

ΑΚΡΙΒΗΣ ΜΑΛΛΙΑΡΗ - ΠΑΤΕΡΑ

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1942

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

8710

ΣΤΑΘΙΝΑ ΜΕ
ΣΑΡ

Σπύρος Ι. Παπασπύρου
Ζωγράφος
Καθηγητής Εφαρμογών ΤΕΙ/ΗΠ.

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

17.803

ΑΚΡΙΒΗΣ ΜΑΛΛΙΑΡΗ - ΠΑΤΕΡΑ

Αρ. Εισ. 17797

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1942

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.—**Φύσις καὶ φαινόμενα.** Πέριξ ἡμῶν βλέπομεν διάφορα δημιουργήματα, ὡς ζῶα, φυτά, ὄρη, οὐράνια σώματα κ. ἄ., τὰ ὁποῖα ὑπόκεινται εἰς ποικιλίαν μεταβολῶν. Οὕτω τὰ οὐράνια σώματα ὁ ἥλιος, ἡ Σελήνη, οἱ ἀστέρες ἀλλάσσουν θέσιν εἰς τὸ στερέωμα, ἥτοι κινουῦνται. Τὰ νέφη ἀναλύονται εἰς βροχὴν, ἡ ὁποία τροφοδοτεῖ τοὺς ποταμούς, τοὺς καταρράκτας καὶ τὰς πηγάς, ἡ εἰς χιόνα, ἡ ὁποία καλύπτει τὸ ἔδαφος καὶ κατόπιν τήκεται. Τὰ φυτὰ λαμβάνουν τροφήν ἀπὸ τὴν γῆν διὰ τῶν ριζῶν καὶ ἀπὸ τὸν ἀέρα διὰ τῶν φύλλων, ἀναπτύσσονται, ἀνθοφοροῦν, καρποφοροῦν καὶ κατόπιν ὅταν ἀποθνήσκουν, ἀποδίδουν τὰ συστατικά των εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὴν γῆν. Ὁ μόλυβδος, ἰσχυρῶς θερμαινόμενος, τήκεται, ὁ κώδων πληττόμενος παράγει ἤχον, τὸ ξύλον καιόμενον μεταβάλλεται εἰς τέφραν, ὁ ἀσβεστόλιθος πυρούμενος εἰς ἄσβεστον κ. ἄ.

Τὸ σύνολον ὅλων τούτων τῶν δημιουργημάτων καὶ τῶν μεταβολῶν, αἱ ὁποῖαι συμβαίνουν ἐπ' αὐτῶν, ἀποτελοῦν τὴν Φύσιν.

Ἡ οὐσία, ἐκ τῆς ὁποίας ἀποτελοῦνται τὰ διάφορα δημιουργήματα, ὀνομάζεται *ὕλη*. Μέρος δὲ τῆς ὕλης αὐτοτελές, τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει χώρον τινα εἰς τὸ διάστημα, λέγεται *σῶμα*. Αἱ δὲ μεταβολαί, αἱ ὁποῖαι ὑποπίπτουν εἰς τὴν ἀντίληψίν μας, καλοῦνται *φαινόμενα*.

Μεταξὺ τῶν διαφόρων φαινομένων δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ἐπέρχεται μόνιμος ἀλλοίωσις τῆς ὕλης τῶν σωμάτων καὶ τῶν χαρακτηριστικῶν ιδιοτήτων αὐτῶν, ὡς λ.χ. ἡ καῦσις τοῦ ξύλου, κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦτο μεταβάλλεται εἰς ἄeria καὶ τέφραν, σώματα ἐντελῶς διάφορα τοῦ ξύλου. Ἡ ἰσχυρὰ ἐπίσης πύρωσις τοῦ ἀσβεστολίθου, κατὰ τὴν ὁποίαν οὗτος μεταβάλλεται εἰς ἄσβεστον, ἡ ὁποία ἔχει ιδιότητας ἐντελῶς διαφόρους ἀπὸ

τάς τοῦ ἀσβεστολίθου κ.ο.κ. Ἐκτός ὅμως τούτων ἔχομεν καί ἄλλα φαινόμενα, κατὰ τὰ ὁποῖα οὐδεμία ριζική μεταβολή ἐπέρχεται εἰς τήν ὕλην τῶν σωμάτων, αἱ δὲ χαρακτηριστικά ἰδιότητες τούτων διατηροῦνται καί μετὰ τὸ φαινόμενον, π.χ. ὁ μόλυβδος καί τετηγμένος δὲν παύει νὰ εἶναι μόλυβδος, τὸ ὕδωρ πηγνύμενον ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ ὕδωρ, ἡ ὕαλος καί ὅταν δι' αὐτῆς διέρχεται φῶς, ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ ὕαλος κ. ἄ.

Καί τὰ μὲν φαινόμενα, κατὰ τὰ ὁποῖα συμβαίνει μόνιμος καί ριζική ἀλλοίωσις τῆς ὕλης τοῦ σώματος, καλοῦνται **Χημικά** καί τὰ ἐξετάζει ἡ Χημεία, τὰ δὲ φαινόμενα, κατὰ τὰ ὁποῖα δὲν συμβαίνει μόνιμος ἀλλοίωσις τῆς ὕλης τῶν σωμάτων, καλοῦνται **Φυσικά** καί τὰ ἐξετάζει ἡ **Φυσική**.

Ἡ σπουδὴ τῶν διαφορῶν φαινομένων γίνεται διὰ τῆς **παρατηρήσεως** καί τοῦ **πειράματος**.

2.—**Μέτρησις - Μονάδες μετρήσεως.** Πρὸς πληρεστέραν σπουδὴν τῶν φαινομένων εἶναι ἀνάγκη πολλάκις νὰ γνωρίζωμεν ὅχι μόνον ποία μεταβολὴ συνετελέσθη, ἀλλὰ καί πόση εἶναι αὕτη. Διὰ τοῦτο ἀναγκαῖαι εἶναι αἱ μετρήσεις. Διὰ νὰ γίνῃ ὅμως μέτρησις ποσοῦ τινος, εἶναι ἀνάγκη νὰ καθορισθῇ ἡ μονὰς μετρήσεως. Αἱ μονάδες μετρήσεως εἶναι διὰ μὲν τὸ μήκος τὸ **μέτρον** ($\frac{1}{40.000.000}$ τοῦ ἰσημερινοῦ τῆς γῆς), διὰ τὴν ἐπιφάνειαν τὸ **τετραγωνικὸν μέτρον**, διὰ τὸν ὄγκον τὸ **κυβικὸν μέτρον**, διὰ δὲ τὸν χρόνον τὸ ἐν **δεύτερον λεπτὸν** τῆς ὥρας.

3.—**Ἰδιότητες τῶν σωμάτων.** Τὰ σώματα μᾶς παρουσιάζονται κατὰ διαφορῶν τρόπους, τοὺς ὁποίους ὀνομάζομεν **ἰδιότητας**. Οὕτως ἡ ὕαλος ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ εἶναι διαφανής, ὁ κηρὸς μαλακός, ἡ κιμωλία λευκή, ὁ λίθος, ἀφιέμενος ἐλεύθερος, ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ πίπτῃ εἰς τὴν γῆν κ.ο.κ.

Μεταξὺ τῶν διαφορῶν ἰδιοτήτων τῶν σωμάτων διακρίνομεν τινάς, αἱ ὁποῖαι ἀπαντῶσιν εἰς τινὰ μόνον σώματα, ὡς ἡ διαφάνεια, ἡ σκληρότης, τὸ χρῶμα κ. ἄ. Ὑπάρχουν ὅμως καί ἰδιότητες, αἱ ὁποῖαι ἀπαντῶσιν εἰς ὅλα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα καί δι' αὐτὸ

καλοῦνται *γενικαὶ ιδιότητες* τῶν σωμάτων. Τοιαῦτα εἶναι ἡ ἔκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ συμπίεστόν, ἡ ἐλαστικότης, τὸ βάρος κ. ἄ.

Ἐκτασις. Εἶναι ἡ γενικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων, κατὰ τὴν ὁποίαν *πάντα τὰ σώματα, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι, καταλαμβάνουν χωρὸν τινα εἰς τὸ διάστημα.*

Ἀδιαχώρητον. Ἐὰν εἰς ποτήριον πλήρες ὕδατος ρίψωμεν λίθον, παρατηροῦμεν ὅτι μέρος τοῦ ὕδατος χύνεται ἐκ τοῦ ποτηρίου, ἥτοι ὁ λίθος, τιθέμενος ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀπομακρύνει μέρος αὐτοῦ ἐκ τῆς θέσεώς του, διὰ τὴν κατάλαβήν αὐτὸς τὴν θέσιν του. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὴν γενικὴν ιδιότητα, καθ' ἣν *δύο διακεκριμένα ὑλικά σώματα δὲν δύνανται νὰ καταλαμβάνουν ταυτοχρόνως τὸν αὐτὸν χωρὸν.*

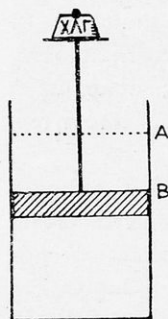
Διαιρετόν. Τεμάχιον κιμωλίας εἶναι δυνατόν νὰ διαιρεθῇ εἰς πολὺ μικρὰ τεμάχια, ἕκαστον τῶν ὁποίων εἶναι ἐπίσης κιμωλία. Τὸ αὐτὸ δύναται νὰ συμβῇ εἰς πᾶν σῶμα. Ἡ γενικὴ αὕτη ιδιότης, καθ' ἣν τὰ σώματα εἶναι δυνατόν νὰ διαιρεθοῦν εἰς πολὺ μικρὰ τεμάχια, χωρὶς νὰ χάσουν τὰς χαρακτηριστικὰς τῶν ιδιότητας, καλεῖται *διαιρετόν.*

Ἡ ὑποδιαίρεσις αὕτη τῶν σωμάτων διὰ μηχανικῶν ἢ φυσικῶν μέσων δύναται νὰ φθάσῃ εἰς καταπληκτικὰ ἀποτελέσματα. Οὕτω κατασκευάζονται ἀντικείμενα ἐξ ὑάλου, τῶν ὁποίων τὸ πάχος φθάνει μόλις τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου. Ὅμοιως διὰ σφυρηλατήσεως λαμβάνονται φύλλα χρυσοῦ πάχους 0,1 τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὥστε διὰ τὴν σχηματισθῆναι φύλλον πάχους ἑνὸς χιλιοστομέτρου, πρέπει νὰ τεθοῦν ἐπ' ἀλλήλων 10.000 τοιαῦτα φύλλα. Περισσότερον καταπληκτικὸς εἶναι ὁ καταμερισμὸς τῆς ὕλης προκειμένου περὶ ὁσμηρῶν ἢ χρωστικῶν οὐσιῶν ἢ καὶ μικροοργανισμῶν ὁρατῶν μόνον δι' ἰσχυρῶν μικροσκοπίων.

Μόρια καὶ ἄτομα. Τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα μᾶς πείθουν, ὅτι ἡ ὕλη εἶναι δυνατόν νὰ διαιρεθῇ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον εἰς μέρη μικρότερα. Ἡ Ἐπιστήμη ὅμως παραδέχεται σήμερον, ὅτι ἡ διαίρεσις αὕτη τῆς ὕλης δι' οἰουδήποτε φυσικοῦ ἢ τεχνητοῦ μέσου δὲν δύναται νὰ προχωρήσῃ ἐπ' ἄπειρον, ἀλλὰ σταματᾷ εἰς ἀπει-

ροελάχιστα μέρη, τὰ ὁποῖα δὲν δύνανται νὰ διαιρεθοῦν περαιτέρω εἰς μικρότερα, τὰ *μόρια*. Τὸ μόριον λοιπὸν εἶναι *τὸ ἐλάχιστον μέρος σώματός τινος, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ διαιρεθῇ περαιτέρω διὰ μηχανικῶν ἢ φυσικῶν μέσων*. Τοῦτο δύναται νὰ ὑφίσταται ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει καὶ νὰ διατηρῇ τὰς ιδιότητας τοῦ σώματος. Ἀλλὰ καὶ τὸ μόριον τοῦτο δι' ἄλλων μέσων, οὐχὶ ὅμως μηχανικῶν, δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς ἄλλα μέρη μικρότερα, τὰ ὁποῖα λέγονται *ἄτομα*. Ταῦτα δὲν ὑφίστανται ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει, ἐνούμενα δὲ μεταξύ των ἀποτελοῦν τὰ μόρια. "Ατομον ἄρα εἶναι τὸ *ἐλάχιστον μέρος τῆς ὕλης, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ διαιρεθῇ περαιτέρω δι' οἰουδήποτε μέσου καὶ δὲν ὑφίσταται ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει*. *

Συμπιεστόν. Ἐὰν εἰς ὑάλινον δοχεῖον εἰσαγάγωμεν ἄερα ἢ ἄλλο ἀέριον καὶ πιέσωμεν αὐτὸ δι' ἐμβολέως, ὃ ὁποῖος κλείει τὸ δοχεῖον



Σχ. 1.

ἀεροστεγῶς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς μετατοπίζεται ἐκ τῆς θέσεως Α εἰς τὴν Β, ἥτοι ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου αἵριου ἐλαττοῦται (σχ. 1). Ὁμοίως διὰ τῆς πίεσεως ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τῶν διαφόρων σωμάτων π.χ. τοῦ χάρτου, τοῦ βάρβακος, τοῦ φελλοῦ, τῶν διαφόρων μετάλλων, ὡς καὶ τῶν ὑγρῶν μετὰ τὴν διαφορὰν, ὅτι πρέπει νὰ καταβληθῇ μεγάλη πίεσις, ἡ δὲ ἐλάττωσις τοῦ ὄγκου των δὲν εἶναι τόσον καταφανής, ὅσον εἰς τὰ ἀέρια. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειθόμεθα ὅτι *πάντα τὰ σώματα πιεζόμενα ἐλαττοῦνται κατ' ὄγκον*, ἡ ιδιότης δὲ αὕτη εἶναι γενικὴ καὶ καλεῖται **συμπιεστόν**. Ἐκ τῶν διαφόρων σωμάτων τὰ μᾶλλον συμπιεστὰ εἶναι τὰ ἀέρια καὶ ὀλιγώτερον τὰ ὑγρά. Ἐκ δὲ τῶν στερεῶν ἄλλα συμπιέζονται εὐκόλως, ὡς ὁ βάρβαξ, τὸ ἔριον κλ., ἄλλα δὲ δυσκόλως, ὡς ὁ σίδηρος, ὁ λίθος κλ.

Πορῶδες. Εἶδομεν ὅτι τὰ σώματα ἀποτελοῦνται ἀπὸ μόρια καὶ ὅτι πιεζόμενα ἐλαττοῦνται κατ' ὄγκον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο μᾶς

* Τελευταῖαι παρατηρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι τὰ ἄτομα δὲν εἶναι ἀδιάιρετα ὅλῃ, ὅτι καὶ ταῦτα ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὰ ἠλεκτρόνια.

ἀναγκάζει νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι τὰ μόρια τοῦ σώματος δὲν ἐφάπτονται στενῶς ἀλλήλων, ἀλλ' ἀφήνουν μεταξύ των κενὰ διαστήματα, τὰ ὁποῖα σμικρύνονται, ὅταν τὸ σῶμα πιέζεται. Τὰ κενὰ ταῦτα διαστήματα καλοῦνται *πόροι μοριακοὶ ἢ φυσικοί*, ἡ δὲ *γενικὴ ιδιότης, καθ'* ἣν τὰ σώματα ἔχουν πόρους, *καλεῖται πορώδης.*

Ἐλαστικότητα. Ἐὰν πιέσωμεν εἰς τὸ μέσον ράβδον ξυλίνην, ἡ ὁποία στηρίζεται κατὰ τὰ δύο της ἄκρα, αὕτη κάμπτεται. Ἀναλαμβάνει δὲ τὴν ἀρχικὴν της θέσιν καὶ μορφήν, εὐθύς ὡς σταματήσει ἡ πίεσις. Ὁ ἐγκεκλεισμένος εἰς τι δοχεῖον ἀήρ, πιεζόμενος, σμικρύνεται κατ' ὄγκον, ἀναλαμβάνει δὲ τὸν ἀρχικόν του ὄγκον, εὐθύς ὡς παύσῃ ἐνεργοῦσα ἡ πίεσις.

Ἡ ιδιότης αὕτη τῶν σωμάτων *νὰ μετασχηματίζονται τῇ ἐπενεργείᾳ ἐξωτερικῶν αἰτίων, καὶ νὰ τείνουν ν' ἀναλάβουν τὴν ἀρχικὴν των μορφήν ἢ τὸν ἀρχικόν των ὄγκον, εὐθύς ὡς παύσῃ ἡ ἐπίδρασις τῶν ἐξωτερικῶν αἰτίων, καλεῖται ἐλαστικότης.*

Ὁ μετασχηματισμὸς στερεοῦ τινος σώματος δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ ὥρισμένον ὅριον, τὸ ὁποῖον καλεῖται *ὅριον τῆς ἐλαστικότητος.* Ἐὰν σῶμά τι ὑπερβῇ τὸ ὅριον τῆς ἐλαστικότητος, ἡ παραμόρφωσις, τὴν ὁποίαν ὑπέστη, καθίσταται μόνιμος.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω γενικῶν ιδιοτήτων τὰ σώματα ἔχουν καὶ ἄλλας ιδιότητας ὡς τὸ κινητόν, τὴν ἀδράνειαν, τὸ βάρος κ.ο.κ., τὰς ὁποίας θὰ γνωρίσωμεν βραδύτερον.

4. — Καταστάσεις τῶν σωμάτων. Τὰ διάφορα ὑλικά σώματα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, *τὴν στερεάν, τὴν ὑγρὰν καὶ τὴν ἀέριον.*

Στερεὰ σώματα καλοῦμεν ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἔχουν σχῆμα καὶ ὄγκον ὥρισμένον, τὰ δὲ μόρια αὐτῶν εἶναι στενῶς συνηνωμένα μεταξύ των, οὕτως ὥστε διὰ νὰ ἀποσπάσωμεν τεμάχια τούτων, χρειάζεται νὰ καταβάλωμεν μικρὰν ἢ μεγάλην δύναμιν. Τοιαῦτα εἶναι ὁ λίθος, ὁ σίδηρος ὁ ἄνθραξ. τὸ ξύλον, ὁ βράμβας, ὁ χάρτης κ. ἄ.

Υγρὰ καλοῦμεν τὰ σώματα ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὥρισμένον ὄγκον ὅχι ὅμως καὶ σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὕρισκονται (πλὴν τῆς ἑλευ-

θέρας ἐπιφανείας, ἢ ὁποῖα ὥς γνωστὸν εἶναι πάντοτε ὀριζόντιον ἐπίπεδον). Τοιαῦτα εἶναι τὸ ὕδωρ, τὸ ἔλαιον, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἶθρη κ. ἄ. Τὰ ὑγρά ἔχουν τὰ μόριά των χαλαρῶς συνηνωμένα, εἶναι τελείως ἐλαστικά καὶ ὀλίγον συμπιεστά.

Ἀέρια τέλος καλοῦμεν τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα δὲν ἔχουν οὔτε σχῆμα, οὔτε ὄγκον ὠρισμένον, ὥς ὁ ἀήρ, τὸ φωταέριον κ. ἄ. Τὰ σώματα ταῦτα ἔχουν τὰ μόριά των πολὺ εὐκίνητα, εἶναι λίαν ἐλαστικά καὶ συμπιεστά, τείνουν δὲ διηνεκῶς νὰ ἐξογκωθοῦν, δηλ. νὰ καταλάβουν ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλύτερον χῶρον.

Ἡ κατάστασις ὅμως, ὑπὸ τὴν ὁποίαν παρουσιάζεται σῶμά τι, δὲν εἶναι ἀπολύτως σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, ἀλλ' ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὐρίσκεται τοῦτο. "Ὑπὸ τὸ αὐτὸ σῶμα εἶναι δυνατόν νὰ ἐμφανισθῇ καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς καταστάσεις, ἐὰν εὐρεθῇ ὑπὸ διαφόρους συνθήκας. Οὕτω λ.χ. τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι ὑγρόν, ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία τοῦ κατέλθῃ κάτω τοῦ μηδενός, γίνεται στερεόν, ἐὰν δὲ ἀνέλθῃ ὑπὲρ τοὺς 100° γίνεται ἀέριον.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΕΝΝΟΙΑΙ ΕΚ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

5.—**Όρισμοί.** Σῶμά τι ἡρεμεῖ, ὅταν δὲν μεταβάλλῃ θέσιν ἐν συγκρίσει πρὸς ἄλλο σῶματα, τὰ ὅποια εἶναι ἀκίνητα. Ὅταν ἔμωσ τὸ σῶμα μεταβάλλῃ τὴν θέσιν του εἰς τὸ διάστημα, λέγομεν ὅτι κινεῖται. Ἡ ἀλλαγὴ τῆς θέσεως λέγεται *κίνησις* καὶ τὸ σῶμα *κινητόν*. Ἡ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὰς κινήσεις καὶ τὰ αἷτια αὐτῶν, λέγεται *Μηχανική*. Ἡ Μηχανικὴ ὑποδιαιρεῖται α) εἰς τὴν *Κινητικὴν*, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὴν κίνησιν αὐτὴν καθ' ἑαυτήν, ἀδιαφοροῦσα διὰ τὰ αἷτια, τὰ ὅποια προεκάλεσαν αὐτήν· β) εἰς τὴν *Στατικὴν*, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὰ αἷτια τὰ προκαλοῦντα τὴν κίνησιν καὶ τὰς σχέσεις, αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ ὑπάρχουν μεταξύ των, ὥστε τὸ σῶμα νὰ ἴσταται καὶ γ) εἰς τὴν *Δυναμικὴν*, ἡ ὁποία ἐξετάζει τὴν κίνησιν ἐν σχέσει πρὸς τὰ αἷτια, τὰ ὅποια τὴν προκαλοῦν, ἥτοι πῶς καὶ διατί σῶμά τι κινεῖται οὕτως καὶ οὐχὶ ἄλλως.

Ὅταν ἡ μηχανικὴ ἀναφέρεται εἰς τὰ στερεά, ἔχομεν τὴν κινητικὴν, στατικὴν καὶ δυναμικὴν τῶν στερεῶν, ὅταν δὲ εἰς τὰ ὑγρά ἢ τὰ ἀέρια, τότε ἔχομεν κινητικὴν, στατικὴν καὶ δυναμικὴν τῶν ὑγρῶν ἢ τῶν ἀερίων. Ἦδη θὰ ἀσχοληθῶμεν μὲ τὴν *Μηχανικὴν τῶν στερεῶν*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΚΙΝΗΤΙΚΗ

6.—**Όρισμοί.** Σῶμά τι ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν μιᾶς δυνάμεως δύναται νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν, ἥτοι νὰ ἀλλάξῃ θέσιν εἰς τὸ διάστημα. Τὸ τοιοῦτον δύναται νὰ συμβῇ εἰς πᾶν σῶμα καὶ διὰ τοῦτο τὸ φαινόμενον ἀποτελεῖ γενικὴν ιδιότητα τῶν σωμάτων, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν *Κινητόν*,

Κατὰ ταύτην πάντα τὰ σώματα δύνανται νὰ τεθοῦν εἰς κίνησιν. Τὴν κίνησιν διακρίνομεν εἰς *συνεχῇ, παλινδρομικὴν καὶ περιοδικήν*.

7.—**Κίνησις συνεχῆς.** Κατὰ ταύτην τὸ κινητὸν διανύει διάστημά τι, χωρὶς νὰ σταματᾷ. Τὸ σύνολον δὲ τῶν θέσεων, τὰς ὁποίας καταλαμβάνει διαδοχῶς τὸ κινητὸν, καλεῖται *τροχιά*. Αὕτη δύναται νὰ εἶναι ἢ εὐθεῖα, ὁπότε ἡ κίνησις καλεῖται *εὐθύγραμμος*, ἢ *καμπύλη*, ὁπότε λέγεται *καμπυλόγραμμος*. Ἡ ἀπλουστέρα τροχιά εἶναι ἡ εὐθεῖα, διὰ τοῦτο δὲ καὶ θὰ ἐξετάσωμεν πρῶτον τὴν εὐθύγραμμον κίνησιν, ἢ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι ἢ ὁμαλὴ ἢ ὁμολῶς μεταβαλλομένη.

α) *Κίνησις εὐθύγραμμος ὁμαλὴ.* Ὅταν τὸ κινητὸν κινούμενον εὐθυγράμμως, διανύη ἴσα διαστήματα εἰς ἴσους χρόνους, ἡ κίνησις λέγεται *εὐθύγραμμος ὁμαλὴ*. Τὸ διάστημα, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ κινητὸν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου (δευτερόλεπτον, λεπτόν, ὥραν), λέγεται *ταχύτης*. Οὕτως, ἂν αὐτοκίνητον κινῆται ἐπ' εὐθείας ὁδοῦ καὶ διανύη 30 χιλιομέτρα καθ' ὥραν, λέγομεν, ὅτι κινεῖται ὁμαλῶς με ταχύτητα 30 χιλιομέτρων καθ' ὥραν. Ἄν τὸ αὐτοκίνητον τοῦτο ἐξακολουθῇ νὰ κινῆται ἐπὶ ἕξ ὥρας χωρὶς νὰ σταθῇ καθόλου, τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον θὰ διανύσῃ, θὰ εἶναι $6 \times 30 = 180$ χιλιομέτρα, ἥτοι τὸ διάστημα (180) ἰσοῦται μετὰ τὴν ταχύτητα (30) ἐπὶ τὸν χρόνον (6). Καὶ ἂν παραστήσωμεν τὸ διάστημα διὰ τοῦ δ τὴν ταχύτητα διὰ τοῦ τ καὶ τὸν χρόνον διὰ χ , θὰ ἔχωμεν

$$\delta = \tau \cdot \chi. [1].$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης δυνάμεθα νὰ λάβωμεν

$$\tau = \frac{\delta}{\chi} [2],$$

ἥτοι ἡ ταχύτης εἶναι τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου. Ἐπίσης λαμβάνομεν καὶ

$$\chi = \frac{\delta}{\tau} [3],$$

ἥτοι ὁ χρόνος ἰσοῦται μετὰ τὸν πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ διανυθέντος διαστήματος διὰ τῆς ταχύτητος.

β) *Κίνησις εὐθύγραμμος ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.* Ὅταν τὸ κινη-

τὸν διανύη εἰς ἴσους χρόνους ἄνισα διαστήματα, ἡ κίνησις λέγεται **μεταβαλλομένη**. Τότε ἡ ταχύτης δὲν εἶναι σταθερά, ἀλλ' ἄλλοτε μικροτέρα καὶ ἄλλοτε μεγαλυτέρα. Ὅταν ἡ ταχύτης αὐξάνεται διαρκῶς μεθ' ἐκάστην χρονικὴν μονάδα, τότε ἡ κίνησις λέγεται **ἐπιταχυνόμενη**, ἂν τὸναντίον ἐλαττοῦται διαρκῶς, **ἐπιβραδυνόμενη**. Ἐὰν ἡ αὐξησις ἢ ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος γίνεται κατὰ τὸ αὐτὸ σταθερὸν ποσόν, ἡ κίνησις λέγεται ὁμαλῶς ἐπιταχυνόμενη, ἢ ὁμαλῶς ἐπιβραδυνόμενη. Τὸ σταθερὸν ποσόν, κατὰ τὸ ὅποιον αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται καθ' ἐκάστην χρονικὴν μονάδα ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ καλεῖται **ἐπιτάχυνσις**. Ἐὰν τὸ κινητὸν διανύη εἰς τὴν πρώτην χρονικὴν μονάδα 30 χιλιόμετρα, εἰς τὴν δευτέραν 40 χιλιόμετρα, εἰς τὴν τρίτην 50 χιλιόμετρα κ.ο.κ. λέγομεν, ὅτι ἡ κίνησις εἶναι μεταβαλλομένη. Ἡ ἐπιτάχυνσις εἶναι 10 χιλιόμετρα, ἡ κίνησις εἶναι ὁμαλῶς μεταβαλλομένη καὶ ἐπειδὴ βαίνει αὐξανόμενη, εἶναι ἐπιταχυνόμενη. Ἀντιθέτως, ὅταν τὸ κινητὸν εἰς τὴν πρώτην χρονικὴν μονάδα διανύη 60 χιλιόμετρα, εἰς τὴν δευτέραν 50 χιλιόμετρα, εἰς τὴν τρίτην 40 χιλιόμετρα κ.ο.κ., ἡ κίνησις λέγεται ὁμαλῶς μεταβαλλομένη ἐπιβραδυνόμενη.

Ἡ ἀπλουστέρα μεταβαλλομένη κίνησις, εἶναι ἡ ὁμαλῶς μεταβαλλομένη, εἶναι ὅμως δυνατόν νὰ μεταβάλλεται αὕτη καὶ ἀνωμάλως.

γ) **Κίνησις καμπυλόγραμμος ὁμαλή**. Ὅ,τι ἐλέχθη διὰ τὴν εὐθύγραμμον ὁμαλὴν κίνησιν, δύναται νὰ λεχθῇ καὶ διὰ τὴν καμπυλόγραμμον, ὅταν τὸ σῶμα κινούμενον ἐπὶ περιφερείας, διανύη ἴσα τόξα εἰς ἴσους χρόνους. Οὕτω λ.χ. ὁ δείκτης τῶν ὥρων τοῦ ὥρολογίου διατρέχει τόξον 30° καθ' ὥραν. Ὅταν δὲ δεικνύη 6 μ. μ., ἔχει διαγράψει ἀπὸ τῆς 12ης μεσημβρινῆς διάστημα $30 \times 6 = 180^\circ$ καὶ ὅταν δεικνύη 9 μ. μ., ἔχει διαγράψει $30 \times 9 = 270^\circ$. Εἰς τὴν εὐθύγραμμον ὁμαλὴν κίνησιν εἶδομεν ὅτι $\delta = t \cdot \chi$, ἀλλ' ἐδῶ τὸ δ εἶναι περιφέρεια, ἥτις παρίσταται γενικῶς διὰ τοῦ $2\pi\alpha$, ὅπου α ἡ ἀκτίς καὶ συνεπῶς θὰ ἔχωμεν

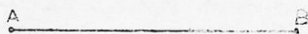
$$2\pi\alpha = t \cdot \chi \text{ καὶ } t = \frac{2\pi\alpha}{\chi} \quad [1].$$

Ἐὰν τώρα ὑποθέσωμεν ὅτι $\alpha = 0$, θὰ ἔχωμεν καὶ $t = 0$, τὸ ὅποιον σημαίνει ὅτι, σημειῖον τι κείμενον εἰς τὸ κέντρον, ὅπου ἡ ἀκτίς εἶναι 0,

δὲν κινεῖται. Ἐκ τοῦ τύπου [1] εἶναι καταφανές, ὅτι ὅταν τὸ α αὐξάνη, καὶ ἡ ταχύτης αὐξάνει, ἤτοι ἡ ταχύτης γίνεται μεγαλύτερα, ὅσον τὸ κινητὸν ἀπομακρύνεται τοῦ ἄξονος περιστροφῆς. Συνεπῶς σημεῖα κείμενα πλησιέστερον πρὸς τὴν περιφέρειαν τροχοῦ στρεφομένου, κινουῦνται ταχύτερον ἄλλων κειμένων πλησίον τοῦ ἄξονος περιστροφῆς.

8.—Κίνησις παλινδρομική. Ἡ παλινδρομικὴ κίνησις εἶναι εὐθύγραμμος κίνησις, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κινητὸν διευθύνεται ἄλλοτε πρὸς τὴν μίαν καὶ ἄλλοτε πρὸς τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν. Τοιαύτην κίνησιν ἐκτελεῖ ἡ βελὸν ῥαπτομηχανῆς, ὅταν ῥάπτῃ ὕφασμά τι, τὸ ἔμβολον ἀπμομηχανῆς, ὅταν κινῆται. Ἡ κίνησις δὲ αὕτη εἶναι περίπτωσις τῆς περιοδικῆς κινήσεως.

9.—Κίνησις περιοδική. Ἡ κίνησις καλεῖται περιοδική, ὅταν ἐπαναλαμβάνεται κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα ἡ αὐτή. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην καὶ δὴ τὴν εὐθύγραμμον, τὸ κινητὸν ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν θέσιν Α (σχ. 2), φθάνει εἰς τὸ Β καὶ ἐκ τοῦ Β ἐπανέρχεται πάλιν εἰς τὸ Α, διὰ νὰ ἐπαναλάβῃ τὸν αὐτὸν δρόμον. Ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τὸ κινητὸν, διὰ νὰ φθάσῃ ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ Β καὶ ἐπανελθῇ εἰς τὸ Α, λέγεται *περίοδος* τῆς κινήσεως. Κατὰ τὴν διόρκειαν μιᾶς περιόδου λέγομεν ὅτι τὸ κινητὸν ἐκτελεῖ ἓνα παλμόν. Ἡ ἀπό-



Σχ. 2.

στασις ΑΒ λέγεται πλάτος τῆς κινήσεως. Ἡ κίνησις αὕτη δύναται νὰ εἶναι καμπυλόγραμμος. Διὰ τοῦτο γενικώτερον εἰς τὴν περιοδικὴν κίνησιν *περίοδος λέγεται ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ἐπανελθῇ τὸ κινητὸν εἰς τὸ σημεῖον τῆς τροχιάς, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἡ κίνησις ἐπαναλαμβάνεται ἡ αὐτή.* Ἡ περίοδος παρίσταται μὲ τὸ γράμμα Τ, ὁ δὲ ἀντίστροφος τῆς περιόδου ἀριθμὸς λέγεται *συχνότης* καὶ παρίσταται διὰ τοῦ $N = \frac{1}{T}$. Ἐπομένως κατὰ

τὴν ἀνωτέρω σχέσιν *συχνότης εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.* Εἰς τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου ἡ περίοδος τοῦ μὲν λεπτοδείκτου εἶναι 60 λεπτά, τοῦ δὲ ὥροδείκτου 12 ὥραι.

Ἀσκήσεις

1) Κινητὸν διατρέχει εὐθεῖαν ὁδὸν ὁμαλῶς μὲ ταχύτητα 4,80 μ. κατὰ δευτερόλεπτον. Πόσον εἶναι τὸ διανυθὲν διάστημα εἰς 1 ὥραν καὶ 15 δευτερόλεπτα;

2) Τὸ φῶς διατρέχει 300.000 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἥλιος ἀπέχει κατὰ μέσον ὅρον ἀπὸ τῆς Γῆς 149.400.000 χιλιόμετρα. Νὰ εὐρεθῇ ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον δαπανᾷ τὸ φῶς, διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν ταύτην.

3) Ποία ἡ ταχύτης ὑλικοῦ σημείου, τὸ ὁποῖον εἰς 17 λεπτὰ τῆς ὥρας διήνυσε διάστημα 214,20 μέτρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΣΤΑΤΙΚΗ

10.—**Ὁρισμὸς τῆς δυνάμεως.** Ἐκ τῆς παρατηρήσεως πειθόμεθα ὅτι σῶμά τι δὲν δύναται νὰ κινηθῇ ἀφ' ἑαυτοῦ, χωρὶς νὰ ἐπιδράσῃ ἐπ' αὐτοῦ αἰτία τις. Ὅταν π.χ. λίθος ἢ βιβλίον μετατοπίζεται ἐκ μιᾶς θέσεως εἰς ἄλλην, ὅταν τεμάχιον ξύλου ἢ οἶνονδήποτε ἄλλο σῶμα, ἀφιέμενον ἐλεύθερον πίπτῃ εἰς τὴν γῆν, ὑπάρχει πάντοτε μία αἰτία, ἡ ὁποία προεκάλεσε τὴν μετακίνησιν τοῦ λίθου ἢ τοῦ βιβλίου, τὴν πτώσιν τοῦ ξύλου κ.λπ. Ἀλλὰ καὶ ὅταν σῶμά τι κινούμενον σταματήσῃ, πάλιν τοῦτο συμβαίνει ὅχι ἀφ' ἑαυτοῦ ἀλλ' ἕνεκα αἰτίας τινός. Ὅμοίως ἄνευ αἰτίας δὲν δύναται νὰ ἀλλοιωθῇ τὸ εἶδος τῆς κινήσεως, ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ. *Ἡ αἰτία, ἡ ὁποία δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων, καλεῖται δύναμις.*

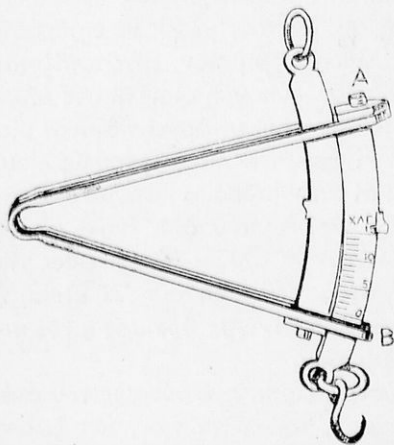
Δυνάμεις ὑπάρχουν διαφόρου φύσεως ὡς π.χ. ἡ δύναμις τοῦ ἀνέμου, τοῦ πίπτοντος ὕδατος, τοῦ ἀτμοῦ, τοῦ ἀνθρώπου, τῶν ζώων, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ κ. ἄ.

11.—**Χαρακτηριστικὰ τῆς δυνάμεως.** Εἰς ἐκάστην δύναμιν διακρίνομεν α') τὸ *σημεῖον ἐφαρμογῆς* τῆς δυνάμεως, δηλ. τὸ σημεῖον

τοῦ σώματος, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις β') *τὴν διεύθυνσιν*, ἤτοι τὴν γραμμὴν, καθ' ἣν θὰ κινηθῇ τὸ σῶμα, γ') *τὴν φοράν*, ἤτοι τὸ μέρος τῆς γραμμῆς, πρὸς τὸ ὁποῖον ἐὰν κινηθῇ τὸ σῶμα, καὶ δ') *τὴν ἔντασιν* ἤτοι τὸ μέγεθος τῆς δυνάμεως.

12.—**Μέτρησις τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως.** Ὅταν δύο δυνάμεις ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματός τινος κατ' ἀντίθετον φοράν, χωρὶς τὸ σῶμα νὰ μετακινηθῇ, λέγομεν ὅτι ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ἤτοι εἶναι *ἴσαι*. Ὅταν ἐπὶ ἐνὸς σώματος ἐνεργῇ ἡ μὲν δύναμις Α κατὰ μίαν φοράν, αἱ δὲ ἴσαι μεταξύ των δυνάμεις Β καὶ Γ κατ' ἀντίθετον πρὸς τὴν Α φοράν καὶ τὸ σῶμα ἀκίνητῃ, λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις Α εἶναι *διπλασία* τῆς Β ἢ τῆς Γ.

Ἐκ τούτων καθίσταται φανερόν, ὅτι δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν ἔντασιν δυνάμεώς τινος, συγκρίνοντας ταύτην πρὸς ἄλλην σταθεράν, τὴν ὁποίαν λαμβάνομεν ὡς μονάδα. Ὡς μονὰς μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως λαμβάνεται εἰς τὴν πρᾶξιν *τὸ χιλιόγραμμα*, τὸ ὁποῖον εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος μιᾶς κυβικῆς παλάμης ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4° Κ (312, 5 δράμια). Ὡς θεωρητικὴ μονὰς δυνάμεως λαμβάνεται ἡ *δύνη*, ἡ ὁποία ἰσοῦται πρὸς τὸ $\frac{1}{981}$ τοῦ γραμμαρίου.



Σχ. 3.

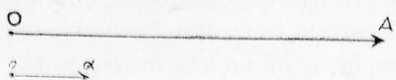
13.—**Δυναμόμετρα.** Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν δυνάμεων χρησιμοποιοῦμεν εἰδικὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *δυναμόμετρα*. Τὸ ἀπλούστερον καὶ μᾶλλον εὐχρηστον δυναμόμετρον συνίσταται ἐκ χαλυβδίνου ἐλάσματος κεκαμμένου, ὥστε νὰ σχηματίσῃ γωνίαν κατὰ τὸ μέσον (σχ. 3). Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐνὸς σκέλους Α εἶναι προσηρμοσμένον μετάλλινον τόξον, τὸ ὁποῖον διὰ τοῦ ἄλλου σκέλους

Β, τὸ ὁποῖον φέρει ὀπὴν, διέρχεται ἐλευθέρως καὶ καταλήγει εἰς ἄγκιστρον, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐφαρμόζομεν τὴν μετρητέαν δύναμιν. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σκέλους Β εἶναι προσηλωμένον διὰ τοῦ ἐνὸς ἄκρου του ἕτερον μετάλλινον τόξον, τὸ ὁποῖον διέρχεται δι' ὀπῆς τοῦ σκέλους Α καὶ ἀπολήγει εἰς δακτύλιον, διὰ τοῦ ὁποῖου συνάμμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ σταθεροῦ τινος στηρίγματος.

Ἡ βαθμολογία τοῦ ὀργάνου γίνεται ὡς ἑξῆς:

Ἐξαρτῶμεν τοῦτο ἐκ τοῦ δακτυλίου, εἰς δὲ τὸ ἄγκιστρον κρεμῶμεν διαδοχικῶς βάρη 1, 2, 3 χιλιογράμμων κ.ο.κ. Τὸ σκέλος Α ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν δυνάμεων * τούτων κάμπτεται, καὶ τότε σημειοῦμεν ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ τόξου τοῦ ὀργάνου καὶ εἰς τὰς θέσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐκάστοτε ἀντιστοιχεῖ τὸ ἄκρον τοῦ σκέλους Β, τὸν ἀριθμὸν 1, 2, 3 κ.λ. Ὅταν πρόκειται νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ νὰ μετρήσωμεν μίαν δύναμιν, ἐξαρτῶμεν αὐτὸ ἐκ τοῦ δακτυλίου καὶ ἐφαρμόζομεν τὴν δύναμιν εἰς τὸ ἄγκιστρον. Ἡ διαίρεσις, εἰς τὴν ὁποίαν ἀντιστοιχεῖ ἐκάστοτε τὸ ἄκρον τοῦ σκέλους Β, μᾶς δίδει δι' ἀπλῆς ἀναγνώσεως τὸ μέγεθος τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως εἰς χιλιόγραμμα.

14.—**Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων.** Τὰς δυνάμεις περι-
στῶμεν γραφικῶς διὰ βέλους, τὸ ὁποῖον ἀρχίζει ἀπὸ τὸ σημεῖον
ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως καὶ ἔχει διεύθυνσιν τὴν τῆς δυνάμεως. Ἡ
κατεύθυνσις τοῦ βέλους δεικνύει
τὴν φοράν, τὸ δὲ μῆκος αὐτοῦ
τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Τοῦ-
το λαμβάνεται κατ' ἀναλογίαν



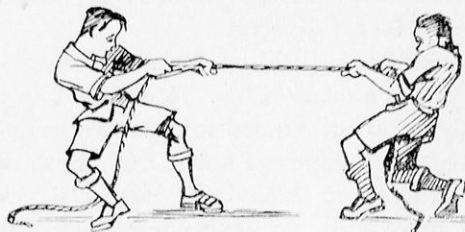
Σχ. 4.

ἄλλου μῆκους, τὸ ὁποῖον παριστᾷ κατὰ συνθήκην τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως. Τὸ βέλος ΟΑ (σχ. 4) παριστᾷ μίαν δύναμιν. Ἐὰν ὑποθέσωμεν, ὅτι αὕτη ἔχει ἔντασιν 5 χιλιογράμμων, τὸ μῆκος τοῦ βέλους θὰ εἶναι 0,05 μ., ἐφ' ὅσον ἔχομεν παραστήσει τὴν δύναμιν τοῦ ἐνὸς χιλιογράμμου μὲ βέλος οα μῆκους 0,01 μ.

15.—**Ἰσορροπία τῶν δυνάμεων.** Ὅταν μία δύναμις ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ ἐνὸς σώματος εὐρισκομένου ἐν ἡρεμίᾳ π. χ. λίθου, τραπέζης,

* Λέγοντες δύναμιν νοοῦμεν καὶ τὴν ἔντασιν αὐτῆς.

τροχοῦ κ. ἄ., τὸ σῶμα τοῦτο τίθεται εἰς κίνησιν. Εἶναι ὅμως δυνατὸν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος νὰ ἐνεργήσῃ καὶ ἄλλη δύναμις ἀντιθέτως καὶ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὸ σῶμα νὰ παραμείνῃ ἐν ἡρεμίᾳ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν, ὅτι αἱ ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνεργοῦσαι δυνάμεις ἰσορροποῦν ἀλλήλας. Ἰσορροπία δυνάμεων



Σχ. 5.

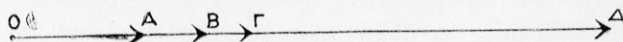
ἔχομεν εἰς τὴν διελευστικὴν δυνάμειν, ὅταν οἱ ἐλκόντες παραμένουν ἀκίνητοι (σχ. 5). Καὶ γενικῶς δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις, ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ σώματος στερεοῦ, ἰσορροποῦν ἀλλήλας, ὅταν τὸ σῶμα τοῦτο δὲν μεταβάλλῃ τὴν

κινητικὴν του κατὰστασιν ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν ἐν λόγῳ δυνάμεων.

16.—**Σύνθεσις δυνάμεων.** Δύο μικροὺς ἵππους σύροντας ἄμαξαν εἶναι δυνατόν ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἑνὸς ἰσχυροῦ ἵππου, ὁ ὁποῖος σύρει μόνος του τὴν ἄμαξαν. Τὴν ἀντικατάστασιν ταύτην δύο ἢ περισσότερων δυνάμεων ὑπὸ μιᾶς μόνης, ἡ ὁποία δύναται νὰ φέρῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μετὰ τὰς δοθείσας, καλοῦμεν **σύνθεσιν δυνάμεων**. Αἱ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἀντικαθίστανται, ἐνομάζονται **συνισταῖσαι**, ἐκείνη δέ, ἡ ὁποία τὰς ἀντικαθιστᾷ, καλεῖται **συνισταμένη**.

17.—**Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον σώματος τινος.**

α) "Ὅταν αἱ δυνάμεις ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν." Ὅταν δύο ἢ πε-



Σχ. 6.

ρισσότεραι δυνάμεις, ἐφηρμοσμέναι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον σώματος τινος, ἐνεργοῦν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν, ἔχουν συνισταμένην, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν καὶ ἔχει

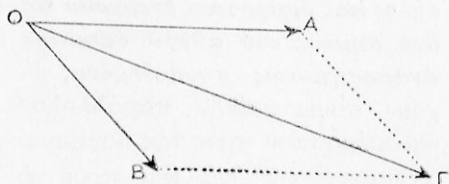
ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν. Π.χ. τῶν δυνάμεων $OA=5$ χιλιόγρ. $OB=6$ χιλιόγρ. καὶ $OG=7$ χιλιόγρ. ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ σώματος (σχ. 6) καὶ ἐνεργουσῶν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν, συνισταμένη εἶναι ἡ OD ἴση πρὸς τὸ $OA+OB+OG$, ἥτοι $5+6+7=18$ χιλιόγρ.

β) *Ὅταν αἱ δυνάμεις ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ἀντίθετον φοράν.* Ἡ συνισταμένη ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν τῆς μεγαλυτέρας καὶ ἔχει ἔντασιν ἴσην πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν. Π. χ. ἔστωσαν αἱ δυνάμεις $OA=6$ χιλιόγρ. καὶ $OB=4$ χιλιόγρ. ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τινος σημείου τοῦ σώματος Σ . Ἡ συνισταμένη τούτων εἶναι ἡ $OG=(OA)-(OB)$ κατ' ἔντασιν ἴση πρὸς $6-4=2$ χιλιόγρ. καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν φοράν τῆς OA . Ὅταν αἱ τοιούτου εἶδους δυνάμεις εἶναι περισσότεραι τῶν δύο, ἡ συνισταμένη εὐρίσκεται, ἀφοῦ εὐρεθῇ ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων τῆς ἀντιθέτου φορᾶς, κατόπιν δὲ ληφθῇ ἡ διαφορὰ τῶν δύο τούτων συνισταμένων.

γ) *Ὅταν αἱ δυνάμεις ἔχουν διαφόρους διευθύνσεις, ἥτοι ἐνεργοῦν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ὑπὸ γωνίαν.* Ἡ συνισταμένη τούτων ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς ὅτι εἶναι δύναμις, ἡ ὁποία ἔχει τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν ἔντασιν τῆς διαγωνίου παραλληλογράμμου, τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται μετὰ τὰς δοθείσας δυνάμεις ὡς πλευράς.

Ἐστωσαν π. χ. αἱ δυνάμεις OA καὶ OB , αἱ ὁποῖαι εἶναι ἐφηρμοσμένοι εἰς τὸ σημεῖον O τοῦ σώματος Σ (σχ. 7).

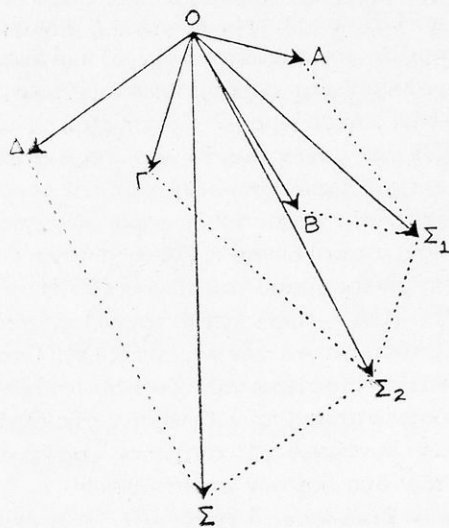
Ἐὰν ἐκ τοῦ ἄκρου τῆς δυνάμεως A φέρωμεν εὐθεῖαν παράλληλον πρὸς τὴν OB



Σχ. 7.

καὶ ἐκ τοῦ ἄκρου B τὴν BG παράλληλον πρὸς τὴν OA , σχηματίζεται τὸ παραλληλόγραμμον $OAGB$. Τὸ μῆκος καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς διαγωνίου OG εἶναι ἡ ἔντασις καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης τῶν δύο τούτων δυνάμεων. Ἐφαρμογὴν τῆς τοιαύτης συνθέσεως ἔχομεν, ὅταν πλοῖόν τι εὐρισκόμενον εἰς ποταμὸν ἢ διώρυγα ρημουλκῇται ἐκ τῶν ὀχθῶν διὰ δύο σχοινίων.

Όταν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματός τινος ἐνεργοῦν περισσό-

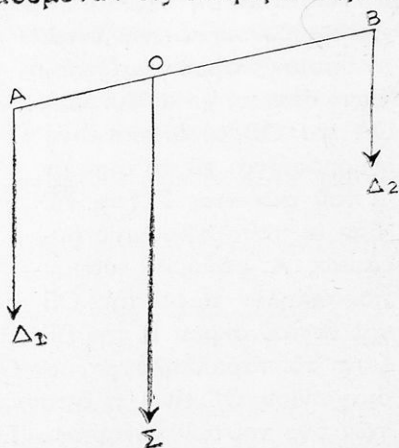


Σχ. 8.

τεραι τῶν δύο δυνάμεων κατὰ διαφόρους διευθύνσεις, εὐρίσκομεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν, ἂν συνθέσωμεν, ὅπως προηγουμένως, δύο ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, κατόπιν δὲ τὴν εὐρεθεῖσαν συνισταμένην συνθέσωμεν μετὰ τὴν τρίτην δύναμιν, τὴν εὐρεθεῖσαν συνισταμένην μετὰ τὴν τετάρτην κ.ο.κ. μέχρι τῆς τελευταίας (σχ.8). Ἡ τελικὴ συνισταμένη εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν δυνάμεων.

18.—Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς διάφορα σημεῖα σώματός τινος.

α) Ὄταν δύο δυνάμεις παράλληλοι καὶ ὁμόρροποι ἐνεργοῦν εἰς δύο σημεῖα τοῦ αὐτοῦ σώματος ἀναποσπάστως συνδεδεμένα, ἔχουν συνισταμένην παράλληλον καὶ ὁμόρροπον πρὸς τὰς δοθείσας. Ἡ ἔντασίς της εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ἐντάσεως τῶν συνιστωσῶν, τὸ δὲ σημεῖον ἐφαρμογῆς της διαιρεῖ τὴν ἀπόστασιν τῶν σημείων ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς προσκειμένas δυνάμεις.



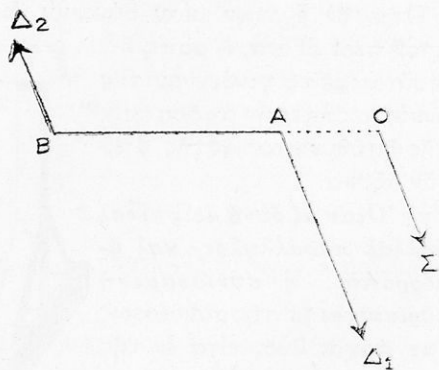
Σχ. 9.

Ἐστωσαν π. χ. αἱ δυνάμεις ΑΔ, καὶ ΒΔ, παράλληλοι, ὁμόρροποι

καὶ ἐνεργοῦσαι εἰς δύο σημεῖα Α καὶ Β σώματός τινος (σχ. 9). Συνισταμένη αὐτῶν εἶναι ἡ ΟΣ, ἡ ὁποία εἶναι παράλληλος καὶ ὁμόρροπος πρὸς τὰς συνιστώσας. Ἡ ἔντασίς της εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν ἥτοι $ΟΣ = ΑΔ_1 + ΒΔ_2$. Τὸ δὲ σημεῖον ἐφαρμογῆς της Ο διαιρεῖ τὴν ἀπόστασιν ΑΒ εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς προσκειμένας δυνάμεις, ὥστε νὰ ὑπάρχη μεταξύ των ἡ σχέσις $\frac{ΑΔ_1}{ΒΔ_2} = \frac{ΟΒ}{ΟΑ}$.

β) "Όταν δύο δυνάμεις παράλληλοι ἀντίρροποι καὶ ἄνισοι ἐνεργοῦν εἰς δύο σημεῖα τοῦ αὐτοῦ σώματος ἀναποσπάστως συνδεδεμένα, ἀποδεικνύεται ὅτι ἔχουν συνισταμένην, ἡ ὁποία εἶναι παράλληλος καὶ ὁμόρροπος πρὸς τὴν μεγαλυτέραν. Ἡ ἔντασίς της εἶναι ἴση πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν δυνάμεων, τὸ δὲ σημεῖον ἐφαρμογῆς της εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν καὶ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλυτέρας. Αἱ ἀποστάσεις τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ἀπὸ τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς προσκειμένας δυνάμεις.

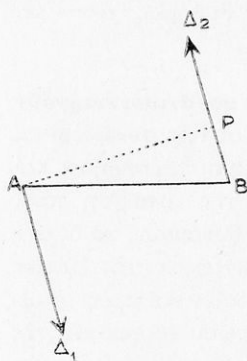
"Εστῶσαν αἱ δυνάμεις ΑΔ₁ καὶ ΒΔ₂ παράλληλοι ἀντίρροποι καὶ ἄνισοι, ἐφηρμοσμένοι εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β σώματός τινος (σχ. 10). Συνισταμένη τούτων εἶναι ἡ ΟΣ παράλληλος καὶ ὁμόρροπος πρὸς τὴν μεγαλυτέραν καὶ ἴση κατ' ἐντάσιν πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν ἥτοι $ΑΔ_1 - ΒΔ_2 = ΟΣ$. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς Ο εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς ΑΒ καὶ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλυτέρας ΑΔ₁, αἱ ἀποστάσεις ΟΑ καὶ ΟΒ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς προσκει-



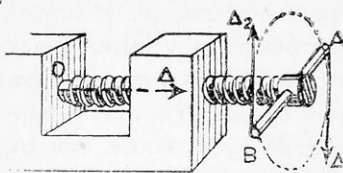
Σχ. 10.

μένας δυνάμεις καὶ μεταξύ αὐτῶν ὑπάρχει ἡ σχέσις $\frac{ΑΔ_1}{ΒΔ_2} = \frac{ΟΒ}{ΟΑ}$.

Όταν αἱ δύο δυνάμεις εἶναι ἴσαι, τότε $AD_1 - BD_2 = 0$, ἡ συνισταμένη ἄρα ἔχει τιμὴν ἴσην πρὸς τὸ μηδέν, ἥτοι δὲν ὑπάρχει συνισταμένη. Αἱ ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ἐφηρμοσμένοι δύο ἴσαι παράλληλοι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις τείνουν νὰ περιστρέψουν αὐτὸ περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτῶν. Τὸ σύστημα τῶν δύο τούτων δυνά-



Σχ. 11.

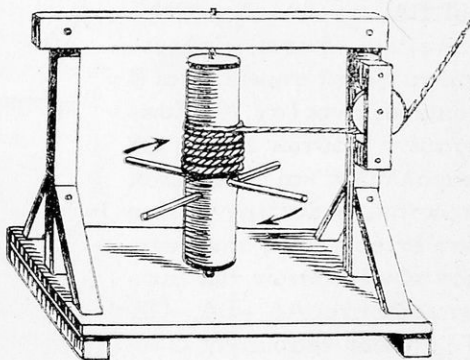


Σχ. 12.

μεων καλεῖται **ζεῦγος** (σχ. 11). Τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως ἐκάστης τῶν δυνάμεων τούτων ἐπὶ τὴν μεταξύ τῶν διευθύνσεων αὐτῶν ἀπόστασιν καλεῖται **ροπή τοῦ ζεύγους** ἥτοι $AD_1 \cdot AP = Ροπή$. Ζεῦγος δυνάμεων ἀναπτύσσεται, ὅταν στρέφωμεν κοχλίαν (βίδα, σχ. 12), κλειδα κ. ἄ. Εἰς τὸ βαροῦλκον ἐπίσης, ὅταν τοῦτο χρησιμοποιῆται ὡς ἐργατῆς (σχ. 13) ἥτοι μετὸν ἄξονα κατακόρυφον.

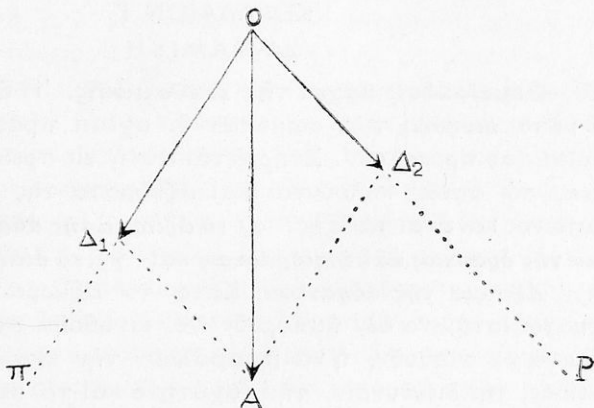
Όταν δὲ ἔχωμεν μίαν δύναμιν ἐνεργοῦσαν ἐπὶ σώματος στρεπτοῦ περὶ ἄξονα, ἡ ροπή θὰ ἰσοῦται μετὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τῆς διευθύνσεως αὐτῆς ἀπὸ τὸν ἄξονα.

γ) *Όταν αἱ δυνάμεις εἶναι πολλαὶ παράλληλοι καὶ ὁμόρροποι, ἡ συνισταμένη εὐρίσκεται ἐκ τῆς συνθέσεως κατ' ἀρχὰς δύο, εἴτα ἐκ τῆς συνθέσεως τῆς νέας συνισταμένης καὶ τῆς τρίτης ἐκ τῶν δοθεισῶν κ. ο. κ. μέχρι τῆς τελευταίας, ὅτε ἡ τελικὴ συνισταμένη εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν δοθεισῶν δυνάμεων.*



Σχ. 13.

19.— **Ανάλυσις δυνάμεως.** Πολλάκις παρίσταται ανάγκη νά αντικαταστήσωμεν μίαν δύναμιν διὰ δύο ἢ περισσοτέρων ἄλλων δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ὅμως νά ἐπιφέρουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα. **Ἡ ἀντικατάστασις αὕτη καλεῖται ἀνάλυσις δυνάμεως.** Εἶναι τὸ ἀντίθετον τῆς συνθέσεως καὶ ἰσχύουν περὶ αὐτῆς οἱ αὐτοὶ τρόποι καὶ κανόνες, τοὺς ὁποῖους ἐλάβομεν ὑπ' ὄψιν κατὰ τὴν σύνθεσιν. Οὕτω λ.χ. ἀναλύομεν μίαν δύναμιν εἰς ἄλλας, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν καὶ ἔχουν ἄθροισμα ἐντάσεων ἴσον πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς ἀναλυθείσης. Ἐπίσης μίαν δύναμιν OA ἀναλύομεν εἰς δύο ἄλλας, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον O καὶ τῶν ὁποίων ἔχουν δοθῇ αἱ διευθύνσεις OP καὶ OQ . Τὰς ἐντάσεις τούτων προσδιορίζομεν, ἂν ἐκ τοῦ ἄκρου τῆς δυνάμεως A φέρωμεν παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις, αἱ ὁποῖαι ἀποκόπτουν τμήματα τῶν διευθύνσεων, τὰ OD_1 καὶ OD_2 . Τὰ τμήματα ταῦτα εἶναι πλευραὶ παραλληλογράμου καὶ παριστοῦν τὰς συνιστώσας τῆς OA κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν.



Σχ. 14.

Ἀσκήσεις

1) Ποία ἡ ἔντασις τῆς συνισταμένης δύο δυνάμεων $\Delta_1=6$ χιλιόγρ. καὶ $\Delta_2=8$ χιλιόγρ. ἐνεργουσῶν ἐπὶ σημείου σώματος τινὸς ὑπὸ γωνίαν 90° ;

2) Δύο δυνάμεις παράλληλοι καὶ ὁμόρροποι $\Delta_1=4$ χιλιόγρ. καὶ $\Delta_2=12$ χιλιόγρ. ἐνεργοῦν εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς ράβδου AB . Νά εὑρεθῇ

τὸ μήκος τῆς ράβδου AB, δεδομένου ὅτι ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων εἶναι ἐφηρμοσμένη εἰς ἀπόστασιν 0,15 μ. ἀπὸ τοῦ ἄκρου A τῆς ράβδου.

3) Νὰ ἀναλυθῇ δύναμις 10 χιλιογράμμων εἰς δύο συνιστώσας παράλληλους ὁμορρόπους ἐχούσας λόγον 3:7. Τὰ δὲ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς τούτων ἀπέχουν μεταξύ των 2 μέτρα.

4) Δύο δυνάμεις παράλληλοι καὶ ὁμόρροποι ἐντάσεως 16 χιλιογράμμων καὶ 12 χιλιογράμμων ἐνεργοῦν εἰς τὰ ἄκρα ράβδου μήκους 63 ἐκατ. τοῦ μέτρου. Ποία ἡ ἐντασις τῆς συνισταμένης καὶ ποῦ θὰ εὑρίσκεται τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΔΥΝΑΜΙΚΗ

20.—**Θεμελιώδεις ἀρχαὶ τῆς Δυναμικῆς.** Ἡ δυναμικὴ ἀσχολεῖται μὲ τὰς *κινήσεις* τῶν σωμάτων ἐν σχέσει πρὸς τὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι τὰς προκαλοῦν. Στηρίζεται αὕτη εἰς τρεῖς ἀρχὰς ἢ *ἀξιώματα*, τὰ ὁποῖα καλοῦνται καὶ ἀξιώματα τῆς δυναμικῆς ἢ τοῦ Νεύτωνος καὶ εἶναι τὰ ἑξῆς: α) *τὸ ἀξίωμα τῆς ἀδρανείας* β) *τὸ ἀξίωμα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως* καὶ γ) *τὸ διαλυτικὸν ἀξίωμα.*

α) *Ἀξίωμα τῆς ἀδρανείας.* Κατὰ τὸ ἀξίωμα τοῦτο πάντα τὰ σώματα ἰστάμενα δὲν ἡμποροῦν νὰ κινηθοῦν ἀφ' ἑαυτῶν καὶ κινούμενα νὰ σταθοῦν, ἢ νὰ μεταβάλουν τὴν κίνησίν των ὡς πρὸς τὸ εἶδος, τὴν διεύθυνσιν, τὴν ταχύτητα καὶ τὸ μέγεθος αὐτῆς, χωρὶς νὰ ἐπιδράσῃ ἐξωτερικὴ τις δύναμις. Καὶ τὸ μὲν πρῶτον μέρος τοῦ ἀξιώματος τούτου εἶναι ἀφ' ἑαυτοῦ φανερόν, διότι ἐκ πείρας γνωρίζομεν, ὅτι ἐκτὸς τῶν ζώντων δὲν ὑπάρχουν σώματα, τὰ ὁποῖα νὰ κινοῦνται ἀφ' ἑαυτῶν. Τὸ δεύτερον μέρος δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν φανερόν διὰ πειράματος. Λίθος π.χ. κυλιόμενος ἐπὶ ἄνωμάλου ἐδάφους, σταματᾷ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ σημεῖον τῆς ἐκκινήσεώς του, διότι ἡ τριβὴ τοῦ λίθου πρὸς τὸ ἔδαφος ἐναντιοῦται εἰς τὴν κίνησιν. Ὄταν τὸ ἴδιον σῶμα τεθῇ εἰς κίνησιν μετὰ τῆς αὐτῆς δυνάμεως ἐπὶ πλαιοστρώτου, φθάνει μακρύτερον καὶ ἐπὶ ἐπιφανείας παγωμένης λίμνης ἀκόμη μακρύτερον, διότι ἐδῶ ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται, εἶναι μικροτέρα. Συνεπῶς ἂν ᾔτο δυνατόν

να λείψη τελείως κάθε αντίστασις, τὸ σῶμα, ἅπαξ τεθὲν εἰς κίνησιν, θὰ ἐξηκολουθεῖ νὰ κινῆται ἐπ' ἄπειρον. Συμφώνως πρὸς τὸ ἀξίωμα τοῦτο τῆς ἀδρανείας, ἐὰν ἐπὶ κινουμένου σώματος παύσῃ νὰ ἐνεργῇ ἡ δύναμις, ἡ ὁποία τὸ κινεῖ, τὸ σῶμα δὲν σταματᾷ ἀμέσως, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ νὰ κινῆται μὲ τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν εἶχε, καθ' ἣν στιγμὴν ἔπαυσε νὰ ἐνεργῇ ἡ κινουσα δύναμις. Ἡ δὲ τροχιά του ἀπὸ τῆς στιγμῆς ἐκείνης εἶναι εὐθύγραμμος καὶ ἡ κίνησις ὁμαλή, ὥς θὰ ἀποδείξωμεν κατωτέρω.

Πλεῖστα φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς ἀδρανείας. Βλέπομεν καθ' ἡμέραν, ὅτι τὰ κινούμενα ὀχήματα, αὐτοκίνητα, σιδηρόδρομοι, αἰμόπλοια κ.λ. δὲν σταματοῦν ἀμέσως, ἂν παύσῃ νὰ λειτουργῇ ἡ κινήτηριος μηχανή, ἀλλ' ἐξακολουθοῦν νὰ κινούνται, μέχρις ὅτου αἱ διάφοροι ἀντιστάσεις ἀναγκάσουν αὐτὰ νὰ σταματήσουν. Διὰ νὰ σταματοῦν ταῦτα εὐκολώτερον καὶ ταχύτερον, ἐφοδιάζονται μὲ τροχοπέδας (φρένα). Ὅταν εὐρισκώμεθα ἐντὸς κινουμένης ἀμάξης ἢ αὐτοκινήτου καὶ σταθῇ τοῦτο ἀποτόμως, τὸ σῶμα μας λόγῳ τῆς ἀδρανείας τείνει νὰ ἐξακολουθήσῃ τὴν κίνησίν του καὶ διὰ τοῦτο πίπτει πρὸς τὰ ἐμπρός. Τὸ ἀντίθετον θέλει συμβῇ, ὅταν εὐρεθώμεν ἐντὸς ὀχήματος, τὸ ὁποῖον τίθεται ἀποτόμως εἰς κίνησιν, διότι τὸ σῶμά μας λόγῳ τῆς ἀδρανείας τείνει νὰ διατηρήσῃ τὴν ἡρεμίαν του καὶ πίπτει πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἐνεκα τῆς ἀδρανείας ἐπίσης συμβαίνουν τρομερὰ σιδηροδρομικὰ δυστυχήματα, ὅταν διὰ τινὰ αἰτίαν ἡ μηχανὴ παύσῃ νὰ ἐργάζεται. Διότι τότε ὁλόκληρος ἡ σειρὰ τῶν ἀμαξῶν τείνει νὰ διατηρήσῃ τὴν κίνησίν της καὶ ἐπέρχεται ἰσχυρὰ μεταξύ των σύγκρουσις καὶ συντριβὴ αὐτῶν.

β) **Ἀξίωμα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως.** Κατὰ τὸ ἀξίωμα τοῦτο ἐὰν σῶμά τι Α ἐνεργῇ ἐπὶ ἄλλου σώματος Β, προκαλεῖ δρᾶσιν. Ταῦτο χρόνως ὅμως τὸ σῶμα Α ὑφίσταται ἐκ μέρους τοῦ Β ἀντίδρασιν ἴσην καὶ ἀντίθετον. Σφαῖρα ἐξηρητημένη ἐξ ἐλατηρίου τείνει τοῦτο, ἀλλὰ καὶ τὸ ἐλατήριο ἀντιδρᾷ καὶ συγκρατεῖ τὴν σφαῖραν. Λίθος, στηριζόμενος ἐπὶ τραπέζης, ἄσκει διὰ τοῦ βάρους του πίεσιν ἐπ' αὐτῆς, ἀλλὰ καὶ ἡ τράπεζα ἀντιδρᾷ εἰς τὴν πίεσιν ταύτην καὶ τὴν ἰσορροπεῖ. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω φαίνεται, ὅτι ὅπου ἔχομεν δρᾶσιν, ἀσφαλῶς θὰ ἔχωμεν καὶ ἀντίδρασιν.

γ) *Διαλυτικὸν ἀξίωμα.* Ἐὰν μία δύναμις ἐνεργῇ διαρκῶς ἐπὶ τινος σώματος ἐπὶ χρόνον τινά, προσδίδει εἰς αὐτὸ ταχύτητα τ. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἰδίου σώματος ἐνεργήσῃ νέα δύναμις ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον, θὰ προσδώσῃ εἰς αὐτὸ νέαν ταχύτητα τ', ὡς ἂν τὸ σῶμα ἦτο ἀκίνητον καὶ τότε τὸ σῶμα θὰ κινῆται μὲ ταχύτητα $\tau + \tau'$. Ἐὰν ἐπιδράσῃ καὶ τρίτη δύναμις, αὕτη θὰ προσδώσῃ νέαν ταχύτητα τ'' καὶ ὅλη ἡ ταχύτης τοῦ κινήτου θὰ γίνῃ $\tau + \tau' + \tau''$. Καὶ γενικῶς: *ὅταν δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐπὶ τινὰ χρόνον, παράγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα εἴτε ἐνεργοῦν συγχρόνως εἴτε ἡ μία μετὰ τὴν ἄλλην ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον.*

21.—*Μᾶζα.* Μία δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τινος σώματος, προσδίδει εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν τινά, τὴν ὁποίαν σημειοῦμεν μὲ τὸ γράμμα γ. Διπλασία δύναμις, ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, προσδίδει διπλασίαν ἐπιτάχυνσιν καὶ τριπλασία δύναμις τριπλασίαν ἐπιτάχυνσιν, ἐφ' ὅσον *τὸ ποσὸν τῆς ὕλης* τοῦ σώματος ἦτοι ἡ μᾶζα του παραμένει σταθερά. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι *ἡ σχέσις τῆς δυνάμεως Δ πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν γ εἶναι σταθερά.* Τὸ δὲ πηλίκον $\frac{\Delta}{\gamma} = M$ [1] παριστᾷ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος. Ἐκ τοῦ τύπου [1] ἔχομεν $\Delta = M \cdot \gamma$, ἦτοι *πᾶσα δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μάζης τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν, τὴν ὁποίαν προσδίδει εἰς αὐτό.*

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΒΑΡΥΤΗΣ

22.—*Ὅρισμός.* Ἐπὶ τῆς γῆς πάντα τὰ σώματα, ἀφ' ἑμένα ἐλεύθερα, *πίπτουν*, ἦτοι διευθύνονται πρὸς αὐτήν. Τιθέμενα ἐπὶ ὑποστηρίγματος *πιέζουν* τοῦτο, ἐξαρτώμενα δὲ διὰ σχοινίου *τείνουν αὐτό.* *Ἡ αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων, ὅταν ταῦτα ἀφήνῳται ἐλεύθερα, ἢ τὴν πίεσιν τοῦ ὑποστηρίγματος, ἢ τὴν τάσιν τοῦ σχοινίου, καλεῖται βαρύτης.* Ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἀνεξαιρέτως ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων, εἴτε στερεὰ εἶναι ταῦτα, εἴτε ὑγρά, εἴτε ἄερια καὶ φέρει αὐτὰ πρὸς τὴν γῆν. Σώματά τινά δὲν φαίνονται νά

πίπτουν, ὅπως π.χ. τὰ νέφη, ὁ καπνός, τὰ ἀερόστατα καὶ ἄλλα, τοῦτο ὅμως προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι, ἐπεὶ ταῦτα εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ὑφίστανται, ὥς θὰ ἴδωμεν, πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

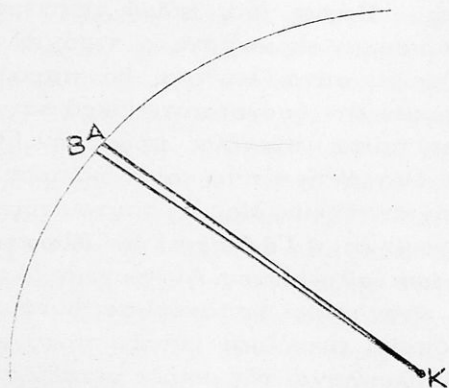
Ἡ βαρύτης εἶναι δύναμις, καὶ ὥς ἐκ τούτου δύναται νὰ ὀρίσθῃ τελείως, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς γνωρίσματα ἥτοι α) τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν β) τὴν ἔντασιν καὶ γ) τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς.

23. — Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος—

Νῆμα τῆς στάθμης. Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος εἶναι ἡ γραμμή, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ πᾶν σῶμα βαρὺ, ὅταν πίπτῃ ἐλευθέρως. Ἡ

Σχ. 15.

διεύθυνσις αὕτη καλεῖται **κατακόρυφος**, ἰδέαν δ' αὐτῆς λαμβάνομεν διὰ τοῦ **νήματος τῆς στάθμης** (σχ. 15), τὸ ὁποῖον, ὥς γνωστὸν, χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν ἔλεγχον τοῦ κατακόρυφου τῶν τοίχων, τῶν παραθύρων κ. ἄ. Πᾶν ἐπίπεδον, διερχόμενον διὰ τοῦ νήματος τῆς στάθμης ἥτοι τῆς κατακόρυφου, καλεῖται **κατακόρυφον ἐπίπεδον**· πᾶν δὲ κάθετον ἐπὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης κα-



Σχ. 16.

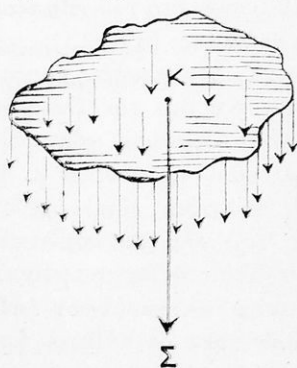
λεῖται **ὀριζόντιον ἐπίπεδον**. Τοιοῦτον ὀριζόντιον ἐπίπεδον εἶναι ἡ ἐλευθέρᾳ ἐπιφάνεια ἡρεμοῦντος ὑγροῦ. Ἐὰν διὰ τοῦ νήματος τῆς στάθμης λάβωμεν τὰς κατακόρυφους εἰς διάφορα σημεία τῆς γῆς,

αὗται προεκτεινόμεναι νοερῶς, συναντῶνται εἰς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. Ἔνεκα τούτου δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν, ὅτι τὰ σώματα, ὅταν πίπτουν, διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. Παρὰ ταῦτα ἂν ἀναζητήσωμεν τὰς κατακορύφους δύο τόπων πλησίον κειμένων, ἢ σύγκλινει αὐτῶν εἶναι τόσο μικρά, ὥστε δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν αὐτὰς ἄνευ αἰσθητοῦ λάθους ὡς παραλλήλους (σχ. 16).

Φορὰ δὲ τῆς βαρύτητος εἶναι τὸ μέρος, πρὸς τὸ ὁποῖον διευθύνεται ἡ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος, ἥτοι *ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω*.

24.—Παγκόσμιος ἔλξις. Ἡ Γῆ δὲν εἶναι τὸ μόνον σῶμα, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἔλκῃ τὰ ἐπ' αὐτῆς σώματα. Πάντα τὰ σώματα τοῦ Σὺμπαντος ἔλκονται ἀμοιβαίως. Ὁ Ἥλιος ἔλκει τὴν Γῆν καὶ τὰ νάπαλιν ἡ Γῆ ἔλκει τὸν Ἥλιον, ὁμοίως ἡ Σελήνη ἔλκει τὴν Γῆν καὶ τὸν Ἥλιον, ἔλκεται δὲ ὑπ' αὐτῶν. *Ἡ ἔλξις αὕτη μεταξὺ τῶν διαφορῶν οὐρανίων σωμάτων καλεῖται παγκόσμιος ἔλξις.* Συνεπῶς ἡ βαρύτης εἶναι μερική περίπτωσις τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, ἡ ὁποία ἐξασκεῖται μεταξὺ τῆς Γῆς καὶ τῶν ἐπ' αὐτῆς σωμάτων.

25.—Ἔντασις τῆς βαρύτητος — Βᾶρος. Ἐὰν σῶμά τι στερεὸν λ. χ. τεμάχιον κιμωλίας, τὸ διαιρέσωμεν εἰς μικρότατα τεμάχια καὶ



σχ. 17.

ἀφήσωμεν αὐτὰ ἐλεύθερα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὅσονδὴποτε μικρά καὶ ἂν εἶναι ταῦτα, πίπτουν πρὸς τὴν Γῆν, καθ' ὃν τρόπον πίπτει καὶ ὁλόκληρον τὸ τεμάχιον τῆς κιμωλίας. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι *ἡ Γῆ ἐνεργεῖ ἐφ' ὅλων τῶν μορίων τοῦ σώματος*. Αἱ ἐνέργειαι δ' αὐταὶ εἶναι μικραὶ κατακορύφου δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἴσαι μεταξύ των, παράλληλοι λόγῳ τῆς μικρᾶς μεταξύ των ἀποστάσεως καὶ ὁμόρροποι. Ὡς τοιαῦτα δύνανται νὰ ἀντικατασταθοῦν διὰ μιᾶς συνισταμένης (σχ. 17). Ἡ συνι-

σταμένη αὕτη εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἀναγκάζει τὰ σώματα νὰ πίπτουν, καὶ τὸ μέγεθος αὐτῆς, ἥτοι ἡ ἐντασίς της, παριστᾷ τὸ βᾶρος.

Ἐπομένως *βάρος ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ συνισταμένη τῶν ἔλξεων, τὰς ὁποίας ἀσκεῖ ἡ βαρύτης ἐφ' ὧν τῶν μορίων τοῦ σώματος.* Ἐκ τοῦ ὀρίσμου τοῦ βάρους καταφαίνεται, ὅτι τοῦτο εἰς τι σῶμα εἶναι τὸν μεγαλύτερον, ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων του, ἢτοι ὅσον περισσότερον εἶναι τὸ ποσὸν τῆς ὕλης. Ἀλλὰ τὸ ποσὸν τῆς ὕλης εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ σώματος. Μᾶζα ἄρα καὶ βάρος δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ταυτόσημα, παρίστανται μὲ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν καὶ εἶναι δυνατόν νὰ λέγωμεν ἄνευ αἰσθητοῦ λάθους μᾶζα ἀντὶ βάρους καὶ τάνάπαλιν. Ἡ βαρύτης δὲν πρέπει νὰ συγχέεται μὲ τὸ βάρος, διότι ἡ μὲν βαρύτης εἶναι ἡ αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὰς ἔλξεις τῆς Γῆς ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ σώματος, τὸ δὲ βάρος εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν ἔλξεων τούτων.

26.—**Κέντρον τοῦ βάρους.** Κέντρον βάρους σώματός τινος καλεῖται τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον ἐνεργεῖ ἡ συνισταμένη ὧν τῶν ἐνεργειῶν, τὰς ὁποίας ἐξασκεῖ ἡ βαρύτης ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ σώματος. Ἡ θέσις του δὲ εἰς ἕκαστον σῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τούτου καὶ ἐκ τοῦ τρόπου, κατὰ τὸν ὁποῖον εἶναι διαμοιρασμένη ἡ ὕλη ἐντὸς αὐτοῦ.

27.—**Εὐρέσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους σωμάτων ὁμοιομερῶν.** Τὸ κέντρον τοῦ βάρους σωμάτων ὁμοιομερῶν, τοὔτέστιν ἐχόντων τὴν ὕλην ἐκ τῆς ὁποίας σύγκεινται ὁμοίως διαμοιρασμένην εἰς πᾶν σημεῖον αὐτῶν, εὐρίσκεται διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς, ἐφόσον ἔχουν σχῆμα γεωμετρικόν. Οὕτω τὸ κέντρον τοῦ βάρους εὐθείας, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ ὕλικα σημεῖα, εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον αὐτῆς· τῆς περιφερείας τοῦ κύκλου κυκλικῶς τινος δακτυλίου εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον τοῦ σχήματος τούτου καὶ ἐκτὸς τῆς ὕλης τοῦ δακτυλίου. Ὅταν δὲ τὸ σῶμα δὲν ἔχη γεωμετρικόν σχῆμα, τὸ κέντρον τοῦ βάρους εὐρίσκεται κατὰ προσέγγισιν, ὡς ἐξῆς. Κρεμῶμεν αὐτὸ διαδοχικῶς ἀπὸ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του καὶ κατὰ προτίμησιν ἀπὸ τὰ ἄκρα διὰ νήματος, οὕτως ὥστε νὰ ἡμπορῇ νὰ κινῆται ἐλευθέρως. Ὅταν τοῦτο ἰσορροπήσῃ, σημειοῦμεν διαδοχικῶς διὰ κιμωλίας ἢ μολυβδοκονδύλου τὰς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακόρυφου προεκτάσεις τοῦ νήματος. Ὅλοι αὗται αἱ εὐθεῖαι τέμνονται εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

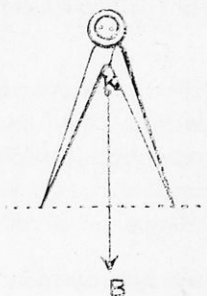
Ἐάν εἰς τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος ἐνεργήσωμεν μὲ δύναμιν ἴσην καὶ ἀντίρροπον, τὸ σῶμα τότε ἰσορροπεῖ.

Ἐκαστον σῶμα δύναται νὰ ἰσορροπηθῇ, εἴτε στηρίζεται ἐπὶ ἐπιφανείας εἴτε εἶναι ἐξηρητημένον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

28.— Ἰσορροπία σώματος στηριζομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Πᾶν στερεὸν σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἑνὸς ἢ περισσοτέρων σημείων.

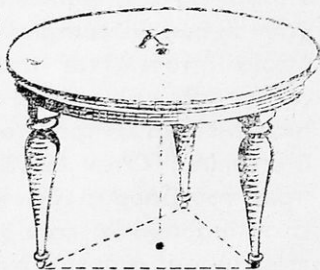


Σχ. 18.

α) Ὄταν στερεὸν σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἑνὸς μόνου σημείου, τότε μόνον ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὸ σημεῖον τῆς στηρίξεως. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ βάρος καὶ ἡ συνισταμένη τῶν ἀντιδράσεων τοῦ ἐπιπέδου εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας καὶ ἐνεργοῦν κατ' ἀντίθετον φoράν. Τοιοῦτόν τι συμβαίνει, ὅταν προσπαθῶμεν νὰ στηρίξωμεν ράβδον ἐπὶ τοῦ δακτύλου

τῆς χειρὸς μας.

β) Ὄταν στερεὸν σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο σημείων, ὅπως π. χ. διαβήτης (σχ. 18), τότε ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὴν εὐθεΐαν, ἡ ὁποία ἐνώνει τὰ δύο σημεία τῆς στηρίξεως. Τοιοῦτόν τι συμβαίνει εἰς τοὺς καλοβάτας.

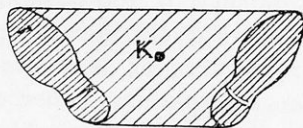


Σχ. 19.

γ) Ὄταν στερεὸν σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων μὴ ἐπ' εὐθείας κειμένων π. χ. τράπεζα τρίπους (σχ. 19), τότε μόνον ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους κατα-

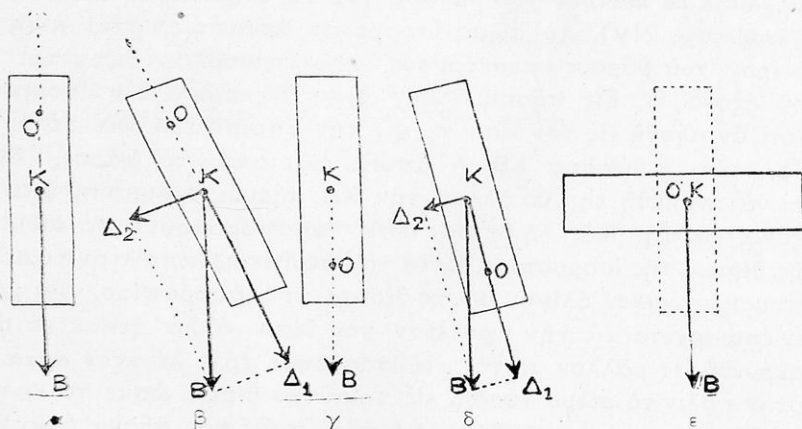
βιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ σημείον τι τοῦ τριγώνου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται, ἂν ἐνώσωμεν δι' εὐθειῶν τὰ σημεῖα τῆς στηριζέως.

δ) Ὄταν στερεὸν σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων, ὅπως ὁ ἄνθρωπος διὰ τῶν πελμάτων του (σχ. 20) διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καταβιβαζομένη κατακόρυφος νὰ συναντᾷ τὸ ἐπίπεδον, εἷς τι σημεῖον κείμενον ἐντὸς τοῦ σχήματος, τὸ ὁποῖον προκύπτει, ἂν ἐνωθοῦν δι' εὐθειῶν ὅλα τὰ ἐξωτερικὰ σημεῖα, διὰ τῶν ὁποίων τὸ σῶμα στηρίζεται.



Σχ. 20.

29.—**Ἰσορροπία στερεοῦ σώματος στρεπτοῦ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα.** Ὄταν στερεὸν τι σῶμα κινῆται περὶ ὀριζόντιον ἄξονα διερχόμενον ἄνωθεν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους



Σχ. 21.

ρους του (σχ. 21α), τὸ σῶμα τότε μόνον ἰσορροπεῖ, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους κατακόρυφος προεκτεινομένη συναντᾷ τὸν ἄξονα τῆς στηριζέως. Τὸ σῶμα, τότε εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δύο

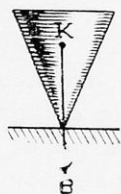
δυνάμεων, τοῦ βάρους ΚΒ καὶ τῆς δυνάμεως ΟΔ, ἡ ὁποία προκύπτει ἐξ ἀντιδράσεως κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν ἀπὸ τὸν ἄξονα στηρίξεως. "Αν αἱ δύο αὗται δυνάμεις εὐρίσκωνται εἰς τὴν θέσιν ταύτην κατ' εὐθείαν γραμμὴν, ἐξουδετεροῦνται καὶ τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ. Εἰς πᾶσαν ἄλλην θέσιν τὸ σῶμα τοῦτο δὲν ἰσορροπεῖ, διότι ἂν εὐρεθῇ εἰς τὴν θέσιν π. χ. τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ σχῆμα 21β, τότε ἡ δύναμις ΚΒ, ἡ ὁποία παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος, δύναται νὰ ἀναλυθῇ διὰ τοῦ παραλληλογράμμου εἰς δύο ἄλλας ΚΔ₁ καὶ ΚΔ₂. Ἡ μὲν ΚΔ₁ διεύθυνεται κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΟΚ καὶ ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος Ο· ἡ δ' ἄλλη ἡ ΚΔ₂, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος ἐπὶ ταύτην, τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ τὸ σῶμα εἰς τὴν προτέραν του θέσιν, ὅτε καὶ ἰσορροπεῖ. Ἡ ἰσορροπία αὕτη, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ σῶμα ἀπομακρυνόμενον ἐκ τῆς θέσεώς του, τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν προτέραν του θέσιν, καλεῖται *εὐσταθής*. Τοῦτο συμβαίνει, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος εὐρίσκεται κάτωθεν τοῦ ἄξονος. "Αν τὸ σῶμα εὐρεθῇ εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ βάρους του νὰ εὐρίσκεται ἄνωθεν τοῦ ἄξονος (σχ. 21γ), τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ ὡσαύτως, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους κατακόρυφος προεκτεινομένη διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος Ο. Εἰς πᾶσαν ἄλλην θέσιν τὸ σῶμα δὲν ἰσορροπεῖ· διότι ἂν εὐρεθῇ εἰς τὴν θέσιν π. χ., τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ σχῆμα 21δ, τότε ἡ δύναμις ΚΒ, ἡ ὁποία παριστᾷ τὸ βάρος, δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας, τὴν ΚΔ₁ ἐξουδετερουμένην ὑπὸ τοῦ ἄξονος καὶ τὴν ΚΔ₂, ἡ ὁποία τείνει νὰ ἀπομακρύνῃ τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας. Κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ σῶμα, ἀπομακρυνόμενον ὀλίγον ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ὄχι μόνον δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν του θέσιν, ἀλλὰ τείνει νὰ ἀπομακρυνθῇ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς. Ἡ ἰσορροπία τότε λέγεται *ἀσταθής*. "Όταν πάλιν τὸ σῶμα εὐρεθῇ εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ βάρους του νὰ συμπίπτῃ πάντοτε πρὸς τὸν ἄξονα (σχ. 21ε), τότε τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ εἰς πᾶσαν θέσιν καὶ τὴν ἰσορροπίαν ταύτην καλοῦμεν *ἀδιάφορον*.

Τὰ αὐτὰ εἶδη ἰσορροπίας παρατηροῦμεν καὶ ὅταν τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Κῶνος π.χ., στηριζόμενος διὰ τῆς

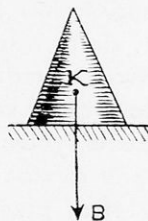
κορυφῆς του ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπίᾳ, διότι ὀλίγον ἂν ἀπομακρυνθῇ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν του θέσιν (σχ. 22α). Κῶνος, στηριζόμενος διὰ τῆς βάσεώς του ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, στηρίζεται εὐσταθῶς, διότι ὀλίγον μετακινούμενος ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν του θέσιν (σχ. 22β). Κῶνος τέλος, στηριζόμενος ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ μιᾶς τῶν πλευρῶν του, εὐρίσκεται εἰς ἀδιάφορον ἰσορροπίαν, διότι, ὅπως καὶ ἂν μετακινήθῃ, ἰσορροπεῖ (σχ. 22γ).

Ἀνασκοποῦντες τὰ ἀνωτέρω, βλέπομεν ὅτι *σῶμά τι στηρίζεται τόσον εὐσταθέστερον, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ βάση, διὰ τῆς ὁποίας στηρίζεται καὶ ὅσον πλησιέστερον εὐρίσκεται τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ πρὸς τὴν βάση*. Ἐφαρμογὴν τῆς ἀνωτέρω

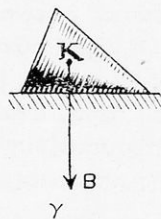
συνθήκης ἔχομεν εἰς πλείστας ὡσας περιπτώσεις τοῦ καθ' ἡμέραν βίου. Οὕτω τὰ κηροπήγια, αἱ λυχνίαι, τὰ ἐπιπλα καὶ ἄλλαι συσκευαί, ὀφείλουν τὴν εὐστάθειαν εἰς τὸ μέγεθος τῆς βάσεώς των καὶ



α



β



γ

εἰς τὸ ὅτι τεχνικῶς τὸ κέντρον τοῦ βάρους των τοποθετεῖται ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερον πρὸς τὴν βάση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

ΠΤΩΣΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

30.—**Πτώσις τῶν σωμάτων καὶ νόμοι αὐτῆς.** Ἡ κίνησις τῶν σωμάτων πρὸς τὴν γῆν καλεῖται *πτώσις τῶν σωμάτων* καὶ ἀκολουθεῖ τρεῖς νόμους, οἱ ὅποιοι ἀνεκαλύφθησαν ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου κατὰ τὸ τέλος τοῦ 18ου αἰῶνος. Οἱ νόμοι οὗτοι εἶναι οἱ ἑξῆς:

α) *Πρώτος νόμος. Πάντα τὰ σώματα, ἀφιέμενα ἐλεύθερα εἰς τὸ κενόν* *, *πίπτουν ταυτοχρόνως.*

β) *Δεύτερος νόμος. Τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια διανύει σῶμά τι, τὸ ὁποῖον ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτει εἰς τὸ κενόν, εἶναι ἀνίσογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, κατὰ τοὺς ὁποίους διανύονται.* Τουτέστιν ἂν τὸ διάστημα, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ σῶμα πίπτων εἰς ἓν δεύτερον λεπτόν εἶναι δ, τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον διανύει εἰς δύο δεύτερα λεπτά, θὰ εἶναι 4δ καὶ εἰς τρία δεύτερα λεπτά 9δ κ.ο.κ.

γ) *Τρίτος νόμος. Αἱ ταχύτητες, τὰς ὁποίας ἀποκτᾷ σῶμά τι, ὅταν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτῃ εἰς τὸ κενόν, εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς χρόνους τῆς πτώσεως αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἀρχῆς.* Ἐὰν δηλ. ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν τὸ πίπτον σῶμα ἀποκτᾷ εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου εἶναι τ, εἰς τὸ τέλος τῶν δύο δευτερολέπτων θὰ εἶναι 2τ, εἰς τὸ τέλος τῶν τριῶν δευτερολέπτων 3τ κ.ο.κ.

Οἱ νόμοι οὗτοι ἀναφέρονται εἰς τὰ σώματα, τὰ ὅποια πίπτουν εἰς τὸ κενόν. Ἰσχύουν ὅμως καὶ διὰ σώματα, τὰ ὅποια πίπτουν εἰς τὸν ἀέρα, ὅταν ταῦτα ἔχουν μέγα βάρος ὑπὸ μικρὸν ὄγκον, ὅποτε παρουσιάζουν μικρὰν ἀντίστασιν εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ὅταν τὸ ὕψος τῆς πτώσεως τῶν εἶναι μικρόν.

31.—**Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.** Τοὺς νόμους τούτους δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν καὶ πειραματικῶς.

Πρῶτος νόμος. Ἐὰν ἀφήσωμεν ταυτοχρόνως ἀπὸ τὸ αὐτὸ ὕψος νὰ πέσουν δύο δίσκοι τῶν αὐτῶν διαστάσεων, ἕξ ὧν ὁ εἰς μεταλλικὸς καὶ ὁ ἄλλος χάρτινος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι πρῶτος πίπτει ὁ μεταλλικὸς καὶ ἔπειτα ὁ χάρτινος δίσκος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ μεταλλικὸς δίσκος εἶναι βαρύτερος καὶ προβάλλει μεγαλύτεραν ἀντίδρασιν εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Ἦτοι ἡ ἀντίδρασις εἰς τὸν μεταλλικὸν δίσκον εἶναι μεγάλυτέρα παρὰ εἰς τὸν χάρτινον. Ἀλλ' ἂν θέσωμεν τὸν χάρτινον δίσκον ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ, οὕτως ὥστε οὐδόλως νὰ ἐξέχη οὗτος καὶ ἀφήσωμεν τὸ σύστημα

* Κενὸν λέγοντες νοοῦμεν ὥρον ἐστερημένον ὕλης.

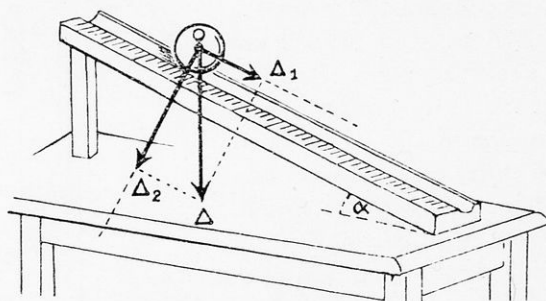
τῶν δύο δίσκων νὰ πέσῃ, θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἀμφότεροι οἱ δίσκοι φθάνουν συγχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ μεταλλικὸς δίσκος προστατεύει τὸν χάρτινον ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. *Ἄρα ἡ αἰτία τῆς μὴ ταυτοχρόνου πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ ἀέρι εἶναι ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ.* Συνεπῶς ἐὰν ᾔτο δυνατόν νὰ ἀφαιρέσωμεν κατὰ τινα τρόπον τὴν ἀντίστασιν ταύτην, τὰ σώματα θὰ ἔπιπτον ταυτοχρόνως. Τὸ τοιοῦτον ἐπιτυχάνεται διὰ τοῦ *σωλήνος τοῦ Νεύτωνος*. Ὁ σωλὴν οὗτος εἶναι ὑάλινος μήκους 2 περίπου μέτρων καὶ διαμέτρου 7—8 ἐκ. τοῦ μέτρου καὶ εἶναι κατὰ τὸ ἓν ἄκρον κλειστός, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον φέρει μεταλλικὸν πόδα μετὰ στρόφιγγας, ὃ ὁποῖος δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς ἀεραντλίαν (σχ. 23). Ἐντὸς αὐτοῦ εἰσάγομεν διάφορα σώματα π.χ. τεμάχιον σιδήρου φελλοῦ καὶ πτίλα, ἀφ' οὗ δ' ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα αὐτοῦ διὰ τῆς ἀεραντλίας, κλείομεν τὴν στρόφιγγα καὶ ἀναστρέφομεν αὐτὸν ἀποτόμως. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι πάντα τὰ ἐντὸς αὐτοῦ σώματα φθάνουν συγχρόνως εἰς τὸν πυθμένα. Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτό, ὅταν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἀήρ ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὸν πρῶτον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, ὅστις καλεῖται καὶ *νόμος τοῦ Νεύτωνος*. Ἐφαρμογὴν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος παρατηροῦμεν εἰς τὸν χαρταετόν, τὰ ἀεροπλάνα, τὰ ἀλεξίπτωτα κ.λ.



Σχ. 23

32.—**Δεύτερος νόμος. Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ὁ νόμος οὗτος καθὼς καὶ ὁ νόμος τῶν ταχυτήτων παρουσιάζουν δυσκολίαν εἰς τὴν πειραματικὴν των ἀπόδειξιν, ἐπεὶδὴ ἕνεκα τῆς ταχείας κινήσεως τοῦ ἐλευθέρως πίπτοντος σώματος, δὲν εἶναι δυνατόν νὰ παρακολουθῇσωμεν οὔτε τὰ διανυόμενα διαστήματα κατὰ

τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, οὔτε τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν τὸ κινητὸν ἀποκτᾷ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον. Διὰ τοῦτο ἐπενοήθησαν διάφοροι συσκευαί, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται κατὰ βούλησιν ἡ ἐπιβράδυνσις τῆς πτώσεως τοῦ σώματος, χωρὶς νὰ μεταβάλλωνται αἱ σχέσεις τῶν διαστημάτων καὶ τῆς ταχύτητος πρὸς τὸν χρόνον. Ἡ ἀπλουστέρα τῶν συσκευῶν τούτων εἶναι τὸ **κεκλιμένον ἐπίπεδον**. Τοῦτο εἶναι σανὶς, ἡ ὁποία σχηματίζει ὀξείαν γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἡ γωνία αὕτη α καλεῖται κλίσις τοῦ ἐπιπέδου (σχ. 24). Ἡ σανὶς φέρει κατὰ μῆκος της αὐλάκα λίαν καὶ



Σχ. 24.

παραπλεύρως κλίμακα διηρημένην εἰς ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου. Ἐντὸς τῆς αὐλάκος ταύτης κυλίσεται ἄνευ τριβῆς μικρὰ σφαῖρα, τῆς ὁποίας τὸ βάρος εἶναι ἡ δύναμις $ΟΔ$. Αὕτη δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο συ-

νιστώσας $ΟΔ_1$ καὶ $ΟΔ_2$, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μὲν $ΟΔ_2$ ὡς κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τούτου, ἡ δὲ $ΟΔ_1$ εἶναι παράλληλος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου καὶ εἶναι αὕτη, ἡ ὁποία τάινει νὰ μεταθέσῃ τὸ σῶμα. Ἐκ τοῦ σχήματος φαίνεται ὅτι ἡ $ΟΔ_1$ ὡς συνιστώσα εἶναι μέρος τοῦ ὅλου βάρους καὶ γίνεται τόσον μικροτέρα, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ κλίσις τοῦ ἐπιπέδου. Συνεπῶς καὶ ἡ κίνησις εἶναι τόσον βραδυτέρα, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ κλίσις αὕτη. Πειραματιζόμενοι διὰ τοῦ ἐπιπέδου τούτου, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐὰν ἡ κλίσις αὐτοῦ εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἡ σφαῖρα νὰ διανύσῃ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως

εἰς 1"	10	ἐκ. μ.	ἤτοι	10×1 ,	
εἰς 2" διανύει	40	»	»	$10 \times 4 = 10 \times 2^2$	
εἰς 3" διανύει	90	»	»	$10 \times 9 = 10 \times 3^2$	
εἰς 4" διανύει	160	»	»	$10 \times 16 = 10 \times 4^2$	κ.ο.κ.

Ἦτοι τὰ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα τοῦ τετραγώνου τῶν χρόνων, καθ' οὓς διανύονται.

Ἐὰν εἰς τὸ ἐπίπεδον δώσωμεν κλίσιν μεγαλυτέραν καὶ δὴ τοιαύτην, ὥστε ἡ σφαῖρα νὰ διανύσῃ διάστημα π.χ.

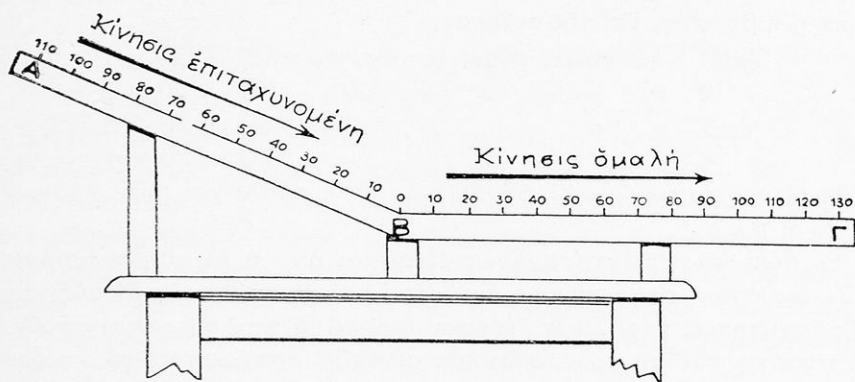
εἰς 1'' 20 ἐκ.,

τότε εἰς 2'' ἡ σφαῖρα διανύει 80 » ἤτοι 20×4 ἢ 20×2^2 ,

εἰς 3'' » » 180 » » 20×9 » 20×3^2 ,

εἰς 4'' » » 320 » » 20×16 » 10×4^2 κ.ο.κ.

Αὐξάνοντες τὴν γωνίαν α διαρκῶς, μέχρις ὅτου καταστῇ αὕτη 90° , βλέπομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα αὐξάνουν, αἱ σχέσεις ὅμως αὐτῶν πρὸς τὸν χρόνον παραμένουν αἱ αὐταί. Ἄρα καὶ ὅταν τὸ σῶμα πίπτῃ ἐλευθέρως καὶ κατακορύφως, θὰ ἀκολουθήσῃ τὸν αὐτὸν νόμον.



Σχ. 25.

33.—**Τρίτος Νόμος. Νόμος τῶν ταχυτήτων.** Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου μεταχειριζόμεθα κεκλιμένον ἐπίπεδον τῆς μορφῆς, τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ σχῆμα 25. Εἰς αὐτὸ ἡ σφαῖρα, κυλιομένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB φθάνει εἰς τὸ B καὶ κατόπιν ἐξακολουθεῖ νὰ κυλίεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου BG ὁμαλῶς καὶ μόνον δυνάμει τῆς ἄδρανείας, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἐξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν τώρα ἡ σφαῖρα ἀφε-

θῆ ἐκ τῆς διαιρέσεως 10 τοῦ ἐπιπέδου AB, εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου φθάνει εἰς τὸ B. Ἐκεῖθεν θὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ κινῆται ἐπὶ τοῦ BG ὁμαλῶς μὲ τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν ἔχει ἀποκτήσῃ ἡ σφαῖρα ἀπὸ τὴν διαιρέσιν 10 μέχρι τοῦ B. Βλέπομεν δὲ ὅτι διανύει εἰς ἐκάστην χρονικὴν μονάδα 20 διαιρέσεις. Ἐὰν ἀφεθῇ ἡ σφαῖρα νὰ κυλισθῇ ἐκ τῆς διαιρέσεως 40 ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB, θὰ φθάσῃ εἰς τὸ B εἰς τὸ τέλος τῶν δύο δευτερολέπτων καὶ δυνάμει τῆς ταχύτητος τῆς κτηθείσης εἰς τὰ δύο ταῦτα δευτερόλεπτα ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους, κυλίεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου BG ὁμαλῶς, διανύουσα εἰς ἐκάστην χρονικὴν μονάδα 40 διαιρέσεις. Ἐὰν ἀφεθῇ νὰ κυλισθῇ ἐκ τῆς διαιρέσεως 90 ἐπὶ τρία δευτερόλεπτα, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου δευτερολέπτου θὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ B καὶ κατόπιν θὰ κυλισθῇ ἐπὶ τοῦ BG ὁμαλῶς, διανύουσα εἰς ἐκάστην χρονικὴν μονάδα 60 διαιρέσεις. Ἐκ τούτου βλέπομεν ὅτι ἂν ἀφήσωμεν νὰ ἐπιδράσῃ ἡ βαρύτης ἐπὶ τῆς σφαίρας,

$$\begin{array}{llllll} \text{ἐπὶ } 1'' \text{ ἡ σφαῖρα ἀποκτᾷ ταχύτητα } & 20 & = & 20 \times 1 \\ \gg 2'' \gg & \gg & & \gg & 40 & = 20 \times 2 \\ \gg 3'' \gg & \gg & & \gg & 60 & = 20 \times 3 \\ \gg 4'' \gg & \gg & & \gg & 80 & = 20 \times 4 \end{array}$$

ἦτοι αἱ ταχύτητες 20, 40, 60, 80 κ.λ. εἶναι ἀνάλογοι τῶν χρόνων 1, 2, 3, 4 κ.λ. *

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων ἐξάγεται ὅτι ἡ ἐλευθέρᾳ πτώσις τῶν σωμάτων εἶναι κίνησις ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, ἡ δὲ αὔξησις τῆς ταχύτητος, ἦτοι 20 ἐκ., ἐφόσον διαρκεῖ ἡ πτώσις, εἶναι σταθερὰ ποσότης καὶ ἴση πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος, τὸ ὁποῖον τὸ κινητὸν διανύει εἰς τὴν πρώτην χρονικὴν μονάδα (10). Ἡ σταθερὰ αὕτη αὔξησις τῆς ταχύτητος, ἦτοι ἡ ἐπιτάχυνσις, ἐφ' ὅσον ἀναφέρεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, παρίσταται διὰ τοῦ g, ἐνῶ εἰς τὴν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην ἐπιταχυνομένην κίνησιν, μὴ προερχομένην ὁμως ἐκ τῆς βαρύτητος, παρίσταται, ὡς εἶδομεν, διὰ τοῦ γράμματος γ. Κατ' ἀκολουθίαν καὶ οἱ τύποι, τοὺς ὁποίους

* Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς καὶ διὰ ἄλλων μηχανῶν ὡς ἡ τοῦ Morin καὶ ἡ τοῦ Atwood.

ἐγνωρίσαμεν εἰς τὴν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην κίνησιν $\tau = \gamma \chi$ καὶ $\delta = \frac{1}{2} \gamma \chi^2$, ὅταν ἀναφέρονται εἰς τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων

(ἄνευ ἀρχικῆς ταχύτητος) λόγῳ τῆς βαρύτητος, εἶναι $\tau = g \chi$ [1] καὶ $\delta = \frac{1}{2} g \chi^2$ [2]. Ἐὰν τώρα εἰς τὴν ἐξίσωσιν [2] θέσωμεν

$\chi = 1$ τότε $g = 2\delta$, ἥτοι ἡ ἐπιτάχυνσις, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὴν βαρύτητα, ἰσοῦται πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος, τὸ ὁποῖον διανύεται κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεως.

Ἐκ τῆς ἐξισώσεως δὲ [1] λαμβάνομεν

$$\chi = \frac{\tau}{g} \quad \text{καὶ} \quad \chi^2 = \frac{\tau^2}{g^2}.$$

Ἐὰν τὴν τελευταίαν αὐτὴν τιμὴν τοῦ χ^2 εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν ἐξίσωσιν [2] λαμβάνομεν

$$\delta = \frac{1}{2} g \frac{\tau^2}{g^2}, \quad \delta = \frac{\tau^2}{2g} \quad \tau^2 = 2g\delta$$

$$\text{καὶ} \quad \tau = \sqrt{2g\delta} \quad [3].$$

Ὁ τύπος οὗτος [3] συνδέει τὴν ταχύτητα, τὸ διάστημα καὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν εἰς ὠρισμένον τόπον, χωρὶς νὰ δίδεται ὁ χρόνος.

Ἡ τιμὴ τοῦ g , ἥτοι τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος, εὐρέθη ὅτι εἶναι 9,80 μ., δὲν εἶναι ὁμῶς ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Τουναντίον διὰ πειραμάτων εὐρέθη, ὅτι αὕτη αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Οὕτως εἰς τὸν ἰσημερινὸν εἶναι 9,78 μ. εἰς Ἀθήνας 9,80, εἰς Παρισίους 9,81 μ., εἰς δὲ τοὺς πόλους 9,88 μ.

Ἀσκήσεις

1) Δύναμις 4,8 χιλιογραμ. ἐνεργεῖ ἐπὶ σώματος καὶ προσδίδει εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν 1,20 μέτρ. Πόση εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ σώματος;

2) Πόσον χρόνον θὰ δαπανήσῃ λίθος πίπτων εἰς φρέαρ βάθους 490 μ.;

3) Λίθος πίπτων εἰς φρέαρ φθάνει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος μετὰ 2,5 δευτερόλεπτα. Πόσον εἶναι τὸ βάθος τοῦ φρέατος;

4) Πόσῃν ταχύτητά ἔχει ἀποκτήσῃ σῶμα πίπτον ἐξ ὕψους 250 μέτρων, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος;

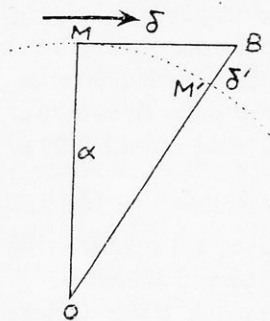
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ

34.—**Κεντρομόλος καὶ φυγόκεντρος δύναμις.** Εἶδομεν προηγουμένως ὅτι σῶμα, εὐρισκόμενον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως τινος, κατὰ τὸ ἀξίωμα τῆς ἀδρανείας τείνει νὰ κινηθῇ εὐθυγράμμως καὶ ὁμαλῶς. Συνεπῶς, ὅταν σῶμά τι κινῆται κυκλικῶς, πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργεῖ δυνάμεις τις, ἡ ὁποία τὸ ἀναγκάζει νὰ κινηθῇ οὕτω καὶ διευθύνει αὐτὸ πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπύλης γραμμῆς, τὴν ἐποίαν διαγράφει.

Τοιοῦτόν τι συμβαίνει, ὅταν λίθος, προσδεδεμένος εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, περιστρέφεται κυκλικῶς, ἐνῶ κρατοῦμεν τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σχοινίου διὰ τῆς χειρὸς μας. Ὅλοι γνωρίζομεν τότε, ὅτι χρειάζεται ἀρκετὴ προσπάθεια διὰ νὰ συγκρατήσωμεν τὸν λίθον, ὁ ὁποῖος τείνει διαρκῶς νὰ ἐκτιναχθῇ. Καὶ ἐὰν κατὰ τινα στιγμήν παύσῃ ἡ δύναμις αὕτη νὰ ἐνεργῇ ἢ κοπῇ τὸ σχοινίον, ὁ λίθος ἐκτινάσσεται, κινούμενος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης.

Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἐξαναγκάζει τὸ σῶμα νὰ κινῆται κυκλικῶς καὶ νὰ διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς του τροχιάς, καλεῖται **κεντρομόλος**, ἡ δὲ δύναμις, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς κινούμενον κυκλικῶς σῶμα καὶ τείνει διαρκῶς νὰ ἀπομακρύνῃ αὐτὸ ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς τροχιάς, καλεῖται **φυγόκεντρος**.



Σχ. 26

35.—**Ἐντασις τῆς κεντρομόλου καὶ φυγοκέντρου δυνάμεως.** Ὅς θεωρήσωμεν ὅτι ὑλικόν τι σημεῖον M , κινεῖται κυκλικῶς περὶ τὸ σημεῖον O καὶ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους (σχ. 26) μὲ κίνησιν ὁμαλὴν.

Τὸ σημεῖον τοῦτο δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν, ὅτι διαγράφει κατὰ τινὰ χρόνον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς κεντρομόλου δυνάμεως τόξον MM' . Εἰς αὐτὸ ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις, μία κατὰ τὴν διεύθυνσιν

τῆς ἐφαπτομένης, ἣτις προκαλεῖ κίνησιν ὁμαλήν, ὥς νὰ μὴ ὑπῆρχε κεντρομόλος, τὸ δὲ διάστημα, τὸ ὁποῖον θὰ διήνυε τότε τὸ κινητὸν, θὰ ἦτο $\delta = t\chi$ καὶ ἑτέρα δύναμις, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κεντρομόλου. Αὕτη προσδίδει εἰς τὸ κινητὸν κίνησιν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην ἐπιταχυνομένην. Ἄν καλέσωμεν γ τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὴν ἐνεργοῦσαν κεντρόμολον δύναμιν, τὸ κινητὸν θὰ διανύσῃ καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον χ , διάστημα δ' , τὸ ὁποῖον εἶναι $\delta' = \frac{\gamma\chi^2}{2}$. Τούτου δεδομένου, ἔχομεν ἐκ τοῦ τριγώνου OMB

$$(OM)^2 + (MB)^2 = (OB)^2.$$

Παριστῶντες νῦν διὰ τοῦ α τὴν ἀκτῖνα τῆς περιγραφομένης περιφερείας ὑπὸ τοῦ κινητοῦ M, ἔχομεν

$$\begin{aligned}\alpha^2 + \delta^2 &= (\alpha + \delta')^2 \quad \eta \\ \alpha^2 + \delta^2 &= \alpha^2 + 2\alpha\delta' + \delta'^2.\end{aligned}\quad [1]$$

$$\text{Ἐπειδὴ δὲ } \delta' = \frac{1}{2} \gamma\chi^2,$$

ἂν ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὴν [1] τὸ δ' διὰ τοῦ ἴσου του θὰ ἔχωμεν

$$\alpha^2 + \delta^2 = \alpha^2 + 2\alpha \frac{\gamma\chi^2}{2} + \gamma^2 \frac{\chi^4}{4}$$

καὶ ἂν ἀντὶ τοῦ δ θέσωμεν τὸ ἴσον του $\delta = t\chi$, θὰ ἔχωμεν

$$\alpha^2 + t^2\chi^2 = \alpha^2 + \frac{2\alpha\gamma\chi^2}{2} + \frac{\gamma^2\chi^4}{4}.$$

$$\text{Ἐκτελοῦντες τὰς δυνατὰς ἀπλοποιήσεις, ἔχομεν } t^2 = \alpha\gamma + \frac{\gamma^2\chi^2}{4}$$

Ἐπειδὴ δὲ ὁ χ δύναται νὰ ληφθῇ ὅσον θέλομεν μικρός, δυνάμεθα νὰ μὴ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὸν ὅρον $\frac{\gamma^2\chi^2}{4}$, ὅτε ἔχομεν $t^2 = \alpha\gamma$.

Ἄν τῶρα εἰς τὸν τύπον, τὸν παριστῶντα τὴν δύναμιν $\Delta = m\gamma$, θέσωμεν ὅπου γ τὸ ἴσον του, ἔχομεν :

$$\Delta = \frac{m t^2}{\alpha} \quad [2].$$

Ὁ τύπος οὗτος παριστᾷ τὴν τιμὴν τῆς κεντρομόλου δυνάμεως. Καὶ ἐπειδὴ ὥς εἴπομεν ἡ **φυγόκεντρος δύναμις** εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος

τῆς *κεντρομόλου*, αἱ ἐντάσεις αὐτῶν εἶναι ἴσαι καὶ ὁ αὐτὸς τύπος [2] θὰ ἐκφράζη τὴν τιμὴν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως

$$\Phi = \frac{\mu \tau^2}{\alpha} \quad [3].$$

36.— **Νόμοι τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.** Ἐκ τοῦ τύπου τούτου [3] συνάγομεν τοὺς ἐξῆς νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν τὴν φυγοκέντρον δύνανιν.

α) *Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ κινητοῦ* (ὅταν ἡ ταχύτης καὶ ἡ ἄκτις περιστροφῆς εἶναι αἱ αὐταί). Ἦτοι ὅταν τὸ βάρος τοῦ κινητοῦ εἶναι δῖς, τρεῖς κ.λ. μεγαλύτερον, ἡ φυγόκεντρος δύναμις, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἶναι δῖς, τρεῖς, κ.λ. μεγαλύτερα. Λίθος λ.χ. 100 γραμ. βάρους περιστρεφόμενος ἀποκτᾷ φυγόκεντρον δύνανιν διπλασίαν ἄλλου λίθου 50 γραμ. βάρους, ὅταν περιστρέφονται καὶ οἱ δύο μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα καὶ μὲ τὴν ἰδίαν ἄκτινα περιστροφῆς.

β) *Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος* (ὕπο τὴν αὐτὴν μᾶζαν καὶ ἄκτινα περιστροφῆς). Ἦτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ γίνη δῖς, τρεῖς μεγαλύτερα, ἡ φυγόκεντρος δύναμις γίνεται τετράκις, ἐνεάκις μεγαλύτερα.

γ) *Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος τῆς περιστροφῆς* (ὅταν ἡ ταχύτης καὶ ἡ μᾶζα εἶναι αἱ αὐταί). Ἀτμάμαξα λ.χ. σιδηροδρομικὴ ἀναπτύσσει μεγαλυτέραν φυγόκεντρον δύνανιν, ὅταν διατρέχη μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος τόξον κυκλικοῦ δρόμου μικροτέρας ἀκτίνος.

Ὁ τύπος [3] δὲν περιλαμβάνει τὸν χρόνον, καθ' ὃν γίνεται ἡ περιστροφή τοῦ κινητοῦ. Ἄν καλέσωμεν χ τὸν χρόνον μιᾶς περιστροφῆς, ἐπειδὴ τὸ κινητὸν διαγράφει τὴν περιφέρειαν $2\pi\alpha$ ἰσοταχῶς, θὰ ἔχωμεν

$$2\pi\alpha = \tau \cdot \chi \quad \text{καὶ} \quad \tau = \frac{2\pi\alpha}{\chi} \quad \text{καὶ} \quad \tau^2 = \frac{4\pi^2\alpha^2}{\chi^2}$$

Εἰσάγοντες τὴν τιμὴν ταύτην τ^2 εἰς τὸν τύπον [3] λαμβάνομεν

$$\Phi = 4\mu \frac{\pi^2 \alpha^2}{\alpha \chi^2} \quad \text{καὶ} \quad \Phi = \frac{4\mu \pi^2 \alpha}{\chi^2}$$

Ἐκ τούτου συνάγομεν τέταρτον νόμον :

δ) *Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτῖνος περιστροφῇ*; (ὅταν ὁ χρόνος μιᾶς περιστροφῆς εἶναι ὁ αὐτός).

Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον σῶμά τι, εὐρίσκόμενον εἰς τὸν ἰσημερινὸν τῆς Γῆς, ὑπόκειται εἰς μεγαλυτέραν φυγόκεντρον δύναμιν, παρὰ ὅταν εὐρίσκεται εἰς ἄλλην θέσιν, καίτοι ἀμφοτέρα κινοῦνται κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον.

37.—Φαινόμενα καὶ ἐφαρμογαὶ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. Πλεῖστα φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. Οἱ ἵπποι, οἱ ποδηλάται καὶ οἱ δρομεῖς κατὰ τὰς στροφὰς κλίνουν τὸ σῶμα πρὸς τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς τροχιάς των, διὰ νὰ μὴ ἀνατραποῦν λόγῳ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται. Οἱ ὁδηγοὶ τῶν ἀμαξοστοιχιῶν μετριάζουν τὴν ταχύτητα κατὰ τὰς καμπὰς τῆς γραμμῆς, διὰ νὰ ἀποφύγουν τὴν ἐκτροχίασιν. Διὰ τὴν αὐτὴν αἰτίαν ἡ ἐξωτερικὴ ράβδος τῶν σιδηροδρομικῶν γραμμῶν τοποθετεῖται ὀλίγον ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν, διὰ νὰ κλίνη ἡ ἀμαξοστοιχία πρὸς τὰ ἔσω. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως οἱ τροχοὶ ἀμάξης κινουμένης ἐκσφενδονίζουσιν μακρὰν τὸν βόρβωρον, ὅστις προσκολλᾶται ἐπ' αὐτῶν.

Ἐπίσης πλείστας ἐφαρμογὰς εὐρίσκει ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἰς τὸν καθ' ἡμέραν βίον μας καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν ἡ λειτουργία τῶν ἀνεμιστήρων, τῶν μηχανημάτων ἐξαγωγῆς βουτύρου ἐκ τοῦ γάλακτος, τοῦ μελιτοεξαγωγέως, τῶν φυγοκεντρικῶν ὑδραντλίων καὶ ἄλλων ὀφείλεται εἰς τὴν φυγόκεντρον δύναμιν. Ἐπίσης κατὰ τὴν ἄλεσιν τῶν κόκκων τοῦ σίτου διὰ τῶν μυλοπετρῶν, οἱ θρυμματιζόμενοι κόκκοι φέρονται διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως πρὸς τὰ ἔσω. Εἰς δὲ τὰ ὑφαντουργεῖα ἀποξηραίνουν τὰ βρεγμένα ὑφάσματα διὰ τῆς φυγοκεντρικῆς μηχανῆς.

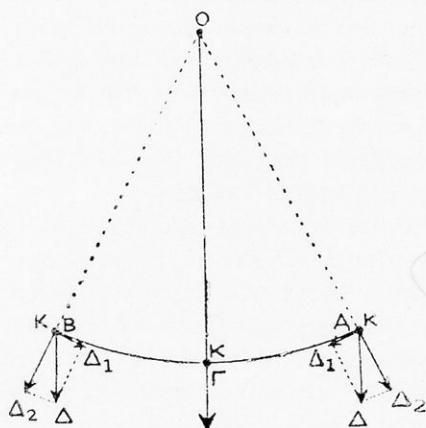
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

ΕΚΚΡΕΜΕΣ

38.—Ὅρισμοί. *Ἐκκρεμὲς καλεῖται πᾶν βαρὺ σῶμα, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ κινήθῃ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα μὴ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους του.* Τὸ σῶμα Κ λ. χ., ὅταν στρέφεται ἐλευθέρως

πως περί τὸν ἄξονα O , ἀποτελεῖ ἐκκρεμές. Ἐκκρεμές ἐπίσης δύναται νὰ θεωρηθῇ καὶ τὸ ἀποτελούμενον ἀπὸ ρόβδον ξυλίνην ἢ μεταλλικὴν, ἡ ὁποία διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου της εἶναι ἐξηρτημένη ἀπὸ σταθερὸν ἄξονα, εἰς δὲ τὸ ἄλλο φέρει βαρὺ φακοειδὲς σῶμα, διὰ νὰ διασχιζῇ εὐκόλως τὸν ἀέρα. Τοῦτο καλεῖται *σύνθετον ἐκκρεμές*. Ὅταν τέλος θεωρηθῇ ἡ ὕλη τοῦ σώματος συγκεντρωμένη εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἐξηρτημένον διὰ νήματος ἀβαροῦς καὶ μὴ τεινομένου, τότε ἔχομεν τὸ *μαθηματικὸν ἢ θεωρητικὸν ἐκκρεμές*.

Τὸ ἐκκρεμές, οἷονδήποτε καὶ ἂν εἶναι, ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται καὶ διὸ τοῦ ἄξονος ἐξαρτήσεως (σχ. 27). Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐκκρεμές Γ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας εἰς τὴν θέσιν A καὶ ἀφήσωμεν αὐτὸ



σχ. 27

ἐλεύθερον, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν τοῦ θέσιν. Δὲν σταματᾷ ὅμως ἐκεῖ, ἀλλὰ προχωρεῖ καὶ φθάνει εἰς τὸ σημεῖον B καὶ πάλιν ἐπιστρέφει, διαγράφον μὲ ἀκτῖνα OG , τόξον AB . Ἐὰν ἀναλύσωμεν τὸ βῆρος $K\Delta$ εἰς δύο συνιστώσας, μίαν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς προεκτάσεως τοῦ νήματος καὶ τὴν ἄλλην κάθετον ἐπὶ τὴν πρώτην, βλέπομεν, ὅτι ἡ μὲν $K\Delta_2$ ἐξουδετεροῦται, ἡ δὲ $K\Delta_1$ εἶναι ἡ δύναμις ἐκεῖνη, ἡ ὁποία ἀναγκάζει

τὸ ἐκκρεμές νὰ κινηθῇ ἀπὸ τῆς θέσεως A εἰς τὴν θέσιν Γ . Ἀναλύοντες καθ' ὅμοιον τρόπον τὸ βῆρος εἰς διαφορὰς θέσεις τοῦ τόξου $A\Gamma$, πειθόμεθα, ὅτι ἡ δύναμις αὕτη ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως καὶ ὁλονὲν ἐλοττοῦται. Ὅταν δὲ φθάσῃ εἰς τὸ Γ , μηδενίζεται ἐκ τῆς κατ' εὐθείαν ἀντιδράσεως τοῦ ἄξονος. Ἐν τούτοις τὸ σῶμα προχωρεῖ πέραν τοῦ Γ λόγω τῆς κτηθείσης ταχύτητος μέχρι τοῦ σημείου B , τὸ ὁποῖον εἶναι συμμετρικὸν τοῦ A

ὡς πρὸς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ΟΓ. Ἐὰν τώρα ἀναλύσωμεν τὸ βάρος ΚΔ εἰς δύο συνιστώσας, βλέπομεν, ὅτι ἡ ΚΔ, ἐνεργεῖ ἤδη ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν καὶ συνεπῶς ἐπιβραδύνει ταύτην. Διὰ τοῦτο τὸ σῶμα Κ, ὅταν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον Β, ἐξαντλεῖ τελείως τὴν κτηθεῖσαν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν ἔχει ἀποκτήσει κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἀπὸ τὸ Α πρὸς τὸ Γ. Ὑπεῖκον δὲ τοῦτο εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους του, ἐπανέρχεται εἰς τὸ σημεῖον Γ καὶ ἐκεῖθεν διὰ τὸν αὐτὸν λόγον εἰς τὸ Α κ.ο.κ., ἥτοι τὸ κινητὸν ἐκτελεῖ κίνησιν *περιοδικήν*, ἡ ὁποία καλεῖται *αἰώρησις*.

Ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ Γ εἶναι ἐπιταχυνομένη, ἀπὸ δὲ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β ἐπιβραδυνομένη. Ἡ μετάβασις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπὸ τῆς θέσεως ΟΑ εἰς τὴν ΟΒ καλεῖται *ἀπλὴ αἰώρησις* καὶ ἡ γωνία ΑΟΓ *πλάτος τῆς αἰωρήσεως*. Ὅταν δ' ἡ αἰώρησις περιλαμβάνῃ δύο ἀπλὰς αἰωρήσεις κατ' ἀντιθέτους φορὰς καλεῖται *πλήρης αἰώρησις*.

Περίοδος καλεῖται ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον δαπανᾷ τὸ ἐκκρεμές διὰ νὰ ἐκτελέσῃ μίαν πλήρη αἰώρησιν. *Μῆκος* δὲ τοῦ ἐκκρεμοῦς καλεῖται ἡ ἀπόστασις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ κινητοῦ Κ ἀπὸ τοῦ ἄξονος ἐξαρτήσεως. Συνεπῶς τὸ ἐκκρεμές αἰωρεῖται λόγῳ τοῦ βάρους του καὶ ἔπρεπεν, ἅπαξ τεθὲν εἰς κίνησιν νὰ κινῆται διαρκῶς. Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει λόγῳ τῆς τριβῆς τοῦ ἄξονος καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

39.—**Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀκολουθοῦν ὥρισμαμένους νόμους, οἱ ὁποῖοι περιλαμβάνονται εἰς τὸν τύπον $\chi = 2 \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$, ὅπου χ παριστᾷ τὸν χρόνον μιᾶς πλήρους αἰωρήσεως εἰς δευτερόλεπτα, μ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ g τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος. Οἱ νόμοι οὗτοι εἶναι οἱ ἑξῆς:

α) *Αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶναι ἰσόχρονοι, ὅταν τὸ πλάτος αὐτῶν εἶναι μικρότερον τῶν 5° .*

Τοῦτο ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὡς ἑξῆς: Θέτομεν εἰς αἰώρησιν τὸ ἐκκρεμές ὑπὸ μικρὸν πλάτος καὶ μετροῦμεν διὰ τοῦ χρονόμετρου τὸν χρόνον δέκα αἰωρήσεων. Διαιροῦντες κατόπιν τὸν χρόνον τοῦτον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν αἰωρήσεων, εὐρίσκομεν τὸν

χρόνον τῆς μιᾶς αἰωρήσεως. Μετροῦμεν ἐν συνεχείᾳ τὸν χρόνον δέκα ἐτέρων αἰωρήσεων καὶ καθ' ὅμοιον τρόπον εὐρίσκομεν τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως, συγκρίνοντας δὲ τοὺς χρόνους τούτους εὐρίσκομεν αὐτοὺς περίπου ἴσους.

β) *Ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ μήκους αὐτοῦ.*

Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν τέσσαρα ἔκκρεμῇ ὅμοια διὰ νημάτων, τῶν ὁποίων τὰ μήκη εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, 16 καὶ θέσωμεν ταῦτα ταυτοχρόνως καὶ ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος εἰς αἰώρησιν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ δευτέρου, τοῦ τρίτου καὶ τοῦ τετάρτου ἔκκρεμοῦς εἶναι δῖς, τρίς, τετράκις μεγαλύτερος τοῦ χρόνου τῆς αἰωρήσεως τοῦ πρώτου.

γ) *Ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ὁποίας σύγκειται τοῦτο.*

Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἓκ τινος ὑποστηρίγματος τρία ἔκκρεμῇ τοῦ αὐτοῦ μήκους, ἀλλὰ διαφόρου οὐσίας, ὡς σφαιρίδια μολύβδου, ξύλου, φελλοῦ καὶ θέσωμεν ταῦτα ταυτοχρόνως εἰς αἰάρησιν ὑπὸ μικρὸν πλάτος, παρατηροῦμεν, ὅτι δι' ἕκαστον τούτων ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως εἶναι ὁ αὐτός.

δ) *Ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος.*

Ἦτοι ἂν λάβωμεν ἔκκρεμές, ἀποτελούμενον ἐκ μικροῦ σφαιριδίου σιδήρου καὶ διὰ τοῦ χρονομέτρου προσδιορίσωμεν τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως, ἔστω οὗτος χ , κατόπιν δὲ διὰ τινος μαγνήτου καταστήσωμεν τὴν ἑλξιν ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου τετράκις μεγαλυτέραν, ὡς ἐὰν ἐνήργει ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ προσδιορίσωμεν ἐκ νέου τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος θὰ εἶναι $\frac{\chi}{2}$ ἢ τοὶ ὑποδιπλάσιος.

40.—**Ἐφαρμογαί.** Τὸ ἰσόχρονον τῶν αἰωρήσεων μικροῦ πλάτους τοῦ ἔκκρεμοῦς εὑρε σπουδαιοτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὰ *ὠρολόγια δι' ἔκκρεμοῦς*.

Ἐκτὸς τῆς ἐφαρμογῆς ταύτης τὸ ἔκκρεμές ἐχρησιμοποιήθη καὶ διὰ

τὴν εὐρεσιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος. Οὕτως ἐκ τοῦ τύπου

$$\chi = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{g}} \quad \text{ἔχομεν καὶ } \chi^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{\mu}{g} \quad \text{καὶ ἐξ αὐτοῦ εὐρίσκομεν}$$

ὅτι $g = \frac{4\pi^2 \mu}{\chi^2}$, ἐκ τοῦ ὁποίου μανθάνομεν ὅτι πρὸς προσδιορισμὸν

τοῦ g ἐνὸς τόπου ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν *τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως εἰς δευτερόλεπτα*. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου εὐρέθη ὅτι τὸ g μεταβάλλεται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον καὶ βαίνει αὐξανόμενον ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Συνεπῶς τὰ σώματα εἶναι βαρύτερα εἰς τοὺς πόλους παρὰ εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ὑπελογίσθη μάλιστα ὅτι βάρος 1 χιλιογράμμου αὐξάνεται κατὰ 5 γραμμάρια, ὅταν μεταφερθῇ ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸν εἰς τοὺς πόλους.

Ἀ σ κ ή σ ε ι ς

1) Κινητὸν μάζης 10 γραμμαρίων στρέφεται ἐπὶ περιφερείας κύκλου ἀκτῖνος 2 μ. μὲ ταχύτητα 8 μ. κατὰ 1''. Ποία ἡ ἀναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμις;

2) Κινητὸν στρέφεται ἐπὶ περιφερείας κύκλου ἀκτῖνος 4 μέτρων μὲ ταχύτητα 8 μ. κατὰ 1'' καὶ ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν 60 χιλιογράμμων. Ποία ἡ μᾶζα τοῦ κινητοῦ;

3) Ποῖον τὸ μῆκος ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς, τοῦ ὁποίου ὁ χρόνος αἰωρήσεως εἶναι 3'' εἰς τόπον ὅπου $g=9,80$ μέτρα;

4) Τὸ μῆκος ἐκκρεμοῦς εἶναι 60 μ. Ποία εἶναι ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεώς του εἰς τόπον ὅπου τὸ $g=9,80$ μέτρα;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

ΕΡΓΟΝ—ΙΣΧΥΣ—ΕΝΕΡΓΕΙΑ

41.—**Ἔργον.** Ὅταν ὑποῦμεν σῶμά τι ἢ ἀπλῶς μεταθέτωμεν αὐτὸ διὰ τῆς μυϊκῆς δυνάμεώς μας, λέγομεν ὅτι ἐκτελεῶμεν ἔργον. Ἐπίσης ἔργον ἐκτελεῖ ἵππος, ὅταν σύρῃ τὴν ἄμαξαν, ἢ ἀτμομηχανή, ὅταν κινῇ διάφορα μηχανήματα. Τὸ ἔργον τοῦτο καλεῖται *μηχανικὸν ἔργον*. Ἀς θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ δύναμις

εἶναι σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν καὶ τὸ σῶμα μετατίθεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ. Ἄν υποθέσωμεν ὅτι ἐργάτης ἀνυψώνει κατακορύφως βάρος 1 χιλιογράμμου εἰς ὕψος 1 μ., τότε λέγομεν ὅτι οὗτος παράγει ἔργον τι. Ἄν ὁ αὐτὸς ἐργάτης ὑψώσῃ βάρος 2 χιλιογραμμῶν εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ἐκτελεῖ διπλάσιον ἔργον καὶ διὰ τὴν ἐπιτύχῃ τοῦτο, καταβάλλει δύναμιν διπλάσιαν ἢ κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν. Καὶ ἂν ὑψώσῃ τριπλάσιον, τετραπλάσιον κ.ο.κ. βάρος εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ἐκτελεῖ ἔργον τριπλάσιον ἢ τετραπλάσιον καὶ καταβάλλει δύναμιν τριπλάσιαν ἢ τετραπλάσιαν κ.ο.κ. ἐκείνης, τὴν ὁποίαν κατέβαλε κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι **τὸ ἔργον εἶναι ἀνάλογον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως.**

Εἶδομεν ὅτι ὅταν ἐργάτης τις ἀνυψώσῃ βάρος 1 χιλ. εἰς 1 μ., τότε ἐκτελεῖ ἔργον τι, ἂν ὁ αὐτὸς ἐργάτης ἀναβιβάσῃ τὸ αὐτὸ βάρος εἰς ὕψος 2 μ. ἐκτελεῖ διπλάσιον ἔργον καὶ ἂν τὸ ἀναβιβάσῃ εἰς ὕψος 3 μ., 4 μ. κ.ο.κ., ἐκτελεῖ τριπλάσιον ἢ τετραπλάσιον ἔργον κ.ο.κ. ἢ κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι **τὸ ἔργον εἶναι ἀνάλογον τῆς μεταθέσεως τοῦ σώματος.** Συνεπῶς ὅταν μία δύναμις σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν μεταθέτῃ σῶμά τι κατὰ τὴν διεύθυνσίν της, τότε **τὸ παραγόμενον ἔργον εἶναι ἀνάλογον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως καὶ τῆς μεταθέσεως τοῦ σώματος.** Κατὰ ταῦτα τὸ παραγόμενον ἔργον δύναται νὰ παρασταθῇ:

Ἔργον = Δύναμις ἐπὶ Μετάθεσιν ἢ $E = \Delta \cdot M$.

Μονὰς ἔργου. Ἐπειδὴ τὸ ἔργον εἶναι ποσὸν μεταβλητόν, δύναται νὰ μετρηθῇ. Ὡς μονὰς δὲ λαμβάνεται **τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον παράγει δύναμις ἐνὸς χιλιογράμμου, ὅταν μεταθέτῃ τὸ σῶμα κατὰ τὴν διεύθυνσίν της κατὰ ἓν μέτρον.** Τὴν μονάδα ταύτην καλοῦμεν **χιλιογραμμόμετρον.** Κατὰ ταῦτα ἐὰν δύναμις 8 χιλιογρ. μεταθέτῃ σῶμά τι κατὰ τὴν διεύθυνσίν της κατὰ 10 μ., παράγει ἔργον $E = 8 \cdot 10 = 80$ χιλιογραμμομέτρων.

Θεωρητικὴ μονὰς τοῦ ἔργου εἶναι τὸ **ἔργιον**, ἥτοι τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον παράγει δύναμις μιᾶς δύνης, μετακινούσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς της κατὰ ἓν ἑκατοστόμετρον.

42.—**Ίσχύς.** Εἰς τὰς μηχανὰς μεγίστην σημασίαν ἔχει ὄχι μόνον πόσον ἔργον παράγει ἐκάστη, ἀλλὰ καὶ εἰς πόσον χρόνον παράγει αὐτό. Διὰ τοῦτο τὴν μηχανὴν ἐκτιμῶμεν *ἐκ τοῦ ἔργου, τὸ ὅποιον παράγει αὕτη εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου*, καλεῖται δὲ τοῦτο *ἰσχύς τῆς μηχανῆς*. Συνεπῶς ἡ ἰσχύς εἶναι :

$$\text{Ίσχύς} = \frac{\text{Ἔργον}}{\text{Χρόνου}} \quad \text{ἥτοι } I = \frac{E}{X}.$$

Ὡς πρακτικὴ μονὰς τῆς ἰσχύος τῆς μηχανῆς λαμβάνεται ὁ ἵππος ἢ ἄτμοῖππος, ἥτοι ἡ ἰσχύς μηχανῆς, ἡ ὁποία παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμομέτρων εἰς ἓν δευτερόλεπτον. Συνεπῶς ὅταν λέγωμεν ὅτι μία μηχανὴ εἶναι 10 ἵππων, σημαίνει ὅτι εἶναι ἱκανὴ νὰ παραγάγῃ ἔργον 750 χιλιογραμμομέτρων εἰς ἓν δευτερόλεπτον. Προκειμένου δὲ περὶ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, χρησιμοποιοῦμεν ὡς μονάδα ἰσχύος τὸ χιλιοβάτ (kilowatt), τοῦ ὁποίου ἡ σχέσις πρὸς τὸν ἵππον εἶναι $1 \text{ ἵππος} = 0,736 \text{ kw}$ ἢ $736 \text{ kw} = 1000 \text{ ἵπποι}$. Οἱ συνήθεις μικροὶ ἡλεκτρικοὶ κινητῆρες, ὡς π.χ. τῶν ἀνεμιστήρων, ἔχουν ἰσχύν $1/8$ ἢ $1/4$ τοῦ ἵππου. Αἱ μηχαναὶ τῶν αὐτοκινήτων 12—20 ἵππων, αἱ ἀτμομηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων μέχρι 2000 ἵππων, τῶν πλοίων μέχρι 50.000 ἵππων, τῶν δὲ ἀεροπλάνων μέχρι 800 ἵππων.

43.—**Ἐνέργεια.** Τὸ ὕδωρ πίπτον εἰς πτέρυγας ὑδραυλικοῦ τροχοῦ στρέφει τὸν τροχόν, ἥτοι ἐκτελεῖ ἔργον. Ὁ ἄνεμος, ἐνεργῶν εἰς τὰ ἱστία τοῦ ἀνεμομύλου, κινεῖ διαφόρους τροχοὺς καὶ παράγει ἔργον. *Ἡ ἱκανότης, τὴν ὁποίαν ἔχουν τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ ὥρι-σμένας περιστάσεις νὰ παράγουν ἔργον, καλεῖται ἐνέργεια.* Ἐπομένως τὸ πίπτον ὕδωρ, ὁ πνέων ἄνεμος ἔχουν ἐνέργειαν, διότι ταῦτα εἶναι δυνατόν νὰ παραγάγουν ἔργον. Ἡ κατὰ τὰς περιστάσεις ταύτας ἐμφανιζομένη ἐνέργεια εἶναι ὁρατὴ τρόπον τινά καὶ προέρχεται ἐξ αὐτῆς τῆς κινήσεως τοῦ σώματος. Τὴν ἐνέργειαν ταύτην καλοῦμεν *κινητικὴν ἐνέργειαν*.

Ἄλλ' ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ εἶναι καὶ ἄλλης φύσεως, ὡς λανθάνουσα. Σῶμα βαρὺ λ.χ. κρεμάμενον ἐκ σχοινίου ἐγκλείει ἐνέργειαν, διότι, ἂν κόψωμεν τὸ σχοινίον, διὰ τοῦ ὁποίου κρέμαται, δύναται τοῦτο πίπτειν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει εἰς τεταμένον ἐλατήριον, ὅταν ἀφελθῇ τοῦτο ἐλευθερον. Ἐπίσης ἡ πυρίτις καθίσταται

αίφνιδίως ίκανή νά ἐκσφενδονίσῃ βαρύτατον βλήμα, ἂν αἰφνιδίως ἀναφλεγῇ. Τό κρεμάμενον σῶμα ἄρα, τὸ τεταμένον ἐλατήριο, ἢ πυρίτις ἐγκλείουν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν *δυναμικὴν ἐνέργειαν*. Προκύπτει δὲ αὕτη ἢ ἐκ τῆς μορφῆς αὐτοῦ (ἐλατήριο), ἢ ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ (πυρίτις). Εἶναι δὲ γενικῶς ἡ ἐνέργεια τόσον μεγαλύτερα, ὅσον τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον παράγει, εἶναι μεγαλύτερον καὶ διὰ τοῦτο μετρεῖται αὕτη διὰ τῶν αὐτῶν μονάδων, διὰ τῶν ὁποίων μετρεῖται καὶ τὸ ἔργον.

Τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα δεικνύουν, ὅτι καὶ ἡ κινητικὴ καὶ ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια ἀποτελοῦν μορφήν ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν γενικῶς *μηχανικὴν ἐνέργειαν*. Ἀλλὰ πλὴν τῆς μορφῆς ταύτης ὑπάρχουν, ὡς θὰ μάθωμεν, καὶ ἄλλαι μορφαὶ ἐνεργείας, ὡς ἡ *θερμικὴ*, ἡ *φωτεινὴ*, ἡ *ἠλεκτρικὴ*, ἡ *χημικὴ* κ. ἄ.

Ἀσκήσεις

1) Πόσον εἶναι τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον ἐκτελεῖ ἐργάτης, ὅταν ἀναβιβάξῃ 200 χιλιόγραμμα ὕδατος ἀπὸ φρέαρ βάθους 25 μέτρων;

2) Πόσον ἔργον ἐκτελεῖ ἐργάτης ἐκάστοτε, ὅταν ἀναβιβάξῃ εἰς στέγην οἰκοδομῆς ὕψους 10 μέτρων πλίνθους βάρους 30 χιλιόγραμμων;

3) Πόσον ἔργον ἐκτελεῖ ἄνθρωπος βάρους 68 χιλιογράμμων, ὅταν ἀνέρχεται κλίμακα ὕψους 18 μέτρων;

4) Ἀτμαντλία ἀναβιβάζει 12 τόννους ὕδατος καθ' ὥρον εἰς ὕψος 34 μέτρων. Πόση εἶναι ἡ ἰσχύς αὐτῆς;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'.

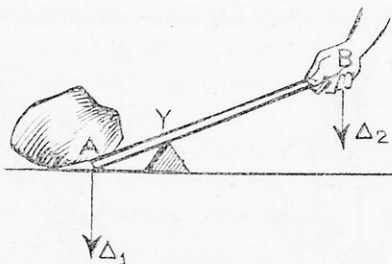
ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

44.—**Ὅρισμοί.** Μηχανὴ καλεῖται σῶμα ἢ ἄθροισμα σωμάτων, εἰς τὰ ὁποῖα μεταβιβάζεται καὶ χρησιμοποιεῖται μία δύναμις πρὸς παραγωγὴν ἔργου. Ὅταν ἡ μηχανὴ ἀποτελῇται ἐξ ἑνὸς μόνον ὀργάνου, λέγεται *ἀπλὴ μηχανή*. Ὅταν δὲ περισσότεραι ἀπλαὶ μηχαναί, συνενούμεναι καταλλήλως, ἀποτελοῦν μίαν μηχανήν, αὕτη καλεῖται *σύνθετος μηχανή*, ὅπως λ.χ. ἡ ἀτμομηχανή. Ἀπλαὶ μη-

χαναί είναι ὁ μοχλός, ἡ τροχαλία, τὸ πολὺσπαστον, τὸ βαροῦλκον, ὁ ζυγὸς κ. ἄ.

45.—**Μοχλὸς καὶ εἶδη αὐτοῦ.** Μοχλὸς καλεῖται σῶμα στερεόν, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἰσορροπῇ, ἢ νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως περὶ σταθερὸν σημεῖον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτοῦ. Τὸ σταθερὸν σημεῖον λέγεται ὑπομόχλιον, ἐκ δὲ τῶν δυνάμεων ἡ μία λέγεται κυρίως δύναμις, ἡ ἀπλῶς δύναμις, ἡ δ' ἄλλη ἀντίστασις. Συνηθέστατα ὡς μοχλὸς χρησιμοποιεῖται ράβδος στερεὰ μεταλλικὴ ἢ ξυλίνη. Τοιοῦτον μοχλὸν χρησιμοποιοῦν οἱ ἐργάται, ὅταν θέλουν νὰ μετακινήσουν βάρεα σώματα. Αἱ ἀποστάσεις τῶν διευθύνσεων τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου καλοῦνται *μοχλοβραχίονες* ἢ ἀπλῶς *βραχίονες*.

Ἀναλόγως τῆς θέσεως τοῦ ὑπομοχλίου ὡς πρὸς τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως διακρίνομεν τοὺς μοχλοὺς εἰς τρία εἶδη. Εἰς τὸ *α'* εἶδος τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκεται μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως. Εἰς τὸ *β'* εἶδος ἡ ἀντίστασις εὐρίσκεται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ δυνάμεως. Καὶ εἰς τὸ *γ'* εἶδος, ἡ δύναμις εὐρίσκεται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ ἀντιστάσεως.



Σχ. 28

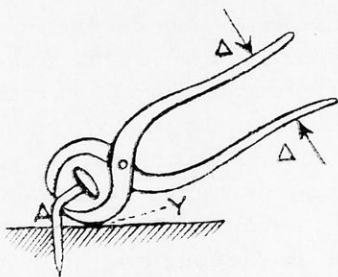
46.—**Α' εἶδους μοχλός.** Εἰς τὸ σχῆμα 28 ἡ ράβδος AB ἀποτελεῖ μοχλόν, τὸ δὲ σημεῖον Y εἶναι τὸ ὑπομόχλιον. Διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ ὁ μοχλός, πρέπει καὶ ἀρκεῖ αἱ ροπαὶ νὰ εἶναι ἴσαι ἥτοι

$$YA \cdot \Delta_1 = YB \cdot \Delta_2, \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{YB}{YA} \quad [1].$$

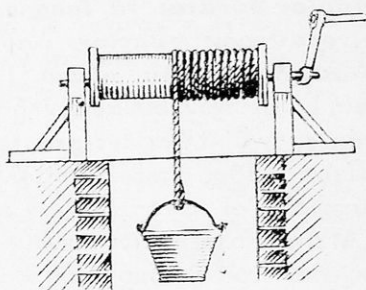
Ἐκ τῆς σχέσεως [1] μανθάνομεν ὅτι, ἂν μία τῶν δυνάμεων μεταβληθῇ, διὰ νὰ ὑφίσταται ἡ ἄνω ἰσότης, δεόν νὰ μεταβληθῇ καὶ ὁ βραχίων αὐτῆς ἀντιστρόφως. Ἦτοι ἂν ἡ δύναμις διπλασιασθῇ, ὁ βραχίων αὐτῆς δεόν νὰ ὑποδιπλασιασθῇ καὶ ἀντιστρόφως. Μοχλὸν

τοῦ α' εἶδους ἀποτελεῖ ὁ ζυγός, ὁ στατήρ, ἡ ἡλάγγρα (σχ. 29), τὸ βαροῦλκον (σχ. 30), ἡ κεφαλὴ τοῦ ἀνθρώπου (σχ. 31) κ. ἄ.

47.—**Β' εἶδους μοχλός.** Πολλάκις οἱ ἐργάται μεταχειρίζονται τὴν



Σχ. 29

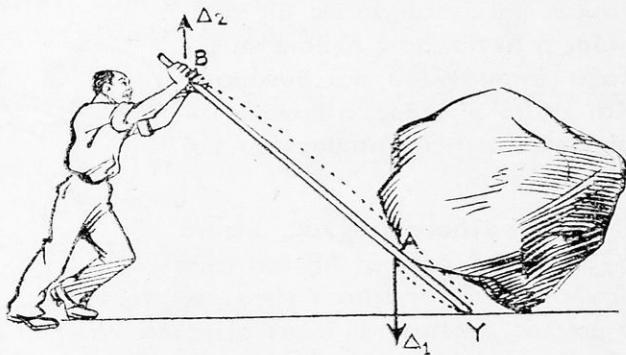


Σχ. 30

σιδηρᾶν ράβδον ὡς μοχλὸν χωρὶς νὰ χρησιμοποιοῦσιν ἰδιαιτέρον ὑποστήριγμα ὡς ὑπομόχλιον (σχ. 32). Πρὸς τοῦτο θέτουν τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς κάτωθεν τοῦ λίθου καὶ ὠθοῦν τὸ ἄλλο ἄκρον πρὸς τὰ



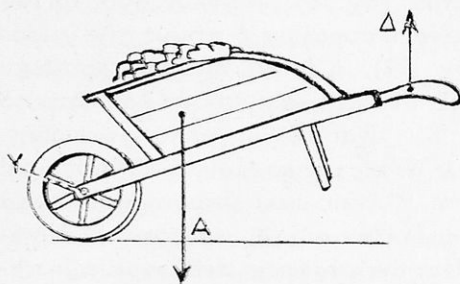
Σχ. 31.



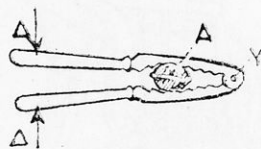
Σχ. 32.

ἄνω, στηρίζοντες τὴν ράβδον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους μὲ τὸ ἄκρον τῆς, τὸ ὁποῖον εἶναι ὑπὸ τὸν λίθον. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὡς ὑπομόχλιον χρησιμεύει τὸ ἐδαφος, ἡ ἀντίστασις ἐνεργεῖ εἰς τὸ Α καὶ ἡ δύναμις εἰς τὸ Β. Ἡ συνθήκη ἰσορροπίας εἰς τὸν μοχλὸν αὐτὸν θὰ

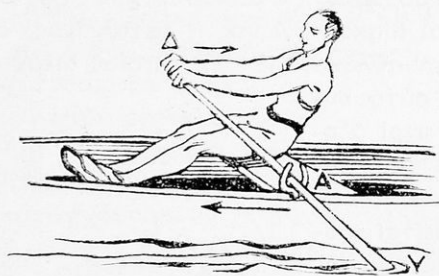
είναι $YA \cdot \Delta_1 = YB \cdot \Delta_2$ ή $\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{YB}{YA}$. Ός φαίνεται καί εκ τοῦ σχήματος, ὁ μοχλοβραχίον τῆς δυνάμεως εἶναι πάντοτε μεγαλύτερος τοῦ τῆς ἀντιστάσεως, ἡ δύναμις συνεπῶς ἡ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν θὰ εἶναι πάντοτε μικρότερα τῆς ἀντιστάσεως.



Σχ. 33.

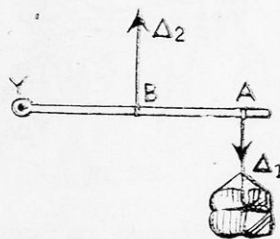


Σχ. 34.



Σχ. 35.

Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους εἶναι ἡ χειράμαξα (σχ.33), ὁ καρνοθραύστης (σχ.34), ἡ κόπη τῆς λέμβου (σχ.35), ἡ θέσις τῆς ἀκροστασίας εἰς τὸν ἀνθρώπον (σχ.36) κ.ἄ.



Σχ. 37.

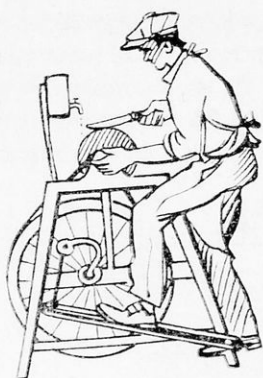


Σχ. 36.

48.—Γ' εἶδους μοχλός. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦτον ἡ δύναμις εὐρίσκεται μεταξύ τῆς ἀντιστάσεως καὶ τοῦ ὑπομοχλίου (σχ.37). Ἐπομένως ἡ σχέσις $YA \cdot \Delta_1 = YB \cdot \Delta_2$ θὰ ἀληθεύῃ, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι ὁ βραχίον τῆς δυνάμεως εἶναι πάντοτε μικρότερος τοῦ τῆς ἀντιστάσεως καὶ ἔπομένως ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν

καταβάλλομεν, εἶναι πάντοτε μεγαλύτερα τῆς ἀντιστάσεως. Διὰ

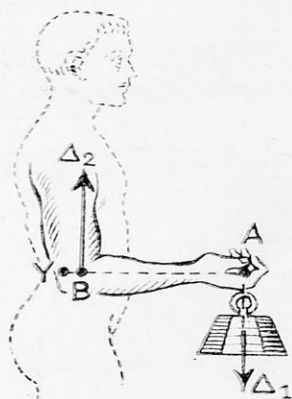
τοῦτο δὲν χρησιμοποιοῦμεν τὸν μοχλὸν τοῦτον διὰ νὰ μετακινήσωμεν βαρὲς σώματα, ἀλλὰ δι' ἐλαφρὰς πιέσεις καὶ ταχεῖαν μετακίνησιν, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν τροχὸν τοῦ ἀκονιστοῦ (σχ.38). Μοχλὸς τοῦ τρίτου



Σχ. 38.

εἶδους εἶναι ἡ πυράγρα, ὃ πῆχυς τῆς χειρὸς μας (σχ. 39), ἡ σιαγὼν ὅταν μασῶμεν κ. ἄ. Τὰ ἀνωτέρω ἀληθεύουν καὶ ὅταν ὁ μοχλὸς δὲν εἶναι εὐθύς, ἀλλὰ γωνιώδης. *Γενικῶς δὲ εἰς τὸν μοχλὸν*, οἷα δὴ ποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὑπομοχλίου *κατὰ τὴν ἰσορροπίαν αὐτοῦ, πάντοτε αἱ δυνάμεις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν παραπεμμένων βραχιόνων.*

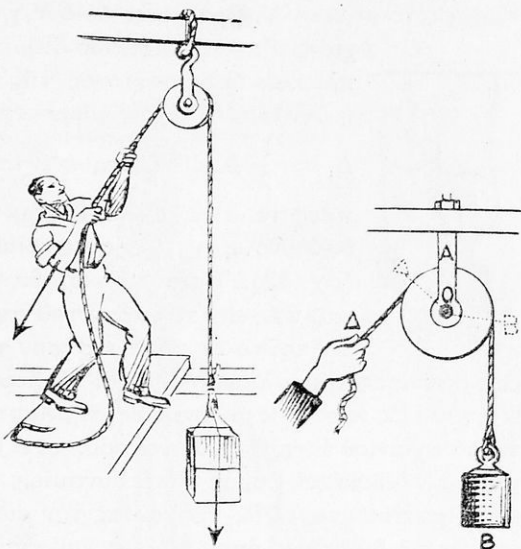
49.—**Τροχαλία** (κ. μακαρᾶς). Ἡ τροχαλία εἶναι δίσκος ξύλινος ἢ μετάλλινος, ὃ ὁποῖος φέρει κατὰ τὴν περιφέρειαν αὐλάκα, διὰ τῆς ὁποίας διέρχεται σχοινίον ἢ ἄλυσις. Ὁ δίσκος οὗτος δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ ἄξονα, ὃ ὁποῖος διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ στηρίζεται διὰ τῶν ἄκρων του εἰς δύο σκέλη ψαλίδος, ἡ ὁποία καλεῖται *τροχαλιοθήκη*. Ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς χρησιμοποίησεως τῆς τροχαλίας διακρίνομεν αὐτὴν εἰς *παγίαν* τροχαλίαν καὶ *ἐλευθέραν ἢ κινητήν*.



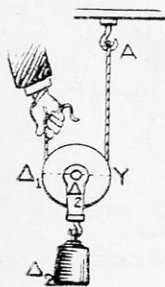
Σχ. 39.

50.—**Παγία τροχαλία**. Ἡ τροχαλία λέγεται *παγία*, ὅταν περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της, χωρὶς νὰ μετακινῆται εἰς τὸ διάστημα. Ὅταν χρησιμοποιοῦμεν τὴν τροχαλίαν ταύτην, στερεώνομεν ἀκλονήτως τὴν τροχαλιοθήκην της Α (σχ. 40) καὶ προσδένομεν τὸ βάρος Β, τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ ἀνυψώσωμεν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου, τὸ ὁποῖον περιβάλλει τὴν τροχαλίαν, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμό-

ζομεν τὴν δύναμιν Δ. Ἀπλὴ παρατήρησις μᾶς δεικνύει ὅτι ἡ παγία τροχαλία εἶναι μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους μὲ ἴσους βραχίονας. Ὑπομόχλιον εἶναι ὁ ἄξων Ο, βραχίων δυνάμεως ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξωνος ἀπὸ τὸ σημεῖον, ὅπου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις ἐπὶ τῆς τροχαλίας, βραχίων δὲ ἀντιστάσεως ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξωνος ἀπὸ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους Β. Ἐπειδὴ δὲ οἱ βραχίονες ὡς ἀκτῖνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου εἶναι ἴσοι, ἡ δύναμις καὶ ἡ ἀντίστασις θὰ εἶναι ἴσαι. Συνεπῶς δὲν κερδίζομεν διὰ τῆς τροχαλίας ταύτης εἰς δύναμιν, ἀλλ' ἐπιτυγχάνομεν δι' αὐτῆς τὴν ἀλλαγὴν τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως.



Σχ. 40.

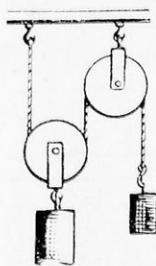


Σχ. 41.

Τὸ τοιοῦτον εἶναι χρησιμώτατον, διότι εἶναι εὐκολώτερον νὰ ἔλκωμεν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω παρὰ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως.

51.—Κινητὴ ἢ ἐλευθέρᾳ τροχαλία. Ἡ τροχαλία λέγεται *κινητὴ ἢ ἐλευθέρᾳ*, ὅταν αὐτὴ ἐνῶ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά της, ταυτοχρόνως μετακινῆται εἰς τὸ διάστημα. Εἰς τὴν τροχαλίαν ταύτην (σχ. 41) ἡ τροχαλιοθήκη ἀφήνεται πρὸς τὰ κάτω ἐλευθέρᾳ, ἀπὸ τὸ ἀγκιστρον δὲ αὐτῆς ἐξαρτᾶται τὸ βάρος. Το ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου προσδένεται εἰς σταθερόν τι σημεῖον Α, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις, ἡ ὁποία

ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ τροχαλία αὕτη, ὡς ἔχει ἡ διάταξις, εἶναι μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους, τοῦ ὁποίου τὸ ὑπομόχλιον εἶναι εἰς τὸ σημεῖον Υ, βραχίονες δὲ ὁ ΥΔ, καὶ ὁ ΥΔ₂. Ἐπειδὴ ὁ βρα-



Σχ. 42.

χίον τῆς δυνάμεως, ὡς διάμετρος τοῦ κύκλου εἶναι διπλάσιος τοῦ βραχίονος τῆς ἀντιστάσεως, ἔπεται ὅτι ἡ δύναμις εἶναι δις μικρότερα τῆς ἀντιστάσεως, ἥτοι

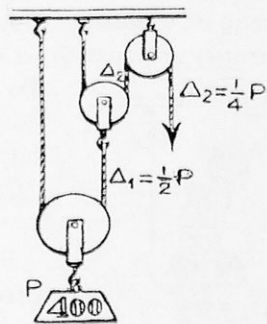
$$\Delta_1 = \frac{1}{2} \Delta_2. \text{ Ἡ δύναμις ἐνταῦθα ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω}$$

πρὸς τὰ ἄνω, ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν τῆς χρησιμοποιοῦντες παγίαν τροχαλίαν (σχ. 42). Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύ-

ναμιν Δ, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου καὶ νὰ προσδέσωμεν τοῦτο εἰς τὸ ἄγκιστρον τῆς τροχαλιοθήκης δευτέ-

ρας ἐλευθέρας τροχαλίας. Ἄν δὲ δι' ἄλλου σχοινίου προσδεδεμένου διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου εἰς ἀκλόνητον σημεῖον σύρωμεν τὸ βάρος ἔλκοντες τὸ σχοινίον ἐκ τοῦ ἄλλου ἄκρου, τότε θὰ δυνηθῶμεν νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένον βάρος Ρ διὰ δυνάμεως τετράκις μικρότερας (σχ. 43). Προσθέτοντες οὕτω τροχαλίας τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης δυνάμεθα διὰ δυνάμεως ὅσον θέλομεν μικρᾶς νὰ ἰσορροπήσωμεν οἵανδήποτε ἀντίστασιν.

52.—Πολύσπαστον. Τὸ πολύσπαστον εἶναι συνδυασμὸς ἐλευθέρων καὶ παγίων τροχαλιῶν. Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο τροχαλιοθήκας Α καὶ Β, ἐκάστη τῶν ὁποίων φέρει ἴσον ἀριθμὸν τροχαλιῶν, αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ περιστραφοῦν περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα (σχ. 44α) ἢ περὶ διαφόρους (σχ. 44β). Ἡ μία τῶν τροχαλιοθηκῶν τούτου, ἡ Α, ἐξαρτᾶται ἀπὸ ἀκλόνητον σημεῖον καὶ φέρει εἰς τὸ κάτω μέρος δακτύλιον δ, ἡ δὲ ἄλλη, ἡ Β, εἶναι ἐλευθέρη καὶ φέρει ἄγκιστρον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀναρτᾶται τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βάρος. Εἰς τὸν δακτύλιον τοῦτον δ τῆς ἀνωτέρω τροχαλιοθήκης προσδένεται τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου, τὸ ὁποῖον κατερχόμενον περιβάλλει τὴν πρώτην ἐλευθέραν



Σχ. 43.

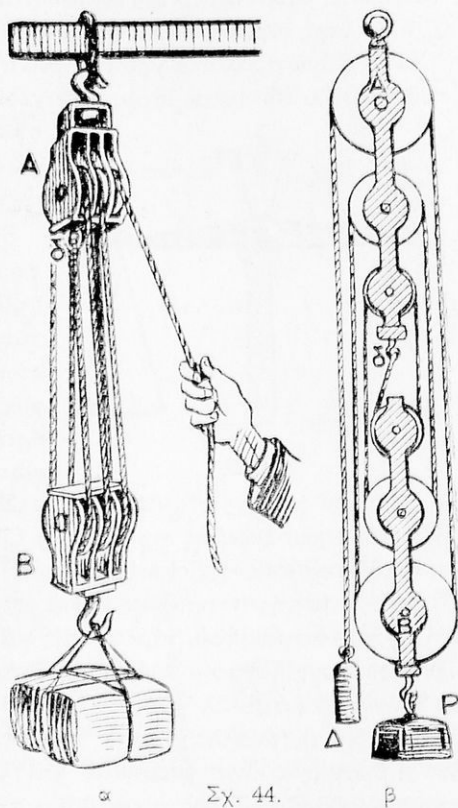
τροχαλίαν, κατέπιν ανερχόμενον περιβάλλει την πρώτην παγίαν, κατερχόμενον δὲ πάλιν περιβάλλει την δευτέραν ἐλευθέραν τροχαλίαν κ.ο.κ. Διερχόμενον δὲ τὸ σχοινίον διαδοχικῶς δι' ὅλων τῶν τροχαλιῶν ἐξέρχεται τέλος ἐκ τῆς τελευταίας ἄνω παγίας. Εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἰσορροπεῖ τὴν ἀντίστασιν ἢ τὸ βάρος P . Ἐὰν ἐκάστη τροχαλιοθήκη φέρῃ τρεῖς τροχαλίας, ἐπειδὴ τὸ βάρος τείνει ἐξ σχοινία, ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ὑφίσταται τάσιν ἴσην πρὸς τὸ

$$\frac{1}{6} P, \text{ ἐπομένως καὶ ἡ δύναμις } \Delta, \text{ ἡ ὁποία ἰσορροπεῖ ταύ-}$$

$$\text{τας εἶναι ἴση πρὸς τὸ } \frac{1}{6} =$$

$$\frac{1}{2.3} P. \text{ Ἐὰν ἐκάστη τροχα-} \\ \text{λιοθήκη φέρῃ τέσσαρας τρο-} \\ \text{χαλίας, ἡ } \Delta \text{ ἡ ὁποία ἀνυψῶ-} \\ \text{νει τὸ βάρος, εἶναι ἴση πρὸς} \\ \text{τὸ } \frac{1}{8} \text{ τῆς ἀντιστάσεως, ἡ-}$$

$$\text{τοι } \Delta = \frac{1}{8} \text{ ἢ } \frac{1}{2.4} \text{ τῆς ἀν-} \\ \text{τιστάσεως καὶ ὅταν τὸ πο-} \\ \text{λύσπαστον ἔχη ἐν συνόλῳ } 2n \\ \text{τροχαλίας, τότε ἡ } \Delta = \frac{P}{2n}.$$



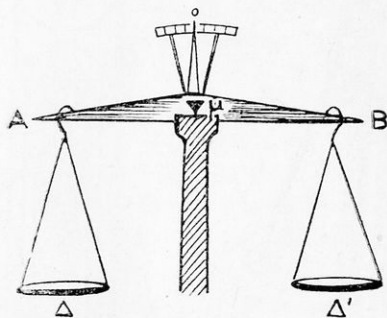
Σχ. 44.

53.—**Ζυγός.** Ὁ ζυγός εἶναι ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου προσδιορίζομεν τὸ βάρος τῶν σωμάτων.

Ὁ ζυγός ἀποτελεῖται ἀπὸ ράβδον μεταλλικὴν, ἐλαφρὰν καὶ δύσκαμπτον AB (σχ. 45), ἡ ὁποία καλεῖται **φάλαγξ** καὶ δύναται νὰ

περιστραφή περί ὀριζόντιον ἄξονα μ , διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου του. Ἐκ τῶν ἁκρῶν τῆς φάλαγγος ἐξαρτῶνται δύο δίσκοι Δ καὶ Δ' ἰσοβαρεῖς. Εἰς τὸ μέσον τῆς φάλαγγος ὑπάρχει προσηρμοσμένος δείκτης, τοῦ ὁποῖου τὸ ἄκρον κινεῖται ἔμπροσθεν μικροῦ τόξου, εἰς τρῶπον ὥστε, ὅταν ὁ δείκτης εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον, ὅπου σημειοῦται 0, ἡ φάλαγξ εὐρίσκεται εἰς ὀριζοντίαν θέσιν.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω περιγραφῆς βλέπομεν ὅτι ὁ ζυγὸς εἶναι μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους μὲ ἴσους βραχίονας, διότι τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον καὶ συνεπῶς μὲ δύνάμιν ἴσην ἰσορροποῦμεν ἴσην ἀντίστασιν.



Σχ. 45

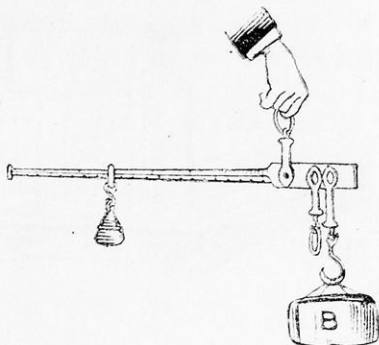
54.—Ἀκρίβεια καὶ Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ. Ὁ ζυγὸς πρὸς εὐρασίαν τοῦ ἀκριβοῦς βάρους τῶν σωμάτων πρέπει νὰ εἶναι *ἀκριβής* καὶ *εὐπαθής*. Ἀκριβής λέγεται ὁ ζυγός, ὅταν ἡ φάλαγξ διατηρῇ τὴν ὀριζοντιότητα της μετὰ ἴσων βαρῶν ἢ ἀνευβαρῶν ἐπὶ τῶν δίσκων.

Συνθῆκαι ἀκριβείας. Διὰ νὰ εἶναι δὲ ὁ ζυγὸς ἀκριβής πρέπει: α) Οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος νὰ εἶναι ἰσομήκεις καὶ ἰσοβαρεῖς· β) οἱ δίσκοι νὰ εἶναι ἰσοβαρεῖς· γ) τὰ σημεῖα τῆς στηρίξεως καὶ ἐξαρτήσεως νὰ εἶναι λίαν εὐκίνητα, καὶ δ) τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος νὰ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς κατακορύφου, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος, ὅταν αὕτη εἶναι ὀριζοντία. Καὶ ὁ μὲν ἔλεγχος τοῦ ὅτι οἱ δίσκοι εἶναι ἰσοβαρεῖς, ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐναλλαγῆς τῆς θέσεως τῶν δίσκων, ὁ δὲ ἔλεγχος τοῦ ὅτι οἱ βραχίονες εἶναι ἰσομήκεις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἀντιμεταθέσεως τῶν βαρῶν. Τέλος ἡ συνθήκη τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους τῆς φάλαγγος ἐλέγχεται, ὅταν ἡ φάλαγξ ὀριζοντιοῦται ἀφ' ἑαυτῆς.

Συνθῆκαι εὐπαθείας. Εὐπαθής λέγεται ὁ ζυγός, ὅταν ἡ φάλαγξ μὲ τὸ ἐλάχιστον βάρος, τὸ ὁποῖον θέτομεν εἰς ἓνα τῶν δίσκων, ὅταν οὗτοι ἰσορροποῦν, κλίνη κατὰ γωνίαν αἰσθητήν. Διὰ νὰ εἶναι δὲ ὁ ζυγὸς εὐπαθής, πρέπει νὰ ἐκπληρώνη τὰς ἐξῆς συνθήκας: α) Ἡ

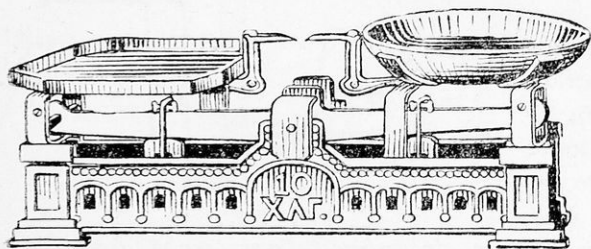
φάλαγξ νά εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μακρὰ καὶ ἑλαφρά, καὶ β) τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῶν κινητῶν μερῶν τοῦ ζυγοῦ νά εὐρίσκεται ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον.

55.—**Μέθοδος διπλῆς σταθμίσσεως ἢ τοῦ Borda.** Δυνάμεθα νά εὐρωμεν τὸ ἀκριβές βάρος σώματος τινος καὶ ὅταν ὁ ζυγὸς δέν εἶναι ἀκριβής, διὰ τῆς μεθόδου τῆς **διπλῆς σταθμίσσεως**. Ἰσορροποῦμεν τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ δι' ἄμμου ἢ μολυβδίνων χόνδρων, κατόπιν δέ, ἀφοῦ ἀφαιρέσωμεν τὸ σῶμα, ἰσορροποῦμεν τὴν ἄμμον ἢ τοὺς μολυβδίνους χόνδρους διὰ σταθμῶν. Τὸ ποσὸν τῶν σταθμῶν παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος, διότι διὰ τοῦ ἰδίου βραχίονος ἐνήργησαν καὶ τὸ σῶμα καὶ τὰ σταθμά, διὰ νά ἰσορροπήσουν τὴν αὐτὴν ἀντίστασιν.



Σχ. 46.

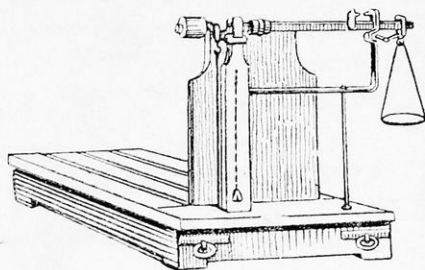
56.—**Στατήρ ἢ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς (κ. καντάρι).** Ὁ στατήρ ἐπίσης εἶναι ὄργανον πρὸς εὕρεσιν τοῦ βάρους τῶν σωμάτων καὶ εἶναι **μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους** ἀλλὰ μὲ ἀνίσους βραχίονας (σχ. 46). Δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνομεν νά ἰσορροπῶμεν διάφορα βάρη μὲ τὸ



Σχ. 47.

αὐτὸ βάρος, μεταβάλλοντες τὸν βραχίονα τῆς δυνάμεως (ἀπὸ τίς βαριές). Ἅτερον εἶδος ζυγοῦ εἶναι ὁ **ζυγὸς τοῦ Roberval** ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τῶν παντοπωλῶν πρὸς ζύγισιν μικρῶν βαρῶν (σχ. 47).

57.—Πλάστιγξ τοῦ **Quentz** ἢ δεκαπλασιαστικὸς ζυγός. Ἡ πλάστιγξ αὕτη χρησιμοποιεῖται πρὸς ζύγισιν ἱκανῶς βαρέων σωμάτων, τὰ ὅποια κατέχουν μεγάλην σχετικῶς ἔκτασιν (σχ.48). Εἰς ταύτην βάρος τι τιθέμενον ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν δίσκων ἰσορροπεῖται ὑπὸ βάρους δεκάκις μικροτέρου, τὸ ὁποῖον τίθεται εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Τὸ σχῆμα 49 δεικνύει τὴν σύνθεσιν τῆς πλάστιγγος. Τὸ βάρος P τίθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης B , συνδυασμὸς δὲ μοχλῶν ἐνεργεῖ, ὡς ἂν τὸ σῶμα P ἦτο ἐξηρητημένον εἰς τὸ σημεῖον Δ , τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ σημεῖον τοῦ μοχλοῦ Γ , ὃ ὁποῖος στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα E καὶ

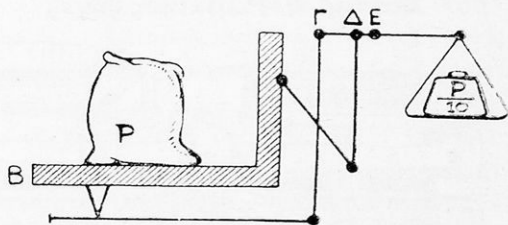


Σχ. 48.

ἔχει τὸν βραχίονα $ΕΓ=10$. $ΕΔ$. Ἐπομένως ἂν τεθῇ εἰς τὴν τράπεζαν B βάρος 100 χιλιογράμμων, εἶναι ἄρκετὸν βάρος 10 χιλιογράμμων νὰ ἰσορροπήσῃ τοῦτο. Καὶ ἂν τεθῇ σῶμά τι, τὸ ὁποῖον ἰσορροπεῖται διὰ βάρους 5 χιλιογράμμων, σημαίνει ὅτι τὸ ζυγισζόμενον σῶμα ἔχει βάρος 50 χιλιογράμμων.

Μὲ ἄλλας λέξεις τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον θέτομεν εἰς τὸν μικρὸν δίσκον πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ 10 μᾶς δίδει τὸ ζητούμενον βάρος τοῦ ζυγισζομένου σώματος.

Ἡ πλάστιγξ αὕτη ὑπέστη διαφόρους τροποποιήσεις εἰς τρόπον ὥστε ἀπλὴ ἀνάγνωσις νὰ μᾶς δίδῃ τὸ ζητούμενον βάρος τοῦ σώματος.



Σχ. 49.

Ἀσκήσεις

1) Μὲ μοχλὸν μήκους 0,50 μέτρου ἰσορροποῦμεν βάρος 27 χιλιογράμμων μὲ δύναμιν 3 χιλιογράμμων. Ποῖον τὸ μήκος τοῦ μοχλοβραχίου τῆς δυνάμεως;

2) Ποίαν δύναμιν πρέπει νὰ ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον μοχλοῦ πρώτου εἴδους μήκους 1 μέτρου, διὰ νὰ ἰσορροπήσωμεν ἀντίστασιν 170 χιλιογρ., ὅταν τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκεται 0,15 μ. ἀπὸ τῆς ἀντιστάσεως;

3) Πόσῃν δύναμιν θὰ χρειασθῇ νὰ καταβάλωμεν, ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν πολύσπαστον ἀποτελούμενον ἀπὸ τρεῖς παγίας καὶ τρεῖς ἐλευθέρας τροχαλίας, διὰ νὰ ὑψώσωμεν βάρος 360 χιλιογρᾶμμων;

4) Πόση δύναμις θὰ χρειασθῇ, διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ βάρος 400 χιλιογρᾶμμων ἐξηρτημένον ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ἐλευθέρας τροχαλίας, ἥτις συνδυάζεται μετὰ δύο ἄλλων ἐπίσης ἐλευθέρων;

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

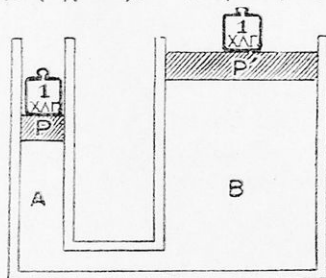
ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΙΕΣΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

58.—**Όρισμός.** Ἡ *ὕδροστατική* ἢ στατική τῶν ὑγρῶν εἶναι τὸ μέρος ἐκεῖνο τῆς Φυσικῆς, τὸ ὁποῖον ἐξετάζει τὰς *πιέσεις*, τὰς ὁποίας προκαλοῦν τὰ ὑγρά καὶ τὰς συνθήκας τῆς *ισορροπίας αὐτῶν*.

59.—**Ἡ πίεσις γενικῶς.** Εἶναι γνωστόν ὅτι πίεσις, ἐξασκουμένη ἐπὶ ἐνὸς σώματος, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου του. Ἡ τοιαύτη ἐλάττωσις τοῦ ὄγκου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς ἐνεργούσης δυνάμεως καὶ τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας. Οὕτως, ἐὰν φορτώσωμεν μὲ τὸ ἴδιον βάρος τοὺς δύο ἐμβολεῖς Ρ καὶ Ρ', οἱ ὁποῖοι κλείουν ἕρροστεγῶς δύο κυλίνδρους Α καὶ Β διαφόρου τομῆς (σχ. 50), ὁ μικρότερος ἐμβολεὺς εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου



Σχ 50.

περισσότερον τοῦ μεγαλύτερου. Συνεπῶς ἐπὶ δύο ἰσάκεις πιεζομένων ἐπιφανειῶν ἡ μικροτέρα δέχεται μεγαλύτεραν πίεσιν. Ἡ πίεσις αὕτη παρίσταται διὰ τοῦ πηλίκου τῆς διαιρέσεως τῆς ἐνεργούσης δυνάμεως διὰ τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας ἥτοι :

$$Π = \frac{Δ}{Ε}.$$

Ἐὰν ἐπὶ τινος τραπέζης στηρίξωμεν πλίνθον βάρους 2000 γραμμαρίων, τοῦ ὁποίου αἱ διαστάσεις εἶναι 20 ἐκ. τοῦ μέτρου, 10 ἐκ. τοῦ μέτρου καὶ 5 ἐκ. τοῦ μέτρου, ἀλληλοδιαδόχως διὰ τῶν τριῶν διαφόρων ἐπιφανειῶν του ἥτοι 20×10 τετρ. ἐκ., 20×5 τετρ. ἐκ. καὶ τέλος διὰ τῆς 10×5 τετρ.

ἐκ. (σχ. 51), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἐνῶ ἡ πλίνθος καὶ κατὰ τὰς τρεῖς θέσεις πιέζει τὴν τράπεζαν μὲ τὴν αὐτὴν δύναμιν τῶν 2 χιλιογράμμων, ἐν τούτοις ἡ πίεσις ἐπὶ αὐτῆς δὲν εἶναι ἡ ἰδίᾳ καὶ κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας θέσεις. Διότι εἰς τὴν θέσιν Α ἡ πίεσις ἀσκεῖται ἐπὶ 200 τετρ. ἐκ., ἄρα 1 τετρ. ἐκ. ὑφίσταται

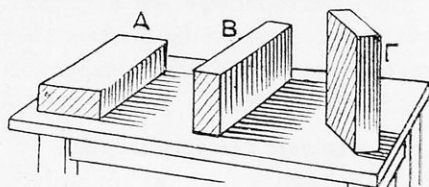
$$\text{πίεσιν ἴσῃν μὲ } \frac{2000}{200} = 10$$

γραμ. Εἰς τὴν δευτέραν θέσιν Β ἡ πίεσις εἶναι

$$\frac{2000}{100} = 20 \text{ γραμμάρια καὶ εἰς τὴν τρίτην } \frac{2000}{50} = 40 \text{ γραμμάρια.}$$

Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ὅσον ἡ πιεζομένη ἐπιφάνεια ἔχει μικροτέραν ἔκτασιν, τόσον ἡ πίεσις ἐπ' αὐτῆς εἶναι μεγαλυτέρα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον τὰ ὀξεᾶ ἀντικείμενα εἰσχωροῦν εὐκολώτερον ἐντὸς τῶν σωμάτων, ὅπως λ.χ. παρατηρεῖται εἰς τὰ κοπτερὰ ἐργαλεῖα, μαχαίρια, ψαλίδας κ. ἄ., ἐνῶ τὰ πλατέα δυσκολώτερον.

Ὁ κηπουρὸς λ.χ. διὰ νὰ εἰσέλθῃ εἰς νεοσκαφέν τμήμα τοῦ κήπου του διὰ νὰ φυτεύσῃ, τοποθετεῖ ἐπὶ τοῦ τμήματος ἐκείνου σανίδα ἐπὶ τῆς ὁποίας πατεῖ καὶ οὕτω τὸ βάρος του διανέμεται ἐπὶ ὅλης τῆς ἐπιφανεῖας τῆς σανίδος καὶ δὲν βυθίζεται. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον αἱ ἀτμομηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων ἔχουν πολλοὺς τροχοὺς, ὥστε νὰ κατανέμεται ἡ ἐκ τοῦ βάρους των πίεσις ἐπὶ τῶν σιδηροτροχιῶν. Διὰ



Σχ. 51.



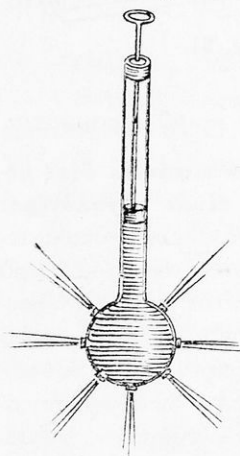
Σχ. 52.

νὰ βαδίζουν ἐπὶ τῆς χιόνος οἱ κάτοικοι τῶν βορείων καὶ πολὺ ὀρεινῶν χωρῶν, ὅπου ἡ χιών παραμένει ἐπὶ πολλοὺς μῆνας, ἐφαρμόζουν εἰς τοὺς πόδας των τὰ παγοπέδιλα (σχ. 52), ἡ δὲ βακτη-

ρία, τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦν ὡς στήριγμα εἶναι ἐφωδιασμένη με-
 ἓν εἶδος πεδίλου, διὰ νὰ αὐξάνῃ τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν καὶ νὰ
 μὴ ἀφήνῃ νὰ εἰσχωρήσῃ βαθέως ἡ ράβδος.

Ἐκ παρατηρήσεων καὶ πειραμάτων συνάγεται ὅτι ἡ μετάδοσις
 τῆς πίεσεως ἐνεργεῖται διὰ τῆς ἐλαστικότητος καὶ διὰ τοῦτο εἶναι
 μεγαλυτέρα εἰς τὰ ἀέρια, μικροτέρα εἰς τὰ ὑγρά καὶ ἀκόμη μικρο-
 τέρα εἰς τὰ στερεά.

60.—Πίσεις ἐπὶ τῶν ὑγρῶν. Αἱ πίσεις, τὰς ὁποίας θὰ ἐξετάσω-
 μεν, διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας: α) Πί-
 σεις, τὰς ὁποίας ἡμεῖς ἐπιφέρομεν ἐπὶ τῆς ἐπι-
 φανείας τῶν ὑγρῶν, τὰ ὁποῖα ὑποτίθενται
 ἄνευ βάρους καὶ β) πίσεις, τὰς ὁποίας ἐπιφέ-
 ρουν αὐτὰ ταῦτα τὰ ὑγρά ἔνεκα τοῦ βάρους
 τῶν.



Σχ. 53.

Α. ΠΙΣΕΙΣ ΤΑΣ ΟΠΟΙΑΣ ΗΜΕΙΣ ΕΠΙΦΕΡΟΜΕΝ
 ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΗΡΕΜΟΥΝΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

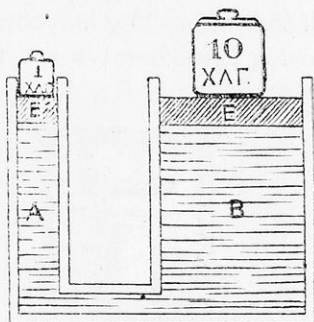
61.—Ἀρχὴ τοῦ Pascal. α) Λαμβάνομεν
 δοχεῖον σφαιρικόν, τὸ ὁποῖον φέρει κυλινδρι-
 κὸν λαιμόν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου δύναται νὰ κι-
 νηθῇ ὕδατοστεγῶς ἐμβολεύς. Ἐπίσης τὸ δο-
 χεῖον εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του
 φέρει μικρὰς ὀπὰς (σχ. 53). Κλείομεν τὰς ὀπὰς
 διὰ κηροῦ, πληροῦμεν τὸ δοχεῖον ὕδατος καὶ
 πιέζομεν τὸν ἐμβολέα. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται
 ἀπὸ ὅλας τὰς ὀπὰς. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ *πίσις* λόγῳ τῆς *ἐλαστι-
 κότητος μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον εἰς ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ
 ὕδατος*, λόγῳ δὲ τῆς εὐκινήσιας τῶν μορίων *καθ' ὅλας τὰς διευ-
 θύνσεις*.

β) Λαμβάνομεν δύο δοχεῖα Α καὶ Β διαφόρου διαμέτρου καὶ συγ-
 κοινωνοῦντα μεταξύ των δι' ὀριζοντίου σωλῆνος (σχ. 54). Ἐντὸς
 τούτων δύναται νὰ κινηθῶν ἐμβολεῖς Ε καὶ Ε', οἱ ὁποῖοι ὀλι-
 σθαίνουν ἄνευ τριβῆς. Ἐκ τούτων ὁ Ε ἔχει ἐπιφάνειαν 10 φορές
 μεγαλυτέραν τῆς τοῦ Ε'. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως Ε' θέσωμεν βάρος

1 χιλιογρ., οὗτος κατέρχεται, ἐνῶς ὁ Ε ἀνέρχεται, διὰ νὰ μὴ διαταραχθῇ δὲ ἡ ἰσορροπία, πρέπει νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ Ε βάρος 10 χιλιογράμμων, ἥτοι ἡ πίεσις μετεδόθη μὲ τὴν ἰδίαν ἔντασιν ἐπὶ ἐπιφανείας ἴσης πρὸς τὴν πιεζομένην. Ἐκ τῶν δύο τούτων πειραμάτων προκύπτει ἡ ἐξῆς ἀρχή, ἡ ὁποία φέρεται ὑπὸ τὸ ὄνομα ἀρχὴ τοῦ Pascal. Πᾶσα πίεσις, ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὑγροῦ, μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν ἐπὶ ἐπιφανείας ἴσης πρὸς τὴν πιεζομένην.

62. — Ὑδραυλικὸν πιεστήριον.

Σπουδαιότατη ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal εἶναι τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον, τὸ ὁποῖον εἶναι μηχανή, διὰ τῆς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ἐπιφέρωμεν σημαντικὰς πιέσεις διὰ δυνάμεως σχετικῶς ἐλαχίστης.

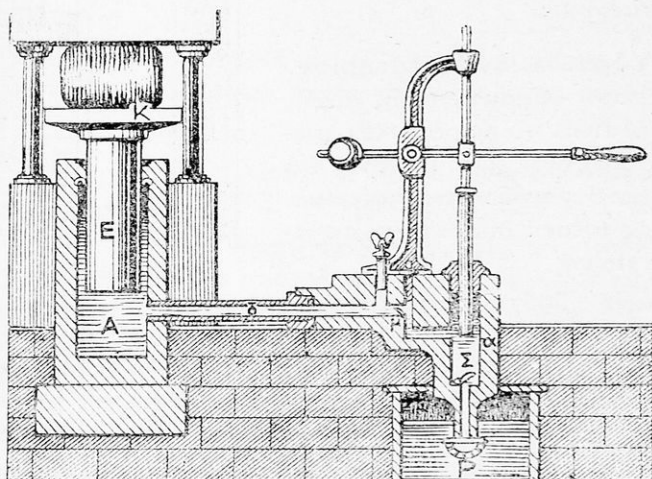


Σχ. 54.

Περιγραφή. Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς κυλίνδρου Α ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μὲ παχέα τοιχώματα (σχ. 55). Ἐντὸς αὐτοῦ κινεῖται ἐμβολεὺς κυλινδρικός Ε ἐπίσης ἐκ χυτοσιδήρου, ὁ ὁποῖος φέρει ἐπ' αὐτοῦ πλάκα μεταλλικὴν Κ, ἐπὶ τῆς ὁποίας τοποθετεῖται τὸ πρὸς πίεσιν σῶμα. Ἡ πλὰξ αὕτη ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται μεταξὺ τεσσάρων σιδηρῶν στύλων, οἱ ὅποιοι φέρουν εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος πλάκα μεταλλικὴν παράλληλον πρὸς τὴν πρώτην καὶ ἀναποσπᾶστως συνδεδεμένην μετὰ τῶν στύλων. Πλησίον τοῦ κυλίνδρου Α ὑπάρχει ὑδραντλία, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἐκ μικροτέρου κυλίνδρου α, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται πλήρης ἐμβολεὺς.

Λειτουργία. Ὄταν ἀνέρχεται ὁ μικρὸς ἐμβολεὺς, ἡ δικλείς Σ ἀνοίγει καὶ τὸ ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς Ρ εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α. Ὄταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταβιβάζεται, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ, πιεζόμενον κλείει τὴν δικλείδα Σ καὶ ἀνοίγει τὴν δικλείδα μ καὶ διὰ τοῦ σωλήνος δ συνωθεῖται εἰς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἄνοδον

τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰσέρχεται εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον α, ἐνῷ ἡ δικλὴς μ ἐμποδίζει τὸ ὕδωρ νὰ ἐπιστρέψῃ ἐκ τοῦ μεγάλου κυλίνδρου Α εἰς τὸν μικρὸν α. Οὕτω καθ' ἐκάστην ἀνοδὸν καὶ κάθοδον τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγαν ἐμβολέα Ε, ὁ ὅποιος, πιεζόμενος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἀνυψοῦται διηνεκῶς. Ἄν τώρα ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶναι 100 φορές μεγαλυτέρα τῆς τοῦ μικροῦ, πίεσις 20 χιλιογράμμων ἐφαρμοζομένη ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως μεταδίδεται κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal εἰς τὸν μέγαν



Σχ. 55

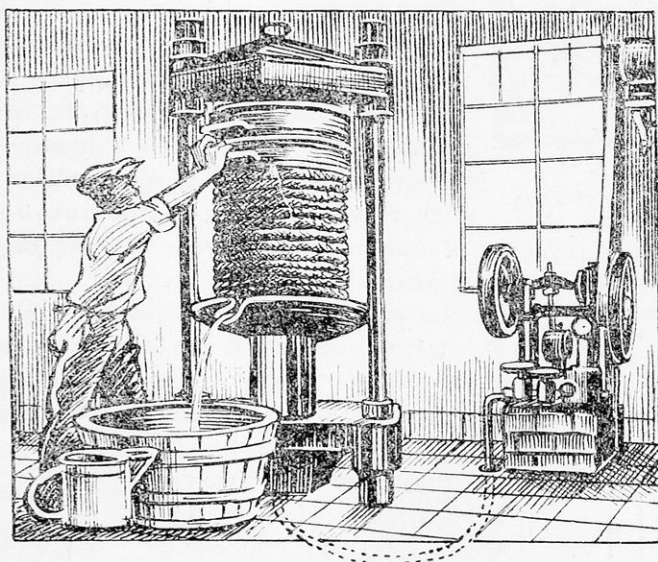
ἐμβολέα, ὅπου καθίσταται 2000 χιλιόγραμμα. Ἔνεκα τούτου τὸ σῶμα τὸ παρεντεθὲν μεταξύ τῶν πλακῶν πιέζεται ἰσχυρῶς. Διὰ νὰ αὐξηθῇ ἀκόμη περισσότερον ἢ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ἐφαρμοζομένη πίεσις, χρησιμοποιεῖται μοχλὸς β'είδους.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν διὰ τὴν σφυρηλασίαν τῶν μετάλλων, τὴν δοκιμασίαν τῆς ἀντοχῆς τῶν ἀλύσεων τῶν

πλοίων, τὴν δοκιμὴν τῶν ἀτμολεβήτων, τὴν συμπίεσιν τοῦ χόρτου, τοῦ βάμβακος, τὴν ἐξαγωγήν τοῦ ἐλαίου ἐκ τῶν ἐλαιῶν (σχ. 56) καὶ εἰς τοὺς ὑδραυλικούς ἀνελκυστήρας.

II. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΑΣ ΟΠΟΙΑΣ ΕΞΑΣΚΟΥΝ ΤΑ ΥΓΡΑ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ

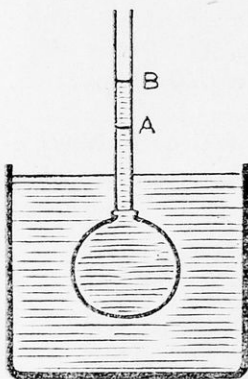
63.—**Ὑδροστατικὴ πίεσις.** α) Εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνου σωλῆνος ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν προσδένομεν ἐλαστικὴν σφαῖραν καὶ πληροῦμεν



Σχ. 56

αὐτὴν ὕδατος, ὥστε τοῦτο νὰ ἀνέλθῃ μέχρι σημείου τινὸς τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν βυθίσωμεν αὐτὴν κατόπιν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τὸ εὕρισκόμενον ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀνέρχεται ἀπὸ τοῦ σημείου Α εἰς τὸ Β, ὡς ἐὰν ἡ σφαῖρα ἐπιέζετο μεταξὺ τῶν χειρῶν μας (σχ. 57).

β) Λαμβάνομεν κύλινδρον ύάλινον άνοικτόν έκατέρωθεν. Είς τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ θέτομεν δίσκον ύάλινον, ὁ ὁποῖος δια νήματος ἐκ



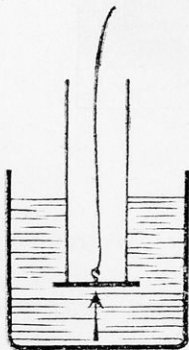
Σχ. 57

τοῦ κέντρου αὐτοῦ προσαρμόζεται ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου οὕτως ὥστε νὰ κλείῃ αὐτὸν ὕδατο-στεγῶς (σχ. 58). Ὅταν εἰσαγάγωμεν τὸν κύλινδρον τοῦτον ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ καὶ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τὸ τεῖνον νήμα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ δίσκος δὲν πίπτει. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι ὁ δίσκος *ὑφίσταται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω*.

Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ἐξάγεται ὅτι πάντα τὰ ὑγρά, ὡς ὑλικά σώματα, ὑφίστανται τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, τὸ δὲ βάρος τῶν μορίων αὐτῶν εἶναι ἱκανὸν νὰ προκαλέσῃ πιέσεις, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. *Ἡ συνισταμένη ὅλων*

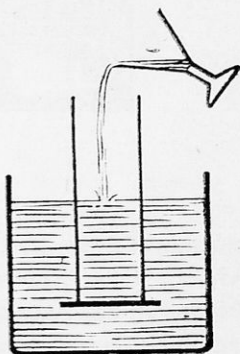
τούτων τῶν πιέσεων, αἱ ὁποῖαι προέρχονται ἐκ τῆς βαρύτητος, καλεῖται ὕδροστατικὴ πίεσις.

γ) Ἐάν εἰς τὸν κύλινδρον τοῦ ἀνωτέρω πειράματος, καθ' ἣν στιγμὴν οὗτος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος ὁ δὲ δίσκος συγκρατεῖται ὑπ' αὐτοῦ χωρὶς νὰ κρατῶμεν τὸ νήμα, χύσωμεν ἡρέμα ὕδωρ (σχ. 59), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ὅταν τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος



Σχ. 58

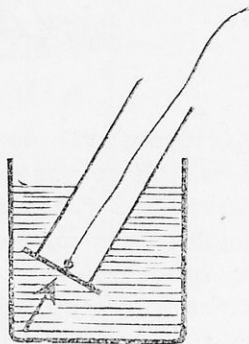
φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου, ὁ δίσκος καταπίπτει. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ ἐντὸς ὕδωρ ἤσκησεν ἐπὶ τοῦ δίσκου πίεσιν ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν ὁ ἴδιος, δίσκος ὑφίσταται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Συνεπῶς, ὑπείκων οὗτος εἰς τὸ βάρος του, πίπτει.



Σχ. 59

Εὐκόλως δὲ ἀντιλαμβανόμεθα ὅτι ἡ πίεσις αὕτη εἶναι κατ' ἔντασιν ἴση πρὸς τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἡ ὁποία ἔχει βάσιν τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ ω τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου, διὰ τοῦ u τὸ ὕψος τῆς στήλης καὶ διὰ τοῦ δ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ, ἡ πίεσις $P = \omega \cdot u \cdot \delta$ ἦτοι ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν δέχεται ἐπιφάνεια, εὐρισκομένη ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποστάσεως, εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται αὕτη ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅσον δὲ βαθύτερον εὐρίσκεται ἡ ἐπιφάνεια αὕτη, τόσον μεγαλυτέραν πίεσιν δέχεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

δ) Ἐὰν κλίνωμεν τὸν κύλινδρον τοῦ ἀνωτέρω πειράματος (σχ. 60) καὶ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τὸ νῆμα, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος δὲν πίπτει. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐπιφέρεται καθέτως ἐπὶ τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ εἰς τὴν θέσιν τοῦ δίσκου φαντασθῶμεν ὑγρὰν ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς τὴν τοῦ δίσκου, αὕτη ἐπίσης δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὑγρὸν ἰσορροπεῖ, ἔπεται ὅτι δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἴσην καὶ ἀντίθετον.



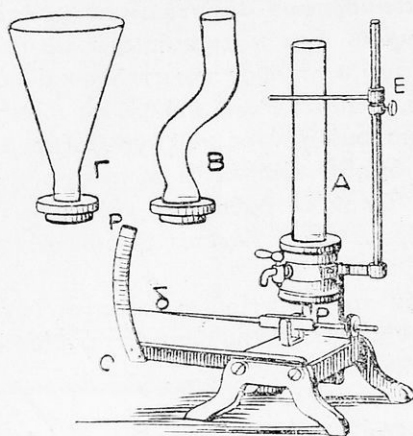
Σχ. 60

64.—Πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐπιφέρουν τὰ ὑγρά ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου πυθμένος τοῦ δοχείου. Ἐὰν θεωρήσωμεν ὡς πιεζομένην

ἐπιφάνειαν τὸν ἐπίπεδον καὶ ὀριζόντιον πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρὸν ἐν ἡρεμίᾳ, οὗτος δέχεται πίεσιν, ἡ ὁποία κατ' ἔντασιν εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἡ ὁποία βάσιν μὲν ἔχει τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Πειραματικὴ ἀπόδειξις. Τὴν ἀνωτέρω ἀρχὴν δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς διὰ διαφόρων συσκευῶν. Μία ἐξ αὐτῶν εἶναι ἡ συσκευή τοῦ Pellat. Τὸ κύριον μέρος τῆς συσκευῆς ταύτης εἶναι μικρὸς κύλινδρος μετάλλινος φέρων εἰς τὸ ἄνω μέρος κοχλίαν, εἰς

τὸν ὅποιον δύνανται νὰ κοχλιωθοῦν τρία ὑάλινα δοχεῖα Α, Β καὶ Γ τοῦ αὐτοῦ πυθμένος ἀλλὰ διαφόρου σχήματος (σχ. 61). Τὸ

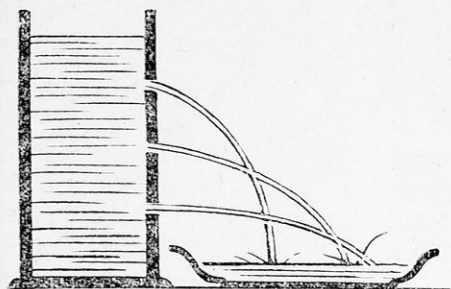


Σχ. 61

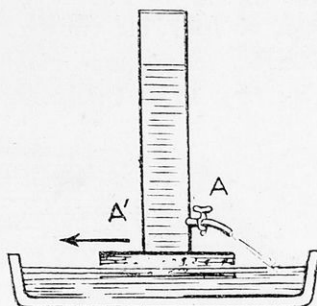
χρὶς ὕψους τινός, τὸ ὅποιον σημειοῦται διὰ τινος δείκτου κινητοῦ Ε ἐπὶ καθέτου παρακειμένου στελέχους, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ δείκτης τοῦ πυθμένος θὰ δείξῃ διαίρεσιν τινά. Ἀντικαθιστῶμεν τὸ δοχεῖον Α διὰ τοῦ δοχείου Β καὶ Γ διαδοχικῶς καὶ ἐπαναλαμβάνομεν καὶ δι' αὐτῶν τὸ πείραμα. Παρατηροῦμεν ὅτι τοῦ αὐτοῦ ὕψους στήλη ὕδατος προκαλεῖ τὴν αὐτὴν ἐκτόπισιν τοῦ δείκτου τοῦ πυθμένος καὶ συνεπῶς τὴν αὐτὴν πίεσιν ἐπ' αὐτοῦ. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὕγρον ἐν ἡρεμίᾳ εὕρισκόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου πυθμένος δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς μορφῆς τοῦ δοχείου, ἐξαρτᾶται δὲ μόνον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένος καὶ ἀπὸ τὸ ὕψος τῆς ὑγρᾶς στήλης.

65.—Πίεσις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Ἐὰν ἀνοίξωμεν ὀπὴν εἰς τὰ τοιχώματα δοχείου περιέχοντος ὕδωρ ἢ ἄλλο ὕγρον, τὸ ὕγρον ἐκτινάσσεται μὲ ὀρμὴν, ἡ ὁποία εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἡ ἀπόστασις τῆς ὀπῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας εἶναι μεγαλυτέρα (σχ. 62). Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι τὰ ἐν ἡρεμίᾳ ἐντὸς

δοχείου ὕγρα πίεζον καθέτως τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου. Διὰ πει-

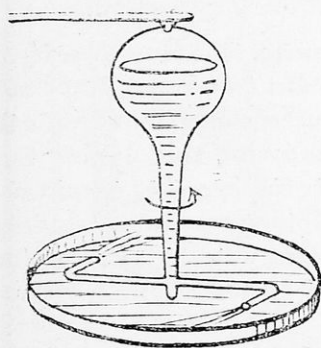


Σχ. 62.



Σχ. 63.

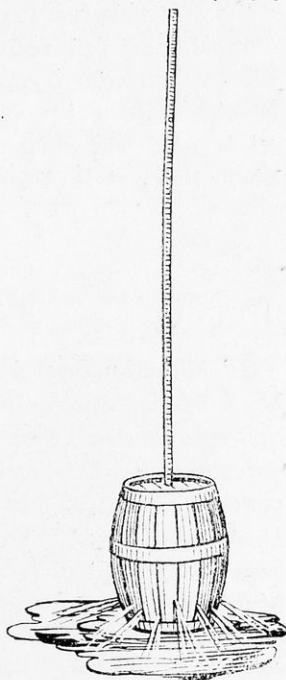
ραμάτων δὲ ἀπεδείχθη ὅτι ἡ πίεσις αὕτη ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἡ ὁποία ἔχει βάσιν μὲν τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τοῦ δοχείου. Οὕτως ἐξηγεῖται διατὶ δοχεῖον πλήρες ὕδατος τιθέμενον ἐπὶ φελλοῦ ἐπιπλέοντος μένει ἀκίνητον, ἐὰν ὁμως ἀνοιχθῇ ὁπῇ εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου, τοῦτο κινεῖται κατὰ τὴν



Σχ. 64.

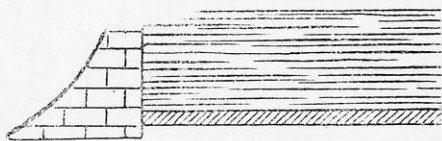
ἀντίθετον πρὸς τὴν ροὴν διεύθυνσιν (σχ. 63). Ὅμοίως ἐξηγεῖται καὶ ἡ λειτουργία τοῦ ὑδραυλικοῦ στροβίλου (σχ. 64).

Τὸ ὅτι ἡ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων πίεσις ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ ὕψους



Σχ. 65.

τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ **Κάδου τοῦ Pascal**. Ὁ Pascal ἐξετέλεσε τὸ ἐξῆς πείραμα εἰς Ρουέν τῆς Γαλλίας τὸ 1647. Εἰς τὴν ἄνω βάσιν κάδου μετρίου μεγέθους πλήρους ὕδατος προσήρμοσε σωλῆνα λεπτὸν ὕψους 10 περίπου μέτρων (σχ. 65). Ὅταν ἐπλήρωσε τοῦτον ὕδατος, παρετήρησεν ὅτι ὁ κάδος



Σχ. 66

διερράγη, τὸ δὲ ὕδωρ ἐξετινάσσεται διὰ τῶν ρωγμῶν.

Ἔνεκα τῆς πλευρικῆς ταύτης πιέσεως, τὴν ὁποίαν ἐξασκοῦν τὰ ὑγρά, κατασκευάζουν τοὺς τοίχους τῶν μεγάλων δεξαμενῶν οὕτως,

ὥστε τὸ πάχος των νὰ βαίνειν αὐξανόμενον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν πρὸς τὸν πυθμένα (σχ. 66).

66.—**Πίσεις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου.** Εἶδομεν ὅτι πᾶν ὑγρὸν εὐρίσκόμειν ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς δοχείου ἐπιφέρει πίσεις ἐπὶ τοῦ πυθμένος καὶ τῶν τοιχωμάτων τούτου. Ἡ ἐντασις τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένων πιέσεων ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου ὑγροῦ.

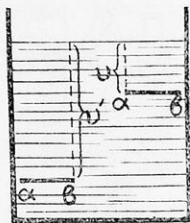
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

67.—**Θεμελιώδης ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς.** Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ πίσις, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ὑγρὸν τι ἐπὶ ἐπιφανείας ἐντὸς αὐτοῦ εὐρίσκομένης, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς ἐπιφανείας καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Συνεπῶς ἂν λάβωμεν δύο ἴσας ἐπιφανείας $\alpha\beta$ ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἡρεμίᾳ εὐρίσκομένου (σχ. 67) καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι εὐρίσκονται αὗται εἰς διάφορα ὕψη u καὶ u' ($u' > u$), τότε αἱ πίσεις π καὶ π' , τὰς ὁποίας δέχονται, εἶναι $\pi = \alpha\beta \cdot u$ καὶ $\pi' = \alpha\beta \cdot u'$ καὶ ἐπειδὴ $\pi' > \pi$, ἡ διαφορὰ των θὰ εἶναι

$$\pi' - \pi = \alpha\beta \cdot u' - \alpha\beta \cdot u = \alpha\beta(u' - u) \quad [1]$$

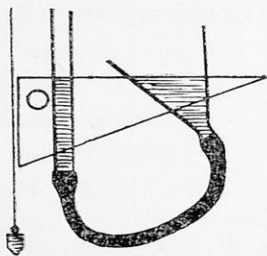
ἤτοι ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων, τὰς ὁποίας δέχονται δύο ἴσαι ἐπιφάνειαι εὐρισκόμεναι ἐντὸς ὑγροῦ ἡρεμοῦντος, ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἡ ὁποία ἔχει βάσιν τὴν μίαν τῶν ἐπιφανειῶν, ὕψος δὲ τὴν μεταξὺ τούτων ἀπόστασιν. Τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν θεμελιώδη ἀρχὴν τῆς ὑδροστατικῆς. Ἐκ τοῦ τύπου [1] μανθάνομεν ὅτι: α) Ἐὰν $u = u'$ τότε καὶ $p = p'$, ἤτοι *ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ στοιχεῖα τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου* ὅπου καὶ ἂν εὕρισκεται τοῦτο· καὶ β) ὅταν τὸ $p = p'$ τότε καὶ τὸ $u = u'$ ἤτοι ὅταν αἱ πιέσεις εἶναι αἱ αὐταί, αἱ πιεζόμεναι ἐπιφάνειαι εὕρισκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ ὅταν δύο ἢ περισσότεραι ἐπιφάνειαι εὕρισκονται ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ· ἐπειδὴ αὗται εὕρισκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, δέχονται τὴν αὐτὴν πίεσιν. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι *ἡ ἐλευθέρως ἐπιφάνεια ὑγροῦ ἡρεμοῦντος εἶναι ὀριζόντιον ἐπίπεδον.*



Σχ. 67.

Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζεται ἡ κατασκευὴ διαφόρων ὀργάνων, διὰ τῶν ὁποίων μανθάνομεν, ἂν ἐπίπεδόν τι εἶναι ὀριζόντιον, ὅπως π.χ. εἶναι ἡ *ἀεροσταθμὴ*.

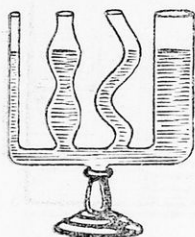
68.—*Ἰσορροπία ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων.* Λαμβάνομεν τὴν συσκευὴν, τὴν ὁποίαν παριστᾷ τὸ σχῆμα 68. Αὕ-



Σχ. 68.

τὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ὑάλινον χωνίον καὶ ἓνα κύλινδρον ὑάλινον ἀνοικτὸν κατὰ τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ καὶ συνδεδεμένον μετὰ τοῦ χωνίου διὰ σωλῆνος ἐλαστικοῦ. Ἐὰν χύσωμεν ὕδωρ εἰς ἓν τῶν δοχείων τούτων, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται καὶ εἰς τὸ ἕτερον δοχεῖον καὶ διαπιστώνομεν διὰ τοῦ κανόνος καὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης ὅτι: α) εἰς ἕκαστον δοχεῖον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἶναι ἐπίπεδος, καὶ β) αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εἰς ἀμφοτέρω τὰ δοχεῖα εὕρισκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέ-

δου. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὰ δύο δοχεῖα ἢ τὰ πλησιάζωμεν ἢ κλίνωμεν αὐτὰ καθ' οἷονδήποτε τρόπον, λαμβάνοντες ἑκάστοτε τὴν φροντίδα νὰ μὴ χυθῇ τὸ ὑγρὸν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὕψος τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑγροῦ παραμένει εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ἀποδειχθῇ καὶ δι' ἄλλης συσκευῆς ὡς ἡ τοῦ σχήματος 69.



Σχ. 69.

Ἡ ιδιότης αὕτη τῶν ὑγρῶν ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην *ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων δοχείων*. Κατὰ ταύτην ὅταν ὑγρὸν τι εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία ἐντὸς δύο ἢ περισσοτέρων δοχείων, τὰ ὁποῖα συγκοινωνοῦν μεταξύ των, *αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εἰς ὅλα τὰ δοχεῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον*. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τῶν συγκοινωνούντων δοχείων στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τῶν ὑδραγωγείων, τῶν πιδάκων καὶ τῶν ἀρτεσιανῶν φρεάτων.

69.—*Ἰσορροπία διαφόρων ὑγρῶν ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ*. Ἐὰν εἰς τι δοχεῖον ρίψωμεν πετρέλαιον, ὕδωρ καὶ ὑδράργυρον, βλέπομεν ὅτι τὰ τρία ταῦτα ὑγρά, ὅταν ἡρεμήσουν χωρίζονται εὐκρινῶς καὶ ὁ μὲν ὑδράργυρος καταλαμβάνει τὸ κατώτερον μέρος, τὸ ὕδωρ τὸ μέσον, καὶ τὸ πετρέλαιον τὸ ἀνώτερον μέρος. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι, διάφορα ὑγρά, μὴ ἐπιδεκτικὰ μίξεως, τιθέμενα εἰς τὸ αὐτὸ δοχεῖον, λαμβάνουν θέσιν ἀφ' ἑαυτῶν ἀναλόγως τῆς πυκνότητός των, αἱ δὲ διαχωριστικαὶ των ἐπιφάνειαι εἶναι ὀριζόντιαι ἐπίπεδα.

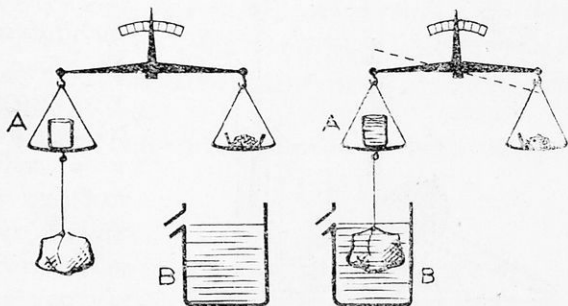
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

70.—*Ἀνωσις*. Ἄν κρεμάσωμεν λίθον βαρὺν ἐκ σχοινίου, τοῦ ὁποίου κρατοῦμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον, καταβάλλομεν δύναμιν τινα, διὰ νὰ κρατήσωμεν ἢ ἀνυψώσωμεν αὐτόν. Ὄταν τὸν λίθον τοῦτον βυθίσωμεν εἰς δοχεῖον πλήρες ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν

καταβάλλομεν τόσην δύναμιν ὅσην προηγουμένως. Ὁ λίθος φαίνεται ὡς νὰ ἔχασε βάρος. Ὁμοίως ὅταν κρατῶμεν κάδον πλήρη ὕδατος ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος, μᾶς φαίνεται ἐλαφρότερος παρ' ὅσον αἰσθανόμεθα αὐτὸν ἐκτὸς τοῦ ὕδατος. Ἐκ τούτων πειθόμεθα ὅτι τὰ σώματα *ὅταν βυθίζονται ἐντὸς ὑγροῦ, ὑχίστανται πιέσεις ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω*. Ἡ συνισταμένη τῶν πιέσεων τούτων, ἐπειδὴ κατευθύνεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καλεῖται *ἀνώσις*.

71.—**Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.** Ἐκ τοῦ δίσκου συνήθους ζυγοῦ μετὰ φάλαγγος ἐξαρτῶμεν λίθον μὴ πορώδη (σχ. 70). Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοποθετοῦμεν δοχεῖον κενὸν Α καὶ ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν διὰ μολυβδίνων χόνδρων (σκάγια). Ἀφ' ἐτέρου ἐτοιμάζομεν δοχεῖον Β ἀρκετὰ εὐρύ, ὥστε νὰ χωρῇ τὸν λίθον. Τοῦτο φέρει πλαγίως σωλῆνα ἐκροῆς. Ρίπτομεν εἰς τὸ δοχεῖον Β ὕδωρ, τόσον ὥστε ὅταν τοῦτο ἰσορροπήσῃ, ἡ ἐπιφάνειά του νὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς. Πλησιάζομεν τὸ δοχεῖον τοῦτο ὑπὸ τὸν λίθον, καὶ ἐμβαπτίζομεν αὐτὸν ὁλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῶν βαρῶν, *ἄρα ὁ λίθος φαίνεται ὡς νὰ ἔχασε βάρος* καὶ τοῦτο διότι ὑπέστη τὴν ἐνέργειαν τῆς *ἀνώσεως*. Ταυτοχρόνως ὕδωρ διὰ τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς τοῦ δοχείου χύ-



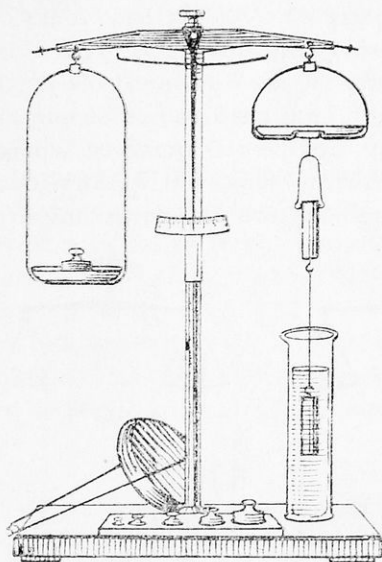
Σχ. 70.

νεται εἰς ὑποδοχέα τινά. Τὸ ὕδωρ τοῦτο εἶναι τὸ ἐκτοπιζόμενον ὑπὸ τοῦ λίθου, *συνεπῶς ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος τούτου εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ λίθου*, διότι ὅταν τὸ ὕδωρ ἡρεμήσῃ, ἡ ἐλευθέρᾳ ἐπιφάνειά του εἰς τὸ δοχεῖον Β φθάνει πάλιν εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκετο, πρὶν βυθισθῇ ὁ λίθος. Ἄν τώρα

χύσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ ὑποδοχέως εἰς τὸ δοχεῖον Α, ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται. Ἡ ὑπὸ τοῦ ὕγρου ἄρα ἀσκηθεῖσα ἐπὶ τοῦ λίθου πίεσις (ἄνωσις) εἶναι ἀκριβῶς ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕγρου.

Τὸ ἀνωτέρω πείραμα δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν μὲ οἰονδήποτε ὑγρὸν, πάντοτε μὲ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα. Τοῦτο παρατήρησε πρῶτος ὁ Ἑλλην μαθηματικὸς Ἀρχιμήδης καὶ διετύπωσε τὴν κάτωθι ἀρχήν, ἡ ὁποία φέρει τὸ ὄνομά του. *Πάν σῶμα ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς ὕγρου δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καθέτως καὶ ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕγρου.*

Σημ. Τὴν ἀρχὴν ταύτην δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν καὶ διὰ τῆς συσκευῆς, τὴν ὁποίαν ἔχουν τὰ σχολεῖα μας, ἥτοι τοῦ ὕδροστατικοῦ ζυγοῦ (σχ. 71).



Σχ. 71

72.—Συνέπειαί τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Ἀς θεωρήσωμεν σῶμα ὁμοιογενές, σταθεροῦ ὄγκου, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται βυθισμένον ἐντὸς ὕγρου τινος. Τὸ σῶμα τοῦτο ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων: α) τοῦ βάρους του **Β**, τὸ ὁποῖον τείνει νὰ φέρῃ πρὸς τὸν πυθμένα τὸ σῶμα, τοῦ ὁποῖου τὴν μαζαν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν συγκεντρωμένην εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους του. Καὶ β) τῆς ἀνώσεως **Α**, ἡ ὁποία τείνει νὰ ἀναβιβάσῃ τὸ σῶμα

καὶ ἐνεργεῖ καθέτως εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν *κέντρον ἀνώσεως*. Δι' ἓν σῶμα ὁμοιογενὲς τελείως βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕγρου τὰ δύο αὐτὰ κέντρα συμπίπτουν, εἶναι δὲ δυνατόν νὰ συμβοῦν τρία τινά :

α) *Τὸ βάρος τοῦ σώματος νὰ εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως* ἤτοι τοῦ βάρους ἴσου πρὸς τὸ σῶμα ὄγκου ὕδατος, ἤτοι $B > A$, ὁπότε τὸ σῶμα βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ὅπως συμβαίνει λ.χ. εἰς λίθον ἀφιέμενον ἐντὸς ὑγροῦ.

β) *Τὸ βάρος τοῦ σώματος νὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὴν ἀνωσιν*, ἤτοι $B = A$, ὁπότε τοῦτο αἰωρεῖται, τ. ἔ. ἡρεμεῖ εἰς πᾶσαν θέσιν, ὅπως συμβαίνει εἰς νωπὸν ὠὸν ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος μαγειρικοῦ ἁλατος· καὶ γ) *Τὸ βάρος τοῦ σώματος νὰ εἶναι μικρότερον τῆς ἀνώσεως*, ἤτοι $B < A$, ὁπότε τὸ σῶμα ἀνέρχεται καὶ ἐπιπλέει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ, ὅπως συμβαίνει εἰς τεράχιον φελλοῦ, τὸ ὁποῖον ἀφήνομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

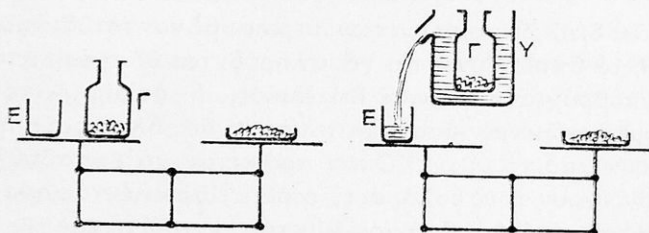
Τὰς τρεῖς ταύτας περιπτώσεις δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς διὰ τοῦ *κολυμβητοῦ τοῦ Καρτεσιῦ* (σχ. 72) ἢ διὰ τοῦ νωποῦ ὠοῦ εἰς διάλυσιν ἁλατος διαφόρου πυκνότητος.



Σχ. 72

73.—*Πλέοντα σώματα.* Ὅταν σῶμά τι ἐπιπλῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ τινος, τότε μέρος τοῦ σώματος τούτου εἶναι ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ μέρος ἐκτὸς αὐτοῦ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ *βάρος τοῦ ἐπιπλέοντος σώματος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.*

Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὡς ἑξῆς: Λαμβά-



Σχ. 73

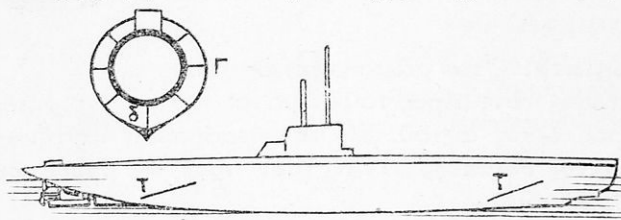
νομεν φιάλην τινὰ Γ, τὴν ὁποῖαν ἐρματίζομεν μὲ ἄμμον ἢ χόνδρους μολυβδίνους. Τὴν φιάλην ταύτην καὶ δοχεῖόν τι κενὸν Ε, θέτομεν εἰς τὸν δίσκον ζυγοῦ Roberval καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὰ

(σχ. 73). Βυθίζομεν κατόπιν τὴν φιάλην Γ ἐντὸς εὐρυτέρου δοχείου Υ φέροντος πλάγιον σωλῆνα ἐκροῆς καὶ περιέχοντος ὕδωρ μέχρι τοῦ σημείου ἐκροῆς. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐκχυθὲν ὕδωρ τιθέμενον εἰς τὸ δοχεῖον Ε, ἐπαναφέρει τὴν ἰσορροπίαν, ἥ ὁποία εἶχε καταστραφῇ. ὅταν ἀφῆρῃσαμεν τὴν φιάλην ἐκ τοῦ δίσκου. **Τὸ βάρος ἄρα τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐπιπλέοντος σώματος.**

Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὰς λέμβους καὶ τὰ πλοῖα, τῶν ὁποίων τόσον μόνον μέρος εἶναι βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ὥστε νὰ ἐκτοπίζε-ται ὕδωρ βάρους ἴσου πρὸς τὸ βάρος τῆς λέμβου ἢ τοῦ πλοίου. Ἐπ' αὐτοῦ στηρίζεται καὶ τὸ κολύμβημα, τὰ ὑποβρύχια κ.λ.

74.—**Ὑποβρύχια.** Τὰ ὑποβρύχια εἶναι μικρὰ πλοῖα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ πλέουν ὑπὸ τὸ ὕδωρ καὶ νὰ αἰωροῦνται ἐντὸς αὐτοῦ.

Περιγραφή. Ταῦτα ἔχουν σχῆμα ἰχθυοειδές, ἥ δὲ ἐγκαρσία τομῇ



Σχ. 74

αὐτῶν Γ εἶναι πε-
ρίπου κυκλική
(σχ. 74). Τὰ τοι-
χώματα τοῦ σκά-
φους εἶναι διπλᾶ
καὶ πολὺ στερεά,
διὰ νὰ ἀντέχουν
εἰς τὰς πιέσεις.

Μεταξὺ τῶν διπλῶν τοιχωμάτων περιλαμβάνονται διάφορα διαμε-
ρίσματα δ, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ πληροῦνται ὕδατος κατὰ βούλη-
σιν. Τὰ ὑποβρύχια κινοῦνται δι' ἑλίκας, ἥ ὁποία λειτουργεῖ διὰ
πετρελαιομηχανῶν μὲν ὅταν ἐπιπλέουν, δι' ἡλεκτροκινητῆρων δὲ
ὅταν πλέουν ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Ὅταν πρόκειται νὰ καταδυθῇ τὸ ὑπο-
βρύχιον, ἀνοίγουν τοὺς θαλάμους, ὁπότε εἰσρέει ἐντὸς αὐτῶν ὕδωρ.
Τότε τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου γίνεται μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως
καὶ τὸ ὑποβρύχιον βυθίζεται. Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν
ἐπιφάνειαν, ἐκδιώκεται τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν θαλάμων τῇ βοήθειᾳ πεπιε-
σμένου ἀέρος, ὁπότε τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου γίνεται μικρότερον
τῆς ἀνώσεως καὶ τὸ ὑποβρύχιον ἀνέρχεται. Ἡ διεύθυνσις, ἡ ἰσορ-

ρόπησις καὶ ἡ ρύθμισις τοῦ βάθους κανονίζονται διὰ τῶν πτερυγίων, τὰ ὅποια τὸ ὑποβρύχιον φέρει εἰς τὰ πλάγια. Τὰ ὑποβρύχια εἶναι ἐφωδισσμένα ἐπίσης μὲ διαφόρους ἀντλίας, δοχεῖα πεπιεσμένου ἀέρος, συσκευὰς παροχῆς ὀξυγόνου καὶ μὲ ἄλλα μηχανήματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐξέχουσιν θέσιν κατέχει τὸ *περισκόπιον*. Τοῦτο εἶναι μακρὸς ὀπτικὸς σωλήν, διὰ τοῦ ὁποίου περισκοπεῖται ὁ ὀρίζων, ὅταν τοῦτο εὐρίσκεται ἐν καταδύσει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ - ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ - ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ

75.—**Μέτρησις τῆς χωρητικότητος τῶν δοχείων καὶ τοῦ ὄγκου τῶν στερεῶν.** Ὅταν σῶμά τι ἢ δοχεῖον ἔχη ὠρισμένον γεωμετρικὸν σχῆμα, δυνάμεθα διὰ ἀκριβοῦς καταμετρήσεως τῶν διαστάσεων νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν ὄγκον του. Τὸ τοιοῦτον ὅμως δὲν εἶναι δυνατόν νὰ συμβῇ, ὅταν ταῦτα δὲν ἔχουν γεωμετρικὸν σχῆμα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἐργαζόμεθα ἐμμέσως. Εἶδομεν προηγουμένως ὅτι *ὡς μονάδα βάρους λαμβάνομεν τὸ βάρος τοῦ χιλιογράμμου ἥτοι τὸ βάρος μιᾶς κυβικῆς παλάμης ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας 4° Κ*

Συνεπῶς ἐὰν ὁ ὄγκος μιᾶς ποσότητος ὕδατος εἶναι γνωστὸς καὶ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τούτου εἶναι γνωστὸν καὶ ἀντιστρέφως ἐὰν τὸ βάρος μιᾶς ποσότητος ὕδατος εἶναι γνωστὸν καὶ ὁ ὄγκος του εἶναι ἐπίσης γνωστός, ἐφόσον *ἡ μονὰς τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος εἶναι τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου*. Καὶ ἂν κατὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς μονάδος τοῦ βάρους ληφθῇ *ὡς μονὰς τοῦ ὄγκου ἡ κυβικὴ παλάμη*, τότε τὸ βάρος θὰ ἐκφράζεται εἰς χιλιόγραμμα καὶ ὁ ἴδιος ἀριθμὸς θὰ παριστᾷ τὸ βάρος καὶ τὸν ὄγκον. Π.χ. 15 κυβ. παλάμαι ὕδατος θὰ ἐκφράζουν βάρος 15 χιλιογράμμων. Ἄν ὡς μονὰς τοῦ ὄγκου ληφθῇ ὁ κυβ. δάκτυλος, ὁ ἀριθμὸς τῶν κυβ. δακτύλων ὅστις παριστᾷ τὸν ὄγκον, θὰ παριστᾷ καὶ τὸ βάρος εἰς γραμμάρια. Ἄν τέλος ὡς μονὰς τοῦ ὄγκου ληφθῇ τὸ κυβ. μέτρον, ὁ ἀριθμὸς τῶν κυβ. μέτρων θὰ παριστᾷ καὶ τὸ βάρος εἰς τόννους. Οὕτω 225 γραμ.

ύδατος άπεσταγμένου και θερμοκρασίας 4° K έχουν όγκον 225 κυβ. δακτύλους.

Διά νά γνωρίσωμεν άρα την χωρητικότητα δοχείου άρκεί νά εύρωμεν τό βάρος του καθαρού ύδατος θερμοκρασίας 4°K, τό όποϊον χωρεί εις τό δοχείον τουτο. Διά νά γνωρίσωμεν τόν όγκον στερεοϋ τινός άρκεί νά εύρωμεν τό βάρος ίσου όγκου ύδατος καθαρού θερμοκρασίας 4°K. Προς τουτο μεταχειριζόμεθα φιάλας και σωληνας ειδικούς και ώρισμένου όγκου, ήτοι ληκύθους και όγκομετρικούς κυλινδρους.

76.—Ειδικόν βάρος και πυκνότης των σωμάτων. Έκ του καθ' ήμέραν βίου γνωρίζομεν ότι τεμάχιον μολύβδου ζυγίζει περισσότερον ενός τεμαχίου φελλοϋ του αύτου όγκου. Έπίσης μία κυβική παλάμη ύδατος είναι βαρυτέρα μιās κυβικής παλάμης έλαίου. Γενικώς *συμπεραίνομεν ότι τά διάφορα σώματα υπό τόν αύτόν όγκον δέν έχουν τό αύτό βάρος.*

Προσδιορίζοντες δέ τό βάρος τής μονάδος όγκου σώματός τινος εύρίσκομεν ένς αριθμόν, ό όποϊος είναι ίκανός νά χαρακτηρίση τό *σώμα* και καλεϊται **ειδικόν βάρος** του σώματος. Κατά ταϋτα λέγοντες ότι τό ειδικόν βάρος του σιδήρου είναι 7,8 έννοοϋμεν ότι 1 κυβικός δάκτυλος σιδήρου έχει βάρος 7,8 γραμ. ή 1 κυβική παλάμη αύτου έχει βάρος 7,8 χιλιόγρ. Κατά τόν άνωτέρω όρισμόν τό ειδικόν βάρος ένός σώματος, τό όποϊον ζυγίζει 440 γραμ. και έχει όγκον 50 κυβ. έκ., είναι $\frac{440}{50} = 8,8$ γραμ. Γενικώς δέ άν διά του

B παραστήσωμεν εις γραμμάρια τό βάρος σώματός τινος και διά του O τόν όγκον του, έκπεφρασμένον εις κυβ. έκ., τό ειδ. βάρος είναι $\frac{B}{O}$ γραμ. ήτοι $E = \frac{B}{O}$ [1] έξ ου βλέπομεν ότι $B = O.E$, ήτοι τό βάρος σώματος τινός ίσοϋται μέ τό γινόμενον του όγκου του επί τό ειδικόν βάρος του σώματος.

77.—Πυκνότης. Ό όγκος σώματός τινος και τό βάρος ύδατος άπεσταγμένου θερμοκρασίας 4° K ίσου προς τόν όγκον του σώματος τουτου εκφράζονται διά του αύτου αριθμοϋ. Έπομένως εάν εις

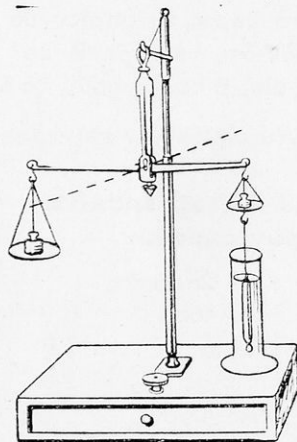
τὴν προηγουμένην ἰσότητα [1] ἀντικαταστήσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ σώματος O μὲ τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας $4^{\circ} K$ ἔχομεν τὸ πηλίκον, τὸ ὁποῖον ἐκφράζει τὴν πυκνότητά δηλ.

$$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{βάρος σώματος εἰς γραμ.}}{\text{βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος εἰς γραμ.}}$$

Πυκνότης ἄρα καὶ εἰδικὸν βάρος ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ.

73.—Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος στερεοῦ τίνος σώματος, πρέπει νὰ εὑρωμεν τὸ βάρος καὶ τὸν ὄγκον τούτου. Τὸ πηλίκον δὲ τοῦ βάρους τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὄγκου του θὰ μᾶς δώσῃ τὸ εἰδικὸν του βάρος. Καὶ τὸ μὲν βάρος στερεοῦ τίνος σώματος προσδιορίζομεν εἰς γραμμάρια διὰ ζυγοῦ, τὸν δὲ ὄγκον του, ἐὰν μὲν τὸ σῶμα ἔχῃ γεωμετρικὸν σχῆμα, διὰ τῆς καταμετρήσεως τῶν διαστάσεων του, ὡς μᾶς διδάσκει ἡ Γεωμετρία, ἐὰν δ' ὄχι, διὰ τοῦ ὀγκομετρικοῦ κυλίνδρου. Προκειμένου πάλιν νὰ εὑρωμεν τὴν πυκνότητα τοῦ σώματος, ἀνευρίσκομεν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς γραμμάρια καὶ τὸ βάρος ἴσου πρὸς τὸ σῶμα ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας $4^{\circ} K$, τῶν δύο δὲ τούτων ποσῶν εὐρίσκομεν τὸ πηλίκον. Τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εὐρίσκομεν ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ.

Ἐὰν ὅμως τὸ στερεὸν σῶμα, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου πειραματιζόμεθα, διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, τότε χρησιμοποιοῦμεν ὀγκομετρικὸν κύλινδρον, περιέχοντα ὑγρὸν γνωστοῦ εἶδ. βάρους, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου δὲν διαλύεται τὸ σῶμα.



Σχ. 75

79.—**Προσδιορισμός τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν.** Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἐργαζόμεθα καθ' ὅμοιον τρόπον, ἥτοι εὐρίσκομεν τὸ βάρος B ὠρισμένου ὄγκου τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ὁποίου ζητοῦμεν τὴν πυκνότητα, κατόπιν τὸ βάρος β ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας $4^{\circ} K$ καὶ τὸ πηλίκον τῶν δύο τούτων ποσῶν $\frac{B}{\beta}$ εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ. Διὰ νὰ εὐρώμεν τὸ βάρος ὠρισμένου ὄγκου τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν ὑγροῦ, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου σύρματος στερεόν τι σῶμα π.χ. κύλινδρον ὑάλινον (σχ. 75) περιέχοντα ἔρμα, ὥστε νὰ βυθίζηται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν. Κατόπιν ἰσορροποῦμεν τοῦτον διὰ βαρῶν, τὰ ὅποια θέτομεν εἰς τὸν ἕτερον δίσκον καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸν κύλινδρον ἐντὸς τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ὑγροῦ, ἔστω δὲ B τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐκ τοῦ ὁποίου κρέματα ὁ κύλινδρος, διὰ νὰ ἐπέλθῃ ἡ ἰσορροπία. Ἐμβαπτίζομεν κατόπιν τὸν κύλινδρον ἐντὸς ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας $4^{\circ} K$ καὶ ἔστω β τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον θὰ ἐπαναφέρῃ τὴν ἰσορροπίαν. Εἴναι φανερόν ὅτι τὰ βάρη B καὶ β παριστάνουν τὰ βάρη ἴσων ὀγκῶν, τὸ μὲν B τοῦ ὑγροῦ, τὸ δὲ β τοῦ ὕδατος. Ἐπομένως διαιροῦντες ταῦτα εὐρίσκομεν τὴν πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ ἥτοι $\Pi = \frac{B}{\beta}$.

80.—**Πίναξ ἐμφαίνων τὴν πυκνότητα στερεῶν τινῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων.**

Στερεῶν		Υγρῶν	
Φελλὸς	0,2	Αἰθὴρ	0,72
Πάγος	0,9	Οἰνόπνευμα	0,794
Υἄλος	2,5	Πετρέλαιον	0,75—0,85
Ἀργίλιον	2,6	Τερεβινθέλαιον	0,86
Σίδηρος	7,8	Ἐλαιον ἐλαίων	0,91
Χαλκὸς	8,9	Υδωρ ἀπεσταγμένον θερμοκρ. $4^{\circ} K$	1.
Ἄργυρος	10,3	Γλυκερίνη	1,265

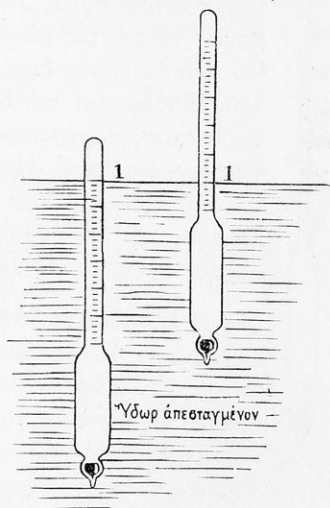
Μόλυβδος	11,3
Χρυσός	19,3
Λευκόχρυσος	21,5

Χλωροφόρμιον	1,49
Θειϊκόν ὀξύ	1,84
Ύδραργυρος	13,6

81.—**Πυκνόμετρα καὶ ἀραιόμετρα.** Ταῦτα εἶναι ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων ἀνευρίσκομεν τὴν πυκνότητα διαφόρων ὑγρῶν διὰ τῆς ἀμέσου παρατηρήσεως καὶ ἀναγνώσεως ἐπὶ τῶν κλιμάκων, τὰς ὁποίας φέρουν. Γνωρίζομεν ὅτι σῶμά τι ἰσορροπεῖ ἐντὸς ὑγροῦ τινος, ὅταν τὸ βάρος του ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι σῶμά τι βυθίζεται τόσον ὀλιγώτερον, ὅσον τὸ ὑγρὸν εἶναι πυκνότερον. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζονται τὰ περὶ ὧν ὁ λόγος ὄργανα.

82.—**Πυκνόμετρα.** Τὰ πυκνόμετρα εἶναι ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων εὐρίσκομεν δι' ἀμέσου ἀναγνώσεως τὸ εἶδ. βάρος τῶν ὑγρῶν (σχ. 76). Ταῦτα συνίστανται ἐκ κυλινδρικοῦ ὑαλίνου δοχείου (πλωτῆρος), τὸ ὁποῖον εἰς μὲν τὸ ἄνω μέρος ἀπολήγει εἰς στενὸν καὶ μακρὸν κυλινδρικὸν σωλῆνα, εἰς δὲ τὸ κάτω μέρος εἰς κοίλην σφαιροειδῆ διεύρυνσιν. Ἐντὸς τῆς κοίλης διευρύνσεως τίθεται ἕρμα ἐξ ὑδραργύρου ἢ χόνδρων μολυβδίνων. Κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος ὑπάρχει κλίμαξ, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀναγράφεται βαθμολογία, παριστῶσα τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν ὑγρῶν.

Τὰ πυκνόμετρα, τὰ προωρισμένα διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, εἶναι ἑρματισμένα κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε βυθιζόμενα ἐντὸς ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4° K ἰσορροποῦν μέχρι τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ σωλῆνος, ὅπου ἐπὶ τῆς κλίμακος σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1. Διὰ νὰ καθορισθῇ ἡ κλίμαξ, βυθίζομεν τὸ πυκνόμετρον εἰς ὑγρά γνωστῆς πυκνότητος ὡς λ.χ. 1,10, 1,20, 1,30

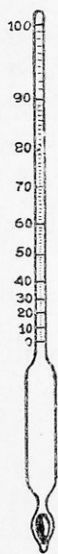


Σχ. 76

κ.ο.κ. εἰς ἐκεῖνα δὲ τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα ἰσορροπεῖ τὸ πυκνόμετρον σημειοῦνται ἐπὶ τῆς κλίμακος ἀντίστοιχοι διαιρέσεις.

Τὰ δὲ πυκνόμετρα, τὰ προσωρισμένα δι' ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, εἶναι οὕτως ἐρματισμένα, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 4° K βυθίζονται μέχρι τοῦ κάτω ἄκρου τοῦ σωλήνος, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1. Βυθιζόμενα ταῦτα διαδοχικῶς εἰς ὑγρά γνωστῆς πυκνότητος 0,90, 0,80 κ.ο.κ. ἰσορροποῦν εἰς διαφόρους θέσεις, οὕτω δὲ ἀναγράφονται ἐπὶ τῆς κλίμακος αἱ ἀντίστοιχοι διαιρέσεις.

Διὰ νὰ εὗρωμεν ἤδη τὸ εἰδικὸν βάρος ὑγροῦ τινος, βυθίζομεν τὸ πυκνόμετρον ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἀφοῦ ἰσορροπήσῃ, ἀναγιγνώσκομεν ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ σωλήνος τὴν διαίρεσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἀντιστοιχεῖ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.



83.—**Ἀραιόμετρα.** Τὰ ἀραιόμετρα εἶναι ὅμοια πρὸς τὰ πυκνόμετρα καὶ ἐρματίζονται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε, βυθιζόμενα ἐντὸς τῶν ὑγρῶν, νὰ λαμβάνουν κατακόρυφον θέσιν. Ταῦτα εἶναι δύο εἰδῶν, τὰ διὰ τὰ ὑγρά τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος καὶ τὰ διὰ τὰ ἀραιότερα. Ἀμφότερα βαθμολογοῦνται αὐθαιρέτως καὶ ἀναλόγως τῆς χρήσεώς των φέρουν διάφορα ὀνόματα *ἀλατοζύγια*, *γαλακτοζύγια*, *ὄξυζύγια* κ. ἄ. Μεταξὺ τούτων ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν τὰ τοῦ Beaumé. Σήμερον εἰς τὸ ἐμπόριον ἀντὶ τούτων χρησιμοποιοῦνται συνήθως τὰ πυκνόμετρα.

84.—**Ἐκατονταβάθμιον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussae.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὗρεσιν τοῦ ὅγκου τοῦ οἶνοπνεύματος, τὸ ὁποῖον ἐμπεριέχεται εἰς 100 ὅγκους οἶνοπνευματούχου ὑγροῦ θερμοκρασίας 15° K. Ἡ συσκευὴ αὕτη (σχ. 17) εἶναι ὅμοιά κατὰ τὸ σχῆμα πρὸς τὰ ἀραιόμετρα, ἐρματίζεται δὲ οὕτως ὥστε ὅταν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15° K, νὰ βυθίζεται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος, ὅπου χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Ἐντὸς δὲ ἀνύδρου οἶνοπνεύματος τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, νὰ βυθίζεται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος, ὅπου χαράσσε-

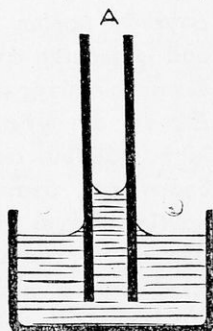
Σχ. 77

ται ὁ ἀριθμὸς 100. Κατόπιν βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς μίγματα ἀνύδρου οἰνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15°K , τὰ ὁποῖα λαμβάνονται ὀγκομετρικῶς, ἤτοι ἀπὸ 10, 20, 30... 90 ὄγκους ἀνύδρου οἰνοπνεύματος θερμοκρασίας 15°K συμπληρουμένους μέχρις 100 ὄγκων δι' ἀπεσταγμένου ὕδατος. Εἰς τὰ ἀντίστοιχα σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς τοῦ ὄργανου χαράσσονται οἱ ἀριθμοὶ 10, 20, 30,... 90 καὶ διαιροῦνται κατόπιν τὰ μεταξὺ τούτων διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, ὥστε σχηματίζεται κλίμαξ, ἡ ὁποία φέρει 100 διαιρέσεις ἢ βαθμούς. Ἐὰν τώρα τὸ ὄργανον ἐμβαπτισθὲν εἰς οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν δεικνύη 78 βαθμούς, τοῦτο σημαίνει ὅτι 78 ὄγκοι εἶναι ἀνυδρον οἰνόπνευμα καὶ 22 ὕδωρ. Εἰς τὸ ἐμπόριον γίνεται πολλάκις χρήσις διὰ τὰ οἰνοπνευματοῦχα ὑγρά, τῆς κλίμακος Cartier, ὅπου ὁ ἀριθμὸς 10 ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 0 τῆς κλίμακος Gay Lussac, ὁ δὲ ἀριθμὸς 44,2 παρίστανται τὸ ἀνυδρον οἰνόπνευμα. Οὕτως ὁ ἀριθμὸς 19 Cartier ἀντιστοιχεῖ εἰς 49 τοῦ ἑκατονταβάθμου, ὁ δὲ 35 Cartier ἀντιστοιχεῖ εἰς 88 τοῦ ἑκατονταβάθμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

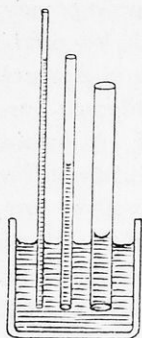
ΜΟΡΙΑΚΑΙ ΕΛΞΕΙΣ

85.—**Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν εἰς δοχεῖον περιέχον ὕδωρ ἐμβαπτίσωμεν σωλῆνα ἀνοικτὸν κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα καὶ μεγάλης ὅπωςδὴποτε διαμέτρου παρατηροῦμεν, ὅτι αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἐντὸς τοῦ δοχείου εὐρίσκονται (κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων) εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Ἐὰν ὁ ὑάλινος σωλὴν εἶναι μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, βλέπομεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον (σχ. 78) καὶ μάλιστα τόσον ὑψηλότερον ὅσον στενώτερος εἶναι ὁ σωλὴν (σχ. 79). Ἐὰν τὸν αὐτὸν στενὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἐντὸς ὑδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ



Σχ. 78

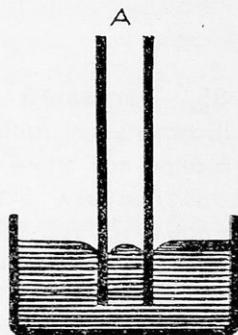
ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εὐρίσκεται χαμηλότερον παρὰ εἰς τὸ δοχεῖον (σχ. 80). Ἄν ἀντὶ ὑαλίνου σωλῆνος μεταχειρισθῶμεν σωλῆνα ἄλλης φύσεως, τὰ φαινόμενα εἶναι διάφορα.



Σχ. 79

Οὕτω τὸ ὕδωρ καταπίπτει ἐντὸς σωλῆνος στενοῦ καὶ ἡλειμμένου ἐσωτερικῶς διὰ λιπαρᾶς οὐσίας, ὁ δὲ ὑδράργυρος ἀνέρχεται ἐντὸς σωλῆνος μεταλλικοῦ ἐφυδραργυρωμένου. Ἄρα τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξαρτῶνται ὅχι μόνον ἐκ τῆς διαμέτρου τοῦ σωλῆνος ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ.

Ἐπίσης παρατηροῦμεν εἰς τὰ ἀνωτέρω πειράματα ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῶν ὑγρῶν ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος δὲν εἶναι ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ὡς ὥφειλεν, ἀλλὰ λαμβάνει σχῆμα κοῖλον, ὅταν ὁ σωλῆν εἶναι ὑαλίνος καὶ βυθίζεται εἰς τὸ ὕδωρ, κυρτὸν δὲ ὅταν ὁ ὑαλίνος σωλῆν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδράργυρον. Αἰτία τῶν φαινομένων τούτων εἶναι αἱ ἑλκτικαὶ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἀναπτύσσονται μεταξύ τῶν μορίων τῶν σωμάτων. Ὄταν αἱ ἑλκτικαὶ αὗται δυνάμεις ἀναπτύσσονται μεταξύ ὁμογενῶν μορίων τῶν σωμάτων, τὸ φαινόμενον λέγεται **συνοχή**, ὅταν δὲ μεταξύ ἐτερογενῶν μορίων καλεῖται **συνάφεια**. Πλεῖστα ὅσα φαινόμενα ἀποδεικνύουν τὴν ὑπαρξίν τῆς ἑλκτικῆς ταύτης δυνάμεως μεταξύ τῶν μορίων. Διὰ τῆς συνοχῆς σταγὼν λαμβανομένη δι' ὑαλίνης ράβδου, σφαιροποιεῖται ὅπως καὶ ὁ ὑδράργυρος, ὅταν ρίπτεται ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας. Λόγω τῆς συναφείας ἢ σταγὼν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν ὑαλίνην ράβδον δὲν πίπτει, πλὰς ὑαλινὴ τιθεμένη ἐπὶ ἐπιφανείας ὕδατος δυσκόλως ἀποσπᾶται, ὁ κονιορτὸς ἐπικάθηται ἐπὶ τοῦ τοίχου, ἡ κιμωλία προσφύεται ἐπὶ τοῦ πίνακος, ἡ μελάνη ἐπὶ τοῦ χάρτου κ.ἄ. Εἰς τὴν προκειμένην δὲ περίπτωσιν τῶν τριχοειδῶν σωλῆνων τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται, διότι ἡ συνάφεια μεταξύ ὕδατος καὶ ὑάλου



Σχ. 80

είναι μεγαλύτερα τῆς συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ὁ δὲ ὑδράργυρος κατέρχεται, διότι ἡ συνοχή τοῦ ὑδραργύρου εἶναι μεγαλύτερα τῆς συναφείας αὐτοῦ μετὰ τῆς ὑάλου. Καὶ ἐν γένει δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι ὅταν τὸ ὑγρὸν διαβρέχη τὸν σωλῆνα, ἀνέρχεται, ὅταν δὲ δὲν τὸν διαβρέχη, κατέρχεται.

Διὰ τῶν τριχοειδῶν φαινομένων ἐξηγεῖται καὶ ἡ ἀνσδος τοῦ πετρελαίου ἢ τοῦ ἐλαίου εἰς τὴν θρυαλλίδα τῆς λυχνίας, ὁ ἐμποτισμὸς διὰ μελάνης τοῦ ἀπορροφητικοῦ χάρτου, ἡ ἀνύψωσις τῆς ὑγρασίας εἰς τοὺς τοίχους κ.ἄ.

Ἀσκήσεις

1) Ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων κινοῦνται ἐμβολεῖς, τῶν ὁποίων αἱ ἀκτῖνες τῶν βάσεων εἶναι 6 ἐκ. μ. καὶ 3 ἐκ. μ. Ποῖον βάρος πρέπει νὰ τεθῇ εἰς τὸν μεγάλον ἐμβολέα, διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ βάρος 450 χιλιογράμμων, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως;

2) Οἱ βραχίονες ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 120 ἐκ. μ. καὶ 12 ἐκ. μ., αἱ δὲ τομαὶ τῶν ἐμβολέων εἶναι 0,280 τ. ἐκ. τοῦ ἑνὸς καὶ 0,005 τ. ἐκ. τοῦ ἄλλου. Πόση εἶναι ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ τὸ πιεστήριον, ἐὰν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μεγάλου μοχλοβραχίονος ἐνεργῇ δύναμις 42 χιλιογράμμων;

3) Εἰς τὴν ἄνω βάσιν βαρελίου πλήρους ὕδατος καὶ ὕψους 90 ἐκ. μ. προσαρμόζεται σωλὴν ὕψους 3,75 μ. καὶ πληροῦται καὶ οὗτος ὕδατος. Πόση εἶναι ἡ ἀσκουμένη πίεσις ἐπὶ τῶν δύο βάσεων τοῦ βαρελίου, ἐὰν ἡ ἀκτίς τῆς βάσεως εἶναι 15 μέτρα;

4) Τὸ βάρος σώματός τινος εἶναι 125,15 γραμ. ὁ δὲ ὄγκος του 80 κυβ. ἐκ. Νὰ εὐρεθῇ τὸ εἰδικόν του βάρος.

5) Ποῖον τὸ βάρος σιδηροῦ κυλίνδρου, τοῦ ὁποίου ἡ διάμετρος τῆς βάσεως εἶναι 0,568 μ. τὸ δὲ ὕψος 3,397 μ., (εἶδ. β. σιδήρου 7,8).

6) Ποῖος εἶναι ὁ ὄγκος μολύβδου, ὁ ὁποῖος τιθέμενος εἰς δίσκον ζυγοῦ τινος ἰσορροπεῖ σίδηρον, τοῦ ὁποίου ὁ ὄγκος εἶναι 565 κ. ἐκ., (εἶδ. β. μολύβδου 11,3, εἶδ. β. σιδήρου 7,8).

7) Τεμάχιον μαρμάρου 895 κυβ. παλ. εὐρίσκεται ἐντὸς ὕδατος. Νὰ εὐρεθῇ πόσῃν δύναμιν πρέπει νὰ καταβάλωμεν, διὰ νὰ ἀνυ-

ψώσωμεν τοῦτο μέχρι τῆς ἐπιφανείας. (Εἰδ. β. μαρμάρου 2,84).

8) Ποῖον εἶναι τὸ πάχος μολυβδίνου δίσκου, ὃ ὁποῖος πρέπει νὰ ἐπικολληθῇ ἐπὶ κυλίνδρου ἐκ φελλοῦ τῆς αὐτῆς τομῆς καὶ ὕψους 8 ἐκ. μ., διὰ νὰ κρατηθῇ ὁ κύλινδρος μετέωρος ἐντὸς τοῦ ὕδατος., (εἰδ. β. μολύβδου 11, 3, εἰδ. β. φελλοῦ 0,24).

9) Πόσα χιλιόγραμμα ἐλαίου χωρεῖ κυλινδρικὸν δοχεῖον, τοῦ ὁποίου ἡ ἄκτις τῆς βάσεως εἶναι 0,625 μέτρον, τὸ δὲ ὕψος 1,35 μ., (εἰδ. β. τοῦ ἐλαίου 0,92).

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΑΕΡΙΑ - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ - ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ

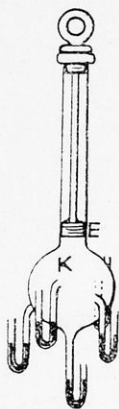
Ι. ΑΕΡΙΑ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

86.—**Ὅρισμοί.** Ἡ *ἀεροστατική* εἶναι τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ ὁποῖον ἐξετάζει τὰ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκόμενα ἀέρια.

87.—**Ἰδιότητες τῶν ἀερίων.** Τὰ ἀέρια δὲν ἔχουν ὥρισμένον ὄγκον καὶ σχῆμα, ἀλλὰ τείνουν νὰ καταλάβουν ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλύτερον χῶρον. Ἐκ τούτου καταφαίνεται ὅτι τὰ *ἀέρια εἶναι ρω-δέστερα* τῶν ὑγρῶν, ἀντιλαμβανόμεθα δὲ τοῦτο ἐκ τοῦ ὅτι εὐκέλως δυνάμεθα νὰ κινούμεθα ἐντὸς αὐτῶν. Ἔνεκα τῆς ἰδιότητος τοῦ *ἐκτατοῦ*, τὰ ἀέρια ὅταν ἐγκλεισθοῦν ἐντὸς δοχείου πιέζουν τὰ τοιχώματα τούτου μὲ μίαν δύναμιν, ἡ ὁποία καλεῖται *πίεσις τῶν ἀερίων*. Λόγῳ τοῦ ὅτι τὰ μόριά των εἶναι εὐκίνητα, εἶναι λίαν *συμπιεστέα* καὶ *τελείως ἐλαστικά*. Ἐκεῖνο ὅμως τὸ ὁποῖον κατ' ἐξοχὴν διακρίνεται τὰ ἀέρια ἀπὸ τὰ ὑγρά, εἶναι τὸ *ἐκτατὸν* καὶ τὸ *συμπιεστόν*.

Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια ἔχουν τὰς αὐτὰς περίπου ἰδιότητας μὲ τὰ ὑγρά, διὰ τοῦτο ἰσχύουν ἐπ' αὐτῶν ὅλαι αἱ ἀρχαί, τὰς ὁποίας ἐγνωρίσαμεν εἰς τὰ ὑγρά. Οὕτως ἡ ἀρχὴ τοῦ Pascal εὐρίσκει καὶ εἰς τὰ ἀέρια ἐφαρμογὴν, λόγῳ τῆς ἐλαστικότητός των ἥτοι: *Πᾶσα πίεσις, ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς μάξης ἀερίου τινός, μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως*. Τοῦτο ἀποδεικνύομεν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν δοχεῖον σφαιρικὸν Κ (σχ. 81), ἔχον κυλινδρικὸν λαιμόν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου δύναται νὰ

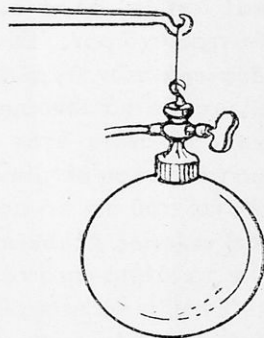
ὀλισθήσῃ ἐμβολεὺς Ε, ὁ ὁποῖος ἐφαρμόζεται ἀεροστεγῶς. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας δὲ τοῦ δοχείου ὑπάρχουν ἐπικαμπεῖς σωλῆνες, οἱ ὅποιοι φέρουν ὑδράργυρον. "Όταν ὠθήσωμεν τὸν ἐμβολέα παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἰς ὁλοὺς τοὺς σωλῆνας ἀνέρχεται καὶ μάλιστα κατὰ τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἡ πίεσις ἄρσ, τὴν ὁποίαν ἐπιφέρομεν ἐπὶ τοῦ ἐντὸς τῆς φιάλης ἀέρος, μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως.



Σχ. 81

88.—**Βάρος τῶν αερίων.** Πάντα τὰ αέρια ὡς ὑλικά σώματα ἔχουν βάρος. Πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης κατέδειξε τὴν ιδιότητα ταύτην, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὡς ἑξῆς. Ἐκ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων ζυγοῦ μετὰ φάλαγγος λίαν εὐπαθοῦς ἐξαρτῶμεν σφαῖραν ὑαλίνην, φέρουσιν στρόφιγγα, διὰ τῆς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα (σχ. 82).

Τὴν σφαῖραν ταύτην, σχεδὸν τελείως κενὴν ἀέρος, ἰσορροποῦμεν διὰ σταθμῶν, τὰ ὁποῖα θέτομεν εἰς τὸν ἑτερον δίσκον. Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, ὁ μὲν ἀήρ ἔξωθεν εἰσέρχεται ταχέως προκαλῶν σιγμὸν, ἡ δὲ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς σφαίρας, ὅπερ ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ εἰσελθὼν ἀήρ ἔχει βάρος. Τὸ αὐτὸ θέλει συμβῆ καὶ ὅταν ἐκκενώσωμεν τὴν σφαῖραν καὶ πληρώσωμεν κατόπιν αὐτὴν μὲ οἶονδῆποτε αέριον. Ἐκ τούτου συναγεται ὅτι *πάντα τὰ αέρια ἔχουν βάρος*. Δι' ἀκριβῶν πειραμάτων εὐρέθη ὅτι μία κυβ. παλάμη ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ξηροῦ καὶ πλησίον τῆς θαλάσσης ζυγίζει 1,293 γραμμάρια.



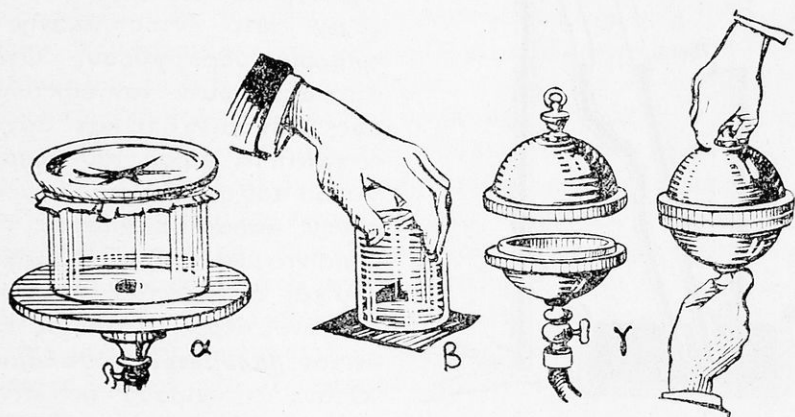
Σχ. 82

II. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ — ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

89.—**Ἀτμόσφαιρα.** Ἀτμόσφαιραν καλοῦμεν τὸ αερώδες περίβλημα τῆς Γῆς, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος ὑπερβαίνει τὰ 100 χιλιόμε-

τρα. Ἐπειδὴ δὲ λόγῳ τοῦ βάρους τὰ ἀνώτερα στρώματα αὐτῆς πιέζουν τὰ κατώτερα, ἢ πυκνότης αὐτῆς βαίνει ἐλαττωμένη μετὰ τοῦ ὕψους.

90.—**Ἀτμοσφαιρική πίεσις.** Ὅπως εἰς τὰ ὑγρά οὕτω καὶ εἰς τὰ ἀέρια πᾶσα ἐπιφάνεια εὐρισκομένη ἐντὸς ἀερίου τινος δέχεται πίεσιν. Ἡ πίεσις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐκτάσεως τῆς ἐπιφανείας καὶ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως αὐτῆς, ἥτοι εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἡ ἐπιφάνεια εὐρίσκεται βαθύτερον ἐντὸς τοῦ ἀερίου. Ἡ πίεσις αὕτη τῶν ἀερίων, ἢ ὁποία προέρχεται ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν καλεῖται *ἀεροστατική πίεσις*. Ἡ δὲ ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος



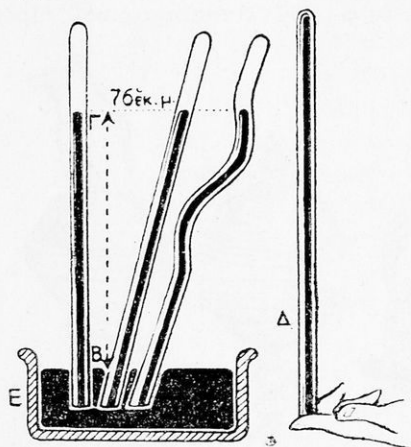
Σχ. 83

ἐπιφερομένη πίεσις καλεῖται *ἀτμοσφαιρική πίεσις*. Ἄν καὶ δὲν ἀισθανόμεθα τὴν πίεσιν ταύτην, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὰ ὁποία εὐρίσκονται ἐντὸς αὐτοῦ, δύναμεθα ὅμως διὰ πειραμάτων νὰ καταδείξωμεν τὴν ὑπαρξιν αὐτῆς. Οὕτω διὰ τοῦ πειράματος τῆς κυστορραγίας (σχ. 83α) ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις πιέζει ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Διὰ τοῦ πειράματος τοῦ ἀναστρεφομένου ποτηρίου (σχ. 83β), ὅτι πιέζει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Διὰ δὲ τοῦ πειράματος τῶν ἡμι-

σφαιρίων τοῦ Μαγδεμβούργου (σχ. 83γ), ὅτι αὕτη πιέζει πανταχόθεν τὰ σώματα.

91.—**Πείραμα τοῦ Torricelli.** Ὁ Torricelli, μαθητὴς τοῦ Γαλιλαίου, διὰ τοῦ ὁμωνύμου πειράματος τὸ ὁποῖον ἐξετέλεσεν, ὄχι μόνον ἀπέδειξεν τὴν ὑπαρξιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀλλὰ καὶ ἐμέτρησεν αὐτήν. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐκτελεῖται ὡς ἑξῆς.

Λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον Δ μήκους 0,80 μ περίπου καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 6—7 χιλιοστομέτρων κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον (σχ. 84). Ἀφοῦ πληρώσωμεν αὐτὸν δι' ὑδραργύρου καὶ κλείσωμεν



Σχ. 84

διὰ τοῦ ἀντίχειρος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον, ἀναστρέφομεν καὶ βυθίζομεν αὐτὸ ἐντὸς λεκάνης Ε πλήρους ὑδραργύρου. Ὄταν ἀπομακρύνωμεν τὸν δάκτυλόν μας, βλέπομεν, ὅτι κατ' ἀρχὰς καταπίπτει μέρος τοῦ ὑδραργύρου τοῦ σωλῆνος εἰς τὴν λεκάνην, παραμένει ὅμως εἰς τὸν σωλῆνα μία στήλη ὑδραργύρου καὶ ἄνωθεν ταύτης χῶρος τις κενὸς ἀέρος, ὁ ὁποῖος καλεῖται **βαρομετρικὸς θάλαμος**. Ὄταν τὸ πείραμα ἐκτελεῖται πλησίον τῆς θαλάσσης, τὸ ὕψος τῆς στήλης αὐτῆς, ἥτοι ἡ

κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου ΒΓ εἶναι 76 εκ. ἢ 760 χιλιοστὰ τοῦ μέτρου καὶ εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος καὶ τῆς κλίσεώς του.

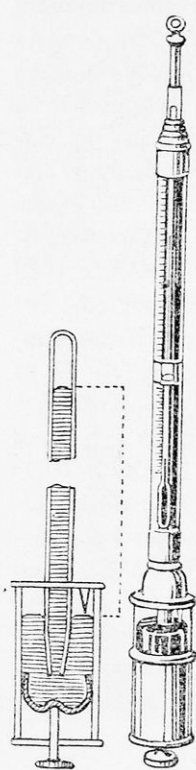
92.—**Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου.** Ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος παραμένει μετέωρος, διότι συγκρατεῖ αὐτὴν ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Κατὰ τὴν ἀρχὴν δὲ τοῦ Pascal αὕτη μεταδίδεται εἰς τὸν ὑδράργυρον τοῦ σωλῆνος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

93.—**Υπολογισμός τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.** Διὰ νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πίεσις αὕτη δέον νὰ εὔρεθῇ ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας ἐξασκουμένη πίεσις. Πρὸς τοῦτο δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν τὴν τομὴν τοῦ σωλῆνος ἴσην πρὸς 1 τετρ. ἐκ. καὶ παρ' αὐτὴν ἀερίνην στήλην ἔχουσαν βάσιν ἴσην πρὸς τὴν τομὴν τοῦ σωλῆνος καὶ ὕψος τὸ τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἐπειδὴ ἡ ὑδραργυρική στήλη ἰσορροπεῖ, τὰ βάρη αὐτῆς καὶ τῆς ἀερίνης εἶναι ἴσα. Συνεπῶς ἂν εὕρωμεν τὸ βάρος τῆς ὑδραργυρικῆς, τοῦτο θὰ εἶναι καὶ τὸ βάρος τῆς ἀερίνης. Διὰ νὰ εὕρωμεν ὁμῶς τὸ βάρος τῆς ὑδραργυρικῆς, εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον τῆς ἥτοι 1 τ. ἐκ. ἐπὶ 76 ἐκ.=76 κυβ. ἐκ. καὶ τοῦτον πολλαπλασιάζομεν ἐπὶ τὸ εἶδ. βάρος τοῦ ὑδραργύρου 13,6 ἥτοι $76 \times 13,6 = 1033$ γραμ. Ἡ πίεσις ἄρα τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἐπὶ ἐπιφανείας 1 τ. ἐκ. πλησίον τῆς θαλάσσης, ἰσοῦται πρὸς 1033 γραμμάρια. Τὴν πίεσιν ταύτην καλοῦμεν *μίαν ἀτμοσφαίραν*. Ἄν δὲ τὸ πείραμα τοῦτο ἐκτελεσθῇ δι' ὕδατος, πρέπει, διὰ νὰ ἰσορροπηθῇ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἡ ὑδατίνη στήλη εἰς τὸν σωλῆνα νὰ ἔχῃ ὕψος 13,6 φοράς μεγαλύτερον τοῦ τῆς ὑδραργυρικῆς, ἥτοι $13,6 \times 76 = 10,33$ μέτρα, ἥτοι πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν σωλῆνα 11 περίπου μέτρων. Επομένως ἡ ἐφ' ἑνὸς τετρ. ἐκατ. ἐπιφανείας ἐνεργοῦσα ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐκφράζεται εἴτε διὰ τοῦ βάρους στήλης ὑδραργύρου ὕψους 76 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου ἢ 760 χιλιοστῶν τοῦ μέτρου ἢ διὰ ὑδατίνης ὕψους 10,33 μέτρων. Κατὰ ταῦτα ἐπιφάνεια 1 τετραγ. ἐκατοστομέτρου εὐρισκομένη εἰς βάθος 10 μ. ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δέχεται πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν (ἥτοι μιᾶς ὑδατίνης καὶ μιᾶς ἀερίνης).

III. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ

94.—**Ὅρισμός—Εἶδη—Χρῆσις τῶν βαρομέτρων.** Ἐὰν τὸ πείραμα τοῦ Torricelli ἐκτελεσθῇ εἰς τι σημεῖον ὑψηλότερον τῆς θαλάσσης, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης εἶναι μικρότερον. Ἐκ τῆς παρατηρήσεως ταύτης συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις θὰ εἶναι μικροτέρα. Ἐπίσης ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαῖρα δὲν ἔχει πάντοτε τὴν αὐτὴν πυκνότητα εἰς τὸν αὐτὸν

τόπον, τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης μεταβάλλεται ἀναλόγως αὐτῆς.



Σχ. 85

Τὰ ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων παρακολουθοῦμεν μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως καλοῦμεν **βαρόμετρα**. Τὸ ἀπλούστερον ἐξ αὐτῶν εἶναι τὸ τοῦ Torricelli, διότι ἐκ τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὑπολογίζομεν τὸ μέγεθος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Ἡ μεταφορὰ ὁμως τοῦτου ἀπὸ τόπου εἰς τόπον εἶναι δύσκολος, ἡ δὲ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ὑδραργυρικῶν ἐπιφανειῶν δὲν εἶναι σταθερὰ λόγῳ τῆς μετακινήσεως τοῦ μηδενὸς τῆς κλίμακος. Διὰ τοῦτο ἐπενοήθησαν ἄλλα βαρόμετρα, διὰ τῶν ὁποίων αἴρονται αἱ δυσκολίαι αὗται. Ταῦτα ἐπειδὴ περιέχουν ὑδράργυρον, καλοῦνται **ὕδραργυρικά**.

Ἐν τούτων εἶναι καὶ τὸ βαρόμετρον τοῦ Fortin, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια λόγῳ τῶν εὐκολιῶν καὶ τῆς ἀκριβοῦς λειτουργίας αὐτοῦ (σχ. 85).



Σχ. 86

95.—**Μεταλλικὰ βαρόμετρα.** Ἐκτὸς τῶν ὑδραργυρικῶν βαρομέτρων ὑπάρχουν καὶ τὰ μεταλλικά, τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία στηρίζεται εἰς τὴν ἐλαστικότητα τῶν μετάλλων. Τοιαῦτα εἶναι τὸ βαρόμετρον τοῦ Bourdon καὶ τὸ τοῦ Vidi.

96.—**Βαρόμετρον τοῦ Vidi.** Τὸ βαρόμετρον τοῦτο ὁμοιάζον πρὸς ὥρολόγιον, βλέπομεν συχνὰ ἐπὶ τῶν τοίχων. Σύγκειται ἀπὸ

μετάλλινον τύμπανον κενὸν ἀέρος, τοῦ ἐποίου ἢ μὲν κάτω βάσις εἶναι ἐπίπεδος καὶ στηρίζεται ἐπὶ ξυλίνου δίσκου ἀκλονήτως, ἢ δὲ ἄνω ἐπιφάνεια φέρει συγκεντρικὰς αὐλακας, αἱ ὁποῖαι ἐπαυξάνουν τὸ μέγεθος τῆς ἐπιφανείας (σχ. 86). Ἡ ἐπιφάνεια αὕτη συγκρατεῖται δι' ἰσχυροῦ ἐλατηρίου, τὸ ὁποῖον ἰσορροπεῖ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τείνουσαν νὰ συνθλίψῃ τὸ τύμπανον. Ὅταν ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας αὐξάνῃ, ἢ ἄνω ἐπιφάνεια τοῦ τυμπάνου χαμηλώνει, ὅταν δ' ἐλαττοῦται ἡ πίεσις, ἐπειδὴ αὕτη τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν θέσιν τῆς διὰ τοῦ ἐλατηρίου, ἀνυψοῦται. Τὰς κινήσεις ταύτας τῆς ἐπιφανείας τοῦ τυμπάνου παρακολουθεῖ βραχεῖα καὶ παχεῖα μεταλλικὴ στήλη προσηρμοσμένη εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς. Σύστημα δὲ μοχλῶν μεταδίδει τὴν κίνησιν ταύτην εἰς βελόνην, ἢ ὁποῖα κινεῖται ἐπὶ δίσκου, ὅπου εὐρίσκονται ἀριθμοὶ παριστῶντες τὰ βαρομετρικὰ ὕψη εἰς χιλιοστά.

97.—**Ἄλλαι χρήσεις τοῦ βαρομέτρου.** Τὰ βαρόμετρα ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται:

α) *Διὰ τὴν ὑψιμέτρησιν.* Παρακολουθοῦντες τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς διαφόρους τόπους κειμένους ὑψηλότερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, βλέπομεν ὅτι ἔσον ἀνερχόμεθα ὑψηλότερον, τόσοι τὸ ὕψος τῆς στήλης, ἥτοι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Εὐρέθη δὲ ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττοῦται κατὰ 1 χιλιοστόν, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα ἀνὰ 10,5 μέτρα. Συνεπῶς, ὅταν ἀνέλθωμεν εἰς 105 μέτρα, τὸ βαρομετρικὸν ὕψος θὰ εἶναι 750 χιλιοστά τοῦ μέτρου. Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης βεβηθούμενοι δυνάμεθα νὰ μάθωμεν τὸ ὕψος ἐνὸς τόπου ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἐταν γνωρίζωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος αὐτοῦ καὶ ἀντιστρόφως γνωρίζοντες τὸ ὕψος τοῦ τόπου νὰ μάθωμεν κατὰ προσέγγισιν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος αὐτοῦ. Ἡ ἀναλογία ὅμως αὕτη δὲν ἰσχύει διὰ πολὺ μεγάλα ὕψη, λόγῳ τῆς μεταβολῆς τῆς πυκνότητος τῆς ἀτμοσφαίρας. Διὰ μεγαλύτερα ὕψη χρησιμοποιεῖται ἰδιαιτέρος μαθηματικὸς ὑπολογισμός. Πρὸς μεγαλυτέραν εὐκολίαν κατεσκευάσθησαν εἰδικὰ βαρόμετρα, εἰς τὰ ὁποῖα πλησίον τῶν βαρομετρικῶν ἐνδείξεων ἀναγράφονται καὶ τὰ ἀντίστοιχα ὕψη. Τὰ βαρόμετρα ταῦτα λέγονται *ὕψομετρικά*.

καὶ εἶναι λίαν χρήσιμα εἰς τὴν ἀεροπλοΐαν, τοὺς ὀρειβάτας κ.λ., διότι δι' ἀπλῆς ἀναγνώσεως ἐπ' αὐτῶν προσδιορίζεται τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκονται.

β) *Διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ.* Μεταβολὴ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους παρατηρεῖται ὄχι μόνον εἰς ἄλλον ὑψηλότερον τρόπον, ἀλλὰ καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τρόπον. Παρατηρήθη δὲ ὅτι αἱ μεταβολαὶ αὗται εἰς τινα τρόπον συνδέονται μὲ τὰς μεταβολὰς τοῦ καιροῦ. Γενικῶς παρατηρήθη ὅτι παρ' ἡμῖν αἱ ὑψηλαὶ βαρομετρικαὶ ἐνδείξεις προαγγέλλουν καλοκαιρίαν, αἱ χαμηλαὶ βροχὴν καὶ κακοκαιρίαν καὶ αἱ ἀπτόμοι πτώσεις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως προμηνύουν καταιγίδα. Ἐπὶ τῇ βάσει δὲ παρομοίων παρατηρήσεων κατασκευάζονται βαρόμετρα μεταλλικά, τὰ ὁποῖα φέρουν ἀναγεγραμμένας ἐπὶ τοῦ δίσκου τὰς λέξεις βροχή, καλὸς καιρὸς, θύελλα κ.λ. Οὕτω τὸ βαρόμετρον προσφέρει σημαντικὴν ὑπηρεσίαν εἰς τὴν Μετεωρολογίαν, διότι ἡ γνῶσις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καταστάσεως εἶναι πολὺτιμον στοιχεῖον δι' αὐτήν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΤΑΣΙΣ ΑΕΡΙΩΝ—MANOMETRA

Ι. ΤΑΣΙΣ ΑΕΡΙΩΝ. ΝΟΜΟΣ BOYLE - MARIOTTE

98.—**Τάσις.** Εἶδομεν ὅτι τὰ ἀέρια εἶναι *ἐκτατὰ* καὶ λίαν *συμπιεστὰ* καὶ κατὰ τοῦτο διαφέρουν ἀπὸ τὰ ὑγρά. Καὶ ἔνεκα μὲν τοῦ ἐκτατοῦ ταῦτα, ὅταν εὐρεθοῦν ἐντὸς δοχείου, ἐπιφέρουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων πίεσιν, ἣτις καλεῖται *τάσις* τῶν ἀερίων. Ἐνεκα δὲ τῆς ἐλαστικότητος ἀερίον τι ἐγκεκλεισμένον ἐντὸς δοχείου καὶ πιεζόμενον ἔξωθεν, ἐλαττοῦται μὲν κατὰ τὸν ὄγκον, ἀποκτᾷ ὅμως τάσιν, ἡ ὁποία διαρκῶς ἀντιδρᾷ εἰς τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν. Ἡ πίεσις αὕτη ἐκάστοτε εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν ἔξωτερικὴν πίεσιν. Διὰ τοῦτο προκειμένου περὶ ἀερίων τάσις καὶ πίεσις εἶναι ταυτόσημοι.

99.—**Νόμος Boyle - Mariotte.** Ὁ Boyle ἐν Ἀγγλίᾳ καὶ ὁ Mariotte ἐν Γαλλίᾳ σχεδὸν ταυτοχρόνως εὔρον τὴν σχέσιν, ἡ ὁποία ὑφίσταται μετὰ τοῦ ὅγκου, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει ὠρισμένη

ποσότης αερίου τινὸς ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, καὶ τῆς ἀντιστοίχου πίεσεως. Ἡ σχέσηις αὕτη ἀποτελεῖ νόμον, ὁ ὁποῖος φέρει τὰ ὀνόματα τῶν Boyle καὶ Mariotte, διατυπῶνται δὲ ὡς ἑξῆς: *Οἱ ὄγκοι, τοὺς ὁποίους καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αερίου τινὸς ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπιφερομένων πιέσεων.* Ἦτοι ὅταν ὁ ὄγκος διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ, κ.ο.κ. ἡ πίεσις ὑποδιπλασιάζεται, ὑποτριπλασιάζεται κ.ο.κ. καὶ ἀντιστρόφως, ὅταν ὁ ὄγκος ὑποδιπλασιασθῇ, ὑποτριπλασιασθῇ κ.ο.κ. ἡ πίεσις διπλασιάζεται, τριπλασιάζεται κ.ο.κ. Ἐπειδὴ δὲ ὡς εἴπομεν ἡ ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν τάσιν, τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσει τὸ αέριον, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι οἱ ὄγκοι, τοὺς ὁποίους καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀναπτυσσομένας τάσεις.

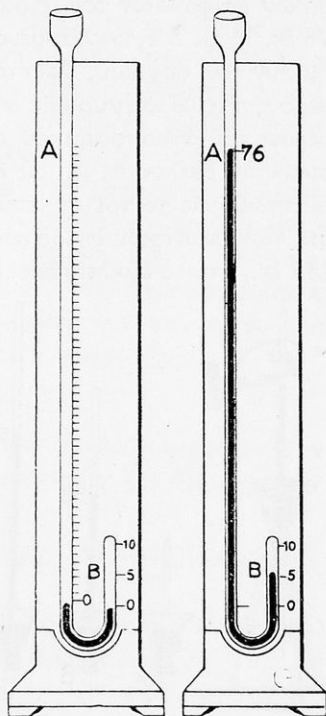
100.—Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ

νόμου Boyle - Mariotte. α) Διὰ

πιέσεις μεγαλυτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικής.

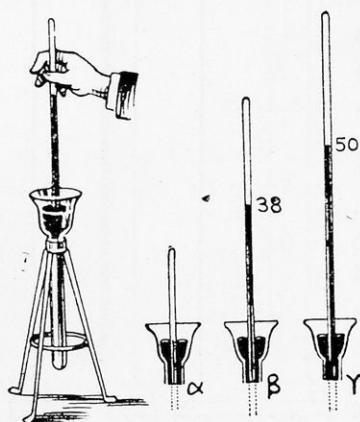
Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς συσκευῆς, τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ σχῆμα 87. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωλῆνα ὑάλινον ἰσοδιαμετρικόν, ὁ ὁποῖος εἶναι κεκαμμένος εἰς σχῆμα Υ με ἄνισα σκέλη. Ἐκ τούτων τὸ βραχύτερον σκέλος εἶναι κλειστὸν τὸ δ' ἄλλο ἀνοικτόν. Ὁ σωλὴν εἶναι προσηρμοσμένος ἐπὶ κατακορύφου σανίδος καὶ φέρει εἰς τὰ πλάγια ἀμφοτέρων τῶν σκελῶν κλίμακας, τῶν ὁποίων αἱ διαιρέσεις μὴδὲν

εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Ἐὰν χύσωμεν ὑδράργυρον εἰς τὸ σκέλος Α, μέχρις ὅτου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ φθά-



Σχ. 87

ση εἰς ἀμφοτέρα τὰ σκέλη εἰς τὸ μηδέν, εἰς τὸ βραχὺ σκέλος Β ἀποχωρίζεται ποσότης ἀέρος ὠρισμένου ὄγκου. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἡ αὐτή, διότι οὗτος ἰσορροπεῖ, καὶ δὴ ἴση πρὸς μίαν ἀτμόσφαιραν. Συνεπῶς ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Προσθέτομεν ἀκολουθῶς ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ σκέλους ὑδράργυρον, μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος εἰς τὸ σκέλος Β ἐλαττωθῇ εἰς τὸ ἥμισυ. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη εἶναι ἴση πρὸς 76 ἐκ.. ἤτοι ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ, ὁ ὁποῖος τώρα ἔχει ὄγκον τὸν ἥμισυν τοῦ ἀρχικοῦ, ὑφίσταται πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν, μιᾶς ἐκ μέρους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὕψους 0,76 μέτρου καὶ δευτέρας ἐκ μέρους τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν χύσωμεν ὑδράργυρον εἰς τὸ ἀνοικτὸν σκέλος Α, μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος εἰς τὸ σκέλος Β ἐλαττωθῇ εἰς τὸ τρίτον τοῦ ἀρχικοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἴση μὲ $2 \times 76 = 152$ ἐκ., ἤτοι ὁ ἐγκλεισθεὶς ἀήρ ἤδη εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν τριπλα-



Σχ. 88

σίαν, δηλ. τριῶν ἀτμοσφαιρῶν, δύο μὲν ἐκ τῶν ὑδραργυρικῶν στήλῶν μιᾶς δὲ ἐκ τοῦ ἐλευθέρου ἀέρος. Ἀρα, ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἔγινε δῖς, τρὶς μικρότερος, ἢ ἐπιφερομένη πίεσις ἔγινε δῖς, τρὶς μεγαλυτέρα, ἢ ἄλλως ὁ ἀήρ ἀπέκτησε τάσιν δῖς, τρὶς μεγαλυτέραν. Τοῦτ' αὐτὸ ἀληθεύει καὶ ἂν εἰς τὸ σκέλος Β ἐγκλείσωμεν οἶονδήποτε ἀέριον.

β) *Διὰ πιέσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.* Διὰ τὴν πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς περιπτώσεως ταύτης τοῦ νόμου Boyle-Mariotte χρησιμοποιοῦμεν τὴν συσκευὴν τοῦ σχήμα-

τος 88. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ βαθεῖαν λεκάνην περιέχουσαν ὑδράργυρον καὶ ἀπὸ βαρομετρικὸν σωλῆνα, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου

ἐγκλείεται ὠρισμένος ὄγκος ἀέρος. Βυθίζομεν τὸν σωλῆνα, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης καὶ τοῦ σωλῆνος εὔρεθον εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον (σχ. 88α). Τότε ὁ ἐγκεκλεισμένος εἰς τὸν σωλῆνα ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Ἐὰν ἀκολουθῶς ἀνασύρωμεν τὸν σωλῆνα, μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος τούτου διπλασιασθῇ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι εἰς τὸν σωλῆνα ἐμφανίζεται στήλη ὑδραργυρική ἴση πρὸς 38 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἶναι 76 ἐκ. μ. (σχ. 88β). Ἦτοι ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ, τοῦ ὁποίου ὁ ὄγκος ἐδιπλασιάσθη, ἔχει τάσιν ἴσην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς βαρομετρικῆς, διότι τόσῃν στήλῃν ἐκδιώκει ἀπὸ ὅλην τὴν στήλην, ἥτις θὰ ἐσχηματίζετο, ἐὰν ἔλειπε τελείως ὁ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἀήρ. Ἐὰν ἀνασύρωμεν ἔτι περισσότερον τὸν σωλῆνα καὶ δὴ μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισθέντος ἀέρος τριπλασιασθῇ, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου θὰ εἶναι ἴση μὲ $\frac{2}{3}$ τῆς κανονικῆς, ἥτοι ἐλλείπει $\frac{1}{3}$ (σχ. 88γ). Ἡ τάσις ἄρα τοῦ ἀέρος ἔγινεν ἤδη ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{3}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς κ.ο.κ. ἥτοι διπλασιαζομένου, τριπλασιαζομένου κ.λ. τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος, ἡ τάσις αὐτοῦ γίνεται δῖς, τρίς κ.λ. μικροτέρα.

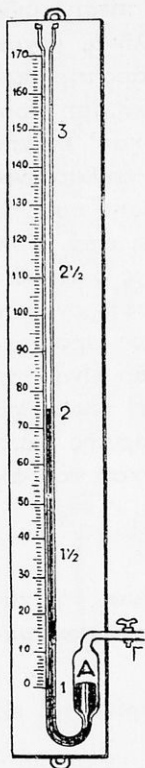
II. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

Τὰ μανόμετρα εἶναι ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων μετροῦμεν τὴν τάσιν τῶν αερίων ἢ ἀτμῶν. Ταῦτα διακρίνομεν εἰς *ὑδραργυρικά μανόμετρα καὶ μεταλλικά*.

101.— α) *Ὑδραργυρικά μανόμετρα*. Ταῦτα διακρίνονται εἰς *ἀνοικτὰ καὶ κλειστὰ*.

Ἀνοικτὸν μανόμετρον. Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινον σωλῆνα ἰσοδιαμετρικὸν κεκαμμένον εἰς ἀνίσους βραχίονας (σχ. 89). Ὁ μακρότερος βραχίων ἀπολήγει εἰς μικρὰν χοανοειδῆ διεύρυνσιν, ὁ δὲ βραχύτερος εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον Α. Τὸ δοχεῖον τοῦτο τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνος Γ τῇ βοηθείᾳ στρόφιγγος μετὰ τοῦ κλειστοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ἀέριον ἢ ἀτμόν, τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ μετρήσωμεν τὴν τάσιν. Τὸ δοχεῖον Α εἶναι πλήρες ὑδραργύρου, τὸ δὲ ὅλον ὄργανον στηρίζεται ἐπὶ σανίδος, τὴν ὁ-

ποίαν τοποθετούμεν κατακορύφως. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὡς ἑξῆς. Ἀφ'ήνομεν τὸν σωλῆνα Γ νὰ ἐπικοινωνήσῃ με τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα καὶ εἰς τὴν θέσιν, τὴν ὁποίαν καταλαμβάνει ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸ μακρὸν σκέλος, σημειοῦμεν τὸν ἀριθμὸν 1, ὁ ὁποῖος δεικνύει πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Ἐκ τοῦ σημείου τούτου ἀνὰ 76 ἑκ. σημειοῦμεν τοὺς ἀριθμοὺς 2, 3, 4 κ.ο.κ., οἱ ὁποῖοι παριστοῦν πίεσιν 2, 3, 4 ἀτμοσφαιρῶν κ.ο.κ., ἐνῶ εἰς τὴν ἑτέραν πλευρὰν τοῦ αὐτοῦ σωλῆνος ὑπάρχει κλίμαξ εἰς ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου.



Σχ. 89

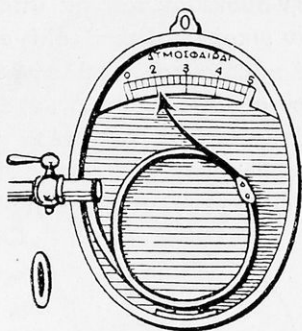
Χρῆσις. Ὅταν πρόκειται νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν ἀερίου ἐγκεκλεισμένου εἰς χῶρον τινὰ λ.χ. μιᾶς ἀτμομηχανῆς, θέτομεν τὸν σωλῆνα Γ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ λέβητος. Τὸ ἐντὸς αὐτοῦ ἀέριον ἦτοι ὁ ἀτμός, εἰσερχόμενος εἰς τὸ Α δοχεῖον, πιέζει τὸν ὑδράργυρον, ὁ ὁποῖος ἀνέρχεται εἰς τὸν μακρὸν βραχίονα, ἡ δὲ διαίρεσις εἰς τὴν ὁποίαν ἰσορροπεῖ, παριστᾷ τὴν τάσιν τὴν ὁποίαν ζητοῦμεν.

Ἐκτὸς τῶν ἀνοικτῶν μανομέτρων ὑπάρχουν καὶ κλειστά τοιαῦτα, τῶν ὁποίων ἡ βαθμολογία γίνεται ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ ἀνοικτά.

102.—β) **Μεταλλικὰ μανόμετρα.** Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἀπὸ σωλῆνα ὀρειχάλκινον με λεπτὰ τοιχώματα, εὐκαμπτον, κεκαμμένον ἑλικοειδῶς κατὰ μίαν καὶ ἡμίσειαν στροφὴν καὶ ἐμφανίζοντα ἐγκαρσίαν τομὴν ἑλλειπτικὴν (σχ. 90). Τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου εἶναι ἀνοικτὸν καὶ δύναται νὰ τεθῇ εἰς ἐπικοινωνίαν με τὸν χῶρον τὸν περιέχοντα ἀέριον ἢ ἀτμόν, τοῦ ὁποῖου ζητοῦμεν τὴν τάσιν. Τὸ ἕτερον ἄκρον εἶναι κλειστὸν καὶ διὰ συστήματος μοχλῶν κινεῖ βελόνην ἔμπροσθεν δίσκου. Εἰς τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου εἶναι ἀναγεγραμμένοι ἀριθμοί, οἱ ὁποῖοι παριστοῦν τὰς πιέσεις εἰς ἀτμοσφαῖρας ἢ χιλιόγραμμα.

Λειτουργία. Ὅταν θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν τὴν τάσιν ἀερίου τι-

νός ἢ ἀτμοῦ, θέτομεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τοῦ μανομέ-
τρου εἰς ἐπικοινωνίαν μετὰ τοῦ χώρου, ὃ ὁποῖος περιέχει τοῦτο.
Τὸ ἀέριον εἰσερχόμενον ἐντὸς τοῦ σω-
λῆνος τοῦ μανομέτρου, πιέζει τὰ τοιχώ-
ματα τούτου, εἰς τρόπον ὥστε ἡ τομὴ
τείνει νὰ καταστῇ κυκλική καὶ ἀναγκά-
ζει οὕτω τὸν σωλῆνα νὰ ἐκτυλιχθῇ. Ἡ
κίνησις αὕτη τοῦ σωλῆνος διὰ τοῦ
ἄκρου του μεταδίδεται εἰς τὴν βελό-
νην, ἡ ὁποία δεικνύει τὴν διαίρεσιν τὴν
ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν ζητουμένην
πίεσιν. Τὰ μανόμετρα ταῦτα βαθμολο-
γοῦνται συγκριτικῶς πρὸς τὰ ἀνοικτὰ
ὕδραργυρικὰ τοιαῦτα. Ἡ λειτουργία
τῶν μανομέτρων τούτων στηρίζεται εἰς τὴν ἐλαστικότητα τοῦ μετάλ-
λου, ἐπειδὴ ὅμως σὺν τῷ χρόνῳ ἐπέρχεται εἰς αὐτὴν ἀλλοίωσις, πρέ-
πει νὰ ἐλέγχεται ἐκάστοτε ἡ βαθμολογία αὐτῶν, ὥστε αἱ ἐνδείξεις
νὰ εἶναι ἀκριβεῖς.



Σχ. 90

Τὰ μανόμετρα ἐν γένει εἶναι ὄργανα λίαν χρήσιμα εἰς τὴν βιομηχα-
νίαν. Τοιαῦτα βλέπομεν εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, τὰ αὐτοκίνητα, τὰ
σιδηρᾶ δοχεῖα (ὀβίδας), ἐντὸς τῶν ὁποίων μεταφέρονται μεγάλοι
ὄγκοι συμπεπιεσμένων ἀερίων καὶ ἀλλαχοῦ.

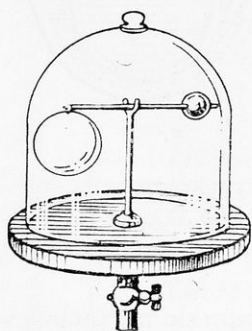
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΝΩΣΙΣ—ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ—ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

103.—**Ἀνωσις εἰς τὰ ἀέρια.** Λόγω τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀερίων
πᾶσα ἐπιφάνεια ἐντὸς αὐτῶν εὐρισκομένη δέχεται πιέσεις παντα-
χόθεν, ἡ δὲ συνισταμένη τῶν πιέσεων τούτων εἶναι ἡ ἄνωσις. Τὴν
ὑπαρξιν τῆς ἀνώσεως εἰς τὰ ἀέρια ἀποδεικνύομεν διὰ τοῦ βαρο-
σκοπίου.

104.—**Βαροσκόπιον.** Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ ζυ-
γοῦ, τοῦ ὁποίου ἡ φάλαγξ φέρει εἰς τὸ ἐν ἄκρον μεγάλην κοίλην σφαῖ-
ραν ἐκ χαλκοῦ, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἄλλην μικρὰν σφαῖραν ἐκ μολύβδου,

ἡ ὁποία δύναται νὰ ἰσορροπῇ τὴν μεγάλην καὶ κοίλην σφαῖραν εἰς τὸν ἀέρα καὶ νὰ διατηρῇ τὴν φάλαγγα ὀριζοντιάν (σχ. 91). Θέτομεν τὴν συσκευὴν ταύτην ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀφαιροῦμεν μικρὸν καὶ κατ' ὀλίγον τὸν ἀέρα. Παρατηροῦμεν ὅτι ἐφόσον ὁ ἀὴρ ἀραιοῦται, ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ μεγάλη καὶ κοίλη σφαῖρα εἰς τὴν πραγματικότητα εἶναι βαρυτέρα τῆς μικρᾶς μολυβδίνης τοιαύτης, ἀλλὰ ἰσορροπεῖται ὑπ' αὐτῆς εἰς τὸν ἀέρα, διότι ἐντὸς αὐτοῦ ὑφίσταται ἄνωσιν μεγαλυτέραν ἐκείνης, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ἡ μικρὰ σφαῖρα.



Σχ. 91

Οὕτως ἀποδεικνύεται ἡ ἐνέργεια τῆς ἀνώσεως ἐπὶ τῶν σωμάτων τῶν εὐρισκομένων ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Ὅθεν καὶ διὰ τὰ ἀέρια ἰσχύει ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους, δηλ. *πᾶν σῶμα βυθιζόμενον ἐντὸς ἀερίου τινὸς ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου*. Συνεπῶς τὸ σῶμα εὐρισκόμενον ἐντὸς ἀερίου τινος, ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων τοῦ βάρους του καὶ τῆς ἀνώσεως. Τὸ σῶμα τότε ἢ πίπτει, ἢ αἰωρεῖται, ἢ ἀνέρχεται, ἐφόσον τὸ βάρος του εἶναι μεγαλύτερον, ἴσον, ἢ μικρότερον τῆς ἀνώσεως.

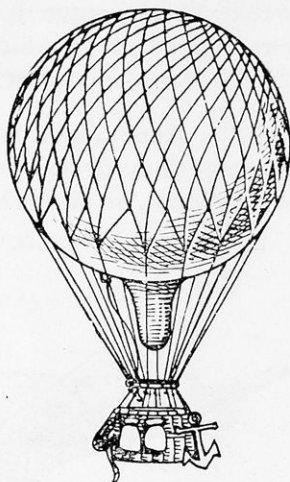
105.—**Ἀερόστατα.** Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὰ ἀέρια στηρίζονται τὰ αερόστατα. Τὰ πρῶτα αερόστατα κατεσκευάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀδελφῶν Μογγολφιέρι (1783). Ταῦτα ἀπετελοῦντο ἀπὸ σφαῖραν ἐκ λινοῦ ὑφάσματος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἦτο ἐπικολλημένος χάρτης καὶ ἐπληροῦντο διὰ θερμοῦ ἀέρος. Διὰ τοῦτο καὶ σήμερον αἱ διὰ θερμοῦ ἀέρος πληρούμεναι σφαῖραι, καλοῦνται Μογγολφιέριοι σφαῖραι. Πολὺ ἔνωρις ὅμως ὁ θερμὸς ἀὴρ ἀντικατεστάθη ὑπὸ φωταερίου κατ' ἀρχάς, ὑπὸ ὑδρογόνου κατόπιν καὶ αἱ οὕτω πεπληρωμέναι σφαῖραι ἀπετέλεσαν τὰ αερόστατα (σχ. 92). Ταῦτα εἰς τὸ κάτω μέρος φέρουν λέμβον διὰ τοὺς ἀερονάυτας, ἐντὸς τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἔρμα χρήσιμον διὰ τὴν ἀνάβασιν ὡς καὶ διάφορα ὄργανα (βαρόμετρον, θερμόμετρον, πυξίς). Ἐπίσης ὑπάρχει καὶ σύστημα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνοιγοκλείεται δικλείς, εὐρισκομένη εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς σφαί-

ρας διὰ τὴν κατάβασιν. Ἐκ τῆς ἀρχῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζονται τὰ ἀερόστατα, εὐκόλως ἐξάγεται, ὅτι ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀεροστάτου εἶναι ἡ διαφορὰ τοῦ βάρους καὶ τῆς ἀνώσεως αὐτοῦ, ἥτοι $\Delta = A - B$.

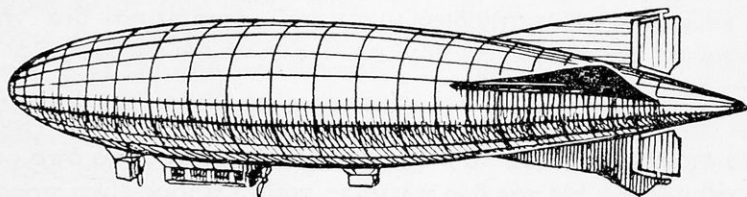
106.—**Διευθυνόμενα ἀερόστατα ἢ ἀερόπλοια.**

Εἰς τὰ ἀνωτέρω ἀερόστατα ἐπετυγχάνετο μόνον ἡ πρὸς τὰ ἄνω καὶ κάτω κινήσεις αὐτῶν. Ἐπειδὴ ὅμως ταῦτα παρεσύροντο ὑπὸ τῶν ἀνέμων, ἐπεζητήθη νὰ εὑρεθῇ τρόπος νὰ κινήθωιν ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ὅπως τὸ πλοῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Τὸ τοιοῦτον ὅμως ἦτο δύσκολον, διότι μεταξὺ τῶν δύο ἀνωτέρω κινήσεων ὑπάρχει διαφορὰ, καθ' ὅσον εἰς μὲν τὰ ἀέρινα ρεύματα γίνεται μεταφορὰ μάξης ἀέρος, ἐνῶ εἰς τὰ ὑδάτινα τοιαύτη μεταφορὰ δὲν συμβαίνει, συνεπῶς τὸ πλοῖον κινεῖται εἰς περιβάλλον ἀκίνητον. Διὰ τοῦτο διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ

κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν κινήσεις τοῦ ἀεροστάτου, ἔπρεπε τοῦτο νὰ ἔχη ἐκάστοτε ταχύτητα ἴσην τοῦλάχιστον πρὸς τὴν τοῦ πνέοντος ἀνέμου. Τὸ τοιοῦτον ἐπετεύχθη, ὅταν ἐφωδιάσθη τὸ ἀερόστατον μὲ ἑλικά κινουμένην διὰ μηχανῆς μικροῦ ὄγκου καὶ βάρους, μεγάλης ὅμως



Σχ. 92



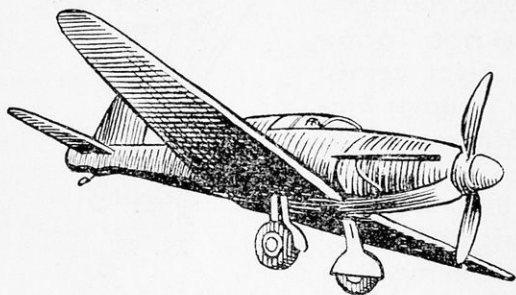
Σχ. 93

ἰσχύος, ὅπως εἶναι αἱ μηχαναὶ τῶν αὐτοκινήτων. Εἰς τὸ ἀερόστατον τοῦ εἴδους τούτου ἐδόθη μορφή ἰχθυοειδῆς, διὰ νὰ παρέχῃ μικροτέραν ἀντίστασιν εἰς τὸν ἀέρα, ἐφωδιάσθη δὲ τοῦτο καὶ διὰ πηδαλίου (σχ. 93). Τὰ τοιαῦτα ἀερόστατα ὀνομάζονται *πηδαλιουχούμενα ἢ*

διευθυνόμενα καὶ εἶναι σήμερον διαφόρων τύπων, μεταξύ τῶν οποίων ἐξέχουσιν θέσιν κατέχουν τὰ τοῦ τύπου Ζέππελιν. Τὰ ἀερόστατα, διευθυνόμενα ἢ μή, προσφέρουν ὑψίστας ὑπηρεσίας εἴτε δι' ἐπιστημονικούς, εἴτε διὰ στρατιωτικούς σκοπούς, τελευταίως δὲ καὶ ὡς μέσον συγκοινωνίας.

107.—**Ἀεροπλάνα.** Ταῦτα στηρίζονται ἐπὶ ἀρχῆς ὅλως διαφορετικῆς τῶν ἀεροστατών, διότι ἐνῶ τὰ ἀερόστατα εἶναι ἐλαφρότερα ἴσου ὅγκου ἀέρος, τὰ ἀεροπλάνα εἶναι βαρύτερα τούτου.

Εἰς τὰ ἀερόστατα ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις εἶναι ἡ διαφορὰ τοῦ βάρους αὐτοῦ καὶ τῆς ἀνωσης.



Σχ. 94

Εἰς τὰ ἀεροπλάνοις ὁμοίως ἡ ἀνυψωσις αὐτῶν εἰς τὸν ἀέρα ὀφείλεται εἰς τὴν ἀντίστασιν, τὴν ὁποίαν οὗτος προκαλεῖ ἐπὶ ἐπιφάνειαν κινουμένην ἐν τῷ αὐτοῦ, ὅπως συμβαίνει εἰς τὸν **χαρταετόν**.

Οὗτος εἶναι χαρτίνη ἐπιφάνεια προσδεμένη διὰ

νημάτων, τὰ ὁποῖα καταλήγουν εἰς σχοινίον. Ὄταν πνέῃ ἄνεμος ἢ κινῆται ὁ χαρταετός ἐντὸς τοῦ ἀέρος, πιέζεται ἡ ἐπιφάνεια, ἡ ὁποία εἶναι κεκλιμένη πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου καὶ διὰ τῆς πίεσεως ταύτης ἀναπτύσσεται δύναμις ἱκανὴ νὰ ἀνυψώσῃ ἢ νὰ κρατῇ εἰς τὸν ἀέρα τὸν χαρταετόν.

Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ τὸ ἀεροπλάνον (σχ. 94). Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ κυρίως σῶμα ἢ σκάφος, τὸ ὁποῖον φέρει ἔμπροσθεν ἑλικά. Εἰς τὰς δύο πλευρὰς τοῦ σκάφους εἶναι προσηρμοσμένοι αἱ πτέρυγες, αἱ ὁποῖαι ἄλλοτε εἶναι ἐν ζευγος (μονοπλάνον) ἄλλοτε δύο (διπλάνον). Εἰς τὴν οὐρὰν τοῦ σκάφους προσαρμόζεται τὸ πηδάλιον. Ὅλα σχεδὸν τὰ μέρη τοῦ ἀεροπλάνου εἶναι κατεσκευασμένα ἐξ ἐλαφροῦ, ἀλλ' ἀνθεκτικοῦ μετάλλου. Μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως θέτουν εἰς κίνησιν τὴν ἑλικά, διὰ τῆς ὁποίας τὸ ἀεροπλάνον

νον προωθείται εἰς τὸν ἀέρα, ὅπως περίπου ὁ κοχλίας εἰς τὸ ξύλον.

Ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως τῆς προκαλουμένης ὑπὸ τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων στηρίζεται καὶ ἡ λειτουργία τοῦ ἀλεξιπτώτου. Τοῦτο εἶναι συσκευή, τὴν ὁποίαν χρησιμοποιοῦν οἱ ἐπιβάται τῶν ἀεροπλάνων ἐν ὥρᾳ κινδύνου ἢ ὅταν θέλουν νὰ κατέλθουν, χωρὶς νὰ προσγειωθῇ τὸ ἀεροπλάνον.

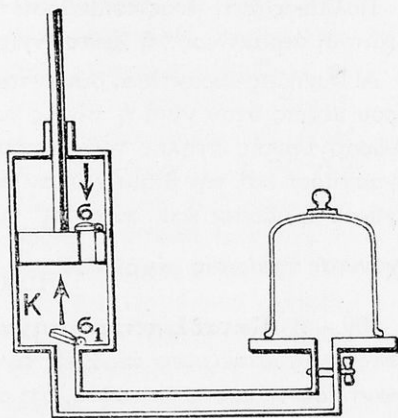
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΑΝΤΛΙΑΙ—ΣΙΦΩΝ

Ι. ΑΕΡΑΝΤΛΙΑΙ—ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

108.—α) **Ἀεραντλία.** Αἱ ἀεραντλίας εἶναι μηχαναί, διὰ τῶν ὁποίων δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν τὸν ἀέρα κλειστοῦ τινος χώρου εἰς μέγαν βαθμόν.

Περιγραφή. Ἡ ἀεραντλία ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου κυλίνδρου μὲ ἰσχυρὰ τοιχώματα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται διὰ τῆς χειρὸς μας ἐμβολεὺς, ὁ ὁποῖος ἐφαρμόζει ἐντὸς αὐτοῦ ἀεροστεγῶς καὶ φέρει δικλείδα σ' ἀνοίγουσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 95). Εἰς τὸ κέντρον τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει ἑτέρα δικλὴς σ, ἡ ὁποία ἀνοίγει ἐπίσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Κάτωθεν τῆς δικλείδος ἀναχωρεῖ σωλὴν δις κεκαμμένος, ὁ ὁποῖος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον καταλήγει εἰς τὸ κέντρον δίσκου καὶ φέρει στρόφιγγα, διὰ τῆς ὁποίας δύναται νὰ ἐπικοινωνήσῃ μετὰ τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ ἀέριον ὡς καὶ μετὰ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.



Σχ. 95

Λειτουργία. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν τὸν ἐμβολέα εὐρισκόμενον κατὰ

τινα στιγμήν εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου, ἀφοῦ προηγουμένως ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, σχηματίζεται ὑπ' αὐτὸν χῶρος κενὸς ἀέρος. Ἄηρ δέ, προερχόμενος ἐκ τοῦ κώδωνος, ἀνοίγει τὴν δικλείδα σ, καὶ καταλαμβάνει τὸν χῶρον τοῦτον, ἐνῶ ἡ δικλείς σ κρατεῖται κλειστὴ ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ὅταν καταβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑπ' αὐτὸν ἄηρ πιεζόμενος κλείει τὴν δικλείδα σ, ἀνοίγει τὴν σ καὶ ἐκφεύγει. Διὰ τοιούτων ἀναβιβάσεων καὶ καταβιβάσεων τοῦ ἐμβολέως ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Κ διαρκῶς ἀφαιροῦμεν ἀέρα ἐκ τοῦ κώδωνος. Δὲν δυνάμεθα ὁμως νὰ ἀφαιρέσωμεν τελείως αὐτόν. Τοῦτο συμβαίνει, διότι οὐδέποτε ὑπάρχει τελεία ἐπαφή μεταξὺ τῆς βάσεως τοῦ ἐμβολέως καὶ τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου, ἀλλὰ παραμένει μεταξὺ αὐτῶν ἐλάχιστος χῶρος, ὁ ὅποιος καλεῖται *ἐπιζήμιος χωρητικότης* καὶ εἶναι αὕτη, ἡ ὁποία ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω ἀραίωσιν τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος.

Πολλάκις ἀντὶ ἑνὸς κυλίνδρου ἡ ἀεραντλία φέρει δύο κυλίνδρους (διπλῇ ἀεραντλία), ἡ λειτουργία ὁμως αὐτῆς εἶναι ἡ ἴδια.

Αἱ συνήθεις ἀεραντλίας δύνανται νὰ ἀραιώσουν τὸν ἀέρα ἑνὸς χῶρου μέχρις ὅτου γίνῃ ἡ πίεσις του ἴση πρὸς ἓν χιλιοστομέτρον τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης τοῦ βαρομέτρου. Ὑπάρχουν ὁμως εἰς τὰ ἐργαστήρια καὶ τὴν βιομηχανίαν ἀεραντλίας, ἐργαζόμεναι δι' ὑδραργύρου ἢ ὕδατος καὶ οὐχὶ δι' ἐμβόλου, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυχῶς χάνεται ἀραίωσις μέχρι τοῦ $\frac{1}{1000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου.

109.— β) **Καταθλιπτικαὶ μηχαναί.** Αὗται εἶναι μηχαναί, διὰ τῶν ὁποίων συμπιέζομεν ἀέρα εἰς τινὰ χῶρον. Διαφέρουν ἀπὸ τὰς ἀεραντλίας μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι αἱ δικλείδες ἐνεργοῦν ἀντιστρόφως, ἥτοι ἀνοίγουν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

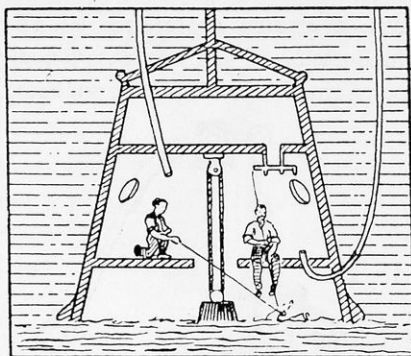
Χρῆσις. Αἱ τοιαῦται μηχαναὶ εἶναι λίαν εὐχρηστοί. Χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν ἀερισμὸν τῶν σηράγγων ὑπογείων στοῶν, τῶν θεάτρων, εἰς τὴν πλήρωσιν δι' ἀέρος τοῦ ἐλαστικοῦ περιβλήματος τῶν ποδηλάτων καὶ τῶν αὐτοκινήτων, εἰς τὰς διὰ πεπιεσμένου ἀέρος λειτουργούσας τροχοπέδας (φρένα) τῶν σιδηροδρόμων καὶ τῶν μηχανῶν διατρήσεως, εἰς τοὺς καταδυτικούς κώδωνας (σχ. 96).

τούς ὁποίους χρησιμοποιοῦν δι' ὑποβρυχίους ἐργασίας, εἰς τὰ σκάφανδρα (σχ. 97) κ. ἄ.

II. ΥΔΡΑΝΤΛΙΑΙ

110. — **Ὅρισμοί.** Αἱ ὑδραντλίας εἶναι συσκευαί, αἱ ὁποῖαι χρησιμεύουν διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Αὗται ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς λειτουργίας των διακρίνονται εἰς **ἀναρροφητικές, καταθλιπτικές** καὶ **μεικτές**, ἥτοι ἀναρροφητικὰς ἅμα καὶ καταθλιπτικὰς.

111. — α) **Ἀναρροφητική.**



Σχ. 96

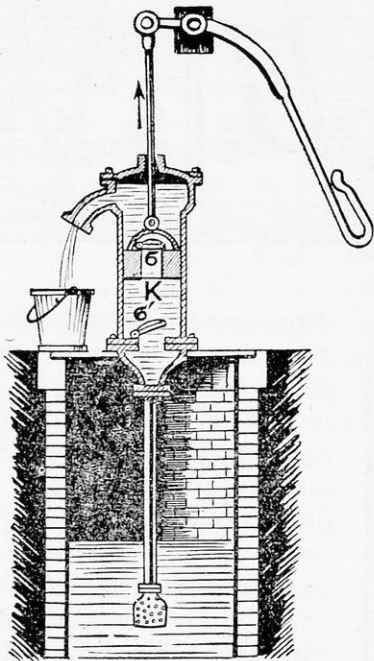


Σχ. 97

ἐφαρμόζει ἐντὸς αὐτοῦ ὕδατοστεγῶς καὶ φέρει κατὰ τὸ μέσον ἄνοιγμα μὲ δικλείδα σ, ἡ ὁποία ἀνοίγεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Περιγραφή. Ἡ ἀναρροφητική ὑδραντλία ἀποτελεῖται ἀπὸ σιδηροῦν κύλινδρον μὲ ἰσχυρὰ τοιχώματα, ὁ ὁποῖος εἰς τὰ πλάγια καὶ ἄνω φέρει σωλῆνα ἐκροῆς, εἰς δὲ τὴν βάσιν μικρὸν σωλῆνα σιδηροῦν, ὁ ὁποῖος καλεῖται **ἀναρροφητικὸς** (σχ. 98). Οὗτος φέρει εἰς τὸ ἄνω μέρος δικλείδα σ', ἡ ὁποία ἀνοίγεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς δὲ τὸ κάτω μέρος ἀπολήγει εἰς διόγκωσιν διάτρητον (ποτήρι), ἡ ὁποία βυθίζεται εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Κ κινεῖται διὰ μοχλοῦ ἐμβολεύς, ὁ ὁποῖος

Λειτουργία. "Όταν αναβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα εὐρισκόμενον εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου, δημιουργεῖται ὑπ' αὐτὸν κενὸς χώρος. Ὁ ἀήρ τότε, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ἀνοίγει τὴν δικλείδα σ' καὶ καταλαμβάνει τὸν χώρον τοῦτον, ἐνῶ ἡ δικλὴς σ κρατεῖται κλειστή ὑπὸ τῆς πιέσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ἐπειδὴ δὲ ὁ



Σχ. 98

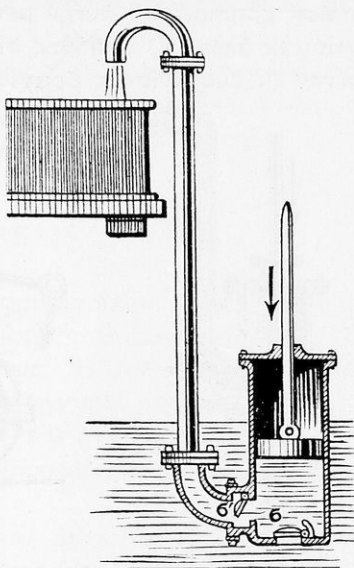
ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος ἀήρ εἶναι ἀραιότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ, τὸ ὕδωρ τοῦ φρέατος ἀνυψοῦται εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα μέχρις ἰσοροπίας. Ὅταν ἐκ νέου καταβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑπ' αὐτὸν ἀήρ πιεζόμενος κλείει τὴν δικλείδα σ', ἀνοίγει τὴν σ καὶ ἐξέρχεται. Ἐὰν πάλιν ἀναβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα, τότε ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀήρ γίνεται ἀκόμη ἀραιότερος καὶ τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ὑψηλότερον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Διὰ τοιούτων ἀναβιβάσεων καὶ καταβιβάσεων τοῦ ἐμβολέως τὸ ὕδωρ ἀνυψούμενον πληροῖ τὸν σωλῆνα ὁλόκληρον καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον, ὅπου πάλιν πιεζόμενος κλείει τὴν δικλείδα σ', ἀνοίγει τὴν σ καὶ ἐκρέει διὰ τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ὕδραντλίας ταύτης ἡ ἀνυψοῦσα τὸ ὕδωρ δύναμις εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος. Συνεπῶς τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀνυψωθῇ τὸ ὕδωρ, δὲν δύναται θεωρητικῶς νὰ ὑπερβῇ τὰ 10,33 μ., εἰς τὴν πραγματικότητι ὅμως τὰ 7-8 μέτρα.

112.—β) **Καταθλιπτική ὕδραντλία. Περιγραφή.** Εἰς τὴν ὕδραντλίαν ταύτην ὁ κύλινδρος δὲν φέρει ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ἀλλ'

ολόκληρος βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ὁ δὲ ἐμβολεὺς εἶναι πλήρης (σχ. 99). Εἰς τὴν βάσιν ὁ κύλινδρος φέρει δικλεῖδα σ, ἡ ὁποία ἀνοίγεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω εἰς δὲ τὰ πλάγια μακρὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα, ὁ ὁποῖος εἰς τὴν ἀρχὴν φέρει ἐπίσης δικλεῖδα σ' ἀνοιγομένην ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω.

Λειτουργία. Ὅταν ἀναβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα, δημιουργεῖται ὑπ' αὐτὸν χῶρος κενὸς ἀέρος. Τὸ ὕδωρ τότε τοῦ φρέατος πιεζόμενον ἀνοίγει τὴν δικλεῖδα σ καὶ εἰσέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ, ἐνῶ ἡ δικλεὶς σ' κρατεῖται κλειστὴ ὑπὸ τῆς πίεσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ὅταν καταβιβάζωμεν τὸν ἐμβολέα, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ πιεζόμενον κλείει τὴν δικλεῖδα σ, ἀνοίγει τὴν σ' καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα. Ὅταν ἐκ νέου ἀναβιβάσωμεν τὸν ἐμβολέα, τὸ ὕδωρ τοῦ φρέατος ἀνοίγει τὴν δικλεῖδα σ, ἐνῶ τὸ ὕδωρ τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλῆνος κρατεῖ τὴν σ' κλειστήν. Ὅταν δὲ καταβιβάσωμεν τὸν ἐμβολέα, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ πιεζόμενον κλείει τὴν σ, ἀνοίγει τὴν σ' καὶ ὠθεῖ τὸ ὕδωρ τοῦ ἀπαγωγοῦ ὑψηλότερον. Διὰ τοιούτων ἀλλεπαλλήλων κινήσεων τοῦ ἐμβολέως εἰσάγομεν διαρκῶς ὕδωρ εἰς τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα, τὸ ὁποῖον διαρκῶς ἀνέρχεται ὑψηλότερον. Εἰς τὴν ὑδραντλίαν ταύτην ἀνυψοῦσα δύναμις εἶναι ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦμεν διὰ τοῦ ἐμβολέως καὶ διὰ τοῦτο ἀνυψοῦμεν τὸ ὕδωρ εἰς ὅσον θέλομεν ὕψος.

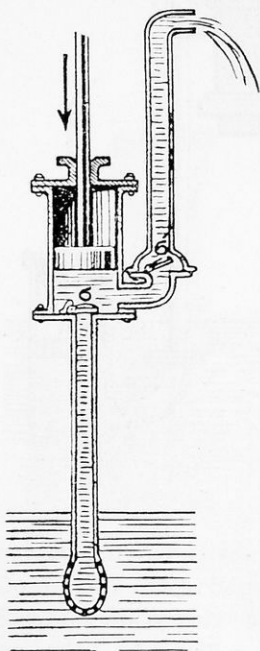


Σχ. 99

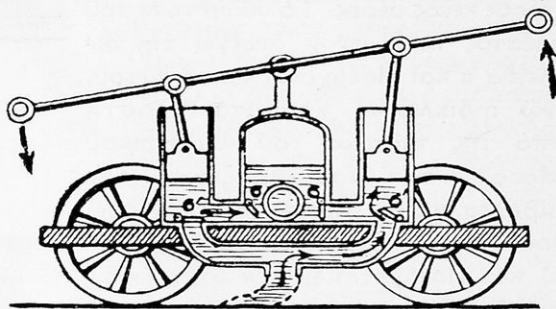
113.—γ) **Μεικτὴ ὑδραντλία.** Αὕτη διαφέρει τῆς προηγουμένης, διότι φέρει καὶ ἀναρροφητικὸν σωλῆνα. Ἡ ἀντλία αὕτη λειτουργεῖ κατ' ἀρχὰς ὡς ἀναρροφητικὴ καὶ κατόπιν ὡς καταθλιπτικὴ (σχ. 100). Συνδυασμὸς δύο μεικτῶν ὑδραντλιῶν ἀποτελεῖ τὴν **Πυροσβεστικὴν ἀντλίαν** (σχ. 101).

114.—**Περιγραφή - Λειτουργία.** Ὁ σίφων εἶναι ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν μεταφορὰν ὑγροῦ τινος ἀπὸ ἐνὸς δοχείου εἰς ἄλλο. Ὁ συνήθης σίφων ἀποτελεῖται ἀπὸ σωλῆνα κεκαμμένον εἰς δύο ἀνίσους βραχίονας.

Λειτουργία. Διὰ τὴν μεταφορὰν ὑγροῦ τινος ἀπὸ τοῦ δοχείου Α εἰς τὸ δοχεῖον Β, τὸ

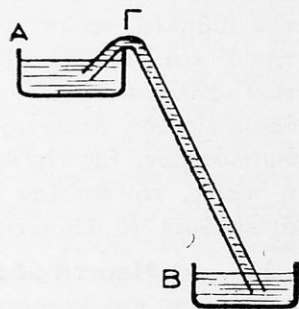


Σχ. 100



Σχ. 101

ὁποῖον εὐρίσκεται χαμηλότερον (σχ. 102), θέτομεν τὸ μὲν βραχὺ σκέλος τοῦ σίφωνος εἰς τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ μεταγγίσωμεν, τὸ δὲ μακρὸν εἰς τὸ δοχεῖον Β, ὅπου θέλομεν νὰ τὸ μεταφέρωμεν. Κατό-



Σχ. 102

πιν ροφῶμεν ἐκ τοῦ ἄκρου Β τὸν ἀέρα τοῦ σίφωνος. Τὸ ὑγρὸν τότε τοῦ δοχείου Α ἀνέρχεται τῇ ἐνέργειᾳ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸ βραχὺ σκέλος, πληροῖ αὐτὸ μέχρι τοῦ σημείου Γ καὶ κατόπιν ἐκρέει διὰ τοῦ μεγάλου σκέλους εἰς τὸ Β. Δυνάμεθα ἀκόμη νὰ πληρώσωμεν

τὸν σίφωνα ἐκ τοῦ ὕγροῦ, τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ μεταφέρωμεν, καὶ ἀφοῦ κλείσωμεν τὰ ἅκρα του καὶ ἀναστρέψωμεν αὐτόν, ἐμβαπτίζομεν τὸ βραχὺ σκέλος εἰς τὸ δοχεῖον Α, τὸ δὲ μακρὸν θέτομεν εἰς τὸ Β. Ὄταν κατόπιν ἀνοίξωμεν τὰ ἅκρα τοῦ σωλῆνος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὕγρὸν ρέει.

Αἰτία τῆς λειτουργίας τοῦ σίφωνος εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις. Ἡ δὲ ταχύτης, μετὰ τῆς ὁποίας ρέει, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τῶν δύο σκελῶν εἶναι μεγαλυτέρα.

Ἀσκήσεις

1) Πλησίον τῆς θαλάσσης τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἶναι 0,76 μ. Πόσον θὰ εἶναι τοῦτο εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ Παρνασσοῦ; (2.500 μ.)

2) Σωλὴν Torricelli εἶναι κεκλιμένος. Ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου, εἰς τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὸν ὑδράργυρον τῆς λεκάνης μέχρι τῆς προβολῆς τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τοῦ σωλῆνος, εἶναι 8 ἐκ. μ. Ποῖον τὸ μήκος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης; (βαρομετρικὴ πίεσις 76 ἐκ. μ.).

3) Σωλὴν βαρομετρικὸς εὐρίσκεται ἀντεστραμμένος εἰς λεκάνην ὑδραργύρου κειμένην εἰς χῶρον ἀραιωμένου ἀέρος. Τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης εἶναι 0,025 μ. Πόση εἶναι ἡ πίεσις εἰς τὸν χῶρον τοῦτον;

4) Ποία θὰ εἶναι ἡ συνολικὴ πίεσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, τοῦ ὁποίου ἡ ἐπιφάνεια εἶναι 1,50 τ. μ. α) εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς· β) ἐντὸς τῆς θαλάσσης εἰς βάθος 20 μέτρων;

5) Ποίαν πίεσιν δέχεται κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν καλῶδιον τηλεγραφικὸν εἰς βάθος θαλάσσης 3700 μέτρων;

6) Νὰ ἐκφρασθῇ εἰς γραμμάρια ἡ διαφορὰ τῶν ἐπιφερομένων πιέσεων ἐπὶ ἐπιφανείας μιᾶς τετραγ. παλάμης εὐρισκομένης διαδοχικῶς ὑπὸ τὰς πιέσεις 0,722 καὶ 0,782 ἅκρα ὅρια τῶν βαρομετρικῶν ἐνδείξεων τόπου τινός.

7) Ὁ ὄγκος σφαίρας ἀεροστάτου εἶναι 23,750 κυβ. μέτρα. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος.

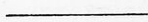
8) Ἐντὸς κυλίνδρου ἔχομεν ἐγκλείσει 52 κυβ. ἐκ. ἀέρος ὑπὸ πίεσιν 760. Πόσος θὰ γίνη ὁ ὄγκος τούτου ὑπὸ τὰς πιέσεις 742 καὶ 781;

9) Νὰ περιγραφῇ ἡ λειτουργία τῆς διπλῆς ἀεραντλίας.

10) Νὰ περιγραφῇ ἡ χρῆσις τοῦ καταδυτικοῦ κώδωνος καὶ τοῦ σκαφάνδρου.

11) Νὰ περιγραφῇ ἡ πυροσβετισκὴ ἀντλία.

12) Τί θὰ συμβῇ, ἂν τὸ μακρὸν σκέλος τοῦ σίφωνος τὸ κάμνομεν διαρκῶς βραχύτερον;



ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ—ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ—ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

115.—**Θερμότης.** "Όταν ἐγγίζωμεν ἢ ἀπλῶς πλησιάζωμεν πρὸς σώματά τινα, ταῦτα προκαλοῦν εἰς ἡμᾶς διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀφῆς τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ ἢ τοῦ ψυχροῦ. *Ἡ ἐξωτερικὴ αὕτη αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ ἢ τοῦ ψυχροῦ, καλεῖται θερμότης.* Τὰ δὲ σώματα, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπουν τὴν ἐνέργειαν ταύτην, καλοῦνται *πηγαὶ θερμότητος*. Ὁ ἥλιος εἶναι ἡ σημαντικωτέρα πηγὴ θερμότητος. Θερμότητα ἐπίσης παράγουν καὶ διάρροαι μαρμαί ἐνεργείας ὡς ἡ τριβή, ἡ χημικὴ ἐνέργεια, ὁ ἡλεκτρισμός. Τὴν φύσιν τῆς θερμότητος ἀγνοοῦμεν, γνωρίζομεν ὁμως καλῶς τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς, διὰ τῶν ὁποίων ἀντιλαμβανόμεθα τὴν ὑπαρξίν της καὶ ταῦτα μᾶς ἐνδιαφέρουν ἀμεσώτατα εἰς τὸν καθ' ἡμέραν βίον μας.

116.—**Θερμοκρασία—Σύγκρισις θερμοκρασιῶν.** "Όταν ἐν σώμα μᾶς φθίνεται θερμὸν, λέγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλοτέρα τῆς τοῦ σώματός μας, τούναντίον δὲ ὅταν μᾶς φαίνεται ψυχρόν. Ἐπίσης διὰ τῆς ἀφῆς ἀντιλαμβανόμεθα ἂν σῶμά τι Α εἶναι θερμότερον ἢ ψυχρότερον τοῦ Β. *Ἡ θερμοκὴ κατάστασις τῶν σωμάτων, ἡ ὁποία μᾶς φανερώνεται διὰ τῆς ἀφῆς, εἶναι ἡ θερμοκρασία.* Ἐὰν ἐπὶ τινος τραπέζης θέσωμεν δοχεῖον περιέχον θερμὸν ὕδωρ, ἀντιλαμβανόμεθα μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ ὀλιγώτερον θερμὸν, ἐνῶ ἡ τράπεζα, μετὴν ὁποίαν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μᾶς φαίνεται θερμότερα. Ἐκτὸς τῆς τραπέζης καὶ τὰ περίξ ἀντικείμενα θερμαίνονται. Μεταβιβάζεται οὕτως εἰπεῖν θερμότης ἐκ τοῦ θερμοῦ σώματος εἰς τὰ

ψυχρότερα, μέχρις ὅτου ὅλα περίπου τὰ πλησίον κείμενα σώματα ἀποκτήσουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τότε ἔχομεν *ἰσορροπίαν θερμοκρασιῶν*.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνάλογον μὲ τὸ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων.

Λαμβάνομεν τρία δοχεῖα Α, Β, Γ. Ἐκ τούτων τὸ δοχεῖον Α περιέχει ὕδωρ ψυχρόν, τὸ Γ ὕδωρ θερμὸν καὶ τὸ Β ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προκύπτει ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων ποσῶν περίπου ὕδατος ἐκ τῶν δύο ἄλλων δοχείων. Βυθίζοντες τὴν χεῖρα μας εἰς ἕκαστον τῶν δοχείων τούτων, ἀντιλαμβανόμεθα ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Β εἶναι θερμότερον τοῦ Α καὶ ὀλιγώτερον θερμὸν τοῦ Γ, ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ Β εἶναι ἀνωτέρα τῆς τοῦ Α καὶ κατωτέρα τῆς τοῦ Γ. *Οὕτως ἡ ἀφή μᾶς βοηθεῖ νὰ συγκρίνωμεν τὰς θερμοκρασίας*. Ἡ ἀντίληψις ὁμῶς αὕτη ἐκ τῆς ἀφῆς δὲν εἶναι ἐπαρκής, διότι εἶναι ἀδύνατον νὰ τὴν συγκρατήσωμεν. Ἐπὶ πλέον δὲν εἶναι δυνατόν δύο πρόσωπα νὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀντίληψιν ἐπὶ τῶν αὐτῶν θερμοκρασιῶν. Τέλος ἡ ἀφή εἶναι δυνατόν νὰ μᾶς ὀδηγήσῃ εἰς πλάνην. Οὕτως ἂν ἐγγίσωμεν τὰ ξύλινα μέρη μιᾶς θύρας καὶ τὰ μεταλλικὰ αὐτῆς, τὰ μεταλλικὰ μᾶς φαίνονται ψυχρότερα τῶν ξυλίνων, καίτοι ἀμφοτέρω εὐρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Διὰ νὰ ἀποφύγωμεν τὴν πλάνην ταύτην, καταφεύγομεν εἰς τι ἀποτέλεσμα τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν. Ὁ ὄγκος, ἡ πίεσις, ἡ πυκνότης τῶν σωμάτων εἶναι ποσά, τὰ ὁποῖα μεταβάλλονται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ μεταβολὴ τούτων εἶναι ἀντίστοιχος πρὸς αὐτήν. Συνεπῶς ἡ μεταβολὴ τοῦ ὄγκου λ.χ. σώματός τινος εἶναι ἱκανὴ νὰ μᾶς δώσῃ ἰδέαν τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τ.σ. Ἐπ' αὐτοῦ ἐστηρίχθη ἡ κατασκευὴ εἰδικῶν ὀργάνων διὰ τὴν μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας, *τῶν θερμομέτρων*.

117.—*Θερμόμετρα*. Τὰ θερμόμετρα εἶναι ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων προσδιορίζομεν τὴν θερμοκρασίαν τῶν σωμάτων. Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἀπὸ μακρὸν ὑάλινον σωλῆνα μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, ὃ ὁποῖος εἶναι κενὸς ἀέρος. Οὗτος εἰς τὸ ἄνω μέρος εἶναι κλειστός, εἰς τὸ κάτω δὲ ἀπολήγει εἰς δοχεῖον σφαιρικὸν ἢ κυλινδρικὸν πλήρες

ὑδραργύρου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια φθάνει εἰς τι σημείον. Ἡ μεταβολὴ τοῦ ὄγκου τοῦ ὑδραργύρου, ἡ ὁποία προκαλεῖται ἀπὸ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὑδραργύρου μετὰ τινος σώματος θερμότερου ἢ ψυχροτέρου ἀπὸ αὐτόν, χαρακτηρίζει τὴν θερμικὴν κατὰστασιν τοῦ σώματος. Τὰ θερμόμετρα διακρίνομεν ἀναλόγως τοῦ περιεχομένου ὑγροῦ εἰς *ὑδραργυρικά* καὶ *οἰνοπνευματικά*.

118.—**Ὑδραργυρικά θερμόμετρα.** Τὰ θερμόμετρα ταῦτα περιέχουν ὑδράργυρον, ἡ δὲ βαθμολογία αὐτῶν γίνεται ὡς ἑξῆς. Ἐπὶ τοῦ σωλῆνος αὐτῶν χαράσσονται δύο *σημεῖα σταθερά*, τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖαι εὐκόλως παράγονται καὶ εἶναι πάντοτε αἱ αὐταὶ ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας. Τὰ σημεῖα ταῦτα εἶναι τὸ *μηδὲν* καὶ τὸ *ἐκατόν*.

Προσδιορισμὸς τοῦ μηδενός.

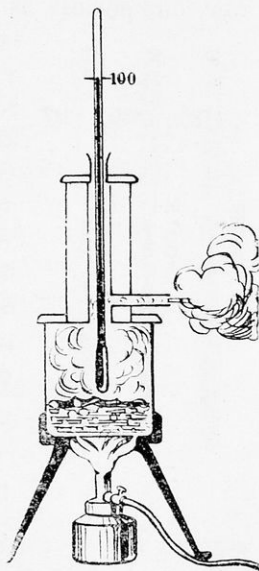
Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μηδὲν, βυθίζομεν τὸ θερμόμετρον εἰς χωρίον περιέχον τριμμένον πάγον, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς κατὰστασιν τήξεως (σχ. 103). Ὁ ὑδράργυρος ψυχόμενος κατέρχεται καὶ μετὰ τινα χρόνον παραμένει στάσιμος. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο χαράσσομεν τὸ 0. *Τὸ μηδὲν ἀντιπροσωπεύει ἄρα τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου.*



Σχ. 103

Προσδιορισμὸς τοῦ ἐκατόν.

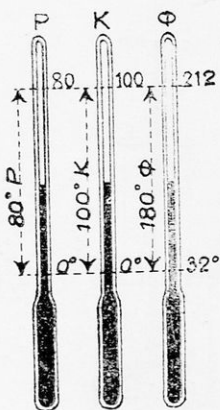
Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ δεύτερον σταθερὸν σημεῖον, θέτομεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος, μεταχειριζόμενοι πρὸς τοῦτο τὴν συσκευὴν, τὴν ὁποίαν παριστᾷ τὸ σχῆμα 104. Ὁ ὑδράργυρος τότε αὐξάνεται κατ' ὄγκον καὶ ἀνέρχεται, ὅταν δὲ μείνη στάσιμος εἰς τι σημεῖον, χαράσσομεν ἐκεῖ τὸν ἀριθμὸν 100. Ἀφοῦ προσδιορίσωμεν τὰ δύο ταῦτα σταθερὰ σημεῖα, διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ αὐτῶν διάστημα εἰς



Σχ. 104

ἑκατὸν ἴσα μέρη, τὰ ὅποια καλοῦμεν βαθμούς καὶ προεκτείνομεν ἀναλόγως τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω τοῦ ἑκατὸν καὶ κάτω τοῦ μηδενός. Τὸ σύνολον τῶν διαιρέσεων τούτων καλεῖται **θερμομετρικὴ κλίμαξ**. Οἱ βαθμοὶ σημειοῦνται δι' ἀριθμοῦ, ὁ ὅποιος φέρει δεξιὰ καὶ ἄνω ἐκθέτην 0. Διὰ τὰ διακρίνονται δὲ οἱ ἄνω τοῦ μηδενός βαθμοί, τίθεται πρὸ αὐτῶν τὸ σύν, πρὸ δὲ τῶν κάτω τοῦ μηδενός τὸ πλήν. Οὕτω 10 βαθμοὶ ἄνω τοῦ μηδενός σημειοῦνται $+10^{\circ}$, κάτω τοῦ μηδενός -10° .

119.—**Διάφοροι θερμομετρικαὶ κλίμακες.** Ἐὰν τὸ μεταξὺ τῶν δύο σταθερῶν θερμοκρασιῶν διάστημα διαιρέσωμεν διαφοροτρόπως, λαμβάνομεν διαφόρους θερμομετρικὰς κλίμακας. Μεταξὺ τούτων διακρίνομεν τὴν τοῦ Κελσίου, τοῦ Ρεωμύρου καὶ τοῦ Φαρενάιτ.



Σχ. 105

Καὶ ἡ μὲν θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου σημειοῦται διὰ τοῦ 0° εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Κελσίου καὶ τοῦ Ρεωμύρου, διὰ τοῦ 32° δὲ εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Φαρενάιτ, ἡ δὲ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος διὰ τοῦ 100° εἰς τὸ θερμομέτρον τοῦ Κελσίου (ἑκατονταβάθμου), διὰ τοῦ 80° εἰς τὸ τοῦ Ρεωμύρου καὶ διὰ τοῦ 212° εἰς τὸ τοῦ Φαρενάιτ (σχ. 105). Δι' ἀπλοῦ ὑπολογισμοῦ δυνάμεθα νὰ τρέπωμεν τοὺς βαθμούς μιᾶς κλίμακος εἰς ἄλλην. Ἐχοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι 100° Κελσίου ἀντιστοιχοῦν πρὸς 80 Ρεωμύρου. εὐρίσκομεν ὅτι $1^{\circ}\text{K} = \frac{80}{100} = \frac{4}{5}$ βαθμοῦ Ρ καὶ

$$1^{\circ}\text{P} = \frac{100}{80} = \frac{5}{4} \text{ βαθμοῦ Κ. Εἰς δὲ τὸ θερμο-}$$

μέτρον τοῦ Φαρενάιτ ἡ κλίμαξ τοῦ Κελσίου ἀπὸ 0° — 100° ἀντιστοιχεῖ εἰς 180° Φαρενάιτ, διότι τὸ 0°K ἀντιστοιχεῖ εἰς 32°F , ὥρα $1^{\circ}\text{K} = \frac{180}{100} = \frac{9}{5}$ βαθμῶν Κ.

Οὕτως Α βαθμοὶ Κελσίου ἰσοδυναμοῦν μὲ $\left(\frac{\text{Α} \cdot 9}{5}\right) + 32$ Φαρενάιτ.

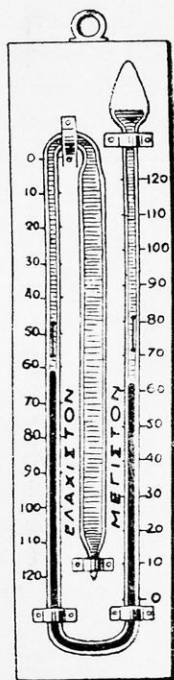
Β βαθμοί Φαρενάιτ ισοδυναμοῦν με $(B-32) \frac{5}{9}$ Κελσίου.

120.—**Οἰνοπνευματικά [θερμόμετρα.** Ὁ ὑδράργυρος ζεεῖ εἰς θερμοκρασίαν 357° K καὶ διὰ τοῦτο τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὸν προσδιορισμὸν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος στερεοποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν -40° K, δὲν εἶναι κατάλληλος διὰ τὴν μέτρησιν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν. Ἀντ' αὐτοῦ χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰς περιπτώσεις ταύτας τὰ οἰνοπνευματικά θερμόμετρα, ἐπειδὴ τὸ οἰνόπνευμα στερεοποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν -130° K. Ταῦτα εἶναι ὅμοια με τὰ ὑδραργυρικά, ἀλλὰ ἀντὶ ὑδραργύρου περιέχουν οἰνόπνευμα χρωματισμένον, ἡ δὲ διάμετρος τοῦ σωλήνος τῶν εἶναι μεγαλυτέρα τῆς τῶν ὑδραργυρικῶν. Ἐπὶ τῶν θερμομέτρων τούτων ὀρίζομεν τὸ μηδὲν ὅπως καὶ εἰς τὰ ὑδραργυρικά, ἐνῶ τὸ ἑκατὸν δὲν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν ἀπ' εὐθείας, ἐφ' ὅσον τὸ οἰνόπνευμα βράζει εἰς θερμοκρασίαν 78° K. Διὰ τοῦτο βυθίζομεν τὸ οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον μαζὶ με ὑδραργυρικὸν τοιοῦτον εἰς δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ θερμοκρασίας 40° — 50° καὶ σημειοῦμεν ἐπὶ τοῦ σωλήνος τοῦ οἰνοπνευματικοῦ τὴν θέσιν τοῦ οἰνοπνεύματος. Ἐὰν τὸ ὑδραργυρικὸν δεικνύῃ 50° K π.χ., σημειοῦμεν εἰς τὸ οἰνοπνευματικὸν 50° . Τὸ διάστημα 0° — 50° διαιροῦμεν εἰς 50 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνομεν τὰς διαιρέσεις ἀνωθεν τῶν 50° καὶ κάτωθεν τοῦ 0° .

121.—**Προσδιορισμὸς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.** Εἶναι πολὺ χρήσιμον νὰ γνωρίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ τοποθετήσωμεν θερμόμετρον εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, ἀπὸ τῶν πέριξ τοίχων καὶ τῆς στέγης, τὰ ὁποῖα θὰ ἦτο δυνατόν νὰ ἐπηρεάσουν τοῦτο. Τὸ ὄργανον πρέπει ἐπίσης νὰ εἶναι προφυλαγμένον ἀπὸ τὰς ἀπ' εὐθείας ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου. Ἐὰν παραμελήσωμεν τὰς ἀνωτέρω προφυλάξεις, λαμβάνομεν ἐνδείξεις πολὺ διαφορετικὰς τῆς πραγματικῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος.

122.—**Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου.** Πολλάκις μᾶς ἐνδιαφέρει νὰ γνωρίζωμεν τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν τοῦ

περιβάλλοντος κατά την διάρκειαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον κατασκευάζονται εἰδικὰ θερμόμετρα διαφόρων τύπων. Ἐκ τούτων τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶναι τοῦ Rutherford καὶ



Σχ. 106

τοῦ Six et Bellani (σχ. 106). Ἐὰν ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ μὲν μεγίστη θερμοκρασία εἶναι εἰς τινὰ τόπον 24°K , ἡ δὲ ἐλαχίστη 6°K , ὁ μέσος ὅρος τούτων παριστᾷ τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Λαμβάνοντες τὰς μέσας θερμοκρασίας ὅλων τῶν ἡμερῶν ἑνὸς μηνὸς καὶ ὑπολογίζοντες τὸν μέσον ὅρον τούτων, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Κατ' ἀνάλογον τρόπον εὐρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἔτους ἑνὸς τόπου ἀπὸ τὰς μέσας μηνιαίας θερμοκρασίας.

ΧΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ

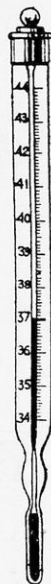
123.—**Τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν γεωργίαν καὶ τὴν βιομηχανίαν.** Τὸ θερμόμετρον ἐξυπηρετεῖ καὶ τὴν γεωργίαν καὶ τὴν βιομηχανίαν. Ἡ θερμοκρασία π.χ. τῶν σταύλων πρέπει νὰ τηρῇται μεταξὺ 15°K καὶ 20°K . Κατὰ τὴν ἐξαγωγήν τοῦ βουτύρου διὰ τῆς φυγοκεντρικῆς μηχανῆς ἡ εὐνοϊκωτέρα θερμοκρασία εἶναι 30° — 32°K . Εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ τυροῦ τηρεῖται ἡ θερμοκρασία τῶν ὑπογείων σταθερὰ καὶ ἀνάλογος πρὸς τὸ εἶδος τοῦ τυροῦ, τὸν ὁποῖον θὰ κατασκευάσωμεν. Εἰς

τὰ θερμοκήπια πρέπει νὰ κρατῇται θερμοκρασία εὐνοοῦσα τὴν ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν. Ἐπίσης εἰς τὴν βιομηχανίαν συχνότατα γίνεται χρήσις τοῦ θερμομέτρου. Οὕτως αἱ ζυμώσεις ἀναπτύσσονται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν. Εἰς τὴν ἀπόσταξιν τῶν ὑγρῶν, ὅπως τοῦ οἶνοπνεύματος, τοῦ πετρελαίου κ. ἄ., τὰ διάφορα προΐοντα λαμβάνονται εἰς ὠρισμένας θερμοκρασίας.

Διὰ τὴν μέτρησιν λίαν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ εἰδικὰς συσκευάς, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **πυρόμετρα**.

124.—Τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν ὑγιεινὴν καὶ τὴν ἰατρικὴν. Ἡ γνῶσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματός μας εἶναι λίαν χρήσιμον στοιχεῖον διὰ τὸν ἰατρὸν καὶ εὐρίσκεται μὲ εἰδικὰ θερμόμετρα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ιατρικὰ** (σχ. 107). Ταῦτα εἶναι ὑδραργυρικά καὶ δεικνύουν θερμοκρασίας μόνον ἀπὸ 33°K μέχρι 43°K κατὰ δέκατα τοῦ βαθμοῦ. Ἐπειδὴ δὲ μέχρι τῆς στιγμῆς τῆς παρατηρήσεως τῆς ἐνδείξεως μεσολαβεῖ χρονικόν τι διάστημα καὶ εἶναι δυνατόν ὁ ὑδράργυρος νὰ κατέλθῃ, φέρουν ταῦτα ἄνωθεν τοῦ δοχείου στένωσιν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ δύναται ὁ ὑδράργυρος εὐκόλως νὰ ἀνέρχεται ἐκεῖθεν, ἀλλὰ δυσκόλως νὰ κατέρχεται, ἥτοι τὰ ἰατρικὰ θερμόμετρα εἶναι ὑδραργυρικά μεγιστοβάθμια.

Εἰς τὰς κατοικίας μας εἶναι ἀνθυγιεινὸν νὰ ἔχωμεν πολὺ ὑψηλὴν ἢ πολὺ χαμηλὴν θερμοκρασίαν. Διὰ τὸ δωμάτιον ὑπνου ἀρκεῖ θερμοκρασία 12°K , διὰ τὰ γραφεῖα καὶ τὰ μέρη ὅπου διημερεύομεν εὐχάριστος καὶ ὑγιεινὴ θερμοκρασία εἶναι ἡ τῶν 14° — 16°K , χωρὶς αὕτη νὰ ὑπερβαίνει τοὺς 18°K . Διὰ δὲ τὸ θερμὸν λουτρὸν δεόν νὰ ἔχῃ τὸ ὕδωρ θερμοκρασίαν 35° — 40°K . Ὑγιὴς ἄνθρωπος εἰσερχόμενος ἐντὸς λουτροῦ θερμοκρασίας 32°K δὲν αἰσθάνεται αὐτὸ οὔτε ὡς θερμὸν οὔτε ὡς ψυχρόν. Διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία τῶν 32°K καλεῖται **ἀδιάφορος θερμοκρασία** τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος.



Σχ. 107

ΚΕΦΑΛΙΟΝ Β'.

ΜΕΓΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

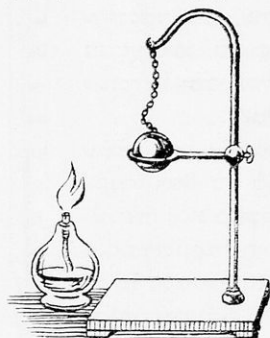
ΥΠΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΙΗΤΟΣ

125.—**Διαστολὴ τῶν σωμάτων.** Παρακολουθοῦντες τὸν ὄγκον σώματός τινος στερεοῦ, ὕγρου ἢ ἀερίου, ὅταν τοῦτο θερμαίνεται, βλέπομεν ὅτι οὗτος αὐξάνεται, ὅταν δὲ τὸ σῶμα ψύχεται, ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται. Τὴν αὐξήσιν ταύτην τοῦ ὄγκου τῶν σωμάτων συνεπεῖα τῆς θερμότητος καλοῦμεν **διαστολήν**. Διὰ τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ πειράματος γνωρίζομεν ὅτι **πάντα τὰ σώματα δια-**

στέλλονται ήτοι αύξάνουν κατά τόν όγκον των, όταν θερμαίνονται, καί συστέλλονται ήτοι έλαττώνονται κατά τόν όγκον των, όταν ψύχονται.

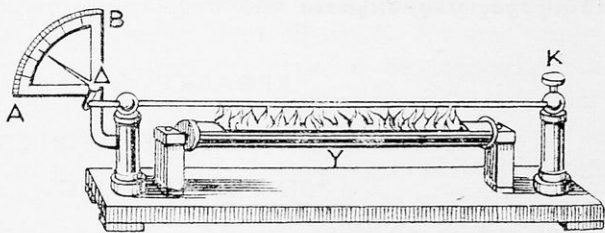
Έκ τών σωμάτων τά μάλλον διασταλτά εΐναι τά άέρια, όλιγώτερον τά ύγρά καί άκόμη όλιγώτερον τά στερεά.

126.—**Διαστολή τών στερεών.** α) Λαμβάνομεν σφαΐραν μεταλλικήν, ή όποία διέρχεται άκριβώς διά τινος δακτυλίου μεταλλικοϋ (σχ. 108). Έάν διά λύχνου θερμάνωμεν μόνον τήν σφαΐραν, θά παρατηρήσωμεν, ότι αύτη δέν δύναται νά διέλθη διά τοϋ δακτυλίου. Έάν όμως άφήσωμεν αύτήν νά ψυχθῇ, τότε θά διέλθη εια τοϋ δακτυλίου. Έκ τούτου συνάγομεν ότι ή σφαΐρα θερμανθεΐσα **διεστάλη** καθ' όλας τās διευθύνσεις. Όμοίως θά διεστέλλετο καί σφαΐρα μεταλλική κοίλη.



Σχ. 103

β) Λαμβάνομεν τήν συσκευήν τοϋ σχήματος 109, ή όποία άποτελείται από ράβδον μεταλλικήν, τής όποίας τώ έν άκρον στερεοϋται διά κοχλίου K, τώ δέ άλλο εΐναι έλεύθερον καί άκουμβᾷ επί τοϋ μικροϋ βραχίονος μοχλοϋ M. Τού μοχλοϋ τούτου ό μεγαλύτερος βραχίον Δ άποτελεΐ δείκτην, ό όποιος δύναται νά κινήθῃ πρό ήριθμημένου τόξου AB.



Σχ. 109

Όταν αναφλέξωμεν τώ κάτωθεν τής ράβδου οινόπνευμα, τώ όποϊον εύρίσκεται έντός δοχείου Y, παρατηροϋμεν ότι τώ άκρον τοϋ δείκτου μετακινείται διαρκώς από τώ μηδέν τοϋ τόξου καί τοϋτο συμβαίνει, διότι τώ μήκος τής ράβδου διά τής θερμότητος ηϋξήθη.

Όταν αφήσωμεν τὴν ράβδον νὰ ψυχθῇ, ὁ ξείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν του θέσιν. Ἄρα ἡ ράβδος ψυχθεῖσα συνεστάλη.

Καὶ ὅταν μὲν παρακολουθῶμεν τὴν διαστολὴν, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ σῶμα καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἔχομεν *τὴν κυβικὴν ἢ κατ' ὄγκον διαστολὴν*, ὅταν δὲ μόνον τὴν κατὰ μίαν διεύθυνσιν ἐπιμήκυνσιν τοῦ σώματος, ἔχομεν τὴν *γραμμικὴν διαστολὴν*.

Τὴν γραμμικὴν διαστολὴν διαφόρων σωμάτων προσδιορίζομεν διὰ διαφόρων μεθόδων. Οὕτως εὗρέθη ὅτι ράβδος σιδηρᾶ μήκους 1 μ. ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° K, ὅταν θερμανθῇ μέχρι θερμοκρασίας 100° K, ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,23 χιλιοστόμετρα. Ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ράβδος ὀρειχαλκίνη ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,8 χιλιοστόμετρα καὶ ράβδος λευκοχρύσου κατὰ 0,9 χιλιοστόμετρα. Ἦτοι *τὰ διάφορα στερεὰ διαστέλλονται ἀνίσως, ὅταν θερμαίνωνται κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμοὺς*.

Διὰ νὰ εὐρίσκωμεν τὴν αὐξησιν τοῦ μήκους στερεοῦ τινὸς σώματος εἰς οἵανδήποτε θερμοκρασίαν, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν πόση εἶναι ἡ αὐξησις τῆς μονάδος τοῦ μήκους του (1 ἑκατ. τοῦ μέτρου), ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀνέλθῃ κατὰ 1° K. Ἡ αὐξησις αὕτη ἐκφράζεται δι' ἀριθμοῦ ἰδίου δι' ἕκαστον σῶμα, ὁ ὁποῖος καλεῖται *συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σώματος*.

Οὕτως ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς εἶναι
 τοῦ σιδήρου 0,000123, τοῦ ὀρειχάλκου 0,00018,
 » ἀργύρου 0,00019, » χαλκοῦ 0,00017,
 » ἀργιλίου 0,00022 » λευκοχρύσου 0,00009.

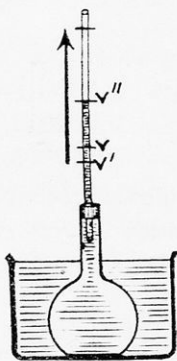
Διὰ πειραμάτων εὗρέθη ὅτι ἡ κατ' ὄγκον διαστολὴ σώματός τινος εἶναι τριπλασία τῆς γραμμικῆς. Π.χ. ἡ γραμμικὴ διαστολὴ τοῦ σιδήρου ἀπὸ θερμοκρασίας 0° K εἰς θερμοκρασίαν 100° K εἶναι 1,2 χιλιοστόμετρα, ἡ δὲ κυβικὴ εἶναι 3,6.

127.— *Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν καὶ μηχανικὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς.* Κατὰ τὴν συναρμολόγησιν μεταλλικῶν τμημάτων διαφόρων κατασκευῶν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ διαστολὴ. Οὕτω τὰ σιδηρᾶ φύλλα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται πρὸς στέγασιν, ὅπως καὶ αἱ ἐσχάραι τῶν ἀτμολεβήτων προσαρμόζονται ἀκλο-

νήτως μόνον κατὰ τὸ ἐν ἄκρον. Ὅμοίως καὶ εἰς τὰς σιδηροδρομικὰς γραμμὰς ἀφήνουν μεταξὺ τῶν ράβδων των κενὰ διαστήματα.

Εἶδομεν ὅτι ράβδος σιδηρᾶ μήκους 1 μ. ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,00123 μ., ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψωθῇ κατὰ 100° K. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μηχανικῶς τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν 0,00123 μ. εἰς ράβδον τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τομῆς 1 τετ. ἐκ., εἶναι ἀνάγκη νὰ ἔλξωμεν αὐτὴν μὲ δύναμιν 2600 χιλιογράμμων. Συνεπῶς ἐὰν ἐμποδίσωμεν τὴν ράβδον νὰ διασταλῇ, στηρίζοντες τὰ ἄκρα αὐτῆς εἰς δύο ἀκλόνητα στηρίγματα, ἡ ράβδος ὅταν θερμανθῇ κατὰ 100° K, θὰ ἐπιφέρῃ πίεσιν 2600 χιλιογράμμων. Τὴν τεραστίαν ταύτην πίεσιν συνεπεία τῆς διαστολῆς χρησιμοποιεῖ ἡ βιομηχανία εἰς διαφόρους περὶ στάσεις. Ἐπίσης μεγίστην δύναμιν ἐξασκεῖ θερμὸν τι σῶμα, ὅταν συσταλῇ ψυχόμενον. Οὕτως οἱ ἀμαξοποιοί, ὅταν θέλουν νὰ προσαρμόσουν εἰς τοὺς ξυλίνους τροχοὺς τῶν ἀμαξῶν τὴν σιδηρᾶν στεφάνην, θερμαίνουν τὴν στεφάνην, ἡ ὁποία κατασκευάζεται κατὰ τι μικροτέρα καὶ ὅταν τοποθετηθῇ ὁ τροχὸς ἐντὸς αὐτῆς, ψύχουν αὐτήν. Ἡ στεφάνη ψυχομένη συστέλλεται καὶ περισφίγγει ἰσχυρῶς τὸν τροχόν.

128.—Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Καὶ τὰ ὑγρά θερμαινόμενα διαστέλλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται.



Σχ. 110

Ἡ διαστολὴ ὁμως εἰς τὰ ὑγρά γίνεται μόνον κατ' ὄγκον. Λαμβάνομεν φιάλην μὲ μακρὸν λαϊμόν πληροῦμεν ταύτην μὲ ὕδωρ χρωματισμένον καὶ σημειοῦμεν τὴν θέσιν τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τούτου, ἔστω δ' αὕτη ν (σχ. 110). Βυθίζομεν ἀκολουθῶς τὴν φιάλην ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὸ ὕδωρ ἀπὸ τῆς θέσεως ν, ἀφοῦ πρὸς στιγμὴν κατέβη εἰς τὴν θέσιν ν', ἀνέρχεται καὶ τελικῶς φθάνει εἰς τὴν ν''. Ὅταν ἀφήσωμεν τὴν φιάλην νὰ ψυχθῇ, τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὴν προτέραν τοῦ θέσιν ν. Γὰρ αὐτὸ θέλει συμβῇ, ἂν πειραματισθῶμεν μὲ οἷονδῆποτε ὑγρόν.

Ἄρα τὰ *υγρά θερμαινόμενα διαστέλλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται.*

Εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα τὴν ἀνύψωσιν τῆς θέσεως τοῦ ὕδατος ἀπὸ τοῦ ν εἰς ν'' καλοῦμεν **φαινομενικὴν διαστολὴν**, διότι δὲν ἔχομεν μόνον τὴν διαστολὴν τοῦ ὑγροῦ ἀλλὰ καὶ τὴν διαστολὴν τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τοῦτο εὑρίσκεται. Ἡ μεταβολὴ τοῦ ὄγκου μόνον τοῦ ὑγροῦ συνεπιφέρεται τῆς θερμάνσεως καλεῖται **ἀπόλυτος διαστολή**. Φαινομένη διαστολὴ εἶναι ἡ τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἴνοπνεύματος εἰς τὰ θερμόμετρα.

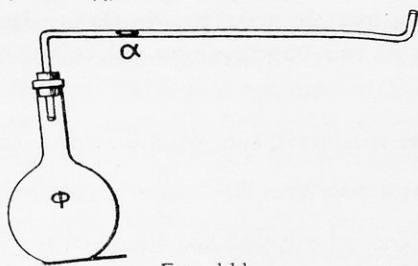
129.—**Πυκνότης τῶν ὑγρῶν.** Ἡ πυκνότης ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ διὰ τοῦ ὄγκου τοῦ ἦτοι $\Pi = \frac{M}{O}$. Διὰ τῆς θερμότητος ὅμως μεταβάλλεται ὁ ὄγκος, συγχρόνως ὅμως καὶ ἡ πυκνότης. Καὶ ὅταν μὲν ὁ ὄγκος αὐξάνεται, ἡ πυκνότης ἐλαττοῦται καὶ ἀντιστρόφως ὅταν τὸ ὑγρὸν ψύχεται, ὁ ὄγκος τοῦ ἐλαττοῦται καὶ ἡ πυκνότης τοῦ αὐξάνεται. Ἡ μεταβολὴ αὕτη εἶναι πολὺ μικρά. Οὕτω π.χ. ἡ πυκνότης ἐνὸς κυβ. ἐκ. ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν 4° K εἶναι 1, εἰς θερμοκρασίαν 20° K εἶναι 0,998.

130.—**Μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος καὶ σημασία αὐτῆς.** Τὸ ὕδωρ διαστελλόμενον δὲν ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους τῆς διαστολῆς τῶν λοιπῶν σωμάτων. Πράγματι τοῦτο παρουσιάζει τὸ ἀξιοσημεῖωτον φαινόμενον, ὅτι ψυχόμενον μέχρι 4° K συστέλλεται, κάτω δὲ τῆς θερμοκρασίας ταύτης διαστέλλεται. Συνεπῶς τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν μεγαλύτεραν τοῦ πυκνότητα εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4° K.

Ἡ σημασία τῆς ἀνωμάλου ταύτης διαστολῆς τοῦ ὕδατος εἶναι μεγίστη διὰ τὸν ἄνθρωπον καὶ τὴν ζωὴν ἐν γένει. Ἐνεκα ταύτης ὁ πάγος, ἐπεὶ δὲ εἶναι ἐλαφρότερος ἴσου ὄγκου ὕδατος, ἐπιπλέει. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον κατὰ τὸν χειμῶνα τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν καὶ τῶν ποταμῶν πήγνυται μόνον κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα, ἐνῶ τὰ κατώτερα παραμένουν ὑγρά καὶ ἐπομένως δύνανται ἐκεῖ νὰ ζήσουν ζῶα καὶ φυτά.

131.—**Διαστολὴ τῶν ἀερίων.** Καὶ τὰ ἀέρια θερμαινόμενα διαστέλλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται. Λαμβάνομεν φιάλην ὑαλί-

νην φέρουσαν μακρὸν καὶ στενὸν σωλῆνα κεκαμμένον, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 111. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τούτου θέτομεν σταγόνα ὑδραργύρου ἢ ὕδατος, ἡ ὁποία περιορίζει τὸν ἐντὸς τῆς φιάλης ἀέρα καὶ χρησιμεύει συγχρόνως καὶ ὡς δείκτης. Ἐὰν θερμάνωμεν τὴν



Σχ. 111

σφαῖραν διὰ τῆς παλάμης μας, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σταγὼν μετατοπίζεται πρὸς τὰ ἔξω. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν παλάμην μας, ἡ σταγὼν ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν της. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀήρ θερμανθεὶς διεστάλη καὶ μετετόπισε τὴν σταγόνα, ὅταν δὲ ἐψύχθη, συνεστάλη, καὶ ἡ πίεσις τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος ἐπανέφερε τὴν σταγόνα εἰς τὴν θέσιν της. Τὸ αὐτὸ θέλει συμβῆ, ἐὰν εἰς τὴν φιάλην θέσωμεν οἰονδήποτε ἀέριον. Τὰ ἀέρια εἶναι τὰ μᾶλλον διασταλτὰ ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων, ἡ δὲ διαστολὴ των εἶναι μόνον κυβική.

132.—Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων. Εἰδικὸν βάρος ἀερίου τινὸς εἶναι ὁ λόγος τοῦ βάρους ὅγκου τινὸς τοῦ ἀερίου τούτου πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὅγκου ἀέρος, ὅταν ἀμφότερα λαμβάνωνται ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°K καὶ ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 760 χιλιοστομ. Συνεπῶς διὰ νὰ εὗρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος ἀερίου τινός, πρέπει νὰ εὗρωμεν τὸ βάρος ὅγκου τινός τοῦ ἀερίου τούτου, ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°K καὶ κανονικὴν πίεσιν. Κατόπιν τὸ βάρος ἴσου ὅγκου ἀέρος, ἐπίσης ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°K καὶ κανονικὴν πίεσιν, ὁ λόγος δὲ τούτων θὰ παρίστανται τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀερίου.

Πίναξ εἰδικῶν βαρῶν ἀερίων τινῶν ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν ἀέρα ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° καὶ πίεσιν 760 χιλιοστομ.

Ἀήρ	1,000	Ὄξυγόνον	1,105
Ἀερώδης ἀμμωνία	0,589	Διοξειδ. ἀνθρακος	1,529
Ὑδρογόνον	0,0695	Χλώριον	2,49
Ἀζωτον	0,967	Ὑδρατμός	0,623

133.—**Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ.**
Γνωρίζομεν ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως μιᾶς κυβικῆς παλάμης ἀέρος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°K καὶ πίεσιν 760 χιλιοστομέτρων διὰ τοῦ βάρους μιᾶς κυβικῆς παλάμης ὕδατος θερμοκρασίας 4°K καὶ ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστομέτρων. Ἀλλὰ μία κυβικὴ παλάμη ὕδατος ζυγίζει 1000 γραμ., μία δὲ κυβικὴ παλάμη ἀέρος 1,293 γραμ. Τὸ εἰδικὸν ἄρα βάρος τοῦ ἀέρος πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι $\frac{1,293}{1000} = 0,001293$.

Ὅταν τώρα θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν λοιπῶν ἀερίων ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, πολλαπλασιάζομεν τὰ εἰδικὰ βάρη αὐτῶν ἐπὶ 0,001293.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

134.—**Μέτρησις τῆς θερμότητος-Μονὰς θερμότητος.** Διὰ νὰ προσδώσωμεν εἰς ἓν λίτρον ὕδατος θερμοκρασίαν κατὰ 10°K ἄνω-τέραν ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν ἔχει, πρέπει νὰ τὸ θερμάνωμεν ἐπὶ χρονικόν τι διάστημα εἰς πηγὴν τινὰ θερμότητος. Ἐὰν ἡ θερμαντικὴ πηγὴ εἶναι σταθερὰ καὶ θελήσωμεν νὰ ἀναβιβάσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος κατὰ 20°K , βλέπομεν ὅτι χρειάζεται νὰ τὸ θερμάνωμεν ἐπὶ διπλάσιον χρόνον. Ἐπίσης ἐὰν ἀντὶ ἑνὸς λίτρου ὕδατος θέλωμεν νὰ θερμάνωμεν δύο λίτρα, θὰ ἴδωμεν, ὅτι διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία κατὰ 10°K , χρειάζεται διπλάσιος χρόνος, ἢ π' ἔσον ἐχρειάσθῃ δι' ἓν λίτρον.

Φαίνεται ἐκ τούτων ὅτι τὸ ποσὸν τῆς δαπανωμένης θερμότητος εἶναι α) ἀνάλογον τῆς θερμοκρασίας διὰ τὸ αὐτὸ βάρος ὑγροῦ· καὶ β) ἀνάλογον τοῦ βάρους τοῦ θερμαινομένου ὑγροῦ διὰ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἡ θερμότης συνεπῶς εἶναι *ποσόν*, τὸ ἵποϊον δύναται νὰ μετρηθῇ. Ἡ μέτρησις τῶν ποσῶν τῆς θερμότητος καλεῖται *θερμιδομετρία*. Ὡς μονὰς δὲ λαμβάνεται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς μονάδος τοῦ

βάρους τοῦ ὕδατος κατὰ 1° K. Ἄν ὡς μονὰς βάρους ληφθῇ τὸ γραμμάριον, ἡ μονὰς τῆς θερμότητος ὀνομάζεται *μικρὰ θερμὶς*, ἂν δὲ τὸ χιλιόγραμμον, τότε καλεῖται *μεγάλη θερμὶς* καὶ εἶναι ἴση μὲ 1000 μικρὰς θερμίδας. Αἱ θερμίδες προσδιορίζονται δι' εἰδικῶν συσκευῶν, αἱ ὁποῖαι λέγονται *θερμιδόμετρα*. Ἄλλ' εἰς θερμίδας δὲν μετρεῖται μόνον τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον χρειάζεται σῶμα τι διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του κατὰ ὠρισμένους βαθμούς, ἀλλὰ καὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποδίδουν διάφορα σώματα καίόμενα καὶ τότε τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς θερμότητος εἰς θερμίδας καλεῖται *θερμότης καύσεως*. Οὕτω λέγομεν, ὅτι ἡ θερμότης καύσεως τοῦ λιγνίτου εἶναι περίπου 5000 θερμίδες. Τοῦτο σημαίνει ὅτι 1 χιλιόγραμμον λιγνίτου ἐντελῶς καίμενον παρέχει ποσὸν θερμότητος ἱκανὸν νὰ ὑψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν 5000 χιλιόγραμμων ὕδατος κατὰ 1° K. Ὁ ἀκόλουθος πῖναξ δεικνύει τὴν θερμότητα καύσεως εἰς θερμίδας οὐσιῶν χρησίμων εἰς τὴν οἰκιακὴν οἰκονομίαν.

Τὸ ὕδρογόνον	παρέχει	34.500	θερμίδας
ὁ λιθάνθραξ	»	7.000—8000	»
ὁ λιγνίτης	»	6.000	»
τὸ πετρέλαιον	»	11.700	»
τὸ κώκ	»	7.000	»
τὸ οἶνόπνευμα	»	7.000	»
τὸ ξύλον	»	3.600	»
τὸ φωταέριον	»	4.500—5000	»

135.—**Εἰδικὴ θερμότης.** Ἐγνωρίσαμεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν φέρωμεν εἰς ἑπαφὴν σώματα διαφόρου θερμοκρασίας, τὸ θερμότερον παραχωρεῖ θερμότητα εἰς τὸ ψυχρότερον, μέχρις ὅτου ἐξισωθοῦν αἱ θερμοκρασίαι. Οὕτως ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 0° K καὶ 1 χιλιόγραμμον ὕδραργύρου θερμοκρασίας 100° K, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ τελικοῦ μίγματος εἶναι 3° K. Ἦτοι διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος κατὰ 3° , ἐχρειάσθη νὰ κατέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδραργύρου κατὰ 97° K. Παρατηροῦμεν δηλ., ὅτι τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὴν αὐτὴν μᾶζαν χρειάζεται ποσὸν θερμότη-

τητος 32 (97:3) φοράς μεγαλύτερον ἀπ' ὅ,τι ὁ ὑδράργυρος, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του κατὰ τὸν αὐτὸν βαθμὸν. Ἐπίσης ἂν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν παρέχει ἓν γραμμάριον ἄνθρακος (8000 μικραὶ θερμίδες), τὸ δώσωμεν εἰς ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 0° K, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εἰς 8° K. Ἄν τὸ αὐτὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δώσωμεν εἰς ἓν χιλιόγραμμον σιδήρου, ἡ θερμοκρασία τούτου ἀνέρχεται κατὰ 80° K. Ἐξ αὐτοῦ συμπεραίνομεν ὅτι **διάφορα σώματα τῆς αὐτῆς μάξης διὰ νὰ θερμανθοῦν κατὰ τὸν αὐτὸν βαθμὸν, χρειάζονται διάφορον ποσὸν θερμότητος**. Διὰ νὰ εὐρώμεν δὲ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον χρειάζεται σῶμά τι, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του κατὰ ὀρισμένους βαθμούς, πρέπει νὰ γνωρίσωμεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον χρειάζεται 1 γραμμάριον τοῦ σώματος τούτου, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1° K. Τὸ ποσὸν τοῦτο καλεῖται **εἰδικὴ θερμότης** καὶ εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα. Διαφέρει δὲ ἡ εἰδικὴ θερμότης ἀπὸ τὴν θερμίδα, διότι ἡ μὲν θερμὶς ἀναφέρεται εἰς 1 γραμμάριον ὕδατος, ἡ δὲ εἰδικὴ θερμότης εἰς ἓν γραμμάριον τοῦ σώματος. Διὰ διαφόρων μεθόδων εὗρεθῇ ἡ εἰδικὴ θερμότης τῶν διαφόρων σωμάτων. Οὕτως ἡ εἰδικὴ θερμότης εἶναι:

τοῦ χαλκοῦ	0,096	τοῦ ὑδραργύρου	0,033
» σιδήρου	0,114	» ἐλαιολάδου	0,31
» λευκοχρύσου	0,032	» οἶνοπνεύματος	0,51
τῆς ὑάλου	0,195	» ὕδατος	1,0

Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὀρισμένης μάξης σώματός τινος κατὰ 1° K, καλεῖται **θερμοχωρητικότης**. Αὕτη δὲ ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς μάξης τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν εἰδικὴν θερμότητα αὐτοῦ.

136.—**Σημασία τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος**. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος βλέπομεν ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος εἶναι ἀνωτέρα τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν ἄλλων σωμάτων. Τοῦτο ἀποτελεῖ σημαντικὴν ιδιότητα τοῦ ὕδατος, διότι τὸ ὕδωρ θερμαίνεται βραδύτερον ἀλλὰ καὶ ψύχεται βραδύτερον τῶν ἄλλων σωμάτων. Αἱ θερμοφόροι, τὰ καλοριφέρ διὰ θερμοῦ ὕδατος εἶναι μέσα διαβι-

βάσεως τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν τὸ ὕδωρ παρέλαβεν ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Τὸ καλοριφέρ δι' ὕδατος ἀποτελεῖται ἀπὸ δοχεῖον πλήρες ὕδατος, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται ἰσχυρῶς, διαστελλόμενον δὲ ἀποκτᾷ τὴν ἰκανότητα νὰ κυκλοφορῇ εἰς σύστημα σωλήνων, οἱ ὁποῖοι καταλήγουν ἐντὸς τῶν διαφόρων πρὸς θέρμανσιν δωματίων εἰς εἰδικὰ συσκευάς, τὰ θερμαντικὰ σώματα. Ταῦτα εἶναι διαφόρων σχημάτων καὶ σκοπὸν ἔχουν νὰ αὐξάνουν τὴν ἐπιφανείαν ἐκπομπῆς τῆς θερμότητος. Εἰς τὰ σώματα ταῦτα φθάνον τὸ θερμὸν ὕδωρ ψύχεται, ἀφοῦ προηγουμένως ἀποδώσῃ εἰς τὸν ἀέρα τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν εἶχε παραλάβει ἀπὸ τὴν θερμαντικὴν πηγὴν. Δι' ἄλλων δὲ σωλήνων ἐπιστρέφει εἰς τὸν λέβητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

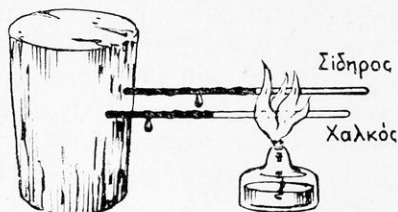
137.—**Ἀγωγιμότης—Καλοὶ καὶ κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος.**

α) Θέτομεν τὸ ἄκρον χαλκίνης ράβδου εἰς τὴν φλόγα λύχνου οἰνοπνεύματος, κρατοῦντες αὐτὴν ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι μετὰ τινα χρόνον δὲν δυνάμεθα νὰ κρατήσωμεν αὐτήν, διότι ἡ θερμότης μετεδόθη ἀπὸ μορίου εἰς μόριον εἰς ὅλην τὴν ράβδον. Ἡ θερμότης μετεδόθη δι' **ἀγωγῆς**, ὁ χαλκὸς εἶναι ὁ **ἀγωγὸς** τῆς θερμότητος καὶ ἡ ιδιότης αὕτη τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότητος διὰ τῶν μορίων τῶν σωμάτων καλεῖται **ἀγωγιμότης**. Ἐνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης σῶμα ψυχρὸν θερμαίνεται, ὅταν ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ' ἄλλου θερμοῦ.

β) Θέτομεν εἰς τὴν φλόγα τὰ ἄκρα ράβδου χαλκίνης καὶ ἐτέρας ὑαλίνης τοῦ αὐτοῦ μήκους. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῶ δὲν δυνάμεθα νὰ κρατήσωμεν τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς χαλκίνης, τούναντίον τῆς ὑαλίνης δὲν τὸ αἰσθανόμεθα θερμὸν, καίτοι τὸ ἐντὸς τῆς φλογὸς ἄκρον αὐτῆς ἐρυθροπυροῦται. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι τὰ διάφορα σώματα δὲν ἄγουν ὁμοίως τὴν θερμότητα. Ἀλλ' ἄλλα μὲν ἐξ αὐτῶν ἄγουν τὴν θερμότητα εὐκέλως καὶ λέγονται **καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος ἢ εὐθερμαγωγὰ σώματα**, ὡς τὰ μέταλλα, ἄλλα δὲ δυσκόλως, καὶ καλοῦνται **κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος ἢ δυσ-**

θερμαγωγὰ σώματα, ὡς ἡ ὕαλος, τὸ ξύλον, ὁ ἄνθραξ, τὸ θεῖον κ. ἄ.

γ) Λαμβάνομεν δύο σύρματα τῆς αὐτῆς διαμέτρου τὸ μὲν ἐκ χαλκοῦ τὸ δὲ ἐκ σιδήρου. Ἐμπηγνύομεν τὸ ἐν ἄκρον τούτων ἐπὶ τινος φελλοῦ (σχ. 112), ἀφοῦ προηγουμένως ἐπικαλύψωμεν αὐτὰ διὰ λεπτοῦ στρώματος κηροῦ. Ἄν θέσωμεν κατόπιν τὰ ἐλεύθερα ἄκρα τῶν συρμάτων εἰς τὴν φλόγα λύχνου, θὰ παρατηρήσωμεν μετ' ὀλίγον χρόνον, ὅτι ὁ κηρὸς τήκεται ἐπὶ μεγαλυτέρου μήκους ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ παρὰ ἐπὶ τοῦ σιδήρου. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι καὶ μεταξὺ τῶν καλῶν ἀγωγῶν ὑπάρχει διαφορὰ τῆς ἀγωγιμότητος.



Σχ. 112

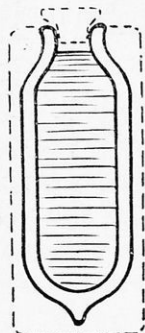
138.—Ἀγωγιμότης τῶν ὑ-

γρῶν. Εἰς τὸν πυθμένα δοκιμαστικοῦ σωλῆνος, ὁ ὅποιος περιέχει ὕδωρ, θέτομεν τεμάχιον στέατος ἢ βουτύρου, τὸ ὅποιον συγκρατεῖται ἐκεῖ ἐπὶ τεμαχίου μολύβδου. Θερμαίνομεν διὰ λύχνου οἶνοπνεύματος τὸ ἀνώτερον τμήμα τοῦ σωλῆνος ὕδατος καὶ τότε παρατηροῦμεν, ὅτι ἐνῶ τὸ θερμαινόμενον μέρος τοῦ ὕδατος βράζει, τὸ βούτυρον δὲν τήκεται. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν ἄγει τὴν θερμότητα, ἥτοι εἶναι κακὸς ἀγωγός.

Ἐὰν εἰς φιάλην περιέχουσιν ὕδωρ ρίψωμεν ρινίσματα ξύλου καὶ θερμάνωμεν αὐτὴν κάτωθεν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἄλλα ρινίσματα ἀνέρχονται καὶ ἄλλα κατέρχονται. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὰ μόρια τοῦ ὕδατος θερμαίνόμενα δι' ἐπαφῆς μετὰ τῆς θερμαινόμενης παρειᾶς τοῦ δοχείου, διαστέλλονται καὶ ἀνέρχονται, ἄλλα δὲ ψυχρότερα κατέρχονται καὶ καταλαμβάνουν τὴν θέσιν αὐτῶν. Τὰ ὑγρά μόρια ἀνερχόμενα θερμαίνονται δι' ἐπαφῆς τὰ ἄλλα μόρια καὶ οὕτω μετὰ τινὰ χρόνον ὅλον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συνάγομεν ὅτι: α) τὰ ὑγρά ἄγουν μὲν τὴν θερμότητα ἀλλὰ δυσκόλως, ἥτοι εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ καὶ β) ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν γίνεται διὰ τῶν κινουμένων μορίων. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότη-

τος καλεῖται **διὰ ρευμάτων**. Συμπερασματικῶς δὲ δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν, ὅτι εἰς μὲν τὸν τρόπον τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότητος δι' ἀγωγῆς αὕτη γίνεται διὰ τῶν μορίων, τὰ ὁποῖα μένουں ἀκίνητα, εἰς δὲ τὸν τρόπον τῆς μεταδόσεως αὐτῆς διὰ ρευμάτων γίνεται πάλιν διὰ τῶν μορίων, ἀλλὰ κινουμένων.

139.—**Ἀγωγιμότης τῶν ἀερίων**. Τὰ ἀέρια εἶναι ἀκόμη ὀλιγώτερον ἀγωγὰ τῆς θερμότητος ἢ τὰ ὑγρά. Τὸ δυσθερμαγωγὸν τῶν ἀερίων δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν, ἐὰν κατὰ τινὰ τρόπον περιορίσωμεν τὴν κίνησιν τῶν μορίων των. Οὕτως ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς χώρου θερμαινομένου ἢ ψυχόμενου θερμόμετρον, τοῦ ὁποίου τὸ δοχεῖον ἔχομεν περιτυλίξει διὰ βάμβακος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον δὲν δεικνύει αἰσθητὴν μεταβολήν.



Σχ. 113

Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι : α) τὰ ἀέρια εἶναι κακοὶ ἀγωγοί, β) ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος εἰς αὐτὰ γίνεται διὰ ρευμάτων, ὅπως καὶ εἰς τὰ ὑγρά· καὶ γ) τὰ ἀέρια εἶναι τόσοσὺν ὀλιγώτερον ἀγωγὰ, ὅσον ταῦτα εἶναι ἀραιότερα. Συνεπῶς χῶρος κενὸς ἀέρος εἶναι τελειῶς δυσθερμαγωγός. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης στηρίζεται ἡ χρῆσις τῶν δοχείων Dewar, ἐντὸς τῶν ὁποίων διατηρεῖται ὁ ὑγρὸς ἀήρ ἢ ἄλλα ὑγροποιημένα ἀέρια. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διατήρησιν ἐπ' ἄρκετόν τῆς θερμοκρασίας ποτῶν ἢ τροφῶν (φιάλαι Thermos).

Τῶν δοχείων Dewar τὰ τοιχώματα εἶναι διπλᾶ, ὥστε μεταξὺ τούτων δημιουργεῖται κενόν, τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν ἐξωτερικὴν θερμότητα νὰ ἐπιδράσῃ (σχ. 113).

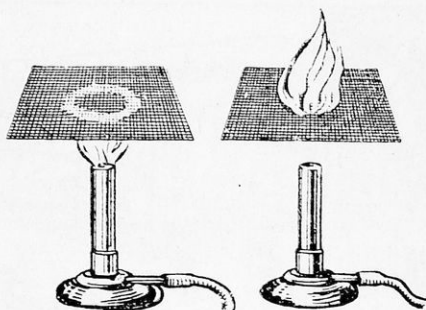
140.—**Ἐφαρμογαὶ τῆς ἀγωγιμότητος τῶν σωμάτων καὶ φαινόμενα ἐξηγούμενα δι' αὐτῆς**. Λόγῳ τῆς ἀγωγιμότητος μεταλλικὰ πλέγματα, τιθέμενα ἄνωθεν φλογὸς φωταερίου, διακόπτουν αὐτὴν εἰς τρόπον, ὥστε τοῦτο ἀναφλέγεται κάτωθεν τοῦ πλέγματος, ἐνῶ δὲν μεταδίδεται ἡ φλὸς πρὸς τὰ ἄνω. Ἀντιστρόφως εἶναι δυνατόν νὰ ἀναφλέξωμεν τὸ φωταερίον ἄνωθεν, χωρὶς ἡ φλὸς νὰ μεταδοθῇ πρὸς τὰ κάτω τοῦ πλέγματος (σχ. 114). Διὰ τοῦτο

χρησιμοποιοῦνται ταῦτα εἰς τὰ ἐργαστήρια τῆς Χημείας, διὰ νὰ ἐμποδίσουν τὴν φλόγα νὰ ἔλθῃ εἰς ἀπ' εὐθείας ἐπαφὴν μὲ τὰς παρειὰς τῆς πρὸς θέρμανσιν φιάλης. Ἐπίσης εἰς τὰ ἀνθρακωρυχεῖα γίνεται χρῆσις τῆς λυχνίας Davy (σχ. 115), διὰ νὰ ἀποφευχθῇ δι' αὐτῆς ἡ μετάδοσις τῆς ἀναφλέξεως εἰς τὰ ἐξερχόμενα ἀέρια καὶ οὕτω νὰ προληφθῇ ἡ ἔκρηξις καὶ τὰ ἐκ ταύτης δυστυχήματα. Εἰς τὸ δυσθερμαγωγὸν τῶν ἀερίων στηρίζεται ἡ χρῆσις τῶν διπλῶν ὑαλοπινάκων εἰς τὰς βορείους καὶ ψυχρὰς χώρας, τῶν μαλλίνων ὑφασμάτων, τῶν ταπήτων καὶ τῶν

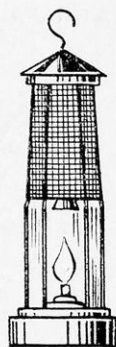
γουνarikῶν. Τὰ θηλαστικά ζῷα τῶν ψυχρῶν μερῶν διὰ νὰ προφυλάσσωνται ἀπὸ τοῦ ψύχους, φέρουν δέρμα κεκαλυμμένον διὰ πυκνοῦ καὶ μακροῦ τριχώματος, ὅπως ἡ ἄρκτος, ἡ στρῶμα λίπους ὑπὸ τὸ δέρμα των, ὅπως ἡ φώκη, ἡ φάλαινα, ὁ χοῖρος κ.ἄ.

Ὁ δὲ ἄνθρωπος διὰ νὰ προφυλάσσεται ἀπὸ τὸ ψῦχος, χρησιμοποιεῖ περισσότερα ἐνδύματα, διότι ταῦτα μεταξὺ των ἐγκλείουν στρώματα ἀέρος. Διὰ νὰ διατηρηθῇ ὁ πάγος κατὰ τὸ θέρος, τοποθετεῖται ἐντὸς λάκκου καὶ καλύπτεται δι' οὐσιῶν δυσθερμαγωγῶν, ὡς ἀχύρων, ρινισμάτων ξύλου κ.λ., τὰ ὁποῖα ἐμποδίζουν τὴν ἐξωτερικὴν θερμότητα νὰ εἰσέλθῃ μέχρις αὐτοῦ. Ἐφαρμογὴ τοῦ δυσθερμαγωγοῦ τῶν ἀερίων γίνεται ἐπίσης εἰς τὰ ψυγεῖα, τὰ ὁποῖα μεταχειρίζομεθα εἰς τὴν οἰκίαν μας.

141.—**Ἀκτινοβόλος θερμότης.** Ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος γίνεται ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα εἴτε δι' ἐπαφῆς εἴτε ἐξ ἀποστάσεως. Ἡ ἐξ ἀποστάσεως μετάδοσις τῆς θερμότητος καλεῖται **ἀκτινοβολία**, ἡ δὲ μεταδιδομένη θερμότης **ἀκτινοβόλος**. Ἡ δι' ἀκτινοβολίας μετάδοσις τῆς θερμότητος διακρίνεται ἀπὸ τὴν μετάδοσιν διὰ μο-



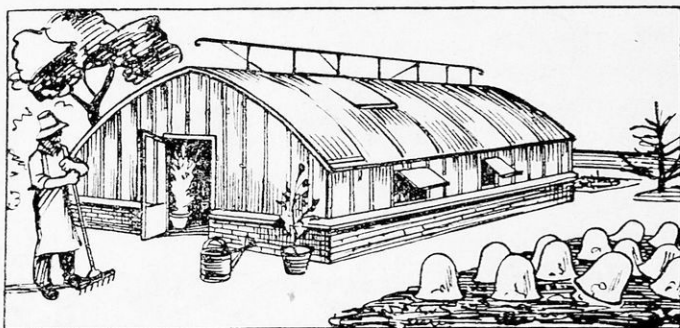
Σχ. 114



Σχ. 115

ρίων κατὰ τοῦτο : α) ὅτι ἡ θερμότης μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὅπως ἀποδεικνύεται διὰ θερμομέτρου, τὸ ἐποῖον τοποθετοῦμεν εἰς τὸν περίξ τοῦ θερμοῦ σώματος χώρον, β) ὅτι διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν, γ) ὅτι διαδίδεται εἰς τὸ κενόν, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτίνας· καὶ δ) ὅτι διαπερᾷ πολλὰ σώματα, χωρὶς νὰ θερμαίνῃ αὐτὰ αἰσθητῶς, ὡς ἡ ὕαλος τῶν παραθύρων.

Τὴν ἀκτινοβολοῦν θερμότητα διακρίνομεν εἰς **φωτεινὴν**, ὅταν ἡ πηγὴ αὐτῆς εἶναι φωτεινὴ, ὡς ὁ ἥλιος καὶ τὰ λοιπὰ διάπυρα σώματα, καὶ **σκοτεινὴν** ὅταν ἡ πηγὴ δὲν εἶναι φωτεινὴ, ἔπως ἡ



Σχ. 116

θερμάστρα, δοχεῖόν τι περιέχον θερμὸν ὕδωρ κ.ἄ. "Ὅπως δὲ ἔχομεν σώματα διαφανῇ καὶ ἀδιαφανῇ ὡς πρὸς τὴν φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν, οὕτω καὶ εἰς τὴν θερμικὴν διακρίνομεν σώματα περατὰ, τὰ **διάθερμα** (ὡς τὸ ὀρυκτὸν ἄλας, ἡ ὕαλος) καὶ μὴ περατὰ τὰ **ἀδιάθερμα** (ἀμίαντος, μαρμαρυγίας). Διὰ πειραμάτων καὶ παρατηρήσεων ἀποδεικνύεται, ὅτι ἐπιφάνειαι, αἱ ὅποια ἀκτινοβολοῦν ἰσχυρῶς, ἀπορροφοῦν μέγα ποσὸν θερμότητος, ὅταν τεθοῦν ἀπέναντι θερμοτέρου σώματος. Οὕτως ἐπιφάνεια αἰθαλωμένη ἀκτινοβολεῖ ἐντατικῶς καὶ ἀπορροφᾷ ἰσχυρῶς, ὅταν εὔρεθῇ εἰς κατάλληλον περιβάλλον.

142.—**Ἐφαρμογαὶ τῶν ιδιοτήτων τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος.** Τὰ ἀμαυρὰ ἐνδύματα ἀπορροφοῦν εὐκολώτερον τὴν ἡλιακὴν θερμότητα. Ἡ χιών καλυπτομένη διὰ χώματος τήκεται ταχύτερον, τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον ἐντὸς ἀγγείων αἰθαλωμένων ἔξωθεν.

Τούναντίον ψυχραὶ τροφαὶ διατηροῦνται ἐντὸς στυλῶν δοχείων. Οὕτω τὰ δοχεῖα Dewar ἔχουν τὰ τοιχώματα λεῖα καὶ ἐπάργυρα.

Ἔνεκα τοῦ θερμοπερατοῦ τοῦ ἀέρος τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι ψυχρότερα. Τὸ ὕδωρ εἶναι πολὺ ὀλίγον θερμοπερατόν, διὰ τοῦτο ἡ ἡλιακὴ θερμότης εἰσδύει εἰς μικρὸν βάθος ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν. Ὑπὸ ὑαλίνοὺς κώδωνας, τοὺς ὁποίους χρησιμοποιοῦν οἱ γεωργοί, διὰ νὰ καλύπτουν τὰ φυτὰ, ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται, διότι ἡ ὕαλος εἶναι θερμοπερατὴ εἰς τὴν φωτεινὴν θερμότητα, ὅχι ὅμως καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν, ἡ ὁποία παρήχθη ἐντὸς τοῦ κώδωνος. Τὸ αὐτὸ γίνεται καὶ εἰς τὰ θερμοκήπια (σχ. 116).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΥΠΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

143.—**Τῆξις - Πῆξις.** Ἡ θερμότης δὲν προκαλεῖ μόνον τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων, ἀλλὰ καὶ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως αὐτῶν. Ἐκ τῶν στερεῶν σωμάτων πολλὰ ἔχουν τὴν ιδιότητα, ὅταν θερμανθοῦν ἰσχυρῶς, νὰ ὑφίστανται μεταβολὴν τῆς καταστάσεώς των καὶ ἀπὸ στερεὰ νὰ γίνωνται ὑγρά. *Ἡ μεταβολὴ αὕτη τῆς καταστάσεως σώματός τινος ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν διὰ τῆς θερμότητος καλεῖται τῆξις.* Ὅταν δὲ ἀντιθέτως τὰ σώματα τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν ψυχθοῦν ἀπὸ ὑγρά γίνονται στερεά. *Ἡ μεταβολὴ αὕτη σώματός τινος ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν στερεὰν καλεῖται πῆξις.* Οὕτως ἐὰν θερμάνωμεν τεμάχιον κηροῦ, τοῦτο τήκεται· ἀντιθέτως ἂν ἀψήσωμεν νὰ ψυχθῇ ὁ τακεὶς κηρός, πήγνυται, δηλ. γίνεται πάλιν στερεός. Σώματά τινα, ὡς ὁ χάρτης, τὸ ξύλον κ. ἄ. θερμαίνόμενα δὲν τήκονται ἀλλ' ἀποσυντίθενται.

Ἡ τῆξις καὶ ἡ πῆξις ἀκολουθοῦν τοὺς ἐξῆς δύο νόμους: α) *Ἐκαστον σῶμα ἀρχίζει νὰ τήκεται ἢ νὰ πηγνυται εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ διὰ τὴν τῆξιν καὶ διὰ τὴν πῆξιν.* Λ.χ. ὁ πάγος τήκεται εἰς θερμοκρασίαν 0°K καὶ τὸ ὕδωρ πήγνυται εἰς θερμοκρασίαν 0°K , ἡ παραφίνη τήκεται εἰς 51°K καὶ πήγνυται εἰς 51°K . Ἡ θερμοκρασία αὕτη καλεῖται θερμοκρασία ἡ σημεῖον ἢ βαθμὸς τήξεως καὶ πήξεως.

β) *Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἢ πήξεως σώματός τινος ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.* Οὕτως ἐὰν ἐντὸς σωλῆνος θέσωμεν τεμάχιον παραφίνης καὶ θερμόμετρον, βυθίσωμεν δὲ αὐτὸν ἐντὸς θερμαινομένου ὕδατος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία τῆς παραφίνης αὐξάνει καὶ ὅταν φθάσῃ εἰς 51°K , ἀρχίζει νὰ τήκεται. Μολονότι δὲ ἐξακολουθοῦμεν νὰ προσφέρωμεν θερμότητα εἰς τὴν τηκομένην παραφίνην, παρατηροῦμεν διὰ θερμομέτρου, ὅτι ἡ θερμοκρασία δὲν ἀνέρχεται ἄνω τῶν 51°K , παρὰ μόνον ὅταν ὁλόκληρος ἡ παραφίνη τακῇ. Ἐὰν τὴν τετηκυῖαν ταύτην παραφίνην ἀφήσωμεν νὰ ψυχθῇ, θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἀρχίζει νὰ πηγνυται, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς κατερχομένη φθάσῃ τοὺς 51°K . Μέχρις οὗτου δὲ πηχθῇ ὅλη ἡ παραφίνη, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτῆς παραμένει σταθερά εἰς 51°K .

144.—**Θερμότης τήξεως.** Ἡ θερμότης, ἡ ὁποία, ἐνῶ παρέχεται κατὰ τὸ φαινόμενον τῆς τήξεως, ἐν τούτοις δὲν ἀναφαίνεται, καλεῖται *λανθάνουσα θερμοότης* καὶ χρησιμεύει διὰ νὰ μεταβάλλῃ τὴν στερεὰν κατάστασιν τοῦ σώματος εἰς ὑγρὰν. Τὸ ποσὸν δὲ τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον χρειάζεται, διὰ νὰ τακῇ ἐν γραμμάριον σώματός τινος, χωρὶς νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του, καλεῖται *θερμοότης τήξεως*. Ἡ θερμότης τήξεως εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα. Οὕτως ἡ τοῦ πάγου εἶναι 80 θερμίδες, ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον χρειάζεται διὰ νὰ τακῇ 1 γραμμάριον πάγου θερμοκρασίας 0°K εἰς ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας 0°K , εἶναι 80 θερμίδες.

145.—**Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου τῶν σωμάτων κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν πήξιν.** Διὰ πειραμάτων ἀποδεικνύεται, ὅτι τὰ στερεὰ σώματα ὅταν τήκωνται, αὐξάνουν κατὰ τὸν ὄγκον καὶ συνεπῶς ἐλαττοῦνται ἢ πυκνότης των. Ἐνεκα τούτου τεμάχιον μολύβδου ριπτόμενον εἰς τετηγμένον μολύβδον βυθίζεται. Ὁμοίως τὰ ὑγρά, ὅταν πηγνυνται, ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον. Ἐξαίρεσιν ἀποτελεῖ τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ὅταν πηγνυται διαστέλλεται. Εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται ἡ θραύσις τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων περιέχεται, ὡς καὶ ἡ διάθριψις τῶν βράχων καὶ πετρωμάτων ὑπὸ τοῦ ἐντὸς τῶν ρωγμῶν των πηγνυομένου ὕδατος.

146.—**Υπέρτηξις.** Συμβαίνει πολλάκις ἡ θερμοκρασία σώματος τινος νὰ κατέλθῃ κάτω τοῦ σημείου τῆς πήξεως τοῦ σώματος καὶ τοῦτο νὰ διατηρῇ τὴν ὑγρὰν του κατάστασιν. Μικρὰ ἀνατάραξις ὅμως ἀρκεῖ διὰ νὰ ἐπιφέρῃ τὴν πήξιν τοῦ σώματος, καθὼς καὶ τὴν ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας του εἰς τὸ σημεῖον πήξεως αὐτοῦ.

Δυνάμεθα π. χ. νὰ καταβιβάσωμεν καταλήλως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος εἰς -10^0 K, χωρὶς νὰ πηχθῇ τοῦτο. Ἐὰν ὅμως ἀναταράξωμεν αὐτὸ ὀλίγον, πηγνυται παρευθὺς καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς 0^0 K.

147.—**Διάλυσις.** *Διάλυσις εἶναι ἡ μετάβασις σώματος τινος ἀπὸ τὴν στερεὰν κατάστασιν εἰς τὴν ὑγρὰν τῇ ἐνεργείᾳ ἄλλου ὑγροῦ.* Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ θέσωμεν στερεόν τι σῶμα, π.χ. ἐντὸς ὕδατος τεμάχιον σακχάρου, βλέπομεν ὅτι τὸ σάκχαρον ἐξαφανίζεται, ἐνῶ συγχρόνως τὸ ὕδωρ καθίσταται γλυκύ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται διάλυσις, τὸ ὑγρὸν τὸ ὁποῖον προέκυψε λέγεται διάλυμα καὶ τὸ ὑγρὸν, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου διαλύεται τὸ στερεὸν σῶμα, καλεῖται **διαλυτικὸν μέσον**. Διαλυτικὰ μέσα εἶναι τὸ ὕδωρ, ὁ αἰθήρ, τὸ οἶνόπνευμα, ὁ θειοῦχος ἀνθραξ κ. ἄ. Πολλὰ σώματα μὴ διαλυόμενα εἰς τὸ ὕδωρ διαλύονται εἰς ἄλλα μέσα, π.χ. ἡ ρητίνη ἐνῶ εἰς τὸ ὕδωρ, διαλύεται εἰς τὴν βενζίνη καὶ τὸ οἶνόπνευμα. Δὲν δυνάμεθα ὅμως ἐντὸς ὠρισμένης ποσότητος διαλυτικοῦ μέσου νὰ διαλύσωμεν ὅσην-δήποτε ποσότητα στερεοῦ τινὸς σώματος, διότι ἔρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν μέρος τοῦ στερεοῦ παραμένει ἀδιάλυτον. Τὸ διάλυμα τότε λέγεται **κεκορεσμένον**. Ἐνῶ ἂν ἐξακολουθῇ νὰ ἔχῃ τὴν ἰκανότητα νὰ διαλύῃ νέας ποσότητας τοῦ σώματος, λέγεται **ἀκόρεστον**.

Κατὰ τὴν διάλυσιν δαπανᾶται θερμότης, ἡ ὁποία εἶναι ἀπαραίτητος, διὰ νὰ διαλυθῇ τὸ σῶμα, καλεῖται δὲ αὕτη **θερμότης διάλυσεως**. Τὴν θερμότητα ταύτην παραλαμβάνει τὸ σῶμα ἐκ τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον οὕτω ψύχεται.

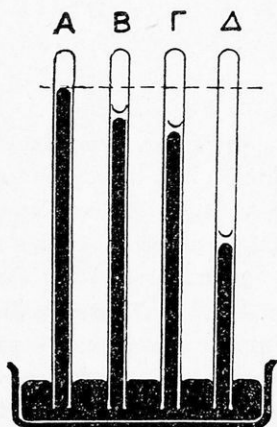
Ἐπὶ τῆς ιδιότητος αὐτῆς στηρίζονται **τὰ ψυκτικὰ μίγματα**, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς παραγωγὴν ψυχους. Οὕτω μίγμα ἀπὸ ἴσα βάρη τριμμένου πάγου καὶ μαγειρικοῦ ἄλατος καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν εἰς -10^0 K. Ὁμοίως καὶ

μίγμα ἴσων μερῶν πάγου καὶ χλωριούχου ἄσβεστίου προκαλεῖ ψύξιν εἰς -20° K.

148.—**Κρυστάλλωσις.** Ἐὰν ἀφήσωμεν διάλυμα μαγειρικοῦ ἁλατος νὰ ἐξατμισθῇ ἡρέμως καὶ βραδέως, παρατηροῦμεν τότε, ὅτι εἰς τὰς παρειὰς καὶ τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου ἐπικάθηται μικρὰ τεμάχια ἁλατος μὲ κανονικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα. Ταῦτα λέγονται **κρύσταλλοι**, τὸ δὲ φαινόμενον **κρυστάλλωσις**.

149.—**Ἐξαερίωσις.** Ἐξαερίωσιν ἐν γένει καλοῦμεν τὴν μεταβολὴν τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως σώματός τινος εἰς τὴν ἀεριώδη διὰ τῆς θερμότητος. Ἡ μεταβολὴ αὕτη γίνεται κατὰ δύο τρόπους: α) διὰ τῆς ἐξατμίσεως καὶ β) διὰ τοῦ βρασμοῦ. Τὰ προϊόντα τῆς τοιαύτης μεταβολῆς καλοῦμεν **ἀτμούς**, διὰ νὰ διακρίνωνται ἀπὸ τὰ **ἀέρια**, τὰ ὁποῖα ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εὐρίσκονται εἰς ἀεριώδη κατάστασιν. Οὕτω λέγομεν ἀτμοὶ ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, προκειμένου ὅμως περὶ ὀξυγόνου, ὕδρογόνου, χλωρίου, λέγομεν ἀέρια. Τὰ ὑγρά, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ἐξατμισθοῦν εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν, λέγονται **πιητικὰ** καὶ τοιαῦτα εἶναι ὁ αἰθήρ,

τὸ οἶνόπνευμα, τὸ ὕδωρ, κ. ἄ. Ἐνῶ τὰ ὑγρά, τὰ ὁποῖα ὑπὸ οἵανδήποτε θερμοκρασίαν δὲν παρέχουν ἀτμούς, καλοῦνται **μόνιμα**, ὅπως τὸ ἔλαιον κ. ἄ.



Σχ. 117

(σχ. 117). Ἐξ αὐτῶν τὸν Α χρησιμοποιοῦμεν ὡς βαρόμετρον, εἰς

150.—**Ἐλαστικὴ δύναμις ἢ τάσις τῶν ἀτμῶν—Μεγίστη τάσις.** Ὅπως τὰ ἀέρια οὕτω καὶ οἱ ἀτμοί, ὅταν εἶναι ἐγκλεισμένοι ἐντὸς δοχείου, πιέζουν τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου, ἥτοι ἀναπτύσσουσιν **ἐλαστικὴν δύναμιν ἢ τάσιν**. Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τὴν τάσιν τῶν ἀτμῶν, λαμβάνομεν τέσσαρας βαρομετρικοὺς σωλήνας, τοὺς ὁποῖους ἀφοῦ πληρώσωμεν ὕδραργύρου, ἀναστρέφομεν εἰς λεκάνην περιέχουσαν ἐπίσης ὕδραργυρον

τὸν Β εἰσάγομεν σταγόνας τινὰς ὕδατος, εἰς τὸν Γ σταγόνας οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν Δ σταγόνας αἰθέρος. Θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται καὶ εἰς τοὺς τρεῖς σωλῆνας ἀλλ' ἀνίσως, περισσότερον μὲν εἰς τὸν Δ, ὀλιγώτερον εἰς τὸν Γ καὶ ἀκόμη ὀλιγώτερον εἰς τὸ Β. Συγχρόνως αἱ σταγόνες τῶν ὑγρῶν ἐξηφανίσθησαν. Συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι α) τὰ ὑγρά ἐν τῷ κενῷ ἐξατμίζονται καὶ β) ὅτι οἱ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἀτμοί, ἂν καὶ εὐρίσκονται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, δὲν ἀναπτύσσουν τὴν αὐτὴν τάσιν. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα Δ καὶ νέας σταγόνας αἰθέρος, αὗται ἐξατμίζονται καὶ ἡ ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται ἔτι περισσότερον. Ἐπαναλαμβάνοντες τοῦτο, βλέπομεν ὅτι ἔρχεται στιγμή, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ εἰσαγόμενος αἰθὴρ παραμένει ὑγρός. Τότε λέγομεν ὅτι ὁ χῶρος εἶναι *κεκορυσμένος* καὶ ὅτι ἀτμός ἔχει ἀναπτύξει τάσιν, ἡ ὁποία καλεῖται *μεγίστη τάσις* αὐτοῦ. Τοιαύτη *μεγίστη τάσις* εἶναι ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος εἰς θερμοκρασίαν 15° K.

151.—*Ἐξαερίωσις ἐν τῷ ἀέρι.* Ἡ εξαερίωσις ἐν τῷ κενῷ εἶναι φαινόμενον πολὺ σπάνιον. Συνήθως ἡ εξαερίωσις γίνεται εἰς τὸν ἀέρα. Ἀλλὰ καὶ τότε ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἡ αὐτή, ὡς ἂν τὸ ὑγρὸν ἐξητμίζετο εἰς τὸ κενόν, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι αὕτη εἰς τὸ κενὸν συντελεῖται ταχύτερον.

152.—*Ἐξάτμισις.* Ἡ βραδεῖα παραγωγή ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ καλεῖται *ἐξάτμισις*. Διὰ τῆς ἐξατμίσεως τὰ ὑγρά ὑφάσματα ἐκτιθέμενα εἰς τὸν ἀέρα, στεγνώνουν, ὡς καὶ τὸ ὑγρὸν δάπεδον τοῦ δωματίου, ἐκ δὲ τῆς ἐπιφανείας τῶν ὑδάτων, τῶν θαλασσῶν, τῶν ποταμῶν καὶ τῶν λιμνῶν παράγονται ὑδρατμοί. Παράγοντες ἐπιταχύνοντες τὴν ἐξάτμισιν εἶναι οἱ ἑξῆς: α) *Ἡ ἔκτασις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ*, διότι τότε ἀπὸ περισσότερα σημεῖα αὐτῆς παράγονται συγχρόνως ἀτμοί. β) *Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ*, διότι εἰς μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν οἱ παραγόμενοι ἀτμοί ἀποκτοῦν μεγαλυτέραν τάσιν, ἡ ὁποία ὑπερνικᾷ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. γ) *Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος περιβάλλει τὸ ὑγρὸν, ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου.* δ) *Ἡ θερμοκρασία τοῦ*

ὑπερκειμένον ἄερος, διότι οὗτος καθιστάμενος θερμότερος ἀπομακρύνεται τῆς καταστάσεως τοῦ κόρου καὶ χωρεῖ καὶ ἄλλους ἀτμούς.

153.—*Ψυχὸς παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν*. Ἐὰν βρέξωμεν τὴν χεῖρα μας δι' αἰθέρος καὶ ὁ αἰθήρ ἐξατμισθῇ, αἰσθανόμεθα ψυχὸς. Ἐὰν περιτυλίξωμεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου διὰ βάμβακος καὶ ἐπ' αὐτοῦ χύσωμεν αἰθέρα, ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμομέτρου κατέρχεται. Ὅπως δέ, διὰ νὰ μεταβῇ σῶμά τι ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν, δαπανᾶται ποσὸν θερμότητος (θερμότης τήξεως), τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἐν ὑγρὸν μεταβαίνει ἀπὸ τὴν ὑγρὰν εἰς τὴν ἀερίωδην κατάστασιν. Ἐὰν δὲ δὲν προσφέρωμεν ἡμεῖς τοιαύτην, τὸ ὑγρὸν τὴν παραλαμβάνει ἀπὸ τὰ σώματα, μετὰ τῶν ὁποίων εὐρίσκεται εἰς ἐπαφήν, ὅποτε τὰ σώματα ἐκείνα ψύχονται. Διὰ τὸ ὕδωρ ἡ ποσότης αὕτη τῆς θερμότητος εἶναι πολὺ μεγάλη. Εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν διὰ νὰ ἐξατμισθῇ 1 χιλιόγραμμα ὕδατος, ἀπορροφᾷ τόσον ποσὸν θερμότητος, ὅσον χρειάζονται 6 χιλιόγραμμα ὕδατος διὰ νὰ βράσουν.

154.—*Σημασία τοῦ παραγομένου κατὰ τὴν ἐξάτμισιν ψύχους*. Τὰ πῆλινα ὑδροδοχεῖα κρατοῦν τὸ ὕδωρ δροσερὸν κατὰ τὸ θέρος, διότι τὸ ἐκ τῶν πόρων των ἐξερχόμενον ὕδωρ, ἐξατμιζόμενον ἀφαιρεῖ θερμότητα ἀπὸ τὸ δοχεῖον καὶ τὸ ὕδωρ οὕτω ψύχεται. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ζωηρότερον, ἂν τὸ πῆλινον δοχεῖον τεθῇ εἰς ρεῦμα ἄερος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ὅταν εἴμεθα ἰδρωμένοι, δὲν πρέπει νὰ ἐκτιθέμεθα εἰς ρεύματα. Ἐπίσης ἡ ἰκανότης, τὴν ὁποίαν ἔχουν ὑγροποιημένα τινὰ ἄερια, ὅπως τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ἡ ἁμμωνία κ. ἄ. νὰ ἀπορροφῶν μεγάλην ποσότητα θερμότητος κατὰ τὴν ἐξάτμισίν των, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παραγωγὴν ἰσχυροῦ ψύχους εἰς τὴν παγοποιίαν, τὰ ἠλεκτρικὰ ψυγεῖα καὶ ἀλλαχοῦ.

155.—*Βρασμός. Ἡ ταχεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν ἐξ ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ καλεῖται βρασμός*. Ὅταν θερμαίνωμεν ὑγρὸν τι, π.χ. ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνης σφαίρας, εἰς τὸν πυθμένα αὐτῆς ἐμφανίζονται κατ' ἀρχὰς μικραὶ φυσαλίδες (σχ. 118). Αὗται εἶναι φυσαλίδες ἄερος, ὁ ὁποῖος ἦτο διαλυμένος εἰς τὸ ὕδωρ. Μετ' ὀλίγον ἐκ τῶν θερμαινο-

μένων μερῶν τῶν τοιχωμάτων ἐκφεύγουν μικραὶ φουσαλίδες ἀτμοῦ, αἱ ὁποῖαι ὅταν φθάσουν εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ, ἐπειδὴ ταῦτα εἶναι ψυχρότερα, συστέλλονται καὶ δὲν φθάνουν μέχρι τῆς ἐπιφανείας. Εἰς τὴν συστολὴν ταύτην ὀφείλεται ὁ συριγμός, ὁ ὁποῖος εἶναι ὁ προάγγελος τοῦ βρασμοῦ.

Ἐφ' ὅσον τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ νὰ θερμαίνεται, ἀναφαίνονται φουσαλίδες μεγαλύτεραι, τῶν ὁποίων ὁ ἀτμός ἔχει ἱκανὴν τάσιν καὶ τούτου ἕνεκα φθάνουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ὅπου διαρρηγνύονται. Τότε ἀρχίζει ὁ βρασμός, ὁ ὁποῖος καταφαίνεται ἐκ τοῦ ζωηροῦ κοχλασμοῦ ὁλοκλήρου τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ.

Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ζέοντος ὕδατος, βλέπομεν ὅτι αὕτη φθάνει τοὺς 100° K, ὅταν πειραματιζώμεθα πλησίον τῆς θολάσσης. Παραμένει δὲ ὑπὸ συνθήῃ πίεσιν ἡ θερμοκρασία σταθερά, μέχρις ὅτου μεταβληθῇ ὅλον τὸ ὕδωρ εἰς ἀτμόν. Ἡ θερμοκρασία αὕτη καλεῖται **θερμοκρασία ἢ σημεῖον ζέσεως**. Τὸ σημεῖον ζέσεως παραμένει ἀναλλοίωτον, ἐφ' ὅσον τὸ ὑγρὸν εἶναι καθαρὸν καὶ εὐρίσκεται ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, μεταβάλλεται δὲ μετὰ τῆς πίεσεως. Ὅταν αὐξάνῃ ἡ πίεσις, αὐξάνει καὶ τὸ σημεῖον ζέσεως καὶ ἀντιστρόφως. Οὕτως εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ Παρνασοῦ (2.500 μ.) τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 95° .

Συνοψίζοντες τὰ ἀνωτέρω λέγομεν ὅτι ὁ **βρασμός** ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς νόμους.

α) *Ἐκαστον ὑγρὸν βράζει πάντοτε εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὑπὸ κανονικῇ πίεσιν.*

β) *Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ παραμένει ἡ αὐτὴ οἷονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ ποσὸν τῆς ὑπὸ τῆς θερμοαντικῆς πηγῆς προσφερομένης θερμότητος.*

γ) *Κατὰ τὸν βρασμὸν ὑγροῦ τινος ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν του ἰσοῦται μὲ τὴν ἐπιφερομένην ἐπ' αὐτοῦ πίεσιν.*



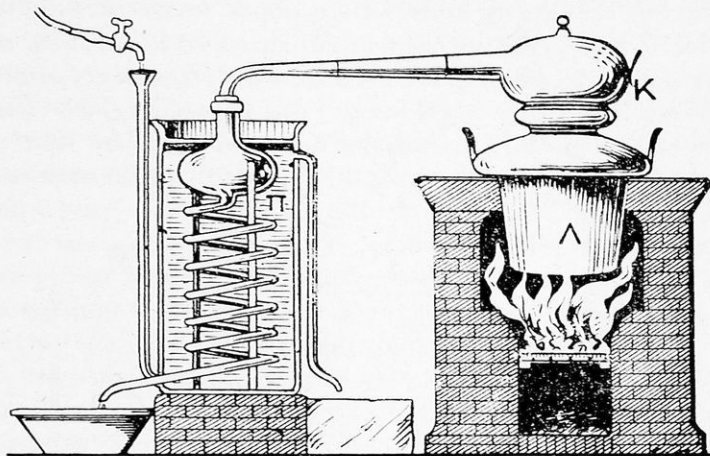
Σχ. 118

156.—**Ύγροποιήσις.** Ύγροποιήσις καλεῖται ἡ μετάβασις σώματός τινος ἀπὸ τῆς ἀεριώδους καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν. Ἄν ἄνωθεν βράζοντος ὕδατος θέσωμεν ψυχρόν τι σῶμα, πλάκα μεταλλίνην λ.χ. αὕτη καλύπτεται ἀπὸ λεπτὰ σταγονίδια, τὰ ὅποια προῆλθον ἐκ τῆς συμπτυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν, οἱ ὅποιοι ἐψύχθησαν ἐξ ἐπαφῆς μετὰ τῆς πλακός. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον οἱ ἐξερχόμενοι ἐκ τοῦ στόματός μας ὑδρατμοὶ κατὰ τὴν ἐκπνοὴν τὸν χειμῶνα συμπτύκνουνται καὶ εἶναι ὄρατοί. Ὁμοίως οἱ ὑδρατμοὶ, οἱ ὅποιοι προέρχονται ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ὑγροποιοῦνται καὶ ἀποτελοῦν τὴν ὁμίχλην, τὰ νέφη κ.λ. Ὅπως δὲ οἱ ὑδρατμοὶ ψυχόμενοι ὑγροποιοῦνται, οὕτω καὶ τὰ διάφορα ἀέρια ψυχόμενα ἅμα καὶ πιεζόμενα ὑγροποιοῦνται. Διὰ τοῦτο τὰ ἀέρια δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἄτμοι ὑγρῶν σωμάτων.

157.—**Ἀπόσταξις.** Ἐπὶ τῆς ὑγροποιήσεως τῶν ἀτμῶν καὶ ἀερίων στηρίζεται καὶ ἡ **ἀπόσταξις**. Διὰ τῆς ἀποστάξεως χωρίζομεν ὑγρὸν τι ἀπὸ τὰς στερεὰς οὐσίας, τὰς ὁποίας περιέχει διαλελυμένης ἐντὸς αὐτοῦ, ὅπως τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ἢ δύο ἢ περισσότερα ἀναμειγμένα ὑγρά, ὅταν ἔχουν διάφορον βαθμὸν ζέσεως, ὅπως τὸ ὕδωρ καὶ τὸ οἶνόπνευμα, τὸ πετρέλαιον κ. ἄ. Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται δι' εἰδικῶν συσκευῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ἀποστακτήρες** ἢ **ἄμβυκες** (σχ. 119). Οὗτοι ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπὸ τρία μέρη: α) **τὸν λέβητα Δ**, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ὑγρὸν, β) **τὸ κάλυμμα**, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ λέβητος καὶ φέρει πρὸς τὰ πλάγια σωλῆνα διὰ τὴν ἐξοδὸν τῶν ἀτμῶν· καὶ γ) **τὸν ψυκτῆρα**, ἥτοι δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὀφιοειδὴς σωλὴν ψυχόμενος διαρκῶς ὑπὸ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος τοῦ δοχείου.

158.—**Θερμότης ἐξαεριώσεως.** Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος, ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά, καίτοι ἐξακολουθοῦμεν νὰ θερμαίνωμεν τοῦτο. Ἡ θερμότης, ἡ ὁποία παρέχεται καὶ δὲν γίνεται καταφανής, χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ μεταβάλλῃ τὸ ὑγρὸν εἰς ἀτμούς. **Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος εἰς θερμίδας, τὸ ὅποion χρειάζεται διὰ νὰ μεταβληθῇ 1 γραμμάριον ὑγροῦ τινὸς εἰς ἀτμόν,**

χωρίς να αύξηθῇ ἡ θερμοκρασία του, καλεῖται θερμότης ἐξαερίωσης. Ἀπεδείχθη δὲ ὅτι 1 γραμμάριον ἀτμοῦ ὕδατος συμπυκνούμενον ἀφήνει τόσον ποσὸν θερμότητος, ὅσον χρειάζεται, διὰ νὰ μεταβληθῇ 1 γραμμάριον ὕδατος εἰς ὑδρατμούς. Διὰ πειραμάτων δὲ εὗρέθη, ὅτι ἡ θερμότης ἐξαερίωσης τοῦ ὕδατος εἶναι 537 μικραὶ θερμίδες. Ἦτοι



Σχ. 119

1 γραμμάριον ὕδατος 100°K διὰ νὰ ἐξατμισθῇ ὁλόκληρον, χωρὶς νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του, δαπανᾷ τόσας θερμίδας, ὅσαι ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ θερμανθοῦν 537 γραμμάρια ὕδατος κατὰ 1°K , ἢ ἄλλως 1 γραμμάριον ἀτμοῦ ὕδατος 100°K ὑγροποιούμενον ἀποδίδει θερμότητα ἱκανὴν νὰ θερμάνῃ 5,37 γραμμάρια ὕδατος ἀπὸ θερμοκρασίαν 0°K εἰς 100°K .

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ - ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ

159.—**Σχέσις μηχανικῆς ἐνεργείας καὶ θερμότητος.** Αἱ χεῖρες μας τριβόμεναι θερμαίνονται. Ὅμοιως σφαῖρα ἐκ μολύβδου σφυρηλατουμένη, καθὼς καὶ ὄγκος ἀερίου ἀποτόμως πιεζόμενος, θερμαί-

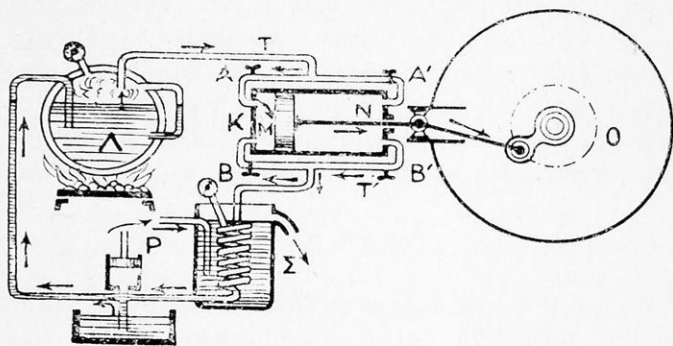
νονται. Ἄρα ἡ τριβή, ἡ κροῦσις καὶ ἡ πίεσις παράγουν θερμότητα. Αἱ ἐνέργειαι ὁμως αὐταὶ εἶναι μηχανικαί, *συνεπῶς ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια εἶναι δυνατόν νὰ μεταβληθῇ εἰς θερμότητα*. Ἀλλὰ καὶ ἀντιστρόφως *θερμότης δαπανωμένη παράγει ἔργον*. Τοῦτο παρατηροῦμεν, ὅταν θερμαίνωμεν σωλῆνα πωματισμένον, ὅποτε τὸ πῶμα ἐκτινάσσεται. Ἡ θερμότης λοιπὸν εἶναι μορφή ἐνεργείας καὶ δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι *ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς θερμικὴν ἐνέργειαν* καὶ ἀντιστρόφως *ἡ θερμικὴ ἐνέργεια εἰς μηχανικὴν*.

Διὰ πειραμάτων ἀποδεικνύεται ὅτι *διὰ νὰ παρασχεθῇ θερμότης μιᾶς μεγάλης θερμίδος, πρέπει νὰ δαπανηθῇ ἔργον 426 χιλιογραμμομέτρων*. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος 426 καλεῖται *μηχανικὸν ἰσοδύναμον*. Αἱ δὲ μηχαναί, διὰ τῶν ὁποίων χρησιμοποιοῦμεν θερμότητα καὶ παράγομεν ἔργον μηχανικόν, καλοῦνται *θερμικαὶ* καὶ εἶναι δύο εἰδῶν: α) ἐκεῖναι, διὰ τῶν ὁποίων χρησιμοποιεῖται ἡ τάσις τῶν ὑδρατμῶν πρὸς παραγωγὴν ἔργου καὶ λέγονται *ἀτμομηχαναὶ* καὶ β) ἐκεῖναι, εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιεῖται ἡ τάσις τῶν θερμῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσονται κατὰ τὴν καῦσιν εὐφλέκτων οὐσιῶν βενζίνης, πετρελαίου κ.λ. καὶ λέγονται *μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως*, ὅπως εἶναι αἱ μηχαναὶ τῶν αὐτοκινήτων, τῶν ἀεροπλάνων, τῶν ὑποβρυχίων κ.ἄ.

160.—**Ἀτμομηχαναί.** Τὰ οὐσιώδη μέρη πάσης ἀτμομηχανῆς εἶναι τὰ ἑξῆς: α) Ὁ *ἀτμογόνος λέβης*, ἐντὸς τοῦ ὁποίου θερμαίνεται ἰσχυρῶς ὕδωρ, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τάσιν πολλῶν ἀτμοσφαιρῶν, καὶ τοῦ ὁποίου τὰ τοιχώματα εἶναι ἰσχυρά. β) Ὁ *κύλινδρος*, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ ἐμβολεὺς παλινδρομικῶς. γ) Τὸ *μηχάνημα*, τὸ ὁποῖον μετατρέπει τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν τοῦ ἐμβολέως εἰς κυκλικήν. Τὸν συνδυασμὸν καὶ τὴν λειτουργίαν ὅλων τούτων δυνάμεθα νὰ παρακολουθῇσωμεν εἰς τὸ σχῆμα 120, τὸ ὁποῖον παριστᾷ ἀτμομηχανήν.

Εἰς τὸν λέβητα Λ θερμαίνεται ὕδωρ μέχρι θερμοκρασίας 160° Κ περίπου. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην εὐρέθῃ πειραματικῶς ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη τάσις τῶν ἀτμῶν φθάνει εἰς 6,3 χιλιόγραμμα ἢ 6½ περίπου ἀτμοσφαίρας κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόν. Ὁ

άτμος οὗτος μεταβαίνει διὰ τοῦ σωλῆνος T εἰς τὸν κύλινδρον K . Ἐκεῖθεν, ὅταν ἡ στρόφιγξ A ἀνοίξη, ἡ δὲ A' κλείσῃ, ὁ ἀτμός πιέζει τὴν ἐπιφάνειαν M τοῦ ἐμβολέως καὶ τὸν κάμνει νὰ κινηθῇ ἀπὸ τῆς θέσεως M πρὸς τὴν N . Ὁ ἀτμός, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἐπιφάνειαν N , ἐκφεύγει διὰ τοῦ σωλῆνος T' , ὅταν ἡ στρόφιγξ B' εἶναι ἀνοικτὴ, ἡ δὲ B κλειστὴ, καὶ μεταβαίνει εἰς τὸν συμπυκνωτὴν Σ , ὁ ὁποῖος περιβρέχεται πάντοτε ἀπὸ ψυχρὸν ὕδωρ. Ἐκεῖ ψύχονται οἱ ὕδρατμοι καὶ τὸ ἐξ αὐτῶν προερχόμενον ὕδωρ μεταφέρεται δι' ἀντλίας P εἰς τὸν λέβητα, ὅπου ἐξατμίζεται ἐκ νέου. Ἡ κίνησις ἀπὸ τῆς θέσεως M εἰς τὴν N ἐξηγεῖται ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς πίεσεως τῆς ἀσκουμένης ἐπὶ τῶν δύο τούτων ἐπιφανειῶν. Ἡ



Σχ. 120

ἐπιφάνεια M ὑφίσταται, ὡς εἶδομεν, πίεσιν 6,3 χιλιογράμμων κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόν, ἡ δὲ ἐπιφάνεια N ὑφίσταται πίεσιν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν μεγίστην τάσιν τοῦ ὕδρατμοῦ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τοῦ συμπυκνωτοῦ. Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὕτη εἶναι 40° — $50^{\circ}K$, εὐρέθη πειραματικῶς ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη τάσις τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην εἶναι 0,1 χιλιογρ. κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόν, ἥτοι μηδαμινή, συνεπῶς ὁ ἀτμός μεταθέτει τὸν ἐμβολέα ἀπὸ τὴν θέσιν M εἰς τὴν N μὲ πίεσιν 6,2 χιλιογράμμων κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόν. Ὅταν ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ εἰς τὸ N , ἀνοίγουν αἱ στρόφιγγες A' καὶ B καὶ κλείουν αἱ

Α και Β'. Τότε ο ατμός ο έρχόμενος από τον λέβητα εισέρχεται εις τον κύλινδρον και ώθει τον έμβολέα από της θέσεως Ν εις την Μ καθ' όν τρόπον και προηγουμένως. Η κίνησις αυτή είναι ευθύγραμμος παλινδρομική και διά τινος στελέχους (βάκτρου) καταλλήλως προσηρμοσμένου μετά του έμβολέως και των τροχών μεταβάλλεται εις περιστροφικήν. Κατά ταύτα θεωρητικώς μία και ή αυτή ποσότης ύδατος δύναται να χρησιμεύση πρὸς παραγωγήν μηχανικοῦ έργου και δὲν αποτελεί παρά τὸ μεταφορικὸν μέσον τῆς θερμικῆς ἐνεργείας. Οὕτως ἔχομεν ***δαπάνην θερμότητος καὶ παραγωγὴν ἔργου.*** Ἀξιοσημείωτον εἶναι ὅτι ή συμπύκνωσις τῶν ατμῶν εις τὸν συμπυκνωτὴν ἀποδίδει μέγα ποσὸν θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ περιβάλλοντος ὕδατος και συνεπῶς χάνεται. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὸ ποσόν, τὸ ὁποῖον χάνεται διὰ τῆς ἀκτινοβολίας, διὰ τῆς τριβῆς τῶν διαφόρων μερῶν τῆς μηχανῆς, ὡς και τὸ παρασυρόμενον ὑπὸ τοῦ καπνοῦ τῆς καπνοδόχου, συμπεραίνομεν ὅτι ***αἱ μηχαναὶ χρησιμοποιοῦν μικρὸν μέρος τῆς θερμότητος τῆς ἐστίας, διὰ νὰ τὸ μεταβάλουν εἰς μηχανικὸν ἔργον.***

Ἀ σ κ ῆ σ ε ι ς

1) Μὲ πόσους βαθμοὺς ἑκατονταβάθμου κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχοῦν 50°, 45°, 25°, και 8° Ρεωμύρου;

2) Εἰς ποῖον σημεῖον τοῦ θερμομέτρου Φαρενάιτ ἀντιστοιχοῦν αἱ θερμοκρασίαι πήξεως και ζέσεως τοῦ ὕδραργύρου; (θερμοκρασία πήξεως ὕδραργύρου 39° Κ και ζέσεως 357° Κ).

3) Θερμόμετρον Φαρενάιτ εὕρισκεται βυθισμένον εἰς λουτρὸν παραπλευρῶς θερμομέτρου Κελσίου. Ποίας ἐνδείξεις θὰ δώσῃ τὸ τοῦ Φαρενάιτ, ὅταν τὸ τοῦ Κελσίου δεικνύῃ 10°, 15°, 50°;

4) Πόσῃν αὐξησιν λαμβάνει χαλυβδίνη ράβδος 100 χιλιομέτρων, ὅταν θερμανθῇ ἀπὸ 0° — 25° Κ; (συντελεστὴς διαστολῆς χάλυβος 0,0000115).

5) Ποίαν αὐξησιν λαμβάνει τὸ μῆκος σιδηρᾶς ράβδου θερμαινόμενης ἀπὸ 100° εἰς 200°, ὅταν εἰς θερμοκρασίαν 0° ἔχῃ μῆκος 2 μέτρων; (συντελεστὴς σιδήρου 0,0000 122).

6) Ἡ σιδηροδρομικὴ γραμμὴ ἀπὸ Ἀθηνῶν μέχρι Λαρίσσης ἔχει μῆκος 510 χιλιομ. Ποία θὰ εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους τῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους ὑπὸ τὰς ἄκρας θερμοκρασίας -2°K καὶ 42°K ; (Ὑποτίθεται ἡ ράβδος συνεχῆς καὶ ὅτι δὲν παραμορφοῦται πλευρικῶς. Συντελεστὴς γραμ. διαστολῆς 0,000122).

7) Μία κυβικὴ παλάμη σιδήρου εἰς 0°K ἔχει βάρος 7,8 χιλιόγρ. Ποῖον θὰ εἶναι τὸ βάρος μιᾶς κυβικῆς παλάμης τοῦ μετάλλου τούτου εἰς θερμοκρασίαν 500°K ;

8) Πόσα χιλιόγραμμα ὕδατος 25°K πρέπει νὰ ἀναμειχθοῦν μὲ 15 χιλιόγραμμα πάγου, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὸ μίγμα μετὰ τὴν τήξιν τοῦ πάγου θερμοκρασίαν 0°K ; (θερμ. τήξεως πάγου 80 θερμ.).

9) Ποίαν θερμοκρασίαν θὰ ἀποκτήσῃ μίγμα ἐξ 100 γραμμαρίων ὕδατος θερμοκρασίας 20°K καὶ ἐκ 40 γραμμαρίων ὕδατος θερμοκρασίας 60°K ;

10) Ποῖον ποσὸν ἡλιακῆς θερμότητος χρειάζεται διὰ νὰ τακῇ στρῶμα χιόνος 2 τετρ. ἐκ. καὶ πάχους 8 ἐκ. τοῦ μέτρου; (εἰδ. β. χιόνος 0,2).

11) Τί σημαίνει εἰδικὴ θερμότης, θερμότης καύσεως καὶ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς;

12) Ἐξ χιλιόγραμμα πάγου τοποθετούμενα ἐντὸς ψυγείου τήκονται, ἀλλὰ μετὰ τινα χρόνον καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος τοῦ προκύψαντος ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀνέρχεται εἰς 12°K . Νὰ εὑρεθῇ πόσον ποσὸν θερμότητος ἀπερροφήθη ἐκ τοῦ ψυγείου διὰ τὴν τήξιν ἄφ' ἐνὸς τοῦ πάγου καὶ ἄφ' ἑτέρου διὰ τὴν ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

161.— **Μετέωρ.** Ἡ θερμότης, ἡ ὁποία προκαλεῖ, ὡς εἶδομεν, τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων (τήξιν, πήξιν, ἐξερίωσιν), προκαλεῖ ἐπίσης καὶ διάφορα φαινόμενα ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας. Ταῦτα καλοῦνται **μετέωρα** καὶ περὶ τούτων ἀσχολεῖται ἡ **Μετεωρολογία**. Τὰ μετέωρα ταῦτα, τὰ ὁποία προκαλεῖ ἡ θερμότης, εἶναι δύο εἰδῶν τὰ **ἀερώδη** καὶ τὰ **ὕδατῶδη**.

162.— α) **Ἀερῶδη μετέωρα**. Τοιαῦτα εἶναι οἱ ἄνεμοι, οἱ ὁποῖοι εἶναι κίνησις τοῦ ἀέρος τῆς ἀτμοσφαίρας, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου. Εἰς τοὺς ἀνέμους διακρίνομεν τὴν **διεύθυνσιν**, τὴν ὁποίαν ἀντιλαμβάνομεθα διὰ διαφόρων μέσων καὶ ἰδίως διὰ τοῦ **ἀνεμοδείκτου**, καὶ τὴν **ταχύτητα**, τὴν ὁποίαν ἐκτιμῶμεν μὲ διάφορα ὄργανα καὶ ἰδίως μὲ τὸ **ἀνεμόμετρον**. Καὶ ἀναλόγως μὲν τῆς κατευθύνσεώς των οἱ ἄνεμοι καλοῦνται μὲ τὸ ὄνομα τοῦ σημείου τοῦ ὀρίζοντος, ὁπόθεν προέρχονται, ἥτοι βόρειοι, νότιοι, δυτικοί, ἀνατολικοί κ.λ. ἀναλόγως δὲ τῆς ταχύτητός των διακρίνονται εἰς ἀσθενεῖς, ὅταν ἔχουν ταχύτητα 1—4 μέτρων, μετρίους, ὅταν ἔχουν ταχύτητα 6—10 μέτρων, σφοδρούς 10—20 μέτρων, θύελλαν ὅταν ἔχουν ταχύτητα 20—30 καὶ λαίλαπα τέλος, ὅταν ἡ ταχύτης ὑπερβαίῃ τὰ 30 μέτρα.

Ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς ἐνεργείας αὐτῶν διακρίνομεν τοὺς ἀνέμους: α) εἰς **διηνεκεῖς**, ὅταν πνέουν καθ' ὅλον τὸ ἔτος, ὅπως οἱ ἀληγεῖς τοιοῦτοι καὶ β) εἰς **περιοδικούς**, ὅταν πνέουν εἰς ὠρισμένας ἐποχάς. Τοιοῦτοι εἶναι ἡ **αὖρα** (ἀπόγειος καὶ θαλασσία κ. μπάτης), οἱ **μουσῶνες** καὶ οἱ **ἐτησίαι** (κ. μελτέμια).

163.— β) **Ὑδατώδη μετέωρα**. Ὑδατώδη μετέωρα εἶναι ἡ **ὀμίχλη**, τὰ **νέφη**, ἡ **βροχή**, ἡ **χιών**, ἡ **χάλαζα**, ἡ **δροσος** καὶ ἡ **πάχνη**. Ταῦτα προέρχονται ἀπὸ τοὺς ὑδρατμοὺς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, οἱ ὁποῖοι παρήχθησαν διὰ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν καὶ τῶν ποταμῶν.

164.— **Ὀμίχλη καὶ νέφη**. Ὅταν τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος καὶ δὴ τὰ γειτονεύοντα πρὸς τὸ ἔδαφος ψυχθῶν ἀρκετά, οἱ ἐντὸς αὐτοῦ ὑδρατμοὶ συμπυκνοῦνται εἰς λεπτὰ ὑδάτινα σταγονίδια, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται εἰς τὸν ἀέρα καὶ καθιστοῦν αὐτὸν ἀδιαφανῆ. Καὶ ὅταν μὲν τὰ ἀδιαφανῆ ταῦτα στρώματα τοῦ ἀέρος εὐρίσκωνται πλησίον τοῦ ἐδάφους, ἔχομεν τὴν **ὀμίχλην**, ὅταν δὲ ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἔχομεν τὰ **νέφη**.

Ἡ Μετεωρολογία διακρίνει τὰ νέφη λόγῳ τῆς μορφῆς, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν, εἰς **λόφους**, **σωρούς**, **στιβάδας** καὶ **μελανίας**.

165.—**Βροχή.** "Όταν ἡ ὑγροποίησης τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀέρος καταστῇ ἄφθονος, τότε τὰ σταγονίδια ἐνούμενα σχηματίζουν μεγαλύτερας σταγόνας, αἱ ὁποῖαι πίπτουν ὡς **βροχή**. Τὸ ποσὸν τῆς βροχῆς μετρεῖται εἰς χιλιοστὰ τοῦ μέτρου δι' ἰδιαιτέρων ὀργάνων, τῶν **βροχομέτρων**. Ἀναγράφοντες τὸ ἐκάστοτε πίπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη, τὰ ὁποῖα δεικνύει τὸ βροχόμετρον, εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτον εἰς τινα τόπον ὕδωρ τῆς βροχῆς, ἥτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἤθελε καλύψει τὸ ἔδαφος τοῦ τόπου, ἂν δὲν συνέβαινεν ἐξάτμισις, ἀπορρόφησης καὶ ἀπορροή τούτου. Οὕτως εὐρέθη ὅτι τὸ μέσον ἐτήσιον ὕψος τοῦ πίπτοντος ὕδατος εἰς Ἀθήνας εἶναι 0,409 μ. καὶ γενικῶς διὰ τοῦ τρόπου τούτου εὐρέθη ὅτι τὰ μέρη τῆς Δυτικῆς Ἑλλάδος εἶναι τὰ μᾶλλον βροχερά.

166.—**Χιών.** "Όταν ἡ θερμοκρασία τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος τοῦ περιέχοντος ὑδρατμούς κατέλθῃ κάτω τοῦ μηδενός, οἱ ὑδρατμοὶ ὄχι μόνον ὑγροποιοῦνται ἀλλὰ καὶ πηγύνονται εἰς κρυστάλλους βελονοειδεῖς διαφόρων κανονικῶν σχημάτων καὶ πίπτουν ὡς χιών.

167.—**Χάλαζα.** Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἀπὸ σφαιρίδια πάγου διαφόρου μεγέθους, τὰ ὁποῖα προέρχονται ἐκ τῆς ἀποτόμου ψύξεως τῶν ὑδατοσταγόνων τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἡ χάλαζα πίπτει συνήθως κατὰ τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος καὶ κατὰ τὰς θερμότερας ὥρας τῆς ἡμέρας, σπανίως δὲ τὴν νύκτα.

168.—**Δρόσος.** Πάντα τὰ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἀντικείμενα ἀκτινοβολοῦν κατὰ τὴν νύκτα τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν κατὰ τὴν ἡμέραν ἐδέχθησαν ἀπὸ τὸν ἥλιον. Ἡ ἀκτινοβολία αὕτη θερμότης διαχέεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, δισπερᾷ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, χωρὶς νὰ τὸν θερμάνῃ καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀφανίζεται εἰς τὸ ἀχανές καὶ δὲν δύναται νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν γῆν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **νυκτερινὴ ἀκτινοβολία**. Ἀποτέλεσμα ταύτης εἶναι ἡ ἀπόψυξις τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων. "Όταν δὲ ὁ ὑπερκείμενος ἀήρ, ὁ ὁποῖος περιέχει ὑδρατμούς, ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῶν, ἀφήνει τοὺς συμπετυκνωμένους ὑδρατμούς ἐν εἴδει σταγονι-

δίων, τὰ ὅποια ἀποτελοῦν τὴν **δρόσον**. Παρατηρήθη ὅτι τὸ ποσὸν τῆς δρόσου δὲν εἶναι τὸ αὐτὸ ἐφ' ὅλων τῶν σωμάτων. Μεγαλύτερον εἶναι ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια ἔχουν μεγάλην ἀφαιτικήν δύναμιν εἰς ἀκτινοβολίαν, ὡς τὰ ἔχοντα μέλαιναν καὶ τραχεῖαν τὴν ἐπιφάνειαν, καὶ μικρότερον ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια ἔχουν μικρὰν ἀφαιτικήν ἀκτινοβόλον δύναμιν, ὅπως εἶναι τὰ ἔχοντα λεῖαν καὶ στιλπνὴν ἐπιφάνειαν. Ἐπὶ σωμάτων, τὰ ὅποια εἶναι κεκαλυμμένα, δὲν ἐπικάθεται δρόσος. Ἐπίσης ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶναι νεφροσκεπής, δὲν σχηματίζεται δρόσος.

169.—**Πάχνη**. Ἐὰν ἡ ψῦξις ἐξακολουθῇ καὶ μετὰ τὴν ἀπόθεσιν τῆς δρόσου, οὕτως ὥστε ἡ θερμοκρασία τῶν σωμάτων, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐπικάθησεν αὕτη, νὰ κατέλθῃ ὑπὸ τὸ μηδέν, τὰ ὑδάτινα σταγονίδια πῆγνυνται καὶ ἀποτελοῦν τὴν καλουμένην πάχνην. Αὕτη εἶναι καταστρεπτικὴ διὰ τὴν γεωργίαν, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὴν δρόσον, ἡ ὅποια εἶναι λίαν εὐεργετικὴ ἰδίως διὰ τὰ ξηρὰ μέρη.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΗΧΟΣ - ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΑΥΤΟΥ

170.—**Ὁρισμοί.** Τὰ αἰσθήματα, τὰ ὁποῖα γεννῶνται διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς, καλοῦνται *ἡχητικὰ αἰσθήματα*. Τὸ δὲ αἶτιον, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὰ αἰσθήματα ταῦτα, καλεῖται *ἦχος*. Τοὺς ἤχους συνήθως διακρίνομεν εἰς μουσικοὺς ἤχους, ἥτοι ἐκείνους οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν εἰς τὸ οὖς ἡμῶν συνεχῇ καὶ εὐάρεστον ἐντύπωσιν, καὶ εἰς ψόφους ἢ κρότους, οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν συνήθως δυσάρεστον ἐντύπωσιν. Αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὴν ταχεῖαν δισδοχὴν ποικίλων ἤχων, ὅπως ἡ κροῦσις τοῦ ξύλου ἢ τῆς μεταλλικῆς πλάκος, ὁ κρότος τῆς κινουμένης ἀμάξης, ὁ τοῦ πυροβόλου ὅπλου κ. ἄ.

Ἡ διάκρισις αὕτη μεταξὺ τῶν μουσικῶν ἤχων καὶ τῶν κρότων δὲν εἶναι τόσον σαφής· διότι ἀδέξιος παίκτης δύναται διὰ τοῦ βιολίου νὰ παραγάγῃ ἤχους προκαλοῦντας δυσάρεστον ἐντύπωσιν, ξυλάρια δὲ τινα ἐνῶ μεμονωμένα παράγουν κρότους, ριπτόμενα δισδοχικῶς ἐπὶ πλάκος ἢ τραπέζης προκαλοῦν εὐάρεστον ἐντύπωσιν.

Τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, τὸ ὁποῖον ἀσχολεῖται μὲ τὴν παραγωγὴν, μετάδοσιν καὶ σύγκρισιν τῶν μουσικῶν ἤχων, καλεῖται Ἀκουστική.

171.—**Παραγωγή ἤχου.** Ὄταν κρούωμεν τὰ πληκτρα τοῦ κλειδοκυμβάλου, ὅταν προστρίβωμεν τὴν χορδὴν τοῦ βιολίου διὰ τόνου, ὅταν ἐμφυσῶμεν ἀέρα εἰς πνευστὸν ὄργανον, παράγεται ἦχος. Ἡ κροῦσις ἄρα, ἡ τριβή, ἡ κίνησις μάξης ἀέρος εἶναι αἰτίαι παρα-

γῶγῆς ἤχου. Συνεπῶς ὁσάκις ἀκούομεν ἤχον, πρέπει ἀπαραιτήτως νὰ ἀποδώσωμεν τοῦτον εἰς τὸν κραδασμὸν τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα τὸν προκαλοῦν, καὶ τὰ ὁποῖα τούτου ἕνεκα καλοῦνται *ἡχογόνα*.

172.—**Σπουδὴ τῶν παλμικῶν κινήσεων.** Μεταξὺ τῶν εἰδῶν τῆς κινήσεως ἐγνωρίσαμεν καὶ τὴν παλμικὴν. Τοιαύτην κίνησιν ἐκτελεῖ χαλύβδινον ἔλασμα, τοῦ ὁποίου τὸ ἐν ἄκρον στηρίζεται ἀκλονήτως, καὶ τὸ ἕτερον ἀπομακρύνεται τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, φθάνει εἰς τὸ Α καὶ ἀφήνεται ἐλεύθερον (σχ. 121). Ἡ τοιαύτη κίνη-



Σχ. 121

σις τοῦ ἐλάσματος εἶναι ὁμοία μὲ τὴν τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἡ ἀπλὴ αἰώρησις λέγεται ἐδῶ παλμός, ἢ διπλὴ αἰώρησις, διπλοῦς παλμός, ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον δαπανᾷ τὸ ἄκρον τοῦ ἐλάσματος διὰ νὰ ἐκτελέσῃ ἓνα παλμόν, καλεῖται *περίοδος* καὶ τέλος τὸ πλῆθος τῶν παλμῶν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου (ἐν δεύτερον λεπτόν) *συχνότης*.

Διὰ τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ πειράματος ἀποδεικνύεται, ὅτι ὁ *ἥχος προέρχεται ἐκ τῆς ταχείας παλμικῆς κινήσεως τῶν ἡχογόνων σωμάτων*. Οὕτως ἂν εἰς τὸ πείραμα τοῦ παλ-

λομένου ἐλάσματος ἐλαττώσωμεν τὸ μήκος αὐτοῦ, οἱ παλμοὶ γίνονται συχνότεροι καὶ ὅταν ἐλαττωθῇ ἄρκετά, παράγεται ἥχος. Ἀντιστρόφως δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι, *ὅταν τὸ ἔλασμα ἡχῇ, εὐρίσκεται Α εἰς ταχείαν παλμικὴν κίνησιν*.



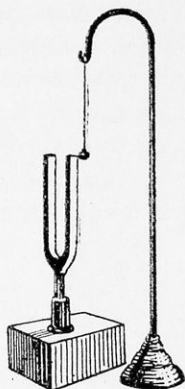
Σχ. 122

Ὁμοίως, ὅταν πλήττωμεν χορδὴν βιολίου τεταμένην, αὕτη φαίνεται ὡς νὰ λαμβάνῃ μορφήν ἀτρακτοειδῆ (σχ. 122), ἢ ὁποία εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ταχείας παλμικῆς κινήσεως. Θίγοντες ἐλαφρῶς τὸ ἐν σκέλος διαπασών, τὸ ὁποῖον παράγει ἥχον, αἰσθανόμεθα ἐπὶ τῆς χειρὸς μας μυρμηκίασιν, προερχομένην ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ σκέλους του. Ἐὰν ἐμποδίσωμεν τὴν κίνησιν ταύτην, τὸ διαπασών παύει νὰ ἡχῇ. Τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ἀποδειχθῇ καταφανέστερον, ἐὰν τὸ ἐν σκέλος διαπασών τὸ θέσωμεν εἰς ἐπαφήν μὲ σφαιρίδιον ἀκταίας ἐξηρτημένον

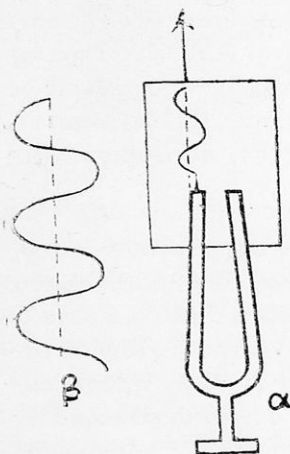
διὰ νήματος (σχ. 123) καὶ κρούσωμεν τὸ διαπασών, ὁπότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σφαιρίδιον ἀναπηδᾷ.

173.—Γραφικὴ παράστασις τῆς παλμικῆς κινήσεως.

Τὴν μελέτην τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν ἡχογόνων σωμάτων σπουδάζομεν διὰ διαφόρων μεθόδων, τῶν ὁποίων ἀπλουστέρα εἶναι ἡ **γραφική**. Εἰς τὸ ἐν σκέλος διαπασών ἐφαρμόζομεν γραφίδα καὶ κάτωθεν αὐτῆς πλάκα ὑαλίνην αἰθαινωμένην οὕτως ὥστε νὰ ἐφάπτεται ἐλαφρῶς ἢ γραφίς ἐπ' αὐτῆς (σχ. 124α). Ἄν τῶρα σύρωμεν τὴν πλάκα παρατηροῦμεν, ὅτι ἐφ' ὅσον τὸ διαπασών δέν παράγει ἦχον, χαράσσεται ἐπὶ τῆς πλάκας εὐθεῖα γραμμὴ. Ὅταν ὁμως τὸ διαπασών παράγῃ ἦχον, ἡ γραφίς δέν χαράσσει εὐθεῖαν γραμμὴν ἀλλὰ κυματοειδῆ (σχ. 124β), ἡ ὁποία δεικνύει, ὅτι ἡ γραφίς καὶ μετ' αὐτῆς τὸ σκέλος τοῦ διαπασών εὐρίσκεται εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ ὅτι ἕκαστος ἐλιγμός τῆς γραμμῆς ἀντιστοιχεῖ εἰς ἓνα παλμόν. Οὕτω μαθησάνομεν τὴν μορφήν τῆς παλμικῆς κινήσεως.



Σχ. 123

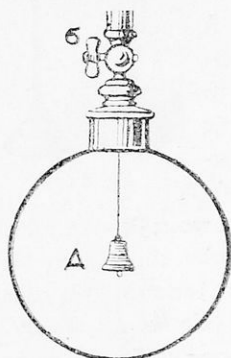


Σχ. 124

174.—**Μετάδοσις τοῦ ἤχου.** Διὰ νὰ γίνῃ αἰσθητὸς ὁ ἦχος ἡχογόνου τινὸς σώματος, πρέπει μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ὠτός μας νὰ ὑπάρχῃ ὕλη σταθμητή. **Ἄρα διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἦχος** δέν μεταδίδεται. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν ὑαλίνην κοίλην σφαῖραν (σχ. 125), ἡ ὁποία φέρει σωλῆνα μετὰ στρόφιγγος σ καὶ δι' αὐτοῦ ἐφαρμόζει καλῶς ἐπὶ τῆς ἀεραντλίας. Ἐντὸς τῆς σφαίρας ἐξαρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος κωδωνίσκον Α καὶ ἀφαιροῦμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐντὸς αὐτῆς ἀέρα. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἐφόσον ἡ ποσότης τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον

ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεται ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, ἐὰν ἡ σφαῖρα κενωθῇ τελείως ἀέρος, οὐδένα ἦχον ἀκούομεν, καίτοι βλέπομεν τὴν γλωττίδα νὰ πλήττῃ τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος. Ἐὰν πληρώσωμεν τὴν σφαῖραν ἀερίου τινος οἰουδήποτε, ἢ καὶ ὕδρατμοῦ, ἀκούομεν πάντοτε τὸν ἦχον τοῦ κωδωνίσκου.

Ἐκ τῶν διαφόρων ὑλικῶν σωμάτων τὰ στερεὰ καὶ μάλιστα τὰ συμπαγῆ καὶ ἐλαστικά, ὡς τὰ μέταλλα, τὸ ξύλον, οἱ λίθοι κ.λ. μεταδί-



Σχ. 125

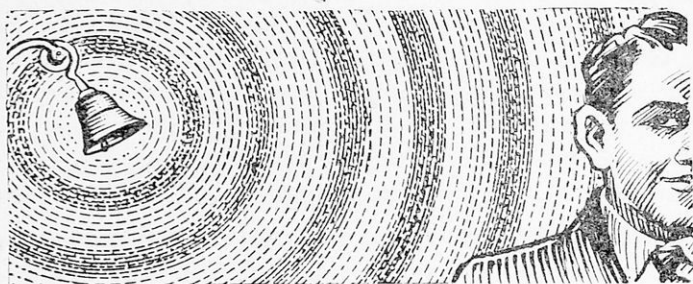
δουν τὸν ἦχον ἐντονώτερον καὶ εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν, κατόπιν τὰ ὑγρά καὶ ἔπειτα τὰ ἀέρια. Οὕτως ἐξηγεῖται διατὶ μαθητῆς τις, ὅταν θέτῃ τὸ οὖς του εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ θρανίου, ἀκούει καθαρὰ τὸν ἦχον, τὸν ὅποιον ἕτερος μαθητῆς προκαλεῖ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἐνῶ οἱ συμμαθηταὶ του δὲν ἀκούουν αὐτόν.

Οἱ ἀλγεῖς γνωρίζουν καλῶς ὅτι ὁ ἐλάχιστος κρότος, ὁ ὅποιος δημιουργεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ὑδάτων, εἶναι ἱκανὸς νὰ ἀπομακρύνῃ τοὺς ἰχθύς, οἱ δὴται ἀκούουν εὐκρινῶς τοὺς κτύπους ἐπὶ τῆς ὄχθης. Οἱ δὲ χωρικοί,

ὅταν θέλουν νὰ ἀντιληφθοῦν τὸν κρότον ἀμάξης ἢ τὸ βάδισμα ἵππου ἀπὸ μακρὰν, θέτουν τὸ οὖς ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

175.—Τρόπος μεταδόσεως τοῦ ἡχου εἰς τὸν ἀέρα. Τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὅποιον μεταδίδεται ὁ ἦχος εἰς τὸν ἀέρα, ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Ἐπὶ τραπέζης τοποθετοῦμεν 5—6 μεταλλικὰ κέρματα (δραχμαὶ) κατὰ τρόπον ὥστε τὰ κέντρα αὐτῶν νὰ εὐρίσκωνται ἐπ' εὐθείας. Ἐὰν δι' ἑνὸς ἐξ αὐτῶν ἐπιφέρωμεν πρόσκρουσιν ἐπὶ τοῦ ἄκρου δεξιοῦ, τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἄκρον ἀριστερὸν μετακινεῖται, ἐνῶ τὰ ἄλλα παραμένουν ἀκίνητα. Ἡ πρόσκρουσις ἄρα μετεδόθη μέχρι καὶ τοῦ τελευταίου, χωρὶς νὰ μετακινηθοῦν τὰ ἐνδιάμεσα. Ἐπίσης, ὅταν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, βλέπομεν ὅτι περὶ τὸ σημεῖον τῆς προσκρούσεως τοῦ λίθου ἐπὶ τοῦ ὕδατος δημιουργοῦνται κύματα ὁμόκεντρα. Ταῦτα βαίνουν ἀπομακρυνόμενα καὶ καθίστανται ὁλονὲν ἀσθενέστερα. Τὰ κύ-

ματα ταῦτα ὀφείλονται εἰς τὸ ὅτι τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, λόγω τῆς ἔλαστικότητος τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν κατ' ἀρχὰς εἰς τὸ σημεῖον προσκρούσεως, ἢ ὁποῖα μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Διὰ τοῦτο φελλὸς τιθέμενος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, δὲν παρασύρεται, ὅταν δημιουργοῦνται ἐπ' αὐτῆς κύματα, ἀλλ' ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται ἐναλλάξ. Τὰ κύματα δηλ. δὲν προκαλοῦν μετάθεσιν ὕδατινῆς μάζης ἀλλὰ παλμικὴν κίνησιν κάθετον, ἢ ὁποῖα μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον. Ἀνάλογον φαινόμενον συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἀέρα. Ὅταν λ.χ. ὁ κώδων ἤχη, τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἢ ὁποῖα



ΣΧ. 126

μεταδίδεται εἰς τὸν πέριξ τοῦ κώδωνος ἀέρα ἀκτινοειδῶς καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Οὕτω δημιουργοῦνται εἰς τὸν ἀέρα κύματα σφαιροειδῆ ὁμοκέντρα καὶ ἐναλλάξ πυκνότερα καὶ ἀραιότερα (σχ. 126). Ἡ μεταξὺ τῶν μέσων δύο διαδοχικῶν πυκνωμάτων ἢ ἀραιωμάτων ἀπόστασις καλεῖται **μῆκος τοῦ κύματος**.

Τὰ ἡχητικὰ κύματα διαφέρουν ἀπὸ τὰ ὑδάτινα, διότι τὰ μὲν ὑδάτινα σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος κατὰ περιφερείας ὁμοκέντρων κύκλων, ἐνῶ τὰ ἡχητικὰ εἰς τὸν χῶρον κατὰ ὁμοκέντρους σφαιρικός ἐπιφανείας. Ἐπίσης εἰς τὰ ἡχητικὰ κύματα ἐκείνω τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται, εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος, ἐνῶ εἰς τὰ ὑδάτινα, τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον γίνεται ἄλλοτε μεγαλύτερον καὶ ἄλλοτε μικρότερον. Ἀμφότερα ὁμως καὶ τὰ ἡχητικὰ καὶ τὰ ὑδάτινα κύματα ὁμοιάζουν, διότι κατὰ τὴν παρ-

γωγὴν των τὰ μόρια τοῦ μέσου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου γεννῶνται, δὲν μετακινοῦνται, ἀλλ' ἀπλῶς πάλλονται περὶ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας των.

176.—**Φυσιολογία τῆς ἀκοῆς.** Ὅταν τὰ ἡχητικὰ κύματα, τὰ ὁποῖα παράγονται εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ τοῦ κώδωνος ἢ ἄλλου τινὸς ἡχογόνου σώματος, φθάσουν εἰς τὸ οὖς μας, θέτουν εἰς παλμικὴν κίνησιν τὸ τύμπανον. Τοῦτο πάλιν μεταδίδει τὴν παλμικὴν του κίνησιν εἰς τὰ ὀστέα καὶ τὸ ὑγρὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ ὠτός, ὅπου εὐρίσκονται διακλαδώσεις τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου, αἱ ὁποῖαι ἐρεθίζονται ὑπὸ τῆς παλμικῆς κινήσεως προκαλοῦν τὸ αἶσθημα τῆς ἀκοῆς.

177.—**Ταχύτης τοῦ ἤχου.** Ἐν καιρῷ θυέλλης βλέπομεν πρῶτον τὴν λάμψιν καὶ κατόπιν ἀκούομεν τὸν κρότον. Ἐπειδὴ ὡς γνωστὸν ἡ λάμψις καὶ ἡ βροντὴ παράγονται συγχρόνως, συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἤχος, διὰ νὰ φθάσῃ μέχρις ἡμῶν, δαπανᾷ χρόνον τινά. Ἐάν δὲ γνωρίζωμεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ τόπου τῆς παραγωγῆς τῆς λάμψεως καὶ τὸν χρόνον τὸν μεσολαβοῦντα μεταξὺ λάμψεως καὶ βροντῆς, δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα.

178.—**Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου.** α) *Εἰς τὸν ἀέρα.* Τὰ πρῶτα πειράματα, διὰ τῶν ὁποίων ἐμετρήθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα, ἔγιναν κατὰ τὸ 1822 εἰς δύο ὑψώματα πλησίον τῶν Παρισίων, τὰ ὁποῖα ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων 18613 μέτρα. Ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἐστήθη πυροβόλον, τὸ ὁποῖον ἔβαλλεν, παρατηρητῆς δὲ, εὐρισκόμενος ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, διὰ τοῦ χρονομέτρου προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν μεσολαβοῦντα μεταξὺ τῆς λάμψεως καὶ τοῦ κρότου, ὁ ὁποῖος εὐρέθη ἴσος πρὸς 55 δευτερόλεπτα. Ὅταν διηρέθη δὲ τὸ διάστημα διὰ τοῦ χρόνου, εὐρέθη ὅτι *ὁ ἤχος εἰς τὸν ἀέρα μεταδίδεται μὲ ταχύτητα 340 μέτρων περίπου κατὰ δευτερόλεπτον.* Διὰ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὰ ἀέρια γενικῶς μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πυκνότητος αὐτῶν, δὲν ἐπηρεάζεται ὅμως ἀπὸ τὴν ἐλαστικότητα τῶν αερίων. Διὰ τοῦτο ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὰ ὄρη καὶ τὰς πεδιάδας εἶναι ἡ αὐτή, εἴτε καθέτως εἴτε ὀριζοντίως μεταδίδεται οὗτος.

β) *Εἰς τὰ ὑγρά.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὰ ὑγρά εἶναι μεγαλυτέ-

ρα παρὰ εἰς τὸν ἀέρα. Διὰ πειραμάτων, τὰ ὅποια ἔγιναν τὸ 1827 εἰς τὴν λίμνην τῆς Γενεύης ὑπὸ τῶν Sturm καὶ Colladon, εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὸ ὕδωρ ὑπὸ θερμοκρασίαν 8° K εἶναι ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ ἓν δευτερόλεπτον τῆς ὥρας.

γ) *Εἰς τὰ στερεά.* Εἰς τὰ στερεὰ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερα. Διὰ πειραμάτων, τὰ ὅποια ἔγιναν ὑπὸ τοῦ Biot, ἀπεδείχθη ὅτι ἡ ταχύτης εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα στερεὰ καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος καὶ τῶν συνθηκῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας μεταδίδεται ὁ ἤχος. Οὕτως εὐρέθη ὅτι αὕτη εἶναι εἰς τὸν σίδηρον 5000 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, εἰς τὸν κασσίτερον 2500 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, εἰς τὴν ὑάλον, ὅταν αὕτη εἶναι ὑπὸ μορφὴν ράβδου, 5000 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

179.—*Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.* Ἄν τὰ κύματα, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ τινός, προσπέσουν ἐπὶ κατακορύφου κωλύματος, ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὅπως ὅλα τὰ ἐλαστικὰ σώματα. Ὅμοιως καὶ τὰ ἡχητικὰ κύματα ἀνακλῶνται, ὅταν συναντήσουν ἐμπόδιόν τι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ἀνάκλασις* καὶ εἰς τοῦτο ὀφείλεται *ἡ ἡχώ καὶ ἡ ἀντήχησις*. Ὅλοι γνωρίζομεν, ὅτι ὅταν ἰστάμεθα ἀπέναντι τοίχου ἢ ἄλλου ἐμποδίου, ὡς δάσους, ὄρους κ.λ. καὶ φωνάξωμεν ἰσχυρῶς μονοσύλλαβον λέξιν, μετ' ὀλίγον ἀκούομεν αὐτὴν νὰ ἔρχεται ἀπὸ τὸ ἐμπόδιον, ὡς ἂν πρόσωπόν τι ἐπαναλαμβάνει αὐτήν. *Ἡ ἐπανάληψις αὐτῆ τοῦ ἤχου, λόγῳ τῆς ἀνακλάσεως αὐτοῦ ἐπὶ τινος κωλύματος, καλεῖται ἡχώ.* Κατὰ τὴν ἡχώ ἀκούομεν δύο ἤχους, πρῶτον τὸν ἀπ' εὐθείας καὶ δεύτερον τὸν ἐξ ἀνακλάσεως. Διὰ νὰ διακριθοῦν δὲ οἱ δύο οὗτοι ἤχοι μετὰξὺ των, πρέπει ὁ ἐξ ἀνακλάσεως νὰ φθάσῃ εἰς τὸ οὖς μας ἀφοῦ περάσῃ χρονικόν τι διάστημα οὐχὶ μικρότερον τοῦ $\frac{1}{10}$ δευτερολέπτου, διότι τόσοσ χρόνος χρειάζεται, διὰ νὰ φύγῃ ἡ ἐντύπωσις, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ ἡχώ τις μετὰ τὴν παύ-

σιν του. Ἀλλὰ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον τοῦ $\frac{1}{10}$ δευτερολέπτου ὁ ἦχος διανύει εἰς τὸν ἀέρα 34 μέτρα. Ταῦτα δαπανᾷ ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχος διὰ τὰ φθάσῃ εἰς τὸ οὖς μας. Διὰ τὰ παραχθῇ ἄρα ἡχώ, πρέπει ἡ ἀπόστασις τοῦ κωλύματος ἀφ' ἡμῶν νὰ εἶναι μεγαλύτερα τῶν 17 μέτρων. Ἐὰν ὅμως ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶναι μικροτέρα τῶν 17 μέτρων, τότε ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχος συμπίπτει πρὸς τὴν ἐντύπωσιν τοῦ ἀπ' εὐθείας, ὁ ὁποῖος ἕνεκα τούτου ἐνισχύεται περισσότερο καὶ ἐντείνεται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ἀντήχησις* καὶ συμβαίνει, ὅταν ὁμιλοῦμεν ἐντὸς σπηλαίου, ἢ φρέατος ἢ καὶ αἰθούσης εὐρείας καὶ γυμνῆς ἐπίπλων. Κατὰ τὴν παραγωγὴν ἡχοῦς παρατηροῦμεν, ὅτι ὅταν προφέρωμεν μίαν συλλαβὴν, ἔχομεν εὐκρινῇ τὴν ἀπόδοσίν της. Ὅταν ἐκ τῆς αὐτῆς ἀποστάσεως τῶν 17 μέτρων φωνάξωμεν λέξιν δισύλλαβον, ἀκούομεν εὐκρινῶς μόνον τὴν τελευταίαν συλλαβὴν. Διὰ τὰ ἀκούσωμεν καὶ τὰς δύο, πρέπει νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν $2 \times 17 = 34$ μέτρα ἀπὸ τοῦ κωλύματος. Ὅταν φωνάξωμεν τρισύλλαβον, $3 \times 17 = 51$ μέτρα κ.ο.κ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

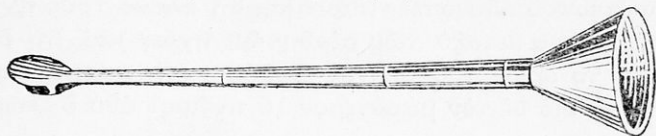
ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ - ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΣ

180.—*Χαρακτῆρες τοῦ ἡχου.* Ἐκαστος ἦχος ἔχει τρεῖς ιδιότητας, διὰ τῶν ὁποίων διακρίνεται ἀπὸ ἄλλους ἡχους.

Αἱ ιδιότητες αὗται καλοῦνται *χαρακτῆρες τοῦ ἡχου* καὶ εἶναι ἡ *ἐντασις* τὸ *ῥυθμὸς* καὶ ἡ *χροιά*.

181.—*Ἐντασις.* Ὁ ἦχος, ὁ ὁποῖος παράγεται, ὅταν πλήττωμεν χορδὴν ἢ κώδωνα, ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐξασθενεῖ καὶ τέλος καταπαύει. *Ἡ ιδιότης, διὰ τῆς ὁποίας διακρίνομεν τοὺς ἡχους εἰς ἰσχυροὺς καὶ ἀσθενεῖς, καλεῖται ἐντασις.* Τὰ αἷτια, τὰ ὁποῖα μεταβάλλουν τὴν ἐντασιν τοῦ ἡχου, εἶναι : α) *Τὸ πλάτος τῶν παλμῶν, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ τὸ ἡχογόνον σῶμα.* Ὅσον ἰσχυρότερον πλήττομεν τὴν χορδὴν, τόσον αὕτη πάλλεται πλατύτερον καὶ ὁ ἦχος εἶναι ἰσχυρότερος, ὅσον δὲ τὸ πλάτος γίνεται μικρότερον τόσον ὁ ἦχος γίνεται ἀσθενέστερος. β) *Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡχογόνου σώματος ἀφ'*

ἡμῶν. Ὅσον μακρύτερα εὐρισκόμεθα ἀπὸ τὸ ἡχογόνον σῶμα, τόσον ὁ ἦχος εἶναι ἀσθενέστερος. γ) **Ὁ ἀνεμος.** Ὅταν ὁ ἦχος ὀδεύῃ κατὰ τὴν φοράν τοῦ ἀνέμου, δὲν χάνει εἰς ἔντασιν, ἐνῶ τούναντίον ἐξασθενεῖ, ὅταν ὀδεύῃ κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν. δ) **Ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαίρας.** Ὁ ἦχος εἶναι ἰσχυρότερος εἰς πυκνότερον ἀέρα καὶ καθίσταται



Σχ. 127

ἀσθενέστερος ὅσον ὁ ἀήρ τῆς ἀτμοσφαίρας καθίσταται ἀραιότερος. Διὰ τοῦτο ὁ ὁμιλῶν εἰς πεδ.άδα ἀκούεται καλύτερον ἀπὸ παρατηρητὴν εὐρισκόμενον ἐπὶ τῆς κορυφῆς ὄρους παρὰ ἀντιστροφήως. ε) **Ἡ γειννίασις ἄλλων ἡχογόνων σωμάτων.** Διαπασῶν πληττόμενον καὶ τιθέμενον ἐπὶ ξυλίνου κιβωτιδίου, ἀποδίδει ἦχον ἰσχυρότερον παρὰ ὅταν ἡχῇ ἀπλῶς εἰς τὸν ἀέρα, διότι τότε τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ τὰ τοιχώματα τοῦ κιβωτιδίου. Ἐπ' αὐτοῦ στηρίζονται τὰ *ἀντηχεῖα*. στ) **Ὁ χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παράγεται ὁ ἦχος ἢ διὰ τοῦ ὁποίου μεταδίδεται.** Διάφορα ὄργανα ἔχουν κατασκευασθῇ, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐνισχυτικά τῶν ἀσθενῶν ἡχων, ὅπως οἱ ἄκουστικοὶ σωλῆνες, ὁ τηλεβόας (σχ. 127), ὁ ὁποῖος εἶναι μεταλλικὸς σωλὴν-χοανοειδὴς καὶ μεγάλων διαστάσεων, διὰ τοῦ ὁποίου ὁ ἦχος εἶναι δυνατόν νὰ μεταδοθῇ εἰς μεγάλην ἀπόστασιν, τὸ ἀκουστικὸν κέρας (σχ. 128) κ.ἄ.



Σχ. 128

182.—β) **Ύψος.** Λέγομεν ὅτι ὑπάρχουν ἦχοι βαρεῖς καὶ ἦχοι ὀξεῖς. **Ἡ ιδιότης, διὰ τῆς ὁποίας διακρίνομεν τοὺς ἦχους εἰς ὀξεῖς καὶ βαρεῖς, καλεῖται ὕψος.** Ὅταν ἐλαττώνωμεν βαθμηδὸν τὸ μῆκος παλλομένου ἐλάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο πάλλεται ταχύτερον καὶ ὁ ἦχος καθίσταται ὀξύτερος. **Τὸ ὕψος τοῦ ἡχου ἀρα ἐξαγτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.** Τὸ ὕψος τῶν διαφόρων ἡχων δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν εἴτε δι' εἰδικῶν συσκευῶν, ὅπως εἶναι αἱ σειρήνες κ. ἄ., εἴτε γραφικῶς διὰ

τῆς συσκευῆς, τὴν ὁποίαν ἐχρησιμοποίησαμεν, διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μορφήν τῆς παλμικῆς κινήσεως.

183.—**Ὅρια τῶν αἰσθητῶν ἤχων.**—Ἐκ κατασκευῆς τὸ οὖς τοῦ ἀνθρώπου ἀδυνατεῖ νὰ ἀντιληφθῇ ὅλους τοὺς ἤχους. Οὕτως ὑπάρχουν ὅρια μεταξύ τῶν αἰσθητῶν ἤχων καὶ δὴ διὰ μὲν τὸν ὀξύτερον τὸ ὅριον τοῦτο εἶναι 38000 περίπου παλμοὶ ἀνὰ δευτερόλεπτον, διὰ δὲ τὸν βαρύτερον 16 παλμοὶ ἀνὰ δευτερόλεπτον.

184.—γ) **Χροιά.** Παρατηρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι ὁ ἤχος τῶν διαπασῶν εἶναι ἀπλοῦς. Συνήθως ὅμως οἱ ἤχοι εἶναι σύνθετοι καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα θεμελιώδη καὶ ἀπὸ πολλοὺς ἀσθενεστέρους, οἱ ὅποιοι λέγονται *ἁρμονικοί*. Τὸ πλῆθος τῶν ἁρμονικῶν τούτων ἤχων προσδίδει εἰς τὸν ἤχον τὴν χροιάν. Εἶναι δὲ *ἡ χροιά ἡ ιδιότης ἐκείνη ἡ ὁποία καθιστᾷ δυνατόν νὰ διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων δύο ἤχους τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ τοῦ αὐτοῦ ὕψους καθὼς καὶ τὸ ἡχογόνον σῶμα, τὸ ὁποῖον παράγει τὸν ἤχον*, ἥτοι τὸ βιολίον ἀπὸ τοῦ κλαρίνου ἢ τὸ φλάουτον. Εὐρέθη δὲ διὰ πειραμάτων τῆς γραφικῆς μεθόδου ὅτι *ἡ χροιά ὀφείλεται εἰς τὴν μορφήν τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος*.

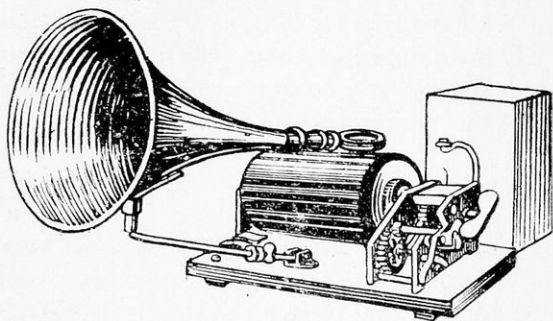
Μελετῶντες τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἤχου, δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν ὅτι ἡ *ἐνταση* ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ πλάτος τῆς παλμικῆς κινήσεως, τὸ *ὑψος* εἰς τὴν συχνότητα καὶ ἡ *χροιά* εἰς τὴν μορφήν τῆς παλμικῆς κινήσεως.

185.—**Ἐφαρμογὴ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν ἡχογόνων σωμάτων—Φωνογράφος.** Ὁ φωνογράφος εἶναι συσκευή, διὰ τῆς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ἀποτυπώσωμεν ἓνα ἤχον, τὸν ὁποῖον κατόπιν νὰ ἀναπαραγάγωμεν. Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται ὁ φωνογράφος, εἶναι ἡ ἐξῆς. Ὅταν ὁμιλῇ τις πρὸ ἐλάσματος λεπτοῦ, τοῦτο ἐκτελεῖ παλμικὰς κινήσεις. Ἐὰν ἀναγκάσωμεν τὸ ἔλασμα μηχανικῶς νὰ ἀναπαραγάγῃ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, αὗται θὰ μεταδίδωνται εἰς τὸν ἀέρα, παράγεται δὲ τοιοῦτοτρόπως ὁ αὐτὸς ἤχος, ὁ ὁποῖος προηγουμένως ἔθεσε τὸ ἔλασμα εἰς παλμικὴν κίνησιν.

Περιγραφή. Ὁ φωνογράφος ἐπενοήθη τὸ 1877 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Edison (σχ. 129). Οἱ φωνογράφοι, οἱ ὁποῖοι τὸ πρῶτον

κατεσκευάσθησαν, ἀποτελοῦνται ἀπὸ μεταλλικὸν κύλινδρον, ὁ ὁποῖος κατὰ τὴν ἐπιφάνειάν του φέρει λεπτὸν στρώμα εἰδικοῦ κηροῦ. Ὁ κύλινδρος οὗτος δύναται νὰ περιστραφῇ εἴτε διὰ τῆς χειρός μας, εἴτε διὰ ὥρολογιακοῦ μηχανισμοῦ περὶ ἄξονα, ὁ ὁποῖος ταυτίζεται μὲ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου. Ὅταν δὲ ὁ κύλινδρος περιστρέφεται, μετατίθεται συγχρόνως κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος.

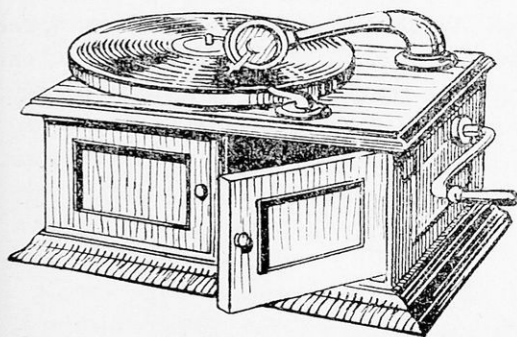
Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου ἐπακουμβᾷ ἐλαφρῶς ἀκίς, ἡ ὁποία εἶναι στενῶς προσκεκολλημένη εἰς τὸ κέντρον κυκλικοῦ ἐλάσματος ἢ μεμβράνης. Τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα κωνικοῦ ὄλμου προωρισμένου νὰ συγκεντρώνει



Σχ. 129

τὸς κυμάνσεις τοῦ ἀέρος, τὰς ὁποίας προκαλεῖ ὁ ἦχος ἐντὸς αὐτοῦ.

Ἀποτύπωσης τοῦ ἤχου. Ὅταν ὁ κύλινδρος κινήθῃ καὶ πρὸ τοῦ ὄλμου δὲν παράγεται ἦχος, ἡ ἀκίς χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἐλικοειδῆ γραμμὴν κανονικὴν. Ἐὰν ὁμως ὁμιλήσωμεν πρὸ τοῦ ὄλμου, τὸ ἔλασμα τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ ἡ ἀκίς γράφει ἤδη ἔσοχὰς καὶ ἐξοχὰς, αἱ ὁποῖαι ἔχουν διάφορον βάθος, ἀναλόγως τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου, ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις ἀναλόγους τοῦ ὕψους, ἔχουν δὲ μορφήν ἀνάλογον πρὸς τὴν χροίαν.



Σχ. 130

Ἀπόδοσις τοῦ ἤχου.

Ὅταν θελήσωμεν νὰ ἀναπαραχθῇ ἡ φωνή, ἀρκεῖ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἀκί-

δα εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν καὶ νὰ περιστραφῇ ὁ κύλινδρος μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος ὅπως καὶ προηγουμένως. Τότε ἡ ἀκίς, ἀκολουθοῦσα τὰς χαραχθεῖσας ἑσοχὰς καὶ ἔξοχὰς τῆς ἐλικοειδοῦς γραμμῆς, ἀναγκάζει τὸ ἔλασμα νὰ πάλλεται καθ' ὃν τρόπον καὶ κατὰ τὴν ἀποτύπωσιν καὶ νὰ ἀναπαραγάγῃ εἰς τὸν περίξ ἄερα τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις καὶ ἐπομένως τὴν *αὐτὴν φωνὴν ἢ ἦχον*.

Τελειοποιηθέντες οἱ φωνογράφοι ἔλαβον τὴν σημερινὴν μορφήν καὶ λέγονται *γραμμόφωνα*. Εἰς ταῦτα ὁ μὲν κύλινδρος ἀντικατεστάθη ἀπὸ δίσκον κινούμενον περὶ κατακόρυφον ἄξονα, τὸ δὲ ἔλασμα ἀπὸ φύλλον μαρμαρυγίου (σχ. 130).

Ἀσκήσεις

1) Μεταξὺ λάμπεως καὶ ἤχου ἐκπυρσοκροτοῦντος πυροβόλου μεσολαβοῦν 9 δευτερόλεπτα. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν εὐρίσκεται τὸ πυροβόλον τοῦτο ;

2) Παρατηρητῆς καὶ ἠχογόνον σῶμα, τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ ἀκούσωμεν τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἦχον, εὐρίσκονται εἰς τὰ ἄκρα βάσεως ἰσοσκελοῦς τριγώνου, τοῦ ὁποίου ἡ κορυφή εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ τοίχου τοῦ παράγοντος τὸν ἦχον. Ἡ βάσις τοῦ τριγώνου εἶναι 10 μέτρα τὸ δὲ ὕψος του 25 μέτρα. Νὰ προσδιορισθῇ ὁ χρόνος, ὁ ὁποῖος μεσολαβεῖ μεταξὺ τῆς λήψεως τοῦ ἀπ' εὐθείας ἤχου καὶ τοῦ ἐξ ἀνακλάσεως.

3) Μεταξὺ δύο παραλλήλων τοίχων Μ καὶ Μ' εὐρίσκεται παρατηρητῆς εἰς θέσιν τινὰ Ο ἀπέχουσιν ἀπὸ τὸ Μ 85 μέτρα καὶ ἀπὸ τοῦ Μ' 42,50. Μετὰ πόσον χρόνον θὰ ἀκούσῃ τὴν ἡχὴν ἐκ τοῦ ἐνὸς καὶ τοῦ ἄλλου τοίχου, ὅταν πυροβολήσῃ δι' ὅπλου ;

ΧΗΜΕΙΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΑΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

Ι. ΑΗΡ

1.—**Ἄηρ** — **Σύστασις αὐτοῦ.** Ὁ ἄηρ περιβάλλει τὴν γῆν καὶ ἀποτελεῖ τὴν ἀτμόσφαιραν αὐτῆς, διὰ τοῦτο καὶ *ἀτμοσφαιρικός* *ἄηρ* καλεῖται. Ἡ ἄμεσος παρατήρησις καὶ τὸ πείραμα μᾶς πείθουν, ὅτι οὗτος εἶναι ἡ αἰτία πλείστων φαινομένων, τὰ ὅποια λαμβάνουν χώραν ἐντὸς αὐτοῦ.

Αὐτός, ἐν κινήσει εὐρισκόμενος, προκαλεῖ τοὺς ἀνέμους. Αὐτὸς ἐνισχύει καὶ διατηρεῖ τὴν καῦσιν διαφόρων οὐσιῶν καὶ τὴν ζωὴν τῶν ἐνοργάνων ὄντων. Ἐπίσης γνωρίζομεν ὅτι τεμάχιον σιδήρου, ὅταν ἐκτεθῇ εἰς ὑγρὸν ἀέρα, μετὰ τινα χρόνον καλύπτεται ὑπὸ σκωρίας, ὅταν ὅμως τοῦτο καλυφθῇ ὑπὸ στρώματος οὐσίας τινός, ἡ ὅποια ἐμποδίζει τὴν ἐπαφὴν τούτου μετὰ τοῦ ἀέρος, δὲν ἀποκτᾷ σκωρίαν. Ἄρα ὁ ἄηρ εἶναι ἡ αἰτία τῶν φαινομένων τούτων.

Ὁ Γάλλος χημικὸς Lavoisier ἀπέδειξε διὰ πειράματος, ὅτι ὁ ἄηρ συνίσταται κυρίως ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ἄζωτου καὶ ὅτι εἶναι μῖγμα τῶν δύο τούτων ἀερίων. Νεώτερα πειράματα ἐπεβεβαίωσαν τὰ τοῦ Lavoisier καὶ ἐπιστοποίησαν ἐπακριβῶς, ὅτι τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ ὅγκου τοῦ ἀέρος εἶναι ὀξυγόνον, τὰ δὲ $\frac{4}{5}$ ἄζωτον. Ἡ γνώσις τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος ἔδωσε τὴν ἐξήγησιν τῶν ἀνωτέρω φαινομένων.

Κατὰ τὰ πειράματα ταῦτα τοῦ Lavoisier καὶ ἄλλων χημικῶν ἐχρησιμοποιήθη τὸ γνωστὸν σῶμα ὑδράργυρος. Οὗτος, θερμαι-

νόμενος ισχυρῶς παρουσίᾳ ἀέρος, σχηματίζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του σκωρίαν ἐρυθρωπὴν, ἡ ὁποία εἶναι νέον σῶμα διάφορον τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ ὀξυγόνου καὶ καλεῖται ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου. Ἡ ἐρυθρὰ αὕτη σκωρία, θερμαινομένη ισχυρότερον, χωρίζεται ἀντιστρόφως εἰς ὑδράργυρον καὶ ὀξυγόνον. Καὶ ἡ μὲν πρώτη ἐργασία, καθ' ἣν διὰ τῆς θερμάνσεως ἠνώθη ὁ ὑδράργυρος μὲ τὸ ὀξυγόνον, καλεῖται *σύνθεσις*, ὁ δὲ χωρισμός τῆς σκωρίας εἰς ὑδράργυρον καὶ ὀξυγόνον καλεῖται *ἀνάλυσις*. Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα δὲν χωρίζονται εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, καλοῦνται *ἀπλᾶ σώματα* ἢ χημικὰ στοιχεῖα ὅπως τὸ ὀξυγόνον, ὁ ὑδράργυρος κ.ἄ. Ἡ σκωρία ὅμως τοῦ ὑδραργύρου ὅπως καὶ ἄλλα σώματα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ χωρισθοῦν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα σώματα μὲ νέας ιδιότητες, λέγονται *σύνθετα*. Γνωστὰ μέχρι σήμερον ἀπλᾶ σώματα εἶναι περὶ τὰ 90, τὰ ὁποῖα διὰ τὴν εὐκολωτέραν σπουδὴν των διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας, εἰς τὰ *ἀμέταλλα* ἢ *μεταλλοειδῆ*, ὅπως τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον κ.ἄ. καὶ τὰ *μέταλλα* ὅπως ὁ ὑδράργυρος, ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός κ.ἄ.

Πλὴν τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἄζωτου, τῶν δύο κυριωτέρων συστατικῶν, ὁ ἀήρ περιέχει καὶ ἄλλα εἰς ἐλάχιστα μεταβλητὰ ποσά, ὅπως τὸ ἀργόν, τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος, ὑδρατμούς, ἀμμωνίαν, στερεὰ λεπτότατα σωμάτια αἰωρούμενα, εἰσφόρους μικροοργανισμούς καὶ ἴχνη ἄλλων τινῶν ἀερίων ὡς ξένον, ἥλιον, κρυπτόν καὶ νέον.

2.—**Ιδιότητες τοῦ ἀέρος.** Ὁ ἀήρ εἶναι ἀέριον ἄχρουν εἰς μικρὸν πάχος, ἄγευστον καὶ ἄοσμον, ὅταν δὲν περιέχῃ ξένας ὁσμηρὰς οὐσίας. Μία κυβικὴ παλάμη ξηροῦ ἀέρος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° K πλησίον τῆς θαλάσσης ζυγίζει 1,293 γραμμάρια. Συγκρινόμενος πρὸς ἴσον ὄγκον ὕδατος θερμοκρασίας 4° K εἶναι 773 φορές ἐλαφρότερος. Εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὅταν εἶναι ξηρός. Ὑπὸ μεγάλην πίεσιν καὶ ψύξιν ὑγροποιεῖται δι' εἰδικῶν συσκευῶν εἰς ὑγρὸν διαφανές.

3.—**Σημασία τοῦ ἀέρος.** Ὁ ἀήρ εἶναι ἀπαιράditτος, διότι διὰ τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον περιέχει, συντελεῖ εἰς τὴν ἀναπνοὴν καὶ

τὴν διατήρησιν τῆς ζωῆς τῶν ὄντων. Ὅθεν εἶναι ἀναγκαῖος ὁ συχνὸς καὶ καλὸς ἀερισμὸς τῶν δωματίων, τῶν αἰθουσῶν τῶν σχολείων κ.λ. Συντελεῖ εἰς τὸ νὰ καίωνται διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ αἰ διάφοροι οὐσίαι. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν κίνησιν μηχανμάτων, ὅταν εἶναι πεπιεσμένος, καὶ πρὸς παραγωγὴν ὀξυγόνου διὰ τῆς ἀποστάξεώς του μετὰ τὴν ὑγροποίησίν του.

Α'. ΟΞΥΓΟΝΟΝ

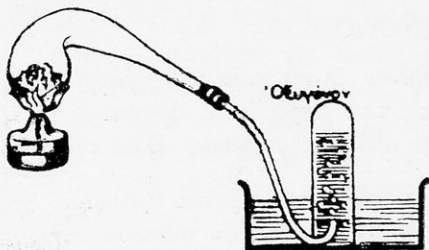
4.— **Προέλευσις.** Εἶναι τὸ μᾶλλον διαδεδομένον στοιχεῖον ἐπὶ τῆς γῆς. Ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἀποτελεῖ τὸ 1/5 αὐτοῦ, ἠνωμένον δέ, εἰς τὸ ὕδωρ καὶ εἰς πλεῖστα ἄλλα σώματα.

5.— **Παρασκευὴ.** Τὸ ὀξυγόνον παρασκευάζεται γενικῶς ἀπὸ οὐσίας, αἱ ὁποῖαι περιέχουν αὐτό. Καὶ ὅταν μὲν παρασκευάζωμεν αὐτὸ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς τὸ ἐργαστήριον, χρησιμοποιοῦμεν τὸ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου, διὰ δὲ μεγαλύτερα ποσὰ τὸ χλωρικὸν κάλιον, τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ νατρίου (ὀξύλιθον), τὸ ὕδωρ, τὸν ὑγροποιημένον ἀέρα κ.ἄ.

Τὸ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου εἶναι κόνις ἐρυθρὰ καὶ βαρεῖα. Ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος μέρος τῆς κόνεως ταύτης καὶ θέσωμεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος παρασχίδα ξύλου, ἥ ὁποία φέρει ἱχνη διάπυρα, αὕτη ἀμέσως ἀναφλέγεται καὶ καίεται ζωηρῶς. Συγχρόνως εἰς τὸν σωλῆνα σχηματίζεται δακτύλιος μεταλλικὸς ἀπὸ τὸν ἐλευθερωθέντα ὑδράργυρον, ὅστις ἐπικάθηται ἐπ' αὐτοῦ.

Ὅταν θέλωμεν νὰ παραγάγωμεν μεγαλύτερα ποσὰ ὀξυγόνου, χρησιμοποιοῦμεν τὸ χλωρικὸν κάλιον. Τοῦτο εἶναι κόνις λευκὴ κρυσταλλικὴ, ἥ ὁποία περιέχει ἄφθονον ὀξυγόνον καὶ ἀποδίδει αὐτὸ διὰ θερμάνσεως. Πρὸς τοῦτο εἰς ὑάλινον κέρας (σχ. 1) θέτομεν ποσότητά τινα χλωρικοῦ καλίου, τὸ ὁποῖον ἔχομεν ἀναμίξει καλῶς μὲ ἴσον περίπου ποσὸν διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (πυρολουσίτης), τὸ ὁποῖον ἔχει σκοπὸν νὰ διευκολύνῃ τὴν τήξιν τοῦ χλωρικοῦ καλίου. Ἐὰν θερμάνωμεν αὐτό, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον, ὅτι ἐκλύεται ἀφθόνως ἀέριον, τὸ ὁποῖον ἄγεται διὰ σωλῆνος εἰς λεκά-

νην περιέχουσαν ὕδωρ. Ἐντὸς αὐτῆς καὶ ἄνωθεν τοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος ἀναστρέφωμεν ὑάλινα δοχεῖα (φιάλας, κυλίνδρους) πλήρη ὕδατος. Τὸ ἀέριον τοῦτο, ἀνερχόμενον εἰς τὰ δοχεῖα, καταλαμβάνει τὴν θέσιν τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει. Οὕτω πληροῦμεν τὰ δοχεῖα, τῶν ὁποίων τὰ στόμια κλείωμεν δι' ὑαλίνων πλακῶν, ἀφοῦ δι' ἡμιδιαπύρου παρασχίδος βεβαιωθῶμεν ὅτι τὸ συλλεγὲν ἀέριον εἶναι ὀξυγόνον.



Σχ. 1

Ἐκ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου λαμβάνεται εὐκόλως τὸ ὀξυγόνον δι' ἐπιστάξεως ὕδατος ἐπ' αὐτοῦ, ἐκ δὲ τοῦ ὕδατος διὰ τῆς ἀναλύσεως εἰς τὰ συστατικά του διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Τέλος τὸ ὀξυγόνον λαμβάνεται καὶ ἐκ τοῦ ἀέρος διὰ τῆς ὑγροποιήσεως καὶ

ἀποστάξεως αὐτοῦ ἐντὸς εἰδικῶν συσκευῶν. Ὁ ὑγρὸς ἀήρ ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ἄζωτου καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνον ζεεῖ εἰς $-181,8^{\circ}\text{K}$, τὸ δὲ ἄζωτον εἰς -194°K . Συνεπῶς, ὅταν ὁ ὑγρὸς ἀήρ ἐκτεθῇ καταλλήλως εἰς τὸν ἀέρα, θὰ ἐξατμισθῇ πρῶτον τὸ ἄζωτον καὶ θὰ παραμείνῃ τὸ ὀξυγόνον.

6.—**Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὀξυγόνον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Εἰς θερμοκρασίαν 0°K καὶ ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν 1 λίτρον ὀξυγόνου ζυγίζει 1,43 γραμμάρια, ἐπεὶ δὲ ἐν λίτρον ἀέρος ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ζυγίζει 1,293 γραμμάρια, ἡ πυκνότης τοῦ ὀξυγόνου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $\frac{1,43}{1,293} = 1,105$. Εἶναι ὀλίγον διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ, ὑγροποιεῖται ὑπὸ ἰσχυρὰν πίεσιν καὶ ψύξιν εἰς $-181,8^{\circ}\text{K}$.

7.—**Χημικαὶ ιδιότητες.** Παρασχίς ξύλου, διατηροῦσα διάπυρα ἴχνη, ἀναφλέγεται καὶ καίεται ζωηρότερον ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου παρὰ εἰς τὸν ἀέρα.

Τεμάχιον φωσφόρου, ἀφοῦ καθαρισθῇ καλῶς ἀπὸ τὸ ὕδωρ, τοπο-

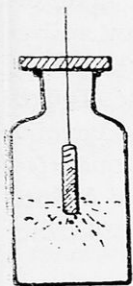
θετείται ἐπὶ εἰδικοῦ κοχλιαρίου. Ἐὰν κατόπιν ἀναφλέξωμεν τοῦτο διὰ πυρακτωμένου σύρματος καὶ εἰσαγάγωμεν εἰς φιάλην πλήρη ὀξυγόνου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι καίεται πάραυτα μετὰ ἐκθαμβωτικῆς φλογός (σχ. 2). Ταυτοχρόνως λευκὸς καπνὸς πληροῖ τὴν φιάλην καὶ μετ' ὀλίγον ὁ φωσφόρος σβέννυται. Διὰ παρασχίδος ἡμισβεσμένης πειθόμεθα, ὅτι ἐντὸς τῆς φιάλης δὲν ὑπάρχει πλέον ὀξυγόνον. Τοῦτο ἠνώθη μετὰ τοῦ φωσφόρου καὶ ἐσχημάτισε νέον σῶμα, τὸ ὁποῖον καλεῖται **πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου**. Ἐὰν τώρα ἐντὸς τῆς φιάλης περιεχούσης ὕδωρ ρίψωμεν διάλυμα βάμματος ἡλιοτροπίου* καὶ ἀναταράξωμεν τὴν φιάλην, ὁ καπνὸς ἐξαφανίζεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, ἐνῶ συγχρόνως τὸ κυανοῦν χρῶμα τοῦ διαλύματος



σχ. 2

μεταβάλλεται εἰς ἐρυθρόν. Τὸ σχηματισθὲν πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου διελύθη εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἀπετέλεσε νέον σῶμα, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ἰκανότητα νὰ ἐρυθραίνει τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου. Ἡ ἰδιότης αὕτη, καθ' ἣν μεταβάλλεται τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου εἰς ἐρυθρόν, χαρακτηρίζει ὠρισμένην ὁμάδα χημικῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ὀξέα**, ἡ δὲ προκαλουμένη ἀντίδρασις καλεῖται **ὀξίνος**.

Ἐὰν εἰς φιάλην πλήρη ὀξυγόνου εἰσαγάγωμεν διὰ μεταλλικοῦ σύρματος ἄνθρακα, ὁ ὁποῖος διατηρεῖ διάπυρα σημεῖα, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἄνθραξ καίεται ζωηρότατα μὲ ὠραίαν λάμψιν καὶ κατόπιν σβέννυται (σχ. 3). Ἐκ τῆς σβέσεως ἡμισβεσμένης παρασχίδος ἡ ἀνημμένου κηρίου, τὰ ὁποῖα εἰσάγομεν ἐντὸς τῆς φιάλης, πειθόμεθα ὅτι ἐντὸς αὐτῆς δὲν ὑπάρχει πλέον ὀξυγόνον. Ἐὰν ἐντὸς αὐτῆς ρίψωμεν ἀσβέστιον ὕδωρ, τοῦτο θολοῦται, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐντὸς τῆς φιάλης ἀέριον,



σχ. 3

* Σημ. Βάμμα ἡλιοτροπίου εἶναι οὐσία χρώματος κυανοῦ καὶ ἐξάγεται ἀπὸ εἰδικούς λειχήνας.

Χάρτης δὲ ἀπορροφητικὸς ἐμπεποτισμένος μὲ βάμμα ἡλιοτροπίου καλεῖται χάρτης ἡλιοτροπίου καὶ χρησιμοποιεῖται ὅπως καὶ τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

τὸ ὁποῖον ἐσχηματίσθη κατὰ τὴν καϋσιν τοῦ ἄνθρακος, εἶναι *διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος*, διότι τοῦτο μόνον ἔχει τὴν ιδιότητα: νὰ θολώνῃ τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ. Ἐὰν ἀντὶ ἀσβεστίου ὕδατος ρίψωμεν διάλυμα βάρματος ἡλιοτροπίου εἰς ὕδωρ καὶ ἀναταράξωμεν τὴν φιάλην, τοῦτο ἐρυθραίνεται. Καὶ ἐδῶ ἄρα τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, διαλυθὲν ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐσχημάτισεν ὀξύ. Τὸ αὐτὸ θὰ παρατηρήσωμεν, ἐὰν πειραματισθῶμεν καθ' ὅμοιον τρόπον, ἀλλ' ἀντὶ φωσφόρου ἢ ἄνθρακος χρησιμοποιοῦσιν τεμάχιον θείου. Τοῦτο καίεται μὲ ζωηρὰν κιτρίνην φλόγα καὶ σχηματίζει *διοξείδιον τοῦ θείου*, τὸ ὁποῖον διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἐρυθραίνει τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου, ὅπερ σημαίνει, ὅτι ἐσχηματίσθη ὀξύ. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων μανθάνομεν ὅτι *τὰ ἀμέταλλα στοιχεῖα ἄνθραξ, φωσφόρος, θεῖον ἐνούμενα μετὰ ὀξυγόνου σχηματίζουν ὀξείδια*.

Εἰς δοχεῖον πλήρες ὀξυγόνου εἰσάγομεν τεμάχιον τοῦ στοιχείου ἀσβεστίου ἐπὶ καταλλήλου κυτέλλου, ἀφοῦ θερμάνωμεν αὐτὸ προηγουμένως. Βλέπομεν ὅτι τοῦτο καίεται ζωηρῶς μὲ φλόγα κιτρινέρυθρον, ἀφήνει δὲ ὡς ὑπόλειμμα κόνιν λευκὴν, τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου ἢ κοινὴν ἄσβεστον. Ἐὰν εἰς τὸ ἐξείδιον τοῦτο ρίψωμεν ὕδωρ, λαμβάνομεν γαλακτώδες ὕγρον, τὸ καλούμενον ἀσβέστιον ὕδωρ, τὸ ὁποῖον διηθούμενον καθίσταται διαυγές. Ταῦτο ἐπαναφέρει εἰς τὸ ἐρυθρανθὲν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου τὸ κυανοῦν χρῶμα. Τὸ διοξείδιον ἄρα τοῦ ἀσβεστίου μεθ' ὕδατος σχηματίζει σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει ιδιότητα χαρακτηρίζουσιν νέαν ὁμάδα χημικῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται *βάσεις*, ἡ δὲ ἀντίδρασις καλεῖται *βασικὴ*.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν διὰ καταλλήλου κυτέλλου εἰς φιάλην πλήρη ὀξυγόνου τεμάχιον τοῦ μετάλλου νατρίου, τὸ ἐποῖον ἔχμεν θερμάνει προηγουμένως, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο καίεται ζωηρῶς μὲ φλόγα κιτρίνην, ἐνῶ συγχρόνως ἀποτίθεται κόνις λευκὴ, τὸ ὀξείδιον τοῦ νατρίου. Τοῦτο διαλύεται εὐκόλως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἀποτελεῖ ὕγρον βασικοῦ χαρακτήρος, διότι μετατρέπει τὸ δι' ὀξέος ἐρυθρανθὲν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου εἰς κυανοῦν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων μανθάνομεν, ὅτι *τὰ μέταλλα ἀσβε-*

στιον καὶ νάτριον ἐνούμενα μετὰ τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζουν ὀξειδία. Καὶ γενικῶς, ὅτι τὰ διάφορα οἷματα καίονται ζωηρῶς ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου, ἥτοι τὸ ὀξυγόνον εἶναι τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἐνισχύει τὴν καύσιν. Καῦσιν λοιπὸν λέγοντες ἐννοοῦμεν τὴν ἔνωσιν τοῦ ὀξυγόνου μετὰ διαφόρων στοιχείων. Καὶ ὅταν μὲν αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ φλογός, λέγεται *ταχεῖα καῦσις* ὅπως εἰς τὸ θεῖον, τὸν φωσφόρον κ.λ., ὅταν δὲ δὲν συνοδεύεται ὑπὸ φλογός, τότε ἡ καῦσις λέγεται *βραδεῖα ἢ ὀξειδωσις*, ὅπως εἰς τὴν σκωρίαν τοῦ σιδήρου καὶ εἰς τὴν ἀναπνοὴν μας.

Ἡ καῦσις εἴτε ταχεῖα εἶναι εἴτε βραδεῖα, εἶναι πάντοτε ἔνωσις τοῦ ὀξυγόνου μετ' ἄλλων στοιχείων εἰς διαφόρους θερμοκρασίας πρὸς σχηματισμὸν νέων σωμάτων, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *ὀξειδία*.

Καὶ τὰ μὲν ὀξειδία τῶν ἀμετάλλων, ὅπως ὁ φώσφορος, τὸ θεῖον, ὁ ἄνθραξ, ἐνούμενα μεθ' ὕδατος σχηματίζουν *ὀξέα*, τὰ δὲ ὀξειδία τῶν μετάλλων, ὅπως τὸ ἀσβέστιον, τὸ νάτριον, ἐνούμενα μεθ' ὕδατος ἀποτελοῦν *βάσεις*. Τινὰ τῶν ὀξειδίων τῶν μετάλλων ὡς τὸ ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου, τοῦ σιδήρου, τοῦ μολύβδου, τοῦ μαγανίου καὶ ἄλλων δὲν διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ συνεπῶς δὲν σχηματίζουν βάσεις.

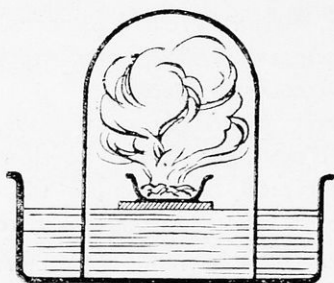
Ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε καταφαίνεται ὅτι *χαρακτηριστικὴ ιδιότης τοῦ ὀξυγόνου εἶναι ὅτι σχηματίζει ἐνώσεις μὲ μέγαν ἀριθμὸν στοιχείων, τὰ ὀξειδία.*

8.—**Χρῆσις.** Τὸ ὀξυγόνον εἶναι ἀπαραίτητον στοιχεῖον διὰ τὴν καῦσιν καὶ τὴν ζωὴν. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν διὰ τὰς συγκολλήσεις διαφόρων μετάλλων, εἰς τὴν μεταλλουργίαν ἐν γένει καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν.

9.—**Ὄζον.** Ἐὰν διὰ τοῦ ὀξυγόνου διαβιβασθοῦν ἡλεκτρικοὶ σπινθήρες, τότε τοῦτο συμπυκνοῦται καὶ ἀποτελεῖ τὸ *ὄζον*, τὸ ὁποῖον ἔχει πολὺ μεγαλυτέραν ὀξειδωτικὴν δύναμιν. Τοῦτο παράγεται καὶ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τὰς ἡλεκτρικὰς ἐκκενώσεις (ἀστραπή, κεραυνός).

10.—**Προέλευσις.** Εύρίσκεται ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα καὶ ἀποτελεῖ τὰ $\frac{1}{5}$ περίπου τοῦ ὄγκου του. Ἡνωμένον ἀπαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν καὶ τὰς λευκωματώδεις οὐσίας, αἱ ὁποῖαι εἶναι τὰ οὐσιώδη συστατικά τοῦ ζωικοῦ καὶ φυτικοῦ κόσμου.

11.—**Παρασκευή.** Τὸ ἄζωτον παρασκευάζεται εἰς τὰ χημεῖα ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἀφοῦ ἀφαιρεθῇ τὸ ὀξυγόνον ἀπ' αὐτοῦ διὰ τῆς καύσεως φωσφόρου ἐντὸς κλειστοῦ χώρου. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ἄζωτον καλεῖται **ἀτμοσφαιρικόν**. Ἐντὸς κάψης, ἡ ὁποία στηρίζεται ἐπὶ τεμαχίου φελλοῦ, θέτομεν τεμάχιον φωσφόρου καὶ ἀφήνομεν αὐτὴν νὰ ἐπιπλήρῃ ἐντὸς λεκάνης, ἡ ὁποία περιέχει ὕδωρ (σχ. 4). Ἐὰν ἤδη ἀναφλέξωμεν τὸν φωσφόρον καὶ καλύψωμεν αὐτὸν δι' ὑαλίνου κώδωνος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι λευκοὶ καπνοὶ



Σχ. 4

πληροῦν τὸν κώδωνα, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ἀνυψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ. Οἱ λευκοὶ οὔτοι καπνοὶ εἶναι πεντοξειδίου φωσφόρου, τὸ ὁποῖον παρήχθη κατὰ τὴν καύσιν τοῦ φωσφόρου καὶ δι' ἐνώσεως αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀέρος. Τὸ ὀξειδίον τοῦτο διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἀνυψοῦται καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν τοῦ δαπανηθέντος ὀξυγόνου. Τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἀνῆλθεν ἐντὸς τοῦ κώδωνος, εἶναι τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ ὅλου ὄγκου αὐτοῦ καὶ συνεπῶς τὸ ὀξυγόνον ἀποτελεῖ τὸ $\frac{1}{5}$ κατ' ὄγκον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὅταν δὲ καταπαύσῃ τελείως ἡ καύσις, ἔχομεν ἐγκεκλεισμένην ὑπὸ τὸν κώδωνα ποσότητα ἄζωτου ἴσην πρὸς τὰ $\frac{4}{5}$ καὶ ἐπὶ ταύτης δυνάμεθα νὰ πειραματισθῶμεν.

12.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Τὸ ἄζωτον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, ὀλιγώτερον διαλυτὸν τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὸ ὕδωρ, εἰδι-

κοῦ βάρους 0,967 περίπου, ὑγροποιεῖται δυσκόλως εἰς θερμοκρασίαν -194°K .

13.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Τὸ ἄζωτον δὲν ἀναφλέγεται οὔτε ἐνισχύει τὴν καῦσιν τῶν σωμάτων, δὲν διατηρεῖ προσέτι τὴν ζωὴν. Μικρὸν ζῶον εἰσαγόμενον εἰς χῶρον πλήρη ἄζωτου, ἀποθνήσκει ἐξ ἀσφυξίας λόγῳ τῆς ἐλλείψεως ὀξυγόνου, ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομα ἄζωτον. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται μετὰ τινων στοιχείων καὶ ἀποτελεῖ ἄζωτούχους ἐνώσεις λίαν χρησίμους. Τὸ ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ ἄζωτου παραλαμβανόμενον ἄριον εἶναι καθαρώτερον καὶ ἐλαφρότερον κατὰ τι τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ.

14.—**Σημασία τοῦ ἄζωτου.** Τὸ ἄζωτον ὡς στοιχεῖον τοῦ λευκώματος καὶ συνεπῶς τοῦ πρωτοπλάσματος τῶν ζωικῶν καὶ φυτικῶν κυττάρων, ἔχει ὑψίστην σημασίαν. Καὶ τὰ μὲν ζῶα παραλαμβάνουν αὐτὸ διὰ τῶν τροφῶν (κρέατος, γάλακτος, φυτικῶν οὐσιῶν κ.λ.), τὰ δὲ φυτὰ εἴτε ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τοῦ ἀέρος τῇ μεσολαβήσει μικροοργανισμῶν, οἱ ὅποιοι ἀναπτύσσονται εἰς τὰ ὑπόγεια μέρη φυτῶν τινῶν ὡς τῶν ψυχανθῶν (κύαμος, πίσσον, ἐρέβινθος κ. ἄ.), εἴτε ἐκ τοῦ ἐδάφους. Τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ πάλιν θνήσκοντα καὶ ἀποσυντιθέμενα ἀποδίδουν αὐτὸ εἰς τὸν ἀέρα.

Γ'. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

15.—**Προέλευσις.** Τοῦτο εὐρίσκεται ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα κατ' ἐλάχιστα ποσὰ μὴ ὑπερβαίνοντα τὰ 0.03% κατ' ὄγκον. Ἐπίσης ἐλεύθερον εὐρίσκεται εἰς τινας ἡφαιστειώδεις τόπους, ἔνθα ἐξέρχεται ἐκ τῶν ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους κατὰ μεγάλα ποσά. Ἦνωμένον δὲ εὐρίσκεται ἀφθονώτατον εἰς τὴν φύσιν ὡς εἰς τὸ μάρμαρον, τὴν κιμωλίαν, τὸν ἀσβεστόλιθον, τὸν δολομίτην κ.λ.

16.—**Παρασκευὴ.** Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος παράγεται κατὰ τὴν τελείαν καῦσιν πάσης ἀνθρακούχου οὐσίας, κατὰ τὴν ἀναπνοὴν τῶν ζώων, κατὰ τὴν οἶνοπνευματικὴν ζύμωσιν καὶ τὴν πύρωσιν

τοῦ ἀσβεστολίθου (ἀσβεστοποιάν). Μολονότι δὲ τοῦτο παράγεται ἐκ τόσων πηγῶν, ἢ ποσότης, ἢ ὁποία εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀέρα, δὲν ὑπερβαίνει τὰ 0,03% κατ' ὄγκον καὶ τὸ ποσοστὸν τοῦτο παραμένει σχεδὸν σταθερόν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι μέγα μέρος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἀπορροφοῦν ἀφ' ἑνὸς τὰ ὕδατα καὶ ἀφ' ἑτέρου τὰ φυτὰ κατὰ τὴν ἀφομοίωσιν.

Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος παρασκευάζεται εἰς τὰ χημεῖα διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὀξέος τινὸς ἐπὶ ἀσβεστολίθου ἐντὸς βουλφείου φιάλης. Εἰς δὲ τὴν βιομηχανίαν παράγεται εἴτε διὰ τῆς καύσεως τοῦ ἀνθρακος, εἴτε διὰ πυρώσεως τοῦ ἀσβεστολίθου, ὅτε παράγεται ἀφ' ἑνὸς ἀσβεστος, ἀφ' ἑτέρου δὲ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.

17.—Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, γεύσεως ὑποξίνου, εἰδικοῦ βάρους 1, 5, διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ δὲ διαλυτότης του αὐξάνει μετὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐπιφερομένης πιέσεως. Ὑγροποιεῖται ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° K καὶ πίεσιν 35 ἀτμοσφαιρῶν καὶ παρέχει ὑγρόν, τὸ ὁποῖον φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς χαλυβδίνων κυλίνδρων. Τοῦτο ἐξατμιζόμενον προκαλεῖ ἰσχυρὰν ψύξιν.

18.—Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος δὲν εἶναι καύσιμον, οὔτε συντελεῖ εἰς τὴν καύσιν τῶν σωμάτων, θολώνει ἐπίσης τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ, ὡς ἐκ τοῦ σχηματιζομένου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰσπνεόμενον δὲ προκαλεῖ ἀσφυξίαν. Αἱ τρεῖς πρῶται ιδιότητες χρησιμεύουν διὰ τὴν πρόχειρον ἀναγνώρισιν αὐτοῦ.

19.—Χρῆσις. Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος χρησιμεύει διὰ τὴν παρασκευὴν ἀνθρακικῶν ἀλάτων (σόδας κ.ἄ.), λεμονάδων (γκαζοζῆν) καὶ τεχνητῶν ἀφρωδῶν ποτῶν (ὕδωρ Seltz), τῶν ὁποίων ὁ ἀφρισμὸς προέρχεται ἐκ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν ἐν διαλύσει ὑπάρχοντες διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἀπελευθεροῦται, ἅμα ὡς ἐκλείψῃ ἢ πίεσις, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται. Ἐπίσης χρησιμοποιοῖται πρὸς πίεσιν τοῦ ζύθου ἐντὸς τῶν βαρελίων καὶ ἀνύψωσιν αὐτοῦ ἐκ τῶν ὑπογείων εἰς τὸν τόπον τῆς καταναλώσεως.

20.—**Σύγκρισις τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος πρὸς τὸ ἄζωτον.** Τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ὁμοιάζει πρὸς τὸ ἄζωτον, διότι δὲν ἀναφλέγεται, δὲν ἐνισχύει τὴν καϋσιν τῶν σωμάτων καὶ δὲν διατηρεῖ τὴν ζωὴν. Διακρίνεται δ' ὅμως αὐτοῦ, ἐπειδὴ ἐρυθραίνει τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου καὶ θολώνει τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ.

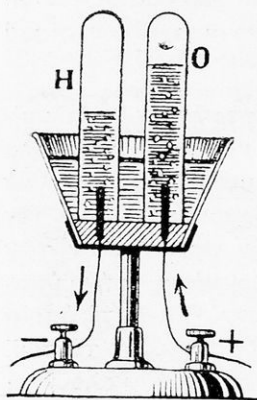
II. Υ Δ Ω Ρ

21.—**Προέλευσις.** Τὸ ὕδωρ ἀπαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν εἴτε ὡς ὑγρὸν, εἴτε ὡς στερεόν, εἴτε ὡς ἀέριον. Ἀναλόγως δὲ τῆς προελεύσεως καλεῖται *δμβριον, χιόνιον, πηγαῖον, φρεάτιον, ποτάμιον* καὶ *θαλάσσιον*. Τὰ ὕδατα ταῦτα γενικῶς καλοῦνται *φυσικὰ* καὶ ὅπως γνωρίζομεν, ταῦτα περιέχουν διαλελυμένας ἢ αἰωρημένας διαφόρους οὐσίας. Τὰ φυσικὰ ὕδατα, τὰ ὅποια περιέχουν μεγάλας ποσότητας στερεῶν ἢ αερίων μεταλλικῶν οὐσιῶν, καλοῦνται *μεταλλικά*, ἐπειδὴ δὲ τὰ ὕδατα ταῦτα ἔχουν καὶ θεραπευτικὴν ἱκανότητα, λέγονται καὶ *ιαματικά*.

22.—**Πόσιμα ὕδατα.** Ὅταν τὰ φυσικὰ ὕδατα περιέχουν διαλελυμένας οὐσίας κατὰ μικρὰ ποσὰ καὶ δὴ τόσα ὥστε νὰ εἶναι κατάλληλα πρὸς πόσιν, λέγονται *πόσιμα*. Τὸ καλὸν πόσιμον ὕδωρ πρέπει νὰ εἶναι διαυγές, ἄοσμον, ἀεριούχον, γεύσεως εὐαρέστου, νὰ διαλύῃ τὸν σάπωνα ἄνευ θρομβώσεως, νὰ εἶναι κατάλληλον πρὸς βράσιν τῶν ὀσπρίων, νὰ λευκαίνει τὰς ὀθόνας καὶ ἐξαερούμενον νὰ μὴ ἀφήνῃ ὑπόλειμμα ὑπερβαίνον τὸ $1\frac{1}{2}$ γραμμόριον κατὰ λίτρον. Ὑδατα, τὰ ὅποια ἐνέχουν ἐν διαλύσει στερεὰς οὐσίας περισσοτέρας τοῦ ποσοῦ τούτου, θεωροῦνται ἀκατάλληλα πρὸς χρῆσιν. Τὰ τοιαῦτα ὕδατα καλοῦνται *σκληρὰ*, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ πληροῦντα τοὺς ἀνωτέρω ὅρους, τὰ ὅποια καλοῦνται *μαλακά*. Ἀκόμη διὰ νὰ εἶναι τὸ ὕδωρ πόσιμον, δεόν νὰ εἶναι ἀπηλλαγμένον ἀπὸ ἐπικίνδυνα μικρόβια (χολέρας, τύφου κ.λ.). Διὰ τοῦτο εἰς περίπτωσιν σχετικῶν ἐπιδημιῶν τὸ ὑποπτον ὕδωρ βράζεται ἐπὶ τινὰ λεπτὰ τῆς ὥρας καὶ ἀφοῦ ψυχθῇ, χρησιμοποιεῖται πρὸς πόσιν. Διὰ νὰ εἴμεθα δὲ ἀπολύτως ἐξησφαλισμένοι περὶ τούτου, δεόν νὰ ἐξετάζεται τοῦτο χημικῶς καὶ μικροβιολογικῶς.

23.—**Καθαρισμός τοῦ φυσικοῦ ὕδατος.** Ὅταν θέλωμεν νὰ ἀπαλλάξωμεν τὸ φυσικὸν ὕδωρ ἀπὸ τὰς ἐν αὐτῷ αἰωρούμενας στερεὰς οὐσίας, διαβιβάζομεν αὐτὸ διὰ σωμάτων, τὰ ὅποια ἔχουν μικροὺς πόρους, ὡς εἶναι ὁ χάρτης, οἱ πορώδεις λίθοι κ.λ. Διερχόμενον δι' αὐτῶν τὸ ὕδωρ καθίσταται καθαρὸν, αἱ δὲ αἰωρούμεναι ξέναι οὐσίαι κατακρατοῦνται. Ἡ ἐργασία αὕτη καλεῖται *διήθησις* ἢ *διύλισις* καὶ ἐπ' αὐτῆς στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τῶν διυλιστηρίων. Διὰ νὰ ἀπαλλάξωμεν τὸ ὕδωρ καὶ ἐκ τῶν διαλελυμένων οὐσιῶν, τὰς ὁποίας φέρει, ὑποβάλλομεν αὐτὸ εἰς *ἀπόσταξιν*, τὸ δὲ οὕτω λαμβανόμενον ὕδωρ καλεῖται *ἀπεσταγμένον*.

24.—**Ἀνάλυσις τοῦ καθαροῦ ὕδατος.** Διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ συστατικά τοῦ ὕδατος, χρησιμοποιοῦμεν εἰδικὴν συσκευήν, ἡ ὁποία καλεῖται *βολτάμετρον*. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινον δοχεῖον κωνικόν



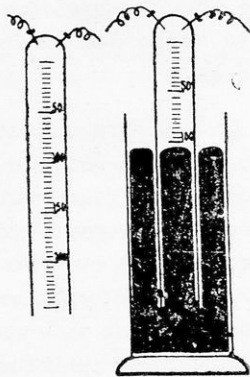
Σχ. 5

(σχ. 5), τὸ ὅποιον φέρει εἰς τὸν πυθμένα πρσσηρμοσμένα διὰ συντήξεως δύο ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου, ἐξέχοντα πρὸς τὰ ἔσω, τὰ ὅποια δύνανται νὰ συγκοινωνήσουν μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἐντὸς τοῦ δοχείου τούτου θέτομεν ὕδωρ, εἰς τὸ ὅποιον ρίπτομεν ὀλίγας σταγόνas θειικοῦ ὀξέος καὶ ἄνωθεν τῶν ἐλασμάτων ἀναστρέφομεν δύο σωλῆνας πλήρεις ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ. Ὅταν κατόπιν ἐνώσωμεν τὰ ἐλάσματα μὲ τοὺς πόλους τῆς στήλης, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπὸ τὰ ἐλάσματα ἐκφεύγουν μικραὶ φυσαλίδες, οἱ ὁποῖαι ἀνέρχονται καὶ ἐκτοπίζουν τὸ ὕδωρ.

Ἐὰν δὲ ἀφήσωμεν τὸ ρεῦμα νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τινὰ χρόνον, ἐὰ ἴδωμεν, ὅτι τὸ ἀέριον τοῦ σωλῆνος τὸ ἐκλυόμενον ἀνωθεν τοῦ ἐλάσματος, τὸ ὅποιον συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης (ἄνοδον), εἶναι τὸ ἡμισυ τοῦ ἄλλου κατ' ὄγκον. Ἀφοῦ κλείσωμεν τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου καὶ ἐξαγάγωμεν αὐτόν, παρατηροῦμεν, ὅτι οὗτος περιέχει ἀέριον, τὸ ὅποιον εἶναι ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον.

Ἐὰν δὲ εἰσαγάγωμεν κηρίον ἀνημμένον ἢ παρασχίδα ἡμιδιάπυρον, βλέπομεν, ὅτι τὸ μὲν ἀέριον δὲν ἀναφλέγεται, τὸ κηρίον ὅμως ἢ ἡ ἡμιδιάπυρος παρασχὶς καίεται μὲ ζωηρὰν λάμψιν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον ἐγκλείεται εἰς τὸν σωλῆνα τοῦτον, εἶναι ὀξυγόνον. Ἐὰν ἐξετάσωμεν κατόπιν τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον φέρει ὁ ἕτερος σωλῆν, ὁ ὁποῖος εἶναι ἄνωθεν τοῦ ἐλάσματος τοῦ συνδεδεμένου μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης (κάθοδον), βλέπομεν ὅτι ὁ ὄγκος του εἶναι διπλάσιος τοῦ ἄλλου. Ἐπίσης παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον. Ἐὰν ἐντὸς αὐτοῦ εἰσαγάγωμεν ἡμιδιάπυρον παρασχίδα, αὕτη σβέννυται. Ἐὰν ὅμως πλησιάσωμεν κηρίον ἀνημμένον, τὸ ἀέριον ἀναφλέγεται καὶ καίεται μὲ φλόγα ἀλαμπῇ. Τὸ ἀέριον τοῦτο, τὸ ὁποῖον δὲν συντελεῖ εἰς τὴν καύσιν τῶν σωμάτων, ἀλλ' εἶναι ἀναφλέξιμον, καλεῖται ὑδρογόνον. Ἡ ἀνάλυσις αὕτη τοῦ ὕδατος, ἐπειδὴ γίνεται διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, καλεῖται *ἡλεκτρολύσις*.

25.—**Σύνθεσις τοῦ ὕδατος.** Διὰ νὰ βεβαιωθῶμεν καλύτερον ὅτι τὸ ὕδωρ ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου, ἐκτελοῦμεν τὴν ἀντίστροφον ἐργασίαν, ἥτοι ἐνώνομεν ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον πρὸς παρασκευὴν ὕδατος. Τὸ τοιοῦτον ἐπιτυχάνομεν δι' ἰδίας συσκευῆς, ἢ ὁποία καλεῖται *εὐδιόμετρον* (σχ. 6). Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινου σωλῆνα μήκους 20—30 ἐκ. μ. μὲ παχέα τοιχώματα διηρημένον εἰς κυβικὰ ἑκατοστὰ κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον. Εἰς τὸ κλειστὸν τοῦτο ἄκρον φέρει προσηρμοσμένα διὰ συντήξεως δύο ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀπέναντι ἀλλήλων καὶ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν. Πληροῦμεν τὸν σωλῆνα τοῦτον δι' ὑδραργύρου καὶ ἀντιστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης, ἢ ὁποία περιέχει ἐπίσης ὑδράργυρον. Εἰσάγομεν κατόπιν ἐντὸς αὐτοῦ 50 κ. ἐκ. ὀξυγόνου καὶ 50 κ. ἐκ. ὑδρογόνου. Τὰ ἀέ-



Σχ. 6

ρια ταῦτα εὐρίσκονται οὕτως ἐγκεκλεισμένα ἐντὸς αὐτοῦ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Θέτομεν εἰς ἐπικοινωνίαν τὰ ἐλάσματα μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτρικῆς πηγῆς, ὅτε μεταξὺ τῶν ἐλασμάτων ἐντὸς τοῦ σωλῆνος παράγεται σπινθήρ μετὰ ἰσχυροῦ κρότου, ἐνῶ ταυτοχρόνως ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται καὶ ἐγκλείει ὑπεράνω αὐτοῦ ὄγκον τινὰ ἀερίου. Βυθίζομεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς τῆς λεκάνης, μέχρις ὅτου ὁ ὑδράργυρος τῆς λεκάνης καὶ τοῦ σωλῆνος φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὅποτε τὸ ἐντὸς ἀέριον εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν. Ὄταν ψυχθῇ ὁ σωλῆν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἀέριον κατέχει ὄγκον μόνον 25 κυβ. ἐκατ. Καὶ ἐὰν ἐξετάσωμεν τὸ ἀέριον τοῦτο, εὐκόλως ἀναγνωρίζομεν ὅτι εἶναι ὀξυγόνον. Συγχρόνως δὲ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν παρειῶν τοῦ μέρους ἐκείνου τοῦ σωλῆνος, τὸ ὁποῖον ἔρχεται εἰς ἐπαφήν μὲ τὸ ἀέριον, ἐπικάθηται ὕδωρ ὑπὸ μορφήν δρόσου. Τὰ 50 κυβ. ἐκ. ἄρα τοῦ ὑδρογόνου, τὰ ὁποῖα ἐξηφανίσθησαν, ἠνώθησαν μὲ τὰ 25 κυβ. ἐκ. ὀξυγόνου καὶ ἐσχημάτισαν ὕδωρ.

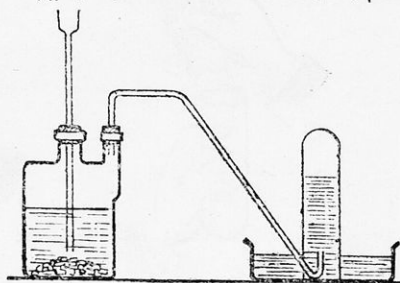
Διὰ τῆς συνθέσεως καὶ ἀναλύσεως τοῦ ὕδατος μανθάνομεν ὅτι: α) *τὸ ὕδωρ ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ὕδρογόνου* καὶ β) *οὗτο ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ὀγκοῦς ὕδρογόνου καὶ ἑνα ὀξυγόνου.*

26.—**Ἰδιότητες τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ, ὡς εἴπομεν, παρουσιάζεται καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς φυσικὰς καταστάσεις καὶ ἀποτελεῖ οὐσιῶδες συστατικὸν ἔλων τῶν ζώντων ὁργανισμῶν. Τὸ καθαρὸν ὕδωρ εἶναι ἄοσμον, ἄγευστον, ἄχρουν εἰς μικρὸν πάχος, χροιάς δὲ κυανῆς εἰς μεγαλύτερον. Μία κυβικὴ παλάμη ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 4° K ζυγίζει 1 χιλιόγραμμα. Κατὰ τὴν πῆξιν αὐξάνεται κατ' ὄγκον, τὸ δὲ εἰδικὸν βάρος τοῦ πάγου εἶναι 0,918 καὶ διὰ τοῦτο οὗτος ἐπιπλέει. Εἶναι ἐν τῶν σημαντικωτέρων διαλυτικῶν μέσων, δύναται δὲ νὰ διαλύσῃ διάφορα ποσὰ στερεῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα κατόπιν, ἐὰν τὸ ὕδωρ ἐξατμισθῇ, ἀποτίθενται. Ἐπίσης διαλύει ὑγρὰ καὶ ἀέρια, τὸ ποσοστὸν δὲ τῶν διαλυομένων ἀερίων εἶναι διάφορον ἀναλόγως τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πίεσεως.

Α'. ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ

21.—**Προέλευσις.** Τὸ ὑδρογόνον ἀπαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν εἴτε ἐλεύθερον μεταξὺ τῶν διαφόρων ἀερίων, τὰ ὅποια ἐκφυσῶνται ἐκ τῶν ἡφαιστειῶν, εἴτε ἠνωμένον μετὰ ὀξυγόνου εἰς τὸ ὕδωρ, μετ' ἀνθρακος δὲ καὶ ὀξυγόνου εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς φυτικὰς καὶ ζωικὰς οὐσίας.

28.—**Παρασκευὴ.** Τὸ ὑδρογόνον παρασκευάζεται εἰς τὰ ἐργαστήρια διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἀραιοῦ ὑδροχλωρικοῦ ἢ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ ψηγμάτων ψευδαργύρου. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται δίκλινος φιάλη (σχ. 7), ἡ καλουμένη Βούλφειος, ὅπου τὸ παραγόμενον ἀέριον συλλέγεται δι' ἐκτοπίσεως ὕδατος εἰς ὑαλίνους κυλίνδρους ἢ φιάλας. Πειθόμεθα δὲ ὅτι τὸ ἀέριον τοῦτο εἶναι ὑδρογόνον, πλησιάζοντες εἰς ἓνα τῶν κυλίνδρων τούτων πυρεῖον ἀνημμένον, ὁπότε τὸ ἀέριον ἀναφλέγεται μὲ φλόγα ἀλαμπῇ, ἐνῶ εἰς τὰ



Σχ. 7

ἔσωτερικὰ τοιχώματα ἐπικάθηνται σταγονίδια δρόσου. Εἰς τὴν βιομηχανίαν τὸ ὑδρογόνον παρασκευάζεται καὶ κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν μαγειρικοῦ ἁλτος διαλελυμένου εἰς τὸ ὕδωρ, συλλέγεται δὲ εἰς χαλυβδίνους σωλῆνας μεγάλης ἀντοχῆς ὑπὸ πίεσιν 120—150 ἀτμοσφαιρῶν.

29.—**Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ καθαρὸν ὑδρογόνον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον καὶ ἄγευστον. Ἀναστρέφοντες σωλῆνα πλήρη ὑδρογόνου μὲ τὸ στόμιον πρὸς τὰ ἄνω, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον, ὅτι ὑδρογόνον δὲν ὑπάρχει ἐντὸς τούτου, ὡς πιστοποιεῖται διὰ ἀνημμένου πυρεῖου. Συμπεράνουμεν ἐκ τούτου ὅτι τὸ ὑδρογόνον εἶναι ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος καὶ συνεπῶς εἶναι δυνατόν νὰ μεταγγίσωμεν αὐτὸ ἀπὸ ἑνὸς σωλῆνος εἰς ἄλλον, καθ' ὃν τρόπον δεικνύει τὸ

σχῆμα 8. Συγκρινόμενον πρὸς ἄλλα ἀέρια εἶναι τὸ ἐλαφρότερον ὅλων, ἔχει δ' εἰδικὸν βάρος 0,0695.

Ἐὰν καλύψωμεν δι' ἀπορροφητικοῦ χάρτου τὸ στόμιον ἀνεστραμμένης φιάλης πλήρους ὑδρογόνου καὶ κατόπιν, ἀφοῦ ἐπαναφέρωμεν αὐτὴν εἰς τὴν θέσιν της ἐκ νέου, πλησιάσωμεν ἀνημμένον κηρίον, βλέπομεν τότε ὅτι τὸ ὑδρογόνον ἀναφλέγεται ἄνωθεν τοῦ χάρτου (σχ. 9), ἥτοι διεπέρασε τὸν χάρτην. Ἐπίσης διαπερᾷ εὐκόλως καὶ πάντα τὰ πορώδη σώματα. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἐδυσχέρανεν ἐπὶ μα-



Σχ. 8



Σχ. 9

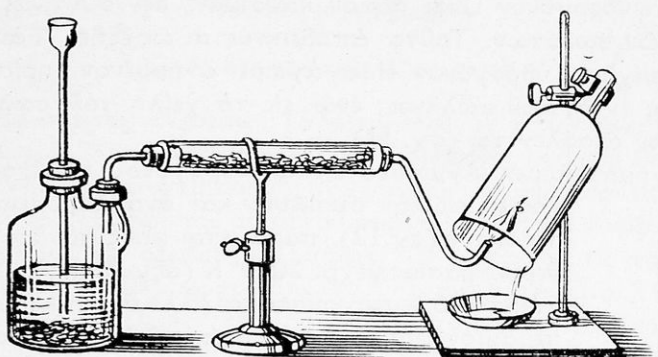
κρὸν τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ὑδρογόνου πρὸς πλήρωσιν τῶν ἀεροστάτων, ἢ δυσχέρεια ὅμως αὕτη ὑπερενικήθη διὰ τῆς κατασκευῆς ἀδιαπεράστων περιβλημάτων.

Τὸ ὑδρογόνον εἶναι ὀλίγον δ.αλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὑγροποιεῖται εἰς -242°K .

30.—**Χημικαὶ ἰδιότητες.** Μίγμα ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου ἀναφλέγεται μετὰ κρότου, ἐξ οὗ καὶ τὸ μίγμα *κροτοῦν ἀέριον* καλεῖται. Τοιοῦτο ἀέριον σχηματίζεται, ἐὰν ἀναμίξωμεν ὑδρογόνον μετὰ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Εἰς τὴν βούλφειον φιάλην ἀντικαθιστῶμεν τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα δι' ἄλλου κεκαμμένου κατ' ὀρθὴν γωνίαν, ὃ ἐποῖος συκοινωνεῖ μὲ ὑάλινον κύλινδρον πλήρη χλωριούχου ἰσβεστίου, τὸ ὅποιον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ τοὺς ὕδρατμους (σχ. 10). Ὁ κύ-

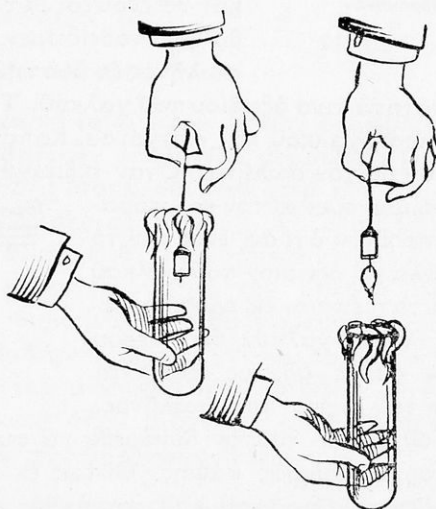
λινδρος οὗτος φέρει εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον σωλῆνα κεκαμμένον ἀπολήγοντα εἰς ἄκρον ὀξὺ καὶ ἀνοικτόν, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐκφεύγει τὸ



Σχ. 10

ὕδρογονον καθαρὸν καὶ ἀπηλλαγμένον ὑδρατμῶν. Ἀφοῦ ἀφήσωμεν ἐπὶ τινα χρόνον νὰ ἐξέλθῃ ἀρκετὸν ἀέριον, ὥστε νὰ συμπαρασύρῃ τὸν ἐντὸς τῆς συσκευῆς ἀέρα καὶ ἀναφλέξωμεν αὐτὸ εἰς τὸ ἄκρον, βλέπομεν ὅτι τὸ ὕδρογονον καίεται μὲ ἀμυδρὰν φλόγα. Ἐὰν εἰς τὴν φλόγα αὐτὴν εἰσαγάγωμεν λεπτὸν σύρμα σιδηροῦν, τοῦτο ἐρυθροπυροῦται καὶ τήκεται. Ἡ φλόξ τοῦ ὕδρογονοῦ ἄρα εἶναι θερμοτάτη.

Τὸ ὕδρογονον καιόμενον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος καὶ ἀποτελεῖ ὕδωρ. Τοῦτο ἀποδεικνύεται, ἐὰν καλύψωμεν τὴν φλόγα τοῦ καιομένου ὕδρογονοῦ διὰ ξηροῦ ὑαλίνου κώδωνος, ὡς φαίνεται εἰς τὸ

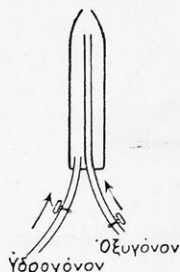


Σχ. 11

σχῆμα 10, ὁπότε μικραὶ σταγόνες ὕδατος ἐπικάθηνται εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος.

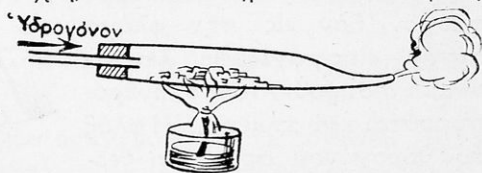
Ἐνῶ τὸ ὕδρογόνον εἶναι ἀέριον καύσιμον, δὲν συντελεῖ εἰς τὴν καῦσιν τῶν σωμάτων. Τοῦτο ἀποδεικνύεται ὡς ἑξῆς: Ἐὰν εἰς σωλῆνα περιέχοντα ὕδρογόνον εἰσαγάγωμεν ἀνημμένον κηρίον, τοῦτο σβέννυται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ἐνῶ εἰς τὰ χεῖλη τοῦ σωλῆνος τὸ ὕδρογόνον ἀναφλέγεται (σχ. 11).

Ἐὰν σχηματίσωμεν μίγμα δύο ὀγκων ὕδρογόνου καὶ ἑνὸς ὀξυγόνου εἰς εἰδικὴν συσκευὴν καὶ ἀναφλέξωμεν αὐτὸ εἰς τὸ ἄκρον (σχ. 12), παράγεται φλόξ ἀμυδρὰ ὑψηλῆς θερμοκρασίας μέχρι 2000°K (ὀξυυδρική). Δι' αὐτῆς τήκεται ὁ λευκόχρυσος καὶ ἄλλα δύστηκτα σώματα, τεμάχιον δὲ ἀσβέστου ἐντὸς αὐτῆς λευκοπυροῦται καὶ διαχέει ἐντονον φῶς καλούμενον φῶς τοῦ Drummond.



Σχ. 12

Τὸ ὕδρογόνον ἔχει μεγάλην ἱκανότητα νὰ ἀφαιρῇ ὀξυγόνον ἀπὸ διαφόρους ὀξυγονούχους ἐνώσεις καὶ νὰ ἐνοῦται μετ' αὐτοῦ εἰς ὕδωρ. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Ἐντὸς σωλῆνος ἐκ δυστήκτου ὑάλου (σχ. 13) θέτομεν ποσότητά τινα ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Τοῦτο εἶναι κόνις μέλαινα καὶ εἶναι ἐνώσις χαλκοῦ καὶ ὀξυγόνου. Κατέπιν διαβιβάζομεν ρεῦμα ὕδρογόνου εἰς τὸν σωλῆνα. Ὅταν ἐκδιωχθῇ τελείως ὁ ἀήρ ἐκ τοῦ σωλῆνος, θερμαίνομεν αὐτὸν καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ μελανὸν ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ μετατρέπεται εἰς ἐρυθρὸν μεταλλικὸν χαλκόν, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀτμός ὕδατος ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 13

Τὸν ἀτμὸν τοῦτον δυνάμεθα νὰ συμπυκνώσωμεν εἰς σταγόνας ὕδατος ἐπὶ ψυχρᾶς κάψης. Οὕτως ἐκ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἀφηρέθη τὸ ὀξυγόνον καὶ παρήχθη χαλκὸς ἥτοι τὸ ὀξείδιον ἀνήχθη εἰς χαλκόν.

Γενικῶς καλεῖται **ἀναγωγή** ἡ ἀφαίρεσις τοῦ ὀξυγόνου ἐν ὅλῳ

ἢ ἐν μέρει ἀπὸ ὀξυγονοῦχα σώματα καὶ εἶναι ἀντίθετος τῆς ἔξειδωσης. Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀναγωγικῆς ιδιότητος τοῦ ὕδρογόνου εὐρέθη ἡ σύστασις τοῦ ὕδατος κατὰ βάρος.

Β'. ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΟΝ ΥΔΩΡ

31.—**Ιδιότητες—Χρῆσις.** Τὸ ὀξυγονοῦχον ὕδωρ ἀνεκαλύφθη τὸ πρῶτον τὸ 1818. Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἄοσμον, γεύσεως δυσαρέστου μεταλλικῆς. Ἀποσυντίθεται εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εἰς ὕδωρ καὶ εἰς ὀξυγόνον. Ἔνεκα τοῦ ἀναπτυσσομένου ὀξυγόνου τὸ ὀξυγονοῦχον ὕδωρ ἐνεργεῖ ὡς ὀξειδωτικὸν σῶμα. Τὸ φερόμενον εἰς τὸ ἐμπόριον εἶναι διάλυμα εἰς ὕδωρ, τοῦ ὁποίου ἡ περιεκτικότης εἶναι 3 %. Χρησιμοποιεῖται πρὸς λεύκανσιν τῆς μετάξης τοῦ ἐρίου, τῶν πτερῶν, τοῦ λίνου, τῶν σπόγγων, πρὸς μετατροπὴν τῶν μελανῶν τριχῶν εἰς ξανθὰς καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς ἀντισηπτικὸν πρὸς πλύσιν τῶν πληγῶν, τῆς κοιλότητος τοῦ στόματος κ.λ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Ι. ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

32.—**Μῖγμα.** *Καλοῦμεν μῖγμα τὸ προῖόν, τὸ ὁποῖον λαμβάνεται ἀπὸ τὴν καθ' οἰανδήποτε ποσοτικὴν ἀναλογίαν ἀνάμιξιν δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων, τὰ ὁποῖα διατηροῦν καὶ μετὰ τὴν ἀνάμιξιν τὰς χαρακτηριστικὰς τῶν ιδιοτήτας.* Οὕτως ἂν ἀναμίξωμεν ρινίσματα σιδήρου καὶ ἄνθη θείου καθ' οἰανδήποτε ἀναλογίαν, λαμβάνομεν κόνιν ὁμοιογενῆ φαιοκιτρίνην, εἰς τὴν ὁποίαν ὅμως διὰ μικροσκοπίου δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τοὺς μικροτάτους κόκκους τοῦ θείου ἀπὸ τοὺς τοῦ σιδήρου. Διὰ μαγνήτου δυνάμεθα νὰ ἀποχωρίσωμεν τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου ἀπὸ τοῦ θείου. Μῖγμα ἐπίσης εἶναι καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, διότι εἰς αὐτὸν ἕκαστον τῶν συστατικῶν του διατηρεῖ τὰς ιδιοτήτας του.

33.—**Χημικὴ ἔνωσις.** Αὕτη εἶναι ἡ καθ' ὥρισμένην ἀναλογίαν ἔνωσις δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων, ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει νέον σῶμα, νέας ἔχον ιδιοτήτας. Ἐὰν π.χ. ἐνώσωμεν 7 μέρη βά-

ρους σιδήρου καὶ 4 μέρη βάρους θείου ἢ πολλαπλάσια τούτων καὶ τὴν σχηματισθεῖσαν κόνιν καύσωμεν, παράγεται τὸ σῶμα θειοῦχος σιδήρος. Τοῦτο οὐδόλως ὁμοιάζει πρὸς τὸ θεῖον καὶ τὸν σίδηρον, οὔτε εἶναι δυνατόν νὰ διακρίνωμεν, ὅπως εἰς τὸ μῖγμα καὶ διὰ τοῦ πλέον ἰσχυροῦ μικροσκοπίου τοὺς κέκκους τοῦ θείου καὶ τοῦ σιδήρου, ὁ δὲ μαγνήτης οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἐπ' αὐτοῦ ἔχει. Ἐπίσης τὸ ὕδωρ εἶναι χημικὴ ἔνωσις, διότι τὰ συστατικὰ αὐτοῦ ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον ἐνοῦνται καθ' ὠρισμένην ποσοτικὴν ἀναλογίαν καὶ παράγεται νέον σῶμα, τὸ ὁποῖον διαφέρει οὐσιωδῶς τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὕδρογόνου.

34.—**Χημικὴ συγγένεια.** Τὰ διάφορα σώματα διὰ νὰ ἐνωθοῦν, πρέπει νὰ ἔχουν μεταξύ των τάσιν πρὸς ἔνωσιν. Ἡ τάσις αὕτη καλεῖται *χημικὴ συγγένεια* καὶ εἶναι διάφορος μεταξύ τῶν διαφόρων σωμάτων. Οὕτω τεμάχιον φωσφόρου τίθμενον εἰς ἀπλὴν ἐπαφήν μὲ ἰώδιον, ἐνοῦται μετ' αὐτοῦ, ἡ δὲ ἔνωσις συνοδεύεται μετὰ φλογὸς λόγῳ τῆς μεγάλης μεταξὺ αὐτῶν χημικῆς συγγενείας. Ὁ ὑδράργυρος διὰ νὰ ἐνωθῇ μὲ τὸ ὀξυγόνον, πρέπει νὰ θερμανθῇ. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὕδρογόνον διὰ νὰ ἐνωθοῦν εἰς ὕδωρ εἰς τὸ εὐδιόμετρον, ἐβοήθησεν ὁ ἠλεκτρισμός. Ἄλλα στοιχεῖα, ὡς τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ χλώριον, διὰ νὰ ἐνωθοῦν, πρέπει νὰ δεχθοῦν τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός. Συνεπῶς τὴν χημικὴν συγγένειαν ὑποβοηθοῦν διάφορα μέσα. Τοιαῦτα μέσα εἶναι ἡ *ἀπλὴ ἐπαφή, ἡ θερμότης, τὸ φῶς, ὁ ἠλεκτρισμός καὶ ἡ κατάλυσις*, κατὰ τὴν ὁποίαν οὐσίαι τινὲς μεσολαβοῦν πρὸς ἔνωσιν ἢ καὶ ἀποσύνθεσιν ἑνὸς συνθέτου σώματος, χωρὶς αὗται νὰ ἀλλοιοῦνται. Αἱ οὐσίαι αὗται καταλύονται ὡς π.χ. ὁ σπόγγος λευκοχρύσου, τίθμενος εἰς μῖγμα ὀξυγόνου καὶ ὕδρογόνου, προκαλεῖ τὴν ἔνωσιν τούτων· ὁ πυρολουσίτης θερμαινόμενος μετὰ χλωρικοῦ καλίου ὑποβοηθεῖ τὴν ἀποσύνθεσιν αὐτοῦ.

Ἐὰν ἐντὸς διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ (γαλαζόπετρας) ἐμβαπτίσωμεν ράβδον σιδηρᾶν, ὁ σίδηρος ἐκδιώκει τὸν χαλκὸν ἐκ τῆς ἐνώσεως καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν αὐτοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφεί-

λεται εἰς τὴν διαφορὰν τῆς χημικῆς συγγενείας μεταξὺ τῶν σωμάτων καὶ λέγεται *χημικὴ ἀντικατάστασις*.

35.—**Ἄτομα-Μόρια.** Ὅπως εἶδομεν εἰς τὴν Φυσικὴν, *ἄτομον* καλεῖται ἡ ἐλαχίστη ποσότης ἀπλοῦ τινος σώματος, ἀδιαίρετος φυσικῶς καὶ χημικῶς καὶ μὴ δυναμένη νὰ ὑπάρξῃ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν. *Μόριον* δὲ σώματός τινος καλεῖται ἡ ἐλαχίστη ποσότης αὐτοῦ, ἡ μηχανικῶς ἀδιαίρετος, ἡ ὁποία δύναται νὰ ὑπάρξῃ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν. Τὰ ἅτομα ἐνούμενα ἀποτελοῦν τὰ μόρια. Καὶ τὰ μὲν μόρια τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἀποτελοῦνται ἐπὶ ὁμοία ἅτομα, τῶν δὲ συνθέτων ἀπὸ ἀνόμοια. Οὕτω τὸ μόριον τοῦ ὕδατος περιέχει δύο ἅτομα ὑδρογόνου καὶ ἓν ὀξυγόνου, τὸ μόριον τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος περιέχει ἓν ἄτομον ἀνθρακος καὶ δύο ὀξυγόνου, τὸ μόριον τοῦ ὑδρογόνου περιέχει δύο ἅτομα ὁμοία κ.ἄ.

Ἐὰν λάβωμεν ὡς μονάδα βάρος τοῦ ἀτόμου τὸ βάρος ἑνὸς ἀτόμου ὑδρογόνου καὶ πρὸς αὐτὸ συγκρίνωμεν τὸ βάρος τοῦ ἀτόμου τῶν ἄλλων στοιχείων, εὐρίσκομεν τὸ *ἀτομικὸν βάρος* τῶν στοιχείων. Λέγοντες λ. χ. ὅτι τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 16, ἐννοοῦμεν ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 16 φορὰς βαρύτερον τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου. Λέγοντες ὅτι τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ἄζωτου εἶναι 14, ἐννοοῦμεν ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ἄζωτου εἶναι 14 φορὰς βαρύτερον τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου. Ἐπειδὴ δὲ τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἅτομα, *μοριακὸν βάρος* σώματος ἀπλοῦ ἢ συνθέτου καλεῖται τὸ ὅθροισμα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ μόριον. Τὸ μοριακὸν βάρος λ. χ. τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ βάρος τῶν δύο ἀτόμων τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ἑνὸς τοῦ ὀξυγόνου. Καὶ ἐπειδὴ ἕκαστον ἄτομον ὑδρογόνου ἔχει βάρος 1 καὶ ἕκαστον τοῦ ὀξυγόνου 16, τὸ σύνολον εἶναι 18. Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος εἶναι 44, κ.ο.κ.

Ὅταν δὲ λέγομεν *γραμμοἄτομον* στοιχείου τινός, ἐννοοῦμεν τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ στοιχείου ἐκπεφρασμένον εἰς γραμμάρια. Οὕτω τὸ γραμμοἄτομον τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 16 γραμμάρια,

τοῦ ἄνθρακος 12 γραμμάρια, τοῦ ὑδρογόνου 1 γραμμάριον κ.ο.κ.

Γραμμομόριον δὲ σώματός τινος συνθέτου εἶναι τὸ μοριακὸν βάρος του ἐκπεφρασμένον εἰς γραμμάρια. Οὕτω τὸ γραμμομόριον τοῦ ὕδατος εἶναι 18 γραμμάρια, τὸ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος 44 γραμμάρια κ.ο.κ.

II. ΧΗΜΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ - ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΣΘΕΝΟΣ - ΡΙΖΑΙ

Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις ἀκολουθοῦν ὠρισμένους νόμους τοὺς ἑξῆς.

36.—Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἢ τοῦ Lavoisier. Κατὰ τοῦτον τὸ βάρος παντὸς συνθέτου σώματος εἶναι πάντοτε ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν συνιστώντων αὐτὸ σωμάτων. Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον ἡ ὕλη οὔτε δημιουργεῖται οὔτε καταστρέφεται, ἀλλὰ παραμένει ἐν τῷ κόσμῳ σταθερά.

37.—Νόμος τῶν ὠρισμένων ἀναλογιῶν ἢ τοῦ Proust. "Ὅταν δύο σώματα ἀπλᾶ ἐνώνωνται πρὸς σχηματισμὸν συνθέτου σώματος, τὰ βάρη τῶν συνιστώντων σωμάτων εὐρίσκονται μετὰξὺ των εἰς σχέσιν σταθεράν. Οὕτω διὰ νὰ λάβωμεν 18 γραμμάρια ὕδατος, ἀπαιτοῦνται 2 γραμμάρια ὑδρογόνου καὶ 16 γραμμάρια ὀξυγόνου, ἐὰν δὲ λάβωμεν 3 γραμμάρια ὑδρογόνου καὶ 16 γραμμάρια ὀξυγόνου θὰ μείνῃ μετὰ τὴν σύνθεσιν ὑπόλοιπον 1 γραμμάριον ἐλευθέρου ὑδρογόνου. Ἐπίσης πρὸς σχηματισμὸν τῆς ἐνώσεως θειοῦχος σίδηρος, λαμβάνονται πάντοτε 32 γραμμάρια θείου καὶ 56 γραμμάρια σιδήρου.

38.—Νόμος τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν ἢ τοῦ Dalton. "Ὅταν δύο ἀπλᾶ σώματα δύνανται ἐνούμενα νὰ παραγάγουν διαφόρους ἐνώσεις, τὰ βάρη τοῦ ἐνὸς ἐκ τούτων, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μετὰ ὠρισμένου βάρους τοῦ ἐτέρου, βαίνουν ὡς οἱ ἀκέρατοι ἀριθμοὶ 1, 2, 3 κ.ο.κ. Εἰς τὰς μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐνώσεις τοῦ ἄνθρακος, παρατηροῦμεν, ὅτι μὲ 12 μέρη βάρους ἄνθρακος συντίθενται κατ' ἀρχὰς 16 μέρη βάρους ὀξυγόνου καὶ σχηματίζουν τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Μὲ τὸ αὐτὸ ποσὸν ἄνθρακος συντίθενται καὶ 32 μέρη ὀξυγόνου καὶ σχηματίζουν τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ἦτοι τὸ

αὐτὸ ποσὸν ἄνθρακος ἐνοῦται μὲ διάφορα βάρη ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα μεταξύ των εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1 καὶ 2. Ἐπίσης 28 γραμμάρια ἄζωτου ἐνοῦνται μὲ 16, 32, 48, 64, 80 γραμμάρια ὀξυγόνου. Τὰ βάρη ταῦτα εἶναι μεταξύ των ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4, 5.

39.— **Συμβολικὴ παράστασις τῶν στοιχείων καὶ τῶν συνθέτων σωμάτων - Χημικοὶ τύποι.** Τὰ στοιχεῖα παρίστανται συμβολικῶς διὰ τοῦ ἀρχικοῦ γράμματος τῶν λατινικῶν ὀνομάτων αὐτῶν. Τὸ ὕδρογόνον λ. χ. παρίσταται συμβολικῶς διὰ τοῦ H, διότι τοῦτο εἶναι τὸ ἀρχικὸν γράμμα τῆς λέξεως Hydrogenium, τὸ ὀξυγόνον παρίσταται διὰ τοῦ O, διότι τοῦτο εἶναι τὸ ἀρχικὸν γράμμα τοῦ λατινικοῦ ὀνόματος Oxygenium, τὸ ἄζωτον διὰ τοῦ N, ὡς ἀρχικοῦ γράμματος τοῦ ὀνόματος Nitrogenium. Ἐπειδὴ ὅμως περισσότερα ὀνόματα στοιχείων ἀρχίζουν ἀπὸ τὸ αὐτὸ γράμμα, πρὸς διάκρισιν λαμβάνεται ἐκτὸς τοῦ ἀρχικοῦ γράμματος καὶ ἓν ἄλλο ἐκ τῶν ἐπομένων. Τὸ νάτριον λ. χ., λατινιστὶ Natrium, παρίσταται διὰ τοῦ Na καὶ ὄχι μόνον διὰ τοῦ N, τὸ ὁποῖον παριστᾷ τὸ ἄζωτον. Εἶναι δὲ λίαν ἐξυπηρετικὴ ἡ διὰ συμβόλων παράστασις τῶν στοιχείων, ἐπειδὴ τὸ αὐτὸ σύμβολον δὲν παριστᾷ μόνον τὸ στοιχεῖον, ἀλλὰ ταυτοχρόνως καὶ ὠρισμένον βάρος αὐτοῦ. Λ. χ. τὸ σύμβολον H σημαίνει ὕδρογόνον, ἀλλὰ καὶ ἓν ἄτομον αὐτοῦ, ἥτοι 1 μέρος βάρους αὐτοῦ. Τὸ O παριστᾷ τὸ ὀξυγόνον ἀλλὰ καὶ 16 μέρη βάρους ὀξυγόνου. Τὰ μόρια τῶν ἀπλῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓν ἄτομον, ὅπως εἶναι τὰ μόρια τῶν μετάλλων, παρίστανται ὅπως καὶ τὰ ἅτομα. Τὸ μόριον λ. χ. τοῦ ψευδαργύρου παρίσταται διὰ Zn, τοῦ σιδήρου διὰ τοῦ Fe, τοῦ καλίου διὰ τοῦ K, κ.ο.κ. Τὰ μόρια δέ, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο ἢ τρία ἅτομα, παρίστανται διὰ τοῦ συμβόλου τοῦ στοιχείου μετὰ τοῦ δείκτου 2, 3 κ. λ. Τὸ μόριον λ. χ. τοῦ ὕδρογόνου γράφεται H₂ ἢ 2H, τοῦ ὀξυγόνου O₂ ἢ 2 O, τὸ τοῦ θείου S₂ ἢ 2S, κ.ο.κ.

Τὰ σύνθετα σώματα παρίστανται συμβολικῶς διὰ τύπων, οἱ ὁποῖοι σχηματίζονται διὰ τῆς παραθέσεως τῶν συμβόλων τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται τὸ μόριον.

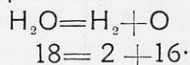
Τὸ μόριον λ.χ. τοῦ ὕδατος παρίσταται συμβολικῶς διὰ τοῦ τύπου H_2O , τὸ μόριον τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακὸς διὰ τοῦ τύπου CO_2 . Ὅταν θέλωμεν νὰ δηλώσωμεν περισσότερα τοῦ ἑνὸς μόρια συνθέτου τινὸς σώματος, γράφομεν πρὸ αὐτοῦ ἀριθμὸν, ὁ ὁποῖος φανερῶνει τὸ ποσὸν τῶν μορίων. Προκειμένου π. χ. νὰ παραστήσωμεν δύο μόρια ὕδατος, γράφομεν $2H_2O$, τρία μόρια διοξειδίου τοῦ ἀνθρακὸς $3CO_2$. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος καλεῖται *συντελεστής* καὶ ἀναφέρεται εἰς ὅλα τὰ ἄτομα τοῦ μορίου, π.χ. ὁ τύπος $3CO_2$ σημαίνει ὅτι τὸ ἀναγραφόμενον ἔχει τρία ἄτομα ἀνθρακὸς καὶ ἕξ ἄτομα ὀξυγόνου. Ὅπως δὲ τὸ σύμβολον τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἐκφράζει συγχρόνως καὶ τὸ ἀτομικὸν του βάρους, οὕτω καὶ ὁ χημικὸς τύπος συγχρόνως ἐκφράζει καὶ τὸ μοριακὸν βάρους τῆς ἐνώσεως, τὴν ὁποίαν παριστᾷ. Οὕτως ὁ τύπος H_2O παριστᾷ τὸ ὕδωρ καὶ ὅτι τοῦτο ἔχει μοριακὸν βάρους 18, ὁ τύπος CO_2 τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακὸς καὶ ὅτι ἔχει μοριακὸν βάρους 44. Ὅθεν διὰ τοῦ χημικοῦ τύπου παριστάνομεν συμβολικῶς πᾶσαν χημικὴν ἐνωσιν ποιοτικῶς καὶ ποσοτικῶς.

Πίναξ ἐμφαίνων τὰ στοιχεῖα μετὰ τῶν συμβόλων καὶ τῶν ἀτομικῶν αὐτῶν βαρῶν.

Όνομα	Σύμβολον	Ότομικόν βάρους	Όνομα	Σύμβολον	Ότομικόν βάρους
Όζωτον	N	14.008	Βισμῳθιον	Bi	209.00
Όνθραξ	C	12.01	Βολφράμιον	W	184.0
Όντιμόνιον	Sb	121.76	Βόριον	B	10.82
Όργίλιον	Al	26.97	Βρώμιον	Br	79.916
Όργόν	A	39.944	Γαδολίνιον	Gd	156.9
Όργυρος	Ag	107.880	Γάλλιον	Ga	69.72
Όρσενικόν	As	74.91	Γερμάνιον	Ge	72.60
Όσβέστιον	Ca	40.08	Δημήτριον	Ce	140.13
Όφνιον	Hf	178.6	Δυσπρόσιον	Dy	162.46
Βανάδιον	V	50.95	Όρβριον	Er	167.64
Βάριον	Ba	137.36	Όρώπιον	Eu	152.0
Βηρύλλιον	Be	9.02	Ζιρκόνιον	Zr	91.22

Όνομα	Σύμβολον	Ατομικὸν βάρος	Όνομα	Σύμβολον	Ατομικὸν βάρος
Ἡλιον	He	4.002	Οὐράνιον	U	238.07
Θάλιον	Tl	204.39	Παλλάδιον	Pd	106.7
Θεῖον	S	32.06	Πρασινοδύμιον	Pr	140.92
Θόριον	Th	232.12	Πρωτακτίνιον	Pa	231.—
Θούλιον	Tu	169.4	Πυρίτιον	Si	28.05
Ἰνδιον	In	114.76	Ράδιον	Ra	226.05
Ἰρίδιον	Ir	193.1	Ραδόνιον(Νιτόν)	Nt	222.—
Ἰώδιον	I	126.92	Ρήνιον	Re	186.31
Κάδμιον	Cd	112.41	Ρόδιον	Rh	102.91
Καίσιον	Cs	132.91	Ρουβίδιον	Rb	85.48
Κάλιον	K	39.096	Ρουθίνιον	Ru	101.7
Κασσιόπειον	Cp	175.0	Σαμάριον	Sa	150.43
Κασσίτερος	Sn	118.70	Σελήνιον	Se	78.96
Κοβάλτιον	Co	58.94	Σίδηρος	Fe	55.84
Κρυπτόν	Cr	83.7	Σκάνδιον	Sc	45.10
Λανθάνιον	La	138.92	Στρόντιον	Sr	87.63
Λευκόχρυσος	Pt	195.23	Ταντάλιον	Ta	180.88
Λίθιον	Li	6.940	Τελλούριον	Te	127.61
Μαγγάνιον	Mn	54.93	Τέρβιον	Tr	159.2
Μαγνήσιον	Mg	24.32	Τιτάνιον	Ti	47.90
Μολυβδαίνιον	Mo	96.0	Υδράργυρος	Hg	200.60
Μόλυβδος	Pb	207.21	Υδρογόνον	H	1.007
Νάτριον	Na	22.997	Υπτέρβιον	Yb	173.04
Νεοδύμιον	Nd	144.27	Υτρίον	Y	88.92
Νέον	Ne	20.183	Φθόριον	F	19.00
Νικέλιον	Ni	58.69	Φωσφόρος	P	31.02
Νιόβιον	Nd	92.91	Χαλκός	Cu	63.57
Ξένον	X	131.3	Χλώριον	Cl	35.457
Όλμιον	Ho	163.5	Χρυσός	Au	197.2
Όξυγόνον	O	16.00	Χρώμιον	Cr	52.01
Όσμιον	Os	191.5	Ψευδάργυρος	Zn	65.38

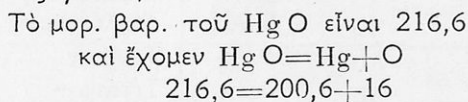
40.—**Χημικαὶ ἐξισώσεις.** Βοηθούμενοι ὑπὸ τῶν συμβόλων καὶ τῶν χημικῶν τύπων παριστάνομεν πᾶσαν χημικὴν ἀντίδρασιν μεταξὺ τῶν διαφόρων σωμάτων διὰ μιᾶς ἰσότητος ἢ ἐξισώσεως. Τῆς ἰσότητος ταύτης τὸ μὲν πρῶτον μέλος περιλαμβάνει τὰ σύμβολα καὶ τοὺς τύπους τῶν ἐπιδρώντων σωμάτων, τὸ δὲ δεύτερον τὰ σύμβολα καὶ τοὺς τύπους τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα προέρχονται ἐκ τῆς ἀντιδράσεως. Ἐκάστη χημικὴ ἐξίσωσις ἔχει διπλὴν σημασίαν, ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν. Οὕτως ἡ ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος παρίσταται ποιοτικῶς διὰ τῆς ἐξισώσεως $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{O}$, ποσοτικῶς δὲ ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὰ σύμβολα διὰ τῶν ἀτομικῶν βαρῶν ἥτοι :



Πρὸς κατάρτισιν τῆς ἐξισώσεως μᾶς ὀδηγεῖ τὸ πείραμα καὶ ὁ νόμος τοῦ Lavoisier. Διὰ τοῦτο ἀπαραίτητος ὅρος εἰς πᾶσαν χημικὴν ἐξίσωσιν εἶναι ὅτι ὅλα τὰ ἅτομα, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς τὸ πρῶτον μέλος, πρέπει νὰ περιέχωνται καὶ εἰς τὸ δεύτερον.

Αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις μᾶς εὐκολύνουν εἰς τὴν λύσιν διαφόρων προβλημάτων τῆς Χημείας π.χ.

1) Πόσον ὀξείδιον ὑδραργύρου (Hg O) πρέπει νὰ θερμάνωμεν, διὰ νὰ λάβωμεν 50 γρ. ὀξυγόνου;



ἥτοι διὰ τὰ 16 γραμ. O ἀπαιτοῦνται 216,6 γραμ. Hg O

» » 50 » » » X;

$= \text{X} \frac{216,6 \cdot 50}{16} = 676,87$ γραμμάρια Hg O ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 50 γραμμάρων ὀξυγόνου.

2) Ποία ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις τοῦ θειικοῦ ὀξέος H_2SO_4 , ἥτοι πόσον θὰ εἶναι τὸ βάρος ἐκάστου στοιχείου τῆς ἐνώσεως ταύτης, ἂν ληφθῇ βάρος 100 γραμμάρων H_2SO_4 ;

Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ H_2SO_4 εἶναι 98, ἥτοι:

Εἰς 98 γραμ. H_2SO_4 περιέχονται 2 γραμ. H , 32 γραμ. S , 64 γραμ. O
εἰς 100 » » » X H ; X S ; X O ;

$$\text{εὐρίσκομεν ὅτι περιέχεται H} = \frac{2.100}{98} = 2,041 \% ,$$

$$\text{S} = \frac{32.100}{98} = 32,653 \% \text{ καὶ}$$

$$\text{O} = \frac{64.100}{98} = 65,306 \% .$$

41.—**Σθένος ἢ ἀτομικότης τῶν στοιχείων - Ρίζαι.** Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὰς διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου μετ' ἄλλων ἀπλῶν σωμάτων, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ μόριον τινῶν μὲν ἐξ αὐτῶν περιέχει ἓν ἄτομον ὑδρογόνου, τινῶν δὲ περισσότερα. Οὕτως:

Εἰς τὸ ὑδροχλώριον HCl ἓν ἄτομον Cl συγκρατεῖ ἓν ἄτομον H
 » » ὕδωρ H_2O » » O » δύο ἄτομα H
 » τὴν ἀμμωνίαν NH_3 » » N » τρία ἄτομα H
 » τὸ μεθάνιον CH_4 » » C » τέσσαρα ἄτομα H
 ἦτοι τὰ στοιχεῖα Cl , O , N , C , ἔχουν τὴν ἰκανότητα νὰ συγκρατοῦν διάφορον ἀριθμὸν ἀτόμων H . Τὴν ἰκανότητα ταύτην καλοῦμεν **σθένος ἢ ἀτομικότητα** τῶν στοιχείων.

Οὕτω διακρίνομεν τὰ στοιχεῖα εἰς μονοσθενῆ, δισθενῆ, τρισθενῆ, τετρασθενῆ κ.λ., ἀναλόγως τῆς ἰκανότητος, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ ἄτομον αὐτῶν νὰ συγκρατῇ 1, 2, 3, 4 κ.λ. ἄτομα ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον εἶναι στοιχεῖον μονοσθενές. Καὶ διὰ μὲν τὰ ἀμέταλλα ὡς μέτρον τοῦ σθένους λαμβάνομεν τὸ ὑδρογόνον, διὰ τὰ μέταλλα τὸ χλώριον.

Πίναξ ἐμφαίνων τὸ σθένος στοιχείων τινῶν

Μονοσθενῆ	Δισθενῆ	Τρισθενῆ	Τετρασθενῆ
H	O	N	C
Cl, Br, J, F	S	As Bi	Si
K Na	Ca	P Au	Pt
Ag	Zn, Cu, Pb, Fe		

Διὰ νὰ παραστήσωμεν συμβολικῶς τὸ σθένος στοιχείου τινός, σημειοῦμεν πλησίον αὐτοῦ τόσας γραμμάς, ὅσας ἄτομα H ἢ Cl ἀπαιτοῦνται, διὰ νὰ κορέσουν τοῦτο. Αἱ γραμμαὶ αὗται καλοῦνται **μονάδες χημικῆς συγγενείας**. Οὕτω τὸ H ὡς μονοσθενές στοιχεῖον

παρίσταται H—, ὁμοίως τὸ K—. Τὸ O ὡς δισθενὲς παρίσταται $O=$ ἢ $-O-$. Τὸ N ὡς τρισθενὲς παρίσταται ἢ $N\equiv$ ἢ $N\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$ ἢ $-N=$. Ὁ ἄνθραξ ὡς τετρασθενὲς στοιχεῖον παρίσταται $C\equiv$ ἢ $=C=$.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{H}-C- \\ | \end{array}$
 Κατὰ ταῦτα τὸ ὕδωρ παρίσταται $H-O-H$, τὸ διοξείδιον
 $\begin{array}{c} | \\ O=C=O \\ | \end{array}$
 τοῦ ἄνθρακος $O=C=O$ ἢ ἀμμωνία $N\begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} H \\ H \\ H \end{smallmatrix}$ κ.λ.

Τὸ σθένος τῶν στοιχείων δὲν εἶναι ἰδιότης σταθερὰ εἰς ὅλα τὰ στοιχεῖα. Οὕτω τὸ θεῖον φέρεται ἄλλοῦ ὡς δισθενὲς, ἄλλοῦ ὡς τετρασθενὲς καὶ ἄλλοῦ ὡς ἑξασθενὲς. Ὁ φωσφόρος ἄλλοῦ ὡς τρισθενὲς καὶ ἄλλοῦ ὡς πεντασθενὲς.

Ὅταν ὅλαι αἱ μονάδες συγγενείας εἰς μίαν ἔνωσην δεσμεύονται, ἡ ἔνωσις λέγεται **κεκορεσμένη**, ὡς HCl , ἂν ὄχι, **ἀκόρεστος** ὡς $HO-$. Τὰ ἀκόρεστα συμπλέγματα στοιχείων, τὰ ὅποια δὲν ὑπάρχουν εἰς ἐλευθέρην κατάστασιν, ἀλλὰ συμπεριφέρονται ὡς στοιχεῖα, καλοῦνται **ρίζαι**. Τοιαῦται π.χ. εἶναι τὸ ὑδροξύλιον ($OH-$), τὸ θειοξύλιον ($SO_2=$), τὸ φωσφοξύλιον ($PO\equiv$), τὸ ἀμμώνιον (NH_4-) κ.ἄ. Τὸ σθένος τούτων καθορίζεται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μονοσθενῶν στοιχείων, μὲ τὰ ὅποια σχηματίζουν κεκορεσμένην ἔνωσην. Οὕτως ἔχομεν ρίζας μονοσθενεῖς, δισθενεῖς κ.λ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Ι. ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ ($NaCl$ μορ. βάρ. 58,5)

42.—**Προέλευσις.** Τὸ χλωριοῦχον νάτριον (μαγειρικὸν ἅλας) ἀπαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν εἴτε διαλελυμένον εἰς τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν καὶ πολλῶν πηγῶν (ἀλιπηγῶν), εἴτε ἐντὸς τῆς γῆς ὡς ὀρυκτόν. Ἐπίσης ἀποτελεῖ φυσιολογικὸν συστατικὸν τοῦ ὀργανισμοῦ, διότι περιέχεται εἰς τὸ αἷμα. Διάλυμα χλωριούχου νατρίου 0,9% ἀποτελεῖ τὸν φυσιολογικὸν ὀρόν, χρήσις τοῦ ὁποίου γίνεται εἰς τὴν ἱατρικὴν.

43.—**Ἐξαγωγή.** Τὸ χλωριοῦχον νάτριον λαμβάνεται ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος δι' ἑξατμίσεως αὐτοῦ ἐντὸς τῶν **ἀλυκῶν** εἴτε δι' ἑξορύξεως ἐκ τῶν ἀλατωρυχείων. Σπρουδαῖα ἀλατωρυχεῖα εὕρισκον-

ται εἰς τὴν Γαλικίαν, εἰς τὴν Στρασφούρτην καὶ ἀλλαχοῦ. Παρ' ἡμῖν λαμβάνεται ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος.

44.—**Ἰδιότητες.** Τὸ χλωριοῦχον νάτριον εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, γεύσεως ἀλμυρᾶς, κρυσταλλοῦται εἰς κύβους καὶ τήκεται εἰς 803°K . Διαλύεται εὐκόλως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ριπτόμενον εἰς τὴν πυρὰν κροτεῖ, λόγῳ τῆς διαστολῆς τοῦ ἐντὸς τῶν κρυστάλλων τοῦ ἐγκλεισμένου ὕδατος. Εἶναι σῶμα σύνθετον ἐκ χλωρίου καὶ νατρίου, ἀναλύεται δὲ εἰς ταῦτα δι' ἠλεκτρολύσεως.

45.—**Χρῆσις.** Χρησιμεύει διὰ τὴν ἄρτυσιν τῶν τροφῶν, ὡς τροφή κτηνῶν, εἰς τὴν διατήρησιν τροφίμων, εἰς τὴν βυρσοδεψίαν, εἰς τὴν παρασκευὴν ὑδροχλωρίου, σόδας, καυστικοῦ νάτρου καὶ διαφόρων χλωριούχων ἐνώσεων. Ὡς βοηθητικὸν εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν σαπώνων, τὴν ἐλαιουργίαν, τὴν κατεργασίαν τῶν λιπῶν καὶ τὴν ἐπίχρισιν τῶν ἐξ ἄργιλου σκευῶν (γάνωμα).

II. NATRION (Na ἄτομ. βάρ. 23)

46.—**Προέλευσις.** Τὸ νάτριον δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὴν φύσιν ἀλλ' ἠνωμένον ὡς χλωριοῦχον νάτριον (NaCl), ἐπίσης ὡς νιτρικὸν νάτριον (NaNO_3), ὡς ἀνθρακικὸν νάτριον (Na_2CO_3) κ.ἄ. Σήμερον λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως τιτηκότος καυστικοῦ νάτρου.

47.—**Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Εἶναι σῶμα στερεόν, μὲ λάμπιν ἀργυρόλευκον εἰς πρόσφατον τομήν, μαλακόν, εἰδικοῦ βάρους 0,97 καὶ τήκεται εἰς $97^{\circ},8\text{K}$.

48.—**Χημικαὶ ἰδιότητες.** Ἐχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ διὰ τοῦτο φυλάσσεται ἐντὸς πετρελαίου. Ἀποσυνθέτει ζωηρῶς τὸ ὕδωρ καὶ εἶναι ἄριστον ἀναγωγικὸν μέσον. Ἐὰν ρίψωμεν τεμάχιον νατρίου εἰς τὸ ὕδωρ, τοῦτο ἐπιπλέει καὶ περιφέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας μετὰ ἐλαφροῦ



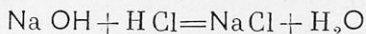
Σχ. 14

σιγμοῦ (σχ. 14). Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην τὸ νάτριον ἀφαιρεῖ βιαίως τὸ ὀξυγόνον τοῦ ὕδατος, μετὰ τοῦ ὁποῖου ἐνοῦται καὶ σχηματίζει ὀξείδιον, ἐνῶ συγχρόνως ἐκδιώκει τὸ ὑδρογόνον. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ συλλέξωμεν εἰς κυλίνδρους πλήρεις ὕδατος, τοὺς ὁποῖους ἀναστρέφομεν ἄνωθεν τοῦ τεμαχίου τοῦ νατρίου, ὅταν κρατήσωμεν αὐτὸ ἀκίνητον κατὰ τινὰ τρόπον. Τὸ παραγόμενον ὀξείδιον τοῦ νατρίου διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ παρέχει τὸ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου (NaOH) ἢ καυστικὸν νάτρον, τὸ ὁποῖον εἶναι βάσις, ὡς φαίνεται ἐκ τῆς μετατροπῆς εἰς κυανοῦν τοῦ ἐρυθροῦ χάρτου τοῦ ἡλιοτροπίου, τὸν ὁποῖον ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς τοῦ διαλύματος.

III. ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ἢ ΚΑΥΣΤΙΚΟΝ ΝΑΤΡΟΝ (NaOH μορ. βάρ. 40)

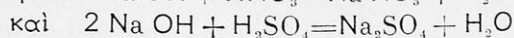
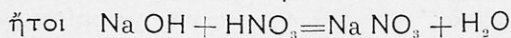
49.—**Παρασκευὴ—Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Τὸ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου ἢ καυστικὸν νάτρον ἢ καυστικὴ σόδα παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως πυκνοῦ διαλύματος χλωριούχου νατρίου (NaCl). Εἶναι σῶμα στερεὸν λευκόν, εἰδικοῦ βάρους 2, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ λίαν ὑγροσκοπικόν. Τήκεται εἰς 318° K, ἡ δὲ τήξις γίνεται ἐντὸς ἀργυρῶν δοχείων, διότι προσβάλλει τὰ ἐκ λευκοχρύσου. Ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἐπαναφέρῃ τὸ κυανοῦν χρῶμα εἰς τὸ ἐρυθρανθὲν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου, ἥτοι εἶναι βάσις καὶ δὴ ἰσχυροτάτη. Χρησιμεύει εἰς τὴν σαπωνοποιάν καὶ εἰς τὰ χημεῖα. Ἐὰν εἰς διάλυμα καυστικοῦ νάτρου, τὸ ὁποῖον ἐχρωμάτισαμεν κυανοῦν διὰ βάμματος ἡλιοτροπίου, ρίψωμεν κατὰ σταγόνας ἐν ὀξὺ π.χ. ὑδροχλωρικόν, θὰ παρατηρήσωμεν τὰ ἐξῆς:

α) Ἡ θερμοκρασία τοῦ διαλύματος αὐξάνει, β) τὸ χρῶμα τοῦ διαλύματος ἐξασθενεῖ καὶ τέλος τὸ ὑγρὸν καθίσταται ἄχρουν, ἥτοι δὲν δεικνύει οὔτε βασικὴν οὔτε ὀξινὸν ἀντίδρασιν. Τὸ ὑγρὸν τοῦτο ἐξατμιζόμενον ἀφήνει στερεὸν λευκόν καὶ κρυσταλλικὸν ὑπόλειμμα, τὸ ὁποῖον ἐκ τῆς γεύσεως ἀναγνωρίζομεν ὡς τὸ μαγειρικὸν ἅλας, ἥτοι χλωριούχον νάτριον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν.



Ἐκ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως βλέπομεν ὅτι τὸ H τοῦ H Cl ἀντικατεστάθη ὑπὸ τοῦ Na, διότι τοῦτο ἔχει μεγαλυτέραν χημικὴν συγγέ-

νειαν πρὸς τὸ Cl. Τὰ αὐτὰ θὰ παρατηρήσωμεν, ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ διὰ νιτρικοῦ ἢ θεικοῦ ὀξέος,

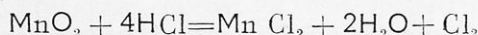


Τὰ σώματα ταῦτα NaCl, NaNO₃, καὶ Na₂SO₄ ὁμοιάζουν μεταξύ των, διότι δὲν ἐκδηλοῦν οὔτε βασικὴν οὔτε ὀξινον ἀντίδρασιν καὶ προῆλθον ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου τῶν ὀξέων ὑπὸ τοῦ μετάλλου τῆς βάσεως. Ἐπειδὴ δὲ μεταξύ αὐτῶν εἶναι καὶ τὸ μαγειρικὸν ἅλας, καλοῦνται ἅλατα. Ἦτοι *ἅλατα καλοῦμεν τὰ προῖοντα τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου τῶν ὀξέων ὑπὸ μετάλλου.*

IV. ΧΛΩΡΙΟΝ (Cl ἄτομ. βάρ. 35,5)

50.—**Προέλευσις.** Τὸ χλώριον ὠνομάσθη οὕτως ἀπὸ τὸ χλωροπράσινον χρῶμα του. Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὴν φύσιν, ἀλλὰ πάντοτε ἠνωμένον μὲ ἄλλα στοιχεῖα καὶ ἰδιαιτέρως μετὰ τοῦ νατρίου ὡς χλωριούχον νάτριον.

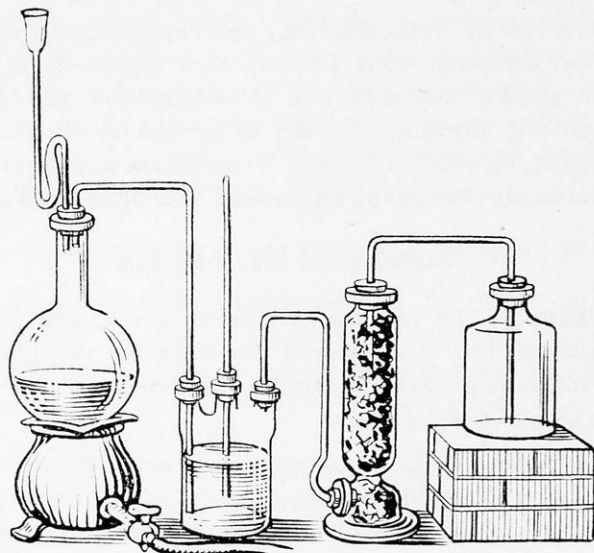
51.—**Παρασκευὴ.** Τὸ χλώριον παρασκευάζεται βιομηχανικῶς δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ μαγειρικοῦ ἁλάτος, εἰς δὲ τὰ ἐργαστήρια διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὑδροχλωρίου ἐπὶ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου (πυρολουσίτης MnO₂). Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς τὸ μίγμα ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης (σχ. 15), ὅποτε κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



ἐκλύεται χλώριον. Τὸ οὕτως ἐκλυόμενον χλώριον ἀφοῦ ἀπαλλαγῇ δι' ὑγροσκοπικῶν οὐσιῶν ἐκ τῶν συμπαρασυρομένων ὑδρατμῶν, συλλέγεται εἰς κενοὺς κυλίνδρους ἢ φιάλας, ἐντὸς τῶν ὁποίων παραμένει λόγῳ τοῦ μεγάλου εἰδικοῦ βάρους του. Δὲν δυνάμεθα νὰ συλλέξωμεν αὐτὸ εἰς κυλίνδρους περιέχοντας ὕδωρ, διότι διαλύεται ἐντὸς αὐτοῦ, οὔτε εἰς ὑδράργυρον, διότι σχηματίζει μετ' αὐτοῦ ἔνωσιν.

52.—**Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Τὸ χλώριον εἶναι ἄερίον κιτρινοπράσινον, ὁσμῆς δριμείας καὶ πνιγηρᾶς, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ, εἰδικοῦ βάρους 2,49. Ὅταν εὑρεθῇ εἰς τὸν ἀέρα κατὰ μικρὰς ποσότητας, εἶναι λίαν ἐρεθιστικὸν εἰς τοὺς ὀφθαλμοὺς καὶ τὴν ρῖνα, εἰς μεγαλυ-

τέρας δὲ ποσότητος προκαλεῖ δύσπνοϊαν, βῆχα, προσβάλλει τοὺς πνεύμονας τόσοι ὥστε προκαλεῖται αἰμόπτυσις καὶ αὐτὸς ὁ θάνατος. Αἱ ἐρεθιστικαὶ αὗται ιδιότητες τοῦ χλωρίου μετριάζονται,



Σχ. 15

ὅταν ὑπάρχη πλησίον αὐτοῦ διάχυτος ἀμμωνία. Διὰ τοῦτο κατὰ τὴν παρασκευὴν τούτου δεόν νὰ λαμβάνωνται αἱ κατάλληλοι προφυλάξεις, ἥτοι νὰ ἀπάγεται τὸ ἀέριον ἐκτὸς τῆς αἰθούσης καὶ εἰς τὸν χῶρον ὅπου γίνεται τὸ πείραμα νὰ ὑπάρχη διάχυτος ἀμμωνία, ἢ ὁποῖα τὸ δεσμεύει, διότι σχηματίζει μετ' αὐτοῦ χλωριοῦχον ἀμμώνιον τελείως ἀκίνδυνον.

53.—Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ χλώριον ἐνοῦται ζωηρῶς μὲ τὸ ὑδρογόνον, τὰ μέταλλα καὶ τὰ περισσότερα ἐκ τῶν στοιχείων καὶ διὰ τοῦτο δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον. Ἐνοῦται ζωηρῶς μετὰ τοῦ ὕδρο-

γόνου κατ' ἴσους ὄγκους ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἢ φωτός μαγνησίου καὶ σχηματίζει ὑδροχλώριον*.

Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ καὶ σχηματίζει μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ὑδροχλώριον, ἐνῶ συγχρόνως ἐλευθερώνει ὀξυγόνον. Ἐπίσης λόγω τῆς μεγάλης χημικῆς συγγενείας του μετὰ τὸ ὑδρογόνον, ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀφαιρῇ τοῦτο ἀπὸ τὰ διάφορα σώματα, τὰ ὁποῖα τὸ περιέχουν, καὶ εἰς αὐτὸ ὀφείλεται ἡ ὀξειδωτικὴ ἐνέργεια τοῦ χλωρίου.

54.—**Χρῆσις.** Χρησιμοποιεῖται ὡς λευκαντικὸν τῶν ὑφασμάτων, ἀπολυμαντικὸν καὶ ἀντισηπτικόν. Ὄταν π. χ. τὸ χλώριον ἐνεργήσῃ ἐπὶ βρεγμένων ὑφασμάτων ἢ ἐπὶ ἄλλων χρωστικῶν οὐσιῶν, ἐνεκα τῆς ιδιότητος, τὴν ὁποίαν ἔχει νὰ ἀφαιρῇ τὸ ὑδρογόνον, διασπᾷ τὰς ἐνώσεις, ἀφήνεται δὲ οὕτως ἐλεύθερον τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν κατάστασιν ταύτην (ἐν τῷ γεννᾶσθαι) εἶναι λίαν ὀξειδωτικόν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν ἀπολύμανσιν τοῦ ὕδατος.

Ἡ χρῆσις τοῦ ἀεριώδους χλωρίου εἶναι δύσκολος καὶ διὰ τοῦτο ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ τὰ ὑποχλωριώδη ἅλατα καὶ κυρίως τὸ ὑποχλωριῶδες ἀσβέστιον ἢ ἀπλῶς τὴν καλουμένην χλωράσβεστον (βρωμούσα), ἡ ὁποία ἀποσυντίθεται εὐκόλως καὶ ἀποδίδει ἐλεύθερον χλώριον. Τὸ ἅλας τοῦτο εἶναι ὑγροσκοπικὸν καὶ διὰ τοῦτο ὁσάκις τὸ μεταχειρίζομεθα, πρέπει νὰ εἶναι πρόσφατον.

Τὸ χλώριον λόγω τῶν ιδιοτήτων του ἐχρησιμοποιήθη ὡς ἀσφυγιογόνον ἀέριον εἰς μεγάλα ποσὰ κατὰ τὸν Εὐρωπαϊκὸν πόλεμον.

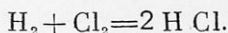
V. ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΝ (HCl μορ. βάρ. 36,5)

55.—**Προέλευσις.** Τὸ ὑδροχλώριον ἀπαντᾷ μεταξὺ τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα ἀναφυσῶνται ἀπὸ τὰ ἠφάιστεια, κατὰ μικρὰς δὲ ποσότητας εἰς τὸ γαστρικὸν ὑγρὸν (0,27—0,37%), διευκολύνον τὴν πέψιν.

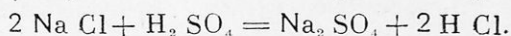
56.—**Παρασκευὴ.** Τοῦτο παρασκευάζεται κατὰ τὴν ἐνώσιν ἴσων

* Ἡ ἐνώσις αὕτη συνοδεύεται μετὰ ζωηράν ἐκπυρσοκρότησιν καὶ διὰ τοῦτο χρειάζονται πολλοὶ προφυλάξεις κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος.

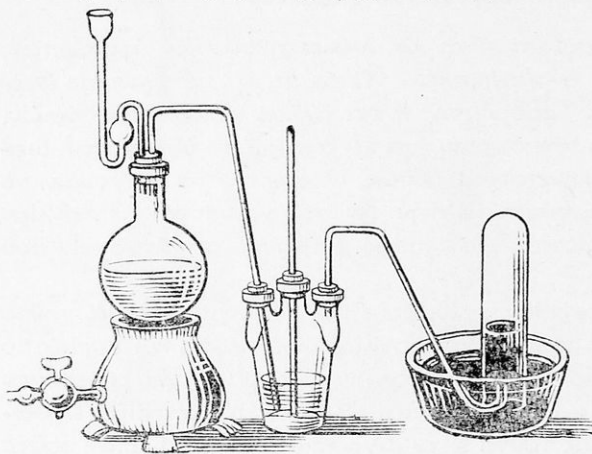
όγκων χλωρίου και υδρογόνου, όρμητικῶς μὲν ὑπὸ τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, ἡρέμως δὲ εἰς τὸ σκότος, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Εἰς τὰ χημεία συνήθως παρασκευάζεται ἐκ τοῦ μαγειρικῷ ἁλτος, ὅταν ἐπιδράσῃ ἐπ' αὐτοῦ θεικὸν ὀξύ κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης (σχ. 16) θερμαίνεται τὸ χλωριοῦχον νά-



Σχ. 16

τριον μετὰ θειικοῦ ὀξέος καὶ δι' ἀπαγωγῆς σωλῆνος συλλέγεται τὸ ὑδροχλωρίον ἢ ἐντὸς κενῶν κυλίνδρων, διότι εἶναι βαρὺ καὶ ἐκτοπίζει τὸν ἕρα, ἢ εἰς κυλίνδρους περιέχοντας ὑδράργυρον καὶ ἀνεστραμμένους εἰς λεκάνην μὲ ὑ-

δράργυρον. Δὲν συλλέγεται εἰς κυλίνδρους μὲ ὕδωρ, διότι διαλύεται ἐντὸς αὐτοῦ.

57.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ὁσμῆς πνιγηρᾶς, εἰδικοῦ βάρους 1,269, λίαν διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Διάλυμα ὑδροχλωρίου εἰς ὕδωρ ἀποτελεῖ τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ τοῦ ἐμπορίου (σπίρτο τοῦ ἁλτος), τὸ ὁποῖον εἶναι συνήθως κίτρινον, ὅταν περιέχῃ ξένας οὐσίας καὶ ἄχρουν, ὅταν εἶναι καθαρὸν. Ἐχει γεῦσιν ὀξινον καὶ ἀτμίζει εἰς τὸν ἕρα.

58.—**Χημικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἰσχυρότατον ὀξύ. Διαλύει τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων καὶ σχηματίζει χλωριοῦχα ἅλατα, ἀνάλογα

πρὸς τὸ χλωριοῦχον νάτριον (Na Cl) ὅπως τὸ χλωριοῦχον κάλιο (K Cl), τὸν χλωριοῦχον ἄργυρον (Ag Cl), τὸ χλωριοῦχον ἀσβέστιον (Ca Cl_2) κ. ἄ.

59.—**Χρῆσις.** Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ χλωρίου, τοῦ ὑδρογόνου καὶ διαφόρων χλωριούχων ἐνώσεων.

VI. ΙΩΔΙΟΝ (1 ἀτομ. βάρ. 127).

60.—**Παρασκευὴ—Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Τὸ ἰώδιον ἐξάγεται ἐκ τῶν ἀλάτων τῆς Χιλῆς ὡς καὶ ἐκ τῶν ἰωδιούχων φυκῶν δι' ἐκχυλίσεως τῆς τέφρας αὐτῶν. Τὸ ἰώδιον εἶναι σῶμα στερεὸν κρυσταλλικόν, χρώματος μελανοφαίου. Διαλύεται ὀλίγον εἰς τὸ ὕδωρ, περισσότερον δὲ εἰς τὸ οἰνόπνευμα καὶ ἀποτελεῖ μετ' αὐτοῦ ὑπὸ ἀναλογίαν περίπου 10% τὸ **βάμμα τοῦ ἰωδίου**. Μετὰ τοῦ ἀμύλου δίδει χαρακτηριστικὴν κυαντὴν χροιάν.

Τὸ βάμμα ἰωδίου χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς καὶ αἱ ἐνώσεις του ἰωδιοῦχον κάλιο (KI) καὶ ἰωδοφόρμιον (CHJ_3). Εἰς δὲ τὴν φωτογραφικὴν τέχνην χρησιμοποιεῖται ὁ ἰωδιοῦχος ἄργυρος. Ἐνῶσις αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖ τὸ ὑδροϊώδιον (HJ).

Συγγενὴ πρὸς τὸ ἰώδιον εἶναι τὸ βρώμιον καὶ τὸ φθόριον. Ταῦτα ἔχουν πολλὰς ὁμοιότητας μετὰ τοῦ χλωρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΟΜΑΔΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

61.—Ἐκ τῆς μέχρι τοῦδε σπουδῆς τῶν χημικῶν ἐνώσεων ὁρμώμενοι, δυνάμεθα νὰ κατατάξωμεν τὰ σύνθετα σώματα εἰς τὰς ἑξῆς ὁμάδας: ὀξειδία, ὀξέα, βάσεις καὶ ἅλατα.

α') **Ὄξειδια** εἶναι αἱ ἐνώσεις τοῦ ὀξυγόνου μετὰ διαφόρων στοιχείων ὡς CO_2 , SO_2 , HgO κ. ἄ. Τὰ ὀξειδία, τὰ ὁποῖα μεθ' ὕδατος δίδουν ὀξέα ἢ βάσεις, λέγονται καὶ **ἀνυδρίται** ὀξέων ἢ βάσεων.

β) **Ὄξέα**. Ταῦτα εἶναι σύνθετα σώματα, τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζονται ἐκ τοῦ ὅτι περιέχουν ἀπαραιτήτως ὑδρογόνον, δυνάμενον νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ μετάλλου πρὸς σχηματισμὸν ἁλατος. Διαλύμα-

τα αὐτῶν εἰς ὕδωρ ἔχουν γεῦσιν ὀξινον, ἐρυθραίνουσι τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου καὶ διασπῶνται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τοῦ ὑδρογόνου ἀναφαινομένου εἰς τὴν κάθοδον. Τοιαῦτα ὀξέα εἶναι τὸ ὑδροχλωρικόν ὀξύ (HCl), τὸ νιτρικόν ὀξύ (HNO_3), τὸ θεικόν ὀξύ (H_2SO_4) κ. ἄ.

γ) **Βάσεις** καλοῦνται ἐνώσεις μετάλλων μετὰ τῆς ρίζης ὑδροξυλίου (OH), τῆς ὁποίας ὁ ἀριθμὸς εἶναι ἀνάλογος τοῦ σθένους τοῦ ἐκάστοτε μετάλλου. Αἱ βάσεις λέγονται καὶ **ὕδροξείδια μετάλλων**. Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα αὐτῶν εἶναι ὅτι τὰ διαλύματά των ἔχουν γεῦσιν σαπωνοειδῆ (ἀλκαλικήν), χρωματίζουν κυανοῦν τὸ ἐρυθρὰν θέν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου καὶ ἡλεκτρολύονται, τοῦ μετάλλου αὐτῶν ἀναφαινομένου εἰς τὴν κάθοδον. Βάσεις εἶναι τὸ καυστικὸν κάλιον KOH , τὸ καυστικὸν νάτριον NaOH , τὸ ὑδροξείδιον τοῦ ἄσβεστιοῦ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ κ. ἄ.

δ) **Ἄλατα**. Ταῦτα εἶναι σύνθετα σώματα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου τῶν ὀξέων ὑπὸ μετάλλων ἐν μέρει ἢ ἐν ὅλῳ. Συνεπῶς διακρίνομεν αὐτὰ εἰς **ὀξίνα**, ὅταν ἀντικαθίσταται μέρος τοῦ ὑδρογόνου ὑπὸ μετάλλου ὅπως τὸ ὀξινον θεικόν νάτριον NaHSO_4 , καὶ **οὐδέτερα**, ὅταν ὁλόκληρον τὸ ὑδρογόνον ἀντικαθίσταται ὑπὸ μετάλλου ὅπως τὸ οὐδέτερον θεικόν νάτριον Na_2SO_4 , τὸ νιτρικόν νάτριον NaNO_3 , τὸ χλωριούχον νάτριον NaCl κ. ἄ.

Ἀσκήσεις

1) Νὰ ἐκφρασθοῦν διὰ τύπων τὰ ἐξῆς φαινόμενα:

- α) Ἀνθραξ καίόμενος εἰς O παράγει διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.
- β) Θεῖον καίόμενον » » » » θεῖου
- γ) Φωσφόρος καίόμενος » » » πεντοξείδιον φωσφόρου
- δ) Νάτριον καίόμενον » » » ὀξείδιον νατρίου
- ε) Ἀσβέστιον » » » » ἄσβεστιον

2) Νὰ δικαιολογηθῇ μετὰ χημικῶν τύπων ἡ ὀνομασία ἀνυδρίτης τῶν ἄνω ὀξειδίων.

3) Ποία ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις τοῦ KClO_3 , τοῦ H_2O , τοῦ NaCl , τοῦ HNO_3 , τοῦ ZnSO_4 καὶ τοῦ CuSO_4 ;

4) Νὰ ὑπολογισθοῦν τὰ μοριακὰ βάρη τοῦ H_2O , CO_2 , HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , $NaCl$, $KClO_3$.

5) Νὰ ἐκφρασθῇ διὰ χημικῶν τύπων ὁ σχηματισμὸς ἀλάτων, τῇ ἐπιδράσει HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , ἐπὶ Zn , Pb , Ca ὡς καὶ ἐπὶ τῶν βάσεων KOH , $NaOH$, $Ca(OH)_2$.

6) Ποῖαι αἱ ἰδιότητες τῶν ὀξέων, τῶν βάσεων καὶ τῶν ἀλάτων;

7) Κατὰ τί διαφέρει τὸ γραμμοάτομον τοῦ γραμμομορίου καὶ ἡ χημικὴ ἔνωσις τοῦ μηχανικοῦ μίγματος;

8) Πῶς ἀποδεικνύεται ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶναι μίγμα καὶ ὄχι ἔνωσις;

9) Ποῦ στηρίζεται ἡ ἀπόστασις τοῦ ὑδροποιημένου ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος;

10) Νὰ περιγραφῇ ἡ παρασκευὴ τοῦ ὕδρογόνου εἰς τὰ χημεῖα.

11) Τί ὀνομάζομεν καταλύτας;

12) Ποῖον ἐπιστημονικὸν ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ἡ ἀναγωγή;

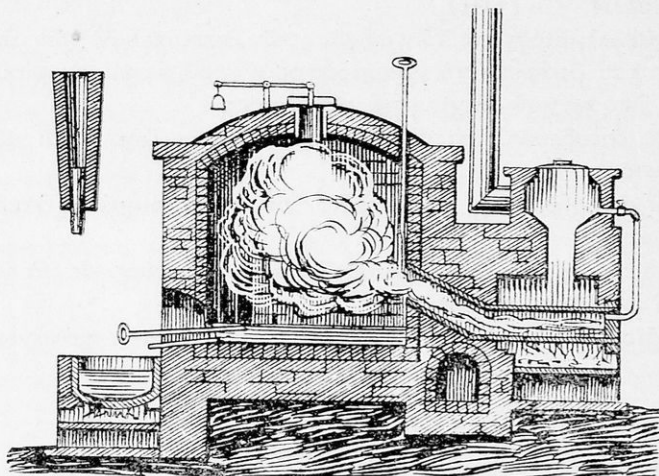
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'.

Ι. ΘΕΙΟΝ (S ἀτομ. βάρ. 32)

62.—**Προέλευσις.**—Τὸ θεῖον ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς πολλὰ μέρη ὅπως εἰς τὴν Λουιζιάναν, τὴν Σικελίαν καὶ εἰς ἡφαιστειώδεις περιοχὰς ὡς π. χ. παρ' ἡμῖν εἰς τὴν Μῆλον, τὴν Θήραν καὶ τὸ Σουσάκι. Ἦνωμένον δὲ μὲ διάφορα μέταλλα σχηματίζει *θειοῦχα ὄρυκτὰ* ὡς τὸν *σιδηροπυρίτην* (FeS_2), τὸν *γαληνίτην* (PbS), τὸν *σφαλερίτην* (ZnS) καὶ διάφορα *θεικὰ ἄλατα*, μεταξὺ τῶν ὁποίων τὰ σπουδαιότερα εἶναι) τὸ θεικὸν ἀσβέστιον ἢ γύψος ($CaSO_4$), ὁ *θεικὸς χαλκὸς* κ. γαλαζόπετρα ($CuSO_4$) κ.ἄ.

63.—**Ἐξαγωγή.** Τὸ ἐλεύθερον θεῖον εὐρίσκεται ἀναμιγμένον μὲ χρώματα καὶ ἀποτελεῖ τὰ *θειοχρώματα*. Ἐκ τῶν θειοχρωμάτων τούτων ἐξάγεται διὰ τῆς τήξεως αὐτῶν ἐντὸς καταλλήλων καμίνων ἀκάθαρτον διὸ καὶ πρέπει νὰ ὑποβληθῇ εἰς καθαρισμόν. Πρὸς τοῦτο ἐξαεριοῦται ἐντὸς κυλίνδρων ἐκ χυτοσιδήρου, οἱ δὲ ἀτμοὶ τοῦ διοχετεύονται ἐντὸς μεγάλου θαλάμου λιθοκτίστου (σχ.17). Ἐὰν ἡ συμ-

πύκνωσις τῶν ἑτμῶν γίνεται ἀποτόμως κατὰ τὴν ἐπαφὴν τούτων μετὰ τὰς ψυχρὰς παρειὰς τοῦ θαλάμου, λαμβάνεται τὸ θεῖον ὑπὸ μορφήν λεπτῆς κόνεως, ἡ ὁποία καλεῖται *ἀνθη θείου*. Ὅταν ὅμως αἱ παρειαὶ τοῦ θαλάμου ἀποκτήσουν θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 120°K ,



Σχ. 17

τὸ θεῖον τήκεται καὶ ὡς ὑγρὸν ρεεῖ κάτωθεν ἐξ ἀνοίγματος τινος, ἐντὸς τύπων, ὁπότε λαμβάνεται τὸ *ραβδόμορφον* θεῖον.

64.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Τὸ θεῖον εἶναι στερεὸν κίτρινον, εὐθραυστον, κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, διαλυτὸν εἰς τὸν θειοῦχον ἀνθρακὰ καὶ τήκεται εἰς 114°K περίπου.

65.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Τὸ θεῖον καίεται εἰς τὸν ἀέρα μετὰ φλόγα κυανῇν καὶ σχηματίζει διοξειδίου τοῦ θείου (SO_2). Ὅλα τὰ μέταλλα πλὴν τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρύσου θερμαίνεμένα ἐντὸς ἀτμοῦ θείου ἐνοῦνται μετ' αὐτοῦ καὶ σχηματίζουν θειοῦχους ἐνώσεις, ὡς FeS , CuS , AgS , ἥτοι φαινόμενα ἀνάλογα πρὸς τὴν καυσίν των σωμάτων εἰς ὀξυγόνον. Μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἐνούμενον σχηματίζει τὸ ὑδρόθειον (H_2S).

66.—**Χρήσις.** Χρησιμεύει εἰς τὴν παραγωγὴν τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου, τοῦ θεικοῦ ὀξέος, τῶν θεικῶν ἀλάτων, τοῦ θείουχου ἄνθρακος, τῶν πυρείων, τῆς πυρίτιδος, τῶν πυροτεχνημάτων, εἰς τὴν θείωσιν τῶν ἀμπέλων πρὸ καταπολέμησιν τῆς νόσου ὠιδίου, εἰς τὴν θείωσιν τοῦ ἐλαστικοῦ κόμεως, τὴν στερέωσιν σιδηρῶν ἀντικειμένων ἐπὶ λίθων καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν.

II. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

Α'. ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ (H_2S μορ. βάρ. 34)

67.—**Προέλευσις.** Τοῦτο ἀπαντᾷ μεταξὺ τῶν ἀερίων, τὰ ὅποια ἐκφυσῶνται ἐκ τῶν ἡφαιστείων καθὼς καὶ εἰς τὰ ὕδατα τῶν θείουχων ἱαματικῶν πηγῶν. Ἐπίσης ἀπαντᾷ κατὰ τὴν σῆψιν τῶν θείουχων ὀργανικῶν οὐσιῶν, ὡς καὶ κατὰ τὴν σῆψιν τῶν ψῶν. Γίνεται δὲ ἀντιληπτὸν ἀπὸ τὴν ἰδιάζουσαν δυσσομίαν του.

68.—**Παρασκευὴ—Ἰδιότητες—Χρήσις.** Εἰς τὰ χημεῖα παρασκευάζεται διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὀξέων ἐπὶ θείουχου σιδήρου (FeS), ἥτοι

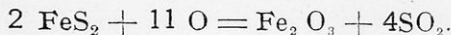


Συλλέγεται ἐντὸς σωλῆνων δι' ἐκδιώξεως τοῦ ἀέρος. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, δηλητηριῶδες, δύσοσμον, εἰδικοῦ βάρους 1,19, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ, ἀναπνεόμενον δὲ προκαλεῖ ζάλην. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ χημεῖα, διότι δι' αὐτοῦ ἀνακαλύπτεται ἡ ὑπαρξίς διαφόρων μετάλλων εἰς ἐνώσεις τούτων.

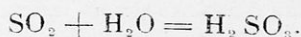
Β'. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_2 μορ. βάρ. 64)

69.—**Προέλευσις.** Ἀναφυσᾷται ἐξ ἡφαιστείων κατὰ μέγαν ποσά.

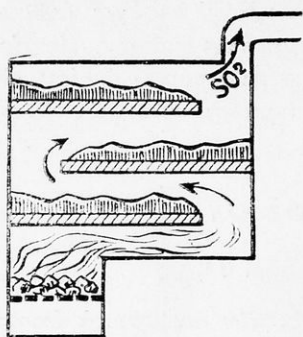
70.—**Παρασκευὴ.** Παρασκευάζεται ἐν τῇ βιομηχανίᾳ εἴτε διὰ τῆς καύσεως θείου εἰς τὸν ἀέρα, εἴτε δι' ἰσχυρῆς θερμάνσεως σιδηροπυρίτου ἐντὸς εἰδικῶν κλιβάνων (σχ. 18), ὅποτε ἔχομεν



71.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ὁσμῆς πνιγηρᾶς, εἰδικοῦ βάρους 2,26. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ σχηματίζει θειῶδες ὄξύ η̑τοι



Ὑγροποιεῖται πολὺ εὐκόλως διὰ συμπίεσεως ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ταχέως δὲ ἐξατμιζόμενον προκαλεῖ ἰσχυρὰν ψύξιν.



Σχ. 18

72.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Δὲν διατηρεῖ τὴν καῦσιν. Μετὰ ὀξυγόνου ξηροῦ παρουσίᾳ θερμοῦ σπόγγου λευκοχρύσου (καταλύτου) ἐνοῦται ἀμέσως καὶ σχηματίζει

τριοξειδίου τοῦ θείου $\text{SO}_2 + \text{O} = \text{SO}_3$, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Εἶναι ἄριστον ἀναγωγικὸν σῶμα καὶ τούτου ἔνεκα ἔχει, ὥς καὶ τὸ χλώριον, λευκαντικὴν καὶ ἀπολυμαντικὴν ἰκανότητα.

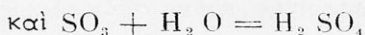
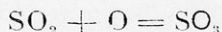
73.—**Χρήσις.** Εἶναι ἀντισηπτικόν, ἀπολυμαντικόν, λευκαντικόν, ἐμποδίζει τὰς ζυμώσεις καὶ διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν διατήρησιν τοῦ οἴνου, τοῦ ζύθου, τοῦ κρέατος κ.ἄ. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιεῖται εὐρέως εἰς τὰς ψυκτικὰς μηχανάς.

Γ'. ΘΕΙΚΟΝ ΟΞΥ (H_2SO_4 μορ. βάρ. 98)

74.—**Προέλευσις.** Τὸ θεικὸν ὄξύ (κ. βιτριόλι) ἀπαντᾷ ἠνωμένον εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφήν ἀλάτων, ἐκ τῶν ὁποίων συνήθεστερα εἶναι τὸ θεικὸν ἀσβέστιον ἢ γύψος (Ca SO_4), τὸ θεικὸν βάριον (Ba SO_4) κ. ἄ.

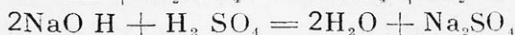
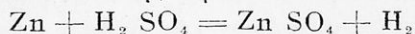
75.—**Παρασκευὴ.** Τὸ θεικὸν ὄξύ παρασκευάζεται βιομηχανικῶς ἐκ τοῦ τριοξειδίου τοῦ θείου (SO_3), τὸ ὁποῖον λαμβάνεται διὰ τῆς καύσεως τοῦ θείου ἢ τῆς φρύξεως τοῦ σιδηροπυρίτου. Ἡ ἐργασία αὕτη ἐκτελεῖται κατὰ διαφόρους μεθόδους ἐπὶ τῇ βάσει τῆς αὐτῆς ἀρχῆς, καθ' ἣν τὸ διοξειδίου τοῦ θείου παρουσίᾳ ὀξυγόνου μετα-

τρέπεται εἰς τριοξείδιον τοῦ θεοῦ (SO_3) καὶ τοῦτο τῇ παρουσίᾳ, ὕδατος εἰς θεικὸν ὀξύ, ἦτοι·



76.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Τὸ θεικὸν ὀξύ εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ὁσμον, σιροπιώδους συστάσεως, πυκνότητος 1,8.

77.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Τὸ θεικὸν ὀξύ ἀπορροφᾷ ἀπλήστως τὸ ὕδωρ, διὰ τοῦτο δὲ χρησιμοποιεῖται εὐρέως ὡς μέσον ἀποξηραντικόν. Ἐνούμενον ἀμέσως μεθ' ὕδατος ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος ἀποτελεῖ τὸ ἐνυδρον θεικὸν ὀξύ. Διὰ τοῦτο κατὰ τὴν ἀνάμixin ταύτην δέον νὰ λαμβάνεται πρόνοια καὶ νὰ ρίπτεται τὸ ὀξύ ὀλίγον κατ' ὀλίγον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὅχι ἀντιστρόφως τὸ ὕδωρ εἰς τὸ ὀξύ, διότι τότε ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης εἶναι ἱκανὴ νὰ μεταβάλλῃ ταχύτατα τὸ ριπτόμενον ὕδωρ εἰς ἀτμοὺς μεγάλης τάσεως, οἱ ὅποιοι θὰ προεκάλουν ἐκσφενδόνισιν τοῦ ὀξέος. Ἐνεκα τῆς τάσεως τοῦ ταύτης πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀφαιρεῖ αὐτὸ ἀπὸ διαφόρους ὀργανικὰς οὐσίας, ὅταν ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῶν καὶ τὰς ἀπανθρακώνει (ἄλευρον, σάκχαρον, ξύλον κ.λ.). Εἶναι ἰσχυρότατον ὀξύ καὶ προσβάλλει σχεδὸν ὅλα τὰ μέταλλα, τὰς βάσεις καὶ τὰ ὀξείδια καὶ σχηματίζει μετ' αὐτῶν θεικὰ ἅλατα ὡς τὴν γύψον (Ca SO_4), τὸν θεικὸν χαλκὸν (Cu SO_4) καὶ ἄλλα. Ἐπειδὴ τὰ μέταλλα εὐρίσκουν εἰς τὸ θεικὸν ὀξύ δύο ἄτομα ὑδρογόνου, ἡ ἀντικατάστασις τοῦ κατὰ τὸν σχηματισμὸν ἀλάτων γίνεται εἴτε ἐν ὅλῳ εἴτε ἐν μέρει. Ὅταν γίνεται ἐν ὅλῳ, προκύπτουν *οὐδέτερα ἅλατα* ὡς



Ὅταν δὲ ἐν μέρει, *ὀξίνα* οὕτω



ἦτοι ὀξινὸν θεικὸν νάτριον.

Τὰ ὀξίνα ἅλατα καθίστανται καταφανῆ διὰ τῆς ὀξίνου ἀντιδράσεως, τὴν ὁποίαν παρέχουν. Ὅξίνα ἅλατα σχηματίζουν ὅλα τὰ ὀξέα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὑδρογόνον πλέον τοῦ ἐνὸς ἀτόμου.

78.—**Χρήσις.** Ἡ χρήσις τοῦ θειικοῦ ὀξέος εἶναι εὐρυτάτη καὶ ποικίλη. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παρασκευὴν ἄλλων ὀξέων ὥς τοῦ νιτρικοῦ, τοῦ ὑδροχλωρικοῦ, διαφόρων ἀλάτων, σόδας, ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, τῆς νιτρογλυκερίνης, καθαρισμὸν ὀρυκτῶν καὶ φυτικῶν ἐλαίων, παραγωγὴν στυπτηρίας, ἀποξήρανσιν τῶν ἀερίων, παρασκευὴν τεχνητῆς μετάξης κ.ἄ. Ἐπίσης μία ἐκ τῶν κυριωτέρων του ἐφαρμογῶν εἶναι ἡ χρήσις του εἰς τὴν παρασκευὴν χημικῶν λιπασμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

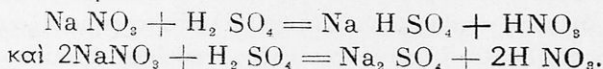
Ι. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΜΕΤ' ΟΞΥΓΟΝΟΥ

79.—**Ὄξειδια ἄζωτου.** Τὸ ἄζωτον μετὰ τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζει πλείστας ἐνώσεις, ἥτοι ὀξειδια τοῦ ἄζωτου, τῶν ὁποίων σημαντικώτεραι εἶναι τὸ ὀξείδιον τοῦ ἄζωτου (NO), τὸ τριοξείδιον (N_2O_3), τὸ ὑπεροξείδιον (NO_2), τὸ ὁποῖον μεθ' ὕδατος παρέχει τὸ νιτρικὸν ὀξύ (HNO_3) κ.ἄ. Ὅλα τὰ ὀξειδια τοῦ ἄζωτου ἀποσυντίθενται. Τὸ εὐσταθέστερον εἶναι τὸ ὑπεροξείδιον (NO_2), τὸ ὁποῖον ἀνθίσταται περισσότερον εἰς θερμότητα καὶ ἀναγωγὴν. Διὰ τοῦτο εὐρίσκουμεν αὐτὸ ὡς προϊόν ἀποσυνθέσεως ἄζωτούχων ἐνώσεων.

ΙΙ. ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ (HNO_3 μορ. βάρ. 63)

80.—**Προέλευσις.** Τὸ νιτρικὸν ὀξύ (*aqua forte*) δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὴν φύσιν ἀλλ' ἠνωμένον εἰς τὰ διάφορα ἔλατα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *νιτρικά* (NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Νιτρικὸν νάτριον εὐρίσκεται κατὰ μεγάλας ποσότητας εἰς τινα μέρη τῆς Χιλῆς, ὑπὸ τὸ ὄνομα *νίτρον τῆς Χιλῆς*, ἐνῶ εἰς τὰς ἀνατολικὰς Ἰνδίας εὐρίσκονται ποσότητες νιτρικοῦ καλίου, τὸ ὁποῖον λέγεται *νίτρον τῶν Ἰνδιῶν*.

81.—**Παρασκευὴ.** Ἡ βιομηχανία παρασκευάζει τὸ νιτρικὸν ὀξύ διὰ θερμάνσεως τοῦ νιτρικοῦ νατρίου μετὰ θειικοῦ ὀξέος ἐντὸς χυτοσιδηρῶν σωλήνων

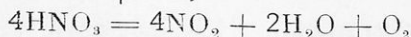


Ἐσχάτως παρεσκευάσθη διὰ τῆς ἀμέσου ἐνώσεως τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ὀξυγόνου δι' ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁπότε σχηματίζεται κατ' ἀρχὰς μονοξειδιον ἀζώτου (NO). Τοῦτο ἐνοῦται κατόπιν μετ' ὀξυγόνου εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 600° πρὸς ὑπεροξειδιον ἀζώτου (NO₂) καὶ ἐκ τοῦ τελευταίου τούτου δι' ὕδατος λαμβάνεται νιτρικὸν ὀξύ.

82.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ὀξύ εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, εἰδικοῦ βάρους 1, 53, ζέον εἰς 86°K. Ἀναδίδει ἀτμούς εἰς τὸν ἀέρα, οἱ ὅποιοι εἶναι ἐπικίνδυνοι εἰς τὴν εἰσπνοήν.

Τὸ φερόμενον εἰς τὸ ἐμπόριον περιέχει 32 % ὕδωρ, εἶναι ἀκάθαρτον καὶ καπνίζον.

83.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Τὸ νιτρικὸν ὀξύ ἀποσυντίθεται ὑπὸ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός



ἥτοι ἐλευθεροῦται εὐκόλως τὸ ὀξυγόνον, διὰ τοῦτο δὲ θεωρεῖται ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν σῶμα. Προσβάλλει ὅλα τὰ μέταλλα πλὴν τοῦ χρυσοῦ καὶ λευκοχρύσου καὶ σχηματίζει νιτρικὰ ἅλατα. Προσβάλλει κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τὰς ὀργανικὰς οὐσίας, καταστρέφει τὸ δέρμα καὶ τὰ ἐνδύματα.

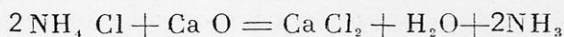
84.—**Χρῆσις.** Τὸ νιτρικὸν ὀξύ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν διάλυσιν τῶν μετάλλων, χάραξιν χαλκίνων ἀντικειμένων, τὴν παρασκευὴν νιτρικῶν ἀλάτων, τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, νιτρογλυκερίνης, χρωστικῶν ὑλῶν κ. ἄ.

85.—**Βασιλικὸν ὕδωρ.** Σπουδάζοντες τὰ διάφορα ὀξέα, εἶδομεν ὅτι ταῦτα δὲν προσβάλλουν τὸν λευκόχρυσον καὶ τὸν χρυσόν. Τὰ μέταλλα ὅμως ταῦτα διαλύονται εἰς μίγμα 1 ὄγκου νιτρικοῦ ὀξέος, καὶ 3 ὄγκων ὑδροχλωρικοῦ, τὸ ὅποιον καλεῖται *βασιλικὸν ὕδωρ*.

III. ΑΜΜΩΝΙΑ (NH₃ μορ. βάρ. 17)

86.—**Προέλευσις.** Αὕτη παράγεται εἰς τὴν φύσιν κατὰ τὴν σήψιν ἄζωτούχων ὀργανικῶν οὐσιῶν, κατὰ μικρὰ δὲ ποσὰ ἀπαντᾷ καὶ εἰς τὸν ἀέρα.

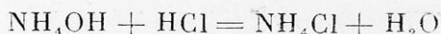
87.—**Παρασκευή.** Εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια παρασκευάζεται ἡ ἄμμωνία διὰ τῆς θερμάνσεως χλωριούχου ἄμμωνίου (NH_4Cl) καὶ ἄσβεστου (CaO) κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



Βιομηχανικῶς λαμβάνεται κατὰ μεγάλα ποσὰ ἐκ τῶν ἄμμωνιακῶν ὑδάτων κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φωταερίου. Ἐπίσης δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως ἀζώτου καὶ ὑδρογόνου τῇ ἐπιδράσει καταλυτῶν καὶ δι' ἀποσυνθέσεως ἀζωτούχων ἐνώσεων.

88.—**Ἰδιότητες φυσικαί.** Ἡ ἄμμωνία εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ὁσμῆς διαπεραστικῆς καὶ προκαλοῦσης δάκρυα. Ὑγροποιεῖται ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικῇ πίεσιν, ὅταν ψυχθῇ μέχρι -34°K , εἰς δὲ τὴν θερμοκρασίαν 0°K , ὅταν πιεσθῇ μέχρι 5 ἀτμοσφαιρῶν.

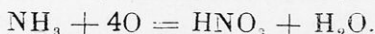
89.—**Ἰδιότητες χημικαί.** Ἡ ἄμμωνία εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον καίεται μετὰ κιτρίνης φλογός. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ εὐκόλως. Εἰς ὄγκος ὕδατος εἰς 0° θερμοκρασίαν διαλύει 1150 περίπου ὄγκους ἄμμωνίας. Τὸ διάλυμα τοῦτο NH_4OH λέγεται **κανονικὴ ἄμμωνία**, ἔχει βασ.κὰς ἰδιότητας καὶ σχηματίζει μετὰ τῶν ὀξέων ἅλατα ὡς τὸ χλωριοῦχον ἄμμώνιον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



καὶ ἄλλα τοιαῦτα ὡς τὸ νιτρικὸν ἄμμώνιον (NH_4NO_3), τὸ θεικὸν ἄμμώνιον ($\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ κ.ἄ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω βλέπομεν ὅτι τὸ ὑδρογόνον τῶν ὀξέων κατὰ σχηματισμὸν ἁλτος, τὸ ἀντικαθιστᾷ τὸ σύμπλεγμα NH_4 , ρίζα μονοσθενῆς, ἢ ὁποῖα καλεῖται **ἄμμώνιον** καὶ συμπεριφέρεται ὡς μονοσθενὲς μέταλλον. Ὅπως δὲ ἔχομεν KCl , KNO_3 , K_2SO_4 κ.ἄ. ἔχομεν καὶ NH_4Cl , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ κ.ἄ.

Ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ὀξυγόνου ἐπὶ τῆς ἄμμωνίας εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν προκύπτει νιτρικὸν ὀξύ καὶ ὕδωρ, ἥτοι



Παρόμοιον συμβαίνει καὶ εἰς τὴν φύσιν. Ἡ ἄμμωνία ἢ παραγομένη κατὰ τὴν σήψιν τῶν ὀργανικῶν ἀζωτούχων οὐσιῶν διὰ τῆς

ἐπιδράσεως μικροοργανισμῶν ὀξειδοῦται διὰ τὸ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος εἰς νιτρικὸν ὀξύ. Τοῦτο μὲ τὰς διαφόρους οὐσίας τοῦ ἐδάφους σχηματίζει νιτρικὰ ἅλατα διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἐνέργεια αὕτη καλεῖται **νιτροποίησης**. Διὰ τῆς νιτροποιήσεως παρέχεται τὸ ἄζωτον εἰς τὰ φυτά, εἰς τὰ ὁποῖα εἶναι ἀπαραίτητον συστατικὸν τῶν κυττάρων των καὶ συνεπῶς ἀπαραίτητον διὰ τὴν ζωὴν των.

90.—**Χρῆσις**. Ἡ ἄμμωνία χρησιμεύει ὡς ἀντιδραστήριον εἰς τὰ χημεῖα, κατὰ μεγάλα ποσὰ εἰς τὴν παρασκευὴν σόδας καὶ ἄμμωνιακῶν ἁλάτων, εἰς τὴν παγοποιάν, διὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν κηλίδων λίπους ἀπὸ τὰ ἐνδύματα, κατὰ τῶν δηγμάτων ὀφειῶν καὶ μελισσῶν, τῆς μέθης καὶ τοῦ τυμπανικοῦ μετεωρισμοῦ τῶν χορτοφάγων ζώων, διὰ τὴν ἀποκάθαρσιν τῶν παλαιῶν ἐλαιογραφιῶν, τὴν κατασκευὴν ψευδῶν μαργαριτῶν κ. ἄ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΦΩΣΦΟΡΟΣ (Ρ ἄτομ. βάρ. 31)

91.—**Προέλευσις**. Ὁ φωσφόρος δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερος, ἀλλ' ἠνωμένος κυρίως μετὰ ἀσβέστου ὡς ἀπατίτης καὶ φωσφορίτης $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ἀποτελεῖ συστατικὸν τῶν ὀστέων, τοῦ νευρικοῦ ἱστοῦ, τῶν ῥῶν, εὐρίσκεται δὲ καὶ εἰς τὰ οὖρα, ὅπου τὸ πρῶτον ἀνεκαλύφθη.

92.—**Παρασκευὴ**. Ὁ φωσφόρος ἐξάγεται ἐκ τῆς τέφρας τῶν ὀστέων καθὼς καὶ ἐκ τῶν ὀρυκτῶν ἀπατίτου καὶ φωσφορίτου ἐντὸς ἡλεκτρικῶν καμίνων.

93.—**Ἰδιότητες φυσικαί**. Εἶναι σῶμα στερεὸν λευκοκίτρινον, μαλακὸν ὡς ὁ κηρός, ὁσμῆς σκοροδῶδους, εὐανάφλεκτος, εἰδικοῦ βάρους 1,84, τήκεται δ' εἰς 44,5°. Εἶναι δηλητηριώδης, ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ εὐδιάλυτος εἰς τὸν θειοῦχον ἄνθρακα.

94.—**Ἰδιότητες χημικαί**. Ὁ φωσφόρος εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται ἔνεκα τῆς μεγάλης χημικῆς συγγενείας του πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ παράγει λάμπιν (φωσφορίζει), διὰ τοῦτο δὲ φυλάσσεται ὑπὸ τὸ

ὕδωρ. Εἰς τὸν ξηρὸν ἀέρα αὐταναφλέγεται εἰς 60°K περίπου. Διὰ τοῦτο πρέπει νὰ προσέχωμεν, ὅταν πειραματιζώμεθα, διότι τὰ ἐκ τούτου ἐγκαύματα εἶναι ὀδυνηρὰ καὶ δυσθεράπευτα. Ἐπίσης πρέπει νὰ λαμβάνεται διὰ λαβίδος καὶ ὄχι διὰ τῆς χειρὸς καὶ νὰ κόπτεται ὑπὸ τὸ ὕδωρ, διότι καὶ ἡ ἐκ τοῦ μαχαιριδίου τριβὴ δύναται νὰ προκαλέσῃ τὴν ἀνάφλεξίν του. Κατὰ τὴν καῦσιν του δίδει λευκοὺς ἀτμούς, οἱ ὅποιοι εἶναι πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου (P_2O_5).

95.—**Ἐρυθρὸς φωσφόρος.** Ἐὰν ἐντὸς εἰδικῆς συσκευῆς κλειστῆς θερμάνωμεν παρατεταμένον τὸν κίτρινον φωσφόρον, λαμβάνομεν νέαν μορφήν τοῦ αὐτοῦ σώματος, τὸν ἐρυθρὸν φωσφόρον. Οὗτος λαμβάνεται καὶ δι' ἐπιδράσεως ἡλιακοῦ φωτὸς ἐπὶ τοῦ κιτρίνου φωσφόρου. Εἶναι κόνις ἐρυθρά, ἄοσμος, εἰδικοῦ βάρους 2, 1, δὲν ἀναφλέγεται εὐκόλως (260°K), δὲν φωσφορίζει, δὲν εἶναι δηλητηριώδης καὶ εἶναι ἀδιάλυτος εἰς τὸν θειοῦχον ἄνθρακα.

96.—**Χρῆσις — Πυρεῖα.** Ὁ φωσφόρος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν πυρεῖων. Τὰ *κοινὰ πυρεῖα* ἀποτελοῦνται ἀπὸ ξυλάρια, τῶν ὁποίων τὸ ἓν ἄκρον ἐμβαπτίζεται κατὰ πρῶτον ἐντὸς τετηγμένου θείου ἢ παραφίνης καὶ κατόπιν ἐντὸς μίγματος ἐκ θειοῦχου φωσφόρου, γόμμας καὶ χλωρικοῦ καλίου, τὸ ὅποιον χορηγεῖ τὸ ὀξυγόνον του. Τὰ πυρεῖα ταῦτα εἶναι ἐπικίνδυνα, ἐπεὶδὴ τὸ μίγμα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀποτελοῦνται, προστριβόμενον ἐπὶ οἴασθῃποτε ἀνωμάλου ἐπιφανείας ἀναφλέγεται. Διὰ τοῦτο κατασκευάζονται σήμερον τὰ *Σουηδικὰ ἢ ἀκίνδυνα πυρεῖα*, ἄνευ θείου καὶ φωσφόρου. Τὸ ἄκρον τῶν ξυλαρίων τούτων φέρει μίγμα, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἐκ χλωρικοῦ καλίου καὶ θειοῦχου ἀντιμονίου. Τὰ πυρεῖα ταῦτα ἀνάπτουν προστριβόμενα μόνον ἐπὶ τῶν πλευρῶν τοῦ κυτίου των, ὅπου ὑπάρχει λεπτὸν στρώμα ἐρυθροῦ φωσφόρου καὶ σκληρᾶς τιнос οὐσίας, ἡ ὁποία ἐπαυξάνει τὴν τριβήν. Τὰ πυρεῖα ταῦτα καλοῦνται κίνδυνα, διότι οὔτε δηλητηριάσεις ἐπιφέρουν οὔτε δυστυχήματα ἐξ αἰφνιδίων ἀναφλέξεων προκαλοῦν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

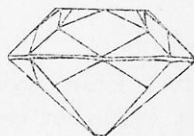
Ι. ΑΝΘΡΑΞ (C άτομ. βάρ. 12)

97.—**Προέλευσις.** Ὁ ἄνθραξ ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ἐλεύθερος καὶ ἠνωμένος. Ἐλεύθερος ἐν καθαρᾷ κατὰ τὸ πλεῖστον καταστάσει, εὐρίσκεται ὑπὸ διαφόρους μορφάς καὶ ἀποτελεῖ τοὺς φυσικοὺς ἔνθρακας, ἐκ τῶν ὁποίων σπουδαιότεροι εἶναι ὁ ἀδάμας, ὁ γραφίτης καὶ οἱ ὀρυκτοὶ ἄνθρακες. Ἠνωμένος ἀπαντᾷ ἀφθονώτατα εἰς τὴν φύσιν, καθ' ὅσον εὐρίσκεται εἰς ὅλας τὰς ὀργανικὰς οὐσίας καὶ εἰς μέγαν ἀριθμὸν ἀνοργάνων ἐνώσεων ὡς τὸ μονοξειδίου καὶ τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, τὰ ἀνθρακικὰ ἅλατα (ὡς μάρμαρον, κιμωλία, ἀσβεστόλιθος) κ.ἄ.

Α'. ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

98.—α) **Ἀδάμας.** Ὁ ἀδάμας εἶναι ἄνθραξ σχεδὸν καθαρὸς, κρυσταλλικός. Εὐρίσκεται συνήθως ἐγκατεσπαρμένος ἐντὸς ἄμμου εἰς τὴν Βραζιλίαν, εἰς τὰ Οὐράλια ὄρη, εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Τράνσβαλ (Ἀφρική) κ. ἄ.

99.—**Ἰδιότητες.** Εἶναι διαφανής, ἄχρους καὶ ἐνίοτε χρωματισμένος μὲ διάφορα χρώματα, ἔχει λάμπιν ἰσχυράν καὶ εἶναι τὸ σκληρότερον καὶ φωτοθλαστικώτερον ὅλων τῶν σωμάτων. Καίεται εἰς τὸ ὀξυγόνον καὶ παρέχει διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος.



Σχ. 19

100.—**Χρήσις.** Οἱ διαφανέστεροι ἀδάμαντες χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν κοσμηματοποιίαν, ἀφοῦ ὑποβληθοῦν εἰς κατεργασίαν καὶ ἀποκτήσουν περισσοτέρας ἑδρας (σχ. 19). Ἡ ἀξία αὐτῶν ἐκτιμᾶται ἀπὸ τὴν φωτοθλαστικότητα καὶ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται δι' ἰδιαιτέρας μονάδος, ἣ ὁποία καλεῖται *καράτιον* καὶ εἶναι τοῦτο ἴσον πρὸς 0,2 γραμ.

101.—β) **Γραφίτης.** Εἶναι ἄνθραξ ὀλιγώτερον καθαρὸς καὶ ἀπαντᾷ

ἀφθόνως εἰς Ἀγγλίαν, Γαλλίαν, Ἰσπανίαν καὶ Σιβηρίαν κ.ά. Ἐχει χρῶμα μελανόφαιον, ἀποβάφει, εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, καίόμενος δὲ εἰς ὀξυγόνον ἀποδίδει διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.

102.—**Χρῆσις.** Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν μολυβδοκονδύλων, τὴν κατασκευὴν χωνευτηρίων πρὸς τῆξιν τῶν μετάλλων, εἰς τὴν στίλβωσιν τῶν κόκκων τῆς πυρίτιδος, εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν ὡς εὐηλεκτραγωγὸν μέσον κ. ἄ.

103.—**γ) Ὀρυκτοὶ ἀνθρακες, ἢ γαιάνθρακες.** Οὗτοι παρήχθη διὰ τῆς ἐξανθρακώσεως φυτικῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι κατεχώσθησαν ἐντὸς τῆς γῆς, ὅπου μακρὰν τοῦ ἀέρος καὶ ὑπὸ μεγάλην πίεσιν τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων καὶ ἔνεκα διαφόρων ἄλλων αἰτίων ἐξανθρακώθησαν. Συνήθως ὅσον ἀρχαιότερος εἶναι ὁ ὀρυκτὸς ἀνθραξ, τόσοι περισσότερον ἀνθρακοῦχος εἶναι. Ἀναλόγως δὲ τοῦ βαθμοῦ τῆς ἐξανθρακώσεως διακρίνονται οὗτοι εἰς τὸν *ἀνθρακίτην* περιέχοντα 95 % ἀνθρακα, εἰς τὸν *λιθάνθρακα* 70—95 %, εἰς τὸν *λιγνίτην* 45—70 % καὶ εἰς τὴν *τύρφη* 50 %.

Ὅλοι οἱ ὀρυκτοὶ ἀνθρακες χρησιμεύουν ὡς καύσιμος ὕλη εἰς μηχανὰς ἐργοστασίων, σιδηροδρόμων, ἀτμοπλοίων, οἱ δὲ λιθάνθρακες καὶ εἰς τὴν παρασκευὴν ἀεριοφωτος.

Β'. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

104.—**Εἶδη τεχνητῶν ἀνθράκων.** Ἐκτὸς τῶν φυσικῶν ἀνθράκων ὑπάρχουν καὶ οἱ τεχνητοί, οἱ ὁποῖοι παράγονται διὰ τῆς ἀτελοῦς καύσεως ἀνθρακοῦχων οὐσιῶν ἢ διὰ τῆς ἀποσυνθέσεως αὐτῶν δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως. Τοιοῦτοι εἶναι :

α) Τὸ *κῶκ*, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ ὑπόλειμμα τῆς ξηρᾶς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων ἐντὸς κλειστῶν δοχείων κατὰ τὴν παραγωγὴν φωταερίου. Εἶναι ἀρίστη καύσιμος ὕλη, διότι ἀναπτύσσει ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

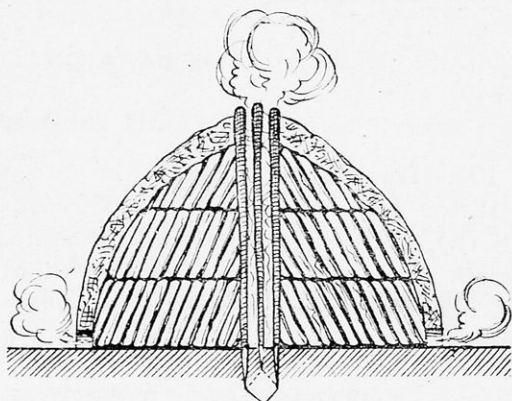
β) *Ὁ ἀνθραξ τῶν ἀποστακτιζῶν.* Οὗτος ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων. Εἶναι σκληρὸς, συμπαγὴς καὶ καλὸς ἀγωγός

τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν ραβδίων τῶν ἡλεκτρικῶν τόξων καὶ ὡς καλῶδια.

γ) **Αἰθάλη.** Αὕτη παράγεται κατὰ τὴν ἀτελῇ καύσιν σωμάτων πλουσίων εἰς ἄνθρακα, ὡς εἶναι ἡ πίσσα, ἡ ρητίνη, τὸ πετρέλαιον, τὸ τερεβινθέλαιον κ.ἄ. Εἶναι κόνις μαλακὴ, λίαν ἐλαφρὰ καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν ἐλαιοχρωμάτων, βερνικίων, τυπογραφικῆς μελάνης κ.ἄ.

δ) **Ξυλάνθραξ.** Οὗτος παράγεται διὰ τῆς ἐξανθρακώσεως τῶν ξύλων, ἡ ὁποία γίνεται εἰς σωρούς ἢ ἐντὸς κλιβάνων ἢ λάκκων (σχ.20). Οἱ ξυλάνθρακες εἶναι σώματα μέλανα, πορώδη, εὐθραυστα, μαλακὰ καὶ ἀποβάφοντα.

Χρησιμεύουν ὡς καύσιμος ὕλη, εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς πυρίτιδος, εἰς τὴν μεταλλουργίαν καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν διυλιστηρίων πρὸς καθαρισμόν τῶν ὑδάτων κ.ἄ.



Σχ. 20

ε) **Ζωϊκὸς ἄνθραξ.** Οὗτος παράγεται διὰ τῆς ἐξανθρακώσεως ζωϊκῶν ὑλῶν ὡς τῶν ὀστέων (ὀστεάνθραξ) καὶ αἵματος (αἱματάνθραξ). Εἶναι μέλαν σῶμα, λίαν πορώδες καὶ ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀποχρωματίζῃ χρωματισμένα ὑγρά. Ἐνεκα τούτου χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ σακχαροποιεῖα πρὸς λεύκανσιν τοῦ ὁποῦ τῶν τεύτλων καὶ τῶν σακχαροκαλάμων κ.ἄ.

II. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

Α'. ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ (CO μορ. βάρ. 28)

105.— **Προέλευσις.** Τὸ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος παράγεται, ὅταν ὁ ἄνθραξ καίεται ἀτελῶς. Τοῦτο δὲ δύναται νὰ συμβῇ, εἴτε ὅταν καίεται εἰς χῶρον, ὁ ὁποῖος περιέχει ὀλίγον ἀέρα, εἴτε ὅταν

τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος διαβιβάζεται διὰ διαπύρων ἀνθράκων, ὁπότε τοῦτο ἀνάγεται εἰς μονοξείδιον. Χρησιμεύει ὡς καύσιμον ἀέριον. Εἶναι λίαν δηλητηριῶδες καὶ εἰς τοῦτο ὀφείλονται τὰ δυστυχήματα, ὅταν τὰ δωμάτια θερμαίνωνται διὰ μαγγαλίων, εἰς τὰ ὁποῖα οἱ ἄνθρωποι δὲν εἶναι τελείως ἀνημμένοι.

Β'. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ (CO_2 μορ. βάρ. 44)

Περὶ τοῦ σώματος τούτου ἐγένετο λόγος εἰς τὴν σελίδα 169.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

I. ΠΥΡΙΤΙΟΝ (Si ἄτομ. βάρ. 28)

106.— **Προέλευσις.** Τὸ πυρίτιον ὑπάρχει ἄφθονον εἰς τὴν φύσιν, πάντοτε ἠνωμένον ἰδίως μετὰ ὀξυγόνου, ὡς διοξειδίου πυριτίου (Si O_2), ἢ ὡς πυριτικά ἄλατα (ἄστριος, μαρμαρυγίας κ. ἄ), τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς. Τὸ πυρίτιον δύναται νὰ ἐξαχθῇ ἀπὸ τὸ διοξείδιον αὐτοῦ (SiO_2) δι' ἀναγωγῆς καὶ καταλλήλου κατεργασίας.

II. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ (SiO_2 μορ. βάρ. 60).

107.— **Προέλευσις—Μορφαὶ—Χρῆσις.** Τοῦτο εἶναι ἐκ τῶν σωμάτων τῶν μᾶλλον διαδεδομένων ἐπὶ τῆς γῆς. Ἀπαντᾷ ἐπίσης εἰς τὰ φυτὰ (φλοιὸς τοῦ καλάμου τῶν σιτηρῶν, τοῦ ἄραβοσίτου), εἰς τὰ κελύφη ἐγχυματικῶν ζώων, εἰς τὰς τρίχας, εἰς τὰ πτίλα κ. ἄ. Εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, ἀπρόσβλητον ὑπὸ τῶν ὀξέων καὶ παρουσιάζεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ διαφόρους μορφάς, ἐκ τῶν ὁποίων κυριώτεραι εἶναι ὁ χαλαζίας, ἡ κοινὴ ἄμμος, ὁ πυρόλιθος (τσακμακόπετρα) κ. ἄ. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων παρὰ μόνον ὑπὸ τοῦ ὕδροφθορίου. Θεωρεῖται ἀνυδρίτης τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος. Τὰ πυριτικά του ἄλατα καὶ δὴ τὰ μετὰ καλίου, νατρίου καὶ ἄσβεστίου χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ὑαλουργίαν.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΓΕΝΙΚΑ

108.— **Ἰδιότητες.** Τὰ μέταλλα εἶναι σώματα ἀπλᾶ, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐμφανίζουν χαρακτηριστικὴν λάμψιν, ἥ ὁποία καλεῖται *μεταλλικὴ*. Ταῦτα ὅταν ἐνωθοῦν μετὰ ὀξυγόνου, παρέχουν ἐν ἡ πλείονα *βασεογόνα ὀξειδια* καὶ τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν σπουδαιοτέραν διάκρισιν τῶν μετάλλων ἀπὸ τὰ ἀμέταλλα. Εἶναι ὅλα στερεὰ πλὴν τοῦ ὑδραργύρου, ὁ ὁποῖος εἶναι ὑγρόν. Εἶναι *ἐλατὰ* ἥτοι δύνανται νὰ μεταβληθοῦν εἰς λεπτὰ ἐλάσματα, *καὶ ὀλκιμα* ἥτοι δύνανται νὰ μεταβληθοῦν εἰς σύρματα. Προσβάλλονται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἀέρος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας καὶ σχηματίζουν ὀξειδια, πλὴν τῶν καλουμένων εὐγενῶν μετάλλων, ἥτοι τοῦ λευκοχρύσου, τοῦ χρυσοῦ, τοῦ ἀργύρου κ. ἄ.

109.— **Προέλευσις.** Ἐκ τῶν μετάλλων ὀλίγα ἀπαντοῦν εἰς τὴν φύσιν ὡς αὐτοφυῆ, ἥτοι εἰς καθαρὰν κατάστασιν, ἔπως ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ὁ λευκόχρυσος, ὁ χαλκός, ὁ ὑδράργυρος, συχνότατα ὅμως ταῦτα εὐρίσκονται ἠνωμένα ὡς ὀξειδια καὶ ὡς ἅλατα. Αἱ ἐνώσεις αὗται περιέχουν συνηθέστατα καὶ ξένας προσμίξεις καὶ ἀποτελοῦν τὰ *ὄρυκτά*. Ταῦτα πάλιν, ὅταν ἐγκλείουν χρήσιμα μέταλλα, καλοῦνται *Μεταλλεύματα*, μετὴν ἐξαγωγήν δὲ ἐξ αὐτῶν τῶν μετάλλων ἀσχολεῖται ἡ *Μεταλλουργία*.

110.— **Κράματα.** Ὀλίγα ἐκ τῶν μετάλλων χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς συνήθως μόνα. Τοιαῦτα εἶναι ὁ σίδηρος ὁ

χαλκός, ὁ ψευδάργυρος, ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος καὶ τινὰ ἄλλα. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον δύο ἢ περισσότερα μέταλλα τήκονται μαζὶ καὶ σχηματίζουν μετὰ τὴν ψύξιν ἓν σῶμα, τὸ ὁποῖον καλεῖται *κράμα* καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν. Τοιαῦτα κράματα εἶναι ὁ *ὀρείχαλκος* (χαλκός καὶ ψευδάργυρος), ὁ *μπροῦντζος* (χαλκός καὶ κασσίτερος), ὁ *νεάργυρος* (χαλκός, ψευδάργυρος καὶ νικέλιον), τὰ *κράματα τῶν νομισμάτων* κ.ἄ. Τὰ κράματα, τῶν ὁποίων τὸ ἓν τῶν μετάλλων εἶναι ὑδράργυρος, ὀνομάζονται *ἀμαλγάματα*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Ι. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$ μορ. βάρ. 106)

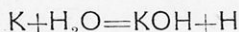
111.—**Προέλευσις—Ἐξαγωγή.** Τὸ ἀνθρακικὸν νάτριον ἢ σόδα ἀπαντᾷ εἰς τινὰ ἱαματικὰ ὕδατα καὶ εἰς τὴν τέφραν θαλασσίων φυτῶν, ἀπὸ τὴν ὁποίαν παρελαμβάνετο ἄλλοτε. Σήμερον ἡ βιομηχανία παρασκευάζει τὴν σόδαν κατὰ μεγάλα ποσὰ ἐκ τοῦ χλωριούχου νατρίου κατὰ διαφόρους μεθόδους.

112.—**Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Ἡ καθαρὰ σόδα εἶναι κόνις λευκή, εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐὰν εἰς τοιοῦτον διάλυμα σόδας χύσωμεν ἄραιόν τι ὀξύ, ὅπὸν λεμονίου π.χ., παρατηρεῖται ζωηρὸς ἀναβρασμός λόγῳ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον ἀπελευθεροῦται καὶ ἐκφεύγει ὑπὸ μορφήν φυσαλίδων. Ἡ σόδα χρησιμοποιεῖται κατὰ μεγάλα ποσὰ εἰς τὴν σαπωνοποιάν, εἰς τὴν ὑαλουργίαν εἰς τὴν κατασκευὴν ἄφρωδῶν ποτῶν, εἰς τὴν λευκαντικὴν καὶ τὴν βαφικὴν κ.ἄ.

ΙΙ. ΚΑΛΙΟΝ (K ἄτομ. βάρ. 39)

113.—**Προέλευσις—Ἐξαγωγή.** Τοῦτο δὲν ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ἐλεύθερον ἀλλ' ἠνωμένον πάντοτε καὶ ἰδίως ὑπὸ μορφήν ἀλάτων χλωριούχων ἢ νιτρικῶν. Εὐρίσκεται εἰς τὴν τέφραν τῶν φυτῶν καὶ ἀποτελεῖ συστατικὸν πολλῶν ὀρυκτῶν ἰδίως πυριτικῶν. Τὸ κάλιον ἐξάγεται δι' ἡλεκτρολύσεως τοῦ τετηγμένου χλωριούχου καλίου ἢ διαλύματος ὑδροξειδίου τοῦ καλίου.

114.—**Ιδιότητες—Χρήσις.** Είναι μέταλλον ὁμοιον περίπου πρὸς τὸ νάτριον, ἀργυρόλευκον καὶ μαλακόν, εἰδικοῦ βάρους 0,8 καὶ τήκεται εἰς 62°,5 K. Ἔχει μεγάλην τάσιν νά ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἔνεκα τούτου φυλάσσεται ἐντὸς πετρελαίου. Ἐὰν ρίψωμεν τεμάχιον καλίου εἰς ὕδωρ, ἀποσυνθέτει τὸ τελευταῖον τοῦτο καὶ σχηματίζει ὕδροξείδιον καλίου, ἐνῶ συγχρόνως ἐκλύεται ὕδρογόνον. Τὸ κάλιον ἔνεκα τῆς μεγάλης θερμότητος, ἣ ὁποία ἀναπτύσσεται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



ἀναφλέγεται καὶ κατὰ τοῦτο διαφέρει τοῦ νατρίου.

Τὸ κάλιον λόγῳ τῆς μεγάλης συγγενείας, τὴν ὁποίαν ἔχει πρὸς τὸ ὀξυγόνον, χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον.

III. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

A'. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ ἢ ΠΟΤΑΣΣΑ (K_2CO_3 μορ. βάρ. 138)

115.—**Προέλευσις.** Τὸ ἀνθρακικὸν κάλιον ἢ *πότασσα* εὐρίσκεται εἰς τὴν τέφραν τῶν φυτῶν. Ἡ βιομηχανία παρασκευάζει τὴν πότασσαν κατὰ μεγάλα ποσὰ ἀπὸ τὸ χλωριοῦχον κάλιον.

116.—**Ιδιότητες—Χρήσις.** Ἡ καθαρὰ πότασσα εἶναι σῶμα στερεόν, κρυσταλλικόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὑγροσκοπικόν. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν σαπωνοποιάν διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ μαλακοῦ σάπωνος, εἰς τὴν ὑαλουργίαν καὶ τὴν πλῆσιν τῶν ἐνδυμάτων (άλυσιβα).

B'. ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΚΑΛΙΟΥ (KOH μορ. βάρ. 56)

117.—**Ιδιότητες—Χρήσις.** Τοῦτο εἶναι τὸ κοινῶς καλούμενον *ναυστική πότασσα*, σῶμα στερεόν, λευκόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, λίαν ὑγροσκοπικόν, διὸ καὶ φυλάσσεται ἐντὸς κλειστῶν δοχείων. Εἶναι ἰσχυρὰ βάσις. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ μαλακοῦ σάπωνος καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς καυτήριον κ. ἄ.

Γ'. ΧΛΩΡΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ (KClO_3 μορ. βάρ. 122,5)

118.—**Ιδιότητες—Χρήσις.** Εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, κρυσταλλικόν, τήκεται εἰς 334° K καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παρασκευὴν πυ-

ρείων, πυρίτιδος, βεγγαλικῶν φώτων, εἰς δὲ τὴν ἱατρικὴν διὰ γαρυρισμοὺς κατὰ τῶν ἀσθενειῶν τοῦ λαιμοῦ.

Δ'. ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ (KNO_3 μορ. βάρ. 101)

119.—**Προέλευσις—Ἰδιότητες—Χρήσις.** Τὸ νιτρικὸν κάλιον καλεῖται καὶ *νίτρον τῶν Ἰνδιῶν*, εὐρίσκεται δ' ἕτοιμον ἐν τῇ φύσει εἰς πολλὰ μέρη. Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται ἐκ τοῦ *νιτρικοῦ νατρίου*, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ ἀφθονώτατον εἰς τὴν Χιλὴν, διὰ τοῦτο ἔλαβε καὶ τὸ ὄνομα *νίτρον τῆς Χιλῆς*. Τὸ νιτρικὸν κάλιον ἢ ἀπλῶς νίτρον εἶναι σῶμα λευκόν, κρυσταλλικόν, εὐδιάλυτον, γεύσεως ἀλμυρᾶς καὶ καυστικῆς. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, κατὰ μεγάλα δὲ ποσὰ εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς πυρίτιδος καὶ τὴν πυροτεχνουργικὴν.

IV. ΠΥΡΙΤΙΣ

120.—**Παρασκευὴ—Ἰδιότητες—Χρήσις.** Ἡ πυρίτις εἶναι μίγμα *νίτρου, θείου καὶ ἀνθρακος*. Ταῦτα λαμβάνονται κατ' ἀναλογίας, αἱ ὁποῖαι εἶναι ὠρισμέναι καὶ ἀνταποκρίνονται εἰς τὸ εἶδος τῆς πυρίτιδος. Ἡ πυρίτις ὅταν ἀναφλεγῇ διὰ καταλλήλου ἐμπυρείου, ἐκπυρσοκροτεῖ, διότι κατὰ τὴν ἀνάφλεξιν αὐτῆς ἀναπτύσσεται μέγας ὄγκος ἀερίων. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται πρὸς ἐκσφενδόνισιν βλημάτων, ἀνατίναξιν ὑπονόμων κ.λ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

I. ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ (Ca ἄτομ. βάρ. 40)

121.—**Προέλευσις—Ἰδιότητες.** Τὸ ἀσβέστιον ἀπαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἡνωμένον ὑπὸ μορφήν ἀλάτων χλωριούχων, φωσφορικῶν καὶ πρὸ πάντων ἀνθρακικῶν. Τὸ μέταλλον τοῦτο ἐξάγεται δι' ἡλεκτρολύσεως τοῦ τετηγμένου χλωριούχου ἀσβεστίου. Εἶναι ἀργυρόλευκον, ὅταν εἶναι καθαρόν, ὀξειδοῦται εὐκόλως εἰς τὸν ἀέρα ἀποσυνθῆτε το ὕδωρ καὶ διὰ τοῦτο φυλάσσεται ὑπὸ πετρελαίον.

II. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

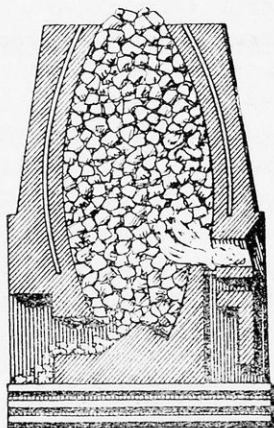
Α'. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ (CaCO_3 μορ. βάρ. 100)

122.— **Προέλευσις—'Ιδιότητες—Χρήσις.** Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβεστιον εἶναι τὸ μᾶλλον διαδεδομένον ἄλας τοῦ ἀσβεστίου καὶ ἀπαντᾷ ὡς **κρυσταλλικόν**, ὅπως ἡ ἰσλανδικὴ κρύσταλλος, ὡς **κρυσταλλοφυῆς** ὅπως τὸ μάρμαρον καὶ ὡς **ἄμορφον** ὅπως ὁ κοινὸς ἀσβεστόλιθος (κ. ἀσβεστόπετρα), ἡ κιμωλία κ. ἄ. Εἶναι λευκὸν ἢ ὑποκίτρινον σχεδὸν ἀδιάλυτον εἰς καθαρὸν ὕδωρ, διαλυτὸν ὅμως εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον περιέχει διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος. Ὅταν ἐπ' αὐτοῦ ἐπισταχθῇ ὀξύ τι, ἀναβράζει λόγῳ τῆς ἐκλύσεως διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Οἱ ἀσβεστόλιθοι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν καὶ τὴν ἀσβεστοποιάν, τὰ μάρμαρα εἰς τὴν ἀγαλαματοποιάν κ. ἄ.

Β'. ΟΞΕΙΔΙΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CaO μορ. βάρ. 56)

123.— **Παρασκευὴ—'Ιδιότητες—Χρήσις.** Τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου εἶναι ἡ κοινῶς λεγομένη **ἄσβεστος** καὶ παρασκευάζεται διὰ πυρώσεως τοῦ ἀσβεστολίθου ἐντὸς ἀσβεστοκαμίνων (σχ. 21). Τότε τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον ἀποσυντίθεται εἰς διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον φεύγει, καὶ εἰς ὀξείδιον ἀσβεστίου ἥτοι $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Ἡ καθαρὰ ἄσβεστος εἶναι σῶμα λευκὸν ἄμορφον καὶ εὐθρυπτον. Ἐνοῦται ζωηρῶς μεθ' ὕδατος, τὸ ὁποῖον θερμαίνει μέχρι βρασμοῦ, ἐκ τῆς ἐνώσεως δὲ ταύτης σχηματίζεται λευκὸς πολτός, ὁ ὁποῖος καλεῖται **ὕδρο-οξείδιον ἀσβεστίου** ἢ **ἐσβεσμένη ἄσβεστος**. Αὕτη ἀραιουμένη δι' ὕδατος παρέχει τὸ **ἀσβέστιον γάλα**, χρήσιμον εἰς τοὺς ὑδροχρωματισμούς. Ἐὰν ἀραιώσωμεν τὸ ἀσβέστιον γάλα δι' ὕδατος καὶ κατόπιν τὸ διηθήσωμεν, λαμβάνομεν διανυγρὲς διάλυμα, τὸ **ἀσβέστιον ὕδωρ**, τὸ ὁποῖον θολοῦται διὰ τοῦ



Σχ. 21

διοξειδίου του άνθρακος και χρησιμεύει διά την αναγνώρισιν αὐτοῦ.

124.—**Εἶδη ἄσβεστου.** Ἀναλόγως τῆς ποιότητος τοῦ ἄσβεστολίθου προκύπτουν διάφορα εἶδη ἄσβεστου. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ ἄσβεστόλιθος εἶναι καθαρὸς, προκύπτει ἡ *παχεῖα* ἄσβεστος. Αὕτη μιγνυομένη μεθ' ὕδατος θερμαίνεται ἰσχυρῶς καὶ παρέχει πολτὸν λευκότατον, ὁ ὅποιος εὐκόλως σκληρύνεται εἰς τὸν ἄερα. Ἐὰν δὲ ὁ ἄσβεστόλιθος περιέχῃ ποσότητά τινα ἀνθρακικοῦ μαγνησίου, προέρχεται ἡ *ισχνή* ἄσβεστος. Αὕτη μιγνυομένη μεθ' ὕδατος δὲν ἀναπτύσσει θερμότητα καὶ παρέχει πολτόν, ὁ ὅποιος δυσκόλως σκληρύνεται, ἀλλ' εὐκόλως ἀποτρίβεται μετὰ τὴν σκλήρυνσιν καὶ διὰ τοῦτο εἶναι ἀκατάλληλος δι' ἐξωτερικὰς ἐπιχρίσεις. Ἀμφότερα τὰ εἶδη ταῦτα τῆς ἄσβεστου σκληρύνονται διὰ τῆς ἀπορροφήσεως διοξειδίου τοῦ άνθρακος ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ διὰ τοῦτο καλοῦνται *ἀεροπαγεῖς* ἄσβεστοι. Ἐὰν πάλιν ὁ ἄσβεστόλιθος περιέχῃ ποσότητά τινα ἀργίλου 10-30 %, παρέχει ἄσβεστον, ἡ ὁποία ἀποκτᾷ τὴν ἰδιότητα νὰ σκληρύνεται ὑπὸ τὸ ὕδωρ καὶ ἡ τοιαύτη ἄσβεστος καλεῖται *ὕδραυλική*. Ἐὰν δὲ ἡ περιεχομένη ποσότης ἀργίλου εἶναι 30-60 %, τότε ἡ ὕδραυλικὴ ἄσβεστος φέρει τὸ ὄνομα *τσιμέντο*.

125.—**Κονιάματα.** Μίγματα ἄσβεστου ἄμμου καὶ ὕδατος καλοῦνται *κονιάματα*. Καὶ τὰ μὲν *ἀεροπαγῆ κονιάματα* σκληρύνονται διὰ τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος τοῦ ἀέρος, τὰ δὲ *ὕδροπαγῆ* σκληρύνονται, διότι σχηματίζονται πυριτικά ἅλατα, τὰ ὁποῖα στερεοποιοῦνται ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Ὅταν τὸ τσιμέντο ἀναμιγνύεται μὲ ἄμμον καὶ χάλικας, ἀποτελεῖ τὸ *σκυροκονίαμα* (beton)· ὅταν δὲ παρεντίθενται ἐντὸς αὐτοῦ σιδηραὶ ράβδοι, καλεῖται *σιδηροπαγὲς σκυροκονίαμα* (beton armé) λίαν ἀνθεκτικὸν εἰς τὴν κάμψιν. Τὰ τοιαῦτα σκυροκονιάματα εἶναι λίαν εὐχρηστα εἰς τὴν οἰκοδομικὴν κτιρίων ἀνθεκτικῶν εἰς σεισμούς καὶ πυρκαϊάς.

Ἡ ἄσβεστος γενικῶς χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, εἰς τὴν παρασκευὴν ἀμμωνίας, καυστικοῦ νατρίου καὶ καυστικῶν καλίου καὶ εἰς τὴν βυρσοδεψικὴν πρὸς ἀποψίλωσιν τῶν δερμάτων. Θερμαινομένη ἰσχυρῶς (1400°—1500 K°) μετὰ ἄμμου καὶ σόδας ἢ ποτάσεως παρέχει τὴν ὑάλον.

Γ'. ΘΕΙΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ (Ca SO_4 μορ. βάρ. 136)

126.—**Προέλευσις—Ιδιότητες—Χρήσις.** Τὸ θειικὸν ἀσβέστιον ἢ γύψος εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὡς ἄνυδρον καὶ ἔνυδρον. Τὸ ἔνυδρον θειικὸν ἀσβέστιον (Ca SO_4 , $2 \text{H}_2\text{O}$) θερμαινόμενον εἰς θερμοκρασίαν $120\text{--}130^\circ \text{K}$ χάνει τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ ὕδατός του καὶ μετατρέπεται εἰς λευκὴν κόνιν, τὴν ἄνυδρον ἢ πλαστικὴν γύψον. Αὐτὴ πάλιν ἔχει τὴν ιδιότητα διαβρεχομένη δι' ὕδατος νὰ μετατρέπεται εἰς ἔνυδρον καὶ ταχέως ἀπὸ ρευστὴ νὰ καθίσταται στερεά.

Χρησιμεύει εἰς τὴν χειρουργικὴν πρὸς κατασκευὴν ἐπιδέσμων, εἰς τὴν λήψιν ἐκμαγείων καὶ ἐκτύπων, εἰς τὴν διακοσμητικὴν καὶ τὴν κατασκευὴν μαρμαροκονιάματος. Χρησιμεύει ἐπίσης εἰς τὴν γεωργίαν ὡς λίπασμα.

III. ΜΑΓΝΗΣΙΟΝ (Mg ἀτομ. βάρ. 24)

127.—**Προέλευσις—Ιδιότητες—Χρήσις.** Τὸ μαγνήσιον ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ἠνωμένον ὑπὸ μορφὴν ὀλάτων εἰς διάφορα ὄρυκτά, σπουδαιότερον τῶν ὁποίων εἶναι ὁ *λευκὸ λίθος* (ἀνθρακικὸν μαγνήσιον). Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, μαλακόν, ὀλκιμον καὶ ἑλατόν. Εἰς τὸν ἀέρα ἀναφλεγόμενον καίεται ταχέως μὲ λαμπρὰν φλόγα, ἢ ὅποια ποοσβάλλει τὰς φωτογραφικὰς πλάκας. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φωτογράφησιν κατὰ τὴν νύκτα. Προϊὸν τῆς καύσεως ταύτης εἶναι τὸ ὀξειδιον μαγνησίου, τὸ ὅποῖον κοινῶς καλεῖται *μαγνησία*, κόνις λευκὴ χρήσιμος εἰς τὴν ἱατρικὴν.

IV. ΑΡΓΙΛΙΟΝ (Al ἀτομ. βάρ. 27)

128.—**Προέλευσις — Ιδιότητες — Χρήσις.** Τὸ ἀργίλιον (κ. ἀλουμίνιον) εὐρίσκεται ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν, ἠνωμένον πάντοτε καὶ ἀποτελεῖ διάφορα ὄρυκτά. Μεταξὺ τούτων τὰ κυριώτερα εἶναι ὁ βωξίτης, τὸ κορούνδιον, ἡ σμύρις, ὁ ἄστριος, ὁ μαρμαρυγίας, τὸ τοπάζιον κ. ἄ. Ἐξάγεται ἐκ τῶν ὀλάτων αὐτοῦ δι' ἡλεκτρολύσεως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων. Εἶναι μέταλλον λευκόν, ἑλατόν, ὀλκιμον, εἰδικοῦ βάρους 2,6 εὐθερμαγωγὸν καὶ εὐηλεκτραγωγόν. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτον καὶ εἶναι ἀπρό-

σβλητον ὑπὸ τῶν περισσοτέρων ὀξέων. Διὰ τὴν ἐλαφρότητα, στερεότητα καὶ τὸ ἀνοξειδωτον αὐτοῦ, χρησιμοποιεῖται σήμερον εὐρύτατα εἰς τὴν κατασκευὴν μαγειρικῶν σκευῶν, ὕδρεδοχείων κ. λ. Ἐπίσης λίον χρήσιμα εἶναι τὰ κράματα αὐτοῦ καὶ δὴ τὸ μετὰ μαγνησίου τὸ καλούμενον **μαγνάλιον**, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰδικῶς διὰ τὰς ἐξαιρετικὰς του ιδιότητας (ἐλαφρόν, ἀνθεκτικόν) εἰς τὴν κατασκευὴν ἀεροπλάνων καὶ ἀεροπλοίων. Ἐνῶσις τοῦ ἀργιλίου μετὰ πυριτίου καὶ ὀξυγόνου ἀποτελεῖ τὴν **ἄργιλον**, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἀγγειοπλαστικὴν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

Ι. ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe ἀτομ. βάρ. 56)

129.—**Προέλευσις—Ἐξαγωγή.** Εἶναι τὸ ἀφθονώτερον διαδεδομένον ἐκ τῶν ἐν χρήσει μετάλλων εἰς τὴν φύσιν. Σπανίως ἀπαντᾷ αὐτοφυῆς (κυρίως ὡς μετεωρικός), συνήθως ὅμως ἠνωμένους ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίων καὶ ἀλάτων, ἰδίως θειούχων καὶ ἀνθρακικῶν. Ἐπίσης ἀπαντᾷ κατὰ πολὺ μικρὰ ποσὰ εἰς τὸ αἷμα καὶ τὰ φυτά. Ὁ σίδηρος ἐξάγεται ἐκ τῶν ὀξειδίων καὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων τούτου διὰ φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς δι' ἀνθρακος ἐντὸς καταλλήλων καμίνων, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ὑψικάμινοι (σχ. 22).

130.—**Εἶδη σιδήρου.** Ὁ οὕτως ἐξαγόμενος σίδηρος περιέχει πάντοτε καὶ ἄλλα συστατικὰ καὶ πρὸ παντὸς ἀνθρακα. Ἀναλόγως δὲ τῆς ποσότητος τοῦ περιεχομένου ἀνθρακος διακρίνομεν τρία εἶδη σιδήρου, τὰ ὁποῖα εἶναι τὰ ἑξῆς:

α) **Ὁ χυτὸς σίδηρος** (κ. μαντέμι), ὁ ὁποῖος περιέχει 3—6% ἀνθρακα καὶ εἶναι σκληρός, ἀνεπίδεκτος σφυρηλασίας καὶ εὐθραστς.

β) **Σφυρήλατος ἢ μαλακὸς ἢ καὶ ἀπλῶς σίδηρος.** Οὗτος περιέχει 0,5% ἀνθρακα, εἶναι μαλακός, εὐκαμπτος, ἐλατός καὶ ὀλκιμος, ἐπίδεκτικὸς στιλβώσεως καὶ σφυρηλατήσεως.

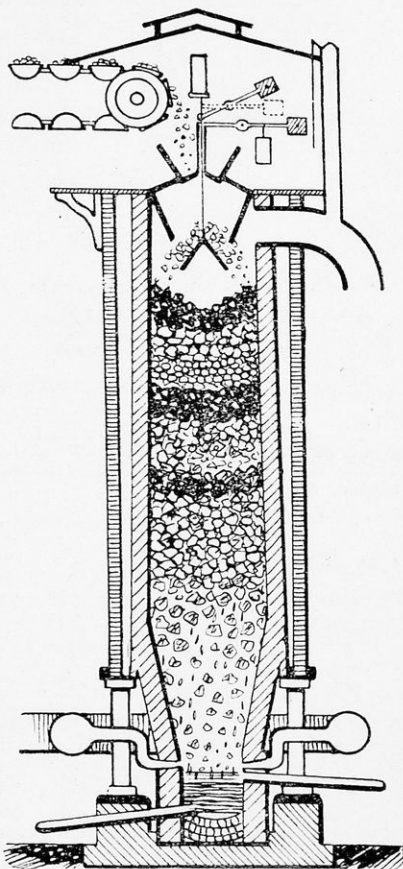
γ) **Χάλυψ** (κ. ἀτσάλι). Τὸ εἶδος τοῦτο τοῦ σιδήρου περιέχει 0,5—1,5% ἀνθρακα. Εἶναι σκληρός, εὐθραυστος, ἐπίδεκτικὸς σφυρηλατήσεως καὶ συγκολλᾶται ἐν θερμῷ. Διὰ πυρακτώσεως καὶ ἀποτόμου ψύξεως ὁ χάλυψ καθίσταται περισσότερον εὐθραυστος, σκληρός καὶ ἐλαστικός. Ἡ τοιαύτη ἐργασία λέγεται **βαφή**, ὁ δὲ χάλυψ

βεβαμμένος. Ἄλλὰ καὶ οὗτος διὰ θερμάνσεως καὶ βραδείας ψύξεως ἀπαλύνεται καὶ καθίσταται ἑλατός.

131.—**Χρῆσις τοῦ σιδήρου.** Ὁ σίδηρος εἶναι τὸ μᾶλλον εὐχρηστον μέταλλον διὰ τὸν ἄνθρωπον. Καὶ ὡς χυτὸς μὲν χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν κιγκλιδωμάτων, κυλίνδρων ἀτμομηχανῶν, ὑδροσωλήνων, θερμαστρῶν κ.ἄ. ὡς σφυρήλατος πρὸς κατασκευὴν λεβήτων, ἀλύσεων, γεφυρῶν, γεωργικῶν ἐργαλείων, ἐλασμάτων κ.ἄ. Καὶ ὡς χάλυψ τέλος πρὸς παρασκευὴν θωράκων πλοίων, πυροβόλων, βλημάτων, κοπτικῶν ἐργαλείων, ἐλατηρίων ἀμαξῶν καὶ ὥρολογίων. Αἱ σπουδαιότεραι ἐνώσεις τοῦ σιδήρου εἶναι ὁ θεικὸς σίδηρος (κ. καραμπογιὰ Fe SO_4), ὁ χλωριούχος (Fe Cl_3) κ. ἄ.

II. ΝΙΚΕΛΙΟΝ (Ni ἄτομ. βάρ. 59)

132.—**Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρῆσις.** Τὸ νικέλιον εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἡνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, ὄλκιμον, ἑλατόν, δύστηκτον καὶ λίαν σκληρόν. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτον καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν διαφόρων ἐργαλείων καὶ ἀντικειμένων πολυτελείας. Ἐπίσης εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν, πρὸς ἐπινικέλωσιν διαφόρων ἀντικειμένων, κατασκευὴν νομισμάτων κ.λ.



Σχ. 22

III. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn, άτομ. βαρ. 65)

133.—**Προέλευσις - Έξαγωγή.** Ὁ ψευδάργυρος (κ. τσίγκος) ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἠνωμένος καὶ ἰδίως ὑπὸ μορφήν θειούχων καὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων. Ὑπὸ τὰς δύο αὐτὰς μορφὰς ἀπαντᾷ καὶ παρ' ἡμῖν εἰς τὸ Λαύρειον. Ἐξάγεται ἐκ τῶν ἐνώσεών του διὰ φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς δ. ἄνθρακος.

134.—**Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Οὗτος ἔχει χρῶμα λευκὸν κυανίζον, εἶναι μέταλλον μᾶλλον εὐθραυστον καὶ ὅταν θερμανθῇ, καθίσταται ἔλατὸν καὶ ὀλκιμον. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν ἐλασμάτων, ὑδρορροῶν, σωλήνων κ.λ. Ἐνώσις αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου εἶναι τὸ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου. Τοῦτο εἶναι κόνις λευκὴ καὶ ἐλαφρὰ καὶ χρησιμεύει ὡς λευκὸν ἐλαιόχρωμα (λευκὸν τοῦ ψευδαργύρου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

I. ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb άτομ. βάρ. 207)

135.—**Προέλευσις—Έξαγωγή.** Ὁ μόλυβδος δὲν εὐρίσκεται ἐλεύθερος εἰς τὴν φύσιν ἀλλὰ συνήθως ἠνωμένος εἰς θειούχους ἐνώσεις ἢ θεικὰ καὶ ἀνθρακικὰ ἄλατα. Τὰ κυριώτερα ὀρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ γαληνίτης, ὁ ἐποῖος ἀπαντᾷ παρ' ἡμῖν εἰς διάφορα μέρη καὶ ἰδίως εἰς Λαύρειον, ὁ ψιμμουθίτης κ.ἄ. Ἐξάγεται συνήθως ἐκ τοῦ γαληνίτου διὰ φρύξεως κατ' ἄρχας καὶ εἷτα ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου.

136.—**Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Εἶναι μέταλλον μὲ κυανίζον λευκὸν χρῶμα, μαλακόν, ἔλατὸν ὀλίγον ὀλκιμον, χαράσσεται διὰ τοῦ ὄνυχος καὶ ἀποβάφει. Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ὑγρὸν ὀξέα, χάνει τὴν στιλπνότητά του καὶ καθίσταται τεφρόχρουν. Ὁ μόλυβδος χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν σωλήνων πρὸς διοχέτευσιν τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ φωταερίου, σφαιρῶν ὀπλων, σκαγιῶν κ. ἄ. Μετ' ἀντιμονίου καὶ κασσιτέρου σχηματίζει κράμα χρήσιμον διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων.

137.—**Ἐνώσεις μολύβδου.**

α) Ὁξειδίου μολύβδου PbO (κ. λιθάργυρος). Κόνις κιτρίνη χρήσιμος εἰς τὴν ὑαλουργίαν κ.ἄ.

β) **Ἐπιτεταρτοξειδίου μολύβδου** Pb_3O_4 (κ. μίνιον). Ἐρυθρά, βαρεῖα κόνις χρήσιμος εἰς τὴν κατασκευὴν ἐρυθροῦ ἐλαιοχρώματος, εἰς τὸν χρωματισμὸν τοῦ ἰσπανικοῦ κηροῦ κ.ἄ.

γ) **Ἀνθρακικὸς μόλυβδος** ($Pb CO_3$), ὁ ὁποῖος ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ὡς ὀρυκτὸν ψιμμουθίτης. Εἰς δὲ τὸ ἐμπόριον μίγμα αὐτοῦ μετὰ τοῦ ὕδροξειδίου τοῦ μολύβδου ἀποτελεῖ τὸ **σιουπέτσι**. Τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παρασκευὴν λευκῶν ἐλαιοχρωμάτων. Ἐπειδὴ ὅμως εἶναι δηλητηριώδης, ἀντικαθίσταται ὑπὸ τοῦ λευκοῦ τοῦ ψευδαργύρου.

II ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ (Sn ἀτομ. βάρ. 19)

138.—**Ἐξαγωγή—Ἰδιότητες—Χρῆσις**. Ὁ κασσίτερος εὕρεται εἰς τὸ ὀρυκτὸν κασσιτερίτην καὶ ἐξάγεται ἐξ αὐτοῦ διὰ θερμάνσεως μετ' ἀνθρακος. Εἶναι μέτολλον λευκὸν ὀργυρόχρουν, μαλακόν, εὐκαμπτον καὶ λίαν ἐλατόν. Ὑπὸ ἀσθενῶν ὀξέων ἐλάχιστα προσβάλλεται, διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐπικασσιτέρωσιν τῶν χαλκίνων μαγειρικῶν σκευῶν, ὡς καὶ φύλλων σιδήρου, ὅποτε σχηματίζεται ὁ λευκοσίδηρος (τενεκές). Εἰς λεπτότατα φύλλα χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν περιτύλιξιν σοκολάτας καὶ ἄλλων ἐδωδίων. Μετὰ χαλκοῦ ἀποτελεῖ τὸ κράμα τῶν κωδῶνων. Ἐπίσης κράμα ἐξ ἴσων μερῶν μολύβδου καὶ κασσιτέρου ἀποτελεῖ τὸ **συγκολλητικὸν κράμα** (κ. καλαί). Μετὰ ὕδραργύρου δὲ σχηματίζει ἀμάλαμα χρήσιμον εἰς τὴν κατασκευὴν κατόπτρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

I. ΧΑΛΚΟΣ (Cu ἀτομ. βάρ. 63, 5)

139.—**Προέλευσις—Ἐξαγωγή**. Ὁ χαλκὸς ἐνίοτε εὕρεται αὐτοφύης εἰς τὴν φύσιν, συνήθως ὅμως ἀπαντᾷ ἠνωμένος ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίων, θειούχων ἐνώσεων καὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων.

140.—**Ἰδιότητες—Χρῆσις**. Εἶναι μέταλλον στερεόν, ἐλατόν, ὀλκιμον, χρώματος ἐρυθροῦ λίαν εὐθερμαγωγὸν καὶ εὐηλεκτραγωγόν. Εἰς τὸν ὑγρὸν ἀέρα προσβάλλεται καὶ καλύπτεται ἀπὸ λεπτὸν πράσινον ἐπίχρισμα βασικοῦ ἀνθρακικοῦ χαλκοῦ. Προσβάλλεται ὑπὸ τῶν λιπα-

ρῶν ὀξέων καὶ σχηματίζει ενώσεις λίαν δηλητηριώδεις. Ἔνεκα τούτου εἶναι ἐπικίνδυνος ἡ διατήρησις τροφῶν εἰς χάλκινα σκεύη, τὰ ὅποια δὲν εἶναι ἐπικασσιτερωμένα. Εἶναι τὸ χρησιμώτερον μετὰ τὸν σίδηρον μέταλλον εἰς τὸν ἄνθρωπον. Ἐξ αὐτοῦ κατασκευάζονται μαγειρικά σκεύη, ἀποστακτῆρες, σύρματα τηλεγραφικὰ καὶ τηλεφωνικὰ καὶ διάφορα χρήσιμα κράματα.

141.—**Ἐνώσεις τοῦ χαλκοῦ.** Ὁ *θειϊκὸς χαλκὸς* κ. γαλαζόπετρα (Cu SO_4). Οὗτος εἶναι σῶμα κρυσταλλικὸν χρώματος κυανοῦ, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, χρήσιμον πρὸς καταπολέμησιν τοῦ περονόσπορου τῶν ἀμπέλων, πρὸς προστασίαν τοῦ σπόρου τῶν σιτηρῶν ἀπὸ τὸν δαυλίτην, εἰς τὴν βαφικὴν τῶν ἐξ ἐρίου καὶ μετάξης ὑφασμάτων κ.λ.

II. ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ (Hg άτομ. βάρ. 200,6)

142.—**Προέλευσις—Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Ὁ ὑδράργυρος ἐνίστε ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν αὐτοφυῆς ὑπὸ μορφὴν μικρῶν σταγόνων ἐντὸς ρωγμῶν πετρωμάτων, συνήθως ὅμως ἠνωμένος μὲ θεῖον ὡς ὀρυκτὸν *κινάβαρι*, ἐξ οὗ καὶ ἐξάγεται. Εἶναι τὸ μόνον μέταλλον, τὸ ὅποιον εἶναι ὑγρὸν εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, χρησιμοποιεῖται δὲ εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων καὶ βαρομέτρων. Μετὰ τοῦ κασσιτέρου ἀποτελεῖ ἀμάλαμα χρήσιμον διὰ τὴν κατασκευὴν κατόπτρων.

143.—**Ἐνώσεις ὑδραργύρου.**

α) Ὁ *χλωριοῦχος ὑδράργυρος* (κ. σουμπλιμέ). Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς ἄριστον ἀντισηπτικὸν καὶ ἀπολυμαντικόν. Εἶναι σφοδρὸν δηλητήριον, ὡς ἀντίδοτον δὲ αὐτοῦ χορηγεῖται λεύκωμα ῥῶν.

β) Ὁ *ὑποχλωριοῦχος ὑδράργυρος* (κ. κλομέλας). Χρήσιμος εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς ἀντιφλογιστικὸν καὶ καθαρτικόν.

III. ΑΡΓΥΡΟΣ (Ag άτομ. βάρ. 108)

144.—**Προέλευσις—Ἰδιότητες—Χρῆσις.** Ὁ ἄργυρος εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ἐλεύτερος καὶ ἠνωμένος εἰς διάφορα ὀρυκτά. Κατὰ μι-

κρότερα ποσά, εἰς τὰ ὀρυκτὰ τοῦ χαλκοῦ, μολύβδου καὶ δὴ εἰς τὸν γαληνίτην. Εἶναι μέταλλον λευκὸν ἰσχυρᾶς λάμψεως, λίαν μαλακόν, ὀλκιμον καὶ ἔλατόν, ἄριστος ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ τῆς θερμότητος καὶ τήκεται εἰς 960° K. Εἰς τὸν ἀέρα ἐκτιθέμενος δὲν ἀλλοιοῦται οὔτε εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν κοσμημάτων, διαφόρων σκευῶν, ὥρολογίων, ἱατρικῶν ἐργαλείων, νομισμάτων, ἐπεὶ δὲ ὅμως εἶναι μαλακός, ἐνοῦται μὲ ποσότητά τινα χαλκοῦ, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὴν ἀναγκαίαν σκληρότητα.

145.—Ἑνώσεις τοῦ ἀργύρου.

α) *Νιτρικὸς ἄργυρος* (Ag NO_3). Σῶμα κρυσταλλικὸν λευκόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Διάλυμα αὐτοῦ ἐκτιθέμενον εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς ἀμαυροῦται. Χρησιμοποιεῖται διὰ καυτηριάσεις (πέτρα τῆς κολάσεως), εἰς τὴν φωτογραφικὴν τέχνην καὶ τὴν κατασκευὴν ἀνεστήλου μελάνης.

β) *Χλωριούχος* (AgCl)—*Βρωμιούχος* (AgBr) καὶ *Ἰωδιούχος ἄργυρος* (AgJ). Αἱ ἐνώσεις αὗται προσβάλλονται ὑπὸ τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς καὶ τοῦ φωτὸς τοῦ μαγνησίου, ἐπεὶ δὲ ἀμαυροῦνται ἔνεκα τῆς ἀποσυνθέσεως αὐτῶν, διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν φωτογραφικὴν τέχνην.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

Ι. ΧΡΥΣΟΣ (Au ἀτομ. βάρ. 197)

146.—*Προέλευσις—Ἰδιότητες.* Ὁ χρυσὸς εὐρίσκεται σχεδὸν πάντοτε ἐλεύθερος ὑπὸ μορφὴν κόκκων ἐντὸς χαλαζισκῶν πετρωμάτων καὶ ἐντὸς τῆς ἄμμου τῶν ποταμῶν, ἐκ τῆς ἐποίας καὶ λαμβάνεται (χρυσίτις ἄμμος). Εἶναι μέταλλον κίτρινον, μαλακόν, λίαν ἔλατόν καὶ ὀλκιμον, τήκεται εἰς 1063° K. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτος, δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ἐξέων καὶ διαλύεται μόνον ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος. Ἐπεὶ δὲ εἶναι μαλακός, ἐν χρησιμοποιεῖται, ὅπως ἀπαντᾷ. Τὰ κράματα ὅμως αὐτοῦ, ἰδίως μετὰ μικρᾶς ποσότητος ἀργύρου ἢ χαλκοῦ, χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν κατασκευὴν κοσμημάτων, εἰς τὴν ὀδοντοϊατρικὴν κ.ά.

147.—**Προέλευσις—Ιδιότητες—Χρήσις.** Ὁ λευκόχρυσος ἀπαντᾷ αὐτοφυῆς κατὰ κόκκους ἐντὸς ἄμμων, ἐκ τῶν ὁποίων καὶ ἐξάγεται δι' εἰδικῆς κατεργασίας. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον μαλακόν, λίαν ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον, τήκεται δ' εἰς 1775° Κ. Ὁ λευκόχρυσος παραμένει ἀναλλοίωτος εἰς τὸν ἀέρα εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Ὑπὸ τῶν ὀξέων δὲν προσβάλλεται καὶ διαλύεται μόνον ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος. Ἐπίσης ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ ιδιότης αὐτοῦ νὰ χρησιμοποιῇται ὡς καταλύτης, ὅταν εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ σπόγγου. Ὁ λευκόχρυσος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν χωνευτηρίων, καψῶν συρμάτων καὶ κοσμημάτων.

Ἀσκήσεις.

- 1) Πόσον βάρος ὀξυγόνου χρειάζεται, διὰ νὰ καοῦν 10 γραμμάρια ψευδαργύρου πρὸς ὀξειδίου καὶ πόσον διὰ 10 γραμ. μαγνησίου;
- 2) Ὄταν ἐπιδράσῃ ἐπὶ 35 γραμμάτων ἀνθρακικοῦ ἄσβεστίου ἐν ὀξύ, πόσον βάρος διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος θὰ παραχθῇ;
- 3) Πόσα γραμμάρια ὕδρογόνου λαμβάνονται διὰ τῆς ἐπιδράσεως 100 γραμ. θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ ψευδαργύρου;
- 4 Πόσα γραμμάρια νατρίου ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν πλήρη ἀποσύνθεσιν 36 γραμ. ὕδατος καὶ πόσα γραμμάρια ὕδρογόνου λαμβάνονται ἐκ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης;
- 5) Διὰ τὴν παρασκευὴν 100 χιλιογρ. νιτρικοῦ ὀξέος, πόσον νιτρικὸν νάτριον ἢ νιτρικὸν κάλιον ἀπαιτεῖται;
- 6) Πόσον ὀξυγόνον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν τελείαν καῦσιν 10 γραμ. ἀνθρακος καὶ πόσον τὸ βάρος τοῦ παραχθησομένου διοξειδίου του;
- 7) Νὰ περιγραφῇ τὸ φαινόμενον τῆς νιτροποιήσεως τοῦ ἄζωτου καὶ νὰ δειχθῇ ὁ κύκλος αὐτοῦ εἰς τὴν φύσιν.
- 8) Πόσα γραμμάρια ἰωδίου λαμβάνονται ἐκ 10 χιλιογρ. ἰωδιούχου τέφρας, ἡ ὁποία περιέχει 15 % ἰωδιοῦχον νάτριον;

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1—Φύσις καὶ φαινόμενα.....	Σελίς
2—Μέτρησις—Μονάδες μετρήσεως	5-6
3—Ἰδιότητες τῶν σωμάτων	6
4—Καταστάσεις τῶν σωμάτων	6-9
	9-10

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΕΝΝΟΙΑΙ ΕΚ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

5—Ὅρισμοί	11
-----------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΚΙΝΗΤΙΚΗ

6—Ὅρισμοί, 7—Κίνησις συνεχῆς, 8—Κίνησις παλινδρομική, 9—Κίνησις περιοδική.....	11-15
---	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΤΑΤΙΚΗ

10—Ὅρισμος τῆς δυνάμεως, 11—Χαρακτηριστικά τῆς δυνάμεως, 12— Μέτρησις τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, 13—Δυναμόμετρα, 14—Γρα- φικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων, 15—Ἰσορροπία τῶν δυνάμεων, 16—Σύνθεσις δυνάμεων, 17—Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον σώματός τινος, 18—Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμέ- νων εἰς διάφορα σημεία σώματός τινος, 19—Ἀνάλυσις δυνάμεως, ..	15-24
	15..

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΔΥΝΑΜΙΚΗ

Σελίς

- 20—Θεμελιώδεις ἀρχαὶ τῆς δυναμικῆς. 21—Μᾶζα..... 24—26

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΒΑΡΥΤΗΣ

- 22—Ὅρισμός. 23—Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος—Νῆμα τῆς στάθμης.—24
Παγκόσμιος ἔλξις. 25—Ἔντασις βαρύτητος — Βάρος. 26—Κέντρον
βάρους. 27—Εὗρεσις κέντρου βάρους σωμάτων ὁμοιομερῶν..... 26—30

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

- 28—Ἰσορροπία σώματος στηριζομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. 29—
Ἰσορροπία στερεοῦ σώματος στρεπτοῦ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα.... 30—33

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΠΤΩΣΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

- 30—Πτώσις τῶν σωμάτων καὶ νόμοι αὐτῆς. 31—Πειραματικὴ ἀπόδει-
ξις τῶν νόμων τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων. 32—Νόμος τῶν δια-
στημάτων. 33—Νόμος τῶν ταχυτήτων..... 33—39

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ

- 34—Κεντρομόλος καὶ φυγόκεντρος δύναμις. 35—Ἔντασις τῆς κεντρο-
μόλου καὶ φυγόκεντρος δυνάμεως. 36—Νόμοι τῆς φυγόκεντρος δυ-
νάμεως. 37—Φαινόμενα καὶ ἐφαρμογαὶ τῆς φυγόκεντρος δυνάμεως. 40—43

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΕΚΚΡΕΜΕΣ

- 38—Ὅρισμοί. 39—Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς. 40—Ἐφαρμογαί..... 43—47

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΡΓΟΝ — ΙΣΧΥΣ — ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Σελίς

41—'Εργον. 42—'Ισχύς. 43—'Ενέργεια.....	47—50
---	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

44—'Ορισμοί. 45—Μοχλός καὶ εἶδη αὐτοῦ. 46—Α' εἶδους μοχλός. 47—Β' εἶδους μοχλός. 48—Γ' εἶδους μοχλός. 49—Τροχαλία. 50—Παγία τροχαλία. 51—Κινητὴ ἢ ἐλευθέρᾳ τροχαλία. 52—Πολύσπαστον. 53—Ζυγός. 54—'Ακρίβεια καὶ εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ. 55—Μέθοδος διπλῆς σταθμῆσεως ἢ τοῦ Borda. 56—Στατὴρ ἢ Ρωμαϊκός ζυγός. 57—Πλάστιγς τοῦ Quentz ἢ δεκαπλασιαστικὸς ζυγός	50—61
---	-------

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

58—'Ορισμός. 59—'Η πίεσις γενικῶς. 60—Πίσεις ἐπὶ τῶν ὑγρῶν	62—64
I. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΑΣ ΟΠΟΙΑΣ ΗΜΕΙΣ ΕΠΙΦΕΡΟΜΕΝ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΗΡΕΜΟΥΝΤΩΝ ΥΓΡΩΝ	
61—'Αρχὴ τοῦ Pascal. 62—'Υδραυλικὸν πιεστήριον	64—67
II. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΑΣ ΟΠΟΙΑΣ ΕΞΑΣΚΟΥΝ ΤΑ ΥΓΡΑ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ	
63—'Υδροστατικὴ πίεσις. 64—Πίσεις τὴν ὁποίαν ἐπιφέρουν τὰ ὑγρά ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου πυθμένος τοῦ δοχείου. 65—Πίσεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. 66—Πίσεις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου	67—72

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

- 67—Ειμελιώδης ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς. 68—'Ισορροπία ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων. 69—'Ισορροπία διαφόρων ὑγρῶν ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ

Σελίς

72—74

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

- 70—'Ανωσις. 71—'Αρχὴ τοῦ 'Αρχιμήδους. 72—Συνέπειαι τῆς ἀρχῆς τοῦ 'Αρχιμήδους. 73—Πλέοντα σώματα. 74—'Υποβρύχια

74—79

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ — ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ — ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ

- 75—Μέτρησις τῆς χωρητικότητος τῶν δοχείων καὶ τοῦ ὄγκου τῶν στερεῶν. 76—Εἰδικὸν βάρος καὶ πυκνότης τῶν σωμάτων. 77—Πυκνότης. 78—Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων. 79—Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν. 80—Πίναξ ἐμφαινῶν τὴν πυκνότητα στερεῶν τινῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων. 81—Πυκνόμετρα καὶ ἀραιόμετρα. 82—Πυκνόμετρα. 83—'Αραιόμετρα. 84—'Εκατονταβάθμιον οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac.....

79—85

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΜΟΡΙΑΚΑΙ ΕΛΞΕΙΣ

- 85—Τριχοειδῆ φαινόμενα

85—88

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΑΕΡΙΑ—ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ—ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ—ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ

I. ΑΕΡΙΑ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- 86—'Ορισμοί. 87—'Ιδιότητες τῶν αερίων. 88—Βάρος τῶν αερίων

89—90

II. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

Σελίς

- 89—'Ατμόσφαιρα. 90—'Ατμοσφαιρική πίεσις. 91—Πείραμα τοῦ Torri-
celli. 92—'Εξήγησις τοῦ φαινομένου. 93—'Υπολογισμός τῆς ἀτμο-
σφαιρικῆς πίεσεως 90—93

III. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ

- 94—'Ορισμός - Εἶδη - Χρήσις τῶν βαρομέτρων. 95—Μεταλλικά βαρόμε-
τρα. 96—Βαρόμετρον τοῦ Vidi. 97—'Αλλαι χρήσεις τοῦ βαρομέτρου 93—96

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΤΑΣΙΣ ΑΕΡΙΩΝ - ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

I. ΤΑΣΙΣ ΑΕΡΙΩΝ - ΝΟΜΟΣ BOYLE - MARIOTTE

- 98—Τάσις. 99—Νόμος Boyle - Mariotte. 100—Πειραματική ἀπόδειξις τοῦ
νόμου Boyle - Mariotte. 96—99

II. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

- 101—'Υδραργυρικά μανόμετρα. 102—Μεταλλικά μανόμετρα 99—101

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΝΩΣΙΣ — ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ — ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

- 103—'Ανωσις εἰς τὰ ἀέρια. 104—Βαροσκόπιον. 105—'Αερόστατα.
106—Διευθυνόμενα αερόστατα ἢ αερόπλοια. 107—'Αεροπλάνα .. 101—105

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΝΤΛΙΑΙ — ΣΙΦΩΝ

I. ΑΕΡΑΝΤΛΙΑΙ - ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

- 108—'Αεραντλίας. 109—Καταθλιπτικαί μηχαναί 105—107

II. ΥΔΡΑΝΤΛΙΑΙ

- 110—'Ορισμοί. 111—'Αναρροφητική ὑδραντλία. 112—Καταθλιπτική
ὑδραντλία. 113—Μικτή ὑδραντλία 107—109

III. ΣΙΦΩΝ

- 114—Περιγραφή - Λειτουργία 110—112

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΘΕΡΜΟΤΗΣ — ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ — ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

Σελίς

- 115—Θερμότης. 116—Θερμοκρασία—Σύγκρισις θερμοκρασιῶν. 117—Θερμόμετρα. 118—Υδραργυρικά θερμόμετρα. 119—Διάφοροι θερμομετρικαὶ κλίμακες. 120—Οἰοπνευματικά θερμόμετρα. 121—Προσδιορισμός τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. 122—Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου 113—118

ΧΡΗΣΙΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ

- 123—Τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν γεωργίαν καὶ τὴν βιομηχανίαν. 124—Τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν ὑγιεινὴν καὶ τὴν ἱατρικὴν..... 118—119

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΥΠΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

- 125—Διαστολὴ τῶν σωμάτων. 126—Διαστολὴ τῶν στερεῶν. 127—Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν καὶ μηχανικὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς. 128—Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. 129—Πυκνότης τῶν ὑγρῶν. 130—Μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος καὶ σημασία αὐτῆς. 131—Διαστολὴ τῶν ἀερίων. 132—Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων. 133—Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ. 119—125

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

- 134—Μέτρησις τῆς θερμότητος - Μονὰς θερμότητος. 135—Εἰδικὴ θερμότης. 136—Σημασία τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος 125—128

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ — ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

Σελίς

- 137—'Αγωγιμότης - Καλοί και κακοί άγωγοί τής θερμότητος. 138—'Αγωγιμότης τών υγρών. 139—'Αγωγιμότης τών αερίων. 140—'Εφαρμογαί τής άγωγιμότητος τών σωμάτων και φαινόμενα εξηγούμενα δι' αύτης. 141—'Ακτινοβόλος θερμότης. 142—'Εφαρμογαί τών ιδιοτήτων τής άκτινοβόλου θερμότητος 128—133

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΥΠΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

- 143—Τήξις - Πήξις. 144—Θερμότης τήξεως. 145—Μεταβολή τοῦ ὄγκου τών σωμάτων κατά τήν τήξιν και τήν πήξιν. 146—'Υπέρτηξις. 147—Διάλυσις. 148—Κρυστάλλωσις. 149—'Εξαερίωσις. 150—'Ελαστική δύναμις ή τάσις τών ατμών - Μείγστη τάσις. 151—'Εξαερίωσις έν τῷ αέρι. 152—'Εξάτμισις. 153—Ψύχος παραγόμενον κατά τήν εξάτμισιν. 154—Σημασία τοῦ παραγομένου κατά τήν εξάτμισιν ψύχους. 155—Βρασμός. 156—'Υγροποίησης. 157—'Απόσταξις. 158—Θερμότης εξεαριώσεως 133—141

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ - ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ

- 159—Σχέσεις μηχανικής ένεργείας και θερμότητος. 160—'Ατμομηχαναί. 141—145

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

- 161—Μετέωρα. 162—'Αερώδη μετέωρα. 163—'Υδατώδη μετέωρα. 164—'Ομίχλη και νέφη. 165—Βροχή. 166—Χιών. 167—Χάλαζα. 168—Δρόσος. 169—Πάχνη 145—148

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΗΧΟΣ — ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΑΥΤΟΥ

- 170—Όρισμοί. 171—Παραγωγή ήχου. 172—Σπουδή τῶν παλμικῶν κινήσεων. 173—Γραφικὴ παράστασις τῆς παλμικῆς κινήσεως. 174—Μετάδοσις τοῦ ήχου. 175—Τρόπος μεταδόσεως τοῦ ήχου εἰς τὸν ἀέρα. 176—Φυσιολογία τῆς ἀκοῆς. 177—Ταχύτης τοῦ ήχου. 178—Μέτρησις ταχύτητος τοῦ ήχου 149—155

Σελίς

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

- 179—Ἀνάκλασις τοῦ ήχου 155—156

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄

ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ — ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΣ

- 180—Χαρακτήρες τοῦ ήχου. 181—Ἔντασις. 182—Ύψος. 183—Ὅρια αἰσθητῶν ήχων. 184—Χροιά. 185—Ἐφαρμογὴ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν ήχογόνων σωμάτων — Φωνογράφος 156—160

ΧΗΜΕΙΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΑΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

I. Α Η Ρ

1—'Αήρ—Σύστασις αὐτοῦ. 2—'Ιδιότητες τοῦ ἀέρος. 3—Σημασία τοῦ ἀέρος	Σελίς 161—168
--	------------------

Α' ΟΞΥΓΟΝΟΝ

4—Προέλευσις. 5—Παρασκευή. 6—Φυσικαὶ ιδιότητες. 7—Χημικαὶ ιδιότητες. 8—Χρῆσις. 9—'Οζον	163—167
--	---------

Β' ΑΖΩΤΟΝ

10—Προέλευσις. 11—Παρασκευή. 12—'Ιδιότητες φυσικαί. 13—'Ιδιότητες χημικαί. 14—Σημασία τοῦ ἀζώτου	168—169
--	---------

Γ' ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

15—Προέλευσις. 16—Παρασκευή. 17—Φυσικαὶ ιδιότητες. 18—Χημικαὶ ιδιότητες. 19— Χρῆσις. 20—Σύγκρισις τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος πρὸς τὸ ἀζωτον	169—171
--	---------

II. Υ Δ Ω Ρ

21—Προέλευσις. 22—Πόσιμα ὕδατα. 23—Καθαρισμὸς τοῦ φυσικοῦ ὕδατος. 24—'Ανάλυσις τοῦ καθαροῦ ὕδατος. 25—Σύνθεσις τοῦ ὕδατος. 26—'Ιδιότητες τοῦ ὕδατος	171—174
---	---------

Α' ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ

27—Προέλευσις. 28—Παρασκευή. 29—Φυσικαὶ ιδιότητες. 30—Χημικαὶ ιδιότητες	175—179
---	---------

Β' ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΟΝ ΥΔΩΡ

31—'Ιδιότητες — Χρῆσις	179
------------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

I. ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

32—Μίγμα. 33. Χημική ἑνώσις. 34—Χημική συγγένεια. 35—Ἄτομα — Σελίς Μόρια	179—182
---	---------

II, ΧΗΜΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ—ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ—ΣΘΕΝΟΣ—ΡΙΖΑΙ

36—Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἢ τοῦ Lavoisier. 37—Νόμος τῶν ὀρισμένων ἀναλογιῶν ἢ τοῦ Proust. 38—Νόμος τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν ἢ τοῦ Dalton. 39—Συμβολική παράστασις τῶν στοιχείων καὶ τῶν συνθέτων σωμάτων. 40—Χημικαὶ ἐξισώσεις. 41—Σθένος ἢ ἀτομικότης τῶν στοιχείων	182—188
---	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄

I. ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ

42—Προέλευσις. 43—Ἐξαγωγή. 44—Ἰδιότητες. 45—Χρῆσις	188—189
--	---------

II, ΝΑΤΡΙΟΝ

46—Προέλευσις. 47—Φυσικαὶ ἰδιότητες. 48—Χημικαὶ ἰδιότητες.....	189—190
--	---------

III. ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΝΑΤΡΙΟΥ ἢ ΚΑΥΣΤΙΚΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ

49—Παρασκευὴ - Ἰδιότητες - Χρῆσις	190—191
---	---------

IV. ΧΛΩΡΙΟΝ

50—Προέλευσις. 51—Παρασκευὴ. 52—Φυσικαὶ ἰδιότητες. 53—Χημικαὶ ἰδιότητες. 54—Χρῆσις	191—193
---	---------

V. ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΝ

55—Προέλευσις. 56—Παρασκευὴ. 57—Ἰδιότητες φυσικαί. 58—Ἰδιότη- τες χημικαί. 59—Χρῆσις	193—195
---	---------

VI. ΙΩΔΙΟΝ

60—Παρασκευὴ - Ἰδιότητες - Χρῆσις	195
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΟΜΑΔΕΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Σελίς

61—'Οξειδία - 'Οξέα - Βάσεις - "Αλατα	195—197
---	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

I. ΘΕΙΟΝ

62—Προέλευσις. 63—'Εξαγωγή. 64—'Ιδιότητες φυσικά. 65—'Ιδιότητες χημικά. 66—Χρήσις	197—199
---	---------

II. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

Α' ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ

67—Προέλευσις. 68—Παρασκευή - 'Ιδιότητες - Χρήσις	199
---	-----

Β' ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

69—Προέλευσις. 70—Παρασκευή. 71—'Ιδιότητες φυσικά. 72—'Ιδιότητες χημικά. 73—Χρήσις	199—200
--	---------

Γ' ΘΕΙΚΟΝ ΟΞΥ

74—Προέλευσις. 75— Παρασκευή. 76—'Ιδιότητες φυσικά. 77—'Ιδιότητες χημικά. 78—Χρήσις	200—202
---	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

I. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΜΕΤ' ΟΞΥΓΟΝΟΥ

79—'Οξειδία άζώτου	202
--------------------------	-----

II. ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ

80—Προέλευσις. 81—Παρασκευή. 82—'Ιδιότητες φυσικά. 83—'Ιδιότητες χημικά. 84—Χρήσις. 85—Βασιλικόν ύδωρ	202—203
---	---------

III. ΑΜΜΩΝΙΑ

86—Προέλευσις. 87—Παρασκευή. 88—'Ιδιότητες φυσικά. 89—'Ιδιότητες χημικά. 90—Χρήσις	203—205
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Σελίς

91—Προέλευσις. 92—Παρασκευή. 93—'Ιδιότητες φυσικαί. 94—'Ιδιότητες χημικαί. 95—'Ερυθρός φωσφόρος. 96—Χρήσις—Πυρεΐς.....	205—207
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

Ι. ΑΝΘΡΑΞ

97—Προέλευσις	207
---------------------	-----

Α' ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

98—α) 'Αδάμας. 99—'Ιδιότητες. 100—Χρήσις. 101—β) Γραφίτης. 102—Χρήσις. 103—γ) 'Ορυκτοί άνθρακες ή γαιάνθρακες.	207—208
---	---------

Β' ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

104—Εΐδη τεχνητών άνθράκων	208—209
----------------------------------	---------

ΙΙ. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

Α' ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

105—Προέλευσις	209—210
----------------------	---------

Β' ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

Ι. ΠΥΡΙΤΙΟΝ

10—Προέλευσις	210
---------------------	-----

ΙΙ. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

107—Προέλευσις—Μορφαί—Χρήσις	210
------------------------------------	-----

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΓΕΝΙΚΑ

Σελίς

108—Ἰδιότητες. 109—Προέλευσις. 110—Κράματα	211—212
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

I. ΕΝΩΣΕΙΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ

111 - Προέλευσις - Ἐξαγωγή. 112—Ἰδιότητες - Χρήσις	212
--	-----

II. ΚΑΛΙΟΝ

113—Προέλευσις - Ἐξαγωγή. 114—Ἰδιότητες - Χρήσις	212—213
--	---------

III. ΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΛΙΟΥ

A' ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ Η ΠΟΤΑΣΣΑ

115—Προέλευσις. 116—Ἰδιότητες. - Χρήσις	213
---	-----

B' ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΚΑΛΙΟΥ

117—Ἰδιότητες - Χρήσις	213
------------------------------	-----

Γ' ΧΛΩΡΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ

118—Ἰδιότητες - Χρήσις	213—214
------------------------------	---------

Δ' ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΚΑΛΙΟΝ

119—Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρήσις	214
---	-----

IV. ΠΥΡΙΤΙΣ

120—Παρασκευή - Ἰδιότητες - Χρήσις	214
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

I. ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

Σελις

121—Προέλευσις - 'Ιδιότητες	214
-----------------------------------	-----

II. ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Α' ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

122—Προέλευσις - 'Ιδιότητες - Χρήσις	215
--	-----

Β' ΟΞΕΙΔΙΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

123—Παρασκευή - 'Ιδιότητες - Χρήσις. 124—Είδη άσβέστου. 125—Κο- νιάματα	215—216
--	---------

Γ' ΘΕΙΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

126—Παρασκευή - 'Ιδιότητες - Χρήσις	217
---	-----

III. ΜΑΓΝΗΣΙΟΝ

127—Προέλευσις - 'Ιδιότητες - Χρήσις	217
--	-----

IV. ΑΡΓΙΛΙΟΝ

128—Προέλευσις - 'Ιδιότητες - Χρήσις	217—218
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

I. ΣΙΔΗΡΟΣ

129—Προέλευσις - Έξαγωγή. 130—Είδη σιδήρου. 131—Χρήσεις του σιδήρου	218—219
--	---------

II. ΝΙΚΕΛΙΟΝ

132—Προέλευσις - 'Ιδιότητες - Χρήσις	219
--	-----

III. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

133—Προέλευσις - Έξαγωγή. 134—'Ιδιότητες - Χρήσις.	220
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

I. ΜΟΛΥΒΔΟΣ

135—Προέλευσις - Ἐξαγωγή. 136—Ἰδιότητες - Χρήσις.....	Σελίς
137—Ἐνώσεις μολύβδου	220—221

II. ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ

138—Ἐξαγωγή - Ἰδιότητες - Χρήσις	221
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

I. ΧΑΛΚΟΣ

139—Προέλευσις - Ἐξαγωγή. 140—Ἰδιότητες - Χρήσις. 141—Ἐνώσεις τοῦ χαλκοῦ	221—222
--	---------

II. ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ.

142—Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρήσις. 143—Ἐνώσεις ὑδραργύρου ..	222
--	-----

III. ΑΡΓΥΡΟΣ

144—Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρήσις. 145—Ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου..	222—223
--	---------

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

I. ΧΡΥΣΟΣ

146—Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρήσις	223
---	-----

II. ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ

147—Προέλευσις - Ἰδιότητες - Χρήσις	224
---	-----



Ἀνάδοχος ἐκτυπώσεως καὶ βιβλιοδεσίας: Ἀρχαῖος Ἐκδοτικὸς Οἶκος
Δ. Δημητράκου Α. Ε. - Ἀθῆναι - Ὁδὸς Ρ. Γαριβάλδη 17

