

ОТДЕЛЕНИЕ
МАТЕМАТИКИ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ Л.Н. ГИГОРИНА

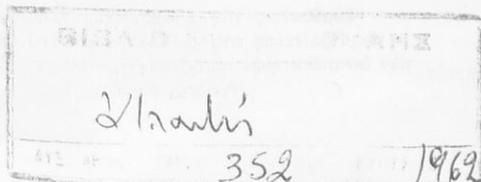
Ученые записки / Выпуск 1988 / Том 10 / Книга 1

E 3 ΦΣΚ
Burns (Elmer E.)

28

Φ Υ Σ Ι Κ Η, Μιά Βασική Έπιστήμη

“ ΑΤΛΑΝΤΙΣ ”
ΕΚΔΑΤΙΚΟΣ & ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΗ Α.Ε.



ELMER E. BURNS

Καθηγητής τῆς Φυσικῆς
εἰς τὸ Γυμνάσιον τοῦ Austin
Chicago, Illinois

FRANK L. VERWIEBE

Φυσικός Ἐρευνῶν, εἰς τὸ Ἔργαστήριον
Ἐφηρμοσμένης Φυσικῆς
τοῦ Πανεπιστημίου John Hopkins
Baltimore, Maryland

HERBERT C. HAZEL

Πρῶν Διευθυντῆς τοῦ Φυσικοῦ
Τμήματος τοῦ Γυμνασίου
τοῦ Bloomington
Bloomington, Indiana

GORDON E. VAN HOOFT

Σύμβουλος τῆς Διοικήσεως Ἐκπαιδεύσεως
τῆς Πολιτείας τῆς Ν. Ὑόρκης ἐπὶ τοῦ καθορισμοῦ
τῶν ἐκπαιδευτικῶν προγραμμάτων Μέσης Ἐκπαιδεύσεως
Albany, New York

Μετάφρασις ὑπὸ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΕΜΠΕΟΓΛΟΥ
Μηχανολόγου - Ἠλεκτρολόγου Ε.Μ.Π.

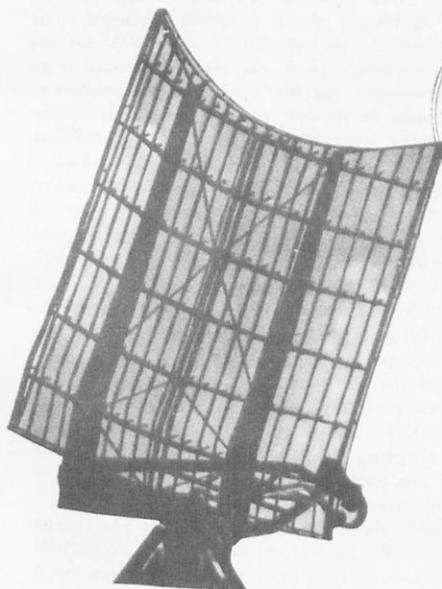
Ε 3 ΦΕΚ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΦΥΣΙΚΗ,

ΜΙΑ ΒΑΣΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Burns (Εκδόσε Ε)



BURNS

VERWIEBE

HAZEL

VAN HOOFT

ΕΚΔΟΣΕΙΣ: Μ. ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ Α.Ε.

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΩΛΗΣΙΣ: "ΑΤΛΑΝΤΙΣ", ΚΟΡΑΗ Β - ΑΘΗΝΑΙ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

002
κλδ
ετ3
294

ΦΥΣΙΚΗ

ΜΙΑ ΒΑΣΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Παπαδόπουλος Γ.



COPYRIGHT, 1943 (First Edition), 1948 (Second Edition), 1954 (Third Edition) by
D. VAN NOSTRAND COMPANY, INC.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι συγγραφείς του παρόντος συγγράμματος προσεπίθησαν να διατηρήσουν, και εις την προϋσαν έκδοσιν, τὰ καλύτερα τμήματα τῶν προηγουμένων εκδόσεων, ἐνῶ ταυτοχρόνως ἐγένοντο σημαντικαὶ βελτιώσεις, εἰς τρόπον ὥστε, ἡ νέα αὕτη ἔκδοσις, νὰ ἰκανοποιῆ καὶ ὅταν ἀκόμη αἰ συνθῆκαι καὶ ὁ τρόπος διδασκαλίας, διαφέρουν σημαντικῶς ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Οἱ συγγραφεῖς εἶχον πάντοτε κατὰ νοῦ, τὰ ἐνδιαφέροντα καὶ τὰ ἀπαιτήσεις τῶν μαθητῶν εἰς τοὺς ὁποίους ἀπευθύνεται τὸ παρὸν σύγγραμμα. Κατέβαλον κάθε δυνατὴν προσπάθειαν ὥστε ἡ γλῶσσα του νὰ εἶναι ἀπλή, στρωτή, εὐνόητος· προσεπάθησαν νὰ ἀντλήσουν ἀπὸ τὴν καθημερινὴν ζωὴν τὰς βασικὰς ἀρχὰς τῆς Φυσικῆς, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ τὴν κατανόησιν τῶν ποικίλων ἐφαρμογῶν τῆς θεμελιώδους ταύτης ἐπιστήμης τοῦ συγχρόνου πολιτισμοῦ.

Διὰ νὰ τονισθοῦν αἱ ἀλληλεξαρτήσεις τῶν διαφόρων ἀρχῶν τῆς Φυσικῆς, ἡ διάταξις τῆς ὕλης, καὶ ἡ ἐν γένει μορφή τῆς παρουσίης ἐκδόσεως, ἐτροποποιήθη σημαντικῶς. Ἡ ὕλη διηρέθη εἰς δέκα μεγάλας ἐνότητες ἢ μέρη εἰς τρόπον ὥστε, ἐκάστη, νὰ καλύπτῃ ἓνα συγκεκριμένον τομέα τῆς Φυσικῆς, ἦτοι: *Μοριακὴ Φυσικὴ· Ρευστὰ· Ἀναμικτὰ καὶ Κινητικὴ· Μηχαναὶ, Ἐνέργεια, Ἰσχύς· Θερμότης· Ἀκουστικὴ· Ὀπτικὴ· Ἀρχαὶ τοῦ Μαγνητισμοῦ καὶ τοῦ Ἠλεκτρισμοῦ· Ἠλεκτρισμός· Ἠλεκτρονικὴ καὶ Πυρηνικὴ Φυσικὴ*. Εἰς τὴν ἀρχὴν ἐκάστου μέρους ὑπάρχει μία ὁμάς προτάσεων ἢ ἐρωτήσεων, σκοπὸς τῆς ὁποίας εἶναι νὰ προκαλέσῃ τὸ ἐνδιαφέρον καὶ τὴν περιέργειαν τῶν μαθητῶν διὰ τὰ θέματα, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ ἀναπτυχθοῦν, ἐνῶ εἰς τὸ τέλος, ὑπάρχει μία περίληψις, ἡ ὁποία τονίζει τὴν σπουδαιότητα καὶ τὴν ἀλληλεξαρτησὴν τῶν ἀναπτυχθεῖσῶν ἀρχῶν.

Αἱ ἐνότητες, ἡ τὴ μέρη, ἔχουν διαιρεθῆ εἰς 27 κεφάλαια, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀναπτύσσει ὀρισμένας στενῶς συνδεδεμένας ἀρχὰς. Διὰ νὰ εἶναι πλέον κατανοητὰ, καὶ διὰ ἑποπτικῶς λόγους τὰ κεφάλαια ταῦτα ἔχουν διαιρεθῆ περαιτέρω εἰς 83 ἐδάφια. Ἐκαστον ἐδάφιον πραγματεύεται μίαν μόνον ἀρχήν, καὶ πολλὰς ἐφαρμογὰς αὐτῆς, ἐφ' ὅσον εἶναι πλέον γνωστόν, ὅτι διὰ νὰ μᾶλλον κανεῖς Φυσικὴν πρέπει ἀπαραίτητως νὰ ἐξοικειωθῆ μετὰ τὰς ἀρχὰς, αἱ ὁποῖαι τὴν διέπουν. Τοιουτοτρόπως, ἐκάστη ἀρχὴ προβάλλεται μόνη της, μετὰ τὰς ἐφαρμογὰς της καὶ ὁ μαθητὴς δύναται νὰ τὴν ἀφομοίωσῃ εὐκολότερον, ἐφ' ὅσον μάλιστα τοῦ παρέχεται καὶ ἡ δυνατότης νὰ τὴν ἐφαρμοσῇ ἀμέσως εἰς διάφορα παραδείγματα, συχνάκις συναντούμενα εἰς τὴν πρᾶξιν. Εἰς τὸ τέλος ἐκάστου ἐδαφίου καὶ ὑπὸ τοὺς τίτλους: *Βεβαιώθητε ὅτι κατενόησατε τὰς ἐνοίας· Ἐρωτήσεις· Γενικαὶ Ἐρωτήσεις· Ἐφαρμογαὶ καὶ Προβλήματα* παρέχεται εἰς τὸν καθηγητὴν, ἡ κατάλληλος ὕλη, ἡ ὁποία θὰ τὸν βοηθήσῃ νὰ σχηματίσῃ μίαν ὀρθὴν ἀντίληψιν περὶ τοῦ κατὰ πόσον, ἐκάστη ἀρχὴ τῆς Φυσικῆς ἐστὶν ἀντιληπτὴ ἀπὸ τοὺς μαθητὰς του. Οὕτω, μετὰ τὰ βοηθήματα αὐτὰ ὁ καθηγητὴς διευκολύνεται πολὺ εἰς τὸ ἔργον του.

Ἡ παράγραφος, *Βεβαιώθητε ὅτι κατενόησατε τὰς ἐνοίας*, ἀποσκοπεῖ εἰς τὴν συγκέντρωσιν τῆς προσοχῆς τῶν μαθητῶν εἰς τοὺς βασικοὺς ὅρους καὶ τὰς θεμελιώδεις σχέσεις. Οἱ βασικοὶ ὅροι περιελήφθησαν διὰ νὰ τονισθῆ ἡ σημασία τῆς χρήσεως τῶν καταλλήλων ὄρων καὶ διὰ νὰ σχηματισθῆ ταυτοχρόνως, καὶ ἓνα στοιχειώδες λεξιλόγιον ἐπιστημονικῶν ὄρων. Διὰ τῶν θεμελιωδῶν σχέσεων οἱ συγγραφεῖς θέλουν νὰ τονίσουν τὸν σημαντικὸν ρόλον αὐτῶν ὡς ἐφοδίων διὰ πᾶσαν ἐπιστημονικὴν ἔρευναν. Ἀπαντῶν εἰς τὰς *Ἐρωτήσεις*, ὁ μαθητὴς δύναται νὰ προετοιμάξῃ τὴν ἐκτενὴ περίληψιν του εἰς ἕκαστον ἐδάφιον. Οἱ συγγραφεῖς πιστεύουν ὅτι, οἱ μαθηταὶ πρέπει νὰ γράφουν μίαν κατὰ τὸ δυνατόν ἐκτενὴ περίληψιν εἰς τὸ τέλος ἐκάστου ἐδαφίου. Τοιουτοτρόπως, οἱ μαθηταὶ ὠφελοῦνται πολὺ περισσότερο, πρὸς ἂν ἐδιάβαζαν ἀπλῶς τὰς περιλήψεις τοῦ βιβλίου. *Αἱ Γενικαὶ Ἐρωτήσεις* ἔχουν μελετηθῆ καὶ διατυπωθῆ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ προκαλοῦν τὸ ἐνδιαφέρον τῶν μαθητῶν, οἱ ὁποῖοι ἀντιμετωπίζουσι πονηρὰς ἐρωτήσεις, ἀναφερομένας εἰς τὰς καθημερινὰς ἐφαρμογὰς. Ὁ σκοπὸς τῶν *Ἐφαρμογῶν* εἶναι νὰ κεντρίσουν

τήν περιέργειαν τῶν μαθητῶν, μέσῳ ἀπλῶν πειραμάτων τὰ ὁποῖα συνήθως διὰ ἐξεζητημένου τρόπου, καταδεικνύουν τὰς βασικὰς ἀρχὰς τῆς Φυσικῆς.

Πολλὰ προβλήματα, ἀπὸ τὰ εἰς τὸ τέλος ἐκάστου ἐδαφίου εὐρισκόμενα, ἀνεθεωρήθησαν πλήρως. Πολλὰ προσετέθησαν τὸσον εἰς τὴν κατηγορίαν Α, ὅσον καὶ εἰς τὴν Β, εἰς τὸρπον ὥστε νὰ παρέχεται εἰς τὸν καθηγητὴν μεγαλύτερα δυνατότητες ἐπιλογῆς. Ἄν καὶ εἶναι δύσκολος ὁ καθορισμὸς ἀκριβοῦς διαχωριστικῆς γραμμῆς τῶν προβλημάτων ἀπὸ ἀπόψεως δυσκολίας, ἐν τούτοις τὰ προβλήματα τῆς κατηγορίας Α εἶναι εὐκολώτερα τῶν ἀντιστοίχων τῆς Β καὶ κατὰ κανὸν ἀπλᾶ ἐφαρμογαὶ τύπων. Τὰ προβλήματα ταῦτα, τὰ ὁποῖα εἶναι περισσότερα τῶν 450, ἀπευθύνονται πρὸς ὅλους τοὺς μαθητὰς ἀνεξαρτήτως ἱκανότητος καὶ ἐπιδόσεως. Τὰ προβλήματα Β, τὰ ὁποῖα εἶναι περίπου 150, εἶναι δυσκολώτερα. Διὰ τὴν λύσιν τῶν προβλημάτων αὐτῶν ἀπαιτεῖται ἡ χρησιμοποίησις περισσότερων τῆς μιᾶς, ἀρχῶν τῆς Φυσικῆς. Εἰς μερικὰ προβλήματα δίδονται καὶ τὰ ἀποτελέσματα. Τοιοῦτοτρόπος ὁ μαθητὴς ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ συγκρίνῃ τὴν ἀκρίβειαν τῶν ὑπολογισμῶν του. Αἱ ἀπαντήσεις ἔχουν δοθῆ με ἀκρίβειαν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων, ὅπου ὡς σημαντικὸν ψηφίον νοούμεν, ὅλα τὰ μὴ μηδενικά ψηφία, καὶ τὸ μηδέν, ὅταν τοῦτο κείται μεταξὺ δύο μὴ μηδενικῶν ἢ μετὰ μὴ μηδενικῶν ψηφίων. Μόνον εἰς ὀλίγοις περιπτώσεσι, ὅπου τὰ δεδομένα τὸ ἀπῆτουν, αἱ ἀπαντήσεις ἔχουν δοθῆ με ἀκρίβειαν τεσσάρων σημαντικῶν ψηφίων. Εἰς τὸ τέλος τῶν περισσότερων κεφαλαίων ὑπάρχουν καὶ ἄλλα προβλήματα, τὰ ὁποῖα ἀποσκοποῦν εἰς περαιτέρω ἐπανάληψιν καὶ εἰς τὴν ἀνάπτυξιν ἱκανότητος ἀντιμετωπίσεως προβλημάτων.

Ὁ καθηγητὴς δύναται κατὰ τὴν κρίσιν του νὰ παραλείψῃ μερικὰ ἢ καὶ ὅλα ἀκόμη τὰ προβλήματα Β, ὡς ἐπίσης καὶ τὰ ἐδάφια ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα σημειοῦνται δι' ἀστερίσκου. Διὰ νὰ εἶναι εἰς θέσιν ἕνα σχολικὸν βιβλίον νὰ καλύπτῃ τὰς ἀνάγκαις καὶ τὰς ἀπαιτήσεις διαφόρων σχολείων, πρέπει ἡ ἔλη τὴν ὁποῖαν καλύπτει, νὰ εἶναι περισσότερα ἐκείνης, ἢ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ ἀναπτυχθῆ κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς σχολικοῦ ἔτους. Ὡς ἐκ τούτου, ἐνδείκνυται ἡ ἐπιλογὴ κεφαλαίων ὑπὸ τοῦ καθηγητοῦ.

Αἱ νέαι τροποποιήσεις καὶ συμβάσεις, ἐπέβαλλον τροποποιήσεις τῶν προηγουμένων ἐκδόσεων εἰς τὰ ἑξῆς σημεία.

α) Ἡ παλαιὰ συμβολικὴ μέθοδος, κατὰ τὴν ὁποῖαν ὑπεδηλοῦτο ἡ διεύθυνσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν κυκλώματος, ἀντικατεστάθη ὑπὸ τῆς συγχρόνου, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ διεύθυνσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὑποδηλοῦται ἐκ τῆς διευσθύνσεως τῆς ροῆς τῶν ἠλεκτρονίων.

β) Αἱ διεθνεῖς ἠλεκτρικαὶ μονάδες, αἱ ὁποῖαι δὲν χρησιμοποιοῦνται πλέον, παρελείφθησαν. Ἡ ἀπόφασις τῆς ἀκυρώσεως τῶν μονάδων αὐτῶν καὶ ἡ χρησιμοποίησις ἀντ' αὐτῶν τῶν ἀπολύτων ἠλεκτρικῶν μονάδων ἐλήφθη ὑπὸ τοῦ διεθνoῦς συμβουλίου μέτρων καὶ σταθμῶν. Τὸ συμβούλιον, ὥρισε ὡς ἡμερομηνίαν ἐνάρξεως τῆς ἰσχύος τῶν νέων μονάδων τὴν 1ην Ἰανουαρίου 1948. Αἱ μονάδες, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὸ παρὸν σύγγραμμα βασίζονται ἐπὶ τῶν ἀπολύτων μονάδων, ἐπεξηγοῦνται δὲ πλήρως εἰς τὰ ἐδάφια 61 καὶ 62.

γ) Ἡ ἠλεκτρικὴ φύσις τοῦ μαγνητισμοῦ, ἡ ὁποῖα εἶναι σήμερον γενικῶς παραδεκτὴ, ἀναπτύσσεται εἰς ἕνα νέον τμήμα, τὸ ἐδάφιον 61.

Λόγῳ τῆς μεγάλης ἐξελιξεως τῆς ἠλεκτρονικῆς καὶ τῆς πυρηνικῆς φυσικῆς, τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὰ θέματα αὐτά, κεφάλαια τοῦ βιβλίου τούτου, ἔχουν βασικῶς ἀναθεωρηθῆ καὶ σημαντικῶς ἐπαυξηθῆ.

Εἰς τὸ ὑπόμνημα Α, ἀναπτύσσεται ἡ χρῆσις τῶν σημαντικῶν ψηφίων εἰς τοὺς ὑπολογισμούς μας καὶ κυρίως εἰς τὰ ἀριθμητικὰ πράξεις, ἐνῶ εἰς τὸ ὑπόμνημα Β παρέχονται διάφοροι πίνακες φυσικῶν σταθερῶν. Ἄν καὶ εἰς ὅλα τὰ προβλήματα τὰ δεδομένα εἶναι ἐπαρκῆ διὰ τὴν λύσιν αὐτῶν, ἐν τούτοις, οἱ πίνακες αὐτοὶ δυνατόν νὰ φανοῦν χρῆσιμον τὸσον εἰς τὸν καθηγητὴν, ὅσον καὶ εἰς τοὺς μαθητὰς.

Ε.Ε.Β.

Φ.Λ.Υ.

Η.Σ.Η.

Γ.Ε.Υ.Η.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ. ΜΟΡΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Κεφάλαιον	1.	Η ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ	Σελ.	14
		Έδαφιον 1. Άτομα και μόρια	»	14
		Έδαφιον 2. Τά μόρια	»	16
		Έδαφιον 3. Μοριακά δυνάμεις εις τά υγρά και στερεά σώματα	»	20

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ. ΡΕΥΣΤΑ

Κεφάλαιον	2.	Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ	»	32
		Έδαφιον 4. Δυνάμεις και πιέσεις έντός τών υγρών	»	32
		Έδαφιον 5. Συστήματα ύδρευσεως και φράγματα	»	39
		Έδαφιον 6. Ή άρχή του Pascal και τό ύδραυλικόν πιεστήριον	»	42
		Έδαφιον 7. Ή άρχή του Άρχιμήδους	»	48
		Έδαφιον 8. Σχετικόν ειδικόν θάρος και σχετική πυκνότης	»	52
Κεφάλαιον	3.	Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΑΙ ΒΑΣΙΚΑΙ ΑΡΧΑΙ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ	»	58
		Έδαφιον 9. Τό θάρος και ή άτμοσφαιρική πίεσις	»	58
		Έδαφιον 10. Τό βαρόμετρον και αι χρήσεις αύτου	»	64
		Έδαφιον 11. Συμπιέσις και έκτόνωσις άερίων	»	74
		Έδαφιον 12. Έφαρμογαί τής πίεσεως τών ρευστών	»	79

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ

Κεφάλαιον	4.	ΔΥΝΑΜΕΙΣ	»	88
		Έδαφιον 13. Σύνθεσις δυνάμεων	»	88
		Έδαφιον 14. Άνάλυσις δυνάμεων	»	93
Κεφάλαιον	5.	ΠΙΠΤΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ	»	98
		Έδαφιον 15. Ό Γαλιλαϊος και οι νόμοι τής έλευθέρας πτώσεως τών σωμάτων	»	98
		Έδαφιον 16. Έπιταχυνομένη κίνησις	»	104
Κεφάλαιον	6.	ΒΑΡΥΤΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΞΙΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ	»	110
		Έδαφιον 17. Βαρύτης	»	110
		Έδαφιον 18. Πρώτον άξιωμα του Νεύτωνος	»	114

'Εδάφιο	19.	Δεύτερον άξιωμα του Νεύτωνος	Σελ.	119
'Εδάφιο	20.	Τρίτον άξιωμα του Νεύτωνος	»	123
'Εδάφιο	21.	Είσαγωγή εις την άεροδυναμικήν	»	129

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ. ΜΗΧΑΝΑΙ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ

Κεφάλαιον	7.	ΜΗΧΑΝΑΙ	»	142
	'Εδάφιο	22.	Έργον και τριβή	» 142
	'Εδάφιο	23.	Η άρχή του έργου	» 148
	'Εδάφιο	24.	Η άρχή των ροπών και αι συνθήκαι ίσορροπίας σώματος	» 154
	'Εδάφιο	25.	Μερικαί άπλαϊ μηχαναί	» 160
Κεφάλαιον	8.	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ	»	170
	'Εδάφιο	26.	Ένέργεια	» 170
	'Εδάφιο	27.	Ίσχύς	» 176

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ. ΘΕΡΜΟΤΗΣ

Κεφάλαιον	9.	ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑ	»	184
	'Εδάφιο	28.	Η Φύσις τής θερμότητος	» 184
	'Εδάφιο	29.	Θερμοκρασία και θερμόμετρα	» 188
	'Εδάφιο	30.	Διαστολή των στερεών, υγρών και αερίων	» 193
	'Εδάφιο	31.	Διάδοσις τής θερμότητος	» 202
Κεφάλαιον	10.	ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ	»	210
	'Εδάφιο	32.	Μονάδες θερμότητος	» 210
	'Εδάφιο	33.	Τήξις και πήξις	» 216
	'Εδάφιο	34.	Έξάτμισις	» 222
	'Εδάφιο	35.	Ωρισμένοι επιδράσεις τής εξατμίσεως και συμπκνώσεως	» 230
Κεφάλαιον	11.	Η ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	»	240
	'Εδάφιο	36.	Θερμότης και έργον	» 240
	'Εδάφιο	37.	Θερμικαί μηχαναί	» 244

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟΝ. ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφάλαιον	12.	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ	»	258
	'Εδάφιο	38.	Τί είναι ο ήχος;	» 258
	'Εδάφιο	39.	Ανάκλασις και συμβολή των ήχητικών κυμάτων	» 264
	'Εδάφιο	40.	Συνεζευγμένοι ταλαντώσεις και συν- τονισμός	» 268
Κεφάλαιον	13.	ΜΟΥΣΙΚΟΙ ΗΧΟΙ	»	273
	'Εδάφιο	41.	Αί ιδιότητες των μουσικών ήχων	» 273
	'Εδάφιο	42.	Μουσικά όργανα	» 278
	'Εδάφιο	43.	Μουσικαί κλίμακες	» 282

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ. ΟΠΤΙΚΗ

Κεφάλαιον	14.	Η ΦΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	Σελ.	290
		Έδάφιον 44. Ἡ φύσις καὶ ἡ ταχύτης τοῦ φωτός	»	290
		Έδάφιον 45. Φωτομετρία	»	279
Κεφάλαιον	15.	ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΣ ΦΩΤΟΣ	»	307
		Έδάφιον 46. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτός	»	307
		Έφάφιον 47. Κάτοπτρα	»	314
Κεφάλαιον	16.	ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	»	322
		Έδάφιον 48. Ἡ διάθλασις τοῦ φωτός	»	322
		Έδάφιον 49. Ὁ δείκτης διαθλάσεως	»	328
		Έδάφιον 50. Φακοί	»	331
Κεφάλαιον	17.	ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ	»	340
		Έδάφιον 51. Ἡ φωτογραφικὴ μηχανὴ καὶ ὁ ὀφθαλμὸς	»	340
		Έδάφιον 52. Τὸ μικροσκόπιον καὶ τὸ τηλεσκόπιον	»	346
Κεφάλαιον	18.	ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ	»	357
		Έδάφιον 53. Τὸ φάσμα	»	357
		Έδάφιον 54. Τὰ χρώματα	»	364

ΜΕΡΟΣ ΟΓΔΟΟΝ. ΑΡΧΑΙ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Κεφάλαιον	19.	ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ	»	374
		Έδάφιον 55. Ἡ συμπεριφορὰ τῶν μαγνητῶν	»	374
		Έδάφιον 56. Ὁ γήϊνος μαγνητισμὸς	»	379
Κεφάλαιον	20.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	»	384
		Έδάφιον 57. Ἡ ὄρσις τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων	»	384
		Έδάφιον 58. Ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ αἱ ἠλεκτροστατικὰ μηχαναὶ	»	389
Κεφάλαιον	21.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΝ ΚΙΝΗΣΕΙ	»	397
		Έδάφιον 59. Ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα	»	397
		Έδάφιον 60. Αἱ χημικαὶ ἐπιδράσεις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος	»	402
		Έδάφιον 61. Τὰ μαγνητικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος	»	408
Κεφάλαιον	22.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ	»	417
		Έδάφιον 62. Ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις	»	417
		Έδάφιον 63. Ὁ νόμος τοῦ Ohm	»	420
		Έδάφιον 64. Κυκλώματα σειρᾶς καὶ ἐν παραλλήλῳ	»	425

ΜΕΡΟΣ ΕΝΑΤΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφάλαιον	23.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ	»	436
		Έδάφιον 65. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος	»	436
		Έδάφιον 66. Ἡλεκτρικὸν ἰσχύς καὶ ἐνέργεια	»	441

Κεφάλαιον	24.	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ	Σελ.	450
		Έδαφιον 67. Παγαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος υπό μαγνητικού πεδίου	»	450
		Έδαφιον 68. Γεννήτρια	»	454
		Έδαφιον 69. Τό επαγωγικόν πηνίον και ό μετα- σχηματιστής	»	460
		Έδαφιον 70. Τό τηλέφωνο	»	465
		Έδαφιον 71. Ηλεκτρικά μηχαναί	»	468
Κεφάλαιον	25.	ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ	»	473
		Έδαφιον 72. Σύγκρισις συνεχούς και έναλλασσομέ- νου ρεύματος	»	473
		Έδαφιον 73. Αύτεπαγωγή και χωρητικότης	»	478
		Έδαφιον 74. Ίσχυς των κυκλωμάτων έναλλασσομέ- νου ρεύματος	»	484
		Έδαφιον 75. Ηλεκτρικά ταλαντώσεις και κύματα	»	490
ΜΕΡΟΣ ΔΕΚΑΤΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ				
Κεφάλαιον	26.	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ	»	498
		Έδαφιον 76. Άγωγιμότης αερίων. Άγωγιμότης έν τῷ κενῷ	»	498
		Έδαφιον 77. Ηλεκτρονικοί σωληνες	»	505
		Έδαφιον 78. Αί άρχαί τῆς ραδιοηλεκπικουινίας	»	511
		Έδαφιον 79. Πομποί και δέκται	»	519
		Έδαφιον 80. Έφαρμογαί τῆς ηλεκτρονικῆς	»	526
		Έδαφιον 81. Αί βασικαί άρχαί τηλεοράσεως	»	533
Κεφάλαιον	27.	ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ	»	541
		Έδαφιον 82. Οί πυρῆνες των άτόμων και ραδι- ένέργεια.	»	541
		Έδαφιον 83. Άτομική ένέργεια	»	554
Ύπόμνημα	A.	ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	»	567
Ύπόμνημα	B.	ΠΙΝΑΚΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ	»	569
ΟΡΙΣΜΟΙ			»	579

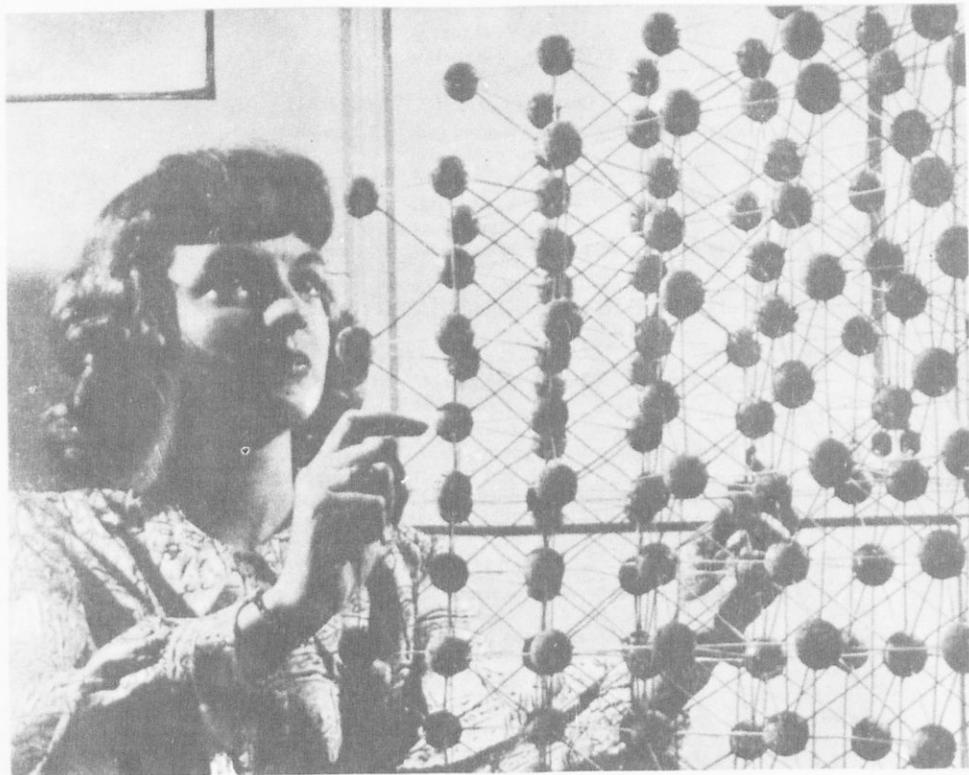
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΚΩΔΙΚΟΣ
ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ



ΜΟΡΙΑΚΗ ΘΥΣΙΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ



ΜΟΡΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

5

Κατ' ἀρχὰς θὰ ἐξετασθῇ :

- Τί εἶναι ἡ Φυσική
- Διατί ἡ Φυσική εἶναι βασική ἐπιστήμη
- "Ὅτι φαινομενικῶς ἀσήμαντα πράγματα παίζουσι μέγαν ρόλον εἰς τὴν Φυσικὴν
- Διατί πιστεύομεν εἰς τὰ μόρια
- Διατί ἔχομεν ἀνάγκην ἐνός συστήματος μετρήσεως
- Ποῖαι δυνάμεις συγκροτοῦν τὴν ὕλην
- "Ὅτι μικραὶ δυνάμεις ἐξηγοῦν πολλὰ κοινὰ φαινόμενα

Η ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Διηρωτήθητε ποτέ, διατί θέλετε νά μελετήσετε Φυσικήν; Μόνον διότι πρέπει ἤ μήπως ἐλπίζετε ὅτι οὕτω θά εἶδετε εἰς θέσιν νά εὐρίσκατε εὐκολώτερα τήν λύσιν τῶν διαφόρων προβλημάτων τά ὅποια ἀντιμετωπίζετε ἢ τά ὅποια θά συναντήσετε εἰς τὸ μέλλον;

Ἴσως ἐνδιαφέρεσθε δι' ὠρισμένα προβλήματα τῆς καθημερινῆς σας ζωῆς. Μπορεῖ νά θέλετε νά μάθετε κάτι περισσότερον διὰ τὸ ραδιόφωνόν σας, τήν φωτογραφικήν σας μηχανήν, ἢ διὰ τὸ αὐτοκίνητόν σας; πιδανόν νά ἔχετε κατασκευάσει ἕνα ραδιόφωνον ἢ κάποιο ἄλλο μηχανάκι, καὶ θέλετε νά μάθετε, διατί καὶ πῶς τοῦτο ἐργάζεται. Μελετῶντες ὅμως Φυσικήν, δὲν θά μάθετε μόνον τὰς ἀπαντήσεις πολλῶν προβλημάτων καὶ ἐρωτήσεων, ἀλλὰ θά ἀντιληφθῆτε ὅτι ὑπάρχουν πολλὰ ἀκόμη ἐρωτήματα ἀναπάντητα καὶ προβλήματα, τά ὅποια ἀναμένουν ἀκόμη τήν λύσιν των.

ΕΔΑΦΙΟΝ 1. "Ατομα καὶ μόρια.

Ἐπάρχουν πολλὰ θέματα μὲ τὰ ὅποια θά ἦτο δυνατόν νά ἀρχίσωμεν τήν μελέτην τῆς φυσικῆς, καὶ θά ἦτο ἀναμφιβόλως ἐνδιαφέρον νά ἐξελέγαμε ἕνα ἀπὸ τὰ πλέον ἐπίκαιρα καὶ ἐντυπωσιακά. Τὰ θέματα ὅμως αὐτὰ εἶναι συνήθως καὶ τὰ δυσκολώτερα καὶ διὰ νά τὰ κατανοήσωμεν πρέπει ἀπαραιτήτως νά ἔχωμεν μελετήσει προηγουμένως τὰς βασικὰς τῶν ἐννοιὰς: διὰ νά ἀντιληφθῶμεν τὸν τρόπον λειτουργίας τοῦ ραδιοφώνου πρέπει πρῶτον νά γνωρίσωμεν καλῶς τὰς ἀρχὰς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τὰς βάσεις τῆς ἠλεκτρονικῆς, διότι φαντάζεσθε, βεβαίως, τὰς δυσκολίας τὰς ὁποίας θά ἀντιμετωπίσετε ἐὰν ἐπιχειρήσετε νά συλλαβετε τὸν τρόπον λειτουργίας ἐνὸς ραδιοφώνου δι' ἀπ' εὐθείας παρατηρήσεως τῆς συσκευῆς σας. Κατὰ τελείως ἀνάλογον τρόπον, θέματα ὅπως ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια, τὸ ραντάρ, ἢ ἡ ἀεροδυναμικὴ ὅσον ἐνδιαφέροντα καὶ ἐὰν εἶναι, εἶναι ἀδύνατον νά ἐξετασθῶν, χωρὶς προηγουμένως, νά ἔχη γίνεи πλήρη μελέτη τῶν βασικῶν τῶν ἐννοιῶν.

ΤΙ ΓΝΩΡΙΖΟΜΕΝ ΚΑΙ ΤΙ ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΟΜΕΝ ΠΕΡΙ ΑΤΟΜΩΝ :

"Ἄς ἀρχίσωμεν λοιπὸν μὲ τὸ "Ατομον. "Ὅλοι εἴμεθα τὸσον ἐξοικειωμένοι μὲ τὴν λέξιν αὐτήν, ὥστε πολλοὶ ἴσως θά ἐκπλαγοῦν ἐὰν μάθουν ὅτι οὐδεὶς ἔχει ἰδεῖ ποτὲ ἕνα ἄτομον, καὶ ὅτι τὸ ἄτομον παραμένει ἀκόμη ἕνα θεωρητικὸν σωματίον. Πράγματι, ἐνῶ ὅλα τὰ δεδομένα καὶ τὰ πειραματικὰ ἐξαγόμενα μᾶς ἄγουν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ ὕλη συντίθεται ἀπὸ ἄτομα, ἐν τούτοις δὲν ὑπάρχει ἀκόμη καμία περὶ τούτου ὀριστικὴ ἀπόδειξις. Οὐδεὶς ἔχει ἰδεῖ ἕνα ἄτομον, ὑπὸ τὴν συνήθη ἐννοίαν τῆς λέξεως. Αἱ ἐνδείξεις μᾶς διὰ τὴν ὑπαρξίν του εἶναι μόνον ἐμμεσοί. Παρ' ὅλα ταῦτα, ἡ λεγομένη "Ἀτομικὴ θεωρία" ἐξάρξαε ἕνα ὀρισμένον τρόπον σκέψεως εἰς τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ προβλήματος τῆς δομῆς τῆς ὕλης καὶ προσέφερε, καὶ ἐξακολουθεῖ νά προσφέρει, ἱκανοποιητικώτατας ἐξηγήσεις εἰς πειραματικὰ δεδομένα. Εἶναι ἄρα ἐνδιαφέρον νά μελετήσωμεν τὰς βάσεις καὶ τὴν ἐξέλιξιν τῆς.

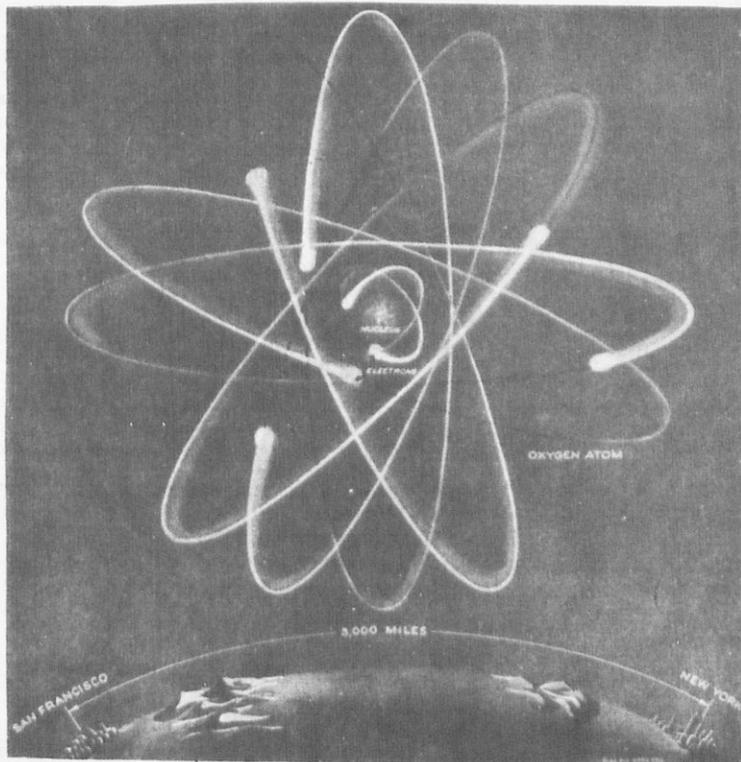
Κατ' ἀρχὰς ἔχομεν ἀμέσους ἀποδείξεις

ὅτι ἡ ὕλη εἶναι ἠλεκτρικῆς ὕφης. Εἶναι εὐκολώτατον νὰ παραγάγωμεν ἠλεκτρικὸν φορτίον ἐπὶ διαφόρων σωμάτων, ἀπλῶς καὶ μόνον διὰ τριβῆς αὐτῶν μετ' ἄλλα σώματα· ἀκόμη καὶ ἐσεῖς οἱ ἴδιοι εἶναι δυνατὸν νὰ φορτισθῆτε ἐὰν τρίψετε τοὺς πόδας σας ἐπὶ ἐνὸς τάπητος. (Ἄργότερον θὰ μελετήσωμεν ἐκτενέστερον τὰ φαινόμενα τοῦ Στατικῆς Ἠλεκτρισμοῦ καὶ θὰ προσπαθήσωμεν νὰ ἐξηγήσωμεν πολλὰ ἐνδιαφέροντα παραδείγματα καὶ ἐφαρμογὰς).

Ἄλλην ἀπόδειξιν προσφέρουν ὀρισμένα χημικὰ στοιχεῖα, τὰ καλούμενα *ραδιενεργά*. Ἐνα ἐξ αὐτῶν εἶναι καὶ τὸ Ράδιον, ἀνακαλυφθὲν ὑπὸ τοῦ Piere καὶ τῆς

Marie Curie τὸ 1898. Ἄργότερον θὰ ἐξετάσωμεν τὰ στοιχεῖα αὐτά, ὡς καὶ τὰς πηγὰς ἐνεργείας· πρὸς τὸ παρὸν ὁμῶς μᾶς ἐνδιαφέρει τὸ γεγονός ὅτι, τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἀκτινοβολοῦν διάφορα σωματῖα — καὶ ὀρισμένα ἀπὸ τὰ σωματῖα αὐτὰ εἶναι ἠλεκτρικῶς φορτισμένα. Τὰ ἀνωτέρω εἶναι μία νύξις μόνον διὰ τὴν φύσιν τοῦ ἀτόμου.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΤΟΜΟΝ. Γνωρίζομεν, ὅτι ἡ ὕλη εἶναι ἠλεκτρικῆς ὕφης. Ἄλλὰ πρὸς τί ὁμοιάζει τὸ ἄτομον; Κάποτε ἐθεωρεῖτο ὡς μία αὐτοτελὴς μονάς, κάτι, τὸ ὅποιον ἦτο ἀδύνατον νὰ διαιρεθῆ. (Ἄτομον = α-τομή, μὴ δυνά-



Σχ. 1—1. Ἐὰν ἡ διάμετρος τοῦ πυρήνος τοῦ ὀξυγόνου ἦτο 500 μέτρα, ἡ διάμετρος τῆς πλεον ἀπομακρυνθῆναι ἀπὸ τὸ Ἰστανβούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

μενον να τμηθῆ). Σήμερον, οἱ ἐπιστήμονες τὸ παριστοῦν ὡς ἓνα πολὺ μικρὸν ἠλιακὸν σύστημα. Εἰς τὸν ἐλάχιστον εἰς ὄγκον καὶ σχετικῶς βαρὺ πυρῆνα τὸν εὐρίσκονται θειτικῶς φορτισμένα σωματῖα καλούμενα πρωτόνια καὶ οὐδέτερα σωματῖα καλούμενα νετρόνια. Πέριξ τοῦ πυρῆνος περιστρέφονται τὰ ἠλεκτρόνια, σωματῖα ἀρνητικῶς φορτισμένα, ἐπὶ σταθερῶν τροχιῶν, ὅπως ἀκριβῶς κινουῦνται οἱ πλανῆται, πέριξ τοῦ ἡλίου. (Σχ. 1-1). Θὰ συναντήσωμεν τὸ ἄτομον καὶ πάλιν ἀργότερον ὅταν θὰ μελετῶμεν τὸν ἠλεκτρισμόν, τὴν ἠλεκτρονικὴν, καὶ τὴν πυρηνικὴν φυσικὴν.

ΑΤΟΜΑ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑ. Οἱ χημικοὶ προσεδιόρισαν 92 διαφορετικὰ εἶδη ἀτόμων εἰς τὴν φύσιν. Τὰ ἄτομα αὐτὰ διαφέρουν μεταξύ των κυρίως λόγω τοῦ διαφοροῦ ἀριθμοῦ πρωτονίων, νετρονίων καὶ ἠλεκτρονίων ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται. **Μόρια** καλοῦνται τὰ σωματῖα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ὡς συνδυασμὸς ἀτόμων. Ἐνα στοιχεῖον εἰς τὴν φύσιν συνίσταται μόνον ἐξ ἀτόμων τοῦ αὐτοῦ εἶδους, π. γ. ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός, ὁ κασίτερος, τὸ θεῖον, τὸ ὀξυγόνον, εἶναι στοιχεῖα. Παραδείγματα χημικῶν ἐνώσεων τῶν ὁποίων τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄτομα περισσοτέρων τοῦ ἐνὸς εἶδους, εἶναι τὸ ὕδωρ, τὰ ἅλατα, τὰ ὀξέα, καὶ αἱ βάσεις.

ΕΔΑΦΙΟΝ 2. Τὰ μόρια

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΤΗΑΡΞΕΩΣ ΜΟΡΙΩΝ. Διάφοροι ἐνδείξεις μᾶς ὠδήγησαν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὅλα τὰ σωματῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὸσον μικρὰ σωματῖδια, ὥστε νὰ εἶναι ἀόρατα καὶ εἰς τὰ ἰσχυρότερα μικροσκόπια. Τὰ σωματῖδια αὐτὰ καλοῦνται **Μόρια** καὶ εἶναι ἀδύνατον νὰ διασπασθοῦν χωρὶς νὰ μεταβληθῆ ἢ φύσει τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον συνθέτουν. *Τὸ μόριον εἶναι τὸ μικρότερον σωματῖδιον οἰοῦνδήποτε σώματος, τὸ ὁποῖον διατηρεῖ ὅλας τὰς ιδιότητας τοῦ σώματος.*

Ἐὰν ἀφήσωμεν ἀνοικτὸν τὸν διακόπτην τοῦ ἀερίφωτος εἰς τὴν κουζίνα,

Ὁ φυσικὸς ἐνδιαφέρεται διὰ τὰ μόρια καὶ προσπαθεῖ ἀπὸ τὴν μελέτην αὐτῶν νὰ ἐξηγήσῃ τὰ φυσικὰ χαρακτηριστικὰ τῶν διαφόρων σωμάτων. Ἐνδιαφέρεται π.γ. διὰ τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι διατεταγμένα τὰ μόρια εἰς τὰ στερεά, τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια σώματα καὶ ποῖα εἶναι ἡ ἐπίδρασις τῆς θερμοτήτος ἢ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς διατάξεως αὐτῶν. Ἐνδιαφέρεται διὰ τὴν συμπεριφορὰν τῶν μορίων. Ἀλλὰ πῶς εἶναι βέβαιος ὅτι ὑπάρχουν μόρια;

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἄτομον
Πρωτόνιον
Νετρόνιον

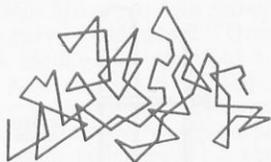
Ἡλεκτρόνιον
Μόριον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Προσπαθήσατε νὰ ἀπαντήσετε μὲ δικὰ σας λόγια.
 - α) Διατί τὰ ἄτομα θεωροῦνται ὡς θεωρητικὰ σωματῖα.
 - β) Διατί οἱ ἐπιστήμονες πιστεύουν ὅτι ἡ ὕλη συνίσταται ἀπὸ ἄτομα.
2. Ποῖα εἶναι τὰ συνιστώμενα μέρη ἐνὸς ἀτόμου;
3. Ποῖα εἶναι σχέσις μεταξύ μορίου καὶ ἀτόμου;
4. Τί ἐννοοῦμεν λέγοντες στοιχεῖον; Ὁνομάσατε μερικὰ.
5. Τί εἶναι χημικὴ ἔνωσις; Ἀναφέρατε παραδείγματα.

συντόμως ἢ χαρακτηριστικὴ ὁμὴ τοῦ θὰ διαχυθῆ εἰς ὅλα τὰ δωμάτια. Ἡ καλύτερα ἐξήγησις τοῦ φαινομένου αὐτοῦ εἶναι ὅτι τὰ μόρια τοῦ ἀερίφωτος δισκορπίστησαν παντοῦ. Τοῦτο πιθανῶς δὲν θὰ συνέβαινε, ἐὰν τὰ μόρια τοῦ ἀερίφωτος δὲν ἐκινουῦντο ταχύτατα.

Ρίπατε ἓνα τεμάχιον σακχάρους ἐντὸς ποτηρίου ὕδατος. Ἡ σάκχαρις ἐντὸς ὀλίγου θὰ ἐξαφανισθῆ, δοκιμάζοντες ὅμως τὸ ὕδρον, θὰ ἀντιληφθῶμεν ἀμέσως ὅτι τὰ μόρια αὐτῆς ἔχουν κατανεμηθῆ εἰς ὅλον τὸν ὄγκον τοῦ ὕδατος. Συμφωνῶς πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν μορίων ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου εἶναι ὅτι, τὰ μόρια



Σχ. 2—1. Τροχιά σωματιδίου κατά την κίνησιν του Brown

τῆς σακχάρους ἀνεμίχθησαν πλήρως μετὰ μόρια τοῦ ὕδατος.

Ἐάν, τέλος, θέσωμεν ὕδωρ, ἐντὸς ἀβαθοῦς δοχείου, καὶ τὸ παρακολουθήσωμεν μὲ μεγειθυντικούς φακούς, δὲν θὰ ἴδωμεν τίποτε νὰ ἐκφεύγῃ. Ἐν τούτοις, ἐντὸς ὀλίγου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξηφανίσθη· θὰ πρέπει ἄρα, νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐγκατέλειψε τὸ δοχεῖον, ὑπὸ μορφῆν λεπτωτάτων ἀοράτων σταγονιδίων. Ἐφ' ὅσον σταγονίδια ἢ μόρια ἐκφεύγουν ἀπὸ τὸ δοχεῖον, θὰ πρέπει ταῦτα νὰ εὐρίσκονται ἐν κινήσει.

Η ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ BROWN. Πρὸ ἑκατὸν περίπου ἐτῶν, ὁ Ἄγγλος βοτανολόγος Robert Brown ἐπέτυχε μίαν ἀπὸ τὰς πλέον πειστικὰς ἀποδείξεις περὶ τῆς κινήσεως τῶν μορίων. Ὁ Brown παρήτηρησε ὅτι πολὺ μικρὰ σωματῖα ἐμβαπτίζομενα ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐκινουῦντο ταχέως. Πολλοὶ ἐπιστήμονες ἐπανελάβον ἔκτοτε παρόμοια πειράματα χρησιμοποιούντες διάφορα στερεὰ σωματῖα καὶ διάφορα ὑγρά. Εἰς ὀρισμένα πειράματα ἐνεβαπτίζοντο ἐντὸς ὑγροῦ μικροσκοπικὰ τεμάχια χρυσοῦ, καὶ παρακολουθοῦντο αἱ κινήσεις των, δι' ἰσχυροτάτων μικροσκοπίων. Τὰ τεμάχια τοῦ χρυσοῦ ἐκινουῦντο ἀτάκτως πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις χωρὶς νὰ ἐπιβραδύνωνται ἢ νὰ κατακαθίζου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων, οἱ ἐρευνηταὶ κατέληξαν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ὅσον μικρότερα ἦσαν τὰ σωματῖα, τόσοον ταχύτερον ἐκινουῦντο, ἢ ταχύτης δὲ αὐτῶν δὲν ἐξηρτάτο ἀπὸ τὸ εἶδος αὐτῶν, ἀλλὰ μόνον ἀπὸ τὸ βάρος των. Τὰ σωματῖα ἀτά, ἀκόμη καὶ τὰ μικρότερα ὑπὸ τὸ μικροσκοπίον ὁρατά, εἶναι βεβαίως πολλαπλασίως μεγαλύτερα τῶν μορίων, ἢ αἰτία ὅμως καὶ ἡ ἐξήγησις τῆς παραδόξου τροχιάς

ἀληθῆς βομβαρδισμὸς τὸν ὁποῖον ὑφίστανται ἀπὸ τὰ ταχύτατα κινούμενα μόρια τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ κίνησις τοῦ Brown, ὡς ὀνομάζεται ἢ ἀκαθόριστος αὕτη κίνησις τῶν σωματιδίων ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἶναι ἴσως ἡ ἀμεσώτερα ἔνδειξις τῆς ὁρθότητος τῆς θεωρίας, ὅτι ἡ ὕλη συνίσταται ἀπὸ ταχέως κινούμενα μόρια.

Κατὰ τὴν μελέτην τῆς κινήσεως τοῦ Brown διεπιστώθη ὅτι ἡ ταχύτης τῶν σωματιδίων ἠΐξανε, ὁσάκις τὸ ὕδρον ἐθερμαίνετο, γεγονός, ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐξάνει τὴν ταχύτητα τῆς ἀκανόνιστου κινήσεως τῶν μορίων του. Ὑπάρχουν τόσον πολλὰ ἔνδειξις, ὥστε οἱ ἐπιστήμονες συμφωνοῦν εἰς τὸ ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ ταχέως κινούμενα μόρια.

ΤΑ ΜΟΡΙΑ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ. Εἶναι οἱ ἐπιστήμονες ἱκανοὶ νὰ ἀπομονώσουν ἓνα μόριον; Μάλιστα, ὀρισμένα εἶδη δὲ μορίων εἶναι δυνατόν νὰ διασπασθοῦν εὐκόλως. Ἐὰν διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ μέσου τοῦ ὕδατος, μέρος τοῦ ὕδατος θὰ μετατραπῇ εἰς δύο ἄερα: ὕδρογόνον καὶ ὀξυγόνον, καὶ μάλιστα ὁ ὄγκος τοῦ ὕδρογόνου θὰ εἶναι διπλάσιος τοῦ ἀντιστοίχου ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου. Τὸ γεγονός αὐτὸ καὶ ὀρισμένα ἄλλα παρατηρήσεις, ἀποδεικνύουν ὅτι, τὸ μόριον τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα ὕδρογόνου καὶ ἓνα ἄτομον ὀξυγόνου.

Ἡ συστηματικὴ ἐρευνα τῆς ὕλης, γενομένη ἀρχικῶς διὰ τὴν ἀνέδοξον τῆς χημείας, ὀδήγησεν εἰς τὴν ἀνέυρεσιν 92 εἰδῶν ἀτόμων, τὰ ὁποῖα συνθέτουν τὰ μόρια τῆς ὕλης. Τελευταίως, παρήχθησαν εἰς τὰ διάφορα ἐργαστήρια, διὰ τεχνητῶν μέσων, ὀρισμένα ἄλλα εἶδη ἀτόμων. Ὀρισμένα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα σωματῖα, ἀποτελούμενα ἀπὸ χιλιάδας μορίων, εἶναι ὁρατὰ ὑπὸ τῶν συγχρόνων ἠλεκτρονικῶν μικροσκοπίων. Ἐν τούτοις, κανονικὸν μεγέθους μόρια, ὡς τὸ ὕδατος εἶναι τόσοον ἐξαιρετικῶς μικρὰ, ὥστε δὲν εἶναι ὁρατὰ ὑπὸ οἰουδήποτε μικροσκοπίου, τὸ ὁποῖον εἶναι εἰς τὴν διαθέσιν μας. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν, προτιμοῦν οἱ ἐπιστήμονες νὰ ἀποκαλοῦν τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια «θεωρητικὰ σωματῖα». Ἐὰν ἐρωτηθῆτε: «Ὑπάρχουν πράγματι ἄτομα καὶ μόρια;» ἡ ἀπάντησις θὰ ἦτο: «Ἦ

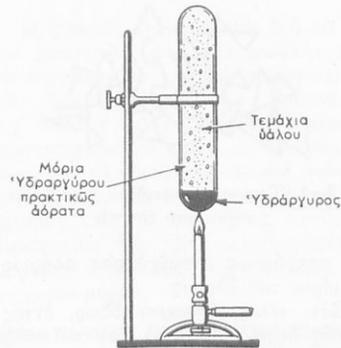
ὕλη συμπεριφέρεται τοιουτοτρόπως, ὡς ἔαν αὐτὴ νὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα».

Διὰ πρακτικούς σκοπούς, δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα, ἂν καὶ οὐδείς ἔχη ἴδῃ τὸ ἄτομον καὶ πιθανῶς δὲν θὰ τὸ ἴδῃ ποτέ.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἔχομεν ἓνα βῶλον, τοιούτων διαστάσεων, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ εἰσέρχεται ἐντὸς δακτυλῆθρας. Ἄς φαντασθῶμεν τὸν βῶλον αὐτὸν νὰ διαστέλλεται ἐν τῷ χώρῳ, ἓνα δισεκατομμύριον φορές. Θὰ γίνῃ τότε μία τεραστία σφαῖρα τῶν διαστάσεων περιῶπου τῆς γῆς. Ἄς φαντασθῶμεν τώρα ὅτι, ἡ τεραστία αὐτὴ σφαῖρα εἶναι ἐσωτερικῶς κοίλη καὶ ὅτι ἐντὸς αὐτῆς εὐρίσκονται ὅλα τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τὰ ὁποῖα ἀρχικῶς εὐρίσκοντο ἐντὸς τῆς δακτυλῆθρας. Τὰ μόρια αὐτὰ μεγεθυσμένα ἐπίσης ἓνα δισεκατομμύριον φορές θὰ ἔχουν τὰς αὐτὰς περιῶπου διαστάσεις μὲ μίαν μπάλλα τοῦ τέννις, θὰ εὐρίσκονται δὲ μεταξὺ τῶν εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων περιῶπου πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐντὸς τῆς κολοσιαιᾶς αὐτῆς σφαιράς θὰ εἶναι περιῶπου 25 τρισεκατομμύρια, αὐτῆς τῆς τάξεως δὲ εἶναι καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τοῦ ἀέρος τοῦ εὐρισκομένου ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστοῦ. Εἰς τὴν πραγματικότητά ἕκαστον μόριον εἶναι τόσον μικρὸν ὥστε, ἔαν τοποθετήσωμεν 100 ἑκατομμύρια τὸ ἓνα δίπλα εἰς τὸ ἄλλον θὰ καλύψωμεν ἀπόστασιν μόλις ἐνὸς ἑκατοστοῦ.

Ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον καταμετρῶνται τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐξηγηθῇ τώρα. Θὰ πρέπει νὰ προχωρήσωμεν κάπως εἰς τὴν μελέτην τῆς φυσικῆς, διὰ νὰ κατανοήσωμεν τὰς χρησιμοποιουμένας μεθόδους. Πάντως, τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια, δύνανται νὰ καταμετρῶνται. Ὁ Robert Millikan ἕνας ἀπὸ τοὺς πλέον διακεκριμένους ἀμερικανῶς φυσικούς, εἶπεν ὅτι δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν μὲ μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων δοθέντος ὕγκου ἀέρος, παρὰ τὸν πληθυσμὸν μῆς μεγάλης πόλεως.

ΠΙΕΣΙΣ ΑΕΡΙΟΥ. Εἶδομεν, ὅτι ἀποτέλεσμα τῆς μεγεθύνσεως τοῦ ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστοῦ ἀέρος κατὰ 1 δισεκατομμύριον



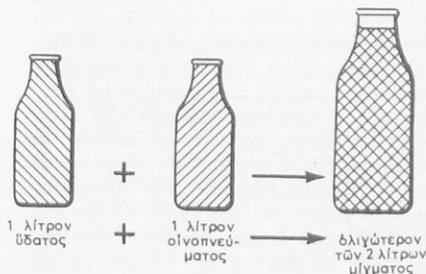
Σχ. 2-2. Τὰ ἄορατα μόρια τοῦ ὑδραργύρου βομβαρδίζουν τὰ ὑάλινα σωματίδια

φορὰς, εἶναι μία σφαῖρα τῶν διαστάσεων περιῶπου τῆς γῆς. Τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, διαστάσεων μπάλλας τέννις, καὶ εἰς ἀπόστασιν τριῶν μέτρων μεταξὺ τῶν, κινούνται μὲ μεγάλην ταχύτητα. Μίαν παρεμφερῆ εἰκόνα διὰ τὴν κίνησιν αὐτῶν δυνάμεθα νὰ ἔχομεν ἀναλογιζόμενοι τὰς κινήσεις ἐνὸς σμήνους κωνῶπων.

Ἡ μέση ἀπόστασις μεταξὺ δύο μορίων εἶναι πολλὴ μεγάλη ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ μέγεθός τῶν, καὶ ἡ ταχύτης τῶν τόσον μεγάλη ὥστε αἱ μεταξὺ τῶν ἀναπτυσσόμεναι δυνάμεις ἔλξεως εἶναι ἀμελητέαι. Τὰ μόρια κατὰ τὴν κίνησιν τῶν συγκρούονται μεταξὺ τῶν ἢ προσκρούονται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εὐρίσκονται. Ἐὰν ἀυξήσωμεν τὴν χωρητικότητά τῶν δοχείων, τὰ μόρια πρέπει νὰ διανύσουν μεγαλυτέραν ἀπόστασιν πρὶν προσκρούσουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων. Οὕτω ἐξηγεῖται διατὶ τὰ ἀέρια ἐκτονοῦνται καταλαμβάνοντα πάντοτε ὅλον τὸν ὅγκον ἐντὸς τῶν δοχείων εἰς τὰ ὁποῖα εἰσάγονται. Ἀποτέλεσμα τῶν προσκρούσεων αὐτῶν εἶναι ἡ ἐξάσκησις πίεσεως, ὑπὸ τοῦ ἀερίου ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων. Πράγματι, ἔαν ἐπὶ ἐνὸς ἀντικειμένου προσπίπτουν διαρκῶς πολλὰ μεμονωμένα βλήματα, τὸ ἀντικείμενον συμπεριφέρεται ὡς ἔαν ὑφίστατο σταθερὸν ὄθησιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δύναται νὰ παρασταθῇ καὶ πειραματικῶς. Τὸ σχῆμα 2-2 παριστᾷ ἓνα σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὁποίου δύναται νὰ γίνῃ ἡ σχετικὴ ἐπίδειξις. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος, εὐρίσκονται μικρὰ ποσότης ὑδραργύρου, ἐνῶ

εις τὸν ὑπεράνω αὐτοῦ γῶρον ἔχει ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ. Μικρὰ τεμάχια ὑάλου εἶναι διεσκορπισμένα ἐντὸς αὐτοῦ. Ὅταν θερμανθῆ ὁ ὑδράργυρος, τὰ μόρια του κινούνται πρὸς τὰ ἄνω μὲ μεγάλην ταχύτητα, προσκρούοντα κατὰ μεγάλους ἀριθμούς ἐπὶ τῶν ὑαλίνων τεμαχίων, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ τὰ παρασύρουν εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω κινήσιν των. Ὁ συνεχῆς αὐτὸς βομβαρδισμὸς, φέρει τὰ ὑάλινα τεμάχια ἐνίοτε καὶ ἕως τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ σωλήνος. Κατὰ τὸν αὐτὸν ἀκριβὲς τρόπον συμπεριφέρονται τὰ μόρια τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς. Συμφώνως πρὸς τὰ ὅσα ἐλέχθησαν ἀνωτέρω, τὰ δισεκατομμύρια τῶν ταχύτατα κινουμένων μορίων τοῦ ἀτμοῦ, προσκρούοντα ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου τῆς μηχανῆς, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται ὁ ἀτμὸς, ἀσκοῦν δυνάμεις ἐπ' αὐτῶν, τὸ μόνον δὲ τοίχωμα ποῦ δύνανται ὑπὸ τὴν ἐπήρειαν δυνάμεως νὰ κινηθῆ, εἶναι τὸ ἐμβόλον, τὸ ὅποιον καὶ μετατοπίζεται. Βεβαίως, τὸ μέγεθος τῆς ἐξασκουμένης δυνάμεως, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταχύτητα καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων. Ὅσον ὁ ἀριθμὸς, τῶν ἐντὸς καθωρισμένου χώρου εὐρίσκομένων μορίων, αὐξάνει, τόσον περισσότεραι προσκρούσεις μορίων, ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων λαμβάνουν χώραν, καὶ ὡς ἐκ τούτου τόσον μεγαλύτερα πίεσις ἐξασκεῖται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Ἐπίσης ἐὰν ἕνα ἀέριον θερμανθῆ, ἢ ταχύτητος τῶν μορίων του θὰ αὐξηθῆ καὶ σφοδρότεραι προσκρούσεις τῶν μορίων του θὰ λαμβάνουν χώραν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται.

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ. Ἐὰν ριφθῆ ἐντὸς τοῦ ὑδατος βῶλος σακχάρους, συντόμως θὰ



Σχ. 2—3. Ὅπου 1+1 δὲν ἰσοῦται μὲ 2 Διαί :

διαλυθῆ. Συμφώνως πρὸς τὴν μοριακὴν θεωρίαν, θεωροῦμεν ὅτι, τὰ μόρια τῆς σακχάρους διασπείρονται καὶ ἀναμιγνύονται τελείως μὲ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος. Τοιαύτη ὁμοίμορφος ἀνάμιξις τῶν μορίων δύο σωμάτων καλεῖται **διάλυμα**. Τὰ ὑγρά σώματα σχηματίζουν συχνὰ διαλύματα ὄχι μόνον μὲ στερεὰ ἀλλὰ καὶ μὲ ὑγρά ἢ καὶ αέρια. Τὸ ὕδωρ π. χ. δὲν διαλύει μόνον τὰ ἅλατα καὶ σημαντικὸν ἀριθμὸν διαφόρων ἄλλων στερεῶν σωμάτων, ἀλλὰ σχηματίζει διαλύματα μὲ τὸ οἰνόπνευμα, τὴν γλυκερίνην καὶ μὲ πολλὰ ἄλλα ὑγρά, ἀκόμη δὲ διαλύει καὶ πολλὰ αέρια. Ὁ ἀήρ εἶναι διαλυτὸς εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐξασφαλίζεται τὸ ἀπαραίτητον ὀξυγόγονον διὰ τὴν ἀναπνοὴν τῶν ἰχθύων.

Ἄς ἀναμιξώμεν ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα. Τὰ διαλύματα αὐτῶν προσφέρουν μίαν ἀκόμη σημαντικὴν ἀπόδειξιν τῆς μοριακῆς φύσεως τῆς ὕλης. Ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι, ἐὰν εἰς ἕνα λίτρον ὕδατος προστεθῆ ἄλλο ἕνα, θὰ προκύψουν δύο λίτρα. Ὁμοίως, ἐὰν εἰς ἕνα λίτρον οἰνοπνεύματος προστεθῆ ἄλλο ἕνα, θὰ προκύψουν δύο λίτρα. Ὅταν ὅμως ἕνα λίτρον ὕδατος, προστεθῆ εἰς ἕνα λίτρον οἰνοπνεύματος, τὸ μίγμα ἔχει ὄγκον μικρότερον τῶν δύο λίτρον (σχ. 2 - 3). Ἡ πλέον λογικὴ ἐξήγησις, διὰ τὴν ἐλάττωσιν αὐτὴν τοῦ ὄγκου, εἶναι, ὅτι τὰ ὑγρά συνίστανται ἀπὸ μόρια, καὶ ὅτι τὰ μόρια τοῦ ἐνὸς ὑδροῦ καταλαμβάνουν τὸν κενὸν γῶρον μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ δευτέρου ὑδροῦ. Ὁμοίως, σημαντικὸν ποσὸν σακχάρους εἶναι δυνατὸν νὰ διαλυθῆ ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἀνεῦ αἰσθητῆς αὐξήσεως τοῦ ὄγκου τοῦ μίγματος, ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν ἀρχικὸν ὄγκον τοῦ ὕδατος.

Εἰς ἕνα διάλυμα, τὸ ὑγρὸν καλεῖται **διαλυτικὸν μέσον**, ἐνῶ ἡ ἀπορροφωμένη ὕλη **διαλυτὴ οὐσία**. Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι καλὸν διαλυτικὸν μέσον διὰ τὰ λίπη.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡ κίνησις τοῦ Brown Πίεσις ἀερίου Διάλυμα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε ὠρισμένα συνήθη παραδείγματα, τὰ ὅποια νὰ ἐξηγούνται πλήρως μὲ τὴν μοριακὴν θεωρίαν.

2. Περιγράψατε την κίνησην τοῦ Brown. Πῶς αὐτή χρησιμεύει ὡς ἀπόδειξις τῆς μοριακῆς θεωρίας;
3. Ποία ἡ σχέσηισ μεταξὺ μορίων καὶ ἀτόμων;
4. Διὰ τί καλοῦνται ἐνίοτε τὰ ἄτομα «Θεωρητικὰ Σωματίδια»;
5. Πῶς θὰ ἀπαντούσατε εἰς τὴν ἐρώτησιν: Ὑπάρχουν πράγματι ἄτομα;
6. Ἀναφέρατε ἓνα παράδειγμα διὰ νὰ δώσετε μίαν εἰκόνα τῶν διαστάσεων ἐνὸς μορίου ἀέρος.
7. Πόσα περίπου μόρια ἀέρος ὑπάρχουν ἐντὸς ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστοῦ;
8. Κατὰ ποῖον τρόπον κινοῦνται ἐν γένει, τὰ μόρια ἐνὸς ἀερίου;
9. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ πίεσις ἀερίου, βάσει τῆς μοριακῆς θεωρίας;
10. Ἀπὸ ποίους δύο παράγοντας ἐξαρτᾶται ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου;
11. Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα διαλυμάτων καὶ τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὅποιον ταῦτα συνηγοροῦν ὑπὲρ τῆς ὀρθότητος τῆς μοριακῆς θεωρίας.
12. Τί ἐνδεικτικά, περὶ τῆς ἰσχύος τῆς μοριακῆς θεωρίας συμπεράσματα, δύνανται νὰ συναχθοῦν ἀπὸ τὴν ἀνάμειξιν οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν κρατήσωμεν πρὸς φύλαξιν βούτυρον μαζὶ μὲ κρεμμύδια, συντόμως τὸ βούτυρον θὰ ἀποκτήσῃ τὴν ὁσμὴν τοῦ κρεμμυδίου. Ἐξηγήσατε τὸν λόγον.

2. Διὰ τί οἱ ἰχθεῖς δὲν δύνανται νὰ ζήσουν ἐντὸς ὕδατος, τὸ ὅποιον ἔχει βασθῆ;
3. Τὸ ἄλας εἶναι κατὰ πολλὴν πυκνότερον τοῦ ὕδατος. Διὰ τί δὲν ἐναποτίθεται ὅλον εἰς τὸν βυθὸν τῶν ὠκεανῶν;
4. Ἐνα βαμβακερὸν στρώμα ἐπιπλέει τοῦ ὕδατος, ἐπὶ μεγάλῳ χρονικῷ διάστημα προτοῦ βυθισθῆ. Διὰ τί;
5. Ποῦ εὐρίσκεται τὸ ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀναπνοὴν τῶν ἰχθύων ὀξυγόνον;

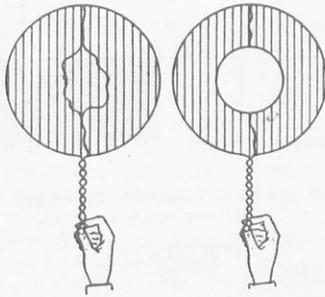
ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΕΛΑΝΗ ΚΑΙ ΤΑΩΡ. Λάβετε ἓνα μικρὸν μπουκάλι μελάνης, εἰς τὸ ὅποιον νὰ περιέχωνται τώρα, μόνον ἀπεξηραμένα ὑπολείμματα καὶ τοποθετήσατέ το ἐντὸς μίας ὑαλίνης κανάτας. Γεμίσατέ το μὲ ὕδωρ, καὶ κατόπιν γεμίσατε βαθμιαίως τὴν κανάταν, προσέχοντες νὰ μὴ διαταραχθῇ τὸ ἐντὸς τοῦ μικροτέρου δοχείου, εὐρισκόμενον ὑδωρ. Ἐντὸς ὀλίγου ἡ μελάνη θὰ διαχυθῇ ἐντὸς τοῦ ὕδατος, θραδέως μὲν ἀλλ' ἀσφαλῶς, οὕτως ὥστε, τελικῶς, ἐντὸς τῆς ὅλης κανάτας, θὰ λάβωμεν ὁμοιόμορφον μίγμα διὰ δυνάμεων συναφείας. Ἐὰν μία συγκολληθεῖσα ξυλινὴ δοκὸς θρασυθῇ ἐκ νέου εἰς τὴν περισχὴν περιόπου τῆς παλαιᾶς τομῆς, ἡ νέα τομὴ δὲν εἶναι ἀκριβῶς εἰς τὴν θέσιν τῆς παλαιᾶς. Ἐξ αὐτοῦ συνάγομεν τὸ συμπέρασμα ὅτι αἱ δυνάμεις συναφείας μεταξὺ τῶν μορίων ξύλου καὶ κόλλας συγγνάσι εἶναι ἰσχυρότεραι τῶν δυνάμεων συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ ξύλου.

ΕΛΑΦΙΟΝ 3. Μοριακαὶ δυνάμεις εἰς τὰ ὑγρά καὶ στερεὰ σώματα

ΥΓΡΑ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΑ. Εἰς τὰ ὑγρά σώματα, τὰ μόρια εὐρίσκονται πλησιέστερον μεταξὺ τῶν ἢ εἰς τὰ ἀέρια. Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὅτι, τὰ μόρια ἐνὸς ὑγροῦ σώματος κυλίνονται τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὡς ἐὰν νὰ ἦσαν κόκκοι ἄμμου. Βεβαίως ἡ ὅλη διάταξις τῶν μορίων ἐνὸς ὑγροῦ σώματος καὶ οἱ κόκκοι τῆς ἄμμου δὲν παρουσιάζουν πλήρη ἀναλογίαν, ἐν πάσῃ ὅμως περιπτώσει ἐκ τοῦ παραδείγματος αὐτοῦ, ἀντιλαμβάνεται τις, ὅτι, αἱ μεταξὺ τῶν μορίων δυνάμεις ἑλξέως δὲν

εἶναι δυνατόν νὰ εἶναι ἀμελητέαι. Ἡ διάταξις τῶν μορίων ὑγροῦ σώματος μακροσκοπικῶς ὁμοιάζει περισσότερο μὲ ἐκείνην τῶν ρινισμάτων σιδήρου τῶν εὐρισκόμενων ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου· τὰ ρινίσματα εὐρίσκονται τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου, καταλαμβάνοντα τὸν ἐλάχιστον δυνατόν χώρον καὶ ἐὰν ἐν ἐξ αὐτῶν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικῆς τινος δυνάμεως, τεῖνῃ νὰ ἐκφύγῃ τῆς θέσεώς του αἱ δυνάμεις ἑλξέως εἶναι ἀρκούντως ἰσχυραὶ ὥστε νὰ τὸ ἐπαναφέρουν ὀπίσω.



Σχ. 3—1 και 3—2. "Όταν ἡ ἐκ σάπωνος μεμβράνη, ἡ εὐρισκομένη ἐντός τοῦ βροχοῦ τῆς κλωστῆς, τρυπήθῃ, ὁ βροχὸς λαμβάνει τὸ σχῆμα κύκλου.

Εἰς τὰ στερεὰ σώματα τὰ μόρια ἐδρίσκονται ἀκόμη πλησιέστερον τὸ ἓνα μὲ τὸ ἄλλο, αἱ δὲ δυνάμεις ἔλξεως εἶναι κατὰ συνέπειαν ἀκόμη ἰσχυρότεροι. Ἐκαστον μῦρον στερεοῦ σώματος ταλαντοῦται περίξ μιᾶς καθωρισμένης, ἐν τῷ χώρῳ, θέσεως ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ μόρια ὑγροῦ σώματος, τὰ ὁποῖα τείνουν νὰ καταλάβουν ὅλας τὰς θέσεις τοῦ χώρου τὸν ὁποῖον πληροῖ τὸ ὑγρὸν.

ΣΤΥΝΟΧΗ ΚΑΙ ΣΤΝΑΦΕΙΑ. Αἱ δυνάμεις ἔλξεως αἴτινες ἐμφανίζονται μεταξὺ μορίων τοῦ αὐτοῦ σώματος καλοῦνται **Δυνάμεις Συνοχῆς** ἢ ἀπλῶς **Συνοχή**. Αἱ δυνάμεις ἔλξεως αἱ ἐμφανιζόμεναι μεταξὺ λίαν ἐγγύς εὐρισκομένων μορίων διαφόρων σωμάτων καλοῦνται **Δυνάμεις Συναφείας** ἢ ἀπλῶς **Συναφεία**.

Τὰ μόρια ἐνὸς τεμαχίου κλωμίας συγκρατοῦνται μεταξὺ των διὰ τῶν δυνάμεων συνοχῆς ἐνῶ ἀντιθέτως τὰ μόρια τῆς κλωμίας συγκρατοῦνται ἐπὶ τοῦ μακροπίνακος.

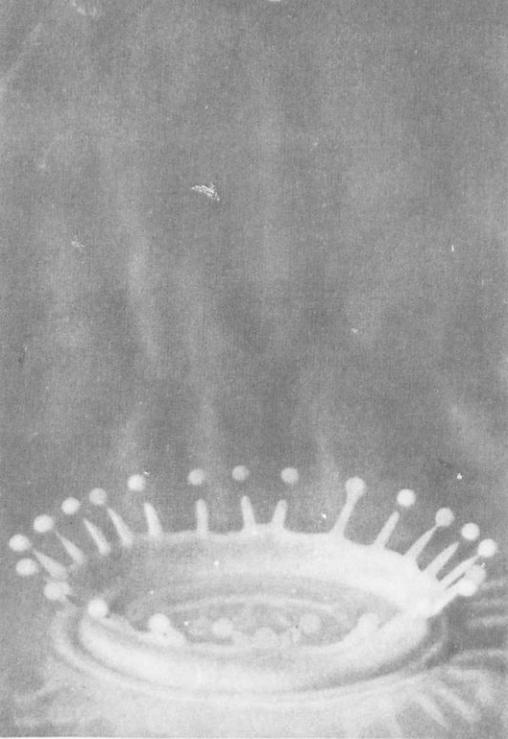
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΤΑΣΙΣ. Ἐχετε παρατηρήσει ὅτι, σταγόνες ὕδατος πίπτουσαι ἐπὶ σκοτισμένης ἐπιφανείας ἢ ἐπὶ ἐνὸς τεμαχίου παραφίνης, λαμβάνουν σφαιρικὸν σχῆμα; Γνωρίζετε διατί αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς εἶναι σφαιρικῶς σχήματος; Αὐτὰ καὶ διάφορα ἄλλα φαινόμενα ὀφείλονται εἰς τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν, ἡ ὁποία εἶναι δύναμις μὲ τὴν ὁποίαν τὰ μόρια τῆς ἐ-



Σχ. 3—3. Ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις ὑποβάσται τὴν βελόνην εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

λευθέρως ἐπιφανείας ὑγροῦ ἔλκονται λόγῳ δυνάμεων συνοχῆς. Ἔνεκα τούτου, μικραὶ ποσότητες ὑγρῶν τεῖνουν πάντοτε νὰ λάβουν σφαιρικὸν σχῆμα, καθ' ὅσον αἱ ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας δυνάμεις συνοχῆς, τείνουν νὰ καταστήσουν τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην ἐλαχίστην. Ἐὰν ἐπὶ μεταλλικοῦ δακτύλιου προσδέσωμεν θηλήν ἐκ νήματος καὶ ἀκολούθως βυθίσωμεν τὸν δακτύλιον ἐντὸς διαλύματος σάπωνος θὰ σχηματισθῇ εἰς τὸ διάκενός του ὑγρά μεμβράνη (Σχ. 3—1). Ἐὰν ἦδη διὰ μικρᾶς βελόνης διατηρήσωμεν μετὰ προσοχῆς τὸ μέρος τῆς μεμβράνης τὸ περικλειόμενον ὑπὸ τῆς περιμέτρου τῆς θηλῆς, αὕτη λαμβάνει κανονικώτατον σχῆμα περιφερείας κύκλου (Σχ. 3—2) περικλείουσα τοιουτοτρόπως τὸ μέγιστον τῶν ἑμβαδῶν τῶν ἐχόντων σταθερὰν περίμετρον, οὕτως ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τῆς ἀπομεινούσης ἐκτὸς αὐτῆς μεμβράνης νὰ γίνῃ ἐλαχίστη· ἡ διαμόρφωσις τῆς θηλῆς εἰς περιφέρειαν ὀφείλεται δηλ. εἰς τὰς ἐπιφανειακὰς τάσεις. Διὰ νὰ αἰσθήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐνὸς ὑγροῦ πρέπει νὰ ὑπερνηκίσωμεν τὰς ἐπιφανειακὰς του τάσεις, αἱ ὁποῖαι ὡς καὶ ἀνωτέρω ἀνεφέρωμεν, ὀφείλονται εἰς τὰς ἰσχυροτάτας δυνάμεις συνοχῆς, τὰς ὁποίας ἀσκοῦν τὰ εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ ὑγροῦ εὐρισκόμενα μόρια ἐπὶ τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εὐρισκομένων, προκαλοῦντα οὕτω τὸ φαινόμενον τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως.

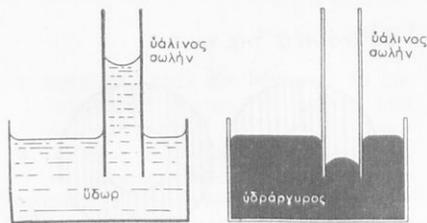
Ἐτερον φαινόμενον ὀφειλόμενον εἰς τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν δύναται νὰ καταδειχθῇ κατὰ τὴν διάρκειαν ἐπιπλευσεως μιᾶς ξυριστικῆς λεπίδος ἢ μιᾶς βελόνης ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Ἡ λεπίς ἢ ἡ βελὸν ἂν βυθίζεται, ἂν καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τῆς γάλλυθος εἶναι 8 φορὰς μεγαλύτερον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὕδατος



Εικ. 3—4. Μία κορώνα ομοιάζουσα προς διάδημα ἐξ ἀδαμάντιν. Καί ὅμως εἶναι μόνον μία σταγὼν γάλακτος προσκρούουσα ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας κεκαλυμμένης διὰ λεπτοῦ στρώματος γάλακτος. Ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις εἶναι ὁ γλύπτης ὁ ποῖος διεμόρφωσε τὰ λεπτεπίλεπτα ταῦτα σχήματα. Λόγῳ τῆς ἐξαιρετικῆς μεγάλης ταχύτητος εἶναι ἀόρατα εἰς τὸν ἀνθρώπινον ὀφθαλμὸν ὄχι ὅμως καὶ εἰς μίαν φωτογραφικὴν μηχανὴν νεωτάτου τύπου

Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν πέριξ τοῦ στερεοῦ σώματος ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος θὰ ἀντιληφθῶμεν ὅτι αὕτη ἔχει ἀπλῶς «πιεσθῆ» λαβοῦσα τὸ σχῆμα τοῦ ἐπιπλέοντος στερεοῦ σώματος (Σχ. 3-3).

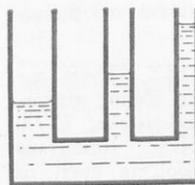
Ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις δὲν ἐπιτρέπει εἰς τὴν βελόνῃ νὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν δύο σπῆρα τοῦ ἐπιπλέοντος ὕδατος παραλλήλως καὶ εἰς ἀπόστασιν 2 ἔκ. περίπου, ρίψωμεν δὲ διάλυμα σάπωνος εἰς τὸν μεταξὺ αὐτῶν χώρον παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα ἀπομακρύνονται ἀλλήλων, καὶ τοῦτο διότι ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις τοῦ ὕδατος εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως τοῦ διαλύματος τοῦ σάπωνος.



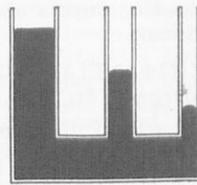
Σχ. 3—5 καὶ 3—6. Τριχοειδῆ φαινόμενα εἰς ὑαλίνοους σωλήνας

ΥΓΡΑ ΔΙΑΒΡΕΧΟΝΤΑ ΚΑΙ ΜΗ ΔΙΑΒΡΕΧΟΝΤΑ. Εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις ἢ συνάφεια μεταξὺ τῶν μορίων ὑγροῦ καὶ στερεοῦ σώματος εἶναι μεγαλύτερα τῆς συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, ὅταν ἐμβαπτίσωμεν ὑαλινὴν πλάκα ἐντὸς ὕδατος καὶ ἀνασύρωμεν ἐκ νέου αὐτήν, τὸ ὕδωρ προσκολλᾶται ἐπ' αὐτῆς, λέγομεν δὲ ὅτι τὸ ὕδωρ διαβρέχει τὴν πλάκα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται διὰ τῆς παραδοχῆς ὅτι, αἱ δυνάμεις συναφείας μεταξὺ τῶν μορίων ὕδατος καὶ ὕδατος εἶναι μεγαλύτεραι τῶν δυνάμεων συνοχῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος. Ἐὰν ὅμως ἐκτελέσωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα διὰ βυθίσσεως τῆς ὑαλίνης πλακῆς ἐντὸς ὑδραργύρου, τότε παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδραργύρος δὲν προσκολλᾶται ἐπὶ τῆς πλακῆς, διότι οὗτος δὲν διαβρέχει τὴν ὑαλιν. Ἐξ αὐτοῦ συνάγομεν ὅτι αἱ δυνάμεις συνοχῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑδραργύρου εἶναι μεγαλύτεραι τῶν δυνάμεων συναφείας μεταξὺ τῶν μορίων ὑδραργύρου καὶ ὕδατος.

ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. Ἐτερον σημαντικὸν φαινόμενον τῶν μεταξὺ τῶν μορίων δρωσῶν δυνάμεων εἶναι ἡ ἀνύψωσις ἐνὸς ὑγροῦ ἐντὸς λεπτοῦ σωλήνος (Σχῆμα 3-5). Λόγῳ τοῦ ὅτι τὸ ὕ-



Σχ. 3—7



Σχ. 3—8

Ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ σωλήνος τόσο μεγαλύτερα ἡ ἀνύψωσις τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος καὶ τόσο μεγαλύτερα ἡ ταπείνωσις τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου

δωρ διαβρέχει τὴν ὕαλον, τοῦτο καμπυλοῦται πρὸς τὰ ἄνω κατὰ μῆκος τῶν ὑαλίνων τοιχωμάτων σχηματίζον μίαν κοίλην ἐπιφάνειαν. Καθὼς ἡ κοίλη αὕτη ἐπιφάνεια τείνει νὰ καταστῇ ἐπίπεδος, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται, ἕως ὅτου ἡ ἐπιφανειακὴ του τάσις ἰσοροπηθῇ πλήρως ὑπὸ τοῦ βάρους τῆς σχηματιζομένης ὑδατίνης στήλης.

Ἐὰν ὑάλινος σωλὴν βυθισθῇ ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὑδράργυρον τὸ ἀποτελεσμαθὰ εἶναι τελείως διάφορον. Σχηματίζεται μία κυρτὴ ἐπιφάνεια ὃ δὲ ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου σωλήνος εὐρισκόμενος ὑδράργυρος ὠθεῖται πρὸς τὰ κάτω ἕως ὅτου ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις ἰσοροπηθῇ πλήρως ὑπὸ τῆς πίεσεως τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀνυψωθέντος ὑδραργύρου.

Ἡ ἀνύψωσις τῆς στάθμης τῶν ὑγρῶν τῶν εὐρισκομένων ἐντὸς σωλήνων, τοὺς ὁποίους διαβρέχουν, καὶ ἡ ταπεινώσις αὐτῆς, ἐντὸς σωλήνων τοὺς ὁποίους δὲν διαβρέχουν καλεῖται τριχοειδὲς φαινόμηνον.

Προσεκτικὰ πειράματα κατέδειξαν ὅτι ἡ ἀνύψωσις ἢ ἡ ταπεινώσις τῆς στάθμης τῶν ὑγρῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἐσωτερικῆς διαμέτρου τῶν σωλήνων (Σχήματα 3 - 7 καὶ 3 - 8). Ἐὰν ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος ἐνὸς σωλήνος εἶναι λίαν μικρὰ ἢ ἀνύψωσις τῆς στάθμης τοῦ ἐντὸς αὐτοῦ εὐρισκομένου ὑγροῦ δυνατὸν νὰ εἶναι λίαν μεγάλη.

Οἱ πόροι ἐνὸς προσοφίου ἐνεργοῦν ὡς τριχοειδεῖς σωλήνες κατὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν χειρῶν μας. Τὸ στυπλόχαρτον ἐπίσης ἀπορροφᾷ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὴν μελάνην. Τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα ἐπηρεάζουν πολὺ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν. Τὸ ὕδωρ κυκλοφορεῖ ἐντὸς τοῦ χώματος διὰ μέσου τῶν μικρῶν διακένων τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν μεταξὺ μικρῶν τεμαχίων συμπαγοῦς χώματος.

Η ΑΝΑΓΚΗ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.

Ἀπεδείχθη ὅτι ἡ ἀνύψωσις ἢ ἡ ταπεινώσις τῆς στάθμης ἐνὸς ὑγροῦ ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλήνος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ διαμέτρου καὶ ἀνεφέραμεν ὅτι ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις τοῦ ὕδατος ἐξισοροπεῖται ὑπὸ τοῦ βάρους τῆς σχηματιζομένης ὑδατίνης στήλης. Τὰ ἀνωτέρω ὅμως δὲν θὰ ἔχουν νόημα ἐὰν δὲν εἴμεθα εἰς

θέσιν νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν, τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης ἢ ἀκόμη καὶ τὴν διάμετρον τοῦ σωλήνος. Εἶναι τὸσον δὲ πολυπληθῆ τὰ παραδείγματα τῆς ἀνάγκης ἀκριβῶν μετρήσεων ὥστε δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν μελέτην τῆς φυσικῆς ἅνευ συστήματος μετρήσεων.

Μία τῶν κυριωτέρων ἐπιτεύξεων τῶν φυσικῶν εἶναι ἡ ἱκανότης των νὰ ἐκτελοῦν ἀκριβεῖς μετρήσεις ὥστε νὰ δύναται νὰ βασίζωνται ἀργότερον ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν μετρήσεων αὐτῶν, καὶ ἐπ' αὐτῶν νὰ οικοδομοῦν τὰς θεωρίας των. Ἐπιβάλλεται ἄρα νὰ ἐξοικειωθῆτε μὲ τὸ σύστημα τὸ ὁποῖον χρησιμοποιοῦν οἱ ἐπιστήμονες ὅλου τοῦ κόσμου καὶ τὸ ὁποῖον ἐν πολλοῖς εἶναι εὐχρηστον καὶ εἰς αὐτὴν ἀκόμη τὴν καθημερινήν μας ζωὴν.

ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ.

Παρὰ τὰς ὄχθας τοῦ Σηκονάνα ὄχι μακρὰν τῶν Παρισίων ὑπάρχει μία ἔκτασις περὶ τὰ 30000 m² τὴν ὁποίαν ὅλα τὰ πολιτικόμενα κράτη τοῦ κόσμου ἀπεφάσισαν νὰ διατηρήσουν ἀδυστήρως οὐδετέραν διὰ παντός. Τῷ 1875 διὰ συνθήκης ἀπεφασίσθη ἐπὶ τῆς ἐκτάσεως ταύτης νὰ ἰδρυθῇ τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου φυλάσσονται, κατὰ τὸν πλέον ἐπιστημονικὸν τρόπον, αἱ διεθνεῖς σταθεραὶ. Αἱ σταθεραὶ αὗται βασίζονται ἐπὶ τοῦ μετρικοῦ συστήματος τὸ ὁποῖον ἐδημιουργήθη εἰς τὴν Γαλλίαν τὴν ἐποχὴν τῆς Γαλλικῆς Ἐπαναστάσεως καὶ τὸ ὁποῖον τελικῶς ἔγινε ἀποδεκτὸν κατόπιν ὀρισμένων μικρῶν ἀλλαγῶν ὡς τὸ Διεθνὲς Ἐπιστημονικὸν Μετρικὸν Σύστημα ὑπὸ τῆς Συνθήκης τοῦ 1875.

ΤΟ ΜΕΤΡΙΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ.

Εἰς τὸ Μετρικὸν Σύστημα ἡ μονὰς μῆκους ὀρίζεται μὲ βᾶσιν τὰς διαστάσεις τῆς γῆς, αἱ ὁποῖαι εἶναι θεβαίως δυσκολώτερον νὰ μετρηθῶν, ἀλλὰ εἶναι ὀπωδῆποτε σταθερώτεραι τοῦ μεγέθους τοῦ ποδὸς ἐνὸς βασιλέως ἢ τοῦ μήκους τοῦ βραχιονός του. Τὸ μέτρον, ἢ μονὰς μῆκους τοῦ μετρικοῦ συστήματος ἔχει ὀρισθῆ ὡς τὸ $\frac{1}{10000000}$ τοῦ τετάρτου τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς.

Ὁρίζομεν ὡς Π ρ ό τ υ π ο ν Μ έ τ ρ ο ν τήν ἀπόστασιν, μεταξύ δύο γραμμῶν χαραγμένων ἐπὶ ράβδου ἐκ κρά- κράματος πλατίνης καὶ ἰριδίου εὐρισκο- μένης εἰς θερμοκρασίαν μηδέν βαθμῶν ἑκατονταβαθμίου, (σημειούμενον ὡς 0°C) Ἡ ράβδος αὕτη διαφυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν. Μέγας ἀριθμὸς τοιούτων ράβδων κατε- σκευάσθη μὲ πρότυπον τὴν ἀρχικὴν αὐ- τήν, καὶ ἐπετράπη εἰς ἕκαστον κράτος,



Εἰκ. 3—9. Ἀντίγραφον προτύπου μέτρου καὶ προτύπου χιλιογράμμου φυλάσσονται εἰς τὸ Ἐθνικὸν Γραφεῖον Προτύπων τῶν Η.Π.Α. Προσεῖπτε ὅτι τὸ πρότυπον χιλιόγραμμον φυλάσσεται ἐντὸς δύο ὑαλίνων κωδῶνων

τὸ ὁποῖον ἀπέγραψε τὴν συνθήκη, νὰ λάβῃ δύο. (Βλέπε εἰκόνα 3-9).

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς μάζης εἶναι τὸ χιλιόγραμμον. Τὸ πρότυπον χι- λιόγραμμον, τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει τὴν μᾶζαν περίπου ἑνὸς κυβικοῦ δεκατο- μέτρου (dm^3 κυβικὴ παλάμη) ὕδατος ἀ- πεσταγμένου ἔχει κατασκευασθῆ ἐκ λευ- κοχρύσου ὑπὸ μορφῇν κυλίνδρου. Πρὸς τὸ παρὸν δυνάμεθα νὰ ὀρίσωμεν ὡς $\mu\alpha$ ξ $\alpha\nu$ ἑνὸς σώματος τὴν ποσότητα ὕλης ἢ ὁποία περιέχεται ἐν αὐτῷ. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις μὲ τὴν ὁ- ποίαν τὸ σῶμα τοῦτο ἔλκεται ὑπὸ τῆς γῆς. Εἰς τὴν πρᾶξιν ὅμως ἡ μᾶζα καὶ

τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐκφράζον- ται ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ

ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥ ΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΥ- ΣΤΗΜΑΤΟΣ. Μονὰς μήκους εἰς τὸ με- τρικὸν σύστημα εἶναι τὸ μέτρον. Δύνα- σθε νὰ μετρήσετε τὸ πλάτος τῆς σελίδος αὐτῆς ἢ τὴν ἀπόστασιν Νέας Ἰερουσολῶν — Ἀγ. Φραγκίσκου εἰς μέτρα. Παρ' ὅλα ταῦτα θὰ ἀντιληφθῆτε συντόμως ὅτι τὸ μέτρον δὲν εἶναι πάντοτε πρακτικὴ μονὰς διότι δι' ὀρισμένα προβλήματα εἶ- ναι πολὺ μεγάλη ἐνῶ ἀντιθέτως ὑπάρ- χουν ἄλλα διὰ τὰ ὁποῖα δικαίως θεωρεῖ- ται πολὺ μικρά. Εἰς τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα χρησιμοποιεῖται ἡ ἴντσα καὶ κλάσματα αὐτῆς διὰ μικρὰ μεγέθη, ἐνῶ διὰ μεγάλα χρησιμοποιεῖται τὸ μίλλιον. Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα αἱ μικρότεροι τοῦ μέτρου μονάδες λαμβάνονται διὰ δι- αιρέσεως αὐτοῦ εἰς δέκατα, ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστὰ καλοῦνται δὲ ἀντιστοιχῶς δ ε κ α τ ό - μ ε τ ρ ο ν, ἔ κ α τ ο σ τ ό - μ ε τ ρ ο ν καὶ χ ι λ ι ο σ τ ό - μ ε τ ρ ο ν.

Ὡς μεγαλυτέρα μονὰς χρησιμοποιῶν- ται τὰ 1000 μέτρα ἢ ὁποία καλεῖται χι- λιό-μετρον. Ἀναμφιβόλως καὶ σεῖς θὰ ἔχετε ἤδη ἐκφράσει ὀρισμένας ἀπο- στάσεις εἰς χιλιόμετρα ἢ θὰ ἔχετε χρησι- μοποιήσει τοὺς ὄρους κίλο-βάττ ἢ χιλιό- κνκλοι εἰς ὁμίλιας σχετικὰς μὲ τὸν ἤλεκ- τρισμὸν ἢ τὴν ραδιοφωνίαν*.

Ἡ συνηθετέρα μονὰς μάζης εἶναι τὸ χιλιόγραμμον. Ἰσοπολ/σιον δὲ αὐτοῦ, εὐρύτατα χρησιμοποιούμενον, εἶναι τὸ γ ρ α μ μ ά ρ ι ο ν ἴσον πρὸς $1/1000$ τοῦ χιλιογράμμου. Τὸ γραμμάριον διαίρεται εἰς δέκατα, ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστὰ. Χρη- σιμοποιούνται δὲ καὶ ἐδῶ ἀκριβῶς τὰ αὐτὰ προθέματα τὰ ὁποῖα ἐχρησιμοποι- ἤθησαν καὶ διὰ τὰ ὑποπολλαπλάσια τοῦ μέτρου. Οἱ κάτωθι πίνακες δεικνύουν



Σχ. 3—10. Σύγκρισις τοῦ μέτρου πρὸς τὴν ὑάρδα

* Αἱ ἀντιστοιχοὶ λατινικαὶ ὀνομασίαι διὰ τὰ προθέματα εἶναι: διὰ τὸ δέκατο τὸ deci-, διὰ τὸ ἑκατο- τὸ centi-, διὰ τὸ χιλιοστο- τὸ milli- καὶ διὰ τὸ χίλιο- τὸ kilo-.

τὴν σχέσιν διαφόρων ὑποπολλαπλασίων καὶ πολ/σίων πρὸς τὴν μονάδα.

Μονάδες μήκους	
1 χιλιόμετρον (km)	= 1000 μέτρα
1 μέτρον (m)	= πρῶτ. μήκος
1 δεκατόμετρον (dm)	= $\frac{1}{10}$ μέτρον
1 ἑκατοστόμετρον (cm)	= $\frac{1}{100}$ μέτρον
1 χιλιοστόμετρον (mm)	= $\frac{1}{1000}$ μέτρον

Μονάδες μάζης ἢ βάρους	
1 χιλιόγραμμον (kg)	= Πρότυπον μάζης
1 γραμμάριον (gr)	= $\frac{1}{1000}$ χιλιογράμμου
1 δεκατόγραμμον (dgr)	= $\frac{1}{10}$ γραμμαρίου
1 ἑκατοστόγραμμον (cgr)	= $\frac{1}{100}$ γραμμ.
1 χιλιοστόγραμμον (mg)	= $\frac{1}{1000}$ γραμμ.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς ἐπιφανείας εἶναι τὸ τετραγωνικὸν μέτρον, τὸ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον κ.ο.κ., ὄγκου δὲ τὸ κυβικὸν μέτρον, κυβικὸν ἑκατοστόμετρον κ.ο.οκ Μόνον ὁ ὄγκος τῶν 1000 cm³ (ἢ cc) ἔχει εἰδικὴν ὀνομασίαν καλούμενος λίτρον.

Ὡς μονὰς χρόνου λαμβάνεται τὸ δευτερόλεπτον (sec) εἰς ὅλα τὰ συστήματα μετρήσεων.

ΣΥΓΚΡΙΣΙΣ ΜΕΤΑΞ ΤΟΥ ΑΓΓΛΟ-ΣΑΞΩΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ. Αἱ ἀγγλόφωνοι χῶραι εἶναι αἱ μόναι, αἱ ὁποῖαι δὲν ἔχουν υἰοθετήσῃ τὸ μετρικὸν σύστημα διὰ καθημερινὴν χρῆσιν. Ἐν τούτοις ὅμως τὸσον ἡ ἄρδα ὅσον καὶ ἡ λίμπρα ὀρίζονται σήμερον ὡς κλάσματα τοῦ μέτρον καὶ τοῦ χιλιογράμμου. Οἱ κατωτέρω πίνακες δεικνύουσι τὴν σχέσιν τῶν δύο συ-

Σύστημα	Μονὰς μήκους	Μονὰς μάζης	Μονὰς χρόνου
Βρετανικὸν ἢ Σύστημα fps	πόδι	λίμπρα	δευτερόλεπτον
Μετρικὸν ἢ Φυσικὸν Σύστημα mks*	μέτρον	χιλιόγραμμον	δευτερόλεπτον

* Τὸ σύστημα mks (meter, kilogram, second) ἀντικαθιστᾷ τὸ προηγουμένως χρησιμοποιούμενον cgs (centimeter, gram, second) σύστημα.

1 Ἴντσα	= 2,54 ἑκατοστόμ. (cm)
1 πόδι	= 30,5 ἑκατοστόμ. (cm)
1 μίλλιον	= 1,61 χιλιόμετρα (km)
1 λίμπρα	= 454 γραμμάρια (gr)
1 ἑκατοστόμετρον	= 0,394 Ἴντσας (in)
1 χιλιόμετρον	= 0,621 μίλλιον (mi)
1 χιλιόγραμμον	= 2,20 λίμπρας (lb)
1 λίτρον	= 1,06 quart (qt)

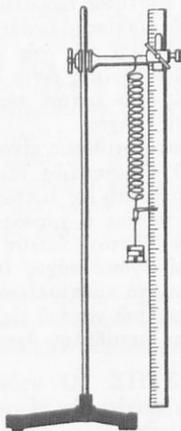
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ. Ἡ δύναμις ἔλξεως μεταξὺ τῶν μορίων στερεοῦ σώματος εἶναι τόσον μεγάλη ὥστε τὸ πλέγμα τῶν μορίων καθίσταται ἀκαμπτον. Οὕτω ἐὰν θελήσωμεν νὰ θραύσωμεν, ἢ νὰ κόψωμεν ἓνα τεμάχιον ξύλου πρέπει νὰ καταβάλωμεν μεγάλην δύναμιν, διότι θὰ πρέπει νὰ ἀποχωρίσωμεν εἰς τὸ σημεῖον τῆς τομῆς ὠρισμένα μόρια ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα τοῦ πλέγματος. Τὸ γεγονός ἐστὶν ὅτι μία χαλυβδίνη ράβδος, διατομῆς μιᾶς τετραγωνικῆς Ἴντσας δύναται νὰ παραλάβῃ φορτίον 250000 χιλιογράμμων χωρὶς νὰ θραυσθῇ, εἶναι ἐνδεικτικὸν τοῦ μεγέθους τῶν δυνάμεων ἔλξεως τῶν ὑφισταμένων μεταξὺ τῶν διαφόρων μορίων τοῦ χάλυβος. Ἡ σκληρότης, ἐλατότης καὶ ἐλαστικότης τῶν στερεῶν ἐξηγοῦνται βάσει τῶν μοριακῶν δυνάμεων ἔλξεως καὶ τοῦ μοριακοῦ πλέγματος καὶ τοιοῦτοτρόπως βλέπομεν ὅτι τὰ μόρια καὶ αἱ μεταξὺ τῶν δυνάμεις καθορίζουσι τὰς φυσικὰς ιδιότητες τῶν στερεῶν σωμάτων. Οὕτω ὁ ἀδάμας ἀποτελεῖ τὸ σκληρότερον ὑλικὸν ἐπὶ τῆς γῆς καὶ ὁ χαλκὸς εἶναι τόσον ὀλικιμος ὥστε δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς λίαν λεπτὸν σύρμα, λεπτότερον μάλιστα τριχός.

Ὁ μὲν βδός ἀντιθέτως εἶναι ἐλάχιστος ὀλικιμος ἀλλὰ ἐξαιρετικῶς ἐλατὸς δυνάμενος νὰ μετατραπῇ εἰς λεπτοτάτας μεμβράνας. Ἐν τούτοις ὁ χρυσοῦς θεωρεῖται ὡς τὸ πλέον ἐλατὸν ὑλικὸν ἢ συνήθῃ φύλλα χρυσοῦ ἔχουν πάχος 0,0001 τοῦ χιλιοστομέτρον, τὸ κρυσταλλικὸν δὲ πλέγμα τῶν μορίων τοῦ χρυσοῦ εἰς τὰ φύλλα αὐτὰ οὐδεμίαν μεταβολὴν ἔχει ὑποστῆ.

ΕΛΑΣΤΙΚΟΣΤΗΣ. Ὁ σόκος, ὁ μὲν βδός καὶ ἡ τσίχλα δὲν εἶναι ἐλαστικὰ σώματα καὶ τοῦτο διότι ἀφοῦ ὑποστοῦν τὴν ἐπενέργειαν δυνάμεων ἐλάχιστα ἢ οὐδόλως τείνουσι νὰ ἐπιστρέψουν εἰς τὴν

ἀρχικήν των κατάστασιν. Το ἔλαστικὸν κόμμι, ὁ χάλυψ εἶναι περισσότερον ἐλαστικὰ σώματα ἐνῶ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ θεωρεῖται ἀπολύτως ἐλαστικὸς, διότι ἐὰν συμπιεσθῆ καὶ ἀφεθῆ νὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του πίεσιν καὶ θεροσίαν θὰ καταλάβῃ καὶ τὸν ἀρχικὸν του ὄγκον. Τὰ χαλύβδινα σύρματα εἰς τὰς μικρὰς μὲν καταπονήσεις ἔχουν ἄριστον ἐλαστικότητα, ἐὰν ὅμως καταπονηθοῦν πέραν ἐνὸς ὀρισμένου ὅριου δὲν θὰ ἐπανέλθουν εἰς τὸ ἀρχικὸν των μήκος, ὅταν ἡ καταπονοῦσα δύναμις παύσῃ ἐπενεργοῦσα. Ἡ ὀριακὴ δύναμις μετὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῆς ὁποίας ἔνα ὑλικὸν δὲν ἐπανερχεται εἰς τὰς ἀρχικὰς του διαστάσεις καλεῖται "Ὁριον Ἐλαστικότητος τοῦ ὑλικοῦ". Ὁ χάλυψ ἔχει ὑψηλὸν ὄριον ἐλαστικότητος, ἀπαιτεῖται δὲ μεγάλη δύναμις ἵνα χαλύβδινον σύρμα καταπονούμενον εἰς ἐφελκυσμὸν αὐξήσῃ κατὰ τι τὸ μήκος του, ἐνῶ ἀντιθέτως τὸ ἔλαστικὸν κόμμι ἐφελκνόμενον δύναται νὰ αὐξήσῃ τὸ μήκος του σημαντικῶς προτοῦ φθάσωμεν εἰς τὸ ὄριον ἐλαστικότητος.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΗΟΟΚΕ. Ἡ εἰκὼν 3-11 δεικνύει ἐν ἐλατήριον ἐφελκνόμενον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν βάρους. Ἐκ πειραμάτων παρατηρήθη ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ἐπ' αὐτοῦ ἐφαρμοζόμενον βάρος. $2 \text{ kg}^* \text{ θὰ}$



Σχ. 3—11. Ἡ καταπόνησις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος

ἐπιμηκύνουν τὸ ἐλατήριον διπλασίως τοῦ 1 kg^* καὶ 3 kg^* θὰ δὲ ἐπιμηκύνουν τριπλασίως κ.ο.κ. Ἡ πρότασις ἡ δηλοῦσα ὅτι ἡ παραμόρφωσις ἐνὸς σώματος εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τῶν παραμορφουσῶν δυνάμεων καλεῖται νόμος τοῦ Hooke.

Ἐὰν τὸ ἐλατήριον καταπονηθῆ πέραν τοῦ ὀριου ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὁ νόμος τοῦ Hooke παύει ἰσχύειν. Ἐὰν ἐλατήριον, ὡς τὸ εἰς τὸ σχῆμα 3-11 ἐμφανιζόμενον, δὲν καταπονηθῆ πέραν τοῦ ὀριου ἐλαστικότητος τότε αἱ βαθμίδες τῆς κλίμακος θὰ ἰσαπέχουν μεταξύ των.

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Ἐγρὰ καὶ στερεὰ
- Συνοχὴ καὶ συνάφεια
- Ἐπιφανειακὴ τάσις
- Τριχοειδῆ φαινόμενα
- Μέτρον
- Χιλιόγραμμον
- deci, centi, milli, kilo
- Ἐλατότης καὶ ὀγκιμότης
- Ἐλαστικότης καὶ ὄριον ἐλαστικότητος
- Ὁ νόμος τοῦ Hooke

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συγκρίνατε τὴν κίνησιν τῶν μορίων εἰς τὰ στερεὰ, ὑγρά καὶ ἀέρια σώματα.
2. Ἀντιπαραβάλετε τὰς ἐννοίας «Συνοχὴ» καὶ «Συνάφεια».
3. Ἀναφέρατε μερικά παραδείγματα ἐπιφανειακῆς τάσεως.
4. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις βάσει τῆς μοριακῆς θεωρίας;
5. Ἐξηγήσατε τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα βάσει τῆς μοριακῆς θεωρίας.
6. Διὰ τί χρειάζομεθα ἓνα σύστημα μετρήσεων εἰς τὴν φυσικὴν;
7. Διὰ τί ἰδρῶθη τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν;
8. Ὅρίσατε καὶ ὀνομάσατε τὰς θεμελιώδεις μονάδας μήκους καὶ μάζης εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα.
9. Συγκρίνατε τὰς θεμελιώδεις μονάδας τοῦ συστήματος MKS καὶ τοῦ συστήματος FPS.
10. Τί νοοῦμεν διὰ τοῦ ὄρου ἐλαστικότης;
11. Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ Hooke.

12. Ἀναφέρατε τοὺς περιορισμοὺς ὑπὸ τοὺς ὁποίους ἰσχύει ὁ νόμος τοῦ Hooke.
13. Τί νοοῦμεν διὰ τοῦ ὕδρου ὄριον ἐλαστικότητος;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Ἐξηγήσατε πῶς μία θαλασσία ἀράχνη δύναται νὰ ἐπιπλήη χωρὶς νὰ βυθίζεται.
- Διατί αἱ πένναι εἶναι ἐσχισμένοι;
- Τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἕως ἕνα ὀριζόμενον ὕψος ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλήνος. Ἐὰν ὁ σωλὴν ἀποκοπῆ εἰς σημείον χαμηλότερον τοῦ ὕψους τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τὸ ὕδωρ δὲν ὑπερκεκλιέξει τοῦ σωλήνος. Διατί;
- Διατί εἶναι δύσκολον νὰ γράψῃ τις ἐπὶ χάρτου ὁ ὁποῖος εἶχε ἐμβαπτισθῆ ἐντὸς ἐλαίου;
- Πῶς ἐξηγεῖται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς μοριακῆς θεωρίας ἡ ἠλεκτροσυγκόλλησις σιδήρου;
- Πῶς ἡ καλλιέργεια τοῦ ἐδάφους βοηθεῖ εἰς τὴν διατήρησιν τῆς ὑγρασίας του;
- Ἐξηγήσατε διατί τὰ αἰχμηρὰ σημεῖα τεμαχίων ὕαλον ἀμβλύνονται ὅταν προσβληθοῦν ὑπὸ φλογός.
- Συγκρίνατε τὴν πυκνότητα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐντὸς μιᾶς φυσαλλίδος ἐκ σάπωνος μὲ τὴν πυκνότητα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐκτὸς τῆς φυσαλλίδος.
- Διατί ἐνίοτε γίνουσι λάδι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εἰς περιπτώσεις θαλασοταραχῆς;
- Ἐνας τρόπος παραγωγῆς σκαγιῶν εἶναι ἡ χύσις τετηγμένου μολύβδου διὰ μέσου κοσκίνου. Ἐὰν ἡ κάτω τοῦ κοσκίνου διαδρομὴ τῶν σχηματιζομένων τεμαχιδίων εἶναι μακρὰ, τὰ τεμαχίδια ψύχονται καὶ στερεοποιοῦνται κατὰ τὴν πτώσιν. Διατί τὰ τοιοῦτοτρόπως παραγόμενα σκάγια εἶναι σφαιρικά;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΤΑΣΙΣ. Ἐκτὸς τῶν πολλῶν πειραμάτων τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦν-

ται μὲ φυσαλλίδας ἐκ σάπωνος ὑπάρχουν καὶ ἄλλα λίαν ἐνδιαφέροντα πειράματα μὲ σωματίδια καμφορᾶς καὶ ὕδατος.

Ἀποξέσατε μικρὰ λεπτὰ τεμάχια καμφορᾶς διὰ μαχαίρας καὶ ἀφήσατέ τα νὰ πέσουν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καθαροῦ ὕδατος. Θὰ παρατηρήσετε περιέργους κινήσεις. Τὰ μικρὰ τεμάχια τῆς καμφορᾶς κινοῦνται ὡς ἐὰν νὰ ἦσαν ζῶντες ὄργανισμοί. Μερικὰ ἐξ αὐτῶν θὰ κινοῦνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, ἐνῶ ἄλλα θὰ στροβιλιζονται.

Ἡ κίνησις τῶν σωματιδίων τῆς καμφορᾶς ἐξηγεῖται διὰ τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως. Τὸ ὕδωρ διαλύει τὴν καμφορὰν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις του ἐλαττοῦται. Ἡ διάλυσις ὅμως ἐνὸς τεμαχίου δὲν γίνεται ὀμοιομερῶς, διότι τὰ αἰχμηρὰ τμήματα διαλύονται ἐυκολώτερον. Ἀποτέλεσμα αὐτῶν εἶναι ὅτι τὰ σωματίδια τῆς καμφορᾶς ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως εἰσέρχονται νὰ κινήσῃν πρὸς τὴν πλευρὰν ἐκείνην εἰς τὴν ὁποίαν ὁ ρυθμὸς τῆς διάλυσεως δὲν εἶναι ταχύς, διότι ἐκεῖ ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἔλκει τὴν καμφορὰν καθὼς τείνει νὰ καταστήσῃ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου ἐλαχίστην. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἐὰν ὀδοντογλυφίς εἰς τὸ ἐν ἄκρον τῆς ὁποίας ἔχει προσδεθῆ τεμάχιον καμφορᾶς, ἀφελθῆ νὰ ἐπιπλεύσῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἐνὸς δοχείου ὕδατος θὰ κινήθῃ ὡς ἐὰν νὰ ἦτο μικρὰ ἄκατος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 1

A

- Ἐκφράσατε τὸ ὕψος καὶ τὸ βάρος σας εἰς μονάδας τοῦ μετρικοῦ συστήματος.
- Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ Ν. Ὑόρκης — Σικάγου εἶναι περίπου 950 mi. Πόση εἶναι ἡ ἀπόστασις εἰς km;
- Ἐγγὺς εὐρισκόμενον ἐντὸς σωλήνος ἑσωτερικῆς διαμέτρου 0,5mm ἀνυψοῦται λόγῳ τριχοειδῶν φαινομένων κατὰ 6 cm. Ποία θὰ ἦτο ἡ ἀνύψωσις ἐὰν τὸ αὐτὸ ὕγρον εὐρίσκετο ἐντὸς σωλήνος ἑσωτερικῆς διαμέτρου 0,6

B

4. 'Η μέση ταχύτης μορίου υδρογόνου εις θερσίαν 0°C είναι περίπου $1,83 \times 10^5 \text{ cm/sec}$ ($10^5 = 100000$ δηλ. 1 άχολουθούμενον από 5 μηδενικά), Ποία ή ταχύτης του εις km/h .
5. 'Υπό άτμοσφαιρικήν πίεσιν και θερμοκρασίαν 0°C , 1 cm^3 υδρογόνου

$$\xi\upsilon\gamma\acute{\iota}\zeta\epsilon\iota \text{ περίπου } 9 \times 10^{-5} \text{ gr} \left(10^{-5} = \frac{1}{100000} \right).$$

'Εάν τὸ βάρος ἐνὸς ἀτόμου υδρογόνου εἶναι περίπου $1,7 \times 10^{-24} \text{ gr}$ πόσα ἄτομα υδρογόνου ὑπάρχουν εἰς 1 cm^3 ;

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ Α' ΜΕΡΟΥΣ

Παρ' ὄλον πού μόνον κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἔχομεν ὀλοὶ ἐξοικειωθῆ μετὴν λέξιν «ἄτομον», οἱ ἐπιστήμονες ἀπὸ μακροῦ ἔχουν ἀσχοληθῆ μετὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια. Δεχόμεθα σήμερον ὅτι ἡ ὕλη εἶναι μοριακῆς ὕφῃς, πρέπει ὁμως νὰ ἔχωμεν πάντοτε ὑπ' ὄψιν μας ὅτι μόνον ὠρισμένα γιγάντια, ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ συνήθη μόρια, ἔχουν πραγματικῶς παρατηρηθῆ, καὶ τοῦτο μάλιστα μετὴν βοήθειαν ἰσχυροτάτων μικροσκοπίων. Ὑπάρχουν θεβαίως καὶ πολλαὶ ἄλλαι ἐνδείξεις αἱ ὁποῖαι συναγοροῦν ὑπὲρ τῆς θεωρίας τῆς ὑπάρξεως μορίων, ἀλλ' αἱ ἐνδείξεις δὲν εἶναι ἀποδείξεις.

Πράγματι εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ ἀναρωτηθῶμεν: πότε μιά θεωρία γίνεται ἀποδειχθὲν γεγονός; Τὰ μόρια, τὴν θεωρίαν τῆς ὑπάρξεως τῶν ὁπίων δεχόμεθα σήμερον, εἶναι μόνον θεωρητικὰ σωματίδια ἢ ὑπάρχουν πράγματι; Καὶ ἐάν ναί, συμβαίνει τὸ ἴδιο καὶ μετὰ τὰ ἄτομα, τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ πρωτόνια, τὰ νετρόνια; Ἡ περαιτέρω μελέτη σας τῆς Φυσικῆς θὰ εἶναι παρὰ τὴν εὐκαιρίαν νὰ ἀντιληφθῆτε εὐκρινέστερον τὴν ἔννοιαν «θεωρία» καὶ τὴν διαφορὰν τῆς ἀπὸ τὴν ἀποδεδειγμένην ἀλήθειαν.

Εἶδομεν εἰς τὸ πρῶτον αὐτὸ Μέρος, ὅτι πολλαὶ ἰδιότητες γῆς ὕλης, τὰς ὁποίας παρατηροῦμεν καθημερινῶς ἐξαρτῶνται μόνον ἐκ τῶν δυνάμεων ἕλξεως μεταξὺ τῶν μορίων· εἶδομεν ἀκόμη τὰ διάφορα ἀποτελέσματα τὰ ὁποῖα ἔχει ἡ ὑπαρξίς τῶν δυνάμεων αὐτῶν. Ἀνελύσαμεν βαθύτερον τὰς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὕλης, στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀερίαν καὶ ἀντελήφθημεν καλύτερον εἰς τί διαφέρουν αὐταὶ μεταξὺ τῶν.

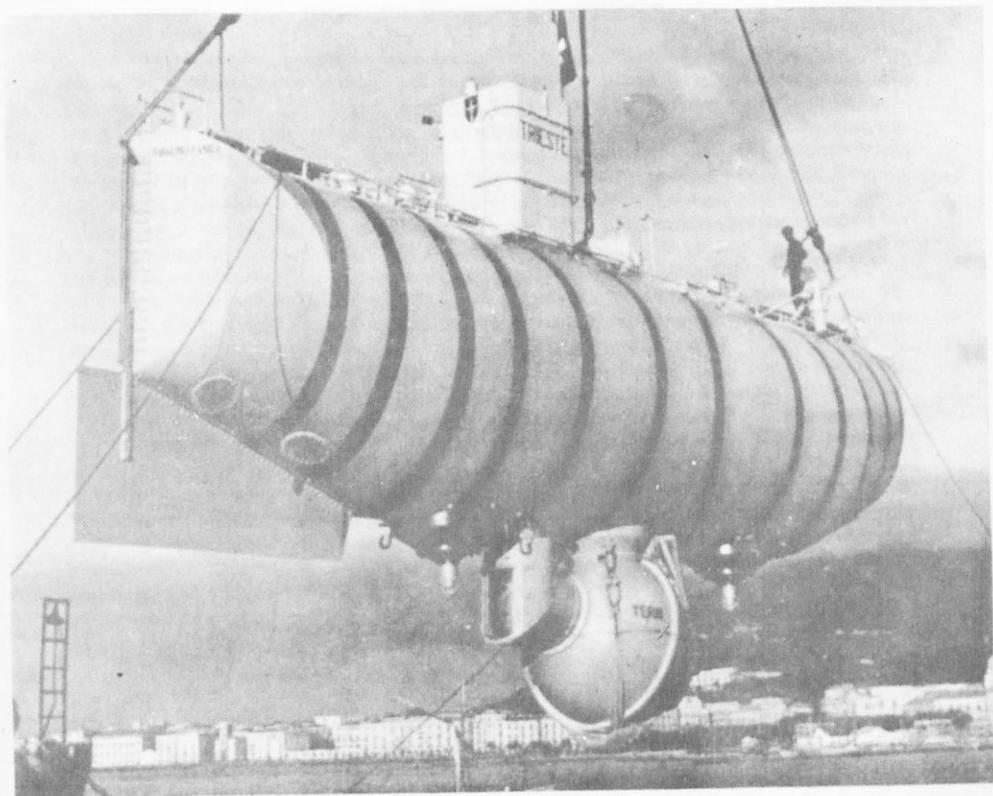
Ἄσχοι ἀφορὰ τέλος εἰς τὰς ἐρωτήσεις, εἰς τὰς περισσοτέρας αἱ ἀπαντήσεις εἶχον ἤδη δοθῆ εἰς τὸ κείμενον. Διὰ νὰ ἀπαντήσετε ὁμως εἰς ὠρισμένας ἔμπροσθεν νὰ χρησιμοποῖητε τὴν φαντασίαν σας, καὶ τὸ γεγονός αὐτὸ εἶναι σημαντικώτερον ἀπὸ τὸ ἐάν ἠδυνήθητε νὰ δώσετε ὀρθὴν ἀπάντησιν ἀμέσως. Ὁ ἐπιστήμων εἶναι ἀναγκασμένος νὰ κάμνη χρῆσιν τῆς φαντασίας του, διότι ἡ ἐργασία του εἶναι παραγωγικῆ, καὶ κατὰ συνέπειαν, ἐπιστημονικῆ πρόοδος εἶναι ἐπιτεύγματα ἀδύνατα δι' ὄρους δὲν χρησιμοποιοῦν τὴν φαντασίαν των.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ



ΠΕΥΣΤΑ

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ



ΡΕΥΣΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ

2.—Ἡ συμπεριφορά τῶν ὑγρῶν

3.—Ἡ ἀτμόσφαιρα καὶ μερικαὶ ἀρχαὶ τῶν ὑγρῶν

Ὅπου θὰ ἐξακριβώσωμεν :

- Τί ἐπακριβῶς σημαίνει νὰ εὐρίσκεται ἓνα ἀντικείμενον ὑπὸ πίεσιν
- Τί εἶναι ἡ πυκνότης
- Ὅτι τὰ δίκτυα ὕδατος δύνανται νὰ χρησιμοποιήσουσιν τὴν δύναμιν τῆς βαρύτητος
- Κατὰ ποῖον τρόπον αἱ τροχοπέδα τῶν αὐτοκινήτων ἐφαρμόζουσι ἓνα σημαντικὸν νόμον τῆς φυσικῆς
- Ποία εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς ἀνώσεως
- Κατὰ ποῖον τρόπον συγκρίνομεν τὴν πυκνότητα διαφόρων σωμάτων
- Ὅτι ζῶμεν ὑπὸ τὴν πίεσιν τοῦ περιβάλλοντος ἡμᾶς ἀέρος
- Κατὰ πόσους τρόπους εἶναι χρησιμοποίησιμον ἓν βαρόμετρον
- Πῶς συμπεριφέρονται τὰ ἀέρια ὑπὸ πίεσιν

Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Είς πόσον βάθος δύνασθε νά καταδυθῆτε; Οἱ κολυμβηταὶ ἀδυνατοῦν νά φθάσουν εἰς μέγα βάθος ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν, ἀφ' ἑνὸς μὲν διότι δὲν δύνανται νά ἀναπνεύουν ἔλευθέρως ἀφ' ἑτέρου δὲ (ἐὰν διαδέτουν τὸν ἀπαιτούμενον ἐξοπλισμόν) λόγῳ τῶν μεγάλων πιέσεων, αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν εἰς τὰ μεγάλα βάθη. Ἐπαγγελματίας δύτες μὲ σκάφανδρον, δυνατόν νά φθάσῃ περὶ τὰ 100 m ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν. Τὸν Σεπτέμβριον τοῦ 1953 ὁ Αὐγουστος Πικάρ χρησιμοποιοῦν μίαν οὐσκεὺν ὀνομαζομένην «Βαθύσκαφος» ἔφθασεν εἰς βάθος 10330 ποδῶν παρὰ τὴν Σικελίαν τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1954 δύο Γάλλοι ἀξιωματικοὶ τοῦ Ναυτικοῦ χρησιμοποιοῦντες καὶ αὐτοὶ Βαθύσκαφος ἐβελτίωσαν τὸ ρεκόρ τοῦ Πικάρ φθάσαντες εἰς βάθος 13284 ποδῶν ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὠκεανοῦ παρὰ τὰς ἀκτὰς τῆς Δυτ. Ἀφρικῆς.

ΕΔΑΦΙΟΝ 4. Δυνάμεις καὶ πιέσεις ἐντὸς τῶν ὑγρῶν

ΔΥΝΑΜΙΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΙΣ. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἀνέρχεσθε ἐπὶ ζυγοῦ διὰ νά διαπιστώσετε τὸ βάρος σας, καὶ ὅτι ὁ δείκτης δεικνύει ἐπὶ τῆς κλίμακος 90kg. Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ βάρος τοῦ σώματός σας ὤθησε πρὸς τὰ κάτω τὸ βάθρον μὲ δύναμιν 90 κιλῶν. Ἡ Δύναμις εἶναι πάντοτε ὄθησις ἢ ἔλξις. Ἡ δύναμις, ἢ ὅποια ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ βάθρου, εἶναι ἢ αὐτὴ εἴτε ἔχετε μεγάλα ὑποδήματα εἴτε ἔχετε μικρά. Ὁμοίως, τὸ βάρος τοῦ σώματός σας ἐξασκεῖ ἐπὶ τοῦ βάθρου τὴν αὐτὴν δύναμιν ἀνεξαρτήτως τοῦ ἐὰν φέρετε ὑποδήματα τοῦ τένις ἢ ὀρειβατικὰ ἄρβυλα.

Ὑποθέσωμεν ὅτι, ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια τῶν πελμάτων τῶν υποδημάτων σας εἶναι 450 cm², 225 cm² ἀνὰ ὑπόδημα. Ἐφ' ὅσον στηρίζεσθε καὶ ἐπὶ τῶν 2 ποδῶν σας κανονικῶς, τὸ βάρος τῶν 90 κιλῶν ὑποβαστάζεται ὑπὸ τῶν 450 cm². Ἐκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τοῦ πέλματος τῶν υποδημάτων σας πιέζει πρὸς τὰ κάτω τὸ βάθρον μὲ δύναμιν 90 : 450 = 0,2 kg. Ἡ ἐνεργοῦσα ἐπὶ 1 cm² δύναμις καλεῖται Πίεσις. Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς 0,2 kg/cm². Ἐὰν ἴστασθε εἰς τὸν ἕνα

πόδα σας, ἡ πίεσις θὰ εἶναι 90 : 225 = 0,4 kg/cm², ἐνῶ ἐὰν φέρατε ἄρβυλα, ἡ πίεσις θὰ ἦτο μικροτέρα λόγῳ τῆς μεγαλύτερας ἐπιφανείας ἀντιστρόφως, ἐὰν φέρατε πέδιλα παγοδρομιῶν ἡ πίεσις θὰ ἦτο κατὰ πολὺ μεγαλυτέρα λόγῳ τῆς ἐλαχίστης ἐπιφανείας ἐπαφῆς πεδίων καὶ γῆς.

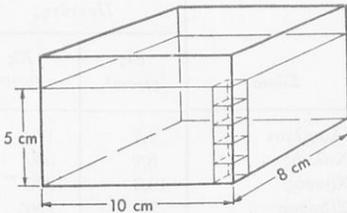
Ἡ πίεσις εἶναι μέγεθος ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τῆς ὁποίας αὐτὴ ἐνεργεῖ, πρὸς προσδιορισμὸν δὲ αὐτῆς ἀρκεῖ νά διαιρέσωμεν τὴν ἐξασκουμένην ἐπὶ τῆς δοθείσης ἐπιφανείας δύναμιν διὰ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας ταύτης. Ἐὰν θελήσωμεν νά ἐκφράσωμεν τὰ ἀνωτέρω ὑπὸ μορφήν ἐξισώσεως, θὰ ἔχωμεν

$$P = \frac{F}{A}$$

ὅπου P εἶναι ἡ πίεσις, F ἡ δύναμις καὶ A ἡ ἐπιφάνεια.

Ἡ πίεσις ἐκφράζεται εἰς διαφόρους μονάδας ἦτοι, εἰς

γραμμάρια ἀνὰ τετραγων. ἑκατοστὸν (gr/cm²)
κιλά ἀνὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν (kg/cm²)
λίμπρας ἀνὰ τετραγωνικὸν πόδα (lb/ft²)
λίμπρας ἀνὰ τετραγωνικὴν Ἴντσα. (lb/in²)



Σχ. 4-1. Η εξασκουμένη δύναμις επί εκάστου τετραγωνικού εκατοστού επιφανείας, ισούται πρὸς τὸ βάρος τῆς ὑπερκεκλιμένης αὐτοῦ ὑδατίνης στήλης.

ΔΥΝΑΜΙΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΥΓΡΟΥ. Ἡ γῆ ἔλκει τὰ ὑγρά καὶ ἀέρια σώματα, ὅπως ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ μὲ τὰ στερεά. Τὸ ὕδωρ, τὸ περιεχόμενον ἐν τὸς δοχείου ἐξασκεῖ δύναμιν ἐπὶ τοῦ πυθμένου αὐτοῦ, ἐὰν δὲ τὸ δοχεῖον ἔχη καθέτους πλευράς, ὡς δεῖκνυται εἰς τὸ σχ. 4-1, τότε ἡ ἐξασκουμένη ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἐπὶ τοῦ πυθμένου τοῦ δοχείου δύναμις, εἶναι ἀπλῶς τὸ βάρος τοῦ ὕδατος.

Συμφωνῶς πρὸς τὰς διαστάσεις τοῦ σχ. 4-1 ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος εἶναι $10 \times 8 \times 5 = 400 \text{ cm}^3$, τὸ βάρος δὲ αὐτοῦ, ἦτοι ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ τοῦ πυθμένου τοῦ δοχείου δύναμις, εἶναι 400 gr. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πυθμένου εἶναι $10 \times 8 = 80 \text{ cm}$ ἐπομένως, ἡ δύναμις ἀνὰ τετραγωνικὸν εκατοστὸν δηλ. ἡ πίεσις εἶναι:

$$P = 400 : 80 = 5 \text{ gr/cm}^2$$

Ἡ δρωσα δύναμις ἐπὶ τοῦ 1 cm^2 τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυθμένου ὡς φαίνεται καὶ ἐκ τοῦ σχήματος 4-1, εἶναι τὸ βάρος τῆς ὑδατίνης στήλης, τῆς ἐχούσης ὡς βάσιν τὸ 1 cm^2 , ὕψος δὲ, τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ δοχείου, ἦτοι 5 cm. Ἐκάστη ὑδατίνη στήλη σχηματιζομένη τοιοῦτοτρόπως, ἔχει ὄγκον 5 cm^3 καὶ βάρος 5 gr. Τὸ βάρος ἀρα ἐκάστης στήλης ἐκφράζεται ἀριθμητικῶς μὲ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μὲ τὸν ὅποιον ἐκφράζεται ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυθμένου ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἐξασκουμένη πίεσις.

Ὁ ἀριθμὸς ὁ ἐκφράζων τὸν ὄγκον (εἰς cm^3) ὑδατίνης στήλης, βάσεως ἐξ ἄλλου 1 cm^2 , εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν ἀριθμὸν τὸν

ἐκφράζοντα τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ὅσον μεγαλύτερον τὸ ὕψος τῆς ὑγράς στήλης, τόσο μεγαλύτερα καὶ ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς βάσεως αὐτῆς.

Ἐὰν διὰ ἡ παρασταθῆ τὸ ὕψος ὑδατίνης στήλης, ἐκπεφρασμένον εἰς cm, ἡ πίεσις θὰ εἶναι $h \text{ gr/cm}^2$.

Ἐπιθέσωμεν τώρα, ὅτι τὸ δοχεῖον περιέχει ὑδράργυρον. Ὁ αὐτὸς ὄγκος ὑδραργύρου ἔχει βάρος 5440gr, ἡ δὲ πίεσις αὐτοῦ εἶναι $5440 : 80 = 68 \text{ gr/cm}^2$. Τοῦτο ὑποδηλοῖ ὅτι ὑπάρχει καὶ δεύτερος παράγον, ὁ ὁποῖος ἐπηρεάζει τὴν πίεσιν, διότι τὸ βάρος τῆς στήλης ὑδραργύρου εἶναι τώρα 13,6 φορές μεγαλύτερον τοῦ βάρους τῆς ἀντιστοίχου ὑδατίνης στήλης. Ἐκαστον cm^3 ὑδραργύρου ἔχει βάρος 13,6 gr ἐπομένως διὰ τὸ αὐτὸ ὕψος ὑγράς στήλης, ὁ ὑδραργύρος θὰ ἐξασκῆ πίεσιν 13,6 φορές μεγαλύτεραν τῆς τοῦ ὕδατος. Ὁ παράγον αὐτός, ὁ ὁποῖος καθορίζει τὴν πίεσιν εἰς τὰ ὑγρά σώματα καλεῖται *πυκνότης*. Ὅσον μεγαλύτερα ἡ πυκνότης ἐνὸς ὑγροῦ τόσο μεγαλύτερα ἡ εἰς μίαν ὠριωμένην σιάδμην ἀσκουμένη πίεσις διαν ἡ ἐντὸς τοῦ δοχείου σιάδμης τοῦ ὑγροῦ διατηρῆται σταθερά.

ΠΥΚΝΟΤΗΣ. Συνήθως λέγομεν ὅτι «ὁ ὑδράργυρος εἶναι βαρύτερος τοῦ ὕδατος». Αὐτὸ δὲν εἶναι σωστὸν διότι βεβαίως ἔνα δοχεῖον ὕδατος, εἶναι κατὰ πολὺ βαρύτερον μίαν δακτυλίσθρας πλήρους ὑδραργύρου. Διὰ τοῦτο ἀκριβέστερον εἶναι νὰ λέγομεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἶναι «πυκνότερος» τοῦ ὕδατος.

Τί εἶναι ἡ πυκνότης; Ποία εἶναι βαρύτερα: μία σφαῖρα ποδοσφαίρου ἢ μία σφαῖρα μπιλιάρδου; Ἐὰν βεβαίως ἡ σφαῖρα τοῦ μπιλιάρδου κατεσκευάζετο εἰς τὰς διαστάσεις τῆς σφαίρας τοῦ ποδοσφαίρου, δὲν ὑπάρχει καμμία ἀμφιβολία, ὅτι θὰ ἦτο κατὰ πολὺ βαρύτερα τῆς σφαίρας τοῦ ποδοσφαίρου. Κατόπιν τούτου συνάγομεν ὅτι, ἡ σφαῖρα τοῦ μπιλιάρδου ἔχει μεγαλύτεραν πυκνότητα. Τὸ ὅτι ὠριωμένα σώματα ἐπιπλέουν ἄλλων, εἶναι καθαρῶς ζήτητα πυκνότητος. Τὸ ξύλο ἐπιπλεῖ τοῦ ὕδατος, ὡς καὶ ὁ σίδηρος τοῦ ὑδραργύρου, διότι ἔχουν μικρότεραν πυκνότητα τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοίχως. Ὡς πυκνότης ἐνὸς σώματος

ορίζεται το *πηλίκον* τῆς *μάζης* του *διὰ* τοῦ *ὄγκου* αὐτοῦ.

$$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{Μᾶζα}}{\text{Ὀγκος}}$$

Ἐπειδὴ ἡ *μᾶζα* καὶ τὸ *βάρος* ἐνὸς σώματος ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητα ἐνὸς σώματος διαιροῦντες τὸ *βάρος* του διὰ τοῦ *ὄγκου* του· καὶ ἐὰν μὲν χρησιμοποιῶμεν τὸ μετρικὸν σύστημα, ἡ πυκνότης θὰ ἐκφρασθῇ ὀποσδήποτε εἰς gr/cm^3 , ἐὰν δὲ χρησιμοποιῶμεν τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα εἰς lb/ft^3 . Ἐὰν 2ft^3 γρανίτου ἔχουν *βάρος* 300 lb, τὸ 1ft^3 θὰ ἔχη *βάρος* 150 lb, καὶ κατὰ συνέπειαν, ἡ πυκνότης τοῦ γρανίτου εἶναι 150lb/ft^3 .

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΟΣ.

Ἐὰν ἐν σώμα ἔχη κανονικὸν σχῆμα π.χ. κύβος, κύλινδρος, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν τὰς διαστάσεις του καὶ ἀκολουθῶντες νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν ὄγκον του. Ἐὰν δὲ τὸ ζυγίσωμεν, λαμβάνομεν ἀμέσως τὸ *βάρος* του. Διαιροῦντες κατόπιν τὸ *βάρος* διὰ τοῦ *ὄγκου* του ἔχομεν τὴν πυκνότητα τοῦ σώματος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Χαλύβδινος κύβος ἀκμῆς 2 cm ἔχει *βάρος* 64 gr. Ποία ἡ πυκνότης του;

ΛΥΣΙΣ: Ὁ ὄγκος τοῦ κύβου εἶναι:
 $2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3$

ἐπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ θὰ εἶναι:
 $64 : 8 = 8 \text{ gr/cm}^3$

Η ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΟΥ ὙΔΑΤΟΣ. Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα 1cm^3 ὕδατος ἔχει *βάρος* 1gr. Ἡ πυκνότης αὐτοῦ, εἶναι ἐπομένως, 1 gr/cm^3 . Εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα 1ft^3 ὕδατος ἔχει *βάρος* 62,4 lb καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι $62,4 \text{ lb/ft}^3$.

Ὁ πίναξ τῆς παρουσίας σελίδος παρέχει τὰς πυκνότητας 16 σωμάτων.

Εἰς τὸν πίνακα, τὸσον ὁ ἀῆρ ὅσον καὶ τὸ ὕδρογόνον, θεωροῦνται ὑπὸ σταθερῶν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.

ΠΙΕΣΙΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΣ. Εἶδομεν ὅτι δύο παράγοντες ἐπηρεάζουν τὴν ἐξασκουμένην ἐντὸς ὕγρου πίεσιν, ἡ πυκνό-

Σῶμα	Πυκνότης	
	Εἰς gr/cm^3	Εἰς lb/ft^3
Ἄργιλιον	2,7	170
Χαλκός	8,9	560
Χρυσός	19,3	1200
Σίδηρος	7,9	490
Μόλυβδος	11,3	700
Ἄργυρος	10,5	660
Πάγος	0,92	57
Ἄλας	2,2	140
Ἄλκοόλη	0,79	49
Βενζίνη	0,68	42
Ὑδράργυρος	13,6	850
Γάλα	1,03	64
Θαλάσσιον ὕδωρ	1,03	64
Ὑδωρ	1,00	62,4
Ἄῆρ	0,00129	0,0805
Ὑδρογόνον	0,00009	0,0055

της καὶ τὸ *βάρος*. Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἀπόστασις τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐξασκεῖται ἡ πίεσις, ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου, τὸσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐξασκουμένη πίεσις. Ἄφ' ἑτέρου ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ πυκνότης ἐνὸς ὕγρου τὸσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐξασκουμένη πίεσις εἰς ἓν ὠρισμένον βάθος.

Ἐὰν ἡ πυκνότης δοθέντος ὕγρου εἶναι d, τὸ *βάρος* τῆς ὕψους στήλης βάσεως 1cm^3 καὶ ὕψους h εἶναι h. d. Ἡ πίεσις ἐπομένως, τυχόντος ὕγρου εἰς δοθὲν βάθος ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας του, δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$P = h \cdot d$$

ὅπου P εἶναι ἡ πίεσις, h τὸ ὕψος τῆς ὕγρης στήλης καὶ d ἡ πυκνότης τοῦ ὕγρου. Ἐὰν τὸ h μετρηθῇ εἰς ἑκατοστὰ (cm) καὶ τὸ d εἰς γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν ἑκατοστὸν (gr/cm^3) τότε ἡ πίεσις προκύπτει εἰς γραμμάρια ἀνὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν (gr/cm^2).

ΠΙΕΣΙΣ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ. Θὰ ἦτο ἴσως δυνατὸν νὰ νομισθῇ, ὅτι τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ ὕγρον ἐπηρεάζει καὶ αὐτὸ τὴν πίεσιν. Ἐὰν ὅμως τοῦτο ἦτο ὀρθόν, ἡ πίεσις εἰς



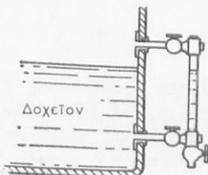
Σχ. 4-2. Αί πιέσεις εντός του κυρίου σώματος της τσαγιέρας και του στομιού της είναι, εις την αὐτὴν στάθμην, ἴσαι.

τὸ κύριον μέρος μιᾶς τσαγιέρας, θὰ ἦτο μεγαλύτερα τῆς πίεσεως εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς, καὶ ἐφ' ὅσον ἡ τσαγιέρα θὰ ἦτο πλήρης, τὸ ὕδωρ, πιεζόμενον, θὰ ἐξεχύνετο ἀπὸ τὸ στόμιον. Ἐν τούτοις γνωρίζομεν, ὅτι τὸ ὕδωρ εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον τόσον ἐντός τοῦ κυρίου σώματος τῆς τσαγιέρας ὅσον καὶ εἰς τὸ στόμιον.

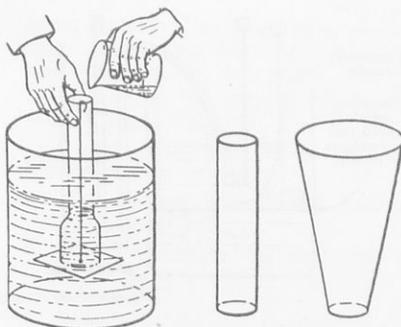
Ὡς ἐκ τοῦ σχήμ. 4-2 ἐμφαίνεται, ἡ δύναμις F' πρέπει νὰ ἐξουδετερώη τὴν F ἐφ' ὅσον αἱ F καὶ F' εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ βάθος ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐὰν ἡ F ἦτο μεγαλύτερα τῆς F' , τότε περισσότερο ὕδωρ θὰ εἰσέρρεε ἐντός τοῦ στομιοῦ μὲ ἀποτελεσμα τὴν δημιουργίαν διαφόρων ἐπιπέδων ἐλευθέρων ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἐτερον παράδειγμα εἶναι ὁ ὕδροδείκτης (σχῆμα 4-3). Οὗτος, διὰ τῆς στάθμης του δεικνύει τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ ἐντός τοῦ δοχείου ἢ τοῦ λέβητος, καὶ τοῦτο διότι ἡ πίεσις τῆς ὑγρᾶς στήλης τῆς εὐρισκομένης ἐντός αὐτοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν ἐντός τοῦ δοχείου.

Οἱ ὄγκοι ὑγροῦ οἱ εὐρισκόμενοι πρὸς οἰανδήποτε ἄλλην κατεύθυνσιν πλὴν τῆς πρὸς τὰ ἄνω σημείον τινός, οὐδόλως ἐπηρεάζουσιν τὴν εἰς τὸ σημείον αὐτὸ πίεσιν.



Σχ. 4-3. Ὁ ὕδροδείκτης δεικνύει τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ ἐπιποιοῦντος ἀπὸ τὸ ἴσος πρὸς τὰ ἄνω σημείον τινός, οὐδόλως ἐπηρεάζουσιν τὴν εἰς τὸ σημείον αὐτὸ πίεσιν.

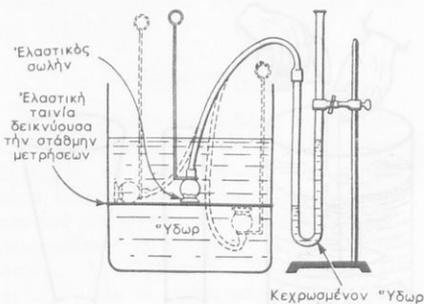


Σχ. 4-4. Ἡ πίεσις εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν δοχείου.

Ἡ πίεσις τὴν ὁποῖαν ὀφίστανται τὰ πλοία π. γ. εἶναι τελείως ἀνεξάρτητος τῶν ὄγκων ὕδατος οἱ ὁποῖοι τὰ περιβάλλουν. Ἄλλως, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς πίεσεως τῶν ὠκεανῶν ὅλα τὰ πλοία θὰ εἶχον καθηλωθῆ εἰς τὰς ἀκτάς. Ἐξ ἄλλου, ὅπως ὅλοι γνωρίζομεν, ἐφ' ὅσον ὅλοι αἱ ἄλλαι συνθῆκαι εἶναι σταθεραὶ, οὐδεμίαν διαφορὰν αἰσθανόμεθα κολυμβῶντες εἰς λίμνην βάθους 3 ἢ 30 μέτρων.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΔΟΧΕΙΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ. Ἡ πίεσις ἐντός τῆς μάξης ἐνός ὑγροῦ εἶναι τελείως ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ δοχείου τὸ ὁποῖον τὸ περιέχει, ὅπως, κατὰ τρόπον ἀπλούστατον δυνάμεθα νὰ δεῖξωμεν διὰ τῶν τριῶν δοχείων τοῦ σχήματος 4-4. Τὰ τρία αὐτὰ δοχεῖα κλείονται εἰς τὸν πυθμένα των διὰ τοῦ αὐτοῦ τεμαχίου χαρτοῦνι, χρησιμοποιοῦνται δὲ διαδοχικῶς ὡς ἐξῆς: κρατοῦντες κατ' ἀρχὰς τὸν πυθμένα ἐν ἐπαφῇ πρὸς τὸ δοχεῖον διὰ νήματος, βυθίζομεν τοῦτο ἐντός τοῦ ὑγροῦ: ὁ πυθμὴν συγκαταεῖται εἰς τὴν θέσιν τὸν λόγῳ τῶν κάτωθεν ἐπ' αὐτοῦ ἀσκουμένων δυνάμεων, καὶ οὕτω δυνάμεθα ν' ἀφήσωμεν ἐλευθερον τὸ νῆμα.

Ἀκολούθως ρίπτομεν ἐντός τοῦ δοχείου ποσότητα τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐντός τοῦ ὁποῖου τὸ δοχεῖον εἶναι βυθισμένον. Παρατηροῦμεν ὅτι, ὁ πυθμὴν τοῦ δοχείου ἀποσπάται, μόνον ὅταν τὸ ὑγρὸν ἐντός τοῦ δοχείου φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος μετὰ τὸ ἔξωθεν τοῦ δοχείου εὐρισκόμενον ὑγρὸν. Ἐὰν τὰ ἄλλα δύο



Σχ. 4-5. Εις δοθείσαν απόστασιν ἐκ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὑγροῦ ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις.

δοχεῖα εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς βάθος εἰς τὸ ὁποῖον εἶχε βυθισθῆ τὸ πρῶτον, καὶ ὡς ἀνεμένετο ὁ πυθμὴν ἀπεσπάρσθη καὶ πάλιν, ὅταν ἡ στάθμη τοῦ ἐντός καὶ ἐκτός τοῦ δοχείου ὑγροῦ ἦτο αὐτή.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν ὅτι, εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὑγροῦ δημιουργοῦνται ἴσαι πιέσεις ἀνεξαρτήτως σχήματος τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν δοχείου.

ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ἈΝΩ ΠΙΕΣΙΣ. Ἐὰν τοποθετήσωμεν ὠρισμένον ἀριθμὸν πλίνθων ἐντός δοχείου, θὰ ἐξασκηθῆ μὲν πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος αὐτοῦ, τὰ τοιχώματά του ὅμως δὲν θὰ καταπονῶνται. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι, αἱ πλίνθοι, ὡς στερεὰ σώματα, ἔχουν ὠρισμένον σχῆμα. Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτό, ἐὰν τὸ δοχεῖον πληρωθῇ δι' ὕδατος ἢ ἄλλου ὑγροῦ ἢ ἀερίου. Εἰς δοθείσαν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ὑγροῦ, τοῦτο ἐξασκεῖ πιέσεις, τόσον ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ περικλειόντος τοῦτο δοχείου, ὅσον καὶ πλευρικός. Ἐκτός τῶν ἀνωτέρω, εἰς τὴν ὑπὸ τῆν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ περιοχὴν, ἐξασκεῖται καὶ μία πρὸς τὰ ἄνω πιέσις. Τοῦτο γίνεται φανερόν ἀπὸ τὸ ἀκόλουθον παράδειγμα: Ἐὰν ἀνοίξωμεν μίαν ὀπὴν εἰς τὸν πυθμῆνα λέμβου, τότε τὸ ὕδωρ, ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τῆς πρὸς τὰ ἄνω πιέσεως αὐτοῦ, εἰσρέει ἐντός αὐτῆς.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΔΙΕΤΘΤΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 4-5

τὸ φαρδύ ἄκρον ἐνὸς σωλήνος, καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ἐλαστικοῦ κόμμεος. Τὸ ἐλαστικὸν κόμμα τοποθετεῖται καὶ δέγεται ὑπὸ νήματος, εἰς τρόπον ὅσπερ νὰ εἶναι ἀδύνατον εἰς τὸ ὕδωρ νὰ εἰσέλθῃ ἐντός τοῦ σωλήνος. Τὸ κεχωρωμένον ὕδωρ ἐντός τοῦ κεκαμμένου ὑαλίνου σωλήνος χρησιμεύει ὡς δείκτης πίεσεως. Ἐὰν ἐξασκησωμεν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ἐλαστικοῦ κόμμεος ἢ στάθμη τοῦ κεχωρωμένου ὕδατος ἀνέρχεται εἰς τὸ ἐν σκέλος τοῦ ὑαλίνου σωλήνος καὶ κατέρχεται εἰς τὸ ἄλλο. Ἡ διαφορά στάθμης τοῦ ὕδατος εἶναι τὰ δύο σκέλη τοῦ κεκαμμένου σωλήνος χρησιμεύει ὡς μία κατὰ προσέγγισιν μέτρησις τῆς ἐξασκουμένης, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐλαστικοῦ κόμμεος πίεσεως. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν σωλήνα ἐντός δοχείου ὕδατος, τοῦτο ἐξασκεῖ πίεσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐλαστικοῦ κόμμεος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅσον περισσότερον βυθίζομεν τὸν σωλήνα τόσον αὐξάνει ἡ ἐξασκουμένη ὑπὸ τοῦ ὕδατος πίεσις. Οὕτω, ἔχομεν ἄλλην μίαν ἀπόδειξιν, ὅτι ἡ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὴν ὑπ' ὅπῃ ἐπιφάνειαν.

Ἐὰν τώρα στρέψωμεν τὸν σωλήνα πρὸς διαφόρους κατευθύνσεις, ὡς δεικνύουν αἱ διακεκομμένα γραμμὰ εἰς τὸ σχῆμα 4-5, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ στάθμη τοῦ κεχωρωμένου ὕδατος ἐντός τοῦ ὑαλίνου σωλήνος δὲν μεταβάλλεται.

Τὸ πείραμα αὐτὸ δὲν εἶναι ἄρα παρὰ ἡ πειραματικὴ ἐπαλήθευσις ἐνὸς ἄλλου νόμου: *Εἰς δοθείσαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ὑγροῦ, ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις.*

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ ΔΕΔΟΜΕΝΟΣ ΟΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Ἐκ τῆς ἐξιούσεως τῆς σελ. 32 εὐκόλως συνάγομεν ὅτι ἡ δύναμις ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἔπι τὴν ἐπιφάνειαν.

$$F = P A$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Δεξαμενὴ ἔχει μῆκος 6 m, πλάτος 4 m, καὶ βάθος 2 m. Νὰ υπολογισθῇ ἡ δύναμις εἰς χιλιόγραμμα (kg), τὴν ὁποῖαν ὀφίσταται ὁ πυθμὴν δταν ἡ δεξαμενὴ εἶναι πλήρης ὕδατος.

ΔΥΣΙΣ: Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πυθμένος εἶναι

$A = 4 \times 6 = 24 \text{ m}^2$. 'Η πίεσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὁ πυθμὴν τῆς δεξαμενῆς, εἶναι $P = hd = 2 \text{ m} \cdot 1 \text{ gr/cm}^3 = 200 \cdot 1 \text{ gr/cm}^2 = 200 \text{ gr/cm}^2$

'Η δὲ συνολικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὁ πυθμὴν εἶναι $F = PA = 200 \text{ gr/cm}^2 \cdot 24 \text{ m}^2 = 48000 \text{ kg}$.

Σημειώσατε, ὅτι τὸ σχῆμα τῆς δεξαμενῆς δὲν ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν κατὰ τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος. 'Η λύσις θὰ ἦτο ἡ αὐτὴ εἴαν αἱ πλευραὶ τῆς δεξαμενῆς ἦσαν κεκλιμέναι.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

$$P = \frac{F}{A} \qquad P = hd \qquad F = PA$$

Πίεσις καὶ ἀπόστασις ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ὕγρου

Πυκνότης τοῦ ὕδατος

Πίεσις καὶ Πυκνότης

$$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{Μάζα}}{\text{Όγκος}}$$

ΠΩΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΕΤΕ ΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΤΟΤΕ ΤΥΠΟΥΣ:

ΠΟΤΕ: Ποτὲ μὴν ἀποστηθίζετε ἓνα τύπον εἴαν δὲν ἔχετε πλήρως κατανοῆσει τὴν σημασίαν του. 'Εκαστον σύμβολον ἀντιπροσωπεύει μίαν συγκεκριμένην ἔννοιαν καὶ οἱ τύποι δὲν εἶναι παρὰ ἡ μαθηματικὴ διατύπωσις φυσικῶν νόμων. Προσπαθεῖτε πάντοτε νὰ ἀφομοιώνετε τὰς ἐννοίας καὶ νὰ συλλαμβάνετε τὴν οὐσίαν τοῦ φυσικοῦ νόμου· ὅταν τὸ ἐπιτύχετε αὐτό, θὰ εἴσθε εἰς θέσιν νὰ σχηματίζετε μόνοι σας τοὺς τύπους. *Ὡς θεωρήσωμεν π. χ. τὸν πρῶτον ἀπὸ τοὺς ἀνωτέρω τύπους. Διατυπώνει τὴν σχέσιν ἡ ὁποία ὑφίσταται μεταξὺ τῆς ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας δρώσης δυνάμεως, τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς καὶ τῆς προκλιπτοῦσας πίεσεως. 'Αναλογισθῆτε τὸν ἐαυτὸν σας μὲ παγοπέδιλα καὶ ἀκολούθως μὲ σκί. 'Ενῶ ἡ δύναμις, ἐν προκειμένῳ τὸ βάρος σας, παραμένει σταθερὰ εἰς ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις, ἡ πίεσις εἰς τὴν πρῶτην περίπτωση ἔναι κατὰ πολὺ μεγαλύτερα παρὰ εἰς τὴν δευτέραν, διότι ἡ συνολικὴ ἐπιφάνεια τῶν παγοπέδιλων εἶναι δεκαίως κατὰ πολὺ μικρότερα τῆς τῶν σκί. Προσπαθεῖτε πάντοτε νὰ ἀφομοιώνετε τὸν

λόγον ἐργασίαν δι' ὄλους τοὺς νέους τύπους τοὺς ὁποίους θὰ συναντήσετε. Τότε μόνον ἔχετε μάθει ἓνα τύπον, ὅταν ἔχετε ἀφομοιώσει τὸν φυσικὸν νόμον τὸν ὁποῖον ὁ τύπος ἐκφράζει.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ δυνάμεως καὶ πίεσεως.
2. 'Αναγράψατε τὴν ἐξίσωσιν τῆς πίεσεως συναρτήσῃ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἐπιφανείας.
3. Πῶς μεταβάλλεται ἡ πίεσις ἐντὸς ὕγρου συναρτήσῃ τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν;
4. Δώσατε τὸν ὀρισμὸν τῆς πυκνότητος.
5. Πῶς μεταβάλλεται ἡ πίεσις συναρτήσῃ τῆς πυκνότητος;
6. Πῶς μεταβάλλεται ἡ πίεσις ὕγρου συναρτήσῃ τοῦ σχήματος τοῦ περιέχοντος αὐτὸ δοχείου;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

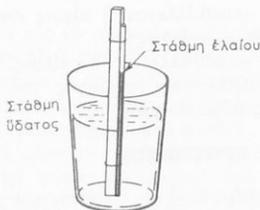
1. 'Αναφέρατε ἓνα παράδειγμα εἰς τὸ ὁποῖον νὰ γίνεταί σαφῆς διαφοροποίησις δυνάμεως καὶ πίεσεως.
2. Εἰς ποίαν ἀπὸ τὰς μορφὰς τῆς ὕλης, μεταβιβάζεται ἡ πίεσις πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις, τὴν στερεάν, ὕγρην ἢ ἀερίαν;
3. Ποία πρότασις ἰσχύει διὰ τὴν ὕδροστατικὴν πίεσιν;
4. Δύο ἄτομα, τοῦ αὐτοῦ βάρους, ἴστανται ἐπὶ μιᾶς παγομένης λίμνης. 'Ο εἰς ἐξ αὐτῶν φέρει παγοπέδιλα, ἐνῶ ὁ ἕτερος κοινὰ ὑποδήματα. Ποῖος ἐκ τῶν δύο ἐξασκεῖ μεγαλύτεραν πίεσιν ἐπὶ τοῦ πάγου καὶ διατί;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΙΕΣΙΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΕΛΑΙΟΥ. Διὰ τὸ ἀκόλουθον πείραμα ἐπαιτοῦνται μικρὰ ποσότης ἐλαίου, ἓνα ποτηρίον πλήρες ὕδατος, ἓνας βαθμολογημένος κανὼν καὶ ἓνας διαφανῆς σωληνίσκος ἀνοικτός καὶ εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ. Προσδένονεν τὸν σωληνίσκον διὰ νήματος ἐπὶ τοῦ κανόνος καὶ τοὺς τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ ποτηρίου, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 4-6, εἰς τρόπον ὥστε, τόσον ὁ κανὼν ὅσον καὶ ὁ σωληνίσκος νὰ ἐφάπτονται εἰς τὸν πυθμὸν

του ποτηρίου. Κρατούντες τον κανόνα κατακόρυφον ορίτουμεν τὸ ἔλαιον, ὑπὸ μορφὴν σταγόνων, ἐντὸς τοῦ σωληνίσκου, ἕως ὅτου τοῦτο ἀρχίσῃ νὰ ἐξέρχεται ἔκ τοῦ κάτω ἄκρου αὐτοῦ.

Τὴν στιγμήν αὐτὴν ἡ πίεσις τοῦ ἐλαίου ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ποτηρίου ἰσοῦται μὲ τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος. Δεδομένου ὅτι, τὸ ἔλαιον εἶναι ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, διὰ τὴν ἐπιτευχθῆ ἑξίσωσις τῶν πιέσεων ἐπὶ τῆς στάθμης τοῦ πυθμένος τοῦ ὕδατος, ἀπαιτεῖται μεγαλύτερον ὕψος στήλης διὰ τὸ ἔλαιον. Μετροῦντες ἀκολουθῶς ἐπὶ τοῦ βαθμολογημένου κανόνος τὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῆς ἐλευθέρως ἐπι-



Σχ. 4—6. Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος τοῦ ἐλαίου.

φανείας τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ἀντιστοίχου τοῦ ἐλαίου προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητά τοῦ ἐλαίου. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρως ἐπιφανεία τοῦ ὕδατος ἀπέχει ἀπὸ τοῦ πυθμένα τοῦ ποτηρίου 6,5 cm καὶ ὅτι ἡ ἀντίστοιχος ἀπόστασις διὰ τὸ ἔλαιον εἶναι 8 cm. Ἐπειδὴ αἱ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐξασκούμεναι πιέσεις, τὸσον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου, ὅσον καὶ ὑπὸ τοῦ ὕδατος, εἶναι ἴσαι, τὸ γινόμενον τοῦ ὕψους τῆς στήλης ἐπὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ἐλαίου θὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἀντίστοιχον γινόμενον διὰ τὸ ὕδωρ, λόγῳ δὲ τοῦ ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος εἶναι 1 gr/cm³, ἡ πυκνότης τοῦ ἐλαίου θὰ εἶναι 6,5 : 8 = 0,81 gr/cm³.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποία ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος δεξαμενῆς ὕψους 2 m πλήρους ὕδατος;
2. Στήλη ὑδραργύρου ἑξισοροποῦσα τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἔχει ὕψος 75cm. Ποία ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις;

3. Ποία ἡ ἀπαιτουμένη πίεσις διὰ νὰ ρθῆσῃ τὸ ὕδωρ εἰς τὸ τελευταῖον πάτωμα τοῦ Empire State Building ὕψους 380 m;
4. Τὰ 10000 mc³ ὠριζόμενον εἶδους σιμέντου ἔχουν βάρος 32 kg. Ποία ἡ πυκνότης αὐτοῦ;
5. Ἡ πίεσις στήλης ὕγρου ὕψους 0,5 m εἶναι 25 gr/cm². Νὰ εὐρεθῇ ἡ πυκνότης τοῦ ὕγρου.
6. Εἰς πόσον βάθος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὕγρου πυκνότητος 0,75 gr/cm³, ἡ ὑπ' αὐτοῦ δημιουργουμένη πίεσις εἶναι 24 gr/cm²;
7. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις, ἡ δρῶσα ἐπὶ τοῦ πυθμένος πλοιαρίου μήκους 3 m καὶ πλάτους 1,20 m, ὅταν ὁ πυθμὴν τοῦ εὐρίσκειται εἰς βάθος 0,30 m ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.
8. Ποῖον βάρος ὑδραργύρου θὰ προκαλέσῃ τὴν αὐτὴν πίεσιν μὲ ὑδατίνην στήλην ὕψους 10,5 m;
9. Πόσα κιλά ἀέρος δύναται νὰ περιλάβῃ μία κενὴ αἶθουσα διαστάσεων 8×10×4 m;

B

10. Κύλινδρος μήκους 10 cm καὶ διαμέτρου 4 cm ἔχει βάρος 1256 gr. Ποία ἡ πυκνότης αὐτοῦ;
11. Τίνος ἡ πυκνότης εἶναι μεγαλύτερα; Ἐνὸς τεμαχίου ξύλου διαστάσεων 2×3×4 in καὶ βάρους 1 lb ἢ ἐνὸς ἄλλου, διαστάσεων 2×3×4 cm καὶ βάρους 24 gr;
12. Ἐὰν στήλη ἐλαίου ὕψους 102 cm ἑξισοροπῆται ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ὕψους 6 cm, ποία ἡ πυκνότης τοῦ ἐλαίου; (Ἀπάν. 0,8 gr/cm³).
13. Ποῖον βάρος ἐλαίου πυκνότητος 0,81 gr/cm² θὰ ἰσοροπῆσῃ στήλην θαλασσίου ὕδατος ὕψους 150 cm; (Ἡ πυκνότης τοῦ θαλασσίου ὕδατος νὰ ληφθῇ 1.08 gr/cm³).
14. Λαμβάνοντες τὴν μέσην ἀκτίνα τῆς γῆς ἴσην πρὸς 64×10⁵ m τὸ δὲ βάρος τῆς ἴσον πρὸς 60×10²³ kg, προσδιορίσατε τὴν μέσην πυκνότητα αὐτῆς. (Ἡ μέση πυκνότης τῶν ὀλικῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι 2 ἕως 3 gr/cm³. Τί ὑποθέλοι ἡ ἀπάντησις σὲς διὰ τὸ ἐσωτερικὸν τῆς γῆς);

ΕΔΑΦΙΟΝ 5. Συστήματα ύδρευσεως και φράγματα.

ΔΙΚΤΥΑ ΤΑΡΕΤΣΕΩΣ. Ἡ τροφοδό-
τησις τῶν πόλεων δι' ὕδατος γίνεται ἀπὸ
παρακειμένας λίμνας αἱ ὁποῖαι ὁμοσ σπα-
νίως εὐρίσκονται εἰς ὑψόμετρον μεγαλύ-
τερον τοῦ τῆς πόλεως. Εἰς τὰς περιπτώ-
σεις αὐτὰς χρησιμοποιοῦνται ἀντλίας διὰ
τὴν διοχέτευσιν τοῦ ὕδατος εἴτε ἀπ' εὐ-
θείας εἰς τὸ δίκτυον τροφοδοσίας τῆς πό-
λεως εἴτε, ὅπως εἰς τὸ σχῆμα 5-1, εἰς
εἰδικὰς δεξαμενάς αἱ ὁποῖαι τοιουτοτρό-
πως καθίστανται νέαι πηγαὶ τροφοδοσίας
εὐρισκόμεναι εἰς ὑψόμετρον μεγαλύτερον
τῶν καταναλώσεων. Ἡ πίεσις εἰς
οἰονδήποτε σημεῖον κάτω τοῦ ὑψομέτρου
τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν-
τὸς τῆς δεξαμενῆς δύναται νὰ ὑπολογι-
σθῇ ἀμέσως ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ ὑψόμε-
τρόν του. Ὡς εἰς τὸ σχῆμα 5-1 ἐμφαίνε-
ται, ὁ κρουνὸς Α, τοῦ κεντρικοῦ ὑδροσω-
λήνης μιᾶς ὁδοῦ τῆς εἰκονιζομένης πόλε-
ως, εὐρίσκεται εἰς διάφορον ἐπίπεδον τῆς
στρόφιγγος Β ἐπειδὴ δέ, ἡ πίεσις ἰσοῦ-
ται πρὸς h, d , ὅπου h τὸ ὕψος, καὶ d
ἡ πυκνότης, συνάγομεν ὅτι, ἡ πίεσις εἰς
τὸ σημεῖον Α θὰ εἶναι κατὰ πολὺ μεγαλυ-
τέρα τῆς πίεσεως εἰς τὸ σημεῖον Β.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἐστω ὅτι, ἡ στάθμη τοῦ
ὕδατος ἐντὸς κεντρικῆς δεξαμενῆς, εὐρί-
σκεται εἰς ὑψόμετρον κατὰ 2,5 m μεγαλύ-
τερον τοῦ ὑψομέτρου στρόφιγγος Β. Ποία
ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος εἰς τὴν στρόφιγγα ;

ΛΥΣΙΣ :

$$P = h \cdot d = 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ gr/cm}^3 = 250 \text{ gr/cm}^2$$

Πιθανὸν νὰ ἀντιμετωπίσωμεν τὸ αὐτὸ

πρόβλημα ὑπὸ ἄλλην μορφήν: Ἐστω ὅτι,
ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος εἰς δοθὲν ὑψόμετρον,
εἶναι 270 gr/cm^2 καὶ θέλομεν νὰ ὑπολογί-
σωμεν εἰς ποῖον ὕψος εὐρίσκεται ἡ δεξα-
μενὴ ἢ ποία εἶναι ἡ κατακόρυφος ἀπόστα-
σις, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ διανύσῃ τὸ
ὑδωρ λόγω τῆς ἀνωτέρω ἐπιβεβλημένης
πίεσεως. Ἡ λύσις καὶ τῶν δύο προβλημά-
των εἶναι ἡ αὐτὴ.

Χρησιμοποιοῦμεν τὴν ἐξίσωσιν τῆς πιέ-
σεως συναρτήσῃ τοῦ ὕψους καὶ τῆς πυ-
κνότητος ὑπὸ τὴν ἀκόλουθον μορφήν $h = \frac{P}{d}$

ΛΥΣΙΣ :

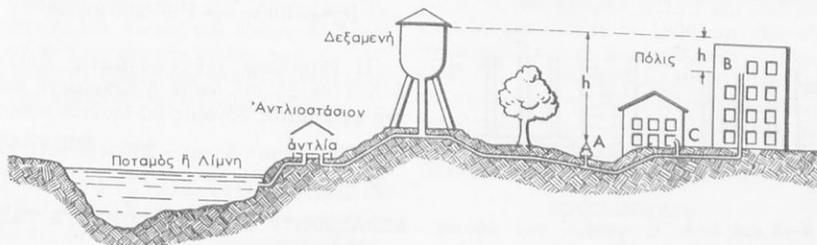
$$P = 270 \text{ gr/cm}^2 \cdot d = 1 \text{ gr/cm}^3 \text{ ὁπότε}$$

$$h = \frac{270 \text{ gr/cm}^2}{1 \text{ gr/cm}^3} = 270 \text{ cm} = 2,70 \text{ m}$$

Λόγω τοῦ μεγάλου ὕψους των, οἱ οὐ-
ρανοξύσταται ἔχουν ἀνάγκην ἀντλιῶν, αἱ
ὁποῖαι νὰ ἀποστέλλουν τὸ ὕδωρ εἰς τὰ
τελευταῖα πατώματα.

Εἰς τὴν περίπτωσιν πυρκαϊῶν, ὅταν ἀ-
παιτῆται μεγάλη ποσότης ὕδατος ὑπὸ ὑ-
ψηλῆν πίεσιν, χρησιμοποιοῦνται εἰδικοῦ
τύπου ἀντλίας, αἱ ὁποῖαι ἀεξάνουν τὴν
πίεσιν τοῦ ὕδατος εἰς τρόπον ὥστε, τοῦτο
νὰ δύναται νὰ καλύψῃ μεγαλυτέραν ἀπό-
στασιν.

ΠΑΡΟΧΗ ὙΔΑΤΟΣ ΕἰΣ ΕΞΟΧΙΚΑΣ
ΟΙΚΙΑΣ. Αἱ ἀπομακρυσμένα ἐξοχικαὶ
οἰκίαι, ἔχουν ἀναγκαιῶς ἴδιον σύστημα πα-
ροχῆς ὕδατος. Συνήθως τὸ ὕδωρ ἀντλεί-
ται ἐξ ἐνὸς φρεάτιος καὶ ἀκολούθως, πάλιν
μέσῳ ἀντλιῶν, διοχετεύεται εἰς δεξα-

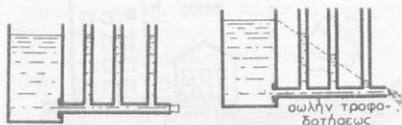


Σχ. 5-1. Ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος ἐνὸς συστήματος τροφοδοτήσεως μιᾶς πόλεως διαφέρει ἀνα-
λόγως τῶν τοποθεσιῶν.

μενήν, εδρικομένην εις τὸ ὑψηλότερον σημείον τῆς οἰκίας, ἐκείθεν δὲ φθάνει ἀνωτέρως, ὑπὸ τὴν ἐπενεργεῖαν τῆς βαρῦτητος ὅπου, χρειασθῆ. Τελευταίως διὰ τὴν τὴν διοχέτευσιν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν δεξαμενήν χρησιμοποιεῖται πεπιεσμένος ἀήρ. τῶν ἀντλίων χρησιμοποιουμένων μόνον διὰ τὴν ἀντλήσιν τοῦ ὕδατος ἀπὸ τὸ φρέαρ.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος ἐντὸς συστήματος σωληνώσεων τροφοδοσίας μιᾶς πόλεως, δὲν παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλον τὸ εἰκοσιτετράωρον. Κατὰ τὰς ὥρας κατὰ τὰς ὁποίας γίνεται ἄφθονος χρῆσις τοῦ ὕδατος, ἡ πίεσις του πίπτει ἢ πτώσις αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὴν μεγάλην ταχύτητα ροῆς τοῦ ὕδατος. Ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5-2, ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος, ἐντὸς τῶν τριῶν κατακορύφων σωλήνων εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ, ἐντὸς τοῦ δοχείου εδρικομένου. Ὅταν τὸ ὕδωρ ρεῖ ἐντὸς τοῦ ὀριζοντίου σωλήνος (σχ. 5-3) ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν κατακορύφων σωλήνων, ἡ ὁποία παριστᾷ καὶ τὴν πίεσιν εἰς τὰ ἀντίστοιχα σημεία τοῦ ὀριζοντίου σωλήνος πίπτει σημαντικά. Παρομοίως, μόλις ἀνοίγομεν μίαν στρόφιγγα ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος εἰς τὴν στρόφιγγα πίπτει ἀμέσως.

Ἐνας ἐκ τῶν λόγων διὰ τὸν ὁποῖον παρατηρεῖται πτώσις τῆς πίεσεως κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ μέσου ἀγωγῶν εἶναι ἡ τριβὴ τὸν μὲ τὰ τοιχώματα τῶν σωληνώσεων: μέρος τῆς πίεσεως ἀναλίσκται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τὴν ἀντίστασιν τῶν τριβῶν αὐτῶν. Ἐξ ἄλλου σημαντικαὶ ἀπώλειαι πίεσεως παρατηροῦνται καὶ εἰς τὰ καμπύλα τμήματα τῶν σωλη-



Σχ. 5-2 καὶ 5-3. Ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς τοὺς τρεῖς σωλήνας τοῦ Σχ. 5-2. Εἰς τὸ 5-3 καθὼς τὸ ὕδωρ ρεῖ ἐντὸς τοῦ ὀριζοντίου ἀγωγῶν, ἡ πίεσις του πίπτει κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγῶν αὐτοῦ.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

νώσεων ὅπου λόγῳ τῆς μορφῆς τῶν ἀγωγῶν, ἡ ροὴ δυσχεραίνεται ἐμφανῶς.

ΤΥΛΑΤΟΦΡΑΓΜΑΤΑ. Ἡ δρώσα πίεσις ἐπὶ τοῦ τοιχώματος τυχόντος ὑδροφράγματος, αὐξάνει κανονικῶς ἀπὸ τοῦ μηδενός, εἰς τὴν κορυφὴν, μέχρι $h \cdot d$, εἰς



Σχ. 5-4. Ἡ δρώσα ἐπὶ τοῦ φράγματος δυνάμεις ἰσοῦται μὲ τὴν μέσην πίεσιν ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ φράγματος.

τὸν πυθμένα. Τὰ μήκη τῶν ὀριζοντίων βελῶν τοῦ σχήματος 5-4 δεικνύουν τὸ μέγεθος καὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς πίεσεως, εἰς τὸ μέσον τοῦ φράγματος καὶ εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ. Διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς δρώσης ἐπὶ τοῦ φράγματος δυνάμεως, ὑπολογίζομεν κατ' ἀρχῆς τὴν μέσην πίεσιν, ἀπὸ τὴν σχέσιν $P = \frac{1}{2} h \cdot d$, ἀκολουθῶν δέ, πολλαπλασιάζομεν ταύτην ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ φράγματος. Ὡς παράδειγμα, ἄς θεωρηθῆ φράγμα 5m καὶ πλάτους 7m (σχ. 5-4). Ἡ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα τοῦ φράγματος θὰ εἶναι:

$$P = hd = 5 \text{ m} \times 1 \text{ gr/cm}^3 \\ = 500 \text{ cm} \times 1 \text{ gr/cm}^3 = 500 \text{ gr/cm}^2$$

Ἡ μέση πίεσις θὰ εἶναι:

$$P_m \frac{1}{2} hd = \frac{1}{2} P = 250 \text{ gr/cm}^2$$

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ φράγματος εἶναι: $5 \times 7 = 35 \text{ m}^2$ ὁπότε ἡ ἄσκουμένη ἐπὶ τοῦ φράγματος δυνάμεις θὰ ἰσοῦται πρὸς:

$$F = 250 \text{ gr/cm}^2 \cdot 35 \text{ m}^2 = 250 \times 35 \times 10^4 \text{ gr} \\ = 87,5 \text{ ton.}$$

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Δίκτυον παροχῆς ὕδατος εἰς μίαν πόλιν
Ἐπίδρασις τῆς ροῆς ἐπὶ τῆς πίεσεως
Προσδιορισμὸς τῆς πίεσεως ὕδατος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

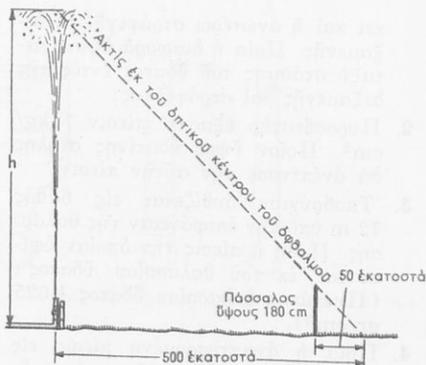
1. Ποια είναι αί διάφοροι πηγαί παροχής ύδατος εις μίαν πόλιν;
2. Κατά ποίον τρόπον φθάνει τὸ ὕδωρ εις τὰς οἰκίας;
3. Εἰς τί χρησιμεύουν αἱ δεξαμεναὶ τῶν δικτύων ὑδρεύσεως;
4. Δεδομένης τῆς διαφορᾶς στάθμης τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς καὶ μιάς στρόφιγγος οἰκίας, νὰ προσδιορισθῇ, ἢ πίεσις τοῦ ὕδατος εις τὴν ὑπ' ὄψιν στρόφιγγα.
5. Μέχρι ποίου ὕψους θὰ ἐκτιναχθῇ τὸ ὕδωρ πρὸς τὰ ἄνω ἐὰν ἀνοιγῇ μία στρόφιγξ εις τὴν ὁποίαν ἢ πίεσις εἶναι P;
6. Κατὰ ποῖον τρόπον λειτουργοῦν τὰ συστήματα παροχῆς ὕδατος εις ἀγροτικὰς οἰκίας;
7. Ποία ἢ ἐπίδρασις τῆς ροῆς ὕδατος ἐπὶ τῆς πίεσεως αὐτοῦ;
8. Πῶς ὑπολογίζεται ἡ ὀλικὴ δρῶσα δύναμις ἐπὶ ἐνὸς φράγματος;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πῶς ἐκλέγεται ἐν γένει, ἢ τοποθεσία εις τὴν ὁποίαν θὰ ἀνεγερθῇ ἡ δεξαμενὴ παροχῆς ὕδατος εις μίαν πόλιν;
2. Δίδονται δύο φράγματα τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ πλατύς. Τὸ ἕνα συγκρατεῖ τὸ ὕδωρ μικρᾶς λίμνης, ἐνῶ τὸ δευτέρον συγκρατεῖ τὸ ὕδωρ λίμνης, δεκαπλασίας ἐκτάσεως τῆς πρώτης. Ποῖον ἀπὸ τὰ δύο φράγματα πρέπει νὰ κατασκευασθῇ παχύτερον καὶ διατί;
3. Διατί, ὅταν ἢ πίεσις τοῦ ὕδατος εἶναι μικρά, τὰ ἐπάνω πατώματα τῶν πολυκατοικιῶν «μένουν χωρὶς νερό»;
4. Προσπαθήσατε νὰ πληροφορηθῆτε ἀπὸ τὰς ἀπηρεσίας τῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος τὸ ὅποιον φθάνει εις τὴν οἰκίαν σας.
5. Διατί οἱ ἰχθεῖς δὲν συνθλιβονται ἀπὸ τὴν πίεσιν εἰς τὰ μεγάλα βάθη;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ. Θὰ ἠδύνατο νὰ προσδιορίσῃ τις τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος εις τὴν οἰκίαν του ἐὰν ἐγνώριζε τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὅποιον θὰ ἀνῆρχετο τὸ ὕδωρ ἐκτοξευόμενον ὑφ' ἐνὸς κατακορύφου σωλήνος; Βε-



Σχ. 5-5. Προσδιορισμὸς τῆς πίεσεως τοῦ ὕδατος.

βαίως, ἀρκεῖ νὰ λάβῃ ἕνα εὐκαμπτον σωλήνα, νὰ τὸν δέσῃ ἐπὶ κατακορύφου πασσάλου καὶ νὰ ρυθμίσῃ τὸ ἀκροφύσιον, τὸ εὐρισκόμενον μὲ τὸ ἄκρον αὐτοῦ, ὥστε ἢ παροχὴ τοῦ ὕδατος νὰ καταστῇ μεγίστη. Μετρῶμεν ἀκολουθῶς τὸ ὕψος τῆς ὕδατινῆς στήλης, εἴτε διὰ συγκρίσεως ταύτης πρὸς δοθὲν μῆκος εἴτε διὰ τῆς μεθόδου τῶν ὁμοίων τριγῶνων ὡς ἐμφαίνεται εις τὸ σχῆμα 5 - 5.

Τοποθετοῦμεν ἕτερον πάσσαλον, γνωστοῦ μήκους, κατακορύφως ἐντὸς τοῦ ἐδάφους εις δοθεισῶν ἀπόστασιν, ἀπὸ τοῦ πρώτου, ὥστε ἢ ἀκτις ἀπὸ τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ ὀφθαλμοῦ, νὰ διέρχεται ἐκ τῆς κορυφῆς τῆς ὕδατινῆς στήλης, τοῦ ἄνω ἄκρον τοῦ δευτέρου πασσάλου, καὶ νὰ προσπίτῃ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους εις μικρὰν ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ. Ἐὰν αἱ ἀποστάσεις εἶναι αἱ ἀναγραφόμεναι εις τὸ σχῆμα 5 - 5, θὰ ἔχωμεν $h:180 \text{ cm} = 500 \text{ cm} : 50 \text{ cm}$ ἤτοι $h = 1800 \text{ cm}$. Ἐκ τῆς σχέσεως $P = h \cdot d$ ὑπολογίζομεν κατόπιν τὸ P. Ἡ πραγματικὴ πίεσις θὰ εἶναι μεγαλύτερα ταύτης, διότι αἴτη εἶναι ἡλατωμένη λόγῳ τῶν τριβῶν ἐντὸς τοῦ σωλήνος, τοῦ ἀκροφυσίου, καὶ λόγῳ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος εις στρόφιγγα εἶναι 25 lb/in². Τὸ ὕδωρ διοχετεύεται εις τὸ δίκτυον, εἰς τὸ ὅποιον ἀνῆ-

κει και ή άνωτέρω στρόφιγγε, εκ δεξαμενής. Ποία ή διαφορά ύψους μεταξύ στάθμης του ύδατος έντός τής δεξαμενής και στρόφιγγος;

2. Πυροσβεστήρ έξασκει πίεσιν 7 kg/cm². Ποιον ύψος ύδατινης στήλης θα άνέπτυσσε τήν ατήν πίεσιν;
3. Υποβρύχιον βυθίζεται εις βάθος 72 m υπό τήν επιφάνειαν τής θαλάσσης. Πόση ή πίεσις τήν όποίαν ύφίσταται εκ του θαλασσίου ύδατος; (Πυκνότης θαλασσίου ύδατος 1,025 gr/cm³).
4. Ποία ή άναπτυσσομένη πίεσις εις τον πυθμένα στήλης ύδραργύρου ύψους 76 cm. Η πυκνότης του ύδραργύρου 13,6 gr/cm³.
5. Η θύρα δοθέντος ύποβρυχίου έχει επιφάνειαν 900 cm². Προσδιορίσατε τήν δρωσαν επ' ατής δύναμιν όταν τó ύποβρύχιον εύρίσκειται εις βάθος 60 m. (Πυκνότης θαλασσίου ύδατος 1,025 gr/cm³).
6. Έστω ότι τó ύδωρ, εις τó άβαθές άκρον μιās πισσίνας, είναι 1,20 m ένω εις τó έτερον άκρον είναι 3,60m. Προσδιορίσατε τās πιέσεις επί του πυθμένου τής πισσίνας εις τά δύο άκρα ατής.
7. Νά ύπολογισθή ή όλική προς τά άνω δύναμις, ή δρωσα επί του πυθμένου πλοιαρίου διαστάσεων 20×30 ft όταν ó πυθμήν εύρίσκειται εις βάθος 3 ft υπό τήν επιφάνειαν ύδατος. (Άπάντ. περίπου 187000 lb).

8. Προσδιορίσατε τήν δρωσαν δύναμιν επί ένός των παραθύρων σκαφανδρον, εις βάθος 900 m έντός θαλασσίου ύδατος, όταν ή επιφάνεια του παραθύρου είναι 155 cm².
9. Ποία, ή εκ του ύδατος δρωσα δύναμις επί φράγματος, μήκους 3m και ύψους 1.20 m, όταν τó ύδωρ καλύπτη σχεδόν τó φράγμα;

B

10. Κυβικόν δοχείον άμμης 20 cm φέρει σωλήνα επί τής άνω έδρας αυτού, ό όποιος συγκοινωνεί με τó έσωτερικόν του δοχείου. Διά του σωλήνος διοχετεύεται τó ύδωρ έντός του δοχείου, έως ότου ή στάθμη αυτού άνέλθη κατά 40 cm ύπεράνω τής άνω έδρας του δοχείου. Ποία ή, υπό του ύδατος, άσκουμένη δύναμις επί των πλευρικων έδρων του δοχείου;
11. Η πίεσις του αίματος άσθενούς είναι 150 mm ύδραργύρου. Εις πόσα gr/cm³ αντιστοιχεί αύτη;
12. Όταν ένα ελαττωματικόν πώμα άντλίας ελαίου θραυσθή, τó έλαιον εκτοξεύεται εις ύψος 20 m. Η πυκνότης του ελαίου ίσούται προς τά 0,8 τής πυκνότητος του ύδατος, ή δέ επιφάνεια του πώματος είναι 40 cm². Νά εύρεθή ή δρωσα επί του πώματος δύναμις. Νά άμεληθή ή επίδρασις τής άντιστάσεως του άτμοσφαιρικού άέρος επί του ύψους τής στήλης του ελαίου.

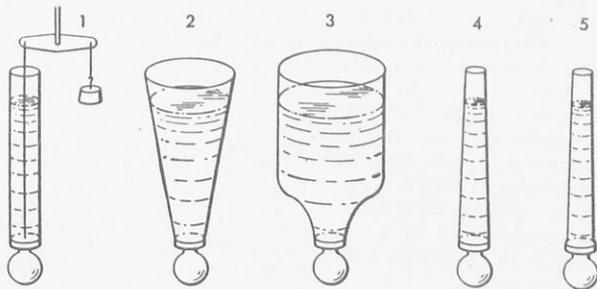
ΕΔΑΦΙΟΝ 6. Η άρχή του Pascal και τó ύδραυλικόν πιεστήριον.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ PASCAL. Ο Pascal, ένας Γάλλος επιστήμων του δεκάτου έβδόμου αιώνος, άνεκάλυψε ένα νόμον περί τής μεταδόσεως των πιέσεων διά τής μάξης των ρευστων συμφώνως προς τον όποιον δυνάμεθα νά επιτύχωμεν τον επ' άπειρον πολλαπλασιασμόν μιās δυνάμεως.

Τó πείραμα με τó όποιον ό Pascal άνεκάλυψε τήν άρχήν, ή όποία έκτοτε φέρει τó όνομά του, εικονίζεται εις τó σχήμα

6-1. Τά πέντε δοχεία κλείονται εις τó κάτω άκρον των διά πέντε πανομοιούτων πωμάτων.

Ένα νήμα συνδεδεμένον κατά εν άκρον αυτού με τον ένα θραχίονα ζυγού, συνδέεται κατά τó έτερον εις τó κέντρον του πώματος. Εις τον έτερον θραχίονα του ζυγού αναρτάται βάρος τó όποιον συγκρατεί τó πώμα εις τήν θέσην του. Τó δοχείον πληροῦται βαθμιαίωςδι' ύδατος και όταν τó ύδωρ φθάση εις εν ώρισμένον ύ-



Σχ. 6—1. Το πείραμα του Pascal. Ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος δρῶσα δύναμις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς εἰς ὅλα τὰ δοχεῖα

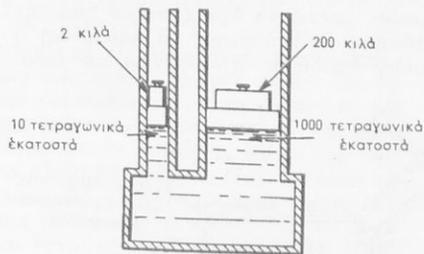
φος, ἢ ἐπὶ τοῦ πώματος δρῶσα δύναμις ἐξισοροοῦναι τὸ ἀνηρτημένον βάρος. Ἐάν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ πέντε δοχεῖα, χρησιμοποιοῦντες ὅμως πάντοτε τὸ αὐτὸ βάρος παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσοροπία ἐπέρχεται πάντοτε διὰ τὸ αὐτὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ ἐκάστοτε δοχείου. Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι ὅταν τὰ δοχεῖα εἶναι ὅλα πεπληρωμένα μέχρις ὀρισμένου ὕψους, ἢ ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἐπὶ τοῦ πώματος ἀσκουμένη δύναμις εἶναι ἡ ἴδια εἰς ὅλα τὰ δοχεῖα. Τὸ συμπέρασμα εἶναι ἐκ πρώτης ὕψους παράδοξον διότι προφανῶς τὸ βάρος τοῦ περιεχομένου εἰς ἕκαστον δοχεῖον ὕδατος διαφέρει σημαντικῶς ἀπὸ δοχείου εἰς δοχεῖον: πράγματι ἡ σταθερὰ εἰς ὅλα τὰ δοχεῖα δύναμις ἴσουςται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ δοχεῖον (1), προφανῶς ὅμως εἶναι μικροτέρα τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος τῶν δοχείων (2) καὶ (3) καὶ τὸ ἐκπληκτικώτερον, μεγαλύτερα τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος τῶν δοχείων (4) καὶ (5). Κατὰ συνέπειαν, αἱ ἐπὶ τῶν πωμάτων (τὰ ὁποῖα, ἐπαναλαμβάνομεν, ἔχουν ὅλα τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν) δρῶσαι δυνάμεις ἐξαρτῶνται μόνον ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου περιεχομένου ὕδατος καὶ οὐδὲν ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ δοχείου δηλ. τοῦ βάρους τοῦ περιεχομένου ὕδατος.

Ὁ Πασκάλ, παρατήρησεν ἀμέσως ὅτι ἢ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου δρῶσα δύναμις ἦτο ἐνίοτε μεγαλύτερα τοῦ βάρους τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου περιεχομένου ὕδατος καὶ ἀπέδωσε τὸ παράδοξον αὐτὸ εἰς μίαν ιδιότητα τῶν ὑγρῶν εἰδικῶς καὶ ὄχι καὶ τῶν στερεῶν σωμά-

των διότι ὑπεστήριξεν ἀκόμη ὅτι ἐάν τὸ ὕδωρ τῶν δοχείων (4) ἢ (5) μετετρέπετο εἰς πάγον, τὸ ἀναγκαῖον διὰ τὴν ἰσοροπῆσιν τοῦ πώματος βάρος θὰ ἦτο ἀκριβῶς ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ πάγου καὶ ὄχι μεγαλύτερον.

Αὕτη ἡ ιδιότης τῶν ὑγρῶν ὀφείλεται, ὡς γνωρίζομεν εἰς τὴν ἰκανότητα τῶν μορίων τῶν ὑγρῶν νὰ μετακινῶνται ἐλευθέρως ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν, ἐνῶ, τὰ μόρια τῶν στερεῶν ταλαντοῦνται μόνον περὶ ξ καθωρισμένων θέσεων.

Ἡ ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΤΑΡΑΤΑΙΚΟΥ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟΥ. Ὁ Pascal, διὰ τῆς ἐν σχήματι 6-2 ἐμφαινόμενης διατάξεως, ἀπέδειξε ὅτι βάρος 2 κιλῶν δύναται νὰ ἰσοροπήσῃ βάρος 200 κιλῶν, ἀρκεῖ τὸ μέγαλον ἔμβολον, νὰ εἶναι ἑκατονταπλασίας ἐπιφανείας τοῦ μικροῦ. Κατὰ συνέπειαν,



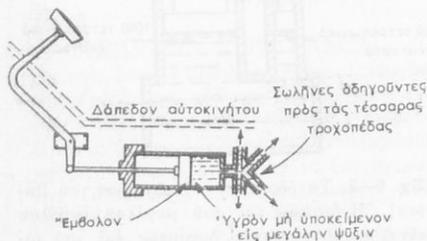
Σχ. 6—2. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον τοῦ Pascal. Ἡ δύναμις ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἔμβολου εἶναι μεγαλύτερα τῆς δυνάμεως ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἔμβολου.

ἐὰν ἓν ἄτομον ὠθεῖ τὸ μικρὸ ἔμβολον, δύναται ἀνέτως νὰ ἐξουδετερώσῃ τὴν δύναμιν ἐκατὸ ἀτόμων ὠθοῦντων τὸ μεγάλο ἔμβολον. Ὁρθῶς ὅμως παρατήρησεν ὅτι, ὅσον κέρως δυνάμειος ἔχομεν διὰ τῆς διατάξεως αὐτῆς, τόσῃν καὶ ἀπώλειαν εἰς τὴν διαδρομὴν τοῦ ἐμβόλου: ἐὰν, δηλαδή, τὰ 2 κιλά ἐξαναγκάσουν τὸ μικρὸν ἔμβολον νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ κάτω κατὰ 10 ἑκατοστά, τὸ μεγάλο ἔμβολον θὰ ἀνυψωθῇ μόνον κατὰ $\frac{1}{100}$ τῶν 10 ἑκατοστών δηλ. 0,1 ἑκατοστόν.

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΤΟΥ PASCAL. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Pascal καθορίζει τὸν τρόπον τῆς μεταδόσεως πίεσεως ἐντὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ὑποτίθεται ὡς μὴ ὑποκειμενον εἰς τὴν ἐπενέργειαν τῆς βαρύτητος καὶ διατυπῶνται ὡς ἑξῆς: *Ἐὰν εἰς τι σημεῖον ὑγροῦ, ἐν ἰσορροπία εὐρισκομένου, καὶ μὴ ὑποκειμένου εἰς τὴν ἐπενέργειαν τῆς βαρύτητος, ἐπιφέρωμεν ὠρισμένην πίεσιν, αὕτη μεταδίδεται δι' ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ ἀναλλοίωτος κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις, εἶναι δὲ αὕτη πάντοτε κάθετος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου.* Ἐάν, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 6-2, ἐφαρμόσωμεν δύναμιν 2 kg ἐπὶ τὸ μικρὸν ἔμβολον, ἐπιφανείας 10 cm², τότε ἡ πίεσις ἡ ἀσκουμένη ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ θὰ εἶναι:

$$\frac{2\text{kg}}{10\text{cm}^2} = 0,2 \text{ kg/cm}^2$$

Αὕτη μεταβιβάζεται μέσω τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου καὶ διὰ νὰ μὴ διαταραχθῇ ἡ ἰσορροπία, πρέπει νὰ ἐξασκήσωμεν τοιαύτην δύναμιν ὥστε ἡ πίεσις νὰ παραμείνῃ ἡ αὐτή: ἐπειδὴ δέ, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβό-



Σχ. 6-3. Ἀρχὴ τῆς ὑδραυλικῆς τροχοπέδης.

λοῦ εἶναι 1000 τετραγωνικά ἑκατοστά ἡ δύναμις θὰ εἶναι

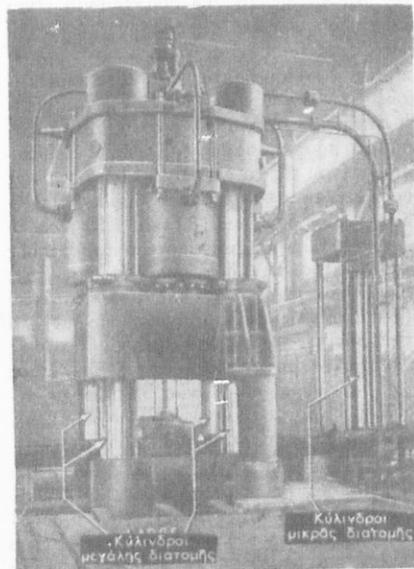
$$\frac{2\text{kg}}{10\text{cm}^2} \cdot 1000 \text{ cm}^2 = 200 \text{ kg}$$

ΤΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΝ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟΝ.

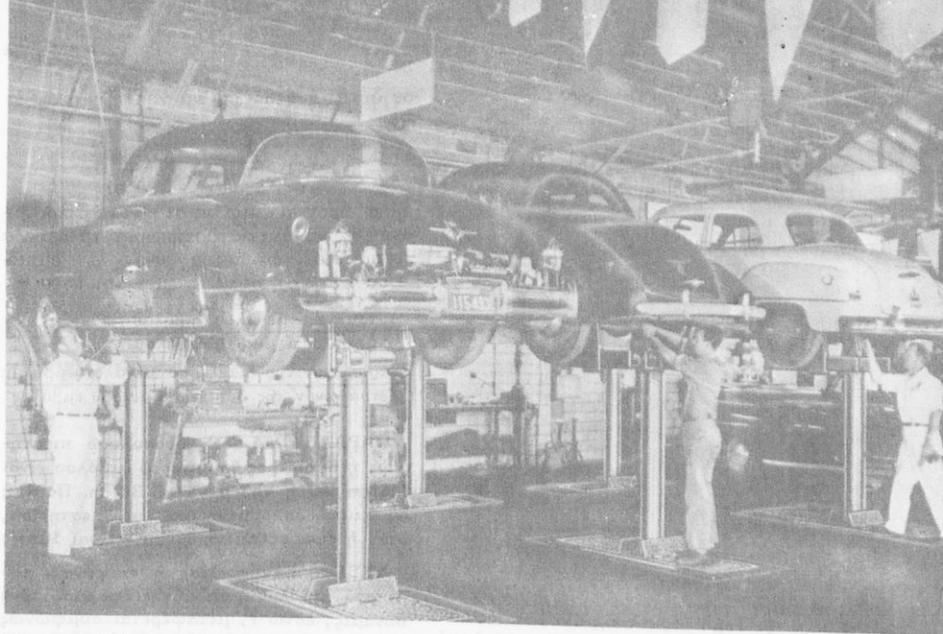
Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον, μία ἀπὸ τὰς πλέον χρησίμους συγχρόνους μηχανάς, βασίζεται ἀκριβῶς εἰς τὴν ὑδροστατικὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμοποιεῖται κυρίως, ὁσάκις ἀπαιτοῦνται μεγάλαι δυνάμεις ἢ ὅταν διαθέτωμεν μικρὰς δυνάμεις καὶ θέλωμεν νὰ ἐξουδετερώσωμεν με ἀυτὰς ἄλλας μεγάλας.

Τὸ σχῆμα 6-3 δεικνύει μίαν ἐφαρμογὴν τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου, τὴν ὑδραυλικὴν τροχοπέδην. Ἡ ἀρχὴ τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εὐρίσκει πολλὰς ἐφαρμογὰς. Αἱ πολυθρόναι τῶν ὁδοντοῦντων ἢ τῶν κουρέων, ἀνυψοῦνται τῇ βοηθείᾳ ὑδραυλικῆς πίεσεως ὡς μικρὸν δὲ ἔμβολον χρησιμοποιεῖται ἐν εἰδικῶν «πεντάλ» κινούμενον ὑπὸ τοῦ ποδός.

Διὰ τὴν κατασκευὴν πλίνθων χρησιμο-



Εἰκ. 6-4. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον δι' ἐξασκήσιν δυνάμεων ἕως 10000 τόνων.



Εικ. 6-5. Μία συνήθης χρήση του υδραυλικού πιεστηρίου. *Ανυψωτικά διατάξεις αυτοκινήτων.

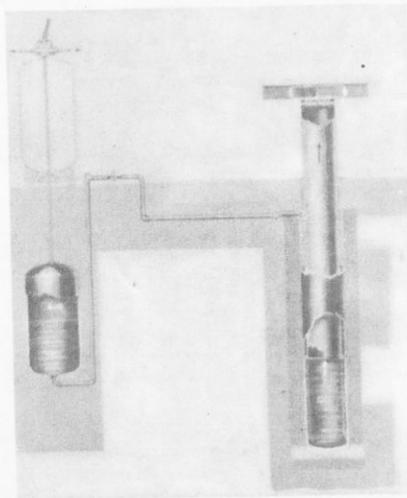
ποιούνται υδραυλικά πιεστήρια, τα οποία δίδουν τὰ ἐπιθυμητὸν σχῆμα εἰς τὸν πηλὸν πρὶν αὐταὶ τοποθετηθοῦν ἐντὸς τοῦ κλιβάνου. Ὅμοιως μία μεγάλη ποικιλία ἀντικειμένων κατασκευάζονται εἰς υδραυλικά πιεστήρια εἰς τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν διάρκεια τῆς συμπίεσεως διοχετεύεται καὶ ἀτμὸς πρὸς θέρμανσιν τοῦ ὕλικου. Πολλὰ μέρη αὐτοκινήτων, τροχοδρόμων, κ.ἄ. κατασκευάζονται εἰς υδραυλικά πιεστήρια. Τὸ υδραυλικὸν πιεστήριον τοῦ σχήματος 6-4 ἀναπτύσσει δυνάμιν περίπου 10000 τόννων, δυνάμιν, ἡ ὁποία ἰσοδυναμεῖ περίπου πρὸς τὸ συνολικὸν βάρος, 200000 ἀνθρώπων. Τὸ ὕδωρ πληροῖ τέσσαρας μεγάλους κυλίνδρους, ἀντὶ ἐνός, ἡ δὲ ἀναπτυσσομένη πίεσις ἀνέρχεται εἰς 490 kg/cm².

Ἡ ὀλιγὸς ἐξασκουμένη δύναμις, ὑπὸ τῶν τεσσάρων κυλίνδρων, μετακινεῖ πλάκα βάρους 100 ton. Κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν τῆς πλακός, αὕτη πιέζει τὸ θερμὸν μέταλλον ἐπὶ τῆς μήτρας (καλοῦπι) ἡ ὁποία δίδει εἰς τὸ μέταλλον τὸ ἐπιθυμητὸν σχῆμα.

Ἡ εἰκὼν 6-5 δεικνύει υδραυλικά πιεστήρια ἀνυψοῦντα αὐτοκίνητα πρὸς ἐπι-

θεώρησιν καὶ λίπανσιν. Ἡ πίεσις ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ, μέσῳ πεπιεσμένου ἀέρος εἰς τὸν μικρᾶς διατομῆς κύλινδρον ἐνῶ, τὸ ἔμβολον τοῦ μεγάλου κυλίνδρου ἀνυψώνει τὸ αὐτοκίνητον. Ἐνῶ ἡ πίεσις τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος εἶναι περίπου 9 kg/cm² ἡ ἀναπτυσσομένη πίεσις εἶναι τοιαύτη ὥστε δύναται νὰ ἀνυψώσῃ αὐτοκίνητον βάρους 1,5 τόννων καὶ πλέον (βλέπε σχῆμα 6-6).

Ἡ ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΤΟΥ ΓΑΡΑΤΑΙΚΟΥ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟΥ. Τὰ προβλήματα τὰ σχετικά μὲ τὴν λειτουργίαν τῶν υδραυλικῶν πιεστηρίων ἀφοροῦν σχεδὸν ὅλα εἰς τὴν ἀλληλεξάρτησιν τῶν δυνάμεων καὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν ἐμβόλων καὶ κατὰ συνέπειαν ἂν γνωρίζετε καλῶς τὴν σχέσιν αὐτὴν θὰ εἶσθε εἰς θέσιν νὰ λύετε εὐχερῶς ὅλα τὰ σχετικά προβλήματα. Ὅπως εἶδομεν εἰς τὸ σχῆμα 6-2 αἱ μεγάλαι δυνάμεις ἐμφανίζονται εἰς τὸ μεγάλης διατομῆς ἔμβολον, ἐνῶ αἱ μικρότεραι εἰς τὸ μικροτέρας διατομῆς. Ἡ σχέσις αὕτη δύναται νὰ διατυπωθῇ καὶ ὡς ἐξῆς: ὁ λόγος τῆς μεγάλης δυνάμεως πρὸς τὴν μικρὰν ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῆς ἐπι-



Εικ. 6—6. Τομή υδραυλικής ανυψωτικής διάταξης. Ο πεπιεσμένος αήρ εισέρχεται εις τὸ ἄνω τμήμα τοῦ ἀριστεροῦ κυλίνδρου καὶ πιέζει τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ κάτω, συμπιέζων οὕτω τὸ ἔλαιον τὸ ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ ὠθεῖ πρὸς τὰ ἄνω τὸ ἔμβολον τοῦ δεξιῦ κυλίνδρου. Ὁ ἀριστερὰ κύλινδρος μὲ τὸ δοχεῖον τοῦ ἐλαίου εἶναι ἐνίοτε ὑπόγειος ὡς εἰς τὴν ἀνωτέρω διάταξιν, δύναται ὅμως νὰ εὐρίσκειται καὶ εἰς τὴν διὰ διακεκομμένων γραμμῶν θέσιν.

φανεῖας τοῦ μεγάλου ἐμβόλου πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἥτοι:

$$\frac{\text{Δύναμις ἐπὶ μεγάλου ἐμβόλου}}{\text{Δύναμις ἐπὶ μικροῦ ἐμβόλου}} = \frac{\text{Ἐπιφάνεια μεγάλου ἐμβόλου}}{\text{Ἐπιφάνεια μικροῦ ἐμβόλου}}$$

Ἐὰν διὰ F καὶ f παραστήσωμεν τὰς δυνάμεις ἐπὶ τοῦ μεγάλου καὶ μικροῦ ἐμβόλου ἀντιστοίχως καὶ διὰ A καὶ a τὰς ἐπιφάνειάς των, θὰ ἔχωμεν τὸν τύπον

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

Διὰ τὸ εἰδικόν, τέλος, παράδειγμα τοῦ σχήματος 6-2 θὰ ἔχωμεν ἄρα

$$\frac{200 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = \frac{1000 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm}^2}$$

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ υδραυλικῦ πιεστηρίου

οὐ δύναται βεβαίως, νὰ γραφῆ καὶ ὡς ἐξῆς:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

ἢ ἐφ' ὅσον αἱ ἐπιφάνειαι εἶναι κύκλοι δυνάμεθα νὰ ἀντικαταστήσωμεν τὰ ἔμβολα αὐτῶν διὰ τῶν τετραγώνων τῶν διαμέτρων αὐτῶν ἥτοι νὰ ἔχωμεν τὴν σχέσιν

$$\frac{\text{Δύναμις ἐπὶ μεγάλου ἐμβόλου}}{\text{Δύναμις ἐπὶ μικροῦ ἐμβόλου}} =$$

$$\frac{\text{Τετράγωνον τῆς διαμέτρου μεγάλου ἐμβόλου}}{\text{Τετράγωνον τῆς διαμέτρου μικροῦ ἐμβόλου}}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Ἐν υδραυλικῷ πιεστηρίῳ, ἡ διάμετρος τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι 1,6 cm καὶ ἡ τοῦ μεγάλου 32 cm. Ποία ἡ δύναμις ἡ ἀσκουμένη ὑπὸ τοῦ πιεστηρίου, ὅταν ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις εἶναι 10 kg;

ΛΥΣΙΣ: Ἐὰν a εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἢ ἐπ' αὐτῆς ἐφαρμοζομένη δύναμις, ἔστω f , μεταφέρεται συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, ὡς δύναμις F ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου ἐπιφάνειας A , θὰ εἶναι δέ:

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \text{ καὶ } F = f \cdot \frac{A}{a}$$

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι ὁ λόγος τῶν ἐπιφανειῶν εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν λόγον τοῦ τετραγώνου τῶν διαμέτρων προκύπτει

$\frac{A}{a} = \left(\frac{32}{1,6}\right)^2 = 400$ καὶ ἡ ἀνωτέρω σχέσις διὰ $f=10 \text{ kg}$ γράφεται: $F=10 \cdot 400=4000 \text{ kg}$.

Ἀπὸ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal γνωρίζομεν ὅτι, ἡ πίεσις τὸσον ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, ὅσον καὶ ἐπὶ τοῦ μικροῦ εἶναι ἡ αὐτή.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἀρχὴ τοῦ υδραυλικῦ πιεστηρίου, Νόμος τοῦ Pascal.

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ πείραμα τοῦ Pascal μὲ τὰ πέντε δοχεῖα, καὶ τὸν ζυγόν.
2. Ἐπὶ ποίας συνθήκας θὰ εἶναι ἡ, ἐξασκουμένη ἐπὶ τοῦ πυθμένους δοχείου, δύναμις, μεγαλυτέρα τοῦ βάρους τοῦ περιεχομένου ἐν αὐτῷ ὑγροῦ;

3. Περιγράψατε το περί υδραυλικού πιεστηρίου πείραμα του Pascal.
4. Αναφέρατε την αρχήν του Pascal.
5. Γράψατε την εξίσωσιν του υδραυλικού πιεστηρίου.
6. Αναφέρατε μερικές χρήσεις του υδραυλικού πιεστηρίου.
7. Ποία άπώλεια παρουσιάζεται δια να έπιτευχθή τὸ κέρδος εἰς δύνάμιν εἰς τὸ υδραυλικὸν πιεστήριον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συγκρίνατε τὰ θάρη τῶν ἐντὸς τῶν πέντε δοχείων τοῦ πειράματος Pascal περιεχομένων ποσοτήτων ὕδατος.
2. Συγκρίνατε τὰς πιέσεις ἐπὶ τοῦ μεγάλου καὶ μικροῦ ἐμβόλου τοῦ, ἐν τῷ σχήματι 6-4, υδραυλικῷ πιεστηρίου.
3. Ποίας μὴ μνημονευθείσας ἐφαρμογὰς τοῦ υδραυλικῷ πιεστηρίου δύνασθε νὰ ἀναφέρετε;
4. Συμφωνεῖ μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, τὸ ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος εἶναι πάντοτε ὀριζόντιος; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ PASCAL ΚΑΙ ΜΙΑ ΦΙΑΛΗ. Ἐὰν ἔχετε μίαν ἀχρηστον λάγηνον, εἶναι δυνατόν νὰ δείξετε πειραματικῶς, τὴν αὔξησιν τῆς δυνάμεως συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal. Πληρώσατε τελείως τὴν λάγηνον μὲ ὕδωρ καὶ κλείσατέ τὴν διὰ πώματος ἐκ φελλοῦ. Ἀκολούθως ἐὰν ἐπιφέρετε ἐπὶ τοῦ φελλοῦ κτύπημα ἀρκούντως ἰσχυρὸν, θὰ θραυσθῇ ὁ πυθμὴν τῆς λαγίνου. Μετροῦντες τὴν ἐπιφάνειαν τὸσον τοῦ φελλοῦ ὅσον καὶ τοῦ πυθμίνου τῆς λαγίνου καὶ ὑποθέτοντες ὅτι ἡ ἐπιφερομένη δύναμις ἐπὶ τοῦ πώματος ἦτο 10 κιλῶν, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμίνου τῆς λαγίνου ἐξασκηθεῖσαν δύνάμιν.

Προσοχή: Καλὸν θὰ ἦτο κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος νὰ φέρετε χειρόκτια, ὥστε αἱ χεῖρες σας νὰ εἶναι προστατευμένα ἀπὸ τυχόν θραύσματα τῆς λαγίνου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Τὸ μικρὸν ἐμβολὸν υδραυλικῷ πιεστηρίου ἔχει ἐπιφάνειαν 14 cm² ἐνῶ

τὸ μεγάλον 350 cm². Ποία δύνάμις πρέπει νὰ ἐξασκηθῇ ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἰσορροπία, ὅταν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἐξασκηθῆται δύναμις 5 kg;

2. Αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβόλων ἐνὸς υδραυλικῷ πιεστηρίου εἶναι 10 cm² καὶ 2.000 cm² ἀντιστοίχως. Δύναμις 50 kg ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.
3. Ποία ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ ὕγρου εἰς τὸ ὕψ' ἀριθμὸν 2 πόδιον;
4. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβόλου υδραυλικῷ πιεστηρίου, χρησιμοποιουμένου ὡς πολυθρόνα κορσεῖου, εἶναι 120 cm², ἐνῶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι 7mc². Ποία ἡ ἀπαιτούμενη ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου δύναμις ἵνα ἀνυψωθῇ ἄνθρωπος καθήμενος ἐντὸς τῆς πολυθρόνας, ὅταν τὸ συνολικὸν βάρος ἀνθρώπου καὶ πολυθρόνας εἶναι 125 kg;
5. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἐνὸς υδραυλικῷ πιεστηρίου εἶναι 1 cm², ἐνῶ ἡ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου εἶναι 100 cm². Ποία δύναμις θὰ πρέπει νὰ ἐξασκηθῇ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ὥστε ἐπὶ τοῦ μεγάλου νὰ ἐμφανισθῇ δύναμις 1000 kg;
6. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβόλου υδραυλικῷ πιεστηρίου, ὥστε νὰ παραχθῇ δύναμις 20000 kg ὅταν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἐπιφανείας 1 cm² ἐξασκηθῇ δύναμις 200 kg;
7. Ποία ἡ διάμετρος τοῦ μικροῦ ἐμβόλου υδραυλικῷ πιεστηρίου, ὅταν ἐξασκουμένη ἐπ' αὐτοῦ δύναμις 20 lb παράγῃ δύναμιν 4 ton. ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου διαμέτρου 20 in;
8. Τὸ ἐμβολὸν ἀντλίας διὰ τὴν δι' ἀέρος πλήρωσιν τῶν ἀεροθαλάμων τῶν ἐλαστικῶν αὐτοκινήτων ἔχει ἐπιφάνειαν 7 cm². Ἐκαστος τροχὸς ἐφάπτεται τοῦ ἐδάφους ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας 210 cm². Ποία ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις, ἡ ὅποια πρέπει νὰ ἐξασκηθῇ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου διὰ νὰ εἰσέλθῃ ἄρῃ ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων ἐὰν ἕκαστος τροχὸς παραλαμβάνῃ 300kg;
9. Ἀνυψωτὴ φέρει κατακόρυφον ἐμβολὸν ἐκτὸς κλίμακας ἐπικοινωνούν-

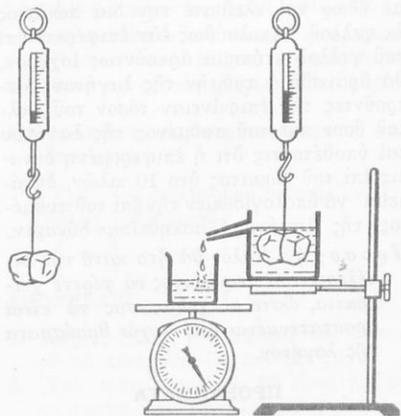
τος με άτμολέβητα, παράγοντα άτμών πίεσεως 10 kg/cm^2 άνω της άτμοσφαιρας. Διά να άντιμετωπίσωμεν την τριβήν μεταξυ έμβόλου και κυλίνδρου άπαιτείται δύναμις 100 lb . Να ύπολογισθή ή διάμετρος του έμβόλου, ούτως ώστε, να είναι δυνατή ή άνύψωσις φορτίου 1800 kg .

10. Ποία ή άπαιτούμενη δύναμις, ή όποία πρέπει να έξασκηθή επί του έμβόλου άντλίας ποδηλάτου διαμέτρου $1,9 \text{ cm}$, ούτως ώστε, ό άήρ να εισέρχεται έντός του άεροθαλάμου του έλαστικού ύπό πίεσιν $1,05 \text{ kg/cm}^2$;
- B**
11. Ένας φορτισμένος ύδραυλικός άνελκυστήρ έχει βάρος 1500 kg . Έάν ή διάμετρος του έμβόλου του είναι 15 cm , ποία ή άπαιτούμενη πίεσις διά την στήριξιν του άνελκυστήρος;
12. Η διάμετρος του έμβόλου ύδραυλικού άνελκυστήρος, χρησιμοποιουμένου εις σταθμόν αυτοκινήτων και λειτουργούντος τή βοηθεία πεπιεσμένου άέρος πίεσεως $9,5 \text{ kg/cm}^2$ είναι 15 cm . Το έμβολον και ή δοκός επί της οποίας τοποθετούνται τά αυτοκίνητα έχουν συνολικόν βάρος 150 kg . Ποιον είναι τó μέγιστον βάρος αυτοκινήτου, τó όποιον δύναται να άνυψωθή ύπό τού άνελκυστήρος;
13. Η επιφάνεια της άνω πλευράς έμβόλου διπλής ένεργείας είναι 16 cm^2 ένψ της κάτω πλευράς είναι 9 cm^2 . Έάν πίεσις $84,5 \text{ kg/cm}^2$ εφαρμοσθή ταυτοχρόνως και επί των δύο πλευρών του έμβόλου, ποία ή κινούσα τούτο δύναμις;
14. Έάν, εις τó προηγούμενον πρόβλημα, εφαρμοσθή επί της μεγάλης πλευράς του έμβόλου πίεσις 49 kg/cm^2 , ποία πίεσις θά πρέπει να εφαρμοσθή επί της μικράς πλευράς, ίνα τούτο παραμείνη άκίνητον;

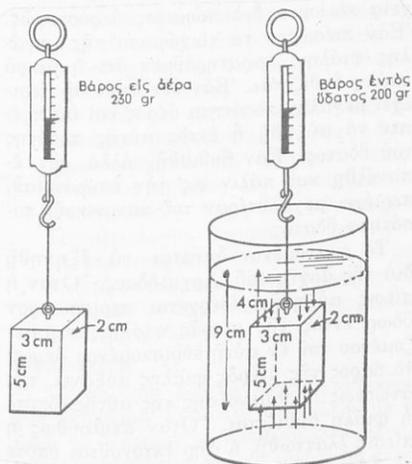
ΕΔΑΦΙΟΝ 7. Η άρχή του Άρχιμήδους.

Ό Άρχιμήδης διετύπωσε την ακόλουθον άρχήν : Πάν σώμα έμβαλιζόμενον έντός ύγρου έν ισορροπία, χάνει εκ του βάρους του τόσον, όσον είναι τó βάρος του εκτοπιζόμενου ύγρου. Πειραματικώς δυνάμεθα να άποδειξώμεν την άρχήν του Άρχιμήδους διά τού ακόλουθου πειράματος. Άπό ζυγού δι' έλατηρίου έξαρτώμεν διά νήματος σώμα π. χ. λίθον και εύρίσκομεν τó βάρος αυτού εις τόν άέρα (σχήμα 7-1). Άκολούθως επί βάσεως τοποθετούμεν δοχείον φέρον πλαγίως σωλήνα έξροής και επί του δίσκου έτέρου δυναμομετρικού ζυγού τοποθετούμεν ξερον δοχείον. Έντός του πρώτου δοχείου τοποθετούμεν ύδωρ μέχρις ότου ή στάθμη αυτού φθάση τó ύψος του σωλήνος έξροής και βυθίζομεν τó σώμα έντός του ύδατος. Ό ζυγός με έλατήριο δεικνύει, ότι τó σώμα έχασεν εκ του βάρους του. Έπειδή όμως τó εκτοπιζόμενον ύδωρ έκρέει διά του σωλήνος έξροής προς τó κάτωθι αυτού δοχείου, τó εύρισκόμενον επί του δυναμομετρικού ζυγού, δυνάμεθα να καθορίσωμεν τó βάρος τó όποιον έχασε τó σώ-

μα. Ούτω, εάν ύποτεθή ότι τó ύγρον είναι ύδωρ, και τó σώμα έχει έγκαρσίαν



Σχ. 7-1. Η άπόλεια βάρους του λίθου ίσούται προς τó βάρος του εκτοπισθέντος ύγρου.



Σχ. 7-2. 'Η άπόλεια βάρους όφείλεται εις την διαφοράν πίεσεων επί της άνω και κάτω βάσεως του σώματος.

τομήν $6 \text{ cm}^2 (2 \times 3)$ ή δέ άνω επιφάνεια αυτού εδρίσκεται εις βάρος 4 cm και ή κάτω επιφάνεια εις βάθος 9 cm , ή πίεσις επί της άνω επιφανείας είναι :

$P_1 = h_1 \cdot d = 4 \times 1 = 4 \text{ gr/cm}^2$ και ή προς τά κάτω άσκουμένη δύναμις $F_1 = P_1 \cdot A_1 = 4 \times (2 \times 3) = 24 \text{ gr}$. 'Η πίεσις επί της κάτω επιφανείας είναι : $P_2 = h_2 \cdot d = 9 \times 1 = 9 \text{ gr/cm}^2$ και ή προς τά άνω δύναμις $F_2 = P_2 \cdot A_2 = 9 \times (2 \times 3) = 54 \text{ gr}$. 'Επομένως ή δρώσα προς τά άνω δύναμις $F = F_2 - F_1 = 54 - 24 = 30 \text{ gr}$.

'Ως όμως εύκόλως δείκνυται, εάν έξαρτήσωμεν τó σώμα από ζυγού δι' έλατηρίον, ούτος εις τόν άέρα δείκνυει, ότι τó σώμα έχει βάρος π. χ. 230 gr . 'Εάν έμβαπτισθῆ τούτο έντός του ύδατος, τó δυναμόμετρον δείκνυει βάρος 200 gr και έπομένως τó βάρος, τó όποιον έχασεν, είναι ίσον προς τó βάρος (εις gr) του έκτοπισθέντος ύδατος, του όποίου ό όγκος θά είναι προδήλως 30 cm^3 , ήτοι, όσος ό όγκος του σώματος $6 \times 5 = 30 \text{ cm}^3$, έφ' όσον έχαστον κυβικόν έχαστοσύν ύδατος ζυγίζει ένα γραμμάριον. Κοινώς, ή δύναμις αύτη καλεΐται "Ανωσις".

"Ας επανέλθωμεν εις τó παράδειγμα του σχήματος 7-2 και άς υποθέσωμεν

ότι, τó σώμα, μέ τó όποιον έγινε τó περίγραμμα, ήτο εκ σιδήρου. 'Εάν λάβωμεν τώρα σώμα εκ ξύλου τών αυτών διαστάσεων ως και προηγουμένως και τó θέσωμεν εις την θέσιν την δείκνυομένην υπό του σχήματος 7-2, τούτο θά έκτοπίση επίσης 30 gr ύδατος. 'Η άνωσις θά είναι και πάλιν 30 gr . Εις την προκειμένην όμως περιπτωσιν τó βάρος του σώματος δυνατόν να είναι μικρότερον τών 30 gr , έστω δέ ότι, είναι 15 . 'Η άνωσις είναι μεγαλυτέρα του βάρους του ξυλίνου σώματος και κατά συνέπειαν τούτο θά άνέλθῃ εις την επιφάνειαν του ύδατος και θά ίσορροπήσῃ εις την θέσιν, εις ήν, τó ήμισυ θά είναι έμβαπτισμένον, ένφ' τó έτερον ήμισυ θά είναι άνωθεν της επιφανείας του ύδατος. Εις την θέσιν αύτην τó βάρος του έκτοπιζόμενου ύδατος είναι 15 gr και ή άνωσις θά ίσορροπή τó βάρος του σώματος.

'Επομένως, συμφώνως τη άρχῆ του 'Αρχιμήδους, ένα επιπλέον σώμα πρέπει να έκτοπίσῃ ύγρόν, βάρος, ίσου προς τó βάρος του.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ. Τά πλοία έκτοπίζουν βάρος ύδατος ίσον προς τó βάρος του. 'Εάν τοποθετηθῆ επί ένός πλοίου φορτίον τι τότε τó βάρος του έκτοπιζόμενου ύδατος θά είναι ίσον προς τó βάρος του πλοίου, σὺν τó βάρος του φορτίου. Έκ τ ό π ι σ μ μ α π λ ο ί ο υ, καλεΐται τó βάρος του έκτοπιζόμενου υπό του πλοίου μόνον ύδατος και ίσοῦται άρα προς τó βάρος του.

Τάς κυριώτερας εφαρμογάς της άρχῆς του 'Αρχιμήδους άποτελοῦν σήμεραν τά ύποβρύχια και αἱ πλοία δεξαμενά.

Τά ύποβρύχια άποτελοῦν πλοία, τά όποια δύνανται να πλέουν είτε επί της επιφανείας της θαλάσσης είτε να καταδύονται υπό την επιφάνειαν αύτης και να πλέουν ύποβρυχίως. Πρὸς τόν σκοπόν αύτόν τó σκάφος του πλοίου κατασκευάζεται διπλούν. Ούτω, τó έξωτερικόν σχήμα του σκάφους ρυθμίζεται, εις τρόπον ώστε τουτο να παρουσιάζῃ εύστάθειαν, όταν πλέῃ επί της επιφανείας της θαλάσσης· επίσης τουτο κατασκευάζεται ισχυρότερον, ώστε να άντέχῃ εις την πίεσιν, την όποιαν ύφίσταται έν καταδύσει. Τó διάστημα μεταξύ έξωτερικου και έσωτερικου σκάφους χωρίζεται εις διαμερίσμα-

τα, εις μερικά τῶν ὁποίων εἰσάγεται θαλάσσιον ὕδωρ πρὸς κατάδυσιν τοῦ ὑποβρυχίου. Ὄταν τὸ ὑποβρυχίον πρόκειται νὰ ἀναδυθῆ, τότε τῇ βοηθείᾳ πεπιεσμένου ἀέρος ἐκδιώκεται τὸ ὕδωρ ἀπὸ τὰ ἐν λόγῳ διαμερίσματα καὶ τοιουτοτρόπως τὸ ὑποβρυχίον ἀναδύεται.

Πλωταὶ δεξαμεναὶ καλοῦνται εἰδικὰ σκάφη, τὰ ὅποια χρησιμεύουν κυρίως διὰ τὴν ἐπισκευὴν πλοίων. Ταῦτα ἀνερχόμενα ἐπὶ τῆς πλωτῆς δεξαμενῆς ἐπισκευάζονται καὶ ἀκολούθως ὀρπτονται πάλιν εἰς τὴν θάλασσαν. Καὶ αἱ πλωταὶ δεξαμεναί, ὅπως τὰ ὑποβρυχία, διαθένουν εἰδικὰ διαμερίσματα ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγεται θαλάσσιον ὕδωρ, ὁπότε αὕτη βυθίζεται. Ὄταν τὸ πλοῖον εἰσχωρήσῃ ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς ἐκκένωνον τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν διαμερισμάτων δι' ἀντλιῶν, μέχρις ὅτου τὸ πλοῖον εὐρίσκειται καθ' ὀλοκληρίαν ἔξω τῆς θαλάσσης. Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἡ δεξαμενὴ ἐκτοπίζει τὸσον ὕδωρ, ὥστε τὸ βάρος αὐτοῦ νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος: δεξαμενῆς + πλοίου.

Ο ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΣ ΤΟΥ ΚΑΡΤΕΣΙΟΥ. Τὸ κλασσικὸν τοῦτο πείραμα ἀποδίδεται εἰς τὸν περίφημον Γάλλον ἐπιστήμονα René Descartes ἂν καὶ δὲν εἶναι βέβαιον ὅτι αὐτὸς τὸ ἐπενόησε. Εἰς τὸ σχῆμα 7-3 ἐμφαίνεται ἡ γενικὴ διάταξις διὰ τὴν διεξαγωγὴν του. Μία μικρὰ φιάλη πληροῦται δι' ὕδατος εἰς τρόπον ὥστε νὰ δύναται μετὰ δυσκολίας νὰ ἐπιπλέῃ ὅταν βυθισθῆ ἐντὸς ὕδατος*. Ἀκολούθως λαμβάνεται μία μεγάλη πεπλατυσμένη φιάλη μὲ ὅσον τὸ δυνατόν λεπτότερα τοιχώματα ἐξ ἐλαστικοῦ, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 7 - 3, καὶ πληροῦται ἐπίσης μὲ ὕδωρ. Τοποθετοῦμεν, ἐν συνεχείᾳ, τὴν μικρὰν φιάλην, ἐντὸς τῆς μεγάλης, τὴν ὁποίαν ἐν συνε-



Σχ. 7—3. Ὁ κολυμβητὴς τοῦ Καρτεσίου.

χεῖρα κλείομεν διὰ πώματος ἀεροστεγῶς. Ἐὰν πιέσωμεν τὰ τοιχώματα τῆς μεγάλης φιάλης, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μικρὰ φιάλη βυθίζεται. Ἐὰν δὲν βυθισθῆ περιέχει μεγάλην ποσότητα ἀέρος καὶ θὰ πρέπει νὰ ἀξηθῆ ἢ ἐντὸς αὐτῆς ποσότης τοῦ ὕδατος. Ἐὰν βυθισθῆ, ἀλλὰ δὲν ἐπανέλθῃ καὶ πάλιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, περιέχει μεγαλύτεραν τοῦ κανονικοῦ, ποσότητα ὕδατος.

Τὸ φαινόμενον δύναται νὰ ἐξηγηθῆ διὰ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Ὄταν ἡ πίεσις αὐξηθῆ, εἰσέρχεται περισσότερον ὕδωρ ἐντὸς τῆς μικρᾶς φιάλης, συμπιεζομένου τοῦ ἐν αὐτῇ εὐρισκομένου ἀέρος: τὸ βάρος τῆς μικρᾶς φιάλης αὐξάνει, τῆς ἀνώσεως παραμενούσης τῆς αὐτῆς, ὁπότε ἡ φιάλη βυθίζεται. Ὄταν ἀκολούθως ἡ πίεσις ἐλαττωθῆ, ὁ ἀήρ ἐκτονοῦται ὅπου τὸ βάρος τῆς φιάλης γίνεται μικρότερον τοῦ τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος καὶ αὕτη ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους
Ἄνωσις
Ἐκτόπισμα πλοίου
Ὁ κολυμβητὴς τοῦ Καρτεσίου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοοῦμεν μὲ τὸν ὄρον Ἄνωσις;
2. Πῶς δεικνύομεν καὶ μετροῦμεν πειραματικῶς τὴν ἄνωσιν;
3. Πῶς διατυποῦται ἡ Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους καὶ ποίας ἐφαρμογὰς ἔχει;
4. Ἐξηγήσατε διατί ἓνα σιδηροῦν τεμάχιον βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνῶ τεμάχιον τῶν αὐτῶν διαστάσεων μὲ τὸ προηγούμενον ἐκ ξύλου ἐπιπλέει.
5. Τί νοοῦμεν διὰ τοῦ ὄρου ἐκτόπισμα πλοίου;
6. Διατί ἓνα πλοῖον βυθίζεται περισσότερο ὅταν εἶναι φορτωμένον;
7. Διατί δὲν εἶναι δυνατόν ἐν ὑποβρυχίον νὰ κατασκευασθῆ βαρύτερον τοῦ ὕδατος;
8. Περιγράψατε τὸ πείραμα τοῦ κολυμβητοῦ τοῦ Καρτεσίου.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν ἀντικείμενον τοποθετούμενον ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐκτοπίσῃ βάρος ὕδατος

* Δύναται ἀντὶ τῆς φιάλης νὰ χρησιμοποιηθῆ πλωτὴ εἰς σχῆμα ἀνθρωπαρίου.

- ισον πρὸς τὸ βάρος του κατὰ πόσον ποσοστὸν θὰ εἶναι βυθισμένον καὶ διατί;
2. Διατί εἶναι εὐκολώτερον ἕνα σῶμα νὰ ἐπιπλέσῃ ἐντὸς διαλύματος ἄλατος παρὰ ἐντὸς ὕδατος;
 3. Ἐὰν πλοῖον ἐκ ποταμοῦ εἰσελθῇ εἰς τὴν θάλασσαν θὰ βυθισθῇ ἐλαφρῶς ἢ ὄχι; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
 4. Κατὰ τὰς κηδεῖας εἰς τὴν θάλασσαν τοποθετοῦνται βάρη ἐπὶ τοῦ νεκροῦ. Ὡς αἰτιολογία ἀναφέρεται συνήθως ὅτι τοιοῦτοτρόπως ἀποφεύγεται τὸ ἐνδεχόμενον νὰ παραμείνῃ ὁ νεκρὸς εἰς βάθος εἰς τὸ ὅποιον ζοῦν οἱ καρχαρίαί. Εἶναι αὐτὸ ὀρθόν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Λάβετε τρία ὕλινα δοχεῖα, κυλινδρικοῦ σχήματος. Γεμίσατε τὸ πρῶτον με ὕδωρ, τὸ δεύτερον με κατάλληλον διάλυμα μαγειρικοῦ ἄλατος καὶ τὸ τρίτον με κεκορεσμένον διάλυμα μαγειρικοῦ ἄλατος. Ἀκολουθῶς ρίψατε ἕνα νοπὸν ὠόν, διαδοχικῶς*. Εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον θὰ παρατηρήσετε ὅτι τὸ ὠόν βυθίζεται καὶ φθάνει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ἐνῶ ἰσορροπεῖ εἰς ὠρισμένον βάθος ἐντὸς τοῦ δευτέρου δοχείου, καὶ τέλος ἐπιπλέει ἐντὸς τοῦ τρίτου δοχείου.

Τοῦτο εἶναι χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῆς ὑπάρξεως τῶν τριῶν περιπτώσεων ἀνώσεως. 1) Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως τὸ σῶμα βυθίζεται. 2) Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι ἴσον με τὴν ἀνωσιν τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ 3) Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι μικρότερον τῆς ἀνώσεως, τὸ σῶμα βυθιζόμενον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀφιέμενον ἐλευθέρον ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐπιπλέει, βυθιζόμενον μόνον ἐν μέρει, διότι ὠόν ὥστε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος, πρέπει τὸ ὠόν, νὰ εἶναι νοπὸν, διότι ὠόν παλαιόν, τοῦ ὁποίου ὁ θύλαξ ἀέρος ἔχει μεγεθυνθῇ, δύναται νὰ ἐπιπλέῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ τοῦ καθαροῦ ὕδατος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Λίθος ζυγίζει 50 kg εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἐκτοπίζει δὲ 18 kg

* Εἰς τὰ τρία δοχεῖα.

ὕδατος. Ποῖον τὸ βάρος του ἐντὸς τοῦ ὕδατος;

2. Ἡ ἀνωσιν, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ σῶμα εἰς ὕδωρ εἶναι 65 gr. Πόση ἢ ἀνωσιν τοῦ αὐτοῦ σώματος, ὅταν βυθίζεται εἰς οἰνόπνευμα πυκνότητος $0,8 \text{ gr/cm}^3$;
3. Πόσον τὸ βάρος εἰς gr σφαίρας χαλκοῦ ἀκτίνοσ 4cm, ὅταν αὕτη βυθίζεται ἐντὸς πετρελαίου πυκνότητος $0,84 \text{ gr/cm}^3$; (Πυκνότησ χαλκοῦ $8,9 \text{ gr/cm}^3$).
4. Τεμάχιον ξύλου διαστάσεων 4 cm × 32 cm καὶ ὕψους 24 cm ἐπιπλέει εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐὰν ἡ πυκνότησ τοῦ ξύλου εἶναι $0,5 \text{ gr/cm}^3$, πόσον εἶναι τὸ μέγιστον βάρος, τὸ ὅποιον δύναται αὐτὸ νὰ ὑποβαστάξῃ χωρὶς νὰ βυθισθῇ. (Ἀ.π. 1536 gr).
5. Τεμάχιον ξύλου δρυός, διαστάσεων βάσεως 2 cm × 4 cm, ὕψους 10 cm, ἐπιπλέει ἐντὸς ὕδατος. Ζητεῖται, πόσον μέρος αὐτοῦ θὰ εὐρίσκειται ἔξω τοῦ ὕδατος. (Πυκνότησ ξύλου δρυός $0,6 \text{ gr/cm}^3$). (Ἀ.π. 4 cm).
6. Δοχεῖον πληροῦται δι' ὕδατος καὶ τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ δίσκου δυναμομετρικοῦ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δεικνύει συνολικὸν βάρος B. Ἀκολουθῶς, ἐξαρθῶμεν ἀπὸ νήματος σῶμα βάρους b καὶ τὸ ἀφήνομεν νὰ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου, χωρὶς ὅμως νὰ ἐγγίξῃ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου ἢ τὸν πυθμένα του, ἐνῶ τὸ ἔτερον ἄκρον τοῦ νήματος προσδένεται εἰς ἀκλόνητον σημείον. Νὰ καθορισθῇ κατὰ πόσον θὰ μεταβληθῇ ἡ ἔνδειξις τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ. (Ἀ.π. Ἄν. Θὰ αὐξηθῇ κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὴν ἀνωσιν).
7. Τεμάχιον ξύλου ὀρθογωνικῆσ διατομῆσ καὶ ὕψους 6 cm ἐπιπλέει εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐὰν ἡ πυκνότησ τοῦ ξύλου εἶναι $0,6 \text{ gr/cm}^3$, πόσον εὐρίσκειται ἢ κατωτέρα ἐπιφάνεια ὑπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος; (Ἀ.π. 3,6 cm).
8. Εἰς τὸ προηγούμενον πρόβλημα, ἐὰν ὑποθεθῇ, ὅτι ἡ τομῇ τοῦ ξύλου ἔχει ἐπιφάνειαν 120 cm^2 , πόσον βάρος πρέπει νὰ τεθῇ ἐπὶ τῆσ ὡς ἄνω ἐπι-

φανείας, να ή κατωτέρα τοιαύτη κατέλθῃ εἰς βάθος 5 cm κάτω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος;

B

9. Νά ἐξηγηθῇ διὰ ποῖον λόγον τεμάχιον χαλκοῦ, τὸ ὁποῖον εἰς τὸν ἀέρα ἔχει βάρος 178 gr, βυθιζόμενον ἐν ὕδατι παρουσιάζει βάρος 158 gr, καὶ εἰς οἰνόπνευμα 162 gr. Πόση ἡ πυκνότης τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ τοῦ χαλκοῦ εἰς gr/cm^3 ;
10. Κύβος ἐκ ξύλου ἀμικῆς 5 cm καὶ βάρους 75 gr κρατεῖται ὑπὸ τὴν ἐπιφανείαν οἰνοπνεύματος πυκνότητος 0,8 gr/cm^3 . Ποία ἡ ἀπαιτουμένη πρὸς τοῦτο δύναμις;
11. Δύτης μετὰ τῆς ἐνδυμασίας του ζυγίζει 110 kg, πρέπει δὲ νὰ ἐρματισθῇ ὑπὸ μολύβδου βάρους 15 kg, πυκνότητος 11,3 gr/cm^3 , διὰ νὰ βυθισθῇ εἰς σύνηδες ὕδωρ. Πόσος ὁ ὄγκος τοῦ δύτου μετὰ τῆς ἐνδυμασίας του. (Ἄπ. 0,124 m^3);
12. Σφαῖρα ἐξ ὕλης πυκνότητος 0,82 gr/cm^3 καὶ ὄγκου 100 cm^3 ἐπιπλέει ἐντὸς ὕδατος δοχείου. Ἀκολούθως προσθέτομεν βενζίνη πυκνότητος 0,7 gr/cm^3 , εἰς τρόπον ὥστε ἡ σφαῖρα νὰ καλυφθῇ τελείως. Πόσον εἶναι τὸ μέρος τοῦ ὄγκου τῆς σφαίρας τὸ βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος;
13. Ὑποβρύχιον βυθισμένον ἔχει τοιοῦτον συνολικὸν ἐκτόπισμα ὥστε τὸ συνολικὸν του βάρους νὰ εἶναι κατὰ 5 top. μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζόμενου θαλασσίου ὕδατος πυκνότητος 1,025 gr/cm^3 . Ζητεῖται: α) ὁ ὄγκος τοῦ ὑποβρυχίου, β) ἐάν 50 top. ὕδατος ἐξαχθῶν ἀπὸ τὴν δεξαμενὴν του, νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ὑποβρυχίου, ὁ ὁποῖος θὰ ἐξέχη ὑπὲρ τὴν ἐπιφανείαν τῆς θαλάσσης;
14. Σῶμα βάρους 80 gr, πυκνότητος μικροτέρας τῆς μονάδος, συνάπτεται πρὸς τεμάχιον μολύβδου καὶ ἀμφοτέρω ζυγίζουσι 20 gr ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐάν ὁ μολύβδος μόνος, βυθισόμενος εἰς ὕδωρ, ζυγίξῃ 50 gr, ποία ἡ πυκνότης καὶ τὸ βάρους τοῦ ἐτέρου σώματος;
15. Τεμάχιον φελλοῦ ζυγίζον 50 gr συνάπτεται πρὸς τεμάχιον σιδήρου 216 gr. Τὸ βάρους ἀμφοτέρων, ὅταν βυθίζωνται εἰς ὕδωρ, εἶναι 36 gr, ἐνῶ τὸ σιδηρῶν τεμάχιον βυθιζόμενον εἰς ὕδωρ ζυγίζει 186 gr. Ζητούται: α) τὸ ἐκτοπιζόμενον ὕδωρ ὑπὸ ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων, β) ὑπὸ μόνου τοῦ σιδηροῦ σώματος, γ) ὑπὸ μόνου τοῦ φελλοῦ, δ) ἡ πυκνότης τοῦ φελλοῦ καὶ ε) ἡ πυκνότης τοῦ σιδήρου.

ΕΛΔΦΙΟΝ 8. Σχετικὸν εἰδικὸν βάρους καὶ σχετικὴ πυκνότης

ΣΧΕΤΙΚΟΝ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ. Ὁ σάκις συγκρίνομεν τὰς πυκνότητας ἢ τὰ εἰδικὰ βάρη δύο σωμάτων, συγκρίνομεν τὰ βάρη ἴσων ὄγκων. Τὸ βάρους 10 cm^3 ὀρισμένου εἶδους μαρμάρου εἶναι 20 gr ἐνῶ 10 cm^3 ὕδατος θερμοσίας 4°C ζυγίζουσι 10 gr, ἐπομένως ὁ λόγος τῶν βαρῶν ἴσων ὄγκων εἶναι $\frac{20}{10} = 2$. Ὁ ἀδιάστα-

τος οὗτος ἀριθμὸς καλεῖται σχετικὸν εἰδικὸν βάρους. Γενικῶς δὲ ὁ λόγος τοῦ βάρους σώματος πρὸς τὸ βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος 4°C καλεῖται σχετικὸν εἰδικὸν βάρους. Ἀντιστοίχως ὁ λόγος τῆς μᾶζης σώματος πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου ὕδατος 4°C καλεῖται σχετικὴ πυκνότης πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τοῦ ὅρου πυκνότης. Εἶναι προφανὲς ὅτι

τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρους καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότης ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ.

Σχετικὸν εἰδικὸν βάρους =

$$\frac{\text{βάρους τοῦ σώματος}}{\text{βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος}}$$

Σχετικὴ πυκνότης = $\frac{\text{μᾶζα τοῦ σώματος}}{\text{μᾶζα ἴσου ὄγκου ὕδατος}}$

Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρους ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ αὐτὸ εἰς οἰσδήποτε σύστημα μονάδων. Τοῦτο εἶναι εὐνόητον ἐφ' ὅσον τὸ σχετικὸν εἰδ. βάρους ἐκφράζει τὸν λόγον δύο βαρῶν.

Ἐπίσης, εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα, τὸ

σχετικόν ειδικόν βάρος, τὸ ειδικόν βάρος καὶ ἡ πυκνότης εἶναι ἀριθμητικῶς ἴσα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Τὸ βάρος ὀρθογωνίου σιδηρᾶς δοκοῦ εἶναι 320 gr. Αἱ διαστάσεις αὐτῆς εἶναι : $2 \times 2 \times 10$ cm. Ποῖον τὸ σχετικόν ειδικόν βάρος αὐτῆς ;

ΛΥΣΙΣ : Ὁ ὄγκος τῆς δοκοῦ εἶναι 40 cm³. Ἴσος ὄγκος ὕδατος ζυγίζει 40 gr ἐπομένως :

Σχετικόν ειδικόν βάρος τῆς σιδηρᾶς δοκοῦ =

$$\frac{320}{40} = 8.$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΧΕΤΙΚΟΥ ΕΙΔ. ΒΑΡΟΥΣ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι θέλομεν νὰ υπολογίσωμεν τὸ βάρος μιᾶς τόσον μεγάλης ποσότητος γρανίτου, ὥστε νὰ εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατος ἢ ἀπ' εὐθείας ζύγισις τῆς. Τοιαύτης φύσεως προβλήματα παρουσιάζονται κατὰ τὴν φόρτωσιν πλοίων κ.τ.λ. Διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ προβλήματος λαμβάνομεν τεμάχιον γρανίτου τοῦ ὁποῖου προσδιορίζομεν τὸ σχετικόν ειδικόν βάρος, ἔστω δὲ ὅτι, τὸ βάρος τοῦ τεμαχίου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 5 kg ἐνῶ τὸ βάρος του ἐντὸς ὕδατος εἶναι 3 kg. Συμφώνως τῇ ἀρχῇ τοῦ Ἀρχιμήδους ἢ ἐλάττωσις τοῦ βάρους κατὰ 2 kg εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος. Ὡς ἐκ τούτου τὸ σχετικόν ειδικόν βάρος τοῦ γρανίτου εἶναι :

$$\frac{5 \text{ κιλά}}{2 \text{ κιλά}} = 2,5$$

Κατὰ συνέπειαν γνωρίζομεν ὅτι τὸ βάρος οἰασθῆποτε μεγάλης ποσότητος γρανίτου εἶναι κατὰ 2,5 φορές μεγαλύτερον ἴσου ὄγκου ὕδατος.

Ἐνα κυβικόν ἑκατοστὸν ὕδατος (1 cm³) ζυγίζει 1 gr. Ἐνα κυβικόν ἑκατοστὸν γρανίτου θὰ ζυγίξῃ $2,5 \times 1 \text{ gr} = 2,5$ gr. Τὸ βάρος ἐπομένως οἰασθῆποτε ποσότητος γρανίτου δύναται νὰ προσδιορισθῇ διὰ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ ὄγκου του ἐπὶ 2,5. Ἐὰν ὁ ὄγκος τῆς ποσότητος εἶναι ἐκπεφρασμένος εἰς cm³ τότε τὸ βάρος θὰ εἶναι εἰς gr. Ἐὰν ὁ ὄγκος εἶναι ἐκ dm³ τὸ βάρος θὰ εἶναι εἰς kg. Ἐὰν τέλος ὁ ὄγκος εἶναι εἰς m³ τὸ βάρος θὰ εἶναι εἰς ton.

Διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρ-

χιμήδους, διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σχετικου ειδικου βάρους, προκύπτει ἡ κατωτέρω σχέσις

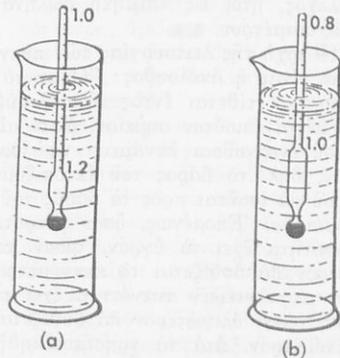
Σχετικόν Εἰδικόν Βάρος =

$$\frac{\text{Βάρος τοῦ σώματος εἰς τὸν ἀέρα}}{\text{Βάρος σώμ.εἰς τὸν ἀέρα—Βάρ σώμ. ἐντὸς ὕδατ.}}$$

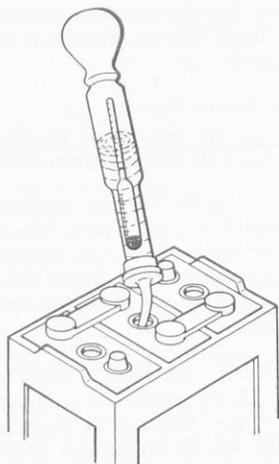
ἢ ὅποια λέγει ὅτι διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σχετικου ειδικου βάρους ἐνὸς οἰουδήποτε βαρύτερου τοῦ ὕδατος σώματος, ἀρκεῖ νὰ προσδιορισθῇ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ βάρος του ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

ΣΧΕΤΙΚΟΝ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ ΥΓΡΩΝ. Τὸ σχετικόν ειδικόν βάρος οἰουδήποτε ὑγροῦ δυνατόν νὰ προσδιορισθῇ ὅπως καὶ διὰ τὰ στερεὰ διὰ συγκρίσεως τοῦ βάρους τυχόντος ὄγκου τοῦ δοθέντος ὑγροῦ, πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος. Ὡρισμένα ὑγρά εἶναι ἐλαφρότερα τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ βαρύτερα : τὸ ἔλαιον, καὶ ἡ βενζίνη ἐπιπλέον τοῦ ὕδατος ὄχι ὁμως καὶ ὁ ὑδράργυρος.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ. Τὰ πυκνόμετρα, τὰ ὅποια ὀνομάζονται πολλάκις καὶ ἀραιόμετρα, εἶναι ὄργανα λίαν διαδεδομένα, διό-



Σχ. 8—1. (α) Τὸ πυκνόμετρον, εἰς ὑγρά πυκνότερα τοῦ ὕδατος, βυθίζεται ὀλιγώτερον παρὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος. (β) Τὸ πυκνόμετρον, εἰς ὑγρά πυκνότητος μικροτέρας τῆς τοῦ ὕδατος, βυθίζεται περισσότερον παρὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος.



Σχ. 8—2. Πυκνόμετρον διά τόν έλεγχον ήλεκτρικῆς συστοιχίας.

τι επιτρέπουν τόν ταχύν και σχετικῶς ἀκριβῆ προσδιορισμὸν τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν. Τὰ πυκνόμετρα ἐν γένει ἀποτελοῦν πλωτήρας, οἱ ὅποιοι συνίστανται ἐκ κοίλου ὑαλίνου κυλινδρικοῦ σώματος, τὸ ὅποιον εἰς τὸ κάτω μέρος ἀπολήγει εἰς διόγκωσιν ἐρατισμένην καταλλήλως, συνήθως δι' ὑδραργύρου ἢ με σκάγια. Πρὸς τὰ ἄνω τὰ πυκνόμετρα ἀπολήγουν εἰς τὸ στέλεχος, ἢτοι εἰς ἐπιμήκη σωλήνα μικρᾶς διαμέτρου.

Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν πυκνομέτρων εἶναι ἡ ἀκόλουθος: "Ὅταν τὸ πυκνόμετρον τίθεται ἐντὸς ὑγροῦ, βυθίζεται μέχρι τοιοῦτου σημείου, ὥστε αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις νὰ ἰσοροποῦν, δηλ. τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ πυκνομέτρου. Ἐπομένως, ὅσον μικρότερην πυκνότητα ἔχει τὸ ὑγρὸν, τόσο περισσότερο θὰ βυθίζεται τὸ πυκνόμετρον ἢ ὅσον μεγαλύτεραν πυκνότητα ἔχει τὸ ὑγρὸν, τόσο ὀλιγώτερον θὰ βυθίζεται τὸ πυκνόμετρον. Διὰ νὰ χρησιμοποιηθῇ τὸ πυκνόμετρον, πρέπει προηγουμένως νὰ βαθμολογηθῇ, γίνεται δὲ τοῦτο ἐπὶ τῇ βάσει προτύπων ὑγρῶν, τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης εἶναι ἐκ τῶν προτέρων γνωστῆ, ἢ δὲ βαθμολογία ἀναγράφεται ἐπὶ κλίμακος κατὰ μήκος τοῦ στελέχους τοῦ πυκνομέτρου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Σχετικὸν εἰδικὸν βάρος

Σχετικὴ πυκνότης

Σχετικὸν εἰδικὸν βάρος =

Βάρος εἰς τὸν Ἄερα

Βάρος εἰς τὸν Ἄερα - Βάρος ἐντὸς ὕδατος
Πυκνόμετρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους και πυκνότητος;
2. Διατυπώσατε τὸν ὄρισμὸν τοῦ σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους.
3. Ἀναγράψατε μίαν ἐξίσωσιν διὰ τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος.
4. Διὰ τί τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος εἶναι τὸ αὐτὸ εἰς οἰονδήποτε σύστημα μονάδων;
5. Διὰ τί τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος και τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι ἀριθμητικῶς ἴσα εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα;
6. Κατὰ ποῖον τρόπον χρησιμοποιοῦμεν τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους σώματός τινος;
7. Πῶς δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος στερεῶν και ὑγρῶν σωμάτων;
8. Διὰ ποῖον σκοπὸν χρησιμοποιοῦμεν τὰ πυκνόμετρα;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐφ' ὅσον ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ αἰδήρου εἶναι τόσο μεγάλη, πῶς ἐπιπλέουν τὰ χαλύβδινα πλοία;
2. Διὰ τί τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τῶν μετάλλων, τῶν χρησιμοποιουμένων διὰ τὴν κατασκευὴν ἀεροπλάνων, εἶναι τόσο ζωτικῆς σημασίας;
3. "Ὅταν τεμάχιον πάγου ἐπιπλῆ ἐντὸς τοῦ ὕδατος περίπου τὸ $\frac{1}{10}$ τοῦ ὕψους αὐτοῦ ἐξέχει τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Εἰς ποῖον συμπέρασμα ἄγερθε ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τοῦ πάγου;
4. Ρίπτομεν κύβον ἐκ πάγου ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ. Πότε ὁ πάγου θὰ ἐξέξη περισσότερο, ὅταν τὸ ὕδωρ εἶναι θαλάσσιον ἢ γλυκὸν;
5. Εἶναι δυνατὸς ὁ προσδιορισμὸς τοῦ σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους τεμαχίου σακ-

χάρεως διὰ ζυγίσεως αὐτοῦ εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐντὸς ὕδατος;

6. Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος δύο τεμαχίων χυτοσιδήρου τῆς αὐτῆς παραγωγῆς προσδιορίζεται διὰ ζυγίσεως ἑκάστου τεμαχίου εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν τὰ σχετικὰ εἰδικὰ βάρη τῶν δύο ἀνωτέρω τεμαχίων διαφέρουν, τί θὰ συμπεράνετε;
7. Ἐκατὸν κυβικά ἑκατοστὰ ξύλου ζυγίζονται 100 gr. Ἐπιπλέει ἢ βυθίζεται τὸ ξύλον τοῦτο ἐντὸς ὕδατος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΕΝΑ ΠΡΟΧΕΙΡΟΝ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟΝ. Λαμβάνομεν φιάλην μὲ στενὸν στόμιον καὶ ἕνα μολύβι φέρον βαθμολογημένην κλίμακα. Γεμίζομεν τὴν φιάλην δι' ὕδατος καὶ βυθίζομεν ἐντὸς αὐτῆς τὸ μολύβι, ἀφήνοντές το ἐλεύθερον ἕως ὅ-



Σχ. 8—3. Ἐνα πρόχειρον πυκνόμετρον.

του ἀποκατασταθῆ ἢ ἰσορροπία. Σημειῶμεν ἀκολούθως, τὸ μῆκος τοῦ βυθισμένου τμήματος. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ διάφορα ὑγρά ὡς βενζίνη, γάλα, θαλάσσιον ὕδωρ, ἐκ τοῦ βυθισμένου δὲ τμήματος τοῦ μολυβίου, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν ἀμέσως τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος αὐτῶν. Ἔστω, π.χ. ὅτι τὸ μῆκος τοῦ βυθισμένου τμήματος τοῦ μολυβίου ἐντὸς ὕδατος εἶναι 3 cm ἐνῶ τὸ μῆκος αὐτοῦ ἐντὸς βενζίνης εἶναι 4,5 cm. Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τῆς βενζίνης θὰ εἶναι:

$$\frac{3}{4,5} = 0,67$$

Μετροῦντες τὸ ὀλικὸν μῆκος τοῦ μολυβίου καὶ διαιροῦντες αὐτὸ διὰ τοῦ μῆκους τοῦ βυθισμένου τμήματος, προσδιορίζομεν τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τοῦ μολυβίου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Τεμάχιον ἐβένου ὄγκου 45 cm³ ἔχει βάρος 54 gr. Ποῖον τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ; Τὸ τεμάχιον αὐτὸ ἐπιπλέει ἢ ὄχι τοῦ ὕδατος;
2. Τεμάχιον μετάλλου ζυγίζει 100 gr εἰς τὸν ἀέρα καὶ 88 gr ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ποῖον τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ;
3. Τεμάχιον γρανίτου ζυγίζει 5,2 lb εἰς τὸν ἀέρα καὶ 3,2 lb ἐντὸς τοῦ ὕδατος (α) Νὰ προσδιορισθῆ τὸ σχετικὸν τοῦ εἰδικὸν βάρος. (β) Ποῖον τὸ βάρος τεμαχίου τοῦ αὐτοῦ γρανίτου διαστάσεων 2×3×5 ft. (Ἄπαντ. (α) 2,6 (6) 4900 lb).
4. Κύλινδρος ἐξ ἀργιλίου διαμέτρου 1 cm καὶ μήκους 10 cm ἔχει βάρος 21 gr. Ποῖον τὸ σχετικὸν τοῦ εἰδικὸν βάρος;
5. Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τοῦ πάγου εἶναι 0,92, ἐνῶ τοῦ θαλασίου ὕδατος 1,03. Ποῖος ὁ ὄγκος παγοβούνου ὕταν ὁ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὄγκος αὐτοῦ εἶναι 500 m³;

B

6. Ἀργυροῦς δακτύλιος ζυγίζει 6 gr εἰς τὸν ἀέρα, 5,37 gr ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καὶ 5,57 gr ἐντὸς βενζίνης. Ποία ἡ πυκνότης τῆς βενζίνης; (Ἄπαντ. 0,68 gr/cm³).
7. Τεμάχιον πλαστικοῦ ὀλικοῦ ζυγίζει 20gr εἰς τὸν ἀέρα. Τεμάχιον μολύβδου βυθισμένον ἐντὸς ὕδατος ζυγίζει 10 gr. Ὅταν τὸ πλαστικὸν ὀλικὸν καὶ τὸ τεμάχιον τοῦ μολύβδου βυθισθοῦν προσδεδεμένα ἐντὸς ὕδατος τὸ ὀλικὸν βάρος αὐτῶν εἶναι 5 gr. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ πλαστικοῦ ὀλικοῦ;
8. Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τεμαχίου φελλοῦ ὄγκου 12 cm³ εἶναι 0,25. Τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος τεμαχίου μολύβδου ὄγκου 0,9 cm³ εἶναι 11. Δύναται ὁ φελλὸς νὰ συγκρατήσῃ τὸν βυθισμένον μολύβδον;
9. Τεμάχιον ὁμίον σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους 22,5, ζυγίζει ἐντὸς τοῦ ὕδατος 172 gr. Ποῖος ὁ ὄγκος αὐτοῦ;
10. Ἐὰν τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος ἀν-

θρώπου τινός είναι 1 ἐνῶ τὸ τοῦ ἀέρος είναι 0,0013, ποῖον τὸ σφάλμα ζυγοῦ ὁ ὁποῖος δεικνύει ὡς βάρος τοῦ ἀνθρώπου 249,60 lbs;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 2

1. Κυλινδρικὸν δοχεῖον διαμέτρου 1,50 m καὶ ὕψους 6 m ἔχει πληρωθῆ με βενζίνη πικνότητος 0,69 gr/cm³. Νὰ ὑπολογισθοῦν α) ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος εἰς gr/cm² καὶ β) τὸ συνολικὸν βάρος τοῦ ὕγρου. (Ἄπαντ. α) 414 gr/cm², β) 7.31 ton.).
2. Κοίλη χαλκίνη σφαῖρα ἔχει ἐξωτερικὴν διάμετρον 16 cm καὶ βάρος εἰς τὸν ἀέρα 13 kg. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ πάχος αὐτῆς ὅταν ἡ πικνότης τοῦ χαλκοῦ εἶναι 8,9 gr/cm³. (Ἄπάντ. 2,62 cm).
3. Τεμάχιον ξύλου δρυός, διαστάσεων βάσεως 2 cm×4 cm, ὕψους 10 cm, ἐπιπλέει ἐντὸς ὕδατος. Ζητεῖται πόσον μέρος αὐτοῦ θὰ εὑρίσκειται ἔξω τοῦ ὕδατος. Πικνότης ξύλου δρυός 0,6 gr/cm³.
4. Χυτὸν ἀντικείμενον ἀπὸ ἀργίλιον ὑποτίθεται, ὅτι παρουσιάζει κοιλότη-
τας λόγῳ κακῆς κατασκευῆς αὐτοῦ. Ἐὰν τὸ σῶμα ἔχη βάρος εἰς τὸν ἀέρα 12,5 kg καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδατος 6,5 kg πόσος ὁ συνολικὸς ὄγκος τῶν κοιλοτήτων; Πικνότης ἀργιλίου 2,7 gr/cm³. (Ἄπ. 1370 cm³).
5. Λίθος ζυγίζει 450 gr εἰς τὸν ἀέρα, 369 gr ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ 383 gr ἐντὸς τοῦ ἐλαίου. Νὰ εὑρεθῶν: α) Ἡ πικνότης τοῦ λίθου. β) Ἡ πικνότης τοῦ ἐλαίου. (Ἄπ. α) 5 gr/cm³, β) 0,744 gr/cm³).
6. Σφαῖρα μεταλλικὴ κοίλη ἐπιπλέει εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τρόπον ὥστε τὸ κέντρον αὐτῆς νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος. Πόσον εἶναι τὸ βάρος τῆς σφαίρας; (Πικνότης μετάλλου 7,5 gr/cm³, ὄγκος τοῦ κοίλου μέρους τῆς σφαίρας 1000 cm³).
7. Σφαῖρα κοίλη ἐκ χαλκοῦ ζυγίζει 176 gr, ἐνῶ βυθισθὴ ἐν ὕδωρ

ζυγίζει 126 gr. Ποῖος ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας καὶ ποῖος ὁ ὄγκος τῆς κοιλοτήτος αὐτῆς; (Πικνότης χαλκοῦ 8,8 gr/cm³).

8. Σῶμα βάρους 80 gr, πικνότητος μικροτέρας τῆς μονάδος συνάπτεται πρὸς τεμάχιον μολύβδου καὶ ἀμφοτέρα ζυγίζουν 20 gr ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν ὁ μολύβδος μόνος, βυθισμένος εἰς ὕδωρ, ζυγίξῃ 50 gr, πόση ἡ πικνότης τοῦ ἑτέρου σώματος;
9. Τεμάχιον φελλοῦ ζυγίζον 50 gr συνάπτεται πρὸς τεμάχιον σιδήρου 216 gr. Τὸ βάρος ἀμφοτέρων, ὅταν βυθίζονται εἰς ὕδωρ εἶναι 36 gr, ἐνῶ τὸ σιδηρὸν τεμάχιον βυθιζόμενον εἰς ὕδωρ ζυγίζει 186 gr. Ζητοῦνται: α) Τὸ ἐκτοπιζόμενον ὕδωρ ὑπὸ ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων, β) ὑπὸ μόνου τοῦ σιδηροῦ σώματος, γ) ὑπὸ μόνου τοῦ φελλοῦ καὶ δ) ἡ πικνότης τοῦ φελλοῦ.
10. Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ μήκους δεδομένης μάζης χαλκίνου σύρματος ἐγένοντο αἱ ἀκόλουθοι μετρήσεις: Ἡ διάμετρος τοῦ σύρματος, μετρηθεῖσα διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου, εὑρέθη ἰσὴ πρὸς 0,0762 cm. Τὸ βάρος τῆς χαλκίνης μάζης εἰς τὸν ἀέρα εὑρέθη ἰσὸν πρὸς 5,43 gr καὶ τὸ βάρος αὐτῆς ἐντὸς τοῦ ὕδατος 4,81 gr. Πόσον τὸ μήκος τοῦ χαλκίνου σύρματος;
11. Ἐπὶ ποῖαν ἀναλογίαν βάρους δέον νὰ συνδυασθοῦν χάλυψ καὶ φελλός, εἰς τρόπον ὥστε τὸ σύστημα νὰ αἰωρῆται ἐντὸς τοῦ ὕδατος; (Πικνότης τοῦ χάλυψ 7,5 gr/cm³, τοῦ φελλοῦ 0,24 gr/cm³).
12. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ὕδραργυρου ὁ ἀπαιτούμενος νὰ τεθῇ εἰς κυλινδρικὸν ὑάλινον σωλῆνα βάρους 40 gr καὶ ἐξωτερικῆς τομῆς 2 cm², ἵνα οὗτος βυθισθῇ κατὰ 20 cm ἐντὸς ὕγρου πικνότητος 1,5 gr/cm³. Πικνότης ὕδραργυρου 13,6 gr/cm³.
13. Τεμάχιον σιδήρου βάρους 200 gr ὑφίσταται ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἄνωσιν 27,2 gr. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τῶν ἐσωτερικῶν του κοιλοτήτων. Πικνότης σιδήρου 7,8 gr/cm³.

14. Πυκνόμετρον ἔχει βάρος 18,2 gr, ἐνῶ τὸ στελεχος αὐτοῦ ἔχει μῆκος 15 cm καὶ ἐξωτερικὴν διάμετρον 1 cm. Ὄταν τίθεται ἐντὸς ὕδατος, βυθίζεται μέχρι τῆς διαιρέσεως 0, εὐρισχομένης εἰς τὸ ἀνώτατον ἄκρον

τοῦ στελέχους. Ζητεῖται, ποία διαίρεσις, λογιζομένη ἀπὸ τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ στελέχους, θὰ ἐξέχη τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὅταν τὸ πυκνόμετρον βυθίζεται ἐντὸς γλυκερῆς πυκνότητος 1,26 gr/cm³.



Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΑΙ ΒΑΣΙΚΑΙ ΑΡΧΑΙ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

Ἡ ἀόρατος ἀτμόσφαιρα, ἡ ὁποία περιβάλλει τὴν γῆν, εἶναι οὐσιαστικὸν καὶ ὠφέλιμον τμήμα τοῦ περιβάλλοντός μας. Ἡ χρῆσις τοῦ ἀέρος διὰ τὴν παραγωγὴν ἔργου, οἱ ποικίλοι τρόποι τῆς ἀξιοποιήσεως τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, εἶναι δείγματα τῆς χρησιμοποιήσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου. Αἱ καιρικαὶ συνθήκαι δὲν εἶναι ἀπλῶς ἓνα σύνθετος θέμα συζητήσεως ἀλλὰ μία συνεχῆς ὑπενδύμησις τῶν μεταβολῶν, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς τὴν ἀχανῆ περιοχὴν τῆς ἀτμοσφαιρας.

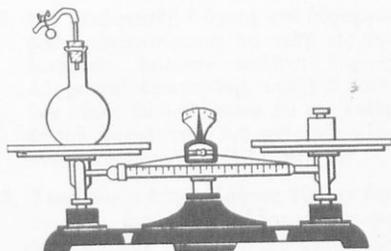
Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον θὰ ἐξηγήσωμεν τοὺς λόγους, οἱ ὅποιοι ἀναγκάζουν εἰς μεταβολὰς τὸ βαρόμετρον, καὶ τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὅποιον, οἱ ὑδρατμοὶ σχηματίζουσι νέφη μὲ ἀποτέλεσμα πῶσιν χιόνων καὶ βροχῶν. Θὰ ἐξηγήσωμεν ἀκόμη διατὶ ἓνα ἀερόστατον ἀνυψοῦται, ἢ διατὶ τὰ ἀερόπλانا ἵπτανται καὶ κατὰ ποῖον τρόπον τὸσον οἱ πομποὶ ὄσον καὶ οἱ πύραυλοι μᾶς βοηθοῦν εἰς τὴν ἐξερεύνησιν τῶν πλέον ἀπομεμακρυσμένων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας.

ΕΔΑΦΙΟΝ 9. Τὸ βάρος καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις.

ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣ. Ἀπὸ μετρήσεις κατεδείχθη ὅτι 1 λίτρο ἀέρος (1000cm^3) ἔχει βάρος 1,293gr ἐνῶ 1 m^3 ἀέρος ἔχει βάρος 1,293 kg, ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°C καὶ πίεσιν 7,60 mm στήλης ὕδατος γύρου. Ὁ ἐν τῷ σχήματι 9-1, ἐμφαινόμενος ζυγὸς χρησιμεύει ἀκριβῶς διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου εὐρισκομένου, ἀέρος. Ἔστω ὅτι, ἡ φιάλη εἶναι πλήρης ἀέρος ἢ δὲ στρόφιγγις ἀποκλείει πᾶσαν ἐπαφὴν τοῦ, ἐντὸς τῆς φιάλης, ἀέρος μὲ τὸ περιβάλλον. Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου σκέλους τοῦ ζυγοῦ κατάλληλον βάρος ὥστε ὁ ζυγὸς νὰ εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπία. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν προσεκτικῶς δι' ἀντλίας ἀέρα ἐκ τοῦ δοχείου τότε παρατηροῦμεν ἀμέσως ὅτι ἡ ἰσορροπία παύει ὑφισταμένη, πρέπει δὲ νὰ τοποθετηθῇ εἰς τὸν ζυγὸν βάρος μικρότερον τοῦ πρώτου διὰ τὴν ἐκ νέου ἀποκατάστασίν της. Ἡ διαφορὰ τῶν ἰσορροπούντων τὸν ζυ-

γὸν βαρῶν πρὸ καὶ μετὰ τὴν ἀντλήσιν ἀντιπροσωπεύει τὸ βάρος τοῦ ἀφαιρεθέντος ἀέρος.

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣ. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς πυκνότητος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος χρησιμοποιοῦμεν ἀκριβῶς τὴν φιάλην τοῦ



Σχ. 9-1. Τρόπος προσδιορισμοῦ τοῦ βάρους τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

προηγούμενου πειράματος και μάλιστα όταν ώρισμένη ποσότης αέρος ἔχη ἀντληθῆ ἔξ αὐτῆς, ὁπότε, κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἀρκεῖ νὰ προσδιορισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἀφαιρεθέντος καὶ γνωστοῦ βάρους αέρος. Βυθίζομεν τὸν ἐξ ἐλαστικοῦ σωλήνα τὸν εὐρισκόμενον ἐπὶ τοῦ πόματος τῆς φιάλης ἐντὸς ὕδατος καὶ ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα. Τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται ἐντὸς τῆς φιάλης καὶ καταλαμβάνει τὸν χώρον τοῦ ἀντληθέντος αέρος. Ζυγίζομεν τὴν φιάλην ὁπότε ἡ αἴξησις τοῦ βάρους τῆς θά δηλοῖ τὸ βάρος τοῦ εἰσαχθέντος ὕδατος. Ἀπὸ τὸ βάρος ὅμως τοῦ ὕδατος εὐρίσκομεν ἀμέσως καὶ τὸν ὄγκον τοῦ, ὁποῖος βεβαίως ἰσοῦται πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ ἀναρροφηθέντος αέρος. Τοιοῦτοτρόπως γνωρίζομεν τόσον τὸ βάρος ὅσον καὶ τὸν ὄγκον τῆς ἀντληθείσης ποσότητος καὶ διὰ διαιρέσεως τοῦ βάρους διὰ τοῦ ὄγκου προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητα τοῦ αέρος. Εἶναι προφανές ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αέρος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος.

Ο ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ ΕΞΑΣΚΕΙ ΠΙΕΣΙΝ. Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις δεικνύεται διὰ πλείστων πειραμάτων, τὸ ἀπλούστερον τῶν ὁποίων εἶναι τὸ τοῦ σχήματος 9-2. Ἐὰν καλύψωμεν τὸ στόμιον ποτηρίου ὕδατος διὰ φύλλον χάρτου καὶ ἀναστρέψωμεν τὸ ποτήριον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν χύνεται, διότι τὸ φύλλον τοῦ χάρτου συγκρατεῖται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

Σχ. 9-3. Τὸ ἱστορικὸν πείραμα τῶν ἡμισφαιρίων, ἐκτελεσθὲν ὑπὸ τοῦ Δημάρχου τοῦ Μαγδεμβούργου Otto von Guericke.



Σχ. 9-2. Ἡ πίεσις τοῦ αέρος συγκρατεῖ τὸ φύλλον τοῦ χάρτου ἐπὶ στομίῳ τοῦ ποτηρίου.

OTTO VON GUERICKE. Τὸ πλέον δονομαστόν, ἀπὸ ἱστορικῆς ἀπόψεως, πείραμα διὰ τὴν ἀπόδειξιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, εἶναι τὸ πείραμα τῶν ἡμισφαιρίων τοῦ Μαγδεμβούργου.

Ἡ συσκευή αὐτή, ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ τότε δημάρχου τοῦ Μαγδεμβούργου Otto von Guericke, ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κοῖλα μεταλλικὰ ἡμισφαίρια διαμέτρου 10 ἕως 15 cm μὲ λίαν παχέα τοιχώματα. Τὰ χεῖλη τοῦ ἑνὸς ἐξ αὐτῶν φέρουν δερμάτινον δακτύλιον λιπασμένον, διὰ νὰ γίνεταί ὅσον τὸ δυνατόν καλύτερα ἡ ἐπαφή τῶν δύο ἡμισφαιρίων. Τὸ αὐτὸ ἡμισφαίριον φέρει καὶ στρόφιγγα, ἀπὸ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατόν νὰ ἀφαιρεθῇ ὁ ἐντὸς τῆς κοιλότητος ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ δι' ἀντλίας.

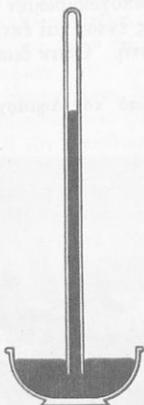
Ἐφ' ὅσον τὰ κοῖλα ἡμισφαίρια περιέχουν ἀτμοσφαιρικὸν αέρα, δυνάμεθα εὐκόλως νὰ τὰ ἀποχωρίσωμεν διότι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τῆς σφαιρας εἶναι ἡ αὐτή. Ὅταν ὅμως ἀφαιρεθῇ



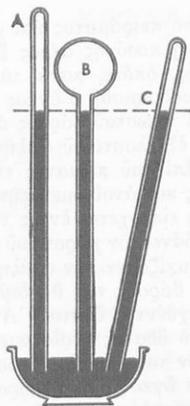
ό εντός αὐτῶν ὑπάρχων ἀήρ, ἀπαιτεῖται νὰ καταβληθῆ πολὺ μεγάλη δύναμις διὰ νὰ ἀποχωρισθοῦν τὰ ἡμισφαίρια, τοῦτο δὲ ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δρωσῶν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ TORRICELLI. Σωλὴν ὑάλινος, κλειστός κατὰ τὸ ἓνα ἄκρον, πληροῦται τελείως διὰ καθαρῶ καὶ ἀπηλλαγμένου ὑγρασίας ὕδαργύρου. Κλείομεν ἀκολούθως τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλήνος διὰ τοῦ δακτύλου καὶ ἀναστρέφωμεν αὐτὸν ἐντὸς λεκάνης περιεχοῦσης ὕδαργγυρον (σχῆμα 9-4). Ἐὰν ἀκολουθῶς ἀπομακρύνωμεν τὸν δάκτυλον, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὕδαργγυρος κατέρχεται ὀλίγον εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τέλος ἰσοροπεῖ, καὶ μάλιστα εἰς ὕψος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδαργγυρου, ἀνεξάρτητον τῆς μορφῆς ἢ κλίσεως τοῦ σωλήνος. Ἡ ἐρμηνεία τὴν ὁποίαν ἔδωσεν ὁ Torricelli καὶ τὴν ὁποῖαν δεχόμεθα καὶ σήμερον, εἶναι ὅτι τὸ βάρος τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης ἰσοροπεῖται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως τῆς ἀσκουμένης ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδαργγυρου.

Εἶναι φανερὸν ὅτι, εἰς τὸν ἄνωθεν τοῦ ὕδαργγυρου χώρον τοῦ σωλήνος δὲν ὑπάρχει ἀήρ. Ὁ χώρος οὗτος καλεῖται **βαρομετρικὸς θάλαμος**, ἐντὸς



Σχ. 9-4. Πείραμα Torricelli. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσοροπεῖ τὸ βάρος τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης.



Σχ. 9-5. Τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς μορφῆς καὶ τῆς κλίσεως τῶν σωλήνων A, B, ἢ C.

αὐτοῦ δὲ λέγομεν ὅτι, ἐπικρατεῖ **βαρομετρικὸν κενόν**.

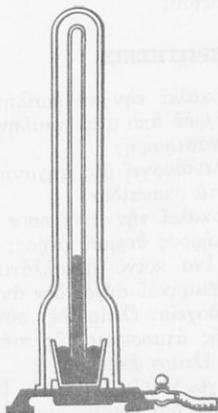
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ PASCAL. Διὰ νὰ ἀποδείξῃ τὴν θεωρίαν τοῦ Torricelli, ὁ Pascal ἐπενόησε τὸ ἀκόλουθον πείραμα. Ἐλαβε δύο ἰσομήκεις ὑάλινους σωλήνας, οἱ ὁποῖοι περιεῖχον τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδαργγυρου εἰς διάταξιν ὁμοίαν μετὴν ἐν τῷ σχήματι 9-4 ἐμφανιζομένην. Ἡ μία διάταξις ἐτοποθετήθη εἰς τοὺς πρόποδας ὄρους τινός, ἐνῶ ἡ ἑτέρα ἀνεβιβάσθη εἰς τὴν κορυφὴν του, εἰς ὕψος 1000 m. Παρατηρήθη τότε ὅτι, τὸ ὕψος τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης δὲν ἦτο τὸ αὐτὸ εἰς τὰς δύο διατάξεις. Τὸ ὕψος τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ ὄρους ἦτο μικρότερον τοῦ ὕψους τῆς ἀντιστοίχου στήλης, εἰς τοὺς πρόποδας καὶ μάλιστα ἐμετρήθη διαφορά 10 cm περίπου. Ἀφ' ἑτέρου παρατηρήθη ὅτι, ἡ ἐλάττωσις τοῦ ὕψους τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης δὲν ἐγένετο ἀποτόμως ἀλλὰ ὁμαλῶς συναρτήσει τοῦ ὑψομέτρου. Διεπιστώθη τέλος ὅτι, τὸσον τὸ εἰς ὑψόμετρον 1000 m εὐρισκόμενον ὕψος τῆς ὕδαργγυρικῆς στήλης, ὅσον καὶ τὸ εἰς τοὺς πρόποδας εὐρισκόμενον οὐδεμίαν μεταβολὴν ὑφίσταντο μετὴν πάροδον τοῦ χρόνου. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐπιβεβαίωσεν τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Torricelli διότι ἡ μόνη διαφορὰ εἰς τὰς συνθήκας διεξα-

γωγῆς τῶν δύο πειραμάτων ἦτο προφανῶς ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις.

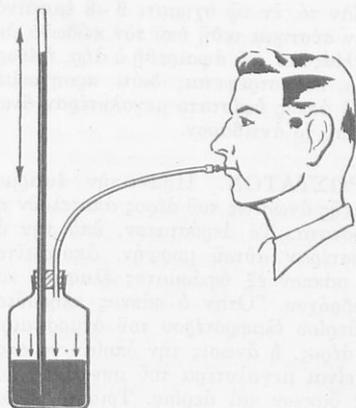
Βεβαίως δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ διεξάγωμεν τὰ πειράματα εἰς τὴν κορυφὴν καὶ πρόποδας ὕδρου. Τὰ αὐτὰ συμπεράσματα προκύπτουν καὶ ἐὰν τοποθετήσωμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχήματος 9-4 ἐντὸς κλωβοῦ καὶ τῇ βοηθείᾳ μιᾶς ἀναρροφητικῆς ἀντλίας, ἐλαττώσωμεν τὴν, ἐντὸς τοῦ κλωβοῦ εὐρισκόμενῃν, ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. (Σχῆμα 9-6). Ἐὰν ἐλαττώσωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἀναρροφῶντες ἀέρα ἐκ τοῦ κλωβοῦ, τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐλαττοῦται ἐπίσης, ἐνῶ ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα νὰ εἰσέλθῃ πάλιν ἐντὸς τοῦ κλωβοῦ τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀμέσως ἀυξάνει.

Ἄλλῃ ἀπλῇ διάταξις ἐμφαίνουσα τὰς μεταβολὰς τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης εἶναι ἡ, εἰς τὸ σχῆμα 9-7 ἀπεικονιζομένη. Ἀναρροφῶντες ἢ προσθέτοντες ἀέρα εἰς τὸν ἐντὸς τῆς φιάλης εὐρισκόμενον, ἐλαττοῦμεν ἢ ἀυξάνομεν ἀντιστοίχως, τὴν πίεσιν αὐτοῦ μὲ ἀποτέλεσμα τὴν μεταβολὴν τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης.

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ, ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΕΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ.
Σῶμα εὐρισκόμενον ἐντὸς ἀερίου μάζης

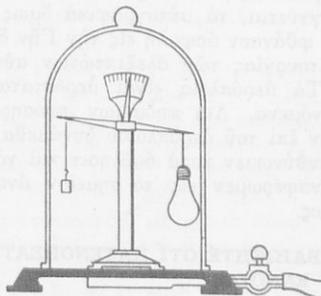


Σχ. 9-6. Τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐλαττοῦται καθὼς ὁ ἀὴρ ἀναρροφᾶται ἐκ τοῦ ὑαλίνου κλωβοῦ.



Σχ. 9-7. Τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης μεταβάλλεται συναρτήσει τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου, ἐξασκουμένης πίεσεως

ὑφίσταται, ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ὑγρῶν, κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις δυνάμεις καθέτους ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ. Ἡ συνισταμένη ὄλων τῶν δυνάμεων τούτων εἶναι δυνάμις διευθυνομένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἡ ὁποία, ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ὘δροστατικῆς, καλεῖται ἄνωσις, ἡ δὲ ἀριθμητικὴ τιμὴ αὐτῆς ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὄγκου ἀέρος. Ἡ ἄνωσις τῶν ἀερίων, καὶ ἐιδικώτερον τοῦ ἀέρος, δεῖκνυται διὰ τῆς ἐν σχήματι 9-8 συσκευῆς. Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἀέρια, ὅπως ἀκριβῶς εἰς τὰ ὑγρά.



Σχ. 9-8. Ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται διὰ τῆς ἀναρροφῆσεως, τοῦ ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου κλωβοῦ ἀερίου.

Ἐάν τό, ἐν τῷ σχηματι 9-8 ἐμφαινόμενον σύστημα τεθῆ ὑπό τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ τοῦ ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται, διότι προηγουμένως ὁ ἀσπὸς ὑψίστατο μεγαλύτεραν ἄνωσιν ἀπὸ τὸ ἀντίβαρον.

ΑΕΡΟΣΤΑΤΟΝ. Πρακτικὴν ἐφαρμογὴν τῆς ἀνώσεως τοῦ ἀέρος ἀποτελοῦν τὰ αερόστατα. Τὸ αερόστατον, ὑπὸ τὴν ἀπλοστέραν αὐτοῦ μορφήν, ἀποτελεῖται ἀπὸ σάκκον ἐξ ὑφάσματος ἐλαφροῦ καὶ ἀδιαβρόχου. Ὅταν ὁ σάκκος πληροῦται δι' ἀερίου ἐλαφροτέρου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἢ ἄνωσις τὴν ὁποῖαν ὑφίσταται εἶναι μεγαλύτερα τοῦ συνολικοῦ βάρους σάκκου καὶ ἀερίου. Τοιοῦτοτρόπως ἀφιεμένου τοῦ αεροστάτου ἐλευθέρου, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἀνέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, μέχρις ὅτου συναντήσῃ στρώματα ἀραιότερα, ὅτε ἡ ἄνοδος ἀνακόπεται, διότι τὸ βῆρος τοῦ ἰσορροπεῖται ἀκριβῶς ὑπὸ τῆς ἀνώσεως, ἐφ' ὅσον βεβαίως τὸ περίβλημα αὐτοῦ εἶναι τόσον ἀνθεκτικόν, ὥστε νὰ μὴ διαρραγῆ λόγῳ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἐξωθεν πιέσεως. Ὡς ἀέριον πληρώσεως αὐτοῦ χρησιμοποιεῖται ὕδρογόνον ἢ ἥλιον. Ἄν καὶ τὸ ἥλιον εἶναι βαρύτερον τοῦ ὕδρογόνου, ἐν τούτοις χρησιμοποιεῖται περισσότερο διὰ λόγους ἀσφαλείας ἐναντι ἀποτόμου ἐκρήξεως. Μεγίστην ἐφαρμογὴν εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ἐρεῦνας ἔχουν ἰδίως τὰ ἐλεύθερα αερόστατα, εἰς τὰ ὁποῖα τοποθετοῦνται αὐτογραφικὰ ὄργανα ἐφωδιασμένα δι' ἀλεξιπτώτων. Τὰ αερόστατα ταῦτα, τὰ ὁποῖα πληροῦνται δι' ὕδρογόνου ἀνέρχονται εἰς μεγάλα ὕψη. Τὸ περίβλημα αὐτῶν διαρρηγνύεται, τὰ αὐτογραφικὰ ὅμως ὄργανα φθάσαν ἀσφαλῆ εἰς τὴν Γῆν διὰ τῆς λειτουργίας τῶν ἀλεξιπτώτων αὐτῶν.

Τὰ αερόπλοια εἶναι αερόστατα διευθυνόμενα. Διὰ πηδαλίων προσηρμοσμένων ἐπὶ τοῦ αεροπλοίου δυνάμεθα νὰ τὸ διευθύνωμεν κατὰ βούλησιν καὶ νὰ τὸ ἐπαναφέρωμεν εἰς τὸ σημεῖον ἀναχωρήσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Βῆρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος
Πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος
Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις

Τὸ πείραμα τοῦ Otto von Guericke
Τὸ πείραμα τοῦ Torricelli
Κινοῦσα πρὸς τὰ ἄνω δύνამις αεροστάτου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πῶς δύνασθε νὰ ἀποδείξετε ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ἔχει βῆρος;
2. Πῶς δύναται νὰ μετρηθῆ ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος;
3. Ἀπὸ ποίας συνθήκας ἐξαρτᾶται ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος;
4. Περιγράψατε δύο πειράματα, ἐκ τῶν ὁποῖων νὰ δεικνύεται ὅτι, ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ἐξασκεῖ πίεσιν.
5. Ἐξασκεῖ πίεσιν ὁ ἀήρ πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις; Πῶς δύναται τοῦτο νὰ δειχθῆ διὰ πειράματος;
6. Περιγράψατε τὸ πείραμα τοῦ Otto von Guericke.
7. Περιγράψατε τὸ πείραμα τοῦ Torricelli.
8. Ποία ἡ κατὰ τὸν Torricelli αἰτία, ἡ ὁποία, κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματός του, συγκρατεῖ τὸν ὑδράργυρον ἐντὸς τοῦ σωλήνος;
9. Πῶς ὁ Pascal ἀπέδειξε τὴν ἰδέαν αὐτὴν τοῦ Torricelli;
10. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν τὸ αὐτὸ πείραμα νὰ δειχθῆ μὲ μίαν ἀεραντλίαν;
11. Κατὰ ποῖον τρόπον ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐξηγεῖ τὴν ἀνύψωσιν ἐνὸς αεροστάτου;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί προκαλεῖ τὴν μὴ ὁμαλὴν ἐκροὴν ἐνὸς ὕγρου ἀπὸ μίαν φιάλην ἡ ὁποία ἔχει ἀναστραφῆ;
2. Πῶς λειτουργεῖ μία μηχανὴ ἀπορροφῶσα τὰ σκουπίδια;
3. Τί προκαλεῖ τὴν ἀνύψωσιν αεροστάτου πλήρους θερμοῦ ἀέρος;
4. Διατί ἓνα κοινὸ «ματλλόν» πλήρες ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος δὲν ἀνυψοῦται;
5. Διατί δοχεῖον ἐλαίου δὲν συνθλίβεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως μόλις τὸ ἔλαιον ἐκρεύσῃ;
6. Οἱ τοῖχοι κτιρίων πίπτουν ἐνίοτε κατὰ τὴν διάρκειαν ἀνεμοστροβίλων πρὸς τὰ ἔξω. Διατί;
7. Ἐάν δύο σωλῆνες διαφόρου διαμέτρου χρησιμοποιηθοῦν εἰς τὸ πείραμα

του Torricelli, πῶς δύνανται νὰ συγκριθοῦν τὰ βάρη τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν;

8. Τὸ ἥλιον εἶναι διπλασίως βαρύτερον τοῦ ὑδρογόνου. Δύο ὅμοια αερόστατα πληροῦνται τὸ ἓνα μὲ ἥλιον καὶ τὸ ἄλλο μὲ ὑδρογόνον. Ἡ ἄνωσις ἢ δρῶσα ἐπὶ τοῦ αεροστάτου μὲ τὸ ὑδρογόνον θὰ εἶναι διπλασία τῆς ἀνώσεως τῆς δρώσης ἐπὶ τοῦ αεροστάτου μὲ τὸ ἥλιον;
9. Διὰ τί κατὰ τὰς συνήθεις ζυγίσεις δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ ἄνωσις τοῦ ἀέρος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Λαμβάνομεν ἓνα παλαιὸν σήνηθες δοχεῖον πετρελαίου φέροντος ὁπὴν πρὸς τὰ ἄνω, εἰσάγομεν ποσότητα ὕδατος καὶ θερμαίνομεν τοῦτο μέχρι βρασμοῦ. Τὸ δοχεῖον θὰ πρέπει βεβαίως, νὰ εἶναι τελείως καθαρὸν εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος καὶ ἰδιαίτερος νὰ ἔχη καθαρισθῆ ἐπιμελῶς ἀπὸ παντὸς εἶδους ὑπολείματα, τὰ ὁποῖα θὰ ἠδύναντο κατὰ τὸν βρασμὸν νὰ δώσουν εὐφλέκτους ἀτμούς. Διατηροῦμεν τὸν βρασμὸν τοῦ ὕδατος ἐπὶ χρονικὸν τι διάστημα, μέχρις ὅτου ἐκδιωχθῆ ὑπὸ τῶν παραγομένων ἀτμῶν ὅλος ὁ ἐντὸς τοῦ δοχείου περιεχόμενος ἀήρ, καὶ κλειομεν ἀκολούθως τὸ δοχεῖον αεροστεγῶς. Ἐὰν ἀκολούθως ἀφήσωμεν τὸ δοχεῖον νὰ ψυχθῆ, οἱ ἐντὸς αὐτοῦ ὑπάρχοντες ὕδρατμοί, ὑγροποιοῦνται, οὗτο δὲ σχηματίζεται ἐντὸς τοῦ δοχείου κενόν, ὅτε παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ δοχεῖον ἀποτόμως παραμορφοῦται συνθλιβόμενον ὑπὸ τῆς ἐξωθεν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων του δρώσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἐὰν 13 ft^3 ἀέρος ζυγίσουν 1 lb , πόσα κιλά ἀέρος ὑπάρχουν εἰς τὸ δωμάτιόν σας;
2. Ἀσκὸς ὄγκου 2000 cm^3 ζυγίζει 450 gr ὅταν ὁ ἀήρ ἔχη ἀναρροφηθῆ ἐξ αὐτοῦ καὶ $452,5 \text{ gr}$ ὅταν εἶναι πλήρης ἀέρος. Ποῖα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος;

3. Ἀερόστατον ἔχει ὄγκον 855 m^3 . Ποῖα ἡ δύναμις ἀνώσεως αὐτοῦ ὅταν εἶναι πλήρης ὑδρογόνου. Τὸ βάρος 285 m^3 ἀέρος εἶναι 360 kg καὶ 285 m^3 ὑδρογόνου εἶναι 25 kg .
4. Νὰ προσδιορισθῆ ἡ δύναμις ἀνώσεως ὅταν τὸ αερόστατον τοῦ προηγουμένου προβλήματος γεμισθῆ μὲ ἥλιον. Τὸ βάρος 285 m^3 ἡλίου εἶναι 50 kg .
5. Ποῖα ἡ ὀλικὴ δύναμις τοῦ ἀέρος ἡ κρατούσα ἐνωμένα τὰ δύο ἡμισφαίρια κατὰ τὸ πείραμα τοῦ von Guericke; Ἡ διάμετρος τῶν νὰ ληφθῆ ἴση πρὸς 15 cm καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἴση πρὸς 1 kg/cm^2 .
6. Τὸ μεγαλύτερον κατασκευασθὲν αερόπλοιον εἶχε ἐκτόπισμα 143000 m^3 . Τὸ βάρος τοῦ αερόπλοιοῦ ἄνευ φορτίου καὶ πληρώματος ἦτο 110 ton . Ποῖον ἦτο, κατὰ προσέγγισιν, τὸ μέγιστον φορτίον, τὸ ὅποιον ἠδύνετο νὰ φέρῃ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρῆς ἐὰν ἦτο πλήρης ὑδρογόνου. (Ἄπαν. περὶ του 76 ton).

B

7. Εἰς ποῖον βάθος ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν λίμνης ἢ πίεσις εἶναι διπλασία τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ὅταν ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν εἶναι 1 kg/cm^2 .
8. Δίδεται ζεύγος ἡμισφαιρίων Μαγδεμβούργου διαμέτρου 5 cm . Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 1 kg/cm^2 . Ζητεῖται πόση εἶναι ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις διὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν : α) ὅταν τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῶν εἶναι τελείως κενὸν ἀέρος, β) ὅταν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ἡ πίεσις εἶναι $0,34 \text{ kg/cm}^2$.
9. Ἀἰρ ἐγκλείεται εἰς δοχεῖον κυλινδρικὸν καὶ κατακόρυφον δι' ἐμβολῶς ἔχοντος βάρος $3,9 \text{ kg}$ καὶ ἐπιφάνειαν 26 cm^2 . Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι $0,85 \text{ kg/cm}^2$, πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος;
10. Νὰ ὑπολογισθῆ, εἰς gr , τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸν ἀέρα μεταλλικὸν τεμάχιον πραγματικοῦ βάρους 100 gr καὶ ὄγκου 12 cm^3 , γνωστοῦ ὄντος ὅτι τὸ βάρος 1 λίτρου ἀέρος, ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, εἶναι $1,23 \text{ gr}$.

ΕΔΑΦΙΟΝ 10. Τὸ βαρόμετρον καὶ αἱ χρήσεις του.

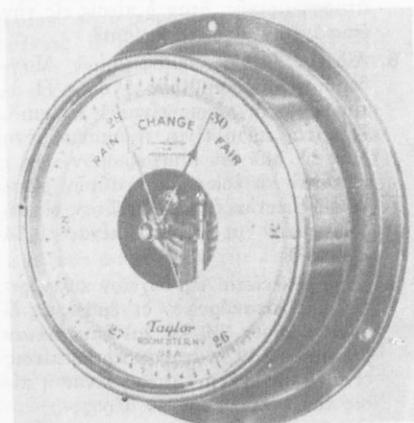
ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ, ΕΝΑΣ ΣΩΛΗΝ ΤΟΥ ΤΟΡΡΙΚΕΛΛΙ. Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς ὑαλίνου σωλήνος καὶ ἐνὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου τοῦ εἰς διάταξιν ὁμοίαν, πρὸς ἐκείνην τοῦ πειράματος Torricelli. Εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν βαρομέτρων χρειάζεται ἐξαιρετικὴ προσοχὴ κατὰ τὴν ἀφαίρεσιν, τοῦ ἀέρος ἐκ τοῦ σωλήνος πρὸς ἐπίτευξιν κενοῦ. Ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη χρησιμοποιεῖται τόσον εὐρέως διὰ τὴν μέτρησιν τῆς πίεσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἢ ἄλλων ἀερίων, ὥστε ἡ πίεσις τῶν ἀερίων πλειστάκις ἐκφράζεται εἰς ἑκατοστὰ στήλης ὑδραργύρου.

ΤΟ ΠΡΩΤΟΝ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ. Λέγεται ὅτι ὁ Otto von Guericke ἔκαμε τὰς πρώτας παρατηρήσεις ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ βαρόμετρον του ἀποτελεῖτο ἐξ ὑαλίνου σωλήνος πλήρους ὕδατος, τὸ κάτω ἄκρον τοῦ ὁποίου ἦτο βυθισθὸν ἐντὸς δοχείου, ἐνῶ τὸ ἄνω ἄκρον προεξείχε τῆς ὀροφῆς τῆς οἰκίας του. Ἐντὸς τοῦ σωλή-

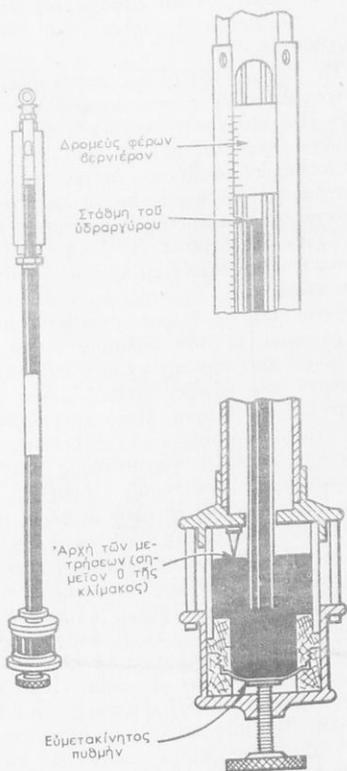
νος ἐπέπλεε τοῦ ὕδατος, μικρὸν ξύλινον ἀνθρώπινον ὁμοίωμα. Ὅσάκις ὁ καιρὸς ἦτο αἰθριὸς τὸ ὁμοίωμα ἐφαίνετο ὑπεράνω τῆς ὀροφῆς, ἐνῶ ὁσάκις ὁ καιρὸς ἦτο νεφελώδης ἢ στάθμη τοῦ ὕδατος κατήρχετο ἐντὸς τοῦ σωλήνος καὶ κατὰ συνέπειαν τὸ ὁμοίωμα ἐξηφανίζετο ὀπισθεν τῆς ὀροφῆς.

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. Τὰ ὑδραργυρικὰ βαρόμετρα πρέπει νὰ εἶναι ὀπωσδήποτε κατακόρυφα. Ἐπάρχουν, ἐν τούτοις, περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας τὰ βαρόμετρα πρέπει νὰ λειτουργοῦν κανονικῶς καὶ ὑπὸ οἰανδήποτε κλίσιν. Διὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην χρησιμοποιοῦμεν τὰ Μεταλλικὰ Βαρόμετρα. Τὰ μεταλλικὰ βαρόμετρα ἀποτελοῦνται ἐκ μεταλλικοῦ θαλάμου κενοῦ ἀέρος, στηριζομένου συνήθως ἐπὶ ξυλίνης βάσεως. Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ θαλάμου εἶναι πνυχταῖ, οὕτως ὥστε νὰ παρουσιάζουν μεγαλύτεραν ἐπιφάνειαν εἰς τὴν ἔξωθεν ἐπιφερομένην πίεσιν. (Σχῆμα 10-3). Ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀξιάναται, τὸ εὑκαμπτον κάλυμμα τοῦ θαλάμου ὠθεῖται πρὸς τὰ κάτω. Τὸ ἀντίστροφον συμβαίνει, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Ἐν πάσῃ περιπτώσει, ἡ κίνησις αὕτη τῆς μεμβράνης, τὸ εὖρος τῆς ὁποίας εἶναι ἐλάχιστον, μεγεθύνεται τῇ βοηθειᾷ μογλῶν συνδεδεμένων μέσῳ λεπτῆς μεταλλικῆς ἀλύσεως μετὰ τῆς ἀτράκτου ἐπὶ τῆς ὁποίας εἶναι προσηρμοσμένος ὁ δείκτης. Οὕτω μία μικρὰ κίνησις τοῦ καλύμματος τοῦ θαλάμου συνεπάγεται σημαντικὴν, κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἦττον μεταβολὴν τῆς θέσεως τοῦ δείκτου τοῦ ὄργανου. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται, ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον ἢ πρὸς ἄλλας διατάξεις, αἱ ὁποῖαι ἐπιτρέπουν τὴν ἀνάπτυξιν γνωστῶν πιέσεων.

Τὰ μεταλλικὰ βαρόμετρα, διὰ καταλλήλου τροποποιήσεως αὐτῶν, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς αὐτογραφικὰ βαρόμετρα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται βαρογράφοι. Τὰ ὄργανα ταῦτα παρέχουν καμπύλην καταγραφομένην ἐπὶ κυλίνδρου κεκαλυμμένου διὰ φύλλου χάρτου, εἰδικῶς χαρακωμένου, καὶ περιστρεφομένου ἰσο-



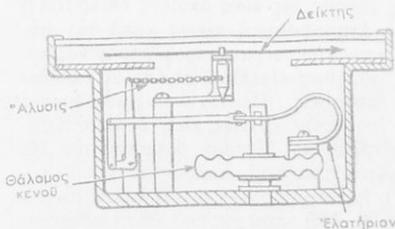
Σχ. 10—1. Μεταλλικὸν Βαρόμετρον. Ὁ ἓνας δείκτης δύνата νὰ μετακινήθῃ διὰ στροφῆς τῆς προεξεχούσης λαβῆς. Ὁ ἕτερος δείκτης χρησιμεύει διὰ συγκρίσεις τῶν ἀλλαγῶν τῆς βαρομετρικῆς πίεσεως.



Σχ. 10—2. Ύδραργυρικό βαρόμετρον διά λίαν ακριβείς μετρήσεις ατμοσφαιρικών πιέσεων. Ὁ πυθμής, κατεσκευασμένος ἐξ εὐκάμπτου μεμβράνης μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ρυθμίσωμεν δι' ἀνυψώσεως ἢ καταβίβασέως του τὴν χωρητικότητα τῆς λεκάνης ὥστε ἡ ἐλευθέρῃ ἐπιφάνειά νὰ ἐπάπτεται πάντοτε τοῦ ἄκρου τῆς μικρᾶς ἀκίδος τὸ ὁποῖον καθορίζει ἀκριβῶς τὸ σημεῖον 0 τῆς κλίμακος. Ὁ Βερνιέρος τέλος μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα ἀκριβεστάτων μετρήσεων.

ταχῶς δι' ὄρολογιακοῦ μηχανισμοῦ (σχῆμα 10 - 4).

ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ ΚΑΙ ΑΙ ΚΑΙΡΙ-ΚΑΙ ΣΤΝΘΗΚΑΙ. Ὡς γνωρίζομεν ἡ ατμοσφαιρική πίεσις μετρεῖται δι' ὑδραργυρικό βαρομέτρον καὶ συνήθως ἀνάγε-



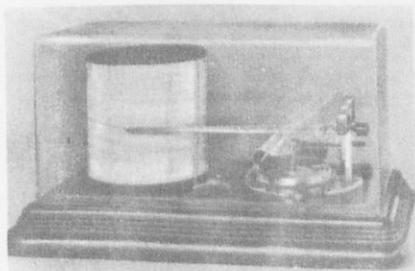
Σχ. 10—3. Τὰ βασικά τμήματα ἐνὸς μεταλλικοῦ βαρομέτρον. Ἡ παραμικρὰ κίνησις τοῦ καλύμματος τοῦ θαλάμου πολλαπλασιαζομένη ὑπὸ τοῦ συστήματος τῶν μοχλῶν συνεπάγεται σημαντικὴν μεταβολὴν τῆς θέσεως τοῦ δείκτη.

ται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°C καὶ εἰς τὴν κανονικὴν θαρύτητα (πλάτος 45°). Ἡ πίεσις μετρεῖται κυρίως ἢ εἰς ἑκατοστὰ στήλης υδραργύρου ἢ εἰς millibar. Ἐνα bar εἶναι πίεσις 1000000 dynes/cm². Μία dyne ἰσοῦται πρὸς 1/980 gr.

Ἡ μεταβολὴ τῆς ατμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν τόπον ὑφίσταται διακυμάνσεις κατὰ ὀλίγα ἑκατοστὰ. Κατὰ μέσον ὄρον τὸ ὕψος τῆς υδραργυρικής στήλης εἶναι 76 cm.

Αἱ τιμαὶ τῆς ατμοσφαιρικῆς πίεσεως καθορίζονται εἰς διαφόρους τόπους ὑπὸ τῶν Μετεωρολογικῶν Σταθμῶν καὶ καταγράφονται εἰς εἰδικούς μετεωρολογικούς χάρτας.

Ἐφ' ὅσον ὁ χάρτης ἀναφέρεται εἰς ἐκτεταμένην περιοχὴν, ἐὰν ἐνώσωμεν ὅλους



Σχ. 10.—4. Βαρογράφος. Αἱ μεταβολαὶ τῆς πίεσεως, καταγράφονται αὐτομάτως διὰ χρο-νικὸν διάστημα μᾶς ἑβδομάδος.

τούς τόπους, εις τοὺς ὁποίους ἐπικρατεῖ ἡ αὐτὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν προκύπτουν καμπύλαι, συνήθως κλεισταί, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ἰσοβαρεῖς. Περιοχὰς περικλειόμεναι ὑπὸ ἰσοβαρῶν, αἵτινες καθ' ὅσον πλησιάζουν πρὸς τὸ κέντρον ἀντιστοιχοῦν εἰς μικροτέρας πιέσεις, καλοῦνται περιόχαι ἡ κέντρα χαμηλῶν πιέσεων, ἐνῶ περιεχόμεναι ὑπὸ ἰσοβαρῶν, αἵτινες καθ' ὅσον πλησιάζουν πρὸς τὸ κέντρον ἀντιστοιχοῦν εἰς μεγαλυτέρας πιέσεις καλοῦνται περιόχαι ἡ κέντρα ὑψηλῶν πιέσεων.

Εἰς περιοχὰς ὅπου αἱ ἰσοβαρεῖς ἀπέχουν πολὺ ἀπ' ἀλλήλων, ὑφίσταται μικρὰ μεταβολὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἐνῶ εἰς περιοχὰς ὅπου αἱ ἰσοβαρεῖς κείνται πλησίον ἀλλήλων, ἡ μεταβολὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἶναι μεγάλη.

Ὁ ἄνεμος ἀποτελεῖ κινουμένην μᾶζαν ἀέρος, ἡ ὁποία κινεῖται ἀπὸ περιοχῆς μεγάλης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως πρὸς περιοχὴν μικροτέρας ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ὁ ἄνεμος χαρακτηρίζεται κυρίως ἐκ δύο στοιχείων, ἐκ τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς ταχύτητος αὐτοῦ. Ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀνέμου καθορίζεται ὑπὸ τῶν ἀνεμοδεικτῶν, ἐνῶ ἡ ταχύτης αὐτοῦ ματρεῖται διὰ

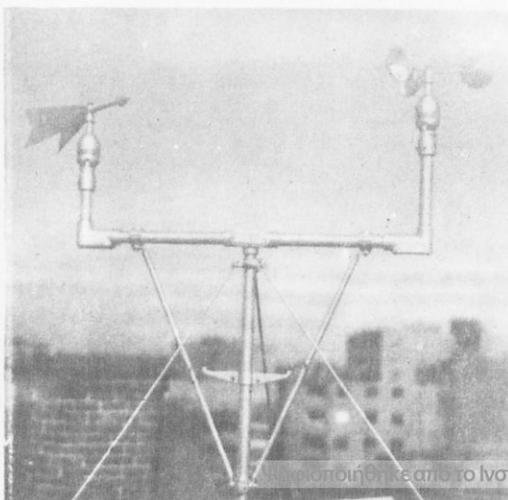
τῶν ἀνεμομέτρων καὶ καθορίζεται εἰς μέτρα, χιλιόμετρα ἢ μίλια καθ' ὥραν. (Σχῆμα 10 - 5).

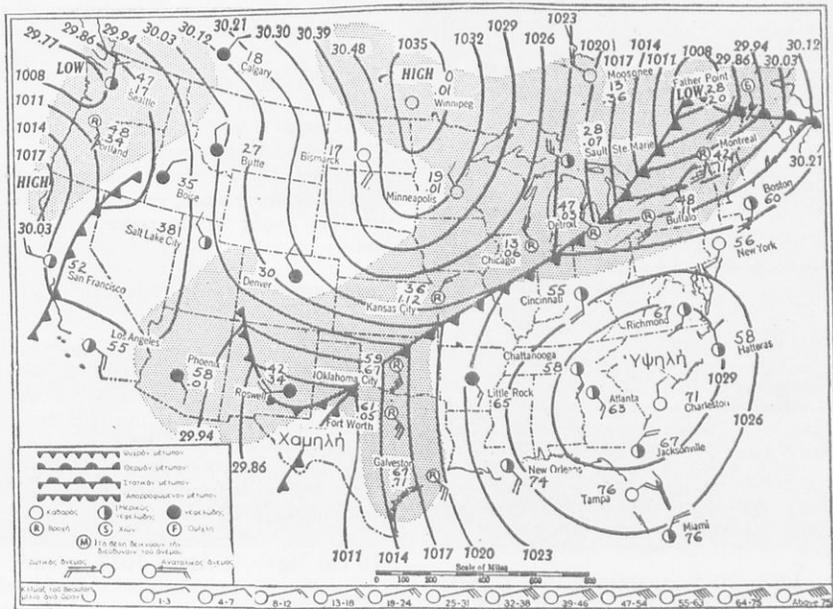
Τὸ Σχῆμα 10 - 6 παριστᾷ ὑπόδειγμα μετεωρολογικοῦ χάρτου καιροῦ τῶν Ἑθνικῶν Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς κατὰ ὀρισμένην ὥραν καὶ ἡμέραν τοῦ ἔτους, μετὰ ἰσοβαρῶν καμπύλων. Μὲ ἓνα μεταλλικὸν βαρόμετρον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀρκετὰ καλὰς καιρικὰς προγνώσεις. Ταῦτα ἔχουν δύο δείκτας. Ὁ ἓνας ἐξ αὐτῶν δύναται νὰ ρυθμισθῇ μέσῳ ἐνὸς χαραγμένου περικοχλίου προσηρμοσμένου ἐπὶ τοῦ ὄργανου ἐνῶ ὁ ἕτερος συνδέεται μέσῳ μηχανισμοῦ μὲ τὸν θάλαμον κενοῦ τοῦ ὄργανου. Διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ θέτομεν τὸν ἔξωθεν ρυθμιζόμενον δείκτην ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Μετὰ τὴν παρέλευσιν ὀρισμένων ὥρων ἐὰν ὁ δείκτης τοῦ ὄργανου δεικνῇ χαμηλοτέρας πιέσεις, δυνάμεθα νὰ προεῖπομεν : βροχὴν, μὲν ἐὰν ἡ μέτρησις ἔγινε κατὰ τὸ θέρος, χιόνα δὲ ἐὰν ἡ μέτρησις ἔγινε κατὰ τὸν χειμῶνα. Ἐὰν ὁ δείκτης δεικνῇ μεγαλυτέρας πιέσεις πρακτικῶς εἰμεθα βέβαιοι ὅτι ὁ καιρὸς θὰ εἶναι αἰθριος. Ἡ πρόγνωσις βασίζεται ἐπὶ τοῦ ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις λίπη ἢ αὐξάνη. Αἱ λέξεις «Αἰθριος» ἢ «Ἀλλαγή» αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀναγεγραμμέναι ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ βαρομέτρου δὲν μᾶς καθιστοῦν ἱκανοὺς διὰ μίαν ἄξιαν λόγῳ πρόγνωσιν. Διὰ νὰ εἰμεθα βέβαιοι διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ ἀπαιτοῦνται περισσότεραι τῆς μιᾶς ἀναγνώσεις. Μόνον διὰ ἀποτόμους ἀλλαγὰς τοῦ καιροῦ ἀρκεῖ μία ἀνάγνωσις.

Διὰ παρατηρήσεις εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας χρησιμοποιοῦμεν τὰς Ραδιοβολίδας (Σχῆμα 10 - 7). Ἡ ραδιοβολὴ σύγκειται ἐξ ἐνὸς μικροῦ ἀερόστατου, τὸ ὁποῖον φέρει ὄργανα καταγραφῆς τῆς πίεσεως, θερμοκρασίας, καὶ ὕγρασιος, καθὼς καὶ ἓνα μικρὸν πομπόν, ὁ ὁποῖος ἀποστέλλει τὰ σήματα. Τὰ σήματα καταγράφονται ὑπὸ ὄργανων τῆς μετεωρολογικῆς ὑπηρεσίας. Εἰς ὀρισμένον ὕψος τὸ ἀερόστατον ἐκρήγνυται καὶ τὰ διάφορα ὄργανα προσγειοῦνται ἀσφαλῶς τῇ βοηθειᾷ ἀλεξιπτῶτων. Τιμὰι λαμβάνονται κάθε 1000 πόδας, ἐνῶ οἱ χάρται καταρτίζονται διὰ ὕψη 5000, 10000, 20000 καὶ 40000 ποδῶν περίπου.

Διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως

Σχ. 10-5. Ὁ ἀνεμοδείκτης καὶ τὸ ἀνεμόμετρον χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς διευθύνσεως καὶ τὴν μέτρησιν τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου.





Σχ. 10—6. Μετεωρολογικός χάρτης.

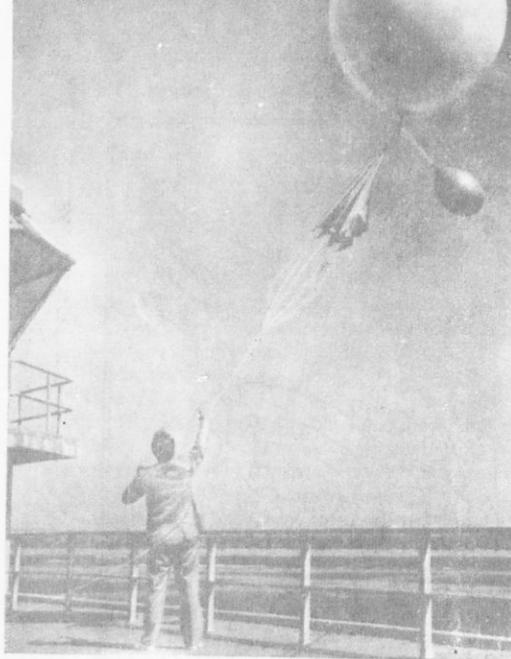
και της ταχύτητος του ανέμου ή Ραδιοβολής παρακολουθείται με Radar.

Τα απαιτούμενα στοιχεία δια την πρόγνωσιν του καιρού είναι ή πίεσις και ή θερμοκρασία επί της επιφανείας της γης, ή τάσις αλλαγής της πίεσεως, οι άνεμοι τόσον επί της επιφανείας της γης, όσον και εις τὰ ανώτερα στρώματα της ατμοσφαιράς και αι περιοχαί και κινήσεις των κέντρων χαμηλής και ύψηλης πίεσεως. Τέλος λαμβάνονται υπ' όψιν και τὰ στοιχεία τὰ ληφθέντα κατά τὰς μετροήσεις των ανωτέρων στρωμάτων της ατμοσφαιράς.

ΨΥΧΡΟΝ ΜΕΤΩΠΟΝ καλείται ή όριακή επιφάνεια μάζης ψυχρού αέρος, ή όποία έκκινεί από τὰς πολικάς περιοχάς, και ή όποία εισχωρεί έντός μάζης θερμότερου αέρος. **Θερμόν Μέτωπον** καλείται ή όριακή επιφάνεια μάζης θερμού αέρος, ή όποία έκκινεί από τὰς τροπικάς περιοχάς, και ή όποία εισχωρεί έντός μά-

ζης ψυχροτέρου αέρος. Τὰ χαρακτηριστικά νέφη τόσον του ψυχρού μετώπου όσον και του θερμού εμφανίζονται εις τὰς εικόνας 10-8 και 10-9. Η εμφάνις του ψυχρού μετώπου σημειούται δια των νεφών Cumulus ενή ή εμφάνις των νεφών Cirus, ακολουθουμένων υπό στρώματος νεφελών, σημειούν την ύπαρξιν θερμού μετώπου. Αι οσιδώεις καιρικά μεταβολαί, εις ένα τόπον, έξαρτώνται από την διέλευσιν, εκ του τόπου αυτού, ένός «μετώπου». Έάν διέλθη ψυχρόν μέτωπόν τότε ή ατμόσφαιρα θά είναι διαγής με μάλλον χαμηλήν θερμοκρασίαν. Έάν, αντίθετως, διέλθη θερμόν μέτωπον, ό καιρός θά είναι νεφελώδης με μάλλον ύψηλήν θερμοκρασίαν ατμοσφαιράς.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Έκ του πειράματος Torricelli δυνάμεθα να καθορίσωμεν την ατμοσφαιρικήν πίεσιν εκ του βάρους της υδραργυρικής στήλης της ισοροπούσης την ατμοσφαιρικήν πίεσιν, υπό



Σχ. 10—7. Ἡ ΡΑΔΙΟΒΟΛΙΣ. Τὸ ἀερόστατον, πλήρες ἡλίου, φέρει τὴν Ραδιοβολίδα εἰς ὕψη 10 καὶ 15 ἀκόμη μιλίων. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς πτήσεως αὐτῆς ἡ Ραδιοβολίς ἐκπέμπει κατὰ βραχέα διαστήματα, σήματα τὰ ὁποῖα καταγράφονται ὑπὸ συσκευῶν εὐρισκόμενων ἐπὶ τῆς γῆς. Βάσει τῶν σημάτων αὐτῶν σχηματίζομεν χάρτας, εἰς τοὺς ὁποίους ἐμφαίνονται ἡ πίεσις, ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ ὑγρασία. Μετὰ τὴν ἐκκρῆξιν τοῦ ἀεροστάτου, εἰς τὰ ἀνώτατα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἔνα ἀλεξίπτωτον ἐπιβραδύνει τὴν πτώσιν τῶν ὀργάνων οὕτως ὥστε ταῦτα νὰ προσγειοῦνται ὁμαλῶς. Ἡ ἐμφαινόμενη εἰς τὴν ἀνωτέρω ἐκκόναν ἀπογείωσις τῆς Ραδιοβολίδος γίνεται ἐκ τῆς ὀροφῆς τοῦ Μετεωρολογικοῦ Γραφείου τοῦ ἀεροδρομίου τῆς Washington.

τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ τομὴ τῆς στήλης λαμβάνεται ἴση πρὸς 1 cm^2 . Διὰ νὰ υπολογίσωμεν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν πίεσιν εἰς gr/cm^2 χρῆσιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν :

$$p = h \cdot d \text{ ὅπου } h = 76 \text{ καὶ } d = 13,6 \text{ gr/cm}^3 \text{ ὁπότε}$$

$$P = 76 \times 13,6 = 1033 \text{ gr/cm}^2$$

Συνήθως ἡ πίεσις ὑδραργυρικῆς στήλης ὕψους 1 mm καλεῖται Torr, καὶ ἐπομένως ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἢ ἰσοροπομένη ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ὕψους 76 cm , δηλ. 760 mm , ἀντιστοιχεῖ εἰς 760 Torr .

Ἐὰν θελήσωμεν νὰ ἐκτελέσωμεν τὸ πείραμα Torricelli δι' ὕδατος, τὸ ὕψος τῆς ὑγρᾶς στήλης, τὸ ὁποῖον θὰ ἰσοροπῇ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, θὰ εἶναι $13,6$ φορές μεγαλύτερον τῆς τοῦ ὑδραργύρου, καθόσον τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι $13,6$ φορές μεγαλύτερον τοῦ ὕδατος ἤτοι :

$$h = 76 \times 13,6 = 1033 \text{ cm} = 10,33 \text{ m}$$

Εἰς τὴν Μετεωρολογίαν ἔχει καθιερωθῆ διεθνῶς ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις νὰ ἐκφράζεται εἰς $\text{millim} \pi \alpha \rho$ (mB), εἶναι δὲ 1000 mB περίπου 750 mmHg , δηλ. $1 \text{ mB} = \frac{3}{4} \text{ mm Hg} = \frac{3}{4} \text{ Torr}$.

Ἡ πίεσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὕψους 76 cm καλεῖται καὶ πίεσις μιᾶς ἀτμοσφαιρας (At).

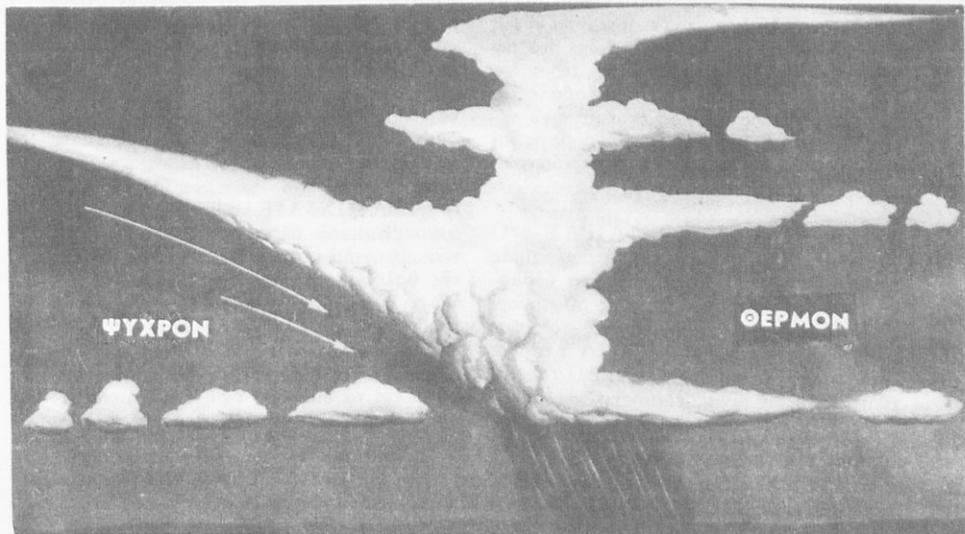
$$76 \text{ cm Hg} = 1 \text{ At} = 1033 \text{ gr/cm}^2$$

Εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα 1 At ἰσοῦται πρὸς τὴν πίεσιν στήλης ὑδραργύρου ὕψους 30 in ἢ δὲ τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἶναι

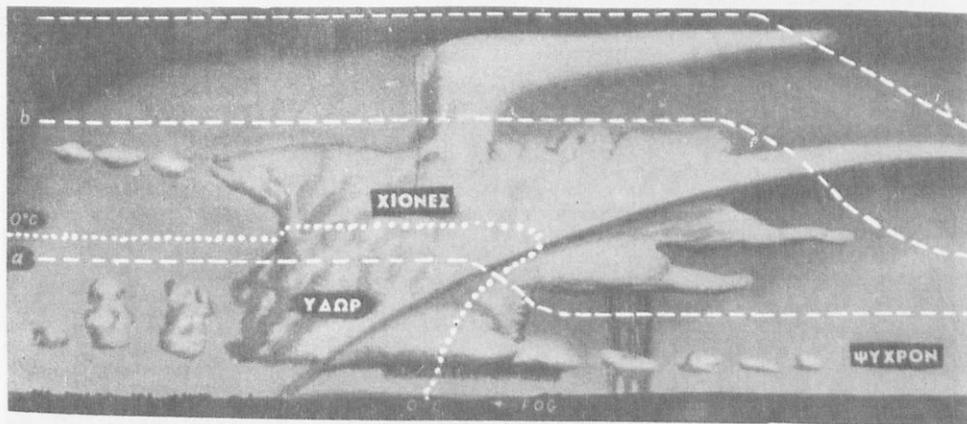
$$P = 14,7 \text{ lb/in}^2 \text{ ἢ } P = 2121,6 \text{ lb/ft}^2$$

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΜΕΤΑ ΤΟΤ ΥΨΟΥΣ. Ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εἶναι $0,001293 \text{ gr/cm}^3$, ἐνῶ ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἶναι $13,595 \text{ gr/cm}^3$, ἤτοι ἡ πυκνότης τοῦ Hg εἶναι περίπου 10500 φορές μεγαλύτερα τῆς πυκνότητος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Ἐπομένως, ἵνα ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωθῇ κατὰ 1 mm στήλης Hg, πρέπει νὰ ἀνέλθωμεν εἰς ὕψος $10,5 \text{ m}$ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἐφ' ὅσον δὲ, ἀνερχόμεθα εἰς ὕψος, συναντῶμεν μικροτέραν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, διότι ἀφαιρεῖται ἡ ἐπίδρασις τῶν ὑποκειμένων στρωμάτων τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὁ ἀνωτέρω νόμος τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἀ-



Σχ. 10-8. Ψυχρόν Μέτωπον. Συνήθως μεταξύ μίας ψυχρᾶς μάζης ἀέρος εὐρισκομένης εἰς μέγα ὑψόμετρον καὶ μίας θερμῆς μάζης ἀέρος εὐρισκομένης χαμηλότερον τῆς πρώτης, ὑπάρχει μία ἐπιμήκης στενὴ δίοδος ἢ μέτωπον, ἣ ὅποια εἶναι ἡ περιοχὴ συναντήσεως τῶν δύο ἀνομοιογενῶν μαζῶν ἀέρος. Τὸ ψυχρὸν Μέτωπον ἐκτείνεται ἀπὸ 200 ἕως 300 μίλια.



Σχ. 10-9. Θερμόν μέτωπον. Ἀπεικονίσις θερμοῦ μετώπου μετὰ τὰς δυνατὰς διόδους διὰ πτήσεις ἀεροπλάνων. Αἱ πτήσεις αὗται εἶναι ἐν πάσῃ περιπτώσει ἐπικίνδυνοι καὶ διὰ τοὺς πλέον πεπειραμένους πιλότους. Τροχιά α. Μία χαμηλὴ μᾶλλον δίοδος μετ' ἐντόνους ἀτμοσφαιρικὰς διαταραχάς, καταρρακτώδεις βροχὰς καὶ πιθανὰς θυέλλας. Τροχιά β. Εἰς μέσον ὕψος μετ' ὀλιγωτέρας διαταραχάς. Τροχιά γ. Ὑπεράνω τοῦ μετώπου μετὰ καλὰς συνθήκας πτήσεως.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

τροσφαιρικής πίεσεως κατά 1 mm δι' ἄνοδον κατά 10,5 m ἰσχύει μόνον δι' ὕψος μὴ ὑπερβαῖνον μέτρα τινά, διότι διὰ μεγαλύτερα ὕψη ἢ πυκνότης τοῦ ἀέρος δὲν παραμένει σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ νόμος τῆς μεταβολῆς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως μετὰ τοῦ ὕψους δὲν εἶναι τόσο ἀπλοῦς ἀλλὰ πολυπλοκώτερος.

ΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ. Ὁ καθορισμὸς τοῦ ὕψους τῆς ἀτμοσφαίρας δυνατὸν νὰ γίνῃ εὐχερῶς μὲ ἓνα ὑδραργυρικὸν βαροόμετρον. Εἰς ὕψος 50 μιλίων τὸ βαροόμετρον δεικνύει 0. Εἰς τὸ ὕψος αὐτὸ δυνάμεθα νὰ εἰπωμεν ὅτι ὑπάρχει κενόν. Ἄηρ θεβαίως, ὑπάρχει ἀλλὰ ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρά.

Σήμερον γνωρίζομεν ὅτι ὑπάρχουν στρώματα ἀέρος καὶ εἰς ὕψος 100 μιλίων ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ἀπόδειξιν τῆς ὑπάρξεως τοῦ ἀέρος εἰς τὰ ὕψη αὐτὰ ἀποτελοῦν οἱ μετεωρίται. Οὗτοι εἶναι ὄρατοὶ μόνον λόγῳ τῆς, διὰ τῆς τριβῆς, πυρακτώσεώς των, τριβῆς, ἡ ὁποία προϋποθέτει τὴν ὑπαρξιν ἀέρος.

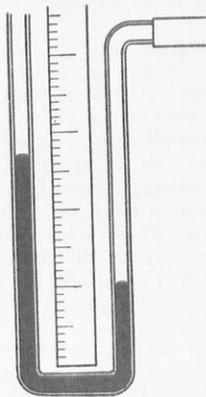
Η ΣΤΡΑΤΟΣΦΑΙΡΑ. Τὰ στρώματα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος τὰ ἀπέχοντα ἄνω τῶν 10 χιλιομέτρων ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ἀποτελοῦν τὴν *στρατόσφαιραν*. Εἰς τὴν στρατόσφαιραν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι πάντοτε διανοηθῆς ἄνευ νεφῶν καὶ κονιορτοῦ. Εἰς τὸ σχῆμα 10-13 δεικνύονται αἱ ἐξαιρενήσεις αἱ γενόμεναι εἰς τὰ διάφορα ὕψη τῆς ἀτμοσφαί-

Σχ. 10—10. Οἱ πιλότοι τῶν ὑπερποντίων πτήσεων μελετοῦν πρὸ τῆς ἀπογειώσεως, τὰ ἐνημερωμένα μὲ τὰς τελευταίας πληροφορίας δελτία προγνώσεως καιροῦ τῆς μετεωρολογικῆς ὑπηρεσίας. Ἡ μετεωρολογικὴ ὑπηρεσία τῶν Η.Π.Α. ἐκδίδει τακτικῶς δελτία προγνώσεως καιροῦ διὰ τὰς περιοχὰς διὰ τῶν ὁποίων διέρχονται τὰ ἀεροπλάνα ἐπὶ ἀποστάσεως 15000 μιλίων καὶ διὰ 50 ἀεροδρόμια.



ρας (εις μίλια) και αναγράφεται αντίστοιχως ή ατμοσφαιρική πίεσις εις χιλιοστά στήλης υδραργύρου.

ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΝ. Διά την μέτρησιν τής πιέσεως των εις χώρον τινά περικλειόμενων αερίων, ατμοῦ, κ.τ.λ. μεταχειριζόμεθα συσκευὰς αἱ ὁποῖαι καλοῦνται μ α ν ὀ - μ ε τ ρ α. Διακρίνομεν δύο τύπους μανομέτρων, ἐκεῖνα εἰς τὰ ὁποῖα γίνεται χρῆσις ὑγροῦ καὶ τὰ μεταλλικὰ μανόμετρα. Τὸ εἰς τὸ σχῆμα 10-11 ἐμφαινόμενον



Σχ. 10—11. Μανόμετρον.

μανόμετρον ἀνήκει εἰς τὸν τύπον μανομέτρων τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν ὑγρόν, ὡς ὑγρὸν δὲ χρησιμεύει, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν χρησιμοποιήσεως, ἰδράργυρος, ὕδωρ, οἰνόπνευμα κ.τ.λ. Ἡ ἐκάστοτε πίεσις παρέχεται ὑπὸ τῆς διαφορᾶς στάθμης τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ ὑαλίνου σωλήνος. Ἡ κλίμαξ μεταξὺ τῶν δύο σκελῶν τοῦ σωλήνος καθιστᾷ τὴν μέτρησιν λίαν ἀκριβῆ.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

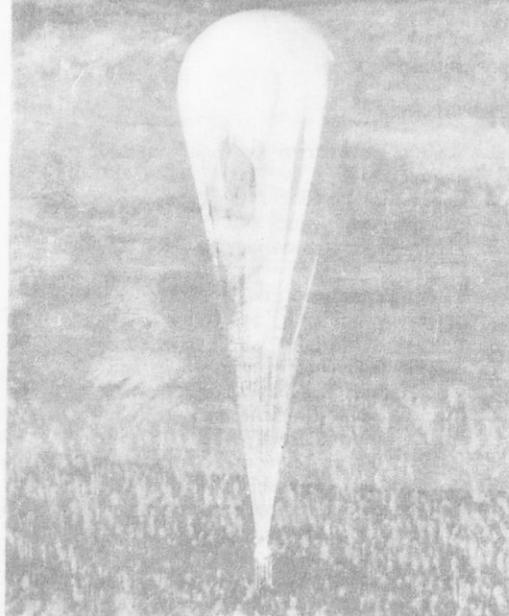
Βαρόμετρον	Ραδιοβολίς
Μεταλλικὸν θαρόμετρον	Μονάδες πίεσεως
Βαρογράφος	Στρατόσφαιρα
Κέντρα χαμηλῶν πιέσεων	Μανόμετρον
Κέντρα ὑψηλῶν πιέσεων	
Ἴσοβαρεῖς καμπύλαι	

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀπὸ τί συνίσταται ἐν ὑδραργυρικῶν θαρόμετρον;
2. Εἰς ποίας μονάδας ἐκφράζεται ἡ ατμοσφαιρική πίεσις;
3. Περιγράψατε τὸ θαρόμετρον τοῦ von Guericke.
4. Τί ἐξηνάγαξε τὸ μικρὸν ξύλινον ἀνθρώπινον ὁμοίωμα τοῦ θαρομέτρου τοῦ von Guericke νὰ ἐξαφανίζεται ὀπισθεν τῆς ὀροφῆς τῆς οἰκίας ὁσᾶκις ὁ καιρὸς ἦτο νεφελώδης;
5. Διὰ τί ὁ von Guericke ἦτο ἡναγασμένος νὰ χρησιμοποιῇ τόσον μικρὸν σωλήνα εἰς τὸ θαρόμετρόν του;
6. Περιγράψατε τὴν ἀρχὴν λειτουργίας ἐνὸς μεταλλικοῦ θαρομέτρου.
7. Ποῖα τὰ πλεονεκτήματα τῶν μεταλλικῶν θαρομέτρων;
8. Διὰ τί ἡ πτώσις τοῦ θαρομέτρου ὑποδηλοῖ ἀσταθεῖς καιρικὰς συνθήκας, ἐνῶ ἡ ἀνύψωσις ὑποδηλοῖ αἰθρίας καιρικὰς συνθήκας;
9. Πῶς δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ατμοσφαιρικήν πίεσιν εἰς kg/cm² ἐὰν ἡ κλίμαξ τοῦ θαρομέτρου τὸ ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν εἶναι διηρημένη εἰς mm στήλης υδραργύρου;
10. Τί ἐννοοῦμεν λέγοντες ὅτι ἡ πίεσις αερίου τινὸς εἶναι 1 at;
11. Πῶς καθορίζουν οἱ ἀεροπόροι τὸ ἐκástοτε ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκονται;
12. Εἰς τί διαφέρει ἡ στρατόσφαιρα ἀπὸ τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ατμοσφαιρας;
13. Τί εἶναι τὸ μανόμετρον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί τὰ ἀεροπλάνα τὰ προοριζόμενα διὰ τὴν στρατόσφαιραν ἔχουν εἰδικούς θαλάμους ρυθμιζομένης πίεσεως;
2. Θὰ ἦτο δυνατὴ ἡ μέτρησις τῆς πίεσεως τοῦ ὕδατος εἰς μίαν στρόφιγγα διὰ τῆς, ἐν τῷ σχήματι, 10 - 13 ἐμφαινόμενης συσκευῆς; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
3. Εἶναι δυνατὴ ἡ ἀκριβὴς μέτρησις τοῦ ὕψους τῆς ατμοσφαιρας; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
4. Διὰ τί οἱ πυροβοληταὶ ἀνοίγουν τὸ στό-



ποία ή επίδρασις επί τῶν ἐνδείξεων τοῦ βαρομέτρου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΣΩΣ ΑΕΡΙΟΤ. Λάβετε ἕνα μικρὸν τεμάχιον ἐλαστικοῦ σωλήνος καὶ προσαρμόσατε τὸ ἕνα ἄκρον αὐτοῦ εἰς τὸ ἄκρον σωλήνος συνδεδεμένον μὲ δοχεῖον περιέχον ἀέριον ὑπὸ πίεσιν π.χ. φιάλην περιέχουσαν ἀνθρακικόν. Προσαρμόσατε τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σωλήνος εἰς τὸ ἄκρον θαλίνου σωλήνος, ὃ ὁποῖος διὰ μέσον ἀεροστεγοῦς πώματος ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸ ἐσωτερικὸν φιάλης περιεχούσης ὕδωρ (Σχῆμα 10-13). Ὅταν ἀνοίξετε τὴν στρόφιγγα τὸ ἀέριον θὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς τῆς φιάλης, οὐδεμιᾶς ἀπολείας ἀερίου παρουσιαζομένης, καὶ θὰ ἀσκήσῃ πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὕδατος μὲ ἀποτελεσμα ἢ στάθμη αὐτοῦ νὰ κατέλθῃ. Δι' ἐνὸς κανόνος δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν ἀκριβῶς τήν, οὕτω σχηματισθεῖσαν, διαφορὰν στάθμης. Ἐστω h ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B ὑποδηλουμένων τὴν παλαιὰν καὶ νέαν στάθμην τοῦ ὕδατος ἀντιστοίχως, καὶ ἔστω ὅτι εὐρέθη $h = 15$ cm. Γνωρίζομεν ὅτι $P = h \cdot d$. Ὄποτε ἡ πίεσις θὰ εἶναι $P = 15 \times 1 = 15$ gr/cm².

Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι ἀνωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς κατὰ τὴν ἀνωτέρω εὑρεθεῖσαν τιμὴν. Γενικῶς λέγοντες ὅτι ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου εἶναι π. χ. 20 gr/cm² ἐννοοῦμεν 20gr/cm² ἄνω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Εἰς τὸ σχῆμα 10-13 ἡ πίεσις εἰς τὸ

Σχ. 10—12. Ἀερόστατον προοριζόμενον διὰ τὴν στρατόσφαιραν. Κατὰ τὴν ἀπογειώσιν του τὸ αερόστατον δὲν εἶναι πλήρες ἀερίου. Εἰς τὴν στρατόσφαιραν, ὅπου ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι πολὺ χαμηλὴ, τὸ ἀέριον ἐκτονοῦται ἐξαναγκάζον τὸ περίβλημα νὰ λάβῃ τὴν εἰς σφαιρικὸν σχῆμα.

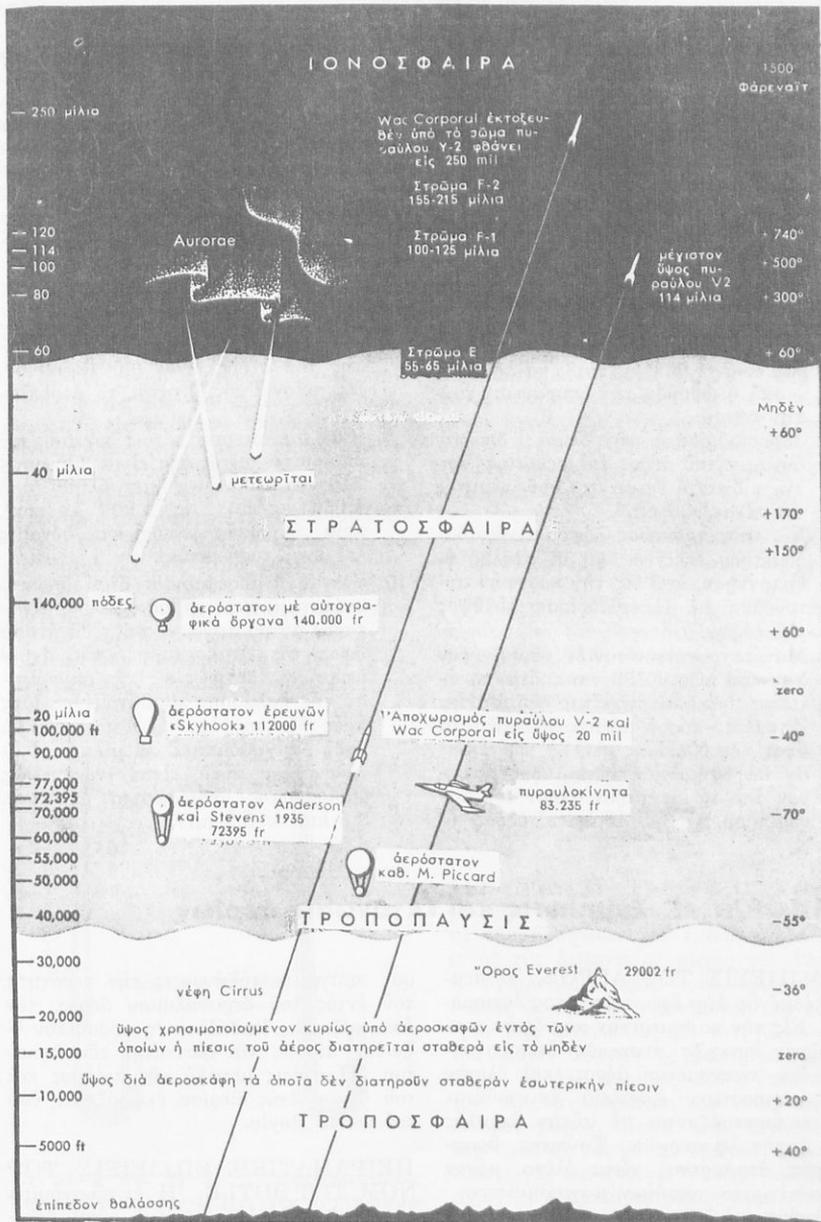
μα των ὅταν τὸ πυροβόλον ἐκπυροσκορηθῇ;

5. Διὰ τί ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος μεταβάλλεται συναρτηθεῖ τοῦ ὕψους;
6. Κατὰ ποῖον τρόπον δύναται νὰ ἐξηγηθῇ ἡ αἰμορραγία τῆς μύτης ἢ ὀποία παρυσιάζεται εἰς τοὺς ὄρειβάτας, ὅταν οὗτοι ἀναρριχῶνται εἰς ὑψηλὰ ὄρη;
7. Ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος μεταβάλλεται εὐθέως συναρτηθεῖ τοῦ βάθους. Συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ μὲ τὴν πίεσιν τοῦ ἀτμοσφαιρικῶ ἀέρος; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
8. Ποία θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἔνδειξις βαρομέτρου ἐντὸς ὄρυχειοῦ βάθους 300 m ὅταν ἡ ἔνδειξις αὐτοῦ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν εἶναι 76 mm;
9. Ἐὰν μικρὰ ποσότης ἀέρος εἰσέλθῃ ἐντὸς τοῦ σωλήνος βαρομέτρου καὶ ἐπικαθῇ ἐπὶ τῆς στήλης ὕδραργύρου,



Σχ. 10—13. Μέτρησις πίεσεως ἀερίου

σημείον A ἰσοῦται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν. Ἡ πίεσις εἰς τὸ σημείον B εἶναι ἀνωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς κατὰ τὸ ἀναγκαῖον μέγεθος ὥστε τὸ ὕδωρ νὰ ὑποχωρήσῃ ἐκ τοῦ A εἰς B .



Σχ. 10-14. Ὑψομετρικὸς χάρτης ἐμφαίνων τὰ διάφορα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρᾶς τῆς θερμοκρασιακᾶς μεταβολᾶς καὶ τὰ διάφορα «ρεκόρ» ὕψους, τὰ ὅποια ἐπετεύχθησαν ὑπὸ τῶν διαφόρων μηχανημάτων καὶ συσκευῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Προσδιορίσατε την ατμοσφαιρική πίεση εις lb/in² όταν το βαρόμετρο δεικνύη 29 in στήλης ύδαργύρου.
2. Προσδιορίσατε την ατμοσφαιρική πίεση εις gr/cm² όταν το βαρόμετρον δεικνύη 74 cm στήλης ύδαργύρου.
3. Μέσω άντλίας αφαιρείται ό έντός δοχείου εύρισκόμενος άήρ. Έάν ή άνω επιφάνεια του δοχείου έχη επιφάνειαν 40 cm² ή δέ ατμοσφαιρική πίεσις είναι 1,033 kg/cm², να προσδιορισθή ή ώθησα την επιφάνειαν ταύτην δύναμις.
4. Προσδιορίσατε την όλικώς δρωσαν δύναμιν του άέρος επί σώματος ένηλικου όταν ή επιφάνεια του σώματος του είναι 900 cm².
5. Εις τους πρόποδας λόφου τινός, βαρόμετρον δεικνύει 30 in στήλης ύδαργύρου, ενώ εις την κορυφήν αυτού 29,5 in. Προσδιορίσατε το ύψος του λόφου.
6. Μανόμετρον άνοικτόν δι' ύδαργύρου δεικνύει πίεσιν 780 mm, όταν ή ατμοσφαιρική πίεσις είναι 765mmHg. Ζητείται, πόσον πρέπει να είναι το ύψος της ύδατινης στήλης, την οποίαν θα σχηματίξη ύδωρ προστιθέμενον από το έλεύθερον άκρον του μανόμετρον, ίνα ή στάθμη του ύδαργύρου

ρου επανέλθη εις την άρχικήν της θέσιν.

7. Έάν ήτο δυνατόν να βυθισθί ύδαργυρικόν βαρόμετρον έντός της θαλάσσης εις βάθος 1000 m πόσος θα έπρεπε να είναι ό σωλήν αυτού ώστε το βαρόμετρον τουτο να ήδύνατο να χρησιμοποιηθή; Τποθέσατε όμοιόμορφον πυκνότητα του θαλασ. ύδατος.

Β

8. Βαρόμετρον αεροπλάνου δεικνύει πίεσιν 10 mm Hg. Έάν ή μέση πυκνότης του άέρος είναι 0,0013gr/cm³, εις ποιον ύψος ίπταται το αεροπλάνον;
9. Έάν ή έξωτερική πίεσις δοχείου, του όποιου τα τοιχώματα είναι 300 cm×240 cm αϊφνιδίως μεταβλήθη από 1,033 kg/cm³ εις 1,000 kg/cm², ποία ή όλικώς ενεργούσα δύναμις επί ένός τοιχώματος;
10. Έάν ό ατμοσφαιρικός άήρ είχε πυκνότητα 0,0012 gr/cm² έως το άνωτατον αυτού στρώμα, ποιον θα ήτο το ύψος της ατμοσφαιρας, της ατμοσφαιρικής πιέσεως εις την επιφάνειαν της θαλάσσης λαμβανομένης ίσης προς 75 cm Hg; Η απάντησις να δοθί εις χιλόμετρα και μίλια. Η ατμόσφαιρα αυτή είναι γνωστή ως όμοιόμορφος ατμόσφαιρα. (Άπαν. 8,5 km = 5,3 mi).

ΕΔΑΦΙΟΝ 11. Συμπίεσις και έκτόνωσις αερίων.

ΣΥΜΠΙΕΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ. Ό συμπεπιεσμένος άήρ έχει εύρητάτας εφαρμογάς. Εις την καθημερινήν μας ζωήν συναντώμεν συνεχώς συσκευάς λειτουργούσας δια πεπιεσμένου άέρος, και όλων και περισσότερα εργαλεία έπινοούνται και κατασκευάζονται με αυτήν ακριβώς την άρχην λειτουργίας. Τρύπανα, θραυστήρες, αερόφρενα, είναι όλίγα μόνον παραδείγματα τοιούτων μηχανημάτων.

Άκόμη και όταν προσπαθώμεν να πληρώσωμεν δι' άέρος τούς αεροθαλάμους των ελαστικών αυτοκινήτων ή ποδηλάτων εις την πραγματικότητα συμπίεζομεν άε-

ρα: πράγματι αυξάνοντες την ποσότητα του έντός του αεροθαλάμου άέρος, τόν αναγκάζομεν, επιβάλλοντες πρόσθετον έξωθεν πίεσιν, να ελαττώση τόν όγκον του. Η σχέσις μεταξύ της πιέσεως και του όγκου ένός αερίου εκφράζεται υπό του νόμου Boyle.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΠΙΔΕΙΞΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜ. ΤΟΥ BOYLE. Η εν τῷ σχήματι 11-1 εικονιζομένη συσκευή είναι ακριβώς όμοία εκείνης την οποίαν χρησιμοποιήσεν ό Boyle όταν ανέκλυψε τόν νόμον ό όποιος έκτοτε φέρει το όνομά του.

Λαμβάνομεν ύαλινον σωλήνα, σχήματος ανισοσκελοῦς υ, τοῦ ὁποίου τὸ μὲν μικρὸν σκέλος εἶναι κλειστὸν εἰς τὸ ἀνώτατον ἄκρον αὐτοῦ, ἐνῶ ἀντιθέτως τὸ μακρὸν σκέλος παραμένει ἀνοικτὸν. Εἰσάγομεν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ μακροῦ σωλήνος ὑδράργυρον μέχρις ὅτου εὐρεθῇ οὗτος εἰς τὴν αὐτὴν στάθμην εἰς ἀμφοτέρα τὰ σκέλη τοῦ σωλήνος. Τοιοιτοτρόπως, εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ μικροῦ σκέλους παγιδεύεται μία ποσότης ἀέρος, τῆς ὁποίας ἡ πίεσις εἶναι, ἐφ' ὅσον εἰς ἀμφοτέρα τὰ σκέλη ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἡ αὐτὴ ἴση πρὸς 1 at. Ρίπτομεν ἀκολούθως ὑδράργυρον ἐντὸς τοῦ ἐπιμήκους σκέλους ἕως ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἀποκεκλεισμένου ἀέρος ἐλαττωθῇ εἰς τὸ ἡμισυ τοῦ ἀρχικοῦ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν σταθμῶν A₁ B₁ τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη ἴσούται περίπου πρὸς 76 cm. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ὑπερτερεῖ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ 76 cm Hg καὶ ἐπομένως ἐδιπλασιάσθη. Ἦτοι, *ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος εἰς τὸν σωλήνα ἐλαττωθῇ εἰς τὸ ἡμισυ, ἡ πίεσις του διπλασιάζεται* (σχ. 11-2). Ἐὰν ὁ σωλὴν εἶναι ἀρκούντως ἐπιμήκης

δυνάμεθα νὰ ρίψωμεν ὑδράργυρον ἕως ὅτου ἡ πίεσις αὐτοῦ φθάσῃ τὰς 2 ἀτμοσφαιρας, ὁπότε ἡ συνολικὴ πίεσις τοῦ ἀποκεκλεισμένου ἀέρος θὰ εἶναι 3 at καὶ ὁ ὄγκος αὐτοῦ τὸ 1/3 τοῦ ἀρχικοῦ. Κατόπιν πολλῶν πειραμάτων ὁ Boyle διετύπωσε τὸν ἐξῆς νόμον, ὁ ὁποῖος ἔκτοτε φέρει τὸ ὄνομά του: *Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ἀερίου μάζης εἶναι ἀντιστροφῶς ἀνάλογος τῆς πίεσεως.*

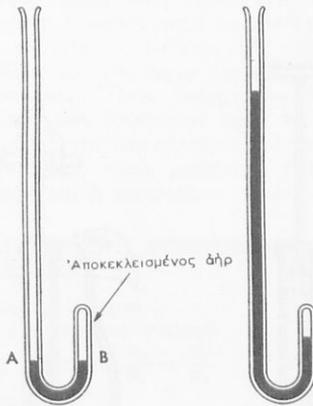
Η ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΤΟΥΤ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ BOYLE. Ἔστω, εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος (σχῆμα 11-1) ὅταν ἡ πίεσις τοῦ ἀποκεκλεισμένου ἀέρος ἦτο 1 at, ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἦτο 10 cm³. Ὅταν ἡ πίεσις αὐτοῦ ἔγινε 2 at (σχῆμα 11-2) ὁ ὄγκος εὐρέθη 5 cm³. Τὰ ἀνωτέρω δεδομένα δυνάμεθα νὰ τὰ γράψωμεν ὑπὸ μορφήν ἀναλογίας, ἥτοι

$$\frac{2 \text{ ἀτμόσφαιρα}}{1 \text{ ἀτμόσφαιρα}} = \frac{10 \text{ κυβικὰ ἑκατοστὰ}}{5 \text{ κυβικὰ ἑκατοστὰ}}$$

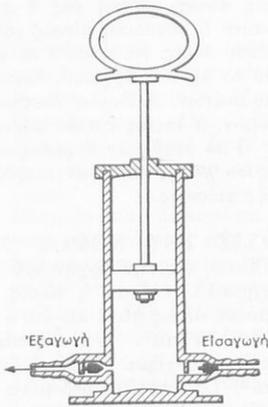
Ἡ ἀνωτέρω σχέσις ἰσχύει διὰ κάθε αἴριον ὑπὸ τὸν ὅρον ὅτι, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς συμπίεσεως παραμένει σταθερά. Ἐὰν καλέσωμεν P, τὴν ἀρχικὴν πίεσιν V, τὸν ἀρχικὸν ὄγκον καὶ P₂, V₂ τὰ ἀντίστοιχα μέγεθρα τῆς τελικῆς καταστάσεως ἡ ἀνωτέρω σχέσις γράφεται:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

ΑΕΡΑΝΤΑΙΑΙ: Τὸ σχῆμα 11-3 εἰκονίζει μίαν ἐμβολοφόρον ἀντλίαν κενοῦ. Κατὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ἐμβόλου πίπτει ἡ ἐντὸς τῆς ἀεραντλίας πίεσις καὶ ἀνοίγει ἢ καταλλήλως πρὸς τοῦτο ρυθμισμένη βαλβὶς εἰσαγωγῆς ἡ συνδέουσα τὸν κλινδρον τῆς ἀεραντλίας μετὸν χώρον ἀπὸ τὸν ὁποῖον θέλομεν νὰ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα. Ὁ ἀῆρ ἀκριβῶς αὐτὸς ἐκτονοῦται τότε καὶ καταλαμβάνει τὸν ἐντὸς τοῦ κλινδρον χώρον. Κατὰ τὴν καταβίβασιν τοῦ ἐμβόλου κλείει αὐτομάτως ἡ βαλβὶς εἰσαγωγῆς καὶ ἀνοίγει ἡ ἐτέρα βαλβὶς ἐξαγωγῆς, καὶ τοιοιτοτρόπως μέρος τοῦ ἰέρος τοῦ ὑπὸ ἐκκένωσιν χώρου διοχετεύεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Κατὰ τὴν ἐκ νέου ἀνύψωσιν τοῦ ἐμβόλου ἡ βαλβὶς ἐξαγωγῆς ὡς ἐκ τῆς κατασκευῆς τῆς παρα-



Σχ. 11-1 καὶ 11-2. Ὁ ἀποκεκλεισμένος ἀῆρ εἰς Σχῆμα 11-1 ἔχει τὴν αὐτὴν πίεσιν μετὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Εἰς τὸ σχῆμα 11-2 ὁ ἀποκεκλεισμένος ἀῆρ κατέχει μόνον τὸ ἡμισυ τοῦ προηγουμένου τοῦ ὄγκου διότι ἡ πίεσις του ἐδιπλασιάσθη.



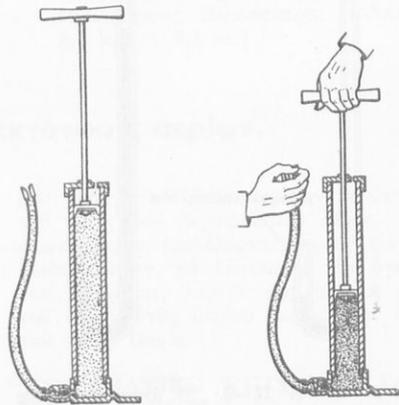
Σχ. 11—3. Έμβολοφόρος άντλία κενού.

μένει κλειστή, ενώ αντίθετως ανοίγει ή βαλβίδα εισαγωγής και ή όλη λειτουργία επαναλαμβάνεται. Δεδομένου ότι, όπως προφαιίνεται εις τό σχήμα, αί βαλβίδες ανοίγουν μόνον όταν ή διαφορά τών εκατέρωθεν αυτών πιέσεων υπερβή μίαν ώρισμένην τιμήν, αί έμβολοφόροι άεραντλίας δέν δύνανται νά δημιουργήσουν ύψηλόν κενόν· πράγματι μεθ' έκαστον έμβολισμόν ό άήρ του ύπό εκκένωσιν χώρου καθίσταται αραιότερος μέχρις ότου ή πίεσις του χώρου αυτού δέν είναι ικανή νά ανοίξη την βαλβίδα εισαγωγής. Διά τόν λόγον αυτόν αί έμβολοφόροι άντλίας, με την πρόοδον της τεχνικής του κενού, έξετοπίσθησαν καθ' ολοκληρίαν υπό αντλιών άλλων τύπων, ως π. χ. τών χρησιμοποιουμένων διά την δημιουργίαν ύψηλου κενού έντός τών ηλεκτρονικών σωλήνων, ή τών ηλεκτρικών λαμπτήρων, αί όποιαι δύνανται νά υποβιάσουν την πίεσιν εις τό $1/1000000$ χιλιοστού ύδραργύρου.

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΙΣ ΑΕΡΙΟΥ. Συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Boyle ἐάν διπλασιάσωμεν τήν πίεσιν δοθείσης ποσότητος ἐνός αερίου, ό όγκος του θα ελαττωθῆ εἰς τό ἕμισυ, όλη δηλαδή ή μάζα του θα συσσωρευθῆ έντός τοῦ ἡμίσεος χώρου ἐκείνου τόν όποῖον κατελάμβανε προηγουμένως. Εἰς τό σχήμα 11-4 έμ-

φαίνεται άντλία ποδηλάτου περιέχουσα αέρα υπό τήν ατμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐάν ἀποφράξωμεν τήν έξαγωγὴν τοῦ αέρος (σχήμα 11-5) ώθήσωμεν δὲ τό έμβολον πρὸς τὰ κάτω ἕως ὅτου ή πίεσις, τοῦ έντός τοῦ κυλίνδρου εὑρισκομένου αέρος, διπλασιασθῆ, ό συμπιεσθεῖς αήρ θα κατέχη τό ἕμισυ τοῦ ἀρχικοῦ του ὅγκου. Τό κάτω ἕμισυ τοῦ κυλίνδρου περιέχει τώρα ὀλόκληρον τήν αέριον μάζαν με αποτέλεσμα τὰ μόρια τοῦ αέρος νά ἔχουν ἔλθει πλησιέστερον τό έν τοῦ άλλου, και ἔκαστον κυβικόν εκατοστὸν αέρος νά περιέχη τώρα διπλάσιον ἀριθμὸν μορίων ἢ πρότερον. Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ή πυκνότης — ό ἀριθμὸς μορίων αέρος ἀνά κυβικόν εκατοστὸν — ἔχει διπλασιασθῆ.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ PASCAL ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΟΣ ΕΙΣ ΑΕΡΙΑ. Ἡ ὕδροστατικὴ ἀρχὴ τοῦ Pascal, ή ὁποία δηλοῖ ὅτι ἐάν εἰς τι σημεῖον ὕγρου ἐν ἰσορροπίᾳ εὑρισκομένου και μὴ ὑποκειμένου εἰς τήν ἐπενέργειαν τῆς βαρῦτητος, ἐπιφέρωμεν ὠρισμένην πίεσιν, αὕτη μεταδίδεται δι' ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὕγρου ἀναλλοίωτος κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις, εἶναι δὲ αὕτη πάντοτε κάθετος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου», ἰσχύει και διὰ τὰ αέρια σώ-



Σχ. 11—4 και 11—5. Ἡ πυκνότης τοῦ αέρος διπλασιάζεται, ἐάν διπλασιάσωμεν τήν πίεσιν αὐτοῦ συμπιέζοντες αὐτόν ὥστε νά καταλάβη τό ἕμισυ τοῦ ἀρχικοῦ του ὅγκου.

ματα. Τὸ πλέον ἀπλοῦν παράδειγμα εἶναι ἡ τροφοδότησις διὰ πεπιεσμένου ἀέρος τῶν ἐλαστικῶν τῶν αὐτοκινήτων. Ἔστω ὅτι ὁ εἰσερχόμενος ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν 2 atm. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ πίεσις αὕτη μεταφέρεται εἰς ἕκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τῆς ἑσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐλαστικοῦ.

Ἐπάσχει ἐν τούτοις, κάποια διαφορὰ εἰς τὴν συμπεριφορὰν τῶν ὑγρῶν, ἐν σχέσει πρὸς τὰ ἀέρια σώματα ὑπὸ πίεσιν. Τὰ ἀέρια σώματα εὐρισκόμενα ὑπὸ πίεσιν συμπεριφέρονται συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Boyle, ἤτοι συμπίεζονται αἰσθητῶς, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ὑγρά σώματα, τὰ ὁποῖα ὑπὸ πίεσιν συμπίεζονται ἐλάχιστα. Τὸ ὕδωρ π. χ. συμπίεζεται τόσον ὀλίγον, ὥστε, διὰ πρακτικὰς ἐφαρμογὰς, θεωρεῖται ἀσυμπίεστον. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἀλλοστε, ἡ πυκνότης τῶν ὑγρῶν παραμένει σταθερά, φαινόμενον, τὸ ὁποῖον δὲν παρουσιάζεται εἰς τὰ ἀέρια σώματα. Κλασσικὸν παράδειγμα τῆς μεταβλητότητος τῆς πυκνότητος τῶν αερίων σωμάτων συναρτήσῃ τῆς πίεσεως, ἀποτελεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ. Ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς εἶναι μεγαλύτερα τῆς εὐρισκομένης εἰς ὕψος ὠρισμένων χιλιομέτρων, καὶ τοῦτο διότι ἡ ἀέριος μᾶζα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς συμπίεζεται ὑπὸ τοῦ βάρους ὄλων τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιράς. Ὅσον ἀνερχόμεθα τόσον τὸ βάρος τῶν ὑπολοίπων πρὸς τὰ ἄνω στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιράς ἐλαττοῦται καὶ ἐπομένως τόσον μικροτέρα εἶναι ἡ συμπίεσις καὶ ἡ πυκνότης.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Συμπίεσις τοῦ ἀέρος
 Ποσὰ ἀντιτρόφως ἀνάλογα
 Νόμος τοῦ Boyle $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$
 Ἄντλια κενοῦ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε ἕνα φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον νὰ γίνεται φανερὰ ἡ ἰσχὺς τοῦ νόμου τοῦ Boyle.
2. Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ Boyle μὲ δικά σας λόγια.

3. Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ Boyle ὑπὸ μορφήν ἀναλογίας.
4. Ἐπὶ ποίαν προϋπόθεσιν, ὅσον ἀφορᾷ τὴν θερμοκρασίαν, ἰσχύει ὁ νόμος τοῦ Boyle;
5. Περιγράψατε τὴν λειτουργίαν τῆς ἐμβολοφόρου ἀντλίας κενοῦ.
6. Διὰ τί εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀποκτήσωμεν τέλειον κενὸν χρησιμοποιοῦντες ἐμβολοφόρον ἀντλίαν;
7. Ποία σχέσις ὑφίσταται μεταξὺ τῆς πυκνότητος καὶ πίεσεως ἐνὸς αερίου;
8. Ἀναφέρατε ἕνα παράδειγμα τοῦ νόμου τοῦ Pascal, ἐφηρμοσμένον εἰς τὰ ἀέρια σώματα.
9. Ποία ἡ διαφορὰ συμπεριφορᾶς τῶν ὑγρῶν σωμάτων ὑπὸ πίεσιν ἀπὸ τὰ ἀντίστοιχα ἀέρια;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Φυσαλλίδες ἀτμοῦ ἀνυψοῦμεν ἐντὸς βραστήρος ὕδατος διαστέλλονται. Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.
2. Τὰ σωσισβία τὰ χρησιμοποιούμενα ὑπὸ τῶν ἀρχαρίων κολυμβητῶν ζυγίζουσι περισσότερον ὅταν εἶναι πλήρη ἀέρος ἢ ὄχι;
3. Τίνι τρόπῳ ἐργάζεται ὁ καθαρὸς ἀήρ κενῷ τοῦ «παμπριζ» αὐτοκινήτου;
4. Ἀναφέρατε ἐφαρμογὰς τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος, αἱ ὁποῖαι δὲν ἀνεφέρθησαν εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον.
5. Εἶναι δυνατὸν ὕδρουλικὸν πιεστήριον νὰ ἐργασθῇ διὰ πεπιεσμένου ἀέρος;
6. Μανόμετρον δεικνύει ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς δοχείου περιεχομένου ὀξυγόνου εἶναι 150 kg/cm². Δύναται τὸ δεδομένον τοῦτο νὰ χρησιμοποιήσῃ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ βάρους τοῦ ὀξυγόνου τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τοῦ δοχείου; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
7. Καθὼς ἕνα αερόστατον ἀνέρχεται, ἡ πίεσις τοῦ ἐντὸς αὐτοῦ εὐρισκομένου αερίου αὐξάνει ἢ μειοῦται; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
8. Εἶναι δυνατὸν νὰ χυθῇ ἡ μελάνη στυλογράφου ὅταν ὁ φέρον τὸν στυλογράφον, εὐρίσκειται ἐντὸς ἰπταμένου ἀεροσκάφους; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ. Χρησιμοποιοῦντες τὰς

μέχρι τούδε διδαχθείσας ἀρχὰς τῆς Φυσικῆς εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορίσετε τὸ βάρος αὐτοκινήτου ἄνευ τῆς χρησιμοποίησως τοῦ πρὸς τούτο ὑπάρχοντος εἰδικοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τούτο ἀρκεῖ νὰ μετρήσετε τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἐλαστικῶν τῶν τροχῶν, ἢ ὁποία ἐφάπτεται τοῦ ἐδάφους. Ἀπαιτεῖται μεγάλη προσοχὴ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἐπιφάνειας ταύτης, ὥστε νὰ ἀποφευχθοῦν τὰ σφάλματα. Μετὰ τὴν, κατὰ τὸ δυνατόν, ἀκριβῆ μέτρησιν τῆς ἐπιφάνειας τῶν ἐλαστικῶν τῶν τροχῶν, μετρεῖται διὰ μανομέτρων ἢ, ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων τῶν ἐλαστικῶν, ὑπάρχουσα πίεσις. Εἰς τὴν πίεσιν ταύτην πρέπει νὰ προστεθῇ καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικῆ. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ βάρους τοῦ αὐτοκινήτου χρησιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν $F=4 \times P \times A$ ὅπου P ἡ ἐντὸς τοῦ ἀεροθαλάμου ἐπικρατοῦσα πίεσις σὺν τὴν ἀτμοσφαιρικῇ, A ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς ἐνὸς τροχοῦ καὶ F τὸ βάρος τοῦ αὐτοκινήτου. Τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἶναι ἀσφαλῶς μεγαλύτερον τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ αὐτοκινήτου διότι εἶναι δυσκολώτατος ὁ ἀκριβῆς προσδιορισμὸς τῆς ἐπιφάνειας ἐπαφῆς ἐκάστου τροχοῦ ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος, συνήθως δὲ ἡ προσδιοριζομένη τιμὴ εἶναι μεγαλύτερα τῆς πραγματικῆς.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Δοθὲν βάρος ἀερίου μάζης, κατέχει ὄγκον 400 cm^3 ὑπὸ πίεσιν 3 kgf/cm^2 . Ποῖος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τῆς αὐτῆς ἀερίου μάζης ὅταν ἡ πίεσις μειωθῇ εἰς $1,5 \text{ kgf/cm}^2$;
2. Ποῖος ὁ ὄγκος τῆς, εἰς τὸ πρόβλημα 1 ἀναφερομένης, ἀερίου μάζης ὅταν ἡ πίεσις γίνῃ $0,75 \text{ kgf/cm}^2$;
3. Ποσότης ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ὄγκου 171000 cm^3 ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν, εἰσάγεται ἐντὸς δοχείου. Ἐντὸς τοῦ δοχείου ἡ πίεσις εἶναι $1,26 \text{ kgf/cm}^2$. Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ δοχείου;
4. Ὄγκος 10000 cm^3 ἀέρος ὑπὸ πίεσιν 2100 gr/cm^2 ἄνω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς (ἀπόλυτος πίεσις $3,1 \text{ kgf/cm}^2$) ἐκφεύγει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ποῖος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος εἰς τὴν κατάστασιν αὐτὴν λαμβανομένου ὅτ' ὄψιν ὅτι

οὐδεμία μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας ἐπῆλθε;

5. Ἀεριοφυλάκιον ὄγκου 1 m^3 περιέχει ὀξυγόνον ὑπὸ πίεσιν 16 at . Τὸ ἀεριοφυλάκιον συνδέεται διὰ σωλῆνος πρὸς χῶρον ὄγκου 2 m^3 καὶ συγκοινωνοῦν μετ' αὐτοῦ, μέχρις ὅτου ἡ πίεσις τὸν παρασχεθέντος ἀερίου καταστῆ ἴση πρὸς $1,05 \text{ at}$, ὅτε διακοπτεῖται ἡ ἐπικοινωνία μετ' τὸ ἀεριοφυλάκιον. Ζητεῖται ἡ πίεσις τοῦ ἐναπομείναντος ἀερίου ἐντὸς τοῦ ἀεριοφυλάκιου.
6. Ἀεροθάλαμος ἐλαστικοῦ αὐτοκινήτου ἔχει ὄγκον $0,027 \text{ m}^3$ καὶ τὸ μανόμετρον δεικνύει πίεσιν ἐντὸς αὐτοῦ $13,6 \text{ at}$ (ἄνω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς). Πόσος ἐπὶ πλέον ἀήρ ὑπὸ πίεσιν 1 at πρέπει νὰ προστεθῇ ἵνα ἡ ἔνδειξις τοῦ μανομέτρου ἀνέλθῃ εἰς $22,8 \text{ at}$; (Ἀπαν. $0,24 \text{ m}^3$).
7. Κατακόρυφος κύλινδρος, κλειστὸς κατὰ τὸ ἕνα ἄκρον, ἔχει ἐσωτερικὴν διάμετρον 10 cm καὶ ὕψος 60 cm , κλειεῖται δὲ ἀεροστεγῶς δι' ἐμβολέως, ὁ ὁποῖος ἔχει βάρος 15 kgf . Ἐὰν ὁ ἐμβολεὺς ἀφεθῇ ἐλεύθερος, κατέρχεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους του μέχρις ὅτου ἐξουδετερωθῇ αὐτὴ ὑπὸ τῆς ἐσωτερικῆς πιέσεως. Ἐὰν ἡ ἀρχικὴ πίεσις ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἦτο 1033 gr/cm^2 κατὰ πόσον θὰ κατέλθῃ ὁ ἐμβολεὺς;

B

8. Ὁ ὄγκος φουσαλλίδος ἀέρος αὐξάνεται εἰς τὸ διπλάσιον, ὅταν ἀνέρχεται ἀπὸ τὸν πυθμένα λίμνης εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν. Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσοροπῆται ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου $76,2 \text{ cm}$, ἡ δὲ θερμοκρασία τῆς φουσαλλίδος παραμένῃ ἀμετάβλητος, πόσον εἶναι τὸ βάθος τῆς λίμνης;
9. Ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν λίμνης εἶναι $0,0012 \text{ gr/cm}^3$. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος τοῦ εὐρισκομένου ἐντὸς ἐλαστικοῦ σακφάνδρου εἰς βάθος 20 m ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς;
10. Βαρομετρικὸς σωλὴν ἔχει μήκος 80

- cm και ἔγκαρσιαν τομῆν 4 cm². Πόσος ὄγκος ἀέρος δέον νὰ εἰσαχθῆ ἔξωθεν, διὰ νὰ προκληθῆ πτώσις τῆς ὑδραυλικῆς στήλης κατὰ 9,5cm; Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 75cm Hg.
11. Ὑάλινος σωλήν, μήκους 120 cm καὶ κλειστός κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, πληροῦ-

ται δι' ὕδραργύρου κατὰ τὸ ἥμισυ, καὶ ἀκολουθῶς ἀναστρέφεται ἐντὸς λεκάνης ὕδραργύρου χωρὶς νὰ ἐκφυγῇ ἀήρ. Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 75 cm Hg, πόσον εἶναι τὸ ὕψος τοῦ ὕδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλή-
νος;

ΕΔΑΦΙΟΝ 12. Ἐφαρμογαὶ τῆς πίεσεως τῶν ρευστῶν.

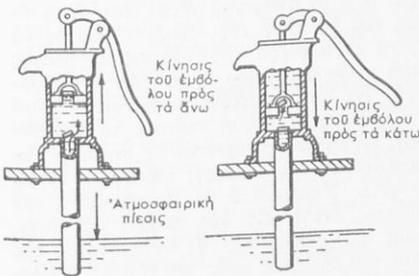
ΤΑΡΑΝΤΛΙΑΙΑΙ. Ἐκ τούτων λίαν διαδεδομένοι εἶναι αἱ ἐμβολοφόροι ἀντλίας, αἱ ὅποια ὑποδιαιροῦνται εἰς ἀναρροφητικὰς καὶ καταθλιπτικὰς.

Εἰς τὴν ἀναρροφητικὴν ἀντλίαν (σχ. 21-1 καὶ 12-2) τὸ ἐμβολον φέρει κεντρικὴν ὀπήν, ἡ ὅποια κλείεται διὰ βαλβίδος ἢ ὅποια ἀνοίγει ὠθουμένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπίσης εἰς τὴν βάσιν τῶν κυλίνδρων ὑπάρχει ἄλλη βαλβίς, ἡ ὅποια ἀνοίγει ἐπίσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἀπομονώνει τὸν κύλινδρον ἀπὸ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλήνος. Ἐν ἀρχῇ, ὅταν τὸ ἐμβολον εὐρίσκειται εἰς τὴν κατωτάτην θέσιν αὐτοῦ εἰς τὸν κύλινδρον, αἱ δύο βαλβίδες εἶναι κλεισταί. Μετὰ τινὰς ἐμβολισμοὺς τὸ ὕδωρ ὠθούμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως πληροῖ τὸν ἀναρροφητικὸν σωλήνα καὶ τὸν κύλινδρον. Ἐὰν ἤδη ὠθήσωμεν τὸ ἐμβολον πρὸς τὰ κάτω (σχ. 12-2), τότε κλείει ἡ εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχουσα βαλβίς καὶ ἀνοίγει ἡ βαλβίς τοῦ ἐμβόλου ὁπότε τὸ ὕδωρ, διερχόμενον διὰ τῆς σχηματιζομένης διόδου, πληροῖ τὸν ἄνωθεν

τοῦ ἐμβόλου χῶρον καὶ φθάνει μέχρι τῆς ὀπῆς ἐκροῆς.

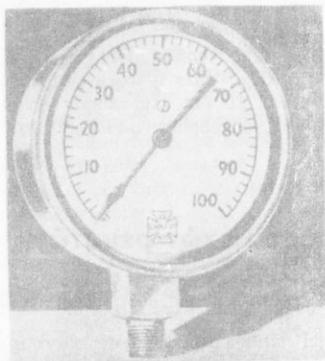
Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις πάντως δὲν ἐπαρκεῖ διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὸ ὕδωρ ἄνω τῶν 10 m, κατὰ τὰ γνωστά. Κατὰ συνέπειαν ἡ βαλβίς τοῦ κυλίνδρου δὲν πρέπει νὰ ἀπέχη ἀπόστασιν μεγαλύτεραν τῶν 10 m, ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν διότι τότε ἔστω καὶ ἐὰν διὰ περισσοτέρων ἀνυψώσεων τοῦ ἐμβόλου κατορθώσωμεν νὰ δημιουργήσωμεν τέλειον κενὸν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, τὸ ὕδωρ οὐδέποτε θὰ φθάσῃ ἐκεῖ. Ἐννοεῖται ὁμως ὅτι εἰς τὴν πρᾶξιν τὸ ἀνάτακτον αὐτὸ ἐπιτρεπόμενον ὄριον εἶναι μικρότερον τῶν 10 m, καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ποιότητα τῆς ἀντλίας καὶ, βεβαίως, ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν.

ΔΙΚΤΥΑ ΤΑΡΕΤΣΕΩΣ ΔΙΑ ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΟΣ. Ἐκτὸς τοῦ συστήματος τοῦ χρησιμοποιούντος τὴν δύναμιν τῆς βαρύτητος, τελευταίως εἰσῆχθησαν καὶ συστήματα παροχῆς ὕδατος διὰ πεπιεσμένου ἀέρος. Τὸ ὕδωρ ἐκ τῆς ἀντλίας εἰσχωρεῖ εἰς θάλαμον πεπληρωμένον κατὰ τὸ ἥμισυ δι' ὕδατος καὶ κατὰ τὸ ἥμισυ δι' ἀέρος, τὸν ὅποιον καὶ συμπιέζει. Ἡ δημιουργουμένη τοιοῦτοτρόπως ὑπερπίεσις προκαλεῖ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ τῶν ἀγωγῶν. Τὸ πλεονέκτημα τῆς μεθόδου ταύτης εἶναι ὅτι τὸ δοχεῖον τοῦ ὕδατος δύναται κάλλιστα νὰ εὐρίσκειται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἐνῶ εἰς τὰ συστήματα διὰ βαρύτητος, τοῦτο ἀπεκλείετο.



Σχ. 12-1 καὶ 12-2. Ἡ λειτουργία ἀναρροφητικῆς ἀντλίας.

Ο ΣΩΛΗΝ BOURDON. Ὁ σωλήν Bourdon, ἢ καὶ βαρόμετρον Bourdon, ὡς οὗτος καλεῖται ἐνίοτε, ἀποτελεῖ ἕνα ἀπὸ τὰ πλέον ἐν χρήσει ὄργανα μετρήσεως τῆς πίεσεως. Ἀποτελεῖται ἐκ σωλήνος ἐξ ἑλατοῦ μετάλλου, ὁ ὅποιος παρουσιάζει

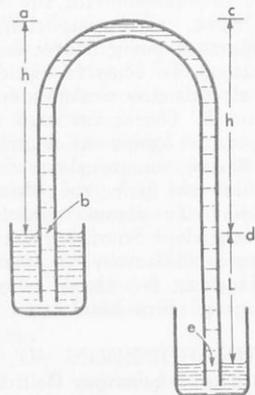


Σχ. 12—3. 'Ο Σωλήν Bourdon. ('Αριστογρά) 'Η κλίμαξ εις λίμπρας ανά τετραγωνικήν ίντσαν. (Δεξιά) 'Η έσωτερική όψη του όργάνου.

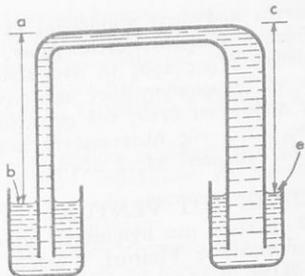
έλλειπτικήν τομήν. 'Ο σωλήν είναι κλειστός κατά τὸ ἓν ἄκρον, κάμπτεται δὲ εἰς κύκλον. 'Η πρὸς μέτρησιν πίεσεως ὀδηγεῖται εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλήνος ὁπότε αὐτὸς τείνει νὰ εὐθυγραμμισθῇ κατὰ τὸ δυνατόν, αἱ δὲ κινήσεις τοῦ κλειστοῦ ἄκρον, προφανῶς ἐξαρτωμένου ἐκ τῆς ἐφαρμοζομένης πίεσεως μεταδίδονται διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ εἰς δείκτην, δυνάμενον νὰ κινήται πρὸ τῶν διαιρέσεων κλίμακος. Τὸ σχ. 12-3 δεικνύει τὰ ἀποτε-

λῶντα τὸν σωλήνα Bourdon τμήματα.

ΣΙΦΩΝ. Τὸ σχῆμα 12-4 δεικνύει τὴν διάταξιν ἐνὸς ἀπλοῦ πειράματος διὰ τὸ ὅποιον ἀπαιτοῦνται μόνον δύο δοχεῖα καὶ ἓνας ἐλαστικὸς σωλήν, καὶ βάσει τοῦ ὁποίου ἡ λειτουργία τοῦ σφίφωνος παρουσιάζεται κατὰ τὸν τρόπον ἀπολύτως εὐληπτον. Τὸ ἐν δοχεῖον πληροῦται δι' ὕδατος καὶ θέλομεν νὰ ἐξασφαλίσωμεν ροήν τοῦ ὕδατος διὰ τοῦ σωλήνος πρὸς τὸ ἄλλο δοχεῖον. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ τὸ δεύτερον τοῦτο δοχεῖον νὰ εὐρίσκειται χαμηλότερον τοῦ πλήρους, ὁ δὲ ἐλαστικὸς σωλήν νὰ εἶναι πλήρης ὕδατος. 'Τπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς ἡ ροή τοῦ ὕδατος θὰ συνεχίζεται ἕως ὅτου ἐξισωθῇ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα. 'Ἐάν τότε τὸ δεύτερον δοχεῖον ἀνυψωθῇ οὕτως ὥστε ἡ στάθμη τοῦ ἐν αὐτῷ εὐρισκομένου ὕδατος νὰ γίνῃ μεγαλύτερα τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τοῦ πρώτου δοχείου, ἡ ροή θὰ ἀντιστραφῇ. 'Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι, διὰ νὰ προκύπτῃ ἐκροή, πρέπει τὸ στέμιον τῆς ἐκροῆς νὰ εὐρίσκειται εἰς στάθμην χαμηλοτέραν τῆς στάθμης τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ δοχείῳ. Σημειώσατε ὅτι ἡ παραμονὴ τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν δύο σκελῶν καὶ συνεπῶς ἡ ἐξασφάλισις τῆς δυνατότητος τῆς διὰ τοῦ σωλήνος ροῆς τοῦ ὕδατος ὀφείλεται εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ἡ ὁποία, προφανῶς, δρῶσα ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῶν δύο δοχείων ἐξισο-



Σχ. 12—4. 'Η ροή τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σφίφωνος ὀφείλεται εἰς τὴν διαφορὰν πίεσεως μεταξὺ τοῦ στομίου ἐκροῆς καὶ τοῦ στομίου εἰσαγωγῆς.



Σχ. 12.—5. Το ύδωρ δὲν ρεῖ ἐκ τοῦ ἐνὸς δοχείου εἰς τὸ ἄλλο ἂν καὶ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος εἰς τὴν μίαν στήλην εἶναι μεγαλύτερον.

ροπεῖ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν δύο στηλῶν τοῦ σωλήνος. Ἡ λειτουργία ὁμως τοῦ σίφωνος, καθ' ἑαυτὴν ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν διαφορὰν πιέσεως τὴν δημιουργουμένην λόγῳ διαφορᾶς στάθμης. Πράγματι, ὅπως ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 12 - 4 κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ σίφωνος ἔχομεν οὐσιαστικῶς δύο ὑγράς στήλας, τὰς ab καὶ cd. Ἐξ αὐτῶν ἡ ab ἰσοροπεύεται πλήρως ὑπὸ τοῦ τμήματος ce τῆς cd, τὸ ὑπόλοιπον δὲ τμήμα de αὐτῆς, σημεϊοῦμενον ὡς L, εἶναι ἀκριβῶς ἐκείνο τὸ ὅποιον προκαλεῖ τὴν ροὴν τοῦ ὕγρου. Ὁ σίφων λειτουργεῖ μόνον ὅταν ὑπάρχῃ τμήμα ὡς τὸ L.

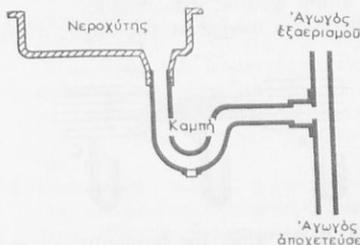
Ἡ διαφορὰ βαρῶν οὐδόλως ἐπιηρεάζει τὴν ροὴν διὰ τοῦ σίφωνος, ἡ ὁποία, ἐπαναλαμβάνομεν ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς εἰς διαφορὰν πιέσεων. Ἐὰν ἡ διάμετρος εἰς διαφορὰν πιέσεων. Ἐὰν ἡ διάμετρος εἰς τὸ ἔλαστικὸν σωλήνος εἰς τὸ τμήμα ce εἶναι μεγαλύτερα τῆς διαμέτρου εἰς τὸ τμήμα ab ἀλλὰ τὸ ὕδρον εὐρίσκεται εἰς τὴν αὐτὴν στάθμην εἰς ἀμφότερα (σχ. 12 - 5) ἀκριβῶς διότι δὲν ὑφίσταται διαφορὰ πιέσεων.

Ἡ ἀρχὴ τοῦ σίφωνος εὐρίσκει πολλὰς ἐφαρμογὰς, ἡ κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι ἴσως ἡ παροχὴ ὕδατος εἰς διαφόρους πόλεις ἐκ λυμῶν εὐρισκομένων ὀπισθεν λόφων. Ἡ παροχὴ τότε γίνεται διὰ σωλήνων οἱ ὅποιοι δὲν παρακάμπτον τοὺς λόφους, ἡ δὲ ροὴ τοῦ ὕδατος ἐξασφαλίζεται ἀκριβῶς διὰ τὸν αὐτὸν λόγον βάσει τοῦ ὁποίου ἐξασφαλίζεται καὶ ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ ἔλαστικῦ σωλήνος τοῦ προηγουμένου περιπτώματος (ὕδραγωγεῖα).

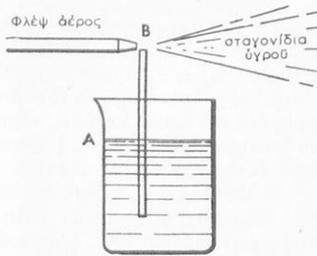
ΤΑΧΥΤΗΣ ΡΟΗΣ ΕΝΤΟΣ ΣΙΦΩΝΟΣ. Ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕγρου ἐντὸς τοῦ σίφωνος ὀφείλεται ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν δρῶσαν πίεσιν. Ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ τμήμα L (σχ. 12-4) τόσον μεγαλύτερα ἡ ταχύτης ροῆς τοῦ ὕγρου. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸ δεύτερον δοχεῖον, οὕτως ὥστε τὸ στόμιον ἐκροῆς νὰ μὴ εἶναι βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕγρου ἀλλὰ νὰ εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀέρα, τὸ τμήμα τὸ ἐκφράζον τὴν διαφορὰν πιέσεων θὰ εἶναι ἀπὸ τοῦ ἀνωτάτου σημείου τοῦ ἔλαστικῦ σωλήνος ἕως τὸ στόμιον ἐκροῆς ἤτοι τὸ ce (σχῆμα 12 - 4).

ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΝΕΡΟΧΥΤΩΝ. Οἱ ἀποχετευτικοὶ ἀγωγοὶ τῶν νεροχυτῶν ἔχουν συνήθως τὴν μορφήν τοῦ σχήματος 12 - 6, οὕτως ὥστε νὰ συγκρατοῦν εἰς τὸ κάτω σημεῖον τῆς καμπῆς μονίμως ποσότητά τινα ὕδατος· τοιοῦτοτρόπως ἐμποδίζονται τὰ ἀκάθαρτα ζῶφια καὶ ἡ δυσσομία τῶν ὑπονομένων ἀπὸ τοῦ νὰ φθάσουν μέχρι τῆς ὀπῆς ἀποχετεύσεως τοῦ νεροχύτου.

Ὅπως ὁμως παρατηρεῖτε, ἡ ὅλη διάταξις εὐνοεῖ τὴν δημιουργίαν σίφωνος ἡ ὁποία θὰ εἶχεν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν διαρροὴν τοῦ ὕδατος διὰ τὸν λόγον αὐτὸν συνδέομεν εἰς τὸν ἀγωγὸν ἀποχετεύσεως καὶ πλησίον τῆς καμπῆς, σωλήνα ἐξαερισμοῦ, διὰ τὸ ὅποιον ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ εἰσέρχεται εἰς τὸν σωλήνα ἀποχετεύσεως καὶ ἀποτρέπει τοιοῦτοτρόπως τὸ ἐνδεχόμενον αὐτό. Ὁ σωλὴν ἐξαερισμοῦ εἶναι κατακόρυφος καὶ ὑπερβαίνει εἰς ὕψος τὴν ὄροφον τοῦ οἰκοδομήματος καὶ ἐκτὸς τῆς ἀνωτέρω σκοπιμότητος τὴν ὁποίαν ἐξυπηρετεῖ, παρέχει προφανῶς καὶ μίαν διέξοδον πρὸς τὴν ἀτμόσφαιραν εἰς τὰ δύσσομα ἀέρια τοῦ συστήματος ἀποχετεύσεως.



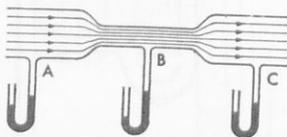
Σχ. 12.—6. Ὁ ἀγωγὸς ἐξαερισμοῦ ἀποκλείει τὴν δυνατότητα δημιουργίας σίφωνος.



Σχ. 12-7. Ἡ μεγάλη ταχύτης εἰς τὸ σημείον Β προκαλεῖ ὑποπίεσιν.

Ἡ ΑΡΧΗ ΤΟΥ BERNOULLI. "Ὅταν μία φλέψ ταχέως κινουμένου αέρος διοχετευθῆ εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἄνω ἄκρου σωλήνος θυθισμένου ἐντὸς ὑγροῦ (σχ. 12-7) τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος καὶ ἀκολουθῶς μετατρέπεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια συμπαρασυρόμενα ὑπὸ τῆς φλεβῶς τοῦ αέρος. Ἡ κίνησις τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλήνος δὲν ἠμπορεῖ παρὰ νὰ προκαλεθῆται ὑπὸ τῆς εἰς τὸ σημείον Α (σχ. 12-7) δρώσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως τὸ γεγονός δὲ ὅτι τὸ ὑγρὸν ρεεῖ πρὸς τὰ ἄνω ἀποδεικνύει ὅτι ἡ πίεσις εἰς τὸ Β εἶναι μικρότερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ἡ ἠλαττωμένη πίεσις εἰς τὸ σημείον Β προκαλεῖται ὑπὸ τῆς μεγάλης ταχύτητος τῶν μορίων τῆς φλεβῶς τοῦ αέρος. Παρατηροῦμεν δὲ γενικῶς, ὅτι ὁσάκις ἕνα ρεῦμα αέριον ἢ ὑγρὸν ἀποκτᾷ μεγαλυτέραν ταχύτητα εἶναι κάποιον σημείον, ἢ πίεσίς του, εἰς τὸ σημείον αὐτό, πίπτει. Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ρευστῶν καλεῖται ἀρχὴ τοῦ Bernoulli. πρὸς τιμὴν τοῦ πρώτου μελετητοῦ τῆς, εὐρίσκει δὲ εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τοὺς πάσης φύσεως ψευκαστήρας.

Ἐπισημαίνεται συνέπειαι τῆς ἀρχῆς αὐτῆς



Σχ. 12-8. Ἡ Ἀρχὴ τοῦ Bernoulli—εἰς σημείον εἰς τὸ ὁποῖον ἡ ταχύτης εἶναι μεγίστη, ἢ πίεσις εἶναι ἐλαχίστη.

φαίνονται πράγματι παράδοξοι ἐκ πρώτης ὄψεως. Παραδείγματός χάριν, ἰσχυρὸν ρεῦμα αέρος πρὸς τὰ ἄνω εἶναι δυνατόν νὰ ἰσορροπήσῃ μίαν σφαιρῶν, αὐτὴ δὲ παραμένει ἐντὸς τοῦ ρεύματος μετέωρος, λόγῳ τῆς ἠλαττωμένης πίεσεως, ἢ ὁποία ἐπικρατεῖ περίξ αὐτῆς.

Ὁ ΣΩΛΗΝ ΤΟΥ VENTURI. Τὸ σχῆμα 12-8 εἶναι μία σχηματικὴ παράστασις τοῦ σωλήνος Venturi, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ ἄλλην μίαν πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς ἀρχῆς Bernoulli. Ὅταν ρεεῖ ἐντὸς σωλήνος μεταβλητῆς διαμέτρου. Εἰς τὸ σημείον Β ἡ διατομὴ τοῦ σωλήνος εἶναι κατὰ πολὺ μικρότερα τῆς ἀντιστοίχου διατομῆς εἰς τὸ Α. Ἐὰν ὀλόκληρος ἡ ὕγρα μᾶζα ἢ διερχομένη διὰ τοῦ σημείου Α διέρχεται διὰ τοῦ σημείου Β (καὶ θὰ διέρχεται ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχουν ἐνδιαμέσως ὀπαί) τότε ἡ ταχύτης τοῦ ὑγροῦ εἰς Β θὰ εἶναι μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος τοῦ ὑγροῦ εἰς Α. Λόγῳ δὲ τῆς μεγαλυτέρας ταχύτητος τῆς ὕγρας μᾶζης εἰς Β, ὡς ἄλλωστε προκύπτει καὶ ἐκ τῆς ἀρχῆς τοῦ Bernoulli, ἡ πίεσις εἶναι ἠλαττωμένη ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν πίεσιν εἰς Α. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ὑπαρχόντων, εἰς τὰς ἀντιστοίχους θέσεις, μανομέτρων. Εἰς τὸ σημείον C, εἰς τὸ ὁποῖον ἡ διατομὴ τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι ἴση πρὸς τὴν διατομὴν τοῦ ἀγωγοῦ εἰς Α, τόσον ἡ ταχύτης ὅσον καὶ ἡ πίεσις εἶναι αἰ αὐταὶ μὲ τὰς ἀντιστοίχους εἰς τὸ Α.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἄναρροφητικὴ ἀντλία ὕδραγωγεῖον
 Ὁ Σωλὴν Bourdon Ἡ ἀρχὴ τοῦ Bernoulli
 Σίφων Σωλὴν Venturi

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναπτύξαι τὴν λειτουργίαν τῆς ἀναρροφητικῆς ἀντλίας.
2. Τίνι τρόπῳ δύναται ὕδωρ νὰ ἀνελθῆ ἐξ ἐνὸς φρέατος;
3. Τίνι τρόπῳ χρησιμοποιεῖται ἡ πίεσις τοῦ αέρος διὰ τὴν διοχέτευσιν ὕδατος ἐκ μίας δεξαμενῆς ἐντὸς τοῦ συστήματος ὀδρέυσεως;
4. Ἐκ ποίων μερῶν ἀποτελεῖται ὁ σωλὴν τοῦ Bourdon;
5. Ἀναπτύξαι τὴν λειτουργίαν τοῦ σίφωνος.

6. Ἄρκει ἡ διαφορά βάρους ὕγρου εἰς τὰς δύο στήλας σίφωνος διὰ τὰ τεθῆ οὗτος ἐν λειτουργίᾳ; Ἐξηγήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
7. Ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτης ἐκροῆς σίφωνος;
8. Διατί πρέπει οἱ ἀποχετευτικοὶ ἀγωγοὶ τῶν νεροχυτῶν νὰ προστατευθοῦν ἀπὸ τὴν περιπτώσιν μετατροπῆς τῶν εἰς σίφωνα;
9. Κατὰ ποῖον τρόπον δυνάμεθα νὰ ἀποκλείσωμεν τὸ ἐνδεχόμενον αὐτό;
10. Πῶς ἐργάζονται οἱ ψεκαστήρες;

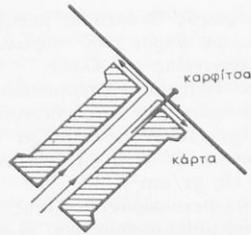
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν νὰ ἀφαιρέσωμεν τὰ ὕδατα ἀπὸ μίαν θάλασσαν μὲ σίφωνα; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
2. Διατί ἰσχυρὸς ἄνεμος αὐξάνει τὸν ἐλκυσμὸν καπινοδόχου;
3. Ἐὰν ἐκ δοχείου ἠντλητο ὕδραργυρος, ποῖον τὸ μέγιστον ἐπιτρεπτόν ὕψος ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ ὁποῖον θὰ ἦτο δυνατόν νὰ τοποθετηθῆ ἡ βαλβὶς κυλίνδρου τῆς ἀντλίας;
4. Ποία διαφορά ὕψους εἶναι εἰς τὴν λειτουργίαν σίφωνος ὅταν οὗτος εὐρίσκειται εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους καὶ εἰς τοὺς πρόποδας αὐτοῦ;
5. Διατί ὑπάρχει μικρὰ ὀπή εἰς τὸ ἄκρον τῶν ψεκαστήρων;
6. Ἄντλία ἔχει ἐπιφάνειαν 1 in^2 , εἶναι δὲ πλήρης ὕδατος μέχρις ὕψους 34 ft . Ποῖον τὰ βάρος τοῦ ὕδατος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ BERNOULLI ΕΙΣ ΤΗΝ ΠΡΑΞΙΝ. Στερεώσατε μίαν κάρταν ἐπισκεπτηρίου ἐπὶ μῖας κουβαρίστρας, διαπερῶντες τὴν κάρταν, μὲ μίαν καρφίτσαν, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 12-9. Μπορεῖτε τώρα νὰ ἀπομακρύνετε τὴν κάρταν φουσκῶντες διὰ μέσον τῆς ὀπῆς τῆς κουβαρίστρας; Ὅσον καὶ ἐὰν προσπαθήσετε, ἡ κάρτα παραμένει εἰς τὴν θέσιν της, ἀκόμη καὶ ὅταν, ἐνῶ φουσκᾶτε, στρέψετε τὴν κουβαρίστρα μὲ τὴν κάρταν πρὸς τὰ κάτω: καὶ μάλιστα, ὅσον ἰσχυρότερον φουσκᾶτε, τόσο ἰσχυρότερον προσκολλᾶται ἡ κάρτα εἰς τὴν κουβαρίστραν.

Τὰ μέλη τοῦ σχήματος 12-9 δεικνύουσι τὴν διαδρομὴν τοῦ φουσκόμενου ἀέρου διὰ τῆς ὀπῆς τῆς κουβαρίστρας καὶ μεταξὺ κουβαρίστρας καὶ κάρτας. Ἡ μεγάλῃ



Σχ. 12-9. Διατί δὲν ἀπομακρύνεται ἡ κάρτα;

ταχύτης τοῦ ἀέρου κυρίως κατὰ τὴν διελευσίν του διὰ τοῦ ἐλαχίστου διακένου μεταξὺ κουβαρίστρας καὶ κάρτας, συναπάγεται τόσο μικρὰν πίεσιν εἰς τὸ διάστημα αὐτό, ὥστε ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἀνέτως συγκρατεῖ τὴν κάρταν εἰς τὴν θέσιν της.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ βαλβὶς τοῦ κυλίνδρου ἀναρροφητικῆς ἀντλίας ἀπέχει 15 ft ἀπὸ τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος φρεάτου. Νὰ ὑπολογισθῆ τὸ βάρος τῆς ὕδατινης στήλης, ἡ ὁποία σχηματίζεται, κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ἀντλίας, μεταξὺ ὕδατος καὶ κυλίνδρου τῆς ἀντλίας, ἐὰν ἡ διατομὴ τοῦ σωλήνος εἶναι 1 in^2 .
2. Ἐλαιὸν ἀναβιβάζεται ὑπὸ ἀντλίας εἰς ὕψος 4 m διὰ μέσου ἀγωγοῦ διατομῆς 80 cm^2 . Νὰ ὑπολογισθῆ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ἐλαίου, δοθέντος ὅτι, τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ εἶναι $0,80$.
3. Ἄνεστραμμένος σωλὴν σχήματος U χρησιμοποιεῖται ὡς σίφων διὰ τὴν μεταφορὰν ὕδραργύρου ἐξ ἐνὸς δοχείου. Ἐκαστον σκέλος τοῦ σωλήνος ἔχει μῆκος 10 cm . Ἐὰν τὸ ἕνα σκέλος ἐφάπτεται τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου τὸ δὲ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου, ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, εἶναι 6 cm , νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀρχικῶς ἀναπτυσσομένη πίεσις ὑπὸ τοῦ σίφωνος εἰς gr/cm^2 .
4. Εἰχαμπτος σωλὴν χρησιμοποιεῖται ὡς σίφων διὰ τὴν ἀποξήρανσιν ἔλους. Ἐὰν ἡ ἀναπτυσσομένη πίεσις εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σίφωνος εἶναι 220 gr/cm^2 νὰ ὑπολογισθῆ ἡ

κατακόρυφος απόστασις μεταξύ του κατωτάτου άκρου του σίφωνος και της επιφανείας του έλνους.

5. Σωλήν Bourdon χρησιμοποιούμενος διά την μέτρησιν κενού δεικνύει 740 mm Hg. Πόσον μεγαλύτερα του άπολύτου κενού είναι ή ένδεικνυμένη πίεσις εις gr/cm².
6. Διά την μεταφοράν βενζίνης εκ δεξαμενής χρησιμοποιούμεν έλαστικόν σωλήνα, ως σίφωνα, του όποιου το ύψηλότερον σημειόν απέχει εκ της στάθμης της βενζίνης 10 m. Ποία άρνητική πίεσις πρέπει να εφαρμοσθῆ διά να άρχισῆ ο σίφων να εργάζεται; Σχετικόν ειδικόν βάρος βενζίνης 0,68.
7. Σίφων χρησιμοποιείται διά την εκκένωσιν δεξαμενής έλαίου ειδικού βάρους 0,9 gr/cm³. Να ύπολογισθῆ ή πίεσις ή προκαλοῦσα την εκροήν, όταν τα ύψη τών στηλῶν από τών έλευθέρων επιφανειῶν του ύγρου είναι 110 cm και 220 cm, ή δέ άτμοσφαιρική πίεσις 73,5 cm Hg.

B

8. Σωλήν Bourdon άτμολέβητος δεικνύει πίεσιν 2,2kg/cm². Ποιον το ύψος στήλης ύδραργύρου το άπαιτούμενον διά την έξισορρόπησιν της άνωτέρω πιέσεως;
9. Δύναμις 36 kg άπαιτείται διά την άνάφωσιν ύγρου, έντός σωλήνος διαμέτρου 7,5 cm, κατά 10 m. Ποιον το ειδικόν βάρος του ύγρου;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 3

1. Πόσον πρέπει να βυθισθῆ έντός ύδατος άνεστραμμένη φιάλη πλήρης άέρος, ούτως ώστε, ο έν αυτή περιεχόμενος άήρ, να έλαττωθῆ εις το τρίτον του άρχικού του όγκου;
 2. Δύτης φθάνει εις βάθος 6 m υπό την επιφάνειαν λίμνης· το σκάφανδρόν του πληροῦται διά πεπιεσμένον άέρος διά να μη συντριβῆ υπό της πιέσεως του ύδατος. Να ύπολογισθῆ ή πίεσις του παρεχομένου άέρος.
 3. Μικρόν αερόστατον πλήρες υδρογόνου έχει όγκον 1000 cm³ υπό όλιανήν πίεσιν 1 atm (76 cm Hg). Ποίος θα είναι ο όγκος του όταν τοῦτο άνψωθῆ και φθάσῆ εις τοιοῦτον ύψος ώστε
- τόσον ή πίεσις του περιβάλλοντος όσον και ή πίεσις του έλαστικού περιβλήματος να γίνον 1/4 atm;
 4. Άέριον καταλαμβάνει, υπό την άτμοσφαιρικήν πίεσιν 76 cm Hg, όγκον 5 λίτρων. Έάν ή πίεσις έλαττωθῆ εις 20 cm Hg, της θερμοκρασίας παραμενούσης σταθεράς, πόσος ο νέος όγκος του άερίου;
 5. Η πίεσις άερίου, εύρισκομένου έντός κλειστού δοχείου, είναι 20lb/in². Ποία μεταβολήν θα ύποσθῆ ο όγκος αυτός εάν ή πίεσις αύξηθῆ εις 100 lb/in²;
 6. Δοχείον όγκου 1 λίτρου (1lt) περιέχει άέρα υπό πίεσιν 6 Atm, ένθ' ή πυκνότης του άέρος υπό την αὐτήν θερμοκρασίαν και υπό πίεσιν 1 Atm είναι 0,0012 gr/cm³. Πόση ή μάζα του εις το δοχείον άέρος;
 7. Εις άνοικτόν μανόμετρον δι' ύδραργύρου, ή διαφορά στάθμης είναι 24cm. Το βαρόμετρον δεικνύει άτμοσφαιρικήν πίεσιν 75 cm. Έάν ή ύψηλότερα στάθμη του ύδραργύρου εύρίσκειται πρὸς το σκέλος του μανομέτρου εις το δοχείον, πόση είναι ή πίεσις έν τῷ δοχείῳ εις Atm;
 8. Καταδυτικός κώδων κλινδρικός ύψους 2,10 m εύρίσκειται εις τὸν πυθμένα λίμνης, οτε το ύδωρ άνέρχεται εις ύψος 1,20 m από του άνοικτου άκρου αὐτου. Όταν το βαρόμετρον δεικνύη 73,7 cm Hg, ζητείται το βάθος της λίμνης. (Άπ. 14,8 m).
 9. Εις την συσκευήν του πειράματος Boyle, όταν ο υδράργυρος εις το άνοικτόν σκέλος εύρίσκειται κατά 10 cm ύψηλότερον από τὸν υδράργυρον εις το κλειστόν σκέλος, ο άποκλεισμένος άήρ καταλαμβάνει μήκος 8 cm του σωλήνος. Ζητείται, εις ποιον ύψος πρέπει να άνέλθῆ ο υδράργυρος εις τὸν άνοικτόν σωλήνα, ίνα ο όγκος του άποκλεισμένου άέρος έλαττωθῆ εις το ήμισον.
 10. Ποία ή ένδειξις βαρομέτρου έντός όργυείου βάθους 100 cm, λαμβανόμενου υπ' ύψιν οτι ή μέση πυκνότης του άέρος έντός του όργυείου είναι 0,00136 gr/cm³ και οτι ή ένδειξις του αὐτου βαρομέτρου εις την επιφάνειαν είναι 75 cm Hg;

11. Νά ὑπολογισθῆ τὸ ἀνώτατον ὕψος εἰς τὸ ὁποῖον δύναται τὸ ἕδωρ νὰ ἀνυψωθῆ ὑπὸ ἀναρροφητικῆς ἀντλίας ἐάν ἡ ἀτμοσφ. πίεσις εἶναι 985gr/cm^2 .
12. Ἐντὸς ἀεριοφυλακίου ὄγκου 15 lit, εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν 100 kgr/cm^2 ὀξυγόνου. Πόσος εἶναι ὁ ἐξερχόμενος ἀφ' ἑαυτοῦ ὄγκος ἀερίου εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσορροπῆται ὑπὸ 76 cm Hg , ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν;
13. Ἀσφαλιστικὴ βαλβὴς λέβητος ἔχει ἐπιφάνειαν 5 cm^2 . Ἐάν ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ δὲν πρέπει νὰ ὑπερβῆ τὰ 5 kg/cm^2 , πόσον βάρος πρέπει νὰ προστεθῆ ἐπὶ τῆς βαλβίδος, ὥστε αὐτὴ νὰ ἀνοίγῃ ὅταν ἡ πίεσις αὐξάνεται εἰς τὴν ἀνωτέρω τιμὴν;
14. Ἡ πίεσις ἐντὸς δοχείου εἶναι 3,2, τεχνητὰ ἀτμόσφαιραι (ἡ ὀλικὴ πίεσις εἶναι $3,2 +$ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν = $4,2\text{atm}$). Νά ὑπολογισθῆ ἡ πίεσις εἰς cm Hg , ὅταν ὁ ἀήρ ἀραιωθῆ ἑσωτερικῶς κατὰ 0,25 τοῦ ὄγκου του.
15. Ὑδραργυρικὸν βαρομέτρον ὁ σωλὴν εὐρίσκεται βυθισμένος ἐντὸς βαθείας λεκάνης ὑδραργύρου, ἡ δὲ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἔχει κατὰ τινα στιγμήν μῆκος 74 cm. Ἐάν ὁ σωλὴν βυθισθῆ εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου χῶρος νὰ ἐλαττωθῆ εἰς τὸ ἕμισον, ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου καθίσταται 72 cm. Νά ἐξηγηθῆ πῶς συμβαίνει τοῦτο καὶ πόση εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις.
16. Ἀερόστατον ἔχει ὄγκον 400 m^3 , ὕταν εἶναι πλήρως ὑδρογόνου. Τὸ ἀερόστατον κενὸν ζυγίζει 250 kg. Ἐάν ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος εἶναι $0,0012\text{ gr/cm}^3$, πόση ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀεροστάτου;
17. Ποῖον τὸ βάρος ἀέρος, περιεχομένου ἐντὸς δοχείου ὄγκου 500 lit, ὑπὸ ὀλικὴν πίεσιν 5 at, ὅταν ἡ πυκνότης αὐτοῦ, ὑπὸ πίεσιν 1 at, εἶναι $0,0012\text{ gr/cm}^3$;
18. Ποῖα ἡ ἐπικρατοῦσα πίεσις ἐντὸς δοχείου, ὄγκου 100 lit περιέχοντος 858 gr ὀξυγόνου, δοθέντος ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ πίεσιν 1 at εἶναι $0,00143\text{ gr/cm}^3$;
19. Δοχείον ὄγκου 1140 lit εἶναι πλήρες ἀτμοσφαιρικῶς ἀέρος πίεσεως 1 at. Ἀντλία συμπιέζει ἕτερα 11400 lit ἀέρος ἐντὸς τοῦ δοχείου. Ζητεῖται ἡ δημιουργηθεῖσα πίεσις.
20. Ἀεροστεγὲς δοχεῖον περιεκτικότητος 57 lit δύναται νὰ παραλάβῃ πίεσεις μέχρι $1,40\text{ kg/cm}^2$. Τί ὄγκος ἀέρος ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν πρέπει νὰ διοχευθῆ ἐντὸς τοῦ δοχείου, ὥστε ἡ πίεσις του νὰ καταστῆ ἴση πρὸς τὴν ὀριακὴν; Νά ληφθῆ ἀρχικὸς ὄγκος ἀέρος ἐντὸς τοῦ δοχείου 57 lit καὶ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἴση πρὸς 1050 gr/cm^2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ Α' ΜΕΡΟΥΣ

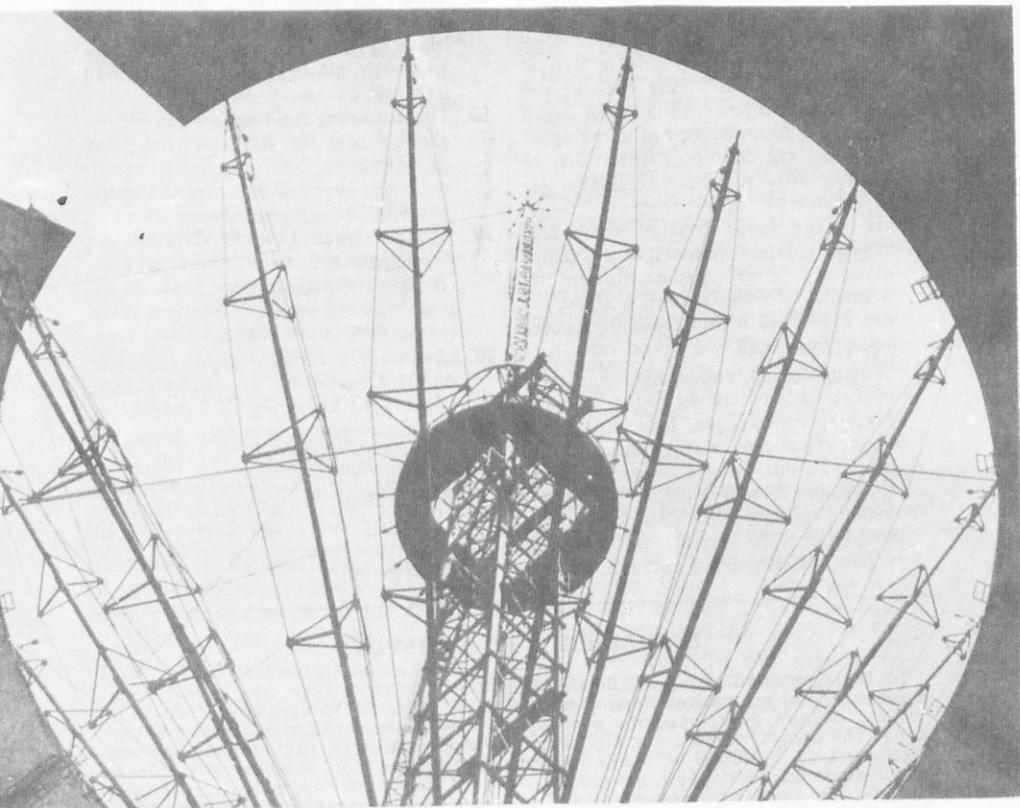
Τὸ δεῦτερον αὐτὸ μέρος τοῦ βιβλίου ἤρχισε μὲ τὴν εἰσαγωγὴν τῶν ἐνοιῶν τῆς πυκνότητος καὶ τοῦ εἰδικοῦ βάρους, ἀκολουθῶν δὲ ἐξητάσθη τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος, ὡς μέτρον συγκρίσεως τῆς πυκνότητος τῶν διαφόρων σωμάτων. Μετὰ τὴν μερὸς, ὡς μέτρον αὐτοῦ εἰς δεξιὰ εἰς ἄλλοις ἐπέκεινται τὰς δυνάμεις ἀπὸ τὰς πίεσεις εἰς τὰ ὑγρά, καὶ μὲ σχετικὰ παραδείγματα ἔχεται ἡδὴ γνωρίσει τὰς βάσεις τῆς ὑδραυλικῆς, ὅπως, χάρις εἰς τὴν μελέτην τῆς Ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους, γνωρίζετε ἀκόμη τώρα ὅτι ὅλα τὰ σώματα τὰ βυθιζόμενα ἐν μέρει ἢ τελείως ἐντὸς ἐνὸς ὑγροῦ ὑψιτανταί μίαν δύναμιν πρὸς τὰ ἄνω.

Εἰς τὸ περι ἀτμοσφαιρὰς κεφάλαιον ἐμελετήσατε τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ τὰς διαφόρους συσκευὰς μετρήσεως τῆς τῶρα πλέον γνωρίσετε εἰς τὴν περίπτωσιν οὐσιασταί τὸ ἔργον τῶν μετεωρολόγων, πῶς γίνονται αἱ προγνώσεις καιροῦ, καὶ πῶς ὑπολογίζουσι οἱ ἀεροπόροι τὸ ὕψος πτήσεως τοῦ ἀεροσκάφους τῶν.

Ὁ νόμος τοῦ Boyle σὰς ἐδῶσε τὴν εὐκαιρίαν νὰ συνειδητοποιήσετε μίαν σημαντικὴν διαφορὰν μεταξὺ τῶν δύο εἰδῶν ρευστῶν: τὰ ὑγρά τὰ δὲν συμπιέζονται, ἐνῶ τὰ ἀέρια ὑπὸ πίεσιν μεταβάλλουσι ὄγκον καὶ μάλιστα κατὰ τελείως ὀρισμένον νόμον. Τέλος μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Bernoulli ἐπροχώρησατε εἰς μίαν βαθυτέραν ἀνάλησιν τῶν ἰδιοτήτων τῶν ρευστῶν ἡ ὁποία φάνηται ὅτι ἀντιστρατεύονται ἄλλους φυσικοὺς νόμους, τὰ ὅποια ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται ὅτι ἀντιστρατεύονται ἄλλους φυσικοὺς νόμους.

Ἡ μελέτη τοῦ μέρους αὐτοῦ σὰς ἐξοικεῖωσε μὲ τὰς βασικὰς ἀρχὰς ἐπὶ τῶν ὀπλοῦν, ὅπως δὴ ἴδωμεν ἀργότερον, οἰκοδομεῖται ὁλόκληρος ἡ Ἀεροδυναμικὴ.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ



ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ

4. Δυνάμεις
5. Πίπτοντα σώματα και επιταχυνόμενη κίνησης
6. Βαρύτης και τὰ αξιώματα τοῦ Νεύτωνος

Εἰς τὸ μέρος αὐτὸ θὰ ἐξηγηθῇ μετὰξὺ ἄλλων

- Διατί δύο δυνάμεις δὲν εἶναι πάντοτε ἀποδοτικώτεραι τῆς μιᾶς
- Ὅτι μία δύναμις δυνατόν νὰ ἔχη περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἀποτελέσματα
- Διατί ἐν ἀντικείμενον, τὸ ὁποῖον πίπτον κατακορύφως, διανύει 4 cm ἐντὸς 0,5 sec, διανύει 16 cm εἰς 1 sec
- Ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐπιβαλλομένης δυνάμεως
- Διατί εἶναι ἐπιθυμητὸν νὰ ἔχουν τὰ κινητὰ χαμηλὸν κέντρον βάρους
- Διατί τὰ αὐτοκίνητα χάνουν ταχύτητα εἰς τὰς στροφὰς
- Διατί ὁ πύραυλος δύναται νὰ ταξιδεύῃ ἐντὸς κενοῦ
- Τίνοι τρόποι πολλὰ προβλήματα πτήσεως ἐξαρτῶναι ἀπὸ τὰς ἀρχὰς τῆς Φυσικῆς

ΔΥΝΑΜΕΙΣ

“Εως τώρα ανέπτυχθη ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον τὰ ὑγρά σώματα ἐν κινήσει ἢ ἐν ἀκίνησίᾳ εὐρισκόμενα ἐξήσκον δυνάμεις, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ φύσις τῶν μοριακῶν δυνάμεων συνοχῆς. Ἄλλὰ θεαίως δὲν εἶναι αὐταὶ αἱ μόναι δυνάμεις εἰς τὴν φύσιν. Οἰαδήποτε ἔλξεις ἢ ἀπώθησις ὑποδηλοῖ τὴν ὑπαρξίν δυνάμεως καὶ ἡ καθημερινὴ ζωὴ ἔχει συυφάνει τὴν ἔννοιαν τῆς δυνάμεως μὲ τὴν, δι’ ἴδιων μέσων, ὠθησιν ἐνὸς ὀχήματος, ἀνάρτησιν ἐνὸς βάρους κ.τ.λ. Εἰς τὸ κεφάλαιον αὐτὸ δὲ ἀναπτυχθῆ πῶς δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις, ἐπενεργοῦσαι ταυτοχρόνως ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, δύνανται νὰ συντεθοῦν εἰς μίαν, προκαλοῦσαν ἀκριβῶς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα, καὶ πῶς μία δύναμις εἶναι δυνατόν νὰ παράγῃ περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἀποτελέσματα. Τέλος, ἡ ἀφομοίωσις τῆς ἰδέας ὅτι μία μικρὰ δύναμις δύναται νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ τεραστίας συνιστώσας καὶ ἡ γνῶσις τοῦ τρόπου ὑπολογισμοῦ τῆς συνισταμένης πολλῶν δυνάμεων, ἀναμφισβητήτως δὲ σὰς ὁδηγῆ, σχεδὸν ἐνοτικτωδῶς εἰς τὴν ἀποδοτικωτέραν δυνατὴν χρῆσιν τῶν δυνάμεων εἰς τὰ προβλήματα τῆς καθημερινῆς ζωῆς.

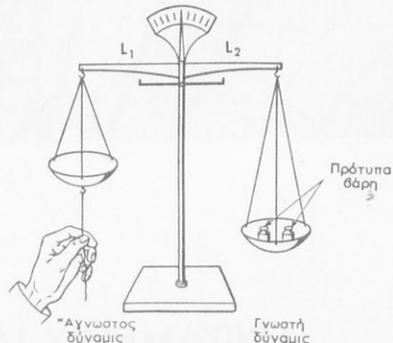
ΕΔΑΦΙΟΝ 13. Σύνθεσις δυνάμεων.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. Οἱ ἀνθρώπινοι μύες δύνανται νὰ ἐξασκήσουν μεγάλας δυνάμεις, ὠθησεις ἢ ἔλξεις, εἶναι δὲ οὕτως κατεσκευασμένοι, ὥστε νὰ δυνάμεθα κατὰ κανόνα νὰ διακρίνωμεν, ὅταν τὰς ἀντισταθμιζώμεν, τὰς ἰσχυρὰς δυνάμεις ἀπὸ τὰς ἀσθενεῖς. Ἐν τούτοις ὁσάκις δύο δυνάμεις εἶναι κατὰ μικρὸν ποσοστὸν ἄνισοι, ὁ ἀνθρώπος δὲν εἶναι εἰς θέσιν πλέον νὰ διακρίνῃ τὴν μεγαλυτέραν. Εἶναι ἀδύνατον νὰ προσδιορίσετε τὴν διαφορὰν βάρους δύο σωμάτων βάρους 50 kg* καὶ 51 kg* ἀντιστοιχῶς. Διὰ νὰ ἔχωμεν ἀκριβεῖς τιμὰς τῶν βαρῶν τῶν διαφόρων σωμάτων ἀναγκαίως λοιπὸν καταφεύγομεν εἰς συσκευάς: τοὺς ζυγοὺς φέροντας βραχίονας καὶ τοὺς ζυγοὺς δι’ ἑλατηρίου.

Ὁ ζυγὸς μετὰ βραχιόνων (σχ. 13-1) ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἰσομήκων βραχιόνων μήκους L . Ἐὰν ἔχωμεν πρότυπα βάρη δυνάμεθα διὰ τοῦ ζυγοῦ τούτου νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ἀκριβὲς βάρος σώματος τινος δι’ ἀντισταθμίσεως: τὸ βάρος εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἀριστεροῦ βραχίονος ἐξισορροπεῖται ὑπὸ τῶν βαρῶν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ δεξιοῦ βραχίονος (σχ. 13-1).

Ὁ ζυγὸς δι’ ἑλατηρίου (κοινῶς: καν-

ταράκι) ἀποτελεῖ τὸ ἀπλούστερον παράδειγμα δυναμομέτρου. Ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις προκαλεῖ ἀνάλογον ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἑλατηρίου, ὁ δείκτης δέ, τὸν ὁποῖον φέρει τὸ ἑλατήριο, δεικνύει τὸ μέγεθος τῆς δυνάμεως ἐπὶ εἰδικῆς πρὸς τοῦτο κλίμακος. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὄργανου γίνεται ἐκ τῶν προτέρων δι’ ἀναρτήσεως σωμάτων γνωστοῦ βάρους καὶ ἐφ’ ὅσον ἡ δύναμις δὲν ὑπερβαίνει ὀρισμένον ὄριον, τὸ μέγεθος τῆς παραμορφώσεως εἶναι ἀ-



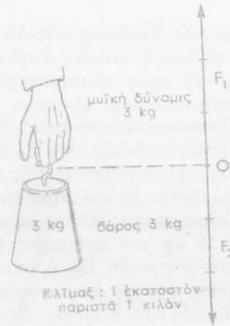
Σχ. 13—1. Μέτρησης Δυνάμεως ὑπὸ ζυγοῦ μετὰ βραχιόνων.



Σχ. 13.—2. Μέτρησης Δυνάμεως υπό ζυγού δι' ελατηρίου.

νάλογον τῆς ἐπενεργοῦσης δυνάμεως.
Ὡς βασικὴ μονὰς τῆς δυνάμεως εἰς τὸ τεχνικὸν σύστημα χρησιμεύει τὸ χιλιόγραμμον βάρους (kg). Ἐνίοτε χρησιμοποιεῖται καὶ τὸ γραμμάριον βάρους (gr), εἶναι δὲ ὡς γνωστὸν $1 \text{ gr} = 0,001 \text{ kg}$. Εἰς τὰς ἐπιστημονικὰς ἐφαρμογὰς ὡς βασικὴ μονὰς δυνάμεως χρησιμοποιεῖται ἡ δύννη (Dyn), εἶναι δὲ $1 \text{ gr} = 981 \text{ Dyn}$. Ὡς χιλιόγραμμον δυνάμεως ὀρίζεται ἡ ἔλξις τὴν ὁποῖαν ἀσκει ἡ γῆ ἐπὶ ἐνὸς προτύπου χιλιογράμμου μάζης. Ἐνίοτε πρὸς ἀντιδιαστολὴν του ἀπὸ τὴν ὁμώνυμον μονάδα μάζης τὸ χιλιόγραμμον δυνάμεως συμβολίζεται kg^*

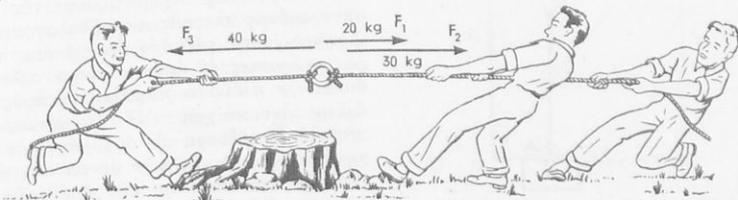
ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. Μία δύναμις ἔχει τρεῖς χαρακτηριστικά: τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς, τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν. Γραφικῶς ἡ δύναμις παριστάται ὑπὸ τμήματος εὐθείας φέροντος εἰς τὸ ἄκρον βέλος.



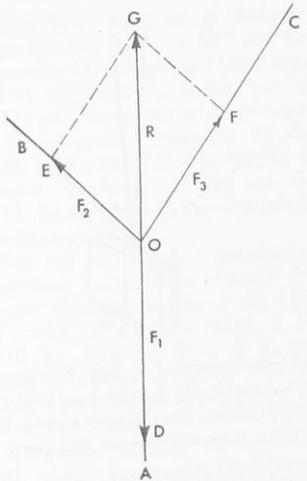
Σχ. 13.—3. Διὰ τὴν γραφικὴν παράστασιν χρησιμοποιούμεν ἀνύσματα

Ἡ ἀρχὴ τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος, τὸ ὁποῖον παριστᾷ τὴν δύναμιν, ἀποτελεῖ τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς ταύτης. Τὸ μήκος τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος, ὑπὸ κατάλληλον κλίμακα, τὴν ὁποῖαν ὀρίζομεν ἡμεῖς, παρέχει τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν τῆς δυνάμεως, ἐνῶ τὸ βέλος δεικνύει τὴν διεύθυνσιν ταύτης. Βάσει τοῦ τελευταίου τούτου ὁρισμοῦ δυνάμεθα νὰ εἰπωμεν ὅτι αἱ δυνάμεις τοῦ σχήματος 13-3 εἶναι ἀντίθετοι. Γενικῶς ἓνα φυσικὸν μέγεθος, ὅταν δὲν καθορίζεται τελείως διὰ τῆς ἀριθμητικῆς του τιμῆς καὶ τῆς μονάδος μετρήσεως, ἀλλὰ πρέπει νὰ δοθῇ καὶ ἡ διεύθυνσιν αὐτοῦ καλεῖται ἀνυσμα-τικόν.

ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. Ἐὰν πολλαὶ δυνάμεις ἐπενεργοῦν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας ἐπὶ ὅμοιου σημείου, καὶ ὀρισμένοι ἐξ αὐτῶν ἔχουν διεύθυνσιν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἄλλαι δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν, ἤτοι πρὸς τ' ἀριστερά, ἡ τελικὴ δύναμις, ἡ ὁποία θὰ δοθῇ, θὰ εἶναι τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, ὑπὸ τὸν ὅρον ὅτι θεωροῦμεν π. χ.



Σχ. 13.—4. Παράλληλοι δυνάμεις.
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Σχ. 13.—6. Ἡ συνισταμένη παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου.

διαγωνίου, ἐνῶ ἡ διεύθυνσίς τῆς εἶναι ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαγωνίου. Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἔχει τὴν αὐτὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν, μετὰ τὴν συνισταμένην δύο δοθεισῶν δυνάμεων σχηματίζουσῶν γωνίαν, ἀντίθετον δὲ διεύθυνσιν καλεῖται ἰσορροποῦσα δύναμις ὀρίζεται ἄρα ἡ δύναμις ἐκείνη ἡ ὁποία ἐξουδετερώνει τὴν δρᾶσιν μᾶς ἢ περισσοτέρων δυνάμεων ἐπὶ σώματός τινος. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἰσορροποῦσας δυνάμεως δύο ἢ περισσοτέρων δυνάμεων ἀρκεῖ νὰ εὑρωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν ὁπότε ἡ ἰσορροποῦσα δύναμις θὰ ἔχη τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς, τὴν αὐτὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν μετὰ τὴν συνισταμένην ἀλλὰ ἀντίθετον διεύθυνσιν.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΥΠΟ ΟΡΘΗΝ ΓΩΝΙΑΝ. Ἐὰν δύο δυνάμεις ἐφηρμοσμένα εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον σχηματίζουσιν ὀρθὴν γωνίαν, τὸ πρόβλημα τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς συνισταμένης αὐτῶν οὐδεμίαν πρόσθετον δυσκολίαν παρουσιάζει, ἀπεναντίας δὲ καθίσταται εὐκολώτερον. Τὸ σχ. 13-7 παριστᾷ τὰς δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ὑπὸ ὀρθὴν γωνίαν. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς συνισταμένης ἐφαρμοζόμεν τὸν κανόνα τοῦ παραλληλογράμμου ἢ δὲ συνισταμένην παρίσταται ὑπὸ τοῦ διανύσματος OR.

Ἐπειδὴ ἡ γωνία τῶν δυνάμεων εἰς τὸ

Ο εἶναι ὀρθὴ δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἑτέραν μέθοδον διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς συνισταμένης. Τὸ παραλληλόγραμμον, εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, γίνεται ὀρθογώνιον ὁπότε $OC = BR$ καὶ ἡ OR εἶναι ἡ ὑποτείνουσα τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου OBR. Κατόπιν τούτου $OR^2 = OB^2 + BR^2$. Ἐὰν δέ, ἡ δύναμις OB εἶναι 30 kg καὶ ἡ OC 40 kg ἡ συνισταμένη αὐτῶν θὰ εἶναι

$$OR^2 = 30^2 + 40^2 \quad \eta$$

$$OR = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ kg}$$

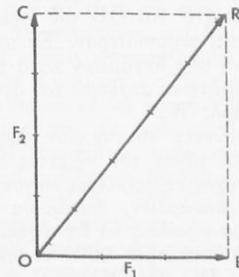
Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καταλήγομεν βεβαίως χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τοῦ παραλληλογράμμου.

ΒΕΒΑΙΩΘΕΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΟΙΑΣ

Γραμμάριον δυνάμεως	Συνισταμένη δύναμις
Δύνη	Ἴσορροποῦσα δύναμις
Ἄνυσμα	Μέθοδος παραλληλογράμμου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὅρίσατε τὸ χιλιόγραμμον δυνάμεως.
2. Ποῖα αἱ δύο κατηγορίαι ζυγῶν;
3. Ἀναφέρατε ἓνα πρακτικὸν τρόπον παραστάσεως δυνάμεων.
4. Τί ἐννοοῦμεν, λέγοντες συνισταμένη δύο ἢ περισσοτέρων δυνάμεων;
5. Τί ἐννοοῦμεν, λέγοντες, ἰσορροποῦσα δύναμις δύο ἢ περισσοτέρων δυνάμεων;
6. Τίνι τρόπῳ εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθῇ ἡ συνισταμένη περισσοτέρων τῶν δύο παραλλήλων δυνάμεων;
7. Σχεδιάσατε, ὑπὸ κλίμακα, δύο δυνάμεις σχηματίζουσας μεταξὺ τῶν γωνίαν 30° καὶ προσδιορίσατε τὴν συνισταμένην αὐτῶν.



Σχ. 13—7. Σύνθεσις Δυνάμεων ὑπὸ ὀρθῆν γωνίαν.

8. Σχεδιάσατε, υπό την αὐτὴν κλίμακα, ὡς εἰς τὴν ἐρώτησιν 7, τὰς αὐτὰς δύο δυνάμεις ἀλλὰ ὑπὸ γων. 120° και προσδιορίσατε τὴν συνισταμένην αὐτῶν.
9. Σχεδιάσατε ὑπὸ κλίμακα, δύο ἀνίσας δυνάμεις ὑπὸ γωνίαν 90° . Ἀναφέρατε τὰς δύο μεθόδους προσδιορισμοῦ τῆς συνισταμένης τῶν.

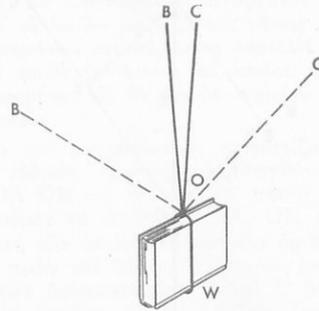
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί ὅταν αἰωρηθῆτε εἰς τὸ μονόζυγον καταβάλλετε μικρότερον προσπάθειαν ὅταν οἱ βραχίονές σας εἶνε παράλληλοι;
2. Ποῖος ὁ ἐλάχιστος ἀπαιτούμενος ἀριθμὸς καλωδίων, διὰ τὴν στηρίζειν ὑψηλῆς καπνοδόχου προσβαλλομένης ὑπὸ τοῦ ἀνέμου ἐκ πάσης διευθύνσεως;
3. Ποία ἡ τελικὴ διεύθυνσις κολυμβητοῦ διανύοντος ποταμὸν οὐχὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὕδατορεύματος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΤΥΝΘΕΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ. Τὰ διαγράμματα καὶ τὰ προβλήματα τοῦ παρόντος κεφαλαίου θὰ σᾶς φανοῦν εὐκολώτερα καὶ πλέον εὐνόητα, ἐὰν ἀποκτήσετε προσωπικὴν πρακτικὴν πείραν ἐπὶ τῆς συνθέσεως τῶν δυνάμεων. Λάβετε νῆμα τυχόντος μήκους BC καὶ ἐκ τοῦ μέσου αὐτοῦ O ἀναρτήσατε βάρους W (σχῆμα 13-8). Ἐὰν πλησιάσωμεν τὰ τμήματα BO καὶ OC τοῦ νήματος ὅσον τὸ δυνατόν τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὅλον βᾶρος W διαμοιράζεται εἰς τὰ δύο. Ἀποχωρίζομεν τὰ τμήματα BO καὶ OC , ὡς εἰς τὰς διακεκομμένας εὐθείας τοῦ σχήματος, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δύναμις τόσον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς BO ὅσον καὶ κατὰ τὴν τῆς OC αὐξάνει, αὐξάνει δὲ τοσοῦτω μᾶλλον, ὅσον τὰ τμήματα OC καὶ OB τοῦ νήματος ἀποχωρίζονται περισσότερο. Ἐν τούτοις ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων κατὰ τὰς OB καὶ OC παρέμεινε σταθερὰ καὶ ἀντίθετος πρὸς τὸ βᾶρος W .

Μετακινούντες τὸ σημεῖον ἀναρτήσεως O ἐκ τοῦ μέσου τοῦ νήματος δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ποικίλους συνδυασμοὺς συνθέσεως δυνάμεων. Δυνάμεθα βεβαίως καὶ τώρα ἐκόλως νὰ ἐπιτύχωμεν γωνίαν BOC ἴσην πρὸς 90° . Ἀφοῦ ὅμως τὰ τμήματα BO καὶ OC δὲν εἶναι ἰσομήκη ἀποκλείεται προφανῶς καὶ ἰσότης τῶν δυνάμεων κατὰ τὰς OB καὶ OC . Εἰς τὴν



Σχ. 13.—8. Συνισταμένη δύο δυνάμεων. Αἱ δυνάμεις, κατὰ τὰς διευθύνσεις τῶν τμημάτων τοῦ νήματος, μεγαλύνουν καθὼς τὰ τμήματα ἀπομακρύνονται ἀλλήλων.

περίπτωσιν ταύτην, κατὰ τὴν ὁποίαν, αἱ μὲν δυνάμεις εἶναι ἀνίσου, ἡ δὲ γωνία BOC ὀρθή, δύνασθε νὰ προσδιορίσετε, ποῖα ἐκ τῶν δύο δυνάμεων τῶν δρωσῶν κατὰ μῆκος τῶν δύο τμημάτων τοῦ νήματος, εἶναι μεγαλύτερα;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Δύο δυνάμεις 10 kg καὶ 15kg ἐπενεργοῦν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας ἔχουν δὲ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ συνισταμένη τῶν.
2. Ποία ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων τοῦ προβλήματος 1 ἐὰν αἱ διευθύνσεις αὐτῶν ἦσαν ἀντίθετοι;
3. Δύο δυνάμεις 3kg καὶ 4kg ἐπενεργοῦν κατ' ὀρθὴν γωνίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὄγκου σημείου. Νὰ εὐρεθῇ ἡ συνισταμένη αὐτῶν α) γραφικῶς καὶ β) ἀναλυτικῶς.
4. Δύναμις 5 kg ἐπενεργεῖ ἐπὶ ὄγκου σημείου μὲ διεύθυνσιν πρὸς δυσμάς. Δύναμις 12kg ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὄγκου σημείου μὲ διεύθυνσιν πρὸς νότον. Νὰ εὐρεθῇ ἡ συνισταμένη τῶν.
5. Νὰ εὐρεθῇ ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων, ἀμφοτέρων ἴσων πρὸς 10gr, ἐπενεργοῦσάν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὄγκου σημείου καὶ σχηματίζουσάν γωνίαν 45° , διὰ τῆς μεθόδου τοῦ παραλληλογράμμου.
6. Νὰ εὐρεθῇ ἡ συνισταμένη δύο δυνά-

- μεων ἴσων πρὸς 10 gr ἑκάστη σχηματίζουσιν γωνίαν 60° καὶ ἐπενεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀγκοῦ σημείου;
7. Ἐπὶ τῆς κορυφῆς ὀρθῆς γωνίας ἐπενεργοῦν κατὰ τὴν μίαν πλευρὰν αὐτῆς ὁμόροτοι δυνάμεις 21 kg καὶ 18 kg καὶ ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἀντίροτοι δυνάμεις 27 kg καὶ 53 kg. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων.
 8. Ἐπὶ τοῦ σημείου διασταυρώσεως δύο καθέτως τεμνομένων εὐθειῶν ἐπενεργοῦν τέσσαρες δυνάμεις ὡς ἐξῆς: ἡ $F_1 = 48$ kg πρὸς τὰ δεξιὰ, ἡ $F_2 = 110$ kg πρὸς τὰ ἄνω, ἡ $F_3 = 12$ kg πρὸς τὴν ἀριστερά, καὶ ἡ $F_4 = 33$ kg πρὸς τὰ κάτω. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ συνισταμένη αὐτῶν.
 9. Ἄνθρωπος βάρους 80 kg κάθεται ἐπὶ αἰώρας (κούνιας). Ὁριζόντιος δυνάμεις 60kg ἀπομακρύνει τὴν αἰώραν ἐκ τῆς κατακόρυφου θέσεως. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ τάσις ἐκάστου σχοινίου τῆς αἰώρας.
 10. Παιδίον κάθεται ἐπὶ αἰώρας τὰ σχοινιά τῆς ὁποίας σχηματίζουν γωνίαν 120° μεταξύ των. Ἡ τάσις ἐκάστου σχοινίου εἶναι 50 kg. Ποῖον τὸ βάρος τοῦ παιδίου;
- B**
11. Δύο νέοι μεταφέρουν φορτίον ἀνηρτημένον ἀπὸ τὸ μέσον σχοινίου, τοῦ ὁποίου κρατοῦν αὐτοὶ τὰ δύο ἄκρα. Τὰ δύο τμήματα τοῦ σχοινίου σχηματίζουν γωνίαν 50° πρὸς τὴν ὀριζόντιον. Ἐκαστος νέος ἐξασκεῖ δύναμιν 25 lb διὰ τὴν συγκράτησιν τοῦ φορτίου. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ φορτίου.
 12. Λέμβος κινεῖται πρὸς βορρᾶν, εἰς ποταμὸν ἢ διεύθυνσιν τοῦ ὕδατος τοῦ ὁποίου εἶναι πρὸς νότον. Ἡ λέμβος κινεῖται ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν δυνάμεως 20 kg ἐνῶ τὸ ρεῦμα τοῦ ποταμοῦ ἐξασκεῖ ἐπ' αὐτῆς δύναμιν 14,1 kg. Ἐξ ἄλλου ὁ πνέων πρὸς δυσμάς ἀνεμος ἐξασκεῖ ἐπὶ τῆς λέμβου δύναμιν 14,1kg. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἐπι τῆς λέμβου ἐπενεργοῦσα συνισταμένη δύναμις μεγέθει καὶ διευθύνσει.
 13. Δύο δυνάμεις 10 Dyn καὶ 5 Dyn ἐπενεργοῦν ὑπὸ γωνίαν 140° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης.
 14. Σῶμα βάρους 160 kg, εὐρισκόμενον ἐπὶ ὀριζόντιον τραπέζης, ὑπόκειται εἰς τὴν ἐπενέργειαν δύο δυνάμεων ἐφηρμοσμένων ἐφ' ἑνὸς σημείου αὐτοῦ, καὶ ὑπὸ γωνίαν 90° , παραλλήλως πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τραπέζης, εἶναι δὲ $F_1 = 28$ kg καὶ $F_2 = 45$ kg Πόση ἡ συνισταμένη αὐτῶν;

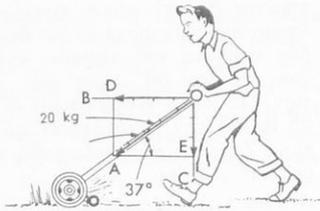
ΕΔΑΦΙΟΝ 14. Ἀνάλυσις δυνάμεων.

ΣΤΥΝΙΣΤΩΣΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 14 - 1 ἐμφαίνεται ἄνθρωπος ὠθῶν θεριστικὴν μηχανὴν χόρτου μὲ δύναμιν 20 kg. Ἡ δύναμις αὐτὴ ἐξασκεῖται κατὰ μῆκος τῆς λαβῆς τῆς μηχανῆς, ἡ ὁποία σχηματίζει γωνίαν 37° ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Ἡ ἐπενέργεια τῆς δυνάμεως αὐτῆς ἐπιδρᾷ διτῶς, τόσον εἰς τὴν μετατόπισιν τῆς θεριστικῆς μηχανῆς ὀριζοντίως, ὅσον καὶ εἰς τὴν ἀντιστάθμισιν τοῦ βάρους τῆς μηχανῆς κατακόρυφως.

Προφανῶς τὸ προκείμενον πρόβλημα εἶναι τὸ ἀντίστροφον τοῦ προβλήματος τὸ ὁποῖον ἀντιμετωπίσαμεν εἰς τὴν προηγούμενην παράγραφον. Ἐνῶ ἐκεῖ ἐξητούσαμεν μίαν δύναμιν ἢ ὁποία νὰ ἀντικαταστή τὰς δεδομένας (τὴν συνισταμέ-

νην) τώρα γνωρίζομεν τὴν συνισταμένην καὶ προσπαθοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν δύο δυνάμεις τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐπενεργείας τῶν ὁποίων νὰ εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ τῆς δοθείσης συνισταμένης. Αἱ δύο δυνάμεις αὐταὶ αἱ ὁποῖαι ἀντικαθιστοῦν τὴν μίαν καλοῦνται συνιστώσαι τῆς δυνάμεως. Ἐπιθυμοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὰς δύο συνιστώσας τῆς δρώσης, εἰς τὸ σχῆμα 14 - 1, δυνάμεος κατὰ τὴν κατακόρυφον καὶ ὀριζόντιον διεύθυνσιν ἢ ὅπως συνήθως λέγονται, τὴν ὀριζόντιον καὶ κατακόρυφον συνιστώσαν.

Διὰ τὴν ἐπίλυσιν καὶ τοῦ προβλήματος τούτου θὰ χρησιμοποιήσωμεν τὴν μέθωδον τοῦ παραλληλογράμμου. Εἰς τὸ σχῆμα 14 - 1 ἡ δύναμις τῶν 20 kg παρίστα-



Σχ. 14.—1. Ἀνάλυσις δυνάμεως εἰς δύο συνιστώσας. Ἡ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς λαβῆς δρῶσα δύναμις, δύναται νὰ ἐναλυθῇ εἰς τὰς συνιστώσας OD καὶ OE.

ται ὑπὸ τοῦ ἀνύσματος OA. Ἐκ τῶν O φέρομεν δύο εὐθείας καθέτους μεταξύ των, ἐκ τῶν ὁποίων τὴν μίαν παράλληλον πρὸς τὸ ἔδαφος, δηλ. τὰς OB καὶ OC. Ἐκ τοῦ σημείου A φέρομεν παράλληλως πρὸς τὰς OB καὶ OC ἔστω δὲ D καὶ E τὰ σημεία τομῆς αὐτῶν μὲ τὰς ἀπέναντι πλευρὰς ἀντιστοίχως. Τὸ σχηματισθὲν τετράπλευρον εἶναι ὀρθογώνιον καί, κατὰ συνέπειαν, ἡ διαγώνιος αὐτοῦ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς συνισταμένη τῶν περιεχοσῶν ταύτης τὴν δύο συνεχομένων πλευρῶν. Προσδιορίσθησαν ἐπομένως αἱ δύο ζητούμεναι συνιστώσαι ἢ OD καὶ ἢ OE, αἱ ὅποιαι ἐπειδὴ σχηματίζουν μεταξύ των ὀρθὴν γωνίαν, καλοῦνται καὶ ὀρθογώνιοι συνιστώσαι.

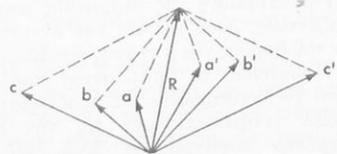
Ὅπως εἶναι προφανές ἢ διὰ τὴν ἀπεικόνισιν τῶν ἀνυσμάτων χρησιμοποιουμένην κλίμαξ οὐδόλλως ἐπηρεάζει τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος διότι διὰ διαφόρους κλίμακας προκύπτουν πάντοτε ὅμοια μεταξύ των σχήματα. Ἐὰν εἰς τὴν συγκεκριμένην αὐτὴν περίπτωσιν λάβωμεν ὡς κλίμα-

κα $1\text{kg} \hat{=} 4$ μονάδας μήκους, τὸ παριστῶν τὴν δύναμιν τῶν 20kg ἀνυσμα θὰ ἔχη μῆκος ἴσον πρὸς 5 μονάδας μήκους. Μετροῦντες δὲ τὰ μῆκη τῶν δύο συνιστωσῶν OE καὶ OD βάσει τῆς ἄνωτέρω κλίμακος προσδιορίζομεν τὰς ἀληθεῖς τιμὰς αὐτῶν. Εἶναι δὲ $OE = 3$ μονάδας μήκους ἢτοι $OE \hat{=} 12\text{ kg}$ καὶ $OD = 4$ μονάδας μήκους ἢ $OD = 16\text{ kg}$. Βεβαίως, θὰ ἦτο δυνατόν, νὰ εἴχομεν χρησιμοποιήσει ἄλλην κλίμακα τὸ ἀποτέλεσμα ὅμως θὰ ἦτο τὸ αὐτό: χρησιμοποιοίσης ἄλλης κλίμακος συνεπάγεται μὲν ἀλλαγὴν τῶν μηκῶν τῶν διανυσμάτων τῶν παρι-

στώτων τὰς δυνάμεις, ὄχι ὅμως καὶ διευθύνσεών των. Ἡ δύναμις τῶν 20 kg , ἔχουσα διεύθυνσιν τοιαύτην, ὥστε νὰ σχηματίζῃ γωνίαν 37° πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἀναλύεται εἰς δύο ὀρθογωνίους συνιστώσας, ἐκ τῶν ὁποίων ἢ μία ὀριζόντιος, τῶν ὁποίων αἱ ἀριθμητικαὶ τιμαὶ εἶναι πάντοτε 12 kg διὰ τὴν κατακόρυφον καὶ 16 kg διὰ τὴν ὀριζόντιον.

Ἐνῶ τὸ πρόβλημα τῆς εὐρέσεως τῆς συνισταμένης πολλῶν δυνάμεων ἔχει μίαν μόνον λύσιν, τὸ πρόβλημα τῆς ἀναλύσεως δυνάμεως εἰς συνιστώσας εἶναι ἀόριστον διότι τυχοῦσα δύναμις δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς ἄπειρα ζεύγη συνιστωσῶν διαφόρων ἐκάστοτε διευθύνσεων. Εἰς τὸ σχῆμα 14 - 2 ἐμφαίνεται τίνι τρόπῳ ἢ δύναμις R εἶναι δυνατόν νὰ ἀναλυθῇ εἰς πολλὰ ζεύγη συνιστωσῶν βάσει πάντοτε τῆς μεθόδου τοῦ παραλληλογράμμου. Ἐκαστον ζεύγος δυνάμεων ὡς τὰ a καὶ a', b καὶ b', c καὶ c' ἀποτελοῦν τὰς συνεχομένης πλευρὰς παραλληλογράμμου τοῦ ὁποίου ἡ διαγώνιος εἶναι ἢ R. Διὰ τὸν ἀκριβῆ ἄρα προσδιορισμὸν τῶν συνιστωσῶν μιᾶς δυνάμεως πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὰς διευθύνσεις των. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς θεωρητικῆς μηχανῆς χόρτου γνωρίζομεν ἐκ τῶν προτέρων ὅτι αἱ διευθύνσεις τῶν συνιστωσῶν εἶναι ἢ κατακόρυφες καὶ ἢ ὀριζόντιες. Ἡ διαδικασία τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν συνιστωσῶν μιᾶς δυνάμεως εἶναι γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα ἀνάλυσις δυνάμεως, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν διαδικασίαν τοῦ προσδιορισμοῦ μιᾶς τελικῆς δυνάμεως ἀντικαθιστώσης δύο ἢ περισσότερας ἢ ὁποία εἶναι γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα σύνθεσις δυνάμεων.

ΔΥΝΑΜΙΣ ΔΥΝΑΤΟΝ ΝΑ ΕΧΗ ΣΤΗΝΙΣΤΩΣΑΣ ΜΕΓΑΛΤΤΕΡΑΣ ΑΥΤΗΣ ΚΑΤ' ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗΝ ΤΙΜΗΝ. Αἱ συνιστώσαι μιᾶς δυνάμεως εἶναι δυν-



Σχ. 14.—2. Οἰαδήποτε δύναμις δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς ἄπειρα ζεύγη συνιστωσῶν.



Σχ. 14-3. Ἡ τάσις τοῦ σχοινίου εἶναι μεγαλύτερα τοῦ βάρους τοῦ ἀνθρώπου.

νατὸν νὰ εἶναι μεγαλύτεραι, κατ' ἀριθμητικὴν τιμὴν τῆς συνισταμένης αὐτῶν. Τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 14-3 ἀποτελεῖ μίαν πράγματι κλασσικὴν τοιαύτην περίπτωσιν. Ἀκροβάτης ἴσταται εἰς τὸ μέσον σχοινίου. Τὸ βᾶρος τοῦ σώματός του ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῶν τάσεων τῶν ἀναπτυσσομένων εἰς τὰ δύο τμήματα τοῦ σχοινίου. Ἐν ἄλλοις λόγοις δηλ. αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 πρέπει νὰ σχηματίζουν συνισταμένην ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἀκροβάτου. Ἐστω OR ἡ συνισταμένη τοῦτων ἢ ἐξισορροποῦσα τὸ βᾶρος τοῦ ἀκροβάτου, ἴση πρὸς 125 kg (χρησιμοποιουμένη κλίμαξ $1\text{cm} \hat{=} 50\text{kg}$).

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω τὸ πρόβλημα μεταβάλλεται εἰς τὸ ἑξῆς: Νὰ προσδιορισθοῦν αἱ γνωστῶν διευθύνσεων F_1 , F_2 δεδομένης τῆς συνισταμένης τῶν OR κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν. Χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τοῦ παραλληλόγραμμου φέρομεν ἐκ τοῦ O τὰς εὐθείας OK , OL καὶ ἐκ τοῦ R τὰς παραλλήλους πρὸς αὐτὰς RN , RM ἀντιστοίχως. Οὕτω σχηματίζεται τὸ παραλληλόγραμμον $OCRD$ ἢ διαγώνιος τοῦ ὁποῦν OR ἀποτελεῖ τὴν συνισταμένην τῶν F_1 καὶ F_2 . Διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν F_1 καὶ F_2 μετρώμεν τὰ τμήματα OD καὶ OC . Εἶναι ἴσα πρὸς 4,8 cm ἕκαστον ὁπότε αἱ ἀριθμητικαὶ τιμαὶ αὐτῶν θὰ εἶναι $F_1 = F_2 = 4,8 \times 50 = 240$ kg. Παρατηροῦμεν ὅθεν ὅτι ἡ τάσις εἰς τὰ δύο τμήματα τοῦ σχοινίου εἶναι περίπου ἡ διπλάσια τοῦ ἐφαρμοζομένου βάρους. Τὸ παράδειγμα κατέδειξε ἄρα πῶς εἶναι δυνατόν αἱ συνιστώσαι μιᾶς δυνάμεως νὰ εἶναι μεγαλύτεραι αὐτῆς· καὶ ὅπως εἶδομεν ἡ περίπτωσις αὕτη εἶνε κοινωτάτη συναντωμένη καθημερινῶς

ὁσάκις φορτίον ἀναρτᾶται ἐκ σχοινίου ἢ καλωδίου, εἰς τὰς κρεμαστάς γεφύρας κ.ἀ.

Εἰς τὸ σχῆμα 14-3 τὰ δύο τμήματα τοῦ σχοινίου σχηματίζουν γωνίαν 150° περίπου. Ἐὰν ἡ γωνία ἦτο 170° τὸ βέλος κάμψεως τοῦ σχοινίου θὰ ἦτο περίπου τὸ ἥμισυ· ἐὰν δὲ ἐσχηματίζετο τὸ παραλληλόγραμμον $OCRD$ θὰ προσέκυπτε ὅτι διὰ ἀνηρημένον βᾶρος 125 kg, ὡς καὶ προηγουμένως, αἱ τάσεις τῶν τμημάτων OC καὶ OD τῶν σχοινίου, θὰ εἶναι πολὺ μεγαλύτεραι τῶν 240 kg. Ὅσον μικρότερον τὸ βέλος κάμψεως εἰς τὸ μέσον τοῦ σχοινίου τόσοον μεγαλύτεραι αἱ ἀναπτυσσομένη τάσεις F_1 καὶ F_2 . Διὰ τὸν λόγον τοῦτον δὲν πρέπει νὰ δέκονται τὰ σχοινία τελείως τεντωμένα (πρᾶγμα ἀδύνατον διότι κάποια καμπύλωσις πάντοτε θὰ ὑφίσταται λόγω τοῦ ἰδίου αὐτοῦ βάρους) διότι τότε μικρὸν ἀναρτηθῶσεν βᾶρος δυνατόν νὰ προκαλέσῃ τοιοῦτον μεγέθους τάσεις ὥστε τὸ σχοινίον νὰ κοπῇ.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Συνιστώσαι δυνάμεις
Σύνθεσις δυνάμεως
Ἀνάλυσις δυνάμεως

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ἐννοοῦμεν λέγοντες «συνιστώσαι δυνάμεις».
2. Σχηματίσατε διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφανίζηται ὁ τρόπος προσδιορισμοῦ τῶν συνιστωσῶν δυνάμεων, δεδομένων οὐσῶν τῶν διευθύνσεων αὐτῶν.
3. Ὑπὸ ποίας συνθήκας εἶναι δυνατόν δύο δυνάμεις σχηματίζουσαι γωνίαν νὰ ἔχουν συνισταμένην μικρότεραν

κατ' αριθμητικήν τιμήν και από την μικροτέραν των δύο συνιστωσών;

4. Πόσα ζεύγη συνιστωσών είναι δυνατόν να έχουν ως συνισταμένη δοθείσαν δύναμιν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Γιατί απαιτείται συγκριτικώς μεγάλη δύναμις ἐφελευσμοῦ, ἵνα, ἀνηρητημένον σχοινίον, μὴ παρῴσιάζῃ σημαντικὸν θέλος κάμψεως;
2. Εἶναι ἐπαρκὴς ἡ αὐτὴ δύναμις, ἢ ὀποῖα εἰς κατακόρυφον θέσιν, προκαλεῖ μιάν κατάστασιν ἐφελευσμοῦ, εἰς δοθεὶν σχοινίον, νὰ διατηρήσῃ τὴν αὐτὴν κατάστασιν καταπονήσεως ὅταν τὸ σχοινίον λάβῃ τὴν ὀριζόντιον θέσιν; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
3. Ἐὰν ἄνθρωπος σύρῃ ἑλκυσθρον ἐπὶ πάγου, τίνι τρόπῳ τὸ μήκος τοῦ σχοινίου θὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ τῆς ἀπαιτουμένης, διὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἑλκυσθρου, δυνάμεως;
4. Ἐὰν αὐτοκίνητον διέρχεται ἐπὶ κρεμαστῆς γεφύρας, αἱ ἀναπτυσσόμεναι τάσεις εἰς τὰ καλώδια τῆς γεφύρας, λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ αὐτοκίνητου, θὰ εἶναι μικρότερα ἢ μεγαλύτερα τοῦ βάρους του; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
5. Πολλάκις, ὅταν ἔνα αὐτοκίνητον «κολήσῃ» εἰς τὴν λάσπην δένοντες τὸ ἕνα ἄκρον σχοινίου εἰς αὐτό, ἐνῶ τὸ ἕτερον εἰς τὸν κορμὸν δέντρου καὶ πιέζομεν τὸ μέσον τοῦ σχοινίου πρὸς τὰ κάτω, καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐπιτυγχάνομεν ἐνίοτε τὴν ἀποκόλλησιν τοῦ αὐτοκινήτου. Σχηματίσατε διάγραμμα εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνωνται αἱ ἀναπτυσσόμεναι δυνάμεις καὶ ἐξηγήσατε τὰ πλεονεκτήματα τῆς μεθόδου αὐτῆς.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ ΤΕΤΑΜΕΝΑ ΝΗΜΑΤΑ. Τὸ ἀκόλουθον πείραμα δεικνύει σαφῶς πῶς μικραὶ δυνάμεις δυνατόν νὰ ἔχουν λίαν μεγάλας συνιστώσας. Λάβετε τεμάχιον ἐστρωμένον νήματος, τὸ ὁποῖον νὰ εἶναι ἀρκούντως ἰσχυρόν, ὥστε νὰ μὴ δύνασθε νὰ τὸ ἀποκόψετε διὰ τῶν χειρῶν σας. Στερεώσατέ το μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι τελείως τεταμένο. Ἐκ τοῦ μέσου του ἀναρτήσατε μικρὸν βάρος δυνάμενον νὰ αὐξάνῃ βαθμηδὸν π. χ. διὰ τῆς χειρὸς σας ἐφαρ-

μόσατε αὐξανόμενην ἔλξιν, ἕως ὅτου τὸ νῆμα ἀποκοπῆ εἰς δύο. Δι' ἐνὸς δυναμιόμετρον δι' ἐλατηρίου δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν προκαλέσασαν τὴν θραύσιν δύναμιν δυνάμεθα ἐξ ἄλλου νὰ ἐπιμετρώμεν καὶ τὴν σχηματισθεῖσαν, ἐπὶ τῶν δύο τμημάτων, κατὰ τὴν στιγμήν τῆς θραύσεως, γωνίαν. Ἐὰν σχηματίσωμεν τὸ διάγραμμα τῶν δυνάμεων θὰ προκύψῃ ἡ τάσις θραύσεως τοῦ σχοινίου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἄνθρωπος ὠθεῖ μηχανὴν ἐκουμέματος χοῦτου μὲ δύναμιν 15 kg. Ἡ λαβὴ τῆς μηχανῆς ταύτης σχηματίζει γωνίαν 37° πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Ποία ἡ ὀριζόντιος συνιστώσα τῆς δυνάμεως ταύτης;
2. Ποία ἡ κατακόρυφος συνιστώσα τῆς δυνάμεως τῶν 15 kg τοῦ προβλήματος;
3. Ἄνθρωπὸς τις σύρει ἑλκυσθρον μέσῳ σχοινίου, σχηματίζοντος γωνίαν 45° πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, μὲ δύναμιν 30 kg. Ποία ἡ ὀριζόντιος συνιστώσα τῆς δυνάμεως ταύτης, δοθέντος ὅτι, ἡ διεύθυνσις τῆς ἑτέρας συνιστώσεως εἶναι κατακόρυφος;
4. Ἄνθρωπὸς τις σύρει δοχεῖον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μέσῳ σχοινίου, σχηματίζοντος γωνίαν 45° πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, μὲ δύναμιν 40 kg. Ποία ἡ κατακόρυφος συνιστώσα τῆς δυνάμεως ταύτης, δοθέντος ὅτι, ἡ διεύθυνσις τῆς ἑτέρας συνιστώσεως εἶναι ὀριζόντιος;
5. Τὸ βάρος ἀνηρημένης εικόνας εἶναι 2 kg. Τὰ δύο τμήματα τοῦ νήματος, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦν τὴν εἰκόνα σχηματίζουν γωνίαν 90°. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ τάσις τοῦ νήματος.
6. Ἐνα πορτραῖτον ἔσυζιει 10 kg. Τὰ δύο τμήματα τοῦ νήματος, τὰ ὁποῖα τὸ συγκρατοῦν σχηματίζουν γωνίαν 120°. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ τάσις τοῦ νήματος.
7. Παιδίον βάρους 40 kg κρεμάται ἐκ τοῦ μέσου ὀριζόντιου σχοινίου μήκους 60 m. Ἐὰν λόγῳ τοῦ βάρους του προκληθῇ θέλος κάμψεως εἰς τὸ μέσον τοῦ σχοινίου 2m, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ τάσις τοῦ σχοινίου.

B

8. Δύναμις $F = 10 \text{ kg}$ επενεργεί οριζοντίως, ἐνῶ ἑτέρα δύναμις F' επενεργεί ὑπὸ γωνίαν θ ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον. Ἡ συνισταμένη τῶν δύο δυνάμεων εἶναι 12 kg καὶ σχηματίζει γων. 20° ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον. Ζητοῦνται, ἡ δύναμις F' καὶ ἡ γων. θ .
9. Φορηγὶς μετατοπίζεται κατὰ μῆκος ποταμοῦ μέσῳ δύο σχοινίων ἀπὸ τῶν δύο ὀρθῶν τοῦ ποταμοῦ διὰ δύο ἵππων ἀναπτυσσόντων τὴν αὐτὴν ἑκαστος δύναμιν. Ἡ τάσις ἐπὶ ἑκάστου τῶν σχοινίων εἶναι 1 τόννος ἢ δὲ συνισταμένη ἑλξίς ἢ ἀσχοιμένη ἐπὶ τῆς φορηγίδος εἶναι $1,5$ τόννος. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γων. τῶν δύο σχοινίων.
10. Ἀναλύσατε μίαν δύναμιν 100 kg εἰς δύο συνιστώσας ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία νὰ σχηματίζῃ γωνίαν 90° μετὰ τὴν ἢ δὲ ἑτέρα γωνίαν 75° .

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 4

1. Ἄνθρωπος σύρει ἑλκῆθρον μέσῳ σχοινίου σχηματίζοντας γωνίαν 45° πρὸς τὴν ὀριζόντιον. Ἐὰν ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις διὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἑλκῆθρου εἶναι 20 kg (παράλληλος πρὸς τὸ ἔδαφος), ζητεῖται ἡ τάσις τοῦ σχοινίου.
2. Ἄνθρωπος βάρους 80 kg κάθεται ἐπὶ αἰώρας. Ποία ἡ τάσις ἑκάστου σχοινίου τῆς αἰώρας ὅταν αὕτη τῇ επενεργείᾳ ὀριζοντίου δυνάμεως συγκρατῆται εἰς θέσιν σχηματίζουσαν μετὰ τὴν κατακόρυφον γωνίαν 45° ;
3. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθοῦν δύο ὀρθογώνιοι συνιστώσαι αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα μετὰ μίαν δύναμιν 50 kg .
4. Ζητεῖται νὰ ἀναλυθῇ δύναμις 90 kg εἰς δύο ὀρθογωνίους συνιστώσας ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία νὰ εἶναι τριπλασία τῆς ἑτέρας.
5. Παιδίον βάρους 60 kg κάθεται ἐπὶ αἰώρας (κούνιας). Ποία ἡ τάσις ἑκάστου σχοινίου ὅταν ἡ αἰώρα συγκρατῆται ὑπὸ δυνάμεως καθέτου πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν σχοινίων εἰς θέσιν σχηματίζουσαν γωνίαν 30° μετὰ τὴν ὀριζόντιον;

6. Δύο σταθεραὶ τροχαλῖαι ἀναρτῶνται ἐκ δοκοῦ εἰς ὄρισημένην ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν. Σχοινίον τοποθετεῖται ἐντός τοῦ αἰλακος καὶ τῶν δύο τροχαλιῶν, καὶ εἰς τὰ ἐλεύθερα αὐτοῦ ἄκρα ἀναρτῶνται δύο βάρη. Τὰ δύο ταῦτα βάρη ἰσοροποῦν τρίτον 40 kg , ἀνηρτημένον εἰς τὸ μέσον, τοῦ μεταξὺ τῶν δύο τροχαλιῶν, τμήματος τοῦ σχοινίου. Ἐκαστον τμήμα τοῦ σχοινίου μεταξὺ τοῦ βάρους τῶν 40 kg καὶ τῆς τροχαλίας σχηματίζει γωνίαν 45° ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον. Ζητοῦνται νὰ προσδιορισθοῦν τὰ ἀνηρτημένα, εἰς ἑκαστον ἄκρον τοῦ σχοινίου, βάρη. Αἱ τροχαλῖαι θεωροῦνται ἄνευ τριβῆς.
7. Δύο ρυμουλκὰ ἔλκουν ἓνα ἀτμόπλοιο, μέσῳ σχοινίων, ἑκαστον μετὰ δύναμιν 1600 kg . Ἡ γωνία ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν δύο σχοινίων εἶναι 30° . Ποία ἡ συνισταμένη δύναμις ἢ ἔλκουσα τὸ ἀτμόπλοιο;
8. Ἐλκῆθρον σύρεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διὰ δύο σχοινίων. Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς σχοινίου, τὸ ὁποῖον σχηματίζει γωνίαν 20° πρὸς τὴν διεύθυνσιν κινήσεως τοῦ ἑλκῆθρου, ἐφαρμόζεται δύναμις 100 kg , ἐνῶ τὸ ἕτερον τῶν σχοινίων σχηματίζει γωνίαν 35° ὡς πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις ἢ επενεργοῦσα ἐπὶ τοῦ ἑτέρου τῶν σχοινίων καὶ ἡ συνισταμένη ἑλξίς ἢ ἀσχοιμένη ἐπὶ τοῦ ἑλκῆθρου.
9. Σχοινίον συγκρατεῖ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἀερόστατον. Ἡ δύναμις ἀνώσεως τοῦ ἀερόστατου εἶναι 1000 kg τὸ δὲ σχοινίον λόγω τοῦ ἐπικρατούντος ἀνέμου σχηματίζει γωνίαν 30° πρὸς τὴν κατακόρυφον. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ: α) ἡ τάσις τοῦ σχοινίου, β) ἡ δύναμις τοῦ ἀνέμου. Τὸ πρόβλημα νὰ λυθῇ γραφικῶς καὶ ἀναλυτικῶς.
10. Μέσῳ νήματος, σχηματίζοντας γωνίαν 45° πρὸς τὴν ὀριζόντιον, επενεργεῖ ἑλκτική δύναμις 62 gr ἐπὶ χαρταετοῦ. Ἡ δρῶσα δύναμις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τοῦ χαρταετοῦ εἶναι 103 gr καὶ σχηματίζει γωνίαν 160° πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος. Ἐποθέτοντες ὅτι αἱ δύο δυνάμεις επενεργοῦν εἰς τὸ κέντρον βάρους τοῦ χαρταετοῦ προσδιορίσατε τὴν συνισταμένην κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν.

ΠΙΠΤΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ

Είδομεν ἤδη ὅτι ἡ βαρύτης ἐπενεργεῖ ἐπὶ ὄλων τῶν σωμάτων καὶ τείνει νὰ τὰ ἔλξη πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς. Βεβαίως ἔχετε πεῖραν τοῦ φαινομένου τούτου, ἀλλὰ γνωρίζετε τί εἶναι ἐκεῖνο τὸ ὄποιον ρυθμίζει τὴν ταχύτητα τῆς πτώσεως; Πίπτει ἕνα βαρὺ ἀντικείμενον ταχύτερον ἐνὸς ἐλαφροῦ; Ἡ ἀπάντησις εἰς τὰ ἐρωτήματα αὐτὰ διδεδαί ὑπὸ τοῦ πειράματος καὶ μόνον.

Εἰς τὸ κεφάλαιον τοῦτο δὰ δοθοῦν οἱ ὅρισμοι ἀπλῶν ἀλλὰ ταυτοχρόνως βασικῶν ἐννοιῶν ὡς ταχύτης, ἐπιτάχυνσις καὶ ἐπιτάχυνσις βαρύτητος. Θὰ ἀντιληφθῆτε διατί ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος δὲν εἶναι πάντοτε ἐπιζήμιος, ὡς κοινῶς θεωρεῖται, ἀλλὰ δυνατόν νὰ καταστῇ καὶ ὠφέλιμος καὶ διατί οἱ πιλότοι τῶν νέων ἀεροσκαφῶν δίδουν τόσην σημασίαν εἰς ὅτι ὀνομάζουν «g».

ΕΔΑΦΙΟΝ 15. Ὁ Γαλιλαῖος καὶ οἱ νόμοι τῆς ἐλευθέρως πτώσεως τῶν σωμάτων.

Ο ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ. Ὁ Γαλιλαῖος ἐγεννήθη εἰς Πίζαν τῆς Ἰταλίας τῷ 1564. Ἡ ζωὴ του ἀποτελεῖ ἕνα λαμπρὸν κεφάλαιον τῆς ἱστορίας τοῦ ἀγῶνος τῶν ἐπιστημονικῶν ἰδεῶν ἐναντίον τῶν διαφόρων σφαλερῶν δοξασιῶν. Ἐπιτηδῶν ὅλα τὰ ἐμπόδια, ἐγινε ἕνας ἐκλεκτὸς καθηγητῆς τοῦ πανεπιστημίου τῆς Πίζης καὶ τῆς Παδοῦης. Παρατηρῶν τὰς αἰωρήσεις τοῦ πολυελαίου τοῦ καθεδρικοῦ ναοῦ τῆς Πίζης διετύπωσεν ἕνα νόμον σχετικῶς μὲ τὴν κίνησιν τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐκ τῶν πρώτων κατασκευαστῶν τηλεσκοπίων, πρῶτος παρετήρησε τοὺς δορυφόρους τοῦ Διός. Διάσημος ἐγινε, ἐν τούτοις, λόγω τοῦ πειράματός του ἐντὸς τοῦ κεκλιμένου πύργου τῆς Πίζης.

Οἱ ἄνθρωποι, ἐπὶ δύο χιλιάδας ἔτη περικτοὺν εἶχον διδαχθῆ ὅτι τὰ βαρύτερα σώματα πίπτουν ταχύτερον τῶν ἐλαφροτέρων. Ὁ Γαλιλαῖος ἐσκέφθη νὰ ἀποδείξῃ πειραματικῶς τὴν ἀλήθειαν τῆς ἀρ-

γῆς ταύτης. Πρὸς τοῦτο ἄφησε νὰ πέσουν ἐκ τῆς ὀροφῆς τοῦ κεκλιμένου πύργου τῆς Πίζης δύο σώματα βάρους 1 καὶ 10 kg*. Παρὰ πᾶσαν προσδοκίαν τῶν παρατηρητῶν, τὰ δύο σώματα ἔφθασαν ταυτοχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος*.

Μὲ τὴν προσγείωσιν τῶν δύο τούτων σωμάτων ἀρχίζει ἡ ἐποχὴ τοῦ ἐπιστημονικοῦ πειράματος.

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν ὅμως τοὺς νόμους τῆς κινήσεως τῶν πιπτόντων σωμάτων, τοὺς ὁποίους διετύπωσε ὁ Γαλιλαῖος πρέπει νὰ δοθοῦν οἱ ὅρισμοι εἰς τὰς ἐννοίας ταχύτης καὶ ἐπιτάχυνσις.

ΤΑΧΥΤΗΣ. Ἡ ταχύτης εἶναι ἐν ἑκ τῶν χαρακτηριστικῶν στοιχείων πάσης κινήσεως, ἀποτελεῖ δὲ ἀνυσματικὸν μέγεθος, ἥτοι διὰ νὰ εἶναι πλήρως ὀρισμένον, πρέπει νὰ δοθοῦν : ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ, ἡ μονὰς μετρήσεως καὶ ἡ διεύθυνσίς του.

Ὅταν π. χ. ὅταν λέγωμεν ἀπλῶς, ὅτι ἡ

* J. J. Fahie, Ὁ Γαλιλαῖος, ἡ ζωὴ του καὶ τὸ ἔργον του, σελ. 24.

ταχύτης ενός κινητού κατά τина χρονική στιγμή είναι 30 εκατοστά κατά δευτερόλεπτον (30 cm/sec) διά την Φυσικήν ή ταχύτης δέν ορίζεται τελείως· διά νά ορισθῆ πλήρως πρέπει νά δοθῆ καί ἡ διεύθυνσις, πρὸς τὴν ὁποίαν κινεῖται τὸ σῶμα καί ἡ ὁποία συμπίπτει πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Διὰ τὸ παράδειγμα τοῦτο ἡ ταχύτης τοῦ σώματος εἶναι πλήρως καθωρισμένη ὅταν λέγωμεν, ὅτι τὸ κινητὸν κινεῖται μὲ ταχύτητα 30 cm/sec καί μὲ διεύθυνσιν π. γ. πρὸς Βορρᾶν. Ἡ ταχύτης ορίζεται ὡς τὸ διανυόμενον διάστημα ὑπὸ τοῦ κινήτου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, μετρεῖται δὲ ἐκ τοῦ πηλίκου τοῦ διανυομένου διαστήματος διὰ τοῦ ἀντιστοίχου χρόνου.

Ἐπὶ μορφὴν ἐξισώσεως γράφομεν

$$U_{\text{μέση}} = \frac{s}{t}$$

ὅπου διὰ τοῦ U σημειοῦμεν τὴν ταχύτητα διὰ τοῦ S τὸ διανυθὲν διάστημα καί διὰ τοῦ t τὸ διαρροῦσαν χρονικὸν διάστημα τὸ ἀπαιτηθὲν διὰ νά διανύσῃ τὸ κινητὸν τὸ διάστημα S.

Λόγω τοῦ ὅτι ἡ ταχύτης δυνατόν νά μεταβληθῆ ἐντὸς τοῦ χρονικοῦ διαστήματος τὸ διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἢ ἀνωτέρω σχέσις μᾶς δίδει τὴν μέσην ταχύτητα καί οὐχί τὴν ταχύτητα εἰς τὴν τυχούσαν χρονικὴν στιγμήν.

Ἐν τούτοις ἡ ἀνωτέρω σχέσις δυνατόν νά ἐκφράξῃ τὴν ταχύτητα τοῦ κινήτου ἀνά πάσαν χρονικὴν στιγμήν. Πρὸς τοῦτο πρέπει ἡ κίνησις νά εἶναι ἐὺθύ-γυραμμος καὶ ὁμαλὴ ἢ ταύτης δηλ. κίνησις αὐτὴ χαρακτηρίζεται ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι καθ' ὅλον τὸ χρονικὸν διάστημα, κατὰ τὸ ὁποῖον διαρκεῖ αὐτὴ, ἡ ταχύτης παραμένει σταθερὰ κατ' ἀριθμητικὴν τιμὴν καί διεύθυνσιν.

ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΣ. Εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων ἡ κίνησις δέν εἶναι ἐὺθύγραμμος ὁμαλὴ, ἢ ταύτης δηλ. δέν διατρεῖται σταθερὰ, ἀλλὰ μεταβάλλεται. Ὡς μεταβολὴ τῆς ταχύτητος νοεῖται, εἴτε ἀξομειώσις τῆς ἀριθμητικῆς αὐτῆς τιμῆς, εἴτε μεταβολὴ τῆς διεύθυνσεως αὐτῆς, εἴτε ἀριθμητικῆς τιμῆς τῆς παραμενοῦσης σταθερᾶς, εἴτε τέλος μεταβολὴ τό-

σον τῆς ἀριθμητικῆς τιμῆς ὅσον καί τῆς διεύθυνσεως ταύτης. Εἰς οἰανδήποτε τῶν τριῶν αὐτῶν περιπτώσεων λέγωμεν ὅτι ἡ κίνησις ἔχει ἐπιτάχυνσις. Ἡ ἐπιτάχυνσις, δέ, ορίζεται ὡς ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, μετρεῖται δὲ ἐκ τοῦ πηλίκου τῆς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος διὰ τοῦ ἀντιστοίχου χρόνου, κατὰ τὸν ὁποῖον διαρκεῖ ἡ μεταβολὴ.

Ἡ ἀπλοστερα περιπτῶσις ἐπιταχύνσεως εἶναι ἐκείνη κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κινητὸν κινεῖται ἐπὶ ὀριζοντίου εὐθυγράμμου τροχιάς. Ἄς ὑποθεθῆ ὅτι ἡ ταχύτης ἐνὸς αὐτοκινήτου εἶναι 22 cm/sec καί ὁ ὀδηγὸς αὐξάνει τὴν ταχύτητα ἕως ὅτου αὐτὴ γίνῃ 88 cm/sec, ἐντὸς 11 δευτερολέπτων.

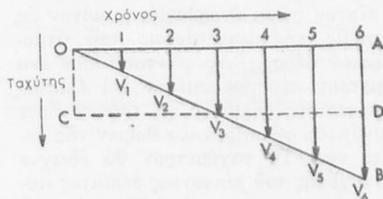
Ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος τοῦ αὐτοκινήτου εἶναι 88 - 22 = 66 cm/sec. Αὕτη δέν εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις. Ἡ ἐπιτάχυνσις τοῦ κινήτου εἶναι ἡ ἀνά δευτερόλεπτον μεταβολὴ τῆς ταχύτητος δηλ. $\frac{66}{11} = 6$ cm/sec². Ἐκαστον δευτερόλεπτον ἡ ταχύτης τοῦ κινήτου αὐξάνει κατὰ 6 cm/sec.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω ἡ ἐξίσωσις τῆς ἐπιταχύνσεως προκύπτει

$$a = \frac{U_2 - U_1}{t}$$

ὅπου α ἡ ἐπιτάχυνσις, $U_2 - U_1$, ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος καί t τὸ χρονικὸν διάστημα κατὰ τὸ ὁποῖον ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος ἔλαβε χώραν.

ΤΟ ΚΕΚΑΙΜΕΝΟΝ ΕΠΙΠΕΔΟΝ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ. Διὰ τὴν μελέτην τῶν νόμων τῆς κινήσεως τῶν πιπτόντων



Σχ. 15.—1. Τὸ διανυθὲν διάστημα, ὑπὸ πιπτόντος σώματος, ἐκκινουμένου ἐκ τῆς ἡρεμίας, ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{2}$ τελικὴν ταχύτητα × χρόνον.

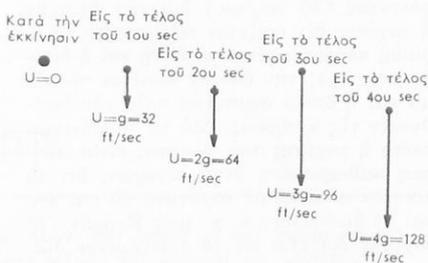
σωμάτων, ὁ Γαλιλαῖος ἐσημάτισε ἐν κεκλιμένον ἐπίπεδον, μήκους 12m περίπου, καταλλήλως διαμορφωμένον ὥστε ἐπ' αὐτοῦ νὰ κυλῆται μικρὰ σφαῖρα μὲ ἡλιατωμένην κατὰ τὸ δυνατόν τριβήν.

Ἐκτελών σειρὰν πειραμάτων, ὁ Γαλιλαῖος ἀνεκάλυψε τοὺς δύο νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν τὴν κίνησιν τῆς σφαίρας. Ὁ πρῶτος νόμος λέγει ὅτι, ἡ ταχύτης τῆς σφαίρας, κατὰ τὴν κίνησίν της ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, εἶναι ἀνάλογος τοῦ χρόνου κινήσεώς της. Ἐὰν π. χ. ἡ σφαῖρα ἀποκτήσῃ εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου sec ταχύτητα 6 cm/sec εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου θὰ ἔχη 12 cm/sec, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου θὰ ἔχη 18 cm/sec κ.ο.κ. Τὸ σχῆμα 15-1 δεικνύει τὸν τρόπον μεταβολῆς τῆς ταχύτητος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκινήσεως ἡ ταχύτης εἶναι μηδέν. Εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου sec ἡ ταχύτης εἶναι U_1 , εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου U_2 κ.ο.κ., εἰς τὸ τέλος τοῦ ἔκτου U_6 παρασταμένη ὑπὸ τοῦ ἀνύσματος AB. Ἡ μέση ταχύτης κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα τῶν 6 αὐτῶν δευτερολέπτων εἶναι ἀκριβῶς τὸ ἕμισυ τῆς τελικῆς ταχύτητος.

Ὁ δεύτερος νόμος τοῦ Γαλιλαίου λέγει ὅτι ἡ διανομὴν, ὑπὸ τῆς σφαίρας, ἀποστάσις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου. Ἐὰν ἡ σφαῖρα εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου sec ἔχη διανύσει ἀπόστασιν 3 cm εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου sec θὰ ἔχη διανύσει ἀπόστασιν $2^2 \times 3 = 12$ cm, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου sec ἀπόστασιν $3^2 \times 3 = 17$ cm κ.ο.κ.

ΤΑΧΥΤΗΣ, ΕΛΕΥΘΕΡΩΣ ΠΙΠΤΟΝΤΟΣ, ΣΩΜΑΤΟΣ. Οἱ δύο νόμοι τοῦ Γαλιλαίου ἰσχύουν δι' οἰονδήποτε ἐλευθέρως πίπτον σῶμα θεωρουμένης μόνον ὡς ἀμελητέας τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν φαντασθῶμεν ἕνα ταχύτρον προσηρομομένον ἐπὶ ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος εἰς τρόπον ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ παρακολουθῶμεν τὰς ἐνδείξεις του. Τὸ ταχύτρον θὰ ἔδειχνε ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ πίπτοντος σώματος αὐξάνει ἕκαστον sec κατὰ 9,81 m/sec ἢ 32 ft/sec (σχ. 15-2).

Ἡ ἐπιτάχυνσις ἡ ὀφειλομένη εἰς τὴν δύναμιν τῆς βαρύτητος εἶναι 32 ft/sec² ἢ εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα 9,81 m/sec²



Σχ. 15.—2. Ἡ ταχύτης ἐνὸς ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος αὐξάνει κατὰ 32 ft/sec ἕκαστον sec.

καὶ παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος g . Γενικῶς ὅταν σῶμα ἐκκινήῃ ἐκ τῆς ἠρεμίας καὶ ἀποκτῇ μετὰ πάροδον χρόνου t ταχύτητα U , τότε ἐπειδὴ ἡ ἀρχικὴ ταχύτης του εἶναι μηδέν, ἡ ἐπιτάχυνσις a , δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$a = \frac{U_{\text{τελ}}}{t} \quad \eta \quad U_{\text{τελ}} = a \cdot t$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις εἶναι ἰσοδύναμος μετ' ὅν πρῶτον νόμον τοῦ Γαλιλαίου, διότι εἰς τὸ τέλος 10 sec ἡ ταχύτης ἐνὸς ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος θὰ εἶναι

$$U_{\text{τελ}} = at = gt = 9,81 \times 10 = 98,1 \text{ m/sec}$$

ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΤΟΜΕΝΟΝ ΤΥΠΟ ΕΛΕΥΘΕΡΩΣ ΠΙΠΤΟΝΤΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ διαστήματος, τὸ ὁποῖον διανύει σῶμα ἐλευθέρως πίπτον πρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν κατὰ πρῶτον τὴν μέσιν αὐτοῦ ταχύτητα. Ἐστω ὅτι τὸ σῶμα πίπτει ἐπὶ 10 sec. Ἡ τελικὴ του ταχύτης θὰ εἶναι $9,81 \times 10 = 98,1$ m/sec. Δεδομένον ὅτι ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τοῦ σώματος εἶναι μηδέν, ἡ μέση αὐτοῦ ταχύτης θὰ πρέπει νὰ εἶναι τὸ ἕμισυ τῆς τελικῆς ἤτοι 49,05 m/sec. Τὸ διανυθὲν διάστημα θὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μέσης ταχύτητος ἐπὶ τὸν χρόνον τῆς πτώσεως δηλ. $49,05 \times 10 = 490,5$ m.

Ἐχομεν, ἐπομένως τρεῖς σχέσεις, τὰς :

$$1. - U_{τελική} = at$$

$$2. - U_{μέση} = \frac{1}{2} U_{τελική}$$

$$3. - \text{Διάστημα } s = U_{μέση} \times t$$

Διὰ συνδυασμοῦ τῶν τριῶν ἀνωτέρω σχέσεων προκύπτει ἡ

$$4. s = \frac{1}{2} at^2$$

βάσει τῆς ὁποίας καθίσταται δυνατὸς ὁ προσδιορισμὸς τοῦ διανυμένου διαστήματος ὑπὸ πίπτοντος σώματος, χωρὶς νὰ εἶναι ἀπαραίτητος ἡ εὐρεσις τῆς μέσης ταχύτητος. Ἡ σχέση ὅμως αὕτη δὲν εἶναι παρὰ ἡ μαθηματικὴ ἔκφρασις τοῦ δευτέρου νόμου τοῦ Γαλιλαίου. Δι' ἐφαρμογῆς τῆς σχέσεως, εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα τῆς ἐλευθέρως πτώσεως ἐνὸς σώματος ἐπὶ 10 sec, προκύπτει ἀμέσως τὸ διανυθὲν διάστημα.

$$s = \frac{1}{2} \times 9,81 \times 100 = 490,5 \text{ m}$$

Βάσει τῆς σχέσεως ταύτης δυνάμεθα νὰ ἐπιλύσωμεν οἰονδήποτε πρόβλημα ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης κινήσεως ἐφ' ὅσον τὸ κινητὸν ἔκκινῆ ἔκ τῆς ἠρεμίας.

Σημειώσεις: Εἰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς τὸ g λαμβάνεται ἴσον πρὸς 10 m/sec².

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Σῶμα ἀφίεται νὰ πέσῃ ἐκ τῆς ὀροφῆς πύργου ὕψους 125 m Ζητοῦνται :

α) Ὁ χρόνος πτώσεως

- β) Ἡ τελικὴ ταχύτης τοῦ
- γ) Ἡ μέση ταχύτης τοῦ.

ΛΥΣΕΙΣ : Ἐκ τῆς σχέσεως 4 ἔχομεν

$$125 = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} 10 t^2$$

$$\eta \ t^2 = 25 \text{ καὶ } t = 5$$

Ἐπομένως ὁ χρόνος πτώσεως εἶναι 5 sec Ἡ τελικὴ ταχύτης δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως $U_{τελ.} = at$

$$U_{τελ.} = gt = 10 \times 5 = 50 \text{ m/sec}$$

ἡ δὲ μέση ταχύτης θὰ εἶναι τὸ ἡμισυ τῆς τελικῆς (ἢ ἀρχικῆς ταχύτης εἶναι μηδέν)

$$U_{μέσ} = 25 \text{ m/sec}$$

ΤΡΟΧΙΑ ΣΦΑΙΡΑΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 15—3 ἐμφαίνεται ἡ τροχιά σφαίρας τυφεκίου.

Αὕτη ἀπὸ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκποροσφορῆσεως ἀρχίζει νὰ πίπτῃ λόγῳ τῆς ἐπιπεροεργείας τῆς δυνάμεως τῆς βαρύτητος. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ κάννη τοῦ ὄπλου εἶναι τοιουτοτρόπως προσημοσμένη ὥστε νὰ σκοπεύῃ εἰς σημείον ἀνωθεν τοῦ στόχου παρ' ὅλον ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς σκοπεύει τὸν στόχον. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις βολῆς, τόσο μεγαλύτερον εἶναι τὸ χρονικὸν διάστημα, κατὰ τὸ ὁποῖον πίπτει ἡ σφαῖρα καὶ κατὰ συνέπειαν τόσο περισσότερο πρέπει ὁ σκοπευτὴς νὰ ἀνυψώσῃ τὴν κάννην τοῦ ὄπλου. Ἐστὼ ὅτι ἡ ἐμφαινόμενη, εἰς τὸ σχῆμα 15—3, ἀπόστασις μεταξὺ στόχου καὶ ὄπλου εἶναι 100 m καὶ ὅτι ἡ ταχύτης τῆς σφαίρας εἶναι 400 m/sec. Ἡ σφαῖρα θὰ εἶναι, κατὰ συνέπειαν, εἰς χρονικὸν διάστημα ἴσον πρὸς $\frac{100}{400} = \frac{1}{4}$ sec εἰς τὸν στόχον T. Κατὰ τὴν τροχίαν τῆς ἡ σφαῖρα θὰ διανύσῃ, ἐξ ἄλλου, κατακόρυφον διάστημα, λόγῳ τῆς δυνάμεως βαρύτητος, ἴσον πρὸς τὸ διανυόμενον διάστημα

Τροχία τῆς σφαίρας



Σχ. 15.—3. Τὸ ὄπλον σκοπεύει ὑπεράνω τοῦ στόχου, ἵνα ἡ σφαῖρα διέλθῃ δι' αὐτοῦ.

μα ὑπὸ ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος εἰς τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα. Τὸ γεγονός ὅτι ἡ σφαῖρα ἔχει μεγάλην ταχύτητα οὐδόλως ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ταχύτητος πτώσεως αὐτῆς. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὴν σχέσιν 4:

$$s = \frac{1}{2} 10 \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 31,3 \text{ cm}$$

Ὅποτε διὰ νὰ διέλθῃ ἡ σφαῖρα ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ στόχου θὰ πρέπει τὸ σημεῖον Α νὰ εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 31,3 cm ἄνωθεν αὐτοῦ.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ταχύτης	$U_{μέση} = \frac{1}{2} U_{τελική}$
Ἐπιτάχυνσις	$s = U_{μέση} \times t$
$U_{τελική} = a \cdot t$	$s = \frac{1}{2} a t^2$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί κατέδειξε τὸ πείραμα τοῦ Γαλιλαίου εἰς τὸν κεκλιμένον πύργον τῆς Πίζης;
2. Δώσατε τὸν ὀρισμὸν τῆς μέσης ταχύτητος.
3. Ποῖα στοιχεῖα ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν πλήρη περιγραφὴν τῆς ταχύτητος ἐνὸς σώματος;
4. Τί καλοῦμεν ἐπιτάχυνσιν;
5. Ἀναφέρατε παράδειγμα ἐπιταχυνόμενης κινήσεως.
6. Διὰ τὴν ἔκφρασιν τῆς ἐπιταχύνσεως ἀπαιτεῖται διπλῆ ἀναγωγὴ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου;
7. Ἀναφέρατε τοὺς δύο νόμους τοῦ Γαλιλαίου.
8. Ποῖος ὁ ρυθμὸς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ἐνὸς ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος;
9. Ποῖα ἡ σχέσις μεταξὺ τοῦ διανυθέντος, ὑπὸ ἐνὸς κινητοῦ, διαστήματος καὶ τῆς μέσης ταχύτητος αὐτοῦ;
10. Ποῖα ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς ταχύτητος ἐνὸς ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος, καὶ τοῦ χρονικοῦ διαστήματος τῆς πτώσεως αὐτοῦ;
11. Πῶς προσδιορίζεται ἡ μέση ταχύτης ἐνὸς ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος;
12. Ἀναφέρατε τὴν ἔξιωσιν τοῦ διανυ-

θέντος, ὑπὸ ἐνὸς κινητοῦ, διαστήματος συναρτηθεῖ τῆς ἐπιταχύνσεως καὶ τοῦ χρόνου.

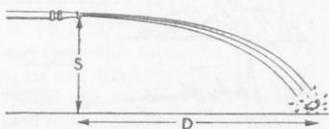
13. Λίθος ἀφίεται νὰ πέσῃ ἐξ ὑψομέτρου τινός. Ἀπὸ τὸ αὐτὸ σημεῖον καὶ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν βάλλεται σφαῖρα ἐκ τυφεκίου εὐρισκομένου εἰς ὀριζόντιον θέσιν. Ποῖος θὰ φθάσῃ πρῶτος εἰς τὸ ἔδαφος, ὁ λίθος ἢ ἡ σφαῖρα;
14. Διὰ τί ἡ κλίσις τῆς κάννης τοῦ ὄπλου ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον πρέπει νὰ μεταβάλλεται ὅταν ἡ ἀπόστασις βολῆς μεταβάλλεται;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Κατὰ τὴν ἐλευθέραν πτώσιν σώματος τινός, δρᾷ ἐπ' αὐτοῦ καμμία δύναμις;
2. Ἐὰν ἡ τιμὴ τοῦ g εἰς τὴν σελήνην εἶναι τὸ $1/6$ τῆς τιμῆς τοῦ g εἰς τὴν γῆν, ποῖα θὰ εἶναι ἡ ταχύτης ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος εἰς τὴν σελήνην εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου sec τῆς πτώσεώς του;
3. Ποῖον τὸ διανυθόμενον ὑπὸ τοῦ σώματος αὐτοῦ διάστημα;
4. Ἡ κάννη ὄπλου σχηματίζει γωνίαν 45° πρὸς τὴν ὀριζόντιον τὸ δὲ κέντρον τοῦ στόχου εὐρίσκηται εἰς τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν με αὐτὴν. Ἐὰν κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἐκπυροκοκότησεως ἀφεθῇ ὁ στόχος νὰ πέσῃ θὰ διέλθῃ ἡ σφαῖρα διὰ τοῦ κέντρου τοῦ στόχου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ἘΚΡΟΗΣ ΤΛΑΤΟΣ ἘΚ ΣΩΛΗΝΟΣ. Βάσει τῶν ἀναφερθεισῶν ἀρχῶν εἰς τὴν παροῦσαν παράγραφον εἶναι δυνατὴ ἡ μέτρησις τῆς ταχύτητος ἔκροης τοῦ ὕδατος ἐκ σωλῆνος. Τὸ στόμιον τοῦ σωλῆνος πρέπει νὰ εἶναι ὀριζόντιον, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 15-4 ἐμφαίνεται. Αἱ ἀποστάσεις S καὶ D πρέπει νὰ εἶναι γνωσταί. Τὸ ὕ-



Σχ. 15.—4. Προσδιορισμὸς τῆς ταχύτητος τοῦ ὕδατος

δωρ πίπτον διανύει απόστασιν S όποτε εκ τής σχέσεως $S = \frac{1}{2} at^2$ προκύπτει ό χρόνος πτώσεως. Έάν $S = 20$ cm, προκύπτει

$$0,2 = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \quad \eta \quad t^2 = \frac{1}{25}$$

και $t = \frac{1}{5}$ sec

Έστω ότι $D = 50$ cm. Η ταχύτης έξόδου θα είναι τότε

$$U = 50 \times 5 = 250 \text{ cm/sec}$$

Λόγω τής αντίστάσεως του άτμοσφαιρικού άέρος, ή όποία όποσδήποτε έτηρεάζει την ταχύτητα έκροής, ή πραγματική ταχύτης θα είναι κάπως μεγαλυτέρα.

Διά τής αυτής μεθόδου είναι δυνατός ό προσδιορισμός τής ταχύτητος οϊουδήποτε όριζοντίως βαλλομένου σώματος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Σώμα πίπτει έλευθέρως έπί 3 sec. Ζητούνται :
 - a) Ποία ή ταχύτης αυτού εις τό τέλος των τριών sec.
 - b) Ποία ή μέση αυτού ταχύτης κατά την διάρκειαν των 3 sec.
 - γ) Ποϊόν τό διανυθέν ύπ' αυτού διάστημα.
2. Έκκινούν εκ τής ήρεμίας σώμα πίπτει έπί 2,5 sec. Ποϊόν τό διανυθέν ύπ' αυτού διάστημα;
3. Σώμα πίπτει έλευθέρως. Ζητείται ή μέση αυτού ταχύτης κατά την διάρκειαν των τριών πρώτων sec.
4. Σώμα πίπτει έλευθέρως. Ζητείται τό διανυθέν διάστημα εις τό πέρας του τετάρτου sec τής πτώσεώς του.
5. Σώμα ριφθέν εκ τής όροφής ύψους προσκορούει έπί του έδαφους με ταχύτητα 44 m/sec. Ποϊόν τό ύψος του ύψους;
6. Άεροπλάνον ίπταται εις ύψος $h = 100$ m με ταχύτητα $U = 200$ km/h. Ζητείται ό χρόνος, ό όποϊός θα μεσο-

λαβήση άφ' ής στιγμής θα ριφθί ή βόμβα μέχρις ότου αυτή συναντήση τον στόχον ως έπίσης και ή απόστασις του στόχου από του ποδός τής διά του άεροπλάνου κατακορύφου την στιγμήν τής ρίψεως τής βόμβας.

7. Αυτοκίνητον άρχεται κινούμενον εκ τής ήρεμίας και ύπό σταθεράν επιτάχυνσιν 3 m/sec². Ζητούνται :
 - a) Η ταχύτης αυτού εις τό τέλος του 10^{ου} sec.
 - b) Τό διανυθέν διάστημα.
8. Τλικόν σημείον άρχεται κινούμενον εκ τής ήρεμίας και ύπό σταθεράν επιτάχυνσιν 3 ms/sec². Τό κινήτων διανύει κατά την διάρκειαν του τελευταίου δευτερολέπτου τής κινήσεως του διάστημα 9 m. Να όπολογισθί ή τελική ταχύτης αυτού.
9. Σφαίρα κυλιόμενη έπί κεκλιμένου επιπέδου διανύει 16cm έντός του πρώτου δευτερολέπτου. Πόσον διάστημα θα διανύση έντός 3 sec;
10. Άπό θέσεως ύψους 150 m βάλλεται λίθος όριζοντίως, ύπό ταχύτητα 50 m/sec. Ζητείται μετά πόσον χρόνον ό λίθος θα φθάση εις τό έδαφος, εις ποίαν απόστασιν από τής κατακορύφου τής θέσεως βολής θα συναντήση τό έδαφος και πόση ή ταχύτης αυτού όταν θα φθάση εις τό έδαφος ($g = 10$ m/sec²).
11. Τλικόν σημείον κινούμενον με κίνησιν όμαλώς επιταχυνόμενην έχει κατά τινα στιγμήν ταχύτητα 10 cm/sec, αυξάνει δε την ταχύτητα αυτού όμαλώς εις 80 cm/sec έντός 20 sec. Πόση ή επιτάχυνσις και τό ύπ' αυτού διανυόμενον διάστημα εις τον αυτόν χρόνον;
12. Πυροβόλον όπλον βάλλει όριζοντίως έπί κατακορύφου στοχάστρου, εντισκομένου εις απόστασιν 150 m, σφαίραν με άρχικήν ταχύτητα 600m/sec. Ζητείται ή απόστασις του σημείου προσκορσεως τής σφαίρας έπί του στοχάστρου, από τής όριζοντίου γραμμής σκοπεύσεως ($g = 10$ m/sec²).

B

ΕΔΑΦΙΟΝ 16. Έπιταχυνόμενη κίνησης.

ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΣ. Είδομεν έως τώρα ότι εις τήν μόνην μη όμαλήν έξετασθεισαν κίνησην, τήν εϋθύγραμμον όμαλώς έπιταχυνομένην, ή άριθμητική τιμή τής έπιταχύνσεως παρέμεινε σταθερά ή δέ διεϋθυνσις αυτής συνέπιπτε πρός τήν διεϋθυνσιν τής ταχύτητος. Έπάρχουν έν τούτοις κινήσεις, εϋθύγραμμοι ή μή, κατά τās όποιās τόσον ή άριθμητική τιμή όσον και ή διεϋθυνσις τής έπιταχύνσεως ή και αί δύο όμοϋ μεταβάλλονται συναρτήσει του χρόνου. Είς τās εϋθύγραμμοις κινήσεις, λέγομεν ότι, ή έπιτάχυνσις είναι ή ϵ τ ι κ ή, όταν έχη τήν αυτήν διεϋθυνσιν πρός τήν τής άρχικής ταχύτητος, όποτε συντελεί εις τήν αύξησην τής ταχύτητος, ά ρ η η τ ι κ ή δέ όταν έχη αντίθετον διεϋθυνσιν πρός τήν διεϋθυνσιν τής άρχικής ταχύτητος, ότε συντελεί εις τήν ελάττωσιν αυτής ή τελευταία αυτή κίνησης λέγεται και έ π ι β ρ α δ υ ν ο μ έ ν η.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Λίθος βάλλεται κατακορυφως πρός τά άνω, με άρχικην ταχύτητα 38 m/sec. Νά υπολογισθί: α) ό χρόνος τόν όποιον χρειάζεται ό λίθος διά νά άποκτήση τó μέγιστον ύψος, β) τó μέγιστον ύψος, γ) ό χρόνος, τόν όποιον χρειάζεται διά νά κατέλθη έκ νέου, δ) ή ταχύτης, τήν όποιαν θά έχη όταν φθάση εις τó έδαφος.

α) Κατά τήν άνοδόν του επί του λίθου δρῶ μόνον ή δύναμις τής βαρύτητος, ή όποια και προκαλεί ελάττωσιν τής ταχύτητός του κατά g έκαστον δευτερόλεπτον. Έπομένως ή κίνησης είναι έπιβραδυνομένη και θά ισχύη ή σχέσις τής έπιταχύνσεως

$$-g = \frac{U_{\text{τελ}} - U_{\text{αρχ}}}{t} \quad \eta \quad U_{\text{τελ}} = U_{\text{αρχ}} - gt$$

Είς τήν προκειμένην περίπτωσην ό λίθος έπιβραδυνόμενος θά σταματήσει και άκολούθως θά άρχιση πίπτων ελευθέρως. Τήν στιγμήν κατά τήν όποιαν θά σταματήσει θά έχη άποκτήσει τó μέγιστον αύτό ύψος. Έπομένως εις τó άνώτατον σημείον ή τελική ταχύτης είναι μηδέν $U_{\text{τελ}} = 0$ όποτε ή άνωτέρω σχέσις γράφεται

$$U_{\text{αρχ}} = gt \quad \eta \quad t = \frac{U_{\text{αρχ}}}{g}$$

Έάν λάβωμεν πρός άπλούστευσιν τών ύπολογισμών $g = 10 \text{ m/sec}^2$ προκύπτει

$$t = \frac{38}{10} = 3,8 \text{ sec.}$$

β) Τό διάστημα δίδεται έκ τής σχέσεως $S = U_{\text{μέσον}} \times t$.

Έίχομεν ίδει ότι εις τήν περίπτωσην τής ελευθέρως πτώσεως κατά τήν όποιαν ή άρχική ταχύτης είναι μηδέν, $U_{\text{μέσον}} = \frac{1}{2} U_{\text{τελικόν}}$

Είς τήν εϋθύγραμμον όμαλώς έπιταχυνομένην κίνησην, εις έκάστην μονάδα χρόνου ή ταχύτης αύξάνει κατά τό αύτό ποσόν a , μεταβάλλεται άρα κατά άριθμητικην πρόοδον, και έπομένως ή μέση τιμή της κατά τήν διάρκειαν του χρονικού διαστήματος t θά είναι ίση πρός τó ήμισθροισμα τής άρχικής και τής τελικής ταχύτητος ήτοι

$$U_{\text{μέσον}} = \frac{1}{2} (U_{\text{αρχ}} + U_{\text{τελ}}) \quad \text{και}$$

$$s = \frac{1}{2} (U_{\text{αρχ}} + U_{\text{τελ}}) t$$

Έλλά $U_{\text{τελ}} = U_{\text{αρχ}} - gt$ όποτε

$$s = \frac{1}{2} (U_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} - gt) t = U_{\text{αρχ}} t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$s = 38 - \frac{1}{2} \times 10 \times 3,8^2 = 72,2 \text{ m.}$$

γ) Ό χρόνος τόν όποιον θά χρειασθί διά νά κατέλθη ό λίθος έκ του μέγιστου ύψους, εύρίσκεται έκ του τύπου

$$s = \frac{1}{2} gt^2$$

διότι βεβαίως ή κίνησης του, από τήν στιγμήν κατά τήν όποιαν άρχίσει νά κατέρχεται άφού έφθασε εις τó άνώτατον σημείον, είναι εϋθύγραμμος όμαλώς έπιταχυνομένη. Έάν θέσωμεν εις τήν άνωτέρω σχέσιν $s = 72,2 \text{ m}$ και $g = 10 \text{ m/sec}^2$ προκύπτει

$$t^2 = \frac{2s}{g} = \frac{2 \times 72,2}{10} = 14,44 \text{ sec}^2$$

και $t = 3,8 \text{ sec}$

ήτοι τó σῶμα, διά νά κατέλθη έκ του μέγιστου ύψους, έχρειάσθη τóσον χρόνον όσον και διά νά ανέλθη.

δ) Η ταχύτης με τήν όποιαν θά φθάση ό λίθος εις τó έδαφος προκύπτει έκ τής σχέσεως $U = gt$. Διά $t = 3,8 \text{ sec}$ και $g = 10 \text{ m/sec}^2$ είναι $U = 10 \times 3,8 = 38 \text{ m/sec}$,

ήτοι η ταχύτης, με την οποίαν φθάνει ο λίθος εις τὸ ἕδαφος, εἶναι ἴση πρὸς τὴν ταχύτητα, με τὴν ὁποίαν ἐβλήθη πρὸς τὰ ἄνω.

Κατὰ τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος ἔθεωρήσαμεν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος ἀμελητέαν.

Ἐφιστάται ἡ προσοχὴ ἐπὶ τῶν νέων ἐκφράσεων τῶν τύπων τῆς ταχύτητος καὶ τοῦ διαστήματος εἰς τὴν εὐθύγραμμον ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην κίνησιν με ἀρχικὴν ταχύτητα. Λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν καὶ τῆς περιπτώσεως ἐπιβραδύνσεως οἱ τύποι γίνονται γενικῶς (τὸ σημεῖον + ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐπιτάχυνσιν καὶ τὸ - εἰς ἐπιβράδυνσιν).

$$U_{\text{τελ}} = U_{\text{αρχ}} \pm at$$

$$S = U_{\text{αρχ}} t \pm \frac{1}{2} at^2$$

Ἐτερον παράδειγμα θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἐπιταχύνσεως εἶναι ἡ ἐκκίνησις καὶ τὸ «φρενάρισμα» αὐτοκινήτου.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Αὐτοκίνητον κινούμενον ὑπὸ ταχύτητα 48 km/h ἡρεμεῖ, μετὰ πάροδον 15 sec ἀφ' ἧς στιγμῆς ἐπενεργήσουσι αἱ τροχοπέδα. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐπιβράδυνσις καὶ τὸ διανυθὲν διάστημα διὰ τὴν ἡρεμῆσιν τοῦ αὐτοκινήτου.

Χρησιμοποιοῦντες τοὺς νέους τύπους ἔχομεν διὰ τὴν ταχύτητα $U_{\text{τελ}} = U_{\text{αρχ}} - at$. Ἄλλὰ $U_{\text{τελ}} = 0$ ὁπότε

$$U_{\text{αρχ}} = at \text{ καὶ } a = \frac{U_{\text{αρχ}}}{t}$$

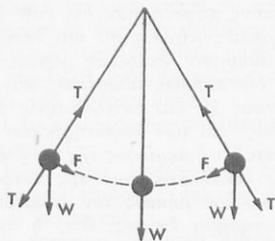
$$a = \frac{48000 \text{ m}}{15 \text{ sec h}} = \frac{48000 \text{ m}}{3600 \times 15 \text{ sec}^2} = 0,89 \text{ m/sec}^2$$

Ἐκ τοῦ τύπου τοῦ διαστήματος προκύπτει ἔξ ἄλλου

$$s = U_{\text{αρχ}} t - \frac{1}{2} at^2 = \frac{48000}{3600} 15 - \frac{1}{2} 0,89 \times 15^2$$

$$s = 200 - 100 = 100\text{m.}$$

ΤΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ. Τρίτον τέλος παράδειγμα θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἐπιταχύνσεως εἶναι ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς. Κατὰ τὴν αἰώρησιν τῆς σφαιρικῆς μάζης τόσον ἡ ταχύτης ὅσον καὶ ἡ ἐπιτάχυνσις μεταβάλλονται. Καθ' ὃν χρόνον ἡ σφαιρικὴ μάζα κινεῖται ἐκ τοῦ ἄκρου πρὸς τὸ μέσον ἡ ταχύτης αὐτῆς αὐξάνει καὶ ἡ ἐπιτάχυνσις αὐτῆς εἶναι θετικῇ. Ἀντιθέτως κατὰ



Σχ. 16.—1. Δρῶσαι δυνάμεις ἐπὶ τῆς μάζης ἐκκρεμοῦς.

τὴν κίνησιν τῆς μάζης ἐκ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα ἡ ταχύτης αὐτῆς ἐλαττοῦται καθισταμένης καὶ τῆς ἐπιταχύνσεως ἀρνητικῆς. Εἰς τὸ σχῆμα 16 - 1 ἐμφαίνονται διάφοροι θέσεις τῆς σφαιρικῆς μάζης ἐκκρεμοῦς. Ἐστω W τὸ βάρος αὐτῆς· τοῦτο ἀναλύεται εἰς δύο συνιστώσας F καὶ T ἐκ τῶν ὁποίων ἡ F εἶναι ἡ κινήτριος, ἡ δὲ T παραλαμβάνεται ὑπὸ τοῦ νήματος καὶ ἐξουδετεροῦται ἀπὸ πᾶσαν στιγμὴν ἀπὸ τὴν ἐντὸς τοῦ νήματος ἀναπτυσσομένην τάσιν.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ. Ἡ μετάβασις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπὸ τῆς μιᾶς ἀκραίας θέσεως εἰς τὴν ἄλλην καλεῖται ἀπλήρῃ αἰώρησις καὶ ὁ χρόνος ὁ ἀπαιτούμενος πρὸς τοῦτο διὰ ἄρκειαν τῆς ἀπλήρης αἰώρησεως. Ἡ μετάβασις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπὸ τῆς μιᾶς ἀκραίας θέσεως εἰς τὴν ἄλλην καὶ ἡ ἐπάνοδος ἐκ νέου εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν ἀποτελεῖ πλήρῃ αἰώρησιν, ὁ δὲ χρόνος ὁ ἀπαιτούμενος πρὸς τοῦτο καλεῖται περίοδος τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς.

Ὁ Γαλιλαῖος παρατηρῶν τὰς αἰωρήσεις τοῦ πολυελαίου τοῦ καθεδρικοῦ ναοῦ τῆς Πίζης κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ περίοδος τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς ἀνηρτημένης μάζης ὡς ἐπίσης καὶ τοῦ μήκους τοῦ νήματος ἀναρτήσεως ἐφ' ὅσον τοῦτο δὲν εἶναι πολὺ μεγάλο.

Ἐν τούτοις, ἐκ πειραμάτων, ἀπεδείχθη ὅτι ἡ περίοδος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους τοῦ νήματος ἀναρτήσεως. Ὡς μῆκος δὲ νοεῖται ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τοῦ σημείου ἀναρτήσεως καὶ τοῦ μέσου τῆς σφαιρικῆς μάζης.

Διὰ χρησιμοποίησεως ἐκκρεμῶν διαφό-

ρου μήκους παρατηρήθη ότι καθ' ὃν χρόνον ἔκκρεμὲς μήκους 90 cm ἔκτελεϊ τὴν πλήρη αἰώρησην, ἔκκρεμὲς μήκους 40 cm ἔκτελεϊ δύο πλήρεις αἰωρήσεις καὶ ἔκκρεμὲς μήκους 10 cm ἔκτελεϊ τρεῖς πλήρεις αἰωρήσεις. Ἐκ τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν προκύπτει ὅτι ἡ περίοδος τῆς κινήσεως ἔκκρεμοῦς εἶναι ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ μήκους τοῦ ἔκκρεμοῦς.

Παρατηρήθη ἐπίσης, ὅτι, ἡ περίοδος τῆς κινήσεως ἔξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος. Τοῦτο δὲ ἔχει σπουδαιότητα σημασίαν, διότι ἐπιτρέπει τὴν διὰ τοῦ ἔκκρεμοῦς μέτρησιν τῆς βαρύτητος καὶ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ἡ περίοδος τοῦ ἔκκρεμοῦς διὰ μικρὰς αἰωρήσεις, ἔξαρτᾶται μόνον ἐκ δύο παραγόντων, τοῦ μήκους τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ τῆς τιμῆς τοῦ g . Ἡ ἔξιςσις τῆς περιόδου ἔκκρεμοῦς εἶναι

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

ὅπου T ἡ περίοδος τοῦ ἔκκρεμοῦς
 L τὸ μήκος αὐτοῦ
 g ἡ ἐπιτάχυνσις βαρύτητος

Η ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣ ΕΠΙ ΠΙΠΤΟΝΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Οἱ ἤδη ἀναπτυχθέντες νόμοι τῆς κινήσεως τῶν πιπτόντων σωμάτων εἶναι ἀληθεῖς μόνον ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵερος κατὰ τὴν πτώσιν των, εἶναι ἀμελητέα.

Γνωρίζομεν ἤδη ὅτι ὁ αἴρ ἔξασκεῖ μίαν ἀνωσιν ἐπὶ παντός σώματος καὶ ὅτι ἡ ἀνωσις αὕτη λαμβάνει μεγάλας τιμὰς διὰ σώματα τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης δὲν εἶναι μεγάλη, ἐνῶ ἀντιθέτως εἰς σώματα μεγάλης πυκνότητος ὡς οἱ λίθοι, ἡ ἐπίδρασις τῆς ἀνώσεως εἶναι μικρά. Ἐκτὸς τῆς ἀνώσεως ὑπάρχει καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ αἵερος ἡ ὁποία ἀντιδρᾷ εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ πλίντος σώματος διὰ μέσον τοῦ αἵερος. Ἐπομένως ἐπὶ τοῦ σώματος δὲν δρᾷ μόνον ἡ ἔλξις τῆς γῆς ἀλλὰ καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ αἵερος με ἀποτέλεσμα ἡ ἐπιτάχυνσις τοῦ πλίντος σώματος νὰ εἶναι μικροτέρα τῶν $9,81 \text{ m/sec}^2$ καὶ κατὰ κανόνα μὴ σταθερά.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ. Ἡ ἀντίστασις τοῦ αἵερος εἰς τὴν κίνησιν ἐνὸς σώματος ἔξαρτᾶται τόσοσ ἐκ τοῦ σχήματος ὅσον καὶ ἐκ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ, μεταβάλλεται δὲ ἀναλόγως τῆς ταχύτητος τοῦ κινουμένου σώματος. Ὅσον μεγαλύτεραν ταχύτητα ἀποκτᾷ ἓνα σῶμα τόσοσ ἰσχυρότερα παρουσιάζεται ἡ ἀντίστασις τοῦ αἵερος. Ὅταν ἐν αυτοκίνητον κινῆται με μεγάλην ταχύτητα, τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς ἰσχύος τῆς μηχανῆς του καταναλίσκεται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ αἵερος. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, κατέστη ἀναγκαῖον τὰ σώματα τὰ

Σχῆμα τοῦ σώματος	Σχετικὴ ἀντίστασις αἵερος
	100
	80
	75
	50
	45
	40
	15
← Διεύθυνσις ἀνέμου	

Σχ. 16.— Ἀντίστασις αἵερος σωματίων διαφόρου σχήματος κινουμένων ὑπὸ τὴν αὐτὴν ταχύτητα.

ὁποῖα προορίζονται νὰ κινουῦνται με μεγάλην ταχύτητα νὰ λαμβάνουν σχήματα τοιαῦτα, ὥστε νὰ παρουσιάσουν, κατὰ τὸ δυνατὸν μικροτέραν ἀντίστασιν αἵερος. Αἱ ἐπιφάνειαί αὐταὶ τῶν ἐλαχίστων ἀντιστάσεων ἐκλήθησαν ἀερόδυναμικαὶ ἐπιφάνειαι. Εἰς τὸν πίνακα 16-2 ἐμφαίνονται αἱ διαφοραὶ τῆς ἀντιστάσεως αἵερος μεταξὺ σωμάτων διαφόρου σχήματος.

ΟΡΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΣ. Ὡς ἀνεπτύχθη εἰς τὰ προηγουμένα ἐδάφια σῶμα ἐλευθέρως

πίπτον εξ ύψομέτρου ἀποκτᾶ δλονὲν καὶ μεγαλυτέραν ταχύτητα. Ταυτοχρόνως ὁμως ἀξάνει βάσει τῶν ἀνωτέρω λεχθέντων, καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ὅποτε ἐπέροχεται μία στιγμὴ κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ἐξουδετερώνει πλήρως τὸ βάρος τοῦ πίπτοντος σώματος. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς αὐτῆς καὶ κατόπιν ἡ ταχύτης τοῦ σώματος παραμένει σταθερὰ καλουμένη ὀρικὴ ταχύτης. Ὁταν πίπτῃ λεπτὴ βροχὴ (ψυχάλιξη), αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς φθάνουν μὲ πολὺ μικρὰν ὀρικὴν ταχύτητα, ἐνῶ αἱ σταγόνες ραγδαίας βροχῆς φθάνουν μὲ μεγάλην σχετικῶς ταχύτητα, διότι τὸ βάρος αὐτῶν ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος μετὰ πάροδον μακροτέρου χρονικοῦ διαστήματος ἢ εἰς τὰς σταγόνας τῆς λεπτῆς βροχῆς.

Ἐπὶ τῆς ὀρικῆς ταχύτητος τὴν ὁποίαν ἀποκοτῶν τὰ πίπτονα σώματα εἰς τὸν ἀέρα, στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἀλεξιπτώτων. Πράγματι, ἐπειδὴ τὸ ἀλεξιπτωτὸν ἔχει πολὺ μεγάλην ἐπιφάνειαν ὅταν εἶναι ἀνοικτόν, εὐθὺς ὡς ὁ ἀλεξιπτωτιστῆς εὐρέθη εἰς τὸν ἀέρα, ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν δημιουργεῖ τὸ ἀλεξιπτωτὸν, εἶναι πολὺ μεγάλη, οὕτω δὲ εἰς βραχὺτατον χρονικὸν διάστημα ἐξουδετεροῦται τὸ βάρος τοῦ ἀλεξιπτωτιστοῦ, χωρὶς οὗτος νὰ προλάβῃ ν' ἀποκτήσῃ μεγάλην ταχύτητα λόγῳ ἐπιταχύνσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Θετικὴ καὶ ἀρνητικὴ ἐπιτάχυνσις

Περίοδος ἐκκρεμοῦς

Ἀντίστασις ἀέρος

Ἀεροδυναμικὴ ἐπιφάνεια

Ὀρικὴ ταχύτης

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἐπιταχύνσεως;
2. Μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, ποία ἡ σχέσις μεταξὺ τῶν χρόνων ἀνόδου καὶ πτώσεως σώματος ριπτομένου κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω;
3. Πότε εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις ἐνὸς αὐτοκινήτου θετικὴ; Πότε ἀρνητικὴ;
4. Πότε εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις ἐνὸς ἐκκρεμοῦς θετικὴ; Πότε ἀρνητικὴ;

5. Ποίαν ἐπίδρασιν ἔχει τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐπὶ τῆς περιόδου αὐτοῦ;
6. Ἀναφέρατε τὴν τρόπον μεταβάλλεται ἡ περίοδος ἐνὸς ἐκκρεμοῦς συναρτήσῃ τοῦ μήκους αὐτοῦ.
7. Ποία ἡ ἐξίσωσις τῆς περιόδου ἐκκρεμοῦς;
8. Ποιοὶ ἄλλοι παράγοντες, ἐκτὸς τοῦ μήκους, ἐπιδρῶν ἐπὶ τῆς περιόδου τοῦ ἐκκρεμοῦς;
9. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀντίστασις ἀέρος;
10. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀεροδυναμικὴν ἐπιφάνειαν;
11. Ὑπὸ ποίων παραγόντων ἐξαρτᾶται ἡ ἀντίστασις ἀέρος ἐπὶ σώματος;
12. Τί νοοῦμεν λέγοντες ὀρικὴ ταχύτης;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ τροχοπέδη ὀχήματος προσαρμύζεται οὕτω πως, ὥστε τὸ ὄχημα νὰ ἀποκτήσῃ σταθερὰν ἐπιβράδυνσιν. Συγκρίνατε τὸν ἀπαιτούμενον διὰ τὴν πλήρη στάσιν τοῦ ὀχήματος χρόνον ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶναι 40 km/h μὲ τὸν ἀντίστοιχον ἀπαιτούμενον χρόνον ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶναι 20 km/h.
2. Συγκρίνατε τὰς διανυθείσας ἀποστάσεις διὰ τὰς δύο περιπτώσεις τῆς ἐρωτήσεως 1.
3. Ἡ περίοδος ἐκκρεμοῦς εἶναι 2 sec ὅταν τοῦτο ἐργάζεται ἐπὶ τῆς γῆς. Ἐὰν μεταφερθῇ εἰς χῶρον εἰς τὸν ὁποῖον ἡ ἐπιτάχυνσις βαρύτητος εἶναι τὸ $\frac{1}{6}$ τῆς γῆνῆς, ἡ περίοδος τοῦ ἐκκρεμοῦς θὰ εἶναι μικρότερα ἢ μεγαλύτερα;
4. Τίνι τρόπῳ βοηθεῖ τὸ ἀλεξιπτωτὸν τὸν ἀεροπόρον εἰς τὴν ἀσφαλῆ προσγείωσιν αὐτοῦ;
5. Εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ ἴσταιται τις εἰς τὸ σημεῖον εἰς τὸ ὁποῖον πίπτει σφαῖρα ὄπλου ριφθεῖσα κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
6. Σφαῖρα ὄπλου ρίπτεται κατακορυφῶς πρὸς τὰ κάτω ἐξ ἀεροπλάνου. Ἡ ἀρχικὴ ταχύτης αὐτῆς εἶναι μεγαλύτερα τῆς ὀρικῆς ταχύτητος αὐτῆς ἐὰν αὕτη ἐρροῖπτετο ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος. Τί θὰ συμβῇ εἰς τὴν ταχύτητα τῆς σφαίρας;
7. Ἀντοκίνητον παλαιοῦ τύπου, συναντᾷ μικρότερον ἀντίστασιν ἀέρος ὅταν κι-

νήται πρὸς τὰ ὀπίσω ἢ πρὸς τὰ ἐμπρός, μετὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Δύνασθε νὰ ἐξηγήσετε τὸ φαινόμενον;

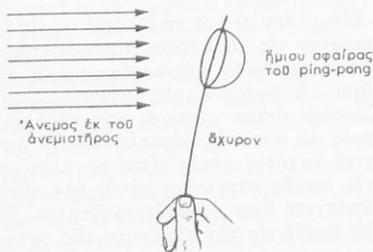
ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΙ. Τοποθετούντες μικρὰ ἀντικείμενα ἔμπροσθεν ἀνεμιστήρος, δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν δοκιμὰς παρομοίας μετὰ ἐκεῖνας τὰς ὁποίας ἐκτελοῦν οἱ ἀεροναυπηγοὶ ἐντὸς εἰδικῶν στοῶν πρὸς μέτρησιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ αἵρος καὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς καταλληλοτέρας ἀεροδυναμικῆς ἐπιφανείας.

Τὸ ἀεροδυναμικὸν σχῆμα σώματος τινοῦ ἐπιδρᾷ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀνέμου.

Μετὰ μίαν ξυριστικὴν λεπίδα ἀποκόψατε, κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς συναρμογῆς μίαν σφαῖραν τοῦ ping - pong εἰς δύο ἡμισφαίρια. Μετὰ μίαν βελόνην, ἀνοίξατε δύο ὀπὰς, ἀντιδιαμετρικὰς, πλησίον τῶν χειλέων τοῦ ἐνὸς ἡμισφαρίου καὶ περάσατε διὰ μέσου αὐτῶν ἓνα λεπτὸν ἄχρουν. Στερεώσατέ τὸ ἐπὶ τοῦ ἡμισφαρίου διὰ παραφίνης καὶ χρησιμοποιοῦντες τὸ ἄχρουν ὡς κατακόρυφον λαβὴν θέσατε τὴν κοιλὴν πλευρὰν τοῦ ἡμισφαρίου καθέτως πρὸς τὴν διευθύνσιν τοῦ ἀνέμου τοῦ παραγομένου ὑπὸ τοῦ ἀνεμιστήρος. Τὸ ἄχρουν θὰ ἀποκλίνῃ τῆς κατακόρυφου θέσεώς του (σχῆμα 16 - 3) ἢ δὲ ἀπόκλισις αὕτη δύνανται νὰ θεωρηθῇ μέτρον τῆς ἐπὶ τοῦ ἡμισφαρίου ἐξασκουμένης δυνάμεως ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἀνέμου.

Στρέφοντες τὸ ἡμισφαίριον ὥστε τὸ ρεῦμα τοῦ ἀνέμου νὰ προσκορῆται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας παρατηροῦμεν ὅτι ἢ



Σχ. 19.—3. Κατὰ προσεγγίσειν μέτρησις τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀνέμου.

ἀπόκλισις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ. Ὅμοιως παρουσιάζονται διάφοροι ἀποκλίσεις ἐὰν προσαρμώσωμεν μίαν κυκλικὴν ἐπιπέδον ἐπιφάνειαν εἰς τὸ χεῖλος τοῦ ἡμισφαρίου ἢ ἐὰν προσαρμώσωμεν τὸ ἕτερον ἡμισφαίριον, ὥστε νὰ σχηματισθῇ σφαῖρα. Συγκρίνατε τέλος, τὰς παρατηρήσεις σας μετὰ τὰ δεδομένα τοῦ πίνακος 16 - 2. Τὰ ἀποτελέσματα σας θὰ ἐξαρτῶνται, βεβαίως, ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ ἀνέμου. Ἐὰν ἔχετε ἐπαρκῆ χρόνον σχηματίσατε εἰς ἄχρουν κώνον καὶ προσαρμώσατέ τον ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου τομῆς τοῦ ἡμισφαρίου τῆς σφαίρας τοῦ ping - pong, καὶ συγκρίνατε τὰ ἀποτελέσματα τὰ ὁποία προκύπτουν ἐὰν θέσετε τὸ σχῆμα αὐτὸ καὶ κατὰ τὰς δύο διευθύνσεις ἐντὸς τοῦ ρεύματος τοῦ ἀνέμου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Λίθος ρίπτεται κατακόρυφως πρὸς τὰ ἄνω μετὰ ἀρχικὴν ταχύτητα 20 m/sec. Ζητεῖται τὸ ἀνώτατον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον οὗτος θὰ ἀνέλθῃ.
2. Σῶμα βάλλεται κατακόρυφως πρὸς τὰ ἄνω, ὁ χρόνος δὲ, κατὰ τὸν ὁποῖον τοῦτο ἀνέρχεται, εἶναι 3 sec. Ζητεῖται τὸ ἀνώτατον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον τοῦτο θὰ ἀνέλθῃ.
3. Ἡ περίοδος ἐκκρεμοῦς, μήκους 81 cm, εἶναι 1,8 sec. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ μῆκος ἐκκρεμοῦς ὥστε ἡ περίοδος αὐτοῦ νὰ εἶναι 0,5 sec;
4. Ποῖον τὸ μῆκος ἐκκρεμοῦς ὥστε ἡ περίοδος αὐτοῦ νὰ εἶναι 1,2 sec;
5. Σῶμα μετὰ ἀρχικὴν ταχύτητα 10 m/sec ὀλισθαίνει ὀριζοντίως ἐπὶ πάγου. Ἡ τριβὴ μεταξὺ πάγου καὶ σώματος προκαλεῖ εἰς αὐτὸ μίαν ὀμαλὴν ἐπιβράδυνσιν εἰς τρόπον ὥστε τὸ σῶμα νὰ σταματήσῃ μετὰ πάροδον 6 sec. Ζητεῖται τὸ διανυθὲν διάστημα.
6. Πόσον διάστημα θὰ διανύσῃ ἓν αὐτοκίνητον ἐντὸς 6 sec, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ὁποίων ἡ ταχύτης του αὐξάνεται ἀπὸ 8 km/h εἰς 80 km/h;

B

7. Σῶμα βάλλεται κατακόρυφως πρὸς τὰ ἄνω, ἐπανέρχεται δὲ μετὰ πάροδον 5 sec. Ζητεῖται ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τοῦ σώματος.

8. Ποῖον τὸ μῆκος ἀπλοῦ ἔκκρεμοῦς, περιόδου 2 sec, εἰς τόπον εἰς τὸν ὁποῖον ἡ ἐπιτάχυνσις βαρύτητος εἶναι 980 cm/sec²;
9. Σῶμα βάλλεται ὑπὸ γωνίαν 30°, ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον, μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα 30 m/sec. Ζητεῖται τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον θὰ διανύσῃ ἕως ὁ-του πέση. Προσδιορίσατε τὴν κατακόρυφον καὶ ὀριζόντιον συνιστώσαν τῆς ταχύτητος. (Ἀντίστασις ἀέρος ἀμελητέα).
10. Ἀπὸ κωδωνοστάσιον ὕψους 60 m, ἄνθρωπος βάλλει κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω λίθον, ὑπὸ ταχύτητα 25 m/sec. Ζητεῖται πόσον χρόνον θὰ χρειασθῇ ὁ λίθος διὰ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5

1. Νὰ καθορισθῇ ἡ ἐπιβράδυνσις, τὴν ὁποῖαν πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς αὐτοκίνητον ἔχον ταχύτητα 32 km/h διὰ νὰ σταματήσῃ, ἀφοῦ διανύσῃ διάστημα 6m.
2. Νὰ καθορισθῇ τὸ διάστημα ἐντὸς τοῦ οὐοίου θὰ σταματήσῃ, αὐτοκίνητον κινουμένον μὲ ταχύτητα 30 km/h, ἐὰν αἰφνης ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτοῦ σταθερὰ ἐπιβράδυνσις 5 m/sec².
3. Ποῖον τὸ μῆκος ἔκκρεμοῦς τὸ ὁποῖον, θὰ εἴχε, εἰς τὴν σελήνην, ὅπου $g = 163 \text{ cm/sec}^2$, περίοδον 4,90 sec;
4. Ποῖον τὸ μῆκος ἔκκρεμοῦς, τοῦ οὐοίου, εἰς τὸν ὁποῖον ἡ ἐπιτάχυνσις βαρύτητος εἶναι 970 cm/sec²;
5. Ποῖαν ταχύτητα θὰ ἀπέκτα, γαλαξόκοκκος πῖπτων ἐξ ὕψους 5000 m ἐὰν δὲν ἠμποδίζετο ὑπὸ τοῦ ἀέρος;
6. Ζητεῖται ἡ ταχύτης μὲ τὴν ὁποῖαν προσκορῶει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λίθος πῖπτων ἐξ ὕψους 144 m (ἀντίστασις ἀέρος ἀμελητέα).
7. Σῶμα βάλλεται κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ ἀρχικὴν ταχύτητα 24 m/sec. Πόσον χρόνον θὰ χρειασθῇ διὰ νὰ εὐρίσκηται εἰς ὕψος 17,2 m;
8. Σφαῖρα βαλλομένη ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἀπὸ τινος ὕψους, ὑπὸ ἀρχικὴν ταχύτητα 12 m/sec, φθάνει εἰς τὸ ἔδαφος μετὰ πάροδον 4,25 sec. Ζητεῖται τὸ ὕψος, ἐκ τοῦ οὐοίου ἐβλήθη ἡ σφαῖρα, καὶ μὲ πόσον ταχύτητα ἔφθασεν εἰς τὸ ἔδαφος.
9. Λίθος πῖπτει ἀπὸ τινος γεφύρας εὐρισκομένης εἰς ὕψος 58,8 m ἀπὸ τοῦ ποταμοῦ. Πόση ἡ τελικὴ ταχύτης τὴν ὁποῖαν ἀποκτᾷ ὁ λίθος ($g = 9,81 \text{ m/sec}^2$).
10. Ἀλεξιπτωτιστῆς, ὁ ὁποῖος κατέρχεται ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα 4,8 m/sec, ἀφήνει, τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποῖαν ἀπέχει ἐκ τοῦ ἐδάφους 57,6 m, ἀντικείμενον νὰ πέσῃ. Ζητεῖται μετὰ πόσον χρόνον ἀφ' ἧς στιγμῆς τὸ σῶμα ἔχει φθάσει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, φθάνει εἰς αὐτὸ καὶ ὁ ἀλεξιπτωτιστῆς ($g = 9,81 \text{ m/sec}^2$).
11. Πυροβόλον βάλλει ὀριζοντίως ἀπὸ ἐξέδραν ὕψους 30m ὑπεράνω τῆς θαλάσσης. Ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τοῦ βλήματος εἶναι 700 m/sec. Ζητεῖται τὸ διανυθὲν διάστημα ὑπὸ τοῦ βλήματος ἕως ὅτου τοῦτο βυθισθῇ ἐντὸς τῆς θαλάσσης (ἀντίστασις ἀέρος ἀμελητέα).
12. Ἀεροπόρος πηδᾷ ἐκ τοῦ ἀεροπλάνου του, τὸ δὲ ἀλεξιπτῶτον τὸν ἀνοίγει μετὰ πάροδον 5 sec, ἀπὸ τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποῖαν οὗτος ἐγκατέλειψε τὸ σκάφος. Ποῖαν ταχύτητα ἀπέκτησε πρὶν ἀνοίξῃ τὸ ἀλεξιπτῶτον καὶ πόσον διάστημα διήνυσε;
13. Λίθος πῖπτει ἐλευθέρως ἐπὶ 10 sec. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον οὗτος διήνυσε κατὰ τὸ δέκατον sec.
14. Ποῖον τὸ διανυθισόμενον ὀριζόντιον διάστημα ὑπὸ σφαιρας βαλλομένης ὑπὸ γωνίαν 60°, ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον, καὶ ὑπὸ ἀρχικὴν ταχύτητα 30 m/sec; (ἡ ἀντίστασις ἀέρος ἀμελητέα).
15. Λίθος βαλλόμενος ἐκ τοῦ ἐδάφους κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω ἐπιστρέφει εἰς τὸ ἔδαφος μετὰ πάροδον 5 sec. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀρχικὴ ταχύτης βολῆς.
16. Λεωφορεῖον ἐκκινεῖ τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὁποῖαν τὸ προοπερνᾷ ἕτερον λεωφορεῖον κινουμένον μὲ ταχύτητα 72 km/h. Τὸ πρῶτον λεωφορεῖον ἔχει ἐπιτάχυνσιν 1,2 m/sec². Πόσον χρόνον θὰ χρειασθῇ τὸ πρῶτον λεωφορεῖον διὰ νὰ προλάβῃ τὸ δευτερον καὶ πόσον διάστημα πρέπει πρὸς τοῦτο νὰ διανύσῃ;

Η ΒΑΡΥΤΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΞΙΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ

Αί περισσότεραι δυνάμεις, τὰς ὁποίας συναντῶμεν εἰς τὴν καθημερινὴν ζωὴν, δύνανται εὐκόλως τὰ μετρηθῶν. Αἱ δυνάμεις ὅμως αἱ ὁποῖαι ἐξαναγκάζουσι τοὺς διαφόρους πλανήτας νὰ κινουῦνται εἰς ὠριμμένας τροχιάς περὶ τοῦ ἡλίου δὲν εἶναι βεβαίως μετρηταὶ ὑπὸ τὴν συνήθη ἔννοιαν· αἱ τιμαὶ τῶν εἶναι τεράστιαι. Ἐν τούτοις καὶ αἱ τεράστιαι αὐταὶ δυνάμεις ὑπόκεινται εἰς ἓνα νόμον τῆς παγκοσμίου ἔλξεως καὶ βάσει αὐτοῦ καθορίζονται.

Εἰς τὸ κεφάλαιον αὐτὸ δὴ ἀναπτυχθῶν οἱ τέσσαρες νόμοι τοῦ Νεύτωνος, οἱ ὅποιοι ἀποτελοῦν τὴν βάση τῆς μηχανικῆς, καθὼς ἐπίσης δὴ δοθοῦν αἱ ἀπαντήσεις εἰς πολλὰ προβλήματα ἀφορῶντα τὰ jets, τοὺς στροβίλους, τοῦ πυραύλου κ.τ.λ.

Τέλος δὴ ἀναπτυχθῆ ἡ ὑπάρχουσα σχέση εἰς τὴν δρῶσιν ἐπὶ ἐνὸς σώματος δυνάμεως, καὶ τῆς προκαλουμένης, ὑπ' αὐτῆς, κινήσεως τοῦ σώματος.

ΕΔΑΦΙΟΝ 17. Ἡ βαρύτης.

Ο SIR ISAAC NEWTON. Ὁ Ἰσαὰκ Νεύτων ἐγεννήθη τῷ 1642 καὶ θεωρεῖται ὡς ὁ θεμελιωτὴς τῆς Φυσικῆς. Ἐπιστήμονες πρὸ αὐτοῦ, ὡς ὁ Ἀρχιμήδης καὶ ὁ Γαλιλαῖος, ἀναμφιβόλως συνεισέφερον τὰ μέγιστα εἰς τὴν Φυσικὴν καὶ πολλοὶ μεταγενέστεροι αὐτοῦ εἶναι διάσημοι, οὐδεὶς ὅμως ἔφθασε τὴν μεγαλοφυΐαν του. Ὁ Νεύτων ἐπενόησε νέον μαθηματικὸν λογισμόν, ἀνεκάλυψε τὴν ἀνάλυσιν τοῦ φωτὸς εἰς τὰ διάφορα χρώματα· ἡ μεγαλύτερα ὅμως ἐπίδοσις ἦτο εἰς τὴν μηχανικὴν. Τὰ τρία ἀξιώματα τὰ ὁποῖα διετύπωσε ἀποτελοῦν τοὺς θεμελίους λίθους τῆς μηχανικῆς ἐπὶ τῆς ὁποίας βασίζεται ὁλόκληρος ἡ Φυσικὴ. Ὁ νόμος του περὶ τῆς παγκοσμίου ἔλξεως δὲν ἐπεξηγεῖ μόνον τὴν κίνησιν τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον, ἀλλὰ ἀναφέρεται εἰς ὅλα τὰ σὺρράνια σώματα.

Κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς γεννήσεώς του οἱ ἄνθρωποι μόλις ἤρχιζαν νὰ δέχωνται τὴν θεωρίαν ὅτι ἡ γῆ δὲν ἀποτελεῖ τὸ κέντρον τοῦ κόσμου, ἀλλὰ περιστρέφεται καὶ αὐτὴ, ὡς οἱ ἄλλοι πλανῆται, περὶ τὸν ἥλιον. Ὁ Γαλιλαῖος ὁ ὁποῖος ἀπέθανε τὸ

ἔτος τῆς γεννήσεως τοῦ Νεύτωνος, ἦτο ἐκ τῶν πρώτων θεμελιωτῶν τῆς θεωρίας αὐτῆς καὶ ἡ ἀνακάλυψις του τῶν δορυφόρων τοῦ Διὸς δικαίως ἐθεωρήθη ὡς ἓν τῶν κυριωτέρων ὑπὲρ αὐτῆς ἐπιχειρημάτων.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ἘΛΞΕΩΣ. Ἐχὼν ὑπ' ὄψιν του τὴν νέαν αὐτὴν, διὰ τὴν ἐποχὴν του θεωρίαν, ὁ Νεύτων διηρωτήθη διατὶ οἱ διάφοροι πλανῆται δὲν ἐκφεύγουσι τῆς τροχιάς των καὶ ἐσκέφθη μήπως ἐξασκεῖται καὶ μετὰ τῶν οὐρανίων σωμάτων δύναμις ἔλξεως παρομοία ἐκεῖνης ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν πτώσιν τῶν διαφόρων ἀντικειμένων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

Κατόπιν τῆς ἀνωτέρω σκέψεώς του, ὁ Νεύτων ἤρριξε τὸν ὑπολογισμόν τῆς τροχιάς τῆς σελήνης ἔχων ὡς βάση τὴν θεωρίαν του τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἥτοι, ὅτι τὰ σώματα ἔλκονται μετὰ τῶν ὑπὸ δυνάμεως ἡ ὁποία εἶναι εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸ γινόμενον τῶν μαζῶν των καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Τὰ ἀποτελέσμα-

τα τῶν ὑπολογισμῶν του δὲν τὸν ἱκανοποίησαν, ὡς ἐκ τούτου δὲ παρητήθη πάσης περαιτέρω ἐνεργείας ἐπὶ τοῦ θέματος. Μόνον μετὰ παρεῦλθαι εἰκοσαετίας τοῦ Μόνον μετὰ παρεῦλθαι εἰκοσαετίας τοῦ ὕταν ὁ ἀστρονόμος Halley ἀνεκάλυψε τὸν ὕταν ὁ ἀστρονόμος Halley ἀνεκάλυψε τὸν Νεύτων ἐπανήλθεν εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς του οἱ ὅποιοι ὡς ἀπεδείχθη ἦσαν ὀρθοί.

Συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Νεύτωνος ἡ Γῆ καὶ ἡ Σελήνη ἔλκονται μεταξύ των ὑπὸ ὠρισμένης δυνάμεως. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης ἦτο ἡ ἡμισεία τότε ἡ δύναμις τῆς ἔλξεως θὰ ἦτο τετραπλασία, ἐνῶ ἐὰν ἡ ἀπόστασις γῆς καὶ σελήνης ἦτο διπλασία ἡ μεταξύ αὐτῶν ὠρισταμένη δύναμις θὰ ἦτο μὲν τὸ 1/4 τῆς ὠρισταμένης σήμερον. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι ἡ δύναμις ἔλξεως μεταβάλλεται ἀντιστρόφως τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο σωμάτων.

Ἐὰν κατὰ τινά τρόπον ἡ μᾶζα τῆς σελήνης ἐδιπλασιάζετο, τότε θὰ ἐδιπλασιάζετο καὶ ἡ μεταξύ αὐτῆς καὶ τῆς γῆς ἀσκουμένη δύναμις ἔλξεως, σταθερᾶς οὐσίας τῆς μάζης τῆς γῆς. Ἐὰν ταυτοχρόνως μὲν τὴν μᾶζαν τῆς σελήνης ἐδιπλασιάζετο καὶ ἡ μᾶζα τῆς γῆς, τότε ἡ δύναμις ἔλξεως μεταξύ τῶν δύο σωμάτων θὰ ἐτετραπλασιάζετο.

Διὰ συνδυασμοῦ τῶν δύο ἀνωτέρω προτάσεων προκύπτει ὁ νόμος τῆς παγκοσμίας ἔλξεως τοῦ Νεύτωνος. *Δύο οἰδήποτε σώματα εἰς τὸ σύμπαν ἔλκουν τὸ ἐν τὸ ἄλλο μὲ δύναμιν, ἡ ὁποία εἶναι ἐνθῶς ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν μαζῶν αὐτῶν καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς μεταξύ των ἀποστάσεως, ὡς δὲ μεταξύ τῶν δύο σωμάτων ἀπόστασις, νοεῖται ἡ ἀπόστασις ἐκ τοῦ κέντρου μάζης τοῦ ἐνὸς εἰς τὸ κέντρον μάζης τοῦ ἑτέρου.* Ὁ νόμος τῆς παγκοσμίου ἔλξεως ἐκφράζεται διὰ τῆς κατωτέρω σχέσεως

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

ὅπου F παριστᾷ τὴν μεταξύ τῶν σωμάτων δύναμιν ἔλξεως

M_1 καὶ M_2 τὰς μάζας τῶν δύο σωμάτων

d τὴν μεταξύ αὐτῶν ἀπόστασιν καὶ G εἶναι σταθερὰ ἐξαρτημένη ἐκ τοῦ χρησιμοποιουμένου συστήματος μονάδων

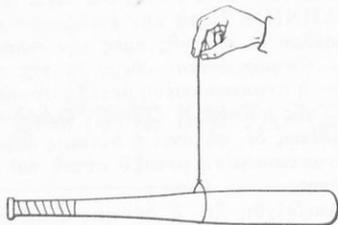
ΔΥΝΑΜΙΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΣΕΛΗΝΗΝ. Κατὰ τὴν ἐκτόξευσιν ἐνὸς πυραύλου ἐκ τῆς γῆς πρὸς τὴν σελήνην, ὅσον ἀπομακρύνεται οὗτος ἐκ τῆς γῆς, τόσον ἡ ἀναπτυσσομένη μεταξύ αὐτοῦ καὶ τῆς γῆς δύναμις ἔλξεως ἐλαττοῦται, ἀντιθέτως δέ, αὐξάνει ἡ δύναμις ἔλξεως, ἡ ἀναπτυσσομένη μεταξύ αὐτοῦ καὶ τῆς σελήνης.

Ἀπεδείχθη ὅτι ἡ δύναμις βαρύτητος τῆς σελήνης εἶναι μὲν τὸ 1/6 τῆς, ἐπὶ τῆς γῆς ἐπικρατούσης. Ἐὰν ποτὲ ᾖ ἀνθρωπος ἐφθανε εἰς τὴν σελήνην τὸ βάρος του θὰ ἐμειοῦτο εἰς τὸ 1/6.

Ἡ δύναμις ἔλξεως τῆς σελήνης ἐπὶ τῆς γῆς προκαλεῖ σημαντικὰ φαινόμενα, ὡς τὸ τῆς παλιρροίας. Ὅμοιος καὶ ἡ ἔλξις τοῦ ἡλίου ἐπὶ τῆς γῆς προκαλεῖ παλιρροίας, ἡ δὲ ἡμερησία περιστροφή τῆς γῆς εἶναι ἡ αἰτία τῆς ἀμπώτιδος. Εἰς ὠρισμένα σημεῖα τῆς γῆς τὰ φαινόμενα αὐτὰ εἶναι ἐξόχως σημαντικὰ ὡς π. χ. εἰς τὸν κόλπον Fundy τοῦ ἀνατολικοῦ Καναδά ὅπου ἡ διαφορά στάθμης τῶν ὑδάτων ὑπερβαίνει τοὺς 50 πόδας.

Λόγω τοῦ ὅτι, ἡ δύναμις ἔλξεως μεταξύ δύο μαζῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν, τὸ βάρος δοθείσης μάζης ποικίλλει ἀκόμη καὶ ἐπὶ τῆς γῆς. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ γῆ δὲν εἶναι τελεία σφαῖρα. Σῶμα εὐρισκόμενον εἰς τὸν βόρειον πόλον εἶναι κατὰ 13 μίλια πλησιέστερον πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς ἑτέρου εὐρισκόμενον εἰς τὸν ἰσημερινὸν ὅς ἐκ τούτου δέ, τὸ βάρος μάζης 1000 lb εἶναι κατὰ 7 lb μεγαλύτερον εἰς τὸν Β. Πόλον.

KENTPON ΒΑΡΟΥΣ. Συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Νεύτωνος ἡ γῆ ἔλκει ἕκαστον σωματίον τῆς μάζης ἐνὸς ἀντικειμένου. Ἐὰς θεωρήσωμεν μίαν ράβδον (σχῆμα 17 - 1). Ἡ ράβδος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ σωματίων, τῶν ὁποίων αἱ σχετικαὶ θέσεις παραμένουν ἀμετάβλητοι. Τὰ βάρη τῶν σωματίων τούτων θεωροῦνται ὡς δυνάμεις παράλληλοι, τῶν ὁποίων ἡ συνισταμένη, ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν, παρέχει τὸ βάρος τῆς ράβδου. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης εἶναι τὸ κέντρον βαροῦς τῆς ράβδου. Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὅτι ὅλη ἡ μᾶζα τῆς



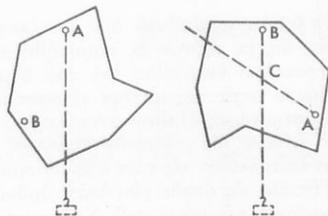
Σχ. 17.—1. Ἡ ράβδος ἰσορροπεῖ ὅταν ἀναρ-
τᾶται ἐκ τοῦ κέντρου βάρους της.

ράβδου εἶναι συγκεντρωμένη εἰς τὸ κέν-
τρον βάρους αὐτῆς, ἐὰν δὲ ἀναρτήσωμεν
ταύτην ἐκ τοῦ κέντρου βάρους αὐτῆς,
αὕτη θὰ ἰσορροπῇ.

Ἐστω πλάξ ἀκανονίστου σχήματος, ὡς
εἰς τὸ σχῆμα 17 - 2. Ἐὰν ἀναρτήσωμεν
ταύτην ἐκ τυχόντος σημείου Α, τὸ
κέντρον βάρους τῆς πλακὸς θὰ εὐρίσκειται
ἐπὶ τῆς διὰ τοῦ σημείου Α, διερχομένης
κατακορύφου. Διὰ νὰ ὀρίσωμεν ἐπακρι-
βῶς τὸ κέντρον βάρους τῆς πλακὸς, ἀναρ-
τῶμεν ταύτην ἐξ ἑνὸς ἑτέρου τυχόντος
σημείου Β ὅποτε τὸ κέντρον βάρους τῆς
πλακὸς θὰ εὐρίσκειται καὶ πάλιν ἐπὶ τῆς
διὰ τοῦ σημείου Β, διερχομένης κατακο-
ρύφου, ὡς ἐν τῷ σχήματι. Τὸ σημεῖον το-
μῆς C τῶν δύο, ἐκ τῶν Α καὶ Β, διερχο-
μένων κατακορύφων αὐτῶν εἶναι τὸ κέν-
τρον βάρους τοῦ σώματος.

ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ. Οἰ-
ονδήποτε σῶμα εὐρίσκειται εἰς μίαν ἐκ
τῶν τριῶν ἀκολούθων καταστάσεων ἰσορ-
ροπίας τὴν εὐσταθῆ ἢ ἰσορροπί-
αν, τὴν ἀσταθῆ ἢ ἰσορροπίαν καὶ
τὴν ἀδιάφορον ἰσορροπίαν.

Χαρακτηριστικὸν γνώρισμα τῆς εὐστα-
θοῦς ἰσορροπίας εἶναι, ὅτι τὸ κέντρον βάρ-
ους εὐρίσκειται πλησίον τῆς βάσεως στη-
ρίξεως τοῦ σώματος. Ὅταν τὸ σῶμα ἐκ-



Σχ. 17.—2. Προσδιορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους

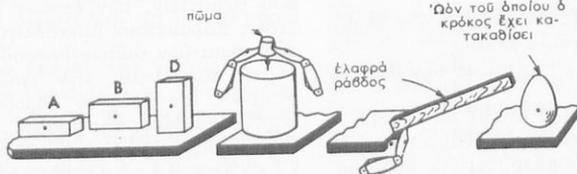
τοπισθῆ ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας αὐτοῦ,
τὸ κέντρον βάρους ἀνυψοῦται, τεῖνον νὰ
ἐπανελθῆ εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν μό-
λις ἢ ἐξαναγκάσασα τοῦτο, εἰς μεταβο-
λὴν θέσεως, δύναμις παύση ἐπενεργοῦσα.

Κατὰ τὴν εὐσταθῆ ἰσορροπίαν ἐάν, ἐκ
τοῦ κέντρου βάρους τοῦ σώματος, ἀχθῆ
κατακόρυφος, αὕτη συναντᾷ τὴν βάσιν
στηρίξεως τοῦ σώματος.

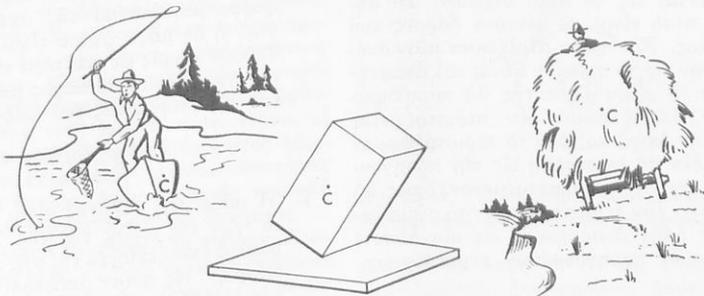
Παραδείγματα εὐσταθοῦς ἰσορροπίας
ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 17 - 3. Ἡ, εἰς
τὸ σχῆμα τοῦτο, ἐμφαινόμενὴ πλίνθος εὐ-
ρίσκειται καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις,
εἰς κατάστασιν εὐσταθοῦς ἰσορροπίας διό-
τι οἰαδήποτε μικρὰ ἐκτόπισις ἐκ τῆς θέ-
σεως ταύτης, δημιουργεῖ ἀνύψωσιν τοῦ
κέντρου βάρους.

Ἐάν, ἀντιθέτως, λόγῳ μικρᾶς ἐκτοπί-
σεως ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας σώματός
τινος, τὸ κέντρον βάρους αὐτοῦ κατέρ-
χεται, ἢ ἰσορροπία καλεῖται ἀσταθῆς.
Παραδείγματα ἀσταθοῦς ἰσορροπίας ἐμ-
φαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 17 - 4. Εἰς ὅλας
τὰς περιπτώσεις ἀσταθοῦς ἰσορροπίας, ἢ
ἐκ τοῦ κέντρου βάρους τῶν σωμάτων ἀ-
γομένη κατακόρυφος δὲν συναντᾷ τὴν
βάσιν στηρίξεως αὐτῶν μόλις μεταπο-
ισθοῦν ἔστω καὶ κατ' ἐλάχιστον.

Ἐάν τέλος, τὸ κέντρον βάρους σώμα-
τος παραμῆνῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὅταν τὸ
ἐκτοπίζωμεν, λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὐρί-
σκειται εἰς κατάστασιν ἀδιαφορῆς ἰσορ-



Σχ. 17.—3. Παραδείγματα εὐσταθοῦς ἰσορροπίας.
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 17.—4. Παράδειγμα άσταθούς ισορροπίας

ροπίας. Παραδείγματα άδιαφόρου ισορροπίας έμφαινόνται εις τó σχήμα 17-5.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Δύναμις βαρύτητος Κέντρον βάρους

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2} \quad \text{Κατάστασις Ισορροπίας}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία δύναμις συγκρατεί τούς πλανήτας εις τās τροχιάς αυτών περίξ τού ήλιου;
2. Τίνι τρόπω εξαρτάται ή δύναμις έλξεως μεταξύ δύο σωμάτων εκ των μαζών των σωμάτων αυτών.;
3. Τίνι τρόπω ή δύναμις έλξεως μεταξύ δύο σωμάτων εξαρτάται εκ τής μεταξύ των σωμάτων άποστάσεως;
4. Αναφέρατε τόν νόμον τής παγκοσμίας έλξεως τού Νεύτωνος.
5. Γράψατε τήν εξίσωσιν τού νόμου τής παγκοσμίου έλξεως τού Νεύτωνος.
6. Ποία ή αιτία των παλιροριών;
7. Διατί τó βάρος τού αυτου σώματος είναι μικρότερον εις τήν σελήνην ή εις τήν γήν;
8. Τι νοούμεν λέγοντες κέντρον βάρους σώματος;



Σχ. 17.—5. Παράδειγμα άδιαφόρου ισορροπίας.

9. Περιγράψατε τās τρεις καταστάσεις ισορροπίας και αναφέρατε παραδείγματα δι' εκάστην κατάστασιν.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί πλοϊον είναι όλιγότερον εύσταθές κενόν ή φορτωμένον;
2. Ποϊον τó πλεονέκτημα αυτοκινητου έχοντος χαμηλόν κέντρον βάρους;
3. Έξηγήσατε διατί 1 kg μάζης δεν έχει τó αυτό βάρος εις τήν Βραζιλίαν και εις τήν Άλάσκαν.
4. Διατί κλίνομεν τó σώμα μας πρός τά εμπρός όταν άνερχόμεθα κλίμακα ή βάλλομεν επί άνωφερείας;
5. Αναφέρατε δύο τρόπους κατά τούς όποιους ποδοσφαιριστής δύναται νά αυξήση τήν εύσταθειάν του.
6. Διατί δεν είναι άσφαλές νά ίσταται τις επί κανού;
7. Ποϋ εύρίσκεται τó κέντρον βάρους στεφάνης;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ.
 Λάβετε εν πεπλατυμένον τεμάχιον ξύλου άκανονίστου σχήματος παρόμοιον με τó, εις τó σχήμα 17-2, έμφαινόμενον. Σχηματίσατε τρεις όπäs πλησίον τού περιγράμματος αυτου όσον τó δυνατόν άπομακρυσμένας μεταξύ των. Αναρτήσατε τó τεμάχιον διαδοχικώς, εκ των τριών όπών. Εις εκάστην περίπτωσιν φέρατε τήν, διά τής όπής αναρτήσεως, διερχομένην κατακόρυφον. Έάν ή χάραξις των

εὐθειῶν αὐτῶν εἶναι ἀκριβής, αὐταὶ θὰ τέμνονται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον. Τὸ σημεῖον αὐτὸ εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος. Ἐὰν τώρα ἀνοίξωμεν μίαν ἀκόμη ὀπὴν εἰς τὸ σημεῖον αὐτό, καὶ ἀναρτήσωμεν τὸ σῶμα ἐξ αὐτῆς θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα δὲν περιστρέφεται περὶ τὴν ὀπὴν, καὶ ἐὰν τὸ περιστρέψωμεν ἡμεῖς δὲν θὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὴν προηγουμένην του θέσιν ταλαντούμενον, ὅπως θὰ συνέβαινε ἐὰν περιεστρέφαμεν τὸ σῶμα περὶ τὴν ὀπὴν ἀναρτήσεως εἰς οἰανδήποτε τῶν τριῶν προηγουμένων περιπτώσεων.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποῖον τὸ βάρος σώματος μάζης 1kg εἰς ὕψος 4000m ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς;
2. Ποία ἡ δύναμις ἔλξεως τῆς γῆς ἐπὶ τῆς μάζης 1kg εἰς ἀπόστασιν 220000 km ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς;
3. Ἡ δύναμις ἔλξεως τῆς σελήνης ἐπὶ μάζης 1 lb, εὐρισκομένης ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, εἶναι μόλις $\frac{1}{8}$ lb δυνάμεως. Ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι περίπου 2000 mi. Ποία ἡ δύναμις ἔλξεως τῆς σελήνης ἐπὶ μάζης 1 lb εὐρισκομένης εἰς ἀπόστασιν 20000 mi ἐκ τοῦ κέντρου αὐτῆς;
4. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ γῆς καὶ σελήνης εἶναι περίπου 240000 mi. Ἐὰν μᾶζα 1 lb κεῖται μεταξὺ γῆς καὶ σελήνης καὶ εἰς ἀπόστασιν 220000 mi ἐκ τῆς γῆς καὶ 20000 mi ἐκ τῆς σελήνης, ποία ἔλξις θὰ εἶναι μεγαλύτερα, ἐπὶ τῆς μάζης ταύτης;
5. Εἰς ποῖον ὕψος, ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς τὸ βάρος ἐνὸς σώματος θὰ μειωθῇ εἰς τὸ $\frac{1}{16}$ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς τιμῆς του;

6. Ἡ ἄκτις τοῦ ἡλίου εἶναι περίπου 110 φορές μεγαλύτερα τῆς ἄκτινος τῆς γῆς, ἡ δὲ μᾶζα αὐτοῦ εἶναι περίπου 330000 φορές μεγαλύτερα τῆς μάζης τῆς γῆς. Ποῖον τὸ βάρος μάζης 1 lb ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου;

B

7. Ἡ μᾶζα τῆς σελήνης εἶναι περίπου τὸ $\frac{1}{81}$ τῆς μάζης τῆς γῆς. Ἐὰν πύραυλος ἐκτοξευθῇ ἐκ τῆς γῆς πρὸς τὴν σελήνην, εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς, ἡ ἔλξις ταύτης καὶ τῆς σελήνης ἐπὶ τοῦ πυραύλου θὰ εἶναι ἴσαι;
8. Ἡ ἀπόστασις τοῦ πλανήτου Ἑρμῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον εἶναι περίπου $\frac{1}{4}$ τῆς ἀντιστοίχου ἀποστάσεως τῆς γῆς, ἡ δὲ μᾶζα τοῦ Ἑρμού εἶναι τὸ $\frac{1}{20}$ περίπου τῆς μάζης τῆς γῆς. Συγκρίνατε τὰς δυνάμεις ἔλξεως μεταξὺ ἡλίου καὶ γῆς καὶ ἡλίου καὶ Ἑρμού.
9. Δοθέντος ὅτι, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς γῆς ἡ δύναμις βαρύτητος μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεως ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς, ποῖον θὰ εἶναι τὸ βάρος μάζης 1 kg εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν 1000 mi ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς; Ἐπιθέσατε ὅτι, ἡ ἄκτις τῆς γῆς εἶναι 4000 mi.
10. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἐλάττωσις τοῦ βάρους μάζης 100 kg εἰς ἀπόστασιν 4 mi ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς;
11. Ἐπιθέσατε ὅτι, ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου ἐκ τῆς γῆς εἶναι 93000000 mi καὶ ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἡλίου εἶναι 330000 φορές μεγαλύτερα τῆς μάζης τῆς γῆς, εὐρῆτε εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἐκ τῆς γῆς θὰ πρέπει νὰ εὐρισκῆται σῶμα ἵνα αἱ ἐπ' αὐτοῦ δρῶσαι δυνάμεις ἔλξεως προσερχόμεναι ἐκ τῆς γῆς καὶ τοῦ ἡλίου εἶναι ἴσαι.

ΕΔΑΦΙΟΝ 18. Πρῶτον Ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.

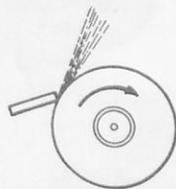
ΠΡΩΤΟΝ ΑΞΙΩΜΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, σῶμα εὐρισκόμενον ἐν ἠρεμίᾳ, παραμένει ἐν ἠρεμίᾳ ἐκτός ἐὰν δύναμις δρῶσα ἐπ' αὐτὸ τὸ ἐξαναγκάσῃ εἰς κίνησιν. Ἡ κατάστασις αὕτη ἐκφράζει τὴν ἀ δ ρ ἄ ν ε ι α ν

τῆς ὕλης. Γνωρίζομεν ἐπίσης ἐκ πείρας ὅτι, ἅπασι ἐν σῶμα εὐρισκῆται ἐν κινήσει, παραμένει ἐν κινήσει λόγῳ τῆς ἀδρανείας του, διὰ νὰ σταματήσῃ δέ, πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτοῦ δύναμις. Γενικῶς λέγομεν ὅτι, οἰονδήποτε σῶμα παραμένει ἐν

ήρεμία ή συνεχίζει να κινείται εὐθυγράμμως, λόγω τῆς ἀδραναίας του, οἰαδήποτε δὲ ἀλλαγὴ τῆς καταστάσεως αὐτοῦ προκαλεῖται διὰ τῆς ἐπενεργείας δυνάμεως καὶ μόνον. Παραδείγματα τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἀδραναίας συναντῶμεν ἀφθόνα εἰς τὸν καθ' ἡμέραν βίον. Οὕτω, οἱ ἐπιβάται τροchioδρομικοῦ ὀχήματος εὐρισκομένου ἐν κινήσει κλίνουν ἀποτόμως πρὸς τὰ ἔμπρός, ὅταν ὁ ὀδηγὸς προκαλῆ ἀπότομον τροchioπέδησιν τοῦ ὀχήματος.

Ὁ Νεύτων διετύπωσε τὸ πρῶτον ἀξίωμα τὸ ὡς ἐξῆς: *Σῶμα ἡρεμῶν οὐδέποτε δύναται νὰ κινήθῃ ἀφ' ἑαυτοῦ· ἐὰν δὲ κινήται εὐθυγράμμως καὶ ὁμαλῶς, οὐδέποτε δύναται νὰ ἡρεμῆσῃ ἀφ' ἑαυτοῦ. Τὸ ἀξίωμα τοῦτο δύναται νὰ διατυπωθῆ καὶ ὡς ἐξῆς: Σῶμα οὐδέποτε δύναται ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κινήτικὴν τὴν κατάστασιν. Οὕτω, σφαῖρα ὕπλου θὰ συνεχίξῃ τὴν κινήσιν τῆς ἐπ' ἄπειρον ἐπ' ὅσον δὲν ἔδραον ἐπ' αὐτῆς ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ δυνάμις βαρύτητος.*

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ. Φαντασθῶμεν, ὅτι ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου νήματος ἐξασπῶμεν μικρὰν σφαῖραν καὶ διὰ τοῦ ἐτέρου ἄκρου αὐτοῦ, τὸ ὅποιον κρατοῦμεν διὰ τῆς χειρὸς μας, θέτομεν τὴν σφαῖραν εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, εἰς τρόπον ὡστε νὰ διαγράφῃ, εἰς κατακόρυφον ἐπίπεδον, περιφέρειαν κύκλου. Συμφάνως τῷ πρῶτῳ νόμῳ τοῦ Νεύτωνος οἰανδήποτε χρονικὴν στιγμὴν ἢ μικρὰ σφαῖρα τείνει νὰ ἐκφύγῃ τῆς κυκλικῆς τροχιάς καὶ νὰ κινήται εὐθυγράμμως. Διὰ νὰ παραμείνῃ εἰς τὴν κυκλικὴν αὐτῆς τροχίαν ἐφαρμόζομεν ἑλκτικὴν ἐπὶ τῆς σφαίρας, δυνάμιν τὴν ὅποιαν ἄλλοτε αἰσθανόμεθα ἐπὶ τῆς χειρὸς μας, πρέπει δὲ νὰ ἐξασπῶμεν τὴν δυνάμιν ταύτην συνεχῶς λόγω τοῦ ὅτι ἐπιταχύνομεν τὴν σφαῖραν· πράγματι ἔστω καὶ ἐὰν ἡ ταχύτης τῆς παραμείνῃ κατ' ἀραιμτικὴν τιμὴν, ἐπιτάχυνσιν προφανῶς ὑφίσταται διότι μεταβάλλομεν τὴν διεύθυνσιν τῆς. Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ νῆμα ἐλεύθερον, τότε ἡ σφαῖρα παύει νὰ κινῆται ἐπὶ περιφερείας κύκλου, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ νὰ κινῆται κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιάς του, εἰς τὸ σημεῖον ὅπου εὐρίσκετο κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐλευθερώσεως τοῦ νήματος. Τὴν περίπτωσιν ταύτην διακρίνομεν εἰς τὸν σμυριδοτροχὸν (σχῆ-



Σχ. 18—1. Οἱ σπινθήρες ἐκτινασσόμενοι κινούνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης.

μα 18-1) ὅπου τὰ ἐκ τῆς ἐπιφανείας ἀκονίζομενοι ἀντικειμένου ἀποσπώμενα διάπυρα σωματὰ κινούνται κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τοῦ σμυριδοτροχοῦ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀποσπάσεως τῶν. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὅποιαν ἐν αὐτοκίνητον εἰσχωρήσει ἐντὸς λασπώδους ἐδάφους, ὁπότε τεμάχια λάσπης ἀποσπῶνται ἐκ τῶν κινήτριων τροχῶν ἀκριβῶς ὡς, εἰς κατὰ τὸν ἀνωτέρω ἐπετεθέντα τρόπον.

Γνωρίζομεν ὅτι, ἡ γῆ παραμένει εἰς τὴν τροχίαν τῆς περὶ τὸν ἥλιον, λόγω τῆς δυνάμεως ἑλξεως τοῦ ἡλίου. Διὰ ποῖον λόγον τότε, ἡ γῆ καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆτες, ὅπο τὴν ἐπενέργειαν τῆς δυνάμεως ἑλξεως τοῦ ἡλίου, δὲν πίπτουν ἐπ' αὐτοῦ; Λόγω τῆς ἀδραναίας τῶν, οἱ πλανῆται τείνουν νὰ ἀκολουθήσουν τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιάς τῶν, ἡ δυνάμις ἑλξεως ὅμως εἶναι ἀρκούντως ἰσχυρὰ καὶ τόσοσόν μόνον ὡστε νὰ ὑποχρεώνη τοὺς πλανῆτας νὰ παραμείνουν εἰς τὰς τροχιάς αὐτῶν.

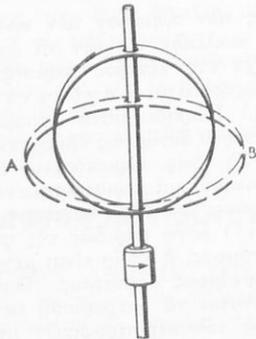
Ἡ τάσις τῶν σωμάτων τῶν κινουμένων ἐντὸς κυκλικῶν τροχιῶν νὰ ἀπομακρυνθῶν ἐκ τοῦ κέντρου περιστροφῆς τῆς κινήσεως καλεῖται $\phi \nu \gamma \acute{o} \kappa \epsilon \nu \tau \rho \omicron \varsigma$ δύναμις. Παραδείγματα ἐφαρμογῆς τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως ὑπάρχουν ἰάρα πολλά. Τὸ ὕδωρ, εὐρισκόμενον ἐντὸς δοχείου ἀνοικτοῦ, καὶ περιστρεφόμενον ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ, παραμένει ἐντὸς αὐτοῦ (1) λόγω ἀκριβῶς τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, ἡ ὅποια εἶναι μεγαλύτερα τῆς δυνάμεως βαρύτητος. Ὁμοίως τὸ γάλα δύναται νὰ διαχωρισθῆ ἐκ τῆς κρέμας ἐντὸς τῶν περιστροφικῶν μηχαν-

1. Ὅταν τὸ εὐρὸ στόμιον τοῦ δοχείου εἶναι πρὸς τὰ κάτω.



Σχ. 18.—2. Η μηχανή ελέγχου του γάλακτος λειτουργεί βάσει της φυγοκέντρου δυνάμεως. Είς ποίαν θέσιν θά εφίσκωνται τὰ λιποσφαίρια όταν σταματήσει ή μηχανή;

νων διαχωρίσεως της κρέμας, λόγω τού ότι ή πυκνότης του γάλακτος είναι μεγαλύτερα και επομένως κατά την περιστροφήν του συστήματος, τούτο θά καταλάβη τὰ στρώματα τὰ εἰς τὰ τοιχώματα του δοχείου προσκείμενα. Κατά τόν αὐτόν τρόπον λειτουργοῦν και αἱ μηχαναὶ ἀποστραγγίσεως τῶν ρούχων. Τὰ ρούχα τίθενται ἐντός διατρήτου περιστρεφόμενου κυλίνδρου ὅποτε τὰ ρούχα, ὑπὸ τὴν ἐπεν-



Σχ. 18.—3. Η περιστροφή προκαλεί τὴν πεπλατυσμένην μορφήν εἰς τὴν στεφάνην.

εργειαν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, πιέζονται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων με ἀποτέλεσμα νὰ ἐκφύγη ὕδωρ τὸ ὕποϊον περιέχουν.

Εἰς τὸ σχῆμα 18 - 3 ἐμφαίνεται σχηματική διάταξις συσκευῆς καταδεικνυούσης, ἐν ἐκ τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τῆς δράσεως τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. Λεπτὴ κυκλικὴ στεφάνη ἐκ μεταλλοῦ φέρουσα δύο ὀπὰς τοποθετεῖται ἐπὶ ἐνὸς ἄξονος, ὡς εἰς τὸ σχῆμα, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἔχη τὴν δυνατότητα νὰ περιστρέφεται ταχέως. Τὸ κάτω μέρος τῆς στεφάνης στερεοῦται ἐπὶ τοῦ ἄξονος ἐνῶ ὑπάρχει πλήρης ἐλευθερία σχετικῆς κινήσεως μεταξὺ ἄξονος - στεφάνης εἰς τὸ ἄνω μέρος. Ὅταν ὁ ἄξων περιστρέφεται ἡ στεφάνη λαμβάνει τὴν, διὰ διακεκομμένων γραμμῶν, ἐμφαινομένην εἰς τὸ σχῆμα θέσιν. Ἡ ἄνω ὀπή τῆς στεφάνης ἔχει κατέλθει ἢ δὲ στεφάνη ἔχει λάβει σχῆμα ἐλλειψοειδοῦς, τὸ δὲ διανυθὲν ὑπ' αὐτῆς διάστημα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητός περιστροφῆς. Ἡ συσκευὴ αὕτη μᾶς ὑποβοηθεῖ νὰ κατανοήσωμεν τὸ σχῆμα τῆς γῆς. Ἡ γῆ ἔχει τὴν πεπλατυσμένην αὐτὴν μορφήν λόγω τῆς περιστροφῆς της περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, ἀκριβῶς διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, διὰ τὸν ὅποιον ἡ κυκλικὴ στεφάνη λαμβάνει μορφήν ἐλλειπτικὴν, ὅταν περιστρέφεται. Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν ὅτι διὰ δύο λόγους τὸ βάρος ἐνὸς σώματος εἰς τὸν Ἴσημερινὸν είναι μικρότερον ἢ ἐὰν τοῦτο εὑρίσκετο εἰς τὸν Β. Πόλον. Πρῶτον διότι τοῦτο εἰς τὸν Ἴσημερινὸν εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν ἐλαφρῶς μεγαλύτεραν ἐκ τοῦ κέντρου τῆς γῆς λόγω τῆς πλατύνσεως αὐτῆς, καὶ δεύτερον διότι εἰς τὸν Ἴσημερινὸν ἡ φυγοκεντρὸς δύναμις είναι σημαντικῶς ἀνωτέρα τῆς ἀντιστοίχου εἰς τὸν Β. Πόλον. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῆς σημαντικῆς ἐπιδράσεως τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως ἐπὶ τοῦ βάρους τῶν σωμάτων εἰς τὸν Ἴσημερινὸν εἶναι τὸ ὅτι, ἐὰν ἡ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της ἦτο 17 φορές μεγαλύτερα τότε τὰ εἰς τὸν Ἴσημερινὸν εὑρισκόμενα σώματα δυσκόλως θά παρέμενον ἐπὶ τῆς γῆς διὰ τῆς ἐπενεργείας ἐπ' αὐτῶν τῆς δυνάμεως βαρύτητος καὶ μόνον.

Ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις ἢ ἐξαναγκάζουσα ἐν σώμα νὰ ἀκολουθῇ κυκλικὴν τροχίαν ἐξαρτᾶται ἐκ τριῶν παραγόντων: τῆς μάζης τοῦ σώματος, τῆς ταχύ-

τητος περιστροφῆς καὶ τῆς ἀκτίνας περιστροφῆς. Ὅσον μεγαλύτερας μάζης εἶναι τὸ περιστρεφόμενον σῶμα τόσοσ ἐντονώτερα ἢ τάσις αὐτοῦ νὰ ἐκφύγη τῆς κυκλικῆς τροχιάς. Ὅμοίως ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ περιστροφικὴ ταχύτης, τόσοσ ἐντονώτερον τείνει τὸ σῶμα νὰ ἀπομακρυνθῆ τοῦ κέντρου περιστροφῆς καὶ μάλιστα ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι, εἰς τὴν περιπέτωσιν αὐτῆν, ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος περιστροφῆς· ἤτοι διπλασιαζομένης τῆς ταχύτητος περιστροφῆς, ἡ φυγόκεντρος δύναμις τετραπλασιάζεται. Τέλος ἡ φυγόκεντρος δύναμις, ὑπὸ τὴν αὐτὴν ταχύτητα περιστροφῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀκτίνας τῆς τροχιάς. Ὡς ἐκ πείρας γνωρίζομεν εἶναι εὐκολώτερον ἐν αὐτοκίνητον νὰ κινήται ἐπὶ τροχιάς τῆς ὁποίας ἡ ἀκτίς εἶναι μεγάλη παρὰ ἐπὶ τροχιάς τῆς ὁποίας ἡ ἀκτίς εἶναι μικρὰ. Διὰ τὸ εἶναι δυνατόν, τόσοσ εἰς τὰ αὐτοκίνητα ὅσον καὶ εἰς τὰς ἀμαξοστοιχίας νὰ ἀναπτύσσουν μεγάλας ταχύτητας εἰς τὰ καμπύλα τμήματα τῆς τροχιάς των, τόσοσ οἱ αὐτοκινήτα ὄδρομοι, ὅσον καὶ αἱ σιδηροτροχιαί, εἰς τὰ καμπύλα ταῦτα τμήματα, εἶναι τοιούτοτρόπως κατεσκευασμένοι ὥστε νὰ σηματοποιῶν γωνίαν πρὸς τὴν ὀριζόντιον· ἡ φυγόκεντρος δύναμις τότε ἐξουδετεροῦται εὐκολώτερον, διότι εἰς τὴν δρᾶσιν τῆς ἀντιτίθεται καὶ τὸ βάρος τοῦ αὐτοκινήτου.

ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΚΑΙ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ. Ἀνωτέρω εἶδομεν, ὅτι διὰ νὰ κινήται ἐν σῶμα ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς ὁμαλῶς πρέπει νὰ ἐπιδρᾷ ἐπ' αὐτοῦ συνεχῶς μία δύναμις ἑλκουσα τοῦτο πρὸς τὸ κέντρον τῆς περιστροφῆς. Ἡ δύναμις αὕτη καλεῖται κεντρομόλος δύναμις. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι μία δύναμις ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν κεντρομόλον καὶ ἐξασκεῖται, μέσῳ τοῦ νήματος, ἐπὶ τῆς χειρὸς μας ὀφείλεται δὲ εἰς τὴν ἀδράνειαν τοῦ σώματος ἡ ὁποία ἀντιδρᾷ εἰς τὴν συνεχῆ μεταβολὴν τῆς διευθύνσεως τῆς κινήσεως. Ἐὰν ἄνθρωπος ἐδρίσκειται ἐντὸς αὐτοκινήτου, καθήμενος εἰς τὴν δεξιὰν αὐτοῦ πλευρὰν, ἐνῶ τὸ αὐτοκίνητον κινεῖται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς ἀριστεροστροφῶς, ἡ μὲν κεντρομόλος δύναμις ἡ ἐξασκουμένη ὑπὸ τοῦ ὀχήματος ἐπ' αὐτοῦ τὸν ἐξαναγκάζει νὰ ἀκολουθῆσῃ καὶ αὐτὸς τὴν κυκλικὴν τροχιάν, ἡ δὲ

ᾧθῃσις τὴν ὁποίαν τὸ σῶμα τοῦ ἐξασκεῖ ἐπὶ τῆς πλευρᾶς τοῦ αὐτοκινήτου εἶναι ἡ φυγόκεντρος δύναμις.

ΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΥ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις παρέχεται ὑπὸ τοῦ τύπου

$$F = \frac{Mv^2}{32r}$$

ὅπου F παριστᾷ τὴν δύναμιν εἰς λίμπρας δυνάμεως

M παριστᾷ τὴν μᾶζαν εἰς λίμπρας μάζης

v παριστᾷ τὴν ταχύτητα εἰς πόδας ἀνὰ sec

r παριστᾷ τὴν ἀκτίνα καμπυλότητος εἰς πόδας

Εἰς τὸ τεχνικὸν σύστημα ἡ φυγόκεντρος δύναμις παρέχεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$F = M \frac{U^2}{9,81r} \quad \text{ὅπου}$$

F ἡ δύναμις εἰς χιλιόγραμμα δυνάμεως

M ἡ μᾶζα εἰς χιλιόγραμμα μάζης

U ἡ ταχύτης εἰς m/sec καὶ

r ἡ ἀκτίς καμπυλότητος εἰς m.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἀδράνεια

Τὸ πρῶτον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος

Φυγόκεντρος δύναμις

Κεντρομόλος δύναμις

$$F = \frac{Mv^2}{32r} \quad F = \frac{Mv^2}{9,81r}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε τὸ πρῶτον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.
2. Ἀναφέρατε παραδείγματα τὰ ὁποία νὰ βασίζωνται ἐπὶ τοῦ πρώτου ἀξιωματος τοῦ Νεύτωνος.
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες φυγόκεντρος δύναμις;
4. Ἀναφέρατε παραδείγματα φυγόκεντρον δυνάμεως.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πῶς χρησιμοποιεῖται ἡ ἀδράνεια εἰς τὸ «φτυάρισμα» ἄνθρακος;

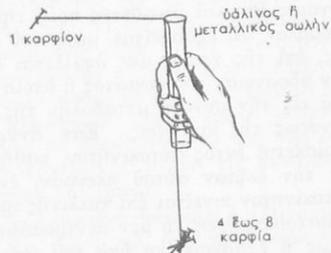
2. Πώς χρησιμοποιείται η αδράνεια εις τὸ «κτύπημα» τάπητος;
3. Διὰ ποῖον λόγον τοποθετεῖται ὁ σφόνδυλος εις τὰς ἐμβολοφόρους μηχανάς;
4. Τί συγκρατεῖ τὸν ἀεροπόρον εις τὴν θέσιν του ὅταν ἐπιχειρῇ ἀνακύνωσιν τοῦ ἀεροπλάνου (looping the loop);
5. Τί παρεμποδίζει ἓνα πύραυλον νὰ συνεχίσῃ τὴν κίνησίν του πρὸς τὰ ἄνω;
6. Διὰ ποίους δύο λόγους τὰ σώματα ζυγίζουσι περισσότερον εις τὸν Ἰσημερινὸν ἢ εις τὸν Βόρειον Πόλον;
7. Ἐξηγήσατε διατί αἱ ἐπιδόσεις εις τὸ ἄλμα εις μῆκος μετὰ φορᾶς εἶναι καλύτεραι ἀπὸ τὰς ἐπιδόσεις εις τὸ ἄλμα εις μῆκος ἄνευ φορᾶς.
8. Διατί πρέπει νὰ κοιτάζωμεν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως ὅταν καταρχώμεθα ἀπὸ κινούμενον ὄχημα;
9. Ὅταν θέλωμεν νὰ στερεώσωμεν καλύτερον τὴν κεφαλὴν ἐνὸς σφουριῶ ἐπὶ τῆς λαβῆς, κρατοῦμεν τὴν λαβὴν κατακόρυφον καὶ ἀποτόμως τὴν κινούμεν πρὸς τὰ κάτω ὥστε νὰ προσκρούσῃ ἐπὶ σταθεροῦ ἀντικειμένου, π. γ. μιᾶς τραπέζης. Διατί;
10. Ποῖον τὸ πλεονέκτημα, τὸ ὁποῖον ἀποκτᾷ ποδοσφαιριστής, ἐὰν τρέξῃ πρὶν κτυπήσῃ τὴν ποδοσφαίραν;
11. Τί προκαλεῖ τὴν ἐκτίναξιν τοῦ ὕδατος ἐκτὸς τοῦ ποτηρίου, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου εὐρίσκεται, κατὰ τὴν ἀπότομον ἀλλαγὴν διευθύνσεως τῆς κινήσεως του;
12. Ὅταν αὐτοκίνητον εις μίαν στροφὴν στηρίζεται ἐπὶ δύο μόνον τροχῶν αὐτοῦ, ποῖοι τροχοὶ εὐρίσκονται εις τὸν ἄερα;
13. Περιστρέψατε μίαν μερικῶς ἀνοικτὴν ὀμπρέλλαν ἐκ τῆς λαβῆς αὐτῆς. Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον τὸ ὁποῖον λαμβάνει χώραν κατὰ τὴν περιστροφὴν.
14. Ἐὰν περιστρέψετε ἓνα «κουβᾶ» πλήρη ὕδατος ταχέως, ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ, παρατηρεῖτε ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν χύνεται. Διατί;
15. Τίνι τρόπῳ ὑπεισέρχεται ἡ ἀδράνεια εις τὸ «κάρφωμα ἐνὸς καρφιοῦ»;
16. Διατί εις τὰς καμπάς τῶν σιδηροτροχιῶν ἡ ἐξωτερικὴ πρὸς τὸ κέντρον

τροχιά τοποθετεῖται ὀλίγον χαμηλότερον τῆς ἐξωτερικῆς;

17. Τὸ ἐξωτερικὸν τμήμα τῶν στίβων μοτοσυκλετοδρομιῶν σχηματίζει μεγαλύτεραν γωνίαν μὲ τὴν ὀριζόντιον ἢ τὸ ὑπόλοιπον τμήμα του. Διατί;
18. Διατί οἱ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους κούλουρα-σμένοι σωλήνες ἔχουν τὴν ταύριαν νὰ καταστοῦν εὐθύγραμμοι μόλις διαβι-
βάσθῃ ὕδωρ δι' αὐτῶν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 18 - 4 ἐμφαίνεται μία ἀπλῆ συσκευὴ ἢ λειτουργία τῆς ὁποίας βασίζεται ἐπὶ τῆς φυγόκεντρον δυνάμεως. Ἡ συσκευὴ ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς ὕαλινου ἢ μεταλλικοῦ σωλήνος μήκους 15 περίπου ἐκατοστῶν (ἐὰν ὁ σωλὴν εἶναι ὕαλινος θὰ πρέπει τὰ ἄκρα αὐτοῦ νὰ ἀμβλυθῶν ὥστε νὰ γίνουσι ἀκίνδυνα). Διὰ τοῦ σωλήνος διέρχεται νῆμα εις τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ ὁποίου εἶναι προσδεδεμένον ἐν καρφίον ἐνῶ εις τὸ κάτω ἄκρον αὐτοῦ 4 ἕως 8 καρφία. Κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς μας τὸν σωλὴνα κατακόρυφον δίδομεν περιστροφικὴν κίνησιν εις τὸ καρφίον τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ νήματος, οὕτως ὥστε ἡ ἀναπτυσσομένη φυγόκεντρος δύναμις νὰ ἰσοροπῇ τὸ βάρος τῶν εις τὸ κάτω ἄκρον τοῦ νήματος ἀνηρημένων καρφίων. Θὰ ἀντιληφθῆτε εὐκόλως ὅτι δύνασθε νὰ μεταβάλλετε τὸσον τὴν ταχύτητα περιστροφῆς ὅσον καὶ τὴν ἀκτίνα μεταβάλλοντες δὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀνηρημένων καρφίων δύνασθε νὰ ἀντιληφθῆτε τίνι τροπῇ ἢ φυγόκεντρος δύναμις ἐξαρτάται καὶ μεταβάλλεται συναρτήσει τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος.



Σχ. 18.—4. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἐξισοροπεῖ τὸ βάρος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Αυτοκίνητον κινείται ἐπὶ ὀρισμένης καμπύλης τροχιάς με ταχύτητα 20 mi/h, ἢ δὲ αναπτυσσομένη φυγόκεντρος δύναμις εἶναι 100 kg. Ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ αυτοκινήτου διπλασιασθῇ ποία ἡ νέα φυγόκεντρος δύναμις;
2. Ἐὰν ἡ ταχύτης, τοῦ αυτοκινήτου τοῦ προβλήματος 1, ἡλαττοῦτο εἰς 10mi/h καὶ ἡ ἀκτίς καμπυλότητος τῆς τροχιάς ἐδιπλασιάζετο, ποία θὰ ἦτο ἡ νέα φυγόκεντρος δύναμις;
3. Αυτοκίνητον, μάζης διπλασίας τῆς τοῦ αυτοκινήτου τοῦ προβλήματος 1, κινεῖται με ταχύτητα 40 mi/h ἐπὶ τροχιάς ἐχούσης ἀκτίνα καμπυλότητος τῆς ἴσης πρὸς τὴν ἡμισείαν τῆς ἀντιστοίχου τοῦ προβλήματος 1. Τί κεντρομόλος δύναμις ἐπενεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ;

B

4. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ φυγόκεντρος δύναμις, ἢ δρῶσα ἐπὶ ὄχηματος μάζης 3200 kg κινουμένου ἐπὶ τροχιάς ἀκτίνας καμπυλότητος 300 m με ταχύτητα 60 km/h.
5. Ὅχημα μάζης 2400 lb πρόκειται νὰ εἰσέλθῃ εἰς καμπυλόγραμμον τροχίαν ἀκτίνας 250 ft ὑπὸ ταχύτητα 60 mi/h. Ἐὰν ἡ μεγίστη δύναμις τριβῆς ἢ δρῶσα ὡς κεντρομόλος δύναμις εἶναι τὸ 0,6 τοῦ βάρους τοῦ ὄχηματος, ζητεῖται νὰ ὑποδειχθῇ ἐν τῷ ὄχημα τοῦτο δύναται ὑπὸ τὴν ἀνωτέρω ταχύτητα νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς τῆς καμπῆς ἀσφαλῶς καὶ διατί.
6. Ποία ἡ μεγίστη ταχύτης ὄχηματος ὑπὸ τὴν ὅποιαν δύναται τοῦτο νὰ διέλθῃ καμπυλότητα ἀκτίνας 270 ft ἐὰν ἡ ὡς κεντρομόλος δύναμις δρῶσα τριβῆ τῶν ἐλαστικῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ὁδοῦ ἰσοῦται πρὸς τὰ 60 % τοῦ βάρους τοῦ αυτοκινήτου;

ΕΔΑΦΙΟΝ 19. Τὸ δευτέρον Ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.

Συμφώνως τῷ α' ἀξιώματι τοῦ Νεύτωνος, ἐν σῶμα παραμένει ἐν ἠρεμίᾳ ἢ ἐξακολουθεῖ νὰ κινῆται εὐθύγραμμως καὶ ἰσοταῶς ἐκτὸς ἐὰν δράσῃ ἐπ' αὐτοῦ δύναμις. Βάσει τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τίνι τρόπῳ μία δύναμις μεταβάλλει τὴν κίνησιν ἐνὸς σώματος.

ΟΡΜΗ: Πρὸς τούτοις κρίνεται σκόπιμον νὰ εἰσαχθῇ ἡ ἔννοια τῆς ὀρμῆς. Ὅρμη καλεῖται τὸ γινόμενον τῆς μάζης ἐπὶ τὴν ταχύτητα σώματος τίνος. Σῶμα μάζης 5 kg κινούμενον με ταχύτητα 10 m/sec ἔχει ὀρμὴν 50 μονάδων. Ἡ ἔκφρασις τῆς ὀρμῆς διὰ συμβόλων θὰ εἶναι

$$\text{Ὅρμη} = M \cdot v$$

ὅπου M παριστᾷ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος καὶ v τὴν ταχύτητα αὐτοῦ.

Τὸ δευτέρον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος διατυπῶται ὡς ἑξῆς: Ἡ μεταβολὴ τῆς ὀρμῆς, ἀνὰ μονάδα χρόνου, σώματος ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπενεργεῖ δύναμις, εἶναι ἐνθὺς ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπενεργοῦσαν

ἐπ' αὐτοῦ καὶ προκαλοῦσανταύτην, δύναμιν. Ἡ μεταβολὴ τῆς ὀρμῆς γίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Ἐπὶ μορφῆν σχέσεως τὸ ἀξίωμα τοῦτο γράφεται:

$$\text{τὸ } F \text{ εἶναι ἀνάλογον τοῦ } Mv/t$$

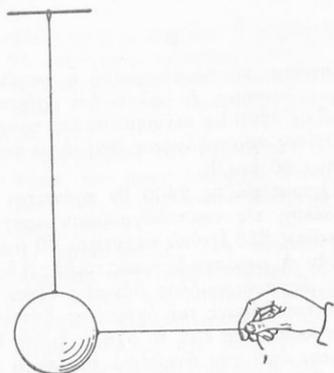
ὅπου t ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς ὀρμῆς.

Εἶναι ὅμως $v/t = a$ ὁπότε ἡ ἀνωτέρω σχέσηις γράφεται:

$$\text{Τὸ } F \text{ εἶναι ἀνάλογον τοῦ } Ma$$

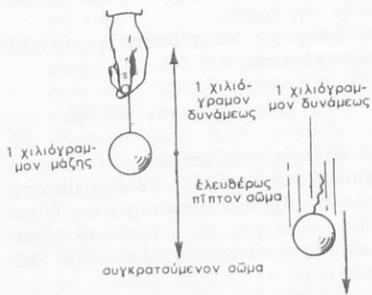
Τὸ β' ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος δύναται νὰ διατυπωθῇ καὶ ὡς ἑξῆς: Ἡ ἀπαιτούμενη διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν σώματος τίνος δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ σώματος καὶ τῆς ἀποκτιωμένης ἐπ' αὐτοῦ ἐπιταχύνσεως.

Διὰ τοῦ ἐν τῷ σχήματι 19-1, ἐμφαινομένου πειράματος εἶναι δυνατόν νὰ ἀντιληφθῶμεν τίνι τρόπῳ ἡ ἐπιτάχυνσις ἐνὸς σώματος εἶναι συνάρτησις τῆς ἐπ' αὐτοῦ δρώσης δυνάμεως. Μεγάλῃ μᾶζα ἀναρτᾶται κατακορῦφος μέσφ νήματος



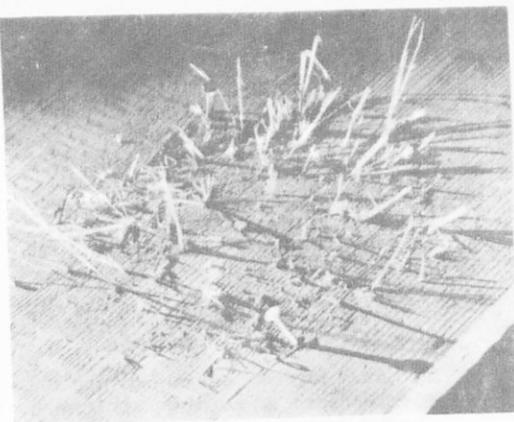
Σχ. 19.—1. Χρησιμοποίησις δυνάμεως διά τήν υπερνίκησιν τῆς ἀδρανείας.

προσαρμόζεται δέ ἐπ' αὐτῆς ἕτερον νῆμα. Ἐλκοντες τὸ νῆμα αὐτὸ προσδίδομεν εἰς τὴν ἀνηρητένην μάζαν ἐπιτάχυνσιν, δυνάμεθα δὲ νὰ διαπιστώσωμεν ἀμέσως ὅτι ὅσον περισσότερον ἀπότομος εἶναι ἡ εφαρμογὴ τῆς ἔλξεως ἐπὶ τοῦ νήματος, τόσον μεγαλύτεραν ἀντίστασιν προβάλλει ἡ μάζα, ἄρα τόσον μεγαλύτερα εἶναι καὶ ἡ ἐπ' αὐτῆς δρῶσα δύναμις, καὶ τόσον μεγαλύτεραν ἐπιτάχυνσιν ἀποκτᾷ αὐτή. Προφανῶς αἱ δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου προσδιδόμεναι ἐπιταχύνσεις δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι πολλὰ μεγάλαι, διότι εἰς πολλὰ ἀποτόμους ἔλξεις θὰ θραυσθῇ τὸ μεταφέρον τὰς δυνάμεις νῆμα. Ὁ λόγος διὰ τὸν ὁποῖον ἀπότομοι ἐγκινήσεις καὶ ἀπότομοι πεδήσεις ἀπαι-



Σχ. 19.—2. Ἐφαρμογὴ τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος. 1 χιλιόγραμμα δύναμεις ἐπενεργεῖ ἐπὶ μάζης 1 χιλιόγραμμου καὶ προκαλεῖ εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν ἴσην πρὸς

$980 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$



Σχ. 19.—3. Ἄχυρα ριφθέντα ὑπὸ ὀπλου διαπεροῦν τὸ δάπεδον. Τὰ ἄχυρα ἔχουν μεγάλην ὀρμὴν λόγῳ τῆς μεγάλης ταχύτητός των.

τοῦν μεγάλας δυνάμεις διὰ νὰ ἐπιτευχθοῦν εἶναι ὅτι προκαλοῦν μεγάλας ἐπιταχύνσεις (θετικὰς ἢ ἀρνητικὰς) λόγῳ τῶν ἀποτόμων μεταβολῶν τὰς ὁποίας συνεπάγονται. Οἱ ἀγῶνες μπάσκετ-μπῶλ εἶναι τόσον κοπιαστικοὶ διὰ τοὺς ἀθλητὰς διότι πρέπει διαρκῶς νὰ καταβάλλουν μεγάλας δυνάμεις διὰ νὰ ἐπιτύχουν τὰς ἀπαιτούμενας ἀποτόμους ἐπιταχύνσεις καὶ ἐπιβραδύνσεις.

ΜΑΖΑ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ. Ἐστω ὅτι ὑποβαστάξομεν διὰ τῆς χειρὸς μας μάζαν 1 kg. Ἡ ἐπὶ τῆς χειρὸς μας δρῶσα δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς μάζης, τὸ ὁποῖον, κατὰ τὰ γνωστὰ ἰσοῦται πρὸς 1 χιλιόγραμμα δύναμεις, καὶ ἔξισορορεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιδράσεως τῶν μυνῶν μας. Ἐὰν ἡ μάζα αὐτὴ ἀφεθῇ νὰ πέσῃ τότε τὸ βάρος τῆς θὰ προκαλέσῃ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς, ἡ ὁποία εὐρέθῃ ἴση πρὸς $980 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ (σχῆμα 19-2).

Ἐὰν τὰ αὐτὸ πείραμα ἐτελεσθῇ μὲ σώμα μάζης 2 κιλῶν τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἶναι τὸ ἴδιον διότι θὰ εἶναι μὲν ἡ μάζα διπλάσια τῆς προηγουμένης, ἀλλὰ καὶ τὸ βάρος αὐτῆς θὰ εἶναι διπλάσιον τοῦ προηγουμένου. Συνάγομεν ὅθεν τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις ἡ ὀφειλομένη εἰς τὴν βαρύτητα εἶναι ἡ αὐτὴ δι' οἰονδήποτε σῶμα, ἢ ἐν ἄλλοις λόγοις, ὅτι τὸ βάρος, ἡ δύναμις ἔλξεως μεταξὺ γῆς καὶ σώματος, εἶναι ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ ἀντικειμένου μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

ΤΟ ΒΑΡΟΣ, ΟΙΟΤΑΝ ΠΟΤΕ ΣΩΜΑΤΟΣ, ΕΙΝΑΙ ΑΤΝΑΜΙΣ, ἡ δύναμις

Έλξεως μεταξύ τῆς γῆς καὶ τοῦ σώματος τούτου. Ἡ μᾶζα οἰοῦντο εἶναι τὸ μῆτρον τῆς ἀδρανείας τοῦ σώματος τούτου, εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρεμποιάζει κατὰ τὴν ἀλλαγὴν τῆς κινήσεως αὐτοῦ. Ἡ μᾶζα ἢ ἡ ἀδράνεια ἐνὸς σώματος δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Αὐτοκίνητον μᾶζης 1000 kg μεταφερόμενον εἰς τὴν σελήνην θὰ παρουσιάξῃ πάλιν τὴν αὐτὴν μᾶζαν τῶν 1000 kg, θὰ ἀπηρείτο δὲ ἡ αὐτὴ δυνάμις διὰ τὴν ἀποκτῆσθαι τὸ ἀπαιτούμενον ὀριωμένην ἐπιτάχυνσιν ὅσα θὰ ἀπηρείτο καὶ εἰς τὴν γῆν, τὸ βάρος ὅμως τοῦ αὐτοκινήτου εἰς τὴν σελήνην θὰ ἦτο κατὰ πολὺ μικρότερον ὁδὸς τῆς δυνάμις βαρύτητος εἰς τὴν σελήνην εἶναι μικρότερα τῆς ἀντιστοίχου εἰς τὴν γῆν.

Τὸ δεύτερον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος δύνανται νὰ γραφῆ ὑπὸ μορφὴν σχέσεως ὡς ἑξῆς:

$$F = \frac{M \cdot a}{9,81} \quad \text{ἢ} \quad \text{πολλάκις} \quad F = \frac{M \cdot a}{10}$$

ὅπου F παριστᾷ τὴν δυνάμιν εἰς kgf βάρους, a τὴν ἐπιτάχυνσιν εἰς m/sec² καὶ M τὴν μᾶζαν εἰς kgf μᾶζης.

Εἰς τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα, ἡ ἀνωτέρω σχέσις λαμβάνει τὴν μορφὴν:

$$F = \frac{M \cdot a}{32}$$

ὅπου F ἡ δυνάμις εἰς λίμπρας δυνάμεως, M ἡ μᾶζα εἰς λίμπρας μᾶζης καὶ a ἡ ἐπιτάχυνσις εἰς ft/sec².

Πρὸς ἀποφυγὴν σφαλμάτων συνιστᾶται ὅπως κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος γίνεται πάντοτε σαφὴς διαχωρισμὸς μεταξύ τῶν γ ρ α μ μ α ρ ῖ ω ν β ἄ ρ ο υ ς καὶ γ ρ α μ μ α ρ ῖ ω ν μ ᾶ ζ η ς. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὰς λίμπρας βάρους καὶ λίμπρας μᾶζης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Μᾶζα 5 kgf εὐρίσκειται ἐπὶ ὀριζοντίου τραπέζης, ἐπ' αὐτῆς δὲ ἐπενεργεῖ δυνάμις ἡ ὁποία μεταδίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν 105 m/sec². Πόση ἡ δυνάμις εἰς kgf ;

ΛΥΣΙΣ: Βάσει τῆς σχέσεως $F = \frac{M \cdot a}{9,81}$

ἔχομεν

$$F = \frac{5 \times 105}{9,81} = 54,5 \text{ kgf δυνάμεως}$$

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

* ΑἰΟΑΤΤΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. Οἱ ἐπιστήμονες γράφουν τὸ δεύτερον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος ὡς ἑξῆς:

$$F = M \cdot a \quad \text{ἢ} \quad \text{το}$$

Newtons δυνάμεως = Χιλιόγραμμα μᾶζης × Ἐπιτάχυνσιν εἰς m/sec²

Τὸ NEWTON, τὸ ὁποῖον εἰς τὸ λεγόμενον φυσικὸν σύστημα, εἶναι ἡ ἀπόλυτος μονὰς δυνάμεως, ὀρίζεται ὡς ἡ ἀπαιτούμενη δυνάμις ἡ ὁποία προκαλεῖ ἐπὶ 1 kg μᾶζης ἐπιτάχυνσιν 1 m/sec².

Μία μικροτέρα μονὰς δυνάμεως εἶναι ἡ δ ὦ ν η (Dyn). Αὕτη ὀρίζεται ὡς ἡ δυνάμις, ἡ ὁποία ἐπενεργοῦσα ἐπὶ μᾶζης 1 γραμμαρίου μεταδίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν 1 cm/sec². Παρατηροῦμεν ὅτι 1 Newton ἰσοῦται πρὸς 100000 dyn καὶ 1 gr δυνάμεως ἰσοῦται πρὸς 980 dyn.

Εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα ἡ ἔκφρασις τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος εἶναι:

Poundals δυνάμεως = Λίμπρας μᾶζης × ἐπιτάχυνσιν εἰς $\frac{\text{ft}}{\text{sec}^2}$

Τὸ poundal, ἡ ἀπόλυτος μονὰς δυνάμεως εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα, ὀρίζεται ὡς ἡ δυνάμις ἡ ὁποία ἐπενεργοῦσα ἐπὶ μᾶζης 1 λίμπρας μεταδίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν 1 ft/sec². Μία λίμπρα δυνάμεως ἰσοῦται πρὸς 32 poundals.

Καλὸν θὰ εἶναι νὰ μὴ ἀποστηθίσετε ὅλας τὰς ἀνωτέρω μονάδας ἀλλὰ ὅσας παραστῆ ἀνάγκη νὰ τὰς χρησιμοποιήσετε, νὰ ἀνατρέχετε εἰς τὸ παρὸν ἐδάφιο.

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ὅρμη

Τὸ Δεύτερον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος

Μᾶζα καὶ βάρος

Poundal

Newton

$$\text{Δύνη} \quad F = \frac{Ma}{9,81} \quad F = \frac{Ma}{32}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε τὸ πρῶτον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ὀρμη;

3. Διατυπώσατε τὸ δεύτερον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.
4. Πῶς ὀρίζεται ἡ ἐπιτάχυνσις;
5. Τίνι τρόπῳ δύνανται νὰ ἀναπτυχθῇ ἰσχυρὰ δύνამις ἐπὶ νήματος προσηρμοσμένου ἐπὶ ἐνὸς ἐλαφροῦ σώματος;
6. Διατί, ἐὰν παραλειφθῇ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, ἐν βαρῷ καὶ ἐν ἐλαφρῶν σώμα, ἀφιέμενα ταυτοχρόνως νὰ πέσουν ἐλευθέρως, φθάνουν ταυτοχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος;
7. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ μάζης καὶ βάρους;
8. Ἀναγράψατε τὴν ἐξίσωσιν τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος.
9. Ἀναγράψατε τὸ δεύτερον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος ὑπὸ μορφὴν ἐξισώσεως χρησιμοποιοῦντες τὸ φυσικὸν σύστημα.
10. Καταδείξατε τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ ὀρισμὸς τῆς μονάδος Newton δύνανται νὰ ἐξαχθῇ ἐκ τῆς ἀπαντήσεως τῆς ἐρωτήσεως 9.
11. Ὅρισατε τὸ poundal ὡς τοῦτο προκύπτει ἐκ τῆς ἐξισώσεως τοῦ δευτέρου ἀξιώματος τοῦ Νεύτωνος, διατυπώσεις εἰς τὰ ἀγγλοσαξωνικάς μονάδας μετρήσεως.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί σιδηροδρομικὸς συρμὸς, ἀποτελούμενος ἐκ πολλῶν ὀχημάτων ἐκκινεῖ βραδέως;
2. Διατί εἶναι εὐκολότερα ἡ διατήρησις ἐνὸς σώματος ἐν κινήσει παρὰ ἡ ἐκκίνησις αὐτοῦ;
3. Μέγα φορητὸν αὐτοκίνητον κινεῖται βραδέως, μικρὸν δὲ ἐπιβατικὸν αὐτοκίνητον κινεῖται ταχέως. Ποῖον ἐξ αὐτῶν ἔχει μεγαλύτεραν ὀρμὴν;
4. Διατί ἐὰν σύρτετε ἀποτόμως καὶ ταχέως ἐν φύλλον χάρτου κάτω ἀπὸ ἓνα βιβλίον, τὸ βιβλίον τοῦτο δὲν κινεῖται; Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.
5. Διατί εἰς ὄρισμένας περιπτώσεις, ἐν αὐτοκίνητον διὰ νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀνέλθῃ ἐπὶ ἀποτόμου λόφου, πρέπει νὰ ἔχη κεκλιμένην ταχύτητα;
6. Διατί δὲν εἶναι ἐπικίνδυνος ἡ πτώσις ἐξ ὀρισμένου ὑψομέτρου, ἐντὸς σωροῦ σανοῦ, ἐνῶ ἡ πτώσις ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑψομέτρου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους δύνανται νὰ ἀποβῇ θανατηφόρος;

7. Εἶναι δυνατὸν νὰ ἐξασκήσῃ τις ἐπὶ τοῦ ἐδάφους δύναμιν μεγαλύτεραν τοῦ βάρους του; Ἐξηγήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
8. Ἐξηγήσατε πῶθεν προέρχεται ἡ δύνამις, ἡ ὁποία ἐξαναγκάζει καρφίον νὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς ξένου σώματος ὅταν τοῦτο κτυπᾶται ὑπὸ σφουρέρα.
9. Πότε ἀπαιτεῖται μεγαλύτερα δύναμις: διὰ νὰ θέσῃ τις μίαν μπάλλαν εἰς κίνησιν ἢ διὰ νὰ τὴν σταματήσῃ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΣ ΚΑΙ Η ΕΠΕΝΕΡΓΟΤΗΣΑ ΕΠΙ ΕΝΟΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΣ. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἐπιταχύνσεως ἐνὸς αὐτοκινήτου ἀπαιτεῖται κατ' ἀρχὰς ἡ μέτρησις τοῦ χρονικοῦ διαστήματος ἐντὸς τοῦ ὁποίου λαμβάνει χώραν μία ὄρισμένη μεταβολὴ τῆς ταχύτητος αὐτοῦ. Ἔστω δτι τὸ αὐτοκίνητον ἐκκινεῖται ἐκ τῆς ἠρεμίας ἀποκτῶ ταχύτητα ἴσην πρὸς 40 m/sec^2 ἐντὸς 8 sec (τοῦτο δύνανται νὰ εὐρεθῇ διὰ τῆς ταυτοχρόνου ἀναγνώσεως τῶν ἐνδείξεων ἐντὸς χρονόμετρου καὶ τοῦ μετρητοῦ τῆς ταχύτητος τοῦ αὐτοκινήτου). Τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἡ ἐπιτάχυνσις τοῦ αὐτοκινήτου εἶναι $\frac{40}{8} = 5 \text{ m/sec}^2$, ἐὰν δὲ ἡ μάζα τοῦ αὐτοκινήτου εἶναι 1960 kg ἡ ἐπιταχύνουσα τὸ ὄχημα δύναμις εἶναι:

$$F = \frac{1960}{9,8} \times 5 = 100 \text{ kg}$$

Ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ κινήτηρος ἐξασκουμένη διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τοῦ αὐτοκινήτου. Ὁ κινήτηρ, πάντως, πρέπει νὰ ἀναπτύσσῃ μεγαλύτεραν ταύτης δύναμιν ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ὑπερνίκησις τῶν τριβῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποία ἡ ὀρμὴ ἐνὸς ὀχήματος μάζης 1500 kg κινουμένου ὑπὸ ταχύτητα 20 m/sec ;
2. Μέγα φορητὸν αὐτοκίνητον μάζης 2 ton ταξιδεῖ με ταχύτητα 60 km/h . Ποία ἡ ὀρμὴ αὐτοῦ;
3. Αὐτοκίνητον μάζης 3000 lb ἀποκτῶ ταχύτητα 32 ft/sec ἐντὸς 5 sec .

- Ποία ή μέση επιταχύνουσα δύναμις αὐτοῦ;
- Μέγα φορτηγὸν αὐτοκίνητον κινούμενον με ταχύτητα 20 m/sec ἀκίνηται τελείως ἐντὸς 16 sec. Ποία ἡ μέση δύναμις ἢ ἐπενεργούσα ἐπὶ τῆς τροχοπέδης αὐτοῦ.
 - Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐπιτάχυνσις, τὴν ὁποίαν μεταδίδει δύναμις 13,5 kgr ἐπὶ σώματος μάζης 45 kgr ($g = 10 \text{ m/sec}^2$)
 - Πόση δύναμις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ρυμούλκῃσιν ἐνὸς ὄχηματος μάζης 5 ton εἰς ὀριζόντιον ἔδαφος καὶ μεταδῶσιν εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσεως 0,6 m/sec² ($g = 10 \text{ m/sec}^2$);

B

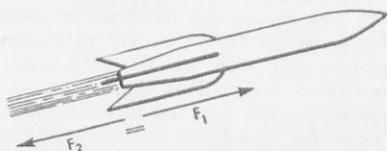
- Αὐτοκίνητον μάζης 3200 lb κινούμενον ὑπὸ ταχύτητα 15 mi/h ἐπιταχύνεται ὑπὸ δυνάμεως 400 lb. Ποία θὰ εἶναι ἡ ταχύτης του μετὰ πάροδον 11 sec;
- Σιδηροδρομικὸς συρμὸς μάζης 200 ton αὐξάνει τὴν ταχύτητα του ἀπὸ 9 m/sec εἰς 18 m/sec, ἐντὸς διαστήματος 200 m. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις ἢ προκαλοῦσα τὴν ἐπιτάχυνσιν τοῦ συρμοῦ.

- Ἐπιβραδύνουσα δύναμις 141 kgr ἐπενεργεῖ ἐπὶ αὐτοκινήτου βάρους 1075 kgr καὶ κινουμένου ὑπὸ ταχύτητα 48 km/h. Ζητεῖται, μετὰ πόσον χρόνον θὰ σταματήσῃ τὸ αὐτοκίνητον.
- Δύναμις 200000 Dyn ἐπενεργεῖ ἐπὶ σώματος μάζης 5 kgr. Ἐὰν τὸ σῶμα ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἠρεμίας, μετὰ πόσον χρόνον θὰ ἔχῃ ἀποκτήσει ταχύτητα 500 cm/sec;
- Αὐτοκίνητον μάζης 3200 lb κινούμενον ὑπὸ ταχύτητα 60 mi/h, ἐπιβραδύνεται ὑπὸ δυνάμεως 1100 lb, ἕως ὅτου ἀποκτήσῃ ταχύτητα 15 mi/h. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ διανυθέν, ὑπὸ τοῦ αὐτοκινήτου, διάστημα κατὰ τὸν χρόνον ἐπενεργείας τῆς ἐπιβραδυνούσης δυνάμεως.
- Αὐτοκίνητον μάζης 3200 lb κινούμενον ὑπὸ ταχύτητα 50 mi/h ἀκίνηται ἀφοῦ διανύσῃ 176 ft ὑπὸ τὴν ἐπενεργειαν ἐπιβραδυνούσης δυνάμεως. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ μέση ἐπιβραδύνουσα τὸ ὄχημα δύναμις.
- Πλοίαριον μάζης 1 ton ρυμούλκεται ὑπὸ ἀνθρώπου εὐρισκομένου ἐντὸς λέμβου. Ἐὰν τὸ πλοίαριον ἐκκινήῃ ἐκ τῆς ἠρεμίας, πόση ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις διὰ νὰ διανύσῃ διάστημα 4,5 m ἐντὸς 5 sec;

ΕΔΑΦΙΟΝ 20. Τὸ τρίτον Ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος.

ΔΡΑΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΙΣ. Τὸ τρίτον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος διατυπῶνται ὡς ἑξῆς: *Εἰς πᾶσαν δράσιν ἀναπύσσειται ἴση ἀντίδρασις.* Ἐκ τοῦ ἀξιώματος τούτου προκύπτει, ὅτι οὐδέποτε ἐν τῇ φύσει ἀναφαίνεται ἡ ἐπενέργεια μᾶς μόνης δυνάμεως, ἀλλ' αἰτῖα ἀναφαίνονται πάντοτε ἀνά δύο, ἐκ τούτων δὲ ἡ μία ἀποτελεῖ τὴν δράσιν καὶ ἡ ἄλλη τὴν ἀντίδρασιν. Ὅταν π. χ. κρατῶμεν διὰ τῆς χειρὸς μας σφαῖραν, αὕτη λόγῳ τοῦ βάρους τῆς πιέζει τὴν χεῖρα μας, οἱ μυῶνες ὅμως τῆς χειρὸς μας ἀντιδρῶν καὶ ἐξασκοῦν δύναμιν ἴσην καὶ ἀντίθετον καὶ δὲν ἀφήνουν τὴν σφαῖραν νὰ πέσῃ. Ὅμοίως, ὅταν ἐν ἀερωθούμενον βλήμα ἐκτοξεύεται, ἡ δράσις ἢ ὁποία ἐξαναγκάζει τοῦτο νὰ κινήται πρὸς τὰ ἐμπρὸς ἰσοῦται μετὰ τὴν ἀντίδρα-

σιν ἢ ὁποία ὠθεῖ τὰ καυσάερια τοῦ βλήματος πρὸς τὰ ὀπίσω (σχῆμα 20 - 1). Ὅταν ἴσταται τις ἐπὶ τοῦ πατώματος ἐξασκεῖ μίαν δύναμιν, λόγῳ τοῦ βάρους, του, ἐπὶ τοῦ πατώματος καὶ τὸ πάτωμα ὅμως ἐξασκεῖ μίαν ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ βάρος του δύναμιν διευθυνομένην πρὸς τὰ ἄνω. Ἐὰν ἡ ἀντίδρασις δὲν ἦτο ἴση



Σχ. 20.—1. Ἡ δράσις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίδρασιν.

πρὸς τὸ βάρος ὁ ἄνθρωπος ὁποσδήποτε θὰ ἐκνευεῖτο πρὸς τὰ κάτω ἢ πρὸς τὰ ἄνω. Ὄταν βαδίζετε ἐξασκεῖτε ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μίαν δύναμιν πρὸς τὰ ὀπίσω· τὸ ἔδαφος ὁμοίως ἐξασκεῖ μίαν δύναμιν ἀντίθετον ἐπὶ τῶν ποδῶν σας. Τὸ ὅτι δυνάμεθα νὰ βαδίζωμεν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ὑπαρξίν τῆς τριτῆς μεταξὺ τῶν ποδῶν μας καὶ τοῦ ἐδάφους. Ἡ τριτὴ εἶναι ἡ μορφή ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐμφανίζεται ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἐδάφους. Ὄταν ἡ ἀντίδρασις αὕτη ἐλαττωθῇ, ὡς εἰς τὴν περίπτωσιν παγομένης ἐπιφανείας, τότε τὸ βάδισμα καθίσταται δυσχερές. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον διατρέχει τις τὸν κίνδυνον νὰ πέσῃ ὅταν προσπαθῆσῃ νὰ βηματίσῃ ταχέως ἐξ ἐνὸς τάπητος κειμένου ἐπὶ ἐστλβωμένῳ πατώματι, εἰς τὸ πάτωμα. Ὄταν δύναμις ἐπενεργήσῃ ἐπὶ σώματος, ἡ ὀρμὴ τοῦ σώματος θὰ μεταβληθῇ. Δεδομένου ὅμως ὅτι, συμφώνως τῷ τρίτῳ ἀξιώματι τοῦ Νεύτωνος, ἡ ἐμφάνισις δυνάμεως συνεπάγεται τὴν ἐμφάνισιν ἴσης καὶ ἀντιθέτου πρὸς ταύτην ἀντιδράσεως, πρέπει νὰ ἀναμένεται καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ὀρμῆς κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν ἐτέρου σώματος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου θὰ ἐπενεργῇ ἡ ἀντίδρασις. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα εἶναι ἡ ἀνακρούσις τοῦ πυροβόλου. Κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκπυροσφορῆσεως ἡ δύναμις τῆς πυρίτιδος προκαλεῖ μίαν ἀπότομον μεταβολὴν τῆς ὀρμῆς τοῦ βλήματος πρὸς τὰ ἐμπρός, ταυτοχρόνως ὅμως τὸ πυροβόλον ἀποκτᾷ ὀρμὴν πρὸς τὰ ὀπίσω. Ὑπὸ μορφήν σχέσεως δυνάμεθα νὰ ἐκφράσωμεν τὸ φαινόμενον ὡς ἑξῆς:

$$M \cdot v = m \cdot V$$

ὅπου M παριστᾷ τὴν σχετικῶς μεγαλύτεραν μᾶζαν τοῦ πυροβόλου, v τὴν σχετικῶς μικροτέραν ταχύτητα. Ὄμοιος m παριστᾷ τὴν σχετικῶς μικρὰν μᾶζαν τοῦ βλήματος καὶ V τὴν σχετικῶς μεγάλην αὐτοῦ ταχύτητα.

Εἰς τὴν περίπτωσιν μεγάλων πυροβόλων ἡ ὀρμὴ τὴν ὁποίαν ἀποκτᾷ τὸ σταθερὸν σῶμα εἶναι τόσον μεγάλη ὥστε ὑπάρχουν εἰδικαί συσκευαί αἱ ὁποιαὶ τὴν παραλαμβάνουν καὶ τὴν ἀποσβεννύουν.

Ἐστω ὅτι πυροβόλον ὅπλου ἔχει βλήμα μάζης 60 gr, ἐνῶ ἡ μᾶζα τοῦ πυροβόλου εἶναι 5000 gr, τὸ βλήμα δὲ ἀποκτᾷ κατὰ τὴν ἐκπυροσφορῆσιν ταχύτητα 600

m/sec. Ἡ μεταβολὴ τῆς ὀρμῆς βλήματος, εἶναι $60 \times 60 \text{ grm/sec} = 36000 \text{ grm/sec}$. Συμφώνως πρὸς τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν μεταβολῆς τῆς ὀρμῆς, ἡ μεταβολὴ τῆς ὀρμῆς τοῦ πυροβόλου θὰ εἶναι 36000 grm/sec. Δεδομένου δὲ ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ πυροβόλου εἶναι 5000 gr ἡ ταχύτης ἀνακρούσεως αὐτοῦ θὰ εἶναι

$$\frac{36000}{5000} \text{ m/sec} = 7,2 \text{ m/sec}$$

Ἐπάρχει πληθώρα παραδειγμάτων δράσεως καὶ ἀντιδράσεως. Ἴνα, ἄνθρωπος ἰστάμενος ἐπὶ λέμβου, πηδήσῃ ἐντὸς τῆς θαλάσσης, ἐφαρμόζει μίαν δύναμιν ἡ ὁποία ὠθεῖ αὐτὸν πρὸς τὰ ἐμπρός ταυτοχρόνως ὅμως ἐπὶ τῆς λέμβου ἐπενεργεῖ μία δύναμις, ἡ ὁποία τὴν μετακινεῖ πρὸς τὰ ὀπίσω. Ὄμοιως ἀπαιτεῖται ἀριθμὸς δυνατῶν ἀνδρῶν διὰ τὴν συγχρότησιν τῶν σολήνων τῶν πυροσβεστικῶν ἀντλιῶν διότι τὸ ὕδωρ ἐκτινασσόμενον ὑπὸ μεγάλην ὀρμὴν πρὸς τὰ ἐμπρός προκαλεῖ, ἀνάπτεισιν ἴσης ὀρμῆς πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἐστω τέλος ὅτι, εὐρίσκεται τις ἐπὶ ἀπολύτως λείας ἐπιφανείας πάγου, ἀκίνητος καὶ χωρὶς νὰ φέρῃ παγοπέδιλα. Τίνι τρόπῳ δύναται νὰ ἐξέλθῃ ἐκ τῆς παγομένης ταύτης ἐπιφανείας; Ἀρκεῖ νὰ ρίψῃ ἐν σῶμα μὲ δύναμιν μακρὰν ὅποτε ἡ ἀντίδρασις τῆς δυνάμεως ταύτης δρῶσα ἐπὶ τοῦ σώματος του θὰ τὸν μετακινήσῃ καὶ θὰ τὸν ὀδηγήσῃ ἐκτὸς ταύτης παγομένης ἐπιφανείας.

Ὅλα τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα ἀναφέρονται εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν σωμάτων τὸ ἐν ἐκ τοῦ ἄλλου. Αἱ αὐταὶ σχέσεις διέπουν τὰ σώματα ὅταν ταῦτα ἐξανγκισθοῦν νὰ πλησιάσουν τὸ ἐν τὸ ἄλλο. Ἐστω δύο ἐπιπλέοντα ξύλινα τεμάχια, τελειῶς ἄνισα καὶ τοιουτοτρόπως στερεωμένα ὥστε ἂν καὶ συνδεδεμένα μεταξὺ τῶν ὑπὸ ἐνὸς μεταμένου ἐλαστικοῦ δεσμοῦ νὰ μὴ δύνανται νὰ πλησιάσουν τὸ ἐν πρὸς τὸ ἄλλο. Αἰφνης τὰ δύο τεμάχια ἀφήνονται ἐλεύθερα, ὅποτε ὑπὸ τὴν ἐπενεργείαν τοῦ ἐλαστικοῦ δεσμοῦ, ἀνεξαπτηγῶς τὸ ἐν τοῦ ἄλλου κινούνται εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἀναπτύχθεισα ἐπὶ τοῦ μεγάλου τεμαχίου ὀρμὴ νὰ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἀναπτύχθεισαν. Ἐὰν ἡ μᾶζα τοῦ μεγάλου

τεμαχίον είναι δεκαπλασία τῆς μάζης τοῦ μικροτέρου ἢ ταχύτης ὑπὸ τὴν ὁποίαν τοῦτο θὰ κινηθῆ θὰ εἶναι δεκαπλασία τῆς ταχύτητος τοῦ μεγάλου τεμαχίου. Τὸ μεγάλο τεμαχίον θὰ διανύσῃ μικρὰν ἀπόστασιν ἐνῶ ἀντιθέτως τὸ μικρὸν θὰ διανύσῃ πολὺ μεγαλυτέραν ἀπόστασιν.

Μῆλον κείμενον ἐπὶ ἐνὸς δένδρου ἔλκεται καὶ ἔλκει τὴν γῆν. "Ὅταν τοῦτο πίπτῃ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, καὶ τὸ ἔδαφος ἀνυψοῦται ὀλίγον τεῖνον νὰ τὸ συναντήσῃ. Δεδομένου ὅμως ὅτι ἡ μᾶζα τῆς γῆς εἶναι τρισεκατομμύρια φορὰς μεγαλυτέρα, τὸ μῆλον κινεῖται ὑπὸ ταχύτητα τρισεκατομμύρια φορὰς μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τῆς γῆς· ἐν τούτοις ἡ ὁρμὴ τῆς πολὺ βραδείως κινουμένης γῆς ἴσονται πρὸς τὴν ὁρμὴν τοῦ πίπτοντος μήλου.

"Ἐτερον παράδειγμα τοῦ ἀξιώματος τοῦ Νευτώνος ἀποτελεῖ ἡ κρούσις δύο σωμάτων. "Ἐστω ὅτι σφαῖρα τοῦ μιλλιάρου κινεῖται ἐθυγράμμως, ἀνευ στροβι-

λισμοῦ, καὶ προσκρούει ἐπὶ ἐτέρας σφαίρας, ἐντελῶς ὁμοίας μὲ αὐτήν, ἀκίνητου. Παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν κρούσιν ἡ μὲν πρώτη σφαῖρα παραμένει ἀκίνητος ἡ δὲ δευτέρα κινεῖται ὑπὸ ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν ἔειχεν ἡ πρώτη σφαῖρα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς κρούσεως. Εἰς τὸ σχῆμα 20 - 2 ἐμφαίνεται παρόμοιον παράδειγμα. Δώδεκα σφαῖραι εἶναι ἀνηρηθῆναι κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἀπ' ἐνὸς μὲν νὰ κείνται ἐπὶ εὐθείας ἀπ' ἐτέρου δὲ νὰ εὐρίσκονται ἐν ἐπαφῇ μεταξὺ των. "Ὅταν ἡ ὑπ' ἀριθμὸν 1 σφαῖρα ἐκτοπισθῆ καὶ κατοπιν ἀφεθῆ ἐλευθέρα, αὕτη προσκρούει ἐπὶ τῶν ὑπολοίπων καὶ ἀκίνηται. Σχεδὸν ἀμέσως ἡ ὑπ' ἀριθμὸν 12, σφαῖρα ἀπομακρύνεται τῶν ὑπολοίπων κινουμένη ὑπὸ ταχύτητα περίπου ἴσην πρὸς τὴν ταχύτητα ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἡ ὑπ' ἀριθμὸν 1 σφαῖρα προσέκρουσε ἐπὶ τῆς δευτέρας. Ἡ ὁρμὴ τῆς πρώτης σφαίρας μετεφέρθη εἰς τὴν δωδε-

Σχ. 20.—2. Μεταφορά τῆς ὁρμῆς. Δώδεκα σφαῖραι μάζης 15 κιλῶν ἑκάστη, ἀναρτῶνται ἐκ νημάτων. Ἐάν ἡ ὑπ' ἀριθμὸν 1 σφαῖρα ἐκτοπισθῆ ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας της, καὶ κατοπιν ἀφεθῆ ἐλευθέρα, θὰ προσκρούσῃ ἐπὶ τῆς ὑπ' ἀριθμὸν 2 σφαίρας ὀλόκληρος δὲ ἡ ὁρμὴ τῆς ὑπ' ἀριθμὸν 1 σφαίρας θὰ μεταφερθῆ εἰς τὴν ὑπ' ἀριθμὸν 12 σφαῖραν ἡ ὁποία καὶ θὰ ἀπομακρυνθῆ, ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας της, κατὰ διάστημα κατὰ προσέγγισιν ἴσον πρὸς τὸ διάστημα κατὰ τὸ ὅποιον ἡ ὑπ' ἀριθμὸν 1 σφαῖρα ἔξετοπίσθη. Ἐάν αἱ δύο πρώται σφαῖραι ἀπομακρυνθοῦν ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας των καὶ ἀφεθοῦν νὰ προσκρούσων ἐπὶ τῆς ὑπ' ἀριθμὸν 3 σφαίρας τότε θὰ ἐκτοπισθοῦν αἱ δύο τελευταῖαι σφαῖραι.



κάτην. Ἐὰν αἱ δύο πρῶται σφαιραὶ προσκρούσουν ἐπὶ τῶν ὑπολοίπων τότε θὰ ἀπομακρυνθοῦν αἱ δύο τελευταῖαι σφαιραὶ.

Ἐκ παρατηρήσεων καὶ πειραμάτων ὡς τὰ ἀνωτέρω προκύπτει ὁ κάτωθι γενικὸς κανὼν. Ὅταν δύο ἢ περισσότερα σώματα προσκρούσουν, ἡ ὀλική ὀρμή μετὰ τὴν πρόσκρουσιν ἰσοῦται πρὸς τὴν ὀλικὴν ὀρμὴν πρὸ τῆς προσκρούσεως. Ὁ κανὼν οὗτος καλεῖται: Ἄ ρ χ ἢ δ ι α τ η ρ ῆ σ ε ω ς τ ῆ ς ὀ ρ μ ῆ ς. Ἡ ἄρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ὀρμῆς συνάγεται ἐκ τῶν ἀξιομάτων τοῦ Νεύτωνος καὶ ἐφαρμόζεται εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις.

ΠΥΡΑΥΛΟΙ. Ἐὰν ποτὲ πραγματοποιηθῆ ταξίδιον εἰς τὴν σελήνην θὰ γίνῃ διὰ πυραύλου. Ἡ ἀπουσία τοῦ ἀέρος εἰς στρώματα ὑπερκείμενα τῆς ἀτμοσφαιρας καθιστᾷ τὰ ἐλικοφόρα ἀεροσκάφη παντελῶς ἄχρηστα. Διὰ τὰ προσδόκη ἢ ἐπιζήνησιν εἰς τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι στερεωμένη πρέπει νὰ κοχλιοῦται, οὕτως εἰπεῖν, ἐντὸς ὑγρᾶς ἢ ἀερίου μάζης.

Εἰς τὸ διάστημα, ὁ μόνος τρόπος ὀδήσεως, εἶναι ἡ ἀντίδρασις ἐνὸς πυραύλου. Λόγω τῆς καύσεως τοῦ καυσίμου, μᾶζα

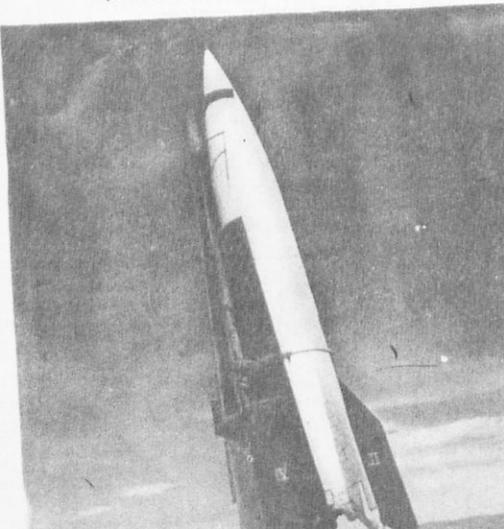
ἀερίου ἐκβάλλεται ἐκ τοῦ ὀπισθίου μέρους τοῦ πυραύλου ὑπὸ μεγάλης ταχύτητος. Ἡ ἐξερχομένη μᾶζα ἀερίου ἔχει λόγῳ τῆς ταχύτητος αὐτῆς ὀρμὴν διευθυνομένην πρὸς τὰ ὀπίσω. Συμφωνῶς γεννᾷ τὴν ἄρχὴν διατηρήσεως τῆς ὀρμῆς, πρὸς τὴν ἀντίδραστικὴν ὀρμὴν ἐπὶ τοῦ πυραύλου διευθυνομένην πρὸς τὰ ἔμπρός, ἢ ὁποία προωθεῖ τὸν πύραυλον.

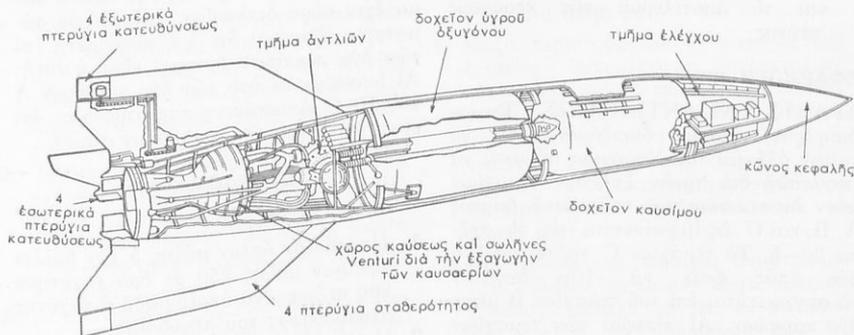
Τὸ σχῆμα 20-3 δεικνύει γεωμετρικὸν πύραυλον τύπου V-2 ὀλίγον πρὸ τῆς ἐκτοξεύσεως αὐτοῦ εἰς Νέον Μεξικόν. Εἰς τὸ σχῆμα 20-4 ἐμφαίνεται μία τομὴ τοῦ πυραύλου τοῦ ὁποίου τὸ καθαρὸν βάρος εἶναι 9000 lb καὶ ὑπὸ πλήρης φορτίου 28000 lb. Τὸ εἶδος τοῦ καυσίμου, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖ εἶναι οἰνόπνευμα καὶ ὑγρὸν ὀξυγόνον. Ἡ ταχύτης ἐξόδου τῶν καυσαερίων ἀνέρχεται εἰς 6600 ft/sec ἢ 2000 m/sec. Ἡ ταχύτης αὐτῆς τῶν καυσαερίων προκαλεῖ μίαν ταχύτητα ἀνόδου ἰσην πρὸς 5000 ft/sec ἢ 1525 m/sec τὴν ὁποίαν διατηρεῖ ὁ πύραυλος μέχρις ὕψους περίπου 100000 ft ἢ 30,5 km ὅποτε τὰ καύσιμα ἐξαντλοῦνται καὶ ὁ πύραυλος ἐξακολουθεῖ τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν αὐτοῦ ἐπιβραδυνόμενος καὶ τέλος πίπτει.

Ὁ εἰς τὸ σχῆμα 20-3 ἐμφαινόμενος πύραυλος προορίζετο δι' ἐκτόξευσιν εἰς μεγάλη ὕψη πρὸς συλλογὴν στοιχείων περὶ τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων, τοῦ πρισματικοῦ φάσματος τοῦ ἡλίου, τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ κ.τ.λ. Τινὲς τῶν πληροφοριῶν ἀπεστάλησαν εἰς τὴν γῆν μέσῳ τηλεπικοινωνίας ἐνῶ ἄλλαι περισυνελέγησαν ὡς φωτογραφίαι, μετὰ τὴν πτώσιν τοῦ πυραύλου ἐπὶ τῆς γῆς. Αἱ φωτογραφικαὶ μηχαναὶ ἦσαν καταλλήλως προστατευμέναι.

Τὸν Φεβρουάριον τοῦ 1949 ἔγινε μία ἐκτόξευσις βλήματος τύπου V-2, τὸ ὁποῖον ὅμως ἔφερε μεθ' ἑαυτοῦ μικρότερον πύραυλον ὀνόματι Wac Corporal. Εἰς ὕψος περίπου 34 km ἀπὸ τοῦ ἐδάφους ὁ Wac Corporal ἀεσπᾶσθη τοῦ V-2 κινούμενος πλέον ὑπὸ ἰδίων ἐνέργειαν. Ὁ πύραυλος Wac Corporal ἀνέπτυξε μεγίστην ταχύτητα 8000 km/h τὸ δὲ μέγιστον ὕψος εἰς τὸ ὁποῖον ἀνῆλθε ἦτο 400 km, τὸ ὁποῖον θεωρεῖται ὡς τὸ μέγιστον ὕψος εἰς τὸ ὁποῖον ἔφθασε βλήμα κατασκευασθὲν ὑπὸ τῶν ἀνθρώπων μέχρι τῆς στιγμῆς ἐκείνης.

Σχ. 20.—3. Βλήμα τύπου V-2 πυραύλου κατὰ τὴν διάρκειαν προετοιμασίας δι' ἐκτόξευσιν.





Σχ. 20.—4. Τομή έμφαινούσα τά κύρια μέρη πυραύλου τύπου V-2

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Τό τρίτον άξιωμα του Νεύτωνος

Δράσις και 'Αντίδρασις

$$M \cdot v = m \cdot V$$

'Αρχή τής διατηρήσεως τής όρμης Πύραυλοι

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατυπώσατε τό τρίτον άξιωμα του Νεύτωνος.
2. 'Αναφέρατε παραδείγματα του τρίτου άξιώματος του Νεύτωνος.
3. Διατί είναι δύσκολον νά βαδίση τις έπί έστιλβωμένον πατώματος;
4. Διατί συνιστάται νά στηρίζεται τό τυφέκιον στερεώς έπί του ώμου κατά τήν στιγμήν τής έκπυροσκορήσεως;
5. Κατά τήν στιγμήν τής έκπυροσκορήσεως ένός όπλου, ποιόν φυσικόν μέγεθος έχει τήν αύτην τιμήν τόσον διά τό βλήμα όσον και διά τό σώμα του πυροβόλου;
6. "Όταν σώμα πύτη έπί τής γής, ή γή τείνει νά άνυψωθή ώστε νά τό προαπαντήση. Διατί ή κίνησις αύτη τής γής είναι άσήμαντος;
7. Διατυπώσατε τήν άρχήν διατηρήσεως τής όρμης.
8. 'Εξηγήσατε, έν γενικαίς γραμμαίς, τήν λειτουργίαν του πυραύλου.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί είναι δύσκολον νά ένσφηνωθοϋν καρφία εις μη καλώς στερεωμένον τοίχωμα;

2. Πώς εργάζονται τά περιστροφικά ραντιστήρια;
3. "Ανθρωπος κατέρχεται έκ ζυγού. Κατά τήν στιγμήν του διασκελισμού ποία ή ένδειξις του ζυγού έν σχέσει πρός τό βάρος του ανθρώπου;
4. "Εστω ότι έπί τελείως λείας έπιφανείας πάγου ίστανται δύο άνθρωποι, εύρισκόμενοι ό εις πλησίον του άλλου. Κατά ποιόν τρόπον είναι δυνατόν ούτοι νά ξεέλθουν τής έπιφανείας, δεδομένου ότι λόγω τής μορφής τής παγωμένης έπιφανείας αύτη θεωρείται ως μη παρουσιάζουσα τριβήν;
5. "Ανθρωπος εύρισκόμενος έντός πλοιαρίου έλκει μέσω σχοινίου έλαφράν λέμβον. Συγκρίνατε τήν όρμήν του πλοιαρίου μέ τήν όρμήν τής λέμβου. "Ομοίως συγκρίνατε τάς ταχύτητας των δύο πλεόντων σωμάτων.
6. "Ενα πυροτέχνημα έκρήγνυται εις δύο τεμάχια, έκ των όποιων τό ένα είναι πολύ μεγαλύτερον του άλλου. Ποιον έκ των δύο θα άποκτήση τήν μεγαλύτεραν ταχύτητα και ποιόν τήν μεγαλύτεραν όρμήν;
7. Τί έξαναγκάζει έν άτόμπλιον νά κινήται πρός τά εμπρός;
8. "Όταν πηδώνει πρός τά άνω, κινείται τό έδαφος πρός τά κάτω; 'Εξηγήσατε τούς λόγους.
9. 'Εάν δύο σφαίραι μιλιάρδου κινούμεναι έπί τής αύτης εύθείας άλλα μέ αντίθετους κατευθύνσεις, άνευ στρο-

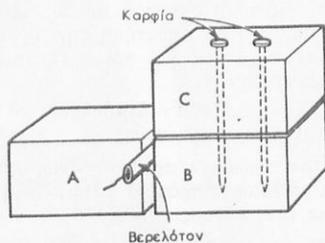
βίλιωτων συγκρουσθῶν, ποῖον θὰ εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς κρούσεως ταύτης;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΔΡΑΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΙΣ. Ἐν ἐνδιαφέρον πείραμα βασισμένον εἰς τὸ τρίτον ἀξίωμα τοῦ Νεύτωνος δύνανται νὰ ἐκτελεσθῇ διὰ τριῶν ξυλίνων τεμαχίων ἴσων διαστάσεων καὶ τοῦ αὐτοῦ βάρους A, B, καὶ C ὡς ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 20 - 5. Τὸ τεμάχιον C πρέπει νὰ ἔχη δύο ὀπὰς ὥστε νὰ εἶναι δυνατόν νὰ συγκρατῆται ἐπὶ τοῦ τεμαχίου B μέσῳ δύο καρφίων. Αἱ πλευραὶ τῶν τεμαχίων A καὶ B, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἡ μία ἐναντι τῆς ἄλλης, φέρουν μίαν μικρὰν κοιλότητα οὕτως ὥστε ὅταν τὰ δύο τεμάχια εὐρίσκονται τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου νὰ δύναται ἓνα βαρελότο νὰ εἰσελθῇ ἐντὸς τοῦ οὗτου σχηματιζομένου χώρου.

Κατ' ἀρχὰς θέτομεν τὰ τεμάχια A καὶ B μόνον τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου. Μετὰ τὴν ἔνασιν τῆς θραυλλίδος πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῶμεν ταχέως. Κατὰ τὴν ἔκρηξιν τοῦ βαρελότου δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντιθέτως διευθύνσεων, δροῦν ἐπὶ τῶν A καὶ B ἀντιστοίχως προκαλοῦσαι τὴν μεταξὺ τῶν ἀπομάκρυνσιν. Ἐφ' ὅσον τὰ τεμάχια A καὶ B εἶναι τῆς αὐτῆς μάζης, θὰ διανύσουν τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τῆς αὐτῆς δυνάμεως ἐκρήξεως.

Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πείραμα, σημειοῦντες τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῶν δύο τεμαχίων, ἀφοῦ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ τεμαχίου B τὸ C καὶ στερεώσωμεν τοῦτο διὰ τῶν καρφίων. Ποῖα θὰ εἶναι ἡ σχέση τῶν ταχυτήτων τῶν δύο σωμάτων, δεδο-



Σχ. 20—5. Ἡ δρᾶσις ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιδράσεως.

μένου ὅτι τὸ ἀριστερὰ εἰς τὴν εἰκόνα σῶμα ἔχει τώρα διπλασίαν τοῦ ἑτέρου σῶματος, μᾶζαν καὶ ὅτι ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ τῶν δύο σωμάτων δύναμις εἶναι ἡ αὐτή; Αἱ διανυόμεναι ὑπὸ τῶν δύο σωμάτων A καὶ B+C ἀποστάσεις παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων αὐτῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πυροβόλον ὄπλον μάζης 5 kg βάλλει σφαῖραν μάζης 250 gr ὑπὸ ταχύτητα 800 m/sec. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ταχύτης ἀνακρούσεως τοῦ πυροβόλου.
2. Ἀνὴρ βάρους 200 lb καὶ παιδίον βάρους 100 lb ἴστανται ὁ εἰς ἀπέναντι τοῦ ἄλλου ἐπὶ τελείως ἑλας παγωμένης ἐπιφανείας. Ἐὰν ὠθήσῃ ὁ εἰς τὸν ἄλλον ὁ δὲ ἀνὴρ κινηθῇ ὑπὸ ταχύτητα 15 ft/sec ἐκ τοῦ σημείου ἐκ τοῦ ὁποίου ἴστατο, ὑπὸ ποίαν ταχύτητα θὰ κινηθῇ τὸ παιδίον;
3. Σφαῖρα ὄπλον μάζης 200 gr βάλλεται ἐναντίον στόχου μάζης 2000 gr ἀνηρητημένου ἐκ δύο νημάτων ὥστε νὰ ὑπάρχῃ δυνατοῦτης αἰωρήσεως αὐτοῦ. Ἡ σφαῖρα παραμένει ἐσφηνωμένη ἐντὸς τοῦ στόχου μετὰ τὴν βολήν. Ἡ ταχύτης αἰωρήσεως τοῦ συστήματος στόχου - σφαῖρα ἐμετρήθη καὶ εἰρήθη ἴση πρὸς 2 m/sec. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ταχύτης ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἡ σφαῖρα προσέκρουσεν ἐπὶ τοῦ στόχου.

B

4. Ἄνθρωπος βάρους 90 lb τρέχει καὶ πηδᾷ ὑπὸ ταχύτητα 20 ft/sec ἐντὸς ἐλκλήθρου βάρους 10 lb. Ποῖα θὰ εἶναι ἡ κοινὴ ταχύτης τοῦ συστήματος ἐλκλήθρου - ἀνθρώπου;
5. Μικρὸς πυραύλος μάζης 45 kg ἐκτοξεύεται πρὸς τὰ ἔμπροσ ὑπὸ ἐνὸς μεγαλύτερου πυραύλου μάζης 450 kg (δὲν περιλαμβάνεται ἡ μᾶζα τοῦ μικροῦ πυραύλου). Ἡ κοινὴ αὐτῶν ταχύτης τὴν στιγμὴν τῆς ἐκτοξεύσεως τοῦ μικροῦ πυραύλου εἶναι 900 m/sec. Ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ μικροῦ πυραύλου μετὰ τὴν ἐκτόξευσιν ἐκ τοῦ μεγάλου εἶναι 1200 m/sec ὡς πρὸς τὴν γῆν, ποῖα ἡ ταχύτης τοῦ μεγάλου πυραύλου;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 6

1. 'Εάν η μάζα της σελήνης εδιπλασιάζετο, ταυτοχρόνως όμως εδιπλασιάζετο και η απόστασις ταύτης εκ της γῆς, πόση θὰ ἦτο ἡ μεταξὺ αὐτῶν δύναμις ἔλξεως ἐν σχέσει πρὸς τὴν ὑπάρχουσαν;
2. Ἡ ὁρμὴ αὐτοκινήτου εἶναι 4700 kg m/sec. 'Εάν τοῦτο εἰσέλθῃ ἐντὸς κυκλικῆς τροχιᾶς ἀκτίνας καμπυλότητος 300 m ὑπὸ ταχύτητα 40 mk/h, ποία ἡ ἐξασκουμένη ἐπ' αὐτοῦ φυγόκεντρος δύναμις;
3. Αὐτοκίνητον μάζης 1100 kgr κινεῖται ἐπὶ εὐθυγράμμου ὁδοῦ. Αἰφνης δύναμις 550 kg προκαλουμένη ὑπὸ τῆς τροχοπέδης ἀντιτίθεται εἰς τὴν κίνησιν καὶ ἐξαναγκάζει τὸ αὐτοκίνητον νὰ σταματήσῃ ἐντὸς διαστήματος 40 m. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τοῦ αὐτοκινήτου.
4. Σφαῖρα μάζης 100 gr προσκρούει ἐπὶ ἐτέρας μάζης 25 gr κειμένης ἐπὶ λείας ἐπιφανείας. Ἡ ταχύτης τῆς μεγάλης σφαίρας ἐλαττοῦται ἀπὸ 100 cm/sec εἰς 50 cm/sec. Ποία ἡ ταχύτης τῆς μικρᾶς σφαίρας ἀμέσως μετὰ τὴν κρούσιν ;
5. 'Αερόστατον φέρει εἰς ὕψος 20 km ἀντικείμενον, τοῦ ὁποίου τὸ βάρος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς εἶναι 1 kg. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ποσοστὸν

τοῦ ἀρχικοῦ τοῦ βάρους εἰς τὸ ὑψόμετρον τοῦτο, δοθέντος ὅτι ἡ ἀκτίς τῆς γῆς εἶναι 6400 km.

6. Μάζα περιστρέφεται ἐν κατακορυφῷ ἐπιπέδῳ διαγράφουσα περιφέρειαν κύκλου ἀκτίνας 1,5 m. Ποία θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ ταχύτης τῆς μάζης ὥστε νὰ μὴ πέσῃ ὅταν αὐτὴ φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τῆς τροχιᾶς τῆς ; (Εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἡ φυγόκεντρος δύναμις πρέπει νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς).
7. Δύο χαλύβδινα σφαῖρα ἀναρτῶνται ὑπὸ νημάτων εἰς τρόπον ὥστε νὰ προσκρούσουν μεταξὺ των εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς αἰωρήσεώς των. Ἡ μάζα τῆς μιᾶς εἶναι τριπλασία τῆς ἑτέρας. Ὅταν ἀφειθροῦν ἐλεύθερα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὥστε νὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα κατὰ τὴν στιγμήν τῆς προσκρούσεως (ἀλλὰ ἀντίθετον διεύθυνσιν) ἡ μεγαλύτερα παραμένει ἀκίνητος. Ποία ἡ ταχύτης τῆς μικροτέρας ἀμέσως μετὰ τὴν κρούσιν ;
8. Ἄνθρωπος βάρους 90 kg τρέχων ὑπὸ ταχύτητα 6 m/sec πηδᾷ ἐντὸς ἐλκλήθρου μάζης 10 kg. 'Εὰν ἡ δύναμις τριβῆς μεταξὺ συστήματος ἀνθρώπου - ἐλκλήθρου καὶ ἐδάφους ἢ ἀντιτιθεμένη εἰς τὴν κίνησιν αὐτοῦ εἶναι 10 kg νὰ εἰρηθῇ εἰς πόσῃν ἀπόστασιν ἢ ἀσταματήσῃ τὸ ἔλκνηθρον.

*** ΕΔΑΦΙΟΝ 21. Εἰσαγωγή εἰς τὴν Ἄεροδυναμικὴν ***

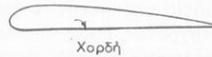
Οἱ νόμοι τῆς Φυσικῆς, ἰδίως τῆς μηχανικῆς τῶν ρευστῶν, τῆς συνθέσεως καὶ ἀναλύσεως τῶν δυνάμεων, τῶν νόμων τοῦ Newton, εἶναι ἡ βάσις τῆς ἀεροδυναμικῆς. Ἡ Ἄεροδυναμικὴ ἐφαρμόζει τοὺς νόμους αὐτοὺς εἰς τὰς ὀθήσεις, τὰς ὀνοίας προκαλοῦν αἱ ἔλικες, εἰς τὰς δυνάμεις τῶν ρευμάτων ἀέρος, καὶ εἰς τὰς δυνάμεις τὰς ὀνοίας ἀναπτύσσουν τὰ στερεὰ σώματα κατὰ τὴν κίνησιν αὐτῶν ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

* Τὸ ἐδάφιον τοῦτο, δύναται νὰ ἀναπτυχθῇ μετὰ τὸ ἐδάφιο 27 ἢ νὰ παραλειφθῇ ἀναλόγως τῆς γνώμης τοῦ καθηγητοῦ.

ΣΤΗΡΙΞΙΣ ΠΛΑΚΟΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ. Τὸ πλέον χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῆς ἀρχῆς τοῦ Bernoulli εἶναι στήριξις πλακῶς ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἡ ὁποία ἐπιτυγχάνεται, ὑπὸ τῆς δράσεως τῶν αερίων ρευμάτων. Τὸ σχῆμα τῆς πλακῶς καὶ ἡ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει αὐτὴ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου, εἶναι τοιαῦτα ὥστε τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ὁ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν αὐτῆς ἀναπτύσσει μεγαλύτεραν ταχύτητα ἀπὸ τὴν ταχύτητα τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσει τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον προσβάλλει τὴν κάτω ἐπιφάνειαν. Τοιοῦτοτρόπος εἰς τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν τῆς πλακῶς ἐπικρατεῖ κατὰ

στασις ήλαττωμένης πίεσεως έν σχέσει πρὸς τὸν κάτω τῆς πλακὸς χῶρον, με ἀποτελεσμα αἱ πρὸς τὰ ἄνω ἐπὶ τῆς πλακὸς δρῶσαι δυνάμεις, νὰ εἶναι μεγαλύτεραι τῶν πρὸς τὰ κάτω δρῶσῶν. Ἡ πρὸς τὰ ἄνω δρῶσα συνισταμένη διαφέρει κατὰ μέγεθος ἀνάλογως τοῦ σχήματος τῆς πλακὸς.

ΑΕΡΟΤΟΜΗ. Ὅσα προηγουμένως ἐξεθέσαμεν διὰ τὴν ἐπίπεδον πλάκα δυνάμεθα νὰ μεταφέρωμεν με τὰς καταλλήλους τροποποιήσεις ἐπὶ τῆς πτέρυγος ἀεροπλάνου. Εἰς τὰς πτέρυγας ἀεροπλάνου δίδεται τοιαύτη μορφή ὥστε ἐγκαρσία τομῆ αὐτῆς δι' ἐπίπεδον παραλλήλον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς ροῆς νὰ ἔχη τὴν εἰς τὸ σχῆμα 21-1 μορφήν. Ἡ ἄνωτέρω τομῆ καλεῖται τεχνικῶς ἀε ρ ο τ ο μ ῆ. Αἱ ιδιότητες τῶν διαφόρων τύπων ἀεροτομῶν

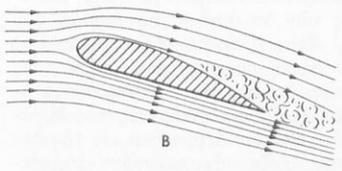
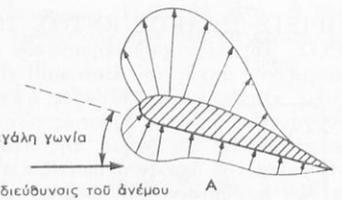
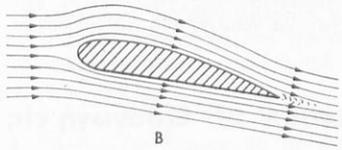
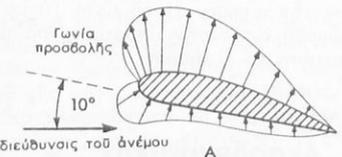
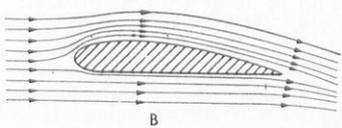
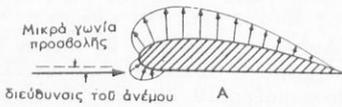


Σχ. 21—1. Ἀεροτομή. Κάθετος τομῆ τῆς πτέρυγος δεικνύουσα τὴν χορδὴν.

ἔχουν ἐρευνηθῆ ὑπὸ διαφόρων ἐργαστηρίων ἀεροναυτικῆς.

ΧΟΡΔΗ. Καλοῦμεν χορδὴν τὸ εὐθύγραμμον τιμῆμα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τῆς ἀεροτομῆς. Ὅταν ἡ κάτω ἐπιφάνεια τῆς πτέρυγος εἶναι ἐπίπεδος, τότε ἡ ἐπιφάνεια αὕτη θὰ παρίσταται εἰς τὴν ἀεροτομῆν ὡς εὐθεῖα (σχῆμα 21-1).

Εἰς τὴν ἀεροδυναμικὴν σπουδὴν τῆς πτέρυγος καλοῦμεν γωνίαν προσβολῆς τὴν γωνίαν, τὴν ὁποίαν σχηματίζει



Σχ. 21.—2. Δυνάμεις δρῶσαι ἐπὶ ἀεροτομῆς πτέρυγος ἀεροπλάνου. Τὰ σχήματα Α δεικνύουν τὰς δυνάμεις ἐπὶ τῆς ἀεροτομῆς, ἐνῶ τὰ σχήματα Β τὴν κίνησιν τοῦ ἀνέμου πέραξ αὐτῆς. Τὰ βέλη εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς ἀεροτομῆς δεικνύουν τὴν ὑπὸ τοῦ ἀέρος ἐξασκουμένην δυναμικὴν ἄνωσιν, ἐνῶ τὰ ἄνω τῆς ἐπιφανείας βέλη δεικνύουν τὴν ἄνωσιν τὴν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ Bernoulli. Αἱ μικραὶ ἀκανόνιστοι γραμμαὶ ὑποδηλοῦν τοὺς στροβιλισμούς τοῦ ἀέρος ποὺ λαμβάνουν χώραν μετὰ τὸ οὐραῖον ἄκρον, ὅταν ἡ γωνία προσβολῆς ὑπερβαίῃ τὰς 10°.

ή διεύθυνσις τοῦ σχετικῶς ἀνέμου μετὰ τῆς χορδῆς. Ὡς διεύθυνσιν σχετικῶς ἀνέμου καλοῦμεν τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν κινήσεως τῆς πτέρυγος ἐντὸς ἀέρος ἀκινήτου. Τὸ σχῆμα 21-2 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον μεταβάλλεται ἡ δρῶσα ἐπὶ τῆς πτέρυγος δύναμις, συναρτήσῃ τῆς γωνίας προσβολῆς. Ὄταν ἡ γωνία εἶναι 0° αἱ πρὸς τὰ ἄνω δυνάμεις, αἱ δρῶσαι εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν ἐφαρμόζονται μόνον εἰς τὸ πρόσθιον ἄκρον αὐτῆς. Καθὼς ἡ γωνία προσβολῆς αὐξάνει, αἱ δυνάμεις, αἱ δρῶσαι εἰς τὴν ἄνω καὶ κάτω ἐπιφάνειαν τῆς πτέρυγος αὐξάνουν. Ὄταν ἡ γωνία προσβολῆς γίνῃ περίπου 10° , ἀρχίζουν νὰ ἐμφανίζονται στροβιλισμοὶ ἀέρος εἰς τὸ οὐραῖον ἄκρον, οἱ ὁποῖοι καὶ ἐντείνονται ὅσον αὐξάνει ἡ γωνία προσβολῆς.

ΣΤΝΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΥΝΑΜΙΣ. Αἱ δρῶσαι ἐπὶ τῆς πτέρυγος δυνάμεις δύνανται νὰ συνδεθῶν εἰς μίαν συνισταμένην, συμφώνως πρὸς τὰ ἀναπτυσσόμενα εἰς τὸ ἐδάφ. 13. Τοιοῦτοτρόπως, ἀπὸ ὅλας τὰς

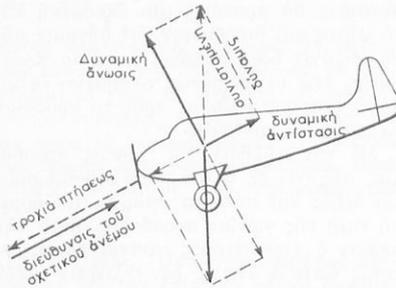
δυνάμεις θὰ προκύψῃ μία ὠρισμένη κατὰ μήκος καὶ διεύθυνσιν. Ἡ δύναμις αὐτῆ αὐξάνει ὅσον αὐξάνει ἡ γωνία προσβολῆς, ἐνῶ ταυτοχρόνως τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς μετατίθεται πρὸς τὸ πρόσθιον τμήμα τῆς ἀεροτομῆς.

Μὲ τὴν αὐξησιν τῆς γωνίας προσβολῆς, αὐξάνει ἐξ ἄλλου καὶ ὁ στροβιλισμὸς τοῦ ἀέρος καὶ μάλιστα ἐπάγχει μίαν ὀριακὴν τιμὴν τῆς γωνίας προσβολῆς, μετὰ τὴν ὁποῖαν ὁ στροβιλισμὸς γίνεται τόσον ἐντονὸς ὥστε ὁ ἄνεμος δὲν «γλύφει» πλέον ὁμαλῶς τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν τῆς πτέρυγος, αἱ πρὸς τὰ ἄνω δρῶσαι δυνάμεις ἐξαφανίζονται, καὶ τὸ ἀεροπλάνον ἀρχίζει νὰ βυθίζεται. Ἡ ὀριακὴ τιμὴ τῆς γωνίας προσβολῆς καλεῖται γωνία ἀπωλείας στηρίξεως.

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΩΣΙΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Ἡ συνισταμένη δύναμις δύνανται νὰ θεωρηθῇ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο συνιστώσας, τὴν δυναμικὴν ἄνωσιν καὶ τὴν δυναμικὴν ἀντίστασιν. Ἡ Δυναμικὴ Ἄνωσις ἔχει

Σχ. 21—3. Ἐνα πρότυπον τοῦ ἀεροπλάνου F84 ὑπὸ κλίμακα 1:20 ρίπτεται ἐντὸς στρώματος ἀέρος κατευθυνομένου καταγορεύως πρὸς τὰ ἄνω. Τὸ πείραμα κινηματογραφεῖται ὑπὸ μηχανῆς τῶν 16 mm.





Εχ. 21.—4. Δυνάμεις δρῶσαι ἐπὶ τοῦ ἀνεμοπλάνου κατὰ τὴν πτήσιν του.

διεύθυνσιν κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχετικοῦ ανέμου, ἐνῶ ἡ δυνάμικὴ ἀντίστασις ἔχει διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτήν. Ἡ Δυναμικὴ Ἀντίστασις ἀντιτίθεται εἰς τὴν πρὸς τὰ ἔμπροσθ κίνησιν τοῦ ἀεροπλάνου.

Ἐὰν θεωρήσωμεν ἕνα ἀνεμοπλάνον διὰ μίαν δοθεῖσαν γωνίαν τὸ ἀνεμοπλάνον θὰ κινήται ἐπὶ ἐκείνης τροχιάς ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ συνισταμένη δύναμις, ἡ ὁποία δορᾷ ἐπὶ τῆς πτέρυγος αὐτοῦ, ἰσοῦται καὶ εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἀνεμοπλάνου.

Ὁ σχετικὸς ἄνεμος εἶναι παράλληλος καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν τροχίαν πτήσεως. Ἡ δυναμικὴ ἄνωσις εἶναι κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχετικοῦ ανέμου καὶ πρὸς τὴν τροχίαν πτήσεως. Ἡ δυναμικὴ ἀντίστασις εἶναι παράλληλος καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν τροχίαν πτήσεως. (Σχῆμα 21 - 4). Ἡ κατάστασις πτήσεως γίνεται πλέον πολυπλοκὸς ὅταν τὸ ἀεροπλάνον κινήται ὑπὸ τῶν κινητήρων αὐτοῦ.

ΣΤΥΝΘΗΚΑΙ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝΤΑΙ ΤΗΝ ΔΥΝΑΜΙΚΗΝ ΑΝΩΣΙΝ. Ἡ Δυναμικὴ Ἄνωσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ 5 παράγοντας. Κατ' ἀρχὰς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τῆς ἀεροτομῆς, λόγῳ τοῦ ὅτι τὸ φαινόμενον Bernoulli ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν διαφορὰν ταχύτητος τοῦ ανέμου ἐπὶ τῆς ἀεροτομῆς πλησίον τῆς ἄνω καὶ κάτω ἐπιφανείας. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἰς τὴν ταχύτητα, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν καμπυλότητα τῶν ἐπιφανειῶν, κυρίως δὲ τῆς ἄνω ἐπιφανείας. Δεύτερον ἡ Δυναμικὴ Ἄνωσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν γωνίαν προσβολῆς. Ὅσον με-

γαλύτερα εἶναι ἡ γωνία προσβολῆς κάτω βεβαίως τῆς ὀριζακῆς τιμῆς τόσοον μεγαλύτερα εἶναι καὶ ἡ δυναμικὴ ἄνωσις. (Βλέπε σχῆμα 21 - 2). Τρίτον ἡ δυναμικὴ ἄνωσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πτέρυγος ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τῆς πτέρυγος τόσοον μεγαλύτερα εἶναι καὶ ἡ συνολικὴ δύναμις. Τέταρον ἡ δυναμικὴ ἄνωσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ τετραγώνον τῆς ταχύτητος τοῦ ανέμου. Ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ ανέμου διπλασιασθῇ ἡ δυναμικὴ ἄνωσις θὰ τετραπλασιασθῇ. Πέμπτον ἡ δυναμικὴ ἄνωσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πυκνότητα τοῦ ἀέρος ὅσον πυκνότερος εἶναι ὁ ἀἰρ τόσοον μεγαλύτερα εἶναι ἡ δυναμικὴ ἄνωσις.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΠΤΗΣΙΣ. Ἡ δυναμικὴ ἀντίστασις ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τοὺς αὐτοὺς παράγοντας, ἀπὸ τοὺς ὁποίους ἐξαρτᾶται καὶ ἡ δυναμικὴ ἄνωσις ἄλλοι οἱ συντελεσταὶ οἱ ἐκφράζοντες τὴν ἐπίδρασιν τῶν παραγόντων τούτων διαφέρουν, καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις οἱ συντελεσταὶ αὐτοὶ πολλαπλασιάζονται ἐπὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ἀέρος, τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πτέρυγος, καὶ τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος. Εἰς τὴν ὀριζόντιον πτήσιν, ἀνεξαρτήτως ὕψους, ἡ δυναμικὴ ἄνωσις πρέπει νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἀεροπλάνου.

Ὅταν τὸ ἀεροπλάνον ἀνυψοῦται, ἡ ταχύτης αὐτοῦ πρέπει νὰ αὐξάνη διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ὀριζόντιος πτήσις. Εἰς δύο διαφορετικὰ ὕψη, καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν προσβολῆς, αἱ ταχύτητες πρέπει νὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς τετραγωνικὰς ρίζας τῶν πυκνοτήτων τοῦ ἀέρος.

$$L \text{ Δυναμικὴ ἀντίστασις} = C_D \frac{\rho}{2} S V^2$$

$$\text{Δυναμικὴ ἄνωσις} = C_L \frac{\rho}{2} S V^2$$

Οἱ συντελεσταὶ C_D καὶ C_L εἶναι ἀδιάστατα μεγέθη τῶν ὁποίων αἱ ἀριθμητικαὶ τιμαὶ καθορίζονται πειραματικῶς ἀναλόγως τῆς ἀεροτομῆς καὶ τῆς γωνίας προσβολῆς.

d = Πυκνότης εἰς slug/ft³ εἰς τὸ ὕψος πτήσεως (1 slug = 32 lb μάζης)

S = Ἐπιφάνεια τῆς πτέρυγος εἰς ft²

V = Ταχύτης εἰς ft/sec

Τόσον ἡ δυναμικὴ ἄνωσις ὅσον καὶ ἡ δυναμικὴ ἀντίστασις ἐκφράζονται εἰς lb.

του δευτερολέπτου), εν τούτοις, το ραδιοϋψόμετρο είναι εις θέσιν να τον μετρήσῃ καὶ γνωστῆς οὐσῆς τῆς ταχύτητος μεταδόσεως τοῦ σήματος νὰ καταγράψῃ τὸ ἀκριβὲς ὕψος τοῦ ἀεροσκάφους ἀπὸ τὴν γῆν.

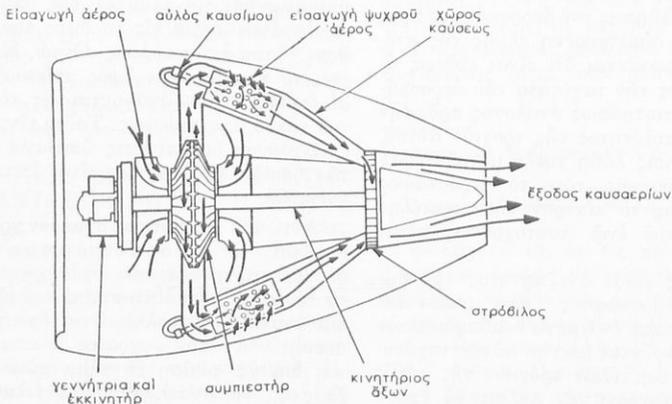
Διὰ τῶν συσκευῶν Radar ἐξ ἄλλου εἶναι δυνατόν νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀεροσκάφους ἀπὸ οἰονδήποτε σημεῖον πρὸς πᾶσαν κατεύθυνσιν. Ἡ λειτουργία τοῦ Radar θὰ ἀναπτυχθῇ εἰς τὸ ἐδάφιον 80.

Ὅταν ἡ ὁρατότης εἶναι καλὴ ὁ πιλότος δύναται νὰ ἐπιτύχῃ τὴν ὀριζόντιον πτήσιν τοῦ ἀεροσκάφους του, θέτων τοῦτο παραλλήλως πρὸς τὸν ὀρίζοντα. Ὅταν ὅμως ἡ ὁρατότης δὲν εἶναι καλὴ, ἢ λόγῳ τῆς ὑπάρξεως ὀρέων δὲν εἶναι σαφῶς καθωρισμένος ὁ φυσικὸς ὀρίζων, ὁ πιλότος κάμνει χρῆσιν τεχνητοῦ ὀριζήντος τὸν ὁποῖον λαμβάνει ἀπὸ τὸ γυροσκοπίον. Τὸ γυροσκοπίον εἶναι συσκευὴ ἢ ὁποῖα ἀποτελεῖται ἀπὸ τροχὸν περιστρεφόμενον εἰς ὀριζόντιον πάντοτε ἐπίπεδον ἀνεξαρτήτως τῆς κλίσεως τοῦ ἀεροπλάνου. Ἡ λειτουργία της βασίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς διατηρήσεως τῆς ὀρμῆς.

ΠΡΟΩΘΗΣΙΣ ΕΞ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ.

Ὅλοι οἱ τύποι τῶν ἀεροπλάνων ἀποτελοῦν παραδείγματα τοῦ τρίτου νόμου τοῦ Newton : εἰς πᾶσαν δρᾶσιν ἀναπτύσσεται ἴση ἀντίδρασις. Εἰς τὰ ἔλικοφόρα ἀε-

ροπλάνα, ἡ δύναμις ἢ ἀναπτυσσομένη ὑπὸ τῶν ἐλίκων, ὠθεῖ τὸν ἀέρα πρὸς τὰ πίσω, ὡς ἀντίδρασις δέ, κινεῖται τὸ ἀεροσκάφος πρὸς τὰ ἔμπρός. Εἰς τὰ ἀεριοθούμενα, ὅπου δὲν ὑπάρχουν ἐλίξεις ἢ ὠθησις, ἢ ὁποῖα προκαλεῖ τὴν κίνησιν τοῦ ἀεροσκάφους πρὸς τὰ ἔμπρός, δημιουργεῖται ἀπὸ τὴν ὀρμὴν τῶν καυσαερίων, τὰ ὁποῖα ἐγκαταλείπουν μὲ μεγάλην ταχύτητα, πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ ἀεροσκάφος (βλέπε σχῆμα 21-6). Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κινητήρος διὰ τῶν καταλλήλων θυρίδων, καὶ συμπιέζεται ὑπὸ τοῦ συμπιεστήρος, ὁ ὁποῖος ἔχει τὴν μορφήν στροβίλου δὲν περὺνγια ὡς τοῦ ἀνεμοστήρος. Ὁ συμπιεσθεὶς ἀήρ ὀδηγεῖται ἀκολούθως εἰς τὸν θάλαμον καύσεως ὅπου ἀναμειγνύεται μὲ τὸ εἰς ἀερίαν κατάστασιν εἰρισκόμενον καύσιμον. Κατὰ τὴν καύσιν τὸ μίγματος ἀναπτύσσεται ἐξαιρετικῶς ὑψηλὴ θερμοκρασία καὶ ἀντιστοιχῶς μεγάλῃ πίεσις, ἢ ὁποῖα ἐξαναγκάζει τὰ καυσαερία νὰ ἐξέρχονται μὲ μεγάλην δύναμιν. Τοιοῦτοτρόπως ἀναπτύσσεται μεγάλῃ ἀντίδρασις, ἢ ὁποῖα καὶ κινεῖ τὸ ἀεροσκάφος πρὸς τὰ ἔμπρός. Μέρος τῆς ἐνεργείας τῶν καυσαερίων χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν τοῦ στροβίλου τοῦ κινούντος τὸν συμπιεστήρα, ὁ ὁποῖος παρέχει τὸν συμπιεσμένον ἀέρα εἰς τὸν θάλαμον καύσεως. Αἱ ταχύτητες, αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται ὑπὸ τῶν ἀεριοθουμένων ἀεροπλάνων εἶναι ἐξαιρετικῶς μεγάλαι.



Σχ. 21-6. Τύπος κινητήρος ἀεριοθουμένου.

Όρισμένα ελικοφόρα αεροπλάνα είναι εφωδιασμένα με βοηθητικούς κινητήρας αντιδράσεως. Είς τήν περίπτωσιν ταύτην τὰ ἐξερχόμενα καυσαέρια ἀπὸ τὸν κινητήρα ἀντιδράσεως κινοῦν ἕνα ἀεριοστρόβιλον, ὁ ὁποῖος ἐν συνεχείᾳ, κινεῖ γεννήτριαν, ἡ ὁποία παρέχει ρεῦμα διὰ τὰς ἀνάγκας τοῦ αεροσκάφους. Εἶναι δυνατόν ὅμως τὰ ἐξερχόμενα καυσαέρια, ἀντὶ νὰ κινοῦν ἀεριοστρόβιλον, νὰ κινοῦν συμπιεστήρα, ὁ ὁποῖος νὰ ἀδῆλῃ τὴν πίεσιν τοῦ ἀναρροφωμένου ἀέρος τοῦ κινητήρος τῆς ἑλικος. Κατὰ τὴν διάταξιν αὐτήν, ὁ συμπιεστήρ καλεῖται ὑπερπληρωτής, ἔχει δὲ τὴν μορφήν στροβίλου.

ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΗ ΠΤΗΣΙΣ. Ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι περίπου 1120 km/h. Εἰς μικρὰ ὕψη εἶναι κάπως μεγαλύτερα, ἐλαττωμένη ἐλαφρῶς μὲ τὴν ἀύξησιν τοῦ ὕψους.

Ταχύτης μεγαλύτερα τῆς τοῦ ἤχου καλεῖται ὑπερηχητική. Ἀεροπλάνον κινούμενον μὲ ὑπερηχητικὴν ταχύτητα δὲν γίνεταί ἀντιληπτόν ἀπὸ παρατηρητήν, παρὰ μόνον ὅταν ἔχη περάσει ὑπὲρ αὐτοῦ.

Τὸ πρῶτον αεροπλάνον τὸ ὁποῖον διέσπασε τὸ φράγμα τοῦ ἤχου ἀνέπτυξε ταχύτητα περίπου 1600 km/h ἤτο δὲ πυραυλοκίνητον. Τὰ πυραυλοκίνητα αεροπλάνα διαφέρουν ριζικῶς τὸσον ἀπὸ τὰ ελικοφόρα ὅσον καὶ ἀπὸ τὰ ἀεριοκίνητα διότι, ἐνῶ τὰ τελευταῖα χρειάζονται ἀέρα διὰ τὴν ἐντὸς τῶν θαλάμων καύσεως,

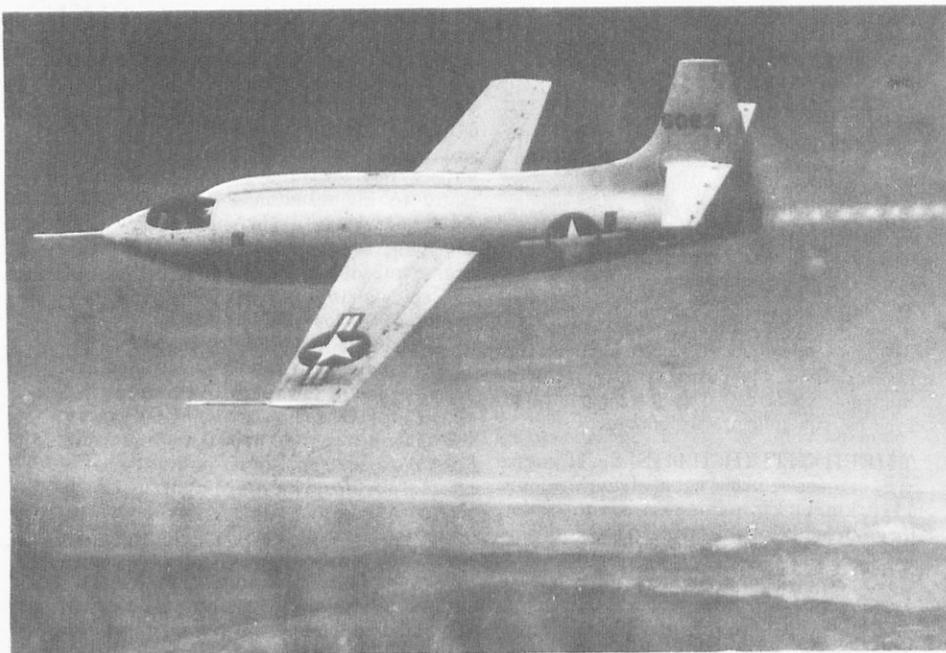
καῖσιν τοῦ καυσίμου των, τὰ πυραυλοκίνητα, ἐφωδιασμένα ὡς εἶδομεν μὲ ὑγρὸν ὀξυγόνον δὲν ἔχουν ἀνάγκην τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος διὰ τὴν καῖσιν τῶν καυσίμων των. Κατὰ συνέπειαν τὰ πυραυλοκίνητα δύνανται νὰ ἵπτανται ἀνετώτατα εἰς μεγάλα ὕψη, ὅπου λόγῳ τῆς ἀραιότητος τοῦ ἀέρος ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἶναι μικρά, ὅπου ὅμως τὰ ἀεριοκίνητα θὰ ἀντιμετώπιζον πρόβλημα ὀξυγόνου. Καθὼς τὸ αεροσκάφος πλησιάζει τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἀδῆλνεται ἀποτόμως τὸσον ἡ δυναμικὴ ἀνοσις ὅσον καὶ ἡ δυναμικὴ ἀντίστασις. Ὡς εἶπε ἕνας πιλότος «κατὰ τὴν διάσπασιν τοῦ φράγματος τοῦ ἤχου νομίζει κανεὶς ὅτι τὸ αεροσκάφος ὠθεῖται βιαίως». Ἐπὶ τὰς συνθήκας αὐτὰς ἡ τυπικὴ μορφή τῶν πτερύγων τῶν αεροπλάνων δὲν εἶναι, ὅπως πρὶν ἡ καταλληλοτέρα διὰ τὴν πτήσιν. Διὰ τοῦτο κατασκευάζονται τώρα πτέρυγες αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν μεγάλας γωνίας ὡς πρὸς τὸ σῶμα τοῦ αεροσκάφους καὶ παρουσιάζουν μεγαλύτερας ἐπιφανείας κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Τὸ σχῆμα 21-8 δεικνύει πυραυλοκίνητον ἱπτάμενον εἰς μέγα ὕψος μὲ ὑπερηχητικὴν ταχύτητα.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Ἀεροδυναμική
- Ἀεροτομή
- Χορδή
- Γωνία προσβολῆς

Σχ. 21—7. Ἀεροπλάνον κινούμενον ὑπὸ 6 κινήτρων ἀντιδράσεως. Κατὰ τὴν ἀπογειώσιν αὐτοῦ χρησιμοποιοῦνται καὶ ἄλλοι 18 μικρότεροι κινητήρες (κινήτρες ἀπογειώσεως).





Σχ. 21—8. Το Bell X—1 Ιπτάμενον εις μέγα ὕψος. Παρατηρήσατε τὰ κύματα, τὰ ὅποια διαμορφοῦνται ὑπὸ τῶν ἐξερχομένων καυσαερίων.

Γωνία ἀπωλείας στηρίξεως
 Δυναμικὴ ἄνωσις
 Δυναμικὴ ἀντίστασις
 Κλίσις πτέρυγος
 Ἴπποδύναμις=75 F.v
 Ὑψόμετρον
 Ραδιοὑψόμετρον
 Γυροσκόπιον
 Προώθησις ἐξ ἀντιδράσεως
 Ὑπερηχητικὴ ταχύτης
 Ἀεροδυναμικὴ σήραγγ (βλ. καὶ ἐφαρμογὴν)

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Κατὰ ποῖον τρόπον ἡ ἀρχὴ τοῦ Bernoulli ἐξηγεῖ τὴν πρὸς τὰ ἄνω δύναμιν ἢ ὅποια δρᾷ ἐπὶ τῆς πτέρυγος ἐνὸς ἀεροπλάνου ;
- Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ πτέρυγος καὶ ἀεροτομῆς ;
- Τί καλεῖται χορδὴ πτέρυγος ἀεροπλάνου ;
- Τί νοοῦμεν λέγοντες σχετικὸς ἄνεμος ;
- Τί νοοῦμεν λέγοντες γωνία προσβολῆς ;
- Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλονται, συναρτῆσει τῆς γωνίας προσβολῆς αἱ ἐπὶ τῶν πτερυγῶν δρώσαι δυνάμεις αἱ ἀναπτυσσόμεναι ὑπὸ τοῦ ἀνέμου ;
- Ὑπὸ ποίας συνθήκας λαμβάνει χώραν ὁ στροβιλισμὸς τοῦ ἀνέμου εἰς τὸ οὐραῖον ἄκρον τῆς πτέρυγος ;
- Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλεται ἡ συνισταμένη δύναμις συναρτῆσει τῆς μεταβολῆς τῆς γωνίας προσβολῆς ;
- Τί νοοῦμεν λέγοντες γωνία ἀπωλείας στηρίξεως ;
- Ποῖαι εἶναι αἱ σχετικαὶ διευθύνσεις δυναμικῆς ἀντίστασεως, δυναμικῆς ἀνώσεως καὶ σχετικοῦ ἀνέμου ;
- Ὑπὸ ποίας συνθήκας ἡ συνισταμένη δύναμις εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀεροπλάνου ;
- Ἀναφέρατε τὴν συνθήκην ἢ ὅποια πρέπει νὰ πληροῦται διὰ νὰ εἶναι ἡ δυναμικὴ ἄνωσις κάθετος ἐπὶ τὴν πορείαν πτήσεως.

13. Αναφέρατε τούς παράγοντας οι όποιοι επηρεάζουν τὸ μέγεθος τῆς δυναμικῆς ἀνώσεως.
14. Ποιοὶ παράγοντες πρέπει νὰ εἶναι γνωστοί, διὰ νὰ εἶναι δυνατὸς ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς πτέρυγος ἀεροπλάνου ;
15. Τί νοοῦμεν λέγοντες κλίσις πτέρυγος, κατὰ τὰς στροφάς τοῦ ἀεροσκάφους; Ποιοὶ παράγοντες επηρεάζουν αὐτήν ; Πῶς μεταβάλλεται ἡ δυναμικὴ ἀνωσις συναρτῆσει τῆς αὐξήσεως τῆς κλίσεως, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ φυγόκεντρος δύναμις παραμένει σταθερά ;
16. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ τρίτος νόμος τοῦ Newton ἐφαρμόζεται εἰς τὴν κλίσιν τῶν πτερύγων κατὰ τὰς στροφάς.
17. Αναφέρατε τούς παράγοντας οι όποιοι επηρεάζουν τὴν ἰσποδύναμιν ἐνὸς ἀεροπλάνου.
18. Διατί ἡ ἰσποδύναμις ἐνὸς ἀεροπλάνου εἶναι εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸν κύβον τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ;
19. Πῶς προσδιορίζει ὁ πιλότος τὸ ὕψος τῆς πτήσεως ;
20. Περιγράψατε τὴν λειτουργίαν τοῦ κνητήρος ἀντιδράσεως.
21. Ποία εἶδη ἀεροπλάνων δύνανται νὰ πετοῦν ταχύτερον τοῦ ἤχου ;

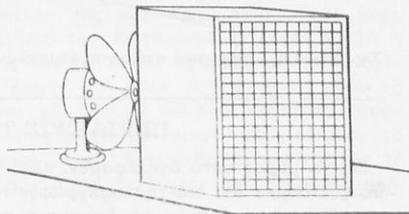
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ δυναμικὴ ἀνωσις τοῦ ἀέρος, ὑπὸ δοθεῖσαν ταχύτητα, εἶναι μεγαλύτερα ἢ μικροτέρα εἰς ὕψος 5 km ἀπὸ τῆς ἀντιστοίχου εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ; Αναφέρατε τούς λόγους.
2. Ποία τὰ πλεονεκτήματα καὶ ποία τὰ μειονεκτήματα τῆς πτήσεως εἰς μεγάλη ὕψη ;
3. Ἐνῶ ὅλοι οἱ ἄλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί, ἡ ταχύτης ἐνὸς ἀεροπλάνου, τὸ ὁποῖον κινεῖται ἐπὶ καμπύλης τροχιάς, ἐλαττοῦται ἀπὸ 100 ἕως 200 km/h. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται; Πόσον ;
4. Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλεται ἡ δυναμικὴ ἀνωσις συναρτῆσει τῆς κλίσεως τῶν πτερύγων κατὰ τὰς στροφάς ; Ἐπίσχευε δριακὴ τιμὴ τῆς κλίσεως αὐτῆς ;
5. Λέγεται ὅτι, ἡ περιφερειακὴ ταχύτης,

τοῦ ἄκρου τῆς πτέρυγος ἔλικος, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπερβῇ τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου εἰς τὸ ὕψος πτήσεως τοῦ ἀεροπλάνου. Εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς θαλάσσης ἡ ταχύτης εἶναι περίπου 700mil/h. Ἐρευνήσατε καὶ ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΗΡΑΓΓΕ. Εἶναι εὐκόλον νὰ κατασκευάσετε μίαν ἀεροδυναμικὴν σήραγγα, ἐντὸς τῆς ὁποίας νὰ ἐκτελέσετε πειράματα, τὰ ὅποια νὰ ἐξηγοῦν τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἀεροπλάνου. Ἀπαιτεῖται ἕνας ἠλεκτρικὸς ἀνεμοτήρ καὶ ἕνα ξύλινον κιβώτιον διαστάσεων 20×20×20 cm ἢ κατὰ τι μεγαλύτερον. Ἀφαιρέσατε τὸν πυθμένα του καὶ τοποθετήσατέ το ἔμπροσθεν τοῦ ἀνεμοτήρος ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 21-9. Τὸ κιβώτιον πρέπει νὰ διαχωρισθῇ εἰς σωληνας μικρᾶς διαμέτρου διὰ νὰ ἀποφευχθῶν στροβιλισμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ νὰ εἶναι ἡ δι' αὐτοῦ ροὴ κατὰ τὸ δυνατόν στρωτή. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ τοῦτο, ἀρκεῖ νὰ τοποθετήσετε χαρτόνια κατὰ μήκους τοῦ κιβωτίου, καὶ καθέτως πρὸς ἄλληλα ὡς ἐν τῷ σχήματι : Χαράξατε ἐπὶ ἐκάστου χαρτονίου σχισμὰς ἀπεχούσας, 2 περίπου ἑκατοστὰ μεταξύ των καὶ αἱ ὁποῖαι νὰ ἐκτείνωνται ἀπὸ τῆς περιμέτρου μέχρι τοῦ μέσου ἐκάστου φύλλου. Συναρμολογήσατε τὰ φύλλα ὡς εἰς τὰ κιβώτια μεταφορᾶς αὐγῶν. Τοποθετήσατε τὸ πλέγμα ἐντὸς τοῦ κιβωτίου καὶ τοιοιτοτρόπως θὰ σχηματισθοῦν σωληνες ἐπιφανείας 5 cm² περίπου. Δύνασθε νὰ παρακολοθησθε τώρα τὴν ροὴν τοῦ ἀέρος ὑπεράνω διαφόρων σχήματος ἐπιφανειῶν. Ἐὰν θελήσετε νὰ φαίνεται καλύτερον ἡ ροὴ τοῦ ἀέρος μορεῖτε νὰ χρησιμοποήσατε λευκὴν ὀμίχλην ἢ ὅποια παράγεται



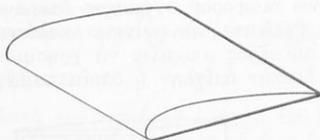
Σχ. 21-9. Πρόχειρος ἀεροδυναμικὴ σήραγγε.



Σχ. 21-10. Δημιουργία δμίχλης διά τήν πα-
ρατήρησιν τής ροής του αέρος.

δι' έμβαπτίσεως τεμαχίων ξηροῦ πάγου έντός θερμού ύδατος ώς δεικνύεται εις τό σχήμα 21-10. Τό ρεύμα τουτο τής «δμίχλης» διοχετεύεται εις τόν μεταξὺ άνεμιστήρος καί κιβωτίου χώρον όπότε διερχομένη διά μέσου τών μικρῶς διαμέτρου σωλήνων άποκτῶ έξερχομένη νηματική ροήν.

ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΙΝΔΤΝΟΣ! Ποτέ μῆ έμβαπτίσετε ξηρόν πάγον έντός κλειστής φιάλης. Σχηματίσατε ένα ξύλινον πρότυπον πτέρυγος αεροπλάνου (σχ.21-11) διαστάσεων 20×8 cm καί στερεώσατέ τό ώστε νά παραμένη άκίνητον καθώς θά προσβάλλεται ύπό του ρεύματος τής «δμίχλης». Παρατηρήσατε τήν κίνησιν τής δμίχλης όταν «γλύψη» τās δύο έπιφανείαις του ξυλίνου προτύπου. Έπαναλάβετε τό πείραγμα με έπιφανείαις διαφόρου σχήμα-



Σχ. 21-11. Πρότυπον πτέρυγος αεροπλάνου.

τος ώς π.χ. τās του σχήματος 16-2. Έάν εισθε εις θέσιν νά κατασκευάσετε ένα μικρόν αεροπλάνον καί τό θέσετε έντός τής προχείρου ταύτης σήραγγος θά άντιληφθῆτε τήν δράσιν τής δυναμικής άνώσεως καί τής δυναμικής άντιστάσεως.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Προσδιορίσατε τήν δυναμικήν άντίστασιν όταν είναι :

$C_D = 0,06$ (διά γωνίαν προσβολῆς 8° , ύψος πτήσεως = μηδέν (επίπεδον θαλάσσης) $d = 0,002378 \text{ slug}^3/\text{ft}^3$ επιφάνεια πτέρυγας = 120 ft^2 ταχύτης = 120 mil/h .

2. Πρότυπον αεροπλάνου ύφίσταται δυναμικήν άνωσιν 50 lb όταν τοποθετηθῆ έντός αεροδυναμικής σήραγγος με ταχύτητα αέρος 30 ft/sec . Ζητείται νά προσδιορισθῆ ἡ δυναμική άνωσις ἡ όποία θά δρά ἐπὶ του αὐτου προτύπου όταν ἡ ταχύτης του αέρος γίνη 120 mil/h βλαι δὲ αὶ ύπόλοιποι συνθήκαι παραμείνουν σταθεραί.

3. Ύπολογίσατε τήν άναγκαίαν διά τήν πῆσιν ἰσποδύναμιν του αεροπλάνου του προβλήματος 1.

4. Ύπολογίσατε τήν δυναμικήν άνωσιν μιᾶς αεροτομῆς όταν $C_L = 0,10$, $d = 0,0768 \text{ lb}/\text{ft}^3$, $s = 100 \text{ ft}^2$, $v = 150 \text{ mil/h}$.

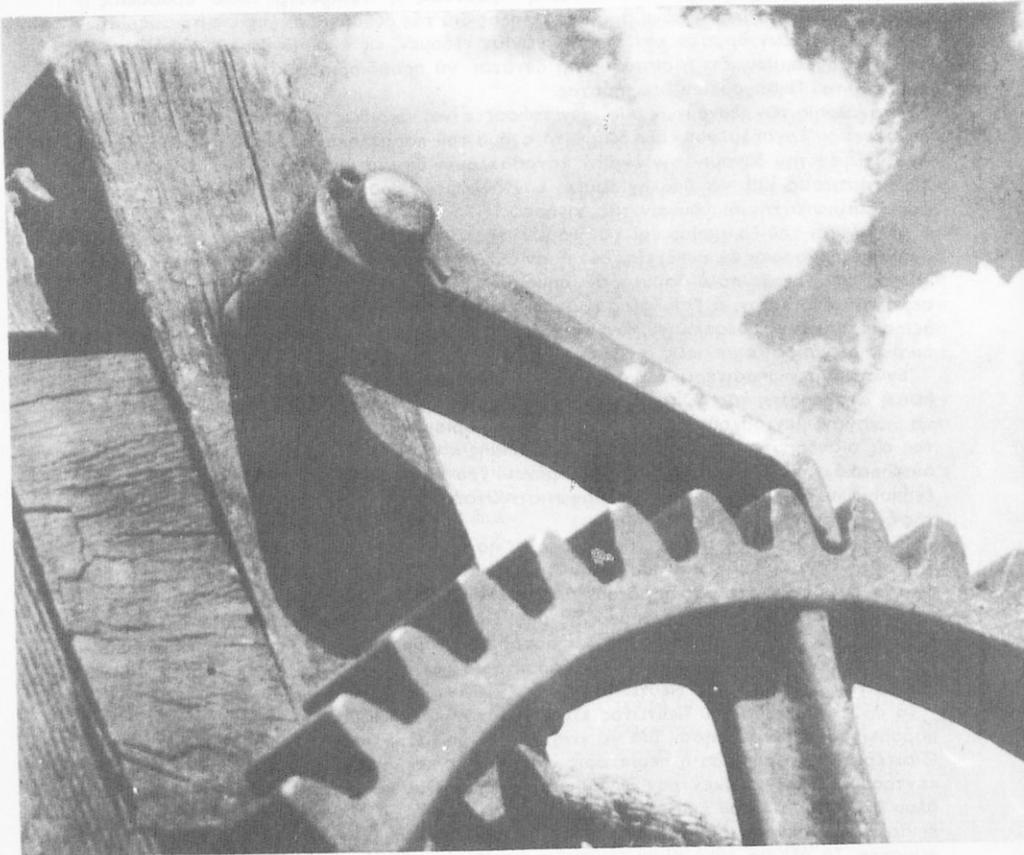
B

5. Ἡ ἰσποδύναμις ένός αεροπλάνου εἶναι 1500 HP όταν ἴπταται με ταχύτητα 250 mil/h . Ζητείται νά ύπολογισθῆ ἡ άπαιτούμενη ἰσποδύναμις διά νά ἴπταται τουτο με ταχύτητα 300 mil/h .
6. Αεροπλάνον βάρους 1000 lb ἴπταται ἐπὶ καμπύλης τροχιάς ακτίνας καμπυλότητος 2000 ft ύπό κλίσιν 30° καί ταχύτητα 150 mil/h . Έάν τό αεροπλάνον ἔχη τήν κατάλληλον κλίσιν ζητείται νά προσδιορισθῆ ἡ δυναμική άνωσις.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Εἰς τό μέρος αὐτό άνελύσαμεν, κατ' άρχάς, κάπως βαθύτερον τήν έννοιαν τής δυνάμεως. Εἶδομεν ότι διά τήν περιγραφῆν τής δέν άρκεῖ μόνον αριθμός μονάδων, καί τοιουτοτρόπως έγνωρίσαμεν τά άνύσματα, τά θέλη διά τών όποίων καί μόνον παριστανται έπακριβώς καί πλήρως αὶ διάφοροι δυνάμεις. Εἶδομεν άκόμη, πώς διά του συμβολισμοῦ

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ



ΜΗΧΑΝΑΙ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

7.—Μηχαναι

8.—Ενέργεια και Ισχύς

Εἰς τὰ ἐπόμενα ἐδάφια θὰ μάθωμεν

- “ΟΤΙ, οἱ φυσικοὶ ἐνδιαφέρονται, εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις, διὰ τὴν ὑπαρξιν τῆς τριβῆς
- “ΟΤΙ, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ «λάβετε» ἀπὸ μίαν μηχανὴν χωρὶς νὰ «δώσετε» εἰς αὐτὴν
- Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν ἡ κινητικὴ ἐνέργεια ἐνὸς σώματος νὰ μετατραπῆ εἰς «ἀνύψωσιν» ἐνὸς ἄλλου
- Πῶς νὰ ὑπολογίσετε τὴν ἰπποδύναμίν σας.

ΜΗΧΑΝΑΙ

Ζώμεν εἰς τὸν αἰῶνα τῶν μηχανῶν—μεγάλων μηχανῶν, μικρῶν μηχανῶν, συνδέτων μηχανῶν—μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι μᾶς ἔχουν ἀντικαταστήσει εἰς τὴν ἐκτέλεσιν πολλῶν ἐργασιῶν. Διὰ τὴν λειτουργίαν ὅμως τῶν μηχανῶν αὐτῶν ἀπαιτεῖται πρόοδος ἐνεργείας, ἡ ὁποία λαμβάνεται ἀπὸ φυσικὰς δυνάμεις, ἀπὸ τὸν ἀτμὸν, τὴν βενζίνη, τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ τελευταίως ἀπὸ τοὺς πυρῆνας τῶν ἀτόμων. Ὅταν προσπαθῶμεν νὰ ἀντιληφθῶμεν τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον αἱ μηχαναὶ αὐταὶ ἐργάζονται, δὴ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ λειτουργία των βασίζεται ἐπὶ δύο ἀπλῶν ἀρχῶν. Ἐὰν κατανοήσῃτε τὰς ἀρχὰς αὐτάς, αἱ ὁποῖαι διέπουν τὴν λειτουργίαν τῶν ἀνωτέρω μηχανῶν, δὴ εἶσατε εἰς θέσιν νὰ ἀναλύσῃτε τὴν λειτουργίαν πολὺ πολυπλόκων μηχανῶν.

ΕΔΑΦΙΟΝ 22. Ἔργον καὶ τριβή.

ΕΡΓΟΝ. Λέγομεν ὅτι δύναμις παράγει ἔργον, ὅταν προκαλῆ μετατόπισιν τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπενεργεῖ. Τοιοῦτοτρόπως ἐὰν ἄνθρωπος ἀνυψώῃ βάρος εἰς ὄρισμένον ὕψος, λέγομεν ὅτι παράγει ἔργον, διότι ἐφαρμόζει δύναμιν ἐπὶ τοῦ σχοινίου διὰ νὰ ἐξουδετερώσῃ τὸ βῆρος τοῦ ἀνυψουμένου σώματος, καὶ διότι σύρει πρὸς τὸ μέρος του τὸ κάτω ἄκρον τοῦ σχοινίου.

Γενικῶς εἰς τὴν Φυσικὴν ὑπάρχει ἔργον, ὅταν ὑπάρχῃ δύναμις καὶ μετατόπισις τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἔργου πολλαπλασιάζομεν τὴν δύναμιν ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν, τὴν ὁποίαν διήνυσε τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζεται αὕτη. Ἡ ἀνωτέρω πρότασις γράφεται ὑπὸ μορφήν ἐξισώσεως ὡς ἑξῆς:

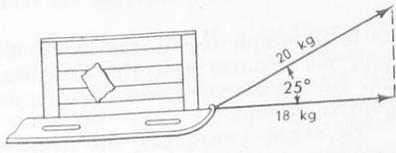
$$W = F \cdot S.$$

ὅπου W παριστᾷ τὸ ἔργον, F τὴν δύναμιν καὶ S τὴν μετατόπισιν τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις F . Ἐὰν μονὰς δυνάμεως λαμβάνεται τὸ χιλιόγραμμα (kg) καὶ μονὰς μήκους τὸ

μέτρον (m) τότε ὡς μονὰς ἔργου προκύπτει τὸ χιλιόγραμμόμετρον (kgm). Ἔργον ἐνὸς χιλιogramμέτρον καταναλίσκεται ἢ παράγεται ὅταν δύναμις $1kg$, ἐφαρμοζομένη ἐπὶ σώματος, προκαλεῖ τὴν μετατόπισιν τοῦ σώματος αὐτοῦ κατὰ $1 m$. Ἐὰν δύναμις $5 kg$ προκαλέσῃ μετακίνησιν σώματος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι ἐφηρμοσμένη, κατὰ $6 m$ τὸ παραγόμενον ἢ καταναλισκόμενον ἔργον θὰ ἴσούται πρὸς $5 \times 6 = 30 kgm$.

Ἐὰν ὡς μονὰς δυνάμεως ληφθῇ τὸ Newton, καὶ μονὰς μήκους τὸ μέτρον, τότε ὡς μονὰς ἔργου προκύπτει τὸ joule. Ἔργον ἐνὸς joule καταναλίσκεται ἢ παράγεται, ὅταν δύναμις $1 Nt$ ἐφαρμοζομένη ἐπὶ σώματος, προκαλεῖ τὴν μετατόπισιν τοῦ σώματος αὐτοῦ κατὰ $1 m$.

Τὸ σχῆμα 22-1 δεικνύει δύναμιν $20 kg$ ἔλκουσαν ἔλκθηρον. Διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τοῦ παραγομένου ἔργου πρέπει νὰ προσδιορισθῇ τὸ μέγεθος τῆς συνιστώσης τῆς δυνάμεως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μετατόπισεως. Ἐὰν τὸ σχοινίον σχηματίξῃ γωνίαν 25° μὲ τὴν ὀριζόντιον, ἡ παράλληλος πρὸς τὸ ἔδαφος συνιστῶσα τῆς δυνάμεως ἴσούται πρὸς $18 kg$, καὶ ἐπομένως τὸ ἔργον τὸ καταναλισκόμενον διὰ τὴν ἔλξιν τοῦ ἐλκθῆρον κατὰ $1 m$ εἶναι



Σχ. 22-1. Έργον = Δύναμις (παράλληλος προς την διεύθυνσην της κινήσεως) × Μετακίνησιν.

περίπου 18 kgm. Ὅποτεδήποτε ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ παραχθὲν ἢ καταναλωθὲν ὑπὸ δυνάμεως ἔργον, πρέπει νὰ ἐξετασθῇ ἐὰν ὁ ἄξων ἐπενεργείας τῆς δυνάμεως εἶναι συγγραμμικὸς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μετατοπίσεως καὶ ἐὰν ὄχι, νὰ προσδιορισθῇ ἡ μεταξὺ αὐτῶν γωνία.

ΤΡΙΒΗ. Ἐὰν ἄνθρωπος θελήσῃ νὰ ἀνψώσῃ κατακόρυφως βάρος 50 kg κατὰ 1 m, θὰ καταναλώσῃ ἔργον 50 kgm. Ἐὰν ὅμως θελήσῃ νὰ σύρῃ τὸ αὐτὸ βάρος ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, κατὰ 1 m, θὰ παρατηρήσῃ ὅτι ἀπαιτεῖται δύναμις μικρότερα τῶν 50 kg.

Ἡ ἐλκτική δύναμις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν

ὀμαλότητα τῶν δύο τριβομένων ἐπιφανειῶν καὶ ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ συρομένου σώματος. Ὅταν ἓνα σῶμα ὀλισθαίη ἢ κυλίεται ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας, ὡς ἓνα ἑλκθρον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἢ εἰς τροχὸς ἐπὶ τοῦ καταστρώματος ὕδου, παρουσιάζεται πάντοτε μία ἀντίστασις εἰς τὴν κίνησιν. Ἡ ἀντίστασις αὕτη, ἥτοι ἡ ἀντιτιθεμένη πρὸς τὴν κίνησιν δύναμις, καλεῖται δὲ ν α μ ι ς τ ρ ι β ῆ ς.

ΣΤΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ. Ἐστω, ὅτι ἐπὶ τραπέζης τοποθετοῦμεν στερεῶς, ἐπίπεδον ξυλίνην πλάκα βάρους 100 gr (σχ. 22-2). Ὡς δεικνύει τὸ δυναμόμετρον, ἀπαιτεῖται δύναμις 25 gr διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῆς τριβῆς. Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὴν πλάκα, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 22-3 ἐμφαίνεται, παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ αὕτη δύναμις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῆς τριβῆς. Ἀπὸ τὸ πείραμα τοῦτο, καταδεικνύεται ὅτι, ἡ δύναμις τριβῆς εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ ἐμβαδοῦ τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν, ἀλλὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τῶν ἐπιφανειῶν καὶ ἀπὸ τὴν κἀθετον δύναμιν, ἡ ὁποία πιέζει πρὸς ἄλ-

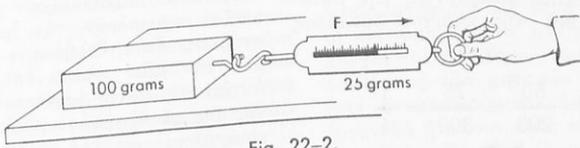


Fig. 22-2.

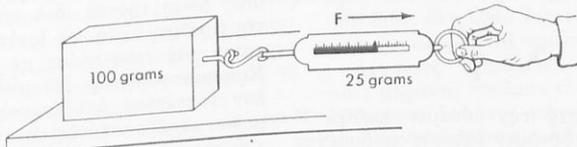
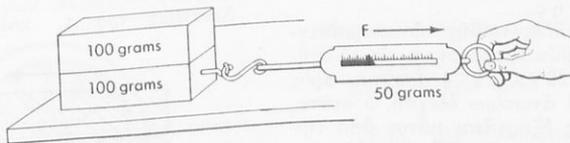


Fig. 22-3.



Σχ. 22-2, 22-3 καὶ 22-4. Ἡ δύναμις τριβῆς δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν, ἀλλὰ εἶναι ἀνάλογος τῆς καθέτου δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει αὐτάς.

λήλας τὰς τριβοµένας ἐπιφανείας. Ὄταν ἡ πλάξ τοποθετηθῆ ὡς εἰς τὸ σχῆμα 22-3, τὸ ἐμβαδὸν τῶν τριβοµένων ἐπιφανειῶν εἶναι µικρότερον, ἀλλὰ ἔχει αὐξηθῆ ἢ ἀνὰ µονάδα ἐπιφανείας κάθετος δύναµις, ἢ ὅποια πιέζει αὐτάς. Διὰ οἰονδήποτε δοθὲν βάρος πλακῶς, οἱ δύο αὐτοὶ παράγοντες ἀλληλοαναιρῶνται εἰς τρόπον ὅστε, ἢ δύναµις τριβῆς νὰ παραµένῃ ἢ αὐτή.

Ἐάν ὅμως θέσωµεν καὶ δευτέραν ἰσοβαρῆ πλάξα ἐπὶ τῆς πρώτης, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 22-4, παρατηροῦµεν ὅτι ἀπαιτεῖται µεγαλύτερα δύναµις, καὶ µάλιστα διπλασία, διὰ τὴν ἔλξιν αὐτῶν. Τὸ βάρος τοῦ ὀλισθαίνοντος σώµατος ἐδιπλασιάσθη, ὡς ἐπίσης καὶ ἡ κάθετος δύναµις, ἢ πιέζουσα πρὸς ἀλλήλας τὰς τριβοµένους ἐπιφανείας. Ἐάν θέσωµεν καὶ τρίτην ἰσοβαρῆ πλάξα, ἢ δύναµις ἔλξεως θὰ τριπλασιασθῆ, ἥτοι θὰ ἀπαιτοῦνται 75 gr. Ἡ δύναµις τριβῆς ὅμως θὰ παραµένῃ σταθερά, δι' ὅλας τὰς περιπτώσεις καὶ µάλιστα ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ βάρους τοῦ συγκροτήµατος τῶν ξυλίνων πλακῶν, ἀνεξαρτήτως τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν, ἐφ' ὅσον αἱ ξύλιναί πλάκες θὰ ὀλισθαίνουν ἐπὶ τῆς αὐτῆς τραπέζης. Αἰαιροῦντες τὴν δύναµιν τριβῆς διὰ τῆς καθέτου δυνάµεως λαµβάνοµεν

$$\frac{25}{100} = \frac{50}{200} = \frac{75}{300} = \frac{1}{4}$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις γράφεται γενικῶς ὡς ἑξῆς :

$$k = \frac{f}{F}$$

ὅπου f παριστᾷ τὴν δύναµιν τριβῆς, F τὴν κάθετον δύναµιν ἐπὶ τὰς τριβοµένους ἐπιφανείας, καὶ k τὸ πηλίκον αὐτῶν τὸ ὅποιον καλεῖται ἐιδικώτερον συντελεστὸς τῆς τριβῆς.

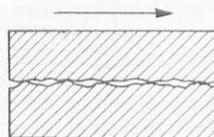
Ὁ συντελεστὴς τριβῆς τῶν παραδειγµάτων, τὰ ὅποια ἐφαίνονται εἰς τὰ σχήµατα 22-2, 22-3, 22-4 ἰσοῦται πρὸς 0,25. Ὡς καὶ ἀνωτέρω ἐλέχθη, ὁ συντελεστὴς τριβῆς ἐξαρτᾶται µόνον ἀπὸ τὴν φύσιν τῶν ἐπιφανειῶν. Ἐνα µικρὸν σιδηροῦν τεµάχιον ὀλισθαίνει ἐπὶ δοθείσης ἐπιφανείας παρουσιάζει τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τριβῆς µὲ οἰοδήποτε σιδηροῦν τεµάχιον µεγαλυτέρων διαστάσεων, καὶ τοῦ-

το διότι ἡ τιμὴ τοῦ κλάσµατος τοῦ βάρους τοῦ σώµατος πρὸς τὴν ἀπαιτουµένην διὰ τὴν κίνησιν αὐτοῦ δύναµιν, παραµένει σταθερά.

Ἐκ πείρας γνωρίζοµεν ὅτι εἶναι δυσκολώτερον νὰ θέσωµεν εἰς κίνησιν σῶµα εὐρίσχοµενον εἰς ἠρεμίαν, παρὰ νὰ διατηρήσωµεν τὴν κίνησιν αὐτοῦ ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα, ὅταν τὸ σῶµα ἤθελε τεθῆ εἰς κίνησιν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν διακρίνοµεν τὴν *τριβὴν κινήσεως*, ἢ ὅποια εἶναι ἴση, ἀλλ' ἀντιθέτου διευθύνσεως πρὸς τὴν δύναµιν, τὴν ἀπαιτουµένην διὰ τὴν διατήρησιν τῆς ταχύτητος τοῦ κινουµένου σώµατος σταθερᾶς, ἀπὸ τῆς *τριβῆν ἠρεµίας*, ἢ ὅποια εἶναι ἴση, ἀλλ' ἀντιθέτου διευθύνσεως πρὸς τὴν δύναµιν τὴν ἀπαιτουµένην διὰ τὴν ἐκκίνησιν τοῦ σώµατος, εἶναι δὲ ἡ τριβὴ κινήσεως µικροτέρα τῆς τριβῆς ἠρεµίας.

ΕΛΑΤΤΩΣΙΣ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ. Τὸ σχῆµα 22-5 δεικνύει τὴν µορφήν, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν ὑπὸ τὸ µικροσκόπιον, δύο λεία καὶ ἐστιλβωµένα ἐπιφάνειαι. Παρατηροῦµεν ὅτι, καὶ αὐτὰ ἀκόµη αἱ λείαι ἐπιφάνειαι παρουσιάζουν ἀνωµαλίαις, αἱ ὁποιαὶ προκαλοῦν τὴν ἐμφάνισιν ἀντιστάσεως, ὅταν θελήσωµεν νὰ ὀλισθήσωµεν τὴν µίαν πλάξα ἐπὶ τῆς ἄλλης. Ἡ ἀντίστασις αὕτη, ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι αἱ ἐξογκώσεις τῆς µιᾶς πλακῶς εἰσέρχονται εἰς τὰς κοιλότητας τῆς ἄλλης, καλεῖται δέ, ὡς ἤδη γνωρίζοµεν, τριβή. Ἐνας τρόπος διὰ νὰ ἐλαττώσωµεν τὴν τριβήν, εἶναι νὰ λειάνωµεν περισσότερον τὰς ἐπιφανείας µὲ σφυριδόπανον. Χρησιμοποιοῦντες ἐπὶ µᾶλλον καὶ µᾶλλον λεπτότερα ἀποξεστικά ὕλικά, δυνάµεθα νὰ ἐξοµαλύνωµεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώµατος εἰς τοιοῦτον βαθµόν, ὥστε ὁ συντελεστὴς τριβῆς αὐτῆς νὰ καταστῆ µικρός.

Δεύτερος τρόπος, καὶ περισσότερον



Σχ. 22-5. Αἱ ἀνωµαλίαι τῶν ἐπιφανειῶν, ἀντιτίθενται εἰς τὴν ὀλίσθησιν.

χρησιμοποιούμενος, είναι ή χρῆσις ὑγρῶν μεταξὺ τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν. Τὰ ὑγρά αὐτὰ προκαλοῦν σημαντικὴν ἐλάττωσιν τοῦ συντελεστοῦ τριβῆς. Ἐνα λεπτόν ὕδατιν στρώμα μεταξὺ τοῦ λιθοστρώτου καταστρώματος μιᾶς ὁδοῦ καὶ τῶν ἐλαστικῶν τῶν τροχῶν αὐτοκινήτου, ἐξαφανίζει πλήρως τὰς ἀνωμαλίας τοῦ καταστρώματος. Τὸ ἔλαιον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εὐρέως διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς τριβῆς. Ὁ ὀλίσθησις ἐντὸς ἐνὸς καλῶς λιπασμένου ἐδράνου γίνεται μεταξὺ τῶν στρωμάτων τοῦ ἐλαίου λιπάνσεως. Ἡ τριβή, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται μεταξὺ τῶν στρωμάτων ὑγροῦ καλεῖται $\xi\omega\delta\epsilon\varsigma$. Τόσον τὸ $\xi\omega\delta\epsilon\varsigma$ ἐνὸς ἐλαίου, ὅσον καὶ αἱ ἰδιότητες λιπάνσεως αὐτοῦ, ἐλαττοῦνται ὅταν τὸ ἔλαιον θερμοανθῆ.

Ἐνίοτε, διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς τριβῆς τῶν ἐδράνων χρησιμοποιοῦνται μαλακὰ μέταλλα ὡς τὸ Babitt (κρῶμα κασιτέρου, χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου) ἢ ψευδάργυρος. Αἱ προεξοχαὶ τοῦ χαλυβδίνου ἄξονος, ὁ ὁποῖος περιστρέφεται ἐντὸς τοῦ ἐδράνου χαράσσουσιν τὰ μαλακὰ μέταλλα καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐλαττοῦται ἡ τριβή.

Ἡ πλέον ἀποτελεσματικὴ ἐλάττωσις τῆς τριβῆς εἶναι χρῆσις κυλιόμενων σωμάτων ἀντὶ τῶν ὀλισθανόντων καὶ τοῦτο διότι ἡ τριβὴ κυλίσεως εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα τῆς τριβῆς ὀλισθήσεως. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν χρησιμοποιοῦνται εὐρέως ὁ τροχὸς καὶ τὰ ἔδρανα κυλίσεως. Ἡ μικρὰ ἀντίστασις ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τὴν κύλισιν ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς ἔχει ὀποχωρήσει ἐλαφρῶς (σχ. 22-6) καὶ οὕτω ὁ τροχὸς πρέπει νὰ ὑπερβῇ τὸ μικρὸν «ὑψωμα» τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμπροσθέν του.

Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τοὺς συντελεστὰς τριβῆς διαφόρων σωμάτων.

Ἐφ' ὅσον ἡ τριβὴ ὀφείλεται εἰς τὰς ἀνωμαλίας τῶν ἐπιφανειῶν, αἱ τιμαὶ τῶν

Σώματα	Συντελεστῆς τριβῆς
Ξύλον ἐπὶ ξύλου, ξηρὰ	0,25—0,50
Πλίνθος ἐπὶ πλίνθου, ξηρὰ	0,60—0,70
Μέταλλον ἐπὶ μετάλλου, ξηρὰ	0,15—0,20
Λιπασμένον λείαι ἐπιφάνεια	0,08—0,05
Κύλισις μετάλλου ἐπὶ μετάλλου, (ὡς ἄξων καὶ ἔδρανον)	0,002
Ἐλαστικὸν κόμμι, ἢ σιμέντο	0,60—0,70

συντελεστῶν τριβῆς τῶν σωμάτων δὲν εἶναι ἀπολύτως ἀκριβεῖς, ἀλλὰ μόνον κατὰ προσέγγισιν.

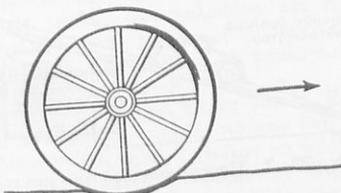
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ. Εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις ἡ τριβὴ δὲν εἶναι μόνος ὀφέλιμος ἀλλὰ καὶ ἀπαραίτητος ὡς π. χ. εἰς τὸ βάδισμα ἢ διὰ τὴν ἐκκίνησιν τῶν αὐτοκινήτων ἐπὶ ὀριζοντίου ὁδοῦ ἢ ἀκόμη καὶ διὰ τὸ στάμαγμα αὐτῶν ἐπὶ κατοφερείας.

Εἰς ἕνα κινήτηρα ὁμως, ἡ εἰς μίαν μηχανὴν ἐν γένει, ἡ τριβὴ ἀποτελεῖ ἀπώλειαν ἔργου καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐλαττώνει τὸ ὀφέλιμον ἔργον αὐτῆς. Ἐὰν δὲν ὀπῆρχον αἱ ἀπώλειαι τριβῶν, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῶν μηχανῶν θὰ ἦτο 100%, ἦτοι τὸ ἀποδιδόμενον ὑπὸ τῆς μηχανῆς ἔργον θὰ ἦτο ἴσον πρὸς τὸ προσδιδόμενον εἰς αὐτήν. Τοιαύτη ἰδανικὴ μηχανὴ δὲν ἔχει, καὶ οὐτε πρόκειται νὰ κατασκευασθῇ διότι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐξουδετερωθοῦν πλήρως αἱ τριβαί.

Λέγοντες **βαθμὸν ἀποδόσεως** μιᾶς μηχανῆς νοοῦμεν τὸν λόγον τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ τῆς μηχανῆς ἔργου πρὸς τὸ προσδιδόμενον εἰς αὐτήν ἔργον: Ἐπομορφὴν σχέσεως, ἡ ἀνωτέρω πρότασις γράφεται ὡς ἑξῆς:

$$\text{Βαθμὸς ἀποδόσεως (β.α.)} = \frac{\text{Ἀποδιδόμενον ἔργον}}{\text{Προσδιδόμενον ἔργον}} = \frac{\text{Ὁφέλιμον ἔργον}}{\text{Ὀλικὸν ἔργον}}$$

Οὕτω, ἐὰν προσδώσωμεν εἰς σύστημα τροχαλιῶν ἔργον ἴσον πρὸς 100 kgm καὶ λάβωμεν ὀφέλιμον ἔργον 80 kgm, ὁ β. α. τοῦ συστήματος εἶναι $\frac{80}{100}$ ἢ 80%. Τὰ ὑπόλοιπα 20% τοῦ προσδοθέντος ἔργου,



Σχ. 22-6. Τριβὴ κυλίσεως.

δεν αποδίδονται ως ωφέλιμον έργο, αλλά καταναλίσκονται δια την ύπερνήκησιν των τριβών, και συνήθως μετατρέπονται εις θερμότητα. "Όταν δύο σώματα ολισθαίνουν η κλιούνται μεταξυ των, ως τα έδρανα, τα πριόνια κ.τ.λ. αναπτύσσεται πάντοτε θερμότης, η όποία οφείλεται εις τας «άπωλείας» τριβών. Λέγοντες «άπωλείαν» δεν νοούμεν άπώλειαν έργου αλλά άπώλειαν ωφέλιμου έργου, διότι ως γνωρίζομεν δεν είναι δυνατόν να καταστραφή έργον. Οιονδήποτε έργον έχει προσδοθη εις μηχανήν και δεν έχει άποδοθη υπό ωφέλιμον μορφήν, έχει μετατραπή εντός της μηχανής εις θερμότητα η οϊανδήποτε άλλην μορφήν ενεργείας.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

$$W = F \cdot S$$

Χιλιόγραμμόμετρον (kgm)

Joule

$$k = \frac{f}{F}$$

Συντελεστής τριβής

Ήξωδες

$$\text{β.α.} = \frac{\text{Ήποδιδόμενον έργον}}{\text{Προσδιδόμενον έργον}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοούμεν λέγοντες έργον εις την Φυσικήν;
2. Αναφέρατε διαφόρους μονάδας έργου.
3. Ποιοι παράγοντες πρέπει να είναι γνωστοί, δια να είναι δυνατός ο υπολογισμός του έργου;
4. Έάν η διεύθυνσις της δρώσης δυνάμεως και η διεύθυνσις της μετακινήσεως δεν είναι παράλληλοι, πώς υπολογίζεται το παραγόμενον υπό της δυνάμεως έργον;
5. Τί προκαλει την τριβήν;
6. Τί νοούμεν λέγοντες, δύναμις τριβής;
7. Πώς ορίζεται ο συντελεστής τριβής;
8. Αναφέρατε τρεις μεθόδους, κατά τας όποιās είναι δυνατή η έλάττωσις της τριβής.
9. Διατί η λιπαντική ικανότης και το ήξωδες ενός ελαίου έλαττούνται το θέρος;

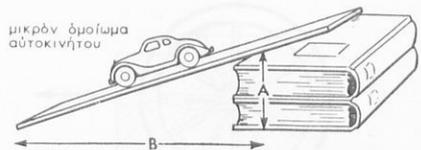
10. Τί νοούμεν λέγοντες βαθμός άποδόσεως μιās μηχανής;
11. Διατί το άποδιδόμενον έργον υπό μιās μηχανής είναι μικρότερον από το προσδιδόμενον εις αυτήν;
12. Τί γίνονται αι άπώλειαι έργου μιās μηχανής;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Δια ποϊον λόγον εις την πρᾶξιν προτιμῶμεν την τριβήν κλισεως από την τριβήν ολισθήσεως;
2. Δια ποϊον λόγον εις τα έδρανα των στρεφομένων αξόνων χρησιμοποιούμεν ένοσφαιρους τριβείς;
3. Συγκρίνατε το παραγόμενον έργον κατά την άνύψωσιν σώματος βάρους 50 kg και 4 m πρὸς το έργον της όριζοντίου μετακινήσεως σώματος υπό δυνάμεως 50 kg κατά 4 m.
4. Διατί είναι καλύτερον, όχημα να διαθέτη τροχοπέδας και εις τούς 4 τροχούς παρά μόνον εις τούς 2;
5. Τί προκαλει την άνάφλεξιν των μετεωριτών;
6. Διατί τεμάχιον τηχομένου πάγου ολισθαίνει ευκόλιωτερον;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΟΥ ΤΡΙΒΗΣ. Η μέθοδος του κεκλιμένου επιπέδου (σχ. 22 - 7) αποτελεί μίαν άλλην μέθοδον προσδιορισμού του συντελεστού τριβής. Δια την μέτρησιν αυτού απαιτείται μία σανίς και δυνατότης μεταβολής της γωνίας κλίσεως. Έάν θέλετε να προσδιορίσητε τον συντελεστήν τριβής ελαστικού και ξύλου τοποθετήσατε μίαν γομμολάστιχα επί της ξυλίνης σανίδος. Ακολουθώς μεταβάλλετε διαδοχικώς την γωνίαν κλίσεως έως ότου η γομμολάστιχα άρχιση να ολισθαίνη. Ο συντε-



Σχ. 22—7. Προσδιορισμός του συντελεστού τριβής

λεστής τριβής εις την θέσιν ταύτην είναι άπλώς τὸ πηλίκον τοῦ ὕψους Α (σχ. 22-7) διὰ τοῦ μήκους Β. Ἡ μέθοδος αὐτῆ δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ διὰ κάθε σώματι.

Ὁ συντελεστής τῆς τριβῆς κυλίσεως προσδιορίζεται μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς μικροῦ αὐτοκινήτου, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προμηθευθῆ κανεὶς ἀπὸ τυχὸν κατάστημα παιχιδίων.

Ἄπλοῦν πείραμα, εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφανιῆται καὶ ὁ ρόλος τῆς λιπάνσεως εἶναι ἡ ἐναπόθεσις ἐπὶ τῆς σανίδος τεμαχίου πάγου. Ἐνῶ ὁ πάγος κινεῖται πρὸς τὰ κάτω σεῖς ἐλαττώνετε συνεχῶς τὴν γωνίαν κλίσεως. Σημειώσατε τὴν μεγάλην διαφορὰν τῶν γωνιῶν κλίσεως εἰς τὰς δύο περιπτώσεις.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Παιδίον βάρους 50 kg ἀναρριχᾶται ἐπὶ στύλου ὕψους 3 m. Πόσον τὸ παρασχεθὲν ὑπ' αὐτοῦ ἔργον;
2. Νὰ ὑπολογισθῆ τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον καταβάλλει ἄπλος κατὰ τὴν ἀρτορίωσιν αὐλακος μήκους 200 m, ὅταν ἐξασκῆ ἐπὶ τοῦ ἀόρτρου συνεχῶς δυνάμιν 65 kg ὑπὸ γωνίαν 30° ὡς πρὸς τὸ ἔδαφος.
3. Ἐλκνηθρον σύρεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἔδαφους μὲ δύναμιν 3 kg καὶ προχωρεῖ κατὰ 100 m. Ἐὰν ἡ διεύθυνσις τῆς δυνάμεως ἔλξως σχηματίζῃ γωνίαν 30° πρὸς τὰ ἄνω μετὰ τῆς ὀριζοντίου, πόσον τὸ παραγόμενον ἔργον;
4. Ὁ συντελεστής τριβῆς μεταξὺ ξύλου καὶ πάγου εἶναι 0,15. Νὰ ὑπολογισθῆ τὸ παραγόμενον ἔργον ὅταν δύναμις, διευθυνομένη ὀριζοντίως, ἔλκῃ ἐπὶ ὀριζοντίου ἔδαφους ἔλκνηθρον βάρους 100 kg ἐπὶ 15 m.
5. Ἀνελκυστήρ βάρους 1000 kg ἀνυψοῦται κατὰ 10 m. Ἐὰν αἱ ἀντιστάσεις τριβῶν τῶν καλωδίων καὶ τροχαλιῶν εἶναι 10% τοῦ βάρους τοῦ θαλαμίσκου, ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ τὸ παραχθὲν ἔργον.
6. Ἀτμομηχανὴ ἔχει βάρος 50 ton. Ἐὰν ὁ συντελεστής τριβῆς σιδήρου ἐπὶ σιδήρου εἶναι 0,20, ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ ἡ μεγίστη ὀριζοντίως ἔλξις, τὴν ὁποῖαν δύναται νὰ ἀναπτύξῃ ἡ ἀτμομηχανή.

7. Ἔργον 80 kgm προσδίδεται εἰς σύστημα τροχαλιῶν, λαμβάνεται δὲ ὠφέλιμον ἔργον 60 kgm. Νὰ ὑπολογισθῆ ὁ β. α. τοῦ συστήματος τῶν τροχαλιῶν.
8. Κινητὴρ παρέχει ἔργον 33000 lbf ἐντὸς 1 min. Ἐὰν ὁ β. α. αὐτοῦ εἶναι 0,88, πόσον τὸ προσδιδόμενον εἰς αὐτὸν ἔργον ἐντὸς 1 min ;
9. Ἄνθρωπος ἐξασκεῖ δύναμιν 2 kg ἐπὶ τῆς λαβῆς ἀναμικτήρος β. α. 20%. Ἡ λαβὴ εἶναι τοποθετημένη ἐπὶ τοῦ δίσκου περιστροφῆς καὶ εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπὸ τὸ κέντρον αὐτοῦ. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ τὸ ὠφέλιμον ἔργον μετὰ 50 περιστροφὰς τῆς λαβῆς.
10. Δύναμις 65 kg, σχηματίζουσα γωνίαν ὡς πρὸς τὴν ὀριζόντιον, ἔλκει ἐπὶ ὀριζοντίου ἔδαφους, ἔλκνηθρον βάρους 1200 kg ὀλισθαίνον. Πόσος ὁ συντελεστής τριβῆς ὀλισθήσεως ;

B

11. Σῶμα βάρους 20 kg εὐρίσκειται ἐν ἀκινήσει ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιφανείας. Ἐὰν ὁ συντελεστής τριβῆς ἠρεμίας εἶναι 0,40 καὶ ὁ συντελεστής τριβῆς ὀλισθήσεως εἶναι 0,20 νὰ ὑπολογισθοῦν : α) πόση ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις διὰ τὴν ἄπλην ἐκκίνησιν τοῦ σώματος καὶ β) πόση ἡ δύναμις διὰ τὴν διατήρησιν τῆς κινήσεως τοῦ σώματος μετὰ τὴν ἐκκίνησιν ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα. (Ἄ.π. α) 8 kg β) 4 kg).
12. Ποῖον τὸ ὀλικῶς παραγόμενον ἔργον κατὰ τὴν ἀνύψωσιν 1 ton ἀνθρακος κατὰ 6 m ἐὰν ὁ β. α. τῆς ἀνυψωτικῆς μηχανῆς εἶναι 0,80 ;
13. Αὐτοκίνητον κινεῖται μετὰ ταχύτητα 60 km/h ἐπὶ ὀριζοντίου ὁδοῦ. Ἐὰν ἡ μηχανὴ αὐτοῦ ἐξασκῆ δύναμιν 100 kg ποῖον τὸ καταναλισκόμενον ἀνά sec ἔργον διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῶν παντῶς εἶδους δυνάμεων τριβῶν ;
14. Αὐτοκίνητον βάρους 1500 kg κινεῖται ἐπὶ ὀριζοντίου ὁδοῦ μετὰ ταχύτητα 45 km/h ὅταν ἐξαναγκάζεται νὰ σταματήσῃ. Ἐὰν ὁ συντελεστής τρι-

βῆς μεταξύ καταστροφώματος ὁδοῦ καὶ ἐλαστικῶν εἶναι 0,6, ποία ἢ ἐλαχίστη ἀπαιτουμένη ἀπόστασις διὰ νὰ σταματήσει ἐντελῶς τοῦτο.

15. Αὐτοκίνητον βάρους 3200 lb κινεῖται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους μὲ ταχύ-

τητα 60 mil/h. Λόγω τῆς ὁμοιομόρφου ἐφαρμογῆς τροχοπέδης τοῦτο σταματᾷ, ἀφοῦ ἐκάλυψεν ἀπόστασιν 176 ft. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ὁ συντελεστὴς τριβῆς μεταξύ καταστροφώματος ὁδοῦ καὶ ἐλαστικῶν.

ΕΔΑΦΙΟΝ 23. Ἀρχὴ τοῦ ἔργου.

ΤΟ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΝ ΕΠΙΠΕΔΟΝ. Δύο ἀπλᾶ ἀρχαὶ ἐπεξηγοῦν τὴν ἀρχὴν λειτουργίας ὅλων τῶν μηχανῶν. Ἡ ἀρχὴ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου καὶ ὁ μοχλός. Ἐστω ὅτι πρόκειται τεμαχίον πάγου βάρους 100 kg* νὰ ἀνυψωθῇ ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ τοποθετηθῇ ἐπὶ ἐπιπέδου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν 1 m ἄνωθεν τοῦ ἐδάφους. Τὸ βᾶρος καὶ ἡ ἀπόστασις ἀνυψώσεως εἶναι τοιαῦτα, ὥστε εἶναι ἀδύνατον, διὰ τὸν ἀνθρώπον νὰ μεταφέρῃ διὰ τῶν χειρῶν αὐτοῦ, τὸ ἀνωτέρω βᾶρος. Δύναται ὅμως νὰ πράξῃ τοῦτο τῆ βοήθειά σανίδος (σχ. 23-1).

Τὸ βᾶρος τοῦ πάγου τείνει ἀφ' ἑνὸς νὰ ὠθήσῃ τὸ σῶμα αὐτοῦ πρὸς τὰ κάτω ἀφ' ἑτέρου δὲ νὰ θραύσῃ τὴν σανίδα. Τὸ βᾶρος τοῦ πάγου ἀναλύεται εἰς δύο συνιστώσας, μίαν παράλληλον πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον καὶ μίαν κάθετον ἐπὶ αὐτήν. Τὸ ἄνυσμα w τὸ ἀγόμενον κατακόρυφως πρὸς τὰ κάτω, ἐκ τοῦ κέντρου βάρους τοῦ τεμαχίου, παριστᾷ τὸ βᾶρος αὐτοῦ. Τὸ ἄνυσμα f παριστᾷ τὴν συνισταμένην τοῦ βάρους τὴν παράλληλον πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἐν προκειμένῳ τὴν σανίδα, τὸ δὲ ἄνυσμα F παριστᾷ τὴν κάθετον πρὸς τὴν σανίδα συνιστώσαν τοῦ βάρους. Ἐὰν τὸ μήκος τῆς σανίδος, γενικῶς τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, εἶναι μέγα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ὕ-

ψος ἐκ τῆς ὀριζοντίου τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτῆς τότε τὸ ἄνυσμα f εἶναι μικρότερον. ΤΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙ-

ΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ. Ἀμελουμένης τῆς τριβῆς, ἀπεδείχθη ὅτι ἡ ἀπαιτουμένη δύναμις διὰ τὴν μετακίνησιν πρὸς τὰ ἐπάνω ἐνὸς σώματος ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς κλίσεως αὐτοῦ ἥτοι ἐκ τῆς γωνίας τὴν ὁποίαν σχηματίζει τοῦτο μὲ τὴν ὀριζόντιον. Ἐστω ὅτι τὸ μήκος τῆς σανίδος εἶναι 4 m. Τὰ δύο τρίγωνα ABC καὶ abc εἶναι ὅμοια ὁπότε θὰ εἶναι :

$$\frac{ab}{ac} = \frac{AB}{AC} \quad \eta \quad \frac{f}{w} = \frac{d}{D}$$

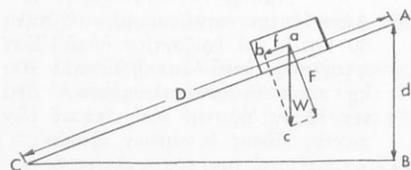
ὁπότε θὰ εἶναι

$$\frac{f}{100} = \frac{1}{4} \quad \text{καὶ} \quad f = 25 \text{ kg}$$

Παρατηροῦμεν ὅθεν ὅτι διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ τεμαχίου τοῦ πάγου βάρους 100 kg, ἀμελουμένης τῆς τριβῆς, ἀπαιτοῦνται μόνον 25 kg.

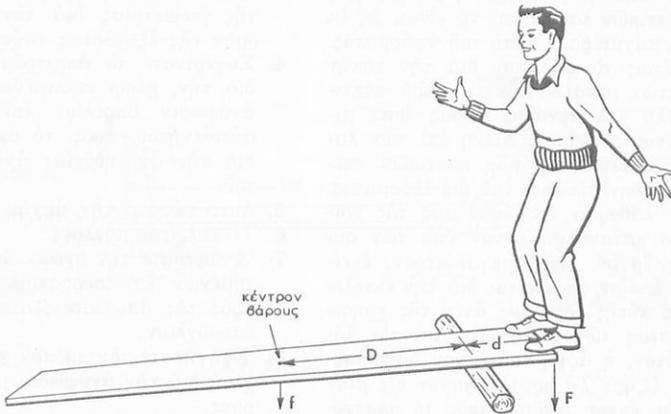
Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀναλογίας προκύπτει καὶ ἡ γενικωτέρα ἀρχὴ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ὁ λόγος τῆς δυνάμεως f πρὸς τὸ βᾶρος w τῶν ὁποίων πρέπει νὰ υπερνηκῆσῃ, ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τοῦ ὕψους d πρὸς τὸ μήκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου D .

Ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις f , διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ σώματος καλεῖται ἐνίοτε κινουσα δύναμις καὶ τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βᾶρος ἀντίστασις.



Σχ. 23—1. Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον ἀναλύει εἰς δύο συνιστώσας πᾶσαν δύναμιν ἢ ὁποία δρά ἐπ' αὐτοῦ.

ΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΝ ΕΡΓΟΝ. Ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις ἐπὶ τοῦ κεκλι-



Σχ. 23—5. Προσδιορισμός του βάρους της σανίδος.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΜΟΧΛΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΜΙΑΣ ΣΑΝΙΔΟΣ. Έστω ότι σās ετίθετο τὸ πρόβλημα τοῦ προσδιορισμοῦ τοῦ βάρους μιᾶς σανίδος χωρὶς νὰ ἔχετε εἰς τὴν διάθεσίν σας τὰς ἀνωτέρω ἀναφερθεῖσας βοηθητικὰς συσκευάς. Δύνασθε νὰ τὸ ἀντιμετωπίσετε; Ἐὰν ἔχετε ἀντιληφθῆ πλήρως τὴν ἀρχὴν τοῦ μοχλοῦ εἰσθε εἰς θέσιν νὰ χρησιμοποιήσετε τὴν σανίδα, ὡς μοχλόν, ἰσοροποῦντες μὲ τὸ βάρος τοῦ σώματός σας, τὸ βάρος αὐτῆς. Δὲν ἀπαιτεῖται νὰ εἶναι ἡ σανὶς δοθέντος μήκους ἢ ὁμοίμορφος. Δυνατὸν νὰ εἶναι καὶ ἀκανόνιστον σχήματος. Κατ' ἀρχὰς πρέπει νὰ προσδιορισθῆ τὸ κέντρον βάρους αὐτῆς. Πρὸς τοῦτο λαμβάνετε μικρὰν ῥάβδον καὶ θέτετε ἐπ' αὐτῆς τὴν σανίδα. Μετακινοῦντες ταύτην ἐπὶ τῆς ῥάβδου προσδιορίζετε τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον ἐὰν τεθῆ ἡ ῥάβδος, ἡ σανὶς ἰσοροποεῖ. Κατόπιν αὐτοῦ θέτετε τὴν ῥάβδον εἰς μίαν ἐνδιάμεσον θέσιν μεταξὺ τοῦ κέντρου βάρους αὐτῆς καὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου. Ἐὰν ἀνέλθετε ἐπὶ τῆς σανίδος, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 23-5 αὕτη βεβαίως δὲν θὰ ἰσοροποῖ. Διὰ καταλλήλων μεταθέσεων τῆς ῥάβδου δύνασθε νὰ ἐπιτύχητε τὴν ἰσοροσίαν τῆς σανίδος, ἢ ὁποία δὲν διαφέρει κατὰ τίποτε ἀπὸ τὴν ἰσοροσίαν ἐνὸς μοχλοῦ. Ἡ ῥάβδος εἶναι

τὸ ὑπομόχλιον. Ἐὰν μετρήσετε τὰς ἀποστάσεις κέντρου βάρους — ὑπομοχλίου καὶ ὑπομοχλίου — ἄκρου τῆς σανίδος, δοθέντος ὅτι τὸ βάρος τοῦ σώματός σας εἶναι γνωστὸν, δύνασθε νὰ προσδιορίσετε τὸ βάρος τῆς σανίδος ἀπὸ τὴν σχέσιν $f \cdot D = P \cdot d$ ὅπου f , F , d καὶ D τὰ εἰς τὸ σχῆμα 23-5 ἐμφαινόμενα.

Ἐὰν τὸ βάρος σας εἶναι 80kg, εὐρέθησαν δὲ $d = 20$ cm καὶ $D = 80$ cm θὰ εἶναι

$$f \times 80 \text{ cm} = 80 \text{ kg} \times 20 \text{ cm} \quad \text{ἢ} \quad f = 20 \text{ kg}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἄνθρωπος ὠθεῖ τεμάχιον πάγου βάρους 135 kg πρὸς τὰ ἄνω, ἐπὶ κεκλιμένον ἐπιπέδον μήκους 7,5 m, τοῦ ὁποίου τὸ ἀνώτατον σημεῖον εὐρίσκειται εἰς ὕψος 2 m. Πόσων δυνάμεων πρέπει οὗτος νὰ ἐξασκῆ κατὰ μῆκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἐὰν ἀμεληθῆ ἡ τριβή;
2. Ὅμας ἴππων ἔλκουν φορτωμένη ἄμαξαν, συνολικοῦ βάρους 1 ton ἐπὶ ὁδοῦ, τῆς ὁποίας ἡ κλίσις εἶναι 7ft ἀνὰ 100 ft. Ἐὰν ἡ τριβὴ θεωρηθῆ ἀμελητέα, ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἐξασκουμένη, ὑπὸ τῶν ἴππων, δύναμις ὥστε τὸ φορτίον νὰ μεταφερθῆ;

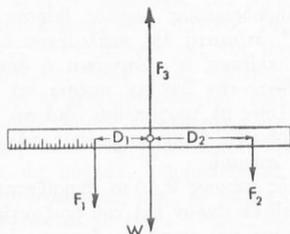
3. Τρακτέρ σύρει με δύναμιν 340 kg φορτίον βάρους 900 kg ἐπὶ πλαγιάς λόφου 4.5 m ἀνὰ 30 m. Ὁ δρόμος ὀπισθεν τοῦ λόφου εἶναι ὀριζόντιος καὶ τῆς αὐτῆς κατασκευῆς με τὸν εἰς τὰς πλαγιάς αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Ποία ἡ ἀπαιτουμένη ὑπὸ τοῦ τρακτέρ δύναμις εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον;
4. Τὸ ἀνώτατον σημεῖον κεκλιμένου ἐπιπέδου εὐρίσκεται εἰς ὕψος 5 ft ἐνῶ τὸ μήκος αὐτοῦ 13 ft. Ἐὰν ἀπαιτῆται δύναμις 65 lb διὰ τὴν ἀκίνητοποίησιν ἐνὸς φορτίου ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ποῖον τὸ βᾶρος τοῦ φορτίου, δοθέντος ὅτι ἡ τριβὴ εἶναι ἀμελητέα;
5. Αὐτοκίνητον βάρους 1100 kg διήνευσε ἀπόστασιν 1,6 km ἐπὶ πλαγιάς λόφου κλίσεως 1 m ἀνὰ 30 m. Ποῖον τὸ καταναλωθὲν ἔργον, τῆς τριβῆς θεωρουμένης ἀμελητέας;
6. Παιδίον βάρους 55 kg κάθεται εἰς ἀπόστασιν 1,2 m ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς «τραμπάλας». Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτὸν πρέπει νὰ καθήσῃ παιδίον βάρους 36 kg, εἰς τρόπον ὥστε, ἡ «τραμπάλα» νὰ εὐρίσκηται ἐν ἰσορροσίᾳ;
7. Ἐὰν διὰ τὴν κλίσιν βαρελίου βάρους 45 kg ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου ὕψους 1 m καὶ μήκους 3 m ἀπαιτῆται δύναμις 18 kg, ποῖος-ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου;
8. Πόσον τὸ καταναλισκόμενον διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῶν τριβῶν τοῦ προβλήματος 7 ἔργον;
9. Ποία ἡ ἀπαιτουμένη δύναμις διὰ τὴν μετακίνησιν τεμαχίου πάγου βάρους 45 kg ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου μήκους 6 m, ὕψους 2,4 m καὶ βαθμοῦ ἀποδόσεως 50%.
10. Ὅριζόντιος ράβδος, μήκους 1 m καὶ βάρους 150 gr διηρημένη εἰς 10 ἴσα τμήματα, τίθεται ἐπὶ κατακορύφου στήριγματος ἀμελητέας ἐπιφανείας. Τὸ σημεῖον στηρίξεως τῆς ράβδου εἶναι ἡ βαθμὶς τῶν 40 cm. Ζητεῖται εἶναι ἡ βαθμὶς τῶν 40 cm. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τὴν θέσιν στηρίξεως τῆς ράβδου εἰς τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναρτηθῇ βάρους 100 gr διὰ νὰ εὐρίσκηται ἡ ράβδος ἐν ἰσορροσίᾳ. (Ἄπαν. 25 cm).

B

11. Ἴππος σύρων φορηγὸν ἄμαξαν βάρους 30 ton ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου καταβάλλει δύναμιν 60 kg. Ἐὰν τὸ $\frac{1}{2}$ τῆς καταβαλλομένης ὑπ' αὐτοῦ δυνάμεως ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῶν τριβῶν, πόση ἡ κλίσις τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου;
12. Φορτίον 1000 kg εὐρίσκεται ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου γωνίας 15°, καὶ ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν δυνάμεως παραλλήλου πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον τὸ σῶμα σύρεται ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα πρὸς τὰ ἄνω ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ἐὰν ὁ συντελεστὴς τριβῆς ὀλισθήσεως εἶναι 0,15, πόση ἡ ἀπαιτουμένη δύναμις; (Ἡ δύναμις τριβῆς εἶναι τὰ 0,15 τῆς καθέτου, ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, συνιστώσης τοῦ βάρους τοῦ σώματος).
13. Σιδηροδρομικὸς συρμὸς βάρους 200 ton* σταματᾷ ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου κλίσεως 5°. Ζητεῖται ἡ δύναμις τριβῆς, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἀναπτύξουν αἱ τροχοπέδαι, διὰ νὰ παρεμποδισθῇ ἡ κίνησις πρὸς τὰ κάτω τοῦ συρμοῦ.
14. Δοκὸς μήκους 2 40 m στηρίζεται κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐδάφους καὶ κατὰ τὸ ἕτερον εἰς σημεῖον εὐρισκόμενον εἰς ὕψος 0,60 m. Πόση ἡ ἐλαχίστη δύναμις διὰ τὴν συγκράτησιν σώματος βάρους 20 kg* ἐπὶ τῆς δοκοῦ (μὴ ὑπολογιζομένης τῆς τριβῆς);
15. Δοκὸς μήκους 13 ft στηρίζεται κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐδάφους καὶ κατὰ τὸ ἕτερον εἰς σημεῖον εὐρισκόμενον εἰς ὕψος 5 ft. Ὁ συντελεστὴς τριβῆς ὀλισθήσεως μεταξὺ τῆς δοκοῦ καὶ σώματος εὐρισκομένου ἐπ' αὐτῆς εἶναι $\frac{5}{12}$. Θὰ ὀλισθήσῃ τὸ σῶμα πρὸς τὰ κάτω ἢ θὰ ἐμποδισθῇ ὑπὸ τῆς δυνάμεως τριβῆς; (Ἡ δύναμις τριβῆς εἶναι τὰ $\frac{5}{12}$ τῆς καθέτου, ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, συνιστώσης τοῦ βάρους τοῦ σώματος).

ΕΔΑΦΙΟΝ 24. Τὸ θεώρημα τῶν ροπῶν καὶ αἱ συνδῆκαι ἰσορροπίας τοῦ σώματος.

Αἱ ΔΡΩΣΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΕΠΙ ΕΝΟΣ ΜΟΧΛΟΥ. Τὸ σχῆμα 24 - 1 παριστᾷ μοχλὸν στηριζόμενον εἰς τὸ σημεῖον Ο. Ἐπ' αὐτοῦ δρῶν μὲ διεύθυνσιν πρὸς τὰ κάτω, αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 , τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις D_1 καὶ D_2 ἀπὸ τὸ Ο ἀντιστοίχως, καθὼς καὶ τὸ ἴδιον βάρος αὐτοῦ W . Ἐὰν ὁ μοχλὸς εὐρίσκειται ἐν ἡρεμίᾳ, ἢ ὡς λέγομεν ἐν ἰσορροπίᾳ, θὰ πρέπει ἢ πρὸς τὰ ἄνω (σχῆμα 24-1) διευθυνομένη δύναμις F_3 νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν τριῶν ἄλλων δυνάμεων ἢ ἐν ἄλλοις λόγοις, τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὅλων τῶν δρωσῶν ἐπὶ τοῦ σώματος δυνάμεων νὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ μηδέν. Ἐὰν θεωρήσωμεν τὴν πρὸς τὰ ἄνω διεύθυνσιν (σχ. 24 - 1) ὡς θετικὴν,



Σχ. 24—1. Αἱ δρωσάι δυνάμεις ἐπὶ ἐνὸς μοχλοῦ.

ἢ μὲν δύναμις F_3 θὰ ἔχη θετικὸν πρόσημον, αἱ ὑπόλοιποι δὲ δυνάμεις, θὰ ἔχουν ἀρνητικὸν πρόσημον. Ἐπὶ μορφῆν ἐξισώσεως ἢ κατάστασις ἰσορροπίας τοῦ μοχλοῦ ἐκφράζεται ὡς ἑξῆς:

$$F_3 - F_1 - F_2 - W = 0$$

Γενικῶς ἰσχύει ἡ κατωτέρω πρότασις: Ὅταν τὸ τυχόν σῶμα εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπίᾳ, ἢ ἀνισταμένη, ὅλων τῶν ἐπ' αὐτοῦ δρωσῶν δυνάμεων, ἰσοῦται πρὸς τὸ μηδέν.

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΕΝΟΣ ΜΟΧΛΟΥ. Ἐὰν κρατήσετε ὀριζοντιῶς μίαν ἐπιμήκη ράβδον ἀπὸ τὸ ἕνα ἄκρον αὐτῆς, θὰ διαπιστώσετε ὅτι αὐτὴ τείνει νὰ περι-

στραφῆ περὶ τὸ σημεῖον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον εἶναι στερεωμένη, καὶ νὰ καταλάβῃ τὴν κατακόρυφον θέσιν. Ἐὰν κρατήσετε ἀπὸ τὸ αὐτὸ ἄκρον, τὴν αὐτὴν ἐπιμήκη ράβδον, εὐρισκομένην ὁμοίως εἰς τὴν κατακόρυφον θέσιν, θὰ διαπιστώσετε ὅτι οὐδεμία τάσις ὑπάρχει ἀλλαγῆς τῆς θέσεως ταύτης.

Ἐκ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι, ἡ ἱκανότης μιᾶς δυνάμεως εἰς τὸ νὰ προκαλῆ περιστροφὴν τοῦ σώματος, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου δρᾷ ἐξαρτᾶται ἀπὸ δύο παράγοντας: ἀπὸ τὸ μέγεθος αὐτῆς ταύτης τῆς δρωσῆς δυνάμεως καὶ ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τοῦ σώματος. Ἡ ἀπόστασις αὕτη καλεῖται συνήθως μοχλοβραχίον τῆς δυνάμεως.

Ὅσον μεγαλύτερον τὸ μέγεθος τῆς δρωσῆς δυνάμεως, τόσον ἐντονωτέρα ἡ τάσις τοῦ σώματος πρὸς περιστροφὴν ὅσον μεγαλύτερα ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, ἢτοι ὅσον μεγαλύτερος ὁ μοχλοβραχίον τῆς δυνάμεως, τόσον ἐντονωτέρα ἡ τάσις τοῦ σώματος πρὸς περιστροφὴν. Τὸ γινόμενον τῆς δρωσῆς δυνάμεως ἐπὶ τὸν μοχλοβραχίονα καλεῖται ροπή τῆς δυνάμεως. Ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω, προκύπτει ὁ ἀκόλουθος ὀρισμὸς τῆς ροπῆς δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα περιστροφῆς. Ροπή δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα, ἐφ' ὅσον ἡ δύναμις κεῖται εἰς ἐπίπεδον κάθετον πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς, καλεῖται τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς. Ἐπὶ μορφῆν σχέσεως ἡ ροπή ἰσοῦται

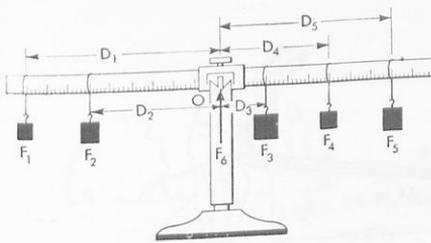
$$L = F \cdot D \text{ ὅπου}$$

L παριστᾷ τὴν ροπήν

F παριστᾷ τὴν δυνάμιν καὶ

D παριστᾷ τὸν βραχίονα τῆς δυνάμεως.

ΤΟ ΘΕΩΡΗΜΑ ΤΩΝ ΡΟΠΩΝ. Διὰ νὰ ἰσορροπῆ ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν πολλῶν δυνάμεων, σῶμα στρεπτόν περὶ ἄξονα, πρέπει τὸ ἄθροισμα τῶν ροπῶν, αἱ ὁ-



Σχ. 24—2. Το άθροισμα των δεξιοστροφών ροπών ισούται προς το άθροισμα των αριστεροστροφών.

ποια τείνουν να στρέψουν το σώμα κατά μίαν φοράν περιστροφής, έστω την δεξιόστροφον, να ισούται προς το άθροισμα των ροπών, αί όποιαί τείνουν να στρέψουν το σώμα αντιστρόφως ήτοι άριστεροστρόφως. Έπὸ μορφήν συμβόλων ή άνωτέρω σχέσις γράφεται:

$$(\curvearrowright)L = L(\curvearrowleft)$$

Όττω αί συνθήκαι ισορροπίας παντός σώματος είναι αί ακόλουθοι:

1. Τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὅλων τῶν ἐπὶ τοῦ σώματος δρωσῶν δυνάμεων ἰσοῦται πρὸς τὸ μηδέν.
2. Τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν ροπῶν, τῶν ὁμοεπιπέδων δυνάμεων τῶν δρωσῶν ἐπὶ σιευροῦ σώματος σιευροῦ περὶ ἄξονα, ἰσοῦται πρὸς τὸ μηδέν, ήτοι τὸ ἄθροισμα τῶν δεξιοστροφῶν ροπῶν ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἀριστεροστροφῶν.

Όττω, προκειμένον νὰ προσδιορισθοῦν αί καταστάσεις ισορροπίας ἑνὸς μοχλοῦ ἐπὶ τοῦ ὁποίου δρῶν πολλὰ ὁμοεπιπέδα δυνάμεις (σχ. 24 - 2), προσθέτομεν κατ' ἀρχῆς ὅλας τὰς δεξιοστροφους ροπὰς καὶ ἀκολουθῶς ὅλας τὰς ἀριστεροστροφους. Όττω τὸ ἄθροισμα τῶν δεξιοστροφῶν ροπῶν τῶν δυνάμεων τοῦ σχήματος 24-2 είναι:

$$F_3 D_3 + F_4 D_4 + F_5 D_5$$

Τὸ ἄθροισμα τῶν ἀριστεροστροφῶν ροπῶν είναι:

$$F_1 D_1 + F_2 D_2$$

Ἡ ροπή τῆς δυνάμεως F_6 είναι μηδέν,

διότι ὁ μοχλοβραχίον (ή ἀπλῶς βραχίον) τῆς δυνάμεως είναι μηδέν.

Ἐξισοῦμεν ἀκολουθῶς τὰς δεξιοστροφους ροπὰς πρὸς τὰς ἀριστεροστροφους

$$F_1 D_1 + F_2 D_2 = F_3 D_3 + F_4 D_4 + F_5 D_5$$

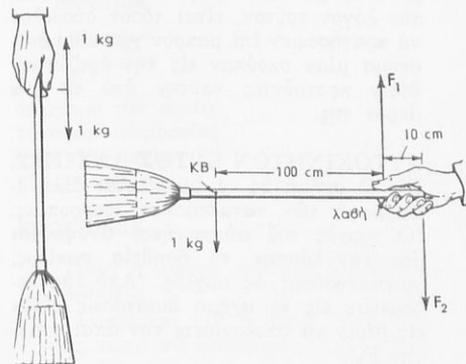
καὶ προκύπτει οὔτω ή μία συνθήκαι τῆς ισορροπίας.

Ἡ ἑτέρα συνθήκαι είναι:

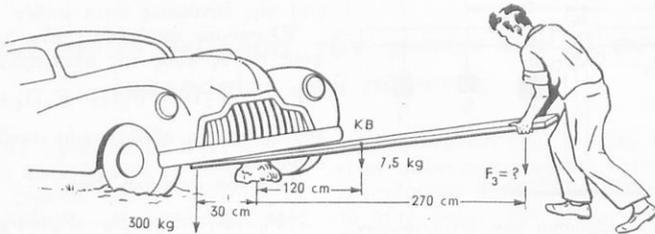
$$F_6 - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 - F_5 = 0$$

θεωρουμένης τῆς πρὸς τὰ ἄνω φορῆς θετικῆς.

Ἡ ΣΚΟΤΠΑ ΩΣ ΜΟΧΛΟΣ. Τὸ σχήμα 24 - 3 δεικνύει μίαν σκούπα εἰς δύο θέσεις. Εἰς τὴν κατακόρυφον θέσιν ὁ καρπὸς τῆς χειρὸς, τοῦ κρατοῦντος ταύτην ἄνθρωπον, πρέπει νὰ ἐξασκή δύναμιν 1 kg πρὸς τὰ ἄνω. Όταν ὅμως ή σκούπα λάβη τὴν ὀριζόντιον θέσιν δὲν ἀρκεί μία δύναμις εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς διὰ νὰ ἐπιρροπήσῃ. Ἐπὶ τῆς σκούπας δρῶν, ὡς εἰς τὸ σῆμα 24 - 3 ἐμφαίνονται, τρεῖς δυνάμεις, ήτοι τὸ βάρος αὐτῆς ἴσον πρὸς 1 kg, ἔχρον ὡς σημεῖον ἐφαρμογῆς αὐτοῦ τὸ κέντρον βάρους (κ.β.) αὐτῆς, ὁ δείκτης τῆς χειρὸς ὁ ὁποῖος ἐξασκεῖ μίαν δύναμιν F_1 πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ή χεῖρ τοῦ κρατοῦντος ή ὁποία ἐξασκεῖ μίαν δύναμιν F_2 πρὸς τὰ κάτω. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὰς ἀγνώστους δυνάμεις F_1 καὶ F_2 , καὶ δι' αὐτῶν τὴν συνθήκαιν



Σχ. 24—3. Ποία ή απαιτουμένη δύναμις διὰ τὴν ισορροπήσιν τῆς σκούπας;



Σχ. 24-4. Η ανύψωσις ενός αυτοκινήτου.

ισορροπίας τῆς σκούπας, θὰ χρησιμοποιήσωμεν καὶ τὰς δύο προτάσεις.

Παρατηροῦμεν ὅτι, ὁ δείκτης τῆς χειρὸς δρᾷ ὡς ὑπομόχλιον, ὁπότε ἡ συνθήκη τῶν ροπῶν θὰ εἶναι:

$$1 \text{ kg} \times 100 \text{ cm} = F_2 \times 10 \text{ cm}$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει $F_2 = 10 \text{ kg}$.

Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν τὴν πρώτην συνθήκην ἰσορροπίας δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πρὸς τὰ ἄνω δρῶσαν δύναμιν F_1 θεωροῦντες τὴν φορὰν πρὸς τὰ ἄνω ὡς θετικὴν, οὕτω δὲ ἔχομεν

$$F_1 - 1 - 10 = 0 \text{ ἤτοι}$$

$$F = 11 \text{ kg}$$

Ὅς ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται, ἡ χεὶρ ἐξασκεῖ δύο ἀντιθέτους δυνάμεις μίαν πρὸς τὰ κάτω μεγέθους 10 kg καὶ μίαν πρὸς τὰ ἄνω μεγέθους 11 kg. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον, εἶναι τόσον δύσκολον νὰ κρατήσωμεν ἐπὶ μακρὸν χρονικὸν διάστημα μίαν σκούπαν εἰς τὴν ὀριζόντιον θέσιν κρατοῦντες ταύτην ἀπὸ τὸ ἕνα ἄκρον τῆς.

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΝ ΕΝΤΟΣ ΛΑΣΠΗΣ.

Εἰς τὸ σχῆμα 24-4 ἐμφαίνεται ἄλλη ἐφαρμογὴ τῶν καταστάσεων ἰσορροπίας. Ὁ τροχὸς τοῦ αυτοκινήτου ἀνυψοῦται ἀπὸ τὴν λάσπην τῆ βοηθητικῆς σανίδος, χρησιμευούσης ὡς μοχλός. Ἀπὸ τὰς δεδομένας εἰς τὸ σχῆμα διαστάσεις εἰσθε εἰς θέσιν νὰ ὑπολογίσετε τὴν ἀπαιτούμενην F_3 :

ΕΙΔΗ ΜΟΧΛῶΝ: Εἰς τὸ σχῆμα 24-5 ἐμφαίνονται τὰ τρία εἶδη μοχλῶν. Τὸ

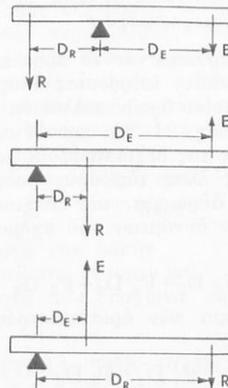
κύριον χαρακτηριστικὸν ἐκάστου εἶδους εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὑπομοχλίου οὕτω:

1. Ὄταν τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκειται μεταξὺ ἀντιστάσεως R καὶ δυνάμεως E , ὁ μοχλὸς καλεῖται πρώτου εἶδους.
2. Ὄταν ἡ ἀντίστασις R εὐρίσκειται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ δυνάμεως E , ὁ μοχλὸς καλεῖται δευτέρου εἶδους.
3. Ὄταν ἡ δύναμις E εὐρίσκειται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ ἀντιστάσεως R , ὁ μοχλὸς καλεῖται τρίτου εἶδους.

Τὸ θεώρημα τῶν ροπῶν ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ τρία εἶδη τῶν μοχλῶν, εἶναι δὲ εἰς ἐκάστην περίπτωσιν,

$$ED_E = RD_R$$

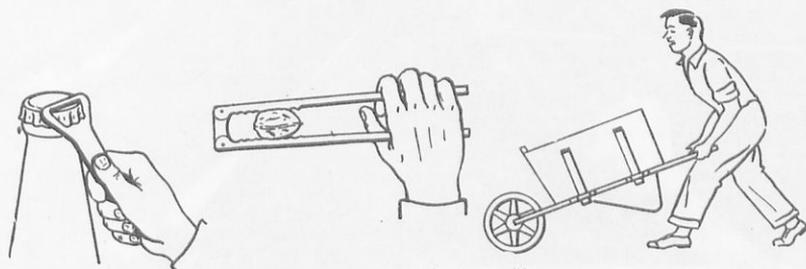
ἤτοι, ἡ δύναμις ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς ἀπὸ τὸ ὑπομόχλιον ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν ἐπὶ



Σχ. 24-5. Τὰ εἶδη τῶν μοχλῶν.



Σχ. 24—6. Μοχλοί πρώτου είδους.



Σχ. 24—7. Μοχλοί δεύτερου είδους.



Σχ. 24—8. Μοχλοί τρίτου είδους.

άντιστοίχως διανομμένου υπό της δυνάμεως, την όποιαν υπερνικᾷ.

Οὕτω οἱ τένοντες τοῦ βραχιόνος σας ἀναπτύσσουν δεκαπλασίως μεγαλύτερας δυνάμεις ἀπὸ ἐκείνας αἱ όποιαί ἐφαρμόζονται εἰς τὰς χεῖρας σας. Ἐὰν δύναται τις νὰ κρατήσῃ θάρος 5 kg εἰς τὴν ἐμφαινόμενην εἰς τὸ σχῆμα 24-8 θέσιν οἱ τένοντες τοῦ βραχιόνος του θὰ ἀναπτύξουν δύνανιν 50 kg.

τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς ἀπὸ τὸ ὑπομόχλιον.

Τὸ σχῆμα 24—6 παριστᾷ μοχλοὺς πρώτου είδους. Εἰς τὴν κατηγορίαν ταύτην τῶν μοχλῶν, ἡ ἀντίστασις R εἶναι συνήθως μεγαλύτερα τῆς δυνάμεως E.

Τὸ σχῆμα 24-7 παριστᾷ μοχλοὺς δεύτερου είδους. Εἰς τὴν κατηγορίαν ταύτην τῶν μοχλῶν ἡ ἀντίστασις R εἶναι πάντοτε μεγαλύτερα τῆς δυνάμεως E.

Παραδείγματα μοχλῶν τρίτου είδους ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 24-8. Εἰς τοὺς μοχλοὺς τῆς κατηγορίας ταύτης, ἡ δυνάμις εἶναι πάντοτε μεγαλύτερα τῆς ἀντιτάσεως διότι ὁ μοχλοβραχίον τῆς δυνάμεως εἶναι πάντοτε μικρότερος τοῦ ἀντιστοίχου μοχλοβραχίονος τῆς ἀντιστάσεως. Τὸ πλεονέκτημα τοῦ είδους τούτου εἶναι ὅτι, τὸ διανομόμενον ὑπὸ τῆς δυνάμεως διάστημα εἶναι μικρότερον τοῦ

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μοχλοβραχίον

Ροπή δυνάμεως

$L = FD$

Θεώρημα τῶν ροπῶν

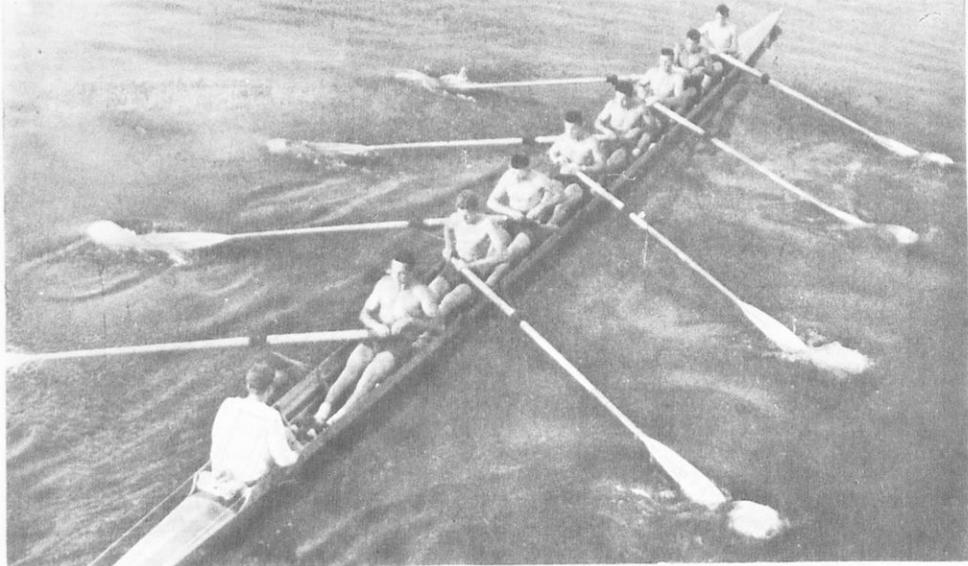
Συνθήκαι ἰσορροπίας

Τρία εἶδη μοχλῶν

$EDE = RDR$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ πρώτη συνθήκη ἰσορροπίας σώματος;
2. Ἀναφέρατε δύο κινήσεις, τὰς όποι-αί εἶναι νὰ προκαλέσῃ δυνάμεις δρά-σα ἐπὶ μοχλοῦ.
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες μοχλοβραχίον δυνάμεως;



Σχ. 24—9. "Εξ μοχλοί ἐν δράσει. Ὑποδειξατέ τὴν θέσιν τοῦ ὑπομοχλίου καὶ συγκρίνατέ τὸν βραχίονα τῆς δυνάμεως πρὸς τὸν βραχίονα τῆν ἀντιτάσεως. Οἱ μοχλοὶ εἶναι τοῦ πρώτου ἢ τοῦ δευτέρου εἶδους;

4. Ὅρισατέ τὴν ροπὴν δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα.
5. Τί νοοῦμεν λέγοντες δεξιόστροφος καὶ ἀριστερόστροφος ροπή;
6. Ποῖοι οἱ δύο παράγοντες, ἀπὸ τοὺς ὁποίους ἐξαρτᾶται τὸ μέγεθος ροπῆς δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα;
7. Ποῖον τὸ θεώρημα τῶν ροπῶν;
8. Ποῖαι αἱ δύο συνθήκαι ἰσορροπίας στερεοῦ σώματος;
9. Διὰ τί εἶναι δυσκολώτερον νὰ κρατήσῃ κανεὶς σκοῦπαν, ὁμοίαν πρὸς τὴν ἐμφαινομένην εἰς τὸ σχῆμα 24-3 ἀπὸ τὸ ἕνα ἄκρον αὐτῆς, ὅταν αὕτη ἐδρίσκειται εἰς τὴν ὀριζόντιον θέσιν παρὰ ὅταν εὐρίσκειται κατακορυφῶς;
10. Περιγράψατε τρία εἶδη μοχλῶν.
11. Ἀναφέρατε παραδείγματα δι' ἕκαστον εἶδος.
12. Ἐξηγήσατε τίνι τρόπῳ σᾶς παρέχει ὁ μοχλὸς τὴν δυνατότητα τῆς αὐξήσεως τῆς δυνάμεως τὴν ὁποίαν ἐφαρμόζετε.
13. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ μοχλὸς δύναται νὰ αὐξήσῃ τὴν ταχύτητα παραγωγῆς ὀρισμένου ἔργου.

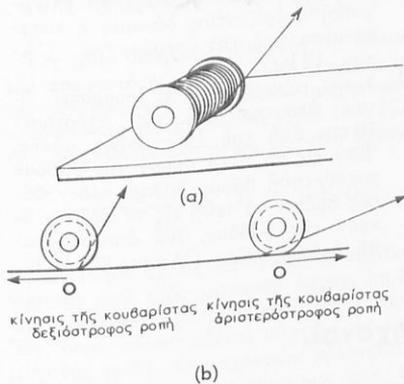
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σχηματίσατε ἕνα κατάλογον τῶν μοχλῶν τοὺς ὁποίους χρησιμοποιεῖτε εἰς τὴν καθημερινὴν σας ζωὴν καὶ κατατάξετέ τους.
2. Ἀπὸ ποῖον ἄκρον ἑνὸς κωνοειδοῦς «πασσάλου» θὰ προτιμούσατε νὰ τὸν μεταφέρετε; Διὰ τί;
3. Διὰ τί αἱ λαβαὶ τοῦ ψαλιδίου ἑνὸς «φαναρτζῆ» εἶναι ἐπιμηκέστεραι τῶν σκελῶν κοπῆς αὐτοῦ;
4. Τὰ σκέλη κοπῆς ψαλιδίου ράπτου εἶναι ἐπιμηκέστερα τῶν ἀντιστοίχων τοῦ ψαλιδίου «φαναρτζῆ». Ποῖον τὸ πλεονέκτημα;
5. Πῶς ἡ κατασκευὴ τοῦ ἀνθρωπίνου βραχίονος βοηθεῖ εἰς τὴν ρῖψιν σφαίρας μὲ μεγάλην ταχύτητα;
6. Διὰ ποῖον λόγον κοχλιοστρόφιον (κατσαβίδι) μὲ παχεῖαν λαβὴν εἶναι καλύτερον τοῦ ἔχοντος λεπτήν λαβήν;
7. Αἱ στρογγυλεῖς θύρας (μεντεσέδες) πρέπει νὰ τοποθετοῦνται ἢ μία πλησίον τῆς ἄλλης ἢ πρέπει νὰ εἶναι ἀπομακρυσμένα; Διὰ τί;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η «ΚΟΥΒΑΡΙΣΤΡΑ» ΚΑΙ ΑΙ ΡΟ-ΠΑΙ. Τοποθετήσατε μίαν κουβαρίστραν επί ενός οριζοντίου επιπέδου, ως εμφαίνεται εις τὸ σχῆμα 24-10α, καὶ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, τὸ νῆμα νὰ ἐκτυλίσσεται ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τῆς κουβαρίστρας. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἐκτυλίξεως τοῦ νήματος ἄς εἶναι εἰς τὸ μέσον τοῦ μήκους αὐτῆς. Ἐὰν ἔλξετε τὸ νῆμα πρὸς ποίαν κατεύθυνσιν θὰ κινήθῃ ἡ κουβαρίστρα; Θὰ σᾶς φανῇ ἴσως παράξενον ὅταν μάθετε ὅτι, δύνασθε νὰ κανονίσετε τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως τῆς κουβαρίστρας.

Ἐὰν κρατήσετε τὸ νῆμα εἰς θέσιν σχηματίζουσαν μεγάλην γωνίαν πρὸς τὸ ορι-



Σχ. 24-10. Ἡ συμπεριφορὰ τῆς κουβαρίστρας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀναπτυσσομένην ῥοπήν ὅταν ἐπὶ τοῦ νήματος ἐφαρμοσθῇ δύναμις ἀπὸ διαφόρους θέσεις.

ζόντιον ἐπίπεδον, ἔλξετε δὲ ἐλαφρῶς τὸ νῆμα, θὰ παρατηρήσετε ὅτι, ἡ κουβαρίστρα ἀπομακρύνεται ἀπὸ σᾶς. Ἐὰν ἀντιθέτως κρατήσετε τὸ νῆμα εἰς θέσιν, σχηματίζουσαν μικρὰν γωνίαν πρὸς τὸ οριζόντιον ἐπίπεδον, καὶ ἔλξετε τὸ νῆμα ἐλαφρῶς, ἡ κουβαρίστρα θὰ σᾶς πλησιάσῃ. Εἰς μίαν θέσιν τοῦ νήματος, μεταξὺ τῶν δύο προαναφερθεισῶν, ἡ κουβαρίστρα θὰ παραμένῃ ἀκίνητος καθὼς σεῖς θὰ ἔχετε τὸ νῆμα.

Ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου δίδεται εἰς τὸ σχῆμα 24-10β. Τὸ ὑπομόχλιον

εἶναι τὸ σημεῖον O , τὸ σημεῖον ἐπαφῆς τῆς κουβαρίστρας καὶ τοῦ οριζοντίου ἐπιπέδου. Ὅταν τὸ νῆμα σχηματίζῃ μεγάλην γωνίαν μετὰ τὸ ἐπίπεδον, ἡ ῥοπή ὡς πρὸς τὸ O εἶναι ἀριστερόστροφος. Ὅταν τὸ νῆμα σχηματίζῃ μικρὰν γωνίαν μετὰ τὸ ἐπίπεδον ἡ ῥοπή εἶναι δεξιόστροφος. Ἐὰν μελετήσετε τὰ διαγράμματα ταῦτα θὰ ἀντιληφθῆτε πλήρως τὴν ἔννοιαν τῆς δεξιόστροφου καὶ ἀριστερόστροφου ῥοπῆς.

Ἐἶστε εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσετε, ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω διαγράμματα, διατί ἡ κουβαρίστρα ὀλισθαίνει, ὅταν τὸ νῆμα εὐρίσκειται εἰς μίαν ὀρισιμένην θέσιν;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Εἰς τὰ ἄκρα A καὶ B ἀβαροῦς ῥάβδου μήκους l ἐπιενεργοῦν αἱ δύο δυνάμεις F_1 καὶ F_2 διαφόρου ἐντάσεως. Ζητεῖται εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ A πρέπει νὰ τεθῇ τὸ ὑπομόχλιον, ἵνα ὑφίσταται ἰσορροπία;
2. Ὅμοιογενὴς πρισματικὴ ῥάβδος μήκους A καὶ βάρους B , στρεπτή περὶ ἄξονα O , εὐρισκόμενον ἐπὶ τοῦ ἀριστεροῦ ἄκρου αὐτῆς, φορτίζεται ὑπὸ βάρους F , εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν l_1 ἀπὸ τοῦ ἄξονος. Ζητεῖται ποία δύναμις πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ῥάβδου διὰ νὰ ὑφίσταται ἰσορροπία.
3. Ὅμοιογενὴς ῥάβδος μήκους 1 m καὶ βάρους 120 gr , στρεπτή περὶ ἄξονα εὐρισκόμενον εἰς ἀπόστασιν 60 cm ἀπὸ τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς, πρέπει νὰ φορτισθῇ ὑπὸ βάρους 40 gr διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ ἰσορροπία αὐτῆς. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως ταύτης ἀπὸ τὸ ὑπομόχλιον. (Ἄπαν. 30 cm).
4. Ὁ ἄξων περιστροφῆς μοχλοῦ μετὰ δύο θραζίονας μήκους $1,5\text{ m}$ εὐρίσκειται $0,50\text{ m}$ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου μοχλοῦ. Ἐὰν εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ μοχλοῦ ἐφαρμοσθῇ δύναμις 10 kg , πόσον φορτίον ἐξηρητημένον ἀπὸ τοῦ ἑτέρου ἄκρου δύναται νὰ ἰσοροπήσῃ ἡ δύναμις;
5. Κωνοειδὴς στῦλος τηλεφώνου μήκους 20 ft ἔχει τὸ κέντρον βάρους

B

- αὐτοῦ εἰς ἀπόστασιν 8 ft ἀπὸ τὸ μεγαλύτερας διαμέτρου ἄκρον αὐτοῦ. Τὸ βάρος τοῦ στύλου εἶναι 300 lb. Ἐὰν ὁ στύλος μεταφέρεται ὑπὸ δύο ἀτόμων ἀνηρτημένους ἀπὸ τὰ ἄκρα αὐτοῦ ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον μεταφέρει ἕκαστος ἐξ αὐτῶν. (Ἀπάντησις 180 lb εἰς τὸ φαρδύτερον ἄκρον καὶ 120 lb).
6. Μονότροχον φέρει φορτίον 90 kg τοῦ ὁποῖου τὸ κέντρον βάρους ἀπέχει κατὰ 60 cm ἀπὸ τὸν ἄξονα τῶν τροχῶν. Ἐὰν αἱ λαβαὶ τοῦ μονοτρόχου ἐκτεινῶνται κατὰ 1 m ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ τροχοῦ, ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἐφαρμοζομένη εἰς τὰς λαβὰς δύναμις ἢ ἰκανὴ νὰ ἀνυψώσῃ τὸ φορτίον;
7. Φορητὸν αὐτοκίνητον βάρους 3 ton διέσχεται γέφυραν μήκους 10 m. Ὅταν τὸ κέντρον βάρους τοῦ φορητοῦ εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 1 m ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τῆς γεφύρας, ποία ἡ παρουσιαζομένη ἀΐξις τῶν ἀντιδράσεως εἰς ἕκαστην στήριξιν τῆς γεφύρας, ἢ ὀφειλουμένη εἰς τὸ βάρος τοῦ φορητοῦ;
8. Ἐπὶ «τραμπάλας» διὰ δοκοῦ μήκους 3,60 m ἄνθρωπος βάρους 75 kg καὶ εὐρισκόμενος εἰς τὸ ἕνα ἄκρον αὐτῆς ἰσορροπεῖ δύο παιδιά, ἕκαστον βάρους 50 kg, εὐρισκόμενα εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον. Νὰ καθορισθῇ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ τῆς θέσεως ὑποστηρίξεως τῆς δοκοῦ. (Ἀπαν. 206 cm).
9. Θύρα πλάτους 1,80 m καὶ βάρους 20 kg στηρίζεται εἰς δύο στρόφιγγας (κ. μεντεσέδες) εὐρισκομένους εἰς ἀπόστασιν 1,20 m μεταξύ των. Ἐὰν τὸ κέντρον βάρους τῆς θύρας συμπίπτῃ πρὸς τὸ γεωμετρικὸν κέντρον αὐτῆς, αἱ δὲ στρόφιγγες παραλαμβάνουν ἕκαστη τὸ ἡμῖον τοῦ βάρους τῆς θύρας, ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ὀριζόντιος δύναμις ἢ καταπονοῦσα ἕκαστην στρόφιγγα. (Ἀπαν. 12 kg).
10. Δοκὸς μήκους 1,80 m ἰσορροπεῖ, ὅταν ὑποστηρίζεται εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτῆς. Ἐὰν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς ράβδου τοποθετηθῇ βάρους 50 kg, πόσον βᾶρος πρέπει νὰ τεθῇ εἰς τὸ πρῶτον ἄκρον τῆς ράβδου, ἵνα ἀποκατασταθῇ ἡ ἰσορροπία; (Ἀπαν. 850 kg).

ΕΛΔΦΙΟΝ 25. Μερικαὶ ἄπλαϊ μηχαναί.

ΤΥΠΟΙ ΜΗΧΑΝΩΝ. Μοχλοί, τροχαλαί, ὀδοντωτοὶ τροχοί, εἶναι μόνον παραλλαγαὶ τῶν δύο τύπων ἁπλῶν μηχανῶν, τὰς ὁποίας ἔχομεν ἤδη μελετήσει, τοῦ *μοχλοῦ* καὶ τοῦ *κεκλιμένου* ἐπιπέδου.

ΜΗΧΑΝΙΚΟΝ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ. Ἡ χρησιμοποίησις μιᾶς μηχανῆς μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ ἀντιμετωπίσωμεν μεγάλα φορτία διὰ τῆς ἐξασκήσεως μᾶλλον μικρᾶς δυνάμεως. Ὁ *μοχλὸς* π.χ. μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ ἀνυψώσωμεν φορτίον 1500 kg διὰ τῆς ἐξασκήσεως μιᾶς δυνάμεως μόνον 50 kg. Ἐνας ἁπλοῦς τρόπος μετρήσεως τοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος, εἶναι ἡ διαίρεσις τοῦ φορτίου διὰ τῆς καταβαλλομένης δυνάμεως.

Οὕτω, εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι $1500/50 = 30$.

Ὁ λόγος τοῦ φορτίου διὰ τῆς καταβαλλομένης δυνάμεως καλεῖται *μηχανικὸν πλεονέκτημα* μιᾶς μηχανῆς.

Ἡ ἔκφρασις τοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος ὑπὸ μορφήν σχέσεως εἶναι

$$M.A = \frac{R}{E}$$

ὅπου MA παριστᾷ τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα, R τὸ φορτίον ἢ τὴν ἀντίστασιν, καὶ E τὴν διαθέσιμον δύναμιν.

Εἰς οἰανδήποτε μηχανὴν μέρος τῆς διαθέσιμου δυνάμεως διατίθεται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῶν τριβῶν διὰ τὸν λόγον

δὲ αὐτὸν τὸ Ε εἶναι μεγαλύτερον τοῦ ἀντιστοίχου τῶν μηχανῶν χωρὶς τριβάς. Κατὰ συνέπειαν, ὅλαι αἱ λειτουργοῦσαι μηχαναὶ ἔχουν μηχανικὸν πλεονέκτημα μικρότερον ἐκεῖνου, τὸ ὁποῖον θὰ εἶχον ἂν δὲν παρουσίαζον τριβάς. Τὸ θεωρητικὸν ἢ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα, (ὑποτιθεμένων μηδενικῶν τριβῶν) κτῆται νὰ προσδιορισθῇ ἀπὸ τὰς διαστάσεις τῆς μηχανῆς. Αἱ διαστάσεις αὐτῆς, προσδιορίζουν τὸσον τὴν ἀπόστασιν, κατὰ τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ μετακινηθῇ ἡ διαθέσιμος δύναμις, ὅσον καὶ τὴν ἀπόστασιν τῆς μετακινήσεως τοῦ φορτίου. Διὰ κάθε μηχανὴν τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι ὁ λόγος τῶν μετατοπίσεων τῆς διαθέσιμου δυνάμεως πρὸς τὴν μετατόπισιν τοῦ φορτίου· ἤτοι,

$$\text{ἰδανικὸν } MA = \frac{D_E}{D_R}$$

Εἰς μίαν ἰδανικὴν μηχανήν, ἡ ὁποία δὲν παρουσιάζει τριβάς, τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα καὶ τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἴσα. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν θὰ ἰσχύῃ ἡ σχέσις

$$\frac{R}{E} = \frac{D_E}{D_R} \quad \eta \quad R \cdot D_R = E \cdot D_E$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις δηλοῖ ὅτι τὸ λαμβανόμενον ὑπὸ μίας μηχανῆς ἔργον, ἰσοῦται πρὸς τὸ προσδιδόμενον εἰς αὐτήν. Ἐφ' ὅσον παρουσιάζεται πάντοτε εἰς τὰς μηχανὰς τριβή, τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι μεγαλύτερας σημασίας ἀπὸ τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα. Συχνάκις, εἶναι εὔκολον νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα, ἀπλῶς διὰ τῆς μετρήσεως ὀρισμένων διαστάσεων τῆς μηχανῆς, χωρὶς νὰ μετρήσωμεν, τὰς ἐμπλεκόμενας δυνάμεις. Ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἂν γνωρίζωμεν τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα καὶ τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως μίας μηχανῆς, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα, αὐτῆς. Ὅσάκις συναντήσωμεν κατωτέρω τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα, θὰ νοοῦμεν πάντοτε δι' αὐτοῦ, τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα.

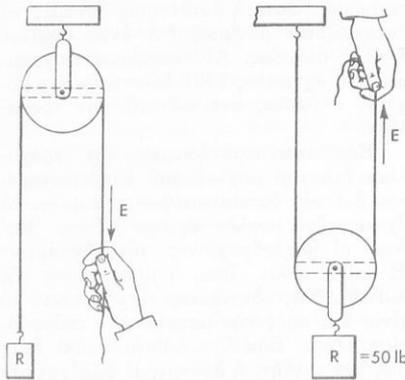
ΤΡΟΧΑΛΙΑΙ. Ἡ τροχαλία εἶναι ἀπλῶς ἓνας μοχλὸς διευθετημένος τοιού-

τοτρόπως, ὥστε ἡ διαθέσιμος δύναμις νὰ ἐφαρμόζεται μονίμως ἐπὶ ἑνὸς σημείου ἢ μίας ἀλύσεως. Αἱ διακεκομμένοι γραμμαῖ τοῦ σχήματος 25/2 δεικνύουν τὸν μοχλόν, ὁ ὁποῖος ἀντικαθιστᾷ τὴν τροχαλίαν.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὴν τροχαλίαν διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ ὑποδεικνυομένου διὰ τῶν διακεκομμένων γραμμῶν, θὰ ἔχωμεν ἓνα μοχλόν πρῶτου εἶδους. Ἐφ' ὅσον οἱ μοχλοβραχίονες τῶν δυνάμεων R καὶ E εἶναι ἴσοι, ἡ μετατόπισις τῆς διατιθεμένης δυνάμεως D_E πρέπει νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὴν μετατόπισιν τοῦ φορτίου D_R. Ἐὰν δὲν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μας τὴν τριβήν, ἡ δύναμις E θὰ εἶναι ἴση πρὸς τὴν δυνάμιν R. Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα θὰ εἶναι τότε 1. Πα-

Σχ. 25—1. Αἱ τροχαλῖαι μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ χειριζώμεθα τὸν τεράστιον αὐτὸν «κάδον», ὁ ὁποῖος περιέχει τετηγμένον αἰθρον, τὸσον εὐκολα ὡς ἂν ἐπρόκειτο νὰ χύσωμεν ἓνα μικρὸν δοχεῖον πλήρες ὕδατος.





Σχ. 25—2, 25—3. Ἡ ἀπλή ἀμετάθετος τροχαλία ἰσοδυναμῆ με μολχλὸν πρῶτου εἶδους. Ἡ ἀπλή μεταθετὴ τροχαλία ἰσοδυναμῆ με μολχλὸν δευτέρου εἶδους.

ρατηροῦμεν ὅτι, εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δὲν ἔχομεν κέρδος ὅσον ἀφορᾷ τὸ μέγεθος τῆς δυνάμεως. Ἡ ἀμετάθετος τροχαλία εἶναι χρήσιμος μόνον ὅταν ἐπιθυμῶμεν ἀλλαγὴν τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως. Ἡ τοποθέτησις μιᾶς ἀμεταθέτου τροχαλίας εἰς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ ἰσοῦ τῆς σημαίας μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ ὑψώνωμεν τὴν σημαίαν κάθε ἡμέραν, χωρὶς νὰ εἴμεθα ὑποχρεωμένοι νὰ ἀναρριχώμεθα ἐπὶ τοῦ ἰσοῦ.

Ἡ μεταθετὴ τροχαλία χρησιμοποιουμένη, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 25-3 ἐμφαίνεται, ἀποτελεῖ μολχλὸν δευτέρου εἶδους. Ἐφ' ὅσον ὁ μολχλοβραχίων τῆς E εἶναι διπλάσιος τοῦ μολχλοβραχίονος τῆς R, ἡ διαθέσιμος δύναμις θὰ μετατοπισθῆ κατὰ διάστημα διπλάσιον τοῦ φορτίου. Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τῆς μεταθετῆς τροχαλίας, εἶναι κατὰ συνέπειαν 2. Ἐάν ἔλιοντες τὸ σχοινίον μετακινήσωμεν τοῦτο κατὰ τὰ 1m, τὸ φορτίον καὶ ἡ τροχαλία ἐπὶ τῆς ὁποίας τοῦτο εἶναι προσημοσμένον θὰ ἀνψωθοῦν μόνον κατὰ 0,5 m. Ἡ καταβαλλομένη δύναμις διὰ τὴν ἀνύψωσιν 50 kg, ἐάν ἀμεληθοῦν αἱ τριβαὶ καὶ τὸ βάρος τῆς τροχαλίας, θὰ εἶναι μόνον 25 kg. Πρακτικῶς διὰ τὴν ἀνύψωσιν 50 kg μὲ μιᾶν μεταθετὴν τροχαλίαν θὰ ἀπαιτηθῆ δύναμις ὀλίγον μεγαλυτέρα τῶν 25 kg. Ἐάν ἡ

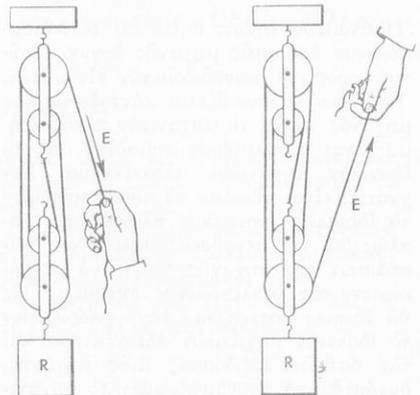
ἀπαιτουμένη δύναμις εἶναι 30 kg τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα θὰ εἶναι

$$\frac{R}{E} = \frac{50}{30} = 1,67$$

Εἰς τὴν ἀπλῆν μεταθετὴν τροχαλίαν τὸ φορτίον καταναμένεται εἰς τὰ δύο τμήματα τοῦ σχοινίου. Ἐφ' ὅσον ἡ διαθέσιμος δύναμις ἐξασκεῖται πρὸς τὰ ἄνω, εἰς τὸ ἕνα τμήμα τοῦ σχοινίου, τὸ δὲ ὑποστήριγμα συγκρατεῖ τὸ ἕτερον ἄκρον αὐτοῦ, ἕκαστον τῶν δύο τμημάτων τοῦ σχοινίου θὰ πρέπει νὰ ἀναλαμβάνῃ τὸ ἥμισυ φορτίου.

Ἐάν ἀυξήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν τροχαλιῶν, δημιουργοῦντες οὕτω ἕνα σύστημα τροχαλιῶν, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 25-4 ἐμφαίνεται, εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορίσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν σχοινίων, τὰ ὁποῖα παραλαμβάνουν τὸ φορτίον R δι' ἀπλῆς παρατηρήσεως τοῦ συστήματος.

Εἰς τὸ σχῆμα 25-4 ὑπάρχουν 4 σχοινία, τὰ ὁποῖα παραλαμβάνουν τὸ φορτίον. Ὄταν τὸ φορτίον μετατεθῆ κατὰ 1 m, ἡ διαθέσιμος δύναμις θὰ πρέπει νὰ μετατεθῆ κατὰ 4 m, τὸ ἰδανικὸν μηχανι-



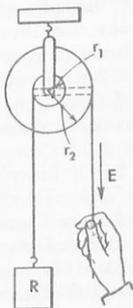
Σχ. 25—4, 25—5. Τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα ἰσοῦται μετὸν ἀριθμὸν τῶν σχοινίων, τὰ ὁποῖα παραλαμβάνουν τὸ φορτίον. Προσέξτε ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχωμεν διαφορετικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα χρησιμοποιοῦντες τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν τροχαλιῶν.

κόν πλεονέκτημα είναι κατά συνέπειαν 4.

Είς τὸ σχῆμα 25-5 ὑπάρχει ἑτέρα διάταξις τῶν 4 τροχαλιῶν. Εἰς τὴν περίπτωσηί ταύτην ὅμως, τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι 5, διότι 5 εἶναι τὰ σχοινία, τὰ ὁποῖα παραλαμβάνουν τὸ φορτίον R.

Εἰς οἰονδήποτε χρησιμοποίησιμον σύστημα τροχαλιῶν, τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι πάντοτε μικρότερον τοῦ ἰδανικοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος καὶ τοῦτο λόγω τῆς τριβῆς. Τὸ μέγεθος τῆς τριβῆς ἀεὶ εἶναι ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν τροχαλιῶν καὶ εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ ἀρκετὰ σημαντικὸν ἐάν χρησιμοποιηθῇ βαρὺ σχοινίον. Τὸ σχῆμα 25-1 δεικνύει τροχαλίας κατὰ τὴν ὥραν τῆς χρησιμοποίησεως αὐτῶν.

ΤΟ ΒΑΡΟΤΑΚΟΝ. Ἡ μηχανὴ αὐτὴ συνίσταται ἀπὸ ἕνα κύλινδρον, ὁ ὁποῖος εἶναι στερεῶς προσηρμοσμένος εἰς ἕνα μεγαλύτερον τροχόν. Δύο διαφορετικὰ σχοινία εἶναι προσηρμοσμένα εἰς ἕκαστον ἐκ τῶν δύο τροχῶν (σχῆμα 25-6).



Σχ. 25-6. Βαροῦτακον.

Εἰς τὴν πραγματικότητά οἱ δύο τροχοὶ ἀποτελοῦν μοχλόν, ὡς αἱ διακεκομμένα γραμμὰι τοῦ σχήματος 25-6 δεικνύουν, τοῦ ὀμοιοκλίου ὄντος εἰς τὸ σημεῖον O.

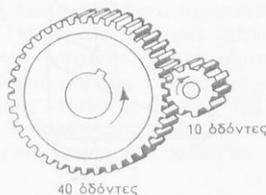
Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῶν ροπῶν ἰσχύει ἡ σχέσις $Rr_1 = Er_2$ ἢ γράφοντες τὴν ἀνωτέρω σχέσιν ὑπὸ μορφήν ἀναλογίας ἔχομεν

$$\frac{R}{E} = \frac{r_2}{r_1}$$

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἰσοῦται λοιπόν, πρὸς τὸν λόγον τῆς ἀκτίνης τοῦ μεγάλου τροχοῦ πρὸς τὴν ἀκτῖνα τοῦ μικροῦ τροχοῦ.

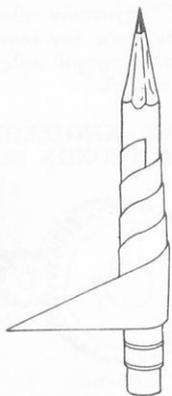
ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΔΙ' ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ. Εἰς τὸ σχ.25-7



Σχ. 25-7. Ὅδοντωτοὶ τροχοὶ ἐν συμπλέξει.

φαίνονται δύο ὀδοντωτοὶ τροχοὶ ἐν συμπλέξει. Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ μοχλοῦ. Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἐνὸς ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ὀδόντων τοῦ προσδίδοντος τὴν κίνησιν ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὀδόντων τοῦ κινουμένου ὀδοντωτοῦ τροχοῦ. Ὅταν δύο τροχοὶ, διαφορετικῶν διαμέτρων, ἐδ-σκωνται ἐν συμπλέξει, ὁ μικρότερος ὀδοντωτὸς τροχὸς ἐξασκεῖ μικρότερον ροπήν στρέψεως ἀπὸ τὸν μεγαλύτερον. Ὁ μεγάλου διαμέτρου ὀδοντωτὸς τροχὸς ἔχει μικρότερον περιφερειακὴν ταχύτητα, ἀλλὰ ἐξασκεῖ μεγαλύτερον ροπήν στρέψεως. Ἡ ἀύξησις τῆς ἐξασκουμένης ροπῆς στρέψεως ἐνὸς ὀδοντωτοῦ τροχοῦ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς περιφερειακῆς ταχύτητος αὐτοῦ, ἦτοι, αὕξησις τῆς ροπῆς στρέψεως συνεπάγεται ἐλάττωσιν τῆς περιφερειακῆς ταχύτητος.

Τὸ σύστημα συμπλέξεως τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν ἐνὸς αὐτοκινήτου, ἐμφαίνεται εἰς τὰ σχήμ. 25-11 καὶ 25-15. Ἐνας μεγάλου διαμέτρου ὀδοντωτὸς τροχὸς χρησιμοποιεῖται συνήθως διὰ νὰ προσδίδῃ τὴν κίνησιν εἰς ἕνα μικρότερον διαμέτρου ὀδοντωτῶν τροχόν, ὁ ὁποῖος περιστρέφεται μὲ μεγαλύτεραν ταχύτητα ἀπὸ τὸν μέγανον, ἐξασκῶν ὅμως μικρότερον ροπήν στρέψεως. Διὰ τοῦ συστήματος αὐτοῦ εἶναι δυνατόν νὰ ἀποκτησωμεν μεγάλας περιφερειακὰς ταχύτητας. Οὐ-



Σχ. 25-8. Τρόπος γενέσεως σπειρώματος κοχλίου.

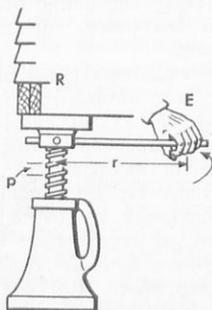
τω π.χ. εἰς τοὺς φορητοὺς σμυριδοτροχοὺς ἔχομεν μεγάλας περιφερειακὰς ταχύτητας μέσῳ ἐνὸς ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν διαφορετικῆς διαμέτρου. Προσδίδοντες εἰς τὸν μεγαλύτερας διαμέτρου ὀδοντωτῶν τροχὸν κίνησιν, ἐπιτυγχάνομεν μεγαλύτεραν περιφερειακὴν ταχύτητα τοῦ μικροτέρου ὀδοντωτοῦ τροχοῦ καὶ ἀκολούθως τοῦ σμυριδοτροχοῦ, τοῦ ὁποῖου ὁ ἄξων εἶναι προσηρμοσμένος εἰς τὸν ἄξωνα τοῦ μικροῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.

ΤΟ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΝ ΕΠΙΠΕΔΟΝ.
Κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ θέματος περὶ κεκλιμένον ἐπιπέδον κατελήξαμεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι, ὁ λόγος τῆς διατιθεμένης δυνάμεως πρὸς τὸ φορτίον, ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τοῦ ὕψους τοῦ ἀνωτάτου

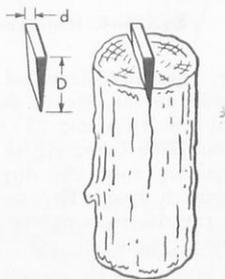
σημείου τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου πρὸς τὸ μῆκος αὐτοῦ, ἐφ' ὅσον ἡ τριβὴ θεωρεῖται ἀμελητέα. Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ἰσοῦται, ὅθεν, πρὸς τὸν λόγον τοῦ μήκους τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου πρὸς τὸ ὕψος τοῦ ἀνωτάτου σημείου αὐτοῦ. Αὔξησις τοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος τῆς ἀπλῆς ταύτης μηχανῆς, συνεπάγεται αὐξήσιν τοῦ μήκους τοῦ ἐπιπέδου δι' ἐν ὠρισμένον ὕψος τοῦ ἀνωτάτου σημείου αὐτοῦ.

ΚΟΧΛΙΑΣ. Ὁ κοχλίας ἀποτελεῖ μίαν ἀπὸ τὰς κυριώτερας ἀπλᾶς μηχανὰς καὶ ἔχει σπουδαιοτάτας πρακτικὰς ἐφαρμογὰς. Ἐὰν περιελίξωμεν τεμαχίον χάρτου, ἔχον σχῆμα ὀρθογωνίου τριγώνου, περίξ κυλίνδρου, γίνεται φανερὸς ὁ τρόπος, κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατόν νὰ προκύψῃ ὁ κοχλίας ἀπὸ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου (σχῆμα 25-8). Κατὰ τὴν περιέλιξιν τοῦ τεμαχίου τοῦ χάρτου περίξ τοῦ κυλίνδρου σχηματίζεται μία γραμμὴ ἢ ὁποία καλεῖται στερεὰ ἑλιξ. Ἐὰν εἰς τὸν κύλινδρον ὀρθώσωμεν συνεχῆ προεξοχὴν τῆς μορφῆς τῆς στερεᾶς ἑλικος, ἔχομεν τὸν κοχλίαν. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν σπειρῶν τοῦ κοχλίου καλεῖται βῆμα αὐτοῦ καὶ ὅταν ὁ κοχλίας ἐκτελῇ μίαν πλήρη στροφὴν, ὅτος ὑφίσταται μετατόπισιν ἴσην μὲ τὸ βῆμα αὐτοῦ.

Τὸ σχῆμα 25-9 δεικνύει μηχανὴν ἀποτελουμένην ἀπὸ τὸν συνδυασμὸν δύο ἀπλῶν μηχανῶν, τοῦ κοχλίου καὶ τοῦ μοχλοῦ, καὶ ἀποτελεῖ συνήθη ἀνυψωτικὴν μηχανήν. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἰδανικοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος τοῦ



Σχ. 25-9. Ἀνυψωτικὴ (μοχλός)



Σχ. 25-10. Ὁ σφῆν ἀποτελεῖ κεκλιμένον ἐπιπέδον.

άνυψωτήρος τούτου πρέπει πρώτον να προσδιορίσωμεν τὸν λόγον τῆς μετατοπίσεως τῆς καταβαλλομένης δυνάμεως πρὸς τὴν μετατόπιον τῆς ἀντιστάσεως. Ἡ καταβαλλομένη δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ. Ἐὰς ὑποθέσωμεν ὅτι περιστρέφομεν τὸν μοχλὸν κατὰ μίαν πλήρη περιστροφήν. Ἡ μετατόπισις τῆς ἐφαρμοζομένης δυνάμεως εἶναι 2πρ ὅπου R εἶναι ἡ ἀκτίς τῆς περιστροφικῆς κινήσεως. Ὄταν ὁ μοχλὸς ἐκτελεῖ μίαν πλήρη περιστροφήν, τὸ βάρος R μετατοπίζεται πρὸς τὰ ἄνω κατὰ τὸ βῆμα p τοῦ κοχλίου. Τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ ἀνυψωτήρος εἶναι ὅθεν

$$\text{ἰδανικὸν } MA = \frac{2\pi r}{p}$$

Ἵς ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως ἐμφαίνεται, διὰ νὰ ἀποκτήσωμεν μέγαν μηχανικὸν πλεονέκτημα θὰ πρέπει τὸ μήκος τοῦ μοχλοῦ νὰ εἶναι μέγαν (τ) τὸ δὲ βῆμα τοῦ κοχλίου νὰ εἶναι μικρὸν (ρ).

Δεδομένου ὅτι, ἡ τριβὴ κατὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ἀνυψωτήρος εἶναι μεγάλη, τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα τῆς μηχανῆς ταύτης εἶναι κατὰ πολὺ μικρότερον τοῦ ἰδανικοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος. Ἡ ὑπαρξίς μεγάλης τριβῆς, ἐν τούτοις, εἶναι μέχρις ἐνὸς ὀρισμένου σημείου ἐπιθυμητή, διότι παρεμποδίζει τὴν μηχανὴν ταύτην ἀπὸ τοῦ νὰ ὑποστῇ ἀπόσφιγξιν, ὅταν δὲν ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις.

Ο ΣΦΗΝ. Ἡ μηχανὴ αὕτη τύπου κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἔχει εὐρύτατην ἐφαρμογὴν καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ πρίσμα, συνήθως ἀπὸ ξύλον ἢ ἀπὸ αἰθήρον, τὸ ὁποῖον ἔχει τομὴν συνήθως ἰσοσκελοῦς τριγώνου. Ἐὰν ἐμπήξωμεν τὸν σφήνα ἐντὸς κορμῶν δένδρου κατὰ D τότε θὰ ἀπομακρύνωμεν τὰς γειτονικὰς ἴνας τοῦ ξύλου κατὰ ἀπόστασιν d. Ὁ λόγος τῆς μετατοπίσεως τῆς καταβαλλομένης δυνάμεως πρὸς τὸν λόγον τῆς μετατοπίσεως τῆς ἀντιστάσεως εἶναι D/d. Τὸ κλάσμα αὐτὸ ἐκφράζει καὶ τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ σφήνος. Διὰ νὰ εἶναι τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα μέγαν θὰ πρέπει τὸ d νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατὸν μικρότερον τοῦ D.

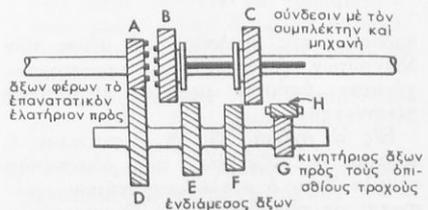
ΚΙΒΩΤΙΟΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ. Τὸ κιβώτιον ταχυτήτων ἐνὸς

αὐτοκινήτου εἶναι ἓνα παράδειγμα τῶν πλεονεκτημάτων τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἀπὸ τὴν μετάδοσιν κινήσεως δι' ὀδοντωτῶν τροχῶν. Τὸ σχῆμα 25-11 εἶναι ἓνα ἀπλουστευμένον διάγραμμα τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων ἐνὸς αὐτοκινήτου. Τρεῖς ἄτρακτοι εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ κιβωτίου. Ἡ ἄτρακτος μετὰ τὸ ἐπιανατακτικὸν ἐλατήριο, ἡ ὁποία συνδέεται πρὸς τὸν συμπλέκτην (ντεμπραγιάς) καὶ μέσῳ αὐτοῦ πρὸς τὴν μηχανήν, ὁ κινήτηριος ἄξων, ὁ ὁποῖος μεταφέρει τὴν ροπὴν στρέψεως πρὸς τοὺς ὀπισθίους ἄξονας, καὶ ὁ ἐνδιάμεσος ἢ βοηθητικὸς ἄξων, ὁ ὁποῖος δὲν ἐκτείνεται ἐκτὸς τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων.

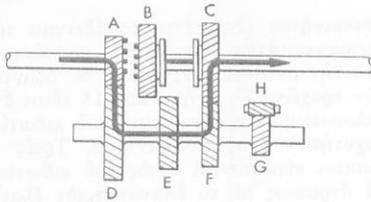
Ὁ τροχὸς A εἶναι στερεῶς συνδεδεμένος μετὰ τὴν ἄτρακτον ἢ ὁποία φέρει τὸ ἐπιανατακτικὸν ἐλατήριο. Οἱ τροχοὶ B καὶ C εἶναι ἐλεύθεροι νὰ ὀλοσθαίνουν κατὰ μήκος τοῦ κινήτηριου ἄξονος. Εἶναι ἐφηρησμένοι κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, ὅταν οὗτοι ἐξαναγκασθῶν εἰς περιστροφήν, καὶ ὁ κινήτηριος ἄξων νὰ περιστρέφεται μετ' αὐτῶν. Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ D, E, F καὶ G εἶναι στερεῶς συνδεδεμένοι ἐπὶ τοῦ ἐνδιάμεσου ἄξονος. Ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς H περιστρέφεται ἐπὶ ἰδιαίτερου ἐδράνου εἰς τρόπον ὥστε νὰ εὐρίσκεται πάντοτε ἐν συζεύξει μετὰ τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ G.

Τὸ σχ. 25-11 δεικνύει τὴν θέσιν τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν, ὅταν ὁ μοχλὸς τῶν ταχυτήτων εὐρίσκεται εἰς τὸ «νεκρὸν σημεῖον». Ὡς βλέπομεν, οὔτε ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς B, οὔτε ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς G, εὐρίσκονται ἐν συζεύξει μετὰ οἰονδήποτε ἄλλον ὀδοντωτὸν τροχόν. Οὐδεμία ροπή στρέψεως εἶναι δυνατὸν νὰ μεταφερθῇ πρὸς τὸν ὀπίσθιον ἄξονα.

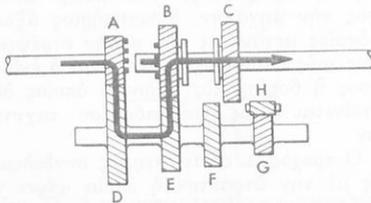
Τὸ σχῆμα 25-12 δεικνύει τὴν διάταξιν διὰ τὴν «πρώτην ταχύτητα». Ἡ μαυρὴ γραμμὴ δεικνύει τὸν τρόπον με-



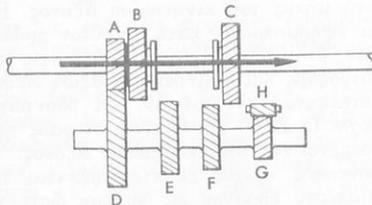
Σχ. 25—11. Θέσις «νεκροῦ σημείου».



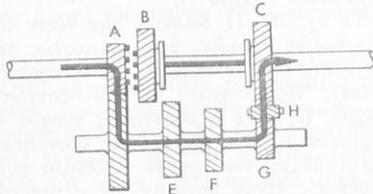
Σχ. 25—12. Θέσις «πρώτης ταχύτητας».



Σχ. 25—13. Θέσις «δευτέρας ταχύτητας».



Σχ. 25—14. Θέσις «τρίτης ταχύτητας».



Σχ. 25—15. Θέσις «όπισθεν».

Κιβώτιον ταχυτήτων αυτοκινήτου

ταδόσεως τῆς κινήσεως διὰ μέσον τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν. Εἰς τὴν «πρώτην ταχύτητα» ὑπάρχει μέγαν μηχανικὸν πλεονέκτημα.

Εἰς τὸ σχῆμα 25-13 ἐμφαίνεται ὁ τρόπος τῆς συζεύξεως τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν ὅταν ὁ μοχλὸς ταχυτήτων εὐρίσκεται εἰς τὴν «δευτέραν». Τὸ μηχανικὸν

πλεονέκτημα εἰς τὴν θέσιν ταύτην εἶναι μικρότερον ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχον μηχανικὸν πλεονέκτημα τῆς «πρώτης ταχύτητος».

Τὸ σχῆμα 25-14 δεικνύει τὴν θέσιν ζεύξεως ὀδοντωτῶν τροχῶν διὰ τὴν «τρίτην» ταχύτητα. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, αἱ προεξοχαὶ αἱ εὐρισκόμεναι εἰς τὰς πλευρὰς τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν Α καὶ Β εὐρίζονται ἐν συμπλέξει. Ἡ μετάδοσις τῆς κινήσεως εἰς τὴν θέσιν ταύτην δὲν γίνεται μέσῳ τοῦ ἐνδιαμέσου ἄξονος, ἀλλ' ὁ κινητήριος ἄξων περιστρέφεται μὲ τὴν αὐτὴν περιφερειακὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν ἔχει καὶ ἡ ἀτρακτις μὲ τὸ ἐπανατατικὸν ἐλατήριον. Ἡ περιφερειακὴ αὐτὴ ταχύτης εἶναι ἐπίσης καὶ ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος τοῦ αυτοκινήτου. Τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι ἴσον πρὸς τὴν μονάδα.

Τὸ σχῆμα 25-15 δεικνύει τὸν τρόπον τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως ὅταν ὁ μοχλὸς ταχυτήτων εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν «όπισθεν». Ἡ διεύθυνσις τῆς περιστροφῆς τοῦ κινητήρος ἄξονος εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὀπισθίου ἄξονος. Διὰ τὴν ἀναστροφὴν τῆς διεύθυνσεως περιστροφῆς τῶν δύο τούτων ἄξόνων ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξίς τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν Η.

Ὅταν τὸ αὐτοκίνητον κινῆται μὲ τὴν «όπισθεν» τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ κινητήρος εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερον τοῦ ἀντίστοιχου τῆς «πρώτης» διότι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς D εἶναι ἀκόμη μικρότερος τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχῶ F.

ΜΗΧΑΝΙΚΟΝ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ. Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως οἰοσθήποτε μηχανῆς δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$\text{Βαθμὸς ἀποδόσεως} = \frac{\text{ἀποδιδόμενον ἔργον}}{\text{προσδιδόμενον ἔργον}} = \frac{R}{E} \frac{D_R}{D_E}$$

Συμφώνως πρὸς τὸν ἀνωτέρω τύπον, εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως, ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἀντίστασιν, τὴν διαθεσίμου δύναμιν, τὴν μετατόπισιν τῆς ἀντιστάσεως, καὶ τὴν μετατόπισιν τῆς διαθεσίμου δυνάμεως.

Ὁ ἀνωτέρω τύπος δυνατόν νὰ γραφῇ ἐπίσης καὶ ὡς ἑξῆς:

$$\text{Βαθμὸς ἀποδόσεως} = \frac{R}{E} : \frac{D_E}{D_R} = \frac{\text{πραγματικὸν } MA}{\text{ἰδανικὸν } MA}$$

Συμφώνως πρὸς τὴν τελευταίαν σχέσιν

εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ προσδιορίσωμεν τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως μιᾶς μηχανῆς ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα αὐτῆς καὶ τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα, ἢ ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα καὶ τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα.

Ἐπάρχει ἐν τούτοις καὶ ἑτέρα μέθοδος προσδιορισμοῦ τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως μιᾶς μηχανῆς διὰ συγκρίσεως τοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος πρὸς τὸ θεωρητικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα, ἐὰν καὶ ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχουν τριβαί. Ἐπιθέσωμεν π.χ. ὅτι ἀπαιτεῖται δύναμις 20 kg διὰ τὴν ἀνύψωσιν φορτίου 60 kg μέσῳ τροχαλίας, ἢ ὅποια διαθέτει 4 σημεία διὰ τὴν ὑποβάσταξιν τοῦ φορτίου. Δυνάμεθα ἀμέσως νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα τῆς τροχαλίας αὐτῆς εἶναι 4. Τὸ θεωρητικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα θὰ ἦτο $\frac{60}{4} = 15$ kg, ἢ διατιθεμένη ὁμοῦς δύναμις εἶναι 20 kg. Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως ὅθεν εἶναι $1\frac{15}{20} = 0,75$ ἢ 75%.

Τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα προκύπτει $\frac{60}{20} = 3$. Ἐὰν διαφύσωμεν τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα διὰ τοῦ ἰδανικοῦ μηχανικοῦ πλεονεκτήματος (4:3) προκύπτει καὶ πάλιν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως 75%.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μηχανικὸν πλεονέκτημα

$$\text{Πραγματικὸν MA} = \frac{R}{E}$$

$$\text{Ἰδανικὸν MA} = \frac{DE}{DR}$$

Τροχαλία

Βαροῦρλκον

Μετάδοσις κινήσεως δι' ὀδοντωτῶν τροχῶν

Ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα

$$\text{κοχλίου} = \frac{2\pi r}{P}$$

Σφὴν

Βαθμὸς ἀποδόσεως =

$$\frac{\text{Μηχανικὸν πλεονέκτημα}}{\text{Ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποῖοι εἶναι οἱ δύο βασικοὶ τύποι τῶν ἀπλῶν μηχανῶν;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες μηχανικὸν πλε-

ονέκτημα καὶ τί ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα;

3. Ἐξηγήσατε κατὰ ποῖον τρόπον αἱ τροχαλῖαι δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς μοχλοί.
4. Ποῖον εἶναι τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἀπλῆς ἀμεταθέτου τροχαλίας;
5. Ἐὰν δὲν κερδίζωμεν εἰς δύναμιν, διὰ τῆς ἀμεταθέτου τροχαλίας, διατί τὴν χρησιμοποιοῦμεν τόσον συχνά;
6. Ἀναφέρατε τὴν μέθοδον διὰ τῆς ὁποίας θὰ προσδιορίζατε τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἑνὸς συστήματος τροχαλῶν.
7. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν ἐνα βαροῦρλκον νὰ θεωρηθῇ μοχλός;
8. Δύνασθε νὰ ἀποδείξητε ὅτι, τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἑνὸς βαροῦρλκου ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῆς ἀκτίνος τοῦ τροχοῦ διὰ τῆς ἀκτίνος τοῦ ἄξονος;
9. Ποῖον εἶναι τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ζεύγους ὀδοντωτῶν τροχῶν;
10. Κατὰ ποῖον τρόπον ἕνας κοχλίας χρησιμοποιεῖ τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου;
11. Ποῖον εἶναι τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἑνὸς ἀνυψωτήρος (γρύλλος);
12. Ποῖον τὸ παρεχόμενον ὑπὸ τῆς τριβῆς πλεονέκτημα εἰς ἕνα ἀνυψωτήρα αὐτοκινήτου;
13. Ποῖος σφὴν μᾶς παρέχει μεγαλύτερον μηχανικὸν πλεονέκτημα; Ἐνας λεπτός, ἢ ἕνας παχύς;

ΓΕΝΙΚΑ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Κατονομάσατε μερικὰ ἀπὸ τὰ πλεονεκτήματα τῆς χρήσεως τῶν ἀπλῶν μηχανῶν.
2. Κατὰ ποῖον τρόπον δύο ἀπλῆι τροχαλῖαι εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν μαζῇ, οὕτως ὥστε νὰ ἐκμεταλλευθῶμεν τὸ μεγαλύτερον δυνατόν μηχανικὸν πλεονέκτημα;
3. Διατί προτιμῶμεν νὰ χρησιμοποιῶμεν κοχλίας ἀντὶ ἦλων εἰς τὴν σύνδεσιν δύο τεμαχίων ξύλου;
4. Ἐπολογίσατε τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα ἑνὸς νυχοκόπτου.
5. Ἀναφέρατε τάς, εἰς τὴν οἰκίαν σας,

εύρισκομένης συσκευάς, αί όποιαί βασίζονται εις τήν άρχήν του κεκλιμένου επιπέδου.

6. Αναφέρατε τας, εις τήν οικίαν σας, εύρισκομένας συσκευάς, αί όποιαί βασίζονται εις τήν άρχήν του μοχλού.
7. Δύνασθε νά προσδιορίσετε τό μηχανικόν πλεονέκτημα των έμβλέξεων των όδοντωτών τροχών ένός κιβωτίου ταχυτήτων διά κάθε θέσιν του μοχλού ταχυτήτων;
8. Ήξηγήσατε διατί ό άτέρμων κοιλίας, είναι χρήσιμος διά τόν μηχανισμόν κατευθύνσεως ένός αυτοκινήτου.
9. Δύνασθε νά ύποδείξετε τρόπον κατά τόν όποιον ένας ιμάς είναι δυνατόν νά συνδέη δύο τροχαλίας εις τρόπον ώστε αύται νά περιστρέφονται αντίστροφως;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΝ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΣΥΣΚΕΤΩΝ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ. Έκτελούντες μετρήσεις επί ώρισμένων συσκευών οικιακής χρήσεως δύνασθε νά προσδιορίσετε τό μηχανικόν πλεονέκτημα αυτών.

Άπό τας διαστάσεις των συσκευών αυτών, όπως ό καρυοθραύστης, τό «κλειδί της κινσέρβας» δύνασθε νά προσδιορίσετε τόν λόγον των δύο μοχλοβραχιόνων, και έξ αυτών νά προσδιορίσετε τό μηχανικόν πλεονέκτημα.

Ό άναμικτήρ διά τήν κατασκευήν «κρέμας» είναι μία άλλη άπλή μηχανή. Ό μηχανισμός του συνίσταται από ένα ζεύγος όδοντωτών τροχών άνίσων διαμέτρων. Η κίνησις δίδεται εις τόν μεγαλύτερον διαμέτρον όδοντωτών τροχόν, ό όποιος κινεί τόν μικρότερον.

Τό μηχανικόν πλεονέκτημα του συνδυασμού των όδοντωτών τροχών ίσοται πρός τόν λόγον του αριθμού των όδόντων του κινουμένου τροχού, διά του αριθμού των όδόντων του κινούντος τροχού. Μετρήσατε τόν αριθμόν των όδόντων εκάστου τροχού. Πολύ πιθανόν νά εύρετε 10 όδόντας εις τόν μικρόν τροχόν και 40 εις τόν μεγάλον. Τό μηχανικόν πλεονέκτημα του συνδυασμού των δύο τροχών αυτών θα είναι $10:40 = \frac{1}{4}$. Παρατηρούμεν ότι είναι μικρότερον της μονάδος. Ένας άλλος τρόπος προσδιορισμού

του μηχανικού πλεονεκτήματος, είναι νά μετρήσετε τόν αριθμόν των περιστροφών του μικρού τροχού διά μίαν πλήρη περιστροφήν του μεγάλου. Θά παρατηρήσετε ότι διά μίαν περιστροφήν του μεγάλου όδοντωτού τροχού, ό μικρός έκτελεί τέσσαρας πλήρεις περιστροφάς.

Έάν θελήσετε νά κινήσετε τόν μηχανισμόν των δύο όδοντωτών τροχών αντίστροφως θα παρατηρήσητε ότι, διά τήν κίνησιν άπαιτείται πολύ μικρά δύναμις. Με τό παράδειγμα αυτό μπορείτε νά άντιληφθήτε τόν τρόπον κατά τόν όποιον μία μικρά δύναμις μετατρέπεται εις μεγάλην.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

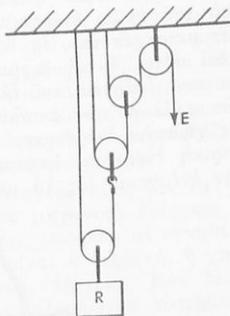
A

1. Άμετάθετος τροχαλία έχει άκτινα 150 mm, και διά τήν άνύψωσιν φορτίου 70 kg άπαιτείται δύναμις 75 kg. Ζητείται τό μηχανικόν πλεονέκτημα.
2. Εις μεταθετήν τροχαλίαν τό φορτίον είναι 7 kg, τό δε έλεύθερον σημειον αυτής διέρχεται από σταθεράς τροχαλίας και ακολουθώς επ' αυτού εφαρμόζεται δύναμις ή όποία ίσοροπεί τό σύστημα. Ζητείται νά προσδιορισθή ή δύναμις αύτη.
3. Σύστημα τροχαλιών συνίσταται από δύο άμεταθέτους και δύο μεταθετάς τροχαλίας και χρησιμοποιείται διά τήν άνύψωσιν βάρους. Έάν ό βαθμύς άποδόσεως του συστήματος είναι 60% ποίον τό μέγιστον βάρος, τό όποιον δύναται νά άνυψωθή εάν ή εφαρμοζομένη δύναμις είναι 50 kg;
4. Έπί τροχού με άξονα ή άκτις του τροχού είναι 0,6 m και του άξονος 0,12 m. Πόσον φορτίον δύναται νά ίσοροπήσῃ δύναμις 65 kg;
5. Διά συνήθους πολυσπάστου περιέχοντος έν'συνόλῳ 3 μεταθετάς και 3 άμεταθέτους τροχαλίας, διά τήν άνύψωσιν φορτίου 120 kg άπαιτείται δύναμις 30 kg. Ζητείται τό μηχανικόν πλεονέκτημα.
6. Νά ύπολογισθή τό μηχανικόν πλεονέκτημα κεκλιμένου επιπέδου γωνίας 30 μοιρών.
7. Έπί μεταθετής τροχαλίας, τό φορτίον είναι 100 kg. Ζητείται ή δύνα-

μεις F , ή εφαρμοζομένη εις τὸ ἐλεύθερον σχοινίον διὰ τὴν ἰσορροπίαν τοῦ φορτίου, εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ δύο σημεῖα σχηματίζουν γωνίαν θ μοιρῶν.

B

8. Τροχαλία σταθερὰ ἔχει βάρος B . Ζητεῖται ἡ δύναμις ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς τροχαλίας, ὅταν τὸ φορτίον Φ καὶ ἡ ἰσορροποῦσα αὐτὸ δύναμις F σχηματίζουν μετὰ τῆς ὀριζοντίου γωνίαν 90 μοιρῶν.
9. Εἰς ἀνυψωτικὴν μηχανὴν διὰ κοιλίου (γρούλλου αὐτοκινήτου) τὸ βῆμα τοῦ κοιλίου εἶναι $b = 3,5$ cm, περιστρέφεται δὲ ὁ κοιλίας διὰ μοχλοῦ μήκους $l = 90$ cm. Ζητεῖται ἡ δύναμις ἢ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἀνύψωσιν σώματος βάρους 500 kg.
10. Ἀνυψωτικὴ μηχανὴ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν φορτίου 4000 kg δι' ἐφαρμογῆς δυνάμεως 50 kg εἰς τὸ ἄκρον μοχλοῦ μήκους 1 m. Ἐὰν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀνυψωτικῆς μηχανῆς (γρούλλου) εἶναι 30% ποῖον τὸ βῆμα τοῦ κοιλίου;
11. Ποῖον τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ συστήματος τροχαλιῶν τὸ ὁποῖον ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 25-16;



Σχ. 25-16.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 7

1. Πόσον ἔργον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν ἀγκύρας βάρους 35 kg ἀπὸ βάθους 9 m;

2. Πόσον τὸ ἔργον ἐπιταχύνσεως, τὸ παραγόμενον ἐπὶ ἀνελκυστήρος βάρους 4 ton ἐπιταχυνόμενον πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ ἐπιτάχυνσιν 1 m/sec² ἐπὶ 5 sec ἐφ' ὅσον ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἠρεμίας;
3. Πόσον εἶναι τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον παράγει αὐτοκίνητον ἀνά km, ὅταν ρυμουκκῆ ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους, ὑπὸ σταθερὰν ταχύτητα καὶ με ἐλκτικὴν δύναμιν 430 kg ἕτερον ὄχημα βάρους 12 ton;
4. Σῶμα ἔχον βάρος 8 kg ἐκκινεῖ ἐκ τῆς ἠρεμίας καὶ σύρεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους, ἀπηλλαγμένον τριβῆς, ὑπὸ ὀριζοντίου σταθερᾶς δυνάμεως 4 kg. Ἐὰν τὸ σῶμα διανύῃ 6 m, πόσον τὸ παραγόμενον ἔργον;
5. Εἰς τὸ προηγούμενον πρόβλημα, νὰ ὑποτεθῇ ὅτι ὁ συντελεστὴς τριβῆς εἶναι $0,2$.
6. Σύστημα τροχαλιῶν ἔχει ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα 5 . Ποία ἡ ἀπαιτουμένη δύναμις διὰ τὴν ἀνύψωσιν βάρους 500 kg ὅταν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ συστήματος εἶναι $0,8$;
7. Εἰς μοχλὸν μετὰ ἓνα βραχίονα καὶ εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον αὐτοῦ ἐφαρμόζεται βάρους 18 kg. Ζητεῖται πόση δύναμις πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ μέσον τοῦ μοχλοῦ ἵνα οὗτος ἰσορροπῇ.
8. Ἐργάτης ἀνυψώνει ὀγκόλιθον βάρους 225 kg μετὰ τὴν βοήθειαν μοχλοῦ μετὰ δύο βραχίονας (1ου εἶδους) μήκους $1,5$ m. Ἐὰν ὁ ἄξων περιστροφῆς (ὑπομόχλιον) εὐρίσκειται εἰς ἀπόστασιν $0,25$ m ἀπὸ τοῦ ἄκρου τοῦ μοχλοῦ τοῦ εὐρισκομένου εἰς ἐπαφὴν πρὸς τὸν ὀγκόλιθον, πόση ἡ δύναμις ἢ ἐφαρμοζομένη εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ μοχλοῦ;
9. Τὸ βῆμα ἐνὸς ἀνυψωτήρος (γρούλλου) εἶναι $\frac{1}{4}$ in. Τὸ μήκος τοῦ μοχλοῦ, μετὰ τὸν ὁποῖον ἀνυψοῦται ὁ κοιλίας, εἶναι 3 ft. Ἐὰν ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ εἶναι 100 lb, ποῖον τὸ βάρος τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀνυψωθῇ ὑπὸ τοῦ γρούλλου, ὅταν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτοῦ εἶναι $0,25$;
10. Ποῖον τὸ ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα τοῦ ἀνυψωτήρος τοῦ προβλήματος 10; Ποῖον τὸ μηχανικὸν πλεονέκτημα αὐτοῦ;

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ

Καμμία μηχανή δέν μās εἶναι χρήσιμος χωρίς ἐνέργειαν. Διά νά μās ἀποδώσῃ ἔργον μία οἰαδήποτε μηχανή, πρέπει νά τῆς παρέχωμεν ἐνέργειαν. Ἐξ ἄλλου καμμία μηχανή δέν ἔχει ἐπινοηθῆ ἀκόμη μέ βαθμόν ἀποδόσεως 100%. Πάντοτε ἓνα ποσόν ἐνεργείας μετατρέπεται εἰς θερμότητα λόγω τριβῶν. Εἰς τό παρόν κεφάλαιον θά ἀναπτύξωμεν τόν τρόπον ὑπολογισμοῦ τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως μιάς μηχανῆς καί τόν τρόπον προσδιορισμοῦ τοῦ ἔργου, τό ὅποτον χάνεται λόγω τριβῶν. Θά μάθωμεν ἐπίσης νά διακρίνωμεν τās διαφορās μεταξύ τῆς δυνάμεως, τοῦ ἔργου, τῆς ἐνεργείας καί τῆς ἰσχύος καί θά προσδιορίσωμεν τās ὑπαρχούσας σχέσεις μεταξύ αὐτῶν.

ΕΛΔΑΦΙΟΝ 26. Ἐνέργεια.

ΤΙ ΕἶΝΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ; Ἐνα τεταμένον ἐλατήριον εἶναι ἔτοιμον νά μās ἀποδώσῃ ἔργον, ἐγκλείει ἐνέργειαν. Ὅμοίως συμπεπιεσμένος ἀήρ δέν χρειάζεται τίποτε ἄλλο διά νά μās παράσῃ ἔργον παρὰ νά ἐλευθερωθῆ. Ἐγκλείει καί αὐτός ἐνέργειαν. Ἡ ἰκανότης ἐνός σώματος νά παράγῃ (νά ἀποδίδῃ) ἔργον καλεῖται ἐνέργεια.

Τά ἀνωτέρω παραδείγματα εἶναι παραδείγματα δυναμικῆς ἐνεργείας. Ἡ δυναμική ἐνέργεια εἶναι ἡ ἐνέργεια ἐκείνη, ἡ ὁποία εὐρίσκεται ἐγκλεισμένη ἐντός τοῦ σώματος λόγω τῆς θέσεως ἢ τῆς καταστάσεως αὐτοῦ (σχῆμα 26-1).

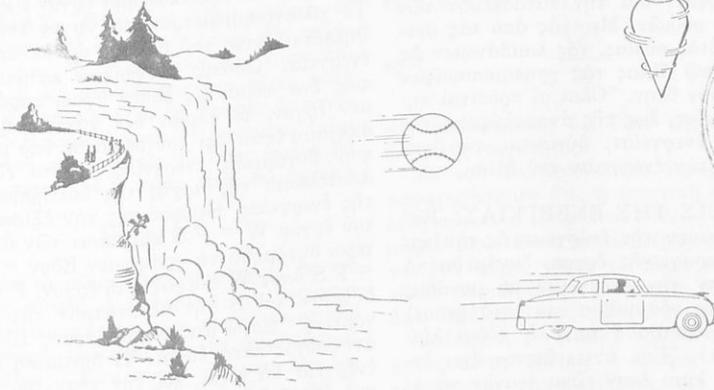
ΚΙΝΗΤΙΚΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΝ ἐγκλείουν ὅλα τὰ ἐν κινήσει εὐρισκόμενα σώματα.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Αἱ διάφοροι μορφαί τῆς ἐνεργείας εἶναι δυνατόν νά μετατραποῦν ἀπό τήν μίαν μορφήν εἰς τήν ἄλλην κατά πολλούς καί διαφόρους τρόπους. Ὅταν ἡ ἀκτινοβολουμένη ὑπό τοῦ ἡλίου ἐνέργεια πῖπῃ ἐπὶ τῆς γῆς μετατρέπεται εἰς θερμικήν ἐνέργειαν καί οὕτω, ἡ γῆ θερμαίνεται. Ὅταν ἡ φωτεινὴ ἐνέργεια τοῦ ἡλίου πῖπῃ ἐπὶ τῶν φύλλων τῶν φυτῶν μετατρέπεται εἰς χημικὴν ἐνέργειαν.

Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ἠχητικὴν ἐνέργειαν εἰς τὰ μεγάφω-



Σχ. 26-1. Παραδείγματα δυναμικῆς ἐνεργείας.
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς
170



Σχ. 26—2. Παραδείγματα κινητικής ενέργειας

να, τὰ ἀκουστικά, τούς κώδωνας κλπ. Κατά τὴν ἐκπυροσφύρησην ἐνὸς ὄπλου, ἡ χημικὴ ἐνέργεια, ἡ ἀποθηκευμένη ἐντὸς τῆς πυρίτιδος, ἐκλύεται καὶ μετατρέπεται μερικῶς εἰς θερμότητα καὶ μερικῶς εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία καὶ ὠθεῖ τὴν σφαῖραν.

ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

Ἀπὸ μακροχρόνιους καὶ πολυαρίθμους πειραματικὰς ἐρεῦνας κατεδείχθη ὅτι, προκειμένου περὶ μηχανικῶν φαινομένων, ἡ ἐνέργεια εἴτε δυναμικὴ εἶναι εἴναι κινητικὴ, οὔτε ἐκ τοῦ μηδενὸς δύναται νὰ δημιουργηθῇ ἀλλὰ οὔτε καὶ ἐκμηδενίζεται. Δύναται μόνον νὰ μετατρέπηται ἀπὸ δυναμικὴ εἰς κινητικὴν καὶ ἀντιστρόφως ἢ νὰ μεταβιβάζεται ἀπὸ ἐνὸς σώματος εἰς ἄλλο.

Ἡ ἐνέργεια ὅμως δὲν ἐμφανίζεται ἀπλῶς ὡς μηχανικὴ ἐνέργεια ἀλλὰ καὶ ὑπὸ ἄλλας μορφάς, αἱ συνθέστεραι τῶν ὁποίων εἶναι ἡ θερμικὴ, ἡ χημικὴ καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια. Ἐὰν δέ, θεωρήσωμεν ἀποκλειστικόν σύστημα σωμάτων, δηλαδὴ σύστημα εἰς τὸ ὁποῖον νὰ μὴ δύναται νὰ μεταβιβάσθῃ ἐνέργεια πρὸς τὰ ἔξω, οὔτε καὶ νὰ προσληφθῇ ἐνέργεια ἀπὸ ἔξω τὸ ἄθροισμα ὄλων τῶν ποσῶν τῆς ἐνεργείας ὑπὸ διαφόρους μορφάς, παραμένει χρονικῶς ἀμετάβλητον καὶ παρατηρεῖται μόνον μετατροπὴ τῆς ἐνεργεί-

ας ἀπὸ τὴν μίαν μορφήν εἰς τὴν ἄλλην.

ΤΑ ΑΝΩΤΕΡΩ ΕΚΦΡΑΖΟΝ ΤΗΝ ΑΡΧΗΝ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ θεμέλιον τῆς φυσικῆς καὶ ἀποκλείει τὴν πραγματοποίησιν τοῦ αἰκινήτου, δηλαδὴ μηχανῆς, ἡ ὁποία νὰ δημιουργῇ ἐνέργειαν ἐκ τοῦ μηδενός. Ἡ ἀρχὴ διατήρησεως τοῦ ἔργου εἶναι μία μερικὴ περίπτωση τῆς ἀρχῆς τῆς διατήρησεως τῆς ἐνεργείας ἐφαρμοσμένη ἐπὶ τῶν μηχανῶν. Ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἕλην καὶ ἡ ἕλη εἰς ἐνέργειαν, ἀλλὰ αὐτὸς εἶναι μετασχηματισμὸς καὶ δὲν εἶναι καταστροφὴ ἢ δημιουργία τῆς ἐνεργείας ἐκ τοῦ μηδενός.

ΠΗΓΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῆς ἐνεργείας τὴν ὁποίαν χρησιμοποιούμεν, προέρχεται ἀπὸ τὸ ὑπέδαφος ὑπὸ μορφήν ἀνθρακος, πετρελαίου, καὶ αερίου. Τὸ φυτικὸν βασίλειον μᾶς προμηθεύει ἐπίσης ἐνέργειαν. Τὰ δένδρα μᾶς προμηθεύουν ξυλείαν, ἐνῶ ἄλλα φυτὰ μᾶς προμηθεύουν διάφορα ἔλαια. Ὅλα αὐτὰ τὰ ὄγρὰ σώματα μᾶς ἀποδίδουν τὴν χημικὴν τῶν ἐνεργειῶν ὑπὸ μορφήν θερμικῆς ἐνεργείας.

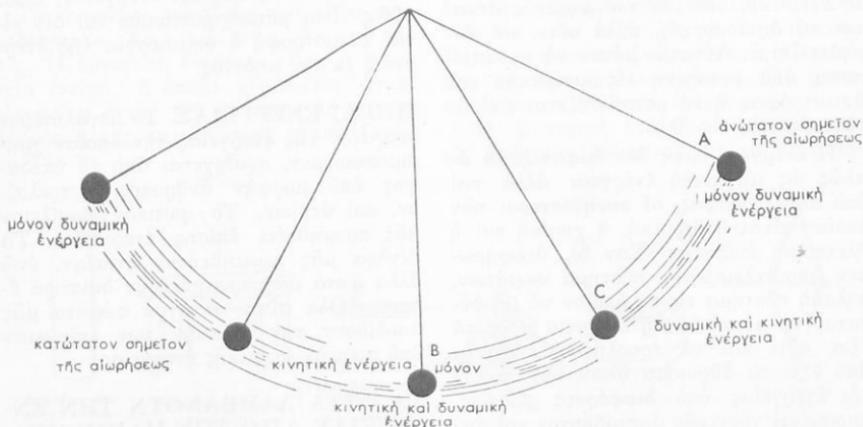
ΤΑ ΦΥΤΤΑ ΛΑΜΒΑΝΟΝ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες πύπτουσαι ἐπὶ τῶν φύλλων

των φυτών προμηθεύουν την κατάλληλον ενέργειαν διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν συνθέτων οὐσιῶν. Μερικὰς ἀπὸ τὰς συνθέτους αὐτὰς οὐσίας, τὰς λαμβάνομεν ὡς τροφήν, ἐνῶ ἄλλας τὰς χρησιμοποιοῦμεν ὡς καύσιμον ὕλην. Ὅλαι αἱ προσिताὶ πηγὰὶ ἐνεργείας, ἕως τῆς ἀνακαλύψεως τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας, δύνανται νὰ ἀναχθῶν εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἡλίου.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Ἐφ' ὅσον ὠρίσασμεν τὴν ἐνέργειαν ὡς τὴν ἰκανότητα παραγωγῆς ἔργου, δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐνέργειαν μὲ μονάδας ἔργου, ὅπως γραμμάρια ἑκατοστά (gcm) χιλιογραμμόμετρα (kgm) ἢ πόδια λίμπρες (lbf). Ἐνα ἀντικείμενον ἔχει ἐνέργειαν 1 kgm ὅταν εἶναι ἰκανὸν νὰ ἀποδώσῃ ἔργον ἴσον πρὸς 1 kgm.

Ὁ εὐκολώτερος τρόπος νὰ προσδώσωμεν ἐνέργειαν εἰς ἓνα σῶμα εἶναι νὰ τὸ ἀνυψώσωμεν. Ἐπιθέσωμεν ὅτι ἀνυψώνομεν ἐν βιβλίον βάρους 1kg κατὰ 1 m. Τὸ βιβλίον εἰς τὴν νέαν αὐτοῦ θέσιν περιέχει ἐνέργειαν. Ἐὰν τὸ ἀφήσωμεν, θὰ πέσῃ κάτω καὶ θὰ μᾶς ἐπιστρέψῃ τὴν ἐνέργειαν τὴν ὁποίαν τοῦ προσεδώσαμεν, ὑπὸ τὴν μορφήν μηχανικοῦ ἔργου ἐκφραζομένου διὰ τῆς θραύσεως ἑνὸς ἄλλου ἀντικειμένου. Μέρος τῆς ἐκλυομένης ὑπὸ τοῦ βιβλίου ἐνεργείας θὰ ἐμφανισθῇ ἐπίσης ὡς ἠχητικὴ ἐνέργεια. Διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ βιβλίου βάρους 1kg κατὰ 1m

πρέπει νὰ τοῦ προσδώσωμεν ἔργον 1 kgm. Τὸ χιλιογραμμόμετρον τοῦ ἔργου ἐναποθηκεῖται ἐντὸς τοῦ βιβλίου ὡς δυναμικὴ ἐνέργεια. Ὡσάντις ἀνυψοῦμεν κατακορυφῶς ἓνα σῶμα, εἰς δοθὲν ὕψος, παράγομεν ἔργον, τὸ ὁποῖον δὲν χάνεται ἀλλὰ ἀποταμιεύεται ἐπὶ τοῦ σώματος ὑπὸ μορφήν δυναμικῆς ἐνεργείας. Τοῦτο εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀρχῆς τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Θεωροῦντες τὴν ἐξίσωσιν τοῦ ἔργου $W = F \cdot S$ καὶ βάσει τῶν ἀνωτέρου δυνάμεθα νὰ γράψωμεν $E_{δυν} = W = F \cdot S$ ὅπου W ἐκφράζει τὸ ἔργον, F τὴν δύναμιν καὶ S τὴν μετατόπισιν τῆς δυνάμεως. Ἐστω ὅτι, σῶμα βάρους 10 kg ἀνυψοῦται κατὰ 5 m. Ἡ δυναμικὴ τοῦ ἐνεργεία θὰ εἶναι, εἰς τὴν νέαν του θέσιν, $10 \times 5 \text{ kgm} = 50 \text{ kgm}$. Ἐὰν τὸ σῶμα ἀφεθῇ ἐλεύθερον νὰ πέσῃ, ἡ δυναμικὴ τοῦ ἐνεργεία μετατρέπεται εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν. Τὴν στιγμήν κατὰ τὴν ὁποίαν θὰ φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος, θὰ ἐξακολουθῇ νὰ ἔχη 50 kgm ἐνεργείας ἀλλὰ ἡ ἐνέργεια αὐτὴ θὰ εἶναι ὅλη κινητικὴ. Ἡ δυναμικὴ τοῦ ἐνεργεία θὰ ἔχη πλήρως ἐξαφανισθῇ. Ὅταν τὸ σῶμα θὰ ἔχη συγκρονηθῇ μὲ τὴν γῆν, ἡ κινητικὴ τοῦ ἐνεργεία ἐξαφανίζεται, μετατροπὴν εἰς ἄλλας μορφὰς ἐνεργείας, συνήθως θερμότητος. Τὸ ἐκκρομὲς εἶναι ἓνα ἀπλοῦς παράδειγμα μετατροπῆς τῆς δυναμικῆς ἐνεργείας εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν, (σχῆμα 26 - 30) καὶ τανάπαλιν.



Σχ. 26—3. Μετατροπὰὶ ἐνεργείας.

Ο ΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. "Όταν ένα σώμα κινείται, έχει κινητική ενέργεια λόγω της ταχύτητός του. Εάν ξεσκήσουμε μίαν δύναμιν F kg ανυψώντες ένα σώμα κατά μίαν απόστασιν S m θά έχουμε δαπανήσει $F \times S$ kgm έργου. Η δυναμική ενέργεια του σώματος εις τὸ ὕψος ἐκεῖνο θὰ εἶναι τότε $F \times S$ kgm ἤτοι θὰ ἔχουμεν

$$E_{\text{δυν}} = F.S$$

Εάν τὸ σῶμα πέσῃ ἐλευθέρως ἐκ τοῦ ὕψους αὐτοῦ, ἡ δυναμική του ἐνέργεια θὰ μετατραπῇ εἰς ἴσον ποσὸν κινήσεως ἐνεργείας, ἀμελουμένης τῆς ἀντίστασεως τοῦ ἀέρος. Εάν παραστήσωμεν τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν διὰ τοῦ E θὰ ἔχωμεν

$$E_{\text{κιν}} = E_{\text{δυν}}$$

ἡ κινήτικὴ ἐνέργεια ὅθεν, πρέπει νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὸ καταναλωθέν ἔργον ἤτοι:

$$E_{\text{κιν}} = F.S$$

Συμφώνως πρὸς τὸν δεύτερον νόμον τοῦ Νεύτωνα ἔχομεν

$$F = \frac{M.a}{g}$$

ἐνῶ ἀπὸ τὴν κινήτικὴν γνωρίζομεν ὅτι, διὰ τὰ ἐλευθέρως πίπτοντα σώματα ἡ διανομένη ἀπόστασις συνδέεται μὲ τὴν ταχύτητα διὰ τῆς κατωτέρω σχέσεως

$$S = \frac{U^2}{2a}$$

ἀντικαθιστώντες δὲ τὰς δύο αὐτὰς ἐκφράσεις διὰ τοῦ F καὶ τοῦ S ἔχομεν

$$E_{\text{κιν}} = F.S = \frac{M.a}{g} \times \frac{U^2}{2a} = \frac{M.U^2}{2g}$$

Αἱ μονάδες τῆς κινήτικῆς ἐνεργείας εἶναι kgm ἐφ' ὅσον ἡ μᾶζα εἶναι εἰς kg, ἡ ταχύτης εἰς m/sec καὶ τὸ g εἶναι 9,8 m/sec².

Ὁ τύπος διὰ τὴν Κινήτικὴν Ἐνέργειαν ἐφαρμόζεται εἰς οἰονδήποτε κινου-

μενον σῶμα. "Όταν μᾶζα M ἔχη ταχύτητα u ἡ κινήτικὴ τῆς ἐνέργεια ἰσοῦται

$$\text{πρὸς} \quad \frac{M.u^2}{2g}$$

μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς διευθύνσεως τῆς ταχύτητος.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἡ κινήτικὴ ἐνέργεια ἐνὸς σώματος ἐξαρτᾶται εὐθέως ἀπὸ τὴν μᾶζαν του. Ὅσον μεγαλύτερας μᾶξης εἶναι ἓνα σῶμα, τόσον τὸ σῶμα τοῦτο ἐγκλείει μεγαλύτεραν κινήτικὴν ἐνέργειαν ὑπὸ δοθεῖσαν σταθερὰν ταχύτητα.

Ἐπίσης ἡ κινήτικὴ ἐνέργεια ἐνὸς σώματος εἶναι εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητός του. Εάν ἡ ταχύτης ἐνὸς σώματος διπλασιασθῇ, ἡ κινήτικὴ του ἐνέργεια τετραπλασιάζεται. Εάν ἓνα αὐτοκίνητον κινήται μὲ ταχύτητα 60 km/h ἡ κινήτικὴ του ἐνέργεια εἶναι τέσσαρας φορὰς μεγαλύτερα ἀπὸ ἐκείνην τὴν ὁποίαν θὰ εἶχε ἐὰν ἡ ταχύτης αὐτοῦ ἦτο 30 km/h.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 : Ποία ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια σώματος βάρους 1 kg τὸ ὅποιον ἔχει ἀνυψωθῆ κατὰ 16 m;

ΛΥΣΙΣ :

$$E_{\text{δυν}} = F.S = 1 \times 16 = 16 \text{ kgm}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 : Ποία ἡ κινήτικὴ ἐνέργεια σώματος βάρους 1 kg τὸ ὅποιον ἔπεσεν ἐλευθέρως κατὰ 16 m;

ΛΥΣΙΣ : Ἡ κινήτικὴ ἐνέργεια τοῦ σώματος δίδεται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$E_{\text{κιν}} = \frac{M.u^2}{2g}$$

Ἐξ ἄλλου ἀπὸ τὴν κινήτικὴν γνωρίζομεν ὅτι ἡ τελικὴ ταχύτης ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος δίδεται ἀπὸ τῆς σχέσεως

$$u = \sqrt{2gh}$$

ἀντικαθιστώντες εἰς τὸν τύπον ἔχομεν

$$E_{\text{κιν}} = \frac{M.2gh}{2g} = Mh = 1 \times 16 \text{ kgm} = 16 \text{ kgm}$$

Αἱ ἀπαντήσεις τῶν δύο ἀνωτέρω προβλημάτων θὰ πρέπει νὰ εἶναι βεβαίως αἱ αὐταί. Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια ἡ ὁποία ἐγκλείεται εἰς σῶμα μᾶξης 1 kg, τὸ ὅποιον ἀνυψοῦται κατὰ

16 m θα πρέπει να αποδοθῆ πλήρως ὑπὸ μορφήν κινητικῆς ἐνεργείας ὅταν τὸ σῶμα τοῦτο ἀφειθῆ ἐλεύθερον νὰ πέσῃ κατὰ τὰ 16 αὐτὰ μέτρα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3 : Ὅβις μάζης 50 kg ἐκφεύγει ἀπὸ τοῦ στομίου κάννης πυροβόλου μὲ ταχύτητα 600 m/sec. Πόση ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτῆς;

ΛΥΣΙΣ : Γνωρίζομεν ὅτι, ἡ σχέσηις ἢ περιέχουσα τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν εἶναι :

$$E_{\text{κιη}} = \frac{Mu^2}{2g}$$

ὁπότε θὰ ἔχωμεν

$$E_{\text{κιη}} = \frac{50 \times 600^2}{2 \times 10} = \frac{5 \times 36}{2} \times 10^4 = 90 \times 10^4 \text{ kgm}$$

(δεχόμεθα $g = 10 \text{ m/sec}^2$)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4 : Μᾶζα 20 kg ἔχει ταχύτητα 13 m/sec. Ποία ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτῆς;

ΛΥΣΙΣ :

$$E_{\text{κιη}} = \frac{Mu^2}{2g} = \frac{20 \times 13^2}{2 \times 9,8} = \frac{10 \times 169}{9,8} = 173 \text{ kgm}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5 : Αὐτοκίνητον μάζης 2400 kg κινεῖται μὲ ταχύτητα 60 km/h. Ποία ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτοῦ;

ΛΥΣΙΣ : Κατ' ἀρχὰς πρέπει νὰ μετατρέψωμεν τὴν ταχύτητα ἀπὸ km/h εἰς m/sec ὁπότε ἔχομεν :

$$\frac{60 \text{ km}}{\text{h}} = \frac{60000 \text{ m}}{3600 \text{ sec}} = 16,7 \text{ m/sec}$$

$$\text{καὶ } E_{\text{κιη}} = \frac{Mu^2}{2g} = \frac{2400 \times 16,7^2}{2 \times 9,8} = 34200 \text{ kgm}$$

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἐνέργεια

Δυναμικὴ ἐνέργεια

Κινητικὴ ἐνέργεια

Μετατροπὴ τῆς ἐνεργείας

Διατήρησις τῆς ἐνεργείας

$E_{\text{δυν}} = FS$

$$E_{\text{κιη}} = \frac{Mu^2}{2g}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΔΤΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΤΟ ΤΟΞΟΝ ΚΑΙ ΤΟ ΒΕΛΟΣ. Τὸ τόξον καὶ τὸ βέλος ἀποτελοῦν ἕνα πολὺ ἀπλοῦν παράδειγμα τῆς μετατροπῆς, καὶ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας,

αἱ ὁποῖαι ἀνεπτύχθησαν εἰς τὸ παρὸν ἐδάφιον. Καθὼς ἡ χορδὴ τοῦ τόξου ἔλκεται πρὸς τὰ ὀπίσω καταναλίσκεται ἔργον, δυναμικὴ δὲ ἐνέργεια, ἐγκλείεται εἰς τὸ τόξον. Ὅταν ἐκτοξευθῆ τὸ βέλος τότε ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια ἢ ἐγκλειομένη εἰς τὸ τόξον μετατρέπεται εἰς τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν τοῦ βέλους.

Εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν δυναμικὴν ἐνέργειαν τοῦ τόξου ὡς ἀκολούθως: Μετροῦμεν τὴν ἀπαιτούμενην δύναμιν διὰ νὰ ἔλξωμεν πρὸς τὰ ὀπίσω τὴν χορδὴν τοῦ τόξου, τῇ βοήθειᾳ ἐνὸς ἐλατηρίου. Ἐπίσης μετροῦμεν τὴν ἀπόστασιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ χορδὴ ἔχει μετατοπισθῆ πρὸς τὰ ὀπίσω. Πολλαπλασιάζοντες τὴν ἀπόστασιν ἐπὶ τὸ ἥμισυ τῆς μεγίστης δυνάμεως τῆς ἐφαρμοζομένης ἐπὶ τοῦ τόξου προσδιορίζομεν τὸ καταναλωθέν ἔργον, τὸ ὁποῖον καὶ θὰ ἴσούται μὲ τὴν δυναμικὴν ἐνέργειαν τὴν ἐγκλειομένην ἐντὸς τοῦ τόξου. Ὁ παράγων 1/2 ὅσον ἀφορᾷ τὴν δύναμιν, πρέπει νὰ ληφθῆ ὑπ' ὄψιν διότι ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις ἐπὶ τοῦ τόξου μεταβάλλεται ἀπὸ τὸ 0 ἕως μᾶς μεγίστης τιμῆς, ἡ δὲ μέση τιμὴ τῆς μεταβαλλομένης αὐτῆς δυνάμεως εἶναι περίπου τὸ ἥμισυ τῆς μεγίστης.

Ἐκτοξεύσατε τὸ βέλος κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Κατὰ τὴν ἐκτόξευσιν τοῦ βέλους αὐτοῦ μετατοπίσετε τὴν χορδὴν τοῦ τόξου αὐτοῦ ἀκριβῶς κατὰ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ὡς καὶ εἰς τὸ προηγούμενον περιγραφέν πείραμα. Μετρήσατε προσεκτικὰ τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ βέλος παραμένει εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ ἥμισυ τοῦ μετρηθέντος χρόνου ἀπαιτεῖται διὰ νὰ φθάσῃ τὸ βέλος εἰς τὸ μέγιστον ὕψος, τὸ δὲ ἄλλο ἥμισυ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἐλευθέραν πτώσιν αὐτοῦ. Ἡ ταχύτης μὲ τὴν ὁποίαν τὸ βέλος ἀφήνει τὸ τόξον ἴσούται πρὸς gt ὅπου $g = 9,8 \text{ m/sec}^2$ καὶ t ὁ χρόνος κατὰ τὸν ὁποῖον τοῦτο ἀνυψοῦται. Ὁ ἀνωτέρω ὑπολογισμὸς δὲν λαμβάνει ὑπ' ὄψιν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος.

Ἐὰν ζυγίσωμεν τὸ βέλος, καὶ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος του ἤτοι τὴν μᾶζαν του, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν κινητικὴν του ἐνέργειαν ἀπὸ τὴν σχέσιν

$$E_{\text{κιη}} = \frac{Mu^2}{2g}$$

Συγκρίνατε την τιμήν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας ἢ ὁποία προκύπτει ἀπὸ τὴν ἄνωτέρω σχέσιν, μὲ τὴν τιμήν τῆς δυναμικῆς ἐνεργείας ἢ ὁποία εὐρέθῃ ἐγκλειομένη εἰς τὸ τόξον. Αἱ δύο τιμαί, πιδανὸν νὰ διαφέρουν κατὰ τι μεταξὺ τῶν. Εἴσθε εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσете διατί;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐνέργεια;
2. Ἀναφέρατε τὴν διαφορὰν μεταξὺ δυναμικῆς ἐνεργείας καὶ κινητικῆς ἐνεργείας;
3. Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα δυναμικῆς ἐνεργείας.
4. Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα κινητικῆς ἐνεργείας.
5. Τί νοοῦμεν λέγοντες μετατροπὴν τῆς ἐνεργείας;
6. Ἀναφέρατε μερικὰ κοινὰ παραδείγματα μετατροπῆς τῆς ἐνεργείας.
7. Διατυπώσατε τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας.
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες αἰκίνητον, ἢ τοι μηχανήν, ἢ ὁποία δημιουργεῖ ἐνέργειαν ἐκ τοῦ μηδενός.
9. Ἀναφέρατε μερικὰ ἀπὸ τὰ πλέον κοινὰ εἶδη ἐνεργείας.
10. Εἰς ποίας μονάδας μετρεῖται ἡ ἐνέργεια;
11. Πόσῃ δυναμικῇ ἐνεργείᾳ ἐγκλείεται ἓνα σῶμα, τὸ ὁποῖον ἔχει ἀνυψωθῆ κατὰ h ;
12. Τί γίνεται ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια ἐνὸς σώματος τὸ ὁποῖον πίπτει;
13. Ποῖος ὁ τύπος τῆς κινητικῆς ἐνεργείας;
14. Πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν διεύθυνσιν τῆς ταχύτητος ἐνὸς σώματος διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν κινητικὴν αὐτοῦ ἐνέργειαν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ μετατροπὴ ἐνεργείας μιᾶς μορφῆς εἰς ἄλλην ἐπηρεάζει τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας;
2. Διατί ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια χρησιμοποιεῖται τόσο πολὺ;
3. Διὰ ποῖον λόγον ἀνηφορικὸς δρόμος, θεωρεῖται κοπιωδέστερος ἐν συγκρίσει πρὸς ὀριζόντιον;
4. Ἀναφέρατε τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους ἓνα αἰκίνητον καταναλί-

σκει περισσότερα καύσιμα ὅταν σταματᾷ συχνά.

5. Πόθεν προέρχεται ἡ ἐνέργεια τοῦ ἀνέμου;
6. Ἀντικείμενον ῥίπτεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω. Ἀγνοοῦντες τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, συγκρίνατε τὴν κινητικὴν αὐτοῦ ἐνέργειαν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκτοξεύσεως πρὸς τὰ ἄνω, μὲ τὴν κινητικὴν αὐτοῦ ἐνεργείαν ὅταν τοῦτο ἐπιστρέψῃ εἰς τὴν γῆν.
7. Εἰς τί μετατρέπεται ἡ κινητικὴ ἐνέργεια μιᾶς σφαίρας ὄπλου;
8. Εἰς τί μετατρέπεται ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτοκίνητου ὅταν τοῦτο σταματᾷ συνεπείᾳ τροχοπέδης;
9. Διὰ ποῖον λόγον, κλίμαξ μὲ βαθμίδας μεγάλου ὕψους, θεωρεῖται περισσότερο κοπιαστικὴ ἐν συγκρίσει πρὸς κλίμακα μὲ βαθμίδας μικροῦ ὕψους;
10. Ἀναφέρατε τὰς φάσεις μετατροπῆς τῆς δυναμικῆς ἐνεργείας εἰς κινητικὴν καὶ ἀντιστρόφως, μιᾶς «κούνιας».

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόση ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια ἐκκρεμοῦς βάρους 3 lb ὅταν ἀνυψωθῆ κατὰ 18 in;
2. Πόση εἶναι ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια μάζης 800 kg εἰς ὕψος 500 m ἀπὸ τοῦ ἐδάφους λογιζομένου ὡς στάθμης 0;
3. Ἐάν μέση δύναμις 10 kg ἀπαιτεῖται διὰ τὸ «τέντωμα» τῆς χορδῆς τόξου μήκους 0,50 m ποῖον τὸ καταναλωθὲν ἔργον;
4. Τὸ τόξον τοῦ προβλήματος 3 χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐκτόξευσιν βέλους μάζης 10 gr. Ἀμελουμένων τῶν τριβῶν ποία δυνατὸν νὰ εἶναι ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τοῦ τόξου;
5. Πύραυλος μάζης 500 kg ἀποκτᾷ ταχύτητα 600 km/h ἐντὸς 3 sec. Ποία ἡ κινητικὴ αὐτοῦ ἐνέργεια;
6. Ποία ἡ κινητικὴ ἐνέργεια σφαιρας μάζης 50 gr ὅταν ἡ ταχύτης αὐτῆς κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκταροσκοπήσεως εἶναι 300 m/sec;
7. Σῶμα μάζης $\frac{1}{2}$ kg ἔχει ταχύτητα 50m/sec. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ μέ-

ση τιμή της δυνάμεως ή όποια θα σταματήσει το σώμα τούτο εντός 1 m;

8. Η άτμομηχανή φορητού συµµού άσκει έξέιν ενός ton. Ζητείται το έργο του παραγόμενου ύπ' αυτής εις απόστασιν 1 km.

B

9. Αυτόκίνητον μάζης 1 ton κινείται με ταχύτητα 60 km/h. Ποία ή μέση τιμή της άπαιτουμένης δυνάμεως δια να σταματήσει το αυτοκίνητον εις απόστασιν 75 m;
10. Έάν ό συντελεστής τριβής μεταξύ των τροχών του αυτοκίνητου του προβλήματος 9 και του καταστρώματος της όδου, είναι 0,6, είναι δυνατόν το αυτοκίνητον να σταματήσει εντός των 75 m;
11. Πύραυλος μάζης 350 kg πίπτει έπι του εδάφους με ταχύτητα 250 m/sec. Έάν εισωρήση εντός του εδάφους κατά 3 m ποία είναι ή μέση τιμή της δυνάμεως, ή όποία έξηγάσασε τον πύραυλον να σταματήσει;

12. Να ύπολογισθή ή κινητική ενέργεια αυτοκινήτου, μάζης 900 kg κινουμένου ύπό ταχύτητα 64 km/h. Πόση ή κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου έάν ή ταχύτης του διπλασιασθή;
13. Η ταχύτης μάζης 5 kg μεταβάλλεται από 50 εις 20 cm/sec. Πόση ή άπόλεια κινητικής ενεργείας;
14. Άπό ποίου ύψους πρέπει να πέση μάζα 35 kg δια να άποκτήση την αυτήν κινητικήν ενεργειαν προς όχημα μάζης 2 ton, κινούμενον ύπό ταχύτητα 40 km/h;
15. Όδηγός αυτοκινήτου άσκει πέδησιν και έπι των 4 τροχών αυτού δια να άποφυγή σύγκρουσιν με φορητόν διασχίζον την όδον καθέτως. Η όδος είναι έπίπεδος, και ό συντελεστής τριβής μεταξύ των τροχών και του καταστρώματος είναι 0,6. Το αυτοκίνητον λόγω της πεδήσεως έσταμάτησε άφου διήνησε μήκος 45 m. Παρευρεθείς άστυφύλαξ κατηγορήσε τον οδηγόν, ότι υπερέβη τον άνωτατον όριον ταχύτητος των 30km/h. Είχε ό άστυφύλαξ δίκαιον;

ΕΔΑΦΙΟΝ 27. Ίσχύς.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΙΣΧΥΣ; "Ας ύποτεθ ή ότι κάποιος άναρριχάται έπι ενός στύλου ύψους 10 m. Κατά την άναρρίχησιν θα δαπανήση ποσόν έργου. Έάν το βάρος αυτού είναι 80 kg, το παραχθέν ύπ' αυτού έργον θα είναι $80 \times 10 = 800$ kgm. Ό άνθρωπος αυτός είναι δυνατόν να άναρριχθ ή έπι του στύλου με άργον ρυθμόν ή πολύ γρήγορα. Το ποσόν του δαπανηθέντος έργου θα είναι το αυτό. Δέν θα είναι το αυτό όμως το έργον, το δαπανώμενον εις το αυτό χρονικόν διάστημα, και εις τας δύο αυτές περιπτώσεις. Μία μηχανή, όσονδήποτε μικρά, δύναται να άποδώσει όσονδήποτε μεγάλην ποσότητα έργου, άρκεί να άφήσωμεν αυτήν να εργάζεται έπι άπερίοριστον χρονικόν διάστημα. Έν τούτοις, από βιομηχανικής άπόψεως, μια μηχανή θεωρείται τόσον πολυτιμότερα όσον μεγαλύτερον έργον δύναται να άποδώσει εις ώρισμένον χρονικόν διάστημα. Κα-

λούμεν ισχύν, το ηλίικον του έργου, το όποιον παράγεται εντός ώρισμένου χρόνου, δια του χρόνου τούτου.

$$\text{ισχύς} = \frac{\text{έργον}}{\text{χρόνος}}$$

Αύξανόμενον του έργου το όποιον παράγεται εντός του δοθέντος χρονικού διαστήματος, αύξάνεται και ή ισχύς της μηχανής, ή όποία μās παρέχει τούτο. Όμοίως έλαττωμένον του χρονικού διαστήματος εντός του όποιου παράγεται ένα ώρισμένον ποσόν έργου, αύξάνει ή ισχύς. "Ας ύποτεθ ή ότι ένας άνθρωπος άναρριχάται έπι στύλου 10 m εντός 10 sec. Έάν το βάρος αυτού είναι 80 kg, το καταναλωθέν ύπ' αυτού έργον θα είναι $80 \times 10 = 800$ kgm έργου. Έφ' όσον το έργον τούτο παράγεται ή καταναλισκεται εντός 10 sec, ή καταναλισκομένη ισχύς θα είναι $800 : 10 = 80$ kgm/sec.

$$\text{ισχύς} = \frac{\text{έργον}}{\text{χρόνος}} = \frac{800}{10} = 80 \text{ kgm/sec}$$

ΜΟΝΑΔΕΣ ΙΣΧΥΟΣ: Δυνάμεθα να εκφράσωμεν την ισχύν εις διαφόρους μονάδας. Είς τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα χρησιμοποιούμεν ὡς μονάδας ἰσχύος τὸ ftlb/sec ἢ τὸ ftlb/min. Είς τὸ μετρικὸν σύστημα χρησιμοποιούμεν τὸ gram/sec ἢ τὸ kgm/sec. Μονὰς ἰσχύος, εὐρέως χρησιμοποιουμένη, εἶναι ὁ ἵππος.

Ὁ ἵππος ὡς μονὰς ἰσχύος, ὠρίσθη ὑπὸ τοῦ ἐφευρέτου τῆς ἀτμομηχανῆς James Watt. Αἱ μηχαναὶ τοῦ ἀντικατέστησαν τοὺς ἵππους, οἱ ὅποιοι ἐχρησιμοποιούντο εἰς τὰς ἀντλίας τῶν ὄρυξεϊων. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν, ὁ Watt ἦτο ὑποχρεωμένος νὰ ὑπολογίσῃ τὰς μηχανὰς του διὰ τὴν ἀντικατάστασιν ὠρισμένην ἰπποδύναμι ν. α. μ. ι. ν. Ἡ σχέσις ἡ δίδουσα τὸν ἵππον συναρτήσῃ τῶν Foot-Pounds/sec ἢ τῶν Foot-Pounds/min εἶναι ἡ ἐξῆς:

$$\text{ἰπποδύναμις} = \frac{\text{Foot-pounds}}{550 \times \text{sec}} = \frac{\text{Foot-pounds}}{33000 \times \text{min.}}$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις δύναται ἐπίσης νὰ γραφῇ ὡς

$$\text{Ἰπποδύναμις} = \frac{\text{Δύναμις (lb)} \times \text{Ταχύτης (ft/sec)}}{550}$$

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα ὁ ἵππος δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως:

$$\text{Ἰπποδύναμις} = 75 \times \frac{\text{δύναμις (kg)}}{\text{ταχύτης (m/sec)}} \text{ ἢ μὲ σύμβολα.}$$

$$1 \text{ HP} = 75 \frac{\text{kgm}}{\text{sec}}$$

Συνήθης μονὰς τῆς ἰσχύος εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα εἶναι τὸ Watt πρὸς τιμὴν τοῦ J. Watt. Ἐνα watt ἰσοῦται μὲ ἓνα joule/sec. (Ὁ ὄρισμός τοῦ Joule δίδεται εἰς τὴν σελίδα 142. Ἐνας ἵππος ἰσοῦται πρὸς 746 Watt. (1HP = 746 w).

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΩΝ. Ὄταν μία μηχανὴ ἔχη παντελῶς ἐξετασθῇ, ἡ ἰσχύς τὴν ὁποίαν δύναται νὰ ἀποδώσῃ ὑπὸ εὐνοϊκῆς συνθήκας φορτίσεως, συνήθως σημειοῦται ἐπ' αὐτῆς.

Ὄταν πρόκειται νὰ ἀγοράσῃτε ἓνα

κινητῆρα διὰ μίαν δοθεῖσαν ἀνάγκην γνωρίζετε, πόσον ἰσχύν δύναται οὗτος νὰ ἀποδώσῃ. Ἐὰν ὁ κινητῆρ ὑπερφορτισθῇ δὲν δύνασθε νὰ λάβετε ἐξ αὐτοῦ τὴν κανονικὴν ἰσχύν λειτουργίας. Ὑπερφορτίζοντες τὴν μηχανὴν ἐνὸς αὐτοκινήτου εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσωμεν τὸ σταμάτημα αὐτῆς. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα εἶναι ὅταν προσπαθῶμεν νὰ ξεκινήσωμεν καὶ ἔχομεν τὴν «τρίτην» ταχύτητα «μέσα», ὅποτε λέγομεν ὅτι «σκοτώνομεν» τὸν κινητῆρα. Ἀντιθέτως, ὅταν φορτίζωμεν πολὺ ἐλαφρῶς μίαν μηχανὴν, αὕτη δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ μᾶς ἀποδώσῃ ὅλην τὴν ἰσχύν της· π.χ. ἐὰν ἔνα. ἄλογον ἐργάζεται ὑπὸ τὴν κανονικὴν καὶ σταθερὰν ἰπποδύναμιν μᾶς παράγει 75 kgm/sec. Τοῦτο ὅμως δὲν σημαίνει ὅτι εἶναι δυνατόν ὁ ἵππος αὐτὸς νὰ ἐξασκῇ δύναμιν 1 kg καλύπτων ἀπόστασιν 75 m ἐντὸς 1 sec, διότι ὁ ἵππος δὲν δύναται νὰ καλύψῃ τὴν ἀπόστασιν ταύτην τόσον ταχέως. Ἐν ἄλλοις λόγοις τὸ 1 kg δὲν εἶναι εὐνοϊκὸν φορτίον δι' ἓνα ἵππον. Οἱ ἠλεκτρικοὶ κινητῆρες, οἱ ὅποιοι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς οἰκίας, εἶναι κινητῆ-

Σχ. 27—1. Ἐνας νέος τύπος αεριοστροβίλου ἰσχύος 160 ἕως 200 HP. Ἐν καὶ ἡ μηχανὴ αὕτη εὐρίσκεται ἀκόμη εἰς τὸ πειραματικὸν στάδιον δύναται ἐν τούτοις ὑπὸ ὠρισμένας προϋποθέσεις νὰ χρησιμοποιηθῇ εἰς μικρὰ πλοία, μεγάλα φορτηγὰ αὐτοκίνητα καὶ εἰς σταθμοὺς παραγωγῆς ρεύματος. Τὸ βάρος της εἶναι μόλις 60 kg.



ρες ίπποδυνάμεις $1/6$ ή $1/8$ HP. Γενικώς ή κανονική ισχύς λειτουργίας των κινητήρων αναγράφεται επί της πινακίδας, ή όποια είναι προσηρμοσμένη επί αυτού. Ο κινητήρ ενός ηλεκτρικού ώρολογίου είναι συχνάκις μικρότερος του $1/100$ HP. Το σχήμα 27 - α δείχνει ένα νέον τύπον αεριοστροβίλου κανονικής ισχύος 160 και 200 HP. Οι άνθρωποι, τα ζώα και αί φυσικαί δυνάμεις εις ώρισμένας περιπτώσεις παράγουν καταπληκτικώς μεγάλα ποσά έργου εις πολὺν μικρὸν χρόνον. Ἡ ισχύς τοῦ κερανοῦ ἀνέρχεται εις ἀρκετὰ ἑκατομμύρια ἵππων, ἀλλὰ ἡ χρονικὴ διάρκεια αὐτοῦ, δὲν ὑπερβαίνει κλάσματα τοῦ δευτερολέπτου. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὴν ἐνέργειαν τοῦ κερανοῦ, ἔστω, καὶ ἂν ἐμῆθα εις θέσιν νὰ ἐξουδετερώσωμεν τὴν μεγάλην τάσιν. Ἡ ἵπποδύναμις, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ ἀναπτύξῃ ἕνας ἄνθρωπος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς διαστάσεις αὐτοῦ καὶ τὴν φυσικὴν κατάστασιν τῶν μυῶν του. Εἰς περιπτώσεις ἐξαιρετικῆς νευρικῆς διεγέρσεως, ὁ ἄνθρωπος δύναται νὰ ἐξασκήσῃ μεγάλας δυνάμεις καὶ νὰ παραγάγῃ ἔργον μεγαλύτερον τοῦ 1 HP ἀλλὰ διὰ πολὺν μικρὸν χρονικὸν διάστημα. Ἡ μέση ισχύς, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ παράγῃ ἕνας ἄνθρωπος διὰ τῶν μυϊκῶν τοῦ δυνάμεων, εἶναι μόνον $1/8$ HP.

Ἐστω ὅτι ἄνθρωπος βάρους 110 lbs πρόκειται νὰ ἀνέλθῃ κλίμακα εις ὕψος 9 ft καὶ ὅτι, ἀπαιτεῖται πάροδος χρονικοῦ διαστήματος 3 sec διὰ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν κορυφὴν αὐτῆς. Ἡ καταναλωθεῖσα ὑπ' αὐτοῦ ισχύς εἶναι τότε

$$\frac{110 \times 9}{550 \times 3} = 0,6 \text{ Hp}$$

Ἡ κανονικῶς παραγομένη ὑπὸ τοῦ ὄργανισμοῦ τοῦ ἀνθρώπου αὐτοῦ, ἐντὸς τῶν 3 sec ισχύς εἶναι 0,6 HP. Ἐὰν ἦτο δυνατόν εἰς αὐτὸν νὰ φθάσῃ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς κλίμακος ἐντὸς 2 sec ἡ κανονικὴ ισχύς τῆς λειτουργίας τοῦ ὄργανισμοῦ του θὰ ἦτο 0,9 HP.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

$$\text{Ἰσχύς} = \frac{\text{ἔργον}}{\text{χρόνον}}$$

Ἰπποδύναμις

$$1 \text{ HP} = \frac{F(\text{lb}) \times S(\text{ft})}{550 \times t(\text{sec})} = 75 \frac{F(\text{kg}) \times S(\text{m})}{t(\text{sec})}$$

$$\text{WATT } 1 \text{ w} = 0,102 \frac{\text{kgm}}{\text{sec}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοοῦμεν λέγοντες ισχύς;
2. Εἰς τί διαφέρει ἡ ισχύς ἀπὸ τὴν δύναμιν καὶ ἀπὸ τὸ ἔργον.
3. Ποῖος ὁ ὀρισμὸς τῆς ἵπποδυνάμεως;
4. Διὰ τί ἡ προσπάθεια τῆς χρησιμοποίησεως τῆς ἐνεργείας τοῦ κερανοῦ εἶναι πρακτικῶς μὴ ἐφαρμοσίμος;
5. Ἀγαφέρατε ὀρισμένας μονάδας ισχύος ὡς ἐπίσης καὶ τὴν ὑφισταμένην σχέσιν μεταξὺ αὐτῶν.
6. Ποία ἡ μέση ἵπποδύναμις δι' ἕνα ἄνθρωπον;
7. Ἐνας ἵππος (ζῶον) παράγει πάντοτε ισχὺν 1 HP;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συγκρίνατε τὸ ἔργον τὸ ὁποῖον καταναλίσκετε διὰ νὰ ἀνέλθετε μίαν κλίμακα ὕψους 12 ft, μετ' ὃ ἔργον τὸ ὁποῖον καταναλίσκετε διὰ τὴν ἀναρρίχῃσιν ἐπὶ ἐνὸς στίλου τοῦ αὐτοῦ ὕψους.
2. Αἱ ἀποδοχαὶ ἐνὸς ἐργάτου πρέπει νὰ βασίζωνται ἐπὶ τῆς ισχύος αὐτοῦ ἢ ἐπὶ τοῦ συνολικῶς παραγομένου ὑπ' αὐτοῦ ἔργου;
3. Ὅταν ἐν ὀρισμένον πλοῖον ταξιδεῖν μετ' ταχύτητα 32,25 κόμβων αἱ μηχαναὶ του ἀναπτύσσουσιν ισχὺν 96.000 HP. Ὅταν τὸ πλοῖον κινήται μετ' ταχύτητα 35 κόμβων αἱ μηχαναὶ του ἀναπτύσσουσιν ισχὺν 150.000 HP. Εἰσθε εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσετε διὰ τί;
4. Εἶναι δυνατόν 40 ἄλογα νὰ σύρουν αὐτοκίνητον, τὸ ὁποῖον διαθέτει μηχανὴν 40 ἵππων, μετ' τὴν αὐτὴν ταχύτητα, μετ' τὴν ὁποίαν ἡ μηχανὴ τοῦ αὐτοκινήτου δύναται νὰ κινήσῃ αὐτό; Ἐξηγήσατε διὰ τί;
5. Τί γίνεται ἡ ἐνέργεια τῶν ὑδατοπτώσεων, ἐὰν αὐτὴ δὲν χρησιμοποιήται διὰ τὴν κίνησιν μηχανῶν;
6. Μηχανὴ ἐργάζεται μετ' ισχὺν 1650 ftlb/sec ἐπὶ 30 min. Ποία ἡ ἵπποδύναμις αὐτῆς;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΕΩΣ ΣΑΣ. Ένας άλλος τρόπος μετρήσεως της Ιπποδυνάμεως του οργανισμού σας, είναι να άνεβητε όσον το δυνατόν ταχύτερον μίαν κλίμακα. Διά να προσδιορίσετε την Ιπποδυναμίαν σας, πρέπει να γνωρίζετε το βάρος σας. Πρέπει επίσης να μετρήσετε το ύψος της κλίμακος. Το ύψος της κλίμακος δύνασθε να το προσδιορίσετε μετρούντες το ύψος μιᾶς βαθμίδος καὶ πολλαπλασιάζοντες αὐτὸ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν βαθμίδων. Τελικῶς πρέπει να προσδιορίσετε τὸν χρόνον εἰς τὸν ὁποῖον ἀνήλθετε τὴν κλίμακα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**A**

1. Πόση ἰσχύς εἰς ἵππους ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν 5 τόν ὕδατος εἰς ὕψος 45m ἐντὸς 5 min;
2. Ἀνυψωτικὴ μηχανὴ κατὰ τὴν ἀνύψωσιν βάρους 700 kg ἀναπτύσσει ἰσχύϊν 3 kw. Πόση ἢ ταχύτης ἀνυψώσεως τοῦ βάρους;
3. Πόση ἰσχύς ἀνατεῖται, ἵνα αὐτοκίνητον διατηρήσῃ σταθερὰν ταχύτητα 48 km/h, ὅταν ἢ ἀντιτιθεμένη δύναμις εἰς τὴν κίνησιν αὐτοῦ εἶναι 54 kg;
4. Πόση εἶναι ἡ ἰσχύς μηχανῆς, ἢ ὁποία σύρει τροχοδρόμον μὲ δύναμιν 1 τόν ὑπὸ ταχύτητα 96 km/h;
5. Ἡλεκτροκίνητος προνοχορδέλλα ἐξασκεῖ δύναμιν 1,2 kg ἐνῶ κινεῖται μὲ ταχύτητα 40 m/sec. Ποία πρέπει να εἶναι ἡ παρεχόμενη εἰς τὴν προνοταινίαν ἰσχύς εἰς ἵππους;
6. Κινητὴ ἰσχύς 1 HP κινεῖ προνοχορδέλλαν εἰς τρόπον ὅστε ἢ ταχύτης τῶν κοπιτῶν λεπίδων αὐτῆς να εἶναι 40 m/sec. Ποία ἢ ἐξασκουμένη ὑπὸ τῶν λεπίδων δύναμις;
7. Ἡλεκτρικὸς κινητὴ ἰσχύς 10 HP χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν ἀνελκυστήρος. Τὸ βάρος τοῦ ἀνελκυστήρος σὺν τῷ φορτίῳ εἶναι 1100 lb. Πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται ἵνα ὁ κινητὴ ἀνυψώσῃ τὸν ἀνελκυστήρα κατὰ 100 ft;
8. Πόση μᾶζα εἶναι δυνατόν να ἀνυψωθῇ κατακορυφῶς εἰς ὕψος 30 m

ἐντὸς 2 min ἀπὸ γερανὸν ἰσχύος 2HP;

9. Εἰς τὸ προηγούμενον πρόβλημα να ὑποτεθῇ ὅτι ὁ συντελεστὴς τριβῆς εἶναι 0,2.

B

10. Πόσοι τόννοι ἀνθρακος τὴν ὥραν εἶναι δυνατόν να μεταφερθοῦν ἐξ ἐνὸς ἀνθρακωρυχείου, δι' ἀνελκυστήρος ἔχοντος βαθμὸν ἀποδόσεως 50 % κινουμένου ὑπὸ κινήτηρος ἰσχύος 10 HP; Τὸ βάθος τοῦ μεταλλείου εἶναι 11 m.
11. Μὲ πόσῃν ταχύτητα ἀνυψωτὴ ἰσχύος 4 HP δύναται να ἀνυψώσῃ μαρμάρινον ὀγκόλιθον βάρους 500 kg;
12. Μία ἰδραντλία δύναται να παράγῃ 18.000 kg εἰς 1min. Πόσα κυβικά μέτρα ὕδατος δύναται να ἀνυψώσῃ εἰς ὕψος 34 m ἐντὸς 1 min;
13. Πόση ἰσχύς εἰς kw ἀναπτύσσειται ὑπὸ ὕδατοπτώσεως ὕψους 7,5 m καὶ ἢ ὁποία παρέγει 30 τόν ὕδατος κατὰ 1 min, ὅταν τὰ 2/3 τῆς διαθέσιμου ἐνεργείας δύνανται να χρησιμοποιηθοῦν ὠφελίμως;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 8

1. Ἄνθρωπος ἔχων βάρους 84 kg ἀνέρχεται διὰ κλίμακος εἰς ὕψος 7,2 m ἐντὸς 20 sec. Πόση ἢ μέση ἰσχύς, τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσει ὁ ἄνθρωπος;
2. Να ὑπολογισθῇ ἢ ἀπαιτούμενη ἰσχύς εἰς ἵππους διὰ τὴν ἀντλησιν 5 τόν ὕδατος ἀνά min ἀπὸ φρεάτος τοῦ ὁποῖου ἢ στάθμη εὐρίσκειται κατὰ 12 m κάτωθεν τοῦ στομίον ἐξαγωγῆς.
3. Ὑδροπίπτωσις παρέγει ἀπὸ ὕψους 9 m ποσὸν ὕδατος 20 lit/sec. Πόση εἶναι ἢ διαθέσιμος ἐνέργεια τῆς ὕδατοπτώσεως ἐντὸς 1 min;
4. Ποία πρέπει να εἶναι ἢ ἀποδομένη ὑπὸ μιᾶς ἀντλίας ἰσχύς εἰς τρόπον ὅστε να ἐκτοξεύσῃ 1000 cm³ ὕδατος τὸ λεπτὸν εἰς ὕψος 50 m; Ἡ ἀντίστασις τοῦ αἰέρος να θεωρηθῇ ἀμελητέα.
5. Ποία θὰ πρέπει να εἶναι ἢ προσδοκώμενη εἰς τὴν ἀνωτέρω μηχανὴν ἰσχύς ὅστε ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως να εἶναι 70 %;

6. Νά υπολογισθῆ ἡ κινητικὴ ἐνέργεια σώματος βάρους 10 kg πίπτοντος ἐλευθέρως ἐξ ὕψους 50 m.
7. Ὅβις βάρους 7 kg ἐκφεύγει ἀπὸ τοῦ στομίου πυροβόλου, μὲ ταχύτητα 720 m/sec. Πόση ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτῆς;
8. Ποία ἡ κινητικὴ ἐνέργεια αὐτοκινήτου βάρους 3000 lb τὸ ὁποῖον κινεῖται μὲ ταχύτητα 45 km/h;
9. Αὐτοκίνητον βάρους 1700 kg ἐξαναγκάζεται νὰ σταματήσῃ ὑπὸ δυνάμεως 1000 kg ἀφοῦ διήνυσε μῆκος 30 m. Ποία ἡ ταχύτης τοῦ αὐτοκινήτου;
10. Δεξαμενὴ εὐρισκομένη εἰς ὕψος 150 m ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ἔχει χωρητικότητά 60.000 ton ὕδατος. Πόση ἡ διαθέσιμος ἐνέργεια;
11. Ἐπὶ πόσον χρόνον θὰ ἠδύνατο ἡ ἀνωτέρω δεξαμενὴ νὰ τροφοδοτῆ ὑδροστρόβιλον ἰσχύος 20 HP εὐρισκόμενον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ἐφ' ὅσον τὰ 20% τῆς διαθέσιμου ἐνεργείας καταναλισκόντο εἰς ἀπωλείας;
12. Μὲ πόσῃν ταχύτητα εἰς m/sec κινεῖται ἀτμομηχανὴ ἰσχύος 175 HP ὅταν αὕτη κατὰ τὴν κίνησίν τῆς ὑπερνικᾷ ἀντίστασιν 725 kg;
13. Αὐτοκίνητον βάρους 1,35 ton κινεῖται ὑπὸ σταθερῶν ταχύτητα 64 km/h, ἐὰν δὲ λειτουργήσουν αἱ τροχοπέδα, τὸ αὐτοκίνητον ἡρεμεῖ ἀφοῦ διανῶσῃ διάστημα 15 m ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς λειτουργίας τῶν τροχοπέδων. Πόση ἡ δύναμις ἡ ἐπιβραδύνουσα τὴν κίνησιν τοῦ αὐτοκινήτου;
14. Πυροβόλον ὄπλον βάλλει σφαῖραν μάζης 250 gr ὑπὸ ταχύτητα 800 m/sec. Νά υπολογισθῆ ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τοῦ βλήματος.
15. Πόσον ἔργον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν ἀγκύρας βάρους 35 kg ἀπὸ βάθους 9 m;
16. Εἰς ἀγρόκτημα ἀποθηκεύονται ἐντὸς δεξαμενῆς 50 m³ ὕδατος. Ἐὰν τὸ ὕδωρ πρόκειται νὰ ἀνυψωθῆ ἀπὸ βάθους 20 m πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἰσχύς τοῦ κινητήρος τοῦ κινουμένου τὴν ἀντλίαν, ἵνα ἡ δεξαμενὴ πληροῦται ἐντὸς 10 min;
17. Ποῖος πρέπει νὰ εἶναι ὁ συντελεστής τριβῆς, ἵνα φορητὸν αὐτοκίνητον βάρους 4800 lbs κινούμενον ὑπὸ ταχύτητα 45 km/h σταματήσῃ ἐντὸς 40 m ἐπὶ ἐπιπέδου ὁδοῦ;
18. Αὐτοκίνητον βάρους 0,9 τόννου ἀνέρχεται ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου ὑπὸ ταχύτητα 48 km/h, εἰς τρόπον ὥστε ἀνά 6 m διαδρομῆς ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου κερδίζει ὕψος 0,3m. Ζητεῖται ἡ καταναλισκομένη πρὸς τοῦτο ἰσχύς εἰς HP.
19. Αὐτοκίνητον, βάρους 1200 kg ἐπιταχύνεται ἀπὸ ταχύτητος 24 km/h εἰς 54 km/h. Ποία ἡ μεταβολὴ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας;

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Εἰς τὸ τέταρτον αὐτὸ μέρος συνητήσαμεν τὴν βασικώτεράν ἴσως ἰδέαν τῆς φυσικῆς: τίποτε εἰς τὴν φύσιν δὲν παρέχεται δωρεάν. Διὰ νὰ ἐποκτήσῃτε κάτι πρέπει νὰ προσφέρετε κάτι ἄλλο εἰς ἀντιπαροχήν. Ἡ ἰδέα αὕτη, τὴν ὅποیان ἔχετε ἴσως ἀκούσει ἐκφραζομένην διὰ τὴν κοινωνικὴν ζωὴν τοῦ ἀνθρώπου, ἀποτελεῖ ἀπαράβατον φυσικὸν νόμον. Εἰς τὰς μηχανὰς π.χ. δυνάμεθα προσφέροντες μικρὰς δυνάμεις νὰ λάβωμεν μεγάλας· διὰ νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ὅμως αὐτὸ πρέπει νὰ μετατοπίσωμεν τὴν μικρὰν δύναμιν, ἐπὶ τόσοον μεγαλύτερον διάστημα, ὅσον μεγαλύτερα θέλομεν νὰ εἶναι ἡ δύναμις τὴν ὅποیان θὰ λάβωμεν· καὶ τότε ἡ μετατόπισις τῆς μεγάλης δυνάμεως θὰ εἶναι μικρά. Κερδίζομεν εἰς δύναμιν, πρέπει ὅμως νὰ προσφέρωμεν πολὺ μεγαλύτεραν μετατόπισιν ἀπὸ ὅσην θὰ λάβωμεν.

Εἶδομεν ἐξ ἄλλου, ὅτι λόγῳ τῆς ὑπάρξεως τριβῶν οὐδεμίαν μηχανὴν ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως 100%. Καὶ αὕτη εἶναι πολὺ ἐνδιαφέρουσα παρατήρησις διότι ἐκφράζει μίαν ἀκόμη γενικὴν ἀλήθειαν εἰς τὴν πρᾶξιν: δὲν δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν ὁλόκληρον μίαν

ποσότητα ενέργειας μιάς μορφής, εις ενέργειαν άλλων χαρακτηριστικών. Και αἱ μηχαναὶ αὐτὸ ἀκριβῶς ἐπιτελοῦν, διότι βεβαίως δὲν παρὰ γοῦν ἔργον ἐκ τοῦ μηδενός, ὅπως εἶπομεν. Τοιοῦτοτρόπως λοιπὸν βλέπομεν ὅτι τὸ γινόμενον τῆς ὑφ' ἡμῶν προσφερομένης δυνάμεως ἐπὶ τὴν μετατόπισιν τῆς εἶναι πάντοτε μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ἔργον τὸ ὁποῖον μᾶς παρέχουν αἱ μηχαναὶ, διότι πάντοτε ἓνα μέρος καταναλίσκεται εἰς τὴν ὑπερ-λίκθιν τῶν τριβῶν.

Ἐπιλαμβάνουσα τώρα ποίας δυσκολίας ἔχουν νὰ ἀντιμετωπίσουν ἐκεῖνοι οἱ ὁποῖοι θέλουν νὰ κατασκευάσουν τὸ αἰκίνητον;

Ἰδανικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα μιάς μηχανῆς καλεῖται ὁ λόγος τοῦ φορτίου πρὸς τὴν ὑφ' ἡμῶν διατιθεμένην δυνάμιν, ἐὰν ἀμελήσωμεν τὴν ὑπαρξίν τῆς τριβῆς. Λόγῳ τῆς τριβῆς τὸ πραγματικὸν μηχανικὸν πλεονέκτημα εἶναι πάντοτε μικρότερον τοῦ ἰδανικοῦ.

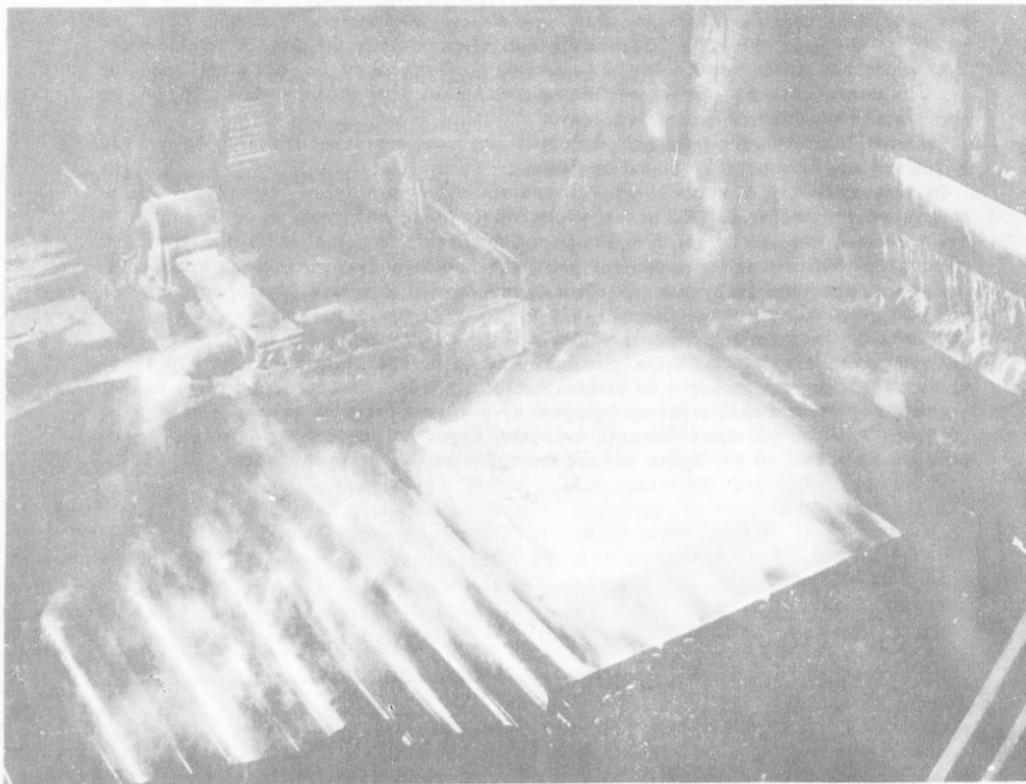
Ὁ νόμος τῶν ροπῶν τὸν ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ ἐμελετήσαμεν δὰ οἶον φανῆ χρήσιμος διὰ νὰ κατανοήσετε ὄχι μόνον τοὺς μοχλοὺς, ἀλλὰ καὶ ὄλας τὰς μηχανὰς εἰς τὰς ὁποίας παρουσιάζεται περιστροφή περὶ ἓνα ἄξονα.

Τοιοῦτοτρόπως διὰ τῆς μελέτης αὐτῆς τῶν μηχανῶν, κατενοήσατε τὴν ἀρχὴν τοῦ ἔργου καὶ τὴν ἔννοιαν τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως.

Τὰ τελευταῖα ἔτη ἡ προσοχή μας συνεκεντρώθη περισσότερο εἰς τὴν ἀτομικὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν καὶ δὰ μελετήσωμεν ἀργότερον. Ἀπὸ τοῦδε ὅμως ἄς σημειωθῆ ὅτι ἡ ἀτομικὴ ἐνέργεια εἶναι ἡ πρώτη μορφή ἐνέργειας τὴν ὁποίαν δὰ συναντήσωμεν ἢ ὁποία δὲν ἀνάγεται εἰς τὴν ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐκπεμπομένην ἐνέργειαν. Ἀλλὰ προσομοιάζει μᾶλλον πρὸς τὴν ἐνέργειαν τὴν δημιουργουμένην ἐξ ἀτομικῶν ἀντιδράσεων ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ἡλίου.

Ἰδιαιτέρα τέλος προσοχή πρέπει νὰ καταβληθῆ εἰς τὴν διάκρισιν τῆς ὀρμῆς καὶ τῆς κινητικῆς ἐνέργειας. Μᾶζα ὕλης εὐρισκομένη ἐν ἡρεμίᾳ δὲν ἔχει αὐτὴ κινητικὴν ἐνέργειαν. Μᾶζα ὕλης εὐρισκομένη ἐν κινήσει ἔχει καὶ τὰ δύο. Ἡ ὀρμή ὅμως εἶναι ἀνάλογος τῆς ταχύτητος ἐνῶ ἡ κινητικὴ ἐνέργεια εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος. Ἐκαστος τῶν ὄρων δυνάμεις, ἐνέργεια, ἔργον καὶ ἰσχύς ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν καὶ δὰ πρέπει νὰ τὴν ἔχετε πλήρως ἀποσαφηνίσει εἰς τὸ μυαλό σας.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ



ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- 9.—Θερμότης και Μόρια
- 10.—Θερμιδομετρία
- 11.—Ἡ θερμότης ὡς πηγή ἰσχύος

Εἰς τὸ πέμπτον μέρος θὰ ἀναπτύξωμεν

- Τὴν διαφορὰν μεταξὺ θερμότητος καὶ θερμοκρασίας
- Τὴν πλέον εὐρέως χρησιμοποιουμένην θερμοκρασιακὴν κλίμακα
- Τὸ ὅτι ἡ ὕλη δὲν διαστέλλεται πάντοτε ὅταν θερμαίνεται
- Τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὅποιον εἶναι δυνατόν νὰ μεταδοθῆ ἡ θερμότης ἀκόμη καὶ διὰ μέσου τοῦ κενοῦ
- Διὰ τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τόσον μεγάλον βαθμὸν ἀποδόσεως εἰς τὰ ψυκτικὰ συστήματα τῶν αὐτοκινήτων
- Τὸ γεγονός ὅτι ἓνα σῶμα δύναται νὰ θερμομανθῆ, χωρὶς νὰ μεταβληθῆ ἡ θερμοκρασία του
- Διὰ τὰ τρόφιμα μαγειρεύονται ταχύτερον ἐντὸς χύτρας πίεσεως
- Τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους ἡ λειτουργία ἑνὸς ψυγείου προκαλεῖ τὴν θέρμανσιν τοῦ περιβάλλοντος τοῦτο χώρου
- Διὰ τὴν ἐνέργειαν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργηθῆ ἢ νὰ καταστραφῆ
- Πῶς ὁ James Watt κατεσκεύασε τὴν πρώτην ἀτμομηχανήν

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑ

‘Ο άνθρωπος ενδιαφέρεται νά διατηρῇ τὴν οἰκίαν τοῦ θερμὴν τὸν χειμῶνα καὶ ψυχρὰν τὸ καλοκαίρι· ἡ αὐτομέλειος τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος αὐτὸν χώρον τὸν ἀφορᾷ ζωτικῶς. Ἡ θερμότης εἶναι λέξις τὴν ὁποίαν χρησιμοποιούμεν καθημερινῶς· γνωρίζετε ὅμως πράγματι τὴν σημασίαν της; Ἀκόμη καὶ σήμερον πολὺ ὀλίγοι ἄνθρωποι ἀντιλαμβάνονται ὅτι ἡ θερμότης εἰς τὴν πραγματικότητα εἶναι μιά μορφή ἐνεργείας, ἀκόμη δὲ ὀλιγώτεροι γνωρίζουν τὰς ιδιότητάς της. Π.χ. γνωρίζετε ποία δὲ εἶναι ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος ἐὰν ἡ προσδιορισμένη εἰς αὐτὸ θερμότης διπλασιασθῇ; Διὰ νά ἀπαντήσετε εἰς τὴν ἐρώτησιν αὐτὴν πρέπει νά κατανοήσετε πλήρως, πρῶτον τί ἀκριβῶς ἐννοοῦμεν λέγοντες θερμότης καὶ τί θερμοκρασία. Τὸν ἐπακριβῆ ὀρισμὸν τῶν ἐννοιῶν αὐτῶν, τὸν τρόπον μετρήσεως τῆς θερμότητος, πῶς αὕτη ἐπηρεάζει τὴν ὕλην καὶ πῶς μεταδίδεται ἐν τῷ χώρῳ, δὲ ἀναπτύξωμεν ἀμέσως κατωτέρω.

ΕΔΑΦΙΟΝ 28. Ἡ φύσις τῆς θερμότητος.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Πολλὰ θεωροῖαι ἀνεπτύχθησαν κατὰ καιροὺς διὰ νά ἐξηγήσουν τὴν φύσιν τῆς θερμότητος. Ἡ Ἱστορία ἀναφέρει ὅτι, πολλὰ ἀπὸ τὰς διατυπωθεῖσας θεωρίας ἀπερρίφθησαν καὶ νέαι θεωροῖαι διευπλώθησαν καθὼς νέα δεδομένα προήρχοντο ἐκ τῶν πειραμάτων. Μόνον ἀπὸ τὴν ἐποχὴν τοῦ Robert Boyle καὶ τοῦ Sir Isaac Newton οἱ ἄνθρωποι ἤρχισαν νά σκέπτονται τὴν θερμότητα ὡς μορφήν μοριακῶν κινήσεων. Προηγουμένως ἐθεώρουν τὴν θερμότητα ὡς μίαν ἀόρατον ὕλην, ἡ ὁποία μετεβιάζετο ἀπὸ τὸ θερμὸν πρὸς τὸ ψυχρὸν σῶμα. Ἡ ὑποθετικὴ αὕτη οὐσία ἐκαλεῖτο θερμοικὸν ρευστόν. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν ταύτην ὕταν ἓνα σῶμα ἐθερμαίνεται, ἐπληροῦτο μὲ θερμοικὸν ρευστόν. Τὸ θερμανθὲν σῶμα ἦτο δυνατόν νά μεταδώσῃ μέρος τοῦ θερμοικοῦ ρευστοῦ του εἰς ἄλλο ψυχρότερον σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐποθετεῖτο πλησίον αὐτοῦ. Τὸν τρόπον ὅμως κατὰ τὸν ὁποῖον δύο ψυχρὰ σῶματα ἠδύνατο νά

θερμάνουν τὸ ἐν τὸ ἄλλο διὰ τῆς τριβῆς, δὲν ἠδύνατο νά ἐρμηνεύσουν διὰ τῆς θεωρίας αὐτῆς.

BENJAMIN THOMPSON. Ὁ πρῶτος ἐρευνητὴς ὁ ὁποῖος ἐξήτασε τὴν θεωρίαν τοῦ θερμοικοῦ ρευστοῦ ἦτο ὁ Ἀμερικανὸς Benjamin Thompson, ὁ ὁποῖος ἔλαβε μέρος εἰς τὴν Ἀμερικανικὴν Ἐπανάστασιν.

Μετὰ τὸ πέρασ τοῦ πολέμου κατετάγη εἰς τὸν Αὐστριακὸν Στρατὸν καὶ ἔλαβε μέρος εἰς τὸν πόλεμον ἐναντίον τῶν Τούρκων. Ἀργότερον προσέφερε τὰς ὑπηρεσίας του εἰς τὸν Ἐκλέκτορα τῆς Βαυαρίας καὶ ἔγινε ὁ Κόμης Rum Förd.

Ὡς ἀξιωματικὸς τοῦ Βαυαρικοῦ Στρατοῦ ὁ Κόμης Rum Ford διηύθυνε τὰς ἐργασίας τῆς κατασκευῆς τῶν πυροβόλων. Τοῦ ἐπροξένησε ἐντύπωσιν τὸ μεγάλην ποσὴν θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἐξελύετο καθὼς προχωροῦσε τὸ τρύπανον τελικῆς κατεργασίας τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς κάννης.

Περίεργος νὰ μάθῃ ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερα διὰ τὴν φύσιν τῆς θερμότητος, ὁ Rum Ford πῆρε ἕνα πυροβόλον, ὡς ἦτο καθὼς ἐξήρχετο ἀπὸ τὸ χυτήριο, τὸ ἔστερεωσε ἐπὶ τῆς μηχανῆς τελικῆς κατεργασίας καὶ ἔθεσε τὸ τρύπανον ἐν ἐπαφῇ πρὸς τὸ ἄνοιγμα τῆς κάννης. Κατόπιν γύρω ἀπὸ τὸ τρύπανον καὶ εἰς τὸ ἄκρον τῆς κάννης προσήρμοσε ὕδατο-στεγῶς ἐν δοχείον, τὸ ὅποιον ἦτο πλήρες ὕδατος (περίπου 2 γαλλόνια). Καθὼς τὸ τρύπανον ἤρχισε νὰ περιστρέφεται καὶ νὰ προχωρῆ, τὸ ὕδωρ ἐθερμαίνατο καὶ μετ' ὀλίγον ἔβρασε. Περιγράφων τὸ πείραμά του ὁ Rum Ford ἔγραψε: «Εἶναι δύσκολον νὰ περιγραφῆ κανεῖς τὴν ἐκπλήξιν τῶν παρευρισσομένων, οἱ ὅποιοι ἔβλεπον μίαν τόσο μεγάλην ποσότητα ψυχροῦ ὕδατος νὰ θερμαίνεται καὶ ἀκόμη νὰ βράξῃ χωρὶς φωτιά».

Ἦρχισε νὰ ἀνοίγῃ μίαν ὀπὴν δι' ἐνὸς τρυπάνου ἐπὶ ἐνὸς ψυχροῦ μετάλλου καὶ καθὼς ἡ διαδικασία τῆς διανοίξεως τῆς ὀπῆς προχωροῦσε παρήγετο θερμότης. Ὁ Rum Ford ὑπεστήριξε ὅτι, κατὰ τὸ ὅποιον δύναται νὰ παραχθῆ χωρὶς ὄρια, ὕψως ἡ θερμότης ἡ ὅποια παρήγεται κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματός του, δὲν ἠδύνατο νὰ εἶναι ὕλικῆς ὕφης κατέληξε δὲ εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, τὸ μόνον πρᾶγμα τὸ ὅποιον ἠδύνατο νὰ παραχθῆ εἰς ἀπεριορίστους ποσότητας εἰς τὴν περίπτωσην ταύτην, ἦτο μία μορφή κινήσεως ἐντὸς τοῦ ὕλικου τοῦ πυροβόλου.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ DAVY. Τὸ 1799 ὁ Sir H. Davy ὁ μέγας Βρεταννὸς ἀδελφὸς χημικὸς καὶ καθηγητὴς τοῦ Michael Faraday ἐξέτελεσε ἕνα σπουδαῖον καὶ σημαντικὸν πείραμα μετὰ δύο τεμάχια πάγου. Ἦνωσε τὰ δύο τεμάχια μαζί καὶ τοὺς ἔδωσε μίαν κίνησιν ὁμοίαν μετὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἐλατηρίου τοῦ ὥρολογίου. Τὰ τεμάχια ταῦτα εὐρίσκοντο ἐντὸς κενοῦ ἐνφ' ἡ θερμότητας αὐτῶν ἐκρατεῖτο κάτωθεν τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου. Παρατήρησεν ὅτι παρ' ὅλα αὐτὰ, ἕνα μέρος τοῦ πάγου ὑπέστη τήξιν. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ θερμικοῦ ρευστοῦ ὁ πάγος δὲν περιεῖχε καθόλου θερμικὸν ρευστόν, καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ πάγος δὲν ἔπρεπε νὰ κατῆ. Καὶ πάλιν ἡ θεωρία τοῦ θερμικοῦ ρευστοῦ δὲν ἦτο εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσῃ τὸ πείραμα τοῦτο.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

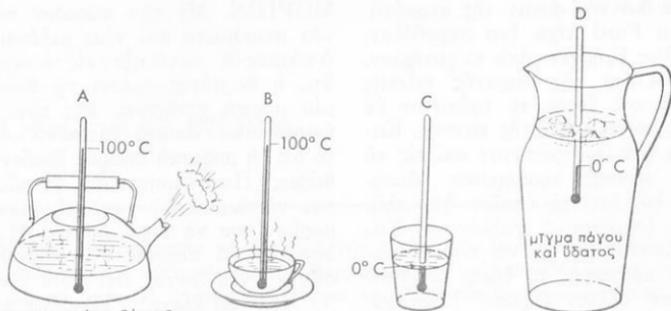
Η ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΙΝΑΙ ΚΙΝΗΣΙΣ ΜΟΡΙΩΝ. Μετὰ τὴν ἀπόδοσιν τῶν ἐτῶν, νέα πειράματα καὶ νέα μελέται ἔγιναν, ὁ κόσμος δὲ κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ἡ θερμότης πρέπει νὰ θεωρηθῆ ὡς μία μορφή κινήσεως. Εἰς τὸν ἄγγλον ἐπιστήμονα James Maxwell ὀφείλεται τὸ ὅτι, ἡ μοριακὴ θεωρία ἔλαβεν ἰσχυρὰς βάσεις. Παρατήρησεν ὅτι, ἐν σώμα δύναται νὰ θερμανθῆ χωρὶς ἡ κίνησις τῶν μορίων του νὰ εἶναι ὁρατὴ. Π.χ., εἶναι δυνατόν νὰ πιάσεται ἕνα κομμάτι ζεστὸ σίδηρο νομίζοντες ὅτι αὐτὸ εἶναι κρύο. Ὁ Maxwell ἔλεγε: «Ἐάν ἕνα ἀντικείμενον εἶναι θερμοῦ λόγῳ τῆς κινήσεως ἡ κίνησις πρέπει νὰ γίνεται ἀπὸ τμήματα τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ πολλὰ μικρὰ διὰ τὰ εἶναι ὁρατὰ κεχωρισμένον». Αὐτὰ τὰ μικρὰ τμήματα καλοῦνται μόρια. Ἄν καὶ ἡ ταχύτης ἐνὸς μορίου εἶναι δυνατόν νὰ ὑπερβαίῃ τὴν ταχύτητα μῆς ταχείας ἀπομνηστικῆς, οἱ ἀποστάσεις, αἱ ὅποια διανύονται ὑπ' αὐτῶν εἰς τὰ στερεὰ σώματα εἶναι πάρα πολλὰ μικρὰί.

Ὁ Maxwell διετύπωσε μίαν καθολικὴν θεωρίαν τῶν κινήσεων τῶν μορίων τῶν ἀερίων σωμάτων.

Ἔλαβεν ὑπ' ὄψιν του ὅτι, ὅλα τὰ μόρια δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα καὶ ὅτι πολλὰ συγκρούσεις μεταξὺ αὐτῶν λαμβάνουν χώραν, ὡς καὶ ὅτι, αἱ ταχύτητες τῶν ἑκατομμυρίων μορίων συνεχῶς ἀλλάσσουν κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν.

ΘΕΡΜΑΝΣΙΣ ΑΕΡΙΟΥ. Ὡς γνωρίζομεν ἤδη, ἡ πίεσις ἡ ἀσυνυμμένη ὑπὸ ἐνὸς ἀερίου ὀφείλεται εἰς τὰς συγκρούσεις τῶν ἀπείρων μορίων αὐτοῦ, ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἐντὸς τοῦ ὁποίου τοῦτο εὐρίσκεται. Θερμαίνοντες τὸ ἀέριον, αὐξάνομεν τὴν μέσιν ταχύτητα τῶν μορίων αὐτοῦ. Οὕτω τὰ μόρια ἔχουν μεγαλύτεραν ταχύτητα καὶ προσκοροῦν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων πολλὸν συχνότερον καὶ ἰσχυρότερον. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου νὰ αὐξάνη. Ἡ θεωρία ὅτι, ἡ θερμότης εἶναι κίνησις μορίων, ἐξηγεῖ ἀπλῶς τὸν λόγον διὰ τὸν ὅποιον ἡ θέρμανσις ἐνὸς ἀερίου προκαλεῖ αὐξήσιν τῆς πίεσεως αὐτοῦ.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΜΟΡΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Ὁ ἄνθραξ, ὁ ὁποῖος κατ-



Ύδωρ εις θερμοκρασίαν ζέσεως

Σχ. 28—1. Κατά ποίον τρόπον τὰ ἀνωτέρω διαγομίματα καταδεικνύουν τὴν διαφορὰν μεταξύ θερμότητος καὶ θερμοκρασίας;

εται ἐντὸς λέβητος, ἀτμοποιεῖ τὸ ὕδωρ. καὶ αὐξάνει τὴν ταχύτητα τῶν μορίων τοῦ ἀτμοῦ. Τὰ μόρια τοῦ ἀτμοῦ ἀκολουθῶς βομβαρδίζουν τὸ ἐμβόλον ἐντὸς τῶν κυλίνδρων μιᾶς ἀτμομηχανῆς π.χ. οὕτως ὥστε, αὕτη εἶναι δυνατὸν νὰ σύρη μίαν ἀμαξοστοιχίαν ἐπὶ πολλὰ χιλιόμετρα. Τὸ παράδειγμα αὐτὸ δὲν εἶναι τίποτ' ἄλλο παρὰ μετατροπὴ ἐνεργείας ἀπὸ μίαν μορφήν εἰς ἄλλην. Ἡ χημικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία περικλείεται ἐντὸς τοῦ ἀνθρακος μετατρέπεται εἰς θερμικὴν ἐνέργειαν τῶν μορίων τοῦ ἀτμοῦ. Ἀκολουθῶς ἡ ἐνέργεια τῶν μορίων τοῦ ἀτμοῦ μετατρέπεται εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν τῆς ἀμαξοστοιχίας.

Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ τῆς μηχανῆς ἐνὸς αὐτοκινήτου προκαλεῖ τὴν ἔναυσιν τοῦ μίγματος τῆς βενζίνης ὑπὸ ἀερίαν μορφήν, καὶ τοῦ ἀέρος. Ἡ καύσις τῆς βενζίνης παράγει θερμικὴν ἐνέργειαν ἢ μεγάλαν κίνησιν τῶν μορίων ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου. Αἱ προσκρούσεις τῶν μορίων αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου τῆς μηχανῆς προκαλοῦν τὴν κίνησιν τοῦ αὐτοκινήτου.

Τὰ ταχέως κινούμενα μόρια καταναλίσκουν μέρος τῆς ἐνεργείας των, διὰ νὰ ὠθήσουν τὸ ἐμβόλον καὶ οὕτω παράγουν ἔργον. Ἐκ τῆς θερμικῆς ἐνεργείας τῶν μοριακῶν κινήσεων προκαλεῖται ἡ δημιουργία τοῦ μηχανικοῦ ἔργου. Ἡ Θερμότης εἶναι ἡ ἐνέργεια τῶν μοριακῶν κινήσεων.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΗ ΕΙΣ

ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ. Ὅταν διάφορα σώματα θερμαίνονται, συνήθως διαστέλλονται. Ὅλοι γνωρίζομεν πολλὰ παραδείγματα διαστολῆς ὀφειλομένης εἰς τὴν θερμότητα. Π.χ. ἡ αὔξησις τοῦ ὕψους τῆς στήλης ὕδραργύρου ἐντὸς τοῦ στελέχους θερμομέρου κλπ.

Συμφώνως πρὸς τὴν μοριακὴν θεωρίαν, ἡ κίνησις τῶν μορίων αὐξάνεται μὲ τὴν προσθήκην θερμότητος. Ἡ αὔξησις τῆς κινήσεως αὐτῆς, προκαλεῖ ὠθήσεις μεταξὺ τῶν μορίων ὀλίγον μεγαλύτερας ἀπὸ πρῶν, μὲ ἀποτέλεσμα τὰ μόρια νὰ ἀπομακρύνονται μεταξὺ των ὀλίγον περισσότερον, καὶ νὰ καταλαμβάνουν τοιοῦτοτρόπως περισσότερον χώρον. Ἡ προσθήκη τῆς θερμότητος δὲν προκαλεῖ αὔξησιν τοῦ μεγέθους τῶν μορίων. Ἀπλῶς, προκαλεῖ τὴν αὔξησιν τῆς μέσης ἀποστάσεως τῶν μορίων μεταξὺ των. Εἰς πολλὰς περιπτώσεις πρᾶται νὰ λαμβάνεται πρόνοια καὶ νὰ δίδεται ἡ κατάλληλος δυνατότης διὰ τὴν αὔξησιν τῶν διαστάσεων ἐνὸς ἀντικειμένου. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα εἶναι, ὅτι αἱ γέφυραι εἰς τὸ ἐν ἄκρον αὐτῶν φέρουν ἐφέδρανα, οὕτως ὥστε, νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ μετακινήθῃ ἡ γέφυρα ὀλόκληρος, ὅταν αὕτη συστέλλεται ἢ διαστέλλεται.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ. Ἐνα φλυτζάνιον περιέχον ζέον ὕδωρ καὶ μία μεγάλη χύτρα μὲ ζέον ὕδωρ ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Δύο θερμομέτρα ἐμβαπτίζόμενα συγχρόνως ἐν-

13. 'Εάν η θερμοκρασία ενός σώματος αυξηθῆ, τί συμβαίνει με τὰ μόρια αὐτοῦ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ἀποτελέσματα θὰ εἶχε τὸ πείραμα τοῦ Rum Ford μετὰ τὸ πυροβόλον ὄπλον, ἐὰν ἡ θεωρία τοῦ θερμοῦ ρευστοῦ ἦτο ὀρθή;
2. 'Θὰ ἐτήκετο ὁ πάγος κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τοῦ Davy, ἐὰν ἡ θερμότης ἦτο μορφῆ ἕλης;
3. Ποία ἦτο ἡ πηγὴ τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία προεκάλεσε τὴν τήξιν τοῦ πάγου εἰς τὸ πείραμα τοῦ Davy;
4. 'Αναφέρατε μερικά ἐπὶ πλέον παραδείγματα διαστολῆς ὀφειλομένης εἰς τὴν θερμότητα.
5. Συγκρίνατε τὰς θερμοκρασίας καὶ τὰς θερμοκινῆς ἐνεργείας ἐνὸς καιομένου σπύρτου, ἐνὸς καιομένου τεμαχίου κορμποῦ δένδρου, καὶ μίᾳ ἀναμμένης λάμπας πετρελαίου.
6. 'Αναφέρατε μερικὰς μεταβολὰς τῆς πίεσεως τῶν ἀεροθαλάμων τῶν ἐλαστικῶν ἐνὸς αὐτοκινήτου.
7. Διατί ὅταν κρούωμεν τεμάχιον μολύβδου δι' ἐνὸς σφυρίου μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία τοῦ μολύβδου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΑΠΟ ΚΙΝΗΣΙΝ. 'Ὡς παράδειγμα τοῦ βασικοῦ πειράματος, τὸ ὁποῖον ἔκαμε ὁ Rum Ford θὰ εἶναι ἐνδιαφέρον διὰ σᾶς νὰ παραγάγετε θερμότητα διὰ τῆς κινήσεως. Λάβετε ἓνα τεμάχιον χονδρῶν σύρματος ἢ μίαν λωρίδα μετάλλου. Κρατήσατε τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ μετὰ τὰ δύο σας χέρια καὶ ἀνοίγετε καὶ κλείετε τὰ χέρια σας προκαλοῦντες οὕτω κάμψιν τοῦ ἐλάσματος καὶ πρὸς τὰς δύο πλευρὰς αὐτοῦ. 'Εντὸς ὀλίγου χρονικοῦ διαστήματος θὰ διαπιστώσετε ὅτι εἶναι

ἀδύνατον νὰ κρατήσετε τὸ ἔλασμα. Κατὰ τὴν ταχείαν κάμψιν, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ ὑποβάλλετε προκαλεῖται ταχείας μετατοπίσεις τῶν μορίων τοῦ ἐλάσματος εἰς ἓνα τμήμα αὐτοῦ καὶ τοιουτοτρόπως ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐλάσματος αὐξάνει. 'Η μέθοδος ἡ ἐφαρμοσθεῖσα ὑπὸ τῶν 'Ινδιάνων τῆς 'Αμερικῆς διὰ τὴν ἔναυσιν πυρῶς διὰ ταχείας τριβῆς ἐνὸς τεμαχίου ξύλου ἐπὶ ἐνὸς ἄλλου εἶναι ἄλλο παρὰ δείγμα τῆς ἀρχῆς, ἡ ὁποία ἐτινίσθη διὰ τοῦ πειράματος τοῦ Rum Ford.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. 'Η πίεσις ἐνὸς ἀερίου εἰς gr/cm^2 διδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως:

$$P = \frac{d \cdot v^2}{3 \times 980}$$

ἔπου d ἡ πυκνότης εἰς gr/cm^3 καὶ

v ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων εἰς cm/sec

Προσδιορίσατε τὴν πίεσιν τοῦ ὕδρου γόνου ὅταν ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι $0,00009 \text{ gr/cm}^3$ καὶ ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων του εἶναι $1,83 \times 10^5$ ἑκατοστὰ ἀνὰ δευτερόλεπτον. ('Απάντησις 1020 gr/cm^2).

2. 'Εὰν αὐξήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν, εἰς τρόπον ὅστε ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων τοῦ προβλήματος 1 νὰ διπλασιασθῆ, ποία θὰ εἶναι ἡ πίεσις;
3. Προσδιορίσατε τὴν πίεσιν τοῦ ὀξυγόνου, ὅταν ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι $0,00144 \text{ gr/cm}^3$ καὶ ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων του εἶναι $4,6 \times 10^4 \text{ cm/sec}$ (βλέπε πρόβλημα 1).
4. 'Εὰν ἡ θερμοκρασία ἐλαττωθῆ, εἰς τρόπον ὅστε ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων τοῦ προβλήματος 3 γίνῃ ἡ μισή, ποία εἶναι ἡ νέα πίεσις;

ΕΔΑΦΙΟΝ 29. Θερμοκρασία καὶ θερμομέτρα.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ. Λέγομεν ὅτι ἓνα σῶμα εἶναι θερμόν, ἐὰν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι σημαντικῶς ἀνωτέρα τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματός μας, ἢ ὅτι εἶναι

ψυχρόν, ἐὰν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι σημαντικῶς ταπεινότερα τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματός μας.

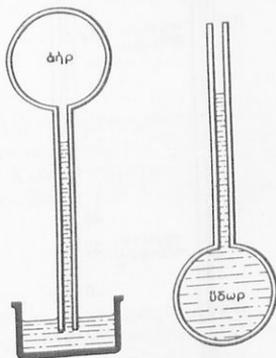
Τὸ θερμόν καὶ τὸ ψυχρόν δὲν εἶναι

πολύ ἀκριβείς ὄροι, οὔτε ἡ αἰσθησίς μας περὶ θερμοκρασίας εἶναι ἀκριβής.

Ἐνα δωμάτιον εἶναι δυνατόν νὰ μᾶς φανῇ θερμὸν, ἐὰν εἰσέλθωμεν εἰς αὐτὸ ἀπὸ ἄλλον γῶρον ψυχρότερον. Ἀντιθέτως, ὁ αὐτὸς γῶρος δύναται νὰ μᾶς φανῇ ψυχρὸς ἐὰν εἰσέλθωμεν ἀπὸ ἄλλον θερμότερον.

Μικραὶ διαφοραὶ τῆς θερμοκρασίας εἶναι συγγάμις πολὺ σημαντικαὶ ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν ἀσθενῶς. Ἐπειδὴ ἡ αἰσθησίς μας περὶ θερμοκρασίας δὲν εἶναι πολὺ ἀξιόπιστος, διὰ τὸν λόγον αὐτὸν μετρήσεις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος μας, πρέπει νὰ γίνονται ὑπὸ θερμομέτρων μεγάλης ἀκριβείας. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀνθρώπινου σώματος παραμένει κατὰ κανόνα σταθερά. Μικραὶ διακυμάνσεις αὐτῆς λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν διάρκειαν ἐντόνων φυσικῶν προσπαθειῶν ἢ κατὰ τὴν διάρκειαν ἰσχυρῶν συναισθηματικῶν ταραχῶν.

ΑΙ ΠΡΩΤΑΙ ΜΟΡΦΑΙ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ. Τὸ σχῆμα 29-α δεικνύει θερμομέτρον ἀέρος κατασκευασθὲν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου, καὶ τὸ ὅποιον εἶναι τὸ πρῶτον ὄργανον, κατασκευασθὲν διὰ τὴν ἐνδειξιν θερμοκρασιῶν. Συνίσταται ἐξ ἐνόου ὑαλίνου δοχείου σχήματος σφαιρικοῦ καὶ ἐνόου στελέχους, τὸ ὅποιον βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ὄταν ὁ, ἐντὸς



Σχ. 29-1, 29-2. Δύο θερμομέτρα. Τὸ θερμομέτρον ἀέρος τοῦ Γαλιλαίου καὶ τὸ θερμομέτρον ὕδατος.

τοῦ σφαιρικοῦ δοχείου, ἐδρυσκόμενος ἀὴρ θερμαίνεται, διαστέλλεται καὶ ὥθει τὸ ὕδωρ πρὸς τὰ κάτω. Ὄταν ὁ ἀὴρ ψύχεται, συστέλλεται, καὶ τὸ ὕδωρ ἀνέχεται ὠθούμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας εἶναι δυνατόν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον νὰ προσδιορισθῶν διὰ ἀπλῆς παρατηρήσεως τοῦ ὕψους τῆς ὑδατίνης στήλης. Τὸ θερμομέτρον αὐτὸ, εἶναι ἀρκετὰ εὐαίσθητον καὶ μᾶς δεικνύει καὶ τὰς μικρὰς διαφορὰς τῆς θερμοκρασίας.

Αἱ ἐνδείξεις τῶν θερμομέτρων αὐτῶν δὲν ἦσαν ἀξιόπιστοι, διότι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης ἐντὸς τοῦ στελέχους, ἐξηρητάτο ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ὡς καὶ ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος. Τὸ σχῆμα 29-2 δεικνύει τὸ ἐπόμενον βῆμα εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων, ἧτοι θερμομέτρον, τὸ ὅποιον συνίσταται ἐξ ἐνόου ὑαλίνου δοχείου καὶ ἐξ ἐνόου στελέχους περιέχοντος ὕδωρ. Ὄταν τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον ἐθερμαίνεται, διεστέλλεται ταυτοχρόνως ἡ ὕαλος καὶ τὸ ὕδωρ. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ ὕδωρ συνήθως διαστέλλεται περισσότερον ἀπὸ τὴν ὕαλον, ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ στελέχους ἀνήρχετο. Θερμόμετρα αὐτοῦ τοῦ εἶδους ἐυρέθησαν ἀκατάλληλα διὰ πρακτικὸς σκοποῦς, διότι ἀπ' ἐνόου μὲν, ἡ διαστολὴ τοῦ ὕδατος δὲν εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας, ἀπ' ἐτέρου δέ, τὸ ὕδωρ μετατρέπεται εἰς πάγον πρὸ τῆς ἐπιτεύξεως πολὺ χαμηλῶν θερμοκρασιῶν.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ FARENHEIT.

Μία μεγάλη πρόοδος εἰς τὸν τομέα τῶν θερμομέτρων ἐπετεύχθη ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ Φυσικοῦ Fahrenheit εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 18ου αἰῶνος. Ὁ Fahrenheit κατεσκεύασε δύο εἰδῶν θερμομέτρα: ἓνα ἐξ ὕδραργυρον καὶ ἓνα ἐξ οἰνοπνεύματος. Τὰ σχήματα τῶν θερμομέτρων αὐτῶν ἦσαν περίπου ὅμοια μὲ τὰ σχήματα τῶν θερμομέτρων τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦμεν σήμερον. Ὄταν τὸ θερμομέτρον τὸ περιέχον τὸν ὕδραργυρον ἐθερμαίνεται, ὁ ὕδραργυρος διεστέλλετο πολὺ περισσότερον ἀπὸ τὴν ὕαλον, καὶ ὡς ἐκ τούτου, ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης αὐτοῦ εἰς τὸ στέλεχος ἦτο ἀρκετὰ μεγάλη. Ὄταν ὁ ὕδραργυρος ἐψύχετο, συστέλλετο πολὺ

περισσότερον από την ύαλον και ὡς ἐκ τούτου, ἐδημιουργεῖτο και πάλιν μία ἀρκετά μεγάλη διαφορά στάθμης. Τὰ αὐτὰ ἰσχύουν και διὰ τὸ οἰνόπνευμα. Μὲ τὰ νέα αὐτὰ θερμομέτρα του ὁ Fahrenheit ἔλαμε σειρὰν πειραμάτων και ἐξηκρίβωσεν ὅτι, τὸ σημεῖον ζέσεως ἐκάστου ὕγρου εἶναι σταθερὸν, ὡς ἀκριβῶς συμβαίνει και μὲ τὸ ὕδωρ.

Τὸ σημεῖον ζέσεως ὀρίζεται εἰς τὴν Φυσικὴν, ὡς ἡ θερμοκρασία κατὰ τὴν ὁποίαν ἓνα ὕγρον βράζει, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι ἀκριβῶς 76 cm στήλης ὕδραργύρου. Πρῶτος ὁ Fahrenheit παρετήρησεν ὅτι τὸ σημεῖον ζέσεως ἐνὸς ὕγρου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

Διὰ τὴν βαθμολόγησιν τῆς κλίμακος τῶν θερμομέτρων του ὁ Fahrenheit ἐξέλεξε ὡς σημεῖον μηδέν, τὴν κατωτέραν δυνατὴν θερμοκρασίαν τὴν ὁποίαν ἠδύνατο νὰ ἐπιτύχη χρησιμοποιοῦν μίγμα πάγου και ἄλατος. Ὡς δεῦτερον σταθερὸν σημεῖον τῆς κλίμακος τοῦ θερμομέτρου του (100 βαθμοὶ) κατ' ἀρχὰς ἐξέλεξε τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς ὕγρου ἀτόμου. Ἀργότερον ἀπεφάσισε νὰ λάβῃ ὡς δεῦτερον σταθερὸν σημεῖον τὴν θερμοκρασίαν ζέσεως τοῦ ὕδατος.

Ἡ θερμοκρασία ζέσεως τοῦ καθαροῦ ὕδατος ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 76cm στήλης ὕδραργύρου συνέπεσε νὰ ἀντιστοιχῇ μὲ 212 βαθμοὺς τῆς κλίμακός του. Ὁ Fahrenheit παρετήρησεν ἐπίσης ὅτι, ἡ θερμοκρασία τοῦ καθαροῦ ὕδατος τὸ ὅποῖον περιεῖχε και τεμάχια πάγου ἢ χιόνος, ἦτο πάντοτε σταθερὰ και ἴση πρὸς 32° τῆς κλίμακός του. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ εἶναι ἐκεῖνη, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὕδωρ πάντοτε πήγνυται εἰς πάγον. Ἐπίσης εἶναι ἡ θερμοκρασία, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ πάγος τήκεται ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας πίεσεως. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται σημεῖον τήξεως ἢ σημεῖον πήξεως τοῦ ὕδατος. Οὕτω τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα τῆς κλίμακος τοῦ Fahrenheit λαμβάνονται τώρα ὡς τὸ σημεῖον πήξεως τοῦ ὕδατος και τὸ σημεῖον ζέσεως αὐτοῦ ὑπὸ σταθερὰν ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 76 cm στήλης ὕδραργύρου.

Ἡ ΕΚΑΤΟΝΤΑΒΑΘΜΙΟΣ ΚΛΙΜΑΞ.

Ὀλίγα χρόνια ἀργότερον ἀπὸ τὸν Fahrenheit μία νέα κλίμαξ πλέον ὑγροσκόπου

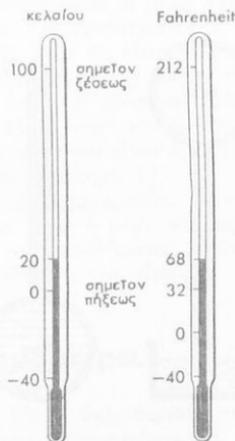
ἐπενοήθη. Εἶναι γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα ἑκατονταβάθμιος κλίμαξ. Ὀνομάζεται οὕτω, διότι διαιρεῖται εἰς 100 βαθμοὺς μεταξὺ τοῦ σημείου πήξεως τοῦ ὕδατος και τοῦ σημείου ζέσεως αὐτοῦ. Οὕτω εἰς τὴν κλίμακα αὐτὴν τὸ σημεῖον πήξεως τοῦ ὕδατος σημειοῦται μὲ 0° και τὸ σημεῖον ζέσεως μὲ 100°.

Ἡ ἑκατονταβάθμιος κλίμαξ ἔχει πλέον ἐπικρατήσῃ εἰς ὅλας τὰς πολιτισμένους χώρας. Οἱ φυσικοὶ ὀνομάζουν τὴν ἑκατονταβάθμιον κλίμακα, Κλίμακα τοῦ Κελσίου, πρὸς τιμὴν τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτὴν, Σουηδοῦ ἀστρονόμου, Ἀνδρέα Κελσίου.

ΣΥΓΚΡΙΣΙΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΚΩΝ ΚΕΛΣΙΟΥ ΚΑΙ FAHRENHEIT.

Τὸ σχῆμα 29-3 δεικνύει δύο θερμομέτρα βαθμολογημένα μὲ τὴν κλίμακα Κελσίου και Fahrenheit ἀντιστοιχῶς. Μεταξὺ τοῦ σημείου πήξεως και τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ ὕδατος, εἰς μὲν τὴν κλίμακα τοῦ Κελσίου ὑπάρχουν 100°, εἰς δὲ τὴν κλίμακα τοῦ Fahrenheit ὑπάρχουν 180°.

Διὰ δύο ἀντίστοιχα σημεῖα, ἦτοι σημεῖα προσδιοριζόμενα διὰ τὸ αὐτοῦ ὕψους στήλης ὕδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ τιμὴ τῆς κλίμακος τοῦ Fahrenheit εἶναι κατὰ $\frac{9}{5}$ ἀνωτέρα τῆς τιμῆς τῆς κλίμακος τοῦ Κελσίου. Τοιουτοτρόπως



Σχ. 29-3. Σύγκρισις τῶν κλιμάκων Κελσίου και Fahrenheit.

δυνάμεθα να χρησιμοποιήσωμεν τὴν ὑπάρχουσαν αὐτὴν σχέσιν διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς θερμοκρασίας ἀπὸ τὴν μίαν κλίμακα εἰς τὴν ἄλλην. Π.χ. ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι θερμομέτρον βαθμολογημένον εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Κελσίου δεικνύει θερμοκρασίαν 20° . Ἡ ἀντίστοιχος θερμοκρασία εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Fahrenheit θὰ εἶναι $\frac{9}{5} \times 20 = 36$. Οὕτω ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν κλίμακα Fahrenheit θὰ εἶναι ἀντιστοίχως 36° ἄνω τοῦ σημείου τήξεως ἢ πήξεως. Ἐπειδὴ ὁμοῦ τὸ σημεῖον τήξεως ἢ πήξεως εἰς τὴν κλίμακα Fahrenheit δηλοῦται διὰ τοῦ 32° ἢ ἀντίστοιχος θερμοκρασία τῶν 20° θὰ εἶναι $36^\circ + 32^\circ = 68^\circ$ F.

Ἄς προσδιορίσωμεν τώρα τὴν ἀντίστοιχον τιμὴν εἰς κλίμακα Κελσίου τῶν 95° F. Ἀπὸ τοὺς 95° ἀφαιρούμεν 32 καὶ οὕτω προσδιορίζομεν 63° ἄνω τοῦ σημείου πήξεως τοῦ ὕδατος. Ἐπειδὴ μόνον $\frac{5}{9}^\circ$ C ἀντιστοιχεῖ εἰς 1° F οἱ 63° F ἄνω τοῦ σημείου πήξεως τοῦ ὕδατος θὰ ἀντιστοιχοῦν εἰς $\frac{5}{9} \times 63 = 35^\circ$ C. Ἀπὸ τὰ δύο ἄνωτέρω παραδείγματα παρατηροῦμεν, ὅτι ἰσχύουν δύο πολὺ ἀπλοὶ κανόνες διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς θερμοκρασίας τῆς δεικνυομένης ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου τοῦ βαθμολογημένου εἰς βαθμοὺς F, εἰς βαθμοὺς Κελσίου.

1. Διὰ νὰ μετατρέψωμεν τὴν θερμοκρασίαν τὴν δεικνυομένην εἰς βαθμοὺς Κελσίου, εἰς βαθμοὺς F, πολλαπλασιάζομεν τοὺς βαθμοὺς Κελσίου ἐπὶ $\frac{9}{5}$ καὶ προσθέτομεν 32. Οὕτω προκύπτει ἡ σχέση

$$F = \frac{9}{5} C + 32$$

2. Διὰ νὰ μετατρέψωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ βαθμοὺς Fahrenheit εἰς βαθμοὺς Κελσίου ἀφαιρούμεν 32 καὶ πολλαπλασιάζομεν ἐπὶ $\frac{5}{9}$ οὕτω ἔχομεν τὴν σχέσιν

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

ὅπου F παριστᾷ τοὺς βαθμοὺς Fahrenheit καὶ C τοὺς βαθμοὺς Κελσίου τῆς δοθείσης θερμοκρασίας.

ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΚΑΙ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ. Τὰ θερμομέτρα

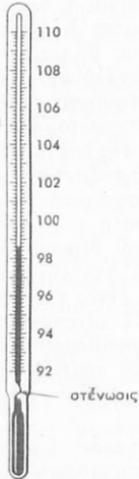
αὐτὰ κατασκευάζονται διὰ πληρώσεως τοῦ ὑαλίνου δοχείου καὶ τοῦ στελέχους με ὑδράργυρον ἢ οἶνονπνευμα. Ἐντὸς τοῦ θερμομετρικοῦ δοχείου τίθεται ἡ κατάλληλος ποσότης οἶνονπνεύματος ἢ ὑδραργύρου, ἡ ὁποία ἀκολουθῶς θερμαίνεται μέχρι βρασμοῦ, πρὸς τὴν τελειαν ἐκδιώξιν τοῦ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐνδικομένου ἀέρος, καὶ τέλος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλήνος κλείεται διὰ συντήξεως τῆς ὑάλου. Τὰ θερμομέτρα αὐτὰ δὲν ἐπιηρεάζονται ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ἡ διαστολὴ ἢ συστολὴ τοῦ ὑγροῦ τοῦ ἐνδικομένου ἐντὸς τοῦ θερμομετρικοῦ δοχείου, προσδιορίζεται ἀπὸ τὴν διαφορὰν στάθμης τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ στελέχους. Τὰ θερμομέτρα ἐξ οἶνονπνεύματος εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῶν διὰ θερμοκρασίας κάτω τοῦ σημείου πήξεως τοῦ ὑδραργύρου τὸ ὁποῖον εἶναι -39° C.

Τὰ θερμομέτρα ὑδραργύρου ἀντιθέτως, εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῶν διὰ θερμοκρασίας ἄνω τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ οἶνονπνεύματος, τὸ ὁποῖον εἶναι 78° C. Διὰ πολὺ ὑψηλὰς ἢ πολὺ χαμηλὰς θερμοκρασίας χρησιμοποιοῦνται εἰδικὰ ἠλεκτρικὰ θερμομέτρα.

Διὰ τὴν βαθμολόγησιν τῆς κλίμακος ἐνὸς θερμομέτρου προσδιορίζονται κατ' ἀρχὰς τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα αὐτοῦ διὰ σειρᾶς πειραμάτων. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σημείου πήξεως τὸ θερμομέτρον τοποθετεῖται ἐντὸς μίγματος ὕδατος καὶ πάγου ἐνῶ, διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σημείου ζέσεως τὸ θερμομέτρον τοποθετεῖται ἐντὸς εἰδικοῦ θαλάμου ἀτμῶν, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἀπὸ τὸν βρασμὸν τοῦ ὕδατος. Ὅταν τὰ δύο σταθερὰ αὐτὰ σημεῖα προσδιορισθῶν ἢ ἀπόστασις μεταξὺ αὐτῶν διαμετρεῖται εἰς 100 ἴσας ὑποδιαίρεσεις, ἐὰν πρόκειται τὸ θερμομέτρον τοῦτο νὰ βαθμολογηθῇ εἰς κλίμακα Κελσίου, ἢ 180 ὑποδιαίρεσεις ἐὰν πρόκειται τὸ θερμομέτρον τοῦτο νὰ φέρῃ τὴν κλίμακα τοῦ Fahrenheit.

ΤΟ ΙΑΤΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ. Τὸ ἱατρικὸν θερμομέτρον εἶναι ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ στέλεχος, εἰς τὸ σημεῖον κατὰ τὸ ὁποῖον προσαρμόζεται ἐπὶ τοῦ δοχείου παρουσιάζει μικρὰν στένωσιν. Τοιοῦτοτρόπως ὁ

ταν ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται εἰσχωρεῖ διὰ μέσου τῆς ἀποστενωσέως ἐντὸς τοῦ στελέχους, ὅποτε παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ ἕως ὅτου δείξῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος. Ὅταν ὅμως ὁ ὑδράργυρος, λόγῳ ψύξεως τοῦ θερμομέτρου, συστέλλεται τότε ἡ ὑδραργυρική στήλη διακόπτεται εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀποστενωσέως καὶ παραμένει εἰς τὴν θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκειτο εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ σῶμα τοῦ ἀσθενούς δεικνύουσα κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Διὰ τὴν χρησιμοποίησιν ἐκ νέου τὸ θερμομέτρον πρέπει δι' ἐλαφρῶν τιναγμάτων, νὰ ἀναγκάσωμεν τὸν ὑδράργυρον νὰ κατέλθῃ μέχρι τοῦ κατωτάτου δυνατοῦ σημείου. Τὸ θερμομέτρον τοῦ σχήματος 29-4 εἶναι βαθμολογημένον εἰς τὴν κλίμακα Fahrenheit.



Σχ. 29-4. Ἴατρικὸν θερμομέτρον

δράργυρον νὰ κατέλθῃ μέχρι τοῦ κατωτάτου δυνατοῦ σημείου. Τὸ θερμομέτρον τοῦ σχήματος 29-4 εἶναι βαθμολογημένον εἰς τὴν κλίμακα Fahrenheit.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Θερμόμετρον ἀέρος
- Θερμόμετρον ὕδατος
- Κλίμαξ τοῦ Fahrenheit
- Ἡ ἑκατονταβάθμιος κλίμαξ
- $F = 9/5 C + 32$
- $C = 5/9 (F - 32)$
- Θερμόμετρα ὑδραργύρου, οἰνοπνεύματος καὶ ἱατρικὸν θερμομέτρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε παραδείγματα, εἰς τὰ ὅποια νὰ καταδεικνύεται ὅτι δὲν εἶναι ἀξιόπιστος ἡ ἐντύπωσις τῆς θερμοκρασίας τὴν ὅποιαν ἔχομεν διὰ τῆς ἀφῆς.
2. Περιγράψατε τὸ θερμομέτρον ἀέρος τοῦ Γαλιλαίου.

3. Διὰ τί ἓνα θερμομέτρον, ὡς τοῦ Γαλιλαίου, δὲν εἶναι ἀκριβές;
4. Διὰ τί ἓνα θερμομέτρον ὕδατος δὲν εἶναι πρακτικόν;
5. Ποῖον εἶδὼν θερμομέτρα κατεσκεύασε ὁ Fahrenheit;
6. Ποῖα τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Fahrenheit καὶ εἰς τὴν κλίμακα Κελσίου;
7. Πόσαι ὑποδιαρέσεις εὐρίσκονται μεταξὺ τῶν δύο σταθερῶν σημείων, εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Fahrenheit, καὶ πόσαι εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Κελσίου;
8. Κατὰ ποῖον τρόπον οἱ βαθμοὶ τοῦ Fahrenheit θὰ μετατραποῦν εἰς βαθμοὺς Κελσίου;
9. Κατὰ ποῖον τρόπον οἱ βαθμοὶ τοῦ Κελσίου εἶναι δυνατὸν νὰ μετατραποῦν εἰς βαθμοὺς τοῦ Fahrenheit;
10. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν ἐνὸς Ἵδραργυρικοῦ θερμομέτρου.
11. Ἐπὶ ποίας συνθήκας ἓνα θερμομέτρον οἰνοπνεύματος εἶναι χρησιμότερον ἐνὸς Ἵδραργυρικοῦ, καὶ πότε ἓνα Ἵδραργυρικὸν εἶναι χρησιμότερον ἐνὸς θερμομέτρου Οἰνοπνεύματος;
12. Πῶς ἐργάζεται τὸ Ἴατρικὸν θερμομέτρον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐνα Ἵδραργυρικὸν θερμομέτρον καὶ ἓνα Ἵδραργυρικὸν βαρόμετρον εἶναι στήλαι ὑδραργύρου τῶν ὁποίων τὸ μήκος μεταβάλλεται. Ποῖα εἶναι ἡ σημαντικὴ διαφορὰ μεταξὺ αὐτῶν;
2. Διὰ τί δὲν πρέπει ἓνα Ἴατρικὸν θερμομέτρον νὰ βυθισθῇ ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος;
3. Εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς μορίου;
4. Ἐὰν ἡ ὕαλος διεστέλλετο περισσότερο ἀπὸ τὸν ὑδραργυρον τί θὰ συνέβαινε ἐὰν ἓνα Ἵδραργυρικὸν θερμομέτρον ἐβυθίζετο ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος καὶ τί ἐὰν ἐβυθίζετο ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΑΙΣΘΗΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ. Διὰ τῆς ἀφῆς δυνάμεθα, ὡς εἰδομεν, νὰ ἐξακριβώσωμεν ἐὰν ἕνα σῶμα εἶναι θερμότερον ἐνὸς ἄλλου. Παρ' ὅλα ταῦτα ἡ ἐντύπωσις, τὴν ὁποίαν ἔχομεν διὰ τῆς ἀφῆς, εἶναι πολλάκις ἀπατηλὴ ὡς τοῦτο φαίνεται εἰς τὸ κάτωθι παραδείγμα. Λαμβάνομεν δύο δοχεῖα καὶ ἐντὸς ἐνὸς ἐξ αὐτῶν θέτομεν πάγον, ἐντὸς τοῦ δὲ τοῦ δευτέρου θερμὸν ὕδωρ. Εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον βυθίζομεν τὴν δεξιὰν χεῖρα καὶ εἰς τὸ ἄλλο τὴν ἀριστεράν. Ἐὰν μετὰ τινα χρόνον βυθίσωμεν καὶ τὰς δύο χεῖρας εἰς γλιαρὸν ὕδωρ τότε ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰς τὴν δεξιὰν χεῖρα εἶναι θερμὸν ἐνῶ εἰς τὴν ἀριστεράν ψυχρόν.

Ἦτοι, διὰ τῆς αἰσθήσεως τῆς ἀφῆς ὀχι μόνον ἔχομεν ἀπατηλὴν ἐντύπωσιν ἀλλὰ πρὸς τοῦτοις, δὲν εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ καθορίσωμεν ποσοτικῶς κατὰ πόσον ἐν σῶμα εἶναι θερμότερον ἐνὸς ἄλλου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Θερμόμετρον Κελσίου δεικνύει θερμοκρασίαν 45 βαθμῶν. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἀντίστοιχος ἔνδειξις θερμομέτρου Fahrenheit;
2. Θερμόμετρον Fahrenheit δεικνύει θερμοκρασίαν 80 βαθμῶν. Ποίαν θερμοκρασίαν θὰ δεικνύῃ ἀντίστοιχον Κελσίου;
3. Θερμόμετρον Κελσίου δεικνύει θερμοκρασίαν 80 βαθμῶν. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἀντίστοιχος ἔνδειξις θερμομέτρου Fahrenheit;
4. Θερμόμετρον Fahrenheit δεικνύει

θερμοκρασίαν 41 βαθμῶν. Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχος ἔνδειξις θερμομέτρου Κελσίου;

5. Ἀσθενὴς ἔχει θερμοκρασίαν 104°F . Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία του εἰς βαθμοὺς Κελσίου;
6. Ἠλεκτρικὸν τόξον ἔχει θερμοκρασίαν 3500°C . Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχος θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Fahrenheit;
7. Νὰ μετατραποῦν οἱ -40°F εἰς βαθμοὺς Κελσίου.
8. Νὰ μετατραποῦν οἱ -10°C εἰς βαθμοὺς Fahrenheit.
9. Εἰς τὰς Ἀρκτικὰς περιοχάς, παρουσιάζεται ἐνίοτε θερμοκρασία -75°F . Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχος θερμοκρασία Κελσίου;
10. Ὁ ξηρὸς πάγος ἔχει θερμοκρασίαν περίπου -80°C . Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχος θερμοκρασία εἰς κλίμακα Fahrenheit;

B

11. Νὰ μετατραποῦν οἱ 20.000.000°C εἰς βαθμοὺς Fahrenheit.
12. Νὰ μετατραποῦν οἱ -454°F εἰς βαθμοὺς Κελσίου.
13. Μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας σημεῖοῦται ὑπὸ θερμομέτρου βαθμολογημένου εἰς βαθμοὺς Κελσίου μὲ 45 βαθμοὺς. Ποία ἡ ἀντίστοιχος μεταβολὴ εἰς θερμομέτρον βαθμολογημένον εἰς βαθμοὺς F;
14. Εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν ἡ ἔνδειξις θερμομέτρου Fahrenheit εἶναι πενταπλασία τῆς ἔνδειξεως θερμομέτρου Κελσίου. Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία;

ΕΔΑΦΙΟΝ 30. Διαστολὴ τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ. Ἀπὸ ὅλα τὰ σῶματα τὰ στερεὰ διαστέλλονται ὀλιγώτερον. Τὰ ὑγρά, διὰ τὴν αὐτὴν θερμοκρασιακὴν διαφορὰν, ἐμφανίζουν μεγαλύτεραν διαστολὴν ἀπὸ τὰ στερεά, ἐνῶ τέλος τὰ ἀέρια διαστέλλονται ἀκόμη περισσότερο. Παραδείγματος χάριν, χαλυβδίνῃ ράβδῳ μήκους 1000 cm, θερμαινομένῃ ἀπὸ θερμοκρασίας 0°C ἕως

100°C ἐπιμηκνύεται κατὰ 1,1cm. Ἡ διαστολὴ, συνεπῶς, χαλυβδίνης ράβδου μήκους 1 cm, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς αὐξήθῃ κατὰ 1°C εἶναι 0,000011 cm. Ἡ αὐξησης τοῦ μήκους, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ἡ μὸνὰς τοῦ μήκους τοῦ σώματος διὰ διαφορὰν θερμοκρασίας 1°C , ἐκφράζεται διὰ τὸν συντελεστοῦ γραμμικῆς διαστολῆς. Ὁ συντελεστὴς αὐτὸς θὰ δίδεται

προφανώς και εκ της έκφρασεως της ἐπιμηκύνσεως ως ποσοστού του ἀρχικού μήκους οιασδήποτε ράβδου του υλικού αυτού, διά της ως ἄνω διαφορᾶς θερμοκρασίας 1°C.

Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τοὺς συντελεστῆς γραμμικῆς διαστολῆς ἐννέα σωμάτων.

Σ ὄ μ α	Συντελεστής Γραμμικῆς Διαστολῆς
Ἀργίλιον	0,0000240
Χαλκός	0,0000168
Χάλυψ	0,0000110
Χυτοσίδηρος	0,0000106
Λευκόχρυσος	0,0000090
Ἰαλός	0,0000085
Pyrex	0,0000036
Invar	0,0000009
Quartz	0,0000004

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Χαλυβδίνη ράβδος ἔχει μήκος 100 m ὅταν εὐρίσκεται εἰς θερμοκρασίαν 0° C. Ποία ἡ ἀύξηση τοῦ μήκους της ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῆ κατά 25° C ;

ΛΥΣΙΣ : Ὁ συντελεστής γραμμικῆς διαστολῆς διὰ τὸν χάλυβα εἶναι 0,0000110 m/m°C. Ἡ ἀύξηση τοῦ μήκους τῶν 100 m διὰ θερμοκρασιακὴν διαφορὰν 25°C θὰ εἶναι $0,000011 \times 100 \times 25 = 27,5 \text{ mm}$.

ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΕΙΣ ΔΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΤΟΛΗΝ. Ἐν και, τὰ στερεὰ σώματα δὲν διατέλλονται πολὺ, λόγῳ θερμάνσεως, ἐν τούτοις πρέπει νὰ λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν αἱ διαστολαὶ καὶ νὰ ἀφίηνονται αἱ ἀπαιτούμεναι ἀνογαί.

Τὰ καλώδια τῆς μεταφορᾶς τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας, δὲν πρέπει νὰ σχηματίζουν μεγάλη ἐκκοιλία τὸ καλοκαίρι ἢ νὰ εὐρίσκονται ὑπὸ ἐφελκυστικὴν τάσιν τὸν χειμῶνα. Αἱ γέφυραι πρέπει νὰ κατασκευάζονται τοιοῦτοτρόπως, ὥστε νὰ λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν αἱ διαφοραὶ τοῦ μήκους, αἱ ὁποῖαι θὰ παρουσιασθοῦν λόγω τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, χωρὶς τοιοῦτοτρόπως νὰ προκληθοῦν δυστυχήματα.

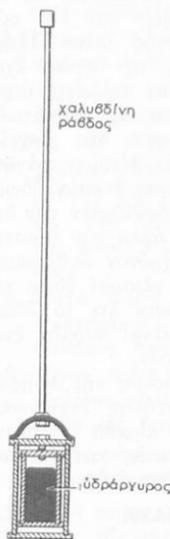
Ὁρολόγια καλῆς ποιότητος διαθέτουν

ἐκκρεμῆ, τὰ ὁποῖα ρυθμίζονται αὐτομάτως ἀντισταθμίζοντα τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας. Τὸ σχῆμα 30-1 δεικνύει ἕνα τοιοῦτον αὐτορρυθμιζόμενον ἐκκρεμές. Ὁταν ἡ χαλυβδίνη δάβδος διαστέλλεται πρὸς τὰ κάτω, ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται πρὸς τὰ ἄνω, τοιουτοτρόπως δὲ τὸ κέντρον βάρους τοῦ ὕλου συστήματος, δὲν μετακινεῖται καὶ ἐπομένως τὸ ὁρολόγιον δεικνύει τὴν ἀκριβῆ ὥραν.

Ἐὰν παρατηρήσετε τὸν πίνακα εἰς τὸν ὁποῖον ἐμφαίνονται οἱ συντελεσταὶ γραμμικῆς διαστολῆς τῶν διαφορῶν σωμάτων, θὰ παρατηρήσετε ὅτι τὸ Pyrex ἔχει μικρότερον συντελεστήν γραμμικῆς διαστολῆς ἀπὸ τὴν κοινήν ἕαλον, καὶ ὅτι τὸ Quartz διαστέλλεται ἀκόμη ὀλιγώτερον καὶ ἀπὸ τὸ Pyrex. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δίσκοι κατεσκευασμένοι ἀπὸ Pyrex ἢ ἀπὸ Quartz θραύονται πολὺ δυσκολώτερον ὅταν βρεθοῦν ἐντὸς κλιβάνου. Ἐπίσης ἐρυθροπυρακτωμένοι δίσκοι ἀπὸ Quartz ἢμπορεῖ νὰ βυθισθῆ ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος χωρὶς νὰ θραυσθῆ.

Τὰ νήματα πυρακτώσεως τῶν ηλεκτροκῶν λαμπτήρων, ὡς καὶ τῶν ηλεκτροκῶν σωλήνων παρουσιάζουν παρόμοια προβλήματα. Τὰ μέταλλα ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὰ νήματα εἶναι κατεσκευασμένα, πρέπει νὰ παρουσιάζουν τὸν αὐτὸν συντελεστήν γραμμικῆς διαστολῆς μετὰ τὴν ἕαλον ἄλλως θὰ θραυσθοῦν. Συχνάκις εἰς τὴν κατασκευὴν ὀρισμένων μηχανῶν, ἐμεταλλευόμεθα τὴν συστολὴν τῶν θερμῶν ἀντικειμένων καθὼς ταῦτα ψύχονται.

ΔΙΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΛΑΣΜΑΤΑ. Ἐὰν συνενώσωμεν στερεῶς δύο ἰσομήκη εὐ-

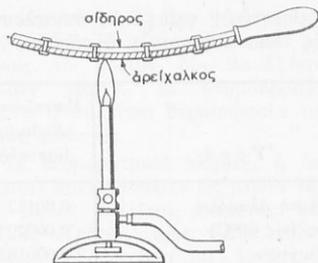


Σχ. 30—1. Αὐτορρυθμιζόμενον ἐκκρεμές. Διὰ τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ἔχει πάντοτε σταθερὰν περίοδο;

θέα ελάσματα, τὰ ὅποια νὰ παρουσιά-
ζουν διάφορον διαστολήν, π.χ. τὸ ἓνα ἐκ
σιδήρου καὶ τὸ ἄλλο ἐξ ὀρείχαλκου, καὶ
θερμάνωμεν τὸ διμεταλλικὸν τοῦτο ἔλα-
σμα, παρατηροῦμεν ὅτι κάμπτεται, ἐνῶ
ἂν ψυχθῆι κάμπτεται κατ' ἀντίθετον φο-
ράν. Τοιαῦτα διμεταλλικὰ ελάσματα χρη-
σιμοποιοῦνται εἰς θερμοστατικὰς
διατάξεις, ἠλεκτρικῶν κλιβάνων, ἠ-
λεκτρικῶν ψυγείων, ἠλεκτρικῶν καμίνων,
κτλ. καὶ διὰ τούτου πραγματοποιεῖται ἡ
αὐτόματος διακοπὴ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύ-
ματος, εὐθὺς ὡς ἡ θερμοκρασία τοῦ χώ-
ρου ὑπερβῆι ὁρισμένην ὀριακὴν τιμὴν.

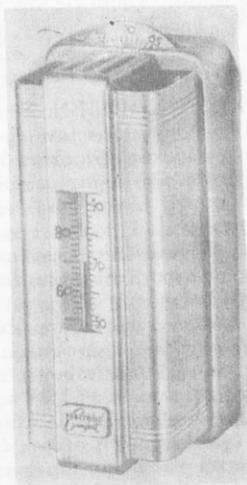
Διμεταλλικὰ ελάσματα χρησιμοποιοῦν-
ται ἐπίσης διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν αἰω-
ρητῶν τῶν συνήθων ὥρολογιακῶν μηχανι-
σμῶν, εἰς τρόπον ὥστε ἡ λειτουργία
τῶν ὥρολογίων νὰ εἶναι ἀνεξάρτητος
τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΤΥΓΡΩΝ. Ἡ δύνα-
μις ἔλξεως μεταξὺ τῶν μορίων τῶν ὑ-
γρῶν σωμάτων εἶναι κατὰ πολὺ μικρο-
τέρα τῆς ἀντιστοίχου τῶν στερεῶν. Διὰ
τὸν λόγον αὐτὸν τὰ ὑγρά διαστελλοῦνται
πολὺ περισσότερον τῶν στερεῶν, ὅταν



Σχ. 30—2. Διμεταλλικὸν ἔλασμα. Ὁ ὀρείχαλ-
κος διαστελέεται περισσότερον τοῦ σιδήρου.

θερμαίνωνται. Ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν θερ-
μοκρασίαν 1000 mc^3 ὕδραργύρου ἀπὸ
 0°C εἰς 100°C θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι,
ὁ ὄγκος τοῦ ὕδραργύρου ἔγινε $1018,2$
 cm^3 . Ἐξ αὐτοῦ συνάγομεν ὅτι ἡ κυβικὴ
διαστολὴ ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστοῦ ὕδραρ-
γύρου ἀνὰ βαθμὸν Κελσίου $1 \text{ cm}^3 \text{ Hg}/^\circ\text{C}$
εἶναι $0,000182 \text{ cm}^3$. Γενικώτερον: ἡ αὔ-
ξις τοῦ ὄγκου, τὴν ὁποίαν ὀφίσταται
δοθὲν ὑγρὸν ὄγκου 1 cm^3 δι' αὔξησιν
τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1°C ἐκφράζεται
διὰ τοῦ συντελεστοῦ κυβικῆς δια-
στολῆς. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει



Σχ. 30—3. Συνήθης θερμοστάτης οἰκιακῆς χρήσεως. Τὸ διμεταλλικὸν ἔλασμα εἶναι ἡ «καρ-
διὰ» τοῦ θερμοστάτου.

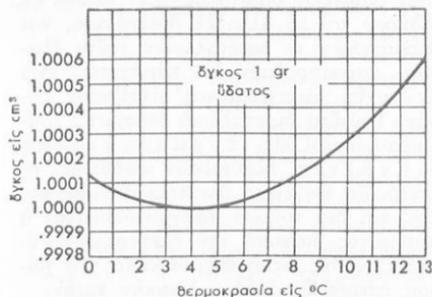
τὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς τῶν συντελεστῶν κυβικῆς διαστολῆς τριῶν ὕδρων.

Υ γ ρ α	Συντελεστής Κυβικῆς Διαστολῆς
Αἰθυλικὴ ἀλκοόλη	0,00112
Ὑδωρ (εἰς 20°C)	0,000207
Ὑδράργυρος	0,000182

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Δοθεῖσα ποσότης αἰθυλικῆς ἀλκοόλης ἔχει ὄγκον 100 cm^3 εἰς 0°C . Ποῖος ὁ ὄγκος αὐτῆς εἰς 50°C ;

ΛΥΣΙΣ : Ὁ συντελεστῆς κυβικῆς διαστολῆς εἶναι διὰ τὴν αἰθυλικὴν ἀλκοόλην 0,00112. Ἡ αὔξησις συνεπῶς τοῦ ὄγκου τῶν 100 cm^3 εἶναι $0,00212 \times 100 \times 50 = 5,60 \text{ cm}^3$ καὶ ὁ τελικὸς ὄγκος θὰ εἶναι $105,60 \text{ cm}^3$

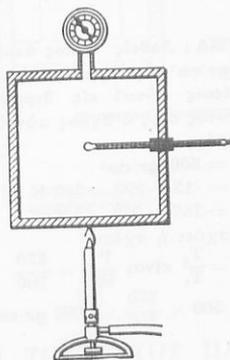
ΙΔΙΑΖΟΥΣΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ. Ἐὰν ἀφήσωμεν δοχεῖον ἀβαθές, εἰς τὸ ὑπαιθρον κατὰ τὴν διάρκειαν χειμερινῆς νυκτός, τὸ ὕδωρ πιθανὸν νὰ παγῶσῃ. Κατ' ἀρχὰς θὰ ψυχθῆι τὸ ἄνω στρώμα τοῦ ὕδατος, θὰ συσταθῆι, καὶ θὰ ἀποθῆι πυκνότερον. Λόγω τῆς ἠδξημένης πυκνότητός του θὰ ἀρχίσῃ νὰ βυθίζεται ἐπιτρέπον οὕτω εἰς θερμότερον ὕδωρ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν τὸ ὕδωρ κυκλοφορεῖ μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ὁμοίωμορον ψύξιν του. Παρατηροῦμεν ὅμως ὅτι ἡ κυκλοφορία αὕτη ἐλαττοῦται καθὼς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος πλησιάζει τοὺς 4°C . Τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°C παύει συστελλόμενον καὶ ἀρχίζει νὰ διαστέλλεται, ἂν καὶ ἡ θερμοκρασία του ἐλαττοῦται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι μίᾶ ἀπὸ τὰς ἰδιαζούσας ιδιότητας τοῦ ὕδατος. Τοῦτο ἀπὸ τοὺς 4°C ἕως τοὺς 0°C ψυχόμενον διαστέλλεται. Ἀντιθέτως, συστελλεται ὅταν θερμαίνεται ἀπὸ τοὺς 0°C εἰς τοὺς 4°C . Ἄνω τῶν 4°C τὸ ὕδωρ συμπεριφέρεται ὡς ὅλα τὰ ἄλλα ὕγρα, ἦτοι θερμαινόμενον διαστέλλεται. Ἡ ἰδιαζουσα ιδιότης τοῦ ὕδατος γίνεται πλήρως κατανοητὴ δι' ἐνὸς διαγράμματος. Τὸ σχῆμα 30-4 δεικνύει τὸν τρόπον μεταβολῆς τοῦ ὕδατος συναρτήσεως τῆς θερμοκρασίας. Ἡ ἰδιαζουσα αὕτη ιδι-



Σχ. 30—4. Ἡ ἰδιαζουσα διαστολὴ τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγίστην αὐτὸν πυκνότητα εἰς τοὺς 4°C .

ότης τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦτο δὲν συστελλεται, ψυχόμενον κάτω τῶν 4°C εἶναι λιαν σημαντικὴ διὰ τὴν βιολογίαν. Κάτω τῶν 4°C οὐδεμία κυκλοφορία τοῦ ὕδατος, ὀφειλομένη εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας, λαμβάνει χώραν καὶ κατὰ συνέπειαν τὸ ὕδωρ ψύχεται πολὺ βραδέως παρέχον οὕτω τὴν δυνατότητα εἰς τὴν ὑποβρύχιον ζωὴν νὰ μὴ ἐξαφανισθῆι. Ἡ ὑποβρύχιος ζωὴ προστατεύεται καὶ λόγω ἄλλης ἰδιαζούσης ιδιότητος τοῦ ὕδατος. Τοῦτο εἰς τὴν στερεάν του μορφήν, δηλαδὴ τὸν πάγον, εἶναι ὀλιγώτερον πυκνὸν ἢ ὡς ὕδωρ καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐπιπλέει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας.

ΤΟ ΑΠΟΛΥΤΟΝ ΜΗΔΕΝ. Συμφώνως πρὸς τὴν μοριακὴν θεωρίαν, ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ταχύτητα τῶν μορίων αὐτοῦ. Ἐὰν ἕνα σῶμα ψυχθῆι τόσον ὥστε, νὰ παύσων ὑφιστάμεναι αἱ μοριακαὶ κινήσεις, τότε εἶναι ἀδύνατον τὸ σῶμα αὐτὸ νὰ ψυχθῆι περισσότερο. Εἰς τὴν κατάστασιν αὕτην θὰ ἔχη τὴν ἐλαχίστην δυνατὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐπειδὴ δὲν εἶναι δυνατόν ν' ἀποκτήσῃ χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν αὕτης, διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία αὕτη καλεῖται ἀπόλυτον μηδέν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπολύτου μηδενὸς δὲν ἔχει ἐπιτευχθῆ ἀκόμη, ἐν τούτοις οἱ φυσικοὶ κατὰ τὴν παρασκευὴν ὕγρου αἰ στερεοῦ ἤλιου ἐπέτυχον θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖαι διαφέρουν ἐλάχιστα ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀπολύτου μηδενός.

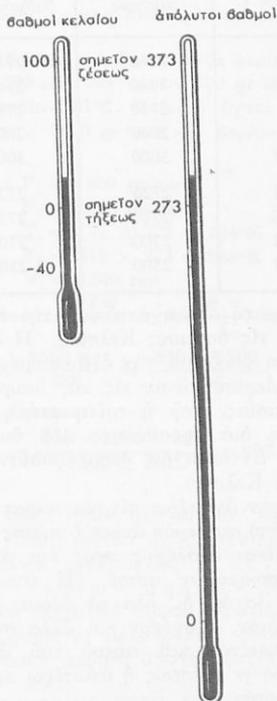


Σχ. 30—5. Ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον ἡ πίεσις ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ.

ΑΠΟΛΥΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ. Πόσον κάτω τῶν 0°C εἶναι τὸ ἀπόλυτον μηδέν; Ἡ ἐρώτησις αὕτη δύναται νὰ εὕρη ἀπάντησιν διὰ τῆς ἐρεύνης τῆς μεταβολῆς τῆς πίεσεως ἑνὸς ἀερίου συναρτήσῃ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἔχομεν δοθεῖσαν μάζαν ἀερίου ἐντὸς ἀεροστεγῶς δοχείου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι προσηρμοσμένα ἕνας μετροητῆς πίεσεως καὶ ἕνα θερμομέτρον, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 30-5. Ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀερίου παραμένει σταθερός. Ἐὰν θερμάνωμεν τὸ δοχεῖον, ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου θὰ αὐξηθῇ ἐνῶ ἀντιστρόφως ἐὰν τὸ ψύξωμεν, ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου θὰ ἐλαττωθῇ. Πειραματικῶς ἀπεδείχθη ὅτι, διὰ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀερίου ἀπὸ 0°C εἰς 1°C ἐπῆλθεν αὔξησις τῆς πίεσεως κατὰ $\frac{1}{273}$ τῆς ἀντιστοίχου εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0°C . Ἔστω ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς 0°C εἶναι 2730 μονάδες. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 1°C θὰ εἶναι κατόπιν τῶν ἀνωτέρω, 2740 μονάδες· ἐὰν ἀντιθέτως, τὸ ἀέριον ψυχθῇ εἰς τοὺς -1°C , τότε ἡ πίεσις του θὰ ἐλαττωθῇ εἰς 2720 μονάδας. Ἐὰν τὸ ἀέριον ψυχθῇ εἰς τοὺς -10°C , ἡ πίεσις του θὰ γίνῃ 2630 μονάδες. Οὕτω ἐὰν τὸ ἀέριον ἠδυνάτο νὰ ψυχθῇ εἰς τοὺς -273 βαθμοὺς ἢ πίεσις εἰς τὴν θερμο-

κρασίαν αὐτὴν θὰ ἦτο 0, ἦτοι ἡ κίνησις τῶν μορίων θὰ εἴχε σταματήσῃ καὶ ἐπομένως τὸ ἀέριον δὲν θὰ ἐξήσκει οὐδεμίαν πίεσιν. Ἡ θερμοκρασία τῶν -273°C καλεῖται θερμοκρασία τοῦ ἀπολύτου μηδενός.

Ἡ θερμομετρικὴ κλίμαξ, ἡ ὁποία ὁρίζεται ὅταν λάβωμεν ὡς μηδὲν τὸ ἀπόλυτον μηδὲν καλεῖται ἀπόλυτος κλίμαξ ἢ κλίμαξ Kelvin, πρὸς τιμὴν τοῦ λόρδου Kelvin. Τὸ σχῆμα 30-6 δεικνύει τὴν κλίμακα Κελσίου καὶ τὴν ἀπόλυτον κλίμακα ἢ τὴν κλίμακα τοῦ Kelvin. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν, γνωστῆς οὕσης τῆς ἀντιστοίχου θερμοκρασίας εἰς τὴν κλίμακα Κελσίου,



Σχ. 30—6. Σύγκρισις τῆς ἑκατονταβαθμίου κλίμακος πρὸς τὴν ἀπόλυτον.

προσθέτομεν ἀπλῶς 273. Οἱ μηδὲν βαθμοὶ Κελσίου ἀντιστοιχοῦν εἰς τοὺς 273° Kelvin. Οὕτω ἐὰν παραστήσωμεν διὰ t τὴν τυχοῦσαν θερμοκρασίαν εἰς βαθμοὺς Κελσίου καὶ διὰ T τὴν αὐτὴν θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Kelvin, θὰ ἰσχύῃ ἡ σχέση

$$T = t + 273$$

Η ΠΙΕΣΙΣ ΚΑΙ Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΝΟΣ ΑΕΡΙΟΥ. Ἐὰς θεωρήσωμεν καὶ πάλιν τὴν συσκευὴν τοῦ σχήματος 30 - 5. Μὲ τὴν συσκευὴν ταύτην δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν τὴν θερμοκρασίαν δοθείσης μάζης αερίου τῆς ὁποίας ὁ ὄγκος παραμένει σταθερὸς. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει στοιχεῖα τὰ ὅποια εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθοῦν δι' ἐνὸς πραγματικοῦ πειράματος.

Θερμοκρασία εἰς $^{\circ}\text{C}$ t	Μονάδες πίεσεως	Θερμοκρασία εἰς ἀπολύτους βαθμοὺς T .
0	2730	273
1	2740	274
2	2750	275
7	2800	280
27	3000	300
-1	2720	272
-2	2710	271
-3	2700	270
-23	2500	250

Ἡ πρώτη στήλη ὑποδηλοῖ τὴν θερμοκρασίαν εἰς βαθμοὺς Κελσίου. Ἡ δευτέρα στήλη ὑποδηλοῖ τὴν ἐξασκουμένην ὑπὸ τοῦ αερίου πίεσιν εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας, ἐνῶ ἡ τρίτη στήλη σχηματίζεται διὰ προσθέσεως 273 βαθμῶν εἰς τὴν ἀντίστοιχον θερμοκρασίαν τῆς κλίμακος Κελσίου.

Ἀπὸ τὸν ἀνωτέρω πίνακα παρατηροῦμεν ὅτι ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον ἡ πίεσις ἐνὸς αερίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ἡ ἀνωτέρω πρότασις ἰσχύει δι' ὅλα τὰ ἀέρια, ὕδρογόνον, ἥλιον, ὀξυγόνον καὶ ἄλλα συμπεριλαμβανομένου καὶ αὐτοῦ τοῦ αέρος. Ὑπὸ μορφὴν σχέσεως ἡ ἀνωτέρω πρότασις γράφεται

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

ἔπου P_2 καὶ P_1 παριστοῦν τὰς πιέσεις εἰς τὰς δύο καταστάσεις καὶ T_1 καὶ T_2 τὰς ἀντίστοιχους ἀπολύτους θερμοκρασίας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Δοθεὶς ὄγκος αερίου ἔχει πίεσιν 500 gr/cm² εἰς θερμοκρασίαν -13°C. Ποία ἡ πίεσις αὐτοῦ εἰς θερμοκρασίαν 247°C, δοθέντος ὅτι, ὁ ὄγκος αὐτοῦ παραμένει σταθερὸς;

ΛΥΣΙΣ: $P_1 = 500 \text{ gr/cm}^2$

$$T_1 = -13 + 273 = 260^{\circ}\text{K}$$

$$T_2 = 247 + 273 = 520^{\circ}\text{K}$$

Ἐφ' ὅσον ἰσχύει ἡ σχέση

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \text{ εἶναι } \frac{P_2}{500} = \frac{520}{260}$$

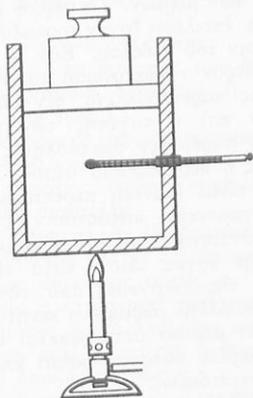
$$\text{ἦτοι } P_2 500 \times \frac{520}{260} = 1000 \text{ gr/cm}^2$$

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΕΝΟΣ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΥΤΟΥ. Θεωροῦμεν τὴν τὴν συσκευὴν, τὴν ἐμφαινομένην εἰς τὸ σχῆμα 30 - 7. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα κύλινδρον μὲ προσηρμοσμένον εἰς αὐτόν, ἓνα ἔμβολον ἀμελητέας τριβῆς, οὕτως ὥστε ἡ πίεσις τοῦ ἐγκλεισμένου αερίου νὰ παραμένῃ πάντοτε ἡ αὐτή, καὶ κατὰ τὴν διαστολὴν καὶ κατὰ τὴν συστολὴν αὐτοῦ. Ἔστω ὅτι, ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχουν 2730 cm³ αερίου εἰς θερμοκρασίαν 0°C. Ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ αερίου εἰς 1°C παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνει κατὰ $\frac{1}{273}$, ἦτοι κατὰ 10 cm³. Ὁ νέος ὄγκος τοῦ αερίου θὰ εἶναι ὅθεν 2740 cm³. Ἐὰν ταπεινώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν εἰς -1°C ὁ ὄγκος ἐλαττοῦται κατὰ $\frac{1}{273}$, ἦτοι ὁ νέος ὄγκος θὰ εἶναι 2720 cm³. Πειραματικῶς ἀπεδείχθη ὅτι, ὁ ὄγκος ἐνὸς αερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν μεταβάλλεται συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας ὡς ἀκριβῶς μεταβάλλεται ἡ πίεσις αὐτοῦ συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας, ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον. Ὁ πίναξ τῆς παρουσίας σελίδος ἰσχύει τόσον διὰ τοὺς ὄγκους ὅσον καὶ διὰ τὰς πιέσεις.

Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ὁ ὄγκος ἐνὸς αερίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ὑπὸ μορφὴν σχέσεως ἡ ἀνωτέρω πρότασις γράφεται

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

ἔπου V_2 , V_1 παριστοῦν τοὺς ὄγκους τοῦ



Σχ. 30—7. Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ὁ ὄγκος V εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν T .

ἀερίου εἰς τὰς δύο καταστάσεις, καὶ T_2 , T_1 τὰς ἀντιστοίχους ἀπολύτους θερμοκρασίας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Δοθεῖσα ποσότης ἀερίου ἔχει ὄγκον 1200 cm^3 εἰς θερμοκρασίαν 27°C . Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου αὐτοῦ εἰς θερμοκρασίαν 127°C ἐφ' ὅσον ἡ πίεσις αὐτοῦ παραμένει σταθερά;

ΛΥΣΙΣ : $V_1 = 1200 \text{ cm}^3$

$$T_1 = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 127 + 273 = 400^\circ\text{K}$$

ἐφ' ὅσον ἰσχύει ἡ σχέσηις

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \text{ εἶναι } \frac{V_2}{1200} = \frac{400}{300}$$

$$\text{ἦτοι } V_2 = 1200 \times \frac{400}{300} = 1600 \text{ cm}^3$$

Ο ΓΕΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. Ἔως τώρα ἔχωμεν συναντήσῃ καὶ ἓνα ἄλλον νόμον, ὁ ὁποῖος ἀφορᾷ τὰ ἀέρια, ἦτοι τὸν Νόμον τοῦ Boyle. Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον αὐτὸν ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά. Παρατηροῦμεν λοιπὸν ὅτι, τρεῖς παράγοντες ἐπηρέαζον καὶ περιγράφουν πληρῶς τὴν κατάστασιν ἐνὸς ἀερίου. Ὁ ὄγκος του, ἡ πίεσις αὐτοῦ, καὶ ἡ θερμοκρασία.

Αἱ τρεῖς ἀνωτέρω σχέσεις εἶναι δυνα-

τὸν νὰ συγχωνευθοῦν εἰς μίαν γενικατέραν ἢ ὁποία γράφεται ὡς ἀκολούθως :

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

Τὰ σύμβολα τῆς σχέσεως αὐτῆς ὑποδηλοῦν τὰ αὐτὰ μεγέθη ὡς καὶ ἀνωτέρω.

Ὁ ἀνωτέρω γενικὸς νόμος περιλαμβάνει καὶ τὰς τρεῖς σχέσεις αἱ ὁποῖαι ἀνεπίτχθησαν ἀνωτέρω. Ἦτοι :

1. Ὁ ὄγκος ἐνὸς ἀερίου μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὴν πίεσιν αὐτοῦ, ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.
2. Ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας αὐτοῦ, ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον.
3. Ὁ ὄγκος ἐνὸς ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς ἀπολύτου αὐτοῦ θερμοκρασίας, ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Δοθεῖσα μάζα ἀερίου ἔχει ὄγκον 1200 cm^3 ὑπὸ πίεσιν 500 gr/cm^2 , καὶ θερμοκρασίαν 21°C . Ποῖος ὁ ὄγκος αὐτοῦ ὑπὸ πίεσιν 1500 gr/cm^2 καὶ θερμοκρασίαν 315°C ;

ΛΥΣΙΣ : $P_1 = 500 \text{ gr/cm}^2$

$$P_2 = 1500 \text{ gr/cm}^2$$

$$T_1 = 21 + 273 = 294^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 315 + 273 = 588^\circ\text{K}$$

$$V_1 = 1200 \text{ cm}^3$$

Ἐφ' ὅσον ἰσχύει ἡ σχέσηις $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$

$$\text{θα εἶναι } \frac{1500 V_2}{580} = \frac{500 \times 1200}{294}$$

καὶ θα ἔχωμεν

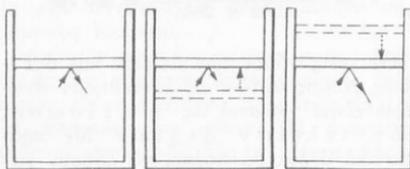
$$V_2 = \frac{500 \times 1200 \times 588}{1500 \times 294} = 800 \text{ cm}^3$$

Οἱ τρεῖς νόμοι τῶν ἀερίων καὶ ὁ Γενικὸς Νόμος αὐτῶν ὡς ἐξετέθησαν ἀνωτέρω εἶναι γνωστοὶ ὡς ἡ ἐξίσωσις τῶν τελείων ἀερίων. Μὲ πραγματικὰ ἀέρια θὰ πρέπει νὰ λάβωμεν ὠριμὰ μετατροπὰς, οὕτως ὥστε νὰ ἔχωμεν ἀκριβῆ ἀποτελέσματα.

ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑΙ ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΚΤΟΝΩΣΙΝ ἢ ΤΗΝ ΣΤΥΜΠΗΣΙΝ ΕΝΟΣ ΑΕΡΙΟΥ. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὴν

ασφαλιστική δικλίδα του αεροθαλάμου ενός ελαστικού αισθανόμεθα ότι το ρευστό του εξερχομένου αέρος είναι ψυχρόν. Ό αήρ άποτονοῦται και ψύχεται. Διατί ένα αέριον ψύχεται όταν άποτονοῦται; Διατί να άπαντήσωμεν εις τὸ ἐρώτημα τούτου, ἄς θεωρήσωμεν συμπεπαισμένον αέριον ἐντὸς ἐνὸς κυλίνδρου μηχανῆς. (Σχῆμα 30 - 8). Διατί τὴν ἀπλοποίησιν τοῦ ὕλου θέματος θεωροῦμεν τὴν ἰδανικὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου εἶναι πολὺ καλῶς μονωμένα, οὕτως ὥστε δὲν ἔχομεν διαρροὴν θερμότητος. Ἔστω ὅτι, τὰ αέριον ἐξασκεῖ τὸσην πίεσιν, ὥστε τὸ ἔμβολον νὰ παραμένῃ ἀκίνητον. Ἦτοι ὁ ὄγκος τοῦ αέριου αὐτοῦ παραμένει σταθερός. (Σχῆμα 30 - 8α). Ἐφ' ὅσον δὲν ἔχομεν οὐδεμίαν μετάδοσιν τῆς θερμότητος, ἡ θερμοκρασία τοῦ αέριου παραμένει σταθερά. Τὰ μόρια προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου και ἀναπηδοῦν με ταχύτητα μὴ μεταβαλλομένην. Τὸ αέριον δὲν ἐκτελεῖ ἔργον.

Ἄς ὑποθέσωμεν τώρα ὅτι, τὸ αέριον άποτονοῦται με ἀποτέλεσμα νὰ ὠθῆ τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ ἄνω. (Σχῆμα 30 - 8β). Τὰ μόρια τοῦ αέριου, τὰ ὁποῖα προσκρούουν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου ἀναπηδοῦν με ἡλαττωμένην ταχύτητα. Ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης τῶν προσκρούοντων και ἀναπηδόντων μορίων ἐλαττοῦται ἡ μέση κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων τοῦ αέριου ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου θὰ ἐλαττοῦται και αὐτή. Ἡ θερμοκρασία ὅθεν, τοῦ αέριου θὰ ἐλαττοῦται, λόγω τοῦ ὅτι ἡ θερμοκρασία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην κινητικὴν ἐ-



(α) σταθερὸς ὄγκος (β) τὸ αέριον ἐκτονοῦται (γ) τὸ αέριον συμπιέζεται

Σχ. 30—8. Ἡ ἐκτόνωσις και ἡ συμπίεσις ἐνὸς αέριου ἐπηράζουν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ἡ ταχύτης τῶν ἀναπηδόντων μορίων ἐλαττοῦται ὅταν τὸ αέριον ἐκτονοῦται (β) και αὐξάνει ὅταν τὸ αέριον συμπιέζεται (γ).

νέργειαν τῶν μορίων. Τὸ αέριον ἐν τούτοις, ἔχει ἐκτελέσει ἔργον προκαλοῦν τὴν μετατόπισιν τοῦ ἐμβόλου. Ἐὰν τὸ αέριον ἦτο ἐλεύθερον νὰ ἐκτονωθῆ και οὐδεμία ἀντίστασις παρενεβάλλετο, δὲν θὰ παρήγε ἔργον και ἡ ταχύτης τῶν μορίων αὐτοῦ θὰ παρέμεν ἀμετάβλητος ὡς ἐπίσης και ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ. Βεβαίως αὐτὸ εἶναι ἰδανικὴ περίπτωσης. Εἰς τὴν πραγματικὴν κατάστασιν ὑπάρχει πάντοτε ἀντίστασις με ἀποτέλεσμα τὴν παραγωγὴν ἔργου. Διότι κατὰ τὴν μετατροπὴν τῆς ἐνεργείας ἀπὸ τὴν μίαν μορφήν εις ἄλλην, ὠρισμένην κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων μετατρέπεται εις ἔργον, τὸ ὁποῖον καταναλίσσεται ἐπὶ ὠρισμένης ἀντιστάσεως.

Ἄς ὑποθέσωμεν τώρα, ὅτι μία δύναμις ὠθεῖ τὸ ἔμβολον πρὸς τὸ κάτω με ἀποτέλεσμα τὴν συμπίεσιν τοῦ αέριου. (Σχῆμα 30 - 8γ). Τὰ μόρια τοῦ αέριου τὰ ὁποῖα προσκρούουν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου ἀναπηδοῦν τώρα με ἡξημένην ταχύτητα. Ἡ μέση κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων αὐτῶν αὐξάνεται και ἡ θερμοκρασία ἔχει ἀνέλθει. Τὸ δαπανώμενον μηχανικὸν ἔργον διὰ τὴν συμπίεσιν τοῦ αέριου μετατρέπεται εις θερμότητα.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Συντελεστής γραμμικῆς διαστολῆς

Διμεταλλικὸ ράβδος

Θερμοστάτης

Συντελεστής κυβικῆς διαστολῆς

Ἀπόλυτον μηδέν

Ἀπόλυτος Θερμοκρασία

$$T = t + 273$$

Μεταβολὴ τῆς πίεσεως ἐνὸς αέριου συναρ-

τήσει τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ

Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου ἐνὸς αέριου συναρ-

τήσει τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ

Γενικὸς νόμος τῶν ἀερίων

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί τὰ στερεὰ σώματα διατελλονται ὀλιγώτερον ἀπὸ τὰ ὑγρά;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες συντελεστής γραμμικῆς διαστολῆς;
3. Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα

- και χρήσεις τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν.
4. Τί εἶναι ὁ θερμοστάτης;
 5. Ἐπὶ ποίας ιδιότητος τῶν διμεταλλικῶν ράβδων βασίζεται ἡ χρησιμοποίησίς των;
 6. Ἀναφέρατε μερικάς ἐφαρμογὰς τῶν διμεταλλικῶν ράβδων.
 7. Τί νοοῦμεν λέγοντες συντελεστῆς κυβικῆς διαστολῆς;
 8. Ἐξηγήσατε τὴν ιδιάζουσαν συμπεριφορὰν τοῦ ὕδατος καὶ ἀναφέρατε μερικάς συνεπειὰς αὐτῆς.
 9. Ποία ἡ κατάστασις τῶν μορίων ἐνὸς σώματος εἰς τὸ ἀπόλυτον μηδέν;
 10. Ἐχει ποτὲ ἐπιτευχθῆ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπολύτου μηδενός;
 11. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν αἱ θερμοκρασίαι τῆς ἑκατονταβαθμίου κλίμακος νὰ μετατραποῦν εἰς θερμοκρασίαι τῆς ἀπολύτου κλίμακος;
 12. Εἰς ποίας θερμοκρασίας τῆς κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχεῖ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπολύτου μηδενός;
 13. Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλεται ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου συναρτηθεῖ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ, δοθέντος ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ παραμένει σταθερός;
 14. Διατυπώσατε τὴν ἀνωτέρω πρότασιν ὑπὸ μορφῆν σχέσεως.
 15. Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλεται ὁ ὄγκος ἐνὸς ἀερίου συναρτηθεῖ τῆς θερμοκρασίας, δοθέντος ὅτι ἡ πίεσις αὐτοῦ παραμένει σταθερά;
 16. Διατυπώσατε τὴν ἀνωτέρω πρότασιν ὑπὸ μορφῆν σχέσεως.
 17. Οἱ νόμοι τῶν ἀερίων εἶναι ἀκριβεῖς ὑπὸ ὅλας τὰς συνθήκας.
 18. Ποῖος ὁ γενικὸς νόμος τῶν ἀερίων;
 19. Ἐξηγήσατε τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν ἀποτόνωσιν ἐνὸς ἀερίου.
3. Διὰ τί ἐνίοτε θραύονται ὑάλινα ποτήρια ὅταν περιέχουν πολὺ θερμὸν ἕδωρο;
 4. Ἐάν, αὐτοκινήτου σταθμευμένου ὑπὸ τῶν ἡλίου, τὸ δοχεῖον τῆς βενζίνης (ρεζεβουάρ) εἶναι πλήρες μέχρι χειλέων, πιθανὸν νὰ πίπτουν σταγόνες βενζίνης. Διὰ τί συμβαίνει αὐτό;
 5. Τὸ ἀργίλιον παρουσιάζει μεγαλύτερον συντελεστὴν διαστολῆς ἀπὸ τὸν σίδηρον. (Βλέπε πίνακα τῆς σελίδος 194). Πῶς παρ' ὅλην τὴν διαφορὰν αὐτὴν ἐπιτρέπεται μηχαναὶ νὰ ἔχουν ἔμβολα ἀπὸ ἀργίλιον ὅταν τὸ σῶμα τῆς μηχανῆς εἶναι ἀπὸ χυτοσίδηρον;
 6. Διὰ τί τὸ Invar εἶναι καλύτερον ὕλικον ἀπὸ τὸν γάλυθα διὰ τὴν κατασκευὴν μετροταινιῶν;
 7. Ὅταν ἔλασμα, τὸ ὁποῖον φέρει ὀπήν, θερμαίνεται, ἀυξάνει ἢ ἐλαττοῦται ἡ διάμετρος τῆς ὀπῆς; Αἰτιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΚΑΙ Η ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤ ΚΟΜΜΕΟΣ. Λάβετε ἀρκετάς λωρίδας ἀπὸ ἐλαστικὸν κόμμα μῆκους περίπου 30 cm. Προσδέσατε τὸ ἕνα ἄκρον αὐτῶν ἐπὶ ξυλίνης ράβδου, τὴν ὁποίαν στερεώσατε εἰς ὕψος 1,50 m περίπου ἀπὸ τὸ δάπεδον, καὶ ἀναρτήσατε ἀπὸ τὸ κάτω ἄκρον αὐτῶν, βάρος εἰς τὸν τρόπον ὅσπερ αὐτὰ νὰ ἐπιμηνυνοῦν καὶ νὰ γίνουν ἴσα πρὸς 1 m περίπου. Ἀκολουθῶς θερμάνετε σας προσεκτικῶς ὥστε νὰ μὴ καοῦν. Μετακινεῖτε τὴν φλόγα καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῶν λωρίδων μᾶλλον ταχέως. Καθὼς ἡ δέσμη θὰ θερμαίνεται, θὰ παρατηρήσετε ὅτι ἀντὶ αὐτῆς νὰ διαστέλλεται, συστέλλεται. Ὅταν ἀπομακρύνετε τὴν φλόγα, καὶ ἡ δέσμη τῶν ἐλαστικῶν ψυχθῆ, αὐτὴ θὰ ἐπιμηνυνοῦν καὶ πάλιν.

Πιθανὸν νὰ νομίσετε, ὅτι τὸ ἐλαστικὸν κόμμα κατὰ τὴν θέρμανσίν του συστέλλεται ὡς ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ διὰ τὸ ὕδωρ μεταξὺ 0°C καὶ 4°C. Τοῦτο δὲν εἶναι ἀληθές. Λόγω τῆς ιδιάζουσης φύσεως τοῦ ἐλαστικοῦ κόμματος ἡ πλήρης ἐξήγησις τοῦ πειράματος αὐτοῦ δὲν εἶναι

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί πρέπει νὰ ἀφήνωμεν λωρίδας ἀέρος μεταξὺ τῶν πλακῶν πεζοδρομίου;
2. Διὰ τί εἶναι δυνατόν δίσκος ἀπὸ Pyrex νὰ τοποθετηθῆ ἐντὸς κλιβάνου ἀκινδύνως, ἐνῶ, εἰμῆθα βέβαιοι ὅτι ὑάλινος δίσκος θὰ θραυσθῆ;

άπλη. Γνωρίζομεν, ἐν τούτοις, ὅτι, ἡ προκαλοῦσα μίαν ὀρισμένην ἐπιμήκυνσιν τοῦ ελαστικοῦ κόμματος δύναμις, αὐξάνει καθὼς θερμαίνεται τὸ ελαστικὸν κόμμα. Ὡς ἐκ τούτου συστέλλεται, ὅταν εὐρισκόμενον ὑπὸ φορτῆν θερμαίνεται. Ὅταν δὲν εὐρίσκεται ὑπὸ τάσιν, καὶ θερμανθῆ, παρατηροῦμεν ὅτι, τοῦτο διαστέλλεται κανονικῶς ὅπως ὅλα τὰ σώματα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Μετροταινία ἀπὸ Invar ἔχει μῆκος 30 m. Ποία ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους αὐτῆς ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀπὸ 0°C αὐξηθῆ εἰς 20°C;
2. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ διαστολὴ βαλβδίνης ράβδου μήκους 10 m ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀπὸ 0°C αὐξηθῆ εἰς 20°C.
3. Χυτοσιδηροῦς σωλὴν ἔχει μῆκος 30m ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος αὐτὸν χώρου εἶναι 20°C. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ τὸ μήκος αὐτοῦ ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῆ εἰς 100°C.
4. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ ὀξυγόνου εἶναι 90°K ποία ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἰς βαθμοὺς Κελσίου;
5. Ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ ἀεροθαλάμου ἐλαστικοῦ αὐτοκινήτου εἶναι 1,7 kg/cm², εἰς θερμοκρασίαν 0°C. Θεωρουμένου ὅτι οὐδεμία μεταβολὴ ἔλαβε χώραν εἰς τὸ μέγεθος αὐτοῦ, εἰς ποίαν θερμοκρασίαν ἡ πίεσις αὐτοῦ θὰ γίνῃ 2 kg/cm²;

B

6. Σαπουνόφουσα παρουσιάζει ὄγκον 293 cm³ ὑπὸ πίεσιν 75 cm Hg καὶ εἰς θερμοκρασίαν 20°C. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ ὁ ὄγκος αὐτῆς, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῆ εἰς 27°C καὶ ἡ πίεσις εἰς 76 cm Hg. (Ἄπαν. περίπου 296 cm³).
7. Νὰ προσδιορισθῆ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπολύτου μηδενὸς εἰς τὴν κλίμακα Fahrenheit.
8. Χαλυβδίνη μετροταινία ἔχει μῆκος 100 cm εἰς θερμοκρασίαν 0°C. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν τὸ μήκος αὐτῆς θὰ ἔχη αὐξηθῆ κατὰ 0,022 cm;
9. Δοθεῖσα μάζα ἀέρος ἔχει ὄγκον 2500 cm³ ὑπὸ πίεσιν 1 at καὶ εἰς θερμοκρασίαν 0°C. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν, ὁ ἀέρ θὰ ἔχη ὄγκον 5000 cm³ ὑπὸ πίεσιν 2 at;
10. Κύβος ἐξ ἀργιλίου ἀκμῆς 10 cm καὶ θερμοκρασίας 0°C βυθίζεται ἐντὸς ὕδατος τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, καὶ τὸ σύστημα θερμαίνεται εἰς 100°C. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐπὶ πλεον κυβικῶν ἐκατοστών ὕδατος τὰ ὅποια ἐκτοπίζονται ὑπὸ τοῦ κύβου εἰς τοὺς 100°C.
11. Χαλυβδίνη σφαῖρα εἰς θερμοκρασίαν 0°C ἔχει διάμετρον 1,004cm. Εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔλασμα ἀπὸ ἀργίλιον φέρει ὀπὴν διαμέτρου 1 cm. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν θὰ διέλθῃ ἡ χαλυβδίνη σφαῖρα διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ ἐλάσματος;

ΕΔΑΦΙΟΝ 31. Διάδοσις τῆς θερμότητος.

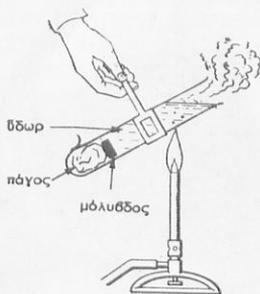
Ἡ μεταβίβασις τῆς θερμότητος ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα, γίνεται γενικῶς κατὰ τρεῖς τρόπους, ἧτοι δι' ἀ γ ω γ ῆ ς, διὰ μ ε τ α φ ο ρ ἄ ς καὶ δι' ἀ κ τ ι ν ο β ο λ ῖ α ς.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΔΙ' ΑΓΩΓΗΣ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, ἐὰν κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου ἐπιμήκη ράβδον, π.χ. ἐκ χαλκοῦ, πλησιάσωμεν τὸ ἄλλο ἄκρον αὐ-

τῆς εἰς πηγὴν θερμότητος, μετὰ παρέρουσιν μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος τὸ διὰ τῆς χειρὸς κρατούμενον ἄκρον τῆς ράβδου καθίσταται τόσον θερμὸν, ὥστε νὰ μὴ δυνάμεθα νὰ τὸ κρατῶμεν.

Κατὰ τὴν ὡς ἄνω διάδοσιν τῆς θερμότητος κατὰ μῆκος τῆς ράβδου, αὕτη μεταβιβάζεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον τοῦ σώματος, χωρὶς νὰ παρατηρῆται μετατόπισις τῆς ὕλης τοῦ σώματος. Τὸ πείραμα αὐτὸ ἀποτελεῖ ἄλλην μίαν ἀπόδει-

Ξιν τῆς ἀρχῆς, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ θερμότης ἀποτελεῖ τὴν ἐνέργειαν τῶν κινουμένων μορίων. Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ θερμοκρασία τῆς ράβδου, τόσον ταχύτερον ταλαντοῦνται τὰ μόρια αὐτοῦ. Ὅταν πλησιάζωμεν τὸ ἕνα ἄκρον τῆς ράβδου εἰς τὴν θερμογόνον πηγὴν, τὰ μόρια τῆς φλογὸς προκαλοῦν τὴν αὔξησιν τῆς ταχύτητος ταλαντώσεων τῶν μορίων τῆς ράβδου. Ἡ αὔξησις τῆς ταχύτητος ταλαντώσεων τῶν μορίων μεταδίδεται εἰς τὰ γειτονικὰ μόρια καὶ ταυτοχρόνως διαδίδεται ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου τῆς ράβδου εἰς τὸ ἄλλο ἕως ὅτου ἡ θερμοκρασία τῆς ράβδου αὔξηθῆ. Ὅ ὡς ἄνω τρόπος τῆς διαδόσεως τῆς θερμότητος καλεῖται δι' ἀγωγῆς. Ὅλα τὰ στερεὰ σώματα θερμαίνονται δι' ἀγωγῆς.



Σχ. 31—1. Ἡ ἀγωγμότης τοῦ ὕδατος εἶναι μικρά.

Συμφώνως πρὸς τὸν ἀνωτέρω πίνακα, ἐὰν ράβδος ἐξ ἀργιλίου καὶ ράβδος ἐξ ἀργύρου ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἡ θερμότης θὰ διαδίδεται μὲ διπλασίαν ταχύτητα ἐντὸς τῆς ἀργύρας ράβδου ἀπὸ ὅτι ἐντὸς τῆς ράβδου ἐξ ἀργιλίου. Ἄν καὶ τὰ διάφορα μέταλλα διαφέρουν σημαντικῶς μεταξὺ τῶν ἐν τούτοις ταῦτα παρουσιάζουν μεγάλην διαφορὰν ἀπὸ ἀόψευος θερμοκῆς ἀγωγμότητος ἀπὸ τὰ ἄλλα σώματα. Ἡ ἀγωγμότης τοῦ ὕδατος εἶναι εικοσαπλασία τῆς ἀγωγμότητος τοῦ ἀέρος.

Τὰ ὑγρὰ παρουσιάζουν θερμοκῆς ἀγωγμότητα εἰς μικρὸν βαθμῶν. Ὅπως, ἐὰν εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα (σχ. 31-1) περιέχοντα ὕδωρ, εἰσαγάγωμεν τεμάχιον πάγου ἐρματισμένον διὰ μόλυβδου, εἰς τρόπον ὅστε ὁ πάγος νὰ φέρεται εἰς τὸν πυθμῆνα τοῦ σωλῆνος, δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν τὸν σωλῆνα εἰς τὴν ἄνω περιοχὴν αὐτοῦ μέχρι βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, χωρὶς ὁ ὑποκείμενος πάγος νὰ ταχῆ λόγῳ τῆς μικρᾶς ἀγωγμότητος τοῦ ὕδατος. Ἐὰν ὁμως ἀφήσωμεν τὸν πάγον νὰ ἐπιπλήῃ, καὶ θερμάνωμεν τὸν πυθμῆνα αὐτοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ πάγος τήκεται συντόμως.

Τὰ ἀέρια παρουσιάζουν ἀκόμη μικρότερα θερμοκῆς ἀγωγμότητα, καὶ τοῦτο διότι τὰ μόρια αὐτῶν εἶναι πολὺ ἀπομακροσμένα μεταξὺ τῶν ἐν σχέσει πρὸς τὰ μόρια τῶν στερεῶν.

ΚΑΛΟΙ ΚΑΙ ΚΑΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Τὰ μέταλλα εἶναι οἱ καλύτεροι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, διότι αἱ ταλαντώσεις τῶν μορίων τῶν διαδίδονται εὐκόλως. Ἀντιθέτως, τὸ ξύλον καὶ τὸ μάλλινον ἕψασμα εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν χρησιμοποιοῦνται ξύλινα λαβαὶ εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ σίδερα, εἰς τὰς τσαγιέρας καὶ εἰς ἄλλας τὰς συσκευὰς αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται ἢ νὰ μεταφέρωνται ὅσον εἶναι θερμαί. Ἀπὸ τὰ μέταλλα, οἱ καλύτεροι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος εἶναι ὁ χαλκὸς καὶ ὁ ἄργυρος. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει δέκα σώματα διατεταγμένα κατὰ σειρὰν θερμοκῆς ἀγωγμότητος αὐτῶν ὡς πρὸς τὸν ἀργυρον, ὁ ὁποῖος δεχόμεθα ἀνθαιρέτως ὅτι παρουσιάζει ἀγωγμότητα 100.

Σ ὄ μ α τ α	Σχετικὴ Θερμικὴ Ἀγωγμότης
* Ἀργυρος	100
Χαλκὸς	92
* Ἀργίλιον	50
Σίδηρος	11
* Ὑάλος	0.20
* Ὑδωρ	0.12
Ξύλον (ἐλάτη παράλληλος πρὸς τὰς ἰνὰς)	0.03
* Ἀμιάντος	0.02
* Ἀῆρ	0.006
Βαμβακερὸν ἕψασμα	0.004

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καλοῦνται συχνὰ καὶ



Σχ. 31—2. Τὰ πλέον σύγχρονα οικήματα μονώνται θερμικῶς, διὰ τὴν παρεμποδίσουν τὴν μετάδοσιν τῆς θερμότητος. Κατὰ ποῖον τρόπον τὸ τεμάχιον τοῦ μονωτικοῦ τὸ ἐμφαινόμενον εἰς τὴν ἄνω φωτογραφίαν εἶναι δυνατόν νὰ διατηρήσῃ ἐν δωμάτιον πλέον ἀναπαυτικὸν ἀπὸ ἀπόψεως θερμοκρασίας τὸν χειμῶνα καὶ τὸ καλοκαίρι;

μονωταὶ θερμότητος. Τὰ ἐνδύματα διατηροῦν τὴν θερμότητα τοῦ ἀνθρώπινου σώματος διότι εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλὰ διάκενα, τὰ ὅποια εἶναι πλήρη ἀπὸ ἀκίνητον ἀέρα, ὁ ὁποῖος εἶναι πολὺ κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος.

Σήμερον, τὰ διάφορα μονωτικὰ σώματα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν θερμικὴν μόνωσιν τῶν οικήων. Λόγω τῆς μόνωσεως εἶναι δυνατὴ ἡ διατήρησις ὑψηλῆς θερμοκρασίας κατὰ τὸν χειμῶνα καὶ χαμηλῆς κατὰ τὸ θέρος (σχ. 31 - 2).

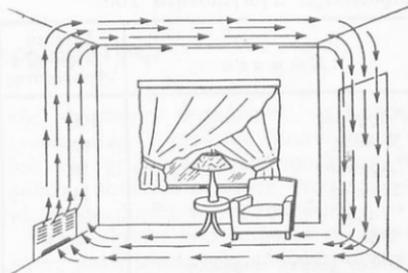
Τὰ χρησιμοποιούμενα μονωτικὰ ὑλικά διὰ τὴν θερμότητα εἶναι διάφορα ἰσώδη ὑλικά ὡς ὁ φελλὸς, ὁ ἀμίαντος, τὸ μάλλινον ὕφασμα κλπ. Τὰ ὑλικά αὐτὰ περιέχουν πολλοὺς μικροὺς πόρους πλήρεις ἀέρος, ὁ ὁποῖος παραμένει ἀκίνητος ἐντὸς αὐτῶν. Τὰ τοιχώματα τῶν ψυγείων εἶναι κατεσκευασμένα ἀπὸ διάφορα τοιοῦτου εἶδους μονωτικὰ, τὰ ὅποια ἐλαττώνουν εἰς τὸ ἐλάχιστον τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ἀέρος ἐντὸς τῶν τοιχωμάτων, μειώνοντας οὕτω τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον μεταβιβάζεται ἀπὸ τὸ πε-

ριβάλλον εἰς τὸν ἐντὸς τοῦ ψυγείου χώρον.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΔΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ. Ἐφ' ὅσον ὁ ἀήρ εἶναι ἕνας τόσο κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, διατὶ αἱ θερμάστραι διὰ θερμοῦ ἀέρος ἐργάζονται τόσο ἀποδοτικᾶ; Ἡ θερμότης δὲν διαβιβάζεται μέσῳ τοῦ ἀέρος διὰ διαδοχικῆς ὠθήσεως τῶν μορίων τοῦ ἀέρος ἀλλὰ μεταδίδεται μᾶλλον ὡς μία κίνησις ὁμάδος μορίων. Ὁ θερμανθεὶς ἀήρ, ἀποκτᾷ μικροτέραν πυκνότητα καὶ ὡς ἐκ τούτου ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ τῶν γειτονικῶν στρωμάτων τοῦ πλέον πυκνοῦ ἀέρος. Τοιαύτης μορφῆς κίνησις ὀλοκλήρων ὁμάδων μορίων καλεῖται ρεῦμα διὰ μεταφορᾶς. Ὅταν ἴσταιται κάποιος κοντὰ εἰς μίαν θερμάστραν αἰσθάνεται τὰ ρεύματα τῆς μεταφορᾶς νὰ ἀνέρχονται πρὸς τὰ ἄνω.

Τὸ σχῆμα 31-3 δεικνύει τὰ ρεύματα μεταφορᾶς τοῦ ἀέρος τὰ δημιουργούμενα ὑπὸ ἐνὸς θερμαντικοῦ σώματος. Τὰ μόρια θερμαινόμενα ὑπὸ τοῦ θερμαντικοῦ σώματος, αὐξάνουν τὴν μέσσην ἀπόστασιν μεταξύ των, λόγω τῆς ἠῦξημένης αὐτῶν ταχύτητας. Τὸ τμήμα αὐτὸ τοῦ ἀέρος καθίσταται ὀλιγοῦτερον πυκνὸν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀρχίζει νὰ ἀνέρχεται. Τὴν θέσιν του, καταλαμβάνει ψυχρότερος ἀέρας, ὁ ὁποῖος μὲ τὴν σειρὰν του θερμαίνεται καὶ ἀνυψοῦται.

Ἐντὸς ἐνὸς ψυγείου τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐν ἐπαφῇ μὲ τὸ ψυκτικὸν μέσον χάνουν μέρος τῆς ταχύτητός των καὶ ὡς ἐκ τούτου, οἱ ἀποστάσεις μεταξύ αὐτῶν, ἐλαττοῦνται. Ἀποτέλεσμα αὐτοῦ εἶναι ὁ ἀήρ νὰ καταστῇ πυ-



Σχ. 31—3. Ρεύματα ἀέρος διὰ μεταφορᾶς ἐντὸς ἐνὸς δωματίου.

κνότερος και να ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται ἐνῶ τὴν θέσιν του λαμβάνει θερμότερος ἀῆρ και ἄρα ἐλαφρότερος. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν τὸ ψυκτικὸν μέσον τοποθετεῖται εἰς τὸ ἄνω τμήμα τοῦ χώρου ἐνὸς ψυγείου. Ἐὰν τοῦτο ἐτοποιηθεῖτο εἰς τὴν βάση τοῦ πρὸς ψύξιν χώρου, τότε μικρὰ κυκλοφορία τοῦ ἀέρος θὰ ἐλάμβανε χώραν και δὲν θὰ ἀπέκτων ὅλα τὰ τμήματα τοῦ χώρου ὁμοιόμορφον θερμοκρασίαν.

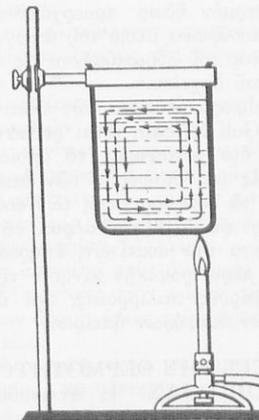
Αἱ καπνοδόχοι προκαλοῦν τὸν ἐκλυσμὸν τῶν καυσαερίων λόγῳ ἀκριβῶς τοῦ ρεύματος διὰ μεταφορᾶς. Τὰ καυσαέρια ὀδεύουν πρὸς τὰ ἄνω λόγῳ τοῦ ψυχροτέρου και πυκνότερου ἀέρος ὁ ὁποῖος τὰ περιβάλλει. Ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ ὕψος τῆς καπνοδόχου τόσο μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἐκλυσμός.

Οἱ διάφοροι ἀνεμοὶ εἶναι ρεύματα ἀέρος διὰ μεταφορᾶς, εἰς μεγάλην κλίμακα. Πέριξ τοῦ ἰσημερινοῦ ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος ἀποκτᾶ μεγαλύτεραν θερμοκρασίαν ἀπὸ ὅτι εἰς τὰ ἄλλα τμήματα τῆς γῆς, και ὡς ἐκ τούτου ὑπάρχει μία τάσις τοῦ ψυχροῦ ἀέρος νὰ κινηθῇ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν και νὰ λάβῃ τὴν θέσιν τοῦ θερμανθέντος ἐκεῖ ἀέρος, ὁ ὁποῖος ἀρχίζει νὰ ἀννυσταί.

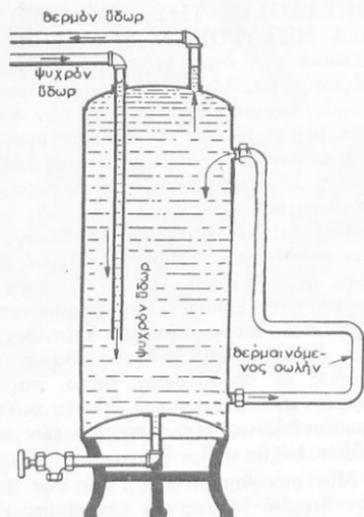
Ἡ διεύθυνσις τῶν ἀνέμων αὐτῶν ἀλλασσεῖ, λόγῳ τῆς ἐπιδράσεως ἄλλων παραγόντων. Ἡ ἡμερησία περιστροφή τῆς γῆς, αἱ μεγάλαι ποσότητες ὕδατος, αἱ διάφοροι ὄροσειραι τῆς γῆς, και ἄλλοι παράγοντες προκαλοῦν τὰ πολυπλοκα φαινόμενα τῆς ἀλλαγῆς τῆς διευθύνσεως τῶν ἀνέμων. Πλησίον τῶν λιμνῶν και θαλασσῶν ὑπάρχει συνήθως μία αἶρα προσερχομένη ἀπὸ τὴν λίμνην ἢ θάλασσαν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας, και πρὸς αὐτὴν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτός. Αἱ αἶραι αὗται, δημιουργοῦνται λόγῳ τοῦ ὅτι, ἡ γῆ ἀπορροφᾷ περισσότερον ἡλιακὴν θερμότητα ἀπὸ τὸ ὕδωρ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας ὁ ἄνω τοῦ ἐδάφους ἀῆρ καθίσταται θερμότερος, οὕτω δὲ δημιουργεῖται ἡ αἶρα ἀπὸ τὴν θάλασσαν ἢ ὁποῖα εἶναι νὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν τοῦ θερμανθέντος ἀέρος. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτός, ὅταν ἡ γῆ ψύχεται ταχύτερον τὸ αὐτὸ φαινόμενον λαμβάνει χώραν ἀλλὰ κατὰ τὴν ἀντίθετον ἔννοιαν.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΔΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΙΣ ΤΟ ΤΩΡΡ. Εἶδομεν ὅτι, ὅταν θερμάνωμεν ὕγρον ἡ ἀέριον, τότε, λόγῳ τῆς ἀναπτύξεως διαφορᾶς θερμοκρασίας μεταξὺ τῶν διαφόρων μερῶν αὐτοῦ, προκύπτουν διαφοραὶ πυκνότητος, εἰς δὲ τὰ ἀέρια, μεταβολαὶ πίεσεως, αἱ ὁποῖαι συνεπείγονται μεταβολὰς πυκνότητος, οὕτω δὲ ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται. Ὡς ἐκ τούτου λαμβάνουν χώραν μετατοπίσεις μάζης τοῦ ὕγρου ἢ ἀερίου, ἥτοι ροὴ τοῦ ρευστοῦ, ἡ ὁποῖα ἐπιδιώκει τὴν ἐξίσωσιν τῶν θερμοκρασιῶν. Οὕτω ἐὰν διασκορπισώμεν προνίδια ξύλου, ἐντὸς φιάλης πλήρους ὕδατος, ἀκολούθως δὲ θερμάνωμεν τοῦτο, παρατηροῦμεν τὴν κίνησιν τοῦ ὕδατος διὰ παρακολυθήσεως τῆς κινήσεως τῶν προνιδίων (σχῆμα 31 - 4).

Μία συνήθης μέθοδος διὰ τὴν παροχὴν θερμοῦ ὕδατος εἰς τὰς οἰκίας εἶναι ὁ θερμοσίφων, ὁ ὁποῖος δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 31 - 5. Τὸ ψυχρὸν ὕδωρ εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ δοχείου ὕδατος διὰ καταλλήλου σωλήνος, ὁ ὁποῖος φθάνει μέχρι μικρᾶς ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ πυθμένου. Τὸ ψυχρὸν ὕδωρ εἰσχωρεῖ ἀκολούθως ἐντὸς τοῦ παρακεκλιμένου σωλήνος, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου θερμαίνεται διὰ φλογὸς φωταερίου ἢ ἄλλου τρόπου. Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον κινεῖται πρὸς τὰ ἄνω και εἰσχωρεῖ



Σχ. 31—4. Ροὴ ὕδατος ἐνὸς δοχείου λόγῳ μεταφορᾶς.



Σχ. 31-5. Λιάδοσις τής θερμότητος διά μεταφοράς εντός θερμοσφίνοσ.

ἐκ νέου ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὸ δοχεῖον. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἐπιτυγχάνεται ἡ κυκλοφορία τοῦ ὕδατος διὰ μεταφοράς, ἢ ὁποῖα διαρκεῖ, μέχρις ὅτου ὀλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος διέλθῃ διὰ τοῦ σωλήνοσ καὶ θερμοανθῆ.

Εὐθὺς ὡσ ἀνοίγει ἡ στρόφιγξ κρονονοῦ ὕδατοσ, τότε ἀπὸ τὸν κρονονὸν ἐκρέει θερμόν ὕδωρ προερχόμενον ἀπὸ τὸν θερμοσφίφωνα μέσφ τοῦ ἀγωγοῦ θερμοῦ ὕδατοσ τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὴν κορυφήν τοῦ δοχείου.

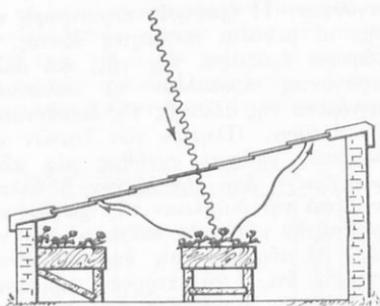
Τὰ διάφορα ρεύματα τῶν ὠκεανῶν, ὅπως τὸ Golf Stream εἶναι ρεύματα θερμότητοσ διὰ μεταφοράσ τὰ ὁποῖα ὀφείλονται εἰς τὰσ διαφοράσ τῶν θερμοκρασιῶν εἰς τὰ διάφορα μέρη τῶν ὠκεανῶν. Ὅπως τὰ ρεύματα τοῦ ἀέροσ, οὕτω καὶ τὰ ρεύματα τῶν ὠκεανῶν, ἐπηρεάζονται ἀπὸ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τῆσ γῆσ, τὰσ διαφόρουσ παλιρροίασ, καὶ ἀπὸ τὸ σῆμα τῶν διαφόρων ἡμεριῶν.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΔΙ' ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ. Ἡ ἀκτινοβολία εἶναι τὸ τρίτον εἶδοσ διαδόσεωσ τῆσ θερμότητοσ. Εἶδομεν ὅτι διὰ τὴν διάδοσιν τῆσ θερμότητοσ δι' ἀγωγιμότησ καὶ διὰ με-

ταφοράσ, ἀπαιτεῖται ἡ ὕπαρξις μοριῶν. Εἰς τὴν διάδοσιν τῆσ θερμότητοσ δι' ἀκτινοβολίασ τὰ μόρια δὲν χρειάζονται. Ὁ χῶροσ μεταξὺ τῆσ γῆνιησ ἀτμοσφίφαιρασ καὶ τοῦ ἡλίου εἶναι κατὰ μεγάλον ποσοστὸν κενὸν καὶ ὡσ ἐκ τούτου ἡ λαμβανομένη ἐκ τοῦ ἡλίου θερμότητοσ δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ προέρχεται ἀπὸ κανένα ἀπὸ τοὺσ ἀνωτέρω τρόπουσ διαδόσεωσ τῆσ θερμότητοσ.

Ἡ θερμικὴ ἐνέργεια ἔρχεται ἀπὸ τὸν ἡλίον ὑπὸ μορφήν ἀκτινοβολίασ ἥτοι κυμάτων, ὡσ ἀκριβῶσ εἶναι ἡ φύσις τοῦ φωτόσ καὶ ἡ φύσις τοῦ ἡχοῦ. Τὰ κύματα ταῦτα τῆσ ἐνεργείασ, εἶναι δυνατὸν νὰ μεταδοθοῦν μέσφ τοῦ κενοῦ, τὸ ὁποῖον χωρίζει τὸν ἡλίον ἀπὸ τὴν γῆν. Ὁ ἡλίοσ ἐκπέμπει μίαν καταπληκτικῶσ μεγάλην ποσότητα ἐνεργείασ, τῆσ ὁποίασ μόνον ἐν τμήμα φθάνει εἰς τὴν γῆν.

ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΝ. Τὸ θερμοκήπιον εἶναι μία παγίς διὰ τὴν θερμότητα. Ἡ ὑάλινη ὀροφή αὐτοῦ (σχ. 31-6 ἐπιτρέπει εἰς τὰσ ἀκτίνασ τοῦ ἡλίου νὰ διέλθουν ἐξ αὐτῆσ λίαν εὐχερῶσ. Ὅταν αἰφωτεινὰ ἀκτίνησ προσπέσουν ἐπὶ τοῦ εἰσδάφουσ καὶ τῶν φυτῶν ταῦτα τὰσ ἀπορροφοῦν καὶ παράγουν θερμότητα. Τὸ θερμοανθὲν ἔδαφοσ ἐκπέμπει καὶ αὐτὸ μὲ



Σχ. 31-6. Ἡ ὑάλινη ὀροφή χρησιμοποιεῖται ὡσ παγίς τῆσ θερμότητοσ. Τὸ φῶσ καὶ τὰ κύματα τῆσ θερμότητοσ, τὰ ὁποῖα ἔχουν πολὺ μικρὸν μῆκοσ κύματοσ, διέρχονται διὰ μέσφ τῆσ ὑάλου. Τὰ κύματα τῆσ θερμότητοσ, τὰ ὁποῖα ἀντανακλῶνται, ἔχουν μεγαλύτερον μῆκοσ κύματοσ καὶ ὡσ ἐκ τούτου δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ διέλθουν ἐκ τῆσ ὑάλου.

τήν σειράν του άκτίνας, τών όποιών τó μήκος κύματος είναι άρκετά μεγάλο, με άποτέλεσμα νά μη είναι δυνατόν αὐταί νά διέλθουν διά μέσου τῆς ὕαλου. Ἄντ' αὐτοῦ ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ὕαλινης ὀροφῆς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὸ θερμότη- πιον διατηρεῖ, ὑπὸ μορφῆν θερμότητος, τὴν ἐνέργειαν τὴν ὅποιαν λαμβάνει ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ὑπὸ μορφῆν φωτός. Τὸ γεγονός ὅτι, τὰ κύματα τῆς θερμότητος δὲν διαπεροῦν τὴν ὕαλον, εἶναι δυνατόν νά τὸ ἀντιληφθῆτε, ἐάν σταθῆτε ἔμπροσθεν πυρᾶς ἔχοντες ἕνα τεμάχιον ὕαλου πρὸ τοῦ προσώπου σας. Θά ἀντιληφθῆτε ὅτι τὸ πρόσωπόν σας δὲν θερμαίνεται ὅσον καὶ τὸ ὑπόλοιπον σῶμα σας.

ΘΕΡΜΟΦΟΡΟΣ (THERMOS). Ἡ Θερμοφόρος ἀποτελεῖται ἐξ ὕαλινων δοχείων με διπλά τοιχώματα, μεταξύ τῶν ὁποίων ἔχει ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ (σχῆμα 31-7). Ἐπειδὴ τὸ κενὸν εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, δεδομένου ὅτι δὲν ὑπάρχουν αἲρια μόρια πρὸς ἀπαγωγήν ταύτης δι' ἀγωγῆς, ἐπίσης δὲ καὶ ἡ ὕαλος, δὲν εἶναι δυνατόν νά προκληθῆ ἀπώλεια θερμότητος ἐξ ἀγωγιότητος. Ἐπίσης, λόγω τοῦ κενοῦ τοῦ ὑπάρχοντος μεταξύ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, δὲν εἶναι δυνατόν νά ὑπάρξῃ ἀπώλεια θερμότητος λόγω μεταφορᾶς θερμότητος, τέλος δὲ δι' ἐπαργυρώσεως τῶν δοχείων παρεμποδίζομεν τὴν εἰσχώρησιν θερμότητος ἔξωθεν.

Ἐξ ἄλλου καὶ ἡ ἐσιτλωμένη ὕαλος δὲν μεταδίδει πολὺ ταχέως ἐξ ἀκτινοβο-



Σχ. 31—7. Θερμοφόρος. Τὸ κενὸν παρεμποδίζει τὴν διάδοσιν τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς ἢ διὰ μεταφορᾶς.

λίας θερμότητα πρὸς τὰ ἔξω. Κατὰ συνέπειαν ἐάν ἐντὸς τοιοῦτου δοχείου εἰσαγάγωμεν θερμὸν ἢ ψυχρὸν σῶμα, τοῦτο θά διατηρησῇ τὴν θερμοκρασίαν του χωρὶς νά ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὰς ἐξωτερικὰς συνθήκας.

ΒΕΒΑΙΩΣΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Διάδοσις τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς
Θερμικὸν μονωτήρες
Διάδοσις τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς
Ἄκτινοβολία
Ἡ ἀρχὴ τοῦ θερμκηπίου
Ἡ θερμοφόρος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Ἀναφέρατε ὠρισμένα παραδείγματα μεταδόσεως τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς.
- Πῶς ἐξηγεῖται διὰ τῆς μοριακῆς θεωρίας, ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς;
- Ποῖα σῶματα εἶναι οἱ καλλίτεροι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος;
- Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος ἢ θερμικῶν μονωτήρων.
- Περιγράψατε τὸ πείραμα διὰ τοῦ ὁποίου ἐμφαίνεται ὅτι τὸ ὕδωρ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος.
- Κατὰ ποῖον τρόπον γνωρίζομεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος;
- Διὰ τί τὸ μάλλινον ὕφασμα εἶναι χειρότερος ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἀπὸ τὸ λινόν;
- Ἀναφέρατε μερικὰς χρήσεις τῶν θερμικῶν μονωτήρων.
- Τί νοοῦμεν λέγοντες μετάδοσις τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς;
- Ἀναφέρατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον μία θερμάστρα προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν τοῦ αἵματος.
- Τί προκαλεῖ τοὺς ἀνέμους;
- Ἐξηγήσατε τὴν φορὰν τῶν ρευμάτων αἵματος, ἐντὸς τοῦ χώρου ἐνός ψυγείου.
- Περιγράψατε τὸ πείραμα, διὰ τοῦ ὁποίου καταδεικνύεται ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς ἐντὸς τοῦ ὕδατος.
- Ἀναφέρατε παραδείγματα τῆς με-

ταδόσεως τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

15. Κατὰ τί διαφέρει ἡ μεταδόσις τῆς θερμότητος δι' ἀκτινοβολίας ἀπὸ τὴν μεταδόσιν τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς καὶ διὰ μεταφορᾶς;
16. Διὰ τί ἡ μεταδόσις τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς καὶ διὰ μεταφορᾶς εἶναι ἀδύνατος μεταξὺ τοῦ ἡλίου καὶ τῆς γῆς;
17. Κατὰ ποῖον τρόπον θερμαίνεται ἐν θερμοκήπιον;
18. Κατὰ ποῖον τρόπον μία θερμοφόρος (Thermos) παρεμποδίζει τὴν μεταφορὰν θερμότητος εἰς τὸ περιβάλλον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί ἡ λαβὴ κάθε «μασιᾶς» κατασκευάζεται ἀπὸ σύρμα σπειροειδῶς τοποθετημένον;
2. Κατὰ ποῖον τρόπον οἱ ἐντὸς τῶν τοίχων μιᾶς οἰκίας εὐρισκόμενοι μονωτήρες θερμότητος ὑποβοηθοῦν εἰς τὴν διατήρησιν θερμοκρασίας εἰς χαμηλὰ ἐπίπεδα τὸ θερος καὶ εἰς ὑψηλὰ τὸν χειμῶνα;
3. Εἰς τὰ βόρεια κλίματα τὰ παράθυρα φέρουν διπλὴν σειρὰν ὑαλοπινάκων. Θὰ ἦτο δυνατόν εἰς ὑαλοπίναξ ἐξαιρετικοῦ πάχους νὰ ἔχη τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
4. Ἐνίοτε, ταξιδιωτὰ εἰς τὰς ἀρκτικές περιοχάς, κοιμοῦνται, ἐντὸς Sleeping Bags ὑπὸ τὴν χιόνια. Κατὰ ποῖον τρόπον τὰ στρώματα τῆς χιόνος διατηροῦν τοὺς ταξιδιωτὰς θερμούς;
5. Αἱ θερμοφόροι (Thermos) χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διατήρησιν τῶν διαφόρων ὑγρῶν εἰς ψυχρὰν ἢ εἰς θερμὴν κατάστασιν. Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.
6. Κατὰ ποῖον τρόπον ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης εἰς τὴν μηχανὴν ἐνὸς αὐτοκινήτου ἐκφεύγει εἰς τὸ περιβάλλον;
7. Διὰ τί ἡ βρώμικη χιών τίρεται εἰς κατὰ πολὺ συντομώτερον διάστημα τῆς καθαρᾶς;
8. Πόσας φορὰς καλύτερος ἀγωγὸς τῆς θερμότητος εἶναι ὁ χαλκὸς ἀπὸ τὸν αέρα;
9. Περιγράψατε τὴν ἐξέλιξιν κατὰ τὸν

ὁποῖον θερμαίνεται ἡ οἰκία σας τὸν χειμῶνα.

10. Διὰ τί τὰ πτηνὰ μαζεύουν τὰ φτερά τους τὸν χειμῶνα καὶ ὄχι τὸ θερος;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ. Εἶναι δυνατόν καὶ μόνοι σας νὰ ἀντιληφθῆτε πόσον πολὺ διαφέρουν αἱ θερμοκαὶ ἀγωγιμότητες τῶν διαφόρων μετάλλων ἐξετάζοντες μικρὰ τεμάχια συρμάτων διαφόρων μετάλλων, ὡς σιδήρου, χαλκοῦ, ἀλουμινίου ἢ ὀρειγάλκου. Λάβετε δύο σύρματα τοῦ αὐτοῦ μήκους ἀνὰ ἓνα εἰς ἐκάστην χεῖρα σας καὶ τοποθετήσατε τὰ ἐλεύθερα ἄκρα αὐτῶν ἐπὶ τῆς αὐτῆς πηγῆς θερμότητος. Ἐντὸς ὀλίγων τὰ σύρματα θὰ ἀρχίσουν νὰ θερμαίνωνται. Θὰ παρατηρήσετε ὅμως ὅτι ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο συρμάτων δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα.

Ἐνα ἄλλο, μᾶλλον ἰδιάζον πείραμα, τὸ ὁποῖον καταδεικνύει τὴν θερμοκὴν ἀγωγιμότητα τῶν μετάλλων εἶναι δυνατόν νὰ ἐκτελεσθῆ ὡς ἀκολούθως. Ἀποκρύψατε ἓνα κέρμα ἐντὸς τῆς παλάμης σας καλύπτοντες τὴν χεῖρα σας μὲ ἓνα μαντήλι. Ζητήσατε ἀπὸ ἓνα φίλο σας, ὁ ὁποῖος καπνίζει, νὰ σβῆσετε τὸ σιγαρέττο του ἐπὶ τοῦ μανδηλίου σας. Προσεκτικῶς, ἀλλὰ ταχέως, σβῆσατε τὸ σιγαρέττον ἐπὶ τοῦ κερυμμένου κέρματος. Τὸ κέρμα θὰ ἀποροφήσῃ τὴν θερμότητα πόσον ταχέως, ὥστε τὸ μανδηλίον δὲν θὰ προφθάσῃ νὰ καῖ. Λοκμάσατε τὸ ἀνωτέρω πείραμα μὲ ἓνα τεμάχιον παλαιῦ ὑφάσματος μέχρις ὅτου θεωρήσατε τὸν ἑαυτὸν σας ἱκανὸν νὰ ἐκτελέσῃ τὸ πείραμα μὲ ἓνα μανδηλίον.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 5

1. Πόση περιοχή θερμοκρασιῶν ἐπὶ τῆς κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχεῖ εἰς περιοχήν 72°F;
2. Πόση περιοχή θερμοκρασιῶν τῆς κλίμακος Fahrenheit ἀντιστοιχεῖ εἰς περιοχήν 100°C;
3. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία ἐνὸς ψυγείου εἶναι 5°C ποῖα εἶναι ἡ ἀντίστοιχος θερμοκρασία εἰς τὴν ἀπόλυτον κλίμακα;
4. Ποῖα θερμοκρασία εἰς τὴν κλίμακα Κελσίου ἀντιστοιχεῖ εἰς 298°K;

5. Νὰ μετατραποῦν οἱ 23°F εἰς βαθμοὺς Κελσίου.
6. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν ἡ ἔνδειξις κλίμακος Fahrenheit εἶναι διπλάσι τῆς ἔνδειξεως κλίμακος C;
7. Χάλκινος ἀγωγὸς ἀναρτᾶται ἀπὸ δύο στηρίγματα. Τὸ μεταξὺ τῶν δύο τούτων στηρίγματων μῆκος του εἶναι κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος καὶ ὑπὸ 0°F 100 m. Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ χάλκινου ἀγωγοῦ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ θερούς καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν 90°F ;
8. Θερμόμετρον F εἶναι ἀκριβές, ἐνῶ θερμομόμετρον C ὑποτίθεται ἐσφαλμένον. Ἀμφότερα τὰ θερμομόμετρα ἐμβαπτιζοῦνται εἰς κοινὸν λουτρόν καὶ τὸ θερμομόμετρον F δεικνύει 180° ἐνῶ τὸ θερμομόμετρον C 82° . Πόσον εἶναι τὸ σφάλμα τοῦ θερμομόμετρον C;
9. Ράβδος ἐκ μολύβδου ἔχει μῆκος 100 cm εἰς θερμοκρασίαν 20°C καὶ 100,232cm εἰς θερμοκρασίαν 100°C . Νὰ προσδιορισθῇ ὁ συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς αὐτοῦ.
10. Ράβδος ἐξ ἀργιλίου ἔχει μῆκος 100 cm εἰς θερμοκρασίαν 20°C . Ὄταν περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοῦ εἰς θερμοκρασίαν 100°C , ἡ ράβδος ἔχει μῆκος 100,2 cm. Νὰ προσδιορισθῇ ὁ συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς. Τὰ ἀνωτέρω δεδομένα ὑποτίθεται ὅτι δίδονται ἐκ πραγματικοῦ πειράματος. Λαμβανόμενων ὅπ' ὄφιν καὶ τῶν σχετικῶν σφαλμάτων τοῦ πειράματος, τὰ ἀποτελέσματα δὲν θὰ εἶναι ἐν πολλοῖς ὅμοια, μὲ αὐτὰ τὰ ὁποῖα δίδονται εἰς τὸν ἀνωτέρω πίνακα.
11. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν, κλίμακος Κελσίου, θὰ πρέπει νὰ θερμοανθῇ ἀήρ ὥστε, ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον ἢ πίεσιν αὐτοῦ νὰ διπλασιασθῇ ἐν σχέσει πρὸς τὴν πίεσιν τὴν ὁποίαν εἶχεν εἰς 0°C ;
12. Μᾶζα ἀερίου καταλαμβάνει ὄγκον 200 cm^3 ὑπὸ θερμοκρασίαν 18°C καὶ ὑπὸ πίεσιν 380 mm Hg. Πόσος ὁ ὄγκος αὐτῆς εἰς 0°C καὶ εἰς 760 mm Hg;
13. Μᾶζα ὕδρογονοῦ καταλαμβάνει ὄγκον 200 cm^3 εἰς 0°C καὶ πίεσιν 700 mm Hg. Ὄταν δὲ θερμοανθῇ μέχρις ὁρισμένης θερμοκρασίας, ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου καθίσταται 750 mm Hg καὶ ὁ ὄγκος αὐτῆς $273,8\text{ cm}^3$. Πόση ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου;
14. Ἐὰν ὁ ἐντὸς τοῦ ἀεροθαλάμου ἐλαστικοῦ αὐτοκινήτου εὐρισκόμενος ἀήρ ἔχῃ πίεσιν 30 lb/in^2 , ποία θὰ εἶναι ἡ αὔξησις τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ἐὰν οὗτος ἐλευθερωθῇ; Ἐπιθέσατε ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 10 lb/in^2 καὶ ὅτι δὲν λαμβάνει χώραν μεταβολὴ θερμοκρασίας.
15. Μᾶζα ἀέρος ὄγκον 1000 cm^3 εἰς θερμοκρασίαν 27°C καὶ ὑπὸ πίεσιν 38 cm Hg, θερμαίνεται. Ἡ θερμοκρασία του καθίσταται 57°C καὶ ἡ πίεσις 76 cm Hg. Ποῖος ὁ τελικὸς ὄγκος αὐτῆς;
16. Ποσότης ἀερίου ἐγκλεισμένου ἐντὸς κυλίνδρου ἔχοντος εὐκίνητον ἐμβολον ἔχει ὄγκον 4000 cm^3 καὶ πίεσιν 1000 gr/cm^2 , ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι 127°C . Ποία θὰ εἶναι ἡ πίεσις αὐτοῦ ἐὰν τοῦτο ἐκτονωθῇ καταλαμβάνον ὄγκον 5000 cm^3 ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ἐλαττωθῇ εἰς 77°C ;

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

Γενικῶς, ὅταν ὀμιλῶμεν περὶ διαίτης, δὲν ὀκεπτόμεθα ὅτι ἀναφερόμεθα εἰς τὸ κεφάλαιον τῆς θερμότητος. Ἐν τούτοις, εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀναπτύξωμεν τὸ θέμα αὐτό, εἰς κάποιο ἀνώτερον ἐπίπεδον, χωρὶς νὰ ἀναφερθῶμεν εἰς τὴν βασικὴν μοῦδα τῆς θερμότητος, τὴν θερμίδα.

Τὸ κεφάλαιον οὗτὸ ἀναφέρεται εἰς τὰς θερμίδας. Τί συμβαίνει ὅταν θερμίδες προστίθενται εἰς ἓνα σῶμα ἢ ὅταν ἀφαιρῶνται ἐξ' αὐτοῦ; Φαινομενικὰ τὸ κεφάλαιον αὐτὸ πραγματεύεται ἄσχετα μεταξὺ των πράγματα, ὅπως τὸ θερμὸν ὕδωρ, τὸ σύστημα ψύξεως ἐνὸς αὐτοκινήτου, τὰ ψυγεῖα, καὶ τὰς χύτρας πίσεως. Θὰ παρατηρήσετε ἐπίσης ὅτι θερμίδες συχνάκις ἐμφανίζονται ἢ ἐξαφανίζονται ἀπὸ ἓνα σῶμα, ἂν καὶ τὸ θερμιδομετρὸν τὸ ὁποῖον εἶναι προσηρμοσμένο εἰς αὐτὸ δὲν δεῖκνύει οὐδεμίαν μεταβολήν. Πολλὰ συνήδη φαινόμενα ἐξηγοῦνται ὑπὸ τῶν ἀρχῶν τῶν διεπόντων τὴν θερμιδομετρίαν.

ΕΔΑΦΙΟΝ 32. Μονάδες θερμότητος.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

Τὸ θερμιδομετρὸν δεῖκνύει τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς σώματος ἀλλὰ ὄχι καὶ τὴν ἐγκλεισμένην εἰς αὐτὸ θερμότητα. Τό, περιεχόμενον ἐντὸς ἐνὸς δοχείου, ὕδωρ εἰς κατάστασιν βρασμοῦ, εἶναι βεβαίως θερμότερον ἀπὸ τὸ ὕδωρ μιᾶς λίμνης, ἐν τούτοις, ἡ λίμνη περιέχει πολὺ μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος, ἀπὸ τὸ ποσὸν θερμότητος, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τοῦ δοχείου. Τοῦτο ἐμφανίζεται ὅταν ρίψωμεν ἓνα μεγάλο τεμάχιον πάγου ἐντὸς τῆς λίμνης ὁπότε θὰ ἴδωμεν ὅτι τοῦτο τήκεται, ἐνῶ, μόνον ἓνα μικρὸν τεμάχιον πάγου εἶναι δυνατόν νὰ τακῆ ἐντὸς τοῦ ζέοντος ὕδατος, τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τοῦ ὡς ἄνω δοχείου. Ἐξ ἄλλου τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης εἶναι δυνατόν νὰ μᾶς ἀποδώσῃ πολὺ μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ ἐκεῖνον τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἀπὸ τὸ ζέον ὕδωρ τοῦ δοχείου, ἂν καὶ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος τῆς λίμνης εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα τῆς θερμοκρασίας

τοῦ ὕδατος τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τοῦ δοχείου. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἐγκλείεται εἰς ἓνα σῶμα δὲν ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν μόνον τὴν διαφορὰν θερμοκρασίας, διότι ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος δὲν προσδιορίζει καὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον περιέχει. Παράδειγμα αὐτοῦ εἶναι ὅτι, τὰ ἐρυθροπυρακτωμένα τεμάχια τὰ ὁποῖα ἐκφεύγουν ἀπὸ ἓνα σμυριδοτροχὸν παρ' ὄλην τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκονται, δὲν εἶναι δυνατόν, ἐὰν πέσουν ἐπὶ τῆς χειρὸς τοῦ ἐργάτου, νὰ προκαλέσουν ἔγκλημα, διότι περιέχουν πολὺ μικρὸν ποσὸν θερμότητος.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς θερμότητος εἶναι ἡ θερμὶς (Calorie). Αὕτη καθορίζεται, ὡς τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς γραμμαρίου ὕδατος κατὰ 1°C. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ὀρισμοῦ προ-

κλύπει άμέσως ότι, διά τήν άνεύρεσιν του ποσού των θερμίδων, αί όποίαί άπαιτούνται διά τήν θέρμανσιν ενός σώματος, πρέπει να πολλαπλασιασώμεν τήν μάζαν αύτου έκπεφρασμένην εις γραμμάρια, επί τήν διαφοράν θερμοκρασίας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πόσαι θερμίδες άπαιτούνται διά τήν αύξησιν τής θερμοκρασίας 1000 gr ύδατος από 10°C εις 100°C;

ΛΥΣΙΣ: 'Η αύξησις τής θερμοκρασίας είναι 90°C. 'Επομένως ό αριθμός των άπαιτούμενων Calorie ίσοῦται πρὸς $1000 \times 90 = 90.000 \text{ cal}$.

“Όταν ένα σώμα ψύγεται, αποβάλλει μέρος τής περιεχομένης εντός αυτού θερμότητος. 'Η θερμότης, ή όποία αποβάλλεται έκπεφρασμένη εις cal, ίσοῦται πρὸς τήν μάζαν του σώματος έκπεφρασμένην εις γραμμάρια επί τήν πτώσιν τής θερμοκρασίας. Οὔτω διά τήν ψύξιν 1000 gr ύδατος από 100°C εις 10°C άπαιτούνται $1000 \times 90 = 90.000 \text{ cal}$.

Εἰς τὸ 'Αγγλοσαξωνικόν μετρικόν σύστημα μονάς θερμότητος είναι ή British Thermal Unit ή όποία παρίσταται ὡς Btu. 'Ὡς Btu καθορίζεται τὸ ποσὸν τής θερμότητος, τὸ ὁποῖον άπαιτεῖται διά τήν ὑψωσιν τής θερμοκρασίας 1 lb ύδατος κατά 1°F.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πόσα Btu άπαιτούνται διά τήν αύξησιν τής θερμοκρασίας 2 lb ύδατος από 32°F εις 212°F;

ΛΥΣΙΣ: 'Η αύξησις τής θερμοκρασίας είναι 180°F, επομένως ό αριθμός των άπαιτούμενων Btu θα είναι $2 \times 180 = 360 \text{ Btu}$.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ. “Όταν τοποθετούμεν εν μικρὸν ψυχρὸν κοχλιαριον εντός δοχείου πλήρους θερμοῦ ύδατος, τὸ κοχλιαριον θερμαίνεται, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ψύγεται ἐλαφρῶς. Μέρος τής ἐνεργείας τῶν κινουμένων μορίων του ὕδατος, παρέχεται εις τὰ μόρια του κοχλιαριου. Μετά τήν ἐμβάπτισιν του κοχλιαριου εντός του ύδατος παρατηροῦμεν ότι ή ταχύτης τῶν μορίων του ύδατος ἠλατῶθη κατά τι, ἐνῶ ή ταχύτης τῶν μορίων του κοχλιαριου ἠδύνηθη, όταν δὲ τὰ δύο ταῦτα σώματα αποκτήσουν κοινήν θερμοκρασίαν, θα παρατηρήσωμεν ότι, ή

μέση κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων του κοχλιαριου ὅσον καὶ τῶν του ύδατος είναι ή αὐτή. Τὸ ὄλικόν ποσὸν τής ἐνεργείας, ή όποία προῦπήρχε εντός του δοχείου του θερμοῦ ύδατος, παραμένει ή αὐτή καὶ μετά τήν ἐξίσωσιν τῶν θερμοκρασιῶν του κοχλιαριου καὶ του θερμοῦ ύδατος. Κατὰ τὸ φαινόμενον αὐτὸ οὔτε ἐδημιουργήθη ἐνέργεια, οὔτε καὶ καταστράφη.

“Όταν ζέον ὕδωρ θερμοκρασίας 100°C περιεχόμενον εντός δοχείου ἀναμιχθῆ με ἴσην ποσότητα ψυχροῦ ύδατος θερμοκρασίας 0°C ή τελικὴ θερμοκρασία του μιγματος θα είναι 50°C. 'Η ἀπολεσθεῖσα θερμικὴ ἐνέργεια ἀπὸ του θερμοῦ ύδατος, ίσοῦται ἀκριβῶς πρὸς τήν προσδοθεῖσαν εις τὸ ψυχρὸν ὕδωρ.

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. “Ας ὑποθέσωμεν, ότι ἔχομεν εν τεμάχιον σιδήρου καὶ εν τεμάχιον ἀργιλίου, του αὐτοῦ βάρους καὶ τής αὐτῆς θερμοκρασίας τῶν 100°C. 'Εάν τοποθετήσωμεν τὰ δύο ταῦτα τεμάχια ἐπὶ πάγου θα παρατηρήσωμεν ότι, τὸ ἀργίλιον τήκει περισσότερον πάγον ἀπὸ τὸν σίδηρον. Τὸ ἀργίλιον ἀποδίδει πολὺν περισσότερον ἀριθμὸν θερμίδων ἀπὸ τὸν σίδηρον, παρ' ὅλον ότι, καὶ τὰ δύο αὐτὰ σώματα ψύχονται ἀπὸ τήν αὐτὴν θερμοκρασίαν τῶν 100°C εις τήν θερμοκρασίαν τῶν 0°C. 'Ομοίως άπαιτεῖται πολὺν μεγαλύτερος ἀριθμὸς θερμίδων διά τήν θέρμανσιν ενός τεμαχίου ἀργιλίου ἀπὸ τοῦς 0°C εις τοῦς 100°C ἀπὸ ὅτι άπαιτεῖται διά τήν θέρμανσιν ενός ἰσοβαροῦς τεμαχίου σιδήρου. Διὰ νὰ περιγράψωμεν τήν κατάστασιν ταύτην, ότι δηλαδή τὸ ἀργίλιον παρέχει καὶ άπαιτεῖ μεγαλύτεραν ποσότητα θερμότητος διὰ νὰ μεταβάλλη τήν θερμοκρασίαν του εντός δύο δοθέντων θερμοκρασιακῶν ὁρίων ἀπ' ὅτι ό σίδηρος, λέγομεν ότι τὸ ἀργίλιον ἔχει μεγαλύτεραν εἰδικὴν θερμότητα ἀπὸ τὸν σίδηρον. Καλοῦμεν εἰδικὴν θερμότητα σώματος, τὸ ποσὸν τής θερμότητος, τὸ ὁποῖον άπαιτεῖται διὰ τήν ἀνύψωσιν τής θερμοκρασίας σώματος μάζης ενός γραμμαριου κατὰ 1°C.

‘Ομοίως εις τὸ 'Αγγλοσαξωνικόν σύστημα καλοῦμεν εἰδικὴν θερμότητα σώματος, τὸ ποσὸν τής θερμότητος, τὸ ὁποῖον άπαιτεῖται διὰ τήν ἀνύψωσιν τής

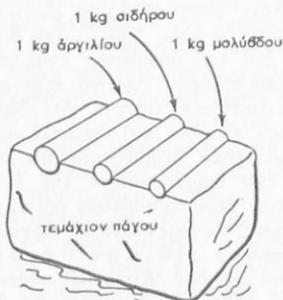
θερμοκρασίας σώματος μάζης λίμπρας κατά $1^{\circ}F$. Ἡ Εἰδικὴ Θερμότης ἐκφράζεται καὶ εἰς τὰ δύο συστήματα διὰ τῆς αὐτῆς ἀριθμητικῆς τιμῆς. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τὴν εἰδικὴν θερμότητα 6 σωμάτων.

Σ ὦ μ α	Εἰδικὴ Θερμότης εἰς Cal.
Ἵδωρ	1,00
Ἀργίλιον	0,22
Σίδηρος	0,11
Χαλκός	0,09
Ἀργυρος	0,06
Μόλυβδος	0,03

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος ἐμφαίνεται ὅτι, διὰ τὴν αὐτὴν ἀΐξιν θερμοκρασίας, ἐν τεμάχιον ἀργιλίου ἀπαιτεῖ διπλάσιον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ ἀντίστοιχον ἰσοβαρῆς τεμάχιον σιδήρου.

Ἀφοῦ τὸ ἀργίλιον ἔχει ἀπορροφήσει διπλάσιαν ποσότητα θερμότητος κατὰ τὴν θέρμανσίν του, δύνатаи να ἀποδώσῃ διπλάσιαν ποσότητα θερμότητος ἀπὸ τὸν σίδηρον κατὰ τὴν ψύξιν του. (Βλ. σχῆμα 32-1).

Ἐὰν σᾶς ἐρωτήσῃ τις, ποῖα χύτρα



Σχ. 32—1. Ἴσοβαρῆ τεμάχια ἀργιλίου, σιδήρου καὶ μολύβδου θερμανθέντα εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τοποθετοῦνται ἐπὶ ἐνὸς τεμαχίου πάγου. Τὸ ἀργίλιον τῆκει διπλάσιαν ποσότητα πάγου ἀπὸ τὸν σίδηρον καὶ περίπου ἑπταπλασίαν ποσότητα πάγου ἀπὸ τὸν μολύβδον.

θερμαίνει ταχύτερον μίᾳ ἐξ ἄλουμνίου ἢ ἐκ χυτοσιδήρου, δὲν θὰ πρέπει κατὰ κανένα τρόπον νὰ ἀπαντήσετε ἀμέσως. Θὰ πρέπει νὰ λάβετε ὑπ' ὄψιν σας πρὶν ἀπαντήσετε καὶ ἄλλους παράγοντας ὡς τὸ βάρος ἐκάστου χύτρας, τὴν θερμικὴν ἀγωγιμότητα αὐτῶν, ὡς ἐπίσης καὶ τὴν εἰδικὴν θερμότητα. Ἐὰν οἱ τρεῖς προσαναφερθέντες παράγοντες εἶναι οἱ αὐτοὶ καὶ διὰ τὰς δύο χύτρας, τότε ἡ ἐκ χυτοσιδήρου χύτρα θὰ θερμανθῇ ταχύτερον.

Ἡ ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΟΥ ὙΔΑΤΟΣ. Τὸ ὕδωρ ἔχει μεγαλύτεραν εἰδικὴν θερμότητα ἀπὸ πολλὰ ἄλλα συνήθη σώματα. Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου εἶναι μόλις τὸ $1/9$ τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐνῶ 100 cal ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 1 gr ὕδατος εἰς $100^{\circ}C$, τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμίδων ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 1 gr σιδήρου εἰς $900^{\circ}C$, ὅπου, εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, ὁ σίδηρος θὰ ἔχη λάβει τὴν γνωστὴν ἐνυδροπυρακτωμένην μορφήν του.

Τὸ ἔδαφος καὶ οἱ βράχοι ἔχουν εἰδικὴν θερμότητα μόλις τὸ $1/3$ τῆς ἀντιστοίχου τοῦ ὕδατος. Κατὰ συνέπειαν τὸ ὕδωρ μίᾳ λίμνης παρέχει πενταπλασίαν ποσότητα θερμότητος εἰς τὸ περιβάλλον, ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχον ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποῖαν θὰ ἀπέδιδον ἰσοποσοι μᾶζι ἐδάφους ἢ βράχων ἐὰν αὐτὰ ἐψύχοντο κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμούς. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν μεγάλα ποσότητες ὕδατος μετράζουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος. Κατὰ τὸ θέρος τὸ ὕδωρ ἀπορροφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ τὴν ἀποδίδει κατὰ τὸν χειμῶνα. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μεγάλα ποσότητες ὕδατος εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποτρέψουσι μεγάλας θερμοκρασιακὰς μεταβολὰς τοῦ περιβάλλοντος.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΕΝΟΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥ.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐπιθυμοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ σιδήρου. Λαμβάνομεν ἐν τεμάχιον αὐτοῦ καὶ τὸ ζυγίζομεν. Ἀκολουθῶν τὸ θερμαίνομεν εἰς $100^{\circ}C$ ἐμβαπτίζοντες αὐτὸ ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ εἰς κατάστασιν βρασμοῦ.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς θερμάνσεως

τοῦ σιδήρου τεμαχίου, λαμβάνομεν ἓν δεύτερον δοχεῖον περιέχον ψυχρὸν ὕδωρ, τὸ ζυγίζομεν καὶ μετροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ὄταν ἡ θερμοκρασία τοῦ σιδήρου ἀνέλθῃ εἰς τοὺς 100°C ῥίπτομεν τοῦτον ἐντὸς τοῦ δευτέρου δοχείου. Συντόμως αἱ θερμοκρασίαι τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος θὰ ἐξισηθῶν. Τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος εἶναι δυνατόν γὰ ἀναγνώσωμεν ἀπὸ ἓν θερμόμετρον. Ὁ κατωτέρω πίναξ περιέχει μερικὰς κοινὰς συναντούμενας τιμὰς τοῦ ἀνωτέρω πειράματος:

Βάρος σιδήρου	100 gr
Θερμοκρασία τοῦ θερμοῦ σιδήρου ..	100°C
Βάρος τοῦ ὕδατος	110 gr
Θερμοκρασία ψυχροῦ ὕδατος	23°C
Τελικὴ θερμοκρασία ὕδατος καὶ σιδήρου	30°C

Συμφάνως πρὸς τὸν Νόμον τῶν Μιγμάτων ἢ προδοθεῖσα ὑπὸ τοῦ σιδήρου, εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ δευτέρου δοχείου θερμότης, ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀπορροφηθεῖσαν ὑπὸ τοῦ ὕδατος τοῦ δευτέρου δοχείου. Τὰ 110 gr τοῦ ὕδατος ἤξισαν τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν κατὰ $30 - 23 = 7^\circ\text{C}$. Ὁ ἀριθμὸς τῶν θερμίδων τὰς ὁποῖ-
 ας ἔλαβον ἰσοῦται πρὸς $110 \times 7 = 770$ cal. Ἡ πτώσις θερμοκρασίας τῶν 100 gr τοῦ σιδήρου εἶναι $100 - 30 = 70^\circ\text{C}$. Ἡ δὲ ἀποδοθεῖσα ὑπ' αὐτοῦ θερμότης ἰσοῦται πρὸς 770 cal ἢ ὅσον ἡ ἀποδοθεῖσα ὑπ' αὐτοῦ θερμότης, ἀπερροφήθη ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Ἀφοῦ τὰ 100 gr σιδήρου ἀποδίδουν 770 cal διὰ θερμοκρασιακὴν πτώσιν 70°C ἢ ἀποδιδομένη θερμότης διὰ πτώσιν 1°C θὰ ἰσοῦται πρὸς $770/70 = 11$ cal.

Ἀφοῦ τὰ 100 gr σιδήρου, διὰ θερμοκρασιακὴν πτώσιν 1°C ἀποδίδουν 11 cal, τότε τὸ 1 gr σιδήρου θὰ ἀποδίδῃ 0,11 cal/ $^\circ\text{C}$.

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου θὰ εἶναι ὅθεν 0,11 cal/gr $^\circ\text{C}$. Εἰς τὸ ἀνωτέρω πρόβλημα δὲν ἐλάβομεν ὑπ' ὄψιν τὴν ποσότητα θερμότητος, ἢ ὁποῖα ἀπερροφήθη ὑπὸ τοῦ δοχείου, καὶ ὡς ἐκ τούτου καὶ ἡ ποσότης θερμότητος ἢ ὁποῖα διωχθεῖται εἰς τὸν περιβάλλοντα ἄλλον, δὲν ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν. Εἰς ἐργαστηριακὰς ἐμβάσεις ὅλοι οἱ ἀνωτέρω παράγοντες λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν καὶ ἀντὶ τῆς χρησιμοποίησως ἐνδὸς κοινοῦ δοχείου χρησιμο-

ποιεῖται θερμοδόμετρον. Τὸ θερμοδόμετρον εἶναι ἀπλῶς εἰδικὴ συσκευὴ, ἢ ὁποῖα ἀποτελεῖται ἀπὸ μεταλλικὸν δοχεῖον καλῆς θερμοκῆς μονώσεως εἰς τὸ ὁποῖον τίθεται τὸ ὕδωρ.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μονὰς θερμότητος Ὁ νόμος τῶν μιγμάτων
 Calorie Εἰδικὴ θερμότης
 Btu Θερμιδόμετρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συνεπάγεται πάντοτε ἡ ὕψηλὴ θερμοκρασία μεγάλον ποσὸν θερμότητος;
2. Ἀναφέρατε παραδείγματα ὕψηλῆς θερμοκρασίας καὶ μικροῦ ποσοῦ θερμότητος.
3. Ἀναφέρατε ἓνα παράδειγμα σχετικῶς μικρᾶς θερμοκρασίας καὶ μεγάλης θερμότητος.
4. Ὅρισατε τὴν μονάδα θερμότητος εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα.
5. Ὅρισατε τὴν μονάδα θερμότητος εἰς τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν μετρικὸν σύστημα. Πῶς ὀνομάζεται αὕτη;
6. Ποῖος ὁ Νόμος τῶν Μιγμάτων ὅταν ἓνα θερμὸν ἀντικείμενον ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ψυχροῦ ὕγρου;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες εἰδικὴν θερμότητα;
8. Εἰς ποίαν σέσιν εὐρίσκεται ἡ εἰδικὴ θερμότης ἀργιλίου συγκρινομένη πρὸς τὴν ἀντίστοιχον τοῦ σιδήρου;
9. Εἰς ποίαν σέσιν εὐρίσκεται ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ἀργιλίου συγκρινομένη πρὸς τὴν ἀντίστοιχον τοῦ ὕδατος;
10. Εἰς ποίαν σέσιν εὐρίσκεται ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος συγκρινομένη πρὸς τὴν ἀντίστοιχον τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν βράχων;
11. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποῖους μεγάλη ποσότης ὕδατος μετριάξει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος.
12. Κατὰ ποῖον τρόπον μετῶμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα ἐνὸς μετάλλου;
13. Τί καλεῖται θερμοδόμετρον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι ὀρθὴ ἡ ἔκφρασις «βαθμοὶ θερμότητος»; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.

2. Διατί οί διάφοροι σπινθήρες τῶν βεγαλικῶν δὲν προκαλοῦν ἐγκαύματα ἐπὶ τοῦ δέρματός μας;
3. Ἐξηγήσατε διατί μία ἀμώδης ἀκτὴ εἶναι θερμότερα εἰς μίαν ἠλιόλουστον ἡμέραν ἀπὸ τὴν παρακειμένην θάλασσαν.
4. Δαυλὸς συγκολλησῶς παράγει θερμοκρασίαν 2500° F. Θὰ ἦτο δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῇ ὁ δαυλὸς οὗτος διὰ τὴν θέρμασιν ὕδατος ὑπὸ καλὴν ἀπόδοσιν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΦΛΟΓΟΣ ΑΕΡΙΟΥ. Δὲν εἶναι δυνατόν νὰ μετρήσωμεν εὐθέως τὴν θερμοκρασίαν τῆς φλογὸς ἑνὸς αερίου μὲ ἓνα κοινὸν θερμομέτρον λόγῳ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας τῆς φλογὸς. Ἐν τούτοις χρησιμοποιοῦντες καταλλήλως τὰς ἀναφερθείσας εἰς τὸ παρὸν ἐδάφιον ἀρχάς, εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορίσωμεν μὲ ἓνα κοινὸν θερμομέτρον καὶ μὲ σχετικῶς μεγάλην ἀκρίβειαν τὴν θερμοτῆτα τῆς φλογὸς.

Διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος ἀπαιτοῦνται ἓνα μεγάλο δοχεῖον, ἓνα δεύτερον δοχεῖον ὄγκου 100 cm³, 6 μικρὰ καρφιά μήκους 5 in ἕκαστον, δεμένα μὲσφ ἑνὸς λεπτοῦ σιδηροῦ σύρματος, μίαν τανάλια καὶ ἓν κοινὸν θερμομέτρον.

Τοποθετοῦμεν τὸ δέμα τῶν καρφίων ἐντὸς τῆς φλογὸς καὶ τὸ ἀφήνωμεν μέχρις ὅτου τὰ καρφία ἐρυθροπυρακτωθῶν. Τότε θὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν περίπου θερμοκρασίαν μὲ τὴν θερμοκρασίαν τῆς φλογὸς.

Ἐνῶ τὰ καρφία θερμαίνονται ρίψατε 100 cm³ ὕδατος ἐντὸς τοῦ μεγάλου δοχείου καὶ μετρήσατε τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ ἀφοῦ ἀναδεύσετε καλῶς ἀναγράφατε ἀκολούθως τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ.

Ὅταν τὰ καρφία θερμανθῶν μεταφέρατε τα τὸ ταχύτερον δυνατόν ἀπὸ τὴν φλόγα ἐντὸς τοῦ δοχείου μὲ τὸ ὕδωρ. Ἀναδεύσατε τὸ ὕδωρ μὲ τὸ θερμομέτρον καὶ ὅταν ἡ θερμοκρασία παύσῃ νὰ ἀνέρχεται ἀναγράψατε τὴν.

Τώρα ἔχετε ἀρκετὰ στοιχεῖα διὰ νὰ ὑπολογίσετε τὴν θερμοκρασίαν τῆς φλογὸς. Τὰ κατωτέρω ἀναγραφόμενα δεδο-

μένα ἔχουν προκύψει ἀπὸ ἓνα περιφερὲς πείραμα.

Βάρος 100 mc³ ὕδατος 100 gr
 Βάρος τῶν 6 καρφίων 25 gr
 Πρῶτη θερμοκρασία τοῦ ὕδατος.... 28° C
 Δευτέρα θερμοκρασία τοῦ ὕδατος 38° C
 Εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου 0,11 Cal/gr° C

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ :

Αὐξήσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος
 $38^\circ - 28^\circ = 10^\circ C$

Πτῶσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σιδήρου ἀπὸ τὴν ἄνωστον θερμοκρασίαν x εἰς 36° C
 $x - 36^\circ$

Θερμότης ἀπορροφηθεῖσα ἀπὸ τὸ ὕδατος

$$100 \text{ gr} \times 10^\circ C \times 1 \frac{\text{Cal}}{\text{gr}^\circ C} = 1000 \text{ cal.}$$

Θερμότης ἀποδοθεῖσα ὑπὸ τοῦ σιδήρου
 $25 \times 0,11 \times (x - 38^\circ) \text{ cal.}$

Ἐφ' ὅσον ἡ θερμότης ἡ ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος πρέπει νὰ ἰσοῦται πρὸς τὴν θερμότητα τὴν ἀποδοθεῖσαν ὑπὸ τοῦ σιδήρου, δὰ ἴσχυς ἡ σχέσις

$$25 \times 0,11 \times (x - 38^\circ) = 1000$$

$$\hat{\eta} \ x - 38 = \frac{1000}{25 \times 0,11} = 364$$

$$\times = 364 \times 38 = 402^\circ C$$

Ἡ θερμοκρασία αὕτη εἶναι περίπου ἡ θερμοκρασία τῶν ἐρυθροπυρακτωμένων καρφίων. Λέγομεν ὅτι εἶναι περίπου αὕτη, διότι ἀμελήσαμεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὅποιον ἀπερροφήθη ὑπὸ τοῦ δοχείου καὶ τοῦ περιβάλλοντος. Καὶ δι' ἄλλους λόγους ἡ θερμοκρασία τῆς φλογὸς δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἰσοῦται πρὸς τὴν θερμοκρασίαν τῶν ἐρυθροπυρακτωμένων καρφίων, καὶ τοῦτο διότι ὅλα τὰ καρφία δὲν εὑρίσκονται εἰς τὸ θερμότερον σημεῖον τῆς φλογὸς, ἀλλὰ, καὶ ἂν ἦσαν, ἀπέδωσαν ἓνα ὠρισμένον ποσὸν τῆς θερμότητος τῶν εἰς τὸ περιβάλλον κατὰ τὴν μεταφορὰν ἀπὸ τὴν φλόγα ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἄν καὶ τὸ παράδειγμα σᾶς δίδει μίαν ἰδέαν τῆς θερμοκρασίας τῆς φλογὸς ἐνὸς αερίου εἶναι σημαντικὸν καὶ δι' ἓνα ἄλλον λόγον. Καταδεικνύει τὸν τρόπον μὲ τὸν ὅποιον οἱ ἐπιστήμονες, ἐφαρμοζόντες τὰς ἀρχὰς τῆς φυσικῆς, κἀμμουν ἐμμέσως μετρήσεις διὰ νὰ προσδιορίσουν στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀδύνατον νὰ προσδιορισθῶσιν ἀμέσως. Μὲ

έμμέσους μετρήσεις, αί οποίαι περιέχουν βεβαίως και άλλα στοιχεία εντός των άνωτέρω έκπεθέντων, οί έπιστήμονες κατορθώσαν να προσδιορίσουν την θερμοκρασίαν του Ήλιου εις 5000°C περίπου άν και ό ήλιος εφύσκειται 93.000.000 μίλια μακρὰ από την γήν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσαι θερμίδες πρέπει να προστεθούν εις 100 gr χυτοσιδήρου διά να ανέλθη ή θερμοκρασία αυτού από 20°C εις 100°C;
2. Άργυρουں κοχλιαρίον μάζης 30 gr και θερμοκρασίας 20°C έμβαπτίζεται εντός δοχείου περιέχοντος θερμόν ύδωρ και τό οποίον προκαλεί την αύξησιν της θερμοκρασίας του κοχλιαρίου εις 70°C. Πόση ή άπορροφηθείσα ύπό του κοχλιαρίου θερμότης από τό ύδωρ;
3. Πόση ή άρχική θερμοκρασία του ύδατος του προβλήματος 2 δοθέντος ότι ή μάζα αυτού είναι 250 gr;
4. Πόσα Btu απαιτούνται διά την θέρμανσιν 6 lb σιδήρου από 70°F εις 320°F;
5. Είς 0,4 kg ύδραργύρου θερμοκρασίας 60°C προσθέτομεν και άναδεύομεν καλώς 0,6 kg ύδατος θερμοκρασίας 25°C. Πόση ή θερμοκρασία του μίγματος; (Η ειδ. θερμότης του ύδραργύρου, είναι 0,0333 cal/gr°C).
6. Πόση ή ειδική θερμότης του άργύρου, όταν 90 gr αυτού θερμοκρασίας 100°C τίθενται εντός χαλκίνου θερμομέτρου περιέχοντος ύδωρ 200gr μιδομέτρου θερμοκρασίας 20°C και ή άρχική θερμοκρασία του μίγματος είναι 22°C; Η θερμοχωρητικότης του δοχείου θεωρείται άμελητέα.
7. Ποία ή ειδική θερμότης μετάλλου μάζης 1 kg, τό οποίον απαιτεί 22.500 cal διά την αύξησιν της θερμοκρασίας του κατά 250°C;
8. Μία λίμπρα δοθέντος είδους άνθρακος άποδίδει 14.000 Btu κατά την καύσιν του. Τό ύδωρ εντός του λέβητος άπορροφά μόνον τό 1/3 της κατά την καύσιν του άνθρακος έκλυομένης θερμότητος. Πόσαι λίμπραι ύδατος είναι δυνατόν να θερμανθούν από 100°F εις 200°F, από την καύ-

σιν μιάς λίμπρας άνθρακος;

9. Μία λίμπρα άνθρακίτου άποδίδει κατά την καύσιν του 12.000 Btu. Πόσαι λίμπραι άνθρακίτου πρέπει να καούν διά την θέρμανσιν 1000lb ύδατος εντός λέβητος από 72°F εις 212°F εάν μόνον 1/3 της έκλυομένης θερμότητος άπορροφάται από τό ύδωρ;
10. Έντός δοχείου περιέχοντος 200 gr ύδατος εις θερμοκρασίαν 20°C ρίψατε 100 gr ύδατος θερμοκρασίας 80°C. Πόση ή τελική θερμοκρασία του μίγματος, δοθέντος ότι ούδέν ποσόν θερμότητος άπωλέσθη διά την θέρμανσιν του δοχείου;

B

11. Τεμάχιον χαλκού, μάζης 120 gr, θερμαίνεται εις 100°C και άκολούθως ρίπεται εντός θερμομέτρου περιέχοντος 162 gr ύδατος θερμοκρασίας 120°C. Η τελική θερμοκρασία του μίγματος είναι 25°C. Ποία ή ειδική θερμότης του χαλκού δοθέντος ότι ούδέν ποσόν θερμότητος άπερροφήθη ύπό του θερμομέτρου;
12. Τεμάχιον μετάλλου μάζης 200 gr θερμαίνεται εις 100°C και άκολούθως τοποθετείται εντός θερμομέτρου περιέχοντος 330 gr ύδατος θερμοκρασίας 15°C. Η τελική θερμοκρασία του συστήματος είναι 25°C. Να προσδιορισθ ή ειδική θερμότης του μετάλλου δοθέντος ότι ούδέν ποσόν θερμότητος διετέθη διά την θέρμανσιν του θερμομέτρου.
13. Τεμάχιον σιδήρου μάζης 100 gr ρίπεται εντός θερμομέτρου περιέχοντος 440 gr ύδατος θερμοκρασίας 20°C. Η θερμοκρασία του ύδατος άνυφούται εις 25°C. Ζητείται να προσδιορισθ ή θερμοκρασία του σιδηρού ταμαχίου δοθέντος ότι ούδέν ποσόν θερμότητος διετέθη διά την θέρμανσιν του θερμομέτρου.
14. Τεμάχιον άργιλίου μάζης 120 gr θερμοκρασίας 150°C ρίπεται εντός 440 gr γλυκερίνης θερμοκρασίας 18°C. Έάν ή θερμοκρασία της γλυκερίνης άνυφούται εις 30°C, ποία ή ειδική θερμότης ταύτης; Θεωρούμεν ότι ούδέν ποσόν θερμότητος άπερροφήθη ύπό του θερμομέτρου.
15. Πόσαι cal. άντιστοιχούν εις 1 Btu;

ΕΔΑΦΙΟΝ 33. Τήξις και πήξις.

Είδομεν ὅτι ἡ πρόσδοσις θερμότητος εἰς ἓνα σῶμα προκαλεῖ τὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Ἐπάρχουν ὅμως περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας, ἡ πρόσδοσις θερμότητος εἰς ἓνα σῶμα δὲν προκαλεῖ τὴν αὐξησιν τῆς ταχύτητος τῶν μορίων του, ἤτοι τὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας του. Τοῦτο συμβαίνει ὅταν ἓνα σῶμα τήκεται ἢ ἐξαερούται. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς, ἂν καὶ προσδίδομεν εἰς τὸ σῶμα θερμότητα, ἐν τοῦτοις ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται.

ΣΤΕΡΕΑ, ΥΓΡΑ ΚΑΙ ΑΕΡΙΑ. Ὡς εἶδομεν, τὸ ὕδωρ ὑπάρχει ὡς στερεὸν ὑπὸ μορφήν πάγου, ὡς ὑγρὸν καὶ ὡς ἀτμός. Αἱ τρεῖς αὗται μορφαὶ καλοῦνται *τρεῖς καταστάσεις τῆς ὕλης*, στερεά, ὑγρά καὶ ἀέριος ἀντιστοίχως. Τὸ ποῖον ἐκ τῶν τριῶν μορφῶν θὰ λάβῃ τὸ σῶμα, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ σώματος, τὸν ὄγκον του, τὴν θερμοκρασίαν, καὶ τὴν πίεσιν. Εἶναι δυνατόν ἓνα μικρὸν τεμάχιον πάγου νὰ μετατραπῇ εἰς ὕδωρ διὰ προσθήκης θερμότητος ἢ δι' αὐξησεως τῆς πιέσεως, ἐνῶ ἀντιθέτως ὑδατμός, εἶναι δυνατόν νὰ ὑδροποιηθῇ, δι' ἀφαιρέσεως τῆς θερμότητος ἢ δι' ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου αὐτοῦ.

Ἡ μέση θερμοκρασία τῆς γῆς εἰς τὰς ἀρκτικὰς περιοχάς, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, εἶναι — 20°C ἐνῶ, εἰς τὰς τροπικὰς ζῶνας, εἶναι περίπου 30°C. Ἐάν ὑποθέσωμεν, ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ ζήσωμεν εἰς περιβάλλον μέσης θερμοκρασίας 250°C, καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τότε θὰ παρατηρούσαμεν ὅτι τὸ οἶνονπνευμα, τὸ γλωσσοφόριον, ὁ αἰθῆρ, τὸ ὕδωρ, ἡ βενζίνη, ἡ κεραφορὰ καὶ τὸ ἰώδιον θὰ εὐρίσκοντο εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἐνῶ τὸ θεῖον καὶ ὁ κασίτερος, ὡς ἐπίσης, καὶ ὁ ὑδρογόμος θὰ ἦσαν ὑγρά. Ἀντιθέτως ἐάν ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος ὑπὸ τὴν παρούσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἦτο — 250°C ὅλα τὰ ἀνωτέρω σῶματα θὰ εὐρίσκοντο εἰς στερεὰν κατάστασιν, ὡς ἐπίσης, καὶ τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ἄζωτον.

Εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην τὰ μό-

να ὑγρά θὰ ἦσαν τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ἥλιον.

ΤΗΣΙΣ. Τὰ στερεὰ σῶματα χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι ἔχουν ἓνα ὀρισμένον σχῆμα. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι, τὰ μόρια των, ἂν καὶ ταλαντοῦνται πέριξ μιᾶς ὀρισμένης θέσεως δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀπομακρυνθοῦν πολὺ μεταξὺ των, ὡς ἐάν συνεκρατοῦντο δι' ἐλατηρίων. Ἐς θεωρήσωμεν ἓν τεμάχιον πάγου εἰς 0°C. Ὅταν προσδώσωμεν θερμότητα εἰς αὐτὸ, τὰ μόρια τοῦ πάγου δὲν αὐξάνουν τὴν ταχύτητά των, ἢ θερμοκρασία τοῦ πάγου παραμένει ἡ αὐτή. Ἡ προσδιδόμενη θερμικὴ ἐνέργεια καταναλίσκεται εἰς τὴν λύσιν τῶν «δεσμῶν» μεταξὺ τῶν μορίων αὐτοῦ. Μετὰ τὴν τήξιν τοῦ πάγου, ἡ μέση θερμοκρασία παραμένει ἡ ἴδια, ὡς καὶ προηγουμένως, ἀλλὰ αἱ δυνάμεις ἐλξεως μεταξὺ τῶν μορίων ἔχουν κατὰ πολὺ ἐλαττωθῆ, (δὲν εἶναι ὅμως μηδενικαί). Αὐτὴ ἡ φάσις τῆς καταστροφῆς τῶν «δεσμῶν» μεταξὺ τῶν μορίων ἐνὸς σώματος, καλεῖται *τήξις*. Τὸ σημαντικὸν εἰς τὴν φάσιν αὐτήν, εἶναι ὅτι, *κατὰ τὴν τήξιν δὲν λαμβάνει χώραν μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας*.

Κατὰ τὴν τήξιν ἐνὸς στερεοῦ σώματος, τὰ μόρια αὐτοῦ δὲν αὐξάνουν τὴν ταχύτητά των ἀλλὰ ἀντ' αὐτοῦ «ἀποδεσμεύονται» ἀπὸ τὰ γειτονικά των, μὲ ἀποτέλεσμα, εἰς τὴν ὑγράν μορφήν, τὰ σῶματα νὰ μὴ ἔχουν πλέον ὀρισμένον σχῆμα, ἀλλὰ νὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται. Ὁρισμένα σῶματα ὡς ὁ πάγος, ἡ παραρίνη, ὁ μόλυβδος, ὁ χαλκός, καὶ τὰ μέταλλα ἐν γένει, τήκονται εἰς ὀρισμένην θερμοκρασίαν. Ἄλλασσον μορφήν ἀπὸ στερεῶν εἰς ὑγράν ἄλλων ταχέως. Τὰ σῶματα ταῦτα καλοῦνται *κρυσταλλικά*. Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτὸ καὶ μὲ τὴν ὕλην, ἢ ὁποία διὰ νὰ μεταβῇ ἀπὸ στερεῶς εἰς ὑγράν κατάστασιν, διέρχεται εἰς ὅλων τῶν ἐνδιαμέσων καταστάσεων.

ΤΗΣΙΣ ΚΑΙ ΠΗΞΙΣ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Τὸ διά-

πήξη; Ἡ ἀπάντησις ἔγκειται εἰς τὸ ἐὰν προσδίδωμεν θερμότητα ἢ ἀφαιρῶμεν. Ἐὰν προσδίδωμεν θερμότητα φρουκὰ ὁ πάγος θὰ τακῆ, ἐνῶ, ἀντιθέτως, ἐὰν ἀφαιρῶμεν θερμότητα τὸ ὕδωρ θὰ πήξῃ.

Ὁ πίναξ τῆς προηγουμένης σελίδος δίδει τὰ σημεῖα τῆξεως καὶ πήξεως ὀρισμένων σωμάτων.

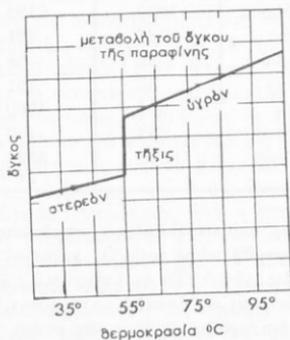
ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Διὰ τὴν μεταβάλωμεν 1 gr πάγου 0°C εἰς ὕδωρ 0°C ἀπαιτοῦνται περίπου 80 cal. Ἐπειδὴ τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς θερμότητος δὲν ἐπιδρά ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου, διότι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου τῆς τήξεως ἡ θερμοκρασία διατηρεῖται σταθερὰ ἐκλήθη *λανθάνουσα θερμοτότης*. Ἀντιστρόφως, ὅταν 1 gr ὕδατος 0°C μεταβάλλεται εἰς πάγον τότε ἀποδίδει ποσὸν θερμότητος 80 cal. Εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα διὰ τὴν τήξιν 1 lb πάγου 32°F ἀπαιτοῦνται 144 Btu. Ἡ λανθάνουσα θερμότης τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖ σημαντικὸν παράγοντα διὰ τὰς καιρικὰς μεταβολάς.

Κατὰ τὸν χειμῶνα, καθὼς τὸ ὕδωρ ψύχεται, ἀποδίδει 1 cal/gr διὰ κάθε βαθμὴν θερμοκρασιακῆς πτώσεως. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ συνεχίζεται μέχρις ὅτου, τὸ ὕδωρ φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον πήξεως αὐτοῦ. Καθὼς πήγνυται ἀποδίδει 80 cal/gr. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μεγάλα ποσὰ θερμότητος ἐλευθεροῦνται εἰς τὸ περιβάλλον, μὲ ἀποτέλεσμα, ἡ πτώσις τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ νὰ ἐπιβραδύνεται. Ἀντιθέτως ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλον-

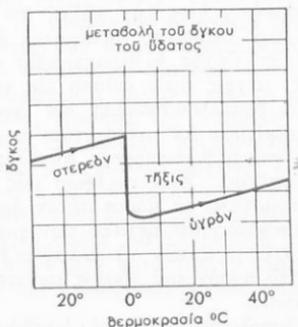
τος ἀρχίξῃ νὰ αὐξάνῃ, μεγάλα ποσότητες θερμότητος πρέπει νὰ προσδοκῶν διὰ τὴν ἐπιτευχθῆ ἡ τήξις τῶν πάγων καὶ κατόπιν νὰ ἐπέλθῃ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος. Οὕτω καὶ ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος γίνεται βραδέως. Καὶ πάλιν αἱ μεγάλα ποσότητες τοῦ ὕδατος τείνουσι νὰ ἀποτρέψωσι ἀποτόμους διαφορὰς τῆς θερμοκρασίας, καὶ συντελοῦσι ὥστε τὸ κλίμα νὰ εἶναι περισσότερον εὐκρατον.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΗΞΙΝ. Εἰς τὰ πλείστα τῶν σωμάτων, ἡ πήξις συνοδεύεται ὑπὸ ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου. Τοῦναντίον, εἰς μερικὰ σώματα, ὡς π.χ. τὸ ὕδωρ, ἡ πήξις συνοδεύεται ὑπὸ αὐξήσεως τοῦ ὄγκου. Τὰ διαγράμματα 33-3 καὶ 33-4 παριστοῦν τὰς ἀντιστοίχους μεταβολάς, καὶ διὰ τὰς δύο περιπτώσεις. Εἰς τὴν στερεάν κατάστασιν, καὶ τὰ δύο σώματα διαστέλλονται ὅταν θερμαίνονται. Κατὰ τὴν τήξιν τῆς παραφίνης, αὕτη συμπεριφέρεται ὁμαλῶς καὶ διαστέλλεται. Ἀντιθέτως τὸ ὕδωρ συστέλλεται, καὶ ἐξακολουθεῖ συστέλλομενον, καὶ ὅταν μετατραπῆ ὅλον εἰς ὕδρον μέχρις ὅτου ἡ θερμοκρασία τοῦ φθάσῃ εἰς 4°C.

Ἡ ἀνωμαλία αὕτη τοῦ ὕδατος ἔχει σπουδαιοτάτην σημασίαν διὰ τὴν οἰκονομίαν τῆς φύσεως. Κατὰ τὸν χειμῶνα, στερεοποιοῦνται μόνον τὰ ἄνω στρώματα τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, διότι τὸ ὕδωρ μετατραπόμενον εἰς πάγον, διαστέλλεται καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται μὲ ἀποτέλεσμα ὁ



Σχ. 33-3. Ἡ παραφίνη συστέλλεται κατὰ τὴν στερεοποίησιν αὐτῆς.



Σχ. 33-4. Τὸ ὕδωρ διαστέλλεται κατὰ τὴν τήξιν αὐτοῦ.

πάγος να επιπλέη. Ούτω το σχηματισθέν στρώμα του πάγου παρακωλύει την ψύξιν των υποκειμένων στρωμάτων, διότι ούτος αποτελεί κακόν άγωγόν της θερμότητος.

Εξ άλλου, λόγω της διαστολής την οποίαν ύφίσταται το ύδωρ στερεοποιούμενον, αναπτύσσονται μεγάλα δυνάμεις όταν τούτο στερεοποιείται εις περιορισμένον χώρον. Κατά τόν χειμώνα είναι δυνατόν, σωλήνες, φιάλαι, άκόμη και ψυγεία μηχανών, να διαρραγοῦν λόγω της διαστολής του στερεοποιηθέντος εντός αὐτῶν ὕδατος.

Τὸ βισμούθιον καὶ ὁ χυτοσίδηρος εἶναι δύο ἀπὸ τὰ πολλὰ ὀλίγα σώματα, τὰ ὁποῖα διαστέλλονται κατὰ τὴν στερεοποίησιν αὐτῶν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν τὸ βισμούθιον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τυπογραφικῶν στοιχείων. Τὸ αἰχμηρὸν περίγραμμα τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων, ὁφείλεται εἰς τὴν διαστολὴν τοῦ βισμούθιου κατὰ τὴν στερεοποίησιν αὐτοῦ ἐντὸς τῶν διαφόρων μητρῶν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ὁ χυτοσίδηρος ἔχει αἰχμηρὰς ἀκμὰς καὶ γωνίας.

ΤΑΧΕΙΑ ΨΥΞΙΣ. Ὄταν ὠρισμένα τρόφιμα περιέχοντα ὕδωρ, ψύχονται κατὰ κανόνα καταστρέφονται, λόγω τῆς διαστολῆς τοῦ ὕδατος. Τελευταίως παρετηρήθη ὅτι, ἔάν, ὠρισμένα τρόφιμα ψυχθῶν πολὺ ταχέως ταῦτα δὲν καταστρέφονται, καὶ τούτο διότι κατὰ τὴν ταχύτητα τὴν αὐτὴν ψύξιν σχηματίζονται μόνον μικροσκοπικοὶ κρύσταλλοὶ πάγου, οἱ ὅποιοι δὲν καταστρέφουν τὰ κύτταρα τῆς τροφῆς. Κατὰ τὴν κανονικὴν ψύξιν, δηλ. τὴν μὴ ταχεῖαν τοιαύτην, σχηματίζονται μεγάλοι κρύσταλλοὶ πάγου, οἱ ὅποιοι καταστρέφουν τὰ κύτταρα τοῦ πρὸς ψύξιν σώματος.

Οὕτω διὰ τῆς ταχείας ψύξεως εἶναι δυνατόν νὰ διατηρηθῶν ὠρισμένα τρόφιμα πολὺ περισσότερο, καὶ ὡς ἐκ τούτου, εἶναι δυνατὴ ἡ μεταφορὰ τῶν εἰς μεγαλύτερας ἀποστάσεις, χωρὶς νὰ καταστοῦν ἀκατάλληλα πρὸς θρῶσιν.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΤΗΞΕΩΣ ΜΕΤΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. Διὰ τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα τηκόμενα ὑφίστανται αὔξησιν τοῦ ὄγκου των, αὔξεις τῆς ἔξωθεν πίεσεως προκαλεῖ ὑψώσιν τοῦ ση-

μείου τήξεως, ἐνῶ τὸ ἀντίστροφον συμβαίνει διὰ τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα τηκόμενα ὑφίστανται ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου αὐτῶν. Οὕτω διὰ τὸν πάγον, θερμοκρασίας ταπεινότερας τοῦ μηδενός, τὸ σημεῖον τήξεως εἶναι 0°C ὑπὸ πίεσιν 76 cm Hg, ἐνῶ, ἐάν ἡ πίεσις αὔξηθῇ κατὰ 1 at, τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου καθίσταται ταπεινότερον.

Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῆς μεταβολῆς τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου μετὰ τῆς πίεσεως, εἶναι αἱ παγοδρομῖαι, ἢ τὸ καλλιτεχνικὸν «πατινάζ». Ἡ πίεσις τῶν αἰχμηρῶν παγοπέδιλων ἐπὶ τοῦ πάγου προκαλεῖ τὴν τήξιν αὐτοῦ καὶ τὸν σχηματισμὸν ἐνὸς ὕδατινου στρώματος μετὰ τῆς παγοπέδιλου καὶ πάγου, τὸ ὁποῖον καὶ ἐλαττώνει κατὰ πολὺ τὴν τριβήν, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀπαιτῆται πολὺ μικρὰ δύναμις διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ μεγάλη ταχύτης. Δεύτερον παράδειγμα μεταβολῆς τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου μετὰ τῆς πίεσεως, εἶναι ὁ σχηματισμὸς χιονοσφαιρῶν διὰ τῆς ἀσκήσεως πίεσεως ὑπὸ τῶν χειρῶν. Παρ' ὅλα τὰ ὅσα ἀνωτέρω ἀνεφέραμεν ἡ ἐπίδρασις τῆς πίεσεως ἐπὶ τοῦ σημείου τήξεως εἶναι πολὺ μικρά. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ τήξις πάγου εἰς θερμοκρασίαν 1°C κάτω τῶν 0°C ἀπαιτεῖται πίεσις περίπου 120 kg/cm².

ΤΟ ΣΗΜΕΙΟΝ ΤΗΞΕΩΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ. Εἰς ἕνα διάλυμα ἄλατος καὶ ὕδατος, τὰ μόρια τοῦ ἄλατος ἀναμιγνύονται μὲ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος. Ἡ παρουσία τῶν μορίων τοῦ ἄλατος δυσχεραίνει τὸν σχηματισμὸν τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος, τὸ ὁποῖον σχηματίζουν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, ὅταν εὐρίσκονται εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ πάγου. Ὁ ἀνασταλτικὸς παράγων, τὸν ὁποῖον δημιουργοῦν τὰ μόρια τοῦ ἄλατος, συντελεῖ ὥστε νὰ ἀπαιτῆται ταπεινὸσις τῆς θερμοκρασίας κάτω τοῦ μηδενός διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ πῆξις τοῦ διαλύματος. Ἡ διάλυσις διαφόρων οὐσιῶν ἐντὸς ὕγρων, προκαλεῖ ἐν γένει τὴν μείωσιν τοῦ σημείου τήξεως ἢ πῆξεως. Ἐάν, ἐντὸς ὕδατος προστεθῇ ἄλας, οὕτως ὥστε ἡ τελικὴ σύστασις τοῦ μίγματος νὰ εἶναι 1 μέρος ἄλατος πρὸς 10 μέρη ὕδατος, τότε ἡ θερμοκρασία πῆξεως τοῦ μίγματος γίνεται περίπου — 6°C. Ἐάν ἡ ἀναλογία τοῦ διαλύματος εἶναι 1 μέρος ἄλατος πρὸς 3 μέρη ὕδα-

τος, τότε ή θερμοκρασία πήξεως του διαλύματος είναι -21°C . Η θερμοκρασία αυτή, των -21°C είναι και ή όριακή, διότι δέν είναι δυνατόν νά έχωμεν διαλύματα άλατος έντός του ύδατος πυκνότερα τής αναλογίας, 1 μέρος άλατος πρós 3 μέρη ύδατος. Η μεθυλική άλκοόλη, ή γλυκερίνη, και ώρισμένα άλλα ύγρά μινυνώμενα με τó ύδωρ προκαλούν άκόμη περαιτέρω ταπεινώσειν του σημείου τήξεως του διαλύματος. Τά ύλικά αυτά χρησιμοποιούνται συχνάκις εις τά ψυγεία των αυτοκινήτων, εις τρόπον ώστε νά παρεμποδίζωσιν τήν πήξιν του ύδατος κατά τήν διάρκειαν του χειμῶνος. Διάλυμα ύδατος και μεθυλικής άλκοόλης εις αναλογίαν 10 μέρη ύδατος πρós 1 μέρος μεθυλικής άλκοόλης παρουσιάζει σημειον πήξεως περίπου εις -6°C .

Η ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.
Όταν πάγος θερμοκρασίας 0°C τήκεται, και τó προκύπτον ύδωρ θερμαίνεται, ή απαιτουμένη ποσότης θερμότητος δίδεται ύπό τής σχέσεως:

$$H = (M \times F) + (M \times S) \times (t^{\circ} - 0^{\circ})$$

όπου Η είναι τó ποσόν τής θερμότητος εις cal, Μ ή μάζα εις gr, F ή θερμότης τήξεως (80 cal/gr), S ή ειδική θερμότης αυτού (1 cal/gr $^{\circ}\text{C}$) και t ή τελική θερμοκρασία εις βαθμούς Κελσίου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Καταστάσεις τής ύλης

Τήξις

Κρυσταλλικά σώματα

Θερμότης τήξεως

Ταχέτα ψύξις

Η επίδρασις τής πιέσεως επί του σημείου πήξεως των διαλυμάτων

$$H = (M \times F) + (M \times S) \times (t^{\circ} - 0^{\circ})$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Η πρόσδοσις θερμότητος προκαλεί πάντοτε αύξησιν τής θερμοκρασίας ένός σώματος;
2. Ποίαι είναι αί τρεις καταστάσεις τής ύλης;
3. Ποιοι είναι οι παράγοντες, οι όποιοι προσδιορίζωσιν τήν κατάστασιν εις τήν όποίαν εύρίσκεται ένα σώμα;

4. Συμφώνως πρós τήν μοριακήν θεωρίαν, κατά τί διαφέρει ένα στερεόν σώμα από ένα ύγρόν;
5. Ποία είναι ή διαφορά μεταξύ των κρυσταλλικών σωμάτων και των σωμάτων τά όποια δέν άνήκωσιν εις τήν κατηγορίαν αυτήν;
6. Αναφέρατε τόν τρόπον κατά τόν όποιον αύξάνει ή θερμοκρασία ένός τεμαχίου πάγου, όταν τούτο μεταφερθή έντός θερμού χώρου.
7. Διατί πρέπει νά προσδοθή θερμότης διά νά ταχθί στερεόν σώμα;
8. Διατί πρέπει νά αφαιρεθή ποσόν θερμότητος από έν ύγρόν σώμα ίνα τούτο στερεοποιηθή;
9. Ποία ή διαφορά μεταξύ του σημείου πήξεως και του σημείου τήξεως ένός κρυσταλλικού σώματος;
10. Τί καθορίζει, εάν θά λάβη χώραν τó φαινόμενον τής τήξεως ή τής πήξεως, εις έν μίγμα πάγου και ύδατος;
11. Τί νοοῦμεν λέγοντες θερμότης τήξεως;
12. Κατά ποιον τρόπον μεγάλα ποσότητες ύδατος επηρεάζωσιν τó κλίμα του περιβάλλοντός των;
13. Κατονομάσατε ώρισμένα σώματα τά όποια διαστέλλωσιν, και ώρισμένα τά όποια συστέλλωσιν κατά τήν ψύξιν αυτών.
14. Τί αποτέλεσμα έχει ή αύξησις τής πιέσεως επί του σημείου τήξεως του πάγου;
15. Κατά ποιον τρόπον ή ψύξις προκαλεί καταστροφήν εις τάς καλλιεργείας σιτηρών;
16. Αναφέρατε μερικώς πρακτικάς εφαρμογάς του φαινομένου τής ταπεινώσεως του σημείου πήξεως των διαλυμάτων.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Είναι δυνατόν νά βελτιωθή ή απόδοσις ένός ψυγείου διά τής περιτυλίξεως του πάγου διά μονωτικόν ύλικόν;
2. Είναι δυνατόν νά επιτευχθή ή βελτίωσις τής απόδοσεως ένός ψυγείου εάν περιτυλιξώμεν όλόκληρον τó ψυγείον με μονωτικόν ύλικόν;
3. Ποτήριον είναι πλήρες ύδατος μέχρι

τά χείλη αὐτοῦ. Ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐπιπλέει τεμάχιον πάγου. Κατὰ τὴν τήξιν τοῦ πάγου θὰ ὑπερχειλισθῆ τὸ ποτήριον; Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.

4. Διατί τὰ ἴχνη, τὰ ὁποῖα προκαλοῦνται ὑπὸ ἐνὸς ὀχήματος ἐπὶ τῆς χιόνος, συχνὰ παρουσιάζουν ἐστρωμένον ἐπιφάνειαν;
5. Ἐξηγήσατε διατί τὰ χροσὰ καὶ ἀργυρὰ νομίσματα εἶναι «πρесоαριστά» καὶ ὄχι «χυτά».
6. Μετὰ ἀπὸ περιπάτου εἰς τὸ χιόνι, παρατηρεῖ κανεῖς, ὅτι ἐπὶ τῶν ὑποδημάτων του εἶναι προσκεκολλημένον τεμάχιον πάγου. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
7. Κατὰ τὴν διάρκειαν ψύχους παρατηρεῖται ἐνίοτε τὸ φαινόμενον τῆς θραύσεως τῶν σωλήνων τοῦ ὕδατος. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν ψύξιν τοῦ ὕδατος;
8. Διατί αἱ λίμναι καὶ οἱ ποταμοὶ δὲν παγώνουν ἕως τὸν πυθμένα αὐτῶν κατὰ τὸν χειμῶνα;
9. Εἶναι δυνατὸν παγωμένον ὕδωρ νὰ εἶναι τόσον ἀποδοτικὸν ὅσον ὁ πάγος διὰ τὴν ψύξιν τροφίμων ἐντὸς ψυγείου; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
10. Συγκρίνατε τὸ κλίμα τῆς Νέας Ἀγγλίας καὶ τῆς Ἰταλίας. Ἐξηγήσατε τὴν διαφορὰν.
11. Διατί χρησιμοποιεῖται τὸ βολφραμίον διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν νημάτων τῶν ηλεκτρικῶν λυχνιῶν;
12. Διατί ῥίπεται ἄλας ἔξωθεν τῶν εισόδων κτιρίων ὅταν χιών καὶ πάγος ἔχουν συσσωρευθῆ ἐκεῖ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΝΑΤΗΞΙΣ ΤΟΥ ΠΑΓΟΥ. Τοποθετούμεν δύο τεμάχια πάγου ἐπὶ ἐνὸς καταλλήλου στηρίγματος σχήματος Π καὶ ὕψους 0,50 m. Ἐὰν περιβάλωμεν τὸν πάγον κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ διὰ λεπτόν σιδηροῦ σύρματος καὶ φορτίσωμεν αὐτὸ ἀκολουθῶνς διὰ βαρῶν, παρατηροῦμεν ὅτι, τὸ σύρμα διέρχεται βραδέως ἐξ ὀλοκλήρου διὰ τοῦ πάγου χωρὶς αὐτὸς νὰ κοπῆ εἰς δύο μέρη.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς: Εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ πάγου, ὅπου ἐφάπτεται τὸ σύρμα, ἡ

πίεσις εἶναι κατὰ πολὺ ἄνωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ὡς ἐκ τούτου δέ, ὁ πάγος δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρίσκηται εἰς στερεὰν κατάστασιν, καὶ τοιουτοτρόπως τήκεται, ὁπότε τὸ σύρμα ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν κάτωθεν ἐξηρηγμένων βαρῶν, εἰσχωρεῖ πρὸς τὸ ἐσωτερικόν. Μόλις ὅμως εἰσχωρήσῃ εἰς τὸ ἐσωτερικόν, παύει ἄνωθεν νὰ ὑφίσταται ἡ πίεσις, καὶ ὡς ἐκ τούτου, τὸ ὕδωρ ἀναπηγνυται. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο ἐξακολουθεῖ μέχρως ὅτου τὸ σύρμα ἐξέλθῃ ἀπὸ τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσος πάγος θερμοκρασίας 0°C πρέπει νὰ προστεθῆ εἰς 1000 gr ὕδατος θερμοκρασίας 16°C, ἵνα ψύξῃ αὐτὰ εἰς θερμοκρασίαν 0°C;
2. Ἐὰν ἐπὶ τινος τεμαχίου πάγου θερμοκρασίας 0°C ρίψωμεν 1 lit ὕδατος θερμοκρασίας 24°C πόσον θὰ εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τὸ ὁποῖον θὰ συλλεγῆ;
3. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν 100 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας 20°C;
4. Ἐὰν πάγος βάρους 25 gr καὶ θερμοκρασίας 0°C τοποθετηθῆ ἐντὸς ὑάλινου δοχείου περιέχοντος 200 gr ὕδατος θερμοκρασίας 25°C, ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος; Ἡ ψύξις τοῦ ὑάλινου δοχείου θεωρεῖται ἀμελητέα.
5. Πόση θερμότης πρέπει νὰ ἀφαιρεθῆ ἀπὸ 200 gr ὕδατος θερμοκρασίας 20°C οὕτως ὥστε 50 gr ἀπὸ αὐτὰ νὰ μετατραποῦν εἰς πάγον θερμοκρασίας 0°C;
6. Ἐὰν 50 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C τοποθετηθοῦν ἐντὸς 200 gr ὕδατος θερμοκρασίας 12°C, πόσος πάγος θὰ τακῆ;
7. Τεμάχιον πάγου μάζης 10 gr καὶ θερμοκρασίας 0°C ῥίπεται ἐντὸς 200 gr ὕδατος θερμοκρασίας 25°C. Ποία ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος, ἀμελητέας οὐσῆς τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος ἡ ὁποία χάνεται διὰ τὴν θέρμανον τοῦ θερμοδομέτρου;
8. Μᾶζα 100 gr πάγου θερμοκρασίας

0°C ρίπτεται ἐντός 2000 gr ὕδατος. Ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 20°C. Θεωρουμένου ἀμελητέου τοῦ ποσοῦ ἢς θερμότητας, τὸ ὅποιον ἀπερροφήθη ὑπὸ τοῦ θερμοδομέτρου, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος.

9. Ἡ θερμοκρασία 1000 gr ὕδατος ἐταπεινώθη ἀπὸ 30°C εἰς 20°C διὰ τῆς προσθήκης πάγου θερμοκρασίας 0°C. Ἐὰν θεωρήσωμεν ἀμελητέαν τὴν ἀπορροφηθεῖσαν ποσότητα θερμότητος ὑπὸ τοῦ θερμοδομέτρου, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ποσότης τοῦ πάγου ἢ ὅποια προστεθῆ εἰς τὸ ὕδωρ. (Ἀπάντησις 100 gr).

B

10. Ποία μεταβολὴ ὄγκου θὰ παρατηρηθῇ εἰς μίγμα πάγου καὶ ὕδατος ἐὰν 1472 cal προστεθοῦν εἰς τὸ μίγμα χωρὶς νὰ τακῇ ὅλος ὁ πάγος;
11. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου τεμάχιον αὐτοῦ μάζης 30 gr καὶ θερμοκρασίας 0°C τίθεται ἐντός ὕδατος μάζης 50 gr καὶ θερμοκρασίας 25°C. Ὅταν ὅλος ὁ πάγος ἔχει τακῇ ἡ θερμοκρασία

τοῦ ὕδατος εἶναι 7°C. Ποία ἡ προκύπτουσα τιμὴ τήξεως τοῦ πάγου;

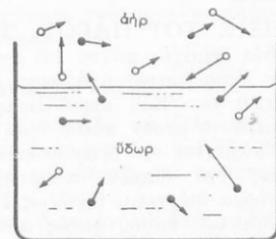
12. Ἐπὶ ἐνὸς μεγάλου τεμαχίου πάγου θερμοκρασίας -10°C ρίπτεται σφαιρα χυτοσίδηρου μάζης 100 gr καὶ θερμοκρασίας 100°C . Πόσος πάγος θὰ τακῇ ὑπὸ τῆς σιδηρᾶς σφαίρας καθὼς αὕτη ψύχεται μέχρι τελικῆς θερμοκρασίας 0°C ; Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου εἶναι 0,119 cal/gr $^{\circ}\text{C}$, ἡ δὲ εἰδικὴ θερμότης τοῦ πάγου εἶναι 0,5 cal/gr $^{\circ}\text{C}$.
13. Πόση ποσότης πάγου -20°C δεῖν νὰ ἀναμιχθῇ πρὸς 2 kg ὕδατος 5°C ἵνα, ὅταν ἀποκατασταθῇ ἡ ἰσορροπία, ἡ μᾶζα τοῦ πάγου ἔχη αὐξηθῇ κατὰ 50 gr. Εἰδικὴ θερμότης πάγου 0,5 cal/gr $^{\circ}\text{C}$.
14. Τεμάχιον πάγου μάζης 100 gr καὶ θερμοκρασίας -10°C ρίπτεται ἐντός ὕδατος μάζης 100 gr καὶ θερμοκρασίας 100°C . Δεδομένου ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ πάγου εἶναι 0,5 cal/gr $^{\circ}\text{C}$ διὰ θερμοκρασίας ἀπὸ -10°C ἕως 0°C , προσδιορίσατε τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος, θεωροῦντες ἀμελητέας τὰς θερμοκινᾶς ἀπωλείας πρὸς τὸ θερμοδόμετρον καὶ τὸν περιβάλλοντα ἀέρα.

ΕΔΑΦΙΟΝ 34. Ἐξάτμισις.

ΥΓΡΑ, ΑΕΡΙΑ, ΚΑΙ ΑΤΜΟΙ. Τὸ ὕδωρ συναντᾶται καὶ εἰς τὰς τρεῖς ἀνωτέρω καταστάσεις δηλαδὴ τὴν στερεάν, τὴν ὑγρᾶν, καὶ τὴν αἰερίαν. Τοῦτο εἰς τὴν αἰερίαν κατάστασιν καλεῖται ἀτμός. Τὸ ὕδωρ δὲν εἶναι τὸ μόνον σῶμα τὸ ὅποιον συναντᾶται εἰς περισσοτέρας τῆς μίας καταστάσεις; ὑπάρχουν πολλὰ ἄλλα σώματα, τὰ ὅποια ἐμφανίζονται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφὴν περισσοτέραν τῆς μίας. Τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος π. χ. ἐμφανίζεται ὑπὸ αἰερίαν καὶ στερεάν μορφὴν. Ἐπὶ στερεάν μορφὴν εἶναι ὁ γνωστός ξηρός πάγος. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ξηροῦ πάγου εἶναι εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν -70°C . Οὗτος ἀποτελεῖ ἕνα καλὸν φυσικὸν μέσον καὶ χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς πολλὰς περιπτώσεις ἀντὶ τοῦ κοινου πάγου. Διὰ τὸ ἔχωμεν διοξειδίου

τοῦ ἀνθρακος εἰς ὑγρᾶν μορφήν πρέπει νὰ ἀσκήσωμεν ἐπ' αὐτοῦ μεγάλην πίεσιν.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ. Τὸ σχ. 34-1 δεικνύει ἐν ἀνοικτῶν δοχείων περιέχον ὕδωρ, τὸ ὅποιον



Σχ. 34—1. Μερικὰ ταχέως κινούμενα μορια τοῦ ὑγροῦ ἀναπηδοῦν ἀπὸ αὐτὸ ἐντὸς τοῦ ἀέρος.

ον εξατμίζεται εἰς τὸν ἀέρα. Τὰ μαῦρα σημεῖα παριστοῦν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος ὑπὸ μεγέθυνσιν, ἐνῶ, οἱ μικροὶ κύκλοι παριστοῦν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, ἐν μεγεθύνσει ἐπίσης. Τὰ μικρὰ τόξα δεικνύουν ὅτι, τόσον τὰ μόρια τοῦ ἀέρος ὅσον καὶ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται εἰς συν-εγῆ κίνησιν. Ἄν καὶ ὅλα τὰ μόρια δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα, ἐν τούτοις, ἡ μέση ταχύτης αὐτῶν παραμένει σταθερὰ ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία δὲν μεταβάλλεται.

Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, ὕδωρ περιεχόμενον ἐντὸς ἀνοικτοῦ δοχείου γίνεται ὀλονεν καὶ ὀλιγώτερον. Τὰ μόρια αὐτοῦ, βραδέως ἀλλὰ ἀσφαλῶς, διοχετεύονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται βάσει τῆς μοριακῆς θεωρίας ὡς ἀκολούθως: Λόγω τῆς ἀκανονιστοῦ κινήσεως τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ὀρισμένα μόρια ἀποκοτῶν μεγαλύτερας ταχύτητος, ὑπερκοτῶν τὴν δύναμιν ἕλξεως μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος καὶ ἐκφεύγουν ἀπὸ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδρου καὶ ἀέρος εἰσροχόμενα ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Τὰ μόρια αὐτά, τὰ ὅποια εἰσῆλθον ἐντὸς τοῦ ἀέρος σχηματίζουν τοὺς ὕδρατιοὺς ὑπεράνω τοῦ ὕδρου. Εὐρισκόμενα ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἀναμιγνύονται μὲ τὰ μόρια αὐτοῦ καὶ μεταφέρονται μακρὰν παρασυρόμενα ἀπὸ τὴν κίνησιν τῶν μορίων τοῦ ἀέρος. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ κατὰ τὸ ὅποιον τὰ μόρια τοῦ ὕδρου ἐκφεύγουν ἀπὸ αὐτὸ καὶ εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος καλεῖται ἕ ξ ἄ τ μ ι σ ι ς.

Ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως τῶν διαφόρων ὕδρων δὲν εἶναι ἡ ἴδια, ἀλλὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς μοριακὰς τάσεις συνοχῆς καὶ τὴν μοριακὴν ταχύτητα. Ὁ ὕδραγγυρος π.χ. μοριακὴν ταχύτητα. Ἐξοχῶς ἐξοχῶς βραδέως ἐνῶ, ἀντιθέτως, ὁ αἰθὴρ ἐξατμίζεται λίαν ταχέως.

Ἡ ἐξάτμισις ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ ἐξωτερικῶν παρῶντων. Ὄχι, ἐὰν δημοτορῶσιν ἐπιφάνειαν ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὕδατος θὰ παρατηρήσομεν ὅτι, ἡ ἐξάτμισις αὐτοῦ γίνεται μὲ ταχύτερον ρυθμὸν. Ἐὰν ὁ, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, εὐρισκόμενος ἀήρ ἡρεμῆ, τότε ὀρισμένα μόρια τοῦ ὕδατος, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ἤδη ἐντὸς τοῦ ἀέρος τείνουν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ νὰ ἐμ-να ἐπιστρέψουν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ νὰ ἐμ-ποδίσουν ἄλλα μόρια νὰ ἐκφεύγουν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἄν ὁ ἀέρος εὐρισκόμενος ὑπεράνω τοῦ ὕδατος ἀήρ εὐρίσκεται ἐν κινήσει, τότε τὰ ἐκφεύγοντα μόρια τοῦ ὕδατος σύρονται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος, καὶ ἀντιθέτως δημιουργοῦν τὸν ἀπαραίτητον χῶρον διὰ νὰ ἐκφεύγουν νέα μόρια ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα.

Ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως ἐξαρτᾶται ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδρου. Τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται περισσότερον ταχέως, ὅταν εὐρίσκεται ἐντὸς δοχείου μεγάλης ἐπιφανείας παρὰ ἐὰν εὐρίσκεται ἐντὸς δοχείου μὲ μικρὰν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν.

Η ΨΥΞΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΙΝ.

Ὅταν θερμαινόμεθα, ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵματος δὲν αὐξάνεται, διότι ἐπὶ τοῦ δέρματος ἀναφαίνεται ἀποτόμος ἰδρῶς, ἡ συνήθως ὀπως λέγομεν, ὑφιστάμεθα ἐφίδρωσιν, ἡ δὲ ἐξάτμισις τοῦ ἰδρῶτος ἀπαιτεῖ θερμότητα, ἡ ὅποια παραλαμβάνεται ἀπὸ τὸ σῶμα μὲ ἀποτέλεσμα ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ νὰ παραμένῃ σταθερὰ. Ἐὰν ὅμως ἄνθρωπος ἰδρωμένος ἐκτίθεται εἰς ρεῦμα ἀέρος, τότε ἡ ἐξάτμισις τοῦ ἰδρῶτος γίνεται πολὺ ταχέως καὶ ἀποτόμως καὶ τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀπότομον ψύξιν τοῦ σώματος. Διὰ τὸν αὐτὸν ἐπίσης λόγον εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ ἐκτιθέμεθα εἰς ρεῦμα ἀέρος φέροντες ὑγρὰ ἐνδύματα.

Τὸ φαινόμενον τῆς ψύξεως κατὰ τὴν ἐξάτμισιν, δύναται νὰ ἐξηγηθῆ πλήρως διὰ τῆς μοριακῆς θεωρίας. Τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, τὰ ὅποια διαφεύγουν εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον, ἔχουν ταχύτητα πολὺ μεγαλύτεραν τῆς μέσης ταχύτητος ἐνῶ ἐκεῖνα τὰ ὅποια ἀπομένουν ἐντὸς τοῦ ὕδρου δὲν ἔχουν ἀρετὴν ταχύτητα ὥστε νὰ διοχευθοῦν εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον. Ἐφ' ὅσον, τὰ ἔχοντα ταχύτητα μεγαλύτεραν τῆς μέσης ταχύτητος, μόρια διαφεύγουν εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον ἡ μέση ταχύτης τῶν ἐναπομεινόντων μορίων συνεχῶς ἐλαττοῦται, μὲ ἀποτέλεσμα ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ νὰ ταπεινώνεται συνεχῶς καὶ ἡ ἐξάτμισις αὐτοῦ βαθμηδὸν διακόπτεται. Ἐὰν ὅμως τὸ ὕδρον λαμβάνῃ θερμότητα ἀπὸ τὸν περιβάλλοντα χῶρον, τὰ μόρια αὐτοῦ ἀποκοτῶν καὶ πάλιν μεγαλύτεραν ταχύτητα, μὲ ἀποτέλεσμα τὰ ταχύτερον κινούμενα, νὰ διαφεύγουν πρὸς τὸν περιβάλλοντα. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον

πον τὸ ὑγρὸν ἀπορροφῶν ἀπὸ τὸ περιβάλλον θερμότητα ἐξακολουθεῖ νὰ ἐξατμίζεται, ἐνῶ ταυτοχρόνως, ὁ περιβάλλων αὐτὸ χώρος ψύχεται, ἐφ' ὅσον ἀφαιρεῖται ἀπὸ αὐτὸν θερμότης. Ἴσως νὰ ἔχετε τὴν γνώμην ὅτι, ὁ ἀτμός, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ διαφεύγοντα μόρια τοῦ ὕδατος, πρέπει νὰ εἶναι θερμότερος τοῦ ὕδατος. Ἐν τούτοις δὲν εἶναι, διότι τὰ μόρια τοῦ ἀτμοῦ χάνουν μέρος τῆς ταχύτητός των καθὼς ἐκφεύγουν ἀπὸ τὸ ὑγρὸν. Ἡ δύναμις συνοχῆς τῶν μορίων ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ τὰ ἐπιβραδύνει καθὼς ἐκφεύγουν ἀπὸ αὐτό.

ΒΡΑΣΜΟΣ. Εἶδομεν εἰς τὸ ἐδάφιον 28, ὅτι ἡ πίεσις ἐνὸς αἰερίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ταχύτητα τῶν μορίων αὐτοῦ. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς ἀτμούς τοὺς προερχομένους ἀπὸ τὴν ἐξάτμισιν ἐνὸς ὑγροῦ. Ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μέσην ταχύτητα τῶν μορίων. Ἡ μέση ταχύτης ὅμως τῶν μορίων του ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ, ἥτοι ἐν ἄλλοις λόγοις, ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν. Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἐνὸς ὑγροῦ αὐξάνη, ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν αὐξάνει πολὺ ταχέως. Τοῦτο δὲν συμβαίνει, διότι περισσότερα μόρια ὕδατος ἐκφεύγουν πρὸς τὸ περιβάλλον καὶ ἐπομένως ἐξασοῦν μεγαλυτέρας πίεσιν, ἀλλὰ διότι ἔχουν μεγαλυτέρας ταχύτητας.

Ὄταν θερμαίνωμεν μίαν χύτραν πλήρη ὕδατος, ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος συνεχῶς αὐξάνει ὀλονὲν καὶ περισσότερα μόρια ὕδατος ἐκφεύγουν πρὸς τὸ περιβάλλον μὲ συνεχῶς μεγαλυτέρας ταχύτητας. Τελικῶς ὅταν ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἐξισωθῇ μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (περίπου 76 cm Hg) τότε λέγομεν, ὅτι ἄρχεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ, τὸ ὁποῖον συνίσταται εἰς τὴν ἐμφάνισιν πολλῶν φουαλλίδων καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ. Τοῦτο συμβαίνει μόνον ὅταν ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν. Ἡ στροβιλώδης κίνησις τῆς μᾶζης τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ὀφείλεται εἰς φουαλλίδας ἀτμοῦ, αἱ ὁποῖαι ἀνυψοῦνται διὰ μέσον τῆς μᾶζης αὐτοῦ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος δὲν αὐξάνει περαιτέρω· θὰ ἤξασ-

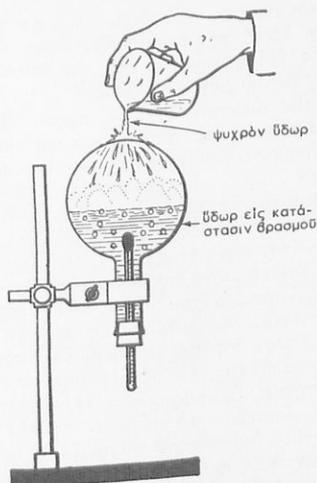
νε, μόνον ἐὰν ὁ βρασμὸς ἐλάμβανε χώραν ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ δοχεῖον ἔχει πάντοτε κάποιο ἄνοιγμα ἢ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος δὲν ἠμπορεῖ ποτε νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Ὄταν τὸ ὑγρὸν βράζη, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ αὐξηθῇ διὰ τῆς προσθήκης θερμότητος, καὶ τοῦτο, διότι ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων του παραμένει σταθερὰ ἀσχετῶς τοῦ πόσον θερμὴ εἶναι ἡ θερμοπηγὴ. Τὸ προσδιδόμενον ποσὸν θερμότητος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος δηλαδὴ εἰς τὴν κατάλιον τῶν ὑπαρχουσῶν δυνάμεων ἔλξεως τῶν μορίων ὅταν τοῦτο εὐρίσκειται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.

Ὄταν μία χύτρα περιέχη ὕδωρ εἰς κατάστασιν βρασμοῦ, λέγομεν ὅτι βλέπομεν τὸν ἀτμὸν νὰ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου. Καὶ ὅμως ἐὰν θελήσωμεν νὰ εἴμεθα ἀπολύτως ἀκριβεῖς, δὲν εἶναι ἀτμὸς αὐτὸ τὸ ὁποῖον βλέπομεν νὰ ἐξέρχεται, ἀλλὰ ὕδωρ. Ὁ ἀτμὸς αὐτὸς καθ' ἑαυτόν, εἶναι ἀόρατος, ὅπως εἶναι ἀόρατοι καὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος ὑπεράνω ἐνὸς δοχείου.

Καθὼς ὁ ἀόρατος ἀτμὸς ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου καὶ προσκρούει ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, μερικὰ μόρια αὐτοῦ ἀποδίδουν τὴν ἐγκλειομένην ἐντὸς αὐτῶν θερμότητα καὶ ἐπιστρέφουν οὕτω εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, μὲ ἀποτελεσματὸν νὰ βλέπομεν τὰ μικροσκοπικὰ σωματίδια τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα περιέχονται ἐντὸς τοῦ συμπετυκνωμένου ἀτμοῦ.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ἐπὶ **ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΖΕΣΕΩΣ.** Τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν 760 mm Hg βράζει εἰς 100°C ἐνῶ ὑπὸ πίεσιν 733,4 mm Hg βράζει εἰς 99°C καὶ ὑπὸ πίεσιν 786,2 mm Hg βράζει εἰς 101°C. Ἐν γένει, αὐξήσις τῆς πίεσεως ἐπιφέρει ἕψωσιν τοῦ σημείου ζέσεως, τὸ ἀντίθετον δὲ συμβαίνει, ὅταν ἡ πίεσις ἐλαττωθῇ. Τὴν ταπεινώσιν τοῦ σημείου ζέσεως ἐπιφερομένην διὰ ἀντιστοίχου ἐλαττώσεως τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ πίεσεως, δεικνύομεν διὰ τῆς διατάξεως τοῦ σχήματος 34 - 2. Βράζομεν παρατεταμένως τὸ ἐντὸς τῆς φιάλης εὐρισκόμενον ὕδωρ πρὸς ἐκδιώξιν τοῦ ἀέρος, ἀκολουθῶν κλείομεν τὴν φιάλην ἀεροστεγῶς διὰ ἐλαστικῶν πώματος καὶ ἀναστρέφομεν αὐτήν. Ἄ-



Σχ. 34—2. Τὸ φαινόμενον βρασμοῦ ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν.

νοθεν τοῦ ὕγρου δὲν ὑφίστανται παρὰ μόνον οἱ ἀτμοὶ του, ἡ δὲ πίεσις ἰσοῦται πρὸς τὴν μεγίστην πίεσιν τῶν ἀτμῶν αὐτῶν. Ἐὰν ψύχωμεν κατὰ τὸ ἄνω μέρος τοῦ δοχείου ἢ μεγίστην πίεσιν τῶν ἀτμῶν ἐλαττωταί καὶ τότε βλέπομεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀρχίζει ἐκ νέου νὰ βράζῃ.

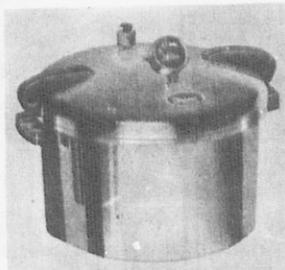
Ἐξ ἄλλου ὕδωρ τιθέμενον ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας εἶναι δυνατόν νὰ βράσῃ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὅταν ἡ πίεσις ἐλαττωθῇ σημαντικῶς. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται τὸ ὑψιμετρικὸν θερμοόμετρον, διὰ τοῦ ὁποίου προσδιορίζοντες τὴν θερμοκρασίαν ζέσεως τοῦ ὕδατος, δυνάμεθα ἀκολούθως νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ὕψος.

Η ΧΥΤΡΑ ΠΙΕΣΕΩΣ. Αὕτη ἀποτελεῖ τὴν ἀρχὴν τῶν ἀτμολεβήτων καὶ δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 34—3. Ὁ βραστήρ ἀποτελεῖται ἀπὸ δοχείου μεταλλικὸν μὲ ἀνθεκτικὰ τοιχώματα καὶ κλείεται ἀεροστεγῶς διὰ πώματος φέροντος ἀσφαλιστικὴν δικλείδα. Οὗτος φέρει ὅτιν διὰ τὴν εἰσοδοχὴν θερμομέτρου καὶ ἑτέραν ὀπίθην συγκοινωνοῦσαν μὲ μανόμετρον. Διὰ τῆς διατάξεως ταύτης δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ ἄνω τῆς θερμοκρασίας τῶν 100°C ἢ ὑπερὶ νὰ παρατηρηθῇ βρασμός αὐτοῦ.

Πράγματι, ἐφ' ὅσον τὸ δοχεῖον κλείεται ἀεροστεγῶς, εἶναι φανερόν ὅτι τὸ ὕδωρ θὰ εὐρίσκειται ὑπὸ τὴν πίεσιν τῶν ἀτμῶν του καὶ τοῦ εὐρισκομένου ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀέρος. Ἐπομένως, ἡ συνολικὴ πίεσις εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν, εἶναι ἀνωτέρα τῆς μεγίστης πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ὕδατος καὶ ἐπομένως τοῦτο εἶναι ἀδύνατον νὰ βράσῃ. Διὰ τῆς διατάξεως ταύτης ἐπιτυγχάνομεν εἰς τοὺς λέβητας τὴν αὐξήσιν τῆς πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ, δι' αὐξήσεως τῆς πίεσεως τοῦ ὕδατος. Ὅταν δὲ ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ καταστῇ ἰκανὴ νὰ ἀνοίξῃ τὴν δικλείδα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ πίεσις ἐλαττοῦται ἀποτόμως, ἡ θερμοκρασία ἐπίσης πίπτει εἰς τοὺς 100°C , καὶ τὸ ὕδωρ βράζει βιαίως.

ΤΟ ΣΤΑΘΕΡΟΝ ΣΗΜΕΙΟΝ ΖΕΣΕΩΣ. Ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ζέσεως ἐνὸς ὕγρου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν, ἐπ' αὐτοῦ, ἐξασκουμένην πίεσιν, πρέπει νὰ προσδιορίσωμεν τί νοῦμεν λέγοντες σημεῖον ζέσεως. Τὸ ὕδωρ εἶναι δυνατόν νὰ βράσῃ εἰς οἰανδήποτε θερμοκρασίαν μεταξὺ τῶν 0°C καὶ 374°C .

(Ἄνω τῶν 374°C , τὸ ὕδωρ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑγροποιηθῇ). Κατόπιν τοῦτου οἱ ἐπιστήμονες ὥρισαν ἓν σταθερὸν σημεῖον ζέσεως διὰ τὰ ὑγρά. Κανονικὸν σημεῖον ζέσεως, καλεῖται ἡ θερμοκρασία ἐκεῖνη, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ *μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς 76 ἐκατοστὰ στήλης ὑδραργύρου*. Ὁ πίναξ τῆς ἐπομένης σελίδος παρέχει τὸ σταθερὸν σημεῖον ζέσεως διαφόρων σωμάτων.



Σχ. 34—3. Ἡ χύτρα πίεσεως.

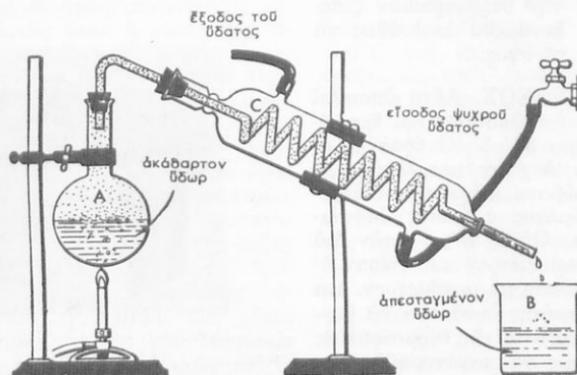
Σημείον Ζέσεως υπό πίεσιν 76 έκατοστών στήλης υδραργύρου	
Σ ώ μ α τ α	Βαθμοί C
Άλη	-192
Αιθυλική αλκοόλη	78
Διοξειδιον του άνθρακος	-79
Ήλιον	-269
Υδράργυρος	357
Άλας	1413
Βολφράμιον	5900
Υδωρ	100

ΑΠΟΣΤΑΞΙΣ. Η μέθοδος του θρασμού ενός υγρού και της ακολουθούσας συμπυκνώσεως των ατμών αυτού, καλείται **άποσταξις**. Το σχήμα 34-4 δεικνύει τον τρόπον κατά τον οποίον τὸ ἄλας εἶναι δυνατόν νά διαχωρισθῆ ἀπό διάλυμα. Τὸ διάλυμα θερμαίνεται ἐντὸς τοῦ δοχείου «Α» καὶ δεδομένου ὅτι, τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ἁλατος εἶναι 1413°C καὶ τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὕδατος εἶναι 100°C, τὸ ὕδωρ ὁποσδήποτε θὰ ἀτμοποιηθῆ πολὺ πρὶν ἀτμοποιηθῆ αἰσθητῆ ποσότης ἁλατος. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος διέρχονται διὰ τοῦ σωλήνος C, ὁ ὁποῖος περιβάλλεται ὑπὸ ἐνὸς μανδύου ἐντὸς τοῦ ὁποίου ρεεῖ συνεχῶς ψυχρὸν ὕδωρ. Ἐντὸς τοῦ σωλήνος C, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος ὑγροποιούνται καὶ τὸ οὗτω προκύπτον ἀπεσταγμένον ὕδωρ συλλέγεται εἰς τὸν ὑποδέξα B. Ὁ σωλὴν C μὲ τὸν ὑδάτινον

«μανδύαν» του καλεῖται **συμπυκνωτήρ**. Μετὰ τὴν πλήρη ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ δοχείου A, παραμένει ἐντὸς αὐτοῦ μόνον τὸ ἄλας.

Κάθε κλειστὸν δοχεῖον, προοριζόμενον διὰ θρασμόν, μὲ τὸν συμπυκνωτήρα του προσηρμοσμένον εἰς αὐτό, καλεῖται **άποστακτήρ**. Παρεμφερεῖς συσκευαὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν ἀπεσταγμένου ὕδατος, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς χημικὰς ἐργασίας, ὡς ἐπίσης, καὶ εἰς τοὺς συσσωρευτὰς λόγῳ τῆς καθαρότητος αὐτοῦ. Ὁ ὑδράργυρος, τὸ οἰνόπνευμα, καὶ πολλὰ ἄλλα σώματα διαχωρίζονται διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἀποστάξεως, ἀπὸ τὰς, ἐν αὐτοῖς εὐρισκομένας, ποσότητας ἀκαθαρσιῶν. Ἡ ἀπόσταξις χρησιμοποιεῖται τὰ μέγιστα εἰς τὴν βιομηχανίαν διὰ τὸν διαχωρισμὸν ὑγρῶν ἐχόντων διάφορον σημεῖον ζέσεως, ὁπότε καὶ ἡ ἀπόσταξις καλεῖται **ειδικώτερον κλάσματικὴ ἀπόσταξις**. Τοιοῦτοτρόπως διὰ τῆς μεθόδου τῆς κλασματικῆς ἀποστάξεως, δυνάμεθα ἀπὸ τὸ ἀκάθαρτον πετρέλαιον νά ἐξαγάγωμεν τὰ διάφορα προϊόντα αὐτοῦ, ἥτοι, τοὺς διαφόρους τύπους βενζίνης, τὸ φωτιστικὸν πετρέλαιον, κ.τ.λ.

ΕΞΑΧΝΩΣΙΣ. Τὰ σώματα γενικῶς εἰς τὰς συνήθεις συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, μεταβαίνουν ἀπὸ τὴν στερεὰν εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἀφοῦ προηγουμένως διέλθουν διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα ἀποτελεῖ ὁ πάγος. Ἐπάρχουν ὁμως σώματα,



τὰ ὁποῖα ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας μεταβαίνουν ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τὴν στερεὰν εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, χωρὶς προηγουμένως νὰ διέλθουν διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἑξάχνωσις καὶ παρατηρεῖται π. χ. ὑπὸ συνήθεις συνθήκας εἰς τὸ ἰώδιον.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΛΑΤΜΕΝΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΙΝ. Ἐὰν ρίψῃ τις μικρὰν ποσότητα ἄλατος εἰς ὕδωρ ἐντὸς τοῦ ὁποῖον βράζουσι πατάτες, παρατηροῦμεν, ὅτι οἱ πατάτες βράζουσι κατὰ τι συντομώτερα. Τὸ ὕδωρ περιέχον καὶ ποσότητα ἄλατος, βράζει, ὡς εἶδομεν, εἰς μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν βρασμοῦ τοῦ ὕδατος.

6 gram. ἄλατος εἰς 100 gram ὕδατος προκαλοῦν αὐξησιν τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ διαλύματος κατὰ 1°C περίπου. Δυνάμεθα νὰ αὐξάνωμεν τὸ σημεῖον ζέσεως διαλύματος ἄλατος ἕως ἑνα ὠρισμένον σημεῖον, διὰ προσθήκης ἄλατος εἰς τὸ διάλυμα. Ἡ αὐξησις τοῦ σημείου ζέσεως αὐτοῦ ὀφείλεται εἰς τὰς δυνάμεις ἑλξεως τῶν μορίων τοῦ ἄλατος καὶ τοῦ ὕδατος. Τὰ μόρια τοῦ ἄλατος, τείνουσι νὰ συγκατῆρουν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος καὶ τοιοῦτοτρόπως ἡ θερμοκρασία τοῦ διαλύματος ἀνέρχεται πρὸς τὸ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος εὔρουν τὴν εὐκαιρίαν νὰ ἐκφύγουν εἰς τὸ περιβάλλον. Αὐξῆσιν τοῦ σημείου ζέσεως παρατηροῦμεν καὶ ἂν διαλύσωμεν ζάχαριν ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Διὰ νὰ αὐξηθῇ τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ διαλύματος σακχάρους κατὰ 1°C θὰ πρέπει νὰ διαλυθῶν 68 gr σακχάρους ἐντὸς 100 gr ὕδατος.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ. Καλοῦμεν θερμότητα ἑξαερώσεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται ἵνα 1 gr ὕγρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ τῆς, μεταβληθῇ εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας. Τοιοῦτοτρόπως διὰ τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν 76cmHg ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 100°C, καὶ ἐπομένως ἡ θερμότης ἑξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται ὅπως 1 gr ὕδατος θερμοκρασίας 100°C μεταβληθῇ εἰς κεκορε-

σμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἀπὸ μετρήσεις καθωρίσθη, ὅτι ἡ θερμότης ἑξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς 100°C εἶναι 540 cal/gr. Ἡ θερμότης ἑξαερώσεως ὕγρου ἐξαρτᾶται ἐν γένει ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ἐπειδὴ, ὅταν ὕγρον βράξῃ, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ παραμένει σταθερά, καὶ ἐπομένως ἡ ἑξωθεν προσφερομένη θερμότης δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου, ἡ θερμότης ἑξαερώσεως καλεῖται ἐνίοτε *λανθάνουσα θερμότης*. Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος ἑξαερώσεως καταναλίσκεται διὰ τὴν καταστροφὴν τῶν δυνάμεων ἑλξεως μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ σώματος εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἀποτελεσμα τῆς ὁποίας εἶναι, ἡ σημαντικὴ αὐξησις τοῦ ὄγκου. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῶν ἀνωτέρω εἶναι ὅτι 1 gr ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν 100°C ἔχει ὄλγον μεγαλυτέρον ὄγκον τοῦ 1 cm³ ἐνῶ 1 gr ἀτμοῦ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας ἔχει ὄγκον περίπου 1700 cm³.

Ὅταν ὁ ἀτμὸς ξαναγίνεται ὕγρον, πρέπει νὰ μᾶς ἀποδοσῇ τὴν θερμότητα τῆς ἑξαερώσεως αὐτοῦ. Ὄντω 1 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C δίδει 540 cal ὅταν μετατρέπεται εἰς ὕδωρ 100°C.

Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος ὕγροποιήσεως ἰσοῦται ἀκριβῶς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος ἑξαερώσεως. Εἰς μίαν ἐγκατάστασιν Κεντρικῆς Θερμάνσεως ἐνῶ προσδιδομένη εἰς τὸν λέβητα 540 cal διὰ τὴν ἑξαερωσιν κάθε γραμμαρίου ὕδατος 100°C, ἕκαστον γραμμαρίου ἀτμοῦ ὕγροποιούμενον ἐντὸς τῶν θερμοσωμάτων εἰς ὕδωρ 100°C ἀποδίδει 540 cal. Ἡ μεταβολὴ αὐτῆ τῶν καταστάσεων ἀποτελεῖ βασικὴν ἀρχὴν εἰς τὰς ἐγκαταστάσεις κεντρικῆς θερμάνσεως δι' ἀτμοῦ.

ΕἰΣΩΣΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ Ἐὰν ὕδωρ θερμοκρασίας t°C θερμαίνεται εἰς 100°C καὶ ἀκολουθῶς ἑξαερωτῆται ἡ ἀπαιτουμένη πρὸς τοῦτο θερμότης δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$H = (M \times S) \times (100^\circ - t^\circ) + (M \times V)$$

ὅπου H παριστᾷ τὸ ποσὸν θερμότητος ἐπεκφρασμένον εἰς cal, M εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος εἰς gr, S ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος καὶ V ἡ θερμότης ἑξαερώσεως αὐτοῦ (540 cal/gr).

Κατὰ τὴν μετατροπὴν πάγου θερμοκρασίας 0°C εἰς ἀτμὸν θερμοκρασίας 100°C ἢ ἐξίσωσις θερμότητος εἶναι,

$$H = (M \times F) + (M \times S) \times 100^{\circ} + (M \times V)$$

ὅπου F εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου. Ἐὰν ἀτμὸς 100°C μετατραπῆ εἰς πάγον θερμοκρασίας 0°C ἢ ἀνωτέρω σχέσις μᾶς παρέχει τὸ ποσὸν τῶν ἀποδιδομένων θερμίδων.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἄτμος

Ἐξάτμισις

Ἡ ψῆξις κατὰ τὴν ἐξάτμισιν

Βρασμός

Πίεσις καὶ σημεῖον ζέσεως

Σταθερὸν σημεῖον ζέσεως

Ἀπόσταξις

Συμπυκνωτήρ

Ἀποστακτήρ

Κλασματικὴ ἀπόσταξις

Ἐξάχνωσις

Θερμότης ἐξαέρωσις

$$H = (M \times S) \times (100^{\circ} - t^{\circ}) + (M \times V)$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξύ ἀερίου καὶ ἀτμοῦ;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐξάτμισιν;
3. Πῶς ἐξηγεῖται τὸ φαινόμενον τῆς ἐξατμίσεως ὑπὸ τῆς μοριακῆς θεωρίας;
4. Ποία ἡ ἐπίδρασις τῶν ρευμάτων ἀέρος εἰς τὴν ταχύτητα ἐξατμίσεως;
5. Πῶς κανονίζεται ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος;
6. Διὰ τί οἱ ἀνεμιστήρες προκαλοῦν ψύξιν;
7. Ἀπὸ ποίους παράγοντας ἐξαρτᾶται ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν ἐνὸς σώματος;
8. Ἐξηγήσατε τί συμβαίνει κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ σώματος.
9. Κατὰ ποῖον τρόπον ἐξαρτᾶται τὸ σημεῖον ζέσεως ἐνὸς ὑγροῦ ἀπὸ τὴν πίεσιν;
10. Διὰ τί εἶναι δυσκολώτερον νὰ παρασκευάσωμεν φαγητὰ εἰς μεγάλη ὕψη;
11. Κατὰ ποῖον τρόπον, διὰ τῆς χύτρας πίεσεως, δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν

ὑδωρ ἄνω τῆς θερμοκρασίας τῶν 100°C χωρὶς νὰ παρατηρηθῆ βρασμὸς αὐτοῦ;

12. Ὅρισατε τὸ κανονικὸν σημεῖον ζέσεως ἐνὸς σώματος.
13. Ἐξηγήσατε τὰς διαφοροὺς φάσεις τῆς ἀποστάξεως.
14. Τί νοοῦμεν λέγοντες κλασματικὴν ἀπόσταξιν; Ἀναφέρατε παραδειγμα.
15. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐξάχνωσιν;
16. Ποία ἡ ἐπίδρασις τῶν ἐν διαλύσει εὐρισκομένων σωμάτων ἐντὸς ὑγροῦ, ἐπὶ τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ;
17. Ὅρισατε τὴν θερμότητα ἐξαερώσεως.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐπιτυγχάνεται ταχύτερα παρασκευὴ τοῦ φαγητοῦ ἐντὸς βραστοῦ ὕδατος δι' αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τῆς πυρᾶς; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
2. Τὸ ὕδωρ τὸ εὐρισκόμενον ἐντὸς ἀνοικτοῦ δοχείου ἐξατμίζεται ταχύτερον ὅταν ἀνεμιστήρ εὐρίσκειται ὑπεράνω αὐτοῦ. Διὰ τί;
3. Διὰ τί τὰ ὑφάσματα στεγνώνουν ταχύτερον α) κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς «ξηρᾶς» ἡμέρας, β) κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς θερμοῦς ἡμέρας καὶ γ) κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς ἡμέρας κατὰ τὴν ὁποίαν πνέει ἄνεμος;
4. Εἶναι δυνατὸν ἕνα θερμόμετρον νὰ δείξῃ μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν ἐὰν ἄνεμος πνέῃ ἐπ' αὐτοῦ; Διὰ τί;
5. Συγκρίνατε τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς ὑαλίνου ποτηρίου καὶ ἐνὸς μικροῦ ἀνθοδοχείου ὅταν καὶ τὰ δύο εἶναι γεμᾶτα μὲ ὕδωρ, καὶ εἶναι τοποθετημένα τὸ ἕνα πλησίον τοῦ ἄλλου.
6. Τὸ ὕδωρ διατηρεῖται ψυχρὸν εἰς τὰ θερμὰ καὶ ξηρὰ κλίματα διὰ τοποθετήσεως βρεγμένου ὑφάσματος πέριξ τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος ζουτο. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
7. Τί θὰ προεκάλει ἐντονωτέραν καῦσιν ὁ ἀτμὸς ἢ τὸ ζέον ὕδωρ εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν; Διὰ τί;
8. Ἔχει παρατηρηθῆ ὅτι μεταξὺ τοῦ στομίου μᾶς «τσαγγερας» ἐντὸς τῆς ὁποίας βράζει τὸ ὕδωρ καὶ τοῦ νέφους τοῦ δημιουργουμένου ἀτμοῦ

ὕπάρχει ἕνας χῶρος παντελῶς καθαρός. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΨΥΞΙΣ ΔΙΑ ΤΗΣ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ.

Ἐάν ἐπὶ τῆς χειρός μας τοποθετήσωμεν ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος περιῦτου, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἐξαερούμενον προκαλεῖ τοπικὴν ψύξιν. Ἡ ψύξις εἶναι ἐντονωτέρα ἐάν ἀντὶ ὕδατος χρησιμοποιήσωμεν οἰνόπνευμα ἢ αἰθέρα. Κατὰ τὰ δύο τελευταῖα πειράματα πρέπει νὰ καταβληθῇ προσοχὴ ὥστε ταῦτα νὰ μὴ ἐκτελοῦνται πλησίον φλογός.

Ἄς ρίψωμεν ὄρισμένην ποσότητα ἀπὸ τὰ τρία ἀναφερόμενα ὑγρὰ ἐντὸς τριῶν δοχείων, τόσην ὥστε, νὰ καλύπτεται ὁ βολβὸς ἐνὸς κοινού θερμομέτρου. Ἐάν λάβωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῶν τριῶν ὑγρῶν κατὰ σειράν, ἔχοντες ἕπ' ὄψιν μας καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα, βάσει τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων, ὅτι ἐφ' ὅσον ἡ ἐξαερώσις λαμβάνει χώραν χωρὶς νὰ παρέχεται ἔξωθεν εἰς τὸ ὑγρὸν θερμότης αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ ψύξεως.

Τὸ φαινόμενον τῆς τοπικῆς ψύξεως διὰ τῆς ἐξαερώσεως χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παραγωγὴν τοπικῆς ἀναισθησίας. Αὕτη ἐπιτυγχάνεται διὰ ἐιδικῆς συσκευῆς χρησιμοποιεῖται δὲ κυρίως χλωριούχον αἰθῆλον.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἐξαερώσεως ἔχει καὶ βιομηχανικὴν ἐφαρμογήν. Οὕτω διὰ ταχείας ἐξαερώσεως τῆς ἀμύωνιας δυνάμεθα νὰ ψύξωμεν τὸ ὕδωρ μέχρι τοιοῦτου βαθμοῦ, ὥστε τοῦτο νὰ στεροποιηθῇ. Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παραγωγὴν πάγου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν 50 gr ὕδατος θερμοκρασίας 100°C εἰς ἀτμὸν θερμοκρασίας 100°C.
2. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ποσὸν θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἐξαερώσιν 2 lb ὕδατος θερμοκρασίας 212°F.
3. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν 1 gr πάγου θερμοκρα-

σίας 0°C εἰς ἀτμὸν θερμοκρασίας 100°C.

4. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀποδίδεται κατὰ τὴν συμπύκνωσιν, καὶ ἀκολουθῶς κατὰ τὴν ψύξιν, 100gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας 0°C.
 5. Ἐάν ἀναμιξώωμεν 100 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C μὲ 50 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ 30 gr ὕδατος θερμοκρασίας 0°C ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος ἦτις θὰ προκύψῃ;
 6. Πόση ποσότης ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν 160 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας 0°C;
 7. Ἐάν 10 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C καὶ 50 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C ἀναμιχθοῦν, ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία; (ἀπάντησις 40°C).
 8. Ἐάν 20 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C ἀναμιχθοῦν μὲ 30 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C πόσος ἀτμὸς θὰ ὑγροποιηθῇ;
 9. Ἐάν 30 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 20°C ἀναμιχθοῦν μὲ 250gr πάγου θερμοκρασίας 0°C πόσος πάγος θὰ τακῇ;
- #### B
10. Πόσα gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C πρέπει νὰ ἀναμιχθοῦν μὲ 590 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C, ἵνα ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εἶναι 55°C;
 11. Πόσος πάγος θερμοκρασίας 0°C πρέπει νὰ ἀναμιχθῇ μὲ 20 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C εἰς τρόπον ὥστε ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος νὰ εἶναι 40°C;
 12. Τεμάχιον πάγου 125 gr καὶ -10°C, ἀναμιγνύεται μεθ' ὕδατος θερμοκρασίας 0°C. Ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ πάγου καταστῇ ἴση πρὸς 0°C, παρατηρεῖται ὅτι πηγνύνται 8 gr ὕδατος. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ πάγου.
 13. Μὲ τὴν συσκευὴν ἀποστάξεως, ἡ ὁποία δεκνύεται εἰς τὸ σχῆμα 34/4, παράγεται ἀπεσταγμένον ὕδωρ. Ἡ θερμοκρασία τοῦ εἰσερχομένου ψυχροῦ ὕδατος εἶναι 5°C ἐνῶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐξερχομένου ὕδατος εἶναι 15°C ἡ δὲ παροχὴ αὐτοῦ ἐμετρήθη

και ευρέθη προς 1000 gr/min. 'Υπό τας ανωτέρω συνθήκας πόσα γραμμάρια απεσταγμένου ύδατος είναι δυνατόν να παραχθούσιν ανά λεπτόν; (ἀπάντησις 16 gr/min).

14. 'Ογκομετρική φιάλη περιέχει 250 cm³ αέρος υπό ατμοσφαιρικήν πίεσιν, θερμαίνεται δὲ μέχρις 100°C

και ποματίζεται. 'Η φιάλη ἀκολούθως ἀναστρέφεται και τὸ στόμιον αὐτῆς ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ύδατος θερμοκρασίας 10°C και ἐκποματίζεται. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ύδατος, ὁ ὁποῖος θὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς τῆς φιάλης, ἐφ' ὅσον ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις παραμένει ἀμετάβλητος.

ΕΔΑΦΙΟΝ 35. 'Ωρισμένοι ἐπιδράσεις τῆς ἐξατμίσεως και ὑγραποίσεως.

ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ. 'Η ἀτμόσφαιρα ἐν γένει περιέχει ὕδατιμούς, ὁ δὲ καθορισμὸς τῆς περιεκτικότητος αὐτῆς εἰς ὕδατιμούς, ἀποτελεῖ ἀντικείμενον μὲ τὸ ὁποῖον ἀσχολεῖται ἡ ὑγραμετρία. Καλοῦμεν ἀ π ὀ λ υ τ ο ν ὕ γ ρ α σ ί α ν τὸ ποσὸν τῶν ὕδατιμῶν τῶν περιεχομένων ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἀνά μονάδα ὄγκου, π.χ. εἰς 1 cm³ ἢ 1 m³ υπό δεδομένην θερμοκρασίαν. Λέγομεν δὲ ὑπὸ δεδομένην θερμοκρασίαν, διότι τὸ μέγιστον ποσὸν ὕδατος τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀπορροφήσῃ ἡ ἀτμόσφαιρα ὑπὸ μορφὴν ὕδατιμῶν, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῆς,

Εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας μικρὸν μόνον ποσὸν ὕδατος ἀρκεῖ διὰ νὰ κορέσῃ ἐξατμιζόμενον μίαν ὠρισμένην ποσότητα ἀέρος. Εἰς ὑψηλότερας ὁμοως θερμοκρασίας, διὰ νὰ κορεσθῇ ἡ αὐτὴ ποσότης ἀέρος πρέπει νὰ ἐξατμισθῇ μεγαλύτερον ποσὸν ὕδατος. 'Ο κατωτέρω πῖναξ παρέχει τὰς ἀπαιτουμένας ποσότητας τῶν ἀτμῶν ὕδατος διὰ νὰ προκαλέσουν κορεσμὸν 1 m³ ἀέρος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας.

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ. Καλοῦμεν σ χ ε τ ι κ ῆ ν ὕ γ ρ α σ ί α ν τὸν λόγον τοῦ ποσοῦ τῶν ὕδατιμῶν, οἱ ὁποῖοι ὑπάρχουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν πρὸς τὸ ποσὸν τὸ ὁποῖον θὰ περιείχετο ἐντὸς αὐτῆς, ἐὰν ὁ ἀήρ ἦτο κεκορεσμένος ὕδατιμῶν. 'Ο ἀήρ εἰς τὴν ὑπαιθρον ἔχει κατὰ μέσον ὄρον σχετικὴν ὑγρασίαν 60% ἐνῶ ὑπεράνω τῶν ὠκεανῶν, ἡ σχετικὴ ὑγρασία, εἶναι 85%.

Οἱ ἐπιστήμονες κατέληξαν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ἡ σχετικὴ ὑγρασία μεταξὺ

'Απόλυτος ὑγρασία κορεσμοῦ	
Θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς C	Γραμμάρια ἀνά κυβικὸν μέτρον
-20	0,89
-10	2,15
-5	3,24
0	4,84
5	6,76
10	9,33
15	12,71
20	17,12
25	22,80
30	30,04

40 και 60% εἶναι ἡ καλλιτέρα, τόσον διὰ τὴν ὑγείαν, ὅσον και διὰ τὴν ἄνεσιν τῶν ἀνθρώπων. Σχετικὴ ὑγρασία 80% εἰς μίαν θερινὴν ἡμέραν εἶναι ὀπωδῆποτε πολὺ καταθλιπτικὴ, διότι ἡ ἐξάτμισις ἀπὸ τὸ δέρμα τοῦ ἀνθρώπου γίνεται μὲ πολὺ ἄργον ρυθμὸν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ὅταν ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος ἐλαττωθῇ αἰσθανόμεθα πολὺ ἀναπαντικώτερα και πλέον ἄνετα, διότι ἡ ὑγρασία ἀπὸ τὸ δέρμα μας ἐξατμιζεται ταχύτερον.

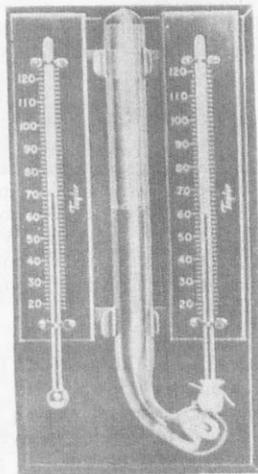
'Αλλὰ και ὅταν ἡ σχετικὴ ὑγρασία εἶναι πολὺ μικρὰ ὁ ἀνθρώπος αἰσθάνεται δυσάρεστα, οἱ δὲ ἐπιστήμονες κρίνουν ὅτι, μία τοιαυτὴ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἀνθυγιεινὴ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν χειμερινῶν μηνῶν και ἰδίως εἰς τὰ βορειότερα κλίματα πολὺ μικρὰ ποσότης ὕδατιμῶν ὑπάρχει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν και τοῦτο λόγω τῆς χαμηλῆς θερμοκρασίας. Καθὼς

ό αήρ εισέρχεται εντός των οικιών ή σχετική υγρασία αυτού μειούται ακόμη περισσότερο. "Ας υποθέσωμεν ότι η θερμοκρασίας του υπαίθρου είναι 0°C και ότι ο αήρ είναι κεκορεσμένος με υδρατμούς. Από τον πίνακα της προηγούμενης σελ. βλέπομεν, ότι εις την περίπτωσιν αυτήν, θα περιέχωνται $4,84 \text{ gr}$ υδρατμών ανά κυβ. μέτρον. "Ας υποθέσωμεν ακόμη ότι, η έσωτερική θερμοκρασία της τυχοῦσης οικίας είναι 20°C . Θα ήτο ἄρα ο έντός της οικίας αήρ κεκορεσμένος ἔαν περιείχε $17,12 \text{ gr/m}^3$. "Όταν ὁμως εισέλθη αήρ ἐκ τοῦ περιβάλλοντος ἐντός της οικίας θα περιέχη μόνον $4,84 \text{ gr/m}^3$ και κατά συνέπειαν ή σχετική υγρασία ἐντός της οικίας θα είναι $4,84/17,12 = 0,28$ ή 28% . "Επειδή πολλάκις ο έξωτερικός αήρ δέν είναι κεκορεσμένος υδρατμών, δι' αυτό ή σχετική υγρασία ἐντός των οικιών κατά τούς χειμερινούς μήνας είναι $10-15\%$.

Τόσον μικρά σχετική υγρασία τείνει να ξηράνη τās βλενάδεεις ρινικάς κοιλότητας και τόν λαμινόν. "Η ξηρότης αυτή του λάρυγγος και τών ρινικών κοιλοτήτων είναι ἐξαιρετικά δυσάρεστος και πιθανόν να γίνη και πρόξενος κρυολογημάτων. "Επί πλέον ὁμως ή υγρασία του δέρματος ἐξατμίζεται τόσον ταχέως, ὥστε αισθάνεται κανείς κρύο. "Η κατάλληλος σχετική υγρασία διά θερμοκρασίαν 20°C είναι περίπου 50% , εις την κατάστασιν δέ αυτήν οιοσδήποτε ἄνθρωπος αισθάνεται πολύ ἄνετα. "Εάν ή θερμοκρασία γίνη $23-27^{\circ}\text{C}$, ή σχετική υγρασία θα πρέπει να ἐλαττωθῆ εις 25% διά να αισθάνεται κανείς ἄνετα.

"Η σχετική υγρασία ἐνός χώρου είναι δυνατόν να προσδιορισθῆ μέσῳ ἐνός ὑγρομέτρου με ξηρόν βολβόν και με ὑγρόν βολβόν. (Σχῆμα 35/1) Τό θερμομέτρον με ξηρόν βολβόν δεικνύει την θερμοκρασίαν του αέρος ἐνῷ τό θερμομέτρον με ὑγρόν βολβόν δεικνύει μικρότεραν θερμοκρασίαν, λόγω της πρὸς τόν χώρον του δωματίου ἐξατμίσεως του ὕδατος ἀπό τοῦ ὑγρὸν στέλεχος τό ὅποιον περιβάλλει τόν βολβόν.

"Όσον ξηρότερος είναι ο αήρ τόσον ταχύτερον θα λάβῃ χώρον ή ἐξάτμισις, τόσον χαμηλοτέρα ἄρα θα είναι ή ἐνδεικνυομένη θερμοκρασία. "Εχόντες τās ἐν-



Σχ. 35—1. Ύγρομέτρον ξηροῦ και ὑγροῦ βολβού.

δείξεις του ξηροῦ βολβού και την διαφοράν μεταξύ τών ἐνδείξεων του ξηροῦ και ὑγροῦ βολβού εἴμεθα εις θέσιν να προσδιορίσωμεν την σχετικήν υγρασίαν χρησιμοποιούντες τόν πίνακα σχετικῶν υγρασιῶν του ὑπομνήματος.

AIR CONDITIONING (Κλιματισμός)

Με διάφορα πειράματα ἀπεδείχθη ότι, διά να είναι ὑγιεινός ο περιβάλλον τόν ἄνθρωπον αήρ θα πρέπει να ἐδρίσκεται διαρκῶς ἐν κινήσει και να ἀνανεούται. Διά τόν ἀνωτέρω λόγον, εις μεγάλας κτιριακάς ἐγκαταστάσεις ἐποπεθετήθησαν ἀεραγωγοί, οί ὁποιοί παρέχουν και ἐκπληροῦν και τὰ δύο αἰτήματα διά την καταλληλότητα του αέρος. Εἰς τās κοινὰς κατασκευὰς τών κτιρίων ο αήρ ἀνανεούται με ταχύτητα $30\text{ft}^3/\text{min}$ δι' ἕκαστον ἄτομον.

Αί καλά συσκευαί κλιματισμοῦ (air conditioning) παρέχουν υγρασίαν, όταν αὐτή ἀπαιτεῖται, ή ἀπορροφούν υγρασίαν ἀπό τόν αέρα, όταν αὐτή πλεονάζη. "Επίσης καθαρίζουν τόν αέρα μέσῳ διαφόρων φίλτρων ἀπό τόν καπνόν, την σκόνην, διάφορα μικρόβια, την γῆριν κλπ.

"Ο ἀπλούστερος τρόπος διά ν' αὔξησωμεν την υγρασίαν ἐνός χώρου τόν

χειμῶνα εἶναι νὰ τοποθετήσωμεν δοχεῖα μὲ μεγάλην ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν περιέχοντα ὕδωρ ἐπὶ διαφόρων θερμοπηγῶν ὡς τὰ σώματα τοῦ καλοριφέρ. Οἱ τοιουτοτρόπως παραγόμενοι ὑδρατμοὶ θὰ κυκλοφορήσουν ἐντὸς τοῦ χώρου αὐτοῦ μαζὶ μὲ τὸν θερμὸν ἀέρα. Ἡ σημασία τῆς ὑγρασίας ἔχει γίνεαι πλέον ἐνδεῶς παραδεκτὴ, διὰ τὸν λόγον δὲ αὐτὸν, πολλὰ οἰκίαι δὲν ἔχουν μόνον θερμομέτρον ἀλλὰ καὶ ὑγρόμετρον (μετρητὴν ὑγρασίας) τὸ ὁποῖον δεικνύει τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος ἐκάστου χώρου.

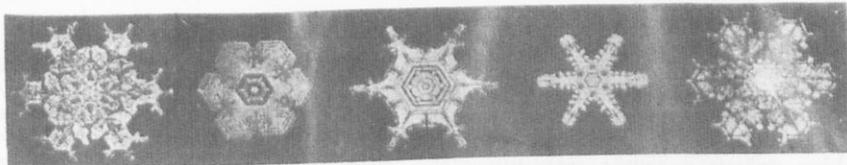
ΔΡΟΣΟΣ, ΟΜΙΧΛΗ, ΣΤΥΝΝΕΦΑ ΚΑΙ ΒΡΟΧΗ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος καθὼς ἐκπνέομεν, ἡ ἐκπνοὴ μας πολλαπλασιάζεται εἰς ὀκτώ. Ἐπίσης οἱ ἄνθρωποι, οἱ ὁποῖοι φέρουν ὁμηματοῦα, πρέπει νὰ τὰ καθαρίζουν ὡσάκις εἰσέρχονται ἀπὸ ψυχρὸν χώρον εἰς θερμὸν. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ θέρους εἰς κλίματα ὀλίγον βορειότερα τῆς χώρας μας ἡ γλῶσση αὐτὴν εἶναι συνήθως ὑγρὰ, ἐνῶ εἰς τὴν χώραν μας ποτὴριον περιέχον παραγόμενον ὕδωρ «ἰδρώνει» ὡς λέγομεν. Τί κοινὸν παρουσιάζουν ὅλαι αἱ ἀνωτέρω παρατηρήσεις; Ἐὰν τὰς ἀναλύσωμεν προσεκτικῶς θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, εἰς ἐκάστην ἐξ αὐτῶν, θερμὸν ὑδρατμὸν ἐρχομαι εἰς ἐπαφὴν μὲ σῶμα ψυχρότερον καὶ ὡς ἐκ τούτου, συμπυκνῶνται καὶ ἐμφανίζονται μὲ μορφήν ὁρατῆς ὑγρασίας.

Ψύχοντες τοὺς ὑδρατμοὺς εἴμεθα εἰς θέσιν πάντοτε νὰ προκαλέσωμεν μερικὴν ὑγροποίησιν αὐτῶν. Ὅσον χαμηλότεραν θερμοκρασίαν δημιουργοῦμεν τόσοσιν καὶ μεγαλύτερα ποσότης ὑγροποιεῖται. Ἡ σχετικὴ ὑγρασία δὲν εἶναι ἀμέτοχος εἰς τὸ φαινόμενον αὐτό. Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ σχετικὴ ὑγρασία τόσοσιν ταχύτερον θὰ ἀρχίζουσιν οἱ ὑδρατμοὶ νὰ ὑγροποιεῖνται καθὼς ἡ θερμοκρασία θὰ ἐλαττωταῖ. Ἡ θερμοκρασία κατὰ τὴν ὁποῖαν οἱ ὑδρατμοὶ ἀρχίζουσιν νὰ ὑγροποιεῖνται καλεῖται θερμοκρασία δρόσου. Ὅσάκις οἱ ὑδρατμοὶ ψυχθῶν κάτω τῆς θερμοκρασίας δρόσου, συμπυκνῶνται, ἐφ' ὅσον θὰ ὑπάρχη ἐν σῶμα ἐπὶ τοῦ ὁποῖου θὰ μποροῦν νὰ ἐμφανισθῶν ὡς δρόσος. Πολλάκις λαμβάνει χώραν ὑγροποίησιν τῶν ὑδρατμῶν κατὰ τὴν διάρκειαν ψυχρῶν νυκτῶν. Ἡ φαινομένη αὕτη καλεῖται ὑγροποίησις καὶ ἐπιφέρει τὴν ἐπιφανῆ ὑγρασίαν κατὰ τὸν ὅσον τῆς ὑγρασίας ἐπὶ τῆς ἀτμοσφαιρῆς.

τῆς ἀτμοσφαιρῆς εἶναι ἀρκετὰ ὑψηλῆ. Ἡ γλῶσση καὶ διάφορα ἄλλα ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται πλησίον τοῦ ἐδάφους, ἀποβάλλουσιν τὴν θερμότητά των καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς νυκτός, ταχύτερον ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιραν μὲ ἀποτέλεσμα ἡ θερμοκρασία αὐτῶν νὰ ταπεινωθῆ πολλὰκις καὶ κάτω τῆς θερμοκρασίας δρόσου ὁπότε καὶ ἐμφανίζεται ἐπ' αὐτῶν δρόσος. Σημειώσατε ὅτι ἡ δρόσος δημιουργεῖται ἀκριβῶς ὅπου ἐμφανίζεται, καὶ δὲν πίπτει, ὅπως π.χ. ἡ βροχὴ, ἀπὸ ἀνώτερα σημεῖα τῆς ἀτμοσφαιρῆς. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος, ἡ ἐκπνοὴ μας γίνεται ὁρατὴ, διότι οἱ περιεχόμενοι εἰς αὐτὴν ὑδρατμοὶ συμπυκνῶνται εἰς μικρὰ σταγονίδια ὕδατος, ἀκριβῶς ὡς σχηματίζεται ὁ ἀτμός, ὁ ὁποῖος ἐξέρχεται τοῦ στομίου τῆς τσαγέρας. Ἐπίσης κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος οἱ ἀλοπίνακες ἐμφανίζονται πολλαπλασιασθέντες, καὶ τοῦτο, διότι ἡ θερμοκρασία των εἶναι κάτω τῆς θερμοκρασίας δρόσου, μὲ ἀποτέλεσμα ὁ ἐντὸς τοῦ δοματίου εὐρισκόμενοι ὑδρατμοὶ, ἐρχόμενοι εἰς ἐπαφὴν μὲ αὐτούς, νὰ ὑγροποιηθῶν.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν αἱ οἰκίαι, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν συσκευὰς ὑγρασίας κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος θὰ πρέπει νὰ ἔχουν τοίχους καὶ παραθύρα ἀπὸ πολὺ καλὰ μονωτικὰ σώματα, ἄλλως οἱ ἀτμοὶ, οἱ ὁποῖοι θὰ παράγονται ἀπὸ τὴν συσκευὴν ὑγρασίας, θὰ ὑγροποιεῖνται ἐπὶ τῶν τοίχων καὶ παραθῶρων μὲ ἀποτέλεσμα πολλοὶ ἀπὸ αὐτούς νὰ παρουσιάζουσιν τὰ ἀντιαισθητικὰ αὐτὰ ὑγρά «μπαλάματα», τὰ ὁποῖα συχνὰ βλέπομεν εἰς παλαιὰ κτίρια.

Ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος γίνη χαμηλότερα τῆς θερμοκρασίας δρόσου, τότε οἱ ὑδρατμοὶ, οἱ περιεχόμενοι ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, θὰ ὑγροποιηθῶν ἐπὶ τῶν ἀπειρῶν σωματιδίων σκόνης, τὰ ὁποῖα κυκλοφοροῦν ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρῆς. Ἡ ὑγροποίησις αὕτη τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρῆς κοντὰ εἰς τὸ ἔδαφος καλεῖται ὁμίχλη. Ὅταν οἱ ὑδρατμοὶ ὑγροποιηθῶν εἰς μεγάλον ὕψος ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρῆς, σχηματίζονται τὰ γνωστὰ εἰς ὅλους νέφη. Τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρῆς εἶναι ψυχρότερα ἀπὸ τὰ ἀνώτερα καὶ ἐπιφέρει τὴν ἐπιφανῆ ὑγρασίαν κατὰ τὸν ὅσον τῆς ὑγρασίας ἐπὶ τῆς ἀτμοσφαιρῆς.



Σχ. 35—2. Φωτομικρογραφία των νιφάδων χιόνος. Τα μόρια του ύδατος προσαρμόζονται μεταξύ των εις κανονικά σχήματα, ώστε να σχηματίζουν τους κρυστάλλους της χιόνος, καθώς η θερμοκρασία της ατμοσφαιρας πίπτει κάτω του σημείου πήξεως. Κατά κανόνα τα σχήματα των διαφόρων νιφάδων, είναι εξάγωνα, αλλά το κύριον χαρακτηριστικόν των είναι, ότι όσον μέγαν αριθμόν νιφάδων και άν έχομεν εξέτασει, δέν θά συναντήσωμεν δύο νιφάδας όμοιας.

άνερχόμενοι ψύχονται. Έπιπροσθέτως όμως οι ύδρατμοί ψύχονται και διότι, άνερχόμενοι εις στρώματα μικρότερας πυκνότητος, διαστέλλονται. Η διπλή αυτή ψύξις προκαλεί συμπύκνωσιν, και ούτω δημιουργούνται τα νέφη. Όταν τα σταγονίδια από τα όποια αποτελούνται τα νέφη λάβουν άρκετά μεγάλα διαστάσεις, τότε πύπτουν επί της γης υπό μορφήν βροχής. Η πτώσις της βροχής προκαλείται διά της ψύξεως ύγρου αέρος. Όταν άνεμος πλήρης ύγρασίας προερχόμενος από ωκεανόν συναντήση όρεινήν περιοχήν, τότε διά να την υπερβή, αναγκάζεται να ανέλθη εις μέγα ύψος και λόγω του σχετικώς ψυχρού κλίματος, του επικρατούντος έκει, το μεγαλύτερον ποσοστόν της ύγρασίας του αέρος ύγροποιείται εις την περιοχήν εκείνην και έπομένως ό άηρ της ένδοχώρας παραμένει πολύ ξηρότερος, μη έπηρεαζόμενος υπό της γειτνιάσεως του ωκεανού.

**ΠΑΧΝΗ, ΧΙΩΝ, ΧΑΛΑΖΑ ΚΑΙ ΧΙΟ-
NONEPON.** Συχνάκις τον χειμώνα κυρίως βλέπομεν τας όροφάς των διαφόρων οικιών να είναι σκεπασμένα υπό λεπτού σώματος πάχνης. Τοϋτο είναι αποτέλεσμα της πτώσεως της θερμοκρασίας κάτω του σημείου τήξεως. Όταν η θερμοκρασία δρόσου κατέλθη κάτω του σημείου πήξεως, οι ύδρατμοί συμπυκνούνται άμέσως εις την στερεάν μορφήν χωρίς να διέλθουν διά τας ύγρας καταστάσεως. Η συμπύκνωσις αυτή, είναι το αντίθετον της εξαχνώσεως. Όταν οι ύδρατμοί της ατμοσφαιρας συμπυκνούνται εις την στερεάν κατάστασιν, τότε δημιουργούνται άραμοί κρυστάλλοι, οι οποί-

οι πύπτουν υπό μορφήν χιόνος. Το σχήμα 35/2 δεικνύει δείγματα των νιφάδων αυτών. Καθώς οι κρυστάλλοι αυξάνουν κατά την πτώσιν των, τα μόρια σχηματίζουν ωραιότατους συνδυασμούς.

Η χάλαζα συνίσταται εις παγωμένας σταγόνας βροχής. Κατά την διάρκεια του χειμónος, σχηματίζεται χάλαζα, όταν σταγόνες της βροχής διέρχονται διά μέσου στρωμάτων της ατμοσφαιρας τόσον ψυχρών ώστε να προκαλέσουν την πήξιν αυτών.

Η πτώσις της χαλάξης κατά την διάρκεια του θέρους είναι αποτέλεσμα κυρίως του στροβιλισμού των σταγόνων της βροχής υπό των διαφόρων άεριων ρευμάτων, τα όποια παρουσιάζονται κατά την διάρκεια θνέλλης, και τα όποια οδηγούν την βροχήν εις μέγала ύψη όπου η θερμοκρασία είναι πολύ ταπεινή. Συχνάκις αι παγωμένας σταγόνες οδηγούνται προς μικρότερα ύψη από τον άνεμον, σχηματίζον πρόσθετον ύδάτινον έξωτερικόν στρώμα. Ένιοτε ακόμη άνέρχονται εκ νέου εις μέγала ύψη οδηγούμεναι υπό νέου ρεύματος αέρος, και με αποτέλεσμα την πήξιν του έξωτερικού ύδατινου στρώματος αυτών. Το φαινόμενον τοϋτο δυνατόν να έπαναληφθή πολλάκις, πριν η, ή χάλαζα πέση επί του έδάφους, με αποτέλεσμα αι διαστάσεις εκάστου βάλου χαλάξης, να είναι άρκετά μεγάλαι.

Λέγοντες χιονόνερον νοοϋμεν το μίγμα βροχής και χιόνος η μίγμα βροχής και χαλάξης. Το χιονόνερον είναι δυνατόν να αποτελεηται από χιόνα τετηγμένης μορφής η έν μέρει από βροχήν παγωμένην.

ΨΥΓΕΙΟΝ Τὸ σχ. 35/3 δεικνύει τὰ βασικά μέρη μηχανῆς, ἥτις χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τεχνητοῦ πάγου. Ἡ μηχανὴ αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ 3 κύρια μέρη: τὴν ἀντλία, ἢ τὸν συμπιεστήρα, τὸν συμπυκνωτήρα, καὶ τὸν σωλήνα ψύξεως ἢ κοινὸς σερπαντῖνα. Ἡ χρησιμοποιουμένη ὕλη διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς ταύτης εἶναι κυρίως ἡ ἀμμωνία. Αὕτη ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας εἶναι ἀέριον.

Δὲν θὰ πρέπει κατ' οὐδένα τρόπον νὰ συγχέωμεν τὴν ἀέριον ἀμμωνίαν μὲ τὴν ἀμμωνίαν τὴν ὁποῖαν χρησιμοποιοῦμεν δι' οἰκιακὰς χρήσεις καὶ ἡ ὁποία εἶναι διάλυμα τῆς ἀμμωνίας εἰς ὕδωρ. Τὸ σημεῖον ζέσεως τῆς ἀμμωνίας εἶναι περίπου -34°C . Εἰς θερμοκρασίαν 27°C καὶ πίεσιν $1,1 \text{ kg/cm}^2$ ἡ ἀμμωνία εὐρίσκεται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν.

Ἡ λειτουργία τῆς μηχανῆς ταύτης (τοῦ ψυγεῖου) γίνεται ὡς ἀκολούθως. Ἐνας κινητὴρ κινεῖ τὸ ἐμβόλον P τῆς ἀντλίας ἢ τοιουτοτρόπως συμπιεζομένη ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀέριος ἀμμωνία, κλείει τὴν βαλβίδα εἰσαγωγῆς I καὶ ἀνοίγει τὴν βαλβίδα ἐξαγωγῆς O.

Ἐπιπλέον ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου, τὸ ἀέριον εἰσέρχεται ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τοῦ συμπυκνωτήρος ὅπου καὶ συμπυκνῶται, λαμβάνον τὴν ὑγρὰν αὐτοῦ μορφήν. Ἡ θερμότης συμπυκνώσεως (327 cal/gr) ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος τὸ

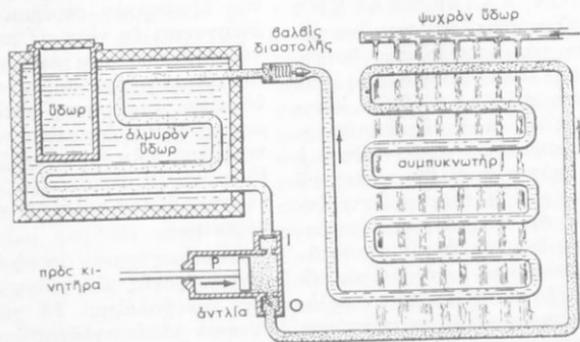
ὁποῖον περιβάλλει τὸν συμπυκνωτήρα.

Ὅταν ἡ πίεσις τῆς ὑγρᾶς ἀμμωνίας ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτήρος λάβῃ ἀρκούντως μεγάλην τιμὴν ἀνοίγει ἡ βαλβίς ἐκτονώσεως καὶ λαμβάνει χώραν ταχέια ἐξάτμισις αὐτῆς ἐντὸς τῶν σωλήνων, οἱ ὅποιοι διέρχονται διὰ μέσου τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ ἀλμυρὸν ὕδωρ.

Ἐκαστον γραμμάριον τῆς ὑγρᾶς ἀμμωνίας ἀπορροφᾷ τώρα τὴν θερμότητα ἐξαερώσεως αὐτῆς (327 cal) ἀπὸ τὸ ἀλμυρὸν ὕδωρ καθὼς ἐξαεροῦται.

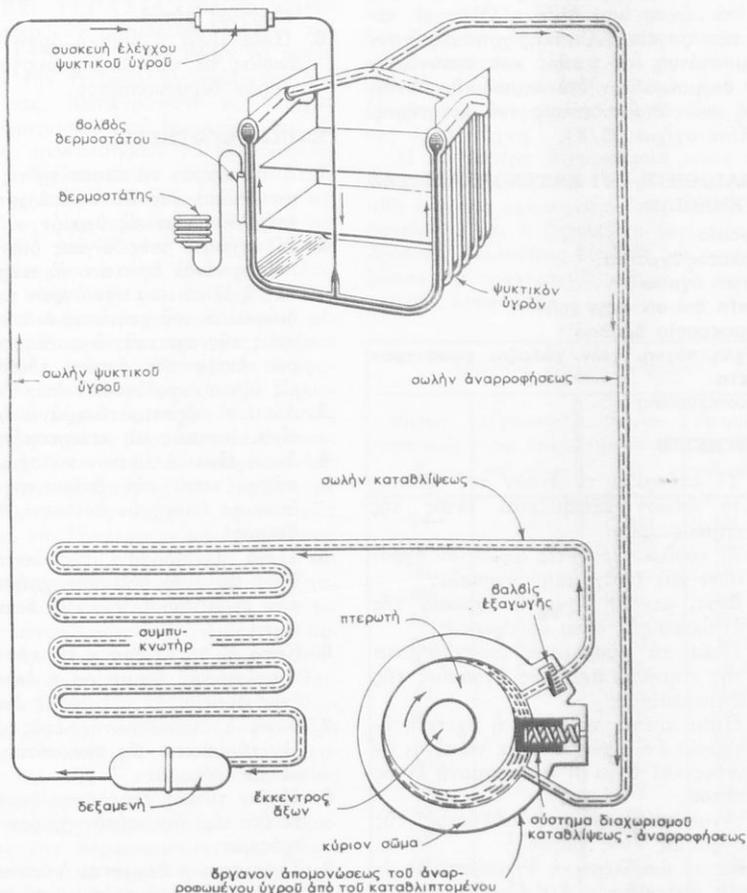
Κατὰ τὴν ἀντίθετον κίνησιν τοῦ ἐμβόλου P, ἡ βαλβίς O κλείει καὶ ἀνοίγει ἡ βαλβίς I. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία διέρχεται διὰ τῆς βαλβίδος I τοῦ κυλίνδρου διὰ νὰ χρησιμοποιηθῇ ἔκ νέου, καὶ τοιουτοτρόπως ἡ πίεσις τῆς ἀέριου ἀμμωνίας παραμένει χαμηλὴ ἐντὸς τῶν σωλήνων τῶν περιβαλλόντων τὸ δοχεῖον μὲ τὸ ἀλμυρὸν ὕδωρ καὶ ἡ ὑγρὰ ἀμμωνία συνεχίζει νὰ ἐξαεροῦται ἐντὸς τῶν σωλήνων αὐτῶν.

Ἡ τοιουτοτρόπως ἐπιτυγχανομένη σταθερὰ ἐξαέρωσις τῆς ὑγρᾶς ἀμμωνίας, ἀπορροφᾷ θερμότητα ἀπὸ τὸ ἀλμυρὸν ὕδωρ, ὥστε ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ νὰ εἶναι σημαντικῶς κάτω τῆς θερμοκρασίας πήξεως τοῦ ὕδατος. Τὸ πρὸς πῆξιν ὕδωρ τοποθετεῖται ἐντὸς μεγάλων σιδηρῶν δοχείων τοποθετημένων ἐντὸς τοῦ ἀλμυροῦ ὕδατος. Εἰς μεγάλας ψυκτικὰς ἐγκαταστάσεις τὸ ψυχρὸν ἀλμυρὸν ὕδωρ μέσω



άντλίας και συστήματος σωλήνων οδηγείται εις δεύτερον χώρον εκτός τῆς ψυκτικῆς ἐγκαταστάσεως ὅπου ψύχεται, διὰ τὴν χρησιμοποίησιν ὡς ψυχρὸν θερμὸν θερμοδότηον.

ΨΥΓΕΙΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ.
Τὰ Ψυγεία οἰκιακῆς χρήσεως λειτουργοῦν ἐπὶ τῶν αὐτῶν ἀρχῶν, ὡς τὸ ἀνωτέρω περιγραφέν. Συνήθως ἠλεκτρικῶς κινητὴ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν



Σχ. 35—4. Κύκλος ψύξεως ἠλεκτρικοῦ ψυγείου. Τὸ ὑγρὸν ἐντὸς τοῦ συμπυκνωτῆρος ῥεῖ διὰ μέσου τῆς δεξαμενῆς καὶ τοῦ σωλῆνος ψυκτικοῦ ὑγροῦ. Διερχόμενον διὰ μέσου τῆς συσκευῆς ἐλέγχου τὸ ψυκτικὸν ὑγρὸν, μεταπίπτει εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν καὶ ἀπορροφᾷ θερμότητα ἀπὸ τοὺς σωλῆνας τοῦ ψυκτικοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπομένως ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ τὰ τρόφιμα τὰ εὐρισκόμενα ἐντὸς τοῦ ψυγείου. Τὸ ἀέριον τότε διαρρέει τοὺς σωλῆνας ἀναρροφῆσεως καὶ συμπιέζεται εἰς τὴν ὑγρὴν μορφήν ὑπὸ τοῦ συμπιεστήρος τοῦ κινουμένου ὑπὸ κινητήρος. Ἡ παραγομένη θερμότης ἀπὸ τὴν συμπίεσιν μεταδίδεται εἰς τὸν περιβάλλοντα τὸ ψυγεῖον ἀέρα. Τοιοῦτοτρόπως ἡ θερμότης παραλαμβανομένη ἀπὸ τὰ τρόφιμα ἀποδίδεται εἰς τὸν

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ ἴνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

τῆς ἀντλίας συμπίεσεως. Εἰς τοὺς περιοριστέρους τύπους τῶν ψυγείων ὁ συμπυκνωτὴρ ψύγεται μέσῳ ρευμάτων ἀέρος ἀντὶ τοῦ ὕδατος. Ἐκτὸς τῆς ἀμμωνίας χρησιμοποιοῦνται καὶ ἄλλα αέρια, ὡς ψυκτικὰ μέσα, ὡς τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ φρεον καὶ ἄλλα. Ὅλοι οἱ τύποι τῶν ψυγείων οἰκιακῆς χρήσεως ἔχουν θερμοστάτας, οἱ ὅποιοι καὶ κανονίζουν τὴν θερμοκρασίαν διὰ περιοδικῆς συνδέσεως καὶ ἀποσυνδέσεως τοῦ κινητήρος. (Βλέπε σχῆμα 35/4).

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἵγγρασία

Ἀπόλυτος ὕγρασία

Σχετικὴ ὕγρασία

Ψυγεῖα διὰ οἰκιακὴν χρῆσιν

Θερμοκρασία δρόσου

Ὅμιχλη, πάχνη, χιών, χάλαζα, χιονόνερον

Ψυγεῖα

Air conditioning

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καθορίζει τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐξατμίζεται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀπόλυτον ὕγρασίαν καὶ τί σχετικὴν ὕγρασίαν;
3. Διὰ τί μεγάλη σχετικὴ ὕγρασία τῆς ἀτμοσφαιρας εἶναι δυσάρεστος;
4. Ποῖα τὰ δυσάρεστα ἀποτελέσματα τῆς χαμηλῆς σχετικῆς ὕγρασίας τῆς ἀτμοσφαιρας;
5. Ποῖα πρέπει νὰ εἶναι ἡ σχετικὴ ὕγρασία ἐνὸς χώρου ὥστε νὰ εἶναι ἀνετος καὶ ὑγιεινὴ ἡ παραμονὴ ἐντὸς αὐτοῦ;
6. Ἀναφέρατε τρόπους αὐξήσεως τῆς ὕγρασίας ἐνὸς χώρου.
7. Εἰς τί ἀποβλέπει ἡ ἐγκατάστασις ἐνὸς συστήματος Air Conditioning;
8. Ἐξηγήσατε τί νοοῦμεν διὰ τοῦ ὕρου θερμοκρασία δρόσου.
9. Πῶς δημιουργεῖται ἡ δρόσος;
10. Διὰ τί ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τῶν ὑαλοπινάκων τῶν παραθύρων εἶναι πολλὰκις ὑγρὰ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος;
11. Πῶς σχηματίζονται τὰ νέφη;
12. Τί προκαλεῖ τὴν βροχὴν;
13. Πότε εἶναι ὁρατὴ ἡ πάχνη. Διὰ τί

14. Ποῖα εἶναι τὰ αἷτια καὶ αἱ συνθήκαι αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν α) τὴν χιόνα, β) τὸ χιονόνερον, γ) τὴν χάλαζα;
15. Σχεδιάσατε ἓνα διάγραμμα τῶν κυριωτέρων μερῶν ἐνὸς ψυγείου. Ἐξηγήσατε συντόμως τὸν τρόπον λειτουργίας αὐτοῦ.
16. Ποῖα εἶναι ἡ βασικὴ ἀρχὴ διὰ τῆς ὁποίας τὰ ψυγεῖα δημιουργοῦν διαφορὰν θερμοκρασίας;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί πρέπει νὰ σκουπίσῃ τις τὰ ὀμματουάλιά του ὅταν εἰσέρχεται ἀπὸ ψυχρὸν χώρον εἰς θερμοῦν;
2. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους εἶναι δυνατόν νὰ παρεμποδισθῇ ἡ ἐξάτμισις τῶν ὑγρῶν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ χειμῶνος διὰ διατηρήσεως τῆς σχετικῆς ὕγρασίας τοῦ χώρου ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται, εἰς ἀρκούντως ὑψηλὸν ἐπίπεδον.
3. Διὰ τί οἱ ὑδρατμοὶ ὑπεράνω ὠκεανῶν εἶναι γενικῶς μὴ κεκορεσμένοι;
4. Διὰ τί εἶναι ἀπίθανον νὰ σχηματισθῇ πάχνη κατὰ τὴν διάρκειαν νυκτὸς ὅταν α) ὑπάρχουν σύννεφα, β) πνέη ἄνεμος;
5. Ποῖα ἡ ἐπίδρασις τῆς λειτουργίας ἐνὸς ψυγείου οἰκιακῆς χρήσεως εἰς τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς δωματίου; Διὰ τί;
6. Κατὰ τί θὰ ἐπιδράσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου ἡ λειτουργία ἐνὸς ψυγείου μὲ τὰς θύρας ἀνοικτάς;
7. Διὰ τί ὁ συμπυκνωτὴρ ἐνὸς ψυγείου δὲν εὐρίσκεται εἰς τὸν αὐτὸν χώρον μὲ τὰ τρόφιμα;
8. Ποῖον τμήμα ἐνὸς ψυγείου τοποθετεῖται εἰς τὸν αὐτὸν χώρον μὲ τὰ τρόφιμα;
9. Τί γίνεται ἡ θερμότης ἡ ὁποία ἀπορροφᾶται ἀπὸ τὰ τρόφιμα τὰ εὐρισκόμενα ἐντὸς ψυγείου;
10. Διὰ τί δὲν εἶναι δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις ὕδατος ὡς ψυκτικοῦ μέσου ἐνὸς ψυγείου οἰκιακῆς χρήσεως;
11. Διὰ τί οἱ ἐπιπλέοντες ὄγκοι πάγου περιβάλλονται συνήθως ὑπὸ ὀμίχλης;
12. Ὅταν πάχνη σχηματίζεται ἐπὶ τῶν ὑαλοπινάκων παραθύρων σχηματίζεται αὐτὴ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἢ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφάνειας αὐτῶν; Διὰ τί;

13. Πόθεν προέρχονται οι υδρατμοί της ατμοσφαιρας;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ ΚΑΙ Η ΣΧΕΤΙΚΗ ΤΡΓΑΣΙΑ. Με έν κοινόν θερμόμετρον, έν μεταλλικόν δοχείον και τεμάχια πάγου ελσθε εις θέσιν να προσδιορίσετε την σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ δωματίου σας. Καταγράψατε κατ' ἀρχάς την θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου, και ἀκολούθως προσπαθήσατε να προσδιορίσετε την θερμοκρασίαν δρόσου. Γεμίσατε τὸ μεταλλικόν δοχείον με ὕδωρ κατὰ τὰ δύο τρίτα αὐτοῦ. Ἀκολουθῶς ρίψατε ἐντὸς τοῦ ὕδατος τεμάχια πάγου και παρατηρήσατε την ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δοχείου. Συνεχίζετε να προσθέτετε πάγον ἐντὸς τοῦ ὕδατος μέγρις ὅτου αἱ πρῶται σταγόνες δρόσου ἐμφανισθοῦν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ μεταλλικοῦ δοχείου. Ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος πάγου και ὕδατος εἶναι ἡ ζητουμένη θερμοκρασία δρόσου.

Ἐπαναλάβετε τώρα τὸ πείραμα ἀπὸ την ἀρχήν, πληροῦντες τὸ δοχείον με νέον ὕδωρ και ἀφοῦ ἔχετε προσεκτικῶς σκουπίσει την ἐξωτερικὴν τοῦ ἐπιφάνειαν, Τοποθετήσατε μαζί με τὸ νέον ὕδωρ και τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τοῦ δοχείου. Ἐπαναλάβετε πάλιν την τοποθέτησιν τῶν τεμαχίων πάγου ἐντὸς τοῦ δοχείου, με ἀργότερον ὅμως ρυθμὸν και παρατηροῦντες προσεκτικώτερον την ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δοχείου. Ἡ ζητουμένη θερμοκρασία δρόσου θὰ εἶναι ἡ ὑψηλότερα θερμοκρασία κατὰ την ὅποιαν θὰ ἐμφανισθοῦν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου σταγόνες δρόσου.

Ἐχόντες την θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου και την θερμοκρασίαν τῆς δρόσου εἶναι δυνατόν να προσδιορίσετε την σχετικὴν ὑγρασίαν ἀναφερόμενοι εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα. Πολλαπλασιάσατε την ἀπόλυτον ὑγρασίαν κορεσμοῦ, εἰς την θερμοκρασίαν δρόσου ἐπὶ 100 και διαιρέσατέ την διὰ τῆς ἀπολύτου ὑγρασίας κορεσμοῦ εἰς την θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου. Τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως ταύτης θὰ εἶναι ἡ σχετικὴ ὑγρασία. Διὰ τιμὰς τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ τῶν τιμῶν, αἱ ὅποιαί δίδονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα εἶναι διψηφιοποιήθηκε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

τὸν ἀριθμὸν τῶν γραμμαρίων διὰ παρεμβολῆς. Συνήθως κατὰ την διάρκειαν τοῦ χειμῶνος ἡ δρόσος δὲν ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ μεταλλικοῦ δοχείου ἀκόμη και ἐὰν τὸ ὕδωρ ψυχθῆ εἰς 32°F. Εἰς την περίπτωσιν ταύτην προσθέσατε ὀλίγον πάγον ὡς και ἄλλας ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν προσθέσετε ἀρκετὴν ποσότητα ἄλατος και ἀρκετὸν πάγον δὲν θὰ ἐμφανισθῆ τελικῶς ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου δρόσος ἀλλὰ πάχνη.

Ἡ ὑψηλότερα θερμοκρασία κατὰ την ὅποιαν τὸ φαινόμενον τοῦτο θὰ ἐμφανισθῆ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου, εἶναι ἡ ζητουμένη θερμοκρασία δρόσου. Ἀκολουθῶς δύνασθε να προσδιορίσετε την σχετικὴν ὑγρασίαν ὡς και ἀνωτέρω ἀναφερόθη.

Ἀπόλυτος ὑγρασία κορεσμοῦ			
Θερμοκρασία εἰς F	Γραμμάρια ἀνά κυβ. μέτρ.	Θερμοκρασία εἰς F	Γραμμάρια ἀνά κυβ. μέτρ.
26	3,7	60	13
28	4	62	14
30	4,4	64	15
32	4,8	66	16
34	5,2	68	17,1
36	5,6	70	18,2
38	6	72	19,4
40	6,4	74	20,6
42	6,9	76	22
44	7,5	78	23,5
46	8,1	80	25
48	8,7	82	26,5
50	9,3	84	28,2
52	10	86	30
54	10,7	88	32
56	11,4	90	34
58	12,2	92	36

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

- 1 m³ ἀέρος περιέχει 14 gr ὕδατιου, ἐνῶ διὰ τὸν κορεσμὸν τοῦ ἀπαιτοῦνται 20 gr. Νὰ προσδιορισθῆ ἡ σχετικὴ ὑγρασία του.
- Ἐὰν ἡ σχετικὴ ὑγρασία ἐνὸς χώρου

- 10°C ποία είναι ή θερμοκρασία δρόσου;
- Μία κανάτα περιέχουσα ψυχρόν ύδωρ θερμοκρασίας 10°C ἀρχίζει νά «ιδρώνη». Η θερμοκρασία τοῦ δωματίου είναι 20°C. Ζητεῖται νά προσδιορισθῇ ή σχετική ὑγρασία.
 - Η θερμοκρασία δρόσου εὐρέθῃ ἴση πρὸς 38°F ὅταν ή σχετική ὑγρασία τοῦ χώρου ἦτο 40%. Νά προσδιορισθῇ ή θερμοκρασία αὐτοῦ.
 - Η θερμοκρασία δρόσου εὐρέθῃ ἴση, πρὸς 10°C, ὅταν ή θερμοκρασία τοῦ δωματίου ἦτο 30°C. Ζητεῖται νά προσδιορισθῇ ή σχετική ὑγρασία.
 - Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν πρέπει νά ψυχθῇ τεμάχιον μετάλλου ἵνα ἐμφανισθῇ ἐπ' αὐτοῦ σταγόν, ὅταν τοῦτο εὐρίσκειται ἐντὸς δωματίου, τοῦ ὁποῖου ή θερμοκρασία είναι 66°F καὶ ή σχετική ὑγρασία 40%;
 - Αἶθουσα ἔχει διαστάσεις 10 m × 7 m × 4 m. Πόσα γραμμάρια ὕδρατιῶν περιέχει, ὅταν ή θερμοκρασία αὐτῆς είναι 20°C καὶ ή σχετική ὑγρασία 50%;
 - Ἄηρ διὰ τὸν ἐξαερισμὸν αἰθούσης λαμβάνεται ἀπὸ ἔξω κατὰ τὴν διάρκεια χειμερινῆς ἡμέρας ὅταν ή θερμοκρασία είναι 0°C καὶ ή σχετική ὑγρασία τοῦ ἐξωτερικοῦ χώρου 60%. Ἐὰν ὁ ἀήρ θερμαίνεται εἰς 20°C πόση ὑγρασία πρέπει νά προστεθῇ ἀνά κυβικὸν μέτρον ὥστε ή σχετική ὑγρασία ἐντὸς τῆς αἰθούσης νά είναι 60%; (ἀπάντησις 7,4 gr).
 - Αἶθουσα διαστάσεων 8m × 6m × 4 m, περιέχει 1440 gr ὕδρατιῶν ὅταν ή θερμοκρασία είναι 64°F. Ζητεῖται νά προσδιορισθῇ ή σχετική ὑγρασία.
- Β**
- Σύστημα ἐξαερισμοῦ αἰθούσης παρέχει 1 m³ καθαροῦ ἀέρος ἀνά λεπτόν καὶ ἄτομον. Ἐὰν ή θερμοκρασία τοῦ ἐξωτερικοῦ χώρου είναι 15°C καὶ ή σχετική ὑγρασία 50 % ζητεῖται νά προσδιορισθῇ ή σχετική ὑγρασία τοῦ ἀέρος ὅταν οὕτως διοχετεύεται ἐντὸς τῆς αἰθούσης καὶ θερμαίνεται εἰς 20°C.
 - Πόση μᾶζα ὕδρατιῶν ἀνά κυβικὸν μέτρον καὶ λεπτόν πρέπει νά προστεθῇ εἰς τὸν ἀέρα

10 οὕτως ὥστε ή σχετική ὑγρασία τῆς αἰθούσης νά είναι 50%; (Ἀπάντησις 3,9 gr ἀνά κυβικὸν μέτρον ἀνά λεπτόν).

- Σύστημα ἐξαερισμοῦ παρέχει εἰς αἶθουσαν διαστάσεων 5m × 4m × 3m ἀέρα ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ χώρου θερμοκρασίας 0°C καὶ σχετικῆς ὑγρασίας 50% ὑπὸ ρυθμὸν 1m³/min. Πόσα γραμμάρια ὕδρατιοῦ πρέπει νά προστεθοῦν εἰς τὴν αἶθουσαν ἀνά λεπτόν οὕτως ὥστε ή τελικὴ σχετικὴ ὑγρασία τῆς αἰθούσης νά είναι 30% εἰς θερμοκρασίαν 27°C;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 10

- Νά ὑπολογισθῇ τὸ συνολικὸν ποσὸν θερμότητος διὰ τὴν μετατροπὴν 50 gr πάγου θερμοκρασίας —20°C εἰς ἀτμὸν θερμοκρασίας 100°C.
- Πόσα γραμμάρια πάγου θερμοκρασίας 0°C είναι δυνατόν νά τακοῦν καὶ μεταβληθῶν εἰς ἀτμὸν θερμοκρασίας 100°C διὰ παροχῆς θερμότητος 144.000 cal.
- Ἀτμὸς θερμοκρασίας 100°C διοχετεύεται ὑπεράνω τεμαχίου πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ μᾶξης 160 gr. Ὅταν ὁ πάγος ἔξη πλήρως ταχὴ ή θερμοκρασία τοῦ μίγματος είναι 0°C. Πόσα γραμμάρια ἀτμοῦ ἐξηχομποιήθησαν διὰ τὴν τήξιν τοῦ πάγου;
- Μᾶζα ἀτμοῦ 48 gr συμπυκνοῦται κατὰ τὴν τήξιν πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ μίγματος εἰς 100°C. Πόσα γραμμάρια πάγου ἐτάκησαν;
- Μᾶζα 130 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C συμπυκνοῦται κατὰ τὴν τήξιν 590 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ ἀκολούθως κατὰ τὴν θέρμανσιν τοῦ ὕδατος. Ποία ή τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος;
- Πόσα γραμμάρια ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν τήξιν 560 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ θέρμανσιν αὐτοῦ οὕτως ὥστε ή θερμοκρασία τοῦ μίγματος νά είναι 80°C;
- Πόσα γραμμάρια πάγου θερμοκρασίας 0°C ἐτάκησαν ὑπὸ 60 gr ἀτμοῦ θερμοκρασίας 100°C ἔξω, ή τελικὴ

- θερμοκρασία του μίγματος είναι 40°C ;
8. Ἀτμός θερμοκρασίας 100°C διοχετεύεται ἐντὸς δοχείου περιέχοντος 400 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C . Ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ κατάστασις τοῦ μίγματος ὅταν 40 gr ἀτμοῦ ἔχουν ὑγροποιηθῆ; Ὑποτίθεται ὅτι ὅλη ἡ θερμότης ἢ ἀποδοθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὑγροποιηθέντος ἀτμοῦ παρελήφθη ὑπὸ τοῦ πάγου.
 9. Σιδηρὰ μάζα 100 gr καὶ θερμοκρασίας 100°C ρίπτεται ἐντὸς ὕδατος, μάζης 100 gram. καὶ θερμοκρασίας 12°C . Ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 20°C . Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου, θεωρουμένου ὅτι, ὅλη ἢ ἀποδοθεῖσα ὑπὸ τοῦ σιδήρου θερμότης παρελήφθη ὑπὸ τοῦ ὕδατος.
 10. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ μολύβδου ἐκ τῶν κάτωθι δεδομένων, θεωρουμένου ὅτι, ὅλη ἢ ἀποδοθεῖσα ὑπὸ τοῦ μολύβδου θερμότης ἀπερροφήθη ὑπὸ τοῦ ὕδατος: Μάζα μαλύβδου 100 gr. Μάζα ὕδατος 80 gr. Θερμοκρασία μολύβδου 100°C . Θερμοκρασία ὕδατος 17°C . Τελικὴ θερμοκρασία ὕδατος καὶ μολύβδου 20°C .
 11. Τεμάχιον χαλκοῦ μάζης 400 gr θερμαίνεται εἰς 100°C καὶ ἀκολούθως τοποθετεῖται ἐντὸς κοιλότητος τεμαχίου πάγου. Πόσα γραμμάρια πάγου θερμοκρασίας 0°C θὰ τακοῦν ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ καθὼς τοῦτο ψύχεται εἰς 0°C , ἐὰν ὑποτεθῆ ὅτι ὅλη ἢ ἀποδοθεμένη ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ θερμότης παραλαμβάνεται ὑπὸ τοῦ πάγου; Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ χαλκοῦ ἰσοῦται πρὸς $0,09 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C}$.
 12. Πόσα γραμμάρια πάγου θερμοκρασίας 0°C θὰ τακοῦν κατὰ τὴν ψύξιν 400 gr ἀργιλίου ἀπὸ 100°C εἰς 0°C ἐὰν ὅλη ἢ ἀποδοθεμένη ὑπὸ τοῦ ἀργιλίου θερμότης ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ πάγου;
 13. Ἐὰν 100 gr ἀργιλίου θερμοκρασίας 90°C τοποθετηθοῦν ἐντὸς 132 gr ὕδατος θερμοκρασίας 20°C ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ τελικὴ θερμοκρασία, ἐὰν τὸ ὕδωρ παραλαμβάνῃ ὅλην τὴν ἀποδοθεμένην ὑπὸ τοῦ ἀργιλίου θερμότητα.
 14. Ἐὰν 100 gr μολύβδου θερμοκρασίας 100°C τοποθετηθοῦν ἐντὸς 47 gr ὕδατος θερμοκρασίας 0°C ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία ἐὰν ὅλη ἢ θερμότης ἢ ἀποδοθεμένη ἀπὸ τὸν μολύβδον παραλαμβάνεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος;
 15. Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ ὑγρασία εἰς θερμοκρασίαν 74°F ἐὰν ἡ θερμοκρασία δρόσου εἶναι 40°F ;
 16. Ὅταν ἡ σχετικὴ ὑγρασία εἶναι 50% καὶ ἡ θερμοκρασία 20°C πόσα γραμμάρια ὑδατῶν εὐρίσκονται ἐντὸς αἰθούσης διαστάσεων $5\text{m} \times 4\text{m} \times 3\text{m}$;
 17. Πόση ἄμμωνία πρέπει νὰ ἐξαερωθῆ ἐντὸς ψυγείου διὰ τὴν ψύξιν 2 kg ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρασίας 20°C ; Διὰ τὴν ἐξαέρωσιν 1 gr ἄμμωνίας ἀπαιτοῦνται 327 cal. Ὑποθέτομεν ὅτι ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 100%. (ἀπάντησις 694 gr).
 18. Πόσα γραμμάρια ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρασίας 20°C θὰ παγώσουν ἀπὸ τὴν ἐξαέρωσιν 20 gr ἄμμωνίας, ἐὰν ὑποτεθῆ ὅτι, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 100%;

Η ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

“Ολοι εἴμεθα ἐξοικειωμένοι μὲ τὰς μηχανάς, καὶ κυρίως τὰς μηχανάς τῶν αὐτοκινήτων, τὰς Diesel καὶ ἀτμομηχανάς. Αἱ μηχαναί, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται τόσον εὐρέως εἰς τὰ σύγχρονα ἰδιωτικά αὐτοκίνητα εἶναι ἀποτέλεσμα ἐρεῦνης καὶ μακρῶν προσπαθειῶν τῶν ἐπιστημόνων διὰ τὴν ἐξασφάλισιν τῆς μεγαλυτέρας δυνατῆς ἰσχύος καὶ τοῦ καλυτέρου δυνατοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως. Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον δὲ ἀναπτύξωμεν ὄλους τοὺς τύπους τῶν μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι ἐργάζονται βάσει τῆς ἀρχῆς τῆς μετατροπῆς τῆς θερμότητος εἰς χρήσιμον ἔργον. Θὰ ἀναπτυχθοῦν ἐπίσης ὁ τρόπος, κατὰ τὸν ὁποῖον ὠρισμένοι ἀρχαὶ τῆς φυσικῆς ἐφαρμόζονται εἰς τὰς τελευταίου τύπου μηχανάς, καὶ ἡ θάσις τόσον τῶν σημερινῶν μηχανῶν, ὡς ἐπίσης καὶ ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι πρόκειται νὰ ἐφαρμοθοῦν εἰς εὐρεῖαν κλίμακα εἰς τὸ μέλλον.

ΕΔΑΦΙΟΝ 36. Θερμότης καὶ ἔργον.

ΜΗΧΑΝΙΚΟΝ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΝ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Ἀπὸ καιρὸν ἔχει παρατηρηθῆ, ὅτι τὸ ἔργον εἶναι δυνατόν νὰ παρᾶγη θερμότητα, ὡς ἐπίσης, καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ ἐπιτελέσῃ ἔργον. Ἐπὶ τῶν δεδομένων αὐτῶν ὑπάρχουν ἀνεκὰθεν πολλὰ παραδείγματα. Τὸ πρόβλημα ὅμως εἶναι, πόσον ἔργον εἶναι δυνατόν νὰ παραχθῇ ἀπὸ μίαν θερμίδα ἢ πόσα Btu ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ ἀποδοθῇ ἔργον 1 HP. Ἐν γένει, δηλαδὴ τίθεται τὸ ἐρώτημα, ποῖον εἶναι τὸ ἰσοδύναμον μιᾶς μονάδος θερμότητος εἰς μονάδας ἔργου;

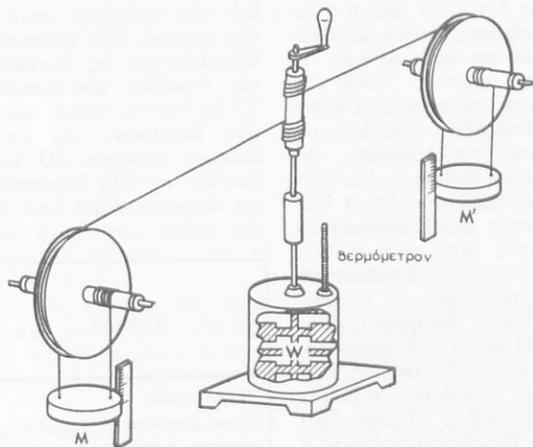
Ὁ Joule κατώρθωσε νὰ ἀνεύρη πρῶτος, πειραματικῶς, τὴν σχέσιν μεταξὺ μηχανικοῦ ἔργου καὶ θερμότητος διὰ τῆς εἰς τὸ σχῆμα 36/1 ἐκτιμωμένης θερμομετρικῆς διατάξεως. Ἐντὸς θερμομετρίου βυθίζεται πτερυγοφόρος ἄξων W, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν μὲ τὴν βοήθειαν τῶν δύο μαζῶν M. Λόγω τῆς τριβῆς τῶν πτερυγίων τοῦ ἄξωνος μετὰ τοῦ ὕδατος τοῦ θερμομετρίου ἀναπτύσσεται θερμότης, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομετρίου· ἡ ἀνύψωσις αὕτη τῆς θερμοκρασίας εἶναι εὐκόλως μετρητὴ διὰ θερμομέτρον. Τὸ καταναλισκόμενον μηχανικὸν ἔργον καθορίζεται ἀπὸ τὸ ὕψος τῆς πτώσεως καὶ ἀπὸ τὸ μέγεθος τοῦ βάρους, διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν δύο τούτων μεγεθῶν. Ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τοῦ κατεχομένου βάρους δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν, διότι ἡ κάθοδος αὐτοῦ εἶναι λίαν βραδεία. Ἐξ ἄλλου ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης, μετρεῖται ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος, τὴν θερμοχωρητικότητα τοῦ θερμομετρίου καὶ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

Ἀπὸ πολλὰ πειράματα ὁ Joule καθώρισε ὅτι 1 cal θερμότητος ἀποδίδει ἔργον πάντοτε ἴσον πρὸς 427 grm ἔργου ἢ 1 kcal ἰσοῦται πρὸς 427 kgm. Ἄλλη ἔκφρασις τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυναμοῦ τῆς θερμότητος εἶναι: 1 cal ἰσοῦται πρὸς 4,18 Joule, (τὸ Joule ὀρίζεται εἰς τὸ ἐδάφιον 22). Εἰς τὸ βρετανικὸν σύστημα μονάδων ἰσχύει ἡ σχέσις:

1 Btu = 778 lbft

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἐνα γαλλόνι βενζίνης καίόμενον ἀποδίδει περίπου 27500 kcal. Εἰς πόσα χιλιόγραμμαμέτρα ἰσοδυναμεῖ ἡ ἐνέργεια αὕτη;

ΛΥΣΙΣ : 1 kcal = 427 kgm
27.500 kcal = 427 × 27.500 = 11750000 kgm



Σχ. 36—1. Ἡ μηχανὴ τοῦ Joule διὰ τὴν μέτρησην τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμότητος.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Ὄταν ἔχουμεν ἀνάγκην θερμότητος δὲν καταστρέφομεν μηχανικῶν ἔργων διὰ νὰ τὴν ἀποκτήσωμεν, διότι ἡ φύσις μᾶς ἔχει προμηθεύσει ἀφθόνως μὲ ἄλλας πηγὰς θερμότητος, αἱ περισσότεραι τῶν ὁποίων εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναχθῶν εἰς τὸν ἥλιον, τὴν πηγὴν ὄλων σχεδὸν τῶν ἐνεργειῶν, τὰς ὁποίας ἔχομεν εἰς τὴν διάθεσίν μας. Ὁ ἥλιος σταθερῶς ἐκπέμπει μίαν καταπληκτικὴν ποσότητα ἐνεργείας, τῆς ὁποίας μόνον ἓνα μικρὸν ποσοστὸν πίπτει ἐπὶ τῆς γῆς, καὶ τὸ ὁποῖον ἐν τούτοις, εἶναι δι' ἡμᾶς ἐξαιρετικῶς μεγάλο.

Ἄν καὶ ἡ πηγὴ ὄλων τῶν εἰδῶν τῆς ἐνεργείας εἶναι ὁ ἥλιος, ἐν τούτοις, μόνον ὀλίγα συσχευαὶ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀπορροφῶν ἀπ' εὐθείας τὴν ἐνέργειαν ἀπὸ τὸν ἥλιον καὶ νὰ θερμαίνουν τὸ ὕδωρ. Ἐν γένει εἶναι πλέον πρακτικὸν νὰ χρησιμοποιώμεν τὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία προέρχεται ἀπὸ τὸν ἥλιον ἀφοῦ αὕτη ἔχει μετατραπῆ εἰς ἄλλας μορφὰς ἐνεργείας. Ἡ πλέον χρήσιμος εἰς ἡμᾶς μορφή ἐνεργείας εἶναι ἡ προσερχομένη ἀπὸ τὴν φυσικὴν ζωὴν. Τὰ φυτὰ παρουσιάζουσι τὴν ἰκανότητα νὰ ἀποθηκεύουσι τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἡλίου ὑπὸ χημικὴν μορφήν.

Ἡ διαδρασιά, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐν φυτῶν ἀπορροφᾷ τὴν ἡλιακὴν ἐνέργειαν εἶναι γνωστὴ ὡς φωτοσύνθεσις.

Τὸ ἡλιακὸν φῶς παρέχει τὴν δυνατότητα εἰς τὰ φυτὰ νὰ δημιουργοῦν τὰς συνθέτους οὐσίας, αἱ ὁποιαὶ παραλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ἀνθρώπων ὑπὸ μορφήν τροφίμων. Ἐξ ἄλλου αἱ σημεριναὶ καύσιμα ἔλαια ἦσαν φυτὰ μίαν πολὺν περασμένην ἐποχῆς, καὶ ἐπανερχονται αὐταὶ διὰ μίαν φορὰν ἀκόμη εἰς τὰ ἀπλᾶ συστατικά ἀπὸ τὰ ὁποία ἀποτελοῦνται ὅταν καοῦν. Κατὰ τὴν καύσιν οἰαδῶςποτε καυσίμου οὐσίας, εἴτε ἄνθρακος, εἴτε ξύλου, εἴτε πετρελαίου, εἴτε ἀερίων, δύο σημαντικαὶ χημικαὶ ἀντιδράσεις λαμβάνουσι χώραν. Ἡ καύσις τοῦ ἄνθρακος μὲ τὸ ὀξυγόνον πρὸς παραγωγὴν διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ ἡ καύσις τοῦ ὕδρογόνου μὲ τὸ ὀξυγόνον πρὸς παραγωγὴν ὕδατος. Αἱ ἀντιδράσεις αὐταὶ εἶναι τὸ ἀντίθετον τῆς φωτοσυνθέσεως. Ἡ χλωροφύλλη, ἡ ὁποία δίδει εἰς τὰ φυτὰ τὸ πρᾶσινον χρῶμα καὶ ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός διὰ τὴν παραγωγὴν ὕδατανθράκων, δρᾷ ὡς καταλύτης κατὰ τὴν φωτοσύνθεσιν. Οἱ ὕδατανθρακες περιλαμβάνουσι ἄμυλον καὶ σάκχαρον. Τὸ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος καὶ τὸ ὕδωρ εἶναι σημαντικὰ στοιχεῖα τῆς ἀντιδράσεως αὐτῆς, χωρὶς τὴν ὁποίαν ὅλα τὰ φυτὰ καὶ ἡ ζωὴ τῶν ζῶντων ὀργανισμῶν θὰ ἐξηφανίζετο κατὰ τὴν διάρκειαν μίαν γενεᾶς. Παρ' ὅλα ταῦτα, ἡ

πλήρης αντίδρασις δὲν εἶναι ἀκόμη γνωστή, καὶ οἱ ἐπιστήμονες ἀκόμη προσπαθοῦν καὶ ἐρευνοῦν νὰ ἀνακαλύψουν τὸ μυστικὸν τοῦτο τῆς φύσεως. Κατὰ τὴν καύσιν τοῦ ἀνθρακος, οὗτος καὶ τὸ ὕδρογόνον ἐνωθῆναι μὲ τὸ ὀξυγόνον τῆς ἀτμοσφαιρας παρέχοντες τοιοῦτοτρόπως ἐνέργειαν. Ὅταν 12 gr ἀνθρακος ἐνωθῆναι μὲ 2 gr ὀξυγόνου, παράγουν 44 gr διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ἐλευθερῶνουν ποσότητα θερμότητος ἴσην πρὸς 97.000 cal. Ὅταν 2 gr ὕδρογόνου ἐνωθῆναι μὲ 16 gr ὀξυγόνου σχηματίζου 18 gr ὕδατος καὶ ἐκλύεται ποσὸν θερμότητος ἴσον πρὸς 68.000 cal. Ἡ ποσότης θερμότητος, ἥ ὅποια ἐκλύεται κατὰ τὴν καύσιν, ἀνά μονάδα μάζης τοῦ καυσίμου, καλεῖται θερμότης καύσεως. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τὴν θερμότητα καύσεως 9 κοινῶν οὐσιῶν.

ΑΙ ΘΕΡΜΙΔΕΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.
Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα εἶναι μία μηχανὴ ἥ ὅποια πρέπει νὰ τροφοδοτηθῆ μετὰ τὰ κατάλληλα καύσιμα διὰ νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἐργάζεται ἀποδοτικῶς.

διὰ τῶν τροφίμων κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς πέψεως, ἔχει ἐπακριβῶς μετρηθῆ μετρησιόμετρα ὡς ἀκριβῶς ἔγινε καὶ μετὰς τὰς θερμίδας τῶν διαφόρων καυσίμων. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς τιμὰς τῶν θερμίδων, τὰς ὁποίας ἀποδίδουν διάφορα τρόφιμα. Ὁ ὕγιης ἀνθρώπος, ἐκτελῶν συνήθη ἡμερησίαν ἐργασίαν, ἔχει ἀνάγκη 3000 kcal ἕως 5.000 kcal τὴν ἡμέρα.

Τρόφιμα	Μεγάλες θερμίδες ἀνά λίμπρα (kcal/lb)
Ψητὸ κρέας	1.130
Ξηρὰ φασόλια	1.600
Φρέσκα φασόλια	195
Βούτυρο	3.710
Κρέμα	910
Φρούτα	415
Χοιρινὴ Μπριζόλα	1.180
Πατάτες	440
Λευκὸς ἄρτος	1.190

Θερμότης καύσεως		
Καύσιμα	Θερμότης ἀνά γραμμαρίον cal/gr	Btu ἀνά λίμπρα (Btu/lb)
Οἰνόπνευμα	6.500	11.600
Ἀνθρακίτης	6.500	11.600
Παχὺς γαιάνθραξ	6.000-8.900	11.000-15.000
Κόκ	6.950	12.500
Φωταέριον	7.500	13.600
Βενζίνη	11.000	20.000
Ὑδρογόνον	34.000	61.000
Ἀκάθαρτον πετρέλαιον	11.000	20.000
Ξυλεῖα πεύκης	4.400	8.000

Αἱ τροφαὶ τοῦ ἀνθρώπου πρέπει νὰ περιέχουν πρωτεΐνας, λίπη, καὶ ὕδατάνθρακα, οὗτος ὡστε, νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ κανονικὴ δημιουργία ὀστέων καὶ ἰστέων καὶ νὰ ἐπιτυγχάνεται ἡ καλὴ συντήρησις τῆς ἀνθρωπίνης μηχανῆς. Ὁ ἀριθμὸς τῶν θερμίδων, αἱ ὁποῖαι παρέχονται

Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.
Ἐνῶ ὁ Thompson καὶ ὁ Davy διετύπωνον τὴν θεωρίαν, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ μοριακαὶ κινήσεις εἶναι ἡ βάσις τῆς θερμότητος, μιὰ ἄλλη βασικὴ καὶ σημαντικὴ ἀρχὴ διετυπώνετο. Τὸ 1824 ὁ Γάλλος χημικὸς Nicolas Carnot ἔγραφε : «Τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας εἰς τὴν φύσιν δὲν μεταβάλλεται. Ἡ ἐνέργεια δὲν παράγεται ποτέ, καὶ ποτέ δὲν καταστρέφεται». Τὸ 1847 ὁ Joule διετύπωνε σαφῶς τὴν ἀρχήν, ἥ ὅποια τώρα εἶναι γνωστὴ ὡς *ὁ νόμος τῆς Διατηρήσεως τῆς Ἐνεργείας*. Ἡ ἐνέργεια δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ δημιουργηθῆ ἢ νὰ καταστραφῆ. Ἄλλοι φυσικοὶ εἰς τὴν Ἀγγλίαν, Γερμανίαν, καὶ Γαλλίαν, ὅπεσθηρῆσαν τὴν ἀρχὴν ταύτην, τὸσον βιαιῶς καὶ ἰσχυρῶς, ὥστε συντόμῳ αὐτῆ ἐγένετο εὐρέως παραδεκτὴ καὶ θεωρεῖται ὡς ἡ μεγαλύτερα γενίκευσις τοῦ 19ου αἰῶνος.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος
Φωτοσύνθεσις

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Θερμότης καύσεως
Θερμίδες τροφίμων
Διατήρησης τής ενέργειας

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποίος ήτο ο σκοπός των πειραμάτων του Joule;
2. Τί νοούμεν λέγοντες μηχανικόν ισοδύναμον τής θερμότητος;
3. Περιγράψατε τὸ κυριώτερον ἀπὸ τὰ πειράματα τοῦ Joule.
4. Ἀναφέρατε τὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδύναμου, τῆς θερμότητος α) εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα καὶ β) εἰς τὸ Ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα.
5. Ποία εἶναι ἡ ἀρχικὴ πηγὴ ὄλων τῶν μορφῶν ἐνεργείας τὰς ὁποίας χρῆσιμοποιούμεν;
6. Τί νοοῦμεν λέγοντες φωτοσύνθεσις;
7. Ποῖαι εἶναι αἱ δύο σημαντικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν καύσιν ἐνὸς σώματος;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες θερμότητα καύσεως;
9. Ὑπὸ ποίαν ἔσφην τὸ ἀνθρώπινον σῶμα συμπεριφέρεται ὡς μηχανή;
10. Ποῖος εἶναι ὁ νόμος τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί εἶναι πλεονέκτημα νὰ ἔχωμεν καλῶς λιπασμένους ἐνσφαιρούς τριβῆς (ρουλιμάν) εἰς μίαν μηχανήν;
2. Τί γίνεται ἡ κινητικὴ ἐνέργεια ἐνὸς αὐτοκινήτου ὅταν τοῦτο σταματᾷ.
3. Διατί ὁ κύλινδρος μῆς ἀεραντλίας θερμαίνεται, ὅταν ἡ ἀντλία χρησιμοποιηθῆ διὰ νὰ φουσκώσῃ ἕν λάστιχον αὐτοκινήτου;
4. Διατί ὁ ἀήρ ψύχεται καθὼς ἐκφεύγει ἀπὸ τὴν βαλβίδα ἐνὸς ἀεροθαλάμου ἐλαστικοῦ αὐτοκινήτου;
5. Ἀναφέρατε μερικὰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ἔχετε ἀντιληφθῆ παραγωγὴν θερμότητος ἀπὸ μηχανικὸν ἔργον.
6. Ἀναφέρατε μερικὰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας παράγεται ἔργον διὰ τῆς παροχῆς θερμότητος.
7. Ὅταν ἕνα αὐτοκίνητον ἐκτελέσῃ μίαν περιοδείαν καὶ ἐπιστρέψῃ εἰς τὸ σημεῖον ἐκ τῆς ἀρχῆς αὐτοῦ, ἡ

γίνει ὅλη ἡ ἐνέργεια ἢ ὁποία ἀπεδόθη ἀπὸ τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν βενζίνη;

8. Ὑδατοπίπτωσις κινεῖ ἀντλία. Εἶναι δυνατόν ἡ ἀντλία αὕτη νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ νὰ ἀναβιάσῃ τὸ ὕδωρ πάλιν εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν πίσω ἀπὸ τὸν ὑδατοφράκτην; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΙΑ ΥΠΟΤΤΙΠΩΔΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ. Ἡ μετατροπὴ τῆς θερμικῆς ἐνεργείας εἰς μηχανικὴν εἶναι κατ' ἀρχὴν τόσον ἀπλῆ ὥστε δύνασθε εὐκολώτατα καὶ ἀμέσως νὰ κατασκευάσετε μίαν ὑποτιπώδη θερμικὴν μηχανήν.

Ἐπὶ ἐνὸς τεμαχίου χαρτονίου σχεδιάσατε μίαν ἔλικα, τῆς ὁποίας αἱ διαδοχικαὶ ἔλικώσεις νὰ ἀπέχουν κατὰ περίου 1cm. Κόψατε τὸ χαρτόνι εἰς τὰ ἴχνη τῆς ἔλικος, καὶ σχηματίσατε εἰς τὸ κέντρον τῆς μίαν μικρὰν ὀπήν διὰ τῆς ὁποίας περάσατε μίαν κλωστήν. Δέσατε εἰς τὸ ἐν ἄκρον τῆς κλωστῆς ἕναν κόμβον, οὕτως ὥστε νὰ δύνασθε νὰ ἀναρτήσετε τὴν ἔλικα ἐκ τοῦ ἐτέρου ἄκρου: τοιουτοτρόπως θὰ σχηματισθῆ μία, οὕτως εἰπεῖν, στερεὰ ἔλιξ. Ἀναρτήσατε τώρα τὴν ἔλικα αὐτὴν ὑπεράνω μῆς θερμῆς πηγῆς, μῆς φλογὸς π. γ. Ἡ ἔλιξ θὰ ἀποκτήσῃ σαφῆ περιστροφικὴν κίνησιν, ὀφειλομένην εἰς τὸν βομβαρδισμόν τὸν ὁποῖον ὑφίσταται ἀπὸ μόρια τοῦ θερμοῦ ἀέρος. Τὰ μόρια κατευθύνονται πρὸς τὰ ἄνω, ἢ δρᾶσι τῶν ὅμως δὲν δύναται βεβαίως νὰ ὑπερνεύσῃ τὸ βάρος τῆς ἔλικος καὶ νὰ τῆς προσδώσῃ κίνησιν πρὸς τὰ ἄνω· ἀκριβῶς ὅμως λόγῳ τῆς μορφῆς τῆς ἔλιξ δύναται νὰ περιστραφῆ περὶ τὸν ἄξονα τῆς ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν δυνάμεως πολὺ μικροτέρας τοῦ βάρους τῆς.

Ὁ βομβαρδισμὸς ὑπὸ ταχείως κινουμένων μορίων ἀποτελεῖ τὴν θεμελιώδη δρᾶσιν εἰς ὅλας ἀνεξαιρέτως τὰς θερμικὰς μηχανάς.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσαι θερμίδες παράγονται, ὅταν 1281 grm ἔργον μετατρέπωνται εἰς

2. Πόσα ftlb έργου είναι ισοδύναμα προς 5 Btu;
3. Πόσαι θερμίδες είναι δυνατόν να παραχθούν υπό μάζης 854 gr ή όποια πέττει από ύψους 10 m;
4. Εις την εφηβικήν ηλικίαν, ένα άτομον χρειάζεται περίπου 3000 kcal την ημέραν υπό μορφήν τροφής. Εις πόσην μηχανικήν ενέργειαν είναι τούτο ισοδύναμον;
5. Ποία θά ητο ή αύξησις τῆς θερμοκρασίας ἐκάστου κίλου ὕδατος πίπτοντος ἀπὸ τοὺς καταρράκτας τοῦ Νιαγάρα (περίπου 50 μέτρα) ἐάν ὅλο τὸ παραγόμενον ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἔργον, μετετρέπετο εἰς θερμότητα;

B

6. Πόσον ἔργον εἰς Joule παράγεται ἀπὸ τὴν καῦσιν ἐνὸς κίλου ἀνθρακίτου, ὅταν τὸ ἀπὸ τὴν καῦσιν προερχόμενον ποσὸν θερμότητος μετατρέπεται εἰς ἔργον; (1 κίλον ἀνθρακίτου παρέχει 8300 kcal).
7. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ἀναπτυσσόμενον

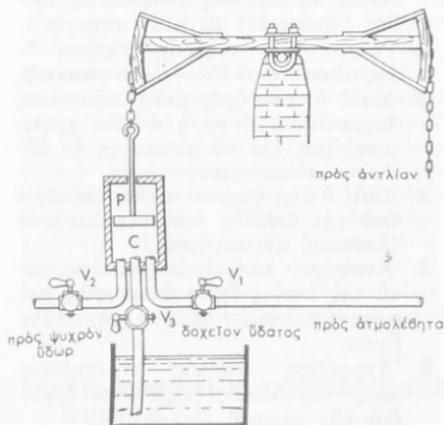
ποσὸν θερμότητος, ὅταν αὐτοκίνητον μάζης 150 kg κινούμενον με ταχύτητα 100 km/h, τίθεται ἀποτόμως εἰς ἠρεμίαν.

8. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον εἶναι δυνατόν νὰ παραχθῇ διὰ τῆς καύσεως 1 γαλλονίου βενζίνης (2,6 kg) ὑπὸ μηχανῆς τῆς ὁποίας ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 20 %.
9. Πόσον φωταέριον (8000 Btu/lb) πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν θέρμανσιν 1 γαλλονίου ὕδατος (8,3 lb) ἀπὸ 70°F εἰς 212°F ἐντὸς καμίνου τῆς ὁποίας ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 30 %;
10. Μάζα 31 gr ὀξυγόνου εἰς 0°C καὶ ὑπὸ πῆσιν 76 cm Hg ἔχει ὄγκον 22400 cm³; Ἐὰν τὸ αέριον θερμαίνεται ὑπὸ σταθερὰν πῆσιν εἰς 100°C, ἀξαναμένον τοῦ ὄγκου αὐτοῦ, πόση ἐπιπροσθέτως θερμότης πρέπει νὰ προσδοθῇ διὰ τὸ ἐκτελεσθέν, ὑπὸ τῆς ἐκτονώσεως τοῦ αερίου, ἔργον; (Τὸ ἔργον ἰσοῦται πρὸς τὴν πῆσιν ἐπὶ τὴν μεταβολὴν τοῦ ὄγκου).

ΕΔΑΦΙΟΝ 37. Θερμικαὶ μηχαναί.

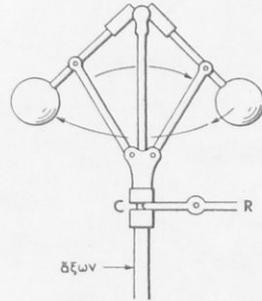
Η ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ NEWCOMEN. Ἡ πρώτη μηχανὴ ἐνενοήθη τὸ 1705 ὑπὸ τοῦ Θωμά Newcomen, ἐνὸς Ἀγγλοῦ σιδηροδρόμου, καὶ ἐχρησιμοποιήθη εἰς τὰ ὄρυγεα ἀνθρακος διὰ νὰ ἀντλή τὰ ἐντὸς αὐτῶν συνταντώμενα ὕδατα. Τὸ σχῆμα 37-1 παρέχει ἓν διάγραμμα τῆς μηχανῆς τοῦ Newcomen. Τὸ ἔμβολον P ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου C ἦτο προσηρμοσμένον εἰς τὸ ἓν ἄκρον μιᾶς δοκοῦ, τῆς ὁποίας τὸ ἕτερον ἄκρον ἦτο συνδεδεμένον με μίαν ἀντλίαν. Ὅταν αἱ βαλβίδες V₂ καὶ V₃ εἶναι κλεισταὶ καὶ ἡ βαλβὶς V₁ ἀνοικτὴ, τότε τὸ βάρος τοῦ μηχανισμοῦ τῆς ἀντλίας, ἔλκει πρὸς τὰ ἄνω τὸ ἔμβολον, ἐνῶ ταυτοχρόνως, ὁ ἀτμὸς ὑπὸ χαμηλὴν πῆσιν, εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου διὰ τῆς βαλβίδος V₁. Ὅταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ κυλίνδρου, κλείει ἡ βαλβὶς V₁ καὶ ἀνοίγει ἡ V₂ παρέχουσα οὕτω τὴν δυνατότητα τῆς εἰσροῆς ψυχροῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, με ἀποτέλεσμα τὸν ψυφισμὸν τοῦ ἀτμοῦ καὶ τὴν ἀντλήσιν τοῦ ὕδατος.

σιν τοῦ ἀτμοῦ, καὶ τοιουτοτρόπως τὴν δημιουργίαν πρακτικῶς κενοῦ. Λόγω τῆς



Σχ. 37—1. Ἡ μηχανὴ τοῦ Newcomen διὰ τὴν ἀντλήσιν τοῦ ὕδατος.

υπάρξεως πρακτικῶς κενῶ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ἢ ἀτμοσφαιρικῆ πίεσις ὠθεῖ τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ κάτω, καὶ τοιοῦτοτρόπως, ἀνυψοῦται ὁ μηχανισμὸς τῆς ἀντλίας, ἐνῶ ὁ ὑδροποιηθεὶς ἀτμὸς καὶ τὸ ὕδωρ διοχετεύονται διὰ μέσου τῆς βαλβίδος V_3 . Ἐὰν θελήσωμεν νὰ ἀκριβολογήσωμεν, ὁ ἀτμὸς δὲν παράγει οὐδὲν ἔργον. Τοῦτο παράγεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἢ ὅποια καὶ ἐξασκεῖ τὴν δύναμιν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου. Ὁ ἀτμὸς χρησιμοποιεῖται ἀπλῶς διὰ νὰ δημιουργήσῃ τὸ κενὸν εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ ἐμβόλου.



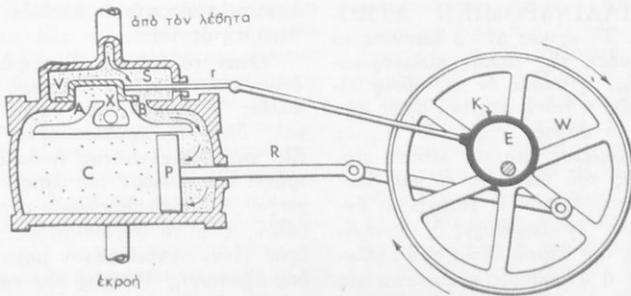
Σχ. 37—2. Ὁ φυγοκεντρικὸς ρυθμιστὴς.

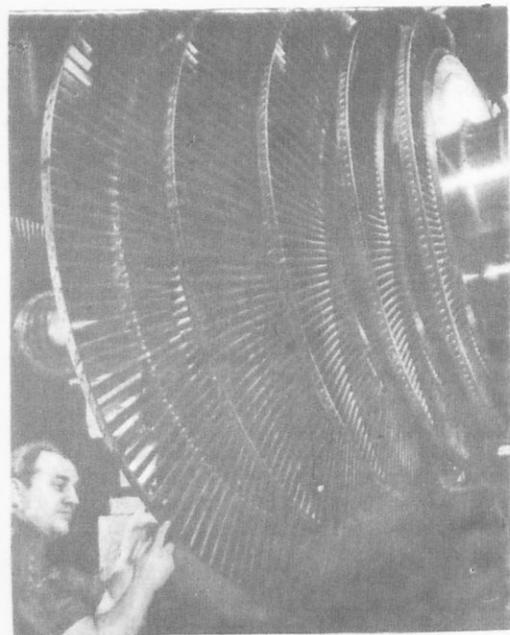
ΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΤΟΥ WATT. Ἐὰν ἡ ἀτμομηχανὴ ἔλαβε τὴν ἀνάπτυξιν, τὴν ὅποιαν ἔλαβε, τοῦτο ὀφείλεται ἐξ ὀλοκληροῦ εἰς τὸν James Watt, ὁ ὁποῖος καὶ ἐπέφερε πολλὰς τροποποιήσεις καὶ βελτιώσεις, κατὰ τὰ πρῶτα ἔτη τῆς ἐμφανίσεως τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἀντὶ ἡ ψῦξις τοῦ ἀτμοῦ νὰ γίνεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ὁ Watt ἐθεώρησε σκόπιμον, νὰ ὀδηγήσῃ τὸν ἀτμὸν ἐντὸς δευτέρου διαμερίσματος ὅπου οὗτος νὰ ψύχεται καὶ νὰ συμπυκνοῦται. Τοιοῦτοτρόπως ἐπιτυγχάνεται ὥστε, τὰ μὲν τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου νὰ εἶναι πάντοτε θερμὰ, ὁ δὲ συμπυκνωτὴρ νὰ εἶναι πάντοτε ψυχρὸς, μὲ ἀποτέλεσμα ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς ἀτμομηχανῆς νὰ ἀυξηθῇ.

Ἀργότερον ὁ Watt κατεσκεύασε μίαν νέαν μηχανὴν εἰς τὴν ὅποιαν ὁ ἀτμὸς πράγματι ἐξετελεῖ ἔργον. Οὗτος, εὐρισκόμενος ὑπὸ μεγάλῃν πίεσιν, κινεῖ κατ' ἀρχῆς τὴν μίαν πλευρὰν τοῦ ἐμβόλου, ἀκολούθως δὲ τὴν ἐτέραν πλευρὰν αὐτοῦ. Τοιοῦτοτρόπως τὸ ἔμβολον «διπλῆς ἐνερ-

γείας» ἐξήσκει μεγαλύτεραν δύναμιν ἀπὸ ἐκείνην ἢ ὅποια ἦτο δυνατόν νὰ ἀναπτυχθῇ εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Newcomen.

Μεταξὺ τῶν πολλῶν βελτιώσεων τὰς ὁποίας ἐπέφερον ὁ James Watt ἦτο καὶ ὁ φυγοκεντρικὸς ρυθμιστὴς (σχῆμα 37 - 2). Εἰς τὸν ρυθμιστὴν διακρίνομεν τὸν ἄξονα, ὁ ὁποῖος λαμβάνει τὴν κίνησιν ἀπὸ τὴν κινητήριον μηχανὴν, τὰς περιστρεφόμενας μάζας, καὶ τοὺς διωστήρας, οἱ ὁποῖοι συνδέουν τὰς δύο μάζας μὲ τὸν δακτύλιον C. Κατὰ τὴν μετακίνησιν τῶν περιστρεφόμενων μαζῶν μεταβάλλεται καὶ ἡ θέσις τοῦ δακτύλιου C. Τοιοῦτοτρόπως ὁ δακτύλιος C δύναται νὰ μετακίνησῃ τὸ ὄργανον τῆς διανομῆς, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν παροχὴν τοῦ ἀτμοῦ. Ἐὰν ἀυξηθῇ ἡ ταχύτης τῆς μηχανῆς, αἱ μάζαι τοῦ ρυθμιστοῦ ἀπομακρύνονται καὶ ὁ δακτύλιος C μετακινουμέ-





Σχ. 37—4. Το περιστρεφόμενον τύμπανον ενός μεγάλου ατμοστρόβιλου. Καθώς ο ατμός αποτονούνται, ή πίεσις του πίπτει και ρέει διά μέσου όλων εν και μεγαλυτέρων πτερυγίων.

νος, ἐλαττώνει μέσω του μοχλού R, την παροχήν του ατμού.

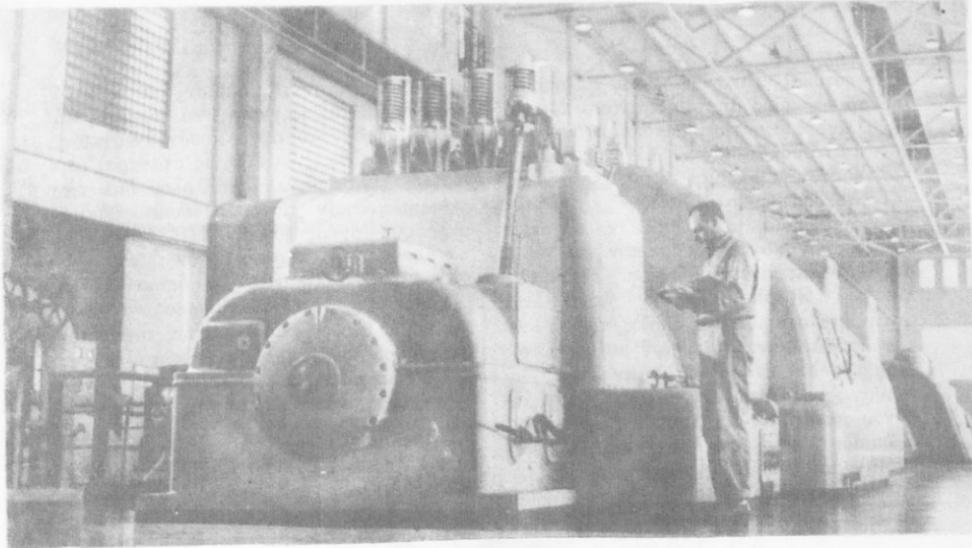
Εάν αντίθετως ή ταχύτης της μηχανής ἐλαττούται, αί δύο μάζαι κινούνται προς τον άξονα, με αποτέλεσμα ή κινήσις του δακτυλίου C, μεταφερομένη μέσω του μοχλού R, να αύξηση την παροχήν του ατμού, ήτοι, και την ταχύτητα της μηχανής.

ΑΠΛΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΗ. Το σχήμα 37 - 3 δεικνύει τὰ κρυώτερα μέρη της απλής παλινδρομικής μηχανής, ή οποία εν τη ουσία είναι πρακτικώς ή αυτή μηχανή όπως την κατεσκεύασε ο James Watt. Ο θερμός ατμός προερχόμενος από τον λέβητα εισέρχεται εντός του θαλάμου S και ακολουθώς διά του όχου B εισέρχεται εντός κυλίνδρου. Η ατμοθυρίς V κανονίζει την ροήν του ατμού εντός του κυλίνδρου. Όταν ή ατμοθυρίς εδρίσκειται εις την εικονιζομένην θέσιν, τότε ο ατμός εισέρχεται εντός του κυλίνδρου εις το δε-

ξιόν μέρος του έμβόλου, διά μέσου της θυρίδος εισαγωγής B, και ώθει το έμβολον προς τὰ άριστερά ως δεικνύουν τὰ σχετικά βέλη. Η κινήσις αυτή μεταφέρεται εις τον σφόνδυλον W μέσω του διωστήρος R. Η θυρίς έξαγωγής X εδρίσκειται την στιγμήν αυτήν συνδεδεμένη με τον άγωγόν A εις το άριστερόν μέρος του κυλίνδρου. Ο εδρισκόμενος εντός του κυλίνδρου ατμός, ο όποιος προεκάλεσε την κινήσιν του έμβόλου προς τὰ δεξιά, διοχετεύεται μέσω της θυρίδος εισαγωγής A προς τον άγωγόν έξαγωγής X. Η κινήσις της ατμοθυρίδος εδρίσκειται εν συσχέτιση προς την κινήσιν του έμβόλου του κυλίνδρου. Η συσχέτισις αυτή επιτυγχάνεται μέσω του εκκέντρου E το όποιον είναι στερεώς συνδεδεμένον εις τον στρόφαλον W και περιστρέφεται μαζί με αυτόν.

Πέριξ του εκκέντρου είναι χαλαρώς συνδεδεμένη ή στεφάνη K ή όποια είναι συνδεδεμένη μέσω της ράβδου Γ προς την ατμοθυρίδα V. Καθώς ο σφόνδυλος περιστρέφεται δεξιοτρόφως, από την δεικνυομένην εις το σχήμα 37 - 3 θέσιν, ή κινήσις του εκκέντρου έξαναγκάζει την βαλβίδα V να κινηθή προς τὰ δεξιά. Το εκκεντρον έχει τοποθετηθή τοιουτρόπως επί του στρόφαλου, ούτως ώστε, όταν το έμβολον εχη διανύσει το 1/3 της απόστάσεως εντός του κυλίνδρου προς τὰ άριστερά, ή ατμοθυρίς V να εχη καλύψει και τὰ δύο ανοίγματα A και B. Τότε ο θερμός ατμός ο εδρισκόμενος εντός του κυλίνδρου και όπισθεν του έμβόλου έξακολουθει να εκτονοῦται και ως εκ τούτου, ώθει το έμβολον προς τὰ άριστερά. Καθώς ο ατμός εκτελεί έργον διά της αποτονώσεως αυτού αποδίδει μέρος της θερμότητός του.

Όταν το έμβολον εχη φθάσει εις το ακρότατον προς τὰ άριστερά σημείον ή βαλβις V εχη κινηθή προς τὰ δεξιά καθ' όλον το προβλεπόμενον διάστημα. Εις την θέσιν ταύτην ή βαλβις V επιτρέπει την εισοδον του ατμού διά του άγωγού A εις το άριστερόν μέρος του έμβόλου, ενώ το δεξιόν μέρος του κυλίνδρου είναι συνδεδεμένον μετά της θυρίδος έξαγωγής B προς τον σωλήνα έξαγωγής X. Ο εισερχόμενος θερμός ατμός ώθει το έμβολον προς τὰ δεξιά, εκδιώ-



Σχ. 37—5. Το περιστρεφόμενον τύμπανον του σχήματος 37—4 είναι τὸ μόνον κινούμενον μέρος τῆς εἰς τὴν ἀνωτέρω φωτογραφίαν, ἐμφαινόμενης ἐγκαταστάσεως τελευταίου τύπου ἀτμοστροβίλου.

κων τὸν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εὐρισκόμενον ψυχρὸν ἀτμὸν (λόγῳ τῆς ἀποτονώσεώς του) πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἐξαγωγῆς. Ὄταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ ἀκρότατον δεξιὸν ἄκρον τοῦ κυλίνδρου ἐπαναλαμβάνεται ἡ αὐτὴ διαδικασία. Ἡ παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἐμβόλου, εἶναι ἐκείνη ἢ ὁποία ἐξασφαλίζει τὴν κίνησιν τοῦ στροφάλου. Ὁ στρόφαλος, αὐτὸς καθ' ἑαυτὸν τείνει νὰ ἐξομαλύνῃ τὰς κάπως ἀκανονίστους ὠθήσεις τοῦ ἐμβόλου, καὶ νὰ τὰς μετατρέψῃ εἰς μίαν συνεχῆ καὶ ὁμαλὴν κίνησιν.

Εἰς ὠρισμένους τύπους μηχανῶν, ὁ ἀποτονωθεὶς ἀτμὸς, ὀδηγεῖται εἰς συμπυκνωτήρα ὁ ὁποῖος διατηρεῖται εἰς χαμηλὴν πίεσιν. Εἰς τὰς μηχανὰς μὲ συμπυκνωτήρα, ὡς αὐτοὶ καλοῦνται, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις δὲν ἀντιτίθεται πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ ἐκτονωθέντος ἀτμοῦ καὶ διὰ τὸν λόγον αὐτὸν αἱ μηχαναὶ μὲ συμπυκνωτήρα εἶναι πλέον ἀποδοτικαί, ἀπὸ τὰς μηχανὰς αἰτνες δὲν διαθέτουν τοιοῦτον, διότι ὁ εἰσερχόμενος ἀτμὸς δὲν συναντᾷ τὴν ἀντίστασιν τὴν ὁποίαν συναντᾷ ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, καὶ ἡ ὁποία πρέπει νὰ ὑπερνικηθῇ ἀπὸ τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου.

Ἐὰν μετρήσωμεν τὸ περιεχόμενον εἰς θερμότητα τοῦ ἀτμοῦ, καθὼς οὗτος εἰσέρχεται εἰς τὴν ἀτμομηχανήν, καὶ μετρήσωμεν καὶ τὸ παραγόμενον ὑπὸ τῆς μηχανῆς ἔργον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ καλύτερα ἀτμομηχανὴ ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως μόνον 20%. Εἰς μικρὰς μηχανὰς χωρὶς συμπυκνωτήρα ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως πιθανὸν νὰ εἶναι κατὰ 5% μικρότερος ἢ ἴσως καὶ περισσότερον. Ὁ κύριος λόγος διὰ τὸν ὁποῖον ἔχομεν τὸσον μικρὸν βαθμὸν ἀποδόσεως εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς εἶναι ὅτι ἔχομεν τεραστίαν ποσότητα ἀπωλείας θερμότητος, μέσῳ τοῦ διοχετευομένου εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἀποτονωθέντος ἀτμοῦ. Ἐπίσης δυσμενὴ ρόλον παίζουν καὶ ἡ θερμότης, ἡ ὁποία ἀπάγεται λόγῳ ἀγωγιμότητος ἀπὸ τὰ τοιχώματα τοῦ κυλίνδρου ὡς ἐπίσης καὶ ἡ τριβή. Παρὰ τὰς βελτιώσεις, τὰς ὁποίας ἔκαμεν ὁ James Watt ἡ πρώτη ἀτμομηχανὴ ἡ ὁποία ἐχρησιμοποιήθη διὰ μεταφορὰν ἦτο τὸ Rocket κατασκευασθεῖσα ὑπὸ τοῦ George Stephenson τὸ 1839. Τὸ βάρος τῆς ἦτο 4,5 τόννοι καὶ ἔσυρε ἄμαξαν ἡ ὁποία κατὰ μέγιστον ἠδύνατο νὰ μεταφέρῃ 30 ἄτομα μὲ ταχύτητα 48 km/h μετὰξὺ τοῦ Manchester καὶ τοῦ Liverpool. Ὁ Stephenson πρῶτος

επενόησε και κατεσκεύασε τὸν αἰλοφόρον λέβητα ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλοὺς μεταλλικὸς ἀγωγούς, οἱ ὅποιοι συνδέουν τὸν φλογοθάλαμον τοῦ λέβητος μὲ τὴν καπνοδόχον. Οἱ αἰλοὶ οὗτοι περιβάλλονται ὑπὸ ὕδατος καὶ αἱ φλόγες, αἱ ὁποῖαι διέρχονται διὰ μέσου αὐτῶν, ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν μὲ μεγάλην ἐπιφανείαν ὕδατος. Ἡ συμβολὴ τοῦ Stephenson δὲν ἦτο μόνον αὐτή· ἦτο ὁ πρῶτος ὁ ὁποῖος προεκάλεσε τὴν ἀποτόνωσιν τοῦ ἀτμοῦ καθὼς οὗτος διήρχετο διὰ μέσου τῆς καπνοδόχου δημιουργώντας οὕτω τὴν κατάστασιν ηἰξημένου ἔλκυσμοῦ. Ἐπίσης ἦτο ὁ πρῶτος, ὁ ὁποῖος κατεσκεύασε μηχανήν, εἰς τὴν ὁποίαν ἀπ' εὐθείας ἢ κινήσιν ἀπὸ τὸ ἔμβολον ὠδηγεῖτο εἰς τοὺς κινήτηριους τροχούς.

Ο ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ. Τὸ σχῆμα 37/4 εἶναι μία φωτογραφία τοῦ περιστρεφόμενου τυμπάνου ἐνὸς μεγάλου καὶ τελευταίου τύπου ἀτμοστρόβιλου. Τὸ σχῆμα 37/5 παριστᾷ ἓνα ἀτμοστρόβιλον, ὁ ὁποῖος χρησιμεύει διὰ νὰ κινή μίαν ἠλεκτρικὴν γεννήτριαν. Τὸ περιστρεφόμενον τύμπανον τοῦ ἀτμοστρόβιλου συνίσταται ἀπὸ πολλὰς σειρὰς πτερυγίων. Τὰ πτερύγια διαιροῦνται εἰς δύο ομάδας, τὴν ἀκίνητον καὶ τὴν κινήτην. Ἄνὰ δύο σειρὰς ὑπάρχει μία ἀκίνητος σειρὰ πτερυγίων, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μεταβολὴν καὶ μόνον τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀτμοῦ οὕτως ὥστε, οὕτως ἀ καὶ προσκρούη ἐπὶ τῆς ἐπομένης σειρὰς πτερυγίων ὑπὸ τὴν κατάλληλον γωνίαν. Καθὼς ὁ ἀτμὸς διέρχεται διὰ μέσου τοῦ στρόβιλου, οὗτος ἀποτονωθεὶς καὶ διὰ τὸν λόγον αὐτόν, τὰ πτερύγια, καθὼς προχωροῦμεν πρὸς τὴν πλευρὰν ἐξόδου τοῦ ἀτμοῦ, εἶναι κατεσκευασμένα βαθμηδὸν εἰς μεγαλυτέρας διαστάσεις. Συνήθως ὁ ἀτμὸς ἀφοῦ διέλθῃ ἀπὸ ὅλας τὰς σειρὰς τῶν πτερυγίων, ὠδηγεῖται εἰς ἓνα συμπυκνωτῆρα ὕδρου καὶ συμπυκνωθεὶς.

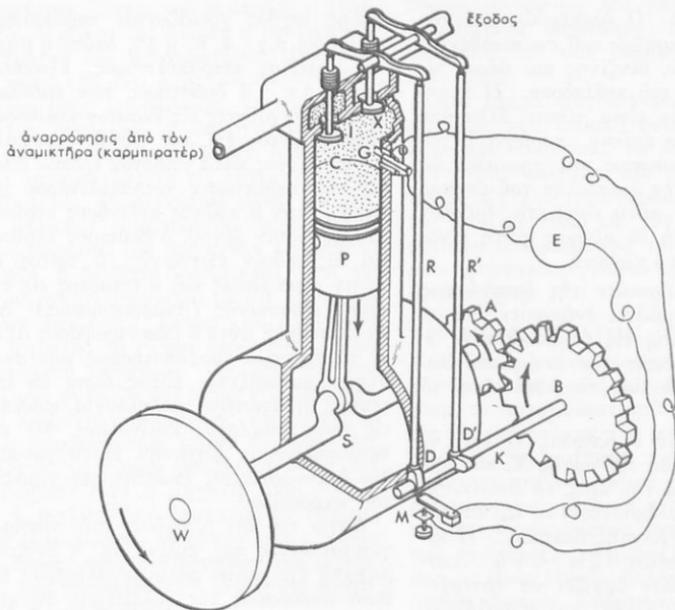
Ἀπὸ τοῦ 1900 ἤδη οἱ στρόβιλοι ἔχουν σχεδὸν ἐκτοπίσει τὰς παλινδρομικὰς μηχανὰς εἰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις. Παρουσιάζουν πολὺ μικροτέρας ταλαντώσεις, δὲν ἀπαιτοῦν τὴν ὑπαρξίν στροφῶν, παρουσιάζουν μεγαλυτέρον βαθμὸν α.α.οδ.σεως καὶ ἀπαιτοῦν πολὺ ὀλιγότερον γώ-

ρον ἀπὸ ἐκείνον τὸν ὁποῖον ἀπαιτοῦν αἱ παλινδρομικαὶ μηχαναί, αἱ ὁποῖαι θὰ μᾶς ἀπέδιδον τὸ αὐτὸ ποσὸν ἐνεργείας. Λόγω τοῦ ὅτι εἶναι ἐξόχως σταθεραὶ μηχαναί, εἶναι πολὺ κατάλληλοι διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν ἐξ πλοῖα. Ἀτμοστρόβιλοι ἰσχύος 100.000 HP, ἔχουν ἤδη κατασκευασθῆ, παρουσιάζουν ὅμως ὀρισμένα μειονεκτήματα, τὰ ὁποῖα ἀκόμη δὲν εἶναι εἰς θέσιν ὁ ἀνθρώπος νὰ ὑπερνεκῆσῃ· π.χ. δὲν παρουσιάζουν τὸν αὐτὸν βαθμὸν ἀποδόσεως εἰς μικρὰς ταχύτητας καὶ εἰς μεγάλας καὶ δεύτερον καὶ κυριώτερον δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ λειτουργοῦν καὶ ἀντιστρόφως.

ΜΗΧΑΝΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ. Εἰς ὅλους τοὺς τύπους τῶν ἀτμομηχανῶν ἡ θερμότης παράγεται ὑπὸ καυσίμων τὰ ὁποῖα καίονται ἐκτὸς τῆς μηχανῆς αὐτῆς καθ' ἑαυτήν. Αἱ μηχαναὶ αὗται εἶναι γνωσταὶ καὶ ὡς «Μηχαναὶ Ἐξωτερικῆς Καύσεως». Τὸ κύριον μειονέκτημα τῆς χρησιμοποίησεως τῶν μηχανῶν «Ἐξωτερικῆς Καύσεως» εἶναι ὅτι μόνον τὰ 50% τῆς περιεχομένης ἐντὸς τῶν καυσίμων ἐνεργείας φθάνει ἐντὸς τῆς μηχανῆς αὐτῆς καθ' ἑαυτήν. Τὰ ὑπόλοιπα 50% χάνονται ὡς ἀλώεϊα εἰς τὴν καπνοδόχον ἢ εἰς τὸν περιβάλλοντα τὸν λέβητα χώρον. Ἐφ' ὅσον ἡ ἀτμομηχανή, αὐτὴ καθ' ἑαυτήν, ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως 20% ὁ συνολικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ λέβητος καὶ τῆς ἀτμομηχανῆς εἶναι περίπου 10%. Παρ' ὅλα αὐτὰ ἡ ἀτμομηχανὴ ἦτο ἀνεῦ ἀνταγωνιστοῦ διὰ χρονικὴν περιόδον ἴσην περίπου πρὸς ἓνα αἰῶνα.

Τὸ 1876 κατὰ πρῶτον, κατεσκευάσθη μία μηχανὴ εἰς τὴν ὁποίαν τὸ καύσιμον ἐκαιετο ἐντὸς τῶν κλινδρῶν τῆς μηχανῆς αὐτῆς καθ' ἑαυτήν. Τοιοῦτου εἶδους μηχαναὶ καλοῦνται «Μηχαναὶ Ἐσωτερικῆς Καύσεως». Οἱ πλέον κοινοὶ τύποι μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως εἶναι ἡ βενζινομηχανὴ καὶ ὁ κινήτηρ Diesel. Αἱ μηχαναὶ αὗται συντόμως ἐπεβλήθησαν τῆς ἀτμομηχανῆς.

Η ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗ. Εἰς τὴν Βενζινομηχανὴν συντελεῖται καθὼς ἐντὸς τοῦ κλινδρῶν βενζίνης εἰς ἀέριον κατάστασιν. Ὡς καὶ εἰς τὴν παλινδρομικὴν μηχανήν, τὸ μίγμα ἀερίου βενζίνης καὶ



Σχ. 37—6. Τρόπος λειτουργίας μονοκυλίνδρου βενζινομηχανῆς.

ἀέρος ἀποτονοῦνται ἐντὸς ἀεροστεγοῦς κυλίνδρου καὶ ὠθεῖ τὸ ἔμβολον ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτοῦ εἰς τὸ ἄλλο.

Ἡ εἰσαγωγή τοῦ αἰρίου μίγματος καθὼς καὶ ἡ ἐξαγωγή αὐτοῦ ἀπὸ τὸν κύλινδρον ρυθμίζονται μέσῳ δύο βαλβίδων. Ἡ καῦσις τοῦ μίγματος καὶ τοῦ αἰερος προκαλεῖται εἰς τὴν κατάλληλον στιγμήν ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος.

Τὸ σχῆμα 37/6 δεῖκνυεὶ τὴν λειτουργίαν μιᾶς μονοκυλίνδρου βενζινομηχανῆς. Τὸ ἔμβολον P συνδέεται μὲ τὸν στροφαλοφόρον ἄξονα S, ὁ ὁποῖος περιστρέφει τὸν στρόφαλον W. Ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς A στερεοῦται ἐπίσης ἐπὶ τοῦ στροφαλοφόρου ἄξονος καὶ κινεῖ τὸν ὀδοντωτὸν τροχὸν B εἰς τὸν ἄκρον τοῦ ἄξονος K, ὁ ὁποῖος εἶναι γνωστὸς ὡς ἐκκεντροφόρος ἄξων. Οἱ κνώδακες D καὶ D' περιστρέφονται μαζὶ μὲ τὸν ἐκκεντροφόρον ἄξονα καὶ ἀνυψοῦν καὶ χαμηλώνουν τὰς ράβδους R καὶ R' καθὼς περιστρέφεται ὁ ἐκκεντροφόρος ἄξων. Αἱ ράβδοι R καὶ R' ἀντιστοιχοῦν ἀνοίγουν καὶ κλείουν τὰς βαλβίδας I καὶ X.

Ὡς δεῖκνύεται εἰς τὸ διάγραμμα τῆς μηχανῆς, ὅταν ἡ βαλβὶς I εἶναι ἀνοικτὴ, τότε τὸ ἔμβολον κινεῖται πρὸς τὰ κάτω ἀναρροφῶν τὸ μίγμα τοῦ καυσίμου ἀπὸ τὸν ἀναμικτῆρα (καρμπυρατέρ) εἰς τὸν κύλινδρον C. Ἡ κίνησις αὕτη τοῦ ἐμβόλου καλεῖται ἀναρρόφησις.

Ὅταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς διαδρομῆς του ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου C, ὁ Κνώδαξ D θὰ περιστραφῆ τοιουτοτρόπως ὥστε ἡ ράβδος R νὰ ἔχη μετακινήθῃ πρὸς τὰ κάτω, κλείουσα τὴν βαλβίδα I. Ἡ ἀδράνεια τοῦ στροφαλοῦ κινεῖ τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ ἄνω. Αἱ βαλβίδες I καὶ X εἶναι καὶ αἱ δύο κλεισταὶ ἐνῶ τὸ μίγμα τοῦ καυσίμου συμπιέζεται εἰς τὸ ἄνω τμήμα τοῦ καυσίμου. Ἡ κίνησις αὕτη τοῦ ἐμβόλου καλεῖται συμπίεσις.

Ὅταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τῆς διαδρομῆς του ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ὁ Κνώδαξ D, κλείει διὰ τοῦ διακόπτου M, τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα καὶ οὕτω τὸ πηγίον E προκαλεῖ σπινθῆρα εἰς τὸ διάκενον τῶν ἀκίδων τοῦ

σπινθηριστού D. Ὁ ηλεκτρικὸς σπινθήρ προκαλεῖ τὴν ἔκρηξιν τοῦ συμπιεσθέντος μίγματος ἀτμῶν, βενζίνης καὶ ἀέρος εἰς τὸ ἄνω τμήμα τοῦ κυλίνδρου. Ἡ ἔκρηξις, ἡ ὁποία δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο ἀπὸ μίαν ταχυτάτην καύσιν, παράγει μῆλον ποσὸν θερμότητος καὶ προκαλεῖ ὡς εἶναι φυσικὸν τὴν διαστολὴν τοῦ αἵρου. Ἡ ἀποτόνωσις αὕτη ὠθεῖ τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ κάτω ἢ δὲ κινήσιν αὕτη εἶναι γνωστὴ ὡς ἔκ τ ὀ ν ῶ σ ις.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἔκτονώσεως ὁ στροφάλος λαμβάνει ἐνέργειαν. Ὅταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ κατώτατον ἄκρον τῆς διαδρομῆς του ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ὁ στροφάλος τὸ ὠθεῖ πρὸς τὰ ἄνω.

Ἐν τῷ μεταξὺ ὁ Κνώδαξ D ἔχει ἀνοίξει τὴν βαλβίδα ἐξαγωγῆς X, καὶ τοιουτοτρόπως κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν τοῦ ἐμβόλου ἐκδιώκονται τὰ καυσᾶ-εῖρια μέσῳ τῆς ἀνοιχτῆς βαλβίδος. Ἡ κίνησις αὕτη καλεῖται ἐξ α γ ω γ ῆ. Ἀκολουθῶς τὸ ἔμβολον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται, ἡ βαλβίς X κλείει, καὶ ἡ βαλβίς I ἀνοίγει. Ὁ κύκλος ἐπαναλαμβάνεται. Διὰ νὰ λειτουργοῦν αἱ βαλβίδες ὀρθῶς, ὡς ἐπίσης καὶ διὰ νὰ δημιουργητῆι ὁ σπινθήρ εἰς τὴν κατάλληλον στιγμήν, ὁ ἐκκεντροφόρος ἄξων K ἐκτελεῖ μίαν περιστροφὴν ὅταν ὁ στροφαλοφόρος ἄξων συμπληρώσῃ δύο περιστροφάς. Ἐξ αὐτοῦ συνεπάγεται ὅτι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς B ἔχει διπλάσιον ἀριθμὸν ὀδόντων ἀπὸ τὸν ὀδοντωτὸν τροχὸν A.

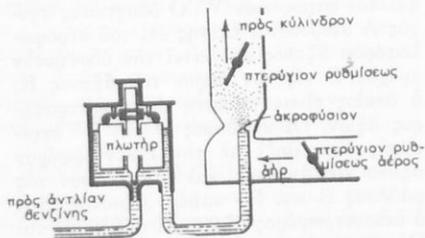
Ὅς εἶδομεν καὶ ἀνωτέρω διὰ τὴν πλήρη λειτουργίαν τοῦ κύκλου ἔχομεν 4 διαφορετικὰ φάσεις λειτουργίας ἥτοι τὴν ἀναρρόφησιν, τὴν συμπίεσιν, τὴν ἐκτόνωσιν καὶ τὴν ἐξαγωγήν. Ὁ τύπος τῆς μηχανῆς ταύτης καλεῖται ἐπομένως, τετράχρονος μηχανῆ. Ἀπὸ τὰς 4 περιγραφείσας φάσεις, ἕκαστη τῶν ὁποίων ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν πλήρη διαδρομὴν τοῦ ἐμβόλου, μόνον ἐκείνη τῆς ἔκτονώσεως μᾶς δίδει ὠφέλιμον ἔργον. Ἀντιθέτως αἱ ἄλλαι ἀπορροφοῦν ἔργον ἀπὸ τὴν εἰς τὸν στροφάλον ἀποταμιευθείσαν, ἐνέργειαν. Ἐχομεν δηλαδή μίαν φάσιν ἔργου δι' ἕκαστον κύκλον τῆς μηχανῆς. Εἰς κύκλος τετραχρόνου μηχανῆς ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο πλήρεις περιστροφάς τοῦ στροφάλου.

Διὰ τὴν πραγματοποίησιν μηχανῶν με-

γάλης ἰσχύος χρειάζονται περισσότεροι κύλινδροι π.χ., 4, 6, ἢ 12, ὅποτε ἡ μηχανὴ καλεῖται τετρακύλινδρος, ἐξακύλινδρος κ.ο.κ. Οἱ διωστήρες τῶν ἐμβόλων, οἱ ἀντιστοιχοῦντες εἰς ἕκαστον κύλινδρον, τοποθετοῦνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ στροφαλοφόρου ἄξωνος κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, εἰς τὴν περίπτωσιν τετρακύλινδρου μηχανῆς, ὅταν ὁ πρῶτος κύλινδρος εὐρίσκειται εἰς φάσιν ἔργου, ὁ δεύτερος εὐρίσκειται εἰς φάσιν ἐξαγωγῆς, ὁ τρίτος εἰς φάσιν συμπίεσεως καὶ ὁ τέταρτος εἰς τὴν φάσιν εισαγωγῆς (ἀναρροφήσεως). Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ αὐτὸ ὁ ἐκκεντροφόρος ἄξων μὲ τὸ σύστημα τροφοδοτήσεως τῶν σπινθηρῶν καθορίζεται οὕτως ὥστε νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ἀνωτέρω ἀλληλοσχία φάσεων, εἰς τοὺς διαφόρους κυλίνδρους. Μὲ τὴν τετρακύλινδρον μηχανὴν ἐπιτυγχάνομεν δύο ἐκτονώσεις εἰς ἕκαστην περιστροφὴν τοῦ στροφάλου.

Λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ καύσις τοῦ καυσίμου γίνεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ἡ βενζινομηχανὴ ἔχει κατὰ πολὺ μεγαλύτερον βαθμὸν ἀποδόσεως τῆς καλιτέρας ἀτμοφωγῆς, ὁ ὁποῖος φθάνει τὰ 30% περίπου. Ἐπὶ πλέον ἡ βενζινομηχανὴ εἶναι πλέον συμπαγῆς, ἀπληλαγμένη καπνῶν καὶ τέφρας δύναται δὲ νὰ ἐκκινήσῃ ταχυτάτα.

ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΡ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ. Τὸ σχ. 37-7 παριστᾷ σηματοῦς ἐξατμιστῆρα (καρμπυρατέρ) βενζίνης. Ὁ τρόπος λειτουργίας αὐτοῦ εἶναι ἀπλοῦς. Εἰς τὸν σωλῆνα ἀναρροφήσεως εὐρίσκειται συστολή, εἰς τὴν ὁποίαν ὁ εἰσερχόμενος ἀήρ ἀποκτᾷ μεγαλύτεραν ταχύτητα, ἀρα παρουσιάζει ἠλαττωμένην πῆσιν. Εἰς τὴν στενωτέραν θέσιν τῆς συστολῆς εὐρίσκειται σωληνίσκος καταλήγων εἰς

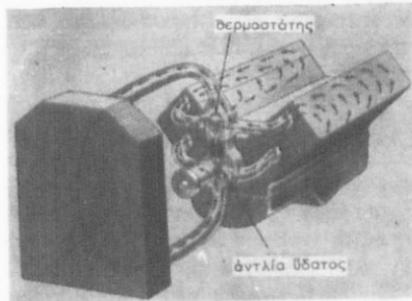


Σχ. 37—7. Ἐξατμιστῆρ βενζινομηχανῆς.

άκροφύσιον. Ἐντὸς τοῦ σωληνίσκου εὐρίσκειται βενζίνη, τῆς ὁποίας ἡ στάθμη καθοριζομένη ὑπὸ τοῦ πλωτήρος, εἶναι ὀλίγον κάτω τῆς ἄνω ὀπῆς τοῦ ἀκροφυσίου.

Λόγω τῆς ὑποθλίψεως, ἐπικρατοῦσης εἰς τὴν συστολήν, ἡ βενζίνη ἀνέρχεται διὰ τοῦ ἀκροφυσίου, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐκκρίει καταμεριζομένη εἰς λεπτότατα σταγονίδια καὶ ἀναμειγνύεται μετὰ τοῦ, εἰς τὴν μηχανὴν εἰσερχομένου, ἀέρος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος δὲν εἶναι πολὺ χαμηλὴ, ἡ βενζίνη ἐξατμίζεται, ἤτοι εἰς τὴν μηχανὴν εἰσέρχεται μίγμα ἀέρος καὶ ἀτμῶν βενζίνης. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς μηχανῆς τὸ μίγμα ἐκρήγνυται μέσῳ ἠλεκτρικοῦ συνθῆρος. Τὸ «πεντάλ τοῦ γκαζιού» ρυθμίζει τὴν θέσιν τῶν ἀντιστοιχῶν πτερυγίων ρυθμίσεως καὶ μεταβάλλεται τοιοῦτοτρόπως μόνον τὸ ποσὸν τοῦ μίγματος τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν ἡ μηχανὴ εἶναι ψυχρὰ καὶ ἡ βενζίνη δὲν ἀτμοποιεῖται ταχέως, τότε ἐλαττώνομεν τὸ εἰσερχόμενον ποσὸν τοῦ ἀέρος, πρὸς σχηματισμὸν τοῦ μίγματος, διὰ χειρισμοῦ τοῦ πτερυγίου ρυθμίσεως παροχῆς ἀέρος.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΕΩΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ. Τὸ Σχῆμα 37/8 παριστᾷ τὰ κύρια μέρη τοῦ συστήματος ψύξεως μιᾶς μηχανῆς αὐτοκινήτου. Οἱ κύλινδροι περιβάλλονται ὑπὸ περιβλήματος κυκλοφορίας ὕδατος. Ἡ συνεχὴς κυκλοφορία τοῦ ὕδατος μεταξὺ τοῦ ψυγείου εἰς τὸ ἔμπροσθεν τμήμα τῆς μηχανῆς καὶ τῶν περιβλημάτων



Σχ. 37—8. Ἡ κυκλοφορία τοῦ ψυκτικοῦ ὕγρου εἰς τὸ σύστημα ψύξεως βενζινομηχανῆς ψυχομένης δι' ὕδατος.

ὕδατος ἀπορροφᾷ καὶ ἀπομακρύνει τὴν ὑπερβολικὴν θερμότητα, ἡ ὁποία δημιουργεῖται διὰ τῶν ἐκρήξεων ἐντὸς τῶν κυλίνδρων.

Μία μικρὰ φυγόκεντρος ἀντλία ἐξασφαλίζει τὴν ἐπαρκῆ ροὴν τοῦ ὕδατος. Διάφορα περὶγία, τὰ ὁποῖα περιβάλλουν τοὺς σωλήνας τοῦ ψυγείου ὑποβιβάζουν εἰς τὴν μεταφορὰν τῆς θερμότητος ἀπὸ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀέρα. Ἡ περαιτέρω ἀπομάκρυνσις τοῦ θερμοῦ ἀέρος ἀπὸ τὸ ψυγεῖον γίνεται τῇ βοηθείᾳ ἐνὸς ἀνεμοστῆρος.

ΤΟ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ἈΝΘΡΑΚΟΣ. Δυσάρεστον ὑποπροῖον τῆς καύσεως τῆς βενζίνης, ἐντὸς τῶν βενζινομηχανῶν εἶναι τὸ μονοξειδίον τοῦ ἄνθρακος. Ἐντὸς τῶν κυλίνδρων τῆς μηχανῆς οἱ ἀτμοὶ βενζίνης δὲν καίονται πλήρως, καὶ ἀντὶ τοῦ σχηματισμοῦ μόνον διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ ὕδατος, σχηματίζεται ἐπίσης καὶ ἕν ὠρισμένον ποσὸν μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Τὸ μονοξειδίον τοῦ ἄνθρακος εἶναι ἐξόχως δηλητηριώδες. Εἶναι ἀέριον ἄοσμον, ἀγευστον, τὸ ὁποῖον οὐδὲν δόλωσ προειδοποιεῖ διὰ τὴν παρουσίαν του. Μία βενζινομηχανὴ λειτουργοῦσα εἰς κλειστὸν χώρον ταχέως παράγει ποσότητα μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐπικίνδυνον διὰ τὴν ζωὴν τῶν ἀνθρώπων τῶν εὐρισκομένων ἐντὸς τοῦ χώρου αὐτοῦ. *Βεβαιωθῆτε ὅτι ὑπάρχει ἐπαρκὴς ἀνανέωσις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ὁσάκις πλησιάζετε τὴν μηχανὴν ἐνὸς αὐτοκινήτου, ἡ ὁποία λειτουργεῖ ἀπὸ μακροῦ ἀκόμη καὶ ἂν τὸ αὐτοκίνητον κινήται.* Ἐχετε πάντοτε ἔστω καὶ μερικῶς τὰ παράθυρα τοῦ αὐτοκινήτου σας ἀνοικτὰ ἐκτὸς ἐὰν ὑπάρχῃ ἄλλος τρόπος ἐξαερισμοῦ τοῦ αὐτοκινήτου.

ΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ DIESEL. Ἐνας ἄλλος τύπος μηχανῆς ἐσωτερικῆς καύσεως εἶναι ἡ Diesel. Ἡ Diesel ἔχει μεγαλύτερον βαθμὸν ἀποδόσεως καὶ ἀπὸ αὐτὴν τὴν βενζινομηχανὴν ἡ δὲ κατασκευὴ καὶ λειτουργία της εἶναι μᾶλλον ὁμοίαι τῶν βενζινομηχανῶν ἐκτὸς τοῦ ὅτι δὲν ὑπάρχει ἐξατμιστὴρ καυσίμου καὶ ἠλεκτρικὸν σύστημα ἐνάργξεως. Ὁ ἀήρ συμπιέζεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εἰς τοιοῦτον βαθμὸν, οὕτως ὥστε ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ νὰ ὑπερβαίῃ τὴν θερμοκρασίαν ἀνα-

φλέξεως του πετρελαίου. Ούτω ή μέσω του διασκορπιστού εις τὸν κύλινδρον τῆς μηχανῆς ἐκσφενδονιζομένη δέση πετρελαίου, ἀναμιγνύεται μετὰ τὸν ἀέρα καὶ ἐπειδὴ ὡς ἐλέχθη ἀνωτέρω, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, ὑπερβαίνει τὴν θερμοκρασίαν ἀναφλέξεως αὐτῶν, ἀναφλέγονται. Ἡ καύσις τῶν σταγονιδίων τοῦ πετρελαίου γίνεται ἐπιφανειακῶς ἀνευ προηγουμένης ἑξατμίσεως διότι δὲν προλαμβάνουν νὰ ἑξατμισθοῦν. Ἡ καύσις τῶν σταγονιδίων τοῦ πετρελαίου προκαλεῖ τὴν ἔκρηξιν καὶ τὴν ἔκτονωσιν. Κατὰ τὴν φάσιν τῆς ἔκτονώσεως ἀναπτύσσεται πίεσις περίπου 35 kg/cm^2 καὶ θερμοκρασία περίπου 540°C αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀντιστοίχως πολὺ ὑψηλότεραι τῶν πιέσεων καὶ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν ἀντιστοίχων τῆς βενζινομηχανῆς.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἔκτονώσεως, ἡ καύσις τοῦ πετρελαίου εἶναι περισσότερον βαθμιαία ἀπὸ τὴν καύσιν τῶν ἀτμῶν τῆς βενζίνης ἐντὸς τῆς βενζινομηχανῆς, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ φάσις αὕτη τῆς λειτουργίας εἶναι πλέον ὀμαλὴ εἰς τὰς μηχανὰς Diesel ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχον φάσιν λειτουργίας τῶν βενζινομηχανῶν. Δεύτερον σημαντικὸν πλεονέκτημα τῶν κινητήρων Diesel ἔναντι τῶν βενζινομηχανῶν εἶναι ὅτι, χρησιμοποιοῦν βαρὺν πετρελαίον, καύσιμον ὄχι τόσον δαπανηρὸν ὅσον ἡ βενζίνη. Τὰ ὑπερωκεάνεια, τὰ ἐμπορικὰ πλοῖα, τὰ πολεμικὰ πλοῖα, τὰ ὑποβρύχια, οἱ σιδηρόδρομοι, ἀκόμη καὶ τὰ μεγάλα φορτηγὰ αὐτοκίνητα εἶναι ἐφωδισμένα μετὰ κινητήρα Diesel. Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτῶν κυμαίνεται μεταξὺ 30 καὶ 40%. Ὁ ἀνώτατος βαθμὸς ἀποδόσεως τῶν κινητήρων Diesel εἶναι, καὶ παραμένει, ὁ ἀνώτατος βαθμὸς ἀποδόσεως ὄλων τῶν θερικῶν μηχανῶν. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, οἱ κινητῆρες Diesel εἶναι τόσο ἐυδρώως διαδεδομένοι.

Μεταξὺ τῶν μειονεκτημάτων ὅμως τοῦ κινητήρος Diesel, εἶναι ἡ δυσκολία εἰς τὴν ἐκκίνησιν καὶ τὸ μεγάλο βάρος αὐτοῦ. Τὸ μεγάλο βάρος αὐτοῦ ὀφείλεται εἰς τὰ παχέα τοιχώματα τῶν κυλίνδρων, τὰ ὁποῖα ἀπαιτοῦνται, διὰ νὰ παραλαμβάνουν τὰς ὑψηλὰς πιέσεις, αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται ἐντὸς αὐτῶν. Τὸ τελευταῖον τοῦτο μειονέκτημα τείνει, νὰ ἐκ-

λείψῃ, καθὼς νέα κράματα μετάλλων κατασκευάζονται, τὰ ὁποῖα ἂν καὶ ἀντέχουν εἰς ὑψηλὰς πιέσεις, παρουσιάζουν μικρὸν βάρος.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡ μηχανὴ τοῦ Newcomen

Ἡ φυγοκεντρικὸς ρυθμιστῆς

Ἡ παλινδρομικὴ μηχανὴ

Ἡ ὄτμοστρόβιλος

Ἡ μηχανὴ ἐσωτερικῆς καύσεως

Ἄναρρόφῃσι, συμπιέσισι, ἐκτόνωσισι καὶ ἑξαγωγῇ

Ἐξατμιστῆρ (καρμπυρατέρ)

Τὸ μονοξείδιον τοῦ ἀνθρακός

Ἡ κινητῆρ Diesel

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σχηματίσατε ἐν ἄπλοῦν διάγραμμα τῆς μηχανῆς τοῦ Newcomen καὶ περιγράψατε τὴν λειτουργίαν τῆς.
2. Ποῖα ἦσαν τὰ ἐλαττώματα τῆς μηχανῆς τοῦ Newcomen;
3. Περιγράψατε τὰς βελτιώσεις τῆς ἀτμομηχανῆς, αἱ ὁποῖαι ἔγιναν ὑπὸ τοῦ Watt.
4. Ἀναφερόμενοι εἰς τὸ διάγραμμα τῆς ἀπλῆς παλινδρομικῆς μηχανῆς, ἐξηγήσατε πλήρως τὸν τρόπον λειτουργίας αὐτῆς.
5. Τί εἶναι τὸ ἔκκεντρον;
6. Ποῖος εἶναι κατὰ προσέγγισιν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως μίας ἀτμομηχανῆς;
7. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον λειτουργίας ἐνὸς ἀτμοστροβίλου.
8. Συγκρίνατε τὰ πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τῆς ἀπλῆς παλινδρομικῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ἀτμοστροβίλου.
9. Ποῖα ἡ κυρία διαφορά μεταξὺ μίας μηχανῆς ἐξωτερικῆς καύσεως καὶ μίας μηχανῆς ἐσωτερικῆς καύσεως;
10. Ποῖοι εἶναι οἱ τέσσαρες χρόνῃ μίας τετραχρόνου μηχανῆς;
11. Σχηματίσατε 4 ἀπλά διαγράμματα τοῦ κυλίνδρου μίας βενζινομηχανῆς δεικνύοντες τοὺς 4 χρόνους τοῦ ἐμβόλου.
12. Τί καλεῖται κνῶδαξ; Εἰς τί χρῆσιμεῖται οὗτος;
13. Ἀναφέρατε τὰ πλεονεκτήματα καὶ

μειονεκτήματα της βενζινομηχανής.

14. Διατί είναι απαραίτητος ο σφόνδυλος εις μίαν βενζινομηχανήν;
15. Πώς είναι δυνατόν να εξασφαλισθῆτε ἐναντίον τῆς δηλητηρίασεως ἀπὸ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος;
16. Περιγράψατε τὴν λειτουργίαν τοῦ κινητήρος Diesel.
17. Ἀναφέρατε ὠριμαμένα πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ κινητήρος Diesel.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί είναι ἀπαραίτητον εἰς τὴν βενζινομηχανήν, ὁ ἐκκεντροφόρος ἄξων καὶ ἐκτελῆ μίαν στροφήν, καθ' ὃν χρόνον ὁ στροφαλοφόρος ἄξων ἐκτελεῖ δύο πλήρεις περιστροφάς;
2. Πόσαι ἐκτονώσεις ἀνὰ περιστροφὴν τοῦ στροφαλοφόρου ἄξονος λαμβάνουν χώραν εἰς ἐξακύλινδρον βενζινομηχανήν;
3. Διατί πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐκκινητήρα εἰς μίαν βενζινομηχανήν;
4. Ἐὰν μία βενζινομηχανὴ ὑπερθερμανθῆ, εἶναι δυνατόν νὰ λειτουργήσῃ καὶ χωρὶς ἠλεκτρικὸν σύστημα ἐνάρξεως. Δύνασθε νὰ ἐξηγήσετε τὸ φαινόμενον;
5. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἓνας ρυθμιστὴς εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ νὰ ρυθμίξῃ τὴν ταχύτητα μίᾳς βενζινομηχανῆς.
6. Διατί εἶναι ἀπαραίτητον μία βενζινομηχανὴ νὰ ἔχῃ σύστημα ψύξεως, καὶ δὲν εἶναι ἀπαραίτητον τοῦτο εἰς μίαν ἀτμομηχανήν;
7. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἑνὸς τετραχρόνου κινητήρος καὶ ἑνὸς τετρακύλινδρου κινητήρος;
8. Διατί αἱ μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως ἔχουν ἐν γένει, μεγαλύτερον βαθμὸν ἀποδόσεως ἀπὸ τὰς μηχανὰς ἐξωτερικῆς καύσεως;
9. Διατί μία μεγάλη μᾶζα σιδήρου τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ στροφάλου ἀτμομηχανῆς καὶ εἰς ἀντιδιαμετρικὴν θέσιν τοῦ σημείου συνδέσεως τοῦ διωστήρος καὶ αὐτοῦ;
10. Τί προκαλεῖ τὸν χαρακτηριστικὸν «τσού, τσού», θόρυβον τοῦ τραίνου;

11. Συγκρίνατε τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοῦ, ὅταν οὗτος εὐρίσκειται : 1) ἐντὸς ἑνὸς λέβητος μίᾳς ἀτμομηχανῆς, 2) ἐνὸς ἀνοικτοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ εἰς κατάστασιν θρασμοῦ, καὶ 3) ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐξαγωγῆς ἐνὸς συμπυκνωτήρος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσον ἔργον παράγεται ὑπὸ βενζινομηχανῆς, τῆς ὁποίας ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 25%, καὶ ἡ ὁποία καταναλίσκει 8 lb βενζίνης, ὅταν αὕτη παρέχει 20.000 Btu/lb; (1 Btu = 778 ftlb).
2. Ἡ μέση ἐξασκουμένη πίεσις ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου μίᾳς παλινδρομικῆς μηχανῆς, εἶναι 3,5 kg/cm². Τὸ μήκος τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου εἶναι 46 cm, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβόλου εἶναι 625 cm². Ὁ σφόνδυλος ἐκτελεῖ 200 στρ/min, ἡ δὲ μηχανὴ εἶναι δίχρονος. Πόσον τὸ καταναλισκόμενον ἀνὰ χρόνον ἔργον;
3. Πόσον τὸ μετατρεπόμενον εἰς ἔργον ποσὸν θερμότητος, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐκτονώσεως τῆς περιγραφείσης εἰς τὸ πρόβλημα 2;
4. Πόση ἡ ἀποδομένη ἰσχύς εἰς HP τῆς ἀτμομηχανῆς τοῦ προβλήματος 2;

B

5. Πόσα χιλιόγραμμα ἀνθρακος πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὠριαίως διὰ νὰ θέσουν εἰς λειτουργίαν ἀτμομηχανήν, σιδηροδρομικοῦ σιρμού ἰσχύος 3000 HP καὶ βαθμοῦ ἀποδόσεως 15% ὅταν 1kg ἀνθρακος παρέχῃ 6670 kcal;
6. Ἀτμοστρόβιλος ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως 15%. Χρησιμοποιεῖ ἀνθρακα, ὁ ὁποῖος παρέχει 8350 kcal/kg καὶ τιμᾶται 90 δρχ./ton. Πόσον κοστίζει ὁ ὠριαῖος ἴσπος;
7. Ἐπὶ πόσας ὥρας εἶναι δυνατόν νὰ κινήται ἐν ὑποβρύχιον καταναλισκὸν 45 kg βαρέος πετρελαίου, τὸ ὁποῖον παρέχει 11.000 kcal/kg ἐὰν κινήται ὑπὸ κινητήρος Diesel ἰσχύος 5000 HP καὶ βαθμοῦ ἀποδόσεως 35%; (1 HP = 75 kgm/sec).

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 11

1. Κατά την καύσιν 1 kg βενζίνης εκλύονται κατά προσέγγισιν 10.000 kcal. Εάν ξνας κινητήρ ισχύος 10 HP χρησιμοποιή 9 kg βενζίνης ανά ώρα, πόσον ποσοστόν τῆς θερμότητος τοῦ καυσίμου μετατρέπεται εἰς ὠφέλιμον ἔργον;
2. Νά ὑπολογισθῇ τὸ ποσὸν τοῦ ἄνθρακος, τοῦ ἀπαιτουμένου διὰ τὴν ἐξαέρωσιν εἰς 100°C 1 ton ὕδατος, ἀρχικῆς θερμοκρασίας 25°C. Εάν ὁ ἄνθραξ παρέχῃ 6600 cal/gr, ὁ δὲ τόννος τοῦ ἄνθρακος στοιχίζει 400 δρχ., πόση ἢ πρὸς τοῦτο ἀπαιτουμένη δαπάνη;
3. Κατὰ τὴν λειτουργίαν ἐνὸς μεγάλου ἀτμοστροβίλου, διὰ ἕκαστον χιλιόγραμμον ἄνθρακος ἀτμοποιῦνται περίπου 10 kg ὕδατος. Ἡ θερμογόνος ἰσχύς τοῦ ἄνθρακος εἶναι περίπου 8.000 kcal/kg. Ὁ παραγόμενος ἀτμός, ὑπὸ 1 kg ἄνθρακος κινεῖ τὸν στρόβιλον καὶ παρέχει 1 1/3 HPh ἔργου. Ποῖον ποσοστόν ἐκλυόμενης ἐνεργείας τοῦ ἄνθρακος κατὰ τὴν καύσιν αὐτοῦ μετατρέπεται εἰς ὠφέλιμον ἔργον; (Τὰ ἀνωτέρω στοιχεῖα εἶναι περίπου τὰ αὐτὰ διὰ ἓνα ἀπὸ τοὺς παρουσιάζοντας τὸν μέγιστον βαθμὸν ἀποδόσεως κατασκευασθέντας ἀτμοστροβίλους).
4. Εάν τὸ ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος ἐνὸς κιλοῦ χοιρινῆς μπριζόλας (1130 kcal/kg) μετετρέπετο εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν, εἰς ποῖον ὕψος θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ ἀνυψώσῃ κατακορύφως ἓνα μόσχον βάρους 1130 λιμπρῶν;
5. Βενζινομηχανὴ ἰσχύος 50 HP σῦρει ἐν αὐτοκίνητον εἰς ἀπόστασιν 10 χιλιομέτρων ἐντὸς ἐνὸς τετάρτου τῆς ὥρας καταναλίσκουσα ἐν γαλλόνιον βενζίνης, τὸ ὁποῖον παρέχει 10.000 kcal/kg. Ποῖος εἶναι ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτῆς;
6. Ποία εἶναι ἡ ἱπποδύναμις, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ ἀναπτύξῃ κινητήρ τοῦ ὁποῖου ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 30% καὶ ὁ ὁποῖος καταναλίσκει 4 κιλά βενζίνης ἐντὸς μᾶς ὥρας; (1 κιλὸν βενζίνης παρέχει 10.000 kcal).
7. Εἰς ὑδατόπτωσιν ὕψους 58 m ὑποτίθεται ὄτι, ὅλη ἡ παρεχομένη ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς θερμότητα. Νά ὑπολογισθῇ ἡ διαφορὰ θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος μεταξὺ τοῦ ἀνωτάτου καὶ κατωτάτου σημείου τῆς ὑδατοπτώσεως.
8. Πόσον εἶναι τὸ κόστος παραγωγῆς 1 kWh δι' ἄνθρακος τοῦ ὁποῖου ἡ ἀξία εἶναι 600 δρχ. ἀνὰ τόννον, ὅταν οὕτως παρέχῃ καιόμενος 9.500 kcal/kg, ἢ δὲ ἀπόδοσις τῆς ἐγκαταστάσεως εἶναι 25%;

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΠΕΜΠΤΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Ἡ θερμότης εἶναι ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων ἐνὸς σώματος, ἐνῶ, θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι τὸ μέγεθος ἐκεῖνο, ἐπὶ τῇ θάσει τοῦ ὁποῦ δυνάμεθα νὰ χαρακτηρίζωμεν ποσοτικῶς κατὰ πόσον ἔν σώμα εἶναι θερμότερον τοῦ ἄλλου. Αὕτη διαφέρει τῆς θερμοπεριεκτικότητος, ἡ ὁποία περιλαμβάνει τόσον τὴν ἔννοιαν τῆς θερμότητος ὅσον καὶ τὴν ἔννοιαν τῆς θερμοκρασίας. Ἡ ἀνάπτυξις διαφόρων εἰδῶν θερμομέτρων καὶ θερμοκρασιακῶν κλιμάκων μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ μετρῶμεν θερμοκρασίας ἀπὸ σχεδὸν τὸ ἀπόλυτον μηδέν ἕως τὰς συναντωμένας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡλίου.

Ἐνῶ, σχεδὸν ὅλα τὰ σώματα θερμαίνόμενα διαστέλλονται, τὸ ὕδωρ μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν 0°C καὶ 4°C θερμαίνοντο συστέλλεται. Εἶδομεν ὅτι, μόνον τὰ ἀέρια διαστέλλονται ὁμοιόμορφως, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, ἐνῶ τόσον τὰ ὑγρά, ὅσον καὶ τὰ στερεά, παρουσιάζουν ἐντελῶς διαφόρους διαστολάς. Ἡ ὁμοιόμορφος συμπεριφορὰ τῶν ἀερίων, ὅταν ταῦτα θερμαίνωνται, μᾶς ὠδήγησεν εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς θεωρίας ὅτι, ἴσοι ὄγκοι ἀερίων, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, περιλαμβάνουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων.

Ἀνεπτύχθησαν οἱ 3 τρόποι διαδόσεως τῆς θερμότητος: ἦτοι δι' ἀγωγῆς, διὰ μεταφορᾶς καὶ δι' ἀκτινοβολίας. Ἀργότερον ὅταν δὰ μελετήσωμεν καὶ τὰ ἄλλα εἶδη τῶν ἀκτινοβολιῶν, ὄρατῶν καὶ ἀόρατων, δὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος περιλαμβάνεται εἰς τὸ «φάσμα τῶν ἀκτινοβολιῶν». Ἐάν εἶθε εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσητε τὸ φαινόμενον τὸ ὁποῖον λαμβάνει χώραν εἰς κάθε *thermos*, ἔχετε κατανόησει τὰ κύρια σημεῖα τῆς διαδόσεως τῆς θερμότητος.

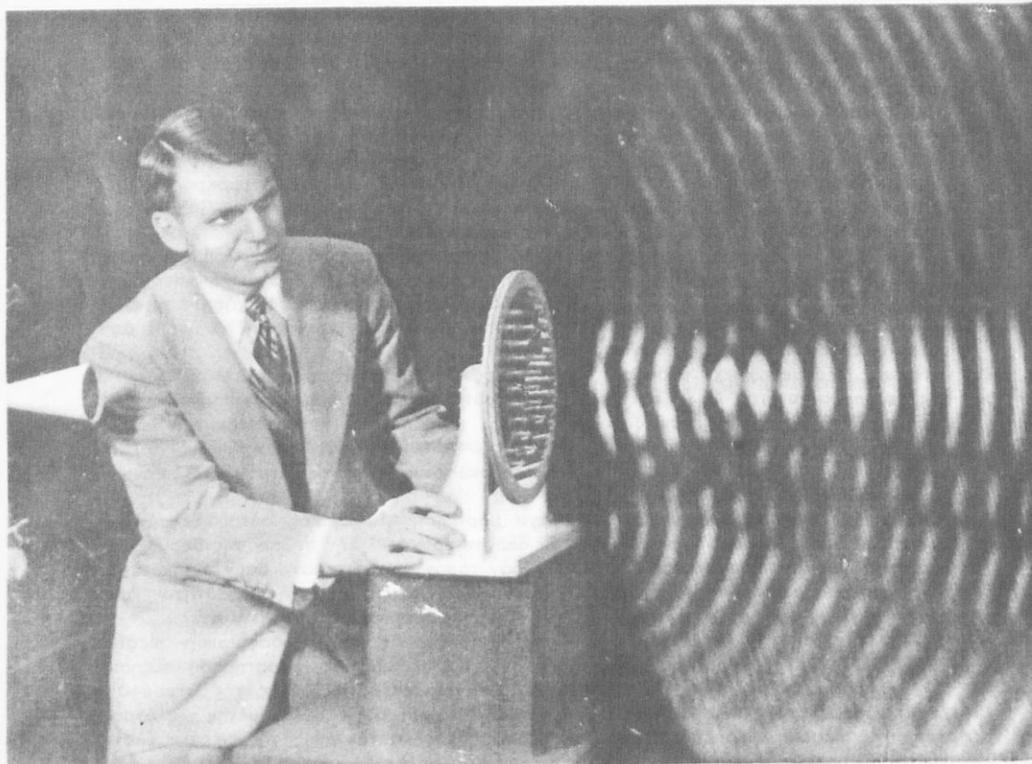
Γενικῶς, εἶδομεν ὅτι, ἡ πρόσδοσις θερμότητος εἰς ἕνα σῶμα προκαλεῖ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας του. Γνωρίζομεν ὅμως ὅτι τοῦτο δὲν συμβαίνει διὰ τὸ σημεῖον τήξεως καὶ διὰ τὸ σημεῖον ζέσεως ἐνὸς σώματος: π.χ. ἀπαιτοῦνται 80 cal διὰ τὴν μετατροπὴν 1 gr πάγου θερμοκρασίας 0°C εἰς ὕδωρ 0°C. Ἐπισης γνωρίζομεν ὅτι διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν μεταβολὴν ἐνὸς 1 gr ὕδατος θερμοκρασίας 100°C εἰς ἀτμὸν 100°C πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς αὐτὸ 540 cal.

Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν ἐνὸς ὑγροῦ, ὠριμένα μόρια τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐκφεύγουν ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὴν πτώσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ, καὶ τὸ ὁποῖον λαμβάνει χώραν τόσον ἐντονότερον, ὅσον ὕψηλότερα εἶναι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, ἀποτελεῖ σημαντικὴν ἀπόδειξιν περὶ τῆς ὀρθότητος τῆς κινητικῆς θεωρίας τῆς θερμότητος, καὶ τῆς βασικῆς θεωρίας περὶ μορίων.

Ὅταν ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν ἐνὸς σώματος ἐξισωθῇ πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὸ ὑγρὸν ἀρχίζει νὰ θρᾶζει, ὁ δὲ θρασμός συνεχίζεται χωρὶς νὰ παρατηρηθῇ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας μὲ τὴν πρόσδοσιν τῆς θερμότητος. Μεταβαλλομένης τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, μεταβάλλεται καὶ ἡ θερμοκρασία ζέσεως: ὁπῶ ἀξίανόμενη τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἀλλάσσεται τὸ σημεῖον ζέσεως, ἐνῶ ἐλαττωμένης τῆς πίεσεως ἐλαττοῦται τὸ σημεῖον ζέσεως. Τὸ ὑγρὸν μετατρέπεται εἰς ἀτμὸν κάτω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας αὐτοῦ καὶ διὰ τοῦτο κατὰ τὸν θρασμὸν ἐμφανίζονται μικραὶ φυσαλλίδες ἀνερχόμεναι πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν.

Τὰ ψυγεῖα ἀποτελοῦν ἕνα καλὸν παράδειγμα τῆς ἐναλλαγῆς ἀτμοποιήσεως καὶ ὑγροποιήσεως ἐνὸς ὑγροῦ καὶ τοῦ πλεονεκτήματος τὸ ὁποῖον ἀποκομίζομεν ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς καταστάσεως αὐτοῦ.

Οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ πηγὴ τῆς θερμότητος, αὕτη προκύπτει ἀπὸ μετατροπὴν ἐνεργείας. Θερμότης παράγεται μόνον ὅταν καταναλωθῇ ἰσοδύναμον ποσὸν μηχανικῆς, χημικῆς ἢ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Βεβαίως, εἶναι ἀδύνατον, ὅπως ἄλλωστε εἶπομεν εἰς τὴν περιληψιν τοῦ 4ου μέρους, νὰ λάβωμεν ὑπὸ τὴν ἐπιθυμητὴν μορφήν ὀλόκληρον τὸ ποσὸν τῆς διατιθεμένης ἐνεργείας. Αἱ θερμοκαὶ μηχαναὶ αἱ ὁποῖαι ἐπενοήθησαν, καὶ αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν χημικὴν ἐνέργειαν εἰς θερμοκαὶ καὶ αὕτην ἔν συνεχείᾳ εἰς μηχανικὸν ἔργον, παρουσιάζουν βαθμοὺς ἀποδόσεως κυμαινόμενος ἐντὸς εὐρυτάτων ὁρίων.



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

12.—'Ιδιότητες τοῦ ἤχου

13.—Μουσικοὶ ἤχοι

Ἔχετε «ἀκούσει»

- Ὅτι ὅλοι οἱ ἤχοι διαφόρου ὕψους ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα διαδόσεως
- Πῶς «κουρδίζεται» ἓνα βιολί
- Ὅτι ἤχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἔχουν διαφόρους ἀρμονικὰς
- Διὰ τὸν φωνόγραφον τοῦ Edison
- Ὅτι ὑπάρχουν περισσότεραι τῆς μιᾶς κλίμακες εἰς τὴν μουσικὴν

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Θά ἔχετε ὀπωσδήποτε ἀκούσει ὠρισμένα βασικά περὶ ἤχου. Ἐν τούτοις, πιθανόν νά ἔχετε σχηματίσει λανθασμένας γνώμας καί νά ἀνακαλύψετε τώρα, ὅτι τὰ ἤχητικά κύματα εἶναι τελείως διάφορα ἀπὸ ὅτι ἴσως ἐνομιζετε. Γνωρίζετε ὅτι εἶναι πιθανόν ἀπὸ τὴν συμβολὴν δύο ἤχων νά μὴ παράγεται ἤχος; Γνωρίζετε τί καλεῖται συντονισμός; Κατὰ ποῖον τρόπον ὁ συντονισμός εἶναι δυνατόν νά προκαλέσῃ τὴν θραυσὶν ὑάλινου ἀντικειμένου ὅταν ἐκπέμπεται μία ὠρισμένη μουσικὴ νότα; Ἐἶσθε εἰς θέσιν νά ἐξηγήσητε διατί, ἓνα ἀεροπλάνο ἰπτάμενον μὲ ὑπερηχητικὴν ταχύτητα φθάνει εἰς ἓν ὠρισμένον σημεῖον πρὶν φθάσει ὁ δόρυβος τοῦ κινητήρος του; Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον ἔχετε τὴν εὐκαιρίαν νά μάθετε περισσότερα περὶ τῆς φύσεως τοῦ ἤχου καὶ τοῦ τρόπου διαδόσεως αὐτοῦ.

ΕΔΑΦΙΟΝ 38. Τί εἶναι ἤχος;

ΠΗΓΑΙ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, ὅταν σῶμα παράγῃ ἤχον, τὰ μόρια αὐτοῦ εὐρίσκονται εἰς ταχεῖαν παλμικὴν κίνησιν, ὡς π. χ. οἱ φωνητικοὶ ἤχοι οἱ ὅποιοι προκαλοῦνται ἀπὸ τὰς παλλομένας χορδὰς τοῦ λάρυγγος, οἱ ἤχοι οἱ προερχόμενοι ἀπὸ διάφορα μουσικὰ ὄργανα π. χ. πιάνο, βιολί καὶ οἱ ὅποιοι προκαλοῦνται ἀπὸ τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν χορδῶν αὐτῶν. Ὁ θόρυβος ἑνὸς κινητήρος, ὁ ἐπακολουθῶν μίαν ἐκπυροσκόρτησιν πυροβόλου κρότος, ὁ θόρυβος ἀπὸ τὴν θραυσὶν ὑάλινου ἀντικειμένου, εἶναι διαφόρων μορφῶν ἤχοι, οἱ ὅποιοι πάντοτε ἀνάγονται εἰς τὴν παλμικὴν κίνησιν διαφόρων ἀντικειμένων.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, διὰ νά ἀντιληφθῶμεν τὸν ἤχον, τὸν ὅποιον παράγει ἡχογόνον σῶμα, πρέπει μεταξὺ τοῦ ἡχογόνου σώματος καὶ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς νά παρεμβάλλεται ὑλικὸν σῶμα, δηλ. ὕλη ἢ ὅποια νά παρουσιάσῃ ἐλαστικότητα καὶ πυκνότητα. Διὰ τοῦ κενοῦ χώρου ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται. Τοῦτο δεῖκνύεται διὰ τοῦ ἀκολουθοῦντος κλασικοῦ πειράματος:

Κώδων τίθεται ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀεραντλίας. Ἐφ' ὅσον εἰς τὸν γῶρον εὐρίσκειται ἄηρ καὶ κινουῦμεν τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ κώδωνος τῆς ἀεραντλίας, ἀκούομεν τὸν ἤχον τὸν παραγόμενον ὑπὸ τοῦ κώδωνος. Ἐὰν ὅμως θέσωμεν τὴν



Σχ. 38—1. Ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ.

ἀεραντλίαν εἰς κίνησιν καὶ ἀρχίσωμεν νὰ ἀραιφώμεν βαθμῆδόν τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ἦχος ἐξασθενεῖ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, καὶ ἐπέρχεται στιγμή κατὰ τὴν ὁποίαν, ὅταν τὸ κενὸν προχωρήσει ἐπαρκῶς, παύομεν ν' ἀκούομεν τὸν ἦχον, μολοντί συνεχίζομεν νὰ κινῶμεν τὸ ὑάλινον δοχεῖον καὶ διὰ μέσου αὐτοῦ βλέπομεν, ὅτι τὸ πλῆκτρον κρούει τὸ κωδώνιον. Ἐὰν ἀκολουθῶς ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἀπὸ ἔξω ἀήρ, ὁ ἦχος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐνισχύεται. Μολοντί ὁ ἦχος διαδίδεται κατὰ κανόνα μέσῳ τοῦ ἀέρος, ἐν τοῦτοις οὗτοις διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ ὕδατος, τοῦ ἐδάφους καὶ διὰ μέσων ἄλλων σωμάτων. Κατ' οὐσίαν τὰ ταλαντούμενα σώματα εἶναι ἡ πηγὴ τοῦ ἤχου. Τὰ κύματα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν τὰ ταλαντούμενα σώματα, εἰς τὸν ἀέρα ἢ εἰς ἄλλα σώματα εἶναι ἐκείνο τὸ ὁποῖον νοοῦμεν λέγοντες ἦχον.

Ἄν καὶ ὁ ἦχος εἶναι κύματα, τὰ ὁποῖα μεταδίδονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἢ ἄλλου μέσου, ἐν τοῦτοις ὅλα τὰ κύματα δὲν εἶναι ἠχητικά. Τὰ ἠλεκτρομαγνητικά κύματα καὶ αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι ὡς θὰ ἴδωμεν εἶναι καὶ αὐτὰ κινιάνσεις, διέρχονται διὰ τοῦ κενοῦ, καὶ δὲν διεγείρουν τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς. Τοῦτο διεγείρουν μόνον ὠρισμένης περιοχῆς συχνοτήτων κύματα ἀέρος ἢ ἄλλου σώματος. Τὸ κατώτατον ὄριον συχνοτήτος τοῦ ἠχογόνου σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ ἦχος ἀντιληπτός εἶναι 16 παλμοί, ἢ ταλαντώσεις κατὰ sec. Ὅσον ἀφορᾷ τὸ ἀνώτατον ὄριον τῆς ἠχητικῆς συχνοτήτος, τοῦτο δὲν εἶναι τελείως καθ' ὠρισμένον. Σήμερον ἐπικρατεῖ ἡ γνώμη, ὅτι ὁ μέσος ὄρος τοῦ ἀνωτέρου ὄριου εἶναι 20.000 ταλαντώσεις ἢ παλμοὶ ἀνά sec. Διὰ ἄτομα προγεχωρημένης ἡλικίας εἶναι ὀλίγον χαμηλότερον (μέχρι 14000 ταλαντώσεων ἀνά sec). Οὕτω, ὀρίζομεν τὸν ἦχον ὡς τὴν κίνασιν ἐκείνην, ἢ ὁποῖα μεταδιδόμενη διὰ μέσου τοῦ ἀέρος ἢ ἄλλου σώματος, διεγείρει τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς.

ΚΥΜΑΤΑ. Ὅλοι ἔχομεν ἐποπτεῖαν τῆς διαδόσεως ἐνὸς κύματος ἐντὸς ὀλιγοῦ μέσου. Τὴν δημιουργίαν καὶ διάδοσιν αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ ἀντιληφθῶμεν διὰ τεταμένων χορδῶν ἢ σχοινίων. Οὕτω ἐὰν θεω-

ρήσωμεν ἐπίμηκος σχοινίον, στερεωμένον κατὰ τὸ ἓνα ἄκρον αὐτοῦ ἀπὸ ἀκλονήτου σημείου, ἐνῶ τὸ ἕτερον ἄκρον αὐτοῦ κρατῶμεν διὰ τῆς χειρὸς, καὶ μετατοπίσωμεν τὸ ἐλεύθερον αὐτοῦ ἄκρον πρὸς τὰ ἄνω, ἐπαναφέροντες ἀμέσως αὐτὸ εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ διατάραξις προχωρεῖ κατὰ μῆκος τοῦ σχοινίου ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου πρὸς τὸ ἕτερον. Οὕτω εἰς τὴν Φυσικὴν καλοῦμεν *κύμα τὴν διάδοσιν διαταράξεως ἐντὸς ἐλαστικοῦ μέσου*. Περιοδικὰ κύματα καλοῦμεν τὰ κύματα τὰ προκαλούμενα εἰς ἓνα μέσον ὑπὸ διαταράξεως, ἢ ὁποῖα ἔχει περιοδικὸν χαρακτῆρα, π. χ. χαρακτῆρα ἁρμονικῆς ταλαντώσεως. Ἄξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι, ἐνῶ ἡ διατάραξις διαδίδεται ἐντὸς τοῦ μέσου, τὸ μέσον παραμένει ἐν τῷ συνόλῳ τοῦ ἀκίνητον.

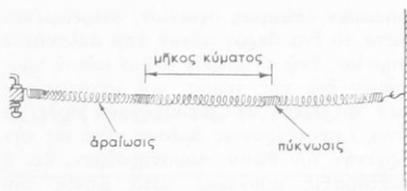
ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΑ.

Τὰ συναντώμενα εἰς τὴν Ἀκουστικὴν κύματα διακρίνονται, ἀπὸ ἀπόψεως κινήσεως τῶν σωματίων τοῦ μέσου, εἰς δύο κυρίως κατηγορίας: τὰ ἐγκάρσια καὶ τὰ διαμήκη κύματα. Τὸ σχῆμα 38-2 παριστᾷ σειρὰν ἐγκαρσίων κυμάτων. Ἐνα σχοινίον εἶναι δυνατὸν νὰ παρουσιάξῃ τὴν εἰς τὸ σχῆμα 38-2 ἐμφαινόμενὴν διάταξιν διαδόσεως ἐγκαρσίου κύματος. Ἐνῶ ἡ διατάραξις μετατοπίζεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς OM τὰ σωματῖα τοῦ σχοινίου κινουῦνται καθέτως πρὸς αὐτὴν ἤτοι καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως τοῦ κύματος. Ἡ εὐθεῖα OM ἐκφράζει τὴν θέσιν ἡρεμίας τοῦ μέσου.

Ἡ μέγιστη ἀπόκλισις, ἢ μετατόπισις τῶν σωματίων τοῦ μέσου ἀπὸ τὴν θέσιν ἡρεμίας καλεῖται ἐν ὄρῳ τὸ κύματος. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν σημείων εὐρισκομένων ὑπὸ τὴν αὐτὴν φάσιν κινήσεως καλεῖται μῆκος κύματος. Ὁ ἀριθμὸς τῶν κυμάτων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ ἓνα ὠρισμένον σημεῖον τοῦ μέσου ἀνά sec καλεῖται συχνότης.



Σχ. 38-2. Ἐγκάρσια κύματα.

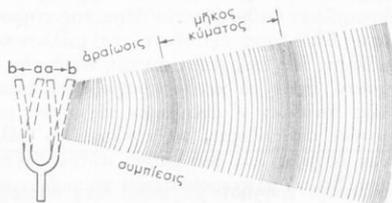


Σχ. 38-3. Διαμήκη κύματα.

της του κύματος. Ἡ συχνότης δυνατὸν νὰ ἐκφρασθῇ ὡς κύματα ἀνά sec, ὡς παλμοὶ ἀνά sec, ὡς κύκλοι ἀνά sec ἢ καὶ ὡς ταλαντώσεις ἀνά sec.

Τὰ διαμήκη κύματα εἶναι δυνατὸν νὰ καταδειχθοῦν δι' ἑνὸς ἐπιμήκους σπειροειδοῦς ἑλατηρίου (σχ. 38-3). Τὰ ἄκρα τοῦ ἑλατηρίου στερεοῦνται ἀπὸ δύο σημεία, ἀκολούθως δὲ τοῦτο συμπιέζεται καὶ ἀποτόμως ἀφίεται ἐλεύθερον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἐδημιουργήθη τοιοῦτοτρόπως ἕνα κύμα τὸ ὁποῖον κινεῖται κατὰ μήκος τοῦ ἑλατηρίου. Ὅταν τὰ σωματῖα τοῦ μέσου κινεῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως τοῦ κύματος τὸ κύμα καλεῖται διαμήκη. Ἐὰν σημειώσωμεν τυχὸν σημεῖον τοῦ ἑλατηρίου διὰ μικρᾶς κορδέλλας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τὴν διάδοσιν τῶν κυμάτων ἡ κορδέλλα ἐκτελεῖ παλινδρομικὰς κινήσεις πέριξ τοῦ σημείου ἠρεμίας αὐτῆς. Αἱ περιοχαὶ κατὰ τὰς ὁποίας αἱ σπείραι τοῦ ἑλατηρίου εὐρίσκονται ἢ μία πολλὰ πλησίον τῆς ἄλλης καλοῦνται πνεύσεις, ἐνῶ αἱ περιοχαὶ κατὰ τὰς ὁποίας αἱ σπείραι εὐρίσκονται ἢ μία μακρὰν τῆς ἄλλης ἀραιώσεις. Αἱ πυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις τῶν διαμήκων κυμάτων ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς κορυφὰς καὶ κοιλίας τῶν ἐγκαρσίων. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν πυκνώσεων ἢ δύο διαδοχικῶν ἀραιώσεων καλεῖται μήκος κύματος. Ἡ μεγίστη μετατόπισις οἰοῦνδήποτε σημείου τοῦ ἑλατηρίου ἀπὸ τὴν θέσιν ἠρεμίας αὐτοῦ καλεῖται ἐξόρση.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΑΛΑΝΤΩΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ. Τὸ σχῆμα 38-4 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἕνα διαπασῶν παράγει ἠχητικὰ κύματα. Τοῦτο ταλαντοῦται μεταξὺ τῶν ἀ-



Σχ. 38-4. Δημιουργία ἠχητικῶν κυμάτων ὑπὸ παλλομένου σώματος.

κραιῶν θέσεων *aa* καὶ *bb*. Κατὰ τὴν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ κίνησιν αὐτοῦ, ὁ ἀήρ συμπιέζεται, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 38-4, ἐνῶ κατὰ τὴν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ κίνησιν τοῦ δημιουργεῖται κενὸν αἴρος. Αἱ ἐναλλασσόμεναι πυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις τοῦ αἵρος, αἱ δημιουργοῦμεναι ὑπὸ τοῦ διαπασῶν, διαδίδονται εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον ὡς ἠχητικὰ κύματα. Ἐφ' ὅσον αἱ κινήσεις τῶν σωματιδίων τοῦ αἵρος γίνονται παραλλήλως πρὸς τὴν διεύθυνσιν μεταδόσεως τοῦ κύματος, τὰ οὕτω παραγόμενα ἠχητικὰ κύματα εἶναι διαμήκη.

Ἡ ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. Ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐντὸς τοῦ μέσου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πυκνότητα καὶ ἐλαστικότητα τοῦ μέσου. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τὴν ταχύτητα διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐντὸς διαφόρων σωμάτων.

Ταχύτης τῶν ἠχητικῶν κυμάτων		
Σ ὠ μ α	Μέτρα ἀνά δευτερόλεπτον	Πόδες ἀνά δευτερόλεπτον
Ἄηρ 0° C	332	1090
Χάλυψ	5000	16400
Υδωρ	1440	4800

Ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πυκνότητα τοῦ μέσου, αὕτη ἐπηρεάζεται ἐλαφρῶς ἀπὸ τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Οὕτω ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου αὐξάνει κατὰ 0,6 m/sec περίπου δι' αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1° C. Οὕτω, ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐντὸς τοῦ

αέρος εις θερμοκρασίαν 20°C θά είναι:
 $332 + 0,6 \times 20 = 332 + 12 = 344 \text{ m/sec.}$

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εὐρέθῃ ὅτι μεταβάλλεται ἐλάχιστα ἐντὸς δοθέντος μέσου, ἀσχέτως τοῦ ὕψους τοῦ ἤχου. Ἐάν τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐπηρέαζε τὴν ταχύτητα διαδόσεως αὐτοῦ, τότε ἡ μουσικὴ ἢ προερχομένη ἀπὸ ὄρχηστραν ἢ ὁποῖα εὐρίσκειται μακρὰν ἀπὸ τὸν ἀκροατὴν δὲν θά ἠκούετο εὐκρινῶς παρ' αὐτοῦ, ἀλλὰ οὗτος θά ἤκουε ἓνα συνθηλέμου ἤχων· καὶ τοῦτο διότι, ἡ μουσικὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἤχους μεγάλου ὕψους, ὡς ἐπίσης, καὶ ἀπὸ ἤχους μικροῦ ὕψους. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ συχνότης τοῦ ἠχογόνου σώματος, τόσον μεγαλύτερον τὸ ὕψος, καὶ ἐπομένως τόσον ὀξύτερος εἶναι ὁ ὕπ' αὐτοῦ παραγόμενος ἤχος. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, ἀντὶ τοῦ ὄρου «ἕψος τοῦ ἤχου» χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος «συχνότης τοῦ ἤχου».

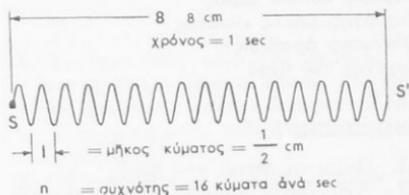
ΤΑΧΥΤΗΣ, ΣΥΧΝΟΤΗΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ. Ἐστω ὅτι, κατόπιν προσεκτικῆς παρατηρήσεως τῶν μικρῶν ὕδατινων κυμάτων λίμνης, προσδιορίσθη ὅτι ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν κορυφῶν τῶν κυμάτων εἶναι 4 cm καὶ ὅτι ἀπὸ ἓνα ὠρισμένον σημεῖον διέρχονται 5 κύματα εἰς ἕκαστον δευτερόλεπτον· ἦτοι ὅτι τὸ μήκος κύματος τῶν κυμάτων εἶναι 4 cm, ἢ δὲ συχνότης αὐτῶν 5 sec. Μεταξὺ τῆς ταχύτητος, τοῦ μήκους κύματος καὶ τῆς συχνότητος τῆς διαταράξεως ἰσχύει ἡ σχέσις

$$\text{Ταχύτης} = \text{Μήκος κύματος} \times \text{συχνότητα.}$$

Οὕτω προκειμένου νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχύτητα μεταδόσεως τῆς διαταράξεως, γνωστῶν ὄντων τοῦ μήκους κύματος καὶ τῆς συχνότητος αὐτοῦ, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ μήκος κύματος ἐπὶ τὴν συχνότητα. Οὕτω ἡ ταχύτης μεταδόσεως τῶν ὑδατινων κυμάτων θά εἶναι

$$4 \times 5 = 20 \text{ cm/sec}$$

Εἰς τὸ σχῆμα 38-5, S παριστᾷ μίαν πηγὴν ἠχητικῶν κυμάτων. Ἐντὸς 1 sec ἡ πρώτη κορυφὴ ἔχει μετατοπισθῆ ἀπὸ τὸ S εἰς τὸ S'. Ἡ ἀπόστασις ὅθεν SS' παριστᾷ τὴν ταχύτητα. Ἐάν διὰ n παρα-



ΣΧ. 38-5. Ταχύτης = συχνότης × μήκος κύματος

στήσωμεν τὴν συχνότητα καὶ διὰ 1 τὸ μήκος κύματος, ἡ ταχύτης θά εἶναι nl. Εἰς τὸ σχῆμα 38-5 εἶναι SS' = 8 cm, n = 16 κύματα ἀνά sec καὶ l = 1/2 cm. Ἡ ταχύτης διαδόσεως τῶν κυμάτων θά εἶναι nl = 16 × 0,5 = 8 cm/sec. Ἐπὶ μορφῆν ἐξισώσεως ἡ ἀνωτέρω σχέσις γράφεται:

$$v = nl$$

ὅπου v παριστᾷ τὴν ταχύτητα, n τὴν συχνότητα καὶ l τὸ μήκος κύματος.

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις εἶναι βασικὴ ἰσχύει δι' ὅλα τὰ εἶδη τῶν κυμάτων ἠχητικῶν ἢ μὴ καὶ διὰ κάθε μέσον.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1. Αἱ κορυφαὶ θαλασσίων κυμάτων ἀπέχουν μεταξὺ τῶν κατὰ 20 m ἢ δὲ συχνότης αὐτῶν εἶναι 15 κύματα ἀνά πρῶτον λεπτόν. Ποία ἡ ταχύτης τῶν κυμάτων;

ΛΥΣΙΣ. l = 20 m

$$n = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ κύμ. ἀνά sec}$$

$$v = nl = 20 \times 0,25 = 5 \text{ m/sec}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2. Ἡ νότα ἐνὸς πιάνου ἐκπέμπει ἠχητικὰ κύματα μήκους κύματος 1,3 m. Ἡ συχνότης τῆς χορδῆς τοῦ πιάνου εἶναι 250 παλμοὶ ἀνά sec. Ποία ἡ ταχύτης τῶν ἠχητικῶν κυμάτων;

ΛΥΣΙΣ. l = 1,3 m

$$n = 250 \text{ παλμοὶ ἀνά sec}$$

$$v = nl = 250 \times 1,3 = 325 \text{ m/sec}$$

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Κῦμα
- Περιοδικὸν κῦμα
- Ἐγκάρσια κῦματα
- Διαμήκη κῦματα

Κορυφή, κοιλία, εὔρος
 Συχνότης, μήκος κύματος
 Πύκνωσις, ἀραιώσεις
 Ταχύτης τοῦ ἤχου
 $v = \lambda \nu$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποῖα αἰ πηγὰι τοῦ ἤχου;
2. Ἀναφέρατε παραδείγματα ταλαντώσεων, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν τὴν γένεσιν ἤχου.
3. Εἰς ὡρισμένης κατηγορίας μέσων λαμβάνει χώραν διάδοσις τοῦ ἤχου;
4. Ποῖα τὰ ὄρια συχνότητων αἱ ὁποῖαι διεγείρουσιν τὴν ἀκοὴν τοῦ ἀνθρώπου;
5. Περιγράψατε τὸ φαινόμενον τῆς δημιουργίας καὶ διαδόσεως ἐνὸς κύματος ἐπὶ τεταμένης χορδῆς ἢ σχοινίου.
6. Δύναται νὰ χαρακτηρισθῇ τὸ κύμα τὸ δημιουργούμενον ἐπὶ τεταμένου σχοινίου ὡς περιοδικόν;
7. Ἀναφέρατε τὰς ὑπαρχούσας διαφορὰς μεταξὺ τῶν ἐγκαρσίων καὶ διαμήκων κυμάτων;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες α) Μῆκος κύματος, β) εὔρος, γ) συχνότης;
9. Κατὰ ποῖον τρόπον ἔνα παλλόμενον σῶμα παράγει ἠχητικὰ κύματα;
10. Διατί πιστεύεται ὅτι τὰ ἠχητικὰ κύματα εἶναι διαμήκη καὶ ὄχι ἐγκάρσια;
11. Ἀπὸ ποῖους παράγοντας ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐντὸς τυχόντος μέσου;
12. Κατὰ ποῖον τρόπον γνωρίζομεν ὅτι τὰ ἠχητικὰ κύματα διαφόρων συχνότητων μεταδίδονται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα;
13. Ποῖα ἡ ὑπάρχουσα σχέσης μεταξὺ τῆς συχνότητος, τοῦ μήκους κύματος καὶ τῆς ταχύτητος διαδόσεως ἐνὸς κύματος;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὁ χρονόμετρος ἀγώνων ταχύτητος θὰ πρέπει νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸ χρονόμετρον τοῦ μόλις ἴδῃ τὸν καπνὸν τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως τοῦ ὄπλου τοῦ ἀφέντου ἢ μόλις ἀκούσῃ τὸν κρότον τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως;
2. Γνωρίζοντες τὴν ταχύτητα διαδόσεως τοῦ ἤχου, κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι

δυνατὸν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν δύο ἀπέναντι ὀχθῶν μιᾶς λίμνης;

3. Εἰς ὠρισμένους δέκτας ραδιοφώνου ἐπὶ τῆς πλάκῃς ἀναγράφονται δύο ἀριθμοὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν ἐκάστου σταθμοῦ. Ἐκ παρατηρήσεων διεισπύθη, ὅτι τὸ γινόμενον τῶν δύο τοιῶν ἀριθμῶν, τῶν προσδιοριζόντων τὸν τυχόντα σταθμὸν, ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῶν ἀντιστοίχων ἀριθμῶν οὐοδήποτε ἄλλου σταθμοῦ. Πῶς τὸ ἐξηγεῖτε τοῦτο;
4. Σκύλλος ἢ ἄλλο ζῷον πολλάκις ἀντιδρᾷ ὡς ἔαν ἤκουσε κάτι ἐνῶ ὁ πλησίον πρὸς αὐτὸ εὔροσκοπέου ἀνθρώπος δὲν ἀκούει τίποτε. Ποῖα ἡ πιθανὴ ἐξήγησις τῆς καταστάσεως ταύτης;
5. Ποίας κατηγορίας κύματα προκύπτου ἀπὸ τὰς ταλαντώσεις ἐνὸς ἐλατηρίου;
6. Διατί ἔνα ψυχρὸν μουσικὸν ὄργανον πρέπει νὰ «επανακουρδισθῇ» ὅταν θεομανθῇ;
7. Εἰς τὸ ὑπαιθρον, τὰ δοθέντος ὕψους ἠχητικὰ κύματα εἶναι μακρότερα τὸ καλοκαίρι ἢ τὸν χειμῶνα καὶ διατί;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

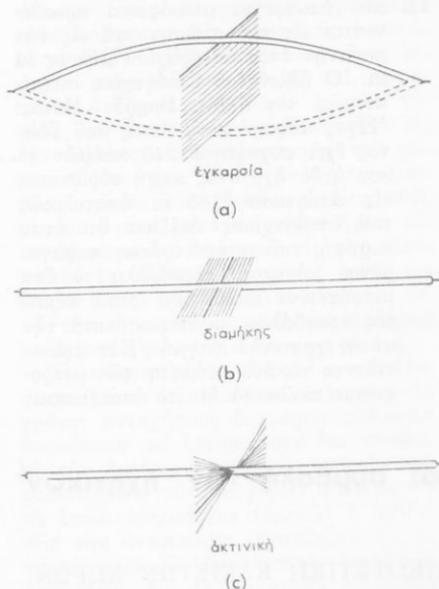
ΤΟ ΕΛΑΤΗΡΙΟΝ. Τὸ ἐλατήριον εἶναι ἔνα χρήσιμον ὄργανον διὰ νὰ καταδειχθοῦν αἱ ταλαντώσεις καὶ τὰ ἐξ αὐτῶν προκύπτοντα κύματα. Λάβετε ἔνα ἐπίμηκες ἐλατήριον καὶ στερεώσατε τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ μεταξὺ δύο ἀκλόνητων σημείων, ἀφοῦ προηγουμένως τὰ καταπονήσατε εἰς ἐφελκυσμῶν. Εἰς τὸ μέσον τοῦ τεταμένου ἐλατηρίου τοποθετήσατε μίαν ὀδοντογλυφίδα. Τώρα εἰσθε εἰς θέσιν νὰ παρατηρήσητε ἐκάστην τῶν ἀκολούθων ταλαντώσεων.

1. Ἀνυψώσατε τὴν ὀδοντογλυφίδα καὶ ἀποτόμως ἀφήσατε τὸ ἐλατήριον ἐλεύθερον. Τοῦτο θὰ ἀρχίσῃ νὰ ἐκτελῇ ταλαντώσεις καθέτως πρὸς τὸν ἄξονα αὐτοῦ (σχῆμα 38-β). Λόγω μεγάλης ταχύτητος τῆς ταλαντώσεως ἡ ὀδοντογλυφίς θὰ παρουσιάζεται ὡς ἔνα σκιερὸν ὀρθογώνιον τοῦ ὁποῖου τὸ ὕψος θὰ ἐλαττοῦται μὲ τὴν ἀπόδοσιν τοῦ χρόνου λόγω ἐλαττώσεως τοῦ εὔρους τοῦ προκληθέντος κύματος.

2. Ὄθησατε τὴν ὀδοντογλυφίδα πρὸς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ ἐλατηρίου καὶ ἀποτό-

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A



Σχ. 38—6. Ταλαντώσεις ενός ελατηρίου.

μως αφήσατε ταύτην ελευθέραν. Τό ελατήριο θά αρχίσῃ νά ἐκτελῇ διαμήκεις ταλαντώσεις, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχήμα 38 - 6b. Ἡ ὀδοντογλυφίς θά σχηματίζῃ ἕνα ὀριζόντιον ὀρθογώνιον, τὸ πλάτος τοῦ ὁποίου θά ἐλαττωταί με τὴν πάροδον τοῦ χρόνου λόγω ἐλαττώσεως τοῦ εὔρους τοῦ προκληθέντος κύματος.

Ἐὰν τοποθετήσῃτε δύο ὀδοντογλυφίδας εἰς ἀπόστασιν 1 cm μεταξύ των, τότε θά παρατηρήσῃτε ὅτι, κατ' ἀρχῆς τὰ ὀρθογώνια των καλύπτουν τὸ ἓν τὸ ἄλλο ἐνῶ με τὴν πάροδον τοῦ χρόνου ταῦτα χωρίζονται.

3. Περιστρέψατε τὴν ὀδοντογλυφίδα κατὰ δύο ἢ τρεῖς στροφάς καὶ ἀποτόμως ἀφήσατέ τὴν ελευθέραν. Αὕτη θά ἀρχίσῃ νά ἐκτελῇ ἀκτινικὰς ταλαντώσεις αἱ ὁποῖαι θά ἐμφανίζονται ὡς ἐν διπλοῦν V, ὡς εἰς τὸ σχήμα 38 - 6c ἐμφαίνεται.

Ἐὰν θελήσῃτε νά παρατηρήσῃτε μίαν ἐντελῶς σύνθετον ταλάντωσιν μετατοπίσατε τὴν ὀδοντογλυφίδα ταυτοχρόνως καὶ κατὰ τοὺς τρεῖς ἀνωτέρω τρόπους.

1. Ὁ ἦχος ἑνὸς κερανοῦ ἀκούεται 5 sec μετὰ τὴν λάμπιν αὐτοῦ. Εἰς ποῖαν ἀπόστασιν ἔπεσον ὁ κερανοῦς ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι 20°C;
2. Ἡ χαμηλότερα νότα τὴν ὁποίαν εἶναι δυνατόν νά παραγάγῃ πιάνο ἔχει συχνότητα 27,5 παλμοὺς τὸ sec, ἐνῶ ἡ ὑψηλότερα νότα ἔχει συχνότητα 4186 παλμοὺς τὸ sec. Ὑποτιθεμένου ὅτι ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι 340 m/sec, ποῖον τὸ μήκος κύματος ἐκάστης νότας;
3. Διαπασῶν ἔχει συχνότητα 512 παλμῶν τὸ sec, ἐνῶ, τὸ μήκος κύματος τοῦ ἤχου τὸν ὁποῖον παράγει εἶναι 65 cm. Ποῖα ἡ ταχύτης τῶν ἡχητικῶν κυμάτων;
4. Ἡ ταχύτης τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων εἶναι 300000000 m/sec. Ποῖα ἡ συχνότης ἑνὸς σταθμοῦ ἐκπομπῆς, ὁ ὁποῖος ἐκπέμπει εἰς μήκος κύματος 300 m;
5. Ἐὰν παρατηρητὴς εὐρίσκειται εἰς ἀπόστασιν 5 km ἀπὸ τοῦ σημείου πτώσεως κερανοῦ, ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι 25°C, μετὰ πόσον χρόνον, ἀπὸ τὴν στιγμήν κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ παρατηρητὴς εἶδε τὴν λάμπιν τοῦ κερανοῦ, θά ἀκούσῃ τὴν βροντὴν αὐτοῦ;
6. Τὸ μήκος ἡχητικοῦ κύματος εἶναι 175 cm, ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος 30°C. Ποῖα ἡ συχνότης τοῦ κύματος;
7. Παρατηρητὴς βλέπει 15 ὀδόνια κύματα διερχόμενα ἀπὸ ἕνα ὀρισμένον σημεῖον εἰς ἕκαστον δευτερόλεπτον. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν κυμάτων εἶναι 1,6 cm. Ποῖα ἡ ταχύτης διαδόσεως αὐτῶν;

B

8. Βυθόμετρον πλοίου δηλοῖ, ὅτι ἡ ἠχὼ ἐπιστρέφει ἀπὸ τὸν πυθμένα τοῦ ὕδατος μετὰ πάροδον 4 sec ἀπὸ τὴν στιγμήν ἐκπομπῆς τοῦ σήματος. Ποῖον τὸ βάθος τοῦ ὕδατος εἰς τὸ σημεῖον ἐκεῖνο; (Ἄπαν. 9600 ft ἢ 2930 m).

- 9 Κυνηγός πυροβολεί ζώον ευρισκόμενον εις απόστασιν 500 ft. Ἡ ἀρχικὴ ταχύτης τῆς σφαιρας εἶναι 1000 ft/sec. Ποία ἡ χρονικὴ διαφορά κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἦχος τῆς ἐπιτυροσκοπήσεως θὰ προηγήται τῆς σφαιρας, εἰς τὸ σημεῖον εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται τὸ θήραμα, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι 20°C;
10. Ἀεροπλάνον ἵπταται ὀριζοντιῶς εἰς ὕψος 2100 m ὑπὸ ταχύτητα 300 km/h. Ποίαν ἀπόστασιν θὰ διανύσῃ τὸ ἀεροπλάνον ἕως ὅτου ὁ ἦχος τῶν κινητήρων του φθάσει εἰς τὴν γῆν, ἐνὸς ὠρισμένου σημείου λαμβανομένου ὡς σημείου ἀρχῆς τῶν μετρήσεων; Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμο-

- σφαιρικοῦ ἀέρος νὰ ληφθῇ 20 ° C.
11. Δύο ὑποβρυχία μικρόφωνα προσδένονται εἰς τὴν πλώρην καὶ εἰς τὴν πρῶτην ἐνὸς ὑποβρυχίου μήκους 34 m. Ὁ ἄξων τοῦ ὑποβρυχίου συμπύπτει μὲ τὸν ἄξονα Βορρᾶς - Νότους. Ἦχος παραγόμενος ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἔχει συχνότητα 240 παλμῶν τὸ sec ἢ δὲ ἠχογόνος πηγὴ εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 185 m ἀνατολικῶς τοῦ ὑποβρυχίου. Δείξατε ὅτι ὅταν κορυφῆ, τοῦ τοιουτοτρόπως παραγομένου κύματος, προσβάλλῃ τὸ ἔνα μικρόφωνον κοιλία τοῦ αὐτοῦ κύματος προσβάλλει τὸ ἕτερον, κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν. Ἐὰν προσετίθεντο τὰ δύο ρεύματα τῶν μικροφῶνων ποῖον θὰ ἦτο τὸ ἀποτέλεσμα;

ΕΔΑΦΙΟΝ 39. Ἀνάκλασις καὶ συμβολὴ τῶν ἠχητικῶν κυμάτων.

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ. Ἀρίστην ἀπόδειξιν τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἠχητικῶν κυμάτων ἀποτελεῖ τὸ φαινόμενον τῆς ἠχοῦς. Ἐν γένει παράγεται ἠχώ, ὡσάκις ἀνακλάται ἦχος ἐπὶ κωλύματος, τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἀπὸ τὴν ἠχογόνον πηγὴν περισσότερον ἀπὸ 17 m. Οὕτω ὅταν παρατηρητὴς εὐρίσκεται πρὸ ἐπιπέδου κωλύματος καὶ εἰς ἀπόστασιν μεγαλύτεραν τῶν 17 m ἐκφωνήσῃ δὲ μικρᾶς διαρκείας ἦχον, ἀκούει μετὰ τὴν ἔκλειψιν τῆς ἐντυπώσεως τοῦ πρώτου ἠχου δευτέρον ἦχον ἐξ ἀνακλάσεως, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ τὴν ἠχὴν τοῦ πρώτου. Ἐὰν ὅμως ἡ ἀπόστασις τοῦ τοιχώματος, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἀνακλάται ὁ ἦχος, εἶναι μικροτέρα τῶν 17 m, τότε ὁ παρατηρητὴς ἀκούει τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἦχον πρὸ τῆς ἔκλειψεως τοῦ ἀπ' εὐθείας, τοιουτοτρόπως δὲ ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχος φαίνεται ὡς προέκτασις τοῦ ἀρχικοῦ. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ τοιχώματος ἐλαττωθῇ ἀκόμη περισσότερον ὁ παρατηρητὴς θὰ ἀκούῃ ταυτοχρόνως τὸν ἀπ' εὐθείας καὶ τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἦχον. Τοῖχοι ἐκ ξύλου, σιμέντου, πλίνθων καὶ ἐν γένει ἀποτελούμενοι ἀπὸ σκληρὰ ὕλικα εἶναι καλοὶ ἀνακλαστήρες τοῦ ἦχου. Ὀμοίως καὶ τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν ἰδιότητα ταύτην.

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΧΩΡΩΝ. Λέγοντες ἀκουστικὴν ἑνὸς δωματίου νοοῦμεν τὰς ιδιότητας τοῦ δωματίου αἱ ὁποῖαι καθορίζουν τὴν εὐκρίνειαν τῆς φωνῆς ἐνὸς ὀμιλητοῦ ἢ τὴν πιστότητα ἐνὸς μουσικοῦ προγράμματος, μὲ τὴν ὁποῖαν τὸ πρόγραμμα τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ ἀκουσθῇ ἐντὸς τοῦ δωματίου. Ἡ ἀκουστικὴ τοῦ ὑπαίθρου δὲν εἶναι καλὴ καὶ τοῦτο διότι τὰ ἠχητικὰ κύματα τὰ παραγόμενα ὑπὸ τῆς φωνῆς τοῦ ὀμιλητοῦ, διαχέονται πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις ἢ δὲ ἐντάσις τῆς φωνῆς ἐλαττωταὶ ραγδαίως καθὼς ἡ ἀπόστασις ὀμιλητοῦ - ἀκροατοῦ ἀυξάνει. Εἰς τὰς αἰθούσας ἀκροάσεων παρουσιάζονται ἐν τούτοις ἄλλα προβλήματα. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ ἦχου, ἀπὸ τοὺς περιβάλλοντας τὸν χώρον τοίχους καὶ τὴν ὄροφην εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσῃ μίαν ἀνομοιόμορφον κατανομήν τοῦ ἦχου εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς αἰθούσης. Τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἀποφεύγεται κατὰ κανόνα διὰ τοῦ καταλλήλου ἀρχιτεκτονικοῦ σχεδίου τῆς μορφῆς τῶν τοίχων καὶ τῆς ὄροφης. Ἐτερον χαρακτηριστικὸν τῆς ἀκουστικῆς τῶν αἰθουσῶν ἀκροάσεων εἶναι ἡ ἀντήχησις. Ἀντήχησις καλεῖται τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον, ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχος, φαίνε-

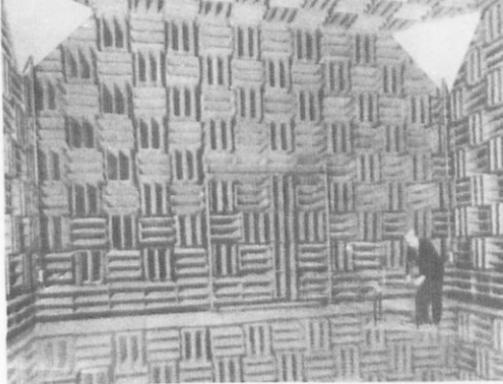
ται ὡς προέκτασις τοῦ ἀρχικοῦ. Τὸ φαινόμενον τῆς ἀντηχῆσεως χρησιμοποιεῖται πρὸς ἐνίσχυσιν τῆς ἀκουστικῆς ἐντυπώσεως, διότι ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος μίγνυται μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας καί, ἐφ' ὅσον ἡ ἀντήχησις λαμβάνει χώραν ταχέως, τὸ φαινόμενον αὐτὸ συντελεῖ εἰς τὴν βελτίωσιν τῆς ἀκουστικῆς τοῦ χώρου. Τοῦναντίον, ἐὰν ἡ ἀντήχησις λαμβάνη χώραν λίαν βραδέως, τότε αὕτη μίγνυται μετὰ μεταγενεστέρου ἤχου, οὗτω δὲ προκαλεῖ ἀσάφειαν εἰς τὴν ἀκουστικὴν ἐντύπωσιν. Ὁ χρόνος κατὰ τὸν ὁποῖον ἕνας ἤχος ἀκούεται εὐκρινῶς μετὰ τὴν δημιουργίαν τῆς διαταραξέως καλεῖται χρόνος ἀντιχῆσεως.

Ἡ καθηγητὴς W. C. Sabine τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Harvard ἐμέτρησε τὸν χρόνον ἀντηχῆσεως διαφόρων αἰθουσῶν ἀκροάσεων καὶ ἐσηματίσεν ἕνα πίνακα, μὲ τὴν βοήθειαν ἄριστων μουσικῶν καὶ καλλιτεχνῶν, τῶν διαφόρων φαινομένων τὰ ὁποῖα ἐπηρεάζουν εὖμενῶς ἢ δυσμενῶς τὴν ἀκουστικὴν. Κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι μεγαλύτερα ἀντήχησις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μουσικὴν παρά διὰ τὴν ὁμιλίαν. Ὁμοίως μεγαλύτερα ἀντήχησις ἀπαιτεῖται διὰ μεγάλους χώρους παρά διὰ μικρούς. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει κατὰ προσέγγισιν τοὺς πλέον εὐνοϊκοὺς χρόνους ἀντηχῆσεως διὰ μουσικὴν εἰς αἰθούσας ἀκροάσεων διαφόρων διαστάσεων.

Ὅγκος εἰς κυβικοὺς πόδας	Χρόνος ἀντηχῆσεως εἰς sec
1000	0,75
10000	1,00
100000	1,30
1000000	2,00

Διὰ ὁμιλίαν ὁ χρόνος ἀντηχῆσεως εἶναι κατὰ πολὺ μικρότερος. Ἐὰν ἀπαιτοῦνται ἐνίσχυται ἤχος δὲν ἀπαιτεῖται ἡ δημιουργία ἀντηχῆσεως.

Ἡ καθηγητὴς Sabine ἐμέτρησε ἐπίσης καὶ τὴν ἀπορροφητικὴν ἱκανότητα διαφόρων σωμάτων μερικὰ τῶν ὁποίων δίδονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα. Ἐνα ἄριστον ἀπορροφητικὸν σῶμα, ἀπορροφᾷ κατὰ 100 % τὴν ἐνέργειαν τῶν κυμάτων,

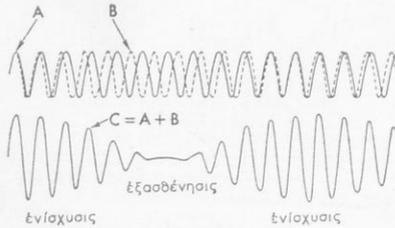


Σχ. 39—1. Ἐνα ἀπὸ τὰ πλέον παραδοξὰ δωμάτια τοῦ κόσμου. Τὸ δωμάτιον τοῦτο ὑπελογίσθη εἰδικῶς ὥστε νὰ ἐπιτευχθῆ ἡ καλύτερα δυνατὴ ἀνάλυσις τῶν ἤχων, κυρίως δὲ τῆς ποιότητος αὐτοῦ. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου ἔχει πρακτικῶς ἐξαιρεθῆ διὰ τῆς κατασκευῆς ταύτης.

ἐνῶ ἀντιθέτως ἕνα ἄριστον ἀνακλαστικὸν σῶμα ἀπορροφᾷ τὰ 0 % τῆς ἐνεργείας τῶν κυμάτων.

Σ ῶ μ α	Ἀπορροφώμενος ἤχος %
Πλίνθοι, ξύλον, γύψος	2 ἕως 5
Τάπηξ	10 ἕως 30
Celotex πάχους 1 cm	50
Σφιμέντο	2
Κουρτίνας μὲ μεγάλας πτυχᾶς	50 ἕως 100
Μάρμαρον	1

ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑΤΑ. Διακροτήματα καλοῦμεν τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον προκύπτει ἀπὸ τὴν συμβολὴν δύο ἡχητικῶν κυμάτων, τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες διαφέρουν ὀλίγον μεταξὺ τῶν. Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς ταύτης εἶναι ἡ γένεσις νέου κύματος, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει μέγιστα καὶ ἐλάχιστα, ἡ δὲ συχνότης τῶν παρατηρουμένων μεγίστων ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν συχνότητος τῶν συμβαλλουσῶν ταλαντώσεων. Τὰ παρουσιαζόμενα μέγιστα τοῦ νέου κύματος ὀφείονται εἰς τὴν σύμπτωσιν τῶν κορυφῶν τῶν δύο συμβαλλόντων κυμάτων, ἐνῶ τὰ ἐλάχιστα εἰς τὴν σύμπτωσιν κορυφῶν τοῦ ἑνὸς πρὸς κοιλίαν τοῦ ἑτέρου· ἐπειδὴ δὲ ἡ



Σχ. 39—2. Αί κυμάται A και B προστιθέμεναι δίδουν την C.

έντασις τοῦ ἤχου αὐξάνει εἰς τὴν περιοχὴν τῶν μεγίστων καὶ ἐλαττοῦται εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ἐλαχίστων διὰ τοῦτο τὰ μέγιστα καλοῦνται καὶ ἐνίσχυσις ἐνῶ τὰ ἐλάχιστα ἐξασθενήσις.

Τὰ ἤχητικὰ κύματα εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον διαμήκη παρὰ ἐγκάρσια, ὡς τὰ ἐμφαινόμενα εἰς τὸ σχῆμα 39-2. Ἐν τούτοις ἐὰν δεχθῶμεν, ὅτι τὰ πυκνώματα τῶν διαμήκων ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς κορυφὰς τῶν ἐγκαρσίων κυμάτων τοῦ ἀνωτέρου σχήματος, τὰ δὲ ἀραιώματα εἰς τὰς κοιλίας, παρατηροῦμεν ὅτι, ὑπάρχει πλήρης ἀντιστοιχία μεταξὺ τῶν ἤχητικῶν κυμάτων καὶ τῶν ἐμφαινόμενων εἰς τὸ ἀνωτέρω σχῆμα, ἐγκαρσίων. Ἦτοι, ὅταν τὰ πυκνώματα τοῦ ἐνὸς τῶν συμβαλλόντων κύματος συμπίπτουν πρὸς τὰ πυκνώματα τοῦ δευτέρου, θὰ ἔχωμεν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου, ἐνῶ, ἀντιθέτως, θὰ ἔχωμεν ἐξασθένειν αὐτοῦ, ὅταν τὰ πυκνώματα τοῦ ἐνὸς συμπίπτουν πρὸς τὰ ἀραιώματα τοῦ δευτέρου.

Ὅταν ἕνας βιολητῆς «κουρδίζει» τὸ ὄργανόν του, εἰς τρόπον ὥστε, νὰ προσαρμοσθῇ με κάποιον ἄλλο, προσπαθεῖ νὰ ἐξισώσῃ τὰς συχνότητας, τῶν ἐκπεπομένων ὑπὸ τοῦ ὄργανου τῶν ἤχων, πρὸς τὰς συχνότητας τῶν ἤχων τῶν ἐκπεπομένων ὑπὸ τοῦ ἄλλου ἤχητικου ὄργανου. Ὁ καλλιτέχνης θὰ συνεχίσῃ τὸ «κουρδισμα» ἕως ὅτου αἱ αὐξομειώσεις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου τοῦ προκύπτοντος ἀπὸ τὴν συμβολὴν τῶν ἤχητικῶν κυμάτων τῶν δύο ὄργάνων ἐξαφανισθοῦν.

Διὰ νὰ συμβῇ τοῦτο, θὰ πρέπει ὡς ἐλέχθη καὶ ἀνωτέρω νὰ ἐπέλθῃ πλήρης σύμπτωσης συχνότητων τῶν δύο ἤχων διότι ἐὰν ἡ συχνότης τοῦ ἤχου τοῦ παραγομένου ὑπὸ

λαντώσει ἀνά sec καὶ ἡ συχνότης τοῦ ἤχου τοῦ δευτέρου εἶναι 260 ταλαντώσεις ἀνά sec ὁ ἀνά sec ἀριθμὸς τῶν διακροτημάτων θὰ εἶναι $260 - 256 = 4$.

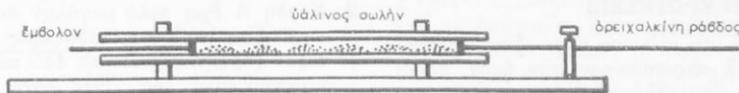
ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ. Διὰ τὴν σπουδὴν τοῦ φαινομένου τῶν στασίμων κυμάτων ἀναγοροῦμεν ἀπὸ τοῦ ἀκολουθοῦντος πειράματος: Στερεοῦμεν τὸ ἓνα ἄκρον σχοινίου ἐπὶ ἀκλόνητον σημεῖον, ἐνῶ κρατοῦντες τὸ ἄλλο ἄκρον διὰ τῆς χειρὸς μεταδίδομεν εἰς αὐτὸ παλμικὴν κίνησιν κινοῦντες καταλλήλως τὴν χεῖρα μας. Οὕτω δημιουργοῦμεν ἐπὶ τοῦ σχοινίου κύμα, τὸ ὅποιον διαδίδεται κατὰ μῆκος αὐτοῦ καὶ τὸ ὅποιον ἀνακλᾶται καὶ ἐπιστρέφει πρὸς τὰ ὀπίσω, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον αὐτοῦ. Μετὰ παρέλευσιν χρονικοῦ τινὸς διαστήματος, ἀπὸ τῆς διεγέρσεως τοῦ σχοινίου, καὶ ἐφ' ὅσον ἡ συχνότης τῆς ἀρχικῆς διεγέρσεως εὐρίσκειται εἰς τὴν κατάλληλον σχέσιν πρὸς τὸ μῆκος τοῦ σχοινίου, τοῦτο λαμβάνει τὴν εἰς τὸ σχῆμα 39-3 δεικνυομένην μορφήν. Βλέπομεν δηλ., ὅτι εἰς τὸ σχοινίον ὑπάρχοντι ὄρισμένα περιοχαί, ὅπου τοῦτο πάλαι ἐπὶ μέγιστον πλάτος κινήσεως, καλοῦμεναι κοιλίαι, ἐνῶ ὑπάρχον καὶ ἄλλαι περιοχαί ὅπου τὸ σχοινίον παραμένει ἀκίνητον, καλοῦμεναι δεσμοί.

Τὸ ἀνωτέρω περιγραφὸν φαινόμενον ἀποτελεῖ τὰ στάσιμα κύματα. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν δεσμῶν ἢ δύο διαδοχικῶν κοιλῶν ἰσοῦται πάντοτε πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ μήκους κύματος.

Παρόμοιον πείραμα εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκτελεσθῇ με ἤχητικὰ κύματα. Λαμβάνομεν ὑάλινον σωλήνα μῆκους περίπου 1 m, κεκαλυμμένον ἐσωτερικῶς ὑπὸ στρώματος μικροσκοπικῶν τεμαχίων φελλοῦ. Εἰς τὸ ἓνα ἄκρον τοῦ σωλήνος τοποθετοῦμεν ὀρειχαλκινὴν ράβδον, μῆκους 1 m περίπου, φέρουσαν εἰς τὰ ἄκρον αὐτῆς δίσκον, χαλαρῶς στερεωμένον ἐπ' αὐτῆς,



Σχ. 39—3. Μορφή στασίμων κυμάτων σχηματιζομένων ἐπὶ τοῦ σχοινίου.



Σχ. 39—4. Στάσιμα κύματα αέρος.

και τῆς αὐτῆς διαμέτρου με τὴν διάμετρον τοῦ ὑαλίνου σωλήνος, ἡ ὁποία στηρίζεται περὶ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ ἀκλονήτου στηρίγματος.

Ὅταν ἡ ράβδος προστρίβεται τῇ βοηθεῖα καλῶς ρητινωμένου τεμαχίου ὑφάσματος, αὕτη διεγείρεται καὶ ἐκτελεῖ διαμήκεις ταλαντώσεις παρίγουσα ταυτοχρόνως ὄξυν χαρακτηριστικὸν ἦγον. Αἱ ταλαντώσεις τῆς ράβδου, μεταδίδονται διὰ μέσον τοῦ δίσκου εἰς τὸν ἐντὸς τοῦ σωλήνος εὐρισκόμενον αέρα. Ἐάν, διατηροῦντες τὰς ταλαντώσεις τῶν μορίων τῆς ράβδου, ἦτοι τὰς ταλαντώσεις τοῦ αέρος, ἀργίσωμεν νὰ μετακινῶμεν θραδέως τὸ ἔμβολον, τὸ εὐρισκόμενον εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ ὑαλίνου σωλήνος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, εἰς μίαν ὠρισμένην θέσιν αὐτοῦ, αἱ ταλαντώσεις τῶν μορίων τοῦ αέρος δημιουργοῦν στάσιμα κύματα. Τὰ στάσιμα κύματα γίνονται ἀντιληπτά εἰς ἡμᾶς, λόγῳ τῶν μικροσκοπικῶν τεμαχίων φελλοῦ διὰ τῶν ὁποίων οἱ δεσμοὶ καὶ αἱ κοιλίαι τῶν κυμάτων διακρίνονται εὐκρινῶς.

Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν, ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχοινίου, ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν δεσμῶν ἢ κοιλιῶν, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ μήκους τῶν ἡχητικῶν κυμάτων εἰς τὸν αέρα. Τοιοῦτοτρόπως δι' ἀπλῆς μετρήσεως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μήκος κυμάτων. Ἐξ αὐτοῦ καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἦχου προσδιορίζομεν τὴν συχνότητα αὐτοῦ.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Ἐνάκλασις τῶν ἡχητικῶν κυμάτων
- Ἀκουστικὴ χώρα
- Ἀντήχησις
- Συμβολὴ κυμάτων
- Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι
- Στάσιμα κύματα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καλοῦμεν ἦγῳ;
2. Κατὰ ποῖον τρόπον ἀνακλῶνται τὰ ἀκουστικὰ κύματα;
3. Διατί εἶναι δύσκολον ὀμιλητῆς εὐρισκόμενος ἐν ὑπαίθρῳ νὰ γίνῃ ἀντιληπτός ὑπὸ μεγάλου ἀκρατηρίου;
4. Ἐναφέρατε δύο δυσμενεῖς συνθήκας, τὰς ὁποίας ἀντιμετωπίζου ὀμιληταὶ εἰς αἰθούσας ἀκοάσεων, καὶ ὑποδείξατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατόν νὰ ἀντιμετωπισθῇ ἑκάστη.
5. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀντήχησιν;
6. Ποία ἡ διαφορὰ τῶν χρόνων ἀντηγήσεων δύο αἰθουσῶν ἀκοάσεων ἀπὸ τὰς ὁποίας ἡ μία χρησιμεῖν διὰ διαλέξεως, ἐνφ' ἡ ἄλλη διὰ μουσικῆν;
7. Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον τῆς συμβολῆς.
8. Τί καλοῦνται στάσιμα κύματα καὶ ὑπὸ ποίας συνθήκας ταῦτα δημιουργοῦνται;

Σχ. 39—5. Αἱ τρεῖς ἀκόλουθοι φωτογραφίαι δεικνύουσι τὰ πυκνώματα ἡχητικῶν κυμάτων εἰς τρεῖς διαφόρους περιπτώσεις. Ὁ ἦχος προεκλήθη ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ σπινθηροῦ καὶ ἀνεκλάσθη ἐπὶ ἐπιπέδῳ ἐπιφανείας, σφαιρικῆς ἐπιφανείας καὶ παραβολικῆς ἐπιφανείας.



ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί μία αΐθουσα όταν είναι κενή ἀνακλᾷ περισσότερο τὸν ἦχον, παρὰ όταν είναι πλήρης ἀτόμων;
2. Αἱ περισσότεραι αΐθουσαι κινήματο-γράφων ἐπεσκευάσθησαν καὶ ἔλαβον νέον σχῆμα όταν ἐνεφανίσθησαν αἱ ὀμιλοῦσαι ταινίαι. Διατί;
3. Εἶναι δυνατόν ἡ ἀκουστικὴ μῆς αἰθούσης νὰ βελτιωθῆ διὰ τῆς τοποθετήσεως τεταμένων νημάτων ἐντὸς αὐτῆς;
4. Εἰς τὸν καθεδρικὸν ναὸν τοῦ Ἁγ. Παύλου τοῦ Λονδίνου, ὑπάρχει κυκλικὸς ἐξώστης εἰς τὸν ὅποιον οἱ ψιθυροὶ ἀκούονται εὐκρινέστατα εἰς τὰ ἀντιδιαμετρικὰ σημεῖα. Δύνασθε νὰ ἐξηγήσετε τὸ φαινόμενον;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Διαπασῶν ἀγνώστου συχνότητος, εὐρέθη ὅτι παρέχει 2 διακροτήματα ἀνὰ sec, όταν ἐκπέμπῃ ἦχον ταυτοχρόνως μὲ δεύτερον, συχνότητος 256 ταλαντώσεων ἀνὰ sec. Τοποθετοῦμεν μικρὸν τεμάχιον κηροῦ ἐπὶ τοῦ δευτέρου, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἐλάττωσιν τῆς συχνότητος ταλαντώσεων αὐτοῦ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι τὰ διακροτήματα ἐξαφανίζονται. Ποία ἡ ἀγνωστος συχνότης τῶν διαπασῶν;

2. Χορδὴ Α ἔχει πολὺ μεγάλην συχνότητα ὥστε νὰ συντονισθῆ πρὸς δευτέραν χορδὴν συχνότητος 440 ταλαντώσεων ἀνὰ sec. Ἐὰν λόφῳ τῆς ταυτοχρόνου ἐκπομπῆς ἦχου ἀπὸ τὰς δύο χορδὰς προκαλοῦνται 4 διακροτήματα ἀνὰ sec ποία ἡ συχνότης τῆς χορδῆς Α;
3. Σχοινίον μήκους 24ft ταλαντοῦνται εἰς 4 τμήματα όταν τὸ ἕνα ἄκρον αὐτοῦ ταλαντοῦνται μὲ συχνότητα 150 ἀνὰ min. Ποία ἡ ταχύτης διαδόσεως τῶν κυμάτων εἰς ft/sec;

Β

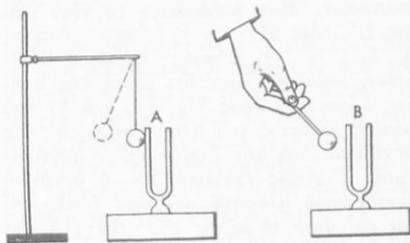
4. Ὁ λόγος συχνότητων δύο ἤχων ἰσοῦται πρὸς 16/15. Ὄταν οἱ ἤχοι ἐκπέμπωνται ταυτοχρόνως, παράγονται 8 διακροτήματα ἀνὰ sec. Ποῖαι αἱ συχνότητες τῶν ἤχων αὐτῶν;
5. Τὰ μήκος κύματος ἠχητικῶν στασίμων κυμάτων εἶναι 43 cm όταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 20°C. Ποία ἡ συχνότης αὐτῶν;
6. Ἡ ἀπόστασις δύο διαδοχικῶν δεσμῶν ἠχητικῶν στασίμων κυμάτων εἶναι 20 cm όταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 20°C καὶ 15 cm όταν εὐρίσκονται ἐντὸς σωλήνος περιέχοντος διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος, τῶν λοιπῶν συνθηκῶν παραμενουσῶν σταθερῶν. Ποία ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐντὸς τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος;

ΕΔΑΦΙΟΝ 40. Συνεξευγμένα ταλαντώσεις καὶ συντονισμός

ΣΥΝΕΞΕΥΓΜΕΝΑΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ.

Ἐπὶ ὀρισμένας συνθήκας εἶναι δυνατόν ἕνα ταλαντούμενον σῶμα νὰ προκαλέσῃ ταλαντώσεις τῆς αὐτῆς συχνότητος εἰς δεύτερον σῶμα, πλησίον αὐτοῦ κείμενον. Τοιοῦτου εἶδους «ἐπαγόμεναι» ταλαντώσεις καλοῦνται *συνεξευγμένα* *ταλαντώσεις*. Εἰς τὸ σχῆμα 40—1 ἐμφαίνεται τρόπος δημιουργίας συνεξευγμένων ταλαντώσεων. Τὰ δύο διαπασῶν τοῦ σχήματος, ἔχουν τὴν αὐτὴν συχνότητα, τὸ δὲ διαπασῶν Α τοποθετεῖται τοιοῦτρόπως ὥστε τὸ ἕνα σκέλος αὐτοῦ νὰ ἐφάπτεται σφαίρας τοῦ «πίγκ-πῶγκ» ἀνηρτημένης ὑπὸ νήματος.

Τοποθετοῦμεν τὸ διαπασῶν Β εἰς ἀπόστασιν περίπου 30 cm ἀπὸ τὸ Α καὶ διὰ μικροῦ ἐλαστικοῦ σφηνίου ἐξαναγκάσομεν τοῦτο νὰ ταλαντοῦται. Συντόμως θὰ παρατηρήσομεν ὅτι ἡ σφαῖρα τοῦ «πίγκ-πῶγκ» θὰ ἀρχίσῃ νὰ ἀναπηδᾷ ἀποδεικνύουσα τοιοῦτοτρόπως ὅτι ἐπὶ διαπασῶν Α ταλαντοῦται. Ἐὰν ἀντὶ τοῦ διαπασῶν Β χρησιμοποιήσομεν ἕτερον, τὸ ὅποιον νὰ μὴ ἔχη τὴν αὐτὴν συχνότητα μὲ τὸ Α, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σφαῖρα τοῦ «πίγκ-πῶγκ» παραμένει ἀκίνητος. Διὰ νὰ εἶναι συνεξευγμένα αἱ ταλαντώσεις τῶν δύο διαπασῶν πρέπει ταῦτα νὰ ἔχουν τὰς αὐτὰς συχνότητας.



Σχ. 40—1. Συνεξευγμένα ταλαντώσεις δύο διαπασών. Όταν το ένα εξαναγκάζεται εις ταλαντώσεις, το δεύτερον ταλαντούται όμοίως.

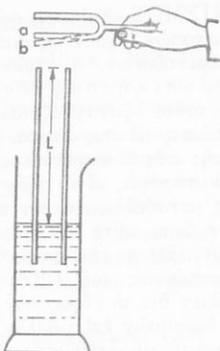
Υπάρχουν πολλά παραδείγματα, τὰ όποία καταδεικνύουν την ύπαρξιν των συνεξευγμένων ταλαντώσεων. Εάν π.χ. βιολί τοποθετηθή επί πιάνου όρισμένη χορδή αυτού θά άρχιση νά ταλαντούται όταν «κτυπηθή» όρισμένη νότα του πιάνου. Διά την αυτήν αίτίαν ένα πολύν «κουρδισμένον» πιάνο προκαλεί ταλαντώσεις εις όρισμένα άντικείμενα εφρισκόμενα εντός της αυτής αίθουσής.

ΕΞΗΝΑΓΚΑΣΜΕΝΑΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ. Ό ήχος, των όποιον παράγει ένα ταλαντούμενον διαπασών εις τόν άέρα, εις μάλλον αδύνατος, και τούτο διότι, τὰ στενά σκέλη του διαπασών δέν θέτουν μεγάλην μάζαν άέρος εις κίνησιν. Εάν όμως τó ταλαντούμενον διαπασών τοποθετηθή επί τραπέζης, ή έντασις του ήχου αύξάνεται, διότι αί ταλαντώσεις της άνω επιφανείας της τραπέζης, αί όποια προκαλούνται λόγω της έπαφής του διαπασών με ταύτην, θέτουν εις κίνησιν μεγάλην μάζαν άέρος. Έπειδή ή τράπεζα λαμβάνει μέγα μέρος της ένεργείας του διαπασών παρατηρούμεν, ότι αί ταλαντώσεις αυτού άποσβέννυνται ταχύτερον, παρά εάν τó διαπασών έταλαντούτο εις τόν άέρα. Αί ταλαντώσεις της τραπέζης, αί προκαλούμεναι κατά τόν άνωτέρω τρόπον, καλούνται έξηναγκασμέναί ταλαντώσεις. Παρατηρούμεν ότι, αί έξηναγκασμέναί ταλαντώσεις της τραπέζης δέν προκαλούνται υπό όρισμένον διαπασών άλλα υπό τυχόντος. Τó άντηχείον του πιάνου ταλαντούνται παράγον τας νότας όλων των χορδών, λόγω έξηναγκασμένων ταλαντώσεων.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ. Διάφορα σώματα, ως π.χ. τó διαπασών, έχουν όρισμένην συχνότητα ταλαντώσεων, ή όποία καλείται ίδια ή φυσική συχνότητα αυτών. Εάν τούτο εξαναγκάζεται νά εκτελή ταλαντώσεις με συχνότητα διάφορον, της φυσικής αυτού συχνότητας, ό ήχος, τόν όποιον παράγει, είναι λίαν άσθενής. Εάν όμως μεταβάλλωμεν την συχνότητα εις τρόπον ώστε αυτή νά πλησιάξη επί μάλλον και μάλλον την φυσικήν συχνότητα ταλαντώσεως του διαπασών, τότε παρατηρούμεν ότι τó εφρος των ταλαντώσεων του διαπασών επί μάλλον και μάλλον αύξάνεται, με άποτέλεσμα ό προκαλούμενος ήχος όλονέν νά έντεινεται, όταν δέ ή συχνότης των ταλαντώσεων συμπίση προς την φυσικήν συχνότητα αυτού, τó εφρος των ταλαντώσεων του διαπασών καθίσταται μέγιστον, μέγιστος δέ καθίσταται και ό υπό του έκκερμούς άποδιδόμενος ήχος. Εις την περίπτωσιν ταύτην λέγομεν, ότι μεταξύν του προκαλούντος τας ταλαντώσεις σώματος, και του δεχομένου ταύτας ύφίσταται συντονισμός.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΣΤΗΛΗΣ ΑΕΡΟΣ. Στήλη άέρος εύρισκόμενη υπό τας καταλήλους συνθήκας ταλαντούνται λίαν ισχυρώς. Τούτο καταδεικνύεται υπό της έμφαινομένης, εις τó σχήμα 40—2, διατάξεως. Μεταβάλλοντες τó μήκος του σωλήνος L, βυθίζοντες τούτον έντός του ύδατος περισσότερον ή όλιγότερον, παρατηρούμεν, ότι τó εφρος των παραγομένων έντός αυτού ταλαντώσεων αύξομιοιούται. Διά όρισμένην τιμήν του L λαμβάνει χώραν τó φαινόμενον του συντονισμού.

Έστω ότι τó κάτω σκέλος του διαπασών κινείται από τó α προς τó β δημιουργούν ένα πύκνωμα άέρος. Τούτο μετατοπιζόμενον φθάνει εις τόν πυθμένα του σωλήνος άνακλάται και έπιστρέφει. Εις την στιγμήν κατά την όποιαν, τó πύκνωμα, άνακλασθέν, συναντήση τó διαπασών, τó κάτω σκέλος αυτού εφρίσκειται εις την θέσιν b και τείνει νά κινηθή προς την θέσιν a τότε τó πύκνωμα θά εφρίσκειται έν συμφωνία φάσεως προς τας ταλαντώσεις του διαπασών με άποτέλεσμα νά έπιτευχθή ένίσχυσις του έκπεμπομένου ήχου. Εις τó διάστημα, κατά τó ό-



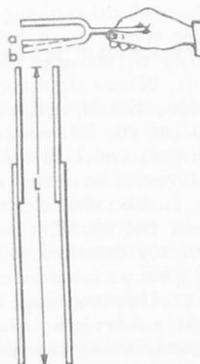
Σχ. 40—2. Συντονισμός στήλης αέρος κλειστοῦ σωλήνος. Ὁ συντονισμός λαμβάνει χώραν διὰ $L = 1/4$ μήκους κύματος.

ποῖον τὸ σκέλος τοῦ διαπασῶν κινεῖται ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β, τὸ πύκνωμα τοῦ αέρος πρέπει νὰ φθάσῃ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλήνος, νὰ ἀνακλασθῇ καὶ νὰ φθάσῃ πάλιν εἰς τὰ χεῖλη αὐτοῦ. Ἡ μετακίνησις τοῦ σκέλους τοῦ διαπασῶν ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἕμισον τῆς ταλαντώσεως αὐτοῦ, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν $1/2$ τοῦ μήκους κύματος. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀπόστασις τὴν ὅποιαν ἐκάλυψε τὸ πύκνωμα εἰς τὸ διάστημα τούτου ἦτοι, ἀπὸ τὰ χεῖλη εἰς τὸν πυθμένα καὶ πάλιν ἕως τὰ χεῖλη δηλ. $2L$ πρέπει νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς τὸ $1/2$ τοῦ μήκους κύματος, ὁπότε τὸ μήκος τοῦ σωλήνος L θὰ ἀντιστοιχῇ εἰς $1/4$ τοῦ μήκους κύματος. Ἐν ἄλλοις λόγοις ὅταν τὸ μήκος τῆς στήλης αέρος κλειστοῦ σωλήνος, ἰσοῦται πρὸς τὸ $1/4$ μήκους ἡχητικοῦ κύματος παραγομένου ὑπὸ διαπασῶν, τότε λαμβάνει χώραν συντονισμός, προκύπτει δὲ ἡ μεγίστη δυνατὴ ἐνίσχυσις τοῦ ἤχου.

Ἐὰν τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὅποιαν τὸ πύκνωμα ἀφοῦ διήνυσε τὸ μήκος τοῦ σωλήνος καὶ ἀνακλασθὲν ἔφθασε καὶ πάλιν εἰς τὸ διαπασῶν, τοῦτο ἐτοιμάζεται νὰ κινηθῇ, διὰ δευτέραν φοράν, ἀπὸ τὸ β πρὸς τὸ α, θὰ ἔχωμεν καὶ πάλιν συντονισμὸν ἀλλὰ ὄχι τόσοσ ἐντονον ὡς προηγουμένως. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ διαπασῶν θὰ ἔχη συμπληρώσει $1 1/2$ μήκος κύματος, εἰς τὸ χρονικὸν διάστημα, κατὰ τὸ ὅποιον τὸ πύκνωμα ἐκάλυψε τὴν ἀπόστασιν διαπασῶν - πυθμὴν σωλήνος -

διαπασῶν. Ἐὰν καλέσωμεν τὸ νέον μήκος L' , τότε $2L' = 3/2$ μήκους κύματος ἢ $L' = 3/4$ μήκους κύματος. Ὁμοίως παρατηροῦμεν ὅτι μήκη τῆς στήλης αέρος ἴσα πρὸς $5/4$, $7/4$ καὶ $9/4$ τοῦ μήκους κύματος τοῦ ἤχου ἐκπληροῦν τὰς συνθήκας διὰ τὴν δημιουργίαν συντονισμοῦ. Γενικῶς λέγομεν ὅτι, ἡ συνθήκη συντονισμοῦ κλειστοῦ σωλήνος ἐκπληροῦται ἐφ' ὅσον τὸ μήκος τῆς στήλης αέρος εἶναι περιττὸν πολλαπλάσιον τοῦ $1/4$ μήκους κύματος τοῦ ἐκπεμπομένου ἤχου.

ΣΤΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΣΩΛΗΝΟΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 40—3 ἐμφαίνεται ἡ διάταξις διὰ τὴν ἐπίτευξιν συντονισμοῦ εἰς ἀνοικτὸν σωλήνα. Διὰ τὴν μεταβολὴν τοῦ μήκους τῆς στήλης τοῦ αέρος, χρησιμοποιοῦνται δύο σωλήνες, εἰς τρόπον ὅστε νὰ παρέχεται ἡ δυνατότης τῆς ὀλισθήσεως τοῦ ἐνὸς ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Ὅταν τὸ πύκνωμα φθάσῃ εἰς τὸν πυθμένα τῆς στήλης, δὲν ἀνακλᾶται ὡς συμβαίνει εἰς τοὺς κλειστοὺς σωλήνας ἀλλὰ διαγέεται εἰς τὸ περιβάλλον δημιουργοῦν οὕτω ἀραιώσεις εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ σωλήνος, ἢ ὅποια καὶ ὀδεύει πρὸς τὰ ἄνω. Ἦτοι, τὸ πύκνωμα, τὸ ὅποιον δημιουργεῖται ὑπὸ τοῦ διαπασῶν, ἀνακλᾶται εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ σωλήνος ὡς ἀραιώσεις. Διὰ τὰ εὐρίσκειται ἡ ἀραιώσεις ἐν συμφωνίᾳ φάσεως πρὸς τὰς ταλαντώσεις τοῦ διαπασῶν θὰ πρέπει ὅταν



Σχ. 40—3. Συντονισμός τῆς στήλης αέρος ἀνοικτοῦ σωλήνος. Ὁ συντονισμός λαμβάνει χώραν διὰ $L = 1/2$ μήκους κύματος.

αὐτὴ συναντήση τοῦτο, τὸ σκέλος αὐτοῦ νὰ ἔξη διανύσει τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ α εἰς β καὶ πίσω εἰς τὸ α. Ἐν ἄλλοις λόγοις τὸ σκέλος πρέπει νὰ ἐκτελέσῃ μίαν πλήρη ταλάντωσιν κατὰ τὸ διάστημα εἰς τὸ ὁποῖον ὁ ἦχος θὰ ἔξη διανύσει ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 2L εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἐκπεμπόμενος ἦχος νὰ ἐνισχύεται. Ἡ συνθήκη συντονισμοῦ εἶναι ὅθεν $2L = 1$ μήκος κύματος ἢ τὸ μήκος τῆς στήλης ἀέρος $L = \frac{1}{2}$ μήκους κύματος τοῦ ἐκπεμπομένου ἦχου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἐνίσχυσις τοῦ ἦχου εἶναι ἡ μεγίστη δυνατή.

Ἐάν τὸ μήκος L εἶναι μεγαλύτερον, διὰ νὰ ἔχωμεν καὶ πάλιν συντονισμόν, θὰ πρέπει τὸ διαπασῶν νὰ ἐκτελέσῃ 2 ταλαντώσεις κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ὁποίων τὸ κύμα ὀδεύει πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐπιστρέφει. Τὸ νέον μήκος L' θὰ πρέπει νὰ ἴσούται πρὸς $\frac{3}{2}$ μήκος κύματος. Ὁμοίως εὐρέθη ὅτι κατὰστάσιν συντονισμοῦ ἔχομεν διὰ μῆκη στήλης ἴσα πρὸς $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{2}$, $\frac{5}{2}$ μήκους κύματος τοῦ ἐκπεμπομένου ἦχου. Γενικῶς λέγομεν ὅτι, ἡ συνθήκη συντονισμοῦ ἀνοικτοῦ σωλήνος, ἐκπληροῦται ἐφ' ὅσον τὸ μήκος τῆς στήλης ἀέρος εἶναι ἀκέθαιον πολλαπλασίον τοῦ ἡμίσεος μήκους κύματος τοῦ ἐκπεμπομένου ἦχου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Συνεξευγμένα ταλαντώσεις
- Ἐξηναγκασμένοι ταλαντώσεις
- Συντονισμός
- Συντονισμός κλειστῶν σωλήνων
- Συντονισμός ἀνοικτῶν σωλήνων

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποῖαι καλοῦνται συνεξευγμένα ταλαντώσεις;
2. Ὑπὸ ποίας συνθήκας λαμβάνουν χώραν αἱ συνεξευγμένα ταλαντώσεις;
3. Ἀναφέρατε παραδείγματα συνεξευγμένων ταλαντώσεων.
4. Ποῖαι καλοῦνται ἐξηναγκασμένα ταλαντώσεις;
5. Πότε λαμβάνει χώραν τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ;
6. Ἐξηγήσατε πότε λαμβάνει χώραν τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ μεταξὺ

ἐνὸς διαπασῶν καὶ τῆς στήλης ἀέρος κλειστοῦ σωλήνος.

7. Ποῖα ἡ σχέσις τοῦ μήκους στήλης ἀέρος κλειστοῦ σωλήνος καὶ τοῦ μήκους κύματος ἦχου, διὰ νὰ λάβῃ χώραν τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ;
8. Ποῖα ἡ σχέσις τοῦ μήκους στήλης ἀέρος ἀνοικτοῦ σωλήνος, καὶ τοῦ μήκους κύματος ἦχου, διὰ νὰ λάβῃ χώραν τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ;
9. Ὑπὸ ποίας συνθήκας λαμβάνει χώραν συντονισμὸς εἰς τοὺς ἀνοικτοὺς καὶ εἰς τοὺς κλειστοὺς χώρους;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

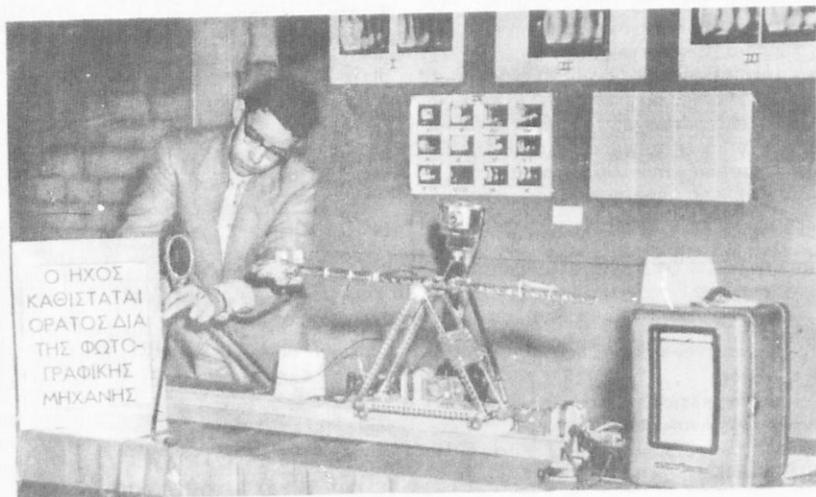
1. Ἐνίοτε ἓνα ἔλασμα ἢ ἄλλο ἀντικείμενον, εὐρισκόμενον εἰς τὸν αὐτὸν χώρον μὲ ἓνα πιάνο, ταλαντοῦνται ὅταν πιέζεται ἓνα ὀρισμένον πληκτρον αὐτοῦ. Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
2. Διατί οἱ συντεταγμένοι κατὰ ομάδας στρατιῶται διέρχονται τὰς γεφύρας μὲ ἐλεύθερον βῆμα καὶ ὄχι μὲ βῆμα παρελάσεως;
3. Αἱ ταλαντώσεις τοῦ σώματος ἐνὸς βιολιοῦ καὶ τῆς στήλης ἀέρος εἶναι ἐξηναγκασμένοι ἢ εὐρίσκονται εἰς κατὰστάσιν συντονισμοῦ; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
4. Κατὰ τὴν πλήρωσιν δι' ὕδατος ἐνὸς δοχείου ἔχοντος στενὸν στόμιον, πῶς εἶναι δυνατόν νὰ ἀντιληφθῇ κανεῖς ἔαν εἶναι σχεδὸν πλήρες δι' ἀπλῆς ἀκροάσεως τοῦ ἐκπεμπομένου ἦχου;
5. Διατί οἱ ἠλεκτρικοὶ ἀνεμιστήρες φέρον ἔλαστικὸν κόμμι ἢ τσόχαν εἰς τὴν βᾶσιν των;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ράβδος ξυλοφώνου ἐκπέμπει ἦχον μήκους κύματος 60 cm. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ μήκος στήλης ἀέρος κλειστοῦ σωλήνος, ὥστε ὁ ἦχος νὰ εὐρίσκαται ἐν συντονισμῷ πρὸς τὸν ἐκπεμπόμενον ὑπὸ τοῦ ξυλοφώνου ἦχου;
2. Διαπασῶν συχνότητος 512 ταλαντώσεων τὸ sec εὐρίσκαται ἐν συντονισμῷ πρὸς στήλην ἀέρος κλειστοῦ σωλήνος μήκους 16 cm ἢ ὁποῖα ἀποδίδει τὴν μεγίστην δυνατὴν ἐνίσχυσιν. Ποῖον τὸ μήκος τοῦ ἠχητικοῦ κύματος;

3. Ποῖον τὸ μῆκος στήλης ἀέρος κλειστοῦ σωλῆνος, διὰ τὴν μεγίστην δυνατὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου διαπασῶν συχνότητος 384 ταλαντώσεων ἀνά sec ὅταν ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι 351 m/sec;
4. Ἀνοικτὸς σωλὴν μῆκους στήλης ἀέρος 36 cm ἐνισχύει τὸ μέγιστον δυνατὸν ἤχον ἐκπεμπόμενον ὑπὸ διαπασῶν ὅταν ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι 340 m/sec. Ποῖα ἡ συχνότης τοῦ διαπασῶν;
5. Κλειστὸς σωλὴν μῆκους στήλης ἀέρος 17.5 cm ἐνισχύει, κατὰ τὸ μέγιστον δυνατόν, ἤχον ἐκπεμπόμενον ὑπὸ διαπασῶν συχνότητος 470 ταλαντώσεων τὸ sec. Ποῖα ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου;
6. Διαπασῶν συχνότητος 320/sec συνηχεῖ εἰς ἀέριον στήλην μῆκους 26,3 cm καὶ θερμοκρασίας 20°C περιεχομένης εἰς σωλῆνα κλειστὸν κατὰ τὸ ἕνα ἄκρον. Πόση ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἰς θερμοκρασίαν 0°C;
7. Δύο κλειστοὶ ἤχητικοὶ σωλῆνες ἔχουν μῆκος 150 cm. Πόσαι συγκροτήσεις κατὰ sec θὰ ἀκούωνται, ὅταν διεγείρονται ὁ ἕνας εἰς 0°C καὶ ὁ ἄλλος εἰς 30°C;
8. Ἤχητικὸς σωλὴν ἔχει μῆκος 2m. Νὰ καθορισθῇ ἡ συχνότης τοῦ θεμελιώδους, ὡς καὶ τοῦ ἀμέσως μετ' αὐτὸν παρατηρούμενου ἀρμονικοῦ: α) ὅταν ὁ σωλὴν εἶναι ἀνοικτὸς καὶ β) ὅταν ὁ σωλὴν εἶναι κλειστὸς (ταχύτης ἤχου εἰς τὸν ἀέρα 340 m/sec).



Σχ. 40—4. Ἡ χρησιμοποιουμένη, ὑπὸ τῶν ἐπιστημόνων τοῦ ἐργαστηρίου τοῦ Bell, τεχνικὴ διὰ τὴν ἀπόκτησιν φωτογραφιῶν τῶν ἤχητικῶν κυμάτων, ὡς ἐμφαίνονται εἰς τὴν σελίδα 256, ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὴν εἰκονιζομένην ἐφαρμογὴν. Μία, μὴ ἐμφαινόμενη, ἤχητικὴ πηγὴ δημιουργεῖ ἤχητικὰ κύματα, σταθερᾶς συχνότητος καὶ ἐντάσεως, τὰ ὁποῖα ἐμπέμπονται ὑπὸ τοῦ ναφώνου τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον τῆς εἰκόνος. Ἐνα μικρόφωνο προσνεταί ἐπὶ ράβδου, ἡ ὁποία ταλαντοῦται, ἐνῶ, τὸ ὅλον σύστημα κινεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ. Μικρὰ λυχνία τοποθετημένη εἰς τὸ πλησίον τοῦ μικροφώνου, ἄκρον τῆς ράβδου, συνδέεται εἰς ἕνα ἠλεκτρονικὸν κύκλωμα εἰς τρόπον ὅστε ἡ ἐντασις φωτισμοῦ τῆς λυχνίας νὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐντασιν τοῦ ἤχου τοῦ προσβάλλοντος τὸ μικρόφωνον. Μία φωτογραφικὴ μηχανὴ τοποθετουμένη εἰς τὴν κατάλληλον ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς λυχνίας λαμβάνει φωτογραφίας, αἱ ὁποῖαι παρὼς τὴν ἠχοποιήθησαν ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ΜΟΥΣΙΚΟΙ ΗΧΟΙ

Ὁ ἄνθρωπος ἀφιερώνει πολλές ὥρας τῆς ζωῆς του παρακολουθῶν καὶ ἀπολαύων τὴν μουσικὴν. Ἐν τούτοις, εἶθε εἰς θέσιν νὰ ἐξηγήσεται διατί οἱ μουσικοὶ ἦχοι διαφέρουν; Δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία, ὅτι οἱ μουσικοὶ ἦχοι διαφέρουν, ἀλλὰ διατί; Διατί ἔνα βιολί Στραντιβάριους, εἶναι πανάκριβον;

Θὰ ἀντιληφθῆτε, ὅτι τὰ μουσικὰ ὄργανα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς λειτουργίας των, ἐφαρμόζουν ὠρισμένας γενικὰς ἀρχὰς τῆς ἀκουστικῆς.

Σὺς παρέχεται ἡ δυνατότης νὰ μάθετε περισσότερα διὰ τὴν φύσιν τῶν ἤχων.

ΕΔΑΦΙΟΝ 41. Αἱ ἰδιότητες τῶν μουσικῶν ἤχων.

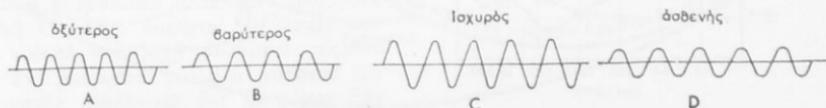
ΥΨΟΣ: Τὸ ὕψος ἀποτελεῖ τὸ γνώρισμα ἐκεῖνο τοῦ ἤχου, βάσει τοῦ ὁποίου ἀποφαινόμεθα, ὅτι ὁ ἦχος τὸν ὁποῖον ἀκούομεν εἶναι ὀξύς ἢ βαρῦς. Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Αὐξανομένης τῆς συχνότητος, ὁ ἦχος γίνεταί ὀξύτερος, ἐνῶ ἐλαττωμένης αὐτῆς ὁ ἦχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον βαρῦς.

Ὁ μουσικὸς ἦχος συνίσταται ἀπὸ κανονικὰς ταλαντώσεις παρουσιαζούσας ὠρισμένον καὶ χαρακτηριστικὸν ὕψος. Ἀντιθέτως ὁ θόρυβος συνίσταται ἀπὸ μὴ κανονικὰς ταλαντώσεις. Ὑπάρχει πιθανότης ἐν τούτοις, ἕνας θόρυβος νὰ ἐπαναλαμβάνεται κανονικῶς, ἐνῶ ἀντιθέτως μουσικοὶ ἦχοι, νὰ ἐπαναλαμβάνωνται ἀκανονιστικῶς εἰς τρόπον ὥστε νὰ μὴ εἶναι πάντοτε εὐκόλον νὰ διακρίνη κανεὶς τὴν διαφορὰν μεταξὺ ἐνὸς μουσικοῦ ἤχου καὶ ἐνὸς θορύβου.

Οἱ περισσότεροι ἦχοι εἶναι σύνθετοι

ἀποτελοῦντες τὴν τελικὴν μορφήν ἑπαλληλίας πολλῶν ἀπλῶν ἤχων ἐκπεμπομένων ταυτοχρόνως. Ἐὰν ὁ σύνθετος αὐτὸς ἦχος προκύπτῃ ἀπὸ τὴν ἐπαλληλίαν πολλῶν ἀπλῶν μουσικῶν ἤχων, ἕκαστος τῶν ἀπλῶν ἤχων θὰ διατηρῇ τὸ ὕψος αὐτοῦ. Τὸ σχῆμα 41-1 παριστᾷ δύο ἀπλοῦς μουσικοὺς ἤχους διαφόρου ὕψους. Τὸ ὅτι, ὁ ἦχος Α εἶναι ὀξύτερος τοῦ Β ἐμφαίνεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι, παρουσιάζει περισσότερα μέγιστα καὶ ἐλάχιστα εἰς τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι, ἡ συχνότης τοῦ ἤχου Α εἶναι μεγαλύτερα τῆς τοῦ Β ἢ ὅτι τὸ μῆκος κύματος τοῦ ἤχου Α εἶναι μικρότερον τοῦ ἀντιστοίχου τοῦ ἤχου Β. Ὅσον αὐξάνεται ἡ συχνότης ἐνὸς ἤχου, τόσον ὀξύτερος γίνεται καὶ τόσον ἐλαττοῦται τὸ μῆκος κύματος αὐτοῦ.

ΕΝΤΑΣΙΣ: Ἡ ἐντάσις ἀποτελεῖ τὸ γνώρισμα ἐκεῖνο ἤχου, τὸ προκαλοῦν εἰς ἡμᾶς τὴν ἰδιαίτουσαν ἐντύπωσιν, ἐπὶ



Σχ. 41—1. Δύο ἦχοι διαφορετικοῦ ὕψους.

Σχ. 41—2. Δύο ἦχοι τῆς αὐτῆς συχνότητος ἀλλὰ διαφορετικῆς ἐντάσεως.

τῆ βάσει τῆς ὁποίας ἀποφαινόμεθα, ὅτι ὁ ἦχος τὸν ὁποῖον ἀκούομεν εἶναι ἰσχυρὸς ἢ ἀσθενής.

Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου, τὸν ὁποῖον παραγγεῖ ἠχογόνον σῶμα, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πλάτος τῶν ταλαντώσεων αὐτοῦ, καὶ εἶναι ἴσων μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ πλάτος τῶν ταλαντώσεων ἠχογόνου σώματος εἶναι μεγαλύτερον.

Τὸ εὖρος τοῦ ἠχητικοῦ κύματος ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν ἠχογόνον πηγὴν.

Εἰς τὸ σχῆμα 41-3 ἐμφαίνεται διάγραμμα τῶν ἀκουστικῶν συχνότητων συναρτήσει τῆς ἰσχύος τοῦ ἤχου εἰς Erg/sec cm^2 ($10000000 \text{ Erg/sec cm}^2 = 1 \text{ watt}$). Ἡ ὀριζόντιος κλίμαξ παριστᾷ τὰς συχνότητες. Παρατηρήσατε ὅτι οὔτε ἡ ὀριζόντιος οὔτε αἱ κατακόρυφοι κλίμακες εἶναι γραμμικαί. Οἱ πλέον ἀντιληπτοὶ ἤχοι διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς, εἶναι ἐκεῖνοι, τῶν ὁποίων ἡ συχνότης εἶναι 3000 sec περίπου. Ἡ ἄνω γραμμὴ τοῦ διαγράμματος παριστᾷ τὰς διαβαθμίσεις ἰσχύος αἱ ὁποιαὶ εἶναι ἐπῶδον διὰ τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς.

Ἡ ὑπόχρονσα σχέσις μεταξὺ τῆς ἰσχύος ἐνὸς ἠχητικοῦ κύματος, καὶ τῆς αἰσθήσεως τῆς ἐντάσεως, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ, δὲν εἶναι ἀπλῆ. Ἀπὸ τὸ διά-

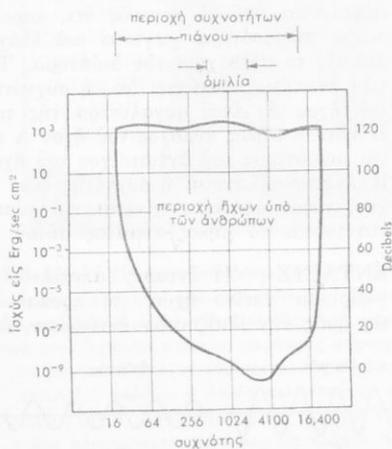
γραμμα συμπεραίνομεν ὅτι, ἡ ἔντασις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα π.χ. παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ ἰσχύς ἤχου συχνότητος 64/sec πρέπει νὰ εἶναι κατὰ 10000 φορές ἰσχυρότερα ἤχου συχνότητος 300/sec διὰ νὰ προκαλέσουν ἀμφοτέροι τὸ αὐτὸ αἰσθημα τῆς ἐντάσεως. Διὰ κάθε συχνότητα ἰσχύς κατὰ προσέγγισιν ἢ κατωτέρω σχέσις: Ἐὰν ἡ ἰσχύς ἐνὸς ἤχου ἑκατονταπλασιασθῇ, ἡ ἔντασις αὐτοῦ θὰ διπλασιασθῇ· ἐὰν ἀυξηθῇ κατὰ 1000000 φορές, ἡ ἔντασις αὐτοῦ θὰ ἐξαπλασιασθῇ.

Δοθέντος ὅτι, $100 = 10^2$ καὶ $1000000 = 10^6$ παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ἐκθέτης τοῦ 10 ὑποδηλοῖ τὴν αὐξήσιν τῆς ἐντάσεως. Μονὰς τοῦ ἀριθμοῦ αὐτοῦ εἶναι τὸ bel. Οὕτω εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ αὐξήσις τῆς ἐντάσεως ἦτο 2 bel ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν, ἡ αὐξήσις ἦτο 6 bel.

Εἰς τὴν ἐξίσωσιν $1000000 = 10^6$ τὸ 6 καλεῖται καὶ λογάριθμος τοῦ 1000000. Λογάριθμος ἐνὸς ἀριθμοῦ καλεῖται ὁ ἐκθέτης τῆς δυνάμεως τοῦ 10, ἡ ὁποία εἶναι ἴση πρὸς τὸν ἀριθμὸν αὐτόν.

Οὕτω ὁ λογάριθμος τοῦ 1000 εἶναι τὸ 3.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω, λέγομεν ὅτι τὸ κέρδος εἰς bels ἰσοῦται πρὸς τὸν λογάριθμον τῆς αὐξήσεως τῆς ἰσχύος ἐνὸς ἤχου. Ἀντὶ τοῦ bel χρησιμοποιεῖται εὐρέως ἡ μονὰς *decibel* ἡ ὁποία ἰσοῦται πρὸς τὸ $1/10$ τοῦ bel. Ἡ μικρότερα διαφορὰ ἐντάσεως, ἡ ὁποία εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ ἀντιληπτὴ ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου εἶναι 1 db. Ἡ δεξιὰ κατακόρυφος κλίμαξ τοῦ σχήματος 41-3 εἶναι βαθμολογημένη εἰς db. Τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος τῶν db ἐλήφθη αὐθαίρετως νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς ἰσχύον $10^9 \text{ erg/sec cm}^2$. Κατὰ προσέγγισιν, ἡ ἰσχύς τοῦ πλέον ἀσθενοῦς ἤχου συχνότητος 3000/sec, ὁ ὁποῖος εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ ἀντιληπτός ὑπὸ ἐνὸς πολὺ εὐαίσθητου προσώπου εἶναι $10^9 \text{ erg/sec cm}^2$. Ὁ μεγαλύτερος ἐντάσεως ἦχος τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατόν ὁ μέσος ἀνθρώπος νὰ δεχθῇ χωρὶς νὰ τοῦ προκαλέσῃ πόνον εἶναι περίπου 120 db ἄνω τοῦ ὁρίου, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἕνας ἦχος ἀρχίζει νὰ γίνεται



Σχ. 41—3. Διάγραμμα ἐμφαίνον τὴν περιοχὴν τῶν ἡχων οἱ ὁποῖοι γίνονται ἀντιληπτοὶ ὑπὸ τῶν ἀνθρώπων.



Σχ. 41-4. Ήχοι διάφοροι εις τὴν χροίαν αὐτῶν.

ΧΡΟΙΑ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν, ὅτι διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς δυνάμεθα, ὅταν ἀκούωμεν δύο ἰσοῦψεις ἤχους παραγομένους ταυτοχρόνως, π.χ. ὑπὸ δύο διαφόρων μουσικῶν ὀργάνων, νὰ διακρίνωμεν τοὺς δύο τούτους ἤχους ἀπ' ἀλλήλων. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν χροιάν ἢ τὸ ποιοὶόν τοῦ ἤχου.

Τὸ σχῆμα 41-4 παριστᾷ τοὺς ἤχους τριῶν διαφορετικῶν ὀργάνων. Τὸ ὕψος καὶ ἡ ἐνταση τῶν τριῶν ἤχων εἶναι τὸ αὐτό. Ἡ διαφορά μεταξὺ αὐτῶν συνίσταται εἰς τὴν μορφήν τοῦ κύματος τὸ ὁποῖον παράγουν. Ἡ χροιά ἐνὸς ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν μορφήν τοῦ παραγομένου κύματος. Τὰ ἐκλειπόμενα ὑπὸ ἐνὸς διαπασῶν κύματα ἔχουν τὴν ἐμφαινόμενὴν εἰς τὰ σχήματα 41-1 καὶ 41-2 ἀπλήν μορφήν. Οἱ ἤχοι τῶν περισσοτέρων ἠχογόνων σωμάτων ἔχουν πολὺπλοκον μορφήν. Ὁ ὅρος χροιά, δὲν ἀναφέρεται εἰς τὴν ἐντύπωσιν, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ ὁ ἤχος εἰς τὸν ἀκροατὴν. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν πλεόν ἀκριβῆ προσδιορισμὸν τῶν ἤχων καὶ ὄχι διὰ τὴν βαθμολόγησιν αὐτῶν.

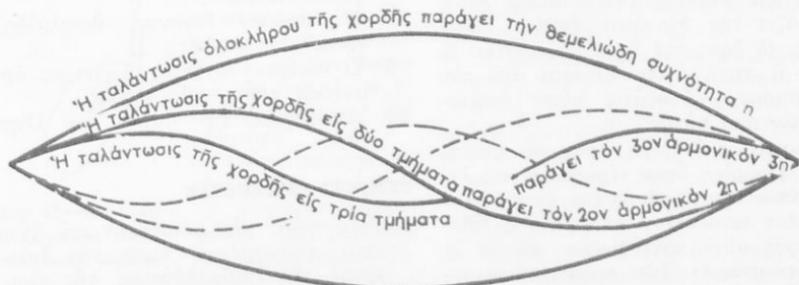
ΑΡΜΟΝΙΚΑΙ. Τί προκαλεῖ τὴν διάφορον μορφήν τῶν κυμάτων διαφόρων ἤχων; Διατί ὅλοι οἱ ἤχοι δὲν εἶναι ὁ-

μοιοι; Τὸ σχῆμα 41-5 δεικνύει τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον μία χορδὴ εἶναι δυνατὸν νὰ ταλαντοῦται παράγουσα τρεῖς διαφορετικὰς συχνότητες. Ἡ χορδὴ εἶναι δυνατὸν νὰ ταλαντοῦται ὁλόκληρος εἰς δύο τμήματα ἢ εἰς τρία· ἀκόμη εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκτελῇ ὅλας τὰς ἀνωτέρω ταλαντώσεις ταυτοχρόνως. Ὅταν ἓνα σῶμα ἐκτελῇ περισσοτέρας τῆς μίας ταλαντώσεις ταυτοχρόνως, τὸ ἐκπεπόμενον ὑπ' αὐτοῦ κύμα εἶναι πολυπλόκου μορφῆς, ὡς τὰ ἐμφαινόμενα εἰς τὸ σχῆμα 41-5.

Ἀπὸ τὴν πειραματικὴν σπουδὴν τῶν ἤχων τῶν παραγομένων ὑπὸ διαφόρων μουσικῶν ὀργάνων κατεδείχθη, ὅτι οἱ ἤχοι ἀποτελοῦν μίγμα διαφόρων τόνων, ἀπὸ τοὺς ὁποῖους ὁ ἔξας, ὁ ὁποῖος καλεῖται θεμελιώδης, παρουσιάζει ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ τὴν μεγαλυτέραν ἔντασιν, ἐνῶ οἱ λοιποὶ ἔχουν συχνότηας, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια τῆς συχνότητος τοῦ θεμελιώδους, καὶ παρουσιάζουν ἐν γένει, ἔντασιν μικροτέραν τῆς ἐντάσεως τοῦ θεμελιώδους, καλοῦνται δὲ ἀνώτεροι ἁρμονικοί.

Κατὰ συμφωνίαν, ὁ θεμελιώδης καλεῖται συνήθως καὶ πρῶτος ἁρμονικός, ἐνῶ οἱ ἄλλοι ἀνώτεροι ἁρμονικοὶ καλοῦνται, δεύτερος, τρίτος, τέταρτος ἁρμονικός κ.ο.κ., ἀναλόγως τοῦ πολλαπλασίου τῆς συχνότητος ἐν σχέσει πρὸς τὸν πρῶτον ἁρμονικόν. Μία χορδὴ, ἢ ὁποῖα ταλαντοῦται ὁλόκληρος, παράγει τὸν θεμελιώδη.

Εἰς τοὺς ἀνοικτοὺς ἠχητικὸς σωλῆ-



Σχ. 41-5. Ἡ χορδὴ ταλαντοῦται ὁλόκληρος καὶ εἰς διάφορα τμήματα ταυτοχρόνως.

νας ύφίσταται ακριβώς ή αυτή σχέση, μεταξύ θεμελιώδους και άνωτέρων άρμονικών. Είς τούς κλειστούς ήχητικούς σωλήνας, ο δεύτερος άρμονικός έχει τριπλασίαν συχνότητα του θεμελιώδους, ο τρίτος πενταπλασίαν, ο τέταρτος εξαπλασίαν κ.ο.κ.

Ο αριθμός τών παραγομένων υπό ξένος όργάνου άρμονικών εξαρτάται από την κατασκευήν του όργάνου και από τόν τρόπον γρησιμοποίησεως αυτού. Έάν ένα όργανον παράγη πολλούς άνωτέρους άρμονικούς, καταντᾶ δυσάρεστον εις την ακοήν. Από διάφορα πειράματα κατεδείχθη, ότι ένα μουσικόν όργανον είναι δυνατόν να παραγάγη ήχον περιέγοντα έως και 6 άνωτέρους άρμονικούς διά να είναι ευχάριστος εις την ακοήν. Η διαφορά εις την χροιάν τών διαφόρων ήχων όφείλεται εις τόν αριθμόν και τās προεξοχάς τών διαφόρων άρμονικών, οί όποιοι σχηματίζουν την μορφήν τών ήχητικῶν κυμάτων.

Η ΑΡΧΗ DOPPLER. "Όταν ήχογόνον σώμα εϋρίσκεται έν κινήσει, έν σχέσει προς παρατηρητήν, τó ύψος του ήχου, τó όποιον άντιλαμβάνεται οϋτος, είναι έν γένει διάφορον τού ύψους, τó όποιον πράγματι παράγει τó ήχογόνον σώμα· τó φαινόμενον τούτο ήρευνήθη υπό του Doppler και έκλήθη άρχή ή φαινόμενον Doppler.

Έπειδή τó ύψος του ήχου εξαρτάται από τόν αριθμόν τών κυμάτων, τά όποία δέχεται τó αισθητήριον τής ακοής ανά sec, ο Doppler παρατήρησεν ότι τó ύψος του ήχου αυξάνει όσάκις ή ήχογόνοσ πηγή, ή εκπέμπουσα τόν ήχον, πλησιάζει τόν παρατηρητήν ή όσάκις οϋτος πλησιάζει την ήχογόνον πηγήν. Αντιθέτως, τó ύψος του ήχου ελαττοῦται, όσάκις ή πηγή απομακρύνεται από τόν παρατηρητήν, ή όσάκις οϋτος απομακρύνεται από αυτήν.

Ίδιαιτέρως έντονον, είναι τó φαινόμενον Doppler όταν εϋρίσκεται τις έν τός αυτοκινήτου, τó όποιον συναντάται με άλλον κινούμενον κατά την αντίθετον προς αυτό κατεύθυνσον και τó όποιον «κορνάει». Τότε παρατηρείται σαφώς, ότι την έντονον αυξήσιν του ύψους του ήχου ακολουθεί άπότομος πώ-

σις αυτού. Η άρχή του Doppler εφαρμόζεται και εις τά ραδιοφωνικά κύματα ή εις τά κύματα του φωτός. Μετρούντες την μεταβολήν τής συχνότητος κατά Doppler, τής συχνότητος ή του μήκους κύματος τών ακτίνων του φωτός, οί άστρονόμοι κατώρθωσαν να προσδιορίσουν την ταχύτητα υπό την όποιαν ώρισμένοι άστέρες κινούνται προς την γήν ή απομακρύνονται ταύτης (Βλέπε εδάφιον 53).

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

"Υψος του ήχου	Decibel (db)
"Έντασις του ήχου	Χροιά του ήχου
Εϋρος	Θεμελιώδης του ήχου
Bel	'Άρμονικοί
Λογάριθμος	'Αρχή του Doppler

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία χαρακτηριστικά ένός ήχητικού κύματος καθορίζουν τó ύψος του ήχου ;
2. Ποία ή διαφορά μεταξύ θορύβου και μουσικής ;
3. Ποία χαρακτηριστικά ένός ήχητικού κύματος καθορίζουν την έντασιν του ήχου ;
4. Κατά ποιον νόμον συνδέεται ή αισθησις τής έντάσεως του ήχου προς την ισχύν ένός ήχητικού κύματος ;
5. Τί νοούμε λέγοντες κέρδος 2 bels ή 20 desibels (db) ;
6. Ποία ιδιότης του ήχου μās καθιστᾶ ίκανούς να διακρίνωμεν ένα μουσικόν ήχον από ένα άλλον ;
7. Τί προσδιορίζει την μορφήν ένός ήχητικού κύματος ;
8. Τί νοούμεν λέγοντες θεμελιώδης τόνος μιάσ χορδής ;
9. Τί νοούμεν λέγοντες άνωτερος άρμονικός τόνος μιάσ χορδής ;
10. Αναφέρατε την άρχήν του Doppler.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Έξηγήσατε την μεταβολήν του ήχου ένός φωνογράφου κατά την διάρκειαν τής επιβραδύνσεως τής περιστροφικής κινήσεως αυτού.
2. Ό ήχος ό εκπεμπόμενος κατά την

B

7. Χορδή μήκους 100 cm, ταλαντουμένη εύρεθη αποδίδουσα τόν βον άρμονικόν. Έάν ή ταχύτης τών κυμάτων είναι 320 m/sec ποία ή συχνότης τού θεμελιώδους ήχου ;
8. Ηλεκτρονικός ταλαντωτής ανακαλύπτει σήμα, τó όποϊον είναι κατά 110

db μικρότερον τού Watt. Άναφερόμενοι εις τó σχήμα 41 - 3 και όποθέτοντες ότι, ή περιοχή τών αντιληπτών, υπό τού άνθρωπου, ήχων είναι 1 cm², συγκρίνατε την ευαισθησίαν τού ανθρώπινου αισθητηρίου τής άκοής εις την συχνότητα τών 1050/sec πρós την ευαισθησίαν τής ως άνω συσκευής.

ΕΔΑΦΙΟΝ 42. Μουσικά όργανα.

ΤΑ ΕΓΧΟΡΔΑ ΜΟΥΣΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ. Έξ όλων τών εγχόρδων μουσικών οργάνων την μεγαλύτεραν περιοχην συχνοτήτων την καλύπτει τó πιάνο (30 έως 4000/sec). Τó βιολι και τά άλλα έγχχορδα, ως ή κιθάρα τó μαντολίνο κτλ. καλύπτουν μόνον μίαν μικράν περιοχην συχνοτήτων, έξ εκείνων τás όποιás αποδίδει τó πιάνο.

Τά έγχχορδα, παρουσιάζουν μεγάλας παραλλαγás εις την χροιάν τού αποδιδόμενου ύπ' αυτών ήχου. Αί παραλλαγαι αυται όφειλονται εις την διαφοράν κατασκευής τού άντηχειν εκάστου οργάνου, εις την ποικιλίαν τών χρησιμοποιουμένων υλικών δια την κατασκευήν αυτών, ως και εις τás διαφοράς, τás όποιás παρουσιάζουν αι χορδαι μεταξύ των. Ένα όργανον δύναται να παράγη ήχους τελειώς διαφορετικής χροιάς αναλόγως τού τρόπου και τού σημείου εις τó όποϊον θά διεγερθή ή χορδή αυτου.

Η έντασις τού παραγομένου από τά έγχχορδα, ήχου έξαρτάται πλήρως από τά έξηναγκασμένας ταλαντώσεις τών ήχογόνων σωμάτων μεταβάλλεται δε από τó βαρύ άντηχειν τού πιάνου έως τó λεπτόν άντηχειν τού βιολιού.

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΧΟΡΔΩΝ. Έκ πείρας γνωρίζομεν ότι, ένα χορδή παραγάγη ήχον μεγαλύτερου ύψους ή συχνότητος, άρκει ή να μικρύνη τó ταλαντούμενον τμήμα αυτης ή να αύξηθή ή τάσις έφελκυσμού τής ταλαντουμένης χορδής. Άντιθέτως, εάν θέλομεν να παραγάγομεν βαθεις φθόγγους, πρέπει να χρησιμοποιήσωμεν μεγάλης διαμέτρου και μεγάλου βάρους χορδás. Τέλος γνωρίζομεν ότι, τó ύψος τού εκπεμπομένου ήχου από

μίαν ταλαντουμένην χορδήν, έξαρτάται από τó μήκος τής χορδής, την τάσιν, υπό την όποιαν αυτη εύρίσκεται, και τέλος από τó βάρος αυτης.

Άπό πρoπειτικás παρατηρήσεις και άκριβη άποτελέσματα πειραμάτων προέκυψαν οι ακόλουθοι νόμοι δια τás ταλαντουμένας χορδás.

Νόμος τού μήκους : Η συχνότης μιάς ταλαντουμένης χορδής είναι αντιστρόφως ανάλογος τού μήκους αυτης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Χορδή μήκους 100 cm ταλαντουται υπό συχνότητα 100/sec. Ποία ή συχνότης δευτέρας χορδής όμοιας προς την άνωτέρω, εύρισκομένης υπό την αυτην, με την ως άνω χορδήν τάσιν έφελκυσμού και μήκους 50 cm ;

ΛΥΣΙΣ : Έφ' όσον ή συχνότης είναι αντιστρόφως ανάλογος τού μήκους τής χορδής, ή συχνότης τής δευτέρας χορδής θά είναι $2 \times 200 = 400/sec$.

Νόμος τής τάσεως : Η συχνότης τού ήχου μιάς χορδής είναι ανάλογος τής τετραγωνικής ρίζης τής τεινούςης αυτης δυνάμεως.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Χορδή έχει συχνότητα 100 sec όταν εύρίσκεται υπό τάσιν 25 kg. Ποία ή συχνότης αυτης όταν αυτη εύρίσκεται υπό τάσιν 16 kg ;

ΛΥΣΙΣ : Η τάσις εις την δευτέραν περίπτωση είναι τά $\frac{16}{25}$ τής πρώτης. Η τε-

τραγωνική ρίζα τού $\frac{16}{25}$ ίσοϋται πρós $\frac{4}{5}$.

Έφ' όσον ή συχνότης είναι ανάλογος πρós την τετραγωνικήν ρίζαν τής τάσεως, ή νέα συχνότης θά είναι $\frac{4}{5} \times 100 = 80/sec$.

Νόμος τῆς μάζης. Ἡ συχνότης μιᾶς χορδῆς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς μάζης αὐτῆς ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Χορδὴ μήκους 100 cm ἔχει μᾶζαν 4 gr, ταλαντοῦται δὲ μὲ 200 παλμούς ἀνὰ sec. Δευτέρα χορδὴ μήκους 100 cm ἔχει μᾶζαν 1 gr. Ποία ἡ συχνότης τῆς δευτέρας ἐὰν εὐρίσκειται ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν ἐφελκυσμοῦ μὲ τὴν πρώτην;

ΛΥΣΙΣ: Ἡ σχέσηις μάζης τῶν δύο χορδῶν εἶναι $\frac{1}{4}$. Ἡ τετραγωνικὴ ρίζα τοῦ $\frac{1}{4}$ ἴσουςται πρὸς $\frac{1}{2}$. Ἐφ' ὅσον ἡ συχνότης εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῶν μαζῶν ἀνὰ μονάδα μήκους ἡ συχνότης τῆς δευτέρας χορδῆς θὰ εἶναι $2 \times 250 = 500$ sec.

ΤΑ ΠΝΕΥΣΤΑ. Τὸ φλάουτο εἶναι τὸ πλεόν παλαιὸν πνευστόν. Ὅπως ὅλα τὰ πνευστὰ χρησιμοποιεῖ καὶ αὐτὸ τὸν συντονισμόν τῆς στήλης τοῦ ἀέρος, προκειμένου νὰ ἐπιτύχῃ ἔντασιν τοῦ ἐκπεπομένου ἤχου. Σχεδὸν ὅλα τὰ πνευστὰ εἶναι ἀνοικτοὶ ἤχητικοὶ σωλήνες· τὸ μήκος κύματος τοῦ θεμελιώδους ἴσουςται ὄθεν, πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ γραμμικοῦ μήκους αὐτῶν. Τὰ πνευστὰ καλύπτουν σχεδὸν τὴν αὐτὴν περιοχὴν συχνότητων μὲ τὸ πιάνο.

Εἰς ὠρισμένα πνευστὰ ὡς τὸ κλαρινέττο, τὸ σαξόφωνον, ἡ φουσαμώνα κ. ἄ. ὁ ἀήρ διεγείρεται διὰ γλωττίδος, ἐκτελῶν τοιοντοτρόπως, ἐξηναγκασμένας ταλαντώσεις. Εἰς ἄλλα, ὡς ἡ κορνέτα, ἡ τρομπέτα, τὸ τρομπόνι, ἡ σάλπιγξ, ὁ ἀήρ τίθεται εἰς παλμικὰ κινήσεις, λόγω τῶν κινήσεων τῶν χειλέων τοῦ χειριζομένου τὸ ὄργανον. Τέλος ὑπάρχει καὶ ἄλλη κατηγορία πνευστῶν εἰς τὰ ὅποια ἡ στήλη ἀέρος διεγείρεται διὰ στομίου. Τοιαῦτα ὄργανα εἶναι ἡ φλογέρα, τὸ πίκολον καὶ τὸ φλάουτον.

ΑΝΩΤΕΡΟΙ ΑΡΜΟΝΙΚΟΙ ΣΤΗΛΗΣ ΑΕΡΟΣ. Ἡ παραγωγή ἤχου ὑπὸ ἤχητικῶν σωλήνων ἐξηγείται βάσει τῆς θεωρίας τῶν στασίμων κυμάτων. Εἰς τοὺς κλειστοὺς κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον σωλήνας, ἡ περιοχὴ αὐτῆ ἀντιστοιχεῖ εἰς δεσμόν, καὶ τὸ κάτω μέρος, ἀπὸ τὸ ὅποιον διεγείρεται ὁ σωλὴν, ἀποτελεῖ κοιλίαν. Τοιοντοτρόπως εἰς τὸν σωλὴνα ἀναφαίνονται



Σχ. 42—1, 42—2. (Ἀριστερὰ) Ἄρμονικοὶ ἀνοικτοῦ ἤχητικῶ σωλήνος. (Δεξιὰ) Ἄρμονικοὶ κλειστοῦ ἤχητικῶ σωλήνος.

δεσμοὶ καὶ κοιλίαι, τῶν ὁποίων αἱ θέσεις ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ γραμμικὸν μήκος τοῦ σωλήνος. Ὁ χειριζόμενος τὸ ὄργανον δύναται νὰ παράγῃ εἴτε τὸν θεμελιώδη ἤχον, εἴτε ὠρισμένους ἁρμονικοὺς ἀνωτέρας τάξεως. Εἰς τὸ σχῆμα 42—2 δεικνύονται αἱ θέσεις τῶν δεσμῶν καὶ κοιλῶν εἰς κλειστὸν ἤχητικὸν σωλὴνα, ὅταν οὗτος παράγῃ τὸν θεμελιώδη ἢ πρῶτον ἁρμονικὸν καὶ τοὺς ἁρμονικοὺς τρίτης καὶ πέμπτης τάξεως. Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὀνομασίαν τὸ ἄνω μέρος τοῦ σωλήνος εἶναι ἀνοικτόν, ἡ περιοχὴ αὐτῆ θὰ ἀντιστοιχῇ εἰς κοιλίαν, ὡς ἐπίσης κοιλίαν ἀποτελεῖ καὶ ἡ περιοχὴ διεγέρσεως τοῦ σωλήνος. Τὸ σχῆμα 42—1 δεικνύει τὴν διανομὴν τῶν κοιλῶν καὶ δεσμῶν, ὅταν ἀνοικτὸς ἤχητικὸς σωλὴν παρέχῃ τὸν θεμελιώδη ἢ πρῶτον ἁρμονικόν, τὸν δευτερον, καὶ τρίτον.

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. Ἀπὸ τὰς πλέον σημαντικὰς ἐπιτεῦξεις τοῦ αἰῶνος μας εἶναι τὸ τηλέφωνον καὶ ὁ φωνόγραφος.

Ὁ Alexander Graham Bell, ὁ ἐφευρέτης τοῦ τηλεφώνου, ἀνεκάλυψε μίαν μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν μεταλλικὴ μεμβράνη τίθεται εἰς παλμικὰ κινήσεις μέσω ἤλεκτρικοῦ ρεύματος, τοῦ ὁποίου ἡ ἔντασις μεταβάλλεται συναρτήσῃ τῆς ἐντάσεως τῆς φωνῆς τοῦ ὁμιλητοῦ, πρὸ τοῦ μικροφώνου. Ἡ ἔντασις τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία ρυθμίζεται ὑπὸ τῶν ταλαντώσεων τῆς φωνῆς τοῦ ὁμιλητοῦ, προκαλεῖ τὴν παλμικὴν κίνησιν τῆς μεμβράνης εἰς τὸ ἀκουστικόν, μὲ ἀποτέλεσμα

τὴν ἀναπαραγωγὴν τῶν ἡχητικῶν κυμάτων τῆς φωνῆς τοῦ ὄμιλητοῦ. Εἰς τὰ πρῶτα τηλέφωνα ἡ ἀναπαραγωγή τῶν ἡχητικῶν κυμάτων δὲν ἦτο πιστή.

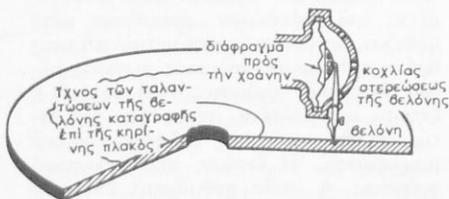
Εἰς τοιοῦτον σημεῖον μάλιστα, ὥστε ἡ φωνὴ τοῦ ὄμιλητοῦ νὰ μὴ ἀναγνωρίζεται. Σήμερον ἡ τεχνικὴ τοῦ τηλεφώνου ἔχει τόσον βελτιωθῆ ὥστε ἀναπαράγονται ὅλα τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἤχου μὲ θανμαστὴν πιστότητα.

Ὁ Thomas A. Edison ἐπενόησε μέθοδον, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ ἡχητικαὶ ταλαντώσεις εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποτυπωθῶν ἐπὶ κηρίνου δίσκου. Ἐὰν ἀκολούθως τεθῆ ὁ δίσκος εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, οἱ καταγραφέντες ἤχοι εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναπαράχθωσιν πολλάκις.

Σήμερον ἡ φωνοληψία γίνεται διὰ ἡλεκτρικῆς καταγραφῆς. Ὁ ἔκφωνητὴς τοποθετεῖται πρὸ μικροφώνου, διὰ τοῦ ὁποίου οἱ κραδασμοὶ τοῦ ἀέρος μετατρέπονται εἰς ἡλεκτρικοὺς κραδασμούς, οἱ ὁποῖοι ἐνισχυόμενοι ὑπὸ καταλλήλου ἐνισχυτοῦ μεταβιβάζονται διὰ γραμμῆς καὶ ἀκολουθῶς διέρχονται διὰ καταλλήλου ἡλεκτρομαγνήτου, ὁ ὁποῖος θέτει εἰς κίνησιν τὴν βελόνην καταγραφῆς. Αὕτη δημιουργεῖ ἐπὶ τῆς κηρίνης πλακῶς ἐλικοειδῆ γραμμὴν, τῆς ὁποίας αἱ ἀνωμαλίαι ἀνταποκρίνονται πρὸς τοὺς κραδασμοὺς τοὺς παραγομένους ὑπὸ τῆς φωνῆς τοῦ ὄμιλητοῦ.

Ἐκ τοῦ κηρίνου δίσκου σχηματίζεται δι' ἡλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ χάλκινον ἀρνητικὸν ἀνάτυπον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει ὡς μήτρα, διὰ τὴν παραγωγὴν σειρᾶς φωνογραφικῶν δίσκων, οἱ ὁποῖοι διατίθενται εἰς τὸ ἐμπόριον.

Τὸ σχῆμα 42—3 δεικνύει τὸν μηχανισμόν ἀναπαραγωγῆς τοῦ ἤχου φωνογράφου παλαιοῦ τύπου. Ἡ βελὸν ἠροσηρ-



Σχ. 42—3. Φωνόγραφος.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

μοσμένη εἰς ἓνα διάφραγμα ἀκολουθεῖ τὰ ἴχνη, τὰ ὁποῖα προεκάλεσε ἡ βελὸν ἠροσηρ καταγραφῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου, μὲ ἀποτέλεσμα τὸ διάφραγμα νὰ ἐκτελῆ ταλαντώσεις ἀναλόγους τοῦ ἀρχικοῦ ἤχου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ταλάντωσις χορδῆς

Νόμος τοῦ μήκους

Νόμος τῆς τάσεως

Νόμος τῆς μάζης

Ἀνώτεροι ἁρμονικοὶ στήλης ἀέρος

Ἀναπαραγωγή τοῦ ἤχου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποῖα τὰ πλέον κοινὰ ἔγχορδα μουσικὰ ὄργανα;
2. Ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται ἡ χροιά τοῦ ἐκπεμπομένου ἀπὸ ἔγχορδον ἤχου;
3. Κατὰ ποῖον τρόπον ἐπιτυγχάνεται αὔξησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ χορδῆς, ἤχου;
4. Ἀναφέρατε τοὺς τρεῖς νόμους τοῦ διέποντας τὴν ταλάντωσιν μιᾶς χορδῆς.
5. Ποῖα τὰ πλέον γνωστὰ πνευστὰ;
6. Κατὰ ποῖον τρόπον ἐπιτυγχάνεται αὔξησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ ἡχητικοῦ σωλήνος ἤχου;
7. Διατί ἡ χροιά τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ ἐνὸς ἀνοικτοῦ ἡχητικοῦ σωλήνος ἤχου, διαφέρει τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ ἐνὸς ἰσομήκου κλειστοῦ;
8. Ποίους ἁρμονικοὺς, ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους ἢ πρώτου ἁρμονικοῦ, παρέχει κλειστὸς ἡχητικὸς σωλήν;
9. Ποίους ἁρμονικοὺς, ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους ἢ πρώτου ἁρμονικοῦ, παρέχει ἀνοικτὸς ἡχητικὸς σωλήν;
10. Ἐξηγήσατε τὴν ἀρχὴν τῆς ἀναπαραγωγῆς τοῦ ἤχου.
11. Πῶς κατασκευάζονται οἱ δίσκοι τοῦ φωνογράφου;
12. Κατὰ ποῖον τρόπον ὁ φωνόγραφος ἀναπαράγει τὸν ἤχον;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

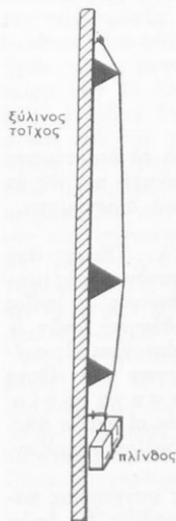
1. Διατί εἶναι δύσκολον νὰ κατασκευασθῆ ραδιόφωνον ἢ φωνόγραφος, ὁ ὁποῖος νὰ ἀναπαράγῃ τελείως τὸν ἤχον;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΜΟΝΟΧΟΡΔΟΝ. Τὸ μονόχορδον ἀποτελεῖται ἀπὸ ξύλινον κιβώτιον ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι ἐστερεωμένη μία χορδὴ.

Ἡ κατασκευὴ του εἶναι ἐξόχως εὐκόλος.

Ἄρκει νὰ στερεωσθεῖ μίαν χορδὴν μήκους 1.00 — 1.50 m ἐπὶ οἰοδηγῶτε ξυλίνου τοιχώματος εἰς τὸ ὑπόγειον τῆς οἰκίας σας κατὰ τόν, εἰς τὸ σχῆμα 42 — 4 ἐμφαινόμενον τρόπον. Τὸ ἄνω ἄκρον τῆς χορδῆς στερεοῦται ἐπὶ τοῦ τοιχώματος δι' ἑνὸς καρφιοῦ, ἐνῶ ἀπὸ τοῦ κάτω ἄκρου ἀναρτῶμεν μεταβλητὸν βάρος. Τὰ εἰς τὸ σχῆμα 42—4 ἐμφαινόμενα τρίγωνα εἶναι ξυλῖνοι σφήνες. Κάτωθεν τοῦ εἰς μικρότερον ὕψος εὐρισκομένου σφηνῶς τοποθετοῦμεν μίαν συρματίνην θηλειάν εἰς τρόπον ὥστε ἀπὸ τὸ σημεῖον ἐκεῖνον καὶ κάτω



Σχ. 42—4. Τὸ μονόχορδον.

ἢ ἀπόστασις τῆς χορδῆς καὶ τοῦ τοιχώματος νὰ μὴ ὑπερβαῖν μίαν ὀρισμένην τιμὴν. Οἱ σφήνες συγκρατοῦνται ἐπὶ τοῦ τοιχώματος ὑπὸ αὐτῆς ταύτης τῆς χορδῆς.

Μὲ τὸ ἀνωτέρω μονόχορδον εἶναι δυνατόν νὰ ἐκτελέσωμεν σωρεῖαν πειραμάτων. Μετακινούντες τὸν μεσαῖον σφήνα ἐνῶ ταυτοχρόνως διεγείρομεν τὴν χορδὴν, παρατηροῦμεν τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον μεταβάλλεται ἡ συχνότης συναρτήσῃ τοῦ μήκους τῆς χορδῆς. Ἐὰν ὁ μεσαῖος σφήν τοποθετηθῇ εἰς τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ ὅλου μήκους τῆς χορδῆς, τὸν μετρήσεων ἀρχομένων ἀπὸ τὸ ἄνω ἄκρον αὐτῆς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ συχνότης τοῦ ἄνω τμήματος τῆς χορδῆς εἶναι διπλασία τῆς συχνότητος τοῦ κάτω τμήματος.

Μεταβάλλοντες τὴν τάσιν τῆς χορδῆς, ἦτοι τὸ βάρος τοῦ ἀνηρτημένου σώματος,

παρατηροῦμεν ὅτι ἡ συχνότης μεταβάλλεται.

Ἄν ἀφαιρέσωμεν τὸν μεσαῖον σφήνα καὶ διεγείρομεν τὴν χορδὴν τότε αὕτη ταλαντοῦται ὀλόκληρος. Ἐὰν ἀκολουθῶς διὰ τοῦ σφηνῶς ἀκίνητοποιήσωμεν διάφορα σημεῖα τῆς χορδῆς θὰ ἐξαφανισθῇ ὁ θεμελιώδης φθόγγος τῆς χορδῆς, ἀλλὰ ἐὰν ἀκίνητοποιηθῶν ὀρισμένα σημεῖα αὐτῆς, θὰ ἀκούονται πολὺ εὐκρινῶς διάφοροι ἁρμονικοὶ ἀνωτέρας τάξεως.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Ἡ συχνότης χορδῆς εἶναι 300 sec. Ποία θὰ εἶναι ἡ συχνότης αὐτῆς ἐὰν τὸ μήκος τῆς ἡλαττοῦτο εἰς τὰ $\frac{3}{4}$ τοῦ ἀρχικοῦ;
2. Χορδὴ ἀποδίδει ἦχον συχνότητος 300/sec ὅταν εὐρίσκειται ὑπὸ τάσιν 10 kg. Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἐφαρμοζομένη ἐπ' αὐτῆς τάσις, ἵνα ἡ ὡς ἄνω χορδὴ ἀποδίδῃ ἦχον συχνότητος 420/sec;
3. Αἱ μᾶζαι ἀνὰ μονάδα μήκους δύο χορδῶν ἔχουσῶν τὸ αὐτὸ μήκος καὶ εὐρισκομένων ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν εἶναι 2 gr καὶ 4.5 gr ἀντιστοίχως. Ἐὰν ἡ συχνότης τῆς πρώτης εἶναι 360 sec ποία ἡ συχνότης τῆς δευτέρας;
4. Χορδὴ μήκους 75 cm εὐρισκομένη ὑπὸ τάσιν 18 kg ἔχει συχνότητα 200/sec. Δευτέρα χορδὴ τῆς αὐτῆς μάζης μὲ τὴν πρώτην ἔχει μῆκος 50 cm καὶ εὐρίσκειται ὑπὸ τάσιν 25 kg. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ συχνότης τῆς δευτέρας χορδῆς.
5. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ μήκος κύματος τοῦ τρίτου ἁρμονικοῦ ὁ ὁποῖος παράγεται ὑπὸ σάλπιγγος τῆς ὁποίας ἡ στήλη ἀέρος εἶναι 3 ft.
6. Κλειστὸς ἠχητικὸς σωλὴν ἔχει μῆκος 3 ft. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ μήκος κύματος τοῦ τρίτου ἁρμονικοῦ.
7. Χορδὴ μήκους 100cm καὶ διαμέτρου 0,5 mm ἔχει συχνότητα 400/sec εὐρισκομένη ὑπὸ τάσιν 36kg. Ποία ἡ συχνότης χορδῆς, ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕλου μὲ τὴν δοθεῖσαν, μήκους 25 cm καὶ διαμέτρου 1 mm εὐρισκομένης ὑπὸ τάσιν 9 kg. (Ἄπ. 900/sec).

B

8. Τὸ μῆκος ἀνοικτοῦ ἡχητικοῦ σωλή-
νος εἶναι 5 ft. Τὸ μῆκος κύματος
τοῦ ἐκπεπομένου ἤχου, ἐντὸς τοῦ
σωλήνος εἶναι 2 ft. Ποῖος ἀρμονι-
κὸς ἐκπέμπεται;
9. Ὁ τρίτος ἀρμονικὸς ἀνοικτοῦ ἡχη-
τικοῦ σωλήνος ἔχει συχνότητα 550

sec ὅταν ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ
ἤχου εἶναι 336m/sec. Ποῖον τὸ μῆ-
κος τοῦ σωλήνος;

10. Ὁ τρίτος ἀρμονικὸς κλειστοῦ ἡχη-
τικοῦ σωλήνος ἔχει συχνότητα 1680/
sec ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι
341 m/sec. Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ σω-
λήνος;

ΕΔΑΦΙΟΝ 43. Μουσικαὶ κλίμακες.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΙ ΜΟΥΣΙΚΑΙ ΚΛΙΜΑ-
ΚΕΣ; Ἡ μουσικὴ γράφεται καὶ διαβά-
ζεται δι' εἰδικῶν συμβόλων, τὰ ὁποῖα
παριστοῦν τοὺς μουσικοὺς φθόγγους. Γε-
νικῶς τοὺς φθόγγους τοὺς κατατάσσομεν
εἰς κλίμακας, νοοῦντες διὰ τοῦ ὅρου κλί-
μαξ τὴν καθ' ὀρισμένον νόμον διαδοχὴν
τῶν μουσικῶν φθόγγων, τοὺς ὁποῖους
καλοῦμεν βαθμίδας τῆς κλίμα-
κος. Τὸ σχῆμα 43—1 δεικνύει τὴν πε-



Σχ. 43—1. Ὁκτάβα μουσικῆς κλίμακος.

ριοχὴν μιᾶς ὀκτάβας καὶ τὰ ὀνόματα τῶν
φθόγγων οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται ἐντὸς αὐ-
τῆς. Ἡ ὀκτάβα ἀποτελεῖται ἀπὸ 8 νότας,
καὶ τοῦτο πιθανῶς νὰ ὀφείλεται εἰς τὸ
γεγονὸς ὅτι οἱ ἀρχαῖοι ἐχρησιμοποιοῦν
ὀκτὰ δάκτυλα διὰ νὰ χειρίζονται τὰ πρῶ-
τόγωνα πνευστῶν.

ΣΤΝΘΕΣΙΣ ΦΘΟΓΓΩΝ. Ὁταν αἱ συ-
χνότητες δύο ἤχων τοὺς ὁποῖους ἀκούο-
μεν ταυτοχρόνως εὐρίσκονται εἰς ἀπλὴν
μεταξὺ αὐτῶν ἀριθμητικὴν σχέσιν, μᾶς
προκαλοῦν γενικῶς εὐχάριστον συναίσθη-
μα. Ἡ πλέον ἀπλὴ σχέσις συχνότητων, εἶναι
ἐκεῖνη κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ συχνότης τοῦ
ἐνὸς ἤχου εἶναι διπλασία τῆς συχνότητος
τοῦ δευτέρου. Οἱ ἤχοι τῶν ὁποῖων ὁ
λόγος συχνότητων εἶναι 1 : 2 ἀποτελοῦν
ὀκτάβα.

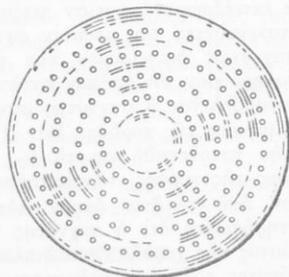
Ὁ λόγος τῶν δύο τούτων συχνότητων,
ὁ ὁποῖος ἐκφράζεται γενικῶς ὑπὸ ἀνα-
γῶγον κλάσματος ὡς $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{6}$ κ.
τ.λ. ἀποτελεῖ μέτρον τοῦ μουσικοῦ δια-

στήματος. Ὁρισμένα ἀπὸ τὰ διαστήματα
αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται ἢ μουσικῇ καὶ ὡς ἐκ
τούτου καλοῦνται μουσικὰ διαστήματα.

ΜΕΙΖΩΝ ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ. Ἐνας ἀπὸ
τοὺς πλέον εὐχάριστους συνδυασμοὺς μου-
σικῶν φθόγγων εἶναι ἐκεῖνος ὁ ὁποῖος
συνίσταται ἀπὸ τρεῖς φθόγγους, τῶν ὁ-
ποῖων αἱ συχνότητες εὐρίσκονται εἰς σχέ-
σιν 4:5:6. Ὁμάς φθόγγων τοῦ εἶδους
αὐτοῦ καλεῖται μεῖζων συγχορδία.
Εἰς τὴν μουσικὴν φθόγγοι οἱ ὁποῖοι ἀπο-
τελοῦν τὴν μεῖζονα συγχορδίαν ὀνομάζου-
νται do—mi—sol.

Ἡ φύσις τῆς μεῖζονος συγχορδίας κα-
ταδεικνύεται διὰ τῆς σειρῆνος δι' ὅπων
τοῦ σχήματος 43—2. Αὕτη συνίσταται
ἀπὸ μεταλλικῶν δίσκων ὁ ὁποῖος φέρει
ὀπὰς κατὰ μῆκος ὁμοκέντρων περιφερεί-
ων αἱ ὁποῖαι ἰσαπέχουν ἐπὶ ἐκάστης πε-
ριφερείας. Ἡ ἐσωτάτη περιφέρεια συνί-
σταται ἀπὸ 24 ὀπὰς, ἡ δευτέρα ἀπὸ 30
ἢ τρίτη ἀπὸ 36 καὶ τέλος ἡ ἑξωτάτη
ἀπὸ 48.

Ὁ δίσκος οὗτος προσαρμύζεται ἐπὶ κα-



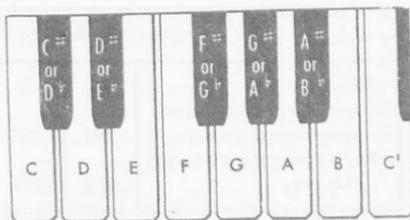
Σχ. 43—2. Ὁ δίσκος σειρῆνος.

ταλλήλου κινητήρος και τίθεται τοιουτοτρόπως εις περιστροφικήν κίνησιν. Έάν καθ' ἕν χρόνον περιστρέφεται ὁ δίσκος προσφωτισόμεν καθέτως ἐπὶ τοῦ δίσκου, ρεῦμα ἀέρος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σειρὴν ἀποδίδει ἴσον. Ἀἰξανομένης τῆς ταχύτητος περιστροφῆς, ἡ συχνότης τοῦ ἀποδιδόμενου ἤχου αἰξάνεται ἤτοι τὸ ὕψος τοῦ ἤχου εἶναι μεγαλύτερον. Ἡ ἐξωτάτη σειρὰ τῶν 48 ὁπῶν ἀποδίδει ἤχον κατὰ μίαν ὀκτάβαν ὑψηλότερον τοῦ ἀποδιδόμενου ὑπὸ τῆς σειρᾶς τῶν 24 ὁπῶν. Ἡ σχέσις τῶν συχνότητων τῶν φθόγγων τῶν ἀποδιδόμενων ὑπὸ τῶν τεσσάρων σειρῶν εἶναι πάντοτε ἡ αὐτὴ μὲ τὴν σχέσιν τῶν συχνότητων τῶν do—mi—sol—do. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι ἡ αἰσθησις τῆς ἀκοῆς μας ὅσον ἀφορᾷ τὴν σύγκρισιν διαφόρων φθόγγων ἐξαρτάται μόνον ἀπὸ τὸν λόγον τῶν συχνότητων αὐτῶν. Ἀπὸ τὸ ἀνωτέρω πείραμα, προκύπτει ἐπίσης ὅτι αἱ νόται τῆς μείζονος συγχορδίας do—mi—sol ἔχουν συχνότητας ἀναλόγους πρὸς 24 : 30 : 36. Δυνάμεθα νὰ ἐκφράσωμεν τὰς συχνότητας τῆς μείζονος συγχορδίας καὶ ὡς ἐξῆς:

$$\text{do—mi—sol} = 4 : 5 : 6$$

Ἀπὸ τὴν σχέσιν αὐτὴν συνάγεται ὅτι, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ συχνότης τοῦ do, ἡ συχνότης τοῦ mi πρέπει νὰ εἶναι τὰ $\frac{5}{4}$ τῆς συχνότητος τοῦ do ἢ δὲ συχνότης τοῦ sol τὰ $\frac{6}{5}$ τῆς συχνότητος τοῦ mi ἢ τὰ $\frac{4}{3}$ τῆς συχνότητος τοῦ do.

ΔΙΑΤΟΝΙΚΗ ἢ ΦΥΣΙΚΗ ΚΛΙΜΑΞ.
 Ὅλοι εἴμεθα ἐξοικειωμένοι μὲ τὴν διαδοχὴν τῶν φθόγγων, εἰς τὴν μουσικὴν κλίμακα. Ἡ ἰδανικὴ διαδοχὴ τῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος καλεῖται *διατονικὴ ἢ φυσικὴ κλίμαξ*. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παρέχει τὰς συχνότητας τῶν φθόγγων αὐτῶν θεωρουμένου ὅτι ἡ συχνότης τοῦ C εἶναι 240 παλμοὶ ἀνὰ sec.



Σχ. 43—3. Τὰ πλήκτρα τοῦ πιάνου.

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φυσικὴ κλίμαξ περιέχει τρεῖς μείζονας συγχορδίας, τὰς: C—E—G, G—B—D' καὶ F—A—C'.

Ὁ λόγος συχνότητων τῶν συγχορδιῶν αὐτῶν εἶναι 4 : 5 : 6. Τὰ διαστήματα μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων δίδονται εἰς τὴν τελευταίαν γραμμὴν τοῦ πίνακος.

Ἡ ΣΥΓΚΕΚΡΑΜΕΝΗ ΚΛΙΜΑΞ. Ἐκ πείρας κατεδείχθη ὅτι, ἡ ἀνωτέρω ἀναφερομένη φυσικὴ κλίμαξ εἶναι ἀνεπαρκὴς διὰ τὰς ἀνάγκας τῆς μουσικῆς, καὶ ὡς ἐκ τούτου διεμορφώθησαν καὶ ἄλλαι κλίμακες ἐπὶ τῶν ὁποίων ἀσχολεῖται ἰδιαίτερος ἡ θεωρία τῆς μουσικῆς. Ἡμεῖς θὰ ἀσχοληθῶμεν μόνον μὲ τὴν συγχορδα μὲ ν η κ λ ἰ μ α κ α, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται εἰς τὸ πιάνο καὶ εἰς ὅλα ἐν γένει τὰ μουσικὰ ὄργανα. Ἡ κλίμαξ αὐτὴ παράγεται ἀπὸ τὴν φυσικὴν κλίμακα, ἐὰν τὰ μεταξὺ τῶν 7 φθόγγων περιλαμβανόμενα διαστήματα ἀντικατασταθοῦν διὰ 12 ἴσων. Ἐφ' ὅσον εἰς μίαν ὀκτάβαν ὑπάρχουν 12 φθόγγοι, ὁ λόγος τῶν συχνότητων δύο διαδοχικῶν φθόγγων θὰ εἶναι ἴσος πρὸς τὴν δωδεκάτην ρίζαν τοῦ δύο ($\sqrt[12]{2}$) ἡ ὁποία εἶναι κατὰ προσέγγισιν ἴση πρὸς 1,06. Ἡ ἀμερικανικὴ Ἐνωσις τῶν Μουσικῶν δέχεται ὡς π ρ ό τ υ π ο ν τ ό ν ο ν, τὴν συχνότητα τῶν 440 παλμῶν ἀνὰ sec διὰ τὸν φθόγγον A, ὁπότε προκύπτει, ὅτι ὁ φθόγγος C ἔχει συχνό-

<i>Διατονικὴ ἢ Φυσικὴ Κλίμαξ</i>									
Φθόγγος	C	D	E	F	G	A	B	C'	D'
Συχνότης	240	270	300	320	360	400	450	480	540
Λόγος Συχνότητων	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	

Σύγκρισις τῆς Φυσικῆς καὶ τῆς Συγκεκραμένης Κλίμακος

Φθόγγος	C	D	E	F	G	A	B	C'
Συχνότητες τῆς συγκε- κραμένης κλίμακος	262	294	330	349	392	440	494	523
Συχνότητες τῆς φυσικῆς κλίμακος	264	297	330	352	396	440	495	528

τητα 262 παλμῶν ἀνά sec. Ὁ ἀνωτέρω πίναξ παρέχει καὶ τὰς δύο κλίμακας τὴν διατονικὴν καὶ τὴν συγκεκραμένην. Καὶ εἰς τὰς δύο κλίμακας ἡ συχνότης τοῦ Α ἐλήφθη ἴση πρὸς 440 παλμούς ἀνά sec.

Αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῆς διατονικῆς κλίμακος καὶ τῆς συγκεκραμένης δὲν εἶναι σημαντικαί.

Τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς μας δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ διακρίνῃ τὰς διαφορὰς αὐτάς.

Εἰς παλαιότεραν ἐποχὴν, ἐχορησιμοποιοῦντο μόνον 4 διαστήματα μιᾶς ὀγδόης ἤτοι 1, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$ καὶ 2. Διὰ τῶν φθόγγων τούτων ἐπραγματοποιεῖτο ἡ λύρα τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων. Μελωδίαί ζωῶς εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐκτελεσθοῦν διὰ τῆς ἀνωτέρω ἀπλῆς κλίμακος, δύνανται δὲ νὰ πραγματοποιηθοῦν διὰ τῶν ἐν χρήσει σήμερον μουσικῶν κλιμάκων.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μουσικὴ κλίμαξ

Ἀρμονικὴ σύνθεσις τῶν φθόγγων

Ὁκτάβα

Μεῖζων συγχορδία

Διατονικὴ ἢ φυσικὴ κλίμαξ

Συγκεκραμένη κλίμαξ

Πρότυπος τόνος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί εἶναι ἡ μουσικὴ κλίμαξ;
2. Ποία ἡ σχέσις τῶν συχνοτήτων μεταξὺ δύο φθόγγων οἱ ὅποιοι ἀπέχουν κατὰ μίαν ὀκτάβα;
3. Τί καλεῖται μεῖζων συγχορδία;
4. Περιγράψατε ἓνα πείραμα εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνεται ἡ συσχέτισις τῶν συχνοτήτων τῶν φθόγγων μεῖζωνος συγχορδίας.
5. Ποία ἡ βάσις τῆς διατονικῆς κλίμακος;

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

6. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ συγκεκραμένη κλίμαξ παράγεται ἀπὸ τὴν διατονικὴν.
7. Ποιοὶ λόγοι ἐπέβαλον τὴν διαμόρφωσιν τῆς συγκεκραμένης κλίμακος;
8. Εἰς ποίαν ἀριθμητικὴν σχέσιν πρέπει νὰ εὐρίσκωνται αἱ συχνοτήτες δύο ταυτοχρόνως ἀποδιδόμενων ἤχων διὰ νὰ προκαλοῦν εἰς ἡμᾶς ἐδάρεστον συν-αἰσθημα;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐξηγήσατε διατί εἶναι εὐχάριστος ὁ ἀποδιδόμενος συνδυασμὸς τοῦ θεμελιώδους καὶ ἀνωτέρων ἀρμονικῶν τούς ὁποίους παρέχει χορδὴ καταλλῆλος διεγειρομένη.
2. Διατί ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος ἐνὸς φωνογράφου δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ἀρμονίας τῆς ἀποδιδόμενης μουσικῆς;
3. Ποῦ θὰ πρέπει νὰ πεισθῇ χορδὴ βιολίου διὰ νὰ ἀποδώσῃ φθόγγον κατὰ μίαν ὀκτάβαν ὑψηλότερον;
4. Διατί εἶναι ἀπαραίτητον νὰ προσδιορίσωμεν τὴν δωδεκάτην εἴξαν τοῦ δύο διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ διάστημα μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς συγκεκραμένης κλίμακος καὶ δὲν διαουῶμεν τὸ 2 διὰ τοῦ 12;
5. Πλήκτρον πιάνου πλήττει τὴν ἀντίστοιχον χορδὴν εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ ἕνα ἄκρον αὐτῆς ἴσην πρὸς $\frac{1}{7}$ τοῦ μήκους τῆς. Διατί;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ**ΓΥΜΝΑΣΜΑΤΑ ΕΙΣ ΤΟ ΠΙΑΝΟ.**

Ἐὰν ἔχετε πιάνο, μπορεῖτε νὰ παραγάγετε διαφόρους συνδυασμοὺς φθόγγων, ἀναφερόμενοι εἰς τὴν διατονικὴν κλίμακα, τὴν ὁποίαν ἀνεπτύξαμεν ἀνωτέρω. Διὰ τὸν σκοπὸν μας θεωροῦμεν, (καὶ τοῦτο μὲ ἱκανοποιητικὴν ἀναίθεταν) ὅτι ἡ συχνό-

της του C είναι 240 παλμοί ανά sec και ότι τα ύπολοιπα λευκά πλήκτρα σχηματίζουν την ακόλουθον διατονικὴν κλίμακα:

Φθόγγος	C	D	E	F	G	A
Συχνότης	240	270	300	320	360	400
Φθόγγος	B	C'	D'	E'	F'	G'
Συχνότης	450	480	540	600	640	720

Ἀντιγράψατε τὸν κατωτέρω πίνακα καὶ παίξατε τοὺς ὑποδεικνυομένους συνδυασμοὺς φθόγγων. Ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω δεδομένα δύνασθε νὰ προσδιορίσετε τὸν λόγον τῶν συχνότητων. Σημειώσατε τὰ ἀποτελέσματα τῶν συνδυασμῶν αὐτῶν.

Συνδυασμὸς	Λόγος Συχνότητων	Ἀποτέλεσμα
C—D	9 : 8	Δυσάρεστον
C—E	5 : 4	Εὐχάριστον
C—F		
C—G		
C—A		
C—B		
C—C'		
B—C'		
C—C'—G'		
C—E—G		
G—B—D'		
F—A—C'		
E—G—B		
A—C'—E'		
C—E—G—C'		

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποῦ πρέπει νὰ πιεσθῆ ἡ χορδὴ E μιᾶς κιθάρας διὰ νὰ ἀποδώσῃ τὸν φθόγγον A;
2. Θεωροῦντες ὅτι, ἡ συχνότης τοῦ φθόγγου C εἶναι 256 παλμοὶ ἀνά sec, προσδιορίσατε τὰς συχνότητας ὄλων τῶν φθόγγων τῆς πρώτης ὀκτάβας τῆς διατονικῆς κλίμακος.

B

3. Ποῖον τὸ ὕψος τοῦ δευτέρου ἁρμονικοῦ χορδῆς, τῆς ὁποίας ὁ θεμελιώδης εἶναι τὸ C; (Ἄπαν. τὸ G').
4. Ὑπολογίσατε τὰ μήκη τῶν ἀνοικτῶν

ἡχητικῶν σωλῶνων πνευστοῦ, εἰς τρόπον ὥστε νὰ δύναται τοῦτο νὰ παράγῃ τοὺς φθόγγους μιᾶς ὀκτάβας τῆς διατονικῆς κλίμακος. Ὑποθέσατε ὅτι τὸ A ἔχει συχνότητα 400 παλμῶν ἀνά sec ἢ δὲ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἡχου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 324 m/sec.

5. Χορδῆ, διὰ νὰ ἀποδώσῃ τὴν χαμηλοτέραν νόταν μείζονος συγχορδίας, ἐφελκύεται ὑπὸ δυνάμεως 32 lb. Ὑπὸ ποίων δυνάμεων πρέπει νὰ ἐφελκύνωνται δύο ἄλλα χορδαί, παντελῶς ὅμοιαι μετὰ τὴν ἀνωτέρω, διὰ νὰ ἀποδώσουσιν τὰς ἄλλας δύο νότας τῆς μείζονος συγχορδίας;
6. Ὅταν ἡ τείνουσα δύναμις χορδῆς εἶναι 20 lb, αὕτη ἀποδίδει ἡχον A (440 παλμοὶ ἀνά sec. Ποία θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ τείνουσα δύναμις, διὰ νὰ ἀποδίδῃ αὕτη ἡχον E' (660 παλμοὶ ἀνά sec); (Ἄπαν. 45lb).
7. Ὅταν ἡ τείνουσα δύναμις χορδῆς εἶναι 11.5 kg, αὕτη ἀποδίδει τὸν θεμελιώδη αὐτῆς ἡχον, συχνότητος 100 παλμῶν ἀνά sec. Ποία θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ τείνουσα αὐτῆν δύναμις οὕτως ὥστε, αὕτη νὰ ἀποδίδῃ τὸν δεῦτερον ἁρμονικόν;
8. Διαπασῶν εὐρίσκεται ἐν συντονισμῷ μετὰ τεταμένην χορδὴν μήκους 201 cm, ἡ ὁποία ἀποδίδει τὸν θεμελιώδη ἡχον. Ἐὰν τὸ μήκος τῆς χορδῆς ἐλαττωθῆ κατὰ 1 cm, παραμεινούσης σταθερᾶς τῆς ἐφαρμοζομένης τεινούσης δυνάμεως, παράγεται ἓνα διακρότημα ἀνά 2 sec, ἐφ' ὅσον τὸ διαπασῶν καὶ ἡ χορδὴ ἡχοῦν ταυτοχρόνως. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ ἡ συχνότης τοῦ διαπασῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 13

1. Νὰ προσδιορισθοῦν αἱ συχνότητες τῶν φθόγγων τῆς μείζονος συγχορδίας, ἐὰν ἡ συχνότης τοῦ πρώτου φθόγγου εἶναι 240 παλμοὶ ἀνά sec.
2. Ἡ ἰσχύς δοθέντος ἡχου εἶναι κατὰ 100.000 φορές μεγαλύτερα τῆς ἰσχύος δευτέρου ἰσοῦχου πρὸς τὸν πρῶτον ἡχον. Κατὰ πόσα decibels εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ πρώτου μεγαλύτερα τῆς ἔντασεως τοῦ δευτέρου;
3. Πόσα διακροτήματα ἀνά sec παρά-

- γονται υπό δύο φθόγγων των οποίων αἱ συχνότητες εἶναι 264 καὶ 330 παλμοὶ ἀνά sec;
4. Ἐὰν ἡ συχνότης ἑνὸς διαπασῶν C εἶναι 256 sec καὶ ἑνὸς E 320 sec εἰς ποίαν θέσιν εἰς τὴν μουσικὴν κλίμακα θὰ εὐρίσκειται ἡχος ἀποδιδόμενος ὑπὸ τῶν διαπασῶν C καὶ E ταυτοχρόνως;
 5. Φθόγγος συχνότητος 1024 παλμῶν ἀνά sec εἶναι μεγαλύτερος κατὰ 5 db δευτέρου φθόγγου τῆς αὐτῆς συχνότητος πρὸς τὸν πρῶτον. Ποῖος ὁ λόγος τῶν ἰσχύων των;
 6. Ποῖον τὸ μῆκος κύματος ἦχου προκαλουμένου ὑπὸ διαπασῶν E (διατονικὴ κλίμαξ, $C = 240$) καὶ διαδιδόμενου ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι 10°C ;
 7. Χορδὴ ἐκτελεῖ 256 παλμοὺς ἀνά sec. Ποία θὴ ἦτο ἡ συχνότης αὐτῆς, ἐὰν τὸ μῆκος κύματος αὐτῆς ἐδιπλασιάξεται, σταθερᾶς οὔσης τῆς ἀνά μονάδα μῆκρους τεινούσης τὴν χορδὴν δυνάμει;
 8. Ποία θὰ ἦτο ἡ συχνότης χορδῆς, τοῦ προβλήματος 7 ἐὰν ἡ μόνη μεταβολὴ ἦτο ὁ τετραπλασιασμοὸς τῆς τεινούσης δυνάμει;
 9. Ποία θὰ ἦτο ἡ συχνότης χορδῆς, τετραπλασίονος βάρους τῆς χορδῆς τοῦ προβλήματος 7, ἀλλὰ ἐχούσης τὸ αὐτὸ μῆκος καὶ εὐρισκόμενης ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν μὲ ἐκείνην;
 10. Ὁ κρότος πυροβόλου ἀκούεται ὑπὸ παρατηρητοῦ, εὐρισκόμενος εἰς ἀπόστασιν τινα μετὰ 3,5 sec ἀφ' ἧς στιγμῆς οὗτος ἀντελήφθη τὴν λάμψιν. Ἐὰν ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 340 m/sec, πόση ἡ ἀπόστασις τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ πυροβόλου;
 11. Ἄνθρωπος εὐρισκόμενος εἰς ἀσκητὴν ἀπόστασιν ἀπὸ κολύματος βάλλει διὰ πυροβόλου ὄπλου καὶ ἀκούει ὡς ἡχὸ τὸν ἦχον τῆς ἐκπυροσοκροτήσεως μετὰ παρέλευσιν 4,5 sec. Πόση ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ κολύματος, ἐὰν ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι 340 m/sec;
 12. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ ὕψος τοῦ δευτέρου ὁρομιοζοῦ χορδῆς τῆς ὁποίας ὁ θεμελιώδης ἦχος ἀκούεται ὑπὸ τῆς τοικίαν κλίμακα. Ἡ συχνότης τοῦ C εἶναι 264.
 13. Συρματὴν χορδὴ ἐκπέμπει ἦχον συχνότητος 256/sec, ὅταν διατείνεται ὑπὸ βάρους 2 kg. Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ τάσις τῆς αὐτῆς χορδῆς, ἵνα ὁ λόγος τῆς συχνότητος τοῦ πρῶτου ἤχου πρὸς τὸν ἡδὴ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ τῆς χορδῆς ἀντιστοιχῇ εἰς ὀκτάβαν;
 14. Ποία ἡ συχνότης τοῦ θεμελιώδους φθόγγου κλειστοῦ σωλῆνος μῆκρους 35 cm ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 20°C ;
 15. Ποῖον τὸ ἀπαιτούμενον μῆκος ἀνοικτοῦ σωλῆνος, ὁ ὁποῖος νὰ συντονίζεται πρὸς ἦχον κατὰ μίαν ὀκτάβαν ὑψηλότερον τοῦ ἐκπεμπόμενου ὑπὸ τοῦ σωλῆνος τοῦ προβλήματος 14;
 16. Παρατηρητὴς ἀκούει δύο ἤχους εἰς χρονικὸν διάστημα 11 sec προερχομένους ἐξ ὑποβρυχίου ἐκρηξέως, καὶ τῆς ὁποίας ὁ ἦχος διαδίδεται διὰ τῆς θαλάσσης καὶ διὰ τοῦ ἀέρος. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ παρατηρητοῦ συνέβη ἡ ἐκρηξίς, γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 340 m/sec καὶ εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ 1440 m/sec;
 17. Ἄνθρωπος, εὐρισκόμενος εἰς τὴν ὀροφὴν κτιρίου ὕψους 43,5 m ἀρπίζει σῶμα νὰ πέσῃ ἐλευθέρως. Μετὰ πόσον χρόνον ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποῦ ἄφρησε τὸ σῶμα θὰ ἀκούσῃ τὸν κρότον; (Θερμοκρασία ἀέρος 31°C . Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος θεωρεῖται ἀμελητέα).
 18. Ἄνθρωπος, εὐρισκόμενος εἰς τὴν ὀροφὴν κτιρίου, ἀρπίζει σῶμα νὰ πέσῃ ἐλευθέρως, ἀκούει δὲ μετὰ παρέλευσιν 6,5 sec τὸν κρότον προσκρούσεως τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Ποῖον τὸ ὕψος τοῦ κτιρίου, θεωρούμενος ὅτι ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι 346 m/sec; (Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος θεωρεῖται ἀμελητέα).
 19. Πόσας συλλαβὰς δύναται ν' ἀκούσῃ ὡς ἡχὸ ἄνθρωπος εὐρισκόμενος εἰς ἀπόστασιν 198 m ἀπὸ κολύματος, ὅταν ἐκφωνῇ τὰς συλλαβὰς ὑπὸ τὸν ρυθμὸν 5 συλλαβῶν ἀνά sec; (Ταυτοχρόνως ἀκούεται ἡχος 332 m/

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΕΚΤΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

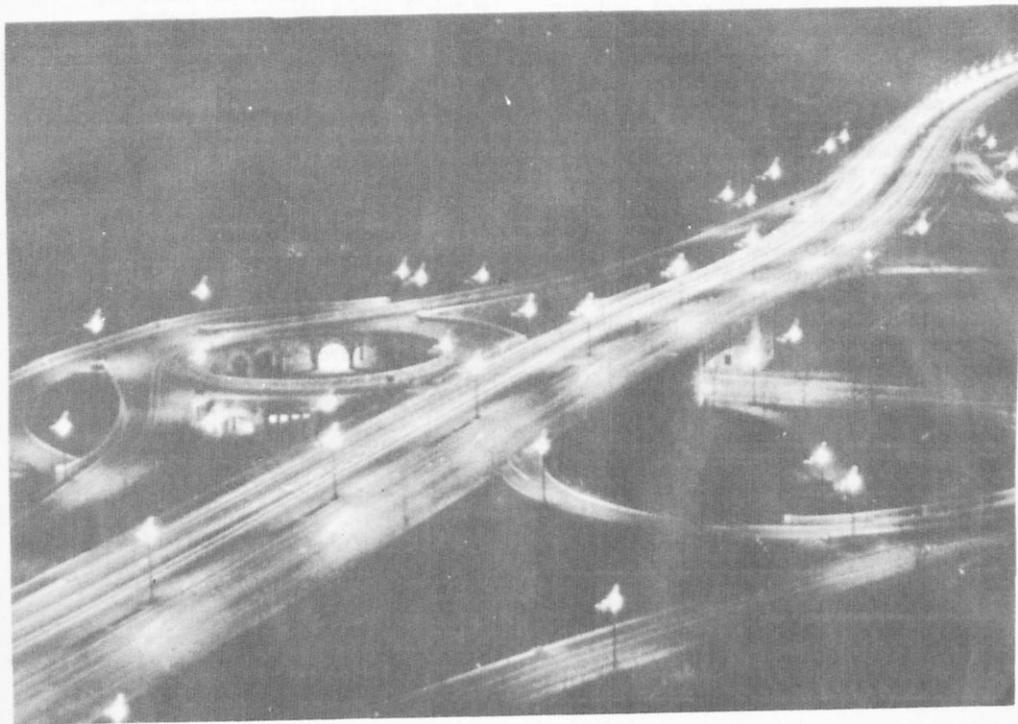
Ἐφ' ὅσον δὲν πρόκειται θεβαίως νά ζήσετε τήν ὑπόλοιπον ζώην σας ἐντός κενοῦ, θά ἀκοῦτε πάντοτε διαφόρους ἤχους εὐχαρίστους ἢ ὄχι. Ὡρισμένοι ἀπό τοὺς ἤχους τοὺς ὁποίους ἀκοῦτε διασχίζουσι μόνον τὸν ἀέρα προτοῦ διεγείρουν τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς μας ἐνῶ ἄλλοι ἔχουσι μετατραπῆ εἰς ἠλεκτρικὰ ταλαντώσεις, ἔχουσι καλύψει μεγάλαις ἀποστάσεσι ὑπὸ τὴν μορφήν ταύτην καὶ τέλος ἔχουσι μετατραπῆ καὶ πάλιν εἰς ἠχητικὴν μορφήν κυμάνσεις εἰς τρόπον ὥστε νά εἶναι δυνατὴ ἡ διεγερσις τοῦ αἰσθητήριου τῆς ἀκοῆς μας.

Ἴσως νά συνηγήσατε δυσκολίαν εἰς τὴν κατανόησιν τῶν ἐπιμήκων ἠχητικῶν κυμάτων τὰ ὅποια διαδίδονται ἐντός τοῦ ἀέρος ἢ ἐντός τοῦ ὕδατος ἢ ἄλλων μέσων. Ἴσως νά συνηγήσατε ἔτι μεγαλύτεραν δυσκολίαν εἰς τὰ προβλήματα τὰ ἀφορῶντα εἰς τὰ ὑπερηχητικὰ ἀεροπλάνα καὶ τὸ «φράγμα τοῦ ἤχου» ἀλλὰ τὸ κεφάλαιον αὐτὸ πραγματεύεται μίαν ἀπὸ τὰς σημαντικωτέρας σήμερον ἐφαρμογὰς τῆς Ἀκουστικῆς.

Καλὸν εἶναι νά συγκρατήσετε τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον ἐπιτυγχάγεται τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ, τὸ φαινόμενον τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἠχητικῶν κυμάτων ὡς ἐπίσης καὶ τὸν τρόπον παραγωγῆς εὐχαρίστων ἤχων εἰς τὴν μουσικὴν, διότι ἐὰν ἔχετε πράγματι κατανόησιν τὸν τρόπον γενέσεως καὶ μεταδόσεως τῶν ἠχητικῶν κυμάτων, ἡ μελέτη τῆς Ὀπτικῆς θά σας εἶναι εὐκολωτάτη, ἀδιάφορον ἂν ἡ φύσις τῶν φωτεινῶν κυμάτων διαφέρῃ τῆς τῶν ἠχητικῶν κυμάτων.

Τέλος, κατόπιν τῆς θεωρητικῆς μελέτης τῆς Μουσικῆς, πρέπει νά εἶσθε εἰς θέσιν νά ἐκτιμήσατε τὴν ἀναγκαϊότητα συνοδείας τῆς μελωδίας ἀπὸ καταλλήλους μόνον ἤχους καὶ τοῦ συνδυασμοῦ περισσοτέρων «φωνῶν» καὶ ἤχων πρὸς δημιουργίαν ἁρμονικοῦ συνόλου.

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ



ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- 14 Ἡ φύσις τοῦ φωτός
- 15 Ἀνάκλασις τοῦ φωτός
- 16 Διάθλασις τοῦ φωτός
- 17 Ὀπτικά ὄργανα
- 18 Ἀνάλυσις τοῦ φωτός

Θὰ «δῆτε»

- Κατὰ ποῖον τρόπον ἐμετρήθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτός
- Κατὰ ποῖον τρόπον νὰ ἐκτελήτε πειράματα τῆς φωτομετρίας
- Ὅτι ἡ ἀνάκλασις ἐξηγεῖ πολλά, περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός
- Ὅτι μερικά κάτοπρα παρέχουν περιέργα εἶδωλα
- Διατί αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες κάμπτονται ὅταν ἐπιβραδύνονται
- Τί νοοῦμεν λέγοντες δείκτης διαθλάσεως
- Κατὰ ποῖον τρόπον οἱ φακοὶ παρέχουν εἶδωλα διαφόρων μεγεθῶν εἰς διαφόρους θέσεις
- Διατί οἱ μύωπες βλέπουν καλύτερα ὅταν φέρουν ὀμματουῶλια
- Ὅτι πολλαὶ ἀρχαὶ τῆς ὀπτικῆς ἐφαρμόζονται εἰς τὰ ὀπτικά ὄργανα
- Τί προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν τοῦ οὐρανίου τόξου καὶ διατί τοῦτο εἶναι ὅπως εἶναι

Η ΦΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

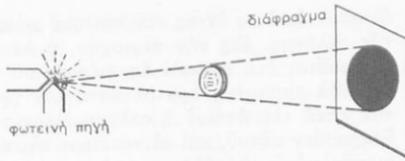
Ὁ καθένας δύναται ν' ἀποστηθίσῃ ὅτι, ἡ ταχύτης τοῦ φωτός εἶναι 300.000 km/sec. Πολύ ὀλίγα πρόσωπα ὅμως, εἶναι εἰς θέσιν νά ἀντιληφθοῦν πόσον κολοσσιαία εἶναι ἡ ταχύτης αὕτη, ἢ κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν νά μετρηθῇ αὕτη. Πιδανόν, τὸ παρόν κεφάλαιον νά σᾶς προκαλέσῃ τὸ ἐνδιαφέρον περισσότερο ἀπὸ ἄλλα κεφάλαια. Μερικὰ θέματα τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσονται εἰς τὸ κεφάλαιον περὶ ἤχου, δά εἶναι χρήσιμα καὶ ἐδῶ, ἂν καὶ ὑπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξὺ τῆς φύσεως τοῦ φωτός καὶ τῆς φύσεως τοῦ ἤχου· αὕτη εἶναι, ὅτι τὸ φῶς εἶναι δυνατόν νά διαδοθῇ διὰ μέσου τοῦ κενοῦ, ἐνῶ διὰ τὸν ἤχον τοῦτο εἶναι ἀδύνατον.

Δὲν δά πρέπει νά ἀπογοητευθῆτε ἐάν, παρ' ὅλ' αὐτὰ δὲν εὑρετε τὴν ἀπάντησιν εἰς τὸ βασικόν ἐρώτημα «Τί εἶναι Φῶς», καὶ τοῦτο διότι πολλοὶ ἐπιστήμονες ἀκόμη ἔρευνοῦν διὰ νά δώσουν μίαν πλήρη ἀπάντησιν εἰς τὸ ἐρώτημα αὐτό.

ΕΔΑΦΙΟΝ 44. Ἡ φύσις καὶ ἡ ταχύτης τοῦ φωτός.

ΤΙ ΚΑΜΝΕΙ ΟΡΑΤΑ ΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ. Βλέπομεν τὰ διάφορα ἀντικείμενα λόγῳ τοῦ φωτός, τὸ ὁποῖον στέλλουν αὐτὰ εἰς τὸν ὀφθαλμόν μας. Δὲν δυνάμεθα νά ἴδωμεν τὸ φῶς, αὐτὸ καθ' ἑαυτό. Ἡ φωτεινὴ δέσμη, τὴν ὁποίαν βλέπομεν ἐντὸς τῶν αἰθουσῶν τῶν κινηματογράφων, ἢ προερχομένη ἀπὸ τὰ διάφορα μηχανήματα προβολῆς καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς οἰθῆνης, γίνεται ὄρατὴ, μόνον λόγῳ τῶν ἀνακλάσεων τοῦ φωτός ἐπὶ τῶν μορίων τῆς σκόνης, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Αἱ εἰκόνες ἐπὶ τῆς οἰθῆνης εἶναι ὄραταί, διότι τὸ φῶς ἀνακλάται ἐπ' αὐτῆς καὶ ὀδεύει πρὸς τὸν ὀφθαλμόν μας. Τὰ σώματα τὰ ὁποῖα ἐκπέμπουν ἀφ' ἑαυτῶν φωτεινὰς ἀκτίνας, ἢ ἄλλως φῶς, καλοῦνται ἀπόφωτα σώματα. Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα δὲν ἐκπέμπουν ἀφ' ἑαυτῶν φωτεινὰς ἀκτίνας, ἀλλὰ ἀνακλοῦν τὰς προσπίπτουσας ἐπ' αὐτῶν ἀκτίνας, καλοῦνται ἐτερόφωτα, καὶ εἶναι ὄρατά, ἀκριβῶς διότι τὸ φῶς ἀνακλάται ἐπ' αὐτῶν. Ὅταν φωτειναὶ ἀκτίνες προσπίπτουν ἐπὶ ἐ-

νὸς σώματος εἴτε θὰ διέλθουν δι' αὐτοῦ, εἴτε θὰ ἀπορροφηθοῦν ἐντὸς τοῦ σώματος, εἴτε θὰ ἀνακλασθοῦν ἀπὸ τὸ σῶμα. Τὰ σώματα ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουν κατὰ τὸ πλεῖστον, εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας νά διέλθουν δι' αὐτῶν, ὡς εἶναι ἡ ὕαλος καὶ τὸ ὕδωρ, καλοῦνται διαφανῆ σώματα. Ταῦτα ὅμως ἀνακλοῦν καὶ ἔνα ποσοστὸν τῶν προσπιπτουσῶν ἐπ' αὐτῶν ἀκτίνων, διότι ἄλλως, θὰ ἦσαν ἀόρατα. Τὰ σώματα ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα διαχέουν τὰς προσπίπτουσας ἐπ' αὐτῶν ἀκτίνας, εἰς τρόπον ὅστε νά μὴ εἶναι δυνατόν νά βλέπωμεν εὐκρινῶς, διὰ μέσου αὐτῶν, καλοῦνται ἡμιδιαφανῆ σώματα. Τέλος, τὰ διαφανῆ σώματα δὲν ἐπιτρέπουσιν εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας νά διέλθουν δι' αὐτῶν εἶναι δὲ αὐτὰ, τὰ περισσότερον ἐν τῇ φύσει συναντώμενα· ἀπορροφούν ἢ ἀνακλοῦν ὅλον τὸ ποσὸν τῆς φωτεινῆς ἐνεργείας, ἢ ὁποῖα προσπίπτει ἐπ' αὐτῶν. Καλῶς ἐστιλβωμένα μέταλλα ἀνακλοῦν περίπου τὸ 90% τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν ἐπ' αὐτῶν, καὶ ὡς ἐκ τού-

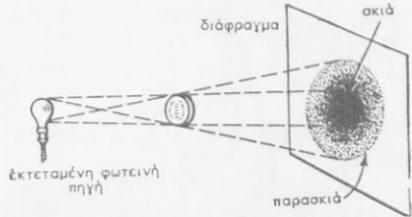


Σχ. 44-1. Σκιά δημιουργουμένη υπό φωτεινού σημείου.

του χρησιμοποιούνται δια την κατασκευήν κατόπτρων.

ΣΚΙΑΙ ΚΑΙ ΕΚΛΕΪΦΕΙΣ. Αί σκιάι, αί όποιαι δημιουργούνται ύφ' όλων των σωμάτων, καταδεικνύουν ότι τό φώς δια δίδεται εύθυγράμμως. Έάν θέλωμεν νά έξακριβώσωμεν κατά πόσον αί άκμαι ένός άντικειμένου είναι πράγματι εύθεια τās συγκρίνομεν πρός δέσμην φωτεινών άκτίων. Αί διάφοροι μετρήσεις δια την κατασκευήν δρόμων, δια τās θεμελιώσεις κτιρίων κ.λ.π., έξαρτώνται και βασίζονται επί τής συγκρίσεως αυτών με τās φωτεινάς άκτίνας. Μία φωτεινή άκτίς είναι πάντοτε εύθεια και έξακολουθεί νά είναι, έφ' όσον εύρίσκεται έντός του αυτού μέσου.

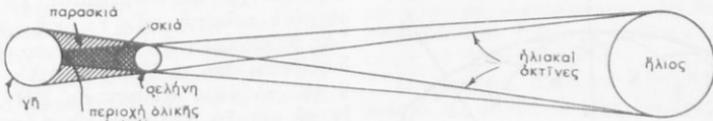
Έπειδή αί φωτεινάί άκτίνες, διαδίδονται εις τό αυτό μέσον πάντοτε εύθυγράμμως, είναι φανερόν ότι, εάν εις την πορείαν των φωτεινών άκτίων, των έξεπιπεπόμενων υπό φωτεινής πηγής, παρεμβληθή άδιαφανές σώμα, θά σχηματισθή όπισθεν αυτού περιογή, έντός τής όποίας



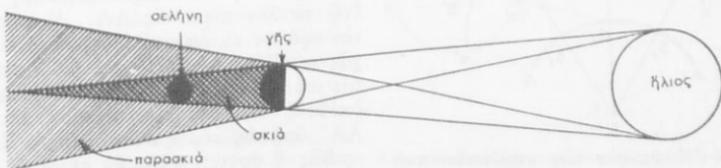
Σχ. 44-2. Έμφάνις τής παρασκιάς περίξ τής σκιάς λόγω τής έκτεταμένης φωτεινής πηγής.

δέν θά εισχωρή φώς, ό δέ χώρος ούτος καλείται σκιά. "Όταν ή φωτεινή πηγή (σχήμα 44-1) άποτελήται από φωτεινόν σημείον ή σκιά του σκιερού σώματος, ή σχηματιζομένη επί διαφράγματος κειμένου όπισθεν αυτού, χωρίζεται σαφώς από του ύπολοίπου φωτεινού χώρου. "Όταν όμως ή φωτεινή πηγή δέν άποτελή φωτεινόν σημείον, αλλά έχη διαστάσεις ώς έμφαίνεται εις τό σχήμα 44-2, είναι όμως μικρότερα του σκιερού σώματος, έχομεν έκτός τής κυρίως σκιάς και την παρασκιάν, εις την όποιαν ό φωτισμός αυξάνεται βαθμιαίως από τής σκιάς μέχρι του τελειώς φωτεινού χώρου. "Ός εκ τούτου, ή σκιά δέν έχει σαφή όρια λόγω τής περιβαλλούσης αυτήν παρασκιάς. Η παρασκιά σχηματίζεται διότι ή περιογή αυτής δέχεται φώς μόνον από όρισμένας περιοχάς τής φωτεινής πηγής.

Τό σχήμα 44-3 δεικνύει την θέσιν του



Σχ. 44-3. Έκλειψις Ηλίου.



Σχ. 44-4. Έκλειψις Σελήνης.



Σχ. 44-5. Ο Christian Huygens, το 1678, εξηγεί εις τόν Λουδοβίκον 14ον τήν κυματικήν θεωρίαν τοῦ φωτός, μίαν θεωρίαν, ἡ ὁποία ἔγινεν ἡ βάση τῆς νεώτερας ὀπτικῆς ἐπιστήμης.

ἡλίου, τῆς γῆς, καί τῆς σελήνης κατά τήν διάρκειαν ἡλιακῆς ἐκλείψεως. Λόγω ὅμως τῆς σμικρότητος τῆς σελήνης, ἐπὶ τῆς γῆς σχηματίζεται κυκλική σκιά διαμέτρου ὀλίγων χιλιομέτρων, καί μόνον ἡ περιοχὴ αὕτη τῆς γῆς εὐρίσκεται εἰς σκότος, μόνον δὲ οἱ κάτοικοι τῆς περιοχῆς ταύτης βλέπουν ὀλίγην ἐκλείψιν, διότι δὲν εἰσχωροῦν

ἡλιακαὶ ἀκτίνες ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς σελήνης. Εἰς τὴν περιοχὴν, ἡ ὁποία σημειοῦται διὰ παρασκιάς, μέρος τοῦ ἡλίου θὰ παραμένῃ ὄρατον κατὰ τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὅποιον ἡ σελήνη διέρχεται ἔμπροσθεν αὐτοῦ, καὶ οἱ κάτοικοι τῆς περιοχῆς αὐτῆς θὰ βλέπουν μόνον μερικὴν ἐκλείψιν.

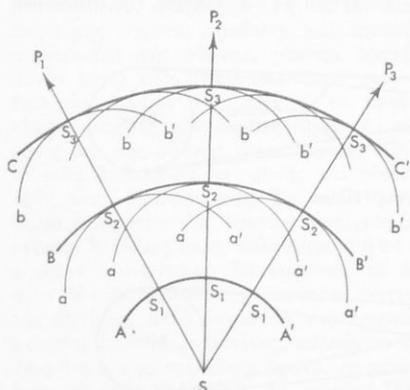
Τὸ σχῆμα 44-4 δεικνύει τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην κατὰ τὴν διάρκειαν ἐκλείψεως. Ἐκλείψις σελήνης λαμβάνει χώραν, ὅταν αὕτη εἰσχωρῇ ἐντὸς τοῦ σκιεροῦ κώνου τῆς γῆς. Λόγω τοῦ ὅτι αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες διαδίδονται εὐθυγραμμῶς τὸ σχῆμα τῆς γῆς ἀποτυπῶται ἐπὶ τῆς σελήνης, καθὼς ἡ σκιά τῆς γῆς κινεῖται ἐπ' αὐτῆς. Αὕτη ἡ παρατήρησις ἦτο μία ἐκ τῶν πρώτων ἀποδείξεων ὅτι ἡ γῆ εἶναι στρογγύλη.

Ἡ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΤΜΑΝΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

Ἡ πρώτη σοβαρὰ προσπάθεια διὰ νὰ ἐξηγηθῇ ἡ φύσις τοῦ φωτός, ὡς κυματικὸν φαινόμενον, ἐγένετο τὸ 1678 ὑπὸ τοῦ Huygens, ἐνὸς Δανοῦ φυσικοῦ. Ὁ Huygens εἰς τὴν ἐποχὴν τῆς διαμορφώσεως τῆς θεωρίας τῶν κυμάτων, ἐδέχθη τὴν ὑπαρξιν ἐνὸς μέσου ἐντὸς τοῦ ὁποίου τὸ φῶς διαδίδεται, ὡς ἀκριβῶς ὁ ἤχος διαδίδεται ἐντὸς τοῦ ἀέρος.

Τὸ σχῆμα 44-6 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὅποιον ὁ Huygens ἐνόμιζε ὅτι διαχέονται τὰ φωτεινὰ κύματα. Τὸ Σ παριστᾷ τὸ σημεῖον ἀπὸ τοῦ ὁποίου ἐκπέμπονται τὰ κύματα μονίμως καὶ κατὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα. Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται φωτεινὴ πηγὴ. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐντὸς 1 sec τὸ κύμα διαδίδεται ἀπὸ τὸ F εἰς τὸ AA'. Ἐντὸς 2 sec τὸ κύμα φθάσει εἰς BB', ἀλλὰ ἐν τῷ μεταξύ, ἕνα νέον κύμα ἔχει ξεκινήσει ἀπὸ τὸ Σ καὶ ἔχει φθάσει εἰς αΑ.

Ἐντὸς 3 sec τὸ πρῶτον κύμα ἔχει φθάσει εἰς CC', τὸ δεύτερον κύμα εἰς BB', ἐνῶ τὸ 3ον κύμα εἰς AA'. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ κύματα διαχέονται εἰς τὸν ἄνωρον. Τὰ AA' BB' καὶ CC' καλοῦνται μέτωπα κύματος. Ὁ Huygens ὑπέθετε ὅτι, ἕκαστον σημεῖον ἐπὶ τῆς AA' ὁρᾷ ὡς νέα φωτεινὴ πηγὴ. Ὡς ἀκριβῶς ἡ ἀρχικὴ φωτεινὴ πηγὴ S, οὕτως καὶ ἕκαστον σημεῖον τῆς AA' ἐκπέμπει



Σχ. 44-6. Ἡ θεωρία τῶν κυμάτων τοῦ φωτός.

κύματα, τὰ ὁποῖα δεικνύονται εἰς τὸ σχῆμα 44-6 ὡς αα'. Τὰ μικρὰ αὐτὰ κύματα ἀλληλοεξουδετερώνονται εἰς ὁλιανδήποτε ἄλλην θέσιν, ἐκτὸς ἐκείνων τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ BB'. Ὅμοίως ἕκαστον σημεῖον τοῦ BB' γίνεται μικρὰ φωτεινὴ πηγὴ, ἢ ὁποῖα ἐκπέμπει νέα κύματα, τὰ ὁποῖα σημειοῦνται διὰ bb'.

Ταῦτα ἐξουδετερώνονται μεταξύ των, ἐκτὸς ἐκείνων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐπὶ καὶ CC' δημιουργεῖ ἕνα νέον κύμα ἐμνέον σχηματίζομενον κύμα, ὡς τὸ BB' καὶ CC' δημιουργεῖ ἕνα νέον κύμα ἐμπροσθεν αὐτοῦ κ.ο.κ. Ἡ διεύθυνσις τῶν κυμάτων εἶναι πάντοτε κάθετος ἐπὶ τῶν μετώπων τῶν κυμάτων αὐτῶν καὶ καλοῦνται ἀκτῖνες. Εἰς τὸ σχῆμα 44-6 αἱ SP₁ SP₂ καὶ SP₃ ἀποτελοῦν τρεῖς ἀκτῖνας. Ἡ θεωρία αὐτὴ τοῦ Huygens εἶναι πολὺ σημαντικὴ διὰ τὰ ἐξηγησόμενα διάφορα φαινόμενα τῶν κυματικῶν κινήσεων, ἀλλὰ ὄχι διὰ τὴν ἐξήγησιν τῆς φύσεως τοῦ φωτός. Ἡ ἀνωτέρω κυματικὴ θεωρία εἶναι γνωστὴ ὡς ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων τοῦ Huygens.

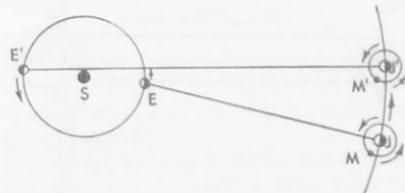
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ.

Ὁ πρῶτος, ὁ ὁποῖος προσεπάθησε νὰ μετρήσῃ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ἦτο ὁ Γαλιλαῖος. Οὗτος ἐμέτρησε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος. Ὁ Γαλιλαῖος καὶ ἕνας ἀπὸ τοὺς βοηθοὺς του, ἴσταντο εἰς ἀπόστασιν 1 km περίπου ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλον, κρατοῦντες ἀμφότεροι ἀπὸ ἕνα ἀναμμένο καὶ σκεπασμένον φανόν. Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἀπεκάλυπτε τὸν φανόν του, ὁ δὲ βοηθὸς του ἦτο ὑποχρεωμένος εὐθὺς ὡς ἔβλεπε τὴν λάμπην τοῦ φανοῦ τοῦ Γαλιλαίου, νὰ ἀποκαλύπτῃ καὶ τὸν ἰδικόν του φανόν. Ὁ Γαλιλαῖος ἐμέτρησε τὸν χρόνον μεταξύ τῆς λάμπσεως τοῦ ἰδικοῦ του φανοῦ καὶ τῆς λάμπσεως τοῦ φανοῦ τοῦ βοηθοῦ του. Λαμβάνων ὑπ' ὄψιν του καὶ τὰς διαφορὰς ἀντιδράσεις τοῦ νευρικοῦ του συστήματος, ὁ Γαλιλαῖος ἐπανελάβε τὸ πείραμα πολλάκις καὶ εἰς διαφορὰς ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν βοηθόν του. Παρατήρησε ὅτι, ἀνεξαρτήτως τῆς μεταξύ αὐτοῦ καὶ τοῦ βοηθοῦ τοῦ ἀποστάσεως, ὁ χρόνος μεταξύ τῶν λάμπσεων τῶν δύο φανῶν ἦτο περίπου ὁ αὐτός.

Η ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ROEMER. Ἡ πρώτη ἐπιτυχὴς μέθοδος τῆς μετρήσεως διαδόσεως τοῦ φωτός ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Δανοῦ Ἀστρονόμου Roemer.

Ὡς γνωστόν, ὁ πλανήτης Ζεὺς ἔχει ἔνδεκα δορυφόρους ὁ ὁποῖοι περιστρέφονται περὶ αὐτοῦ, ὡς ἡ σελήνη περὶ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῶν δορυφόρων περὶ τὸν Δία συμπίπτει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς καὶ τοῦ Διὸς περὶ τὸν Ἥλιον, ὁ κάθετος ἐνας δορυφόρος ὑφίσταται ἐκλείψεις, ὁσάκις διέρχεται διὰ τῆς τροχιάς τοῦ Διὸς, καὶ ἡ ὁποῖα πραγματοποιεῖται ἀπαξ καθ' ἑκάστην περιστροφὴν τῶν δορυφόρων περὶ τὸν Δία. Ἄς θεωρήσωμεν ὅτι εἰς τὸ σχῆμα 44-7 F παριστᾷ τὸν ἥλιον E καὶ J τὰς θέσεις τῆς Γῆς καὶ Διὸς, καὶ E' καὶ J' τὰς θέσεις αὐτῶν μετὰ πάροδον 6 μηνῶν. Συμφάνως πρὸς τὰς παρατηρήσεις τοῦ Roemer, ὁ ὁποῖος καθώρισε τὴν περίοδον τῆς ἐκλείψεως τοῦ πρώτου δορυφόρου, διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ χρόνου τῆς ἐκστάσεως ἐξόδου αὐτοῦ ἀπὸ τὴν σκιάν τοῦ πλανήτου, ἡ περίοδος τῶν ἐκλείψεων, ἦτοι ὁ χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων εἶναι περίπου 42,5 ὧραι, ὅταν ἡ γῆ E εὐρίσκειται εἰς τὴν πλησιεστέραν θέσιν πρὸς τὸν πλανήτην J. Ἀκολούθως ὁ Roemer εὗρε διὰ παρατηρήσεως, ὅτι τὸ ἀνωτέρω χρονικὸν διάστημα βαίνει αὐξανόμενον ἐφ' ὅσον ἡ γῆ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ πλανήτου καὶ μάλιστα εὗρεν ὅτι, μετὰ 6 μηνῶν, ὅτε ἡ γῆ εὐρίσκειται εἰς E' καὶ ὁ Ζεὺς εἰς J', τὸ ἀνωτέρω χρονικὸν διάστημα εἶναι μεγαλύτερον κατὰ 16 min καὶ 32 sec ἢ ὅταν ἡ γῆ καὶ ὁ Ζεὺς εὐρίσκοντο εἰς τὰ θέσεις E καὶ J.

Ὁ Roemer ἀπέδωσε τὴν διαφορὰν ταύτην εἰς τὸ ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται ὑπὸ



Σχ. 44-7. Μέθοδος Roemer μετρήσεως τῆς ταχύτητος διαδόσεως τοῦ φωτός.

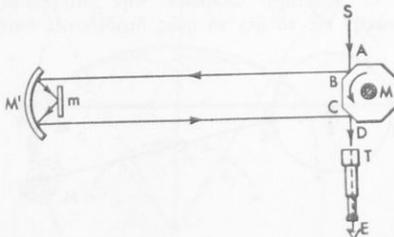
πεπερασμένη ταχύτητα και ότι, όταν ή Γη εφύσκειται εις Ε' και ο Ζεύς εις J' το φῶς ἔχει νὰ διανύσῃ ἐπὶ πλέον τὴν ἀπόστασιν Ε' J', ἢ ὅποια ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἰσοῦται πρὸς τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον. Ἐὰν λάθωμεν ὡς μέσῃ ἀπόστασιν τῆς γῆς ἀπὸ τὸν ἥλιον 150.000.000 km συνάγομεν ὅτι τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 300.000.000 km χρειάζεται μόνον 16 λεπτά καὶ 32 δευτερόλεπτα· ἐπομένως ἀπὸ τὰ στοιχεῖα ταῦτα, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός C, ἢ ὅποια εὐρίσκειται κατὰ μέσον ὄρον ἴση πρὸς 300.000 km/sec.

ΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ MICHELSON. Ὁρισμέναι, ἀπὸ τὰς πλέον ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, ἐγένοντο ὑπὸ τοῦ καθηγητοῦ Albert O. Michelson, τοῦ γνωστοῦ Ἀμερικανοῦ φυσικοῦ. Αἱ μετρήσεις τοῦ καθηγητοῦ Michelson ἐγένοντο μὲ καταλαμπτικὴν ἀκρίβειαν. Αἱ τελευταῖαι δὲ μετρήσεις του, τὰς ὁποίας ἔκαμε ὀλίγον πρὶν ἀποθάνῃ τὸ 1931, πιστεύεται ὅτι εἶναι τὸσον ἀκριβεῖς, ὥστε τὸ σφάλμα τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός δὲν εἶναι μεγαλύτερον τῶν 3 ἑκατοντάκις χιλιοστών. Ἡ μέθοδος τοῦ καθηγητοῦ Michelson δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 44-8. Τὸ φῶς ἀπὸ τὴν φωτεινὴν πηγὴν S πῖπται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας A B, ἐνὸς ὀκταεδρικοῦ κατόπτρου M, καὶ ἀνακλάται, προσπίπτον ἐπὶ ἐνὸς δευτέρου κατόπτρου M', τὸ ὁποῖον εὐρίσκειται εἰς δοθεῖσαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ ὀκταεδρικὸν κατόπτρον M. Ἀφοῦ ἀνακλασθῆ ἐπὶ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου M', τὸ φῶς ἐπιστρέ-

φει ἐπὶ παραλλήλῳ τροχιάς καὶ προσπίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας CD τοῦ κατόπτρου M ὅπου καὶ ἀνακλάται προσπίπτον εἰς τὸ τηλεσκόπιον T καὶ προσβάλλον οὕτω, τὸν ὀφθαλμὸν μᾶς E.

Ἐὰν τὸ κατόπτρον M περιστρέφεται μὲ κατάλληλον γωνιακὴν ταχύτητα, τότε ἡ ἀνακλωμένη ἀπὸ τὸ κατόπτρον M' φωτεινὴ ἀκτίς, θὰ προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου M, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια BC ἔχει λάβει τὴν θέσιν τῆς προηγουμένης ἐπιφανείας CD, οὕτως ὥστε, ἡ φωτεινὴ ἀκτίς θὰ προσβάλλῃ τὸν ὀφθαλμὸν μᾶς E.

Τὰ τὸς συνθήκας αὐτάς, ἡ φωτεινὴ ἀκτίς διήνυσε τὴν διπλὴν ἀπόστασιν ἀπὸ M' εἰς M, ἐνῶ τὸ ὀκταεδρικὸν κατόπτρον περιστράφη κατά $\frac{1}{8}$ περιστροφῆς. Γνωρίζοντες τὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν περιστρεφόμενου κατόπτρου, καὶ τοῦ M', καθὼς καὶ τὸν χρόνον, τὸν ἀπαιτούμενον διὰ μία πλήρη περιστροφήν τοῦ ὀκταεδρικοῦ κατόπτρου, εἰμένα εἰς θέσιν νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Μεταξὺ τῶν ἐτῶν 1924 καὶ 1931 ὁ καθηγητὴς Michelson ἐξετέλεσε πολλὰς τοιαύτας μετρήσεις, εἰς διάφορα σημεῖα τῆς γῆς, εὐρίσκόμενα εἰς διαφορητικὰς ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν, κατέληξε δὲ εἰς τὸ συμπέρασμα κατόπιν 1000 περιῶν παρατηρήσεων, ὅτι ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ φωτός εἶναι 297796 km/sec. Ἐπίσης παρητήρησεν ὅτι, ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀῆρ ἐπιδρᾷ κάπως ἀνασταλτικῶς, εἰς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, προσδιώρισε δὲ, ὅτι ἡ ταχύτης διαδόσεως αὐτοῦ, ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας, εἶναι περίπου κατὰ 67 km/sec μικρότερα ἀπὸ ὅση εἶναι εἰς τὸ κενόν. Ἀπὸ τὴν ἐποχὴν τοῦ καθηγητοῦ Michelson, ἔχουν γίνεαι περισσότερον ἀκριβεῖς μετρήσεις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, αἱ ὁποῖαι ὅμως, ἐχρησιμοποίησαν τὰ βραχεῖα ραδιοφωνικὰ κύματα, καὶ τοῦτο διότι τὰ φωτεινὰ κύματα καὶ τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα εἰς τὸ κενόν. Ἡμεῖς ὁμῶς δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιώμεν μὲ ἱκανοποιητικὴν ἀκρίβειαν ὡς ταχύτητα τοῦ φωτός τὴν τιμὴν τῶν 300.000 km/sec.



Σχ. 44-8. Ἡ μέθοδος τοῦ Michelson διὰ τὴν μέτρησην τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Αὐτόφωνα σώματα

Διαφανῆ

Ἡμιδιαφανῆ

Ἄδιαφανῆ

Σκιὰ

Παρασκιὰ

Ἐκλείψεις

Ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων τοῦ Huygens

Ἡ ἀστρονομικὴ μέθοδος Roemer

Αἱ μετρήσεις τοῦ Michelson διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί βλέπομεν τὰ ἀντικείμενα;
2. Εἶναι τὸ φῶς αὐτὸ καθ' ἑαυτὸ ὄρατόν; Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.
3. Προσδιορίσατε τὴν διαφορὰν μεταξύ διαφανῶν, ἡμιδιαφανῶν καὶ ἀδιαφανῶν σωμάτων.
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες σκιὰ καὶ παρασκιὰ;
5. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον λαμβάνουν χώραν αἱ ἐκλείψεις τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης.
6. Ποία ἦτο ἡ θεωρία τοῦ Huygens περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός;
7. Σχηματίσατε ἐν διάγραμμα ἠρησιοποιούντες τὴν ἀρχὴν τοῦ Huygens, διὰ νὰ ἐξηγήσετε τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον σχηματίζονται τὰ κύματα τῆς θεωρίας του.
8. Μὲ τὴν βοήθειαν διαγράμματος ἐξηγήσατε τὴν μέθοδον τοῦ Roemer πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.
9. Ποία εἶναι ἡ τιμὴ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός;
10. Μὲ τὴν βοήθειαν διαγράμματος ἐξηγήσατε τὴν μέθοδον τοῦ Michelson.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

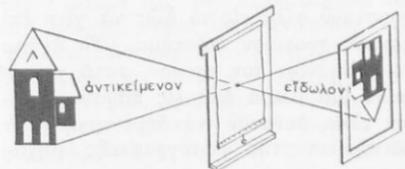
1. Εἶναι δυνατόν μία κοκκουβάγια νὰ βλέπη εἰς ἀπολύτως σκοτεινὸν ἴσθμον;
2. Κατὰ ποῖον τρόπον συγκρίνεται τὸ μέγεθος ἐνὸς ἀεροπλάνου πρὸς τὸ μέγεθος τῆς σκιᾶς του ἐπὶ τοῦ ἐδάφους;
3. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν τὰ σωματίδια τῆς σκόνης, τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν ἐντὸς δωματίου νὰ γίνουν ὄρατά;
4. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἡλιακῆς ἐκλείψεως, κατὰ τὸν ὁποῖον ὁμοιάζει ὡς

στρογγύλη σκιὰ διέρχεται ἔμπροσθεν τοῦ ἡλίου. Ἀποτελεῖ τοῦτο ἀπόδειξιν ὅτι ἡ γῆ εἶναι στρογγύλη;

5. Διὰ τί ἐδορυβούντο οἱ Ἀρχαῖοι ὅταν ἐλάμβανε χώραν ἐκλείψεις;
6. Θὰ εἶναι διαφορετικὸς ὁ χρόνος, κατὰ τὸν ὁποῖον ἕνας δορυφόρος τοῦ Διὸς ἐκτελεῖ μίαν πλήρη περιστροφὴν περὶξ αὐτοῦ, ἐὰν τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρηθῇ ἀπὸ τὴν θέσιν E τῆς γῆς τοῦ σχήματος 44-7, παρὰ ἀπὸ τὴν θέσιν αὐτῆς εἰς E'; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
7. Ἐξηγήσατε διὰ τί γεγονότα, τὰ ὁποῖα λαμβάνουν χώραν ἐπὶ τῆς γῆς, θὰ παρουσιασθοῦν ἀργότερον εἰς ἕνα παρατηρητὴν, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ πλανήτου Ἄρεως, καὶ εἶναι ἐφωτισμένος μὲ ἐν γιγαντιαῖον τηλεσκόπιον, παρὰ εἰς ἕνα παρατηρητὴν ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς γῆς;
8. Ἐὰν δὲν ὑπῆρχον λάθῃ, οὔτε εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Roemer, οὔτε εἰς τὰς παρατηρήσεις τοῦ Michelson, περὶ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, θὰ ὠδηγοῦσαν αἱ δύο αὗται μέθοδοι εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΜΙΑ ΠΡΟΧΕΙΡΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ. Ἐὰν εἶναι εὐκόλουν νὰ ἐξασφαλίσαιε μίαν πλάκα ἐσφυριδω-

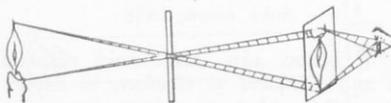


Σχ. 44—9. Τὸ εἶδωλον σχηματίζεται ὑπὸ μιᾶς πολὺ μικρᾶς ὀπῆς.

μῆνης ὄαλου, τότε εἶναι πολὺ εὐκόλουν νὰ παρατηρήσαιε τὸ εἶδωλον, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ προχείρου φωτογραφικῆς μηχανῆς.

Διὰ τὴν πρόχειρον αὐτὴν φωτογραφικὴν μηχανὴν ἀπαιτεῖται ἕνας χάρτινος σωλὴν διαμέτρου 5 ἕως 7,5 cm καὶ μήκους 15 - 30 cm. Κλείσατε τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλήνος, δι' ἐνὸς δευτέρου τεμαχίου

χαρτονίου, εις τρόπον ὥστε ἡ σὺνδεσις τῶν δύο τούτων τεμαχίων νὰ γίνῃ ὅσον τὸ δυνατόν καλλιτέρα, οὕτως ὥστε νὰ εἶναι ἀδύνατον νὰ διέλθῃ ἀπὸ τὴν ἔνωσιν τῶν δύο χαρτονίων, φῶς. Εἰς τὸ μέσον τοῦ χαρτονίου τούτου, τὸ ὁποῖον δύνανται νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς ὁ πυθμὴν τοῦ σωλή-
νος, σχηματίζομεν διὰ λεπτῆς βελόνης μίαν πολὺ μικρὰν ὀπῆν, ἐνῶ, εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλήνος τοποθετοῦ-
μεν τὴν πλάκα τῆς ἐσυριδωμένης ὑά-
λου. Στρέφομεν τὸν τοιοῦτοτρόπως σχη-
τισθέντα κύλινδρον οὕτως ὥστε ἡ ἐκ
χαρτονίου ἀποτελουμένη θάσις του, νὰ
εὐρίσκειται ἀπέναντι ἐνὸς ἐντόνωσ φωτι-
ζομένου σώματος, ὁπότε παρατηροῦμεν
ὅτι ἐπὶ τῆς ἐσυριδωμένης ὑαλίνης πλα-
κῆς σχηματίζεται τὸ ἀνεστραμμένον τοῦ
σώματος αὐτοῦ εἶδωλον. Τὸ εἶδωλον τοῦ
ἀντικειμένου τούτου, θὰ εἶναι ὁποσδήποτε
εὐκρινές, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἀ-
πόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὴν πρόχειρον φω-
τογραφικὴν μηχανήν. Τὸ τοιοῦτοτρόπως
σχηματιζόμενον εἶδωλον, ἀποδεικνύει πε-
ριτρώως ὅτι, αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες διαδι-
δονται ἐνθυγράμμως. Ἐὰν τοποθετήσω-
μεν ἕνα πραγματικὸν φωτογραφικὸν
φίλμ, ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου, εἰς τὸν ὁ-
ποῖον νὰ ὑπάρχῃ μία μικρὰ ὀπῆ ἀκριβῶς
ἀπέναντι ἀπὸ αὐτὸ πραγματικὰ φωτο-
γραφία θὰ ἀποτυπωθῶν ἐπ' αὐτοῦ.
Ἐπειδὴ ἡ μικρὰ αὐτὴ ὀπῆ ἐπιτρέπει εἰς
πολὺ ὀλίγον φῶς νὰ διέλθῃ διὰ μέσου
αὐτῆς, θὰ πρέπει ἡ ἔκθεσις τοῦ φωτο-
γραφικοῦ φίλμ εἰς τὸ φῶς νὰ γίνῃ ἐπὶ
μακρὸν χρονικὸν διάστημα. Τὸ σχῆμα
44-9 δεικνύει τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁ-
ποῖον μία μικρὰ ὀπῆ εἰς παραθυρόφυλ-
λον εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργήσῃ τὸ
φαινόμενον τῆς φωτογραφικῆς μηχαν-



Σχ. 44-10. Αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες διερχόμεναι
διὰ μέσου μίας μικρᾶς ὀπῆς σχηματίζουν ἐν
ἀνεστραμμένον εἶδωλον.

νης, ἐὰν καὶ ἐφ' ὅσον, ἐντὸς τοῦ δωμα-
τίου δὲν ὑπάρχει φωτεινὴ πηγή. Τὸ
φαινόμενον ἀποτυπώθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

σχῆμα 44-10 δεικνύει τὴν τροχίαν τοῦ
φωτός, ἡ ὁποία ἀκολουθεῖται ἀπὸ δύο
φωτεινὰ σημεῖα ἀντικειμένου διὰ μέσου
τῆς μικρᾶς ὀπῆς. Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἡ
ὁποία ἐκπέμπεται ἀπὸ κάθε σημείου τοῦ
φωτεινοῦ ἀντικειμένου, ἀποκλίνει πολὺ
ὀλίγον κατὰ τὴν διέλευσίν της, διὰ μέ-
σου τῆς μικρᾶς ὀπῆς καὶ τοιοῦτοτρόπως
ἔκαστον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου ἀπο-
τυπύται ὡς σημεῖον τοῦ εἰδώλου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

- Ἐὰν αἴφνης ὁ ἥλιος κατεστρέφετο
ἐπὶ πόσον χρονικὸν διάστημα θὰ ἐ-
φαίνετο εἰς ἡμᾶς ὅτι οὗτος ἐξακο-
λουθεῖ νὰ φωτοβολῇ;
- Φωτεινὴ ἀκτίς, ἡ ὁποία ἔφυγε ἀπὸ
τὸν πλανήτην Ἄφροδίτη τὸ 1893
ἔθεσεν εἰς λειτουργίαν ἕνα φωτοηλε-
κτρικὸν κύτταρον, τὸ ὁποῖον ἦνα-
ψε τὰ φῶτα τῆς ἐκθέσεως τοῦ Σι-
κάγου τὸ 1933. Ποία ἡ ἀπόστασις
μεταξὺ τοῦ ἀστέρος αὐτοῦ καὶ τῆς
γῆς;
- Τὰ ραντάρ χρησιμοποιοῦνται διὰ νὰ
στέλλουν ραδιοφωνικὰ κύματα πρὸς
τὴν Σελήνην καὶ νὰ καταγράφουν
τὴν ἐπιστρέφουσαν ἠχώ τῶν σημά-
των. Τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα δια-
δίδονται μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φω-
τός. Πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται διὰ
ἕνα τοιοῦτον κύμα, διὰ νὰ φθάσῃ
εἰς τὴν Σελήνην καὶ νὰ ἐπιστρέψῃ;
Ἡ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἀπὸ τὴν
Γῆν εἶναι 386000 km.
- Τὸ διάφραγμα φωτογραφικῆς μη-
χανῆς εὐρίσκειται εἰς ἀπόστασιν 48
ft ἀπὸ κτερίον ὕψους 24 ft. Ἐὰν ἡ
πλάξ τῆς φωτογραφίας εὐρίσκειται
εἰς ἀπόστασιν 12 in ἀπὸ τὸ διά-
φραγμα τῆς φωτογραφικῆς μηχαν-
ῆς, ποῖον θὰ εἶναι τὸ ὕψος τοῦ εἰ-
δώλου τοῦ κτερίου τούτου;
- Αἱ ἥλιακαὶ ἀκτίνες φθάνουν εἰς
τὸν πλανήτην Πλούτωνα, ὁ ὁποῖος
εἶναι καὶ ὁ πλέον ἀπομακρυσμέ-
νος πλανήτης, μετὰ πάροδον χρό-
νου 5,5 h. Ποία ἡ ἀπόστασις μετα-
ξὺ τούτου καὶ τοῦ ἡλίου;
- Ἐὰν ἦτο δυνατόν εἰς ἕν ραδιοφω-
νικὸν σήμα νὰ ἐκπέμπεται ἀπὸ τὸν ἡλίον

κόν κύμα να διαδοθῆ περίξ τῆς γῆς πόσος χρόνος θ' ἀπαιτεῖτο ἵνα τοῦτο διαγράψῃ τροχιάν περίξ τῆς γῆς εἰς τόν Ἰσημερινόν; Ἡ ἀκτίς τῆς γῆς θεωρεῖται ἴση πρὸς 6440 km.

7. Ὁ πλανῆτης Ποσειδῶν εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν περίπου 4500000000 km, ἀπὸ τὸν ἥλιον καὶ ὁ πλανῆτης Οὐρανὸς 2900000 km. Ὄταν οἱ δύο οὗτοι πλανῆται εὐρίσκωνται ὁ ἕνας ἀπέναντι τοῦ ἄλλου ἐκατέρωθεν τοῦ ἡλίου, πόσος ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος ἵνα φωτεινὴ ἀκτίς φθάσῃ ἀπὸ τὸν ἕνα πλανῆτην εἰς τὸν δεύτερον;

B

8. Ὁ πλησιέστερος ἀπλανῆς ἀστήρ, εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν ἥλιον ἴσην πρὸς 4 ἔτη φωτός. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ κατὰ προσέγγισιν ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀπλανοῦς τούτου ἀπὸ τὸν ἥλιον, εἰς ἑκατομμύρια χιλιόμετρα (1 ἔτος φωτός ἴσουςτὰ πρὸς τὴν ἀπόστασιν ἐκείνην τὴν ὁποίαν διανύει φωτεινὴ ἀκτίς εἰς χρόνον 1 ἔτους).

9. Εἰς πείραμα παρεμφερές πρὸς τοῦ Michelson (Βλέπε σχῆμα 44-8) φωτεινὴ ἀκτίς ἐκάλυπεν ἀπόστασιν 19 km, ἀφοῦ ἀνεκλάσθη ἐπὶ σφαιρικοῦ κατόπτρου παραλλήλως πρὸς τὴν τροχιάν αὐτῆς καὶ προσέπεσεν ἐπὶ δεκαεξαεδρικοῦ κατόπτρου. Ὄταν τὸ 16εδρικοῦν κατόπτρον περιστρέφεται μὲ ταχύτητα 30.000 RPM (στροφαὶ ἀνά λεπτὸν) αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες ἐμφανίζονται καὶ πάλιν. Ποία ἡ ταχύτης διαδόσεως τοῦ φωτὸς βάσει τῶν ἀνωτέρω δεδομένων;
10. Ἀνθρωπὸς τις καθέται ἐντὸς αἰθούσης ἀκροάσεων καὶ εἰς ἀπόστασιν 33 m ἀπὸ τὴν σκηνὴν, ἀκούων ἐν κοινότερον τὸ ὁποῖον μεταδίδεται ταυτοχρόνως διὰ τοῦ ραδιοφώνου. Ἐτερος εὐρισκόμενος εἰς ἀπόστασιν 3.000 km ἀπολαμβάνει τὸ αὐτὸ πρόγραμμα καθήμενος εἰς ἀπόστασιν 3,3 m ἀπὸ τὴν συσκευὴν τοῦ ραδιοφώνου του. Ποῖος ἐκ τῶν δύο θὰ ἀκούῃ τὸ κοινόστον πρῶτος; Καὶ ὑπὸ ποίαν διαφορὰν χρόνου; (ὡς ταχύτης διαδόσεως τοῦ ἤχου νὰ ληφθῆ 330 m/sec).

ΕΔΑΦΙΟΝ 45. ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

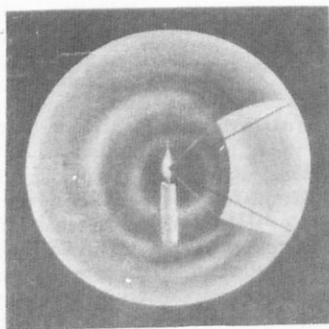
ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΠΗΓΑΙ.
Ἡ ἔντασις μὲ τὴν ὁποίαν φωτοβολεῖ ἕνας λαμπτήρ καθορίζεται ἐκάστοτε διὰ συγκρίσεως μὲ τὴν ἔντασιν τὴν ἐκπεπομένην ὑπὸ προτύπου φωτεινῆς πηγῆς. Αἱ πρότυποι φωτειναὶ πηγαί, ὅπως καὶ τὰ λοιπὰ πρότυπα μετρήσεων, φυλάσσονται εἰς τὰ ἐθνικὰ ἐργαστήρια προτύπων τῶν διαφόρων χωρῶν. Εἰς τὸ γραφεῖον προτύπων π.χ. τῆς Οὐάσιγκτον D.C. φυλάσσονται 45 λυχναὶ μὲ νήματα ἐξ ἀνθρακος, αἱ ὁποῖαι χρησιμεύουν διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς μονάδος τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως. Πράγματι, ἕνα τελείως ὠρισμένον κλάσμα τῆς ὀριζοντίου φωτεινῆς ἐντάσεως τῶν λαμπτήρων αὐτῶν λαμβάνεται σήμερον ὡς μονὰς τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως, καλεῖται δὲ Διεθνὲς κ η ρ ί ο ν. Τὸ Διεθνὲς κηρίον ἀναγνωρίζεται ὡς μονὰς φωτεινῆς ἰσχύος

εἰς τὰς Ἀγγλοσαξωνικὰς χώρας καὶ τὴν Γαλλίαν· εἰς τὰς περισσότερας ἄλλας χώρας, συμπεριλαμβανομένης τῆς Ἑλλάδος, ὡς μονὰς φωτεινῆς ἐντάσεως θεωρεῖται τὸ κ η ρ ί ο ν Hefner μὲ σύμβολον HK, ὀριζόμενον καὶ αὐτὸ κατὰ τρόπον ἀνάλογον μὲ τὸ διεθνὲς κηρίον, ὡς τιμῆμα δηλ. τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως εἰδικῆς συσκευῆς, τῆς λυχνίας Hefner λειτουργούσης ὑπὸ τελείως καθωρισμένης συνθήκας.

ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΙΣ. Ἡ φωτεινὴ ἔντασις ἑνὸς λαμπτήρος ἀποτελεῖ μέτρον τῆς ὑπὸ τοῦ λαμπτήρος ὑπὸ μορφὴν φωτὸς ἐκπεπομένης ἐνεργείας εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. Κατὰ συνέπειαν, τὸ ἀνωτέρω ὀρισθὲν κηρίον Hefner, ἢ καὶ τὸ Διεθνὲς κηρίον, εἰς τὴν πραγματικότητά μετροῦν τὴν φωτεινὴν ἐνεργείαν

τήν εκλεπτομένην ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς. Σημειώσατε τέλος, ὅτι ὅπως προκύπτει ἐκ τοῦ ὁρισμοῦ τῆς, ἡ φωτεινὴ ἔντασις δὲν εἶναι συνάρτησις τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας οὔτε τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν φωτεινὴν πηγὴν, ὅπως εἶναι ὁ φωτισμὸς (βλ. κατωτέρω σελ. 267). Ἡ φωτεινὴ ἔντασις εἶναι χαρακτηριστικὸν τῆς πηγῆς καὶ μόνον.

ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ, ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ, ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΙΣ. Τὸ φῶς, ὅπως ἡ θερμότης ἢ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, εἶναι μία μορφή ἐνεργείας. Κατὰ συνέπειαν τὸ ποσοῦν τοῦ εκλεπτομένου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου φωτός, εἶναι εἰς τὴν πραγματικότητά ἰσχύς. Ἐνίστε ὅμως ἀντὶ τοῦ ὅρου φωτεινῆ ἰσχύος χρησιμοποιοῦμεν τὸν ὅρον φωτεινὴ ροή, ἃν καὶ ἀναμφισβητήτως ὄχι κυριολεκτικόν, διὰ τὸ ὑποδηλώσωμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἐνέργεια, ῥεεῖ κατὰ τινὰ τρόπον ἀπὸ τὴν πηγὴν. Τοιοῦτοτρόπως λέγομεν συνήθως ὅτι 1 lumen εἶναι ἡ φωτεινὴ ροὴ ἢ παρεχόμενη ὑπὸ πηγῆς ἐντάσεως 1 Διεθνούς κηρίου καὶ ἡ ὁποία διέρχεται δι' ἐπιφανείας 1 m²



Σχ. 45—1. Τὸ Lumen.

ἐξ ἀποστάσεως 1 m ὑπὸ κάθετον πρόσπτωσιν ἀκτίνων, δηλ. διὰ τῆς μονάδος στερεᾶς γωνίας (βλ. σχῆμα 45-1). Διὰ τὴν πληρεστέραν ὅμως κατανόησιν τῆς φυσικῆς ἐννοίας θὰ πρέπει νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι εἰς τὴν πραγματικότητά τὸ lumen εἶναι ἡ ἀνὰ μονάδα στερεᾶς γωνίας φωτεινὴ ἰσχύς.

ὑπὸ πηγῆς ἀκτινοβολούσης καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις μὲ φωτεινὴν ἔντασιν 1 Διεθνούς Κηρίου. Ἀνάλογοι ὁρισμοὶ ἰσχύου καὶ διὰ τὸ Hefner Lumen, ἐὰν θεωρήσωμεν τὴν πηγὴν (τὴν ὁποίαν νοοῦμεν ὡς «σημειακὴν», δηλ. ὡς φλόγα κηρίου π.χ., ὑπὸ σημαντικὴν σμίκρυνσιν) ἀκτινοβολούσαν μὲ ἔντασιν 1 κηρίου Hefner.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω δοθέντος ὁρισμοῦ τοῦ Lumen δυνάμεθα τώρα εὐκόλως νὰ προσδιορίσωμεν τίνι τρόπῳ συνδέεται ἡ φωτεινὴ ἔντασις μὲ τὴν φωτεινὴν ἰσχύν. Ἡ συνολικὴ ὑπὸ πηγῆς ἐντάσεως 1 Διεθνούς Κηρίου εκλεπτομένη ἰσχύς θὰ εἶναι προφανῶς 4π lumen δεδομένου ὅτι ἡ ἐπιφάνεια σφαιρᾶς ἀκτίνας 1 m εἶναι 4π m². Κατὰ συνέπειαν δυνάμεθα δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου νὰ ἀντιστοιχίσωμεν 1 Διεθνὲς κηρίον εἰς 4π lumen (ἢ 1 κηρίον Hefner lumen) καὶ τοιοῦτοτρόπως νὰ συγκρίνωμεν Διεθνή Κηρία μὲ ἄλλα ποσὰ ἰσχύου. Πράγματι, εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα δίδεται ἡ σχέση τῆς ἀπολαμβανομένης φωτεινῆς ἐντάσεως πρὸς τὴν προσφερομένην ἰσχύν τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν, καθὼς καὶ ὁ βαθμὸς ἀποδόσεώς των, θεωρουμένων ὡς συσκευῶν μετατροπῶν χημικῆν ἢ ἠλεκτρικῆν ἐνεργειᾶν εἰς φῶς.

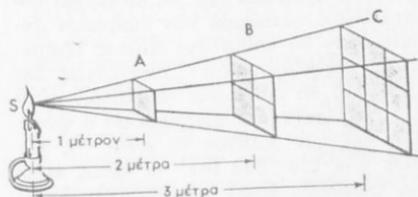
Φωτεινὴ πηγὴ	Διεθνή κηρία ἀνὰ watt	Βαθμὸς ἀποδόσεως τοῖς ἑκατόν
Φλὸξ φωταερίου	0,02	0,04
Λαμπτήρ μὲ νῆμα ἐξ ἄνθρακος	0,20	0,40
Ἄερόκενος λαμπτήρ βολφραμίου 40 watt	0,90	1,8
Λαμπτήρ βολφραμίου δι' ἀερίου 100 watt	1,20	2,4
Τόξον νατρίου 2000 watt	5,00	10,0
Λαμπτήρ φθορισμοῦ	6,0-8,0	12,0-16,0

Ὁ λόγος τῶν ἀπολαμβανομένων διεθνῶν κηρίων πρὸς τὰ προσφερόμενα watt δύναται θεαίως νὰ ἐκφρασθῆ καὶ εἰς ἄλλα ποσὰ ἀπολαμβανομένων lumen

πρός τὰ προσφερομένα watt, ονομάζεται δὲ τότε φωτεινὴ ἀπόδοσις. Ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις ἄρα μᾶς δίδει τὴν φωτεινὴν ἰσχὴν τὴν ὅσιν ἀπολαμβάνομεν καταναλίσκοντες διὰ τὴν διατήρησιν τῆς ἀκτινοβολίας τῆς πηγῆς 1 watt.

Ὁ ἀνωτέρω πίναξ δεικνύει παραστατικώτατα πόσον τεραστία πρόοδος ἐσημειώθη εἰς τὴν κατασκευὴν ἀποδοτικῶν λαμπτήρων. Ἀκόμη ὅμως καὶ οἱ καλύτεροι σήμερον λαμπτήρες μας βολφραμίου μετατρέπουν εἰς φῶς μόνον τὸ 2 τοῖς ἑκατὸν τῆς παραγομένης εἰς αὐτοῦς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα 98 τοῖς ἑκατὸν διαφεύγουν ὑπὸ μορφὴν ἀκτινοβολουμένης θερμότητος. Οἱ λαμπτήρες φθορισμοῦ, οἱ ὅποιοι τόσον εὐρείας χρήσεως τυγχάνουν σήμερον, ἀπέτελεσαν σημαντικὸν βῆμα προόδου διότι ὄχι μόνον εἶναι κατὰ 5 περίπου φορὰς ἀποδοτικώτεροι, τῶν προηγουμένων ἀλλὰ ἔχουν καὶ τὸ πρόσθετον πλεονέκτημα νὰ παρέχουν φῶς παρόμοιον πρὸς τὸ τῆς ἡμέρας.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι ὅσον ἀπομακρυνόμεθα μᾶς φωτεινῆς πηγῆς τόσο ἀσθενεστέρα μᾶς φαίνεται αὕτη, καὶ ὅτι ἀντιθέτως διὰ νὰ φωτισωμεν καλῶς ἐν οἰκονομίᾳ ἀντικείμενον θὰ πρέπει νὰ τὸ πλησιάσωμεν πρὸς ἓνα λαμπτήρα π.χ. Τὸ σχῆμα 45-2 παριστᾷ ἀκριβῶς πῶς μειοῦται ὁ φωτισμὸς ὅσον ἀπομακρυνόμεθα τῆς πηγῆς. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ s εἶναι κηρίον φωτεινῆς ἐντάσεως 1 Διεθνoῦς Κηρίου. Ἐνα παραπέτασμα εἰς τὸ A, εἰς ἀπόστασιν 1 m θὰ φωτισθῇ μὲ ἐν ὄρισμένον ποσὸν φωτὸς. Ἐὰν ἀφαιρηθῇ τὸ παραπέτασμα A ἢ ἰδίᾳ αὐτὴ πο-



Σχ. 45-2. Ὁ φωτισμὸς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν πηγὴν.

σότης φωτὸς θὰ φωτίσῃ τὸ παραπέτασμα εἰς τὸ B τὸ ὅποιον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 2 m ἀπὸ τὸ κηρίον καὶ ἔχει τετραπλάσιαν ἐπιφάνειαν τοῦ πρώτου παραπετάσματος. Ἐνῶ ὅμως τὸ ποσὸν φωτὸς τὸ ὅποιον ἐφώτισε τὰ παραπετάσματα A καὶ B ἦτο τὸ αὐτὸ, ὁ φωτισμὸς, τὸ ποσὸν τοῦ φωτὸς ὃλ. ἀνὰ μονάδα ἐπιφάνειας, ἦτο προφανῶς εἰς τὸ A τετραπλάσιος ἢ εἰς τὸ B. Εἰς τὸ C, εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων ἀπὸ τὸ S, ἡ ποσότης φωτὸς ἢ ὅσα ἐφώτισε τὸ παραπέτασμα A, ἐξαπλοῦται τώρα εἰς ἐπιφάνειαν ἑνεαπλάσιαν τῆς τοῦ A. Κατὰ συνέπειαν ὁ φωτισμὸς εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων ἀπὸ τὴν πηγὴν ἴσούται πρὸς τὸ $1/9$ τοῦ φωτισμοῦ εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρον.

Ὁ φωτισμὸς ἄρα τὸν ὅποιον προκαλεῖ σημειακὴ φωτεινὴ πηγὴ ἐπὶ μίας ἐπιφάνειας εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῆς ἐπιφάνειας ἀπὸ τὴν πηγὴν.

Ὁ φωτισμὸς μετρεῖται συνήθως εἰς lux. Φωτισμὸν 1 lux δίδει ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφάνειας σφαιράς ἀκτίνας 1m φωτεινὴ πηγὴ εὐροκομένη εἰς τὸ κέντρον τῆς καὶ ἀκτινοβολοῦσα πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις μὲ φωτεινὴν ἔντασιν 1 κηρίου Hefner. Εἰς τὰς Ἀγγλοσαξωνικὰς χώρας ἀντίστοιχος μονὰς εἶναι τὸ foot-candle ὀριζομένη κατὰ τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς τρόπον μὲ τὸ lux καὶ μὲ μόναν διαφορὰς τὴν ἀκτίνα τῆς σφαιράς (1 ποὺς ἀντὶ 1 μέτρον) καὶ τὴν ἔντασιν τῆς πηγῆς (1 διεθνῆς κηρίον ἀντὶ 1 κηρίου Hefner). Ἐὰν τὸ κηρίον S τοῦ σχήματος 45-2 ἔχη ἔντασιν 1 κηρίου Hefner, ὁ φωτισμὸς εἰς A θὰ εἶναι 1 lux, εἰς B $1/4$ lux καὶ $1/9$ lux εἰς C.

Προφανῶς ὅμως ὁ φωτισμὸς δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν πηγὴν ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν φωτεινὴν ἔντασιν τῆς πηγῆς αὐτῆς. Ὅσον φωτεινότερα εἶναι ἡ πηγὴ τόσο μεγαλύτερος θὰ εἶναι βεβαίως ὁ φωτισμὸς εἰς μίαν δεδομένην ἀπόστασιν. Παραδείγματος χάριν ἐὰν τὸ κηρίον S τοῦ σχεδίου 45-2 ἔχη ἔντασιν 2 κηρίων Hefner, ὁ φωτισμὸς εἰς A θὰ ἦτο 2 lux καὶ εἰς τὰ B καὶ C $2/4$ lux καὶ $2/9$ lux ἀντιστοίχως. Ὁ φωτισμὸς ἄρα εἰς μίαν ἀποστα-

οιν από φωτεινής πηγής είναι ανάλογος της φωτεινής έντασως της πηγής.

Τὴν ἐξάρτησιν τοῦ φωτισμοῦ ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν δυνάμεθα νὰ μελετήσωμεν ἀπ' εὐθείας ἐν τῇ πράξει μὲ μίαν μικρὰν κινηματογραφικὴν μηχανὴν προβολῆς ἢ ἀκόμη μὲ ἓνα ἀπλοῦν ἠλεκτρικὸν τρανόν, ἀρκεῖ νὰ περιορισώμεν τὴν φωτεινὴν του δέσμην οὕτως ὥστε νὰ σχηματίξῃ ἐπὶ καθέτου αὐτῆ παραπετάσματος ἀπλοῦν γεωμετρικὸν σχῆμα π.χ. ἓνα ὀρθογώνιον. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ἐὰν διαπλασιάσωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ φανοῦ ἀπὸ τὸν τοῖχον π.χ. ὅτι ἡ φωτισμένη ἐπιφάνεια τετραπλασιάζεται, καὶ ὅτι ἐὰν τριπλασιάσωμεν τὴν ἀπόστασιν ἢ φωτισμένη ἐπιφάνεια θὰ ἐννεαπλασιασθῇ, ὅπως δυνάμεθα ἀμέσως νὰ πιστοποιήσωμεν ἐὰν ἔχωμεν σημειώσει ἐπὶ τοῦ τοῖχου τὴν περιμετρον τῆς ἐκάστοτε φωτισμένης ἐπιφανείας. Ἡ ἰδιότης ἀκριβῶς αὕτη καθιστᾷ ἀναγκαίαν τὴν χρησιμοποιοῦσιν φωτεινῶν πηγῶν ἐξαιρετικῶς ἰσχυρᾶς ἐντάσως, ὅπως τὸ βολταϊκὸν τόξον, εἰς τὰς κινηματογραφικὰς μηχανὰς προβολῆς τῶν κινηματοθεάτρων, ὅπου ἡ ἀπόστασις πηγῆς καὶ ὀθόνης εἶναι τόσον μεγάλη.

Λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὴν ἐξάρτησιν τοῦ φωτισμοῦ τόσον ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν ὅσον καὶ ἀπὸ τὴν ἔντασιν τῆς πηγῆς, καταλήγομεν τελικῶς εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ φωτισμὸς ἰσοῦται πρὸς τὸ πληζιον τῆς φωτεινῆς ἐντάσως τῆς πηγῆς διὰ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως. Ἡ σχέσηις αὕτη γράφεται ὑπὸ τὴν μορφὴν ἐξισώσεως ὡς ἑξῆς:

$$\text{Φωτισμὸς εἰς Lux} = \frac{\text{Φωτεινὴ ἔντασις πηγῆς εἰς HK}}{(\text{Ἀπόστασις εἰς μέτρα})^2}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ φωτισμὸς τὸν ὁποῖον προκαλεῖ λυχνία 75 κη-
ρίων Hefner εἰς ἀπόστασιν 5 μέτρων.

$$\text{ΛΥΣΙΣ : Φωτισμὸς εἰς Lux} = \frac{75}{5 \times 5} = 3 \text{ Lux}$$

Κατὰ τὸν ὁρισμὸν τῆς ἡ μονάς lux εἶναι ὁ φωτισμὸς ὁ ὁποῖος δημιουργεῖται ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας σφαιρας ἀκτίνοιο 1 m ὑπὸ πηγῆς ἐντάσως 1 κη-
ρίων Hefner. Ἐὰν ἀποστάσωμεν τὸν ὁ-

ρισμὸν αὐτὸν μὲ τὸν ὁρισμὸν τοῦ Hefner-Lumen καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι φωτισμὸς 1 lux δημιουργεῖται ἐπίσης ὅταν φωτεινὴ ἰσχύς 1 Hefner-Lumen φωτίξῃ ἐπιφάνειαν 1 τετραγωνικοῦ μέ-
τρου. Κατὰ συνέπειαν

Φωτεινὴ ἰσχύς εἰς Hefner-Lumen = Φωτισμὸς εἰς Lux × Ἐπιφάνεια εἰς m².

Ἡ σχέσηις αὕτη συμφωνεῖ ἄλλοστε μὲ τὸ ἀνωτέρω λεχθὲν ὅτι φωτισμὸς εἶναι τὸ ἀνά μονάδα ἐπιφανείας ποσοῦν ἐκτεμπομένου ὑπὸ τῆς πηγῆς φωτός, εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

ΜΕΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΙΣ. Ἡ φωτεινὴ ἔντασις, ἡ ὁποία, ὡς ἐλέχθη, εἶναι χαρακτηριστικὸν τῆς φωτεινῆς πηγῆς δὲν εἶναι ἐν γένει αὐτὴ πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Ἐνίοτε οἱ λαμπτήρες π.χ. παρέχουν περισσότερον φῶς πρὸς μίαν διευθύνσιν παρὰ εἰς ἄλλην. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν μετροῦνται συνήθως αἱ φωτειναὶ ἐντάσεις πρὸς ποικίλας διευθύνσεις τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ὑπολογίζεται κατόπιν ἐξ αὐτῶν ἡ λεγομένη μέση ὀριζόντιος φωτεινῆς ἔντασις. Ἐκτὸς τῆς μέσης ὀριζοντίου ἐντάσεως ὑπολογίζεται ἀκόμη καὶ ἡ μέση σφαιρικὴ φωτεινὴ ἔντασις ἐκ τῶν μετρήσεων τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως πρὸς ποικίλας διευθύνσεις ἐν τῷ χώρῳ καὶ ὄχι μόνον ἐπὶ ἐνὸς ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Ο ΑΝΑΓΚΑΙΟΣ ΔΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΓΝΩΣΙΝ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι εὐτυχῶς ἓνα θαυμάσιον διάφραγμα τὸ ὁποῖον αὐτομάτως καθορίζει τὸ ποσοῦν τοῦ φωτός τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ εἰσελθῇ ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ διὰ νὰ βλέπωμεν εὐκρινῶς. Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς μας δὲν εἶχε τὴν ἰκανότητα αὕτη τῆς διαρκοῦς προσαρμογῆς, τὸ πρόβλημα τοῦ καταλλήλου φωτισμοῦ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων θὰ καθίστατο ἀμέσως ἐξαιρετικῶς περίπλοκον καὶ ταυτοχρόνως λεπτόν. Διὰ νὰ διαβάσετε τὸ βιβλίον αὐτὸ π.χ. ὑπὸ τεχνητὸν φῶς, πρέπει ὁ φωτισμὸς ἐπὶ τῶν σελίδων νὰ εἶναι τῆς τάξεως τῶν 120 - 240 lux. Ὁ αὐτὸς περίπου φωτισμὸς ἀρκεῖ διὰ ραπτικὴν ἐργασίαν ἐπὶ ὑφάσματος ἀνοικτοῦ χρώματος ἐὰν ὁμοῦ τὸ χροῦμα τοῦ ὑφάσματος εἶναι βαθὴ ἀπαιτεῖται διαπλάσιος ἀριθμὸς lux.

Ὁ φωτισμὸς μιᾶς αἰθρίας ἡμέρας φθά-
νει τὰ 12000 lux εἰς τὰ ἀντικείμενα τὰ
μὴ ἐκτεθειμένα ἀπ' εὐθείας εἰς τὸν ἥλι-
ον, ἐνῶ ὁ φωτισμὸς πλησίον ἐνὸς βορει-
νῶν παραθύρου εἶναι τῆς τάξεως τῶν
1000 - 1200 lux. Ὁ φωτισμὸς αὐτὸς
εἶναι πράγματι πολὺν μεγάλος συγκρινό-
μενος μὲ τὰ ἀναφερόμενα ἀντίστοιχα με-
γέθη τοῦ τεχνητοῦ φωτισμοῦ, δὲν μᾶς
φαίνεται ὅμως ὑπερβολικῶς ἔντονος, λό-
γω τῆς ἐξαιρετικῶς καλῆς διαχύσεως τοῦ
φωτὸς τῆς ἡμέρας. Εἰς ἕνα δωμάτιον μὴ
ἀπ' εὐθείας ἐκτεθειμένον εἰς τὸν ἥλιον,
δὲν ὑπάρχουν τὴν ἡμέραν ἔντονοι σκιάι.
Ἀντιθέτως τὸ τεχνητὸν φῶς δὲν διαχέ-
εται τόσον καλῶς καὶ ὅπου μάλιστα ὑπάρ-
χει μόνον ἕνας ἐκτυφλωτικὸς λαμπτήρ, ὁ
ὁποῖος τὰς περισσοτέρας φορὰς κατευθύν-
ει τὸ φῶς πρὸς ὠριμένες μόνον διευ-
θύνσεις δημιουργοῦνται ἔντονωτάτα ἀν-
τιθέσεις μεταξὺ φωτισμένων καὶ σκια-
σμένων χώρων. Ἐὰν κρατήσετε τὴν πα-
λάμην σας ἐπάνω ἀπὸ τὸ βιβλίον τὸ ὁ-
ποῖον διαβάσετε τὴν ἡμέραν, ἡ σιά ἢ ὁ-
ποία θὰ σχηματισθῆ εἶναι τελείως ἄμε-
λητέα. Ἡ ἴδια σιά ὑπὸ τὸ τεχνητὸν φῶς
τῶν λαμπτήρων εἶναι κατὰ πολὺ ἔντο-
νωτέρα.

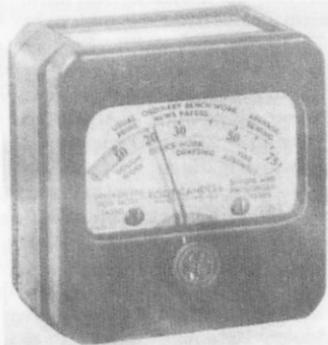
Μιά ἄλλη τέλος διαφορὰ μεταξὺ φυ-
σικοῦ καὶ τεχνητοῦ φωτὸς ἀφορᾷ εἰς τὸ
σχῆμα. Τὸ φῶς τῶν περισσοτέρων λαυ-
πτήρων ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ πορτο-
καλλόχρονον καὶ κίτρινον, περιέχει δὲ ση-
μαντικῶς ὀλιγώτερον κίανον καὶ ἰώ-
δες ἀπὸ τὸ φυσικὸν φῶς τῆς ἡμέρας. Τὸ
ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι ὑπὸ τὸ τεχνητὸν
φῶς τὰ χρώματα παραμορφοῦνται, καὶ
διὰ τὸν φωτισμὸν τῶν ἐργασιῶν ὅπου τὸ
τοιοῦτον εἶναι ἀπαραδέκτον χρησιμοποι-
οῦνται λαμπτήρες ἢ λυχνίαι εἰδικῆς κα-
τασκευῆς.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ. Διὰ
νὰ εἶναι ἄρα ὁ φωτισμὸς τῶν κατοικιῶν
ἀπὸ πάσης ἀπόψεως ἱκανοποιητικὸς πρέ-
πει νὰ πληροῦνται αἱ ἐξῆς συνθήκαι :

- (1) Πρέπει νὰ προέροχεται ἀπὸ λυχνίας
ἢ λαμπτήρας οἱ ὁποῖοι νὰ δίδουν κατὰ
τὸ δυνατόν λευτὸν φῶς, (2) τὰ φωτι-
στικά σώματα πρέπει νὰ εἶναι τοιοῦτου
σχήματος καὶ νὰ εἶναι τοιοῦτου
διατεταγμένα ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται
κατὰ τὸ δυνατόν πληροτέρα διάχυσις

τοῦ φωτὸς καὶ (3) τὰ φωτιστικά σώ-
ματα πρέπει νὰ ἔχουν σχετικῶς μεγάλην
ἐπιφάνειαν διὰ νὰ ἀποφεύγεται ἡ θάμ-
βωσις.

Ἡ σύγχρονος τάσις χρησιμοποιήσεως



Σχ. 45-3. Τὸ εἰδικὸν αὐτὸ φωτόμετρον μετρεῖ
τὸν φωτισμὸν εἰς lux ἢ foot-candle.

ἐμμέσου φωτισμοῦ ἔχει σημαντικῶς βελ-
τιώσει τὴν ποιότητα τοῦ φωτισμοῦ τῶν
κλειστῶν χώρων. Τὰ φωτιστικά σώμα-
τα ἐμμέσου φωτισμοῦ διευθύνουν τὸ
φῶς πρὸς τὴν ὀροφήν ἢ τοὺς τοίχους·
τὸ φῶς τοιοῦτοτρόπως ἀνακλᾶται ἐπὶ
τῶν ἐπιφανειῶν αὐτῶν αἱ ὁποῖαι, ἀκρι-
δῶς λόγῳ τῆς φύσεως των, τὸ διαχέουν.
Οἱ λαμπτήρες φθορίου τέλος ὄχι μόν-
ον διαχέουν καὶ αὐτοὶ τὸ φῶς, ἀλλ' ἐ-
πι πλέον, λόγῳ τῆς μεγάλης των ἐπιφα-
νείας, δὲν προκαλοῦν θάμβωσιν.

Αἱ ἠλεκτρικαὶ ἑταιρεῖαι, προκειμένου
νὰ προχωρήσουν εἰς ἐγκάταστασιν φω-
τισμοῦ, χρησιμοποιοῦν εἰδικὰ φωτοηλε-
κτρικὰ κίτταρα τὰ ὁποῖα τοὺς ἐπιτρέ-
πουν τὸν προσδιορισμὸν τοῦ φωτισμοῦ
εἰς foot-candles ἐντὸς τῶν διαφόρων
κτιρίων κτλ. Δι' αὐτῶν τῶν ὀργάνων
(σχ. 45-3) οἱ ἠλεκτρολόγοι δύνανται
σήμερον νὰ προσδιορίζουν ἀμέσως τί με-
γέθους λαμπτήρες ἀπαιτοῦνται διὰ τὸν
φωτισμὸν τῶν διαφόρων χώρων.

ΦΩΤΟΜΕΤΡΟΝ BUNSEN. Θέσατε
ἕνα τεμάχιον γάρτου ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ὑ-
πάρχει μία κηλὶς ἐλαίου μεταξὺ τῶν ὀ-
φθαλμῶν σας καὶ μιᾶς φωτεινῆς πη-
γῆς καὶ παρατηρήσατε τὴν κηλίδα· φαί-

νεται φωτεινότερα από τον περιβάλλοντα αυτήν χάρτινη διότι επιτρέπει την διόδον περισσοτέρων ακτίνων φωτός. Εάν τώρα παρατηρήσωμεν την κηλίδα από την αυτήν πλευράν του χάρτου όπου κείται και ή φωτεινή πηγή, ή κηλίδς φαίνεται προφανώς σκοτεινότερα του περιβάλλοντός της, διότι, ἐφ' ὅσον επιτρέπει την διόδον περισσοτέρων ακτίνων φωτός από τον χάρτιν, ἀνακλά ὀλιγωτέρας. Εάν ὁμως ή κηλίδς φωτισθῆ ἐξ ἴσου ἀπὸ ἀμφοτέρας τὰς πλευράς, θὰ ἐμφανίζεται ἐξ ἴσου φωτεινὴ καὶ ἀπὸ τὰς δύο πλευράς. Κατὰ συνέπειαν διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ δυνάμεθα κάλλιστα νὰ συγκρίνωμεν τοὺς ὑπὸ δύο διαφόρων πηγῶν προκαλουμένους φωτισμούς, καί, ἐμμέσως τότε τὰς φωτεινὰς ἐντάσεις τῶν διαφόρων πηγῶν. Τὰ ὄργανα διὰ τῶν ὁποίων μετροῦμεν ἢ συγκρίνομεν φωτεινὰς ἐντάσεις καλοῦνται φωτόμετρα.

Τὸ σχ. 45-4 εἰκονίζει μιὰν ἀπλὴν φωτομετρικὴν διάταξιν ἐπινοηθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Bunsen. Τεμάχιον χάρτου φέρον κηλίδα ἐκ λιπαρᾶς οὐσίας ἐγκλείεται ἐντὸς κυτίου, οὕτως ὥστε νὰ μὴ φωτίζεται παρὰ διὰ δύο ἐπὶ τούτῳ κατεσκευασμένων ὀπῶν, ἐναντι τῶν ὁποίων τοποθετοῦμεν τὰς δύο φωτεινὰς πηγὰς. Τὸ τεμάχιον τοῦ χάρτου ἄρα εὐρίσκεται τώρα μεταξὺ τῶν δύο πηγῶν καὶ εἶναι ἀ-

θετον ἐπὶ τὴν ἐνοῦσαν αὐτὰς εὐθείαν. Μία τρίτη τέλος ὀπὴ επιτρέπει εἰς τὸν ἐκτελοῦντα τὸ πείραμα νὰ παρατηρῇ τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ κυτίου : δύο κάτοπτρα στερεωμένα ὡς ἐν τῷ σχήματι μᾶς επιτρέπουν τὴν ταυτόχρονον παρατήρησιν ἀμφοτέρων τῶν πλευρῶν τῆς κηλίδος.

Εάν ή πηγή L φωτίξῃ τὸ τεμάχιον τοῦ χάρτου ἐντονότερον ἢ ή C, τότε ή πρὸς τὸ C πλευρὰ τῆς κηλίδος ἐμφανίζεται σαφῶς φωτεινότερα καὶ ἀντιστρόφως. Μετακινοῦντες τὸ κυτίον πρὸς τὸ C ἢ τὸ L δυνάμεθα ἄρα νὰ προσδιορίσωμεν μιὰν ἐνδιάμεσον θέσιν, ὅπου ή κηλίδς ἐμφανίζεται ἐξ ἴσου φωτεινὴ ἀπὸ ἀμφοτέρας τὰς πλευράς.

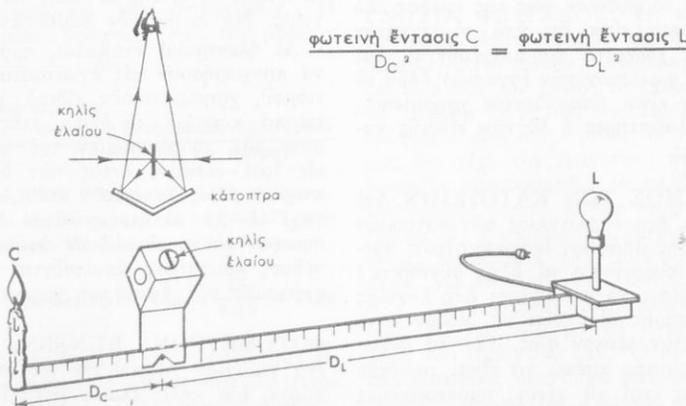
Μετροῦμεν τότε τὰς ἀποστάσεις DC καὶ DL. Ἐστω ὅτι ή ἀπόστασις DC εὐρίσκεται ἴση πρὸς 0,5 m, ή DL ἴση πρὸς 3,5 m καὶ γνωρίζομεν ὅτι ή φωτεινὴ ἐντάσις τοῦ κηρίου C εἶναι 1 κηρίον Heffner. Πόση εἶναι ή φωτεινὴ ἐντάσις τῆς λυχνίας L ;

Δεδομένου ὅτι εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν ὁ φωτισμὸς ἐξ ἀμφοτέρων τῶν πηγῶν εἶναι ὁ αὐτὸς θὰ ἔχωμεν :

$$\text{Φωτισμὸς εἰς Lux} = \frac{L}{(3,5)^2} = \frac{1}{(0,5)^2}$$

Ἀπὸ τὴν ἐξίσωσιν αὐτὴν λαμβάνομεν

$$L = \frac{(3,5)^2}{(0,5)^2} = \frac{12,25}{0,25} = 49 \text{ Lux}$$



Σχ. 45-4. Μέτροσις τῆς φωτεινῆς ἰσχύος λυχνίας διὰ τοῦ φωτομέτρου Bunsen.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Πρότυποι πηγαί φωτός Φωτεινή έντασις Lumen	φωτεινή απόδοσις φωτισμός Lux, foot-candle
--	--

$$\text{Φωτισμός εις Lux} = \frac{\text{Φωτεινή έντασις εις ΗΚ}}{(\text{Απόστασις εις m})^2}$$

Φωτεινή Ισχύς εις Helmer Lumen
= Φωτισμός εις Lux × 'Επιφάνεια εις m²
Φωτόμετρον Bunsen.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί είναι τὸ διεθνὲς κηρίον;
2. Ἐξηγήσατε τὴν ἔννοιαν τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως καὶ τοῦ Lumen.
3. Διὰ τί οἱ λαμπτήρες ἔχουν τόσον χαμηλὸν βαθμὸν ἀποδόσεως;
4. Ποῖος εἶναι ὁ ὅρισμός τοῦ φωτισμοῦ;
5. Πῶς μεταβάλλεται ὁ φωτισμός ἐκ μᾶς πηγῆς συναρτήσῃ τῆς ἀπὸ τὴν πηγὴν ἀποστάσεως;
6. Δείξατε μὲ ἓνα πρόχειρον σχέδιον πῶς μειοῦται ὁ φωτισμός ὅσον ἀυξάνει ἡ ἀπόστασις τοῦ φωτιζομένου ἀντικειμένου ἀπὸ τὴν πηγὴν.
7. Πῶς μεταβάλλεται ὁ φωτισμός συναρτήσῃ τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως τῆς πηγῆς;
8. Τί εἶναι τὸ foot-candle; Τί εἶναι τὸ lux;
9. Ποία ἐξίσωσις δίδει τὸν φωτισμὸν τὸν προκαλούμενον ὑπὸ δοθείσῃς πηγῆς εις δοθείσας ἀποστάσεις;
10. Πόσος φωτισμός ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἄνετον ἀνάγνωσιν ἐνὸς βιβλίου ὅπως τὸ παρὸν;
11. Διὰ τί τὸ φῶς τῆς ἡμέρας δὲν μᾶς φαίνεται ἐξαιρετικῶς ἔντονον;
12. Ποῖαι τρεῖς συνθήκαι πρέπει νὰ πληροῦνται διὰ νὰ εἶναι ἱκανοποιητικὸς ὁ φωτισμός τῶν κατοικιῶν;
13. Τί ἐννοοῦμεν λέγοντες ἕμμεσος φωτισμός;
14. Ποῖα τὰ πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ ἕμμεσου φωτισμοῦ;
15. Περιγράψατε τὸ φωτόμετρον Bunsen.
16. Πῶς μετρεῖται ἡ φωτεινὴ ἰσχύς τῶν λαμπτήρων; Ἀναπτύξατε ἓνα παράδειγμα.

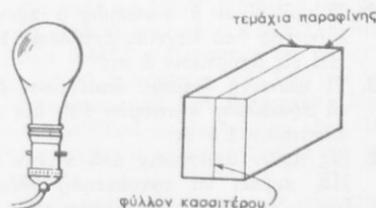
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἰς τοὺς λαμπτήρας φθορισμοῦ παρατηρεῖται ἐνίοτε ἓνα ἑλαφρὸν τρεμόσβημα. Διὰ τί δὲν παρατηρεῖται ἀνάλογον φαινόμενον καὶ εἰς τοὺς λαμπτήρας πυρακτώσεως.
2. Διὰ τί οἱ κινηματογραφικαὶ προβολεῖς ἔχουν σχεδὸν πάντοτε ἐνσωματωμένον ἓνα μικρὸν ἀνεμιστήρα;
3. Πῶς νομίζετε ὅτι μεταβάλλεται ὁ φωτισμός μᾶς δέσμης παραλλήλων ἀκτίνων συναρτήσῃ τῆς ἀποστάσεως ἐὰν ἡ ἀπορρόφησις τοῦ φωτός ἐκ μέρους τῆς ἀτμοσφαιράς θεωρηθῇ ἀμελητέα;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΦΩΤΟΜΕΤΡΟΝ JOLY. Εἰς τὸ σχ. 45-5 εἰκονίζεται ἓν ἄπλοῦν φωτόμετρον ἀποτελούμενον ἐκ δύο τεμαχιῶν παραφίνης καὶ ἐνὸς φύλλου καοσιτέρου. Τὸ φωτόμετρον αὐτὸ καλεῖται φωτόμετρον Joly πρὸς τιμὴν τοῦ Ἴρλανδοῦ φυσικοῦ ὁ ὁποῖος τὸ ἐπενόησε.

Τὰ τεμάχια τῆς παραφίνης πρέπει νὰ ἔχουν διαστάσεις περίπου 5X5X1 cm, τὸ δὲ φύλλον τοῦ καοσιτέρου νὰ ἔχη περίπου τὰς διαστάσεις τῆς τετραγωνικῆς πλευρᾶς τῶν τεμαχιῶν τῆς παραφίνης, καὶ νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατόν ἐπίπεδον. Θερμάνετε τὸ ἓνα τεμάχιον μέχρις ὅτου ἀρχίσῃ νὰ μαλακῶνῃ· μόλις ἡ μιὰ τετραγωνικὴ ἐπιφάνεια δείξῃ σημεῖα τήξεως καλύψατέ τὴν μὲ τὸ φύλλον τοῦ καοσιτέρου. Θερμάνετε τότε μίαν ἐπιφάνειαν τοῦ δευτέρου τεμαχίου καὶ πιέσατέ τὴν ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ καοσιτέρου, οὕτως ὥστε τελικῶς νὰ προκύψῃ ἓν ὀρθογώνιον παραλληλεπίπεδον παραφίνης τὸ ὁποῖον θὰ περιέχῃ ἓνα φύλλον



Σχ. 45-5. Τὸ φωτόμετρον Joly.

κασσιτέρου σχήματος και διαστάσεων παρομοίων προς τὰς τῶν βάσεων τοῦ παραλληλεπίπεδου εἰς τὸ μέσον τῆς ἀποστάσεως μεταξύ τῶν δύο βάσεων. Ἀφήσατε τὴν παραφίνην νὰ ψυχθῆ, καὶ κατόπιν ἀρχίσατε νὰ ἀποξέετε τὰς ἐπιφανείας τῶν δύο μερῶν ἐκατέρωθεν τοῦ φύλλου κασσιτέρου, μὲ προσοχὴν ὅμως διὰ νὰ μὴ ἀποκολληθοῦν τὰ δύο τεμάχια, μέχρις ὅτου καταστῆ ἡ παραφίνη διαφανής.

Φέρατε τώρα τὸ στοιχειῶδες αὐτὸ φωτόμετρον πλησίον ἐνὸς λαμπτήρος καὶ παρατηρήσατε ὅτι ἡ μία πλευρὰ παρουσιάζεται φωτεινότερα. Ἐὰν λοιπὸν τοποθετήσθε δύο λαμπτήρας ἀρκετὰ πλησίον ἀλλήλων καὶ ἀρχίσατε νὰ μετακινήτε τὸ φωτόμετρον μεταξύ των, θὰ δυνηθῆτε καὶ ἐδῶ, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ φωτομέτρου Bunsen, νὰ προσδιορίσατε μίαν θέσιν ὅπου ἀμφότεραι αἱ πλευραὶ τοῦ ἐκ παραφίνης φωτομέτρου σας εἶναι ἐξ ἴσου φωτειναί. (Βεβαίως εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ πειράματος δὲν θὰ πρέπει νὰ ὑπάρχουν ἄλλα φωτειναὶ πηγὰὶ πλὴν τῶν δύο ἀναφερθεισῶν). Οἱ λαμπτήρες ἐνίοτε ἀναγράφουν τὴν φωτεινὴν των ἔντασιν εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν προσπαθήσατε νὰ προσδιορίσατε τὴν φωτεινὴν ἔντασιν τοῦ ἐνὸς βάσει τῆς φωτεινῆς ἔντάσεως τοῦ ἄλλου καὶ τῶν ἀποστάσεων τοῦ φωτομέτρου ἀπὸ τοὺς δύο λαμπτήρας καὶ ἐλέγξατε τὴν ἀκρίβειαν τοῦ ἀποτελέσματος σας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσος εἶναι ὁ φωτισμὸς ὁ προκαλούμενος ὑπὸ προτύπου πηγῆς εἰς ἀπόστασιν 1,25 m;
2. Πόσος εἶναι ὁ φωτισμὸς ὁ προκαλούμενος ὑπὸ λυχνίας ἔντάσεως 100 HK εἰς ἀπόστασιν 5 m;
3. Τί φωτεινὴ ἔντασις ἀπαιτεῖται διὰ νὰ προκαλέσῃ φωτισμὸν 120 lux εἰς ἀπόστασιν 1,5 m;
4. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ πηγὴν 50 HK πρέπει νὰ τοποθετηθῆ ὀθόνη, ἵνα ὁ ἐπ' αὐτῆς φωτισμὸς εἶναι 2 lux;
5. Ποία ἡ φωτεινὴ ἔντασις λαμπτήρος

προκαλοῦντος ἐπὶ ὀθόνης εἰς ἀπόστασιν 1,20 m τὸν αὐτὸν φωτισμὸν τὸν ὁποῖον προκαλεῖ ἡ πρότυπος πηγὴ Hefner εἰς ἀπόστασιν 30 ἑκατοστῶν;

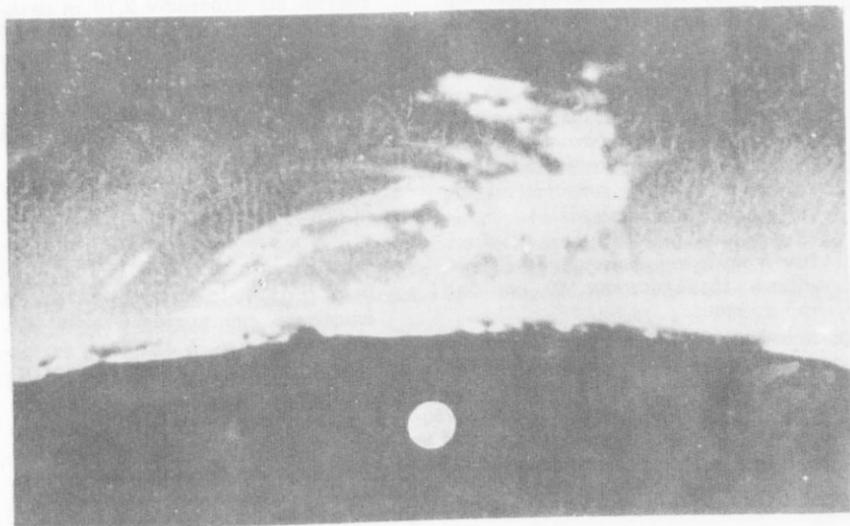
6. Λαμπτήρ ἔντάσεως 10 κηρίων Hefner ἀπέχει 1,60 m ἀπὸ λαμπτήρα ἔντάσεως 90 Κηρίων Hefner. Εἰς ποῖον σημεῖον τῆς μεταξύ των ἀποστάσεως προκαλοῦν ἀμφότεροι οἱ λαμπτήρες τὸν αὐτὸν φωτισμὸν; (Ἀπάντησις: 40 ἑκατοστὰ ἀπὸ τὸν λαμπτήρα τῶν 40 Κηρίων Hefner).
7. Ἡ ἀπόστασις γῆς καὶ ἡλίου εἶναι περίπου 150.000.000 χιλιόμετρα. Ποία ἡ φωτεινὴ ἔντασις τοῦ ἡλίου δεδομένου ὅτι προκαλεῖ ἐπὶ τῆς γῆς φωτισμὸν 72.000 lux;

B

8. Μία λυχνία φωτισμοῦ μιᾶς ὁδοῦ, ἔντάσεως 2000 HK, ὑψώθη ἀπὸ ὕψους 6 m εἰς ὕψος 30 m ἀπὸ τοῦ ἐδάφους διὰ νὰ φωτισθῆ μεγαλύτερα περιοχὴ. Ποία ἡ μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ ἐπὶ τῆς ὁδοῦ;
9. Πόσα Hefner Lumen ἀκτινοβολοῦνται συνολικῶς ὑπὸ λαμπτήρος ἔντάσεως 32 κηρίων Hefner;
10. Πόσα Lumen φωτίζουν μίαν ἐπιφάνειαν 0,2 m² κειμένην εἰς ἀπόστασιν 3 m ἀπὸ πηγὴν ἔντάσεως 360 HK;
11. Λαμπτήρ 100 HK προκαλεῖ ἐπὶ διαφράγματος εἰς ἀπόστασιν 100 cm τὸν αὐτὸν φωτισμὸν τὸν ὁποῖον προκαλεῖ ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἐπιφανείας τοῦ αὐτοῦ διαφράγματος πηγὴ ἀγνώστου ἔντάσεως. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ λαμπτήρος τῶν 100 HK ἀπὸ τοῦ διαφράγματος ἀυξήθῃ εἰς 120 cm ὁ ἕτερος λαμπτήρ πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῆ κατὰ 30 ἀκόμη ἑκατοστὰ τοῦ διαφράγματος διὰ νὰ ἐξακολουθῆ νὰ προκαλῆ ἐπ' αὐτοῦ τὸν αὐτὸν φωτισμὸν τὸν ὁποῖον προκαλεῖ καὶ ὁ λαμπτήρ τῶν 100 HK. Ποία ἡ φωτεινὴ ἔντασις τοῦ ἀγνώστου λαμπτήρος;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 14

1. Εἰς ἓνα σχολικὸν σπουδαστήριον μιὰ λυχνία 100 HK εὑρίσκεται 3 m ἀ-



Σχ. 45-6. Ήλιακαί προβολαί φωτογραφηθεῖσαι κατά τὴν διάρκειαν ἐκλείψεως. Ἡ μαύρη ἐπιφάνεια τοῦ κάτω μέρους τῆς φωτογραφίας εἶναι τμήμα τῆς σελήνης, ἡ ὁποία εὐρίσκεται μεταξύ ἡλίου καὶ γῆς καὶ καλύπτει τοιουτοτρόπως τὸν ἥλιον. Αἱ ἡλιακαὶ προβολαὶ εἶναι αἱ ἀκανονίστου σχήματος λευκαὶ ἐπιφάνειαι, ἀποτελοῦνται δὲ ἀπὸ ἐξαιρετικῶς θερμῆς μάζας ἀερίων αἱ ὁποῖαι ἐκτοξεύονται ὑπὸ τοῦ ἡλίου εἰς τὸ διάστημα καὶ εἶναι ὄραται μόνον κατὰ τὴν διάρκειαν ἐκλείψεως, ὅταν ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου καλύπτεται. Αἱ μάζαι αὐταὶ εὐρίσκονται εἰς διαρκῆ κίνησιν. Ὁ λευκὸς κύκλος εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς φωτογραφίας δίδει τὸ μέγεθος τῆς γῆς ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ἡλίου τὸ ὅποιον ὑποδηλοῦται εἰς τὴν φωτογραφίαν ὑπὸ τῆς μαύρης ἐπιφανείας: ἐὰν συμπληρώσωμεν τὴν περιφέρειαν εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει ἡ περικλειούσα τὴν μαύρην ἐπιφάνειαν καμπύλη θὰ λάβωμεν τὴν περίμετρον τοῦ ἡλίου. Σημειώσατε ὅτι τὸ ὕψος τῶν προβολῶν εἶναι ἐνίοτε πολλαπλάσιον τῆς διαμέτρου τῆς γῆς. Αἱ προεξοχαὶ τῆς μαύρης ἐπιφανείας εἶναι ὄρη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σελήνης.

- κριθῶς ἄνω ἐνὸς γραφείου. Ποῖος ὁ ἐπὶ τοῦ γραφείου φωτισμός;
2. Εἰς ποῖον ὕψος ἄνω τοῦ γραφείου τοῦ προβλήματος 1 πρέπει νὰ ἀναρτηθῆ ἡ λυχνία διὰ νὰ προκαλῆ φωτισμὸν 48 lux ἐπὶ τοῦ γραφείου;
 3. Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ φωτεινὴ ἔντασις λαμπτήρος ὁ ὁποῖος θέλομεν νὰ προκαλῆ φωτισμὸν 96 lux εἰς ἀπόστασιν 1,5 m.
 4. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ λαμπτήρ μετὸν ὁποῖον μελετᾶτε εἶναι ἰσχύος 40 watt καὶ ἀκτινοβολεῖ με ἔντασιν 32 HK. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ βιβλίου σας ἀπὸ τὸν λαμπτήρα διὰ νὰ φωτίζεται αὐτὸ μετὰ 128 lux;
 5. Βεβαίως δὲν σᾶς εἶναι εὐχάριστον νὰ ἔχετε τὸ βιβλίον σας τόσο πλησίον τοῦ λαμπτήρος καὶ τὸν ἀντικαθιστᾶτε διὰ λαμπτήρος 100 watt δι' ἄεριον, φωτεινῆς ἐντάσεως 100 HK περίπου. Εἰς ποῖαν ἀπόστασιν δύνασθε τώρα νὰ ἔχετε τὸ βιβλίον σας διὰ νὰ εἶναι ὁ φωτισμὸς πάλιν 128 lux;
 6. Δύο βιβλία εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις 60 ἑκατοστῶν καὶ 1,80 m ἀντιστοίχως ἀπὸ ἕνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα. Ἐπὶ ποίου βιβλίου εἶναι ἐντονώτερος ὁ φωτισμὸς καὶ κατὰ πόσον;
 - 7 Συγκρίνατε τὸν φωτισμὸν τὸν προκαλούμενον ὑπὸ πηγῆς ἐντάσεως 100 HK εἰς ἀπόστασιν 1 m μετὰ τὸν φω-

- τισμόν τὸν προκαλούμενον ὑπὸ πηγῆς ἐντάσεως 500 ΗΚ εἰς ἀπόστασιν 5 m.
8. Λυχνία πυρακτώσεως προκαλεῖ ἐπὶ διαφράγματος εἰς ἀπόστασιν 80 m φωτισμόν ὅσον καὶ μία πρότυπος λυχνία Hefner εἰς ἀπόστασιν 20 cm. Ποία ἡ φωτεινὴ ἐντασίς της;
 9. Λαμπτήρ 16 ΗΚ τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 1 m ἀπὸ ἄλλον, ἀγνώστου ἐντάσεως. Ποία ἡ ἐντασίς αὐτοῦ ἐὰν ἡ κηλὶς τοῦ φωτομέτρου ἐξαφανίζεται εἰς ἀπόστασιν 40 cm ἀπὸ τοῦ πρώτου;
 10. Δύο λαμπτήρες φωτεινῶν ἐντάσεων 25 καὶ 10 ΗΚ ἀντιστοίχως τοποθετοῦνται εἰς ἀπόστασιν 2,70 m μεταξύ των. Εἰς ποῖον σημεῖον μεταξύ των πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ὀθόνη διὰ νὰ φωτίζεται ἐξ ἴσου ἀπὸ ἀμφοτέρους τοὺς λαμπτήρας; (Ἀπάντησις: 90 ἑκατοστὰ ἀπὸ τὸν λαμπτήρα τῶν 25 ΗΚ).
 11. Ἡ μεγίστη φωτεινὴ ροὴ τὴν ὁποῖαν δύναται νὰ ἀπορροφήσῃ φωτοηλεκτρικὸν κύτταρον χωρὶς νὰ καταστραφῇ εἶναι περίπου 0,25 Hefner Lumen. Ἐὰν ἡ εἰς τὸ φῶς ἐκτεθειμένη ἑπιφάνεια τοῦ κυττάρου εἶναι 4,8 cm² ποία εἶναι ἡ ἐλαχίστη ἐπιτροπομένη ἀπόστασις ἀπὸ πηγὴν 32ΗΚ;

Η ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Τόσον ὁ ἤχος ὅσον καὶ τὸ φῶς εἶναι παραδείγματα κυμάνσεων. Κατὰ συνέπειαν, ὅσα ἐμάθετε περὶ ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου εἶναι δυνατόν νὰ σᾶς φανοῦν χρήσιμα, διὰ νὰ κατανοήσετε τὰ ἀντίστοιχα φαινόμενα τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός.

Ἐν τούτοις ὑπάρχουν πολλὰ διαφοραί, τὰς ὁποίας καὶ θὰ ἀντιληφθῆτε κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ ὄλου θέματος.

Ἄν καὶ ὄλοι γνωρίζομεν ὅτι, τὸ φῶς ἀνακλᾶται ἐπὶ τῶν κατόπτρων, πολλοὶ ἴσως νὰ μὴ ἔχουν ἀντιληφθῆ ὅτι τοῦτο ἀνακλῶμενον ὑπακούει εἰς ὠρισμένους νόμους. Προσέξτε πόσαι ἀρχαὶ τῆς γεωμετρίας χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ διαγράμματα τοῦ κεφαλαίου αὐτοῦ. Θὰ ἀντιληφθῆτε καὶ μόνοι σας ὅτι, πολλὰ προβλήματα λύονται δι' ἐφαρμογῆς μερικῶν βασικῶν τύπων καὶ ὅτι, τὰ εἶδωλα τῶν κατόπτρων εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορισθοῦν δι' ἀπλῶν γεωμετρικῶν μεθόδων.

ΕΔΑΦΙΟΝ 46. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτός.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΙΔΩΛΑ. Ἐκαστον ὄρατον σωματίον ἐνὸς σώματος ἐκπέμπει ἀποκλινοῦσας φωτεινὰς ἀκτίνας πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις. Τοιοῦτοτρόπως ὁ ὀφθαλμὸς προσβάλλεται ὑπὸ μιᾶς κωνικῆς δέσμης φωτεινῶν ἀκτίνων. Τὸ σχῆμα 46—1 δεικνύει δύο κωνικὰς δέσμας φωτεινῶν ἀκτίνων προσβαλλουσῶν τὸν ὀφθαλμόν. Κατὰ ἐντελῶς παρόμοιον τρόπον, ἕκαστον σωματίον τοῦ κηρίου ἐκπέμπει ἀντιστοίχως κώνους φωτεινῶν ἀκτίνων πρὸς τὸν ὀφθαλμόν.

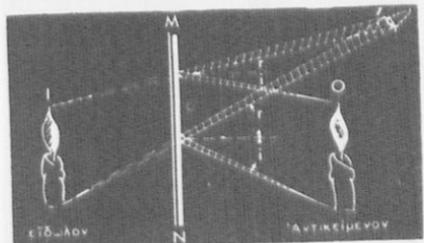
Ἐάν, αἱ προσβάλλουσαι τὸν ὀφθαλμὸν φωτειναὶ ἀκτίνες γενῶνται ὑπὸ τοῦ, ὑπὸ παρατήρησιν σώματος, ὡς ἡ φλόγα τοῦ σχήματος 46 — 1 ἢ ἕαν προέρχονται



Σχ. 46-1. Ἐκαστον ὄρατον σωματίον προσβάλλει τὸν ὀφθαλμόν διὰ μιᾶς κωνικῆς δέσμης φωτεινῶν ἀκτίνων.

ἀπὸ ἕτερον σῶμα καὶ ἀνακλῶνται ἐπ' αὐτοῦ, προτοῦ προσβάλλουν τὸν ὀφθαλμόν, ὡς τὸ σῶμα τοῦ κηρίου (σχ. 46—1) δὲν ἐνδιαφέρει, καὶ δὲν ἐπιδρᾷ οὐδὲν εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ εἰδώλου ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Τὸ σχῆμα 46—2 δεικνύει τὴν ἀνάκλασιν τῶν κωνικῶν δεσμῶν ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου. Ὁ ὀφθαλμὸς προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, νομίζει ὅτι τὸ φωτοβόλον σῶμα εὐρίσκεται εἰς τὴν προέκτασιν τῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι



Σχ. 46-2. Σχηματισμὸς εἰδώλου ὑπὸ ἐπιπέδου κατόπτρου.

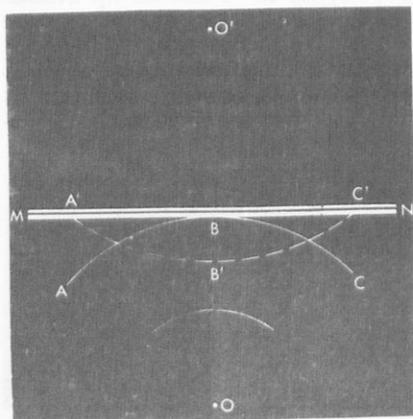
είσχωροῦν εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Τὸ σῶμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖον νομίζομεν ὅτι προέρχονται αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες, μετὰ τὴν ἀνακλάσιν αὐτῶν, καλεῖται εἰδῶλον τοῦ φωτοβολοῦντος ἀντικείμενου. Ὁμοίως τὸ φωτοβολοῦν ἀντικείμενον καλεῖται καὶ ἀντικείμενον. Οὕτω, εἰς τὸ σχῆμα 46—2 τὸ I εἶναι τὸ εἰδῶλον τοῦ ἀντικείμενου O. Εἰδικώτερον τὸ I καλεῖται φανταστικὸν εἰδῶλον διότι σχηματίζεται ἄχι ὑπὸ πραγματικῶν ἀκτῖνων, ἀλλὰ ὑπὸ τῶν γεωμετρικῶν προεκβολῶν αὐτῶν.

Τεμάχιον ὕαλου, κείας καὶ στυλινῆς ἐπιφανείας, εἶναι σχεδὸν ἀόρατον, διότι λόγῳ τῆς ἐπιφανείας του, τὸ ἀνακλώμενον φῶς δὲν σχηματίζει κωνικὰς δέσμας, αἱ ὁποῖαι νὰ προσβάλλουν τὸν ὀφθαλμόν. Αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες ἀνακλώνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ὕαλου, παραμένουν ὅμως ἀόρατοι, ἐκτὸς ἐάν, τὸ προσπίπτον φῶς ἐκπέμπεται ἐκ νέου ἀκανονίστως, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὸς ὁ σχηματισμὸς τῶν κῶνων. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὕαλου εἶναι τραχεῖα τότε δὲν τίθεται τοιοῦτου εἶδους πρόβλημα διότι, λόγῳ τῆς ἀκανονίστου ἀνακλάσεως τοῦ φωτός, σχηματίζονται οἱ ἀπαραίτητοι κῶνοι οἱ ὁποῖοι καθιστοῦν ὀρατὸν τὸ ἀντικείμενον.

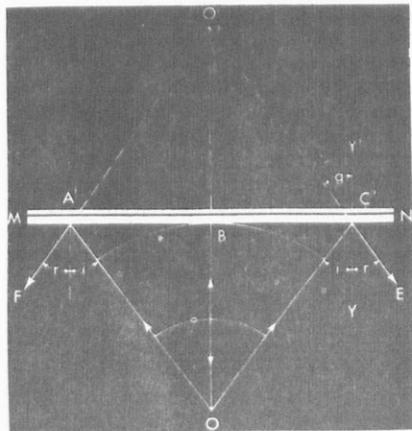
ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Πρῶτοι οἱ Ἀρχαῖοι Ἑλληνες ἀνεκάλυψαν ὅτι, ἡ

γωνία προσπίπτσεως μιᾶς φωτεινῆς ἀκτῖνος ἰσοῦται πρὸς τὴν γωνίαν ἀνακλάσεως αὐτῆς. Τὸ σχῆμα 46—3 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ Huygens ἐξηγήσῃ τὸ φαινόμενον τῆς ἀνακλάσεως ἐνὸς κύματος ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου. Τὸ κύμα ABC συναντᾷ τὸ κατόπτρον MN κατὰ πῶτον εἰς τὸ B. Ταυτοχρόνως γνωρίζομεν ὅτι, ἕκαστον σημεῖον τοῦ A BC ἐκπέμπει μικρὰ κύματα πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις. Ἐνῶ λοιπὸν τὰ, ἀπὸ τὰ σημεῖα A καὶ C ἐκπεμφθέντα μικρὰ κύματα μετακινοῦνται πρὸς τὸ A' καὶ C' ἀντιστοίχως, τὰ ἀπὸ τὸ B ἐκπεμφθέντα, ὀδεοῦν πρὸς τὸ B', δημιουργοῦντα τοιοῦτοτρόπως τὸ ἀνακλώμενον κύμα A'B'C' τοῦ ὁποῖου ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος εἶναι ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν ἀκτῖνα καμπυλότητος τοῦ ABC ἀλλὰ ἀντίθετος. Τὸ ἀνακλώμενον κύμα φαίνεται νὰ ἔξη κέντρον καμπυλότητος τὸ σημεῖον O' τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον MN.

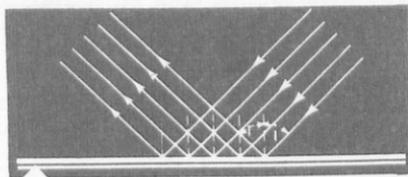
Τὸ σχῆμα 46—4 παριστᾷ τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς φαινόμενον, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι, ἀντὶ νὰ ἐμφαίνωνται τὰ διάφορα κύματα, ἐμφαίνονται αἱ διευθύνσεις αὐτῶν ὑποδηλούμεναι διὰ τῶν διαφόρων ἀκτῖνων ὡς π.χ. αἱ OA, OC κ.τ.λ. Ἡ ἀκτὶς OB, κάθετος ἐπὶ τοῦ κατόπτρου MN ἀνακλάται ἐπὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως,



Σχ. 46—3. Τὰ κύματα ἀνακλώνται ὅταν συναντοῦν διαφορετικὸν μέσον.



Σχ. 46—4. Ἡ γωνία προσπίπτσεως ἰσοῦται πρὸς τὴν γωνίαν ἀνακλάσεως.



Σχ. 46—5. Κανονική 'Ανάκλασις.

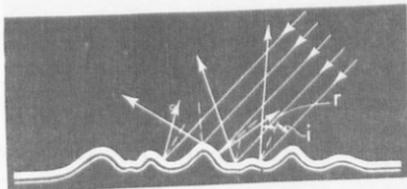
δηλ. επιστρέφει πίσω εις Ο. Ἡ ἀκτίς Ο' C' μετὰ τὴν ἀνάκλασιν αὐτῆς θὰ πρέπει νὰ φαίνεται ὡς προερχομένη ἀπὸ τὸ Ο' ἐφ' ὅσον, συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Huygens, ὅλαι αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες φαίνονται προερχόμεναι ἀπὸ τὸ Ο'. Ὁμοίως ἡ ΟΑ' ἀνακλᾶται κατὰ τὴν Ο' Α'F.

Ἡ γωνία i , τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς οε' μετὰ τῆς καθέτου ἐπὶ τὴν ἀνακλώσαν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως c' , καλεῖται γωνία προσπτώσεως c' , καλεῖται γωνία i προσπτώσεως c' , ἡ δὲ γωνία r , τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς $c'E$ μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου, καλεῖται γωνία ἀνάκλασεως.

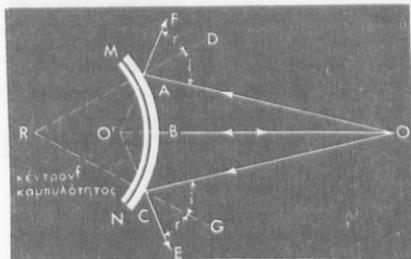
Εὐκόλως ἀποδεικνύεται ὅτι, αἱ γωνία i καὶ r εἶναι ἴσαι. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Huygens τὰ τρίγωνα $OB C'$ καὶ $O' B c'$ εἶναι ὅμοια. Κατὰ συνέπειαν γωνία $i =$ γωνία g . Ἀλλὰ ἡ γωνία g ἰσοῦται πρὸς τὴν r , ὁπότε θὰ εἶναι καὶ γωνία $i =$ γωνία r .

Ἡ τελευταία σχέση ἐκφράζει τὸν νόμον τῆς ἀνακλάσεως. Κατ' αὐτόν, ἡ γωνία προσπτώσεως εἶναι ἴση πρὸς τὴν γωνίαν ἀνάκλασεως. Ὡς συνέπεια τοῦ ἀνωτέρω νόμου προκύπτει ὅτι, ἐὰν φωτεινὴ ἀκτίς προσπίτῃ καθέτως ($i=0$) θὰ ἀνακλᾶται ἐπίσης καθέτως ($r=0$).

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ. Τὸ σχῆμα 46—5 δεικνύει δέ-



Σχ. 46—6. Διάχυτος ἀνάκλασις.

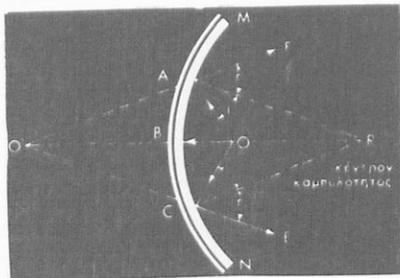


Σχ. 46—7. Ἀνάκλασις ὑπὸ κυρτοῦ κατόπτρου.

σην παραλλήλων φωτεινῶν ἀκτῖνων ἀνακλωμένων ἐπὶ λείας καὶ στιλπνῆς ἐπιφανείας μεταλλικῆς πλακῶς καὶ παραμενουσῶν παραλλήλων. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ καλεῖται κανονικὴ ἀνάκλασις ἢ ἀπλῶς ἀνάκλασις. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια ἐπὶ τῆς ὁποίας προσπίπτει ἡ φωτεινὴ δέσμη εἶναι τραχεῖα, αὕτη ἀνακλᾶται ὅλως ἀκανονίστως (σχ. 46—6). Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦμεν διάχυτον ἀνάκλασιν ἢ ἀπλῶς διάχυσιν τοῦ φωτός. Ὁ νόμος τῆς ἀνακλάσεως ἰσχύει πάντως, τόσον διὰ τὴν κανονικὴν ὅσον καὶ διὰ τὴν διάχυτον ἀνάκλασιν. Εἰς τὴν τελευταίαν δυνάμεθα νὰ τὸ διαπιστώσωμεν ἐὰν μετρήσωμεν εἰς ἕκαστον σημεῖον προσπτώσεως τὰς σχηματιζόμενας γωνίας, προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως.

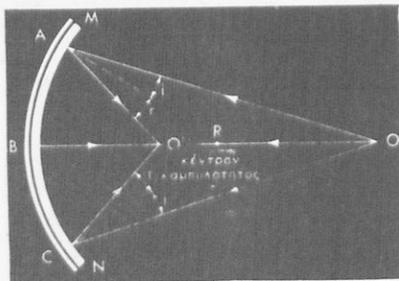
ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΝΑΚΛΩΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΣ. Τὸ ἀνακλώμενον φῶς εἶναι πάντοτε μικροτέρας ἐντάσεως τοῦ προσπίπτοντος. Ὅσον ἐστιλβωμένη καὶ στιλπνὴ καὶ ἐὰν εἶναι ἡ ἐπιφάνεια ἐπὶ τῆς ὁποίας προσπίπτουν αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες, ὅπωςδήποτε κάποιον ποσοστὸν θὰ ἀπορροφηθῇ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου. Ἀργυρᾶ, ἐστιλβωμένη ἐπιφάνεια ἀνακλᾷ τὰ 95% τοῦ προσπίπτοντος καθέτως ἐπ' αὐτῆς φωτός.

Τὰ κοινὰ κατόπτρα τὰ ὁποῖα συνίστανται ἀπὸ ὑαλίνην πλάκα ἐπεδεδυμένην εἰς τὴν ὀπίσθιαν πλευρὰν τῆς με ἄργυρον, ἀνακλοῦν τὰ 90% τοῦ προσπίπτοντος καθέτως ἐπ' αὐτῶν φωτός. Τὰ ἀνοιχτόχρωμα σώματα ἀνακλοῦν ἐν γένει μεγαλύτερον ποσοστὸν τοῦ προσπίπτοντος ἐπ' αὐτῶν φωτός ἀπὸ τὰ σκουῖρα σώματα.



Σχ. 46—8. 'Ανάκλασις τού φωτός υπό κοίλου σφαιρικού κάτοπτρου (O πλησίον τού MN).

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΥΠΟ ΚΥΡΤΟΥ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΚΑΤΟΠΤΡΟΥ. Τò σχήμα 46-7 δεικνύει τόν τρόπον, κατά τόν οποίον κί φωτεινάί άκτίνες ανακλώνται όταν προσπίπτουν επί ενός κυρτού κατόπτρου. Έστω O ή φωτεινή πηγή και OA μία φωτεινή άκτις προσπίπτουσα εις τò σημεϊον A τού κατόπτρου. Αύτη θά ανακλασθῆ σχηματίζουσα γωνίαν, με τήν κάθετον εις τò σημεϊον προσπτώσεως, ίσην πρός τήν γωνίαν, τήν οποίαν σχηματίζει ή προσπίπτουσα άκτις με τήν κάθετον. Έπειδή τò κάτοπτρον ειναι σφαιρικόν, ή κάθετος εις οιοδήποτε σημεϊον τῆς επιφανείας του, ειναι ή εϋθεια ή ενοϋσα τò κέντρον καμυλωτότητος τῆς επιφανείας με τò εκάστοτε σημεϊον. Οϋτω, φέρομεν τήν εϋθειαν RAD και σχηματίζομεν γωνίαν γ ίσην πρός τήν γωνίαν i . Η AF θά ειναι ή ανακλωμένη άκτις. Ομοίως εϋρίσκομεν ὅλας τὰς ανακλωμένας άκτίνας τῆς φωτεινῆς δέσμης, ή ὁποία προσπίπτει επί τού κατόπτρου. "Α-

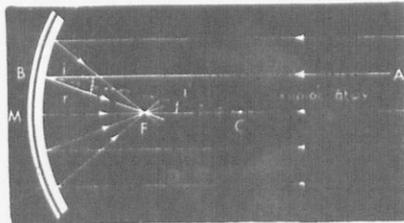


Σχ. 46—9. 'Ανάκλασις τού φωτός υπό κοίλου σφαιρικού κάτοπτρου (O μακράν τού MN).

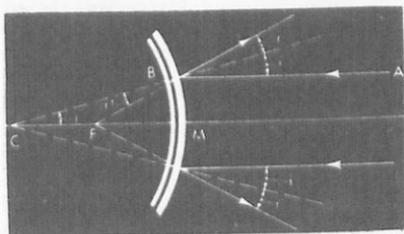
ξιον παρατηρήσεως ειναι ὅτι ή ανακλωμένη άκτις εις B συμπίπτει με τήν προσπίπτουσαν.

Έάν λάβομεν δύο σημεϊα A και C, συμμετρικά ὡς πρός τò B, τò ὁποϊον καλεϊται και κορυφή τού κατόπτρου φέρομεν δὲ τὰς OA και OC και προσδιορίσωμεν τὰς ανακλωμένας αϋτῶν άκτίνας AF και CE αντίστοίχως, προεκτείνωμεν δὲ ταύτας, θά παρατηρήσωμεν ὅτι αϋται, τέμνονται εις σημεϊον O' κείμενον επί τῆς προεκτάσεως τῆς OB. Τò O' ειναι τò εϊδῶλον τού O, εϋρίσκεται δὲ εις μικροτέραν απόστασιν από τήν κορυφήν τού κατόπτρου από ὅτι τò O.

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΥΠΟ ΚΟΙΛΟΥ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΚΑΤΟΠΤΡΟΥ. Όταν χρησιμοποιῶμεν κοίλα σφαιρικά κάτοπτρα παρατηροϋμεν ὅτι ή θέσις και τò εϊδος τού εϊδώλου ἔξαρτῶνται από τήν απόστασιν τού αντικειμένου από τò κάτοπτρον. Όταν ή φωτεινή πηγή εϋρίσκεται εις μικράν σχετικῶς απόστασιν από τò κάτοπτρον παρατηροϋμεν ὅτι τò εϊδῶλον σχηματίζεται ὀπισθεν αϋτοϋ, ὡς ἐμφαίνεται εις τò σχήμα 46—8, ὅπου ή φωτεινή πηγή O εϋρίσκεται εις πολὺ μικράν απόστασιν από αϋτό. Ὡς και εις τήν προηγούμενην περίπτωσιν, φέρομεν τὰς καθέτους ἐπὶ τήν επιφανείαν τού κατόπτρου εις τὰ σημεϊα προσπτώσεως, και λαμβάνοντες ὕπ' ὄψιν τόν νόμον τῆς ανακλάσεως, φέρομεν τὰς ανακλωμένας άκτίνας AF και CE αντίστοίχως. Ο προσδιορισμός τού εϊδώλου O' τού O γίνεται και πάλιν διὰ προεκτάσεως τῶν AF και CE



Σχ. 46—10. Αί παραλλήλως πρός τόν κύριον άξονα κατόπτρου προσπίπτουσαι άκτίνες, διέρχονται μετά τήν ανάκλασιν αϋτῶν διὰ τῆς κυρίας εστίας.



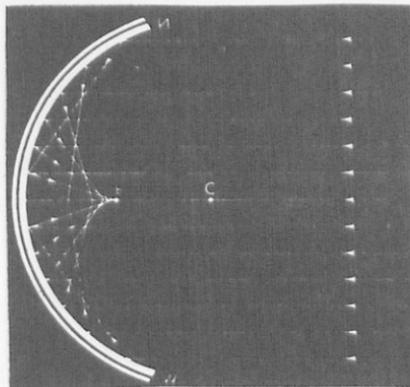
Σχ. 46—11. Ἡ κυρία ἑστία εἰς τὴν περιπτώσιν κυρτοῦ κατόπτρου εἶναι φανταστική.

ἔως ὅτου τμηθοῦν. Παρατηροῦμεν καὶ πάλιν ὅτι, τὸ σημεῖον τομῆς αὐτῶν κείται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς OB. Εἰς τὴν περίπτωσιν ὅμως ταύτην, ἡ ἀπόστασις O'B εἶναι μεγαλύτερα τῆς OB.

Ὅταν ἡ φωτεινὴ πηγὴ εὐρίσκεται εἰς σχετικῶς μεγάλῃν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, τότε, ἀκολουθοῦντες τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς μέθοδον προσδιορισμοῦ τοῦ εἰδώλου, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο σχηματίζεται ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου. Ἡ περίπτωση αὕτη, ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 46—9. Τὸ εἶδωλον τοῦ O εἶναι καὶ πάλιν τὸ O' ἀλλὰ εὐρίσκεται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ κατόπτρου μὲ τὸ ἀντικείμενον.

Ἐπειδὴ τὸ εἶδωλον ο' πραγματοποιεῖται ἀπὸ τὴν συγκέντρωσιν ἢ τομὴν πραγματικῶν ἀκτίνων, καλεῖται πραγματικὸν εἶδωλον ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς προηγουμένας περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας τὸ σημεῖον O' ἀποτελεῖ τὸ σημεῖον συναντήσεως ὄλων τῶν γεωμετρικῶν προεκβολῶν τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, καὶ τὸ ὅποιον, ὡς ἐκ τούτου, καλεῖται φανταστικὸν εἶδωλον.

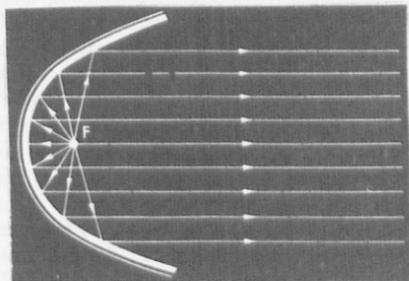
ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ. Ἐστω κατακόρυφος τομὴ (σχῆμα 46—10) κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου. Ἡ CB ἀποτελεῖ τὴν ἀκτῖνα τῆς σφαιρας εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει τὸ κατόπτρον, καλεῖται δὲ ἀκτὶς καμπυλότητος αὐτοῦ καὶ παρίσταται διὰ R, ἐνῶ τὸ σημεῖον C καλεῖται κέντρον καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου. Ἡ εὐθεῖα ἢ διερχομένη διὰ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καλεῖται κύριος ἄξων τῶν κατόπτρου, ἐνῶ οἰαδήποτε ἄλλη εὐθεῖα ἔμφορευομένη ἀπὸ τυχόν ἄλλο σημείου τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου καὶ



Σχ. 46—12. Ἐκτροπὴ λόγφ σφαιρικότητος.

διερχομένη μόνον διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καλεῖται δευτερεύων ἄξων.

Ἐὰν δέσμη φωτεινῶν ἀκτίνων, παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξωνα τοῦ κατόπτρου, προσέση ἐπὶ κατόπτρου, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 46—10 ἐμφαίνεται, τότε παρατηροῦμεν ὅτι, ὅλαι αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτίνες διέρχονται δι' ἐνὸς κοινοῦ σημείου F, κεκλιμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξωνος. Τὸ σημεῖον F καλεῖται κυρία ἑστία τοῦ κατόπτρου, ἢ δὲ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τὴν κορυφῆν τοῦ κατόπτρου M καλεῖται ἑστιακὴ ἀπόστασις. Ὅτῳ συνάγομεν τὴν ἀκόλουθον πρότασιν : Ἐὰν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπῃ δέ-



Σχ. 46—13. Παραβολικὸν κατόπτρον. Ὅλαι αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτίνες, αἱ προσερχόμεναι ἀπὸ τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου εἶναι παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξωνα αὐτοῦ.

ή ανωτέρω πρότασις ισχύει και εις τὰ κυρτά κάτοπτρα.

ΣΦΑΛΜΑ ΤΩΝ ΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ. Ανωτέρω έθεωρήσαμεν δέσμη παραλλήλων ακτίνων, τής οποίας ή έξωτάτη ακτίς δέν άπειχε πολύ άπό τόν κύριον άξονα τού κατόπτρου. Τό σχήμα 42—12 δεικνύει τό φαινόμενον τής ανακλάσεως ακτίνων άνηκουσών εις δέσμη παραλλήλων ακτίνων τής οποίας ή έξωτάτη ακτίς άπέχει σημαντικώς άπό τόν κύριον άξονα τού κατόπτρου. Παρατηρούμεν ότι, όσον αί ακτίνες άπομακρύνονται άπό τόν κύριον άξονα τόσον, ανακλώμεναι, άπομακρύνονται άπό τήν κυρίαν έστίαν τού κατόπτρου μέ άποτελεσμα νά μη διέρχωνται δι' ένός σημείου. Τό φαινόμενον τούτο, καλείται *έκτροπή τών ακτίνων λόγω σφαιρικότητας*. Η έκτροπή λόγω σφαιρικότητας, έλαττοῦται διά τής χρησιμοποίησης ένός τμήματος μόνον τού κατόπτρου, και μάλιστα έκείνου, τό όποιον εδρίσκειται πλησίον τού κυρίου άξονος.

Σχ. 46—14. Ένας μηχανικός μελετά τήν άνάκλασιν φωτεινών δεσμών, ή οποία λαμβάνει χρώαν εις ένα έλλειπτικόν κάτοπτρον. Παρατηρήσατε ότι, έκάστη δέσμη ύπακουει εις τόν νόμον τής ανακλάσεως.

ομη ακτίνων παραλλήλων πός τόν κύριον άξονα, αί ακτίνες αυταί, μετά τήν ανάκλασιν των έπι τού κοίλου σφαιρικού κατόπτρου θά διέλθουν δια διά τής κυρίας έστίας αυτου. Η ανωτέρω πρότασις ισχύει, έφ' όσον ή άπόστασις τής έξωτάτης ακτίνης τής δέσμης και τού κυρίου άξονος τού κατόπτρου δέν είναι μεγάλη.

Άς θεωρήσωμεν τήν ακτίνα AB (σχ. 46—10), ή οποία ανακλάται κατά τήν BF. Η γωνία προσπτώσεως αυτης i ισούται πός τήν γωνίαν ανακλάσεως r. Παρατηρούμεν όμως ότι, ή γωνία i' τήν όποιαν σχηματίζουν αί MC και CB ισούται πός τήν γωνίαν i, ως έντός ένάλλαξ γωνία των παραλλήλων ευθειών AB και MC. Κατά συνέπειαν, γωνία r = γωνία i' όπότε τό τρίγωνον CBF είναι ίσοσκελές, και έπομένως BF = FC. Έάν ή ακτίς AB δέν άπέχη πολύ άπό τόν κύριον άξονα, τότε ή διαφορά μεταξύ τής FB και FM θά είναι πολύ μικρά, ώστε νά δυνάμεθα χωρίς αισθητόν σφάλμα νά θεωρήσωμεν τό σημειον F, ότι εδρίσκειται εις τό μέσον τής άποστάσεως MC. Έκ των ανωτέρω προκύπτει ή ακόλουθος πρότασις: Η *έστιακή άπόστασις ισούται πός τό ήμισιον τής ακτίνος καμπυλότητας*.

Εις τό σχήμα 46—11 έμφαίνεται ότι

Έάν θέλωμεν νά άποφύγωμεν τό φαινόμενον τής έκτροπής λόγω σφαιρικότητας, διατηρούντες τό αυτό άνοιγμα τού κατόπτρου, ώστε νά είναι δυνατόν και μεγάλα δέσμα παραλλήλων ακτίνων νά ανακλώνται, τότε αντί σφαιρικών κατόπτρων, χρησιμοποιούμεν παραβολικά κάτοπτρα ως τό, εις τό σχήμα 46—13, έμφαινόμενον, και τούτο διότι γνωρίζομεν ότι είναι ιδιότης τής παραβολής, όλα i ai αί παραλλήλως πός τόν κύριον αυτης άξονα προσπίπτουσαι ακτίνες, ανακλώμεναι νά διέρχωνται διά τής έστίας αυτης.

Έάν τοποθετήσωμεν εις τήν έστίαν ένός παραβολικού κατόπτρου φωτεινόν σημειον, τότε αί ανακλώμεναι ακτίνες θά σχηματίσουν δέσμη ευθειών (σχ. 46—13) παραλλήλων πός τόν κύριον άξονα αυτου. Παραβολικά κάτοπτρα χρησιμοποιούνται εις τήν κατασκευήν προβολέων, διότι μόνον αυτά έξασφαλίζουν, τήν άπαιτουμένην εις αυτους διαπεραστικήν δέσμη παραλλήλων ακτίνων. Όταν ή φωτεινή πηγή είναι μικρών διαστάσεων και τοποθετηθή επακριβώς εις τήν έστίαν τής παραβολής, τότε αί ανακλώ-

μεναι ακτίνες είναι με μείζιστην ακρίβειαν παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ κατόπτρου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Φανταστικὸν εἶδωλον

Γωνία προσπτώσεως

Γωνία ἀνακλάσεως

Κανονικὴ Ἀνάκλασις

Διάχυτος Ἀνάκλασις

Ἀνάκλασις ὑπὸ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου

Ἀνάκλασις ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου

Πραγματικὸν εἶδωλον

Κορυφὴ κατόπτρου

Ἀκτὶς καμπυλότητος κατόπτρου

Κέντρον καμπυλότητος κατόπτρου

Κύριος ἄξων κατόπτρου

Δευτερευῶν ἄξων κατόπτρου

Κυρία ἐστία

Ἐστιακὴ ἀπόστασις

Ἐκτροπὴ λόγῳ σφαιρικότητος τῶν κατόπτρων

Παραβολικὰ κάτοπτρα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καλεῖται εἶδωλον ἐνὸς ἀντικειμένου;
2. Διατυπώσατε τὸν νόμον τῆς ἀνακλάσεως.
3. Τί καλοῦμεν γωνίαν προσπτώσεως καὶ τί γωνίαν ἀνακλάσεως;
4. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ κανονικῆς καὶ διαχύτου ἀνακλάσεως; Σχεδιάσατε τὴν πορείαν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὰς δύο περιπτώσεις.
5. Ἐξηγήσατε τὰς διαφοράς, αἱ ὁποῖαι παρουσιάζονται εἰς τὸ φαινόμενον τῆς ἀνακλάσεως α) ὑπὸ ἐπιπέδου κατόπτρου, β) ὑπὸ κυρτοῦ κατόπτρου γ) ὑπὸ κοίλου κατόπτρου.
6. Τί νοοῦμεν λέγοντες:
 - α) κορυφὴ κατόπτρου
 - β) κύριος ἄξων κατόπτρου
 - γ) κυρία ἐστία
 - καὶ δ) ἐστιακὴ ἀπόστασις;
7. Ποία ἡ ὑφισταμένη σχέσις μεταξὺ ἐστιακῆς ἀποστάσεως καὶ ἀκτίνος καμπυλότητος ἐνὸς κατόπτρου;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐκτροπὴ λόγῳ σφαιρικότητος ἐνὸς κατόπτρου;

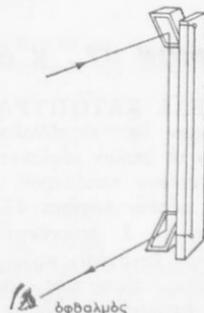
9. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατὸν νὰ ἐλαττωθῇ ἡ ἐκτροπὴ λόγῳ σφαιρικότητος ἐνὸς κατόπτρου;
10. Ποῖον πλεονέκτημα παρουσιάζουν τὰ παραβολικὰ κάτοπτρα ἔναντι τῶν σφαιρικῶν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σχηματίσατε ἓνα ἀπλοῦν διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνηται ἡ διάταξις δύο ἐπιπέδων κατόπτρων, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις αὐτῶν ὡς περιοκόπιον.
2. Διατί ὀπίθινον κάτοπτρον σχηματίζει δύο εἶδωλα;
3. Διατί τὰ ὀπίθινον κάτοπτρα ἐπαργυρῶνται κατὰ κανόνα;
4. Πόσον πρέπει νὰ εἶναι τὸ ὕψος ἐπιπέδου κατόπτρου διὰ νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ ἴδῃ τις ὀλόκληρον τὸν ἑαυτόν του;
5. Θὰ ἦτο δυνατὸν νὰ ἐβλεπέ τις ἓνα κάτοπτρον ἐὰν τοῦτο ἦτο ἄριστος ἀνακλαστὴρ τοῦ φωτός; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
6. Τὸ κάτοπτρον τοῦ μεγαλύτερου τηλεσκοπίου τοῦ κόσμου διαμέτρου 200 in, εἶναι σφαιρικὸν ἢ παραβολικόν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟΝ. Τοῦτο δεικνύεται ὑπὸ στοιχειώδη διάταξιν εἰς τὸ σχῆμα 46—15. Πραγματοποιεῖται ὑπὸ δύο ἐπιπέδων κατόπτρων στερεωμένων ἐπὶ ῥάβδου μήκους 1m περίπου ὑπὸ γωνίαν 45°. Ἡ συσκευὴ τοποθετεῖται εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἄνω κάτοπτρον νὰ εὐρίσκηται



Σχ. 46—15. Περισκόπιον.

ἀναθην τοῦ καλύματος, ὥστε νὰ δέχεται φῶς ἀπὸ τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα θέλομεν νὰ ἴδωμεν τοῦτο, ἀνακλῶμενον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου τούτου προσπίπτει ἐπὶ τοῦ δευτέρου κατόπτρου ἀπὸ τὸ ὁποῖον διὰ δευτέρας ἀνακλάσεως, εἰσχωρεῖ εἰς τὸν ὀφθαλμὸν. Τοιαῦτα ἀλλὰ περισκόπια εἶναι δυνατὸν νὰ κατασκευάσῃτε καὶ μόνοι σας καὶ νὰ τὰ χρησιμοποιήσῃτε κατὰ τὰς παρελάσεις ἢ ἄλλας τελετάς.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Δύο ἐπίπεδα κάτοπτρα τοποθετοῦνται εἰς τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζουν γωνίαν 90° . Φωτεινὴ ἀκτίς προσπίπτει ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 30° . Ζητεῖται ἡ γωνία ἀνακλάσεως ὑπὸ τὴν ὁποίαν τοῦτο θὰ ἀνακλασθῇ ἀπὸ τὸ δεύτερον.
2. Ποία ἡ σχηματιζομένη γωνία μεταξὺ τῆς ἀκτίνος προσπτώσεως εἰς τὸ πρῶτον κάτοπτρον καὶ τῆς ἀκτίνος ἀνακλάσεως ἀπὸ τὸ δεύτερον κάτοπτρον τοῦ προβλήματος 1;
3. Κοίλου κάτοπτρον ἔχει ἀκτίνα καμπυλότητος 8 cm. Φωτεινὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ κατόπτρου προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ εἰς σημεῖον ἀπέχον ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα 0,5 cm. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν κορυφὴν τοῦ κατόπτρου, ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς θὰ συναντήσῃ τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ;
4. Φωτεινὴ ἀκτίς, ἐρχομένη διὰ τῆς κυρίας ἐστίας κοίλου κατόπτρου, σχηματίζει γωνίαν 50° μὲ τὴν κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ, τὴν ἀγομένην ἀπὸ τὸ σημεῖον προσπτώσε-

σεως αὐτῆς ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ γωνία ἀνακλάσεως αὐτῆς. ('Απαν. 20°).

5. Φωτεινὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονα κυρτοῦ κατόπτρου προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ, εἰς σημεῖον ἀπέχον ἀπ' αὐτὸν 0,5 cm. Ἐὰν ἡ ἀκτίς καμπυλότητος αὐτοῦ εἶναι 8 cm εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου θὰ σχηματισθῇ τὸ εἶδωλον;
6. Φωτεινὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα κυρτοῦ κατόπτρου προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ εἰς σημεῖον εὐρισκόμενον εἰς ἀπόστασιν 2 cm ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ. Ἐὰν ἡ ἐκ τοῦ σημεῖου αὐτοῦ ἀγομένη κάθετος ἐπὶ τὸ κάτοπτρον σχηματίζῃ γωνίαν 30° μὲ τὸν ἄξονα αὐτοῦ ποία ἡ ἀκτίς καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου;
7. Ἠλιακὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα κυρτοῦ κατόπτρου, προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ. Ἐὰν ἡ ἀκτίς καμπυλότητος αὐτοῦ εἶναι 12 cm ἀπὸ ποῖον σημεῖον θὰ φαίνεται ὅτι προέρχεται ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς;

Β

8. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ταχύτης μετατοπίσεως τοῦ εἰδώλου ἐν σχέσει πρὸς ἐπίπεδον κάτοπτρον, ὅταν τὸ ἀντικείμενον μετατοπίζεται ἐν σχέσει πρὸς τὸ κάτοπτρον.
9. Ἀκτίς φωτὸς προσπίπτει ὑπὸ γωνίαν 90° ἐπὶ ἐπιπέδου κατακορυφου κατόπτρου. Ἐὰν τὸ κάτοπτρον στρέφεται κατὰ γωνίαν 60° , κατὰ ποίαν γωνίαν θὰ περιστραφῇ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς;

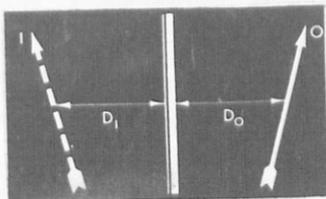
ΕΔΑΦΙΟΝ 47. Κ ά τ ο π τ ρ α .

ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι, τὸ εἶδωλον ἐνὸς ἀντικειμένου τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμπροσθεν ἐνὸς ἐπιπέδου κατόπτρου, σχηματίζεται ὀπισθεν αὐτοῦ, (σχήμα 47-1). Ἐκ τοῦ σχήματος 47-1 δεικνύεται ἐπίσης ὅτι, τὸ εἶδωλον ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον εἶναι πλευρικῶς ἀνεστραμμένον, δηλ. μὴ ἐφαρμοσμένον, διότι τὸ ἀριστερὸν ἀπεικονίζεται ὡς δεξιὸν καὶ τάνάπαλιν.

Τὸ εἶδωλον I σχηματίζεται εὐκόλως, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι τὸ εἶδωλον οἰουδήποτε σημεῖου τοῦ ἀντικειμένου O πρέπει νὰ εἶναι συμμετρικὸν ὡς πρὸς αὐτὸ, ἐν σχέσει πρὸς τὸ κάτοπτρον. Ἡ ἀνωτέρω πρότασις ἐμφαίνεται ὑπὸ τῆς κατωτέρω σχέσεως :

$$D_0 = D_1$$

ὅπου διὰ τοῦ D_0 ὑποδηλοῦται ἡ ἀπό-

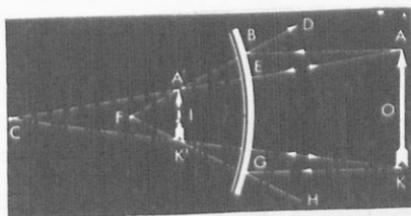


Σχ. 47-1. Σχηματισμός του ειδώλου ενός αντικειμένου εύρισκομένου εμπροσθεν επιπέδου κατόπτρου.

στασις τοῦ αντικειμένου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου καὶ διὰ τοῦ D_1 ἡ ἀπόστασις τοῦ ειδώλου ἀπ' αὐτοῦ.

ΚΥΡΤΟΝ ΣΦΑΙΡΙΚΟΝ ΚΑΤΟΠΤΡΟΝ.

Ἐστω κυρτὸν κάτοπτρον (σχ. 47-2) καὶ ὅτι, καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ τοποθετοῦμεν φωτόβολον ἀντικείμενον ΑΚ. Διὰ νὰ σχηματίσωμεν τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, φέρομεν ἀπὸ τὸ Α τὴν παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα ἀκτίνα ΑΒ, ὁπότε, ὡς γνωρίζομεν, ἡ γεωμετρικὴ προεκβολὴ τῆς ἀνακλωμένης ἀκτίνος ΒΔ θὰ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας ἐστίας F. Ἐὰν ἐνώσωμεν τὸ κέντρον καμπυλότητος C τοῦ κατόπτρου μὲ τὸ Α, τότε, ἐπειδὴ ἡ ἀκτίς CA εἶναι κάθετος ἐπὶ τὸ κάτοπτρον, ἀκτίς προερχομένη ἀπὸ τὸ Α καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κατὰ τὴν CA ἀνακλᾶται κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν, καὶ ἡ γεωμετρικὴ αὐτῆς προεκβολὴ τέμνει τὴν προεκβολὴν τῆς προηγουμένης ἀκτίνος εἰς τὸ σημεῖον Α'. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἀντικείμενον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ Α'Κ' θὰ εἶ-



Σχ. 47-2. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ τοῦ φωτεινοῦ ειδώλου ἀντικειμένου ΑΚ ὑπὸ κυρτοῦ κατόπτρου.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ναὶ ἐπίσης κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα. Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ μεγέθους αὐτοῦ ἀρκεῖ νὰ προσδιορισωμεν τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου Κ ἀκολουθοῦντες ἐπακριβῶς τὴν ἀνωτέρω περιγραφείσαν μέθοδον προσδιορισμοῦ τοῦ σημείου Α' ἐκ τοῦ Α.

Παρατηροῦμεν ὅτι, τὸ εἶδωλον εἶναι φανταστικόν, διότι δὲν σχηματίζεται ἀπὸ πραγματικὰς ἀκτίνας, ἀλλὰ ἀπὸ τὰς γεωμετρικὰς προεκβολὰς αὐτῶν. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὴν ἀκόλουθον πρότασιν : Τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου, τὸ ὁποῖον παρέχει κυρτὸν σφαιρικὸν κάτοπτρον, εἶναι φανταστικόν, ὄρθον καὶ μικρότερον τοῦ αντικειμένου.

Ὁ τύπος ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τὴν σχέσηιν μεταξὺ τῶν ἀποστάσεων τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ ειδώλου ἀντιστοίχως ἀπὸ τὸ κυρτὸν κάτοπτρον εἶναι :

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

ὅπου D_0 παριστᾷ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, D_1 τὴν ἀπόστασιν τοῦ ειδώλου καὶ f τὴν ἑστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ κατόπτρου.

Εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον θεωροῦμεν τὸ D_0 ὡς θετικὸν ἐνῶν τὰ B_1 καὶ f ἀρνητικὰ καὶ τοῦτο διότι τὸσον τὸσον τὸ εἶδωλον ἐνὸς κυρτοῦ κατόπτρου ὅσον καὶ ἡ κυρία ἐστία αὐτοῦ, εὐρίσκονται ἀπὸ τὴν ἄλλην πλευρὰν τοῦ κατόπτρου ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 12 cm ἀπὸ κυρτὸν σφαιρικὸν κάτοπτρον ἐστιακῆς ἀποστάσεως 6 cm. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπ' αὐτὸ θὰ σχηματισθῇ τὸ εἶδωλον ;

ΛΥΣΙΣ : Ἐχομεν $D_0=12$ cm καὶ $f = -6$ cm. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὰς ἀνωτέρω τιμὰς εἰς τὴν σχέσιν

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

προκύπτει ἡ :

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{D_1} = -\frac{1}{6}$$

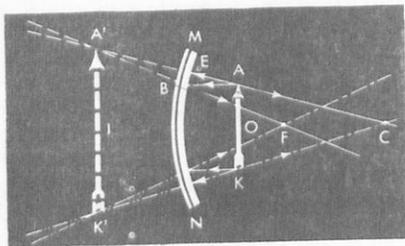
ἢτοι $D_1 = -4$ cm

τὸ ὅποιον σημαίνει ὅτι τὸ εἶδωλον θὰ εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 4 cm ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου θεωρουμένου ὅτι τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται ἐμπροσθεν αὐτοῦ.

ΚΟΙΛΟΝ ΣΦΑΙΡΙΚΟΝ ΚΑΤΟΠΤΡΟΝ. Τὰ κοίλα σφαιρικά κάτοπτρα μᾶς παρέχουν δύο εἶδη εἰδώλων πραγματικῶν ἢ φανταστικῶν. Εἰς ποῖον ἀπὸ τὰ δύο ἀνωτέρω εἶδη θὰ ἀνήκῃ τὸ εἶδωλον μᾶς συγκεκριμένης περιπτώσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν ἀντικειμένου - κατόπτρου.

1η Περίπτωσης. Τὸ σχῆμα 47-3 δεικνύει τὴν γεωμετρικὴν κατασκευὴν φανταστικοῦ εἰδώλου. Προκύπτει φανταστικὸν εἶδωλον ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκειται μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας αὐτοῦ. Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ μεγέθους τοῦ εἰδώλου τοῦ φωτεινοῦ θέλουσ AK φέρομεν καὶ πάλιν τὴν AB παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, ἢ ὅποια ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας, καὶ τὴν εὐθείαν CA, τὴν διερχομένην διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, ἢ ὅποια ἀνακλᾶται πάλιν κατὰ τὴν ἴδιαν διεύθυνσιν. Βλέπομεν ὅτι αἱ δύο ἀνακλώμεναι ἀκτίνες δὲν συναντῶνται, ἐνῶ συναντῶνται ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ αὐτῶν.

Τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς διαδικασίαν ἀκολουθοῦμεν προκειμένου νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ σημείου K. Οὔτω τὸ εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ θέλουσ AK, εἶναι τὸ A'K' ὀρθὸν καὶ φαν-



Σχ. 47-3. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ φανταστικοῦ εἰδώλου.

ταστικόν, καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἡ σχέσις, ἢ ὅποια συνδέει τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τὸ κάτοπτρον μὲ τὴν ἀπόστασιν τοῦ εἰδώλου ἀπ' αὐτό, εἶναι ἡ αὐτὴ ὡς καὶ εἰς τὰ κυρ-

τὰ σφαιρικά κάτοπτρα, ἥτοι ἡ

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

ὅπου D_0 , D_1 καὶ f δηλοῦν τὰς αὐτὰς ἀκριβῶς ἀποστάσεις ὡς καὶ εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα.

Καὶ ἐδῶ τὸ D_0 λαμβάνεται θετικόν. Θετικὸν ἐπίσης λαμβάνεται τὸ f , διότι ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις εὐρίσκειται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ κατόπτρου μὲ τὸ ἀντικείμενον. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως προκύπτει, ὑπὸ τὰς ἀνωτέρω προϋποθέσεις, ὅτι τὸ D_1 εἶναι ἀρνητικόν. Τοῦτο ἔσπευε νὰ τὸ ἀναμῆνῃ τις, ἐφ' ὅσον τὸ εἶδωλον σχηματίζεται εἰς τὴν ἄλλην πλευρὰν τοῦ κατόπτρου ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 1 cm ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 3 cm. Ζητεῖται τὸ εἶδος τοῦ κατόπτρου καὶ ἡ θέσις αὐτοῦ.

ΛΥΣΙΣ: Ἐχομεν $D_0=1$ καὶ $f=3$. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὰς τιμὰς αὐτὰς εἰς τὴν σχέσιν:

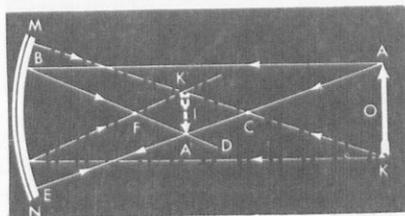
$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

$$\text{προκύπτει ἡ } \frac{1}{1} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{3}$$

ὁπότε εὐρίσκομεν $D_1 = -1,5$ cm.

Ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ σημείου συνάγομεν ὅτι, τὸ εἶδωλον δὲν εἶναι πραγματικόν, ἀλλὰ φανταστικόν ἥτοι θὰ εὐρίσκειται εἰς τὴν ἄλλην πλευρὰν τοῦ κατόπτρου ἀπὸ τὸ ἀντικείμενον εἰς ἀπόστασιν 1,5 cm.

Περίπτωσης 2α. Θεωρήσωμεν, ὅτι πρὸ κοίλου κατόπτρου, παρουσιάξωμεν μικρὸν ἄνοιγμα, τοποθετούμεν, καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ φωτεινὸν θέλος AK (σχ. 47-4).



Σχ. 47-4. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πραγματικοῦ εἰδώλου ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου.

Διὰ νὰ σχηματίσωμεν τὸ εἶδωλον, φέρομεν καὶ πάλιν ἀπὸ τὸ σημεῖον Α παρὰλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ κατόπτρου καθὼς καὶ τὴν ἐνοῦσαν αὐτὸ μὲ τὸ κέντρον καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου C. Ὡς γνωστόν, ἡ πρώτη ἀκτίς μετὰ τὴν ἀνάκλασιν αὐτῆς θὰ διέλθῃ ἀπὸ τὴν κυρίαν ἐστίαν F, ἐνῶ, ἡ δευτέρα AC, ἐπειδὴ προσπίπτει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καθέτως, ἀνακλάται κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν. Τὸ εἶδωλον Α' τοῦ σημείου Α θὰ κείται ἐπομένως, εἰς τὸ κοινὸν σημεῖον τομῆς τῶν δύο τούτων ἀκτίνων.

Ἐπαναλαμβάνομεν τὴν αὐτὴν διαδικασίαν ἀκόμη μίαν φορὰν προσδιορίζοντες τοιοῦτοτρόπως τὸ εἶδωλον Κ' τοῦ φωτεινοῦ σημείου Κ.

Τὸ εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ βέλους ΑΚ εἶναι τὸ Α'Κ' κἀθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα τοῦ κατόπτρου, πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ πραγματικοῦ.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἐντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 12 cm ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἐστιακῆς ἀποστάσεως 4 cm. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου θὰ σχηματισθῇ τὸ εἶδωλον;

ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΩΛΟΥ ΕΙΣ ΤΑ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ		
Θέσις ἀντικειμένου	Θέσις εἰδώλου	Εἶδος εἰδώλου
ΚΟΙΛΟΝ ΚΑΤΟΠΤΡΟΝ		
1. Εἰς ἀπειρον	Ἐπὶ τῆς ἐστίας	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου
2. Μεταξὺ κέντρον καμπυλότητος καὶ ἀπείρου	Μεταξὺ κέντρον καμπυλότητος καὶ ἐστίας	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου
3. Εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος	Εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, ἴσον πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου
4. Μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κέντρον καμπυλότητος	Μεταξὺ κέντρον καμπυλότητος καὶ ἀπείρου	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου
5. Εἰς τὴν ἐστίαν	Εἰς ἀπειρον ἀπόστασιν	Μὴ ὁρατὸν (εἰς ἀπειρον ἀπόστασιν, ἀπείρως μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου).
6. Μεταξὺ κατόπτρου καὶ ἐστίας	Ὅπισθεν τοῦ κατόπτρου	Φανταστικόν, ὀρθόν, μεγαλύτερον τοῦ ἐντικειμένου
ΚΥΡΤΟΝ ΚΑΤΟΠΤΡΟΝ		
Ὅπουδήποτε	Μεταξὺ ἐστίας καὶ κατόπτρου	Φανταστικόν, ὀρθόν, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου
ΕΠΙΠΕΔΟΝ ΚΑΤΟΠΤΡΟΝ		
Ὅπουδήποτε	Συμμετρικόν ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον ἐν σχέσει πρὸς τὸ κάτοπτρον	Φανταστικόν, ὀρθόν, ἴσον πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου

ΛΥΣΙΣ: Έχουμε $D_0 = 12 \text{ cm}$ και $f = 4 \text{ cm}$
 οπότε η σχέση

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_I} = \frac{1}{f}$$

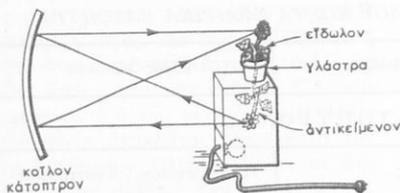
γράφεται

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{D_I} = \frac{1}{4}$$

ήτοι $D_I = 6 \text{ cm}$

ήτοι συνάγεται ότι το είδωλον εφίσταται
 εις απόστασιν 6 cm από το κατόπτρον και
 είναι πραγματικόν.

Ο σχηματισμός πραγματικού ειδώ-
 λου υπό κοίλου κατόπτρου δέν είναι τί-
 ποτε άλλο, παρά μία οπτική απάτη.



Σχ. 47-5. Σχηματισμός πραγματικού ειδώ-
 λου υπό κοίλου κατόπτρου.

Τούτο γίνεται άμεσα αντιληπτόν, από
 την διάταξιν την εμφανιζομένην εις τὸ
 σχήμα 47-5. Ίσχυρόν φῶς πίπτει ἐπὶ
 ἑνὸς ἀνεστραμμένου φλυτῶ (πραγματι-
 κοῦ ἢ τεχνητοῦ) τὸ ὁποῖον εφίσταται
 εις τὸ ἔσωτερικόν ἑνὸς δοχείου, τοῦ ὁ-
 ποίου τὰ τοιχώματα εἶναι ἀδιαφανή. Ἡ
 πρὸς τὸ κοίλον κατόπτρον πλευρὰ τοῦ
 δοχείου ἔχει ἕνα ἄνοιγμα, εις τρόπον ὥ-
 στε αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες, ἀπὸ τὸ φλυτῶ
 νὰ προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Πα-
 ρατηροῦμεν ὅτι ἀπὸ τὴν ἀνάκλασιν τῶν
 φωτεινῶν ἀκτίνων σχηματίζεται ἕνα
 πραγματικόν εἶδωλον τοῦ φλυτῶ, ὁρθὸν
 καὶ μάλιστα ἐντὸς τῆς γλάστρας. Ὁ πα-
 ρατηρητὴς θὰ πρέπει νὰ εφίσταται ἄ-
 πέναντι ἀπὸ τὸ κατόπτρον, καὶ εις ἄρκε-
 τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτοῦ, διὰ νὰ εἶναι
 εἰς θέσιν νὰ βλέπῃ τὸ εἶδωλον.

Εἰς τὴν σελίδα 317 ὑπάρχει γενικὸς
 πίναξ τῆς θέσεως, τοῦ εἶδους καὶ τοῦ
 μεγέθους τοῦ ειδώλου διὰ τὰς διαφόρους
 θέσεις τοῦ ἀντικειμένου διὰ κοίλου, κυρ-
 τὸν καὶ ἐπίπεδον κατόπτρου. Καλὸν εἶ-
 ναι αἱ μαθητὰ νὰ σχεδιάσουν τὰ ἀντί-

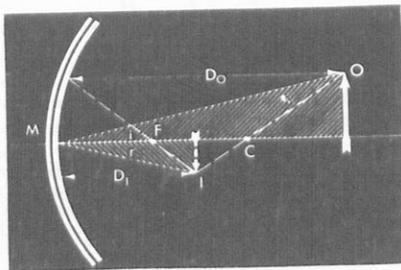
στοιχα διαγράμματα διὰ τὰς διαφόρους
 περιπτώσεις τοῦ ἀνωτέρω πίνακος.

Τὰς διαφόρους θέσεις ἀντικειμένου -
 ειδώλου παρέχει ἡ σχέση :

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_I} = \frac{1}{f}$$

τόσον διὰ τὰ κοῖλα ὅσον καὶ διὰ τὰ κυρ-
 τὰ κατόπτρα. Εἰς τὴν ἀνωτέρω σχέσιν,
 τὸ D_0 λαμβάνεται πάντοτε θετικόν. Ἡ
 ἔστιακή ἀπόστασις f λαμβάνεται πάντο-
 τε ἀρνητικὴ εἰς τὰ κυρτὰ κατόπτρα, καὶ
 πάντοτε θετικὴ εἰς τὰ κοῖλα. Ἡ ἀπόστα-
 σις τοῦ ειδώλου ἀπὸ τὸ κατόπτρον εἶναι
 ἀρνητικὴ διὰ φανταστικά εἶδωλα καὶ
 θετικὴ διὰ πραγματικά.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΛΩΝ. Εὐκόλως
 δεικνύεται ὅτι, τὸ μέγεθος τοῦ ειδώλου
 καὶ ἡ ἀπόστασις του ἀπὸ τὸ κατόπτρον
 εἶναι ποσὰ εὐθέως ἀνάλογα. Εἰς τὸ σχή-
 μα 47-6 ἐμφαίνεται ὁ προσδιορισμὸς
 ειδώλου υπό κοίλου κατόπτρου.



Σχ. 47-6. Ὁ λόγος τοῦ μεγέθους τοῦ ειδώ-
 λου ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον ἰσοῦται πρὸς τὸν
 λόγον τῆς ἀποστάσεως τοῦ ειδώλου πρὸς τὴν
 ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐκτὸς τῶν δύο ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι ἄ-
 γονται ἀπὸ τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ ἀντικει-
 μένου, εἰς τὸ σχήμα 47-6 ἔχει ἀχθὴ
 καὶ ἡ ἀκτὶς ἢ ἐνοῦσα τὸ O μετὴν κο-
 ρυφὴν τοῦ κατόπτρου M. Ἡ ἀκτὶς αὐ-
 τὴ ἀνακλωμένη πρέπει νὰ σχηματίσῃ με-
 τὸν κύριον ἄξονα τὸ κατόπτρου γωνί-
 αν γ ἰσην πρὸς τὴν γωνίαν προσπί-
 σεις i , καὶ νὰ διέρχεται διὰ τοῦ ἀντι-
 στοίχου σημείου τοῦ O τοῦ ειδώλου. Ἐ-
 πεὶδὴ ἡ γωνία γ ἰσοῦται πρὸς τὴν γω-

νίαν i , τὰ δύο διαγραμμισμένα τρίγωνα είναι ὅμοια, καὶ ὡς ὅμοια, ἔχουν τὰς πλευρὰς των ἀναλόγους, ἦτοι :

$$\frac{\text{μέγεθος εἰδώλου}}{\text{μέγεθος ἀντικειμένου}} = \frac{\text{ἀπόστασις εἰδώλου}}{\text{ἀπόστασ. ἀντικειμένου}}$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις ἰσχύει τόσον διὰ τὰ κυρτὰ ὅσον καὶ διὰ τὰ κοίλα κάτοπτρα. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τὸ κάτοπτρον, τόσον μεγαλυτέρον θὰ εἶναι καὶ τὸ μέγεθος του. Ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω ἀναλογίαν, καὶ ἀπὸ τὰ διαγράμματα, παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι, ἐὰν τὸ εἶδωλον εὑρίσκειται εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ κάτοπτρον ἀπὸ ὅτι τὸ ἀντικείμενον, θὰ εἶναι μεγαλυτέρον ἀπὸ αὐτὸ καὶ ἀντιστρόφως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἐπίπεδον κάτοπτρον, $D_0 = D_1$

Κυρτὸν ἢ κοίλον κάτοπτρον, $\frac{1}{D_0} = \frac{1}{D_1} - \frac{1}{f}$

Μέγεθος τῶν εἰδώλων τὴν σχηματιζομένων ὑπὸ τῶν κατόπτρων

$$\frac{\text{μέγεθος εἰδώλου}}{\text{μέγεθος ἀντικειμένου}} = \frac{\text{ἀπόστασις εἰδώλου}}{\text{ἀπόσ. ἀντικειμένου}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ σχηματιζόμενον ὑπὸ ἐπίπεδου κατόπτρου εἰδωλον.
2. Περιγράψατε τὸ σχηματιζόμενον ὑπὸ κυρτοῦ κατόπτρου εἶδωλον.
3. Ποία ἡ ὑφισταμένη σχέσις μεταξὺ τῶν ἀποστάσεων εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου εἰς ἓν κυρτὸν κάτοπτρον ;
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες φανταστικὸν εἶδωλον ;
5. Περιγράψατε τὸ σχηματιζόμενον εἶδωλον εἰς κοῖλον κάτοπτρον, ὅταν ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου εἶναι σχετικῶς μικρά.
6. Περιγράψατε τὸ σχηματιζόμενον εἶδωλον εἰς κοῖλον κάτοπτρον, ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκειται εἰς τὸ ἄπειρον.
7. Ποία ἡ ὑφισταμένη σχέσις μεταξὺ τῶν ἀποστάσεων εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου εἰς ἓν κοῖλον κάτοπτρον ;

8. Τί νοοῦμεν λέγοντες πραγματικὸν ἀντικείμενον ;
9. Ποῖον πλεονέκτημα παρουσιάζει τὸ φανταστικὸν εἶδωλον κυρτοῦ κατόπτρου ἔναντι τοῦ εἰδώλου ἐπίπεδου κατόπτρου ;
10. Ποῖον πλεονέκτημα παρουσιάζει τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἔναντι τοῦ κυρτοῦ ;
11. Ποία σχέσις ὑφίσταται μεταξὺ τοῦ μεγέθους ἐνὸς εἰδώλου καὶ τῆς ἀποστάσεώς του ἀπὸ τὸ κάτοπτρον ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

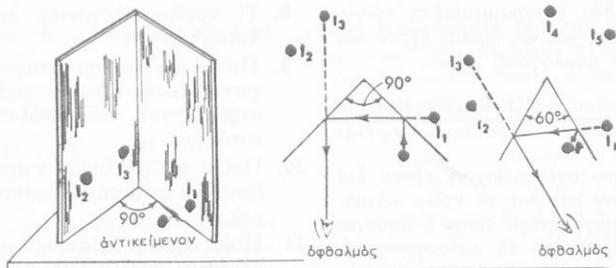
1. Ἐὰν τοποθετήσετε μίαν φωτογραφικὴν πλάκα εἰς τὴν θέσιν ἐνὸς φανταστικοῦ εἰδώλου, εἶναι δυνατὸν νὰ λάβετε τὴν φωτογραφίαν τοῦ ἀντικειμένου ἐπὶ τῆς πλακῆς ; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
2. Ἐὰν βαδίσετε πρὸς ἓνα ἐπίπεδον κάτοπτρον (καθέπτῃν) μὲ ταχύτητα 1 m/sec, μὲ ποίαν ταχύτητα πλησιάζει τὸ εἶδωλὸν σας ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΔΥΟ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. Ἐὰν ἔχετε δύο μικρὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα (καθρέπτας) δύνασθε νὰ ἐκτελέσετε ἀρκετὰ ἐνδιαφέροντα πειράματα προκαλοῦντες τὴν ἐμφάνισιν πολλαπλῶν εἰδώλων.

Ἐὰν τὰ κάτοπτρα τοποθετηθῶν τοιοῦτοτρόπως ὥστε νὰ σχηματίζον γωνίαν 90° , ὡς εἰς τὸ σχῆμα 47-7 ἐμφαίνεται, παρατηροῦμεν ὅτι, προκύπτουν τρία εἶδωλα, τὰ ὁποῖα μὲ τὸ ἀντικείμενον, κατέχουν τὰς τέσσαρας κορυφὰς ὀρθογωνίου. Διὰ γωνίαν 60° , τὰ εἶδωλα εἶναι πέντε, διὰ γωνίαν 45° τὰ εἶδωλα εἶναι ἑπτὰ, ἦτοι ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων βαίνει αὐξανόμενος, ἐφ' ὅσον ἡ γωνία τῶν κατόπτρων ἐλαττωταί. Γενικῶς ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων καθορίζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως $N = 360/d$, ὅπου τὸ d ἡ γωνία τῶν κατόπτρων. Ἐὰν N εἶναι ἀκέραιος καὶ ἄρτιος, ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων εἶναι $N - 1$, ἐὰν ὅμως ὁ N εἶναι περιττός, τότε ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων ἴσεται πρὸς N .

Ἐὰν τέλος, τὰ κάτοπτρα τοποθετηθῶν τὸ ἓνα ἔναντι τοῦ ἄλλου, σχηματί-



Σχ. 47—7. Πολλαπλά είδωλα.

ζεται, μία διπλή σειρά ειδώλων δφειλομένη εις τὰς διαδοχικὰς ἀνακλάσεις τῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῶν δύο κατόπτρων, εις ἐκάστην τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς τῶν ειδώλων θεωρητικῶς δύναται νὰ εἶναι ἄπειρος.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Νὰ εὑρεθοῦν αἱ θέσεις τῶν ειδώλων τῶν σχηματιζομένων ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 15 cm, ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται εἰς ἀποστάσεις 10 cm, 20 cm, καὶ 30 cm ἀπὸ τοῦ κατόπτρου.
2. Πόση ἢ ἐστιακὴ ἀπόστασις κοίλου κατόπτρου, εἰς τὸ ὁποῖον, ὅταν τοποθετήσωμεν ἀντικείμενον εἰς ἀπόστασιν 50 cm ἀπ' αὐτοῦ, τὸ εἶδωλον σχηματίζεται εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν;
3. Φωτεινὸν σημεῖον εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἀπόστασιν 55 cm ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἀκτίνος καμπυλότητος 60 cm. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ θέσις, εἰς τὴν ὅποιαν σχηματίζεται τὸ εἶδωλον αὐτοῦ.
4. Φωτεινὸν ἀντικείμενον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 40 cm ἀπὸ κυρτοῦ κατόπτρου καὶ παρέχει φανταστικὸν εἶδωλον ἐφρακόμενον εἰς ἀπόστασιν 20 cm ἀπ' αὐτοῦ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου.
5. Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος κοίλου κατόπτρου, ἀκτίνος καμπυλότητος 60

Β

- cm. Ποῦ θὰ σχηματισθῇ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ;
6. Ἀντικείμενον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 80 cm ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἀκτίνος καμπυλότητος 60 cm. Νὰ εὑρεθῇ ἡ θέσις τοῦ ειδώλου.
 7. Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 150 cm ἀπὸ κατόπτρου. Τὸ εἶδωλόν του σχηματίζεται εἰς ἀπόστασιν 75 cm ἀπὸ τὸ κατόπτρον καὶ πρὸς τὴν αὐτὴν πλευρὰν αὐτοῦ μὲ τὸ ἀντικείμενον. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ εἶδος τοῦ κατόπτρου καθὼς καὶ ἡ ἐστιακὴ αὐτοῦ ἀπόστασις.
 8. Κυρτὸν σφαιρικὸν κάτοπτρον παρέχει εἶδωλον, τοῦ ὁποῖου τὸ μέγεθος εἶναι τὸ ἕμισυ τοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις εἶναι 30 cm, εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου εὑρίσκεται τὸ ἀντικείμενον; (Ἀ.π. 90cm).
 9. Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 40 cm ἀπὸ κυρτοῦ κατόπτρου ἀκτίνος καμπυλότητος 60 cm. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμένου πρέπει νὰ τοποθετηθῇ διάφραγμα ὥστε ἐπ' αὐτοῦ νὰ ἀπεικονίζεται εὐκρινῶς τὸ εἶδωλον;
 10. Ἡ διάμετρος τοῦ Ἥλιου εἶναι 1380 000 km, ἡ δὲ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς Γῆς 149000000 km. Ζητεῖται πόση θὰ εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ ειδώλου τοῦ Ἥλιου, τὸ ὁποῖον παρέχει κοῖλον σφαιρικὸν κάτοπτρον ἐστιακῆς ἀποστάσεως 3 m.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 15

1. Φωτεινόν βέλος, μήκους 5 cm, τοποθετείται καθέτως επί του άξονος και εις απόστασιν 20 cm από κυρτού σφαιρικού κατόπτρου του οποίου ή άκτις καμπυλότητος είναι 60 cm. Ζητείται νά προσδιορισθῆ, ή θέσις, τό είδος και τό μέγεθος του είδώλου.
2. Αντικείμενον τοποθετούμενον εις απόστασιν 40 cm από κυρτού κατόπτρου, παρέχει είδωλον του οποίου τό μέγεθος είναι ίσον πρός τό ήμισυ αυτού. Ζητείται νά προσδιορισθῆ ή έστιακή απόστασις του κατόπτρου.
3. Αντικείμενον εφρίσκεται εις απόστασιν 150 cm έμπροσθεν κατόπτρου, τό δέ είδωλόν του σχηματίζεται εις απόστασιν 300 cm όπισθεν του κατόπτρου. Ζητείται νά προσδιορισθῆ τό είδος του χρησιμοποιουμένου κατόπτρου, ώς και ή έστιακή αυτού απόστασις. (Άπαν. κοίλου σφαιρικών κατόπτρων έστιακής απόστάσεως 300 cm).
4. Κυρτόν σφαιρικόν κάτοπτρον παρέχει είδωλον ίσον πρός τό $\frac{1}{3}$ του μεγέθους του αντικειμένου. Έάν τό αντικείμενον εφρίσκεται εις απόστασιν 30 cm από του κατόπτρου, πόση ή άκτις καμπυλότητος αυτού ;
5. Αντικείμενον εφρίσκεται εις απόστασιν 150 cm έμπροσθεν κατόπτρου, τό δέ είδωλόν του σχηματίζεται εις απόστασιν 75 cm όπισθεν του κατόπτρου. Ζητείται νά προσδιορισθῆ τό είδος του χρησιμοποιουμένου κατόπτρου, ώς και ή έστιακή αυτού απόστασις.
6. Φωτεινόν βέλος, μήκους 5 cm, τοποθετείται καθέτως επί του άξονος και εις απόστασιν 20 cm από κοίλου σφαιρικού κατόπτρου του οποίου ή άκτις καμπυλότητος είναι 60 cm. Ζητείται νά προσδιορισθῆ ή θέσις, τό είδος και τό μέγεθος του είδώλου.
7. Επί διαφράγματος, τό όποιον απέχει 1 m από κοίλου σφαιρικού κατόπτρου άκτινος καμπυλότητος 40 cm, θέλομεν νά άπεικονίσωμεν τό είδωλον ένός αντικειμένου. Εις ποίαν απόστασιν από τό κάτοπτρον θά πρέπει νά τοποθετήσωμεν τό αντικείμενον, ώστε επί του διαφράγματος νά άπεικονισθῆ τό είδωλον αυτού ;
8. Κυρτόν σφαιρικόν κάτοπτρον παρέχει είδωλον, του οποίου τό μέγεθος είναι τό $\frac{1}{9}$ του μεγέθους του αντικειμένου. Ζητείται νά προσδιορισθῆ ή άκτις καμπυλότητος του κατόπτρου εάν τό αντικείμενον είναι τοποθετημένον εις απόστασιν 4 m άπ' αυτού.
9. Κυρτόν σφαιρικόν κάτοπτρον έχει έστιακήν απόστασιν 80 cm. Ζητείται εις ποίαν απόστασιν από του κατόπτρου πρέπει νά τοποθετηθῆ αντικείμενον, ίνα τό μέγεθος του είδώλου του είναι τό διπλάσιον του μεγέθους του αντικειμένου.
10. Μέ την βοήθειαν σφαιρικού κατόπτρου, έστιακής απόστάσεως 37.5 cm, επιδιώκεται ό σχηματισμός είδώλου, του οποίου τό μέγεθος νά είναι τέσσαρας φορές μεγαλύτερον του αντικειμένου. Τί είδους κάτοπτρον πρέπει νά χρησιμοποιηθῆ και εις ποίαν απόστασιν πρέπει νά τεθῆ τό αντικείμενον άπ' αυτού ;

ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Εἶδομεν ὅτι, ὅταν φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτῃ ἐπὶ κατόπτρου, ἀλλάσσει διεύθυνσιν. Ἄξιόπρόσεκτον εἶναι τὸ γεγονός ὅτι, ὅταν μίᾳ φωτεινῇ ἀκτὶς προσπίπτῃ ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου διαχωριστικῆς ἐπιφανείας δύο μέσων, παρουσιάζει «κάμψιν». Ὑπάρχουν ὅπερα παραδείγματα «κάμψεως» τῶν εὐδυγράμμων φωτεινῶν ἀκτίνων. Ποία εἶναι ὁμῶς ἡ αἰτία, ἢ ὅποια προκαλεῖ τὴν «κάμψιν» αὐτήν;

Ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν εἰδῶλων τῶν κατόπτρων, οὕτω καὶ ἐδῶ, κατ' ἀρχὰς πρέπει νὰ διατυπωθοῦν ὠρισμένοι κανόνες.

Κατὰ τὴν λύσιν τῶν προβλημάτων τῶν φακῶν, δά ἔχετε μίαν ἀκόμη εὐκαιρίαν νὰ χρησιμοποιήσετε τὰς γνώσεις σας τῆς γεωμετρίας καὶ τῶν μαθηματικῶν.

ΕΛΔΦΙΟΝ 48. Ἡ διάθλασις τοῦ φωτός

Ὅταν δέσμη φωτεινῶν ἀκτίνων προσπίπτῃ πλαγίως ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας τῆς διαχωριστικῆς δύο διάφορα μέσα, π.χ. ἀέρα καὶ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι μέρος τοῦ φωτός ὑφίσταται ἀνάκλασιν, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον μέρος εἰσχωρεῖ εἰς τὸ δεύτερον μέσον. Ἡ διεύθυνσις ὁμῶς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων δὲν παραμένει ἢ αὐτὴ ἐντὸς τοῦ δευτέρου μέσου, ἀλλὰ πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Τὸ δεύτερον τοῦτο φαινόμενον καλεῖται *διάθλασις τοῦ φωτός*. Ἡ

διεύθυνσις τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων παραμένει ἢ αὐτὴ μόνον ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως εἶναι 90° . Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν μεταβάλλεται μόνον ἡ ταχύτης αὐτῶν.

Ἀποτέλεσμα τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός εἶναι ὅτι μιὰ πσίνα πλήρης ὕδατος φαίνεται ὅτι εἶναι πῶς βαθειὰ ἀπὸ ὅτι εἶναι εἰς τὴν πραγματικότητα. Ἔτερον χαρακτηριστικὸν παράδειγμα διαθλάσεως εἶναι τὸ εἰς τὸ σχῆμα 48-1 ἐμφαινόμενον. Τὸ κουτάλι φαίνεται νὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο μὴ συνεχόμενα μέρη.

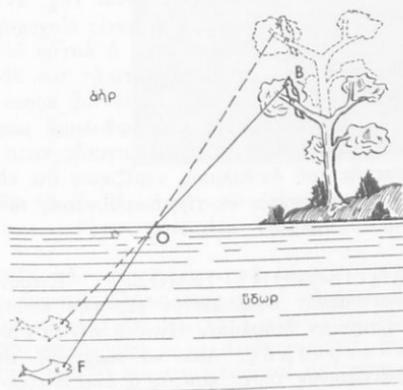


Σχ. 48—1. Αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες «κάμπτονται» ὅταν προσπίπτουν πλαγίως ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας δύο μέσων.

ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΤΥΠΟ ΤΟΥ ΤΑΛΑΤΟΣ. Ἐνα ἀντικείμενον ἐντὸς τοῦ ὕδατος δὲν εἶναι ἐκεῖ ὅπου φαίνεται νὰ εἶναι εἰς παρατηρητὴν ἐκτὸς τοῦ ὕδατος εὐρισκόμενον. Ἡ φαινόμενη μεταβολὴ τῆς θέσεως ἐνὸς ἀντικείμενου ἐντὸς τοῦ ὕδατος συμβαίνει συχνάκις εἰς τοὺς κολυμβητάς.

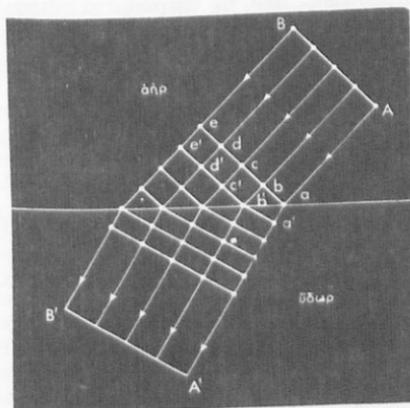
Εἰς τὸ σχῆμα 48-2 ἐμφαίνεται χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τῆς φαινομένης μεταβολῆς τῆς θέσεως τοῦ ἰχθύος καὶ τοῦ πτηνοῦ, ὀφειλομένη εἰς τὴν διάθλασιν τοῦ φωτός ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Διὰ τὸ πτηνόν, ἢ θέσις τοῦ ἰχθύος ἔχει μετα-

τοπισθῆ πρὸς τὰ ἄνω. Ἄλλὰ καὶ διὰ τὸν ἰχθύν, ἡ θέσις τοῦ πτηνοῦ ἔχει μετατοπισθῆ πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ πραγματικὴ τροχιὰ τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος μεταξὺ ἰχθύος καὶ πτηνοῦ εἶναι κατὰ μῆκος τῶν εὐθειῶν OF καὶ OB.



Σχ. 48—2. Ἡ πραγματικὴ, καὶ αἱ φαινομενικαὶ τροχίαι τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος μεταξὺ πτηνοῦ καὶ ἰχθύος.

Ἡ ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ. Ἡ διάθλασις τοῦ φωτὸς ἐξηγεῖται βάσει τῆς κυματικῆς θεωρίας τοῦ Huygens. Τὸ σχῆμα 48-3 παριστᾷ ἓνα ἐπίπεδον κύμα AB, τὸ ὁποῖον προσ-



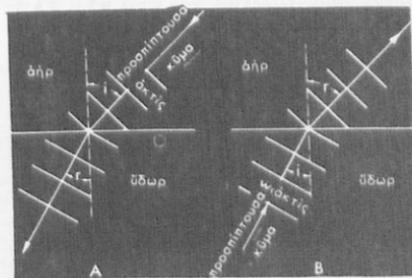
Σχ. 48—3. Ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῆς διαθλάσεως ἀφ' ἑξῆς κυματικῆς θεωρίας.

πίπτει πλαγίως ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας ἀέρος-ὑδάτος. Ἐφ' ὅσον τὸ κύμα εἶναι ἐπίπεδον, τὸ κέντρον καμπυλότητος αὐτοῦ θὰ εἶναι εἰς τὸ ἄπειρον καὶ ἐπομένως αἱ ἀκτίνες αὐτοῦ θὰ εἶναι παράλληλοι μεταξὺ τῶν καὶ κάθετοι ἐπὶ τὸ μέτωπον τοῦ κύματος, ὡς δεικνύεται καὶ εἰς τὸ σχῆμα.

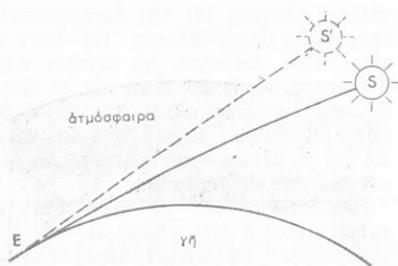
Ἄς θεωρήσωμεν τὸ κύμα ὅταν τὸ τμήμα αὐτοῦ α ἔχει φθάσει εἰς τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφανείαν ἀέρος-ὑδάτος. Ἐντὸς τοῦ ὑδάτος ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι μικροτέρα, καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀκτίς θὰ ἔχη διανύσει μόνον μίαν μικρὰν ἀπόστασιν, τὴν aa' , καθ' ἃν χρόνον ἡ ἀκτίς b ἔχει καλύψει τὸ διάστημα bb' , ἢ c τὸ cc' κ.ο.

Καθ' ὅμοιον τρόπον, αἱ ἀκτίνες b, c, d, e , θὰ ἐπιβραδυνθοῦν ὅταν θὰ προσπίπτουν ἐπὶ τὸ ὑδατοσὶ μὲ ἀποτέλεσμα τὸ μέτωπον τοῦ κύματος AB νὰ μεταβάλλῃ διευθύνσιν.

Ἐὰν φωτεινὴ ἀκτίς, εἰσχωροῦσα εἰς μέσον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ταχύτης αὐτῆς ἐλαττωταί, ἐκτρεπομένη πλησιάζῃ τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφανείαν (σχῆμα 48-4A), λέγομεν ὅτι τὸ μέσον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ταχύτης τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος ἠλαττώθη, εἶναι διαθλαστικώτερον ἢ ὀπτικῶς πυκνότερον τοῦ ἄλλου. Οὕτω, εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 48-4A, λέγομεν ὅτι, τὸ ὕδωρ εἶναι ὀ-



Σχ. 48—4. Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς εἰσχωροῦσα εἰς μέσον ὀπτικῶς πυκνότερον ἐκτρέπεται πλησιάζουσα τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφανείαν, ἐνῶ εἰσχωροῦσα εἰς μέσον ὀπτικῶς ἀραιότερον ἐκτρέπεται ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου.



Σχ. 48-5. Λόγω οπτικής ἀνομοιογενείας τῆς ἀτμόσφαιρας, ἐνῶ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν S, φαίνεται εἰς τὴν θέσιν S' ὑψηλοτέραν τῆς πραγματικῆς.

πτικῶς πυκνότερον τοῦ ἀέρος. Ἀντιθέτως ὅταν φωτεινὴ ἀκτίς, εἰσχωροῦσα ἐντὸς μέσου ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ταχύτης αὐτῆς αὐξάνει καὶ ἐκτρεπομένη ἀπομακρύνεται τῆς κάθετου ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν (σχ. 48-4B), λέγομεν ὅτι, τὸ μέσον τοῦτο εἶναι ὀπτικῶς ἀραιότερον. Πρέπει νὰ τονισθῇ ὅτι, ἡ οπτικὴ πυκνότης οὐδεμίαν σχέσιν ἔχει μὲ τὴν ὕλικὴν ἢ μηχανικὴν πυκνότητα.

Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς μὲ τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως, καλεῖται γωνία προσπτώσεως (γωνία i). Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ διαθλωμένη ἀκτίς μὲ τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον διαθλάσεως καλεῖται γωνία διαθλάσεως (γωνία r).

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ. Ὅταν φωτεινὴ ἀκτίς προερχομένη ἀπὸ τὸν ἥλιον, εἰσχωρῆ ἐντὸς τῆς ἀτμόσφαιρας ὁδεύουσα εἰς στρώματα τῶν ὁποίων ἡ οπτικὴ πυκνότης αὐξάνεται συνεχῶς, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀκτίς δὲν παραμένει εὐθεῖα, ἀλλὰ καμπυλοῦται (σχ. 47-5), καί, ἐπομένως ἐὰν ἡ ἀκτίς εἰσχωρήσῃ εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας, ὁ ἀστὴρ δὲν θὰ φανῆ εἰς τὴν πραγματικὴν του θέσιν, ἀλλὰ εἰς τὴν προέκτασιν τοῦ προσοφθαλμίου τμήματος τοῦ ὀφθαλμοῦ μας καὶ τοῦτο διότι ἐκ φυσιολογικῆς κατασκευῆς τοῦ ὀφθαλμοῦ, νομίζομεν ὅτι τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῆς διεθυνῆσεως τοῦ προσοφθαλμίου τμήματος.

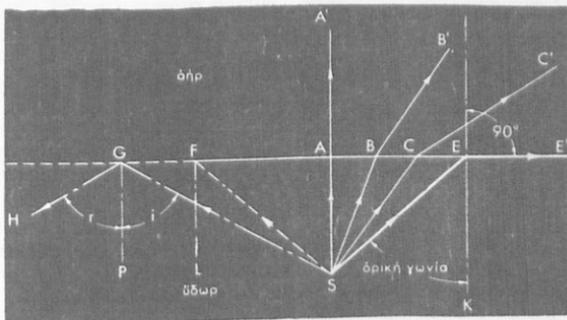
ΑΝΤΙΚΑΤΟΠΤΡΙΣΜΟΣ. Ἐτερον φαινόμενον ὀφειλόμενον εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν διάθλασιν εἶναι ὁ ἀντικατοπτρισμός. Διὰ νὰ παραχθῇ τὸ φαινόμενον τοῦτο, πρέπει ὁ ἀῆρ ὁ εὐρισκόμενος πλησίον τοῦ ἐδάφους νὰ εἶναι ὀπτικῶς ἀραιότερος, δηλ. θερμότερος τοῦ ὑπερκειμένου στρώματος ἀέρος, αἱ συνθῆκαι δὲ αὐταὶ πραγματοποιοῦνται εἰς περιοχὰς ὅπου τὸ ἔδαφος θερμαίνεται ἐντόνως ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ακτίνων.

Τὸ σχῆμα 48-6 παριστᾷ ἀνάλογον φαινόμενον ἀντικατοπτρισμοῦ ὅταν ὁ πλησίον πρὸς τὸν ἀσφαλτοστρωμένον τάπητα τοῦ αὐτοκινητοδρόμου ἀῆρ εἶναι θερμότερος ἀπὸ τὰ ὑπερκείμενα στρώματα ἀέρος. Ὡς ἀποτέλεσμα τῆς διαθλάσεως, ἡ ὁποία λαμβάνει χώραν με-



Σχ. 48-6. Ἀντικατοπτρισμός εἰς ἀσφαλτοστρωμένους ἐπιμήκεις αὐτοκινητοδρόμους. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες διαθλόνται ὑπὸ τῶν πλησίον τοῦ ἐδάφους εὐρισκόμενων θερμῶν στρωμάτων ἀέρος, παρέχουσα οὕτω τὴν ἐντύπωσιν ἀνακλάσεως τῶν φωτεινῶν ακτίνων ἐπὶ ὑδατῆς ἐπιφανείας. Αἱ ἀποστάσεις καὶ αἱ γωνίαι τοῦ ἀνωτέρου σχήματος εἶναι μεγαλύτεραι ἀπὸ ὅτι εἰς τὴν πραγματικότητα διὰ λόγους ἐποπτείας.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 48-7. Ἡ δρική γωνία. Ἡ φωτεινὴ ἀκτὴ προσπίπτουσα κατὰ τὴν δρικήν γωνίαν διαθλωμένη ἐξέρχεται ψαύουσα τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν τῶν δύο μέσων.

ταξὺ τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος, ὁ παρατηρητὴς βλέπει τμήμα τοῦ οὐρανοῦ ἢ ἀντικείμενα ἐπὶ καὶ κατὰ μῆκος τοῦ αὐτοκινητοδρόμου ἀλλὰ ἀνεστραμμένα, ὡς ἐάν μεταξὺ παρατηρητοῦ καὶ ἀντικειμένου ὑπῆρχε ἐπίπεδον κάτοπτρον.

Τὰ εἶδωλα αὐτὰ ἐξαφανίζονται μόλις ὁ παρατηρητὴς πλησιάσῃ πρὸς τὸ μέρος εἰς τὸ ὁποῖον λαμβάνει χώραν ἡ διάθλασις, καὶ τοῦτο διότι αἱ διαθλώμεναι ἀκτῖνες λόγῳ τῆς μικρᾶς διαθλάσεως, τὴν ὁποίαν ὑφίστανται, προσβάλλουν τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, ὅταν οὗτος ἐδρῶσεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν. Ὄταν ὁ παρατηρητὴς πλησιάσῃ, αἱ ἀκτῖνες δὲν προσβάλλουν πλέον τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ, καὶ ὡς ἐκ τούτου, τὸ ὅλον φαινόμενον τοῦ ἀντικατοπτρισμοῦ ἐξαφανίζεται.

Παρόμοιαι διαφοραὶ θερμοκρασίας εἰς τὰ στρώματα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος προκαλοῦν φαινόμενα ἀντικατοπτρισμοῦ ὑπεράνω ὠκεανῶν ἢ τῆς θερμοῦς ἄμμου τῶν ἐρήμων.

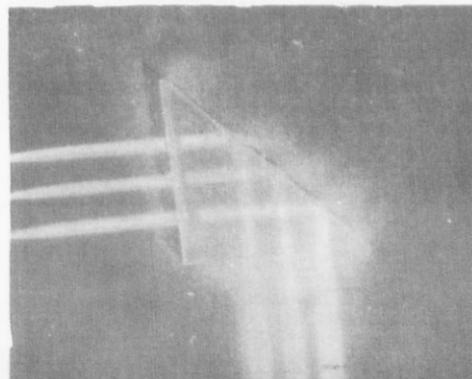
Η ΟΡΙΚΗ ΓΩΝΙΑ. Ὄταν φωτεινὰ ἀκτῖνες προσπίπτουν πλαγίως ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφάνειας δύο διαφόρων μέσων καὶ μεταβαίνουν ἀπὸ τὸ ἓνα μέσον, εἰς ἄλλο ὀπτικῶς ἀραιότερον, π. χ. ὅταν τὸ φῶς μεταβαίῃ ἀπὸ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν αἶρα, γνωρίζομεν ὅτι ἡ διαθλωμένη ἀκτὴ ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου ὡς τοῦτο δεῖχνεται εἰς τὸ σχῆμα 48-7, διὰ τὰς ἀκτῖνας SBB' καὶ SCC'.

Ἀυξανομένης τῆς γωνίας προσπτώσεως

ἡ αὐξάνεται καὶ ἡ γωνία διαθλάσεως r , ἢ ὁποία πάντοτε παραμένει μεγαλύτερα τῆς γωνίας προσπτώσεως, δι' ὠρισμένην δὲ γωνίαν προσπτώσεως i' ἡ γωνία διαθλάσεως r' καθίσταται 90° , ὡς τοῦτο συμβαίνει μὲ τὴν ἀκτῖνα EE', ἡ ὁποία ἐξέρχεται εἰς τὸν αἶρα ψαύουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος. Ἡ δρική γωνία διὰ φωτεινῆν ἀκτῖνα ἐξερχομένην ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ εἰσερχομένην ἐντὸς τοῦ ἀέρος εἶναι $48,5^\circ$.

ΟΛΙΚΗ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ. Ἐὰν ἡ γωνία προσπτώσεως (σχ. 48-7) αὐξηθῇ πέραν τῆς τιμῆς i' , τότε δὲν ὑφίσταται πλέον διαθλωμένη ἀκτὴ, ἀλλ' αὕτη ὑφίσταται ὀλικὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφάνειας καὶ ἐπιστρέφει εἰς τὸ ὀπτι-

Σχ. 48-8. Πρῶτον ὀλικῆς ἀνακλάσεως.



Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 48—9α. Λόγω τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως εἶναι δυνατόν νά λάβῃ χώραν μετάδοσις τοῦ φωτός μέσῳ κεκαμμένων ἀγωγῶν.

κῶς πυκνότερον μέσον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ὀλική ἀνάκλασις τοῦ φωτός καὶ παρατηρεῖται μόνον ὅταν αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες μεταβαίνουν πλαγίως ἀπὸ ἕνα μέσον εἰς ἄλλο ὀπτικῶς ἀραιότερον.

Ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως στηρίζεται ἡ λειτουργία διαφόρων διατάξεων, ὡς τοῦ πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως (σχ. 48 - 8), τοῦ περισκοπίου κ. α. (βλ. ὀπτικά ὄργανα).

Ἐπίσης πολλαὶ συσκευαὶ δι' ἐργαστη-

Σχ. 48—9β. Ἐφαρμογὴ τῆς μεταδόσεως τοῦ φωτός μέσῳ κεκαμμένου ἀγωγοῦ βάσει τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως.



ριακὰς χρήσεις (σχ. 48 - 9α) καὶ διὰ χρήσεις τῆς ἰατρικῆς, ὡς ὀδοντοιατρικῆς (σχ. 48 - 9β) στηρίζονται ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Διάθλασις τοῦ φωτός
Κυματικὴ θεωρία τῆς διαθλάσεως
Γωνία διαθλάσεως
Ἄτμοσφαιρικὴ διάθλασις
Ἄντικατοπτρισμός
Ὅρική γωνία
Ὅλική ἀνάκλασις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

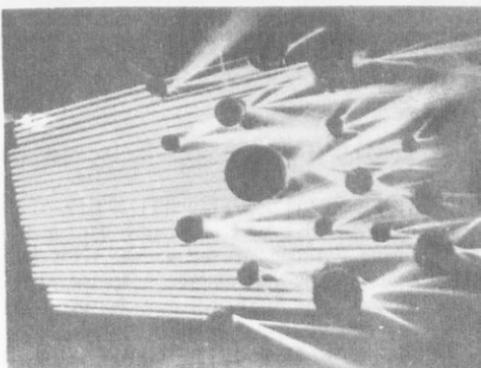
1. Τί νοοῦμεν λέγοντες διάθλασιν τοῦ φωτός; Ἐναφέρατε παραδείγματα.
2. Ἐπὶ ποίας συνθήκας λαμβάνει χώραν ἡ διάθλασις τοῦ φωτός;
3. Τῇ βοηθείᾳ διαγράμματος ἐξηγήσατε τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους παρατηρητῆς παρατηρῶν κέρμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς τοῦ ὕδατος δὲν βλέπει τὸ κέρμα εἰς τὴν πραγματικὴν του θέσιν.
4. Πατὰ ποῖον τρόπον ἐξηγεῖται ἡ διάθλασις βάσει τῆς κυματικῆς θεωρίας τοῦ Huygens;
5. Κατὰ ποῖον τρόπον ἐκτρέπεται φωτεινὴ ἀκτίς, προσπίπτουσα πλαγίως ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας δύο μέσων· α) ἐὰν τὸ μέσον εἰς τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἶναι ὀπτικῶς πυκνότερον, β) ἐὰν τὸ μέσον εἶναι ὀπτικῶς ἀραιότερον;
6. Τί νοοῦμεν λέγοντες γωνία προσπτώσεως καὶ γωνία διαθλάσεως;
7. Περιγράψατε τὸ φαινόμενον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως.
8. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον λαμβάνει χώραν τὸ φαινόμενον τοῦ ἀντικατοπτρισμοῦ.
9. Τί νοοῦμεν λέγοντες ὀρικήν γωνίαν;
10. Ἐπὶ ποίας συνθήκας λαμβάνει χώραν ὀλικὴ ἀνάκλασις;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί μικρά ξυλίνη ράβδος, ἐν μέρει βυθισμένη ἐντὸς ὕδατος, παρουσιάζεται ὡς νὰ εἶναι τεθραυσμένη εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος;
2. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ φαινόμενη ἀνύψωσις τοῦ πυθμένου τῆς θαλάσσης εἰς τὴν περιοχὴν παραλίας;
3. Κατὰ ποῖον τρόπον ἠδυνήθησαν οἱ ἀστρονόμοι νὰ ἀποφανθοῦν ὅτι ἡ σελήνη ἔχει ἀτμόσφαιραν;
4. Διατί τὸ ψάρεμα εἶναι συνήθως καλύτερον ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος εἶναι ἐλαφρῶς τεταραγμένη;
5. Πότε φαίνεται μία πλοῖνα πῶς βαθεῖα. Ὅταν εἶναι ἄδεια ἢ ὅταν εἶναι γεμάτη;
6. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου διαχωριστικῆς ἐπιφανείας δύο μέσων. Πότε ἡ ἀνάκλασις αὐτῆς θὰ εἶναι πλήρης;
7. Ποίως ἐφαρμογὰς ἔχει τὸ φαινόμενον τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός;
8. Τί προκαλεῖ τὰ λεγόμενα θερμικὰ κύματα ὑπεράνω ἐνὸς θερμοπομποῦ;
9. Φωτεινὴ πηγὴ εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει ὑπὸ γωνίαν $48,5^\circ$ ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου διαχωριστικῆς ἐπιφανείας ὕδατος - ἀέρος. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ γωνία διαθλάσεως αὐτῆς.
10. Ἐὰν ἡ γωνία προσπτώσεως, φωτεινῆς ἀκτίνος τοῦ προβλήματος 9, εἶναι 50° , ποία ἡ γωνία τὴν ὅποιαν σχηματίζει ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς μετὰ τὴν διαχωριστικὴν ἐπιφάνειαν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΤΕΧΝΑΣΜΑ ΤΟΥ ΚΕΡΜΑΤΟΣ.
 Ἐπὶ τοῦ πυθμένου δοχείου προσκολλῶμεν μεταλλικὸν ἀντικείμενον π.χ. κέρμα (σχ. 48-11). Θέτομεν τὸ δοχεῖον εἰς τοιαύτην θέσιν ὡς πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν μας ὥστε τὸ κέρμα νὰ μὴ εἶναι πλήρως ὁρατόν. Ἀκολουθῶς γεμίζομεν βαθμιαίως τὸ δοχεῖον μετὰ ὕδωρ. Καθὸς ἡ στάθμη αὐτοῦ ἀνέρχεται τὸ κέρμα γίνεται ὀλονέν καὶ περισσότερον ὁρατόν. Τὸ σχῆμα 48-12 ἐξηγεῖ κατὰ ποῖον τρόπον λαμβάνει χώραν ἡ διάθλασις τῶν φωτεινῶν ἀκτί-



Σχ. 48—10. Αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες διαθλῶνται ἐπὶ τῶν σταγόνων τῆς βροχῆς. Διὰ ποῖον λόγον πρέπει νὰ ὀδηγῇ κανεῖς σιγὰ ὅταν βρέχη;

νων. Τὸ κέρμα φαίνεται νὰ εἶναι εἰς τὴν θέσιν I ἀντὶ εἰς τὴν πραγματικὴν του O.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Σχεδιάσατε ὑπὸ κλίμακα ἐν διάγραμμα παρόμοιον τοῦ σχήματος 48-3, εἰς τὸ ὅποιον νὰ ἐμφαίνεται ἡ διάθλασις ἐνὸς ἐπιπέδου κύματος φωτός προσπίπτοντος ἐπὶ ὕδατο ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 45° . Ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐντὸς τῆς ὕδατος εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὰ $\frac{2}{3}$ τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ἀέρος.
2. Σχεδιάσατε ὑπὸ κλίμακα ἐν διάγραμμα παρόμοιον πρὸς τὸ σχῆμα 48-3, εἰς τὸ ὅποιον νὰ ἐμφαίνεται ἡ διάθλασις ἐνὸς ἐπιπέδου κύματος φωτός, ἐκπεπομένου ὑπὸ φωτεινῆς πηγῆς, εὐρισκομένης ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ προσπίπτοντος ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας ὕδατος - ἀέρος ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 30° . Ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐντὸς τοῦ ἀέρος εἶναι ἴση πρὸς τὰ $\frac{4}{3}$ τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ὕδατος.



Σχ. 48—11, 48—12. Ὅταν τὸ δοχεῖον εἶναι πλήρες ὕδατος, τὸ ἀντικείμενον O φαίνεται νὰ εἶναι εἰς τὴν θέσιν I ἐξ αἰτίας τῆς διαθλάσεως.

ΕΔΑΦΙΟΝ 49. 'Ο δείκτης διαθλάσεως.

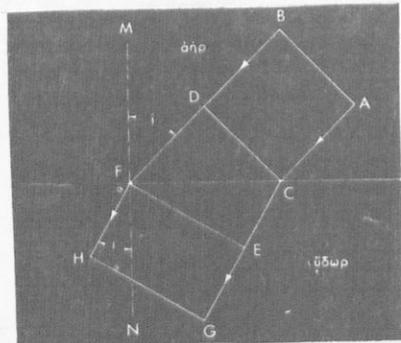
Η ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΣΑ. Γνωρίζομεν ὅτι, ἡ ταχύτης μεταδόσεως τοῦ φωτός εἶναι 300 000 km/sec. Ὁ πρῶτος ὁ ὁποῖος προσδιώρισε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἦτο ὁ Γάλλος φυσικὸς Leon Foucault. Κατὰ τὰς μετρήσεις αὐτοῦ, ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐντὸς τοῦ ὕδατος προσδιορίσθη εἰς 225000 km/sec.

Καλοῦμεν δείκτην διαθλάσεως ἐνὸς μέσου τὸν λόγον ταχυτήτων τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐντὸς τοῦ αἰθέρος καὶ ἐντὸς τοῦ δεδομένου μέσου. Οὕτω ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ ὕδατος ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{300.000}{225.000} = \frac{4}{3} 1,33$$

Η ΓΩΝΙΑ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΛΟΓΟΝ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ. Τὸ σχῆμα 49-1 παριστᾷ μίαν δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας αἰθέρος - ὕδατος. Ἐὰν θεωρήσωμεν τὸ μετωπικὸν κύμα CD, τοῦ ὁποῖου τὸ ἕνα ἄκρον C εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς διαχωριστικῆς ἐπιφανείας.

Κατὰ τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ σημεῖον D τοῦ μετωπικοῦ κύματος CD καλύπτει τὴν ἀπόστασιν DF τὸ σημεῖον C, θὰ φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον E καλύπτον ἀπόστασιν ἰσην πρὸς τὰ $\frac{3}{4}$ τῆς DF. Τὸ πηλίκον τῆς ἀποστάσεως DF πρὸς τὸ CE



Σχ. 49-1. Ὁ δείκτης διαθλάσεως ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀποστάσεων DF καὶ CE.

ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ταχυτήτων τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν αἶρα καὶ εἰς τὸ ὕδωρ.

$$\frac{DF}{CE} = \frac{\text{ταχύτης τοῦ φωτός εἰς τὸν αἶρα}}{\text{ταχύτης τοῦ φωτός εἰς τὸ ὕδωρ}} = \text{δείκτης διαθλάσεως τοῦ ὕδατος}$$

Ἡ μικροτέρα ταχύτης τῆς φωτεινῆς δέσμης ἐντὸς τοῦ ὕδατος προκαλεῖ τὴν ἐκτροπὴν τῆς ἀκτίνος HF πρὸς τὴν κάθετον MN εἰς τὸ σημεῖον F. Ἡ γωνία διαθλάσεως r εἶναι κατὰ συνέπειαν μικροτέρα τῆς γωνίας προσπίπτσεως i .

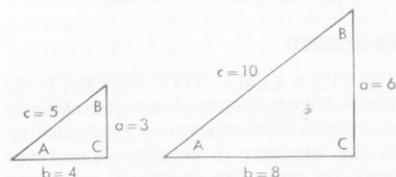
Οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ γωνία προσπίπτσεως, τὸ πηλίκον τῆς ἀποστάσεως DF πρὸς τὴν CE ἔχει σταθερὰν τιμὴν, διὰ τὸ αὐτὸ μέσον.

Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὸν νόμον τῆς διαθλάσεως πρέπει κατ' ἀρχὰς νὰ ὀρίσωμεν τὸ μέγεθος «ἡμίτονον» μιᾶς γωνίας. Τὸ σχῆμα 49-2 παριστᾷ ἕνα ὀρθογώνιον τρίγωνον, τοῦ ὁποῖου αἱ δύο ὀξείαι γωνίαι εἶναι αἱ A καὶ B αἱ δὲ πλευραὶ αὐτοῦ αἱ a, b, καὶ c. Ὀρίζομεν τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας A ὡς, τὸ πηλίκον τῆς πλευρᾶς τοῦ τριγώνου, ἡ ὁποία κεῖται ἀπέναντι τῆς γωνίας A, πρὸς τὴν ὑποτείνουσαν αὐτοῦ ἦτοι

$$\text{ἡμ} A = \frac{\text{πλευρὰ τοῦ τριγώνου κεκλιμένη ἀπέναντι τῆς γωνίας A}}{\text{ὑποτείνουσα τοῦ τριγώνου}}$$

Ὁμοίως τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας B τοῦ αὐτοῦ τριγώνου θὰ εἶναι:

$$\text{ἡμ} B = \frac{\text{πλευρὰ τοῦ τριγώνου κεκλιμένη ἀπέναντι τῆς γωνίας B}}{\text{ὑποτείνουσα τοῦ τριγώνου}}$$



Σχ. 49-2.

Σχ. 49-3.

Τὸ ἡμ. μιᾶς γωνίας

$$= \frac{\text{ἀπέναντι πλευρὰ τῆς γωνίας}}{\text{ὑποτείνουσα τοῦ τριγώνου}}$$

Εἰς ἀμφοτέρω τὰ γρίγωνα

$$\text{ἡμ} A = \frac{3}{5} \text{ καὶ } \text{ἡμ} B = \frac{4}{5}$$

Παρατηρούμεν ὅτι, τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας A εἶναι τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὰ δύο τρίγωνα (σχ. 49-2 καὶ σχ. 49-3) καὶ μάλιστα ἴσον πρὸς $\frac{3}{5}$ (ἡμ. $A = \frac{3}{5}$). Ὀμοίως $\eta\mu B = \frac{4}{5}$ καὶ διὰ τὰ δύο τρίγωνα. Ὡς ἐκ τῶν δύο παραδειγμάτων τῶν σχημάτων 49-2 καὶ 49-3 ἐμφαίνεται, ἡ τιμὴ τοῦ ἡμιτόνου μιᾶς γωνίας δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῶν πλευρῶν τοῦ τριγώνου. Παρ' ὅλον ὅτι αἱ πλευραὶ a καὶ c εἶναι διπλάσιαι εἰς τὸ τρίγωνον τοῦ σχήματος 49-3 ὁ λόγος αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀντιστοίχων πλευρῶν τοῦ σχήματος 49-3. Αἱ τιμαὶ τοῦ ἡμιτόνου ὀξείας γωνίας δίδονται εἰς εἰδικὸν πίνακα εἰς τὸ τέλος τοῦ βιβλίου.

Ἡ γωνία FCD τοῦ σχήματος 49-1 ἰσοῦται πρὸς τὴν γωνίαν προσπτώσεως ἢ ὡς ἔχουσα τὰς πλευράς της καθέτους ἐπὶ τῶν πλευρῶν τῆς γωνίας i. Ὀμοίως ἡ γωνία CFE ἰσοῦται πρὸς τὴν γωνίαν διαθλάσεως r.

Γνωρίζομεν ἐξ ἄλλου ὅτι

$$\eta\mu i = \frac{DF}{CF} \quad (i = \text{γωνία FCD})$$

$$\text{καὶ } \eta\mu r = \frac{CE}{CF} \quad (r = \text{γωνία CFE})$$

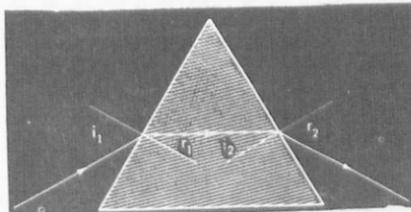
$$\text{ὁπότε } \frac{\eta\mu i}{\eta\mu r} = \frac{DF}{CF} = \frac{DF}{CE}$$

$$\text{Ἄλλὰ } \frac{DF}{CE}$$

$$= \frac{\text{ταχύτης τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ἕρα}}{\text{ταχύτης τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸ ὕδωρ}}$$

$$\text{ὁπότε } \frac{\eta\mu i}{\eta\mu r} = \text{δείκτης διαθλάσεως}$$

Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι ὁ λόγος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας προσπτώσεως πρὸς



Σχ. 49-4. Δίοδος φωτεινῆς ἀκτίνος δι' ἐξ ἑνὸς τριγωνικοῦ πρίσματος.

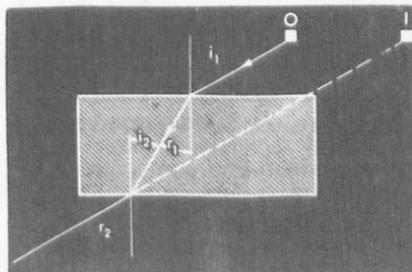
Σχ. 49-5. Παράλληλοι δέσμη φωτεινῶν ἀκτίνων προσπίπτουσαι ἐπὶ τριγωνικοῦ πρίσματος.

τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας διαθλάσεως εἶναι σταθερὸς καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸν δείκτην διαθλάσεως τοῦ μέσου ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἡ ἀκτὴ εἰσέρχεται ἐν σχέσει πρὸς τὸ μέσον ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἡ ἀκτὴ προέρχεται.

Μετροῦντες τὰς γωνίας i καὶ r δυνάμεθα βάσει τῶν ἀνωτέρω νὰ προσδιορίσωμεν τὸν δείκτην διαθλάσεως ἐνὸς μέσου. Ὀμοίως γνωρίζοντες τὴν τιμὴν τοῦ δείκτη διαθλάσεως ἐνὸς μέσου, καὶ μίαν τῶν γωνιῶν i καὶ r δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν δευτέραν.

ΔΙΟΔΟΣ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΔΙΑ ΜΕΣΟΥ ΠΡΙΣΜΑΤΩΝ.
Θεωροῦμεν ὅτι ἐπὶ τῆς κυρίας τομῆς πρίσματος (σχ. 49-4) προσπίπτει φωτεινὴ ἀκτὴς, ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως i_1 . Ἡ ἀκτὴ αὕτη, εἰσχωροῦσα εἰς τὸ πρίσμα, πλησιάζει πρὸς τὴν καθέταν, σχηματίζουσα τὴν γωνίαν διαθλάσεως r_1 , καὶ ἀκολούθως, ὀδεύουσα ἐντὸς τοῦ πρίσματος, προσπίπτει ἐπὶ τῆς δευτέρας ἑδρας, ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως i_2 , ἐξερχομένη δὲ εἰς τὸν ἀέρα ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου, σχηματίζουσα πρὸς αὐτὴν γωνίαν r_2 . Μετροῦντες τὴν γωνίαν προσπτώσεως καὶ γωνίαν διαθλάσεως εἰμεθα εἰς θέσιν νὰ προσδιορίσωμεν τὸν δείκτην διαθλάσεως τοῦ πρίσματος.

Τὸ σχῆμα 49-6 δεικνύει τὴν τροχίαν μιᾶς φωτεινῆς ἀκτίνος προσπίπτουσης



Σχ. 49-6. Διάθλασις διὰ πλακῶς με παραλλήλους ἑδρας.

πλαγίως επί υαλίνης πλακός έχουσας παραλλήλους εδρας. Αύτη εισχωρούσα εντός τῆς υάλου θά σχηματίσῃ γωνίαν διαθλάσεως r_1 , μικροτέραν τῆς γωνίας προσπτώσεως i_1 , λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ υάλος εἶναι μέσον ὀπτικῶς πικνότερον τοῦ ἀέρος, ἥτοι θά πλησιάζῃ πρὸς τὴν κάθετον. Ὅταν ὅμως ἡ διαθλωμένη ἀκτίς φθάσῃ εἰς τὴν κάτω εδραν τῆς υαλίνης πλακός, ἐπειδὴ ἐξέρχεται ἀπὸ τὴν υάλου εἰς τὸν ἀέρα, ἥτοι εἰς μέσον ὀπτικῶς ἀραιότερον, εἶναι φανερὸν ὅτι θά ἀκολουθήσῃ πορείαν σχηματίζουσαν πρὸς τὴν κάθετον γωνίαν r_2 ἴσην πρὸς τὴν γωνίαν i_1 , καὶ ἐπομένως ἡ ἐξερχομένη ἀκτίς θά εἶναι παράλληλος πρὸς τὴν προσπίπτουσαν. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι ἡ γωνία i_2 ἴσουςται πρὸς τὴν r_1 . Οὕτω παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ διάθλασις τῆς ἀκτίνος διὰ μέσου τῆς υαλίνης πλακός δὲν προσκαλεῖ γωνιακὴν μετατόπισιν τῆς ἀκτίνος, ἀλλὰ μόνον παράλληλον μετατόπισιν αὐτῆς.

Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τοὺς δείκτας διαθλάσεως διὰ ἐννέα συνήθη σώματα φατιζόμενα διὰ κίτρινον φῶτος, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς φασματικὴν γραμμὴν τοῦ νατρίου.

Σ ὄ μ α τ α	Δείκτης διαθλάσεως
Ἄηρ	1.00
Ἀδάμας	2.42
Βενζίνη	1.38
Αἰθυλικὴ ἀλκοόλη	1.36
Ἐλαιόλαδον	1.47
Ἰώδωρ	1.33
Πάγος	1.31
Πυριτάλος	1.64
Βαρεῖα πυριτάλος	1.92
Στεφανύαλος	1.52

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Δείκτης διαθλάσεως

Δείκτης διαθλάσεως

$$= \frac{\text{ταχύτης τοῦ φωτός εἰς τὸν ἀέρα}}{\text{ταχύτης τοῦ φωτός εἰς δοδὲν μέσον}}$$

$$\text{Δείκτης διαθλάσεως} = \frac{\eta \mu i}{\eta \mu r}$$

Δίοδος φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ μέσου πρίσματος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὅρισατε τὸν δείκτην διαθλάσεως.
2. Ποία ἡ τιμὴ τοῦ δείκτου διαθλάσεως τοῦ ὕδατος;
3. Σχηματίσατε ἓνα διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον θά ἐμφανίζηται ἡ τροχιὰ μιᾶς φωτεινῆς ἀκτίνος κατὰ τὴν δίοδον αὐτῆς διὰ μέσου ἐνὸς τριγωνικοῦ πρίσματος.
4. Σχηματίσατε ἓνα διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον θά ἐμφανίζηται ἡ τροχιὰ μιᾶς φωτεινῆς ἀκτίνος κατὰ τὴν δίοδον αὐτῆς διὰ μέσου μιᾶς υαλίνης πλακός μὲ παραλλήλους εδρας.
5. Κατὰ πόσον τρόπον εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ὁ δείκτης διαθλάσεως ἐνὸς σώματος;

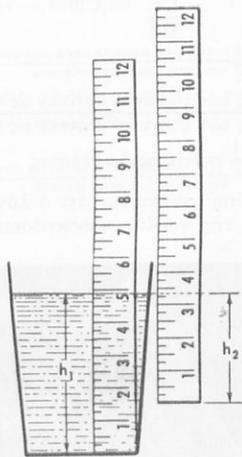
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ πυριτάλος παρουσιάζει μεγαλύτερον δείκτην διαθλάσεως ἀπὸ τὴν κοινὴν υάλου. Ποῖον ἀπὸ τὰ δύο σώματα παρουσιάζει μεγαλύτεραν ὀρικὴν γωνίαν καὶ διατῖ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΥΓΡΟΥ.

Ὁ ἀπλούστερος τρόπος διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ δείκτου διαθλάσεως ἐνὸς ὑγροῦ σώματος εἶναι ὁ προσδιορισμὸς τοῦ φαινομένου καὶ τοῦ πραγματικοῦ βάθους αὐτοῦ. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς εἰς τὸ σχῆμα 49—7 ἐμφαινόμενης μεθόδου.



Σχ. 49—7. Ὁ δείκτης διαθλάσεως ἐνὸς ὑγροῦ ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον $\frac{\text{πραγματικὸν βάθος}}{\text{φαινόμενον βάθος}} = \frac{h_1}{h_2}$

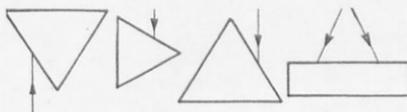
Τοποθετήσατε ένα κανόνα εντός του υαλίνου δοχείου, το όποιον περιέχει, το άγνωστο δείκτη διαθλάσεως, υγρόν. Ακολουθώντας τοποθετήσατε ένα δεύτερον κανόνα πλησίον του δοχείου και μετακινήσατε τούτον παρατηρούντες αυτόν διά μέσου του υγρού έως ότου τα δύο κάτω άκρα των κανόνων να φαίνονται ότι είναι εις το αυτό επίπεδον. Ούτω έχετε το φαινόμενον βάθους h_2 και το πραγματικόν h_1 . Διαιρούντες το πραγματικόν διά του φαινομένου βάθους θα έχετε κατά προσέγγισιν τὸν δείκτην διαθλάσεως του υγρού. Κατὰ παρόμοιον τρόπον είναι δυνατόν να προσδιορισθῇ ὁ δείκτης διαθλάσεως, του ὕδατος, τῆς βενζίνης ἢ του ελαιολάδου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Ποία ἡ ταχύτης του φωτός εις τὸν πάγον;
2. Ἡ ταχύτης του φωτός εντός ενός εἴδους ὑάλου είναι 200.000 km/sec. Ποίος ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς ὑάλου ταύτης;
3. Ἡ γωνία προσπτώσεως φωτεινῆς ἀκτίνος, ἡ ὁποία μεταβαίνει ἀπὸ τὸν ἀέρα εις παραφίνην, είναι 45° καὶ ἡ γωνία διαθλάσεως 30° . Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ δείκτης διαθλάσεως. Νὰ λυθῇ τὸ πρόβλημα γραφικῶς.
4. Ἀκτὶς προσπίπτει ἀπὸ τὸν ἀέρα ἐπὶ πλακὸς ἐκ πυριτυάλου, ὑπὸ γωνίαν 45° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία διαθλάσεως.
5. Δείξατε κατὰ προσέγγισιν τὰς τροχιάς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν κατὰ τὰς ἐμφαινόμενας

διευθύνσεις ἐπὶ τῶν πρισμάτων του σχήματος 49-8.



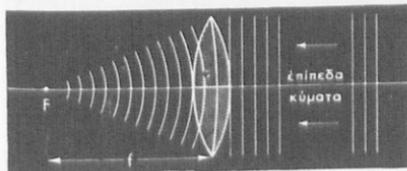
Σχ. 49-8.

Β

6. Ὑπενθυμίζοντες ὅτι, εις τὴν περιπτώσιν ὀρικῆς γωνίας, ἡ γωνία διαθλάσεως ἰσοῦται πρὸς 90° , καὶ δεδομένον ὅτι εις τὴν περιπτώσιν ταύτην ὁ δείκτης διαθλάσεως ἰσοῦται πρὸς τὸ κλάσμα $\frac{1}{\text{ἡμιτόνου ὀρικῆς γωνίας}}$, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ὀρικῆ γωνία του σώματος ἐκεῖνου εντός του ὁποῖου ἡ ταχύτης του φωτός ἰσοῦται πρὸς 200.000 km/sec. (Ἄπ. $41,8^\circ$).
7. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ ταχύτης του φωτός εις km/sec εντός μέσου του ὁποῖου ἡ ὀρικῆ γωνία ἰσοῦται πρὸς 30° . (Βλέπε πρόβλημα 6).
8. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ ὀρικῆ γωνία του ἀδάμαντος.
9. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει ἐπὶ τῆς μιᾶς ἕδρας πρίσματος ἐκ στεφανυάλου, δείκτην διαθλάσεως 1,52, καὶ διέρχεται διὰ μέσου αὐτοῦ παραλλήλως πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ. Ποία ἡ ἐκτροπὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος λόγω τῶν δύο διαθλάσεων; (Ἄπ. 40°).
10. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τῆς μιᾶς ἕδρας πρίσματος ἐκ στεφανυάλου, κυρίας τομῆς ἰσοπλευροῦ τριγώνου. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐκτροπὴ τῆς ἀκτίνος.

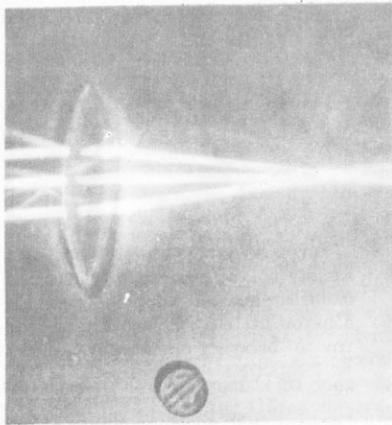
ΕΔΑΦΙΟΝ 50. Φακοί.

ΦΑΚΟΙ. Τὸ σχῆμα 50—1 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον μεταβάλλεται ἡ

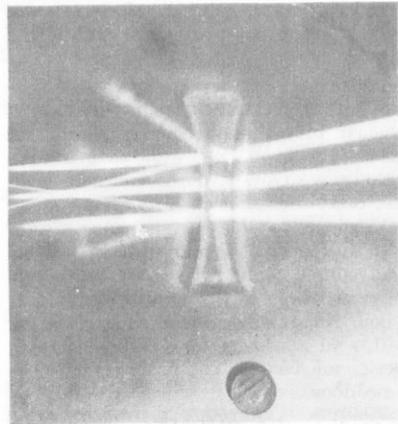


Σχ. 50-1. Ὁ φακὸς προκαλεῖ μεταβολὴν τῆς καμπυλότητος τῶν δεικνυμένων ἐπὶ αὐτοῦ κυμάτων.

καμπυλότητος τῶν κυμάτων ὅταν ταῦτα διέρχωνται δι' ἑνὸς φακοῦ. Λέγοντες φακόν, νοούμεν οἰοδήποτε διαφανές μέσον, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ μεταβολὴν τῆς καμπυλότητος τῶν προσπιπτόντων ἐπ' αὐτοῦ κυμάτων. Τὰ σχήματα 50—2α καὶ 50—2β δεικνύουν τὸ αὐτὸ φαινόμενον με μόνην τὴν διαφοράν ὅτι, τὰ κύματα ἀντικατεστάθησαν με ἀκτίνας. Τὸ σχῆμα 50—2α δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον παράλληλοι ἀκτίνες συγχλίνουν ὑπὸ



Σχ. 50—2α. Συγκλίνων φακός μετατρέπει παράλληλον δέσμη φωτεινών ακτίνων εις συγκλίνουσαν. Καλής ποιότητος φακός δέν πρέπει νά παρουσιάξη άποκλίσις φωτός έξ ανακλάσεως.



Σχ. 50—2β. Άποκλίνων φακός μετατρέπει παράλληλον δέσμη φωτεινών ακτίνων εις άποκλίνουσαν.

ένος κυρτού φακού. Κυρτός ή συγκλίνων καλείται ό φακός, ό όποιος είναι παχύς εις τό μέσον και λεπτός εις τά άκρα και μετατρέπει δέσμη παραλλήλων ακτίνων εις δέσμη συγκλινουσών. Τό σχήμα 50—2β δεικνύει τόν τρόπον κατά τόν όποιον, παράλληλοι ακτίνες άποκλίνουσι υπό ένός κοίλου φακού. Κοίλος ή άποκλίνων καλείται ό φακός ό όποιος είναι λεπτός εις τό μέσον και παχύτερος εις τά άκρα, μετατρέπει δέ παράλληλον δέσμη ακτίνων εις άποκλίνουσαν.

Τό σχήμα 50—3 δεικνύει συνήθεις τύπους συγκλινόντων και άποκλινόντων φακών.

ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ. Έστω συγκλίνων φακός (σχ. 50—4) τού όποιου τό πάχος θεωρούμεν άμελητόν. Τό σημειον *c* παριστά τό κέντρον καμπυλότητος τής

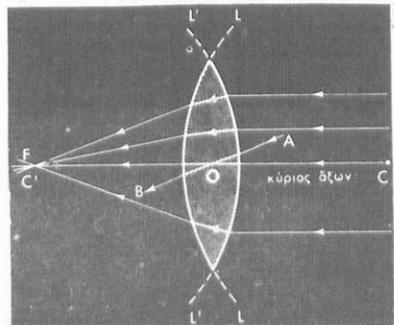


κιρτοί ή συγκλίνοντες φακοί κοίλοι ή άποκλίνοντες φακοί

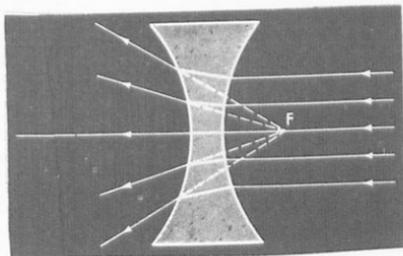
Σχ. 50—3. Τύποι φακών.

μιάς τών σφαιρικών επιφανειών τού φακού, τό δέ *c'* τό κέντρον καμπυλότητος τής άλλης. Η ευθεία *cc'* καλείται κύριος άξων τού φακού, τό δέ σημειον *o* εις τό όποιον συναντά ό κύριος άξων τόν φακόν καλείται όπτικόν κέντρον τού φακού.

Προκειμένου περι φακών μικρού πάχους, τά τμήματα *oc* και *oc'* είναι ίσα, άνευ αισθητού σφάλματος, προς τās άκτίνας καμπυλότητος τών δύο σφαιρικών επιφανειών τού φακού. Η *AOB*, ή όποία διέρχεται μόνον διά τού όπτικου κέντρου τού φακού, καλείται δευτερεύ-



Σχ. 50—4. Άκτίνες παράλληλοι προς τόν κύριον άξωνα διέρχονται διά τής κυρίας έστιας.



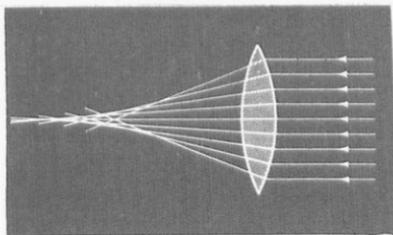
Σχ. 50—5. Ἀποκλίνων φακός. Ἀκτίνες παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα φακοῦ διεκθλώνονται φαίνονται ὡς νὰ προέρχονται ἀπὸ τὴν κυρίαν ἐστίαν αὐτοῦ.

ων ἄξων τοῦ φακοῦ καὶ παρουσιάζει, ὡς ὁ κύριος ἄξων, τὴν ιδιότητα ὅτι φωτεινὴ ἀκτίς, προσπίπτουσα κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα, ἐξέρχεται ἀπὸ τὸν φακὸν χωρὶς νὰ ὑποστῇ διάθλασιν.

Ἄς φαντασθῶμεν ὅτι φωτεινὴ ἀκτίς προσπίπτει παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ φακοῦ. Αὕτη, μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῆς διὰ τοῦ φακοῦ, θὰ διέλθῃ δι' ἑνὸς σημείου F τοῦ κυρίου ἄξονος. Ἐὰν θεωρήσωμεν καὶ ἄλλην ἀκτίνα παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, αὕτη, μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῆς διὰ τοῦ φακοῦ, θὰ διέλθῃ ἐπίσης διὰ τοῦ σημείου F, καθὼς καὶ πᾶσα ἄλλη ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται κυρίᾳ ἐστία τοῦ φακοῦ. Ἡ ἀπόστασις OF καλεῖται ἐστιακὴ ἀπόστασις. Ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις ἐνὸς φακοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα, καὶ τὸ μέγεθος αὐτοῦ ὡς ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὸν δείκτην διαθλάσεως τῆς ὑάλου ἀπὸ τὴν ὁποίαν εἶναι κατασκευασμένος οὗτος. Ὅσον περισσότερο κυρταὶ εἶναι αἱ ἐπιφάνειαι ἐνὸς συγκλίνοντος φακοῦ, τόσο ἐντονωτέρα εἶναι ἡ σύγκλισις τῶν ἀκτίνων καὶ ἐπομένως τόσο μικροτέρα ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις αὐτοῦ.

Τὸ σχῆμα 50—5 δεικνύει τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον παράλληλοι φωτειναὶ ἀκτίνες, προσπίπτουσαι ἐπὶ αποκλίνοντος φακοῦ φαίνονται ὅτι προέρχονται ἀπὸ τὴν ἐστίαν F, κεκλιμένην πρὸς τὴν αὐτὴν πλευρὰν τοῦ φακοῦ ἐπὶ τοῦ ὁποῖου προσπίπτουν αἱ παράλληλοι ἀκτίνες.

ΕΚΤΡΟΠΗ ΕΚ ΣΦΑΙΡΙΚΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ. Οἱ σφαιρικὸι φακοὶ ὑπόκεινται εἰς ἐκτροπὴν ἐκ σφαιρικότητος.

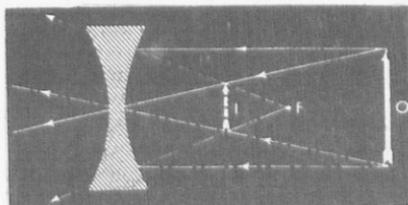


Σχ. 50—6. Ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος. Αἱ περισσότερον ἀπέχουσαι ἀκτίνες, σχηματίζουν τὴν ἐστίαν τῶν πλησιέστερον πρὸς τὸν φακὸν ἢ αἱ κεντρικαὶ ἀκτίνες.

ἀκριβῶς ὡς καὶ τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Τὸ σφάλμα τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι, αἱ ἀκτίνες αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τῶν περιφερειακῶν ζωνῶν τοῦ φακοῦ, μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῶν, συγκεντροῦνται εἰς διάφορον ἐστίαν ἀπὸ ἐκείνην εἰς τὴν ὁποίαν συγκεντροῦνται αἱ ἀκτίνες αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ζωνῶν τοῦ φακοῦ, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 50-6.

Ὡς καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, ἡ ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος τῶν φακῶν, ἐλαττοῦται, ὅταν χρησιμοποιῶμεν μόνον τὸ κεντρικὸν μέρος τοῦ φακοῦ. Ἡ ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος δυνατὸν νὰ ἐκλείψῃ τελείως ἐὰν μεταβάλλωμεν τὸ σχῆμα τοῦ φακοῦ.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΙΔΩΛΟΥ ΤΥΠΟ ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΟΣ ΦΑΚΟΤ. Ἐστω αποκλίνων φακός (σχ. 50—7), ἐπὶ τοῦ ὁποῖου προσπίπτουν δύο ἀκτίνες παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Γνωρίζομεν ὅτι αἱ ἀκτίνες αὗται, μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῶν διὰ τοῦ φακοῦ, ἀποκλίνουν αἱ δὲ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ αὐτῶν συναντῶνται εἰς τὸ σημεῖον F. Τὸ σημεῖον τοῦ-



Σχ. 50—7. Ἀποκλίνοντες φακοὶ σχηματίζουν πάντοτε φανταστικὰ εἰδῶλα καὶ μικρότερα τῶν ἀντικειμένων.

το αποτελεί την κυρίαν έστίαν του φακού, ή όποια εις την περίπτωσιν αὐτήν εἶναι φανταστική, διότι σχηματίζεται ἀπό τὰς γεωμετρικὰς προεκβολὰς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ἐάν φωτεινὴ ἀκτὶς προσπέσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν δευτερευόντος ἄξονος, θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ φακοῦ χωρὶς νὰ ὑποστῇ διάθλασιν.

Ὅταν πρὸ τοῦ ἀποκλίνοντος φακοῦ τοποθετήσωμεν φωτοβόλον ἀντικείμενον, πρὸς σχηματισμὸν τοῦ εἰδώλου αὐτοῦ, θεωροῦμεν πάλιν τὰς δύο βοηθητικὰς ἀκτίνας, μίαν, ἐκ τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ ἀντικειμένου, παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ φακοῦ, τῆς όποίας ἡ γεωμετρικὴ προεκβολὴ θὰ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας έστίας, καὶ δευτέραν συμπέπουσαν πρὸς δευτερεύοντα ἄξονα. Τὸ ἄνω σημεῖον τοῦ εἰδώλου θὰ προκύψῃ ὡς σημεῖον τομῆς τῶν δύο ἀνωτέρω εὐθειῶν.

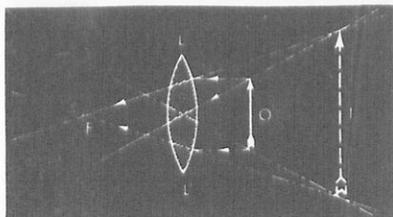
Διὰ τῆς αὐτῆς κατασκευῆς προσδιορίζεται τὸ κάτω σημεῖον τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τὸ κάτω σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου. Ὡς δεικνύεται διὰ τῆς ἀνωτέρω γεωμετρικῆς κατασκευῆς, εἰς τὴν περίπτωσιν ἀποκλίνοντος φακοῦ, τὸ εἶδωλον προκύπτει πάντοτε, φανταστικὸν ὀρθὸν καὶ μικρότερον τοῦ πραγματικοῦ. Τοῦτο εἶναι ὄρατὸν μόνον ἐάν τοποθετήσωμεν ὀθόνην εἰς τὴν θέσιν εἰς τὴν όποίαν ὀφείλει νὰ εὑρισκεται. Αἱ ιδιότητες τῶν κοίλων κατόπτρων εἶναι παρόμοιαι πρὸς τὰς τῶν κυρτῶν κατόπτρων.

Διὰ χάριν ἀπλότητος αἱ ἀκτίνες φαίνονται διαθλώμεναι μόνον ὅταν εἰσέρχονται εἰς τὸν φακὸν (σχ. 50-7) καὶ ὅχι καὶ ὅταν ἐξέρχονται ἀπὸ αὐτόν.

Ὁ τύπος τῶν κατόπτρων ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς φακοῦς ἥτοι ἔχομεν:

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

Ἡ ἀπόστασις D_0 τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ φακοῦ λαμβάνεται πάντοτε θετικὴ. Διὰ ἀποκλίνοντα φακοῦς τόσον ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου D_1 ὅσον καὶ ἡ έστιακὴ ἀπόστασις f λαμβάνονται πάντοτε ἀρνητικαί. Θέτομεν ἀρνητικὸν πρόσημον διὰ νὰ δηλώσωμεν ὅτι τὸ εἶδωλον εὑρίσκειται μὲ τὸ ἀντικείμενον πρὸς τὴν αὐτὴν πλευρὰν τοῦ φακοῦ.



Σχ. 50—8. Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ σχηματίζουν φανταστικὰ εἶδωλα ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκειται μεταξὺ κυρίας έστίας καὶ φακοῦ.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Ἀντικείμενον εὑρίσκειται εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπὸ ἀποκλίνοντος φακοῦ, έστιακῆς ἀποστάσεως 30 cm. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου.

ΛΥΣΙΣ: Εἶναι $D_0 = 10$ cm. καὶ $f = 30$ cm. Ἀντικαθιστῶμεν τὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς εἰς τὸν τύπον

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

$$\text{καὶ ἔχομεν} \quad \frac{1}{10} + \frac{1}{D_1} = -\frac{1}{30}$$

$$\eta \quad D_1 = -3 \text{ cm.}$$

Τὸ εἶδωλον θὰ εὑρίσκειται εἰς ἀπόστασιν 3 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ καὶ εἰς τὴν αὐτὴν πλευρὰν μὲ τὸ ἀντικείμενον.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΙΔΩΛΟΥ ΤΥΠΟ ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΟΣ ΦΑΚΟΥ. Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ παρέχουν δύο εἶδη εἰδώλων, ὡς ἀκριβῶς καὶ τὰ κοίλα κάτοπτρα. Τὸ εἶδος τοῦ εἰδώλου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τὸν φακόν. Οἷτω διακρίνομεν δύο περιπτώσεις:

1η Περίπτωση. Τὸ φωτοβόλον ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τῆς κυρίας έστίας καὶ τοῦ φακοῦ (σχ. 50—8). Πρὸς σχηματισμὸν τοῦ εἰδώλου, θεωροῦμεν τὰς ἀκολουθῶς βοηθητικὰς ἀκτίνας:

1) Τὴν ἀπὸ τὸ ἄνω σημεῖον² τοῦ φωτοβολοῦντος ἀντικειμένου παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα τοῦ φακοῦ, ἡ όποια μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῆς θὰ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας έστίας, καὶ 2) τὸν, διὰ τοῦ ἀνωτάτου σημεῖου τοῦ ἀντικειμένου δευτερεύοντα ἄξονα. Ἡ κατὰ τὸν δευτερεύοντα τοῦτον ἄξονα προσπίπτουσα ἀκτὶς γνωρίζομεν ὅτι θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ φακοῦ χωρὶς νὰ ὑποστῇ διάθλασιν. Τὴ

είδωλον τοῦ ἀνωτάτου σημείου τοῦ ἀντικειμένου, εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς τομῆς τῶν δύο ὡς ἄνω εὐθειῶν. Παρατηροῦμεν ὁμῶς ὅτι αἱ ἀκτίνες εἶναι ἀποκλίνουσαι, συναγῶνται δὲ μόνον αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ αὐτῶν. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν κατασκευὴν διὰ τὸ κατώτατον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐπειδὴ τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου δὲν σχηματίζεται ὑπὸ πραγματικῶν ἀκτίνων, ἀλλ' ὑπὸ τῶν γεωμετρικῶν προεκβολῶν αὐτῶν, τὸ εἶδωλον εἶναι φανταστικόν. Διὰ τὴν προκειμένην περίπτωσιν εὐρέθη ὅτι τὸ εἶδωλον τυχόντος ἀντικειμένου εἶναι πάντοτε φανταστικόν, ὀρθόν, καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἡ ἀνωτέρω περίπτωσις εἶναι παντελῶς ὁμοία πρὸς τὴν ἀντίστοιχον τοῦ κοίλου κατόπτρου.

Εἰς τὸν τύπον τῶν φακῶν, διὰ τὴν προκειμένην περίπτωσιν, τὸ D_0 εἶναι πάντοτε θετικόν, ἢ ἐστιακὴ ἀπόστασις f θετικὴ ἔφ' ὅσον ἡ κυρία ἐστία εὑρίσκεται ἀπὸ τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ φακοῦ ὡς πρὸς τὴν θέσιν τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ ἀπόστασις ὁμῶς τοῦ εἰδώλου D_1 εἶναι ἀρνητικὴ διότι εἶδωλον καὶ ἀντικείμενον εὑρίσκονται πρὸς τὴν αὐτὴν πλευρὰν τοῦ φακοῦ.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πρὸ συγκλίνοντος φακοῦ ἐστιακῆς ἀποστάσεως 60 cm τοποθετεῖται ἀντικείμενον εἰς ἀπόστασιν 15 cm. Νὰ υπολογισθῇ ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου.

ΛΥΣΙΣ: Εἶναι $f = 60$ cm καὶ $D_0 = 15$ cm. Ἀντικαθιστῶμεν τὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς εἰς τὸν τύπον:

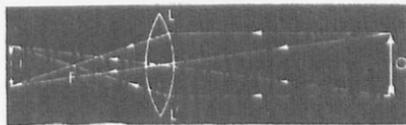
$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

$$\text{καὶ ἔχομεν} \quad \frac{1}{15} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{60}$$

$$\text{ὁπότε} \quad D_1 = -20 \text{ cm.}$$

Τὸ εἶδωλον θα εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 20 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ καὶ εἰς τὴν αὐτὴν πλευρὰν μὲ τὸ ἀντικείμενον.

2α Περίπτωσις. Τὸ φωτοβόλον ἀντικείμενον κεῖται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας (σχ. 50-9). Ἐὰν πάλιν χρησιμοποιήσωμεν τὰς δύο βοηθητικὰς ἀκτίνες παρατηροῦμεν ὅτι τὸ εἶδωλον σχηματίζεται ὑπ' αὐτῶν τούτων τῶν διαθλωμένων διὰ τοῦ φηριοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 50—9. Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ σχηματίζουν πραγματικὰ εἶδωλα ὅταν τὰ ἀντικείμενα κεῖνται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας.

φακοῦ ἀκτίνων, καὶ ἐπομένως εἶναι πραγματικόν.

Τὸ εἶδωλον εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν εἶναι πάντοτε πραγματικόν καὶ ἀνεστραμμένον. Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον κεῖται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν μικροτέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, τὸ πραγματικόν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου εἶναι μεγαλύτερον αὐτοῦ καὶ σχηματίζεται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ, μεγαλύτεραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως.

Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνεται τοῦ φακοῦ, τὸ εἶδωλον πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν, ἀλλὰ τὸ μέγεθός του ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐλαττοῦται, ὅταν δὲ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου γίνῃ ἴση πρὸς τὸ διπλάσιον τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, τότε τὸ πραγματικόν εἶδωλον σχηματίζεται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ, τὸ δὲ μέγεθος αὐτοῦ ἴσεται πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου.

Ὅταν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ μεγαλύτεραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς, τὸ πραγματικόν εἶδωλον σχηματίζεται, πάντοτε, εἰς σημείον κείμενον εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ μεγαλύτεραν τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως καὶ μικροτέραν τοῦ διπλασίου αὐτῆς. Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνεται ἀκόμη περισσότερο, τὸ πραγματικόν εἶδωλον πλησιάζει ὀλον ἐν καὶ περισσότερο πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν.

Πολλὰ ὀπτικὰ ὄργανα φέρουν συγκλίνοντα φακοὺς ὡς τὸ τηλεσκόπια, μικροσκόπια, φωτογραφικὰ μηχαναὶ κ.ἄ.

Εἰς τὸν τύπον τῶν φακῶν, τὸ D_0 διὰ τὴν προκειμένην περίπτωσιν εἶναι πάντοτε θετικόν, ἢ ἐστιακὴ ἀπόστασις f εἶναι θετικὴ ὡς ἐπίσης καὶ ἡ ἀπόστασις D_1 . Ἡ κυρία ἐστία καὶ τὸ εἶδωλον εὑρίσκονται εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ φακοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πρό συγκλίνοντος φακού εστιακῆς ἀποστάσεως 8 cm, τοποθετῆται ἀντικείμενον εἰς ἀπόστασιν 24 cm. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου.

ΛΥΣΙΣ: Εἶναι $f = 8$ cm καὶ $D_0 = 24$ cm. Ἀντικαθιστῶμεν τὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς εἰς τὸν τύπον:

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

καὶ ἔχομεν
$$\frac{1}{24} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{8}$$

ὁπότε
$$D_1 = 12$$
 cm

Τὸ εἶδωλον θὰ εὑρίσκειται εἰς ἀπόστασιν 12 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ καὶ εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν ἀπὸ τὸ ἀντικείμενον.

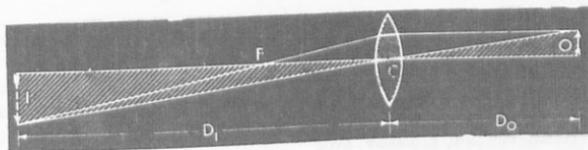
Ἐφριστᾶται ἡ προσοχὴ εἰς τὴν χρῆσιν τοῦ τύπου.

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικείμενου D_0 λαμβάνεται πάντοτε θετικῇ. Ἡ εστιακὴ ἀπόστασις f λαμβάνεται πάντοτε ἀρνητικῇ, προκειμένου περὶ ἀποκλίνοντος φακοῦ καὶ πάντοτε θετικῇ, προκειμένου περὶ συγκλίνοντος φακοῦ. Ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου D_1 λαμβάνεται πάντοτε θετικῇ διὰ πραγματικὰ εἴδωλα καὶ ἀρνητικῇ διὰ φανταστικά.

Ὁ πίναξ τῆς παρούσης σελίδος παρέχει τὰς θέσεις, τὸ εἶδος καὶ τὸ μέγεθος τοῦ

ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΩΛΟΥ ΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥΣ ΦΑΚΟΥΣ		
Θέσις ἀντικείμενου	Θέσις εἰδώλου	Εἶδος εἰδώλου
Σ Υ Γ Κ Λ Ι Ν Ω Ν Φ Α Κ Ο Σ		
1. Εἰς τὸ ἄπειρον	Εἰς κυρίαν ἐστίαν, εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ φακοῦ ἔν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον.	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικείμενου.
2. Μεταξὺ ∞ καὶ 2f.	Μεταξὺ f καὶ 2f, εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ φακοῦ ἔν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον.	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικείμενου.
3. 2f.	2f.	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ ἴσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον.
4. Μεταξὺ 2f καὶ f .	Μεταξὺ 2f καὶ ∞ , εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ φακοῦ, ἔν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον.	Πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικείμενου.
5. f .	∞	Ἄορατον
6. Μεταξὺ f καὶ 0.	Μεταξὺ ∞ καὶ 0.	Φανταστικόν, ὀρθόν καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικείμενου.
Α Π Ο Κ Λ Ι Ν Ω Ν Φ Α Κ Ο Σ		
Ὅπουδήποτε	Μεταξὺ 0 καὶ f , εἰς τὴν αὐτὴν πλευρὰν τοῦ φακοῦ, ἔν σχέσει πρὸς τὸ ἀντικείμενον.	Φανταστικόν ὀρθόν καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικείμενου.



Σχ. 50—10. $\frac{\text{Μέγεθος Ειδώλου}}{\text{Μέγεθος αντικειμένου}} = \frac{\text{Απόστασις ειδώλου}}{\text{Απόστασις Αντικειμένου}}$

ειδώλου, διὰ τὰς διαφόρους θέσεις τοῦ ἀντικειμένου διὰ συγκλίνοντα καὶ ἀποκλίνοντα φακοῦς.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΕΙΔΩΛΩΝ. Ἡ σχέση ἢ ὅποια ἢ ἰσχύει διὰ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς φακοῦς. Τοῦτο ἐμφαίνεται ἄλλωστε καὶ ἐκ τοῦ σχήματος 50—10. Τὰ δύο διαγραμμισμένα τρίγωνα εἶναι ὅμοια καὶ κατὰ συνέπειαν αἱ πλευραὶ των εἶναι ἀνάλογοι, ἥτοι

$$\frac{\text{Μέγεθος Ειδώλου}}{\text{Μέγεθος Αντικειμένου}} = \frac{\text{Απόστασις Ειδώλου}}{\text{Απόστασις Αντικειμένου}}$$

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Συγκλίνων φακός
 Ἀποκλίνων φακός
 Κύριος ἄξων φακοῦ
 Κυρία ἔστια φακοῦ
 Ἐστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ
 Ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος τῶν φακῶν
 Σχηματισμὸς εἰδώλου ὑπὸ ἀποκλίνοντος φακοῦ
 Σχηματισμὸς εἰδώλου ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$

Μέγεθος εἰδώλων τῶν φακῶν

$$\frac{\text{Μέγεθος εἰδώλου}}{\text{Μέγεθος ἀντικειμένου}} = \frac{\text{Απόστασις εἰδώλου}}{\text{Απόστασις ἀντικειμένου}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καλεῖται φακός;
2. Ποία ἢ διαφορά μεταξὺ συγκλίνοντος καὶ ἀποκλίνοντος φακοῦ;
3. Τί καλοῦμεν κύριον ἄξονα φακοῦ;
4. Ἐκ ποίων παραγόντων ἐξαρτᾶται ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ;
5. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐκτροπὴν ἐκ σφαιρικότητος φακοῦ;

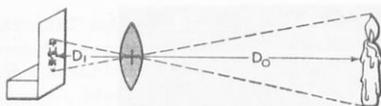
6. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατὸν νὰ ἐλαττωθῇ ἢ καὶ νὰ ἀποφευχθῇ ἡ ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος ἐνὸς φακοῦ;
7. Περιγράψατε τὸ εἶδωλον τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ ἀποκλίνοντος φακοῦ.
8. Περιγράψατε τὸ εἶδωλον τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται μεταξὺ φακοῦ καὶ κυρίας ἔστιας αὐτοῦ.
9. Περιγράψατε τὸ εἶδωλον, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται πέραν τῆς κυρίας ἔστιας αὐτοῦ.
10. Ποῖος ὁ τύπος τῶν φακῶν;
11. Ποία ἢ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τοῦ μεγέθους τοῦ εἰδώλου καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τὸν φακόν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Νὰ κατασκευασθῇ γεωμετρικῶς τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, καὶ νὰ εὑρεθῇ εἰς ποίας περιπτώσεις τὸ εἶδωλον εἶναι πραγματικὸν καὶ μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου, πότε δὲ τὸ εἶδωλον εἶναι φανταστικόν.
2. Νὰ δευχθῇ ὅτι ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις ἀποκλίνοντος φακοῦ εἶναι φανταστικὴ καὶ ὅτι οὗτος παρέχει πάντοτε φανταστικὰ εἶδωλα.
3. Περιγράψατε ποίαν ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ εἰδώλου θὰ ἔχη ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ κάτω τμήματος τοῦ φακοῦ LL' τοῦ σχήματος 50—9.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ. Μὲ ἕνα μικρὸν μεγεθυντικὸν φακὸν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκτελέσῃτε πλῆθος ἐνδιαφερόντων πειραμάτων. Ἐκτελέσατε ὅλα τὰ πει-



Σχ. 50—11. Ἀντικείμενον καὶ εἰδῶλον ἑνὸς ἀπλοῦ συγκλίνοντος φακοῦ.

ράματα διὰ τὰς διαφόρους θέσεις τοῦ ἀντικείμενου, αἱ ὁποῖαι ἀναφέρονται εἰς τὸν πίνακα τῆς σελίδος 336 διὰ συγκλίνοντα φακόν.

Εἶναι δυνατόν νὰ κατασκευάσετε εὐκόλως ὀθόνην ἀπὸ ἕν φύλλον λευκοῦ χάρτου τοποθετουμένου ἐπὶ χαρτονίου ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 50 - 11.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

- Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, ἑστιακῆς ἀποστάσεως 8 cm. Νὰ καθορισθῇ ἡ θέσις καὶ τὸ εἶδος τοῦ εἰδώλου.
- Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, ἑστιακῆς ἀποστάσεως 16 cm, πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ἀντικείμενον, διὰ νὰ σχηματισθῇ ἀνεστραμμένον εἶδῶλον δύο φορές μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ἀντικείμενον;
- Κοσμηματοπώλης χρησιμοποιεῖ συγκλίνοντα φακόν, ἑστιακῆς ἀποστάσεως 2 cm διὰ τὸν σχηματισμὸν εἰδώλου τῶν τροχῶν ὠρολογίου, ὅταν οὗτοι ἀπέχουν 1.5 cm ἀπὸ τὸν φακόν. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου.
- Συγκρίνατε τὴν διάμετρον τοῦ εἰδώλου πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ τροχοῦ τοῦ ὠρολογίου τοῦ προβλήματος 3.
- Ἀντικείμενον ὕψους 24 cm, ὁρώμενον διὰ μέσου ἀποκλίνοντος φακοῦ, φαίνεται ὅτι εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 6 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ, τὸ δὲ ὕψος αὐτοῦ εἶναι 6 cm. Πόση ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ;
- Εἰς ποίαν ἀπόστασιν πρέπει νὰ τεθῇ ἀποκλίνων φακὸς ἀπὸ ἀντικείμενον, ἵνα τὸ εἶδῶλον αὐτοῦ φαίνεται ἴσον πρὸς τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικείμενου, ὅταν ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ εἶναι 5 cm;
- Τὸ εἶδῶλον δένδρου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ ἀπέχει 30 cm ἀπὸ τὸν φακόν, τὸ δὲ ὕψος αὐτοῦ εἶναι 7.5 cm. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις δένδρου — φακοῦ εἶναι 60 m ποῖον τὸ ὕψος τοῦ δένδρου;

B

- Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 156 cm ἀπὸ φακοῦ καὶ σχηματίζει τὸ πραγματικὸν εἶδῶλον αὐτοῦ εἰς ἀπόστασιν 4 cm ἀπ' αὐτοῦ. Πόση εἶναι ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ;
- Ἀποκλίνων φακὸς ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν 22 cm, ἀντικείμενον δὲ τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 60 cm ἀπ' αὐτοῦ. Ζητοῦνται:
 - Τὸ εἶδος τοῦ εἰδώλου
 - Ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ φακοῦ
 - Ἡ μεγέθυνσις.
- Ἀντικείμενον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 120 cm ἀπὸ διαφράγματος καὶ εἰς ἀπόστασιν 20 cm ἀπὸ φακοῦ. Νὰ καθορισθῇ ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ, γνωστὸν ὄντος ὅτι οὗτος παρέχει εὐκρινῆς εἶδῶλον τοῦ ἀντικείμενου ἐπὶ τοῦ διαφράγματος.
- Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ γῆς - σελήνης εἶναι περίπου 384.000 km. Ποία θὰ εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ εἰδώλου τῆς σελήνης τοῦ σχηματιζομένου ὑπὸ συγκλίνοντος φακοῦ ἑστιακῆς ἀποστάσεως 1,8m, ὅταν ἡ διάμετρος τῆς σελήνης εἶναι περίπου 3200 km ;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 16

- Λυχνία καὶ διάφραγμα εὑρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 160 cm ἀπ' ἀλλήλων. Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ, ὃ ὁποῖος θᾶ παρέχει ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τὸ εἶδῶλον τῆς λυχνίας τρεῖς φορές μεγαλύτερον;
- Ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ φωτογραφικῆς μηχανῆς εἶναι 15 cm. Τὸ εἶδῶλον ἀνθρώπου σχηματίζεται ἐπὶ διαφράγματος ἀπέχοντος ἀπὸ τὸν φακόν 16 cm. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ

- τόν φακόν τῆς φωτογραφικῆς μηχανῆς.
3. Φακός παρέχει φανταστικόν εἰδωλον εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπ' αὐτοῦ, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος εἶναι τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ ὕψους τοῦ ἀντικειμένου. Νά καθορισθῆ τὸ εἶδος τοῦ φακοῦ καὶ ἡ ἔστιακὴ του ἀπόστασις.
 4. Τῇ βοηθείᾳ συγκλίνοντος φακοῦ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 36 cm θέλωμεν νά σχηματισωμεν ἐπὶ διαφράγματος πραγματικόν εἰδωλον, τοῦ ὁποίου τὸ μέγεθος νά εἶναι 12 φορές μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ἀντικείμενον. Ζητοῦνται αἱ ἀποστάσεις εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ φακοῦ.
 5. Συγκλίνων φακός παρέχει φανταστικόν εἰδωλον ἀντικειμένου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν 10 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ, καὶ τοῦ ὁποίου ἡ μεγέθυνσις εἶναι 4. Ζητοῦνται:
 - a) ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ φακοῦ
 - b) ἡ ἔστιακὴ του ἀπόστασις
 6. Φωτεινὸν βέλος ὕψους 3 cm τοποθετεῖται καθέτως ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος συγκλίνοντος φακοῦ, ἔστιακῆς ἀποστάσεως 10 cm, εἰς ἀπόστασιν 8 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Νά καθορισθῆ τὸ εἶδος τοῦ εἰδώλου καὶ νά ὑπολογισθῆ ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ φακοῦ, τὸ μέγεθος αὐτοῦ, καὶ νά σχηματισθῆ τὸ γεωμετρικὸν διάγραμμα.
 7. Ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς πυριτυάλου, διὰ τὸ κίτρινον φῶς νατρίου εἶναι 1.64. Συγκρίνατε τὴν ταχύτητα τοῦ κίτρινου φωτός ἐντὸς τῆς πυριτυάλου μετὰ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ἀέρος.
 8. Ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς στεφανυάλου, διὰ τὸ αὐτὸ κίτρινον φῶς τοῦ προβλήματος 7, εἶναι 1.52. Συγκρίνατε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός αὐτοῦ ἐντὸς τῆς στεφανυάλου μετὰ τὴν ἀντίστοιχον ταχύτητα ἐντὸς τῆς πυριτυάλου.
 9. Εἰς πόσῃν ἀπόστασιν ἀπὸ συγκλίνοντος φακοῦ, ἔστιακῆς ἀποστάσεως 22, 5 cm, πρέπει νά τοποθετηθῆ ἀντικείμενον, εἰς τρόπον ὅστε νά σχηματισθῆ εἰδωλον ἐπὶ διαφράγματος, ἀπέχοντος 60 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ; Ἐάν τὸ ἀντικείμενον ἔξῃ μῆκος 4,5 cm, πόσον θὰ εἶναι τὸ μῆκος τοῦ εἰδώλου;
 10. Ζητεῖται νά ὑπολογισθῆ ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ ἵνα ἀντικείμενον εὐρισκόμενον εἰς ἀπόστασιν 1ft ἀπὸ τὸν φακόν προβάλλεται ἐπὶ ὀθόνης ἀπεχούσης 20 ft ἀπὸ τὸν φακόν.
 11. Ἀντικείμενον ὕψους 2 cm τοποθετεῖται ἔμπροσθεν ἀποκλίνοντος φακοῦ ἔστιακῆς ἀποστάσεως 10 cm καὶ εἰς ἀπόστασιν 30 cm ἀπ' αὐτοῦ. Ζητεῖται νά προσδιορισθῆ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου.
 12. Θέσατε $D_0 = D_1$ εἰς τὸν τύπον.

$$\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_1} = \frac{1}{f}$$
 καὶ λύσατε τὴν ἐξίσωσιν ὡς πρὸς D_1 .
 13. Θέσατε $D_1 = f$ εἰς τὸν τύπον τοῦ προβλήματος 13. Ἐρμηνεύσατε τὸ ἀποτέλεσμα.
 14. Συγκλίνων φακός ἔστιακῆς ἀποστάσεως 48 cm τοποθετεῖται πρὸ ἀποκλίνοντος ἔστιακῆς ἀποστάσεως 12 cm καὶ εἰς ἀπόστασιν 40 cm ἀπὸ τοῦ πρώτου. Νά καθορισθῆ εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ δευτέρου φακοῦ θὰ σχηματισθῆ τὸ εἶδωλον μεμακρομένου ἀντικειμένου (Αἱ ἀκτῖνες αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ συγκλίνοντος φακοῦ νά θεωρηθοῦν παράλληλοι).
 15. Δύο συγκλίνοντες φακοί, ἔστιακῶν ἀποστάσεων 2 cm καὶ 6 cm, ἀπέχουν μεταξύ των 8 cm. Ἀντικείμενον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 3 cm ἀπὸ τὸν περισσότερον συγκλίνοντα φακόν. Ζητεῖται ἡ ἀπόστασις τοῦ τελικοῦ εἰδώλου.

ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

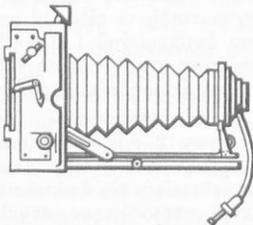
Ἡ Ὀπτική ζητεῖ νά καταστήσῃ ὀρατὴν τὴν περιοχὴν ἀπὸ τὸ ἄπειρον ἕως τὸ ἄπειροστόν. Μὲ τὸ τηλεσκόπιον ἀπεκαλύφθησαν οἱ οὐρανοὶ, μὲ τοὺς καταπληκτικούς ἀστέρας, ἐνῶ μὲ τὸ μικροσκόπιον ἕνα πλῆθος μικροσκοπικῶν ὀργανισμῶν εἶναι δυνατόν τώρα πλέον νά μελετηθῇ. Αὐτὰ καὶ ἄλλα ὀπτικά ὄργανα ἐφαρμόζουσιν τὰς ἀρχὰς τοῦ φωτός τὰς ὁποίας ἔχετε ἤδη σπουδάσει.

Εἰς τὸ κεφάλαιον αὐτὸ θὰ μάθετε περισσότερα καὶ διὰ τὴν ἀνθρωπίνην δρασιν, διὰ τὸν ἀνθρώπινον ὀφθαλμόν. μερικά ἀπὸ τὰ ἐλαττώματά του καὶ πῶς ταῦτα διορθώνονται. Ἐάν ἐνδιαφέρεσθε διὰ τὴν φωτογραφικὴν τέχνην, πιθανόν νά μάθετε περισσότερα διὰ τὰ συστήματα φωτογραφίσεως καὶ διὰ τὴν ταχυφωτογραφίαν.

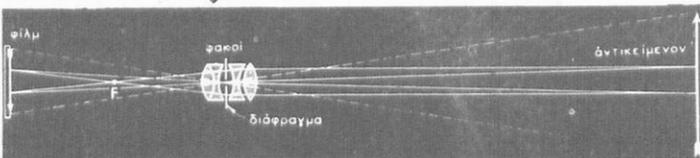
ΕΔΑΦΙΟΝ 51. Ἡ φωτογραφικὴ μηχανὴ καὶ ὁ ὀφθαλμός.

Ἡ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ. Αἱ πρῶται ἀνακαλύψεις εἰς τὸ πεδῖον τῆς φωτογραφίας, ἔγιναν εἰς τὴν Γαλλίαν κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ 19ου αἰῶνος. Τὸ 1839 εἰς τὴν Ν. Ἰόρκην ὁ J. W. Draper ἔλαβε τὰς πρῶτας φωτογραφίας κατὰ τὰς ὁποίας τὸ πρόσωπον τοῦ φωτογραφουμένου ἐκαλύπτετο μὲ πούδραν καὶ ἀπαιτεῖτο ἕκθεσις τῆς πλακῶς εἰς τὸ φῶς τῆς ἡμέρας ἐπὶ 5—10 λεπτά. Σήμερον, ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι λαμβάνονται στιγμιαῖαι φωτογραφίαι διαρκείας 1:50—1:1000 τοῦ δευτερολέπτου.

Ἡ φωτογραφικὴ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ σκοτεινὸν θάλαμον, εἰς τὸ πρόσθιον μέρος τοῦ ὁποίου τοποθετεῖται συγγλίνων φακὸς ἢ συγγλίνων σύστημα φακῶν, τὸ ὁποῖον σχηματίζει πραγματικὸν εἰδῶλον ἐπὶ τοῦ φίλμ. Ἐάν ἡ ἔστιακή ἀπόστασις τῶν φακῶν εἶναι μικρὰ ὡς συμβαίνει εἰς τοὺς φακοὺς, τοὺς χρησιμοποιουμένους εἰς τὰς μικρὰς Kodak, δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νά ὑπάρχῃ σύστημα μεταβολῆς τῆς ἔστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ. Σχεδὸν διὰ κάθε ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τὸν φακὸν αὐτὸν (ἐκτὸς βεβαίως ἐάν τὸ



Σχ. 51—1. Σύστημα συνθέτων φακῶν φωτογραφικῆς μηχανῆς. καλῆς ποιότητος.

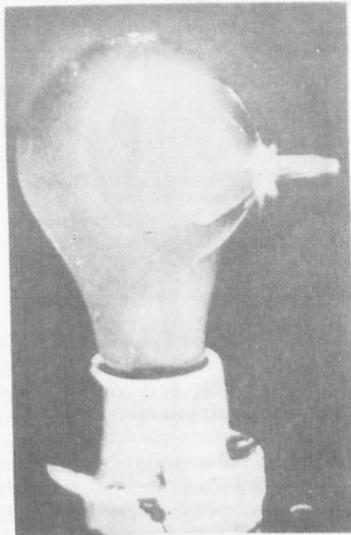


ἀντικείμενον εὐρίσκεται πολὺ κοντὰ εἰς τὸν φακόν) τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται περίπου ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ φακοῦ. Αἱ φωτογραφικαὶ μηχαναί, τῶν ὁποίων οἱ φακοὶ παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἐστιακὴν ἀπόστασιν εἶναι κατεσκευασμένοι κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως φακοῦ καὶ φιλμὶ διὰ σχετικῆς μετατοπίσεως αὐτῶν, καὶ τὸ εἶδωλον νὰ σχηματίζεται ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ φακοῦ. (Βλέπε σχῆμα 51-1).

Τὸ διάφραγμα, τὸ ὅποιον κανονικῶς καλύπτει τὸν φακόν, καὶ ἐμποδίζει τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας νὰ προσβάλουν τὸ φωτογραφικὸν φιλμ, διευθετεῖται κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἀνοίγει καὶ κλείνει μηχανικῶς δι' ὠρισμένα κλάσματα τοῦ δευτερολέπτου ὡς 1:25, 1:50 sec κ.ο.κ. ἢ νὰ παραμένῃ ἀνοικτὸν μέχρις ὅτου κλεισθῇ ὑπὸ τοῦ φωτογράφου.

Τὸ ποσὸν τοῦ φωτὸς τὸ ὅποιον διέρχεται διὰ τοῦ φωτογραφικοῦ φακοῦ, ἐλέγχεται ὑπὸ ἐνὸς διαφράγματος τὸ ὅποιον σχηματίζει ὀπὰς διαφόρων διαμέτρων. Ἐὰν ἡ ὀπή εἶναι μικρά, τότε τὸ σφάλμα σφαιρικῆς ἐκτροπῆς εἶναι μικρὸν καὶ σχηματίζεται εἶδωλον εὐκρινέστερον. Ἐξ ἄλλου, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ὀπή τοῦ διαφράγματος, ὅσον περισσότερος πρέπει νὰ εἶναι ὁ χρόνος ἐκθέσεως τῆς πλακῆς εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας. Ἐὰν θελήσωμεν νὰ φωτογραφήσωμεν ἀντικείμενον ἐν κινήσει, π. γ. τὸν τερατισμὸν μιᾶς ἱπποδρομίας, εἶναι ἀπαραίτητον νὰ χρησιμοποιήσωμεν μεγάλο διάφραγμα διὰ νὰ ἐλαττώσωμεν τὸν χρόνον ἐκθέσεως.

Εὐκρινεῖς φωτογραφίαι εἶναι δυνατόν νὰ ληφθῶν μετὰ μεγάλου διαφράγματος, μόνον ἐφ' ὅσον οἱ φακοὶ εἶναι κατεσκευασμένοι κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ μὴ παρουσιάζουν τὰ ἐλαττώματα, τὰ παρουσιαζόμενα εἰς τοὺς συνήθεις φακοὺς. Ἡ διαφορά μεταξὺ μιᾶς κοινῆς, καὶ μιᾶς καλῆς ποιότητος φωτογραφικῆς χημικῆς ἐγκλιται κυρίως εἰς τὴν διαφορὰν ποιότητος τῶν χρησιμοποιουμένων φακῶν. Φωτογραφικαὶ μηχαναὶ καλῆς ποιότητος ἔχουν συνθέτους φακοὺς, δηλαδὴ εἶναι κατεσκευασμένοι ἀπὸ πολὺ καλὴν ὕλην καὶ οἱ ὅποιοι εἶναι προσεχτικῶς ἐπεξεργ-



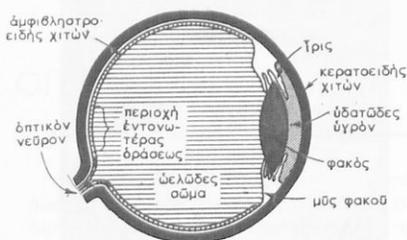
Σχ. 51—2. Σφαῖρα προσάιπτονσα ἐπὶ ἡλεκτρικοῦ λαμπτήρος. Ἡ σφαῖρα τῆς ὁποίας ἡ ταχύτης εἶναι περίπου 2.900 Km/h, φαίνεται ὅτι εἶναι ἀκίνητος λόγω ἐκθέσεως τοῦ φιλμ εἰς τὸ φῶς περίπου διὰ 1/1.000.000 sec. Οὗτω φακὸς ἐστιακῆς ἀποστάσεως 40 cm καὶ διαμέτρου 10 cm ἔχει σχετικὸν ἀριθμητικὸν ἄνοιγμα 1:4.

γασμένοι. Καλοὶ φακοὶ οἱ ὅποιοι ἔχουν καὶ ἓνα διάφραγμα μεταξὺ τῶν, (σχῆμα 51-1) σχηματίζουν εἶδωλα τὰ ὁποία εἶναι πιστὰ ἀντίγραφα τῶν φωτογραφουμένων ἀντικειμένων. Ἐν τοιοῦτον σύστημα φακῶν, ἐκτός τοῦ ὅτι εἶναι ἀπηλλαγμένον ἀπὸ τὰ σφάλματα, παρουσιάζει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μετὰ ἓνα ἄπλουθ συγκλίνοντα φακόν.

Χ. ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ. Ὁ λόγος μεταξὺ διαμέτρου φακοῦ καὶ τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ, καλεῖται σχετικὸν ἄνοιγμα τοῦ φακοῦ, ἀποτελεῖ δὲ τοῦτο μέτρον τῆς ἱκανότητος περισυλλογῆς φωτὸς τοῦ φακοῦ.

Οὗτω φακὸς ἐστιακῆς ἀποστάσεως 40 cm καὶ διαμέτρου 10 cm ἔχει σχετικὸν ἀριθμητικὸν ἄνοιγμα 1:4.

Συνήθως τὰ ὀπτικά ὄργανα καὶ οἱ φωτογραφικοὶ φακοὶ, ἀπὸ ἀπόψεως φωτεινότητος αὐτῶν, χαρακτηρίζονται ἀπὸ



Σχ. 51—3. Ὁ ἀνθρώπινος ὀφθαλμός.

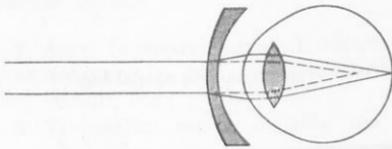
τὸ μέγεθος τὸ ὁποῖον ἔχει σύμβολον f /ἀριθμὸς τὸ δὲ μέγεθος αὐτὸ καθορίζεται ἀπὸ τὸ πηλίκον τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, ὡς διὰ τῆς διαμέτρου τοῦ ἀνοίγματος τοῦ φακοῦ.

Ἡ σταθερὰ τοῦ φακοῦ, f /ἀριθμὸς, καθορίζει τὴν ταχύτητα τοῦ φακοῦ, δηλαδὴ τὴν ἰκανότητα περισυλλογῆς ὑπ' αὐτοῦ φωτός. Ὅσον ἡ σταθερὰ f /ἀριθμὸς εἶναι μικρότερα, τόσο ὁ φακὸς χαρακτηρίζεται ὡς ταχύτερος. Τοιουτοτρόπως ὁ φακὸς ὁ ὁποῖος σχηματίζεται ὑπὸ σταθερᾶς $f:1,5$ ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν ἢ ὅποια εἶναι $1,5$ φορές μεγαλύτερη τῆς διαμέτρου αὐτοῦ καὶ ἀποτελεῖ φακὸν πολὺ ταχὺν καὶ ἐπομένως μεγάλης ἀξίας, ἐνῶ, φακὸς $f:11$ ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν 11 φορές μεγαλύτεραν τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, εἶναι δὲ ὁ φακὸς οὗτος μικρᾶς ταχύτητος καὶ ἐπομένως ὄχι μεγάλης ἀξίας.

Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ. Ἀπὸ τὴν ἀνατομικὴν ἔρευναν τοῦ ὀφθαλμοῦ κατεδείχθη ὅτι οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν β ο λ β ὀ ν ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ εἶδος σκοτεινοῦ θαλάμου, ἔχοντος σχῆμα σφαιρικόν, πεπλατυμένον κατὰ τὸ πρόσθιον μέρος (σχῆμα 53-1). Ἐξωτερικῶς, ὁ βολβὸς συγκρατεῖται ὑπὸ εἰδικῶν χιτῶνος, ὁ ὁποῖος καλεῖται σκληρωτικὸς χιτῶν, καὶ εἶναι λιαν στερεὸς καὶ ἀνθεκτικὸς, χρησιμεύον διὰ τὴν προστασίαν τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπὸ βλαβῶν. Ὁ σκληρωτικὸς χιτῶν εἶναι λευκὸς καὶ ἀδιαφανής, εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος αὐτοῦ, ἐνῶ εἰς τὸ πρόσθιον μέρος αὐτοῦ καθίσταται διαφανής. Τὸ διαφανὲς τοῦτο τμήμα καλεῖται εἰδικώτερον κερρατοειδῆς χιτῶν. Ἐσωτερικῶς ὁ σκληρωτικὸς χιτῶν καλύπτεται ἀπὸ στρώμα σκοτεινοῦ χρώματος, τὸ ὁποῖον καλεῖται χοριοειδῆς χι-

τῶν, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ἐξαπλοῦνται τὰ ἀιμοφόρα ἀγγεῖα τοῦ ὀφθαλμοῦ, καὶ χρησιμεύει, πρὸς τοῦτους, πρὸς προφύλαξιν τοῦ ἐσωτερικοῦ μέρους τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπὸ τοῦ διασπειρομένου φωτός.

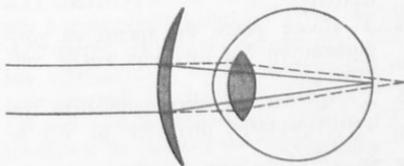
Εἰς τὸ πρόσθιον μέρος, ὁ χοριοειδῆς χιτῶν, ἀπολήγει εἰς διάφραγμα κυκλικόν, τὸ ὁποῖον καλεῖται Ἰρις. Τὸ ἀνωτέρω διάφραγμα εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ φέρει ὀπήν, καλουμένην κόρην, διὰ τῆς ὁποίας εἰσχωρεῖ τὸ φῶς ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ εὖρος τῆς κόρης διὰ καταλλήλων μυῶν τῆς ἱριδος, δύναται νὰ αὐξάνεται καὶ νὰ ἐλαττοῦται, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ρυθμίζεται ἡ ποσότης τοῦ φωτός τοῦ εἰσχωροῦντος εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος, ὁ χοριοειδῆς χιτῶν περικαλύπτεται ὑπὸ ἑτέρου χιτῶνος τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐξαπλοῦνται αἱ διακλαδώσεις τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, τὸ ὁποῖον εἰσχωρεῖ εἰς τὸν ὀφθαλμόν ἀπὸ τὸ ὀπίσθιον μέρος αὐτοῦ. Εἰς τὴν περιοχὴν εἰς τὴν ὁποῖαν τὸ ὀπτικὸν νεῦρον εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐπειδὴ εἰς αὐτὴν δὲν ὑφίστανται διακλαδώσεις τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, αὕτη παραμένει ἀπαθῆς εἰς τὸ φῶς, καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐκλήθη τ υ φ λ ὀ ν σ η μ ε ἰ ο ν. Ὅταν οἱ μῦες τοῦ φακοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ, εὑρίσκονται ἐν ἀναπαύσει τὰ εἰδωλα μεμακροσμένον ἀντικειμένων σχηματίζονται σαφῆ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ κανονικοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὅταν ὅμως πρόκειται περὶ ἀντικειμένων εὐρισκομένων πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ, τότε διὰ νὰ σχηματισθοῦν σαφῆ τὰ εἰδωλα ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, πρέπει νὰ μεταβληθῆ καταλλήλως ἡ καμπυλότης τοῦ φακοῦ, ἡ ἐργασία δὲ αὕτη γίνεται ὑπὸ τῶν μυῶν τοῦ φακοῦ αὐτομάτως καὶ καλεῖται π ρ ο σ σ α ρ μ ο γ ῆ. Διὰ κανονικὸν ὀφθαλμόν, ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις διὰ τῆς ὁποίας εἰς τυχάνεται ἐνκρινῆς ὁρασις εἶναι περίπου 25 cm. Εἰς τὴν ἀπόστασιν δὲ ταύτην ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ πρέπει νὰ εὐρίσκειται σελὶς βιβλίου ἵνα ἀναγινώσκωμεν ἀκόπως, ὡς ἐκ τούτου δὲ αὕτη ἐκλήθη *ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς ἐνκρινοῦς ὁράσεως*. Εἰς ὀλίγον μικρότεραν ἀπόστασιν τῶν 25 cm δυνάμεθα νὰ ἀναγινώσκωμεν ἐνκρινῶς ἀλλὰ οἱ μῦες τοῦ ὀφθαλμοῦ ὑφίστανται κόπωση.



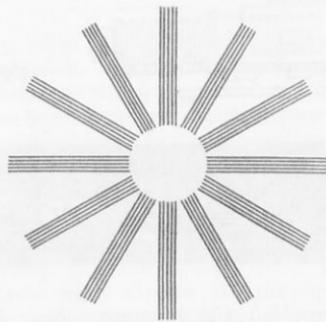
Σχ. 51-4. 'Ο αποκλίνων φακός διορθώνει την μυωπία.

ΤΑ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ. Οί Κινέζοι ήσαν οί πρώτοι, οί όποιοι, έχρησιμοποίησαν όμματοϋάλια. 'Ο Κομφούκιος (500 π.Χ.) γράφει ότι τά ελαττώματα του ανθρώπινου όφθαλμού είναι δυνατόν νά ξεουδετερωθούν διά τής χρήσεως των όμματοϋαλλίων. Τό 1278 ό Πάροκο Πόλο παρατήρησεν, ότι τά όμματοϋάλια ήσαν έν χρήσει εις όλόκληρον την Κίναν.

ΜΥΩΠΙΑ. Καλείται οϋτω ή κατάσταση, καθ' ήν ή απόσταση μεταξύ του φακού του όφθαλμού και του άμφιβληστροειδούς είναι πολύ μεγάλη, με άποτέλεσμα τό πραγματικόν είδωλον μεμακρυσμένον άντικειμένου νά μη σχηματίζεται επί του άμφιβληστροειδούς, ώς συμβαίνει με τόν κανονικόν όφθαλμόν, άλλα όλίγον πρό αυτού (σχήμα 51 - 4), ώς έκ τούτου, δέ, τό επί του άμφιβληστροειδούς σχηματιζόμενον είδωλον είναι άσταθές και συγκεχυμένον. Αί διακεκομμένα γραμμαι δεικνύουν τόν τρόπον κατά τόν όποϊον αί φωτεινά άκτίνες συγκλίνουν χωρίς την βοήθειαν των όμματοϋαλλίων. 'Εάν τό άντικείμενον πλησιάζη πρός τόν όφθαλμόν, τό είδωλον αυτού άπομακρύνεται από τόν φακόν του όφθαλμού. Διά τόν λόγον αυτόν, οί μύωπες τείνουν νά κρατούν τά άντικείμενα πλησίον των όφθαλμών των. Τό ελάττωμα τούτου του όφθαλμού ξεουδετεροϋται διά τής τοποθετήσεως ένός αποκλίνοντος φακού πρό του όφθαλμού. (Σχήμα 51 - 4).



Σχ. 51-5. 'Ο συγκλίνων φακός διορθώνει την υπερμετροπία.

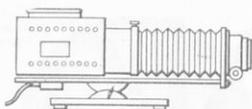


Σχ. 51-6. Στόχαστρον 'Αστιγματισμού.

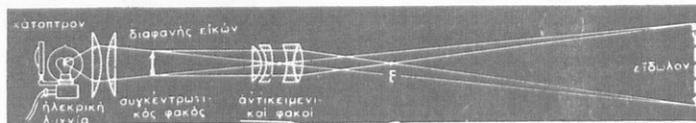
'Αντιθέτως, εάν ό φακός έχη μεγαλύτεραν έστιακήν απόσταση τής κανονικής, τότε τό πραγματικόν είδωλον ώρισμένου άντικειμένου σχηματίζεται όπισθεν του άμφιβληστροειδούς (σχήμα 51 - 5). Τό ελάττωμα τούτου καλείται υπερμετροπία και διορθούται διά συγκλίνοντος φακού.

ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ καλείται τό ελάττωμα του όφθαλμού, κατά τό όποϊον οϋτος άδυνατεί νά ίδη ενκρινώς κατά την αυτήν χρονικήν στιγμήν διάφορα τήματα ένός άντικειμένου. Τούτο συμβαίνει όταν ό άμφιβληστροειδής δέν έχη όμοϊόμορφον καμπυλότητα. 'Ας θεωρήσωμεν ένα φακόν, ό όποϊος παρουσιάζει μεγαλύτεραν καμπυλότητα κατά την κατακόρυφον διεϋθύνσιν από ότι κατά την όριζόντιον. 'Εάν κατακόρυφος δέσμη φωτεινών άκτίων προσπέση επί του φακού, ή κυρία έστία αυτών θα είναι διάφορος από την κυρίαν έστίαν, την όποιαν θα παρουσιάζη δέσμη όριζοντίως προσπίπτουσα επί του φακού τούτου.

Παρατηρούμεν λοιπόν ότι, αί φωτεινά άκτίνες, αί όποια προσπίπτουν επί του φακού κατά τας δύο αυτάς διεϋθύνσεις σχηματίζουν δύο διαφορετικάς έστιας. Οϋτω, εάν ή κατά την κατακόρυφον διεϋθύνσιν προσπίπτουσα φωτεινή δέσμη σχηματίξη την κυρίαν έστίαν της επί του άμφιβληστροειδούς, τότε ή κατά την όριζόντιον διεϋθύνσιν προσπίπτουσα δέσμη θα σχηματίξη την κυρίαν έστίαν της όπισθεν του άμφιβληστροειδούς με άποτέλεσμα τόν σχηματισμόν άσφους είδωλου. Τό ελάττωμα τούτο του όφθαλμού



Σχ. 51-7. Όπτικόν σύστημα ενός προβολέως.



διορθοῦται διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως ἐνὸς φακοῦ, ὁ ὁποῖος νὰ παρουσιάσῃ διαφοράν εἰς τὴν καμπύλότητα αὐτοῦ ἀλλὰ κατὰ τὴν ἀντίθετον ἔννοιαν ἀπὸ ὅτι παρουσιάζει ὁ φακὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Τὸ σχῆμα 51-6 δεῖκνυει στόχαστρον ἀστιγματισμοῦ, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖ ὁ ὀφθαλμιάτρος. Ἐνας ἀστιγματικὸς ὀφθαλμὸς παρατηρῶν τὸ στόχαστρον τοῦτο θὰ βλέπῃ τὰς ὀριζοντίους εὐθείας ἀσθενεστέρας τῶν κατακορύφων, καὶ ἀντιστρόφως.

ΠΡΟΒΟΛΕΤΣ. Τὸ σχῆμα 51-7 δεῖκνυει τὴν τυπικὴν μορφήν ἐνὸς προβολέως. Ὁ προβολεὺς ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ ἀκόλουθα μέρη: α) ἀπὸ τὴν φωτεινὴν πηγὴν, ἢ ὁποία εἶναι συνήθως εἴτε βολταϊκὸν τόξον εἴτε, κατὰ προτίμησιν λυχνία πυρακτώσεως εἰδικοῦ τύπου, μεγάλης φωτιστικῆς ἐντάσεως· β) ἀπὸ ἓν κώλυτρον τὸ ὁποῖον ὑπάρχει κατὰ κανόνα ὀπισθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἐκπεμπόμενον φῶς νὰ εἶναι ἐντονότερον· γ) ἐκ τοῦ συναγωγοῦ, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἰσομεγέθεις, ἐπιπεδοκύτους φακοῦς, διατασσομένους, ὡς δεῖκνυται εἰς τὸ σχῆμα 51-7, καὶ ὁ ὁποῖος χρησιμεύει διὰ νὰ συγκεντρώσῃ ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερον φῶς ἐπὶ τῆς ὑπὸ προβολὴν διαφανοῦς εἰκόνας, ἢ ὁποία τίθεται ἄμεσως μετὰ τὸν συναγωγόν· δ) ἀπὸ τὸν φακὸν προβολῆς ἢ ἀντικειμενικὸν φακόν, ὁ ὁποῖος συνήθως ἀποτελεῖται ἀπὸ σύστημα δύο φακῶν· ε) ἀπὸ τὸ διάφραγμα προβολῆς (ὀδόνη) ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ὁ φακὸς προβολῆς παρέχει τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τῆς εἰκόνας.

Ἐπειδὴ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς παρέχει ἀνεστραμμένον εἶδωλον διὰ νὰ προβάλλεται τὸ εἶδωλον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος

τοῦ ὀρθόν, πρέπει ἡ ὑπὸ προβολὴν εἰκὼν νὰ τοποθετηθῇ ἀνεστραμμένη εἰς τὸν προβολέα.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Φωτογραφικὴ μηχανὴ
Ίρις
Κόρη
Ἀμφιβλῆτρορειδῆς Χιτῶν
Τυφλὸν Σημεῖον
Προσαρμογὴ
Σημεῖον εὐκρινοῦς ὁράσεως
Μωπιλά
Ἵπερμετρωπία
Ἀστιγματισμὸς
Προβολεὺς

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1 Σχηματίσατε ἓν ἀπλοῦν διάγραμμα φωτογραφικῆς μηχανῆς εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνωνται τὰ ἀπαραίτητα τμήματα διὰ τὸν σχηματισμὸν εἰδώλου. Ὅνομάσατε ἕκαστον τμήμα.
- 2 Διὰ τί χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς φωτογραφικὰς μηχανὰς διαφράγματα;
- 3 Ποίαν ἐπίδρασιν ἔχει τὸ μέγεθος τοῦ ἀνοίγματος ἐνὸς διαφράγματος: α) ἐπὶ τῆς πιστότητος τοῦ εἰδώλου ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον, καὶ β) εἰς τὸν χρόνον ἐκθέσεως τῆς φωτογραφικῆς πλακῆς εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτίνιας;
- 4 Τί εἶδους φακὸς θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ μηχανὴν καλῆς ποιότητος;
- 5 Συγκρίνατε καὶ ἀντιπαραβάλατε τὴν φωτογραφικὴν μηχανὴν μὲ τὸν ὀφθαλμόν.
- 6 Σχεδιάσατε τὸν ὀφθαλμὸν καὶ ὀνομάσατε τὰ διάφορα μέρη αὐτοῦ.

7. Διατί εν πυρακτωμένον ἀντικείμενον φαίνεται ὡς μία συνεχῆς φωτεινὴ γραμμὴ ὅταν ταλαντοῦται;
8. Τί καλεῖται τυφλὸν σημεῖον τοῦ ὀφθαλμοῦ;
9. Πόση εἶναι ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις ἐνθρῖνου ὁράσεως;
10. Ὅταν τὰ ἀντικείμενα πλησιάζουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν δλέπομεν καλύτερα τὰς λεπτομερείας αὐτῶν. Ἐξηγήσατε διατί.
11. Τί καλεῖται μυωπία; Πῶς εἶναι δυνατόν αὐτὴ νὰ διορθωθῇ;
12. Τί καλεῖται ὑπερμετροπία; Πῶς εἶναι δυνατόν αὐτὴ νὰ διορθωθῇ;
13. Τί καλεῖται ἀστιγματισμός; Πῶς εἶναι δυνατόν οὗτος νὰ διορθωθῇ;
14. Σχηματίσατε ἐν ἄπλοῦν διάγραμμα προβολέως καὶ τοῦ εἰδώλου τὸ ὅποιον παρέχει οὗτος. Ὀνομάσατε τὰ κύρια τμήματα αὐτοῦ.

ἔχη τοῦτο ἀναστραφῆ ἐπὶ τοῦ φακοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Πῶς θὰ παρουσιάζεται τὸ ἀντικείμενον εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν; Εἶναι δυνατόν νὰ τὸ προσδιορίσωμεν αὐτὸ τοποθετοῦντες ἕνα ἀντικείμενον πολὺ κοντὰ εἰς τὸν ὀφθαλμὸν. Ὁ ὀφθαλμὸς τότε ἐνεργεῖ ὡς θυρὶς μόνον. Λάβετε ἐν τεμάχιον λεπτοῦ χαρτονίου καὶ σχηματίσατε μίαν ὀπὴν ἐπ' αὐτοῦ διὰ μιᾶς καρφίτσας. Ἀκολουθῶς κρατήσατε τὸ χαρτόνιον πολὺ πλησίον εἰς τὸν ὀφθαλμὸν σας καὶ παρατηρήσατε διὰ μέσου τῆς ὀπῆς μίαν πηγὴν ἐντόνου φωτός. Τώρα τοποθετήσατε τὴν καρφίτσαν μεταξὺ τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τοῦ χαρτονίου εἰς τρόπον ὥστε ἡ κεφαλὴ τῆς καρφίτσας νὰ καλύπτῃ μέρος τῆς πηγῆς. Τὸ φῶς τὸ ὅποιον θὰ διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ χαρτονίου θὰ σχηματίξῃ τὴν σκιάν τῆς καρφίτσας ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χωρὶς νὰ τὴν ἀναστρέφῃ. Τότε ἡ σκιά τῆς καρφίτσας θὰ παρουσιασθῇ ἀνεστραμμένη.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀποκτήσετε μίαν ἐξαιρετικῆς ποιότητος φωτογραφίαν, χρησιμοποιοῦντες μίαν μικρὰν φωτογραφικὴν μηχανὴν Kodac;
2. Διατί δὲν εἶναι δυνατόν νὰ λάβετε μίαν καθαρὰν φωτογραφίαν ἐνὸς ποδοσφαιρικοῦ ἀγώνος, ὅταν χρησιμοποιῆτε μίαν μηχανὴν μὲ χροῖον ἐκθέσεως τοῦ φιλμὲ εἰς τὸ φῶς 1 sec;
3. Διατί οἱ φακοὶ τῶν ὀμματοθαλίων ἔχουν μίαν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν καὶ μίαν καμπύλην ἀντὶ νὰ ἔχουν δύο καμπύλας ἐπιφανείας;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΕΙΔΩΛΟΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΜΦΙΒΛΗΣΤΡΟΕΙΔΟΥΣ ΧΙΤΩΝΟΣ. Ὡς εἶδομεν ὁ φακὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι συγκλίτων φακός, καὶ ἐπομένως παρέχει εἶδωλον πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ὡς ἐκ τούτου ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτώνος σχηματίζεται τὸ εἶδωλον ἀνεστραμμένον. Ἐκ πείρας γνωρίζομεν πῶς νὰ ἐξηγῶμεν τὰ εἶδωλα αὐτά. Τώρα ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ σχηματισθῇ ἕνα εἶδωλον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χωρὶς νὰ

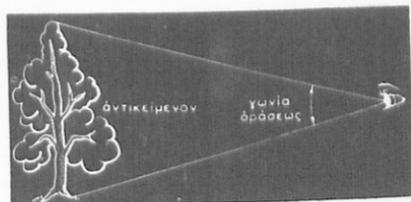
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις φακοῦ ἀνθρώπινου ὀφθαλμοῦ δύνανται νὰ θεωρηθῇ κατὰ προσέγγισιν ἴση πρὸς 2,5 cm. Πόσον τὸ μήκος τοῦ εἰδώλου, τὸ ὅποιον σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐνὸς ἀτόμου ὕψους 1,80m, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 6 m ἀπὸ τὸν ὀφθαλμὸν αὐτόν;

B

2. Ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἶναι 2,5 cm. Πόση ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις αὐτοῦ ὅταν οὗτος προσαρμύζεται, ὥστε νὰ βλέπῃ κείμενον εὐρισκόμενον εἰς ἀπόστασιν 200 cm ἀπὸ τοῦ φακοῦ;
3. Ὑπερμέτρῳ ὀφθαλμὸς ἀπαιτεῖ φακόν, ὁ ὅποιος νὰ παρέχῃ εἶδωλον εἰς ἀπόστασιν 50 cm ἀπὸ αὐτόν ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 25 cm ἀπὸ τὸν φακὸν καὶ πρὸς τὴν αὐτὴν πλευρὰν αὐτοῦ μὲ τὸ εἶδωλον. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ.



Σχ. 52—1. Τὸ φαινόμενον μέγεθος ἑνὸς ἀντικειμένου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν γωνίαν ὁράσεως, ἢ ὁποῖα σχηματίζεται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν.

ῥεται μεταξύ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ καὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ F_0 . Τὸ πραγματικὸν τοῦτο εἰδῶλον παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ, ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ ὡς μεγεθυντικὸς φακὸς καὶ παρέχει τὸ τελικὸν φανταστικὸν εἰδῶλον, τὸ ὁποῖον ἔχει μεγάλως μεγεθυνθῆ. Ἡ μεγέθυνσις προκαλεῖται τόσον ἀπὸ τὸν ἀντικειμενικὸν ὄσον καὶ ἀπὸ τὸν προσοφθαλμῖον. Ἡ πλευρική μεγέθυνσις τοῦ εἰδῶλου ἢ ὁποῖα προκαλεῖται ἀπὸ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$\frac{\text{Μέγεθος Εἰδῶλου}}{\text{Μέγεθος Ἀντικειμένου}} = \frac{D_I}{D_0}$$

Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου D_0 διαφέρει ἐλάχιστα ἀπὸ τὴν ἐστιακὴν ἀπόστασιν f_0 τοῦ ἀντικειμενικοῦ. Ἐπίσης ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδῶλου D_I διαφέρει ἐλάχιστα ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν L τῶν δύο φακῶν τοῦ μικροσκοπίου. Ἐπομένως ἡ ἀνωτέρω σχέσηις δύναται νὰ γραφῆ καὶ ὡς ἑξῆς:

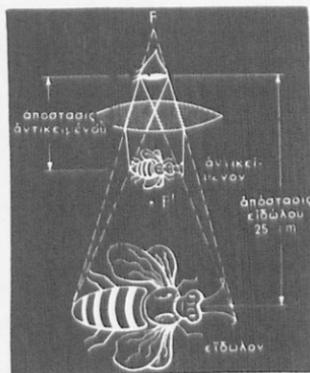
$$\frac{\text{Μέγεθος εἰδῶλου}}{\text{Μέγεθος ἀντικειμένου}} = \frac{L}{f_0}$$

Ἐφ' ὅσον ὁ προσοφθαλμῖος χρησιμοποιεῖται ὡς ἀπλοῦς μεγεθυντικὸς φακός, ἡ μεγέθυνσις τὴν ὁποῖαν θὰ προκαλῆ τὰ εἶναι ἴση πρὸς $25/f$ ὅπου f ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις αὐτοῦ.

Κατὰ συνέπειαν ἡ ὀλικὴ μεγέθυνσις τοῦ μικροσκοπίου θὰ εἶναι ἴση πρὸς

$$\frac{L}{f_0} \times \frac{25}{f_E} \approx \frac{25L}{f_0 f_E}$$

Αἱ διαστάσεις τῶν L , f_0 καὶ f ἐκφράζονται εἰς ἐκατοστά.



Σχ. 52—2. Συγκλίνων φακὸς χρησιμοποιεῖται ὡς μεγεθυντικὸς φακός.

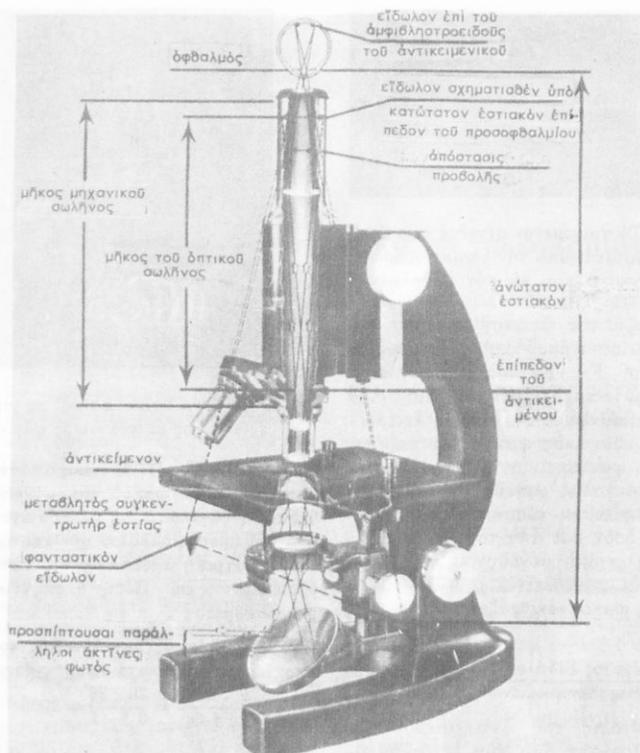
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ μικροσκοπίου εἶναι $0,5 \text{ cm}$ ἢ δὲ ἀπόστασις μεταξύ ἀντικειμενικοῦ καὶ προσοφθαλμίου ἴσεται πρὸς 20 cm ἐνῶ ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου εἶναι 1 cm . Πόση ἡ μεγέθυνσις τοῦ μικροσκοπίου;

ΛΥΣΙΣ : Ἡ ἰσχύς μεγέθυνσεως τοῦ μικροσκοπίου ἴσεται κατὰ προσέγγισιν πρὸς

$$\frac{25L}{f_0 f_E} = \frac{25 \times 20}{0,5 \times 1} = 1000$$

Τόσον ὁ προσοφθαλμῖος ὄσον καὶ ὁ ἀντικειμενικὸς φακός, συνθέτου μικροσκοπίου δὲν εἶναι ἀπλοῦ φακοὶ ἀλλὰ τούναντιον ἀποτελοῦν σύστημα δύο ἢ καὶ περισσότερων φακῶν διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἀφ' ἐνὸς μὲν ἡ ἄρσις τῶν διαφορῶν ἐλαττωμάτων τῶν φακῶν, ἀφ' ἑτέρου δέ, ἡ συγκέντρωσις φωτὸς εἰς τρόπον ὅστε νὰ εἶναι εὐκρινῶς ὁρατὸν τὸ παρατηρούμενον μικροσκοπικῶς ἀντικείμενον.

ΤΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ. Κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ μικροσκοπίου τοποθετοῦμεν τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον πλησίον τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ τοῦ μικροσκοπίου μετὰ τὸ τηλεσκόπιον ὁμοίως δὲν εἰμεθα εἰς θέσιν νὰ κανονίζωμεν τὴν ἀπόστασιν μεταξύ τοῦ πρὸς παρατήρησιν ἀντικειμένου καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ τοῦ μικροσκοπίου. Ἐν γένησι τὸ ἀντικείμενον

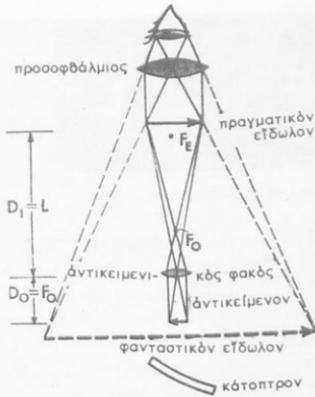


Σχ. 52—3. Σύνθετον μικροσκόπιον, εἰς τὸ ὁποῖον δεικνύεται ἡ τροχιά τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἀπὸ τὸ κάτωτρον ἕως τὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα τοῦ ὀφθαλμοῦ.

καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ τοῦ μικροσκοπίου εἶναι κατὰ πολὺ μεγαλυτέρα τῆς ἀποστάσεως τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν αὐτοῦ. Ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν ἕνα συγκλίνοντα φακόν, διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ πραγματικοῦ εἰδώλου τοῦ μεμακροσμένου ἀντικειμένου, τὸ εἶδωλον θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ φακοῦ καὶ θὰ εἶναι πολὺ μικρῶν διαστάσεων.

Τὸ φαινόμενον μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν γωνίαν ὁράσεως. Διὰ τοῦ σχηματισμοῦ πραγματικοῦ εἰδώλου, μεμακροσμένου ἀντικειμένου, εἰς ἀπόστασιν 25 cm ἀπὸ τὸν ὀφθαλμὸν αὐξάνεται ἡ γωνία ὁράσεως, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 52-6. Ἡ γωνία ὁράσεως τοῦ μεμακροσμένου δένδρου AB ἰσοῦται

πρὸς τὴν γωνίαν ACB, ἐφ' ὅσον δὲν ὑπάρχουν βοηθητικὰ συστήματα διὰ τὸν ὀφθαλμὸν. Ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς σχηματίζει τὸ εἶδωλον A' B' ἀνεστραμμένον, πραγματικὸν καὶ μικροτέρων διαστάσεων τοῦ ἀντικειμένου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκειται πρακτικῶς εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ φακοῦ. Ἡ γωνία ὁράσεως, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρῇ τὸ ἀντικείμενον αὐτὸ ἀπὸ ἀπόστασιν 25 cm, εἶναι ἡ γωνία A' EB'. Ὁ λόγος τῆς γωνίας A' EB' πρὸς τὴν γωνίαν ACB παριστᾷ τὴν γωνιακὴν μεγέθυνσιν τοῦ φακοῦ. Ἐπειδὴ ἡ γωνία ACB ἰσοῦται πρὸς τὴν A' CB', ὁ λόγος τῶν γωνιῶν A' EB' καὶ A' CB' ἰσοῦται πρὸς $f_0/25$ ὅπου f_0 ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ εἰς ἔκατοστά.



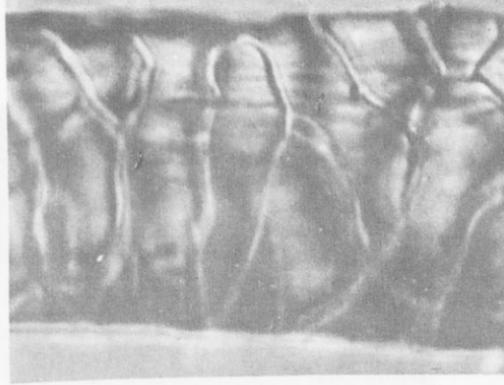
Σχ. 52-4. Δύο συγκλίνοντες φακοί χρησιμοποιούνται διά τὴν κατασκευὴν ἑνὸς ἀπλοῦ συνθέτου μικροσκοπίου.

Ἡ μεγέθυνσις, ἢ ὁποία προκαλεῖται ὑπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ εἶναι κατὰ συνέπειαν ἰσὴ πρὸς $f_0/25$.

Σκοπὸς τῆς χρησιμοποίησεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, εἶναι ἡ δημιουργία εἰδώλου, ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλυτέρου καὶ ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερον πρὸς τὸν ὀφθαλμόν. Ἡ ἔστιακὴ αὐτοῦ ἀπόστασις θὰ πρέπει νὰ εἶναι κατὰ συνέπειαν μεγάλη.

Ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν δεύτερον συγκλίνοντα φακόν, διὰ νὰ μεγεθύνωμεν τὸ πραγματικόν εἶδωλον, τὸ ὁποῖον ἐσχηματίσθη ὑπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ, θὰ ἔχωμεν ἕνα ἀπλοῦν τηλεσκόπιον (σχῆμα 52-7).

Ὅπως καὶ εἰς τὸ μικροσκόπιον οὗτω καὶ ἐδῶ, τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ἐρρίσκειται μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ τῆς κεντρικῆς ἐστίας αὐτοῦ. Ἐφ' ὅσον ἡ μεγέθυνσις ἢ προκαλουμένη ὑπὸ τοῦ προσοφθαλμίου ἰσοῦται πρὸς $25/f_E$ ἢ ὀλικὴ ἰσχὺς μεγεθύνσεως τοῦ ἀπλοῦ τηλε-



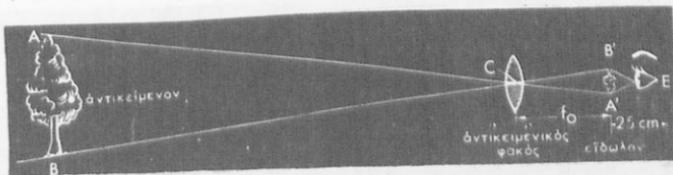
Σχ. 52-5. Ἴς μαλλίνου ὑφάσματος μεγεθυσμένη κατὰ 1000 φορές.

σκοπίου δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$\frac{f_0}{25} \times \frac{25}{f_E} = \frac{f_0}{f_E}$$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μεγάλην μεγέθυνσιν, πρέπει ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλυτέρα, καὶ ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου ὅσον τὸ δυνατόν μικροτέρα. Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο τὸ εἶδωλον εἶναι ἀνεστραμμένον, καὶ ὡς ἐκ τούτου, χρησιμοποιεῖται μόνον δι' ἀστρονομικὰς παρατηρήσεις. Διὰ τὴν ἀνόρθωσιν τοῦ εἰδώλου, χρησιμοποιοῦμεν καὶ τρίτον φακὸν ἢ τρίτον συγκρότημα φακῶν, τοὺς ὁποίους θέτομεν μεταξὺ ἀντικειμενικοῦ-προσοφθαλμίου, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 52-8.

Παρατηροῦμεν, ὅτι δὲν ὑπάρχει βασικὴ διαφορὰ μεταξὺ τῆς λειτουργίας ἑνὸς συνθέτου μικροσκοπίου καὶ ἑνὸς τηλεσκοπίου. Καὶ τὰ δύο ὄργανα ἔχουν ἀντικειμενικὸν φακόν, ὁ ὁποῖος σχηματίζει πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου, ὡς ἐπίσης καὶ προσοφθάλμιον διὰ τὴν μεγέθυνσιν τοῦ πραγματικοῦ εἰδώλου. Τὰ ἀν-



Σχ. 52-6. Ὁ ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ ἴνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 52—7. Σύστημα φακῶν ἑνὸς ἀπλοῦ τηλεσκοπίου.

τικείμενα, τὰ ὁποῖα παρατηροῦνται διὰ μέσου καὶ τῶν δύο αὐτῶν ὀργάνων εἶναι ἀνεστραμμένα.

Ὁ ἀντικειμενικός φακὸς σχηματίζει τὸ πραγματικὸν εἶδωλον I πέραν τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ F_o . Ὁ ἐνδιάμεσος φακὸς σχηματίζει τὸ πραγματικὸν εἶδωλον I' τοῦ εἰδώλου I . Τὸ εἶδωλον αὐτὸ εἶναι ἑλαφρῶς πλησιέστερον πρὸς τὸν προσφθάλμιον ἀπὸ ὅτι ἡ κυρία ἐστία αὐτοῦ F_e . Ὁ προσφθάλμιος τότε σχηματίζει τὸ μεγεθυμένον φανταστικὸν εἶδωλον I'' .

Τὸ τηλεσκόπιον τοῦτο καλεῖται Διόπτρα τῶν Ἐπιγείων πρὸς διαχωρισμὸν αὐτοῦ ἀπὸ τὰ τηλεσκόπια, τὰ ὁποῖα δὲν ἀναστρέφουν τὸ εἶδωλον καὶ καλοῦνται συγχάσις ἀστρονομικὰ τηλεσκόπια. Αἱ διόπτραι τῶν ἐπιγείων ἔχουν πολλὰς ἐφαρμογὰς.

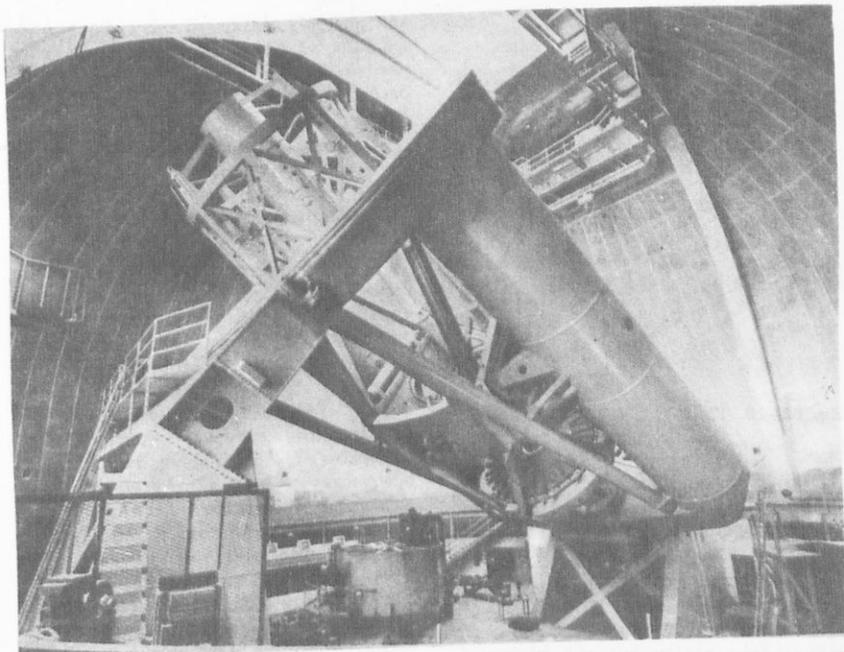
Πολλὰ ἀστρονομικὰ τηλεσκόπια ἀντὶ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ ἔχουν κοῖλον κάτοπτρον. Τὸ κοῖλον κάτοπτρον, ὡς γνωρίζομεν, παρέχει ἐπίσης πραγματικὸν εἶδωλον εἰς τὴν ἐστίαν αὐτοῦ ὅταν τὸ ἀντικείμενον εἶναι μεμαρτυρημένον. Τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ἀπὸ τὸ κοῖλον κάτοπτρον, μεγεθύνεται ὑπὸ τοῦ συγκλίνοντος φακοῦ ἀκριβῶς ὅπως τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ μεγεθύνεται. Τὸ κύριον πλεονέκτημα τοῦ τηλεσκοπίου μὲ κοῖλον κάτοπτρον εἶναι, ὅτι τὸ κάτοπτρον δὲν ὑπόκειται εἰς χρωματικὰς ἐκτροπὰς. Τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ὄρους Wil-

son ἔχει κοῖλον κάτοπτρον διαμέτρου 100 in. Τὸ 1934 ἤρχισεν ἡ κατασκευὴ τοῦ περιφρήμον κάτοπτρον διαμέτρου 200 in διὰ τὸ τηλεσκόπιον τοῦ ὄρους Palomar πλησίον τοῦ San Diego τῆς Καλιφορνίας τὸ ὁποῖον παρέχει εἶδωλον ὀρθόν. Τὸ τηλεσκόπιον τοῦτο ἦτο ἔπισημον τὸ 1948. Βλέπε σχῆμα 52-9.

ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΟΠΤΡΑ. Ἡ Διόπτρα τῶν Ἐπιγείων διὰ τῆς χρησιμοποίησεως πρισμάτων δύναται νὰ τροποποιηθῆ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἐπιτρέψῃ μεγεθύνειν, οἰκονομίαν χώρον καὶ εὐρύτητα πεδίου. Εἰς τὴν διόπτραν τοῦ τύπου τούτου, ἡ δέσμη τοῦ φωτὸς εἰσχωρεῖ εἰς τὸν ἀντικειμενικὸν καὶ προσπίπτει ἐπὶ ὕδαλλον πρισμάτων, καὶ μετὰ δύο ὀλικὰς ἀνακλάσεις, ἀλλάσσει τὴν πορείαν αὐτῆς καὶ ὀδεύει κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν, ὁπότε προσπίπτει ἐπὶ δευτέρου ὀρθογωνίου πρισματοῦ διατεταγμένου κατὰ ὀρθὴν γωνίαν ἐν σχέσει πρὸς τὸ πρῶτον, ὁπότε πάλιν διὰ δύο διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἀλλάσσει ἐκ νέου πορείαν καὶ τέλος προχωρεῖ εἰς τὸν προσφθάλμιον καὶ τέλος εἰς τὸν ὀφθαλμὸν. Τὰ πρίσματα αὐτὰ καθ' ἑαυτὰ προκαλοῦν τὴν ἀναστροφήν τοῦ εἰδώλου. Λόγω ὅμως τῆς ὑπάρξεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἢ ἀναστροφῆ αὐτῆ εἶναι ταυτοχρόνως ἀνόρθωσις. Ἐξ ἄλλου λόγῳ τῆς μειώσεως τῆς διαδρομῆς τῶν ἀκτίνων ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ μέχρι τοῦ προσφθάλμιου, ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ



Σχ. 52—8. Τὰ βασικά μέρη ἑνὸς τηλεσκοπίου, τὸ ὁποῖον παρέχει ὀρθόν εἶδωλον.



Σχ. 52—9. Το τηλεσκόπιο του όρους Palomar. Είς την κάτω δεξιάν γωνίαν της εικόνας φαίνεται ένα κάτοπτρον 200 in το όποιον είναι κεκαλυμμένον διά νά προστατευθῆ ἡ λεπτή ἐπιφανεία του. Ὁ προσοφθάλμιος εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς κυλινδρικοῦ σωλήνος, ὁ ὁποῖος ἐμφαίνεται εἰς τὴν ἄνω ἀριστερὰν γωνίαν τῆς εἰκόμος.

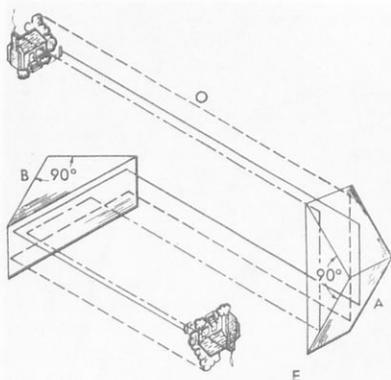
ἀντικειμενικοῦ φακοῦ δύναται νὰ ἐκλεγῆ τρεῖς φορές μεγαλύτερα τοῦ μήκους τοῦ ὄργανου, τοῦτο δὲ συντελεῖ εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς μεγεθύνσεως.

Η ΔΙΟΠΤΡΑ ΘΕΑΤΡΟΥ. Ἡ Διόπτρα θεάτρου πραγματοποιεῖται διὰ καταλλήλων συνδυασμῶν δύο ὁμοίου τύπου τηλεσκοπίων. Εἰς τὰ τηλεσκόπια ταῦτα, ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς εἶναι συγγλίνων ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας ἀλλὰ ὡς προσοφθάλμιος χρησιμοποιεῖται ἀποκλίνων φακός.

Ὁ φακὸς οὗτος τοποθετεῖται εἰς τοιαύτην θέσιν ὥστε αἱ ἀκτῖνες, αἱ προερχόμεναι ἀπὸ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν νὰ συναντοῦν αὐτὸν πρὶν συναντήσουν τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου. (Σχῆμα 52-11). Ἐὰν δὲ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ἀποκλίνοντος φακοῦ

καὶ τοῦ εἰδώλου εἶναι ὀλίγον μεγαλύτερα τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως f τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ, τότε αἱ ἀκτῖνες αἱ ὁποῖαι πλησιάζουν τὰ ἄκρα τοῦ εἰδώλου, ἐκτρέπονται ὑπὸ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ καὶ ἀποκλίνουν κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὡς ἐὰν προήρχοντο ἀπὸ τὸ φανταστικὸν εἶδωλον. Τοιοῦτοτρόπως σχηματίζεται μεγεθυσμένον φανταστικὸν εἶδωλον τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παρατηρήσῃ ὁ ὀφθαλμὸς, ὅταν τοποθετηθῆ εἰς θέσιν τοιαύτην, ὥστε νὰ δεχθῆ τὴν ἐξερχομένην ἀπὸ τὸν ἀποκλίνοντα φακὸν δέσμη.

Ἡ διόπτρα αὕτη, παρουσιάζει τὸ μειονέκτημα ὅτι ἡ μεγέθυνσις αὐτῆς εἶναι μικρὰ ὡς ἐπίσης καὶ τὸ ὀπτικὸν πεδῖον αὐτῆς, ὡς ἐκ τούτου δέ, χρησιμοποιεῖται ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ ὡς διόπτρα θεάτρου. Εἰς αὐτὴν ἡ μεγέθυνσις ἴσούται, ὡς καὶ εἰς τὸ τηλεσκόπιον, μὲ τὸν λό-

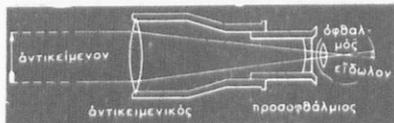


Σχ. 52—10. Τα δύο πρίσματα άναστρέφουν τὸ ἀντικείμενον.

γον τῆς ἔστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ πρὸς τὴν ἔστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ προσοφθαλμοῦ.

Ο ΕΞΑΣ. Ἐνα ἀπὸ τὰ πλέον σημαντικὰ ὄργανα τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ναυτιλίαν εἶναι ὁ Ἐξάσ. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως ἑνὸς πλοίου διὰ τῆς παρατηρήσεως τοῦ γεωγραφικοῦ ὕψους. Ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τοῦ ἔξάντος ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 52-12. Θεωρήσωμεν δύο ἐπιπέδα κάτοπτρα M_1 καὶ M_2 ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ μὲν M_2 εἶναι σταθερὸν, τὸ δὲ ἄλλον M_1 στρεπτόν περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος. Ἀπὸ τὸ ἴνω ἦμισον τοῦ κατόπτρου M_2 ἔχει ἀφαισθηθῆ τὸ κατοπτρικὸν ἐπίστροφωμα εἰς τόπον ὥστε ὁ ὀφθαλμὸς νὰ δύναται εὐκρινῶς νὰ διακρίνῃ, διὰ μέσον τοῦ μέρους τούτου τοῦ κατόπτρου, τὴν γραμμὴν τοῦ ὀρίζοντος, ἐνῶ διὰ μέσον τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ κατόπτρου τοῦ φέροντος κατοπτρικὸν ἐπίστροφωμα, ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρεῖ τὸ εἶδωλον τοῦ ἀστέρος.

Διὰ καταλλήλου περιστροφῆς τοῦ κα-



Σχ. 52—11. Οἱ τοποθετήσεις τῶν φακῶν εἰς τὴν δόξαν τῆς θεωρίας

τόπτρου M_1 ἐπιτυγχάνομεν ὥστε ὁ ὀφθαλμὸς νὰ βλέπῃ ταυτοχρόνως ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ εἶδωλον τοῦ ὑπὸ παρατήρησιν ἀστέρος ἀφ' ἑτέρου δὲ τὴν γραμμὴν τοῦ ὀρίζοντος.

Ἡ γωνία τὴν ὁποῖαν σχηματίζουν αἱ φωτεινὰί ἀκτῖνες αἰ προερχόμεναι ἀπὸ τὸν ἀστέρα μὲ τὴν γραμμὴν τοῦ ὀρίζοντος καλεῖται γεωγραφικὸν ὕψος τοῦ ἀστέρος.

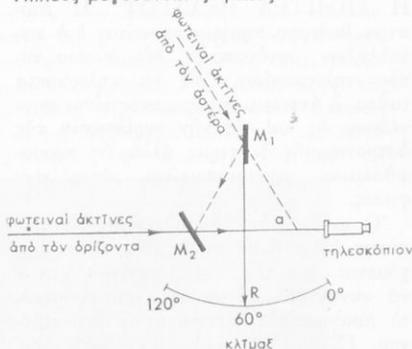
Ἡ γωνία αὕτη, δεικνύεται ὑπὸ τοῦ δείκτου R, ὁ ὁποῖος εἶναι προσηρμοσμένος ἐπὶ τοῦ κατόπτρου M_1 καὶ περιστρέφεται μαζὶ μὲ αὐτόν. Οὗτος κινεῖται ὑπεράνω κλίμακος, ἡ ὁποία εἶναι βαθμολογημένη εἰς βαθμοὺς. Ἐκάστη ὑποδιαίρεσις τῆς κλίμακος ἀντιστοιχεῖ εἰς δύο μοίρας διότι ὅταν τὸ κάτοπτρον περιστρέφεται, ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς διανύει διπλασίαν γωνίαν ἀπὸ τὴν γωνίαν περιστροφῆς αὐτοῦ. Κατὰ συνέπειαν, ἡ τιμὴ τὴν ὁποῖαν μᾶς παρέχει ἡ κλίμαξ, εἶναι καὶ τὸ ἀληθὲς ὕψος τοῦ ἀστέρος.

Ἀπὸ ἀεροπλάνου καὶ πολλὰκις εἰς τὴν θάλασσαν εἶναι συχνάκις πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ προσδιορισθῇ ἡ φυσικὴ σφαιροειδέτερα γραμμὴ. Ἄντ' αὐτοῦ παρέχεται εἰς τὸν παρατηρητήν, ἡ δυνατότης νὰ βασίσῃ τοὺς ὑπολογισμοὺς του ἐπὶ ἑνὸς τεχνητοῦ ὀρίζοντος, παραλλήλου πρὸς τὸν φυσικὸν (βλέπε καὶ σχῆμα 52-13).

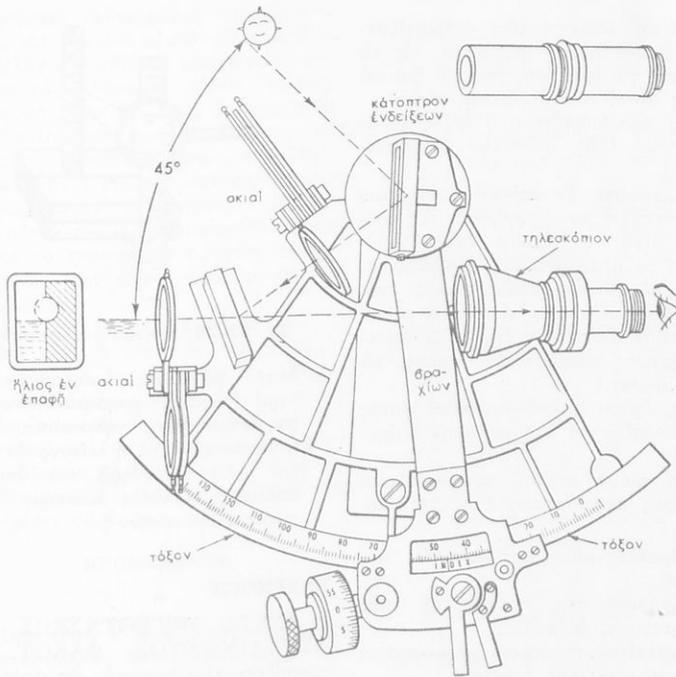
ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Φαινόμενον μέγεθος ἑνὸς ἀντικειμένου
Γωνία ὄρασεως

Ἄπλους μεγεθυντικός φακός



Σχ. 52—12. Ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τοῦ ἔξάντος.



Σχ. 52—13. Τα στοιχεία ενός τελευταίου τύπου εξάντος.

Ίσχυς μεγέθυνσεως συγκλίνοντος φακού
 Ίσχυς μεγέθυνσεως = $\frac{\text{μέγεθος ειδώλου}}{\text{μέγεθ. αντικειμένου}}$

Σύνθετον μικροσκόπιον

Αντικειμενικός φακός

Προσοφθάλμιος φακός

Μεγέθυνοις μικροσκοπίου = $\frac{25 L}{f_o f_E}$ (αί δια-

στάσεις εις cm)

Άπλουν τηλεσκόπιον

Διόπτρα τών έπιγειών

Μεγέθυνοις τηλεσκοπίου = f_o/f_E

Πρισματική διόπτρα

Διόπτρα του θεάτρου

Έξάς

Ε ΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καθορίζει τὸ φαινόμενον μέγεθος ἑνὸς ἀντικειμένου ;
2. Πῶς δυνάμεθα νὰ ἀποκτήσωμεν

σαφῆ ἀντίληψιν τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων ;

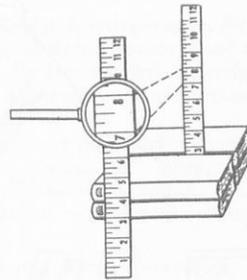
3. Λιὰ τί πλησιάζομεν τὰ ἀντικείμενα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας διὰ νὰ ἐξετάσωμεν τὰς λεπτομερείας αὐτῶν ;
4. Λιὰ τί δὲν ἔχομεν ὄφελος ἔαν πλησιάσωμεν περισσότερο τῶν 25 cm ἔνα ἀντικείμενον πρὸς ἕνα κανονικὸν ὀφθαλμὸν ;
5. Περιγράψατε τὴν χρῆσιν τοῦ συγκλίνοντος φακοῦ ὡς ἀπλοῦ μεγεθυντικοῦ φακοῦ.
6. Ποῦ θὰ πρέπει νὰ τοποθετηθῆ ἕνα ἀντικείμενον, ἔαν πρόκειται νὰ παρατηρηθῆ μέσῳ ἑνὸς μεγεθυντικοῦ φακοῦ ;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἰσχύς μεγέθυνσεως ἑνὸς μικροσκοπίου ;
8. Πῶς προσδιορίζεται ἡ ἰσχύς μεγέθυνσεως ἑνὸς μικροσκοπίου ;
9. Ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν ἑνὸς

συνθέτου μικροσκοπίου σχηματίζονται ένα άπλουν διάγραμμα, εις τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνονται τὰ βασικά μέρη αὐτοῦ καὶ αἱ θέσεις αὐτῶν.

10. Πῶς προσδιορίζεται ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως ἑνὸς συνθέτου μικροσκοπίου;
11. Σχηματίσατε ἐν ἄπλουν διάγραμμα τηλεσκοπίου καὶ ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον τοῦτο μεγεθύνει τὰ μεμακρυσμένα ἀντικείμενα.
12. Διὰ τί ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς ἑνὸς τηλεσκοπίου πρέπει νὰ ἔχη μεγάλην ἔστιακὴν ἀπόστασιν ἐνῶ ὁ ἀντίστοιχος φακὸς μικροσκοπίου πρέπει νὰ ἔχη μικράν;
13. Διὰ τί πρέπει ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς τηλεσκοπίου νὰ ἔχη μεγάλην διάμετρον;
14. Κατὰ ποῖον τρόπον προσδιορίζεται ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως ἑνὸς τηλεσκοπίου;
15. Σχεδιάσατε μίαν διόπτραν τῶν ἐπιγείων.
16. Ἐξηγήσατε τὴν κατασκευὴν μιᾶς πρισματικῆς διόπτρας.
17. Ποῖον εἶναι τὸ κύριον πλεονέκτημα μιᾶς πρισματικῆς διόπτρας;
18. Σχεδιάσατε μίαν διόπτραν θεάτρον εἰς τὴν ὁποῖαν νὰ φαίνωνται τὰ βασικά μέρη αὐτῆς.
19. Ποῖα εἶναι ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως τῆς διόπτρας θεάτρον;
20. Ἐξηγήσατε τὴν κατασκευὴν τοῦ ἐξάντος.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὁ προσοφθάλμιος ἑνὸς ἄπλου τηλεσκοπίου εὐρίσκειται εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ εἰδῶλον τοῦ ἀντικειμενικοῦ νὰ εἶναι κατὰ τὴν μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἔστιακὴν ἀπόστασιν. Ποῦ θὰ σχηματισθῇ τὸ εἶδωλον τοῦ προσοφθαλμοῦ;
2. Τὸ πραγματικὸν εἶδωλον, τὸ ὁποῖον παρέχει ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς ἑνὸς τηλεσκοπίου εἶναι πάντοτε μικρότερον ἀπὸ τὸ μεμακρυσμένον ἀντικείμενον. Διὰ τί δὲν ἀφαιρεῖται ὁ ἀντικειμενικὸς φακός, ὁ δὲ προσοφθάλμιος νὰ σκοπεύῃ ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ μεγαλυτέρων διαστάσεων ἀντικείμενον;



Σχ. 52—14. Μεγέθυνσις ἴση πρὸς 2.

3. Διὰ τί μεγάλων διαστάσεων κάτοπτρα ἢ φακοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἀστρονομικὰ τηλεσκόπια, ἂν καὶ ἡ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία των εἶναι πολὺ δαπανηρὰ καὶ ἀπαιτεῖται πολλάκις πολυτετές διάστημα διὰ τὴν κατασκευὴν αὐτῶν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΙΣΧΥΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΕΩΣ ΕΝΟΣ ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΟΣ ΦΑΚΟΥ. Ἐὰν γνωρίζετε τὴν ἔστιακὴν ἀπόστασιν ἑνὸς μεγεθυντικοῦ φακοῦ δύνασθε νὰ προσδιορίσατε τὴν ἰσχύν μεγεθύνσεως αὐτοῦ ἀπὸ τὴν σχέσιν $25/f$. Ἄς ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ εἶναι 10 cm. Ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως αὐτοῦ θὰ εἶναι $\frac{25}{10}$ ἢ 2,5.

Ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις f πρέπει νὰ ἐκφράζεται εἰς ἑκατοστὰ ἐφ' ὅσον τὸ 25, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις εὐκρινοῦς δράσεως, εἶναι ἔκπεφρασμένον εἰς ἑκατοστὰ.

Μία ἄλλη μέθοδος ἐλέγχου τοῦ τύπου αὐτοῦ εἶναι ἡ ἀκόλουθος. Στερεώσατε ἕνα κανόνα μεταξὺ δύο σεφῶν βιβλίων, ὅπως δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 52-14, καὶ θέσατε τὸν ὀφθαλμὸν σας εἰς ἀπόστασιν 25 cm ἀπὸ αὐτοῦ. Ἀκολουθῶς τοποθετήσατε ἕνα συγκλίνοντα φακὸν ἔμπροσθεν τοῦ ὀφθαλμοῦ σας καὶ κρατήσατε ἕνα δεύτερον κανόνα πίσω ἀπὸ τὸν φακόν. Κρατοῦντες τὸν φακόν καὶ τὴν κεφαλὴν σας σταθερὰν μετακινεῖτε τὸν δεύτερον κανόνα, εἰς τρόπον ὥστε, νὰ σχηματισθῇ ἐν εὐκρινῶς εἰδῶλον. Πα-

ρατηρούντες ταυτόχροτως τὸς δύο κανόνες, τὸν ἕνα διὰ μέσου τοῦ φακοῦ καὶ τὸν ἄλλον ἀπ' εὐθείας μπορείτε νὰ συγκρίνετε τὰς κλίμακας αὐτῶν. Ἡ μεγέθυνσις θὰ εἶναι ἴση πρὸς 2 ὅταν τμήμα τοῦ εἰδώλου ἴσον πρὸς 1 cm σχηματίζῃ τὴν αὐτὴν γωνίαν ὁράσεως, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν 2 cm τοῦ κανόνος ὅταν οὗτος εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 25 cm. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μπορείτε νὰ συγκρίνετε τὸ φαινόμενον μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου καὶ τὸ φαινόμενον μέγεθος τοῦ εἰδώλου.

Δεδομένου ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν 25 cm δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλους τοὺς ὀφθαλμούς, καὶ λόγω τοῦ ὅτι ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ φακοῦ δὲν ἴσονται ἀκριβῶς πρὸς τὴν ἑστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ φακοῦ, τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ πιθανὸν νὰ παρεκκλίνουν ὀλίγον ἀπὸ τὴν τιμὴν, ἡ ὁποία παρέχεται ἀπὸ τὴν σχέσιν $25/f$.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποία εἶναι ἡ κατὰ προσέγγισιν ἰσχύς μεγεθύνσεως συγγλίνοντος φακοῦ τοῦ ὁποίου ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις ἴσονται πρὸς 2 cm ;
2. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις συγγλίνοντος φακοῦ ὥστε νὰ παρέχεται μεγέθυνσις 10 ;
3. Ὁ σωλὴν συνθέτου μικροσκοπίου ἔχει μῆκος 15 cm. Ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ εἶναι 3 cm ἐνῶ ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου εἶναι 2 cm. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ κατὰ προσέγγισιν ἰσχύς μεγεθύνσεως τοῦ μικροσκοπίου. (Ἀπάντησις 625).
4. Ἐὰν εἰς τὸ μικροσκόπιον τοῦ προβλήματος 3, ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου γίνῃ 2,5 cm ἀντὶ 2 cm ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ κατὰ προσέγγισιν ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως αὐτοῦ.
5. Ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ τηλεσκοπίου εἶναι 100 cm. Ἐὰν ὁ προσοφθάλμιος φακὸς ἔχῃ ἑστιακὴν ἀπόστασιν 2 cm, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ μεγέθυνσις τοῦ τηλεσκοπίου.

B

6. Ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ ἐνὸς τηλεσκοπίου εἶναι 50 cm. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου τοῦ τηλεσκοπίου αὐτοῦ ἐὰν τοῦτο παρέχῃ μεγέθυνσιν 40.
7. Ἡ διάμετρος τοῦ ἡλίου εἶναι περίπου 1.380.000 km. Δεδομένου ὅτι, ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου εἶναι περίπου 150.000.000 km ποῖον θὰ πρέπει νὰ εἶναι τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου τὸ ὁποῖον σχηματίζεται ὑπὸ φακοῦ, τοῦ ὁποίου ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις εἶναι 12 m ;
8. Τηλεσκόπιον μικρῆς ἰσχύος, τοῦ ὁποίου ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν 10 cm, παρατηρεῖ κλίμακα εἰς ἀπόστασιν 50 cm ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ αὐτοῦ φακοῦ. Ἐὰν ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου εἶναι 4 cm καὶ ἡ ἀπόστασις εὐκρινοῦς ὁράσεως δι' ἕν ὄρισμένον πρόσωπον εἶναι 28 cm ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἐπακριβῶς, ἡ ἀπόστασις μεταξὺ ἀντικειμενικοῦ καὶ προσοφθαλμίου φακοῦ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 17

1. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως ἐνὸς συνθέτου μικροσκοπίου, τοῦ ὁποίου ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν 25 cm ἐνῶ τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος εἶναι 12,5 cm καὶ ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου 2,5 cm.
2. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως ἐνὸς τηλεσκοπίου ὅταν ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ εἶναι 3 m καὶ τοῦ προσοφθαλμίου 5 cm.
3. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως μιᾶς ἀστεροσκοπικῆς διόπτρας, τῆς ὁποίας ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς ἔχει ἑστιακὴν ἀπόστασιν 30 in, καὶ ὁ προσοφθάλμιος 3 in.
4. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἰσχύς μεγεθύνσεως ἐνὸς συνθέτου μικροσκοπίου τοῦ ὁποίου τὸ μῆκος εἶναι 16 cm, ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ 1 cm καὶ τοῦ προσοφθαλμίου 2,5 cm.
5. Εἰς τὸ ἀστεροσκοπεῖον τοῦ Pal-

μαρ υπάρχει τηλεσκόπιον του οποίου το κοίλον κάτοπτρον έχει διάμετρον 200 in και έστιακήν απόστασιν 55 ft. Ζητείται να προσδιορισθῇ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου τῆς σελήνης, τὸ ὁποῖον παρέχει τὸ κάτοπτρον, ἐὰν χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀντικειμενικὸς φακός. (Ἡ ἀπόστασις τῆς σελήνης εἶναι περίπου 240.000 μίλια καὶ ἡ διάμετρος αὐτῆς περίπου 2.000 μίλια.

6. Προβολεὺς ἔχει φακόν, τοῦ ὁποῖου ἡ έστιακὴ ἀπόστασις εἶναι 12 in. Διαφανὴς πλάξ τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 12,5 in ἀπὸ τὸν φακόν. Ζητείται νὰ προσδιορισθῇ εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν φακὸν πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ἡ δθόνη. (Λύσις 25 ft).
7. Ποῖον τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου τοῦ προβλήματος 6 ἐὰν ἡ διαφανὴς εἰκὼν ἔχη διαστάσεις 3 in×4 in;
8. Φακὸς προβολῆς, πρόκειται νὰ προκαλέσῃ μεγέθυνσιν 50 εἰς ἀπόστασιν 12 m ἀπὸ αὐτοῦ. Ζητείται ἡ ἀπόστασις τοῦ προβαλλομένου ἀντικειμένου ἀπὸ αὐτοῦ καὶ ἡ έστιακὴ του ἀπόστασις.
9. Κινηματογραφικὸς φακὸς πρέπει νὰ προβάλῃ ταινίαν ἐπὶ δθόνης ἀπεχούσης 3 m ἀπὸ τῆς ταινίας, ἡ δὲ προβαλλομένη εἰκὼν νὰ εἶναι 60 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν εἰκόνα τῆς ταινίας. Ζητεῖται πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ έστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ.
10. Τῇ βοηθειᾷ προβολεὺς θέλομεν νὰ

προβάλωμεν εἰκόνα διαστάσεων 7,5×10 cm εἰς τρόπον ὥστε ἐπὶ τοῦ διαφράγματος προβολῆς νὰ σχηματισθῇ εἶδωλον 90×120 cm. Ὁ φακὸς προβολῆς ἔχει έστιακὴν ἀπόστασιν 25 cm. Ζητείται, ποία ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ προβολῆς ἀπὸ τοῦ διαφράγματος καὶ ποία ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ προβολῆς ἀπὸ τοῦ ἀντικειμένου.

11. Φωτογράφος θέλων νὰ αὐτοφωτογραφηθῇ κάμνει χρῆσιν τῆς μηχανῆς του καὶ ἐπιπέδου κατόπτρου. Ὁ φακὸς τῆς μηχανῆς ἔχει έστιακὴν ἀπόστασιν 25 cm καὶ τοποθετεῖται παρακειμένως πρὸς τὴν μηχανὴν του εἰς ἀπόστασιν 90 cm, ἀπὸ τοῦ κατόπτρου. Ζητείται, εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ἡ φωτογραφικὴ πλάξ.
12. Εἰς διόπτραν θεάτρου ἡ έστιακὴ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμενικοῦ εἶναι 25 cm. Ἐὰν ἡ μεγέθυνσις τῆς διόπτρας εἶναι 4 πόση ἡ έστιακὴ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμοῦ;
13. Εἰς φωτογραφικὴν μηχανὴν μεγέθυνσεως, ὁ φακὸς τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 75 cm ἀπὸ τοῦ διαφράγματος φωτογραφικοῦ θαλάμου, τοῦ ὁποῖου σχηματίζει οὗτος πραγματικὸν εἶδωλον 5 φορές μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου. Ζητείται, εἰς πόσην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμένου εὑρίσκειται ὁ φακὸς καὶ πόση ἡ έστιακὴ αὐτοῦ ἀπόστασις.

ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἄσφαλῶς θὰ ἔχετε παρατηρήσει εἰς μίαν θεατρικὴν παράστασιν τὰ διάφορα ἀποτελέσματα, τὰ ὅποια δημιουργοῦνται ἀπὸ τὴν χρῆσιν φωτεινῶν πηγῶν διαφόρου χρώματος. Θὰ ἔχετε ἴδει ἴσως τὴν ἀλλαγὴν τοῦ χρώματος τοῦ προσώπου τῶν ἠθοποιῶν καθὼς κινοῦνται ἀπὸ μίαν περιοχὴν εἰς ἄλλην ἢ ὅποια φωτίζεται μὲ διαφορετικοῦ χρώματος φῶς.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτός ἐπιδέχεται ὠρισμένας μᾶλλον ἀπλὰς ἐξηγήσεις, ὑπάρχουν ὅμως καὶ πολλὰ συνήδη φαινόμενα τὰ ὅποια δὲν εἶναι εὐκόλως κατανοητά. Π.χ. οἱ περισσότεροι ἄνθρωποι δὲν δύνανται νὰ ἐξηγήσουν τὸ σχῆμα τοῦ οὐρανίου τόξου ἢ τὴν σταθερὰν σειρὰν διαδοχῆς τῶν χρωμάτων εἰς αὐτό. Ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων τοῦ φωτός εἶναι χρήσιμος διὰ τὴν ἐξήγησιν τοῦ παραδείγματος αὐτοῦ ὡς καὶ εἰς ἄλλα παρόμοια.

ΕΔΑΦΙΟΝ 53. Τὸ φάσμα.

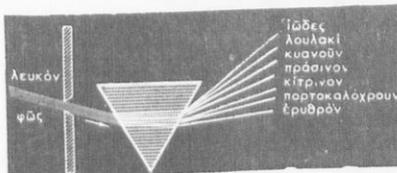
Ἡ ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΔΙΑ ΠΡΙΣΜΑΤΟΣ. Τὸ 1666 ὁ Νεύτων ἄφησε νὰ προσέσῃ ἐπὶ πρίσματος, δέσμη παραλλήλων ἀκτίνων λευκοῦ φωτός, τῆς ὁποίας τὸ εὖρος περιορίζετο ὑπὸ λεπτῆς, παραλλήλου πρὸς τὴν ἀκμὴν τοῦ πρίσματος, σχισμῆς, (σχῆμα 53-1). Αὕτη ὅταν διῆλθε διὰ τοῦ πρίσματος, παρήγεν ὡς εἶδωλον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος, φωτεινὴν ἔγχρωμον ταινίαν, ἣ ὅποια ἀπετελεῖτο, κατὰ σειρὰν, ἀπὸ τὰ ἀκόλουθα χρώματα : Ἐρυθρὸν, Πορτοκαλλόχρουν, Κίτρινον, Πράσινον, Κυανοῦν, καὶ Ἰώδες. Ἡ διαδοχὴ τῶν χρωμάτων ἦτο συνεχῆς, χωρὶς οὐδεμίαν γὰ παρατηρεῖται διάλειψιν.

Τοῦτο, πράγματι, προκειμένου περὶ ἠλιακῶν ἀκτίνων δὲν παρατηρεῖται, ὡς

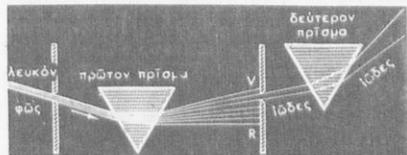
θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ἐὰν πρὸς φωτισμὸν τῆς σχισμῆς χρησιμοποιήσωμεν ὡς πηγὴν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρα.

Ἀκολούθως, τῇ βοηθείᾳ σκιεροῦ διαφράγματος παρουσιάζοντος λεπτὴν σχισμὴν, ὁ Νεύτων ἀπεμόνωσε ὅλας τὰς ἀκτίνας ἐνὸς χρώματος, π.χ. τοῦ ἰώδους καὶ διεβίβασεν αὐτὰς δι' ἕτερον πρίσματος (Σχῆμα 53-2). Παρατήρησε τότε, ὅτι αἱ ἀκτίνες ἐξέρχονται ἀπὸ τὸ δεύτερον πρίσμα ὑποστάμεναι ἀπλῶς ἐκτροπὴν χωρὶς νὰ παρατηρηθῆται πλέον ἀνάλυσιν αὐτῶν. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὰς ἀκτίνας τῶν ὑπολοίπων χρωμάτων.

ΟΡΑΤΟΝ ΦΑΣΜΑ. Ἡ ἔγχρωμος φωτεινὴ ταινία ἣ ὅποια σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος καλεῖται ὁρατὸν



Σχ. 53—1. Τὸ λευκὸν φῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ διάφορα χρώματα.



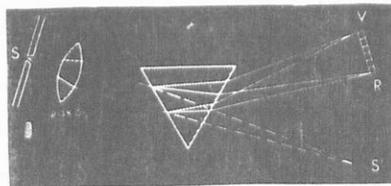
Σχ. 53—2. Τὸ δεύτερον πρίσμα δὲν προκαλεῖ ἀνάλυσιν τοῦ φωτός.

φάσμα. Ἡ ἀνάλυσις τοῦ φωτός ὑπὸ ἐνὸς πρίσματος, ὑφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι, τὰ διάφορα χρώματα δὲν διαθλώνται ὁμοίως διὰ τοῦ πρίσματος. Ὅπως εἶναι δυνατόν νὰ ἴδῃ κανεὶς εἰς τὰ σχήματα 53-1 καὶ 53-2 αἱ ἰώδεις ἀκτίνες διαθλώνται περισσότερο ἀπὸ τὰς ἐρυθράς. Ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς ὑάλου παρῴσιάζεται διάφορος διὰ τὰ διάφορα χρώματα. Αἱ τιμαὶ τοῦ δείκτου διαθλάσεως, αἱ ὁποῖαι ἔχουν δοθῆ εἰς προηγούμενον ἐδάφιον, ἀναφέρονται μόνον, ὡς καὶ ἐκεῖ ἐτονίσθη, εἰς τὸ κίτρινον φῶς. Ὁ κατωτέρω πίναξ παρέχει τὰς τιμὰς τῶν διαφόρων δεικτῶν διαθλάσεως διὰ τρία διαφορετικὰ χρώματα καὶ διὰ δύο εἶδη ὑάλου.

Χρῶμα φωτός	Δείκτης διαθλάσεως	
	Στεφανόυλος	Βαρεῖα πυριτύλος
Ἐρυθρὸν τοῦ λιθίου	1.514	1.649
Κίτρινον τοῦ νατρίου	1.517	1.655
Ἰώδες τοῦ ὑδραργύρου	1.532	1.690

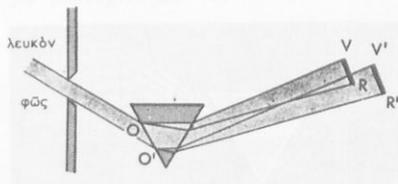
ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΚΤΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΚΤΑΣΜΑΤΩΝ. Ὅταν λέγομεν, ὅτι τὸ φῶς εἶναι ἐρυθρὸν ἢ πράσινον ἐννοοῦμεν ὅτι, τὸ φῶς προκαλεῖ τὴν αἰσθησὶν τοῦ ἐρυθροῦ ἢ τοῦ πρασίνου προσβάλλον τὸν ὀφθαλμὸν μας. Τὸ φῶς αὐτὸ καθ' ἑαυτὸ εἶναι ἄχρον. Ἐκ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι, τὰ φωτεινὰ κύματα ἔχουν διάφορα μῆκη καὶ διαφόρους συχνότητας. Ὅπως εἰς τὸν ἥχον εἶδομεν ὅτι ἡ συχνότης ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ὕψος τοῦ ἤχου, οὕτω καὶ εἰς τὸ φῶς ἡ συχνότης ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ χρῶμα. Οὕτω, διὰ τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἐρυθροῦ χρώματος, ἀντιστοιχεῖ συχνότης 375×10^{12} κύκλοι ἀνά sec ἐνῶ διὰ τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἰώδους χρώματος ἡ συχνότης εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερα ἤτοι 750×10^{12} κύκλοι ἀνά sec.

Φῶς μῆκους κύματος μεγαλύτερου τοῦ ἐρυθροῦ καὶ μικροτέρου τοῦ ἰώδους δὲν διεγείρει τὸ αἰσθητικὸν τῆς ὀφθαλμοῦ.



Σχ. 53-3. Ἡ ἀνάλυσις τῶν χρωμάτων ἀπὸ φαρδείαν σχισμῆν.

ΤΟ ΚΑΘΑΡΟΝ ΦΑΣΜΑ. Ἡ διάταξις τῶν χρωμάτων, συμφώνως πρὸς τὸ μῆκος κύματος αὐτῶν, καλεῖται φάσμα. Εἰς τὸ φάσμα τὸ ὅποιον ἐσηματίσθη ὑπὸ τῶν πρίσμάτων, τὰ ὁποῖα ἐχρησιμοποίησεν ὁ Νεύτων, τὰ χρώματα ἀναμιγνύονται σημαντικῶς. Τὸ σχῆμα 53-3 ὑποδεικνύει ἓν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον προκαλεῖται ἀνάμιξις τῶν χρωμάτων. Τὸ λευκὸν φῶς, προσπίπτει ἐπὶ τοῦ πρίσματος εἰς τὸ σημεῖον O ἀναλύεται εἰς τὸ φάσμα VR. Ὅμοίως τὸ λευκὸν φῶς προσπίπτει ἐπὶ τοῦ πρίσματος εἰς τὸ σημεῖον O' ἀναλύεται εἰς τὸ φάσμα V'R'. Κατὰ ἐντελῶς ὁμοιον τρόπον, τὸ φῶς προσπίπτει εἰς οἰοδήποτε σημεῖον μετὰ ξὺ τοῦ O καὶ τοῦ O' ἀναλύεται εἰς φάσμα. Τὰ διάφορα χρώματα ἀναμιγνύονται καὶ δὲν χωρίζονται σαφῶς. Ἐλαττοῦντες τὸ ἀνοίγμα τῆς σχισμῆς καὶ χρησιμοποιώντας ἓνα συγκλίνοντα φακόν, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 53-4, εἶναι δυνατόν νὰ ἐλαττωσωμεν σημαντικῶς τὴν ἀνάμιξις τῶν χρωμάτων. Τὸ φάσμα, τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται τοιουτοτρόπως, καλεῖται καθαρὸν φάσμα διότι ἕκαστον χρῶμα τοῦ λευκοῦ φωτός ἐμφανίζεται κεχωρισμένος καὶ ἐντόνως. Τὸ διερχόμενον διὰ τῆς ὀπῆς S φῶς δυνατόν νὰ προέρχεται εἴτε ἀπὸ τὸ ἥλιακόν φῶς, εἴτε ἀπὸ βολταϊκὸν τόξον, εἴτε ἀπὸ οἰοδήποτε ἄλλην πηγὴν φωτός.



Σχ. 53-4. Σχηματισμὸς τοῦ καθαροῦ φάσματος.

Χωρίς την παρεμβολήν του πρίσματος εις τὰς φωτεινάς ἀκτίνας, ὁ συγκλίνων φακὸς θὰ ἐσχημάτιζε τὸ εἶδωλον τῆς σχισμῆς εἰς τὴν θέσιν S' . Ἐὰν παρεμβάλωμεν τὸ πρίσμα, οἱ αἱ ἀκτίνες διαθλῶνται, καὶ ἀποκλίνουν πρὸς τὸ πλεόν φακῶδῶς τμήμα αὐτοῦ ἐνῶ ταυτοχρόνως τὰ χρώματα διαχωρίζονται. Ἐὰν ἡ φωτεινὴ δέσμη ἀπετελεῖτο ἀπὸ ἓνα μῆκος κύματος, ἡ ὅλη δέσμη θὰ διεθλάτο ὁμοίως καὶ ἐπομένως θὰ ἐσχηματίζετο τὸ εἶδωλον τῆς σχισμῆς S . Ἐὰν δύο μήκη κύματος περιείχοντο ἐντός τῆς δέσμης τότε θὰ ἐσχηματίζοντο δύο εἶδωλα τῆς σχισμῆς. Ὅταν ἡ σχισμὴ εἶναι ἱκανοποιητικὰ στενὴ, τὸ σχηματιζόμενον εἶδωλον αὐτῆς θὰ παρίσταται ὡς μία ἔγχρωμος γραμμὴ.

Ἐπειδὴ τὸ λευκὸν φῶς περιέχει ὅλα τὰ διάφορα μήκη κύματος, τοῦτο ἀναλύεται ὑπὸ τοῦ πρίσματος εἰς διάφορα ἔγχρωμα εἶδωλα τῆς πηγῆς, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν μίαν συνεχῆ λωρίδα χρωμάτων ἀπὸ τὸ κόκκινον ἕως τὸ ἰώδες. Ἐνα τοιουτοτρόπως σχηματιζόμενον φάσμα καλεῖται **συνεχὲς φάσμα**.

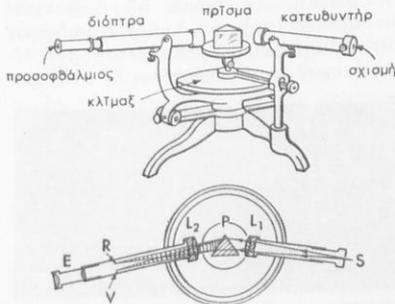
ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠION. Τὸ φασματοσκόπιον εἶναι ἓνα ὄργανον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἢ καὶ περισσότερα πρίσματα τὰ ὁποῖα εἶναι συνδεσμένα πρὸς μίαν διόπτραν. Ἡ διάταξις τῶν στοιχείων τοῦ φασματοσκοπίου παρέχει τὸ εἶδωλον τοῦ φάσματος ἐν μεγεθύνσει. Ἐνα τυπικὸν φασματοσκόπιον συναντῶμενον εἰς κάθε ἐργαστήριον Φυσικῆς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 53-5. Τὸ φῶς εἰσχωρεῖ διὰ στενῆς σχισμῆς, εὐρισκομένης

εἰς τὸ ἔστιακὸν ἐπίπεδον συγκλίνοντος φακοῦ L_1 , ὅποτε, αἱ ἐκ τοῦ φακοῦ ἐξερχόμεναι ἀκτίνες ἀποτελοῦν δέσμη παραλλήλων ἀκτίνων. Ἡ σχισμὴ καὶ ὁ φακὸς τοποθετοῦνται εἰς τὰ ἄκρα μεταλλικοῦ σωλήνος, ὁ ὁποῖος καλεῖται **κατευθυντήρ**.

Ἡ ἐξερχομένη ἀπὸ τὸν φακὸν δέσμη ἀκτίνων, προσπίπτει ἐπὶ τοῦ πρίσματος R , τὸ ὁποῖον χρησιμεῖει διὰ τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός, ὅποτε αἱ ἐξερχόμεναι ἐξ αὐτοῦ ἔγχρωμοι ἀκτίνες, προσπίπτουν ἐπὶ δευτέρου συγκεντρωτικοῦ φακοῦ M_2 , ὁ ὁποῖος παρέχει τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τῆς σχισμῆς δι' ἐκάστην ἀκτινοβολίαν. Παρατηροῦμεν τὸ φάσμα διὰ μεγεθυντικοῦ φακοῦ, ὅποτε τὸ σύστημα τοῦ συγκεντρωτικοῦ καὶ μεγεθυντικοῦ φακοῦ, οἱ ὁποῖοι τοποθετοῦνται εἰς τὰ ἄκρα ἐτέρου σωλήνος ἀποτελεῖ διόπτραν παρατηρήσεως.

ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ. Τὰ στερεὰ καὶ ὑγρὰ σώματα παρέχουν συνεχῆς φάσμα, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν λάβῃ τὴν κατάλληλον τιμὴν. Οὕτω, ὅταν ἡ θερμοκρασία στερεοῦ σώματος εἶναι χαμηλὴ, εἰς τρόπον ὥστε, τὸ σῶμα νὰ φαίνεται μολὶς ἐρυθροπτόν, ἐμφανίζεται εἰς τὸ φάσμα μόνον ἡ ἐρυθρὰ ἀκτινοβολία. Ἐφ' ὅσον ἥμισυ αὐξάνομεν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, ἀρχίζουν νὰ ἀναφαινῶνται καὶ αἱ ἄλλαι ἀκτινοβολίαι κατὰ τὴν, ἐν τῷ φάσματι ὑφισταμένην σειρὰν διαδοχῆς, καὶ μόνον ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος λάβῃ τιμὴν τοιαύτην ὥστε τοῦτο νὰ καταστῇ λευκόπυρον, βλέπομεν νὰ ἀναφαινῶνται τὸ πλήρες φάσμα. Τὸ φάσμα τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δὲν εἶναι τελείως συνεχῆς ἀλλὰ διακόπτεται ὑπὸ λεπτῶν σκοτεινῶν γραμμῶν ἢ ραβδώσεων αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **γραμμαὶ Fraunhofer**, πρὸς τιμὴν τοῦ Γερμανοῦ φυσικοῦ, ὁ ὁποῖος τὰς ἀνεκάλυψε.

Ὁ σχηματισμὸς τῶν γραμμῶν Fraunhofer δεικνύεται διὰ τοῦ κατωτέρω πειράματος. Μεταξὺ τῆς φωτεινῆς πηγῆς λευκοῦ φωτός π.χ. βολταϊκοῦ τόξου, καὶ πρίσματος, τοποθετεῖται λύχνος, εἰς τὸν ὁποῖον εἰσάγομεν καταλλήλως τεμάχιον μεταλλικοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον οὕτω ἐξαερούται εἰς τὴν φλόγα, ἡ ὁποία, ὡς ἐκ



Σχ. 53-5. Φασματοσκόπιον.

της παρουσίας ατμών νατρίου, λαμβάνει κίτρινον χρώμα. Εάν διαβιβάσωμεν ἀκολούθως τὸ φῶς διὰ πρίσματος καὶ δεχθῶμεν τὸ προκύπτον φάσμα ἐπὶ διαφράγματος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὴν θέσιν τῆς κίτρινης περιοχῆς ἀναφαίνεται σκοτεινὴ ραβδῶσις προερχομένη ἐξ ἀπορροφῆσεως τῆς ἀντιστοίχου κίτρινης περιοχῆς τοῦ φάσματος τοῦ λευκοῦ φωτός, ὑπὸ τῶν ατμῶν τοῦ νατρίου.

Δὲν ἀπαιτεῖται νὰ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα μὲ διάφορα ἀέρια. Εἰς τὴν φάσμα τοῦ ὑδρογόνου συναντοῦμεν τρεῖς φωτεινὰς γραμμὰς εἰς ὠρισμένας θέσεις ἐνῶ εἰς τὸ φάσμα τοῦ ἡλίου εἰς τὰς ἀντιστοίχους θέσεις προκύπτουν τρεῖς σκοτεινὰ ραβδῶσεις. Καταλήγομεν οὕτω εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι αἱ σκοτεινὰ αὐτὰ ραβδῶσεις τοῦ φάσματος τοῦ ἡλίου δὲν ὑποδηλοῦν τίποτε ἄλλο παρὰ μόνον τὴν παρουσίαν τοῦ ὑδρογόνου εἰς τὸν ἥλιον. Διὰ παρομοίαν μεθόδων ἔχουν καταδειχθῆ, ὅτι τὰ πλεῖστα τῶν γνωστῶν στοιχείων εἰς τὴν γῆν ὑπάρχουν καὶ εἰς τὸν ἥλιον. Ἐνα στοιχεῖον, τὸ ἥλιον, ἀνεκαλύφθη εἰς τὸν ἥλιον διὰ τοῦ φασματοσκοπίου προτὸ διαπιστωθῆ ἢ ὑπαρξίς του εἰς τὴν γῆν.

Τὸ φασματοσκόπιον μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ μετρήσωμεν τὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν πλησιάζουν ἢ ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὴν γῆν οἱ διάφοροι ἀστέρες. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν ἐλαφρῶν μετατοπίσεων τῶν συχνοτήτων ἢ τῶν μηκῶν κύματος τῶν διαφόρων γραμμῶν εἰς τὰ φάσματα τὰ ὅποια μᾶς παρέχουν οἱ ἀστέρες, μετατοπίσεις αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εἰς τὸ φαινόμενον τοῦ Doppler (σελὶς 276).

Ἄν καὶ μόλις ὀλίγα σκοτεινὰ γραμμὰ ἐμφανίζονται εἰς τὸν ἔγχρωμον πίνακα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἐν τούτοις ὑπάρχουν χιλιάδες παρομοίων γραμμῶν, μερικαὶ τῶν ὁποίων εἶναι ἀδύνατοι, μερικὰ εἶναι ἔντονοι καὶ μερικῶν ἢ ἔντασις κεῖται μεταξὺ τῶν δύο ἀκραίων καταστάσεων. Αἱ κίτριαι γραμμὰί τοῦ φάσματος Fraunhofer προσδιορίζονται διὰ τῶν γραμμῶν ὡς δεῖκνεται εἰς τὸ σχῆμα, τοῦ γράμματος D παριστῶντος τὴν γραμμὴν τοῦ Νατρίου.

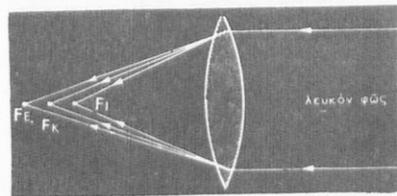
Ἐνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα πλεονεκτήμα-

τα τῆς φασματοσκοπικῆς ἀναλύσεως, εἶναι ὅτι μικρὰ μόνον ποσότης ἐνὸς σώματος εἶναι ἱκανὴ νὰ παραγάγῃ τὸ φάσμα αὐτοῦ. Ποσότης μικροτέρα τοῦ ἐνὸς ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ γραμμαρίου νατρίου εἶναι ἱκανὴ νὰ προσδώσῃ τὴν παρουσίαν αὐτοῦ, διὰ παραγωγῆς τῆς χαρακτηριστικῆς κίτρινης γραμμῆς αὐτοῦ. Τὸ νέον παρουσιάζει ἕνα ἀρκετὰ μεγάλον ἀριθμὸν γραμμῶν εἰς τὴν ἐρυθρὰν καὶ κίτρινην περιοχὴν τοῦ φάσματος καὶ πολὺ ὀλίγας εἰς τὰς ἄλλας περιοχάς.

Τὸ γεγονός αὐτὸ ἐξηγεῖ τὸ ἐρυθρὸν χρώμα τὸ ὁποῖον ἐκπέμπουν οἱ λαμπτήρες Νέον.

Ἡ ἐξήγησις τῆς γενέσεως τῶν γραμμῶν Fraunhofer εἰς τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Kirchhoff, ὁ ὁποῖος ἀπέδειξεν, ὅτι αὐτὰ ὀφείλονται εἰς ἀπορρόφησην τοῦ φωτός ὑπὸ ατμῶν ψυχροτέρων, εὑρισκομένων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τοῦ ἡλίου, καὶ διετύπωσε τὴν ἀρχὴν ὅτι: Ἀτμὸς ἢ ἀέριον ἀπορροφᾷ ἐντονώτερον τὸ φῶς τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἢ τοῦ αὐτοῦ μήκους κύματος, τὸ ὁποῖον ὁ ατμὸς οὗτος ἐκπέμπει ὅταν ἀποτελῇ πηγὴν ἀκτινοβολίας. Οἰοδῆποτε φάσμα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει σκοτεινὰς γραμμὰς ὀφειλομένας εἰς τὴν ἀπορρόφησην φωτός τοῦ αὐτοῦ μήκους κύματος, καλεῖται φάσμα ἀπορροφῆσεως.

ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ. Ὅταν χρησιμοποιῶμεν διὰ τὴν μεγέθυνσιν ἐνὸς ἀντικειμένου ἕνα κοινὸν φακόν, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ εἰδῶλα τὰ ὁποῖα μᾶς παρέχει εἶναι ἰριδίζοντα. Τὸ ἐλάττωμα οὗτο καλεῖται χρωματικὴ ἔκτροπή. Τὸ σχῆμα 53-6 δεῖκνυει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ ἰριδισμὸς αὐτὸς λαμβάνει χώραν. Ὅταν μία δέσμη λευκοῦ φωτός διέρχεται δι' ἐνὸς φα-



Σχ. 53—6. Χρωματικὴ ἔκτροπή. Ἐκαστον χεῶμα παρουσιάζει διαφορητικὴν κυρίαν ἐστίν.

κοῦ, αἱ κύριαι ἐστίαὶ τοῦ ἰώδους, κίτρι-
νου καὶ ἐρυθροῦ δὲν συμπύκνουν. Ὡς ἐκ
τούτου αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες διαθλώνται
διαφορῶς ἀναλόγως τοῦ μήκους κύμα-
τος αὐτῶν. Ὁ φακὸς συμπεριφέρεται,
ὅθεν, κατὰ κάποιον τρόπον, ὡς πρῖσμα
φασματοσκοπίου καὶ ἀναλύνει τὰ χρώ-
ματα. Τὸ ἀνεπιθύμητον τοῦτο ἀποτελέ-
σμα τῶν φακῶν εἶναι δυνατόν νὰ ἐλατ-
τωθῇ σημαντικῶς διὰ συνδυασμοῦ ἐνὸς
συγκλίνοντος φακοῦ ἀπὸ στεφανύαλον
καὶ ἐνὸς ἀποκλίνοντος ἀπὸ πυριτάλον
ὑπὸ τὰς κατάλληλous ἀναλογίας, ἐντὸς
τοῦ αὐτοῦ φακοῦ. Ὁ φακός, ὁ ὁποῖος ἀ-
ποτελεῖται ἀπὸ στεφανύαλον καὶ πυρι-
τάλον καλεῖται ἀχρωματικὸς φα-
κός.

ΥΠΕΡΙΩΔΕΙΣ ΑΚΤΙΝΕΣ. Πέραν
τῆς τελευταίας ἰώδους ἀκτίνος, ἡ ὁποία
δύναται νὰ διεγείρῃ τὸ αἰσθητήριον τῆς
ὄρασέως μας, ὑπάρχει περιοχὴ ἀκτίνων,
αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζονται ἀπὸ ἀκόμη μι-
κρότερον μήκος κύματος, καὶ αἱ ὁποῖαι κα-
λοῦνται ὑπεριώδεις ἀκτίνες. Αἱ
ὑπεριώδεις ἀκτίνες ἐκπέμπονται ἀπὸ
τὸν ἥλιον καὶ ἀπὸ ἄλλας πηγὰς φωτὸς
ὡς τὸ βολταϊκὸν τόξον. Αἱ ὑπὸ τοῦ ἥ-
λιου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες προκαλοῦν
τὴ μαύρισμα τοῦ δέρματός μας κατὰ τὴν
διάρκειαν τοῦ θέρους, εἰς κατάλληλous δὲ
δόσεις, αὗται παρουσιάζουν ἐνεργητικὰ
ἀποτελέσματα εἰς τὴν θεραπείαν διαφο-
ρων ἀσθενειῶν ὡς π.χ. τῆς ραχίτιδος,
καὶ εἰς τὴν καταστροφήν ὠρισμένων μι-
κροβίων. Προσβάλλουν ἰσχυρῶς τὴν φω-
τογραφικὴν πλάκα καὶ ἐν γένει προκα-
λοῦν τὸν φθορισμὸν διαφορῶν οὐ-
σιῶν ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτουν. Τὰ
μῆκη κύματος τῶν ὑπεριώδων ἀκτίνων
ἐκτείνονται ἀπὸ 0,000038 ἕως 0,000001
(βλέπε σῆμα 53-7). Ἀκτίνες, τῶν ὁ-
ποίων τὰ μῆκη κύματος εἶναι ἀκόμη μι-

κρότερα τῶν ὑπεριώδων, εἶναι αἱ ἀκτί-
νες X καὶ Γ.

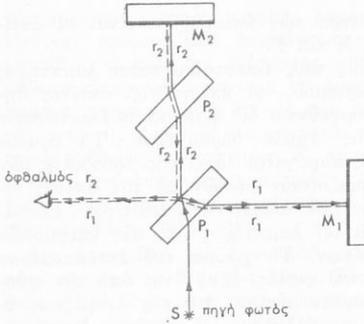
Εἰς τοὺς τελευταίον τύπου λαμπτήρας
φθορισμοῦ, αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες δη-
μιουργοῦνται δι' ἠλεκτροικῶν ἐκκενώσεων
ἐντὸς ἀτμῶν ἰδραργύρου. Τὸ ὄρατόν
φῶς παράγεται λόγω τῆς προσβολῆς τῶν
φθορίζουσῶν οὐσιῶν νῦν τὰς ὁποίας εἶ-
ναι ἐπικεκαλυμμένη ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφά-
νεα τοῦ λαμπτήρος ὑπὸ τῶν ὑπεριώδων
ἀκτίνων. Τὸ χρῶμα τοῦ ἐκπεμπομένου
ὄρατου φωτὸς, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φθο-
ρίζουσαν οὐσίαν. Διὰ τῆς ἀναμίξεως ὑ-
πὸ κατάλληλον ἀναλογίαν, διαφορῶν
φθορίζουσῶν οὐσιῶν, εἶναι δυνατόν νὰ
ἐπιτευχθῇ ἡ ἐκπομπὴ λευκοῦ φωτὸς.

ΥΠΕΡΥΘΡΟΙ ΑΚΤΙΝΕΣ. Πέραν τῆς
τελευταίας ἐρυθρᾶς ἀκτίνος, ἡ ὁποία δύ-
ναται νὰ διεγείρῃ τὸ αἰσθητήριον τῆς
ὄρασέως μας, εὐρίσκεται ἡ περιοχὴ τῶν
ὑπερύθρων ἀκτίνων τῶν ὁποίων
τὸ μῆκος κύματος εἶναι μεγαλύτερον
ἐκείνου τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων τοῦ ὄρα-
του φάσματος.

Ἡ ὑπερύθρος περιοχὴ, ἐξερευνητὰ
κυρίως δι' εὐπαθῶν θερμομετρικῶν δια-
τάξεων. Πράγματι, ἐὰν εἰς τὴν περιοχὴν
αὐτὴν ἔνθα δὲν ἀντιλαμβάνομεθα φῶς,
τοποθετήσωμεν εὐαίσθητον θερμομετρι-
κὴν διάταξιν, παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη
δεικνύει ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας
καὶ μάλιστα μεγαλύτεραν ἐκείνης τῆς ἐ-
ρυθρᾶς περιοχῆς τοῦ ὄρατου φάσματος.
Τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῆς ἐκπεμπο-
μένης ἠλιακῆς ἐνεργείας, εἶναι ὑπὸ μορ-
φὴν ὑπερύθρων ἀκτίνων. Αὗται προσ-
βάλλουσαι τὴν ἐπιδερμίδα μας προκα-
λοῦν ἓνα αἰσθημα θερμότητος. Ὡς καὶ
αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες, οὗτω καὶ αἱ ὑπέ-
ρυθροὶ παρουσιάζουν ὠρισμένα ἐνεργη-
τικὰ ἀποτελέσματα ἐναντι ὠρισμένων ἀ-
σθενειῶν. Χρησιμοποιοῦνται πολὺ διὰ
τὴν λήψιν φωτογραφιῶν ἰδίως μάλιστα
κατόπιν τῆς ἀνακαλύψεως ὅτι αὗται πα-
ρουσιάζουν μίαν σημαντικὴν ἱκανότητα
νὰ διειδύουν ἐντὸς τῆς ὁμίγλης. Διὰ χρῆ-
σιμοποιήσεως διαφορῶν φίλτρων, τὰ ὁ-
ποῖα ἀπορροφοῦν τὸ ὄρατόν φῶς, ἐνδια-
φέρουσαι φωτογραφίαι ἔχουν ληφθῆ
μόνον διὰ τῶν ὑπερύθρων ἀκτίνων. Αἱ
φωτογραφίαι αὗται παρουσιάζουν ὡς
ζῶσαν πλέονεκτήρια τὸ γεγονός ὅτι,

0,00000001 CM	0,000001 CM	0,000038 CM	0,000076 CM	0,01 CM
Ἀκτίνες X	Ὑπε- ριώδεις ἀκτι- νες	Ὁρα- τόν φῶς	Ὑπέ- ρυθροὶ ἀκτι- νες	Βραχέα ραδιο- φωνικά κύματα

Κλίμαξ μῆκῶν κύματος — δχι γραμμικῆ



Σχ. 53-8. 'Ο προβολεύς του Michelson.

λιαν άπομακρυσμένα αντίκειμενα έμφαινόνται έξαιρετικώς εύκρινη. Διά τόν λόγον αυτόν, τά άεροπλάνα σήμεραν είναι έφωδιασμένα με ειδικάς συσκευάς λήψεως φωτογραφικών δι' υπερύθρων ακτίνων. Τό μήκος κύματος των υπερύθρων ακτίνων εκτείνεται μεταξύ των όρίων 0,000076 έως 0,01 cm. Πέραν τής υπερύθρων ακτίνων τό μεγαλύτερον μήκος κύματος άρχεται ή περιογή των βραχέων ραδιοφωνικών κυμάτων. (Βλέπε επίσης σχήμα 82-12).

ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΟΝ ΚΑΙ Η ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Είς τά πειράματα τής συμβολής των ήχητικών κυμάτων άπεδείχθη ότι, όταν δύο ήχητικά κύματα ένισχύονται, παρουσιάζεται μεγαλύτερα ταλάντωσις του προκύπτοντος κύματος, ένψ, όταν τά δύο ταύτα κύματα αντίτίθενται μεταξύ των ουδεμιά ταλάντωσις λαμβάνει χώραν. Είς τήν δεύτεραν περιπτώσει, καλούμεν κόμβους, τά σημεία εκείνα τά οποία δέν παρουσιάζουν ταλαντώσεις. Διεπιστώθη ότι, ή άπόστασις μεταξύ δύο κόμβων είναι ίση προς τό ήμισον μήκους κύματος. Κατά παρόμοιον τρόπον δύο φωτεινά κύματα είναι δυνατόν νά συμβάλουν μεταξύ των. Είς τά σημεία όπου τά φωτεινά κύματα ένισχύονται μεταξύ των, παράγεται μία έντονος φωτεινή δέσμη, ένψ αντίθέτως είς τά σημεία όπου τά δύο φωτεινά κύματα έξουδετεροϋνται μεταξύ των, παράγεται μία σκοτεινή δέσμη. Λόγω του γεγονότος ότι τό φώς είναι κυματική

μορφής, δυνάμεθα νά είπωμεν ότι φώς συν φώς είναι δυνατόν νά προκαλέση σκότος.

Τό σχήμα 53-8 δεικνύει τά βασικά μέρη ενός όργάνου τό όποιον καλείται συμβολόμετρον. Έπενοήθη υπό του 'Αμερικανού φυσικού Albert A. Michelson, ό όποιος προδιώρισε με έξαιρετικώς μεγάλην ακρίβειαν τήν ταχύτητα του φωτός. Διά του συμβολόμετρου είναι δυνατόν νά μετρήσωμεν με πολύ μεγάλην ακρίβειαν, πολύ μικράς άποστάσεις, όπως τό μήκος κύματος του φωτός.

Έντός του συμβολοσκοπίου δύο δέσμαι φωτεινών κυμάτων παράγονται διά διαιρέσεως μιās δέσμης φωτός είς δύο. Είς τό σχήμα με S παρίσταται ή μονοχρωματική πηγή του φωτός. Όταν ή δέσμη από τό S φθάνη είς τήν πίσω επιφάνειαν τής ύάλινης πλακός, P₁ μέρος του φωτός ανακλάται ως τό r₁ και μέρος διέρχεται ως τό r₂. Τό μέρος τής φωτεινής δέσμης r₁ προσπίπτει επί του κατόπτρου M₁, ανακλάται επί του P₁ διέρχεται διά του P₁ και τελικώς εισέρχεται είς τόν όφθαλμόν του παρατηρητού. Τό τμήμα r₂ διέρχεται διά τής ύάλινης πλακός P₂, προσπίπτει επί του κατόπτρου M₂ επί του όποιου και ανακλάται κατά τούτον τρόπον ώστε νά επιστρέφει είς τήν P₁ και ανακλωμένη επ' αυτής προσβάλλει τόν όφθαλμόν του παρατηρητού. Τουτοτρόπως τό φώς, τό όποιον προσβάλλει τόν όφθαλμόν του παρατηρητού, συνίσταται από δύο δέσμας. Η ύάλινη πλάξ P₂ τοποθετείται είς τήν τροχίαν των ακτίνων r₂ είς τρόπον ώστε αι δύο ακτίνες νά καλύπτουν ίσας τροχιάς διερχομένες τρείς φορές από τήν ύάλινην πλάκα.

Όταν τά κάτοπτρα M₁ και M₂ ρυθμισθούν καταλλήλως ή μία φωτεινή δέσμη θά εισέρχεται είς τήν περιογήν τής άλλης και έτσι ό παρατηρητής θά βλέπη ένα φάσμα με σκοτεινάς και φωτεινάς περιοχάς αι όποιαι καλούνται κροσσοί συμβολής. Καθώς τό κάτοπτρον M₁ κινείται προς ή άπομακρύνεται από τόν όφθαλμόν, αι έπάλληλοι λωρίδες κινούνται έντός του πεδίου. Όταν τό κάτοπτρον μετακινηθή ακριβώς κατά ήμισον μήκους κύματος, μία λωρίς κινείται προς τό κέντρον του όπτικού πεδίου και ή

επομένη λωρίς λαμβάνει την θέσιν της. Διά τὸν προσδιορισμὸν τοῦ μήκους κύματος τοῦ φωτός, μετρεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν λωρίδων αἱ ὁποῖαι μετακινοῦνται κατὰ μήκος τοῦ ὀπτικού πεδίου ὅταν τὸ ἀντικείμενον κινήται κατὰ μίαν δοθεῖσαν ἀπόστασιν. Ἡ ἀπόστασις αὐτὴ μετρεῖται καὶ προσδιορίζεται δι' ἑνὸς μικρομετρικοῦ κοιλίου. Τὸ μήκος κύματος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ διπλάσιον τῆς ἀποστάσεως, διαιρουμένου διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν λωρίδων αἱ ὁποῖαι διέσχισαν τὸ ὀπτικὸν πεδίου. Τὸ μήκος κύματος μονοχρωματικοῦ φωτός εἶναι τὸ ἰδεῶδες πρότυπον μήκος. Ὁ Michelson διὰ παρεμφερούς πειράματος προσδιώρισε ὅτι τὸ πρότυπον μέτρον εἶναι ἴσον πρὸς 1.553.163,5 μῆχη κύματος τοῦ ἐρυθροῦ τοῦ Καδμίου.

Ἀπὸ τὴν ἐποχὴν τοῦ Michelson ἔχουν γίνεαι ἀκριβέστεραι μετρήσεις. Εἰς ὄρισμένας ἐξ αὐτῶν ἐχρησιμοποιοῦνθησαν ἐξαιρετικῶς βραχέα ραδιοφωνικὰ κύματα τὰ ὁποῖα ὡς γνωρίζομεν ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα μὲ τὸ φῶς.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Ἐξέλιξις τοῦ φωτός
- Μῆκος κύματος καὶ συχνότης τῶν φωτεινῶν κυμάτων
- Καθαρὸν καὶ συνεχές φάσμα
- Ἐξέλιξις τοῦ φάσματος
- Γραμμαὶ Fraunhofer
- Φάσμα ἀπορροφῶσεως
- Χρωματικὴ ἐκτροπὴ τῶν φακῶν
- Ἀχρωματικὸς φακός
- Ἐπιπέδου καὶ ὑπερύθρου ἀκτίνες
- Φθορισμὸς
- Συμβολόμετρον καὶ κροσοὶ συμβολῆς

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ πείραμα τοῦ Νεύτωνος, κατὰ τὸ ὁποῖον λευκὸν φῶς διερχόμενον δι' ἑνὸς πρίσματος παρέχει ἐπὶ διαφράγματος φωτεινὴν ἔγχρωμον ταινίαν.
2. Κατὰ ποῖον τρόπον ἕνα πρίσμα διαχωρίζει τὰ χρώματα τοῦ λευκοῦ φωτός;
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀνάλυσις τοῦ φωτός;
4. Ποῖα φυσικὰ φαινόμενα ἐξέλιξις τοῦ φωτός;

κυματων παίζει ρόλον εἰς τὰ χρώματα;

5. Ποῖα ἢ περιοχὴ τῶν μικρῶν κύματος τὰ ὁποῖα διεγείρουν τὸ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως;
6. Τί καλεῖται καθαρὸν φάσμα;
7. Σχηματίσατε ἕνα διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφανίζεται ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον ἕνα πρίσμα προκαλεῖ τὴν ἀνάλυσιν τοῦ φωτός εἰς φάσμα.
8. Σχεδιάσατε κατὰ ἀπλοῦν τρόπον ἕνα φασματοσκόπιον, καὶ κατονομάσατε τὰ διάφορα μέρη αὐτοῦ.
9. Ἐξηγήσατε τὴν χρῆσιν ἑνὸς φασματοσκοπίου.
10. Περιγράψατε τρεῖς τύπους φασμάτων καὶ ἀναφέρατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἕκαστον δημιουργεῖται.
11. Ἀναφέρατε μερικὰ ἀπὸ τὰ πλεονεκτήματα τῆς ἀναλύσεως τοῦ φάσματος.
12. Τί προκαλεῖ τὰς φωτεινὰς γραμμὰς εἰς τὸ ἡλιακὸν φάσμα;
13. Ποῖα ἢ φύσις καὶ ἢ αἰτία τῆς χρωματικῆς ἐκτροπῆς;
14. Ποῖαι αἱ ἰδιότητες καὶ χρήσεις τῶν ὑπεριώδων ἀκτίνων;
15. Ποῖαι αἱ ἰδιότητες καὶ χρήσεις τῶν ὑπερύθρων ἀκτίνων.
16. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ τὸ μήκος κύματος τοῦ φωτός;
17. Ἐπὶ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ἡ ταχύτης ἑνὸς ἀστέρου πλησιάζοντος ἢ ἀπομακρυνομένου ἀπὸ τὴν γῆν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ ἰκανότης ἑνὸς ὑαλίνου πρίσματος νὰ ἀναλύῃ τὸ λευκὸν φῶς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν διαφορὰν τῶν δεικτικῶν διαθλάσεως διὰ τὸ ἰσθμὸν καὶ τὸ ἐρυθρὸν φῶς. Ἀπὸ τὰς τιμὰς τῆς σελίδος 358 ποῖον εἶδος ὑάλου θὰ πρέπει νὰ παράγῃ μεγαλύτεραν ἀνάλυσιν;
2. Θὰ πρέπει νὰ ἐμφανισθοῦν γραμμαὶ Fraunhofer εἰς τὸ φάσμα τοῦ φωτός εἰς τὴν Σελήνην;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ**ΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ.**

Γνωρίζομεν ὅτι τὸ λευκὸν φῶς συνίσταται ἀπὸ πολλὰ χρώματα. Τὸ ἀκόλουθον πείραμα εἶναι λίαν ἐνδιαφέρον καὶ ἀπλοῦν, καὶ δεῖκνυει σαφῶς πῶς εἶναι δυνατὸν νὰ παραχθῶν χρώματα ἀπὸ τὸ λευκὸν φῶς.

Διὰ τὸ πείραμα αὐτὸ ἀπαιτοῦνται δύο μικρὰ τεμάχια ὕαλου οἰουδήποτε σχήματος. Τοποθετήσατε τὸ ἓνα τεμάχιον ἐπὶ τοῦ ἄλλου καὶ κρατήσατέ τα ὑπὸ ἔντονον φῶς ἠλεκτρικοῦ λαμπτήρος. Πιέζοντες τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου προκαλέσατε σχετικήν κίνησιν αὐτῶν. Παρατηρήσατε ἐὰν θὰ σχηματισθῶν μικροὶ ἔγχρωμοι δακτύλιοι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας. Ἔ-

σως νὰ μὴ ἐπιτύχετε ἀμέσως ἀλλὰ θὰ πρέπει νὰ ἐπιμείνετε. Πιέζοντες καὶ μετακινούντες τὰ δύο τεμάχια τῆς ὕαλου ταυτοχρόνως, θὰ ἐπιτύχετε τὴν ἐμφάνισιν ἐρυθρῶν καὶ πρασίνων γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι πῦθάνον νὰ μὴ εἶναι καὶ δλοκλήροι δακτύλιοι ἀλλὰ μόνον τῶσα. Καθὼς θὰ πιέζετε τὰ δύο τεμάχια οἱ δακτύλιοι θὰ ἀλλάσσουν θέσιν καὶ μέγεθος. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὰς πολὺ μικρὰς ἀνωμαλίας τῆς ἐπιφανείας τῆς ὕαλου. Ὁ Νεύτων πρῶτος παρατήρησε τοὺς δακτύλιους αὐτοὺς καὶ ἐμελέτησε τὸ φαινόμενον χωρὶς ἐν τούτοις νὰ ἀντιληφθῇ τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ κυματικὴ φύσις τοῦ φωτὸς προεκάλει τὸ φαινόμενον αὐτό.

ΕΔΑΦΙΟΝ 54. Τὰ χ ρ ὠ μ α τ α.**ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ.**

Εἶναι σίγητες νὰ ὀνομάζωμεν ἕξ χρώματα τοῦ ὁρατοῦ φάσματος ἦτοι τὸ Ἐρυθρὸν, τὸ Πορτοκαλλόχρουν, τὸ Κίτρινον, τὸ Πράσινον, τὸ Κυανοῦν καὶ τὸ Ἰώδες. Δὲν θὰ πρέπει ὅμως νὰ θεωρήσωμεν, ὅτι αὐτὰ εἶναι τὰ μόνα χρώματα τοῦ φάσματος. Εἰς τὴν πραγματικότητα ὑπάρχει ἕνας ἄπειρος ἀριθμὸς χρωμάτων μεταξὺ τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ ἰώδους ἀκριβῶς ὅπως ὑπάρχει ἕνας ἄπειρος ἀριθμὸς μουσικῶν φθόγγων εἰς μίαν ὀκτάβαν. Ὅπως ἀνεφέραμεν μόνον ὀρισμένας μουσικὰς νότας, οὕτω ἀναφέρομεν καὶ ἐδῶ, μόνον ὀρισμένα σαφῶς διαχωριζόμενα χρώματα. Ὁ ὀφθαλμὸς ἀναγνωρίζει καὶ ἄλλα χρώματα ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω ἕξ, π.χ. τὸ πορφυροῦν καὶ τὸ ροδόχρουν. Αὐτὰ ὅμως δὲν εἶναι καθαρὰ χρώματα ἀλλὰ ἀποτελοῦν μίγμα τῶν καθαρῶν χρωμάτων. Τὸ πορφυροῦν ἐπιτυγχάνεται δι' ἀναμίξεως τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ κυανοῦ ἐνῶ, τὸ ροδόχρουν δι' ἀναμίξεως τοῦ λευκοῦ καὶ τοῦ ἐρυθροῦ. Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλὰ χρώματα ὑπὸ τὴν ἔνοιαν ὅτι, ταῦτα δὲν εἶναι δυνατὰ νὰ ἀναλυθῶν εἰς ἄλλα ἀπλοῦστερα. Βλέπε α εἰκόνας Β μεταξὺ τῶν σελίδων 368 καὶ 369.

ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ.

Τὸ χρῶμα ἐνὸς ἀντικειμένου ἐξαρτᾶται

ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ φωτὸς, τὸ ὁποῖον προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ, ὡς ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος κύματος τοῦ φωτὸς τὸ ὁποῖον ἀνακλάται.

Γενικῶς χρῶμα ἐνὸς ἀντικειμένου καλοῦμεν τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὁποῖον φαίνεται τὸ ἀντικείμενον τοῦτο, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ λευκοῦ φωτὸς ὡς εἶναι τὸ ἠλιακὸν φῶς.

Σῶμα φωτιζόμενον ὑπὸ λευκοῦ φωτὸς φαίνεται ἔγχρωμον ὅταν τοῦτο ἀνακλᾷ ὀρισμένα μόνον χρώματα ἀπὸ τὸ λευκὸν φῶς, ἐνῶ ἀπορροφᾷ ὅλα τὰ ἄλλα. Σῶμα τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον ὅλα τὰ χρώματα τοῦ λευκοῦ φωτὸς φαίνεται νὰ ἔχη χρῶμα σκοτεινῶς φαιῖν μέχρι μαῦρον. Ἐὰν σῶμα φωτίζεται μὲ ἔγχρωμον φῶς, τοῦτο ἐπανεκπέμπει ἐκλεκτικῶς μόνον ὀρισμένα χρώματα τοῦ προσπίπτοντος φωτὸς. Τοιοντοτρόπως π.χ. ἐρυθρὸς χάρτης, φωτιζόμενος ὑπὸ ἐρυθροῦ φωτὸς, φαίνεται ἐρυθρὸς ἐνῶ φωτιζόμενος διὰ πρασίνου χρώματος φαίνεται μαῦρος, διότι ἀπορροφᾷ τὰς πρασίννας ἀκτῖνας. Φλῶξ Νατρίου ἐκπέμπει κίτρινον χρῶμα, ἐπομένως τὰ σῶματα τὰ φωτιζόμενα διὰ τοιούτου φωτὸς ἀποβάλλουν τὸ χρῶμα τῶν καὶ φαίνονται μαῦρα ἢ σκοτεινῶς κίτρινα.

Τὸ χρῶμα τῶν διαφανῶν ἀντικειμένων καθορίζεται ἀπὸ τὸ μῆκος κύματος

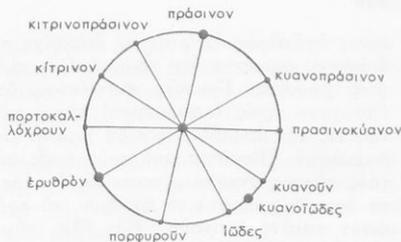
τοῦ φωτός τὸ ὁποῖον προσπίπτει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας.

Καθαρὰ χρώματα συνιστάμενα μόνον ἀπὸ ἓνα μῆκος κύματος, εἶναι πολὺ σπάνια. Τὰ περισσότερα χρώματα εἰς τὴν φύσιν ὀφείλονται εἰς μίξεις διαφόρων μηκῶν κυμάτων. Βλέπε b, c, καὶ d τῆς εἰκόνης Β καὶ b, c, καὶ d τῆς εἰκόνης C μεταξὺ τῶν σελίδων 368 καὶ 369.

ΜΙΞΕΙΣ ΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΩΝ. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν εἰκόλως μίξιν τῶν χρωμάτων, διὰ τοῦ τροχῶ τοῦ Νεύτωνος. Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος συνίσταται ἀπὸ δίσκον, ὁ ὁποῖος ἔχει διαιρεθῆ εἰς ἕξ τμήματα τὰ ὁποῖα φέρουν τὰ ἕξ βασικὰ χρώματα τοῦ φάσματος. Ὅταν περιστρέψωμεν ταχέως τὸν δίσκον αὐτόν, ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι οὗτος εἶναι λευκός. Ἡ αἴσθησις τοῦ λευκοῦ εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῆ ἐπίσης, δι' ἀνάμιξεως ἐπὶ τοῦ τροχῶ δύο χρωμάτων καταλλήλως ἐκλεγέντων. Τὸ κίτρινον καὶ τὸ κωανοὺν π.χ. ὑπὸ ὀρισμένης ἀναλογίας προκαλοῦν φῶς λευκόν, ὡς ἐπίσης καὶ τὸ κόκκινον καὶ τὸ κωανοπράσινον ἀναμιγνύμενα καταλλήλως, παρέχουν τὴν αἴσθησιν λευκοῦ φωτός. Οἰαδήποτε δύο χρώματα, τὰ ὁποῖα ὅταν ἀναμιχθῶν παράγουν τὴν αἴσθησιν τοῦ λευκοῦ φωτός καλοῦνται συμπληρωματικὰ χρώματα.

Ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ παραχθοῦν ὅλα τὰ χρώματα δι' ἀνάμιξεως ὑπὸ καταλλήλους ἀναλογίας τριῶν χρωμάτων ἧτοι τοῦ ἐρυθροῦ, τοῦ πρασίνου καὶ τοῦ ἰώδους. Τὰ τρία ταῦτα χρώματα καλοῦνται βασικὰ χρώματα. Ἐὰν διατάξωμεν τὰ χρώματα τοῦ φάσματος τοῦ λευκοῦ φωτός ἐπὶ περιφέρειας κύκλου συμφώνως πρὸς τὸ μῆκος κύματος αὐτῶν, (Σχῆμα 54—1) τότε οἰαδήποτε δύο χρώματα τὰ ὁποῖα εἶναι ἀντιδιαμετρικὰ ἐπὶ τῆς περιφέρειας τοῦ κύκλου εἶναι συμπληρωματικὰ χρώματα.

Τοιοῦτοτρόπος τὸ Ἰώδες καὶ τὸ Πρασινοκίτρινον ἀναμιγνύμενα μαζὶ παρέχουν λευκὸν φῶς. Ἡ ἀνάμιξις δύο χρωμάτων, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀντιδιαμετρικὰ παρέχει χρῶμα κείμενον μεταξὺ αὐτῶν τῶν δύο. Οὕτω τὸ ἐρυθρὸν καὶ τὸ πράσινον π.χ. παρέχουν κίτρινον. Τὸ ἐρυθρὸν καὶ τὸ κίτρινον παρέχουν



Σχ. 54—1. Τὰ ἀντιδιαμετρικῶς κείμενα χρώματα εἶναι συμπληρωματικὰ χρώματα.

πορτοκαλόχρουν. Ἐφ' ὅσον τὸ ἐρυθρὸν καὶ τὸ πράσινον παρέχουν κίτρινον καὶ τὸ κίτρινον καὶ τὸ κωανοὺν παρέχουν λευκόν, τὸ ἐρυθρὸν, πράσινον καὶ κωανοῦν μαζὶ παρέχουν ἐπίσης λευκὸ φῶς. (Βλέπε a εἰκόνης C.)

Ἡ ἀνάμιξις τῶν διαφόρων χρωμάτων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν οἱ ζωγράφοι, εἶναι παντελῶς διάφορος ἀπὸ τὴν ἀνάμιξιν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Τὸ κίτρινον καὶ τὸ κωανοὺν φῶς μαζὶ παρέχουν λευκὸν φῶς, ἐνῶ τὸ κίτρινον καὶ τὸ κωανοῦν χρῶμα, ὅταν ἀναμιχθῶν συνήθως παράγουν πράσινον χρῶμα. Ἡ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου αὐτοῦ εἶναι ἡ ἀκόλουθος. Τὸ κίτρινον φῶς ἀνακλᾷ κυρίως τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὸ μῆκος κύματος τοῦ κίτρινου φωτός, εἰς μικρότερον βαθμὸν, τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας, αἱ ὁποῖαι ἔχουν μῆκος κύματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ πράσινον φῶς, καὶ δὲν ἀνακλᾷ σχεδὸν κανένα ἄλλο μῆκος κύματος. Ὅμοίως τὸ κωανοῦν φῶς ἀνακλᾷ ἐντόνως τὰς ἀκτίνας αἱ ὁποῖαι ἔχουν μῆκος κύματος ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ κωανοῦν φῶς, εἰς μικρότερον βαθμὸν ἀνακλᾷ τὰς ἀκτίνας αἱ ὁποῖαι ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ πράσινον φῶς καὶ δὲν ἀνακλᾷ σχεδὸν κανένα ἄλλο μῆκος κύματος. Οὕτω τὰ χρώματα τὰ ὁποῖα δὲν ἀνακλῶνται, ἀπορροφῶνται. Ὅταν λοιπὸν δύο ἐγχρωμοὶ φωτεινὰ ἀκτίνες ἀναμιχθῶν, τὸ μόνον μῆκος κύματος τὸ ὁποῖον δὲν ἀπορροφᾶται ἀπὸ κανένα ἀπὸ τὰ δύο εἶναι τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ πράσινον. Προφανῶς ἢ μίξις δύο χρωμάτων, δίδει ἐντελῶς διαφορητικὰ ἀποτελέσματα ἀπὸ τὴν μίξιν τῶν χρωμάτων τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. (Βλέπε εἰκόνα D.)

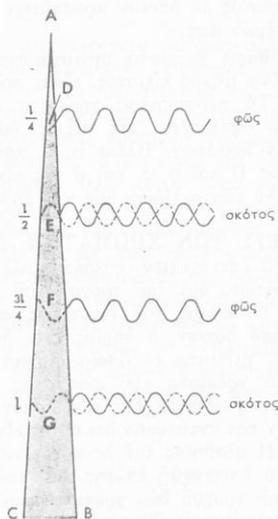
Ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ ἀνθρώ-

πινος ὀφθαλμὸς δύναται νὰ διακρίνη τὰ διάφορα χρώματα δὲν εἶναι ἀκόμη πλήρως γνωστός. Γενικῶς πιστεύεται, ὅτι ὑπάρχουν τρεῖς διαφορετικοὶ τύποι κῶνων εἰς τὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐκαστος ἀπὸ τοὺς τρεῖς αὐτῶν τύπους ἀναπαύσσεται εἰς ἓνα ἀπὸ τὰ βασικὰ χρώματα τὸ ἐρυθρὸν, τὸ πράσινον καὶ τὸ κυανοῦν. Ἐὰν ὅλοι αὐτοὶ οἱ κῶνοι ἐρεθισθῶν ταυτοχρόνως τότε παρέχεται ἡ αἴσθησις τοῦ λευκοῦ. Ἐὰν μόνον ἓνας ἐξ αὐτῶν ἐρεθισθῇ τότε βλέπομεν τὸ χρῶμα αὐτό. Ἡ αἴσθησις τοῦ κίτρινου μᾶς παρέχεται διὰ τοῦ ταυτοχρόνου ἐρεθισμοῦ τοῦ πρασίνου καὶ ἐρυθροῦ κῶνου. Ἄλλοι χρωματισμοὶ τῶν σωματίων προκαλοῦν ἐρεθισμούς, οἱ ὅποιοι ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς διεγέρσεως, ἢ ὅποια ἐπικρατεῖ εἰς ἕκαστον κῶνον.

Ἡ ἀχρωματοψία ὀφείλεται εἰς τὴν ἄλειψιν τῆς ἰκανότητος καταλλήλου λειτουργίας ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ἀπὸ τοὺς τρεῖς κῶνους. Ὁ ἀνθρώπινος ὀφθαλμὸς δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ διακρίνη μεταξὺ τοῦ καθαροῦ κίτρινου καὶ τῆς ἀναμίξεως τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ πρασίνου, ἢ ὅποια προκαλεῖ ὁμοίως τὸ κίτρινον. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν καθαρῶν χρωμάτων τὰ ὅποια ἀποτελοῦν οἰοῦντο ἄλλο χρῶμα, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ τὸ φασματοσκόπιον.

ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΛΕΠΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ. Ὅλοι μας, ἔστω καὶ διὰ μίαν φοράν, ἔχομεν ἰδεῖ τὰ διάφορα χρώματα τὰ ὅποια σχηματίζονται ἐπὶ ἑνὸς λεπτοῦ στρώματος ἐλαίου. Τὰ χρώματα αὐτὰ τὰ ὅποια παρουσιάζονται διατεταγμένα κατὰ λωρίδας, προκαλοῦνται λόγῳ τῆς ἀλληλεπίδρασεως τῶν φωτεινῶν κυμάτων. Κύματα, ἀνακλώμενα ἐπὶ τῆς μᾶς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ στρώματος, καταστρέφουν τὰ ἀνακλώμενα ἐπὶ τῆς ἄλλης ἐπιφανείας. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ λαμβάνει χώραν λόγῳ μᾶς ἐξόχως ἐνδιαφερούσης ιδιότητος τοῦ φωτὸς καὶ ὡς ἐκ τούτου, θὰ μελετήσωμεν λεπτομερῶς τὴν διαδικασίαν ταύτην τῆς «καταστρεπτικῆς ἀλληλεπίδρασεως».

Τὸ σχῆμα 54—2 παριστᾷ ἓνα, σφηνοειδοῦς σχήματος, στρώμα ἀέρος τὸ ὅποιον ἔχει τὴν δυνατότητα νὰ προκαλέσῃ



Σχ. 54—2. Ἀλληλεπίδρασις τοῦ φωτὸς προκαλουμένη ὑπὸ λεπτοῦ σφηνῶς ἀέρος.

ἀλληλεπίδρασις φωτεινῶν κυμάτων. Τὸ στρώμα αὐτὸ παράγεται ἐὰν συσφιγξώμεν δύο ὑαλίνους πλάκας, ἀκολούθως δὲ χωρίσωμεν ταύτας κατὰ τὸ ἓνα ἄκρον διὰ λεπτοῦ φύλλου γάρτου. Εἰς τὸ σχῆμα 54—2 τὸσον ὁ ἐξ ἀέρος σφην ὅσον καὶ τὰ φωτεινὰ κύματα παριστῶνται ἐν μεγεθύνσει.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι φωτεινὰ ἀκτίνες ἑνὸς μόνον μήκους κύματος προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ σφηνῶς ABC τοῦ ἀέρος. Μερικαὶ φωτεινὰ ἀκτίνες προσπίπτουν ἐπὶ τῆς πλευρᾶς τοῦ σφηνῶς AB, ἐνῶ ἄλλαι, ἐπὶ τῆς πλευρᾶς AC αὐτοῦ. Ὁρισμένοι ἀπὸ τὰς φωτεινὰς ταύτας ἀκτίνας θὰ ἀλληλεπίδρασουν μεταξύ των. (Τὰ ἀνακλώμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AB κύματα παρίστανται διὰ συνεχῶν γραμμῶν ἐνῶ, τὰ ἀνακλώμενα ἐπὶ τῆς AC διὰ διακεκομμένης).

Θεωρήσωμεν τὸ σημεῖον D ὅπου τὸ πάχος τοῦ σφηνῶς τοῦ ἀέρος ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ μήκους κύματος. Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἢ τὸ κύμα (ἐφ' ὅσον τὸ φῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα μόνον μήκους κύματος) τὸ ὅποιον ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AC ἔχει νὰ καλύψῃ ἀπόστασιν μεγαλυ-

τέραν κατά $\frac{1}{4}$ μήκους κύματος κατά την ανάκλασιν αὐτοῦ, ἀπὸ ὅτι τὸ ἀνακλώμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AB.

Τὰ δύο ἀνακλώμενα κύματα θὰ φαίνονται ὅτι εὐρίσκονται μετατοπισμένα κατὰ $\frac{1}{2}$ μήκος κύματος, ἤτοι εἰς τὴν κατ'ἀλλήλων θέσιν διὰ τὴν ἀλληλοεξουδετεροῦσθον. Τὸ φαινόμενον ὅμως δὲν εἶναι τόσον ἀπλοῦν, διότι ὑπεισέρχεται καὶ ἕτερος παράγων. Ὅταν ἓνα κύμα ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς AB, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ ὑάλινης ἐπιφανείας ὀπισθεν τῆς ὁποίας εὐρίσκεται ἀπρῶτον, ἐνῶ ὅταν ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς AC ἀνακλᾶται ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὀπισθεν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὕαλος. Ἐπὶ τῆς AB κορυφῆ τοῦ κύματος ἀνακλᾶται ὡς κοιλία αὐτοῦ, ἐνῶ ἐπὶ τῆς AC, κορυφῆ τοῦ κύματος ἀνακλᾶται ὡς κορυφῆ. Ἡ διαφορὰ αὕτη, προκαλεῖ καὶ νέαν μετακίνησιν κατὰ $\frac{1}{2}$ μήκους κύματος, τελικῶς τῆς διαφορᾶς μεταξὺ τῶν δύο κυμάτων οὕσης ἴσης πρὸς 1 μήκος κύματος. Κατὰ συνέπειαν τὰ δύο ἀνακλώμενα κύματα ἐνισχύονται. Παρατηρητῆς, θὰ βλέπῃ εἰς τὴν θέσιν D μίαν φωτεινὴν γραμμὴν ἐπὶ τῆς ὑάλινης πλακῆς.

Παρομοίᾳ μελέτῃ διὰ τὸ σημεῖον F ὅπου τὸ πάχος τοῦ σφηνῶς ἰσοῦται πρὸς $\frac{3}{4}$ μήκος κύματος, καταδεικνύει ὅτι καὶ ἐκεῖ θὰ ὑπάρχῃ φωτεινὴ γραμμὴ κατὰ μήκος τῆς ὑάλινης πλακῆς. Γενικῶς, θὰ παρατηροῦνται φωτειναὶ γραμμαὶ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα, κατὰ τὰ ὁποῖα, τὸ πάχος τοῦ σφηνῶς ἰσοῦται μὲ περιττὸν πολλαπλάσιον τοῦ $\frac{1}{4}$ μήκους κύματος.

Εἰς τὸ σημεῖον E τὸ πάχος τοῦ σφηνῶς ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{2}$ μήκος κύματος καὶ ἐπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AC ἀκτὶς θὰ πρέπει νὰ διανύσῃ ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 1 μήκος κύματος ἕως ὅτου συναντήσῃ τὴν ἀνακλωμένην ἐπὶ τῆς AB ἀκτίνα. Ὑπεισέρχεται καὶ ἡ μετατόπισις κατὰ $\frac{1}{2}$ μήκους κύματος λόγῳ τῶν ἀνακλάσεων ἐπὶ διαφόρων ἐπιφανειῶν, ὁπότε ἡ ὀλικὴ μετατόπισις ἰσοῦται πρὸς $1\frac{1}{2}$ μήκος κύματος καὶ τὰ δύο κύματα ἀλληλοεξουδετερώνονται. Παρατηρητῆς, θὰ βλέπῃ εἰς τὴν θέσιν E μίαν σκοτεινὴν γραμμὴν. Τὸ αὐτὸ θὰ συμβαίῃ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα, τὸ πάχος τοῦ σφηνῶς ἰσοῦται πρὸς ἄρτιον πολλαπλάσιον τοῦ $\frac{1}{4}$ μήκους κύματος. Καθὼς θὰ παρατηρῇ τὰς ὑάλινας πλάκας θὰ

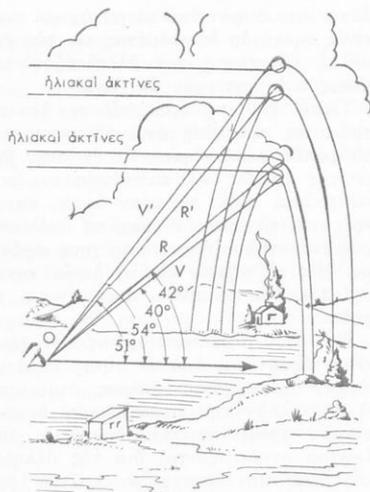
βλέπῃ μίαν σειρὰν ἀπὸ φωτεινᾶς καὶ σκοτεινᾶς γραμμᾶς ὀφειλομένης εἰς τὰς ἐνναλλάξ ἐνισχύσεις καὶ ἀλληλοεξουδετερώσεις τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ὅταν ἐπὶ τοιοῦτον εἶδον λεπτοῦ στρώματος προσπέσῃ ἀντὶ μονοχρωματικοῦ φωτός, λευκὸν φῶς, εἰς ἐκάστην θέσιν τῆς πλακῆς θὰ καταστρέφεται καὶ ἓνα χρῶμα. Ἐάν, εἰς μίαν θέσιν, καταστρέφεται τὸ ἐρυθρὸν φῶς, τὰ ὑπόλοιπα χρῶματα συνδυαζόμενα παρέχουν πράσινον. Εἰς τὰ σημεῖα εἰς τὰ ὁποῖα καταστρέφεται τὸ πράσινον, ἀναφαίνεται τὸ ἐρυθρὸν.

Ἐφ' ὅσον ἡ ἀλληλεπίδρασις τῶν χρωμάτων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μήκος κύματος αὐτῶν, διαφορετικοῦ πάχους στρώματα θὰ προκαλοῦν τὴν καταστροφὴν διαφορετικῶν χρωμάτων. Οἱ δακτύλιοι τοῦ Newton σχηματίζονται διὰ τῆς ἀλληλεπίδρασεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐπὶ στρώματος ἀέρος ὡς ἀκριβῶς περιεγράφη τὸ φαινόμενον ἀνωτέρω. Προκειμένου περὶ ἐλαίου, τὸ φαινόμενον τῆς ἀλληλεπίδρασεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων λαμβάνει χώραν λόγῳ τοῦ ἐξ ἐλαίου σφηνῶς.

ΤΟ ΟΥΡΑΝΙΟΝ ΤΟΞΟΝ. Τὰ χρώματα, τὰ ὁποῖα ἐνεφανίσθησαν κατὰ τὸ πείραμα τοῦ Νεύτωνος μὲ τὸ πρίσμα, ἐμφανίζονται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ πολλῶν μεγάλων κλίμακα εἰς τὸ Οὐράνιον Τόξον. Τοῦτο ἀποτελεῖ ὀπτικὸν φαινόμενον ὀφειλόμενον εἰς τὴν ἀνάλυσιν καὶ ὀλικὴν ἀνάκλασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ μικρῶν σφαιρικῶν σταγονιδίων ὕδατος, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἐν καιρῷ βροχῆς ἢ δμῆλξης. Ἡ ἀκτὶς τοῦ λευκοῦ φωτός προσπίπτει ἐπὶ τοῦ σταγονιδίου ὕδατος, ἀναλύεται καὶ ἀνακλᾶται ὀλικῶς ἐντὸς τῆς σταγόνας καὶ ἀκολουθῶς ἐξέρχεται ἀναλελυμένη ἀπὸ τὸ σταγονίδιον. Τὸ Οὐράνιον Τόξον βλέπει ὁ παρατηρητῆς ἐπὶ τῆς γῆς, ὅταν ὁ ἥλιος εὐρίσκειται κατὰ 41° ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος σχηματίζεται δὲ τὸ τόξον πάντοτε πρὸς τὸ μέρος ἐκεῖνο τοῦ παρατηρητοῦ εἰς τὸ ὁποῖον σχηματίζεται καὶ ἡ σκιά του.

Πολλάκις, ἐκτὸς τοῦ ἐνὸς οὐρανόιο τόξου, παρατηρεῖται καὶ δεύτερον. Ἐκ τούτων τὸ κατώτερον καλεῖται πρῶτης τάξεως καὶ τὸ ἀνώτερον δευτέρας τάξεως,



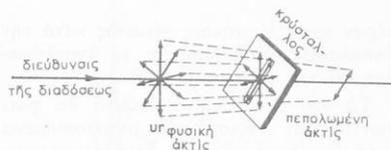
Σχ. 54—3. Οὐράνιου Τόξου πρώτης καὶ δευτέρως τάξεως.

εἰς τὸ δεύτερον δὲ ἡ σειρά διαδοχῆς τῶν χρωμάτων εἶναι ἀντίστροφος ἢ εἰς τὸ πρῶτον. Ἡ πλήρης ἐξηγησις τοῦ φαινομένου τοῦ Οὐράνιου Τόξου ἐξέρχεται τοῦ πλαισίου τοῦ βιβλίου τούτου.

ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Εἰς τὰ προηγηθέντα κεφάλαια εἶδομεν ὅτι, τὸ φῶς διαδίδεται διὰ κυμάτων. Γεννᾶται ὅμως τὸ ἐρώτημα, τὰ φωτεινὰ κύματα εἶναι ἐγκάρσια ἢ διαμήκη; Δηλαδή τὰ σώματα τοῦ ἀέρος ταλαντώνται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως τῶν κυμάτων ἢ κατὰ τὴν εὐθείαν τῆς διαδόσεως αὐτῶν; Ἀπὸ διαφόρου πειραματικῆς ἐρεῖνας, κατεδείχθη ὅτι τὰ φωτεινὰ κύματα εἶναι ἐγκάρσια.

Αἱ ἐγκάρσιαι ταλαντώσεις τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος γίνονται εἰς ὅλα τὰ κάθετα πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς ἐπίπεδα, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 54—4.

Ἐὰν ἐξαναγκάσωμεν τὴν φωτεινὴν ἀκτίνα νὰ διέλθῃ διὰ μέσου ὠρισμένου κρυστάλλου παρατηροῦμεν ὅτι, διέρχονται δι' αὐτῶν ταλαντώσεις μόνον κατὰ μίαν διεύθυνσιν. Οἱ κρυστάλλοι, οἱ ὁποῖοι παρεμποδίζουν τοὺς φωτεινοὺς κραδασμοὺς ἀκτίνος πρὸς οἰανδήποτε ἄλλην κα-

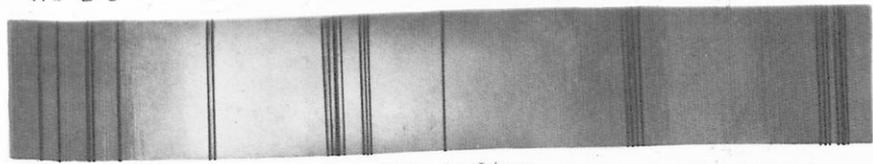


Σχ. 54—4. Πόλωσις τοῦ φωτός ὑπὸ κρυστάλλου.

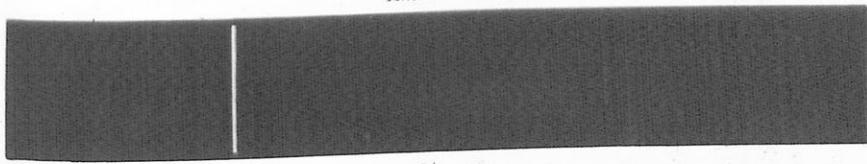
τεύθυνσιν ἐκτὸς ἀπὸ μιᾶς καλοῦνται π ο λ ω τ α ῖ. Τὸ δὲ φῶς τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται ἀπὸ τοὺς πολωτὰς καλεῖται π ε π ο λ ω μ ε ν ο ν φ ῶ ς. Πρὸς διάκρισιν τῆς πεπολωμένης ἀκτίνος φωτός ἀπὸ τὴν μὴ, καλοῦμεν τὴν προσπίπτουσαν ἐπὶ τοῦ πολωτοῦ ἀκτίνα, ἀκτίνα φυσικοῦ φωτός ἢ φυσικὴν ἀκτίνα ἐνῶ τὴν ἐξερχομένην ἀπ' αὐτοῦ, ἀκτίνα πεπολωμένου φωτός ἢ πεπολωμένην ἀκτίνα. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι αἱ ταλαντώσεις τῆς πεπολωμένης φωτεινῆς ἀκτίνος γίνονται μόνον κατὰ ἓνα ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον καλεῖται ἐπίπεδον πόλωσεως. Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ προσέσῃ ἡ πεπολωμένη ἀκτίς ἐπὶ δευτέρου κρυστάλλου, τότε ἐφ' ὅσον τὰ ἐπίπεδα πόλωσεως τῶν δύο πολωτῶν εἶναι παράλληλα, ὁπότε θὰ εἶναι παράλληλα καὶ τὰ ἀντίστοιχα ἐπίπεδα κραδασμῶν, οἱ φωτεινοὶ κραδασμοὶ τῆς ἀκτίνος, θὰ διέλθουν καὶ διὰ τοῦ δευτέρου κρυστάλλου καὶ θὰ παρατηρηθῶνται φῶς καὶ πέραν αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως τὰ ἐπίπεδα πόλωσεως εἶναι κάθετα, ὁπότε καὶ τὰ ἐπίπεδα κραδασμῶν τῶν δύο κρυστάλλων θὰ εἶναι κάθετα, τότε οἱ φωτεινοὶ κραδασμοὶ τῆς πεπολωμένης ἀκτίνος ἀνακόπτονται ὑπὸ τοῦ δευτέρου κρυστάλλου καὶ τοιοῦτοτρόπος δὲν ἐξέρχεται φῶς ἐξ αὐτοῦ.

Κάθε συσκευή ἢ ὁποῖα χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ φυσικοῦ φωτός εἰς πεπολωμένον καλεῖται πολωτής, ἐνῶ κάθε συσκευή ἢ ὁποῖα χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξακριβῶσιν ἐὰν φωτεινὴ ἀκτίς εἶναι πεπολωμένη ἢ ὅχι καλεῖται ἀναλύτης. Τόσον ὁ πολωτής ὅσον καὶ ὁ ἀναλύτης δύναται κάλλιστα νὰ ἀντιστραφῶν, δηλαδή νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸν ἀναλύτην ὡς πολωτήν, καὶ τὸν πολωτήν ὡς ἀναλύτην. Ἐν τούτοις ἐπεκράτησε νὰ χαρακτηρίζωμεν τὰς δύο συσκευὰς διαφορετικῶς ἀναλόγως τοῦ σκοποῦ χρησιμοποίησεως αὐτῶν.

A a B C D E b F G H K



Ἡλιακὸν Φάσμα



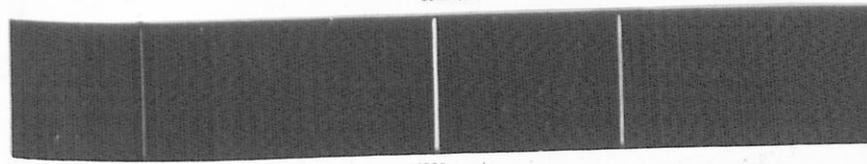
Νάτριον



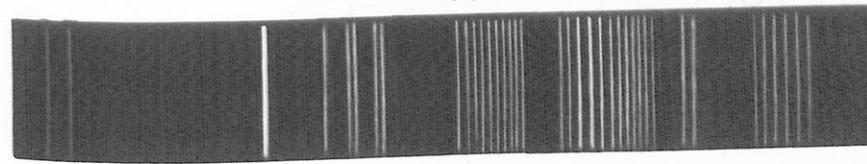
Λίθιον



Κάλιον



Υδρογόνον



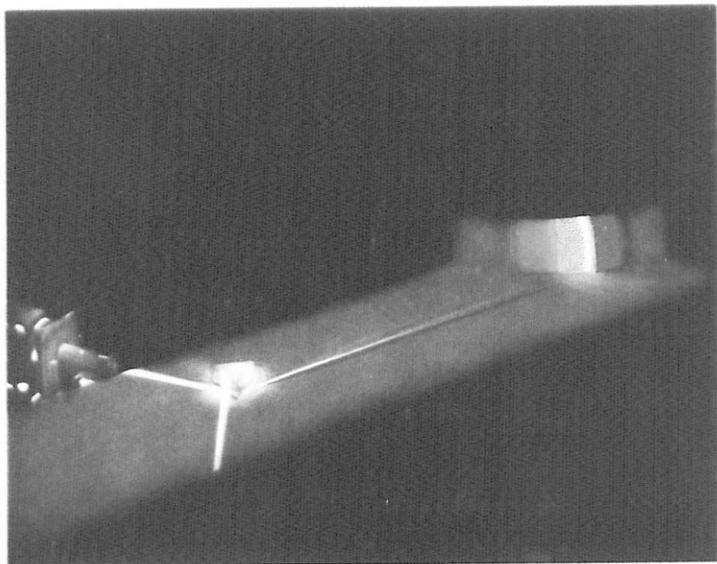
Ὄξυγόνον

Π Ι Ν Α Ξ Α

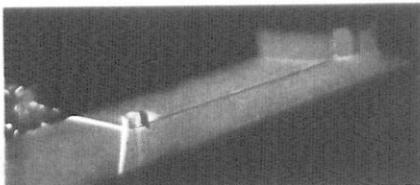
ΤΟ ΗΛΙΑΚΟΝ ΦΑΣΜΑ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΑ ΦΑΣΜΑΤΑ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Τὸ μῆκη κύματος τῶν δύο γραμμῶν D (νατρίου) εἶναι: 0,000058959 cm καὶ 0,000058900 cm. Τὸ μῆκος κύματος τῆς γραμμῆς A (ἐρυθρὸν βαθύ) εἶναι 0,000075938 cm. Τὸ μῆκος κύματος τῆς γραμμῆς K (ιώδες) εἶναι 0,000039337 cm.

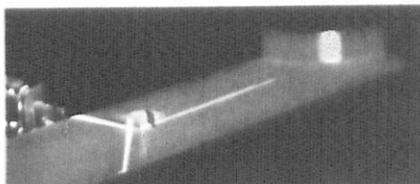
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



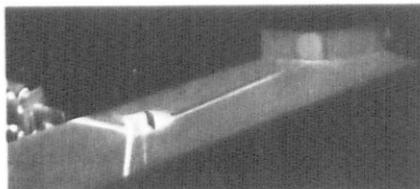
- α) Το πρίσμα προκαλεί μεγαλύτεραν έκτροπήν τῶν μικροτέρου μήκους κύματος φωτεινῶν ἀκτίνων ἀπὸ τῶν μεγαλυτέρου. Τοιοῦτοτρόπως λεπτή δέσμη λευκοῦ φωτὸς ἀναλύεται εἰς ἀρατὸν φάσμα. (Ἡ ἐκτεινόμενη πρὸς τὸ κάτω μέρος τῆς φωτογραφίας δέσμη, ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πρισματὸς χωρὶς νὰ εἰσαέλθῃ ἐντὸς αὐτοῦ).



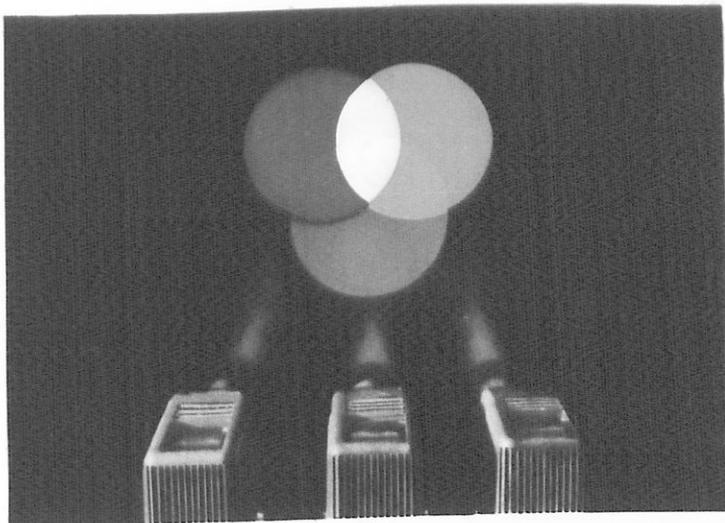
- β) Ἐρυθρὸν φίλτρον τοποθετούμενον μεταξὺ πρισματὸς καὶ διαφράγματος ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν μόνον εἰς τὰς μεγάλου μήκους κύματος φωτεινῶν ἀκτίνων.



- γ) Πράσινον φίλτρον ἀπορροφᾷ τὰς ἐρυθρὰς καὶ κίανθας ἀκτίνων ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν μόνον εἰς τὰς ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὸ μεσαῖον τμήμα τοῦ φάσματος, ἀκτίνων.

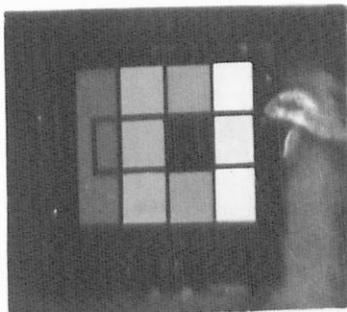


- δ) Διὰ τοῦ κίανθου φίλτρου διέρχονται μόνον φωτειναὶ ἀκτίνες μικροῦ μήκους κύματος. Τὸ πρᾶσινον καὶ τὸ ἐρυθρὸν φῶς ἀπορροφῶνται.

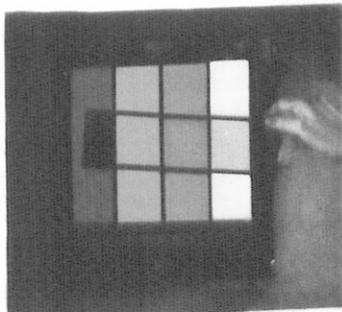


(α)

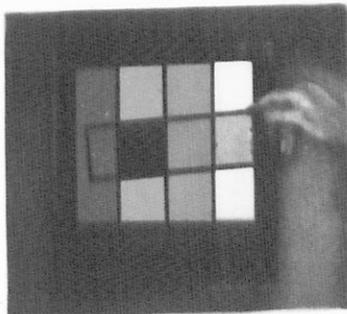
- α) 'Ανάμιξις ἐγχρώμου φωτός. "Ἐκαστος προβολεὺς εἶναι ἐφωδισμένος ὑπὸ ἐρυθροῦ, πρασίνου ἢ κυανοῦ φίλτρου. Ὁ συνδυασμὸς ἀνὰ δύο τῶν φωτεινῶν δεσμῶν παρέχει κυανοῦν, κίτρινον καὶ πορφυροῦν. Ὅταν ἀναμιγνύωνται καὶ αἱ τρεῖς δέσμες, ἀναφαίνεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος λευκὸν φῶς.
- β) Κίτρινον φίλτρον ἀπορροφᾷ τὰς κυανὰς ἀκτίνας, ἐνῶ διέρχονται δι' αὐτοῦ αἱ πράσιναι καὶ αἱ ἐρυθραί.
- γ) Πορφυροῦν φίλτρον, ἀπορροφᾷ τὰς πρασίνους ἀκτίνας, ἐνῶ διέρχονται δι' αὐτοῦ αἱ κυαναὶ καὶ ἐρυθραί.
- δ) Κυανοῦν φίλτρον, ἀπορροφᾷ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτίνας, ἐνῶ διέρχονται δι' αὐτοῦ αἱ θαυκυάναι καὶ αἱ πράσιναι.



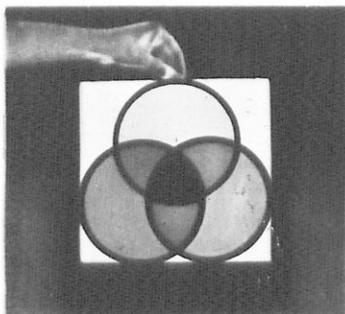
(β)



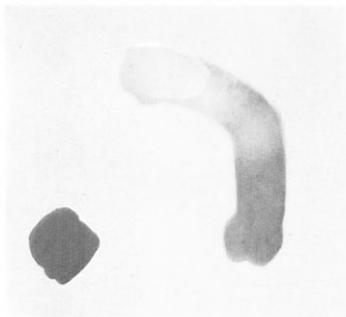
(δ)



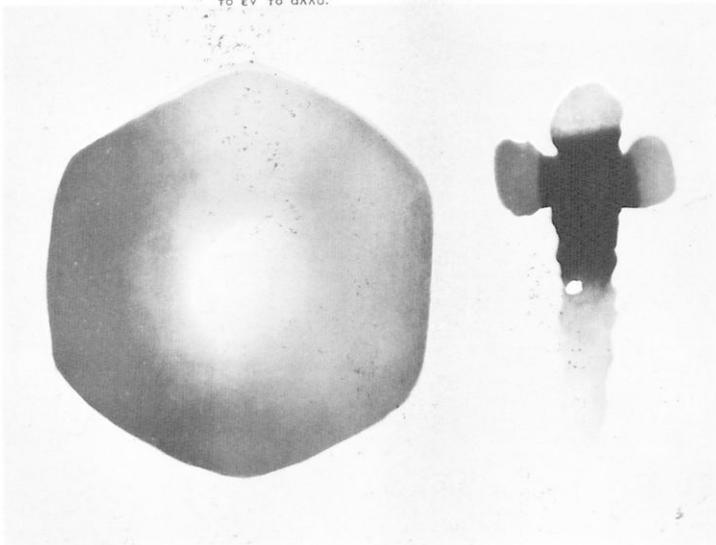
(γ)



α) Τρία φίλτρα, ανοικτόν κυανού, πορφυρού και κίτρινου, καλύπτοντα τό έν μέρος του άλλου. Αί άπορροφήσεις των φίλτρων ανά δύο παρέχουν έρυθράς, πράσινας και θαυκυάνους άκτίνας. Ψευδιναι άκτίνας δέν διέρχονται εις την περιοχή κατά την όποιαν και τά τρία φίλτρα υπερακλύπτουν τό έν τό άλλο.

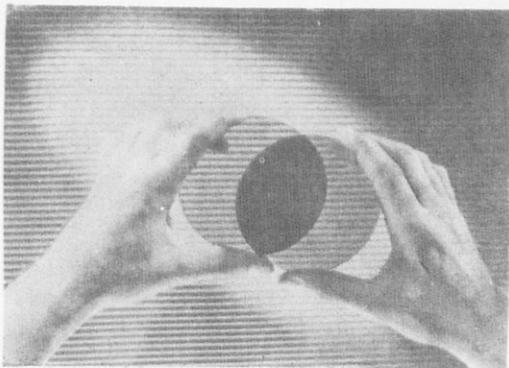


β) Τρία ύδροχρώματα, τό άνοικτόν κυανού, τό πορφυρού και τό κίτρινου. "Όταν τό κίτρινον άναμιχθή με τό άνοικτόν κυανού παρέχεται πράσιον χρώμα ώς συμβαίνει και με τά φίλτρα. Συνδυασμοί άλλων χρωμάτων με τά βασικά ταύτα χρώματα, δεικνύονται κατωτέρω.



γ) Τά διάφορα χρώματα τά όποια παράγονται διά τής άναμίξεως των βασικών χρωμάτων, των έμφαινόμενων εις τό άνω δεξιό τμήμα τής εικόνας, μεταβάλλονται άναλόγως των χρησιμοποιουμένων άναλογίων. Πρός τό κέντρον αί ποσότητες των χρωμάτων είναι μικρότεραι. Εις τό δεξιόν τμήμα και τά τρία βασικά χρώματα έχουν άναμιχθή εις τός καταλλήλους άναλόγους ώστε γά παραχθή τό λευκόν χρώμα. Έάν άναμιγνύμεν τά βασικά ταύτα χρώματα, άλλα όχι υπό την κατάλληλον άναλόγιαν, θά λαμβάνωμεν συνεχώς διαφόρων τόνων γκρι χρώματα ζωας και μαύρον.

Αί εφαρμογαί τοῦ πεπολωμένου φωτός ἔχουν ἀυξηθῆ σημαντικῶς, κατέστη δὲ πρωταρχικῆς σημασίας ἡ κατασκευὴ μιᾶς οὐσίας ἢ ὁποῖα νὰ παρέχῃ πεπολωμένον φῶς. Τοιοῦτον σῶμα εἶναι τὸ πολωτικὸν σῶμα (Polaroid). Εἰς τὸ πολωτικὸν τοῦτο σῶμα, τὰ κρυστάλλια διατίθενται ἐντὸς αὐτοῦ κατὰ τοιαύτην διεύθυνσιν ὥστε οἱ ἄξονες αὐτῶν νὰ εἶναι ὅλοι ὁμοιομόρφως προσηνατολισμένοι. Τοιαῦτα πολωτικὰ σῶματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς ὡς π.χ. ἐναντίον τῆς θαμβώσεως, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν οἱ φάροι τῶν αὐτοκινήτων.



Σχ. 54—5. Δίσκοι πολωτικῶν σώματος—Polaroid—διασταυρούμενοι.

Πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῆς θαμβώσεως, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν οἱ φάροι αὐτοκινήτων εἰς τὸν ὁδηγὸν ἑτέρου αὐτοκινήτου, ὁδεύοντος κατὰ τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν, ἐφοδιάζον τὸσον τοὺς φάρους ὅσον καὶ τὴν ὑαλίνην πλάκα, διὰ μέσου τῆς ὁποίας βλέπουν οἱ ὁδηγοί, διὰ στρώματος πολωτικῶν σώματος, τοῦ ὁποίου οἱ ἄξονες σχηματίζουν γωνίαν 45° πρὸς τὸν ὁρίζοντα. Ἐὰν ἡ γωνία αὕτη εἶναι ἢ ἴδια δι' ὅλα τὰ αὐτοκίνητα καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, τότε οἱ ἄξονες τῶν πολωτικῶν σωμάτων δύο αὐτοκινήτων, τὰ ὁποῖα ὁδεύουν κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν καὶ πλησιάζουν πρὸς ἄλληλα θὰ σχηματίζουν γωνίαν 90° καὶ ἐπομένως τὸ πολωτικὸν στρώμα τὸ ἐπὶ τῆς ὑαλίνης πλακῆς τοῦ ἐνὸς αὐτοκινήτου δὲν ἀφήνει νὰ διέλθῃ τὸ φῶς τῶν φάρων τοῦ ἑτέρου αὐτοκινήτου, οὗτο δὲ ἀποφεύγεται ἢ θαμβῶσις, ἐνῶ ἕκαστος ὁδηγὸς βλέπει διὰ μέσου τῆς πλακῆς τὸν διὰ τῶν ἰδικῶν του φάρων φωτιζόμενον δρόμον.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Χρώματα τοῦ φάσματος, χρῶμα ἀντικειμένων

Συμπληρωματικὰ χρώματα

Βασικὰ χρώματα

Ἀχρωματοψία

Οὐράνιον Τόξον

Πόλωσις τοῦ Φωτός

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε ἕξ χρώματα τοῦ ὁρατοῦ φάσματος διατεταγμένα κατὰ μῆκος κύματος αὐτῶν.

2. Ἀπὸ πόσα χρώματα ἀποτελεῖται τὸ ὁρατὸν φάσμα;
3. Τί παράγοντες καθορίζουν τὸ χρῶμα ἐνὸς ἀδιαφανοῦς ἀντικειμένου;
4. Τί καθορίζει τὸ χρῶμα ἐνὸς διαφανοῦς ἀντικειμένου;
5. Τί καλοῦνται συμπληρωματικὰ χρώματα;
6. Ποῖα εἶναι τὰ βασικὰ χρώματα;
7. Διατί τὰ βασικὰ χρώματα ὀνομάστησαν οὕτω. Ἀναφερόμενοι εἰς τὸ σχῆμα 54—1, πῶς εἶναι δυνατόν νὰ καθορίσετε τὸ χρῶμα τὸ ὁποῖον θὰ προκύψῃ ἀπὸ τὴν ἀνάμιξιν δύο ἄλλων;
9. Πῶς προσδιορίζονται τὰ συμπληρωματικὰ χρώματα εἰς τὸ σχῆμα 54—1;
10. Τί εἶναι ἡ ἀχρωματοψία;
11. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν νὰ καθορισθῇ ἡ διαφορά, μεταξὺ καθαρῶν χρώματος καὶ τοῦ προκύπτοντος ἀπὸ τὴν ἀνάμιξιν χρωμάτων;
12. Ἐξηγήσατε συντόμως τὸν τρόπον σχηματισμοῦ τοῦ Οὐρανίου Τόξου.
13. Τί νοοῦμεν λέγοντες πόλωσιν τοῦ φωτός;
14. Τί καλεῖται φυσικὴ ἄκτις καὶ τί πεπολωμένη;
15. Ποῖα ἡ διαφορά μεταξὺ πολωτοῦ καὶ ἀναλύτου;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν ἡ ἀχρωματοψία νὰ διορθωθῇ διὰ τῆς χρήσεως ὀφθαλμοῦσων;
2. Διατί διὰ τῆς ἀνάμιξεως τοῦ κυανοῦ καὶ τοῦ κιτρίνου προκύπτει πράσινο ἐνῶ διὰ τῆς ἀνάμιξεως κυανῆς καὶ

κίτρινης φωτεινής ακτίνας δὲν προκύπτει;

3. Ἐξηγήσατε διατὶ κατὰ τὴν Δύσιν τοῦ Ἥλιου κυριαρχεῖ τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα.
4. Πῶς ἐξακριβοῦται ὅτι ἀκτῖς εἶναι πεπολωμένη;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΕΠΟΛΩΜΕΝΟΝ ΦΩΣ. Ἐὰν ἔχετε δύο δίσκους, ἀπὸ πολωτικῶν σώμα (Polaroid) καὶ θέσετε τὸν ἕνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου θὰ παρατηρήσετε ὁρισμένα πολὺ περίεργα φαινόμενα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦνται ἀπὸ τὸ πεπολωμένον φῶς. Ἐὰν τοποθετήσετε ἕνα ἀκανονίστως διπλωμένον τεμάχιον σελλοφάν μεταξὺ τῶν δίσκων καὶ κοιτάξετε διὰ μέσου αὐτῶν, θὰ παρατηρήσετε διάφορα χρώματα. Περιστρέφοντες τὸ σελλοφάν παρατηρεῖτε ὅτι τὰ χρώματα ἀλλάσσουν. Προσέξτε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἀλλάσσουν χρώματα τὰ διάφορα σώματα, μὲ τὴν περιστροφὴν τοῦ σελλοφάν καὶ λαμβάνουν τὰ συμπληρωματικὰ αὐτῶν. Ἡ πλήρης ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῆς ἀλλαγῆς τῶν

διαφόρων χρωμάτων ἐκφεύγει τῶν ὁρίων τοῦ παρόντος βιβλίου. Ἐν πάσῃ περιπτώσει ὅμως, δυνάμεθα νὰ εἰπωμεν ὅτι, δύο τμήματα τοῦ πεπολωμένου φωτός διαθλώνται ἀνίσως, ὅταν διέρχονται διὰ μέσου τοῦ σελλοφάν ἢ δὲ ἀλληλεπίδρασις τῶν τμημάτων αὐτῶν προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν διαφορετικῶν χρωμάτων.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 18

1. Τὸ μῆκος κύματος ἐρυθροῦ φωτός εἶναι 0,8 μικρά. Ἐὰν ἡ ταχύτης διαδόσεως εἶναι εἰς τὸ κενὸν 3×10^{10} ἐκατοστὰ ἀνὰ sec, πόση ἡ συχνότης κινήσεως τῶν φωτεινῶν κέντρων ἐκπεμπόντων ἐρυθρὸν φῶς;
2. Τὸ κάτοπτρον M_1 τοῦ σχήματος 53—8 κινεῖται ἔως ὅτου μίᾳ κορῆς μετακινήθῃ κατὰ μῆκος τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου καὶ ἡ ἐπομένη λάβῃ τὴν θέσιν τῆς. Ἐὰν φλῶξ Νατρίου (μῆκος κύματος 0,000059 cm) χρησιμοποιηθῇ διὰ τὸν φωτισμὸν τοῦ ὄργανου κατὰ πόσον διάστημα ἔχει μετακινήθῃ τὸ κάτοπτρον M_1 ;

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΕΒΔΟΜΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

«Εἶναι δυνατόν ὁ ἄνθρωπος νὰ ταξιδεύσῃ μὲ ταχύτητα μεγαλύτεραν τοῦ φωτός;» Ὁχι, δὲν ὑπάρχει καμμία πιθανότης νὰ ταξιδεύσῃ ὁ ἄνθρωπος εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τοιαύτην ταχύτητα. Ἡδὴ θεωρεῖται καταπληκτικόν, ὅτι, κατορθώθῃ νὰ μετρηθῇ ἡ ταχύτης αὐτοῦ, καὶ γνωστῆς οὐδὲς τῆς ταχύτητός του, νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀπόστασις τῶν διαφόρων ἀστέρων. Αἱ ἀποστάσεις τῶν ἀστέρων ἐκφράζονται εἰς ἔτη φωτός· ἕνα ἔτος φωτός, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἀπόστασιν ἐκεῖνην, ἡ ὁποία διανύεται ἐντὸς ἐνὸς ἔτους ὑπὸ τοῦ φωτός, τὸ ὁποῖον διαδίδεται ὑπὸ ταχύτητα 300.000 km/sec. Ἀντιστοιχῶς ἔχει καταστῆ ἀναγκαία τὸ ὁποῖον διαδίδεται πολὺ μικρῶν μονάδων διὰ νὰ μετρήσωμεν τὰ μῆκη κύματος τῶν διαφόρων ἀκτινοβολιῶν τοῦ φάσματος. Τὸ μῆκος κύματος τοῦ ὄρατου φωτός ὑπελογίσθη ὅτι εἶναι τῆς τάξεως τοῦ δεκάκις χιλιοστοῦ καὶ τοῦ ἑκατοντάκις χιλιοστοῦ τοῦ ἑκατοστομέτρου. Εἰς τὸ μέρος αὐτὸ ἐμάδατε τὴν θεωρίαν τοῦ Huygens περὶ τῆς κυματικῆς φύσεως τοῦ φωτός.

Ὁ κατάλληλος φωτισμὸς τῶν διαφόρων ἀντικειμένων εἶναι λίαν σημαντικός. Ὁ νόμος, ὁ ἀναφερόμενος εἰς τὸν φωτισμὸν τῶν ἀντικειμένων (νόμος τῶν ἀντιστρόφων τετραγῶνων) εἶναι παρόμοιος μὲ ἄλλους νόμους, οἱ ὁποῖοι διέπουν τὴν φύσιν.

Ἐὰν τὸ φῶς διαδίδεται εὐδυσγάμως. Ἡ πρότασις αὕτη ἰσχύει ἐν γένει παρ' ὅλον ὅτι, ὡς εἶδομεν ἢ διεύθυνσις τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων δύναται νὰ μεταβληθῇ λόφῳ ἀνακλάσεως ἢ διαθλάσεως. Τὰ διάφορα κάτοπτρα, ἐκτὸς τῶν ποικίλων χρήσεων τῶν εἰς τὴν καθημερινὴν ζωὴν, ἔχουν σημαντικὰς ἐφαρμογὰς εἰς τὰ τηλεσκόπια καὶ ἄλλα ὀπτικὰ ὄργανα.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Αί φωτεινά ακτίνες εισερχόμενοι από ένα μέσον έντος άλλου, κάμπτονται καθώς ή ταχύτης των μεταβάλλεται. Τόσον οί φακοί όσον και τά πρίσματα θεωρούνται ώς όπτικά όργανα λόγω τής διαθλάσεως τήν όποίαν προκαλοϋν εις τας φωτεινάς ακτίνας. Ή σύγκρισις τής φωτογραφικής μηχανής προς τόν ανθρώπινον όφθαλμόν μās παρέχει τήν δυνατότητα νά κατανοήσωμεν καλύτερα τόν τρόπον λειτουργίας του άνθρώπινου όφθαλμοϋ.

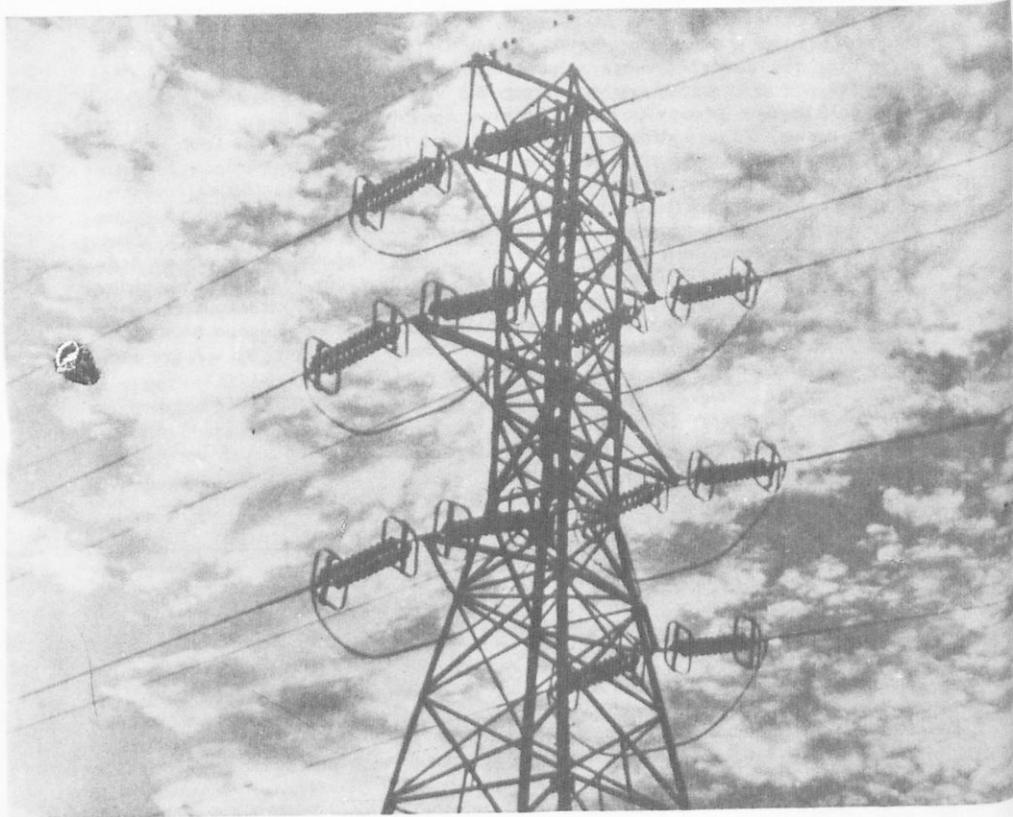
Ένω, ώς είδομεν εις τήν Ήκουστικήν, μεταβολή τής συχνότητος του ήχου συνεπάγεται μεταβολήν του ήψους αύτου, εις τήν Ήοπτικήν έμάδομεν ότι, μεταβολή τής συχνότητος του φωτός συνεπάγεται μεταβολήν του χρώματος αύτου. Αί ύπεριώδεις ακτίνες έχουν πολύ μικρόν μήκος κύματος, διά νά είναι όρατά, ένω, αι ύπερυθροί έχουν πολύ μεγάλον μήκος κύματος διά νά είναι όρατά.

Θά πρέπει νά έχετε κατανοήσει τό φαινόμενον τής αναλύσεως του λευκού φωτός υπό του πρίσματος, και νά είσθε εις θέσιν νά δικαιολογήσετε τήν ύπαρξιν άοράτων περιοχών επί του πλήρους φάσματος. Διά του φασματοσκοπίου, ώς είδομεν, δυνάμεθα νά προσδιορίσωμεν τά στοιχεΐα από τά όποΐα άποτελεΐται έν σώμα, από τό χρώμα του φωτός τό όποΐον έκπέμπουν όταν πυρακτωθοϋν.

Τώρα γνωρίζετε διατί μεταβάλλεται τό χρώμα διαφόρων άντικειμένων όταν ταϋτα φωτίζονται υπό έγγχρώμου φωτός. Ίσως διά πρώτην φοράν νά έμάθετε τήν αίτίαν του ούρανίου τόξου, τήν αίτίαν τής άχρωματοψίας, τήν φύσιν του πεπολωμένου φωτός και τας εφαρμογάς του. Ίσως νά έχετε και άλλας έρωτήσεις εις διάφορα θέματα, θά πρέπει όμως νά μελετήσητε έκτενέστερον τήν Ήοπτικήν εάν θέλετε νά κρίψετε φώς εις τά έρωτήματά σας.

ΥΠΟΜΟΝΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΑΤΑΧΡΑΣΗ
ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΟΓΟΥ

ΜΕΡΟΣ ΟΓΔΟΟΝ



ΑΡΧΑΙ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- 19.—Μαγνητισμός
- 20.—'Ηλεκτρικά φορτία
- 21.—'Ηλεκτρικά φορτία ἐν κινήσει
- 22.—'Ηλεκτρικά κυκλώματα

Θὰ μάθετε ὅτι :

- Δὲν γνωρίζομεν τὰ πάντα περὶ μαγνητισμοῦ
- Ὁ βόρειος πόλος τῆς γῆς εἶναι νότιος μαγνητικός πόλος
- Πολλὰ σώματα δύνανται νὰ φορτισθοῦν
- Τὰ ἠλεκτρικά φορτία δύνανται νὰ ἀποθηκευθοῦν
- Εἶναι δυνατόν νὰ προκύψῃ ἀπὸ χημικὴν ἐνέργειαν ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια
- Εἶναι δυνατόν νὰ προκύψῃ ἀπὸ ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν χημικὴ ἐνέργεια
- Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα προκαλεῖ μαγνητικά ἀποτελέσματα
- Ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις ἀγωγοῦ, ἐξαρτᾶται ἀπὸ διαφοροὺς παράγοντας
- Ἡ ἔντασις τοῦ διαρρέοντος ἔνα ἀγωγὸν ρεύματος διέπεται ὑπὸ ἀπλουστάτου νόμου
- Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ λαμπτήρος εἶναι μικρὸς

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Ἐκ πείρας εἶναι γνωστά πολλά ἐκ τῶν ἰδιοτήτων τῶν μαγνητῶν καθὼς καὶ αἱ διάφοροι ἐφαρμογαί, τὰς ὁποίας ἔχουν οἱ μαγνήται. Ἐν τούτοις πολὺ ὀλίγα δὲ σὰς εἶναι γνωστά διὰ τὴν φύσιν τοῦ μαγνητισμοῦ. Τὸ παρὸν κεφάλαιον ἐκδέτεται τὴν «μοντέρνα» θεωρίαν τοῦ μαγνητισμοῦ.

Ἐάν θελήσῃ τις νὰ ἀσχοληθῇ λεπτομερέστερον μὲ τὸ κεφάλαιον τοῦ γηίνου μαγνητισμοῦ, δὴ ἐκπλαγῆ, διαβάζων ὅτι, ἀκόμη καὶ σήμερον, οἱ ἐπιστήμονες δὲν εἶναι εἰς δέξιον νὰ ἐξηγήσουν πλήρως τὴν φυσικὴν ταύτην δύναμιν, δὴ διαπιστώσῃ δὲ ὅτι ἐλάχιστα εἶναι γνωστά περὶ «μαγνητικῶν καταγίδων». Ἀκριβῶς λόγῳ τοῦ ὅτι τὰ δέματα ταῦτα, ἐν πολλοῖς εἶναι ἀκόμη ἀγνωστα, ὡς π.χ. τῆς φύσεως τοῦ μαγνητισμοῦ, πολλοὶ νέοι παρεκινήθησαν νὰ ἀσχοληθοῦν μὲ τὴν ἐπιστήμην.

ΕΔΑΦΙΟΝ 55. Ἡ συμπεριφορά τῶν μαγνητῶν

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΠΟΛΟΙ. Οἱ φυσικοὶ μαγνήτες εἶναι τεμάχια ὠρισμένου ὄρυκτοῦ τοῦ σιδήρου, καλουμένου μαγνητίτου, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν φυσικὴν του κατάστασιν, εὐρίσκεται μαγνητισμένον. Ἐάν βυθίσωμεν ράβδον ἐκ μαγνητίτου εἰς σωρὸν ρινισμάτων σιδήρου, ὥστε αὕτη νὰ καλυφθῇ τελείως, καὶ ἀκολούθως ἀνασύρωμεν ταύτην ἐκ νέου, βλέπομεν ὅτι τὸ ρινίσματα τοῦ σιδήρου προσκολλῶνται ἐν ἀφθονίᾳ μόνον εἰς τὰς κατὰ τὰ ἄκρα τῆς ράβδου περιοχάς*. Οἱ σωροὶ οὗτοι τῶν ρινισμάτων ὑποδηλοῦν τὰ σημεῖα εἰς τὰ ὁποῖα αἱ μαγνητικαὶ δυνάμεις φαίνεται ὅτι εἶναι συγκεντρωμένα. Τὰ τμήματα τῶν διαφόρων μαγνητισμένων σωμάτων, τὰ ὁποῖα συγκεντρῶνουν τὰ ρινίσματα ὁσάκις βυθισθοῦν ἐντὸς σωροῦ ἐξ αὐτῶν, καλοῦνται **μαγνητικὸι πόλοι** τῶν σωμάτων τούτων.

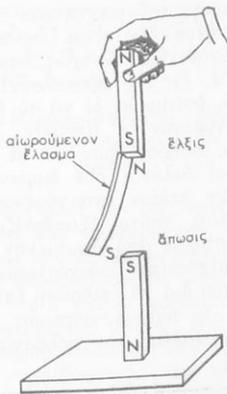
Σήμερον οἱ μαγνήται παρουσιάζονται κατὰ κανόνα ὑπὸ μορφὴν ράβδων ἢ πετάλων. Οἱ πλέον ἰσχυροὶ μαγνήται, ἂν καὶ ἔχουν τὰς αὐτὰς ἀκριβῶς ἰδιότητες

μὲ τοὺς ἐκ μαγνητίτου, εἶναι οἱ ἤλεκτρομαγνήται.

Ἐάν μαγνητισμένη ράβδος ἀναρτηθῇ ἐκ τοῦ μέσου τοῦ μήκους αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη λαμβάνει ἐντελῶς ὠρισμένον προσανατολισμόν, ὁ ὁποῖος συμπίπτει μὲ τὴν διεύθυνσιν ἐκ Βορρᾶ πρὸς Νότον. Ἡ διάταξις αὕτη καλεῖται κοινῶς **πυξίς**. Ὁ πόλος τοῦ μαγνήτου, ὁ ὁποῖος διεθύνεται πρὸς Βορρᾶν καλεῖται βόρειος πόλος καὶ σημειοῦται διεθνῶς διὰ τοῦ γράμματος N (North), ἐνῶ ὁ πόλος, ὁ ὁποῖος δεικνύει τὸν Νότον καλεῖται νότιος πόλος καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ γράμματος S (South).

ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΕΠΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚῶΝ ΠΟΛΩΝ. Ἐάν ὡς μαγνήτην χρησιμοποιήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην, ἐστριγμένην ἐπὶ ἀκίδος διὰ τοῦ κέντρου βάρους αὐτῆς, εἰς τρόπον ὥστε νὰ στρέφεται περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ εἰς τὸν νότιον πόλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης πλησιάζωμεν τὸν νότιον πόλον ἑτέρου μαγνήτου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ πόλος οὗτος ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον πόλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Τὸ αὐτὸ παρατη-

* Ἐνῶ ἐλάχιστα ρινίσματα προσκολλῶνται εἰς ἄλλα σημεῖα τῆς ράβδου.



Σχ. 55—1. 'Ομόνυμοι πόλοι άπωθοῦνται' έτερώνυμοι πόλοι έλκονται.

ροῦμεν εἴαν εἰς τὸν βόρειον πόλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης πλησιάσωμεν τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου. Ἐάν ὅμως εἰς τὸν νότιον πόλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης πλησιάσωμεν τὸ βόρειον τοῦ μαγνήτου, παρατηροῦμεν ἔλξιν, τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει εἴαν εἰς τὸν βόρειον πόλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης πλησιάσωμεν τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου. Παρατηροῦμεν ὅθεν ὅτι: **ὁμόνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦνται, ἐνῶ ἑτερόνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἔλκονται.** Ἡ πρότασις αὕτη εἶναι γνωστὴ καὶ ὡς ὁ νόμος τῆς μαγνητικῆς ἔλξεως καὶ ἀπόσεως. Παράδειγμα στηριζόμενον ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω προτάσεως ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 55—1.

ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΤΑΙΚΑ. Ὁ σίδηρος εἶναι τὸ πλέον γνωστὸν μαγνητιζόμενον μέταλλον. Ἐν τούτοις τόσο τὸ νικέλιον ὅσον καὶ τὸ κοβάλτιον ἀποτελοῦν ἐξ ἴσου ἰσχυροῦς, ὡς ὁ σίδηρος, μαγνήτας. Ὁ σίδηρος, τὸ νικέλιον καὶ τὸ κοβάλτιον ὡς ἐκ τούτου εἶναι γνωστὰ ὡς μαγνητικὰ σώματα. Τὰ μέταλλα ταῦτα σχηματίζουν ὠρισμένα κράματα, ὡς τὸ permalloy, τὰ ὁποῖα ἀπεδείχθη ὅτι ἀποτελοῦν ἰσχυροτάτους μαγνήτας. Ἀκόμη καὶ κράματα μὴ μαγνητικῶν μετάλλων ἀπεδείχθη ὅτι ἀποτελοῦν μαγνήτας. Σήμερον ἀντὶ γὰρ λυθος, πρὸς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν χρησιμοποιοῦν ἄλλα εἰδικὰ κράματα ὡς π. χ. τὸ Alnico ἀποτελούμενον ἐξ ἀρ-

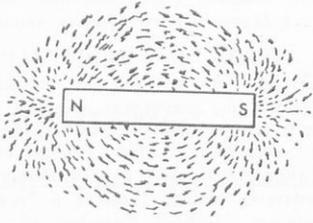
γιλίου, νικελίου καὶ κοβαλτίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐλκτικὴ ἱκανότης εἶναι τεραστία.

ΔΙΑ - ΠΑΡΑ - ΚΑΙ ΦΕΡΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. Ἄν καὶ διὰ τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς ὡς μαγνητικὰ σώματα θεωροῦνται μόνον ὁ σίδηρος, τὸ νικέλιον καὶ τὸ κοβάλτιον, ἐν τούτοις, ὅλα τὰ σώματα ἐπηρεάζονται ἀπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Πρῶτος ὁ Ἄγγλος ἐπιστήμων Michael Faraday τῷ 1845 παρετήρησε τὸ φαινόμενον τοῦτο, εἰπὼν ὅτι ἡ ἐπίδρασις εἰς τὰ ἔκτος τοῦ σιδήρου, νικελίου καὶ κοβαλτίου σώματα εἶναι ἐλαχίστη. Ἐπίσης παρετήρησεν ὅτι ὠρισμένα σώματα ὡς τὸ βισμούθιον καὶ τὸ ἀντιμόνιον ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν μαγνητῶν. Ἐάν μικρὰ ράβδος ἐκ τῶν σωμάτων αὐτῶν, τοποθετηθῆ ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει δὲ ἑλευθερίαν περιστροφῆς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη θὰ λάβῃ θέσιν κάθετον πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς.

Ὅλα τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἔλκονται ὑπὸ τῶν μαγνητῶν, εὐρισκόμενα δὲ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου τείνουσιν νὰ περιστραφοῦν, ὥστε νὰ γίνονιν παράλληλα πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς ὡς π.χ. ὁ σίδηρος, καλοῦνται **παραμαγνητικὰ** σώματα. Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν μαγνητῶν καὶ τείνουσιν νὰ λάβουσι θέσεις κάθετους πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς καλοῦνται **διαμαγνητικὰ** σώματα.

Μία μικρὰ ὁμάς σωμάτων συμπεριλαμβανομένων τοῦ σιδήρου, νικελίου, κοβαλτίου καὶ ὠρισμένων κραμάτων αὐτῶν, ἔλκονται ὑπὸ τῶν μαγνητῶν ἰσχυρότερον τῶν ἄλλων καὶ ὡς ἐκ τούτου καλοῦνται **φερρομαγνητικὰ** σώματα.

ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΚΑΙ ΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΙ. Τὸ σχῆμα 55-2 δεικνύει τίνι τρόπῳ, ρινίσματα σιδήρου διατάσσονται πᾶσι ἐνὸς μαγνήτου ἔχοντος τὴν μορφήν ράβδου. Ἡ διάταξις τῶν ρινισμάτων κατὰ τὸν ὑποδεικνυόμενον εἰς τὸ σχῆμα 55-2 σχηματισμὸν παρουσιάζει ὠρισμένας γραμμάς, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἢ δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.** Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ δεικνύουσιν εἰς ἕκαστον σημεῖον αὐτῶν τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Μὲ ἄλλους



Σχ. 55—2. Ρινίσματα δεικνύοντα τὰς μαγνητικές γραμμὰς εὐθέως μαγνήτου.

λόγους ἢ διευθύνσεις τῶν μαγνητικῶν δυνάμεων εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου συμπίπτει πρὸς τὴν ἐφαπτομένην τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς εἰς τὸ θεωρούμενον σημεῖον.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμὲς καταδεικνύονται ἐπίσης ἐὰν ἀντὶ ρινισμάτων σιδήρου χρησιμοποιοῦσμεν μικρὰς μαγνητικὰς βελόνας. Αἱ μαγνητικαὶ βελόναί τείνουσι νὰ λάβουν τὴν αὐτὴν κατεύθυνσιν μὲ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τὰς διερχομένας δι' αὐτῶν εἰς τρόπον ὥστε αἱ μαγνητικαὶ βελόναί νὰ καταδεικνύουν τὰς διευθύνσεις τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμὲς ἐξέρχονται πάντοτε εἰς τὸν ἐλεύθερον ἄντρον ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου μαγνήτου καὶ εἰσέρχονται ἀπὸ τοῦ νοτίου πόλου, δεχόμεθα δὲ ὅτι ἐντὸς τοῦ μαγνήτου συνεχίζονται ἐκ τοῦ νοτίου πρὸς τὸν βορείον. Ὡς ἐκ τούτου αἱ μαγνητικαὶ γραμμὲς εἶναι γραμμὲς πάντοτε κλεισταί.

Μαγνητικὴ γραμμὴ μεταξὺ δύο σημείων, ὀρίζεται, ἢ μεταξὺ τῶν δύο τούτων σημείων τροχιά, ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ ἐλευθέρως κινουμένου βορείου πόλου μαγνήτου. Εἰς τὸ σχῆμα 55-3 ἐμφαίνονται αἱ μεταξὺ ὁμοῦνῶν καὶ ἑτεροῦνῶν μαγνητικῶν πόλων μαγνητικαὶ γραμμὲς.

Ὁ χώρος ἐντὸς τοῦ ὁποίου δρῶν αἱ μαγνητικαὶ δυνάμεις, αἱ προσερχόμεναι ἐξ ἐνὸς μαγνήτου, καλεῖται μαγνητικὸν πεδῖον.



Σχ. 55—3. Μαγνητικαὶ γραμμὲς

Ἡ ἔκτασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐνὸς μαγνήτου δὲν εἶναι ὀριομένη. Τὸ πεδῖον ἐξασθενεῖ συνεχῶς, ὅσον ἀπομακρυνόμεθα, ἐκ τοῦ προκαλούντος τοῦτο μαγνήτου, δυνάμεθα δὲ νὰ τὸ θεωρήσωμεν ἔκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον. Τόσον τὰ ρινίσματα σιδήρου ὅσον καὶ αἱ εὐπαθεῖς μαγνητικαὶ βελόναί δὲν ἐμφανίζουσι τὸ μαγνητικὸν πεδῖον ἔκτεινόμενον ἐπ' ἄπειρον διότι τοῦτο ἐξασθενεῖσιν συνεχῶς καθίσταται ἀπὸ ὀριομένην ἀπόστασιν καὶ μετέπειτα ἀσθενέστερον τοῦ ἀπαιτούμενου διὰ τὴν ἐπιδράσιν ἐπὶ τῶν ρινισμάτων ἢ τῶν μαγνητικῶν βελόνων καὶ νὰ προκαλέσῃ τὸν προσανατολισμὸν αὐτῶν.

Αἱ μαγνητικαὶ βελόναί, εὐπαθέστερα ὄντα τῶν ρινισμάτων καταδεικνύουσι τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς εἰς μεγαλύτεραν ἔκτασιν.

Η ΦΥΣΙΣ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

Ἐὰν λάβωμεν μαγνήτην ὃ ὁποῖος ἔχει τὴν μορφήν ἐπιμήκους ῥάβδου, θραύσωμεν ταύτην εἰς τὸ μέσον καὶ ἀποχωρήσωμεν τὰ δύο τεμάχια, τότε δὲν ἀπομονοῦνται εἰς μόνον πόλους εἰς ἕκαστον τῶν τεμαχίων, ἀλλὰ τοὐναντίον, παρατηροῦμεν ὅτι ἕκαστον τῶν τεμαχίων, ἐμφανίζεται ὡς τέλειος μαγνήτης μὲ δύο ἑτεροῦνῶν πόλους. Ἐὰν θραύσωμεν ἕκαστον τῶν δύο τεμαχίων εἰς δύο μέρη, καὶ πάλιν ἕκαστον τῶν προκύπτόντων τεμαχίων εἶναι τέλειος μαγνήτης. Ἐὰν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐξακολουθῶμεν νὰ ὑποδιαιρῶμεν τὴν μαγνητικὴν ῥάβδον εἰς μικρότερα τεμάχια, πάντοτε εὐρίσκωμεν ὅτι ἕκαστον τῶν προκύπτόντων τεμαχίων ἀποτελεῖ τέλειον μαγνήτην. Ὁὔτε ὅταν διὰ τῆς μαγνητικῆς ταύτης ὑποδιαίρεσεως φθάσωμεν εἰς τὸ μῶριον αὐτῆς, θὰ εἶναι καὶ τοῦτο, βάσει τῶν ἀνωτέρω, τέλειος μαγνήτης.

Ὅταν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου τίθεται πλησίον πόλου μαγνήτου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ σίδηρος καθίσταται μαγνήτης καὶ δύναται νὰ ἔλκῃ ἄλλα μικρὰ τεμάχια σιδήρου. Ἐὰν ὅσον ὁ μαλακὸς σίδηρος δὲν μαγνητίζεται ἐξ ἐπαφῆς, ἀλλὰ διὰ προσεγγίσεως αὐτοῦ πρὸς μαγνήτην λέγομεν ὅτι μαγνητίζεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἢ ἐξ ἐπιδράσεως. Ἐὰν ἀπομακρυνώμεν τὸν μαγνήτην, ὁ σίδηρος

οὔντες ὅμως σιδηροῦν φύλλον ἀντί χαλκίνου θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὰ ρινίσματα δὲν κινοῦνται καθόλου ἢ κινοῦνται ἐλάχιστα. Τὸ φύλλον σιδήρου δοῦν, κατὰ συνέπειαν ὡς μαγνητικὸς θωράξ. Ὅμοίως δοῦν καὶ τὸ νικέλιον. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν συχνάκις αἱ θήραι τῶν ὠρολογίων κατασκευάζεται ἐκ νικελίου ὥστε νὰ προστατεύεται ὁ μηχανισμὸς αὐτοῦ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτοῦ ἰσχυρῶν μαγνητικῶν πεδίων.

Ὡς μαγνητικαὶ ἀσπίδες δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν μὴ μαγνητικὰ σώματα ὡς ξύλον, ὕαλος, χάρτης, χαλκὸς ἢ ἀργίλιον ἀλλὰ μόνον μαγνητικὰ σώματα.

Ἡ θωράκις τῶν διαφόρων τιμημάτων δέκτου ραδιοφώνου εἶναι τελείως διάφορον θέμα τῆς μαγνητικῆς θωρακίσεως. Ἡ θωράκις τῶν ἠλεκτρονικῶν λυχνιῶν γίνεται ἔναντι τῶν παρασίτων ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων καὶ ὅχι ἔναντι τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μαγνήτου.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μαγνητικοὶ πόλοι
Μαγνητικὴ ἔλξις καὶ ἀπωσις;
Διαμαγνητισμὸς
Παραμαγνητισμὸς
Φερρομαγνητισμὸς
Μαγνητικὰ γραμμὰ
Μαγνητικὸν πεδῖον
Μαγνήτις ἐξ ἐπαγωγῆς
Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ
Μαγνητικὸς κόρος
Μαγνητικὴ θωράκις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί εἶναι οἱ πόλοι ἑνὸς μαγνήτου;
2. Ποῖος ὁ νόμος τῆς μαγνητικῆς ἔλξεως καὶ ἀπωσεως;
3. Τί καλοῦνται μαγνητικὰ γραμμὰ;
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες μαγνητικὸν πεδῖον;
5. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ παραμαγνητικῶν καὶ διαμαγνητικῶν σωμάτων;
6. Ποία σώματα καλοῦνται φερρομαγνητικά;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες «μαγνητικὴ ἐπαγωγή»;
8. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ μαγνητικὴ ἐπαγωγή;

9. Πῶς δύναται εἰς χαλύβδινος μαγνήτης νὰ ἀπομαγνητισθῇ;
10. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ ἀπομαγνήτις αὐτή;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατὴ ἡ μαγνήτις χαλύβδινῆς ράβδου, ὥστε νὰ παρουσιάζεται καὶ εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς βόρειος πόλος;
2. Εἶναι δυνατόν δύο μαγνήται, ὁ εἰς πλησίον τοῦ ἄλλου μὲ ἑτερονόμους πόλους, νὰ ἔλξουν περισσότερα ρινίσματα ἀπὸ ἐκεῖνα τὰ ὅποια θὰ εἴλοντο ἕκαστος τῶν μαγνητῶν; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
3. Συγκρίνατε τὸ σχηματιζόμενον μαγνητικὸν πεδῖον ὑπὸ δύο ὁμοίως μαγνητῶν, τοῦ ἐνὸς παραπλευρῶς τοῦ ἄλλου μὲ τοὺς ὁμωνύμους πόλους μαζί, πρὸς τὸ μαγνητικὸν πεδῖον ἐκάστου μαγνήτου.
4. Ἐὰν εἰς χαλύβδινος μαγνήτης πέσῃ ἐπὶ τοῦ πατώματος θὰ εἶναι τόσον ἰσχυρῶς μαγνητισμένος ὅσον καὶ πρότερον; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
5. Εἶναι δυνατόν νὰ προστατευθῇ ὁ μηχανισμὸς ὠρολογίου ἐξ ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐὰν οὗτος τοποθετηθῇ ἐντὸς θήκης ἐξ ἀργίλιου; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
6. Διὰ τί μαγνήτης δὲν ἔλκει τὸ νικέλιον;
7. Εἶναι δυνατόν σιδηροῦν ἀντικείμενον νὰ παραμείνῃ εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνητικοῦ πεδίου προκαλουμένου ὑπὸ μαγνήτου τοποθετουμένου ἄνωθεν αὐτοῦ; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
8. Ἀναφέρατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον θὰ ἐξετάσῃτε τεμάχιον σιδήρου προκειμένου νὰ διαπιστώσῃτε ἐὰν τοῦτο εἶναι μαγνητισμένον.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο ΜΑΓΝΗΤΗΣ. Ἐνας πεταλοειδῆς μαγνήτης εὐρίσκεται εὐκόλως εἰς τυχρὸν κατάστημα φιλικῶν. Ὁ μαγνήτης αὐτὸς ἢ οἰοσδήποτε ἄλλος μαγνήτης δυνατόν νὰ ἐξυπηρετήσῃ εἰς σειρὰν ὀλοκληρῶν ἐνδιαφερόντων πειραμάτων. Ρινίσματα σιδήρου εἶναι δυνατόν νὰ ἀνευ-

ρεθούν εύκολως. Εάν δέν έχετε δύνασθε νά άποκτήσετε μέ τήν βοήθειαν λίμας. Έχοντες ρινίσματα και μαγνήτην δύνασθε νά έκτελέσητε όλα τά πειράματα τά έκτεθέντα εις τό παρόν έδάφιον.

Εάν βυθίσετε τόν μαγνήτην εις τόν σωρόν τών ρινισμάτων και άκολουθήσθε τόν άνασύρετε θά παρατηρήσετε τούς σωρούς τών ρινισμάτων προσκεκολλημένους εις τούς πόλους τού μαγνήτου.

Εξ άλλου δύνασθε νά αισθητοποιήσετε τάς μαγνητικάς γραμμιάς κατά τόν άκόλουθον τρόπον: Τοποθετήσατε επί τού μαγνήτου τεμάχιον σκληρού χαρτονίου και διασκορπίσατε επί τούτου τά ρινίσματα τού σιδήρου. Εάν άναταράξετε όλίγον τά ρινίσματα, δι' έλαφρών κτυπημάτων διά τού δακτύλου επί τού χαρτονίου, θά παρατηρήσετε ότι τά ρινίσματα διατάσσονται κατά τάς μαγνητικάς γραμμιάς τού πεδίου.

Μαγνητίσατε εξ ύπαγωγής έν καρφίον και παρατηρήσατε εάν τούτο διατηρή τόν μαγνητισμόν του, όταν τό άπομακρύνετε εκ τού μαγνητικού πεδίου τού μαγνήτου. Εάν λάβετε τό έλατήριο ένός ώρολογίου θά έχετε έν τεμάχιον χάλυθος διά τά πειράματά σας. Κτυπώντες τούτο επί τού μαγνήτου δύνασθε νά επιτύχετε τόν μαγνητισμόν αυτού. Βεβαιώητε περί αυτού χρησιμοποιώντας τά ρινίσματα τού σιδήρου. Άκολουθήσθε θραύσατε τό έλατήριο εις τά δύο και έλέγξατε εάν και τά δύο τεμάχια άποτελούν τελείους μαγνήτας. Λάβετε τό έν τεμάχιον και τή βοηθεία σφύρας εξετάσατε κατά πόσον τό τεμάχιον τούτο άπώλεσε μέρος τού μαγνητισμού του. Θερμάνατε τό έτερον τεμάχιον τού έλατηρίου μέχρις ότου τούτο έρυθροπυρακωθή και κατόπιν αφήσατέ τό νά ψυχθή μακράν όμως μαγνητών.

Νά είσθε βέβαιοι ότι άφού ψυχθή θά έλιξη άπομαγνητισθή πλήρως.

Εάν έχετε μίαν μαγνητικήν βελόνην δύνασθε νά εξακριβώσητε άμέσως τήν ίσχυν τού νόμου τής έλξεως και άπώσεως. Μαγνητίζοντες έν έλατήριο ώρολογίου και τοποθετούντες τούτο επί επιπέδου φελλού δύνασθε νά άποκτήσετε πυξίδα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Δύο μαγνητικοί πόλοι έλκονται ή άπωθούνται μέ δύναμιν ή όποία μεταβάλλεται άντιστρόφως άναλόγως τού τετραγώνου τής άποστάσεως τών δύο πόλων. Εάν δύο μαγνητικοί πόλοι εύρίσκονται εις άπόστασιν μεταξύ των 10cm εις τόν άέρα έλκονται δε υπό δύνάμει 4 gr*, ποία ή μεταξύ αυτών δύναμις έλξεως όταν εύρίσκονται εις άπόστασιν 20 cm;
2. Εάν δύο βόρειοι πόλοι άπωθούνται μεταξύ των μέ δύναμιν 1,8 gr* ευρισκόμενοι εις άπόστασιν 3 cm, ποία θά είναι ή δύναμις άπώσεως όταν ευρίσκονται εις άπόστασιν 9 cm;

B

3. Δύο βόρειοι πόλοι άπωθούνται μεταξύ των υπό δύνάμει 4 gr* όταν ευρίσκονται εις άπόστασιν 1,5cm. Ποία πρέπει νά είναι ή μεταξύ των άπόστασις, ώστε νά άπωθούνται υπό δύνάμει 9 gr*;
4. Είς νότιος και εις βόρειος πόλος έλκονται υπό δύνάμει 0,9 gr* όταν ευρίσκονται εις άπόστασιν 2 cm. Είς ποίαν άπόστασιν πρέπει νά εύρίσκειται ό εις από τόν άλλον, ώστε ή μεταξύ αυτών δύναμις έλξεως νά ίσοϋται πρός 0,4 gr*;

ΕΔΑΦΙΟΝ 56. Ο γήινος μαγνητισμός.

Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΠΤΕΙΣ. Η προέλευσις τής μαγνητικής πυξίδος καλύπτεται υπό μυστηρίου. Μία παλαιά κινεζική εγκυκλοπαίδεια άναφέρει ότι ύπήρχον πυξίδες πλοίων από τόν τρίτον ή τέταρτον αιώνα π.χ. αί όποίαι έδεικνον τήν κατεύθυνσιν πρός Νότον. Είς τήν Ευρώπην ή πρώτη μιν έπέδειξε περί γνησίων ηθολογήθη από τό Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

πυξίδων έγένετο εις τόν δωδέκατον αιώνα μ.Χ. Ο Χριστόφορος Κολόμβος εις τό περίφημον ταξίδι του είχε μαγνητικήν πυξίδα.

ΤΟ ΓΗΙΝΟΝ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ. Η γή συμπεριφέρεται ως έν αυτή ήτο εις πλώριος μαγνήτης. Η πυ-



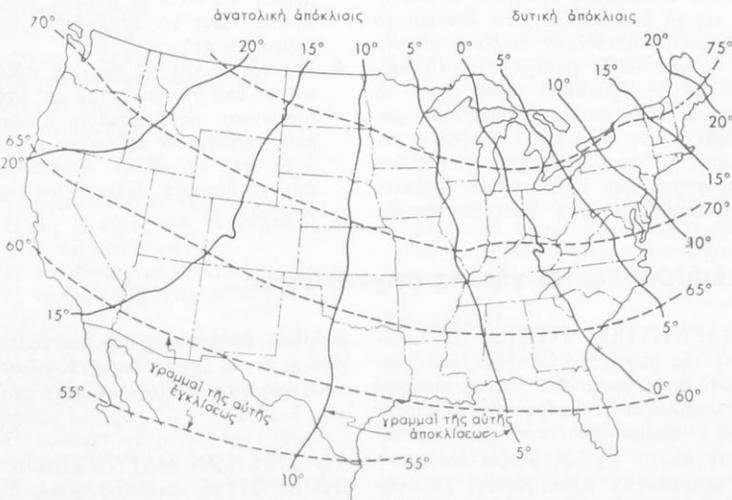
Σχ. 56—1. 'Η γή δρᾶ ὡς εἰς πελώριος μαγνήτης.

Ξίς ἢ μία μαγνητικὴ θελόνη προσανατολίξεται τοιοιτοτρόπως ὥστε νὰ δεικνύη τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου. Μία σιδηρᾶ ράβδος δύναται λίαν συντόμως νὰ μαγνητωθῆ, ἐὰν προσανατολισθῆ εἰς τὴν κατεύθυνσιν βορρᾶς-νότος δι'

ἐλαφρῶν κτυπημάτων τῇ βοηθείᾳ σφύρας. Διὰ τῶν κτυπημάτων γίνεται εὐχερέστερος ὁ προσανατολισμὸς τῶν μοριακῶν μαγνητῶν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου. Οἱ σιδηροὶ στύλοι εἶναι κατὰ κανόνα μαγνητισμένοι, ἐφ' ὅσον εὐρίσκονται εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἐπὶ μακρὸν χρονικὸν διάστημα, καὶ μάλιστα εἰς μὲν τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τὸ ἄνω ἄκρον αὐτῶν ἔλκει τὸν βόρειον πόλον μαγνήτου ἐνῶ τὸ κάτω ἄκρον τὸν νότιον πόλον. Τὰ ἀντίθετα συμβαίνουν εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον. Ἡ μαγνήτισις τῶν σιδηρῶν στύλων εἶναι ἐν χαρακτηριστικὸν παράδειγμα μαγνήτισεως ἐξ ἐπαγωγῆς ὀφειλόμενον εἰς τὸ γήϊνον μαγνητικὸν πεδίου.

Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΠΟΛΙΚΟΤΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ. Ἐὰν εἰς εὐθέως μαγνήτης ἐτοποθετεῖτο ἐντὸς σφαιρας, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 56 - 1, τὸ μαγνητικὸν πεδίου αὐτοῦ θὰ παρίστα με ἀρκετὴν ἀκριβείαν τὸ γήϊνον μαγνητικὸν πεδίου. Ὁ νότιος μαγνητικὸς πόλος τῆς γῆς εὐρίσκεται εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ βορείου γεωγραφικοῦ πόλου ἐνῶ ὁ βόρειος μαγνητικὸς πόλος τῆς γῆς εἶναι πλησίον τοῦ νοτίου γεωγραφικοῦ πόλου.

Βεβαίως τὸ σχῆμα 56 - 1 εἶναι φαν-



Σχ. 56—2. Μαγνητικὰς γίσεις τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς.

ταστικών διότι δὲν γνωρίζομεν ἂν ὑπάρχη παρόμοιος μαγνήτης ἐντὸς τῆς γῆς. Τὸ αἴτιον τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ δὲν εἶναι ἀκόμη τελείως γνωστὸν, πιθανὸν δὲ νὰ ὀφείλεται εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὁποῖον νὰ διαρρέη τὴν γῆν ἔσωτερικῶς. Ὁ νότιος μαγνητικὸς πόλος τῆς γῆς εὐρίσκεται περίπου εἰς ἀπόστασιν 1600 km ἐκ τοῦ γεωγραφικοῦ πόλου αὐτῆς.

ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΙΣ ΚΑΙ ΕΓΚΛΙΣΙΣ. Εἰς ἐλάχιστα μέρη τῆς γῆς ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ δεικνύει ἀκριβῶς τὴν κατεύθυνσιν «βορρᾶς-νότος». Εἰς τὰ περισσότερα μέρη ἡ κατεύθυνσις τῆς μαγνητικῆς βελὸνῆς διαφέρει αἰσθητῶς τῆς γεωγραφικῆς κατεύθυνσεως «βορρᾶς-νότος».

Εἰς τὸν χάρτην τοῦ σχήματος 56-2 ὑπάρχει μία ἐντόνωσ ἠμειομένη γραμμὴ θεωρούμενη ὡς 0° . Ἐπὶ οἰουδήποτε σημείου τῆς γῆς, διὰ τὸ τοῦ ὁποίου διέρχεται ἡ ἀνωτέρω γραμμὴ, ἡ κατεύθυνσις τῆς μαγνητικῆς βελὸνῆς συμπίπτει μὲ τὴν γεωγραφικὴν κατεύθυνσιν βορρᾶς-νότος. Ἡ γραμμὴ αὕτη καλεῖται γραμμὴ μηδενικῆς ἀποκλίσεως εως. Δεξιὰ τῆς γραμμῆς ταύτης ὑπάρχει μία ἄλλη χαρακτηριζομένη ὡς 5° . Εἰς οἰουδήποτε σημείου τῆς γῆς, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται ἡ ἀνωτέρω γραμμὴ, ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ δεικνύει 5° δυτικῶς τὸν βορρᾶ. Ἡ ἀπόκλισις εἶναι ὅθεν 5° δυτικῶς. Τὴν αὐτὴν ἔνοιαν ἔχουν καὶ αἱ ὑπόλοιποι ἰσόπαχοι γραμμαί. Ἡ διεδροσ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει ὁ γεωγραφικὸς μεσημβρινὸς μετὰ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καλεῖται Μαγνητικὴ Ἀπόκλισις.

Ἐὰν μία χαλυβδίνῃ βελὸνῃ ἐξισορροπηθῇ εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ἀκολουθῶς δὲ μαγνητισθῇ τότε τὸ ἐν ἄκρον ταύτης χαμηλώνει. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρουσιάζεται παντοῦ ἐκτὸς τῶν σημείων τῆς γῆς τὰ ὁποῖα κείνται ἐπὶ μῆς γραμμῆς καλουμένης μαγνητικὸς ἰσημερινός. Ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ ἰσημερινοῦ ἡ βελὸνῃ παραμένει ὀριζόντιος καὶ μετὰ τὴν μαγνήτισίν της. Ὁ μαγνητικὸς ἰσημερινὸς παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 56-1 διὰ τῆς διακεκομμένης γραμμῆς τῆς διερχομένης διὰ τοῦ μέσου

τοῦ φανταστικοῦ μαγνήτου. Ὡς φαίνεται οὗτος δὲν συμπίπτει μὲ τὸν γεωγραφικὸν ἰσημερινὸν τὸ δὲ σχῆμα του εἶναι μᾶλλον ἀκανόνιστον.

Εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελὸνῆς εὐρίσκεται κάτω τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ὅσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν βόρειον γεωγραφικὸν πόλον τόσον ἡ γωνία μεταξὺ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς μαγνητικῆς βελὸνῆς αὐξάνει. Ἡ γωνία τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ διεύθυνσις τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου, δεικνυομένου ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελὸνῆς, μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καλεῖται μαγνητικὴ ἐγκλισις. Αἱ μαγνητικαὶ ἐγκλίσεις ἐμφαίνονται διὰ διακεκομμένων γραμμῶν εἰς τὸ σχῆμα 56-2. Εἰς τὸν νότιον μαγνητικὸν πόλον ἡ μαγνητικὴ ἐγκλισις ἰσοῦται πρὸς 90° .

Τὸ γήινον μαγνητικὸν πεδίων δὲν παραμένει σταθερὸν ἀλλὰ μεταβάλλεται μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου. Ἡ μεταβολὴ αὕτη εἶναι βραδεῖα μὲν, ἀλλὰ καθίσταται ἀναγκαία ἢ ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν

Σχ. 56-3. Ἀεροπλάνον σὺρον μαγνητόμετρον καθιστᾷ ταχεῖαν μίαν καταμέτρησην τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου. Τὸ Μαγνητόμετρον, ἂν καὶ κατεσκευάσθῃ διὰ τὴν ἐντόπισιν ὑποβρυχίων, χρησιμοποιεῖται ἐδῶ διὰ τὴν «καταμέτρησιν» τῶν ὑδατῶν ποσοτήτων πετρελαίου.



καταμέτρησης αὐτοῦ καὶ ἡ σύνταξις νέων χαρτῶν, εἰς τοὺς ὁποίους νὰ ἐμφαίνωνται αἱ νέαι τιμαὶ τόσον τῆς μαγνητικῆς ἀποκλίσεως ὅσον καὶ τῆς μαγνητικῆς ἐγκλίσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Μαγνητικὴ βελόνη

Γήϊνον μαγνητικὸν πεδῖον

Μαγνητικὴ πολικότης τῆς γῆς

Μαγνητικὴ ἀπόκλισις καὶ μαγνητικὴ ἔγκλισις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί μαγνητικὴ βελόνη εὐρισκομένη ἐν Εὐρώπῃ δεικνύει κατὰ προσέγγισιν πρὸς βορρᾶν;
2. Διατί ἡ μαγνητικὴ βελόνη δὲν δεικνύει πρὸς βορρᾶν πάντοτε;
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀπόκλισιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης;
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἔγκλισιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης;
5. Τί εἶναι ὁ μαγνητικὸς ἰσημερινός;
6. Πῶς δοῦν ἡ μαγνητικὴ βελόνη εἰς τὸν νότιον μαγνητικὸν πόλον τῆς γῆς;
7. Πῶς δύναται ἐν τεμάχιον σιδήρου νὰ μαγνητισθῇ ὑπὸ τοῦ γῆϊνου μαγνητικοῦ πεδίου;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε ὀρισμένας διαφορὰς μεταξὺ τῆς δυνάμεως τῆς ὀφειλομένης εἰς τὸ γῆϊνον μαγνητικὸν πεδῖον καὶ τῆς γῆϊνης δυνάμεως ἑλξεως.
2. Ἐὰν σιδηρὰ ράβδος τοποθετημένη εἰς τὴν κατεύθυνσιν «ἀνατολῆ - δύσις» κτυπᾶται ὑπὸ σφύρας θὰ μαγνητισθῇ; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
3. Δύναται ἐξερευνητῆς, μὲ τὴν βοήθειαν μόνον μαγνητικῆς πυξίδος, νὰ προσδιορίσῃ τὰς ὁρθὰς κατευθύνσεις ὅταν εὐρίσκειται πλησίον τοῦ βορείου μαγνητικοῦ πόλου τῆς γῆς; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
4. Πρὸς ποίαν διεύθυνσιν δεικνύει ὁ βόρειος πόλος μαγνητικῆς βελόνης εἰς τὸν βόρειον μαγνητικὸν πόλον τῆς γῆς;

5. Διατί εἰς τὴν Εὐρώπῃν τὰ ἄνω ἄκρα ὄλων τῶν ἐγκατεστημένων σιδηρῶν στύλων συμπεριφέρονται ὡς νότιοι πόλοι;
6. Ποία ἡ πολικότης τῶν ἄνω ἄκρων σιδηρῶν στύλων ἐγκατεστημένων ἐν Αὐστραλίᾳ;
7. Μία μαγνητικὴ βελόνη ἐπιπλέει ἐντὸς ὕδατος. Θὰ στραφῇ αὕτη πρὸς βορρᾶν;
8. Προσδιορίσατε τὰς μαγνητικὰς γραμμάς τοῦ γῆϊνου μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ δωμάτιόν σας.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ. Δι' ἐνὸς ἀπλοῦ τρόπου δύνασθε διὰ τοῦ γῆϊνου μαγνητισμοῦ νὰ μαγνητίσετε μίαν σιδηρᾶν ράβδον ἢ ἓνα σιδηροῦν σωλῆνα.

Λάβετε ἓνα σφυρίον καὶ ἓνα σιδηροῦν σωλῆνα μήκους περίπου 1 m. Ἐξετάσατε τὸν σωλῆνα μὲ μίαν μαγνητικὴν βελόνην διὰ νὰ θεβαιωθῆτε ἐὰν εἶναι μαγνητισμένος. Ἐὰν καὶ τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ ἔλκων καὶ τοὺς δύο πόλους τῆς βελόνης τότε ὁ σωλῆν δὲν εἶναι μαγνητισμένος. Πρὸς τὸ παρὸν ἂς θεωρήσωμεν ὅτι δὲν εἶναι μαγνητισμένος.

Κατ' ἀρχὰς προσδιορίσατε τὴν μαγνητικὴν ἀπόκλισιν καὶ ἔγκλισιν τοῦ τόπου εἰς τὸν ὁποῖον κατοικεῖτε καὶ ἀκολούθως κρατήσατε τὸν σωλῆνα ὀριζόντιον μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὸν μαγνητικὸν πόλον S. Περιστρέψατε αὐτὸν ἐντὸς τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου οὕτως ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἡ γωνία μαγνητικῆς ἐγκλίσεως τοῦ τόπου σας. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν, ἐπιφέρατε διὰ τοῦ σφυρίου μερικὰ ἰσχυρὰ κτυπήματα εἰς τὸν σωλῆνα καὶ ἐπανεξετάσατε αὐτὸν μὲ τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Θὰ παρατηρήσατε ὅτι τώρα εἶναι μαγνητισμένος.

Κρατήσατε καὶ πάλιν τὸν σωλῆνα εἰς τὴν προηγουμένην θέσιν ἀλλὰ μὲ τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἀνεστραμμένα. Ἐπιφέροντες ἐπ' αὐτοῦ κτυπήματα ἐπιτυγχάνετε κατ' ἀρχὰς τὴν ἀπομαγνήτισιν αὐτοῦ καὶ ἐν συνεχείᾳ τὴν μαγνήτισιν αὐτοῦ κατὰ τὴν ἀντίθετον ἔννοιαν. Δύνασθε νὰ ἀπομαγνήτιστε τὸν σωλῆνα κρατοῦντες

αὐτὸν καθέτως πρὸς τὸ γήϊνον μαγνητικὸν πεδίον.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Μαγνήτης ἐκ κράματος Alnico τοποθετούμενος ἐπὶ ἐτέρου μαγνήτου ἐντελῶς ὁμοίου μὲ αὐτὸν ἰσορροπεῖ εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων ἑκατοστῶν ἄνωθεν τοῦ δευτέρου. Ἐὰν τὸ βάρος ἐκάστου μαγνήτου εἶναι 15 gr* ποία ἡ δύναμις ἀπωθήσεως;
2. Ἐὰν εἰς ἓκ τῶν μαγνητῶν τοῦ προβλήματος 1 ἀναστραφῇ ἡ δύναμις ἔλ-

ξεως προκαλεῖ τὴν προσκόλλησιν τοῦ ἐνὸς ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Εἶναι ἡ δύναμις αὕτη μικροτέρα, ἴση ἢ μεγαλύτερα τῶν 15 gr*.

B

- 3 Ἡ δύναμις μεταξύ δύο μαγνητικῶν πόλων εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μαγνητικῆς ἐντάσεως τῶν πόλων. Ἐὰν ἡ μαγνητικὴ ἔντασις τῶν δύο πόλων διπλασιασθῇ ἐνῶ ταυτοχρόνως ἡ μεταξύ των ἀπόστασις ἐλαττωθῇ εἰς τὸ ἕμισον ποία ἡ μεταξύ των νέα δύναμις ἔλξεως;

σμένην, θά παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ ράβδοι αὐταὶ ἀπωθοῦνται ἀμοιβαίως. Ἐάν ἀντιθέτως εἰς τὴν ἀρνητικῶς φορτισμένην ἀνηρημένην ράβδον ἐξ ἑθονίτου πλησιάσωμεν μίαν θετικῶς φορτισμένην ὑαλίνην ράβδον θά παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ δύο ράβδοι ἔλκονται. Ἐκ τοῦ πειράματος συνάγομεν ὅτι ὁμώνυμα ηλεκτρικὰ φορτία ἀπωθοῦνται, ἐνῶ ἑτερόνυμα ηλεκτρικὰ φορτία ἔλκονται. Ἡ ἀνωτέρω πρότασις καλεῖται ὁ νόμος τῆς ηλεκτρικῆς ἑλξεως καὶ ἀπόσεως. Συγκρίνατε τὸν ἀνωτέρω νόμον μετὸν νόμον τῆς μαγνητικῆς ἑλξεως καὶ ἀπόσεως.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ. Ὁ περιβάλλον ἐν ηλεκτρικῶς φορτισμένον σῶμα χωρὸς καλεῖται *ηλεκτρικὸν πεδίου*. Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὸ ηλεκτρικὸν πεδίου ὡς ἀποτελούμενον ἀπὸ γραμμῶν ἐμφανιούσας τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου. Ἐπειδὴ διακρίνομεν δύο εἶδη φορτίων ηλεκτρισμοῦ, θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, καθιερώθη κατόπιν γενικῆς συμφωνίας, πρὸς ἀποφυγὴν ἀπορροιστίας, νὰ καθορίζεται ἡ διεύθυνσις τοῦ πεδίου, ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ θετικοῦ φορτίου. Οὕτω, καλοῦμεν *διεύθυνσιν* τοῦ πεδίου, τὴν διεύθυνσιν κατὰ τὴν ὁποίαν θά ἔτεινε νὰ κινηθῇ θετικὸν καὶ ἐλεύθερον φορτίον τιθέμενον εἰς τὴν θέσιν αὐτήν. Τὸ σχῆμα 57-2 δεικνύει τὴν μορφήν τοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου τοῦ σχηματιζομένου μεταξὺ ὁμωνύμων καὶ ἑτερονύμων ηλεκτρικῶν φορτίων.

μων καὶ ἑτερονύμων ηλεκτρικῶν φορτίων.
Συγκρίνατε τὴν μορφήν τῶν πεδίων μετὴν ἀντίστοιχον τῶν μαγνητικῶν πόλων.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ. Εἶδομεν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ὑαλίνης ράβδου ἐπὶ μεταξωτοῦ ὑφάσματος εἶναι δυνατόν αὕτη νὰ ηλεκτρισθῇ. Ἐάν προσπαθῶμεν, κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, νὰ ηλεκτρίσωμεν θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς μεταλλίνην ράβδον παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο εἶναι ἀδύνατον. Ἐάν ὅμως κρατήσωμεν τὴν μεταλλίνην ράβδον μετὰ ἐλαστικὰ χειρόκτια παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη ηλεκτρίζεται. Ὅταν λοιπὸν ἡ μεταλλίνη ράβδος δὲν μονωθῇ μέσῳ τοῦ ἐλαστικοῦ, τὰ ηλεκτρικὰ φορτία τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῆς τριβῆς διοχετεύονται μέσῳ τῆς χειρὸς εἰς τὸ σῶμα, τοῦ κρατοῦντος τὴν ράβδον, ατόμου.

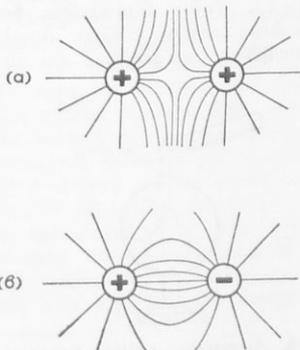
Τὰ μέταλλα εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ, ἐνῶ τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, ἡ ὕαλος, ἡ πορσελάνη κ.α. εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ ἢ μονωτικά. Τὰ μονωτικὰ ὕλικά χρησιμοποιῶνται εὐρύτατα εἰς τὴν παρεμπόδισιν τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεῖματος νὰ ἐκφύγῃ ἀπὸ τοὺς ἀγωγούς. Οἱ κυριώτεροι καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ καὶ τὰ κυριώτερα μονωτικὰ ὕλικά δίδονται ὑπὸ τοῦ κατωτέρω πίνακος.

Καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ

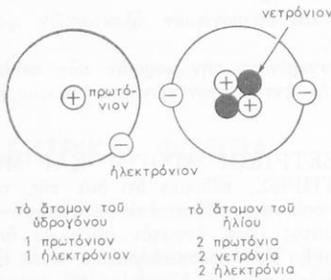
- Ὅλα τὰ μέταλλα
- Ἀνθραξ
- Διαλύματα ὀξέων καὶ ἀλάτων ἐντὸς τοῦ ὕδατος
- Ἀέρια ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν

Μονωτικὰ ὕλικά

- Ἀέρια ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν
- Πλαστικὰ σῶματα
- Κεραμικὰ προϊόντα
- Ὕαλος
- Μίκα
- Πορσελάνη
- Ἐλαστικὸν κόμμι
- Ἐθιστον
- Ἀπεσταγμένον ὕδωρ
- Κηρὸς καὶ ἔλαια



Σχ. 57—2. Ἡλεκτρικαὶ γραμμαὶ πεδίου. α) Δύο ὁμώνυμα φορτία, β) Δύο ἑτερόνυμα φορτία



Σχ. 57—3.

Η ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ. Συμφώνως τῇ ηλεκτρονικῇ θεωρίᾳ ἕκαστον ἄτομον ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ θετικῶς φορτισμένου πυρῆνος, ὁ ὁποῖος περιβάλλεται ὑπὸ τῶν ἀρνητικῶς φορτισμένων ἠλεκτρονίων. Ἐκ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτρονίου εἶναι τὸ στοιχειώδες ηλεκτρικὸν φορτίον. Ὁ πυρῆν ἀποτελεῖται ἀπὸ πρωτόνια καὶ νετρόνια. Ἐκαστον πρωτόνιον ἔχει ποσότητα θετικοῦ φορτίου ἴσην πρὸς τὴν τοῦ ἠλεκτρονίου ἐνῶ τὰ νετρόνια εἶναι ηλεκτρικῶς οὐδέτερα.

Τὸ φορτίον τοῦ πυρῆνος εἶναι ἴσον καὶ ἀντίθετον τοῦ φορτίου τῶν ἠλεκτρονίων, οὕτω δὲ τὸ ἄτομον ἐμφανίζεται εἰς τὸν ἔξω κόσμον ὡς ηλεκτρικῶς οὐδέτερον, διότι τὰ ἀρνητικὰ στοιχειώδη φορτία τῶν ἠλεκτρονίων ἐξουδετερῶνουν ἀκριβῶς τὰ θετικὰ φορτία τοῦ πυρῆνος. Τὸ σχῆμα 57-3 παριστᾷ τὴν δομὴν τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων ὕδρογόνου καὶ ἡλίου.

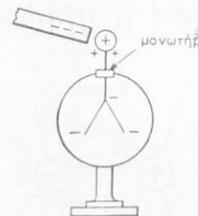
Βάσει τῶν ἀνωτέρω δεδομένων ἐξηγοῦμεν σήμερον τὴν θετικὴν ἢ ἀρνητικὴν φόρτισιν τῶν σωμάτων ὡς ἑξῆς: Σωμά τι θεωρεῖται θετικῶς ηλεκτρισμένον, ὅταν ἀπὸ τὰ ἄτομα αὐτοῦ ἔχουν ἀφαιρηθῆ ἠλεκτρόνια, ἢτοι ἔχει ἔλλειμμα ἠλεκτρονίων, ἐνῶ ἐμφανίζεται ὡς ἀρνητικῶς ηλεκτρισμένον ὅταν εἰς αὐτὸ ἔχουν προσεθῆ ἠλεκτρόνια, ἢτοι ὅταν ἔχει περισσεῖαν ἠλεκτρονίων.

Ὅμοιως, βάσει τῶν ἀνωτέρω, δυνάμεθα νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν συμπεριφορὰν τῶν καλῶν καὶ κακῶν ἀγωγῶν τοῦ ηλεκτρισμοῦ. Οὕτω, εἰς τοὺς καλοὺς ἀγωγούς τοῦ ηλεκτρισμοῦ, ὑπάρχει ἡ εὐχέ-

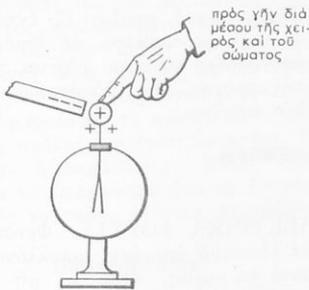
ρεια τῆς κινήσεως ἐντὸς αὐτῶν ὠρισμένων ἠλεκτρονίων, ὅταν ὑφίστανται αἱ κατάλληλοι πρὸς τοῦτο συνθήκαι, ἐνῶ εἰς τοὺς κακοὺς ἀγωγούς δὲν ὑφίσταται ἡ δυνατότης αὕτη.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΦΟΡΤΙΟΝ; Συμφώνως πρὸς τὰ τελευταῖα δεδομένα, ὡς καὶ ἀνωτέρω ἐλέχθη, ἐν σωμᾷ εἶναι ἀρνητικῶς φορτισμένον ὅταν ἔχη περισσεῖαν ἠλεκτρονίων, ἐνῶ ὅταν ἔλλειψιν εἶναι θετικῶς φορτισμένον. Τὰ ἀνωτέρω ἐπιβεβαιοῦνται ὑπὸ τοῦ ἑξῆς παραδείγματος. Ὅταν τρίβωμεν ὑάλινον ράβδον διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ ὑάλος ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ἐνῶ τὸ μαλλίνον ὑφάσμα ἀρνητικῶς. Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω ἐκτιθεμένων ἀντιλήψεων, τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγῆται διὰ τῆς παραδοχῆς ὅτι, λόγῳ τῆς τριβῆς, ἀφαιροῦνται ἐκ τῆς ὑάλου ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα μεταβιβάζονται ἐπὶ τοῦ μαλλίνου ὑφάσματος, οὕτω δὲ ἡ ὑάλος ἐμφανίζεται θετικῶς ηλεκτρισμένη, ὡς ἔχουσα ἔλλειμμα ἠλεκτρονίων, ἐνῶ τὸ μαλλίνον ὑφάσμα, ὡς ἔχον περισσεῖαν ἠλεκτρονίων ἐμφανίζεται ἀρνητικῶς ηλεκτρισμένον.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. Ἄς ἐξετάσωμεν τί συμβαίνει εἰς ἓν ηλεκτρικῶς οὐδέτερον σῶμα, ὅταν τοῦτο εἰσαχθῆ ἐντὸς ηλεκτρικοῦ πεδίου. Διὰ νὰ καταδείξωμεν τὴν ὑπαρξιν τοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου χρησιμοποιοῦμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον (σχ. 57-4). Τοῦτο ἀποτελεῖται βασικῶς ἐκ δύο λεπτῶν φύλλων ἀργιλίου προσηρμοσμένων καταλλήλως ἐπὶ μονί-



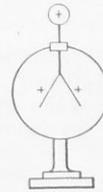
Σχ. 57—4. Ἀρνητικὸν φορτίον προκαλεῖ ἀπώθησιν τῶν φύλλων. Ὁ μονωτήρ εἶναι θετικῶς φορτισμένον.



Σχ. 57-5. Τὰ ἀρνητικά φορτία ἀπωθούνται πρὸς τὴν γῆν.

μου μεταλλικοῦ στελέχους, τὸ ὁποῖον εἶναι μεμονωμένον ἀπὸ τοῦ σώματος τοῦ ἠλεκτροσκοπίου μέσῳ πώματος. Ὄταν τὸ ἠλεκτροσκόπιον εὐρίσκεται εἰς οὐδετέραν κατάστασιν τὰ φύλλα τοῦ ἀργιλίου εὐρίσκονται εἰς τὴν κατακόρυφον θέσιν τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου. Ἐὰν ὁμως εἰς τὴν σφαῖραν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, πλησιάσωμεν, χωρὶς νὰ θέσωμεν αὐτὴν εἰς ἐπαφήν, ράβδον ἠλεκτρισμένην π.χ. ἀρνητικῶς, τότε ἡ μὲν σφαῖρα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου φορτίζεται θετικῶς*, ἐνῶ τὸ κάτω μέρος τοῦ στελέχους καὶ τὰ φύλλα φορτίζονται ἀρνητικῶς, ὡς ἐκ τούτου δὲ τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀποκλίνουν. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν ἐπιδρωσάν ράβδον, τότε τὰ δύο φορτία ἐξουδετεροῦνται ἐκ νέου, καὶ αἱ ἀποκλίσεις τῶν φύλλων μηδενίζονται.

Δυνάμεθα ὁμως νὰ φορτίσωμεν μονίμως τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἐξ ἐπιδράσεως κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον. Πλησιάσωμεν πρὸς τὴν σφαῖραν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ράβδον ἠλεκτρισμένην π.χ. ἀρνητικῶς ὁπότε ἡ σφαῖρα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου φορτίζεται θετικῶς, καὶ τὸ κάτω μέρος τοῦ στελέχους καὶ τὰ φύλλα ἀρνητικῶς, οὕτω δὲ τὰ φύλλα ἀποκλίνουν. Ἐὰν ἤδη, κρατοῦντες τὴν ράβδον πλησίον τῆς σφαίρας, συγκοινωνήσωμεν ἐν οἰονδήποτε μέρος τῆς σφαίρας δι' ἀγωγοῦ πρὸς γῆν π.χ. διὰ τοῦ δακτύλου μέσῳ



Σχ. 57-6. Μετὰ τὴν διακοπὴν τῆς προσεγγίσεως καὶ τῆς ἀπομακρύνσεως τῆς φορτισμένης ράβδου, τὸ θετικὸν φορτίον διαχέεται ἐφ' ὀλοκλήρου τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

τοῦ σώματος (σχ. 57-5), τότε τὰ ἀρνητικά φορτία, ἀπωθούμενα ὑπὸ τῆς ἐπιδράσεως ράβδου ἐκρέουν πρὸς τὴν γῆν ἐνῶ τὰ θετικά φορτία συγκρατοῦνται ἐπὶ τῆς σφαίρας ὑπὸ τοῦ φορτίου τῆς ἐπιδράσεως ράβδου. Ἔνεκα δὲ τοῦ λόγου τούτου ἐκμηδενίζεται ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου. Ἐὰν ἤδη πρῶτον διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν πρὸς γῆν καὶ κατόπιν ἀπομακρύνωμεν εὐθύς ἀμέσως τὴν ἐπιδρωσάν ράβδον, τότε τὸ ἐπὶ τῆς σφαίρας θετικὸν φορτίον διαχέεται ἐφ' ὀλοκλήρου τοῦ ἠλεκτροσκοπίου (σχ. 57-6) ἤτοι ἐπὶ τοῦ στελέχους καὶ τῶν φύλλων, τὰ δὲ φύλλα ἀποκλίνουν ἐκ νέου. Ὁ ὡς ἄνω τρόπος ἠλεκτρίσεως σώματος καλεῖται ἠλεκτροστατική ἢ ἐπαγωγή.

Ἐὰν ἡ ἐπιδρωσά ράβδος ἔφερε ἀρχικῶς θετικὸν φορτίον τότε, κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, τὸ ἠλεκτροσκόπιον θὰ ἀπέκτα ἀρνητικὸν φορτίον.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- * Ἠλεκτρικά φορτία
- * Ἠλεκτρικὴ ἔλξις καὶ ὄψεις
- * Ἠλεκτρικὸν πεδῖον
- Καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρικοῦ
- Μονωτήρ
- * Ἠλεκτρονικὴ θεωρία
- Πυρὴν
- * Ἠλεκτρόνιον
- Νετρόνιον
- Πρωτόνιον
- * Ἠλεκτροσκόπιον
- Φόρτιος ἐξ ἐπιδράσεως
- * Ἠλεκτροστατικὴ ἐπαγωγή

* Διότι ὁ φορτισμένος ἀγωγὸς διαταράσσει τὴν ἰσορροσίαν τῶν φορτίων εἰς τὸν ἀφόρτιστον, καὶ τὰ ἀρνητικά φορτία δηλ. τὰ ἠλεκτρόνια ἀπωθῶνται

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε ἓν πείραμα εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφανηθῆται ὅτι ὑπάρχουν δύο εἶδη ἠλεκτρικῶν φορτίων.
2. Διατυπώσατε τὸν νόμον τῆς ἠλεκτρικῆς ἑλξεως καὶ ἀπόσεως καὶ συγκρίνατέ τον μὲ τὸν νόμον τῆς μαγνητικῆς ἑλξεως καὶ ἀπόσεως.
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἠλεκτρικὸν πεδῖον ;
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ; Ἀναφέρατε παραδείγματα καλῶν ἀγωγῶν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.
5. Τί νοοῦμεν λέγοντες μονωτήρες ; Ἀναφέρατε παραδείγματα μονωτήρων.
6. Ποία ἡ σήμερον παραδεδεγμένη δομὴ τοῦ αἴθρου ;
7. Τί εἶναι τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον κατὰ τὴν ἠλεκτρονικὴν θεωρίαν ;
8. Ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου τῆ βοηθῆα μικρῶν σκίτσων.
9. Ἀναφέρατε τὸν τρόπον ἠλεκτρίσεως ἑνὸς ἠλεκτροσκοπίου ἐξ ἐπιδράσεως.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐπὶ ποίαν ἔννοιαν δύνανται ὁ ἠλεκτρισμὸς νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς ὁ θεμέλιος λίθος τῆς ὕλης ;
2. Κατὰ τὴν φόρτισιν ἑνὸς ἠλεκτροσκοπίου ἐξ ἐπιδράσεως, δίδει τὸ ἐπιδρῶν σῶμα μέρος τοῦ φορτίου του εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον ;
3. Ἀναφέρατε ὠρισμένας διαφορὰς μεταξὺ τῆς δράσεως τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων καὶ τῆς δράσεως τῶν μαγνητικῶν.
4. Πῶς δύνασθε νὰ προσδιορίσητε ἓν ἓν ἠλεκτρικὸν φορτίον εἶναι θετικὸν ἢ ἀρνητικόν ;
5. Ὅταν πλησιάζομεν μίαν φορτισμένην ράβδον πλησίον ἑνὸς ἠλεκτροσκοπίου παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα κατ' ἀρχὰς συγκλίνουν πρὸς τὴν κατακόρυφον θέσιν, ἀκολουθῶντες δέ, καθὼς ἡ φορτισμένη ράβδος ὀλονεν καὶ πλησιάζει, τὰ φύλλα ἀποκλίνουν καὶ πάλιν. Ἐξηγήσατε τὸ φαινόμενον.
6. Μικρὰ σφαῖρα ἐξ ἐντερῶν ἑλξεως (ψίχα κουφοξυλίας) φορτίζεται ἐξ ἐπαφῆς πρὸς φορτισμένην ράβδον.

Ἐτέρα μικρὰ σφαῖρα ἐξ ἐντερῶν ἑλξεως ἀκτέας φορτισθεῖσα ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ ράβδου ἐβονίτου φέρεται πλησίον τῆς πρώτης. Πῶς θὰ ἀντιδράσουν αἱ δύο σφαῖραι ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ. Φουσιώσατε τρία ἐλαστικά ἐπιμήκη «μεταλλόνια» καὶ δέσατέ τα καλῶς, ὥστε νὰ μὴ παρουσιασθῆ διαρροή, εἰς τὰ ἄκρα δύο ἰσομήκων νημάτων 1m περίπου. Δέσατε τὰ ἕτερα ἄκρα τῶν δύο νημάτων εἰς τὸ αὐτὸ στήριγμα. Φορτίσατε τὰ δύο «μεταλλόνια» μὲ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν τρίβοντες ταῦτα ἰσχυρῶς μὲ ἄλλινον ὕφασμα. Ὅταν φορτισθῶν ταῦτα θὰ ἀποθῶνται μεταξὺ τῶν. Φορτίσατε ἀκολουθῶν καὶ τὸ τρίτον «μεταλλόνι» τρίβοντες καὶ αὐτὸ μὲ τὸ ὕφασμα καὶ πλησιάσατέ το εἰς τὰ ἄλλα δύο. Παρατηρήσατε τὸ ἀποτέλεσμα.

Ἐὰν ὑπάρχη πρόχειρον ὕαλινον ἀνθοδοχείον καὶ μεταξῶν τῶν ὕφασμα φορτίσατε θετικῶς τὸ ἀνθοδοχείον καὶ πλησιάσατέ το πρὸς τὰ ἀνησημένα «μεταλλόνια». Παρατηρήσατε τὸ ἀποτέλεσμα.

Ἐτερον χαρακτηριστικὸν καὶ διασκεδαστικὸν πείραμα εἶναι τὸ ἀκόλουθον : Τρίψατε ἓν τῶν μεταλλονίων ἐπὶ τοῦ τοίχου. Τὸ ἀρνητικῶς φορτισμένον «μεταλλόνι» θὰ ἐπάγῃ θετικὸν φορτίον εἰς τὸν τοίχον. Ἡ ἑλξις μεταξὺ τῶν ἑτερονόμων τούτων φορτίων θὰ συγκρατῆ τὸ μεταλλόνι ἐπὶ τοῦ τοίχου.

2.

ΠΡΟΧΕΙΡΩΣ ΚΑΤΕΣΚΕΤΑΣΜΕΝΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟΝ. Λάβετε μίαν παλαιὰν φιάλην, ἢ ὅποια περιεῖχε μελάνην καὶ καθάρισατε ταύτην καλῶς ὥστε νὰ καταστῆ διαφανής. Λάβετε ἀκολουθῶν ἓν ἐλαστικὸν πῶμα τὸ ὁποῖον νὰ ἐφαρμοσθῆ καλῶς εἰς τὴν φιάλην διαπεράσατέ το δι' ἑνὸς καρπίου, μήκους περίπου 10 cm, εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ ὁποίου προσαρμώσατε δύο λεπτὰς μεταλλικὰς ταινίας μήκους 1-2 cm. Δύνασθε νὰ τὰς προσαρμώσητε εὐκόλως ἓν πλάτυνε κατ' ἀρχὰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ καρπίου διὰ μῆς σφύρας καὶ ἀκολου-

θως κολλήσετε τὰς δύο μεταλλικὰς λωρίδας εἰς τὰς πεπλατυσμένας πλευρὰς τοῦ καρφίου. Εἰς τὴν ἀρχὴν θὰ δυσκολευθῆτε ὀλίγον ἀλλὰ τελικῶς θὰ ἐπιτύχετε τὴν στερέωσιν τῶν λωρίδων ἐπὶ τοῦ καρφίου. Ἐφαρμόσατε τὸ πῶμα εἰς τὸ στόμιον τῆς φιάλης καὶ ἔχετε ἀποκτήσει ἓν πρόχειρον ἠλεκτροσκόπιον. Ἐἴθετε τώρα εἰς θέσιν νὰ ἐφαρμόσητε ὅλα τὰ ἀναφερθέντα εἰς τὸ παρὸν ἐδάφιον πειράματα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ ἀναπτυσσομένη δύναμις μεταξὺ δύο ἠλεκτρικῶν φορτίων προσδιορίζεται βάσει τῆς αὐτῆς σχέσεως, ἡ ὁποία ὑφίσταται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς δυνάμεως παγκοσμίου ἑλξεως καὶ τῆς δυνάμεως ἑλξεως μεταξὺ δύο μαγνητικῶν πόλων. Ἡ δύναμις ἑλξεως δύο ἑτερονόμων ἠλεκτρικῶν φορτίων εἶναι $0,1 \text{ gr}^*$, ὅταν ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασις εἶναι 6 cm ;

B

- Ποία ἡ δύναμις ἑλξεως ὅταν ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασις εἶναι $1,5 \text{ cm}$;
2. Ἐὰν δύο ἠλεκτρικὰ φορτία ἀπωθῶνται μεταξὺ τῶν ὑπὸ δυνάμεως $0,4 \text{ gr}^*$, ὅταν ταῦτα εὐρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 2 cm , ποία ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασις ἵνα ἀπωθῶνται ὑπὸ δυνάμεως $0,1 \text{ gr}^*$;
3. Δύο ὁμώνυμα φορτία ἀπωθῶνται μὲ δύναμιν $0,9 \text{ gr}^*$, ὅταν εὐρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 1 cm . Εἰς ποίαν ἀπόστασιν θὰ ἀπωθῶνται ὑπὸ δυνάμεως $0,1 \text{ gr}^*$;

4. Δύο ὅμοια «μαλλόνια» κρέμονται ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου διὰ δύο ἀβαρῶν νημάτων ἀναρτήσεως. Τὰ «μαλλόνια» ἀπωθόμενα ὑπὸ ἀμοιβαίας δυνάμεως ἀπόσεως σχηματίζουν γωνίαν 30° ὡς πρὸς τὴν κατακόρυφον. Ἐὰν τὸ βάρος ἐκάστου μαλλονίου εἶναι $1,73 \text{ gr}^*$ ποία ἡ δύναμις ἀπόσεως μεταξὺ τῶν μαλλονίων;

ΕΔΑΦΙΟΝ 58. Ἡλεκτρισμός τῆς ἀτμοσφαιράς καὶ αἱ ἠλεκτροστατικά μηχαναί.

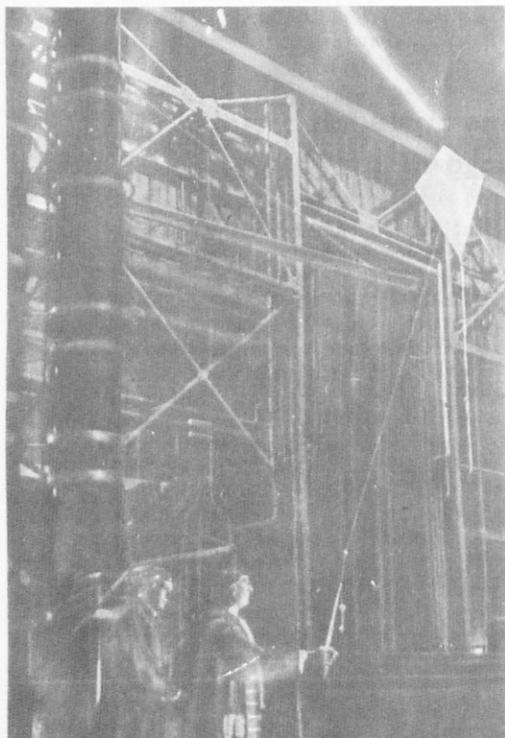
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΧΑΡΤΑΕΤΟΥ ΤΟΥ ΦΡΑΓΚΛΙΝΟΥ. Ἐκ τῶν μελετῶν ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὁ Βενιαμὴν Φραγκλίνος κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ὁ κεραυνὸς εἶναι ἠλεκτρισμὸς τῆς αὐτῆς μορφῆς μὲ ἕκκινον ὁ ὁποῖος παράγεται διὰ τριβῆς μῆς ῥάβδου. Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς θεωρίας του ταύτης ἄφησε ἓνα χαρταετὸν νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς ἐνὸς νέφους θυέλλης. Ὁ χαρταετὸς ἦτο συνδεδεμένος πρὸς νῆμα ἐκ καννάβεως εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ ὁποῖου ἐκρέματο ἓν κλειδίον. Κρατῶν τὸ νῆμα μέσῳ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ κυβερνοῦν οὕτω τὸν χαρταετὸν, ὥστε οὗτος νὰ εὐρίσκειται ἐντὸς τοῦ νέφους ὁ Φραγκλίνος ἀπέδειξε ὅτι τὸ κλειδίον ἦτο φορτισμένον. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς φορτίσεως ταύτης ἦσαν ἀκριβῶς ὅμοια πρὸς τὰ ἀποτελέσματα τῆς φορτίσεως τῆς δημιουργουμένης διὰ τῆς τριβῆς. Ἀπεδείχθη οὕτω, ὅτι ὁ εἰς τὰ νέφη εὐρισκόμενος ἠ-

λεκτρισμὸς, εἶναι ἀκριβῶς τῆς αὐτῆς ὕψης μὲ τὸν ἐπὶ τῆς γῆς παραγόμενον.

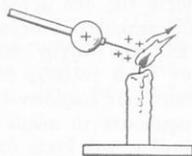
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΕΙΣ ΕΞ ΑΚΙΔΩΝ. Ὅταν ἓν ὄμα ἠλεκτρισηθῆ, θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς, ἡ δημιουργουμένη ἄπωσις μεταξὺ τῶν ὁμώνυμων φορτίων ἐξαγαγάζει ταῦτα, νὰ ἀπομακρῶνται κατὰ τὸ δυνατόν μεταξὺ τῶν, ἕως ὅτου τὰ φορτία ταῦτα φθάσουν εἰς τὴν ἑξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος. Ἐὰν τὸ ὄμα εἶναι ἀρνητικῶς φορτισμένον, εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ θὰ εὐρίσκονται τὰ ἀπωθόμενα μεταξὺ τῶν ἠλεκτρονίων, ἐνῶ ἔαν τοῦτο εἶναι θετικῶς φορτισμένον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ θὰ παρατηρηθῆται ἑλλειψὶς ἠλεκτρονίων. Καὶ εἰς τὰς δύο πάντως περιπτώσεις, τὰ ἠλεκτρονία εἶναι ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα κινουνται διότι εἰς τὰ στερεὰ σώματα τὰ άτομα δὲν ἔχουν ἐλευθερίαν μετακινήσεων. Οὕτω ἔαν μία σφαῖρα φορτισθῆ ἠλεκτρικῶς,

ή κατανομή τῶν φορτίου παρατηρεῖται ὅτι εἶναι κανονικὴ καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας. Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει εἰς σώματα τῶν ὁποίων τὸ σχῆμα περιέχει καὶ ἀκίδας. Ἐὰν ἐν τοιοῦτον σῶμα φορτισθῆ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, τὰ ἠλεκτρικὰ φορτία συγκεντρῶνται εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ἀκίδος. Εἰς τὸ σχῆμα 58—2 ἐμφαίνεται ἡ συγκεντρώσις θετικῶν φορτίων εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ἀκίδος. Ὡς γνωρίζομεν θετικὸν φορτίον σημαίνει ἔλλειψις ἠλεκτρονίων. Ἐὰν λοιπὸν εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ἀκίδος ὑπάρχῃ ἔντονος ἔλλειψις ἠλεκτρονίων εἶναι δυνατὸν ὠρισμένα ἄτομα τοῦ φορτισμένου σώματος νὰ λάβουν τὰ ἔλλειποντα ἠλεκτρόνια ἐκ τῶν ἀτόμων τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος

Σχ. 58—1. Τὸ πείραμα τοῦ χαρταετοῦ τοῦ Βενιαμίν Φραγκλίνου ὡς τοῦτο γίνεται εἰς τὰ ἐργαστήρια μὲ δημιουργίαν τεχνητοῦ κερανοῦ. Τί ἀπέδειξε τὸ πείραμα τοῦ Φραγκλίνου:



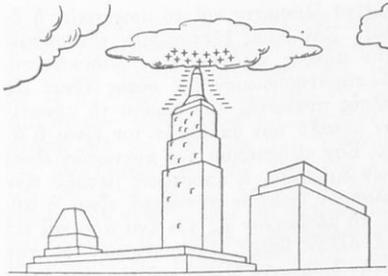
ἠχογραφήθηκε ἀπὸ τὸ Νοσητεῖο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 58—2. Ἡλεκτρικὸν «φύσημα», δημιουργούμενον δι' ἐκροῆς φορτίου δι' ἀκίδος.

ὁπότε αὐτομάτως ὁ ἀήρ εἰς τὴν περιοχὴν θὰ ἀρχίσῃ νὰ ἐμφανίζεται θετικῶς φορτισμένος. Τότε ὅμως τὰ θετικῶς φορτισμένα ἄτομα τοῦ ἀέρος καὶ τοῦ μετάλλου, τὰ εὑρισκόμενα εἰς τὴν περιοχὴν τῆς ἀκίδος, θὰ ἀπωθῶνται μὲ ἀποτέλεσμα, ἐὰν ἡ δύναμις ἀπόσσεως εἶναι ἀρκούντως ἰσχυρά, νὰ δημιουργηθῇ ρεῦμα ἀέρος ἱκανὸν νὰ ἀποσβέσῃ φλόγα κηρίου. Τὸ ἠλεκτρικὸν «φύσημα» δύναται ἐπίσης νὰ ἐπιτευχθῆ ἐὰν, τὸ μέσον τῆς ἀκίδος εὑρίσκειται ἐντὸς Ἰσπανικοῦ κηροῦ (βουλοκέρι) ἢ δὲ κορυφῆ αὐτῆς τεθῆ ἀπέναντι ἐνὸς κομβίου ἠλεκτροστατικῆς μηχανῆς.

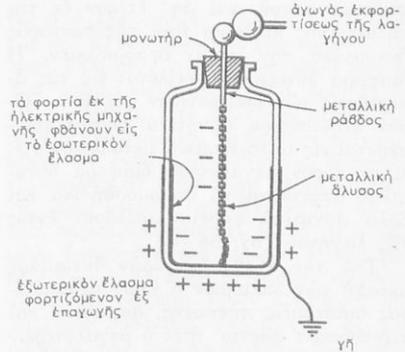
ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΤΝΑ. Λόγω τοῦ ὅτι, τὰ μόρια τῶν ὑδατιῶν κινούμενα ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας φορτίζονται, ταῦτα κατὰ κανόνα περιέχουν μεγάλα ἠλεκτρικὰ φορτία. Συχνάκις παρουσιάζεται τὸ φαινόμενον τῆς ἐκκένωσης τῶν φορτίων διὰ μέσου τοῦ ἀέρος, ἐκ τοῦ ἐνὸς νέφους εἰς ἕτερον, ἕτερονόμως φορτισμένον, ἢ ἐκ τοῦ νέφους πρὸς τὴν Γῆν. Τοιαύτης φύσεως ἐκκένωσις καλεῖται κεραυνός. Τὸ σχῆμα 58—3 παριστᾷ τὸ τί εἶναι δυνατόν νὰ συμβῆ ἐὰν, φορτισμένον νέφος εὑρισκόμενον εἰς μικρὸν ὕψος διέλθῃ ἄνωθεν ὑψηλοῦ κτιρίου. Ἔστω ὅτι τὸ νέφος εἶναι θετικῶς φορτισμένον. Τότε θὰ ἔλκῃ ἀρνητικὰ φορτία πρὸς τὴν ὀροφὴν τοῦ κτιρίου ἐνῶ θὰ ἀπωθῆ θετικὰ φορτία πρὸς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν δὲν ὑπάρχουν ἀλεξικέρανα ὑπάρχει δυνατότης νὰ προκληθῆ ἐκκένωσις τῶν θετικῶν φορτίων ἐκ τοῦ νέφους καὶ διὰ μέσου τοῦ κτιρίου νὰ ὀδεύσουν ταῦτα πρὸς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν ἐν τοῖτοις, τὸ κτίριον εἶναι ἐφωδιασμένον μὲ ἀλεξικέρανα τὰ συσσωρευόμενα εἰς τὴν ὀροφὴν τοῦ κτιρίου ἠλεκτρικὰ φορτία θὰ διέρρουσιν βαθμηδὸν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ θὰ διεσκορπίζον-



Σχ. 58—3. Τό θετικώς φορτισμένον νέφος έπάγει άρνητικά φορτία.

το έντός ταύτης. Διά τόν λόγον αυτόν τά κωδωνοστάσια τών εκκλησιών και έν γένει όλα τά ύψηλά κτίρια, είναι έφωδιασμένα με άλεξικέρανα. Τά άλεξικέρανα είναι μετάλλια, ήτοι καλοί άγωγοί του ήλεκτρισμού, συνδέονται δέ με τό έδαφος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΑΙ. Εύρέθη ότι τά ήλεκτρικά φορτία ήτο δυνατόν νά αποθηκευθούν, τή δοηθεία μιās υαλίνης φιάλης κεκαλυμμένης έσωτερικώς και έξωτερικώς υπό φύλλον μετάλλου. 'Η υάλινος τοιαύτη φιάλη άποτελεί τόν πρώτον πυκνωτήν ό όποιος έχρησιμοποιήθη εις πειράματα επί του ήλεκτρισμού είναι δέ γνωστή υπό τό όνομα λ ο υ γ δ ο υ ν ι κ ή λ ά γ η ν ο ς. (σχ. 58—4). 'Εάν τό έσωτερικόν έλασμα φορτισθί άρνητικώς τότε τό έξωτερικόν θα φορτισθί έξ επαγωγής θετικώς, τών άρνητικών φορτίων άποθωμένων εις τήν γήν. 'Η υάλος ως σώμα μονωτικών συγγρατεί τά θετικά φορτία χωριστά τών άρνητικών. Λόγω τής μικρής άποστάσεως μεταξύ θετικών και άρνητικών φορτίων είναι δυνατόν δια τής λαγήνου ταύτης νά συγκεντρωθί μεγάλος αριθμός φορτίων επί εκάστης έπιφανείας. 'Η χωρητικότης, όθεν τής λουγδουνικής λαγήνου εις αποθήκευσειν φορτίων, είναι μεγάλη. 'Η λαγήνος δυνατόν νά εκφορτισθί μέσω ενός άγωγού, του οποίου τό έν άκρον νά ενδύσειται έν επαφή με τό έξωτερικόν μεταλλικόν έλασμα ένψ τό έτερον αυτού άκρον νά είναι έν επαφή με τό μεταλλικόν στέλεχος τό όποιον διαπερά τό μονωτικόν πάμα και έρχεται εις επαφήν με τό έσωτερικόν



Σχ. 58—4. Φόρτισις τής λουγδουνικής λαγήνου.

ταλλικόν έλασμα μέσω τής άλύσου. 'Εν τούτοις ή εκκένωσις λαμβάνει χώραν, υπό μορφήν σπινθήρος, μεταξύ του μεταλλικού στελέχους και συνδετικού άγωγού, πριν ό άγωγός έλθη εις επαφήν με αυτό. 'Εάν έγγίση τις άφ' ενός τό έξωτερικόν έλασμα τής λουγδουνικής λαγήνου άφ' έτέρου δέ τό μεταλλικόν στέλεχος αυτής θα προκαλέση τήν εκκένωσειν ταύτης μέσω του σωματός του ή όποια είναι λίαν επικίνδυνος.

'Η λουγδουνική λαγήνος καλείται ήλεκτρικός πυκνωτής. 'Ο πυκνωτής δύναται νά έχη μονωτικόν τήν υάλον υπό μορφήν λαγήνου ή πλαζών ή νά έχη άλλα μονωτικά ως μίκα, χάρτιν, ή άέρα. 'Εν γένει δύο άγωγοί μεταξόν τών οποίων ύπάρχει μονωτικόν σώμα άποτελούν πυκνωτήν. * Κατά κανόνα εις τών άγωγών οι όποιοι άποτελούν τόν πυκνωτήν είναι προσγειωμένους.

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ ΠΥΚΝΩΤΟΤ. Τν ποσόν του άέρος, τό όποιον δύναται νά διοχετευθί έντός του αεροθαλάμου έλαστικού έξαρτάται άφ' ενός μέν εκ τής χωρητικότητος του αεροθαλάμου άφ' έτέρου δέ εκ τής πίεσεως υπό τήν όποιαν ό άήρ εισέρχεται έντός του αεροθαλάμου. 'Εντελώς αναλόγως, τό φορτίον τό όποιον δυνάμεθα νά μεταδώσωμεν εις πυκνωτήν έξαρτάται άφ' ενός μέν εκ τών δια-

* Οι δέ άγωγοί καλούνται όπλισμοί του πυκνωτή.

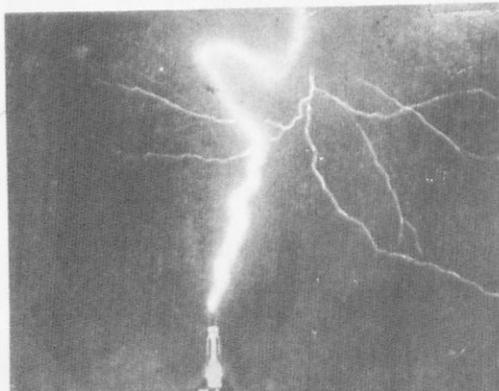
στάσεων αὐτοῦ, καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐκ τῆς «ἠλεκτρικῆς πιέσεως» ἥτις τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ, τὴν ὁποίαν ἐφαρμοζόμεν. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ ὀφείλεται εἰς τὰς ἀπωθήσεις τῶν ἑτερονόμων φορτίων. Ὅσον περισσότερα ἀρνητικὰ φορτία εὐρίσκονται εἰς τὸ ἑσωτερικὸν μεταλλικὸν στέλεχος τόσον μεγαλύτερα διαφορὰ δυναμικοῦ ἀπαιτεῖται νὰ ἐφαρμοσθῇ ἵνα καὶ ἄλλα ἀρνητικὰ φορτία εἰσεέλθουν ἐντὸς τῆς λαγίνου (σχ. 58-4).

Ἐπὶ τὴν αὐτὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν ὃ ἔχων μεγαλύτερας διαστάσεις πυκνωτῆς, συγκρατεῖ καὶ περισσότερα φορτία· ἥτις ὁ μεγαλύτερων διαστάσεων πυκνωτῆς ἔχει μεγαλύτεραν χωρητικότητα. Ἐάν ὅμως ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα ἐνὸς μικρότερον διαστάσεων πυκνωτοῦ εἶναι μεγαλύτερα, τῆς ὡς μέτρον λαμβανομένης διαφορᾶς δυναμικοῦ ἐπὶ ὠρισμένων διαστάσεων πυκνωτοῦ, εἶναι δυνατὸν τὰ φορτία τοῦ μικροτέρου πυκνωτοῦ νὰ εἶναι μεγαλύτερα.

Γενικῶς καλοῦμεν χωρητικότητα πυκνωτοῦ, τὸ φορτίον τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ μεταδώσωμεν εἰς αὐτόν, ἵνα ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν αὐτοῦ μεταβληθῇ κατὰ μίαν μονάδα.

ΤΟ ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ. Εἰς τὴν Λουγδουικὴν λάγηνον ὀπλισμοὶ ἦσαν τὰ δύο με-

σχ. 58—5. Κεραυνὸς πλήττων τὸ «Empire State Building» καὶ ὀδηγούμενος τελειῶς ἀκινδύνως εἰς τὸ ἔδαφος μέσῳ τοῦ χαλυβίνου «σκελετοῦ» τῆς κατασκευῆς.



ταλλικὰ ἐλάσματα καὶ τὸ μονωτικὸν ἢ ὕαλος. Ἐάν ὅμως ἐξετάσωμεν τὸν ρυθμιστὴν μήκους κύματος ἐνὸς ραδιοφώνου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος εἶναι εἰς ἀπλοῦς πυκνωτῆς τοῦ ὁποῖου τὸ μονωτικὸν μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν του εἶναι ὁ ἀήρ. Ἐάν οἱ ὀπλισμοὶ δύο πυκνωτῶν εἶναι ἴσων ἐμβαδῶν, ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν ἐκάστου πυκνωτοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ, τὸ μονωτικὸν εἰς τὸν ἑνα ἀήρ καὶ εἰς τὸν ἄλλον ὕαλος, ἐφαρμοζόμεν δὲ τὴν αὐτὴν διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τοὺς ὀπλισμοὺς ἐκάστου πυκνωτοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ τοῦ ἔχοντος μονωτικὸν τὴν ὕαλον εἶναι μεγαλύτερα τοῦ ἑτέρου. Συνάγομεν ὅθεν ὅτι ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ χρησιμοποιουμένου μονωτικοῦ.

Τὸ μονωτικὸν ὄλικόν μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν πυκνωτῶν καλεῖται διηλεκτρικὸν μέσον ἢ ἀπλῶς διηλεκτρικόν.

Ἐστω ὅτι ἔχομεν πυκνωτᾶς δοθέντος ἐμβαδοῦ ὀπλισμῶν. Ἐπὶ τὴν αὐτὴν ἐφαρμοζομένην διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τοὺς ὀπλισμοὺς τῶν πυκνωτῶν, ὁ πυκνωτῆς ὃ ἔχων ὡς διηλεκτρικὸν ὕαλον παρατηροῦμεν ὅτι ἔχει 7 φορᾶς μεγαλύτεραν χωρητικότητα τοῦ πυκνωτοῦ τοῦ ἔχοντος διηλεκτρικὸν τὸν ἀέρα. Λέγομεν ὅτι ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τῆς ὕαλου εἶναι 7 τῆς διηλεκτρικῆς σταθερᾶς τοῦ ἀέρος λαμβανομένης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα. Ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τῆς μίκας εἶναι περίπου 6. Ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ εἶναι μεγάλης σημασίας καὶ λαμβάνεται σοβαρῶς ὑπ' ὄψιν κυρίως διὰ τῶν πυκνωτῶν ραδιοφώνων, ἐφ' ὅσον τὸ διηλεκτρικὸν ἐπιηρεάζει τὴν χωρητικότητα τῶν πυκνωτῶν.

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΦΟΡΟΝ. Τὸ ἠλεκτροφόρον εἶναι μία ἀπλή συσκευή παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν φορτίων ἐξ ἐπιδράσεως. Ἀποτελεῖται ἀπὸ δίσκον ἐκ μονωτικῆς οὐσίας, τὸ ὁποῖον ἠλεκτρίζομεν διὰ τριβῆς ἔστω δὲ ὅτι ἐπ' αὐτοῦ ἀναπτύσσεται ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς. Ἐάν εἰς τὸν δίσκον τοῦτον προσεγγίσωμεν ἕτερον μεταλλικὸν δίσκον, τὸν ὁποῖον κρατοῦμεν διὰ μονωτικῆς λαβῆς, τότε, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς ἠλεκτρικῆς ἐπιδράσεως, ἡ πρὸς τὸν δίσκον τῆς μονωτικῆς οὐσίας ἐστραμ-

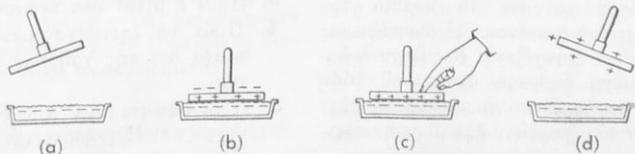
μένη επιφάνεια του μεταλλικού δίσκου ηλεκτρίζεται θετικώς ἐνῶ ἡ ἑτέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ηλεκτρίζεται ἀρνητικῶς (σχ. 58—6 b). Ἐάν προσγειώσωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου π.χ. ἐγγίζοντες ταύτην διὰ τοῦ δακτύλου μας, ὁ ἀρνητικὸς ηλεκτρισμὸς «ἐκρῄει» πρὸς τὴν Γῆν (σχ. 58—6 c), ἐάν δὲ ἀκολούθως διακόψωμεν τὴν προσγειώσιν καὶ ἀμέσως ἀπομακρύνωμεν τὸν μεταλλικὸν δίσκον ἀπὸ τὸν δίσκον τῆς μονωτικῆς οὐσίας, βλέπομεν ὅτι οὗτος φέρει φορτίον θετικῶς ηλεκτρισμοῦ, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ μεταδώσωμεν εἰς ἄλλον ἀγωγόν. Ἐργαζόμενοι καθ' ὅμοιον τρόπον δυνάμεθα διὰ τῆς ἀνωτέρω διατάξεως νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν φόρτισιν διαφόρων μεμονωμένων ἀγωγῶν.

Ἡ ἐπιτυγχανομένη οὕτω ηλεκτρικὴ ἐνέργεια, ἰσοῦται πρὸς τὸ καταναλισκόμενον ἔργον τῆς ὑπερникίσεως τῆς ἑλξεως μεταξὺ τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ μεταλλικοῦ δίσκου καὶ τῶν ἀρνητικῶν φορτίων τοῦ δίσκου ἐκ τῆς μονωτικῆς οὐσίας.

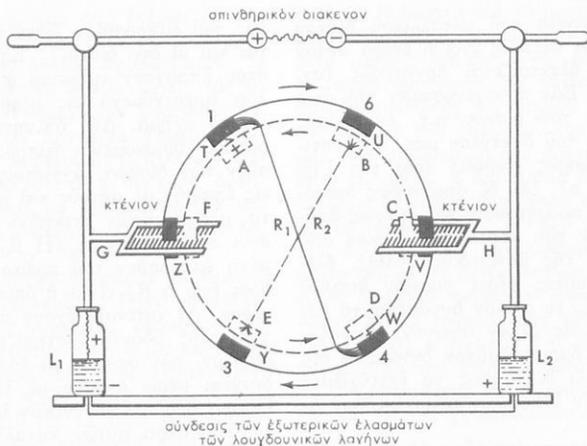
ΜΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ. Ἡ ηλεκτροστατικὴ μηχανή, ὡς τὸ ηλεκτροφόρον, εἶναι μία μηχανὴ παράγουσα ηλεκτρικὰ φορτία λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς ηλεκτρικῆς ἐπιδράσεως. Καθιστᾷ δυνατὴν τὴν δημιουργίαν ἐνὸς ἰσχυροῦ φορτίου διὰ τῆς συσσωρεύσεως πολλῶν μικρῶν φορτίων. Τὸ σχῆμα 58—7 εἶναι ἐν ἀπλοποιημένον διάγραμμα μιᾶς ηλεκτροστατικῆς μηχανῆς. Ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ὑαλίνοὺς δίσκους, οἱ ὁποῖοι περιστρέφονται περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα ἀλλὰ καθ' ἀντιθέτους διευθύνσεις. (Τὸ σύστημα διὰ τοῦ ὁποίου τοῦτο κατορθοῦται δὲν ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα). Οἱ δίσκοι χωρίζονται ὑπὸ λεπτοῦ στρώματος ἀέρου πάχους 1 cm περίπου, εἶναι δὲ οὗτοι τῶν αὐτῶν διαστάσεων (εἰς τὸ σχῆμα ὁ ὀπίσθιος δίσκος σημειούμενος διὰ διακεκομμένης γραμμῆς, εἶναι μικρότε-

ρος τοῦ ἐμπροσθίου ὥστε νὰ ἐμφαίνωνται καὶ οἱ δύο δίσκοι). Ἐπὶ ἐκάστου δίσκου ὑπάρχουν τμήματα φύλλων μετάλλου ἐμφαινόμενα ὡς μικρὰ ὀρθογώνια εἰς τὸ σχῆμα. Δύο ἀκίνητοι μεταλλικαὶ ράβδοι ἐυθυσκόμεναι ἔμπροσθεν καὶ ὀπισθεν τῶν δίσκων, ἀντιστοίχως, ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν μὲ αὐτοὺς καὶ μὲ τὰ ἐλάσματα, μέσῳ μικρῶν «κτενῶν» καθὼς οἱ δίσκοι περιστρέφονται. Ἡ R_1 εἶναι ἡ κειμένη ἔμπροσθεν τοῦ πρώτου δίσκου ράβδος ἐνῶ ἡ R_2 εἶναι ἡ ὀπισθεν τοῦ δευτέρου. Αἱ «κτεναί» ἔχουν αἰχμηροὺς μεταλλικοὺς ὀδόντους, στηρίζονται δὲ ἐπὶ ράβδων, τῶν ὁποίων τὰ κάτω ἄκρα συνδέονται μέσῳ ἄλυσου μὲ τὸ ἐσωτερικὸν ἔλασμα δύο Λουγδουνικῶν λαγῆνων, ἐνῶ τὰ ἄνω ἄκρα αὐτῶν καταλήγουν εἰς ἐν κομβίον σπινθηριστικοῦ διακένου, ἀντιστοίχως.

Τὰ ἐπὶ τῶν δίσκων εὐρισκόμενα ἐλάσματα ἔχουν ὀρισθῆ εἰς τὸ σχῆμα 58—7 διὰ γαμμάτων ἐνῶ ἔχουν ἀριθμηθῆ ὠρισμένοι χαρακτηριστικαὶ θέσεις διὰ τῶν ὁποίων διέρχονται ταῦτα κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ δίσκου. Ἔστω ὅτι μεταδίδομεν εἰς τὸ ἔλασμα Α, τοῦ ὀπισθίου δίσκου, θετικὸν φορτίον. (Τοῦτο δύναται εὐκόλως νὰ ἐπιτευχθῆ ἀκόμη καὶ δι' ἐλαφρᾶς τριβῆς). Τοῦτο φορτίεσι ἔξ ἐπιδράσεως τῆς ἑλξεως Τ τοῦ ἐμπροσθίου δίσκου. Ἐφ' ὅσον δὲ τὰ ἐλάσματα Τ καὶ W συνδέονται ἀγωγίμως τὸ ἔλασμα W θὰ φορτισθῆ θετικῶς. Ὑπάρχουν ἐπομένως δύο θετικῶς φορτισμένα ἐλάσματα τὰ Α καὶ W. Ὄταν τὸ ἔλασμα Α, στραφῆν κατὰ 60° , ἀπὸ τὴν θέσιν 1 φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν 2, εὐρισκόμενον μεταξὺ τῶν ὀδόντων τῆς «κτενας» ἔλκει τὰ ἀρνητικὰ φορτία αὐτῆς, ταῦτα μεταπηδοῦν εἰς τὸ ἔλασμα, δάσει τῆς θεωρίας τῶν ἀκίδων καὶ οὕτω οὐδτεροποιοῦν τὸ φορτίον τοῦ ἐλασματος Α, παραμενομένων οὕτω, τῶν ἀγωγῶν στηρίξεως τῶν κτενῶν θετικῶς



Σχ. 58—6. Λειτουργισμὸς τῶν ηλεκτρικῶν φορτίων ἐξ ἐπιδράσεως. Ἡ φωτογραφία ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 58—7. Ἡλεκτροστατική μηχανή.

φορτισμένων, με ἀποτέλεσμα νὰ φορτισθοῦν θετικῶς ὅλα τὰ ἀγωγίμως με ἀυτοὺς συνδεδεμένα στοιχεῖα ἤτοι τὰ κομβία τοῦ σπινθηριστικοῦ διακενῶν καὶ τὰ ἐσωτερικὰ ἐλάσματα τῶν δύο λαγῆνων.

Συνεχιζομένης τῆς περιστροφῆς τὰ ἐλάσματα T καὶ W εὐρίσκονται ἀπέναντι τῶν C καὶ F καὶ ἐπάγουν θετικὸν φορτίον μὲν εἰς τὸ C ἀρνητικὸν δὲ εἰς τὸ F. Μετὰ στροφὴν 60° τὸ ἔλασμα W θὰ ἀποδώσῃ εἰς τὴν «κτέναν» G θετικὸν φορτίον ὡς ἀκριβῶς εἶχε δώσει τὸ A, ἐνῶ τὸ T θὰ ἀποδώσῃ ἀρνητικὸν φορτίον εἰς τὴν «κτέναν» H. Τοιουτοτρόπως με τὴν περιστροφὴν τῶν πλακῶν, φορτῖα ἐπάγονται συνεχῶς καὶ κατανέμονται εἰς τὰς δύο «κτένας» ἀπὸ ὅπου καταλήγουν εἰς τὰ κομβία τοῦ σπινθηριστικοῦ διακενῶν καὶ εἰς τὰς Λουγδονικὰς λαγῆνας. Ἐπαναλαμβανομένης συνεχῶς τῆς περιστροφῆς τῶν δίσκων θὰ συσσωρεύωνται συνεχῶς μικρὰ φορτῖα τόσον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ἔλασμα τῶν δύο λαγῆνων ὅσον καὶ εἰς τὰ κομβία τοῦ σπινθηριστικοῦ διακενῶν. Ἡ συσσωρεύσις τῶν φορτίων συνεχίζεται ἕως ὅτου ἡ δημιουργουμένη διαφορά δυναμικοῦ λάβῃ τοιαύτην τιμὴν ὥστε νὰ προκαλέσῃ μίαν ἐκκένωσιν τῶν φορτίων ὑπὸ μορφήν σπινθηρός εἰς τὸ σπινθηριστικὸν διακενῶν.

χισθῆ θὰ ἐπαναληφθοῦν ἀκριβῶς τὰ αὐτὰ φαινόμενα.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Τὸ πείραμα τοῦ χαρταετοῦ τοῦ Φραγκλίνου
Ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις ἐξ ὀκίδων
Ἄλεξικέρανα
Ἡλεκτρικὸι πυκνωταὶ
Λουγδονικὴ λαγῆνος
Χωρητικότης πυκνωτοῦ
Τὸ διηλεκτρικόν
Τὸ ἠλεκτροφόρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί ἀπέδειξεν ὁ Φραγκλίνος διὰ τοῦ πειράματός του με τὸν χαρταετόν;
2. Ποῖα τὰ ἀποτελέσματα τῆς φορτίσεως σώματος περιέχοντος ἀκίδας; Περιγράψατε ἓνα πείραμα ἐμφαίνον τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα.
3. Ποῖα ἡ αἰτία τῶν κεραυνῶν;
4. Ποῖα τὰ ἐπιτυγχανόμενα ἀποτελέσματα διὰ τῆς χρήσεως ἀλεξικεραυνοῦ;
5. Περιγράψατε μίαν Λουγδονικὴν λαγῆνον καὶ ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὸν ὁποῖον εἶναι δυνατόν αὕτη νὰ



Σχ. 58—8. 'Ο στατικός ηλεκτρισμός προκαλεί την ανόρθωσιν τῶν τριχῶν τῆς κεφαλῆς τῆς κοπέλλας. Διὰ τὸν δὲν παθαίνει ἠλεκτροπληξίαν ἢ κοπέλλα;

6. Τί νοοῦμεν διὰ τοῦ ὅρου πυκνωτής;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες χωρητικότης ἐνὸς πυκνωτοῦ;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες διηλεκτρικόν;
9. Περιγράψατε τὸ ἠλεκτροφόρον καὶ ὑποδείξατε τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατόν νὰ παράγετε σπινθη-
ρα μὲ αὐτό.
10. Ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν μιᾶς ἠ-
λεκτροστατικῆς μηχανῆς.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί τὰ βυτιοφόρα βενζίνης φέρουν σιδηρᾶν ἄλυσον, ἢ ὅποια εὐρίσκεται πάντοτε ἐν ἐπαφῇ μὲ τὸ ἔδαφος;
2. Συγκρίνατε τὰς ἀποθηκευομένας πο-
σότητας ἠλεκτρισμοῦ εἰς μίαν συμπα-
γῆ μεταλλικὴν σφαῖραν καὶ εἰς μίαν
«κούφιαν» σφαῖραν τῆς αὐτῆς διαμέ-
τρου ὅταν ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν πρὸς τὸ
αὐτὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον.
3. Διὰ τί εἰς μίαν Λουγδουρικὴν λάγηνον
δὲν εἶναι δυνατόν νὰ μεταδώσωμεν
μέγα φορτίον, ἐὰν τὸ ἐξωτερικὸν ἔλα-
σμα δὲν εἶναι προσγειωμένον;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑ-
ΓΟΜΕΝΟΣ ΔΙΑ ΤΡΙΒΗΣ. Ὡς γνωρί-

ζομεν ὁ στατικός ἠλεκτρισμός παράγεται κυρίως ἐκ τριβῆς π.χ. ὑαλίνης ράβδου ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος. Ἀποτέλεσμα τῆς ἠλεκτρίσεως εἶναι ὅτι, ἡ ὑαλίνη ράβδος ἔλκει μικρὰ τεμάχια χάρτου. Ἐὰν ὅμως τὸ περιβάλλον εἶναι ὑγρὸν κανὲν ἐκ τῶν ἀναμενομένων ἀποτελεσμάτων δὲν θὰ λάβῃ χώραν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην λάβετε θερμοπλαστικὰ ὕλικα ὡς Lucite ἢ Plexiglas, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ἀφθό-
νως εἰς τὰ διάφορα καταστήματα ψιλι-
κῶν.

Ἐτερον χαρακτηριστικὸν πείραμα τοῦ στατικού ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τὸ ἀκόλου-
θον: Σύρατε τοὺς πόδας ἐπὶ τοῦ τάπητος
τοῦ δωματίου σας κρατοῦντες τὸ δάκτυ-
λόν σας πλησίον ἐνὸς μεταλλικοῦ ἀντι-
κειμένου π.χ. τοῦ σώματος τοῦ καλορι-
φέρ. Μετὰ πάροδον ὀρισμένου χρόνου
θὰ ἀναπτυχθῆ σπινθηρὸν μεταξὺ τοῦ δα-
κτύλου σας καὶ τοῦ σώματος τοῦ καλορι-
φέρ. Ὅμοιος ὁ σπινθηρὸς παρουσιάζεται
ἐὰν ἔτερον πρόσωπον πλησιάσῃ τὸ δάκτυ-
λόν του εἰς τὸ ἰδικόν σας.

Τὰ ἀνωτέρω ἀποτελέσματα τὰ ἐπιτυγ-
χάνετε ταχύτερον ὅταν εὐρίσκεσθε εἰς ὑ-
γρὸν περιβάλλον διότι τότε τὰ φορτία
ἐκκενοῦνται τάχιστα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Ἡ ἀσκουμένη δύναμις μεταξύ δύο ἠλεκτρικῶν φορτίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς διηλεκτρικῆς σταθερᾶς μεταξύ αὐτῶν. Δύο ὁμώνυμα φορτία εἰς ἀπόστασιν 2 cm ἀπωθοῦνται εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ δυνάμεως 1 gr* (διηλεκτρικὴ σταθερὰ ἀέρος 1). Τοποθετοῦνται ἀκολούθως ἐντὸς ἐλαίου διηλεκτρικῆς σταθερᾶς 2 εἰς ἀπόστασιν 0.5cm. Ποία ἡ δύναμις ἀπόσεως αὐτῶν;
2. Δύο ὁμώνυμα ἠλεκτρικὰ φορτία εὐρισκόμενα εἰς τὸν ἀέρα καὶ εἰς ἀπόστασιν 1 cm ἀπ' ἀλλήλων ἀπωθοῦνται ὑπὸ δυνάμεως ἴσης πρὸς 0,9 gr* (διηλεκτρικὴ σταθερὰ ἀέρος 1). Ἐὰν ἡ μεταξύ αὐτῶν ἀπόστασις ἀξηθῇ εἰς 1,5 cm, τοποθετηθῶν δὲ τὰ φορτία ἐντὸς ἐλαίου, διηλεκτρικῆς σταθερᾶς 2, ποία ἡ νέα δύναμις ἀπόσεως αὐτῶν;
3. Δύο φορτισμένα σφαιραῖ, εὐρισκόμενα εἰς τὸν ἀέρα καὶ εἰς ἀπόστασιν 95 cm ἀπ' ἀλλήλων, ἔλκονται μεταξύ των ὑπὸ δυνάμεως 2,8 gr*. Αἱ σφαιραῖ αὐταὶ τοποθετοῦνται ἐντὸς ὑγροῦ

διηλεκτρικῆς σταθερᾶς 7 καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων 0,2 cm. Ποία ἡ νέα δύναμις ἔλξεως αὐτῶν; ('Απαν. 2,5 gr*).

Β

4. Ἡ δύναμις μεταξύ δύο φορτισμένων μικρῶν σωμάτων εἶναι 1,8 gr* ὅταν τὰ σώματα εὐρισκωνται εἰς τὸν ἀέρα καὶ εἰς ἀπόστασιν 2 cm μεταξύ των. (διηλεκτρικὴ σταθερὰ ἀέρος 1). Ὅταν ταῦτα τοποθετηθῶν ἐντὸς ἐλαίου καὶ εἰς ἀπόστασιν μεταξύ των ἴση πρὸς 1 cm, παρατηρεῖται δύναμις 1,6 gr*. Ποία ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τοῦ ἐλαίου; ('Απαν. 4.5).
5. Δύο ἑτερονύμως φορτισμένα σφαιραῖ εὐρισκόμενα εἰς ἀπόστασιν 1,2 cm ἐντὸς τερεβινθελαίου ἔλκονται, ὑπὸ δυνάμεως ἴσης πρὸς ἑκείνην, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται ἐὰν αἱ ἀνωτέρω σφαιραῖ τοποθετηθῶν ἐντὸς ἐλαίου βαμβακοσπόρου εἰς ἀπόστασιν 1 cm. Ἐὰν ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τοῦ τερεβινθελαίου εἶναι 2,2 ποία ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τοῦ ἐλαίου τοῦ βαμβακοσπόρου;

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΝ ΚΙΝΗΣΕΙ

Γνωρίζοντες τήν σχέσιν μεταξύ ηλεκτρισμού καὶ μαγνητισμοῦ δά ἀντιληφθῆτε, εἰς τὸ παρόν ἐδάφιον, πῶς ἠλεκτρικὰ φορτία δύνανται νά τεθοῦν εἰς κίνησιν ἐντὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ καὶ οὕτω νά παραγάγουν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἴσως νά ἔχητε σχηματίσει τήν ἐντύπωσιν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἶναι κάτι τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ, διατρέχει τούτον μὲ τήν ταχύτητα τοῦ φωτός καὶ ἐξέρχεται ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον αὐτοῦ. Ἐκ τοῦ παρόντος κεφαλαίου δά ἀντιληφθῆτε ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, εἰς τήν πραγματικότητα, εἶναι κάτι τὸ τελείως διαφορετικόν.

Τέλος εἰς τὸ παρόν κεφάλαιον δά ἐξετασθῆ ὁ τρόπος παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐκ τῆς χημικῆς ἐνεργείας καὶ τίνι τρῶπῃ δύνανται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα νά χρησιμοποιηθῆ ὥστε νά ἐπιφέρῃ χημικὰ μεταβολὰς.

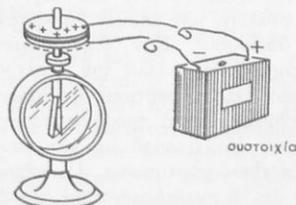
ΕΔΑΦΙΟΝ 59. Ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα.

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΒΑΤΡΑΧΟΥ ΤΟΥ GALVANI. Ὀλίγον μετὰ τὴν ἀπόδειξιν τοῦ Beniamin Franklin ὅτι ὁ κεραυνὸς εἶναι ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις ὁ Luigi Galvani, ἕνας Ἰταλὸς φυσικὸς, ἀνεκάλυψε ὅτι οἱ μείζ των βατράχων τινάσσονται ὅταν προσαρμοσθῶμεν εἰς αὐτοὺς δύο ἐλάσματα ἕνα ἐκ σιδήρου καὶ ἕνα ἐξ ὀρειχάλκου. Τὸ πείραμα τοῦτο τοῦ Galvani ὑπῆρξεν ἡ γένεσις τῶν ἠλεκτρικῶν στοιχείων. Ὁ ὀρειχάλκος καὶ ὁ σίδηρος μὲ τὰ ὕγρα τοῦ σώματος τοῦ βατράχου ἐσχημάτισαν τὸ πρῶτον ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.

Ἡ ΠΡΩΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ. Πρῶτος ὁ Alessandro Volta ἕνας Ἰταλὸς φυσικὸς, ἀντελήφθη τὴν ἀξίαν τοῦ πειράματος τοῦ Galvani. Τὸ 1800 ὁ Volta κατεσκευάσεν τὴν πρώτην ἠλεκτρικὴν συστοιχίαν. Αὕτη συνίστατο ἐκ δύο δίσκων ψευδαργύρου (Zn) καὶ χαλκοῦ (Cu), οἱ ὁποῖοι ἦσαν διατεταγμένοι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἐναλλάξ, ὑπάρχοντος ἐνὸς μικροῦ διακένου μεταξὺ αὐτῶν, τὸ ὁποῖον ἐπληροῦτο ὑπὸ ὑφάσματος ἐμβαπτισθέντος ἐντὸς διαλύματος ἁλατος. Μὲ μίαν τοιαύτην συστοιχίαν ἀποτελουμένην. ἐξ ἑκατὸν δίσκων ὁ Volta ἤτο εἰς θέσιν νά παραγάγῃ ἠλεκτρικὴν ἐκκένω-

σιν ἀνά πᾶσαν στιγμὴν. Ἀργότερον ὁ Volta μετέτρεψε τὴν ὀγκώδη ταύτην συστοιχίαν εἰς πολλὰ μικρὰ στοιχεῖα ἀπολούμενα ἀπὸ δύο λωρίδας μετᾶλλον χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου ἐμβαπτισμένας ἐντὸς δοχείου περιέχοντος θεικῶν ὀξέ. Τὸ ἠλεκτρικὸν τοῦτο στοιχεῖον καλεῖται ἔκτοτε στοιχεῖον τοῦ Volta. Πολλὰ τοιαῦτα στοιχεῖα ἀποτελοῦν μίαν συστοιχίαν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΑ ΕΞ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ. Τὸ γεγονός ὅτι μία ἠλεκτρικὴ συστοιχία εἶναι δυνατὸν νά παραγάγῃ ἠλεκτρικὰ φορτία δύνανται εὐκόλως νά ἀποδειχθῆ. Εἰς τὸ σχῆμα 59-1, μία συ-



Σχ. 59-1. Οἱ πόλοι ἠλεκτρικῆς συστοιχίας εἶναι φορτισμένοι ἠλεκτρικῶς.

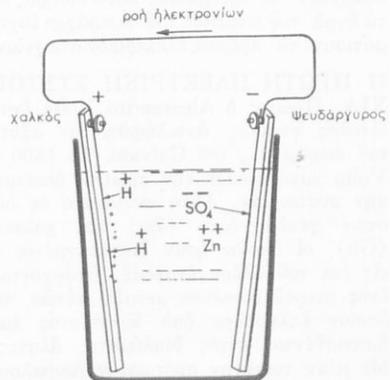


ΣΧ. 59—2. Ὁ Alessandro Volta ἐπεξηγῶν τὴν ἠλεκτρικὴν συστοιχίαν του εἰς τὸν Ναπολέοντα Βοναπάρτην.

στοιχία (τὸ ὀλιγώτερον τῶν 45 volts) συνδέεται, μέσῳ δύο ἀγωγῶν, μὲ τοὺς δύο δίσκους ἠλεκτροσκοπίου. Ὁ κάτω δίσκος εἶναι ἀγωγίμος συνδεδεμένος μὲ τὸ μεταλλικὸν στέλεχος καὶ τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου. Ὁ ἄνω δίσκος τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, εἶναι μεμονωμένος ἀπὸ τὸν κάτω, μέσῳ λεπτοῦ στρώματος βερνικίου. Οἱ δύο δίσκοι σχηματίζουν ἐπίπεδον πυκνωτὴν ὃ ὁποῖος παραλαμβάνει τὰ φορτία τῆς μπαταρίας. Τὰ φορτία παραμένουν ἐπὶ τῶν δίσκων καὶ οὕτω τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου δὲν ἀποκλίνουν. Ἐὰν ὅμως ἀποσυνδέσωμεν τὸν κάτω δίσκον ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς συστοιχίας, ἀπομακρύνωμεν δὲ ταυτοχρόνως καὶ τὸν ἄνω δίσκον μὲ τὰ εὐρισκόμενα ἐπ' αὐτοῦ θετικά φορτία τὰ ἀρνητικὰ φορτία, τὰ εὐρισκόμενα ἐπὶ τοῦ κάτω δίσκου, θὰ διαχυθῶν ἐπὶ τῶν φύλλων, τῶν ὁποίων θὰ προκαλέσουν τὴν ἀπόκλιση. Ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὰ φορτισμένα φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου μίαν ἐπίσης φορτισμένην ὑαλίνην ράβδον δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μὲ τὸν ὁποῖον τὰ φύλλα εἶναι φορτισμένα. Προσδιορίζεται οὕτω ὅτι, ὁ συνδεδεμένος μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς πηγῆς δίσκος τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἶναι ἀρνητικῶς φορτισμένος, καὶ ὁ συνδεδεμένος μὲ τὸν θετικὸν πόλον

τῆς πηγῆς δίσκος εἶναι θετικῶς φορτισμένος.

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ. Τὸ σχῆμα 59—3 δεικνύει δύο μεταλλικὰ ἐλάσματα τὸ ἓν ἐκ ψευδαργύρου καὶ τὸ ἕτερον ἐκ χαλκοῦ ἐμβαπτισμένα ἐντὸς δοχείου περιέχοντος διάλυμα τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Τὸ ἄτομον τοῦ θειικοῦ ὀξέος συνίσταται ἐκ δύο ἀτόμων Ὑδρογόνου (H) ἐνὸς ἀτόμου θείου (S) καὶ τεσσάρων ἀτόμων ὀξυγόνου (O)



ΣΧ. 59—3. Τρόπος φορτίσεως τῶν μεταλλικῶν ἐλασμάτων ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.

ὁ δὲ χημικὸς τύπος αὐτοῦ εἶναι H_2SO_4 . Ὅταν τὸ θετικὸν δέξῃ ριφθῆ ἐντὸς ὕδατος, ὠρισμένα μέρη αὐτοῦ διασπῶνται εἰς ἰόντα, τὰ ὁποῖα ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἠλεκτρικῶς φορτισμένα. Ὁρισμένα ἐκ τῶν ἰόντων τούτων ἀποτελοῦνται ἐξ ἀτόμων ὑδρογόνου, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἐν ἠλεκτρονίον ὀλιγότερον. Τὰ ἕλλείποντα ἠλεκτρονία κατακρατοῦνται ὑπὸ τῶν ὑπολοίπων ἰόντων τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἐκ τῆς ρίζης SO_4 . Διὰ τὰ ὑποδηλούμενα τὰ φορτία τῶν ἰόντων H^+ καὶ SO_4^{--} . Λέγομεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἰονίζει τὰ μέρη αὐτοῦ θετικοῦ ὄξεος. Ἡ χημικὴ αὕτη ἀντίδρασις παρίσταται ὑπὸ τῆς σχέσεως:



Διὰ τοῦ Ἴονισμοῦ νοοῦμεν τὴν διάσπασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ οὐδετέρου μορίου εἰς δύο τμήματα τὰ ὁποῖα εἶναι ἠλεκτρικῶς φορτισμένα. Τὸ διάλυμα τὸ περιέχον ἰόντα καλεῖται ἠλεκτρολύτης.

Ὅταν τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου ἐμβαπτισθῆ ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρολύτου τοῦ θετικοῦ ὄξεος, ὁ ψευδαργύρος ἀρχίζει νὰ διαλύεται, ἤτοι ἄτομα ψευδαργύρου ἐγκαταλείπουν τὸ ἔλασμα καὶ ἀναμιγνύονται μὲ τὸ ὕδωρ. Ἐκτὸς αὐτοῦ τὸ ἄτομον τοῦ ψευδαργύρου καθὼς ἐγκαταλείπει τὸ ἔλασμα χάνει δύο ἠλεκτρονία καὶ οὕτω ἐμφανίζεται ἀφ' ἐνὸς μὲν τὸ ἄτομον τοῦ ψευδαργύρου ἐντὸς τοῦ ὕδατος ὡς ἰὸν ψευδαργύρου Zn^{++} ἀφ' ἑτέρου τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου ὡς ἀρνητικῶς φορτισμένον. Τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου ἐμφανίζεται ὀλονὲν καὶ περισσότερον φορτισμένον καθὼς ἄτομα ψευδαργύρου ἐγκαταλείπουν τούτο ἕως ὅτου δημιουργηθῆ τοιαύτη περίσσεια ἠλεκτρονίων ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, ὥστε ταῦτα νὰ ἔλκουν τὰ ἰόντα τοῦ ψευδαργύρου πίσω.

Τὰ κυκλοφοροῦντα ἰόντα τοῦ ψευδαργύρου εἶναι τόσο μικρὰ ὥστε νὰ εἶναι ἀόρατα, ἀκριβῶς ὅπως εἶναι ἀόρατα τὰ ἄτομα τοῦ ἁλτος ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ἐὰν ἔλασμα ἐκ χαλκοῦ (Cu) ἐμβαπτισθῆ ἐντὸς διαλύματος θετικοῦ ὄξεος ἐλάχιστα τῶν ἀτόμων τὸ μετατρέπονται εἰς ἰόντα καὶ οὕτω τὸ ἔλασμα δὲν φορτίζεται ἀρνητικῶς. Ἐὰν ἀκολουθῶς συνδέσωμεν ἀγωγίμως, μέσῳ ἐνὸς σύρματος, τὰ δύο ἐλάσματα

ἐλάσματος τοῦ ψευδαργύρου ἠλεκτρονία θὰ κινηθοῦν μέσῳ τοῦ σύρματος πρὸς τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ (σχῆμα 59—3). Ἐκεῖ τὰ ἠλεκτρονία ἐνοῦνται μὲ ὠρισμένα ἰόντα τοῦ ὑδρογόνου (H^+) τοῦ διαλύματος. Οὕτω τὰ ἰόντα τοῦ ὑδρογόνου ἀποκοῦν πάλιν τὸ ἕλλειπον ὑδρογόνου καὶ καθίστανται ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα τὰ δὲ ἄτομα πλέον ὑδρογόνου παραμένουν πέραξ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ὡς φρυσαλλίδες. Ὁρισμένα ἐκ τῶν φρυσαλλίδων αὐτῶν ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ διαλύματος ἐνῶ αἱ ὑπόλοιποι φρυσαλλίδες παραμένουν προσκεκολλημέναι ἐπὶ τοῦ χαλκίνου ἐλάσματος.

Καθὼς τὰ ἠλεκτρονία ρέουν μέσῳ τοῦ σύρματος ἐκ τοῦ ἐλάσματος τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ, ὀλονὲν καὶ περισσότερα ἄτομα ψευδαργύρου διαλύονται μετατρέπόμενα εἰς ἰόντα, καὶ ὡς ἐκ τούτου ὀλονὲν καὶ περισσότερα ἠλεκτρονία ἐλευθερωμένα ρέουν μέσῳ τοῦ ἀγωγοῦ πρὸς τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ. Οὕτω τελικῶς τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου διαλύεται πλήρως ἐνῶ τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ παραμένει ἀνέπαφον.

Ἡ ΔΙΕΤΘΤΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Ὅταν ἐξετασθῆ ἐν ἠλεκτρικῶν στοιχείων εἰς τὸ ἠλεκτροσόκιον εὐρίσκειται ὅτι, τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου εἶναι ἀρνητικῶς φορτισμένον, ἐνῶ τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ θετικῶς. Πρὶν ἀνακαλυφθῆν τὰ ἠλεκτρονία ἐθεωρεῖτο ὅτι ἡ ἀόρατος ροὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐγένετο ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν. Καὶ μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς πραγματικῆς ροῆς τοῦ ρεύματος ἐκρῆθη σκόπιμος ἡ διατήρησις τῆς παραδοχῆς ὅτι ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος εἶναι ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν. Ἐν τούτοις σήμερον εἰς τὰ τελευταῖα συγγραμμάτια ἐμφαίνεται ἡ πραγματικὴ φορὰ τῆς κινήσεως τῶν ἠλεκτρονίων, εἶναι δὲ αὕτη ἐκ τοῦ ἀρνητικῶς φορτισμένου σώματος (περίσσεια ἠλεκτρονίων) πρὸς τὸ θετικῶς φορτισμένον σῶμα (ἐλλείψις ἠλεκτρονίων). Τὰ ἀνωτέρω ἰσχύουν διὰ τὸ ἐκτὸς τοῦ στοιχείου τμήμα τοῦ κυκλώματος. Ἐντὸς τοῦ στοιχείου λόγῳ τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως ἠλεκτρονία λαμβάνονται ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τοῦ ἐλάσματος καὶ ἐνα-

ποτίθενται επί του άρνητικού έλάσματος. Ούτω ειλς όλα τα διαγράμματα ήλεκτροικών κυκλωμάτων θά θεωρώμεν ότι ή διεύθυνσις του ήλεκτροικού ρεύματος είναι από τά άρνητικά πρὸς τά θετικά.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Η ροή των ήλεκτρονίων, ή του ρεύματος εκ του έλάσματος, του ψευδαργύρου πρὸς τὸ έλασμα του χαλκού, παριστᾷ τήν ή λ ε κ τ ρ ι κ ή ν έ ν έ ρ γ ε ι α ν. Η ένεργεια αὐτή προκύπτει εκ της χημικῆς αντίδρασεως, κατά τήν οποίαν ὁ ψευδάργυρος διαλύεται εις τὸν ήλεκτρολύτην. Έάν δέν υπάρξη άγωγιμος σύνδεσις μεταξύ των έλασμάτων χαλκού και ψευδαργύρου, τότε μέρος του ψευδαργύρου θά διαλυθῆ και άκολουθῶς ή αντίδρασις θά σταματήσῃ. Η ήλεκτρική ένεργεια προκύπτει ὅμως μόνον ὅταν κινούνται ήλεκτρόνια διότι τότε μόνον είναι δυνατὸν να παραχθῆ έργον, ὡς ή κίνησις των μηχανῶν, ή παραγωγή θερμότητος και φωτός κ. ά.

Τά ήλεκτρικά στοιχεῖα είναι ουσσεναί μετατροπῆς της χημικῆς ενεργείας εις ήλεκτρικήν. Έν τοιούτοι δέν είναι δυνατόν ὀλόκληρος ή χημική ένεργεια να μετατραπῆ εις ήλεκτρικήν διότι μέρος ταύτης μετατρέπεται εις θερμότητα. Η ὄλη χημική ένεργεια ισοῦται άκριβῶς πρὸς τὸ άθροισμα ὄλων των μορφῶν ενεργείας εις τὰς ὁποίας μετατρέπεται συμφώνως άλλωστε πρὸς τήν άρχήν διατηρήσεως της ενεργείας.

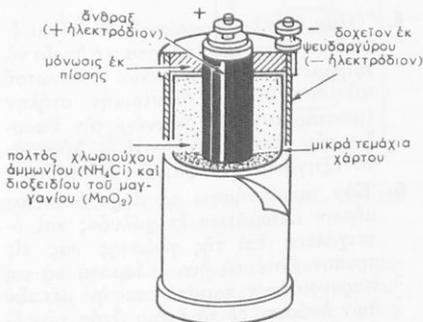
ΤΟΠΙΚΗ ΔΡΑΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ. Έάν ὁ χρησιμοποιούμενος εις τὰ ήλεκτρικά στοιχεῖα ψευδάργυρος δέν είναι καθαρὸς αλλά περιέχει προσμίξεις, παρουσιάζεται έν τελείως δυσάρεστον και άνεπιθύμητον φαινόμενον. Κατά τήν διάλυσιν του ψευδαργύρου ὑπό του ήλεκτρολύτου δημιουργούνται μικρά νέα ήλεκτρικά στοιχεῖα μεταξύ ψευδαργύρου και προσμίξεως και ούτω ελαττοῦται ὁ αριθμὸς των ήλεκτρονίων ὁ διαθέσιμος διά τὸ έξωτερικὸν κύκλωμα με αποτέλεσμα ταχύτεραν φθοράν του ψευδαργύρου άφ' ενός, αλλά και ταυτόχρονον ελάττωσιν του βαθμοῦ απόδοσεως του στοιχείου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τὸ ὀφειλόμενον εις τὰς προσμίξεις του ψευδαργύρου είναι γνωστὸν ὡς τὸ

πικὴ δρᾶσις έντός ήλεκτροικῦ στοιχείου. Αὕτη αντιμετωπιζεται είτε διά της χρήσεως καθαρῦ ψευδαργύρου, είτε διά της καλύψεως του ψευδαργύρου ὑπό «μανδύου» ὕδραργύρου. Ὁ μανδύας οὗτος δημιουργεῖ έν μίγμα ή άμάγαλμα ὡς καλοῦνται τὰ κράματα του ὕδραργύρου, με τὸν ψευδάργυρον, τὸ ὁποῖον προστατεύει τὸ έλασμα από τὰς τοικὰς δράσεις.

Η ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ. Τά άτομα του ψευδαργύρου μετατρεπόμενα εις ιόντα και έγκαταλείποντα τὰ ήλεκτρόνια επί του έλάσματος προκαλοῦν μίαν ήλεκτρικήν «πίεσιν». Τά ήλεκτρόνια παρορροῦνται να κινήθουν κατά μήκος του άγωγῦ του συνδέοντος τὰ δύο έλάσματα, λόγω των μεταξὺ αυτών άναπτυσσομένων δυνάμεων άπόσεως. Η ήλεκτρική αὐτή πίεσις καλεῖται ή λ ε κ τ ρ ε γ ε ρ τ ι κ ή δ ύ ν α μ ι σ τὸ στοιχεῖον και παρίσταται συνήθως ὡς ΗΕΔ. Αὕτη προκαλεῖ τὰ ήλεκτρόνια να ρέουν εκ του έλάσματος του ψευδαργύρου πρὸς τὸ έλασμα του χαλκού ὡς επίσης αὕτη έξαναγκάζει να κινούνται έντός του ήλεκτρολύτου: αὕτη είναι ή αἰτία της ροῆς του ρεύματος εις τὸ ὄλον κύκλωμα.

Η πρακτική μονὰς της ΗΕΔ είναι τὸ Volt (v) πρὸς τιμὴν του Volta. Η ΗΕΔ των διαφόρων στοιχείων ποικίλλει αναλόγως του μετάλλου των έλασμάτων. Ούτω τὸ στοιχεῖον με έλάσματα χαλκῶν-ψευδαργύρου έχει ΗΕΔ περίπου 1v, ένῶ τὸ στοιχεῖον με έλάσματα άνθρακος-ψευδαργύρου έχει μεγαλυτέραν ΗΕΔ.

Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ. Τά, επί του έλάσματος του ψευδαργύρου εὐρισκόμενα, ήλεκτρόνια τείνουν να κινήθουν πρὸς τὸ χαλκινον έλασμα λόγω της δημιουργηθείσης διαφορὰς δυναμικοῦ. Ὁ άγωγὸς ὁ ὁποῖος συνδέει τὰ δύο έλάσματα ἀποτελεῖ μαζί με αὐτὰ τὸ ήλεκτρικὸν κύκλωμα. Έάν ὁ συνδέων άγωγὸς διακοπῆ εις κάποιο σημείον τότε σταματᾷ και ή ροή των ήλεκτρονίων, λέγομεν δέ ότι τὸ κύκλωμα είναι άνοιχτόν, ένῶ ὅταν οὐδεμία διακοπῆ του άγωγῦ ὑπάρχῃ ή δέ ροή των ήλεκτρονίων είναι κα-



Σχ. 59—4. Ή κατασκευή ενός ξηρού στοιχείου.

νονική τότε λέγομεν ότι τὸ κύκλωμα εἶναι κλειστόν.

ΠΟΛΩΣΙΣ ΕΝΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ. Ὅταν οἱ πόλοι ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου εἶναι συνδεδεμένοι ἀγωγίμως, τὸ ἐλευθερούμενον ὕδρογόνον δὲν ἐκλύεται, ἀλλὰ, τουναντίον, δεσμεύεται ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ καὶ ἐπικαθίεται ἐπ' αὐτὸ ὑπὸ μορφὴν φουσαλλίδων προκαλοῦν οὕτω τὴν ἐξασθένισιν τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγόν, λόγω πτώσεως τῆς ΗΕΔ αὐτοῦ. Τὸ ὡς ἄνω φαινόμενον τῆς μειώσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, λόγω τῆς ἐπικαθήσεως τῶν φουσαλλίδων τοῦ ὕδρογόνου ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ καλεῖται πόλωση. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς πόλωσεως χρησιμοποιοῦνται ὠρισμένοι χημικαὶ οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι ἀπορροφοῦν τὸ παραγόμενον ὕδρογόνον παρεμποδίζουσαι αὐτὸ νὰ ἐπικαθίηται ἐπὶ τοῦ χαλκίνου ἐλάσματος.

ΤΟ ΞΗΡΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟΝ. Τὸ σχῆμα 59-4 δεικνύει ἐν τομῇ τὴν κατασκευὴν ἑνὸς κοινοῦ ξηροῦ στοιχείου. Τὰ ἐλάσματα τὰ ὁποῖα κοινῶς καλοῦνται ἠλεκτροδία, ἀποτελοῦνται ἐξ ἄνθρακος καὶ ψευδαργύρου. Τὸ ἐκ ψευδαργύρου δοχείον ἀποτελεῖ τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἐνῶ ἡ ράβδος ἐξ ἄνθρακος ἢ εὐρισκομένη εἰς τὸ μέσον ἀποτελεῖ τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον. Ὁ ἠλεκτρολύτης ἀποτελεῖται ἐκ πολτώδους μίγματος χλωριούχου ἀμμωνίου (NH_4Cl) καὶ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (MnO_2). Ἐὰν θελήσωμεν ν' ἀκριβολογήσωμεν, πρέπει νὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ ξηρὸν **Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς**

ξηρόν. Ἐὰν ὅμως δὲν ὑπῆρχε τὸ ὕδωρ θὰ ἦτο ἀδύνατος ἡ ροὴ τοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ στοιχείου. Ἡ ΗΕΔ τοῦ ξηροῦ στοιχείου εἶναι περίπου 1,5 ν.

Τὸ διοξείδιον τοῦ μαγγανίου χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντιπολωτικόν. Τὸ ὕδρογόνον ἐρχόμενον εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ δέξυγόνον τοῦ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου σχηματίζει ὕδωρ τὸ ὁποῖον δὲν ἐπηρεάζει δυσμενῶς τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου.

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Τὸ πείραμα τοῦ βατράχου τοῦ Galvani

Ἡλεκτρικὴ Συστοιχία

Ἡλεκτρικὸν Στοιχεῖον

Ἡλεκτρικὰ φορτῖα προερχόμενα ἐξ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου

Δράσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου

Ίόντα καὶ Ίονισμός

Ἡλεκτρολύται

Διεύθυνσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος

Ἡλεκτρικὴ καὶ χημικὴ ἐνέργεια

Τοπικὴ δράσις ἐντὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου

Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις στοιχείου (ΗΕΔ)

Volt

Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα

Πόλωσις ἑνὸς στοιχείου

Ἡλεκτρόδια

Ξηρόν Στοιχεῖον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὴν πρώτην συστοιχίαν τοῦ Volta.
2. Ἐκ ποῶν τμημάτων ἀποτελεῖται τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta; Διατί ὀνομάζονται τοιοῦτοτρόπως;
3. Περιγράψατε ἐν πείραμα τὸ ὁποῖον νὰ ἀποδεικνύη ὅτι ἡ ἠλεκτρικὴ συστοιχία διαχωρίζει τὰ ἠλεκτρικὰ φορτῖα.
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες «ἰόν»; Πῶς παραγόνται τὰ ἰόντα;
5. Τί εἶναι ὁ ἠλεκτρολύτης;
6. Τί συμβαίνει ὅταν τεμάχιον ψευδαργύρου ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς διαλύματος θεϊκοῦ ὀξέος;
7. Τί συμβαίνει ὅταν τεμάχιον χαλκοῦ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς διαλύματος θεϊκοῦ ὀξέος;
8. Τί ἀναγκάζει τὰ ἠλεκτρόνια νὰ ρέουν κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ συνδεόντος τὸ ἐλάσμα τοῦ ψευδαργύρου

μέ το χάλκινον ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου;

9. Τῇ βοηθείᾳ σχεδίου ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.
10. Ποία μετατροπὴ μορφῆς ἐνεργείας λαμβάνει χώραν ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου;
11. Τί νοοῦμεν λέγοντες τοπικὴ δρᾶσις ἐντὸς ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου;
12. Πῶς ἀντιμετωπίζεται ἡ τοπικὴ δρᾶσις;
13. Ἐξηγήσατε τὴν φύσιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ.
14. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις στοιχείου;
15. Τί νοοῦμεν λέγοντες πόλωσις στοιχείου;
16. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν ἐνὸς ξηροῦ στοιχείου.
17. Πῶς ἀντιμετωπίζεται ἡ πόλωσις ἐνὸς ξηροῦ στοιχείου;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν μία χωρὶς ἐλαστικῶν καὶ ἐν ἔλασμα ψευδαργύρου ἐμβαπτισμένη ἐντὸς θεϊκοῦ ὀξέος νὰ σχηματίσῃ ἐν ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον; Ἐναφέρατε τοὺς λόγους.
2. Εἶναι δυνατόν δύο ἑλάσματα ἐκ ψευδαργύρου ἐμβαπτισμένα ἐντὸς διαλύματος θεϊκοῦ ὀξέος νὰ σχηματίσῃ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον;
3. Ποῖον ἐκ τῶν περιγραφέντων εἰς τὸ ἀνωτέρω ἐδάφιον ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον δυνατόν νὰ χρηρηγήσῃ τὸ μεγαλύτερον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα;

4. Ὅταν ἐν ἠλεκτροσκόπιον δὲν εἶναι ἐφωδισμένον με ἑλάσματα τὰ ὁποῖα νὰ χρησιμεύουν ὡς ὀπλισμοὶ πυκνωτοῦ καὶ συνδεθῇ με ἠλεκτρικὴν στήλην (μπαταρίαν) δὲν δεικνύει τὴν ὑπαρξίν τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων. Δύνασθε νὰ ἐξηγήσητε τὸ φαινόμενον τοῦτο;
5. Ἐὰν τοποθετήσητε τὰ ἄκρα δύο ἐπιμήκων ἐλασμάτων ἐκ γάλυθος καὶ ὀρειγάλου ἐπὶ τῆς γλώσσης σας εἰς τρόπον ὥστε τὰ δύο ἑλάσματα νὰ μὴ παρουσιάζουν κοινὴν ἐπαφὴν μεταξὺ τῶν ἐνώσετε δὲ τὰ ἕτερα ἄκρα τῶν ἐλασμάτων θὰ αἰσθανθῆτε ἓνα ἐρεθισμόν. Δύνασθε νὰ ἐξηγήσητε τὴν αἰτίαν τοῦ ἐρεθισμοῦ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

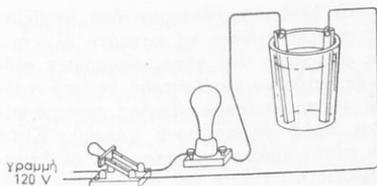
ΤΟ ΞΗΡΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟΝ. Λάβετε ἐν παλαιὸν ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον καὶ ἀνοίξατέ το. Οὕτω θὰ δῆτε πῶς τοῦτο εἶναι κατεσκευασμένον. Ὅπως εἶναι ἀνοικμένον ἔχετε τὴν εὐκαιρίαν νὰ παρατηρήσητε ὠριμένα ἐνδιαφέροντα πράγματα. Κατ' ἀρχὰς ἐξετάσατε τὸ ἐκ ψευδαργύρου περιβλημα. Θὰ εἶναι κατὰ πάσαν πιθανότητα «φαγωμένον». Ἐπίσης θὰ ὑπάρχη λευκὸς γλωριούχος ψευδάργυρος, ὁ ὁποῖος παράγεται ἐκ τῆς διαλύσεως τοῦ ψευδαργύρου εἰς τὸ γλωριούχον ἄμμωνιον.

Δύνασθε εὐκόλως νὰ κατασκευάσητε ὑγρὸν στοιχεῖον σχηματίζοντες ὁπὰς εἰς τὸ ἐκ ψευδαργύρου περιβλημα παλαιοῦ ξηροῦ στοιχείου καὶ ἐμβυθίζοντες τοῦτο ἐντὸς δοχείου περιέχοντος διάλυμα ἁλατος ἢ ὄξους.

ΕΔΑΦΙΟΝ 60. Αἱ χημικαὶ ἐπιδράσεις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

ΤΟ ΥΔΩΡ ΩΣ ΑΓΩΓΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. Τὸ ὕδωρ εἶναι σχεδὸν κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ σχῆμα 60-1 ἐμφαίνονται δύο μεταλλικὰ ἑλάσματα, ἐμβαπτισμένα ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ, συνδεδεμένα με μίαν ἠλεκτρικὴν λυχνίαν, ἢ ὁποῖα, μέσῳ διακόπτου, συνδέεται πρὸς δίκτυον τάσεως 120 v. Ἐν ἀποσπασθῇ ὁ διακόπτης πρὸς

ρατηροῦμεν ὅτι ἡ λυχνία δὲν φωτοβολεῖ. Μόλις ὅμως εἰς μικρὸς βῶλος ἁλατος ριφθῇ ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἀμέσως ἡ λυχνία φωτοβολεῖ. Ὅταν τὸ ριφθῆν ἄλλας διαλυθῇ ἐντὸς τοῦ ὕδατος μέγρος τῶν μορίων αὐτοῦ ἰονίζονται ὁπότε τὰ μὲν θετικὰ ἰόντα ὀδεύουν πρὸς τὸ ἀρνητικῶς φορτισμένον ἠλεκτρόδιον ἐνῶ τὰ ἀρνητικὰ ἰόντα ὀδεύουν πρὸς τὸ θετικῶς φορτισμένον ἠ-



Σχ. 60—1. Το ύδωρ είναι «πτωχός» άγωγός του ηλεκτρισμού.

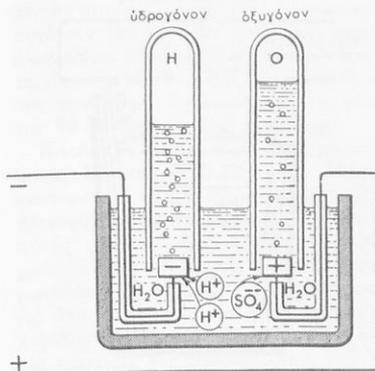
λεκτροδίων. Παρατηρούμεν ὅθεν ὅτι μόνον με τὴν παρουσίαν ἰόντων ἐντός τοῦ ὕδατος εἶναι δυνατὴ ἡ διέλευσις μέσῳ αὐτοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἀνθρώπινον σῶμα τὸ ὕδωρ εἶναι ἀρκετὰ καλὸς ἄγωγός τοῦ ηλεκτρισμοῦ ὥστε νὰ καθίσταται ἐπικίνδυνον ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ἀνοικτὴ ηλεκτρικὴ ἐπαφὴ εἰς τὴν περιοχὴν του. Οὐδέποτε νὰ ἐγγίσετε ηλεκτρικὴν συσκευὴν με βρεγμένης χεῖρας ἢ ἐνόσον εὐρίσκεισθε ἐντός ὑγροῦ χώρου οὐδέποτε νὰ ἀντικαθίστατε ηλεκτρικὰς ἀσφαλείας ἰστάμενοι ἐπὶ ὑγροῦ διαπέδου ἢ ἐντός ὑγρῶν ὑπογειῶν.

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ.

Εἰς τὸ σχῆμα 60-2 ἐμφαίνεται πηγὴ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος συνδεδεμένη με δύο ἡλεκτροδία ἐκ πλατίνης ἐμβαπτισμένα ἐντός διαλύματος θειικοῦ ὀξεός. Τὰ ἡλεκτροδία εἶναι ἐκ πλατίνης ὥστε νὰ ἀποφευχθῇ πᾶσα χημικὴ ἀντίδρασις μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ διαλύματος τοῦ θειικοῦ ὀξεός.

Τὸ θεικὸν ὀξὺ ἰονιζόμενον ὑπὸ τοῦ ὕδατος διασπᾶται εἰς τὰ ἰόντα H^+ καὶ SO_4^{--} . Τὰ θετικὰ ἰόντα τοῦ ὑδρογόνου ἔλκονται ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου ἐνῶ τὰ ἀρνητικὰ ἰόντα τῆς ρίζης SO_4 ὑπὸ τοῦ θετικοῦ. Ὅταν τὸ H^+ φθάσῃ εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτροδίου ἀποβάλλει τὸ θετικὸν φορτίον του καὶ σχηματίζει φουσαλλίδας. Ἐὰν θέσωμεν δοκιμαστικὸν σωλῆνα ὑπεράνω τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου τὸ ὑδρογόνον θὰ συλλέγεται ἐντός αὐτοῦ ὑπὸ τὴν μορφήν ἀερίου. Ὅμοιως ὑπεράνω τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου συλλέγεται τὸ ὀξυγόνον. Ἐκ τῆς πειραματικῆς ἐρευνῆς κατεδείχθη ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται ἐντός τοῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος τοῦ εὕρισκο-



Σχ. 60—2. Διάσπαισις τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος.

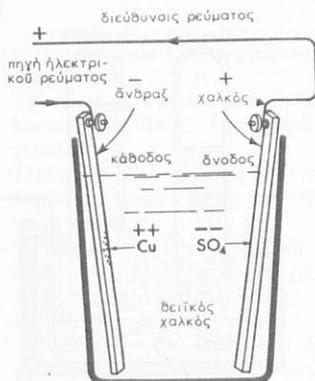
μένου ἄνωθεν τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου, εἶναι διπλάσιος τοῦ ἀντιστοίχου ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου.

Ἡ διαπίστωσις ὅτι, τὰ ἐντός τῶν δοκιμαστικῶν σωλῆνων εὕρισκόμενα ἀέρια εἶναι ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον γίνεται ὡς ἑξῆς: Ἐὰν πλησιάσωμεν πλησίον τῶν χειλέων τοῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος τοῦ περιέχοντος τὸ ὑδρογόνον ἐν πυρεῖον παρατηρούμεν ὅτι τὸ ἀέριον καίεται καὶ κατὰ τὴν καύσιν του ἐμφανίζεται κωνανὴ φλόξ, χαρακτηριστικὴ τοῦ ὑδρογόνου (*). Ἐὰν ἐξ ἄλλου ρίψωμεν μικρὸν τεμάχιον ξύλου ἐντός τοῦ ἐτέρου δοκιμαστικοῦ σωλῆνος παρατηρούμεν ὅτι τοῦτο ἀναφλέγεται ἀμέσως καὶ καίεται ζωηρῶς.

Ἡ διάσπαισις τοῦ ὕδατος εἰς ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον ὑπὸ τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος καλεῖται ἡλεκτρολύσις τοῦ ὕδατος. Κατόπιν τῆς ἐπινοήσεως τοῦ Charles Martin Hall τῆς παραγωγῆς ἀργιλίου ἡλεκτρολυτικῶς τὸ μέταλλον κατέστη ἀμέσως εὐθνην.

ΓΑΛΒΑΝΟΠΛΑΣΤΙΚΗ. Ἐὰν διοχετεύσωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῖμα διὰ μέσου διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ($CuSO_4$) οὐ-

* Συνήθως εἰς τὰ χεῖλη τοῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος ὑπάρχει μίγμα ἀέρος καὶ ὑδρογόνου. Ἐὰν ἀναφθῇ τὸ μίγμα λαμβάνει χῶραν μικρὰ ἐκρηξίς.



Σχ. 60-3. Έπικάλκωσις.

τος θά λονισθῆ ὑπὸ τοῦ ὕδατος διασπώμενος εἰς ἰόντα Cu^{++} καὶ SO_4^{--} καὶ τὰ θετικά ἰόντα θά ὀδεύουν πρὸς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίου ἐξ ἄνθρακος ἐπὶ τοῦ ὁποίου θά ἐπικαθῶσιν ἀποβάλλοντα καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον των. Οὕτω ὁ ἄνθραξ ἐπιχαλκῶνται. Τὰ ἀρνητικά ἰόντα SO_4^{--} ὀδεύουν πρὸς τὸ θετικὸν ἠλεκτροδίου, ἐνοῦνται μὲ τὸ χαλκὸν ἀποβάλλοντα τὸ φορτίον των καὶ σχηματίζουν θεϊκὸν χαλκόν, ὁ ὁποῖος ὅμως διασπᾶται ἀμέσως εἰς ἰόντα Cu^{++} καὶ SO_4^{--} . Οὕτω ἐν τῇ οὐσίᾳ τὸ χάλκινον ἠλεκτροδίου διαλύεται ὁ δὲ ἐλευθερούμενος χαλκὸς ἐπικαθῆται ἐπὶ τοῦ ἑτέρου ἠλεκτροδίου. Ἐὰν ἐναλλαχθῆ ἡ ἠλεκτρικὴ σύνδεσις τότε ὁ ἐπικαθιστάμενος ἐπὶ τοῦ ἀνθρακίνου ἠλεκτροδίου χαλκὸς θά ἀπομακρυνθῆ ἐκ τοῦ ἠλεκτροδίου καὶ θά ἐπικαθῆσῃ ἐπὶ τοῦ χάλκινου. Τε θετικὸν ἠλεκτροδίου καλεῖται ἄνοδος, τὸ δὲ ἀρνητικὸν κά-

θόδος. Εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα γίνονται ἐπικαλκώσεις εἰς διάφορα μέταλλα. Συχνάκις διὰ τῆς μεθόδου ταύτης γίνεται ἐπικάλκωσις διαβρωτῶν ὑπὸ τῶν ὀξέων μετάλλων ὑπὸ ἄλλων μὴ διαβρωτῶν, ὡς ἐπίσης ἐπικαθῆναι διάφορα στρώματα μετάλλου διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ἐπὶ τοῦ ἀρχικοῦ ἠλεκτροδίου οὕτως ὥστε τοῦτο νὰ λάβῃ ἐπιθυμητὸν σχῆμα.

Ἡ γαλβανοπλαστικὴ χρησιμοποιεῖται κυρίως εἰς τὴν κατασκευὴν χαλκίνων ἐμαγγείων διὰ ἠλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ. Λαμβάνομεν κατ' ἀρχῆς τὸ κήρινον ἐμαγγεῖον. Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ον, τὸ ὁποῖον καλύπτομεν ὑπὸ στρώματος γραφίτου ὥστε νὰ καταστῆ ἠλεκτρικῶς ἀγώγιμον καὶ χρησιμοποιούμενον τοῦτο ὡς κάθόδον εἰς λουτρὸν θεϊκοῦ χαλκοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον ὡς ἄνοδος χρησιμοποιεῖται πλάξ ἐκ καθαροῦ χαλκοῦ. Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον γίνονται καὶ αἱ ἐπιανεκλώσεις ὡς ἐνίοτε καὶ αἱ ἐπιχρυσώσεις.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΕΩΣ. Ὁ ἄγγλος φυσικὸς Michael Faraday ἀνεκάλυψε τὸν νόμον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ ἀποτιθεμένη ποσότης τοῦ μετάλλου ἐπὶ τῆς καθόδου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐὰν ἀριθμῶσι τις ἠλεκτρολυτικῶν λουτρῶν θεϊκοῦ χαλκοῦ τοποθετηθῶν ἐν σειρᾷ, τροφοδοτούμενα ὑπὸ τῆς αὐτῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς οὕτως ὥστε νὰ διέρχεται ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐξ ἑκάστου λουτροῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἀνά μονάδα χρόνου ἀποτίθεται ἡ αὐτὴ ποσότης χαλκοῦ ἐπὶ τῶν καθόδων, ἀνεξαρτήτως τοῦ σχήματος καὶ μεγέθους τῶν ἠλεκτροδίων. Τὸ ἀνά μονάδα χρόνου βάρος τοῦ ἐναποτιθεμένου χαλκοῦ εἶναι ἀνάλογον τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Διπλασιασμομένης τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διπλασιάζεται καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἐναποτιθεμένου χαλκοῦ. Εἰς ἕκαστον ἠλεκτρολυτικὸν λουτρὸν ἕκαστον ἰὸν χαλκοῦ (Cu^{++}) λαμβάνει δύο ἠλεκτρόνια ἐναποτιθέμενον ἐπὶ τῆς καθόδου. Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν καταναλωθέντων ἠλεκτρονίων δυνάμεθα ἀμέσως νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ποσότητα τοῦ χαλκοῦ. Συνάγεται ὅθεν, ἐκ τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ὠρισμένη ποσότης χαλκοῦ ἀντιστοιχεῖ εἰς ὠρισμένη ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ. Ἐκρίβως ὁμοίως ὠρισμένη ποσότης ἀργύρου ἐναποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου ὑπὸ ὠρισμένης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ πρακτικὴ μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καλεῖται κουλὸμ [coulomb (cb)].

ΜΟΝΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΤ ΠΕΤΜΑΤΟΣ.

Ἡ πρακτικὴ μονὰς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καλεῖται ἀμπέρ [ampère (A)]. Ὅταν ποσότης ἠλεκτρισμοῦ ἴση πρὸς 1 cb διαρρῆθῇ ἀνά sec ἐνα κύκλωμα, ἡ ἐντασις τοῦ διαρρέοντος τὸ κύκλωμα τοῦτο ρεύματος, ἴσουςται πρὸς 1 A. Τὸ ἀμπέρ εἶναι ἡ μονὰς μετρήσεως τῆς ροῆς

ποσότητος ηλεκτρισμοῦ ἴσης πρὸς 1 cb εἰς ἕκαστον sec. Ἀκριβῶς ὡς τὸ γαλλόνιον εἶναι μονὰς μετρήσεως ποσότητος ὕδατος οὕτω καὶ τὸ κουλὸν εἶναι μονὰς μετρήσεως ποσότητος ηλεκτρισμοῦ ὅπως εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθῇ ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος εἰς γαλλόνια ἀνὰ δευτερόλεπτον οὕτω καὶ ἡ ροὴ τοῦ ηλεκτρισμοῦ μετρεῖται εἰς ἀμπέρ.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΝ. Ἡ ποσότης τοῦ ἐναποτιθεμένου χαλκοῦ λόγῳ ηλεκτρικοῦ ρεύματος 1A ἐπὶ 1 sec δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἐναποτιθεμένην ποσότητα ἀργύρου. Τὰ ἄτομα τοῦ ἀργύρου εἶναι κατὰ πολὺ βαρύτερα τῶν ἀντιστοιχῶν τοῦ χαλκοῦ, ἐπὶ πλέον δὲ ἕνα ἄτομον ἀργύρου λαμβάνει μόνον ἕνα ηλεκτρόνιον οὐδενωροποιούμενον εἰς τὴν κἀθοδον ἐνῶ τὸ ἄτομον τοῦ χαλκοῦ δύο. Λιὰ τοὺς ἄνωτέρω λόγους εἶναι λογικὸν νὰ ἀναμένεται ὅτι, πολὺ μεγαλυτέρα ποσότης ἀργύρου ἐναποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου παρὰ χαλκοῦ δὲ ἐντάσεως ρεύματος ἴσης πρὸς 1A ὑπὸ ἀρκείας 1 sec. Ἐὰν τοποθετήσωμεν διάφορα λουτρά χρησιμοποιούντες διάφορα μέταλλα, ἀφίσημεν δέ, ρεῦμα ἐντάσεως 1A νὰ διέλθῃ ἐξ ὧλων ἐπὶ 1 sec αἱ ποσότητες τῶν ἐναποτεθέντων μετάλλων θὰ εἶναι διάφοροι. Ἡ μᾶζα τοῦ μετάλλου ἡ ἀποτιθεμένη ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1A ἐπὶ 1 sec καλεῖται ἡ *ε-κ-τ-ρ-ο-χ-η-μ-ικ-ὸ-ν* ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου.

Ἡλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον εἰς gr ἀνὰ Ampere ῥέοντος ρεύματος ἀνὰ sec

Ἀργίλιον	0,0000932
Χαλκός	0,0003294
Υδρογόνον	0,0000104
Ὄξυγόνον	0,0000829
Ἀργυρος	0,0011180
Ψευδάργυρος	0,0003387

ΣΥΣΣΩΡΕΤΗΣ. Ἐὰν δύο ἐλάσματα μολύβδου ἐμβαπτισθῶν ἐντὸς θεϊκοῦ ὀξέος, εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ἐλασμάτων, θὰ σχηματισθῇ θεϊκὸς μολύβδος καί, ὡς δεικνύει τὸ πείραμα, μεταξὺ τῶν δύο ηλεκτροδίων δὲν ὑφίσταται τάσις. Ἐὰν ὁμως συνδέσωμεν τὰ δύο ηλεκτρόδια πρὸς

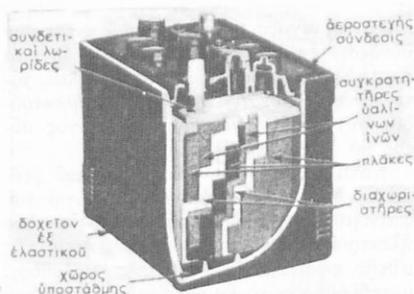
πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, ἀφήνοντες τὴν σύνδεσιν ἐπὶ ἀρκετὸν χρονικὸν διάστημα ἀκολουθῶν δέ, διακόψωμεν τὸ ρεῦμα, τότε, δεικνύεται ὅτι, ἐὰν τὰ δύο ηλεκτρόδια συνδεθῶν ἀγωγίμως ὁ ἀγωγὸς οὗτος θὰ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

Κατὰ τὴν διόδον τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς ηλεκτρολύσεως, τὰ δύο ηλεκτρόδια, τὰ ὁποῖα ἀρχικῶς ἦσαν τῆς αὐτῆς φύσεως, ἦτοι θεϊκοῦ μολύβδου, μετεβλήθησαν εἰς δύο ὑπεροξειδίων τοῦ μολύβδου, τὸ δὲ ἕτερον εἰς μολύβδον. Ἡ ὡς ἄνω μεταβολὴ τῆς φύσεως τῶν ηλεκτροδίων δι' ἡλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ καλεῖται φόρτισις τοῦ συσσωρευτοῦ, ἐνῶ τὸ ἀνωτέρω σύστημα τῶν μολυβδίνων πλακῶν μετὰ τοῦ ὕδατικοῦ διαλύματος τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος, λέγομεν ὅτι ἀποτελεῖ ἡλεκτρικὸν συσσωρευτὴν.

Κατὰ τὴν φόρτισιν τοῦ συσσωρευτοῦ, ἡ ηλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς χημικὴν. Ἡ χημικὴ αὕτη ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ηλεκτρικὴν κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν αὐτοῦ. Οὕτω, ἐὰν συνδέσωμεν εἰς τὰ δύο ηλεκτρόδια συσσωρευτοῦ τοὺς ἀνορθόκεκτος ηλεκτρικοῦ κώδωνος, οὗτος ἡγεῖ ἐπὶ ἀρκετὸν χρονικὸν διάστημα. Μετὰ τὴν ἐκφόρτισιν τοῦ συσσωρευτοῦ εἶναι δυνατὴ ἡ ἐκ νέου φόρτισις αὐτοῦ. Ἡ αὕτη διαδικασία φορτίσεως-ἐκφορτίσεως εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπαναλαμβάνεται.

Ἡ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΣΥΣΣΩΡΕΤῶΝ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Ἡ συστοιχία συσσωρευτῶν μολύβδου τοῦ ἐμπορίου, συνίσταται, κατὰ κανόνα, ἐκ τριῶν συσσωρευτῶν συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ (σχῆμα 60-4). Οἱ θετικοὶ πόλοι τῶν συσσωρευτῶν αποτελοῦνται ἀπὸ ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου (PbO₂) ἐνῶ, οἱ ἀρνητικοὶ ἀπὸ πογγώδη μολύβδου. Ὁ ηλεκτρολύτης εἶναι διάλυμα θεϊκοῦ ὀξέος. Ὅταν οἱ συσσωρευταὶ, ἄρα καὶ ἡ συστοιχία, ἐκφορτίζονται τόσον οἱ θετικοὶ ὅσον καὶ αἱ ἀρνητικοὶ πόλοι αὐτῶν μετατρέπονται εἰς θεϊκὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν ἀφαιρεῖται ἐκ τοῦ διαλύματος θεϊκὸν ὀξὺ καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος ἐλαττοῦται. Ὅταν οἱ συσσωρευταὶ φορτίζονται αἱ ἀρνητικαὶ πλάκες αποτελοῦνται ἀπὸ μό-



Σχ. 60—4. Τομή συστοιχίας συσσωρευτῶν μολύβδου εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἐμφαίνηται ἡ ὅλη κατασκευὴ αὐτῆς. Τὸ θετικὸν ἔλασμα τοῦ πρώτου συσσωρευτοῦ ἔχει ἀφαιρεθῆ· φαίνεται δὲ μόνον μία λεπτὴ λωρίδα αὐτοῦ. Τὸ παχὺ στρώμα τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου ἐμφαίνεται ὡς μαῦρον.

λυβδον καὶ αἱ θετικαὶ ἀπὸ καστανόχρουν ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου ἐνῶ, ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος θεϊκοῦ ὀξέος ἀξιά-νεται. Δεδομένου ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος εἶναι μεγαλύτερα τοῦ ὕδατος δυνάμει δι' ἑνὸς ὕδρομετρου νὰ διαπιστώσωμεν ἐὰν ἡ συστοιχία φορτίζεται ἢ ὄχι. Ὄταν ἡ συστοιχία φορτισθῆ πλήρως εὐθὺς ὡς διακόψωμεν τὸ ρεῦμα φορτίσεως, λόγω τῆς μεταβολῆς τῶν ηλεκτροδίων μεταξὺ αὐτῶν, ὑψίσταται τάσις περίπου 2 Volt.

Ἡ συστοιχία συσσωρευτῶν ἐνὸς αὐτοκινήτου ἀπαιτεῖ ὀρισμένη φοντίδα ἵνα εὐρίσκειται πάντοτε εἰς καλὴν κατάστασιν. Κατ' ἀρχὰς πρέπει περιοδικῶς νὰ ἐξετάζεται ὑπὸ πυκνομέτρου ἢ πυκνότης τοῦ ηλεκτρολύτου, κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας δέ, κρίνεται σκόπιμον νὰ προστίθεται συχνάκις ἀπεσταγμένον ὕδωρ. Ἡ συστοιχία δὲν πρέπει ποτὲ νὰ παρουσιάσῃ ἔλλειψιν θεϊκοῦ ὀξέος. Μόνον εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὀξὺ «χυθῆ» πρέπει νὰ ἐπιτρέπεται ἡ συμπλήρωσις αὐτοῦ.

Ὄταν τὸ αὐτοκίνητον κυκλοφορῇ συνεχῶς ἐντὸς τῆς πόλεως ὁ ὀδηγὸς εἶναι υποχρεωμένος νὰ σταματᾷ καὶ νὰ ἐκκινήσῃ συνεχῶς. Οὕτω ἡ συστοιχία δὲν φορτίζεται κανονικῶς ὑπὸ τῆς γεννητηρίας τοῦ αὐτοκινήτου. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν κρίνεται σκόπιμον ἢ κατάστασις τῆς συστοιχίας νὰ ἐξετάζεται συχνότερον.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡλεκτρόλισις
Γαλβανοπλαστικὴ
Ἄνοδος
Κάθοδος
Ὁ Νόμος τοῦ Faraday τῆς ἠλεκτρολύσεως
Κουλόμπ (Coulomb)
Ἄμπερ (Ampère)
Ἡλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον
Συσσωρευτῆς

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ πείραμα τὸ ἐμφαίνον τὴν μικρὰν ἀγωγιμότητα τοῦ ὕ-τος.
2. Περιγράψατε τὴν μέθοδον κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διασπασθῆ λόγω τῆς δράσεως τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος.
3. Ἀναφέρατε ἓν χαρακτηριστικὸν ἐκαστοῦ τῶν ἀτόμων τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ μόριον τοῦ ὕδατος.
4. Ποῖα ἄλλα στοιχεῖα δύναται νὰ διαχωρισθῶν διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως;
5. Περιγράψατε τὴν ἐπιγύλιωσιν.
6. Ποῖα ἢ σχέσις μεταξὺ τοῦ βάρους τοῦ ἀποτιθεμένου μετάλλου καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ διχοτενομένου ρεύματος κατὰ τὴν γαλβανοπλαστικὴν;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες Coulomb;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον ἐνὸς στοιχείου;
9. Τί νοοῦμεν λέγοντες Ampère;
10. Ἐπὶ ποῖαν μορφήν ὁ συσσωρευτῆς ἀποθηκεύει ἐνέργειαν;
11. Περιγράψατε ἓν πείραμα ἐμφαίνον τὴν λειτουργίαν συσσωρευτοῦ.
12. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν συστοιχίας συσσωρευτῶν (μπαταρίας) αὐτοκινήτου.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν ρεύματα τῆς αὐτῆς ἐντάσεως διαβιβάσθωσιν διὰ μέσου δύο ηλεκτρολυτικῶν λουτρῶν, τοῦ ἐνὸς ἔχοντος γάλλινα ηλεκτρόδια, καὶ τοῦ ἑτέρου ἀργυρᾶ, ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον, εἰς ποῖον ἐκ τῶν δύο λουτρῶν θὰ ἀποτεθῆ μεγαλύτερα ποσότης μετάλλου;
2. Ἐκ τοῦ πίνακος τῶν ἠλεκτροχημικῶν

ισοδυνάμων και εκ του αποτελέσματος της ηλεκτρολύσεως του ύδατος δύνασθε να προσδιορίσητε, κατά ποιόν τρόπον ίσοι όγκοι υδρογόνου και οξυγόνου συγκρίνονται προς τὰ βάρη αυτών;

3. Έξηγήσατε με την βοήθειαν «σπίτσου» την μέθοδον επιχαλκώσεως ενός κλειδίου.
4. Δοθέντος ενός ποτηρίου ύδατος περιέχοντος θεικόν οξύ, τίνι τρόπω δύνασθε να προσδιορίσητε τόν θεικόν πόλον συστοιχίας (μπαταρίας);
5. Έξηγήσατε την μέθοδον κατά την οποίαν είναι δυνατή ή επαργύρωσις της έσωτερικῆς μόνον επιφανείας ενός μεταλλικού κυπέλλου.
6. Διαιτί ό χημικός τύπος του ύδατος είναι H_2O ;
7. Περιγράψατε τὰ πλεονεκτήματα τῆς χρησιμοποίησεως τῶν συσσωρευτῶν δια τὴν ανάφλεξιν, τοὺς προβολεῖς καὶ τὴν ἐκκίνησιν τῶν αυτοκινήτων.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΣΤΥΣΤΟΙΧΙΑ ΣΥΣΣΩΡΕΤΤΩΝ (ΜΠΑΤΑΡΙΑ). Δύνασθε να λάβετε μίαν παλαιάν συστοιχίαν συσσωρευτῶν από εν συνεργεῖον αυτοκινήτων. Κατόπιν ἀκριτῆς ἐργασίας δυνατὸν να κατορθώσητε να τὴν ἀνοίξετε καὶ να παρατηρήσητε τὴν κατασκευὴν τῆς.

Τὸ σχῆμα 60-4 παριστᾷ μίαν τομὴν αὐτῆς εἰς τρόπον ὥστε να φαίνωνται τὰ κύρια ἔξαρτήματα. Τὸ ὕλικόν τῶν θεικῶν πλακῶν ἔχει «καφετι» χρῶμα ἐνφ τῶν ἀρνητικῶν εἶναι μᾶλλον «γκριζωπόν». Αἱ θεικαὶ καὶ αἱ ἀρνητικαὶ πλάκες κρατοῦνται εἰς ἀπόστασιν ὑπὸ τεμαχίων ξύλου ἢ σκληροῦ ἐλαστικοῦ κόμμοεσ τὰ ὁποῖα καλοῦνται *διαχωριστήρες*.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πόσον βάρος χαλκοῦ, ρεύμα ἐντάσεως 1A, θὰ ἀποθέσῃ ἀπὸ διάλυμα θεικοῦ χαλκοῦ ἐπὶ 1 h;
2. Ποία ἡ ἔντασις ρεύματος, ἡ ὁποία ἀποθέτει 0,11180 gr ἀργύρου ἐντὸς 10 sec;

3. Πόσα γραμμάρια οξυγόνου θὰ ἐλευθερωθῶν ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 2 A ρέοντος δια τοῦ λουτροῦ ἐπὶ 2 h;
4. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει να διέλθῃ ρεῦμα ἐντάσεως 10 A δια λουτροῦ διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου ὥστε να ἀποτεθῆ 1 gr ἀργύρου;
5. Πόσα ἀμπέρ ἀπαιτοῦνται ὥστε 1 gr να ἀποτεθῆ ἐντὸς μῆσ ὥρας (1 h); ('Απαντ. περίπου 0,25A).
6. Ράβδος ἐκ καθαροῦ ἀργύρου μάζης 100 gr χρησιμοποιεῖται ὡς ἄνοδος εἰς λουτρὸν ἐπαργύρωσεως. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει να διαρκέσῃ ἡ ἐπαργύρωσις ὥστε ἡ μᾶζα τῆς ράβδου να ἐλαττωθῆ εἰς τὸ ἥμισυ ἐὰν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 0,5 A;

B

7. Πόση ποσότης ὕδατος δύναται να ἀποσυντεθῆ ἐντὸς 1 min ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1 A;
8. Ἡ μᾶζα τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου δοθέντος ἠλεκτροχημικοῦ στοιχείου εὑρέθη κατὰ 1,68 gr μεγαλύτερα, ἀφοῦ ρεῦμα ἐντάσεως 5 A διήλθε ἐπὶ 1 h δια τοῦ στοιχείου. Ποῖον τὸ ἐναποτεθὲν μέταλλον;
9. Ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον ἀργιλίου καὶ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον ἀργύρου συνδέονται ἐν σειρᾷ, ὥστε τὸ αὐτὸ ρεῦμα να διέρχεται δια μέσου ἐκάστου. Ὁταν 13,98 gr ἀργιλίου ἀποτεθῶν ἐπὶ τῆς καθόδου εἰς τὸ πῶτον στοιχεῖον ποία ἡ μᾶζα τοῦ ἀποτεθέντος ἀργύρου; ('Απαντ. 167,7 gr).
10. Πόσα Coulomb ἀπαιτοῦνται δια να ἐλευθερωθῶν 100 cm³ οξυγόνου δοθέντος ὅτι ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 0,000090 gr/cm³;
11. Πόσος ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος δια τὴν ἐλευθέρωσιν 100 cm³ οξυγόνου ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 2,25 A; Πυκνότης οξυγόνου 0,00143 gr/cm³. ('Απαντ. 12,8 min).
12. Ὅταν 12 gr ὕδατος ἀποσυντίθενται εἰς οξυγόνου καὶ οξυγόνου ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ποῖαι αἱ μᾶζαι

ΕΔΑΦΙΟΝ 61. Τὰ μαγνητικά ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

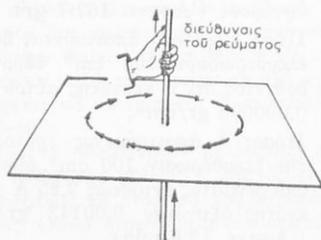
Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΙΣ ΤΟΥ ΟERSTED. Τῷ 1819 ὁ Hans Christian Oersted, καθηγητῆς τῆς Φυσικῆς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Κοπεγχάγης, ἐπραγματοποίησε τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Ἐποθέτησε μίαν μαγνητικὴν βελόνην παραλλήλως πρὸς ἀγωγὸν διαρροέμενον ὑπὸ ρεύματος καὶ παρατήρησεν ὅτι ἡ βελόνη, ἐκτραπέυσα ἐκ τῆ θέσεως ἰσορροπίας αὐτῆς, ἐσημάτιζε γωνίαν περίπου 90° πρὸς τὸν ἀγωγόν. Ἀντιστρέφας τὴν φοράν τοῦ ρεύματος παρατήρησε ὅτι ἡ φορά ἐκτροπῆς τῆς βελόνης ἀντεστράφη. Οὕτω ὁ Oersted ἀνεκάλυψεν ὅτι ἡ διέλευσις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τινος ἀγωγού, προκαλεῖ εἰς τὸν περιβάλλοντα αὐτὸν χώρον μαγνητικὰ φαινόμενα.

ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΠΕΡΙΞ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΡΡΕΟΜΕΝΟΥ ΤΙΠΟ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Ἐς θεωρήσωμεν ἐνθύγραμμον ἀγωγὸν καὶ καθέτως πρὸς αὐτὸν τεμάχιον χαρτονίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται ρινίσματα σιδήρου. Ὅταν ὁ ἀγωγὸς δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, τὰ ρινίσματα κεῖνται ἐπὶ τοῦ χαρτονίου ἄνευ προσανατολισμοῦ. Ὅταν ὅμως, διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ ἀγωγού ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀναταράξωμεν δὲ τὰ ρινίσματα διὰ ἐλαφρῶν κτυπημάτων διὰ τοῦ δακτύλου ἐπὶ τοῦ χαρτονίου, παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα προσανατολιζόνται, ὥστε νὰ σχη-

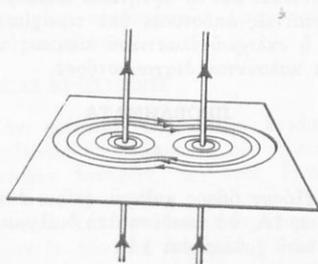
ματίζον ὁμοκέντρος περιφερείας, τοῦ κέντρου αὐτῶν ὄντος τοῦ ἀγωγού. Αἱ ὁμοκέντροι περιφέρειαι ἐκφράζουσι τὰς δυναμικὰς γραμμὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ ὑφισταμένου περίξ τοῦ ἀγωγού. Εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα καταλήγομεν ἐὰν θέσωμεν εἰς διαφόρους θέσεις τοῦ ἐπιπέδου μαγνητικὴν βελόνην. Ὁ εἰς ἐκάστην θέσιν προσανατολισμὸς ταύτης, μᾶς δίδει τὴν ἀντίστοιχον θέσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν.

Εἰς ἀπλοῦς κανὼν, γνωστὸς ὡς κανὼν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς μᾶς δίδει τὴν διεύθυνσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου ὅταν εἶναι γνωστὴ ἡ διεύθυνσις τῆς ροῆς τῶν ἠλεκτρονίων, ἥτοι τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Κρατοῦμεν τὸν ρευματοφόρον ἀγωγὸν διὰ τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς, εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἀντίχειρ νὰ δεικνύη τὴν φοράν τοῦ ρεύματος, ἐνῶ οἱ περιβάλλοντες τὸν ἀγωγὸν λοιποὶ δάκτυλοι δεικνύουσι τὴν φοράν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, ἥτοι τὴν διεύθυνσιν τὴν ὁποίαν θὰ δεικνύη ὁ ὄρθριος πόλος μαγνητικῆς βελόνης.

Τὸ σχῆμα 61—1b παριστᾷ τὸ μαγνητικὸν πεδίου περίξ δύο παραλλήλων ἀγωγῶν διαρροέμεων ὑπὸ ὁμορροτῶν ρευμάτων. Ὡς καὶ εἰς τὸ σχῆμα ἐμφαίνεται, ὠρισμέναι δυναμικαὶ γραμμαὶ περικλείουσι καὶ τοὺς δύο ἀγωγούς· ὡς ἐκ τούτου, οἱ ἀγωγοὶ τείνουσι νὰ πλησιάσων μεταξύ των. Ἐὰν ἡ φορά τοῦ ρεύματος εἰς τὸν ἕνα ἀγωγὸν ἀντιστραφῆ,



Σχ. 61—1a. Τὰ βέλη παριστοῦν τὸν εἰς ἐκάστην θέσιν προσανατολισμὸν τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὁ ὁποῖος μᾶς δίδει τὴν ἀντίστοιχον θέσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν.



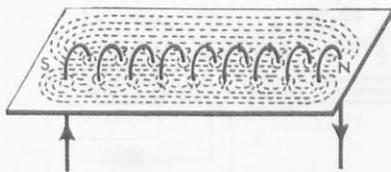
Σχ. 61—1b. Μαγνητικὸν πεδίου περίξ δύο ἀγωγῶν διαρροέμεων ὑπὸ ὁμορροτῶν ρευμάτων.

οί άγωγοί θά τείνουν νά απομακρυνθούν ό εις άπό τόν άλλον. Ή άσוקομένη, μεταξύ δύο παραλλήλων ρευμάτων, δύναμις είναι άνάλογος πρós τás εντάσεις τών ρευμάτων και τó κοινόν παράλληλον μήκος τών άγωγών, άντιστρόφως δέ άνάλογος της μεταξύ τών δύο άγωγών άποστάσεως.

AMPERE, COULOMB, VOLT. Τó ampere δύναται νά όρισθῆ βάσει τῆς άναπτυσσομένης δυνάμεως μεταξύ δύο παραλλήλων άγωγών διαρροέμενων υπό ρεύματος. Ήν άλλους λόγους δυνάμεθα νά είπωμεν ότι, ένα ampere είναι ἡ ένταση τού ρεύματος εκείνη, ἡ όποία διαρρέουσα δύο παραλλήλους άγωγούς δοθέντος κοινού μήκους και εις δοθείσαν άπόσταση τού ένός εκ τού άλλου, προκαλεῖ τήν άνάπτυξιν ώρισμένης δυνάμεως μεταξύ τών άγωγών. Τό coulomb δύναται τότε νά όρισθῆ ως ἡ μεταφερομένη, υπό ρεύματος έντάσεως 1A επί 1 sec, ποσότης ἠλεκτρισμοῦ.

Ή ἠλεκτρεγερτικῆ δύναμις ένός στοιχείου ἢ ἡ διαφορά δυναμικοῦ εις τούς άποδέκτας αὐτοῦ, δύναται νά όρισθῆ ως ἡ άνά coulomb μεταφερομένη ἠλεκτρικῆ ένέργεια. Ή πρακτικῆ μονάς τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως είναι τó volt. Διαφορά δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων ίσοῦται πρós 1 v, όταν άπαιτῆται ἔργον ίσον πρós 1 Joule διά τήν μεταφοράν φορτίου 1 coulomb εκ τού ένός σημείου εις τó άλλο. Ή μονάς Joule όρίζεται εις τήν σελ. 142.

ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΠΕΡΙΞ ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΟΥΣ. Τό σχῆμα 61—2 δεικνύει τόν τρόπον, κατά τόν όποιον ρινίσματα σιδήρου διατάσσονται περίξ σωληνοειδούς. Αἱ δυναμικαί γραμμαί τού πεδίου είναι ὅμοιαι πρós τás άν-



Σχ. 61—2. Σωληνοειδές διαρροέμενον υπό ρεύματος συμπεριφέρεται ως ραβδόμορφος μαγνήτης.

τιστοίχους ραβδόμορφου μαγνήτου. Τό σωληνοειδές όταν διαρρέεται υπό ρεύματος παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά μέ ραβδόμορφους μαγνήτας. Τό έν άκρον αὐτοῦ ἔλακε τόν βόρειον πόλον τῆς μαγνητικῆς θελόνης ένῶ τó ἔτερον άκρον αὐτοῦ τόν νότιον πόλον. "Όταν άντιστραφή ἡ φορά τού διαρρέοντος τó σωληνοειδές ρεύματος, άντιστρέφεται και ἡ πολικότης τού σωληνοειδούς. Αἱ δυναμικαί γραμμαί τού πεδίου είναι κλεισταί, διερχόμεναι έντός τών σπειρών τού σωληνοειδούς και ἔφ' ὅσον τούτο ἔχει σημαντικόν μήκος τó μαγνητικόν πεδιον έντός αὐτοῦ είναι ὁμοίομορφον.

Εἶδομεν ότι τó ἠλεκτρικόν ρεῦμα είναι ἡ κατά ώρισμένην διεύθυνσιν ροή τών ἠλεκτρονίων. Εἶδομεν επίσης ότι τó ἠλεκτρικόν ρεῦμα δημιουργεῖ περίξ αὐτοῦ μαγνητικόν πεδιον, έντός τού όποίου άναπτύσσονται μαγνητικά δυνάμεις. Αἱ μαγνητικαί δυνάμεις άναπτύσσονται μόνον λόγω τῆς ύπάρξεως κινουμένων ἠλεκτρικῶν φορτίων. Τούτο είναι λίαν σημαντικόν. Εἰς τήν φύσιν παρουσιάζονται μαγνητικά φαινόμενα μόνον ως άποτέλεσμα τῆς κινήσεως ἠλεκτρικῶν φορτίων.

Η ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΣ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ. Ή διεύθυνσις τού δημιουργουμένου περίξ ένός σωληνοειδούς μαγνητικοῦ πεδίου ἔξαρτάται εκ τῆς διευθύνσεως ροῆς τού ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἰς άπλοῦς κανόν δεικνύων τήν σχέσιν διευθύνσεως μαγνητικοῦ πεδίου—διευθύνσεως ροῆς τού ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι ὁ γνωστός ως κανόν τῆς άριστερῆς χειρὸς εις σωληνοειδές. Ήν κρατήσωμεν τó σωληνοειδές οὕτως ώστε ἡ διεύθυνσις τών δακτύλων νά καθορίζῃ τήν φοράν τού ρεύματος εις τás σπείρας τού σωληνοειδούς τότε ὁ αντίχειρ δεικνύει τόν βόρειον πόλον τού σωληνοειδούς. (σχῆμα 61—3.)



Σχ. 61—3. Ὁ κανόν τῆς άριστερῆς χειρὸς εφαρμοζόμενος εις σωληνοειδές.

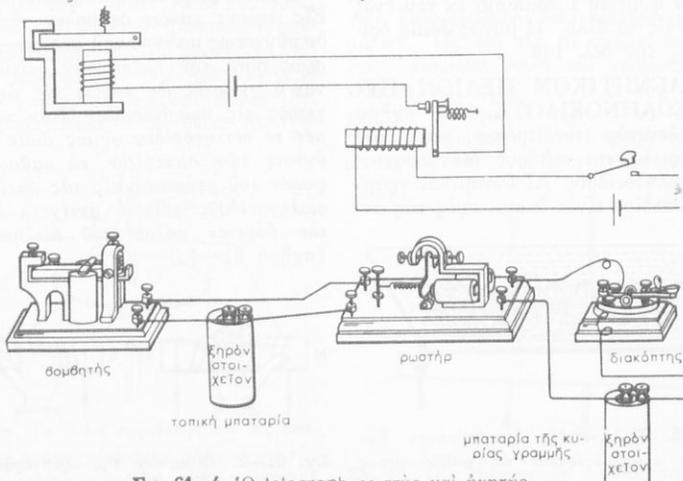
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΑΙ. Ἐὰν ἐντὸς σωληνοειδοῦς εἰσαγάγωμεν σιδηροῦν κύλινδρον καὶ διαβιβάσωμεν ἀκολούθως διὰ τοῦ σωληνοειδοῦς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ σίδηρος καθίσταται μαγνήτης. Ἐὰν διακόψωμεν τὴν διόδον τοῦ ρεύματος ὁ σίδηρος ἀποβάλλει μέρος τοῦ μαγνητισμοῦ του. Σωληνοειδὲς τὸ ὁποῖον εἶναι ἐφωδιασμένον διὰ σιδηροῦ πυρήνος ἀποτελεῖ ἠλεκτρομαγνήτην. Ἡ πορεία τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς μετὰ καὶ ἄνευ πυρήνος εἶναι ἡ αὐτή, καὶ μόνον ἡ πυκνότης τῶν γραμμῶν καθίσταται οὐσιωδῶς μεγαλυτέρα, εἰς τὴν περίπτωσιν εἰσαγωγῆς τοῦ σιδήρου. Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ σιδήρου τοῦ πυρήνος. Οὕτω ὁ μαλακὸς σίδηρος καὶ ὠρισμένα κράματα τοῦ σιδήρου προσδίδουν μεγαλυτέραν ἰσχὺν εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην ἢ ὁ χάλυψ.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τῆς τιμῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ὡς καὶ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ σωληνοειδοῦς. Ἡλεκτρομαγνήτης δύναται νὰ εἶναι μεγάλης ἰσχύος, ἂν καὶ διαρρεόμενος ὑπὸ ἀσθενοῦς ρεύματος, λόγῳ μεγάλου ἀριθμοῦ σπειρῶν τοῦ σωληνοειδοῦς. Ἐξ ἄλλου δύναται ἠλεκτρομαγνήτης νὰ εἶναι τῆς αὐτῆς μεγάλης ἰσχύος μὲ ὀλίγα ἐλιγμάτα ἀρκεῖ ταῦτα νὰ διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος μεγάλης ἐντάσεως.

Τὸ μαγνητικὸν πεδίων σωληνοειδοῦς ἄνευ πυρήνος εὐρισκόμενον εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἀνάλογον τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλιγμάτων καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἤτοι ἡ ἐντασις τῶν μαγνητικῶν πεδίων εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου nI ὅπου n ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐλιγμάτων καὶ I ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος. Τὸ γινόμενον τοῦτο καλεῖται καὶ ἄμπεροστροφαὶ ἢ ἄμπεροσπεῖραι.

Τὸ μαγνητικὸν πεδίων τὸ προκαλούμενον ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἠλεκτρομαγνήτην μαγνητίζει τὸν σιδηροῦν πυρήνα τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ δὲ μαγνητικὸν πεδίων τὸ ὀφειλόμενον εἰς τὴν μαγνήτισιν αὐτοῦ προστίθεται εἰς τὸ ἀρχικὸν μαγνητικὸν πεδίων. Οὕτω τὸ σχηματιζόμενον μαγνητικὸν πεδίων ὑπὸ σωληνοειδοῦς μὲ πυρήνα εἶναι κατὰ πολὺ ἰσχυρότερον τοῦ μαγνητικοῦ πεδίων τοῦ σχηματιζομένου ὑπὸ μόνον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸ σωληνοειδὲς.

ΤΟ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΝ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΥ ΚΑΙ Ο ΡΩΣΤΗΡ. (Σχῆμα 61—4). Τὸ χειριστήριον τηλεγράφου συνίσταται κυρίως ἐξ ἐνὸς ἠλεκτρομαγνήτου καὶ ἐνὸς κινητοῦ ἐλάσματος μαλακοῦ σιδήρου, τὸ ὁποῖον καλεῖται ὀπλισμός. Ὁ ὀπλισμὸς εἶναι προσηρμοσμένος ἐπὶ ἐνὸς βραχίονος καὶ στρέφεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ εἶναι δυνατὸν εἰς αὐτὸν

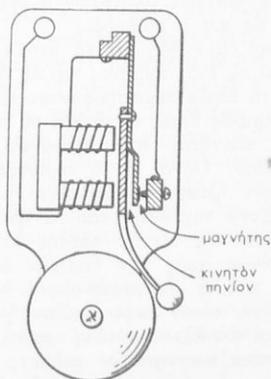


Σχ. 61—4. Ὁ telegraph ρωστήρ καὶ ἠηρητήρ.
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

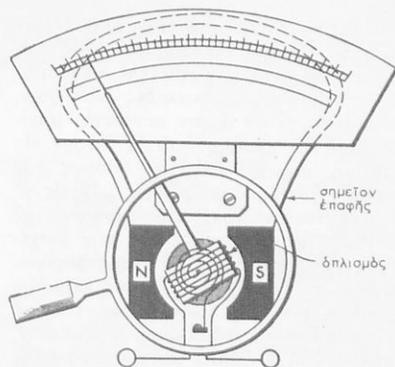
νά κινῆται πρὸς τὸν μαγνήτην καὶ νὰ ἀπομακρύνεται ἐξ αὐτοῦ. Ὄταν τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα εἶναι κλειστόν, κλειομένου τοῦ διακόπτη, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης διεγείρεται καὶ ἔλκει τὸν ὄπλισμόν. Ὄταν ἀνοίξωμεν τὸν διακόπτην ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἀποδιεγείρεται καὶ παύει νὰ ἔλκῃ τὸν ὄπλισμόν, ὁ ὁποῖος ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν ἐλατηρίου ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Αἱ κρούσεις τοῦ ὄπλισμοῦ ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἦτοι αἱ διάφοροι ρευματώσεις χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διαμόρφωσιν τοῦ τηλεγραفيκοῦ κώδικος. Διάφοροι συνδυασμοὶ τοιούτων ρευματώσεων με ἐνδιάμεσα χρονικά διαστήματα ἀποτελοῦν τὰ διάφορα γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου.

Ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἐνὸς ρωστῆρος ἐργάζεται ὁμοίως πρὸς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην τοῦ πομποῦ τοῦ τηλεγράφου. Τὸ κύριον χαρακτηριστικὸν τοῦ ρωστῆρος εἶναι ὅτι, ἡ κίνησις τοῦ ὄπλισμοῦ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου του κλείει ἐν ἄλλο κύκλωμα (Σχ. 61—4). Τὸ σωληνοειδὲς ἐνὸς ρωστῆρος ἀποτελεῖται ἀπὸ μέγαν ἀριθμὸν ἐλιγμάτων ἢ σπειρῶν λεπτοῦ σύρματος εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἠλεκτρομαγνήτης νὰ διεγείρεται καὶ ὑπὸ ρεύματος μικρᾶς ἐντάσεως. Τὸ κύκλωμα τὸ ὁποῖον παρεμβάλλεται ἢ διακόπτεται ἀναλόγως τῆς κινήσεως τοῦ ὄπλισμοῦ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου δυνατὸν νὰ διαρρέεται ὑπὸ ἐντάσεως κατὰ πολὺ μεγαλυτέρας τῆς διαρρέουσης τὸν ρωστῆρα.

Ο ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΩΔΩΝ. Οὗτος ἀ-



Σχ. 61—5. Διάταξις ἠλεκτρικοῦ κώδικος.



Σχ. 61—6. Γαλβανόμετρον.

ποτελεῖται ἀπὸ μικρὸν ἠλεκτρομαγνήτην σχήματος Π (σχῆμα 61—5). Ἐμπροσθεν τῶν δύο πόλων τοῦ μαγνήτου ὑπάρχει ὄπλισμός ἐκ μαλακοῦ σιδήρου προσηρμοσμένος ἐπὶ καταλλήλου ἐλατηρίου. Ἐπὶ τοῦ ὄπλισμοῦ εἶναι προσηρμοσμένον πλῆκτρον, τὸ ὁποῖον, ὅταν τίθεται εἰς κίνησιν διὰ τοῦ ἐλευθέρου ἄκρου αὐτοῦ κτυπᾷ τὸν κώδωνα. Ὄταν διὰ τῆς συσκευῆς δὲν διέρχεται ρεῦμα, ὁ ὄπλισμός ἐφάπτεται τῆς ἀκίδος τοῦ κολλίου, στερεωμένου ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συσκευῆς.

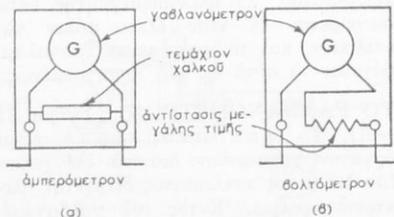
Ὄταν ὅμως συνδέσωμεν τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ ἠλεκτρικοῦ κώδικος πρὸς πηγὴν ρεύματος, τότε, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης διεγείρεται, ἔλκει τὸν ὄπλισμόν καὶ οὕτω τὸ πλῆκτρον πλῆττει τὸν κώδωνα. Λόγω ὅμως τῆς ἔλξεως τοῦ ὄπλισμοῦ διακόπτεται τὸ κύκλωμα, οὕτω δὲ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης παύει νὰ ἔλκῃ τὸν ὄπλισμόν, ὁ ὁποῖος ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τοῦ ἐλατηρίου ἐπανέρχεται ἐκ νέου εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν, κλειομένου οὕτω ἐκ νέου τὸν κυκλώματος. Ὁ ἠλεκτρομαγνήτης οὕτω διεγείρεται ἐκ νέου ἔλκει πάλιν τὸν ὄπλισμόν, καὶ τὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται τὸ αὐτὸ ὡς καὶ προηγουμένως.

ΤΟ ΓΑΛΒΑΝΟΜΕΤΡΟΝ. (Σχῆμα 61—6). Τὸ γαλβανόμετρον εἶναι ὄργανον χρησιμοῦν διὰ νὰ ἐλέγχωμεν ἐὰν διὰ τίνος κυκλώματος διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐντὸς τοῦ γαλβανομέτρου ὑπάρχει πλάσιον, τὸ ὁποῖον διατίθεται οὕτως ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστρέφεται ἐνῶ δείκτης προσηρμοσμένος

καταλλήλως επί του πλαισίου, παρακολουθεί αυτό εις τήν κίνησιν, και τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ μετατοπίζεται ἐπὶ τῶν διαιρέσεων κλίμακος. Σπειροειδὲς ἑλατήριο, τοῦ ὁποίου τὸ ἐν ἄκρον συνδέεται μονίμως πρὸς τὸ πλαίσιον, τὸ δὲ ἕτερον εἰς σταθερὸν σημεῖον ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ὄργανου, χρησιμεύει ἀφ' ἐνὸς μὲν εἰς τὸ νὰ ἀντιτίθεται πρὸς τήν κίνησιν τοῦ πλαισίου, ἀφ' ἑτέρου δὲ διὰ τὴν διοχέτευσιν ρεύματος πρὸς τὸ περιστρεφόμενον πλαίσιον. Ὅταν διὰ τοῦ πλαισίου διαβιβάσωμεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε τὸ ὑπὸ τὸ ρεῦμα διαρροέμενον πλαίσιον, σπρέφεται περὶ ἄξονα καὶ ἰσοροποεῖ εἰς θέσιν τοιαύτην, ὥστε ἡ ροπή ἢ δημιουργουμένη ἐκ τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἐπερνεργείας νὰ ἰσοροποῖται ἐπὶ τῆς ἀνταγωνιστικῆς ροπῆς τοῦ ἑλατηρίου. Ὅσον μεγαλύτερα ἢ ἐντάσις τοῦ ρεύματος, τόσον μεγαλύτερα ἢ ἐκτροπή τοῦ πλαισίου ὡς και τὸ δείκτου ἐπὶ τῆς κλίμακος ἀπὸ τῆς ἀρχικῆς θέσεως ἰσοροπίας. Ἐὰν διακόψωμεν τὸ ρεῦμα, τὸ πλαίσιον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ σπειροειδοῦς ἑλατηρίου, ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν.

ΤΟ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟΝ. Τὸ ἀμπερόμετρον εἶναι γαλβανόμετρον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ κλίμαξ αὐτοῦ εἶναι βαθμολογημένη εἰς ampère. Διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ μέτρησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος συνδέομεν τὸ ἀμπερόμετρον ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ ὑπόλοιπον κύκλωμα οὕτως ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ διαρροῦν τὸ κύκλωμα νὰ διέρχεται ὁλόκληρον διὰ τοῦ ὄργανου.

Ἐὰν συνδέσωμεν τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ γαλβανομέτρου δι' ἐνὸς τεμαχίου χαλκοῦ



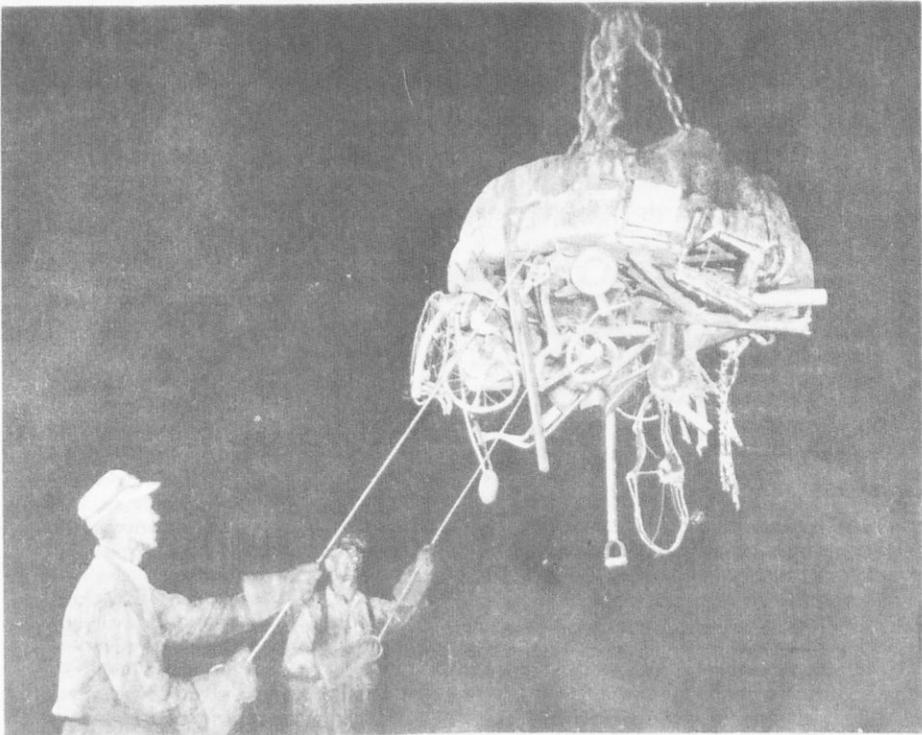
Σχ. 61—7. Τὸ γαλβανόμετρον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς ἀμπερόμετρον ἢ και ὡς βολτόμετρον.

(σχήμα 61—7a), δεδομένου ὅτι ὁ χαλκὸς εἶναι καλὸς ἄγωγός τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ κύριον ρεῦμα θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ χαλκίνου ἄγωγου, ἐνῶ μόνον ἐν μικρὸν τμήμα αὐτοῦ θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ ὄργανου. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δὲν παρατηρεῖται σημαντικὴ πτώσις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα τῆς διατάξεως ταύτης και ὡς ἐκ τούτου δυνάμεθα νὰ τὴν συνδέσωμεν ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ ὑπόλοιπον κύκλωμα. Ἡ διάταξις αὕτη συνδέσεως γαλβανομέτρου και τεμαχίου χαλκοῦ ἀποτελεῖ τὴν κατασκευαστικὴν διαμόρφωσιν τοῦ ἀμπερομέτρου.

ΤΟ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΝ. Τὸ βολτόμετρον εἶναι γαλβανόμετρον χρησιμοποιεῖν διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων ἐνὸς κυκλώματος. Καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ κλίμαξ αὐτοῦ εἶναι βαθμολογημένη εἰς Volt. Ἡ κατασκευαστικὴ διαμόρφωσις αὐτοῦ συνίσταται εἰς ἐν γαλβανόμετρον και εἰς μίαν ἀντίστασιν μεγάλης τιμῆς ἢ ὁποία συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς αὐτό. Καὶ τοῦτο διότι δὲν εἶναι ἀπαιτουμένη τοιαύτη διαφορὰ δυναμικοῦ διὰ τὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου τοῦ γαλβανομέτρου. (σχήμα 61—7b.)

Η ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ. Εἶδομεν ὅτι ἡ κίνησις τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων, ἠλεκτρονίων, συνοδεύεται ὑπὸ τῆς ἐμφανίσεως μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ ἀρχὴ αὕτη, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐβασίσθημεν διὰ νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν λειτουργίαν τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν μᾶς βοηθεῖ εἰς τὴν κατανοήσιν τῶν μαγνητικῶν ἰδιοτήτων διαφορῶν ὕλικῶν ὡς π.χ. ὁ σίδηρος.

Γνωρίζομεν ἤδη ὅτι τὰ άτομα ἀποτελοῦνται ἐξ ἐνὸς πυρήνος και ἐξ ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποία περιστρέφονται περὶ αὐτοῦ ἀκριβῶς ὅπως ἡ γῆ και οἱ διάφοροι ἄλλοι πλανῆται περιστρέφονται περὶ τοῦ ἡλίου. Ὡς δὲ ἡ γῆ περιστρεφόμενη περὶ τὸν ἡλίον περιστρέφεται και περὶ τὸν ἄξονά της οὕτω και τὰ ἠλεκτρονία μετέχουν τῆς διττῆς ταύτης κινήσεως. Συμφώνως πρὸς τὴν βασικὴν ἀνωτέρω ἀρχὴν και αἱ δύο περιστροφαὶ τῶν ἠλεκτρονίων, τόσον περὶ τὸν πυρήνα ὅσον και περὶ τὸν ἄξονα αὐτῶν, προκαλοῦν τὴν ἐμφάνισιν μαγνητικῶν πεδίων, ἀπεδείχθη ὅμως ὅτι ἡ περιστροφή τῶν ἠλεκτρονίων περὶ τὸν ἄξονα αὐτῶν εἶναι ἐκείνη,



Σχ. 61—8. Τα άχρηστα σιδηρά τεμάχια μεταφέρονται εκ των σωρών εις τὰς καμίνους υπό γερανοῦ χρησιμοποιούντος ηλεκτρομαγνήτην διά τὴν μεταφορὰν αὐτῶν.

ἢ ὁποία προκαλεῖ τὴν μαγνήτισιν τῶν ἀτόμων τοῦ σιδήρου.

Ἐκ τῶν 26 ἠλεκτρονίων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται τὸ ἄτομον τοῦ σιδήρου, τὰ 15 περίπου, περιστρέφονται περὶ τὸν ἄξονά των κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ τὰ ὑπόλοιπα 11 κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν ἐξουδετεροῦντα τὰ μαγνητικά φαινόμενα τῶν 11 ἠλεκτρονίων τῆς πρώτης ομάδος. Ὑπολείπονται ὁμως 4 ἠλεκτρόνια τῶν ὁποίων τὰ μαγνητικά ἀποτελέσματα λόγω τῆς περιστροφῆς αὐτῶν περὶ τὸν ἄξονά των δὲν ἐξουδετεροῦνται. Τὰ μαγνητικά ἀποτελέσματα τῶν τεσσάρων αὐτῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα κάμνουν τὸ ἄτομον τοῦ σιδήρου μαγνήτην.

Θεωροῦμεν ομάδας ἀτόμων π.χ. σιδηρᾶς ράβδου, τῶν ὁποίων τὰ ἄτομα προσανατολίζονται ὁμοίως, εἰς τρόπον ὥστε αἱ ομάδες αὗται νὰ παρουσιάζονται ὡς μικροὶ μαγνήται με καθωρισμένον δόρειον καὶ νότιον πόλον. Ἐκάστη ὁμάς

ἀποτελεῖ ὄθεν μικρὸν μαγνήτην, οἱ μικροὶ δὲ οὗτοι μαγνήται δὲν εἶναι ἄλλοι εἰ μὴ μόνον οἱ μοριακοὶ μαγνήται περὶ τῶν ὁποίων ὁμιλήσαμεν εἰς τὴν σελίδα 377. Οἱ μοριακοὶ, οὗτοι, μαγνήται ἔχουν μῆκος ὡς πιστεύεται 0,001 in περιέχουν δὲ περὶ τὰ 10^{15} μόρια. Ὅταν τὸ ὕλικὸν δὲν εἶναι μαγνητιζόμενον οἱ δόρειοι πόλοι τῶν μοριακῶν μαγνητῶν εἶναι ἀτάκτως προσηματολοισμένοι. Ὅταν εἰσαγάγωμεν τὸ ὕλικὸν ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου τότε ὅλοι οἱ μοριακοὶ μαγνήται τείνουν νὰ προσανατολισθοῦν ὁμοίως. Ὅταν ὅλοι οἱ μοριακοὶ μαγνήται εἶναι ὁμοίως προσηματολοισμένοι λέγομεν ὅτι τὸ ὕλικὸν εὐρίσκεται εἰς κατάστασιν μαγνητικοῦ κόρου.

Ἡ ἀνωτέρω θεωρία τῶν μοριακῶν μαγνητῶν εἶναι ἡ πλέον τελευταία. Ὡς συμβαίνει με ὅλας τὰς θεωρίας, οὕτω καὶ αὕτη ὑποβάλλεται εἰς πειραματικὸν ἔλεγχον καὶ πιθανὸν νὰ μεταβληθῇ ἐὰν παρουσιασθοῦν νεώτερα στοιχεῖα.

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Oersted
 Μαγνητικὸν πεδίου περίξ εὐθύγραμμου
 ἄγωγου
 Ampère, coulomb, volt
 Ἠλεκτρομαγνήται
 Ἀμπεροστροφαί
 Χειριστήριον τηλεγράφου καὶ ὁ ρωστήρ
 Ὀπλισμός
 Ἠλεκτρικὸς κώδων
 Γαλβανόμετρον
 Ἀμπερόμετρον
 Βολτόμετρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ πείραμα εἰς τὸ ὁποῖον κατὰ πρόωτον κατεδείχθη ἡ σχέσις μεταξὺ ἠλεκτρισμοῦ καὶ μαγνητισμοῦ.
2. Ἐξηγήσατε πῶς διαμορφοῦνται τὸ μαγνητικὸν πεδίου περίξ εὐθύγραμμου ἄγωγου διαρροεμένου ὑπὸ ρεύματος.
3. Περιγράψατε τὴν μορφήν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ δημιουργουμένου περίξ δύο παραλλήλων ἄγωγῶν διαρροεμένων ὑπὸ ὁμορρόπων ρευμάτων.
4. Συγκρίνατε ἓνα σωληνοειδὲς διαρροεόμενον ὑπὸ ρεύματος πρὸς ἓνα ραβδόμορφον μαγνήτην.
5. Πῶς ὀρίζεται τὸ ampère, coulomb καὶ volt;
6. Περιγράψατε τὴν μορφήν τοῦ δημιουργουμένου μαγνητικοῦ πεδίου περίξ ἑνὸς σωληνοειδοῦς διαρροεμένου ὑπὸ ρεύματος.
7. Τίνι τρόπῳ τὰ ἠλεκτρόνια προκαλοῦν τὴν δημιουργίαν μαγνητικοῦ πεδίου;
8. Ποῖος ὁ κανὼν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν πεδίου α) Ὅταν εὐθύγραμμος ἄγωγος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος καὶ β) ὅταν σωληνοειδὲς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος;
9. Τίνι τρόπῳ κατασκευάζεται εἰς ἠλεκτρομαγνήτης;
10. Ἐκ ποίων παραγόντων ἐξαρτᾶται ἡ ἰσχὺς ἑνὸς ἠλεκτρομαγνήτου;
11. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν καὶ λειτουργίαν ἑνὸς χειριστηρίου τηλεγράφου.
12. Κατὰ τί διαφέρει ὁ ρωστήρ ἀπὸ τὸ χειριστήριον τηλεγράφου;
13. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν τοῦ γαλβανομέτρου.
14. Πῶς τροποποιεῖται ἐν γαλβανόμετρον ὥστε νὰ καταστή ἀμπερόμετρον;
15. Πῶς τροποποιεῖται ἐν γαλβανόμετρον ὥστε νὰ καταστή βολτόμετρον;
16. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν καὶ λειτουργίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ κώδωνος.
17. Περιγράψατε τὴν ἠλεκτρονικὴν θεωρίαν τοῦ μαγνητισμοῦ.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν γνωρίζετε τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος τοῦ διαρροεόντος ἐν σωληνοειδὲς, τίνι τρόπῳ δύνασθε νὰ προσδιορίσητε ποῖον ἐκ τῶν δύο ἄκρων αὐτοῦ εἶναι βόρειος πόλος;
2. Ἀναφέρατε δύο τρόπους κατὰ τοὺς ὁποίους εἶναι δυνατὸν νὰ ἐνισχυθῇ ἡ ἰσχὺς ἑνὸς ἠλεκτρομαγνήτου.
3. Δοθέντος ἠλεκτρομαγνήτου γνωστῶν διαστάσεων, διατί εἶναι ἀδύνατον νὰ αὐξηθῇ ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ πέραν ὀρισμένου ὁρίου;
4. Διατί κατὰ κανόνα χρησιμοποιεῖται ὁ μαλακὸς σίδηρος ὡς πυρὴν ἠλεκτρομαγνητῶν;
5. Διατί οἱ μαγνήται ἐκ χάλυθος δὲν χρησιμοποιοῦνται ὡς μαγνήται ἀνυψώσεων;
6. Ἐὰν εὐθύγραμμος ὀριζόντιος ἄγωγος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος μὲ διεύθυνσιν πρὸς βορρᾶν, ποία ἡ διεύθυνσις ἀποκλίσεως μαγνητικῆς βελόνης τοποθετουμένης κάτωθεν τοῦ ἄγωγου;
7. Σχηματίσατε τὸ σχεδιάγραμμα κυκλώματος ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ κώδωνος εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνωνται ὁ ἠλεκτρικὸς κώδων, ἡ πηγὴ (ξηρὸν στοιχείον) καὶ πλῆκτρον πίεσεως. Ἐπὶ τοῦ σχεδιαγράμματος ὑποδείξατε διὰ βελῶν τὴν φορὰν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
8. Τίνι τρόπῳ δύναται, τὸ κύκλωμα ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ κώδωνος, νὰ μεταβληθῇ ὥστε ὁ κώδων νὰ ἤχη αὐτομάτως ὁσάκις ἀνοίγῃ ἡ θύρα;
9. Τίνι τρόπῳ δύναται νὰ μετατραπῇ ἓνας ὁριστὸς εἰς τῶν ὥστε νὰ

«άνοιγν» ένα κύκλωμα ἀντὶ νὰ τὸ «κλείρ»;

10. Σχηματίσατε ἕνα σχεδιάγραμμα παρόμοιον πρὸς τὸ τοῦ σχήματος 61—1b εἰς τὸ ὁποῖον νὰ ἐμφαίνωνται δύο παράλληλοι ἄγωγοι διαρροόμενοι ὑπὸ ρευμάτων ἀντιθέτων διευθύνσεων.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΟΥ. Μὲ ἕνα καρφίον καὶ μίαν κουβαρίστραν ἐκ μεμονωμένου χαλκίνου σύρματος δύνασθε νὰ κατασκευάσητε ἕνα μᾶλλον ἰσχυρὸν ἠλεκτρομαγνήτην. Τὸ χάλκινον σύρμα δέον νὰ εἶναι Νο 24 δύνασθε δὲ νὰ τὸ προμηθευθῆτε ἐκ τυχόντος καταστήματος ἠλεκτρικῶν εἰδῶν. Θὰ χρειασθῆτε περὶ τοὺς 100 ft μεμονωμένου σύρματος, προτιμότερον δὲ ἢ μόνωσης νὰ εἶναι ἐκ σμάλτου.

Περιτυλίξατε μερικὰ φύλλα χάρτου πῆριξ τοῦ καρφίου προτοῦ ἀρχίσετε τὴν περιέλιξιν τοῦ σύρματος. Τὰ φύλλα ταῦτα χρησιμεύουν εἰς τὴν προστασίαν τῆς μόνωσης τοῦ σύρματος καὶ δημιουργοῦν ἕν μικρὸν στρώμα ἀέρος μεταξὺ σύρματος καὶ καρφίου εἰς τρόπον ὅστε τὸ τελευταῖον νὰ δύναται νὰ ἀποσυρθῆ ἀνέτως ἐκ τοῦ σωληνοειδοῦς. Ἀφήσατε ἕν μῆκος περὶ τοὺς 6 ft ἐλεύθερον, πρὶν ἀρχίσετε τὰς περιέλιξεις, εἰς τρόπον ὅστε τὸ τμήμα τοῦτο τοῦ σύρματος νὰ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ ὡς συνδετικὸς ἄγωγός. Περιτυλίξατε τὸ σύρμα κατὰ τὸ δυνατόν ὁμαλώτερον φροντίζοντες νὰ σπρεώσατε τὴν τελευταίαν στρῶσιν τοῦτου ὅστε νὰ μὴ ὑπάρχη κίνδυνος νὰ ξετυλιχθῆ τὸ σύρμα.

Ἐὰν συνδέσατε τὰς δύο ἄκρας τοῦ σύρματος τοῦ σχηματίζοντος τώρα πλεόν σωληνοειδῆ, μὲ τοὺς ἀκροδέκτας ξηροῦ στοιχείου, θὰ παρατηρήσητε ὅτι τὸ καρφίον κατέστη μαγνήτης καὶ μάλιστα μᾶλλον ἰσχυρός, ὅστε νὰ ἔλκῃ ρινίσματα σιδήρου, μικρὰ καρφία καὶ «πιννέζας». Ἐξέτασατε, εἴ θοπήθῃα μαγνητικῆς βελόνης, τὴν πολικότητα τοῦ μαγνήτου τοῦτου. Προσπαθήσατε νὰ ἐφαρμόσητε, τὸν κανόνα τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς. Απομακρύνετε τὸ καρφίον ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ σωληνοειδοῦς καὶ παρατηρήσατε ἔὰν τὸ σωληνοειδῆ παρουσιάσῃ μαγνητικὰς ιδιότητας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Συγκρίνατε τὰ μαγνητικὰ πεδία τὰ τὰ ὁποῖα παράγονται ὑπὸ ρευμάτων ἐντάσεως 10 A διαρροέντος 5 ἑλίγματα καὶ ὑπὸ ρευμάτων ἐντάσεως 1A διαρροέντος 100 ἑλίγματα.
2. Σωληνοειδοῦς πρόκειται νὰ μεταβληθῆ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐλιγμάτων. Ἐκφράσατε, ὑπὸ μορφήν ἐξισώσεως, τὴν σχέσιν ἢ ὁποῖα πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταξὺ ἐντάσεως ρευμάτων καὶ ἀριθμοῦ ἐλιγμάτων εἰς τρόπον ὅστε μεταβληθέντος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλιγμάτων τοῦ σωληνοειδοῦς τοῦτο νὰ παρουσιάσῃ τὸ αὐτὸ μαγνητικὸν πεδῖον ὡς καὶ πρότερον.
3. Σωληνοειδῆς ἀποτελεῖται ἐκ 1000 ἑλιγμάτων σύρματος Νο 22 τὸ ὁποῖον τυλίσεται ἐπὶ σωλήνου ἐκ χαρτονίου μήκους 2 in, διαρρέεται δὲ ὑπὸ ρευματος ἐντάσεως 0,4 A. Ρεῦμα ἐντάσεως 0,1 A διαρρέει σωληνοειδῆς ἐκ 4000 ἑλιγμάτων ἐκ σύρματος Νο 28 (τῆς ἡμισίας διαμέτρου τοῦ πρώτου σύρματος) ἐλιχθέντων ἐπὶ «χαρτονένιου» σωλήνος μήκους 1 in. Συγκρίνατε τὰ δύο πεδία.

B

4. Ἡ δύναμις μεταξὺ δύο παραλλήλων ἄγωγῶν διαρροέμενων ὑπὸ ρευμάτων εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους τῶν ἄγωγῶν καὶ τοῦ γινομένου τῶν ρευμάτων, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος τῆς μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεως. Ἡ ἀναπτυσσομένη δύναμις μεταξὺ δοθέντος μήκους ἄγωγῶν εἶναι 1,2 gr* ὅταν οἱ δύο ἄγωγοι διαρροένται ὑπὸ ρευμάτων ἐντάσεως 10 A καὶ 30 A ἀντιστοίχως. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἀναπτυσσομένη δύναμις, ὅταν αἱ ἐντάσεις τῶν διαρροέντων τοὺς δύο ἄγωγούς, ρευμάτων εἶναι 20A καὶ 45A ἀντιστοίχως. (Ἄπαν. 3,60 gr*.)
5. Ἔστω ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν δύο ἄγωγῶν τοῦ προβλήματος 4 εἶναι 0,5 cm. Ἐνῶ οἱ ἄγωγοι διαρροένται ὑπὸ τῶν ρευμάτων 20 A καὶ 40 A ἡ ἀπόστασις ἐλαττωταί εἰς 0,10 cm. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ νέα ἀναπτυσσομένη δύναμις.

6. "Όταν δύο παράλληλοι άγωγοί, εύρισκόμενοι εις άπόσταση 1 cm, διαρρέωνται υπό ρευμάτων έντάσεων 20 A και 45 A άντιστοιχώς, ή άναπτυσσομένη μεταξύν τών δύο άγωγών δύναμις προσδιορίσθη ίση πρὸς 2 gr*. Έάν οί άνωτέρω άγωγοί διαφρῶνται υπό ρευμάτων έντάσεων 20 A και 60 A ή δὲ άπόστασις αὐτῶν ἐλαττωθῆ εις 0,8 cm ποία ή άναπτυσσομένη μεταξύν αὐτῶν δύναμις;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 21

1. Έντός λουτροῦ ἐπιγαλκώσεως προσδιορίσθη ὅτι ἐντός 1 min ἀποτίθενται 0,059292 gr χαλκοῦ. Ποία ή έντασις τοῦ ρεύματος;
2. Ποία ή ἐλευθερομένη μάζα ὀξυγόνου υπό ρεύματος έντάσεως 1 A διερχομένου έντός θεϊκού ὀξέος ἐπὶ 1 min;
3. Διὰ τὴν ἐπαργύρωσιν ἐνὸς ἀντικειμένου εύρέθη ὅτι ἀπετέθησαν 0,1118 gr ἀργύρου. Πόσα coulomb ἠλεκτρισμοῦ διήλθον διὰ τοῦ λουτροῦ;
4. Έάν ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον, ἔχον ὡς πόλους ἐλάσματα ψευδαργύρου και χαλκοῦ, παρέχη ρεῦμα έντάσεως 5A πόσος ψευδάργυρος ἀποχωρίζεται ἐκ τοῦ ἐλάσματος ἐντός 1 min;
5. Συγκρίνατε τὰς ἀποτιθεμένας μάζας ψευδαργύρου και ἀργύρου, ὅταν ρεῦμα τῆς αὐτῆς έντάσεως διέρχεται ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον διὰ μέσου δύο στοιχείων τοῦ ἐνὸς ἔχοντος ὡς πόλους ψευδάργυρον και τοῦ ἐτέρου ἀργυρον.
6. Ἀντικείμενον ἐπιφανείας 32 cm² δέον νὰ καλυφθῆ, δι' ἠλεκτρολυτικῆς ὀδοῦ, υπό στρώματος χρυσοῦ, πάχους 0,1 mm. Ἡ χρησιμοποιομένη έντασις ρεύματος εἶναι 15 A. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διαβιβάζεται τὸ ρεῦμα; Πυκνότης χρυσοῦ 19.32 gr/cm³ και ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον αὐτοῦ $6,7 \times 10^4$ gr/cb.
7. Ἡ δύναμις μεταξύν δύο άγωγῶν διαρρομένων υπό ρεύματος έντάσεως 20 A ἕκαστος εἶναι 1,2 gr*. Ἄνευ μεταβολῆς τοῦ μήκους αὐτῶν ή τῆς μεταξύν αὐτῶν ἀποστάσεως ή δι' αὐτῶν διερχομένη έντασις ἐλαττοῦται ἔως ὅτου ή μεταξύν τῶν άγωγῶν άναπτυσσομένη δύναμις ἰσοῦται πρὸς 0,3 gr*. Ποία ή τιμὴ τῆς έντάσεως ή ὁποία προκαλεῖ δύναμιν ἴσην πρὸς 0,3 gr*;
8. Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν δοθεῖσιν ποσότητος ὕδατος ἐλευθεροῦνται 2000 cm³ ὕδρογόνου και 1000 cm³ ὀξυγόνου. Έάν ή πυκνότης τοῦ ὕδρογόνου εἶναι 0,00009 gr/cm³ τοῦ δὲ ὀξυγόνου 0,00143 gr/cm³ ποία ή ἀποσυντεθεῖσα μάζα τοῦ ὕδατος; (Ἄπάν. 1,61 gr.)
9. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διαβιβάζεται ρεῦμα έντάσεως 5 A εις τρόπον ὥστε 2,7 cm³ ὕδατος νὰ μετατραποῦν εις ὀξυγόνον και ὕδρογόνον;
10. Ρεῦμα έντάσεως 10A διερχόμενον διὰ λουτροῦ ἐπὶ 5 min ἐλευθερώνει 0,25 gr ἀερίου. Ποῖον τὸ ἀέριον;
11. Πόση ποσότης ὕδατος δύναται νὰ ἀποσυντεθῆ υπό ρεύματος έντάσεως 10A ρέοντος ἐπὶ 2h;

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα πρέπει νὰ ὀδηγηθῆ κάπου. Ὡ ἐκ τούτου διέρχεται διὰ μέσου συρμάτων, λαμπτήρων, θερμαστρῶν καὶ ἄλλων ἠλεκτρικῶν συσκευῶν αἱ ὁποῖαι καταναλίσκουσι ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Τί καθορίζει ὁμως τὴν ποσότητα τοῦ ρεύματος τὸ ὁποῖον θὰ κυκλοφορήσῃ ἐντὸς ἐνὸς κυκλώματος καὶ τὸν δρόμον τὸν ὁποῖον τούτο θὰ ἀκολουθήσῃ ἐντὸς αὐτοῦ; Πῶς εἶναι δυνατόν ὤρισμένοι συσκευαὶ νὰ συνδεθοῦν ἢ μία μὲ τὴν ἄλλην ὥστε νὰ ἐργάζωνται ὄλοι κανονικῶς; Τὰ ἀνωτέρω εἶναι μόνον δύο ἐκ τῶν πολλῶν ἐρωτημάτων, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ εὑροῦν τὴν ἀπάντησίν των εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον.

Πολλὰ πρακτικὰ προβλήματα βασίζονται ἐπὶ τῆς σχέσεως μεταξύ τάσεως, ἐντάσεως καὶ ἀντιτάσεως. Ἄν καὶ εἶναι εὐκόλον νὰ ἀποστηθίσῃ τις τὸν νόμον τοῦ Ohm, ὃ ὁποῖος ἐκφράζει τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξύ τάσεως, ἐντάσεως καὶ ἀντιτάσεως, ἐν τούτοις εἶναι σπουδαιότερον ἢ ἀπλῆ αὐτὴ σχέσις νὰ γίνῃ πλήρως κατανοητὴ ὡς σχέσις ἐννοιῶν καὶ ὄχι ὡς σχέσις συμβόλων. Καλὸν θὰ εἶναι ἐπίσης αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ νόμου νὰ γίνουσι πλήρως κατανοηταί.

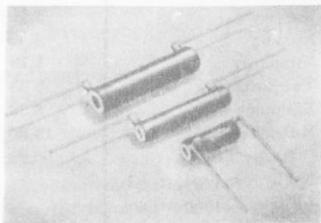
ΕΔΑΦΙΟΝ 62. Ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις.

ΜΟΝΑΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ. Λέγοντες ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν νοοῦμεν τὴν παρουσιάζομένην ἀντίστασιν εἰς τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων. Ἐνῶ τὰ ἠλεκτρόνια δύνανται νὰ ρέουσι ἐλευθέρως ἐντὸς ὤρισμένων ὕλικῶν ὡς ὁ ἀργυρὸς καὶ ὁ χαλκός, ἄλλα μέταλλα παρουσιάζουσι μεγαλύτεραν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων. Μονωτῆρες ὡς τὸ ἐλαστικὸν κόμμι καὶ ἡ ὕαλος παρουσιάζουσι τόσον μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν διόδον τῶν ἠλεκτρονίων ὥστε πρακτικῶς θεωρεῖται ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν διέρχεται μέσῳ τῶν σωμάτων αὐτῶν.

Μονὰς τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιτάσεως εἶναι τὸ Ohm (Ω) πρὸς τιμὴν τοῦ Γερμα-

νοῦ φυσικοῦ Georg Simon Ohm. Ἡ ἀντίστασις 1 Ohm καλεῖται ἡ ἀντίστασις ἢ ὁποῖα προκαλεῖ ροὴν ἐντάσεως ἑμπέρο (1 A) ἐντὸς ἀγωγοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὁποῖου ἐφαρμόζεται διαφορά δυναμικοῦ ἴση πρὸς ἓνα βόλτ (1V). (Βλέπε σελ. 409).

Ἡ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΙΚΟΤ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ. Ἐὰν μία ἠλεκτρικὴ φρυγανιέρα συνδεθῆ μὲ τὸ δίκτυον, γνωρίζομεν ὅλοι ὅτι ἐντὸς ὀλίγου, ἢ διέλευσις τοῦ ρεύματος θὰ προκαλέσῃ θέρμανσιν τῆς φρυγανιέρας. Τὸ θερμαινόμενον τιμῆμα τῆς φρυγανιέρας εἶναι κατεσκευασμένον ἐξ εἰδικῶν μίγματος μετάλλων, ὥστε νὰ παρουσιάσῃ μεγάλην ἀντίστασιν. Ἐὰν τοῦτο ἀντικατασταθῆ ὑπὸ χαλκοῦ, θὰ διέλθῃ περισσότερον ρεῦμα δι' αὐτοῦ, τοῦ χαλκοῦ ὄντος καλοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, δηλ. ἔχοντος μικροτέραν ἀντίστασιν, μὲ ἀποτέλεσμα, ἢ ὄχιτος νὰ ταχῆ ἢ νὰ καθῆ ἢ ἀσφάλεια. Παρατηροῦμεν ὅθεν ὅτι: ἡ ἀντίστασις ἐνὸς ἀγωγοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὕλικου, ἐκ τοῦ ὁποῖου οὗτος εἶναι κατεσκευασμένος.



Σχ. 62—1. Σταθεραὶ Ἀντιτάσεις.

Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΕΚ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ. Ἡ ροή τῶν ἠλεκτρονίων ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν εἶναι, ὑπὸ κάποιαν ἀναλογίαν, ὁμοία τῆς ροῆς τοῦ ὕδατος ἐντὸς σωλῆνος. Ὅσον ἐπιμηκύνεται εἶναι ὁ σωλὴν τόσο μεγαλύτερα εἶναι ἡ δύναμις τριβῆς τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ὑπερνικήσῃ κατὰ τὴν ροὴν τοῦ τοῦ ὕδατος. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση ἐνδὸς ἀγωγοῦ εἰς τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι τελείως ὁμοία πρὸς τὴν τριβὴν, ἡ ὁποία πρέπει νὰ ὑπερνικήσῃ, κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ. Ὅσον ἐπιμηκύνεται εἶναι ὁ ἀγωγός, τόσο μεγαλύτεραν ἀντίστασιν συναντᾷ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κατὰ τὴν διόδον του διὰ τοῦ ἀγωγοῦ. Πειραματικῶς κατεδείχθη ὅτι ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ σύμφωνα, σταθερᾶς τομῆς εἶναι

- α) Ἀνάλογος τοῦ μήκους L αὐτοῦ.
- β) Ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς διατομῆς A αὐτοῦ.
- γ) Ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕλικου τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι δύο ἀγωγοὶ τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τῆς αὐτῆς διατομῆς, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ ἕνας εἶναι ἐκ χαλκοῦ καὶ ὁ ἄλλος ἐκ μολύβδου, παρουσιάζουν διάφορον ἀντίστασιν. Ἐπίσης ὅτι, δύο ἀγωγοὶ τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕλικου, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ ἕνας ἔχει διπλασίαν τομὴν τοῦ ἄλλου παρουσιάζουν διάφορον ἀντίστασιν καὶ μάλιστα ὁ ἔχων τὴν διπλασίαν τομὴν παρουσιάζει ἀντίστασιν ἴσην πρὸς τὸ ἕμισυ τῆς ἀντίστασεως τοῦ ἐτέρου.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος ἐκφράζεται διὰ τῆς

$$\sigma\chi\epsilon\sigma\epsilon\omega\varsigma \quad R = S \frac{L}{A}$$

ὅπου:

R ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ, L τὸ μῆκος αὐτοῦ, A ἡ διατομὴ αὐτοῦ καὶ S συντελεστῆς ἐξαρτώμενος ἐκ τοῦ ὕλικου.

ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Ὁ συντελεστής S , ὁ ἐξαρτώμενος ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὕλικου εἰς τὴν ἀνωτέρω σχέσιν ἐκφράζει τὴν ἀντίστασιν εἰς Ohm (Ω) ἀγωγοῦ σύμφωνα κατασκευαζομένου ἐκ τοῦ θεωρουμένου ὕλικου, ἔχοντος μῆ-

κος 1 cm καὶ τομὴν 1 cm². Εἰς τὸ ἀγγλοσαξωνικὸν σύστημα ὁ συντελεστής S ὀρίζεται ὡς ἡ ἀντίστασις ἐνδὸς milfoot. Ἐνα milfoot εἶναι τὸ τμήμα ἕκκεινο ἐνδὸς ἀγωγοῦ, τοῦ ὁποίου τὸ μῆκος εἶναι 1ft, καὶ ἡ διάμετρος τῆς κυκλικῆς διατομῆς αὐτοῦ ἴση πρὸς 0,001 in. Ἡ ἀντίστασις ἐνδὸς milfoot καλῆς ποιότητος χαλκοῦ τοῦ ἐμπορίου εἶναι 10,4 Ω εἰς θερμοκρασίαν 20°C. Ἡ ἀντίστασις ἐνδὸς milfoot ἀργιλίου εἰς θερμοκρασίαν 20°C εἶναι περίπου 16,6 Ω . Ὁ λόγος τῶν εἰδικῶν ἀντιστάσεων τῶν διαφορετικῶν ὕλικων παραμένει ὁ αὐτός, οἰοδήποτε σύστημα μονάδων καὶ ἂν χρησιμοποιηθῇ.

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ. Συρμάτινος ἀγωγὸς ἐκ σιδήρου τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ διατομῆς μὲ ἕτερον ἐκ χαλκοῦ παρουσιάζει μεγαλύτεραν ἀντίστασιν. Ὁ χαλκὸς εἶναι πλεον ἀγωγίμος τοῦ σιδήρου. Λέγοντες ἀγωγίμωτα ἐννοοῦμεν τὴν ἱκανότητα ἐνδὸς σώματος νὰ ἐπιτρέπῃ τὴν διέλευσιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου τῶν μορίων του. Ὅσον μικρότεραν ἀντίστασιν παρουσιάζει ἐν σῶμα εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, τόσο μεγαλύτεραν ἀγωγιμότητα παρουσιάζει. Παραρρητοῦμε ὅθεν, ὅτι ἡ ἀγωγιμότης εἶναι τὸ ἀντίστροφον τῆς ἀντιστάσεως.

Ὁ κατωτέρω πίναξ περιέχει ὀρισμένα ἐκ τῶν πλεον ἐν χρήσει μετάλλων καταταγμένων καὶ φθίνουσαν σειρὰν ἀπὸ ἀπόψεως ἀγωγιμότητος. Εἰς τὴν δευτέραν στήλην τοῦ πίνακος δίδονται αἱ σχετικαὶ ἀντιστάσεις τῶν μετάλλων ληφθεῖσες ὡς βάσεως τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀργύρου.

Διάταξις Ἡλεκτρικῆς Ἀγωγιμότητος	Σχετικὴ Ἀντίστασις τοῦ ἀργύρου, ληφθέντος ὡς βάσις
1. Ἀργυρος	1,00
2. Χαλκός	1,10
3. Ἀργίλιον	1,78
4. Τουγκστένιον	3,53
5. Σίδηρος	6,29
6. Μόλυβδος	13,80
7. Ὑδράργυρος	60,20
8. Nichrome (κράμα, Νικελίου, Σιδήρου καὶ Χρωμίου)	62,90

Ὁ πλέον ἀγώγιμος ἀγωγὸς παρουσιάζει τὴν ἐλαχίστην ἀντίστασιν καὶ ὁ πλέον μὴ ἀγώγιμος παρουσιάζει τὴν μεγίστην ἀντίστασιν.

Μονὰς τῆς ἀγωγιμότητος εἶναι τὸ *mho*, τὸ ἀντίθετον τοῦ ὀνόματος τοῦ Ohm πρὸς τμήν τοῦ ὁποῖου ὠνομάσθη τοιουτοτρόπως ἡ μονὰς τῆς ἀντίστασεως. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀγωγιμότης εἶναι ἀντίστροφος τῆς ἀντίστασεως ὡς μονὰς ἀγωγιμότητος εἶναι τὸ *mho*. Οὕτω ἐὰν σύρμα παρουσιάζῃ ἀντίστασιν 5Ω ἡ ἀγωγιμότης αὐτοῦ θὰ εἶναι $\frac{1}{5} \text{ mho}$ ἢ $\frac{1}{5} \Omega^{-1}$.

ΕΠΙΠΑΡΑΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ. Ἔστω ὅτι μετρεῖται ἡ θερμοκρασία ἐνὸς ἀγωγοῦ ὅταν δι' αὐτοῦ διέρχεται ἀσθενὲς ρεύμα, ἀκολούθως δὲ μετροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ αὐτοῦ ἀγωγοῦ, ὅτι δι' αὐτοῦ διέρχεται ἰσχυρὸν ρεύμα μὲ ἀποτέλεσμα ὁ ἀγωγὸς νὰ ἐρυθροπωρακτωθῇ. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία παίζει σπουδαῖον ρόλον εἰς τὴν ἀντίστασιν, ἣν παρουσιάζει ὁ ἀγωγός. Ὅταν ὁ ἀγωγὸς εἶχεν ἐρυθροπωρακτωθῇ ἡ ἀντίστασις του ἦτο κατὰ πολὺ μεγαλύτερα. Γενικῶς μὲ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας, αὐξάνει καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ τυχόντος ἀγωγοῦ. Οἶτω ὁ χαλκὸς εἰς 0°C παρουσιάζει ἀντίστασιν 100Ω ἐνῶ εἰς τοὺς 100°C , 150Ω . Ἐν τούτοις, ὄρισμένα κράματα χαλκοῦ, νικελίου καὶ μαγγανίου παρουσιάζουν μικρὰν αὔξησιν τῆς ἀντίστασεως αὐτῶν καὶ εἰς μεγάλας αὐξήσεις ἀκόμη τῆς θερμοκρασίας. Ὡς ἐκ τούτου χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κατασκευὴν σταθερῶν ἀντίστασεων, αἱ τιμαὶ τῶν ὁποίων εἶναι ἐπιθυμητὸν νὰ παραμένουν ὅσον τὸ δυνατόν πλέον ἀμετάβλητοι. Οἱ ἠλεκτρολύται καὶ ὁ ἄνθραξ παρουσιάζουν τὸ φαινόμενον μὲ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας νὰ ἐλαττοῦται ἡ ἀντίστασις αὐτῶν.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ohm

Ἡ ἀντίστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους τῆς διατομῆς καὶ τῆς φύσεως τοῦ ὕλικου τοῦ ἀγωγοῦ

$$R = \frac{SL}{A}$$

Ἀγωγιμότης

Mho

Ἀντίστασις καὶ θερμοκρασία

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

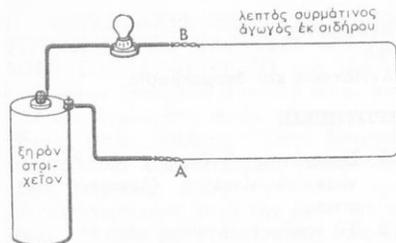
1. Συμφώνως τῇ θεωρίᾳ τῶν ἠλεκτρονίων τί εἶναι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ohm;
3. Ποία ἡ σχέση μεταξὺ τοῦ μήκους ἐνὸς ἀγωγοῦ καὶ τῆς ἀντίστασεως αὐτοῦ;
4. Ποία ἡ σχέση μεταξὺ τῆς διατομῆς ἐνὸς ἀγωγοῦ καὶ τῆς ἀντίστασεως αὐτοῦ;
5. Ἐκ ποίου ἄλλου παράγοντος, ἐκτὸς τοῦ μήκους καὶ τῆς διατομῆς, ἐξαρτᾶται ἡ ἀντίστασις ἐνὸς ἀγωγοῦ;
6. Ἐκφράσατε διὰ μιᾶς σχέσεως τὴν ἐξάρτησιν τῆς ἀντίστασεως ἐκ τριῶν παραγόντων.
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες εἰδιχὴν ἀντίστασιν;
8. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀγωγιμότης;
9. Ποία ἡ ὑπάρχουσα σχέση μεταξὺ ἀντίστασεως καὶ ἀγωγιμότητος;
10. Τίτιν τρόπον ἐπιδρᾷ ἡ θερμότης ἐπὶ τῶν περισσοτέρων μεταλλικῶν ἀγωγῶν; Ἀναφέρατε μίαν ἐξαίρεσιν.
11. Τίτιν τρόπον ἐπιδρᾷ ἡ θερμότης ἐπὶ τῆς ἀντίστασεως τοῦ ἄνθρακος;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἡ ἀντίστασις λαμπτήρος τουγκστενίου αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεύμα, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖ ταύτην ἐξαναγκάζῃ ταύτην νὰ ἐκπέμπῃ τὸ μέγιστον δυνατόν φῶς; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησίν σας.
2. Διὰ τί δὲν χρησιμοποιεῖται ὁ σίδηρος διὰ τὴν κατασκευὴν συρμάτων διὰ τὰς οἰκιακὰς ἐγκαταστάσεις;
3. Εἰς δοθὲν κύκλωμα παρέστη ἡ ἀνάγκη νὰ ἀντικατασταθῇ ὄρισμένον χάλκινον σύρμα ὑφ' ἐνὸς ἐξ ἀργιλίου τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τῆς αὐτῆς ἀντίστασεως. Τίτιν τρόπον δύναται τοῦτο νὰ ἐπιτευχθῇ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Ἐὰν λάβετε ἓνα ξηρὸν στοιχεῖον τοῦ 1,5 Volt, μίαν μικρὰν λιχνί-



Σχ. 62—2. Ἡ αντίστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕλικου, τοῦ μήκους καὶ τῆς διατομῆς τοῦ ἀγωγοῦ.

αν καὶ ἐν τεμάχιον σύρματος δυνατὸν νὰ ἐκτελέσητε ὠρισμένα πειράματα ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Συνδέσατε τὴν λυχνίαν μὲ τὸ ξηρὸν στοιχείον, ὡς εἰς τὸ σχῆμα 62-2 ἐμφαίνεται. Ἡ λυχνία δὲν θὰ φωτοβολῆσῃ διὰ τὸν ἀπλούστατον λόγον ὅτι τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτὸν μεταξὺ Α καὶ Β. Ἐὰν τὰ σημεῖα συνδεθῶν ὑπὸ λεπτοῦ σιδηροῦ σύρματος ἢ λυχνία θὰ ἀνάψῃ ἀλλὰ ἡ φωτοβολία αὐτῆς δὲν θὰ εἶναι τόσο ἔντονος, ὅσον εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ σημεῖα Α καὶ Β συνδέοντο ὑπὸ χαλκίνου σύρματος. Μεταβάλλοντες τὸ μήκος τοῦ σιδηροῦ σύρματος παρατηροῦμεν ὅτι ἡ αντίστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Ὅμοίως χρησιμοποιοῦντες σιδηρὸν σύρμα μεγαλύτερας ἢ μικροτέρας διατομῆς παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι ἡ αντίστασις μεταβάλλεται.

Χρησιμοποιοῦντες τέλος, χαλκὸν ἀντὶ τοῦ σιδήρου παρατηροῦμεν ἀκόμη ὅτι ὁ χαλκὸς ἔχει μεγαλύτεραν ἀγωγιμότητα ἀπὸ τὸν σίδηρον. Ἀπαιτεῖται προσοχὴ

μόνον μὴ τυχὸν τὸ χάλκινον σύρμα θερμανθῇ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Σύρμα δοθείσης διαμέτρου, μήκους καὶ ὕλικου παρουσιάζει ἀντίστασιν 5 Ω. Τὸ σύρμα ὑποβάλλεται εἰς καταπύνησιν ἐφελκυσμοῦ μὲ ἀποτέλεσμα νὰ διπλασιασθῇ τὸ μήκος του, τοῦ ὄγκου παραμένοντος σταθεροῦ. Ζητεῖται ἡ νέα ἀντίστασις τοῦ σύρματος.
2. Ἔστω ὅτι κατὰ τὴν σύνδεσιν ἐνὸς κώδωνος ἐχρησιμοποιήθη σύρμα Νο 24 καὶ ἀπεδείχθη ὅτι διὰ τοῦ κυκλώματος διήρχετο λίαν ἀσθενὲς ρεῦμα. Προσδιορίσατε τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ Νο 24 εὐρισκόμενον εἰς τὸν πίνακα τῆς σελ. 576 σύρμα, τὸ ὁποῖον θὰ εἶναι τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ θὰ παρουσιάξῃ ἀντίστασιν ἴσην πρὸς $\frac{1}{4}$ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σύρματος Νο 24.
3. Πηνίον ἐκ χαλκοῦ δοθέντων μήκους καὶ διατομῆς σύρματος, παρουσιάζει ἀντίστασιν 110 Ω. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀντίστασις πηνίου ἐκ σύρματος σιδήρου διπλασίου μήκους καὶ ἡμισίας διατομῆς τῆς τοῦ χαλκοῦ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.
4. Προσδιορίσατε τὴν διατομὴν σύρματος ἐξ ἀργιλίου εἰς τρόπον ὥστε ἡ εἰδικὴ αὐτοῦ ἀντίστασις νὰ συμπίπτῃ, ἢ νὰ πλησιάξῃ ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερον, τὴν εἰδικὴν ἀντίστασιν τοῦ χαλκίνου σύρματος Νο 18. (Ἴδε πίνακα σελ. 576).

ΕΔΑΦΙΟΝ 63. Ὁ νόμος τοῦ Ohm.

ΤΙ ΚΑΝΟΝΙΖΕΙ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΙΝ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ; Ἄς συγκρίνωμεν καὶ πάλιν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα μὲ τὸ ὕδατινον ρεῦμα τὸ εὐρισκόμενον ἐντὸς σωλῆνος. Ἐπάρχουν περιπέσεις κατὰ τὰς ὁποίας τὸ ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῆς στρόφιγγος μὲ δύναμιν ἢ ὄχι ἀναλόγως τῆς ἐπικρατούσης πίεσεως εἶναι δηλ. ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος ἀνάλογος τῆς πίεσεως.

Οὕτω καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς ἠλεκτρικῆς πίεσεως. Ἐὰν τὸ κύκλωμα ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ κώδωνος δὲν διαρρέεται ὑπὸ ἰκανοποιητικῆς ἐντάσεως ρεύματος τοποθετοῦμεν καὶ δεύτερον ξηρὸν στοιχείον εἰς τὸ κύκλωμα αὐξάνοντες τοιοῦτοτρόπως τὴν ἠλεκτρικὴν πίεσιν. Ὡς δὲ εἰς τὰ ὑδραυλικά δίκτυα δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος δι' ἐλαττώσεως τῶν

άντιστάσεων έντελώς όμοίως και εις τὰ ηλεκτρικά κυκλώματα δυνάμεθα νά αξήσωμεν τήν έντασιν του ρεύματος δι' έλαττώσεως των άντιστάσεων. *Συνάγομεν όθεν τὸ συμπέρασμα ότι ή έντασις του ήλεκτρικού ρεύματος εξαρτάται εκ της άντιστάσεως του κυκλώματος.*

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ OHM. Έάν ή ηλεκτρική πίεσις, ή ως αύτη κοινώς καλεΐται ή *ηλεκτρεγερτική δύναμις*, ενός κυκλώματος διπλασιασθή, τής άντιστάσεως αυτού παραμενούσης σταθεράς, ή έντασις του ρεύματος διπλασιάζεται υπό στεθεράν άντίστασιν. Προκύπτει όθεν, ότι ή έντασις του ρεύματος είναι ανάλογος τής ηλεκτρεγερτικής αυτού δυνάμεως. Έάν εξ άλλου ή άντίστασις του κυκλώματος διπλασιασθή, τής ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως παραμενούσης σταθεράς, ή έντασις έλαττούται εις τὸ ήμισιον. Προκύπτει όθεν ότι, ή έντασις είναι άντιστρόφως ανάλογος τής άντιστάσεως, υπό σταθεράν ηλεκτρεγερτικήν δύναμιν. Αί άνωτέρω συνήθειαι εκφράζουσι τόν νόμον του Ohm, ο όποιος διατυπώνεται ως εξής: *Η έντασις του ρεύματος μεταβάλλεται αναλόγως τής ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως και άντιστρόφως αναλόγως τής άντιστάσεως.*

Τπό μορφήν σχέσεως ο νόμος του Ohm είναι :

$$\text{Έντασις} = \frac{\text{Ηλεκτρεγερτική Δύναμις}}{\text{Άντίστασις}}$$

ή δε σχέσις των μονάδων είναι

$$\text{Ampère} = \frac{\text{Volts}}{\text{Ohms}} \quad \text{A} = \frac{\text{V}}{\Omega}$$

Συνήθως ή έντασις παριστάται διά του γράμματος I ένφ ή ηλεκτρεγερτική δύναμις διά του E και ή άντίστασις διά του R. Χρησιμοποιούντες τούς συμβολισμούς αυτούς δυνάμεθα νά γράψωμεν τόν νόμον του Ohm και τρεις διαφόρους τρόπους.

$$I = \frac{E}{R}, \quad E = I \times R, \quad R = \frac{E}{I}$$

Βάσει τής τρίτης σχέσεως τὸ Ohm όρίζεται ως ή απαιτούμενη άντίστασις I-

να ο άγωγός διαρρέεται υπό ρεύματος 1A όταν εις τὰ άκρα του εφαρμόζε-ται 1V.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΙΣ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ OHM.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1: Νά προσδιορισθ ή έντασις του ρεύματος του διαρρέοντος τὸ νήμα λυχνίας πυρακτώσεως, άντιστάσεως 240Ω όταν ή εφαρμοζόμενη εις τὰ άκρα ταύτης ηλεκτρεγερτική δύναμις είναι 120V.

ΛΥΣΙΣ: Έφ' όσον ζητείται ή έντασις χρησιμοποιούμε τήν σχέσιν

$$I = \frac{E}{R} \text{ όπου } E = 120 \text{ V και } R = 240 \Omega$$

$$\text{όπότε } I = \frac{120 \text{ V}}{240 \Omega} = 0,5 \text{ A.}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2: Ποία ηλεκτρεγερτική δύναμις θα προκαλέση έντασιν ρεύματος 2A εις κύκλωμα ηλεκτρικού κώδωνος όταν ή άντίστασις του κυκλώματος είναι 3 Ω;

ΛΥΣΙΣ: Έφ' όσον ζητείται ή ηλεκτρεγερτική δύναμις (HEΔ) χρησιμοποιούμε τήν σχέσιν

$$E = I \times R \text{ όπου } I = 2 \text{ A και } R = 3 \Omega$$

$$\text{όπότε } E = 2 \text{ A} \times 3 \Omega = 6 \text{ V}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3: Ποία ή άντίστασις ήλεκτρικής φρυγανιέρας όταν αύτη διαρρέεται υπό έντάσεως 5A συνδεομένη εις κύκλωμα τάσεως 120V;

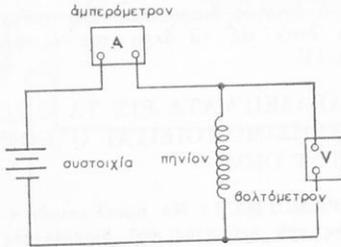
ΛΥΣΙΣ: Έφ' όσον ζητείται ή άντίστασις χρησιμοποιούμε τήν σχέσιν

$$R = \frac{E}{I} \text{ όπου } E = 120 \text{ V και } I = 5 \text{ A}$$

$$\text{όπότε } R = \frac{120}{5} = 24 \Omega.$$

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ. Μία εκ των χρησιμωτέρων εφαρμογών του νόμου του Ohm είναι ή μέτρησης άντιστάσεων. Τὸ άνωτέρω παράδειγμα 3 δεικνύει τήν μέθοδον, ένφ τὸ εις τὰ σχήμα 63-1 εμφανιζόμενον κύκλωμα δεικνύει τήν διάταξιν των διαφόρων οργάνων με τήν βοήθειαν των όποιων είναι δυνατή ή μέτρησης τής άντιστάσεως.

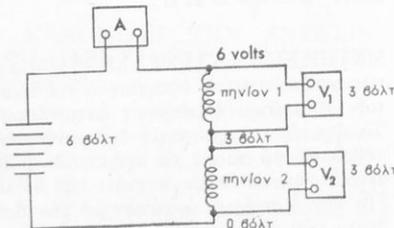
Διά τήν εύρεσιν τής άντιστάσεως του



Σχ. 63—1. Χρήσις ἀμπερομέτρου και βολτομέτρου διά τόν προσδιορισμόν τής αντίστασεως.

πηνίου (σχήμα 63-1) είναι απαραίτητον νά κατασκευασθῆ τὸ ἀνωτέρω κύκλωμα. Τὸ πηνίον συνδέεται μετὴν πηγὴν, ἐν προκειμένῳ συστοιχίαν, μέσῳ ἐνὸς ἀμπερομέτρου ὥστε νά εἶναι δυνατὸς ὁ προσδιορισμὸς τοῦ κυκλοφοροῦντος ρεύματος. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου συνδέεται ἐν βολτόμετρον διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ. Γνωρίζοντες τὴν ἔντασιν καὶ τὴν τάσιν, ἐκ τῆς ἀναγνώσεως τῆς κλίμακος τῶν ὀργάνων, προσδιορίζομεν τὴν τιμὴν τῆς ζητούμενης ἀντίστασεως ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Ohm.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤ. Τὸ σχήμα 63-2 δεικνύει δύο πηνία συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ καὶ τροφοδοτούμενα ὑπὸ μιᾶς συστοιχίας. Τὸ ἀμπερόμετρον Α παρεμβάλλεται μεταξὺ αὐτῶν καὶ τῆς συστοιχίας διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος. Ἔστω ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦ θετικῆς πόλου τῆς πηγῆς ἢ συστοιχίας εἶναι κατὰ 6 V μικρότερον τοῦ ἰσχυροῦ. Ἐὰν τὰ δύο πηνία εἶναι ἴσα, τότε απαιτεῖται ἡ ὑπάρξις 3V εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστου, ὥστε ταῦτα νά διαρρέωνται ὑπὸ τῆς αὐτῆς



Σχ. 63—2. Τὰ βολτόμετρα δεικνύουν τὴν διαφορὰν δυναμικότητος ἀπὸ τοῦ ἰσχυροῦ.

ἐντάσεως δεδομένου ὅτι τὸσον τὸ ἀμπερόμετρον ὅσον καὶ οἱ ἀγωγοὶ συνδέσεως παρουσιάζουν ἀμελητέαν ἀντίστασιν εἰς τὴν διόδον τοῦ ρεύματος καὶ ἐπομένως ἀμελητέαν διαφορὰν ΗΕΔ.

Ἄντι νά ὁμιλῶμεν περὶ διαφορᾶς ΗΕΔ λέγομεν διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα οἰασδήποτε ἠλεκτρικῆς συσκευῆς εἶναι ἡ πτώσις τῆς ΗΕΔ κατὰ τὴν διόδον τοῦ ρεύματος διὰ μέσου ταύτης. Οὕτω τὸ βολτόμετρον 1 τοῦ σχήματος 63-2 δεικνύει διαφορὰν δυναμικοῦ 3 V τὴν πτώσιν δηλ. τῆς ΗΕΔ ἀπὸ 6 V εἰς 3 V. Τὸ βολτόμετρον 2 δεικνύει ἐπίσης διαφορὰν δυναμικοῦ 3V ἀλλὰ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εἶναι ἡ πτώσις τῆς ΗΕΔ ἀπὸ 3 V εἰς 0 V. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ ἢ παρουσιαζομένη εἰς τὰ ἄκρα τῶν δύο πηνίων εἶναι 6 V. Συχνάκις ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ καλεῖται καὶ πτώσις τάσεως.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΤ ΣΤΟΙΧΕΙΟΤ. Ἐὰν πηγὴ ἀποτελουμένη ἐξ ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου συνδεθῆ μετὸ βολτόμετρον μεγάλης ἐσωτερικῆς ἀντίστασεως, ἄνευ οἰασδήποτε ἄλλης παρεμβολῆς ὀργάνου εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ βολτόμετρον θὰ δεικνύη τὴν ΗΕΔ τῆς πηγῆς ἀφοῦ πρακτικῶς δὲν θὰ κυκλοφορῆ ρεῦμα καὶ ἐπομένως οὐδεμία πτώσις τάσεως θὰ παρατηρηθῆ. Συνάγομεν ὅθεν ὅτι ἡ ΗΕΔ εἶναι ἡ μέγιστη διαφορὰ δυναμικοῦ τὴν ὅποیان ἡ πηγὴ δύναται νά ἀποδώσῃ. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ ἡ πηγὴ συνδεθῆ μετὸ ἀμπερόμετρον, ἄνευ οἰασδήποτε παρεμβολῆς ἄλλου ὀργάνου ἢ ἀντίστασεως εἰς τὸ κύκλωμα, τοῦτο θὰ δεικνύη τὴν μέγιστην δυνατὴν ἔντασιν, τὴν ὅποیان δύναται νά ἀποδώσῃ ἡ πηγὴ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην διὰ πρακτικὸς σκοποὺς δύναται νά θεωρηθῆ ὅτι ὁλόκληρος ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν τῆς πηγῆς, τῶν ἀντιστάσεων τοῦ ἀμπερομέτρου καὶ τῶν ἀγωγῶν θεωρουμένων ὡς ἀμελητέων. Συμφάνως τῷ νόμῳ τοῦ Ohm ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς πηγῆς θὰ ἰσοῦται

$$R = \frac{HEΔ}{I}$$

5. Ξηγήσατε τὸν ὄρον «διαφορὰ δυναμικοῦ».
6. Τίνι τρόπον δύναται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἑσωτερικὴ ἀντίστασις πηγῆς;
7. Διατί ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς πόλους πηγῆς εἶναι ἐνίοτε διάφορος τῆς ΗΕΔ τῆς πηγῆς ταύτης;

ΓΕΝΙΚΑΙΑ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν 4 στοιχεῖα συνδεόμενα ἐν σειρᾷ, ὅποτε ἡ ΗΕΔ θὰ εἶναι 6 v, νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς ἐκκινήτηρ (μίζα) τῶν 6 v αὐτοκινήτου;
2. Τὸ mho, ἡ μονὰς τῆς ἀγωγιμότητος, ὠρίσθη ὡς τὸ ἀντίστροφον τῆς ἀντιστάσεως δηλ. ἀντίστασις 5 Ω ἔχει ἀγωγιμότητα $\frac{1}{5}$ mho. Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ Ohm ὡς συνάρτησιν τῶν Volt, Ampère καὶ Mho.
3. Σηρὸν στοιχεῖον ΗΕΔ 1,5v συνδέεται εἰς κύκλωμα ἐν σειρᾷ πρὸς ἄλλα στοιχεῖα, εἰς τρόπον ὥστε, τὸ κυκλοφοροῦν εἰς τὸ κύκλωμα ρεῦμα νὰ διέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ, ἀντὶ τοῦτο νὰ τροφοδοτῆ τὸ κύκλωμα. Ζητεῖται νὰ καθορισθῆ ἐὰν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου, ἢ ὡς ἄλλως αὕτη καλεῖται πολικὴ τάσις, θὰ εἶναι ἴση πρὸς 1,5 v, μικρότερα τοῦ 1,5 v ἢ μεγαλύτερα.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ. Εἰς ὀρισμένα αὐτοκίνητα τὰ ἀμπερόμετρα φορτίσεως καὶ ἐκφορτίσεως φέρουν βαθμολογημένα κλίμακας εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι δυνατόν ὁ καθορισμὸς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἢ ὅποια διαρρέει τὰ διάφορα κυκλώματα. Ἐπὶ ἐνὸς φύλλον χάρτου σχηματίσατε ἕνα κατάλογον τῶν διαφόρων κυκλωμάτων ὡς ἀκολουθῶς:

Κύκλωμα	Ἔντασις	Ἀντίστασις
2 Προβολεῖς		
2 Φανοὶ σταθμεύσεως		
*Ὁπίσθιοι φανοὶ		
Φανοὶ τροχοπέδης		
Κλάξον		
*Αναπτήρ		

Ἡ πολικὴ τάσις ἐκάστου τῶν κυκλωμάτων εἶναι 6 v (εἰς ὀλίγα αὐτοκίνητα εἶναι 12 v). Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐκάστου κυκλώματος ἀναγινώσκεται μεμονωμένως διὰ μετακινήσεως στιγμιαίως τοῦ καταλλήλου διακόπτου.

*Ἐστω ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ κυκλώματος τοῦ ἀναπτήρος εἶναι 20A. Ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος θὰ εἶναι ὅθεν $\frac{6}{20} = 0,3 \Omega$. Καθ' ὅμοιον τρόπον προσδιορίζονται ὅλοι αἱ ἀντιστάσεις τῶν κυκλωμάτων καὶ συμπληροῦνται ὁ ἀνωτέρω πίναξ.

Ἐκκινήτηρ (μίζα) εἶναι τριουτοτρόπως συνδεδεμένος, ὥστε τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται διὰ τοῦ ἀμπερομέτρου, λόγω τῆς ὑψηλῆς αὐτοῦ τιμῆς (100 ἕως 200 A) ἐνῶ τὸ ρεῦμα φορτίσεως τῆς συστοιχίας διέρχεται διὰ τοῦ ἀμπερομέτρου. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν αἱ ἀνωτέρω μετρήσεις δέον νὰ γίνονιν ὅταν τὸ ὄχημα εὑρίσκειται ἐν στάσει. Ἐφιστάται ἡ προσοχὴ νὰ μὴ παραταθοῦν αἱ μετρήσεις ἐπὶ μεγάλων χρονικῶν διαστήμα διότι ὑπάρχει ὁ φόβος τῆς ἐξαντλήσεως τῆς συστοιχίας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡλεκτρικὸς θραστήρ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 10 A ὅταν συνδεθῆ εἰς δίκτυον 110 v. Ποία ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ;
2. Ποία ἡ ἔντασις τοῦ διαρρέοντος ἀντίστασιν 50 Ω ρεύματος ἐὰν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα αὐτῆς εἶναι 2 v;
3. Ποία ἡ ἀντίστασις ἐκκινήτηρος αὐτοκινήτου ἐὰν οὗτος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 100 A κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀποκαταστάσεως τοῦ κυκλώματος μετὰ πηγὴν ΗΕΔ 6 v καὶ ἑσωτερικῆς ἀντιστάσεως 0,01 Ω;
4. Ποία ἡ ἔντασις τοῦ διαρρέοντος προβολέα αὐτοκινήτου ἀντιστάσεως 1, 19 Ω ρεύματος ὅταν τὸ κύκλωμα τροφοδοτῆται ὑπὸ πηγῆς ΗΕΔ 6 v καὶ ἑσωτερικῆς ἀντιστάσεως 0,01 Ω;
5. Ποία διαφορὰ δυναμικοῦ ἀπαιτεῖται ἵνα ρεῦμα ἐντάσεως 5 A διέλθῃ διὰ ἀντιστάσεως 10 Ω;
6. Λαμπτήρ ἀπαιτεῖ ρεῦμα ἐντάσεως 5 A διὰ ἀντιστάσεως αὐτοῦ εἶναι

- 30 Ω. Ποία ή απαιτούμενη διαφορά δυναμικού;
7. Ποία ή έσωτερική αντίσταση στοιχείου εάν βολτόμετρον συνδεδεμένον εις τούς πόλους αυτού δεικνύη ΗΕΔ 1 v και άμπερόμετρον συνδεδεμένον κατά τόν αὐτόν τρόπον δεικνύη 0,5 A;
8. Εάν βολτόμετρον συνδεδεμένον εις τούς πόλους συστοιχίας δεικνύη ΗΕΔ 2,2 v, άκολούθως δέ άμπερόμετρον δεικνύη έντασιν 200 A, να υπολογισθῆ ή έσωτερική αντίσταση τῆς συστοιχίας.
- B**
9. Πηγή συνδέεται διά δύο συρμάτων με τά άκρα αντίστάσεως 0,6 Ω, παρέχει δέ ρεύμα 10 A. Εάν ή έσωτερική αντίσταση τῆς πηγῆς είναι 0,02 Ω, ποία ή ΗΕΔ αὐτῆς;
10. Πηγή ΗΕΔ 6,6 v και έσωτερικῆς αντίστασεως 0,05 Ω συνδέεται με αντίστασιν 0,5 Ω. Πόση ή διαφορά δυναμικού εις τά άκρα τῆς αντίστασεως;
11. Λαμπτήρ εκ βολφραμίου συνδεδόμενος πρὸς τάσιν 1,1 v διαρρέεται υπό ρεύματος έντάσεως 0,1 A. Εάν ή αντίστασις τῆν' όποιαν οὗτος παρουσιάζει πενταπλασιασθῆ, συνδεθῆ δέ οὗτος εις δίκτυον τάσεως 110 v ποία ή διαρρέουσα τὸν λαμπτήρα έντασις;
12. Πόση ή αντίστασις άγωγοῦ εις τὸν όποιον, υπό διαφορὰν δυναμικῶν 60 v, αναπτύσσεται ρεύμα 40 mA; (0,040 A).
13. Πηγή ΗΕΔ 24 v και έσωτερικῆς αντίστασεως $r=0,2$ Ω συνδέεται πρὸς έξωτερικὴν αντίστασιν 5,8 Ω. Να υπολογισθῆ ή έντασις τοῦ ρεύματος, ή τάσις μεταξὺ τῶν πόλων τῆς πηγῆς και ή τάσις εις τά άκρα τῆς αντίστασεως.
14. Πηνίον αντίστασεως 23,5 συνδεδόμενον πρὸς πηγὴν άγνώστου ΗΕΔ διαρρέεται υπό ρεύματος έντάσεως 1 A. Εάν πηνίον αντίστασεως 11 Ω συνδεθῆ πρὸς τὴν αὐτὴν πηγὴν τὸ άμπερόμετρον δεικνύει 2 A. Ποία ή ΗΕΔ τῆς πηγῆς και ποία ή έσωτερική αὐτῆς αντίστασις;

ΕΔΑΦΙΟΝ 64. Κυκλώματα σειράς και έν παραλλήλῳ.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ. Άγωγοὶ λέγομεν ότι είναι συνδεδεμένοι έν σειρά ὡς ὅταν ὁ τρόπος συνδέσεως αὐτῶν εἶναι τοιοῦτος ὥστε τὸ διαρρέον ένα έξ αὐτῶν ρεύμα να διαρρέῃ ὅλους τούς συνδεδεμένους άγωγούς. Εἰς τὰ έν σειρά κυκλώματα τὸ ρεύμα παραμένει τὸ αὐτὸ διαρρέον ὅλους τούς άγωγούς.

Εάν δύο ή περισσότεροι λαμπτήρες συνδεθοῦν έν σειρά, παρουσιάζουν μεγαλύτεραν αντίστασιν ἐκείνης τῆν όποιαν θά παρουσίαζε εις μόνον λαμπτήρ. Οὕτω δύο λαμπτήρες τῶν 220V συνδεδεμένοι έν σειρά δέν φωτοβολοῦν έντόνως λόγω τοῦ ότι τὸ διαρρέον αὐτοῦς ρεύμα είναι ἀσθενές. Η έλάττωσις τῆς έντάσεως ὀφείλεται εις τὴν αύξησην τῆς αντίστασεως και μόνον. Εάν οἱ δύο λαμπτήρες παρουσιάζουν ίσας αντίστασεις ή συνολικὴ αὐτῶν αντίστασις θά είναι διπλασία. Εἰς τὰ έν σειρά κυκλώματα, ή ὅλική αντίστασις

ίσοῦται πρὸς τὸ άθροισμα τῶν μερικῶν αντίστασεων τῶν έν σειρά άγωγῶν.

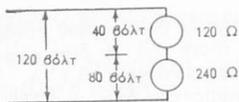
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Τέσσαρες αντίστασεις 2Ω, 4Ω, 6Ω, 8Ω, συνδέονται έν σειρά πρὸς στήλην ΗΕΔ 30V και άμελητέας έσωτερικῆς αντίστασεως. Ζητεῖται ή έντασις τοῦ ρεύματος.

ΛΥΣΙΣ: Η ὅλική αντίστασις τῶν άνωτέρω αντίστασεων, ἐφ' ὅσον αὐται συνδέονται έν σειρά είναι τὸ άθροισμα αὐτῶν ήτοι

$$R_{\text{ολ}} = 2 + 4 + 6 + 8 = 20 \text{ Ω ὁπότε}$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ A.}$$

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤ ΕΙΣ ΤΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΣΕΙΡΑΣ. Εἰς τὸ σχῆμα 64—1 εμφαίνονται δύο λυχνίαί αντίστασεων 120 Ω και 240 Ω αντίστοιχως συνδεδεμένοι έν σειρά πρὸς δίκτυον τά-



Σχ. 64—1. Κύκλωμα σειράς. Αί διαφοραί δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τῶν λυχνιῶν εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἀντιστάσεων αὐτῶν.

σεως 120V. Ἡ ὄλική ἀντίστασις αὐτῶν εἶναι: $120 + 240 = 360 \Omega$ ὁπότε τὸ διαρρέον τὸ κύκλωμα ρεῖμα συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Ohm εἶναι:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{360} = \frac{1}{3} \text{ A.}$$

Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τῆς πρώτης λυχνίας εἶναι

$$E = I \cdot R = \frac{1}{3} \times 120 = 40V.$$

ἐνῶ εἰς τὰ ἄκρα τῆς δευτέρας εἶναι:

$$E = IR = \frac{1}{3} \times 240 = 80V$$

Παρατηροῦμεν ὅθεν εἰς τὰ κυκλώματα σειράς ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ διάφορα τμήματα τοῦ κυκλώματος εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὅποιαν παρουσιάζουν τὰ ἀντίστοιχα τμήματα

Συνοψίζοντες τὰς ἀνωτέρω σχέσεις σχηματίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα.

Κυκλώματα Σειρᾶς
Ὁλική $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$ $I = \text{σταθερὸν καθ' ὄλον τὸ κύκλωμα}$
Ὁλικὸν $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

ὅπου $E_1, E_2, E_3, R_1, R_2, R_3$ παριστοῦν τὰς διαφορὰς δυναμικοῦ καὶ τὰς ἀντίστοιχους ἀντιστάσεις εἰς τὰ διάφορα τμήματα τοῦ κυκλώματος 1, 2, 3 κ.τ.λ.

ΣΤΗΛΑΙ ΕΝ ΣΕΙΡΑ. Αἱ ἀνωτέρω σχέσεις ἰσχύουν καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὅποιαν, στ

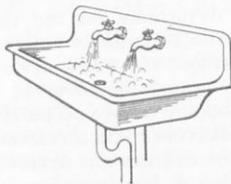
Ἐὸν 3 στήλαι μολύβδου ΗΕΔ ἐκάστης 2,2 V, συνδεθοῦν ἐν σειρά κατὰ τρόπον ὅστε, ὁ θετικὸς πόλος τῆς πρώτης συνδεθῆ μετὸν ἀρνητικὸν τῆς δευτέρας κ.ο.κ. ἡ ὄλική ΗΕΔ τῆς συστοιχίας θὰ εἶναι $E_1 + E_2 + E_3 = 2,2 + 2,2 + 2,2 = 6,6 \text{ V}$. Ὁμοίως ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς συστοιχίας θὰ ἴσουςται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐσωτερικῶν ἀντιστάσεων ἐκάστης στήλης ἐνῶ, τὸ διὰ τῆς συστοιχίας διερχόμενον ρεῖμα θὰ εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ δι' ἐκάστης στήλης διερχόμενον.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΤΝΑΜΙΚΟΤ ΕΙΣ ΚΤΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ. Ἔστω ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῶν δύο ἐν τῷ σχήματι 64—2, κρουῶν ἀφοῦ προηγουμένως ὁ κύριος ἀγωγὸς διηρέθη εἰς δύο. Στρόφιγγες ἢ σωλῆνες συνδεδεμένοι κατὰ τὸν ἀνωτέρω τρόπον λέγομεν ὅτι εἶναι συνδεδεμένοι ἐν παραλλήλῳ.

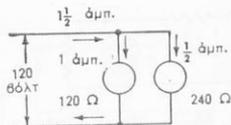
Τὸ ὕδωρ εἰς ἐκάστην στρόφιγγα εὐρέσκεται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Ὁμοίως ἐὰν δύο λυχνία συνδεθοῦν ὡς εἰς τὸ σχήμα 64—3 ἢ αὐτὴ διαφορὰ δυναμικοῦ θὰ ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα καὶ τῶν δύο. Λέγομεν τότε ὅτι αἱ λυχνία εἶναι συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ.

Εἰς τὰ παράλληλα κυκλώματα ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς κλάδους τοῦ κυκλώματος.

ΤΟ ΡΕΤΜΑ ΕΙΣ ΤΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΤΚΛΩΜΑΤΑ. Ὡς γίνεται φανερὸν ἐκ τοῦ σχήματος 64—2 ὁλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον εἰσρέει ἐντὸς τοῦ νιπτήρος ἀπάγεται ἐξ αὐτοῦ μέσῳ τοῦ σωλῆνος εἰς τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ. Οὕτω καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῖμα τὸ ὅποιον κυκλοφορεῖ εἰς τὰς γραμμὰς μεταφορᾶς ἴσουςται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ρευμάτων,



Σχ. 64—2. Οἱ σωλῆνες εἶναι ἐν παραλλήλῳ τὸ ἄθροισμα τῶν παροχῶν τῶν ἴσουςται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν παροχῶν.



Σχ. 64—3. Παράλληλον Κύκλωμα. Ἡ ἔντασις ἢ διαρρέουσα τὸ κύκλωμα ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν διὰ τῶν λυχνιῶν διερχομένων ρευμάτων.

τὰ ὅποια διέρχονται διὰ τῶν δύο λυχνιῶν. *Εἰς τὰ παράλληλα κυκλώματα ὅθεν τὰ ρεύματα προσιῦθενται.* Ἐφαρμόζοντας τὸν νόμον τοῦ Ohm δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν διερχομένην δι' ἑκάστης λυχνίας ἔντασιν. Τὸ διερχόμενον ρεῦμα διὰ τῆς πρώτης λυχνίας (σχ. 64-3), τῆς ὁποίας ἡ ἀντίστασις εἶναι 120Ω, εἶναι

$$\frac{120V}{120\Omega} = 1 A$$

ἐνῶ, ἡ ἔντασις διὰ τῆς δευτέρας εἶναι

$$\frac{120}{240} = 0,5 A.$$

Διὰ τῆς δευτέρας λυχνίας, τῆς ἐξουσίας διπλασίαν ἀντίστασιν, διέρχεται μόνον τὸ ἕμισον τῆς ἐντάσεως. Ἐπομένως, αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων τῶν διαρρέοντων παράλληλων κλάδους κυκλώματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν κλάδων αὐτῶν.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ.

Ἐὰν λαμπτήρ συνδεθῇ πρὸς κύκλωμα θὰ διέλθῃ, ὡς εἶναι φυσικόν, ὄρισμένον ρεῦμα δι' αὐτοῦ. Ἐὰν συνδεθῇ καὶ δεύτερος λαμπτήρ περισσότερον ρεῦμα θὰ διέλθῃ διὰ μέσου αὐτῶν, ἐφ' ὅσον οἱ λαμπτήρες οὗτοι δὲν εἶναι ἐν σειρά συνδεδεμένοι. Δεδομένον ὅμως ὅτι ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν εἶναι σταθερὰ διὰ νὰ αὐξηθῇ ἡ διερχομένη ἔντασις πρέπει ἀντιστοίχως ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις νὰ ἐλαττωθῇ. Εἰς τὸ ἐμφαινόμενον, εἰς τὸ σχῆμα 64—3, παράδειγμα, ἡ ὀλικὴ ἔντασις εἶναι 1,5 A, ἐνῶ ἡ διαφορά δυναμικοῦ τοῦ κυκλώματος εἶναι 120 V. Συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Ohm ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἶναι $\frac{120}{1,5} = 80 \Omega$. Ἡ ἀντί-

στασις ὅμως αὕτη εἶναι μικροτέρα καὶ τῆς μικροτέρας τῶν δύο λυχνιῶν. Συνάγομεν ὅθεν τὸ συμπέρασμα ὅτι: *ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις παράλληλως συνδεδεμένων ἀντιστάσεων εἶναι μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως οἰοῦνδήποτε κλάδου.*

Ἐστω I_1 καὶ I_2 τὰ διαρρέοντα τὰς δύο λυχνίας ρεύματα (σχῆμα 64—3) καὶ R_1, R_2 αἱ ἀντιστάσεις αὐτῶν ἀντιστοίχως. Ἐὰν E ἡ διαφορά δυναμικοῦ τοῦ κυκλώματος, R ἡ ὀλικὴ αὐτοῦ ἀντίστασις καὶ I ἡ ἔντασις διὰ τῶν ἀγωγῶν συνδέσεως τῶν λυχνιῶν συμφώνως τῷ νόμῳ τοῦ Ohm θὰ εἶναι:

- α) Δι' ὀλόκληρον τὸ κύκλωμα $I = E/R$
 - β) Διὰ τοὺς δύο κλάδους $I_1 = E/R_1$
καὶ $I_2 = E/R_2$
- ἐφ' ὅσον δὲ $I_1 + I_2 = I$ θὰ εἶναι

$$\frac{E}{R} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2}$$

ἐὰν διαιρέσωμεν καὶ τὰ δύο μέρη τῆς σχέσεως διὰ E προκύπτει

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Ἐὰν ὑπῆρχον ἀντιστάσεις ἄνω τῶν δύο, ἡ ὀλικὴ ἢ ἰσοδύναμος ἀντίστασις θὰ ἦτο

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \times \dots$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Τρεῖς ἀντιστάσεις 10Ω, 4Ω, καὶ 6Ω συνδέονται ἐν παράλλῳ. Νὰ υπολογισθῇ ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις αὐτῶν.

ΛΥΣΙΣ: Γνωρίζομεν ὅτι

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ ὅπου } R_1 = 10\Omega.$$

$$R_2 = 4\Omega \text{ καὶ } R_3 = 6\Omega$$

ὁπότε $\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{31}{60}$

ὁπότε $R = \frac{60}{31} = 1,92\Omega$

Αἱ σχέσεις μεταξὺ τῶν E, R, I εἰς τὴν παράλληλον σύνδεσιν ἐμφαίνονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα.

Παράλληλος Σύνδεσις

E = ή αυτή δι' όλους τούς παραλλήλους κλάδους

'Ολικόν I = I₁ + I₂ + I₃ + ...

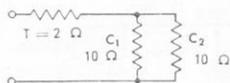
'Η όλική ή ισοδύναμος αντίστασις δίδεται εκ τής σχέσεως

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

ΣΥΝΔΕΣΙΣ ΣΤΗΘΩΝ ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ. Όσάκις παραστή ανάγκη αύξησεως τής εντάσεως του ρεύματος εις ένα κύκλωμα συνδέομεν εν παράλληλω στήλας αί όποιαί έχουν την αυτήν πολικήν τάσιν. Συνδέονται όλοι οι θετικοί και όλοι οι άρνητικοί πόλοι μαζί, αντίστοιχος, όποτε ή ισοδύναμος συστοιχία θα έχη την αυτήν ΗΕΔ, την όποιαν θα έχη εκάστη στήλη, έσωτερικήν αντίστασιν, προκύπτουσιν διά τής ως άνω σχέσεως τής ισοδύναμου παραλλήλως συνδεδεμένων αντίστασεων, θα τροφοδοτη δέ το κύκλωμα δι' εντάσεως ίσης προς το άθροισμα τής εντάσεως των στηλών.

ΜΙΚΤΗ ΣΥΝΔΕΣΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ. Τά ηλεκτρικά κυκλώματα αποτελούνται κατά κανόνα, από συνδυασμούς συνδέσεων αντίστασεων εν σειρά και εν παραλλήλω. "Ας θεωρηθῆ π.χ. εν ζεύγος ηλεκτρικών κινητήρων τοποθετημένων ό ένας πλησίον του άλλου και συνδεδεμένων προς την αυτήν γραμμην μεταφοράς. Ένῳ αί αντίστασεις των κινητήρων, ως προς άλλήλας, είναι εν παραλλήλω ή αντίστασις τής γραμμής μεταφοράς είναι εν σειρά με τας αντίστασεις των κινητήρων.

Σηματική παράστασις τοιαύτης συνδεολογίας, κατά πολυ άπλουστευμένη, εμφαινεται υπό του σχήματος 64—4. "Εστω Γ ή αντίστασις τής γραμμής μεταφοράς και C₁, C₂ αί αντίστασεις των δύο ηλεκτρικών κινητήρων. Διά τον προσδιορισμόν τής ισοδύναμου αντίστασεως του κυκλώματος αυτού προσδιορίζομεν την ισοδύναμον αντίστασιν των C₁ και C₂ βάσει των άνωτέρω σχέσεων και τέλος συνθέτομεν τας δύο εν σειρά αντίστασεις. Οῦτω ή ισοδύναμος αντίστασις



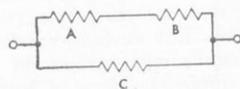
Σχ. 64—4. Μικτή σύνδεσις.

$1/C_{1,2} = 1/10 + 1/10 = 2/10$ και $C/_{1,2} = 5\Omega$ όποτε ή όλική αντίστασις του κυκλώματος (σχ. 64.4) είναι

$$R = T + C_{1,2} = 2 + 5 = 7\Omega.$$

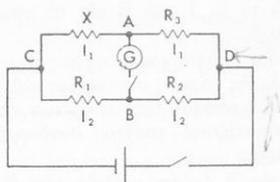
Υπάρχουν πολλοί τρόποι, κατά τούς όποιους αντίστασεις συνδεδεμένα εν σειρά και εν παραλλήλω, δυνατόν να συνδεθούν μεταξύ των. Διά τον προσδιορισμόν τής όλικής ή ισοδύναμου αντίστασεως καλόν είναι να ακολουθηθῆ ή έξις μέθοδος.

Εκλέγονται δύο σημεία του κυκλώματος μεταξύ των όποιων υπάρχουν αντίστασεις συνδεδεμένα *μόνον* εν σειρά ή εν παραλλήλω. "Η όμάς αυτή των αντίστασεων αντικαθίσταται διά τής ισοδύναμου της συμφώνως προς τας γνωστάς σχέσεις. "Η αυτή έργασία επανάλαμβάνεται έως ότου όλαί αί αντίστασεις του κυκλώματος αντικατασταθούν διά τής ισοδύναμου αυτών. Το σχήμα 64—5 παριστᾷ μίαν άλλην μικτήν σύνδεσιν. Συμφώνως τη άνωτέρω μεθόδω, προσδιορίζεται κατά πρώτον ή ισοδύναμος αντίστασις των Α και Β όποτε ή συνολική αντίστασις των αντίστασεων αυτών προκύπτει ως ή ισοδύναμος αντίστασις των εν παραλλήλω συνδεδεμένων αντίστασεων C και ισοδύναμου των Α και Β.



Σχ. 64—5. Έτέρα μορφή μικτής συνδέσεως. Αί αντίστασεις Α και Β εύρισκόμεναι εν σειρά αντικαθιστῶνται υπό τής ισοδύναμου αυτών. Αῦτη και ή C συνδέονται εν παραλλήλω όποτε ή ισοδύναμος αυτών προσδιορίζεται κατά τὰ γνωστά.

Η ΓΕΦΤΡΑ ΤΟΥ WHEATSTONE. "Εστω ότι απαιτείται ό προσδιορισμός τής τιμής μιās αντίστασεως, ή όποία πρόκειται να χρησιμοποιηθῆ εις ένα κύκλωμα. "Ο προσδιορισμός τής τιμής τής αντίστασεως τούτης επιτυγχάνεται διά μᾶς δια-



Σχ. 64—6. Απλοποιημένον διάγραμμα της διατάξεως της γαφύρας του Wheatstone.

τάξεως γνωστής ως γέφυρα του Wheatstone. Η διάταξις αυτή (σχήμα 64—6) είναι συνδυασμός ἐν σειρά ἄ καὶ ἐν παραλλήλῳ, τεσσάρων ἀντιστάσεων, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία εἶναι ἡ ἀγνωστος, X , οἱ δύο εἶναι ἀντιστάσεις μεταβλητῆς τιμῆς (R_1 καὶ R_2) καὶ ἡ τετάρτη εἶναι ἀντίστασις σταθερᾶς τιμῆς.

Μεταξὺ τῶν κόμβων A καὶ B παρεμβάλλεται εὐαίσθητον γαλβανόμετρον G , ἐνῶ ἡ πηγὴ συνδέεται εἰς τοὺς κόμβους C καὶ D εἰς τρόπον ὥστε, τὸ ρεῦμα νὰ εἰσέρχεται εἰς τὴν διάταξιν ταύτην τῶν ἀντιστάσεων, εἰς τὸ C καὶ νὰ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ D . Δύο διακόπται, ἕνας παρὰ τὴν πηγὴν καὶ ἕνας παρὰ τὸ γαλβανόμετρον διακόπτουν ἢ ἀποκαθιστοῦν τὸ κύκλωμα (ὁ παρὰ τὸ γαλβανόμετρον διακόπτει ἢ ἀποκαθιστᾷ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος διαμέσου τοῦ ὄργανου).

Διὰ μεταβολῆς μιᾶς τῶν ἀντιστάσεων R_1, R_2 ἢ καὶ τῶν δύο δυνάμεθα νὰ προκαλέσωμεν μηδενισμόν τοῦ διὰ τοῦ γαλβανόμετρον ρεύματος. Εἰς τὴν κατάστα-

σιν ταύτην λέγομεν ὅτι ἡ γέφυρα εἰσοροπεῖ ἢ δὲ πρὸς τοῦτο συνθήκη εὐρίσκειται ὡς ἑξῆς:

Ἄφου τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ γαλβανόμετρον εἶναι μηδὲν τὸ αὐτὸ ρεῦμα I_3 θὰ διέρχεται τόσον ἐκ τῆς X ὅσον καὶ ἐκ τῆς R_3 . Ὅμοίως τὸ ρεῦμα I_2 θὰ διέρχεται διὰ τῆς R_1 καὶ R_2 . Ἐπὶ πλέον ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν κόμβων A καὶ B εἶναι μηδενική. Πρέπει λοιπὸν ἢ ἐπὶ τῆς X πτώσεως τάσεως νὰ εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἐπὶ τῆς R_2 , δηλαδή,

$$I_1 X = I_2 R_2$$

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον εἶναι καὶ

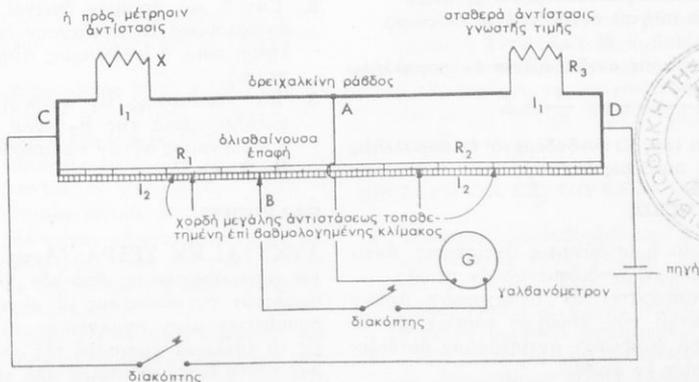
$$I_1 R_3 = I_2 R_1$$

Ἐὰν διαιρέσωμεν τὰς σχέσεις ταύτας κατὰ μέλη προκύπτει ἡ

$$\frac{X}{R_3} = \frac{R_2}{R_1} \text{ ἢ } X = R_3 \frac{R_2}{R_1}$$

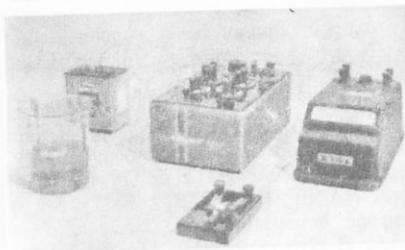
Διὰ τῆς γεφύρας τοῦ Wheatstone ἐπιτυγχάνεται ἡ μέτρησις ἀντιστάσεων μὲ μεγάλην ἀκριβείαν.

Ὁ συνήθως χρησιμοποιούμενος τύπος τῆς γεφύρας τοῦ Wheatstone εἶναι ὁ λεγόμενος μετὰ χορδῆς (σχ. 64—7). Εἰς τὸν τύπον τοῦτον γεφυρῶν αἱ ἐν σειρά ἀντιστάσεις R_2 καὶ R_4 ἀντιπροσωπεύονται ὑπὸ τεταμένης μεταλλικῆς χορδῆς ἐπὶ τῆς ὁποίας ὀλισθαίνει δρομὸς ὁ ὁποῖος χωρίζει τὴν χορδὴν εἰς δύο τμήματα ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰς ἀντιστάσεις R_2



Σχ. 64—7. Διάγραμμα γεφύρας Wheatstone μετὰ χορδῆς.





Σχ. 64—8. Συσκευαί διά τήν μέτρησιν αγνώστου αντίστασεως κατά διάταξιν γεφύρας Wheatstone. Διά τῆς διατάξεως αἱ μετρήσεις ἐκτελοῦνται ταχέως καί με ἀκρίβειαν.

καί R_4 . Τò γαλβανόμετρον συνδέεται μεταξὺ τῶν κόμβων Α καί Β, ἐνῶ ἡ πηγὴ μεταξὺ τῶν C καί D. Ἡ συνθήκη ἰσοροπίας δίδει διὰ τὴν X τὴν ἔκφρασιν $X = R_3 \frac{R_2}{R_4}$. Ἐπειδὴ ἡ διατομὴ τῆς χορ-

δῆς εἶναι σταθερὰ κατὰ μῆκος αὐτῆς ὑπάρχει ἀναλογία μεταξὺ R_2 καί R_4 ἀφ' ἐνὸς καί L_2 καί L_4 ἀφ' ἑτέρου. Εἶναι δηλαδὴ,

$$X = R_3 \frac{L_2 \text{ (μῆκος ἐκ τοῦ C εἰς B)}}{L_4 \text{ (μῆκος ἐκ τοῦ B εἰς D)}}$$

Ἡ μέτρησις τῶν L_2 καί L_4 γίνεται τῇ βοήθειᾳ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἄντιστάσεις συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ
 Στῆλαι (πηγαί) συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ
 $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

Ἄντιστάσεις συνδεδεμέναι ἐν παραλλήλῳ
 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

Στῆλαι (πηγαί) συνδεδεμέναι ἐν παραλλήλῳ
 Μικτὴ σύνδεσις ἀντιστάσεων

ΕΦΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις, ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ;
2. Ἀναφέρατε τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξὺ τῶν πᾶσεων τάσεων εἰς τὰ ἄκρα διαφόρων ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ.
3. Ἀναφέρατε τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξὺ τῶν πᾶσεων τάσεων εἰς τὰ ἄκρα διαφόρων ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ.

διὰ τὸ E, I καί R εἰς τὰ κυκλώματα σειρᾶς.

4. Ποία ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς πολικῆς τάσεως συστοιχίας καὶ τῶν πολικῶν τάσεων τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν ταύτην συνδεομένων ἐν σειρᾷ;
5. Ποία ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς, καὶ τῆς ἀντιστοίχου ἐνὸς παραλλήλου κλάδου, τοῦ παραλλήλου κυκλώματος, τὸ ὁποῖον ἡ γραμμὴ τροφοδοτεῖ;
6. Ποία ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τῶν ἐντάσεων τῶν διαφόρων κλάδων τοῦ παραλλήλου κυκλώματος, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖται ὑπὸ τῆς ἀνωτέρω ἐντάσεως;
7. Ἀναγράφατε τὴν σχέσιν τὴν δίδουσαν τὴν ἰσοδύναμον ἀντίστασιν, δύο ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ.
8. Συστοιχία ἀποτελεῖται ἀπὸ στοιχεῖα συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ σχέσις τῆς πολικῆς τάσεως τῆς συστοιχίας μετὰ τὴν πολικὴν τάσιν ἐκάστου στοιχείου; Καί ποία ἡ σχέσις ἐντάσεων συστοιχίας καὶ ἐκάστου στοιχείου;
9. Τίνοι τρόποι δύναται νὰ καθορισθῇ ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις, ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν N τὸν ἀριθμὸν ἀγωγῶν ἕκαστος ἀντιστάσεως R συνδεθῶν ἐν σειρᾷ ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντίστασις;
2. Ἐὰν N τὸν ἀριθμὸν ἀγωγῶν, ἕκαστος ἀντιστάσεως R, συνδεθῶν ἐν παραλλήλῳ, ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντίστασις;
3. Ἐὰν ἀντίστασις R_1 συνδεθῇ ἐν παραλλήλῳ μετὰ τῆς R_2 εἶναι δυνατόν ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν νὰ ὑπερβαίῃ τὴν R_1 ἢ τὴν R_2 ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΛΤΧΝΙΑΙ ΕΝ ΣΕΙΡΑ. Ἀντικαθιστῶντες μίαν ἀσφάλειαν, ἀπὸ τὸν πίνακα ἀσφαλειῶν τῆς οἰκίας σας μετὰ μίαν λυχνίαν προσθέτετε μίαν σημαντικὴν ἀντίστασιν εἰς τὸ κύκλωμα φωτισμοῦ τῆς οἰκίας σας, καὶ τοῦτο διότι τὸ σύμμα ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἔρχεται τὸ ρεῦμα εἰς τὰς κανονικὰς ἀπαιτήσεις τῆς οἰκίας σας, ἐπιβαρύνεται ὑπερβολικῶς.

κὰς ἐντάσεις φωτισμοῦ παρουσιάζει μικρὰν ἀντίστασιν ἐνῶ ἡ λυχνία παρουσιάζει μεγάλην ἀντίστασιν. Ἐάν, ἐν συνεχείᾳ, τροφοδοτήσετε μὲ ρεῦμα μίαν λυχνίαν αὐτὴ θὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ πρὸς τὴν «λυχνίαν-ἀσφάλειαν» μὲ ἀποτελεσμα καὶ αἱ δύο νὰ φωτοβολοῦν λιαν ἀσθενῶς. Πράγματι ἐάν καὶ αἱ δύο λυχνίαι εἶναι τῆς αὐτῆς ἰσχύος ἢ διαφορά δυνάμικου εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης θὰ εἶναι ἡ ἡμίσεια τῆς προβλεπομένης. Ἐάν ἡ «λυχνία-ἀσφάλεια» εἶναι μικροτέρας ἰσχύος τῆς ἄλλης τότε θὰ φωτοβολῇ ἐντονώτερον παρουσιάζουσα μικροτέραν ἀντίστασιν τῆς ἄλλης.

Ἐάν ἀκολουθῶς «ἀνάφη» καὶ δευτέρα λυχνία τοῦ κυκλώματος φωτισμοῦ τότε τὸ κύκλωμα τῶν τριῶν λυχνιῶν ἀποτελεῖ μικτὴν σύνδεσιν. Ἡ μία λυχνία συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ συγκρότημα τῶν δύο ὑπολοίπων, αἱ ὁποῖαι εἶναι συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ.

Σχεδιάσατε τὸ ἀποτελούμενον ὑπὸ τῶν τριῶν λυχνιῶν κύκλωμα καὶ ἐξηγήσατε τὴν ἐντονον ἢ μὴ φωτοβολίαν τῶν λυχνιῶν αὐτῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ὅκτω μικροὶ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες τῆς αὐτῆς ἀντιστάσεως ἕκαστος συνδέονται ἐν σειρᾷ εἰς δίκτυον τάσεως 120 V. Τὸ διερχόμενον δι' αὐτῶν ρεῦμα ἔχει ἐντάσιν $\frac{1}{4}$ A. Νὰ προσδιορθῇ ἡ ὀλικὴ αὐτῶν ἀντίστασις, ἡ ἀντίστασις ἐνὸς ἕκαστου ὡς καὶ ἡ διαφορά δυνάμικου εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστου.
2. Δύο ἀντιστάσεις 24 Ω καὶ 48 Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ ἰσχύς αὐτῶν ἀντιστάσεων;
3. Ἀντιστάσεις 10 Ω, 12 Ω καὶ 15 Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντιστάσεων;
4. Οἱ δύο φάροι αὐτοκινήτου ἔχουν ἀντίστασιν 1Ω. Ἐάν εἶναι συνδεδεμένοι ἐν σειρᾷ, πόση ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντιστάσεων;
5. Οἱ φάροι αὐτοκινήτου ἀπαιτοῦν διὰ τὴν κανονικὴν τῶν λειτουργιῶν ρεῦμα ἐντάσεως 5 A. Ἐάν ἡ συνολικὴ ἀντίστασις αὐτῶν εἶναι 25 Ω, πὸς

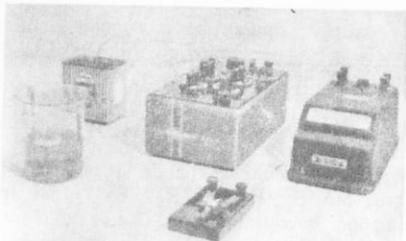
ση ἀντίστασις πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ, διὰ νὰ τροφοδοτηθοῦν αἱ λυχνίαι ἀπὸ δίκτυον 115V;

B

6. Τρεῖς ἀντιστάσεις 2Ω, 3Ω καὶ 4Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ καὶ τὸ σύστημα τοῦτο συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς ἀντίστασιν 1Ω. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅλου συστήματος ἐφαρμόζεται τάσις 50V. Ζητεῖται ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος εἰς ἕκαστον κλάδον τοῦ κυκλώματος.
7. Λυχνία προβολῆς ἀπαιτεῖ διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ρεῦμα 5A, ἡ δὲ ἀντίστασις αὐτῆς ἐν καταστάσει λειτουργίας εἶναι 20Ω. Πόση ἀντίστασις πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ, ὅταν θέλωμεν νὰ λειτουργήσῃ ἡ λυχνία ἀπὸ δίκτυον 110V;
8. Ἡ πηγὴ γαφύρας Wheatstone, ὡς ἡ ἐν τῷ σχήματι 64—6 ἐμφαινόμενη, ἔχει ΗΕΔ 1,2 V καὶ ἀμελητέαν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν. Αἱ ἀντιστάσεις X , R_3 , R_1 καὶ R_2 εἶναι 2Ω, 4Ω, 4Ω καὶ 8Ω ἀντιστοίχως. Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποῖαν καὶ οἱ δύο διακόπται εἶναι κλειστοί, ζητεῖται νὰ προσδιορισθοῦν αἱ διὰ τῶν τεσσάρων ἀντιστάσεων διερχόμεναι ἐντάσεις, ὡς καὶ αἱ πτώσεις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης ἐξ αὐτῶν.
9. Εἰς ἀμπερόμετρον ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως 10Ω, ὅταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ὁ δείκτης διακινεῖ τὴν μεγίστην ἀπόκλισιν, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς ρεῦμα ἐντάσεως 15mA. Ζητεῖται ἡ ἀντίστασις R_x ἡ ὁποία πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὸ ἀμπερόμετρον, ἵνα τοῦτο δύναται νὰ μετρῇ ρεῦμα ἐντάσεως μέχρις 100 A.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 22

1. Τέσσαρες φωτοβουλοῦσαι λυχνίαι, ἀντιστάσεως 220Ω ἕκαστη, συνδέονται ἐν σειρᾷ. Ἐάν ἐκάστη ἀπαιτῇ ρεῦμα ἐντάσεως 0,5A ποία ἡ ἀπαιτούμενη διαφορά δυνάμικου;
2. Ἐάν τέσσαρες φωτοβουλοῦσαι λυχνίαι, ἀντιστάσεως 220Ω ἕκαστη, συνδεθῶν ἐν παραλλήλῳ πρὸς δίκτυον



Σχ. 64—8. Συσκευαί διά τήν μέτρησιν ἀγνώστων ἀντιστάσεως κατά διάταξιν γεφύρας Wheatstone. Διά τῆς διατάξεως αἱ μετρήσεις ἐκτελοῦνται ταχέως καί μέ ἀκριβείαν.

καί R_4 . Τò γαλβανόμετρον συνδέεται μεταξύ τῶν κόμβων Α καί Β, ἐνῶ ἡ πηγὴ μεταξύ τῶν C καί D. Ἡ συνθήκη ἰσορροπίας δίδει διά τήν X τήν ἔκφρασιν X

$$= R_3 \frac{R_2}{R_4} \quad \text{Ἐπειδὴ ἡ διατομὴ τῆς χορ-$$

δῆς εἶναι σταθερὰ κατὰ μῆκος αὐτῆς ὑπάρχει ἀναλογία μεταξύ R_2 καί R_4 ἀπ' ἐνὸς καί L_2 καί L_4 ἀπ' ἑτέρου. Ἐνταῦθα δηλαδή,

$$X = R_3 \frac{L_2 \text{ (μῆκος ἐκ τοῦ C εἰς B)}}{L_4 \text{ (μῆκος ἐκ τοῦ B εἰς D)}}$$

Ἡ μέτρησις τῶν L_2 καί L_4 γίνεται τῇ βοήθειᾳ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἄντιστάσεις συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ

Στῆλαι (πηγαί) συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Ἄντιστάσεις συνδεδεμέναι ἐν παραλλήλῳ

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Στῆλαι (πηγαί) συνδεδεμέναι ἐν παραλλήλῳ

Μικτὴ σύνδεσις ἀντιστάσεων

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις, ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ;
2. Ἀναφέρατε τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξύ τῶν πτώσεων τάσεων εἰς τὰ ἄκρα διαφόρων ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ.
3. Ἀναφέρατε τὰς ὑπαρχούσας σχέσεις

διὰ τὸ Ε, Ι καί R εἰς τὰ κυκλώματα σειρᾶς.

4. Ποία ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξύ τῆς πολικῆς τάσεως συστοιχίας καὶ τῶν πολικῶν τάσεων τῶν στοιχείων, τὰ ὅποια σχηματίζουν ταύτην συνδεομένων ἐν σειρᾷ;
5. Ποία ἡ σχέσις μεταξύ τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς, καὶ τῆς ἀντιστοίχου ἐνὸς παραλλήλου κλάδου, τοῦ παραλλήλου κυκλώματος, τὸ ὅποιον ἡ γραμμὴ τροφοδοτεῖ;
6. Ποία ἡ σχέσις μεταξύ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τῶν ἐντάσεων τῶν διαφόρων κλάδων τοῦ παραλλήλου κυκλώματος, τὸ ὅποιον τροφοδοτεῖται ὑπὸ τῆς ἀνωτέρω ἐντάσεως;
7. Ἀναγράψατε τὴν σχέσιν τὴν δίδουσαν τὴν ἰσοδύναμον ἀντίστασιν, δύο ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ.
8. Συστοιχία ἀποτελεῖται ἀπὸ στοιχεῖα συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ σχέσις τῆς πολικῆς τάσεως τῆς συστοιχίας μὲ τὴν πολικὴν τάσιν ἐκάστου στοιχείου; Καὶ ποία ἡ σχέσις ἐντάσεων συστοιχίας καὶ ἐκάστου στοιχείου;
9. Τίνι τρόπῳ δύναται νὰ καθορισθῇ ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις, ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν παραλλήλῳ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν N τὸν ἀριθμὸν ἀγωγοῖ ἕκαστος ἀντιστάσεως R συνδεθῶν ἐν σειρᾷ ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντίστασις;
2. Ἐὰν N τὸν ἀριθμὸν ἀγωγοῖ, ἕκαστος ἀντιστάσεως R , συνδεθῶν ἐν παραλλήλῳ, ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντίστασις;
3. Ἐὰν ἀντίστασις R_1 συνδεθῇ ἐν παραλλήλῳ μετὰ τῆς R_2 εἶναι δυνατόν ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν νὰ ὑπερβαίῃ τὴν R_1 ἢ τὴν R_2 ;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΛΥΧΝΙΑΙ ΕΝ ΣΕΙΡΑ. Ἀντικαθιστῶντες μίαν ἀσφάλειαν, ἀπὸ τὸν πίνακα ἀσφαλειῶν τῆς οἰκίας σας μὲ μίαν λυχνίαν προσθέτετε μίαν σημαντικὴν ἀντίστασιν εἰς τὸ κύκλωμα φωτισμοῦ τῆς οἰκίας σας, καὶ τοῦτο διότι τὸ σῦμα ἀπὸ τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἡ ἀσφάλεια διὰ τὰς κανονι-

κὰς ἐντάσεις φωτισμοῦ παρουσιάζει μικρὰν ἀντίστασιν ἐνῶ ἡ λυχνία παρουσιάζει μεγάλην ἀντίστασιν. Ἐάν, ἐν συνεχείᾳ, τροφοδοτήσετε μὲ ρεῦμα μίαν λυχνίαν αὕτη θὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ πρὸς τὴν «λυχνίαν-ἀσφάλειαν» μὲ ἀποτελεσμα καὶ αἱ δύο νὰ φωτοβολοῦν λίαν ἀσθενῶς. Πράγματι ἐὰν καὶ αἱ δύο λυχνία εἶναι τῆς αὐτῆς ἰσχύος ἢ διαφορά δυνάμεοῦ εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης θὰ εἶναι ἡ ἡμίσεια τῆς προβλεπομένης. Ἐὰν ἡ «λυχνία-ἀσφάλεια» εἶναι μικροτέρας ἰσχύος τῆς ἄλλης τότε θὰ φωτοβολῇ ἐντονότερον παρουσιάζουσα μικροτέραν ἀντίστασιν τῆς ἄλλης.

Ἐὰν ἀκολούθως «ἀνάψη» καὶ δευτέρα λυχνία τοῦ κυκλώματος φωτισμοῦ τότε τὸ κύκλωμα τῶν τριῶν λυχνιῶν ἀποτελεῖ μικτὴν σύνδεσιν. Ἡ μία λυχνία συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ συγκρότημα τῶν δύο ὑπολοίπων, αἱ ὁποῖαι εἶναι συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ.

Σχεδιάσατε τὸ ἀποτελούμενον ὑπὸ τῶν τριῶν λυχνιῶν κύκλωμα καὶ ἐξηγήσατε τὴν ἔντονον ἢ μὴ φωτοβολίαν τῶν λυχνιῶν αὐτῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ὁκτὼ μικροὶ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες τῆς αὐτῆς ἀντιστάσεως ἕκαστος συνδέονται ἐν σειρᾷ εἰς δίκτυον τάσεως 120 V. Τὸ διερχόμενον δι' αὐτῶν ρεῦμα ἔχει ἔντασιν $\frac{1}{4}$ A. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ ὅλική αὐτῶν ἀντίστασις, ἢ ἀντίστασις ἑνὸς ἐκάστου ὡς καὶ ἡ διαφορά δυνάμεοῦ εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστου.
2. Δύο ἀντιστάσεις 24 Ω καὶ 48 Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντιστάσις;
3. Ἀντιστάσεις 10 Ω, 12 Ω καὶ 15 Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ. Ποία ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντιστάσις;
4. Οἱ δύο φάροι αὐτοκινήτου ἔχουν ἀντίστασιν 1Ω. Ἐὰν εἶναι συνδεδεμένοι ἐν σειρᾷ, πόση ἡ ἰσοδύναμος αὐτῶν ἀντιστάσις;
5. Οἱ φάροι αὐτοκινήτου ἀπαιτοῦν διὰ τὴν κανονικὴν τῶν λειτουργίαν ρεῦμα ἐντάσεως 5 A. Ἐὰν ἡ συνολικὴ ἀντίστασις αὐτῶν εἶναι 1,25 Ω, πο-

ση ἀντιστάσις πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ, διὰ νὰ τροφοδοτηθοῦν αἱ λυχνία ἀπὸ δίκτυον 115V;

B

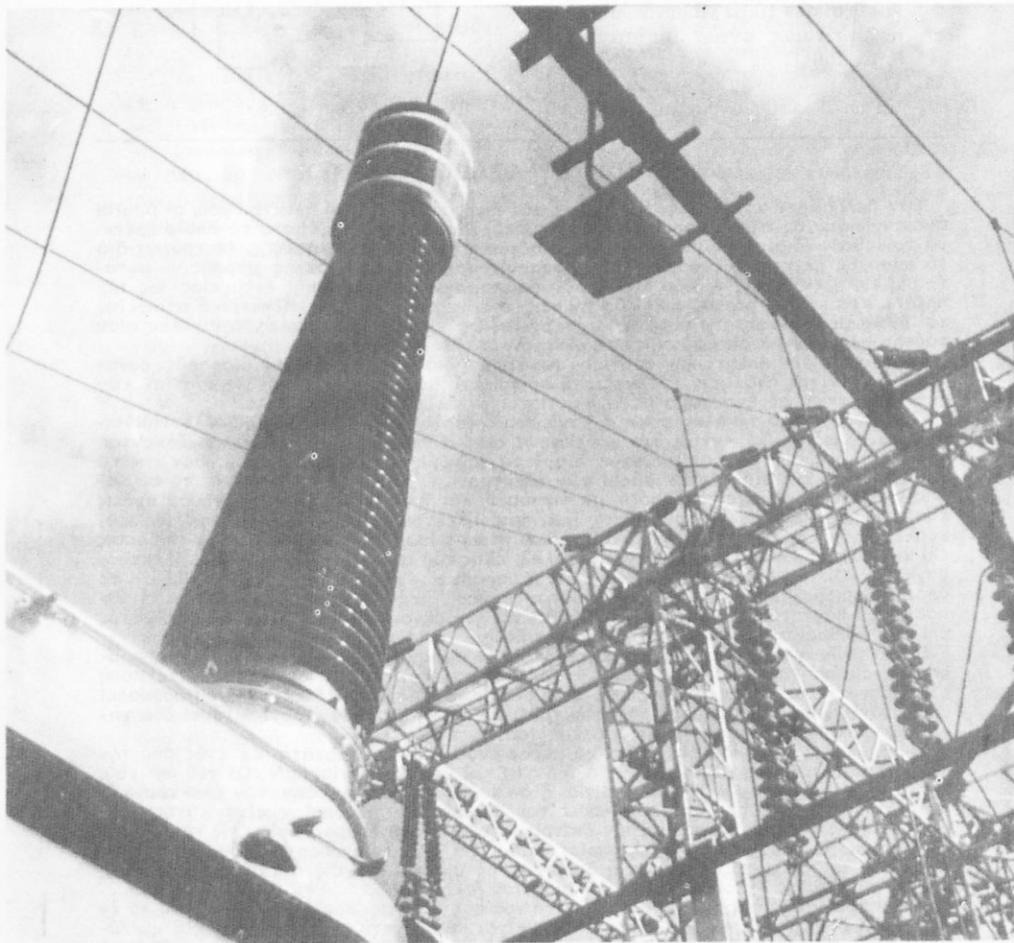
6. Τρεῖς ἀντιστάσεις 2Ω, 3Ω καὶ 4Ω συνδέονται ἐν παραλλήλῳ καὶ τὸ σύστημα τοῦτο συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς ἀντίστασιν 1Ω. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅλου συστήματος ἐφαρμόζεται τάσις 50V. Ζητεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἕκαστον κλάδον τοῦ κυκλώματος.
7. Λυχνία προβολέως ἀπαιτεῖ διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ρεῦμα 5A, ἡ δὲ ἀντίστασις αὐτῆς ἐν καταστάσει λειτουργίας εἶναι 20Ω. Πόση ἀντίστασις πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν σειρᾷ, ὅταν θέλωμεν νὰ λειτουργήσῃ ἡ λυχνία ἀπὸ δίκτυον 110V;
8. Ἡ πηγὴ γαφύρας Wheatstone, ὡς ἢ ἐν τῷ σχήματι 64—6 ἐμφαινόμενη, ἔχει ΗΕΔ 1,2 V καὶ ἀμελητέαν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν. Αἱ ἀντιστάσεις X , R_3 , R_1 καὶ R_2 εἶναι 2Ω, 4Ω, 4Ω καὶ 8Ω ἀντιστοίχως. Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν καὶ οἱ δύο διακόπται εἶναι κλειστοί, ζητεῖται νὰ προσδιορισθοῦν αἱ διὰ τῶν τεσσάρων ἀντιστάσεων διερχόμεναι ἐντάσεις, ὡς καὶ αἱ πτώσεις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα ἐκάστης ἐξ αὐτῶν.
9. Εἰς ἄμπερόμετρον ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως 10Ω, ὅταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ὁ δείκτης δεικνύει τὴν μεγίστην ἀπόκλισιν, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς ρεῦμα ἐντάσεως 15mA. Ζητεῖται ἡ ἀντίστασις R, ἡ ὁποία πρέπει νὰ συνδεθῇ ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὸ ἄμπερόμετρον, ἵνα τοῦτο δύναται νὰ μετρῇ ρεῦμα ἐντάσεως μέχρις 100 A.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 22

1. Τέσσαρες φωτοβουλοῦσαι λυχνία, ἀντιστάσεως 220Ω ἐκάστη, συνδέονται ἐν σειρᾷ. Ἐὰν ἐκάστη ἀπαιτῇ ρεῦμα ἐντάσεως 0,5A ποία ἡ ἀπαιτούμενη διαφορά δυνάμεοῦ;
2. Ἐὰν τέσσαρες φωτοβολοῦσαι λυχνία, ἀντιστάσεως 220Ω ἐκάστη, συνδεθοῦν ἐν παραλλήλῳ πρὸς δίκτυον

- τάσεως 110V ποία ή συνολική ένταση του ρεύματος;
3. Τέσσερα ξηρά στοιχεία έκαστον HE Δ 1,5V και έσωτερικής αντίστασεως 0,05 Ω, συνδέονται έν σειρά προς πηνίον αντίστασεως 10 Ω. Ζητείται ή διαρρέουσα τὸ κύκλωμα έντασις.
 4. 'Εάν τὰ 4 ξηρά στοιχεία συνδεθοῦν έν παραλλήλῳ πρὸς τὸ πηνίον τῶν 10Ω, ποία ή ένταση του ρεύματος; Ποία τῶν δύο διατάξεων τῶν ξηρῶν στοιχείων παρέχει ρεύμα μεγαλύτερας έντάσεως; *Άξιον παρατηρήσεως είναι ὅτι, εἰς τὰς διατάξεις ταύτας, ή έξωτερική αντίστασις του κυκλώματος είναι μεγαλύτερα συγκρινομένη πρὸς τήν έσωτερικήν αντίστασιν τῆς πηγῆς.
 5. 'Εάν τὰ τέσσερα ξηρά στοιχεία του προβλήματος 3, συνδεθοῦν έν σειρά πρὸς αντίστασιν 0,01Ω, ποία ή ένταση του ρεύματος;
 6. 'Εάν τὰ τέσσερα ξηρά στοιχεία του προβλήματος 3, συνδεθοῦν έν παραλλήλῳ πρὸς αντίστασιν 0,01Ω, ποία ή ένταση του ρεύματος; Ποία εκ τῶν δύο διατάξεων παρέχει μεγαλύτεραν έντασιν, εἰς τήν περίπτωσην ταύτην κατά τήν ὁποίαν ή έξωτερική αντίστασις είναι συγκρισιμος μέ τήν έσωτερικήν αντίστασιν τῆς πηγῆς;
 7. 'Εάν τρεῖς αντίστασεις 2Ω, 2Ω και 3Ω συνδεθοῦν έν παραλλήλῳ πρὸς πηγὴν HEΔ 6V και έσωτερικῆς αντίστασεως 0,5Ω ποία ή ένταση του ὑπὸ τῆς πηγῆς παρεχομένου ρεύματος;
 8. 'Εάν δύο ἴσαι αντίστασεις τῶν 2 Ω και μία τρίτη τῶν 4 Ω συνδεόμεναι παραλλήλως παρεμβληθοῦν μεταξύ δύο σημείων κυκλώματος ἔχόντων διαφορὰν δυναμικοῦ 8V ποία ή ένταση του ρεύματος εἰς τὸ τμήμα τοῦτο ρεύματος;
 9. Δύο αντίστασεις, 6Ω και 12Ω, συνδέονται έν παραλλήλῳ, και τὸ σύστημα συνδέεται πρὸς πηγὴν HEΔ 4V και έσωτερικῆς αντίστασεως 2Ω. Ζητοῦνται: α) Πόση ή ὀλική αντίστασις και β) πόση ή ένταση του ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει ή συστοιχία.
 10. Τρεῖς αντίστασεις 2Ω, 3Ω, και 6Ω, συνδέονται έν παραλλήλῳ. Ζητοῦνται: α) ή ἰσοδύναμος αντίστασις. β) εάν ή έντασις του ρεύματος εἰς τήν αντίστασιν τῶν 6Ω είναι 1Α, πόση θὰ είναι ή έντασις του ρεύματος εἰς τὰς αντίστασεις τῶν 2Ω και 3Ω.
 11. Ποία μεταβολή ἐπέχεται εἰς τήν αντίστασιν τῶν στοιχείων του Wolta, εάν ή επιφάνεια τῶν πλακῶν διπλασιασθῆ ή δὲ ἀπόστασις των μειωθῆ εἰς τὸ ἕμισον;
 12. Τί ἐπίδρασιν θὰ ἔχουν αἱ μεταβολαὶ αἱ ἀναφερόμεναι εἰς τὸ πρόβλημα 11 ἐπὶ τῆς HEΔ του στοιχείου;
 13. Παραλλήλως του κινητοῦ πηνίου ἀμπερομέτρου αντίστασεως 1Ω, συνδέεται γάλκνιος ἀγωγὸς αντίστασεως 0,01 Ω σχηματιζομένου οὕτω ἐνὸς shunt. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ή ἰσοδύναμος αὐτῶν αντίστασις.
 14. 'Εάν συνολική έντασις 10Α διέρχεται διὰ του ἀμπερομέτρου και του shunt αὐτοῦ, του προβλήματος 13, ποῖον ποσοστὸν τῆς έντάσεως διέρχεται διὰ του κινητοῦ πηνίου;
 15. Εἰς τὸ κινητὸν πηνίον βολτομέτρου αντίστασεως 1Ω, συνδέεται έν σειρά ἀντίστασις 10 ΚΩ. Ζητείται ή ἰσοδύναμος αντίστασις.
 16. Ποία ή πτώσις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα του κινητοῦ πηνίου του βολτομέτρου του προβλήματος 15, ὅταν τὸ βολτομετρον συνδεθῆ εἰς δίκτυον 110V;
 17. Τρεῖς αντίστασεις 5Ω, 5Ω, 10Ω συνδέονται έν παραλλήλῳ και τὸ σύστημα συνδέεται έν σειρά πρὸς τετάρτην αντίστασιν 5.5Ω. Εἰς τὰ ἄκρα του ὅλου συστήματος ἐφαρμόζεται πηγὴ HEΔ 12V και ἀμελητέας αντίστασεως. Ζητείται ή ένταση του ρεύματος του παρεχομένου ὑπὸ τῆς πηγῆς.
 18. Ἐπάρχουν τέσσαρες αντίστασεις τῶν 12Ω, 24Ω, 20Ω και 30Ω. Αἱ δύο πρῶται συνδέονται έν παραλλήλῳ αἱ δὲ δύο τελευταῖαι έν σειρά. Τὰ δύο συγκροτήματα συνδέονται έν σειρά, εἰς τὰ ἄκρα δὲ του ὅλου συγκροτήματος ἐφαρμόζεται τάσις 120V. Νὰ προσδιορισθῆ ή έντασις δι' ἐκάστης ἀντίστασεως.

ΜΕΡΟΣ ΕΝΑΤΟΝ



ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

- 23.—Ήλεκτρική ισχύς και ενέργεια
- 24.—Ήλεκτρομαγνητική επαγωγή
- 25.—Έναλλασσόμενα ρεύματα

Είς τὸ ἕνατον μέρος θὰ μάθετε :

- “Ότι, τὰ περισσότερα ἐν χρήσει ἠλεκτρικὰ ρεύματα εἶναι ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.
- Διατί τὸ ρεῦμα τοῦ τυμπάνου μιᾶς γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος, εἶναι ἐναλλασσόμενον.
- Πῶς εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργηθῇ ΗΕΔ ἀπὸ μὴ κινούμενα μέρηματα.
- Κατὰ ποῖον τρόπον πολλαὶ ἀρχαὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐφαρμόζονται εἰς τὰ τηλέφωνα.
- Διατί ἡ ἔντασις τῶν λαμπτήρων τῆς οἰκίας σας πίπτει ὅταν ἀρχίζη νὰ ἐργάζεται τὸ ἠλεκτρικὸν πλυντήριον σας.
- Διατί ὄργανα συνεχοῦς ρεύματος (ΣΡ) δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν μέτρησιν ἐναλλασσομένου ρεύματος (ΕΡ), ἀλλὰ ὠρισμένα ὄργανα ἐναλλασσομένου ρεύματος (ΕΡ)μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς συνεχές ρεῦμα (ΣΡ).
- “Ότι, εἰς τὰ περισσότερα κυκλώματα (ΕΡ) ἡ ἰσχύς δὲν ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῶν Volts ἐπὶ Amperes.
- “Ότι, ὅταν ἀκούτε ἓνα σταθμὸν εἰς τὸ ραδιόφωνόν σας δὲν κάμνετε τίποτε ἄλλο ἀπὸ τοῦ νὰ θέσετε δύο ἠλεκτρικὰ κυκλώματα*εἰς συντονισμόν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Σήμερον εἶναι δυνατόν νά παραγάγωμεν ἰσχύν 1.000.000 HP ἀπό μίαν καί μόνην ἐγκατεστημένην μονάδα. Τό καταπληκτικόν αὐτό γεγονός διὰ τοὺς παλαιότερους, σήμερον ἔχει ἐπιτευχθῆ, αἱ μεγάλαι πόλεις μάλιστα ἔχουν ἐγκατεστημένας μονάδας ἱκανάς νά παράγουν 600.000.000 KW ἡλεκτρικῆς ἰσχύος ἢ περίπου 800.000 HP ἑκάστη. Ἡ ὀλική ἱκανότης ἀποδόσεως ἰσχύος τῶν ἐγκαταστάσεων αὐτῶν εἶναι περισσότερον τῶν 8.000.000 HP. Ἀπό τὰ μικρά αὐτά παραδείγματα καί χαρακτηριστικά νούμερα, εἶναι δυνατόν νά ἀντιληφθῆ κανεῖς πλήρως, διατί ἡ διατήρησις τῆς ἰσχύος διὰ μέγαρα χρονικά διαστήματα δημιουργεῖ προβλήματα.

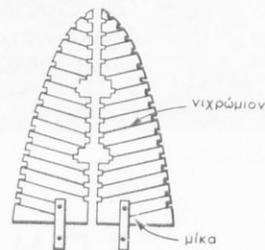
Εἰς τό παρόν κεφάλαιον θά ἐπεκτείνωμεν τὰς ἐννοίας «ἰσχύς» καί «ἐνέργεια» τὰς ὁποίας συνητήσαμεν εἰς τό μέρος περί μηχανικῆς. Ἐπίσης θά συναντήσωμεν νέους ὄρους ὡς τὰ βάττ (watt) καί τὰς βαττώρας (Watt - hours). Γνωρίζετε ποῖα ἐκ τῶν δύο μονάδων παριστᾶ τήν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν καί ποῖα τήν ἡλεκτρικὴν ἰσχύν;

ΕΔΑΦΙΟΝ 65. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΤΡΙΒΗ. Ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν ροήν τῶν ἡλεκτρονίων ἐντὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ, ἡ ὁποία εἶναι γνωστὴ ἤδη ὡς ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ, εἶναι δυνατόν νά παραβληθῆ μετὰ τὴν μηχανικὴν τριβὴν. Ἀκόμη καὶ ὁ μικρότερος πρόσκοπος γνωρίζει ὅτι, ἐάν, δύο τεμάχια ξύλου τριβοῦν τὸ ἓν μετὰ τὸ ἄλλον θά παραχθῆ θερμότης. Ἀκριβῶς τὸ αὐτὸ φαινόμενον λαμβάνει χώραν ὅταν δύο ἐπιφάνειαι ὀλισθαίνον ἢ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης, εἰς μίαν μηχανήν. Ἀλλὰ καὶ εἰς ἓν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα παράγεται θερμότης καθὼς τὰ ἡλεκτρόνια κινουῦνται καὶ συναντοῦν τὴν ἀντίστασιν τῶν ἀτόμων τοῦ ἀγωγοῦ. Ὡς εἰς τὴν μηχανικὴν, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ δύναμις τριβῆς εἰς μίαν μηχανήν, τόσον μεγαλυτέρον καὶ τὸ ἐκλυόμενον ποσὸν θερμότητος, οὕτω καὶ ἐδῶ ὅσον μεγαλυτέρα ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ ἀγωγὸς εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τόσον μεγαλυτέρον καὶ τὸ ἐκλυόμενον ποσὸν θερμότητος. Ὅπως ὅταν μία μηχανὴ ὑπερθερμανθῆ λόγῳ τριβῆς, δυνά-

μεθα νά ἐλαττώσωμεν τὴν τριβὴν αὐτῆς χρησιμοποιοῦντες διάφορα λιπαντικά, οὕτω καὶ ἐδῶ, ὅταν ἀναπτυχθῆ ὑπὲρ τὸ δέον θερμότης, κατὰ τὴν δίοδον ἡλεκτρονίων διὰ μέσον ἐνὸς ἀγωγοῦ, δυνάμεθα νά ἐλαττώσωμεν τὸ ἐκλυόμενον ποσὸν θερμότητος διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως ἄλλου ἀγωγοῦ, ὁ ὁποῖος νά παρουσιάζῃ μικρότερον ἀντίστασιν.

Ἐπάροχον ὅμως περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας ἡμεῖς ἐπιθυμοῦμεν νά ἔχωμεν ὁ-



Σχ. 65—1. Θερμικὸν στοιχείον δι' ἡλεκτρικὸν αἴθροον.

σον τὸ δυνατόν μεγαλύτερον ποσὸν ἐκλυομένης θερμότητος ἀπὸ ἓν ἠλεκτρικὸν κύκλωμα ὅπως π. χ. εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ σίδηρα, εἰς τὰς φρυγανιέρας, εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ «μάτια» καὶ εἰς τὰς λυχνίας πυρακτώσεως.

Ὁ ἠλεκτρικὸς θραστήρ εἶναι κατεσκευασμένος διὰ περιτυλίξεως σύρματος παρουσιάζοντος ἔξαιρετικῶς μεγάλην ἀντίστασιν, ἐπὶ μονωτικῆς βάσεως. Εἰς τὰς συσκευὰς παραγωγῆς θερμότητος, χρησιμοποιεῖται κατὰ κανόνα σύρμα ἐκ νιχρωμίου, τὸ ὁποῖον εἶναι κράμα νικελίου, σιδήρου, καὶ χρωμίου. Τοῦτο ἀντέχει εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας χωρὶς νὰ παρουσιάσῃ οὐσιώδεις φυσικὰς καὶ χημικὰς μεταβολάς. Ἡ μίκα καὶ ἡ λάβα εἶναι δύο ἄλλα κοινὰ μονωτικὰ σώματα. Τὸ σχῆμα 65-1 δεικνύει μίαν μορφήν θερμαντικοῦ στοιχείου χρησιμοποιουμένου εἰς ἠλεκτρικὸν σίδηρον.

Φύλλα μίκας χρησιμοποιοῦνται διὰ νὰ μονώσουν τὰ σύρματα τοῦ νιχρωμίου ἀπὸ τὰ ἄλλα μέταλλα τμήματα τοῦ σιδήρου.

Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΤΟ ΘΕΡΜΙΚΟΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, μεταβάλλεται διὰ τὰ διάφορα ὕλικά. Ἐὰν ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διέλθῃ διὰ μέσου δύο ἀγωγῶν, τῶν αὐτῶν διαστάσεων καὶ μήκους, ἐνὸς ἐκ χαλκοῦ καὶ τοῦ δευτέρου ἐκ νιχρωμίου, τότε πολὺ περισσότερον ποσὸν θερμότητος θὰ ἐκλυθῇ ἀπὸ τὸν ἀγωγὸν τοῦ νιχρωμίου παρὰ ἀπὸ τὸν χαλκινὸν ἀγωγόν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι, τὰ μόρια τοῦ νιχρωμίου παρουσιάζουν πολὺ μεγαλύτεραν ἀντίστασιν εἰς τὸ ρεῦμα παρὰ τὰ μόρια τοῦ χαλκοῦ. Διὰ λόγους, οἱ ὁποῖοι δὲν ἔχουν πλήρως ἐπεξηγηθῆ ἀκόμη, τὰ ἠλεκτρόνια ἔχουν τὴν δυνατότητα νὰ κινῶνται πολὺ περισσότερον ἐλεύθερα εἰς τὸν χαλκὸν παρὰ εἰς τὸ νιχρωμίου. Τὰ ἀνωτέρω ἐκφράζομεν ἐν συντομίᾳ λέγοντες ὅτι τὸ νιχρωμίου παρουσιάζει μεγαλύτεραν εἰδικὴν ἀντίστασιν ἀπὸ τὸν χαλκόν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΛΑΜΠΗΡΕΣ. Μία λυχνία πυρακτώσεως συνίσταται ἀπὸ λεπτὸν νῆμα ἀγωγίμου μετάλλου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐγκλεισμένον ἐντός ἐνὸς ὑαλίνου βολβοῦ ἀπὸ τὸν ὁποῖον



Σχ. 65—2. Δύο μεγάλοι πρωτοπόροι εἰς τὸ πεδίου τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ Thomas Edison καὶ Charles Steinmetz, (1922). Ποῖα ἦσαν αἱ συμβολαὶ τὸν εἰς τὴν γνῶσιν μας περὶ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῶν τόσων πολλαπλῶν χρήσεών του ;

ἔχει ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ. Τὸ λεπτόν τοῦτο νῆμα θερμαίνεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς τοιοῦτον βαθμὸν ὥστε νὰ ἐκπέμπῃ φῶς.

Ἡ πρώτη ἠλεκτρικὴ λυχνία πυρακτώσεως ἐπραγματοποιήθη εἰς τὴν Ἀγγλίαν μὲν ὑπὸ τοῦ Joseph Swan καὶ ταυτοχρόνως εἰς τὴν Ἀμερικὴν ὑπὸ τοῦ Thomas Edison μὲ νῆμα ἐξ ἄνθρακος. Μικρὰ τεμάχια ἐκ πλατίνης ἐξησφάλισον τὴν σύνδεσιν μεταξὺ τοῦ νήματος καὶ τῶν ἐξωτερικῶν ἀκροδεκτῶν τῶν λυχνιῶν. Ἡ πλατίνη ἐξησφάλισε ὀμαλῆν λειτουργίαν, διότι εἶχε περίου τὸν αὐτὸν συντελεστὴν γραμμικῆς διαστολῆς μὲ τὴν ὕαλον. Ὅταν ἡ πλατίνη ἔγινε ἀκριβὸν μέταλλον χρησιμοποιοῦντο διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν φθινὰ κράματα.

Εἰς τὰ συγχρόνους λυχνίας τὸ βολφράμιον ἔχει σχεδὸν ἐκτοπίσει τὰ νῆματα ἐξ ἄνθρακος. Τοῦτο παρουσιάζει τὸ μέγιστον σημεῖον τῆξεως (3370°C) ἀπὸ

όλα τὰ μέταλλα, καὶ δὲν ἀτμοποιεῖται εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας τόσον ταχέως ὅσον ὁ ἄνθραξ. Αἱ ἰδιότητες αὐτὰ τοῦ μετάλλου μας ἐπιτρέπουν νὰ χρησιμοποιοῦμεν νήματα βολφραμίου εἰς ὑψηλότερας θερμοκρασίας ἀπὸ ὅτι τὰ νήματα τοῦ ἄνθρακος εἰς τοὺς παλαιότερους τύπους λυχνιών. Ἐπειδὴ ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ νήματος πυρακτώσεως, τόσον μεγαλύτερον εἶναι καὶ τὸ μετατρεπόμενον εἰς φῶς ποσὸν τῆς προσδιδομένης ἐνεργείας, αἱ λυχνία νημάτων βολφραμίου εἶναι κατὰ πολὺ πλέον ἀποδοτικαὶ ἀπὸ τὰς λυχνίας νημάτων ἄνθρακος.

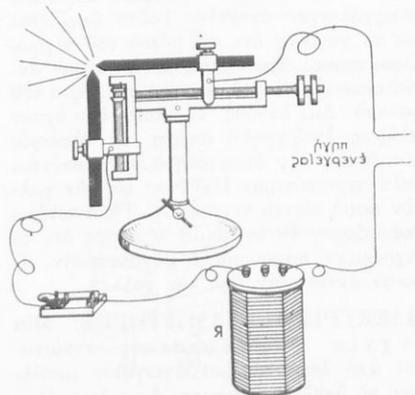
Εἰς τὰς παλαιὰς λυχνίας τὰ νήματα ἐτοποθετοῦντο ἐντὸς ὑαλίνης φύσιγγος ἀφου προηγουμένως εἶχεν ἀφαιρεθῆ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ. Σήμερον ἡ ὑαλίνη φύσιγξ πληροῦται μὲ ἀδρανὲς ἀέριον ὡς τὸ ἄζωτον ἢ τὸ ἀργόν. Τὰ ἀδρανῆ ἀέρια οὔτε καίονται οὔτε προκαλοῦν καυσίν. Ἄλλα ἢ πῆσαις τὴν ὁποῖαν ἐξασκοῦν ἐντὸς τῆς φύσιγγος ἐπιβραδύνει τὴν ἐξάτμισιν τοῦ νήματος. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ ζωὴ τῆς λυχνίας παρατείνεται καὶ τὸ ποσὸν τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον ἐναποτίθεται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς φύσιγγος ἐλαττοῦται. Πέραν αὐτοῦ ὅμως τοῦτο παρέχει τὴν δυνατότητα τῆς λειτουργίας τῆς λυχνίας εἰς ὑψηλότερας θερμοκρασίας, ἡ ὁποία μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα ἐνὸς μεγαλύτερου βαθμοῦ ἀποδόσεως καὶ περισσοτέρου λευκοῦ φωτός. Καλοὶ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες ἔχουν διάρκειαν ζωῆς περισσύτερον τῶν 1000 ὥρων.

ΛΥΧΝΙΑΙ ΦΘΟΡΙΣΜΟΤ. Εἰς τὰς λυχνίας πυρακτώσεως τὰ ἠλεκτρόνια ἔρρον ἀπὸ τὸ ἐν ἠλεκτροδίων εἰς τὸ ἄλλο διὰ μέσον τοῦ νήματος βολφραμίου, τὸ ὁποῖον συνδέει ταῦτα. Τελυταίως, χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν φωτισμὸν μεγάλων αἰθουσῶν, καταστημάτων, ἐργαστηρίων, προθηκῶν κλπ., αἱ λυχνίαι φθορισμῶ, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὑαλίνου ἐπιμήκη σωλήνα 40 — 150 cm κλειομένου κατὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἀεροστεγῶς. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ σωλήνος προσαρμόζονται τὰ ἠλεκτρόδια, διὰ τῶν ὁποίων συνδέεται ὁ σωλὴν πρὸς τὴν ἠλεκτρικὴν πηγὴν. Ὁ σωλὴν εἶναι πλήρης ἀπὸ εὐγενὲς ἀέριον, ἐντὸς δὲ αὐτοῦ, προστίθεται σταγῶν ὑδρογόνου πρὸς ἀνάπτυ-

ξιν ἀτμῶν ὑδραργύρου, ἐνῶ ὁ σωλὴν ἐπιχρίεται ἐσωτερικῶς ὑπὸ στρώματος φθοριζούσης οὐσίας. Ἐὰν ὁ σωλὴν συνδεθῆ καταλλήλως πρὸς πηγὴν, ὁ ἀτμὸς ὑδραργύρου ἐκπέμπει ἐντονον ὑπεριώδες φῶς, τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾶται ἀπὸ τὸ φθορίζον στρώμα τὸ ὁποῖον ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ σωλήνος καὶ μάλιστα εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοίχωμα αὐτοῦ, καὶ ἐπανεκπέμπεται πάλιν ὑπ' αὐτοῦ ὡς ὁρατὸν, λευκὸς φῶς. (Βλέπε σελίδα 500).

ΒΟΛΤΑ-Ι-ΚΟΝ ΤΟΞΟΝ. Τοῦτο ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Davy. Ἐὰν δύο ράβδοι ἀπὸ ἄνθρακα, οἱ ὁποῖοι καλοῦνται ἠλεκτρόδια, τεθοῦν εἰς ἐπαφήν, διαβιάσωμεν δὲ δι' αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ἀπομακρύνωμεν αὐτὰ ὀλίγον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ρεῦμα ἐξακολουθεῖ νὰ διέρχεται καὶ διὰ τοῦ διακένου, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει μεταξὺ τῶν δύο ράβδων, ἐνῶ τὰ ἄκρα αὐτῶν γίνονται φωτεινὰ καὶ ὁ μεταξὺ αὐτῶν χώρος διατηρεῖται διὰ γεφύρας, ἡ ὁποία καλεῖται βολταϊκὸν τόξον. Αἱ δύο ράβδοι τοῦ ἄνθρακος ἐπ' ὅσον φωτοβολοῦν, φθείρονται λόγῳ ἐξαερώσεως ἐνῶ εἰς τὸ φωτεινὸν ἄκρον τῆς ράβδου, ἡ ὁποία εἶναι συνδεδεμένη πρὸς τὸν θετικὸν πόλον, σχηματίζεται κρατῆρ εἰς τὸν ὁποῖον ἡ θερμοκρασία εἶναι περίπου 3500°C.

Πρὸς ἀποφυγὴν ἀποσβέσεως τοῦ τόξου, λόγῳ ὑπερέμετρου αὐξήσεως τῆς ἀποστάσεως, τῶν ἀνθράκων χρησιμοποι-



Στ. 65-3 Βολταϊκὸν τόξον.

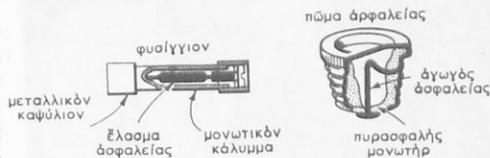
οῦνται εἰδικαὶ αὐτόματὸι διατάξεις ρυθμίσεως τῆς ἀποστάσεως. Τὸ βολταϊκὸν τὸξον ἔχει ἐφαρμογὴν ὄχι μόνον εἰς τὸν φασισμὸν, τοὺς προβολεῖς, τὰς κινηματογραφικὰς μηχανὰς κλπ., ἀλλὰ καὶ εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς καμίνοὺς πρὸς τῆξιν διαφόρων δυστήκτων μετάλλων. "Ὅταν, τὸσον τὸ βολταϊκὸν τὸξον, ὅσον καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ καμίνος, καὶ πλείοσι ἄλλαι συσκευαί, τίθενται εἰς τὸ ρεῦμα, πρέπει νὰ παρεμβάλλεται εἰς τὸ κύκλωμα ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις ρυθμίσεως τοῦ ρεύματος πρὸς ἀποφυγὴν καταστροφῆς τῆς συσκευῆς.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΙ. Εἶδομεν ὅτι ἡ ροὴ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου ἀγωγῶν παράγει θερμότητα, τὸ ποσὸν τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἀπὸ τὸ ποσὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Διὰ νὰ ἐλαττώσωμεν τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ κυκλώματα, ἐὰν καὶ ἐφ' ὅσον, ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης εἶναι ἀνεπιθύμητος, χρησιμοποιούμεν ἀγωγούς ἐκ χαλκοῦ καταλλήλων διαστάσεων, οἱ ὅποιοι μᾶς ἐξασφαλίζουν χαμηλὴν ἀντίστασιν. Ἀκόμη καὶ τότε ὅμως μία αἴθεσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία προκαλεῖται ἀπὸ τυχαῖον βραχυκύκλωμα, ἢ καταστῆ ἄκρωσις ἐπικίνδυνος. Ἐὰν δύο ἀγωγοὶ διαρροόμενοι ἀπὸ ρεῦμα ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν εἰς ἀπόσιτον καὶ πολλὰκις μὴ ὁρατὸν σημεῖον ἐνὸς κτιρίου προκαλοῦν τὴν ἐκρηξίν πυρκαϊᾶς, ἡ ὁποία πολλάκις ἔχει λάβει σημαντικὰς διαστάσεις μέχρις ὅτου παρατηρηθῆ.

Ἐκτὸς ὅμως τῶν δυσαρέστων ἀποτελεσμάτων τῆς πυρκαϊᾶς ἡ ἐπιδιόρθωσις αὐτοῦ τούτου, τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος εἶναι δύσκολος καὶ δαπανηρὰ. Διὰ νὰ προλάβωμεν τὰς τυχαιὰς αὐτὰς υπερφορτίσεις καὶ τὰς ἐπικινδύνους υπερθερμάνσεις τῶν ἀγωγῶν, τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος χρησιμοποιούμεν τὰς ἠλεκτρικὰς ἀσφαλείας.

Τὸ σχῆμα 65-4 δεῖκνυὶ τὸν τρόπον κατασκευῆς δύο συνήθων τύπων ἀσφαλειῶν. Ἡ ἀσφάλεια συνίσταται ἐκ τεμαχίου εὐτήκτου μετάλλου, τὸ ὁποῖον ἐγκλείεται ἐντὸς μονωτικοῦ περιβλήματος. Ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα υπερφορτισθῆ ἢ λάβῃ χώραν βραχυκύκλωμα, τό-

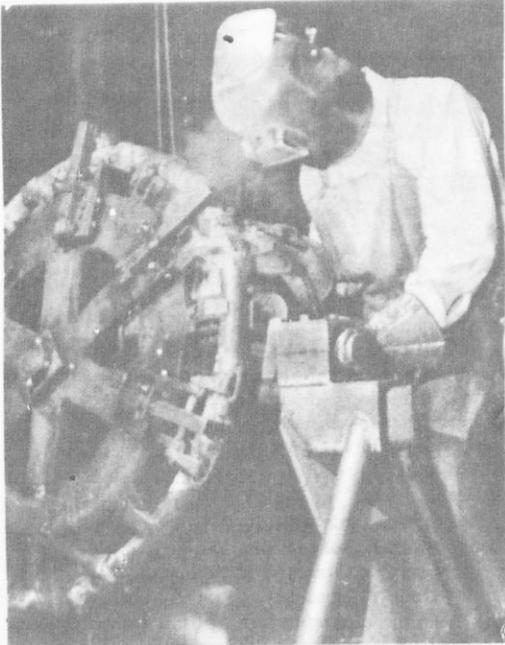


Σχ. 65—4. Δύο τύποι ἠλεκτρικῶν ἀσφαλειῶν.

τε ἡ ἀσφάλεια τήκεται ἢ κόπτεται, με ἀποτέλεσμα τὸ κύκλωμα νὰ διακοπῆ καὶ ἡ ροὴ τοῦ ρεύματος νὰ σταματηθῆ. Τὸ μέταλλον ἀπὸ τὸ ὁποῖον εἶναι κατασκευασμένοι αἱ ἀσφαλείαι, εἶναι κράμα κασιτέρου καὶ μολύβδου ὑπὸ μορφήν σύρματος ἢ λεπτοῦ ἐλάσματος.

Αἱ ἀσφαλείαι κατασκευάζονται εἰς διάφορα μεγέθη καὶ ταξινομοῦνται σύμφωνα με τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀμπερές, τὰ ὅποια εἶναι δυνατὸν νὰ διέλθουν δι' αὐτῶν. Μία ἀσφάλεια 10 A ἐπιτρέπει διόδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐντάσεως μέχρι 10 A. Ἐὰν τὸ διερχόμενον δι' αὐτῆς ρεῦμα εἶναι μεγαλύτερον τῶν 10 A καὶ διὰ περισσότερο ἀπὸ ἓνα ἔως δύο λεπτά, ἡ ἀσφάλεια θὰ τακῆ ἢ θὰ κοπῆ. Τὸ μέγεθος τῶν ἀσφαλειῶν αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς διαφόρους οἰκίας, ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν χρησιμοποιουμένων ἠλεκτρικῶν θραστήρων, συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν ἠλεκτρικῶν σιδηρῶν καὶ ἠλεκτρικῶν κουζινῶν. Ἐν ἠλεκτρικῶν σιδηρῶν ἀπαιτεῖται ἀσφάλεια ἀπὸ 5 — 10 A. Μία λυχνία 100 W ἀπαιτεῖ ἀσφάλειαν περίπου 1 A. Ἡ χρῆσις τῶν ἠλεκτρικῶν ἀσφαλειῶν δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὴν προστασίαν τῶν ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων τῶν οἰκιῶν. Κάθε ἠλεκτρικὴ συσκευὴ μπορεῖ νὰ ἔξῃ ἰδιαιτέραν ἀσφάλειαν διὰ τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διέρχεται δι' αὐτῆς.

ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΑΙ. Οἱ αὐτόματὸι διακόπται εἶναι προστατευτικαὶ συσκευαί, αἱ ὁποῖαι ὡς καὶ αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀσφαλείαι, διακόπτουν τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα ὅταν τοῦτο υπερφορτισθῆ. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα ἢ τὸ μαγνητικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι τὸ αἷτιον τὸ ὁποῖον θὰ προκαλέσῃ τὸν αὐτόματον διακόπτην νὰ διακόψῃ τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα. Τὸ πλεονέκτημα τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ὁ αὐτό-



Σχ. 65—5. Ήλεκτροσυγκολλητής χρησιμοποιών τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τὴν τήξιν καὶ ἔνωσιν μετάλλων. Παρατηρήσατε τὰ προστατευτικά ἐξαρτήματα τὰ ὁποῖα χρησιμοποιεῖ.

ματος διακόπτης ἔναντι τῆς ἀσφαλείας, εἶναι ὅτι εἶναι λίαν εὐκόλος ἡ ἐπανασύνδεσις τοῦ κυκλώματος διὰ τῆς ἀπλῆς ὠθήσεως ἑνὸς μοχλοῦ, ἐφ' ὅσον τὸ αἷτιον τὸ ὁποῖον προεκάλεσε τὴν διακοπὴν τοῦ κυκλώματος ἔχει ἐξαλειφθῆ.

ΗΛΕΚΤΡΟΚΟΛΛΗΣΙΣ. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εὐρίσκει σημαντικὴν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἠλεκτροκόλλησιν. Ὅταν δύο μεταλλικαὶ ράβδοι, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὰ ἄκρα ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος, ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν, παρατηρεῖται μία σημαντικὴ ἀντίστασις, εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς. Ἐὰν τὸ διερχόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχη σημαντικὴν τιμὴν, τότε ἡ ἐκλυομένη ποσότης εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέσῃ τὴν τήξιν τῶν ἄκρων τῶν δύο ράβδων εἰς τὸ σημεῖον ἐπαφῆς αὐτῶν, καὶ τὴν ἔνωσιν αὐτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον γίνονται αἱ ἠλεκτροκολλήσεις. Αἱ ἠλεκτροκολλήσεις ἔχουν ἐπεκταθῆ εἰς μεγάλην ἔκτασιν καὶ ἔχουν κατὰ πολὺ ἀντικαταστήσει τὰς ἠλώσεις διότι εἶναι ἀπ' ἐξῆς μὲν εὐδαι-

νοτέρα κατασκευῆ, ἀφ' ἑτέρου δὲ προκαλεῖ μίαν περισσώτερον εὐπαρουσίαστον ἔνωσιν. (Βλέπε σχῆμα 65 - 5).

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- 'Αντίστασις καὶ Τριβή
- 'Αντίστασις καὶ Θερμικὸν ἀποτέλεσμα
- Λυχνία Πυρακτώσεως
- Λυχνία Φθορισμοῦ
- Βολταϊκὸν Τόξον
- Βραχυκύκλωμα
- 'Ηλεκτρικαὶ ἀσφάλεια
- Αὐτόματοι διακόπται
- 'Ηλεκτρικαὶ συγκολλήσεις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Συγκρίνατε τὴν ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν πρὸς τὴν μηχανικὴν τριβήν.
2. Τί προκαλεῖ τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα εἰς ἕνα ἀγωγὸν διαρρέομενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος;
3. Ἀναφέρατε μερικὰς ἐφαρμογὰς τοῦ θερμικοῦ ἀποτελέσματος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
4. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ θραστήρος.
5. Διὰ τί τὸ νῆμα λυχνίας πυρακτώσεως τοποθετεῖται ἐντὸς δοχείου ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἔχει ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ;
6. Διὰ τί ἐχρησιμοποιήθη ἡ πλατίνη εἰς τὰς πρώτας ἠλεκτρικὰς λυχνίας διὰ τὰς συνδέσει τὸ νῆμα μετὰ τοὺς ἐξωτερικοὺς ἀκροδέκτας τῆς λυχνίας;
7. Ποῖα τὰ πλεονεκτήματα λυχνίας, τῆς ὁποίας τὸ φρσίγγιον εἶναι πληρὲς μὲ ἀδρανῆς ἀέριον;
8. Ποῖα ἀέρια χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς λυχνίας πυρακτώσεως; Διὰ τί;
9. Ποῖον τὸ πλεονέκτημα τοῦ νήματος ἐκ βολφραμίου ἔναντι τοῦ νήματος ἐξ ἀνθρακος;
10. Κατὰ ποῖον τρόπον λειτουργεῖ ἕνας λαμπτήρ φθορισμοῦ;
11. Περιγράψατε τὸ βολταϊκὸν τόξον.
12. Ἀναφέρατε ὠρισμένας χρήσεις τοῦ βολταϊκοῦ τόξου.
13. Διὰ τί χρησιμοποιοῦνται αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀσφάλεια;
14. Περιγράψατε τὴν κατασκευὴν μιᾶς ἠλεκτρικῆς ἀσφαλείας.
15. Ποῖον τὸ πλεονέκτημα ἑνὸς αὐτομά-

του διακόπτου έναντι μιάς ηλεκτρικής ασφάλειας;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διά τῶν ἀγωγῶν, οἱ ὁποῖοι συνδέουν τοὺς ἀκροδέκτας μιάς λυχνίας πρὸς τὴν πηγὴν, διέρχεται ἡ αὐτὴ ἔντασις, ἢ ὁποία προκαλεῖ τὴν πυράκτωσιν τοῦ νήματος τῆς λυχνίας. Διὰτί δὲν προκαλεῖται καὶ ἡ πυράκτωσις τῶν ἀγωγῶν;
2. Διὰτί δὲν ἐπιτρέπεται νὰ ἀντικαταστήσωμεν μίαν «καμένην ἀσφάλειαν» μὲ ἓν χάλκινον σύρμα;
3. Χάλκινος καὶ σιδηρὸς ἀγωγὸς τῶν αὐτῶν διαστάσεων καὶ μήκους, συνδέονται ἐν σειρᾷ. Ποῖος ἐκ τῶν δύο θὰ θερμανθῇ ταχύτερον ἐὰν ρεῖμα διέλθῃ δι' αὐτῶν. Διὰτί;
4. Ποῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῶν αἱ ηλεκτρικαὶ ἀσφάλειαὶ τοῦ ηλεκτρικοῦ κύκλωματος μιάς οἰκίας; Διὰτί;
5. Ποῖον θὰ εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα ἐὰν 110 Volts χρησιμοποιηθῶν εἰς κύκλωμα τάσεως 32V;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΝ. Ἐὰν ἔχετε ἓν ξηρὸν στοιχεῖον ἀρκετὰ παλαιόν, εἶναι δυνατόν νὰ καταδείξετε τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἀφαιρέσατε τὴν μόνωσιν ἀπὸ ἓν κοινὸν σύρμα τροφοδοτήσεως ηλεκτρικῆς λυχνίας μήκους ἀρκετῶν ἑκατοστῶν. Οἱ ἀγωγοὶ οἱ ὁποῖοι τροφοδοτοῦν τὰς ηλεκτρικὰς λυχνίας, διὰ νὰ εἶναι εὐκαμπτοὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλοὺς λεπτοὺς ἀγωγούς. Κόψατε ἓν τμήμα ἐνὸς ἐξ αὐτῶν

τῶν ἀγωγῶν μήκους περίπου 0,5 cm. Χρησιμοποιοῦντες μίαν τανάλιαν συνδέσατε τὸ σύρμα μὲ τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ ξηροῦ στοιχείου. Πρέπει νὰ εἴσθε προσεκτικοὶ διότι ὑπάρχει κίνδυνος νὰ καήτε. Ἐν καλὸν ξηρὸν στοιχεῖον εὐκόλως θερμαίνει τὸ μικρὸν τεμάχιον σύρματος εἰς σημεῖον ὥστε τοῦτο νὰ ταχῇ. Μὴ ἐπαναλάβετε τὸ πείραμα αὐτὸ εἰς τὸ ηλεκτρικὸν στοιχεῖον διότι θὰ τὸ ἐξαντλήσατε ταχέως. Ἐν τεμάχιον σιδηροῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ μήκους θὰ πυρακτωθῇ ταχέως καὶ θὰ ὁμοιάσῃ μὲ τὸ νῆμα ηλεκτρικοῦ λαμπτήρος. Λόγω ὅμως τῆς παρουσίας τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος συντόμως θὰ ἀναφλεγῇ. Πιθανὸν νὰ εἶναι εὐκόλον νὰ εὑρετε σύρμα μιάς ηλεκτρικῆς ἀσφαλείας. Ἐὰν συνδέσατε αὐτὸ εἰς τοὺς δύο ἀκροδέκτας τοῦ ξηροῦ στοιχείου θὰ παρατηρήσατε ὅτι τοῦτο τήκεται λίαν εὐκόλως.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἐὰν ἀγωγὸς παρουσιάσῃ ἀντίστασιν 0,4Ω/ft, πόσοι πόδες τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν κατασκευὴν ἐνὸς ηλεκτρικοῦ θραστήρος ὁ ὁποῖος καταναλίσκει 5,5A τροφοδοτούμενος ὑπὸ HEA 110 V;
2. Ποία εἶναι ἡ μικρότερα τιμὴ ηλεκτρικῆς ἀσφαλείας, ἢ ὁποία πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ εἰς κύκλωμα τάσεως 110V, τὸ ὁποῖον συνίσταται ἀπὸ δύο λαμπτήρας ἐν παραλλήλῳ ἀντιστάσεως 220Ω ἑκάστου, ἐνὸς ηλεκτρικοῦ σιδήρου τῶν 11Ω καὶ ἐνὸς κινητήρος ὁ ὁποῖος καταναλίσκει 4A;

ΕΔΑΦΙΟΝ 66. Ἡλεκτρικὴ ἰσχύς καὶ ἐνέργεια.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ. Τὸ ηλεκτρικὸν ρεῖμα χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς ηλεκτρικοὺς λαμπτήρας, εἰς τοὺς ηλεκτρικοὺς θραστήρας καὶ εἰς τοὺς ηλεκτρικοὺς κινητήρας. Οἱ ηλεκτρικοὶ κινητήρες μινούν ἀνεμοστήρας, πλυντήρια, καθαριστήρια, ἀντλίας καὶ ἑκατοντάδας ἄλλων μηχανικῶν συσκευῶν. Ὅλαι αὐταὶ αἱ συσκευαὶ παράγουν ἔργον καὶ ὡς ἐκ τούτου πρέπει νὰ προσδίδεται εἰς αὐτὰ ἐνέργεια.

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ ΕΧΕΙ ΤΗΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΠΑΡΑΓῆ ΕΡΓΟΝ. Γεννᾶται ὅμως τὸ ἐρώτημα, τί εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον παράγει τὴν ἀνάπτυξιν ἰσχύος εἰς τὸ ηλεκτρικὸν κύκλωμα. Ἐὰς θεωρήσωμεν τὰς συνθήκας αἱ ὁποῖαι προσδιορίζουν τὴν ἰσχὴν μιάς ὑδατοπίπτσεως. Ἐὰν θὰ θέλατε νὰ ἐκλέξετε μίαν τοποθεσίαν διὰ νὰ ἐγκαταστήσατε ἓνα ὑδατοστρόβιλον, θὰ ἐκλέγατε πο-

τέ μίαν πλαγιάν ὀμαλὴν ἀπὸ τὴν ὁποίαν κατεβαίνει «μαλακὰ» τὸ ὕδωρ;

Ἄκόμη καὶ εἰς τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος ἦτο μέγανον καὶ ἡ παροχὴ αὐτοῦ μεγάλη, ἡ τοποθεσία αὐτὴ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς καλὴ διὰ τὴν ἐγκατάστασιν ἑνὸς ὑδατοστροβίλου. Καὶ τοῦτο διότι ἡ κινουμένη δύναμις, ἡ ὀφειλομένη εἰς τὸ ὕδωρ καὶ προσκρούουσα ἐπὶ τῶν πτερυγίων τοῦ ὑδατοστροβίλου, θὰ ἦτο μικρὰ λόγῳ τῆς μικρᾶς πίεσεως τοῦ ὕδατος. Ἀπὸ τὴν ἄλλην πλευρὰν θὰ ἐκλέγατε, διὰ τὴν ἐγκατάστασιν ἑνὸς ὑδατοστροβίλου, ἕνα χεῖμαρρον προερχόμενον ἀπὸ ὑψηλὰ ὄρη καὶ ὁ ὁποῖος πίπτει ἀπὸ ἀπότομον καὶ κρημνῶδη πλαγιάν ταχέως; Ἡ τοποθεσία αὕτη θὰ ἦτο ἐξαιρετος διὰ τὴν ἐγκατάστασιν ὑδατοστροβίλου εἰς τὴν ἑκείνην ὄσον ἡ παροχὴ τοῦ ὕδατος θὰ ἦτο ἀρκετὰ μεγάλη. Ἐὰν ὅμως ἡ παροχὴ τοῦ ὕδατος εἶναι μικρὰ τότε ὁ ὑδατοστρόβιλος δὲν θὰ παρέχῃ μεγάλην ἰσχύϊν ἂν καὶ ἡ πίεσις τοῦ ὕδατος εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη.

Διὰ τὸ ἔχωμεν μεγάλην ἀπόδοσιν ἰσχύος ἀπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ θὰ πρέπει ἀπ' ἑνὸς μὲν ἡ πίεσις του νὰ εἶναι μεγάλη, ἀπ' ἑτέρου δὲ καὶ ἡ παροχὴ αὐτοῦ ἱκανοποιητικὴ. Ἡ ἰσχύς ἐξαρτᾶται ἀπ' ἐνὸς μὲν ἀπὸ τὴν πίεσιν, ἀπ' ἑτέρου δὲ, ἀπὸ τὸ ρεῦμα. Καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἰσχύς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τοὺς αὐτοὺς παράγοντας. Ἡ πίεσις τῆς ὑδατοπίεσεως θὰ εἶναι τώρα ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ, ἢ ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις ἢ ἡ τάσις τοῦ κυκλώματος, ἢ δὲ παροχὴ τοῦ ὑδατίνου ρεύματος θὰ εἶναι τώρα ἡ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐπειδὴ ἡ μονὰς τῆς ἰσχύος εἶναι τὸ Watt, ἢ ἀνωτέρω σχέσις δύναται νὰ γραφῆ ὑπὸ μορφὴν ἐξισώσεως ὡς ἑξῆς:

$$\text{Watts} = \text{Volts} \times \text{Amperes}$$

$$\eta \quad P = E \cdot I$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΠΗΓΑΣ. Ἐὰν τρίβωμεν μίαν ὑάλινην ράβδον ἐπὶ ἑνὸς μεταξωτοῦ τεμαχίου, ἀναπτύσσεται μία μεγάλη διαφορὰ δυναμικοῦ. Ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι ξηρὸς μικροὶ σπινθήρες εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρηθῶν καθὼς τρίβωμεν τὴν ὑάλινην ράβδον ἐπὶ τοῦ μεταξωτοῦ τεμαχίου. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ δυνατόν νὰ

ἀνέλθῃ εἰς μερικὰς χιλιάδας Volts. Τὸ ρεῦμα ὅμως εἶναι τὸσον μικρὸν, ὥστε δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀνάψῃ οὔτε μία ποτὶ μικρὰ λυχνία. Πηγὴ αὐτῆς τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι δυνατόν νὰ χαρακτηρισθῆ ὡς ἕνα ποτὶ μικρὸν ὑδάτινον ρεῦμα, τὸ ὁποῖον κατέχεται μὲ μεγάλην ταχύτητα ἀπὸ μίαν ἀπότομον πλαγιάν ὄροσειρᾶς. Ἡ πίεσις αὐτοῦ εἶναι ποτὶ μεγάλη, ἀλλὰ ἡ παροχὴ αὐτοῦ εἶναι ποτὶ μικρὰ, ὥστε νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀναπτύξῃ αἰσθητὴν ἰσχύϊν.

Δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον διὰ τῆς κατωτέρω ἐξισώσεως.

$$P = E \cdot I$$

Ἄν καὶ τὸ E εἶναι μέγανον τὸ P εἶναι μικρὸν διότι τὸ I εἶναι ποτὶ μικρὸν.

Τὸ ξηρὸν στοιχεῖον εἶναι μία ἄλλη πηγὴ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ αὐτοῦ εἶναι περίπου 1,5V ἐν τούτοις, εἶναι εἰς θέσιν νὰ ἀναπτύξῃ σταθερὸν ρεῦμα ἐντάσεως 0,2A διὰ μέγανον χρονικὸν διάστημα. Ἡ ἰσχύς, τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσει, ἂν καί, μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν προηγουμένην περιπτώσιν εἶναι μικρὰ, λόγῳ μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ τὴν ὁποίαν παρέχει. Δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν ὑπὸ μορφὴν ἐξισώσεως τὴν περιπτώσιν αὐτὴν διὰ τῆς σχέσεως:

$$P = E \cdot I$$

Ἄν καὶ τὸ I εἶναι ἀρκετὰ μέγανον, τὸ P δὲν εἶναι ποτὶ μέγανον διότι τὸ E εἶναι μικρὸν.

Ἡ μπαταρία ἑνὸς αυτοκινήτου μπορεῖ νὰ μᾶς ἀποδώσῃ 10A διὰ σημαντικὸν χρονικὸν διάστημα μὲ διαφορὰν δυναμικοῦ 6V. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἰσχύς εἰς τὴν περιπτώσιν αὐτὴν εἶναι κατὰ ποτὶ μεγαλύτερα παρὰ ἀπὸ τὸ ξηρὸν στοιχεῖον. Ἐνῶ τὸ ξηρὸν στοιχεῖον μπορεῖ νὰ ἀνάψῃ μόνον ἕνα ἠλεκτρικὸν φανόν, ἡ μπαταρία τοῦ αυτοκινήτου μπορεῖ νὰ κάμῃ σημαντικὸν ἀριθμὸν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων νὰ λειτουργήσῃ. Ἐπὶ πλέον, ἡ μπαταρία εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸ ἠλεκτρικὸν δίκτυον καὶ ἔχει ἀρκετὴν

ισχύς, ώστε να θέσει εις κίνησην τὴν μηχανὴν τοῦ αὐτοκινήτου, ἔστω καὶ διὰ μικρὸν χρονικὸν διάστημα. Ἡ ἰσχύς, ἢ ὁποία ἀποδίδεται ὑπ' αὐτῆς, διότι τόσον ἡ διαφορά δυναμικοῦ εἶναι μεγάλη, ὅσον καὶ τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον παράγει, ἔχει μεγαλύτεραν τιμὴν καὶ ἀπὸ τὰς δύο προηγούμενας περιπτώσεις. Οὕτω εἶναι δυνατόν νὰ σημειωθῇ ὑπὸ μορφὴν σχέσεως ὡς ἀκολούθως.

$$P = E I$$

Μεγάλαι μπαταρίαὶ δι' ἐγκαταστάσεις φωτισμοῦ εἰς Ἀγροκτῆματα μᾶς παρέχουν ἀκόμη μεγαλύτεραν ἰσχύν, ἀπὸ τὴν ἰσχύν, τὴν ὁποίαν μᾶς παρέχει ἡ μπαταρία τοῦ αὐτοκινήτου. Αἱ μεγάλαι, τελευταίου τύπου ἠλεκτρικαὶ γεννήτριαι τῶν ἐργοστασίων παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι αἱ πλέον ἰσχυραὶ πηγαὶ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ σταθερὰν παρασχὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Μία τοιοῦτου εἶδους ἠλεκτρικὴ γεννήτρια εἶναι ἱκανὴ νὰ παραγγῇ ἑκατομμύρια Watt ἠλεκτρικῆς ἰσχύος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 : Ἡλεκτρικὸς Βραστήρ λειτουργεῖ ὑπὸ τάσιν 20V, ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ κυκλώματος εἶναι 4A. Πόση ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς;

ΛΥΣΙΣ : $E = 120V, I = 4A.$

$$P = EI.$$

$$120 \times 4 = 480 \text{ Watts}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 : Ἡλεκτρικὸν Σίδηρον 720W συνδέεται πρὸς κύκλωμα 120V. Πόσα Ampères διέρχονται διὰ τοῦ σιδήρου;

ΛΥΣΙΣ : $P = 720W, E = 120V.$

$$P = E \cdot I.$$

$$720 = 120 \times I$$

$$\text{ὁπότε} \quad I = \frac{720}{120} = 6A$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3 : Γεννήτρια ἰσχύος 2,4 KW παρέχει ἔντασιν ρεύματος 10A. Ὑπὸ ποίαν διαφορὰν δυναμικοῦ ἐργάζεται ἡ γεννήτρια;

ΛΥΣΙΣ : $P = 2,4 \text{ KW} = 2400W., I = 10A.$

$$P = E \cdot I.$$

$$2400 = E \times 10$$

$$\text{ὁπότε} \quad E = \frac{2400}{10} = 240 V.$$

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Η ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ. Ὄταν ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς θερμικὴν ἐνέργειαν, συχνάκις εἶναι πλέον χρήσιμον νὰ χρησιμοποιώμεν ἀντὶ τῆς σχέσεως $P = EI$ μίαν ἄλλην σχέσιν δηλαδὴ

$$P = I^2R$$

Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ OHM ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς ἀντιστάσεως δίδεται ὑπὸ τὴν σχέσιν: $E = IR.$ Ἐὰν εἰς τὴν σχέσιν $P = EI$ θέσωμεν $E = IR$ ἔχομεν τὴν σχέσιν $P = I^2R$

Αἱ δύο ἀνωτέρω ἐκφράσεις διὰ τὴν ἰσχύν P εἶναι ἀκριβῶς ἰσοδύναμοι.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Ἡλεκτρικὸς βραστήρ λειτουργεῖ ὑπὸ τάσιν 220 V καὶ παρουσιάζει ἀντίστασιν 50 Ω. Πόση ἡ καταναλισκομένη ὑπ' αὐτοῦ ἰσχύς;

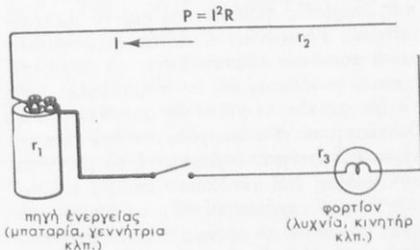
ΛΥΣΙΣ : Ἐφ' ὅσον ἡ ἀντίστασις τοῦ βραστήρος εἶναι 50 Ω καὶ λειτουργεῖ ὑπὸ τάσιν 220V, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία διέρχεται δι' αὐτοῦ εἶναι κατὰ τὸν νόμον τοῦ OHM

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{50} = 4.4A$$

ἐπομένως ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς θὰ εἶναι:

$$N = E \cdot I = 220 \times 4.4 = 968 W.$$

Ἐὰς θεωρήσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 66-1. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος I , τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ κύκλωμα, διέρχεται διὰ τῆς πηγῆς ἢ ὁποία ἔχει ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν R_1 , διὰ μέσου τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν, οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἀντίστασιν R_2 , καὶ διὰ μέσου τῆς λυχνίας ἢ ὁποία ἔχει ἀντίστασιν R_3 . Μέρος τῆς παραγο-



Σχ. 66-1. Ἡ ἰσχύς καταναλισκεται εἰς τὸ φορτίον, εἰς τοὺς ἀγωγούς συνδέσεως, καὶ ἐντὸς τῆς πηγῆς.

μένης υπό του στοιχείου ηλεκτρικής ισχύος καταναλίσκεται εντός τούτου τούτου του ηλεκτρικού στοιχείου, μέρος εις τούς άγωγούς συνδέσεως, και τὸ υπόλοιπον τμήμα εις τὴν ηλεκτρικὴν λυχνίαν.

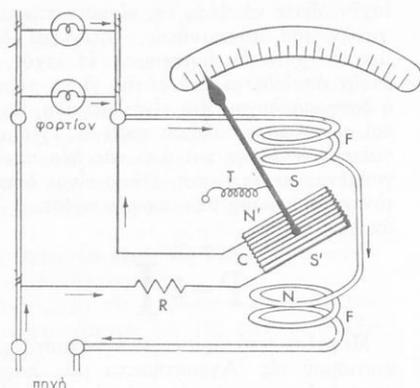
ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΙΣ ΚΑΙ WATT. Γνωρίζομεν ἔνωσ τῶρα ὅτι τὸσον ἡ ἱπποδύναμις (HP) ὅσον και τὰ Watts εἶναι μονάδες ισχύος. Ἡ σχέσις ἡ ὁποία συνδέει τὰς δύο αὐτάς μονάδας εἶναι ἡ ἀκόλουθος.

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

Κινητὴ ισχύος 1/4HP ἐργάζεται ἀκριβῶς ὁμοίως ὡς ἐάν ἡ παρεχομένη εἰς αὐτὸν ισχύς εἶναι $1/4 \times 746 = 186,5 \text{ W}$. Ἐὰν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ κινητήρος αὐτοῦ εἶναι 80% τότε θὰ καταναλίσκη ισχὴν ἴσην πρὸς

$$\frac{186,5}{0,80} = 233 \text{ W.}$$

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ. Ἐφ' ὅσον ἡ ηλεκτρικὴ ισχύς ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ ἐπὶ τὴν έντασιν, τότε ἡ καταναλισκομένη ισχύς ἐνὸς κυκλώματος δυνατὸν νὰ προσδιορισθῇ διὰ τῆς μετρήσεως ἀφ' ἐνὸς τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ, ἀπ' ἑτέρου δὲ τοῦ ρεύματος τοῦ κυκλώματος μὲ ἐν βολτόμετρον και ἐν ἀμπερόμετρον. Ἡ μέτρησις τῆς ηλεκτρικῆς ισχύος, συνήθως γίνεται μὲ ἐν μόνον ὄργανον τὸ ὁποῖον καλεῖται βαττόμετρον (Σχῆμα 66—2). Τὸ βαττόμετρον συνίσταται ἀπὸ δύο πηνία FF, τὰ ὁποῖα συνδέονται ἐν σειρᾷ πρὸς τὸ φορτίον, ὅπως ἀκριβῶς γίνεται και εἰς τὸ ἀμπερόμετρον. Τὸ πηνίον C εἶναι στερεωμένον κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, νὰ περιστρέφεται, συνδέεται δὲ ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὸ ηλεκτρικὸν φορτίον ὡς ἀκριβῶς και τὸ βολτόμετρον. Τὸ διερχόμενον διὰ τῶν πηνίων FF ρεῦμα, δημιουργεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίου NS τὸ ὁποῖον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου N'S', τὸ ὁποῖον παράγεται ἀπὸ τὸ ρεῦμα τὸ διερχόμενον ἀπὸ τὸ πηνίον C εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἀπόκλισις τοῦ δείκτου τοῦ ὄργανου νὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γινόμενον τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ, καὶ τοῦ ρεύματος εἰς τὴν



Σχ. 66—2. Βαττομετρον.

ἄξια τοῦ φορτίου, και τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διέρχεται δι' αὐτοῦ. Ἐὰν αὐξηθῇ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ, ἢ τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ φορτίου, τότε ὁ δείκτης θὰ ἀποκλίνῃ, παρ' ὅλην τὴν αντίστασιν, τὴν ὁποίαν συναντᾷ ἀπὸ τὸ ἐλατήριο R. Ἐὰν ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος ἀναστραφῇ, και γίνῃ ἀντίθετος ἀπὸ τὴν ὑπὸ τῶν βελῶν δεικνυομένην, τότε νὰ τὰ δημιουργούμενα μαγνητικὰ πεδία θὰ ἀναστραφούν και τὸ ἀποτέλεσμα θὰ παραμείνῃ τὸ αὐτό, ἦτοι ἡ διεύθυνσις τῆς ἀποκλίσεως τοῦ δείκτου θὰ εἶναι ἡ αὐτή. Κατόπιν αὐτοῦ τὸ βαττόμετρον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ τὸσον διὰ τὸ συνεχῆς ρεῦμα ὅσον και διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ὁ λογαριασμὸς τοῦ ηλεκτρικοῦ, τὸν ὁποῖον πληρώνετε εἰς τὴν Ἑλεκτρικὴν Ἐταιρείαν, εἶναι διὰ τὴν κατανάλωσιν ηλεκτρικῆς ἐνεργείας και ὄχι ηλεκτρικῆς ισχύος. Ἡ ηλεκτρικὴ ἐνέργεια ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ισχύος ἐπὶ τὸν χρόνον, ὡς ἀκριβῶς ἡ ἐνέργεια ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ισχύος ἐπὶ τὸν χρόνον εἰς τὴν μηχανικὴν. Ἐὰν χρησιμοποιήσετε ἓνα ηλεκτρικὸν θραστήρα ισχύος 100 W διὰ μεγάλο χρονικὸν διάστημα ὁ λογαριασμὸς σας θὰ εἶναι μεγαλύτερος παρά ἐὰν τὸν χρησιμοποιήτετε διὰ μικρὸν χρονικὸν διάστημα. Γιὰ τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς

χνίαν άνημμένην επί μίαν έβδομάδα, θά παρατηρήσετε ότι, ό λογαριασμός του ηλεκτρικού σας θά έχη αύξηθη. Ό λογαριασμός του ηλεκτρικού, βασίζεται τόσον επί της καταναλισκομένης ισχύος όσον και επί του χρονικού διαστήματος κατά τό όποιον ή ηλεκτρική ισχύς χρησιμοποιείται.

Αί πλέον συγχώς χρησιμοποιούμεναι τιμαί μονάδος ηλεκτρικής ενεργείας είναι τό Watt - Second, τό Watt - Hour, τό όποιον καλεϊται Έλληνιστί Βατώρα, και τό Kilo - Watt Hour τό όποιον καλεϊται Κιλοβατώρα. Έάν διά του Ρ παριστώμεν την ηλεκτρικήν ισχύν και διά του W την ηλεκτρικήν ενεργειαν, τότε θά έχωμεν,

$$W = P \cdot t \quad \eta \quad W = EI t \quad \eta \quad W = I^2 R t$$

Όλαι αί άνωτέρω εκφράσεις είναι ισοδύναμοι έφ' όσον ισχύει ή σχέσις

$$P = EI = I^2 R$$

Έάν ή ισχύς P είναι εις Watt και ό χρόνος t εις sec τότε ή ενεργεια W θά είναι εις Watt - Second. Τό Watt - Second είναι ή ενεργεια ή όποια καταναλίσκεται κατά την διάρκειαν 1 sec, όταν ή ισχύς είναι 1 Watt.

Έάν ή ισχύς P είναι εις W και ό χρόνος t εις ώρας (h) τότε ή ενεργεια W είναι εις Βατώρας. 1 Βατώρα (W h) είναι ή ενεργεια ή όποια καταναλίσκεται κατά την διάρκειαν μιās ώρας όταν ή παρεχομένη ισχύς ισοῦται με 1W. Μία ηλεκτρική λυχνία ισχύος 100W ή όποια είναι άνημμένη επί 2h καταναλίσει 200 Βατώρας (Wh) ενεργείας. Έφ' όσον 1 KW ισοῦται πρὸς 1000W τότε 1 Κιλοβατώρα (KWh) ισοῦται πρὸς 1000 βατώρας. Ηλεκτρικός βραστήρ ισχύος 1000W, ό όποιος είναι συνδεδεμένος πρὸς τό κύκλωμα επί 2 ώρας, καταναλίσει 2 κιλοβατώρας ενεργείας (KWh).

Η σχέσις μεταξύ της θερμικής ενεργείας και της ηλεκτρικής ενεργείας δίδεται υπό των κατωτέρω σχέσεων.

$$1 \text{ Watt} - \text{sec} = 1 \text{ joule}$$

$$\text{και } 1 \text{ joule} = \frac{1}{4,18} \text{ cal (βλέπε σελ. 241)}$$

$$\text{όποτε } H = 0,239 EI t = 0,239 I^2 R t$$

όπου H είναι ό αριθμός των θερμίδων, αί όποια αναπτύσσονται εις ένα ηλεκτρικόν κύκλωμα όταν τουτο διαρρέεται υπό ρεύματος.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1: Νά υπολογισθῆ τό εκλυόμενον ποσόν θερμότητος όταν ρεύμα έντάσεως 5A διέρχεται επί 5 min. δι' ενός ηλεκτρικού σιδήρου σιδηρώματος συνδεδεμένου πρὸς δίκτυον τάσεως 120V.

$$\text{ΔΥΣΙΣ: } 120\text{V}, I = 5\text{A}, t = 300 \text{ sec}$$

$$H = 0,239 \times 120 \times 5 \times 300 = 43020 \text{ cal}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2: Νά υπολογισθῆ τό ανά sec εκλυόμενον ποσόν θερμότητος υπό ενός βραστήρος όταν ρεύμα έντάσεως 10A διέρχεται δι' αυτού, ή δέ αντίστασις αυτού είναι 12Ω.

$$\text{ΔΥΣΙΣ: } I = 10\text{A}, R = 12\Omega, t = 1 \text{ sec.}$$

$$H = 0,239 \times 10^2 \times 12 \times 1 = 287 \text{ cal.}$$

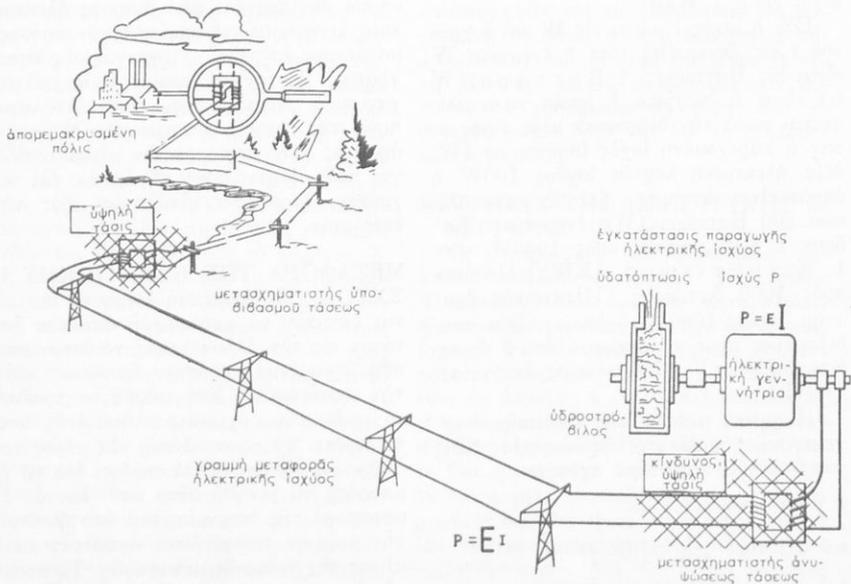
Διά την μέτρησιν της ηλεκτρικής ενεργείας χρησιμοποιούμεν ένα βαττόμετρον και έν ώρολόγιον. Βεβαίως ύπάρχουν ειδικοί μετρηταί ηλεκτρικής ενεργείας, οι όποιοι συνίστανται από μικρούς ηλεκτρικούς κινητήρας, οι όποιοι έχουν προσηρμοσμένους έπ' αυτών, μηχανισμούς καταγραφής. Η ταχύτης περιστροφής του μηχανισμού καταγραφής, είναι ανάλογος πρὸς την χρησιμοποιουμένην ισχύν. Ό αριθμός των περιστροφών είναι ανάλογος πρὸς τό γινόμενον της ισχύος επί τον χρόνον, ήτοι είναι ανάλογος πρὸς την ενεργειαν.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ. Η ηλεκτρική ενεργεια δέν είναι δυνατόν να μεταφερθη από τον ένα τόπον εις τον άλλον χωρίς να παρουσιασθῆ ώρισμένον ποσοστόν άπωλείας κατά την μεταφοράν. Ένα φορητόν τραίνον τό όποιον σύρει όχηματα πλήρη άνθρακος, θά πρέπει να καταναλίσει και μέρος του άνθρακος τον όποιον μεταφέρει διά να ήμπορέση να κινηθῆ αυτό καθ' έαυτό. Η μεταφορά της ενεργείας και υπό ηλεκτρικήν μορφήν συνεπάγεται άπώλειαν κατά μήκος της γραμμής μεταφοράς. Τό ποσόν της θερμότητος, τό όποιον παράγεται έν-

τός των αγωγών, οι οποίοι έχουν αντίστασις R θα ισούται με $0,239 I^2R$ cal/sec. Έφ' ὅσον τό, ἐπὶ τῶν γραμμῶν μεταφορᾶς, ἀναπτυσσόμενον ποσὸν θερμότητος εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως, εἶναι ἐπιθυμητόν, ἢ ἔντασις, ἢ ὅποια διαρρέει τοὺς αγωγούς μεταφορᾶς νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικροτέρα.

Ἡ ἰσχύς ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος παρέχεται ὑπὸ τῆς σχέσεως $P=EI$. Μία γεννήτρια, ἢ ὅποια παρέχει 10A ὑπὸ τάσιν 110 V παρέχει ἰσχὴν 1100W. Τὸ αὐτὸ ποσὸν ἰσχύος εἶναι δυνατόν νὰ παραχθῆ ὅμως ὑπὸ 1A καὶ 1100V ἢ ὑπὸ 100A καὶ 11V. Διὰ τῶν μετασχηματιστῶν ἐναλλασσόμενον ρεύματος (E.P.) εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ μεταβάλομεν τὴν τάσιν καὶ τὸ ρεῦμα, τὸ ὅποιον θὰ διαρρέῃ τοὺς αγωγούς, δοθείσης οὔσης τῆς ἰσχύος. Έφ' ὅσον μάλιστα οἱ μετασχηματισταὶ ἔχουν μεγάλον βαθμὸν ἀποδόσεως, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἀρκετοὺς ἀπὸ αὐτοὺς, εἰς τρόπον ὥστε νὰ μὴ ἔχωμεν σοβαρὰς ἀπωλείας ἐνεργείας. Τὸ σχῆμα 66—3 δεικνύει τὰς τυπικὰς μεταβολὰς

εἰς τὴν τάσιν καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, κατὰ μῆκος μιάς γραμμῆς μεταφορᾶς. Ἡ ἠλεκτρικὴ γεννήτρια παρέχει τὴν ἰσχὴν ὑπὸ τάσιν ἀρκετῶν χιλιάδων Volts. Ένας μετασχηματιστὴς ἀνυψώσεως τάσεως τὴν ἀνυψώνει εἰς 100.000V διὰ τὴν γραμμὴν μεταφορᾶς. Κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς αἱ ἀπώλειαι λόγῳ θερμότητος ἐλαττοῦνται διότι μὲ τὸσον ὑψηλὴν τάσιν καὶ δεδομένην τὴν παρεχομένην ἰσχὴν, ἐπιτυγχάνομεν ὥστε ἢ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τοὺς αγωγούς νὰ εἶναι πολὺ μικρά. Εἰς τὸ πέρας τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς ὑπάρχει ἕνας μετασχηματιστὴς ὑποβίβασιμῶς τῆς τάσεως, εἰς σημεῖον ὥστε νὰ εἶναι ἀσφαλῆς ἢ διανομὴ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐντός τῆς πόλεως. Ἡ τάσις αὐτὴ εἶναι συνήθως ὀλίγον μικροτέρα τῶν 1000 V. Τελικῶς ὑπάρχει καὶ δεῦτερος μετασχηματιστὴς, ὁ ὁποῖος ὑποβιβάζει τὴν τάσιν ἀκόμη περισσότερο, περίπου εἰς τὰ 120V, διὰ τὴν Εὐρώπην, ἢ 220V διὰ τὴν Ἑλλάδα. Μετὰ τὸν μετασχηματιστὴν αὐτὸν ἀρχίζει τὸ δίκτυον διανομῆς τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας χαμηλῆς τάσεως.



Σχ. 66—3 Μεταφορᾶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἰσχύος

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ήλεκτρική Ισχύς

$$P = EI = I^2R$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

Βαττόμετρον

Watt - Second, βαττώρα, κιλοβαττώρα

Ήλεκτρική ενέργεια

$$W = Pt = EIt = I^2Rt$$

$$H = 0,239 \text{ EIt} = 0,239 \text{ I}^2Rt$$

Μεταφορά τής ηλεκτρικής ισχύος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Αναφέρατε μερικά παραδείγματα παραγωγής έργου υπό ηλεκτρικού ρεύματος.
2. Τι προσδιορίζει την ισχύν μιᾶς ὀδαπώσεως;
3. Διατί ἡ ηλεκτρική ἐνέργεια μιᾶς φορτισμένης ῥάβδου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμιος δὲν εἶναι δυνατόν νά χρησιμοποιηθῆ εἰς ἕνα ηλεκτρικόν κώδωνα;
4. Αναφέρατε δύο ἐξισώσεις τῆς ισχύος, ἡ ὅποια καταναλίσκεται εἰς ἕν ηλεκτρικόν κύκλωμα.
5. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖόν εἶναι δυνατόν νά μετρηθῆ ἡ ισχύς, τῇ βοηθείᾳ ἐνὸς βολτομέτρου καὶ ἐνὸς ἀμπερομέτρου.
6. Περιγράψατε ἐν βαττόμετρον.
7. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξύ ισχύος καὶ ἐνεργείας;
8. Ὄνομάσατε καὶ ὀρίσατε μερικὰς μονάδας ισχύος καὶ ἐνεργείας.
9. Ποία ἡ ἐξίσωσις διὰ τὴν ἀπώλειαν θερμότητος ἐντὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ;
10. Περιγράψατε τὴν λειτουργίαν ἐνὸς μετρητοῦ ηλεκτρικῆς ἐνεργείας.
11. Διατί ἡ ηλεκτρικὴ ισχύς μεταφέρεται ὑπὸ ὕψηλὴν τάσιν;
12. Διατί θὰ πρέπει ἡ γραμμὴ μεταφορᾶς νά ἔχη μικρὰν ἀντίστασιν;
13. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖόν οἱ μετασχηματιστὰί χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς γραμμὰς μεταφορᾶς ισχύος.
14. Σχηματίσατε ἐν διάγραμμα ἐνὸς τυπικοῦ κυκλώματος ἀπὸ τὸν ὕδροηλεκτρικὸν σταθμὸν εἰς μίαν ἀπομακροσμένην πόλιν.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

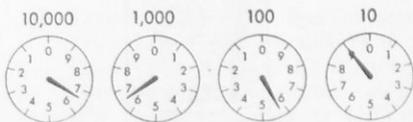
1. Διατί μία μεγάλη γεννήτρια παράγει μεγαλύτεραν ισχύν ἀπὸ ἕν ξηρὸν στοιχείον;
2. Διατί χρησιμοποιοῦνται ἐναλλασσόμενα ρεύματα περισσότερον ἀπὸ τὰ συνεχῆ διὰ βιομηχανικοὺς σκοπούς;
3. Διατί αἱ γραμμαὶ μεταφορᾶς ἀναρτῶνται ἀπὸ ὕψηλοὺς πύργους;
4. Διατί 4 ξηρὰ στοιχεῖα συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ δὲν εἶναι δυνατόν νά θέσουν εἰς κίνησιν τὴν μηχανὴν ἐνὸς αὐτοκινήτου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Πόσας κιλοβαττώρας ηλεκτρικῆς ἐνεργείας χρησιμοποιεῖτε εἰς τὸ σπίτι σας; Εἶναι ἀρκετὰ ἐνδιαφέρον νά ἐξετάσατε τὸν μετρητὴν ηλεκτρικῆς ἐνεργείας τὸν ὁποῖόν ἔχετε μελετῶντες τὸν λογαριασμὸν τοῦ ρεύματος τῆς ηλεκτρικῆς ἐταιρείας.

Ἐνας τυπικὸς μετρητὴς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας ἔχει 4 δείκτας ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 66—4. Οἱ δείκται τῶν 4 κλιμάκων συνδέονται μὲ κινητήρα, ὁ ὁποῖος εὐρίσκειται εἰς τὸ ἔσωτερικὸν τοῦ μετρητοῦ μὲ ἕν σύστημα ὀδοντωτῶν τροχῶν. Ὁ δείκτης τῶν 100 κιλοβαττωρῶν ἐκτελεῖ μίαν πλήρη περιστροφὴν εἰς τὸ ἀπὸ χρόνικὸν διάστημα ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ὁ δείκτης τῶν 10 κιλοβαττωρῶν ἐκτελεῖ 10 πλήρεις περιστροφάς. Ὁ δείκτης 1000 κιλοβαττωρῶν ἐκτελεῖ μίαν πλήρη περιστροφὴν διὰ κάθε 10 περιστροφάς, τὰς ὁποίας ἐκτελεῖ ὁ δείκτης τῶν 100 κιλοβαττωρῶν. Ὁ μετρητὴς τοῦ σχήματος 66—4 δεικνύει τώρα κατανάλωσιν 6659 κιλοβαττωρῶν. Σημειώσατε τὸν ἀριθμὸν τῶν κιλοβαττωρῶν, τὸν ὁποῖον δεικνύει ὁ μετρητὴς τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας τῆς οἰκίας σας καὶ προσπαθήσατε νά βεβαιωθῆτε ἕν ὁ νέος λογαριασμὸς σας εἶναι ὀρθ-



Σχ. 66—4. Οἱ δείκται ἐνὸς μετρητοῦ ηλεκτρικῆς ἐνεργείας.

θός. Συνήθως τὸ κόστος τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖτε.

Συνήθως ὑπάρχει μία τιμὴ διὰ τὴν ηλεκτρικὴν ἐνέργειαν ἐφ' ὅσον χρησιμοποιεῖται ἓνα κατώτατον ὄριον κιλοβαττωρῶν. Ὅσον περισσότερα ηλεκτρικὴ ἐνέργεια καταναλισκεται, τόσον ἡ τιμὴ μὴνῶδός τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας πῖπτει.

2.

Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Ἡ πλέον σημαντικὴ ἀρχὴ τῆς φυσικῆς, εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Γνωρίζομεν ἀρκετὰ στοιχεῖα ὥστε νὰ ἐκτελέσωμεν ἓν πείραμα, τὸ ὁποῖον καταδεικνύει τὴν ἀρχὴν αὐτήν, ἥτοι, τῆς μετατροπῆς τῆς ηλεκτρικῆς Ἐνεργείας εἰς Θερμικὴν Ἐνέργειαν. Πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται ἓν δοχεῖον ἐκ κασιτίτου, ἓνας ηλεκτρικὸς λαμπτήρ τῶν 40 ἢ 60 W, ἓν ὄρολόγιον καὶ ἓν κοινὸν θερμομέτρον. Ρίψατε 473 gr ὕδατος, (ἓν PINT) ἐντὸς τοῦ δοχείου. Αἱ διαστάσεις τοῦ δοχείου θὰ πρέπει νὰ εἶναι τοιαῦτα ὥστε, τὸ ὕδωρ νὰ καλύπτῃ τὰ $\frac{2}{3}$ τῆς χωρητικότητός του. Μετρήσατε τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος ἀναδεύοντες τὸ θερμομέτρον ἐντὸς αὐτοῦ καὶ καταγράψατε τὴν θερμοκρασίαν του. Βυθίσατε τὸν ηλεκτρικὸν λαμπτήρα ἐντὸς τοῦ ὕδατος οὕτως ὥστε, ὁ βολβὸς αὐτοῦ νὰ εὑρίσκειται ἐν ἐπαφῇ μὲ τὸ ὕδωρ ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 66—5. Προσηγομένως θὰ πρέπει νὰ τὸν ἀνάψετε καὶ νὰ τὸν κρατήσετε ἐπὶ ἀρκετὸν διάστημα ἀνημμένον, ὥστε ὁ ηλεκτρικὸς λαμπτήρ νὰ θερμανθῇ ἐπαρκῶς. Θέτοντες τὸν δείκτην τοῦ χρονόμετρον εἰς 0

sec βυθίσατε τὸν λαμπτήρα ἐντὸς τοῦ ὕδατος ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 66—5. Μὴ ἀφήσετε νὰ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν τὸ ὕδωρ μὲ τὸ σημεῖον συνδέσεως τοῦ λαμπτήρος καὶ τοῦ σώματος. Εἰς τὸ τέλος ἀκριβῶς δύο λεπτῶν (min) ἀνασύρατε τὸν ηλεκτρικὸν λαμπτήρα, ἀναδεύσατε καλῶς τὸ ὕδωρ καὶ λάβετε τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Μὲ τὰ δεδομένα αὐτὰ εἰμῶθα εἰς θέσιν νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ηλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία κατηναλώθη καὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπεροφῆθη ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

Θὰ ὑποθέσωμεν ὅτι ἓν ἀμελητέον ποσὸν ἐνεργείας ἐχάθη ὑπὸ μορφὴν φωτός ἴδου τὰ ἀποτελέσματα ἐνὸς πραγματικοῦ πειράματος.

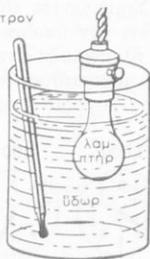
Ποσότης ὕδατος	1 pt = 473 gr
Πρώτη θερμοκρασία	79°F
Δευτέρα θερμοκρασία	83.5°F
Ἡλεκτρικὸς λαμπτήρ ἰσχύος	40 W
Χρόνος	2 min = 120 sec

Ἡ προσδιδομένη ηλεκτρικὴ ἐνέργεια ἰσοῦται πρὸς $40 \times 120 = 4800 \text{ WS}$ ἢ πρὸς $0,239 \times 4800 = 1150 \text{ cal}$.

Ἡ ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος θερμότης ἰσοῦται μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν γραμμαρίων τοῦ ὕδατος ἐπὶ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας εἰς βαθμοὺς Κελσίου. Ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας εἶναι $83,5 - 79 = 4,5^\circ \text{F}$. Εἰς βαθμοὺς Κελσίου τοῦτο ἰσοῦται πρὸς $4,5 \times \frac{5}{9} = 2,5^\circ \text{C}$. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀπορροφηθεισῶν θερμίδων ἰσοῦται πρὸς $473 \times 2,5 = 1.180 \text{ cal}$.

Αἱ δύο εὑρεθεῖσαι τιμαὶ ἥτοι 1150 cal καὶ 1180 cal δὲν εἶναι ἴσαι. Δὲν συμφωνοῦν. Ἐπάρχει μία μικρὰ διαφορὰ, ἡ ὁποία γίνεται πλέον ἀντιληπτὴ εἰς ἑκατοστιαίαν ἀναλογίαν. Ἡ διαφορὰ αὕτη ὀφείλεται εἰς λάθος τῶν μετρήσεων. Ἐπάρχει πάντοτε σφάλμα μετρήσεως. Τὴν πρώτην φοράν κατὰ τὴν ὁποίαν θὰ ἔκτελέσετε τὸ πείραμα πιθανὸν νὰ εὑρετε πολὺ μεγαλύτερον σφάλμα μετρήσεως, ὅσον δὲ ἐπαναλαμβάνετε τὸ πείραμα αὐτὸ τόσον θὰ παρατηρήτε ὅτι τὸ σφάλμα αὐτό, εἶναι μικρότερον καὶ αἱ τιμαὶ τὰς ὁποίας θὰ προσδιορίζετε θὰ τείνουν ὁλοκρῶς πρὸς μίαν. Ἡ ἰκανότης ἐκτελέσεως πειραμάτων ἀκριβεστά εἶναι ἀπὸ τὰς σημαντικώτερας ἰκανότητάς ἐνὸς ἐπιστήμονος.

Θερμοόμετρον



Σχ. 66—5. Μετατροπὴ τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμικὴν ἐνέργειαν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α.

1. Η αντίσταση ενός ηλεκτρικού λαμπτήρος είναι 55W. Πόσην ισχύον καταναλώνει ούτος όταν συνδεθῆ εἰς κύκλωμα τάσεως 110V;
2. Ποία ἡ αντίσταση ηλεκτρικοῦ λαμπτήρος ἰσχύος 110W ὅταν οὗτος συνδεθῆ εἰς ρεῦμα τάσεως 110V;
3. Ποία ἡ ἔντασις ἢ ὁποία διαρρέει ἡλεκτρικὸν βραστήρα ἰσχύος 400W, ὃ ὁποῖος συνδέεται πρὸς γραμμὴν τάσεως 110V;
4. Ἴσχύς 300W ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸν κινητήρα μηχανῆς αὐτοκινήτου. Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἔντασις ἢ παρεχομένη ὑπὸ μπαταρίας τάσεως 6V, ἢ ὁποία παρέχει τὴν ἀνωτέρω ἰσχύον;
5. Γραμμὴ μεταφορᾶς ἔχει ὀλικὴν ἀντίστασιν 0,5Ω. Ὄταν τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διαρρέει τὴν γραμμὴν ταύτην εἶναι 200A, ποία ἡ ἀπώλεια ἰσχύος κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς; ('Απαν. 20 kw).
6. Κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς μηνὸς αἱ ἀκόλουθοι ἡλεκτρικαὶ ἐνέργειαι καταναλώθησαν εἰς μίαν οἰκίαν:
Τρεῖς ηλεκτρικοὶ λαμπτήρες τῶν 25 W ἦσαν ἀνημμένοι ἐπὶ 100 ὥρας ἕκαστος.
Δύο ηλεκτρικοὶ λαμπτήρες τῶν 50W ἦσαν ἀνημμένοι ἐπὶ 100 ὥρας ἕκαστος.
Ἐν ηλεκτρικὸν σίδηρον ἰσχύος 600 W ἐχρησιμοποίηθῃ ἐπὶ 10 ὥρας.
Εἰς ηλεκτρικὸς κινητῆρ τῶν 200W ἐχρησιμοποίηθῃ ἐπὶ 5 ὥρας.
Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῆ ὁ ἀριθμὸς τῶν καταναλωθεισῶν κιλοβαττωρῶν.
7. Ἐὰν ἡ κιλοβαττῶρα κοστῆ μίαν δραχμὴν, πόσος θὰ εἶναι ὁ λογ)σμός τοῦ ηλεκτρικοῦ ἐὰν λαμπτήρ τῶν 100 W ἀνάπτεται ἐπὶ 2 ὥρας ἡμερησίως ἐπὶ 30 ἡμέρας;
8. Ἐὰν ἡ κιλοβαττῶρα κοστῆ μίαν δραχμὴν ποῖον θὰ εἶναι τὸ κόστος χρήσεως ἐνὸς ηλεκτρικοῦ σιδήρου, τοῦ ὁποῖου ἡ ἀντίστασις εἶναι 22Ω, καὶ τὸ ὁποῖον συνδέεται εἰς γραμμὴν τάσεως 110V, ἐπὶ 5 ὥρας;

9. Κινητῆρ συνεχοῦς ρεύματος παρέχει ἰσχὸν 5 HP, ὅταν εἶναι συνδεδεμένος μὲ ηλεκτρικὸν κύκλωμα τάσεως 220V. Ἐὰν ὁ συντελεστῆς ἀποδόσεως αὐτοῦ εἶναι 0,8 ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον τὸν διαρρέει. ('Απάντησις 21,2A.)
10. Ποία εἶναι ἡ μεγαλύτερα ἰσχύς, ἢ ποία δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ, εἰς κύκλωμα τάσεως 100V χωρὶς νὰ καταστρέψῃ τὴν ἀσφάλειαν 100A;

Β

11. Πόση εἶναι ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης ηλεκτρικοῦ σιδήρου τὸ ὁποῖον λειτουργεῖ ἐπὶ 10 sec καὶ τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένος μὲ ηλεκτρικὸν κύκλωμα 5 A καὶ τάσεως 110V;
12. Πόσον ρεῦμα πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ ἀντίστασιν 15Ω οὔτως ὥστε νὰ ἐκλυθῆ ποσότης θερμότητος 2400 cal ἐντὸς 1 sec;
13. Ποία ἡ ἀντίστασις ηλεκτρικοῦ βραστήρος, ὃ ὁποῖος παράγει 720 cal/min ὅταν δι' αὐτοῦ διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως 2A;
14. 4A διέρχονται δι' ηλεκτρικοῦ βραστήρος τοῦ ὁποῖου ἡ ἀντίστασις εἶναι 27,5Ω. Πόσας θερμίδας θερμότητος ἀποδίδει ἀνὰ 1 sec;
15. Πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 10A ἢ δὲ ἀντίστασις του εἶναι 10Ω. Τοῦτο ἐμβαπτίζεται ἐντὸς 1 kg ὕδατος. Εἰς πόσον χρόνον ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ ἀνυψωθῆ ἀπὸ 0°C εἰς 24°C;
16. Συγκρίνατε τὸν ἀριθμὸν τῶν χιλογράμμων ἐνεργείας τὰ ὁποία δυνατὸν νὰ ἀγορασθοῦν μὲ 5 δραχ. ὑπὸ μορφῆν: α) ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ὅταν τὸ κιλοβαττῶριον τιμᾶται 2,5 δραχ. καὶ β) ὑπὸ μαρφήν βενζίνης ὅταν ἐν γαλλόνιον βενζίνης τιμᾶται 25 δραχ. καὶ ἀποδίδει 110.000 BTU.
17. Γραμμὴ μεταφορᾶς ἔχει συνολικὴν ἀντίστασιν 100Ω. Συγκρίνατε τὸ ποσοστὸν τῆς ἀπωλείας εἰς θερμότητα, ὅταν ἡ γραμμὴ διαρρέεται ὑπὸ ἐνὸς KW ἰσχύος ὑπὸ τάσιν α) 110V καὶ β) 33.000V.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

Σχεδόν ὅλη ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦμεν προέρχεται ἀπὸ μετατροπὴν μηχανικῆς ἐνεργείας εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν διὰ τῆς χρήσεως τῶν γεννητριῶν. Ὑδροπομπώσεις, ἐκτονώσεις ἀτμοῦ, καὶ ἄνεμοι, χρησιμοποιοῦνται συχνάκις διὰ νὰ ἐξασκήσουν τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν περιστροφὴν τῶν στροβίλων, οἱ ὅποιοι κινοῦν τὰς γεννητρίδας. Ἀλλὰ τί ἀκριβῶς «γεννοῦν» αἱ γεννήτριαι; Γεννοῦν ἠλεκτρισμόν; Ἐφ' ὅσον ἡ ὕλη εἶναι ἠλεκτρικῆς ὕφης, αἱ γεννήτριαι δὲν μποροῦν νὰ «γεννήσουν» ἠλεκτρισμόν. Εἰς τὸ κεφάλαιον αὐτὸ θὰ προσπαθήσωμεν νὰ ἀναπτύξωμεν περισσότερον λεπτομερῶς τὴν ἀρχήν, ἡ ὁποία περιλαμβάνεται εἰς τὴν οὐσίαν μεταξὺ γεννητριῶν καὶ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον ἐπίσης θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιήσετε τὴν φαντασίαν σας διὰ ν' ἀντιληφθῆτε ὠρισμένα ἀπὸ τὰ φαινόμενα τὰ ὁποῖα περιγράφονται. Πάντοτε πρέπει νὰ ἐνθυμῆσθε, ὅταν ἐκτελήτε ἠλεκτρικὰ πειράματα, ὅτι ἀπαιτεῖται μεγάλη προσοχὴ καὶ μεθοδικότης.

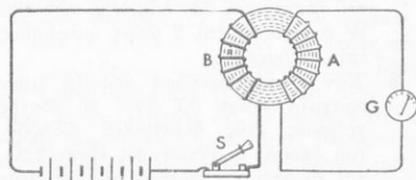
ΕΔΑΦΙΟΝ 67. Παραγωγὴ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὑπὸ μαγνητικού πεδίου.

Ὁ MICHEL FARADAY. Ὁ Michel Faraday ἐγεννήθη τὸ 1791. Μικρὸς, πτωχὸς καὶ μετρίως μορφώσεως, κατώρθωσε νὰ γίνῃ μαθητευόμενος εἰς ἓν βιβλιοδετεῖον. Διαβάσοντας ὅμως τὰ ἐπιστημονικὰ βιβλία, τὰ ὁποῖα περνοῦσαν ἀπὸ τὰ χεῖρα του ἀνέπτυξε ἕνα ὄξυ ἐνδιαφέρον διὰ τὴν ἐπιστήμην. Ἐξησφάλισε μίαν θέσιν εἰς τὸ Royal Institute τῆς Ἀγγλίας, ἕνα ἀπὸ τὰ πλέον φημισμένα ἐπιστημονικὰ ἰδρύματα. Τὸ 1815 ἤρξατο μίαν σειρὰν πειραμάτων. Ἀκολουθῶν τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ Oersted, κατὰ τὴν ὁποίαν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχει μαγνητικὴν ἐπίδρασιν, ὁ Faraday ἐξετέλεσε πειράματα διὰ νὰ παραγάγῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀπὸ ἕνα μαγνήτην. Μετὰ πολλὰ ἔτη προσεκτικῆς ἐργασίας, τὰ πειράματά του ἐστέφθησαν ὑπὸ ἐπιτυχίας.

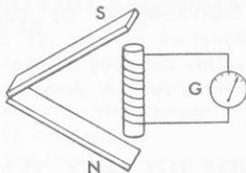
Εἰς τὸ πρῶτον ἐπιτυχές του πείραμα ὁ Faraday περιέτιλλε δύο πηνία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σιδηροῦ δακτυλίου (Σχῆμα 67—1). Τὰ πηνία αὐτά, Α καὶ Β, ἦσαν μωνομέταλλα ἀπὸ τὸν σιδηρῶν δακτύλιον καὶ

μεταξὺ τῶν. Τὸ πηνίον Α συνεδέθη πρὸς ἓν γαλβανόμετρον, ἐνῶ τὸ πηνίον Β συνεδέθη πρὸς τὴν πηγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ὁ Faraday παρατήρησε μίαν στιγμιαίαν ἀπόκλισιν τοῦ γαλβανομέτρου κατὰ τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ διακόπτης τοῦ κυκλώματος ἤνοιγε ἢ ἐκλείε. Μετὰ τὸ στιγμιαῖον τοῦτο ρεῦμα, δὲν ὑπῆρχε οὐδεμία ἔνδειξις τοῦ γαλβανομέτρου ἕως ὅτου τὸ πηνίον Β ἀπεμονοῦτο ἀπὸ τὴν πηγὴν.

“Ὅταν ὁ διακόπτης S ἤνοιγε, παρατηρεῖτο καὶ πάλιν μία ἀπόκλισις εἰς τὸ γαλ-



Σχ. 67—1. “Ὅταν ὁ διακόπτης ἀνοίγῃ ἢ κλείῃ, ρεῦμα ἐπάγεται εἰς τὸ πηνίον Α.



Σχ. 67—2. Έάν μεταβάλλωμεν τὸ μαγνητικὸν πεδίου διὰ μέσου τοῦ πηνίου γεννᾶται ρεύμα ἐξ ἐπαγωγῆς.

βανόμετρον καὶ μάλιστα τὴν φορὰν αὐτὴν ἢ ἀπόκλισις ἦτο ἀντιθέτου κατευθύνσεως ἀπὸ ἐκείνην τὴν ὁποίαν εἶχεν ὅταν ὁ διακόπτης ἔκλειε. Καὶ πάλιν εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ ρεῦμα ἦτο μόνον στιγμιαίον.

Εἰς τὸ δευτέρον του πείραμα, ὁ Faraday περιετύλιξε τὸ πηνίον περίξ σιδηροῦ πυρήνος ἔχοντος μορφήν ράβδου, καὶ συνέδεσε τὰ ἄκρα αὐτοῦ μὲ ἓν γαλβανόμετρον.

Ἀκολούθως ἐτοποθέτησε δύο μαγνήτας ὡς εἰς τὸ σχῆμα 67-2 ἐμφαίνεται. Ὁσάκις ἐπλησίαζε τοὺς μαγνήτας πρὸς τὸν πυρήνα τοῦ πηνίου καὶ ὁσάκις τοὺς ἀπέμακρυνε παρατήρησεν ὅτι ὑπῆρχε ἀπόκλισις εἰς τὸ γαλβανόμετρον. Ὅπως καὶ εἰς τὸ πρῶτον πείραμα τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα δὲν ἦτο μόνιμον ἀλλὰ μόνον στιγμιαίον. Ἐξ ἄλλου ὁ Faraday κατέληξεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὁ μαγνητισμὸς δύναται νὰ μετατραπῆ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

Εἰς τὸ τρίτον πείραμα ὁ Faraday περιετύλιξε τὰ δύο πηνία περίξ ξυλίνου πυρήνος ἀντὶ σιδηροῦ. Ὡς καὶ προηγουμένως τὸ ἐν ἀπὸ τὰ πηνία ἦτο συνδεδεμένον μὲ γαλβανόμετρον ἐνῶ τὸ δεύτερον μὲ τὴν πηγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ὁ Faraday ἀνέφερε: «Ἐνα ξαφνικὸν τίναγμα τοῦ δείκτου τοῦ γαλβανομέτρου παρατηρεῖτο ὅταν ἡ μπαταρία συνεδέετο μὲ τὸ ἐν πηνίον καὶ ὁσάκις ἀπεμονοῦτο. Τὸ τίναγμα τοῦτο ἦτο τόσο ἀσθενὲς ὥστε μετὰ βίας ἦτο ὁρατόν. Αἱ ἀποκλίσεις τοῦ δείκτου τοῦ γαλβανομέτρου ἦσαν ἀντιθέτου φορᾶς, ὡς καὶ προηγουμένως, ὁσάκις ἔκλειε ἢ ἤνοιγε ὁ διακόπτης, ὁ ὁποῖος συνέδεε τὴν μπαταρίαν μὲ τὸ πηνίον. Εἰς τὰ ἐνδιάμεσα χρονικὰ διαστήματα ὁ δείκτης τοῦ γαλβανόμετρου ἦτο ἐν τῇ μέσῃ θέσει.»

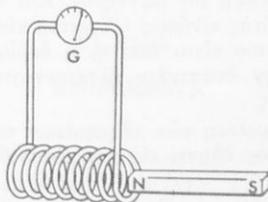
μέτρον ἦτο εἰς τὴν οὐδετέραν θέσιν.

Τὸ τέταρτον πείραμα τοῦ Faraday ἀπέδωσε τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα. Διὰ ὀθήσεως ἐνὸς μονίμου μαγνήτου ἐκ χάλυβος ἐντὸς πηνίου ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 67-3.

Ἡ ἀπόκλισις τοῦ γαλβανομέτρου λαμβάνει χώραν μόνον ὅταν ὁ μαγνήτης εἰσέρχεται ἢ ἐξέρχεται τοῦ πηνίου. Ὅταν ὁ μαγνήτης εὐρίσκειτο ὅλος ἐντὸς τοῦ πηνίου ἢ εἰς ἐνδιάμεσον θέσιν ἀλλὰ ἀκίνητος, τότε οὐδεμία ἀπόκλισις τοῦ δείκτου τοῦ γαλβανομέτρου ἐσημειοῦτο.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ. Ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ Ἐπαγωγή καλεῖται ἡ μέθοδος γενέσεως ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς ἐξ ἐνὸς μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐάν παρατηρήσωμεν προσεκτικῶς, τὰ πειράματα τοῦ Faraday, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα τὸ δημιουργούμενον εἰς τὰ πηνία γεννᾶται μόνον λόγῳ τῆς μεταβολῆς τῆς ροῆς τῆς διερχομένης δι' αὐτῶν.

Ὅταν ὁ διακόπτης S (σχῆμα 67-1) κλείη, τότε ρεῦμα ἀπὸ τὴν μπαταρίαν διαρρέει τὸ πηνίον D καὶ μαγνητίζει τὸν σιδηρὸν πλακοῦντα. Κατὰ τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ διακόπτης κλείει, τὸ ρεῦμα τὸ διερχόμενον δι' αὐτοῦ δὲν ἔχει τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν ἀλλὰ φθάνει ταχέως εἰς τὴν μεγίστην καὶ σταθερὰν αὐτοῦ τιμὴν. Καθὼς τὸ ρεῦμα αὐξάνει, τὸ μαγνητικὸν πεδίου τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται ἐντὸς τοῦ σιδήρου, αὐξάνει. Ἡ αὔξησις τῆς μαγνητικῆς ροῆς (ἡ ὁποία δεικνύεται διὰ τῶν διακεκομμένων γραμμῶν) διέρχεται διὰ τοῦ πηνίου A καὶ ἐπάγει εἰς αὐτὸ μίαν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν (ΗΕΔ). Ἡ αὔξησις τῆς μαγνητικῆς ροῆς, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τοῦ πηνίου



Σχ. 67—3. Ὅταν ὁ μαγνήτης εἰσέρχεται ἢ ἐξέρχεται τοῦ πηνίου γεννᾶται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς.

νίου τούτου δημιουργεί τὸ ρεύμα, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὴν ἀπόκλιση τοῦ δείκτη τοῦ γαλβανόμετρον. Ὄταν τὸ ρεύμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ πηνίον Β ἔχη σταθερὰν τιμὴν, τὸ μαγνητικὸν πεδῖον διὰ τοῦ πηνίου Α ἔχει καὶ τοῦτο σταθερὰν τιμὴν καὶ συνεπῶς δὲν ἐπάγεται πλέον ΗΕΔ. Ἀκόμη καὶ ἂν 100Α διέρχωνται διὰ τοῦ πηνίου Β προκαλοῦντα ἰσχυρὰν μαγνητικὴν ροὴν, διὰ τοῦ Α δὲν θὰ ἐπάγεται ΗΕΔ, ἐφ' ὅσον τὸ ρεύμα ἔχει σταθερὰν τιμὴν. Ὄταν ὁ διακόπτης S ἀνοιχθῆ, τὸ ρεύμα διὰ τοῦ πηνίου Β ταχέως ἐλαττοῦται. Καθὼς ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος πῦπτε ἡ μαγνητικὴ ροὴ ἢ ὁποῖα δημιουργεῖται ἐπίσης ἐλαττοῦται. Ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου τοῦ πηνίου Α εἶναι ἐκεῖνη ἢ ὁποῖα προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν ΗΕΔ. Εἰς τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 67-2, ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πηνίου τοῦ συνδεδεμένου μὲ τὸ γαλβανόμετρον μεταβάλλεται, ὁσάκις ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος τῶν μαγνητῶν, κινεῖται. Ὄταν οἱ Ν καὶ S πόλοι ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν σιδηροῦν πυρῆνα τοῦ πηνίου, τότε ἡ ροὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ πηνίου εἶναι ἡ μεγίστη. Ὄταν ἀντιθέτως οἱ Ν καὶ S πόλοι τῶν μαγνητῶν, ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὸν πυρῆνα, ἡ μαγνητικὴ ροὴ, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ πηνίου, ἐλαττοῦται. Αἱ μεταβολαὶ τῆς αὐξήσεως ἢ ἐλαττώσεως τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ τοῦ πυρῆνος τοῦ πηνίου, εἶναι ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν τὴν ἀνάπτυξιν τῆς ἠλεκτρογενετικῆς δυνάμεως ἐντὸς αὐτοῦ.

Εἰς τὸ πείραμα, τὸ ὁποῖον ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 67-3, ὁ μαγνήτης δυνατὸν νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς τοῦ πηνίου ἢ τὸ πηνίον νὰ καλύψῃ τὸν μαγνήτην. Καὶ κατὰ τὰς δύο αὐτὰς κινήσεις ἢ σχετικὴ κίνησις τοῦ μαγνήτου εἶναι ἐκεῖνη, ἡ ὁποῖα προκαλεῖ τὴν ἀνάπτυξιν ἠλεκτρογενετικῆς δυνάμεως.

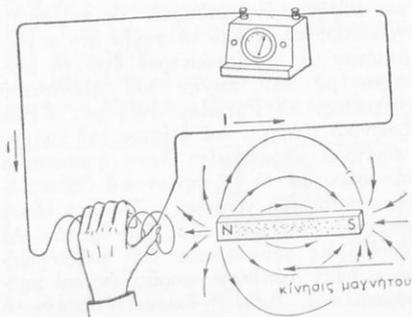
Ἡ μελέτη τῶν πειραμάτων τοῦ Faraday μᾶς ὁδηγεῖ εἰς τὴν ἀκόλουθον πρότασιν.

Ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δυνάμις ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργεῖται εἰς ἓν πηνίον, ὁσάκις μεταβάλλεται ἢ δι' αὐτοῦ διερχομένη μαγνητικὴ ροὴ.

ταὶ νὰ διατυπωθῆ καὶ ὡς ἀκολουθῶς: Ἡλεκτρογενετικὴ δυνάμις ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργεῖται ἐπὶ ἐνὸς ἀγωγοῦ, διὰν ὁ ἀγωγὸς οὗτος κινήται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου.

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ LENZ. Ὁ Νόμος οὗτος ἔχει σπουδαιοτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς φοράς τοῦ ἐξ ἐπαγωγῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ διατυπῶνται ὡς ἐξῆς: Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύμα ἔχει φοράν τοιαύτην ὥστε νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν αἰτίαν ἢ ὁποῖα τὸ παράγει.

Ἄς θεωρήσωμεν τὸ πείραμα τῆς παραγωγῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ τῆς μετακινήσεως μονίμου μαγνήτου. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου, προκαλεῖται αὐξήσις τῆς μαγνητικῆς ροῆς. Συμφώνως πρὸς τὸν ν. τοῦ Lenz, τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύμα, πρέπει νὰ ἔχη φοράν τοιαύτην ὥστε νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς μαγνητικῆς ροῆς, δηλαδὴ εἰς τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ μαγνήτου. Διὰ τοῦτο ἡ φορά τοῦ ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς πρέπει νὰ εἶναι τοιαύτη ὥστε, νὰ ἀναπτύξῃ εἰς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ πηνίου βόρειον πόλον, ὁ ὁποῖος καὶ θὰ ἀπωθῆσθαι τὸν βόρειον πόλον τοῦ εἰσερχομένου μαγνήτου. Τὸ ἀντίθετον θὰ συμβῆ ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν μαγνήτην, διότι τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύμα πρέπει νὰ ἔχη φοράν τοιαύτην ὥστε, νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν ἐλάττωσιν τῆς μαγνητικῆς ροῆς.



Σχ. 67-4. Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύμα ἀντιτίθεται εἰς τὴν αἰτίαν ἢ ὁποῖα τὸ παράγει.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Τά πειράματα του Faraday
 'Ηλεκτρομαγνητική Έπαγωγή
 'Η Διεύθυνσις τής 'Ηλεκτρεγερτικής Δυνάμειος
 'Ο Νόμος του Lenz

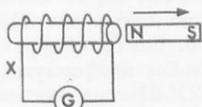
Ε. ΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ήτο ή ανακάλυψις του Oersted;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ήλεκτρομαγνητικήν έπαγωγήν;
3. Περιγράψατε τὰ 4 πειράματα, κατὰ τὰ όποία ό Faraday παρήγαγε ΗΕΔ έξ έπαγωγής με έν μαγνητικόν πεδιον.
4. Έξηγήσατε διατί αί άποκλίσεις του γαλβανόμετρου κατὰ τὰ πειράματα του Faraday ήσαν μόνον στιγμαϊαί.
5. Ποίαι είναι αί συνθήκαι, κατὰ τὰς όποίας μαγνητικόν πεδιον έπάγει ήλεκτρικόν ρεύμα;
6. Διατί τό έξ έπαγωγής δημιουργούμενον ρεύμα εις έν πηνιον, όταν πλησιάσωμεν εις αυτό μαγνήτην, αλλάσσει φοράν όταν άπομακρύνωμεν από αυτό τήν μαγνήτην;
7. Διατυπώσατε τόν Νόμον του Lenz.
8. Έξηγήσατε διατί ό Νόμος του Lenz άποτελεί μίαν ειδικήν έφαρμογήν τής άρχής τής διατηρήσεως τής ένεργείας.

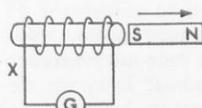
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποιοι άλλοι τρόποι ύπάρχουν δια νά παράγωμεν ήλεκτρεγερτικήν δύναμιν εκτός τής ήλεκτρομαγνητικής έπαγωγής;
2. Έξηγήσατε κατὰ ποιόν τρόπον θα πρέπει έν πηνιον νά περιστραφή έντός του γηίνου μαγνητικού πεδίου ούτως ώστε νά δημιουργηθή ρεύμα έξ έπαγωγής;
3. Κατὰ ποιόν τρόπον τὰ παράσιτα των γραμμών μεταφοράς έπηρεάζουν τὰ κυκλώματα τηλεφώνου και τούς δέκτας ραδιοφώνων;
4. Διατί πρέπει νά καταβληθή προσπάθεια δια νά μεταβληθώμεν έν σιμαίον...

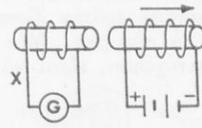
- τινον πλαίσιον κατὰ μήκος ένός μαγνητικού πεδίου;
5. Έν πηνιον συνδέεται με πηγήν ήλεκτρικής ένεργείας μέσω ένός διακόπτου. Όταν ό διακόπτης είναι κλειστός ρεύμα έξ έπαγωγής γεννᾶται εις δεύτερον πηνιον, τó όποιον εύρίσκειται πλησιον του πρώτου. Όταν ό διακόπτης άνοίγη, έπάγεται και πάλιν ρεύμα εις τó δεύτερον πηνιον άντιθέτου όμως φοράς του πρώτου. Έξηγήσατε τó φαινόμενον βάσει του Νόμου του Lenz.
 6. Έάν ό μαγνήτης του σχήματος 67-4 διαπεράσση τó πηνιον πόσαι μεταβολαι θα παρατηρηθούν εις τó έξ έπαγωγής παραγόμενον ρεύμα;
 7. Ποία είναι ή φορά του έξ έπαγωγής ρεύματος, τó όποιον διαρρέει τὰ πηνία F εις τὰς κατωτέρω εικόνας; Τά βέλη δεικνύουν τήν κίνησιν του μαγνήτου εις εκάστην περίπτωση.



(a)



(b)



(c)

Σχ. 67-5.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πηνιον περιστρέφεται με σταθεράν γωνιακήν ταχύτητα έντός του γηίνου μαγνητικού πεδίου. Κατὰ τήν κίνησιν παράγεται ΗΕΔ έξ έπαγωγής 0,05V και ρεύμα έντάσεως 0,03A διαρρέει τó πηνιον. Ποση ή παραγόμενη ισχύς;

2. Ὑπενθυμιζομένου ὅτι $1 \text{ HP} = 75 \text{ kgm/sec} = 368 \text{ W}$, πόσα kgm/sec απαιτούνται διὰ τὴν παραγωγή ἢ ἰσχύος τοῦ προβλήματος 1 μὲ δεδομένον βαθμὸν ἀποδόσεως 100 %;

3. Ἐὰν δύναμις 1 lb ἀπαιτῆται διὰ τὴν κίνησιν ἐνὸς ἀγωγοῦ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μὲ ταχύτητα 5.5 ft/sec ἐνῶ δημιουργεῖται τάσις 1 Volt , πόσα A διαρρέουν τὸν ἀγωγόν;

ΕΔΑΦΙΟΝ 68. Γεννήτριαι.

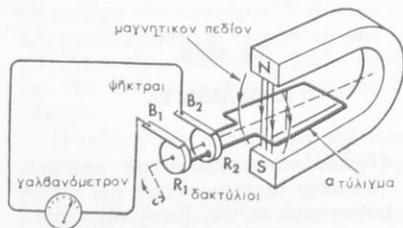
Ἡ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ. Ἐὰν κινήσωμεν παλινδρομικῶς ἓνα μόνιμον μαγνήτην ἐντὸς ἐνὸς πηνίου θὰ ἐκτελέσωμεν στοιχειωδῶς, αὐτὸ τὸ ὁποῖον κἀμινε μία ἀπλῆ γεννήτρια. Οἰαδήποτε μηχανὴ ἢ ὁποῖα γεννᾷ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, εἶναι γνωστὴ ὡς γεννήτρια. Ἄντι τὰ κινῶμεν τὸν μαγνήτην ἢ τὸ πηνίον παλινδρομικῶς, εἰς ἠλεκτρικὰς γεννητριάς περιστρεφόμεν τὸν ἀγωγὸν ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (σχῆμα 68-1). Τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον παρίσταται εἰς τὸ κατωτέρω σχῆμα ὑπὸ τὴν ἀπλουστάτην αὐτοῦ μορφήν ὡς ἓν πλαίσιον, συνδέεται πρὸς τὸν κινητήριον ἄξονα (ὁ ὁποῖος δηλοῦται διὰ διακεκομμένης γραμμῆς) καὶ ὁ ὁποῖος τὸ ἐξαναγκάζει εἰς περιστροφήν. Ὁ ἄξων οὗτος κινεῖται τῇ βοηθητῇ βενζινομηχανῆς, ἀτμοστροβίλου, ὕδροστροβίλου, ἢ μὲ οἰοδήποτε ἄλλο μέσον.

Κατὰ τὴν περιστροφήν τοῦ πλαισίου τοῦτο τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐπάγεται εἰς αὐτὸ μία ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμις. Διὰ τὴν ὁμαλὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματος, πρέπει τὸ πλαίσιον νὰ συνδεθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ μὴ μπερδεύοντὰ τὰ σύρματα. Μία μέθοδος διὰ νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν, εἶναι νὰ στερεώ-

σωμεν ἐπὶ τῶν ἄκρων τοῦ πλαισίου δύο μεταλλικοὺς δίσκους R_1 καὶ R_2 ὡς εἰς τὸ σχ. 68-1 ἐμφαίνεται, οἱ ὁποῖοι ἐφάπτονται μεταλλικῶν ἐλασμάτων B_1 καὶ B_2 τὰ ὁποῖα καλοῦνται ψῆκτρα, οὕτως ὥστε νὰ ὑπάρχη πάντοτε ἐπαφὴ κατὰ τὴν περιστροφήν τῶν δακτύλιου, τοῦ ἄξονος καὶ τοῦ πλαισίου. Οἱ δακτύλιοι αὐτοῦ R_1 καὶ R_2 στερεοῦνται ἕκαστος εἰς ἓν ἄκρον τοῦ πλαισίου. Οἱ δακτύλιοι εἶναι μεμονωμένοι ἀπὸ τὸν ἄξονα καὶ μεταξύ των, αἱ δὲ ψῆκτρα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν σύνδεσιν τῶν δακτύλιων μὲ τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα.

Τὰ βασικὰ μέρη μᾶς γεννητριάς, ὡς δεῖκνύεται εἰς τὸ ἀνωτέρω σχῆμα εἶναι: 1) Τὸ μαγνητικὸν πεδίου. 2) Τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον καλεῖται τύλιγμα τοῦ τυμπάνου. 3) Οἱ δακτύλιοι. 4) Ψῆκτρα. Διὰ νὰ μᾶς παρέγῃ μία γεννήτρια ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, πρέπει νὰ καταναλώθῃ ἔργον διὰ τὴν περιστροφήν τοῦ τυμπάνου ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ἡ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΠΑΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ. Ἐφ' ὅσον τὸ πλαίσιον (σχῆμα 68-1) περιστρέφεται πρὸς τὸν ἄξονα, ἡ θέσις αὐτοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, μεταβάλλεται. Συνεπεία δὲ τούτου προκύπτει συνεχῆς μεταβολὴ τῆς διερχομένης διὰ τοῦ πλαισίου, μαγνητικῆς ροῆς, αὕτη δέ, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν γένεσιν ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς, καὶ ἐπομένως ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν διὰ γαλβανόμετρον, ἐφ' ὅσον περιστρεφόμεν τὸ πλαίσιον ὑπὸ μικρὰν ταχύτητα. Ἐὰς θεωρήσωμεν ἤδη, ὡς ἀρχὴν τοῦ χρόνου, τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποῖαν τὸ πλαίσιον διατίθεται ἐν σχέσει πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμὰ νὰ διαπεροῦν τοῦτο καθέτως, καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐξ ἄ-



Σχ. 68—1. Ἀπλῆ γεννήτρια ἐναλλασσομένου ρεύματος (ΕΡ).

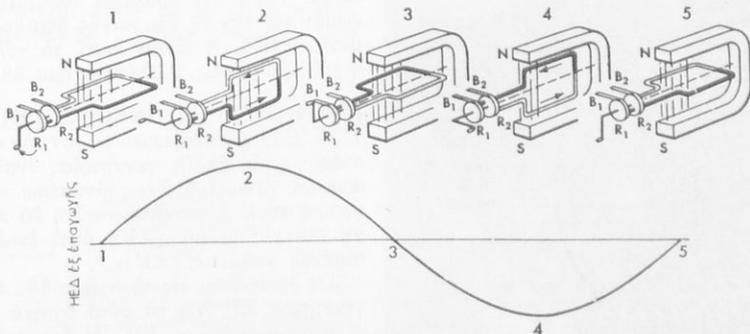
ριστερών πρὸς τὰ δεξιὰ. Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ πλαισίου, ἡ διαπερῶσα τοῦ μαγνητικῆ ροῆ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου, ἢ δὲ ταχύτης τῆς μεταβολῆς αὐτῆς λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν, ὅταν τὸ ἐπίπεδον τοῦ πλαισίου συμπίπτῃ πρὸς τὴν γραμμὴν τὴν ἐνοῦσαν τοὺς δύο πόλους τοῦ μαγνήτου, ὁπότε τοῦτο δὲν διαπερᾶται ὑπὸ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν. (Θέσεις 2 καὶ 4). Τουναντίον, ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς λαμβάνει τὴν ἐλάχιστην τιμὴν, εἰς τὰς θέσεις κατὰ τὰς ὁποίας τὸ ἐπίπεδον τοῦ πλαισίου διαπερᾶται ὑπὸ τῶν καθετῶν μαγνητικῶν γραμμῶν. Ἡ γραμμὴ, ἡ κάθετος πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου, καλεῖται οὐδέτερος γραμμὴ. Ὅσάκις τὸ πλαίσιον διέρχεται δι' αὐτῆς, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ὡς καὶ ἡ ΗΕΔ ἀλλάσσουν φορᾶν. Ὁ Faraday παρατήρησεν ὅτι ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς ἀναπτυσσόμενη ΗΕΔ εἶναι ἴσων μεγάλτερα, ὅσον περισσότερα εἶναι τὰ ἐλίγματα τοῦ πηνίου καὶ ὅσον ἡ ταχύτης τῆς μεταβολῆς τῆς μαγνητικῆς ροῆς εἶναι μεγαλύτερα. Ἐπομένως ὁσάκις τὸ πλαίσιον διέρχεται διὰ τῆς οὐδέτερας γραμμῆς, π. χ. εἰς τὰς θέσεις 1, 3, καὶ 5 ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις (ΗΕΔ) ἔχει τιμὴν μηδέν, ἢ δὲ τιμὴ αὐτῆς εἶναι ἡ μεγίστη, ὅταν αὕτη εὐρίσκεται εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4. Τὰ αὐτὰ ἰσχύουν καὶ διὰ τὸ ἀναπτυσσόμενον ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα. Ἡ μεταβολὴ τοῦ ρεύματος ἢ τῆς τάσεως δεικνύεται ὑπὸ τῆς καμπύλης τοῦ σχήματος 68-2. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ὅταν τὸ πλαίσιον περιστρέφε-

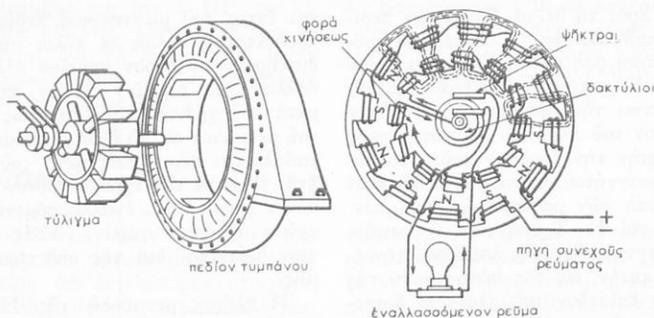
ται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, οἱ ἀκροδέκται ἢ ἄλλως οἱ πόλοι αὐτοῦ, δὲν διατηροῦν σταθερὸν σημεῖον ἀλλὰ μεταβάλλουν τὸ σημεῖον αὐτῶν περιοδικῶς μετὰ τοῦ χρόνου, καὶ ἐπομένως ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος εἰς τὸ ἔξω κύκλωμα θὰ μεταβάλλεται περιοδικῶς μετὰ τοῦ χρόνου, ἥτοι τὸ κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον παραγόμενον ρεῦμα εἶναι ἐναλλασσόμενον, τὸ δὲ ρεῦμα ἀλλάσσει φορᾶν, ὁσάκις τὸ πλαίσιον διέρχεται διὰ τῆς οὐδέτερας γραμμῆς.

Ἡ πλήρης μεταβολὴ τῆς ΗΕΔ ἀπὸ τὴν θέσιν 1 εἰς τὴν θέσιν 5 καλεῖται περίοδος.

Κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου ἡ ΗΕΔ μεταβάλλεται τόσον κατὰ ἀριθμητικὴν τιμὴν ὅσον καὶ κατὰ διεύθυνσιν. Μεταξὺ τῶν θέσεων 1 καὶ 3 τοῦ σχήματος 68-2 μεταβάλλεται μόνον κατὰ ἀριθμητικὴν τιμὴν ἐνῶ ἡ διεύθυνσις αὐτῆς παραμένει σταθερὰ. Μεταξὺ τῶν θέσεων 3 καὶ 5 μεταβάλλεται καὶ πάλιν κατὰ ἀριθμητικὴν τιμὴν ἀλλὰ ἡ διεύθυνσις τῆς, αὐτὴν τὴν φορᾶν εἶναι ἡ ἀντίθετος τῆς ἀντιστοίχου τῶν θέσεων 1 καὶ 3. Ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ τῆς ΗΕΔ μεταβάλλεται ἀπὸ 0, ὡς εἰς τὰς θέσεις 1, 3 καὶ 5, εἰς μίαν μεγίστην τιμὴν, ὡς εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παράγεται κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον καλεῖται ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. (E. P.).

ΤΥΠΟΙ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Εἰδρέθη ὅτι

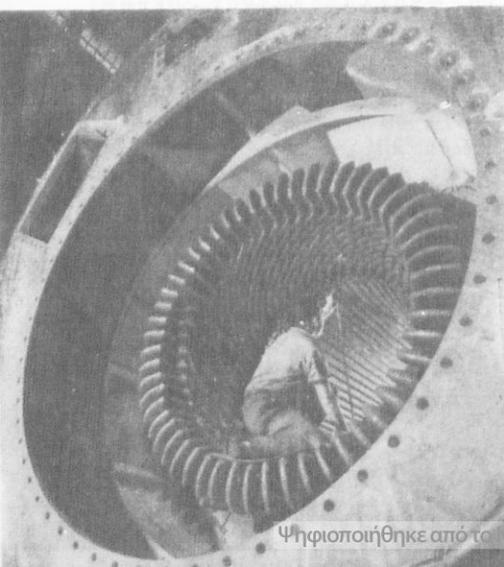




Σχ. 68—3α. Γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος τύπου έμπορίου.

ή συχνότης του εναλλασσόμενου ρεύματος 50 περιόδων ανά δευτερόλεπτον, είναι κατάλληλος δια πολλούς σκοπούς. Σχεδόν όλαι αί σήμερα κατασκευαζόμεναι ηλεκτρικαί μηχαναί, έχουν ύπολογισθή δια λειτουργίαν εις 50 περιόδους. Έάν χρησιμοποιώμεν διπολικάς γεννητριάς, ήτοι

Σχ. 68—3β. Έργάτης μετρεί την έσωτερικήν διάμετρον μεγάλης γεννητριάς. Όταν αυτή λειτουργή ό ρότωρ αυτής βάρους 37 τόννων περιστρέφεται με ταχύτητα 3600RPM εντός άτμοσφαιράς ύδρογόνου, τό όποίον χρησιμοποιείται και ως ψυκτικόν μέσον. Η γεννήτρια αυτή παράγει 95.000 KW.



έν ζευγος πόλων, τό τύλιγμα πρέπει να περιστρέφεται με ταχύτητα 50 στρ./sec δια να είναι εις θέσιν να παράγη ηλεκτρικόν ρεύμα συχνότητος 50 περιόδων/sec. Έάν χρησιμοποιήσωμεν όμως περισσότερα του ενός ζεύγη πόλων, ως δεικνύεται εις τό σχ. 68-3, ή ταχύτητ περιστροφής τής μηχανής ήμπορει να είναι μικρότερα των 50 περιστροφών ανά δευτερόλεπτον. Τό σχήμα 68-3α δεικνύει επίσης την χρήσιν ηλεκτρομαγνητών, αντί μονίμων μαγνητών, δια την παραγωγή ισχυρού μαγνητικού πεδίου. Τό τύλιγμα του τυμπάνου είναι κατασκευασμένον περίξ σιδηρών πυρήνων ώστε να διέρχεται έξ αυτών τό μέγιστον τής μαγνητικής ροής.

Ένώ αί μικραί γεννήτριας ως περιεγράψαμεν άνωτέρω έχουν περιστρεφόμενα τύμπανα, αί μεγάλαι έχουν σταθερά τύμπανα και περιστρεφόμενα μαγνητικά πεδία. Τούτο δέν προκαλεί σιδεμίαν διαφοράν εις την έξ έπαγωγής δημιουργουμένην ΗΕΔ, ή όποία κινεί τό τύλιγμα ή τους μαγνήτας. (Βλέπε σχήμα 68-3β).

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Έάν μεταβάλωμεν όλίγον την κατασκευήν μιάς άπλής γεννητριάς εναλλασσόμενου ρεύματος, όπως άνωτέρω περιεγράφη αυτή, ή γεννήτρια αυτή θα παράγη συνεχές ρεύμα (ΣΡ) αντί εναλλασσόμενου ρεύματος (ΕΡ).

Ός δεικνύεται εις τό σχήμα 68-4 μιά γεννήτρια ΣΡ έχει τά αυτά βασικά μέρη με μίαν γεννήτριαν ΕΡ. Η διαφορά εις την κατασκευήν τής γεννητριάς ΣΡ από

τήν γεννήτριαν ΕΡ είναι ότι αυτή, έχει συλλέκτην αντί δακτυλίων. Όσον αφορά εις την διαρροήν είναι ένας μεταλλικός κύλινδρος διηρημένος εις δύο τομείς, C_1 και C_2 ως δεικνύεται εις τὸ σχῆμα. Οἱ δύο τομείς τοῦ συλλέκτου εἶναι στερεωμένοι ἐπὶ τοῦ κινητηρίου ἄξονος ἀλλὰ εἶναι μεμονωμένοι μεταξὺ των καὶ ἀπὸ αὐτῶν. Τὰ ἄκρα τοῦ πλαισίου στερεώνονται ἐπὶ ἐκαστοῦ τομέως τοῦ συλλέκτου. Ὁ σκοπὸς τοῦ συλλέκτου εἶναι νὰ μετατρέπη τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται ἐντὸς τῶν τυμπάνων, εἰς συνεχὲς ρεῦμα, διὰ τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα.

Κατὰ τὴν πρώτην ἡμίσειαν περιστροφῆς ἢ περιόδου, ἡ λειτουργία τῆς γεννητρίδος ΣΡ εἶναι ἀκριβῶς ὁμοία μετὴν λειτουργίαν τῆς γεννητρίδος ΕΡ. Ἡ ΕΗΔ ἀξάνει ἀπὸ τὸ μηδὲν ἕως μίαν μεγίστην τιμὴν καὶ μετὰ ἐλαττοῦται. Καθὼς τὸ πλάσιον κινεῖται δεξιόστροφως τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα τὸ δημιουργούμενον κατὰ τὴν ἡμίσειαν περιστροφῆν ῥεεῖ πρὸς τὸν τομέα τοῦ συλλέκτου C_1 καὶ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸν τομέα τοῦ συλλέκτου C_2 . Ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα εἶναι ἢ εἰς τὸ σχῆμα 68-4 ἐμφαινόμενη, ἥτοι τὸ ρεῦμα ἐξέρχεται ἀπὸ τὴν ψήκτραν B_1 καὶ εἰσέρχεται ἀπὸ τὴν ψήκτραν B_2 .

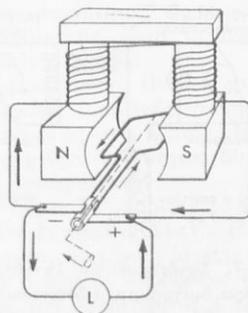
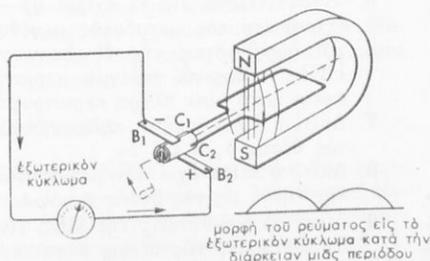
Ὅταν τὸ πλάσιον ἀρχίξῃ τὸ δεῦτερον ἡμισυ τῆς περιστροφῆς, τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τοῦτο, ἀλλάσσει διεύθυνσιν ἀκριβῶς ὅπως ἡλλασσε διεύθυνσιν εἰς τὴν γεννήτριαν ΕΡ. Τώρα ὁμως τὸ μέγεθος τοῦ συλλέκτου C_1 ἔχει λάβει τὴν θέσιν τοῦ C_2 , ἐπομένως τὸ ρεῦμα θὰ ἐξακολουθῇ νὰ λήθῃ ἀπὸ τὴν ψήκτραν B_1 καὶ νὰ εἰσέρχεται πάλιν εἰς τὸ πλάσιον ἀπὸ τὴν ψήκτραν B_2 · αἱ πολιτικότητες δηλ. τῶν

μαγνητῶν θὰ παραμένουν αἱ αὐταί, ὅπως καὶ εἰς τὸ πρῶτον ἡμισυ τῆς περιόδου. Αἱ καμπύλαι, αἱ ὁποῖαι ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 68-4 δεικνύουν τὸν τρόπον μεταβολῆς τῆς τιμῆς τῆς ἐντάσεως κατὰ μίαν πλήρη περιστροφῆν τοῦ πλαισίου. Παρατηροῦμεν λοιπὸν, ὅτι εἰς τὴν γεννήτριαν ΣΡ ὁ συλλέκτης μεταβάλλει τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ τύλιγμα τῶν τυμπάνων, εἰς τὸ συνεχὲς ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα.

Αἱ τύπου ἐμπορίου γεννήτρια ΣΡ ἔχουν περισσοτέρους τῶν δύο τομέων συλλέκτου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τὸ ρεῦμα τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος, ἀντὶ νὰ ἔχη μόνον δύο καμπύλας ἀνά περίοδον, ἔχει πρακτικῶς μίαν σταθερὰν τιμὴν.

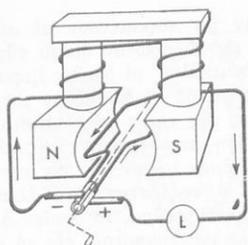
Μικραὶ γεννήτρια, ὡς αἱ γεννήτρια τῶν χειροκινήτων τηλεφῶνων διὰ ἀγροτικὰς χρήσεις, ἢ οἱ κινητῆρες ἐκκινήσεως τῶν μηχανῶν τῶν αὐτοκινήτων χρησιμοποιοῦν μονίμους μαγνήτας. Αἱ γεννήτρια αὐταὶ καλοῦνται διεθνῶς Magneto. Εἰς τὰς περισσοτέρας γεννητρίδας ΣΡ τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον αὐτὴ αὐτὴ ἢ γεννήτρια παράγει, χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως αὐτῆς.

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΩΣ. Τὸ σχῆμα 68—5 δεικνύει τὴν κοινὴν συνδεσμολογίαν μιᾶς γεννητρίδος ΣΡ. Εἰς τὴν γεννήτριαν διακλαδῶσεως τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τοῦ παραγομένου ἐντὸς τοῦ τυλίγματος ρεύματος τροφοδοτεῖ τὸ ἐξωτερικὸν φορτίον L καὶ μόνον ἐν μικρὸν μέρος αὐτοῦ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ τυλίγματος διεγέρ-



Σχ 68—4. Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ. Σχ 68—5. Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ.

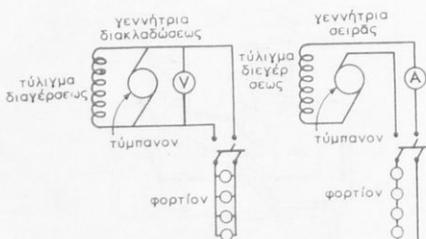
Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ. Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ. Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ. Ἡ ἀποδοτικότης τῆς γεννήτριας ΣΡ.



Σχ. 68—6. Γεννήτρια Σειράς.

σεως, τὸ ὁποῖον καὶ προκαλεῖ τὸ ἰσχυρὸν μαγνητικὸν πεδῖον. Ὅπως εἰς τὸ σχῆμα 68 - 5 ἐμφαίνεται, τὸ τύλιγμα διεγέρσεως καὶ τὸ ἐξωτερικὸν φορτίον εἶναι συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ὁ τύπος τῆς γεννητρίας αὐτῆς καλεῖται γεννήτρια διακλαδώσεως. Ἐπειδὴ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως αὐτῆς συνίσταται ἀπὸ πολλὰ ἑλίγματα λεπτοῦ σώματος, μόνον ἐν μικρὸν ποσοστὸν τοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐντὸς τοῦ τυλίγματος εἶναι ἄρκετὸν διὰ νὰ δημιουργήσῃ τὸ ἀπαιτούμενον μαγνητικὸν πεδῖον. Αἱ γεννήτριαι αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ αὐτοκίνητα διὰ νὰ φορτίζωνται αἱ μπαταρίαι, εἶναι συνήθως αὐτοῦ τοῦ τύπου.

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΕΙΡΑΣ. Τὸ σχῆμα 68—6 δεικνύει τὴν συνδεσμολογίαν μιᾶς γεννητρίας σειρᾶς ΣΡ. Τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου, τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, καὶ τὸ ἐξωτερικὸν φορτίον εἶναι συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Εἶναι φανερὸν ὅτι εἰς τὴν γεννήτριαν σειρᾶς τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ ἐξωτερικὸν φορτίον δι-



Σχ. 68—7. Συνδεσμολογία Γεννητρίας ΣΡ. Τὰ ἀνωτέρω διαγράμματα δεικνύουν τὴν συνδεσμολογίαν δύο τύπων γεννητρίας δύο τύπων ΣΡ εἰς ἀπλοποιημένην μορφήν.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

έρχεται διὰ μέσου ἐκάστου τυλίγματος. Ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως θὰ πρέπει νὰ διέρχεται τὸ αὐτὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖ καὶ τὸ ἐξωτερικὸν φορτίον, εἶναι φανερὸν ὅτι τὰ ἑλίγματα τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως, πρέπει νὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀγωγούς μεγάλης διατομῆς.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἑλιγμάτων τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως, εἶναι πολὺ μικρότερος τοῦ ἀντιστοίχου ἀριθμοῦ τῶν ἑλιγμάτων τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως γεννητρίας διακλαδώσεως. Τὸ σχῆμα 68—7 δεικνύει τὰ κυκλώματα συνδέσεως τῶν δύο τύπων γεννητριῶν ΣΡ εἰς ἀπλοποιημένης μορφᾶς.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Γεννήτριαι
Γεννήτρια EP
Γεννήτρια ΣΡ
Magneto
Συλλέκτης
Γεννήτρια Διακλαδώσεως
Γεννήτρια Σειρᾶς

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὑπὸ ποίας συνθήκας μαγνητικὸν πεδῖον ἐπάγει ΗΕΔ εἰς ἓν πηνίον, ἢ ἀγωγόν;
2. Ἀναφέρατε τὰ κύρια μέρη μιᾶς γεννητρίας EP.
3. Σχεδιάσατε ἐν ἀπλοῦν διάγραμμα γεννητρίας EP.
4. Ἀναφέρατε τὴν χρῆσιν ἑνὸς ἐκάστου, τῶν τμημάτων μιᾶς γεννητρίας EP.
5. Τί καθορίζει τὸ μέγεθος τῆς ἐξ ἐπαγωγῆς ΗΕΔ;
6. Ἀναφερόμενοι εἰς τὸ σχῆμα 68—2, ἐξηγήσατε τὰς μεταβολὰς μεγέθους καὶ διευθύνσεως τῆς ἐξ ἐπαγωγῆς ΗΕΔ, καθὼς τὸ τύλιγμα περιστρέφεται κατὰ μίαν πλήρη περιστροφήν.
7. Διὰ τί ἡ ΗΕΔ ἰσοῦται πρὸς μηδὲν εἰς τὰς θέσεις 1, 3 καὶ 5;
8. Διὰ τί ἡ ΗΕΔ ἔχει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4;
9. Διὰ τί αἱ διευθύνσεις τῆς ΗΕΔ εἶναι ἀντίθετοι εἰς τὰς θέσεις 2 καὶ 4;
10. Τί καλοῦμεν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα;

11. Τί νοούμεν διὰ τῆς περιόδου τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος;
12. Τί προσδιορίζει τὸν ἀριθμὸν περιόδων ἀνὰ δευτερόλεπτον μιᾶς γεννητρίδας;
13. Διατί τὸ τύλιγμα τυμπάνου ἔχει σιδηροῦς πυρῆνας;
14. Περιγράψατε μίαν γεννήτριαν ΕΡ τύπου ἔμπορίου.
15. Τί νοούμεν λέγοντας συνεχῆς ρεῦμα;
16. Κατὰ τί μία γεννήτρια ΣΡ διαφέρει ἀπὸ μίαν γεννήτριαν ΕΡ;
17. Ποία εἶναι ἡ χρῆσις τοῦ συλλέκτου.
18. Μεταβάλλει διεύθυνσιν τὸ ρεῦμα ἐντὸς τοῦ τυλίγματος γεννητρίδας ΣΡ;
19. Ἀναφερόμενοι εἰς τὸ σχῆμα 68—4 δείξατε ὅτι, τὸ ρεῦμα ῥεῖ κατὰ μίαν διεύθυνσιν εἰς τὸ ἔξωτεριὸν κύκλωμα γεννητρίδας ΣΡ.
20. Τί εἶναι ἓνα Magneto;
21. Ἀναφέρατε τὸν τρόπον συνδεσμολογίας μίας γεννητρίδας διακλαδώσεως.
22. Ἀναφέρατε τὸν τρόπον συνδεσμολογίας μίας γεννητρίδας σειρᾶς.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διατί πρέπει νὰ προσδώσωμεν μηχανικὴν ἐνέργειαν διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου μιᾶς γεννητρίδας;
2. Εἶναι δυσκολώτερον νὰ περιστραφῇ τὸ τύμπανον μιᾶς γεννητρίδας, ὅταν αὕτη τροφοδοτῇ πολλοὺς ἠλεκτρικοὺς λαμπτήρας ἀπὸ ὅτι ὅταν τροφοδοτῇ ἓνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
3. Διατί ἐν αὐτοκίνητῳ δὲν ἔχει γεννήτριαν ΕΡ;
4. Διατί τὸ τύλιγμα διεγέρσεως μιᾶς γεννητρίδας ΕΡ πρέπει νὰ τροφοδοτῆται μὲ συνεχῆς ρεῦμα;
5. Διατί δὲν χρησιμοποιοῦνται τὰ Magnetos διὰ παροχὴν ρεύματος πρὸς φωτισμὸν καὶ κίνησιν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ MAGNETO. Ἐὰν βρῆτε ἓνα κατεστραμμένον Magneto εἰς ἓνα παλιατζήδικο μπορεῖτε νὰ τὸ ἐπισκευάσετε ἢ νὰ κατασκευάσετε μόνον εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου μὲ σῆμα No 30. Ἐὰν τὸ ἐπισκευάσετε καλῶς, καὶ ἔχετε ἕνα

τύμπανόν του κρατοῦντες τοὺς δύο ἀκροδέκτας εἰς τὰς χεῖρας σας, θὰ αἰσθανθῆτε ἓνα δυνατὸ ἠλεκτρικὸν τίναγμα. Ἐὰν συνδέσετε εἰς τοὺς ἀκροδέκτας μίαν μικρὰν λυχνίαν, τότε αὐτὴ θὰ φωτοβολῇ καὶ μάλιστα ἰσχυρῶς ἐὰν σεῖς περιστρέφετε τὸ τύμπανον τοῦ Magneto ταχέως. Ἐφ' ὅσον τὸ Magneto παρέχει ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τὸσον ἡ διαφορά δυναμικοῦ, ὅσον καὶ τὸ ρεῦμα, θὰ μεταβάλλονται ἀπὸ τὴν τιμὴν μηδέν ἕως μίαν μεγίστην τιμὴν. Ἡ ἰσχύς ἢ ὅποια παρέχεται ὑπὸ τῆς μηχανῆς αὐτῆς, θὰ εἶναι ἐπίσης ἐναλλασσομένη.

Περιστρέφοντες τὸ τύμπανον διὰ τῆς χειρὸς σας, θὰ αἰσθανθῆτε σαφῶς πότε διέρχεται ἡ μεγίστη ροὴ διὰ τοῦ τυμπάνου, καὶ πότε ἡ ἐλαχίστη. Αἱ ἐνδείξεις γίνονται ἀντιληπταὶ διὰ τῆς ἀνάγκης καταβολῆς μεγαλυτέρας ἢ μικροτέρας δυνάμεως διὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου ὑπόσταθερὰν ταχύτητα. Ἐπίσης ἢμπορεῖτε νὰ παρατηρήσετε κατὰ ποῖον τρόπον ἡ προσδιοσμένη εἰς τὴν μηχανὴν ἰσχύς πρέπει νὰ αὐξηθῇ, ὅταν τὸ φορτίον τὸ ὅποιον ἔξυπηρετεῖ ἡ μηχανὴ αὕτη αὐξάνεται.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Πηνίον περιστρέφεται μεταξὺ τῶν πόλων πεταλοειδοῦς μαγνήτου. Ἐὰν ἡ ἰσχύς τοῦ μαγνήτου διπλασιασθῇ καὶ ταυτοχρόνως διπλασιασθῇ καὶ ἡ ταχύτης περιστροφῆς τοῦ πηνίου, ποία θὰ εἶναι ἡ μεταβολὴ τῆς ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργουμένης ΗΕΔ;
2. Ἡ ταχύτης περιστροφῆς τετραπολικῆς γεννητρίδας εἶναι 1700 RPM. Ποίας συχνότητος, εἰς περιόδους ἀνὰ δευτερόλεπτον, εἶναι τὸ παραγόμενον ὑπ' αὐτῆς ρεῦμα;
3. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ταχύτης περιστροφῆς 12πολικῆς γεννητρίδας ΕΡ, εἰς στορῶς ἀνὰ λεπτόν, διὰ νὰ παράγῃ ρεῦμα συχνότητος 60 περιόδων ἀνὰ δευτερόλεπτον;
4. Γεννήτρια ΣΡ παρέχει 15A ὑπὸ διαφοράν δυναμικοῦ 440V. Ποία ἡ παρεχόμενη ἠλεκτρικὴ ἰσχύς;
5. Ἐὰν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς γεννητρίδας τοῦ προβλήματος 4 εἶναι 80%, πόση ἰσχύς εἰς ἵππους ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἀπὸ το ἰσχυροῦ Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς ἀνάπτυξης 11 HP)

B

6. Το τύλιγμα διεγέρσεως γεννητριάς διακλαδώσεως ΣΡ έχει αντίστασιν 550Ω . Εάν το τύμπανον διαρρέεται υπό εντάσεως $5A$ υπό διαφορὰν δυναμικοῦ $110V$ ποία εἶναι ἡ ὀλικῶς παραγομένη ἰσχύς υπό τῆς γεννητριάς;
7. Ἡ γεννήτρια διακλαδώσεως τοῦ σχήματος 68—5, παρέχει διαφορὰν δυνα-

μικοῦ $6V$ ἐν κενῷ. Τὸ ρεῦμα μαγνητίσεως (τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διατίθεται διὰ τὴν μαγνήτισιν τῶν πόλων) ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς εἶναι $1,2A$. Εάν εἰς τὴν γεννήτριαν αὐτὴν συνδέσωμεν φορτίον 1Ω , τότε ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ τυμπάνου γίνεται $5V$. Ποῖον εἶναι τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου εἰς τὴν περιπτώσιν αὐτήν;

ΕΔΑΦΙΟΝ 69. Τὸ ἐπαγωγικὸν πηνίον καὶ ὁ μετασχηματιστής.

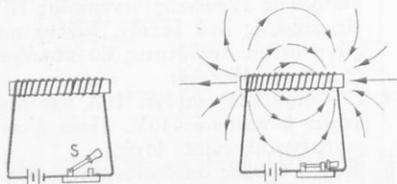
ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ. Θεωρήσωμεν τὴν συνδεσμολογίαν τοῦ σχήματος 69—1. Ὅταν ὁ διακόπτης κλείη τὸ ρεῦμα, τὸ διαρρέον τὸ πηνίον, ἀξάνει ἀπὸ τὴν τιμὴν μηδὲν μέχρι τὴν μεγίστην τιμὴν καὶ ἐντὸς ἐλαχίστου χρονικοῦ διαστήματος. Ταῦτο χρόνως ἀναπτύσσεται μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πυρήνος τοῦ πηνίου.

Ἐφ' ὅσον ἔχομεν μίαν μεταβαλλομένην μαγνητικὴν ροήν, ἀναπτύσσεται ΗΕ Δ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηνίου καθ' ὃν χρόνον ἀξάνει ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος. Μόλις τὸ ρεῦμα φθάσῃ εἰς τὴν σταθερὰν αὐτοῦ τιμὴν ἢ ἐξ ἐπαγωγῆς ΗΕΔ ἐξαφανίζεται. Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Lenz, ἡ διεύθυνσις τοῦ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματος, εἰδήθῃ ὡς κλεισθῆ ὁ διακόπτης τοῦ κυκλώματος, εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος τῆς πηγῆς.

Ὅταν ἀνοιχθῆ ὁ διακόπτης, τὸ ρεῦμα τῆς πηγῆς πίπτει ταχέως εἰς τὸ μηδέν, ἐνῶ, ἡ μαγνητικὴ ροὴ τὴν ὅποιαν δημιουργεῖ, ἐλαττοῦται ταχέως. Ἡ μεταβολὴ αὐτῆ τῆς ἐλαττουμένης μαγνητικῆς ροῆς προκαλεῖ μίαν ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς, τῆς

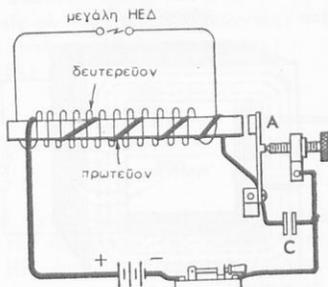
ὁποίας ἡ διεύθυνσις ἀντιτίθεται πρὸς τὴν ἐλάττωσιν τῆς μαγνητικῆς ροῆς, δηλ. δημιουργεῖ ρεῦμα ἢ φορὰ τὸ ὁποῖον συμπέπει μετὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος τῆς πηγῆς. Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργούμενον ρεῦμα, παρουσιάζεται συνήθως δι' ἑνὸς μικροῦ σπινθήρος κατὰ τὴν στιγμήν κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ διακόπτης ἀνοίγει.

Παρατηροῦμεν λοιπόν, ὅτι γεννᾶται μία ἠλεκτροθερμικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς, ἡ ὁποία ἀντιτίθεται εἰς τὴν αὔξησιν τοῦ ρεύματος ὅταν ὁ διακόπτης κλείη, καὶ ἡ ὁποία ἀξάνει τὴν ἔντασιν τοῦ διερχομένου ρεύματος τῆς πηγῆς ὅταν ὁ διακόπτης ἀνοίγει. Ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργούμενη ΗΕΔ τοῦ πηνίου ἀντιτίθεται τόσον εἰς τὴν αὔξησιν ὅσον καὶ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ρεύματος. Ἡ ἰδιότης αὕτη τοῦ πηνίου κατὰ τὴν ὁποίαν, τοῦτο ἀντιτίθεται εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία τὸ τροφοδοτεῖ καλεῖται αὐτεπαγωγή. Ἡ αὐτεπαγωγή, εἶναι φαινόμενον καθαρῶς ἀνάλογον τῆς ἀδρανείας τῆς ἕλης, εἰς τὴν μηχανικὴν, ἡ ὁποία καθὼς γνωρίζομεν, ἀντιτίθεται εἰς κάθε μεταβολὴν τῆς κινήσεως τοῦ σώματος. Εάν ἀπὸ τὸ πηνίον ἀφαιρεθῆ ὁ σιδηροῦς πυρήν του, καὶ ἐπαναλάβωμεν τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα ἀλλὰ εἰς πολὺ μικροτέραν κλίμακα, διότι τὸ δημιουργούμενον μαγνητικὸν πεδὸν περὶ τὸ πηνίον εἶναι κατὰ πολὺ ἀσθενέστερον.



Σχ. 69—1. Ἡ αὐτεπαγωγή τοῦ πηνίου ἀντιτίθεται εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ ρεύματος.

ΤΟ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΝ ΠΗΝΙΟΝ. Εάν περὶ τὸ πηνίον τοῦ σχήματος 69—1



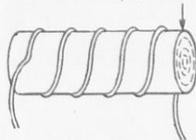
Σχ. 69—2. Το έπαγωγικόν πηνίον. Τò δευτερεϋόν έχει πολύ περισσότερα έλίγματα από τò πρωτεύον.

περιτυλίξωμεν και δεύτερον πηνίον, τò όποίον όμως νά είναι έπιμελώς άπομεμονωμένον από τò πρώτον, τότε όσάκις κλειόμεν ή άνοίγομεν τόν διακόπτην S, θά δημιουργηται μία μεταβαλλομένη μαγνητική ροή εντός τού πυρήνος, άποτέλεσμα τής όποίας θά είναι, νά έπάγεται μία ΗΕΔ από τò πρώτον πηνίον εις τò δεύτερον. Ή έμφανιζομένη ΗΕΔ θά αντιτίθεται συμφώνως πρός τόν νόμον τού Lezn εις τήν μεταβολήν τού ρεύματος τού πρώτου πηνίου κατά τò άνοιγμα ή τò κλείσιμον τού διακόπτην S. Ή δημιουργία υπό τού μαγνητικού πεδίου ενός κυκλώματος ΗΕΔ έξ έπαγωγής εις έτερον πλησίον τού πρώτου κείμενον, καλεϊται $\alpha \lambda \lambda \eta \lambda \epsilon \pi \alpha \gamma \omega \gamma \eta$.

Τò σχήμα 69—2 δεικνύει τήν κατασκευήν τού έπαγωγικού πηνίου. Δύο πηνία είναι περιτυλιγμένα περίξ τού αυτού πυρήνος. Τò ένα πηνίον καλεϊται πρωτεϋον και άποτελείται από άγωγόν μεγάλης διατομής, συνδέεται δέ με τήν πηγήν ηλεκτρικής ένεργείας μέσω τού τανταλτωϋ Α, ενώ τò άλλο καλεϊται δευτερεϋον και συνήθως συνίσταται από πολλά έλίγματα λεπτού σύρματος. Όταν λάβη χώραν οιαδήποτε μεταβολή τού ρεύματος τού πρωτεύοντος πηνίου, ή μεταβολή τής μαγνητικής ροής τής δημιουργομένης υπ' αυτόν, έπάγει μίαν ΗΕΔ εις τò δευτερεϋον.

Ένας από τούς πλέον άπλους τρόπους δημιουργίας μεταβολών τού ρεύματος εις τò πρωτεύον είναι ή χρήση τού έλατηρίου Α, τò όποίον εναλλάξ άποκαθιστά και διακόπτει τò κύκλωμα τού πρωτεύον-

«κύλινδροι» εκ σιδήρου

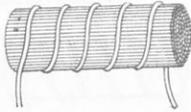


Σχ. 69—3. Δινορεύματα άναπτύσσονται επί πυρήνος τής μορφής αυτής.

τος. Όταν τò ρεύμα διακόπτεται εις τò κύκλωμα τού πρωτεύοντος, τότε τò μαγνητικόν πεδίο λόγω τής αυτεπαγωγής (τής άδρανεϊας του) δέν δύναται νά εκμηδενισθ ή άμέσως, συνεπεία δέ τούτου παράγεται εις τά σημεία τής διακοπής, μικρός σπινθήρ. Τò μειονέκτημα τούτο άποφεύγεται εάν εις τά άκρα τού έλατηρίου Α συνδέσωμεν πυκνωτήν καταλλήλου χωρητικότητος όπότε έλαττοϋται εις μέγιστον βαθμόν ό σπινθηρισμός.

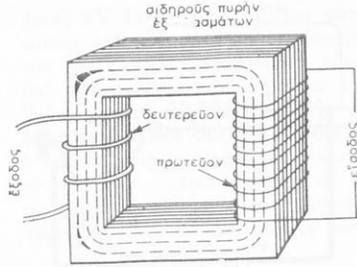
Μεγάλοι τιμαί τής έξ έπαγωγής Η ΕΔ άναπτύσσονται εις τò δευτερογενές, όταν τò έλατήριο Α ταχέως άποκαθιστά και διακόπτει τò κύκλωμα τού πρωτογενούς. Μία από τας πλέον κοινάς χρήσεις τού έπαγωγικού πηνίου είναι ή δημιουργία τού σπινθήρος έναύσεως εις τò σύστημα αυτοκινήτων.

ΔΙΝΟΡΕΥΜΑΤΑ. Τò μαγνητικόν πεδίο, τò όποίον διέρχεται διά μέσον ενός πηνίου διέρχεται έπίσης και διά τού πυρήνος επί τού όποίου τò πηνίον έχει περιελιχθ ή, π.χ. ό σιδηρούς πυρήν τού πηνίου έπαγωγής ήμπορει νά θεωρηθ ή ότι άποτελείται από πολλούς όμοκεντρικούς σιδηρούς κυλινδρούς, ως φαίνεται εις τò σχήμα 69—3. Ή μεταβολή τής μαγνητικής ροής προκαλεί τήν εμφάνισιν ρευμάτων έξ έπαγωγής επ' αυτών. Τά ρεύματα αυτά στροβιλίζονται επί τής επιφανείας τών κυλινδρούων και είναι γνωστά ως εκ τούτου ως δινορεύματα. Τά δινορεύματα θερμαίνον τόν σιδηρόν πυρήνα και άποτελούν άπόλειαν ένεργείας. Διά νά έμποδίζεσαι ή εμφάνισις τών άπολειών αυτών, οι πυρήνες τών έπαγωγικών πηνίων συνίστανται συνήθως από δέσημν άγωγών εκ μαλακού σιδήρου (Σχήμα 69—4). Τò στρώμα όξειδίου, τò όποίον ύπάρχει επί τών συρμάτων αυτών, παρουσιάζει μεγάλην αντί-



Σχ. 69—4. Ο πυρήν αυτός ο οποίος αποτελείται από άγωγούς εκ σιδήρου ελαττώνει τα δινορεύματα.

οσασιν και ως εκ τούτου ελαττώνει τα δινορεύματα. Εις άλλας ηλεκτρικάς συσκευάς τὰ πηνία, επί των οποίων πρέπει νά εμφανισθῇ ρεύμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἔχουν πυρήνα ὁ οποίος ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτά ἐλάσματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἓνα στρώμα βερνικίου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ὥστε νὰ ἀυξηθῇ ἡ ἀντίστασις των. Τὸ σχῆμα 69—5 δεικνύει ἓνα μετασχηματιστὴν ὁ ὁποῖος ἔχει πυρήνα ἐξ ἐλασμάτων.



Σχ. 69—5. Μετασχηματιστὴς ὑποβιβασμοῦ τάσεως.

Ἐὰν τὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστοῦ ἔχη περισσότερα ἐλίγματα ἀπὸ τὸ πρωτεύον, τότε ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὴν ἔξοδον τοῦ μετασχηματιστοῦ, θὰ εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τὴν εἰσοδον αὐτοῦ καὶ ὁ μετασχηματιστὴς καλεῖται μετασχηματιστὴς ἀνυψώσεως τάσεως. Ἐὰν τὸ δευτερεύον ἔχη ὀλιγώτερα ἐλίγματα ἀπὸ τὸ πρωτεύον, τότε καλεῖται μετασχηματιστὴς ὑποβιβασμοῦ τάσεως. Εἰς ἓνα καλῶς κατασκευασμένον μετασχηματιστὴν, τὸ γινόμενον τῆς δευτερογενούς τάσεως, ἐπὶ τὴν δευτερογενῆ ἔντασιν ἰσοῦται περίπου πρὸς τὸ γινόμενον τῆς πρωτογενούς τάσεως ἐπὶ τὴν πρωτογενῆ ἔντασιν.

Ἐὰν ἡ αὐτὴ μαγνητικὴ ροὴ διέρχεται διὰ μέσου δύο πηνίων, ἡ ΗΕΔ αὐτῶν εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀριθμὸν ἐλιγμάτων τῶν δύο πηνίων. Εἰς τοὺς μετασχηματιστὰς ἡ ἀνωτέρω πρότασις σημαίνει ὅτι, ὁ λόγος τῶν ηλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος, ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἐλιγμάτων πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος. Ἡ ἀνωτέρω πρότασις γράφεται ὑπὸ μορφήν κλάσματος.

$$\frac{Εδ}{Επ} = \frac{\text{Ἐλίγματα Δευτερογενούς}}{\text{Ἐλίγματα Πρωτογενούς}}$$

ἔπου Εδ καὶ Επ παριστοῦν τὰς τάσεις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος καὶ τοῦ πρωτεύοντος ἀντιστοίχως

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Τὸ πρωτεύον ἐνὸς μετασχηματιστοῦ, ἀποτελεῖται ἀπὸ 100 ἐλίγματα ἐνῶ τὸ δευτερεύον ἀπὸ 500 ἐλίγματα.

Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ. Ὁ Μετασχηματιστὴς συνίσταται ἀπὸ δύο πηνία, τὰ ὁποῖα εἶναι τοιουτοτρόπως τοποθετημένα ὥστε ἡ μαγνητικὴ ροὴ ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τοῦ ἐνὸς νὰ διέρχεται καὶ διὰ τοῦ δευτέρου. Οἱ μετασχηματισταὶ συνήθως χρησιμοποιοῦνται εἰς κυκλώματα ἐναλλασσομένου ρεύματος, καὶ τοιουτοτρόπως δὲν παρίσταται ἡ ἀνάγκη τῆς ἀποκαταστάσεως καὶ διακοπῆς τοῦ κυκλώματος. Τὸ ἐναλλασσόμενον ρεύμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ ἓν πηνίον, ἐπάγει εἰς τὸ δεύτερον, μίαν ΗΕΔ λόγῳ τῆς μεταβολῆς τῆς τιμῆς αὐτοῦ.

Διὰ τὴν αἰξίαν τῆς μαγνητικῆς ροῆς, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ μέσου τῶν πηνίων, οἱ μετασχηματισταὶ συνήθως ἔχουν κλειστοὺς πυρήνας, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 69—5. Ὁ αἰδηροῦς πυρὴν ἀποτελεῖ μίαν εὐκολον δίοδον διὰ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς (αἱ ὁποῖαι ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα μὲ διακεκομμένας γραμμὰς) καὶ ὡς ἐκ τούτου σχεδὸν ὅλαι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ διέρχονται διὰ μέσου αὐτοῦ. Τοιουτοτρόπως ἐξασφαλίζεται ἡ μεγίστη μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῶν δύο πηνίων. Τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖται μὲ ρεύμα καλεῖται πρωτεύον τοῦ μετασχηματιστοῦ, ἐνῶ τὸ πηνίον ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργούμενον ρεύμα, καλεῖται δευτερεύον.

Ἐάν ἐναλλασσομένη τάσις 110V ἐφαρμοσθῇ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος, ποία θὰ εἶναι ἡ τάσις τοῦ δευτερεύοντος;

ΛΥΣΙΣ:

$$\frac{E_s}{E_n} = \frac{500}{100}$$

$$E_s = \frac{500 \times 110}{100} = 550 \text{ V}$$

Οἱ μετασχηματισταὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς τάσεως γεννητριῶν ΕΡ ὥστε ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια νὰ δύναται νὰ μεταφερθῇ οἰκονομικῶς, ὑπὸ ὑψηλῆν τάσιν καὶ χαμηλῆν ἔντασιν. Μετασχηματισταὶ ὑποβιβασμοῦ τῆς τάσεως ὑποβιβάζουν τὴν ὑψηλὴν τάσιν, ὥστε ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια νὰ διανεμηθῇ ὑπὸ χαμηλῆν τάσιν. Μικροὶ μετασχηματισταὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς δέκτας ραδιοφῶνων, εἰς τοὺς διαφόρους τύπους ποιμπῶν, ὡς καὶ εἰς διάφορα κυκλώματα.

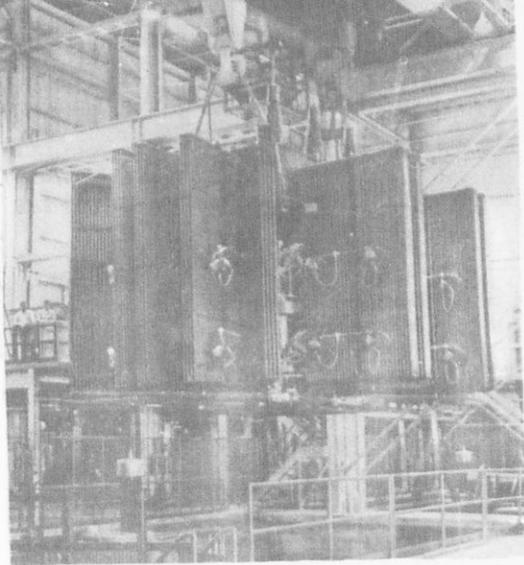
ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ. Διὰ ἓνα ἰδανικὸν μετασχηματιστήν, ὁ ὁποῖος δὲν παρουσιάζει ἀπωλείας ἰσχύος, καὶ ἔχει ὡς ἐκ τούτου βαθμὸν ἀποδόσεως 100% δυνάμεθα νὰ γράψωμεν. Ἰσχύς εἰς τὴν ἔξοδον τοῦ δευτερεύοντος εἰς Watt = Ἰσχύς εἰς τὴν εἰσοδὸν τοῦ πρωτεύοντος εἰς Watt ἢ Εδ. Ιδ = Επ. Ιπ. (1)

Ὅπου Ε καὶ Ι παριστοῦν τὴν τάσιν καὶ τὴν ἔντασιν ἀντιστοίχως. Ἐφ' ὅσον ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος καὶ τοῦ δευτερεύοντος εἶναι εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀριθμὸν ἐλιγμάτων αὐτῶν, συνάγεται ὅτι, τὰ ρεύματα τὰ ὁποῖα διαρρέουν τὸ πρωτεῦον καὶ τὸ δευτερεῖον εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐλιγμάτων. Οὕτω δυνάμεθα νὰ γράψωμεν τὴν κατωτέρω σχέσιν.

$$\frac{I_n}{I_s} = \frac{E_s}{E_n} = \frac{\text{Ἐλιγμᾶτα Δευτερεύοντος}}{\text{Ἐλιγμᾶτα Πρωτεύοντος}}$$

Λόγῳ τοῦ ὅτι οὐδεμία μηχανὴ ἔχει βαθμὸν ἀποδόσεως 100%, ἡ ἀνωτέρω σχέσις εἶναι μόνον κατὰ προσέγγισιν ἀλη-

1. Ἀκριβέστερον ἡ ἰσχύς τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων ἰσοῦται πρὸς Volt X Amper X Συντελεστὴν Ἰσχύος. Τοῦτο θὰ ἐξηγηθῇ πλήρως εἰς τὴν σελίδα 486. Πρὸς τὸ παρὸν ἡ δοθεῖσα σχέσις θεωρεῖται ἀρκετὰ ἀκριβῆς.



Σχ. 69—6. Ἐνας ἀπὸ τοὺς μεγαλύτερους μετασχηματιστὰς εἰς τὸν κόσμον. Ποῖος ὁ σκοπὸς τῶν πολλῶν ἠλεκτρικῶν ἀνεμοστέρων οἱ ὁποῖοι εἶναι ἐστραμμένοι πρὸς τὰς ἐπιφανείας τῶν ψηκτικῶν πτερυγίων;

θῆς. Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῶν μεγάλων μετασχηματιστῶν εἶναι σημαντικὰ μέγανος καὶ ἐνίοτε ἄνω τοῦ 95%. Ὁ συντελεστὴς ἀποδόσεως ἐνὸς μετασχηματιστοῦ, προσδιορίζεται συνήθως ὡς ὁ λόγος ἀποδοδομένης ὑπὸ τοῦ μετασχηματιστοῦ ἰσχύος, πρὸς τὴν προσδοκομένην εἰς αὐτὸν ἰσχύιν. Οὕτω ἔχομεν τὴν σχέσιν.

$$\text{βαθμὸς ἀποδόσεως} = \frac{\text{ἀποδοδομένη ἰσχύς}}{\text{προσδοκομένη ἰσχύς}}$$

$$= \frac{\text{Watts εἰς τὸ δευτερεῖον}}{\text{Watts εἰς τὸ πρωτεῖον}}$$

$$= \frac{E_s I_s}{E_n I_n}$$

Αἱ ἀπώλειαι ἐνὸς μετασχηματιστοῦ συνίστανται εἰς τὴν ἀπορρόφησιν τῆς θερμότητος ὑπὸ τῶν πτερυγίων, εἰς τὴν μετατροπὴν ἐνεργείας εἰς δινορεύματα, καὶ εἰς μετατροπὴν ἐνεργείας εἰς θερμότητα λόγῳ τῶν συνεχῶν μεταλλαγῶν τῶν μοριακῶν μαγνητῶν τοῦ πυρήνος. Αἱ ἀπώλειαι αὗται, εἶναι πολὺ μικραὶ δι' ἓνα καλῶς κατασκευασμένον μετασχηματιστήν καὶ διὰ τὸν λόγον αὐτὸν οἱ μετασχη-

ματισται είναι σχεδόν αί μόναι μηχαναί τās όποιās έχομεν με έξαιρετικώς μεγάλον βαθμόν αποδόσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Αύτεπαγωγή
 Άλληλεπαγωγή
 Πρωτεύον, Δευτερεύον
 Δινορεύματα
 Μετασχηματιστής κλειστού πυρήνος
 Μετασχηματιστής άνωψώσεως και ύποβιθαομού τάσεως

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{\text{Έλίγματα Πρωτεύοντος}}{\text{Έλίγματα Δευτερεύοντος}}$$

$$\text{Βαθμός Άποδόσεως} = \frac{E_s \cdot I_s}{E_p \cdot I_p}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοούμεν λέγοντες αύτεπαγωγή;
2. Ποιον τó μηχανικόν άνάλογον τής αύτεπαγωγής;
3. Τί νοούμεν λέγοντες άλληλεπαγωγή;
4. Σχεδιάσατε έν άπλούν διάγραμμα ένός έπαγωγικού πηνίου και όνομάσατε τά διάφορα βασικά τμήματα αύτοϋ.
5. Έξηγήσατε πλήρως τήν λειτουργίαν ένός έπαγωγικού πηνίου.
6. Άναφέρατε ώρισμένας χρήσεις του έπαγωγικού πηνίου.
7. Ποιοι είναι οι παράγοντες, οι όποιοι προκαλούν τήν εμφάνισιν μεγάλης τάσεως εις τά άκρα του δευτερεύοντος ένός έπαγωγικού πηνίου;
8. Διατί συνδέεται πυκνωτής εις τά άκρα ένός έπαγωγικού πηνίου;
9. Τί καλούνται δινορεύματα;
10. Πώς έλαττούνται τά δινορεύματα;
11. Κατά τί διαφέρει ένας μετασχηματιστής από έν έπαγωγικόν πηνιον;
12. Άναφέρατε ώρισμένας εφαρμογάς των μετασχηματιστών.
13. Ποία ή έξιςσις ή δίδουσα τήν σχέση των τάσεων εις τά άκρα του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος ένός μετασχηματιστοϋ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Θεωρείται επικίνδυνον εάν άνοιξωμεν ένα διακόπτην εις κύκλωμα τó όποιον διαρρέεται από ρεύμα μεγάλης έντάσεως; Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

2. Ποιον θά είναι τó αποτέλεσμα τής άφαιρέσεως του έλατηρίου ένός έπαγωγικού πηνίου;
3. Διατί χρησιμοποιούμεν σιδηρούς πυρήνας, εις τó έπαγωγικόν πηνιον και τούς μετασχηματιστάς;

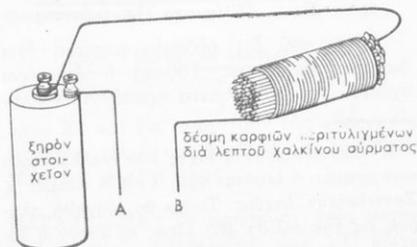
ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ. Είναι δυνατόν να καταδείξετε τά αποτελέσματα τής αύτεπαγωγής με έν μικρόν πηνιον και έν ξηρόν στοιχείον. Τó πηνιον δυνατόν να τó κατασκευάσατε περιτυλίσσοντες περίπου 100 έλίγματα λεπτού μεμονωμένου σύρματος χαλκού περίξ μιās δέσμης καρφίων. Συνδέσατε τó πηνιον με τó ξηρόν στοιχείον ως δεικνύεται εις τó σχήμα 69—7. Κρατήσατε τά άκρα του κυκλώματος Α και Β εις εκάστην χείρα σας. Άκολουθως ένώσατε τά δύο άκρα, ούτως ώστε τó κύκλωμα να κλείσθι και ακολουθως άποχωρίσατε αύτά. Θά αισθανθήτε ένα μικρό ηλεκτρικόν τίναγμα. Η διαφορά δυναμικου, τήν όποιαν παράγει τó ξηρόν στοιχείον, δέν είναι αρκετά μεγάλη ώστε να προκαλέσθι έντονον τίναγμα. Τó τίναγμα, τó όποιον ήσθάνθητε όφείλεται εις τήν δημιουργηθήσαν έξ αύτεπαγωγής ΗΕΔ όταν τó κύκλωμα άνοίγθι. Δια να γίνθι αισθητόν τó τίναγμα άπαιτείται μεγάλος αριθμός έλιγμάτων και σιδηρούς πυρήν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Μετασχηματιστής άνωψώσεως τάσεως έχει είκοσαπλάσια έλίγματα εις τó δευτερεύον από ότι εις τó πρωτεύον. Εάν έναλλασσομένη τάσις 110V εφαρμοσθή εις τά άκρα του πρωτεύοντος ποία θά είναι ή τάσις εις τά άκρα του δευτερεύοντος;



Σχ. 69—7. Παράδειγμα αύτεπαγωγής.

2. Μετασχηματιστής ύποβιβασμού τάσεως έχει 8 έλιγµατα εις τὸ δευτερεύον καὶ τὰσιν δευτερεύοντος 2,5V. Ἐὰν ἡ τάσις εἴς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος εἶναι 110V ἀπὸ πόσα έλιγµατα πρέπει νὰ ἀποτελεῖται τοῦτο;
2. Μετασχηματιστής έχει 550 έλιγµατα εις τὸ πρωτεύον. Ἐὰν ἡ τάσις πρωτεύοντος εἶναι 110V ἡ δὲ τάσις δευ-

τερεύοντος εἶναι 50V ποῖος θὰ πρέπει νὰ εἶναι ὁ ἀριθµὸς έλιγµάτων τοῦ δευτερεύοντος;

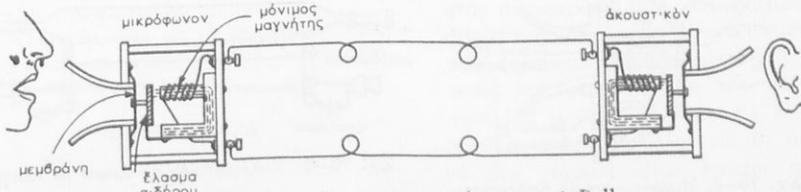
4. Μετασχηματιστής ύποβιβασµοῦ τάσεως έχει 500 έλιγµατα εις τὸ πρωτεύον καὶ 4 έλιγµατα εις τὸ δευτερεύον. Ἐὰν εἴς τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος ἀναπτυχθῆ τάσις 110V ποῖα θὰ εἶναι ἡ τάσις εις τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος;

ΕΔΑΦΙΟΝ 70. Τὸ τηλέφωνον.

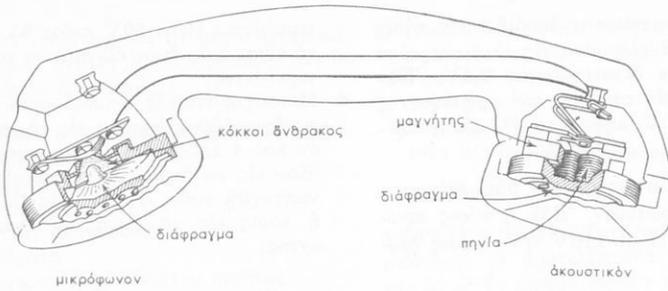
Τὸ ΠΡΩΤΟΝ ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ. Τὸ 1876 ὁ Alexander Graham Bell ἐπέδειξε δημοσίως διὰ πρῶτην φορὰν ἕνα τηλέφωνον. Τὸ σχῆµα 70—1 δεικνύει τὰ βασικὰ τμήµατα τοῦ τηλεφώνου αὐτοῦ. Τὸ μικρόφωνον καὶ τὸ ἀκουστικὸν εἶναι ἀκριβῶς ὅµοια. Ὅµιλοῦντες ἐµπροσθεν τοῦ μικροφώνου, δημιουργοῦµεν ταλαντώσεις εις τὴν µεµβράνην, ἡ ὁποία ἀκολουθῶς ἐξαναγκάζει εις κίνησιν τὸ σιδηροῦν ἔλασμα, τὸ ὁποῖον εἶναι προσηροµοσµένον ἐπ' αὐτῆς. Διὰ τῆς κινήσεως τοῦ σιδηροῦ ἐλάσµατος μεταβάλλεται τὸ χᾶσμα ἀέρος μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῶν πόλων τοῦ µονίμου µαγνήτου καὶ τοιοῦτοτρόπως αἱ µαγνητικαὶ γραµμαί, αἱ ὁποῖαι διέρχονται διὰ τοῦ πηνίου τὸ ὁποῖον εἶναι περιτυλιγµένον πέριξ τοῦ µονίμου µαγνήτου μεταβάλλονται. Μεταβαλλομένων τῶν µαγνητικῶν γραμμῶν, δημιουργεῖται ρεῦµα ἐξ ἐπαγωγῆς, τοῦ ὁποῖου ἡ έντασις μεταβάλλεται συµφῶνως πρὸς τὰς ἠχητικὰς ταλαντώσεις, αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν ἐπὶ τῆς µεµβράνης. Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦµα διαρρέει τὸ πηνίον τοῦ ἀκουστικοῦ, μεταβάλλει τὴν µαγνητικὴν ροὴν τοῦ µαγνήτου τοῦ ἀκουστικοῦ. Μεταβαλλομένης τῆς µαγνητικῆς ροῆς τὸ σιδηροῦν ἔλασμα αὐτοῦ κινεῖται καὶ ὡς ἐκ τούτου πάλλεται καὶ ἡ µεµβράνη, ἡ ὁ-

ποία εἶναι προσηροσµένη εις αὐτό. Παλλομένης τῆς µεµβράνης δημιουργοῦνται τὰ ἠχητικὰ κύµατα, τὰ ὁποῖα προσβάλλουν τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς.

Τὸ ΣΗΜΕΡΙΝΟΝ ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ. Τὸ ἀκουστικὸν τοῦ πρώτου τηλεφώνου τὸ ὁποῖον κατεσκεύασεν ὁ Bell ἦτο πολὺ ἀποδοτικόν. Εἰς τὴν πραγματικότητα καὶ τὰ σηµερινὰ τηλέφωνα (Σχῆµα 70—2) εἶναι µόνον βελτιώσεις τοῦ βασικοῦ ἀκουστικοῦ τοῦ Bell. Τὸ μικρόφωνον ὁµως αὐτοῦ δὲν ἦτο καθόλου ἀποδοτικόν. Τὸ 1877 ὁ Edison ἔκαµε µίαν πρῶτην βελτίωσιν χρησιµοποιῶν τὸ μικρόφωνον ἐξ ἄνθρακος. Τὸ σηµερινὸν μικρόφωνον ἐξ ἄνθρακος δεικνύεται εις τὸ σχῆµα 70—3. Τὰ βασικὰ του µέρη συνίστανται ἐξ ἐνὸς λεπτοῦ διαφράγµατος, τὸ ὁποῖον ὠθεῖ τὸν δίσκον ἐξ ἄνθρακος, ἐπὶ τῶν κόκκων ἄνθρακος, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐντὸς ἐνὸς µεταλλικοῦ δοχείου. Ὁ ἕνας ἀγωγὸς συνδέεται πρὸς τὸ δοχεῖον τοῦτο, τὸ ὁποῖον περιέχει τοὺς κόκκους τοῦ ἄνθρακος ἐνῶ ὁ δεύτερος συνδέεται µὲ τὸ διάφραγμα. Τὸ µέγεθος τῆς έντάσεως τοῦ ρεῦµατος, ἡ ὁποία διαρρέει τὸ μικρόφωνον, ἐλέγχεται σηµαντικῶς ἀπὸ τὴν έντασιν, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ δοχεῖον µὲ τοὺς κόκκους ἄνθρακος. Ἡ ἀν-



Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ ἴνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

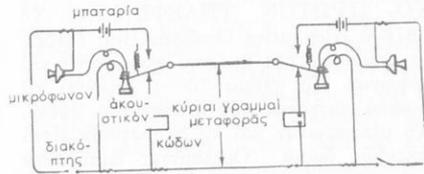


Σχ. 70—2. Τομή του σημερινού μικροφώνου και άκουστικού ενός τηλεφώνου.

τίσασιν αυτή μεταβάλλεται συναρτήσει της πίεσεως, ή οποία άσκειται επί των κόκκων αυτών.

Όταν αυξάνεται ή πίεσις ελαττοῦται ή αντίστασις, και αντίστροφως όταν ή πίεσις ελαττοῦται αυξάνει ή αντίστασις των κόκκων. Η πίεσις ήτις άσκειται επί των κόκκων μεταβάλλεται συναρτήσει των ταλαντώσεων του διαφράγματος. Τά ήχητικά κύματα, τά όποια προσπίπτουν επί του διαφράγματος, προκαλοῦν τάς ταλαντώσεις αυτού. Κατά συνέπειαν ή αντίστασις των κόκκων του άνθρακος εξαρτάται από τά ήχητικά κύματα τά όποια προσπίπτουν επί της μεμβράνης. Τό μεταβαλλόμενον ήλεκτρικόν ρεύμα, τό όποιον αναγωρεί εκ του μικροφώνου φθάνει εις τό άκουστικόν και εκει αναπαράγει τάς αρχικάς ταλαντώσεις αι όποια διήγειραν τό μικρόφωνον.

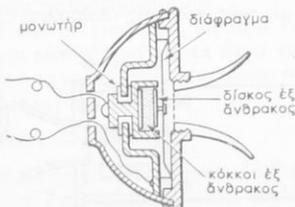
Τά σχήματα 70—4 και 70—5 δεικνύουν δύο τύπους άπλων τηλεφωνικων κυκλωμάτων. Τό σχήμα 70—4 δεικνύει τον τρόπον κατά τον όποιον μικρόφωνα, άκουστικά, κώδωνες, διακόπτες και μπαταρία είναι δυνατον να συνδεοῦν οὔτως ώστε οιοσδήποτε εκ των δύο σταθμων να



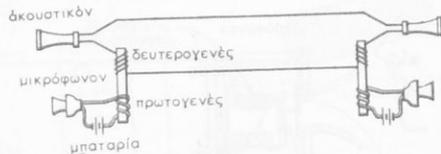
Σχ. 70—4. Άπλων τηλεφωνικόν κύκλωμα.

είναι εις θέσιν να καλέση τον άλλον. Άξιον προσοχής είναι ότι τό κύκλωμα δεν διαροείται υπό ρεύματος όταν και τά δύο άκουστικά είναι επί των ύποδοχών αυτών. Όταν ό ένας σταθμός θέλη να καλέση τον άλλον, σηκώνει τό άκουστικόν του όποτε κλειει ό διακόπτης. Οὔτος άποκαθιστά τό κύκλωμα του κώδωνος εις τον άλλον σταθμόν. Μόλις ό άλλος σταθμός άνασηκώση τό άκουστικόν του, τό κύκλωμα του κώδωνος διακόπτεται και τά δύο μικρόφωνα και άκουστικά συνδέονται.

Τό κύκλωμα, τό όποιον δεικνύεται εις τό σχήμα 70—4 εργαζεται άποδοτικώς, μόνον διά μικράς άποστάσεις. Διά μεγάλας άποστάσεις παρουσιάζει σημαντικήν αντίστασιν και ένδεικνυται να χρησιμοποιωμεν επαγωγικά πηνία εις έκαστον



Σχ. 70—3. Μικρόφωνον εκ άνθρακος.



Σχ. 70—5. Τηλεφωνικόν κύκλωμα με επαγωγικά πηνία.

τηλέφωνον διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς τάσεως ἐπὶ τῶν γραμμῶν μεταφορᾶς. Ἐνα ἄπλοῦν τηλεφωνικὸν κύκλωμα τοῦ εἶδους αὐτοῦ χωρὶς τὰς διατάξεις τῶν διακοπτῶν, δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 70—5.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Τὸ πρῶτον τηλέφωνον τοῦ Bell
Τὸ σημερινόν τηλέφωνον
Ἄπλοῦν τηλεφωνικὸν κύκλωμα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Περιγράψατε τὸ πρῶτον τηλέφωνον τοῦ Bell.
2. Ποία εἶναι ἡ βασικὴ ἀρχὴ ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται ἡ ὁμιλία διὰ μέσου ἀγωγῶν;
3. Σχηματίσατε ἐν διάγραμμα τῶν τμημάτων καὶ τῶν συνδέσεων τοῦ πρῶτου τηλεφώνου τοῦ Bell.
4. Ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν τοῦ τηλεφώνου αὐτοῦ.
5. Ποία ἡ πηγὴ τοῦ ρεύματος εἰς τὸ τηλεφωνικὸν τοῦτο κύκλωμα;
6. Ἐξηγήσατε τὴν κατασκευὴν τοῦ σημερινοῦ ἀκουστικοῦ τηλεφώνου.
7. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἐν μικρόφωνον ἐξ ἄνθρακος μεταβάλλει τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα συμφῶνως πρὸς τὰς ταλαντώσεις, αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν ἐπ' αὐτοῦ.
8. Σχηματίσατε ἐν ἄπλοῦν τηλεφωνικὸν κύκλωμα μεταξὺ δύο σταθμῶν.
9. Ἐξηγήσατε πλήρως τὴν λειτουργίαν τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Μεταφέρονται ἠχητικὰ κύματα διὰ τῶν τηλεφωνικῶν γραμμῶν;
2. Ὄταν ὁμιλήτε εἰς τὸ ἀκουστικὸν ἐνὸς τηλεφώνου ἀναμένετε νὰ δημιουργηθῇ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ ὁλικὴ ὑπόστασις ἐνὸς τηλεφώνου

νικῶν ἀγωγῶν, οἱ ὁποῖοι συνδέονται τὸν σταθμῶν A μὲ τὸν σταθμῶν B εἰς ἀπόστασιν 6 km εὐρέθη ὅτι εἶναι 9Ω. Κατὰ τὴν διάρκειαν θυέλλης βραχυκύκλωμα ἀνεπτύχθη μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν. Ἡ ἀντίστασις τούτων ἔμετρήθη εἰς τὸν σταθμῶν A καὶ εὐρέθη ἴση πρὸς 6Ω. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν Σταθμῶν A ἔλαβε χώραν τὸ βραχυκύκλωμα;

2. Κατὰ τὴν διάρκειαν πειράματος εὐρέθη ὅτι ρεῦμα ἐντάσεως 0,4A διαρρέει σωρὸν κόκκων ἄνθρακος, ὅταν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ ἢ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ εἶναι 10V. Ὄταν ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ σωροῦ αὐξηθῇ τὸ ρεῦμα εὐρίσκειται ἴσον πρὸς 0,5A διὰ διαφορὰν δυναμικοῦ 8V. Κατὰ πόσον ἠλαττώθη ἡ ἀντίστασις τοῦ σωροῦ;
3. Πηνίον ἀκουστικοῦ τηλεφώνου παρουσιάζει ἀντίστασιν 120Ω ὅταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 0,15A. Πόση ἢ ἐπ' αὐτοῦ καταναλισκομένη ἰσχύς;

B

4. Ἐὰν ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς ἐνὸς ἐπαγωγικοῦ πηνίου εἶναι 0,4W ἢ δὲ ἀντίστασις του εἶναι 160Ω, ποία ἢ ἔντασις τοῦ ρεύματος τὸ ὁποῖον τὸ διαρρέει;
5. Εἰς τὸ ἄπλοῦν τηλεφωνικὸν κύκλωμα τοῦ σχήματος 70—4 ὑποθέτομεν ὅτι ἡ πηγὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 στοιχεῖα τῶν 1,5V ἕκαστον, καὶ ὅτι ἡ ἀντίστασις τῶν κυρίων γραμμῶν μεταφορᾶς εἶναι 100Ω, ἐνῶ ἡ ἀντίστασις ἐκάστου κώδωνος 2Ω καὶ ἡ ἀντίστασις ἐκάστου ἀκουστικοῦ 75Ω. Θεωρουμένων ἀμελητέων ὄλων τῶν ἄλλων ἀντιστάσεων ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὰς κυρίας γραμμὰς μεταφορᾶς ὅταν α) ὁ εἰς σταθμὸς καλῇ τὸν ἄλλον καὶ β) ὅταν οἱ δύο σταθμοὶ εἶναι ἔτοιμοι πρὸς συνδιάλεξιν.

ΕΔΑΦΙΟΝ 71. Ήλεκτρικαί μηχαναί.

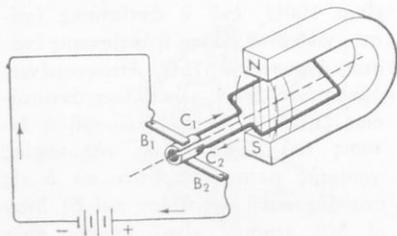
Η ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ. Ἀγωγὸς κινούμενος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου προκαλεῖ τὴν γένεσιν ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς, εἰς αὐτὸν. Αὐτὴ εἶναι ἡ βασικὴ ἀρχὴ τῶν γεννητῶν. Ἐξ ἄλλου ἕνας ἀγωγὸς διαρροόμενος ὑπὸ ρεύματος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου τείνει νὰ κινήθῃ ἐντὸς αὐτοῦ. Αὐτὴ εἶναι ἡ βασικὴ ἀρχὴ τῶν κινήτρων. Ἡ γεννῆσιον χρησιμοποιεῖ τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν τῆς κινήσεως διὰ νὰ παραγάγῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐνῶ, ἀντιθέτως, ὁ ἠλεκτρικὸς κινήτης χρησιμοποιεῖ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ νὰ παραγάγῃ μηχανικὴν κίνησιν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡ ΣΡ. Ἐὰς θεωρήσωμεν τὴν διάταξιν τοῦ πλαισίου ἐντὸς τοῦ μαγνήτου ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 71—1. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διάταξις αὐτὴ εἶναι ἡ ἴδια μὲν τὴν διάταξιν τῆς γεννητῆρας ΣΡ (Σχῆμα 68—4) τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἤδη ἐξετάσει, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι, ἐκεῖ ὅπου ὑπῆρχεν ἠλεκτρικὸς λαμπτῆρ, τώρα ὑπάρχει πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος. Εἰς τὴν θέσιν, τὴν ὁποίαν δεῖκνύει τὸ σχῆμα 71—1, τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται εἰς τὸ πλαῖσιον διὰ τῆς ψήκτρας B_1 καὶ τοῦ συλλέκτου C_1 διέρχεται διὰ τοῦ πλαισίου, κατὰ τὴν δεικνυομένην ὑπὸ τῶν βελῶν κατεῦθυνσιν καὶ ἐξέρχεται διὰ τοῦ συλλέκτου C_2 καὶ τῆς ψήκτρας B_2 . Σύμφωνα μὲ τὴν δεικνυομένην φορὰν τοῦ ρεύματος, τοῦτο προκαλεῖ ἕνα μαγνητικὸν πεδίου, σύμφωνον μὲ τὸν κανόνα δεξιᾶς χειρὸς, τοῦ ὁποίου ὁ βόρειος πόλος εἶναι εἰς τὸ ἄνω μέρος καὶ ὁ νότιος πόλος εἰς τὸ κάτω

μέρος. Ἡ δρᾶσις τῶν δύο μαγνητικῶν πεδίων προκαλεῖ τὴν περιστροφὴν τοῦ πλαισίου δεξιοστροφῶς ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ διάγραμμα.

Ὅταν ἡ ἄνω πλευρὰ τοῦ πλαισίου, ἡ ὁποία εἶναι βόρειος πόλος, περιστραφῇ καὶ συναντήσῃ τὸν νότιον πόλον τοῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου, τότε τὸ πλαῖσιον θὰ παύσῃ νὰ περιστρέφεται, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα θὰ συνεχίσῃ νὰ διαρρέῃ τὸ πλαῖσιον κατὰ τὴν δεικνυομένην φορὰν. Παρατηροῦμεν ὅμως ὅτι, ὅταν τὸ πλαῖσιον λάβῃ τὴν θέσιν ἐκεῖνιν, ὁ τομεὺς C_1 τοῦ συλλέκτου συνδέεται μὲ τὴν ψήκτραν B_2 μὲ ἀποτέλεσμα ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος νὰ ἔξῃ ἀναστραφῇ καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίου τὸ ὁποῖον δημιουργεῖ νὰ ἔξῃ ἀλλάξει πολικότητα ὁπότε πάλιν θὰ εἶναι βόρειος πόλος ἀπέναντι ἀπὸ τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου καὶ τὸ πλαῖσιον θὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ περιστρέφεται κατὰ τὴν ἐπομένην ἡμίσειαν περιστροφῆς. Εἰς τὸ πέρας τῆς ἡμίσειας αὐτῆς περιστροφῆς, θὰ ἀναστραφῇ πάλιν τὸ ρεῦμα, λόγῳ τοῦ ὅτι, ὁ τομεὺς τοῦ συλλέκτου C_1 ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ψήκτραν B_1 καὶ ἐπομένως τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον θὰ διαρρέῃ τὸ πλαῖσιον, θὰ ἔξῃ τὴν σημειωομένην εἰς τὸ σχῆμα 71—1 φορὰν. Αὐτὴ εἶναι ἡ λειτουργία τοῦ ἀπλοῦ κινήτηρος συνεχοῦς ρεύματος.

Συνδόντες τὸν ἄξονα τοῦ κινήτηρος μὲ μίαν μηχανήν, δυνάμεθα νὰ ἐμεταλλευθῶμεν τὸ μηχανικὸν ἔργον τὸ ὁποῖον αὐτὴ παράγει. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον κινουῦνται ἠλεκτρικοὶ ἀνεμοστῆρες, ἠλεκτρικὰ πριόνια καὶ ἄλλαι ἠλεκτρικαὶ μηχαναί. Ὅσον μεγαλυτέραν ἰσχύν ζητούμεν ἀπὸ ἕνα ἠλεκτρικὸν κινήτηρα, τόσον μεγαλυτέραν ἰσχύν πρέπει νὰ προσδίδωμεν εἰς αὐτὸν ὑπὸ μορφήν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.



Σχ. 71—1. Ἀπλοῦς κινήτης συνεχοῦς ρεύματος.

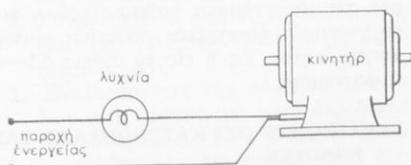
ΑΝΤΙΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ (ΑΗΕΑ). Ὅταν τὸ τύμπανον τοῦ κινήτηρος περιστρέφεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, δημιουργεῖται μία ΗΕΔ ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τοῦ τυμπάνου. Σύμφωνα μὲ τὸν Νό-

μον του Lenz ή διεύθυνσις τῆς ἐξ επαγωγῆς δημιουργουμένης ΗΕΔ ἀντιτίθεται πρὸς τὴν ἐπιβαλλομένην ΗΕΔ. Ἐὰν δὲν ἀντετίθето τότε θὰ ἐπιταχύνετο ἡ κίνησις τοῦ κινητήρος. Λόγω τοῦ ὅτι ἡ ἐξ επαγωγῆς ΗΕΔ αὕτη ἀντιτίθεται πρὸς τὴν ἐπιβαλλομένην ὑπὸ τῆς πηγῆς ΗΕΔ καλεῖται Ἀντιηλεκτρεγερτικὴ ἢ Δύναμις (ΑΗΕΔ).

Ἐνα ἄλλοῦν παράδειγμα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀποδεικνύεται ἡ ὑπαρξις τῆς ἀντιηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐνὸς κινητήρος, εἶναι ἡ σύνδεσις ἐνὸς μικροῦ κινητήρος με μίαν ἠλεκτρικὴν λυχνίαν, ὡς δεῖκνύεται εἰς τὸ σχῆμα 71—2. Ὄταν ὁ διακόπτης κλείσῃ ἡ λάμπα κατ' ἀρχὰς θὰ φωτοβολῇ. Ἐν τούτοις ὕστερ' ἀπὸ λίγο, ἡ φωτοβολία τῆς θὰ μειωθῇ καθὼς ὁ κινητὴρ ἐπιταχύνεται καὶ ἀναπτύσσει τὴν ΑΗΕΔ αὐτοῦ. Ἐὰν συνδέσωμεν τὸν κινητῆρα με μὲγάλον ἐξωτερικὸν φορτίον, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον θὰ ἔχη ὡς συνέπεια τὴν ἐπιβράδυνσιν αὐτοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ λυχνία ἀρχίζει νὰ φωτοβολῇ καὶ πάλιν ἰσχυρῶς, λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ ΑΗΕΔ τοῦ κινητήρος ἔχει ἐλαττωθῆ.

Θὰ πρέπει νὰ γίνουιν ἀρκετὰ πειράματα εἰς τὴν ἀρχήν, διὰ νὰ εὐρεθῇ ἡ κατάλληλος λυχνία, ἡ ὁποία θὰ καταδεικνύη πλεόν ἐντόνωσ τὸ φαινόμενον αὐτό.

Ὄταν ὁ ἠλεκτρικὸς κινητὴρ ἐκκινήῃ, ἡ ΑΗΕΔ αὐτοῦ, εἶναι μηδέν. Καθὼς ἐπιταχύνεται, ἡ ΑΗΕΔ αὐτοῦ αὐξάνει, ἕως ὅτου λάβῃ τιμὴν περίπου ἴσην πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην ΗΕΔ. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν δύο ΗΕΔ εἶναι ἡ ἐνεργὸς ΗΕΔ, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν ροὴν τοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου. Κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκινήσεως, ὅταν ἡ ΑΗΕΔ εἶναι μηδέν μεγάλη ἔντασις διαρρέει τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου. Εἰς μὲγάλους ἠλεκτρικοὺς κινητήρας ὅπου ἡ ἔντασις κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκινήσε-

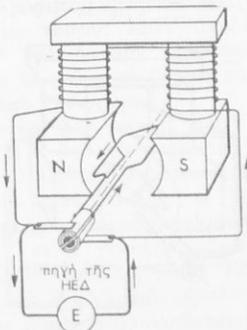


Σχ. 71—2. Διάταξις ἐμφαίνουσα τὴν ΑΗΕΔ ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ κινητήρος.

ως λαμβάνει ἐπικινδύνως ὕψηλὰς τιμὰς, λαμβάνεται πρόνοια διὰ νὰ περιορισθῇ αὕτη εἰς τιμὰς μὴ ἐπικινδύνους. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ παρεμβολῆς ἀντιστάσεως εἰς τὸ κύκλωμα. Καθὼς ἡ ταχύτης τοῦ κινητήρος αὐξάνει ἐλαττοῦμεν τὴν προστατευτικὴν αὐτὴν ἀντίστασιν, μέχρις ὅτου τὴν ἀφαιρέσωμεν τελείως ἀπὸ τὸ ὁλόκλιον κύκλωμα. Μία μεταβλητὴ ἀντίστασις αὐτοῦ τοῦ εἶδους καλεῖται ροοστάτης.

ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΡ. Οἱ δύο κύριοι τύποι τῶν κινητήρων ΣΡ εἶναι οἱ, τῆς Διακλαδώσεως καὶ τῆς Σειρᾶς, ὡς δεῖκνύονται καὶ εἰς τὰ σχήματα 71—3 καὶ 71—4, ἀντιστοίχως. Οἱ ἀντιστοιχοῦν ἀκριβῶς εἰς τὰς γεννητριάς διακλαδώσεως καὶ εἰς τὰς γεννητριάς σειρᾶς συνεχοῦς ρεύματος, αἱ ὁποῖαι δεῖκνύονται εἰς τὰ σχήματα 68—5 καὶ 68—6 ἀντιστοίχως. Παρατηροῦμεν λοιπόν, ὅτι δὲν ὑπάρχει βασικὴ διαφορὰ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν γεννητριῶν ΣΡ καὶ τῶν ἠλεκτρικῶν Κινητήρων ΣΡ. Μία γεννητρία ΣΡ μπορεῖ νὰ λειτουργήσῃ ὡς κινητὴρ, ἐὰν τροφοδοτηθῇ με ρεῦμα, καὶ ἕνας κινητὴρ ΣΡ μπορεῖ νὰ λειτουργήσῃ ὡς γεννητρία ἐὰν τροφοδοτηθῇ με μηχανικὴν ἐνέργειαν.

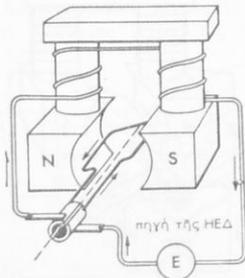
Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΩΣ ΣΡ. Εἰς τὸν κινητῆρα διακλαδώσεως ΣΡ (Σχῆμα 71—3) τὸ τύμπανον καὶ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως εἶναι συνδεδεμένα ἐν παραλλήλῳ. Τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, παραμένει σταθερόν, διότι εἶναι ἀπ' εὐθείας συνδεδεμένον πρὸς τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ τῆς γραμ-



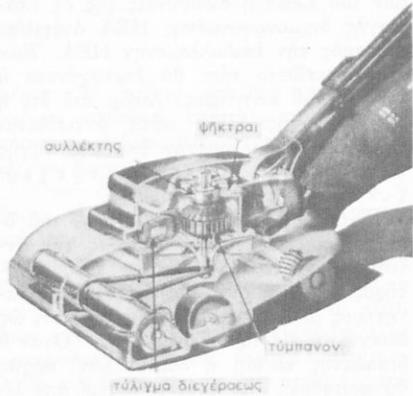
Σχ. 71—3. Κινητὴρ διακλαδώσεως ΣΡ.

μής παροχής· τὸ ρεῦμα ὅμως τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ τύμπανον, εἶναι μεταβλητῆς τιμῆς, καὶ μεταβάλλεται συναρτήρῃ τοῦ φορτίου. Ἡ ταχύτης περιστροφῆς τῶν κινητῆρων διακλαδώσεως ὀλίγον μεταβάλλεται διὰ τῆς μεταβολῆς τοῦ ἔξωτερικοῦ φορτίου. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν χρησιμοποιεῖται γενικῶς εἰς τὰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὁποίας εἶναι ἐπιθυμητὴ ἀφ' ἐνὸς σταθεροῦς στρωφῶν ἀφ' ἑτέρου δέ, ἔξοχον μεταβλητὰ φορτία.

Ο ΚΙΝΗΤΗΡ ΣΕΙΡΑΣ ΣΡ. Εἰς τοὺς κινητήρας σειρᾶς (σχῆμα 71-4) τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου καὶ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως εἶναι συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Τὸ αὐτὸ ρεῦμα διαρρέει καὶ τὰ δύο τυλίγματα. Ἐὰν τὸ ἔξωτεριζὸν φορτίον τοῦ κινητήρος σειρᾶς ἀυξήθῃ, τότε τὸ τύμπανον αὐτοῦ ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτοῦ ἀυξάνεται, ἐπιτρέπονσα τουντοτρόπως περισσότερον ρεῦμα νὰ διέλθῃ διὰ μέσου τοῦ κινητήρος. Τὸ αὐξηθὲν ρεῦμα διέρχεται διὰ μέσου καὶ τῶν δύο τυλιγμάτων, τόσον τοῦ τυμπάνου, ὅσον καὶ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως, ὅποτε ἀυξάνεται ἡ δύναμις, ἡ ὁποία δρᾷ ἐπὶ τοῦ κινητήρος. Κατὰ τὴν ἐκκίνησιν, τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου, καὶ τοῦ πεδίου, ἔχει σημαντικὴν τιμὴν καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ κινητῆρ ἀποδίδει μεγάλην ἰσχύ. Λόγω τοῦ ὅτι κατὰ τὴν ἐκκίνησιν παρουσιάζει ἠῦξημένην ροπὴν στρέψεως ἢ ἰσχύ, ὁ κινητῆρ σειρᾶς χρησιμοποιεῖται τὰ μέγιστα εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν ἔλξιν, κατὰ τὴν ὁποίαν πρέπει τὰ ὄχηματα νὰ ἐκκινουῖν ὑπὸ μεγάλου ἔξωτεριζοῦ φορτίου. Οἱ κινητῆρες σειρᾶς χρησιμο-



Σχ. 71—4. Κινητῆρ Σειρᾶς ΣΡ



Σχ. 71—5. Μία ἀπὸ τὰς πλέον κοινὰς χρήσεις τῶν κινητῆρων σειρᾶς ὅταν οὗτοι τροφοδοτοῦνται μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

ποιοῦνται ἐπίσης καὶ ὡς ἐκκινητῆρες τῶν αὐτοκινήτων.

Τὸ βασικὸν πλεονέκτημα τῶν κινητῆρων σειρᾶς εἶναι, ὅτι εἶναι δυνατόν εἰς αὐτοὺς νὰ λειτουργήσουν τόσον εἰς συνεχῆς ρεῦμα ὅσον καὶ εἰς ἐναλλασσόμενον. Ἄν θεωρήσωμεν τὸν κινητῆρα σειρᾶς τοῦ σχήματος 71—4. Ὅταν τὸ ρεῦμα διαρρέῃ τὸ τύμπανον κατὰ τὴν ὑπὸ τῶν βελῶν δεικνυομένην φοράν, τότε τὸ πεδίου τῶν πόλων, θὰ ἔξῃ τὴν δεικνυομένην πολικότητα. Ἐὰν θεωρήσωμεν ὅμως, ὅτι ἡ ἐφαρμοζομένη ΗΕΔ ἀλλάσσει διεύθυνσιν, τότε ὅλοι οἱ πόλοι θὰ ἀλλάξουν πολικότητα, καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς περιστροφῆς θὰ παραμείνῃ ἡ αὐτὴ. Ἐν ἄλλοις λόγοις ἀντιστροφόμενων τῶν πεδίου τῶν πόλων, ὅσον καὶ τοῦ πεδίου τοῦ τυμπάνου, ἡ διεύθυνσις τῆς ἐνεργοῦσης δυνάμεως παραμένει ἡ αὐτὴ. Οἱ κινητῆρες σειρᾶς χρησιμοποιοῦνται πολὺ εἰς διαφόρους μικρὰς μηχανὰς ὡς οἱ ἠλεκτρικοὶ ἀνεμιστήρες, εἰς μηχανήματα καθαριστηρίου, καὶ ἐν γένει εἰς ἠλεκτρικὰς συσκευὰς κοινῆς χρησιμότητος, ὡς ἡ εἰς τὸ σχῆμα 71—5 ἐμφαινόμενη.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡ ἀρχὴ τῶν Ἡλεκτρικῶν Κινητῆρων
 Ὁ Κινητῆρ ΣΡ

‘Η ‘Αντιηλεκτρεγερτική δύναμις ενός κινητήρος

‘Ο Ροοστάτης

Κινητήρ διακλαδώσεως ΣΡ

Κινητήρ Σειράς ΣΡ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ή διαφορά μεταξύ μιᾶς γεννητρίας καὶ ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ κινητήρος;
2. ‘Αναφέρατε τὴν βασικὴν ἀρχὴν λειτουργίας ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ κινητήρος.
3. ‘Εξηγήσατε πλήρως τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ ἀπλοῦς κινητήρ σειρᾶς τοῦ σχήματος 71—1, λειτουργεῖ.
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑνὸς κινητήρος (ΑΗ ΕΔ);
5. Τί προκαλεῖ τὴν ΑΗΕΔ;
6. Διατί χρησιμοποιοῦνται ἀντιστάσεις ἔκκινήσεως εἰς ὠρισμένους κινητήρας;
7. ‘Αναφέρατε τὰ βασικὰ μέρη ἑνὸς κινητήρος ἠλεκτρικοῦ ΣΡ.
8. Συγκρίνατε τὴν κατασκευὴν ἑνὸς κινητήρος ΣΡ πρὸς τὴν κατασκευὴν μιᾶς γεννητρίας ΣΡ.
9. Σχεδιάσατε ἐν ἀπλοῦν διάγραμμα κινητήρος διακλαδώσεως ΣΡ.
10. Σχεδιάσατε ἐν ἀπλοῦν διάγραμμα κινητήρος σειρᾶς ΣΡ.
11. ‘Αναφέρατε δύο πλεονεκτήματα τῶν κινητήρων σειρᾶς.
12. ‘Εξηγήσατε διατί οἱ κινητήρες σειρᾶς εἶναι δυνατόν νὰ λειτουργήσουν καὶ μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν ἕνας ἠλεκτρικὸς κινητήρ καὶ μία γεννήτρια νὰ συνδεθῶν κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, ὁ κινητήρ νὰ κινῆ τὴν γεννήτριαν καὶ ἡ γεννήτρια νὰ παρέχῃ ρεῦμα διὰ τὴν κίνησιν τοῦ κινητήρος;
2. Συγκρίνατε τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαρρέει ἕνα κινητήρα ὅταν οὗτος ἐργάζεται ἐν κενῷ.
3. ‘Εναλλάσσοντες τὴν σύνδεσιν τῶν πόλων μιᾶς πηγῆς, μὲ τοὺς ἀκροδέκτας ἑνὸς κινητήρος, εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσωμεν τὴν ἀντιστροφὴν τῆς διεύθυνσεως περιστροφῆς τοῦ κινητήρος αὐτοῦ;

4. ‘Εξηγήσατε διατί ὠρισμένοι ἑκατοντάδες Ampers διέρχονται διὰ τοῦ τυλίγματος ἑνὸς ἔκκινήτηρος αὐτοκινήτου, ὅταν κατὰ πρῶτον πιέζωμεν τὴν «μίζαν».
5. Διατί κινητήρες σειρᾶς, χρησιμοποιοῦνται ὡς ἔκκινήτηρες εἰς τὰ αὐτοκίνητα;
6. Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν νὰ ἐναλλαχθῇ ἡ διεύθυνσις περιστροφῆς ἑνὸς κινητήρος σειρᾶς;

ΠΡΑΒΗΜΑΤΑ

A

1. ‘Η ἀντίστασις τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως κινητήρος διακλαδώσεως συνεχοῦς ρεύματος εἶναι 440Ω. ‘Ο κινητήρ οὗτος συνδέεται πρὸς πηγὴν τάσεως 110V καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, τὸ ὀλίγον ρεῦμα τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸν κινητήρα εἶναι 5A. Εἰς πόσα Ampers ἀνέρχεται τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ τυλίγμα τοῦ τυμπάνου;
2. Τὸ τυλίγμα διεγέρσεως κινητήρος σειρᾶς ΣΡ εἶναι 2Ω. ‘Εὰν τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸν κινητήρα εἶναι 6A ὅταν οὗτος συνδεθῇ πρὸς πηγὴν τάσεως 110V ποία ἡ διαφορά δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου;

B

3. Κινητήρ ΣΡ συνδεόμενος πρὸς γραμμὴν 110V ἀπορροφᾷ ἔντασιν 5A. ‘Εὰν ὁ κινητήρ παρέχῃ ἰσχὴν 0,5HP ποῖος ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτοῦ; (‘Απάντησις 68%).
4. ‘Εὰν κινητήρ ΣΡ συνδεόμενος πρὸς δίκτυον τάσεως 220V ἀποδίδῃ ἰσχὴν 1HP ὑπὸ βαθμὸν ἀποδόσεως 75%, ποῖον τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον παραλαμβάνει ἀπὸ τὴν γραμμὴν;
5. Κινητήρ ΣΡ τάσεως 440V ἀπορροφᾷ 11A ἀπὸ τὴν γραμμὴν παροχῆς. ‘Εὰν ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως εἶναι 0,80 πόσῃ ἰσχὴν ἀποδίδει;
6. Κινητήρ συνεχοῦς ρεύματος τάσεως 110V κινεῖ γεννήτριαν τάσεως 12V ἡ ὁποία ἀποδίδει 50A. ‘Εὰν ἑκάστη μηχανὴ ἔχῃ βαθμὸν ἀποδόσεως 75%, πόσα Ampers ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ κινήσουν τὸν κινητήρα;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 24

1. Πόσους πόλους πρέπει να έχει γεννήτρια ΕΡ δια να παρέχει ρεύμα συχνότητας 50 περιόδων/sec όταν περιστρέφεται με ταχύτητα 400 RP M (στροφαι/min) ;
2. Κινητήρ διακλαδώσεως, τάσεως 110V παραλαμβάνει από την γραμμική παροχής 5,5A. Εάν η αντίσταση του τυλίγματος διεγέρσεως είναι 440Ω, πόσον ρεύμα διέρχεται δια του τυμπάνου; ('Απάντησις 5,25A).
3. Μετασχηματιστής ανυψώσεως τάσεως έχει 300 έλιγµατα εις τὸ πρωτεύον καὶ 36.000 έλιγµατα εις τὸ δευτερεύον. Εάν η τάσις εις τὰ άκρα τοῦ δευτερεύοντος είναι 150KV ποία η τάσις εις τὰ άκρα τοῦ πρωτεύοντος;
4. Τὸ έπαγωγίγόν πηνίον ένὸς τηλεφώνου έχει αντίστασιν 1,5KΩ. Εάν τὸ ρεύμα τὸ όποιον διέρχεται δι' αὐτοῦ έχει έντασιν 0,04A ποία η καταναλισκομένη ισχύς;
5. Γεννήτρια ΣΡ τροφοδοτεῖται με ισχὸν 10HP. Εάν ὁ βαθμὸς άποδόσεως αὐτῆς είναι 0,75 πόσα Ampers θά πρέπει νά άποδίδη ἡ γεννήτρια υπό τάσιν 220V;

B

6. Γεννήτρια βαθμοῦ άποδόσεως 0,8 άποδίδει 10A υπό τάσιν 110V. Πό-

- ση δύναμις πρέπει νά έξασκῆται δια τὴν κίνησιν τῶν άγωγῶν δια μέσου τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου με ταχύτητα 75 ft/sec; ('Απάντησις 13,6 lbs.)
7. Εάν δια τὴν κίνησιν ένὸς άγωγοῦ έντὸς μαγνητικοῦ πεδίου υπό ταχύτητα 3 m/sec άπαιτῆται δύναμις 1 kg πόση ηλεκτρικὴ ισχύς γεννάται δοθέντος ότι, ὁ βαθμὸς άποδόσεως είναι 100 % ;
 8. Ὁ λόγος τῶν έλιγμάτων ένὸς μετασχηματιστοῦ ύποβιβασμοῦ τάσεως είναι 10. Τὸ πρωτογενὲς τοῦ μετασχηματιστοῦ συνδέεται με γραμμικήν τάσεως 110V καὶ διαρρέεται υπό έντάσεως 5A. Ποία είναι ἡ έντασις ἡ όποία διαρρέει τὸ δευτερεύον, εάν ὁ βαθμὸς άποδόσεως τοῦ μετασχηματιστοῦ είναι 60 % ; (Νά θεωρηθῆ ότι ὁ λόγος τῶν τάσεων ίσοῦται πρὸς τὸν λόγος τῶν έλιγμάτων.)
 9. Κινητήρ ΣΡ συνδεόμενος με γραμμικήν τάσεως 110V διαρρέεται υπό ρεύματος 5A. Εάν τὸ τυλίγμα διεγέρσεως έχει αντίστασιν 220Ω καὶ ἡ αντίστασις τοῦ τυμπάνου είναι 2Ω ποία η ΑΗΕΔ αὐτοῦ; ('Απάντησις 110V.)
 10. Κινητήρ σειρᾶς ΣΡ τροφοδοτούμενος υπό πηγῆς τάσεως 110V διαρρέεται υπό ρεύματος 5A. Εάν τὸ τυλίγμα σειρᾶς έχει αντίστασιν 2,5Ω καὶ ἡ αντίστασις τοῦ τυμπάνου είναι 1,5Ω, ποία είναι ἡ ΑΗΕΔ αὐτοῦ;

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

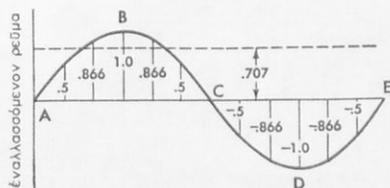
Ἐάν ἔχετε ἀντιληφθῆ ὀρθῶς ὠρισμένα ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, δά παραδεχθῆτε, ὅτι τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα παρουσιάζει ὠρισμένα περιεργα χαρακτηριστικά. Τί εἶδους εἶναι αἱ συσκευαὶ μετρήσεως, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα; Τί συμβαίνει εἰς τὸ ρεῦμα ἐνός κυκλώματος ἐναλλασσομένου ρεύματος, ὅταν προστεθῆ ἡ ἀφαιρεθῆ ἓνα πηγίον ἢ ἓνας πυκνωτής; Ἐξακολουθεῖ νά ἰσχύη ὁ Νόμος τοῦ Ohm καὶ εἰς τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα;

Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον δὲν θά λάβετε τὰς ἀπαντήσεις μόνον εἰς τὰ ἐρωτήματα αὐτά, ἀλλὰ θά μάθετε ἐπίσης, κατὰ ποῖον τρόπον τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα διαφέρει ἀπὸ τὸ συνεχές καὶ πῶς εἶναι δυνατόν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα νά μετατραπῆ εἰς συνεχές, ἐάν χρειάζεται. Θά μάθετε ἐπίσης ὅτι συντονισμός δὲν ὑπάρχει μόνον εἰς τὴν ἄκουστικὴν, ἀλλὰ καὶ ἐδῶ, εἰς τὸν ἠλεκτρισμόν. Θά μάθετε τέλος πῶς λειτουργοῦν τὰ ἠλεκτρικὰ κυκλώματα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὅταν εὐρίσκονται εἰς κατάστασιν συντονισμοῦ.

ΕΔΑΦΙΟΝ 72. Σύγκρισις τοῦ συνεχοῦς καὶ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΝ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗ ΤΑΣΙΣ. Τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεταβάλλεται τόσον κατὰ μέγεθος ὅσον καὶ κατὰ διεύθυνσιν. Τὸ σχῆμα 72—1 παριστᾷ τὴν μεταβολὴν ἐντὸς μιᾶς περιόδου ἐναλλασσομένου ρεύματος. Τόσον τὸ ρεῦμα ὅσον καὶ ἡ τάσις μιᾶς γεννητρίας ἐναλλασσομένου ρεύματος, μεταβάλλονται κατὰ τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς τρόπον. Ἀπὸ τὸ σημεῖον Α ἕως τὸ σημεῖον Β (Σχῆμα 72—1) ὑπάρχει βαθ-

μαῖα αὔξεισις τοῦ ἐναλλασσομένου μεγέθους, ἕως ὅτου φθάσῃ εἰς τὸ Β, ὅπου



Σχ. 72—1. Ἡ ἐνεργὸς τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἰσοῦται πρὸς 0,707 τῆς μεγίστης τιμῆς.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Σημεῖα	Τιμὴ τοῦ ρεύματος	Τιμὴ τῶν τετραγώνων τοῦ ρεύματος
1 (A)	0	0
2	0.5	0.25
3	0.866	0.75
4 (B)	1.0	1.0
5	0.866	0.75
6	0.5	0.25
7 (C)	0	0
8	-0.5	0.25
9	-0.866	0.75
10 (D)	-1.0	1.0
11	-0.866	0.75
12	-0.5	0.25
13 (E)	0	0
		6.00

λαμβάνει την μέγιστην αὐτοῦ τιμὴν. Ἀκολούθως ἐλαττοῦται ἕως τὸ σημεῖον C, ὅπου ἡ τιμὴ αὐτοῦ εἶναι μηδέν. Εἰς τὸ C, τὸ ἐναλλασσόμενον τοῦτο μέγεθος, (τάσις ἢ ἐντάσις) ἀλλάσσει διεύθυνσιν, καὶ ἀυξάνει κατὰ ἀντίθετον διεύθυνσιν, φυσικά, ἕως ὅτου φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον D. Ἀπὸ τὸ σημεῖον D ἕως τὸ σημεῖον E ἐλαττοῦται καὶ πάλιν ὅπου καὶ μηδενίζεται. Ἀκολούθως ἡ ὅλη λειτουργία ἐπαναλαμβάνεται.

Γεννάται ὁμως τὸ ἐρώτημα: «Ποία ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία μεταβάλλεται κατὰ τὸν ἀνωτέρω τρόπον;» Ὡς ἕνα Ἀμπερε ἐναλλασσόμενου ρεύματος ὀρίζεται τὸ ρεῦμα ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὰ αὐτὰ θερμικὰ φαινόμενα μὲ ἕνα Ἀμπερε συνεχοῦς ρεύματος. Ἐφ' ὅσον τὰ θερμικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ

ρεύματος εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ ρεύματος, ὁ μέσος ὄρος τῶν τετραγώνων τῶν στιγμιαίων τιμῶν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐντὸς μιᾶς περιόδου, πρέπει νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἰσοδύναμου συνεχοῦς ἐντάσεως.

Ἐστὼ, ὅτι προσδιορίσθῃ ἡ μέση τιμὴ τῶν τετραγώνων τῶν στιγμιαίων τιμῶν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐντὸς μιᾶς περιόδου, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 72—1. Θεωροῦμεν ὅτι αἱ μέγιστα τιμαί, εἰς B καὶ D εἶναι 1A. Αἱ τιμαὶ τῶν 13 σημείων ἀπὸ τὸ A ἕως τὸ E δίδονται εἰς τὴν δευτέραν στήλην τοῦ πίνακος, ἐνῶ τὰ τετράγωνα αὐτῶν, εἰς τὴν τρίτην στήλην.

Τὸ ἄθροισμα τῶν τετραγώνων τῶν 13 στιγμιαίων τιμῶν εἶναι 6. Ἡ μέση τιμὴ

Σχ. 72—2. Ἡ αἴθουσα τῶν γεννητριῶν τοῦ Grand Coulee Dam. Παρατηρήσατε πόσον μικρὸς φαίνεται ὁ ἄνθρωπος, ὁ ὁποῖος ἐργάζεται εἰς τὸ γραφεῖον του.



αὐτῶν θὰ εἶναι $\frac{2}{3} = 0,46$ περίπου. Ἡ τιμὴ τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, τὸ ὁποῖον θὰ προκαλῆ τὰ αὐτὰ φαινόμενα θερμότητος, μὲ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεύμα, θὰ εἶναι $\sqrt{0,6} = 0,7$ περίπου. Ἐὰν ἀντὶ τῶν 13 τιμῶν τὰς ὁποίας ἐλάβομεν κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου, λάβομεν πολὺ περισσοτέρας τιμὰς, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐνεργὸς τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἀντὶ 0,7 θὰ εἶναι 0,707, ἢτοι ἡ ἔντασις τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, ἡ ὁποία παράγει τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος μὲ δοθεῖσαν ἐναλλασσομένην ἔντασιν, ἔχει τιμὴν ἴσην πρὸς 0,707 τῆς μεγίστης τιμῆς τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Ἡ ἀνωτέρω σχέσις εἶναι δυνατὸν νὰ γραφῆ ὑπὸ μορφήν ἐξισώσεως ὡς

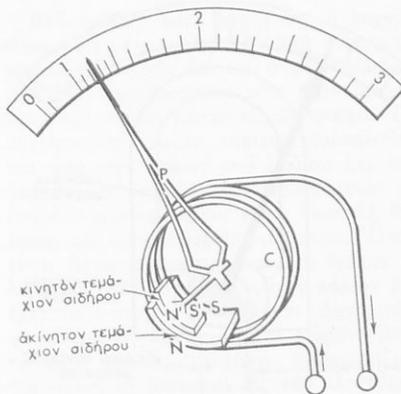
$$I_{\text{ἐνεργὸν}} = 0,707 I_{\text{μείστων}}$$

Ἡ ἐνεργὸς τιμὴ τοῦ ρεύματος τοῦ σχήματος 72—1 δεῖκνύται διὰ τῆς διακεκομμένης γραμμῆς. Ἐὰν ὡς 1 A λάβομεν τὴν ἐνεργὸν τιμὴν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ὄχι τὴν μεγίστην, τότε ἡ μεγίστη αὐτὴ τιμὴ θὰ εἶναι $\frac{1}{0,707} =$

1,414. Τὰ ἀμπερόμετρα ἐναλλασσομένου ρεύματος, εἶναι βαθμολογημένα εἰς κλίμακας δεκνυούσας τὰς ἐνεργοῦς τιμὰς. Ἐὰν τὸ ἀμπερόμετρον δεῖκνῆ 1 A τότε ἡ μεγίστη τιμὴ τοῦ ρεύματος εἶναι 1,414 A. Ἡ αὐτὴ σχέσις ἰσχύει καὶ διὰ τὰς ἐναλλασσομένας τάσεις. Ἡ τάσις τῶν 220V τοῦ δικτύου τῆς πόλεως, εἶναι ἡ ἐνεργὸς τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ὄχι ἡ μεγίστη. Ἡ μεγίστη αὐτοῦ τιμὴ εἶναι $1,414 \times 220 = 311V$ περίπου.

ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Τόσον τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὅσον καὶ ἡ ἐναλλασσομένη τάσις δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθοῦν μὲ ὄργανα μετρήσεως συνεχοῦς ρεύματος, τὰ ὁποῖα ἔχουν μονίμους μαγνήτας. Τοῦτο διότι ἡ πολικότης τῶν πηνίων, ἐὰν διαρρέωνται ὑπὸ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἀντιστρέφεται, εἰς ἐκάστην περίοδον.

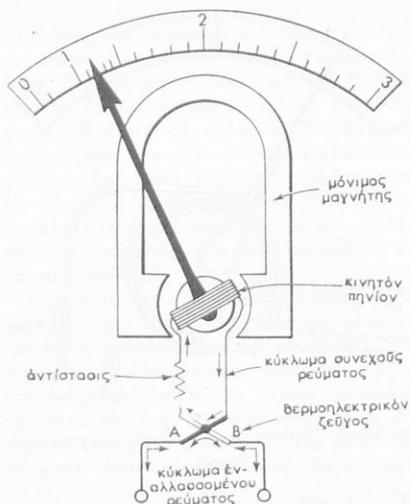
Ἡ κατασκευὴ τῶν ἀμπερομέτρων EP εἶναι ὡς ἐκ τούτου σημαντικῶς διάφορος ἀπὸ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀμπερομέτρων



Σχ. 72—3. Ἀμπερόμετρον μετὰ κινητοῦ σιδήρου.

ΣΡ. Ὁ πλέον κοινὸς τύπος ἀμπερομέτρων EP μετὰ κινητοῦ σιδήρου εἶναι ὁ, εἰς τὸ σχῆμα 72—3, ἐμφαινόμενος. Τὸ ρεῦμα, διαρρέον τὸ πηνίον μαγνητίζει τόσον τὸν σταθερὸν μαγνήτην NS ὅσον καὶ τὸν κινητὸν μαγνήτην N'S'. Ἡ ἀπόκλισις, μεταξὺ τῶν μονίμων μαγνητικῶν πόλων προκαλεῖ τὴν μετακίνησιν τοῦ κινητοῦ τεμαχίου σιδήρου, καὶ κατὰ συνέπειαν καὶ τοῦ δείκτου P, ὁ ὁποῖος εἶναι προσηρμοσμένος ἐπ' αὐτοῦ. Καθὼς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐναλλάσσει διεύθυνσιν, κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου, ἐναλλάσσουν καὶ τὰ δύο σιδηρὰ τεμάχια πολικότητα καὶ ὡς ἐκ τούτου, ἡ ἄπωσις ἐξακολουθεῖ νὰ ὑφίσταται καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου. Ἐφ' ὅσον ἡ δύναμις ἀπόσεως μεταβάλλεται συναρτῆσει τῆς ἀποστάσεως, μεταξὺ τῶν δύο μαγνητισμένων τεμαχίων σιδήρου, ἡ ἀπόκλισις δὲν εἶναι πλέον εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ ρεύματος.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἡ κλίμαξ τοῦ ἀμπερομέτρου τοῦ τύπου αὐτοῦ, δὲν εἶναι βαθμολογημένη γραμμικῶς ἀλλὰ ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 72—3. Ἡ κατασκευὴ τῶν βολτομέτρων EP εἶναι ἀκριβῶς ὡς ἡ κατασκευὴ τῶν ἀμπερομέτρων EP. Ἡ μόνη διαφορὰ τῶν εἶναι ὅτι, τὸ πηνίον τῶν βολτομέτρων ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ ἐλίγματα λεπτοῦ σύρματος καὶ ὅτι τὸ βολτόμετρον ἔχει καὶ μίαν μεγάλην ἀντίστασιν ἐν σειρᾷ πρὸς αὐτὸ, ἀκριβῶς ὡς



Σχ. 72—4. Άμπερομέτρον θερμοηλεκτρικού ζεύγους.

πως και τὰ βολτόμετρα ΣΡ. Ὁ ἀνωτέρω περιγραφεὶς τύπος ἀμπερομέτρον ΕΡ εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῆ καὶ διὰ τὴν μέτρησην συνεχοῦς ρεύματος.

Ἐνας ἄλλος τύπος ἀμπερομέτρον ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι ὁ δεικνύμενος εἰς τὸ σχῆμα 72—4. Τὸ περιστροφόμεον πηνίον καὶ ὁ μόνιμος μαγνήτης τοῦ ἀμπερομέτρον, ἀποτελοῦν γαλβανόμετρον ΣΡ, ὡς ἐκεῖνα ἀκριβῶς τὰ ὁποῖα ἔχομεν μελετήσει. Τὸ στρεπτόν πηνίον εἶναι συνδεδεμένον μὲ θερμοηλεκτρικὸν ζεύγος τὸ ὁποῖον συνίσταται ἀπὸ δύο λεπτοῦς ἀγωγούς Α καὶ Β οἱ ὁποῖοι εἶναι ἐκ διαφορετικῶν μετάλλων. Τὰ μέταλλα αὐτὰ τήκονται εἰς τὸ σημεῖον διασταυρώσεως αὐτῶν. Τὸ πρὸς μέτρησην ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ρεῖ διὰ τῶν ἀγωγῶν, οἱ ὁποῖοι ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 72—4 διὰ διπλῶν βελῶν, καὶ θερμαίνει τὴν ἔνωσιν τῶν δύο μεταλλικῶν ἀγωγῶν Α καὶ Β.

Ὁ Ρωσογεωμανὸς φυσικὸς Τ. J. Saebek, ἀνεκάλυψε τὸ 1826, ὅτι ἡ θέρμανσις ἢ ἡ ψύξις τῆς ἐνώσεως δύο ἰσομοίων μετάλλων, προκαλεῖ τὴν γένεσιν συνεχοῦς ρεύματος τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ κύκλωμα, τὸ ὁποῖον εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὰ δύο ἄκρα τῶν μεταλλικῶν ἀγωγῶν Α καὶ Β.

το καλεῖται θερμοηλεκτρικὸν φαινόμενον.

Εἰς τὰ ἀμπερομέτρα τοῦ τύπου αὐτοῦ, τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, θερμαίνει τὴν ἔνωσιν τῶν δύο ἀγωγῶν τοῦ θερμοηλεκτρικοῦ ζεύγους. Τὸ συνεχὲς ρεῦμα τὸ ὁποῖον προκαλεῖται διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς ἐνώσεως αὐτῆς, ρεῖ διὰ μέσου τοῦ πηνίου τοῦ γαλβανόμετρον καὶ προκαλεῖ τὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου, ἢ ὁποῖα καὶ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐναλλασσομένης ἐντάσεως. Ὁ τύπος αὐτὸς τοῦ ἀμπερομέτρον ἔχει δύο πλεονεκτήματα. Πρῶτον, εἶναι ἀπλοῦς εἰς τὴν κατασκευὴν, καὶ δεύτερον, δίδει ἀκριβεῖς ἐνδείξεις διὰ μεγάλην περιοχὴν συχνότητων. Αἱ ἐνδείξεις αὐτοῦ, εἶναι τόσον ἀκριβεῖς διὰ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα συχνότητος 60 περιόδων ἀνὰ δευτερόλεπτον, ὡς διὰ τὴν τάσιν τοῦ δικτύου τῆς πόλεως, ὅσον καὶ διὰ συχνότητος 1.000.000 περιόδων ἀνὰ δευτερόλεπτον αἱ ὁποῖα συναντῶνται εἰς τὰ ραδιόφωνα. Ἐπὶ πλέον ἠμποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ ὡς ἀμπερομέτρα συνεχοῦς ρεύματος.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Ἄμπερομέτρα καὶ βολτόμετρα ἐναλλασσομένου ρεύματος
- Μεγίστη τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος
- Ἐνεργὸς τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος
- Ἡ ἐνεργὸν = 0,707 ἢ μέγιστον
- Θερμοηλεκτρικὸν φαινόμενον, θερμοηλεκτρικὸν ζεύγος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐντάσεως 1Α;
2. Ὅρισατε τὴν ἐνεργὸν τιμὴν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.
3. Ποία ἡ ὑφισταμένη σχέσηις μεταξὺ τῆς μεγίστης τιμῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ τῆς ἐνεργοῦ αὐτοῦ τιμῆς;
4. Ἀναφέρατε δύο τύπους ἀμπερομέτρον ἐναλλασσομένου ρεύματος.
5. Περιγράψατε μὲ τὴν βοήθειαν διαγραμμάτων τὴν λειτουργίαν τῶν δύο ἀνωτέρω τύπων ἀμπερομέτρον ΕΡ.

Τί νοοῦμεν λέγοντες θερμοηλεκτρικὸν φαινόμενον;

ξυγος;

7. Ποία ἦτο ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Seebeck;

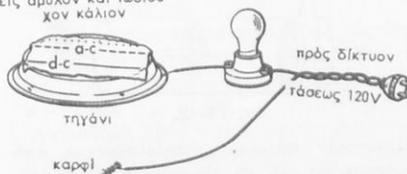
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεύμα νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν γαλβανοπλαστικήν; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
2. Εἶναι τὸ τίναγμα τὸ ὁποῖον προκαλεῖται εἰς τὸν ἄνθρωπον ἀπὸ γραμμὴν τάσεως 110V ἐναλλασσομένου ρεύματος μεγαλύτερον ἢ μικρότερον ἀπὸ τὸ τίναγμα τὸ ὁποῖον θὰ προκαλεῖτο, ἐὰν ἡ γραμμὴ ἐτροφοδοτεῖτο μὲ συνεχῆς ρεύμα;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΟ ΣΤΥΝΕΧΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΝ ΡΕΥΜΑ. Μία ἀπὸ τὰς χαρακτηριστικωτέρας διαφορὰς τοῦ συνεχοῦς καὶ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, δεικνύεται διὰ τοῦ κατωτέρω πειράματος. Σχηματίσατε μίαν πολὺ λεπτὴν ζύμην ἀπὸ ἄμυλον, καὶ διαλύσατε ἐντὸς αὐτῆς ἰωδιοῦχον κάλιον. Ὅταν τὸ κάλιον ἔχη τελεῖως διαλυθῇ ἐντὸς τοῦ ἄμυλου, ἐμποτίσατε ἓνα τεμάχιον λευκοῦ ὑφάσματος μεγέθους περίπου μανδηλίου. Στραγγίσατε ἐν συνεχείᾳ τὸ ὑφάσμα, καὶ ἀπλώσατε τὸ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐνὸς τηγανίου. Ἀκολουθῶς συνδέσατε δύο ἠλεκτρόδια μὲ τὸ κύκλωμα φωτισμοῦ τῆς οἰκίας σας, ἀφοῦ προηγουμένως ἔχετε συνδέσει ἐνδιαμέσως ἓνα ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 72—5. Συνδέσατε τὸν ἓνα ἀγωγὸν μὲ τὸ τηγάνι καὶ περιτυλίξατε τὸ δεύτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ πέριξ ἐνὸς καρφίου ἀκολουθῶς δὲ τοποθετήσατε ἐπ' αὐτοῦ μίαν μονωτικὴν ταινίαν, διὰ νὰ εἰσθε εἰς θέσιν νὰ πιάνετε καὶ νὰ χειρίζεσθε τὸ καρφίον.

Ὑφάσμα ἐμβαπτιζόμενον
εἰς ἄμυλον καὶ ἰωδιοῦ-
χον κάλιον



Σχ. 72—5. Συνεχές κηφίον.

Βεβαιωθῆτε κατ' ἀρχὰς ὅτι ἡ λυχνία εἶναι ἀνημέμη καὶ ἀκολουθῶς σύρατε τὸ καρφίον ἐλαφρῶς ἐπὶ τοῦ ὕψους ὑφάσματος. Θὰ παρατηρήσετε τότε μίαν σειρὰν ἀπὸ καφεῖ σημεῖα ἐπάνω εἰς τὸ ὑφάσμα. Τὰ κεχωρισμένα ταῦτα σημεῖα προκαλοῦνται ἀπὸ τὴν δρᾶσιν τοῦ ἰωδίου ἐπὶ τοῦ ἄμυλου. Τὸ καρφίον τροφοδοτούμενον μὲ ἐναλλασσόμενον ρεύμα εἶναι ἐναλλάξ θετικῶς καὶ ἀρνητικῶς φορτισμένον. Ὅταν εἶναι θετικῶς φορτισμένον, τὸ ἰώδιον ἐλευθεροῦται ἀπὸ τὸ ἰωδιοῦχον κάλιον διὰ ἠλεκτρολύσεως. Ὅταν εἶναι ἀρνητικῶς φορτισμένον, δὲν λαμβάνει χώραν ἠλεκτρολύσις καὶ ὡς ἐκ τούτου, παρουσιάζονται αὐταὶ αἱ διακοπαὶ εἰς τὴν ἐλευθέρωσιν τοῦ ἰωδίου.

Ἐὰν σύρατε τὸ καρφίον ταχέως, τότε γίνονται μικραὶ διακεκομμένα γραμμά. Ἐὰν ἐκτελέσετε τὸ αὐτὸ πείραμα συνδέοντες τὸ καρφίον καὶ τὸ τηγάνι εἰς πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, θὰ παρατηρήσετε ὅτι ἐπὶ τοῦ ὑφάσματος δὲν σχηματίζονται διακεκομμένα γραμμά οὔτε σημεῖα ἀλλὰ μόνον μία συνεχὴς γραμμὴ. Τοῦτο θὰ συμβῇ μόνον, ὅταν ἔχετε συνδέσει τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον μὲ τὸ τηγάνι καὶ τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον μὲ τὸ καρφίον. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν, κατὰ τὴν ὁποίαν θὰ συνδέσετε τὸ τηγάνι μὲ πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, δὲν χροιάζεται νὰ παρεμβάλλεται ἠλεκτρικὴ λυχνία.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Προσδιορίσατε τὴν ἐνεργὸν τιμὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος τοῦ ὁποίου ἡ μεγίστη τιμὴ εἶναι 10A.
2. Προσδιορίσατε τὴν μεγίστην τιμὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος τοῦ ὁποίου ἡ ἐνεργὸς τιμὴ εἶναι 10A.
3. Ἡ μεγίστη τιμὴ ἐναλλασσομένης τάσεως εἶναι 211V. Ποία εἶναι ἡ ἐνεργὸς αὐτῆς τιμὴ;
4. Ἐναλλασσομένη τάσις ἐνεργοῦ τιμῆς 110V συνδέεται ἐν σειρᾷ πρὸς συνεχῆ τάσιν 55V, εἰς τρόπον ὥστε αἱ δύο τάσεις νὰ προστίθενται. Ποία εἶναι ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς συνισταμένης τάσεως (Περίπου 210V.)

B

5. Προσδιορίσατε την ενεργόν τιμήν έν-αλλασσομένης έντάσεως τής οποίας ή μορφή είναι ή ακόλουθος. Αύξάνει

ΕΔΑΦΙΟΝ 73. Αύτεπαγωγή και χωρητικότητα.

ΡΟΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑ ΜΕΣΟΥ ΕΝΟΣ ΠΗΝΙΟΥ.
 "Όταν έναλλασσόμενον ρεύμα ρέη δι' έ-νός άγωγού, ούτος παρουσιάζει αντίστα-σιν εις την κίνησιν τών ηλεκτρονίων, ά-κριβώς ώς συμβαίνει και εις την ροήν συνεχούς ρεύματος. Διά να διακρίνωμεν τά δύο φαινόμενα, καλοῦμεν Ὁμικρήν άντίστασιν, την αντίστασιν την ό-ποίαν παρουσιάζει ο άγωγός εις τό συνε-χές ρεύμα και διά την ύπερνίκησιν τής οποίας μέρος τής ηλεκτρικής ενεργείας μετατρέπεται εις θερμότητα.

Ἡ αντίστασις την όποίαν παρουσιάζει ο αυτός άγωγός εις τό έναλλασσόμενον ρεύμα, δέν είναι όμικρής μορφής άλλα ό-φείλεται εις την αύτεπαγωγήν του πη-νίου. Γνωρίζομεν ότι ή αύτεπαγωγή ένός πηνίου αντίτιθεται εις την μεταβολήν του ρεύματος τό όποιον τό διαρρέει, ώς άκρι-βώς, ή αδράνεια ένός σώματος αντίτιθε-ται εις την μεταβολήν τής κινήσεως αυτού. Ἡ αντίστασις αύτη όφείλεται εις την ΑΗΕΔ ή όποία επάγεται έντός του πηνίου, λόγω τής μεταβολής τής δι' αυ-τού διερχομένης μαγνητικής ροής. Ἡ μο-νάς τής αύτεπαγωγής καλεῖται Henry, πρὸς τιμήν του Ἀμερικανού επιστήμο-νος Joseph Henry. Λέγομεν ότι ή αύτε-παγωγή ένός πηνίου είναι 1H (Henry), όταν μεταβολή ρεύματος ίση πρὸς 1 A/sec επάγη ΑΗΕΔ 1ση πρὸς 1V. Ἡ αύτεπαγωγή ένός πηνίου, έξαρτάται από τό μέγεθος, τό σχήμα, τόν αριθμόν τών έλιγμάτων, την μαγνητικήν ιδιότητα του πυρήνος του και του περιβάλλοντος αυτό χώρου.

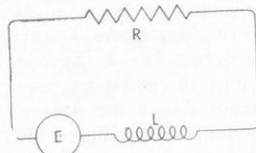
ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Τό σχήμα 73—1 δεικνύει ένα ηλεκτρικόν κύ-κλωμα άποτελούμενον από πηγὴν ΗΕΔ Ε ένός πηνίου L, τό όποιον θεωροῦμεν ότι δέν παρουσιάζει όμικρήν αντίστασιν, και από μίαν όμικρήν

γραμμικῶς από τής τιμής 0 εις την τιμήν 1A, ακολουθῶς πίπτει άποτό-μως καθέτως εις την τιμήν —1A και μετά αύξάνει και πάλιν γραμμικῶς έως την τιμήν 1A κ.ο.κ.

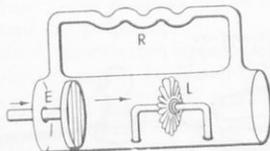
ποία θεωρεῖται ότι δέν παρουσιάζει καμ-μίαν αύτεπαγωγήν. Διά να έξηγήσωμεν την συμπεριφορὰν του ρεύματος εις τό κύκλωμα αυτό θα αναχθώμεν εις τό υ-δραυλικόν άνάλογον. (Σχήμα 73—2).

Εις τό σχήμα 73—2, τό έμβολον άν-τίλιας παρίσταται διά Ε, ο τροχός, διά μέ-σου του όποίου διερχεται τό ύδωρ, διά L και ή αντίστασις τριβής, ή όποία άνα-πτύσσεται κατά την ροήν του ύδατος, ύποδηλοῦται δέ διά τόν έμφαινόμενον άνωμαλιών του σωλήνος, διά R. Τά αντί-στοιχα τμήματα τών δύο κυκλωμάτων, υδραυλικού και ηλεκτρικού, παριστάνται διά τών αὐτῶν γραμμάτων, Ε, L, R.

"Όταν ύδωρ ώθούμενον υπό του έμβό-λου, άρχίζει να ρέη έντός του άγωγού, ή αδράνεια του τροχού αντίτιθεται εις την ροήν. Βαθμηδόν όμως, ο τροχός άρχίζει να περιστρέφεται. "Όταν τό έμβολον σταματήσει ή αδράνεια του τροχού τείνει να έξαναγκάσει τό ύδωρ να κινήται κατά την αύτην κατεύθυνσιν. Έάν τό ύδωρ



Σχ. 73—1.



Σχ. 73—2.

Ἡλεκτρικόν κύκλωμα άποτελούμενον από αύτεπαγωγήν και τό υδραυλικόν αυτού άνά-

ρή με σταθεράν ταχύτητα ὅποτε καὶ ὁ τροχὸς θὰ περιστρέφεται μὲ σταθεράν ταχύτητα (ὑποτίθεται ὅτι δὲν παρουσιάζει τριβάς), παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος οὐδέποτε ἐπίδρασιν ἔχει ἐπὶ τῆς ροῆς τοῦ ὕδατος. Ὅταν ὅμως ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος εἶναι μεταβαλλομένη, ἡ ἀδράνεια τοῦ τροχοῦ ἀντιτίθεται εἰς τὰς ἀλλαγὰς αὐτάς. Ἡ τριβὴ R ἐπιβραδύνει πάντοτε τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος εἴτε αὕτη εἶναι συνεχῆς εἴτε μεταβαλλομένη.

Ἐντελῶς ἀνάλογος συμπεριφέρεται τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα. Ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου τείνει νὰ ἐπιβραδύνῃ τὴν ροὴν τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία ἀρχίζει νὰ κυκλοφορῇ ἐντὸς τοῦ κυκλώματος ὑπὸ τὴν ἐπήρειαν τῆς πηγῆς E. Ἐάν ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία διαρρέει τὸ κύκλωμα εἶναι σταθερὰ ὡς εἰς τὸ συνεχῆς ρεῦμα, τότε ἡ παρουσία τοῦ πηνίου οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἔχει ἐπὶ τῆς ροῆς, (θεωροῦμεν ὅτι τὸ πηνίον δὲν παρουσιάζει Ὡμικὴν ἀντίστασιν). Ἡ ἀντίστασις R ἀπὸ τὴν ἄλλην πλεονᾶν ἐμποδίζει τὴν ροὴν τοῦ ρεύματος δὲ εἴτε αὕτη εἶναι σταθερὰ εἴτε μεταβαλλομένη.

Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀδράνεια τοῦ τροχοῦ τόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν οὗτος φέρει εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ ὕδατινοῦ ρεύματος: ὁμοίως, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου τόσον μεγαλυτέρα καὶ ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐπίσης ὅσον ταχύτερα εἶναι αἱ μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος τόσον μεγαλυτέρα εἶναι καὶ ἡ ἐπίδρασις τῆς ἀντιστάσεως εἰς ἐκάστην περιπτώσιν. Ἡ ἐναντίωσις τοῦ τροχοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τῆς παλινδρομητικῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου καὶ ἀπὸ τὴν ἀδράνειαν αὐτοῦ τούτου τοῦ τροχοῦ. Ἡ ἐναντίωσις τοῦ πηνίου εἰς τὴν ροὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τῶν ἐναλλαγῶν τῆς HEA καὶ ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν τοῦ πηνίου.

Ἡ ἐναντίωσις τοῦ πηνίου εἰς τὰς ἐναλλαγὰς τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὴν αὐτεπαγωγὴν αὐτοῦ, καλεῖται αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις. Ἀντιθέτως πρὸς τὴν Ὡμικὴν ἀντίστασιν ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις δὲν προκαλεῖ ἔκλισιν θερμοτήτος, ἀλλὰ προκαλεῖ τὴν ἐπιβραδύνσιν. Ἡ ἀντίστασις εἰς τὸν

τὴν ἐφηρμοσμένην τάσιν. Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις, ὡς ἀντίστασις, ἔχει μονάδα τὸ OHM (Ω).

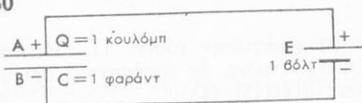
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω γνωρίζομεν ὅτι ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γινόμενον τῆς συχνότητος τοῦ ρεύματος καὶ τῆς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηνίου. Διὰ λόγους οἱ ὅποιοι ἐκφεύγουν τῶν ὁρίων τοῦ παρόντος βιβλίου, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ γινόμενον αὐτὸ ἐπὶ 2π. Οὕτω ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$X_L = 2\pi fL$$

ὅπου X_L δηλοῖ τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν εἰς OHM (Ω), f τὴν συχνότητα εἰς περιόδους ἀνά sec καὶ L τὴν αὐτεπαγωγὴν τοῦ πηνίου εἰς Henry.

ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΑ ΠΗΝΙΑ. Ἡ αὐτεπαγωγὴ ἐνὸς πηνίου, καὶ κατὰ συνέπειαν, ἡ αὐτεπαγωγικὴ τῶν ἀντίστασις, αὔξάνεται σημαντικῶς, ὅταν τὸ πηνίον ἔξῃ σιδηροῦν πυρῆνα, καὶ τούτο διότι διὰ τοῦ σιδηροῦ πυρῆνος αὔξάνονται σημαντικῶς αἱ γραμμαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, αἱ ὁποῖαι διέρχονται διὰ μέσον αὐτοῦ. Εἰσάγοντες ἡ ἀπομακρύνοντες ἀπὸ τοῦ πηνίου τὸν σιδηρὸν πυρῆνα, εἰμῆθα εἰς θέσιν νὰ ἐλέγχωμεν ἐπιτυχῶς καὶ ἀποτελεσματικῶς, τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἐναλλασσόμενου ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει τούτο. Ἡ φωτεινὴ ἀκτινοβολία τῶν λαμπτήρων εἰς μεγάλη θέατρα συνήθως ἐλαττοῦται διὰ τῆς εἰσχωρήσεως σιδηρῶν πυρῆνων ἐντὸς πηνίων διαρροεμένων ὑπὸ ρεύματος. Καλοῦμεν **στραγγαλιστικά** πηνία, τὰ πηνία ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν μεγάλην ἀντίστασιν, ὅταν εἰσέρχεται ἐντὸς αὐτῶν σιδηροῦς πυρῆν καὶ ἐλαττώνει τοιοῦτοτρόπως σημαντικῶς τὴν ἔντασιν τοῦ διαρρέοντος ταῦτα ρεύματος.

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ. Ὡς χωρητικότης ἐνὸς δοχείου ἀερίου, ὀρίζεται τὸ ποσὸν τοῦ ἀερίου τὸ ὁποῖον εἶναι δυνατόν νὰ χωρῆσθαι ἐντὸς τοῦ δοχείου ὑπὸ δοθεῖσαν πίεσιν. Ἀντιστοίχως, εἰς τὸν ἠλεκτρομὸν καλεῖται **χωρητικότης** ἡ ἱκανότης ἐνὸς ἀγωγοῦ νὰ συγκρατῇ ἐντὸς αὐτοῦ ὀρισμένην ποσότητα ἠλεκτρικοῦ φορτίου. Μονὰς χωρητικότητος εἶναι τὸ Farad. Εἰς τὸ σχῆμα 73—3 δεικνύεται πηγὴ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος E, καὶ ἕνας πυκνωτής. Ἐάν ἡ HEA τῆς πηγῆς εἶναι 1 Volt



Σχ. 73—3. Φορτίον ενός πυκνωτού.

καί παρέχη εις τούς όπλισμούς του πυκνωτού φορτίον ίσον προς 1 Κουλόμπ (cb), τότε ή χωρητικότης του πυκνωτού θα ίσούται προς 1F. Τούτο σημαίνει ότι, ό όπλισμός A έχει θετικόν φορτίον 1cb ενώ ό όπλισμός B έχει άρνητικόν φορτίον ίσον προς 1cb. Πυκνωτής χωρητικότητος 2F θα άποκτήση φορτίον ίσον προς 2 cb όταν συνδεθή με πηγήν ΗΕΔ 1V. Ούτω λέγομεν ότι, πυκνωτής έχει χωρητικότητα 1F όταν πρέπει να μεταδώσωμεν εις αυτόν φορτίον ίσον προς 1 Κουλόμπ δια να αύξηθή ή διαφορά δυναμικου των όπλισμών του κατά 1V.

Είς ένα κύκλωμα έναλλασσομένου ρεύματος τά φορτία κινούνται καλινδρομικώς. Όταν από τυχοῦσαν διατομήν ενός άγωγου διέρχεται φορτίον ίσον προς 1cb εις έναστον δευτερόλεπτον, λέγομεν ότι τό ρεύμα τό όποϊον διαρρέει τό κύκλωμα είναι έντάσεως 1A. Έξ αυτού συνάγεται ότι όταν ή διαφορά δυναμικου μεταδίδεται με ρυθμόν $1 \frac{V}{sec}$, παράγεται ρεύμα ίσον προς 1A, έφ' όσον ή χωρητικότης είναι ίση προς 1F. Θεωρείται σκόπιμον να σημειώσωμεν τάς άπλās σχέσεις αί όποϊαι ύφίστανται μεταξύ των μονάδων αυτών.

$$1F = 1 \frac{Cb}{V}$$

$$1A = 1 \frac{Cb}{sec}$$

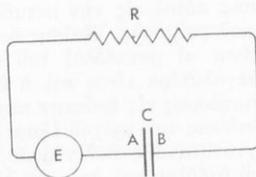
$$1F = 1 \frac{V}{sec}$$

Έκ πείρας κατεδείχθη ότι, πυκνωτής χωρητικότητος 1F έχει πολύ μεγάλας διαστάσεις. Διά πρακτικούς σκοπούς ως μονάς χωρητικότητος χρησιμοποιείται τό μικροφάραντ (Microfarad, μF). 1 Microfarad ίσούται προς $\frac{1}{10^6}$ F. Είς τά κυκλώματα των ραδιοφωνικων συσκευων, χρησιμοποιείται ακόμη μικροτέρα μονάς χωρητικότητος τό Micromicrofarad (μμF). Τό Micromicrofarad ίσούται προς

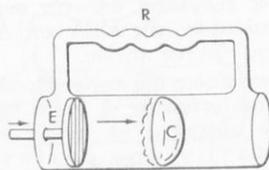
Η ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΤΟΥ ΠΤΚΝΩΤΟΥ.

Τό σχήμα 73—4 παριστά ένα ηλεκτρικόν κύκλωμα άποτελούμενον από μίαν πηγήν ηλεκτρογενετικης δυνάμεως E, ένα πυκνωτήν C και μίαν αντίστασιν R. Θα παραβάλωμεν την λειτουργίαν του κυκλώματος αυτού με την αντίστοιχον του ύδραυλικου κυκλώματος, του εμφαινομένου εις τό σχήμα 73—5. Η λειτουργία του πυκνωτού C είναι παρομοία προς την λειτουργίαν του διαφράγματος C. Τά άλλα τμήματα των δύο κυκλωμάτων είναι αντίστοιχα ως και προηγουμένως. Κατά την μετακίνησην του έμβόλου E προς τά δεξιά, τό διάφραγμα C καταπονούμενον διαστέλλεται ως δεικνύεται εις τό σχήμα. Η σταθερώς έξασκουμένη πίεσις υπό του έμβόλου προκαλεί την διαστολήν του διαφράγματος, έως ότου τό ύδωρ, τό ευρισκόμενον δεξιά του διαφράγματος έξασκηση πίεσιν ίσην προς την υπό του έμβόλου έξασκουμένην τότε σταματά ή ροή του ύδατος. Όμοίως ή έξάσκησις σταθεράς ηλεκτρογενετικης δυνάμεως (ως συμβαίνει εις τό συνεχές ρεύμα), προκαλεί την ροήν ρεύματος δια του πυκνωτού έως ότου αναπτυχθή ή ΑΗΕΔ αυτού, ίση προς την εφαρμοζομένην τάσιν.

Όταν ή ΑΗΕΔ του πυκνωτού ίσούται προς την ΗΕΔ της πηγής ούδεμία ροή ρεύματος λαμβάνει χώραν έντός του κυκλώματος.



Σχ. 73—4.



Σχ. 73—5.

Ἐὰν ὅμως τὸ ἔμβολον τοῦ σχήματος 73—5 ἐκτελή παλινδρομικὴν κίνησιν, τότε τὸ διάφραγμα θὰ καταπονῆται καὶ κατὰ τὴν δεξιὰν διεύθυνσιν καὶ κατὰ τὴν ἀριστεράν. Ἄν καὶ τὸ ὕδωρ δὲν διαπερνᾷ τὸ διάφραγμα, ἐν τούτοις ἐντὸς τοῦ κυκλώματος θὰ ὑπάρξη παλινδρομικὴ ροὴ ὕδατος. Κατὰ ἀκριβῶς παρόμοιον τρόπον ἡ ἐφαρμογὴ ἐναλλασσομένης τάσεως εἰς τὰ ἄκρα ἐνὸς πυκνωτοῦ, προκαλεῖ τὴν ἐναλλασσομένην ροὴν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ ὑπόλοιπον κύκλωμα.

ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Ὁ πυκνωτὴς παρουσιάζει ὠριμένην ἀντίστασιν εἰς τὴν ροὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, εἶναι δὲ αὕτη τελειῶς διάφορος ἀπὸ ἐκείνην τὴν ὅποιαν παρουσιάζει τὸ πηνίον. Ὅταν τὰ ἠλεκτρόνια συσσωρευθῶν εἰς τὸν ὀπισθὸν Α τοῦ πυκνωτοῦ C ἀποθῶν τὰ ὑπόλοιπα ἠλεκτρόνια, τὰ ὅποια πλησιάζουν πρὸς τὸν ὀπισθὸν αὐτόν, ἂν καὶ, ἡ ἠλεκτροεργητικὴ δύναμις τῆς πηγῆς ὠθεῖ αὐτὰ πρὸς τὸν ὀπισθὸν Α. Ὅτῳ δημιουργεῖται μίᾳ ἀντιηλεκτροεργητικῇ δυνάμει, ἡ ὅποια ἀντιτίθεται πρὸς τὴν ΗΕΔ τῆς πηγῆς. Ὅταν ἡ ΗΕΔ τῆς πηγῆς ἀλλάξη πολικότητα τότε, αἱ ἀπόψεις αἱ ὅποια ἐφαρμίζονται εἰς τὰ ἠλεκτρόνια, ἅτινα εἶναι ἐντὸς μὲν τῶν ἀγωγῶν, ἀλλὰ πλησίον τοῦ ὀπισθοῦ Α, ἀπὸ τὰ συσσωρευθέντα ὑπὸ τοῦ ὀπισθοῦ Α ἠλεκτρόνια, διευκολύνουν τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων διὰ μέσου τῆς ἀντίστασεως R πρὸς τὸν ὀπισθὸν τοῦ πυκνωτοῦ Β.

Ἡ ἀντίστασις τὴν ὅποιαν ὁ πυκνωτὴς παρουσιάζει εἰς τὸ ἐναλλασσομένον ρεῦμα, καλεῖται *χωρητικὴ ἀντίστασις*. Ὡς καὶ εἰς τὴν περιπτώσιν τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντίστασεως οὕτω καὶ εἰς τὴν περιπτώσιν τῆς χωρητικῆς, δὲν ὑπάρχει οὐδεμίᾳ μετατροπῇ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμότητα.

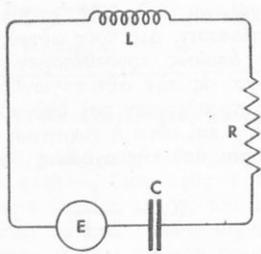
Ἐὰν ἡ συχνότης τῆς ἐναλλασσομένης ἠλεκτροεργητικῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἐφορμῶζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ αὐξηθῇ, ὁ πυκνωτὴς θὰ παρουσιάξῃ μικροτέραν ἀντίστασιν εἰς τὴν διόδον τοῦ ρεύματος. Ὁμοίως θὰ παρουσιάξῃ μικροτέραν ἀντίστασιν ἔὰν ἡ χωρητικότης αὐτοῦ αὐξηθῇ. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι, τόσον ἡ χωρητικότης αὐτοῦ, ὅσον καὶ ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος, εἶναι ἀντικατάρ-

φως ἀνάλογοι πρὸς τὴν χωρητικὴν αὐτοῦ ἀντίστασιν. Διὰ τοὺς αὐτοὺς λόγους, διὰ τοὺς ὁποίους προσεδόσαμεν τὸν παράγοντα 2π εἰς τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν, προσθέτομεν καὶ ἐδῶ τὸν παράγοντα 2π καὶ οὕτω ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

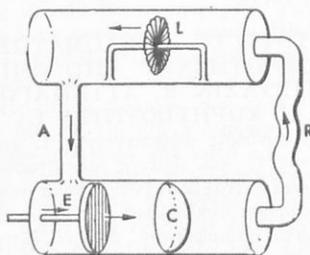
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

ὅπου C ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ εἰς Farad καὶ X_C ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις εἰς Ohm (Ω).

ΛΕΙΤΟΤΡΓΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟΤΕΛΟΥΜΕΝΟ ΑΠΟ ΩΜΙΚΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΝ R, ΑΤΤΕΠΑΓΩΓΗΝ L ΚΑΙ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ C. Ἡ ἐν σειρά συνδέσις αὐτεπαγωγῆς L χωρητικότητος C καὶ ὀμικῆς ἀντίστασεως R ἀποτελεῖ διάταξιν συχνάκις συναντωμένην εἰς διάφορα κυκλώματα καὶ ἰδίως εἰς κυκλώματα ραδιοφάνων. Διὰ νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν συμπεριφορὰν τοῦ κυκλώματος τούτου, ἀναφερόμεθα καὶ πάλιν εἰς τὸ ὑδραυλικὸν ἀνάλογον αὐτοῦ, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 73—7. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἔμβολον E ἔχει φθάσει εἰς τὴν ἀκροτάτην θέσιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν, τὴν δεικνυομένην ὑπὸ τῶν βελῶν. Τὸ διάφραγμα C ἔχει τεντωθῆ πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ὁ τροχὸς L ἔχει ἀρχίσει νὰ τίθεται εἰς κίνησιν. Τί συμβαίνει ὅμως ὅταν τὸ ἔμβολον ἀρχίξῃ νὰ κινήται πρὸς τὰ ἀριστερά; Αἱ ἐλαστικαὶ δυνάμεις τοῦ διαφράγματος ἐξαναγκάζουν εἰς κίνησιν τὸ ὕδωρ κατὰ τὴν αὐτὴν μὲ τὸ ἔμβολον κατεύθυνσιν, ἥτοι πρὸς τὰ ἀριστερά, παρὰ τὴν ἀντίστασιν τὴν ὅποιαν προβάλλει ὁ τροχὸς L λόγω τῆς ἀδρανείας του. Ἡ κίνησις αὕτη τοῦ ὕδατος συνεχίζεται ἕως ὅτου τὸ διάφραγμα ἔχει τεντωθῆ κατὰ τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν. Τότε τοῦτο ἀρχίζει νὰ ἐναντιοῦται πρὸς τὴν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ροὴν τοῦ ὕδατος, ἐνῶ ὁ τροχὸς ὁ ὁποῖος ἔχει τεθῆ ἐν τῷ μεταξὺ εἰς ἀντίθετον κίνησιν, ὑποβοηθεῖ τὴν ροὴν κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἀριστερὰ διεύθυνσιν. Τοιοῦτοτρόπως βλέπομεν ὅτι ὁ τροχὸς καὶ τὸ διάφραγμα ἀντιτίθενται τὸ ἐν πρὸς τὴν κίνησιν τοῦ ἄλλου. Τόσον ὁ τροχὸς ὅσον καὶ τὸ διάφραγμα ὑποβοηθοῦν καὶ ἀντιτίθενται εἰς τὴν



Σχ. 73—6.



Σχ. 73—7.

Κύκλωμα περιλαμβάνον αυτεπαγωγὴν καὶ χωρητικότητα καὶ τὸ ὑδραυλικὸν αὐτοῦ ἀνάλογον.

κίνησιν τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ ὅταν τὸ ἔνα ὑποβοηθῆ τὴν κίνησιν τὸ ἄλλο ἀντιτίθεται εἰς αὐτήν, καὶ ἀντιστρέφωσ.

Κατὰ παρόμοιον ἀκριβῶς τρόπον ἡ χωρητικότης καὶ ἡ αὐτεπαγωγὴ ἀντιτίθενται εἰς τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν. Ὅταν ἡ αὐτεπαγωγὴ ὑποβοηθῆ τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων κατὰ τὴν μίαν κατεύθυνσιν, ἀντιτίθεται ἡ χωρητικότης, καὶ ὅταν ἡ χωρητικότης ὑποβοηθῆ τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρονίων ἀντιτίθεται ἡ αὐτεπαγωγὴ. Ὅπως λέγομεν ὅτι ἡ αὐτεπαγωγὴ καὶ ἡ χωρητικότης ἔχουν διαφοράν φάσεως 180 μοιρῶν. Ὡς ἐκ τούτου δέ, προσδιορίζομεν τὴν συνισταμένην ἀντίστασιν τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως καὶ τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως ὄχι διὰ προσθέσεως αὐτῶν ἀλλὰ δι' ἀφαιρέσεως.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

᾽Ωμικὴ ἀντίστασις, Henry

Αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις, $X_L = 2\pi fL$

Στραγγαλιστικὸν πηνίον

Farad, Microfarad, Micromicrofarad

Χωρητικὴ ἀντίστασις $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

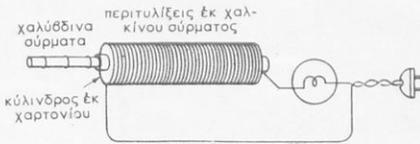
- Ἐξηγήσατε τί νοοῦμεν λέγοντες αὐτεπαγωγὴ ἑνὸς πηνίου;
- Τί καλεῖται Henry;
- Ἀναφέρατε τὰς διαφορὰς μεταξὺ ᾽Ωμικῆς καὶ αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως.
- Ἐξηγήσατε τὸν τύπον, τὸν δίδοντα τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν.
- Τί καλεῖται στραγγαλιστικὸν πηνίον; Ποία εἶναι μία ἀπὸ τὰς ἐφαρμογὰς του;
- Τί νοοῦμεν λέγοντες χωρητικότης;
- Ἀναφέρατε δύο ὁρισμοὺς τοῦ Farad.
- Τί καλεῖται Microfarad;
- Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα διαρρέει κύκλωμα περιέχον χωρητικότης.
- Ἐξηγήσατε τὸν τύπον, τὸν δίδοντα τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν.
- Κατὰ τί διαφέρουν ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἀπὸ τὴν χωρητικὴν;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Πηγὴ ΣΡ καὶ πηγὴ ΕΡ τῆς αὐτῆς μὲ τὴν πηγὴν ΣΡ ἑνεργοῦ ΗΕΔ, τροφοδοτοῦν ἀνὰ ἕνα πηνίον τῆς αὐτῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως. Διατί ἡ ἔντασις τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐναλλασσομένου;
- Τί εἶναι προτιμότερον νὰ χρησιμοποιῶμεν διὰ τὴν ἐπίτευξιν ὀμαλῆς ἐλαττώσεως τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας λαμπτήρων εἰς τὰ θέατρα. Εἶναι προτιμότερα, ἡ χρῆσις στραγγαλιστικῶν πηνίων ἢ ροοστατῶν;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΟΝ ΠΗΝΙΟΝ. Λάβετε ἕνα σωλήνα ἐκ χαρτονίου διαμέτρου 2,5 cm περίπου καὶ μήκους τὸ διπλάσιον



Σχ. 73—8. Στραγγαλιστικόν πηνίον

6 cm. Περιτύλιξατε περίξ αὐτοῦ χάλκινον σύρμα Νο 24. Διὰ τὸ νὰ καλυφθῆ ὁλος αὐτὸς ὁ χάρτινος κλίνδρος θὰ χρειασθοῦν ἴσως 2000 ἑλίγματα. Λάβετε ἀρκετὰ χαλύβδινα σύρματα τοῦ αὐτοῦ περιπυμῆκος μὲ τὸν χάρτινον κλίνδρον καὶ τυλίξατέ τα μὲ νῆμα εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι στερεῶς συνδεδεμένα μεταξὺ των καὶ νὰ εἶναι εὐκόλος ἢ εἰσοδοχὴ καὶ ἀπομάκρυνσις τοῦ πυρήνος αὐτοῦ ἐκ τῶν χαλύβδινων συρμάτων ἐντὸς τοῦ χαρτίνου κλίνδρου.

Τὸ σχῆμα 73—8 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ τοιουτοτρόπως σχηματισθὲν πηνίον συνδέεται ἐν σειρᾷ μὲ μίαν ἠλεκτρικὴν λυχνίαν. Ἡ ἠλεκτρικὴ λυχνία καλὸν εἶναι νὰ εἶναι ἰσχύος 100 ἢ 60 Watt. Ὅταν ὁ σιδηροῦς πυρῆν δὲν εὐρίσκειται ἐντὸς τοῦ πηνίου, ὁ λαμπτήρ φωτοβολεῖ ἰσχυρῶς. Ὅταν ὅμως πλησιάζωμεν βραδέως τὸν σιδηροῦν πυρῆνα καὶ ἐν τέλει οὗτος εὐρεθῆ ἐντὸς τοῦ χαρτίνου κλίνδρου, παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ φωτοβολία τοῦ λαμπτήρος σταθερῶς ἐλαττώνεται διὰ τὸ νὰ ἐξαφανισθῆ σχεδόν, ὅταν ὁ πυρῆν εἶναι ἐντὸς τοῦ πηνίου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

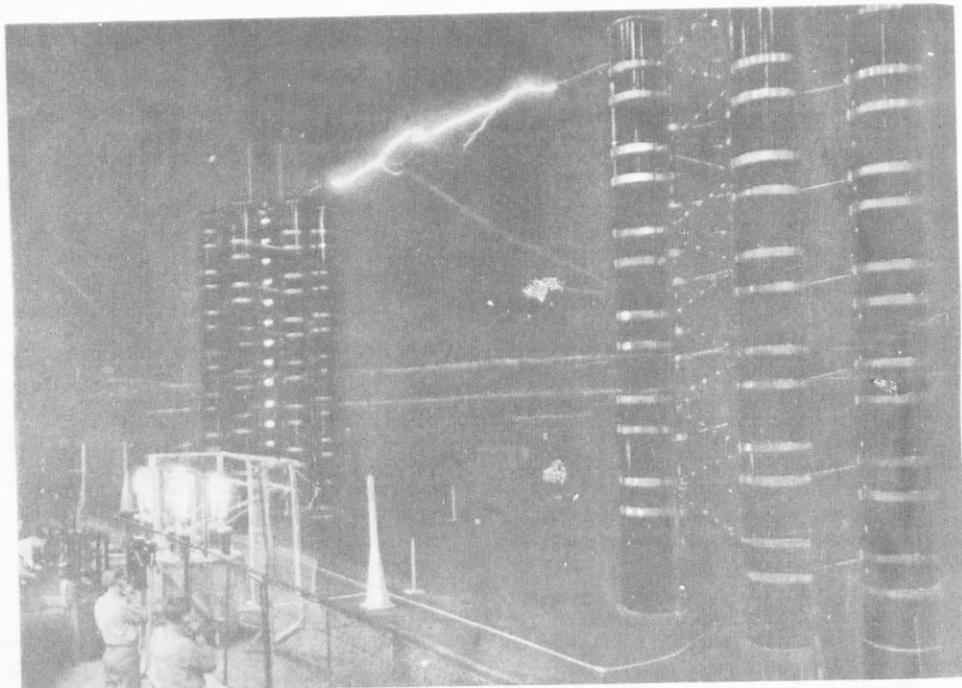
1. Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις δοθέντος πηνίου εἶναι 120Ω ὅταν τοῦτο συνδέεται πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος συχνότητος 60 περιόδων ἀνὰ δευτερόλεπτον (cps). Ἐὰν τὸ αὐτὸ πηνίον συνδεθῆ πρὸς πηγὴν συχνότητος ἐναλλασσομένου ρεύματος 1000 cps, ποία θὰ εἶναι ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις αὐτοῦ;
2. Πρωτογενὲς μετασχηματιστοῦ παρουσιάζει αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν 1200 Ω ὅταν συνδέεται πρὸς πηγὴν

συχνότητος 60 cps. Ποία θὰ εἶναι ἡ αὐτεπαγωγικὴ αὐτοῦ ἀντίστασις ἐὰν συνδεθῆ πρὸς πηγὴν συχνότητος 25 cps;

3. Συνεχῆς τάσις 10V ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα πυκνωτοῦ, τοῦ ὁποῖου ἡ χωρητικότης εἶναι 1000 μF. Πόσον τὸ φορτίον τοῦ πυκνωτοῦ; (Ἀπάντησις 0,01 cb).
4. Συνεχῆς τάσις 100V ἐφαρμόζεται εἰς τοὺς ὀπισμοὺς πυκνωτοῦ καὶ ὡς ἐκ τούτου οὗτος φέρει φορτίον 0,01 cb. Ποία ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ;
5. Πηνίον αὐτεπαγωγῆς 1000 mH συνδέεται πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 60 cps. Ποία ἡ αὐτεπαγωγικὴ αὐτοῦ ἀντίστασις;
6. Πυκνωτῆς χωρητικότητος 30 μF συνδέεται εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος συχνότητος 60 cps. Ποία ἡ χωρητικὴ αὐτοῦ ἀντίστασις;

B

7. Πυκνωτῆς συνδεδεμένος εἰς πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος συχνότητος 60 cps παρουσιάζει χωρητικὴν ἀντίστασιν 600Ω. Πηνίον συνδεδεμένο εἰς τὴν αὐτὴν πηγὴν παρουσιάζει αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν 150Ω. Ὁ πυκνωτῆς καὶ τὸ πηνίον συνδέονται ἐν σειρᾷ εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος συχνότητος 120 cps. Ποία ἡ ὅλική αὐτῶν ἀντίστασις;
8. Πηνίον αὐτεπαγωγῆς 1,25H καὶ πυκνωτῆς χωρητικότητος 40 μF συνδέονται ἐν σειρᾷ καὶ εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν ἐφαρμόζεται ἐναλλασσομένη τάσις 110V, 60 cps. Πόση ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος; Νὰ θεωρηθῆ ὅτι τὸσον τὸ πηνίον, ὅσον καὶ ὁ πυκνωτῆς παρουσιάζουν ἀμελητέαν Ὁμικρὴν ἀντίστασιν. (Ἀπάντησις 0,27 A).
9. Τὸ πηνίον καὶ ὁ πυκνωτῆς τοῦ προβλήματος 8 συνδέονται ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὴν αὐτὴν πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως. Ποία ἡ ὅλική ἔντασις τοῦ ρεύματος; (Νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἕκαστον κλάδον καὶ νὰ ληφθῆ ἡ διαφορὰ αὐτῶν.)

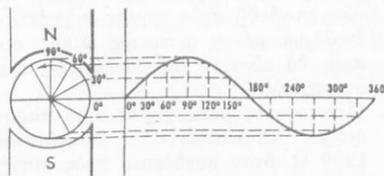


Σχ. 74—1. Τεχνητός Κεραυνός. Αί συνθήκαι του πραγματικού κεραυνού αναπαράγονται εις αυτό το πείραμα τεχνητού κεραυνού. Με έντονον θόρυβον, ό τεχνητός κεραυνός καλύπτει την άπόστασιν των 3 m. Κατά την έκφόρτισιν των γιγαντιαίων πυκνωτών, αναπτύσσεται τεραστία διαφορά δυναμικού 10.000.000 V και ρεύμα 23.000 A διαρρέει τό διάκενον αυτό εις περίπου 10 έκατομμυριοστά του δευτερολέπτου.

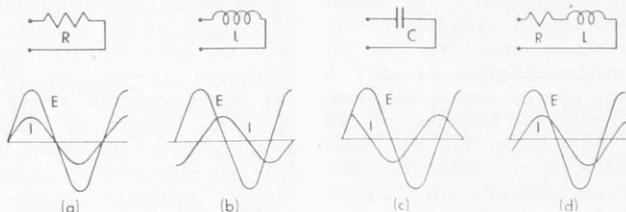
ΕΔΑΦΙΟΝ 74. 'Η ισχύς τών κυκλωμάτων έναλλασσομένου ρεύματος.

ΓΩΝΙΑ ΦΑΣΕΩΣ. "Όταν ένα πηνίον περιστρέφεται εντός μαγνητικού πεδίου, ή αναπτυσσομένη ΗΕΔ έξ έπαγωγής, έξαρτάται άπό την ταχύτητα με την οποίαν οί άγωγοί του πηνίου τέμνουσιν τάς μαγνητικάς γραμμιάς. 'Η ταχύτης αύτη έξαρτάται, δι' οίανδήποτε δεδομένην στιγμήν, άπό την γωνίαν την οποίαν σχηματίζουν οί άγωγοί του πηνίου με την ουδέτεραν γραμμίην. (Σχήμα 74—2). "Όταν έν πηνίον περιστρέφεται εντός διπολικού μαγνητικού πεδίου, τότε ή ΗΕΔ αυτού αύξάνει κατά τό διάστημα κατά τό όποίον τούτο σχηματίζει γωνιάς με ουδέτεραν γραμμίην άπό 0° έως 90°, άκολουθώς έλαττοῦται διά γωνιάς πηνίου-ουδέτερας γραμμίης άπό 90° έως 180°

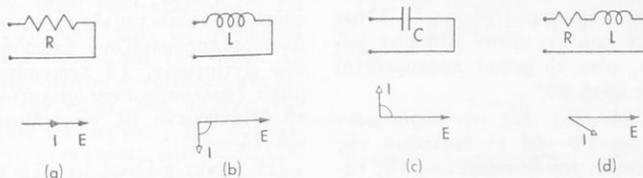
άκολουθώς άναστρέφεται και αύξάνει κατά την αντίθετον φοράν διά γωνιάς άπό 180° έως 270°. Τέλος έλαττοῦται διά γωνιάς μεταξύ 270° και 360°. Τό όλον φαινόμενον επαναλαμβάνεται συνεχώς κατά την αύτην φοράν. Αί διαδοχικαί μεταβο-



Σχ. 74—2. Ίδανική περίπτωσις ήλεκτρογενετικής δυνάμεως διπολικής γεννητορίας.



Σχ. 74—3. Συσχέτισις Τάσεως και 'Εντάσεως εις διάφορα κυκλώματα έναλλασσομένου ρεύματος.



Σχ. 74—4. Συσχέτισις Τάσεως και 'Εντάσεως εις διάφορα κυκλώματα έναλλασσομένου ρεύματος.

λαι τῆς τιμῆς τῆς ΗΕΔ ἀπὸ 0° ἕως 360° ἀποτελοῦν τὸ κύκλον. Λέγοντες φ ἄσιν, τῆς ΗΕΔ νοοῦμεν τὴν θέσιν τὴν ὁποίαν ἔχει αὐτὴ εἰς τὸν κύκλον. Ἡ φάσις εἰς οἰανδήποτε δεδομένην στιγμήν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐκφρασθῇ ὡς γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει τὸ τῆνιόν μετὰ τὴν οὐδέτεραν γραμμῆν.

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἀκολουθεῖ ἀκριβῶς ὁμοίαν μεταβολὴν ὅπως ἡ τάσις. Ἡ γωνία, ἡ ὁποία ἐκφράζει τὴν φάσιν καλεῖται γωνία φάσεως.

ΣΤΗΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ. Ἡ ἰσχὺς εἰς Watt τῶν κυκλωμάτων ΣΡ ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῶν Volts (V) ἐπὶ τὰ Amperes (A). Εἰς τὰ κυκλώματα έναλλασσομένου ρεύματος ὅπου ὑπάρχουν πηνία καὶ πυκνωταί, τὸ γινόμενον τῶν Volts (V) ἐπὶ τὰ Amperes (A) ἐκφράζει τὴν φαινομένην ἰσχύν, καὶ ὄχι τὴν πραγματικὴν ἰσχύν, δηλαδὴ τὴν ἱκανὴν πρὸς παραγωγὴν ἔργου ἰσχύν.

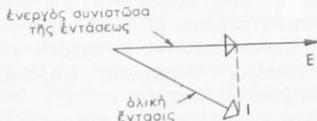
Εἰς τὸ προηγουμένον ἐδάφιον εἶδομεν ὅτι, τὸ ρεῦμα ἔπεται τῆς τάσεως ὅταν εἰς τὸ κύκλωμα ὑπάρχη αὐτεπαγωγὴ, ἐνῶ προπορεύεται αὐτῆς ὅταν εἰς τὸ κύκλωμα ὑπάρχη χωρητικότης. Ὅταν ἕνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα ἔχη μόνον ὠμικὴν ἀντίστασιν, τότε τὸ ρεῦμα οἷτε προπορεύεται

οὔτε ἔπεται τῆς τάσεως, ἀλλὰ εὐρίσκεται ἐν φάσει μετὰ αὐτήν. Αἱ συνθήκαι αὗται ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 74—3. Τὰ διαγράμματα τῶν ἡμιτονοειδῶν κυμάτων δηλοῦν ὅτι, εἰς ἕνα κύκλωμα έναλλασσομένου ρεύματος ἡ τάσις καὶ ἡ ἔντασις δὲν εὐρίσκονται πάντοτε ἐν φάσει, ἤτοι δὲν λαμβάνουν ταυτοχρόνως τὰς μεγίστας ἢ τὰς ἐλαχίστας αὐτῶν τιμὰς. Εἰς κύκλωμα εἰς τὸ ὁποῖον ὑπάρχει μόνον ὠμικὴ ἀντίστασις, βλέπομεν ὅτι ἡ ἔντασις καὶ ἡ τάσις εὐρίσκονται ἐν φάσει (Σχῆμα 74—3a). Εἰς κύκλωμα τὸ ὁποῖον ἔχει μόνον αὐτεπαγωγὴν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ρεῦμα ἔπεται τῆς τάσεως κατὰ 90°. (Σχῆμα 74—3b), ἐνῶ ὅταν κύκλωμα ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ χωρητικότητα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἔντασις προπορεύεται τῆς τάσεως κατὰ 90°. (Σχῆμα 74—3c). Εἰς τὸ σχῆμα 74—3d παρίσταται μίον ἐνδιάμεσος περίπτωσις, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάσις εὐρίσκονται εἰς διαφοράν φάσεως περίπου 30°. Ἡ περίπτωσις αὕτη συναντᾶται κατὰ κανόνα εἰς τὰς περισσοτέρας ἠλεκτρικὰς μηχανὰς έναλλασσομένου ρεύματος.

Τὸ σχῆμα 74—4 δεικνύει σχηματικῶς τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις τοῦ σχήματος 74—3. Ἐδῶ χρησιμοποιοῦμεν διανύσματα, διὰ νὰ παραστήσωμεν τὰς τάσεις καὶ

τὰς ἐντάσεις τῶν ρευμάτων, τῶν τεσσάρων περιπτώσεων τοῦ σχήματος 74—3. Ὄταν τὸ κύκλωμα ἀποτελεῖται ἀπὸ Ὁμικὴν ἀντίστασιν, (Σχήμα 74—4α) ἢ γωνία φάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως εἶναι μηδὲν καὶ ἐπομένως τὰ δύο διανύσματα συμπίπτουν. Εἰς τὴν περίπτωσιν κυκλώματος τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ καθαρὰν αὐτεπαγωγὴν, (Σχήμα 74—4β) τὸ διάνυσμα τῆς φάσεως ἔπεται τοῦ διανύσματος τῆς τάσεως κατὰ 90° . (Θεωροῦμεν τὰ διανύσματα ὅτι περιστρέφονται ἀριστεροστροφῶς.) Ὄταν τὸ κύκλωμα περιέχῃ μόνον καθαρὰν χωρητικότητα, τότε τὸ ρεῦμα προπορεύεται τῆς τάσεως κατὰ 90° .

(Σχήμα 74—4c). Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 74—4d τὸ διάνυσμα τῆς ἐντάσεως ἔπεται τοῦ διανύσματος τῆς τάσεως κατὰ 30° . Τὰ διανύσματα E καὶ I τοῦ σχήματος 74—5 παριστοῦν ἀντιστοίχως τὴν τάσιν μεταξὺ τῶν ἄκρων σώματος τινός, καὶ τὴν διαρροῶσαν τὸ σῶμα τοῦτο ἔντασιν. Τὸ διάνυσμα τῆς ἐντάσεως I εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο συνιστώσας μίαν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ διανύσματος E καὶ μίαν κάθετον ἐπ' αὐτήν. Τὴν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς τάσεως συνιστώσαν τῆς ἐντάσεως, καλοῦμεν ἐνεργὸν συνιστώσαν τῆς ἐντάσεως ἐπὶ τὴν τάσιν ἀεργὸν συνιστώσαν τοῦ διανύσματος τῆς ἐντάσεως. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς καταναλισκομένης ἰσχύος EP, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὴν τάσιν ἐπὶ τὴν ἐνεργὸν συνιστώσαν τῆς ἐντάσεως. Ὄταν τὸ κύκλωμα ἀποτελεῖται ἀπὸ καθαρὰν αὐτεπαγωγὴν (σχήματα 73—3b καὶ 74—4b) τότε ἡ ἐνεργὸς συνιστώσα τῆς ἐντάσεως εἶναι μηδέν, διὰ τὸν ἀπλοῦστατον λόγον ὅτι, ἡ γωνία τάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως εἶναι 90° . Τὸ κύκλωμα αὐτὸ θὰ ἀπορροφᾷ ἰσχὴν κατὰ τὸ ἓνα ἕμισυ τῆς περιόδου, τὴν ὅποιαν θὰ ἀποδίδῃ εἰς τὴν



Σχ. 74—5. Ἀνάλυσις τῆς ἐντάσεως εἰς δύο συνιστώσας διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς καταναλισκομένης ἰσχύος ἐπὶ τῆς ἐντάσεως.

πηγὴν κατὰ τὸ δεύτερον ἕμισυ αὐτῆς. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ διὰ τὰ κυκλώματα, τὰ ὅποια περιέχουν καθαρὰν χωρητικότητα. (Σχήματα 74—3c καὶ 74—4c). Εἰς τὴν πραγματικότητα τέτοια κυκλώματα δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρξουν, διότι εἶναι ἀδύνατος ἡ κατασκευὴ τόσοσ πηνίου ὅσον καὶ πυκνωτοῦ, τὰ ὅποια νὰ παρουσιάζουν μηδενικὴν ὀμικὴν ἀντίστασιν, δηλαδὴ, νὰ παρουσιάζουν γωνίαν φάσεως 90° . Ὄποσδήποτε θὰ παρουσιάζουν γωνίαν φάσεως μικροτέραν τῶν 90° καὶ τοῦτο θὰ ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι, ὡς ἀγωγὸν παρουσιάζουν ὀποσδήποτε Ὁμικὴν ἀντίστασιν. Τὰ περισσότερα κυκλώματα ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι ὡς τὰ δεκνόμενα εἰς τὰ σχήματα 74—3d καὶ 74—4d.

Ἡ γωνία φάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως εἰς τὰς συσκευὰς ἐναλλασσομένου ρεύματος δίδεται ὡς συντελεστῆς ἰσχύος. Ὁ συντελεστῆς ἰσχύος ὑποδηλοῖ τὸ ποσοστὸν τῆς ὀλικῆς ἐντάσεως τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ ἡ ἐνεργὸς ἔντασις. Π.χ. Ἡλεκτρικὸς κινητὴρ τάσεως 110V ἔχει συντελεστὴν ἰσχύος 0,80. Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ἐὰν ὁ κινητὴρ αὐτὸς τροφοδοτῆται μὲ ρεῦμα ἐντάσεως 5A ἢ ἰσχύς τὴν ὅποιαν θὰ καταναλίσκῃ δὲν θὰ εἶναι $110 \times 5 = 550$ W, ἀλλὰ θὰ ἰσοῦται πρὸς $110 \times 5 \times 0,80 = 440$ W. Γενικῶς ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς ὑπὸ συσκευῶν ἐναλλασσομένου ρεύματος δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως:

$$\text{Ἰσχύς} = \text{Volts} \times \text{Amperes} \times \text{Συντελεστήν Ἰσχύος}$$

Αἱ Ὁμικαὶ ἀντιστάσεις, ὅπως αἱ ἠλεκτρικαὶ λυχνίαι καὶ αἱ ἠλεκτρικαὶ θερμάστραι, ἔχουν συντελεστὴν ἰσχύος 1. Οἱ πυκνωταὶ παρουσιάζουν συντελεστὴν ἰσχύος συνήθως μικρότερον τοῦ 0,1.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ καθορισθῇ ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς ὑπὸ ἐνὸς κυκλώματος ἐναλλασσομένου ρεύματος δι' ἀναγνώσεως τῶν ἐνδείξεων ἐνὸς βολτομέτρου καὶ ἐνὸς ἀμπερομέτρου μόνον. Θὰ πρέπει νὰ εἶναι γνωστὸς καὶ ὁ συντελεστῆς ἰσχύος. Ἐὰν ὅμως, διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς καταναλισκομένης ὑπὸ ἐνὸς κυκλώματος ἰσχύος, χρησιμοποιήσωμεν βαττόμετρον, τότε θὰ ἐγνώσωμεν τὴν ἀκριβῆ ἐνδειξιν, διότι ἡ

ἀπόκλιςις τοῦ δείκτου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐνεργὸν συνιστώσαν τοῦ ρεύματος καὶ ἀπὸ τὴν τάσιν.

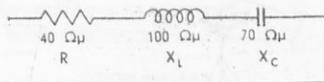
Τὸ σημαντικὸν πάντως εἶναι ὅτι, διὰ νὰ καταναλώσῃ μία συσκευή ἠλεκτρικὴν ἰσχὴν ἢ διὰ νὰ παραγάγῃ, θὰ πρέπει ὅπωςδὴποτε νὰ ὑπάρχῃ τόσον διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν της ὅσον καὶ νὰ διαρρέεται αὕτη ἀπὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

Ἐνα μέρος τῆς παρεχομένης ὑπὸ μᾶς πηγῆς ἰσχύος εἶναι ἐκμεταλλεύσιμον, καὶ τοῦτο εἶναι τὸ προκείμενον ὡς γινόμενον τῆς ἐνεργοῦ ἐντάσεως ἐπὶ τὴν τάσιν. Τὸ γινόμενον τῆς ἀεργου συνιστώσεως τῆς ἐντάσεως ἐπὶ τὴν τάσιν, μᾶς παρέχει τὴν ἄεργον ἰσχύν. Ἡ ἄεργος ἰσχύς παράγεται ὑπὸ τῆς γεννητριᾶς καὶ ἐπιστρέφει πάλιν εἰς αὐτὴν χωρὶς νὰ εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ τὴν ἐκμεταλλευθῶμεν.

ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ. Ἐὰς ὑποθέσωμεν ὅτι κύκλωμα ἀποτελεῖται ἀπὸ Ὁμικὴν Ἀντίστασιν, Αὐτεπαγωγὴν, χωρητικὴτητα συνδεδεμένας ἐν σειρᾷ ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 74—6. Ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἢ ὅποια εἶναι 100Ω ἐξουδετεροῦται ἐν μέρει ἀπὸ τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν ἢ ὅποια εἶναι 70Ω. Ἡ ἰσοδύναμος ἀντίστασις τῆς συνδέσεως ἐν σειρᾷ αὐτεπαγωγῆς καὶ χωρητικότητος, ἰσοῦται ὡς ἐκ τούτου μὲ τὴν διαφορὰν αὐτῶν ἢτοι 30Ω. Ἐφ' ὅσον ἡ αὐτεπαγωγή προκαλεῖ τὴν προπορείαν τῆς τάσεως κατὰ 90° ἢ δὲ χωρητικότης προκαλεῖ τὴν προπορείαν τῆς ἐντάσεως κατὰ 90° τὰ διανύσματα τὰ ὅποια θὰ δηλοῦν τὴν ἐπαγωγικὴν ἀντίστασιν καὶ τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν θὰ εἶναι ἀντίθετα. Ἡ συνολικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος καλεῖται σύνθετος ἀντίστασις. Αὕτη, ὡς καὶ ἡ Ὁμικὴ, ἢ Αὐτεπαγωγικὴ καὶ ἡ Χωρητικὴ Ἀντίστασις μετρεῖται εἰς ΩΗΜ (Ω). Ἡ σύνθετος ἀντίστασις ἐνὸς κυκλώματος Ἐναλλασσομένου Ρεύματος ἰσοῦται πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ ἀθροίσματος τῶν τετραγώνων τῆς Ὁμικῆς Ἀντιστάσεως καὶ τῆς διαφορᾶς αὐτεπαγωγικῆς καὶ χωρητικῆς ἀντιστάσεως. Ἡ σύνθετος ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος 74—6 ἰσοῦται

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Ἡ ἀνωτέρω σχέση προσηύθη ἀπὸ τὸ Ἰνστιτοῦτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 74—6. Κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος ἀποτελούμενον ἀπὸ Ὁμικὴν, Αὐτεπαγωγικὴν καὶ Χωρητικὴν Ἀντίστασιν συνδεδεμένας ἐν σειρᾷ.

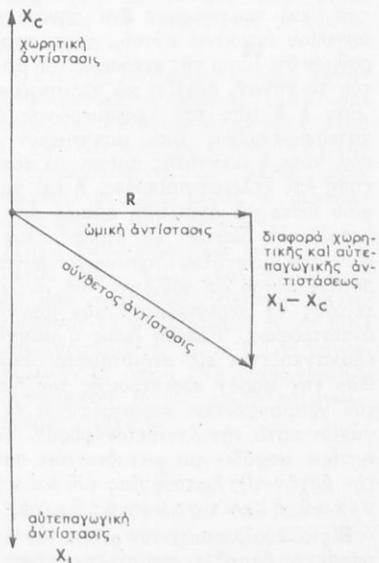
διάγραμμα διανυσμάτων ὡς εἰς τὸ σχῆμα 74—7.

Εἰς ἓνα κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος ὁ Νόμος τοῦ ΩΗΜ ἐκφράζεται ὡς ἑξῆς:

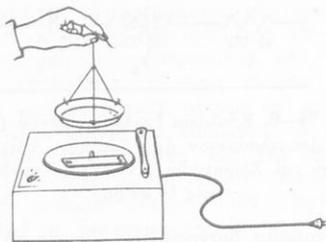
$$E = IZ \quad \eta \quad Z = \frac{E}{I}$$

$$\text{Ampères} = \frac{\text{Volts}}{\text{Ohms συνθέτου ἀντιστάσεως}}$$

Τὸ τρίγωνον τοῦ σχήματος 74—5 τὸ ὅποιον παριστᾷ τὸ ὄλικον ρεῦμα καὶ τὴν ἐνεργὸν συνιστώσαν αὐτοῦ εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ σχῆμα 74—7. Ὁ λόγος τῆς ἐνεργοῦ συνιστώσεως τῆς ἐντάσεως πρὸς τὴν ὄλικην ἔντασιν ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῆς Ὁμικῆς ἀντιστάσεως πρὸς τὴν σύν-



Σχ. 74—7. Σχέσις μεταξύ τῆς συνθέτου ἀντιστάσεως καὶ τῆς Ὁμικῆς, Ἐπαγωγικῆς καὶ Χωρητικῆς ἀντιστάσεως.

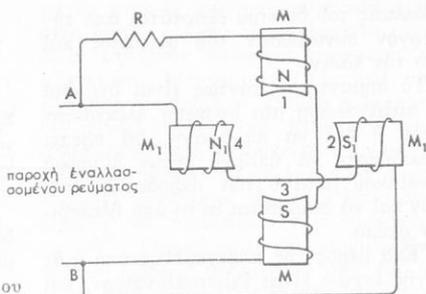


Σχ. 74—8. 'Ο εύρισκόμενος επί του δίσκου του Pick - up περιστρεφόμενος μαγνήτης προκαλεί την περιστροφήν του έξ' αργιλίου μαγνητικού σκευούς.

θετον αντίστασιν. 'Επειδή γνωρίζομεν ότι, ὁ πρῶτος ἀπὸ τοὺς δύο αὐτοὺς λόγους εἶναι ὁ συντελεστῆς ἰσχύος, ἔπεται ὅτι, ὁ λόγος τῆς Ὑμικρῆς Ἀντιστάσεως πρὸς τὴν σύνθετον ἀντίστασιν ἰσοῦται πρὸς τὸν συντελεστὴν ἰσχύος.

ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡ. Ἐὰν τοποθετήσωμεν ἓνα ἰσχυρὸν ραβδοειδῆ μαγνήτην ἐπὶ τοῦ δίσκου ἐνὸς γραμμωφώνου, ὡς δεκνέιν τὸ σχῆμα 74—8, καὶ κρατήσωμεν ἓνα τηγάνιον ἐξ ἀργιλίου ὑπεράνω αὐτοῦ, τότε παρατηροῦμεν ὅτι λόγω τῆς κινήσεως τοῦ μαγνήτου τὸ τηγάνι ἀρχίζει νὰ περιστρέφεται. Ἐὰν ὁ δίσκος τοῦ γραμμωφώνου εἶναι κατεσκευασμένος ἀπὸ μαγνητικὸν ὑλικόν, τότε ὁ μαγνήτης πρέπει νὰ τοποθετηθῆ ἐπὶ ξυλίνου τρίποδος, ἢ ἐπὶ χαρτονίου ὥστε νὰ ἀνυψωθῆ κάπως ἀπὸ τὸν μεταλλικὸν δίσκον. Τὸ στρεφόμενον πεδὶον τοῦ μαγνήτου δημιουργεῖ δυνάμεις μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ τηγανίου, αἱ ὁποῖαι τείνουσιν νὰ περιστρέφουσιν τὸν μαγνήτην ἀντιστρόφως. Ἐπειδὴ ὁμοίως ὁ μαγνήτης ἐξαναγκάζεται εἰς περιστροφήν ἀκολουθῶν τὴν φοράν περιστροφῆς τοῦ δίσκου τοῦ γραμμωφώνου, περιστρέφεται τὸ τηγάνιον κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν. Τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα καταδεικνύει σαφῶς τὴν ἀρχὴν τῆς λειτουργίας τοῦ ἔπ α γ ω γ ἰ κ ο ὕ ἡ λ ε κ τ ρ ο κ ι ν ἠ τ ῆ ρ ο ς.

Εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῖμα δὲν ἀπαίτεται ἡ ὑπαρξίς περιστρεφόμενου μαγνήτου ἀλλὰ ἀρκεῖ ἡ ὑπαρξίς στρεφόμενου μαγνητικοῦ πεδίου. Τοῦτο εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτεθῆ



παροχὴ ἐναλλασσόμενου ρεύματος

Σχ. 74—9. Διάταξις πηνίων διὰ τὴν παραγωγήν περιστρεφόμενου μαγνητικοῦ πεδίου.

ματι 74—9 ἐμφαινόμενης διατάξεως. Λόγω τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως R τὸ ρεῖμα ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ MM εἶναι σχεδὸν ἐν φάσει μὲ τὴν τάσιν. Λόγω τῆς ἀτελεπαγωγῆς καὶ τῆς μικρᾶς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποῖαν παρουσιάζει τὸ κύκλωμα $M_1 M_1$, ἡ γωνία φάσεως μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως εἶναι περίπου 90° . Ἡ ἀντιστροφή τῆς πολικότητος λαμβάνει χώραν εἰς τὸ κύκλωμα $M_1 M_1$ κατὰ ἐν τέταρτον τῆς περιόδου ἀργότερον ἀπὸ τὴν στιγμήν κατὰ τὴν ὁποῖαν συμβαίνει εἰς τὸ κύκλωμα $M.M$. Ἐὰν θεωρήσωμεν ὡς χρόνον 0 τὴν ἐν τῷ σχ. 74-9 κατάστασιν τότε μετὰ τὴν πάροδον ἐνὸς τετάρτου τῆς περιόδου οἱ πόλοι 1 καὶ 2 θὰ εἶναι N ἐνῶ οἱ πόλοι 3 καὶ 4 θὰ εἶναι S . Αἱ αὐτὰ μεταβολαὶ θὰ λαμβάνουν χώραν ἀνὰ ἕκαστον τέταρτον τῆς περιόδου. Σημειώσατε τὴν πολικότητα καὶ ἕκαστον τέταρτον τῆς περιόδου διὰ νὰ ἰδῆτε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον περιστρέφεται τὸ πείδιον.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Κύκλος

Γωνία Φάσεως

Συντελεστῆς Ἰσχύος

$P = E \times I \times$ συντελεστὴν Ἰσχύος

Ἐνεργὸς οὐσιαστικῶς τῆς ἐντάσεως

Σύνθετος ἀντίστασις

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Ἄ Ὁ νόμος τοῦ Ohm εἰς κυκλώματα ἐναλλασσόμενου ρεύματος

$E = IZ$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Έρμηνεύσατε την έννοιαν της γωνίας φάσεως.
2. Τπό ποίας συνθήκας ή φαινομένη ισχύς ισούται προς την πραγματικήν;
3. Χρησιμοποιούντες υδραυλικόν ανάλογον εξηγήσατε την απάντησιν της ερωτήσεως 2.
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες συντελεστής ισχύος;
5. Διατυπώσατε την εξίσωσιν της ισχύος κυκλώματος ΕΡ, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ αὐτεπαγωγῆν καὶ χωρητικότητας.
6. Ποία θὰ ἦτο ἡ γωνία φάσεως μεταξύ ρεύματος καὶ τάσεως ἐάν κύκλωμα ἀποτελεῖτο μόνον ἀπὸ αὐτεπαγωγῆν;
7. Ποία θὰ ἦτο ἡ γωνία φάσεως μεταξύ τάσεως καὶ ἐντάσεως εἰς κύκλωμα τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ χωρητικότητας;
9. Τί νοοῦμεν λέγοντες σύνθετον ἀντίστασιν;
8. Διατυπώσατε την εξίσωσιν της συνθέτου ἀντιστάσεως.
10. Διατυπώσατε την εξίσωσιν τοῦ συντελεστοῦ ισχύος συναρτήσῃ της ὀμικῆς ἀντιστάσεως καὶ της συνθέτου ἀντιστάσεως.
11. Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ ΟΗΜ εἰς κύκλωμα ΕΡ.
12. Ἐξηγήσατε την ἀρχὴν λειτουργίας τοῦ ἐπαγωγικοῦ ἠλεκτροκινητήρος.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Εἶναι δυνατόν νὰ ἔχωμεν ἠλεκτρικὸν κύκλωμα τὸ ὁποῖον νὰ μὴ παρουσιάξῃ ὀμικὴν ἀντίστασιν; Ἐξηγήσατε τοὺς λόγους.
2. Προκαλεῖται θερμικὸν φαινόμενον ὑπὸ «ἀέργου ισχύος»; Διατί;
3. Διατί ὁ ἐπαγωγικὸς ἠλεκτροκινητὴρ δὲν ἔχει συλλέκτην ἢ δακτυλίους;
4. Κατὰ ποῖον τρόπον μεταβάλλεται ὁ συντελεστής ισχύος ἐνὸς κυκλώματος συναρτήσῃ της αὐξήσεως της αὐτεπαγωγῆς αὐτοῦ λόγω της χρήσεως ροοστάτου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ἐπαναλάβετε τὴν ἀσκῆσιν ἐν τέρματι

εἰς τὴν σελίδα 488 (σχῆμα 74-8), ἐφ' ὅσον διαθέτετε γραμμοφόρων.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Α

1. Κινητὸ ΕΡ τροφοδοτούμενος ὑπὸ πηγῆς τάσεως 110V διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 5A ὑπὸ πλήρες φορτίον. Ὁ συντελεστής ισχύος του εἶναι 0,88. Ποία ἡ καταναλισκομένη ὑπ' αὐτοῦ ισχύς;
2. Πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 4A συνδεδεμένον πρὸς πηγὴν τάσεως 110V. Βαττόμετρον δεικνύει ὅτι ἡ καταναλισκομένη ισχύς εἶναι 230W. Ποῖος ὁ συντελεστής ισχύος τοῦ πηνίου;
3. Πηνίον παρουσιάζει ὀμικὴν ἀντίστασιν 30Ω καὶ αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν 40Ω. Ποία ἡ σύνθετος αὐτοῦ ἀντίστασις; (Ἀπάντησις 50Ω).
4. Πυκνωτὴς χωρητικῆς ἀντιστάσεως 100Ω καὶ πηνίον ὀμικῆς ἀντιστάσεως 20Ω καὶ αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως 79Ω συνδέονται ἐν σειρᾷ πρὸς πηγὴν ΕΡ τάσεως 116V. Ποία ἡ ἔντασις τοῦ διαρρέοντος τὸ κύκλωμα ρεύματος;
5. Πυκνωτὴς συνδεδεμένος πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 110V παρουσιάζει σύνθετον ἀντίστασιν 1100 Ω, ἐνῶ βαττόμετρον καταγράφον τὴν καταναλισκομένην ὑπ' αὐτοῦ ισχὴν δεικνύει 0,11W. Ποῖος ὁ συντελεστής ισχύος τοῦ πυκνωτοῦ;
6. Πηγὴ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐνεργοῦ ΗΕΔ 110V καὶ συχνότητος 60 cps, τροφοδοτεῖ σύστημα ἀποτελούμενον ἐξ ἀντιστάσεως $R = 60\Omega$ καὶ αὐτεπαγωγῆς $L = 0,1$ H συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ συντελεστής ισχύος καὶ ἡ καταναλισκομένη ισχύς.

Β

7. Κύκλωμα ἀποτελεῖται ἀπὸ πυκνωτὴν χωρητικῆς ἀντιστάσεως 562Ω ἀπὸ πηνίον αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως 450Ω καὶ ἀπὸ ὀμικὴν ἀντίστασιν 15Ω. Τοῦτο τροφοδοτεῖται ὑπὸ ἐναλλασσομένης τάσεως 113V. Ποία ἡ

- ἔνδειξις βολτομέτρου συνδεομένου εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ;
8. Κύκλωμα ἀποτελούμενον ἀπὸ Ὁμικὴν ἀντίστασιν 15Ω καὶ ἀπὸ αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν 20Ω συνδέεται πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως $125V$. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθοῦν α) ἡ συνιστώσα τῆς ἐντάσεως ἢ ὅποια εἶναι ἐν φάσει πρὸς τὴν τάσιν καὶ β) ἡ συνιστώσα τῆς ἐντάσεως ἢ ὅποια εὐρίσκεται εἰς διαφοράν φάσεως πρὸς τὴν τάσιν κατὰ 90° .
 9. Ἡ σύνθετος ἀντίστασις καὶ ὁ συντελεστὴς ἰσχύος πηνίου τὸν ὁποῖον πα-

ρουσιάζει πηνίον τροφοδοτούμενον ὑπὸ πηγῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος συχνότητος 60 cps , εἶναι 377Ω καὶ $0,6$ ἀντιστοίχως. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου. (Ἀπάντησις $0,8H$).

10. Πηνίον αὐτεπαγωγῆς 500 mH καὶ ἀντιστάσεως 100Ω συνδέεται ἐν σειρά πρὸς πυκνωτὴν χωρητικότητος $100\mu F$. Τὸ κύκλωμα τροφοδοτεῖται ὑπὸ ἐναλλασσομένης τάσεως $220V$ συχνότητος 60 cps . Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ διαφορά δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου.

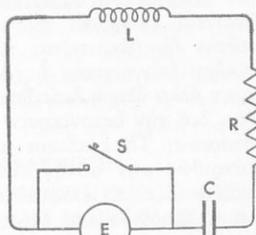
ΕΔΑΦΙΟΝ 75. Ἡλεκτρικαὶ ταλαντώσεις καὶ κύματα.

ΜΗΧΑΝΙΚΑΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ. Ἐὰν μετατοπίσωμεν ἕνα ἐκκρεμές ἀπὸ τὴν θέσιν ἰσορροπίας του καὶ ἀκολουθῶς τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τοῦτο θὰ ἐκτελέσῃ ταλαντώσεις πᾶσι τῆς θέσεως ἰσορροπίας αὐτοῦ. Ὁμοίως ἐὰν προσδέσωμεν ἐπὶ κατακορυφῶν ἐλατηρίου βάρος, τοῦτο θὰ ταλαντοῦται κατακορυφῶς, πᾶσι τῆς θέσεως ἰσορροπίας αὐτοῦ. Καὶ εἰς τὰς δύο προαναφερθεῖσας περιπτώσεις δύο παράγοντες δρῶν ταυτοχρόνως διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν ταλαντώσεων, ἡ δύναμις ἐπαναφορᾶς, ἡ ὅποια τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ τὸ μετατοπισθὲν ἀντικείμενον εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας του, καὶ ἡ μᾶζα ἢ ἡ ἀδράνεια τοῦ σώματος, ἡ ὅποια προκαλεῖ τὴν μετακίνησιν αὐτοῦ πέραν τῆς θέσεως ἰσορροπίας του, μετακινούσα αὐτὸ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν.

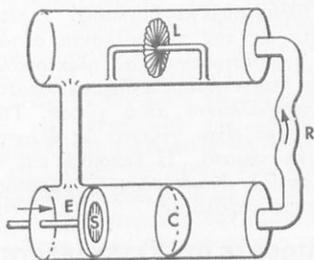
Ὅταν τὸ ἐκκρεμές μετατοπισθῇ ἀπὸ τὴν θέσιν ἰσορροπίας του, τότε ἡ δύναμις τῆς βαρύτητος τείνει νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ πρὸς τὰ ὀπίσω. Ὅταν τοῦτο ἐπανερχεται, δὲν σταματᾷ εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας του, λόγῳ τῆς αδράνειας τὴν ὅποιαν παρουσιάζει, καὶ ἡ ὅποια τὸ ἀθεῖ εἰς περαιτέρω κίνησιν. Ἡ δύναμις βαρύτητος, τείνει καὶ πάλι νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ πρὸς τὰ ὀπίσω καὶ τοιοῦτοτρόπως τοῦτο ταλαντοῦται ἕως ὅτου ὅλη ἡ ἐνέργεια, ἡ ὅποια ἔχει προσδοθῇ εἰς αὐτὸ κατὰ τὴν μετατόπισιν του καταναλωθῇ εἰς τὴν ἀντιμετώπισιν τῶν τριβῶν καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ αε-

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΝ ΑΝΑΛΟΓΟΝ. Τὸ σχῆμα 75—1 δεικνύει ἕνα ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ πηγὴν ΗΕΔ, Ε, ὁμικῆς ἀντιστάσεως R, ἐνὸς πηνίου αὐτεπαγωγῆς L καὶ ἐνὸς πυκνωτοῦ χωρητικότητος C. Ὁ διακόπτης S ἀπομονώνει τὴν πηγὴν ἀπὸ τὸ ὑπόλοιπον κύκλωμα. (Ἡ πηγὴ E ἀποσυνδέεται ἀπὸ τὸ κύκλωμα διὰ ν' ἀποφευχθῇ βραχυκύκλωμα). Τὸ ἀντίστοιχον ὑδραυλικὸν κύκλωμα δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 75—2. Ἡ μόνη διαφορά μεταξὺ τοῦ σχήματος αὐτοῦ καὶ τοῦ σχήματος 75—7 εἶναι ὅτι, τὸ ἔμβολον εἰς τὸ σχῆμα 75—2 περιέχει καὶ σύρτην S. Ὁ σύρτης S ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν διακόπτην S τοῦ σχήματος 75—1 ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ ἀνοίγματος τοῦ σύρτου ἐξαλείφεται πλήρως ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἐμβόλου.

Ἐπισημαίνεται ὅτι τὸ ἔμβολον E ἔχει μετακινήθῃ πρὸς τὰ δεξιὰ εἰς τρόπον ὥστε τὸ διάφραγμα C νὰ ἔξῃ τενωθῆ ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα. Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὸν σύρτην S παρέχονμεν τὴν δυνατότητα εἰς τὸ ὕδωρ νὰ ρεῖσῃ ἐλευθέρως διὰ μέσον αὐτοῦ καὶ ὑπὸ τὴν δρᾶσιν τοῦ τενωμένου διαφράγματος θὰ δημιουργηθῇ ρεῖμα ὕδατος τὸ ὅποιον νὰ μετακινήται ἀπὸ τὰ δεξιὰ πρὸς τὰ ἀριστερά. Ἡ ροὴ τοῦ ὕδατος θὰ προκαλέσῃ τὴν περιστροφὴν τοῦ τροχοῦ L καὶ θὰ συμπληρωσῇ τὴν τροχίαν του διὰ τοῦ σωλήνος R ὁ ὅποιος καὶ παρουσιάζει τὴν ἀντίστασιν τριβῶν. Ὅταν τὸ διάφραγμα φθάσῃ εἰς



Σχ. 75—1.



Σχ. 75—2.

Υδραυλικόν ανάλογον τῶν ηλεκτρικῶν ταλαντώσεων.

τὴν κανονικὴν θέσιν αὐτοῦ, θὰ παύσῃ νὰ ὤθῃ περαιτέρω τὸ ὕδωρ πρὸς τὰ ἀριστερά, ἢ ροὴ ὅμως τοῦ ὕδατος θὰ ἐξακολουθῇ νὰ γίνεταί ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τοῦ στρεφομένου τροχοῦ, ὁ ὁποῖος λόγω τῆς ἀδρανείας τείνει νὰ περιοριζέται ἀκόμη. Οὕτω θὰ ἀναγκασθῇ τὸ διάφραγμα νὰ τενωθῇ κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν. Ὅταν τοῦτο φθάσῃ εἰς τὴν ἀκροτάτην θέσιν πρὸς τὰ ἀριστερά, λόγω τῶν δυνάμεων ἐπαναφορᾶς τὸ διάφραγμα θὰ ἀρχίσῃ νὰ ὤθῃ τὸ ὕδωρ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο θὰ ἐπαναλαμβάνεται συνεχῶς ἕως ὅτου ἡ τριβὴ ἢ ὁποία παρουσιάζεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος R, ἀπορροφῆσῃ ὅλην τὴν ἐνέργειαν, μὲ τὴν ὁποίαν ἐτροφοδοτήθη τὸ ὕδωρ κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου πρὸς τὰ δεξιὰ.

Λόγω τῆς τριβῆς, τὸ εὐρος τῶν κυμάνσεων τοῦ ὕδατος συνεχῶς θὰ ἐλαττοῦται καὶ ἐν τέλει αἱ κυμάνσεις αὐταὶ θὰ σταματήσουν. Ὁ χρόνος διαρκείας τῶν κυμάνσεων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τριβὴν τοῦ

σωλῆνος R. Μετακινούμεντες τὸ ἐμβόλον E τὰς καταλλήλους χρονικὰς στιγμὰς εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν διατήρησιν τῶν κυμάνσεων ἐπ' ἀόριστον. Αἱ ὠθήσεις τοῦ ἐμβόλου παρέχουν ἐνέργειαν εἰς τὸ ὕδωρ, ἢ ὁποία ἀντισταθμίζει τὰς ἀπωλείας τριβῶν.

Ἡ συχνότης τῶν κυμάνσεων ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὴν ἐλαστικότητα καὶ τὴν ἀδράνειαν τοῦ κυκλώματος. Ἐὰν ἡ ἀδράνεια τοῦ τροχοῦ ἀυξήθῃ ἢ συχνότης τῶν κυμάνσεων θὰ ἐλαττωθῇ. Ἐὰν τὸ διάφραγμα γίνῃ πλέον εὐκαμπτον, τότε ἡ συχνότης τῶν κυμάνσεων θὰ ἐλαττωθῇ. Τελικῶς καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ συχνότης τῶν κυμάνσεων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀδράνειαν καὶ τὴν δυνατότητα εἰς ἕκτασιν τοῦ ταλαντομένου συστήματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ. Τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα τοῦ σχήματος 75—1 συνίσταται ἀπὸ αὐτεπαγωγῆς, χωρητικότητας καὶ ὠμικῆν ἀντίστασιν συνδεδεμένας ἐν σειρᾷ πρὸς πηγὴν ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. Ἐφ' ὅσον ἡ αὐτεπαγωγὴ ἀντιστοιχεῖ εἰς ἠλεκτρικὴν ἀδράνειαν, ἡ χωρητικότης εἰς ἱκανότητα ἠλεκτρικῆς ἐκτάσεως, καὶ ἡ ἀντίστασις εἰς ἠλεκτρικὴν τριβὴν, τὸ κύκλωμα τοῦτο δύναται νὰ παράγῃ ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις. Πρὸς τοῦτους ἡ ΗΕΔ πρέπει νὰ φορτίσῃ τὸν πυκνωτὴν. Κλείομεν τὸν διακόπτην καὶ ταυτοχρόνως ἀποσυνδέομεν τὴν πηγὴν E διὰ ν' ἀποφύγωμεν βραχνκύκλωμα. Ἡλεκτρικαὶ ταλαντώσεις λαμβάνουν χώραν. Αἱ ταλαντώσεις αὐταί, θὰ ἐξακολουθήσουν νὰ ὑφίστανται ἕως ὅτου ἡ ἀντίστασις R ἀπορροφῆσῃ ὅλην τὴν προσδοθεῖσαν ὑπὸ τῆς πηγῆς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Ἡ συχνότης τῶν ταλαντώσεων αὐτῶν θὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν αὐτεπαγωγὴν καὶ τὴν χωρητικότητα τοῦ ταλαντομένου κυκλώματος.

Ἡ φυσικὴ συχνότης ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος ταλαντώσεων εἶναι ἡ συχνότης διὰ τὴν ὁποίαν ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἰσοῦται πρὸς τὴν χωρητικὴν ἀντίστασιν. Ἐπὶ τὰς συνθήκας αὐτὰς ἡ ὠμικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ. Όταν αἱ συχνότητες ταλαντώσεων δύο διαπασῶν εἶναι αἱ αὐτὰ λέγομεν ὅτι τὰ διαπασῶν αὐτὰ εὐρίσκονται ἐν συντονισμῷ. Οἰοδήποτε ταλαντούμενον σῶμα εὐρίσκεται ἐν συντονισμῷ πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην ἐπ' αὐτοῦ δύναμιν, ἐὰν ἡ συχνότης τῆς ἐφαρμοζομένης δυνάμεως συμπίπτῃ πρὸς τὴν φυσικὴν συχνότητα τοῦ ταλαντούμενου σώματος. Ἐν ἡλεκτρικῶν κύκλωμα λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν συντονισμῷ πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην ἐπ' αὐτοῦ ΗΕΔ ὅταν ἡ φυσικὴ συχνότης αὐτοῦ, συμπίπτῃ πρὸς τὴν συχνότητα τῆς ΗΕΔ. Ἀποτέλεσμα τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι ἡ δημιουργία ἰσχυρῶν ταλαντώσεων ἐντὸς τοῦ κυκλώματος (Σχῆμα 75—1). Δύο ἡλεκτρικὰ κυκλώματα εὐρίσκονται ἐν συντονισμῷ ὅταν παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν φυσικὴν συχνότητα, ἀκριβῶς ὅπως δύο διαπασῶν τῆς αὐτῆς συχνότητος εὐρίσκονται ἐν συντονισμῷ. Ὅταν θέλετε νὰ ἀκούσετε μὲ τὸ ραδιοφώνον σας ἕνα σταθμὸν, μεταβάλλετε τὴν χωρητικότητα τοῦ πυκνωτοῦ ἐπιλογῆς ἕως ὅτου ἡ φυσικὴ συχνότης τοῦ κυκλώματος τοῦ ραδιοφώνου σας συμπεσῇ πρὸς τὴν συχνότητα τοῦ ἐκπεμπομένου κύματος.

Η ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ. Εἰς τὸ ἐδάφιον 73 εἶδομεν ὅτι, αἱ σχέσεις τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως καὶ τῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως εἶναι ἀντιστοίχως

$$X_L = 2\pi fL \text{ καὶ } X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Ὅταν ἐν κύκλωμα περιέχον χωρητικότητας καὶ αὐτεπαγωγῆν, εὐρίσκεται ἐν συντονισμῷ, αἱ δύο αὐτὰ ἀντιστάσεις θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἴσαι ἤτοι νὰ ἰσχύῃ ἡ σχέση

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

Ὅταν ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἰσοῦται πρὸς τὴν χωρητικὴν, τότε αἱ δύο ἀντιστάσεις ἀλληλοανερροῦνται. Ἡ μία, προκαλεῖ τὴν ἐπιπορείαν τοῦ ρεύματος ὡς πρὸς τὴν τάσιν, ἐνῶ, ἡ ἄλλη προκαλεῖ τὴν προπορείαν τοῦ ρεύματος ὡς πρὸς τὴν τάσιν κατὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι ἡ τάσις καὶ ἡ ἔντασις εὐρίσκονται ἐν φάσει. Εἰς τὴν κατάστασιν αὐτὴν δὲν ἀπαιτεῖται τάσις διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ ἐπαγωγικὴν ἢ χωρητικὴν ἀντίστασιν ἀλλὰ ὅλη ἡ διατιθεμένη τάσις διατίθεται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῆς ὀmikῆς ἀντιστάσεως. Τὸ κύκλωμα αὐτὸ παρουσιάζει ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν εἰκόνα τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ ἔκκεμῆς εἰς τὸ ὅποιον ὅλη ἡ προσδιδομένη ἐνέργεια χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ὑπερνίκησιν τῶν τριῶν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΤΜΑΤΑ. Ἀκριβῶς ὅπως ταλαντούμενα διαπασῶν ἐκπέμπουν κύματα εἰς τὸν περιβάλλοντα αὐτὰ χώρον, τοιοῦτοτρόπως καὶ ἡλεκτρικῶν κυκλώμα ταλαντώσεως ἐκπέμπει κύματα εἰς τὸν περιβάλλοντα αὐτὸ χώρον. Τὰ κύματα αὐτὰ εἶναι γνωστὰ ὡς ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα. Ἡ ἐκπομπὴ καὶ ἡ λήψις αὐτῶν ἀναπτύσσονται ἐκτενῶς εἰς ἐπόμενον κεφάλαιον.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Ἡλεκτρικὰ Ταλαντώσεις
Συντονισμὸς ἡλεκτρικῶν κυκλωμάτων

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Ἀναφέρατε μερικὰ παραδείγματα μηχανικῶν ταλαντώσεων.
- Ἀπὸ ποίους παράγοντας ἐξαρτᾶται ἡ δημιουργία ταλαντώσεων;
- Ποία εἶναι ἡ ἐπίδρασις τῆς τριῆς εἰς τὰς ταλαντώσεις;
- Κατὰ ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν νὰ διατηρηθῇ ἐν σῶμα ταλαντούμενον;
- Ἐξηγήσατε τὸ ὑδραυλικὸν ἀνάλογον ἐνὸς ἡλεκτρικοῦ κυκλώματος ταλαντώσεως.
- Σχεδιάσατε ἐν ἡλεκτρικῶν κύκλωμα ταλαντώσεων καὶ ὑποδείξατε τὰ ἀντιστοιχούντα μέρη αὐτοῦ πρὸς τὸ ὑδραυλικὸν ἀνάλογον.
- Τί νοοῦμεν λέγοντες φυσικὴν συχνότητα ἐνὸς κυκλώματος;
- Κατὰ ποῖον τρόπον ἡ φυσικὴ συχνότης ἐνὸς κυκλώματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγῆν καὶ τὴν χωρητικότητα αὐτοῦ;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἐὰν προσθέσετε ὠμικὴν ἀντίστασιν εἰς ἓν κύκλωμα ταλαντώσεων ποῖον χαρακτηριστικὸν αὐτοῦ περιμένετε νὰ μεταβληθῆ. Ἡ συχνότης αὐτοῦ ἢ τὸ ἔδρος τῶν ταλαντώσεων; Διατί;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΣΤΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΕΙΣ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΝ ΔΕΚΤΗΝ. Εἰς τοὺς περισσότερους δέκτας ραδιοφῶνων τὸ κομβίον ἐπιλογῆς σταθμοῦ μεταβάλλει τὴν χωρητικότητα ἐνὸς πυκνωτοῦ.

Μεταβαλλομένης τῆς χωρητικότητος τοῦ πυκνωτοῦ αὐτοῦ, μεταβάλλεται ἡ φυσικὴ συχνότης τῶν ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων τοῦ κυκλώματος τοῦ ραδιοφώνου σας, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν συχνότητα τοῦ ἐκπεπομένου σταθμοῦ ποῦ ἐπιθυμεῖτε νὰ ἀκούσετε.

Προσέξτε τὰς θέσεις τῶν κινητῶν ὀπλισμῶν τοῦ πυκνωτοῦ εἰς τὰς δύο ἀκράας αὐτοῦ θέσεις. Εἰς τὴν μίαν περίπτωσιν ὁ πυκνωτὴς θὰ παρουσιάσῃ τὴν μεγίστην χωρητικότητα αὐτοῦ, ὅταν οἱ κινητοὶ ὀπλισμοὶ εὐρίσκονται ὅλοι ἐντὸς τῶν ἀκινήτων ὀπλισμῶν. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ εἶναι ἡ ἐλαχίστη δυνατὴ, διότι οἱ κινητοὶ ὀπλισμοὶ αὐτοῦ θὰ εὐρίσκονται ἐκτὸς τῶν ἀκινήτων ὀπλισμῶν.

Δεδωμένου ὅτι ἡ συχνότης ἐνὸς κυκλώματος ΕΡ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς χωρητικότητος καὶ τῆς αὐτεπαγωγῆς του, ὁ σταθμὸς ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖ τὴν μεγίστην χωρητικότητα τοῦ στρεφόμενου πυκνωτοῦ τοῦ ραδιοφωνικοῦ σας δέκτου θὰ πρέπει ἐπομένως νὰ παρουσιάσῃ τὴν ἐλαχίστην συχνότητα. Προσδιορίζοντες τὴν χωρητικότητα τοῦ πυκνωτοῦ διὰ τὸν σταθμὸν τῆς πόλεως σας ὑπολογίσατε τὴν συχνότητα ἐκπομπῆς καὶ θεβαιωθήτε ἐπὶ τῆς ὀρθῆς συχνότητος ἀπὸ τὸν πίνακα τοῦ ραδιοφώνου σας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**A**

1. Πηνίον, ἀμελητέας ὠμικῆς Ἀντιστάσεως συγκρινομένης πρὸς τὴν αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 0,5A ὅταν τοῦτο συνδεθῆ πρὸς πηγὴν τάσεως 110V. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ χωρητικὴ ἀντίδρασις ἐνὸς πυκνωτοῦ ἵνα, ὅταν σὺ-

τος συνδεθῆ ἐν σειρᾷ μὲ τὸ πηνίον, πραγματοποιηθῆ κύκλωμα συντονισμοῦ;

2. Πυκνωτὴς χωρητικῆς ἀντιστάσεως 800Ω καὶ πηνίον συνθέτου ἀντιστάσεως 1000Ω εὐρίσκονται ἐν συντονισμῷ. Ποία ἡ ὠμικὴ ἀντίστασις τοῦ πηνίου;
3. Πυκνωτὴς ἔχει μόνον χωρητικὴν ἀντίστασιν ἴσην πρὸς 1200 Ω. Οὗτος συνδέεται μὲ πηνίον ὠμικῆς ἀντιστάσεως 900Ω καὶ ἀγνώστου αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως, εἰς τρόπον ὥστε τὸ κύκλωμα νὰ εὐρίσκεται ἐν συντονισμῷ. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ σύνθετος ἀντίστασις τοῦ πηνίου.
4. Κύκλωμα συντονισμοῦ περιέχει καθαρὰν χωρητικότητα ἐν σειρᾷ πρὸς πηνίον, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ὠμικὴν καὶ αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν. Ἐὰν ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτοῦ εἶναι 120V καὶ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου 130V, ποία εἶναι ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυκλώματος; (*Ἀπάντησις 50V,.)
5. Κύκλωμα συντονισμοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ καθαρὰν χωρητικότητα χωρητικῆς ἀντιστάσεως 1200Ω ἐν σειρᾷ πρὸς πηνίον συνθέτου ἀντιστάσεως 1500Ω. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἡ ὁποία διαρρέει τὸ κύκλωμα ὅταν τοῦτο εἶναι συνδεδεμένον πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 90V.

B

6. Εἰς συχνότητα ἐναλλασσομένου ρεύματος 60 cps ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις πυκνωτοῦ ἰσοῦται πρὸς 200Ω καὶ ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις ἐνὸς πηνίου πρὸς 500Ω. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ συχνότης συντονισμοῦ αὐτῶν.
7. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ συχνότης ἐνὸς πυκνωτοῦ εἰς μF ὥστε νὰ εὐρίσκειται ἐν συντονισμῷ μὲ πηνίον αὐτεπαγωγῆς 100mH διὰ συχνότητα 218 cps.
8. Χρησιμοποιῶντες τοὺς τύπους τῆς αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως καὶ χωρητικῆς ἀντιστάσεως ἀποδείξατε ὅτι ἡ συχνότης συντονισμοῦ διὰ δοθέντα L καὶ C εἶναι ἡ ἀκόλουθος

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

9. Ζητείται να προσδιορισθῆ ἡ συχνότης συντονισμοῦ κυκλώματος τὸ ὅποιον περιέχει πηνίον αὐτεπαγωγῆς 0,016 mH καὶ πυκνωτοῦ χωρητικότητος 0, 0016 μ F.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 25

1. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἐνεργὸς τιμὴ ἐναλλασσομένης τάσεως μεγίστης τιμῆς 622V.
2. Ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐνεργοῦ τιμῆς 5A προστίθεται εἰς συνεχῆ ρεῦμα 5A. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ μεγίστη τιμὴ τοῦ συνολικοῦ ρεύματος.
3. Συνεχῆς τάσις 150V ἐφαρμόζεται ἐπὶ πυκνωτοῦ τοῦ ὁποίου ἡ χωρητικότης εἶναι 120 μ F. Ζητείται νὰ προσδιορισθοῦν τὰ φορτία τοῦ πυκνωτοῦ.
4. Συνεχῆς τάσις 640V προκαλεῖ φορτίον ἐπὶ πυκνωτοῦ ἴσον πρὸς 0,08cb. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ χωρητικότης αὐτοῦ. (Ἀπάντ. 125 μ F.)
5. Πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 5 A ὅταν συνδέεται πρὸς πηγὴν συνεχοῦς τάσεως 220V καὶ ὑπὸ 3A ὅταν συνδέεται πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 120V. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις αὐτοῦ.
6. Πηνίον συνθέτου ἀντιστάσεως 440

Ω καταναλίσκει ἰσχὺν 77W ὅταν συνδέεται πρὸς πηγὴν ἐναλλασσομένης τάσεως 220V. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ὁ συντελεστὴς ἰσχύος αὐτοῦ.

7. Πυκνωτῆς χωρητικῆς ἀντιστάσεως 3000Ω, πηνίον αὐτεπαγωγικῆς ἀντιστάσεως 2100Ω καὶ Ὡμικὴ ἀντίστασις 20000Ω, συνδέονται ἐν σειρά, εἰς τὰ ἅκρα δὲ αὐτῶν ἐφαρμόζεται ἐναλλασσομένη τάσις. Ἐὰν ἡ τάσις εἰς τὰ ἅκρα τοῦ πυκνωτοῦ εἶναι 300V ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ τάσις εἰς τὰ ἅκρα τοῦ ὑπολοίπου κυκλώματος. (Ἀπάντησις 290V).
8. Εἰς συχνότητα ἐναλλασσομένου ρεύματος 30 cps, ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις πυκνωτοῦ ἰσοῦται πρὸς 9000Ω καὶ ἡ αὐτεπαγωγικὴ ἀντίστασις πηνίου πρὸς 1000Ω. Εἰς ποῖαν συχνότητα θὰ εὐρίσκειται ὁ πυκνωτῆς ἐν συντονισμῷ πρὸς τὸ πηνίον;
9. Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς ἐντὸς πηνίου ὀμικῆς ἀντιστάσεως 100Ω καὶ αὐτεπαγωγῆς 0,4H, ὅταν τροφοδοτῆται ὑπὸ ἐνεργοῦ τάσεως 110V καὶ συχνότητος 60 cps.
10. Αὐτεπαγωγικὴ καὶ χωρητικὴ ἀντίστασις ἰσοῦνται πρὸς 100Ω ἐκάστη εἰς συχνότητα 60 cps. Ζητείται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἀντίστασις αὐτῶν εἰς συχνότητα 120 cps.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ ΤΟΥ ΕΝΑΤΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

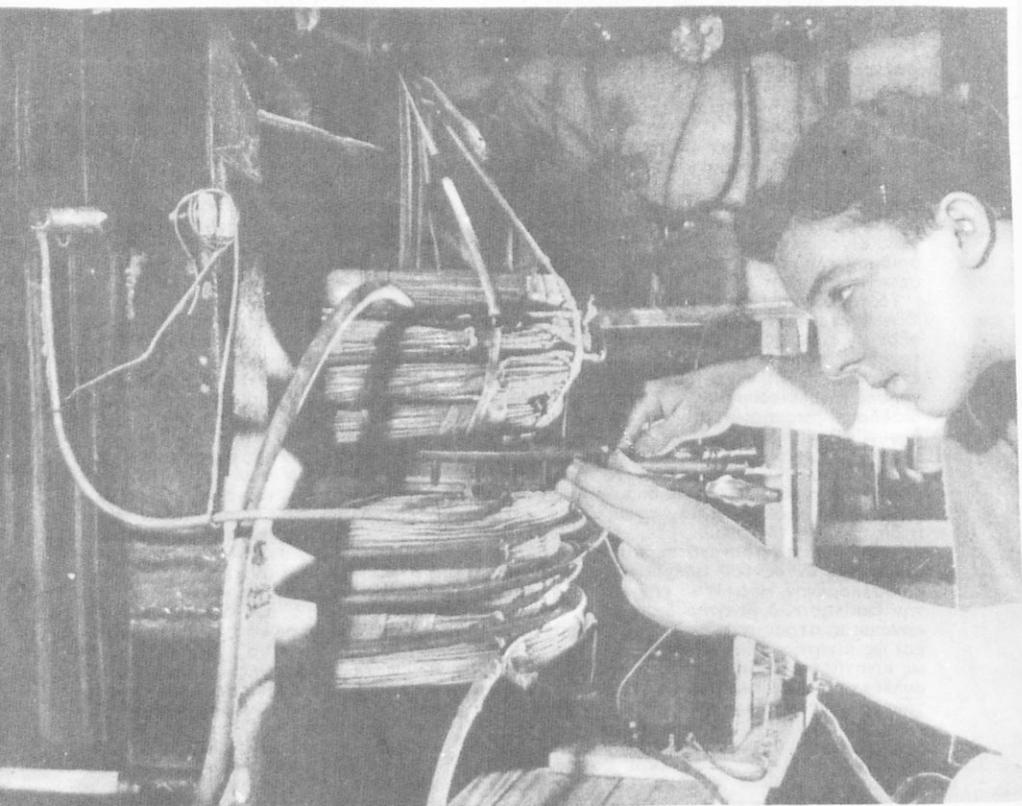
Ὄταν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ ἓνα ἄγωγόν, ὑπερπικρῶν τὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ, ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς θερμότητα, ὑπὸ ὠριμένης δὲ συνθήκας, εἰς φῶς. Τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ποσὸν τοῦ ρεύματος, τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἄγωγου καὶ ἀπὸ τὸν χρόνον κατὰ τὸν ὅποιον τὸ ρεῦμα ρεῖ διὰ τοῦ ἄγωγου. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἰσχύς μετρεῖται εἰς βαττ (W) ἢ κιλοβαττ (KW) ἐνῶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς βατιῶρας (Wh) ἢ κιλοβατιῶρας (KWh). Ὁ λογαριασμός τοῦ ἠλεκτρικοῦ τῆς οἰκίας σας ἀναφέρεται εἰς τὴν κατανάλωσιν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Γνωρίζοντες τοὺς λόγους, οἱ ὅποιοι προκαλοῦν τὴν πυράκτωσιν τοῦ νήματος λυχνίας πυρακτώσας, ἐνῶ δὲν προκαλοῦν τὴν πυράκτωσιν τῶν ἄγωγῶν συνδέσεως, τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους ἡ ἀσφάλεια συνδέεται ἐν σειρά πρὸς τὸ ὑπόλοιπον κύκλωμα, τοὺς λόγους διὰ τοὺς ὁποίους ἐκλύεται μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος εἰς μίαν φρυγανιέραν ἀπὸ ὅτι εἰς μίαν λυχνίαν φωτισμοῦ, εἶδε εἰς θέσιν νὰ ἀντιληφθῆτε τὴν ἔννοιαν τῆς πτώσεως τάσεως κατὰ μίαν γραμμὴν μεταφορᾶς (ἀπώλειαν IR) καὶ διατὶ καὶ πῶς ἡ χρησιμοποίησις μετασχηματιστῶν ἀνυψώσεως τάσεως εἰς τὴν ἀρχὴν μιᾶς γραμμῆς μεταφορᾶς μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα μειώσεως τῶν ἀπωλειῶν (I^2R).

Ἐμάθετε ὅτι ἠλεκτρόνια κινούμενα ἐντὸς ἄγωγου προκαλοῦν τὴν δημιουργίαν μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐμάθετε ἐπίσης ὅτι ἠλεκτρόνια εἶναι δυνατόν νὰ τεθοῦν εἰς κίνησιν ἐντὸς ἄγωγου κατὰ δύο τρόπους: εἴτε διὰ τῆς κινήσεως τοῦ ἄγωγου ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, εἴτε διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς μαγνητικῆς ροῆς τοῦ πεδίου, τοῦ ἄγωγου παραμένοντος ἀκίνητου. Ἡ κατανόησις τῆς ἀρχῆς τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τὰ ὅποια λαμβάνουν χώραν ἐντὸς τῶν γεννητριῶν, τῶν μετασχηματιστῶν καὶ τῶν ἄλλων ἠλεκτρικῶν συσκευῶν. Εἰς τὴν ἀπλὴν μορφήν γεν-

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ΜΕΡΟΣ ΔΕΚΑΤΟΝ



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Εἰς τὸ δέκατον μέρος θὰ μάθετε

- Πῶς «βλήματα» ἠλεκτρονίων, ἐγκλείοντα μεγάλον ποσὸν ἐνεργείας παράγουν τὰς ἀκτῖνας Χ.
- Πῶς οἱ ἠλεκτρονικοὶ σωληνες ἐλέγχουν τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων.
- Πῶς τὰ ἠχητικὰ κύματα ἀπὸ τὸ μικρόφωνον, εἰς τὸν ραδιοφωνικὸν σταθμὸν, φθάνουν εἰς τὸ *μεγάφωνον τοῦ δέκτου.
- Διὰ τί ἡ δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων σαρώσεως ἀποτελεῖ τὴν βάση τῆς τεχνικῆς τοῦ Radar καὶ τῆς τηλεοράσεως.
- Διὰ τί οἱ φυσικοὶ κατασκευάζουν ὁλονέν καὶ μεγαλυτέρων διαστάσεων μηχανάς, διὰ νὰ μελετήσουν ὁλονέν καὶ μικρότερα σωματῖα τῆς ὕλης.
- Πῶς ὁ ἄνθρωπος διὰ τῆς σχάσεως καὶ τήξεως τῶν πυρηνῶν τῶν ἀτόμων κατώρθωσε νὰ ἐλέγχη νέας πηγὰς ἐνεργείας.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

Θὰ μελετήσωμεν τὴν συμπεριφορὰν τῶν ἠλεκτρονίων κυκλώματος, τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει ἢ παραλαμβάνει ἐνέργειαν διὰ μέσου ἀερίων ἢ κενοῦ. Εἰς τὸν περιορισμένον χώρον τοῦ βιβλίου θὰ ἀναπτυχθοῦν μόνον μερικαὶ βασικαὶ ἀρχαὶ αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται εἰς συσκευὰς ὅπως αἱ συσκευαὶ παραγωγῆς ἀκτίνων Χ, τῶν ραδιοφωνικῶν συσκευῶν, τηλεοράσεως, Ραντάρ, ὀμιλοῦντος κινηματογράφου κ.λ.π.

Ἡ Ἠλεκτρονικὴ εἶναι τὸ κεφάλαιον τῆς φυσικῆς τὸ ὁποῖον μελετᾶται ἐπὶ τῶν ἡμερῶν μας. Συνεχῶς νέαι ἐπιτεύξεις καὶ βελτιώσεις γίνονται. Τελευταίως ἕνα ἐργαστήριον κατασκευῆς δεκτῶν τηλεοράσεως παρουσίασε ἕνα μοντέλλο, τὸ ὁποῖον συνίστατο ἀπὸ μίαν λυχνίαν κενοῦ, τὴν λυχνίαν τῆς ὁδόνης, ἐνῶ ὅλοι αἱ ὑπόλοιποι λυχνία εἶχον ἀντικατασταθῆ ὑπὸ Transistors.

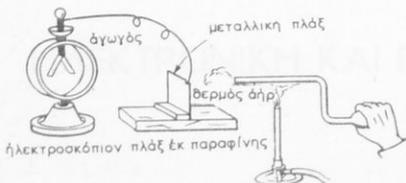
ΕΔΑΦΙΟΝ 76. Ἀγωγιμότης ἀερίων. — Ἀγωγιμότης ἐν τῷ κενῷ.

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. Ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας τὰ ἀέρια εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἀκόμη καὶ ὁ θερμὸς ἀήρ, ὁ ὁποῖος περιβάλλει θερμομαντῶν σῶμα, εἶναι καὶ αὐτὸς κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

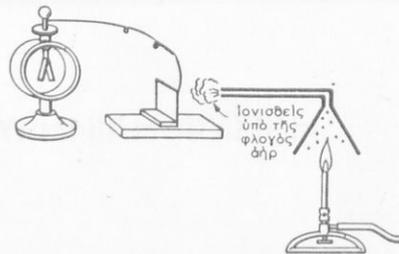
Τὸ σχῆμα 76—1 δεικνύει μίαν εὐκόλον μέθοδον διὰ τὴν θέρμανσιν τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ὅμως ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 76—2 ὁ περιβάλλων τὴν φλόγα ἀήρ ὀδηγηθῆ ἔντος σωλῆνος, καὶ ἐπιπέσῃ ἐπὶ τῆς φωτισμένης μεταλλικῆς πλακῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀμέσως πλῖπτουν. Ἐξ αὐτοῦ συνάγομεν τὸ συμπέρασμα ὅτι τὰ ἀέρια περικεῖ φλογὸς μεταβάλλονται εἰς καλοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τοῦτο ὀφείλε-

ται εἰς τὸ ὅτι, μέρος τῶν μορίων τῶν ἀερίων αὐτῶν ἔχουν φορτισθῆ καὶ δροῦν ὡς φορεῖς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὰ φορτισμένα σωματῖα ἢ ἰόντα εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν τὴν ἀγωγιμότητα ἐνὸς ἀερίου. Ἐὰν ἐξαναγκάσωμεν τὸ ἀέριον νὰ διέλθῃ διὰ μέσου τοῦ ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο χάνει τὴν ἀγωγιμότητά του καὶ τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι τὰ ἰόντα κατεστράφησαν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων καταλήγομεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι τὰ ἀέρια χωρὶς τὰ ἰόντα εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ



Σχ. 76—1. Ὁ θερμὸς ἀήρ δὲν εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.



Σχ. 76—2. Ὁ ἰονισθεὶς ἀήρ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

του ηλεκτρισμού. Η αγωγιμότης ενός αερίου οφείλεται εις την ύπαρξιν ιόντων εντός αυτού.

Ο ΙΟΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. Τάραχουν και άλλαι μέθοδοι ιονισμού ενός αερίου εκτός της θερμάνσεως αυτού δια φλογός. Ό μεταξύ των ακίδων ηλεκτροστατικής μηχανής ευρισκόμενος άηρ ιονίζεται όσάκις λαμβάνει χώραν ηλεκτρική εκκένωσης. Η ύπαρξις και ή θέσις των ιόντων ύποδηλούται δια της «ζιγκ-ζάγκ» μορφής της ηλεκτρικής εκκένωσης. Τπό την άτμοσφαιρικήν πίεσιν, άπαιτούνται πολύ μεγάλα διαφοραί δυναμικού δια να παραγάγουν τοιούτου είδους εκκένώσεις. Δια να προκληθί σπινθήρ μεταξύ των δύο έοικαλωμένων σφαιρών, αί όποια ευρίσκονται εις άπόστασιν 1 cm μεταξύ των, άπαιτούνται 30000 V περίπου. Έάν ή πίεσις ενός αερίου ελαττωθί, τότε αί ηλεκτρικαί εκκένώσεις δυνατόν να λάβουν εύκολωτερον.

Τό σχήμα 76—3 δεικνύει ένα σωλήνα ηλεκτρικών εκκένωσης, του όποιου τά δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια είναι τοποθετημένα εις τά άκρα αυτού. Ένας μικρός σωλήν εις τά πλάγια αυτού συνδέει τοϋτον προς μίαν άντλίαν κενού. Τπό άτμοσφαιρικήν πίεσιν, άπαιτείται πολύ μεγάλη διαφορά δυναμικού εις τά άκρα των δύο ηλεκτροδίων, δια να προκληθί σπινθήρ. Καθώς ό άτμοσφαιρικός άηρ αναρροφάται, άπαιτείται όλονέν και μικροτέρα διαφορά δυναμικού. Τποθετίστω ότι, κατόπιν συνεχών αναρροφήσεων παρέμεινε εντός του σωλήνος μόνον τό ένα χιλιοστόν της μάξης του άέρος, ή όποια άρχικώς ύπήρχεν. Η πίεσις εντός του σωλήνος, θά είναι κατά συνέπειαν τό ένα χιλιοστόν της άτμοσφαιρικής πίεσεως, ήτοι 0,760 mm στήλης ύδραργύρου. Έκ πειραμάτων κατεδείχθη ότι, ύπό την πίεσιν αυτήν, δια να προκληθί σπινθήρ με-

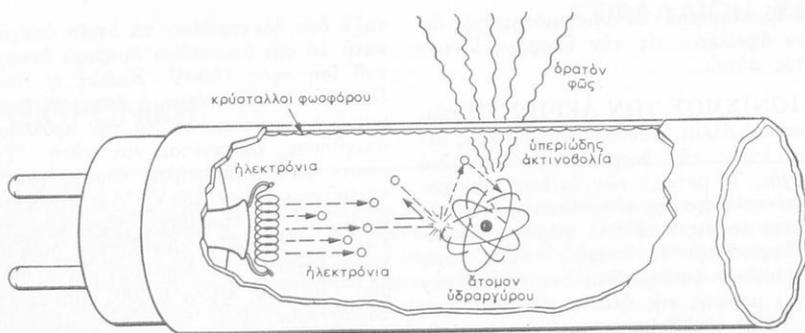
ταξύ δύο ηλεκτροδίων τά όποια άπέχουν κατά 10 cm άπαιτείται διαφορά δυναμικού ίση προς 1000V. Καθώς ή πίεσις ελαττούται περαιτέρω, ή διαφορά δυναμικού ή άπαιτουμένη δια την πρόκλησιν σπινθήρος, ελαττούται και αυτή. Τπό πίεσιν 0,05 mm στήλης ύδραργύρου άπαιτούνται μόνον 350V. Άξιοπόροσκτον είναι ότι, ελαττουμένης περαιτέρω της πίεσεως, άπαιτείται μεγαλυτέρα διαφορά δυναμικού δια να δημιουργηθί ό σπινθήρ. Οϋτω εις πίεσιν 0,0001 mm στήλης ύδραργύρου είναι πρακτικώς άδύνατον να προκαλέσωμεν ηλεκτρικήν εκκένωσιν εντός του σωλήνος.

Τό φαινόμενον τοϋτο εξηγείται ως εξής: Εις τόν εντός του σωλήνος χώρον, ύπάρχουν άρχικώς μερικα μόρια άέρος, τά όποια φέρουν θετικόν φορτίον, ήτοι άποτελούν θετικά ίόντα, διότι άπώλεσαν ένα ηλεκτρόνιον από τό συγκρότημα αυτών, λόγω συγκρούσεως αυτών προς τά άλλα μόρια κατά την άτακτον κίνησιν αυτών εντός του σωλήνος. Έάν ό σωλήν συνδεθί προς πηγην συνεχούς τάσεως, τά θετικά ταϋτα ίόντα θά φέρωνται προς τόν άρνητικόν πόλον, ό όποιος καλείται Κ ά θ ο δ ο ς, ένθι τά τυχόν ύπάρχοντα έλευθερα ηλεκτρόνια φέρονται προς τόν θετικόν πόλον ό όποιος καλείται Α ν ο δ ο ς. Λόγω όμως της κινήσεως, την όποιαν εκτελούν τά ίόντα και τά ηλεκτρόνια, ύπό την επενέργειαν του ηλεκτρικού πεδίου εντός του σωλήνος, προσκρούουν κατά την πορείαν αυτών βιαίως επί άλλων μορίων, από των όποιων προκαλούν την άπόσπασιν ενός ηλεκτρονίου, τοιουτοτρόπως δε σχηματίζεται έν θετικόν ιόν ένθι τό έλευθερούμενον πάλιν ηλεκτρόνιον ήϊτε άπομεινεί έντελώς έλευθερον, ειτε ένωματούται με ουδέτερον μόριον και μετατρέπει τοϋτο εις άρνητικόν ιόν. Η, κατ' αυτών τόν τρόπον άνάπτυξις ιόντων εις τόν άέρα καλείται ιονισμός, και εις την προκειμένην περίπτωσιν επειδή ή γένεσις των ιόντων προόρχεται από βιαίας συγκρούσεις, εκλήθη Ι ο ν ι σ μ ό ς εκ κ ρ ο υ σ ε ω ς.

Έάν σφενδόν όλον τό άέριον άπομακρυνθί από τόν σωλήνα των ηλεκτρικών εκκένωσης, τότε δεν θά ύπάρχουν άρκετά μόρια δια να ιονισθουν εκ κρούσεωv. Χωρίς την ύπαρξιν επαρκών ιόντων



Σχ. 76—3. Μέτρησης της αγωγιμότητος άραιωμένου άέρος.



Σχ. 76—4. Λαμπτήρ φθορισμού. Τὰ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ μεγάλην ταχύτητα ὑπὸ τῶν ηλεκτροδίων ηλεκτρόνια προσκρούουν ἐπὶ τῶν ἀτόμων τοῦ υδροαργύρου. Ἀποτέλεσμα τῶν συγκρούσεων αὐτῶν, εἶναι, ὅτι μερικά ηλεκτρόνια τῶν ἀτόμων τοῦ υδροαργύρου μετακινούνται εἰς τροχιάς πλέον ἀπομεμακρυσμένας ἀπὸ τοὺς πυρήνας. Ὄταν τὰ ηλεκτρόνια αὐτὰ ἐπανέλθουν εἰς τὰς κανονικὰς τροχιάς των, ἐκλύεται ἐνέργεια ὑπὸ μορφήν ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας. Αἱ ἀόρατοι ὑπεριώδεις ἀκτίνες προσκρούουν ἐπὶ τοῦ φωσφόρου, ὃ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὰ τοιχώματα τῆς λυχνίας, καὶ ἡ ὑπεριώδης ἀκτινοβολία ἀπορροφᾶται, καὶ ἐπανεκπέμπεται ὡς ὄρατόν φῶς.

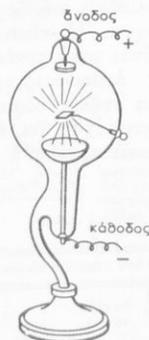
δὲν εἶναι δυνατόν νὰ λάβῃ χώραν ηλεκτρικὴ ἐκκένωσις.

Ἄλλοι τρόποι ἰονισμού ἐνὸς ἀερίου εἶναι, ἢ, διὰ τῶν ἀκτίνων X, διὰ τῶν ραδιενεργῶν οὐσιῶν, ὡς ἐπίσης καὶ διὰ τῶν ὑπεριώδων ἀκτίνων.

Ο ΣΩΛΗΝ ΤΟΥ GEISSLER. Ἡ ἐπίτευξις ηλεκτρικῆς ἐκκενώσεως ἐντὸς ἀερίου, ὑπὸ χαμηλὴν πίεσιν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς πίεσεως καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἀερίου. Ὁ Γερμανὸς Geissler τὸ 1850 ἐπένοησε μίαν ἀντίλιαν κενοῦ διὰ τῆς ὁποίας ἦτο δυνατόν νὰ μελετήσῃ τὰς ηλεκτρικὰς ἐκκενώσεις διὰ μέσου ἀερίων ὑπὸ πίεσιν περίπου 5 mm στήλης υδροαργύρου. Οἱ σωλήνες, οἱ ὁποῖοι περιέχουν ἀέριον ὑπὸ αὐτὴν τὴν πίεσιν, ὀνομάζονται ἀκόμη σωλήνες Geissler.

Αἱ λυχνίαι Νέον, τὰς ὁποίας τόσον εὐρέως χρησιμοποιοῦμεν σήμερον εἶναι μία ἐφαρμογὴ τοῦ σωλήνος Geissler. Αἱ ἐκκενώσεις λαμβάνουν χώραν ἐντὸς τῶν σωλήνων εἴτε αὐτοὶ εἶναι εὐθεῖς εἴτε παρουσιάζουν καμπύλας ἢ γωνίας. Διὰ τὸν ἀέρα, τὸ χρῶμα τοῦ φωτός τὸ ὁποῖον ἐκπέμπεται, εἶναι ἐρυθροπορφυροῦν, διὰ τὸ Νέον εἶναι ἐρυθροπορφυροκαλλόχρουν, καὶ διὰ ἀτμοὺς υδροαργύρου εἶναι κυανοπράσινον.

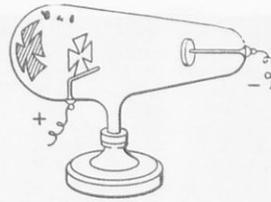
Εἰς τοὺς λαμπτήρας φθορισμοῦ, αἱ ἐκκενώσεις λαμβάνουν χώραν ἐντὸς ἀτιῶν υδροαργύρου. (Σχῆμα 76—4). Ἐκτὸς τοῦ ὄρατοῦ φωτός παράγονται ὑπὸ τῶν ἐκκενώσεων καὶ ὑπεριώδεις ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι προσβάλλουν τὰ φθορίζοντα τοιχώματα τῆς λυχνίας. Αἱ φθορίζουσαι αὐταὶ οὐσίαι, ἔχουν τὸ χαρακτηριστικόν, ὅτι ἐκπέμπουν φῶς διαφορετικοῦ χρώματος δι' ἐκάστην περίπτωσιν. Τὰ χρώματα αὐτὰ συνήθως ἀναμιγνύονται παράγοντα τοι-



Σχ. 76—5. Αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες προκαλοῦν ἐκκενώσειν τοῦ ἀερίου.

οντοτρόπος φῶς, παρόμοιον πρὸς τὸ φῶς τῆς ἡμέρας. (Σχῆμα 76—7)

ΚΑΘΟΔΙΚΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ. Θεωρήσω-
μεν τὸν σωλῆνα, (Σχῆμα 76—3) εἰς
τὸν ὁποῖον ἡ ἀραιώσις τοῦ ἀέρος ἔχει
προχωρήσει σημαντικῶς, ὥστε ἡ πίεσις
αὐτοῦ νὰ εἶναι μικροτέρα τοῦ 1mm στή-
λης ὕδραργύρου. Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἡ-
λεκτροδία τοῦ σωλῆνος εἰς πηγὴν ὑψη-
λῆς τάσεως, μερικῶν χιλιάδων Volt, πα-
ρατηροῦμεν ὅτι λαμβάνει χώραν ἐκκένω-
σις, δηλαδὴ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος χώρος
καθίσταται ἠλεκτρικῶς ἀγώγιμος, καί,
ἐνῶ ἐν τῷ συνόλῳ του, ὁ σωλὴν φαίνεται
σκοτεινός, ἡ ἀπέναντι τῆς καθόδου ἦτοι
ἡ ἀπέναντι τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου
πλευρὰ τοῦ σωλῆνος, ἐκπέμπει ζωηρὸν
φῶς ἐκ φθορισμοῦ, καὶ μάλιστα ἀνεξαρ-
τήτως τῆς θέσεως τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ
ἠλεκτροδίου τῆς ἀνόδου, ἢ ἄλλως τὸ θε-
τικὸν ἠλεκτροδίου τοῦ σωλῆνος. Ἐκ τῆς
ἐρεῦνης τοῦ φαινομένου τούτου κατεδεί-
χθη ὅτι, ὅταν ἡ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος πίε-
σις ἐλαττωθῇ κάτω τοῦ 1 mm στήλης
ὕδραργύρου, ἀναπτύσσεται ἐντὸς τοῦ σω-
λῆνος ἐκκένωσις, ἰδιάζουσα μορφῆ ἁ-
κτίνων, αἱ ὁποῖαι ἐκπορεύονται ἀπὸ τὴν
κάθodon καὶ ὀδεύουν εὐθύγραμμως, οἷαν-



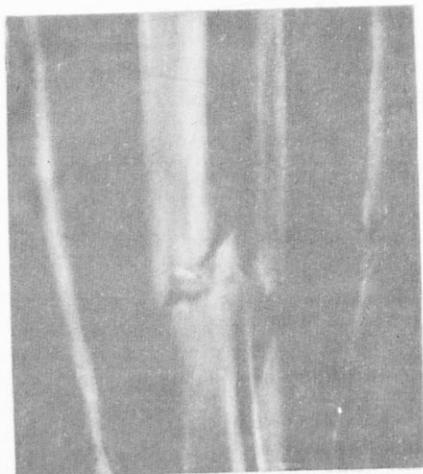
Σχ. 76—6. Αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες ὀδεύουν εὐθύγραμμως.

δήποτε θέσιν καὶ ἂν ἔχη ἡ ἀνοδος, ὡς
ἐκ τούτου δὲ αἱ ἀκτίνες αὐταὶ ἐκλήθησαν
καθοδικαὶ ἀκτίνες, ὁ δὲ σωλὴν
ἐντὸς τῶν ὁποίων λαμβάνουν χώραν αὐ-
ταὶ αἱ ἐκκενώσεις σωλῆν τοῦ Crooke.

Ἡ συστηματικὴ μελέτη τῶν καθοδι-
κῶν ἀκτίνων κατέδειξεν ὅτι προκαλοῦν
θέρμανσιν τῶν σωμάτων. Τοιοῦτοτρόπως
αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες ἀνακοπτόμεναι ὑπὸ
στερεῶν σωμάτων, π.χ. ἐλάσματος ἐκ λευ-
κοχρύσου, ἢ χαλκοῦ, προκαλοῦν τὴν θέρ-
μανσιν αὐτῶν. (Σχῆμα 76—5). Ἐπίσης
ὀδεύουν εὐθύγραμμως καὶ ἔχουν διεύθυν-
σιν ἀπὸ τὴν κάθodon πρὸς τὴν ἀνοδον.
Ἐὰν εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ Crook (Σχῆμα
76—6), ἔχωμεν τοποθετήσῃ, ἐν μεταλ-

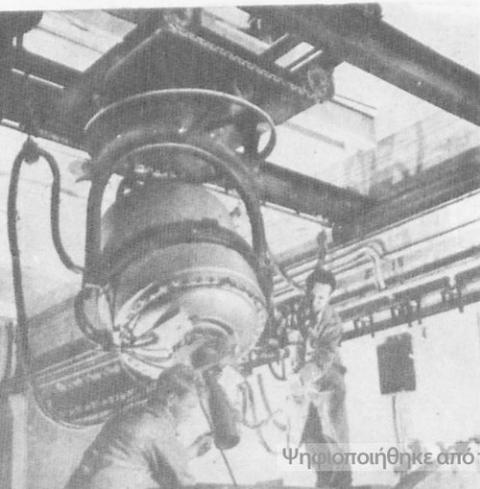
Σχ. 76—7. Σειρὰ λυχνιῶν φθορισμοῦ φωτίζει σήραγγα μήκους 2 μιλίων εἰς Brooklyn.





Σχ. 76—8. Φωτογραφία ακτίνων X.

Σχ. 76—9. Συσκευή παραγωγής ακτίνων X διά βιομηχανικούς σκοπούς. Η μηχανή μετακινείται εις την κατάλληλον θέσιν διά την λήψιν ακτινογραφίας, κατά τὸ «χύσιμον» χάλυβος. Αἱ ἀνιχνευτικαὶ ἀκτίνες κατὰ τὸ «χύσιμον» διαφόρων μετάλλων, ἀποτρέπουν τὰς πολυδαπάνους ἐπισκευὰς τῆς μηχανῆς, ὅταν αὕτη ἀργότερον χρησιμοποιεῖται.



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

λικὸν ἔλασμα σχήματος σταυροῦ π.χ. ἐξ ἀργιλίου, καὶ ἀκολούθως διεγείρωμεν τὸν σωλήνα, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὴν ἀπέναντι τῆς καθόδου περιοχὴν τοῦ σωλήνος ἐκκενώσεως, παρατηρεῖται σχηματισμὸς σαφῶς ἐκπεφρασμένης σκιάς τοῦ μεταλλικοῦ σταυροῦ, ἐκ τούτου δὲ καταδεικνύεται ἡ εὐθύγραμμος διάδοσις τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων. Ἐὰν ἦδη, ὑπεράνω τοῦ σωλήνος τοποθετήσωμεν μαγνήτην, αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες ἐκτρέπονται, ὡς τοῦτο δεῖκνύεται σαφῶς ἀπὸ τὴν μεταβολὴν τῆς θέσεως τῆς σκιάς τοῦ σταυροῦ. Ἐὰν περιστρέψωμεν τὸν μαγνήτην, ὥστε νὰ ἀναστροφῇ ἡ θέσις τῶν πόλων αὐτοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας, ἡ ἐκτροπὴ τούτων γίνεται κατ' ἀντίθετον φορᾶν.

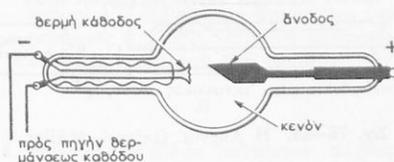
ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΝ. Κατόπιν πολλῶν πειραμάτων μετὰ διαφόρους τύπους σωλήνων καὶ καθόδων ἀπὸ διαφορετικὰ μέταλλα, αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες εὐρέθησαν ὅτι ἀποτελοῦνται ἀπὸ σώματα τοῦ αὐτοῦ εἶδους. Τὰ σωματῖα ταῦτα ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Robert A. Millikan ἡ λ ε κ τ ρ ὶ ο ν ι α. Ὁ Millikan κατάρθωσε νὰ προσδιορίσῃ ἐπακριβῶς τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτρονίου, τὸ ὅποιον εὐρέθη ὅτι εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρὸν. Ἐπίσης προσδιορίσθη καὶ ἡ μᾶζα αὐτοῦ, ἡ δὲ ταχύτης των ἐντός τῶν σωλήνων ἠλεκτρικῆς ἐκκενώσεως εἶναι ἐξαιρετικῶς μεγάλη, ὠρισμένης δὲ φορᾶς φθάνει τὰ 150.000 km/sec.

ΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ X. Ὁ Röntgen παρετήρησεν ὅτι, ἐὰν τροφοδοτήσωμεν δι' ὑψηλῆς τάσεως καθοδικὸν σωλήνα, καὶ εἰς τὸν ἔξω τοῦ σωλήνος ᾠρον καὶ ἀπέναντι τῆς πλακῆς τῆς ἀνόδου τοποθετήθωμεν διαφόρους φθοριζούσας οὐσίας, ὡς π.χ. ἄλας κυανίουχου, βαριολευκοχρόστου, ἢ θειοῦχου ψευδαργύρου, αἱ οὐσαι αὗται φθορίζουν, ἴηοι ἐκπέμπουν φῶς. Ἐπειδὴ ὁ φθορισμὸς τῶν οὐσῶν τούτων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀποδοθῇ εἰς τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας, διότι αὗται δὲν ἐμφανίζονται εἰς τὸν ἔξω τοῦ σωλήνος ᾠρον, δοθέντος ὅτι αὗται δὲν δύνανται νὰ διαπεράσουν τὰ παχέα τοιχώματα τοῦ ὑαλίνου σωλήνος, ὁ φθορισμὸς τῶν ἐν λόγῳ οὐσιῶν ἀπεδοθῆ εἰς νέον εἶδος ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι ἀποδιδόντες ἐκπέμπουν ἀκτίνες X,

σήμερον δὲ καλοῦνται γενικῶς ἀκτῖνες Röntgen, πρὸς τιμὴν τοῦ Röntgen.

Ἐκτὸς τοῦ ἀνωτέρω σωλήνος Röntgen σήμερον χρησιμοποιεῖται νεώτερος τύπος, ὁ ὁποῖος εἶναι γνωστός ὡς σωλήν τοῦ Coolidge. (Σχῆμα 76—10 καὶ 76—11). Εἰς τὸν σωλήνα αὐτὸν τὰ ἠλεκτρόνια τὰ ἀποτελοῦντα τὴν δέσμη τῶν καθοδικῶν ἀκτῖνων, δὲν γεννῶνται ἀπὸ τὸ φαινόμενον τῆς ἠλεκτρικῆς ἐκκενώσεως, ἀλλὰ ἐλευθεροῦνται ἀπὸ μεταλλικοῦ νήματος πυρακτωμένου διὰ τῆς διαθιβάσεως δι' αὐτοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἀπὸ τινα πηγῆν, καλεῖται δὲ τὸ μεταλλικὸν τοῦτο νήμα θερμὴ καθεδὸς ἐν ἀντιδιαστολῇ πρὸς τὴν ἄλλην κάθοδον, ἣ ὁποία καλεῖται ψυχρὰ καθεδὸς.

Ἐναντι τῆς θερμῆς καθόδου, τοποθετεῖται ἡ ἀνόδος, ἣ ὁποία συνδέεται πρὸς τὸν θετικὸν πόλον πηγῆς ὑψηλῆς τάσεως, περίπου 50.000V, τῆς ὁποίας ὁ ἀρνητικὸς πόλος συνδέεται πρὸς τὴν κάθοδον. Τὰ ἐλευθερούμενα ἀπὸ τὴν κάθοδον ἠλεκτρόνια λόγῳ τοῦ ἀναττυσομένου ἠλεκτρικοῦ πεδίου μεταξὺ ἀνόδου καὶ καθόδου ἐπιταχύνονται, οὕτω δὲ ἀποκτοῦν, κατὰ τὴν διαδρομὴν αὐτῶν μεταξὺ καθόδου καὶ ἀνόδου, μεγάλας ταχύτητας, προσκρούοντα δὲ ἐπὶ τῆς ἀνόδου καθιστοῦν αὐτὴν πηγὴν ἐπιτομῆς ἀκτῖνων X. Ἀπὸ τὴν συστηματικὴν σπουδὴν τῶν ἀκτῖνων X ἀπεδείχθη ὅτι αὐταὶ διεισδύουν ἐντὸς τῶν στερεῶν οὐσιῶν, ἥτοι διαπεροῦν τὰ ὑπὸ μικρὸν πάχος σώματα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀδιάπεραστα ἀπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων καὶ ἐπομένως σκιερά. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζεται εὐρύτατος κλάδος τῆς Ἱατρικῆς, ἡ Ἀκτινοσκόπησις καὶ ἡ Ἀκτινοδιαγνωστικὴ. Κατ' αὐτὴν, λόγῳ τῆς διεισδυτικότητος τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν αἱ ἀκτῖνες Röntgen, ὡς πρὸς τὰς σάρκας καὶ τὰ ὀ-

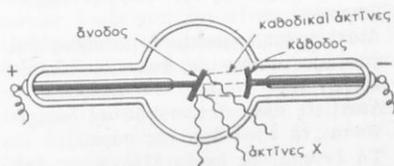


Σχ. 76—11. Ὁ σωλήν τοῦ Coolidge.

στῶ, ἐὰν μεταξὺ διαφράγματος κυνιούχου βαριολενκοχρόσου καὶ σωλήνος ἀκτῖνων Röntgen τοποθετήσωμεν μέλος τοῦ σώματός μας, βλέπομεν ὅτι σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος σαφειστάτη ἢ σιὰ τοῦ σκελετοῦ αὐτοῦ. Ἐπίσης παρατηρήθη ὅτι, αἱ ἀκτῖνες X προσβάλλουν τὴν φωτογραφικὴν πλάκα, ἀναφαίνεται ἐπ' αὐτῆς ὁ σκελετὸς τῆς χειρὸς μας.

Ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος στηρίζεται ἡ ἀκτινογραφία, ἣ ὁποία ἀποτελεῖ σπουδαιότατον κλάδον τῆς Ἱατρικῆς. Αἱ ἀκτῖνες X λόγῳ τῶν ἰδιαζουσῶν βιολογικῶν ἐπενεργειῶν των, χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν Ἱατρικὴν πρὸς θεραπείαν διαφόρων νοσημάτων, τοιοῦτοτρόπως δὲ ἐδημιουργήθη ὁ κλάδος τῆς ἀκτινοθεραπευτικῆς. Ἡ σπουδαιότερα ὅμως ἐφαρμογὴ τῶν ἀκτῖνων X εἶναι ἡ χρῆσις των διὰ τὴν μελέτην τῶν χρυστάλλων τῶν διαφόρων σωμάτων. Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀκτι-

Σχ. 76—12. Ὁ W. D. Coolidge, ὁ ἐφευρέτης τοῦ σωλήνος Coolidge ἐξετάζει μίαν ἀπὸ τὰς νεώτερας καὶ ἰσχυροτέρας πηγὰς ἀκτῖνων X.



Σχ. 76—10. Σωλήν Ἀκτῖνων X ψυχρᾶς καθόδου.





Σχ. 76—13. 'Η Λυχνία Geiger—Müller.

von X εδημιουργήθη ὁ νεώτερος κλάδος τῆς φασματοσκοπίας δι' ἀκτίνων X, ὁ ὁποῖος συνέβαλε τὰ μέγιστα εἰς τὴν προαγωγὴν τῶν γνώσεών μας ἐπὶ τῆς συγκροτήσεως τῆς ὕλης.

Η ΛΥΧΝΙΑ ΤΟΥ GEIGER — M·U·L·L·E·R. 'Ο σωλὴν οὗτος ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 76-13 ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὸν ἀγωγὸν ἐκ βολφραμίου, ὁ ὁποῖος ἐκτείνεται κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος ἐνὸς μεταλλικοῦ κυλίνδρου. Τόσον ὁ ἀγωγὸς βολφραμίου ὅσον καὶ ὁ μεταλλικὸς κύλινδρος εὐρίσκονται ἐντὸς ὑαλίνου περιβλήματος, τὸ ὁποῖον περιέχει αέριον ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν. 'Εὰν ἐφαρμόσωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τοῦ μεταλλικοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ, ἴσην πρὸς 1000V περίπου, τότε, δημιουργοῦμεν συνθήκας ἱκανὰς νὰ προκαλέσωμεν σπινθήρα ἀκόμη καὶ ἐὰν προκληθῇ ἐλαφρά διατάραξις τοῦ αέριου. 'Η διατάραξις αὕτη, προκαλεῖται ἐὰν διοχετευθῇ ἐντὸς αὐτοῦ ἀκτίνες X ἢ κοσμικὴ ἀκτίς, ἢ διδῆθῃτε ἄλλο ἰονιζόμενον σωματίον. Διὰ τοῦ σπινθήρος προκαλεῖται πτώσις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R. 'Η πτώσις τάσεως ἐνισχυομένη τροφοδοτεῖ μίαν λυχνίαν Νέον, ἢ ἓνα μεγάφωνον. Τοιουτοτρόπως, ἀκτίνες διερχόμεναι ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου σωλῆνος δύνανται νὰ καταγραφοῦν. Σωλῆνες αὐτοῦ τοῦ τύπου χρησιμοποιοῦμεν διὰ τὴν μέτρησιν ἰονιζομένων μέσων.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- 'Αγωγιμότης τῶν 'Αερίων
- 'Ιονισμός τῶν 'Αερίων
- 'Ιονισμός διὰ Κρούσεως
- 'Ο Σωλὴν τοῦ Geissler
- 'Ο Σωλὴν τοῦ Crook
- Καθοδικαὶ 'Ακτίνες
- 'Ηλεκτρόνιον
- 'Ακτίνες X
- Σωλῆνες ἀκτίνων X, ψυχρὰς καθόδου καὶ Coolidge
- 'Ο Σωλὴν τοῦ Geiger

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ὑπὸ ποίας συνθήκας τὰ αέρια εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ;
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἰόν;
3. Διὰ τί ὁ ἀήρ περίξ τῆς φλογός, εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ;
4. 'Αναφέρατε 5 τρόπους ἰονισμοῦ αέριου.
5. Περιγράψατε τὴν μέθοδον ἰονισμοῦ διὰ κρούσεως.
6. Διὰ τί αέριον ὑπὸ ἐξαιρετικῶς χαμηλῆν πίεσιν εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ;
7. Περιγράψατε τὰς μεταβολὰς τῆς ἀγωγιμότητος ἐνὸς αέριου καθὼς ἡ πίεσις αὐτοῦ συνεχῶς ἐλαττοῦται.
8. Ποῖος εἶναι ὁ σωλὴν τοῦ Geissler;
9. Κατὰ ποῖον τρόπον ἐπιτυγχάνεται ἠλεκτρονικὴ ἐκκένωσις εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ Geissler;
10. Ποῖος εἶναι ὁ σωλὴν τοῦ Crook;
11. Συγκρίνατε τὴν ἐκκένωσιν εἰς τὸν σωλῆνα Geissler μετὰ τὴν ἀντίστοιχον εἰς τὸν σωλῆνα Crook.
12. Τί καλοῦνται καθοδικαὶ ἀκτίνες;
13. 'Αναφέρατε 5 σημαντικὰς ἰδιότητας τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων.
14. Κατὰ ποῖον τρόπον γνωρίζομεν ὅτι αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες δὲν εἶναι φωτεινὰ ἀκτίνες;
15. Ποῖαι αἱ διαφοραὶ μεταξὺ καθοδικῶν ἀκτίνων καὶ ἀκτίνων X;
16. 'Εξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον παράγονται ἀκτίνες X.
17. Σχεδιάσατε ἓνα σωλῆνα ἀκτίνων X καὶ ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν του.
18. Κατὰ τί διαφέρει ὁ σωλὴν Coolidge ἀπὸ τὸν σωλῆνα ἀκτίνων X;
19. 'Αναφέρατε τὰς χρήσεις τῶν ἀκτίνων X.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Διὰ τί ὁ κερανοὸς ἔχει μορφήν «ζιγκ-ζάγκ»;
2. Διὰ τί χρησιμοποιεῖται ὁ μόλυβδος διὰ τὴν προστασίαν μας ἐναντίον τῶν ἀκτίνων X;
3. Διὰ τί εἰς μίαν ἀκτινογραφίαν διακρίνονται τὰ ὀστά ἀπὸ τὰς σάρκας;
4. Τὰ ἔντυπα, τὰ ὁποῖα ἐξέρχονται ἀπὸ τὸ πειστήριον πολλὰκις διαβιβάζονται ὑπερῶν φλογῶν ποῖον γίνονται πακέτ-

τα; Ξηγήσατε εις τι χρησιμεύουν αι φλόγες.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Σωλήν ηλεκτρικών εκκενώσεων συνδέεται πρὸς πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος διαφορᾶς δυναμικοῦ 10.000 V. Ἐντὸς αὐτοῦ διαρρέεται ρεῖμα ἐντάσεως 0,02 A. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἀντίστασις τοῦ σωλήνος.
2. Σωλήν ἀκτίνων X παρουσιάζει ἀντίστασιν 200.000Ω ὅταν συνδέεται πρὸς πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος τάσεως 50.000V. Ποία ἡ τιμὴ τοῦ ρεύματος τὸ ὅποιον διαρρέει αὐτόν;
3. Σωλήν εκκενώσεως παρουσιάζει ἀντί-

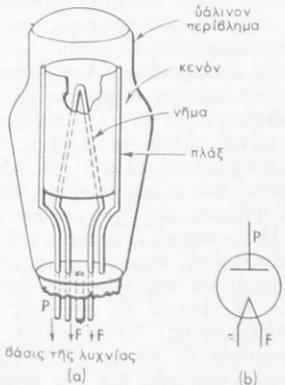
B

4. Φύλλον μολύβδου δεδομένου πάχους, ἀπορροφᾷ τὸ ἕμισυ τῆς ἀκτινοβολίας ἢ ὅποια προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ. Δευτέρον φύλλον μολύβδου ἀπορροφᾷ τὸ ἕμισυ τῆς ἐναπομένουσας ἀκτινοβολίας κ.ο.κ. διὰ περισσότερα φύλλα. Ποῖος εἶναι ὁ ἐλάχιστος ἀριθμὸς φύλλων μολύβδου ὁ ὅποιος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀκτινοβολίας ἀπὸ σωλήνα ἀκτίνων X εἰς 0,2% τῆς ἀρχικῆς τῶν ἐντάσεως;

ΕΔΑΦΙΟΝ 77. Ἡλεκτρονικοὶ σωλήνες.

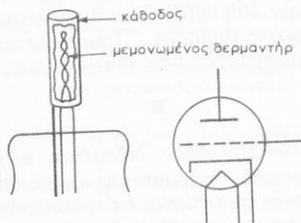
ΤΑ ΘΕΡΜΑ ΣΩΜΑΤΑ ΕΚΠΕΜΠΟΥΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ. Τὰ ηλεκτρόνια ἐνὸς μετάλλου συμπεριφέρονται περὶπου ὅπως τὰ μόρια ἐνὸς αερίου. Ἀπὸ τὴν ἀέριαν κίνησιν ἐντὸς τοῦ μετάλλου, μερικὰ ηλεκτρόνια ἀποκοτῶν πολὴν μεγάλαν ταχύτητα, καὶ συχνάσι, αἱ ταχύτητες αὐτῶν φθάνουν εἰς τοιαύτην τιμὴν ὥστε ταῦτα ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μετάλλου καὶ διατηροῦν εἰς τὸν περιβάλλοντα ἠώρον. Ὑπὸ συνήθεις θερμοκρασίας, μόνον ὀλίγα ηλεκτρόνια ἐκπέμπονται, ἐὰν ὅμως τὸ σῶμα θερμανθῆ, ἢ ἐκπομπὴ τῶν ηλεκτρονίων γίνεται ἐντονωτέρα. Ἡ ὅλη αὕτη διαδικασία, ὁμοιάζει πολὺ μὲ τὴν ἐξάτμισιν ἐνὸς ὑγροῦ. Τὰ κατὰ τὸν ὅς ἄνω τρόπον ἐλευθερούμενα ηλεκτρόνια καλοῦνται **θερμικὰ ἠλεκτρόνια**, ἢ δὲ συσκευὴ διὰ τῆς ὁποίας ἐλευθερώνονται αὐτὰ καλεῖται **θερμοϊονικὸς σωλήν**. Ἡ ἐκπομπὴ ἠλεκτρονίων ὑπὸ διαπύρων σωμάτων ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἐντονωτέρα εἰς ὠρμημένα σώματα ὡς π.χ. εἰς τὰ ὀξειδια βαρίου καὶ τὸ κράμα βολφραμίου καὶ φθορίου. Τὰ σώματα αὐτὰ συνδέονται μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς πηγῆς καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀποτελοῦν τὰς **καθόδους** τῶν ηλεκτρικῶν σωλήνων.

τελεῖται ἀπὸ δύο στοιχεῖα, τὸ νῆμα καὶ τὴν πλάκα, ὡς τοῦτα ἐμφαίνονται εἰς τὸ σχῆμα 77—1. Ὁ σωλήν οὗτος εἶναι γνωστός ὡς διπολικὸς σωλήν. Τὸ νῆμα ἢ ἡ κάθοδος θερμαίνεται ὑπὸ ηλεκτρικῆς πηγῆς καὶ ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια. Ὅταν ἡ πλάξ εἶναι θετικὴ, τὰ ἐκπεμπόμενα ἀπὸ τὴν κάθοδον ἠλεκτρόνια ὀδεοῦν πρὸς τὴν πλάκα. Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἄκρα τοῦ διπολικοῦ σωλήνος μέσφ ἀγωγῶ ὑπὸ πρὸς δευτέραν πηγὴν, τότε διὰ παρουσια-



Σχ. 77—1. α) Κατασκευὴ τοῦ διπολικοῦ σωλήνος. β) Σχηματικὴ παράστασις τοῦ διπολικοῦ σωλήνος.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ. Ὁ πλέον ἀπλοῦς τύπος ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος ἀπο-

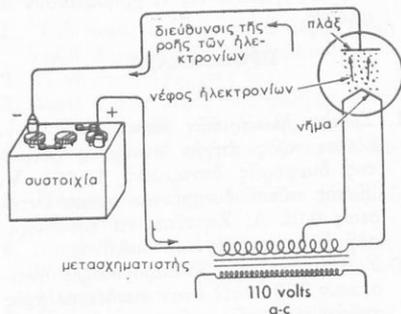


Σχ. 77—2. Λυχνία Έμμεσου Πυρακτώσεως.

σθῆ συνεχῆς ροῆ ἠλεκτρονίων ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀπὸ τὴν κάθοδον πρὸς τὴν πλάκα καὶ εἰς τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα ἀπὸ τὴν πλάκα, διὰ μέσου τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τῆς πηγῆς πρὸς τὴν ἀνοδον.

Ἐφ' ὅσον ἡ ροῆ τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἠλεκτροικὸν ρεῦμα, τὸ ρεῦμα τοῦτο, θὰ διαρρέῃ τὸ κύκλωμα ἐφ' ὅσον ἡ πλάξ εἶναι θετικῆ, διὰ τοῦτο καὶ τὸ ρεῦμα τοῦτο καλεῖται ρεῦμα πλάξ. Τοῦτο εἶναι τῆς τάξεως τῶν Milliampere (ἓνα Milliampere ἰσοῦται πρὸς 0,001A). Τὸ ρεῦμα πλάξ ἔχει πάντοτε μίαν διεύθυνσιν, ἦτοι ἀπὸ τὸ νῆμα πρὸς τὴν πλάκα. Ὅταν ἡ πλάξ εἶναι ἀρνητικῆ τὰ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ τῆς καθόδου ἠλεκτρονία ἀπωθοῦνται διακοπτομένης οὕτω, τῆς ροῆς τοῦ ρεῦματος.

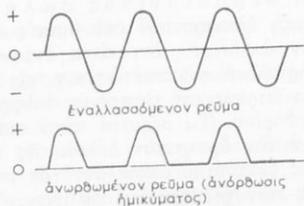
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΕΜΜΕΣΟΤ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ. Οἱ περισσότεροι τελευταίου τύπου σωλῆνες, χρησιμοποιούμενοι εἰς τὰς ραδιοφωνικὰς συσκευάς, δὲν χρησιμοποιοῦν τὸ νῆμα ὡς πηγὴν ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίων. Ἀντ' αὐτοῦ χρησιμοποιοῦν ἕμμεσον θέρμανσιν τῆς καθόδου (Σχῆμα 77—2). Οἱ σωλῆνες τοῦ εἴδους αὐτοῦ καλοῦνται σωλῆνες ἕμμεσου πυρακτώσεως. Ἡ κάθοδος, συνίσταται ἀπὸ κράμα νικελίου, κοβαλτίου καὶ σιδήρου, καὶ ἔχει μορφήν κυλίνδρου. Ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ κυλίνδρου αὐτοῦ εἶναι περιβεβλημένη μὲ ὀξειδιον βαρίου καὶ στροντίου, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπουν ἠλεκτρονία εἰς σχετικῶς χαμηλὰς θερμοκρασίας. Ἐντὸς αὐτῆς, εἶναι τοποθετημένον ἓν πηνίον ἐκ βολφραμίου τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν θέρμανσιν τῆς καθόδου καὶ εἶναι ἐπιμελῶς ἀπομονωμένον ἀπὸ τὴν κάθοδον. Ὁ τύπος τοῦ σωλῆνος τοῦτου, μὲς πηλύνει τὴν δι-



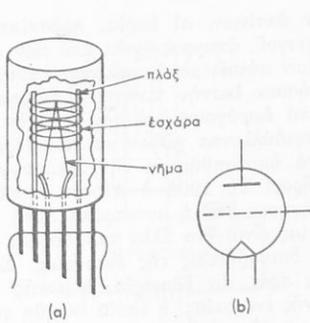
Σχ. 77—3. Χρῆσις τοῦ Διπολικοῦ σωλῆνος διὰ τὴν φόρτισιν συστοιχίας.

νατότητα νὰ θερμαίνωμεν τὴν κάθοδον χρησιμοποιοῦντες ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

ΑΝΟΡΘΩΣΙΣ ΔΙΑ ΔΙΠΟΛΙΚΟΤ ΣΩΛΗΝΟΣ. Ὁ Διπολικὸς σωλῆν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ τὴν μετατροπὴν ἐναλλασσομένου ρεῦματος εἰς συνεχῆς, ὅποτε καλεῖται ἀνορθωτής. Τὸ σχῆμα 77-3 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ διπολικὸς σωλῆν διὰ τὴν φόρτισιν συστοιχίας, ἀπὸ πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεῦματος. Ἐφ' ὅσον ἡ πηγὴ παρέχει τὰς ἐναλλασσομένην, τῆς μορφῆς τοῦ σχήματος 77-4 (ἄνω) διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος θὰ διέρχεται ρεῦμα τῆς μορφῆς τοῦ σχήματος 77-4 (κάτω) ἦτοι ρεῦμα ἔχον τὴν αὐτὴν πάντοτε φορὰν. Διὰ τοῦ κυκλώματος διέρχεται ρεῦμα κατὰ τὸ πρῶτον ἥμισυ τῆς περιόδου τοῦ ἐναλλασσομένου ρεῦματος, ἐνῶ κατὰ τὸ δεύτερον ἥμισυ, τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος διακόπτεται ὑπὸ τοῦ σωλῆνος.



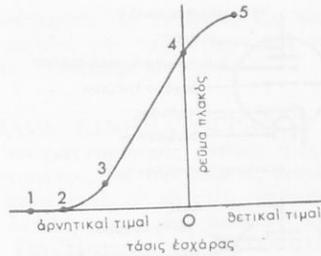
Σχ. 77—4. Ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μετατρέπεν εἰς διακοπτομένον συνεχῆς ρεῦμα.



Σχ. 77—5. α) Κατασκευή τριπολικού ηλεκτρονικού σωλήνος. β) Σχηματική παράσταση του τριπολικού σωλήνος.

ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ. Παραλλαγήν του διπολικού σωλήνος αποτελεί ο τριπολικός ηλεκτρονικός σωλήν ο οποίος φέρει εις τὸν μεταξὺ τοῦ νήματος καὶ πλακὸς χωρὸν τρίτον ηλεκτροδίου, μεμονωμένον ἀπὸ τὰ δύο πρῶτα τὸ ὁποῖον καλεῖται πλέγμα ἢ ἐσχάρα. Ἡ ἐσχάρα ἀποτελεῖται συνήθως ἀπὸ λεπτόν σφύμα μολυβδαινίου περιελγμένον εἰς σχῆμα σωληνοειδούς. Τοῦτο περιβάλλει τὴν κάθodon, εἰς τρόπον ὥστε τὰ ἐκ ταύτης πρὸς τὴν ἀνοδὸν ὀδεύοντα ηλεκτρόνια νὰ διέρχονται διὰ μέσου τῶν διὰ τῶν σπειρῶν διακένων. Τὸ σχῆμα 77-5 δεικνύει τὴν κατασκευὴν καὶ σχηματικὴν παράστασιν τριπολικού σωλήνος.

Ἡ ἐσχάρα τοῦ σμείου τῆς τάσεως, τὴν ὁποίαν ἐφαρμοζόμεν εἰς αὐτήν, δύναται νὰ ἐπηρεάξῃ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος μεταξὺ νήματος καὶ πλακός. Τὴν μεταβολὴν τοῦ ρεύματος μεταξὺ νήματος καὶ πλακός, ἢ ἄλλως τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος, μετὰ τὴν τάσιν ἐσχάρας δεικνύει ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος 77-6. Ὄταν ἡ τάσις ἐσχάρας εἶναι πολὺ ἀρνητικὴ ὡς πρὸς τὴν κάθodon, δὲν ὑφίσταται ἀνοδικὸν ρεῦμα διότι ἡ ἀπωστικὴ ἐπενέργεια τῆς ἐσχάρας ἐπὶ τῶν ηλεκτρονίων ὑπερτερεῖ τῆς ἐλκτικῆς ἐπενεργείας τῆς ἀνόδου. Ἐὰν ὅμως ἡ τάσις ἐσχάρας γίνεται ὀλιγώτερον ἀρνητικὴ, ἀρχίζει νὰ ἀναφαίνεται ἀσθενὲς ἀνοδικὸν ρεῦμα, διότι ἡ ἀνοδος κατορθώνει νὰ ἔλκῃ πρὸς ἑαυτὴν μερικὰ ηλεκτρόνια. Ἐὰν καθιστώμεν τὴν τάσιν ἐσχάρας ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλ-



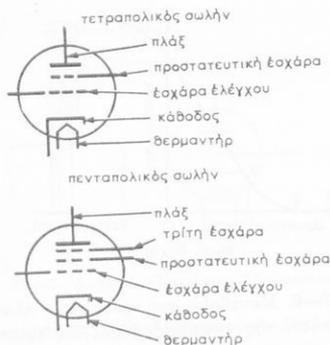
Σχ. 77—6. Μεταβολὴ τοῦ ρεύματος πλάκός συναρτήσει τῆς τάσεως ἐσχάρας εἰς τριπολικὸν σωλήνα.

λον ὀλιγώτερον ἀρνητικὴν, καὶ ἀκολουθῶς θετικὴν τὸ ἀνοδικὸν ρεῦμα συνεχῶς αὐξάνεται καὶ τέλος ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην τιμὴν (ρεύμα κόρου), ἢ ὁποία παραμένει πλέον σταθερά. Ἐπομένως ἡ ἐσχάρα, διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς τάσεως αὐτῆς, ἐπηρεάζει τὸ ἀνοδικὸν ρεῦμα.

Ὁ τριπολικὸς σωλήν ἐτυχε κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη σπουδαιοτάτων ἐφαρμογῶν, διότι χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐνίσχυσιν ἀσθενῶν ρευμάτων, διὰ τὴν παραγωγὴν ηλεκτρονίων ταλαντώσεων, διὰ τὴν ἀνορθῶσιν ἢ, ὡς σήμερον λέγεται, φώρασιν ἐναλλασσομένων ρευμάτων, ὡς καὶ εἰς βοηθητικὰ διατάξεις πλείστον ἄλλων ἐγκαταστάσεων.

ΤΕΤΡΑΠΟΛΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΕΝΤΑΠΟΛΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη χρησιμοποιοῦνται ηλεκτρονικοὶ σωλήνες, οἱ ὁποῖοι δὲν φέρουν τρία μόνον ηλεκτροδία ἤτοι νήμα, ἐσχάραν καὶ πλάκα, ἀλλὰ περισσότερα, φθάνοντα πολὺ μᾶλλον ἔως ὀκτώ. Αἱ λυχνία αὐτὰ ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ηλεκτροδίων, χαρακτηρίζονται ὡς τετραπολικοὶ σωλήνες, πενταπολικοὶ, ὀκταπολικοὶ κ.λ.π. Εἰς τὸ σχῆμα 77-7 δεικνύονται τοιαῦτα τετραπολικοῦ καὶ πενταπολικοῦ σωλήνος.

Διὰ τῆς προσθήκης μεταξὺ τῆς ἐσχάρας καὶ τῆς πλάκός (ἀνόδου) ἐνὸς τριπολικού σωλήνος μᾶς δευτέρας ἐσχάρας, καλουμένης προστατευτικῆς ἐσχάρας, σχηματίζομεν ἓνα σωλήνα μετὰ τεσσάρων ηλεκτροδίων τετραπολικὸν (σχῆμα 77-7). Ἡ ἐσχάρα αὕτη διατηρεῖται εἰς σταθερὸν σχετικὸν δυναμικὸν ὡς πρὸς



Σχ. 77-7. Ο τετραπολικός και πενταπολικός σωλήν.

τήν κάθοδον. Ἐλκει ἠλεκτρόνια ἀπὸ τὴν περιβάλλονσαν τὴν κάθοδον περιοχὴν, τὰ ὅποια διερχόμενα διὰ τῶν διακένων τῆς φθάνου ἐπὶ πλάκα. Ἡ προστατευτικὴ ἐσχάρα ἐξυπηρετεῖ δύο σκοποὺς. 1) Ἐλαττώνει τὴν μεταξὺ ἐσχάρας ἐλέγχου καὶ πλακὸς ἑναργὸν χωρητικότητα, ἐπιεργουσα ὡς ἠλεκτροστατικὸν προφύλαγμα καὶ 2) ἐλαττώνει τὸν βαθμὸν ἐπιδράσεως τῆς τάσεως πλακὸς ἐπὶ τοῦ ρεύματος πλακὸς.

Εἰς τὸν πενταπολικὸν σωλήνα τὸ ἀνεπιθύμητον ἀποτέλεσμα τῆς προσλήψεως δευτερευόντων ἠλεκτρονίων, ὑπὸ τῆς προστατευτικῆς ἐσχάρας δύναται νὰ ἐλαττωθῆ διὰ προσθήκης μιᾶς τρίτης ἐσχάρας, ἡ ὅποια τοποθετεῖται μεταξὺ τῆς προστατευτικῆς ἐσχάρας καὶ τῆς πλακὸς.

Ἐκτὸς τοῦ τετραπολικοῦ καὶ πενταπολικοῦ σωλήνος, ὑπάρχουσι καὶ πολλοὶ ἄλλοι τύποι ἠλεκτρονικῶν σωλήνων τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία εἶναι παρομοία μετὰ τὴν λειτουργίαν τῶν ἀνωτέρω καὶ οἱ ὁποιοὶ ἔχουσι κατασκευασθῆ διὰ νὰ ἀνταποκρίνονται εἰς εἰδικὰς ἀπαιτήσεις.

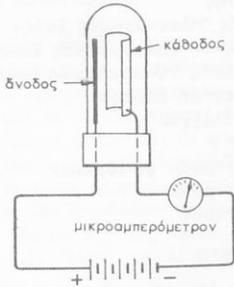
ΤΟ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ. Τὸ 1877 διετυπώθη καὶ ἀνεπτύχθη ὑπὸ τοῦ Heinrich Hertz μία νεώτερος μέθοδος ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίων ἀπὸ στερεὸν σῶμα. Ὁ Hertz παρατήρησεν ὅτι, ὅταν ὑπεριώδεις ἀκτίνες διέρχονται διὰ τοῦ διακένου ἀκίδων σπινθηριστοῦ, ὁ σπινθὴρ λαμβάνει χώραν εὐκολώτερον. Μέρους τῆς ἐνεργείας τῶν φω-

τεινῶν ἀκτίνων, αἱ ὅποια προσπίπτουσι ἐπὶ ἀγωγῶν, ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῶν ἠλεκτρονίων αὐτοῦ, με ἀποτέλεσμα ταῦτα νὰ ἀποκτήσουσι ἰσχυρὴν κινητικὴν ἐνέργειαν ὥστε νὰ ἐκφύγουν ἀπὸ τὸν ἀγωγὸν εἰς τὸν περιβάλλοντα χώρον καὶ τοιοῦτοτρόπως νὰ ὑποβοηθήσουσι τὴν δημιουργίαν σπινθῆρος. Τὸ 1905 ὁ Albert Einstein παρατήρησεν ὅτι, ἡ μετατροπὴ αὐτῆς τῆς ἐνεργείας εἶναι ἕνα ἄλλο παράδειγμα τῆς ἀρχῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Συμφώνως πρὸς τὸν Einstein, ἡ μονὰς τῆς φωτεινῆς ἐνεργείας, ἡ ὅποια ἐκλήθη φωτόνιον ἐξαφανίζεται παρέχουσα τὴν ἐνέργειάν της εἰς ἕνα ἠλεκτρόνιον, τὸ ὁποῖον κατόπιν τοῦτο ἐκφεύγει ἀπὸ τὸν ἀγωγόν. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη Φωτοηλεκτρικὸν Φαινόμενον. Τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὅποια ἐκπέμπονται κατὰ τὸ φαινόμενον αὐτό, καλοῦνται φωτοηλεκτρόνια. Παρατηροῦμεν λοιπὸν ὅτι, κατὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο ἡ ἐνέργεια τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μετατρέπεται εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν τῶν ἠλεκτρονίων.

Ὁρισμένα σῶματα ἐκπέμπον ἠλεκτρόνια εὐκολώτερον ἀπὸ ἄλλα. Οὔτω τὰ μέταλλα κάλιον καὶ νάτριον ἐκπέμπον ἠλεκτρόνια ὅταν φωτίζονται ὑπὸ κανονικοῦ ὁρατοῦ φωτός, ἐλευθερώνονται δὲ ταῦτα πολὺ εὐκόλα. Ἀντιθέτως, ὁ ψευδάργυρος πρέπει νὰ ἐκτεθῆ εἰς τὴν ἐντονωτέραν ἀκτινοβολίαν τῶν ὑπεριώδων ἀκτίνων διὰ νὰ ἐλευθερωθῇ ἠλεκτρόνια αὐτοῦ. Πάντως ὅλα τὰ σῶματα ἐκπέμπον φωτοηλεκτρόνια, ὅταν ἐκτεθεῖον εἰς ἰσχυρὰν ἀκτινοβολίαν τῶν ἀκτίνων X.

Εἶδομεν ὅτι ἐντὸς τῶν σωλήνων ἀκτίνων X, τὰ ἠλεκτρόνια κινούμενα ὑπὸ μεγάλῃ ταχύτητι καὶ ἐξαναγκασόμενα νὰ σταματήσουσι ἀποτόμως ἐπὶ πλακὸς, προκαλοῦν τὴν δημιουργίαν ἀκτίνων X. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, εἶναι τὸ ἀντίστροφον τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ φαινομένου. Ἐντὸς τῶν σωλήνων ἀκτίνων X ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τῶν ἠλεκτρονίων μετατρέπεται εἰς φῶς ἢ ἀκτινοβολίαν.

ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΑ. Τὸ σχῆμα 77-8 δεικνύει τὰ βασικά μέρη ἐνὸς φωτοκυττάρου. Ἡ κάθοδος ἀποτελεῖται ἀπὸ σῶμα τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια ὅταν ἐκτεθῆ τοῦτο εἰς φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν.



Σχ. 77—8. Φωτοκύτταρον.

Ἡ ἄνοδος συνήθως ἀποτελεῖται ἀπὸ εὐθὴν ἄγωγόν. Ὄταν τὸ φωτοκύτταρον συνδεθῆ πρὸς πηγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἄνοδος νὰ συναρτήσῃ μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα, τὸ γαλβανόμετρον θὰ δεικνύῃ τὴν διέλευσιν φωτοηλεκτρονίων. Ἡ ροὴ τῶν ἠλεκτρονίων αὐτῶν πρὸς τὴν ἄνοδον, μεταβάλλεται συναρτήσῃ εἰς ἐντάσεως τῆς ὑπὸ τῆς καθόδου ἀκτινοβολουμένης φωτεινῆς ἐνεργείας. Τὸ ποσὸν τῶν ὑπὸ τῆς καθόδου ἐκπεμπομένων ἠλεκτρονίων ἀκολουθεῖ πιστῶς τὰς μεταβολὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς καὶ μάλιστα πολὺ ταχέως. Ἡ σχεδὸν ταυτόχρονος ἀπόκρισις, μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸ φωτοκύτταρον εἰς τὴν τηλεόρασιν καὶ εἰς τὸν ὀμιλοῦντα κινηματογράφον. Ἐὰν τοποθετηθῆ μικρὰ ποσότης ἀερίου Ἀργίου, Ἡλίου ἢ Ὑδρογόνου ἐντὸς τοῦ φωτοκυττάρου τότε ὁ βομβαρδισμὸς τῶν μορίων τοῦ ἀερίου ὑπὸ τῶν φωτοηλεκτρονίων ἰονίζει τὸ αἶριον καὶ προκαλεῖ οὕτω αὐξήσιν τῆς ροῆς τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ φωτοκυττάρου. Παρ' ὅλα ταῦτα ὅμως τὸ ποσὸν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ κύκλωμα εἶναι πολὺ μικρὸν καὶ συνήθως εἶναι τῆς τάξεως τῶν μικροαμπερ (Microamperes = $\frac{1}{1,000,000}$ A)

Τὸ ρεῖμα τοῦτο καταλλήλως ἐνισχυόμενον χρησιμεύει διὰ τὴν τροφοδότησιν μεγαφῶνων, βραστήρων, καὶ ἄλλων συσκευῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, τὰ φωτοκύτταρα εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ πολλοὺς σκοποὺς ὅπως π.χ. διὰ

τὴν σύγκρισιν τῆς ἐντάσεως δύο φωτεινῶν πηγῶν, τὴν ταξιθέτησιν καὶ καταμέτρησιν ἀντικειμένων, κλπ.

ΟΜΙΛΩΝ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ. Εἰς τὰς κινηματογραφικὰς ταινίας ἢ ὀμίλια καταγράφεται ἐπὶ τοῦ φιλμῆ εἰς παράλληλον θέσιν οὕτω δὲ τὸ φιλμ παρουσιάζει δύο διακεκομμένας ἀπ' ἀλλήλων περιοχάς. Τὴν Ἑχητικὴν καὶ τὴν Ὀπτικὴν.

Πρὸς ἀποτύπωσιν τῆς ὀμίλιας χρησιμοποιούμεν τὸν μικρόφωνον διὰ τοῦ ὁποῖου τὰ ἤχητικὰ κύματα μετατρέπονται εἰς κυμάνσεις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, αἱ ὁποῖαι διαβιβάζονται εἰς εἰδικὸν ἠλεκτρονικὸν σωλήνα διὰ νέου καὶ οὕτω αἱ κυμάνσεις τοῦ ρεύματος μετατρέπονται εἰς φωτεινὰς κυμάνσεις. Αἱ φωτεινὰ κυμάνσεις τοῦ σωλήνος αἱ ὁποῖαι εἶναι ὁμοίαι πρὸς τοὺς κραδασμοὺς τῆς μεμβράνης τοῦ μικροφώνου, ἀφοῦ διέλθουν διὰ στενῆς σχισμῆς, πίπτουν ἐπὶ τοῦ κινουμένου φωτογραφικοῦ φιλμῆ. Ἐπὶ τοῦ ὑπὸ προβολῆν εἰσόμενου φιλμῆ αἱ φωτεινὰ κυμάνσεις φαίνονται ὡς φωτεινὰ παράλληλοι γραμμαὶ διαφόρου τόνου (σχῆμα 77-9) καὶ ἡ περιοχὴ αὕτη εὐρίσκειται παραπλεύρως πρὸς τὴν περιοχὴν τοῦ συνήθους κινηματογραφικοῦ φιλμῆ.

Διὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν τοῦ ἤχου χρησιμοποιοῦν λυχνίαν σταθερᾶς ἐντάσεως καὶ διαβιβάζουν τὸ φῶς αὐτῆς διὰ μέσου τῆς ἤχητικῆς περιοχῆς τῆς προβολομένης ταινίας. Τὸ φῶς τὸ διερχόμενον ἐκ τῆς ἤχητικῆς περιοχῆς πίπτει ἐπὶ φωτοηλεκτρικοῦ κυττάρου καὶ δι' αὐτοῦ αἱ φωτεινὰ κυμάνσεις αἱ προκαλούμεναι ὡς ἐκ τῆς διαφόρου διαφανείας τῶν γραμμῶν τῆς ἤχητικῆς περιοχῆς τῆς προβολομένης ταινίας μετατρέπονται εἰς ἀντιστοιχοῦς κυμάνσεις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Αἱ ἠλεκτρικὰ αὐτὰ κυμάνσεις ἐνισχυόμεναι καταλλήλως δι' ἠλεκτρονικῶν ἐνισχυτῶν, μεταβιβάζονται εἰς μεγάφωνον, τὸ ὁποῖον οὕτως ἀναπαράγει τὴν ὀμίλιαν.

Ἡ διάταξις συμπληροῦται καὶ δι' ἄλλων βοηθητικῶν διατάξεων διὰ τὴν καλὴν καὶ φυσικὴν ἀπόδοσιν τῆς ὀμίλιας καὶ ἐν γένει τοῦ ἤχου, τὸ δὲ μεγάφωνον τοποθετεῖται συνήθως ὀπισθεν τῆς ὀθόνης.



Σχ. 77—9. Τμήμα Κινηματογραφικής ταινίας. Δεξιά δεικνύεται η ήχητική περιοχή, ήτοι η περιοχή γραμμών διαφόρου έπιφανείας.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Θερμοϊονική έκπομπή
Κάθοδος

Διπολικός Ήλεκτρονικός Σωλήν
Ρεύμα Πλακός

Σωλήνες Θερμής

Ήνωθωτής

Τριπολικός Ήλεκτρονικός Σωλήν
Τετραπολικός Ήλεκτρονικός Σωλήν
Πενταπολικός Ήλεκτρονικός Σωλήν
Προστατευτική έσχάρα

Έσχάρα έλέγχου

Φωτόνιον

Φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον

Φωτοηλεκτρόνια

Φωτοκύτταρον

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πώς εξηγείται ή υπό τών θερμών σωμάτων έκπομπή ήλεκτρονίων;
2. Διατί τó φθόριον χρησιμοποιείται διά τήν κατασκευήν διαφόρων ήλεκτρονικών σωλήνων;
3. Τί καλείται ήλεκτρονικός σωλήν θερμής καθόδου;
4. Σχηματίσατε ένα διάγραμμα διπολικού ήλεκτρονικού σωλήνος καί εξηγήσατε τήν λειτουργίαν του.
5. Έξηγήσατε τόν τρόπον κατά τόν όποιον διπολικός ήλεκτρονικός σωλήν είναι δυνατόν νά χρησιμοποιηθῆ διά τήν άνωρθωσιν έναλλασσομένου ρεύματος.
6. Ποία ή λειτουργία τής έσχάρας ένός τριπολικού σωλήνος;
7. Κατά ποιον τρόπον μεταβάλλεται τó ρεύμα πλακός τριπολικού σωλήνος συναρτήσει τής τάσεως έσχάρας;
8. Τί καλούνται τετραπολικοί καί πενταπολικοί ήλεκτρικοί σωλήνες;
9. Περιγράψατε τó φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον.
10. Έξηγήσατε τόν τρόπον κατά τόν όποιον τó φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον άποτελει παράδειγμα τής μετατροπής τής ένεργείας.
11. Διατί χρησιμοποιούνται τόσον έδρέεις τά μέταλλα κάλιον καί νάτριον εις τά φωτοηλεκτρικά κύτταρα;
12. Περιγράψατε τήν κατασκευήν ένός φωτοηλεκτρικού κυττάρου.
13. Ποία ή επίδρασις μικρών ποσοτήτων άερίου έντός τού φωτοηλεκτρικού κυττάρου;
14. Άναφέρατε μερικώς έφαρμογάς τού φωτοηλεκτρικού κυττάρου.
15. Διατί ή ήχητική περιοχή μιās κινηματογραφικής ταινίας συνίσταται από γραμμιάς διαφόρου διαφανείας;

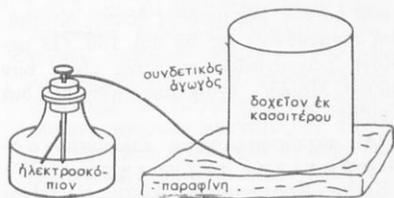
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Γιατί ένα έλασμα πλησίον ενός ερυθροπυρακτωμένου μεταλλικού νήματος άποκτά άρνητικόν φορτίον;
2. Έλασμα εκ ψευδαργύρου, άρνητικώς φορτισμένον άποβάλλει τὸ φορτίον του όταν εκτίθεται εἰς υπεριώδεις ακτίνας. Τὸ αὐτὸ έλασμα, θετικῶς φορτισμένον, δὲν άποβάλλει τὸ φορτίον του όταν εκτεθῆ εἰς τὰς αὐτὰς ακτίνας. Εἴσθε εἰς θέσιν νά εξηγήσετε τοὺς λόγους;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΕΚΠΟΜΠΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΑΠΟ ΕΝ ΘΕΡΜΟΝ ΜΕΤΑΛΛΟΝ. Συνδέσατε ἔν ἠλεκτροσκόπιον ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 77—10 μέσω ἑνὸς λεπτοῦ σύρματος πρὸς ἕν δοχεῖον εκ κασιτέρου, τὸ ὁποῖον κείται ἐπὶ στρώματος παραφίνης. Προσέξτε ὥστε ὁ συνδετικὸς άγωγὸς νά μὴ ἔρχεται εἰς επαφήν με τίποτε άλλο. Φορτίσατε τὸ δοχεῖον θετικῶς.

Δύνασθε νά προκαλέσετε τὴν ἐξ επαγωγῆς φόρτισιν τοῦ δοχείου χρησιμοποιοῦντες ἕν τεμάχιον ἰσπανικοῦ κηροῦ, (βου-



Σχ. 77—10. Μεμονωμένον δοχεῖον εκ κασιτέρου καὶ ηλεκτροσκόπιον.

λοκέρι) τὸ ὁποῖον ἔχετε προηγουμένως τρίψει με μάλλινον ὕφασμα. Ἐάν τὸ κρίνετε σκόπιμον, ἀνατρέξατε εἰς τὸ ἐδάφιον 57. Ἐάν τὸ δοχεῖον καὶ τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἶναι καλῶς μεμονωμένα, τότε τὸ φορτίον θά παραμείνῃ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἐπ' άρχατὸν ὡς θά δεικνύουν τὰ μεταλλικὰ φύλλα αὐτοῦ. Πλησιάσατε άκολούθως ἕν υπέρθερμον τεμάχιον μετάλλου πολὺ πλησίον τοῦ δοχείου ἀλλά καὶ νά μὴ ἔλθῃ εἰς επαφήν με αὐτό. Παρατηρήσατε τὸ άποτέλεσμα ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἐάν τὸ διαρρέον ἕνα φωτοηλεκτρικόν κύτταρον, ρεῦμα (Βλ. σχῆμα 77-8) εἶναι 0,08 mA, πόσα ἠλεκτρόνια ὀδεοῦν πρὸς τὴν άνοδον ἀνά δευτερόλεπτον, δοθέντος ὅτι τὸ φορτίον ἑκάστου ἠλεκτρονίου ἰσοῦται 1,6 X 10⁻¹⁹ cb ;
2. Ἐάν ἡ εφαρμοζομένη τάσις εἰς τὰ άκρα τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ κυττάρου τοῦ προβλήματος 1 εἶναι 50V, ποία ἡ ὀλικὴ αντίστασις τοῦ κυκλώματος;
3. Ποία ἡ καταναλισκομένη ὑπό τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ κυττάρου τοῦ προβλήματος 1 καὶ 2 ἰσχύς;

B

4. Ἐάν παραστήσωμεν διὰ I τὸ ρεῦμα πλακὸς καὶ διὰ V τὴν τάσιν πλακὸς ἑνὸς διπολικοῦ σωλήνος, εὔρεθῆ δι τὴν ὠρισμένην προϋποθέσιν τὸ I εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ V^{3/2}. Χρησιμοποιοῦντες τὴν άνωτέρω σχέσηιν προσδιορίσατε τὸ ρεῦμα πλακὸς διὰ τάσιν πλακὸς 100V ἔάν 25V προκαλοῦν ροὴν ρεύματος ἐντάσεως 3 mA.

ΕΔΑΦΙΟΝ 78. Αἱ άρχαὶ τῆς ραδιοηλεκτρονικῆς.

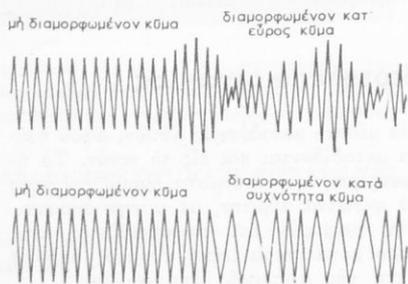
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΤΜΑΤΑ. Εἰς προηγουμένον ἐδάφιον εἶδομεν ὅτι, ὑπάρχουν ὠρισμένα κυκλώματα τὰ ὁποῖα ἔκτελοῦν ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις, καὶ ὅτι, ὡς άποτέλεσμα τῶν ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων, ἐκπέμπονται ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα. Ταῦτα μεταδίδονται διὰ τὸ ἄμισφαριζοῦν ἀέρος, ἀπεδείχθη ὅμως ὅτι, ὁ ἄμισφαριζοῦς ἀέρος δὲν άποτελεῖ

«τὸ μέσον» μεταδόσεως αὐτῶν, ἀφοῦ ταῦτα μεταδίδονται καὶ εἰς τὸ κενόν. Τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα ὀμοιάζουν πρὸς τὰ φωτεινὰ κύματα, με μόνη σημαντικὴν διαφοράν ὅτι, παρουσιάζουν κατὰ πολὺ μεγαλύτερα μήκη κύματος ἀπὸ τὰ μήκη τῆς φωτεινῆς ακτινοβολίας.

Πρὸς πληρεστέραν κατανόησιν, θά συζητήσωμεν τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ κύ-

ματα με τὰ τηλεφωνικά. Γνωρίζομεν ὅτι, τὰ ἤχητικά κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῆς μεμβράνης τοῦ μικροφώνου τηλεφώνου μετατρέπονται εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῖμα μεταβαλλομένης ἐντάσεως. Ἡ μεταβαλλομένη ἐντάσις τοῦ ρεύματος προκαλεῖ τὴν ταλάντωσιν τῆς μεμβράνης τοῦ ἀκουστικοῦ, με ἀπέλεσμα τὴν γένεσιν ἠχητικῶν κυμάτων παρομοίων ἐκεῖνων τὰ ὁποῖα προσέπεσαν ἐπὶ τῆς μεμβράνης τοῦ μικροφώνου. Ἡ ἐκπομπὴ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων δὲν συνίσταται, θεαίως, ἀπὸ ρεῖμα μεταβαλλομένης ἐντάσεως, ὁδεῦον ἐπὶ ἀγωγῷ, ἀλλὰ ἀπὸ συρμῶν ἠλεκτροικῶν κυμάτων, τὰ ὁποῖα ἐξαπλοῦνται ἐν τῷ χώρῳ. Τὰ κύματα αὐτὰ ἐξαναγκάζονται νὰ μεταβάλλουν τὸ εἶδος ἢ τὴν συχνότητά των καὶ ὡς ἐκ τούτου, ὀνομάζονται διαμορφωμένα κύματα.

Ἀναλόγως τοῦ μεταβαλλομένου χαρακτηριστικοῦ ἐνὸς κύματος, ἔχομεν διαμορφωσιν εἵρους (AM) (Amplitude—Modulation) καὶ διαμόρφωσιν συχνότητος (FM) (Frequency—Modulation). Κατὰ τὴν διαμόρφωσιν εἵρους (AM), τὸ εἶδος τοῦ ἐκπεμπομένου σήματος εἶναι μεταβλητὸν συμφώνως πρὸς τὴν συχνότητα τοῦ προσπίπτοντος ἐπὶ τοῦ μικροφώνου, καὶ κατὰ συνέπειαν μεταβιβαζομένου ἤχου. Κατὰ τὴν διαμόρφωσιν συχνότητος (FM), τὸ εἶδος τοῦ ἐκπεμπομένου κύματος παραμένει σταθερὸν, ἀλλὰ μεταβάλλεται ἡ συχνότης του με ρυθμὸν, ὁ ὁποῖος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τῶν ἤχων εἰς τὸ μικρόφωνον. Παραδείγματα τῶν δύο εἰδῶν διαμορφώσεως δεικνύονται εἰς τὸ σχ. 78—1.



Σχ. 78—1. Διαμόρφωσις κατ' εἵρους καὶ κατὰ συχνότητα.



Σχ. 78—2. Ραδιοεπικοινωνία.

ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ. Γνωρίζομεν ὅτι, τὰ κύρια στοιχεῖα ἐνὸς κυκλώματος ραδιοεπικοινωνίας εἶναι τρία: ὁ πομπὸς, τὸ μέσον μεταδόσεως καὶ ὁ δέκτης (σχῆμα 78—2).

Ἐκ πείρας κατεδείχθη ὅτι, ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια μεταβιβάζεται καλύτερον διὰ μέσον τοῦ χώρου, ὁ ὁποῖος εἶναι καὶ τὸ μέσον μεταδόσεως, ὅταν ἐκπέμπονται ὑψηλὰ σήματα, ἤτοι σήματα ὑψηλῆς συχνότητος. Σήμερον χρησιμοποιοῦνται σήματα ἔχοντα συχνότητας ἀπὸ 20000 περιόδους ἀνὰ sec ἢ κύκλους ἀνὰ sec (cps) ἕως 10000000000 περιόδους ἢ κύκλους ἀνὰ sec (cps). Συνήθως χρησιμοποιοῦνται αἱ μονάδες χιλίοι κ. κ. κλοῦς (kc) (1kc = 1000 c) ἢ μεγάλαι κ. κ. κλοῦς (Mc) (1 Mc = 1000000c). Αἱ συχνότητες τῶν ραδιοφωνικῶν ἐκπομπῶν κυμαίνονται ἀπὸ 550 kc/sec ἕως 1600 kc/sec. Εἰς μικροῦς δέκτας οἱ ἀριθμοὶ σημειοῦνται ὡς 55 καὶ 160. Ἡ μεγίστη ἐπιτευχθεῖσα συχνότης εἶναι τῶν 30000 Mc/sec, ἐχρησιμοποιήθη δέ, διὰ ὄρισμένον λόγον.

Αἱ συχνότητες αὗται καλοῦνται ραδιοφωνικαὶ συχνότητες (RF) (Radio-Frequencies). Αὗται δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνων ἀντιληπταὶ ἀπὸ τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς, διότι εἶναι πολὺ ὑψηλά. Διὰ νὰ ἐκπεμφθοῦν σήματα, τὰ ὁποῖα νὰ προσβάλλουν τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς, πρέπει τὸ μικρόφωνον νὰ ἀποστέλλῃ κύματα ἀκουστικῶν συχνότητων (AF) (audio-Frequencies) τὰ ὁποῖα ἐπερτίθενται ἐπὶ τῶν ραδιοφωνικῶν συχνότητων. Ἡ διαδικασία αὕτη καλεῖται διαμορφωσις. Ἐνα διαμορφωμένον κύμα συνίσταται ἀπὸ δέσμην συχνότητων. Εἰς τὸν δέκτην, αἱ συχνότητες συμπλέκονται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἀναπαράγωνται αἱ ἀκουστικαὶ συχνότητες, αἱ ὁποῖαι διήγουν τὸν μικρόφωνον. Ὁ δῆλον ὅτι τὰ ἀκουστικὰ σήματα νὰ ἐπιλέγῃ

και να ένωσή τας επίθυμητάς συχνότη-
τας.

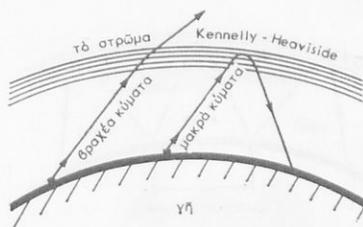
**ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΑ-
ΣΤΗΜΑΤΟΣ.** Τα έκπεμπόμενα υπό κε-
ραίας ηλεκτρομαγνητικά κύματα άποτε-
λούνται από δύο πεδία, ηλεκτρικόν και
μαγνητικόν. Αί δυναμικαί γραμμαι των
πεδίων αυτών είναι κάθετοι μεταξύ των,
κινούνται δέ ταύτα με την ταχύτητα του
φωτός. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβο-
λία, τὸ φῶς, ἡ ακτινοβολομένη θερμό-
της, αἱ ακτίνες X, συνίστανται ἀπὸ κύ-
ματα τοῦ αὐτοῦ τύπου ἀλλὰ διαφόρου
μήκους κύματος. Δοθειῶν τῶν συχο-
τήτων τῶν διαφόρων κυμάτων εἶναι δυ-
νατὸν νὰ προσδιορισθῇ τὸ μῆκος κύμα-
τος αὐτῶν βάσει τῆς σχέσεως:

Ταχύτης = Συχνότης × Μῆκος Κύματος

Ἡ ταχύτης μεταδόσεως τῶν ηλεκτρο-
μαγνητικῶν κυμάτων εἶναι 300000 km/
sec. Ἐπομένως ὅταν σταθμὸς ἐπέμπη
σῆμα συχνότητος 1000 km/sec τὸ μῆκος
κύματος αὐτοῦ εἶναι 300 m/sec.

ΜΙΚΡΟΚΤΜΑΤΑ καλοῦνται τὰ κύματα
συχνότητος ἀπὸ 10000 Mc/sec ἕως
30000 Mc/sec ἢ μήκους κύματος 1 cm
ἕως 3 cm. Αἱ ιδιότητες αὐτῶν εἶναι πα-
ρεμφερεῖς πρὸς τὰς ιδιότητες τῶν φω-
τεινῶν ακτίνων· ὀδεύουν εὐθυγράμμως
καὶ ἀνακλῶνται ὅταν προσκρούσουν ἐπὶ
ἀντιχειμένον. Λόγω τῶν ιδιοτήτων των
αὐτῶν, χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀνα-
κάλυψιν καὶ προσδιορισμὸν τῆς θέσεως
ἀεροπλάνων, πλοίων, ἀκτῶν κ.ἄ. Τῇ βοη-
θείᾳ των γίνεται ἡ πρόγνωση τῶν τυ-
φῶνων καὶ ἡ ἐγκαιρὸς προειδοποίησις
τοῦ πληθυσμοῦ. Ἐπίσης διὰ τῶν μικρο-
κυμάτων γίνεται ἡ προσγειώσις ἀερο-
πλάνων ὅταν ἡ δρατότης εἶναι κακὴ καὶ
ὁ διάδρομος προσγειώσεως σχεδὸν ἀόρα-
τος διὰ τὸν πιλότον.

**ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΤΟΥ KENNELLY —
HEAVISIDE.** Ἐκ πολλῶν πειραμάτων
κατεδείχθη ὅτι, εἰς τὰ ἀνώτατα στρώμα-
τα τῆς ἀτμοσφαιρας ὑπάρχει στρῶμα ἢ
στρώματα ἰόντων, τὰ ὁποῖα ὡς πιστεύε-
ται προεκλήθησαν ἀπὸ τὴν ἡλιακὴν ἀκτι-
νοβολίαν. Τὸ στρῶμα τοῦτο ἐκλήθη στρῶ-
μα Kennelly - Heaviside, πρὸς τιμὴν αὐ-



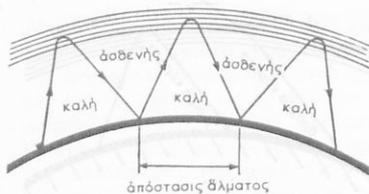
Σχ. 78—3. Διάθλασις καὶ ἀνάκλασις τῶν
ηλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων ἐπὶ τοῦ στρώ-
ματος Kennelly—Heaviside.

τῶν οἱ ὁποῖοι τὸ ἀνεκάλυψαν, εὐρίσκεται
δὲ εἰς ὕψος 100 km—400 km (σχῆμα
78—3). Τὸ ὕψος του, μεταβάλλεται κα-
τὰ τὴν διάρκειαν τοῦ 24ώρου· ἐλαττοῦ-
ται τὴν ἡμέραν καὶ αὐξάνει τὴν νύκτα.
Μεταβάλλεται ἐπίσης ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡ-
μέραν, καὶ ἀπὸ ἐποχῆς εἰς ἐποχὴν. Θυέλ-
λαι, προκύπτουσαι ἀπὸ τὰς ἡλιακὰς κη-
λίδας, προκαλοῦν ἐντόνους μεταβολὰς εἰς
τὸ στρῶμα τοῦτο.

Ἡ σημασία τοῦ στρώματος Kennelly
—Heaviside ἐγκτεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι,
τοῦτο δρᾷ ὡς κάτοπτρον διὰ τὰ ραδιοφω-
νικὰ κύματα, μερικὰ τῶν ὁποίων ὑφί-
στανται ἀνάκλασιν καὶ ἐπιστρέφουν εἰς
τὴν γῆν (σχῆμα 78 - 3).

Τὸ ποσοστὸν τῶν διαθλωμένων καὶ ἀ-
νακλωμένων ραδιοφωνικῶν κυμάτων, ἐ-
ξαρτᾶται ἀπὸ τὴν γωνίαν, ὑπὸ τὴν ὁ-
ποίαν ταῦτα προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ στρώμα-
τος, ὡς ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος κύματος
αὐτῶν. Τὰ ὑπερβραχέα κύματα διαθλῶν-
ται εἰς ἐλάχιστον βαθμὸν διέρχονται δι'
αὐτοῦ ἀπομακρυνόμενα ἀπὸ τὴν γῆν.
Ἀντιθέτως τὰ μακρὰ κύματα διαθλῶνται
εὐκόλως μεγάλον δὲ ποσοστὸν αὐτῶν ἐπι-
στρέφει εἰς τὴν γῆν ἀνακλωμένον ἐπ'
αὐτοῦ.

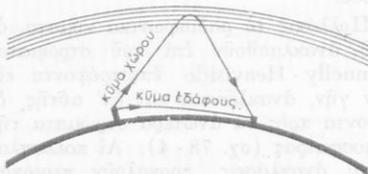
Πολλὰκις τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα, ἀ-
φροῦ ἀνακλασθῶν ἐπὶ τοῦ στρώματος
Kennelly - Heaviside ἐπιστρέφονται εἰς
τὴν γῆν, ἀνακλῶνται καὶ ἐπ' αὐτῆς, ὀ-
δεύοντα πρὸς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς
ἀτμοσφαιρας (σχ. 78 - 4). Αἱ πολλαπλαῖ
αὐταὶ ἀνακλάσεις, προκαλοῦν περιοχὰς
καλῆς καὶ κακῆς λήψεως τῶν κυμάτων.
Τοιοῦτοτρόπως παρουσιάζεται τὸ φαινό-
μενον τῶν ἐναλλάξ περιοχῶν καλῆς καὶ



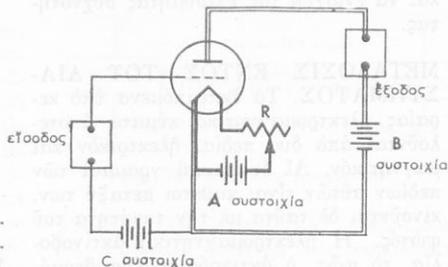
Σχ. 78—4. Ἡ λήψις τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων εἶναι καλὴ εἰς τὰ σημεῖα τῆς τροχιάς τῶν ἀνακλωμένων κυμάτων καὶ ἀσθενής εἰς τὰ ἄλλα σημεῖα.

ἀσθενοῦς λήψεως. Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν περιοχῶν καλῆς ἢ ἀσθενοῦς λήψεως καλεῖται ξώνησιγῆς. Τὸ σχῆμα 78—5 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ στρώμα Kennelly - Heaviside προκαλεῖ τὴν ἀλληλεπίδρασιν δύο κυμάτων. Ὅταν ἓνα σημεῖον τῆς γῆς προσβάλλεται τόσον ἀπὸ τὸ ἀνακλω-μενον κύμα ἢ κῦμα χῶρου ὡς λέγεται, ὅσον καὶ ἀπὸ τὸ κῦμα ἐδάφους, τότε, συμφώνως πρὸς τὸ φαινόμενον τῆς συμβολῆς, ἀναλόγως τῆς διαφορᾶς φάσεως τῶν δύο κυμάτων, δυνατὸν νὰ προκληθῇ ἐνίσχυσις ἢ ἐξασθένισις τῆς λήψεως. Δεδομένου ὅτι τὸ στρώμα Kennelly - Heaviside μεταβάλλει ὕψος καὶ πυκνότητα, ἀναλόγως τῶν τοπικῶν συνθηκῶν, ἡ συμβολὴ τοῦ κύματος ἐδάφους καὶ κύματος χῶρου, δὲν εἶναι χρονικῶς σταθερὰ ἀλλὰ ἐμφανίζεται καὶ ἐξαφανίζεται, προκαλοῦσα οὕτω ἓνα φαινόμενον τὸ ὁποῖον καλεῖται διαλείψις (fading).

Ο ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΩΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ. Διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ τριπολικοῦ σωληνῶς



Σχ. 78—5. Ἡ συμβολὴ τοῦ κύματος χῶρου καὶ τοῦ κύματος ἐδάφους, συχνάκις προκαλεῖ τὰς διαλείψεις (fading).



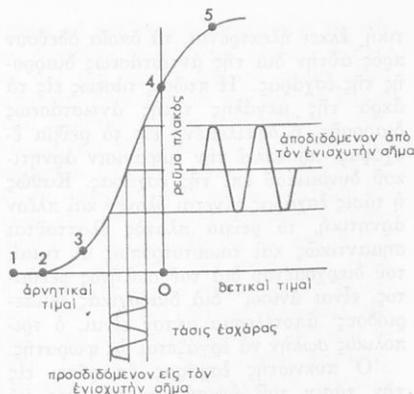
Σχ. 78—6. Ὁ τριπολικὸς σωλὴν ὡς ἐνισχυτής.

ὡς ἐνισχυτοῦ, χρησιμοποιεῖται ἢ εἰς τὸ σχῆμα 78—6 δεικνυμένην διάταξιν. Τὸ νῆμα θερμαίνεται ὑπὸ τῆς συστοιχίας A ἐνῶ τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον τὸ διαρρέει, ρυθμίζεται ὑπὸ τῆς μεταβλητῆς ἀντιστάσεως R ἢ ροοστάτου ὡς καλεῖται αὕτη. Ὁ ροοστάτης δύνανται νὰ παραλειφθῇ ἐφ' ὅσον ἡ ΗΕΔ τῆς συστοιχίας A εἶναι τοιαύτης τιμῆς, ὥστε νὰ δύνανται νὰ συνδεθῇ μετὰ τὸν σωλῆνα χωρὶς οὗτος νὰ καταστραφῇ. Τὸ κύκλωμα τῶν νημάτων δεικνύεται διὰ μαύρης γραμμῆς.

Ὁ ἀρνητικὸς πόλος τῆς συστοιχίας B, συνδέεται πρὸς τὸ νῆμα τοῦ σωληνῶς, ἐνῶ ὁ θετικὸς αὐτῆς πόλος, μέσῳ τῆς «ἐξόδου», πρὸς τὴν πλάκα αὐτοῦ. Τὸ κύκλωμα «ἐξόδου» δυνατὸν νὰ εἶναι ἓνα τηλεφώνον, megάφωνον, μετασχηματιστὴς συνδεδεμένον μετὰ δεύτερον ἐνισχυτῆν, ἢ οἰαδήποτε ἄλλη συσκευή. Τὸ κύκλωμα ἐξόδου, τὸ ὁποῖον καλεῖται συνήθως κύκλωμα πλακός, δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 78 - 6 με διπλῆν γραμμῆν.

Τὸ πρὸς ἐνίσχυσιν ἐναλλασσομένον ρεῦμα, προκαλεῖ μεταβολὰς τοῦ δυναμικοῦ ἐσχάρας, ἀπ' εὐθείας ἢ μέσῳ μετατροπῆς. Τοῦτο λαμβάνεται ἀπὸ τὸ «κύκλωμα εἰσόδου» τοῦ ἐνισχυτοῦ, τὸ ὁποῖον δεικνύεται διὰ λεπτῆς γραμμῆς.

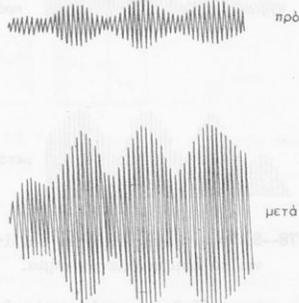
Τὸ νῆμα ἐκπέμπει σταθερὸν ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων ἀνά μονάδα χρόνον, με ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν ρεῦματος σταθερᾶς τιμῆς, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὸ κύκλωμα πλακός. Ἐὰν σῆμα, ὑπὸ μορφήν ἐναλλασσομένης τάσεως, ἐφαρμοσθῇ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυκλώματος εἰσόδου, ἡ τάσις ἐσχάρας δὲν θὰ παραμῆνι σταθερὰ, ἀλλὰ θὰ μεταβάλλεται συναρτήσει τοῦ σήματος. Αἱ μεταβολαὶ τῆς τάσεως ἐσχά-



Σχ. 78—7. Μεταβολὴ τοῦ ρεύματος πλάκός συναρτήσει τῆς τάσεως ἐσχάρας.

ρας προκαλοῦν μεταβολὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος πλάκός, με ἀποτέλεσμα ἢ τάσις ἐξόδου νὰ μεταβάλλεται. Διὰ νὰ εἶναι αἱ μεταβολαὶ τῆς τάσεως ἀνάλογοι τῶν μεταβολῶν τοῦ σήματος, ἢ λυχνία πρέπει νὰ ἐργάζεται εἰς τὴν, μεταξύ τῶν σημείων 3 καὶ 4, περιοχὴν τοῦ σχήματος 78—7. Ἡ λειτουργία τῆς λυχνίας, εἰς τὴν περιοχὴν ἄνω τοῦ σημείου 4 ἐπιτυγχάνεται μόνον, ὅταν ἡ πηγὴ C τροφοδοτῆ τὸ κύκλωμα πλάκός διὰ καταλλήλου τάσεως. Τὸ σχῆμα 78—8 παριστᾷ τὴν ἀλληλουχίαν τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων, πρὸ καὶ μετὰ τὴν ἐνίσχυσιν αὐτῶν.

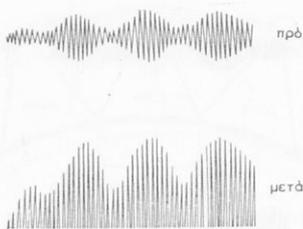
Ο ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΩΣ ΦΩΡΑΤΗΣ. Ὁ δέκτης πρέπει νὰ εἶναι ἱκανὸς νὰ διαμορφώῃ τὸ λαμβανόμενον σήμα, εἰς τρόπον ὅστε, τοῦτο ἐξερχόμενον ἀπὸ αὐτῶν, νὰ ἀντιστοιχῆ πλήρως μετὰ τὸ ἀκουστικῆς συχνότητος σήμα, τὸ ὁποῖον διήγειρε τὸ μικρόφωνον τοῦ πομποῦ. Ὁ ἠλεκτρονικὸς σωλὴν ἢ ὁ κρύσταλλος τοῦ δέκτου, ὁ ὁποῖος μετατρέπει τὸ ὑψηλῆς συχνότητος σήμα, τὸ ὁποῖον λαμβάνει ὁ δέκτης, εἰς σήμα ἀκουστικῆς συχνότητος καλεῖται *φωρατής*. Τὸ διαμορφωμένον κύμα (σχῆμα 78—1), ἐφ' ὅσον παράγεται ὑπὸ ἀλλῆς διαμορφωμένης συχνότητος f , συνίσταται ἀπὸ τρεῖς συχνότητας: τὴν μὴ διαμορφωμένην ραδιοφωνικὴν συχνότητα F ἢ φέρουσαν συχνότητα ὡς ἄλλως καλεῖται αὕτη, καὶ τὰς συχνότητας $F+f$ καὶ $F-f$.



Σχ. 78—8. Αἱ μορφαὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων πρὸ καὶ μετὰ τὴν ἐνίσχυσιν αὐτῶν.

Ὁ δέκτης πρέπει νὰ λάβῃ μόνον τὴν συχνότητα f ἀπὸ τὰς τρεῖς αὐτὰς συχνότητας. Τὴν ἐπιλογὴν τῆς συχνότητος f , ἀπὸ τὰς τρεῖς, ἐκτελεῖ ὁ φωρατής, ὁ ὁποῖος προκαλεῖ τὴν συμβολὴν τῶν τριῶν, συχνότητων F , $F+f$ καὶ $F-f$ εἰς τρόπον ὅστε εἰς τὸ κύκλωμα ἐξόδου αὐτοῦ νὰ παρουσιάζεται μόνον ἡ συχνότης f . Ὁ φωρατής ἐπιτυγχάνει τὴν ἀπομόνωσιν τῆς συχνότητος f , ἐπιτρέπων τὴν κατὰ τὸ ἐν ἥμισυ τῆς περιόδου διέλευσιν δι' αὐτοῦ περισσοτέρου ρεύματος παρὰ εἰς τὸ δεῦτερον ἥμισυ αὐτῆς.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ τάσις τῆς ἐσχάρας εἶναι τοιαύτη ὅστε τὸ ρεῦμα πλάκός νὰ ἴσῃ πρὸς μηδέν (σημείον 2 σχήματος 78—7). Ὅταν ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἐσχάρας τὸ λαμβανόμενον σήμα, ἢ τάσις ἐσχάρας θὰ μεταβάλλεται συμφώνως πρὸς τὸ σήμα, αἱ δὲ τιμαὶ αὐτῆς θὰ αὐξομειοῦνται περίεξ τῆς σταθερᾶς αὐτῆς τιμῆς. Ὅταν ἡ τιμὴ τῆς τάσεως πλάκός θὰ ἐλαττοῦται (θὰ γίνεται ὀλιγώτερον ἀρνητικῆ) θὰ ἀποκαθίσταται τὸ κύκλωμα πλάκός, ἐνῶ ὅταν ἡ τιμὴ τῆς τάσεως πλάκός θὰ αὐξάνῃ (θὰ γίνεται περισσότερο ἀρνητικῆ) δὲν θὰ ὑπάρχη ροὴ ἠλεκτρονίων ἀπὸ τὴν κάθοδον πρὸς τὴν ἄνοδον. Οὕτω ρεῦμα θὰ διέρχεται διὰ τοῦ σωλῆνος μόνον κατὰ τὰς θετικὰς ἡμιπεριόδους (σχῆμα 78—9). Εἰς τὸ σχῆμα 78—9 δεῖκνύεται ὅτι τὸ σήμα ἐξέρχεται ἀπὸ τὴν ἐξόδον (ἢ ὁποῖα σημειοῦνται ὡς εἰς τὰς) ἐνισχυμένον καὶ δια-

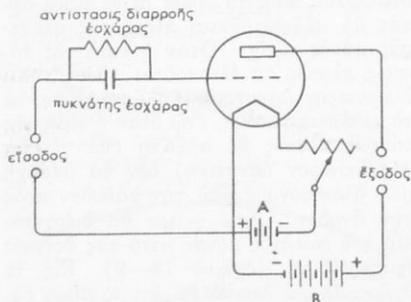


Σχ. 78—9. Ο φωρατής ενισχύει και άνορθώνει το λαμβανόμενον σήμα.

μορφωμένον. Τοῦτο περιέχει τὴν διαμορφωμένην συχνότητα, ἀλλὰ μόνον τὰ θετικὰ ἡμικύματα τοῦ φέροντος κύματος. Ἡ καμπύλη, ἢ ὁποία ἐνάνει τὰς μέγιστας τιμὰς τῆς ὑψισύχνου ταύτης συχνότητος, παριστᾷ τὴν διαμορφωμένην συχνότητα f ἢ ὁποία μετὰ τὴν ἐνίσχυσιν αὐτῆς προσβάλλει τὸ μέγαιφονον.

Ὁ τριπολικὸς σωλῆν ὡς περιεγράφη ἀνωτέρω καλεῖται «φωρατῆς τάσεως». Διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ σωλῆνος ὡς φωρατοῦ δὲν εἶναι ἀπαραίτητον ἡ ἔντασις τοῦ κύκλωματος πλάκῶς νὰ μηδενίζεται εἰς τὰς ἡμπεριοδούς. Ἡ λειτουργία τοῦ σωλῆνος ἐξασφαλίζεται ἀρκεῖ τὰ διερχόμενα διὰ τοῦ σωλῆνος ρεύματα νὰ εἶναι ἄνισα κατὰ τὴν διάρκειαν δύο διαδοχικῶν ἡμπεριοδῶν.

Δεύτερος τρόπος χρησιμοποίησεως τοῦ τριπολικῦ σωλῆνος ὡς φωρατοῦ καὶ ἐνισχυτοῦ ταυτοχρόνως, δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 78—10. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆν ἡ ἐσχάρα τροφοδοτεῖται ἀπ' εὐθείας διὰ τοῦ σήματος. Ὅταν αὕτη γίνῃ θε-



Σχ. 78—10. Ὁ τριπολικὸς σωλῆν ὡς ἐνισχυτής καὶ φωρατῆς ἐπιβλήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

τική, ἔλκει ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα ὀδεύουν πρὸς αὐτὴν διὰ τῆς ἀντιστάσεως διαρροῆς τῆς ἐσχάρας. Ἡ πῶσις τάσεως εἰς τὰ ἄκρα τῆς μεγάλης τιμῆς ἀντιστάσεως διαρροῆς, ἢ ὀφειλομένη εἰς τὸ ρεῦμα ἐσχάρας, προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν ἀρνητικοῦ δυναμικοῦ ἐπὶ τῆς ἐσχάρας. Καθὼς ἡ τάσις ἐσχάρας γίνεται ὀλονὲν καὶ πλέον ἀρνητική, τὸ ρεῦμα πλάκῶς ἐλαττοῦται σημαντικῶς καὶ τοιουτοτρόπως αἱ τιμαί, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ σωλῆνος ρεύματος, εἶναι ἄνισοι διὰ διαδοχικὰς ἡμπεριοδούς· ἀποτελέσματα αὐτοῦ εἶναι, ὁ τριπολικὸς σωλῆν νὰ ἐργάζεται ὡς φωρατῆς.

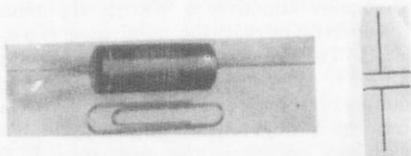
Ὁ πυκνωτῆς ἐσχάρας ἐπιτρέπει εἰς τὴν τάσιν τοῦ ὑψισύχνου σήματος νὰ φθάσῃ εἰς τὴν ἐσχάραν χωρὶς νὰ διέρχεται διὰ μέσου τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως R . Ἡ τιμὴ τῆς R κυμαίνεται ἀπὸ 50kΩ ἕως μερικὰ megΩ (ΜΩ). Ἡ τιμὴ τοῦ πυκνωτοῦ ἐσχάρας εἶναι περίπου 0,00025 μF.

Ὁ ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΩΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ. Ἐτερον σημαντικὸν χαρακτηριστικὸν τοῦ τριπολικῦ σωλῆνος εἶναι ἡ ἰκανότης αὐτοῦ νὰ παράγῃ ὑψισύχνου ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις. Τὸ σχῆμα 78—12 δεικνύει ἕνα ἀπλοποιημένον κύκλωμα ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ νῆμα θερμάνσεως τῆς καθόδου καὶ τὸ ἰδιαιτερον αὐτοῦ κύκλωμα ἔχουν παραλειφθῆ, διότι δὲν ἐπιβαλῶν οὐδόλως εἰς τὴν παραγωγὴν τῶν ταλαντώσεων.

Τὸ κύκλωμα πλάκῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν πηγὴν B καὶ τὸ πηνίον L_2 , ἐνῶ τὸ κύκλωμα ἐσχάρας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ πηνίον L_1 καὶ τὸν πυκνωτὴν C_1 .

Ἐπιβάλλεται, ἢ καθόδος ἐκπέμπει συνεχῶς ἠλεκτρόνια.

Ὅταν κλείσωμεν τὸν διακόπτην S ἢ θετικὴ πλάξ ἔλκει τὰ ὑπὸ τῆς καθόδου ἐκπεμπόμενα ἠλεκτρόνια, καὶ ἀποκαθί-



Σχ. 78—11. Τυπικὸς πυκνωτῆς καὶ ἡ σχηματικὴ παράστασις αὐτοῦ.

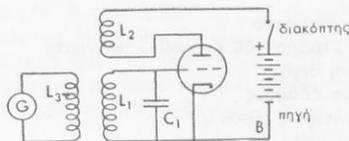
σταται τὸ κύκλωμα πλακὸς ὅποτε τὸ ρεῦμα, διαρρέον τὸ κύκλωμα πλακὸς, διέρχεται διὰ τοῦ πηνίου L_2 , τὸ ὁποῖον εἶναι τοποθετημένον πλησίον τοῦ πηνίου L_1 καὶ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε αὐξήσῃ, τοῦ, διαρρέοντος τοῦ πηνίου L_2 , ρεύματος, συνεπαγεται ἀνάπτυξιν ΗΕΔ ἕξ ὑπαγωγῆς εἰς τὸ πηνίον L_1 , ἡ ὁποία φορτίζει θετικῶς τὴν ἐσχάραν. (Γενικώτερον, πᾶσα μεταβολὴ τοῦ διαρρέοντος τοῦ πηνίου L_2 ρεύματος προκαλεῖ τὴν ἀνάπτυξιν ΗΕΔ ἕξ ὑπαγωγῆς εἰς τὸ πηνίον L_1). Ἡ θετικῶς φορτισμένη ἐσχάρα προκαλεῖ αὐξήσῃ τοῦ ρεύματος πλακὸς, ἡ αὐξήσῃς δὲ αὕτη, ἐπιδορᾷ ἐπὶ τῆς τάσεως ἐσχάρας. Τοιοῦτοτρόπως ἐντὸς ἐλαχίστου χρονικοῦ διαστήματος τὸ ρεῦμα πλακὸς λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν (σημεῖον 5 τοῦ διαγράμματος 78—7).

Ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα πλακὸς δὲν μεταβάλλεται, ἡ σύζευξις τῶν πηνίων L_2 καὶ L_1 παύει, ἡ ἐσχάρα ἀποβάλλει τὸ θετικὸν φορτίον τῆς καὶ ὡς ἐκ τούτου, τὸ ρεῦμα πλακὸς ἀρχίζει νὰ ἐλαττωταί. Λόγω τῆς μεταβολῆς τοῦ ρεύματος πλακὸς ἐπανασυζεύγνυνται τὰ πηνία L_2 καὶ L_1 , τὸ δὲ πηνίον L_2 ἐπάγει εἰς τὸ L_1 ἀρνητικὸν δυναμικόν, τὸ ὁποῖον φορτίζει ἀρνητικῶς τὴν ἐσχάραν. Ἡ ἀρνητικῶς φορτισμένη ἐσχάρα προκαλεῖ περαιτέρω ἐλάττωσιν τοῦ ρεύματος πλακὸς, ἡ ἐλάττωσις δὲ αὕτη ἐπιδορᾷ ἐν συνεχείᾳ ἐπὶ τῆς τάσεως ἐσχάρας, εἰς τρόπον ὥστε ἐντὸς ἐλαχίστου χρονικοῦ διαστήματος τὸ ρεῦμα πλακὸς μηδενίζεται (σημεῖον 2 τοῦ διαγράμματος 78—7).

Ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα πλακὸς δὲν μεταβάλλεται, ἡ σύζευξις τῶν πηνίων L_2 καὶ L_1 παύει, ἡ ἐσχάρα χάνει τὸ ἀρνητικὸν αὐτῆς φορτίον καὶ ὡς ἐκ τούτου, τὸ ρεῦμα πλακὸς ἀρχίζει νὰ αὐξάνῃ καὶ οὕτω ἐπαναλαμβάνεται ἡ αὐτὴ διαδικασία.

Αἱ ἐπαναλαμβανόμεναι ἀξομειώσεις τοῦ ρεύματος πλακὸς ἀποτελοῦν τὰς ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις τῶν ὁποίων ἡ συχνότης δυνατὸν νὰ εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10^6 ἀνὰ sec.

Ἄξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι, τὸ ρεῦμα πλακὸς μεταβάλλεται ἀπὸ μηδὲν ἕως μίᾳς μεγίστης τιμῆς, ἀλλὰ παραμένει πάντοτε θετικόν. Δὲν λαμβάνει ποτὲ ἀρνητικὰς τιμὰς. Ὅς ἐκ τούτου δὲν εἶναι ἐναλλασσόμενον. Τὸ μεταβαλλόμε-



Σχ. 78—12. Ἀπλοποιημένον κύκλωμα παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων.

νον ρεῦμα πλακὸς ἐπάγει εἰς τὸ πηνίον L_3 τοῦ σχήματος 78—12 ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

Ἡ ἐνέργεια διὰ τὴν δημιουργίαν τῶν ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων παρέχεται ὑπὸ τῆς πηγῆς B, ἡ δὲ συχνότης αὐτῶν ἐξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν τοῦ πηνίου L_1 καὶ τὴν χωρητικότητα τοῦ πυκνωτοῦ C_1 . Κυκλώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν αὐτεπαγωγὴν καὶ χωρητικότητα, παρουσιάζουν ὡς γνωρίζομεν, φυσικὴν συχνότητα συντονισμοῦ. Τὸ χαρακτηριστικὸν τοῦτο εἶναι οὐσιώδους σημασίας διὰ τὰ κυκλώματα ραδιοηλεκτρονικίας. Μεταβάλλοντες τὴν χωρητικότητα, τοῦ πυκνωτοῦ τοῦ κυκλώματος ἐπιλογῆς, ἐνὸς δέκτου ἐπιτυχάνομεν ὥστε ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια τοῦ πομποῦ νὰ διεγείρῃ ἐντονότερον τὴν κεραίαν λήψεως. Αἱ συχνότητες τῶν κυκλωμάτων ταλαντώσεων μὲ συνήθεις τριπολικούς σωληνας, κυμαίνονται ἀπὸ μερικὰς περιόδους ἀνὰ δευτερόλεπτον ἕως μερικὰς ἑκατοντάδας ἑκατομμυρίων περιόδους ἀνὰ δευτερόλεπτον. Τὰ περισσότερα κυκλώματα ταλαντώσεων δὲν εἶναι τόσο ἀπλᾶ, ὡς τὸ προαναφεθὲν, πάντως ἡ βασικὴ ἀρχὴ λειτουργίας των εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα. Μέρος τῆς ἐνεργείας τῆς πηγῆς B ἀποδίδεται πίσω εἰς τὸ κύκλωμα ἐσχάρας.

Ἐὰν τὸ πηνίον L_2 συνδεθῇ ἀντιστροφῶς, (σχ. 78—12) εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐσχάρα νὰ λαμβάνῃ ἀρνητικὰς τιμὰς ὅταν τὸ ρεῦμα πλακὸς αὐξάνῃ, ὁ τριπολικὸς σωλὴν δὲν παράγει ταλαντώσεις.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Διαμόρφωσις εὐρους
- Διαμόρφωσις συχνότητος
- Χιλιόκυκλος (Κc)
- Μεγάκυκλος (Μc)
- Ραδιοφωνικαὶ Συχνότητες
- Ἀκουστικαὶ Συχνότητες

Μικροκύματα
Τό Στρώμα του Kennelly—Heaviside
Ζώνη οιγής
Κύμα έδάφους
Διαλείψεις (Fading)
Ένισχυτής
Ροοστάτης
Κύκλωμα πλακός
Φωρατής
Ταλαντωτής

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Κατά τί διαφέρουν τὰ ραδιοφωνικά κύματα από τὰ φωτεινά κύματα;
2. Σχεδιάσατε τὰ ραδιοφωνικά κύματα πρό και μετά τήν διαμόρφωσιν εύρους.
3. Σχεδιάσατε τὰ ραδιοφωνικά κύματα πρό και μετά τήν διαμόρφωσιν συχνότητας.
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες ραδιοφωνικάι συχνότητες και τί άκουστικάι συχνότητες;
5. Κατά τί ομοιάζουν αί άκτινες Χ πρὸς τὰ ραδιοφωνικά κύματα; Κατά τί διαφέρουν;
6. Τί καλοῦνται μικροκύματα;
7. Ποία ή φύσις τοῦ στρώματος Kennelly-Heaviside; Περιγράψατε μερικὰ από τὰ χαρακτηριστικά τοῦ στρώματος αὐτοῦ.
8. Κατά ποῖον τρόπον επηρεάζει τὸ στρώμα Kennelly - Heaviside τὰ ηλεκτρομαγνητικά κύματα;
9. Ποία ή εξήγησις τῆς ζώνης οιγῆς; τῶν διαλείψεων;
10. Έξηγήσατε τὸν τρόπον λειτουργίας τοῦ τριπολικοῦ σωλήνος ὡς ένισχυτοῦ.
11. Κατά ποῖον τρόπον εἶναι δυνατόν ὁ τριπολικὸς σωλήν νά χρησιμοποιηθῆ ὡς φωρατής;
12. Σχεδιάσατε, τὰ κατόπιν φωράσεως, διαμορφωμένα κατ' εύρος ραδιοφωνικά κύματα.
13. Σχεδιάσατε τὸ κύκλωμα ένὸς τριπολικοῦ σωλήνος χρησιμοποιουμένου ὡς φωρατοῦ τάσεως.
14. Έξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον, τριπολικὸς σωλήν παράγει ήλεκτρικάς ταλαντώσεις.
15. Εἶναι δυνατόν τὸ ρεύμα πλάκός του

πολικὸν σωλήνος νά λάβη άρνητικάς τιμὰς;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Έκπέμπονται, κατὰ τήν πῶσιν κεραυνοῦ, ραδιοφωνικά κύματα;
2. Έάν γνωρίζετε τήν συχνότητα έκπομπῆς, ένὸς ραδιοφωνικοῦ σταθμοῦ, πῶς μορδεῖτε νά προσδιορίσητε τὸ μήκος κύματος τῶν έκπεπομένων ὑπ' αὐτοῦ ραδιοφωνικῶν κυμάτων;
3. Εἶναι δυνατόν συνεχές ρεύμα νά μετατραπῆ εἰς έναλλασσόμενον; Άναφέρατε τοὺς λόγους.
4. Μπορεῖτε νά εξηγήσετε τί νοοῦμεν λέγοντες τάσις καθόδου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ. Διὰ νά αντίληφθῆτε πληρέστερον τήν κατασκευήν και λειτουργίαν τῶν ήλεκτρονικῶν σωλήνων, λάβετε ένα παλαιόν και άχρηστον ήλεκτρονικόν σωλήνα τοῦ ραδιοφώνου σας, άφαιρέσατε τὸ ὑάλινον περιβλήμα του και παρατηρήσατε προσεκτικῶς τὰ διάφορα τμήματα από τὰ ὁποία άποτελεῖται. Εἰσθε εἰς θέσιν νά αναγνωρίσητε τήν κάθοδον, τήν πλάκα και τὰς εσχάρας;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ποῖον τὸ μήκος κύματος, εἰς m, ραδιοφωνικοῦ κύματος συχνότητας 55 ke/sec;
2. Ποία ή συχνότης ραδιοφωνικοῦ κύματος, ὅταν τὸ μήκος κύματος αὐτοῦ εἶναι 1 km;
3. Ἡ αντίστασις έξόδου, τριπολικῶν σωλήνος, λειτουργούντος ὡς ένισχυτοῦ, εἶναι 10 ΚΩ. Έάν ή αντίστασις πλάκός τοῦ σωλήνος (άντίστασις μεταξὺ πλάκός και καθόδου) εἶναι 15 ΚΩ ή δέ εφαρμοζομένη ὑπὸ τῆς πηγῆς Β, τάσις 225V, πόση ή έντασις πλάκός ή ὁποία διαρρέει τὸν σωλήνα;

B

4. Συντελεστής έπιτάξεως ένὸς ήλεκτρο-

νικού σωλήνος κενού, καλείται ο λόγος της μεταβολής του ρεύματος πλάκως πρὸς τὴν ἀντίστοιχον μεταβολὴν τῆς τάσεως ἐσχάρως. Ὁ Συντελεστὴς ἐνισχύσεως μετρεῖται συνήθως εἰς

mA/V ἢ $\mu\Omega$. Δοθέντος ὅτι, τὸ ρεῦμα πλάκως διὰ τάσιν ἐσχάρως 1,8V εἶναι 20mA καὶ διὰ τάσιν -3,4V, 12 mA ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ ὁ συντελεστὴς ἐνισχύσεως τοῦ σωλήνος.

ΕΔΑΦΙΟΝ 79. Πομπὴ καὶ Δέκτηι.

Ο ΠΟΜΠΟΣ. Τὸ σχῆμα 79—1 ἀποτελεῖ τὸ σχηματικὸν διάγραμμα ἐνὸς ἀπλοῦ ραδιοφωνικοῦ πομποῦ, εἰς τὸ ὁποῖον ἐμφαίνονται τὰ κύρια σημεῖα λειτουργίας αὐτοῦ. Ὁ κρυσταλλικὸς ταλαντωτὴς παράγει ἀσθενεῖς ταλαντώσεις ὑψηλῆς συχνότητος (RF), αἱ ὁποῖαι ἐνισχύονται κατὰ μίαν ἢ περισσότεράς βαθμίδας ἐνισχύσεως.

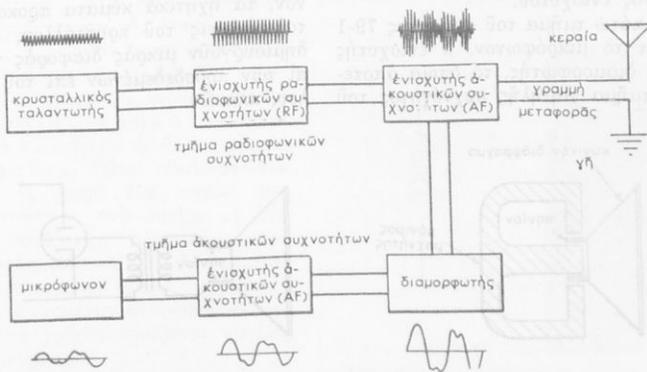
Τὰ ἤχητικὰ κύματα, δηλ. μουσικὴ, ὀμιλία κ.ο.κ., ἀφοῦ προσβάλουν τὸ μικρόφωνον, μετατρέπονται εἰς κύματα ἀκουστικῆς συχνότητος (AF), τὰ ὁποῖα διερχόμενα διὰ τοῦ ἐνισχυτοῦ ἀκουστικῆς συχνότητος, ἐνισχύονται. Ἀκολούθως διέρχονται διὰ τοῦ διαμορφωτοῦ ὁ ὁποῖος τὰ ἐνισχύει καὶ πάλιν, καὶ τὰ συνδέει μετὰ τὸ φέρον κύμα εἰς τὴν τελευταίαν βαθμίδα ἐνισχύσεως αὐτοῦ. Αἱ μορφαὶ τῶν κυμάτων εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ κατωτέρω σχήματος, ὑποδηλοῦν τὰς μεταβολὰς τῶν ἠλεκτρικῶν ταλαντώσεων αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν εἰς ἐκάστην φάσιν λειτουργίας τοῦ πομποῦ.

Τὸ σχῆμα 79—2 παριστᾷ ἓνα ἀπλο-

ποιημένον κύκλωμα κρυσταλλικῶν ταλαντωτῶν. Ὁρισμένοι κρυσταλλοὶ ὡς τὸ Quartz, ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ταλαντοῦνται ὅταν τίθενται μεταξὺ δύο μεταλλικῶν πλάκων, αἱ ὁποῖαι τροφοδοτοῦνται μετὰ ἐναλλασσομένην τάσιν. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι γνωστὸν ὡς πιεζοηλεκτρικὸν φαινόμενον.

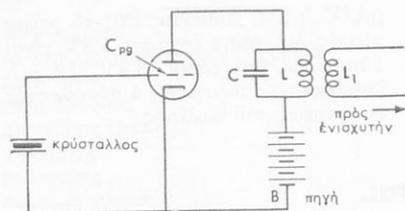
Οἱ κρυσταλλοὶ αὐτοὶ παρουσιάζουν φυσικὴν συχνότητα ταλαντώσεων, διὰ δοθείσας διαστάσεις καὶ σχήματα, ὡς ἀκριβῶς τὰ διαπασῶν. Κρυσταλλὸς ἐκ Quartz παρουσιάζει φυσικὴν συχνότητα ταλαντώσεων ὑπὸ κατάλληλον σχῆμα, 1000000 ταλαντώσεις ἀνὰ δευτερόλεπτον.

Εἰς τὸ σχῆμα 79—2 τὸ πηγίον L καὶ ὁ πυκνωτὴς C σχηματίζουν κύκλωμα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει τὴν αὐτὴν συχνότητα μετὰ τὴν φυσικὴν συχνότητα τοῦ κρυστάλλου. Ὅταν τὸ κύκλωμα πλάκως εἶναι κλειστὸν, μέρος τῆς παρεχομένης ὑπὸ τῆς πηγῆς B ἐνεργείας, ἀποδίδεται εἰς τὸ κύκλωμα ἐσχάρως, διὰ τοῦ πυκνωτοῦ, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται μεταξὺ πλάκως καὶ ἐσχάρως, καὶ ὁ ὁποῖος σημειοῦται εἰς τὸ



Σχ. 79—1. Ραδιοφωνικὸς πομπὸς διαμορφώσεως εἴρους.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



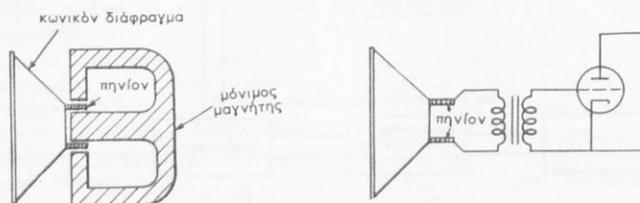
Σχ. 79—2. Κύκλωμα κρυσταλλικού ταλαντωτού.

σχήμα δια C_{pg} . Ἡ χωρητικότης αὐτῆ, ἂν καὶ μικρὰς τιμῆς ὑφίσταται ἕκ κατασκευῆς εἰς κάθε τριπολικὸν σωλήνα, προκαλεῖ δὲ ἀλληλεπίδρασιν μεταξὺ πλακῶς καὶ ἐσχάρας εἰς τρόπον ὥστε, νὰ δημιουργηθῶνται ἠλεκτρικὰ ταλαντώσεις. Λόγω τοῦ ὅτι ὁ κρύσταλλος ταλαντῶνται μὲ τὴν φυσικὴν αὐτοῦ συχνότητα, τείνει νὰ διατηρήσῃ τὰς ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις εἰς ὠρισμένην, σταθερὰν συχνότητα. Οἱ ταλαντωταί, οἱ ὁποῖοι περιεγράφησαν εἰς τὸ ἐδάφιον 78, δὲν διατηροῦν σταθερὰν μίαν ὠρισμένην συχνότητα τόσο ἀποδοτικῶς ὅσον οἱ κρυσταλλικοὶ ταλαντωταί. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, εἰς τοὺς ραδιοφωνικοὺς πομποὺς, ἐφ' ὅσον διὰ νόμου ἢ συχνότης ἐκπομπῆς πρέπει νὰ παραμένῃ σταθερά, χρησιμοποιοῦνται κατὰ κανόνα κρυσταλλικοὶ ταλαντωταί. Μέσω ἐνὸς μετατροπέως, ὡς τὸ πηνίον L_1 τοῦ σχήματος, μέρος τῆς ἐνεργείας τῶν ταλαντώσεων εἶναι δυνατόν νὰ μεταφερθῇ εἰς ἄλλο κύκλωμα, ὡς π. χ. εἰς τὸ κύκλωμα ἐνὸς ἐνισχυτοῦ.

Εἰς τὸ κάτω τμήμα τοῦ σχήματος 79-1 δεικνύεται τὸ μικρόφωνον, ὁ ἐνισχυτὴς τοῦ καὶ ὁ διαμορφωτῆς, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ τμήμα χαμηλῆς συχνότητος τοῦ

πομποῦ. Οἱ ἔρασιτέχνη χρησιμοποιοῦν μικρόφωνα ἄνθρακος, τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία ἀνεπτύχθη εἰς τὸ ἐδάφιον 70. Ἄλλος τύπος μικροφώνου εἶναι τὸ δυναμικὸν μικρόφωνον (σχήμα 79-3), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ἰσχυρὸν μόνιμον μαγνήτην καὶ ἕνα πηνίον συνδεδεμένον εἰς ἕνα κωνικὸν διάφραγμα. Ὅταν ἠχητικὰ κύματα προσπίπτουν ἐπὶ τῆς μεμβράνης, αὕτη ἐξαναγκάζεται εἰς ταλαντώσεις, με ἀποτέλεσμα τὸ πηνίον νὰ κινήται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ μόνιμου μαγνήτου, πλησιάζον ἢ ἀπομακρυνόμενον αὐτοῦ, καὶ νὰ δημιουργηθῆται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, τὸ ὁποῖον νὰ διαρρέῃ τοῦτο. Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος μεταβάλλεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἀνταποκρίνεται πλήρως πρὸς τὰς μεταβολὰς τῶν προσπιπτόντων ἐπὶ τῆς μεμβράνης ἠχητικῶν κυμάτων. Τὸ σχήμα 79-3 δεικνύει ἐπίσης τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ πηνίον εἶναι συνδεδεμένον πρὸς μετατροπέα ὑψηλῆς συχνότητος, τὸ δευτερεῶν τοῦ ὁποῖου ἀποτελεῖ τὸ κύκλωμα εἰσόδου ἐνὸς ἐνισχυτοῦ.

Ἄλλος τύπος μικροφώνου εἶναι τὸ μικρόφωνον τύπου ταχύτητος (Ribbon), τοῦ ὁποῖου αἱ γενικαὶ ἀρχαὶ λειτουργίας εἶναι αἱ αὐταὶ με τὰς τοῦ δυναμικοῦ μικροφώνου. Τὸ κρυσταλλικὸν μικρόφωνον λειτουργεῖ βάσει τοῦ πιεζοηλεκτρικοῦ φαινομένου. Εἶδομεν ὅτι, μεταβολαὶ τῆς ἐπιβαλλομένης τάσεως προκαλοῦν ταλαντώσεις τοῦ κρυστάλλου. Εἰς τὸ κρυσταλλικὸν μικρόφωνον, τὰ ἠχητικὰ κύματα προκαλοῦν τὰς ταλαντώσεις τοῦ κρυστάλλου, αἱ ὁποῖαι δημιουργοῦν μικρὰς διαφορὰς τάσεως ἐπὶ τῶν προσδεδεμένων ἐπὶ τοῦ κρυστάλλου, πλακῶν.



Σχ. 79—3. Δυναμικὸν Μικρόφωνον καὶ ὁ τρόπος συνδέσεως αὐτοῦ πρὸς μετατροπέα ὑψηλῆς συχνότητος.

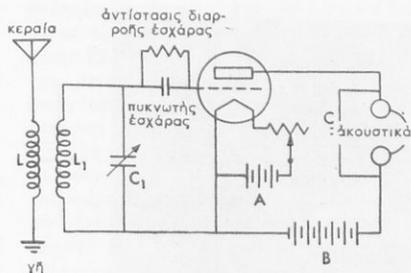
Αί, τοιουτοτρόπως, δημιουργούνται διαφοραί δυναμικού, οδηγούνται εις την είσοδον κυκλώματος ένισχυτοῦ. Μετά τὸν ένισχυτὴν ὀδεύουν πρὸς τὸν διαμορφωτὴν, ὁ ὁποῖος ἀφοῦ ένισχυσεὶ τὰς ἀξομειώσεις, τὰς συνδέει πρὸς τὸ φέρον κύμα ὑψηλῆς συχνότητος.

Αἱ διαμορφωθείσαι ταλαντώσεις ὑψηλῆς συχνότητος ὀδεύουν διὰ τῶν ἀγωγῶν τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς πρὸς τὴν κεραΐαν ἐκπομπῆς.

Η ΚΕΡΑΙΑ συνίσταται ἀπὸ ἀπλοῦν σύρμα ἢ ἀπὸ περισσότερα, τηρεῖται εἰς σχετικὸν ἕψος ἀπὸ τὸ ἔδαφος καὶ ἀναρτάται μέσῳ μονοτήρων ἀπὸ οἰοδήποτε ὑψηλὸν ἀντικείμενον κατάλληλον πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτόν. Εἰς τὴν κεραΐαν Marconi, ὁ ἕνας ἀγωγὸς τῆς γραμμῆς μεταφορᾶς, συνδέεται πρὸς τὴν κεραΐαν, ἐνῶ, ὁ δεύτερος προσγειώνεται. Τοιουτοτρόπως ἡ κεραΐα καὶ ἡ γῆ, σχηματίζουν ἕναν πυκνωτὴν. Καθὼς τὰ ἠλεκτρόνια ταλαντοῦνται ἐντὸς τοῦ πυκνωτοῦ αὐτοῦ, ἐκπέμπονται ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα εἰς τὸν χῶρον. Ἡ ἔντασις τῆς ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας εἶναι ἡ αὐτὴ πρὸς ὅλας τὰς κατεύθυνσεις. Εἶναι δυνατόν ὅμως, μεταβάλλοντες τὸ σχῆμα τῆς κεραΐας, νὰ ἐπιτύχωμεν συγκέντρωσιν τῆς ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας πρὸς μίαν κατεύθυνσιν. Κυρίως τοῦτο ἐπιτυγχάνεται εἰς τὴν ἐκπομπὴν βραχέων κυμάτων, κατὰ τὴν ὁποίαν, δι' εἰδικὸν ὕπολογισμοῦ τοῦ σχήματος τῆς κεραΐας, εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχωμεν συγκέντρωσιν τῆς ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας πρὸς μίαν κατεύθυνσιν καὶ ἐντὸς λίαν περιορισμένου ὁρίων.

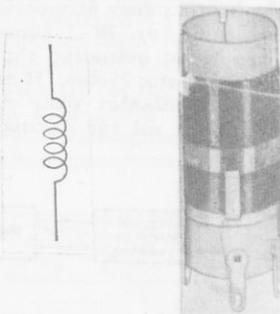
Ἐκτὸς τῶν γεωμένων κεραϊῶν ὑπάρχουν αἱ κεραΐαι 1/2 κύματος ὡς ἐπίσης καὶ τὰ πλαίσια ἢ ἄλλως κλειστά κεραΐαι. Ἐνα πλαίσιον δὲν εἶναι ἄλλο τι, παρὰ ἕνα πηνίον μεγάλων διαστάσεων, τοῦ ὁποῖου οἱ δύο ἀκροδέκται συνδέονται πρὸς τὴν γραμμὴν μεταφορᾶς τοῦ πομποῦ. Αἱ κλεισταὶ κεραΐαι παρουσιάζουν καλὰς ιδιότητες εἰς τὴν κατευθυνομένην ἀκτινοβολίαν καὶ ὡς ἐκ τούτου χρησιμοποιοῦνται κυρίως ὡς ραδιοφωνόμετρα.

ΑΠΛΟΥΣ ΔΕΚΤΗΣ ΕΞ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΤ ΣΩΛΗΝΟΣ. Τὸ σχῆμα 79-4 δεικνύει τὴν ὀνοσομοίωσιν ἐνός

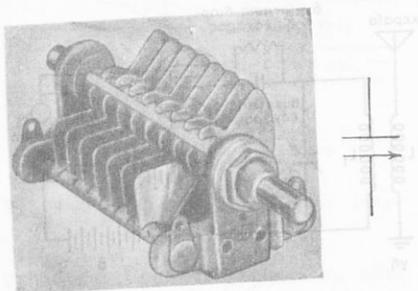


Σχ. 79-4. Ἀπλοῦς δέκτης ἐξ ἐνός ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος.

ἀπλοῦ δέκτου, συνισταμένου ἐξ ἐνός ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος. Διὰ τὴν ἱκανοποιητικὴν λειτουργίαν τοῦ δέκτου αὐτοῦ πρέπει, ἡ κεραΐα νὰ ἔχη μῆκος τοῦλάχιστον 30 m νὰ εὑρίσκειται ὅσον τὸ δυνατόν ὑψηλότερα ἀπὸ τὸ ἔδαφος, καὶ νὰ διαθέτῃ ἐξαιρετικῶς καλὴν προσγειώσιν, ὡς ἡ σύνδεσις αὐτῆς εἰς σωλήνα ὕδατος, ἀφοῦ πρῶτον ἔχομεν ἀφαιρέσει τὸ στρῶμα τοῦ χρώματος. Μέσῳ τῆς κεραΐας καὶ τῆς προσγειώσεως, τὸ πηνίον L (σχῆμα 79-5) διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς, ὅταν ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα συλλαμβανόμενα ὑπὸ τῆς κεραΐας διέρχονται διὰ μέσου τῆς διατάξεως κεραΐας - προσγειώσεως. Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς τοῦτο ρεῦμα, ἐπάγεται εἰς τὸ κύκλωμα ἐπιλογῆς $L_1 C_1$ εἰς τὸ ὁποῖον ἀπομονοῦται ἡ ἐπιθυμητὴ συχνότης. Μεταβαλλομένης

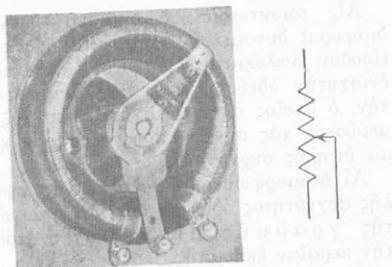


Σχ. 79-5. Πηνίον ἐνός στρώματος ἐλιγμάτων χρησιμεῖον διὰ τὴν ἐκπομπὴν καὶ λήψιν πηλίου. Τὸ πηνίον αὐτὸ ἐπιμαίεται ἢ σχηματίζεται παρὰστάσις αὐτοῦ.



Σχ. 79-6. Μεταβλητός πυκνωτής αέρος, και ή σχηματική του παράσταση.

της χωρητικότητας του πυκνωτού C_1 (σχ. 79-6) μεταβάλλεται ή φυσική συχνότης του κυκλώματος, και τοιούτο τρόπον μᾶς παρέχεται ή δυνατότης τοῦ συνδυασμοῦ τῆς συχνότητος τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ πρὸς τὴν συχνότητα ἐκπομπῆς ἐνὸς συγκεκριμένου σταθμοῦ ἐκπομπῆς. Ὅταν αἱ δύο συχνότητες συμπέσουν, τότε τὸ κύκλωμα λήψης ἀναταραχίνεται εἰς τὸν μέγιστον δυνατὸν βαθμὸν, εἰς τὸν ἐν λόγῳ σταθμὸν ἐκπομπῆς. Διὰ τοῦ πυκνωτοῦ ἐσχάρας καὶ τῆς ἀντιστάσεως διαρροῶν ἐσχάρας, τὰ λαμβανόμενα σήματα ὀδεύουν πρὸς τὴν ἐσχάραν τοῦ τριπολικῶ σωλήνως, ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ ὡς φωνητῆς καὶ ἐνισχυτῆς. Μόνον αἱ διαμορφώσεις τῶν ἀκουστικῶν συχνότητων (AF) τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων διατρέχουν τὸ κύκλωμα πλακῶς. Ἡ πηγή A μέσω τοῦ ροοστάτου R κανονίζει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐκπεμπομένων ἠλεκτρονίων. Ὁ ροοστάτης οὗτος (σχ. 79-7) δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ ὡς ρυθμιωτῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ κυκλώματος ἐξόδου. Ἡ πηγή B παρέχει τὴν κατάλληλον τάσιν εἰς τὴν πλάκα ὡς ἐπίσης καὶ τὴν ἀπαιτούμενην

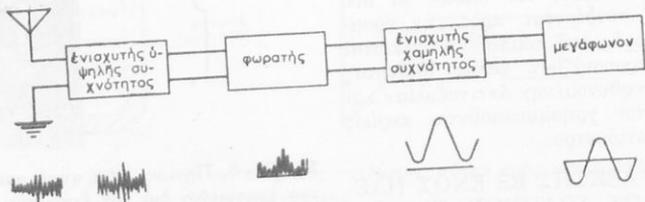


Σχ. 79-7. Ρυθμιζόμενος ροοστάτης χρησιμοποιοῦμενος εἰς τοὺς πομπούς. Εἰς τὸ δεξιὸν ἄκρον ἐμφαίνεται ή σχηματικὴ παράσταση αὐτοῦ.

ἐνέργειαν διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν ἀκουστικῶν. Ὁ δέκτης αὐτὸς δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ λειτουργήσῃ χωρὶς ἀκουστικά. Ἐὰν θέλωμεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν μεγάφωνον θὰ πρέπει νὰ ἐνισχύσωμεν τὰ λαμβανόμενα σήματα κατὰ πολὺ ἀκόμη. Εἰς τὰς ἐπομένους παραγράφους θὰ ἀναφέρωμεν τὰς ἀρχὰς λειτουργίας ἰσχυροτέρων δεκτῶν.

ΔΕΚΤΗΣ ΔΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ. Τὸ σχῆμα 79-8 ἀποτελεῖ τὸ σχηματικὸν διάγραμμα ἐνὸς ἀπλοῦ δέκτηος διὰ μεταβολῆς τῆς συχνότητος, εἰς τὸ ὅποιον φαίνονται τὰ κύρια μέρη λειτουργίας αὐτοῦ. Αἱ δεικνύμεναι μορφαὶ τῶν κυμάτων θεωροῦνται εἰς τὴν ἔξοδον ἐκάστης διατάξεως.

Τὰ λαμβανόμενα ὑπὸ τῆς κεραίας ἠλεκτρικὰ κύματα διέρχονται διὰ τοῦ κυκλώματος ἐπιλογῆς, τὸ ὅποιον ἐπιλέγει τὴν ἐπιθυμητὴν συχνότητα διὰ τοῦ μεταβλητοῦ πυκνωτοῦ ἐπιλογῆς. Τὰ οὗτω ἐπιλεγέντα καὶ διαμορφωθέντα διὰ μεταβολῆς τῆς συχνότητος τῶν κύματα, ἐν-



Σχ. 79-8. Χρησιμοποίησθε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

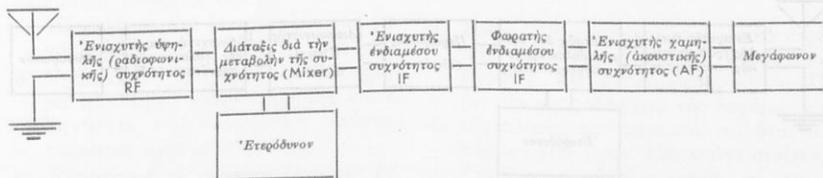
σχούνται, και ακολούθως συνδυάζονται αί ύψηλαι συχνότητες αυτών εις τόν φωρατήν, ώστε νά παραχθούν αί άκουστικάι συχνότητες, αί όποιαί διήγειραν τόν μικρόφωνον τού πομπού. Αί άκουστικάι συχνότητες ενισχύονται, εις τόν ενισχυτήν χαμηλών συχνότητων, και ακολούθως εισέρχονται, εις τόν μεγάφωνον, όπου και μετατρέπονται από ηλεκτρικά κύματα εις ήχητικά.

Τά κυκλώματα τού φωρατού και τού ενισχυτού λειτουργούν, ως άκριβώς άνεπύχθη εις προηγουμένας παραγράφους. Τό μεγάφωνον, ως είναι εύνόητον, έκτελει τήν αντίθετον έργασίαν τού μικροφώνου, δηλ. μετατρέπει τά ηλεκτρικά κύματα εις ήχητικά, ή δέ κατασκευή του, είναι όμοία πρός τήν κατασκευήν τού μικροφώνου (σχήμα 79-3). Τό άναπτυσσόμενον έντός τού πηνίου ρεύμα προκαλεί τήν δημιουργίαν μαγνητικού πεδίου, τό όποϊον δρᾷ έπί τού πεδίου τού μονίμου μαγνήτου ή τού ηλεκτρομαγνήτου. Τοιουτοτρόπως, τά ήχητικά κύματα, τά όποια προσβάλλουν τόν μικρόφωνον τού πομπού άναπαράγονται εις τόν μεγάφωνον τού δέκτου.

ΔΕΚΤΗΣ ΔΙ' ΥΠΕΡΘΕΣΕΩΣ ΚΥΜΑΤΩΝ (ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΝ). Έν τή πράξει σήμερον χρησιμοποιούνται ως έπί τό πλείστον οί δέκται ύπερετεροδύνου διότι επιτρέπουν μεγάλην έπιλογήν, μεγάλην εδαισθησίαν και πιστήν άναπαραγωγήν. Η άρχή τού έτεροδύνου έγκειται εις τόν συνδυασμόν δύο διαφόρων συνηοτήτων, διά τήν έπίτευξιν μιάς μέσης ή ένδιαμέσου συχνότητος. Ός εμφανίζεται εις τό σχήμα 79-9 ή ύψηλή συχνότης (RF) δέν διαμορφούται άμέσως μετά τήν ενίσχυσιν αυτής ως έγινετο εις τόν δέκτην διά μεταβολής τής συχνότητος, αλλά αύτη ύπερτίθεται, δευτέρας ύψηλής συχνότητος

ή όποια προέρχεται από τό έτεροδύνον, τό όποϊον άποτελεί μέλος τού δέκτου. Εις τήν έξοδον τής διατάξεως διά τήν μεταβολήν τής συχνότητος (mixer) ενισχύεται ή αύτη σταθερά συχνότης καλουμένη μέση ή ένδιαμέσος συχνότης, ή όποια φέρει τήν χαμηλήν συχνότητα (AF) ως αύτη επεβλήθη έπί τού φέροντος κύματος τού πομπού. Μετά τήν ενίσχυσιν τής ένδιαμέσου συχνότητος, τό σήμα διέρχεται διά φωρατού και ενισχυτού χαμηλής συχνότητος, καταλήγει δέ, εις τόν μεγάφωνον, ως άκριβώς συμβαίνει εις τόν δέκτην διά μεταβολής τής συχνότητος.

Διά τήν πλήρη κατανόησιν τού φαινομένου τού ύπερετεροδύνου, άς ύποθέσωμεν ότι, σήμα συχνότητος 1000 c/sec διαμορφούται έπί ύψισχονο ρεύματος πομπού συχνότητος 1000000 c/sec. Ούτω εκπέμπονται τρείς βασικάι συχνότητες (1000000, 1001000 και 999000 (c/sec) αί όποια και συλλαμβάνονται από τόν δέκτην. Άς ύποθέσωμεν ότι τό έτεροδύνον παρέχει συχνότητα 1500000 c/sec, ή όποια και συναντάται έντός τής διατάξεως διά τήν μεταβολήν τής συχνότητος (mixer), με τας ύπό τού πομπού εκπεμπομένας. Από τήν διάταξιν ταύτην, θά έξέρχωνται σήματα, τών όποιων αί συχνότητες θά είναι ίσαι πρός τό άθροισμα ή τήν διαφοράν τών εισερχομένων. Ούτω θά προκύψουν σήματα συχνότητος 499 000, 500000 και 501000 c/sec, αντίστοιχως. Διά τό κυκλώματος έπιλογής, δυνάμεθα νά επιλέξωμεν μίαν συχνότητα, τήν επιθυμητήν, π.χ. τήν 500000 c/sec ένῶ όλοι αί άλλαι συχνότητες, αί όποια παράγονται ύπό τού έτεροδύνου, άπορρίπτονται. Η συχνότης τών 500000 c/sec είναι ή μέση ή ένδιαμέσος συχνότης (IF). Η ένδιαμέσος συχνότης (IF) με τήν διαμόρφωσιν τών 1000 c/sec διέρχε-



Σχ. 79-9. Σχηματική διάταξις δέκτου δι' ύπερθέσεως κυμάτων (ύπερετεροδύνου). Ψηφιοποιήθηκε από τό Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ται δια του ένισχυτου μέσης συχνότητας, και του φωρατού, ο οποίος αναπαράγει την αρχικώς διαμορφωθείσαν συχνότητα των 1000 c/sec.

Έντος του δέκτου υπερετεροδύνου, το ετεροδύνον είναι συνδεδεμένον μηχανικώς με τον πυκνωτή υψηλής συχνότητας, εις τρόπον ώστε περιστρεφόμενον του κομβίου επιλογής, μεταβάλλονται ταυτοχρόνως ο πυκνωτής και το ετεροδύνον. Τιοιούτοτρόπως, το ετεροδύνον ρυθμίζεται μονίμως εις συχνότητα κατά 500000 c/sec μεγαλύτεραν της συχνότητας του ύψιστου σήματος.

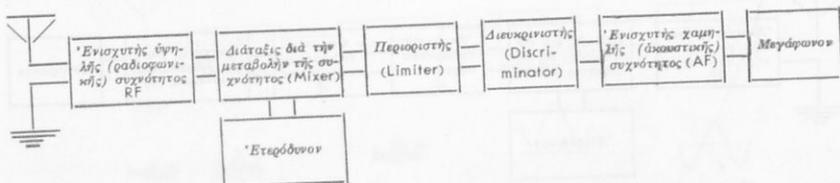
Ότω ανεξαρτήτως της συχνότητας του λαμβανομένου σήματος, το μέσης συχνότητας σήμα, έχει πάντοτε την αυτήν συχνότητα, ο δε ένισχυτής μέσης συχνότητας, ένισχύει πάντοτε την αυτήν συχνότητα. Έφ' όσον οι ένισχυται εργάζονται καλύτερον εις χαμηλάς συχνότητας, και έφ' όσον οι ρυθμιζόμενοι ένισχυται μέσης συχνότητας είναι έξαιρητικώς ευαίσθητοι οι δέκται υπερετεροδύνων είναι εύπαθείς συσκευαί, επιτρέπουν μεγαλύτεραν επιλογήν και πιστοτέραν αναπαραγωγήν των σημάτων από τους δέκτας δια μεταβολής της συχνότητας.

Ο ΔΕΚΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ (FM). Κατά την διαμόρφωσιν του φέροντος κύματος, ενός πομπός διαμορφώσεως συχνότητας, ή έντασις των ακουστικών συχνοτήτων των υπερτιθεμένων επί του φέροντος κύματος, καθορίζει το ποσοστόν της μεταβολής της συχνότητας του φέροντος κύματος. Όσον μεγαλύτερα είναι ή έντασις των ακουστικών συχνοτήτων, τόσο μεγαλύτερα είναι ή απόκλισις του φέροντος κύματος. Π.χ. ή απόκλισις του φέροντος κύματος συχνότητας 90000 Mc/sec, ή προκαλουμένη υπό άσθενους ήχου, εις τρόπον ώστε να μεταβληθῆ αὐτή εις 90001

Mc/sec, είναι 1 kc/sec. Δυνατός ήχος του αὐτου ύψους, δυνατὸν να προκαλέσῃ απόκλισιν συχνότητας 50 kc/sec. Ο ρυθμὸς, με τὸν ὅποιον μεταβάλλεται ή συχνότης του φέροντος κύματος, ρυθμίζεται υπό του ύψους του διαμορφωμένου σήματος. Ήχος 2000 ταλαντώσεων ἀνά δευτερόλεπτον προκαλεῖ την μεταβολήν της συχνότητας του φέροντος κύματος εις χρονικὸν διάστημα ἴσον περίπου πρὸς τὸ ἕμισυ του ἀντιστοιχοῦ χρονικοῦ διαστήματος τὸ ὅποιον ἀπαιτεῖται διὰ την μεταβολήν του φέροντος κύματος υπό ήχου 1000 ταλαντώσεων ἀνά δευτερόλεπτον.

Ός δεικνύεται εις τὸ σχῆμα 79 - 10, αἱ ἀρχικαὶ βαθμίδες ἐνὸς δέκτου FM είναι αἱ αὐταὶ με τὰς βαθμίδας δέκτου διαμορφώσεως εὔρους (AM) ἕως καὶ του ένισχυτου ἐνδιαμέσου συχνότητας. Ἡ βασικὴ διαφορὰ μεταξύ των δύο αὐτων τύπων είναι ὅτι ὁ δέκτης FM έχει περιοριστήν (limiter) καὶ διεκκρινιστήν (discriminator) ἀντὶ φωρατού, τὸν ὅποιον έχει ὁ δέκτης AM. Ἡ λειτουργία του περιοριστοῦ ἔγκειται εις τὸν περιορισμὸν του εὔρους των ἐντὸς του διαχωριστοῦ εισερχομένων σημάτων, ὡστε ὅλα νὰ ἔχουν τὸ αὐτὸ εὔρος.

Ἡ λειτουργία του διαχωριστοῦ ἔγκειται εις την μετατροπὴν των ἀποκλίσεων συχνότητας εις διαφορὰς τάσεως ἀναλόγου πρὸς τὰς μεταβολὰς της έντάσεως του ήχου. Αἱ μεταβολαὶ τάσεως αὐταὶ μεταβάλλονται με τὸν αὐτὸν ρυθμὸν μεταβολής του ύψους του ἀρχικῶς διαμορφθέντος σήματος. Τὸ βασικὸν κύκλωμα του διαχωριστοῦ συνίσταται ἀπὸ συνδεδεμένους αὐτεπαγωγῶν χωρητικότητων καὶ ἀνορθωτῶν, οἱ ὅποιοι παρέχουν σήματα τὰ ὅποια ἀντιστοιχοῦν εις την έντασιν καὶ τὸ ὕψος του ἐπιβαλλομένου, εις τὸν πομπὸν FM, ήχου. Ὁ ένισχυτὴς χαμηλῆς συχνότητας καὶ τὸ μεγάρφωνον του δέ-



Σχ. 79-10. Σχηματικὴ διάταξις δέκτου διαμορφώσεως συχνότητας (FM).
 Η φωτογράφιση έγινε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

που FM δύνανται να είναι του αυτού τύπου με τά. εις τους δέκτας AM, χρησιμοποιούμενα.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Κρυσταλλικός Ταλαντωτής
Πιεζοηλεκτρικόν φαινόμενον
Μικρόφωνον άνθρακος
Δυναμικόν μικρόφωνον
Μικρόφωνον τύπου ταχύτητας (Ribbon)
Κρυσταλλικόν μικρόφωνον
Κεραία
Κλειστή κεραία ή πλαίσιον
Δέκτης διά μεταβολής τής συχνότητας
Δέκτης δι' υπερθέσεως κυμάτων (υπερετεροδύνον)
Έτεροδύνον
Διάταξις διά τήν μεταβολήν τής συχνότητος (Mixer)
Μέση ή ενδιάμεσος συχνότης
Δέκτης διαμορφώσεως συχνότητος (FM)
Άπόκλισις
Περιοριστής
Διευκρινιστής

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Σχεδιάσατε ένα σχηματικόν διάγραμμα πομπού εις τό όποιον να έμφαίνωνται τά βασικά μέρη αυτού.
2. Έξηγήσατε τήν λειτουργίαν ενός κρυσταλλικου ταλαντωτου.
3. Έξηγήσατε τήν λειτουργίαν του μικροφώνου.
4. Ποιος ό σκοπός τής κεραίας;
5. Σχηματίσατε τό κύκλωμα του δέκτου έξ ενός ηλεκτρονικου σωλήνος και έξηγήσατε τήν λειτουργίαν αυτού.
6. Σχεδιάσατε τό σχηματικόν διάγραμμα του δέκτου διά μεταβολής συχνότητος και έξηγήσατε τόν σκοπόν εκάστου τμήματος αυτού.
7. Έξηγήσατε τήν λειτουργίαν του μεταφώνου.
8. Σχεδιάσατε τό σχηματικόν διάγραμμα του δέκτου υπερετεροδύνου και έξηγήσατε τήν λειτουργίαν εκάστου τμήματος αυτού.
9. Έξηγήσατε τί νοούμεν λέγοντες ενδιάμεσος συχνότης;

10. Ποία τά πλεονεκτήματα του δέκτου υπερετεροδύνου;
11. Σχεδιάσατε τό σχηματικόν διάγραμμα του δέκτου διαμορφώσεως συχνότητος (FM) και έξηγήσατε τήν λειτουργίαν εκάστου τμήματος αυτού.
12. Ποιον τό σημαντικόν πλεονέκτημα τής λήψεως διαμορφώσεως συχνότητος (FM);

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Άπό ποϋ τροφοδοτείται, δέκτης ΕΡ, με τήν άπαιτούμενην, διά τά κυκλώματα πλακός των ηλεκτρονικων του σωλήνων, συνεχή τάσις;
2. Μερικοί δέκται λειτουργούν καλύτερον όταν τοποθετηθούν κατά μίαν διεύθυνσην από οίανδήποτε άλλην. Δύνασθε να έξηγήσητε τό φαινόμενον;
3. Τί νοούμεν λέγοντες αυτόματον ρύθμισιν τής εντάσεως του παρεχομένου υπό του δέκτου, ήχου;
4. Σχηματίσατε ένα συρμόν ύψιούχων κυμάτων, τά όποια έχουν ύποστή διαμόρφωσιν συχνότητος.
5. Κατά τί θά πρέπει να διαφέρη ένας δέκτης FM ό όποιος δέν είναι έφωδιασμένος με περιοριστήν από ένα κανονικόν δέκτην FM;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ύψηλή συχνότης 1,5 Mc/sec διεγείρει δέκτην υπερετεροδύνου και διαμορφούται υπό χαμηλής συχνότητος 2 kc/sec, ενώ τό έτεροδύνον του δέκτου παράγει κύματα συχνότητος 1,95 Mc/sec. Ζητείται να προσδιορισθή ή ενδιάμεσος συχνότης του ένσχυτου ένδιαμέσου συχνότητος (IF).

B

2. Τάσις 250 v εφαρμόζεται εις τά άκρα AB άντιστάσεως 20ΚΩ. Ένδιάμεσος λήψις Γ τής άντιστάσεως, εξασφαλίζει τήν τροφοδότησιν τής εσχάρας και τής πλακός πενταπολικου σωλήνος διά τάσεων 100 v και 150 v άντιστοίχως. Ζητείται να ύπολογισθούν αί τιμαί των άντιστάσεων ΑΓ και ΒΓ.

ΕΔΑΦΙΟΝ 80. Έφαρμογαι τῆς ἠλεκτρονικῆς.

ΚΑΘΟΔΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ. Ὁ καθοδικὸς σωλὴν τῶν παλμογράφου εἶναι ὕαλινο, ἐρμητικῶς κλειστός, καὶ ὑπὸ πρακτικῶς τέλειον κενόν. Ἡ ἠλεκτρονικὴ δέσμη παράγεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ συστήματος ὡς εἰς τὸ σχ. 80-1. Τὰ ἠλεκτρόνια ἐκπηδοῦν ἀπὸ τὴν κάθοδον καὶ ἐπιταχύνονται εἰς τὸ μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς πρώτης ἀνόδου A_1 ἠλεκτροστατικὸν πεδίων. Ἡ δευτέρα ἀνόδος A_2 σκοπὸν ἔχει τὴν συγκέντρωσιν τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης, ἡ ὁποία ὑφίσταται διάχυσιν, ἐπὶ ἐνὸς μόνον σημείου τῆς ἐπιφανείας καταγραφῆς.

Ἡ ἐσόχα G , ἡ ὁποία ἔχει ὡς πρὸς τὴν κάθοδον ἀρνητικὸν δυναμικόν, χρησιμεύει εἰς τὴν ρύθμισιν τῆς ἐντάσεως ρεύματος τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης καὶ συνεπῶς τῆς λαμπρότητος τοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καταγραφῆς φθορίζοντος σημείου. Αἱ δύο ἀνόδοι A_1 καὶ A_2 ἔχουν θετικὸν δυναμικὸν ὡς πρὸς τὴν κάθοδον, ἡ δὲ A_2 εἶναι πλέον θετικῶς φορτισμένη τῆς A_1 . Τὸ σύνολον τῶν ἠλεκτροδίων αὐτῶν καλεῖται *διάταξις παραγωγῆς καὶ ἐστιάσεως ἠλεκτρονικῆς δέσμης*.

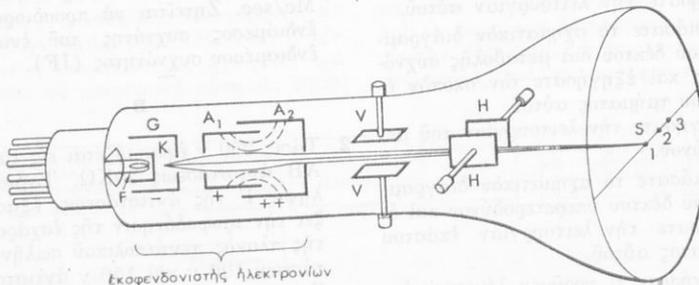
Εἰς τὸν ἐμφαινόμενον εἰς τὸ σχῆμα 80-1 καθοδικὸν σωλῆνα ἐπιτυγχάνεται ἐκτροπὴ τῆς ὡς ἄνω δέσμης ἠλεκτρονίων ὑπὸ ἠλεκτρικῶν πεδίων τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσονται μεταξὺ τῶν δύο ζευγῶν ἐκτροπῆς V καὶ H . Σπανιώτερον γίνεται χρῆσις «μαγνητικῆς ἐκτροπῆς», ἡ ὁποία ἐπιτυγχάνεται μέσῳ πηνίου, τοῦ ὁποίου τὸ μαγνητικὸν πεδίων εἶναι κάθε-

τον εἰς τὴν δέσμη. Ἐπὶ τοῦ πρώτου ἐκ δεξιῶν ζεύγους ἐφαρμόζεται τάσις μεταβαλλομένη ὡς ἐπὶ τὸ πλείστον γραμμικῶς μετὰ τοῦ χρόνου, προκαλοῦσα τὴν ὀριζόντιον ἀπόκλισιν χρόνου, ἐπὶ τοῦ δευτέρου δὲ τάσις, ἀνάλογος τοῦ πρὸς καταγραφὴν μεγέθους. Τὸ δευτερον τοῦτο ζεῦγος πλακῶς καλεῖται *ζεῦγος μετροῦσεως*.

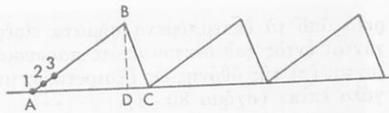
Ἡ τάσις χρόνου, ἥτοι ἡ τάσις ἡ προκαλοῦσα τὴν ἀπόκλισιν χρόνου, προκειμένου νὰ καταγραφῆ περιοδικὸν μέγεθος, συγχρονίζεται δι' εἰδικῆς διατάξεως, εἰς τρόπον ὥστε ἐπὶ μιάς ὀριζοντίου ἐκτροπῆς νὰ χωροῦν μία ἢ περισσότεραι ἀπέραιαι περιοδοὶ τοῦ ὑπὸ καταγραφὴν μεγέθους. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ τάσις χρόνου ἔχει τὴν εἰς τὸ σχῆμα 80-2 *πριονοειδῆ μορφήν*. Κατὰ τὰ χρονικὰ διαστήματα ἀπὸ A εἰς B , τὸ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καταγραφῆς φωτεινὸν σημεῖον μετατίθεται πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτῆς ἐνῶ, κατὰ τὰ ἀπὸ B εἰς C , ἐπιστρέφει ταχύτατα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἀφετηρίαν. Συνήθως ἡ πρὸς τὰ ἀριστερὰ κινήσις τῆς κηλίδος γίνεται τόσον ταχέως ὥστε ὁ ἀνθρώπινος ὀφθαλμὸς δὲν εἶναι εἰς θέσιν νὰ διακρίνῃ τὸ ἴχνος τῆς ἐπιστροφῆς τῆς κηλίδος.

Αἱ θέσεις τῆς κηλίδος 1, 2, 3 τοῦ σχήματος 80-1 ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα 1, 2, 3 τοῦ σχήματος 80-2.

Ἐὰν ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ ζεῦγος μετροῦσεως ἐναλλασσομένη τάσις ἐνῶ ἡ τάσις χρόνου ἐφαρμόζεται εἰς τὰς πλάκας H , ἡ



ἐκφερδονιστῆς ἠλεκτρονίων



Σχ. 80—2. Πριονοειδής Τάσις.

ηλεκτρονική δέσημη θά κινηται ταυτοχρό-
νως κατακόρυφως και οριζοντίως. Εάν
ή συχνότης τής τάσεως χρόνου συμπίπτη
πρός την συχνότητα του προς μέτρησιν
περιοδικού μεγέθους επί τής οδόνης θά
άπεικονισθή μία περίοδος του προς μέ-
τρησιν μεγέθους, ή δέ φωτεινή κηλίς θά
κινηται συνεχώς επί τής καμπύλης τής
μιάς περιόδου. Καμπύλαι του είδους αυ-
του καλούνται $\pi \alpha \lambda \mu \omicron \gamma \rho \alpha \phi \acute{\eta} \mu \alpha -$
 $\tau \alpha$, αί δέ συσκευαί αί όποιαί άπεικονί-
ζουν αυτά $\pi \alpha \lambda \mu \omicron \gamma \rho \alpha \phi \omicron \iota$.

RADAR. Κατά την διάρκειαν του Β' Παγκοσμίου Πολέμου έχρησιμοποιήθη-
σαν ειδικά κυκλώματα εκπομπής και λή-
ψεως διά την ανακάλυψιν και τον προσ-
διορισμόν τής διευθύνσεως και άποστά-
σεως αεροπλάνων, πλοίων και λοιπών στό-
χων. Σήμερον χρησιμοποιείται διά μετεω-
ρολόγικούς σκοπούς, διά τον προσδιορι-
σμόν τής θέσεως παγοβούτων, και άλλων
άντικειμένων εφισκομένων εις τον άέρα
ή την θάλασσαν, εις την «τυφήν προσ-
γείωσιν» αεροσκαφών κ.ά.

Εάν εκπεμφθή ήχος προς ένα λόφον,
μετά πάροδον ολίγου χρόνου θά επιστρέ-
ψη ή ήχώ αυτού. Επομένως, ή ήχώ δύ-
ναται να χρησιμοποιηθή διά την έπισή-
μανσιν του λόφου αυτού, και μάλιστα,
εάν εκπέμπωμεν ήχον υπό διαφόρους γω-
νίας, ως προς τον πραγματικόν βορράν,
δυνάμεθα να προσδιορίσωμεν και την
διεύθυνσιν του έν λόγω λόφου, παρατη-
ρουντες διά ποίαν διεύθυνσιν εκπομπής
λαμβάνομεν την μεγίστην έντάσεως ήχώ.

Διά τής μεθόδου ταύτης, δέν πληροφο-
ρούμεθα μόνον περι τής παρουσίας και
τής διευθύνσεως του «στόχου» αλλά και
περι τής άποστάσεως αυτού από τον στα-
θμόν εκπομπής του σήματος. Τοϋτο έπι-
τυγχάνεται διά μετρήσεως του χρόνου με-
ταξύ τής εκπομπής του ήχου και τής
στιγμής επιστροφής τής ήχους. Γνωρί-
ζοντες την ταχύτητα του ήχου, δυνάμε-
θα να υπολογίσωμεν την άπόστασιν του
«στόχου».

Εις τās συσκευās Radar ύπάρχει πομ-
πός ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ό ό-
ποιος άποστέλλει τās σήματα υπό μορφήν
παλμών, ως επίσης και λίαν εβαίσθητος
δέκτης. Ο πομπός έχει ύπολογισθή ποι-
ουτοτρόπως, ώστε, να εκπέμπη συρμούς
παλμών μεγάλης ισχύος. Οϋτοι όδεύουν
εις κεραίαν κατευθυνομένης έκπομπής,
εις τρόπον ώστε να σχηματίζεται στενή
δέσημη άκτινοβολίας, ή όποια βελτιώνει
την ακρίβειαν προσδιορισμού του στόχου.
Ο δέκτης συνδέεται συνήθως εις την αυ-
τήν κεραίαν, έχει δέ ληφθή πρόνοια, να
άπομονούται κατά την στιγμην έκπομ-
πής των συρμών των παλμών. Εις τās
Radar χρησιμοποιούται μόνον ύψισυ-
χνοι παλμοί (100 Mc/sec και άνω) διότι
οϋτοι (βραχεία κύματα) μεταδίδονται εδ-
θυγράμμως, ένψ οι χαμηλής συχνότητος
(μακρά κύματα) τείνουν να παρακάμ-
πτουν τās άντικείμενα, τās όποια συναν-
τούν εις την τροχίαν των. Έξ άλλου μι-
κροί στόχοι ως αεροσκάφη είναι καλύτε-
ροι «άνακλαστήρες» των βραχέων κυμά-
των. Τέλος, διά τās βραχεία κύματα άπαι-
τούνται μικραί κεραίαι και είναι δυνα-
τόν να χρησιμοποιηθούν «κάτοπτρα» διά
την δημιουργίαν στενών δεσμών ά-
κτινοβολίας. Διά την παραγωγήν των ύ-
ψηλών αυτών συχυοτήτων χρησιμοποι-
ούνται ειδικοί ηλεκτρονικοί σωλήνες.

Ο δέκτης του Radar συνήθως συνί-
σταται από κύκλωμα ύπερτεροδύτον, του
αυτου τύπου με το χρησιμοποιούμενον εις
τους δέκτας ραδιοφώνων. Η κυρία δια-
φορά αυτών, έγκειται εις την περιοχην
και το εύρος των συχυοτήτων λειτουργ-
γίας. Αί συχυότητες, αί χρησιμοποιούμε-
ναι εις τās Radar, είναι κατά πολύ μεγα-
λύτεραι των άντιστοιχων τής ραδιοφωνί-
ας αί δε περιοχαι λειτουργίας αυτών εί-
ναι επίσης μεγαλύτεραι των άντιστοιχων
τής ραδιοφωνίας.

Από τον δέκτην τās σήματα άντι να
όδεύουν προς το μεγαφωνον όδεύουν
προς τον παλμογράφον. Εις ένα τύπον, ή
έξεροχομένη από τον δέκτην ένισχυθείσα
ήχώ, τροφοδοτεί τās πλάκας V καθοδι-
κού σωλήνος και έμφανίζεται ως διατά-
ραξις, με τον χαρακτηριστικόν ήχον
«πιτ» επί τής οδόνης ύπαρχούσης οριζον-
τίου φωτεινης γραμμής.

Η διεύθυνσις του στόχου ύποδηλούται

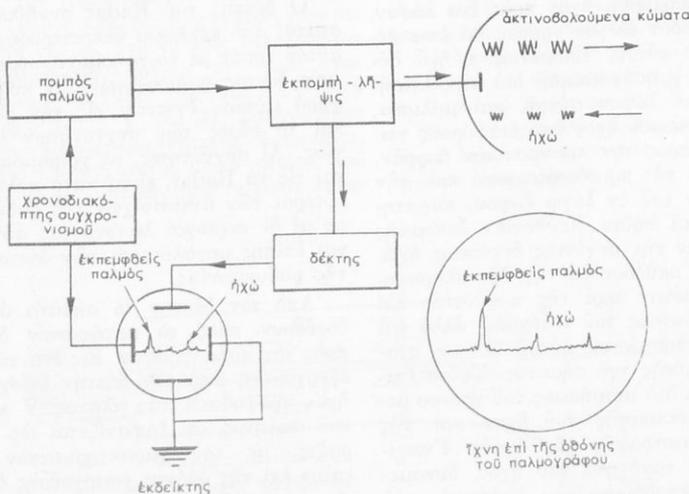
υπό τῆς διευθύνσεως τῆς κεραίας, τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ διατάραξις εἶναι μεγίστη. Ἡ ἀπόστασις τοῦ στόχου καθορίζεται ἀμέσως ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ «πίπ» ἀπὸ τὴν ἔνδειξιν τοῦ ἐκπεφθέντος παλμοῦ.

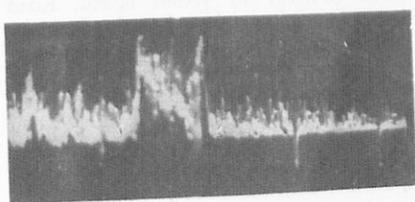
Τὸ σχῆμα 80 - 3 δεικνύει ἕνα ἀπλοποιημένον διάγραμμα, εἰς τὸ ὁποῖον ἐμφαίνονται αἱ βασικαὶ λειτουργίαι τοῦ Radar. Ὁ πομπὸς τῶν παλμῶν ἐκπέμπει τὰ ὑψίσχυρα σήματα μὲ ρυθμὸν ὁ ὁποῖος καθορίζεται ὑπὸ τοῦ χρονοδιακόπτου συγχρονισμοῦ. Ἡ κεραία αὐτοῦ, ἔχουσα τὴν μορφήν δίσκου, ἐκπέμπει τὰ ὑψίσχυρα σήματα καὶ συλλαμβάνει τὴν ἠχώ αὐτῶν. Ἡ συσκευή ἐκπομπῆς - λήψεως ἐπιτρέπει εἰς τὴν ἠχώ νὰ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ δέκτου, κατὰ τὰ χρονικὰ διαστήματα μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκπομπῶν ἀλλὰ διακόπτει τὴν λήψιν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐκπομπῆς. Τὰ λαμβανόμενα ὑπὸ τοῦ δέκτου σήματα τροφοδοτοῦν τὰς πλάκας V τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος, ὡς ἐπίσης, καὶ τὰς πλάκας χρόνου (πλάκας σαρώσεως). Ὁ χρονοδιακόπτης συγχρονισμοῦ ἐπιτρέπει τὴν ἔλαρξιν λειτουργίας τοῦ κυκλώματος σαρώσεως εὐθὺς ὡς ἐκπεμφθῆ τὸ σῆμα. Με-

ρικὰ ἀπὸ τὰ ἐκπεμπόμενα σήματα εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ δέκτου ὁπότε παρουσιάζονται ἐπὶ τῆς ὁθόνης ὡς ἑξαιρητικῶς μεγάλη «πίπ» (σχῆμα 80 - 3).

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ τάσις σαρώσεως μεταβάλλεται γραμμικῶς, ἡ δὲ ἀπόστασις AD (σχῆμα 80 - 2) καλύπτεται ἐντὸς 600 μ sec καὶ ὅτι τὸ μήκος τῆς ὁριζοντίου ἐκτροπῆς εἶναι 3 in. Ἄς θεωρήσωμεν ἐπίσης, ὅτι ἡ ἠχώ τοῦ ἐκπεμπομένου κύματος σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ὁθόνης εἰς ἀπόστασιν 1 in ἀπὸ τοῦ σημείου ἐνδείξεως αὐτοῦ. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι, τὸ χρονικὸν διάστημα, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὸ σῆμα νὰ φθάσῃ τὸν στόχον καὶ νὰ ἐπιστρέψῃ εἶναι 1/3 τῶν 600 μ sec, ἤτοι 200 μ sec. Ὁ χρόνος ἐπομένως διὰ τὴν μετάβασιν τοῦ σήματος ἀπὸ τὸν πομπὸν εἰς τὸν στόχον ἢ διὰ τὴν ἐπιστροφήν του, εἶναι 100 μ sec. Δεδομένου ὅτι τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα διαδίδονται μὲ ταχύτητα 300000 km/sec ἢ 0,3 km/usec ἡ ἀπόστασις, διὰ τὴν κάλυψιν τῆς ὁποίας ἀπαιτεῖται χρόνος 100 μ sec, εἶναι $0,3 \times 100 = 30$ km, δηλ. ἡ ἀπόστασις τοῦ στόχου εἶναι 30 km.

Δεύτερος τύπος ἐνδείκτου εἶναι γνωστός ὡς ἐνδείκτης ἐπιπέδου ἀπεικονίσεως [plan position in-





Σχ. 80—4. Ήχώ σήματος, ως αυτή εμφανίζεται επί της οθόνης του παλμογράφου.

dicator (PPI) (1). Είς τόν ένδεικτον αυτόν έχουν παραλειφθή τὰ ζεύγη πλακών V και H άντ' αυτών δέ έχουν τοποθετηθή μία έσχάρα έλέγχου, και έν πηνίον, έξω από τόν σωλήνα, τó όποιον προκαλεί μαγνητικήν έκτροπήν τής δέσμης τών ηλεκτρονίων. Ή μεταβαλλόμενη τάσις, ή όποία προσκάλει τήν απόκλισην χρόνου και ή όποία έφηρμόζεται επί τών παλμών Η, έφαρμόζεται τώρα επί τού πηνίου μέ άποτέλεσμα τήν δημιουργίαν μεταβαλλόμενου ρευματος τó όποιον διαρρέει τούτο. Ή «σάρωσις» άρχίζει από τó κέντρον τής οθόνης και ή δέσμη κινείται άκτινωτά πρòς τά άκρα αυτής και μετά ταχέως έπιστρέφει εις τó κέντρον.

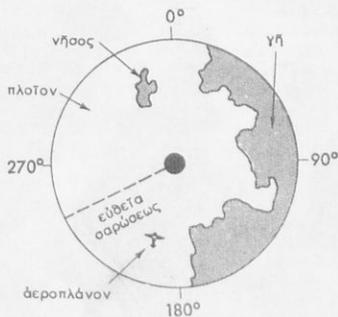
Ή προστεθείσα έσχάρα, έφ' όσον ρυθμισθή καταλλήλως, προκαλεί τήν εμφάνισιν μιås πολú άμυδράς γραμμής, επί τής οθόνης όταν δέν υπάρχει ήχώ. Ή έξοδος τού δέκτου συνδέεται πρòς τήν έσχάραν ταύτην και παρέχει θετικάς ρευματοθήσεις εις αυτήν, όσάκις λαμβάνεται ή ήχώ, μέ άποτέλεσμα αί θετικά αιτά ρευματοθήσεις, νά προκαλούν τήν δημιουργίαν φωτεινών σημείων επί τής οθόνης, όσάκις ή φωτεινή άκτίς τής δέσμης τών ηλεκτρονίων, διέρχεται από τήν θέσιν ταύτην. Ή κεραία τού Radar περιστρέφεται υπό ηλεκτρικόν κινήτηρος και τοιοιτοτρόπως ρευματοθήσεις εκέμπονται, και ήχώ λαμβάνεται πρòς και από πάσαν κατεύθυνσην.

Τó προκαλούν τήν μαγνητικήν έκτροπήν τής δέσμης πηνίου, περιστρέφεται περίξ τού καθοδικού σωλήνος μέ ταχύτητα ίσην πρòς τήν περιστροφήν τής κεραίας. Ούτω κεραία και πηνίον εκτελούν μίαν πλήρη περιστροφήν εις τόν αυτόν

χρόνον. Όσάκις εμφανισθή ó «στόχος», σημειούται επί τής οθόνης φωτεινή κηλίς εις θέσιν, ή όποία άντιστοιχεί πλήρως πρòς τήν κατεύθυνσην και τήν απόστασιν αυτού. Τó σχήμα 80 - 5 δεικνύει τήν μορφήν τού ένδεικτου επιπέδου άπεικονίσεως. Τó Radar εύρίσκεται εις τó κέντρον τού ένδεικτου επιπέδου άπεικονίσεως. Ή θέσις 0° άντιστοιχεί εις τήν θέσιν κεραίας, όταν αυτή διευθύνεται πρòς βορράν. Όταν τó Radar εύρίσκεται επί πλοίων ή αεροσκαφών ή θέσις 0° δεικνύει τήν διεύθυνσην τής κινήσεως αυτών.

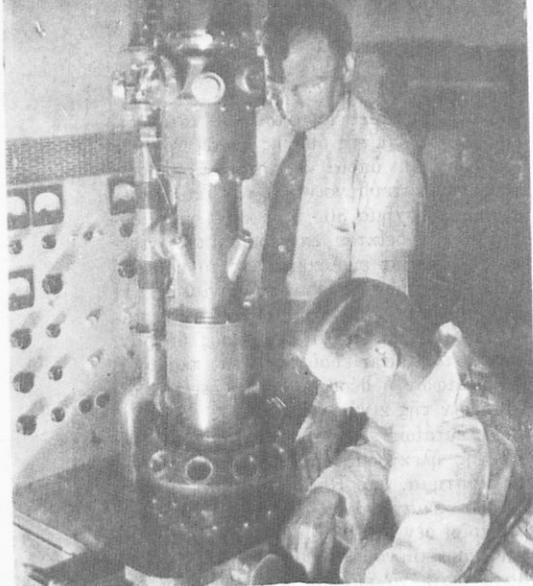
Τελευταίως έγένοντο πειράματα εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων εις τó διάστημα, υπό Radar και παρατηρήθη ότι τά κύματα άνακλώνται επί άστέρων οί όποιοι δέν εκπέμπουν όρατόν φώσ. Επί τού προκειμένου έγένοντο πολλά πειράματα όστε να εμείθα πλέον βέβαιοι διά τήν ύπαρξιν σκοτεινών άστέρων, τών όποίων ή παρουσία διαπιστούται μόνον διά τού Radar. Ή μελέτη τών άστέρων αυτών διεμόρφωσε μίαν νέαν έπιτήρησιν, ή όποία εκλήθη Ά σ τ ρ ο ν μ ί α δ ι ά τ ο υ R a d a r.

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΝ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΝ. Τó ισχυρότερον οπτικόν μικροσκόπιον μås παρέχει μεγέθυνσιν 2500 φορές. Έάν όμως χρησιμοποιώσωμεν υπεριώδεις άκτινας, δυνατόν να επιτύχωμεν μεγέθυνσιν διπλασίαν εκείνην τήν όποίαν μås παρέχουν αί όρατάι φωτεινάι άκτίνες και τούτο διότι αί υπεριώδεις άκτίνες έχουν μικρότερον μήκος κύματος



1. Όνομασία επικρατούσα εις τās τάξεις τού Βασιλικού Ναυτικού.

Σχ. 80—5. Σχηματική παράστασις τής οθόνης Radar PPI.



Σχ. 80—6α. Τὸ ἠλεκτρονικὸν μικροσκόπιον ἤνοιξε εἰς τοὺς ἐπιστήμονας νέους ὁρίζοντας. Διὰ τῆς χρησιμοποίησews αὐτοῦ, ἡ παρεχομένη μεγέθυνσις ἀπὸ 30—40 ἢ ὅποια ἦτο δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῆ μὲ τὰ ἀπλὰ μικροσκόπια, ἠϋξήθη κατὰ πολλὰς χιλιάδας.

Σχ. 80—6β. Ἐπιπέδισις τοῦ ὑπομέθυσιν 33200, τῆ βοηθείᾳ ἐνὸς ἠλεκτρονικοῦ μικροσκοπίου.

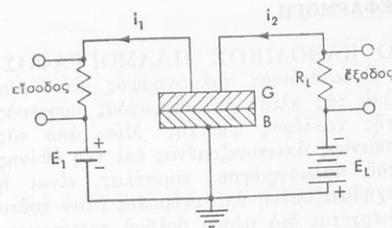


καὶ ἐπομένως μικροτέρων διαστάσεων σώματα δυνατόν νὰ γίνονιν ὁρατά. Κατὰ συνέπειαν ἐὰν θέλωμεν νὰ ἐπιτυχάνωμεν συνεχῶς καὶ μεγαλυτέρας μεγεθύνσεις χωρὶς τοῦτο νὰ εἶναι εἰς βάρος τῶν λεπτομερειῶν τῆς εἰκόνας, θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιώμεν ὄλονεν καὶ μικροτέρου μήκους κύματος ἀκτίνιας.

Τὸ ἠλεκτρονικὸν μικροσκόπιον (σχῆμα 80—6α) ἀποτελεῖται ἀπὸ διάταξιν παραγωγῆς καὶ ἐστίασεως δέσμης ἠλεκτρονίων, τῆς ὁποίας τὸ μῆκος κύματος μεταδόσεως εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρὸν. Ἡ διάταξις αὕτη, εἶναι ὁμοία μὲ τὴν τοῦ καθοδικοῦ σωλῆνος τὰ δὲ ἐκπεμπόμενα ὑπ' αὐτῆς ἠλεκτρόνια προσβάλλουν τὸ ἀντικείμενον. Μέρος αὐτῶν ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ἀντικειμένου ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα διέρχονται δι' αὐτοῦ καὶ ἀκολούθως συγκεντρῶνται ὑπὸ μαγνητικῶν «φακῶν». Ὁ μαγνητικὸς φακὸς ἔγκειται εἰς ὑπαρξιν ἀνοίγματος ἐντὸς ἐνὸς πηνίου, ἡ δὲ ἐστίασις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐπενεργείας μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων. Ὁ παρατηρητῆς δύναται νὰ ἴδῃ τὸ ἐδωλὸν τὸ ὅποιον σχηματίζεται ἐπὶ τῆς φθοριζούσης ἐπιφανείας ἢ νὰ λάβῃ φωτογραφίαν αὐτοῦ.

Τὸ πρὸς παρατήρησιν δείγμα πρέπει νὰ εἶναι λεπτόν ὥστε νὰ δύναται τὰ ἠλεκτρόνια νὰ διέρχωνται δι' αὐτοῦ. Ἐὰν θελήσωμεν νὰ ἐξετάσωμεν δείγματα ὄχι τόσο λεπτά, θὰ πρέπει νὰ ἐφαρμόσωμεν σημαντικὴν διαφορὰν δυναμικοῦ, ὥστε τὰ ἠλεκτρόνια νὰ ἐπιταχυνθοῦν ἱκανοποιητικῶς. Ἔχει ἐφαρμοσθῆ διαφορὰ δυναμικοῦ ἕως 300KV. Ἐφ' ὅσον πρέπει νὰ ἐπικρατῆ ἐντὸς τοῦ μικροσκοπίου κενόν, ὁ χώρος τοποθετήσεως τοῦ πρὸς παρατήρησιν δείγματος, θὰ πρέπει νὰ εἶναι ἐφωδιασμένος μὲ ἀντλία, ἡ ὅποια νὰ ἀφαιρῆ τὸν εἰσελθόντα κατὰ τὴν τοποθέτησιν τοῦ δείγματος ἀέρα.

Μὲ τελευταίου τύπου μηχανήματα καὶ μὲ ἐπὶ πλέον φωτογραφικὴν μεγέθυνσιν ἔχει ἐπιτευχθῆ μεγέθυνσις ἕως 300000 φορές. Ἡ τεραστία αὕτη μεγέθυνσις μᾶς παρέχει τὴν δυνατότητα νὰ παρατηρήσωμεν μερικὰ ἀπὸ τὰ πλέον μεγάλα μόρια τῆς ὕλης καὶ νὰ μελετήσωμεν, διὰ πρώτην φοράν, τοὺς ἰοὺς διαφόρων ἀσθενειῶν (βλ. σχῆμα 80—6β).



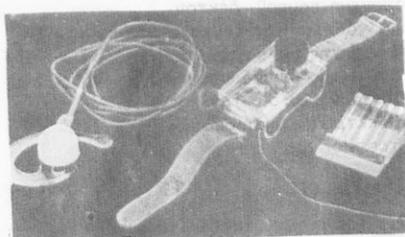
Σχ. 80—7. Κύκλωμα χρησιμοποιούν transistor.

ΤΟ TRANSISTOR. Όρισμένα κρυσταλλικά σώματα, ως το πυρίτιον και το γερμάνιον, ήσαν από πολλού γνωστά διά την ικανότητά των να άνορθώνουν τὸ έναλλασσόμενον ρεύμα. Έάν μεταλλική αίχμη έλθῃ εἰς έπαφήν με τὰ κρυσταλλικά ταύτα σώματα, εὐκόλως προσδιορίζεται μία περιοχή περίξ τοῦ σημείου έπαφῆς έντός τῆς όποίας τὸ ηλεκτρικόν ρεύμα ρεῖ μόνον κατά την μίαν κατεύθυνσιν, διότι κατά την αντίθετον συναντᾶ έξαιρετικῶς μεγάλην αντίστασιν.

Τὸ 1948 τὰ έργαστήρια Bell άνεκείνωσαν μίαν σημαντικὴν άνακάλυψιν. Έάν όστια εκ γερμανίου G συγκολληθῆ εἰς μεταλλικὴν βάση B και συνδεθῆ πρὸς πηγήν ηλεκτρικοῦ ρεύματος, ὡς εἰμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 80—7, τότε τὸ χαμηλῆς τιμῆς ρεύμα εἰσόδου ρυθμίζει τό, κατά πολὺ μεγαλύτερον, ρεύμα έξόδου. Παρατηρήσατε την όμοιότητα τῶν σχημάτων 80—7 και 78—6. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις μικρὰ τάσις εφαρμόζεται εἰς την εἰσόδον, ένφ λαμβάνεται μεγάλη εἰς την έξοδον. Η γενικὴ συμπεριφορά και τῶν δύο κυκλωμάτων ὡς ένισχυτῶν εἶναι ἡ αὐτῆ. Τὸ κρυσταλλικόν σώμα, τὸ χρησιμοποιούμενον εἰς την διάταξιν αὐτὴν καλεῖται transistor. Όπως οἱ ηλεκτρονικοὶ σωλῆνες κενοῦ, οὕτω και τὰ transistor δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὡς ταλαντωταί.

Η κυρία διαφορά τῶν κυκλωμάτων τῶν transistor από τὰ λοιπὰ κυκλώματα, έγκειται εἰς την άπουσίαν τῆς θερμῆς καθόδου. Τοιουτοτρόπως τὸ κύκλωμα transistor πλεονεκτεῖ σημαντικῶς έναντι τοῦ άλλου. Δεύτερον πλεονέκτημα εἶναι τὸ μικρόν μέγεθος αὐτοῦ· τὸ μήκος του δυνατὸν νὰ εἶναι και 1 cm.

Λόγφ τοῦ ὅτι δέν άπαιτεῖται ιδιαίτε-



Σχ. 80—8. Τὸ μέγεθος τοῦ transistor εἶναι περίπου τὸ αὐτὸ μετὸ μέγεθος κυτίου σπῖρτων.

ρα θέρμανσις τῆς καθόδου άφ' ένὸς μὲν ὁ βαθμὸς άποδόσεως αὐτοῦ αύξάνει, άφ' έτέρου δὲ έπιτυγχάνεται άκόμη μεγαλύτερα οικονομία χώρου εἰς τρόπον ὡστε τὸ μέγεθος δέκτου transistor νὰ μὴ εἶναι μεγαλύτερον κυτίου σπῖρτων (σχ. 80—8). Τὰ transistor παρουσιάζουν επίσης μεγαλύτεραν διάρκειαν ζωῆς τῶν ηλεκτρονικῶν σωλῆνων κενοῦ.

Τὰ μειονεκτήματα τῶν transistor εἶναι ὅτι προκαλοῦν μεγαλύτερον θόρυβον κατά την λειτουργίαν των από τὰς λυχνίας κενοῦ, εἶναι άσταθετέρα, και δέν λειτουργοῦν άποδοτικῶς εἰς ὕψηλās συχνότητας. Παρ' όλα ταύτα, λόγω τῶν πλεονεκτημάτων, τὰ όποία παρουσιάζουν, εκτελοῦνται συνεχῶς έρευναι διά την βελτίωσιν τῆς λειτουργίας των με μᾶλλον ένθαρρυντικά άποτελέσματα. Έάν πράγματι αἱ έρευναι καταλήξουν εἰς θετικά άποτελέσματα οἱ κρυσταλλοὶ transistor θὰ αντικαταστήσουν τοὺς ηλεκτρονικοὺς σωλῆνας κενοῦ εἰς τὰς ραδιοφωνικὰς συσκευὰς, τὰς συσκευὰς τηλεοράσεως, εἰς τὰ radar και εἰς πλήθος άλλων ηλεκτρονικῶν εφαρμογῶν.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

- Καθοδικός σωλήν
- Διάταξις παραγωγῆς και έστίασεως ηλεκτρονικῆς δέσμης
- Πλάκες έκτροπῆς
- Άπόκλισις χρόνου
- Πρηνειοδῆς τάσις
- Παλμογράφημα
- Παλμογράφος
- Radar
- Πομπὸς παλμῶν

Συσκευή πομποῦ—δέκτου
Χρονοδιακόπτης συγχρονισμοῦ Radar
Ἐνδείκτης παλμογράφου
Ἐνδείκτης ἐπιπέδου ἀπεικονίσεως
Ἀστρονομία διὰ τοῦ Radar
Ἡλεκτρικὸν μικροσκόπιον
Transistor

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε τὰ βασικὰ μέρη ἐνὸς καθοδικοῦ σωλῆνος καὶ ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν ἐνὸς ἐκάστου.
2. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἀρώσεις;
3. Ποία ἡ βασικὴ ἀρχὴ λειτουργίας τοῦ Radar;
4. Ἀναφέρατε τὰ βασικὰ μέρη μιᾶς ἐγκαταστάσεως Radar καὶ ἐξηγήσατε τὴν λειτουργίαν ἐνὸς ἐκάστου.
5. Ἐξηγήσατε τί νοοῦμεν λέγοντες ἐνδείκτης ἐπιπέδου ἀπεικονίσεως (PP I).
6. Ποία εἶναι μία ἀπὸ τὰς σημαντικὰς ἠλεκτρικὰς ιδιότητας ὠρισμένων κρυσταλλικῶν σωμάτων, ὡς τὸ πυρίτιον καὶ τὸ γερμάνιον;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες transistor;
8. Σχηματίσατε τὴν συνδεσμολογίαν ἐνὸς transistor εἰς τρόπον ὥστε τοῦτο νὰ ἐργάζεται ὡς ἐνισχυτής.
9. Ποία τὰ κύρια πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τῶν transistor;

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ ἀναμενομένη μορφή ἴχνους ἐπὶ τοῦ φθορίζοντος διαφράγματος καθοδικοῦ παλμογράφου ὅταν ἐναλλασσόμενη τάσις ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ ἐν ζεύγος τῶν πλάκων;
2. Ἐὰν ἡ αὐτὴ ἐναλλασσομένη τάσις ἐφαρμοσθῇ ταυτοχρόνως καὶ εἰς τὰ δύο ζεύγη τῶν πλάκων τοῦ καθοδικοῦ παλμογράφου, ποία ἡ ἀναμενομένη μορφή τοῦ ἴχνους ἐπὶ τῆς δθόνης αὐτοῦ;
3. Ἐὰν ὁ στόχος ἐνὸς Radar εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 150 km πόσος χρόνος παρέρχεται μεταξύ τῆς ἐκπομπῆς τῆς πρώτης ρευματωθήσεως καὶ τῆς λήψεως τῆς πρώτης ἠχοῦς;
4. Ποία χαρακτηριστικὰ πρέπει νὰ ἔχη ἕνα αὐτομάτως κινούμενον Radar ἐπιπροσθέτως τῶν ἀπαρατήτων διὰ τὴν λειτουργίαν ἀνευρέσεως τοῦ στόχου;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο ΚΑΘΟΔΙΚΟΣ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ.

Ὁ καθοδικὸς παλμογράφος εἶναι μία ἀπὸ τὰς πλέον ἐνδιαφερούσας συσκευὰς τῆς νεωτέρας φυσικῆς. Μία, ἀπὸ τὰς σπανίως ἀπεικονιζόμενας ἐπὶ τῆς δθόνης τοῦ παλμογράφου, καμπύλας, εἶναι ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ ρεύματος ὅταν τοῦτο διέρχεται διὰ μέσου βολβοῦ περιέχοντος νέον ἢ ἀργόν. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ἀπεικόνισις τῶν καμπυλῶν, συνδέσατε ἐν σειρά πρὸς τὸν βολβόν, μίαν ἀντίστασιν 50 Ω περίπου, καὶ ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὴν ἀντίστασιν, τὸ κατακόρυφον ζεύγος πλάκων τοῦ παλμογράφου, ρυθμίζοντες καταλλήλως τὸν κατακόρυφον ἐνισχυτήν. Τροφοδοτήσατε τὸ ὀριζόντιον ζεύγος μὲ τὴν τάσιν τοῦ δικτύου τῆς πλοέως σας. Αἱ περιόδου σχήματα καμπύλαι, αἱ ὁποῖαι ἐμφανίζονται, ὀφείλονται εἰς τὸ γεγονός ὅτι, ἀπαιτεῖται μίαν ὠρισμένην τάσις διὰ νὰ ἀρχίσῃ ἡ ἐκκένωσις τοῦ ἀερίου ἐντὸς τοῦ βολβοῦ. Τάσις μικρότερα τῆς χαρακτηριστικῆς ταύτης τιμῆς δὲν προκαλεῖ διόδον τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ βολβοῦ. Ἐὰν γνωρίζομεν τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς τάσεως, καὶ ἐκτελέσομεν ὠρισμένας μετρήσεις, εἰς διαφόρους θέσεις κατὰ μῆκος τοῦ ὀριζοντίου ἄξονος, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν τιμὴν τῆς τάσεως τὴν ἀπαιτούμενην διὰ τὴν ἔναυσιν τοῦ βολβοῦ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἡ ἀντίστασις τοῦ νήματος θερμάνσεως τῆς καθόδου, καθοδικοῦ σωλῆνος εἶναι 15Ω, διαρρέεται δὲ τοῦτο ὑπὸ ἐντάσεως 15mA. Ζητεῖται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ καταναλισκομένη ἰσχύς.
2. Radar ἐκπέμπει σήματα τὰ ὁποῖα ἀνακλασθέντα ἐπὶ τῆς σεληνῆς ἐπέστρεψαν εἰς τὴν γῆν καὶ κατεγράφησαν ὑπ' αὐτοῦ. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ὁ χρόνος μεταξύ τοῦ ἐκπεμπομένου σήματος καὶ τῆς καταγραφῆς τῆς ἠχοῦς αὐτοῦ.

B

3. Ἀναφερόμενοι εἰς τὰ σχήματα 80—2 καὶ 80—3 ἐπισημασθέντες ὅτι, ἡ ἀπό-

στασις AD τῆς προνοειδοῦς τάσεως Radar ἀντιστοιχεί εἰς 1200 msec καὶ ὅτι τὸ μῆκος τῆς ἀποκλίσεως χρόνου ἐπὶ τῆς δθόνῃς εἶναι 15 cm. Ἐὰν ἡ-
χῶ συρμοὺ σημάτων εὐρίσκεται εἰς ἀ-

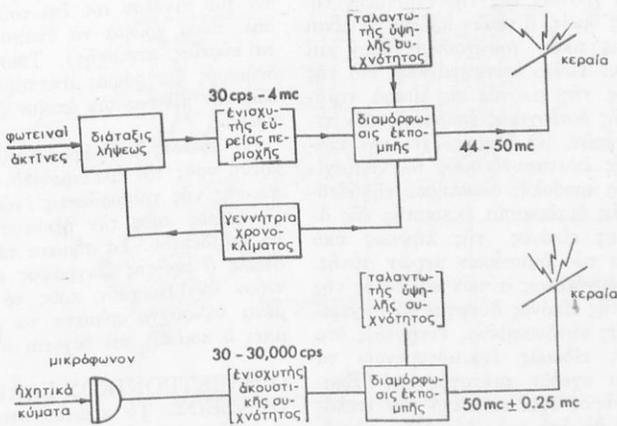
πόστασιν 5 cm ἐπὶ τῆς δθόνῃς τοῦ παλμογράφου ἀπὸ τὴν ἔνδειξιν τοῦ ἐκπεμφθέντος σήματος, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀπόστασις τοῦ στόχου ἀπὸ τὸ Radar.

ΕΔΑΦΙΟΝ 81. Αἱ βασικαὶ ἀρχαὶ τῆς τηλεοράσεως.

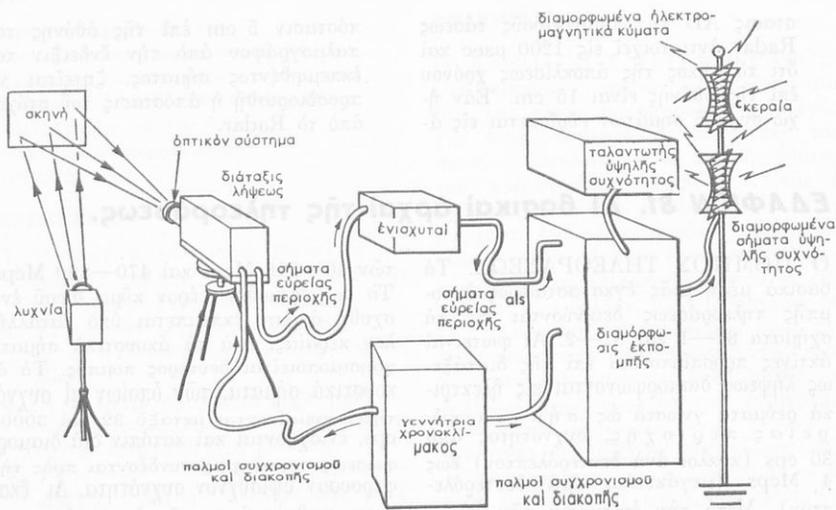
Ο ΠΟΜΠΟΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ. Τὰ βασικὰ μέρη μιᾶς ἐγκαταστάσεως ἐκπομπῆς τηλεοράσεως δεικνύονται εἰς τὰ σχήματα 81—1 καὶ 82—2. Αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς διατάξεως λήψεως διαμορφώνονται εἰς ἠλεκτρικὰ ρεύματα γνωστὰ ὡς σήματα εὐ-
ρείας περιοχῆς, συχνότητος ἀπὸ 30 cps (κύκλοι ἀνά δευτερόλεπτον) ἕως 4 Mcps (μεγάλυοὶ ἀνά δευτερόλεπτον). Μετὰ τὴν ἐνίσχυσιν τῶν σημάτων εὐρείας περιοχῆς, ταῦτα διὰ διαμορφώσεως εὐρους, παραλαμβάνονται ἀπὸ τὴν φέρουσαν ὑψηλὴν συχνότητα. Ἐκτὸς τῶν σημάτων εὐρείας ἐκπομπῆς, ἡ φέρουσα συχνότης μεταφέρει ἐπίσης καὶ τοὺς, ἀπὸ τὴν γεννήτριαν χρονολίματος προερχομένους, παλμοὺς συγχρονισμοῦ. Τὰ σήματα χρονολίματος αὐξάνουν τὴν συχνότητα διαμορφώσεως εἰς 6 Mcps περίπου. Ἡ συχνότης τοῦ φέροντος κύματος δύνανται νὰ εἶναι οἰαδήποτε μεταξὺ

τῶν 40—216 Mcps καὶ 470—890 Mcps. Τὸ διαμορφωθὲν φέρον κύμα ἀφοῦ ἐνισχυθῇ ἀκόμη, ἐκπέμπεται ὑπὸ καταλλήλου κεραίας. Διὰ τὰ ἀκουστικά σήματα χρησιμοποιεῖται δεύτερος πομπός. Τὰ ἀκουστικά σήματα, τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες κυμαίνονται μεταξὺ 32 καὶ 30000 cps, ἐνισχύονται καὶ κατόπιν διὰ διαμορφώσεως συχνότητος συνδέονται πρὸς τὴν φέρουσαν ὑψίσυχρον συχνότητα. Δι' ἑκαστον σταθμὸν ἐκπομπῆς ἡ συχνότης τοῦ φέροντος κύματος εἶναι ἡ αὐτὴ τόσο διὰ τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς, ὅσον καὶ διὰ τὰ ἀκουστικά κύματα.

Αἱ γενικαὶ ἀρχαὶ λειτουργίας τῶν ἐνισχυτῶν τῆς τηλεοράσεως, τῶν γεννητριῶν χρονολίματος, καὶ τῶν πομπῶν, εἶναι αἱ αὐτὰ μὲ τὰς περιγραφείσας εἰς προηγούμενα ἐδάφια. Ἡ λεπτομερὴς ἀνάλυσις τῶν λειτουργιῶν τῶν διαφόρων κυκλωμάτων τῆς τηλεοράσεως ἐκφεύγει τῶν ὁρίων τοῦ παρόντος συγγραμματος.



Σχ. 81—1. Σχηματικὸν διάγραμμα συγκροτήματος ἐκπομπῆς τηλεοράσεως.



Σχ. 81—2. Τα κύρια τμήματα συγκροτήματος εκπομπής τηλεόρασης.

Είς τὰς ἐπομένας παραγράφους θὰ ἀναπτυχθῶν εἰς γενικάς γραμμὰς τὰ κύρια χαρακτηριστικά τοῦ ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος τηλεόρασης, ὡς ἐπίσης καὶ τὰ βασικά μέρη τοῦ δέκτη τηλεόρασης.

Εἰς μίαν ραδιοφωνικὴν ἐκπομπὴν δὲν ὑπάρχει πρόβλημα, τὸ ὁποῖον θὰ πρέπει νὰ ἀναπαραχθῆ. Ἡ μουσικὴ ἢ ἡ ὀμιλία, εἶναι ἀπλῶς, μία ἀκολουθία ἤχων συναρτῆσει τοῦ χρόνου. Εἰς τὴν ἐκπομπὴν τηλεόρασης ὅμως, ἡ εἰκὼν πρέπει νὰ εἶναι συνάρτησις τόσο τοῦ χρόνου, ὅσον καὶ τοῦ χώρου. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς διαμόρφωσις τῆς εἰκόνας εἰς μικρὰ τεμάχια καὶ τῆς διαδοχικῆς ἐκπομπῆς τῶν τεμαχίων αὐτῶν. Ὁ δέκτης ἔχει τὴν ἰκανότητα τῆς ἐπανασυνδέσεως τῶν τεμαχίων καὶ τῆς προβολῆς ὁλοκληροῦ τῆς εἰκόνας. Ἡ ὅλη διαδικασία ἐκπομπῆς τῆς ἀναλελυμένης εἰκόνας, τῆς λήψεως ὑπὸ τοῦ δέκτη τοῦ διαφόρου μερῶν αὐτῆς, τῆς ἐπανασυνδέσεως αὐτῶν καὶ τέλος τῆς προβολῆς τῆς εἰκόνας δύναται νὰ συγκριθῆ πρὸς τὰς συνδεδασμένας ἐνεργείας δύο ζωγράφων, εἰδικῶς ἐκπαιδευμένων νὰ ἐργάζονται σχεδὸν ταυτοχρόνως. Ἐκαστος ζωγράφος ἔχει τὸ ἰδικό του «τελάρ» ὃ ἔνας δὲ ἀπὸ τοὺς δύο δίδει τὰς ὁδηγίας εἰς τὸν δεύτερον. Καθὼς ὁ πρῶτος σύρει τὸ πινάκον ἐκτετατῆται ἀπὸ τὸ ἴδιον τοῦτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ρου του, ὁ δεύτερος ἐπαναλαμβάνει ἐπὶ τοῦ ἰδιοῦ του τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς κίνησιν καὶ εἰς τὴν αὐτὴν σχετικῶς θέσιν ἐπὶ τοῦ «τελάρου». Ὁ δεύτερος ζωγράφος λαμβάνει σήματα ρυθμίζοντα τὴν θέσιν τοῦ πινέλου του, (σήματα συγχρονισμοῦ), σήματα διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ πινέλου ἀπὸ τοῦ «τελάρου» (σήματα διακοπῆς) καὶ σήματα ρυθμίζοντα τὴν πίεσιν τοῦ πινέλου του ἐπὶ τοῦ καναβάτσου δηλ. πόσο χρῶμα νὰ ἐναποθέσῃ (σήματα εὐρείας περιοχῆς). Τοιοῦτοτρόπως ὁ δεύτερος ζωγράφος ἀναπαράγει ἐπακριβῶς τὸν πίνακα τὸν ὁποῖον ζωγραφίζει ὁ πρῶτος.

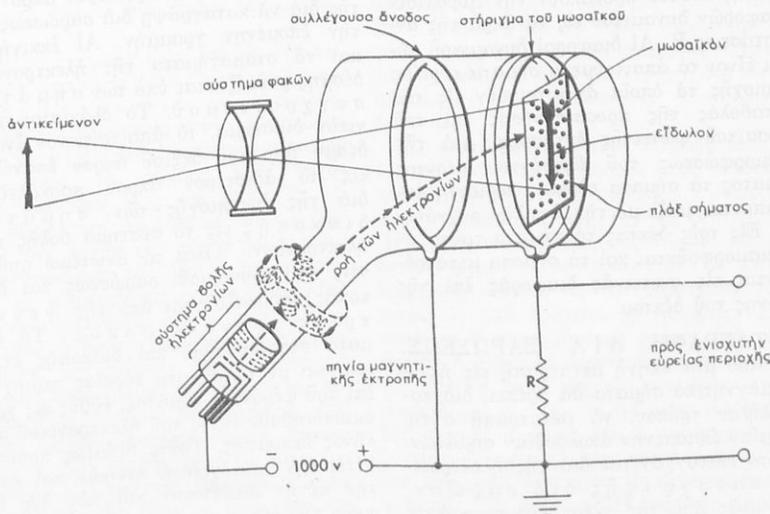
Ὁ πρῶτος ζωγράφος δύναται νὰ συγκριθῆ πρὸς τὸν ἠλεκτρονικὸν σωλήνα ἐκπομπῆς τῆς τηλεόρασης ἐνῶ, ὁ δεύτερος ζωγράφος πρὸς τὸν ἠλεκτρονικὸν σωλήνα τοῦ δέκτη. Τὰ σήματα τὰ ὁποῖα ἀπέστειλε ὁ πρῶτος ζωγράφος εἰς τὸν δεύτερον ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰ διαμορφωμένα ὑψίσουχα κύματα τὰ ὁποῖα ἐκπέμπει ὁ πομπὸς καὶ δέχεται ὁ δέκτης.

Ο ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ. Τὸ πρῶτον στοιχεῖον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται τὸ συγκροτῆμα ἐκπομπῆς τῆς τηλεόρασης εἶναι ὁ ἠλεκτρονικὸς σωλήν ἐντὸς τοῦ ὁποῖου μεταβο-

λαί τῆς ἐντάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μετατρέπονται εἰς ἠλεκτρικούς παλμούς εὐθείας περιοχῆς. Εἰς ἀπό τοὺς πλέον συνήθεις τύπους ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος εἶναι τὸ εἰκονοσκόπιον (σχ. 81—3). Τοῦτο εἶναι συνδυασμὸς φωτογραφικῆς μηχανῆς, φωτοηλεκτρικοῦ κυττάρου καὶ καθοδικοῦ σωλήνος. Ἀντὶ τοῦ φθορίζοντος διαφράγματος τὸ ὁποῖον φέρει ὁ καθοδικὸς σωλήν, τὸ εἰκονοσκόπιον φέρει τὸ φωτοηλεκτρικὸν μωσαϊκὸν ἐπὶ τοῦ ὁποῖου σχηματίζεται ἡ πρὸς ἐκπομπὴν εἰκόν. Ἡ ἀποτυπωμένη εἰκὼν πρέπει νὰ εἶναι ἐξόχως καθαρά. Πρὸς τούτοις ὑπάρχει σύστημα φακῶν διὰ τῶν ὁποίων αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες ἐστιῶνται ἐπὶ τοῦ μωσαϊκοῦ. Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὸν στρώμα καθαρῆς μίας κεκαλυμμένης ὑπὸ μικροτάτων καὶ διακρίτων κηλίδων ἀπὸ φωτοπαθῆ οὐσίαν (καΐσιον). Ἐφ' ὅσον ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐλευθερουμένων ὑπὸ ἐκάστης κηλίδος εἶναι ἀνάλογος τῆς προσπιτούσης ἐπ' αὐτοῦ φωτεινῆς ἐντάσεως τὸ μωσαϊκὸν μετατρέπει τὴν ἐπ' αὐτοῦ διανομὴν τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως εἰς διανομὴν ἠλεκτρικῶν φορτίων. Τὸ ὄπισθιον μέρος τοῦ μωσαϊκοῦ καλύπτεται ὑπὸ ἐνὸς ἀγωγίμου στρώματος γραφίτου ὁ ὁποῖος

ἀποτελεῖ οὕτω τὴν πλάκα σήματος. Εἰς τὴν πραγματικότητά ἐκάστη κηλὶς ἀποτελεῖ τὸν ἓνα ὀπλισμὸν μικροῦ πυκνωτοῦ. Ὁ δευτέρος ὀπλισμὸς τοῦ πυκνωτοῦ εἶναι ὁ γραφίτης τὸ δὲ διηλεκτικὸν αὐτοῦ ἡ μίκα.

Τὸ «καθοδικὸν» τμήμα τοῦ εἰκονοσκοπίου ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ σύστημα βολῆς τῶν ἠλεκτρονίων καὶ ἀπὸ τὰ πηνία μαγνητικῆς ἐκτροπῆς (βλέπε ἐδάφιον 80). Διὰ συνδέσεως τῶν πηνίων μαγνητικῆς ἐκτροπῆς πρὸς πριονοειδῆ τάσιν ἡ ἰσχυρῶς συγκεντρωμένη ἐπὶ τοῦ μωσαϊκοῦ δέση ἠλεκτρονίων, ἐξαναγκάζεται εἰς σάρωσιν αὐτοῦ. Καθὼς τὰ ταχύτατα κινούμενα ἠλεκτρόνια προσπίπτουν ἐπὶ τῶν φωτοπαθῶν κηλίδων, αὐταὶ ἀποβάλλουν ἠλεκτρόνια, καλούμενα δευτερογενῆ ἠλεκτρόνια. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπομένων ὑπὸ ἐκάστης κηλίδος δευτερογενῶν ἠλεκτρονίων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ θετικὸν φορτίον αὐτῆς ταύτης τῆς κηλίδος. Ὅταν τὸ θετικὸν φορτίον, τὸ ὁποῖον περιέχει μία κηλὶς εἶναι μικρὸν, τότε αὐτὴ θὰ ἐκπέμπῃ πολλὰ ἠλεκτρόνια. Ὅταν ὅμως τὸ θετικὸν φορτίον αὐτῆς εἶναι μέγαλον, ἡ κηλὶς συγκρατεῖ τὰ ἠλεκτρόνια. Ὅταν ἡ καθοδικὴ δέση τῶν ἠλεκτρο-



Σχ. 81—3. Τὸ εἰκονοσκόπιον.

νίων σαρώνην τὸ μωσαϊκὸν ὁ παράγων ὁ καθορίζων τὸ ποσὸν τῶν ἐκπεμπόμενων ὑπὸ ἐκάστης κηλίδος ἠλεκτρονίων, εἶναι ἐπομένως, τὸ φορτίον τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται ἐπὶ ἐκάστης κηλίδος. Εἰς τὰς σκοτεινὰς περιοχὰς τοῦ μωσαϊκοῦ ὅπου αἱ κηλίδες ἔχουν ἀποβάλλει μόνον μερικὰ φωτοηλεκτρόνια, καὶ ὡς ἐκ τούτου τείνουν νὰ παραμείνουν ἠλεκτρικῶς οὐδέτεροι, θὰ ἐκπεμπθοῦν πολλὰ δευτερογενῆ ἠλεκτρόνια. Ἀντιθέτως, εἰς τὰς φωτεινὰς περιοχὰς τοῦ μωσαϊκοῦ, ὅπου αἱ κηλίδες ἔχουν ἤδη ἀποβάλλει τὰ φωτοηλεκτρόνια αὐτῶν καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι ἰσχυρῶς θετικῶς φορτισμένοι, ὀλίγα ἠλεκτρόνια θὰ ἐκπεμφθοῦν.

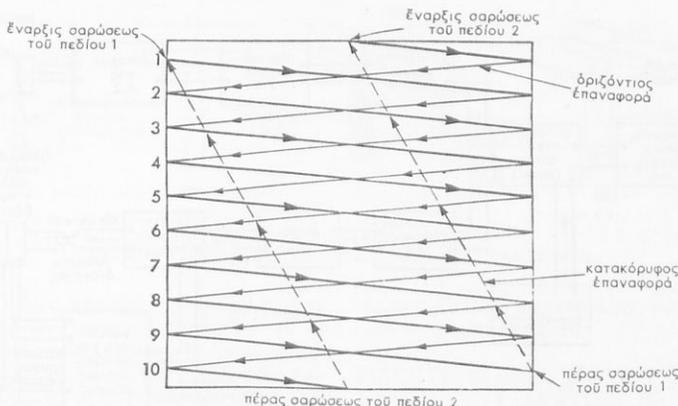
Τὰ δευτερογενῆ ἠλεκτρόνια συλλέγονται ὑπὸ τῆς συλλεγοῦσης ἀνόδου, ἡ ὁποία συνίσταται εἰς ἓνα δακτύλιον ἠλεκτρικῶς συνδεδεμένον πρὸς ἓνα ἀγώγιμον στρώμα ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος. Ἡ συλλέγουσα εὐρίσκεται ὑπὸ ὑψηλὸν θετικὸν δυναμικόν, συνδέεται δὲ ἐξωτερικῶς πρὸς τὴν πλάκα σήματος μέσῳ τῆς ἀντιστάσεως R. Τὰ κύματα τῶν δευτερογενῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα προκαλοῦνται ὑπὸ τῆς σαρωνοῦσης ἠλεκτρονικῆς δέσμης, συλλεγόμενα ὑπὸ τῆς συλλεγοῦσης ἀνόδου προκαλοῦν τὴν ἐμφάνισιν διαφορῶν δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R. Αἱ διαφοραὶ δυναμικοῦ αὗται εἶναι τὰ ἀπαιτούμενα σήματα εὐρείας περιοχῆς τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς προσπιπτούσης ἐπὶ τοῦ μωσαϊκοῦ φωτεινῆς ἐντάσεως. Διὰ τῆς διαμορφώσεως τοῦ ὑψισύχνου ρέοντος κύματος τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς ἐκπέμπονται μαζὶ μὲ τὴν ὑψηλὴν συχνότητα. Εἰς τοὺς δέκτας τὰ σήματα ταῦτα ἀποδιμορφοῦνται καὶ τὰ σήματα μετατρέπονται εἰς φωτεινὰς διαφορὰς ἐπὶ τῆς ὀθόνης τοῦ δέκτου.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑ ΣΑΡΩΣΕΩΣ.

Προτοῦ μία σηνῆ μετατραπῆ εἰς ἠλεκτρομαγνητικὰ σήματα θὰ πρέπει, διὰ καταλήλων τρόπου, νὰ μετατραπῆ αὕτη, εἰς μίαν ὀρισιμένην ἀκόλουθιαν σημάτων. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἠλεκτρονικῆς καταγραφῆς διὰ σαρώσεως, μᾶς ἀπὸ τὰς πλέον ἐνδιαφερούσας καὶ πολυπλόκουσ λειτουργίας τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης. Ἐπισημειώθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

γραφῆ διὰ σαρώσεως ὁμοιάζει εἰς πολλὰ σημεῖα πρὸς τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον διαβάζομεν μίαν σελίδα βιβλίου. Καθὼς διαβάζομεν, ἀρχίζομεν ἀπὸ τὸ ἄνω ἀριστερὸν ἄκρον τῆς σελίδος σαρώνομεν τὴν πρώτην γραμμὴν γράμμα πρὸς γράμμα, λέξιν πρὸς λέξιν κινούμεντες τοὺς ὀφθαλμοὺς μας βραδέως πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ὕταν φθάσωμεν εἰς τὸ δεξιὸν ἄκρον τῆς πρώτης σειρᾶς ἐπαναφέρομεν ταχύτατα τοὺς ὀφθαλμοὺς μας εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς δευτέρας σειρᾶς εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον τῆς σελίδος διὰ νὰ ἐπαναλάβωμεν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν διαδικασίαν. Ὅταν οἱ ὀφθαλμοὶ μας κινοῦνται ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ διὰ νὰ ἀρχίσωμεν νέαν σειρὰν, ἢ ὅταν μετακινοῦνται ἀπὸ τὸ κάτω δεξιὸν ἄκρον μᾶς σελίδος εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄνω τῆς ἐπομένης, δὲν διαβάζομεν, διότι ἡ κίνησις αὕτη, δὲν ἀποβλέπει εἰς τίποτε ἄλλο εἰ μὴ εἰς τὴν στροφὴν τῶν ὀφθαλμῶν μας ὥστε νὰ ἔλθουν οὔτοι εἰς τὴν κατάλληλον θέσιν.

Εἰς τὴν ἠλεκτρονικὴν καταγραφὴν διὰ σαρώσεως ἡ ἠλεκτρονικὴ δέσμη ἀρχίζει ἀπὸ τὸ ἄνω ἀριστερὰ τμήμα τῆς πρὸς μετὰδοσιν εἰκόνας καὶ κινεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ. Εἰς τὸ τέλος τῆς γραμμῆς ἐπιστρέφει ταχύτατα εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον αὐτῆς διὰ νὰ καταγράψῃ διὰ σαρώσεως καὶ τὴν ἐπομένην γραμμὴν. Αἱ ἐκκινήσεις καὶ τὰ σταματήματα τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης ρυθμίζονται ὑπὸ τῶν σημάτων συγχρονισμοῦ. Τὸ ἐλάχιστον χρονικὸν διάστημα, τὸ ἀπαιτούμενον ἵνα ἡ δέσμη ἀπὸ τοῦ δεξιοῦ ἄκρου ἐπανεέλθῃ εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον προκαλεῖται διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν σημάτων διακοπῆς εἰς τὸ σύστημα βολῆς τῶν ἠλεκτρονίων. Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω ρυθμίσεις (συγχρονισμοῦ, σαρώσεως καὶ διακοπῆς) προκαλοῦνται ὑπὸ τῆς γεννητριᾶς χρονοκλίμακος. Τὰ σήματα συγχρονισμοῦ καὶ διακοπῆς ἐκπέμπονται μὲ τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς, ἐπὶ τοῦ φέροντος κύματος, εὐθὺς ὡς χρησιμοποιηθοῦν ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρονικοῦ σωλήνος ἐκπομπῆς. Τοῦτο βεβαίως προϋποθέτει τὴν ταυτόχρονον κίνησιν καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ τῶν δύο δεσμῶν τῆς ἐντὸς τῆς μηχανῆς λήψεως εὐρισκομένης ὅσον καὶ τῆς ἐντὸς τοῦ δέ-



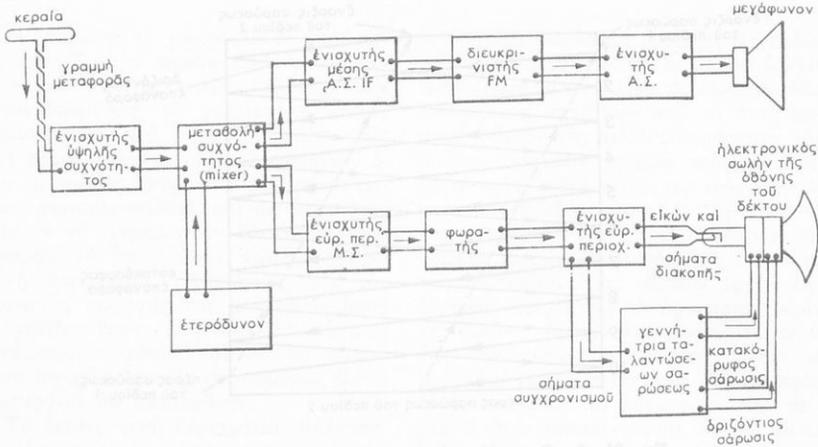
Σχ. 81—4. Συμπλεγμένη καταγραφή διά σαρώσεως.

Υπάρχουν εν τούτοις, σημαντικοί διαφοροί μεταξύ του τρόπου κατά τον οποίον διαβάζομεν και της καταγραφής διά σαρώσεως της ηλεκτρονικής δέσμης. Κατ' αρχάς η ηλεκτρονική δέσμη θα πρέπει να αρχίζει την σάρωσιν από το κάτω μέρος του μωσαϊκού, έφ' όσον το είδωλον είναι άνεστραμμένον. Η διαφορά όμως αυτή δεν είναι σημαντική και δυνάμεθα να θεωρήσωμεν ότι, η δέσμη αρχίζει την καταγραφην από το άνω άκρον του μωσαϊκού.

Δευτέρα διαφορά είναι ότι εις την τηλεόρασιν έχομεν συμπλεγμένην καταγραφην διά σαρώσεως. Το σύστημα σαρώσεως τουτο αντιστοιχεί εις το κατωτέρω λίκν περιεργον σύστημα άναγνώσεως μιας σελίδος. Κατ' αρχάς άναγιγνώσκομεν όλας τας περιτιτής τάξεως σειράς και άκολούθως έπαναρχόμεθα εις την αρχήν της αυτής σελίδος διά να άναγνώσωμεν τας άρτίας τάξεως σειράς. Η συμπλεγμένη διαγραφή διά σαρώσεως δεικνύεται εις το σχήμα 81—4. Καθώς η δέσμη σαρώνει την πρώτην γραμμήν, μετατίθεται όλιγον πρός τα κάτω με πολύ μικράν, συγκριτικώς, ταχύτητα. Εις το πέρας της γραμμής επιστρέφει εις το άριστερόν άκρον, έχουσα και πάλιν μίαν μικράν πρός τα κάτω μετατόπισιν. (Η ταχύτης επιστροφής προς τα άριστερά, της δέσμης, είναι περίπου 10πλάσια της προς τα δεξιά ταχύτητος

σαρώσεως αυτής.) Η δέσμη έπαναλαμβάνει την αυτήν άκριβώς πορείαν έως ότου φθάση εις το κάτω άκρον του είδωλου. Η σάρωσις των περιτιτής τάξεως γραμμών αντιστοιχεί, εις την γλώσσαν της τηλεοράσεως, εις το πεδίο 1. Αφού έσαρώθη το πεδίο 1 η δέσμη μετακινείται κατακόρυφος και αρχίζει να καταγράφη διά σαρώσεως το πεδίο 2. Τουτο περιλαμβάνει ήμισιον γραμμην άνωθεν της γραμμής 1, όλας τας άρτίας τάξεως γραμμιάς και επί πλέον έτεραν ήμισιον γραμμην εις το κάτω άκρον. Όταν και το πεδίο 2 έχει καταγραφη διά σαρώσεως, η όλη διαδικασία έπαναλαμβάνεται.

Η πλέον καταπληκτική διαφορά μεταξύ του τρόπου άναγνώσεως μιας σελίδος και της ηλεκτρονικής σαρώσεως, είναι η σχεδόν άπίστευτος ταχύτης της δευτέρας. Η ηλεκτρονική δέσμη σαρώνει το είδωλον 30 φορές το δευτερόλεπτον. Η άνάλυσις της εικόνας εις την Αμερικην γίνεται εις 525 δριζοντίους γραμμιάς. Επομένως ο παρερχόμενος χρόνος διά να κινηθή η δέσμη έξ άριστερών προς τα δεξιά και να επανέλθη εις την θέσιν της είναι $1/525 \times 1/30 = 63 \mu\text{sec}$ περίπου. Εις σηκνάς πλάτους 8in η ταχύτης δριζοντίου σαρώσεως είναι περίπου 2 mil/sec και κατά συνέπειαν, η ταχύτης έπαναφοράς 20 mil/sec. Η ταχύτης σαρώσεως και η άκριβεια με την όποιαν αι δέ



Σχ. 81—5. Σχηματικόν διάγραμμα δέκτου τηλεόρασεως.

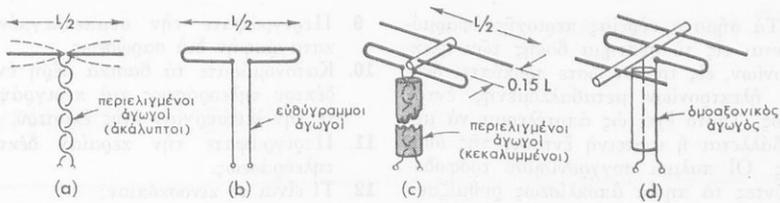
σμαι εντός του ηλεκτρονικού σωλήνος τής διατάξεως λήψεως και εντός του ηλεκτρονικού σωλήνος του δέκτου, είναι συγχρονισμένα, αποτελούν δύο από τα σημαντικώτερα επιτεύγματα τής συγχρόνου ηλεκτρονικής τεχνολογίας.

Ο ΔΕΚΤΗΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ.
Τò σχήμα 81—5 δεικνύει εις διάγραμμα τὰ βασικά μέρη και τὰς λειτουργίας αυτών ενός συγχρόνου δέκτου τηλεόρασεως. Καί ἔδω μόνον γενικαί περιγραφαί θὰ δοθοῦν, ἐφ' ὅσον λεπτομερῆς ἀνάπτυξις τοῦ θέματος ἐκφεύγει τῶν ὁρίων τοῦ παρόντος συγγράμματος.

Καθὼς τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς και τὰ ἀκουστικά κύματα τὰ διαμορφόμενα ἐπὶ τοῦ φέροντος κύματος φθάνουν τὴν κεραίαν τοῦ δέκτου προκαλοῦν τὴν ἐμφάνισιν ἐντὸς αὐτῆς διαφορῶν δυναμικοῦ τῶν πολυπλόκου μορφῆς κυμάτων, τὰ ὁποία παρελήφθησαν ἀπὸ τὴν φέρουσαν συχνότητα κατὰ τὰ διάφορα στάδια τῶν διαμορφώσεων. Εἰς τὸν ἐνισχυτὴν ὑψηλῆς συχνότητος τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς ἐνισχύονται μαζί με τὰ ἀκουστικά κύματα. Ἀκολούθως συνδυάζονται με τὴν συχνότητα και ἑτεροδύνου ἐντὸς τῆς διατάξεως διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς συχνότητος (mixer). Ἐντὸς τῆς αὐτῆς διατάξεως διαχωρίζονται εἰς δύο εὐδιακρίτους μέσας συχνότητας (IF) τόσον τὰ

σήματα εὐρείας περιοχῆς ὅσον και τὰ ἀκουστικά κύματα. Ἀφού ἐνισχυθοῦν ἐκ νέου τὰ σήματα IF ἀποδιαμορφούνται τὰ μὲν σήματα εὐρείας περιοχῆς ὑπὸ ἐνὸς φωρατοῦ διὰ σήματα διαμορφωμένους (AM), τὰ δὲ ἀκουστικά ὑπὸ ἐνὸς διευκρινιστοῦ διὰ σήματα διαμορφωμένης συχνότητος (FM). Οὕτω, τὰ ἀρχικῶς διαμορφωμένα σήματα, ἀποδιαμορφοῦνται. Κατόπιν νέας ἐνισχύσεως, τὰ σήματα εὐρείας περιοχῆς περιλαμβάνονται και τοῦς παλμοῦς συγχρονισμοῦ και διακοπῆς, ὁδεύουν πρὸς τὸν σωλῆνα ἀναπαραγωγῆς τῆς εἰκόνας και τὸ κύλωμα σαρώσεως τῆς γεννητήριος ταλαντώσεως σαρώσεων. Ὁ συνδυασμὸς τῶν σημάτων αυτῶν, προκαλεῖ τὴν ἀναπαραγωγὴν τῆς εἰκόνας ὑπὸ τῆς ηλεκτρικῆς δέσμης ἐπὶ τοῦ φθορίζοντος διαφράγματος τοῦ ηλεκτρονικοῦ σωλήνος. Τὰ ἀκουστικά κύματα ἀναπαράγουν τοὺς ἤχους εἰς τὸ³ μεγάφωνο κατὰ τὰ γνωστά.

ΚΕΡΑΙΑΙ ΔΕΚΤΩΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ. Αἱ κεραῖαι τῶν δεκτῶν τηλεόρασεως πρέπει νὰ ὑπολογίζονται προσεκτικώτερον ἀπὸ τὰς κεραῖαι τῶν ραδιοφώνων, διότι τὰ χρησιμοποιούμενα ἔδω κύματα, ἔχουν πολὺ μικρὸν μῆκος κύματος. Εἰς τοὺς 70 Mc/sec τὸ μῆκος κύματος εἰς τὴν κεραίαν εἶναι περίπου 4m. Κεραῖαι, τῶν ὁποίων τὸ μῆκος κυμαίνεται

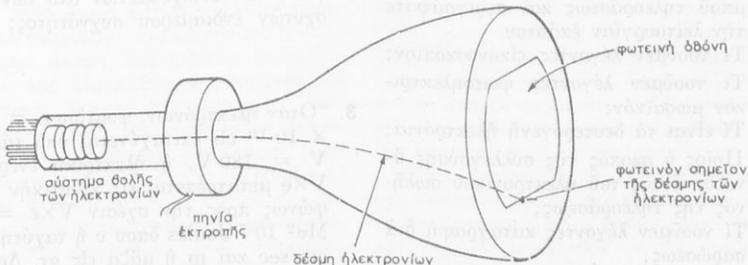


Σχ. 81—6. Διάφοροι τύποι κεραϊών δεκτών τηλεοράσεως.

από $\frac{1}{2}$ μήκος κύματος, έως μερικά μήκη κύματος, εργάζονται άποδοτικώς. Η άπλουτέρα κεραία τύπου $\frac{1}{2}$ μήκους κύματος είναι το δίπολο ον το όποιον δεικνύεται εις τό σχήμα 81—6α. Αί διακεκομμένα γραμμάτι ύποδηλούν τά κύματα τά όποία δημιουργούνται επί της κεραίας. Αήψις ύπό μεγίστην άπόδοσιν λαμβάνει χώραν όταν τό δίπολον είναι κάθεται πρός τήν άκτινοβολίαν. Βελτίωσις του δίπολου άποτελεί ή εις τό σχήμα 81—6b ήμφαινομένη κεραία. Πειράματα επί των κεραϊών κατέδειξαν ότι, εάν άγωγός κατά τί μεγαλύτερος του $\frac{1}{2}$ μήκους κύματος τοποθετηθή εις άπόσταση 0,15 μήκους κύματος όπισθεν του δίπολου, ούτος συμπεριφέρεται ως άνακλαστήρ. (σχ. 81—6c). Διά της διατάξεως ταύτης άπορροφάται όλιγοτέρα ένέργεια πρός τήν πλευράν του άνακλαστήρος και περισσοτέρα από τήν αντίθετον. Πολλοί άλλοι τύποι κεραϊών δεκτών τηλεοράσεως ήχουν άναπτυχθή, μερικόν με δμοαξονικούς άγωγούς (σχ. 81—6b) διά τήν ελάττωσιν των άπολειών και άλλαι περιστρέφονται ώστε νά είναι πάντοτε κά-

θεται πρός τήν άκτινοβολίαν των διαφόρων σταθμίων έκπομπής.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝ ΤΗΣ Ο-ΘΟΝΗΣ ΤΟΥ ΔΕΚΤΟΥ. Εις τό σχήμα 81—7 ήμφαίνονται τά βασικά μέρη του ήλεκτρονικού σωλήνος της όθόνης του δέκτου. Ο σωλήν ούτος καλείται συχνάκις κινουοκόπιον. Ο ήλεκτρονικός σωλήν της όθόνης του δέκτου είναι όμοιος πρός τον ήλεκτρονικόν σωλήνα της συσκευής λήψεως ως πρός τά πηνία της έκτροπής της δέσης των ήλεκτρονίων και ως πρός τό σύστημα βολής των ήλεκτρονίων. Δέν έχει όμως ούτε συλλέγουσαν άνοδον ούτε μωσαϊκόν. Αντ' αυτού ο σωλήν της όθόνης φέρει φωτιζομένην όθόνην. Αύτη φωτίζεται όσάκις προσπίπτει επ' αυτής ή δέση των ήλεκτρονίων. Η άποδίδουσα τό φώς όυσία της όθόνης του δέκτου καλείται φωσφόρος. Από τό συχνότερον χρησιμοποιούμενα είδη φωσφώρων είναι ο θειούχος ψευδάργυρος, τά πυριτικά άλατα βηρυλλίου και ψευδαργύρου ως επίσης και βολφραμικόν άσβέστιον.



Σχ. 81—7. Κινουοκόπιον.

Τὰ σήματα εύρειας περιοχής εφαρμόζονται εις τὸ σύστημα βολῆς τῶν ἠλεκτρονίων, εἰς τρόπον ὥστε προκύπτει δέσμη ἠλεκτρονίων μεταβαλλομένης ἐντάσεως. Τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ μεταβάλλεται ἡ φωτεινὴ ἐνταση τῆς δθόνης. Οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ τροφοδοτοῦντες τὰ πηνία ἀποκλίσεως ρυθμίζουν τὴν σάρωσιν εἰς τρόπον ὥστε ἡ δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τοῦ δέκτου νὰ ἐκτελῇ ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς κινήσεις τῆς δέσμης τοῦ σωλῆνος λήψεως. Οἱ παλμοὶ διακοπῆς εφαρμόζονται ἐπὶ τῆς διατάξεως βολῆς τῶν ἠλεκτρονίων οὕτως ὥστε αἱ ἐπαναφοραὶ τῆς δέσμης ἀπὸ τὸ ἐν ἄκρον τῆς δθόνης εἰς τὸ ἄλλο νὰ μὴ εἶναι ὁραταί.

ΒΕΒΑΙΩΩΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Σήματα εύρειας περιοχής
 Εἰκονοσκόπιον
 Φωτοηλεκτρικὸν μωσαϊκόν
 Σήμα πλακόσ
 Δευτερογενῆ ἠλεκτρόνια
 Συλλέγουσα ἀνοδος
 Καταγραφή διὰ σαρώσεως
 Συμπελεγμένη καταγραφή διὰ σαρώσεως
 Γεννήτρια χρονοκλιμακος
 Δίπολον
 Κινοσκόπιον
 Φωσφόρος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τί καλοῦνται σήματα εύρειας περιοχής;
2. Κατονομάσατε τὰ βασικά μέρη πομποῦ τηλεοράσεως καὶ περιγράψατε τὴν λειτουργίαν ἐκάστου.
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες εἰκονοσκόπιον;
4. Τί νοοῦμεν λέγοντες φωτοηλεκτρικὸν μωσαϊκόν;
5. Τί εἶναι τὰ δευτερογενῆ ἠλεκτρόνια;
6. Ποῖος ὁ σκοπὸς τῆς συλλεγοῦσης ἀνόδου ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρονικοῦ σωλῆνος τῆς τηλεοράσεως;
7. Τί νοοῦμεν λέγοντες καταγραφή διὰ σαρώσεως;
8. Διὰ ποῖον λόγον εἶναι ἀπαραίτητα εἰς τὴν τηλεόρασιν τὰ σήματα συγχρονισμοῦ καὶ τὰ σήματα διακοπῆς;

9. Περιγράψατε τὴν συμπελεγμένην καταγραφὴν διὰ σαρώσεως.
10. Κατονομάσατε τὰ βασικά μέρη ἐνὸς δέκτου τηλεοράσεως καὶ περιγράψατε τὴν λειτουργίαν ἐνὸς ἐκάστου.
11. Περιγράψατε τὴν κεραίαν δέκτου τηλεοράσεως.
12. Τί εἶναι τὸ κινοσκόπιον;
13. Περιγράψατε τὴν λειτουργίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σωλῆνος τῆς δθόνης τοῦ δέκτου.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἠλεκτροστατικής καὶ ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀποκλίσεως;
2. Διὰ τί ἡ καταγραφή διὰ σαρώσεως ἀρχίζει ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τοῦ εἰκονοσκοπίου καὶ ἀπὸ τὸ ἄνω μέρος τοῦ κινοσκοπίου;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ἐὰν σινηὴ τηλεοράσεως ἔχη πλάτος 40cm, ἀναλύεται εἰς 525 γραμμὰς καὶ σαρώνεται ἐντὸς $\frac{1}{30}$ sec ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ μέση ταχύτης τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων εἰς km/sec κατὰ τὴν μετακίνησίν της ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου εἰς τὸ δεύτερον καὶ ὀπίσω.
2. Ἐὰν ἡ περιοχὴ ὑψηλῶν συχνοτήτων αἰ ὁποία προβάλλουν τὴν κεραίαν δέκτου τηλεοράσεως εἶναι ἀπὸ 84 ἕως 90 Mc/sec, ἡ δὲ συχνότης τοῦ ἑτεροδύνου 98 Mc/sec ποία θὰ εἶναι ἡ περιοχὴ τῶν ἐνδιαμέσων συχνοτήτων (IF) τῶν ἐνισχυομένων ὑπὸ τῶν ἐνισχυτῶν ἐνδιαμέρου συχνότητος;
3. Ὄταν ἠλεκτρόνιον, φορτίον $e = 1,60 \times 10^{-19}$ cb ἐπιταχύνεται ὑπὸ τάσεως $V = 180$ V, ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια $V \times e$ μετατρέπεται εἰς κινητικὴν συμφώνως πρὸς τὴν σχέσιν $V \times e = \frac{1}{2} Mv^2 \cdot 10^{-7}$ Joules ὅπου v ἡ ταχύτης εἰς cm/sec καὶ m ἡ μᾶζα εἰς gr. Δοθέντος ὅτι ἡ μᾶζα τοῦ ἠλεκτρονίου εἶναι 9×10^{-28} gr, ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ταχύτης τοῦ ἠλεκτρονίου.

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

Ἐχετε ἤδη μελετήσει ὠρισμένα κεφάλαια τὰ ὁποῖα βασικῶς εἶναι «ἀτομικὴ» φυσική. Ἐχετε μάθει π.χ. διὰ τὴν ἀγωγιμότητα τῶν ἀερίων, τὰς ἀκτίνας Χ, τὸ φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον, τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας, τὸ φάσμα, καὶ ὀλίγα διὰ τὴν χημικὴν σύστασιν τῆς ὕλης. Τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα καὶ ὀλόκληρον τὸ κεφάλαιον, τὸ ὁποῖον ὀνομάζομεν «ἠλεκτρονικὴ» ἀναφέρονται μόνον εἰς ἓνα μέρος τοῦ ἀτόμου, τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα περιστρέφονται περίξ τοῦ πυρήνος.

Εἰς τὸ τελευταῖον αὐτὸ κεφάλαιον, δὲ μάθετε, κατὰ ποῖον τρόπον, οἱ ἐπιστήμονες ἐξετάζουν προσεκτικῶς τὸν πυρῆνα τῶν διαφόρων ἀτόμων, καὶ ἀνακαλύπτουν τὰ μυστικὰ τῶν. Κατὰ τὴν μελέτην τῶν ἀνεκάλυψαν νέας πηγὰς ἐνεργείας ὡς ἐπίσης καὶ νέα ὄργανα ἐρεύνης. Μόλις πρό ὀλίγων ἐτῶν ἠκούσατε νὰ γίνεται λόγος διὰ τὴν ἀτομικὴν βόμβαν καὶ τὴν βόμβαν ὕδρογόνου. Εἰς τὸ κεφάλαιον αὐτὸ δὲ μάθετε ὀλίγα περὶ τῆς ἰσχύος, τῆς ἐγκεκλεισμένης εἰς τὸ ἄτομον, περὶ ραδιοϊσοτόπων καὶ διὰ τὰς ἐφαρμογὰς τῶν, αἱ ὁποῖαι ἀποβλέπουσιν εἰς ἓνα καλύτερον μέλλον.

ΕΔΑΦΙΟΝ 82. Οἱ πυρῆνες τῶν ἀτόμων καὶ ραδιενέργεια.

Περὶ τὸ 1890 οἱ περισσότεροι φυσικοὶ ἐπίστευον ὅτι, τὸ ἐπιβλητικὸν οἰκοδόμημα τῆς Φυσικῆς Ἐπιστήμης εἶχε σχεδὸν περατωθῆ. Ὁ Γαλιλαῖος ἔθεσε τὸν θεμέλιον λίθον, ἐνῶ ὁ Νεύτων μὲ τοὺς τρεῖς νόμους τῆς Μηχανικῆς, ἔθετε τὰς βάσεις τοῦ ὅλου οἰκοδομήματος. Μετὰ ἀπὸ αὐτοὺς ἓνα πλῆθος ἐκλεκτῶν ἐπιστημόνων ὕψωσαν τὸ λεπτὸ οἰκοδόμημα τῆς φυσικῆς, καὶ ὅλοι ἐθεωροῦσαν ὅτι μόνον μερικαὶ λεπτομέρειαι ἔμεινον ἀκόμη νὰ συμπληρωθῶν.

Τὸ 1895 ὅμως ἤρχισε μία νέα περίοδος ἐπιστημονικῶν ἀνακαλύψεων, ἡ ὁποία διαρκεῖ ἀκόμη, καὶ ἡ ὁποία θεωρεῖται ὡς μία ἀπὸ τὰς πλέον προοδευτικὰς καὶ ἀποδοτικὰς ἐποχὰς ἐπιστημονικῶν ἀνακαλύψεων. Ἐντὶ τῶν τελευταίων λεπτομερειῶν, προσετέθησαν νέοι ὄροφοι, ἐκτίσθησαν νέα πτέρυγες εἰς τὸ οἰκοδόμημα τῆς Φυσικῆς.

Μεταξὺ τῶν πλέον σημαντικῶν ἀνακαλύψεων τῆς τελευταίας ταύτης περιόδου, ἀπὸ τοῦ 1890 καὶ ἐντεύθεν, εἶναι αἱ ἀκτίνες Χ, τὸ ἠλεκτρονίον, τὸ ράδιον, τὸ φωτόνιον, αἱ χημικαὶ ἀκτίνες, οἱ πυρῆ-

νες τῶν ἀτόμων καὶ τέλος ἡ σχάσις τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων. Λόγω τοῦ ὅτι αἱ περισσότεραι ἀπὸ τὰς ἀνακαλύψεις αὐτὰς ἀναφέρονται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τμήμα τῶν ἀτόμων, τὸν πυρῆνα, ἡ νέα αὕτη ἀνάπτυξις τῆς φυσικῆς ἔλαβε τὸ ὄνομα Π υ ρ η ν ι κ ῆ Φ υ σ ι κ ῆ.

Οἱ ΠΥΡΗΝΕΣ ΤῶΝ ΑΤΟΜΩΝ. Ἡ σπουδὴ τῶν φασμάτων τῶν ἀερίων τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων, ἡ σπουδὴ τῆς διελεύσεως τῶν ἀκτίνων Χ διὰ μέσου τῆς ὕλης, ὡς καὶ πολλῶν ἄλλων φαινομένων, ἤγαγε τοὺς Φυσικοὺς εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ ἄτομον δὲν ἀποτελεῖ τὸ τελευταῖον ὄριον διαιρετότητος τῆς ὕλης, ἀλλὰ ὅτι καὶ τὸ ἄτομον συγκροτεῖται ἐξ ἄλλων, ἀκόμη μικροτέρων μερῶν καλουμένων ὑπατομικῶν σωματίων.

Ὅτω κατέληξαν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ἕκαστον ἄτομον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα κεντρικὸν π υ ρ ῆ ν α, ὁ ὁποῖος φέρει θετικὸν φορτίον ἀποτελούμενον ἀπὸ ἀριθμῶν στοιχειωδῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων, ἔξαρτώμενον ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἀτόμου.

Περὶ τὸν πυρῆνα περιστρέφονται τό-

σα ηλεκτρόνια ὅσος ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχειωδῶν φορτίων τοῦ πυρήνος, καὶ τοιούτοτρόπως τὸ ἄτομον ἐμφανίζεται ὡς σύνολον, ηλεκτρικῶς οὐδέτερον. Ἡ μᾶζα τοῦ ἀτόμου εὐρέθῃ ὅτι εἶναι συγκεντρωμένη εἰς τὸν πυρήνα αὐτοῦ, ὁ ὁποῖος συνίσταται ἀπὸ πρωτόνια καὶ νετρόνια. Πρωτόνιον ἐκλήθη τὸ στοιχειῶδες θετικὸν φορτίον, ἐνῶ τὸ νετρόνιον εἶναι σωματίον ηλεκτρικῶς οὐδέτερον. Ἡ μᾶζα τοῦ πρωτονίου εἶναι περίπου ἴση πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ νετρονίου.

Τὸ σχῆμα 82-1 δεικνύει τὴν σύνθεσιν τῶν 6 πρώτων στοιχείων. Τὸ στοιχεῖον 1, τὸ Ὑδρογόνο (H) ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 πρωτόνιον καὶ 1 ηλεκτρόνιον. Τὸ στοιχεῖον 2, τὸ Ἡλίον (He) ἔχει 2 πρωτόνια καὶ 2 νετρόνια ἐντὸς τοῦ πυρήνος του, καὶ 2 ηλεκτρόνια τὰ ὁποῖα περιστρέφονται πέριξ αὐτοῦ. Τὸ στοιχεῖον 3, τὸ Λίθιον (Li) ἀποτελεῖται ἀπὸ 3 πρωτόνια, 4 νετρόνια καὶ 3 ηλεκτρόνια. Ὁ ἀριθμὸς τοῦ στοιχείου ἰσοῦται πάντοτε πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν, ἐντὸς τοῦ πυρήνος εὑρισκομένων πρωτονίων. Τὸ ἄθροισμα τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων ἀποτελοῦν τὸ ἀτομικὸν βάρους ἢ τὴν $\mu\alpha\zeta\alpha\nu\tau\omicron\upsilon\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron\upsilon$.

Τὸ βᾶρος τοῦ ηλεκτρονίου συγκρινόμενον πρὸς τὸ τοῦ πρωτονίου θεωρεῖται ἀμελητέον (ἴσον πρὸς $1/2000$).

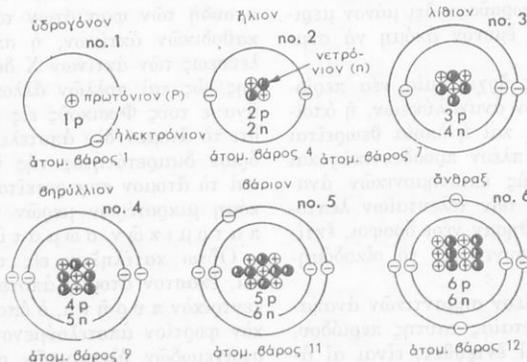
Ἡ πραγματικὴ μᾶζα ἐνὸς ἀτόμου εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρὰ, π. χ. ἡ μᾶζα ἐνὸς

ἀτόμου ὑδρογόνου εἶναι ἴση πρὸς $1,64 \times 10^{-24}$ gr $\left(\frac{1,64}{10^{24}}$ gr).

Ἐπειδὴ τὸ γραμμάριον θεωρεῖται πολὺ μεγάλη μόνος διὰ τὴν βάση ἀτόμου, διὰ τοῦτο ἐλήφθη ὡς μόνος συγκρίσιμος τῶν ἀτομικῶν καὶ μοριακῶν βαρῶν, τὸ $1/16$ τοῦ βάρους τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρου. Τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι κατὰ προσέγγισιν 1. Τὰ περισσότερα στοιχεῖα ἔχουν ἀτομικὰ βάρη, ἀκεραίους ἀριθμούς, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 82-1, διὰ τὰ 6 στοιχεῖα.

Ὁ πυρὴν τῶν ἀτόμων χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ ἀτομικὸν βᾶρος. Ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν πρωτονίων, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται ἐντὸς τοῦ πυρήνος, ἢ πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν περιστρεφόμενων περὶ αὐτὸν ηλεκτρονίων. Τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ πυρήνος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν πρωτονίων καὶ οὐδέτερονίων, τὰ ὁποῖα περιέχει. Οὗτω εἰς ἡμετέρας ἀτομικὸν βᾶρος ἐνὸς στοιχείου καὶ τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν του, εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ προσδιορίσωμεν ἀμέσως τὸν ἀριθμὸν τῶν πρωτονίων, νετρονίων, καὶ ηλεκτρονίων ἀπὸ τὰ ὁποῖα τοῦτο ἀποτελεῖται.

Πλέον ἀκριβῆς τιμὴ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους τοῦ Ὑδρογόνου εἶναι 1,008 τοῦ δὲ Ἡλίου 4,003. Ὁμοίως ὑπάρχουν μικρὰ διαφορὰ δι' ὅλα τὰ στοιχεῖα. Ἀργότερον ὅταν θὰ μελετήσωμεν τὰς πυρηνικὰς



Σχ. 82-1. Τὰ ἄτομα τῶν 6 πρώτων στοιχείων.
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ἀντιδράσεις θὰ ἴδωμεν ὅτι μικραὶ διαφοραὶ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους ἀποβαίνουν λίαν σημαντικά. Πρὸς τὸ παρὸν θὰ θεωρῶμεν ὅτι, τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν διαφορῶν στοιχείων εἶναι ἀκέραιοι ἀριθμοί.

Τὸ β α ρ ὦ ἢ Τ δ ρ ο γ ὄ ν ο ν ἢ δ ε ν τ ε ρ ἰ ο ν ἀνεκαλύφθη τὸ 1932. Ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς του εἶναι 1 ἀλλὰ τὸ ἀτομικὸν βᾶρος αὐτοῦ 2. Ὁ πυρὴν του ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ σύνθηδες ὕδρογόνον περιλαμβάνει πλὴν τοῦ πρωτονίου καὶ ἓνα νετρόνιον. Τὸ βαρὺ ὕδρογόνον ἐνοούμενον μὲ τὸ δξυγόνον παρέχει τὸ β α ρ ὦ ἢ ὕ δ ω ρ τοῦ ὁποίου ὁ χημικὸς τύπος εἶναι D_2O . Τὸ βαρὺ ὕδρογόνον καλεῖται ἰσότοπον τοῦ ὕδρογόνου. Ἰ σ ὅ τ ο π α καλοῦνται τὰ στοιχεῖα ἕκαστα τὰ ὁποῖα δεικνύουν διάφορον μὲν ἀτομικὸν βᾶρος, ἔχουν ὅμως τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν πρωτονίων ἢ τοὺν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν. Τὰ περισσότερα ἀπὸ τὰ γνωστὰ στοιχεῖα, περιέχουν ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν μίγματα ἰσοτόπων. Ὅστω τὸ δξυγόνον, ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 8, σύγκεται ἀπὸ μίγματα ἰσοτόπων μάζης 16, 17 καὶ 18. Τὸ 1932 ἀνεκαλύφθη καὶ δεύτερον ἰσότοπον τοῦ ὕδρογόνου τὸ τ ρ ἰ τ ἰ ο ν. Τὸ τρίτον ἔχει ἀτομικὸν βᾶρος 3 ὁ δὲ πυρὴν του ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 πρωτόνιον καὶ 2 νετρόνια.

Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΒΑΝΤΑ. Τὸ 1900 ὁ Γερμανὸς φυσικὸς Max Planck διεμόρφωσε τὴν περίφημον πλέον θεωρίαν τῶν κβάντα, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ηλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία ἀποτελεῖται, ὡς ἡ ὕλη, ἀπὸ στοιχειώδη ποσά, τὰ ὁποῖα ἀπεκάλεσε $h \nu$ καὶ ἡ h φ ω τ ὄ ν ι α καὶ τὰ ὁποῖα ἔχουν τὸσον ἰδιότητος σωματίου, ὅσον καὶ ἰδιότητος κύματος. Τὸ φωτόνιον εἶναι τὸσον μικρὸν ὥστε εἶναι δυνατὸν νὰ ἀπορροφηθῇ ὑπὸ ἐνὸς ἀτόμου ἐνῶ ταυτοχρόνως ἔχει καθορισμένην συχνότητα. Ἡ ἐνέργεια τοῦ φωτονίου, συμφώνως πρὸς τὴν κβαντικὴν θεωρίαν, εἶναι εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὴν συχνότητα αὐτοῦ. Τὸ 1905 ὁ Einstein ἐξομοίωσε τὴν σχέσιν αὐτὴν διὰ τὰ ἐξηγήσῃ τὸ φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ συχνότης τοῦ φωτονίου (μικρότερον μῆκος κύματος) τὸσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τοῦ ἐκπεμπομένου φωτοηλεκτρονίου. Τὸ πειραματικὸν τοῦτο δεδομένον ἐπεβε-

βαιώθη μετὰ τὴν διατύπωσιν τῆς ἐξίσωσης τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ φαινομένου ὑπὸ τοῦ Einstein.

Τὸ 1913 ὁ Δανὸς φυσικὸς Niels Bohr ἐξομοίωσε τὴν θεωρίαν τοῦ Planck καὶ διέτυπωσε μίαν νέαν θεωρίαν περὶ τῆς κατασκευῆς τοῦ ατόμου. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Bohr τὰ, περίξ τοῦ πυρῆνος περιστρεφόμενα, ἠλεκτρόνια, δύνανται νὰ κινούνται μόνον ἐπὶ ὀρισμένων τροχιῶν ἢ ἐνεργειακῶν ἐπιπέδων. Ὅταν ἓνα ἠλεκτρόνιον ἐκφυγῇ ἀπὸ τὴν τροχίαν καὶ εἰσελθῇ εἰς τροχίαν μικροτέρου ἐνεργειακοῦ ἐπιπέδου, ἦτοι ἀπὸ ἐξωτερικῆν τροχίαν εἰς ἐσωτερικῆν, ἐκπέμπεται φωτεινὴ ἀκτινοβολία ἴση πρὸς τὴν διαφορὰν ἐνεργείας τῶν δύο ἐπιπέδων. Κατὰ συνέπειαν ἓνα ἄτομον δύναται νὰ ἐκπέμπῃ μόνον ὀρισμένης χαρακτηριστικῆς συχνότητος, αἱ ὁποῖαι ἀντιστοιχοῦν εἰς ὀρισμένα ἐπίπεδα ἐνεργείας. Ἀντιστρόφως ὅταν ἓν φωτόνιον προσπέσῃ ἐπὶ ἐνὸς ατόμου, διὰ νὰ ἀπορροφηθῇ ὑπ' αὐτοῦ, θὰ πρέπει ἡ συχνότης του νὰ εἶναι ὀρισμένη. Ὅταν τὸ προσπίπτον ἐπὶ τοῦ ατόμου φωτόνιον ἔχη ἄρκυτὴν ἐνέργειαν δυνατὸν νὰ προκαλέσῃ τὴν ὀριστικὴν ἀπομάκρυνσιν ἐνὸς ἠλεκτρονίου ἀπὸ τὰς τροχιάς του, τὴν ἐκπομπὴν δηλ. ἐνὸς φωτοηλεκτρονίου.

Ἡ θεωρία τῶν κβάντα ὡς διετυπώθη καὶ ἀνεπτύχθη ὑπὸ τῶν Planck, Einstein καὶ Bohr καὶ ἄλλων ἐπιφανῶν ἐπιστημόνων, ὠδήγησεν εἰς τὴν ἰδέαν ὅτι ἡ ἀκτινοβολία ἔχει ὀρισμένα χαρακτηριστικὰ τῆς ὕλης, καὶ ὅτι ἡ ὕλη συμπεριφέρεται πολλάκις ὡς ἀκτινοβολία. Ἀπὸ τὰς ἰδέας ταύτας διετυπώθη ἡ ὑπόνοια ὅτι πιθανὸν νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ μετατραπῇ ἡ ὕλη εἰς ἐνέργειαν καὶ ἡ ἐνέργεια εἰς ὕλην. Ἡ ὑπόνοια ἐπληθεύθη πλήρως ὑπὸ τῶν πειραμάτων τὰ ὁποῖα κατέστησαν δυνατὴν τὴν κατασκευὴν τῆς ἀτομικῆς βόμβας.

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ. Ἐνα ἔτος μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῶν ἀκτίνων Röntgen ὁ Γάλλος φυσικὸς Becquerel ἀνεκάλυψε τὸ 1896 ὅτι τὸ ὄρυκτον τοῦ ὁυρανίου πισοφρανίτης, ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ προσβάλλῃ φωτογραφικὴν πλάκα περιτυλιγμένην ὑπὸ μέλανος χάρτου, καὶ ὅτι ἰονίζει τὸν ἀέρα. Ὁ Pierre καὶ ἡ Marie Curie, ἀπὸ τὴν λεπτομερικὴν σπουδὴν τοῦ ἀνωτέ-

ρο φαινόμενον κατέληξαν εις τὸ συμπέρασμα ὅτι, ἐντὸς τοῦ πλουρανίου ὑφίστατο ἄγνωστον, μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης, στοιχεῖον καὶ ἐπεδόθησαν εἰς τὴν ἀπομόνωσιν αὐτοῦ. Μετ' ἐλίπον καὶ μακροχρόνιον ἐργασίαν, κατώρθωσαν νὰ τὸ ἀπομονώσουν εἰς ἐλαχίστην ποσότητα καὶ τὸ ὠνόμασαν ράδιον.

Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ραδίου, ἀνεκαλύφθησαν καὶ πολλὰ ἄλλα στοιχεῖα τὰ ὁποῖα παρουσίαζον τὰς αὐτὰς ιδιότητας μὲ τὸ ράδιον. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἐκλήθησαν ἀκτινεργά στοιχεῖα. Ἡ συστηματικὴ σπουδὴ τῆς ἀκτινοβολίας τῶν ἀκτινεργῶν στοιχείων κατέδειξεν ὅτι, αὐτὰ ἐκπέμπουν τριῶν εἰδῶν ἀκτινοβολίας ἢ ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζονται διεθνῶς ὑπὸ τῶν τριῶν πρώτων γραμμάτων τοῦ ἑλληνικοῦ ἄλφα-βήτου.

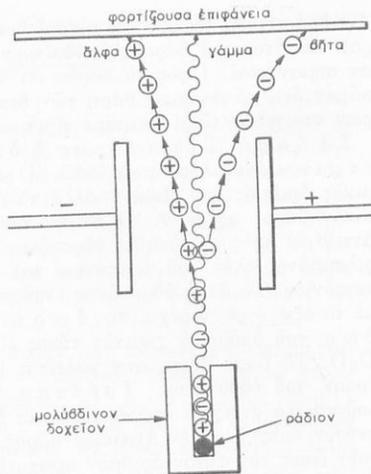
Αἱ ἀκτίνες ἄλφα, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦνται ἀπὸ πυρῆος ἡλίου ἢ ἀτομα ἡλίου τὰ ὁποῖα φέρουν δύο στοιχειώδη θετικὰ φορτία, λόγῳ ἀπολείας τῶν δύο ἠλεκτρονίων. Αἱ ἀκτίνες αὗται ἐκπέμπονται ὑπὸ τῶν ἀκτινεργῶν σωμάτων, ὑπὸ ταχύτητος ἴσας πρὸς 7—10% τῆς ταχύτητος διαδόσεως τοῦ φωτός.

Αἱ ἀκτίνες βῆτα. Αὗται εἶναι ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπονται ὑπὸ τῶν ἀκτινεργῶν σωμάτων ὑπὸ ταχύτητος 30 — 99% τῆς ταχύτητος διαδόσεως τοῦ φωτός.

Αἱ ἀκτίνες γάμμα αἱ ὁποῖαι κατεδείχθη ὅτι εἶναι ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως. Δὲν ἀποτελοῦνται ὅθεν ἀπὸ σωμάτων θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς φορτισμένων. Τὸ μῆκος κύματος αὐτῶν εἶναι μικρότερον τοῦ ἀντιστοίχου τῶν ἀκτίνων Röntgen καὶ ἐπομένως εἶναι διεσπντικώτεροι αὐτῶν.

Τὸ σχῆμα 82-2 δεικνύει τὴν συμπεριφορὰν τῶν τριῶν εἰδῶν ἀκτίνων, ὅταν αὗται διέρχωνται δι' ἐνὸς ἰσορροῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου, τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται ὑπὸ τῶν ὀπλισμῶν ἐνὸς πηκνωτοῦ. Τὰ βαρῆα σωμάτια ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται αἱ ἀκτίνες ἄλφα, λόγῳ τῶν θετικῶν τῶν φορτίων ἐκτρέπονται ὀλίγον πρὸς τὸν ἀρνητικὸν ὀπλισμόν.

Ἡ ἐκτροπὴ τῶν ἀκτίνων βῆτα πρὸς τὸν θετικὸν ὀπλισμὸν εἶναι σημαντικὴ καὶ τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν σχετικῶς μικρὴν μάζαν αὐτῶν. Αἱ ἀκτίνες γάμμα, ὡς μὴ ἔχουσιν ἠλεκτρικὸν φορτίον δὲν ἐκτρέπονται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου.



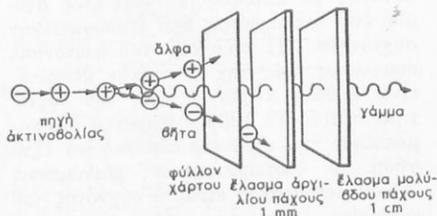
Σχ. 82—2. Ἀκτίνες ἀπὸ τὸ Ράδιον.

Τὸ σχῆμα 82-3 δεικνύει τὴν σχετικὴν διεσπντικώτητα τῶν τριῶν ἀκτίνων.

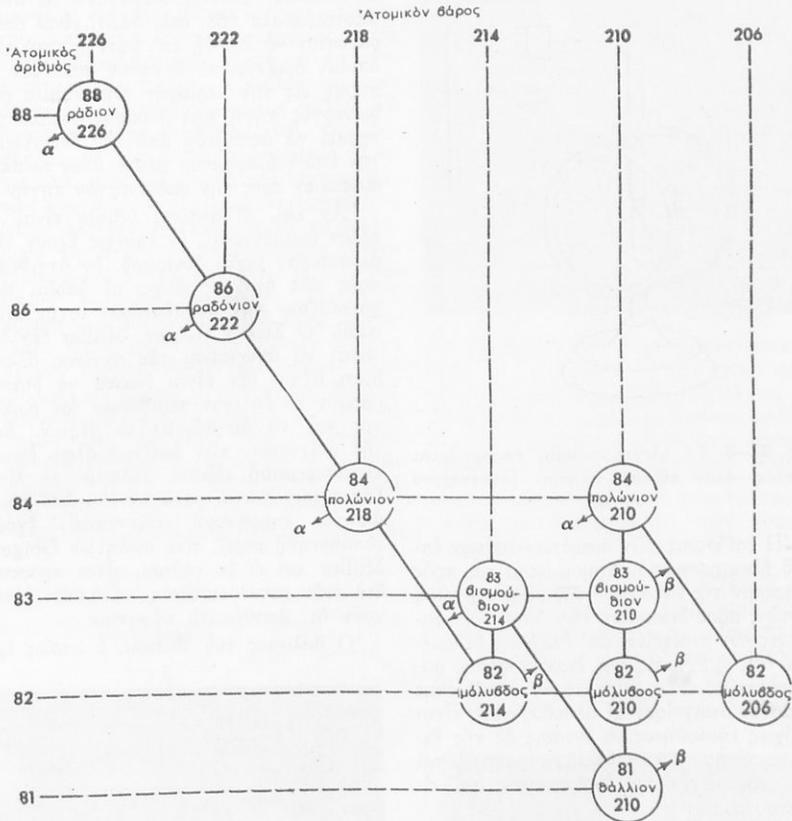
Τὸ σχῆμα 82-4 δεικνύει τὴν σειρὰν διασπάσεως τοῦ ραδίου. Ὅταν ἐκπέμπονται ἀκτίνες ἄλφα ὁ πυρῆς τοῦ ραδίου χάνει 4 μονάδας μάζης καὶ 2 μονάδας φορτίου.

Ὅταν ἐκπέμπονται ἀκτίνες βῆτα, ἢ μᾶζα τοῦ πυρῆος παραμένει ἀμετάβλητος ἀλλὰ τὸ φορτίον του αὐξάνει κατὰ μίαν μονάδα.

ΑΝΙΧΝΕΤΣΙΣ ΤΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Ἡ ἀνίχνευσις καὶ μέτρησις τῆς ραδιενεργοῦ ἀκτινοβολίας κατέστησεν ἀναγκαίαν τὴν κατασκευὴν ἐιδικῶν ὀργάνων.



Σχ. 82—3. Σχετικὴ ἰσχὺς διαπερατότητος τῶν ἀκτίνων ἄλφα βῆτα καὶ γάμμα.

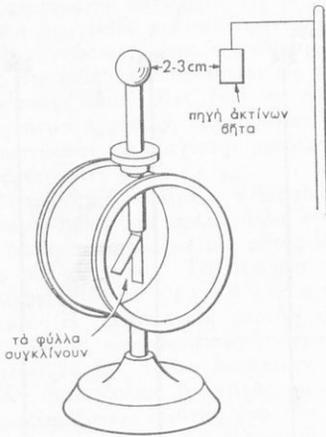


Σχ. 82—4. Διάσπασις τοῦ ραδίου. Σημειώσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς καὶ τὸ ἀτομικὸν βάρους ἐπηρεάζονται ἀπὸ τὴν ἐκπομπὴν τῶν ἀκτίνων ἄλφα καὶ βῆτα.

Αἱ ἀκτίνες ἄλφα, βῆτα καὶ γάμμα, προσβάλλουν τὴν φωτογραφικὴν πλάκα, προκαλοῦν τὸν φωσφορισμὸν διαφόρων σωμάτων καὶ ἰονίζουσι τὸν ἀέρα. Ὁργανὸν ἀποτελούμενον ἀπὸ ἰσχυρῶν φακῶν καὶ ἐπίχρισμα ἀπὸ κρυσταλλικῶν θειοῦχον ψευδάργυρον ἐπὶ κλακὸς, τοποθετημένης εἰς τὴν κατάλληλον θέσιν, χρησιμοποιούμενον πρὸς διαπίστωσιν τῆς ραδιενεργείας διαφόρων σωμάτων, καλεῖται σ π ι ν θ η ρ ο σ κ ο π ι ο ν. Πολλὰ σώματα δεικνύουν χαρακτηριστικὸν φθορισμὸν, χρησιμοποιούμενα κατὰ τὰς ἐργασίας με-

τὰ ραδιενεργῶν στοιχείων.

Σήμερον, ἔχουν κατασκευασθῆ πλῆθος συσκευῶν καὶ ὀργάνων μετρήσεως καὶ ἀνιχνεύσεως τῆς ραδιενεργείας, τὰ ὁποῖα βασίζονται εἰς τὴν ιδιότητα τῶν ραδιενεργῶν σωμάτων νὰ ἰονίζουσι τὸν ἀέρα. Ἡ ἀπλουστερά μέθοδος προσδιορισμοῦ τῆς ἐντάσεως τῆς ραδιενεργείας ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 82 - 5. Αὕτη βασίζεται ἐπὶ τοῦ φαινομένου ὅτι, ἐὰν προσεγγίσωμεν φορτισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησίον ραδιενεργοῦ σώματος, τοῦτο ἀποφορτίζεται.



Σχ. 82—5. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἐκφορτίζεται ταχέως ὅταν εὑρεθῇ πλησίον ραδιενεργοῦ πηγῆς.

Ἡ ἐπίδρασις τῶν σωμάτων τούτων ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου χρησιμοποιεῖται πρὸς μέτροσιν τῆς ἐντάσεως τῆς ραδιενεργείας αὐτῶν, πρὸς διάκρισιν τῶν διαφόρων ραδιενεργῶν στοιχείων ἀπ' ἀλλήλων δεδομένου ὅτι, ἡ ἔντασις τῆς ἐκπεμπομένης ραδιενεργείας εἶναι χαρακτηριστικὴ ἰδιότης ἐκάστου στοιχείου. Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι ἐξόχως εὐαίσθητος, ἡ ἔντασις δὲ τῆς ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας καθορίζεται ὑπὸ τῆς ταχύτητος ἐκφορτίσεως τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

Πλήθος ἠλεκτρονικῶν ὀργάνων κατεσκευάσθησαν διὰ νὰ χρησιμοποιηθοῦν μαζί με τὰς συσκευὰς ἀνιχνεύσεως τῆς ραδιενεργείας. Μία ἀπὸ τὰς πλέον χρησιμοποιουμένας συσκευὰς χρησιμοποιεῖ σωλήνα Geiger-Müller, ὁ ὁποῖος περιγράφη εἰς τὴν σελίδα 504. Αἱ ἀκτίνες βήτα ἢ γάμμα εἰσερχόμεναι ἐντὸς σωλήνος Geiger-Müller προκαλοῦν τὸν ἰονισμόν τοῦ εὐρισκομένου ὑπὸ χαμηλὴν πίεσιν ἀερίου με ἀποτέλεσμα τὴν ταυτόχρονον ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων πρὸς τὸ, ὑπὸ ὑψηλὸν θετικὸν δυναμικὸν εὐρισκόμενον, ἠλεκτρόδιον ἐκ βολφραμίου. Ἡ ἐκκένωσις τῶν ἠλεκτρονίων μέσῳ τοῦ κυκλώματος δημιουργεῖ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν ἓνα μηχανικὸν μεταρτήν. Ἐπ' ὅσον,

αἱ κοσμικαὶ ἀκτίνες παράγουσιν τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα (βλ. σελ. 549), εἶναι ἀπαραίτητον νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ἡ τιμὴ τῆν ὁποῖαν δεικνύει τὸ ὄργανον ὅταν δὲν ὑπάρχη εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ καμμῖα ραδιενεργὸς πηγὴ, καὶ ἡ ὁποῖα φυσικὰ θὰ πρέπει νὰ ἀφαιρεθῇ ἀπὸ τὴν δεικνυομένην ὑπὸ τοῦ ὀργάνου τιμὴν, ὅταν τὸ πλησιάσωμεν πρὸς τὴν ραδιενεργὸν πηγὴν.

Ἄν καί, αἱ ἀκτίνες γάμμα εἶναι αἱ πλέον διεισδυτικαί, ἐν τούτοις ἔχουν τὴν μικροτέραν ἰσχὴν ἰονισμού, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς ἀκτίνες ἄλφα αἱ ὁποῖαι παρουσιάζουσιν τὴν μεγαλύτεραν ἰσχὴν ἰονισμού. Ὁ Σωλήν Geiger-Müller δὲν δύναται νὰ ἀνιχνεύσῃ τὰς ἀκτίνες ἄλφα, διότι αὐταὶ δὲν εἶναι ἱκαναὶ νὰ διαπεράσουσιν τὸ ὑάλινον περιβῆλημα τοῦ σωλήνος καὶ νὰ διεγείρουν τὸ ἀέριον. Διὰ τὴν ἀνιχνεύσιν τῶν ἀκτίνων ἄλφα ἔχουν κατασκευασθῆ εἰδικοὶ θάλαμοι με λίαν λεπτὰ τοιχώματα, κατὰ κανόνα ἀπὸ μίκα. Φθινοὶ «πυρηνικοὶ ἀνιχνευταὶ» ἔχουν τοποθετηθῆ περίξ τῶν σωλήνων Geiger-Müller καὶ ὠ ἐκ τούτου, εἶναι προσίτοι διὰ τοὺς μεταλλωρύχους, οἱ ὁποῖοι ἐρευνοῦν δι' ἀποθέματα οὐρανίου.

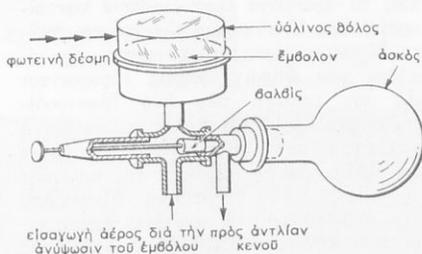
Ὁ θάλαμος τοῦ Wilson, ὁ ὁποῖος ἐμ-



Σχ. 82—6α. Ἐνας ἀπὸ τοὺς τελευταίους τύπους συσκευῶν ἀνιχνεύσεως ραδιενεργείας. Αἱ συσκευαὶ αὗται συμπαγεῖς καὶ φορηταὶ κατασκευάζονται ἐν σειρᾷ διὰ τὸν στρατὸν καὶ τὸ ναυτικὸν τῶν ΗΠΑ ὡς ἐπίσης καὶ διὰ τὰς δυνάμεις τῆς παθητικῆς ἀεραμύνης.

φαίνεται εις τὸ σχῆμα 82—7α, συνέβαλε μεγάλως εις τὴν ἀνίχνευσιν καὶ μελέτην τοῦ φαινομένου τῆς ραδιενεργείας, διότι δι' αὐτοῦ καθίσταται δυνατὴ ἡ παρακολούθησις τῆς τροχιάς τῶν ἐκπεπομένων ἀκτίνων καὶ ἡ φωτογράφησις αὐτῶν. Τὸ ὄργανον τοῦτο βασίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι τὰ ἠλεκτρικῶς φορτισμένα ὕλικά σώματα προκαλοῦν κατὰ τὴν κίνησιν αὐτῶν τὴν δημιουργίαν ἀερίων ἰόντων, τὰ ὁποῖα ἀκολούθως δύνανται νὰ χρησιμεύσουν ὡς πυρῆνες συμπυκνώσεως ὕδατιν. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν ἐντὸς εἰδικοῦ θαλάμου πλήρους ὑπερχόρων ὕδατιν προσέσονται ἀκτίνες ἄλλα ἢ βῆτα, παράγεται κατὰ τὴν κίνησιν αὐτῶν πλῆθος ἀερίων ἰόντων, περίεξ τῶν ὁποίων συμπυκνοῦνται ἐλάχιστα σταγονίδια ὕδατος, καθιστῶντα ἐμμέσως ἐμφανῆ τὴν τροχίαν αὐτῶν (σχ. 82—7β). Ἐκ τοῦ πάχους τῆς τροχιάς καὶ ἐκ τῆς ἐμβελείας τοῦ σωματίου ἐξάγονται συμπεράσματα περὶ τῆς φύσεως καὶ τῆς μάζης αὐτοῦ.

Ἐξ ἄλλου ὁ θάλαμος Wilson εἶναι ἀπὸ



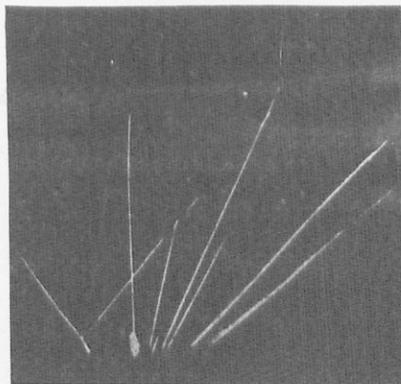
Σχ. 82—7α. Ὁ θάλαμος τοῦ Wilson. Δι' αὐτοῦ καθίσταται ὁρατὴ ἡ τροχία τῶν ἀκτίνων α. Ἐντὸς τοῦ θαλάμου αἱ ἀκτίνες α καὶ ἄλλα σωματῖα σχηματίζουν ἰόντα περίεξ τῶν ὁποίων συμπυκνοῦνται σταγονίδια ὕδατος, τὰ ὁποῖα καθιστοῦν τοιοῦτοτρόπως ἐμμέσως ἐμφανῆ τὴν τροχίαν τῶν σωματίων. Κατὰ τὴν λειτουργίαν, ὁ ἀήρ ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸν ἄσκον τῇ βοήθειᾳ τῆς ἀντλίας κενοῦ. Ἀκολούθως ἀνοίγεται τὴν βαλβίδα ὁπότε τὸ ἔμβολον ὑποχωρεῖ λόγῳ τῆς ἀνωθεν αὐτοῦ ἐξασκουμένης πίεσεως. Ὁ ἀνωθεν τοῦ ἐμβόλου εὐρισκόμενος ἀήρ ἀποτονόουμος ψύχεται καὶ τὰ ἰόντα γίνονται ὁρατά. Ὁ θάλαμος τοῦ Wilson ἀποτελεῖ ἓνα ἀπὸ τὰ σημαντικώτερα μέρη τῆς διατάξεως διὰ τὴν διάσπασιν τοῦ ἀτόμου.



Σχ. 82—6β. Ὁ εἰκονιζόμενος ἀνιχνευτὴρ παρέχει τὴν δυνατὴτητα τῆς μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τῆς ραδιενεργείας ἐξ ἀποστάσεως. Παρατηρήσατε τὰς βαρεῖας μολυβδίνιας ῥάβδους, αἱ ὁποῖαι περιβάλλουν τὸ δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται τὸ ραδιενεργὸν ἰσότοπον.

τὰς ὀλίγας συσκευὰς διὰ τῶν ὁποίων διαπιστοῦμεν πειραματικῶς τὴν ὑπαρξίν τῶν ἀτόμων.

ΔΙΑΣΠΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ. Ὁ Νεοζηλανδὸς Φυσικὸς Rutherford ἠσχολήθη συστηματικῶς μετὰ τὴν μελέτην τῶν ραδιενεργῶν σωματίων, καὶ κατέδειξεν ὅτι, ὅταν αἱ ἐκπεπόμενα ὑπ' αὐτῶν ἀκτίνες προσέσονται ἐπὶ τῶν πυρῆνων ἀ-



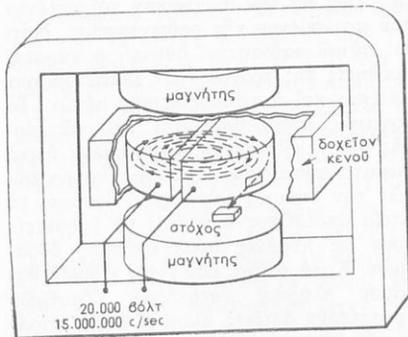
Σχ. 82—7β. Ἀκτίνες ἄλλα ἐντὸς τοῦ θαλάμου τοῦ Wilson. Παρατηρήσατε τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ ἀκτίνες ἔχουν ἀνακλασθῆναι λόγῳ συγκρούσεως μετ' ἄλλους πυρῆνας.

πλουστέρων στοιχείων, τότε λόγω της εξαιρετικώς μεγάλης ταχύτητός των, προκαλούν την απόσπασιν μικρών τεμαχίων ύλης από αυτούς. Τουιστοτρόπως ήνοιξε ένα νέον κεφάλαιον της Φυσικής το περί ατομικής άποσυνθέσεως, το όποιον είναι γνωστόν ως ή διάσπασις τοῦ α - τ ό μ ο υ.

Η διάσπασις τοῦ ατόμου επιτελείται σήμερον εις όλα τα μεγάλα πανεπιστήμια τοῦ κόσμου. Οί επιστήμονες έχουν κατασκευάσει διαφόρους συσκευάς εντός των οποίων τα πρωτόνια, ηλεκτρόνια ή τα άλλα μικρά σωματία τα όποια χρησιμοποιούνται ως βλήματα, αποκτοῦν εξαιρετικώς μεγάλας ταχύτητας. Τισαῦτα συσκευαί είναι το κύκλωτρον (cyclotron) το βήτατρον (betatron) το συγχροκύκλωτρον (synchro-cyclotron), το ήλεκτρον-σύχρωτρον (electron-synchrotron), το πρώτον-σύχρωτρον (proton-synchrotron) το όποιον καλεῖται καί μπέβατρον (bevatron) ή κόσμοτρον (cosmotron). Ἐπειδή αἱ συσκευαί αὔται παρέχουν ἐνέργειαν εις τρόπον ὥστε να καταστή δυνατή ή επίτευξις μεγάλων ταχυτήτων, καλοῦνται ἐπιταχυνητῆρες.

ΤΟ ΚΥΚΛΩΤΡΟΝ (CYCLOTRON).

Ἐνας ἀπό τοὺς πρώτους καί ἀπλουστεῖρας ἐπιταχυνητῆρας είναι το κύκλωτρον, ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ καθηγητοῦ τοῦ Πανεπιστημίου τῆς California E.O. Lawrence. (Σχῆμα 82—8). Τὰ ήλεκτροδία ἔχουν μορφήν κοίλου κίβωτιον σχήματος D καί συνδέονται πρὸς πηγὴν τάσεως 20KV καί συχνότητος 15 Mc/sec. Ταῦτα τοποθετοῦνται ἐντὸς κενοῦ, το όποιον ἐξασφαλίζεται ὑπὸ ἐνὸς ἀεροστεγοῦς δοχείου, καί μεταξὺ τῶν πόλων ἰσχυροτάτου μαγνήτου. Ὁ χώρος μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτροδίων πληροῦται μὲ πρωτόνια. Λόγω τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως, τα πρωτόνια διασχίζουν τὸν χώρον μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτροδίων. Κατὰ τὴν κίνησιν των ὁμως ταῦτην, πρὸς τὸ ἐν ήλεκτροδίων, τὸ μαγνητικὸν πεδίου ἐπιδρᾶ ἐπ' αὐτῶν καί τὰ ἔξαναγκάζει νὰ ἀκολουθήσουν κυκλικὴν τροχιάν. Ὅταν τὰ πρωτόνια διανύσουν τὸ ἥμισυ τῆς περιφερειακῆς τῶν τροχιᾶς ή ἐναλλασσομένη τάσις ἀλλάσει φορὰν καί τὰ πρωτόνια ἐκτρέφονται ὑπὸ τοῦ δευτέρου ήλεκ-

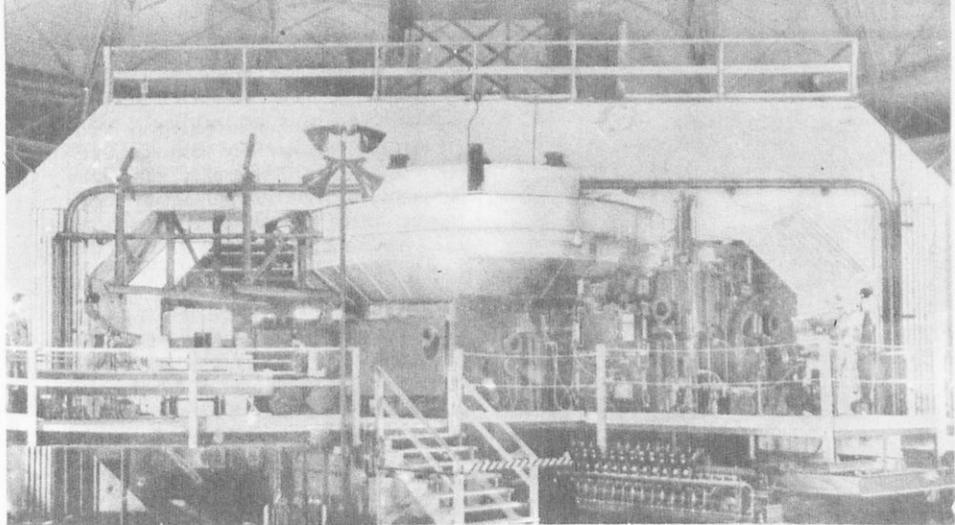


Σχ. 82—8 Τὸ cyclotron.

τροδίου. Ἐντὸς τούτου ἀκολουθοῦν καί πάλιν κυκλικὴν τροχιάν, ή όποία τὰ δὴγει εις τὸ πῶτον ήλεκτροδίου. Ὅταν ταῦτα ἐξέρχονται ἀπὸ τὸ κοίλον ήλεκτροδίου, εις τὸν μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτροδίων χώρον, τότε ἀκριβῶς, ή ἐναλλασσομένη τάσις ἀλλάσει φορὰν καί τοιστρόπως τὰ πρωτόνια ἔξακολουθοῦν τὴν κίνησιν των. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ταῦτα δέχονται μίαν ἐπιταχύνουσαν τὴν κίνησιν των ὥθησιν, δόσις εὐρίσκονται εις τὸν μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτροδίων χώρον, μὲ ἀποτέλεσμα ή περιφερειακή ταχύτις αὐτῶν ὀλονέν νὰ αὐξάνη, ὀπότε ὡς είναι γνωστόν, ή ἀκτίς τῆς κυκλικῆς τροχιάς των θὰ μεγαλώνη. Μετὰ ἀπὸ 100 περιστροφάς τὰ πρωτόνια ἔχουν περιφερειακὴν ταχύτητα ἴσην περίπου πρὸς ἐκείνην τὴν ὀποίαν θὰ ἀπέκτων ἐὰν ἐφηρμόζετο τάσις $100 \times 20000V = 2 MV$. Ὅταν τελικῶς τὰ πρωτόνια ἐκφεύγουν ἀπὸ τὸ κύκλωτρον προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ στόχου (βλ. σχῆμα) μὲ ἐξαιρετικῶς μεγάλην ταχύτητα.

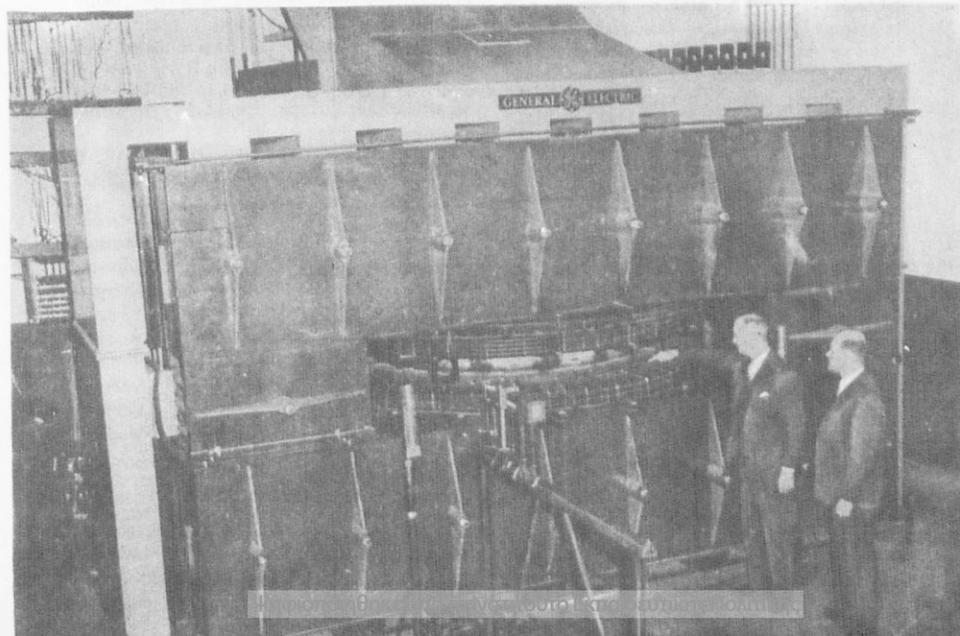
Τὸ σχῆμα 82-9 δεικνύει ἕνα μεγάλο κύκλωτρον. Διὰ τῆς ἀνωτέρω μεθόδου, κατώρθωσαν οἱ επιστήμονες νὰ διασπᾶσουν τοὺς πυρήνας ὄλων σχεδὸν τῶν γνωστῶν ατόμων. Συχνάκις τὰ διασπασθέντα ἄτομα ἐκπέμπουν πρωτόνια ή νετρόνια ὑπὸ μεγάλας ταχύτητας ή ἐξαιρετικῶς διεσδυτικὰς ἀκτίνας γάμμα. Αἱ ἀκτίνες αὔται καί τὰ ἐκπεμπόμενα πρωτόνια καί νετρόνια δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὸν «βομβαρδισμὸν» ἄλλων ατόμων. Εἰς τὰ σχῆματα 82—10α καί 82—10β ἐμφαί-

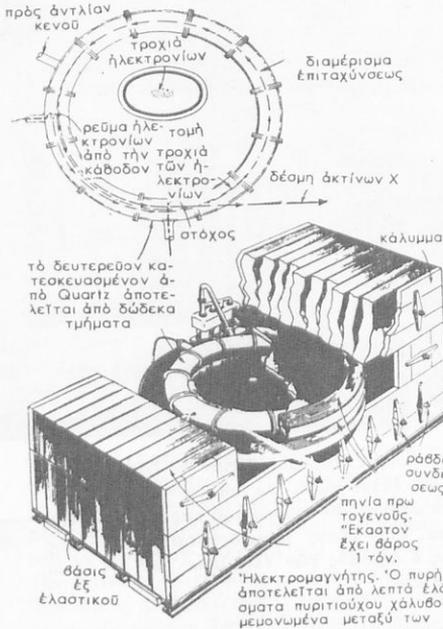
ἠφιστοποίηκε ἀπὸ τὸ Νοσηπτοῦ Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 82—9. Τὸ συγχροκύκλωτρον τοῦ Πανεπιστημίου τῆς California. Ὅταν ὡς δέση σωματιδίων χρησιμοποιοῦνται πρωτόνια, ὁ ἀντιδραστήρ νὰ ἐξαναγάξει νὰ καλύψουν ἀπόστασιν 200 km περίπου πρωτοῦ ἐκφύγουν. Ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ παραγομένου ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου εἶναι 1880000 ἄμπερἐλιγμάτα, ὅταν οὗτος τροφοδοτῆται ὑπὸ τάσεως 500 V καὶ διαρρέεται ὑπὸ ἐντάσεως 1500 A. Ποῖος ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐλιγμάτων αὐτοῦ; Πόρῃ ἡ ἰσχύς του εἰς kw;

Σχ. 82—10α. Ἐνα βήτατρον 100 MV. Ὁ ἐπιταχυντῆρ οὗτος χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν αὔξησιν τῆς ταχύτητος τῶν ἠλεκτρονίων ὥστε ἡ ἐνέργεια αὐτῶν νὰ φθάσῃ τὰ 100000000 ἠλεκτρονικὰ βόλτ, καὶ παράγει ἀκτίνες Röntgen τῆς αὐτῆς ἰσχύος.





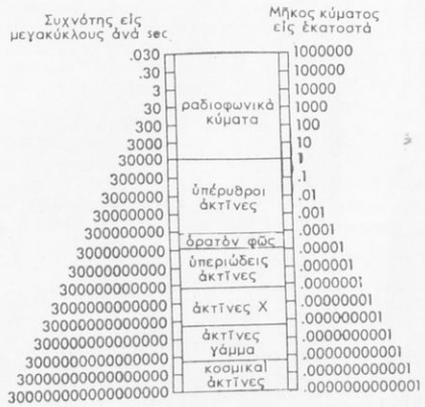
Σχ. 82—10β. Τομή του βήτατρον.

ΚΟΣΜΙΚΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ. Μεταξύ των νεωτέρων και μάλλον έλκυστικών θεμάτων, τὰ όποια αποσχολούν την Φυσικήν, είναι ή εξακρίβωσις της προελεύσεως και της φύσεως των κοσμικών ακτίνων. Από τας μέχρι τουδε ερεύνas επ' αυτών, ή ελιστήμη ήχη εις την παραδοχήν, ότι πρόκειται περι ιδιαιζούσης ακτινοβολίας, της όποίας ή πηγή ευρίσκειται έξω του γαλαξιακού μας συστήματος. Κατ' άρχάς εθεωρήθη ότι αποτελούνται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα πολύ μικρού μήκους κύματος. Σήμερον γενικώς είναι παραδεκτόν ότι, αι κοσμικαι ακτίνες αποτελούνται από ταχύτατα κινούμενα σωματία των όποιων τό ηλεκτρικόν φορτίον δυνατόν να είναι θετικόν ή αρνητικόν και αι όποιαι όταν πλησιάσουν τὰ άνωτέρα στρώματα της γήινης ατμοσφαιρας, προκαλούν διάσπασιν των ατόμων του άερος, με αποτέλεσμα την γένεσιν εξαιρετικώς διεσδυτικων ακτίνων γάμμα, των όποιων ή ταχύτης είναι τόσον μεγάλη ώστε εάν ήθέλαμεν να την παραγάγωμεν θα μπορούσε να εφαρμοσθή

μεν τάσιν πολλών δισεκατομμυρίων Volt. Από την έρευναν των κοσμικών ακτίνων, κατεδείχθη ή ύπαρξις και άλλου ύποατομικού σωματίου, τό όποιον παρετήρησε κατά πρώτον ό Anderson τό 1932, και τό όποιον έκλήθη Π ο ζ ι τ ρ ό ν ι ο ν. Τό ποζιτρονίον έχει την αυτήν μάζαν προς την του ηλεκτρονίου, αλλά φέρει θετικόν ηλεκτρικόν φορτίον και ίσον προς τό αρνητικόν φορτίον του ηλεκτρονίου.

Επίσης απέδειχθη και ή ύπαρξις του μεσονίου ή μεσοτρονίου τό όποιον είναι σωματίον αρνητικώς φορτισμένο, έχον μάζαν περιλαμβανομένην μεταξυ της μάζης του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου. Ακριβέστερον ή μάζα αυτού καθωρίσθη ως 100 έως 300 φορές μεγαλύτερα της μάζης του ηλεκτρονίου. Τέλος προσδιωρίσθη τό νετρίνον, σωματίον ηλεκτρικώς ουδέτερον και μάζης ίσης περίπου προς μηδέν.

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΦΑΣΜΑ. Εις διάφορα κεφάλαια του παρόντος βιβλίου ανέπτυχθησαν τὰ διάφορα είδη των ηλεκτρομαγνητικων κυμάτων. Τό σχήμα 82—11 δεικνύει τας περιοχάς συχνότητος και μήκους κύματος όλων των μέχρι σήμερα γνωστων ηλεκτρομαγνητικων κυμάτων. Αι ακτινοβολιαι αυται άπαρτίζουν τό ηλεκτρομαγνητικόν φάσμα.



Σχ. 82—11. Τό ηλεκτρομαγνητικόν φάσμα.

Η φωτογραφία η οποία χρησιμοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Εἰς τὸ μέσον τοῦ φάσματος ὑπάρχει μία στενὴ λωρὴς ἢ ὁποία σημειοῦται εἰς «ὄρατον φῶς». Ὑπεράνω αὐτῆς εἶναι αἱ μεγαλύτερου μήκους κύματος ἀκτινοβολία ὡς αἱ ὑπερῦθροι ἀκτίνες καὶ τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα. Ἀπὸ κάτω εἶναι αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες, αἱ ἀκτίνες X, αἱ ἀκτίνες γάμμα, καὶ αἱ κοσμικαὶ ἀκτίνες. Εἰς τὸ δεξιὸν ἄκρον τοῦ σχήματος ἐμφαίνονται αἱ τιμαὶ τοῦ μήκους κύματος τὰς ὁποίας περιλαμβάνει ἐκάστη ζώνη φάσματος, ἐνῶ εἰς τὸ ἀριστερὸν ἄκρον εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι συχνότητες. Εἰς ἐκάστην θέσιν τοῦ φάσματος τὸ γινόμενον τῆς συχνότητος ἐπὶ τὸ μήκος κύματος, παρέχει τὴν ταχύτητα μεταδόσεως τοῦ κύματος εἰς τὸν ἴδιον ἴσον, ἢ ὁποία εἶναι περίπου σταθερᾶς τιμῆς καὶ ἴση πρὸς 300000Km/sec. Παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ φάσμα δὲν παρουσιάζει κενὰ ἀλλὰ ὅτι ὁμαλῶς τὸ ἓν εἶδος τῆς ἀκτινοβολίας μετατρέπεται εἰς τὸ ἐπόμενον.

Ἡ σημασία τοῦ ἠλεκτρομαγνητικοῦ φάσματος εἶναι μεγάλη, διότι τοῦτο καταχωρεῖ καὶ περιγράφει ταυτοχρόνως, ὅλας τὰς γνωστὰς ἕως σήμερον ἀκτινοβολίας. Βάσει αὐτοῦ κατεσκευάσθησαν διάφοροι πίνακες οἱ ὅποιοι δεικνύουν τὰς διαφόρους χρήσεις τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας, ἀναλόγως τοῦ μήκους κύματος αὐτῆς, ὡς ὁ τοῦ σχ. 82 - 12. Ὁ πίναξ οὗτος δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς μία λαμπρὰ περίληψις ἐνὸς μεγάλου τμήματος τῆς μελέτης σας εἰς τὴν Φυσικὴν.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Πυρὴν ἀτόμου
 Πρωτόνιον, νετρόνιον
 Ἀτομικὸς ἀριθμὸς
 Βαρὺ ὕδρογονόν
 Δευτέριον
 Ἀτομικὸν βάρος
 Ἰσότοπον
 Τρίτιον
 Ραδιενέργεια
 Ράδιον
 Ἀκτίνες ἄλφα, βῆτα καὶ γάμμα
 Σπινθηροσκόπιον
 Θάλαμος τοῦ Wilson
 Διάσπασις τοῦ ἀτόμου
 Κύκλωτρον
 Κοσμικαὶ ἀκτίνες

Ποσιτρόνιον
 Μεσόνιον ἢ μεσοτρόνιον
 Νετρίνιον
 Ἠλεκτρομαγνητικὸν φάσμα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναφέρατε μερικὰς ἀπὸ τὰς σπουδαιότερας ἀνακαλύψεις εἰς τὴν Φυσικὴν ἕως τὸ 1895.
2. Περιγράψατε τὴν δομὴν τῶν πυρῆνων τῶν 6 πρώτων στοιχείων.
3. Ποία ἡ μονὰς τοῦ ἀτομικοῦ βάρους;
4. Τί καλοῦμεν ἀτομικὸν ἀριθμὸν;
5. Τί καλοῦμεν βαρὺ ὕδρω; Ποῖος ὁ χημικὸς τύπος αὐτοῦ;
6. Τί καλοῦμεν ἰσότοπον;
7. Ποία τὰ τρία εἶδη ἀκτίνων, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουν τὰ ραδιενεργὰ σώματα;
8. Πῶς συμπεριφέρονται αἱ ραδιενεργοὶ ἀκτίνες ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου;
9. Ἀναφέρατε τὸν κυριώτερον καὶ πλέον συνηθῆ τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἀνιχνεύονται τὰ ραδιενεργὰ σώματα.
10. Ποία τὰ κύρια μέρη τοῦ θαλάμου τοῦ Wilson;
11. Τί νοοῦμεν λέγοντες διάσπασις τοῦ ἀτόμου;
12. Περιγράψατε τὰ κύρια μέρη τοῦ κύκλωτρον.
13. Τί εἶναι αἱ κοσμικαὶ ἀκτίνες;
14. Τί νοοῦμεν λέγοντες ἠλεκτρομαγνητικὸν φάσμα;
15. Κατονομάσατε τὰ διάφορα εἶδη ἀκτινοβολιῶν αἱ ὁποιαὶ περιλαμβάνονται εἰς τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸν φάσμα.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀνεκαλύφθη ἰσότοπον τοῦ ἡλίου ἀτομικοῦ βάρους 3. Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἀκριβὴς δομὴ τοῦ πυρῆνος αὐτοῦ.
2. Ποία ἡ δομὴ τῶν πυρῆνων ὀξυγόνου, ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 8 καὶ ἀτομικῶν βαρῶν 16, 17 καὶ 18 ἀντιστοιχῶς;
6. Τὸ μόριον τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄτομα ὕδρογόνου καὶ 1 ἄτομον ὀξυγόνου: Ἐὰν συμβολίσωμεν τὰ τρία

ισότοπα του υδρογόνου ως H, D και T αντίστοιχως του δε όξυγόνου ως O^{16} , O^{17} , O^{18} , πόσους τύπους βαρέος ύδατος δυνάμεθα νά γράψωμεν;

της μετρήσεως του αριθμού των σπινθηρισμών ήρχισεν ή μελέτη των ραδιενεργών σωμάτων.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ ΑΛΦΑ. Έάν έχετε ώρολόγιον με φωτεινός δείκτας και αριθμούς και ένα μεγεθυντικόν φακόν, δύνασθε εύκόλως νά παρατηρήσετε τήν αποσύνθεσιν των ραδιενεργών ατόμων. Τό πείραμα πρέπει νά γίνη έντός σκοτεινού θαλάμου. Τοποθετήσατε τόν μεγεθυντικόν φακόν πλησίον του όφθαλμού σας και ακολουθώντας θέσατε τό ώρολόγιόν σας εις τοιαύτην θέσιν, ώστε οι φωτεινοί δείκται ή τά φωτεινά ψηφία νά εύρίσκωνται εις τήν κυρίαν έστίαν του φακού. Έντός όλίγου θα παρατηρήσητε τους γνωστούς πλέον σπινθηρισμούς, οι όποιοι δημιουργούνται δσάκις άκτις άλφα προσπέη επί του θειούχου ψευδαργύρου ό όποιος περιέχει και έλαχίστην ποσότητα ραδιενεργού σώματος, και ό όποιος χρησιμοποιείται ως έπιστρωμα των δεικτών και ψηφίων του ώρολογίου.

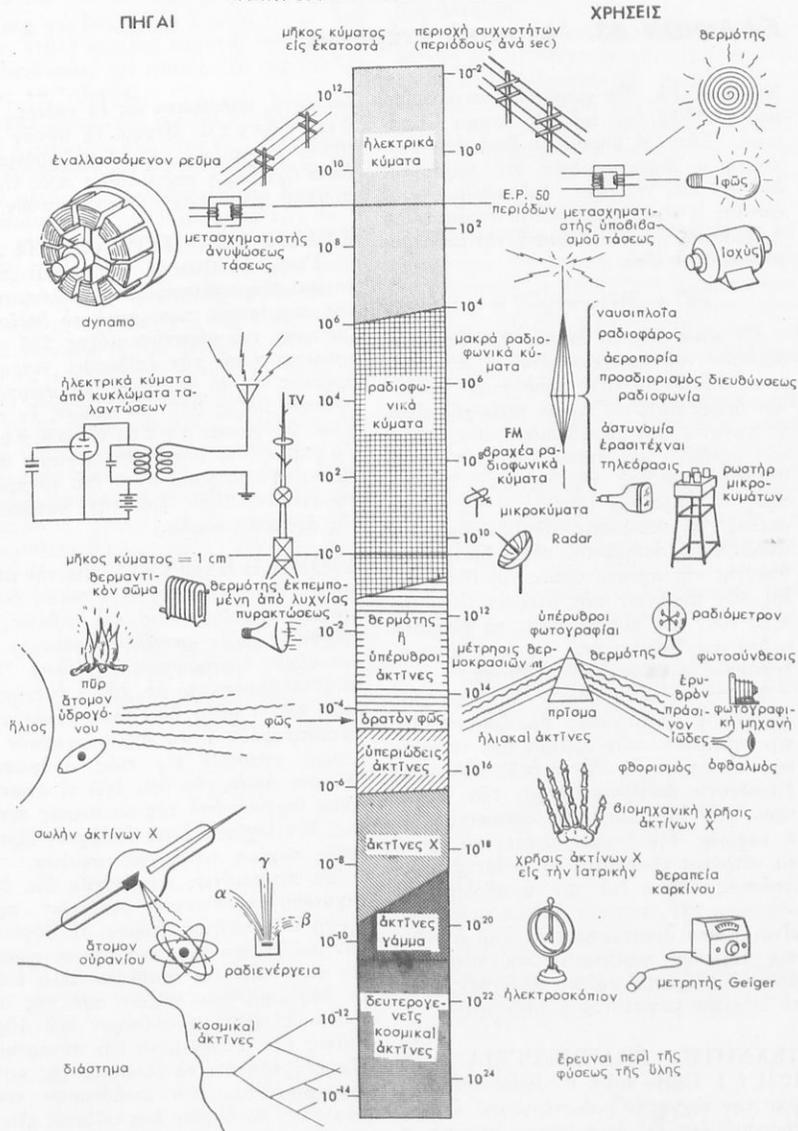
Όταν ή άκτις άλφα, της όποιás ή ταχύτης άνέρχεται συχνάκις εις 16000 km/sec, προσπέση επί του θειούχου ψευδαργύρου δημιουργείται σπινθηρισμός. Έκ

1. Τό μήκος κύματος άκτινος Röntgen είναι 2×10^{-8} cm. Ζητείται νά ύπολογισθή ή συχνότης αύτης.
2. Πυρήν ατόμου περιέχει 3 πρωτόνια και 5 νετρόνια. Ποίος ό ατομικός άριθμός αύτου; Ποιον τό ατομικόν βάρος του; Ποιον τό όνομα του ατόμου τούτου;
3. Πυρήν ατόμου περιέχει 5 πρωτόνια και 5 νετρόνια. Ποίος ό ατομικός άριθμός αύτου; Ποιον τό ατομικόν βάρος του; Πώς καλείται τό άτομον;

B

4. Τό ηλεκτρονικόν βόλτ, εκφράζει τήν ενέργειαν τήν όποιαν άποκτᾶ έν ηλεκτρόνιον, όταν επιταχύνεται μεταξυ δύο ηλεκτροδίων έχόντων διαφοράν δυναμικου 1V. Δοθέντος ότι τό φορτίον του ηλεκτρονίου είναι $1,6 \times 10^{-19}$ Cb, εις πόσα Watt-sec ή Joule είναι τό σούναμα 1000000 ηλεκτρονικά βόλτ;

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ



Σχ. 82—12. Πίναξ των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών. Διάφοροι πηγάι, άριστερά, παράγουν κύματα διαφόρων συχνότητων και μήκους κύματος. Μερικαί κοιναί χρήσεις των ακτινοβολιών δεικνύονται εις τό δεξιόν τμήμα.

ΕΔΑΦΙΟΝ 83. 'Ατομική ενέργεια.

NETRONIA. Τὰ νετρόνια ἀνεκαλύφθησαν τὸ 1932 ὑπὸ τοῦ Sir James Chadwick. Ἐὰν ἐπὶ θηρυλλίου ἐπιδράσουν ἀκτίνες α παρατηροῦμεν ὅτι παράγεται ἄνθραξ καὶ νετρόνια. Δεδομένου ὅτι αὐτὸς ἄκτινες α εἶναι φορτισμένα ἄτομα ἡλίου ἢ ἑξίσωσις ἢ ὁποῖα παριστᾷ τὴν μετατροπὴν ταύτην εἶναι:



Οἱ κάτω δεῖκται δηλοῦν τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν τοῦ στοιχείου ἐνῶ οἱ ἄνω δεῖκται, δηλοῦν τὸ κατὰ προσέγγισιν ἀτομικὸν βάρος αὐτῶν. Ἄξιον προσοχῆς εἶναι τὸ γεγονός ὅτι, τὸ ἄθροισμα τῶν ἀτομικῶν ἀριθμῶν καὶ ἀτομικῶν βαρῶν εἰς τὸ ἀριστερὸν σκέλος τῆς σχέσεως ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν εἰς τὸ δεξιὸν σκέλος. Αἱ ἀποδόσεις τῶν ἀντιδράσεων αὐτῶν εἶναι ἀσήμαντοι, τόσον διότι ἡ πιθανότης τῆς προσκρούσεως τοῦ βλήματος ἐπὶ τῶν πυρῆων τῶν ἀτόμων εἶναι μικρὰ, ὅσον καὶ κυρίως διότι τὰ βλήματα ταῦτα ἀπωθοῦνται ὑπὸ τοῦ ὁμωνύμου ἠλεκτρικοῦ φορτίου τῶν πυρῆων.

Μεγαλύτεραν ἀπόδοσιν παρουσιάζουν πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις βασιζόμεναι εἰς τὴν προσβολὴν τῶν ἀτόμων ὑπὸ νετρονίων, τὰ ὁποῖα ὡς ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα, διεισδύουν ἀκωλύτως μέχρι τῶν πυρῆων. Ἄπο τὰ πειράματα κατεδείχθη ὅτι ἡ ταχύτης τὴν ὁποῖαν πρέπει νὰ ἔχουν τὰ νετρόνια ἐξαρτᾶται ἐξ ἐκάστης περιπτώσεως. Οὕτω διὰ τὴν προσβολὴν τοῦ οὐρανίου 235 νετρονία μικρᾶς ταχύτητος εἶναι πλέον ἀποτελεσματικὰ ἐνῶ ἀντιθέτως εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ οὐρανίου 238 τὰ νετρόνια πρέπει νὰ ἔχουν κατὰ τὸ δυνατόν μεγαλύτεραν ταχύτητα.

ΤΕΧΝΗΤΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ. Τὸ 1934 ἡ I. Curie καὶ ὁ F. Joliot ἀνεκάλυψαν τὴν τεχνητὴν ραδιενέργειαν. Παρατήρησαν ὅτι, δι' ἐπιδράσεως ἀκτίνων α ἐπὶ τοῦ μαγνησίου παράγεται ἓν ραδιενεργὸν ἰσότοπον τοῦ ἀργιλίου τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια.

Κατόπιν πειραμάτων ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ ἰσότοπα

διενεργά, καλούμενα ὡς ἐκ τούτου ραδιοϊσότοπα. Μερικὰ ἐξ αὐτῶν ἐκπέμπουν ἠλεκτρόνια μερικὰ ποζιτρόνια καὶ ἄλλα ἄκτινες γ παραλλήλως πρὸς τὴν ἐκπομπὴν ἠλεκτρονίων ἢ ποζιτρονίων.

ΣΧΑΣΙΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΟΣ. Τὸ 1939 οἱ Γερμανοὶ Φυσικοὶ Hahn καὶ Strassmann ἔδημοσιέυσαν τὰ ἀποτελέσματα ἐνὸς πειράματός των, κατὰ τὸ ὁποῖον τὸ ἰσότοπον τοῦ οὐρανίου μάζης 235 μετατρέπεται κατὰ τὴν ἐπίδρασιν νετρονίων ἀρχικῶς εἰς τὸ τεχνητὸν ραδιενεργὸν ἰσότοπον μάζης 236, τὸ ὁποῖον, ἐν συνεχείᾳ, ὑφίσταται σχάσιν τοῦ πυρῆνος πρὸς δύο ἰσομεγέθη περίπου θραύσματα. Τὸ πείραμα αὐτὸ ἦτο τὸ πρῶτον σημαντικὸν βῆμα διὰ τὴν κατασκευὴν τῆς ἀτομικῆς βόμβας.

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Εἰς τὴν μηχανικὴν εἶδομεν ὅτι ἰσχύει ὁ νόμος διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας καὶ πιθανῶς νὰ ἐδέχθητε χωρὶς μεγάλην προσοχὴν καὶ τὸν νόμον διατηρήσεως τῆς ὕλης. Ἐως τὸ 1900 ἐπιστεύετο ὅτι τόσον ἡ ἐνέργεια ὅσον καὶ ἡ μᾶζα δὲν εἶναι δυνατόν νὰ καταστραφοῦν ἢ νὰ δημιουργηθοῦν διὰ μέσον γνωστῶν εἰς τοὺς ἀνθρώπους. Ἐκτοτε ἀπεδείχθη ὅτι, ἐνῶ οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἰσχύουν ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας, δὲν ἰσχύουν ὅταν ὑπάρχουν ἐξαιρετικῶς ταχέως κινούμενα σωματῖα.

Ἐκ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι, ὅταν ταχύτητα κινούμενον σωματίον προσκρούῃ ἐπὶ πυρῆνος ἀτόμου, τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν πρὸ καὶ μετὰ τὴν σύγκρουσιν δὲν εἶναι πάντοτε σταθερὸν ἀλλὰ ἐνίοτε τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν πρὸ τῆς σύγκρουσεως εἶναι μεγαλύτερον τοῦ ἄθροίσματος τῶν μαζῶν μετὰ τὴν σύγκρουσιν. Παρατηρήθη ὅτι τὸ ἔλλειμμα τῆς μάζης ἀντικαθίσταται ἀπὸ ἰσοδύναμον ποσὸν ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται εἴτε ὑπὸ μορφήν κινητικῆς ἐνεργείας εἴτε ὡς ἀκτινοβολία. Τὸ 1905 ὁ Einstein διετύπωσε τὴν σχέσιν μεταξύ μάζης καὶ ἐνεργείας, εἶναι δὲ αὕτη:

$$E = mc^2$$

όπου διά του E εκφράζεται η ενέργεια εις erg και διά του m ή μάζα εις gr, ενώ $c = 310^{10}$ cm/sec παριστά την ταχύτητα διαδόσεως του φωτός. Το erg ίσοῦται πρὸς 10^{-7} Joule.

Τὰ ὠρισμένας συνθήκας, εἶναι δυνατὸν ἢ κινητικὴν ἐνέργειαν ἢ ἢ ἀκτινοβολία νὰ μετατραπῇ εἰς μάζαν ἰσοδύναμον πρὸς τὴν μετατραπείσαν ἐνέργειαν. Κατὰ συνέπειαν, ἢ πλήρης διατύπωσης τῶν νόμων τῆς διατηρήσεως τῆς μάζης καὶ τῆς ἐνεργείας εἶναι ὅτι τὸ ἄθροισμα τῆς μάζης καὶ ἐνεργείας παραμένει σταθερὸν, μὴ δυναμένης τῆς μάζης ἢ τῆς ἐνεργείας νὰ δημιουργηθῇ ἐκ τοῦ μηδενός, οὔτε ὁμως καὶ νὰ καταστραφῇ, δυναμένης ὁμως τῆς μιάς μορφῆς νὰ μετατραπῇ εἰς τὴν ἄλλην.

Τὸ ἔλλειμμα τῆς μάζης κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ πυρῆνος οὐρανίου ἰσοῦται περίπου πρὸς τὸ 0,1% τῆς μάζης τοῦ ἀτόμου αὐτοῦ. Ἄν καὶ τὸ ποσὸν τῆς μάζης εἶναι μικρὸν, ἐν τούτοις τὸ ἰσοδύναμον ποσὸν ἐνεργείας εἶναι μεγάλον. Ἐὰν ὅλη ἢ μάζα αὐτοῦ οὐρανίου ἦτο δυνατόν νὰ μετατραπῇ εἰς ἐνέργειαν, τότε ἀπὸ 1 lb οὐρανίου (ἢ οἰοῦδήποτε ἄλλου σώματος) θὰ ἐξελεύετο ποσὸν ἐνεργείας ἴσης πρὸς 11.000.000 000 kwh. Ἐφ' ὅσον μόνον τὸ 0,1% τῆς μάζης του μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν κα-

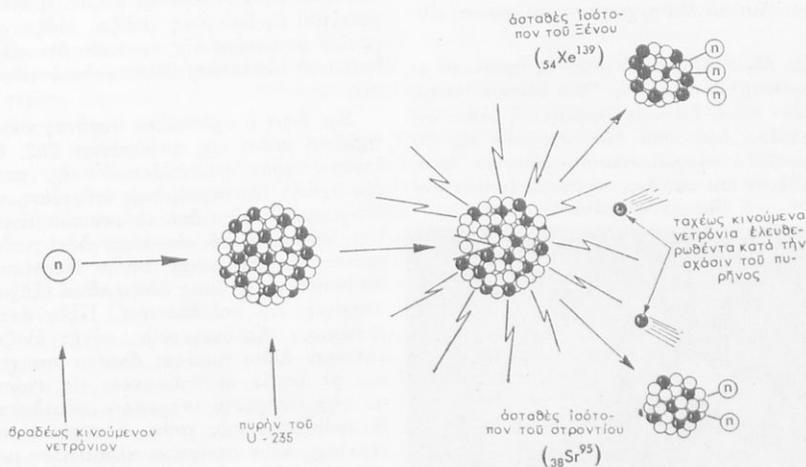
τὰ τὴν σχάσιν αὐτοῦ, ἐκλύονται 11.000.000 kwh/lb.

Κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ οὐρανίου, ἀπεδείχθη ὅτι, τὸ ἰσότοπον αὐτοῦ μάζης 235, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς ποσοστὸν ἴσον πρὸς 0,7% ἐντὸς τοῦ οὐρανίου 238, εἶναι ἔκείνο εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλεται ἢ συνέχισις τῆς σχάσεως. Ὁ τρόπος διασπάσεως τοῦ πυρῆνος τοῦ οὐρανίου 238 ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 83—1.

ΤΡΑΝΣΟΥΡΑΝΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ. Δι' ἐπιδράσεως νετρονίων ἐπὶ τοῦ οὐρανίου παρήχθησαν τεχνητῶς καὶ ἐμελετήθησαν στοιχεῖα ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ μεγαλύτερου τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τοῦ οὐρανίου καὶ βαρύτερα αὐτοῦ, τὰ ὁποῖα ἐκλήθησαν **τ ρ α ν σ ο υ ρ ἄ ν ι α σ τ ο ι χ ε ῖ α**.

Ὅτῳ ἐὰν ἐπὶ πυρῆνος οὐρανίου 238 ἐπιδράσουν νετρόνια, παράγεται ραδιενεργὸν σῶμα ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 93 καὶ ἀτομικοῦ βάρους 93 τὸ ὁποῖον ἀπεκλήθη **Π ο σ ε ι δ ῶ ν ι ο ν (Np)**. Τὸ Ποσειδῶνιον ὡς ραδιενεργὸν σῶμα ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια καὶ συντόμως μεταστοιχεῖται πρὸς τὸ τῆς αὐτῆς μάζης ἰσότοπον τοῦ ἐπομένου στοιχείου, ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 94 τὸ ὁποῖον ἐκλήθη **Π λ ο υ τ ῶ ν ι ο ν (Pu)**.

Ἐκτὸς τοῦ ποσειδωνίου καὶ πλουτωνίου, τέσσαρα ἄλλα τρανσουράνια σῶματα



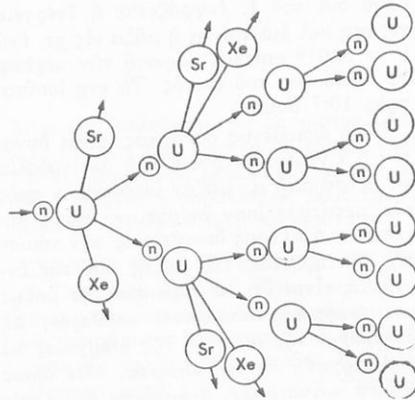
Σχ. 83—1. Σχάσις πυρῆνος οὐρανίου.

έχουν ανακαλυφθῆ, ἤτοι τὸ ἀμερίκιον ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 95, τὸ κοῦριον 96, τὸ βερκέλιον 97 καὶ τὸ καλιφόρνιον 98. Ὅλα τὰ τρανσουράνια σώματα εἶναι ραδιενεργά.

Η ΑΛΥΣΣΩΤΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΙΣ. Ἡ πρώτη ἀτομικὴ βόμβα συνίστατο ἀπὸ μίγμα οὐρανίου 235 καὶ γραφίτου. Ὡς γνωρίζομεν, ὅταν νετρόνια ἐπιδράσουν ἐπὶ πυρῆνος οὐρανίου 235 οὗτος ὑφίσταται σχάσιν ὑπὸ ταυτοχρονον ἐκπομπῆν ἀριθμοῦ νετρονίων, δευτερογενῶς παραγομένων κατὰ τὴν σχάσιν αὐτοῦ. Τὰ νετρόνια ταῦτα χρησιμεύουν ὡς βολίδες διὰ τὴν διάσπασιν τῶν γειτονικῶν πυρῆνων οὐρανίου 235 ἢ ἀντιδράσεις αὐτῆ συνεχίζονται μὲ ταχύτητα συνεχῶς αὐξανομένην, καὶ μάλιστα κατὰ γεωμετρικὴν πρόοδον. Οὕτω ἐὰν ἐκλύονται 2 νετρόνια κατὰ τὴν σχάσιν ἐκάστου πυρῆνος, τότε τὰ 2 ταῦτα προσβάλλονται γειτονικῶν πυρῆνα θὰ προκαλέσουν τὴν ἔκλυσιν συνολικῶς 4 νετρονίων, ταῦτα θὰ ἐλευθερώσουν 8 κοκ. (βλέπε σχ. 83—3). Ὁ γραφίτης δρᾷ ὡς ἐπιβραδυντήρ τῶν ἐλευθερῶν νετρονίων.

Τὰ ἐλευθερούμενα νετρόνια δὲν προσκρούουν κατ' ἀνάγκην ἐπὶ τῶν πυρῆνων τῶν γειτονικῶν ἀτόμων· πολλὰ ἐξ αὐτῶν ἀπορροφῶνται ἀπὸ διαφόρους προσμίξεις, αἱ ὁποῖαι παρεμποδίζουν τοιοῦτοτρόπως τὴν διεξαγωγὴν τῆς ἀντιδράσεως. Λιὰ νὰ λάβῃ χώραν ἡ ἀλυσσώτῃ ἀν-

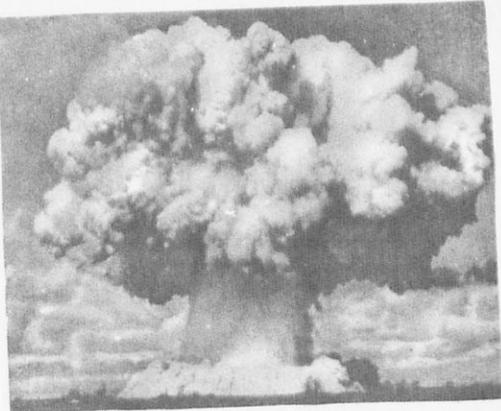
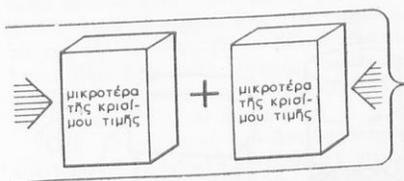
Σχ. 83—2. Ποντικοπαγίδες ὡς πρότυπον ἀλυσσώτης ἀντιδράσεως. Ἐνα ξύλινον «νετρόνιον» πίπτει ἐπὶ μιᾶς «φάκας», ἡ ὁποία ἀντιδρῶσα, ἐκτινάσσει δύο «νετρόνια» εἰς τὸν ἀέρα. Τὰ «νετρόνια» ταῦτα πίπτοντα προσβάλλουν δύο παγίδας, αἱ ὁποῖαι ἐκτινάσσουν τέσσαρα «νετρόνια» κ.ο.κ.



Σχ. 83—3. Ἄλυσσώτῃ ἀντιδράσει.

τιδράσει πρέπει τὰ ἐλευθερούμενα νετρόνια νὰ εἶναι περισσότερα τῶν ἀπορροφωμένων ἢ ἐκφευγόντων εἰς τὸ περιβάλλον. Οὕτω ὅταν θέλωμεν νὰ λάβῃ χώραν ἀλυσσώτῃ ἀντιδράσει θὰ πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν σχετικῶς μεγάλην μάζαν U235 διότι τότε ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκφευγόντων ἢ ἀπορροφωμένων νετρονίων εἶναι μικρὸς σχετικῶς πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐλευθερουμένων. Παρατηροῦμεν λοιπὸν ὅτι πρέπει νὰ ἔχωμεν κατὰ κατώτατον ὄριον μίαν ὠρισμένην μάζαν, ἡ ὁποία καλεῖται κ ρ ι σ ι μ ο ς μ ᾶ ζ α. Μᾶζα οὐρανίου μικροτέρα τῆς κ ρ ι σ ι μ ο ς μ ᾶ ζ α δὲν εἶναι ἱκανὴ νὰ προκαλέσῃ ἀλυσσώτῃν ἀντιδράσιν.

Ἐφ' ὅσον ἡ σχάσις τοῦ πυρῆνος παρατηρεῖται μόνον εἰς τὸ οὐράνιον 235, θὰ ἔπρεπε, πρὸς ἐκμετάλλευσιν τῆς κατὰ τὴν σχάσιν ἐλευθερουμένης ἐνεργείας, νὰ ἀποχωρισθῆ τοῦτο ἀπὸ τὸ φυσικὸν μίγμα τῶν ἰσοτόπων τοῦ οὐρανίου, ὥστε τοῦτο ἀμιγῆς νὰ ἀποτελέσῃ πηγὴν ἐνεργείας. Ὁ διαχωρισμὸς ὁμοῦ αὐτὸς εἶναι ἐξόχως δυσχερὴς καὶ πολυδάπανος. Πρὸς ἀντιμέτωπισιν τῆς δυσχερείας αὐτῆς ἀνεξητήθησαν ἄλλοι πυρῆνες βαρέων στοιχείων, οἱ ὁποῖοι νὰ ὑπόκεινται εἰς σχάσιν μὲ τὴν ἐπίδρασιν νετρονίων, εὐρέθησαν δὲ πρόσφοροι πρὸς τοῦτο οἱ πυρῆνες τοῦ τρανσουρανίου στοιχείου πλουτωνίου μάζης 239. Τὸ σχῆμα 83—5 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὅποιον ἐφαρμόζονται εἰς



Σχ. 83—4. Δύο μάζαι ἐκάστη μικροτέρα τῆς κρίσιμου συγκροτούμενα βιαίως προκαλοῦν τὴν γένεσιν μιᾶς μάζης μεγαλυτέρας τοῦ κρίσιμου μεγέθους, ἣ ὅποια καὶ προκαλεῖ τὴν ἀλυσσογενέσιν ἀντίδρασιν καὶ τὴν ἀτομικὴν ἐκρηξίν.

τὸ πρόβλημα αὐτό, αἱ ἀρχαὶ τὰς ὁποίας ἐμάθετε.

ΣΤΗΛΗ ΟΥΡΑΝΙΟΥ. Ἡ πρώτη συσκευὴ, ἣ ὁποία κατασκευάσθη διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας ὑπὸ ἐλεγχομένην μορφήν, συνημολογήθη τὸ 1942 εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Σικάγου. Ἐντὸς αὐτῆς ράβδου μίγματος οὐράνιου 235 καὶ 238 ἐποποθετοῦντο ἐντὸς καθαρωτάτου γραφίτου ὃ ὁποῖος δρᾷ ὡς ἐπιβραδυντήρ. Ἐπειδὴ ἡ ὅλη συσκευὴ εἴχε τὴν μορφήν στήλης ἐκλήθη στήλη οὐράνιου. Ἐντὸς τῆς στήλης ὑπῆρχον καὶ ράβδοι καδμίου, ἐπειδὴ τοῦτο ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ τὰ νετρόνια. Διὰ τὴν ἔναρξιν τῆς λειτουργίας τῆς στήλης ἀπαιτεῖται ἡ ἔξωθεν τροφοδοτήσις αὐτῆς μὲ νετρόνια.

Ἡ πρώτη ἀτομικὴ στήλη παρῆγε ἰσχύην 200W, τοῦτο δὲ εἶχε ἐπιτευχθῆ διὰ καταλλήλου τοποθετήσεως τῶν ράβδων καδμίου ἐντὸς αὐτῆς, ὡς ἐπίσης καὶ διὰ τῆς ἐκλογῆς τῶν διαστάσεων αὐτῆς. Ἀργότερον πολλαὶ στήλαι κατασκευάσθησαν καὶ λειτουργοῦν εἰς διαφόρους πόλεις τῶν Ἡν. Πολιτειῶν.

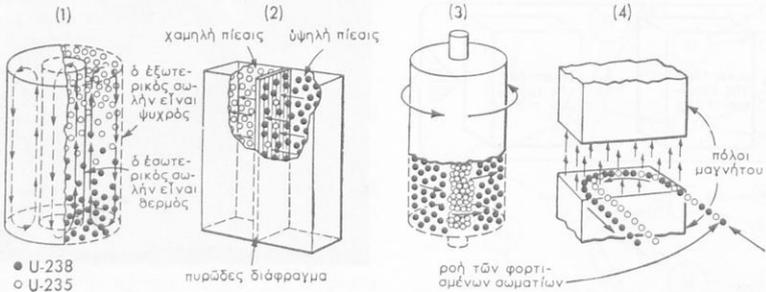
Αἱ ἀτομικαὶ στήλαι δὲν παρουσιάζουν μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς συνεχούς παραγωγῆς ἐνεργείας, ἀλλὰ καὶ τοῦ σχηματισμοῦ πλουτωνίου ἀπὸ τὸ οὐράνιον 238. Αἱ ράβδοι τοῦ οὐράνιου εἶναι δυνατόν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπὸ τὴν στήλην καὶ κατόπιν διὰ χημικῆς κατεργασίας νὰ ἀ-

πομονωθῆ τοῦτο εἰς καθαρὰν κατάστασιν (βλ. Σχ. 83—6).

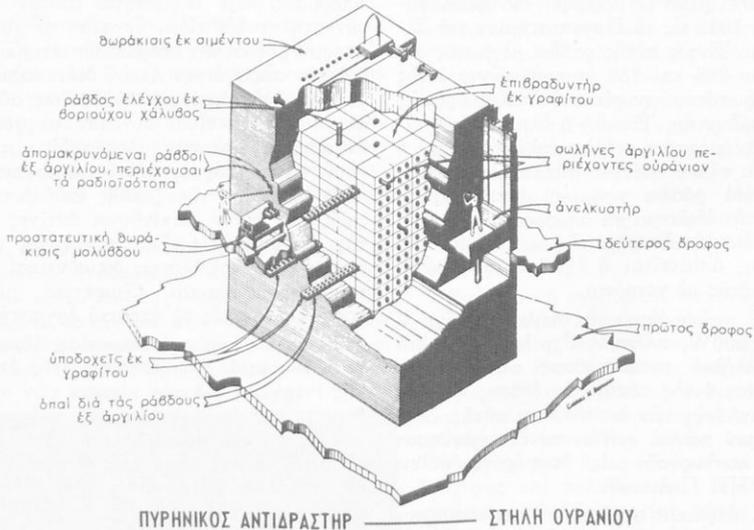
Κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ πυρῆνος τοῦ οὐράνιου ἡ ἐκλυομένη ἐνέργεια παρουσιάζεται ὑπὸ μορφήν θερμότητος καὶ ἀκτινοβολίας. Ὁ ἀήρ ἢ τὸ ὕδωρ τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ τὴν θερμότητα ταύτην ἀπὸ τὴν στήλην δὲν εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ τὴν θέρμανσιν κτιρίων ἢ διὰ τὴν παραγωγὴν ἀτμοῦ διότι περιέχει ραδιενεργοὺς ἀκτίνια. Αἱ ἀκτίνες αὗται, αἱ ὁποῖαι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνων ἀντιληπταὶ ὑπὸ τῶν αἰσθήσεών μας, ἔχουν θανατηφόρους καὶ καταστρεπτικὰς ἐπιδράσεις ἐπὶ τῆς ζωικῆς καὶ φυτικῆς ζωῆς. Αἱ πλέον ἐπικίνδυναι ἀκτίνες ἀπὸ τὰς ἐκπεμπομένας εἶναι αἱ ἀκτίνες γ αἱ ὁποῖαι εἶναι καὶ ἐξόχως διεισδυτικαί· διὰ τοῦτο λαμβάνονται ἐξαιρετικὰ μέτρα προφυλάξεως εἰς τὰ ἀτομικὰ ἐργαστήρια.

Ἄν καὶ μέχρι πρό δεκαετίας, ἔθεωρεῖτο ἀδύνατος ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας διὰ τὴν κίνησιν τῶν συνηθῶν μέσων ἐπικοινωνίας, ἐν τούτοις, ἡ κατασκευὴ τοῦ ἀμερικανικοῦ ὑποβρυχίου «Ναυτίλος» μᾶς κἀμινε νὰ ἐλπίζωμεν ὅτι εἰς τὸ μέλλον θὰ καταστῆ δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας καὶ διὰ τὰ αὐτοκίνητα ἀκόμη.

Τὸ σχῆμα 83—8 δεκνύει τὴν διάταξιν τὴν ὁποίαν δύναται νὰ ἔχη ἐγκατάστασις ἀτομικῆς ἐνεργείας, ὅταν εἶναι συνδεδεμένη πρὸς ἐγκατάστασιν παραγωγῆς ἀτμοῦ.



Σχ. 83—5. Τέσσερες μέθοδοι διαχωρισμοῦ τοῦ U235 ἀπὸ τὸ U238. 1) Μέθοδος τοῦ θερμοκοῦ διαχωρισμοῦ. Κατὰ τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ὑγροῦ οὐρανίου, τὸ ελαφρότερον U235 τείνει νὰ συγκεντρωθῆ εἰς τὸ ἄνω μέρος. 2) Διαχωρισμὸς αὐτῶν εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν. Τὸ ἀέριον U235 ἐπειδὴ εἶναι ελαφρότερον διέρχεται εὐκολώτερον διὰ μέσου τοῦ πορώδους διαφράγματος. 3) Φυγοκεντρικὸς. Ὅταν τὰ ἀεριοποιηθέντα U235 καὶ U238 ἐξαναγκασθοῦν εἰς ἔντονον στροβιλισμὸν, τὸ ελαφρότερον U235 τείνει νὰ παραμῆνῃ εἰς τὸ κέντρον. 4) Ἡλεκτρομαγνητικὸς. Τὰ ελαφρότερα μόρια τοῦ U235 ἀποκλίνουν περισσότερο ἀπὸ τὰ βαρῆα μόρια τοῦ U238 ὅταν τὸ μίγμα αὐτῶν εἰσέλθῃ ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

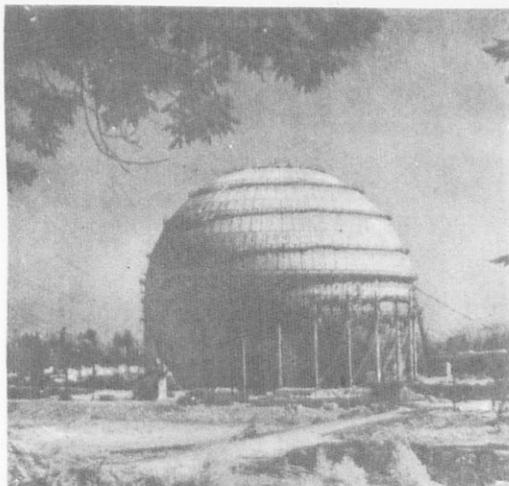


Σχ. 83—6. Τομή στήλης οὐρανίου ἢ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος.

Ἡ θερμότης ἀπάγεται ἀπὸ τὸν ἀντιδραστήρα μὲσω ἑνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον κατὰ κανόνα εἶναι τετηγμένον μέταλλον. Τοῦτο ἀκολουθῶν ἀποδίδει τὴν θερμότητά του εἰς τὸ ὕδωρ ἐντὸς εἰδικῆς διατάξεως. Ἐὰν ἔξη γίνῃ ἐπαρκῆς θερμοκρασία αὐτῆς, ἡ ἐγκατάστασις αὕτη ἐργάζεται παρέχουσα ἀπόλυτον ἀσφάλειαν.

Ὅλοι οἱ χειρισμοὶ τοῦ ἀντιδραστήρος καὶ τῶν βοηθητικῶν ἐξαρτημάτων γίνονται ἐξ ἀποστάσεως. Ἡ ἀξία μιᾶς τοιαύτης ἐγκαταστάσεως κατὰ τοὺς εἰδικοὺς ὑπερβαίνει μόνον κατ' ὀλίγον, τὴν ἀξίαν τῶν συνήθων ἐγκαταστάσεων τοῦ εἶδους αὐτοῦ εἴτε θερμοηλεκτρικὸς εἶναι ὁ σταθμὸς εἴτε ὕδροηλεκτρικὸς. Ἡ κυρία χρῆσις τοῦ ἀντιδραστήρος θὰ εἶναι εἰς τοποθεσίας, εἰς τὰς ὁποίας εἶναι δύσκολος καὶ πολυδάπανος ἡ μεταφορὰ καυσίμων.

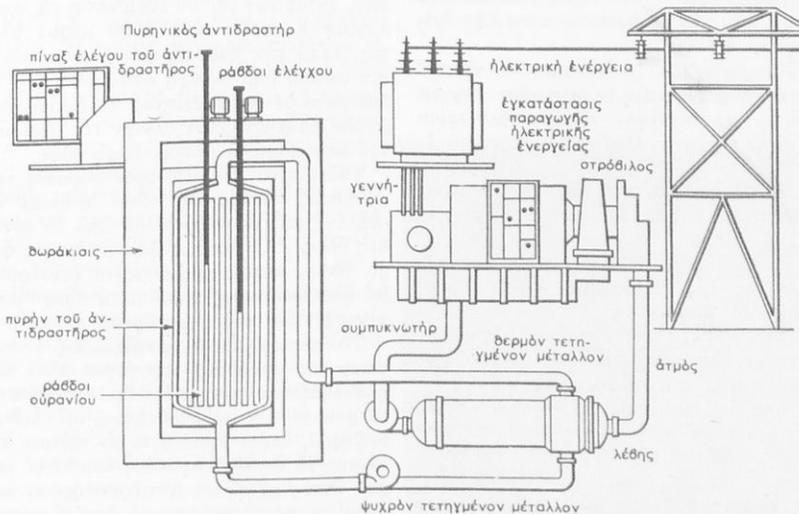
Ἡ BOMBA ΤΑΡΟΓΟΝΟΥ. Ἡ ἐκλυθεῖσα ἐνέργεια ὑπὸ τῆς πρώτης ἀτομικῆς βόμβας προήλθεν ἐκ τῆς σχάσεως πυρηνῶν οὐρανίου ἢ πλουτωνίου. Ἐπάρχει καὶ δευτέρα μέθοδος παραγωγῆς ἐνεργείας ἀπὸ τοὺς πυρῆνας στοιχείων καὶ συνίσταται εἰς τὴν $\sigma \nu \nu \tau \eta \xi \iota \nu$ ἰσοτόπων τοῦ ὕ-



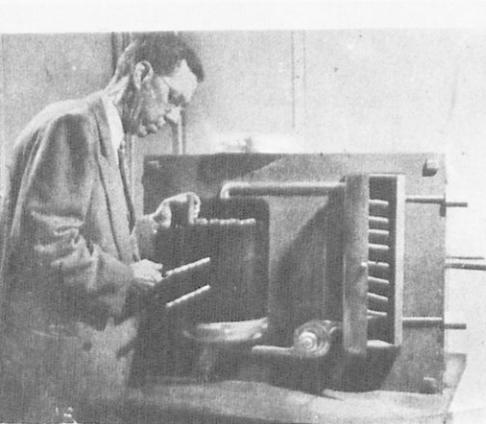
Σχ. 83—7. Αἱ ἐγκαταστάσεις παροχῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας εἰς ὑποβρύχια ἐλέγχονται εἰς τὸ ἐμφαινόμενον τεράστιον σφαιρικὸν ἐργαστήριον.

δρογόνου πρὸς πυρῆνας ἄλλων βαρύτερων στοιχείων ὡς πυρῆνας ἡλίου.

Ὅταν π.χ. συντακοῦν πρωτόνιον μὲ πρωτόνιον, ἢ πυρὴν δευτερίου μὲ πυρῆνα δευτερίου ἢ ἀκόμη πυρὴν τριτίου μὲ



Σχ. 83—8. Διάγραμμα ἐγκαταστάσεως χρησιμοποίησεως τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας πρὸς παραγωγήν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Προσέξατε ὅτι ὁ παραγόμενος ἄτμος κινεῖ τυπικὴν ἐγκατάστασις παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

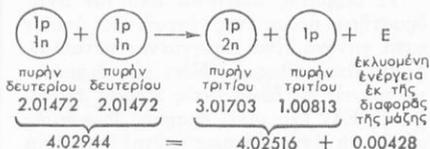


Σχ. 83—9. Ἀντιδραστήρ ἐν μικρογραφία. Αἱ κατακόρυφοι ράβδοι παριστοῦν τὰς ράβδους τὰς περιεχούσας τὸ οὐράνιον, ἐνῶ, αἱ ὀριζόντιοι, εἶναι αἱ ράβδοι ἐλέγχου. Διατὶ ἐπιθυμοῦμεν νὰ χρησιμοποιώμεν ὡς φορέα τῆς θερμότητος τετηγμένον μέταλλον μικροῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ καὶ μεγάλης εἰδικῆς θερμότητος;

πυρῆνα τριτίου θὰ προκύψουν ἢ πυρῆνες δευτερίου ἢ πυρῆνες ἡλίου ὑπὸ ἔκλυσιν τεραστίων ποσῶν ἐνεργείας. Ἀπεδείχθη ὅτι κατὰ τὴν σύντηξιν ἐκλύεται πολὺ μεγαλύτερον ποσὸν ἐνεργείας ἀνὰ μονάδα μάζης ἀπὸ τὴν ἐκλυομένην κατὰ τὴν διάσπασιν.

Τὸ σχῆμα 83—10 δεικνύει τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον πυρῆν δευτερίου συγχωνεύεται μὲ δεῦτερον πυρῆνα δευτερίου πρὸς παραγωγὴν πυρῆνος τριτίου καὶ ἐνὸς πρωτονίου καὶ ἔκλυσις ἐνεργείας, ἢ ὁποῖα ὑπελογίσθη καὶ εὐρέθῃ ἴση πρὸς 0,00428 μονάδας ἀτομικῆς μάζης. Ἡ ἀνὰ γραμμίριον δευτερίου ἐκλυομένη ἐνέργεια διὰ συγχωνεύσεως, εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἀνὰ γραμμίριον U235 ἐκλυομένης διὰ διασπάσεως.

Διὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν ἀνωτέρω θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων ἀπαιτεῖται θερμοκρασία τῆς τάξεως 20.000.000°C, ἢ ὁποῖα ὑφίσταται μὲν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἄλλων οὐρανίων σωμάτων, ἀλλ' ἐπὶ τῆς γῆς μόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκρήξεως τῆς ἀτομικῆς βόμβας παρετηρήθη. Θὰ ἦδύνατο, συνεπῶς, νὰ χρησιμοποιηθῇ ἀτομικὴ βόμβα ὡς ἐνασμα, τρόπον τινά, παρέχουσα κατὰ τὴν ἐκρήξιν αὐτῆς τὴν ἀπαιτούμενην θερμοκρασίαν πρὸς διεξαγωγὴν τῶν θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων συσσωματώσε-



Σχ. 83—10. Παράδειγμα συγχωνεύσεως πυρῆνων.

ως πυρῆνων δευτερίου πρὸς πυρῆνας ἡλίου. Ἰδράγματι, κατόπιν μακροετῶν καὶ πολυδαπάνων ἐρευνῶν ἐπετελέγη ἡ κατασκευή καὶ ἐκρήξις «βομβῶν ὕδρογόνου», ἢ γόμωσις τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἀπὸ δευτέριον ἢ τρίτιον καὶ οἱ πυρῆνες τοῦ ὁποίου διασπῶνται, κατὰ τὴν συγχωνεύσιν τῶν πυρῆνων τοῦ δευτερίου ἢ τριτίου πρὸς πυρῆνας ἡλίου, ὑπὸ τεραστίαν ἐνεργειακὴν ἀπόδοσιν.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς συγχωνεύσεως πυρῆνων δὲν ὑπάρχει κρίσιμος μᾶζα ὡς ὑπάρχει εἰς τὴν διάσπασιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ ἰσχὺς τῆς βόμβας ὕδρογόνου εἶναι δυνατόν νὰ εἶναι χιλιάσις μεγαλύτερα τῆς ἰσχύος τῆς πρώτης ἀτομικῆς βόμβας.

Τὸ δευτέριον διαχωρίζεται ἀπὸ τὸ ὕδωρ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται εἰς ἀναλογίαν 1 μορίου ἀνὰ 5000 μόρια ὕδατος, κατὰ τὴν παρατεταμένην ἠλεκτρολύσιν αὐτοῦ, ὑπὸ συνεχῆ ἀνανέωσιν τῆς ἠλεκτρολυομένης ποσότητος· τὸ παραμένον ὑγρὸν ἐμπλουτίζεται ὁλονὲν εἰς ὀξείδιον τοῦ δευτερίου, ἢ ἄλλως, βαρὺ ὕδωρ.

Τοῦτο εἶναι περισσότερο ἀδρανὲς τοῦ συνηθούς ὕδατος καὶ οὕτω δύναται νὰ συλλεγῇ καὶ νὰ ἀπομονωθῇ ἀπὸ τὸ συνηθές ὕδωρ. Ἀκολούθως ἀπὸ τὸ ἀμικρὸ βαρὺ ὕδωρ, παραλαμβάνεται τὸ δευτέριον, δι' ἠλεκτρολύσεως αὐτοῦ μετὰ προσθήκην πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου.

Τὸ τρίτιον δὲν συναντᾶται ὡς συστατικὸν τοῦ συνηθούς ὕδρογόνου ἀλλὰ παρασκευάζεται τεχνητῶς δι' ἐπιδράσεως νετρονίων ἐπὶ τοῦ ἰσοτόπου τοῦ λιθίου μάζης 6, ὅποτε προκύπτει τὸ τρίτιον καὶ ἡλιον. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη λαμβάνει χώραν ἐντὸς μεγάλων ἀντιδραστήρων, παρομοίων πρὸς ἐκείνους οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν πλουτονίου ἐξ οὐρανίου.

Η ΑΡΧΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Οἱ ἐπιστήμονες ἐπίστευον ἐπὶ μακρὸν ὅτι, ἢ

ἐνέργεια τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦμεν καὶ ἡ ὁποία συναντᾶται ὡς ἄνθραξ, πετρέλαιον ἢ καύσιμα ἀέρια ἤτο ἐπιθλασθέντα ἢ ἠλιακὴ ἐνέργεια. Σήμερον ὅμως οἱ ἐπιστήμονες πιστεύουν ὅτι ἡ ἐνέργεια τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦμεν προέρχεται ἀπὸ πυρηνικὰς ἀντιδράσεις. Ἡ πρότασις αὕτη ἐπληθεύθη ἀπὸ ὠρισμένας ἀνακαλύψεις ὡς πρὸς τὴν ἠλιακὴν ἐνέργειαν.

Τὸ 1939 ὁ ἄμερικανὸς ἐπιστήμων H. A. Bethe διετύπωσε μίαν θεωρίαν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐνέργεια τοῦ ἡλίου θὰ ἐκρεπε νὰ θεωρηθῆ ὅτι προέρχεται ἀπὸ πυρηνικὰς ἀντιδράσεις αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ, ἐκλύουσαι οὕτω τεράστια ποσὰ ἐνεργείας. Κατὰ τὴν θεωρίαν του ταύτην, ἡ μάζα τοῦ ὕδρογόνου μετατρέπεται εἰς ἥλιον καὶ ποζιτρόνια ὑπὸ ἔκλυσιν ἐνεργείας συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



ἢτοι ἡ ἀκτινοβολουμένη ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐνέργεια, προέρχεται ἀπὸ πυρηνικὰς ἀντιδράσεις.

ΧΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΡΑΔΙΟΙΣΟΤΟΠΩΝ. Ἡ χρῆσις τῶν ραδιοϊσοτόπων εἶναι εὐρυτάτη καὶ δι' αὐτῆς, ἔχουν λυθῆ πολλὰ προβλήματα κυρίως ἐπὶ τῆς πορείας πολυπλόκων βιοχημικῶν ἀντιδράσεων. Σήμερον ἔχει ἀποδειχθῆ ὅτι σχεδὸν ὅλα τὰ στοιχεῖα εἶναι δυνατὸν νὰ καταστοῦν ραδιενεργά, ὅταν εἰσαχθοῦν ἐντὸς ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου, ἐκπέμποντα ποζιτρόνια, ἠλεκτρόνια ἢ ἀκτίνας γ ἀναλόγως τοῦ στοιχείου.

Τὰ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀνιχνευταὶ ραδιενεργῶν σωμάτων καὶ εἰς τὴν λατρικὴν. Μικρὰ ποσότης ραδιοϊσοτόπου εἰσαγομένη εἰς τὸν ὄργανισμὸν μας, καταδεικνύει σαφῶς, ποῖα ἄτομα τῶν τροφῶν μας, ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῶν ὀστέων, τοῦ αἵματος, ἢ ἄλλων τμημάτων τοῦ ὄργανισμοῦ μας. Ἐξ ἄλλου λόγῳ τῆς παρουσίας τῶν ἐντὸς τοῦ ὄργανισμοῦ μας δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν ὅλας τὰς λειτουργίας τὰς ὁποίας ἐκτελοῦν τὰ διάφορα ὄργανά μας καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τυχούσαν ἀνωμαλίαν ἢ ὁποία ἴσως νὰ ἦτο λίαν δύσκολον νὰ προσδιορισθῆ ἄλλως πως.

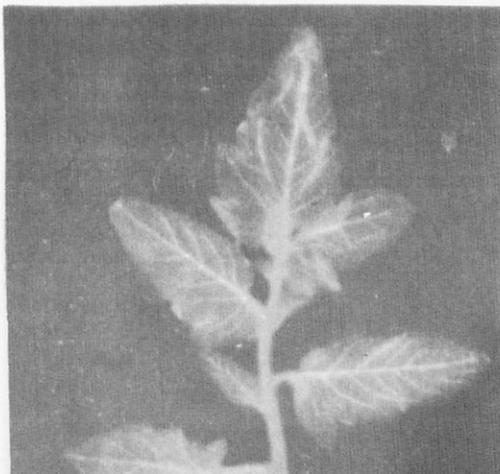
Ἀνάλογοι παρατηρήσεις εἶναι δυνατὸν νὰ γίνον καὶ εἰς τὰ φυτὰ μὲ σκοπὸν τὸν προσδιορισμὸν τῶν ἐπιθλασθῶν οὐσιῶν τὰς ὁποίας ἀπορροφῶν τὰ φυτὰ καὶ τὴν ἀπομάκρυνσιν αὐτῶν ὥστε νὰ αὐξηθῆ ἡ παραγωγή. (Βλ. σχῆμα 83—11).

Διὰ τῶν νετρονίων ἔχει ἐπιτευχθῆ θεραπεία τῶν κακοήθων ὄγκων, ἡ ὁποία δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθῆ διὰ τῶν ἀκτίνων Röntgen.

Καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν, ἡ συμβολὴ τῶν ραδιοϊσοτόπων ἦτο σημαντικὴ. Δι' αὐτῶν καὶ τῶν νετρονίων κατέστη δυνατὴ ἡ μελέτη τῆς κατασκευῆς τῆς ὕλης, τῆς ἀπορροφητικῆς ἰκανότητος τῶν διαφόρων ἐπιφανειῶν καὶ διὰ τὴν ἀνίχνευσιν πετρελαίου, διὰ νὰ ἀναφέρωμεν μόνον μερικὰς ἐφαρμογὰς αὐτῶν (Βλ. σχῆμα 83—12).

Πολλὰ ἐρωτήματα τῆς νεωτέρας Φυσικῆς παραμένον ἀναπάντητα. Ἡ πραγματικὴ φύσις τῆς ὕλης, ἡ φύσις τῶν κυμάτων ἢ τῶν φωτονίων παραμένει ἀκόμη ἄγνωστος. Ἡ προέλευσις τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων καὶ ἡ ἐπίδρασις αὐτῶν ἐπὶ τῆς ζωικῆς καὶ φυτικῆς ζωῆς πρέπει νὰ προσδιορισθῆ. Ἐν ὀλίγοις, πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν τὴν ἄγνοιάν μας εἰς πολλὰ

Σχ. 83—11. Φωτογραφία δεικνύουσα τὸν ραδιενεργὸν φωσφόρον ὁ ὁποῖος ἀπερροφήθη ὑπὸ φυτοῦ.



κεφάλαια τῆς Φυσικῆς, τοῦτο ὅμως δὲν πρέπει νὰ μᾶς ἐκπλήττη, διότι ἡ Φυσικὴ εἶναι μία ἐπιστῆμη, ἡ ὁποία συνεχῶς ἐξελίσσεται, καὶ μάλιστα, ἐπὶ τῶν ἡμερῶν μας, ἡ ἐξέλιξις αὐτῆς εἶναι ραγδαία.

Οἱ ἐπιστήμονες πρέπει νὰ διατυπώσουν νέας θεωρίας, νὰ κατασκευάσουν νέας συσκευάς, μὲ τὰς ὁποίας θὰ δυναθεύουν νὰ ἀποδείξουν τὰς θεωρίας των. Ζῶμεν εἰς τὴν χρυσῆν ἐποχὴν τῶν συνεχῶν ἀνακαλύψεων καὶ βελτιώσεων: θὰ δῆτε νέας ἐφαρμογὰς τῶν ὕσων εἶναι σήμερον γνωστά, νέας θεωρίας νὰ διατυπῶνται καὶ εὐρίσκων ἐφαρμογὰς. Ἐμμεθα βέβαιοι ὅτι ὅλα αὐτὰ θὰ σᾶς ἐνδιαφέρουν, ἐλπίζομεν δὲ ὅτι θὰ συνεισφέρετε καὶ σεῖς εἰς πρόοδον τῆς Φυσικῆς.

ΒΕΒΑΙΩΘΗΤΕ ΟΤΙ ΚΑΤΕΝΟΗΣΑΤΕ ΤΑΣ ΕΝΝΟΙΑΣ

Νετρόνια

Τεχνητὴ Ραδιενέργεια

Ραδιοϊσότοπα

Σχάσις τοῦ πυρῆνος

Ἄτομικὴ ἐνέργεια

$E = mc^2$

Τρανσουράνια σώματα, ποσειδώνιον, πλουτώνιον

Ἄλυσσωτὴ ἀντίδρασις

Στῆλη οὐρανίου

Ἄτομικὴ Σύντηξις

Σχ. 83—12. Μηχανικαὶ χεῖρες διὰ τὸν ἐξ ἀποστάσεως χειρισμὸν τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Εἰς τὴν πραγματικότητά ἐνα σημαντικοῦ πάχους τεῖχος παρεμβάλλεται μεταξὺ τοῦ χειριστοῦ καὶ τοῦ σώματος. Οὗτος παρατηρεῖ τὰς κινήσεις μέσῳ περισκοπίου.



Βόμβα ὕδρογόνου
Ἄρχικὴ πηγὴ ἐνεργείας

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ἀναγράψατε τὴν σχέσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ θηρύλλιον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀκτίνων α ἐκπέμπει νετρόνια.
2. Ποῖον τὸ πλεονέκτημα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζουν τὰ νετρόνια διὰ τὴν προσβολὴν τῶν πυρῆνων τῶν ἀτόμων;
3. Τί νοοῦμεν λέγοντες τεχνητὴν ραδιενέργειαν, ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν φυσικὴν ραδιενέργειαν;
4. Ἐξηγήσατε τί νοοῦμεν λέγοντες σχάσις πυρῆνος;
5. Ἐξακολουθεῖν νὰ ἰσχύουν οἱ νόμοι τῆς διατηρήσεως τῆς ὕλης καὶ τῆς ἐνεργείας; Ἀναφέρατε τοὺς λόγους.
6. Ἐὰν 1 gr μάζης μετατραπῆ εἰς ἐνέργειαν πόσα egr παράγονται;
7. Ποῖα καλοῦνται τρανσουράνια στοιχεῖα;
8. Ἀναφέρατε τὰ ὀνόματα τῶν τρανσουρανίων στοιχείων;
9. Λιὰ τί τὸ πλουτόνιον θεωρεῖται τόσον σημαντικὸν στοιχεῖον;
10. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον κατὰ τὸν ὁποῖον ἀναπτύσσεται ἡ ἄλυσσωτὴ ἀντίδρασις.
11. Τί νοοῦμεν λέγοντες κρίσιμος μᾶζα;
12. Ἐξηγήσατε τὸν τρόπον λειτουργίας μᾶς στῆλης οὐρανίου.
13. Ποῖος ὁ σκοπὸς τοῦ γραφίτου καὶ τοῦ καδμίου εἰς τὴν στῆλην οὐρανίου;
14. Λιὰ τί εἶναι ἡ λειτουργία ἐνὸς αὐτοκινήτου μὲ ἀτομικὴν ἐνέργειαν πρὸς τὸ παρὸν ἀδύνατον;
15. Σχεδιάσατε ἐν γενικῶν διάγραμμα ἐνὸς ἐργοστασίου παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἀπὸ τὴν ἀτομικὴν ἐνέργειαν.
16. Λιὰ ποίων μεθόδων διαχωρίζεται τὸ U235 ἀπὸ τὸ U238;
17. Ἐξηγήσατε τί νοοῦμεν λέγοντες ἀτομικὴ σύντηξις;
18. Τί γνωρίζετε περὶ βόμβας ὕδρογόνου;
19. Ἐξακολουθεῖ ἰσχύουσα ἡ θεωρία ὅτι ὁ ἄνθραξ, τὸ πετρέλαιον καὶ τὰ καύσιμα ἀέρια εἶναι ἀποθηκευμένα μορφὰ ἐνεργείας προερχομένης ἀπὸ τὸν ἥλιον;

20. Αναφέρατε μερικές χρήσεις τῶν ραδιοϊσοτόπων.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ ἔναρξις τῆς ἀλυσωτῆς ἀντιδράσεως; Πῶς διατηρεῖται αὕτη;
2. Πῶς προκαλοῦμεν τὴν ἔναρξιν τῆς ἀτομικῆς συντήξεως;
3. Λιὰ τί ἡ «ἀτομικὴ βόμβα» θεωρεῖται ὡς ἔναυσμα τῆς «βόμβας ὕδρογόνου»;
4. Πῶς ἀπομονοῦται τὸ δευτέριον, διὰ τὴν χρησιμοποίησιν εἰς τὴν «βόμβαν ὕδρογόνου»;

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

PIERRE ΚΑΙ MARIE CURIE. Ἡ βιογραφία τοῦ Pierre καὶ τῆς Marie Curie ἐγράφη ὑπὸ τῆς κόρης τῶν Eve. Curie. Οἱ συγγραφεῖς τοῦ παρόντος βιβλίου σὰς συνιστοῦν ἀνεπιφυλάκτως νὰ διαβάσετε τὴν βιογραφίαν τῶν ἐξαιρετῶν αὐτῶν ἐπιστημόνων οἱ ὁποῖοι ἂν καὶ εἶχον νὰ ἀντιμετωπίσουν τρομακτικὰς δυσκολίας, ἐν τούτοις ἔμειναν πιστοὶ εἰς τὴν ἐπιστήμην των, τὴν ὁποίαν ὑπερέτησαν ἕως τὴν τελευταίαν των στιγμὴν. Τὸ ζεῦγος Curie εἶναι ὀνομαστὸν διὰ τὰς ἐρεῦνας του ἐπὶ τῆς ραδιενεργείας, ἀνεκάλυψαν δὲ τὸ ράδιον καὶ τὸ πολώνιον.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

A

1. Ὄταν ἐν ταχέως κινούμενον πρωτό-

νιον προσβάλλῃ ἄτομον λιθίου ἀτομικοῦ βάρους 7, παράγονται δύο ἄτομα ἡλίου. Αναγράψατε τὴν σχέσιν τὴν δεικνύουσαν τὴν διάσπασιν ταύτην (Διὰ τὰ ἀτομικὰ βάρη καὶ ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς βλ. σελ. 542).

2. Νετρόνιον προσπίπτον ἐπὶ ἰσοτόπου τοῦ βορίου ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 5 καὶ ἀτομικοῦ βάρους 10 προκαλεῖ τὴν διάσπασιν αὐτοῦ εἰς ἐν ἄτομον λιθίου καὶ ἐν ἄτομον ἡλίου. Αναγράψατε τὴν σχέσιν τὴν δεικνύουσαν τὴν διάσπασιν ταύτην.
3. Ὄταν πυρὴν δευτερίου προσβάλλῃ ἐν ἄτομον λιθίου ἀτομικοῦ βάρους 6, σχηματίζονται δύο ἄτομα ἡλίου. Αναγράψατε τὴν σχέσιν τῆς ἀντιδράσεως ταύτης.

B

4. Ἡλεκτρόνιον μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, ἐκλύονται δὲ 0.82×10^{-6} egr. Ποία ἢ μᾶζα τοῦ ἡλεκτρονίου;
5. Προσδιορίσατε τὴν ἀριθμητικὴν σχέσιν μεταξὺ ἐργίων (erg) καὶ κιλοβατῶρας (kwh).
6. Προσδιορίσατε τὸ ποσὸν τῆς ἐκλυομένης ἐνεργείας κατὰ τὴν μετατροπὴν 1lb ὕλης.
7. Χρησιμοποιοῦντες τὴν προσδιορισθεῖσαν σχέσιν τοῦ προβλήματος 5, προσδιορίσατε τὸ ποσὸν τῆς ἐκλυομένης ἐνεργείας κατὰ τὴν μετατροπὴν 1lb ὕλης.

ρους τροποποιήσεις χρησιμοποιείται εις τόν καθοδικόν παλμογράφον, τόν δέκτην Radar και εις τούς σωλήνας λήψεως και δέκτου τής τηλεοράσεως. Ὁ καθοδικός παλμογράφος ἀποτελεῖ ἓνα σπουδαῖον ὄργανον διὰ τήν ἀνάλυσιν και σπουδῆν τῶν διαφόρων κυμάνσεων. Εἰς τὸ Radar ἐφαρμόζεται ἡ ἀρχὴ τής ἤχου, ἀλλὰ μὲ ὑψίσουχα ἠλεκτρομαγνητικά κύματα και ὄχι μὲ ἤχητικά. Αἱ ἐφαρμογαὶ του εἶναι πολυάριθμοι τόσοσιν διὰ εἰρηνικούς ὄσοσιν και διὰ πολεμικούς σκοπούς.

Εἰς τήν τηλεόρασιν ἐκπέμπονται ταυτοχρόνως «ἤχος και εἰκὼν» διὰ τής χρησιμοποιήσεως ὑψισούχων ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων. Αἱ δέσομαι τῶν ἠλεκτρονίων ἐντὸς τής camera tube και τοῦ picture tube τοῦ δέκτου τηλεοράσεως συγχρονίζονται διὰ τής ἐφαρμογῆς πολλῶν ἀρχῶν τής φυσικῆς και ἰδιαιτέρως τής ὀπτικῆς, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ και τής ἠλεκτρονικῆς. Ἄπαιτεῖται ἐξαιρετικῶς μεγάλος ἔλεγχος ἐπὶ τής δέσομης τῶν ἠλεκτρονίων, ἵνα ἡ φθορίζουσα ὀδὸν τοῦ δέκτου ἀναπαράγη σχεδόν ταυτοχρόνως τήν εἰκόνα τήν ὅποισιν λαμβάνει ὁ ἠλεκτρονικός σωλήν τής συσκευῆς λήψεως τής τηλεοράσεως. Περαιτέρω βελτιώσεις εἰς τήν τεχνικὴν τής τηλεοράσεως θὰ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τήν μετάδοσιν καλύτερων και πιστοτέρων εἰκόνων.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἀκτίνων Χ, τῶν ἠλεκτρονίων, τοῦ ραδίου και τής φυσικῆς ραδιενεργείας, ἔστρεψαν τήν προσοχὴν τῶν ἐπιστημόνων πρὸς τήν ἐσωτερικὴν δομὴν τῶν ἀτόμων. Πολλοὶ ἐπιστήμοι ἀπὸ διαφόρους χώρας, ἐμελέτησαν ταύτην, προσδιώρισαν τήν ἐγκλειομένην ἐντὸς του πυρῆνος τῶν ἀτόμων ἐνέργειαν ὡς ἐπίσης και τὰ συνιστῶντα αὐτὸν σωμάτια. Κατὰ τήν ἔρευναν τής δομῆς τῶν ἀτόμων ἀνεκαλύφθησαν νέα σωμάτια, ἀνεπτύχθησαν νέα μέθοδοι, και νέα θεωρίαι διευτυπώθησαν.

Ἡ μεγαλύτερα πρόδοος, εἰς τὸν τομέα αὐτόν, ἔλαβε χώραν, ὅταν ἤρχισαν οἱ ἐπιστήμονες νὰ «βομβαρδίζουσιν» τοὺς πυρῆνας μὲ ἠλεκτρόνια, πρωτόνια, ἀκτίνας α και νετρόνια, μὲ ἀποτέλεσμα τήν ἀνακάλυψιν τής τεχνητῆς ραδιενεργείας, και τήν εὐρυτάτην χρῆσιν τῶν ραδιοϊσοτόπων. Σήμερον αἱ ἄλυσσεται ἀντιδράσεις αἱ ὅποισιν λαμβάνουσιν χώραν ἐντὸς τῶν τεραστίων σητῶν οὐρανοῦ μᾶς παρέχουν ραδιοϊσότοπα διὰ ἰατρικὰς χρήσεις και ἐπιστημονικὰς ἐρεῦνας. Εἰς εἰδικὰ πειραματικά ἐργοστοσία μελετᾶται ὁ τρόπος μετατροπῆς τής ἀτομικῆς ἐνεργείας εἰς θερμικὴν και ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Ἡ ἀλματώδης πρόδοος τής φυσικῆς, ἡ ὅποισιν ἤρχισε εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ αἰῶνος μας, ἐξακολουθεῖ νὰ εὐρίσκειται ἐν ἐξελίξει. Τὰ ὄρια τής ἐπιστημονικῆς ἐρεῦνης διευρύνθησαν, και δὲν θὰ λείψουν αἱ εὐκαιρίαι διὰ κάθε νέον, ὁ ὅποισιν θέλει νὰ συμμετάσχη εἰς τὸν τιτάνιον ἀγῶνα τοῦ ἀνθρώπου διὰ τήν τιθάσσευσιν τῶν δυνάμεων τής φύσεως.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ Α

ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

“Όπως ανέφερόθη και εις τὸν πρόλογον αἱ ἀπάντησεις εἰς τὰ προβλήματα τοῦ διβλίου αὐτοῦ, ὑπελογίσθησαν μὲ ἀκριβείαν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων, τῆ ἑξαίρεσει εἰδικῶν τινῶν περιπτώσεων ὅπου τὰ δεδομένα τοῦ προβλήματος ἐπέτρεπον τὸν ὑπολογισμὸν τεσσάρων σημαντικῶν ψηφίων. Τί ἐννοοῦμεν μὲ τὰ ἀνωτέρω;

Ἡ γνώσις τῆς ἐννοίας τῶν λεγομένων σημαντικῶν ψηφίων εἶναι ἀπαραίτητος εἰς οἰονδήποτε ἀσχολούμενον μὲ μετρήσεις καὶ, κυρίως, μὲ ὑπολογισμοὺς βασισμένους εἰς μετρήσεις, ὅπου τὸ ἐρώτημα: «Πόσα δεκαδικὰ ψηφία νὰ ὑπολογίσω;», εἶναι συνηθέστατον. Εἶναι τελείως περιττὸν νὰ ὑπολογίζονται περισσότερα ψηφία ἀπὸ ὅσα χρειάζονται εἰς τὴν πραγματικότητα, τὰ περισσότερα αὐτὰ ψηφία δὲν ἔχουν κἂν νόημα. Ἄλλὰ πόσα ψηφία χρειάζονται; Ἡ ἀπάντησις θὰ προκύψῃ ἀπὸ τὴν μελέτην τῶν κάτωθι ὁδηγίων, αἱ ὁποῖαι θὰ σᾶς χρησιμεύουν πολὺ, ὄχι μόνον εἰς τὴν λύσιν τῶν προβλημάτων τὰ ὁποῖα κατὰ καιροὺς θὰ σᾶς τεθοῦν, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον εἰς οἵανδήποτε ἐργαστηριακὴν ἐργασίαν τὴν ὁποίαν τυχὸν θὰ ἀναλάβετε.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐμετρήθησαν αἱ ἀποστάσεις ἐνὸς ὀρθογωνίου παραλληλεπίπεδου καὶ εὐρέθησαν ἴσαι πρὸς 2,28cm, 4,60 cm, καὶ 1,23 cm. Τὰ τελευταῖα ψηφία τῶν τιμῶν αὐτῶν, 8, 0 καὶ 3 ἀντιστοίχως, εἶναι τυπωμένα μὲ παχύτερα στοιχεία: δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου ὑποδηλοῦμεν ὅτι τὰ ψηφία αὐτὰ δὲν ἀντιπροσωπεύουν ἀκριβῆ μετρήσιν, ἀλλὰ μᾶλλον προσωπικὴν μᾶς ἐκτίμησιν. Ἡ προσωπικὴ ἐκτίμησις τοῦ ἐκτελοῦντος τὴν μέτρησιν εἶναι στοιχείον ἀναπόσπαστον τῆς ἀναγνώσεως ἢ ὁποῖα θὰ καταγραφῆ ὡς ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως, καὶ τοιοῦτοτρόπως, οὐδεμία μετρήσις εἶναι ἀκριβὴς ὅρθη. **Ἠφ' ὅσον ἠθροίσθη ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς τῆς ἀναγνώσε-**

ψεως φαίνεται ἀναμφισβητήτως παράδοξος, διότι ἀντιθέτως ὅλοι ἔχομεν συνηθίσει εἰς τὴν ἰδέαν ὅτι τὸ μήκος π. χ. ἐνὸς ἀντικειμένου εἶναι τελείως καθωρισμένον καὶ ἔχει κατὰ συνέπειαν μίαν τιμὴν πλήρως καθωρισμένην: κατὰ τὴν μέτρησιν δὲν ἔχομεν παρὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν τιμὴν αὐτήν. Ἡ ἀλήθεια ὅμως εἶναι ὀλίγον διάφορος, ὅπως γνωρίζει οἰσοδῆποτε ἔχει ἐκτελέσει ἔστω καὶ μίαν ἀκριβῆ μετρήσιν. Τὰ συνήθη ὄργανα μετρήσεως τοῦ μήκους εἶναι ὑποδιηρημένα εἰς ἑκατοστά, χιλιοστά καὶ ἐνίοτε εἰς ἡμίση χιλιοστά. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐνῶ ἡ ἀρχὴ τοῦ πρὸς μέτρησιν μήκους ταυτίζεται ἀπολύτως μὲ τὸ 0 τοῦ κανόνος, τὸ πέρασ του εὐρίσκειται εἰς τὸ διάστημα μεταξὺ δύο ἡμίσεων χιλιοστών· εἶναι ἀκριβὴς ἢ περιπτώσις τοῦ μήκους 2,28 cm. Ὁ ἐκτελὼν τὴν μετρήσιν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γνωρίξῃ μετὰ βεβαιότητος ἐὰν τὸ μήκος τοῦ παραλληλεπίπεδου ἐκφράζεται ἀκριβέστερον διὰ τῆς τιμῆς 2,27 cm ἢ 2,28 ἢ 2,29. Ἡ τιμὴ 2,28 τὴν ὁποίαν τελικῶς προτιμᾷ εἶναι ἡ προσωπικὴ του ἐκτίμησις τοῦ ἀποτελέσματος.

Κατ' ἀκριβὴς ἀνάλογον τρόπον, ἡ τιμὴ 4,60cm τοῦ πλάτους περιέχει καὶ αὐτὴ τὸ στοιχείον τῆς προσωπικῆς ἐκτιμήσεως. Ἀπὸ τὰς τιμὰς 4,59 cm, 4,60 cm καὶ 4,61 cm, ὁ ἐκτελὼν τὴν μέτρησιν προετίμησε τὴν τιμὴν 4,60 cm. Σημειώσατε ὅτι ἡ γραφὴ τοῦ μήκους αὐτοῦ ὡς 4,6 cm, ἂν καὶ ἀριθμητικῶς ὀρθὴ δημιουργεῖ ἐφαλμένως ἐντυπώσεις, διότι δηλοῖ ὅτι ἡ ἐκτιμησις σας δὲν ἀφορᾷ τὰ ἑκατοστά τοῦ χιλιοστοῦ, ἀλλὰ τὰ δέκατα. Κατὰ συνέπειαν, τὸ 0 τῆς τιμῆς 4,60 cm εἶναι σημαντικὸν ψηφίον.

Τοιοῦτοτρόπως λέγομεν ὅτι αἱ τιμαὶ τοῦ μήκους, πλάτους καὶ ὕψους τοῦ ἀνωτέρω παραλληλεπίπεδου ἔχουν προσδιορισθῆ μὲ ἀκριβείαν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων. **Ἠφ' ὅσον ἠθροίσθη ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς τῆς ἀναγνώσε-**

ως τῶν ἐνδείξεων τοῦ ὄργανου μετρήσεως εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ προσδιορίσωμεν τοῦλάχιστον δύο ψηφία μὲ ἀκρίβειαν, καὶ τὸ τελευταῖον θεαίως μὲ προσωπικὴν ἐκτίμησιν. Σημειώσατε ὅτι ἡ οὕτως ὀρισθεῖσα ἀκρίβεια τριῶν σημαντικῶν ψηφίων εἶναι διάφορος τῆς ἀκριβείας ἑκατοστοῦ, διότι, εἰς τὰ ὅσα ἐξετέθησαν ἀνωτέρω, ἡ θέσις τῆς ὑποδιαστολῆς οὐδένα ρόλον παίζει. Παραδείγματος χάριν, τὸ μήκος 2,28 cm δύναται κάλλιστα νὰ γραφῆ 22,8 mm ἢ 0,0228 m· καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις ἔχομεν ἀκρίβειαν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων (τὸ μηδέν, εὐρισκόμενον πρὸ μὴ μηδενικοῦ ψηφίου δὲν εἶναι σημαντικὸν ψηφίον).

Ἔστω ὅτι τώρα θέλομεν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ παραλληλεπίπεδου αὐτοῦ χρησιμοποιοῦντες τὰς μὲ ἀκρίβειαν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων καθορισθείσας διαστάσεις του. Κατὰ γενικὸν κανόνα, τὸ ἀποτέλεσμα ἐνὸς τοιούτου ὑπολογισμοῦ δὲν πρέπει νὰ δίδεται μὲ περισσότερα σημαντικὰ ψηφία ἀπὸ ὅσα ἔχουν οἱ ἀριθμοὶ ἀπὸ τοὺς ὁποίους προέκυψε. Ἐν προκειμένῳ ἄρα, θὰ πρέπει κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν τοῦ ὄγκου τοῦ παραλληλεπίπεδου νὰ λάβωμεν ὡς ἀποτέλεσμα τρία σημαντικὰ ψηφία τοῦ γινομένου τὸ ὅποιον θὰ προκύψῃ. Ἡ ἔννοια τῶν τριῶν σημαντικῶν ψηφίων εἶναι ἐνταῦθα ὅτι θὰ κρατήσωμεν τὰ τρία πρῶτα ψηφία τοῦ γινομένου καὶ θὰ διαγράψωμεν μὲν τὰ ὑπόλοιπα ἐὰν τὸ τέταρτον εἶναι μικρότερον τοῦ 5, ἢ θὰ αὐξήσωμεν τὸ τρίτον ψηφίον κατὰ 1 καὶ θὰ διαγράψωμεν τὰ ὑπόλοιπα, ἐὰν τὸ τέταρτον ψηφίον εἶναι 5 ἢ μεγαλύτερον. Τοιοῦτοτρόπως θὰ ἔχωμεν πάλιν κατ' ἀναλογίαν 2 ψηφία προσδιορισμένα ἐπακριβῶς καὶ τρίτον προσδιορισμένον κατ' ἐκτίμησιν.

Οἱ κάτωθι πολλαπλασιασμοί, ἐπεξηγούν πλήρως τὰ ἀνωτέρω. Σημειώσατε ὅτι, τὰ κατὰ τὸν πολλαπλασιασμὸν ἐπὶ ψηφία ἐκφράζοντα προσωπικὴν ἐκτίμησιν προκύπτοντα ψηφία, εἶναι καὶ αὐτὰ τυπωμένα μὲ καχύτερα στοιχεῖα. (Τὸ μη-

δὲν εὐρισκόμενον μεταξὺ δύο μὴ μηδενικῶν ψηφίων εἶναι σημαντικόν).

2,28	10,5
4,60	1,23
0 00	3 15
1368	210
912	105
10,4880	12,915

Ἡ τελικὴ ἄρα τιμὴ τοῦ ὄγκου πρέπει νὰ δοθῆ ὡς 12,9cc. Εἰς τὴν ἀπάντησιν αὐτὴν τὸ ψηφίον 9 ᾗδῃ δὲν εἶναι ἐγνωσμένης καὶ ἀδιαμφισβήτητου ἀκριβείας: ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀκρίβειαν τῶν προσωπικῶν ἐκτιμήσεων τῶν τριῶν μετρήσεων. Κατὰ συνέπειαν τὰ μετὰ τὸ 9 ψηφία οὐδὲν ἀπολύτως νόημα ἔχουν καὶ δημιουργοῦν ψευδῆ ἐντύπωσιν ἀκριβείας.

Ὅταν ἔχετε τὴν ἀνωτέρω ἀνάλυσιν πάντοτε ὑπ' ὄψιν σας, θὰ δύνασθε νὰ ἀπλοποιήσετε σημαντικῶς τοὺς ὑπολογισμούς σας, καὶ φθάσετε πάλιν εἰς τὸ ἀποτέλεσμα σας μὲ ἀκριβῶς ὅσον ἀκρίβειαν σὰς ἐπιτρέπουν τὰ δεδομένα σας.

Ἦς τιμὴ τοῦ π. διὰ τὸς συνήθεις ὑπολογισμοὺς συνιστᾶται ἡ 3,14.

Διὰ γωνίαν, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται καὶ ἀπὸ κλάσμα μοίρας, χρησιμοποιήσατε τὴν μέθοδον. τὴν δεκνυομένην εἰς τὸ κάτωθι παράδειγμα.

Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῆ τὸ ἡμίτονον (ἡμ.) τῶν $40 \frac{1}{4}^\circ$.

Τὸ ἡμίτονον τῶν 41 (ἡμ41) εἶναι 0,656
Τὸ ἡμίτονον τῶν 40 (ἡμ40) εἶναι 0,643

Ἡ διαφορὰ τῶν εἶναι 0,012 καὶ τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς διαφορᾶς εἶναι 0,003.

Προσθέτοντες τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς διαφορᾶς εἰς τὸ ἡμ40 ἔχομεν:

$$\eta\mu 40 \frac{1}{4} = 0,643 + 0,003 = 0,646$$

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἡμιτόνου γωνιῶν, μεγαλύτερων τῶν 90° , ἀφαιρέσατε τὴν δοθεισάν γωνίαν ἀπὸ τὴν γωνίαν τῶν 180° καὶ προσδιορίσατε τὸ ἡμίτονον τῆς προκύψασῃς γωνίας. Οὕτω, π. χ. ἡμ. $100^\circ = \eta\mu 80^\circ$

ΥΠΟΜΝΗΜΑ Β

ΠΙΝΑΚΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΣΧΕΣΕΙΣ	
1 lit αέρος, υπό κανονικάς συνθή- κας, έχει βάρος 1,29 gr	1 BTU = 778 ft ib = 107 kgm = 252 cal. = 0,252 kcal
1 cm ³ ύδατος έχει βάρος 1 gr	1 cal = 4,18 joule
1 ατμόσφαιρα = 1 kg/cm ² = 14.7 lb/in ² = 76 cm στήλης Hg = 10,4 m στήλης ύδατος	Ταχύτης του φωτός (ή τῶν ἠλεκτρο- μαγνητικῶν κυμάτων) εἰς τὸ κενόν = 300000 km/sec = 186000 mi/sec
1 HP = 75 kgm/sec = 550 ft ib/sec = 746 W	1 angstrom (Å) = 10 ⁻⁸ cm.
1 KW = 1,34 HP	

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΙΜΑΙ ΚΑΙ ΣΧΕΣΕΙΣ

12 in	= 1 ft
5280 ft	= 1 mi
144 in ²	= 1 ft ²
1728 in ³	= 1 ft ³
231 in ³	= 1 gal. (γαλ.)
60 mi/h	= 88 ft/sec
Περιφέρεια κύκλου	= 2 πr
*Εμβαδόν κύκλου	= πr ²
*Επιφάνεια Σφαιρας	= 4 πr ²
*Όγκος σφαιρας	= 4/3 πr ³

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΟΝΑΔΟΣ ΑΓΓΛΟΣΑ- ΞΩΝΙΚΟΥ — ΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
1 ίντσα (in)	= 2,54 cm
1 πους (ft)	= 30,5 cm
1 μίλιον (mi)	= 1,61 km
1 λίμπρα (lb)	= 454 gr
1 εκατοστόν (cm)	= 0,394 in
1 μέτρον (m)	= 39,4 in
1 χιλιόμετρον (km)	= 0,621 mi
1 χιλιόγραμμαν (kg)	= 2,20 lb

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΑΖΗΣ *Η ΒΑΡΟΥΣ	
1 χιλιόγραμμαν (kg)	= μονάς μάζης
1 γραμμάριον (gr)	= 10 ⁻³ kg
1 decigram	= 10 ⁻¹ gr
1 centigram	= 10 ⁻² gr
1 milligram	= 10 ⁻³ gr

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΗΚΟΥΣ	
1 χιλιόμετρον (km)	= 1000 m
1 μέτρον (m)	= μονάς μήκους
1 δεκατόμετρον (dm)	= 10 ⁻¹ m
1 εκατοστόμετ. (cm)	= 10 ⁻² m
1 χιλιοστόμετ. (mm)	= 10 ⁻³ m

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

(εις gr/cm^3 και $20^{\circ} C$)

Άγαθς	2,6	Μόλυβδος	11,3
Άργίλιον	2,7	Άσβεστόλιθος	2,7
Βούτυρον	0,86	Νικέλιον	8,8
Όρείχαλκος	8,6	Όσμιοιον	22,5
Κυμειοειδής όξινοκυτταρίνη	0,075	Παραφίνη	0,9
Κυτταρίνη	1,4	Λευκόχρυσος	21,4
Σιμέντον	2,8	Πολυστερίνη	1,06
Χαλκός	8,9	Έλαστικόν κόμμι	0,92
Κάρβουον		*Άργυρος	10,5
άνθρακίτης	1,6	Χάλυψ	7,8
παχύς γαιάνθραξ	1,3	Κασσίτερος	7,3
Φελλός	0,22—0,26	Βολφράμιοιον	18,8
Νεάργυρος	8,4	Ξύλον	
Κοινή ύαλος	2,5	έλαφρόν τροπικόν ξύλον	0,12
Άνθρώπιον σώμα		μπαμπού	0,35
κανονικόν	1,07	άγριοκαρυδιά	0,75
πνεύμονες πλήρεις άέρος	1,00	δρυς	0,8
Πάγος	0,92	πέυκη	0,5
Σίδηρος	7,9	Ψευδάργυρος	7,0

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

(εις gr/cm^3 και $20^{\circ} C$)

Αιθυλική άλκοόλη	0,79	Ύδραργυρος	13,6
Βενζόλη	0,9	Γάλα	1,03
Αιθήρ	0,74	Θεικόν όξύ	1,82
Βενζίνη	0,68	*Ύδωρ	
Γλυκερίνη	1,26	γλυκόν	1,0
Κηροσίνη	0,8	θαλάσσιον	1,025

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

(gr/cm³ και 0° C υπό πίεσιν 76 cm Hg)

*Άηρ	0,00129	*Ήλιον	0,00017
*Αμμωνία	0,00077	*Ύδρογόνοιον	0,00009
Διοξειδίου τοϋ άνθρακος	0,00197	*Άζωτον	0,00125
Χλώριον	0,00321	*Όξυγόνοιον	0,00143

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

(Διαστολή ανά μονάδα μήκους και ανά βαθμὸν Κελσίου)

*Αργίλιον	0,000024	Χάλυψ	0,000011
*Ορείχαλκος	0,000019	Κασσίτερος	0,000027
Σιμέντο και σκυρόδεμα	0,000012	*Εβονίτης	0,000063
Χαλκός	0,000017	Ξύλον	
*Υαλος (πλάξ)	0,000009	(παραλλήλως πρὸς τὰς ἴνας)	
Χρυσός	0,000013	μελία	0,000009
Πάγος	0,000051	φηγός	0,000002
Σίδηρος	0,000011	δρῦς	0,000005
Μόλυβδος	0,000029	πεύκη	0,000005
Λευκόχρυσος	0,000009	(ἐγκρασίως πρὸς τὰς ἴνας)	
Pyxex	0,0000036	φηγός	0,000061
Quartz	0,0000004	δρῦς	0,000054
*Αργυρος	0,000017	πεύκη	0,000034

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΥΒΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

(Αἰξήσις τοῦ ὄγκου ἀνά μονάδα ὄγκου και ἀνά βαθμὸν Κελσίου)

Αἰθυλική ἀλκοόλη	0,0011	Γλυκερίνη	0,0005
Αἰθέρ	0,0017	*Υδράργυρος	0,00018
*Αἴρια		Πετρέλαιον	0,00096
(εἰς 0°C και ὑπὸ σταθερὰν		Τερεβινθέλαιον	0,00097
πίεσιν)	0,0037	*Υδωρ (εἰς 20°C)	0,00021
*Υαλος	0,000025		

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ

(Cal/gr °C)

*Αἴρ (σταθερὰ πίεσις)	0,24	Μόλυβδος	0,031
Οἰνόπνευμα	0,66	*Υδράργυρος	0,033
*Αργίλιον	0,22	Παραφίνη	0,7
Πηλός (ξηρός)	0,22	Πετρέλαιον	0,51
Χαλκός	0,09	*Αργυρος	0,06
Γλυκερίνη	0,57	ὕδωρ	1,00
Χρυσός	0,031	ἀτμός ὑπὸ σταθερὰν	
*Υαλος	0,20	πίεσιν	0,46
Πάγος	0,53	ἀτμός ὑπὸ σταθερὸν	
χυτοσίδηρος	0,119	ὄγκον	0,36
Σφυρήλατος σίδηρος	0,115	Ξύλον	0,42

ΠΙΝΑΞ ΣΗΜΕΙΩΝ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΖΕΣΕΩΣ					
(Βαθμοί Κελσίου)					
Σ ῶ μ α	Σημείον τήξεως	Σημείον ζέσεως	Σ ῶ μ α	Σημείον τήξεως	Σημείον ζέσεως
'Αήρ		-192	Σίδηρος	1535	3000
Οινόπνευμα	-118	78	Μόλυβδος	327	1620
'Αργίλιον	659	1800	'Υδράργυρος	-39	357
'Ορείχαλκος	900		'Οξυγόνον	-218	-183
Διοξειδίου του άνθρ.	ἐξαερωθέν	-79	Λευκόχρυσος	1774	4300
Χλώριον	-102	-34,6	Μαγειρικών ἄλας	804	1413
Χαλκός	1083	2300	*'Αργυρος	960	1950
Αιθήρ	-118	34,6	Βολφράμιον	3370	5900
Χρυσός	1063	2600	*Υδωρ	0,0	100
*'Ηλιον	-272	-269	Ψευδάργυρος	419	907
*Υδρογόνου	-259	-253			

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ		
Κ α ῶ σ ι μ ο ν	Cal/gr	Btu/lb
Οινόπνευμα	6.500	11.600
'Ανθρακίτης	6.500	11.600
Παχύς γαιάνθραξ	6.000 ἕως 8.900	11.000 ἕως 16.000
Κώκ	6.950	12.500
Φωταέριον	7.500	13.600
Βενζίνη	11.000	20.000
'Υδρογόνου	34.000	61.000
'Ακάθαρτον πετρέλαιον	11.000	20.000
Ξυλεία πεύκης	4.400	8.000

ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΣ			
(Cal/gr)			
'Αργίλιον	76,8	Πάγος	80
'Αμμωνία	108	Μόλυβδος	5,86
Κηρός μελίσσης	42,3	'Υδράργυρος	2,82
Χαλκός	42	Παραφίνη	35,1

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ			
(Gal/gr)			
'Αήρ	51	'Υδράργυρος	65
'Αμμωνία	327	*Υδωρ	540
Αιθήρ	84		

ΥΨΟΣ, ΕΝΔΕΙΞΙΣ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΥ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟΝ ΖΕΣΣΩΣ					
Ύψος (εις ft)	Ένδειξις βαρομέτρου (cm Hg)	Σημείον ζέσεως (° C)	Ύψος (εις ft)	Ένδειξις βαρομέτρου (cm Hg)	Σημείον ζέσεως (° C)
15,430	43.1	84.9	3,060	67.9	96.9
10,320	52.0	89.8	2,400	69.6	97.6
6,190	60.5	93.8	2,060	70.4	97.9
5,510	62.0	94.4	1,520	71.8	98.5
5,060	63.1	94.9	970	73.3	99.0
4,500	64.4	95.4	53C	74.5	99.5
3,950	65.7	96.0	0	76.0	100.0
3,500	66.8	96.4	-550	77.5	100.5

ΑΠΟΛΥΤΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ (gr/m ³)			
Βαθμοί Κελσίου	Γραμμάρια ύδατων	Βαθμοί Κελσίου	Γραμμάρια ύδατων
0	4.84	16	13.50
1	5.18	17	14.34
2	5.54	18	15.22
3	5.92	19	16.14
4	6.33	20	17.12
5	6.76	21	18.14
6	7.22	22	19.22
7	7.70	23	20.35
8	8.21	24	21.54
9	8.76	25	22.80
10	9.33	26	24.11
11	9.93	27	25.49
12	10.57	28	26.93
13	11.25	29	28.45
14	11.96	30	30.04
15	12.71		



ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

(Οι αριθμοί εις την τομήν στηλών και γραμμών παρέχουν την επί τοις εκατόν σχετικήν υγρασίαν,

Ένδειξεις ξηροῦ θερμομέ- τρον (° F)	Διαφορὰ μεταξύ ἐνδείξεων ὑγροῦ καὶ ξηροῦ θερμομέτρον (° F)															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
60°	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	30	26	21
61°	94	89	84	78	73	68	63	58	54	49	44	40	35	31	27	22
62°	94	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41	36	32	28	24
63°	95	89	84	79	74	69	64	60	55	50	46	42	37	33	29	25
64°	95	90	84	79	74	70	65	60	56	51	47	43	38	34	30	26
65°	95	90	85	80	75	70	66	61	56	52	48	44	39	35	31	27
66°	95	90	85	80	75	71	66	61	57	53	48	44	40	36	32	29
67°	95	90	85	80	75	71	66	62	58	53	49	45	41	37	33	30
68°	95	90	85	80	76	72	67	62	58	54	50	46	42	38	34	31
69°	95	90	85	81	77	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	32
70°	95	90	86	81	77	72	68	64	59	55	51	48	44	40	36	33
71°	95	90	86	81	77	72	68	64	59	55	51	48	44	40	36	33
72°	95	90	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38	34
73°	95	91	86	82	78	74	69	65	61	57	53	50	46	42	39	35
74°	95	91	86	82	78	74	69	65	61	58	54	50	47	43	39	36
75°	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	51	47	44	40	37
76°	96	91	87	82	79	74	70	66	62	59	55	51	48	44	41	38
77°	96	91	87	83	79	75	71	67	63	59	56	52	48	45	42	39
78°	96	91	87	83	79	75	71	67	63	60	56	53	49	46	43	39
79°	96	91	87	83	79	75	71	68	64	60	57	53	50	46	43	40
80°	96	91	87	83	79	75	72	68	64	61	57	54	50	47	44	41
82°	96	92	88	84	80	76	72	69	65	61	58	55	51	48	45	42
84°	96	92	88	84	80	76	73	69	66	62	59	56	52	49	46	43
86°	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	60	57	53	50	47	44
88°	96	92	88	85	81	77	74	70	67	64	61	57	54	51	48	46
90°	96	92	89	85	81	78	74	71	68	65	61	58	55	52	49	47

ΦΩΤΕΙΝΗ ΕΝΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΠΟΔΟΣΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΗΓΩΝ ΦΩΤΟΣ

Φωτεινή πηγή	Διεθνῆ κηρία ἀνά Watt	Βαθμὸς ἀποδόσεως ἐπὶ τοῖς ἑκατόν
Φλόξ φωταερίου	0,02	0,04
Λαμπτήρ με νήμα ἐξ ἀνθρακος	0,20	0,40
Ἄερόκενος λαμπτήρ βολφραμίου 40 W	0,90	1,8
Λαμπτήρ βολφραμίου δι' αἴριον 100 W	1,20	2,4
Τόσον νατρίου 2000 W	5,00	10,0
Λαμπτήρ φθορισμοῦ	6,0-8,0	12,0-16,0

ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ					
Οινόπνευμα	1,36	Ήδαμος	2,47	Έλαιόλαδον	1,47
Καναδικόν βάλσαμον	1,52	Στεφανύαλος	1,52	Οραλ	1,45
Διθειάνθραξ	1,62	Πυριτύαλος	1,54—1,94	Υδωρ	1,33
Βαμβακέλαιον	1,47				

ΜΗΚΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ			
Βαθύ έρυθρόν	0,00081 mm	Πράσινον	0,00052 mm
Έρυθρόν	0,00065 mm	Κυανοπράσινον	0,00050 mm
Έρυθροπορτοκαλλόχρουν	0,00064 mm	Κυανοῦν	0,00047 mm
Πορτοκαλλόχρουν	0,00060 mm	Λουλακί	0,00043 mm
Κίτρινον	0,00058 mm	Ίωδες	0,00041 mm

ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΙΣ ΧΑΛΚΙΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΕΙΣ AMPERES			
Αριθμοί άγωγών κατά Brown and Sharpe	Γυμνός άγωγός εις τόν άέρα	Μεμονωμένος υπό ελαστικού άγωγός εις τόν άέρα	Περιελιγμένος άγωγός εις συμπαγή μορφήν
5	80	55	22.0
6	70	50	17.5
7	60	40	13.8
8	50	35	11.0
9	40	30	8.7
10	30	25	6.9
11	27	22	5.5
12	25	20	4.4
13	22	17	3.5
14	20	15	2.7
15	15	10	2.2
16	10	6	1.7
17	8	4	1.3
18	7	3	1.1
19	6		0.86
20	5		0.68
22	4		0.43
24	3		0.27
26	2		0.17
28	1.5		0.11
30	1.0		0.067
36	.25		0.017
40	.10		0.006

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΧΑΛΚΙΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

Αριθ. άγωγών κατά Brown και Sharpe	Διάμετρος εις cm	Διατομή εις cm ²	Ω/cm	cm/ Ω
5	0.4621	0.1677	0.000097	103,000
6	0.4115	0.1330	0.000012	81,700
7	0.3665	0.1055	0.000015	64,780
8	0.3264	0.0836	0.000019	51,370
9	0.2906	0.0663	0.000024	40,740
10	0.2588	0.0526	0.000030	32,310
11	0.2305	0.0417	0.000039	25,620
12	0.2053	0.0331	0.000049	20,320
13	0.1828	0.0262	0.000062	16,110
14	0.1628	0.0208	0.000078	12,780
15	0.1450	0.0165	0.000098	10,130
16	0.1291	0.0131	0.00012	8,037
17	0.1150	0.0104	0.00016	6,373
18	0.1024	0.0082	0.00020	5,054
19	0.0911	0.0065	0.00025	4,008
20	0.0812	0.0051	0.00031	3,179
21	0.0723	0.0041	0.00040	2,521
22	0.0643	0.0032	0.00050	2,000
23	0.0573	0.0025	0.00063	1,585
24	0.0510	0.0020	0.00079	1,257
25	0.0454	0.0016	0.00100	997
26	0.0405	0.0012	0.00126	791
27	0.0360	0.0010	0.00160	627
28	0.0321	0.00080	0.00200	497
29	0.0286	0.00064	0.00253	394
30	0.0254	0.00050	0.00320	313
36	0.0127	0.00012	0.01285	77.8
40	0.008	0.00005	0.0325	30.7

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ

(Γραμμάρια έναποτιθέμενα υπό 1 cb)

Αργίλιον	0,00009	Νικέλιον	0,00030
Χαλκός	0,00033	Όξυγόνον	0,00008
Χρυσός	0,00068	Λευκόχρυσος	0,00051
Υδρογόνον	0,00001	Άργυρος	0,00112
Σίδηρος	0,00029	Ψευδάργυρος	0,00034
Μόλυβδος	0,00107		

ΣΧΕΤΙΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

(Του χαλκού θεωρούμενου ότι παρουσιάζει 1) εις 20° C

Σ ω μ α	Σχετική αντίστασις	Σ ω μ α	Σχετική αντίστασις
Άργιλιον	1,6	Νιχρώμιον	57,0
Κηρός μελίσης	περίπου $4,5 \times 10^{20}$	Νικέλιον	4,45
Όρειχαλκος	4,0	Ραγowaх	περίπου $5,5 \times 10^{21}$
Άνθραξ	2000	Λευκόχρυσος	5,7
Constantan (60% Ni, 40% Ag)	28,0	Polystyrene	περίπου $6,0 \times 10^{23}$
Χαλκός	1,0	Σκληρόν έλαστικό	περίπου $1,0 \times 10^{23}$
Διάλυμα θειϊκού χαλκού (100 gr έντός 1 lit υδατος)	18×10^6	Σελάκ	περίπου $5,5 \times 10^{21}$
Νεάργυρος	18,8	Άργυρος	0,91
Χρυσός	1,37	Διάλυμα θειϊκού όξέος (100 gr έντός 1 lit διαλύματος)	$1,5 \times 10^6$
Ύαλος	περίπου $5,0 \times 10^{18}$	Κασσίτερος	5,75
Σίδηρος	5,7	Βολφράμιον	3,2
Μόλυβδος	12,6	Άπεσταγμενον ύδωρ	$3,0 \times 10^{11}$
Manganin (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)	25,0	Ψευδάργυρος	3,25
Ύδράργυρος	54,2		

ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Σωματίον	Φορτίον	Μάζα
Νετρίον	0	Πρακτικώς μηδέν
Ήλεκτρόνιον	-	1 μονάς
Ποζιτρόνιον	+	1 μονάς
Μεσόνιον (διαφόρων τύπων)	- , + , 0	άπό 210 έως 1000 μονάδες
Πρωτόνιον	+	1836 μονάδες
Νετρόνιον	0	1838 μονάδες

Ή μάζα του ήλεκτρονίου λαμβάνεται ως μονάς, είναι δε αυτή ίση προς $9+10^{-28}$ gr. Έκτός των άνωτέρω άναφερομένων σωματιδίων, άνεκαλύφθησαν τελευταίως και άλλα σωματίδια, τα όποια έκλήθησαν σωματίδια V, των όποιων ή φύσις, προς τό παρόν, δεν είναι παντελώς γνωστή. Ταυτα ώνομάσθησαν ούτω λόγω της τροχιάς των σχήματος V που σχηματίζουν έντός του θαλάμου του Wilson. Ή μάζα των σωματιδίων V ύπελογίσθη ίση προς 2200 φορές την μάζαν του ήλεκτρονίου, έχουν δε άνακαλυφθή, θετικώς και άρνητικώς φορτισμένα σωματίδια.

ΠΙΝΑΞ ΗΜΙΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΩΝ

Γωνία	Ἡμίτονον	Ἐφαπτομένη	Γωνία	Ἡμίτονον	Ἐφαπτομένη
0	0.000	0.000	46	0.719	1.036
1	0.017	0.017	47	0.731	1.072
2	0.035	0.035	48	0.743	1.111
3	0.052	0.052	49	0.755	1.150
4	0.070	0.070	50	0.766	1.192
5	0.087	0.087	51	0.777	1.235
6	0.105	0.105	52	0.788	1.280
7	0.122	0.123	53	0.799	1.327
8	0.139	0.141	54	0.809	1.376
9	0.156	0.158	55	0.819	1.428
10	0.174	0.176	56	0.829	1.483
11	0.191	0.194	57	0.839	1.540
12	0.208	0.213	58	0.848	1.600
13	0.225	0.231	59	0.857	1.664
14	0.242	0.249	60	0.866	1.732
15	0.259	0.268	61	0.875	1.804
16	0.276	0.287	62	0.883	1.881
17	0.292	0.306	63	0.891	1.963
18	0.309	0.325	64	0.899	2.050
19	0.326	0.344	65	0.906	2.145
20	0.342	0.364	66	0.914	2.246
21	0.358	0.384	67	0.921	2.356
22	0.375	0.404	68	0.927	2.475
23	0.391	0.424	69	0.934	2.605
24	0.407	0.445	70	0.940	2.747
25	0.423	0.466	71	0.946	2.904
26	0.438	0.488	72	0.951	3.078
27	0.454	0.510	73	0.956	3.271
28	0.469	0.532	74	0.961	3.487
29	0.485	0.554	75	0.966	3.732
30	0.500	0.577	76	0.970	4.011
31	0.515	0.601	77	0.974	4.331
32	0.530	0.625	78	0.978	4.705
33	0.545	0.649	79	0.982	5.145
34	0.559	0.675	80	0.985	5.671
35	0.574	0.700	81	0.988	6.314
36	0.588	0.727	82	0.990	7.115
37	0.602	0.754	83	0.993	8.144
38	0.616	0.781	84	0.995	9.514
39	0.629	0.810	85	0.996	11.43
40	0.643	0.839	86	0.998	14.30
41	0.656	0.869	87	0.999	19.08
42	0.669	0.900	88	0.999	28.64
43	0.682	0.933	89	1.000	57.29
44	0.695	0.966	90	1.000	∞
45	0.707	1.000			

Διὰ γωνίαν, ἣ ὅποια ἀποτελεῖται καὶ ἀπὸ κλάσμα μοίρας, χρησιμοποιήσατε τὴν μέθοδον, τὴν δεκνυομένην εἰς τὸ κάτωθι παράδειγμα :

Ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ τὸ ἡμίτονον (ἡμ) τῶν $40\frac{1}{4}^\circ$.

Τὸ ἡμίτονον τῶν 41
(ἡμ 41) εἶναι 0,656

Τὸ ἡμίτονον τῶν 40
(ἡμ 40) εἶναι 0,643

Ἡ διαφορὰ τῶν εἶναι 0,013
καὶ τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς διαφορᾶς εἶναι 0,003. Προσθέτοντες τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς διαφορᾶς εἰς τὸ ἡμ 40 ἔχομεν :

$$\eta\mu 40\frac{1}{4} = 0,643 + 0,003 = 0,646$$

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἡμιτόνου γωνιῶν, μεγαλυτέρων τῶν 90° , ἀφαιρέσατε τὴν δοθεῖσαν γωνίαν ἀπὸ τὴν γωνίαν τῶν 180° καὶ προσδιορίσατε τὸ ἡμίτονον τῆς προκύψασης γωνίας. Ὄψτω, π.χ.

$$\eta\mu 100^\circ = \eta\mu 80^\circ$$

ΟΡΙΣΜΟΙ

- Αδράνεια:** Ίδιότης τῆς ὕλης νὰ ἀντιδρᾷ εἰς πᾶσαν μεταβολὴν τῆς καταστάσεώς της, ἐν ἥρεια ἢ ἐν κίνησει.
- Αεραντλία:** Ἀντλία χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν ἐκδίωξιν (ἐξάντησιν) τοῦ ἀέρος ἀπὸ ἀεροστεγῆς δοχείου.
- Αεροδυναμικὴ Σῆραγξ:** Σῆραγξ ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐμφυσᾶται ἀήρ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν αεροδυναμικῶν χαρακτηριστικῶν σωμάτων ἐντὸς αὐτῆς τοποθετουμένων.
- Αεροτομή:** Τὸ σχῆμα τῆς καθέτου τομῆς τῆς πτέρυγος ἐνὸς αεροπλάνου.
- Ακουστικὰ Συχνότητες:** Συχνότητες διεγείρουσαι τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀκοῆς.
- Ακουστικὴ:** Ίδιότητες ἐνὸς χώρου αἰ ὅποια καθορίζουν τὸ πῶσον καλὰ ἀκούεται ὁ ὁμιλητῆς ἢ ἡ μουσικὴ.
- Ακτίνες ἄλφα:** Φορτισμένα ἄτομα Ἡλίου ἐκπεμφθέντα ὑπὸ ραδιενεργῶν οὐσιῶν.
- Ακτίνες Β:** Ἡλεκτρόνια ἐκπεμφθέντα ὑπὸ ραδιενεργῶν σωμάτων καὶ κινούμενα ὑπὸ ἐξαιρετικῶς μεγάλῃ ταχύτητι.
- Ακτίνες Γάμμα:** Ἀκτίνες ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ ραδιενεργοῦ πηγῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως.
- Ακτίνες Χ:** Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία ἐξαιρετικῶς μικροῦ μήκους κύματος.
- Ακτινοβολία θερμότητος:** Μετάδοσις τῆς θερμικῆς ἐνεργείας διὰ μέσου κυματικῆς κινήσεως.
- Ἀλληλεπαγωγή:** Ἡ ἀνάπτυξις ΗΕΔ εἰς ἓνα κύκλωμα λόγῳ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δευτέρου κυκλώματος.
- Ἀλυσσώτῃ Ἀντίδρασις:** Ἡ συνεχὴς διαδικασία τῆς διασπάσεως τῶν πυρῶν.
- Ἀμπέρ:** Μονὰς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ἀμπερελίγματα:** Τὸ γινόμενον τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλιγμάτων ἐνὸς πηνίου διαρροεμένου ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν διαρροόντων τοῦτο ἀμπέρ.
- Ἀμπερόμετρον:** Ὀργανον μετρήσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν:** Εὐαίσθητος χιτῶν εὐρισκόμενος εἰς τὴν ὀπισθίαν πλευρὰν τοῦ βολβοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ.
- Ἀνάλυσις Δυνάμεως:** Ἀνάλυσις μιᾶς δυνάμεως εἰς δύο ἢ περισσώτερας συνιστώσας γνωστῶν διευθύνσεων.
- Ἀνάλυσις τοῦ φάσματος:** Μελέτη τῶν σωμάτων διὰ παρατηρήσεως τοῦ φάσματός των.
- Ἄνοδος:** Θετικῶς φορτισμένον ἠλεκτρόδιον.
- Ἀνορθωτῆς:** Συσκευή μετατρέπουσα τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχῆς (διακοπτόμενον).
- Ἀντίδρασις:** Ἀντίστασις πρὸς τὴν ροπὴν ἐναλλασσόμενου ρεύματος.
- Ἀντιηλεκτρεγερτικὴ Δύναμις:** Ἡλεκτρεγερτικὴ Δύναμις δημιουργουμένη ἐντὸς μιᾶς ἠλεκτρικῆς συσκευῆς καὶ ἀντιτιθεμένη εἰς τὴν ἐφαρμοζομένην.
- Ἀντικατοπτρισμός:** Φαινόμενον ὑφειλόμενον εἰς τὴν ὑπαρξίν θερμοῦ στρώματος ἀέρος πλησίον τοῦ ἐδάφους, ἐνῶ ὑπερθεν αὐτοῦ εὐρίσκεται ψυχρότερον στρώμα ἀέρος.
- Ἀντίστασις:** Ἀντίστασις εἰς τὴν ροὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ἀπόλυτον μηδέν:** Ἡ ταπεινότερα δυνατὴ θερμοκρασία —273 C.
- Ἀπόλυτος δύναμις (μονάς):** Ἡ δύναμις ἢ ὅποια προσδίδει εἰς μᾶζαν μιᾶς λίμπρας (lb) ἐπιτάχυνσιν ἐνὸς ποδῆς ἀνὰ δευτερόλεπτον τετραγώνων (ft/sec²) ἢ εἰς μᾶζαν ἐνὸς χιλιόγραμμου (kg) ἐπιτάχυνσιν ἐνὸς μέτρον ἀνὰ δευτερόλεπτον τετραγώνων (m/sec²).
- Ἀπόλυτος θερμοκρασία:** Ὁ ἀριθμὸς τῶν βαθμῶν ὑπέρανω τοῦ ἀπολύτου μηδενός. Εἰς τὸ ἑκατονταβάθμιον σύστημα καλεῖται ἐπίσης καὶ θερμοκρασία τοῦ Kelvin.

- Ἀπόλυτος ὕγρασία:** Τὸ βάρος τῶν ὑδατιῶν ἀνά μονάδα ἔγκυου εἰς οἰονδήποτε δαθέντα χώρον.
- Ἀπόσταξις:** Διαδικασία βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ καὶ ἐν συνεχείᾳ συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν του.
- Ἀραιώσεις:** Περιοχὴ κατὰ τὴν διάδοσιν ἐνὸς κύματος ὅπου τὸ μέσον εὐρίσκεται ἐν ἀραιώσει.
- Ἀρμονικοί:** Τόνοι τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες εἶναι ἀκέραια πολ/σια τοῦ θεμελιώδους.
- Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους:** Πᾶν σῶμα τὸ ὅποιον ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, χάνει ἀπὸ τὸ βάρος του τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.
- Ἀρχὴ τοῦ Bernoulli:** Ἡ ἀρχὴ ἢ ὅποια ἀναφέρει τὴν σχέσιν μεταξὺ τῆς ταχύτητος καὶ τῆς πίεσεως ἐνὸς ρεύματος ἀερίου ἢ ὑγροῦ.
- Ἀρχὴ τοῦ Doppler:** Ἀρχὴ κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ συχνότης τῶν ἀκουστικῶν ἢ φωτεινῶν κυμάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς σχετικῆς ταχύτητος παρατηρητοῦ καὶ πηγῆς.
- Ἀρχὴ τῶν ροπῶν:** Ἀρχὴ ἢ ὅποια διατυπώνει τὴν μίαν συνθήκην διὰ τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας, κατὰ τὴν ὅποιαν τὸ ἄθροισμα τῶν ἀριστεροστροφῶν ροπῶν πρέπει νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δεξιόστροφῶν.
- Ἀστιγματισμός:** Ἀσθένεια τοῦ ὀφθαλμοῦ ὀφειλομένη εἰς τὴν ἀσυμμετρίαν τῶν φακῶν τοῦ ὀφθαλμοῦ.
- Ἀτμοσφαιρικός:** Ἀτμομηχανὴ εἰς τὴν ὅποιαν ὁ ἀτμὸς κινεῖ τὸ τύμπανον.
- Ἀτμοσφαιρικὴ Διάθλασις:** Καμπύλωσις ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.
- Ἀτομικὴ στήλη:** Συσκευὴ ἐντὸς τῆς ὁποίας λαμβάνει χώραν σχάσις τοῦ πυρῆνος τοῦ οὐρανίου ὑπὸ ἐκλύσιν θερμότητος καὶ ἀκτινοβολίας.
- Ἀτομικὸν βάρος ἢ μᾶζα:** Τὸ βάρος ἢ ἡ μᾶζα ἐνὸς ἀριθμοῦ ἐν σχέσει πρὸς τὴν μᾶζαν ἐνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου λαμβανομένη ἴσην πρὸς 16.
- Ἀτομικός ἀριθμός:** Ἀριθμὸς ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν πρωτονίων τοῦ πυρῆνος ἐνὸς ἀτόμου.
- Ἄτομον:** Τὸ μικρότερον σωματίδιον ἐνὸς στοιχείου τὸ ὅποιον λαμβάνει μέρος εἰς τὴν σύνθεσιν τῶν μορίων.
- Αὐτεπαγωγή:** Δρᾶσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐνάγουσα μίαν ΗΕΔ εἰς τὸ δημιουργοῦν τοῦτο ἠλεκτρικὸν κύκλωμα.
- Αὐτεπαγωγή:** Ἰδιότης ἐνὸς πηγίου προκαλοῦσα τὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν δι' αὐτοῦ ροὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος.
- Ἀχρωματικοὶ φακοί:** Συνδυασμὸς φακῶν, ὁ ὁποῖος ἐξαφανίζει τὸν ἰριδιισμόν τῶν εἰδώλων.
- Ἀχρωματοφία:** Ἀνικανότης διακρίσεως τῶν χρωμάτων.
- Βαθμὸς Ἀποδόσεως:** Ὁ λόγος τοῦ ἀποδομένου πρὸς τὸ προσδιδόμενον ἔργον.
- Bar:** Πίεσις ἴση πρὸς 1000000 dyn/cm².
- Βαρογράφος:** Αὐτογραφικὸν βαρόμετρον.
- Βαρόμετρον:** Ὅργανον χρησιμεῖον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.
- Βάρος:** Μέτρον τῆς δυνάμεως ἑλξεως μεταξὺ τῆς γῆς καὶ οἰουδήποτε σώματος πλησίον αὐτῆς εὐρισκομένου.
- Βαρὺ Ὑδρογόνον:** Ἄτομον τοῦ ὀποίου ὁ πύρην συνίσταται ἐξ ἐνὸς πρωτονίου καὶ ἐνὸς νετρονίου.
- Βαρὺ Ὑδωρ:** Ὑδωρ οἱ πυρῆνες τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ὀποίου εἶναι δευτέρια.
- Βαρύτης:** Παγκόσμιος ἑλξις μεταξὺ τῶν μαζῶν.
- Βάττ (Watt):** Μονὰς ἠλεκτρικῆς ἰσχύος.
- Βαττώρα (Wh):** Μονὰς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.
- Bel:** Μονὰς χρησιμοποιουμένη διὰ ἐνδειξιν τοῦ λόγου ἰσχύος, ἐντάσεως ἢ διαφορᾶς δυναμικοῦ. Ὁ ἀριθμὸς τῶν bels ἰσοῦται πρὸς τὸ λογάριθμον τοῦ λόγου.
- Betatron:** Ἐπιταχυντὴρ ἀκτίνων Β.
- Bevatron:** Ἐπιταχυντὴρ δισεκατομμυρίων volt.
- Βῆμα Κοχλίου:** Ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν σπειρῶν αὐτοῦ.
- Βόλτ (Volt):** Μονὰς ἠλεκτρικοῦ δυναμικοῦ.
- Βολταϊκὸν τόξον:** Ἡ διέλευσις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἀπὸ τοῦ διακένου δύο ἠλεκτροδίων ἐξ ἀνθρακος.
- Βολτόμετρον:** Ὅργανον μετρήσεως ἠλεκτρικῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ.
- Βραχυκύκλωμα:** Δημιουργία ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος ἐξαιρετικῶς μικρᾶς ἀντιστάσεως.
- British Thermal Unit (BTU):** Μονὰς θερμότητος τοῦ ἀγγλοσαξωνικοῦ συστήματος.
- Γαλβανόμετρον:** Ὅργανον μετρήσεως ἀσθενῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.
- Γαλβανοπλαστικὴ:** Ἡ ἐναπόθεσις μεταλλικοῦ στρώματος ἐπὶ ἀντικειμένου διὰ τῆς χρησιμοποίησεως ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Γεννήτρια:** Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐπάγεται ΗΕΔ.
- Γεννήτρια Διακλαδώσεως:** Γεννήτρια εἰς τὴν ὅποιαν τὸ τὺλιγμα διεγέρσεως εἶναι ἐν παρ/λῶ συνδεδεμένον μὲ τὸ τὺλιγμα τοῦ τυμπάνου.

- Γεννήτρια Σειράς:** Γεννήτρια εις την οποίαν τὸ τύλιγμα διεγέρσεως εἶναι ἐν σειρᾷ συνδεδεμένον μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου.
- Γέφυρα τοῦ Wheatstone:** Ἡλεκτρικὴ διάταξις χρησιμοποιομένη διὰ τὸν ἀκριβῆ προσδιορισμὸν ἠλεκτρικῶν ἀντιστάσεων.
- Γραμμαὶ Fraunhofer:** Σκοτεινὰ ραβδώσεις ἐπὶ τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.
- Γυροσκόπιον:** Στερεὸν σῶμα δυνάμενον νὰ περιστρέφεται περὶ σταθερὸν σημεῖον, ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν οἰωνδήποτε ἐξωτερικῶν δυνάμεων.
- Γωνία ἀνακλάσεως:** Ἡ σχηματιζομένη γωνία μεταξὺ τῆς ἀνακλωμένης ἀκτίνος καὶ τῆς κατακορύφου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ σημεῖον ἀνακλάσεως.
- Γωνία ἀπωλείας στηρίξεως:** Ὅριακὴ τιμὴ τῆς γωνίας προσβολῆς.
- Γωνία διαθλάσεως:** Ἡ σχηματιζομένη γωνία μεταξὺ τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος καὶ τῆς κατακορύφου ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως.
- Γωνία Ὁράσεως:** Καλεῖται ἡ σχηματιζομένη γωνία ὑπὸ τῶν ἀκτίνων τῶν ἀγομένων ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ ὀφθαλμοῦ πρὸς τὰ ἄκρα τοῦ ἀντικειμένου.
- Γωνία Προσβολῆς:** Ἡ γωνία ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῆς διευθύνσεως τοῦ σχετικῆ ἀνέμου καὶ τῆς χορδῆς.
- Γωνία προσπτώσεως:** Ἡ γωνία ἢ ὁποία σχηματίζεται μεταξὺ τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος καὶ τῆς κατακορύφου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως.
- Γωνία φάσεως:** Γωνία σχηματιζομένη ἐπὶ βαθμολογημένου κύκλου ὑπὸ μίᾳς ἀκτίνος καὶ τῆς ἀκτίνος τῆς δηλούσης τὴν μηδενικὴν θέσιν.
- Δακτύλιοι τοῦ Newton:** Κεχρωσμένοι δακτύλιοι παραγόμενοι ἐκ τῆς ἀλληλεπιδράσεως τῶν φωτεινῶν κυμάτων.
- Δακτύλιοι:** Τμήματα χρησιμοποιούμενα εἰς γεννητριᾶς EP.
- Decibel:** Ἐν δέκατον τοῦ bel.
- Δείκτης Διαθλάσεως:** Λόγος τῆς ταχύτητος διαδόσεως τοῦ φωτός εἰς τὸν ἀέρα πρὸς τὴν ταχύτητα διαδόσεως αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ μέσου.
- Δεσμὸς:** Σημεῖον τοῦ σταθμοῦ κύματος εἰς τὸ ὅποιον λαμβάνει χώραν ἡ ἐλαχίστη ταλάντωσις.
- Δευτερεῖον:** Τὸ κύλωμα ἐξόδου ἑνὸς μετασχηματιστοῦ.
- Δευτέριον:** Ἀτομικὸς πυρὴν συνστάμενος ἐξ ἑνὸς πρωτονίου καὶ ἑνὸς νετρονίου.
- Διάδοσις τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς:** Ἡ διάδοσις τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον χωρὶς νὰ παρατηρηθῆται μετατόπισις τῆς ὕλης τοῦ σώματος.
- Διάδοσις τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς:** Διάδοσις τῆς θερμότητος διὰ μεταφορᾶς τῶν μορίων.
- Διάθλασις:** Κάμψις τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.
- Διάνυσμα:** Εὐθύγραμμον τμήμα δηλοῦν τὸ μέγεθος καὶ τὴν διεύθυνσιν ἑνὸς φυσικοῦ μεγέθους.
- Διάλυμα:** Ὁμοιογενὴς ἀνάμικξις τῶν μορίων δύο σωμάτων.
- Διαλυτικὸν μέσον:** Τὸ ὑγρὸν ἑνὸς διαλύματος τὸ ὅποιον ἀπορροφᾷ τὴν διαλυτὴν οὐσίαν.
- Διαλυτὴ οὐσία:** Σῶμα διαλυόμενον ἐντὸς τοῦ διαλυτικοῦ μέσου.
- Διακροτήματα:** Φαινόμενον προκύπτον κατὰ τὴν συμβολὴν δύο ἡχητικῶν κυμάτων, τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες διαφέρουν ὀλίγον μεταξὺ των.
- Διαμαγνητισμὸς:** Ἡ μαγνητικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων νὰ ἀπωθουῦνται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου.
- Διαμήκη κύματα:** Κύματα τῶν ὁποίων αἱ ταλαντώσεις εἶναι παρ/λοι πρὸς τὴν διεύθυνσιν διαδόσεως αὐτῶν.
- Διαμόρφωσις:** Μεταβολαὶ τῶν ὑψισύχων κυμάτων διὰ τῆς ἐπενεργείας κυμάτων χαμηλῆς συχνότητος.
- Διαμόρφωσις εὐρους (AM):** Μεταβολαὶ τοῦ φέροντος κύματος διὰ ἀξιομειώσεως τοῦ εὐρους τοῦ κύματος.
- Διαμόρφωσις Συχνότητος (FM):** Μεταβολαὶ τοῦ φέροντος κύματος δι' ἀξιομειώσεως τῆς συχνότητος αὐτοῦ.
- Διατονικὴ ἢ φυσικὴ κλίμαξ:** Ἡ ἰδανικὴ διαδοχὴ τῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακας.
- Διαφορὰ Δυναμικοῦ:** Διαφορὰ ἢ πτώσις ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἀνὰ ἠλεκτρικὸν φορτίον.
- Διάχυτος ἀνάκλασις:** Ἀνάκλασις ἐπὶ ἀνομάλου ἐπιφανείας.
- Diesel:** Μηχανὴ ἐσωτερικῆς καύσεως κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ διασκορπισθὲν πετρέλαιον ἀναμιγνύεται μετὰ τοῦ ἀέρος καὶ αὐταναφλέγεται λόγῳ τῆς ὑψηλῆς θερ/σίας συμπίεσεως.
- Διηλεκτρικόν:** Μονωτικὸν σῶμα κείμενον μεταξὺ τῶν ὀλισμῶν πυκνωτοῦ.

διαφόρου συντελεστού διαστολής, στερεῶς συνδεσμένοι μεταξύ των.

Δινορεύματα : Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐμφανιζόμενα ἐπὶ οἰασδήποτε ἠλεκτρικῆς μηχανῆς.

Δίοδος Λυχνία : Θερμοϊονικὸς σωλὴν ἀποτελούμενος ἐκ δύο στοιχείων.

Δίπολον : Κεραία δέκτου τηλεράσσεως, ἔχουσα μῆκος ἴσον πρὸς τὸ ἥμισυ μῆκος κύματος.

Δοσίμετρον : Φορητὸν ἠλεκτροσκόπιον καταδεικνύον τὴν ἔντασιν ραδιενεργῶν ἀκτινοβολιῶν.

Δυναμικὴ Ἀντίστασις : Δύναμις ἀνθισταμένη εἰς τὴν πρὸς τὰ ἐμπρὸς κίνησιν ἐνὸς σώματος ἐντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Δυναμικὴ Ἄνωσις : Συνιστῶσα τῆς συνισταμένης δυνάμεως, κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχετικοῦ ἀνέμου.

Δυναμικὴ ἐνέργεια : Ἐνέργεια θέσεως ἢ καταστάσεως.

Δυναμικὸν Μικρόφωνον : Μικρόφωνον λειτουργοῦν δι' ἠλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς.

Dynamo : Ἡλεκτρικὴ Γεννήτρια.

Δύνη (Dyne) : Μονὰς δυνάμεως προσδίδουσα εἰς μᾶζαν 1 gr ἐπιτάχυνσιν 1 cm/sec².

Ἐγκάρσια κύματα : Κύματα τῶν ὁποίων τὰ σωματῖα ταλαντοῦνται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διαδόσεως αὐτῶν.

Εἰδικὴ Ἀντίστασις : Ἀντίστασις ἐνὸς milfoot ἢ κυβικοῦ ἑκατοστοῦ.

Εἰδικὴ θερμότης : Ποσότης θερμότητος ἀπαιτούμενη διὰ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τῆς μονάδος τῆς μᾶζης κατὰ 1 βαθμῶν.

Ἐκατονταβάθμιος Κλίμαξ : Θερμοκρασιακὴ κλίμαξ 100 ὑποδιαίρεσεων μεταξύ τοῦ σημείου πήξεως καὶ τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ ὕδατος. Τὸ σημεῖον πήξεως ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 0°.

Ἐκκρεμές : Ἀνηρτημένη μᾶζα εἰς τρόπον ὥστε νὰ ταλαντοῦται ἐλευθέρως ὑπὸ τὴν συνδυασμένην ἐπενέργειαν τοῦ βάρους τῆς καὶ τῆς ἀδρανείας τῆς.

Ἐκλειψίς : Ἡ διέλευσις ἐνὸς οὐρανόφωτου σώματος διὰ τῆς σκιάς ἐτέρου.

Ἐκσφενδονιστῆς Ἡλεκτρονίων : Διάταξις ἠλεκτροδίων παράγουσα ἠλεκτρονικὴν δέσμην.

Ἐκτόπισμα : Βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑπὸ οἰοδήποτε ἐπιπλέοντος σώματος ὕδατος.

Ἐκτροπὴ ἐκ σφαιρικότητος : Ἐλάττωμα τῶν φακῶν καὶ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων κατὰ τὸ ὅποιον αἱ παράλληλα ἀκτίνες ἀποκλίνουν

κυρίου ἄξονος προσπίπτουσαι δὲν διέρχονται διὰ τῆς αὐτῆς κυρίας ἐστίας μετὰ τὰς πλησίον τοῦ κυρίως ἄξονος παραλλήλους προσπιπτούσας ἀκτίνας.

Ἐλαστικότητα : Ἡ τάσις ἐνὸς σώματος νὰ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν μετὰ τὸν ἐξαναγκασμὸν του εἰς παραμόρφωσιν.

Ἐλατότης : Ἰκανότης ἐνὸς σώματος νὰ παρέχῃ διὰ σφυρηλατήσεως λεπτὰ ἐλάσματα.

Ἐναλλασσόμενον Ρεῦμα : Ρεῦμα τὸ ὅποιον ἀναστρέφει τὴν διεύθυνσιν του περιοδικῶς.

Ἐνέργεια : Ἡ ἰκανότης πρὸς παραγωγήν ἔργου.

Ἐνισχυτῆς : Θερμοϊονικὸς σωλὴν κυκλώματος χρησιμεύοντος εἰς τὴν ἐνίσχυσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

Ἐξᾶς : Ὅργανον χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν ναυσιπλοῖαν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ πλοίου διὰ τῆς παρατηρήσεως τῶν οὐρανόφωτων σωμάτων.

Ἐξάτμισις : Μετατροπὴ ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ἀέριον.

Ἐξατμιστῆρ (Carburetor) : Τὸ ὄργανον τῆς βενζινομηχανῆς ἐντὸς τοῦ ὁποίου λαμβάνει χώραν ἡ ἀνάμειξις τῶν ἀτμῶν τῆς βενζίνης μετὰ τοῦ ἀέρος.

Ἐξάχνωσις : Ἀπ' εὐθείας μετάβασις τῶν σωμάτων ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ἀέριαν κατάστασιν εἰς τὰς συνήθεις συνθήκας θερ/σίας καὶ πίεσεως.

Ἐξηναγκασμένοι ταλαντώσεις : Ταλαντώσεις παραγόμεναι ὅταν ἓν σῶμα ἐξαναγκάζεται νὰ ταλαντοῦται μετὰ συχνότητα διάφορον τῆς φυσικῆς αὐτοῦ συχνότητος.

Ἐπαγωγικὴ ἀντίστασις : Ἀντίστασις εἰς τὴν ροὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος λόγω ἐπαγωγικῶν φαινομένων.

Ἐπαγωγικὸν πηνίον : Συσκευή ἐπιτεύξεως ὑψηλῶν τάσεων.

Ἐπαγωγικὸς Ἡλεκτροκινητῆρ : Κινητῆρ μετὰ περιστρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον.

Ἐπιτάχυνσις : Ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Ἐπιταχυντῆρ : Συσκευή ἐντὸς τῆς ὁποίας ἀτομικὰ "βλήματα" ἀποκοτῶν μεγάλην κινητικὴν ἐνέργειαν.

Ἐπιφανειακὴ τάσις : Δύναμις μετὰ τὴν ὁποίαν τὰ μόρια τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὑγροῦ ἔλκονται ὥστε ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ νὰ καταστῇ

- Έργον:** Τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τὴν ὅποιαν ἔν ὁσῶμα διανύει ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτῆς.
- Έστια:** Σημεῖον εἰς τὸ ὅποιον ὀπτική συσκευή συγκεντρώνει τὰς παραλλήλως προσπιπτούσας ἐπ' αὐτῆς ἀκτῖνας.
- Έστιακὴ Ἀπόστασις:** Ἀπόστασις μεταξύ μιᾶς ὀπτικῆς συσκευῆς καὶ τοῦ σημείου εἰς τὸ ὅποιον αὐτὴ συγκεντρώνει τὰς παραλλήλως προσπιπτούσας ἐπ' αὐτῆς ἀκτῖνας.
- Έσθάρα:** Ἡλεκτρόδιον ἐλέγχου τῆς διελεύσεως τῶν ἠλεκτρονίων ἐντὸς ἠλεκτρονικοῦ σωλῆνος.
- Έτος φωτός:** Ἀστρονομικὴ μονὰς ἀποστάσεως ἴσης πρὸς τὴν ἀπόστασιν τὴν ὅποιαν καλύπτει τὸ φῶς ἐντὸς ἑνὸς ἔτους.
- Έυρος:** Ἡ μεγίστη ἀπόστασις κατὰ τὴν ὅποιαν μετατοπίζεται τὸ μέσον ἑνὸς κύματος ἀπὸ τὴν θέσιν ἡρεμίας αὐτοῦ.
- Ζώνη Σιγῆς:** Ἀπόστασις μεταξύ δύο διαδοχικῶν περιοχῶν καλῆς λήψεως ραδιοφωνικῶν κυμάτων.
- Ἡλεκτρεγερτικὴ Δύναμις:** Ἐνέργεια ἀνά μονάδα ἠλεκτρικοῦ φορτίου, προκαλοῦσα τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων.
- Ἡλεκτρικὸν Πεδίον:** Περιοχὴ ἐντὸς τῆς ὁποίας δρῶν ἠλεκτρικαὶ δυνάμεις.
- Ἡλεκτρικὸν Στοιχεῖον:** Συνδυασμὸς δύο μετάλλων ἢ ἑνὸς μετάλλου καὶ ἄνθρακος, με ἠλεκτρολύτην πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ἡλεκτρικὸν φορτίον:** Ποσότης Ἡλεκτρισμοῦ.
- Ἡλεκτρόδιον:** Πλᾶξ μεταλλικὴ ἢ ἐξ ἄνθρακος ἐντὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.
- Ἡλεκτρόλυσις:** Ἡ διὰ τῆς χρήσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπιτυγχανομένη διάλυσις ἑνὸς μεταλλικοῦ σώματος.
- Ἡλεκτρολύτης:** Ὑγρὸν ἀγώγιμον εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.
- Ἡλεκτρομαγνήτης:** Μαγνήτης δημιουργούμενος διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ἡλεκτρομαγνητικὴ Ἐπαγωγή:** Δημιουργία ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐκ μαγνητικοῦ πεδίου.
- Ἡλεκτρομαγνητικὸν Φάσμα:** Πλήρης διάταξις τῶν γνωστῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν ἀκτινοβολιῶν.
- Ἡλεκτρομαγνητικὸν φάσμα:** Συνεχῆς διάταξις τῶν γνωστῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν ἀκτινοβολιῶν.
- Ἡλεκτρονικὸν Μικροσκόπιον:** Μικροσκόπιον χρησιμοποιοῦν δέσμην ἠλεκτρονίων διὰ τὸν σχηματισμὸν ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ ἴνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς
- Ἡλεκτρονικὸς σωλὴν ἀκτῖνων X:** Ἡλεκτρονικὸς σωλὴν ἐντὸς τοῦ ὁποίου γεννῶνται ἀκτῖνες X.
- Ἡλεκτρονικὸς Σωλὴν Geiger - Müller:** Ἡλεκτρονικὸς σωλὴν ἐκκενῶσεων περιέχων ἀέριον εἰς χαμηλὴν πίεσιν καὶ ἡ ἔναυσις τοῦ ὁποίου γίνεται διὰ τῆς διαταρᾶξεως τοῦ ἀερίου διὰ τῆς διελεύσεως ἰόντος.
- Ἡλεκτρονικὸς σωλὴν κενοῦ:** Ἀεροστεγῆς ἠλεκτρονικὸς σωλὴν ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐπικρατεῖ κατάστασις κενοῦ ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ εὐκόλως ἡ κίνησις τῶν ἠλεκτρονίων ἢ ἄλλων ἰόντων μεταξύ τῶν ἠλεκτροδίων.
- Ἡλεκτρόνιον:** Ἡ μικροτέρα μονὰς ἀρνητικοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου.
- Ἡλεκτροσκόπιον:** Συσκευή χρησιμοποιουμένη εἰς τὴν ἀποκάλυψιν ἠλεκτρικῶν φορτίων.
- Ἡλεκτροστατικὴ Μηχανή:** Μηχανὴ παράγουσα ἠλεκτρικὰ φορτία ὑπὸ ὑψηλῆν τάσιν.
- Ἡλεκτροφόρος:** Συσκευή παράγουσα ἠλεκτρικὰ φορτία ἐξ ἐπαγωγῆς.
- Ἡλεκτροχημικὸν Ἴσοδύναμον:** Βάρος ἐναποτιθεμένου ἐπὶ ἠλεκτροδίου σώματος κατὰ τὴν ροπὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐντάσεως 1 A ἐπὶ 1 sec.
- Ἡλιακὴ Ἐκλειψις:** Ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου λαμβάνουσα χώραν ὅταν ἡ Σελήνη διέρχεται μεταξύ γῆς καὶ Ἡλίου.
- Ἡμίτονον μιᾶς γωνίας:** Θεωρουμένης τῆς δοθείσης γωνίας ὡς μιᾶς γωνίας ὀρθογωνίου τριγώνου, τὸ ἡμίτονον αὐτῆς εἶναι ὁ λόγος τῆς ἀπέναντι αὐτῆς πλευρᾶς πρὸς τὴν ὑποτείνουσαν τοῦ τριγώνου.
- Ἡμελιῶδης τόνος:** Ὁ χαμηλότερος τόνος ὁ παραγόμενος ὑπὸ ἑνὸς ταλαντουμένου σώματος.
- Θερμικὴ ἀγωγιμότης:** Ἰκανότης διελεύσεως θερμότητος δι' ἑνὸς σώματος.
- Θερμὶς (Calorie):** Μονὰς θερμότητος εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα.
- Θερμοηλεκτρικὸν φαινόμενον:** Γένεσις συνεχῶς ρεύματος διὰ θερμάνσεως ἢ ψύξεως τῆς ἐνώσεως δύο ἀνομοίων μετάλλων.
- Θερμοϊονικὴ Ἐκπομπή:** Ἐκπομπὴ Ἡλεκτρονίων ἀπὸ θερμὰ σώματα.
- Θερμοϊονικὸς σωλὴν:** Σωλὴν ἐντὸς τοῦ ὁποίου λαμβάνει χώραν θερμοϊονικὴ ἐκπομπή.
- Θερμοκρασία:** Βαθμοὶ θερμότητος ὡς δεικνύονται ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου.
- Θερμοκρασία Δρόσου:** Ἡ θερμοκρασία κατὰ

την όποιαν οι υδρατμοί αρχίζουν να συμπυκνώνονται.

Θερμοστάτης: Συσκευή χρησιμοποιούμενη διά την διατήρησιν τής θερ/σίας σταθεράς.

Θερμότης: 'Ενέργεια τής μοριακής κινήσεως.

Θερμότης εξαερώσεως: Ποσότης θερμότητος απαιτούμενη διά την εξάτμισιν τής μονάδος μάζης ενός υγρού ευρισκομένου εις την κατάστασιν βρασμού.

Θερμότης Καύσεως: Ποσότης θερμότητος εκλυομένη κατά την πλήρη καύσιν τής μονάδος μάζης ενός σώματος.

Θερμότης λευκοπυρακτώσεως: Λάμψις ενός σώματος εις ύψηλην θερ/σίαν.

Θερμότης τήξεως: Ποσότης θερμότητος απαιτούμενη διά την τήξιν τής μονάδος κινήσεως ενός σώματος.

Ψῆδες: Τριβή μεταξύ τών στρωμάτων υγρού.

Ίονισμός: Διάσπασις ηλεκτρικῶς ουδέτερου μορίου εις σωμάτια ηλεκτρικῶς φορτισμένα.

Ίονισμός διά κρούσεων: Ίονισμός δημιουργούμενος ἐντός σωλήνων ἐκκενώσεων περιέχοντος αέριον.

Ίονόσφαιρα: Περιοχή ευρισκομένη εις μέγα ύψος ἀπό την ἐπιφάνειαν τής γῆς καί ἡ όποία περιέχει σωμάτια ηλεκτρικῶς φορτισμένα.

Ίόντα: Ήλεκτρικῶς φορτισμένα σωμάτια.

Ίππος: Μονάς ἰσχύος ἴση πρὸς 75 kgm/sec.

Ίσοβαρής: Γραμμὴ συνδέουσα σημεῖα ἴσων βαρομετρικῶν πιέσεων.

Ίσοροπία: Κατάστασις ενός σώματος κατά την όποιαν τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὕλων τῶν ἐπὶ τοῦ σώματος δρωσῶν δυνάμειων ἰσοῦται πρὸς μηδὲν καθὼς ἐπίσης καὶ τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα ὕλων τῶν ἐπ' αὐτῶν δρωσῶν ροπῶν ἰσοῦται πρὸς μηδὲν.

Ίσοροποῦσα Δύναμις: Δύναμις ἴση κατὰ μέγεθος καὶ ἀντίθετος κατὰ διεύθυνσιν πρὸς τὴν συσταμένην.

Ίσότοπα: Ἄτομα τοῦ αὐτοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ ἀλλὰ διαφόρων ἀτομικῶν βαρῶν.

Ίσχύς: Μεταβολὴ ἔργου εις τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Καθοδικαὶ Ἀκτίνες: Δέσμαι ηλεκτρονίων κινουμένων ὑπὸ ἐξαίρετικῶς μεγάλῃν ταχύτητά.

Καθοδικὸς Σωλὴν: Ήλεκτρονικὸς Σωλὴν ὁ όποιος παράγει καθοδικὰς ἀκτίνας.

Κάθοδος: Ἀρνητικῶς φορτισμένη ἀπό το ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς ἀκτίνας.

Κανονικὴ Ἀνάκλασις: Ἀνάκλασις ἐξ ἐστίλ-βωμένης ἐπιφανείας.

Καταγραφή διὰ παρώσεως: Ἡ διαδικασία εις τὴν τηλεόρασιν κατὰ τὴν όποιαν ἐκτίθενται εις τὴν ἠλεκτρονικὴν δέσμη μικρὰ τμήματα μιᾶς εἰκόνας κατὰ μίαν ὀρισημένην σειράν.

Κβάντον (Quantum): Μονὰς ἐνεργείας ἀνάλογος τής συχνότητος χρησιμοποιούμενη εις τὴν κβαντικὴν θεωρίαν τής ἀκτινοβολίας.

Κεκλιμένον Ἐπίπεδον: Ἐπιφάνεια ὀλισθήσεως διὰ τής όποίας ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐλάττωσις τής κινούσης δυνάμειος ενός σώματος.

Κεντρομόλος Δύναμις: Ἀντίδρασις, ἴση καὶ ἀντίθετος τής Φυγοκέντρος Δυνάμειος.

Κέντρον βάρους: Τὸ σημεῖον ενός σώματος ἐπὶ τοῦ όποίου δρᾷ ἡ συσταμένη τῶν ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου δρωσῶν δυνάμειων βαρύτητος.

Κεραία (aerial): Ἀνυψωμένον σύρμα συνδεδεμένον πρὸς ἓνα δέκτην.

Κεραία (antenna): Σύρματα προωρισμένα νὰ λαμβάνουν τὸ ἐκπεμφθέντα ραδιοφωνικὰ σημεῖα (συνήθως εἶναι ἀνηρητημένα εις ὑψηλὰ σημεῖα).

Κίνησις τοῦ Brown: Ἀένας κίνησις μικροτάτων στερεῶν σωματιδίων αἰωρούμενων ἐντὸς υγροῦ.

Κινητικὴ Ἐνέργεια: Ἐνέργεια κινουμένου σώματος.

Κλασματικὴ Ἀπόσταξις: Ὁ Διαχωρισμός τῶν συστατικῶν ἐνός υγροῦ σώματος διὰ τής χρήσεως ἀποστακτήρος λόγω τοῦ διαφόρου βαθμοῦ ζέσεως ἐκάστου ἐξ αὐτῶν.

Κλίμαξ τοῦ Beaufort: Κλίμαξ κατὰ τὴν όποιαν ἡ δύναμις τοῦ ἀνέμου ἐκφράζεται ἀπὸ ἀριθμοῦς μεταξύ τοῦ 0 καὶ 12.

Κλίμαξ τοῦ Fahrenheit: Θερμοκρασιακὴ κλίμαξ φέρουσα 180 ὑποδιαίρεσεις μεταξύ τοῦ σημείου πήξεως καὶ τοῦ σημείου τήξεως τοῦ ὕδατος. Ἡ θερμοκρασία πήξεως ἀντιστοιχεῖ εις τοὺς 32° τῆς κλίμακος.

Κλίμαξ Κελσίου: Ἐκατοναβάθμιος κλίμαξ θερμοκρασιῶν.

Κλίμαξ τοῦ Kelvin: Ἀπόλυτος θερμοκρασιακὴ κλίμαξ τοῦ ἐκατοναβαθμίου συστήματος.

Κοιλία: Τὸ σημεῖον ενός στασίμου κύματος τὸ όποιον παρουσιάζει τὸ μέγιστον εὖρος.

Κοιλὸν Κάτοπτρον: Κάτοπτρον μὲ κοιλὴν ἐπιφάνειαν τὸ όποιον ἀποκλίνει τὰς προσπίπτουσας ἀκτίνας.

Κοίλος ἢ Ἀποκλίνων φακός: Φακός με κοίλας ἐπιφανείας ὁ ὁποῖος ἀποκλίνει τὰς προσπιπτούσας ἐπ' αὐτοῦ παραλλήλους ἀκτίνες.

Κοσμικαὶ ἀκτίνες: Σωματῖα ἐνέχοντα πολὺ μεγάλην κινητικὴν ἐνέργειαν καὶ κύματα τὰ ὁποῖα φθάνουν εἰς τὴν γῆν προερχόμενα ἀπὸ τὸ διάστημα.

Κοσμοτρόν (Cosmotron): Τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σύγχροτρον (Synchrotron):

Κουλόμ (Coulomb): Μονὰς ἠλεκτρικοῦ φορτίου.

Κρυσταλλικὸν Σῶμα: Σῶμα τὸ ὁποῖον ἔχει ἐν ὄρισμένον καὶ σταθερὸν σημεῖον τήξεως.

Κύκλοτρον (Cyclotron): Συσκευή διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῶν θετικῶς φορτισμένων σωματιδίων.

Κύκλωμα ἐν σειρᾷ: Συσκευαὶ ἀνήκουσαι εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα συνδεδεμένα κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ διαρρέωνται ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ρεύματος.

Κύμα Ἐδάφους: Ραδιοφωνικὸν κύμα διαδιδόμενον ἐπὶ τροχιᾷ πλησίον τοῦ ἐδάφους.

Κυρία Ἔστια: Τὸ σημεῖον διὰ τοῦ ὁποῖου διέρχονται αἱ παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἢ διάθλασιν αὐτῶν.

Κύριος Ἄξων: Ἄξων διερχόμενος διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τοῦ κέντρου ἐνὸς φακοῦ ἢ ἐνὸς κατόπτρου.

Κυρτὸν Κάτοπτρον: Κάτοπτρον μὲ κυρτὴν ἐπιφάνειαν τὸ ὁποῖον συγκλίνει τὰς προσπιπτούσας ἐπ' αὐτοῦ παρ' αὐτοῦ ἀκτίνες.

Κυρτὸς ἢ Συγκλίνων φακός: Φακός με κυρτὰς ἐπιφανείας ὁ ὁποῖος συγκλίνει τὰς προσπιπτούσας εἰς αὐτὸν ἀκτίνες.

Λίμπα: Θεμελιώδης μονὰς μᾶζης τοῦ Ἀγγλο-αμερικανοῦ συστήματος. Ἐπίσης μονὰς δυνάμεως προσδιδούσης εἰς μᾶζαν 1ft ἐπιτάχυνσιν 32 ft/sec².

Λίτρον: Μονὰς ὄγκου τοῦ μετρικοῦ συστήματος.

Λογάρριθμος: Ὁ λογάρριθμος ἐνὸς ἀριθμοῦ εἶναι ὁ ἐκθέτης τῆς δυνάμεως τοῦ 10 ἢ ὁποῖα ἰσοῦται μὲ τὸν ἀριθμὸν αὐτόν.

Λουιδουνικὴ Λάγνηος: Φιάλη ἐπεδεδυμένη ἐσωτερικῶς καὶ ἐξωτερικῶς μὲ δύο ἀγώγιμα ὕλα καὶ χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν ἀποθήκευσιν ἠλεκτρικῶν φορτίων.

Λοῦμεν (Lumen): Ἡ φωτεινὴ ροὴ ἢ παρεχόμενη ὑπὸ πηγῆς.

καὶ ἡ ὁποία διέρχεται δι' ἐπιφανείας 1 m² ἐξ ἀποστάσεως 1 m ὑπὸ κάθετον πρόσπτωσιν ἀκτίνων.

Magneto: Γεννήτρια σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Μαγνητικὴ ἀπόκλισις: Γωνία σχηματιζομένη ὑπὸ τοῦ γεωγραφικοῦ ἄξονος βορρᾶς-νότος καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δεικνυομένης ὑπὸ τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

Μαγνητικὸν Πεδίον: Περιοχὴ ἐντὸς τῆς ὁποίας δρῶν μαγνητικαὶ δυνάμεις.

Μαγνητικὸς πόλος: Τμήμα ἐνὸς μαγνήτου τὸ ὁποῖον συγκεντρώνει τὰ ριζίσματα σιδήρου ὡσάκις ὁ μαγνήτης βυθισθῆ ἐντὸς σωροῦ ἐξ αὐτῶν.

Μᾶζα: Ὀρίζεται γενικῶς ὡς ποσότης ὕλης. Κατὰ τὸν ἀκριβῆ ὄρισμὸν εἶναι μέτρον τῆς ἀδρανείας ἐνὸς σώματος.

Μανόμετρον: Ὅργανον μετρήσεως τῆς πιέσεως τῶν ὑγρῶν.

Μεγάκυκλος: Ἐν ἑκατομύριον κύκλοι.

Μεῖζον Συγχορδία: Τρεῖς τόνοι ἔχοντες λόγον συχοτήτων ὡς οἱ ἀριθμοὶ 4 : 5 : 6.

Μέση Συχνότης: Συχνότης προκύπτουσα ἐκ τῆς ἀναμίξεως δύο ραδιοφωνικῶν (ὑψίσχων) συχοτήτων.

Μεσόνιον: Ἐνα ἀπὸ τὰ θεμελιώδη σωματῖα τῆς ὕλης θετικῶς, ἀρνητικῶς ἢ καὶ οὐδετέρως φορτισμένον, μᾶζης ἀπὸ 210 ἕως 1000 φορές μεγαλυτέρας τῆς μᾶζης τοῦ ἠλεκτρονίου.

Μεταλλικὸν βαρόμετρον: Βαρόμετρον περιέχον ὑγρὸν.

Μετασχηματιστής: Ἡλεκτρικὴ συσκευή ἀνυψῶσα ἢ ταπεινῶσα τὴν τάσιν ἠλεκτρικῶν κυκλωμάτων.

Μέτρον: Θεμελιώδης μονὰς μήκους εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα.

Μῆκος κύματος: Ἀπόστασις μεταξὺ δύο ἀντιστοίχων σημείων ἐπὶ δύο διαδοχικῶν κυμάτων μιᾶς ἀκολουθίας κυμάτων.

Μηχανὴ Ἐσωτερικῆς Καύσεως: Μηχανὴ εἰς τὴν ὁποίαν ἡ καύσις τοῦ καυσίμου λαμβάνει χώραν ἐντὸς αὐτῆς.

Μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος: Μηχανικὴ ἐνέργεια ἰσοδύναμος πρὸς τὴ μονάδα θερμότητος.

Μηχανικὸν πλεονέκτημα: Λόγος τῆς ἀποδιδόμενης πρὸς τὴν προσδιδομένην δυνάμιν.

Μηο: Μονὰς ἠλεκτρικῆς χωρητικότητος, ἀντί-

Μικροκύματα: Κύματα μήκους από 1 έως 3 cm περίπου.

Μίλι (m): Ύποπολλαπλάσιον ύποδηλόν τὸ 1/1000.

Μονόχορδον: Χορδὴ στερεωμένη ἐπὶ ἀντηχείου.

Μονωτήρ: Σῶμα τὸ ὅποιον εἶναι κακὸς Ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἢ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ.

Μόριον: Τὸ μικρότερον σωματίον ἐνὸς σώματος τὸ ὅποιον διατηρεῖ τὰς ιδιότητάς τοῦ σώματος τούτου.

Μουσικὴ Κλίμαξ: Ἀκολουθία τόνων κατὰ αὖξον ὕψος.

Μυωπία: Κατάστασις τῶν ὀφθαλμῶν κατὰ τῆν ὅποιαν τὰ μακρὰν αὐτῶν εὐρισκόμενα ἀντικείμενα δὲν διακρίνονται εὐκρινῶς.

Νετρίνον (Neutrino): Ἐν ἐκ τῶν θεμελιωδῶν σωματίων τῆς ὕλης μηδενικοῦ φορτίου καὶ μηδενικῆς μάζης.

Νετρίον: Σωματίον ἤλεκτρικῶς οὐδέτερον συναντώμενον εἰς τοὺς πυρήνας τῶν ἀτόμων.

Newton: Μέναν δυνάμειος τοῦ συστήματος MKS. Προσδίδει εἰς μᾶζαν 1 kg ἐπιτάχυνσην 1 m/sec².

Νόμος τοῦ Boyle: Νόμος ὁ ὅστις ἐκφράζει ὅτι ὁ ὄγκος ἐνὸς ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν αὐτοῦ ὑπὸ σταθ. θερμοκρασίαν.

Νόμος τοῦ Hooke: Νόμος διὰ τοῦ ὁποίου καταδεικνύεται ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις ἐνὸς σώματος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐφαρμοζομένην ἐπ' αὐτοῦ δύναμιν.

Νόμος τοῦ Lenz: Ἀρχὴ καταδεικνύουσα τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἐπαγομένου ρεύματος.

Νόμος τοῦ Pascal: Νόμος κατὰ τὸν ὅποιον ἐξασκουμένη ἐφ' ἐνὸς ὕγρου πίεσις μεταφέρεται ἀμειωτος πρὸς ὅλας τὰς διεθύσεις.

Νόμος τοῦ Ωμ: Νόμος δηλῶν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς ΗΕΔ καὶ ἀντιστρόφως ἀναλόγως τῆς ἀντιστάσεως.

Ὀκτάβα: Δύο τόνοι (ἤχοι) τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες ἔχουν λόγον 2 : 1. Ἐπίσης ἡ σειρὰ ὄλων τῶν τόνων τῶν περιεχομένων μεταξύ δύο, ἔχοντων τὸν ἀνωτέρω λόγον συχνότητος.

Ὀλικὴ Ἀνάκλασις: Ἀνάκλασις λαμβάνουσα χώραν ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως εἶναι μεγαλύτερα τῆς ὀρικῆς γωνίας.

Ὀλιμότης: Ἰδιότης τῶν σωματίων νὰ ἐκτείνωνται εἰς λεπτὰ ~~πλάγια~~

Ὀρατὸν φάσμα: Ἡ ἀνάλυσις τοῦ λευκοῦ φωτός εἰς ὅλα τὰ χρώματα.

Ὀρικὴ γωνία: Γωνία προσπτώσεως διὰ τὴν ὅποιαν ἀντιστοιχεῖ γωνία διαθλάσεως ἴση πρὸς 90°.

Ὀριον Ἐλαστικότητος: Ἡ μεγίστη δυνατὴ δύναμις τὴν ὅποιαν δύναται νὰ ὑποστῇ ἓνα σῶμα χωρὶς νὰ ὑποστῇ μόνιμον παραμόρφωσιν.

Ὀρμὴ: Τὸ γινόμενον τῆς μάζης ἐπὶ τὴν ταχύτητα.

Ὀυράνιον: Στοιχεῖον ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 92 ἔχον ἰσότοπα ἀτομικοῦ βάρους 233, 234, 235 καὶ 238.

Παλινδρομικὴ μηχανή: Μηχανὴ τῆς ὁποίας τὸ ἐξβόλον ἐκτελεῖ παλινδρομικὰς κινήσεις.

Παλμογράφημα: Ἀποτύπωσις ἰχνῶν ἐπὶ τῆς φθοριζούσης ὀθόνης τοῦ παλμογράφου.

Παλμογράφος: Ἡλεκτρονικὸς σωλὴν καθοδικῶν ἀκτίνων μὲ φθοριζουσαν ὀθόνην.

Παράγων ἰσχύος: Λόγος τῆς πραγματικῆς πρὸς τὴν φαινομένην ἰσχύν.

Παραλλήλογραμμον Δυνάμεων: Παραλλήλογραμμον παριστῶν τὰ μεγέθη καὶ τὰς διεθύνσεις μὴ παραλλήλων δυνάμεων δρωσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου.

Παράλληλον Κύκλωμα: Συσκευαὶ συνδεδεμέναι ὑπὸ τὴν αὐτὴν διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα.

Παραμαγνητισμός: Μαγνητικὴ ἰδιότης σωματιῶν ἐλκομένων ὑπὸ τοῦ μαγνητοῦ.

Παρασιὰ: Τμήμα τῆς σκιᾶ φωτιζόμενον ὑπὸ μέρους τοῦ ἐκπεμπομένου ὑπὸ φωτεινῆς πηγῆς φωτός.

Περίοδος Ἐκκρεμοῦς: Χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικῶν διελεύσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Περιοριστὴς (limiter): Κύκλωμα χρησιμοποιούμενον εἰς δέκτας FM διὰ τὴν περιορισμὸν τοῦ εὗρους τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων.

Πιεζοηλεκτρικὸν φαινόμενον: Κίνησις κρυστάλλου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἤλεκτρισμοῦ καὶ παραγωγή ἤλεκτρισμοῦ ὑπὸ κρυστάλλου εφρισκομένου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεων.

Πίεσις: Δύναμις ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας.

Πλαίσιον: Κλειστὸν κύκλωμα ἐκπέμπον ἢ λαμβάνον ὑψίσυχνα κύματα.

Πλάξ: Θετικὸν ἤλεκτρόδιον ἐντὸς θερμοϊονικοῦ σωλῆνος.

Πόλωσις ἤλεκτρικοῦ στοιχείου: Συγκέντρωσις ἀερίου εἰς τὸ θετικὸν ἤλεκτρόδιον αὐτοῦ.

- Πομπός:** Συσκευή εκπέμπουσα ύψισυχνα κύματα.
- Πραγματικόν Είδωλον:** Είδωλον σχηματιζόμενον ἐκ τῆς τομῆς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.
- Πρεσβυωπία:** Κατάστασις τοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ πλησίον αὐτοῦ εὐρισκόμενα ἀντικείμενα δὲν διακρίνονται εὐκρινῶς.
- Προστατευτικὴ Ἐσχάρα:** Ἐσχάρα προστατευμένη μεταξύ ἐσχάρας καὶ πλάκῃς τριπολικοῦ σωλήνος, σχηματιζομένου ὑπὸ τοῦ τετραπολικοῦ.
- Προώθησις ἐξ ἀντιδράσεως:** Προώθησις προκαλουμένη ὑπὸ τῆς ὀρμῆς τῶν θερμῶν καυσαερίων τὰ ὅποια ἐξέρχονται μετὰ μεγάλην ταχύτητα ἀπὸ τὴν μηχανήν.
- Πρωτεύον:** Τὸ κύκλωμα εἰσόδου ἐνὸς μετασχηματιστοῦ.
- Πρωτογενῆ χρώματα:** Ἐρυθρόν, πράσινον καὶ κυανόν, τὰ τρία χρώματα ἀπὸ τὰ ὅποια εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθοῦν ὅλα τὰ ἄλλα διὰ καταλλήλου ἀναμίξεως.
- Πρωτόνιον:** Μονὰς θετικῆς ἠλεκτρικῆς φορτίου.
- Πυκνόμετρον:** Ὁργανον μετρήσεως τῆς πυκνότητος ἐνὸς ὑγροῦ.
- Πυκνότης:** Μᾶζα ἀνὰ μονάδα ὄγκου.
- Πυκνωτής:** Συσκευή διὰ τὴν ἐναποθήκεισιν ἠλεκτρικῶν φορτίων.
- Πυράκτωσις:** Λάμψις ἐνὸς σώματος λόγῳ τῆς ὑψηλῆς του θερμοκρασίας.
- Πυρῆ:** Κεντρικὸν τμήμα ἐνὸς ἀτόμου.
- Ραδιενέργεια:** Ἐκπομπὴ ἀκτίνων ἄλφα, βῆτα καὶ γάμμα.
- Ραδιοβολίς:** Συσκευή ἀναφέρουσα τὰς καιρικὰς συνθήκας εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας.
- Ραδιοϊσότοπα:** Ραδιενεργοὶ ἀτομικοὶ πυρῆνες.
- Ράδιον:** Στοιχεῖον ἀνακαλυφθὲν λόγῳ τῆς ραδιενεργείας του.
- Ραδιοφωνικαὶ Συχνότητες (Ἐψηλαὶ συχνότητες):** Συχνότητες τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων μεγαλύτερα τῶν ἀκουστικῶν.
- Ραντάρ (Radar):** Συσκευή λειτουργοῦσα μετὰ ὑψισυχνα κύματα καὶ τὴν ἠχώ αὐτῶν.
- Ροοστάτης:** Μεταβλητὴ ἀντίστασις διὰ τὴν ρύθμισιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.
- Ροπὴ δυνάμεως:** Τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὸν μοχλοβραχίονα.
- Σημεῖον Ζέσεως:** Θερμοκρασία κατὰ τὴν ὁποίαν ἕνα ὑγρὸν βράζει ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 76 cm **Ψηφιοποίηθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς**
- Σημεῖον Πήξεως:** Θερμοκρασία κατὰ τὴν ὁποίαν ἕν ὑγρὸν μεταβαίνει ἀπὸ τὴν ὑγρὰν εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν.
- Σημεῖον Τήξεως:** Θερμοκρασία κατὰ τὴν ὁποίαν ἕν σῶμα μεταβαίνει ἀπὸ τὴν στερεὰν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.
- Σίφων:** Κεκαμμένος σωλὴν διὰ μέσου τοῦ οἴσιου ρέει ὑγρὸν ἀπὸ τοῦ πρώτου ἀνέλθῃ εἰς στάθμην ὑψηλοτέραν τῆς στάθμης παροχῆς.
- Στάσιμα κύματα:** Κύματα φαινομενικῶς ἀκίνητα προκύπτοντα ἐκ τῆς συμβολῆς δύο ὁμοίων κυμάτων κινουμένων ἀντιθέτως.
- Στατικὸς Ἡλεκτρισμός:** Ἡλεκτρικὰ φορτία εὐρισκόμενα ἐπὶ μονωτικῶν σωμάτων ἢ μονωτήρων.
- Στοιχεῖον τοῦ Volta:** Δοχεῖον περιέχον δύο ἠλεκτρόδια καὶ ἕν διαλυτικὸν ὑγρὸν χρησιμοποιούμενον διὰ τὴν δημιουργίαν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ χημικῆς δράσεως.
- Στραγγαλιστικὸν πηνίον:** Πηνίον παρουσιάζον μεγάλην αὐτεπαγωγικὴν ἀντίστασιν.
- Στρατόσφαιρα:** Ἡ ἀνωτέρα περιοχὴ τῆς γῆνης ἀτμοσφαιρας.
- Στρώμα τοῦ Kennelly-Heaviside:** Στρώμα ἰόντων εἰς τὸ ἕνω τμήμα τῆς ἀτμοσφαιρας.
- Σύγχροτρον:** Μηχανὴ χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν ἠλεκτρονίων ἢ πρωτονίων.
- Σύγχρονος κινήτηρ:** Κινήτηρ τοῦ οἴσιου ἢ ταχύτης εἶναι ἀκρίβες πολ/σιον τῆς συχνότητος τοῦ τροφοδοτοῦντος τοῦτον ἐναλλασσομένου ρεύματος.
- Συγχοκύνκτοτρον:** Ἐπιταχυντήρ διὰ θετικῶς φορτισμένα σώματα.
- Συλλέκτης:** Τμήμα γεννητρίας ἢ ἡλεκ. κινήτηρος.
- Συμβολόμετρον:** Ὁργανον διὰ τὴν μέτρησιν πολλῶν μικρῶν ἀποστάσεων διὰ τῆς χρήσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.
- Συμπληρωματικὰ χρώματα:** Χρώματα τὰ ὅποια ἀναμιγνύμενα καταλλήλως μᾶς παρέχουν τὸ αἰσθημα τοῦ λευκοῦ φωτός.
- Συμπυκνωτήρ:** Σωλὴν πλήρης ὕδατος χρησιμεῖων ὡς "μανδύας" κατὰ τὴν ἀπόστασιν.
- Συνάφεια:** Δύναμις ἐλξεως μεταξύ λίαν ἐγγύς εὐρισκομένων μορίων διαφόρων σωμάτων.
- Συνεζευγμένα Ταλαντώσεις:** Ἐμφάνισις ταλαντώσεων ἐπὶ ἐνὸς σώματος λόγῳ τῆς ὑπάρξεως ἰσοσύχων ταλαντώσεων ἐπὶ δευτέρου σώματος ἐκείνου.

Συνεχές Ρεύμα : Ήλεκτρικόν ρεύμα τὸ ὅποιον ρεεῖ μόνον κατὰ μίαν κατεύθυνσιν.

Σύνθετον μικροσκοπίον : Μικροσκοπίον ἀποτελούμενον ἀπὸ δύο ὁμάδας φακῶν.

Σύνθετος Ἀντίστασις : Συνιστάμενον ἀποτελεσμα τῆς δράσεως ἀντιστάσεως καὶ ἀντιδράσεως.

Συνισταμένη Δύναμις : Δύναμις προκαλοῦσα τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα μετὰ δύο ἢ περισσοτέρας δυνάμεις δράσας ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου.

Συνιστώσαι Δυνάμεις : Δύο ἢ περισσοτέρας δυνάμεις αἱ ὅποια δρῶσαι ταυτοχρόνως δύνανται νὰ ἀντικατασταθοῦν ὑπὸ μιᾶς δυνάμεως.

Συνοχή : Δύναμις ἐλξεως μεταξὺ λίαν ἐγγύς εὐρισκομένων μορίων τοῦ αὐτοῦ σώματος.

Συντελεστὴς γραμμικῆς Διαστολῆς : Ἡ κλασματικὴ αὐξήσις τοῦ μήκους ἀνά βαθμὸν αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας.

Συντελεστὴς κυβικῆς Διαστολῆς : Ἡ κλασματικὴ αὐξήσις τοῦ ὄγκου ἀνά βαθμὸν αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας.

Συντελεστὴς τριβῆς : Καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως τριβῆς πρὸς τὴν κάθετον ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν δύναμις.

Σύντηξις πυρῆνων : Συνδυασμὸς πυρῆνων ἰσοτόπων τοῦ ὕδρογόνου πρὸς σχηματισμὸν πυρῆνων βαρυτέραν στοιχείων ὡς π.χ. ἥλιου ὑπὸ ἐκλύσειν πυρηνικῆς ἐνεργείας.

Συντονισμὸς : Κατάστασις κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ ἐπιβαλλομένη συχνότης ἐπὶ ἐνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ συχνότητα.

Συντονισμὸς εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα : Τὸ φαινόμενον τὸ ὅποιον ἐμφανίζεται ὅταν ἡ ἐπιβαλλομένη εἰς ἓνα κύκλωμα συχνότης ἰσοῦται πρὸς τὴν φυσικὴν συχνότητα αὐτοῦ.

Συσσωρευτὴς : Ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον ἢ συστοιχία ἠλεκτρικῶν στοιχείων τὸ ὅποιον δύνανται νὰ ἐπαναφορτισθῇ μετὰ τὴν ἐκφόρτισίν του.

Σύστημα MKS : Σύστημα τοῦ μετρικοῦ συστήματος ἔχον ὡς θεμελιώδη μεγέθη τὸ μέτρον (m), τὸ χιλιόγραμμα (Kg) καὶ τὸ δευτερόλεπτον (sec).

Συστοιχία : Ὁμάς ἠλεκτρικῶν στοιχείων.

Συχνότης : Ἀριθμὸς ταλαντώσεων ἀνά δευτερόλεπτον κατὰ τὴν κυματικὴν κίνησιν.

Σχάσις τοῦ Πυρῆνος : Διάσπασις τοῦ πυρῆνος βαρέος στοιχείου ὡς τὸ οὐράνιον εἰς δύο ἢ περισσοτέρας πυρῆνας μετὰ ταυτοχρόνον ἐκλύσειν πυρηνικῆς ἐνεργείας.

Σχετικὴ Ὑγρασία : Ποσοστὸν (ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν) τῶν ὑπαρχόντων ὕδρατῶν εἰς δοθεῖσαν θερ/σίαν πρὸς τὸ ποσὸν τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὸν κορεσμὸν.

Σχετικὸν εἰδικὸν βάρος : Ὁ λόγος τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος.

Σχετικὸς Ἄνεμος : Κίνησις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐν σχέσει πρὸς τὴν κίνησιν τῆς πτέρυγος τοῦ ἀεροσκάφους.

Σωλὴν τοῦ Coolidge : Σωλὴν ἀκτίνων X περιέχων πλέγμα ὡς πηγὴν ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίων. Ἐντὸς αὐτῶν ἐπικρατεῖ σχεδὸν κενόν.

Σωλὴν τοῦ Crooke : Σωλὴν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐπικρατεῖ πίεσις περίπου ἴση πρὸς 0,01 m m στήλης Hg.

Σωλὴν τοῦ Geissler : Σωλὴν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων περιέχων ἀέριον ὑπὸ πίεσιν περίπου 5 m m στήλης Hg.

Σωλὴν τοῦ Venturi : Σωλὴν ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζεται ἡ ἀρχὴ τοῦ Bernoulli.

Ταλαντωτὴς : Ἠλεκτρικὴ συσκευὴ παράγουσα ἠλεκτρικὰ κύματα.

Ταχύτης : Διανυόμενον διάστημα εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Ταχύτης Φακῶν : Ταχύτης λήψεως μιᾶς φωτογραφίας.

Τεταρτημόριον : Τὸ τέταρτον τῆς ἐπιφανείας κύκλου.

Τετραπολικὸς Σωλὴν : Θερμοϊονικὸς σωλὴν 4 στοιχείων.

Τζάουλ (Joule) : Μονὰς ἔργου ἴση πρὸς 1 Nm.

Τῆξις : Ἡ μεταβολὴ καταστάσεως ἐνὸς στερεοῦ σώματος εἰς ὑγρᾶν.

Τοπικὴ Δράσις : Φαινόμενον παρουσιαζόμενον εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα λόγφ ἀκαθαρσιῶν.

Transistor : Κρύσταλλος συμπεριφερόμενος ὡς ἠλεκτρονικὸς σωλὴν κενοῦ.

Τρανσουράνια Στοιχεῖα : Στοιχεῖα κείμενα μετὰ τὸ οὐράνιον εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων.

Τριβὴ : Ἡ ἀντίστασις πρὸς κίνησιν ἢ ὀφειλομένη εἰς τὴν ἐπαφὴν δύο ἐπιφανειῶν.

Τριπολικὸς Σωλὴν ἢ Τριόδος Λυχνία : Σωλὴν ἀποτελούμενος ἀπὸ τὴν κάθοδον, τὴν ἀνοδὸν καὶ ἓνα πλέγμα.

- βάρους 3, του οποίου ο πυρήν αποτελείται από 1 πρωτόνιον και 2 νετρόνια.
- Τριχοειδές φαινόμενον:** Ἡ ἀνύψωσις ἢ ἡ ταπεινώσις τῆς στάθμης τῶν υγρῶν ἐντὸς λεπτῶν σωλήνων.
- Τυφλὸν σημεῖον:** Τὸ σημεῖον κατὰ τὸ ὅποιον τὸ ὀπτικὸν νεῦρον εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ.
- Υγρασία:** Ποσότης ὑδατιῶν εἰς δοθέντα χώρον.
- Υγρόμετρον:** Ὅργανον δεικνύον τὴν ὑγρασίαν.
- Υδραυλικὸν Πιεστήριον:** Μηχανὴ λειτουργοῦσα βάσει τῆς ἀρχῆς τῆς μεταβιβάσεως τῆς πίεσεως ἐντὸς υγροῦ.
- Υπερετεροδύνον:** Δέκτης λειτουργῶν βάσει τῆς ἀρχῆς τοῦ ἑτεροδύνου κατὰ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ δύο διαφόρων συχνοτήτων ἐπιτυγχάνεται μία μέση ἢ ἐνδιάμεσος συχνότης.
- Υπερηχητικός:** Ταχύτερος τοῦ ἤχου.
- Υπεριώδεις Ἀκτίνες:** Ἀκτίνες μικροτέρου μήκους κύματος τῶν ὁρατῶν ἀλλὰ μεγαλύτερου τῶν ἀκτίνων X.
- Υπέρυθροι Ἀκτίνες:** Ἀκτίνες μεγαλύτερου μήκους κύματος τῶν ὁρατῶν ἀλλὰ μικροτέρου τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων.
- Υπομόχλιον:** Σημεῖον περιστροφῆς τοῦ μοχλοῦ.
- Υψόμετρον:** Συσκευὴ δεικνύουσα τὸ ὕψος.
- Υψος ἤχου:** Αἰσθησις τοῦ ἤχου ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς συχνότητος αὐτοῦ.
- Γάδης:** Περιοδικὴ ἐξασθένεισις τῶν ραδιοφωνικῶν κυμάτων.
- Φανταστικὸν Εἶδωλον:** Εἶδωλον σχηματιζόμενον ἐκ τῆς τομῆς τῶν γεωμετρικῶν προεκβολῶν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.
- Φαράντ (Farad):** Μονὰς ηλεκτρικῆς χωρητικότητος.
- Φάσμα:** Διάταξις χρωμάτων συμφώνως πρὸς τὸ μήκος κύματος αὐτῶν.
- Φάσμα ἀπορροφῆσεως:** Φάσμα ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν σκοτεινὰ γραμμὰ λόγῳ τῆς ἀπορροφῆσεως ὀρισμένων μηκῶν κύματος.
- Φασματοσκόπιον:** Ὅργανον χρησιμοποιούμενον διὰ τὰς παρατηρήσεις φασμάτων.
- Φέρον κύμα:** Ἡλεκτρομαγνητικὸν κύμα, τὸ εὖρος ἢ ἡ συχνότης τοῦ ὁποίου δύνανται νὰ διαμφορῶνται διὰ τὴν μεταφορὰν τῶν σωμάτων.
- Φερρομαγνητισμός:** Μαγνητικὴ ἰδιότης ἐνὸς σώματος ἰσχυρῶς ἐλκόμενου ὑπὸ μαγνήτου.
- Φθορισμός:** Φωτεινὰ ἀκτίνες προκαλούμεναι ἐξ ἀκτινοβολίας ἀπὸ υπεριώδεις ἀκτίνας.
- Φίλτρον Polaroid:** Φίλτρον φωτὸς τὸ ὅποιον πολώνει τὸ φῶς καθὼς τοῦτο διέρχεται δι' αὐτοῦ.
- Φόρτισις ἐξ ἐπαγωγῆς:** Δημιουργία ηλεκτρικοῦ φορτίου διὰ τῆς ἐπιδράσεως ηλεκτρικῶς φορτισμένου σώματος.
- Φυγόκεντρος Δύναμις:** Ἡ τάσις, τῶν, ἐπὶ καμπύλης τροχιάς κινουμένων σωμάτων, νὰ κινουῦνται ἐπὶ εὐθείας.
- Φωρατῆς:** Συσκευὴ χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν ἐπανάκτησιν τῶν ἀκουστικῶν σημάτων.
- Φωσφόρος:** Σῶμα ἐκπέμπον ὁρατῶν φῶς ὑπὸ τὴν ἐπήρειαν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων ἢ ἄλλης ἀκτινοβολίας.
- Φωτισμός:** Ποσὸν φωτὸς λαμβανόμενον ἀνὰ μονάδα ἐπιφανείας φωτιζομένου σώματος.
- Φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον:** Ἐκπομπὴ ηλεκτρονίων ὀφειλομένη εἰς τὴν πρόσπτωσιν φωτὸς.
- Φωτόμετρον:** Συσκευὴ χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν σύγκρισιν φωτεινῶν ἐντάσεων.
- Φωτόνιον:** Μονὰς φωτεινῆς ἐνεργείας.
- Φωτοσύνθεσις:** Ἡ διαδικασία κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ φυτὰ ἀπορροφοῦν τὴν ἡλιακὴν ἐνέργειαν.
- Χένου (Henry):** Μονὰς αὐτεπαγωγῆς.
- Χημικὴ Ἐνωσις:** Σῆμα τὸ ὅποιον συνίσταται ἀπὸ περισσότερα τοῦ ἐνὸς εἶδη ἀτόμων.
- Χιλιβάττ:** Μονὰς ηλεκτρικῆς ἰσχύος.
- Χιλιβαττώρα:** Μονὰς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας.
- Χιλιόγραμμα:** Θεμελιώδης μονὰς μάζης εἰς τὸ σύστημα MKS.
- Χιλιόκυκλοι:** Χίλιοι κύκλοι.
- Χορδὴ:** Τὸ εὐθύγραμμον τμήμα τὸ ὅποιον περιλαμβάνεται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τῆς ἀεροτομῆς τῆς πτέρυγος ἐνὸς ἀεροπλάνου.
- Χορὰ τοῦ ἤχου:** Ἰδιότης τοῦ ἤχου νὰ διακρίνεται ἀπὸ ἕτερον ἰσόσυχον καὶ τοῦ αὐτοῦ εὖρους λόγῳ τῆς διαφορετικῆς μορφῆς του.
- Χρόνος Ἀντιλήψεως:** Χρόνος κατὰ τὸν ὅποιον ὁ ἤχος ἀκούεται εὐκρινῶς μετὰ τὴν διάτάρξιν τοῦ μέσου.
- Χρωματικὴ Ἐκτροπὴ:** Ἐλάττωμα τῶν φακῶν προκαλόντων ἰριδισμὸν τῶν εἰδῶλων.
- Χωρητικὴ ἀντίστασις:** Ἡ ἀντίστασις τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ πυκνωτὴς εἰς τὴν ροὴν μεταβαλλομένου ρεύματος.
- Χωρητικότης:** Ἡ ἰκανότης ἐνὸς πυκνωτοῦ εἰς ἐναποθήκεσιν ηλεκτρικῶν φορτίων.
- Χωρητικότης:** Ἰκανότης διελεύσεως τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος δι' ἐνὸς σώματος. Ἀντίστροφον τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ.
- Ψῆκτρα:** Τμήμα γεννητρίας ἢ ηλεκτρικοῦ κινητήρος τὸ ὅποιον χρησιμεύει διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ ρεύματος ἀπὸ ἢ πρὸς τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου.
- Ωμ (Ohm):** Μονὰς ηλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.



0020638128

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

