



Εφραίμος Γράμψ  
καθ' Επισκοπείαν  
1923.

---



18.-  
ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

Τακτικού καθηγητοῦ τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἐθν. Πανεπιστημίῳ

42279

31

ΣΤΟΙΧΕΙΑ  
ΦΥΣΙΚΗΣ

Ἐγκριθέντα ἐν τῷ κατὰ τὸν νόμον ΓΣΑ' διαγωνισμῷ  
διὰ τὴν τετραετίαν 1909—1913.

ΕΚΔΟΣΙΣ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚΔΟΤΑΙ: Δ. Χ. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΣ & Μ. ΣΑΛΙΒΕΡΟΣ

1909

Φυσικός  
Στάσις

$\Delta, \mu, a, t$

$$\Delta = \mu - \frac{v^2}{a}$$

---

~~Το βάρος~~ Τραμ  $\approx$  βάρος ύδατος  
αυτοβάρετος  $\approx$  4<sup>η</sup> φάση του το  
όμοιου χωρίου  $\approx$  ενωμένων υδατοβάρων

Χιλιόγραμμο  $\approx$  βάρος ύδατος

το όμοιον χωρίον  $\approx$  ενωμένων υδατοβάρων  
τόνος = 1000 βάρος ύδατος

χωρίον  $\approx$  ενωμένων μέρων

τόνος = 1000 χιλιόγραμμο

1 χιλιόγραμμο = 1000 γραμμάκια

1 τόνος = 1000000 γραμμάκια

κεφάλαια μ. 1060



# ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α'.	Εἰσαγωγή.....	Σελ.	1
» Β'.	Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων.....	»	5
» Γ'.	Στοιχειώδεις γνώσεις ἐκ τῆς μηχανικῆς.....	»	9

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

### ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α'.	Κατακόρυφος, Βάρος, Κέντρον βάρους.....	»	20
» Β'.	Περὶ ἰσορροπίας τῶν στερεῶν σωμάτων.....	»	21
» Γ'.	Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, Ἐκκρεμές....	»	24
» Δ'.	Περὶ ἀπλῶν μηχανῶν.....	»	32

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

### ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	Ἐνδοστατική ἀρχή, Πίεσις τῶν ὑγρῶν ἐν ἰσορροπία, .....	»	43
» Β'.	Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους, Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν, Πυκνόμετρα, Ἀραιόμετρα.....	»	53
» Γ'.	Συνοχή, Συνάφεια, Τριχοειδῆ φαινόμενα, Διάχυσις, Διαπύδνσις.....	»	60

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

### ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α'.	Ἀτμοσφαιρική πίεσις, Βαρόμετρα, Ἀερόστατα....	»	65
» Β'.	Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν ἀερίων δυνάμεως, Μα- νόμετρα.....	»	77
» Γ'.	Πνευματικαὶ μηχαναί, Σίφων, Ὑδραντλία.....	»	81

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

## ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α'.	Διαστολή. Θερμόμετρα.....	Σελ.	88
» Β'.	Περί τήξεως και πήξεως.....	»	100
» Γ'.	Περί ἀτμῶν.....	»	101
» Δ'.	Περί βρασμοῦ και ἐξατμίσεως. Ὑγροποίησις τῶν ἀερίων. Ὑγρομετρία.....	»	104
» Ε'.	Περί θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων. Θερμότης τήξεως και ἐξαερώσεως.....	»	111
» ΣΤ'.	Περί διαδόσεως τῆς θερμότητος.....	»	114
» Ζ'.	Μετατροπή τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα και τῆς θερμότητος εἰς ἔργον. Ἀτμομηχαναί.....	»	125
» Η'.	Ὑδρομετέωρα. Ἄνεμοι. Κλιματολογία.....	»	131

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

## ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	Περί ἤχου. Διάδοσις και ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.....	»	147
» Β'.	Περί ὕψους και ἰσχύος τοῦ ἤχου.....	»	154
» Γ'.	Περί παλμικῆς κινήσεως τῶν χορδῶν. Φυσικὴ θεωρία τῆς μουσικῆς.....	»	157
» Δ'.	Περί ἠχητικῶν σωλήνων. Χοροῖά τοῦ ἤχου. Περί φωνογράφου.....	»	163
» Ε'.	Φωνητικὸν και ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.....	»	168

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

## ΟΠΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	Περί διαδόσεως, ταχύτητος και ἐντάσεως τοῦ φωτός. Φωτομετρία.....	»	172
» Β'.	Διάχυσις και ἀνάκλασις τοῦ φωτός. Ἐπίπεδα και σφαιρικὰ κάτοπτρα.....	»	181
» Γ'.	Περί διαθλάσεως τοῦ φωτός.....	»	191
» Δ'.	Περί φακῶν.....	»	200

»	Ε'.	Ὀπτικὸν πρῶμα. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός... ..	Σελ. 205
»	ΣΤ'.	Ὀπτικὰ ὄργανα.....	» 213
»	Ζ'.	Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ.....	» 228
»	Η'.	Φωτεινὰ μετέωρα.....	» 226

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΩΟΝ

## ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Κεφ.	Α'.	Ἰδιότητες τῶν μαγνητῶν. Μέθοδοι μαγνητίσεως... ..	» 230
»	Β'.	Γήινος μαγνητισμός. Πυξίς.....	» 235

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

## ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ.	Α'.	Γενικά φαινόμενα.....	» 239
»	Β'.	Ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. Ἠλεκτρικαὶ μηχαναί. Πυκνωταὶ ἠλεκτρικῆς.....	» 243
»	Γ'.	Ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός. Ἀλεξικέραυνον.....	» 258

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ.	Α'.	Ἠλεκτροχημικὸν ζεύγος. Ἠλεκτρικαὶ στήλαι.....	» 262
»	Β'.	Ἠλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ὠμ (Ohm). Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος.....	» 273
»	Γ'.	Ἠλεκτρομαγνήτης. Ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος.....	» 292
»	Δ'.	Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ῥευμάτων. Τηλέφωνον. Μικρό- φωνον. Ἠλεκτρομηχαναί.....	» 298



Συνέχεια

1) Πόσον όμων έχουσι 15 χημεία γραμματ.  
800 γρ. υδατ. δυνάμ. =  
u. dynam. u. u.

$$15 - 800$$

2) Πόσον όμων έχουσι 8 λόν. 3 χημεία γραμ.  
u. dynam. u. u.

u. dynam. u. u.

$$\epsilon = \frac{13}{6}$$

1) Πόσον τό υδατ. δυνάμ. ούρου του  
ουρού 3 u. dynam. γραμ. 7 χημ.

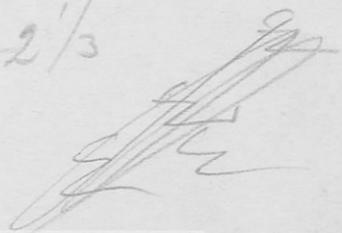
2) Πόσον τό ε. b. ούρου του ουρού 3 u. dynam.  
γραμ. 8 χημ.

3) Πόσον τό ε. b. ούρου του ουρού 1 u. dynam.  
γραμ. 8 χημ.

4) Πόσον τό ε. b. ούρου του ουρού 7 u. dynam.  
γραμ. 0,04 του γραμμαρίου

$$1) \epsilon = \frac{7}{3} = 2\frac{1}{3}$$

$$2) \epsilon = \frac{8}{5}$$



$$\Delta = 11 \text{ x}$$

$$\Delta' = 8 \text{ cm}$$

$$AB = 14$$

$$OA = x$$

$$OB = 14 - x$$

$$\frac{x}{14-x} = \frac{8}{11}$$

$$\Sigma = \Delta + \Delta' = 11 + 8 = 19$$

$$\frac{OA}{OB} = \frac{\Delta'}{\Delta}$$

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

$$11x = 8 \cdot (14 - x)$$

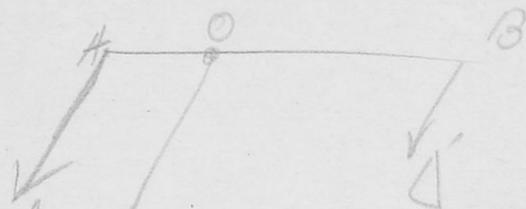
$$11x = 112 - 8x$$

$$11x + 8x = 112$$

$$19x = 112$$

$$x = \frac{112}{19}$$

x



Είσι δύο ομοσχημάτ  
δυσὲς μετὰ διαμέτρου  
καὶ οὐρα καὶ ἐξ αὐτῶν  
αὐτὸ ἐλάττω αὐτῶν μετὰ  
δύο νούτων ὡστε αὐτὸ νῦν  
μετὰ τὸ εἶναι ἀνάλογον  
καὶ οὐρα καὶ οὐρα καὶ ἐξ  
μετὰ καὶ ἀναλογικῶς διότι  
ὅμοια.

35° K vd Gas. eis Pharenite  
 60° Ph " " " " " "  
 138° " " " " " "  
 138° Ph " " " " " "  
 65° " " " " " "

Ρευτήριο

Πρόγραμμα

Lundi. 11,30 - 12,10  
 Mardi. 12,20 - 1,00  
 Jeudi 10,40 - 11,20  
 Samedi 7,55 - 8,40

Ἐν τῶν τῶν Στοιχείων  
 Λάμιν ἔν Τερσογύμναιον

Ἡ 172 9 / 1923

σιδήρου, ἐφ' οὗ ἐπιδρᾷ μαγνήτης, ἔλκει ῥινήματα σιδήρου, ἐν ᾗ ἢ ὕλη τοῦ ἠλέκτρου καὶ τοῦ σιδήρου οὐδὲως μετεβλήθη. Ὡσαύτως ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ κάτοπτρον ἀνακλᾶται, ἢ μεταδίδουσα εἰς τὸ ὕδωρ διαθλάται. Κατὰ τὴν ἀνάκλασιν ἢ διάθλασιν τοῦ φωτὸς ἢ κραδαντικὴ κίνησις τοῦ αἰθέρος ἀλλάσσει ἀπλῶς διεύθυνσιν. Τοιαῦτα εἶνε τὰ καλούμενα φυσικὰ φαινόμενα, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ Φυσικὴ. Πολλάκις ὅμως ἐπέρχεται ῥιζικὴ καὶ οὐσιώδης ἀλλοίωσις τῆς ὕλης τῶν σωμάτων. Οὕτω π. χ. τεμάχιον μαρμάρου πυρούμενον μετατρέπεται εἰς ἄσβεστον, ἣτις ἔχει ὅλως διαφόρους ιδιότητας τῶν τοῦ μαρμάρου ὡσαύτως σιδήρου ἐκτιθέμενος εἰς ὑγρὸν ἀέρα μετατρέπεται εἰς σκωρίαν, οὐσίαν ὅλως διάφορον τοῦ σιδήρου. Τοιαῦτα δὲ εἶνε τὰ καλούμενα χημικὰ φαινόμενα, ἅτινα ἐρευνᾷ ἡ **Χημεία**.

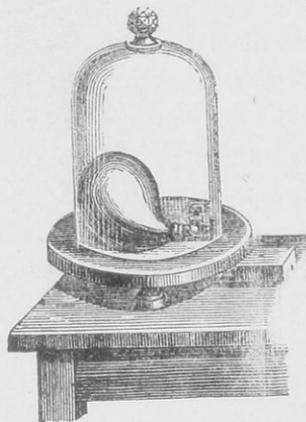
4. **Φυσικὸς νόμος.** Καλεῖται φυσικὸς νόμος σταθερὰ σχέσις, ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ φαινομένου τινὸς καὶ τῆς αἰτίας, ἣτις παρήγαγεν αὐτό. Οἱ φυσικοὶ νόμοι ἀνευρίσκονται διὰ τῆς παρατηρήσεως τῶν φαινομένων, ἅτινα παράγονται ἐν τῇ φύσει, καὶ τῆς ἐρεύνης αὐτῶν διὰ τῶν ἐν τοῖς ἐργαστηρίοις ἐκτελουμένων πειραμάτων. Οὕτω πιέζοντες ὠρισμένην ποσότητα ἀερίου παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Ἡ σχέσις, ἣν διὰ τοῦ πειράματος ἀνευρίσκομεν ὑφισταμένην μεταξὺ τῆς ἀυξήσεως τῆς πίεσεως ἀφ' ἐνὸς καὶ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου ἀφ' ἑτέρου, ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον.

5. **Φυσικὴ θεωρία.** Ἡ μελέτη διαφόρων νόμων, οἵτινες ἀνάγονται εἰς τὴν αὐτὴν τάξιν φαινομένων, δύναται νὰ καταδείξῃ ὅτι τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων εἶνε τὸ ἐπακολούθημα τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἢ τῆς αὐτῆς ὑποθέσεως· τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων καλεῖται φυσικὴ θεωρία· οἷον ἡ θεωρία τοῦ ἤχου, ἡ θεωρία τοῦ φωτὸς κτλ.

6. **Μόρια καὶ ἄτομα.** Πολλὰ φαινόμενα, τὰ μὲν φυσικὰ τὰ δὲ χημικὰ, ἀναγκάζουσιν ἡμᾶς νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶνε ἐπ' ἄπειρον διαιρετὴ, ἀλλ' ὅτι σύγκειται ἐξ ἐλαχίστων μερῶν, ἅτινα καλοῦνται μόρια. Τὰ μόρια ταῦτα διὰ μηχανικῶν μὲν μέσων δὲν

δυνάμεθα νὰ υποδιαιρέσωμεν, διὰ χημικῶν ὁμως δυνάμεθα νὰ ἀναλύσωμεν εἰς ἔτι μικρότερα μερίδια, ἅτινα καλοῦνται ἄτομα. Οὕτως ἐν μόριον ὕδατος ἀναλύεται εἰς δύο ἄτομα ὑδρογόνου καὶ ἓν ἄτομον ὀξυγόνου<sup>1</sup>.

7. **Διάφοροι τρόποι τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.** Τὰ σώματα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, τὴν στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀέριον. Καὶ στερεὰ μὲν καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα μᾶλλον ἢ ἤττον ἰσχυρῶς καὶ ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέντηνται ὠρισμένον ὄγκον καὶ σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ ἐξωτερικὴν δύναμιν μᾶλλον ἢ ἤττον ἰσχυράν, ὅπως μεταβάλλωσιν ὄγκον ἢ σχῆμα. Ὑγρά δὲ καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ὧν τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα πολὺ ἀσθενῶς, ἔνεκα δὲ τούτου ταῦτα ἔχουσι μὲν ὠρισμένον ὄγκον, οὐχὶ ὁμως καὶ σχῆμα, λαμβάνοντα ἔνεκα τοῦ εὐμεταθέτου τῶν μορίων αὐτῶν τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων αὐτὰ δοχείων, οἷον τὸ ὕδωρ, ὁ ὑδράργυρος. Ἀέρια δὲ καλοῦνται τὰ σώματα, εἰς τὰ ὁποῖα ἕλξιν μεταξὺ τῶν παρακειμένων μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει καὶ ἔνεκα τούτου ταῦτα οὔτε ὄγκον οὔτε σχῆμα ὠρισμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηνεκῶς νὰ καταλάβωσι μεγαλύτερον



Σχ. 1.

χῶρον, πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστά δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται τοιαῦτα εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, τὸ ὑδρογόνον κτλ.

Ἴνα καταδείξωμεν τὴν τάσιν ταύτην τῶν ἀερίων, λαμβάνομεν κύστιν (σχ. 1) ἐμπεριέχουσαν μικρὰν ποσότητα ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς καὶ θέτομεν αὐτὴν κλεισμένην ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφαιροῦμεν τὸν περιβάλλοντα τὴν κύστιν ἀέρα. Κατὰ

1. Καὶ αὐτῶν τῶν ἀτόμων καταρθώθη ἐσχάτως ἡ υποδιαίρεσις εἰς μονάδας ἔτι μικροτέρας κληθείσας ἠλεκτριόνια.

τήν ἐξαγωγήν ταύτην τοῦ ἀέρος ἢ κύστις ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, διότι ἐκλείπει βαθμηδὸν ἢ ἔξωθεν ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις, δύναται δ' ἐπὶ τέλους νὰ διαρραγῇ ἔνεκα τῆς τάσεως τῶν μορίων τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος πρὸς μάκρυνσιν ἀπ' ἀλλήλων. Ὅταν δ' ἐκ νέου εἰσαχθῇ ἀήρ εἰς τὸν κώδωνα, ἢ κύστις συστέλλεται ἀναλαμβάνουσα τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον. Ἰαλίνη φιάλη πλήρης ἀέρος καλῶς πωματισθεῖσα ἐκπωματίζεται ὑπὸ τὸν κώδωνα, ὅταν ἀραιώσωμεν τὸν πέριξ αὐτῆς ἀέρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

8. Καλοῦμεν *ιδιότητα* τῶν σωμάτων τοὺς διαφοροὺς τρόπους, καθ' οὓς ταῦτα ὑποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν. Αἱ *ιδιότητες* αὗται διαιροῦνται εἰς *γενικάς*, αἵτινες ἀπαντῶσιν εἰς πάντα ἀνεξαρτέτως τὰ σώματα, καὶ εἰς *μερικάς*, αἵτινες εἰς τινα μόνον σώματα ἀπαντῶσιν, ὡς τὸ διαφανές, τὸ λευκόν, ἢ ὀρεσιότης κτλ.

Γενικαὶ *ιδιότητες* τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι πολλαί, μεταξὺ τῶν ὁποίων κυριώτεραι εἶνε αἱ ἐξῆς: ἡ ἔκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ συμπιεστόν, τὸ πορῶδες, ἢ ἐλασικότης, τὸ κινήτὸν καὶ ἡ ἀδράνεια.

9. **Ἐκτασις.** Ἐκτασις καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη *ιδιότης* τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα κατέχουσι ὀρισμένον χῶρον.

10. **Ἀδιαχώρητον.** Ἀδιαχώρητον καλεῖται ἡ γενικὴ *ιδιότης* τῶν σωμάτων, καθ' ἣν δύο διακεκριμένα σώματα δὲν δύνανται νὰ κατέχωσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χῶρον.

11. **Διαιρετόν.** Διαιρετόν καλεῖται ἡ γενικὴ τῶν σωμάτων *ιδιότης*

της, καθ' ἣν πᾶν σῶμα δύναται νὰ διαιρεθῆ εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Παραδείγματα λεπτομερεστάτης ὑποδιαιρέσεως τῆς ὕλης παρέχουσιν ἡμῖν ὁ χρυσός, ὅστις δύναται νὰ ἐκταθῆ εἰς λεπτότατα φύλλα ἔχοντα πάχος τὸ  $\frac{1}{10000}$  τοῦ χιλιοστομέτρου, ὁ λευκόχρυσος, ὅστις δύναται νὰ μεταβληθῆ εἰς σύρματα λεπτότατα ἔχοντα πάχος τὸ  $\frac{1}{1200}$  τοῦ χιλιοστομέτρου· ὡσαύτως αἱ ὀσμῆραι οὐσαί, οἷον ἡ καμφορά, ὁ μόσχος καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσαί, οἷον τὸ ὄσμιον (carmin), ἡ ῥοδανιλίνη (φουξίνη), ὧν ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὄσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

12. **Συμπιεστόν.** Πάντα τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον. Ἡ γενικὴ αὕτη ιδιότης τῶν σωμάτων καλεῖται συμπιεστόν. Ἐκ πάντων τῶν σωμάτων τὰ μᾶλλον συμπιεστὰ εἶνε τὰ ἀέρια, πολὺ δὲ ὀλίγον τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά.

**Παρατήρησις.** Πάντα σχεδὸν τὰ σώματα ἐλαττοῦνται ὡσαύτως κατὰ τὸν ὄγκον διὰ τῆς ψύξεως.

13. **Πορώδες.** Ἐπειδὴ τὰ σώματα εἶνε συμπιεστὰ καὶ διὰ τῆς ψύξεως συσταλλά, ἀναγκαζόμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι κενὰ διαστήματα, φυσικοὶ πόροι καλούμενα. Ἄλλ' εἰς πάντα τὰ σώματα ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα χάσματα ἀσυγκρίτως μείζονα τῶν φυσικῶν πόρων. Οἱ αἰσθητοὶ οὗτοι πόροι εἰς τινα μὲν τῶν σωμάτων εἶνε ὄρατοι διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, οἷον εἰς τὸν σπόγγον, ξύλον κλπ., εἰς ἄλλα δὲ μόνον διὰ τοῦ μικροσκοπίου, ὡς εἰς τὴν κρητίδα. Ἐνεκα τοῦ πορώδους ἢ κρητὶς ἐμποτίζεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ τὸ μάρμαρον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου. Τὰ διυλιστήρια ἐκ χάρτου, ἄνθρακος, λίθου, δι' ὧν διυλίζομεν τὰ ὑγρά, εἶνε ἐφαρμογὴ τοῦ πορώδους.

14. **Ἐλαστικότητα.** Ἡ ἐλαστικότης εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῆς δυνάμεως καὶ μεταβαλλόμενα κατὰ τὸν ὄγκον ἢ τὸ σχῆμα τείνουσιν ν' ἀναλάβωσι τὴν ἀρχικὴν αὐτῶν μορφήν. Ἀναλαμβάνουσι δὲ συνήθως τὸν ἀρχικὸν ὄγκον ἢ σχῆμα, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ δύναμις

παύσῃται ἐνεργοῦσα. Ἡ ἰδιότης αὕτη εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἐκφραίνεται ἰδίως, ὅταν ταῦτα ὑποβάλλωνται· α') εἰς πίεσιν. Στύλος ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσῃται ἢ πίεσις, ὁ στύλος ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος· β') εἰς τάσιν. Σωλήν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος τεινόμενος διὰ βάρους ἐπιμηκύνεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ μήκος, ὅταν τὸ ἐλκῦον βάρος ἀφαιρεθῇ· γ') εἰς κάμψιν. Ῥάβδος σιδηροδρομικὴ κατὰ τὴν δίοδον τῆς ἀτμαμάξης κάμπτεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ πρῶτον αὐτῆς σχῆμα, ὅταν ἡ ἀτμάμαξα παρέλθῃ· δ') εἰς στρέψιν ἢ σπειρασιν. Ὁ σιδηροῦς ἄξων τῶν τροχῶν ἀτμαμάξης ἢ ὁ ἄξων, δι' οὗ στρέφεται ἢ ἔλιξ ἀτμοπλοίου, ὑφίστανται στρέψιν κατὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀτμαμάξης ἢ τοῦ ἀτμοπλοίου, ἤτις ἐκλείπει μετὰ τὴν παύσιν τῆς κινήσεως. Τὰ ἐλαστικώτερα τῶν στερεῶν σωμάτων εἶνε ὁ χάλυψ (ἐλατήρια ὠρολογίων ἀμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμι κλπ.

Ἄλλ' ἐν τοῖς στερεοῖς ὑπάρχει ὄριον ἐλαστικότητος διάφορον εἰς τὰ διάφορα σώματα, πέραν τοῦ ὁποίου τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν, τάσιν, κάμψιν ἢ στρέψιν διηνεκῶς αὐξανομένας δὲν ἀναλαμβάνουσι τὸ ἀρχικὸν αὐτῶν σχῆμα ἢ μήκος ἢ ὄγκον, ἀλλὰ παραμορφοῦνται μονίμως ἢ καὶ ἐπὶ τέλους θραύονται, ὅταν ὑπερβῶμεν καὶ τὸ ὄριον τῆς στερεότητος ἢ θραύσεως.

Τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια εἶνε σώματα τελείως ἐλαστικά, ἢ ἐλαστικότης δ' αὐτῶν ἐκδηλοῦται, ὅταν ταῦτα ὑποβάλλωνται εἰς πίεσιν.

15. **Κινητόν.** Τὸ κινητόν εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν ταῦτα δύνανται νὰ μεταβάλλωσι θέσιν εἰς τὸν χῶρον, ὡς π. χ. ὅταν ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἠρεμίας, καθ' ἣν διατηροῦσιν ἐν τῷ χώρῳ θέσιν ἀμετάβλητον, μεταβαίνωσιν εἰς τὴν τῆς κινήσεως.

16. **Ἀδράνεια.** Ἀδράνεια καλεῖται ἡ ἰδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σῶμά τι ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας ἢ κινήσεως, εἰς ἣν εὐρίσκεται, ἤτοι νὰ μεταβῇ ἐκ τῆς ἠρεμίας εἰς τὴν κίνησιν ἢ ἐκ τῆς κινήσεως εἰς τὴν ἠρεμίαν, ἢ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου κινήσεως εἰς τὴν καμπυλόγραμμον, ἢ νὰ μεταβάλλῃ ταχύτητα, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἑξωτερικὴ τις αἰτία. II.

χ. λίθος ἀφινόμενος ἐλεύθερος ἐξ ὕψους καταπίπτει οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἑλξεως τῆς γῆς. Ἀτμόπλοιον ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης, ἡρεμεῖ δὲ τελευταῖον οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκεν ἀντιστάσεως ὑπὸ τῆς θαλάσσης παραγομένης. Σιδηροδρομικῆς ἀμαξοστοιχίας ἢ κινήσις καταστρέφεται μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ ἀφ' ἑαυτῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχιῶν ἢ καὶ τῆς τροχοπέδης ἐπὶ τοῦ ἐπισώτρου τῶν τροχῶν.

Ὅταν τις ἴσταται ὀρθος ἐφ' ἀμάξης κινουμένης αἰφνιδίως κλίνει πρὸς τὰ ὀπίσω· ἐὰν δὲ ἴσταται ἐφ' ἀμάξης κινουμένης καὶ αὐτὴ αἰφνιδίως σταματήσῃ, κλίνει πρὸς τὰ πρόσω. Ἐάν τις θελήσῃ νὰ κατέλθῃ ἐξ ἀμάξης ταχέως κινουμένης ἐστραμμένος ὦν πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ κινεῖται ἢ ἀμαξα, δύναται νὰ καταπέσῃ πρηνῆς, ἐὰν δὲν κλινή τὸ σῶμα ἀρκούντως πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἀδέξιος ἵππεὺς ἐκτινάσσεται, ὅταν ὁ ὠκυπορῶν ἵππος ἀποτόμως σταματήσῃ. Ἄν ἀκαριαίως σταματήσῃ ἀμαξοστοιχία κινουμένη μετὰ μεγάλης ταχύτητος, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὰς συγκρούσεις, τότε αἱ ἀμαξαι αὐτῆς τείνουσαι νὰ ἐμμείνωσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως θραύονται συγκρουόμεναι.

Ὅταν πρόκειται νὰ ὑπερπηδήσωμεν τάφρον, λαμβάνομεν φορὰν, τουτέστι παρέχομεν κίνησιν εἰς τὸ σῶμα ἡμῶν, οὕτω δ' εὐχερέστερον ὑπερπηδῶμεν αὐτήν, διότι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ἡμῶν ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν ἐνεργεῖαν τῶν μυῶν, ἣν καταβάλλομεν διὰ νὰ πεηδήσωμεν.

Ἡ ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης ἐφαρμόζεται ὡσαύτως εἰς τὴν σφύραν, τὸν πέλεκυν, τὸν σφόνδυλον ἠλακάτης καὶ τὸν τῆς ἀτμομηχανῆς κτλ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

## ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΕΚ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

## Α'. ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

17. Ὄταν ὄλικόν τι σημεῖον μεταβάλλῃ διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν χώρον, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὃ δὲ γεωμετρικὸς τόπος τῶν θέσεων, ἅς τὸ σημεῖον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται τροχιά αὐτοῦ, οὔσα εὐθύγραμμος ἢ καμπυλόγραμμος.

18. **Κίνησις ἰσοταχῆς.** Ὄταν κινητόν τι διανύῃ ἴσα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν διανύῃ τὸ αὐτὸ διάστημα καθ' ἑκάστην μονάδα τοῦ χρόνου, ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ὑποτεθῇ ἡ μονὰς αὕτη, τότε ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἰσοταχῆς. Τὸ ἐν ἑκάστη δὲ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα καλεῖται ταχύτης.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ  $\tau$  τὴν ταχύτητα καὶ διὰ  $\delta$  τὸ εἰς  $\chi$  μονάδας τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει τὸν ἑξῆς γενικὸν τύπον

$$\delta = \tau \chi.$$

19. **Κίνησις ἀνισοταχῆς.** Ὄταν κινητόν τι διανύῃ ἄκισα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἀνισοταχῆς ἢ μεταβαλλομένη.

20. **Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.** Ὄταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῇ κατ' ἴσους προσθήκας ἐν ἴσοις χρόνοις ὅσονδήποτε μικρὰς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς μεταβαλλομένη. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὁμαλῶς, ἡ κίνησις

αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς ἐπιταχνομένη, ὅταν δ' ἐλαττωταὶ ὁμαλῶς, καλεῖται ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη. Π. χ. σῶμα πίπτον ἐλευθέρως ἐξ ὕψους (ἐν τῷ κενῷ) ἔχει κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχνομένην· σῶμα δὲ βαλλόμενον πρὸς τὰ ἄνω (ἐν τῷ κενῷ) ἔχει κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένην.

Ἡ σταθερὰ ποσότης, καθ' ἣν αὐξάνεται (ἢ ἐλαττοῦται) ἡ ταχύτης καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου (ἐν δευτερόλεπτον), καλεῖται ἐπιτάχυνσις (ἢ ἐπιβράδυνσις).

## Β'. ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

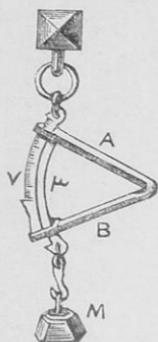
21. **Δύναμις.** Δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἣτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία π. χ., ἣτις σῶμα ἠρεμοῦν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τοῦναντίον σῶμα κινούμενον ἐπαναφέρει εἰς ἠρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγραμμῶς κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινηθῇ καμπυλογραμμῶς. Ἡ βαρύτης π. χ. εἶνε δύναμις, ὡς παράγουσα τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων ἀφιεμένων ἐλευθέρων.

22. **Γνωρίσματα δυνάμεως.** Τέσσαρα εἶνε τὰ γνωρίσματα πάσης δυνάμεως· α') τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς, ἦτοι τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, καθ' ὃ ἡ δύναμις ἐφαρμόζεται· β') ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ σώματος· γ') ἡ φορά, ἦτοι ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω, δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ κτλ. ἐνέργεια τῆς δυνάμεως καὶ δ') ἡ ἔντασις, ἦτοι ἡ ἰσχὺς, μεθ' ἧς ἡ δύναμις ἐνεργεῖ.

23. **Μονὰς δυνάμεως.** Πρὸς καταμέτρησιν πάσης δυνάμεως λαμβάνομεν κατὰ συνθήκην ὡς μέτρον ὀρισμένην τινὰ δύναμιν, πρὸς ἣν συγκρίνομεν πᾶσαν ἄλλην δύναμιν καὶ ἣν καλοῦμεν μονάδα δυνάμεως. Ὡς τοιαύτη δὲ μονὰς λαμβάνεται τὸ βάρος ἐνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου (λίτρου) ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4<sup>0</sup>, ἦτοι τὸ καλούμενον **Χιλιόγραμμα** (312,5 δράμια).

24. **Δυναμόμετρον.** Πρὸς καταμέτρησιν δυνάμεως οἷα σδήποτε,

οἶον τῆς τῶν μυῶν ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα ὄργανα καλούμενα *δυναμόμετρα*. Τὸ ἀπλούστερον δὲ τούτων σύγκειται ἐκ χαλυβδίνου ἐλάσματος AB (σχ. 2) ἠγκωτισμένου κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ. Ἐὰν ἔλκοντες π. χ. διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἐπενέγκωμεν τοιαύτην πλησίαισιν τῶν ἄκρων τοῦ ἐλάσματος, οἶαν ἐπιφέρει π. χ. βάρος 40 χιλιογράμμων, τότε λέγομεν ὅτι κατεβάλομεν δύναμιν ἴσην πρὸς 40 χιλ.



Σχ. 2.

### 25. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων.

Πᾶσα δύναμις παρίσταται γραφικῶς δι' εὐθείας ΑΠ (σχ. 3) ὑπὸ μορφὴν βέλους, ἧς τὸ ἔν πέρασ

Α παριστᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς εὐθείας ΑΠ καὶ ἡ φορὰ τοῦ βέλους τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν τῆς δυνάμεως, καὶ τέλος τὸ μῆκος τῆς αὐτῆς εὐθείας παριστᾷ τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Πρὸς τοῦτο δὲ λαμβάνομεν μῆκός τι εὐθείας, οἶον ἐν ὑφεκατόμετρον, ὅπερ κατὰ συνθήκην παριστᾷ τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως.



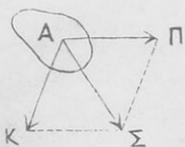
Σχ. 3.

26. *Σύνθεσις δυνάμεων*. "Ὅταν πολλαὶ δυνάμεις ἐπὶ τιγος σώματος ἐφηρμοσμένοι ἐξουδετερῶνται ἀμοιβαίως, ἤτοι ὅταν εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ, εἶνε φανερόν ὅτι ἐκάστη αὐτῶν ἰσορροπεῖ πάσας τὰς λοιπὰς καὶ ἐπομένως πᾶσαι αἱ λοιπαὶ δυνάμεις δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς καὶ μόνης ἴσης τῇ πρώτῃ καὶ ἀντιρρόπου. Κατὰ ταῦτα δυνάμεθα ἐνίοτε δύο ἢ πλείονας δυνάμεις ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἄλλης παραγούσης τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ ἐκεῖναι, ἀποτέλεσμα τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται *σύνθεσις δυνάμεων*. Ἡ δύναμις, ἣτις δύναται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείονας δυνάμεις, καλεῖται *συνισταμένη*, ἐκεῖναι δὲ *συνιστώσαι*.

27. *Σύνθεσις δυνάμεων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων*. Ἡ συνισταμένη δύο ἢ καὶ πλείονων δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ

αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν. Ἐὰν δὲ πλείονες δυνάμεις ἐνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου ἑνὸς σώματος, αἱ μὲν κατὰ τινα φοράν, αἱ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, εὐρίσκομεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν ἀθροίζοντες τὰς δυνάμεις, αἵτινες ἐνεργοῦσι κατὰ μίαν φοράν καὶ εἶτα τὰς ἐνεργούσας κατ' ἀντίθετον, καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ἀθροίσματος τὸ ἔλασσον: Ἡ ζητούμενη συνισταμένη ἔχει ἔντασιν μὲν ἴσην τῇ διαφορᾷ, ἣν εὐρίσκομεν, φοράν δὲ τὴν τῶν δυνάμεων τοῦ μείζονος ἀθροίσματος.

28. **Παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων.** Δύο δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ (σχ. 4) ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος

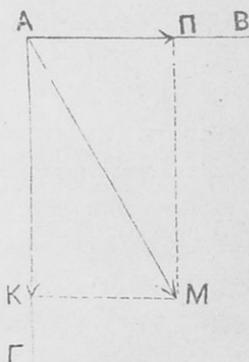


Σχ. 4.

κατὰ διάφορον διεύθυνσιν ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν, ἣτις παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου ΑΣ τοῦ παραλληλογράμμου ΣΚΑΠ, ὕπερ σχηματίζομεν ἐπὶ τῶν εὐθειῶν ΑΠ καὶ ΑΚ.

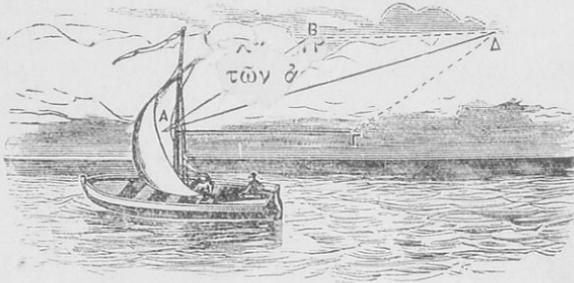
29. **Ἀνάλυσις δυνάμεως.** Ὅπως συνθέτομεν δύο δυνάμεις ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐνεργούσας, οὕτω δυνάμεθα ἀντιστρόφως ν' ἀναλύσωμεν μίαν δύναμιν εἰς τὰς συνιστώσας αὐτῆς.

Συνηθέστατα δὲ ἀναλύεται μία δύναμις εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Ἐστω π. χ. δύναμις τις ΑΜ (σχ. 5) ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου Α ἐνεργοῦσα, ἣτις πρόκειται ν' ἀναλυθῆ εἰς δύο συνιστώσας κατὰ τὰς διευθύνσεις ΑΒ καὶ ΑΓ καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Πρὸς τοῦτο ἄγομεν ἐκ τοῦ σημείου Μ τὰς εὐθείας ΜΚ καὶ ΜΠ καθέτους ἐπὶ τὰς ΑΓ καὶ ΑΒ, ἣτοι παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις, αἵτινες τέμνονται ὑπὸ τῶν καθέτων κατὰ τὰ σημεία Κ καὶ Π. Αἱ εὐθεῖαι ΑΠ καὶ ΑΚ παριστῶσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως ΑΜ.



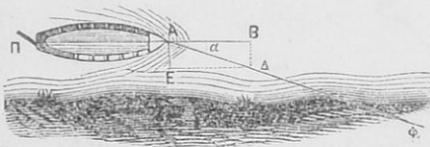
Σχ. 5.

Παραδείγματα ἀναλύσεως δυνάμεως. Ἡ ὥσις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῶν ἱστιῶν πλοίου (σχ. 6). Ἡ ἔλξις λέμβου ἐκ τῆς παραλίας διὰ σχοινίου (σχ. 7).

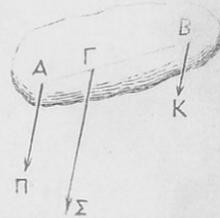


Σχ. 6.

30. Σύνθεσις παραλλήλων δυνάμεων. Ὅταν δύο δυνάμεις ἴσαι ἢ ἄνισοι Π καὶ Κ (σχ. 8), παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς



Σχ. 7.



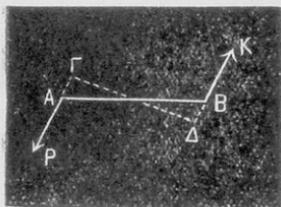
Σχ. 8.

εἶνε ἐφηρμοσμένα ἐἰς δύο σημεῖα Α καὶ Β σώματός τινος ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἢ συνισταμένη αὐτῶν ΓΣ εἶνε παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις, τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης διαιρεῖ τὴν εὐθεῖαν ΒΑ, τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο δυνάμεων, ἐἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων, οὕτως ὥστε ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν  $ΓΑ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ$ .

31. Ἐὰν πλείονες δυνάμεις παράλληλοι τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶνε ἐφηρμοσμένα ἐἰς διάφορα σημεῖα ἐνὸς σώματος, πρὸς εὔρεσιν

τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην δύο οἰωνδήποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, εἶτα τὴν συνισταμένην τῆς μερικῆς ταύτης συνισταμένης καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἰασδήποτε, καὶ οὕτως ἐξακολουθοῦμεν μέχρις ὅτου συνθέσωμεν καὶ τὴν τελευταίαν δύναμιν.

32. **Δυναμικὸν ζεύγος.** Τὸ αἰ <sup>ἀφα</sup>μα δύο δυνάμεων AP καὶ BK (σχ. 9) ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιθέτου φορᾶς ἐνεργουσῶν



Σχ. 9.

εἰς δύο σημεῖα A καὶ B ἐνὸς σώματος ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον δυναμικὸν ζεύγος, ὅπερ τείνει νὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ εἶνε ἐφηρμοσμένον, περιστροφικὴν κίνησιν. Οὕτω μαγνητικὴ βελὸν ἔρειδομένη διὰ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος καὶ ἔχουσα π. χ.

διεύθυνσιν ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων ἴσων καὶ παραλλήλων ἐνεργουσῶν κατὰ τὰ πέρατα αὐτῆς, ὧν ἡ μὲν διευθυνομένη πρὸς βορρᾶν, ἡ δὲ πρὸς νότον τείνουσι νὰ στρέψωσι τὴν βελὸν ὑπερὶ τὸ μέσον αὐτῆς.

33. **Μᾶζα σώματος.** Δύναμις τις ἐνεργοῦσα συνεχῶς ἐπὶ τι σῶμα μεταδίδει εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν ὠρισμένην, δύναμις διπλασία θέλει μεταδώσῃ ἐπιτάχυνσιν διπλασίαν καὶ οὕτω καθεξῆς, ἤτοι αἱ δυνάμεις εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις, ἃς μεταδίδουσιν εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα. Ὅθεν ὁ λόγος δυνάμεως ἐνεργοῦσης ἐπὶ τι σῶμα πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν μεταδίδει πρὸς αὐτό, εἶνε ποσότης σταθερά, ἣτις καλεῖται μᾶζα τοῦ σώματος, προκύπτουσα ἐκ τοῦ ποσοῦ τῆς ὕλης, τὴν ὁποίαν περιέχει τὸ σῶμα.

34. **Ἔργον τῶν δυνάμεων.** Δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τι σῶμα καὶ μετακινῶσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς πρὸς τὴν ἰδίαν αὐτῆς διεύθυνσιν παράγει ἔργον. Οὕτως, ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιάξῃ ὕδωρ ἐκ τοῦ βάθους φρέατος, ἢ λίθους ἀπὸ τοῦ ἐδάφους εἰς οἰκοδομήν, παράγει ἔργον. Ὡς

μονάς δὲ τοῦ ἔργου λαμβάνεται τὸ ἔργον, ὅπερ παράγει δύναμις ἀναδιβάζουσα τὸ βάρος ἑνὸς χιλιογράμμου εἰς ὕψος ἑνὸς μέτρου καὶ ὅπερ καλεῖται χιλιογραμμόμετρον. Οὕτως ἐργάτης, ὅστις ἀνεδίθασεν εἰς ὕψος 5 μέτρων λίθους βάρους 60 χιλιογράμμων, παρήγαγεν ἔργον  $5 \times 60 = 300$  χιλιογραμμόμετρων. Δύναμις ἵππου, δι' ἧς μετρεῖται ἡ δύναμις τῶν ἀτμομηχανῶν, καλεῖται ἡ δύναμις ἐκείνη, ἥτις ἐν ἑνὶ δευτερολέπτῳ παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρων. Κατὰ ταῦτα μηχανὴ ἔχουσα δύναμιν 10 ἵππων εἶνε ἱκανὴ ν' ἀνυψώσῃ ἐν ἑνὶ δευτερολέπτῳ 75 χιλιογράμματα εἰς ὕψος 10 μέτρων ἢ 750 χιλιογρ. εἰς ὕψος 1 μέτρ., ἢ 10 χιλιογρ. εἰς ὕψος 75 μέτρων.

35. **Ἐνέργεια.** Ἐνέργεια σώματος τινος καλεῖται ἡ ἰδιότης αὐτοῦ, καθ' ἣν τοῦτο καθ' ὀρισμένους περιστάσεις δύναται νὰ παραγάγῃ ἔργον. Λίθος, ὅστις καταπίπτει, σφαῖρα βαλλομένη διὰ τηλεβόλου, τὸ βέον ὕδωρ ποταμοῦ ἐνέχουσιν ἐν τῇ καταστάσει ταύτῃ τῆς κινήσεως ἐνέργειαν· διότι ὁ λίθος πίπτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἡ σφαῖρα προσκρούουσα ἐπὶ θώρακος, τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ θέτον εἰς κίνησιν ὑδραυλικὸν τροχὸν δύναται νὰ παραγάγῃσι μηχανικὰ ἀποτελέσματα, τούτέστιν ἔργον.

Κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας περιστάσεις ἡ ἐνέργεια εἶνε οὕτως εἰπεῖν ὁρατὴ προερχομένη ἐξ αὐτῆς τῆς κινήσεως τοῦ σώματος καὶ καλουμένη ἔργῳ ἐνέργεια. Ἄλλ' ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ εἶνε καὶ ἄλλης φύσεως, οἷον εἰς λαμβάνουσα. Σῶμα βαρὺ κρεμάμενον εἰς ὕψος ἐνέχει ἐνέργειαν, διότι ἂν ἀποκόψωμεν τὸ νῆμα, δι' οὗ κρέμαται, δύναται τοῦτο καταπίπτειν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἐλατήριον τεταμένον, ὅταν ἀφεθῇ ἐλευθέρων. Ὡσαύτως ἡ πυρίτις καθίσταται αἰφνιδίως ἱκανὴ νὰ ἐκσφενδονίσῃ βαρύτερον βλήμα, ὅταν πέσῃ ἐπ' αὐτῆς σπινθήρ καὶ τὴν ἀναφλέξῃ. Τὸ κρεμάμενον ἄρα σῶμα, τὸ τεταμένον ἐλατήριον καὶ ἡ πυρίτις ἐνέχουσιν ἐνέργειαν. Ἡ ἐνέργεια αὕτη, ἥτις δύναται ἐν δεδομένη στιγμή νὰ μεταβληθῇ εἰς ἔργῳ ἐνέργειαν, καλεῖται δυνάμει ἐνέργεια.

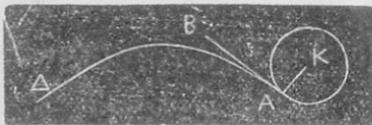
Πάντα τὰ φυσικὰ φαινόμενα καταδεικνύουσιν ὅτι, ὅταν ἡ ἔργω ἐνέργεια σώματός τινος μεταβάλληται, ἡ δυνάμει ἐνέργεια μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον. Λίθου π. χ. ῥιπτομένου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἡ δυνάμει ἐνέργεια συνεχῶς αὐξάνεται, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ἔργω ἐνέργεια ἐλαττοῦται. Σώματος τοῦναντίον καταπίπτοντος ἡ μὲν δυνάμει ἐνέργεια ἐλαττοῦται, ἡ δὲ ἔργω ἐνέργεια αὐξάνεται. Ἡ μία κερδίζει πᾶν ὅ,τι ἡ ἄλλη ἀποβάλλει, οὕτω δὲ ἡ ἔργω ἐνέργεια μετατρέπεται μὲν εἰς δυνάμει ἐνέργειαν ἢ τάνάπαλιν, ἀλλὰ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν μένει σταθερόν.

Ἐνίοτε κατὰ τὰς ἀμοιβαίας ταύτας μετατροπὰς φαίνονται μὲν καὶ ἡ ἔργω καὶ ἡ δυνάμει ἐνέργεια ὡς συγχρόνως ἐξαφανιζόμεναι, ἀλλὰ τότε νέου εἶδους φαινόμενα ἀναφαίνονται, διότι ἀναπτύσσεται θερμότης, φῶς ἢ ἠλεκτρισμός. Ἡ δὲ θερμότης αὕτη, τὸ φῶς ἢ ὁ ἠλεκτρισμὸς καταλαμβάνουσιν οὕτως εἰπεῖν τὴν θέσιν τῆς ἐκλιπούσης ἐνεργείας. Ἀντὶ δὲ ὠρισμένης ποσότητος ἐνεργείας ἐξαφανιζομένης ἀναφαίνεται ὠρισμένη ποσότης θερμότητος ἢ ἠλεκτρισμοῦ, ἣτις ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἐκείνην. Ὅθεν ἡ ἐνέργεια ποσῶς δὲν ἀπόλλυται, ἀλλ' ἀενάως μετατρέπεται. Ὡς δ' ἐν τῇ Χημείᾳ ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ ὑπάρχουσα ὕλη δὲν ἐξαφανίζεται οὐδὲ νέα ὕλη γεννᾶται, ἀλλ' ἡ ὑπάρχουσα διηνεκῶς μετατρέπεται, ὡς δηλ. ἐν τῇ Χημείᾳ διηνεκῶς ἀποδεικνύεται ἡ ἀρχὴ τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης, οὕτω καὶ ἐν τῇ Φυσικῇ ἡ ἔρευνα τῶν φυσικῶν φαινομένων διηνεκῶς καταδεικνύει τὴν ἀρχὴν τῆς ἀφθαρσίας τῆς ἐνεργείας, ἣτις ἐμφανιζομένη ὡς θερμότης, ὡς φῶς, ὡς ἠλεκτρικὴ, ὡς μαγνητικὴ ἢ ὡς χημικὴ ἐνέργεια οὔτε αὐξάνεται, οὔτε ἐλαττοῦται. Τοῦτέστιν ἡ διαθέσιμος ἐνέργεια ἐν τῇ φύσει εἶνε ὠρισμένη καὶ πάντοτε ἡ αὐτή. Πᾶσαι δ' αἱ προσπάθειαι ἡμῶν δύνανται διαφοροτρόπως νὰ μετατρέψωσι τὴν ἐνέργειαν, οὐδέποτε ὅμως νὰ καταστρέψωσι αὐτήν· τὸ δημιουργεῖν ἢ καταστρέφειν τὴν ἐνέργειαν ἢ τὴν ὕλην εἶνε ὑπέρτερον τῶν δυνάμεων ἡμῶν καὶ τῶν μέσων, ἅτινα μεταχειριζόμεθα.

36. Περὶ φυγοκέντρον δυνάμεως. Ὑλικὸν σημεῖον ἐν κινή-

σει εύρισκόμενον και εις μηδεμιᾶς δυνάμεως τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως και ἰσοταχῶς· Ἐνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ ὑλικὸν σημεῖον νὰ μεταβάλλῃ τροχίαν και ἐκ τῆς εὐθυγράμμου μεταβῇ εἰς τὴν καμπυλόγραμμον κίνησιν, οἷον τὴν κυκλικήν, δεόν νὰ ἐνεργῶμεν ἐπ' αὐτοῦ συνεχῶς διὰ δυνάμεως πρὸς τὸ κέντρον τοῦ κύκλου διευθυνομένης, ἣτις καλεῖται κεντρομόλος δύναμις ἢ δύναμις ἐπὶ τὸ κέντρον. Ἄλλὰ τὸ ὑλικὸν σημεῖον ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τείνει διηγενκῶς νὰ κινήθῃ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἣ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση και ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ φυγόκεντρος δύναμις. "Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργουσα, ἀμέσως παύεται και ἡ ἐνέργεια τῆς φυγόκεντροῦ δυνάμεως τὸ δὲ ὑλικὸν σημεῖον ἐξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως και ἰσοταχῶς.

Ἐὰν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων νήματος ΚΑ (σχ. 10) προσδέσωμεν



Σχ. 10.

ὑλικὸν σημεῖον Α και κρατοῦντες τὸ ἕτερον ἄκρον Κ ἐν τῇ χειρὶ δώσωμεν εἰς τὸ ὑλικὸν σημεῖον περιστροφικὴν κίνησιν, ἐπὶ μὲν τῆς χειρὸς ἡμῶν Κ ὑπάρχει ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἐπὶ

δὲ τοῦ ὑλικοῦ σημείου Α ἀντιδρώντος ἀδιακόπως τῇ χειρὶ ἡμῶν ἀναπτύσσεται ἡ φυγόκεντρος δύναμις. Ἐνεκα δὲ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης τῶν δύο δυνάμεων τὸ νῆμα ΚΑ τείνεται και, ὅταν διαρραγῇ, ἀμφότεραι αἱ δυνάμεις παύονται ἐνεργουσαί, τὸ δὲ ὑλικὸν σημεῖον κινεῖται πρὸς στιγμὴν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ διαγραφομένου κύκλου ἀγομένης ἐφαπτομένης ΑΒ· ἀλλ' εἶτα ἕνεκα τῆς ἕλξεως τῆς γῆς και τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος διαγράφει τὴν καμπύλην ΑΔ.

37. **Νόμοι τῆς φυγόκεντροῦ δυνάμεως:** Α'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ περιστρεφομένου σώματος.

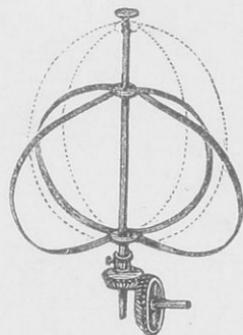
Β'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον

τῆς ταχύτητος τοῦ κινήτου, ὅταν ἡ ἀκτίς τῆς καμπυλότητος εἶνε ἡ αὐτή.

Γ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς καμπυλότητος, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτή.

Δ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς καμπυλότητος, ὅταν ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς εἶνε ὁ αὐτός.

§8. **Παραδείγματα φυγοκέντρου δυνάμεως.** Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, οὔτινος τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ, καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὄλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῇ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλάκις οἱ μυλόλιθοι, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπίσης κατορθοῦται ἡ ἄλεσις τοῦ σίτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μυλόλιθου, ὁπόθεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορφήν ἀλεύρου. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως βλέπομεν ἐν τοῖς ἵπποδρομίῳ τὸν ἀναβάτην



Σχ. 11.

κλίνοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἵπποδρομίου καὶ λαμβάνοντα οὕτω τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῶν δύο δυνάμεων, τῆς φυγοκέντρου καὶ τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαὶ εἰς τὰς καμπύλας ἔχουσι τὴν ἐξωτερικὴν ράδδον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ Γῆ ἥτο ποτε διάπυρος καὶ τετηγυῖα σφαιρικὴ μάζα, ἔνεκα δὲ τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς ὑπέστη συμπίεσιν περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξόγκωσιν κατὰ τὸν ἰσημερινόν, ὡς συμβαίνει καὶ εἰς δύο ἐλάσματα ἐκ χάλυδος (σχ. 11) ἔχοντα κυκλικὸν σχῆμα καὶ περιστρεφόμενα περὶ κατακόρυφον

ἄξονα, ἐφ' ὧν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατακόρυφος διάμετρος αὐτῶν ἐλαττοῦται, τὸ ὕψος δ' ἢ ὀριζοντία ἀυξάνεται. Ἡ συμπίεσις δ' αὕτη ἀυξάνεται, ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.



# ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

## ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ



### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ, ΒΑΡΟΣ, ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

39. *Βαρύτης.* Καλεῖται βαρύτης ἡ ἐλκτική δύναμις τῆς Γῆς, ἣτις παράγει τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων, ἀφιεμένων ἐλευθέρων, ἢ τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, ἐφ' οὗ τὰ σώματα ἐρείδονται, ἢ τέλος τὴν τάσιν τοῦ νήματος, ἐξ οὗ ταῦτα εἶνε ἐξηρητημένα. Τὰ σώματα δὲ ὡς ὑπέικοντα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος καλοῦνται βαρέα.



A

Ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἐνεργεῖ ἡ βαρύτης καλεῖται κατακόρυφος.

Τὴν κατακόρυφον σημείου τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον *νήμα τῆς σιάθμης* (κατευθυντήρ) (σχ. 12).

Σημ. Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται *οριζόντιον*.

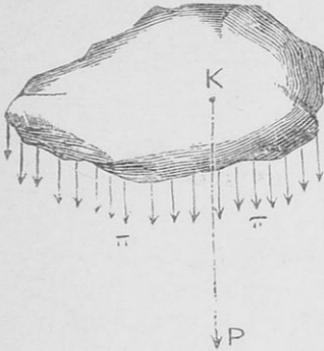


B

40. *Βάρος.* Ἡ Γῆ ἔλκει πάντα τὰ μόρια, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται πᾶν σῶμα, αἱ δὲ ἐπὶ τὰ διάφορα μόρια τοῦ σώματος ἔλξεις τῆς

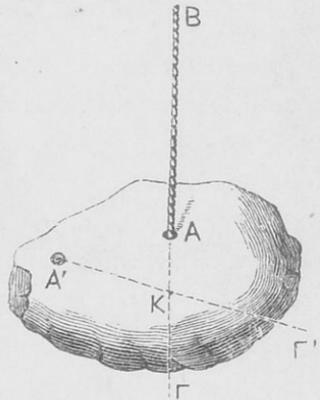
Γῆς ἀποτελοῦσι σύστημα πολλῶν αἰσθητῶς παραλλήλων δυνάμεων  $\pi, \pi$  (σχ. 13), αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην  $KP$  ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Ἡ συνισταμένη αὕτη καλεῖται *βάρος* τοῦ σώματος.

41. *Κέντρον τοῦ βάρους.* Τὸ βάρος παντὸς σώματος εἶνε δύναμις  $KP$  κατακόρυφος ἐνεργοῦσα εἰς τι σημεῖον  $K$ , ὕπερ ὧς τὰ πολλὰ κείται ἐπ' αὐτοῦ τοῦ σώματος, τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο καλούμενον κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τηρεῖ τὴν αὐτὴν ὡς πρὸς τὸ σῶμα θέσιν, ὅπως δήποτε καὶ ἂν τοῦτο μετακινήθῃ ἢ στραφῇ χωρὶς νὰ μεταβάλῃ σχῆμα.



Σχ. 13,

λάκις ὡς ἐξῆς: Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τινος σχοινίου  $BA$  (σχ. 14) καὶ, ὅταν ἡρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν ἐπέκτασιν  $ΑΓ'$  τοῦ σχοινίου  $BA$  διὰ τοῦ σώματος, ἐφ' ἧς εὐθείας θὰ κείται τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Ἐὰν νῦν ἐξαρτήσωμεν τὸ σῶμα ἐξ ἄλλου σημείου  $A'$  καί, ἀφ' οὗ ἡρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου  $A'Γ'$ , ἢ κοινὴν τομὴν  $K$  τῶν δύο εὐθειῶν  $ΑΓ'$  καὶ  $A'Γ'$  εἶνε τὸ ζητούμενον κέντρον τοῦ βάρους.



Σχ. 14.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

43. *A'. Περὶ ἰσορροπίας στερεοῦ σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.* Στερεόν τι σῶμα ἐρειδόμενον ἐπὶ

τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ καὶ πλειοτέρων σημείων καὶ ὑποκείμενον εἰς μόνην τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Βάσις δὲ σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς μόνον σημείου εἶνε τὸ σημεῖον τοῦτο τῆς ἀφῆς, διὰ δύο σημείων ἢ εὐθεία ἢ ἐνοῦσα τὰ δύο ταῦτα σημεία, διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπ' εὐθείας κειμένων, τὸ τρίγωνον, οὔτινος κορυφαὶ εἶνε τὰ τρία σημεία. Τέλος δὲ βάσις σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων εἶνε τὸ κυρτὸν πολύγωνον, τὸ ὅποιον ἔχον κορυφὰς τινὰ πῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς περιέχει πάντα τὰ λοιπά. Οὕτω γραφίς, ἣν θέλομεν νὰ στηρίξωμεν διὰ τῆς ἀκίδος αὐτῆς ὀρθίαν ἐπὶ ὀριζοντίας τραπέζης, τότε μόνον θὰ εὐρεθῇ ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου, δι' οὗ ἡ γραφίς ἐρείδεται ἐπὶ τῆς τραπέζης· διότι τότε κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς ἐνεργοῦσι δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, αἵτινες ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

Ἐὰν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο



Σχ. 15.

σημείων, ὡς διαδύτης ἢ ἄνθρωπος ἰστάμενος ἐπὶ καλοδάρων, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία καὶ δὲν ἀνατρέπεται, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο σημεία, δι' ὧν τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ

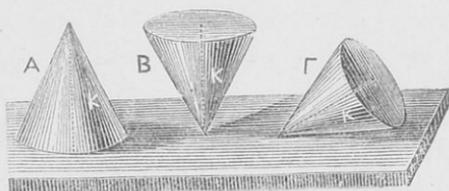
ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, ὡς τρίπους (σχ. 15), τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορρο-

πία, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $K$  καταβιβαζομένη κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου  $αβγ$ , οὕτως κορυφαί εἶνε τὰ τρία σημεῖα  $α, β, γ$ , δι' ὧν ὁ τρίπους ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐδάφους.

Ἐὰν δὲ τέλος τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων, οἷον ἄνθρωπος ἰστάμενος, τότε μόνον οὕτως εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνὸς σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ (σχ. 16).



Σχ. 16.

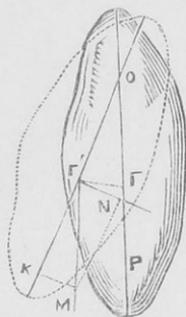


Σχ. 17.

44. *Εὐσταθής, ἀσταθής καὶ ἀδιάφορος ἰσορροπία.* Σῶμα τι στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ πλείονων σημείων εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τείνη νὰ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς ὁμοιομερῆ κῶνον  $A$  (σχ. 17), ἐρειδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ. Ἡ ἰσορροπία δὲ σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον εὐσταθεστέρα, ὅσον τὸ κέντρον τοῦ βάρους εὐρίσκεται χαμηλότερον καὶ ὅσον ἡ βᾶσις αὐτοῦ εἶνε μεγαλειτέρα.

Σῶμα στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπία, ὅταν ὀλίγον μετακινούμενον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας τείνη ν' ἀπομακρυνθῇ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον  $B$  τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ· καὶ τέλος ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία εὐρίσκεται σῶμα τι, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον ἐκ τῆς θέσεως αὐτοῦ δὲν ἐπανέρχεται εἰς αὐτήν, ἀλλὰ τηρεῖ τὴν νέαν ταύτην

θέσειν, ὡς συμβαίνει εἰς ὁμοιομερῆ κώνων  $\Gamma$ , ἐρειδόμενον καὶ μετακινούμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας, ἢ εἰς σφαῖραν ὁμοιομερῆ ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π.χ. κειμένην.

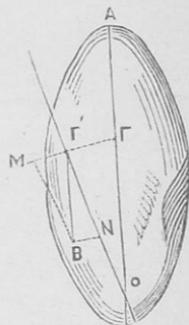


Σχ. 18.

Τὸ σῶμα τὸ οὕτως ἐξηρητημένον εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους  $\Gamma$  (σχ. 18) εἶνε κατώτερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως  $O$ , ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους  $\Gamma$  (σχ. 19) κείται ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία, ὅταν ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

45. Β') Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐξηρητημένου ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος. Βαρύ τι σῶμα ἐξηρητημένον ἐκ στερεοῦ ὀριζοντίου ἄξονος  $O$  καὶ στρεπτόν περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον (σχ. 18), εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἡ κατακόρυφος, ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $\Gamma$  διερχομένη, διέρχεται διὰ τινος σημείου τοῦ ἄξονος τοῦτου.

Τὸ σῶμα τὸ οὕτως ἐξηρητημένον εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρον



Σχ. 19.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

46. Τὰ διάφορα σώματα ἀφινόμενα ἐλεύθερα ἐξ ὕψους φέρονται πρὸς τὸ ἔδαφος, ἢτοι πίπτουσιν, ἀλλὰ μετὰ διαφόρου ταχύτητος ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν ἐπιφέρει ὁ περιβάλλων τὴν  $\Gamma$  ἄτμοσφαιρικὸς ἀήρ. Ἐὰν ὅμως διάφορα σώματα διαφόρου φύσεως, οἷον σφαῖρα ἐκ μολύβδου, πτίλον, ἀφεθῶσιν ἐλεύθερα ἐν χώρῳ τελείῳ κενῷ, ἢτοι μὴ ἐμπεριέχοντι μηδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα,

πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Καὶ ὄντως, ἂν λάδωμεν τὸν σω-  
λῆνα τοῦ Νεύτωνος, ἧτοι κοίλον ὑάλινον κύλινδρον  
ἔχοντα μήκος δύο μέτρων περίπου καὶ ἐμπεριέχοντα  
πίτλον καὶ σφαιρίδιον ἐκ μολύβδου, κεκλεισμένον  
δὲ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα, ἀφ' οὗ προηγουμένως  
διὰ τῆς ἀεραντλίας ἀφηρέθη ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ,  
παρατηροῦμεν, ὅταν βιαίως ἀναστρέψωμεν τὸν  
σωλῆνα, ὅτι τὰ ἐν αὐτῷ σώματα πίπτουσι ταυ-  
τοχρόνως (σχ. 20). Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς  
Aον τῆς πτώσεως νόμον. Πάντα τὰ σώματα πί-  
πτουσι ἐν τῷ κενῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

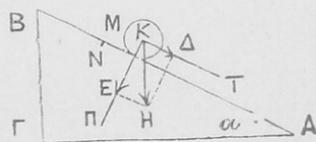
47. **Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐάν βαρὺ τι  
σῶμα ἀφεθῆ ἑλεύθερον ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ  
μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον μ. 4,90 κατὰ τὸ  
πρῶτον καὶ δευτέρον δευτερόλεπτον ὁμοῦ  $4 \times 4,90$ ,  
κατὰ τὸ πρῶτον, δεύτερον καὶ τρίτον δευτερόλε-  
πτον ὁμοῦ  $9 \times 4,90$  καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅθεν συνά-  
γομεν τὸν ἐξῆς Bον τῆς πτώσεως νόμον. Τὰ δια-  
νύομενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐν τῷ  
κενῷ εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων,  
ἐν οἷς διηγύθησαν.

Τὸν νόμον τοῦτο ἀπέδειξε πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος  
μεταχειρισθεὶς κεκλιμένον ἐπίπεδον<sup>1</sup>, ὅπερ ἀπετε-  
λεῖτο ἐκ δοκοῦ, ἣν ἐνέσκαψε κατὰ τὸ μήκος  
αὐτῆς ἀποτελέσας αὐλακα, ἣς τὰ τοιχώματα  
κατέστησεν ὅσον ἔνεστι λεία, ὅπως ἐλατ-



Σχ. 20.

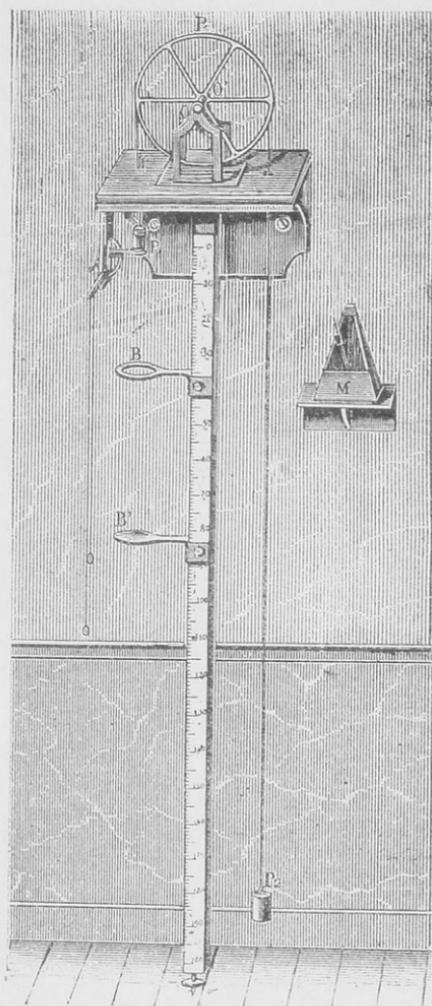
1. Κεκλιμένον ἐπίπεδον καλεῖται πᾶν ἐπίπεδον BA (σχ. 21),  
ὅπερ σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπι-  
πέδου ΑΓ γωνίαν διάφορον τῆς ὀρθῆς. Ἐάν θέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ σῶμα π.χ. σφαι-  
ρικὸν Μ, τοῦτο κατέρχεται τῇ ἐνεργείᾳ  
τῆς δυνάμεως ΚΔ, ἧτις εἶνε ἡ μία τῶν



τώση τὴν τριβὴν, καὶ στηρίζας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσειν τινα ἔθηκεν ἐντὸς τῆς αὐλάκος λείαν μεταλλίνην σφαίραν, ἣτις ἀφεθεῖσα ἐλευθέρως κατήρχετο κυλιομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλιομένη διήγνε κατὰ τοὺς χρόνους 1, 2, 3, εὗρεν ὅτι ταῦτα ἔδαινον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, ὑπὸ οἵανδήποτε κλίσειν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκός.

#### 48. Ἀπόδειξις διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood.

Ἡ μηχανὴ αὕτη σύγκειται ἐκ δοκοῦ κατακόρου ὕψους 2 μ. ἐστηριγμένης ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ φερομένης εἰς τὴν κορυφὴν τροχαλίαν P (σχ. 22) στρεπτήν περὶ τὸν ἄξονα OO'. Εἰς τὴν κατὰ τὴν περιφέρειαν ἐνσκαφήν τῆς τροχαλίας εἰσάγεται νῆμα λεπτὸν ἐκ μετάξης, εἰς τὰ πέρατα δ' αὐτοῦ προσδένονται δύο μετάλλιοι κύλινδροι P<sub>1</sub> καὶ P<sub>2</sub> ἔχοντες τὸ αὐτὸ βάρος. Ἡ κατακόρυφος δοκὸς φέρει κανόνα,



Σχ. 22.

συνιστωσῶν, εἰς ἃς ἀναλύεται ἡ κατακόρυφος δύναμις KH ἢ περιστώσα τὸ βάρος τοῦ σώματος M.

ἐφ' οὗ εἶνε κεχαραγμένοι αἱ διαιρέσεις τοῦ γαλλικοῦ μέτρου.

Ἄν νῦν ἐπὶ τοῦ ἐνὸς κυλίνδρου  $P_1$  ἐπιθέσωμεν μικρὸν πρόσθετον βάρος, ἢ ἰσορροπία θέλει ταραχθῆ καὶ ὁ κύλινδρος  $P_1$  συμπαρασυρόμενος ὑπὸ τοῦ προσθέτου βάρους φέρεται πρὸς τὰ κάτω, ὁ δὲ κύλινδρος  $P_2$  ἀνέρχεται· ἀλλ' ἡ κίνησις αὕτη θὰ εἶνε πολὺ βραδυτέρα τῆς κινήσεως, ἣν θὰ ἐλάβδανεν ἡ μάζα τοῦ προσθέτου σώματος καταπίπτοντος ἐλευθέρως, διότι ἤδη ἡ δύναμις ἢ προκύπτουσα ἐκ τοῦ βάρους τῆς προσθέτου ταύτης μάζης εἶνε ἡναγκασμένη νὰ συμπαρασύρῃ καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων  $P_1$  καὶ  $P_2$ , διότι αἱ δυνάμεις αἱ προκύπτουσαι ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας.

Ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος ὑπάρχει κινητὸς δίσκος  $B'$ , τὸν ὁποῖον διὰ τινος κοιλίου προσαρμύζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν τοῦ κανόνος, εἰς ἣν φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος  $P_1$  κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, τὴν ὁποίαν δεικνύει ἡμῖν ὁ χρονοδείκτης  $M_1$ . Ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο εἶνε 20 ὑφεκατομέτρων. Θέτομεν εἶτα τὸν κινητὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἧτοι εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ μηδενὸς τῆς κλίμακος τετραπλασίαν τῆς πρώτης, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου. Μετὰ τοῦτο θέτοντες τὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 180 παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς τρεῖς μονάδας τοῦ χρόνου. Τὰ διανυόμενα ἐπομένως διαστήματα εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηνήθησαν.

49. **Νόμος τῶν ταχυτήτων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτάται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτει ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς 9,<sup>μ.</sup> 80' τουτέστιν ἐκ τὸ σῶμα κατὰ

1. Ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγρ. πλάτος  $45^{\circ}$  εἶνε 9,<sup>μ.</sup> 80606. Αὕτη βαίνει ἀξαναγομένη πρὸς τοὺς πόλους (9,<sup>μ.</sup> 83109) καὶ ἐλαττουμένη πρὸς τὸν ἰσημερινὸν (9,<sup>μ.</sup> 78103).

τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου πύσηται ὑπεῖκον εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, θέλει ἐξακολουθήσει διανύον 9, <sup>μ</sup>· 80 καθ' ἕκαστον δευτερολέπτον. Ἐὰν ὅμως ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ καθ' ὄλον τὸ δεύτερον δευτερόλ., κτᾶται ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου  $2 \times 9$ , <sup>μ</sup>· 80, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου  $3 \times 9$ , 80 κ. ἐξ. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Γον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ, ὅστις καλεῖται νόμος τῶν ταχυτήτων: Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἠρεμίας καὶ πίπτει ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου τῆς πτώσεως.

50. **Πειραματικὴ ἀποδείξις τοῦ νόμου τῶν ταχυτήτων.** Καὶ ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood. Ἀλλὰ τῆς ἀποδείξεως ταύτης πρέπει νὰ προηγηθῇ ἡ διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης πειραματικὴ ἐπαλήθευσις μιᾶς περιπτώσεως τῆς ἀρχῆς τῆς ἀδρανείας, καθ' ἣν, ὅταν ἡ δύναμις ἢ ἀναγκάζουσα σῶμά τι νὰ κινήται μὲ κίνησιν ἐπιταχυνομένην δὲν ἐνεργῇ πλέον ἐπὶ τοῦ σώματος, ἢ κινήσῃ αὐτοῦ παύει οὕσα ἐπιταχυνομένη καὶ καθίσταται ἰσοταχῆς.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος μετάθετον δίσκον Β φέροντα ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπὴν, ἣς ἡ διάμετρος εἶνε μικροτέρα τοῦ μήκους τῆς προσθέτου μάζης. Τοῦτον προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 20, ἔνθα φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος Ρ κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου. Τότε ἀφήνοντες εἰς τὴν διαίρεσιν ταύτην τὸν διάτρητον δίσκον, ζητοῦμεν νὰ τοποθετήσωμεν τὸν πλήρη δίσκον, εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε νὰ δυναθῇ νὰ κρατήσῃ τὸ κυλινδρικὸν βᾶρος Ρ κατὰ τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 60, ἣτοι ὅτι διανύει κατὰ τὴν δευτέραν μονάδα τοῦ χρόνου διάστημα 40. Κατόπιν ἀναζητοῦμεν ἄλλην τινα θέσιν, ὅπως τοποθετήσωμεν τὸν πλήρη δίσκον, ὥστε νὰ δυναθῇ νὰ κρατήσῃ τὸ κυλινδρικὸν βᾶρος Ρ εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 100, ἣτοι: ὅτι διανύει

κατὰ τὴν τρίτην μονάδα τοῦ χρόνου τὸ αὐτὸ διάστημα 40, ἔπερ διήγυσε καὶ κατὰ τὴν δευτέραν μονάδα τοῦ χρόνου. Ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι, ὅταν παύσῃ ἐνεργοῦσα ἡ δύναμις ἡ θέτουσα τὸ σύστημα εἰς κίνησιν, αὕτη καθίσταται ἰσοταχῆς.

Ὅπως ἀποδείξωμεν νῦν τὸν νόμον τῶν ταχυτήτων, προσαρμόζομεν τὸν διάτρητον δίσκον Β εἰς τὴν διαίρεσιν 20, τὸν δὲ δευτέρον δίσκον Β' τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἡ μὲν πρόσθετος μᾶζα θέλει ἐμποδισθῆ ὑπὸ τοῦ διατρήτου δίσκου, ἐν ᾧ αἱ μᾶζαι τῶν κυλίνδρων  $P_1$  καὶ  $P_2$  θέλουσιν ἐξακολουθήσει κινούμεναι ἰσοταχῶς δυνάμει τῆς κτηθείσης ταχύτητος διανύουσαι ἐν μιᾷ μονάδι τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκατομέτρων. Ἐὰν νῦν προσαρμόσωμεν τὸν διάτρητον δίσκον Β εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἔνθα φθάνει ὁ κύλινδρος  $P_2$  εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ πλήρη Β' εἰς τὴν διαίρεσιν 160, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ κύλινδρος  $P_1$  φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 160 εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης μονάδος τοῦ χρόνου, ἦτοι ὅτι ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, εἶνε ἴση πρὸς 80, τουτέστι διπλασία τῆς ταχύτητος, ἣν εἶχεν ὁ κύλινδρος  $P_1$  εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου.

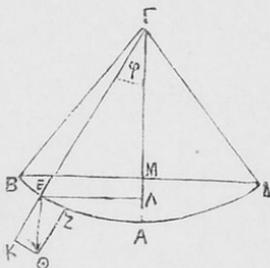
Σημ. Α'. Εἰς τὴν πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῶν νόμων τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων διὰ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου καὶ διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, διότι αὕτη ἔνεκα τῆς βραδύτητος τῆς πτώσεως εἶνε ἐλαχίστη.

Σημ. Β'. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἀληθεύουσιν, ὅταν πρόκειται περὶ μικρῶν σχετικῶς ὑψῶν, ὁπότε ἡ δύναμις ἡ ἐπιφέρουσα τὴν πτώσιν θεωρεῖται σταθερὰ κατὰ τὴν ἔντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν.

§1. Ἐγκρεμές. Ἐγκρεμές ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινήτων περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὅμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ράβδου φερούσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρασ αὐτῆς βαρὺ σῶμα φακοειδές, εἰς τὸ ἀνώτε-

τερον δὲ χαλύβδιον ἔλασμα πρὸς ἐξάρτησιν (ἐκκρεμῆς ὥρολογίων). Τὸ ἀπλούστατον δὲ τῶν ἐκκρεμῶν σύγκειται ἔκ τινος νήματος λεπτοῦ ΓΑ, φέροντος μικρὸν μετάλλινον σφαιρίδιον Α (σχ.23).

Ἐὰν ἐκτοπίσαντες τὸ ἐκκρεμῆς τοῦτο ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας φέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν ΓΒ καὶ τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τοῦτο ἕνεκα τῆς βαρύτητος τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους Β τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξον κύκλου ΒΑ μετὰ κινήσεως ἐπιταχυνομένης· διότι, ἂν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς τροχιάς, οἷον εἰς τὸ Ε, ἀναλύσωμεν τὴν κατακόρυφον δύναμιν ΕΘ τὴν παριστώσαν τὸ βᾶρος τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο συνιστώσας ΕΚ καὶ ΕΖ καθέτους πρὸς



Σχ. 23.

ἀλλήλας, τούτεστι τὴν μὲν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος ΓΕ ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ ἀναιρουμένην, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΕΖ, δι' ἧς τὸ ἐκκρεμῆς φέρεται πρὸς τὸ Α, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστώσα ἐνεργεῖ μὲν ἀπαύστως ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, ἀλλ' ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ Β μέχρι τοῦ Α ἐλαττουμένης τῆς γωνίας φ. Ὅταν δὲ τὸ ἐκκρεμῆς φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ΓΑ, δὲν ἡρεμῆι, καίπερ τῆς συνιστώσεως ΕΖ μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτάται κατὰ τὴν κάθοδον, καθ' ἣν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου κατήλθεν ἐκ τοῦ κατὰ τὴν κατακόρυφον ὕψους ΜΑ. Ἐνεκα δὲ τῆς κηθείσεως ταύτης ταχύτητος τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου ἀνέρχεται εἰς τὸ αὐτὸ κατακόρυφον ὕψος ΑΜ, ἐξ οὗ κατέπεσε διαγράφον τὸ τόξον ΑΔ, διότι κατὰ τὴν ἀνοδὸν ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Δ ἡ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην συνιστώσα ἐνεργεῖ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς τοσοῦτον ἐπιβραδύνεται κατὰ τὴν ἀνοδὸν, ὅσον ἐπιταχύνθη κατὰ τὴν κάθοδον, τὰ τόξα ΒΑ καὶ ΑΔ ἔπρεπε νὰ εἶνε ἴσα· ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἀντιστά-

σεως τοῦ ἀέρος καὶ τῆς κάμψεως τοῦ νήματος τὸ κέντρον τοῦ βάρους B τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξον βαθμηδὸν μικρότερα καὶ ἐπὶ τέλος τὸ ἐκκρεμὲς ἀκίνηται.

Καλεῖται αἰώρησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἢ μετάθασις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέσεως ΓB εἰς τὴν ΓΔ, πλάτος τῆς αἰωρήσεως τὸ τόξον ΒΑΔ καὶ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἢ ἀπόστασις τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Γ' ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους A τοῦ μικροῦ σφαιριδίου.

#### 52. Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς.

A'. Ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς δὲν ὑπερβαίῃ τὰς 2 ἢ 3 μοίρας, αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσόχροναι.

B'. Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ὀξίαν τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς.

58. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τοῦ ἐκκρεμοῦς. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τῶν δύο τούτων νόμων λαμβάνομεν ἐκκρεμὲς ἀποτελούμενον ἐκ λεπτοῦ νήματος φέροντος μικρὸν μεταλλινὸν σφαιρίδιον καὶ ἐκτοπίσαντες αὐτὸ κατὰ μικρὰν γωνίαν ὀλίγων μοιρῶν μετροῦμεν τὸν χρόνον 10 π. χ. αἰωρήσεων καὶ εἶτα τὸν χρόνον 10 ἐπομένων αἰωρήσεων καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐξακολουθοῦντες οὕτω, μέχρις ὅτου τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἐλάχιστον, παρατηροῦμεν ὅτι οἱ χρόνοι μένουσι σταθεροί.

Διὰ τὴν ἀποδειχθῆ δὲ πειραματικῶς καὶ ὁ δεύτερος νόμος, ὁ τῶν μηκῶν, λαμβάνομεν δύο ἐκκρεμῆ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον ἔχει μῆκος ἑνὸς μέτρου, τὸ δὲ δεύτερον 25 ὑφεκ. καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ἐν ᾧ χρόνῳ τὸ πρῶτον ἐκτελεῖ μίαν αἰώρησιν, τὸ δεύτερον ἐκτελεῖ δύο αἰωρήσεις.

54. Ἐκκρεμὴ ἐκ διαφόρου μάζης. Ἐὰν λάβωμεν διάφορα ἐκκρεμῆ ἔχοντα τὸ αὐτὸ μῆκος ἀλλ' ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν σφαιρῶν διαφόρου ὕλης, οἷον ἐκ ξύλου, ἐξ ἐλεφαντόδοντος, ἐκ μολύβδου κτλ., ἐξηρητημένων διὰ λεπτῶν νημάτων καὶ τὰ θέσωμεν εἰς αἰώρησιν ὑπὸ μικρὸν πλάτος, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως εἶνε ὁ αὐτὸς διὰ πάντα τὰ ἰσομήκη ταῦτα ἐκκρεμῆ, ἦτοι εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς μάζης, ἐξ ἧς ἀποτελεῖται τὸ ἐκκρεμὲς.

55. **Ἐκκρεμῆς ἐν διαφόροις τόποις.** Τὸ αὐτὸ ἐκκρεμῆς μεταφερόμενον εἰς διαφόρους τόπους αἰωρεῖται βραδύτερον μὲν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ταχύτερον δὲ πρὸς τοὺς πόλους. Αἰτίαι τῶν μεταβολῶν τούτων εἶνε ἡ περιστροφή τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς καὶ τὸ περὶ τοὺς πόλους πεπιεσμένον αὐτῆς.

56. **Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια.** Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν αἰωρήσεων ἐφηρμόσθη τὸ ἐκκρεμῆς εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

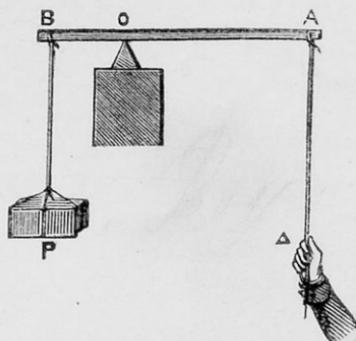
### ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

57. **Μηχανή.** Καλεῖται ἐν γένει μηχανή πᾶν ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν δυνάμιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὴν τοῦ πίπτοντος ὕδατος, τὴν τοῦ ἀνέμου, τὴν τοῦ ἀτμοῦ, πρὸς παραγωγὴν διαφόρων ἔργων, οἷον τὴν δι' ὑδρομύλου ἢ ἀνεμομύλου ἢ ἀτμομύλου ἄλεσιν τοῦ σίτου. Αἱ ἀπλούστεραι δὲ τῶν μηχανῶν εἶνε ὁ μοχλός, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ὁ κοχλίας, κτλ., αἵτινες χρησιμεύουσιν, ὅπως τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεων ὑπερικήσωμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βάρος σώματός τινος.

58. **Μοχλός.** Ὁ μοχλός ἀποτελεῖται ἐν γένει μὲν ἐκ στερεοῦ σώματος οἰοῦδήποτε, συνήθως ὅμως ἐκ βάρβδου ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου, ἥτις ἐρεῖδεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος ὅσον ἔνεστιν ἀνεγδότου, καλουμένου ὑπομοχλίου, περὶ ὃ δύναται νὰ στραφῆ, ὑποκειμένη ἅμα εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων, ὧν ἡ μὲν καλεῖται κυρίως δύναμις, ἡ δὲ ἀντίστασις. Διακρίνομεν δὲ τρία εἶδη μοχλῶν.

Α'. **Μοχλός τοῦ πρώτου εἴδους.** Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πρώτου εἴδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς ἓν σημεῖον ἐνδιάμεσον τῆς βάρβδου, ἡ δὲ δύναμις καὶ ἡ ἀντίστασις εἶνε ἐφηρμοσμένα εἰς δύο σημεῖα ἐκατέρωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενα. Κατὰ ταῦτα ὑποθέ-

σωμεν ὅτι ἡ σιδηρᾶ ἢ ξυλίνη ράβδος BA (σχ. 24) ἐρείδεται ἐπὶ ὀξείας ἀκμῆς κατὰ τὸ σημεῖον O καὶ ὅτι κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς B κρέμαται διὰ σχοινίου τὸ βάρος P, τὸ ὁποῖον προτιθέμεθα ν' ἀνυψώσωμεν, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον A προσδένομεν σχοινίον, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζομεν κατακορύφως ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τὴν δύναμιν τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἡ συσκευὴ αὕτη ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἴδους.



Σχ. 24.

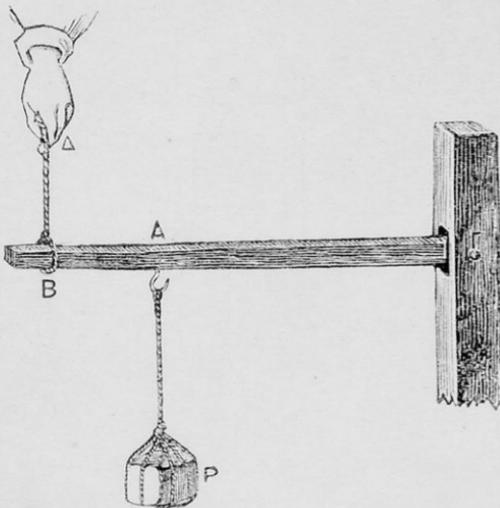
Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ τούτου καταβαλλομένη δύναμις Δ ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν P, ὡς ὁ λόγον ἔχουσιν αἱ ἀποστάσεις OB καὶ OA τοῦ ὑπομοχλίου ἀπὸ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως, αἵτινες καλοῦνται μοχλοβραχίονες (ὁ μὲν μοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως), ὁ δὲ μοχλοβραχίων τῆς ἀντιστάσεως, ἤτοι ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν  $\Delta : P = OB : OA$ . τουτέστιν αἱ ἐν ἰσορροπία ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων.

Σημ. Ὑποτίθεται ὅτι τὸ βάρος τῆς ράβδου BA εἶνε ἐλάχιστον ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς δυνάμεις P καὶ Δ.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀναλογίας συνάγομεν ὅτι, ἐὰν ὁ μοχλοβραχίων OA, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, εἶνε διπλάσιος, πενταπλάσιος ἢ δεκαπλάσιος τοῦ μοχλοβραχίονος OB, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ ἀντίστασις, ἢ καταβαλλομένη δύναμις Δ εἶνε ὑποδιπλασία, ὑποπενταπλάσια ἢ ὑποδεκαπλάσια τῆς ἀντιστάσεως, ἤτοι τοῦ βάρους P. Μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους εἶνε ἡ ψαλὶς, ἡ ἡλέαγρα, ὁ ζυγὸς, ὁ στατήρ, ἡ ἀμετάθετος τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ἄτινα περιγράφομεν κατωτέρω, καὶ πολλὰ ἄλλα μηχανήματα.

Β'. **Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους.** Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους ἡ ἀντίστασις εὐρίσκεται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ δυνάμεως. Οὕτω θεωρήσωμεν ὅτι ἡ ράβδος BG (σχ. 25) δύναται νὰ

στραφή περί τὸ ἐν ἄκρον Γ, ὅτι ἡ δύναμις Δ ἐνεργεῖ κατακορυφῶς κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Β καὶ ὅτι τὸ βᾶρος σώματος Ρ, ἐνεργεῖ εἰς

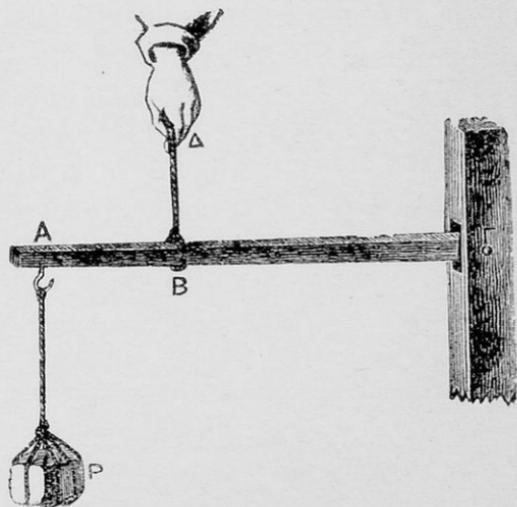


τι σημεῖον ἐνδιάμεσον Α. Ἐν τῷ μοχλῷ τούτῳ ἡ μὲν δύναμις ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΒΓ, ἡ δ' ἀντίστασις διὰ τοῦ ΑΓ, εἶνε δὲ ἡ δύναμις ἐλάσσων τῆς ἀντιστάσεως. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους εἶνε ἡ χειράμαξα, ὁ καρυοκατάκτης, ἡ κώπη λέμβου.

Γ'. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ τρί-

Σχ. 25.

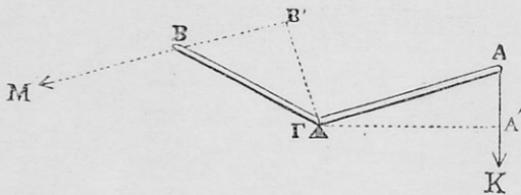
του εἴδους ἡ δύναμις ἐυρίσκειται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ ἀντιστάσεως. Οὕτω θεωρήσωμεν ὅτι ἡ ῥάβδος ΑΓ δύναται νὰ στραφή περί τὸ ἐν ἄκρον Γ (σχ. 26), ὅτι ἡ ἀντίστασις Ρ ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Α, ἡ δὲ δύναμις Δ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον Β. Ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσων τοῦ ΑΓ τῆς ἀντιστάσεως Ρ, ἡ δὲ δύναμις ἢ ἰσορρο-



Σχ. 26.

ποῦσα τὴν ἀντίστασιν εἶνε ὑπερτέρα ταύτης. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους εἶνε ἡ πυράγρα, ὁ πῆχυς τῆς χειρός, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὴν ἄρθρωσιν τοῦ ἀγκῶνος, δύναμις εἶνε ὁ δικέφαλος βραχιόνιος μῦς, ἀντίστασις δὲ τὸ βᾶρος τοῦ πῆχους ἢ καὶ πρόσθετόν τι βᾶρος τιθέμενον ἐπὶ τῆς παλάμης.

59. Οἱ ἀνωτέρω μοχλοὶ ὑποτίθενται εὐθεῖς καὶ ὑποκείμενοι εἰς δύο παραλλήλους δυνάμεις. Συμβαίνει ὅμως πολλάκις ὁ μοχλὸς νὰ εἶνε γωνιώδης ἢ ἀγκωνοειδῆς ΒΓΑ (σχ. 27) καὶ αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐφηρ-



Σχ. 27.

μοσμέναι δυνάμεις ΒΜ καὶ ΑΚ νὰ μὴ εἶνε κάθετοι ἐπὶ τὸν μοχλόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην πρέπει νὰ θεωρῶμεν ὡς μοχλοβραχιόνας τὰς καθέτους ΓΒ' καὶ ΓΑ' τὰς ἀγομένας ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ἐπὶ τὰς διευθύνσεις ΒΒ' καὶ ΑΑ' τῶν δυνάμεων Μ καὶ Κ.

60. **Τροχαλία καὶ πολὺσπαστα.** Ἡ τροχαλία εἶνε δίσκος ξύλινος ἢ μετάλλινος φέρων αὐλακα καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ καὶ δυνάμενος νὰ στρέφηται ἐλευθέρως περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ. Ὁ ἄξων οὗτος πολλάκις εἶνε στερεῶς συνδεδεμένος μετὰ τῆς τροχαλίας, ὅποτε τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ ἔνθεν καὶ ἔνθεν στρέφονται ἐντὸς κυκλικῶν ὀπῶν, ἃς φέρει μεταλλίνη ψαλὶς, ἐντὸς τῆς ὁποίας στρέφεται ἡ τροχαλία καὶ ἣτις καλεῖται τροχαλιοθήκη. Τὸ ἄνω δὲ μέρος τῆς αὐλακος περιβάλλει σχοινίον, ὅπερ κρέμαται ἔνθεν καὶ ἔνθεν καὶ διὰ τοῦ ὁποίου ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως.

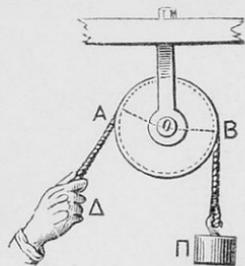
Ὅταν ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας δὲν μετακινῆται ἀλλ' ἀπλῶς περιστρέφεται, ἡ τροχαλία καλεῖται παγία ἢ ἀμετάθετος (σχ. 28). Εἰς

τήν παγίαν τροχαλίαν ἢ μὲν ἀντίστασις  $\Pi$  ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἢ δὲ δύναμις  $\Delta$  ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Ἡ τροχαλία δὲ αὕτη εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὅποιον τὸ ὑπομόχλιον εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος  $O$ , μοχλοβραχίονες δὲ αἱ ἀπὸ τοῦ  $O$  ἀγόμεναι κάθετοι  $OA$  καὶ  $OB$  ἐπὶ τὰς διευθύνσεις  $A\Delta$  καὶ  $B\Pi$  τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως. Οἱ μοχλοβραχίονες οὗτοι εἶνε ἴσοι ὡς ἀκτῖνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου, ἢ δὲ δύναμις  $\Delta$  ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν  $\Pi$ .

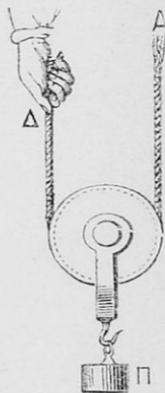
Ἐπομένως ἡ παγία τροχαλία παρέχει μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως.

Ὅταν ἡ τροχαλία μετακινήται ἐν τῇ διαστάσει, ἐν ᾗ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρα ἢ μετάθετος τροχαλία (σχ. 29). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου προσδέεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ , ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις  $\Delta$ , τὸ δὲ βᾶρος  $\Pi$  κρέμαται δι' ἀγκίστρου. Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  ἰσοῦται τῇ ἀθροίσματι τῆς δυνάμεως  $\Delta$  καὶ τῆς ἔλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ . Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις  $\Delta$  ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου  $A$  ἔλξιν, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  εἶνε διπλασία τῆς δυνάμεως  $\Delta$ . Διὰ τῆς ἐλευθέρας τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν  $\Pi$  διὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης.

Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 30 ἀπεικονιζόμενον πολυσπαστον σύγκειται ἐκ δύο τροχαλιοθηκῶν  $A$  καὶ  $B$ , ὧν ἑκάτερα φέρει τρεῖς τροχαλίας περιστρεφόμενας ἐλευθέρως περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρα ἀμετάθετος τροχαλιοθήκη  $A$  φέρει κρίκον  $\alpha$ , εἰς τὸν ὅποιον προσδέεται σχοινίον. Εἰς τὸ ἐλεύθερον δ' ἄκρον τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις  $\Delta$ , ἣτις ἰσορροπεῖ τὸ βᾶρος ἢ τὴν ἀντίστασιν  $\Pi$ .



Σχ. 28.



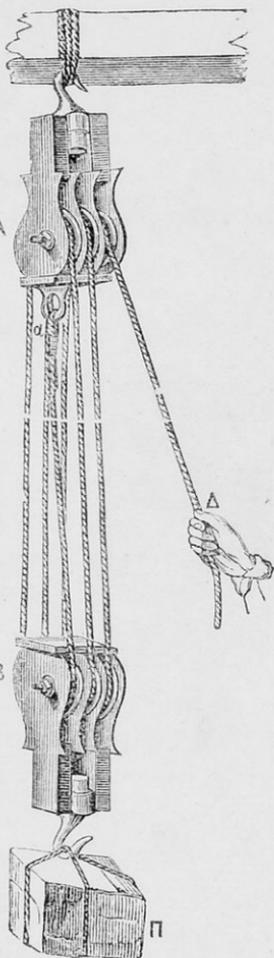
Σχ. 29.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὐτὴ τείνει ἐξ σχοινία, ἢ τάσις, εἰς ἣν ὑπόκειται ἕκαστον σχοινίον, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕκτον τῆς ἀντιστάσεως

II. Τὴν τάσιν δὲ ταύτην τοῦ ἐνὸς σχοινίου ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις Δ. Ὅθεν διὰ τοῦ πολυσπάστου τούτου δυνάμεθα νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἑξάκις μικροτέρας.

61. **Βαροῦλκον.** Τὸ βαροῦλκον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων. Σύγκειται δ' ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 31), συνήθως μὲν ἐκ ξύλου, ἐνίοτε δ' ἐκ σιδήρου, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρχεται ἡ σιδηρὰ βάρδος ΒΒ, ἣτις ἐξέρχουσα ἔνθεν καὶ ἔνθεν ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρικμάτων ΓΓ, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ περιστραφῇ. Σχοινίον, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶνε προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, φέρει εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον δι' ἀγκίστρου τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βάρος Ρ. Ὁ κύλινδρος στρέφεται διὰ τῶν βάρδων μμ ἐπ' αὐτοῦ προσηρμοσμένων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις Δ, οὕτω δὲ τοῦ σχοινίου περιελισσομένου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τὸ βάρος ἀνυψοῦται.

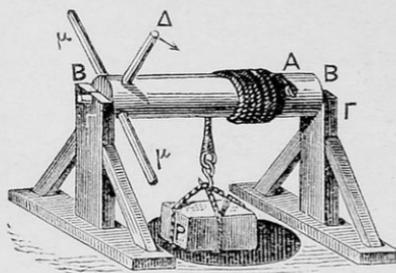
Τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ἔνθα τὸ ὑπομόχλιον μὲν εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΒΒ, μοχλοβραχίον δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶνε ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ κατακορύφως τεταμένου σχοινίου, ἦτοι ἡ ἀκτίς τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως Δ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, ἦτοι τὸ



Σχ. 30.

μῆκος τῆς βάρδου τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγυίας, λογιζόμενον μέχρι τοῦ ἄξονος τοῦ κυλίνδρου. Πολλάκις ὁ κύλινδρος τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετος πρὸς τὸ ἕδαφος ἢ πρὸς τὸ

κατάστρωμα πλοίου και τότε καλείται *εργάτης*, χρησιμεύων πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων, ὡς τῆς ἀγκύρας.

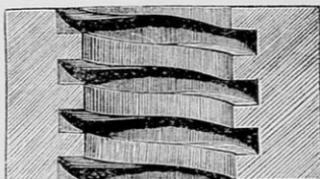


Σχ. 31.

62. *Κοχλίας*. Ὁ κοχλίας εἶνε κύλινδρος ξύλινος ἢ μεταλλινὸς φέρων ἑλικοειδῆ ἐνσκαφήν (σχ. 32) καὶ στρεφόμενος ἐντὸς κοίλου κυλίνδρου φέροντος ἐσωτερικῶς ὁμοίας ἐνσκαφᾶς καὶ καλουμένου *περικόχλιου* (σχ. 33). Ἐὰν τὸ περικόχλιον μένη ἀμετάθετον, ὁ δὲ κοχλίας περιστρέφεται κατὰ μίαν ἀκεραίαν στροφήν, τότε ὀλισθαίνει εἰσερχόμενος συνάμα ἢ ἐξερχόμενος κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν δύο διαδοχικῶν ἐλιγμῶν



Σχ. 32.



Σχ. 33.

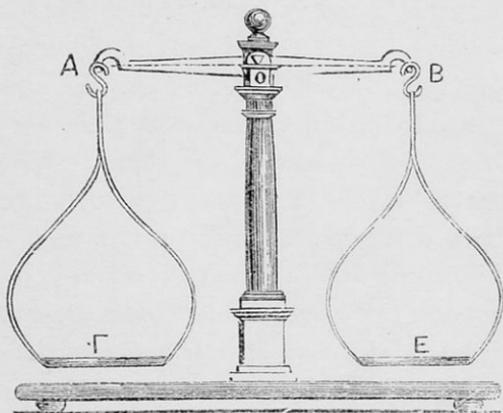
λογιζομένην ἐπὶ μιᾷ τῶν γενετειρῶν, ἣτις καλεῖται *βῆμα* τοῦ κοχλίου. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύῃ ὡς μηχανή, ὡς πρὸς πίεσιν σωμάτων (πισστήρια ἐλαιοτριβείων, ξυλουργείων, βιδλιοδετῶν κ. τ. λ.) φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ μοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις.

### ΖΥΓΟΣ, ΣΤΑΤΗΡ, ΠΛΑΣΤΙΓΕ

63. *Ζυγός*. Ὁ ζυγός εἶνε ὄργανον χρησιμεύον πρὸς εὑρεσιν τοῦ σχετικοῦ βάρους τῶν σωμάτων, ἦτοι πρὸς σύγκρισιν τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς ἕτερον βάρος, ἕπερ λαμβάνομεν ὡς μονάδα (χιλιόγραμμα-

μον, ὁκᾶ). Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνης ῥάβδου AB (σχ. 34) ὅσον ἔνεστι ἀκάμπτου καὶ ἐλαφρᾶς, ἥτις καλεῖται φάλαγξ καὶ ἐρείδεται διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ὀξείας ἀκμῆς ἐπὶ ἀκλονήτου ὑποστηρίγματος. Ἐξ ἑκατέρου δὲ τῶν ἄκρων τῆς φάλαγγος ἐξαρτῶνται δι' ἀγκίστρων δύο ἰσοθαρεῖς δίσκοι Γ καὶ Ε, ὧν ὁ μὲν εἰς δέχεται τὸ σταθμητέον σῶμα, ὁ δ' ἕτερος ὠρισμένα βάρη, σταθμὰ καλούμενα, οἷον τὸ χιλιόγραμμον, τὸ γράμμον καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

64. Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ. Διὰ νὰ εἶνε ἀκριβῆς ὁ ζυγός, πρέπει



Σχ. 34.

νὰ ἐκπληρῶνται αἱ ἐξῆς συνθήκαι· α') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης νὰ κεῖται ἐν τῇ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῇ διερχομένῃ διὰ τῆς ὀξείας ἀκμῆς, δι' ἧς ἡ φάλαγξ ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς· β') οἱ δύο βραχίονες AO καὶ BO τῆς φάλαγγος νὰ εἶνε ἴσοι πρὸς ἀλλήλους.

Πειθόμεθα δὲ περὶ τῆς πληρώσεως τῆς πρώτης συνθήκης τῆς ἀκριβείας ζυγοῦ, ἐὰν ἀφαιροῦντες τοὺς δίσκους παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ φάλαγξ λαμβάνει ἀφ' ἑαυτῆς τὴν ὀριζοντιότητα.

Ἐξελέγχομεν δὲ τὴν ἰσότητα τῶν βραχίωνων τῆς φάλαγγος θέτοντες εἰς μὲν τὸν ἓνα δίσκον, οἷον τὸν Γ, βαρὺ τι σῶμα οἰονδή-

ποτε, εἰς δὲ τὸν ἕτερον Ε σταθμᾶ, μέχρις οὗτο ἐπέλθη ἰσορροπία καὶ ἡ φάλαγξ λάβῃ τὴν ὀριζοντίαν θέσιν. Εἶτα ἀνταλλάσσομεν τὴν θέσιν τοῦ βαρέος σώματος καὶ τῶν σταθμῶν, θέτοντες τὰ μὲν σταθμᾶ εἰς τὸν δίσκον Γ, τὸ δὲ σῶμα εἰς τὸν Ε, καὶ παρατηροῦμεν ἂν ἡ φάλαγξ λαμβάνῃ καὶ πάλιν ὀριζοντίαν θέσιν. Ἐὰν δὲ τοῦτο συμβαίνει, συνάγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς εἶνε ἀκριδῆς, ἂν δὲ μὴ, οὐχί.

65. **Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ.** Ἐὰν ἡ φάλαγξ ζυγοῦ φέροντος ἐφ' ἑκατέρου τῶν δίσκων ἴσα βάρη, οἷον 100 γράμματα, ῥέπη ὑπὸ αἰσθητὴν γωνίαν διὰ τῆς προσθήκης ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ἐλαχίστου βάρους, οἷον  $\frac{1}{10}$  τοῦ χιλιοστογράμμου, λέγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς οὗτος εἶνε εὐπαθῆς μέχρις  $\frac{1}{10}$  τοῦ χιλιοστογράμμου, ἦτοι φανερῶναι καὶ τὸ  $\frac{1}{1000000}$  τοῦ σταθμωμένου σώματος· τουτέστιν ἐκ δύο ζυγῶν ἐκεῖνος εἶνε εὐπαθέστερος, οὐτινος ἢ γωνία, καθ' ἣν ῥέπει ἡ φάλαγξ, εἶνε μείζων, προστιθεμένου καὶ τοῦ ἐλαχίστου βάρους εἰς τὸν ἕτερον τῶν δίσκων αὐτοῦ.

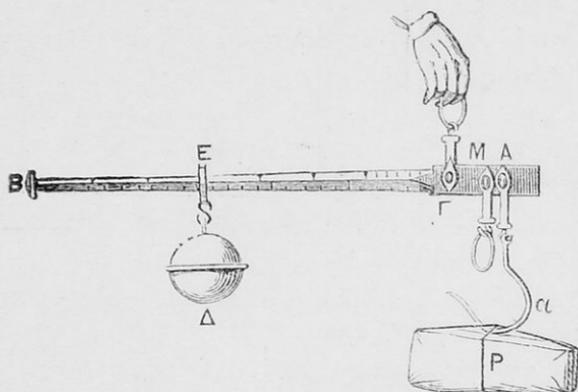
Αἱ δὲ συνθηκαὶ αἱ ἀναγκαῖαι πρὸς κατασκευὴν εὐπαθεστάτου ζυγοῦ εἶνε αἱ ἑξῆς· α') ἡ φάλαγξ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστιν ἐπιμήκης καὶ ἐλαφρά· β') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος πρέπει νὰ κεῖται ὅσον ἔνεστι πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον αὐτῆς καὶ γ') ἡ κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἐξαρτήσεως τῶν δίσκων τριβὴ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστι μικροτέρα.

Σημ. Ἐὰν τὸ σημεῖον Ο τῆς ὑποστηρίξεως καὶ τὰ σημεῖα Α καὶ Β τῆς ἐξαρτήσεως κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, ἢ εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ φορτίου, ὅπερ φέρει ὁ ζυγός.

66. **Στατήρ.** Ὁ στατήρ εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους ἀποτελούμενος ἐκ ράβδου σιδηρᾶς (σχ. 35), ἣτις δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ σταθερὸν ἄξονα ἢ ὑπομόχλιον Γ κείμενον πλησιέστερον πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων Α τῆς ράβδου. Ἐκ τοῦ ἄκρου Α ἐξαρτᾶται ἄγκιστρον α, ἐξ οὗ κρέματα τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα Ρ, ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος ΓΒ μετακινεῖται τὸ βαρῦδιον Δ, ἕως οὗ ὁ μοχλὸς ἰσορροπήσῃ ὀριζοντίως. Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σημείου Α, ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΓΕ, τὸν ὁποῖον δυνά-

μεθα κατὰ βούλησιν νὰ μεταβάλλωμεν, καὶ διὰ τοῦτο δυνάμεθα διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους  $\Delta$  νὰ ζυγίσωμεν διάφορα τὸ βάρος σώματα.

Ὁ αὐτὸς στατήρ διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀρισμένου βάρους χρησιμεύει καὶ πρὸς στάθμησιν βαρύτερων σχετικῶς σωμάτων. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει καὶ δεύτερος ἄξων ἢ ὑπομόχλιον  $M$  εἰς σημεῖον πλησιέ-

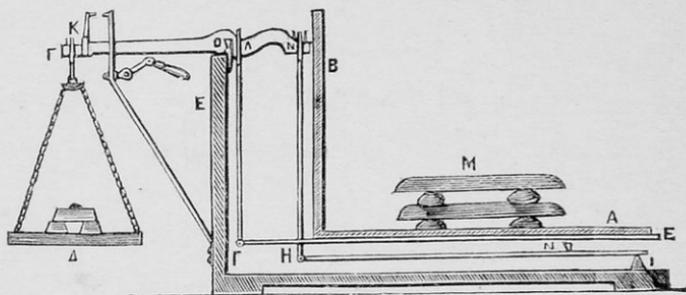


Σχ. 35.

στερον πρὸς τὸ ἄκρον  $A$ , ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα. Ἐπειδὴ νῦν ὁ μοχλοβραχίον  $AM$  τοῦ σταθμητέου σώματος ἠλαττώθη, ἐν ᾧ ὁ μοχλοβραχίον  $ME$  τοῦ κινητοῦ βάρους  $\Delta$  ἠυξήθη, ἔπεται ὅτι τὸ αὐτὸ σταθερὸν βάρος  $\Delta$  δύναται νῦν διὰ τὰς αὐτὰς θέσεις ἐπὶ τῆς ράβδου νὰ ἰσορροπήσῃ σώματα πολὺ μείζονος βάρους.

67. **Πλάστιγξ.** Ἡ κοινῶς καλουμένη πλάστιγξ χρησιμεύει πρὸς στάθμησιν ἰκανῶς βαρέων σωμάτων, ἅτινα κατέχουσι μεγάλην σχετικῶς ἔκτασιν· ἡ δὲ στάθμησις γίνεται διὰ σταθμῶν, τῶν ὁποίων τὸ βάρος εἶνε πολὺ μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ σταθμητέου σώματος. Σύγκειται δ' ἐξ ὀριζοντίας πλακῶς  $A$  (σχ. 36), ἣτις φέρει τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα  $M$  καὶ στηρίζεται πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος, ἥτοι πρὸς τὰ δεξιὰ, διὰ τῆς ἀκμῆς  $N$  ἐπὶ τοῦ δευτερογενοῦς μοχλοῦ  $HI$ , πρὸς τὸ ἕτερον δὲ ἄκρον, ἥτοι πρὸς τὰ ἀριστερά,

ἐξαρτάται διὰ τοῦ σιδηροῦ στελέχους ΓΛ ἐκ τοῦ σημείου Λ τῆς φάλαγγος ΓΟΝ τῆς στρεπτῆς περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα Ο. Ὁ δευτερογενῆς μοχλὸς ΗΝΙ ὁ στρεπτός περὶ τὴν ὀξείαν ἀκμὴν Ι φέρει



Σγ. 36.

κατὰ τὸ ἄκρον Η σιδηροῦν στέλεχος ΗΝ, δι' οὗ ἐξαρτάται ἐκ τοῦ ἐνδὸς ἄκρου Ν τῆς αὐτῆς φάλαγγος ΝΟΙ, ἣτις φέρει κατὰ τὸ ἕτεροε ἄκρον Κ τὸν δίσκον Δ, ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σταθμὰ. Τὰ δύο τμήματα ΛΟ καὶ ΟΚ τῆς φάλαγγος εἶνε ἄνισα, συνήθως δ' ἑβραχίων ΟΚ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΛ, ὅτε τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ σταθμὰ ἔχουσι βάρος τὸ δέκατον τοῦ βάρους τοῦ σταθμηγέτου σώματος, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία.



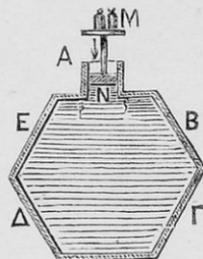
# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΙ.

68. Ὑδροστατικὴ ἀρχὴ ἢ ἀρχὴ τοῦ **Pascal**. Τὰ υγρά μεταδίδουσι πᾶσαν πίεσιν ἐπιφερομένην ἐπὶ οἰουδήποτε ἐπιπέδον μέρους τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν μετ' ἴσης ἰσχύος καὶ καθέτως ἐπὶ παντὸς ἴσου ἐπιπέδου μέρους ληφθέντος ἢ ἐν τῷ υγρῷ ἢ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ υγρόν. Οὕτω π. χ. εἰς ἀγγεῖον πολυεδρικὸν ΒΓΔΕ (σχ. 37) πεπληρωμένον υγροῦ τινος, ὡς οὐ ὕδατος, ἐφαρμόζομεν εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ κυλινδρικὸν σωλῆνα Α καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβολέα Ν ἀκριβῶς ἐφαρμόζοντα ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν δ' ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπιθέσωμεν βᾶρος τι Μ, ἐπὶ τοῦ υγροῦ ἐπιφέρεται πίεσις μεταδιδομένη δι' αὐτοῦ καθέτως ἐφ' ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν τοῦ δοχείου τοιχωμάτων. Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς ἔχει ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγών. ὕφεκατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθὲν βᾶρος Μ καὶ τὸ βᾶρος τοῦ ἐμβολέως ἰσοῦνται ὁμοῦ πρὸς 1 χιλιόγρ., τότε ἢ ἐπὶ παντὸς τετραγ. ὕφεκ. τῶν τοιχωμάτων Β, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἢ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἐὰν ἢ ἐπιφάνεια ἑνὸς τῶν τοιχωμάτων, π. χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 π. ὕφ., τὸ τοίχωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιόγρ. καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐὰν δὲ εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν Β, Γ, Δ, Ε ἀνοίξωμεν ὀπήν καὶ δι' ἐμβολέως ἐφαρμόσωμεν πίεσιν οἰανδήποτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας

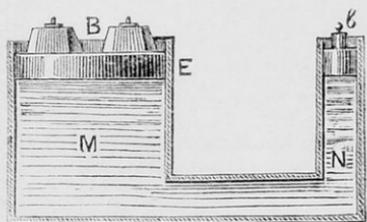


Σχ. 37.

τοῦ ὑγροῦ, αὕτη μεταδίδεται ὡσαύτως ὡς ἀνωτέρω μετ' ἴσης ἰσχύος. Καὶ ἐν τῇ ὑγρῇ ἐν φαντασθῶμεν ἐπίπεδόν τινα ἐπιφάνειαν καὶ αὕτη δέχεται καθέτως ἐκατέρωθεν πιέσεις μετὰ τῆς αὐτῆς ἰσχύος.

Σημ. Ἡ ὑδροστατικὴ ἀρχή, ἀπόρροια οὐσα τῆς φύσεως τῶν ὑγρῶν, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ βάρους αὐτῶν. Οὕτως εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα δὲν λαμβάνομεν ὑπ' ὄψιν τὸ βᾶρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐπιφέρει πρόσθετον πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ὡς θέλομεν ἶδει ἐν τοῖς ἐπομένοις.

69. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς. Δύο κοίλοι κύλινδροι κατακόρυφοι M καὶ N (σχ. 38) διαφόρου διαμέ-

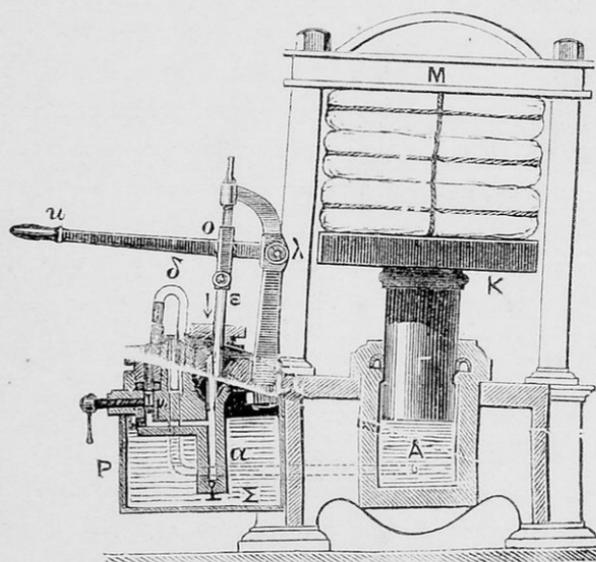


Σχ. 38.

τρον, συγκοινωνοῦντες κάτωθεν δι' ὀριζοντίου σωλήνος, πληροῦνται ὕδατος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζονται οἱ ἐμβολεῖς E καὶ ε, οἵτινες κλείουσιν ὕδατοστεγῶς τοὺς κύλινδρους ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε εἰκοσιπενταπλάσια τῆς τοῦ μικροῦ, ἐπιθέσωμεν δ' ἐπὶ τῶν ἐμβολέων βάρη B καὶ ε τοιαῦτα, ὥστε τὸ βᾶρος B σὺν τῇ βάρει τοῦ ἐμβολέως E ἦτοι τὸ  $B + E$  νὰ εἶνε εἰκοσιπενταπλάσιον τοῦ βάρους ε σὺν τῇ βάρει τοῦ ἐμβολέως ε ἦτοι τοῦ  $\epsilon + \epsilon$ , παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑπὸ τῶν βάσεων τῶν ἐμβολέων ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερόμεναι πιέσεις ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας. Βᾶρος π. χ.  $\epsilon + \epsilon$  ἴσον πρὸς ἓν χιλιόγραμμα ἰσορροπεῖ βᾶρος  $B + E$  ἴσον πρὸς 25 χιλιόγρ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι πᾶν μέρος τῆς κάτω βάσεως τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ἴσον πρὸς τὴν κάτω βᾶσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως δέχεται διὰ τοῦ ὑγροῦ πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς 1 χιλιόγρ., ἦτοι ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν, ἣν ἡ βᾶσις τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.

70. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. Ἡ ὑδροστατικὴ αὕτη ἀρχὴ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ καλούμενον ὑδραυλικὸν πιεστήριον, ὄργανον χρη-

σιμεθον πρὸς παραγωγὴν παμμεγίστων πιέσεων. Συνίσταται δὲ ἐκ κοίλου κυλίνδρου A (σχ. 39) ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μετὰ παχέων τοιχωμάτων, ἐν τῷ ὅποιῳ κινεῖται ὁ κυλινδρικός ἐμβολεὺς Γ φέρων ἄνωθεν μεταλλίνην πλάκα σιδηρᾶν K, ἐφ' ἧς τίθεται τὸ πιεστέον σῶμα. Ἐπὶ τεσσάρων σιδηρῶν στυλῶν κείται ἀκλονήτως σιδηρὰ πλάξ M παράλληλος τῇ πρώτῃ. Παρὰ τὸν κύλινδρον A ὑπάρχει ὑδραντλία συγκειμένη ἐκ κοίλου κυλίνδρου α, οὐτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς διαμέτρου τοῦ κυλίνδρου A. Ἐντὸς δὲ τοῦ μικροῦ κυλίνδρου α κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δευτέρου εἶδους λοκ ὁ πλήρης ἐμβολεὺς ε. Ὅταν



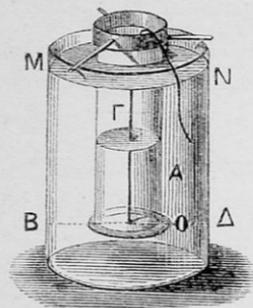
Σχ. 39.

οὗτος ἀνέρχεται, ἡ ἐπιστομὶς Σ ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξι-  
μενῆς P εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α' ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ἐμβο-  
λεὺς καταπίεζῃται, ἡ ἐπιστομὶς Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὄχε-  
τον τοῦ ὕδατος, ἕπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α καταθλιβόμενον ἀνοί-  
γει τὴν ἐπιστομίδα μ, καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμποῦς σωλήνος δ συνωθει-

ται πρὸς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην δ' ἀνέλκυσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως α τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸν κύλινδρον Α εἰσρεῦσαν δὲν δύναται νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴ μ κλείει τὸν ὀχετὸν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἐκάστην καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγαν ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτως ἀνυψούμενος διηγεκῶς πιέζει τὸ σῶμα τὸ κείμενον μεταξὺ τῶν πλακῶν Κ καὶ Μ. Ἐὰν νῦν υποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε ἑκατονταπλασία τῆς τοῦ μικροῦ καὶ ὅτι ὁ βραχίον κλ τοῦ μοχλοῦ λοκ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ολ, δύναμις 50 χιλιογρ. κατὰ τὸ σημεῖον κ ἐπιφερομένη δεκαπλασιάζεται μὲν διὰ τοῦ μοχλοῦ, ἑκατονταπλασιάζεται δὲ κατὰ τὴν ὑδροστατικὴν ἀρχήν, ἦτοι γίνεται ἐν ὅλῳ ἴσῃ πρὸς 50,000 χιλιογράμματα. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τούτοις πρὸς δοκιμὴν τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεθόλων, τῶν ἀτμολεβήτων, τῶν καλωδίων, τῶν ἀλύσεων τῶν πλοίων κ.λ.π. καὶ πρὸς ἀνύψωσιν βαρυτάτων σωμάτων, πρὸς ἀναβίβασιν ἀνθρώπων εἰς μεγάλα ὕψη, ὡς ἐν τοῖς μεταλλωρυχείοις, μεγάλοις οἰκοδομήμασι κ.τ.λ.

71. **Πιέσεις, ἃς ἐπιφέρουσι τὰ ὑγρά ἔνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους.** Τὰ ὑγρά, ὡς πάντα τὰ σώματα, ἔχουσι βάρος. Τὸ δὲ βάρος τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρει πιέσεις, αἵτινες μεταδίδονται καὶ εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τοῦ πυθμένου τοῦ ἀγγείου καὶ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ. Ἡ δὲ πίεσις, ἣν τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρουσιν ἔνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους ἐπὶ τὰ κατώτερα ἀναπτύσσει ἐπὶ τούτων ἀντίδρασιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἣτις καλεῖται ἄνωσις τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἄνωσις αὕτη, τὴν ὁποῖαν ἀρκούντως αἰσθανόμεθα ἐμβαπτιζόμενοι τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ κάλλιον ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου, δύναται νὰ καταδειχθῇ πειραματικῶς ὡς ἑξῆς: Λαμβάνομεν κῶλον κύλινδρον ὑάλινον Α (σχ. 40) ἀνοικτὸν καὶ κατὰ τὰ δύο ἄκρα καὶ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων λεπτὴν ὑάλινην πλάκα Ο ἢ κάλλιον φύλλον χάρτου διὰ νήματος διερχομένου διὰ τοῦ κυλίνδρου καὶ εἶτα ἐμβαπτιζόμεν αὐτὸν ἐντὸς

ἀγγείου ΜΔ ἐμπεριέχοντος ὕδωρ. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἡ πλάξ μένει προσκεκολλημένη καὶ ἀν χύσωμεν καὶ ὀλίγον ὕδωρ

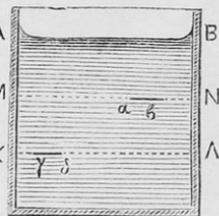


Σχ. 40.

ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Γ, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Τότε δὲ μόνον καταπίπτει ἡ λεπτή πλάξ Ο ἢ ὁ χάρτης, εἴταν χύσωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Γ ὕδωρ μέχρι τῆς ἐπιφανείας ΜΝ τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ δοχείῳ. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν ὅτι ἐπιφάνειά τις ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκομένου δέχεται ἄνωσιν ἴσην τῷ βάρει τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὑγροῦ.

## ΟΡΟΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

72. **Θεμελιῶδες θεώρημα.** Ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων, ἃς δέχονται δύο ἴσα ἐπίπεδα στοιχεῖα ἐπιφανείας κείμενα ἐν ὑγρῷ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκομένῳ ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ, εἶνε ἴση τῷ βάρει στήλης ὑγροῦ ἐχοῦσης ὡς βάσιν ἐν τῶν στοιχείων τούτων καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο τούτων στοιχείων. Οὕτω καλοῦντες  $\omega$  (σχ. 41) τὴν ἐπιφάνειαν τῶν δύο στοιχείων  $ab$  καὶ  $\gamma\delta$ ,  $H$  τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων ΜΝ καὶ ΚΛ,  $\delta$  τὸ βᾶρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ καὶ  $\pi$ ,  $\pi'$  τὰς ἐπὶ τῶν στοιχείων  $ab$  καὶ  $\gamma\delta$  πιέσεις, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸ ἀνωτέρω θεώρημα



Σχ. 41.

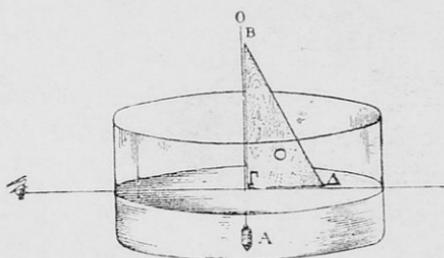
$$\pi' - \pi = \omega H \delta \quad (1).$$

Ἀπόδειξις. Αἱ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐπὶ τῶν ἐπιφανείων  $ab$  καὶ  $\gamma\delta$  ἐπιφερόμεναι πιέσεις ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ ὑπερκειμένου ὑγροῦ, ἰσοῦνται διὰ μὲν τὸ στοιχεῖον  $\gamma\delta$  μὲ τὸ βᾶρος στήλης ὑγροῦ ἐχοῦσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν  $\gamma\delta$ , ὕψος δὲ τὴν κατακόρυ-

φον ἀπόστασιν  $AK$  τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τοῦ στοιχείου  $\gamma\delta$ , διὰ δὲ τὸ στοιχεῖον  $\alpha\beta$  μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν  $\alpha\beta$  καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν  $BN$ . Ὅθεν ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων ἐπὶ τῶν στοιχείων  $\gamma\delta$  καὶ  $\alpha\beta$  ἰσοῦται τῷ βάρει στήλης ὑγροῦ, ἧς βάσις ἐν τῶν στοιχείων  $\alpha\beta$  ἢ  $\gamma\delta$  καὶ ὕψος ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις  $MK$ .

73. Α'. Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπία ἐντὸς ἀγγείου εὐρισκομένου εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον, τουτέστιν εἰς πάντα αὐτῆς τὰ σημεῖα εἶνε κάθετος ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

Τοῦτο ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἂν ὑπεράνω ἀγγείου (σχ. 42)



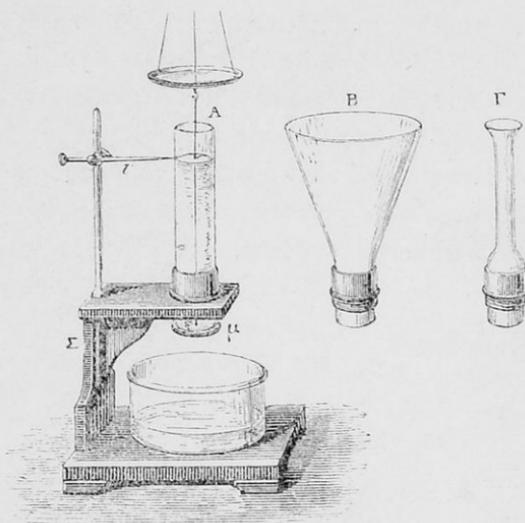
Σχ. 42.

ἐμπεριέχοντος ὕδαρ στερεώσωμεν νήμα στάθμης  $OA$  οὕτως, ὥστε τὸ βαρῦδιον  $A$  νὰ καταδύηται ἐν τῷ ὕδατι. Προσαρμόζοντες ὀρθὴν γωνίαν  $B\Gamma\Delta$  παρατηροῦμεν ὅτι τὸ νήμα τῆς στάθμης εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.

74. Β'. Ἡ πίεσις, ἣν ὑγρὸν τι ἔνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπιφέρει ἐπὶ ἐπιπέδου καὶ ὀριζοντίου πνυμένου ἀγγείου, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου, ἰσοῦται δὲ πάντοτε πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγρᾶς ἐχούσης βάσιν μὲν τὸν πνυμένα καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Τοῦτο ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Masson.

75. Συσκευὴ τοῦ Masson. Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην

(σχ. 43) τὸ ὕδωρ πιέζει κυκλικὸν δίσκον μ κλείοντα τὸ κατώτερον ἄκρον σωλήνος, ὅστις φέρεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος Σ, ἐφ' οὗ δύναται νὰ κοχλιωθῶσιν ἀγγεῖα Α, Β, Γ διαφόρου σχήματος, ἐκ τῶν

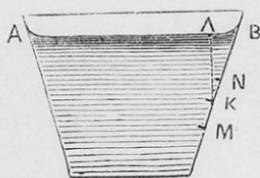


Σχ. 43.

ὁποίων τὸ πρῶτον Α εἶνε κυλινδρικὸν ἔχον ἐσωτερικὴν διάμετρον ἴσην τῇ διαμέτρῳ τοῦ κυκλικοῦ πυθμένος, ὃν φράττει ὁ δίσκος. Ὁ κυκλικὸς πυθμὴν μ ὢν μετακινήτῳ κρέμαται ἐκ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διὰ γήματος προσηρμοσμένου εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων τῆς φάλαγγος ζυγοῦ τινος. Εἰς τὸν ἄλλον δίσκον τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ τινα, ἅτινα ἐνεργοῦντα διὰ τῆς φάλαγγος αὐτοῦ οὐ μόνον ἰσορροποῦσι τὸ βάρος τοῦ κινήτου πυθμένος, ἀλλὰ καὶ ἔλκουσιν αὐτὸν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἴνα ἐκτελέσωμεν τὸ πείραμα, χύνομεν μετὰ προσοχῆς ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, μέχρις ὅτου ἡ πίεσις τῆς ὑγρᾶς στήλης ἀνοίξῃ τὸν κινήτον πυθμὴνα. Σημειοῦντες τότε διὰ δείκτου τὸ ὕψος τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀνευρίσκομεν ὅτι τὰ σταθμὰ παριστῶσι σὺν τῇ βάρει τοῦ δίσκου τὸ

βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν τῇ κυλινδρῷ ὑγροῦ. Τοῦτου γενομένου κενουόμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον καὶ κοχλιοῦμεν διαδοχικῶς δοχεῖα Β καὶ Γ καὶ χύνομεν ἐντὸς αὐτῶν ὕδωρ μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι τὰ εἰς τὸ ἕτερον μέρος σταθμὰ εἶνε ἰκανὰ νὰ ἰσορροπήσωσιν ἀκριβῶς τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμένου ἐπιφερομένην πίεσιν. Ὀλίγον δὲ ὕδωρ ἂν προσθέσωμεν ἀκόμη, ἢ ἰσορροπία ταράσσεται, ὁ πυθμὸν ὑποχωρεῖ καὶ τὸ προστεθὲν ὕδωρ ἐκρέει. Ὅθεν ἡ πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις καὶ ἴση τῇ βάρει τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον Α.

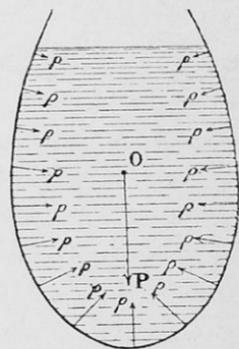
76. Γ'. Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου. Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὑγρὸν τι, οἷον ὕδωρ, ἐν ἰσορροπίᾳ, μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB (σχ. 44). Ἡ ἐπὶ ὠριασμένον μέρος



Σχ. 44.

ΚΑ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅσον τὸ τμήμα τοῦ τοιχώματος λαμβάνεται εἰς μείζον βάθος, τοσοῦτον καὶ ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, βαίνει ἀυξανόμενη. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖον κενὸν ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, οἷον πλοῖον. Τμήμα τι τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ὑπὸ τοῦ ὕδατος καλυπτομένου μέρους τοῦ πλοίου δέχεται πίεσιν ἐξωθεν, οἷαν θὰ ἐδέχετο ἔσωθεν, ἂν ἦτο πεπληρωμένον μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

MN ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου περιέχοντος ὑγρὸν ἐπιφερομένην πίεσιν εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ τοίχωμα καὶ ἴση τῷ βάρει ὀρθῆς στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν μὲν τὸ μέρος τοῦτο MN, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν ΚΑ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ τοῦ μέρους

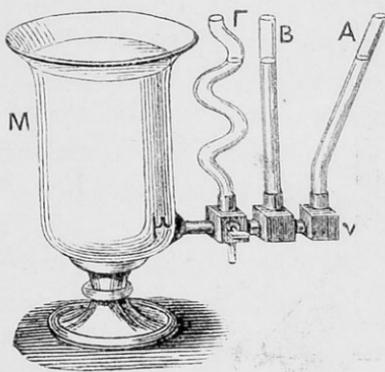


Σχ. 45.

77. Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου.

Ἐγγρὸν τι ἐν ἰσορροπία ἐντὸς δοχείου εὐρισκόμενον ἐπιφέρει ἐφ' ὄλων ἐν γένει τῶν σημείων τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἅτινα διαβρέχει, πιέσεις  $\rho$  (σχ. 45), αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν κατακόρυφον  $OP$  καὶ ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ.

78. Δ'. Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα. Ὅταν δύο ἢ πλείονα ἀγγεῖα ἐμπεριέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν συγκοινωνῶσι πρὸς ἄλληλα δι' ὀχετοῦ μιν (σχ. 46), ἐπελθοῦσης



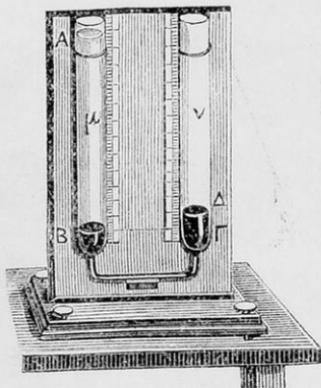
Σχ. 46.

ἰσορροπίας αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν ἅπασιν τοῖς ἀγγείοις  $A$ ,  $B$ ,  $C$  καὶ  $M$  εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Τοῦτο καλεῖται ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων.

Ἐὰν δεξαμενὴ πλήρης ὕδατος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλήνων μετὰ διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος δοχείων, παρατηροῦμεν ὅτι παρευθὺς τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν δοχείων εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται καὶ ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἐὰν δὲ εἰς τῶν σωλήνων ἀποτιμηθῆ κατὰ τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, τὸ ὕδωρ θέλει σχηματίσει πίδακα, ὅστις θεωρητικῶς μὲν ὄφειλε νὰ ἐξικνηθῆται μέχρι τοῦ ὕψους τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ, ἀλλ' ἐν τῇ ἐφαρμογῇ οἱ πίδακες δὲν φθάνουσιν εἰς

τὸ ὕψος τοῦτο, διότι ἡ ταχύτης τῶν ἀναρριπτομένων μορίων τοῦ ὕδατος ἐλαττοῦται ἕνεκα τῆς τριβῆς τῆς παραγομένης ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ὑδραγωγῶν σωλήνων καὶ ἐπὶ τῶν χειλέων τῆς ὀπῆς, ἕνεκα τῆς ἀνυστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἕνεκα τῆς προσκρούσεως ἐπὶ τῶν καταπιπτόντων μορίων.

79. Ε'. Ἴσορροπία ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων. Ἐὰν εἰς δύο ὑαλίνοις κυλίνδρους  $\mu$ ,  $\nu$  (σχ. 47) συγκοινωνούντας κάτωθεν δι' ὀριζοντίου ὀχετοῦ χύσωμεν κατὰ



Σχ. 47.

πρῶτον ὑδράργυρον, οὗτος συμφώνως τῇ προεκτεθείσῃ ἀρχῇ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνέρχεται εἰς ἀμφοτέρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν δ' εἶτα τὸν ἕτερον τῶν κυλίνδρων, οἷον τὸν  $\mu$ , πληρώσωμεν ὕδατος, τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς μὲν τοῦ σωλήνος  $\mu$  κατέρχεται μέχρι τοῦ σημείου B, ἐντὸς δὲ τοῦ ἑτέρου  $\nu$  ἀνέρχεται μέχρι τοῦ σημείου Δ ἕνεκα τοῦ βάρους τῆς ὑδατίνης στήλης AB. Ἐὰν δὲ νῦν προεκβάλωμεν τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον BI

τὸ διαχωρίζον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, μέχρις ὅτου τέμῃ τὸν ἕτερον κύλινδρον, εὐρίσκόμεν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης AB εἶνε τοσάκις μείζων τῆς ὑδραργυρικῆς ΓΔ, ὡσάκις ὁ ὑδράργυρος εἶνε βαρύτερος ἴσου ὄγκου ὕδατος. Ἐὰν π. χ. ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ΓΔ εἶνε ἴση πρὸς 10 χιλιοστόμ., ἡ ὑδατίνη AB θὰ εἶνε ἴση πρὸς 136 χιλιοστόμ. διότι ὁ ὑδράργυρος εἶνε 13,6 φορές βαρύτερος ἴσου ὄγκου ὕδατος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ· ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ· ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ· ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ

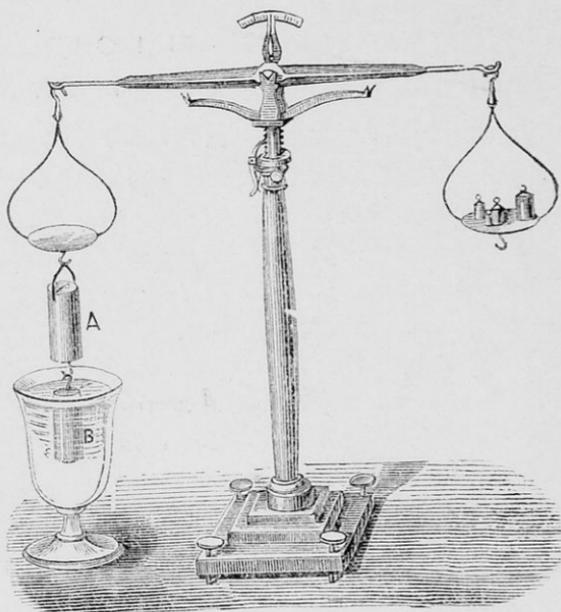
80. *Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.* Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτὸς αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἔλξιν τῆς Γ'ης ἀποτελοῦσαν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐν τοῖς ὑγροῖς πρὸς τῇ ἔλξει ταύτῃ τὸ σῶμα ὑφίσταται καὶ τὴν ἐνέργειαν ἄλλης δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑγροῦ ἐκπορευομένης, ἐνεργούσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως, τῆς καλουμένης ἀνώσεως.

Ὁ μέγας τῆς ἀρχαιότητος μαθηματικὸς Ἀρχιμήδης ἀνεῦρεν ὅτι ἡ ἀνώσις, ἣν ὑφίσταται σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τινι ὑγρῷ, ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Πᾶν ἐπομένως σῶμα, τὸ ὅποιον βυθίζομεν ἐν τινι ὑγρῷ, φαίνεται ὡς νὰ χάνῃ ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ, ἤτοι νὰ γίνηται ἐλαφρότερον τόσον, ὅσον εἶνε τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

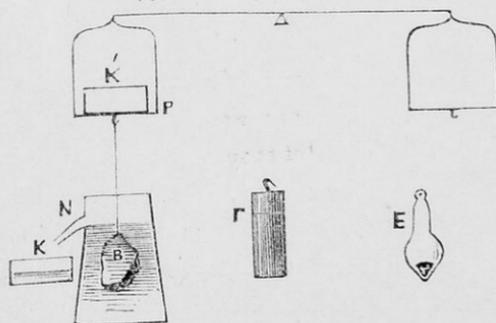
81. *Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.* Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κύλινδρους Α καὶ Β (σχ. 48), τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀνώτερος Α εἶνε κοίλος, ὁ δὲ κατώτερος Β στερεός, ὅστις δύναται εἰσερχόμενος εἰς τὸν κοῖλον νὰ πληρώσῃ ἀκριβῶς τὴν κοιλότητα αὐτοῦ. Εἰς δὲ τὴν ἐτέραν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητα. Ἐπειτα βυθίζοντες τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρὸν, βλέπομεν ὅτι ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα ὑπάρχουσι τὰ σταθμὰ, ἀλλὰ πάλιν ἀποκαθίσταται ἡ ἰσορροπία, ἐὰν πληρώσωμεν διὰ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ τὸν κοῖλον κύλινδρον Α. Ὡστε συνάγομεν ὅτι ὁ καταβυθισθεὶς στερεὸς κύλινδρος Β ὑφίσταται ἀνωσιν ὑπὸ τοῦ

ὕγρου ἴσην τῇ βάρει τοῦ ὑγροῦ τοῦ πληροῦντος τὸν κοῖλον κύλινδρον A, ἤτοι ἴσην τῇ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἐξετέπισεν.



Σχ. 48.

82. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δύναται ν' ἀποδειχθῇ γενικώ-



Σχ. 49.

τερον διὰ τῆς ἀκολουθου συσκευῆς τοῦ Boudréaux, δι' ἧς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς α') "Ὅτι πᾶν σῶμα καίπερ βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται, εἴτε καθ' ὅλοκληριαν ἐμβαπτίζεται εἴτε ἐν μέρει, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. β') "Ὅτι πᾶν

τερον διὰ τῆς ἀκολουθου συσκευῆς τοῦ Boudréaux, δι' ἧς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς α') "Ὅτι πᾶν σῶμα καίπερ βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται, εἴτε καθ' ὅλοκληριαν ἐμβαπτίζεται εἴτε ἐν μέρει, ὑφίσταται ἄ-

σῶμα εἴτ' αἰωρούμενον εἴτ' ἐπιπολάζον ἐλευθέρως ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἔχει βάρους ἴσον τῇ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕγρου.

Ἡ ῥηθείσα συσκευή σύγκειται ἐκ τινος δοχείου (σχ. 49) φέροντος πρὸς τὰ πλάγια μικρὸν σωλήνα N, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὸ δοχεῖον ὕδατος. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου P τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα B καὶ μικρὸν τι ἀγγεῖον K' ἰσορροποῦμεν ταῦτα διὰ σταθμῶν. Εἶτα ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐκ τοῦ δίσκου P τοῦ ζυγοῦ διὰ νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτιζόμεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλήνος N, καὶ συλλέγομεν ἐν τῇ ἀγγείῳ K τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον P τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται. Ὅμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματίσωμεν διὰ τοῦ ὀρειχαλκίνου κυλίνδρου Γ ἐμβαπτιζόντες αὐτὸν μέχρις ὀρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δεῖκνυει ἡμῖν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κεχαραγμένη γραμμὴ. Ὡσαύτως λαμβάνομεν τὴν μικρὰν συσκευὴν E, ἣτις εἶνε ὑαλίνη καὶ κοίλη, φέρει δὲ ὀλίγον ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ὕδατος νὰ ἐπιπολάζη μὲν, ἀλλὰ νὰ ἐμβαπτιζήται ὀλόκληρος καὶ ἰσορροποῦμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ μετὰ τοῦ μικροῦ ἀγγείου K κενοῦ· εἶτα ἐμβαπτιζόντες αὐτὴν ἐν τῇ ἀγγείῳ N συλλέγομεν ἐν τῇ ἀγγείῳ K τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐκτοπίζει· θέτοντες δ' εἶτα τὸ ἀγγεῖον K μετὰ τοῦ ἐν αὐτῇ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου P τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τὸ ὁποῖον ἀποδεικνυει ὅτι ἡ συσκευή E ἔχει βάρους ἴσον πρὸς τὸ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτῆς ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Τὸ αὐτὸ δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν διὰ τεμαχίου ξύλου, ὅπερ ὡς γνωστὸν ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι τοῦτο ἔχει βάρους ἀκριβῶς ἴσον τῇ βάρει τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὅταν ἐπιπολάζη.

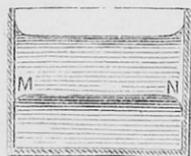
83. Ἐκ τῶν εἰρημένων συναγόμεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν ἐν τινὶ ὑγρῷ, οἷον ἐν τῇ ὕδατι, σῶμά τι καὶ ἀφίνωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

Α'. Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος, ὅταν τὸ βάρους αὐτοῦ εἶνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὕγρου, οἷον τεμαχίου μολύβδου, γωπὸν ῥῶν ἐν καθαρῷ ὕδατι.

Β'. Τὸ σῶμα ἐναλωρεῖται ἐν τῇ ὑγρῷ, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἴσον τῇ βάρει ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον γωπὸν ᾠδὸν ἐν ὕδατι περιέχοντι ὀλίγον μαγειρικὸν ἄλας.

Γ'. Τὸ σῶμα ἀναδύεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἔλασσον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον φελλὸς ἐν τῇ ὕδατι καταδύομενος.

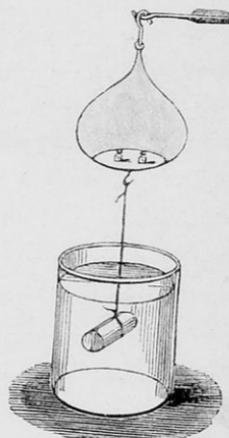
84. Ἴσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν. Ὅταν διάφορα ὑγρά μὴ ἐπιδεκτικὰ μίξεως, οἷον ὑδράργυρος καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ρίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 50) ἢ διαχωρίζουσα τὰ ὑγρά ταῦτα ἐπίπεδον ὀριζόντιον.



Σχ. 50.

85. Εἰδικὸν βάρος. Εἰδικὸν βάρος σώματος τινος (στερεοῦ ἢ ὑγροῦ) καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου (ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0<sup>0</sup>) πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος (ἀπεσταγμένον καὶ θερμοκρασίας 4<sup>0</sup>).

86. Πυκνότης. Πυκνότης σώματος τινος καλεῖται τὸ ποσοῖν τῆς ὕλης τῆς περιεχομένης εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου αὐτοῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0<sup>0</sup>. Ἡ πυκνότης σώματος τινος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ, ἐπομένως ὅσον σῶμα τι εἶνε πυκνότερον, τόσοι τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος εἶνε μείζον.



Σχ. 51.

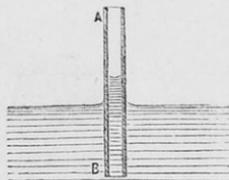
87. Μέθοδος πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα (σχ. 51) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν Β τιθεμένων ἐν τῇ ἐτέρῃ δίσκῳ, ἅτινα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῇ ἀέρι. Μετὰ ταῦτα φέρομεν κάτωθεν τοῦ σώματος δοχεῖον πλήρες ὕδατος, ἀλλ' οὔτως, ὥστε

λας τὰς προκυψάσας ἐπιπέδους ἐπιφανείας συμπίεσωμεν τὰ δύο μέρη, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται ἰκανὴ δύναμις, διὰ τὴν ἀποχωρισθῶσι ταῦτα. Δύο μετάλλιναι ἢ ὑάλιναι πλάκες ἔχουσαι ἐπιφανείαν ἐπίπεδον καὶ ἐντελῶς λείαν ἐπιτιθέμεναι καὶ καλῶς ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' ἀλλήλας δυσκόλως εἶτα ἀποχωρίζονται. Εἰς τὰ ὑαλοურγεία ἀποχωρίζουσι τὰς ὑαλίνας πλάκας, ἄλλως συγκολλῶνται. Δίσκος ὑάλινος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εὐρισκόμενος, διὰ τὴν ἀποσπασθῆ, ἀπαιτεῖ δύναμιν ἀρκούντως μεγάλην. Ἔνεκα τῆς συναφείας προσκολλᾶται ἡ λεπτὴ κόνις ἐπὶ τῶν τοίχων δωματίου ἔνεκα τῆς συναφείας ταύτης δυνάμεθα νὰ γράψωμεν διὰ κρητίδος ἐπὶ τοῦ πίνακος, ἐπίσης διὰ μολυβδοκακονδύλου ἢ μελάνης ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ νὰ συγκολλήσωμεν δύο μέταλλα διὰ κασιτέρου. Ὡσαύτως διὰ τὴν συνοχὴν τῶν ὑγρῶν μορίων πρὸς ἀλλήλα ὑδράργυρος ριπτόμενος ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου μεταβάλλεται εἰς σφαιρίδια, ἔνεκα δὲ τῆς συναφείας, ἐὰν ἐμβαπίσωμεν βάρδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἔπειτα ἀνασύρωμεν αὐτήν, παρατηροῦμεν σταγόνα προσκεκολλημένην εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἥτις καίπερ ἔχουσα βάρος δὲν πίπτει.

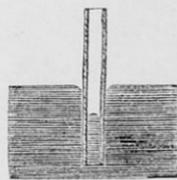
Ἔνεκα τῆς συναφείας μεταξὺ ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ὑγρὸν περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου, τοῦ ὁποῦ τοὺς τοίχους διαθρέχει, ἵσταται ἐκεῖ, ἐνθα ἐφάπτεται τούτων ὑψηλότερον ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφανείαν κοίλην. Ἄλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ τῶν ὑγρῶν μορίων συνοχὴ εἶνε ὑπερτέρα τῆς συναφείας, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὑδράργυρον ἐν ὑαλίῳ δοχείῳ, ὅποτε τὸ ὑγρὸν δὲν διαθρέχει τὸ στερεὸν σῶμα, ὁ ὑδράργυρος ἵσταται χαμηλότερον ἐκεῖ, ἐνθα ἐφάπτεται τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφανείαν κυρτήν.

93. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβαπίσωμεν σωλῆνα ὑάλινον AB (σχ. 55), οὗτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος νὰ εἶνε ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσοῦτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ὁ σωλῆν εἶνε στενωτέρως. Ἐὰν ὁμοῦ τοιοῦτον σωλῆνα ἐμβα-

πίσωμεν ἐντὸς ὑδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐν αὐτῷ (σχ. 56) κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ δοχείῳ. Καὶ ἐν γένει παρατηρεῖται ὅτι ἀνυψοῦται μὲν τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ σωλῆνι, ὅταν διαδρέχη αὐτόν, κατέρχεται δέ, ὅταν δὲν διαδρέχη τὸν σωλῆνα. Αἰτία δὲ τῶν φαινομένων τούτων, ἄτινα ὡς συμβαίνοντα εἰς τριχοειδεῖς σωλῆνας, ἦτοι ἔχοντας διάμετρον ἴσην περίπου πρὸς τὴν τῆς τριχός, ἐκλήθησαν *τριχοειδῆ φαινόμενα*, εἶνε ἢ ἕλξις ἢ ἀναπτυσσομένη, τοῦτο μὲν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ πρὸς ἀλλήλα, ἦτοι ἢ *συνοχή*, τοῦτο δὲ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος, ἦτοι ἢ *συνάφεια*. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλῆνων



Σχ. 55.

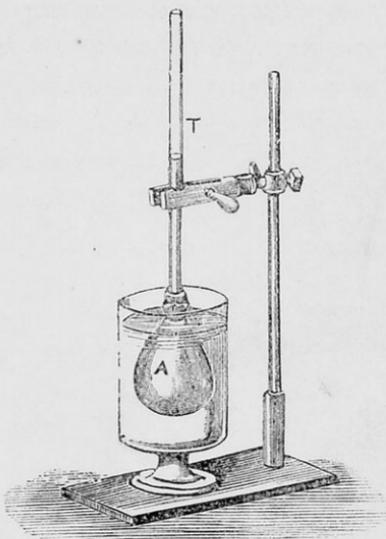


Σχ. 56.

ἐρμηνεύονται πολλὰ ἄλλα φαινόμενα. Οὕτω π. χ. σωρὸς ἄμμου ξηρᾶς καθυγραίνεται, ὅταν μόνον ἢ βάσις αὐτοῦ διαδραχῆ· ὁ σπόγγος, τὸ σάκχαρον, ἢ κρητὶς καὶ ἄλλα πορώδη σώματα καθ' ὁλοκληρίαν διαδρέχονται, ὅταν ἐν μέρος αὐτῶν ἐμβαπτισθῆ ἐν τῷ ὕδατι· τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ἔλαιον, ὁ τετηκὼς κηρὸς ἀνέρχονται διὰ τῆς θρυαλλίδος δυνάμει τοῦ τριχοειδοῦς φαινομένου.

94. **Διάχυσις. Διαπίδνυσις.** Ἐὰν ἐν τινι δοχείῳ ρίψωμεν ὑδράργυρον, ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ἀναταράξαντες δὲ τὰ ὑγρά ταῦτα ἀφήσωμεν εἴτα ἤρεμα, παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα χωρίζονται πάλιν ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἰσορροποῦσιν (§ 84). Ἐὰν ὅμως ἐπὶ τοῦ ὕδατος π. χ. ἐπιχύσωμεν βραδέως ἄλλο τι ὑγρὸν ἀραιότερον αὐτοῦ, ἀλλὰ τοιοῦτον, ὥστε τελείως νὰ μιγνύηται μετ' αὐτοῦ, οἷον οἰνόπνευμα, ἐπέρχεται βαθμιαία ἀνάμιξις αὐτῶν οὕτως, ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἀνευρίσκομεν μίγμα ὁμοιομερὲς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι

τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάχυσις*, καθ' ἣν τὰ δύο ὑγρά διαλύουσιν ἄλληλα. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ἔταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζονται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐάν ἐντὸς κύστεως Α (σχ 57) θέσωμεν διάλυμα ἄλατος ἢ σακχάρου καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλῆνα Γ ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἰτα τὴν κύστιν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ, ἀλλ' οὕτως, ὥστε αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἀφήσωμεν δὲ τὴν συσκευὴν οὕτω διατεθεισάν ἐπὶ ἐν ἡμερονύκτιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰσῆλθε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως καὶ ἔνεκα τούτου τὸ ἐντὸς τῆς κύστεως ὑγρὸν ἀνῆλθεν εἰς ὕψος πολλῶν ὑποδεκαμέτρων ἐν τῇ σωλῆνι, ἐν ᾧ ἐν τῷ δοχείῳ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ταυτοχρόνως κατέβηκεν. Οὐ μόνον δὲ τὸ ὕδωρ εἰσῆλθε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως, ἀλλὰ καὶ διάλυμα ἄλατος ἢ σακχάρου, ἐν ἐλάσσονι ὅμως ποσότητι, ἐξῆλθεν ἐκ τῆς κύστεως οὕτως, ὥστε ἐπέρχεται ἐπικοινωνία τῶν μορίων τῶν δύο ὑγρῶν διὰ τοῦ διαφράγματος. Ἐπειδὴ δὲ συνήθως διέρχονται ἀντιθέτως διάφορα ποσὰ τῶν δύο ὑγρῶν, ἐάν ἀρχικῶς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ τοῦ δοχείου εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, μετὰ τινὰ χρόνον ἢ ἕτερα αὐτῶν κατέρχεται καὶ ἡ ἄλληλ ἀνέρχεται. Ἡ ἐπικοινωνία αὕτη μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν εἶνε ἰσχυροτέρα, ἔταν ταῦτα εἶνε θερμότερα, παύεται δὲ ἔταν τὰ ὑγρά καταστῶσιν ἰσόπυκνα, ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ



Σχ. 57.

φαινόμενον τοῦτο καλούμενον διαπίδυσις συμβαίνει εἰς τε τὰ ζῳα καὶ τὰ φυτὰ κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας. Ἐν ᾧ δὲ οὐδὲ διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἀνευρίσκομεν αἰσθητοὺς πόρους ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων καὶ τῶν κυττάρων, ἐν τούτοις δι' αὐτῶν γίνεται ἐπικοινωνία τῶν χυμῶν καὶ δι' αὐτῶν προσλαμβάνονται αἱ τροφαὶ πρὸς ἀφομοίωσιν. Ἐνεκα τῆς διαπιδύσεως τὰ ἄκρα τῶν ῥιζιδίων τῶν φυτῶν ἀπορροφῶσιν ὕδωρ ἐκ τοῦ ἐδάφους, ὕπερ οὕτω φθάνει μέχρι τῶν φύλλων.



# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

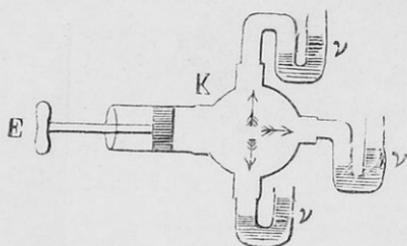
## ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ



### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ· ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ· ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ

95. Τὰ ἀέρια καθόλου, οἷον ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε σώματα λίαν βρώδη, βρωδέστερα καὶ τῶν ὑγρῶν, τελείως ἐλαστικά καὶ λίαν συμπιεστά, ἤτοι πιεζόμενα δύνανται νὰ καταλάβωσιν ὄγκον ἐλάχιστον. Ἡ πίεσις δέ, ἣν δι' ἐμβολέως ἐπιφέρομεν ἐπὶ ἀερίου ἐγκλεισμένου ἐν δοχείῳ διαδίδεται μετ' ἴσης ἰσχύος κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ὡς ἀποδεικνύει συσκευή, ἣς τομὴν παριστᾷ τὸ (σχ. 58). Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ὁ ὑδράργυρος ὁ ἐντὸς τῶν σωλήνων *ν ν* εὐρισκόμενος ἐξωθεῖται μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους εἰς πάντας ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ *Κ* διὰ τοῦ ἐμβολέως *Ε* συμπιεζομένου ἀέρος.



Σχ. 58.

#### 96. Βάρος τῶν ἀερίων.

Πάντα τὰ ἀέρια καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὡς σώματα ὑλικά ἔχουσι βάρος (1). Ὅπως δ' εὐρωμεν τὸ βάρος ὀρισμένου ὄγκου ἀερίου τινὸς

(1) Πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βαρῦν, διότι ἀνεῦρεν ὅτι ἄσκος πεφνησημένος (δηλαδή ἐγκλείων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ) ἔλκει πλεῖον ἄσκου κροῖ.



οίουδήποτε, οίον του ατμοσφαιρικού αέρος, ισορροπούμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκίνην στρόφιγγα, ἣτις κλείει τὴν σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 59). Εἶτα δι'



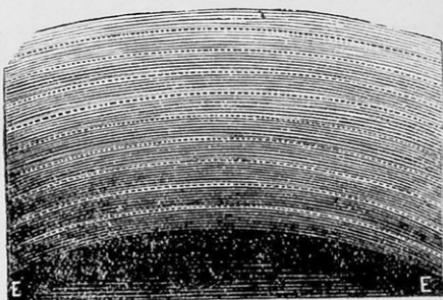
σχ. 59.

ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρα καὶ ἐξαρθῶμεν πάλιν αὐτὴν ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν. Δι' ἄλλων δὲ σταθμῶν, ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ὅπερ φέρει ἄνωθεν ἡ σφαῖρα, ἐπαναφέρομεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζοντιότητα. Τὰ σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βᾶρος τοῦ αέρος, ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Οὕτως εὐρέθη ὅτι τὸ βᾶρος ἑνὸς κυβικοῦ μέτρου ατμοσφαιρικοῦ αέρος καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔχει 1293,2 γραμμάρια, ἧτοι ὁ ἀήρ

εἶνε 773 περίπου φορές ἀραιότερος τοῦ ὕδατος καὶ 10517 ἐλαφρότερος τοῦ ὑδραργύρου. Τὸ ἐλαφρότερον πάντων τῶν γνωστῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὕδρογόνον, ὅπερ εἶνε 14  $\frac{1}{2}$  περίπου φορές ἀραιότερον τοῦ ατμοσφαιρικοῦ αέρος.

96. **Ἀτμόσφαιρα.** Τὸ ἀερώδες περίδηγμα τῆς Γῆς καλεῖται ἀτμόσφαιρα, μετέχουσα τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς. Εἰς 100 ὄγκους ατμοσφαιρικοῦ αέρος περιέχονται ἐν μίγματι 79 περίπου ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὀξυγόνου. Πλὴν δὲ τούτων ὁ ἀήρ ἐμπεριέχει μικρὰν ποσότητα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ὑδρατμοῦς καὶ ἄλλα ἀέρια ἐν ἐλαχίστῃ ποσότητι.

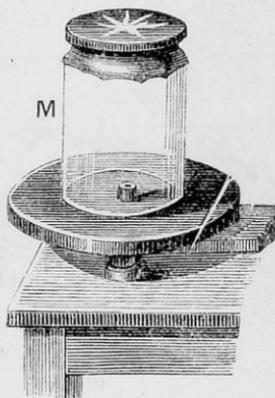
97. **Πίεσις καὶ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιρας.** Ἐπειδὴ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει βᾶρος, εἶνε δὲ καὶ λίαν συμπιεστός, ἔπεται ὅτι τὸ



σχ. 60.

κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιράς τὸ ἀπτόμενον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ΕΕ (σχ. 60) δεχόμενον τὸ βάρος ὄλων τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων εἶνε τὸ πυκνότεον πάντων, τὸ ἀμέσως ἀνώτερον στρώμα κατὰ τι ἀραιότερον ὡς ὑποβαστάζον ὀλιγώτερον βάρος, τὸ μετὰ τοῦτο εἶ ἀραιότερον καὶ οὕτω καθεξῆς ἡ πυκνότης τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων βαίνει ἐλαττουμένη, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Λαμβάνοντες δ' ὑπ' ὄψιν τὸ βάρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τὴν βαθμιαίαν ἐλάττωσιν τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὑπολογίζουσι ὅτι τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιράς εἶνε ἀνώτερον τῶν 75 χιλιομ., κατὰ τινὰς δὲ παρατηρήσεις 500—600 χιλιόμετρα περίπου.

98. *Πειράματα ἀποδεικνύοντα τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιράς.* Ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιράς φέρεται οὐ μόνον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, οἷον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν πλαγίων καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐν γένει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τινος σώματος. Καὶ τὴν μὲν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω πίεσιν ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς δι' ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου Μ (σχ. 61) ἀνοικτοῦ ἐκὰς τέρθεν, ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ ὁποίου προσδένομεν ἀεροστεγῶς μεμβράναν. Ἐφαρμόζοντες τὸν κύλινδρον ἐπὶ δίσκου φέροντος ἐν τῇ μέσῃ ὀπήν, ἐξ ἧς ἐξάγομεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ ἐπὶ τέλους βήγγυται παράγουσα ἰσχυρὸν κρότον.



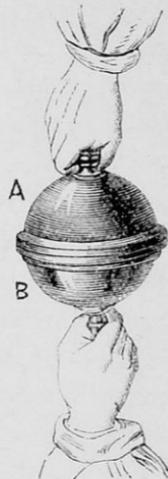
Σχ. 61.

Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιράς φέρεται ἐξ ἴσου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, λαμβάνομεν δύο ὀρειχάλκινα ἡμισφαίρια Α καὶ Β (σχ. 62), τὰ καλούμενα τοῦ Μαγδεμβούργου, ὧν τὸ μὲν ἐν φέρει κρίκον, τὸ δ' ἕτερον στρόφιγγα α καὶ κατάλληλον στόμιον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ χεῖλη δὲ αὐτῶν ἀκριβῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἀλληλα. Ὅταν ἀρ-

κούντως αραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται νὰ καταβάλωμεν ἰκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 63), ὅπως ἀποσπάσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τῆν αὐτήν, καθ' ὅταν ἀνευθύνονται καὶ ἂν ἐλκύσωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντίως εἴτε κατακορυφῶς εἴτε πλαγίως.



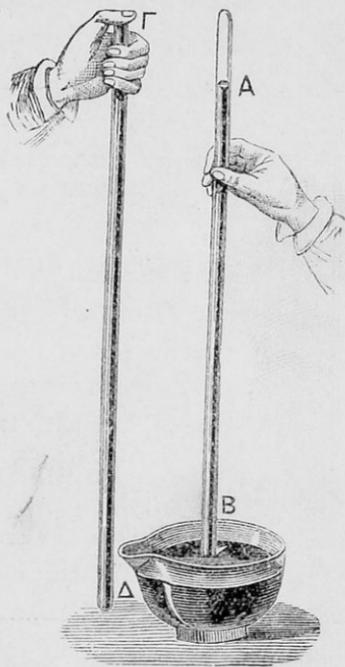
Σχ. 62.



Σχ. 63.

99. **Πείραμα τοῦ Torricelli.** Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πειραμάτων ἀποδεικνύεται ἀπλῶς ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις. Ὁ Torricelli ὅμως ἠδυνήθη νὰ εὑρῇ ἀκριβῶς καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως, τοῦτέστι τὸ βᾶρος, τὸ ὅπιον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ὀρισμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλήνα ὑάλινον ΓΔ (σχ. 64) μήκους 1 μέτρον περίπου καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 5—6 χιλιοστομ. κλειστὸν μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Δ, ἀνοικτὸν δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Γ. Πληρώσας δ' αὐτὸν ὑδραργύρου καὶ κλείσας διὰ τοῦ ἀντίχειρος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ Γ καὶ ἀναστρέψας ἐθύθησε τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς δοχεῖον πλήρες ὑδραργύρου. Ὅτε δὲ κατόπιν ἀπέσυρε τὸν ἀντίχειρα, παρατήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῷ σωλήνι ὑδραργύρος κατήλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπηλωρημένος μέχρις ὕψους ΒΑ ἴσου πρὸς 76 περίπου ὑψεκτ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτε-

λήται εις τόπους, οὔτινες κείνται παρά τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ὁ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ σωλῆνι χῶρος εἶνε ἐντελῶς κενὸς οὕτως, ὥστε οὐδεμίᾳ πίεσιν φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἔσθθεν, ἀλλ' ἡ ὑδραργυρική στήλη BA ἵσταται μετέωρος, διότι τὸ βᾶρος αὐτῆς ἰσορροπείται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἣτις ἔχουσα τομὴν ἴσην τῇ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἄρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ δοχείῳ καὶ φθάνει μέχρι τῶν περάτων τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, ὅσον 1 τετραγ. ὑφκατ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπίεζε ταύτην στήλη ὑδραργυρική ἔχουσα βᾶσιν 1 τετρ. ὑφκατ. καὶ ὕψος 76 ὑφκατ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφκα. Ἀλλὰ 76 κυβικὰ ὑφκατόμ. ὑδραργύρου ἔχουσι βᾶρος 1033 γραμμ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἐνὸς τετραγωνικοῦ ὑφκατομέτρου εἶνε ἴση πρὸς ἐν χιλιόγραμμον περίπου.



Σχ. 64

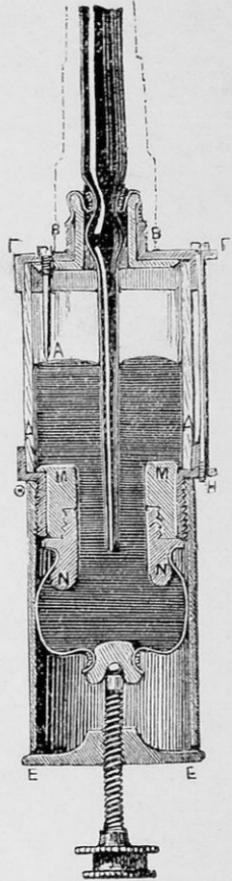
100. **Βαρόμετρα.** Βαρόμετρον καλεῖται συσκευή παρέχουσα τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως. Μεταβολαὶ δὲ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως παρατηροῦνται οὐ μόνον ἔταν μεταβαίνωμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως δύναται γὰρ χρησιμεύσει ἡ συσκευή τοῦ Toricelli, ἀλλὰ πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χῶρος γὰρ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδράργυρος χημικῶς καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλὴν γὰρ στηρίζεται ἐπὶ κατακορύφου

σανίδας (σχ. 65) φερούσης πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος κεχαραγμέναις ὑποδιαίρέσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος νὰ συμπίπτῃ πάντοτε πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ B. Τοιοῦτο δ' εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον κοινὸν βαρόμετρον.



Σχ. 65

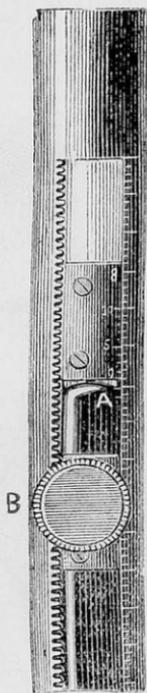
Ἐὰν τοιαύτην συσκευὴν τοποθετήσωμεν μονίμως εἰς τόπον τινά, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ σωλῆνι ἄλλοτε μὲν κατέρχεται καὶ ἄλλοτε ἀνέρχεται. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις δὲν μένει σταθερὰ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, ἀλλὰ διηγεκῶς μεταβάλλεται. Ὅπως δ' εὕρωμεν ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς μεταβολῆς ταύτης, ὀφείλομεν ἐκάστοτε νὰ καταμετρώμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ σωλῆνι ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἴνα δ' ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἀντιστοιχῇ πάντοτε πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται συνήθως πολὺ εὐρύτερα τοῦ σωλῆνος, ὥστε αἱ ἐν τῇ σωλῆνι ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ὑδραργύρου νὰ ἐπιφέρωσιν ἀνεπαίσθητον μεταβολὴν τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ.



γ. 66.

101. **Βαρόμετρον τοῦ Fortin.** Τὸ βαρόμετρον τοῦ Fortin, σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κυλίνδρου ΔΔ (σχ. 66) φέροντος δερμάτινον

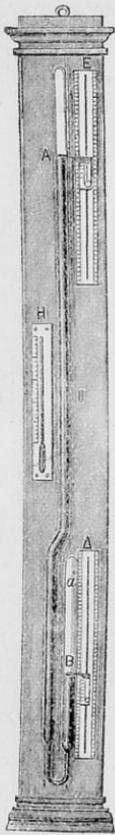
πυθμένα, ὅστις ὑψούμενος ἢ ταπεινούμενος διὰ τοῦ κάτωθι ὑπάρ-  
 χοντος μεγάλου κοιλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη  
 τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ξυλίνης βάσεως ΓΓ τῆς  
 κυλινδρικής λεκάνης στερεοῦται ἐνδοθεν λεπτόν ἐλε-  
 φάντινον στέλεχος Α, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον  
 πρέπει νὰ ἀπτηται πάντοτε τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφα-  
 νείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐκ τίνος ὀπῆς, ἣν φέρει ἐν τῇ  
 μέσῃ ἢ ἄνω βάσει τῆς λεκάνης, διέρχεται ὁ βαρομε-  
 τρικός σωλήν, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον τὸ ἀνοι-  
 κτὸν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδράργυρον. Ὁ σωλήν οὗτος  
 προσδέεται ἐπὶ τῆς προεξοχῆς ΒΒ τῆς ἄνω βάσεως  
 τοῦ κυλίνδρου διὰ τεμαχίου δέρματος, διὰ τῶν πόρων  
 τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καὶ  
 περιβάλλεται δι' ὄρειχαλκίνου σωλήνος, ὅστις πρὸς τὸ  
 ἀνώτερον μέρος φέρει ἔνθεν καὶ ἔνθεν δύο ἐπιμήκεις  
 θυρίδας, δι' ὧν καθίσταται ὁρατὴ ἡ ἐν τῷ βαρομε-  
 τρικῷ σωλήνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου Α (σχ. 67)  
 Ἐπὶ τῆς ὄρειχαλκίνης δὲ ταύτης θήκης εἶνε κεχα-  
 ραγμένη κλίμαξ ὑποδιηρημένη εἰς χιλιοστόμετρα, ἧς  
 τὸ μηδὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ  
 ἐλεφαντίνου στελέχους. Τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ κρῖνου  
 εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχοντος ἐξαρτᾶται ἐκ στα-  
 θεροῦ ὑποστηρίγματος ἢ διὰ δακτυλίου περὶ τὸ μέ-  
 σον τῆς ὄρειχαλκίνης θήκης κειμένου στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος.  
 Ἴνα δὲ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά,  
 στρέφομεν ὑποκάτωθεν τὸν κοιλίαν, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ  
 ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἐφάψηται τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους, καὶ  
 εἶτα προσδιορίζομεν μετὰ τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει  
 ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια Α τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλήνι.  
 Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὄργανον εἰς ἄλλον τόπον,  
 στρέφομεν τὸν κοιλίαν, μέχρις ὅτου πληρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ  
 ὁ βαρομετρικός σωλήν ὑδραργύρου, ὅποτε πλέον δυνάμεθα καὶ νὰ



Σχ. 67.

ἀναστρέψωμεν τὸ ὄργανον θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς δερματίνης θήκης πρὸς μεταφοράν.

102. **Σιφωνοειδὲς βαρόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωληνῶς υαλίνου ἐπι-καμποῦς ABa (σχ. 68) φέροντος δύο βραχίονας ἄνισους, ὧν ὁ μείζων εἶνε κλειστὸς ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει πρὸς τὰ πλάγια ὀπήν α, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου ἐν μὲν τῇ μείζονι βραχίονι κατὰ τὸ A εἶνε τέλειον κενόν, ἐν δὲ τῇ ἐλάσσονι B ὑπάρχει ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὅστις πιέζων τὸν ὑδραργύρον ἀναγκάζει αὐτὸν ν' ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι ἀνώτερον ἐν τῇ μείζονι βραχίονι, οὕτως ὥστε τὸ βαρομετρικὸν ὕψος λογίζεται διὰ τῆς κατακορύφου ἀποστάσεως τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας A τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ μείζονι βραχίονι ἀπὸ τῆς B ἐν τῇ ἐλάσσονι.

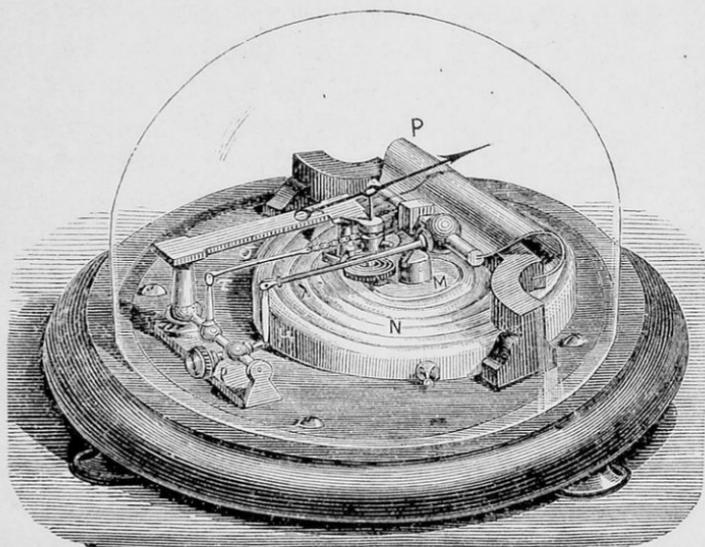


Σχ. 68.

103. **Μετάλλια βαρόμετρα.** Τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν καὶ δι' ὀργάνων ἄνευ ὑδραργύρου, οἷα τὰ μετὰλλια βαρόμετρα, ἐκ τῶν ὁποίων συνηθέστερον εἶνε τὸ τοῦ Vidi. Τοῦτο σύγκειται ἐκ μεταλλικοῦ τινος κυλινδρικοῦ τυμπάνου N (σχ. 69) κενοῦ ἀέρος, τοῦ ὁποίου ἡ μὲν κάτω βᾶσις στηρίζεται ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὀργάνου, ἡ δ' ἄνω οὔσα κυματοειδῆς κοιλοῦται εὐχερῶς καὶ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις βαίνει αὐξανομένη. Ἐπικαμποῦς χαλυβδίνου ἐλάσματος P τὸ μὲν ἐν πέρας στηρίζεται ἀκλονήτως ἐπὶ τῆς θήκης, τὸ δὲ ἕτερον εἶνε συνδεδειμένον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς ἄνω βᾶσεως τοῦ τυμπάνου, οὕτως ὥστε, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως αὐξανομένης καὶ τῆς ἄνω βᾶσεως τοῦ τυμπάνου κοιλουμένης ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ἐλατήριον P κάμπτεται ταυτοχρόνως. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωταί, ἡ ἄνω βᾶσις τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμψθέντος ἐλατηρίου P. Ἡ πρὸς τὰ κάτω δὲ

καὶ τὰ ἄνω κίνησις αὐτῆ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου μεταδίδεται διὰ σειρᾶς στελεχῶν λιμοσ συνηνωμένων δι' ἀρθρώσεων εἰς δείκτην στρεπτόν περι ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

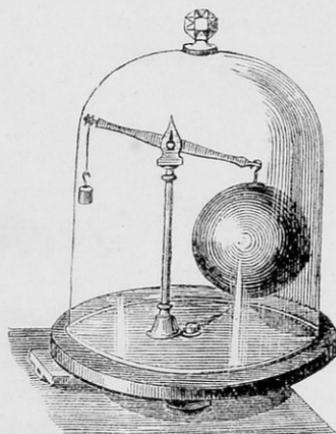
104. Τὰ βαρόμετρα χρησιμεύουσι πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, καὶ πρὸς εὑρεσιν δι' αὐτῆς τοῦ ὕψους, εἰς ὃ κείται τόπος τις ἄνωθεν ἄλλου ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ διὰ μικρὰ ὕψη ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐξῆς: Ἐὰν π. γ. βαρό-



Σχ. 69.

μετρον εὑρισκόμενον ἐν Πειραιεὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύη ἐν ὠρισμένῃ στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστομ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθῆναις παρὰ τὴν βᾶσιν τῶν Ἀνακτόρων θὰ δεικνύη 750 χιλιοστόμετρα. Ἡ διαφορὰ δ' αὐτῆ τῶν βαρομετρικῶν ὕψων προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ στρῶμα τοῦ ἀέρος τὸ κείμενον ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ κάτωθεν τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τοῦ διὰ τῆς βάσεως τῶν Ἀνακτόρων διερχομένου, ἐν ᾧ

πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Πειραιεὶ βαρομέτρου, δὲν πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Ἀθήναις. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ στρώματος τούτου τοῦ ἀέρος ἰσορροπείται ὑπὸ στήλης ὑδραργυρικῆς ἐχούσης ὕψος ἴσον τῇ διαφορᾷ τῶν βαρομετρικῶν ὑψῶν, ἧται 10 χιλιοστομ. Ἄλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶνε 10500 περίπου φορές βαρύτερος τοῦ ἀέρος τοῦ κατωτέρου τούτου στρώματος, τὸ στῶμα τοῦτο ἔχει ὕψος 10500 φορές 10 χιλιοστόμ., ἧται 105 μέτρα, ὅπερ εἶνε τὸ ὕψος τῶν Ἀνακτόρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Οὕτως, ὅταν ἀναχωροῦντες ἀπὸ τοῦ Πειραιῶς καὶ κρατοῦντες βαρόμετρον ἀνερχόμεθα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ βλέπωμεν ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττοῦται κατὰ 1, 2, 3 χιλιοστόμ., συνάγομεν ὅτι ἀνῆλθομεν ἅπαξ, δὶς, τρίς 10 μέτρα καὶ ἡμισυ. Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὐρισκόμεθα εἰς τὸ κατώτερον στῶμα



Σχ. 70.

τῆς ἀτμοσφαιρας· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἧτις κεῖται εἰς ὕψος 700 περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, πρέπει ν' ἀνῆλθομεν εἰς ὕψος 11 περίπου μέτρων, ἵνα ἐλαττωθῇ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος κατὰ 1 χιλιοστόμ., διότι εἰς τὸ ὕψος τοῦτο ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ εἶνε ἀραιότερος ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης.

105. **Πιέσεις ἐπὶ τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων.** Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐπὶ τῶν ὑγρῶν ἐφαρμόζεται ἐπίσης καὶ ἐπὶ πάντων τῶν ἀερίων· δηλονότι

Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ἀερίου οἰουδήποτε υφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Τὴν ἐν τῷ ἀέρι ἄνωσιν ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς διὰ συσκευῆς, ἧτις καλεῖται βαροσκόπιον (σχ. 70). Αὕτη εἶνε εἶδος μικροῦ

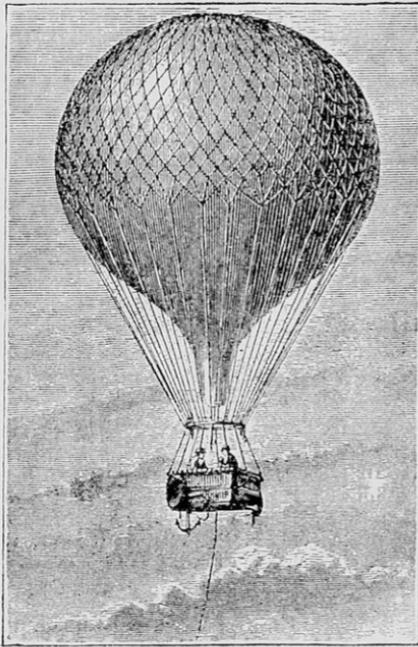
ζυγοῦ, εἰς τὴν φάλαγγα τοῦ ὁποῦο ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐνὸς ἄκρου μεγάλην μεταλλίνην σφαῖραν κοίλην πανταχόθεν ἀεροστεγῶς κεκλεισμένην, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν κύλινδρον ὀρειχάλκινον στερεόν, ὅστις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ τὴν σφαῖραν ἐν τῇ ἀέρι. Τὴν συσκευὴν ταύτην θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀντλοῦντες ἐκ τούτου τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἀήρ ἀραιούται, ἡ φάλαγγ κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε μὲν πραγματικῶς βαρυτέρα τοῦ ὀρειχάλκινου κυλίνδρου, ἰσορροπεῖ δ' αὐτὸν ἐν τῇ ἀέρι, διότι ἐν αὐτῇ ὑφίσταται ἄνωσιν μείζονα ἐκείνης, ἣν ὑφίσταται ὁ στερεὸς κύλινδρος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι σῶμά τι ἀφεθὲν ἐλεύθερον ἐν τῇ ἀέρι καταπίπτει, ἐὰν ἔχῃ βάρος ὑπέρτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, αἰωρεῖται δ' ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῇ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ἀέρος, τότε τὸ σῶμα ἀνυψοῦται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς στρώμα ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῇ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἐνθα αἰωρεῖται· οὗτος εἶνε ὁ λόγος τῆς ἐν τῇ ἀέρι ἀνυψώσεως τῶν ἀεροστάτων.

106. **Ἀερόστατα.** Πολλὰ ἀέρια, οἷον τὸ ὑδρογόνον, τὸ φωταέριον, ὁ θερμὸς ἀήρ, εἶνε ἐλαφρότερα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν λοιπὸν ἐν τῶν ἀερίων τούτων ἐγκλείσωμεν ἐντὸς περιβλήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σηρικῆς, τὸ οὕτως ἀποτελεσθησόμενον ἀερόστατον θέλει ἀνυψοῦθαι ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρώμα, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ βάρος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀερίου καὶ τοῦ περιβλήματος νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἐν τῇ στρώματι τούτῳ ἀέρος. Τὴν ἀρχὴν ταύτην πρῶτοι ἐφήρμοσαν οἱ ἀδελφοὶ Montgolfier ἀνυψώσαντες τὸ πρῶτον ἀερόστατον ἐκ τῆς πόλεως Annonay τῆς Γαλλίας κατὰ τὸ ἔτος 1783. Ἡ πρώτη αὕτη ἀεροπόρος σφαῖρα ἔφε-  
ρεν εἰς τὸ κατώτερον μέρος στόμιον κυκλικόν, ὀλίγον δὲ ὑποκά-

τωθεν ἔλαφρόν τι πλέγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων πλήρες εὐφλέκτων σωμάτων. Ὁ ἐντὸς ἀήρ θερμανθεὶς ἐγένετο κουφότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφειθεῖσα ἐλευθέρα ἀνῆλθεν, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ἔταν ἐσθῆσθη τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθη ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ.

Κατὰ τὸ αὐτὸ ἔτος ὁ Γάλλος φυσικὸς Charles κατεσκεύασεν ἀεροπόρον σφαῖραν ἐκ σιδηροῦ ἐρρητινωμένου (βερνικωμένου) ἔξωθεν, τὴν ὁποίαν ἐπλήρωσεν ὕδρογόνου (σχ. 71). Τὸ ἀνώτερον



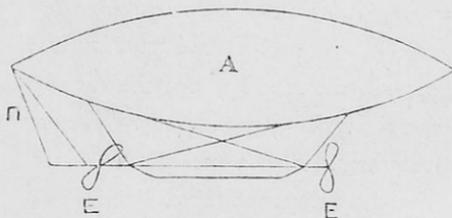
Σχ. 71.

ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέγματος ἐκ λεπτοῦ σχοινίου, τοῦ ὁποίου τὰ γήματα προεκτεινόμενα ἐκ τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδέονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέμεται ὁ τοῖς ἀεροναύταις χρησιμεύων κάλαθος. Ὅσαι εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς σφαίρας κείμεναι κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομιῶν πιεζομένων ὑπὸ

ελατηρίων, ἐν ἀνάγκῃ δ' ἀνοίγονται διὰ σχοινίου, δι' οὗ ὁ ἀεροναύτης ἔλκει τὰ ἐπιστόμια. Πληροῦται δ' ὑδρογόνου δι' ὀπῆς, ἣτις ὑπάρχει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας καὶ ἣτις κλείεται μετὰ ταῦτα ἀεροστεγῶς.

Ὅταν ὁ τῆς ἀεροπόρου σφαίρας ἐπιβάτης προτίθεται νὰ κατέλθῃ, ἀνοίγει τὸ ἐπιστόμιον, ὑδρογόνον ἐξέρχεται, ἡ δὲ ἀεροπόρος σφαῖρα κατέρχεται. Ὁ ἀεροναύτης δύναται νὰ ἐπιβραδύνῃ τὴν κατάβασιν ἢ καὶ αὐθις ν' ἀνέλθῃ ῥίπτων ἔρμα (ἄμιμον), τὸ ὅποιον πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον θέτει ἐν τῷ καλάθῳ πρὸ τῆς ἀνυψώσεως.

107. Ἐερόστατον πηδαλιουχοῦμενον. Εἰς τὰ ἀερόστατα



Σχ. 72.

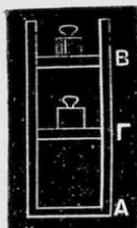
ταῦτα δίδουσι σχῆμα ἐπίμηκες A (σχ. 72), ὅπως μειώσωσι τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Ἴσχυρὰ κινήτηριος μηχανὴ ἠλεκτροκίνητος ἢ διὰ πτητικοῦ ὕγρου κινουμένη, ὡς ἡ τῶν αὐτοκινήτων, θέτει εἰς κίνησιν τὰς ἑλικας EE. Πηδάλιον Π δίδει τὴν διεύθυνσιν εἰς τὸ ἀερόστατον. Ἐκ τῶν ἐσχάτως γενομένων πειραμάτων δύναται νὰ θεωρηθῇ τὸ πρόβλημα τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀεροστάτου λελυμένον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

108. Εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον BA (σχ. 73) κλειστὸν κάτωθεν καὶ ἀνοικτὸν ἄνωθεν πλήρες ἀερίου πινός, π. χ. ἀτμοσφαιρικοῦ

αέρος, εφαρμόζομεν ἐμβολέα κλείοντα ἄνευ μὲν τριβῆς τὸν κύλινδρον ἀλλ' ἀεροστεγῶς καὶ θέτομεν βάρος τι ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ὁ ἐμβολεὺς κατέρχεται μέχρι τοῦ Β π. γ.



Σχ. 73.

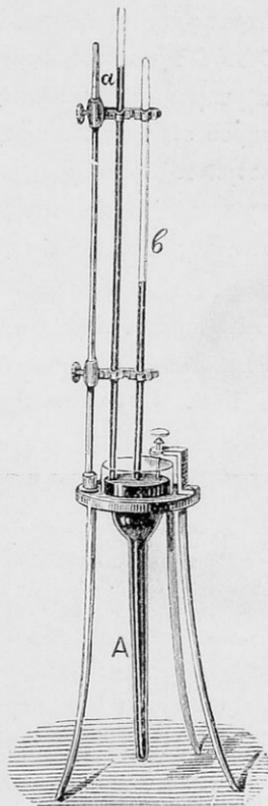
καὶ εἶτα μένει στάσιμος. Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως βάρος μείζον, οὗτος κατέρχεται ἐτι μᾶλλον μέχρι τοῦ Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅταν ὁ ὄγκος αἰρίου ἐλαττωῖται, ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ αὐξάνεται ἰσορροποῦσα ἐκάστοτε τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν.

109. **Νόμος τοῦ Μαριότιου.** Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὁρισμένη ποσότης αἰρίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν, ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ αἰρίου ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται ἴσος, τρις κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ὄγκος τοῦ αἰρίου διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται ἴσος, τρις κτλ. μικροτέρα.

110. **Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριότιου.** Ἰνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλήνα ὑάλινον ἐπικαμπῆ ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος AB (σχ. 74) εἶνε κλειστός ἀνωθεν καὶ ὑποδιηρημένος εἰς ἴσας χωρητικότητας, ὁ δὲ δεύτερος ΓΔ ἐπιμηκέστερος ἀνοικτὸς ἀνωθεν καὶ φέρων παρακειμένως κλίμακα ὑποδιηρημένην εἰς ὑφεκατόμετρα. Χέομεν κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ γωνίου Γ ὀλίγον ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καὶ εἰς τοὺς δύο βραχίονας νὰ εὐρίσκηται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ὅτε ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ ἔχει ὄγκον ἴσον π. γ. πρὸς 24 καὶ ἐλαστικότητα ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιράς. Ἐὰν δὲ νῦν ἐγκύσωμεν καὶ ἄλλον ὑδράργυρον, μέχρις ὅτου ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ συσταλῇ εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἦτοι γίνῃ ἴσος πρὸς 12, καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο βραχίονας, εὐρίσκομεν

αὐτὴν ἴσην πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ὕψος. Εἰς τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει ἡ ὑδραργυρικὴ αὐτὴ στήλη καὶ ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, προστίθεται καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἣτις φέρεται διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐλαστικότητα τοῦ ἀέρος, οὕτινος ὁ ὄγκος ἐγένετο ἴσος πρὸς τὸ ἡμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἰσορροπεῖ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν, ἣτοι ἐδιπλασιάσθη.

Ἔνα δ' ἀποδειξομεν καὶ τὸ ἀντίστροφον, ἣτοι ὅτι διπλασιαζομένου τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ὑποδιπλασιάζεται, λαμβάνομεν βαθύ δοχεῖον Α (σχ. 75) πεπληρωμένον ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναστρέφομεν βαρομετρικὸν σωλῆνα α πεπληρωμένον ὡσαύτως ὑδραργύρου, ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli (§ 99, σχ. 64). Λαμβάνομεν προσέτι καὶ δευτέρον σωλῆνα β διπλα-



Σχ. 75

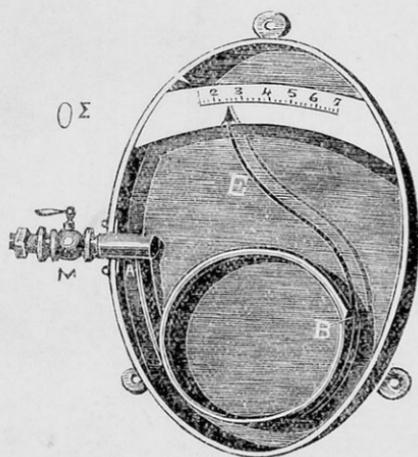
Σχ. 74.

σίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ ὑποδιηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὑδραργύρου μόνον κατὰ τὰ  $\frac{1}{10}$  περίπου οὕτως, ὥστε τὸ ὑπολειφθὲν μέρος νὰ μείνη πλήρες ἀέρος. Κλείσαντες δὲ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου διὰ τοῦ ἀντίχειρος καὶ ἀναστρέψαντες καταδύομεν αὐτὸν ἐντὸς τοῦ δο-

χείου, μέχρις ότου ή επιφάνεια του υδραργύρου φθάση επί του αυ-  
του όριζοντίου επιπέδου και έν τή σωλήνι τούτω και έν τή λεκάνη  
του δοχείου Α, όποτε ό μόν όγκος του έγκεκλεισμένου αέρος είνε  
ίσος πρós 10 κυβ. ύφει. π. χ., ή δ' ελαστικότης αυτού ίση τή  
ατμοσφαιρική πιέσει. Μετά ταύτα άνασύρομεν τόν σωλήνα θ μέχρις  
ότου ό όγκος του έγκεκλεισμένου αέρος διπλασιασθή, όποτε παρα-  
τηρούμεν ότι ή κατακόρυφος απόστασις των επιφανειών του υδραρ-  
γύρου εις τούς 2 σωλήνας α και θ γίνεται ίση τή ήμισυ του βαρο-  
μετρικού ύψους α, ήτοι ίση πρós τó ήμισυ τής πιέσεως μιás ατμο-  
σφαιρας. Όθεν συνάγομεν ότι του όγκου διπλασιαζομένου ή ελα-  
στικότης ύπεδιπλασιάσθη.

111. *Μανόμετρα*. Πρός καταμέτρησιν τής ελαστικότητος των  
αερίων ποιούμεθα χρήσιν συσκευών, αίτινες καλοϋνται *μανόμετρα*.  
Τό μάλλον έν χρήσει είνε τό μετάλλινον μανόμετρον του Bourdon.

112. *Μετάλλινον μανόμετρον του Bourdon*. Τό μανό-



Σχ. 76.

μετρον τούτο, χρήσιμον έν τή  
βιομηχανία πρός προσδιορι-  
σμόν τής πιέσεως ή ελαστικό-  
τητος αερίων ή ατμών (ατμο-  
μηχαναί) ή υγρών (υδραυλι-  
κόν πιεστήριον) σύγκειται έν  
μεταλλίνου σωλήνος ΑΒ (σχ.  
76) εύκάμπτου και συμπε-  
πιεσμένου ούτως, ώστε ή έγ-  
καρσία αυτού τομή Σ να είνε  
έλλειπτική, και περιειληγμέ-  
νου έν σχήματι έλικος. Ό  
έλικοειδής ούτος σωλήν είνε  
κλειστός μόν κατά τó έν ά-

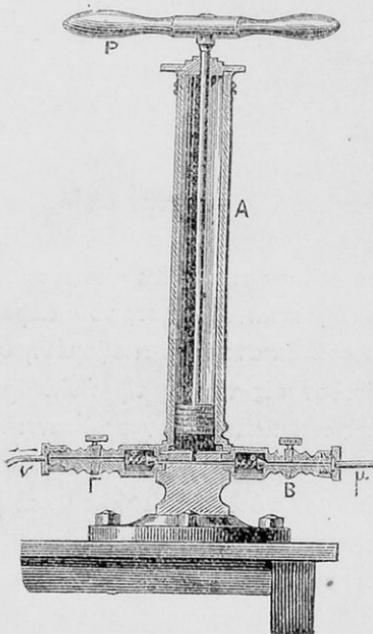
κρον Β, άνοικτός δέ κατά τó έτερον Μ. ένθα ύπάρχει στρόφιγγε,  
δι' ής τίθεται εις συγκοινωνίαν ό σωλήν ούτος μετά του ατμογό-  
νου λέδητος. Τό έτερον άκρον Β του σωλήνος έν ελεύθερον φέ ει

δείκτην E, οὔτινος τὸ ἄκρον διαγράφει τόξον κύκλου. Ὅταν ἐντὸς τοῦ σωλήνος τούτου συμπιεσθῇ ἀήρ ἢ ἀτμός ἢ ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρὸν, τότε ἢ μὲν ἐγκαρσία αὐτοῦ τομῆ τείνει ν' ἀποβῆ κυκλική, ὁ δὲ σωλὴν ἐξελίσσεται καὶ ὁ δείκτης E μετακινεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὄργάνου τούτου γίνεται εἰς ἀτμοσφαίρας ἢ εἰς χιλιογράμματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ· ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΙΑΙ

112. *Πνευματικαὶ μηχαναί.* Καλοῦνται πνευματικαὶ μηχαναὶ αἱ συσκευαί, δι' ὧν δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν ἀέρα ἢ ἀερίον τι οἷον· δῆποτε ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλειστῷ χώρῳ ἢ νὰ συμπιέσωμεν ἀέρα, ἢ ἄλλο τι ἀερίον οἷον δῆποτε ἐν κλειστῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοιαύται συσκευαί, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θὰ περιγράψωμεν τὴν ἀπλουστέραν, ἐπαρκούσαν εἰς τὰ ἐν τῇ παρούσῃ φυσικῇ περιγραφόμενα πειράματα. Ἡ συσκευή αὕτη σύγκειται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου κυλινδρικοῦ σωλήνος A (σχ. 77), ἐν τῷ ὀπείῳ ἀνέλικται καὶ καταπιέζεται διὰ τῆς λαβῆς P ἐμβολεύς. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου A ὑπάρχουσι δύο πόροι νΓ καὶ μB ἄγοντες εἰς κυλινδρικὰς κοιλότητας σ καὶ ο, ἐν αἷς κεῖνται κωνικαὶ ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἃς φέρουσιν αἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων

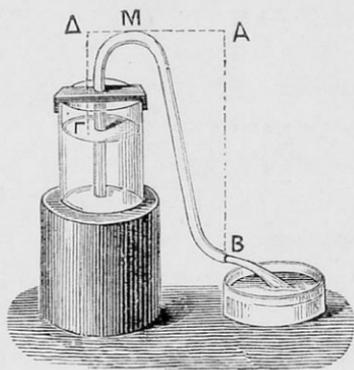


Σχ. 77.

ἢ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ο ἔξωθεν μὲν ὠθουμένη κλείει τὸν πρὸς  
 τὰ ἀριστερὰ πόρον Γ, ἀλλ' ἔσωθεν ὠθουμένη ὑποχωρεῖ ὀλίγον,  
 οὕτω δ' ὁ πόρος ἀνοίγεται καὶ δύναται ἔσωθεν νὰ ἐξέλθῃ ἀήρ συμ-  
 πιεσιμένος· ἢ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ ο ἔσωθεν μὲν ὠθουμένη κλείει  
 τὸν δεξιὸν πόρον Β, ἀλλ' ἔξωθεν ὠθουμένη ἐπιτρέπει τὴν εἴσοδον  
 τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον, ὅταν ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ  
 εἶνε ἀραιότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ. Καὶ διὰ νὰ ἀραιώσωμεν μὲν τὸν  
 ἀέρα τὸν εὐρισκόμενον ἐν τινι χώρῳ, οἷον τὸν ἐν τῇ σωλῆνι τοῦ  
 Νεύτωνος (§ 46, σχ. 20), τὸν ἐν τῇ κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (§ 96, σχ.  
 59), θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν χῶρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ  
 δεξιὰ πόρου μΒ διὰ σωλῆνος παχέος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμιος. Καὶ  
 ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐν τῇ κυλίνδρῳ Α  
 μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ', τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῇ κε-  
 νὸν καὶ τότε ἢ μὲν πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴς ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐξω-  
 τερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ, ἐνῶ ἢ πρὸς τὰ δεξιὰ  
 ἐπιστομὴς πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ χώρῳ ἀέρος ὑποχωρεῖ καὶ  
 ἀήρ ἐκ τοῦ χώρου ἐρχόμενος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον Α καὶ  
 πληροῖ αὐτόν. Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζεται μέχρι τοῦ πυ-  
 θμένος τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῇ πυκνούμενος ἀήρ πιέζει τὴν πρὸς  
 τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα ο καὶ οὕτω φράττεται ὁ πόρος Βμ καὶ κωλύε-  
 ται ἢ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χῶρον. Ἄλλ' ἢ πρὸς τὰρι-  
 στερὰ ἐπιστομὴς ο πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν  
 ἐξοδὸν εἰς τὸν ἐν τῇ κυλίνδρῳ συμπιεζόμενον ἀέρα. Ἀνεγκύον-  
 τες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῇ κυλίνδρῳ ἐμβο-  
 λέα ἀφαιροῦμεν ἐκάστοτε μέρος τοῦ ἐν τῇ χώρῳ ἀέρος καὶ καθι-  
 στῶμεν αὐτὸν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. Δὲν δυνάμεθα  
 ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῇ μέρος  
 τι, διότι μετὰ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως  
 τοῦ ἐμβολέως εὐρισκόμενου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρ-  
 χει χωρητικότης τις, ἢ ἐπιζήμιος χωρητικότης καλουμένη, ἐν τῇ  
 ὁποία συμπιεζόμενος ὁ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ἀήρ δύναται μὲν νὰ ἐξέλθῃ  
 εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἐφ' ὅσον ἢ ἐλαστικότης αὐτοῦ εἶνε ὑπερτέρα

τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως, ὅταν ὅμως ἔχη τοιαύτην ἀραίωσιν πρὸ τῆς καταπίεσεως τοῦ ἐμβολέως, ὥστε συνωθούμενος ἐν τῇ ἐπιξιμίῳ χωρητικότητι νὰ ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ ἐξωτερικῇ πίεσει, τότε δὲν δύναται πλέον νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἢ περαιτέρω ἀνέλκυσιν ἀποβαίνει ἀνωφελῆς. Τοιαύτη οὖσα ἢ πνευματικὴ αὕτη μηχανὴ καλεῖται ἀεραντλία.

Ἐὰν δὲ τὴν αὕτην συσκευὴν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ μὲν πόρου  $\nu$  μετὰ χώρου κεκλεισμένου, διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δὲ πόρου  $\mu$  μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, δυνάμεθα ἐν τῷ χώρῳ τούτῳ νὰ συμπιέσωμεν ἀτμοσφαιρικὸν ἄερα. Καὶ ὄντως ἀνελκύνοντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ  $\Lambda$ , ὅπερ πληροῖ ἀἴρ ἐξωθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξωθῶν τὴν δεξιὰν ἐπιστομίδα  $\sigma$ , ἐν τῇ ἢ ἀριστερὰ  $\rho$  δὲν δύναται νὰ μετακινήθῃ. Καταπιεζομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀἴρ

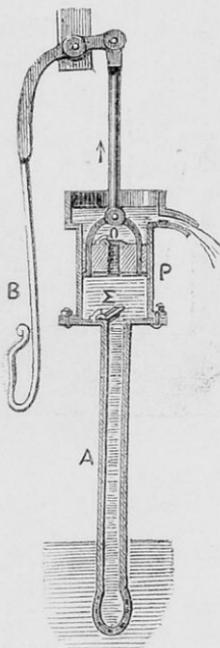


Σχ. 78.

πυκνούμενος τὴν μὲν δεξιὰν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χῶρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐλκύνσεις καὶ καταπίεσεις τοῦ ἐμβολέως ἀἴρ ἐξωθεν λαμβανόμενος συμπυκνῶνται ἐν τῷ χώρῳ. Οὕτω δ' ἐνεργοῦσα ἢ συσκευὴ καλεῖται ἀεροθλιπτικὴ μηχανή, χρησιμεύουσα εἰς πολλὰς περιστάσεις, ὡς εἰς τὰ σκάφανδρα τῶν ζυτῶν, δι' ὧν οὗτοι περιβαλλόμενοι καταδύονται εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης. —

113. **Σίφων.** Ὁ σίφων χρησιμεύων πρὸς μεταγγισμὸν ὑγροῦ, ὡς ὕδατος, ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον εἶνε σωλὴν ἐπικαμπῆς ἔχων δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βραχύτερος  $\Gamma$  (σχ. 78) βυθίζεται ἐντὸς ὕδατος, πληροῦντος δοχείου. Ἀναμυζῶντες διὰ τοῦ στόματος, ὅπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον  $B$

τοῦ ἐπιμηκέστερου βραχίονος, ἀραιούμεν τὸν ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀέρα, οὕτω δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πῆσις καταθλίβουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῇ δοχείῳ ὕδατος ἀναδιβάξει αὐτὸ εἰς τὸν βραχύτερον βραχίονα ΓΜ καὶ τέλος πληροῖ καὶ τὸν ἐπιμηκέστερον βραχίονα ΜΒ. Ἄν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ἐκρέον ἐκ τοῦ ἄκρου Β. Ὁ μεταγγισμὸς οὗτος εἶνα ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἥτις ἐνεργοῦσα καὶ ἐπὶ

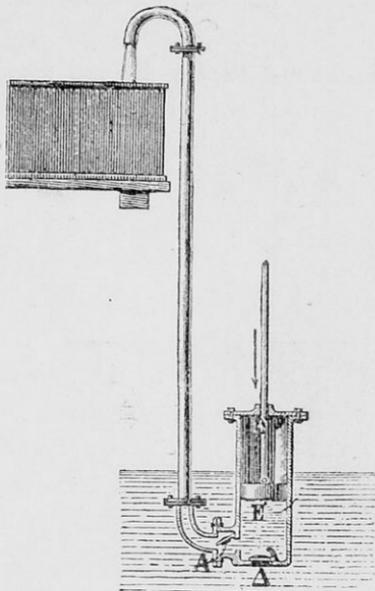


Σχ. 79.

τῆς ἐπιφανείας Γ τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δοχείῳ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Β κατὰ φοράν ἀντίρροπον, ὑφίσταται μείωσιν ἐν τῇ σωλήνι ἐκ τῶν ἀριστερῶν μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἦτοι ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης, ἥς τὸ ὕψος ΔΓ, ἐκ δεξιῶν δὲ πρὸς τὰ ἀριστερά, ἦτοι ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ὕψους ΒΑ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β ὄσις εἶνα ὑπερτέρα τῆς ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, τὸ ὕδωρ ἐκρέει ὑπεῖκον εἰς τὴν διαφορὰν τῶν δύο τούτων ὤσεων, ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ἐχούσης βάσιν μὲν τὴν τομὴν τοῦ σωλήνος, ὕψος δὲ τὴν διαφορὰν ΒΑ—ΓΔ, ἦτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγάλου βραχίονος ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δοχείῳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐκροή τοῦ ὕδατος εἶνα τοσοῦτη ταχύτερα, ὅση μείζων εἶνε ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ἄκρου Β ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δοχείῳ.

114. Ὑδραντλία. Ὑδραντλία καλοῦνται μηχαναὶ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Ὑδραντλιῶν ὑπάρχουσι τρία εἶδη, αἱ ἀναρροφητικαί, αἱ καταθλιπτικαί καὶ αἱ ἀναρροφητικαί τε καὶ καταθλιπτικαί.

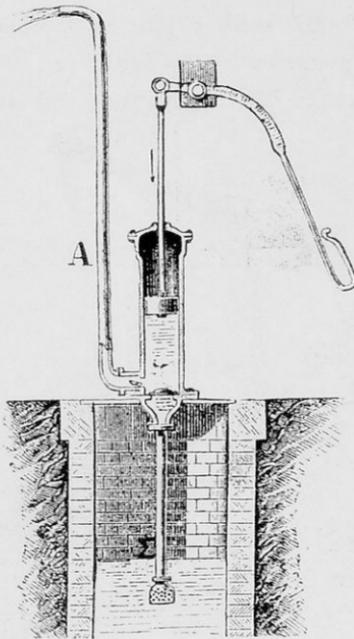
115. **Ἀναρροφητικὴ ὕδραντλία.** Αὕτη σύγκειται ἐκ κοίλου κυλίνδρου P (σχ. 79), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται ἐμβολεὺς φέρων ἐν τῇ μέσῳ ὀχετὸν κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος O ἀνοιγομένης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστόμιον διὰ τὴν ἐκροὴν τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα προσκολλάται σωλὴν μετάλλινος A ἀναρροφητικὸς καλούμενος, οὗτινος τὸ μὲν ἀνώτερον ἄκρον φέρει δικλείδα ἥτοι ἐπιστομίδα Σ, ἀνοιγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ κατώτερον βυθίζεται εἰς τὸ πρὸς ἀντλησιν ὕδωρ. Ὁ ἐμβολεὺς ἀνασύρεται καὶ καταπιέζεται οὐχὶ ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ διὰ τοῦ μοχλοῦ B, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλ-



Σχ. 80.

κῆται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ πληρώσῃ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι ἡ ἐπιστομὶς O κλείει τὸν ὀχετὸν τοῦ ἐμβολέως. Ἄλλ' ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀναθιβάξει τὸ ὕδωρ ἐν τῇ ἀναρροφητικῇ σωλῆνι A μέχρις ὕψους τινός. Ἄν νῦν καταπιέσωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑποκάτωθεν ἀήρ θλιβόμενος κλείει τὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνωθεὶ τὴν ἐπιστομίδα O καὶ ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ὅταν δὲ καὶ δεῦτερον ἀνασύρωμεν τὸν ἐμβολέα, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα Σ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὐθις καταπιεσθῇ ὁ ἐμβολεὺς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ κλείον μὲν τὴν ἐπιστομίδα Σ δὲν δύναται νὰ

παλινδρομήσῃ εἰς τὸν σωλήνα Α, ἀνοίγον δὲ τὴν ἐπιστομίδα Ο διέρχεται διὰ τοῦ ὀχετοῦ τοῦ ἐμβολέως καὶ πληροῖ τὸν ἄνωθεν



Σχ. 81.

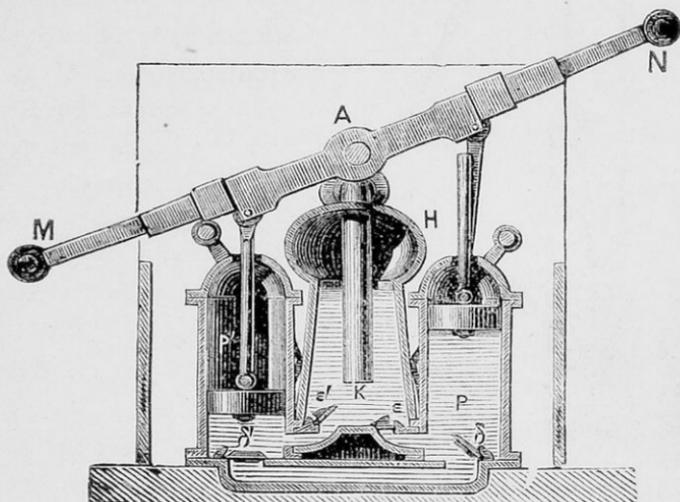
αὐτοῦ χῶρον τοῦ κυλίνδρου. Κατὰ τὴν ἐπομένῃν ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ μὲν ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστομίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλήνα καὶ παρακαλεῖται τὸν ἐμβολέα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω κινήσιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν ὑδραντλιῶν δύναται νὰ ἀναβιθασθῇ εἰς ὕψος θεωρητικῶς μὲν δέκα περίπου μέτρων, πρακτικῶς δὲ ὀκτὼ τὸ πολὺ μέτρων.

## 116. Καταθλιπτικὴ ὑ-

δραντλία. Ἡ ἀντλία αὕτη (σχ. 80) φέρει ἐμβολέα Ε πλήρη ἄνευ δικλείδος, ὁ δὲ κύλινδρος ἐμβαπτίζεται ἐν τῇ ὕδατι, φέρον δικλείδα Δ ἀνοιγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ κύλινδρος συγκοινωνεῖ μετὰ παραπλεύρου σωλήνος φέροντος δικλείδα Α ἀνοιγομένην ἐκ τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὸν σωλήνα. Ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται, ἡ δικλείς Δ ἀνοίγεται καὶ τὸ ὕδωρ εἰσερχόμενον εἰς τὸν κύλινδρον πληροῖ αὐτόν. Καταβιθαζομένου ἔπειτα τοῦ ἐμβολέως, ἡ μὲν δικλείς Δ κλείεται διὰ τῆς πίεσεως τοῦ ὕδατος, ἡ δὲ δικλείς Α ἀνοίγεται καὶ τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλήνα.

117. Ἀντλία ἀναρροφητικὴ τε καὶ καταθλιπτικὴ. Ἡ ἀντλία

αὕτη (σχ. 81) διαφέρει τῆς προηγουμένης κατὰ τοῦτο, ὅτι δὲν ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ ὕδατι ὁ κύλινδρος ἀλλὰ τὸ κατώτερον μέρος  $\Sigma$  τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλήνος. Τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται κατὰ πρῶτον εἰς τὸν κύλινδρον, ὅπως καὶ ἐν τῇ ἀναρροφητικῇ ὑδραντλίᾳ. Ὅταν δὲ ὁ κύλινδρος πληρωθῇ ὕδατος, τοῦτο διὰ τῆς πιέσεως τοῦ ἐμβο-



Σχ. 82.

λέως ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλήνα A, ὅπως καὶ ἐν τῇ καταθλιπτικῇ ὑδραντλίᾳ.

118. *Πυροσβεστικὴ ὑδραντλία.* Αὕτη συνίσταται ἐκ δύο κυλίνδρων P καὶ P' (σχ. 82) τεθειμένων ἐντὸς δεξαμενῆς πληρωμένης ὕδατος καὶ ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐμβολεῖς πλήρεις κινουῦνται ἐναλλάξ. Τὸ ὕδωρ ὠθείται διὰ τῶν ἐμβολέων ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς μετάλλινον κώδωνα H περιέχοντα ἀέρα καὶ ἐκβάλλεται διὰ τοῦ σωλήνος K. Ὁ ἐν τῷ κώδωνι H ἐμπεριεχόμενος ἀήρ συντελεῖ εἰς τὴν συνεχῆ ἐξακόντισιν τοῦ ὕδατος.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

## ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

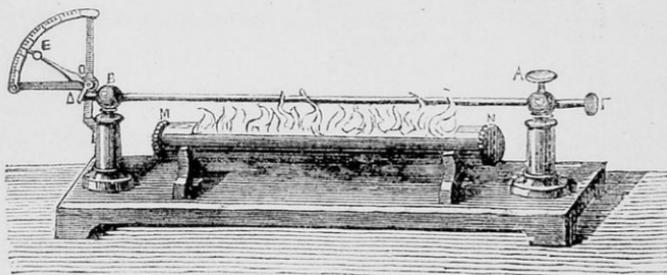


### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΔΙΑΣΤΟΛΗ· ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ·

119. *Θερμότης.* Ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων αισθανόμεθα ὅτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἦσαν θερμὰ ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν αἰτίαν καλουμένην *θερμότητα*.

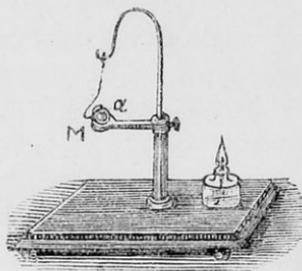
120. *Διαστολή.* Τὰ διάφορα σώματα στερεά, ὑγρά ἢ ἀέρια ὑποαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος διαστέλλονται, καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρά καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.



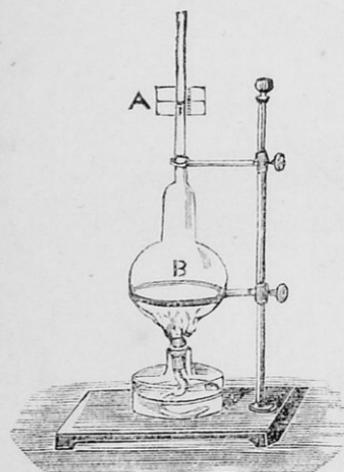
Σχ. 83

α΄) *Διαστολή τῶν στερεῶν.* Μεταλλίνης ῥάβδου ΔΓ (σχ. 83) τὸ μὲν ἐν πέρας τηρεῖται ἀμετάθετον διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοιλίου Α, ἐν ᾧ τὸ ἕτερον Δ διερχόμενον ἐλευθέρως δι' ὀπῆς, ἣν φέρει ὁ στυλίσκος Β, ὡθεὶ τὸν μικρότερον βραχίονα ΔΟ τοῦ ἠγκωνισμένου μοχλοῦ ΔΟΕ τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Ο, καὶ τοῦ ὁποῦ οὗ μείζων βραχίον ὈΕ διαγράφει διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ Ε τὸξον

κύκλου υποδιηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ ῥάβδος ΓΔ θερμαινόμενη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου οἴνοπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ MN ἐπιμηκύνεται, ὁ δὲ δείκτης E μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίον ὈΕ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΔ καὶ τὸ πέρασ τοῦ δείκτη Ἐ μετακινήθῃ κατὰ 6 ἢ 7 χ. μ., συνάγομεν ὅτι ἡ ῥάβδος ὑπέστη ἐπιμήκυνσιν 0,6 ἢ 0,7 τοῦ χ. μ. Ἐὰν δ' ἡ φλόξ ἀποσβεσθῇ, ἡ ῥάβδος ψυχόμενη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. "Ὅτι δὲ ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μῆκος, ἀλλὰ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Σφαῖρα χαλκοῦ α (σχ. 84) ψυχρὰ οὖσα διέρχεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου Μ, ἀλλ' ἐὰν θερμανθῇ ἰσχυρῶς, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ δακτυλίου, ὅπωςδήποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτήν, ψυχθεῖσα ὅμως διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



Σχ. 84.

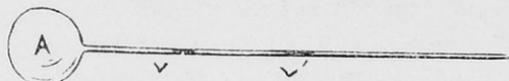


Σχ. 85.

δοχείου, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑψοῦται ἐν τῇ σωλῆνι ἄνω τοῦ δείκτη Ἀ.

β') Διαστολὴ τῶν υγρῶν. Σφαιρικὸν ὑάλινον δοχεῖον Β (σχ. 85) ἀποληγῶν ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα πληροῦμεν ὕδατος ἢ οἴνοπνεύματος μέχρι σημείου τινὸς Α, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τινος δείκτη ἔκ χάρτου καὶ εἶτα θερμαίνομεν αὐτὸ διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἴνοπνεύματος. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ υγροῦ κατέρχεται ἕνεκα τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται πρῶτον τὸ δοχεῖον· εὐθὺς ὅμως ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ καὶ εἰς τὸ ἐντὸς υγρὸν καί, ἐπειδὴ τοῦτο διαστέλλεται πλειότερον τοῦ

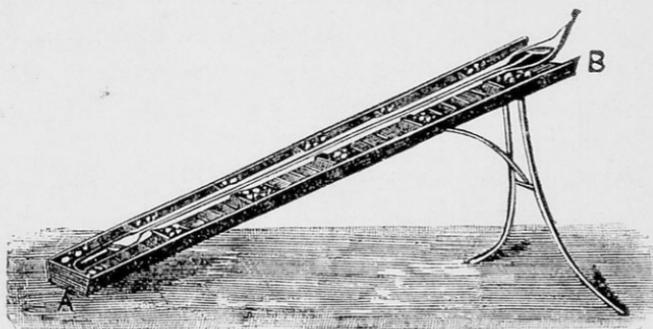
γ') Διαστολή τῶν ἀερίων Σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ. 86) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς οἰουδὴποτε καὶ φέρουσιν λεπτὸν σωλῆνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὑδραργύρου ν, θερμαίνομεν ἀσθενῶς ἐγγίζοντες αὐτὴν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι



Σχ. 86.

ὁ ἐξ ὑδραργύρου δείκτης ν μετατίθεται ἀποτόμως εἰς τὸ ν', ἐπανερχεται δὲ εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀποκρύνωμεν τὰς χεῖρας ἡμῶν καὶ ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν νὰ ψυχθῇ.

121. **Θερμόμετρα.** Πρὸς διάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, ἔτι πρὸς καταμέτρησιν τῆς θερμοκρασίας χώρου τινός, οἷον τοῦ ἀέρος τῆς αἰθούσης, ποιούμεθα χρῆσιν ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται **θερμόμετρα**. Ταῦτα ἀναλόγως τῆς θερμομετρικῆς οὐσίας καλοῦνται ὑδραργυρικά, οἰνοπνευματικά, μεταλλικά, ἀερικά κ.τ.λ.



Σχ. 87.

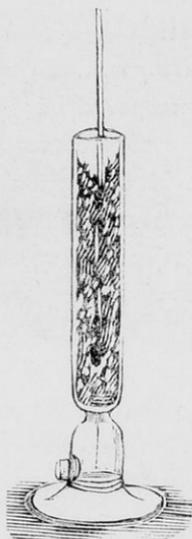
Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνομεν σωλῆνα ὑαλίνον ἔχοντα μικρὰν ἐσωτερικὴν διάμετρον καὶ τὴν αὐτὴν πανταχοῦ. Ὁ σωλῆν οὗτος φέρει κατὰ τὸ ἐν μὲν ἄκρον δοχεῖον σφαιρικόν ἢ κυλινδρικόν, κατὰ τὸ ἕτερον δὲ ἐξόγκωσιν δι' ἐμφυσήσεως παραχθεῖσαν καὶ ἀπολήγουσαν εἰς λεπτὸν κωνικὸν σωλῆνα. Ὅπως δὲ πληρώσωμεν τὴν συσκευὴν ὑδραργύρου, θραύομεν ὀλίγον τὴν ἀκίδα καὶ θέτοντες τὴν συσκευὴν ἐπὶ κεκλιμένης

ἐσχάρας AB (σχ. 87) θερμαίνομεν αὐτήν διὰ διαπύρων ἀνθράκων, ὅποτε ὁ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἐν μέρει ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν τότε ἀναστρέψαντες τὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἀμέσως τὴν ἀκίδα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου, οὗτος ἀνέρχεται καὶ πληροῖ τὴν σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν ἕνεκα τῆς συστολῆς, ἣν ὑφίσταται ὁ ἐναπομείνας ἐν τῇ συσκευῇ ἀήρ κατὰ τὴν ψύξιν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ τῶν διαπύρων ἀνθράκων καὶ ἀφήσωμεν εἶτα αὐτήν νὰ ψυχθῇ, μέρος τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται καὶ ἐν τῷ δοχείῳ. Ἐὰν δὲ καὶ τρίτον θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν καθ' ἕλον αὐτῆς τὸ μῆκος διὰ διαπύρων ἀνθράκων ἐπὶ τῆς κεκλιμένης ἐσχάρας, μέχρις ὅτου ὁ ἐν τῷ δοχείῳ ὑδράργυρος ἀναδράσῃ ἐπὶ τινὰς στιγμὰς, ἕλος ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀήρ ἐκδιώκεται τέλος καὶ ἡ συσκευὴ τελείως ψυχθεῖσα πληροῦται ἐντελῶς ὑδραργύρου. Εἶτα ἀποκόπτομεν τὴν ἐξόγκωσιν καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον τῆς συσκευῆς ἐντὸς ζέοντος διαλύματος ἐν ὕδατι μαγειρικοῦ ἁλατος <sup>(1)</sup>, τοῦτο δέ, ὅπως ἐκδιώξωμεν τὸν πλεονάζοντα ὑδράργυρον. Ἀφ' οὗ δὲ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος ἐκρέων ἄνωθεν, κλείομεν τὴν συσκευὴν συντήκοντες τὴν ὕαλον κατὰ τὸ ἀνώτατον μέρος καὶ οὕτως ἅπαντα τὸν ἐν τῇ συσκευῇ ἀέρα ἐκδιώκομεν.

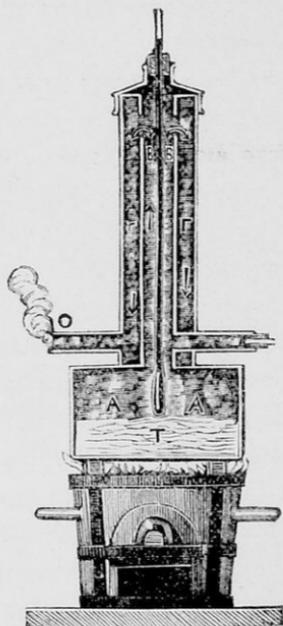
122. **Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.** Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμομέτρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεῖα τοιαῦτα, εἰς τὰ ὅποια φθάνων ὁ ὑδράργυρος νὰ δεικνύῃ ὀρισμένους καὶ σταθεροὺς βαθμοὺς θερμότητος, οἵτινες εὐκόλως ἀναπαράγονται. Τοιοῦτοι δὲ βαθμοὶ εἶνε ὁ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ ὁ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὧν ὁ μὲν πρῶτος καλεῖται κατὰ συνθήκην θερμοκρασία τοῦ μηδενός, ὁ δὲ δεύτερος θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν. Καὶ ἵνα εὕρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ἕλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχέα (σχ. 88) πλήρη τετριμμένου

(1) Τὸ διάλυμα μαγειρικοῦ ἁλατος βράζει εἰς θερμοκρασίαν κατὰ τι ἀνωτέραν τῆς τοῦ βρασμοῦ τοῦ καθαροῦ ὕδατος.

πάγου και φέροντα κάτωθεν όπήν, έξ ής έκρέει τό έν τής τήξεως τοϋ πάγου προερχόμενον ύδωρ και άφίνομεν έντός τοϋ πάγου τήν συσκευήν, μέχρις ότου ό ύδράργυρος παύσεται συστελλόμενος και ή έν τή σωλήνι έλευθέρα έπιφάνεια αϋτοϋ μείνη στάσιμος. Χαράσσομεν τότε εις τό σημείον τούτο τό μηδέν τής θερμομετρικής κλίμακος. Μετά ταϋτα τίθεται ή συσκευή έντός θερμοαντήρος, τοϋ όποίου κατακόρυφος τομή δείκνυται έν τή σχήματι 89. 'Ο θερμοαντήρ οϋτος είνε δοχείον όρειχάλκινον, έντός τοϋ όποίου τίθεται



Σγ. 88.

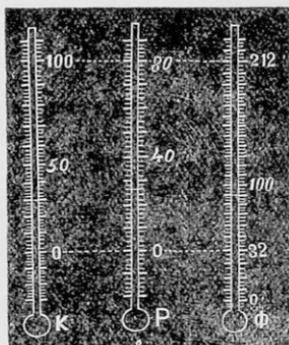


Σγ. 89.

ύδωρ T ύποβαλλόμενον εις βρασμόν. 'Ο θερμομετρικός σωλήν κρέμαται έν τή θερμοαντήρι οϋτως, ώστε τό δοχείον αϋτοϋ νά εύρίσκηται όλίγον άνωθεν τής έπιφανείας τοϋ ζέοντος ύδατος. Οί άτμοί αί έκ τοϋ βρασμοϋ τοϋ ύδατος αναδιδόμενοι άνέρχονται κατά πρώτον διά τοϋ κεντρικοϋ σωλήνος BB περιβάλλοντες όλον τόν θερμομετρικόν σωλήνα και ειτα κατερχόμενοι διά τοϋ περι-

βλήματος ΓΓ', ὅπερ προφυλάττει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸν ἐσωτερικὸν σωλήνα, ἐξέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς Ο. Ἐφ' οὗ δὲ τὸ θερμομέτρον παραμείνῃ ἐπὶ τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν καὶ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος, σημειοῦμεν εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνῆλθε, τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἶνε ἴση πρὸς 760 χιλιοστόμ. Ἐκ τούτου λοιπὸν βλέπομεν ὅτι θερμοκρασίᾳ τοῦ μηδενὸς καλεῖται ἡ θερμοκρασίᾳ τοῦ τηκομένου πάγου, θερμοκρασίᾳ δὲ τῶν 100 βαθμῶν ἡ θερμοκρασίᾳ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τοῦ ζέοντος ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ. μ. Μετὰ ταῦτα τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 100 διάστημα ὑποδιαιροῦμεν εἰς ἑκατὸν ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνομεν τὰς διαιρέσεις καὶ ἀνωθεν τοῦ 100 καὶ κάτωθεν τοῦ 0. Οἱ ἀνωθεν δὲ τοῦ 0 βαθμοὶ διακρίνονται διὰ τοῦ σημείου + καλούμενοι βαθμοὶ θετικοί, οἱ δὲ κάτωθεν τοῦ 0 διὰ τοῦ σημείου — καλούμενοι βαθμοὶ ἀρνητικοί.

Ἡ κλίμαξ αὕτη τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καλεῖται ἑκατόμβαθμος ἢ τοῦ Κελσίου Κ (σχ. 90). Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακος ταύτης γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλης τῆς ὀγδοηκονταβάθμου ἢ τοῦ Ῥεω-

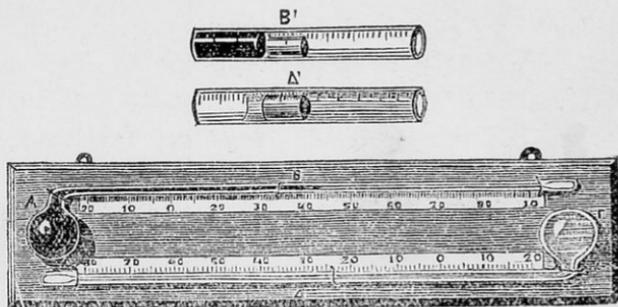


Σχ. 90.

μύρου Ρ, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασίᾳ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος σημειοῦται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 80 οὕτως, ὥστε 100 βαθμοὶ Κελσίου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 80 Ῥεωμύρου καὶ ἐπομένως διὰ τὰ μετατρέσωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Κ. εἰς βαθμοὺς Ρ. πολλαπλασιάσωμεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{4}{5}$  ἢ ἐλατιοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ  $\frac{1}{5}$  αὐτοῦ. Τοῦναντίον δὲ ἐπειδὴ 80 Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 Κ. διὰ τὰ μετατρέσωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Ρ. εἰς βαθμοὺς Κ. πολλαπλασιάσωμεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{5}{4}$  ἢ ἀξάνομεν αὐτὸν κατὰ τὸ  $\frac{1}{4}$  αὐτοῦ.

Εἰς Ἀγγλίαν ἰδίως γίνεται χρῆσις τρίτης τινὸς βαθμολογίας, τῆς τοῦ Φαρενεΐτου Φ (σχ. 90), καθ' ἣν τὸ μὲν 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν ἁ-

μωνιακού ἄλατος καὶ τετριμμένου πάγου ( $-17^{\circ}$ ,  $78\text{ K.}$ ), ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς 32 βαθμοὺς τῆς κλίμακος ταύτης καὶ ἡ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τοὺς 212 βαθμοὺς. Ἐπειδὴ λοιπὸν 100 διαιρέσεις  $\text{K.}$  ἢ 80  $\text{P.}$  ἰσοδυναμοῦσι πρὸς  $212 - 32 = 180$  διαιρέσεις  $\Phi.$  μετατρέπομεν βαθμοὺς  $\text{K.}$  ἢ  $\text{P.}$  εἰς  $\Phi.$  πολλαπλασιάζοντες τὸν μὲν ἀριθμὸν, ὅστις παριστᾷ τοὺς βαθμοὺς  $\text{K.}$ , ἐπὶ  $\frac{9}{5}$ , τὸν δ' ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς τοῦ  $\text{P.}$  ἐπὶ  $\frac{5}{4}$  καὶ προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέροις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν 32. Τοῦναντίον δὲ μετατρέπομεν βαθμοὺς  $\Phi.$  εἰς βαθμοὺς  $\text{K.}$  ἢ  $\text{P.}$  ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τοὺς τοῦ  $\Phi.$  τὸν ἀριθμὸν 32 καὶ πολλαπλασιάζοντες τὸ ὑπόλοιπον



Σχ. 91.

ἐπὶ  $\frac{5}{9}$  μὲν, ὅταν θέλωμεν νὰ εὑρωμεν τὸν ἀντίστοιχον βαθμὸν  $\text{K.}$ , ἐπὶ  $\frac{4}{9}$  δέ, ὅταν θέλωμεν βαθμοὺς  $\text{P.}$

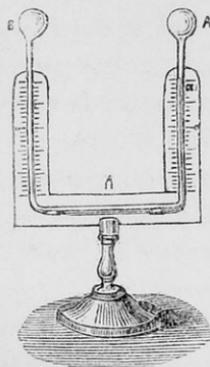
123. **Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον.** Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εἰς  $-39^{\circ}$ ,  $4\text{ K.}$ , διὰ τὰ μεγάλα φύγη γίνεται χρήσις καθαροῦ οἶνοπνεύματος, ἕπερ δυσκόλως πήγνυται (εἰς  $-140^{\circ}$  πυκνόρρευστον). Ἐπειδὴ δὲ τὸ οἶνόπνευμα ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 760 χ. μ. ἀναβράζει εἰς  $78^{\circ}$ ,  $4\text{ K.}$ , βαθμολογεῖται τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραργυρικόν, χρωματίζεται δὲ τὸ οἶνόπνευμα συνήθως ἐρυθρὸν διὰ νὰ εἶνε ὄρατὸν ἐν τῇ σωλῆνι.

124. **Ἀεροβάθμια θερμομέτρα.** Τὰ θερμομέτρα ταῦτα χρησιμεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην (μεγιστοβάθμιον) καὶ

ἐλαχίστην (ἐλαχιστοβάθμιον) θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος τόπου τινὸς ἐν ὠρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι, οἷον ἐντὸς ἐνὸς ἡμερονοκτίου. Καὶ ὡς μεγιστοβάθμιον μὲν θερμόμετρον χρησιμεύει συνήθως ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον ΑΒ (σχ. 91) ὀριζοντίως τεθειμένον καὶ ἐμπεριέχον ἐν τῇ σωλῆνι αὐτοῦ δείκτην Β, ἧτοι μικρὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου ἐκτὸς τοῦ ὑδραργύρου κείμενον, ὅστις φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς Β' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος ὠθεῖ τὸν δείκτην πρὸς τὰ πρόσω· ὅταν δ' ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ δοχεῖον, ἀλλὰ δὲν συμπαρᾶσῦρει τὸν δείκτην. Τὸ πέρας τοῦ δείκτου τὸ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐστραμμένον δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὡς θερμόμετρον δὲ ἐλαχίστου χρησιμεύει συνήθως οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον ΓΔ φέρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην Δ, ἧτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κεῖται ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, τὸ οἰνόπνευμα συστέλλόμενον συμπαρᾶσῦρει καὶ τὸν δείκτην. Ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἰνόπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως περίξ τοῦ δείκτου, ἀλλὰ δὲν παρᾶσῦρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιοῦτοτρόπως οὗτος παραμένει ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῇ ὑγρῇ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἰνοπνεύματος τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν.

125. **Διαφορικὸν θερμόμετρον.** Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σημείων ὁ Leslie ἐπενόησε τὸ ὄργανον, ὃ παριστᾶ τὸ σχῆμα 92. Σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς ὑάλινου σωλῆνος ΒΑΑ, ὅστις ἀπολήγει εἰς δύο σφαιρας Β καὶ Α ἰσομεγέθεις καὶ πλήρεις ἀέρος. Ὑγρὸν συνήθως θεϊκὸν ὄξυ κεχρωματισμένον κατέχει τὸ ὀριζόντιον μέρος τοῦ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος καὶ τὸ ἥμισυ περίπου τῶν σκελῶν οὕτως, ὥστε αἱ ἐλευθεραὶ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη, ὅταν αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὸ Β

καὶ Α εἶνε αἱ αὐταί. Ἄμα θερμανθῆ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἢ μία τῶν σφαιρῶν, οἷον ἢ Β, ἀμέσως ὁ ἐντὸς ἀήρ διαστέλλεται καὶ παρωθεῖ τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαῖραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὴν μὲν μίαν σφαῖραν εἰς  $0^{\circ}$ , τὴν δὲ ἄλλην εἰς  $10^{\circ}$  καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἃ τὸ ὑγρὸν ἴσταται ἑκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἃ ἴστατο ἀρχικῶς· εἶτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουσι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς καθ' ἕλον τὸ μήκος τῶν σκελῶν.



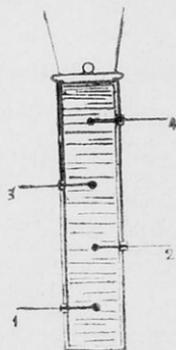
Σχ. 92.

126. *Μέτρησις τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων.* Ἐὰν λάβωμεν ῥάβδον ἐκ τινος μετάλλου, οἷον σιδήρου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν κατὰ πρῶτον μὲν ἐν τῇ τηκομένῳ πάγῳ, ὁπότε λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, εἶτα δὲ ἐντὸς ζέοντος ὕδατος θερμοκρασίας  $100^{\circ}$ , εἶνε φανερὸν ὅτι ἡ ῥάβδος θέλει ἐπιμήκυνθῆ. Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὴν ὀλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ῥάβδου, ἦται τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῆς εἰς  $0^{\circ}$  καὶ  $100^{\circ}$ , καὶ διαιρέσωμεν αὐτὴν διὰ τοῦ 100 καὶ τοῦ μήκους τῆς ῥάβδου εἰς  $0^{\circ}$ , εὐρίσκομεν τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ μήκους σιδήρου, ἦται ῥάβδος ἑνὸς μέτρου θερμοαινομένη ἀπὸ τοῦ  $0^{\circ}$  μέχρις  $1^{\circ}$ . Ἡ οὕτως εὐρίσκομένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. Διὰ τοιαύτης ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρήστων ἐν τῇ βιομηχανίᾳ μετάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος (0,000029416) καὶ ὁ μόλυβδος (0,000028484), ὀλιγώτερον διασταλτὰ ὁ ἄργυρος (0,000019097) καὶ ὁ χαλκὸς (0,000017173), ἔτι ὀλιγώτερον ὁ σίδηρος (0,000012204) καὶ ὀλιγώτερον πάντων τῶν συνήθων μετάλλων ὁ λευκόχρυσος (0,000008841). Οὕτω ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου μήκους 100 μέτρων θερμοαινομένη κατὰ  $100^{\circ}$  διαστέλλεται

ἐν ὄλῳ κατὰ 294,  $\gamma = 16$ , ἐν ᾧ ἴση τὸ μῆκος βάρδους ἐκ λευκοχρόσου καὶ ἴσον τῇ πρώτῃ θερμαινομένη διαστέλλεται κατὰ  $88 \cdot 41$ .

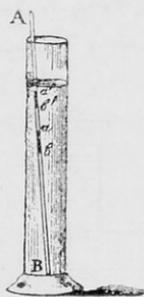
127. **Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.** Εἰς τὰ ὑγρά διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον καὶ τὴν φαινομένην διαστολήν. Καὶ φαινομένη μὲν διαστολή καλεῖται ἢ διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου. Τοιαύτη εἶνε π. χ. ἡ ἐν τῷ ὑδραργυρικῷ ἢ οἰνοπνευματικῷ θερμομέτρῳ παρατηρουμένη διαστολή τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος, ἣτις εἶνε ἐλάσσων τῆς πραγματικῆς κατὰ τὴν διαστολήν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου. Οὕτω λ. χ. ἡ φαινομένη διαστολή τοῦ οἰνοπνεύματος ἐν ὑάλινῳ δοχείῳ εἶνε ἑπταπλασία τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐν ᾗ ἢ ἡ πραγματικὴ εἶνε μόνον πενταπλασία περίπου τῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἀπόλυτος δὲ διαστολή καλεῖται ἡ ὀλική διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν θερμαινόμενον καὶ ἣν δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν προσθέτοντες εἰς τὴν φαινομένην διαστολήν τοῦ ὑγροῦ τὴν διαστολήν τοῦ δοχείου.

128. **Διαστολή τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρουσιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν. Οὕτως ἀπὸ τοῦ  $0^{\circ}$  μέχρι  $4^{\circ}$  ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται, ἀπὸ δὲ τῶν  $4^{\circ}$  καὶ ἄνω διαστέλλεται καὶ ἐπομένως ἢ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται οὕτως, ὥστε τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $4^{\circ}$  κέκτηται τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα. Πολλὰ δὲ πειραματικά τουτοῦ ἀποδείξεις ἐγένοντο, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὴν ἀπλουστέραν. Ἀγγεῖον κλειστὸν ἄνωθεν καὶ πλήρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$ , φέρον δὲ πρὸς τὰ πλάγια τέσσαρα θερμομέτρα 1, 2, 3, 4 (σχ. 93), ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔχουσαν θερμοκρασίαν πολλῇ ἄνωτέραν τῶν  $4^{\circ}$ , ἐν τῇ ᾗ



Σχ. 93.

τὸ ἀγγεῖον τοῦτο θερμαίνεται βαθμηδόν. Ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης εἰσχωροῦσα εἰς τὸ ἀγγεῖον θερμαίνει κατὰ πρῶτον τὰ μέρη τοῦ ὕδατος τὰ εὐρισκόμενα εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου, ἅτινα καθιστάμενα πυκνότερα κατέρχονται μέχρι τοῦ πυθμένος καὶ ἀντ' αὐτῶν ἀνέρχονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τὰ ψυχρότερα ὡς ἀραιότερα. Μετὰ τίνα χρόνον τὸ 1 δεικνύει 4 βαθμοὺς καὶ διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, διότι τὰ περιβάλλοντα αὐτὸ μέρη τοῦ ὕδατος ἔλαβον τὴν μεγίστην αὐτῶν πυκνότητα. Εἶτα ἐπέρχεται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου 2 καὶ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ 3 καὶ 4 καὶ οὕτω τὸ ἐν μετὰ τὸ ἄλλο τὰ θερμομέτρα λαμβάνουσι περίπου τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἣν τηροῦσιν ἐπὶ τίνα χρόνον. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγγείου ἐξακολουθεῖ, τὰ μέρη τοῦ ὕδατος τὰ ἐφαπτόμενα τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου λαμβάνουσι θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 4° καὶ γινόμενα ἀραιότερα ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἔνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἤδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ταύτης, εἶτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθε-



Σχ. 94.

ξῆς ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸ κατώτερον θερμομέτρον, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὕδωρ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς περιβαλλούσης ἀτμοσφαιρας.

#### 129. Μέτρησις τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.

Τὴν διαστολὴν ἀερίου τινός, οἷον τοῦ ἀέρος, δυνατόμεθα νὰ εὐρωμεν κατὰ προσέγγισιν ὡς ἑξῆς: Λαμβάνομεν στενὸν ὑάλινον σωλῆνα AB (σχ. 94) ἀνοικτὸν ἄνωθεν, ἠριθμημένον, περιέχοντα κατὰ τὸ Bδ ἀέρα καὶ κατὰ τὸ αβ σταγόνα ὕδραργύρου διακόπτουσαν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Ὁ δείκτης τοῦ ὕδραργύρου κατέχει τὴν θέσιν αβ, ὅταν ὁ σωλῆν εἶνε ἐμβεδαπτισμένος εἰς ψυχρὸν ὕδωρ 10°. Ἐμβεδαπτίζομεν εἶτα τὸν σωλῆνα εἰς θερμὸν ὕδωρ 55° καὶ παρατηροῦμεν

ὅτι ὁ δείκτης μετετοπίσθη εἰς α' δ'. Ὄθεν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἠϋξήσε κατὰ τὸν χῶρον τοῦ σωλήνος τὸν εὐρισκόμενον μεταξὺ δ καὶ β'. Ἄνευρίσκομεν οὕτως ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἠϋξήσε κατὰ τὸ  $\frac{1}{6}$  αὐτοῦ διὰ 45 βαθμοὺς καὶ ἐπομένως δι' ἕνα βαθμὸν αὐξάνει κατὰ τὸ  $\frac{1}{270}$ . Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρέθη ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς καὶ ἴσον πρὸς  $\frac{1}{273}$ .

130. **Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.** Ἡ μεγάλη διαστολή, ἣν ὑφίστανται τὰ ἀέρια θερμαινόμενα, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνανέωσιν τοῦ ἀέρος αἰθούσης, ἐν ἣ παραμένουσι πολλοὶ ἄνθρωποι. Διότι ὁ ἐντὸς τῆς αἰθούσης ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται εἰς τὰ ἀνώτερα μέρη τῆς αἰθούσης, ὁπόθεν ἐξέρχεται, ἐὰν ὑπάρχωσιν αἱ πρὸς ἀερισμὸν ἀπαιτούμεναι ὀπαί, καὶ ἀντικαθίσταται δι' ἄλλου ἀέρος εἰσδύοντος διὰ τῶν θυρῶν. Ὡσαύτως αἱ ἡλιαναὶ ἀκτίνες θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος καὶ δι' αὐτοῦ τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ ὑπερκείμενον τοῦ ἐδάφους, ἐν ᾧ ζῶμεν. Θερμαινόμενος δὲ ὁ ἀήρ τοῦ στρώματος τούτου διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἀντικαθιστάμενος ὑπὸ ἀέρος ψυχροτέρου, οὕτω δὲ τὸ κατώτερον τοῦτο στρώμα δὲν ὑπερθερμαίνεται, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται τοιαύτη, ὥστε νὰ δύνωνται νὰ ὑπάρξωσιν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῷα. Ὡσαύτως ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῳ ἀήρ θερμαινόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν βέθυμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας ἐπιταχύνει τὴν καύσιν καὶ θερμαινόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσῳ δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μείζων, τοσοῦτῳ τὸ βέθυμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον, καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἰσχὺς τοῦ πυρὸς, καὶ διὰ τοῦτο ἐν ταῖς ἐργοστασίαις, ἐν οἷς ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ θέρμανσις ἀτμολεβήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλὰς τὰς καπνοδόχους. Ὡσαύτως πρὸς θέρμανσιν μεγάλων οἰκοδομῶν μεταχειρίζονται τὰ καλούμενα **ὑπόκαυστα**, ἧτοι θερμαίνουσιν ἀέρα ἐντὸς σιδηροῦ θαλάμου εἰς τὰ ὑπόγεια τῆς οἰκοδομῆς κειμένου, ὅστις τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ἀφ' ἑνὸς μὲν δι' ὀχετοῦ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, ἀφ' ἑτέρου δὲ μετὰ σιδηρῶν σωλήνων, οἵτινες

έκστομοῦνται εἰς τὰς αἰθούσας τῆς οἰκοδομῆς δι' ἄπῳν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεφωγμένων. Ὁ ἐντὸς τοῦ σιδηροῦ θαλάμου ἄηρ θερμαινόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διὰ τῶν σωλήνων εἰς τὰς αἰθούσας, ἐν ᾧ καθαρὸς ἄηρ ἐξωθεν ἐρχόμενος εἰσρέει διηγενητῶς εἰς τὸν σιδηροῦν θάλαμον, ἐνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΠΕΡΙ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΞΕΩΣ

131. Τὰ στερεὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὄριον διαστολῆς, πέραν τοῦ ὁποῖου ταῦτα συνήθως μεταβαίνουν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἤτοι τήκονται. Τὰ τακέντα δὲ στερεὰ σώματα ψυχόμενα ἀναλαμβάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἤτοι πήγνυνται. Τῶν φαινομένων τούτων τὸ μὲν πρῶτον καλεῖται τήξις, τὸ δὲ δευτέρον πῆξις.

132. **Νόμοι τήξεως καὶ πῆξεως.** Ἐκαστον σῶμα ἄρχεται τηκόμενον ἢ πηγνύμενον ἐν ὀρισμένῃ τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἣτις εἶνε ἢ αὐτὴ πάντοτε, τοῦ σώματος εὐρισκομένου ὑπὸ πίεσιν 760 χ.μ. Οὕτως ὁ καθαρὸς πάγος τήκεται καὶ τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ πήγνυται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ἀφ' ἧς δὲ στιγμῆς ἄρχεται ἡ τήξις ἢ ἡ πῆξις, ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ἡ τήξις ἢ ἡ πῆξις γίνῃ τελεία. Οὕτως ἂν ψύξωμεν ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας καὶ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, ἀμέσως ἄρχεται ἡ πῆξις καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυμένου ὕδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβληθῇ εἰς πάγον. Ὡσαύτως, ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς χύτρας μικρὰ τεμάχια θείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται μέχρις 111°, ὅποτε τὸ θεῖον ἄρχεται τηκόμενον καὶ μένει στάσιμος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ θεῖον τακῇ καὶ εἶτα ἄρχεται πάλιν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψουμένη. Ἡ θερμότης

ἢ αὐτή, ἢ δαπανωμένη κατὰ τὴν τήξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινόμενη αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

133. *Διάλυσις*. Πολλὰ στερεὰ οὐσίαι ῥιπτόμεναι ἐντὸς ὑγρῶν μεθίστανται ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἥτοι διαλύονται. Οὕτω τὸ μαγειρικὸν ἄλας, τὸ ἀμμωνιακὸν ἄλας, τὸ νίτρον διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι. Ἐὰν τὸ ὕδωρ τοῦ διὰ τῆς διαλύσεως τῶν ἀλάτων παραχθέντος διαλύματος ἐξαερωθῇ διὰ βραδείας π. χ. ἐν τῷ ἀέρι αὐτομάτου ἐξατμίσεως, τότε τὸ ἄλας ἀποχωρίζεται καὶ πάλιν ἐν στερεᾷ καταστάσει καὶ λαμβάνει σχῆμα ὀρισμένον καὶ κανονικὸν περατούμενον εἰς ἕδρας ἐπιπέδους, ἥτοι κρυσταλλοῦται.

134. *Ψυκτικὰ μίγματα*. Τὰ διάφορα ἄλατα, ἵνα διαλυθῶσιν ἐν τῷ ὕδατι, ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ ὑγροῦ, οὕτως κατέρχεται ἐπαισθητῶς ἡ θερμοκρασία. Διὰ τοῦτο, ἂν ἀναμίξωμεν ἄλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἄλας εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἄλας. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν τήξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἄλατος ἀπαιτεῖται θερμότης, ἣτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ μίγματος, ἄλατος καὶ πάγου, ὅπερ ψύχεται κάτωθεν τοῦ 0<sup>ο</sup> καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο *ψυκτικὸν μίγμα*.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

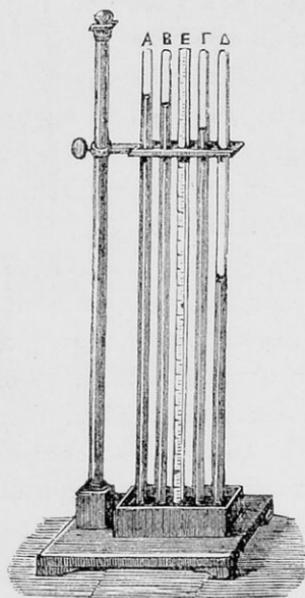
### ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ

135. Καλεῖται ἀτμὸς τὸ ἀέριον, εἰς ὃ μεταβάλλεται ὑγρὸν τι διὰ τῆς θερμότητος.

Ἐπάρχουσιν ὑγρά, ἅτινα παρέχουσιν ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς χαμηλοτέραν τῆς συνήθους· ταῦτα καλοῦνται *ἐξατμιστὰ* ἢ *πηκτικά*, ἅτινα βράζουσιν ἐν ὀρισμένῃ ἕκαστον θερμο-

κρασία ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν εὐρισκόμενα καὶ κατὰ τὴν ἐξαέρωσιν δὲν ὑφίστανται χημικὴν ἀλλοίωσιν, οἷον τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ἄλλα.

Τὰ πηκτικὰ ὑγρά εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαερούνται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τούτου ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περιε-



Σχ. 95.

χούσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομετρικοὺς σωλήνας A, B, Γ, Δ (σχ. 95). Εἶτα εἰσάγοντες κάτωθεν εἰς μὲν τὸν σωλήνα B σταγόνας ὕδατος, εἰς δὲ τὸν Γ σταγόνας οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν Δ σταγόνας αἰθέρος παρατηροῦμεν ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν τὰ ὑγρά ταῦτα ἀνερχόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἀνωθεν τοῦ ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων, πάραυτα ἐξαερούνται. Συγχρόνως δὲ παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑδραργυρικαὶ στήλαι κατέρχονται, ἀλλ' ὀλιγώτερον μὲν εἰς τὸν B τὸν περιέχοντα ἀτμοὺς ὕδατος, περισσότερον δὲ εἰς τὸν Γ τὸν περιέχοντα ἀτμοὺς οἰνοπνεύματος καὶ ἔτι περισσότερον εἰς τὸν Δ τὸν περιέχοντα ἀτμοὺς αἰθέρος. Ἐκ τοῦ φαινομένου

τούτου συνάγομεν δύο τινά, πρῶτον ὅτι οἱ ἀτμοὶ τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἔχουσιν ἔλαστικὴν τινα δύναμιν καλουμένην τάσιν καὶ δεύτερον ὅτι ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν εἶνε διάφορος, μείζων μὲν ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος, ἐλάσσων δ' ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ ἔτι ἐλάσσων ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος.

136. **Χῶρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν εἰς χῶρον κενόν, οἷον εἰς σφαιρὰν ὑαλίνην A (σχ. 96), ἀποτελοῦσαν βαρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τι-

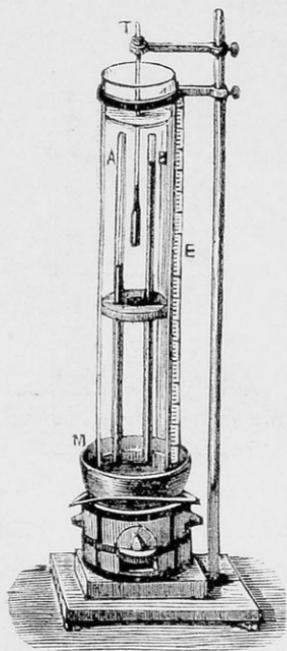
νάς ύδατος, παρατηροϋμεν ὅτι ἐκάστη σταγὼν ἅμα ἐξαερούμενη ἐπιφέρει κατάπτωσιν τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν παρατηροϋμεν τοιαύτην κατάπτωσιν, ὁ χῶρος A διατελεῖ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν. Ὅταν ὅμως σταγὼν ὑδατος εἰσαχθεῖσα δὲν ἐξαερεῖται πλέον, ὁπότε καὶ ἡ ὑδραργυρική στήλη παύεται κατερχομένη, τότε ὁ χῶρος A εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἡ δ' ὀλικὴ κατάπτωσις, ἣν πάσχει ἡ ὑδραργυρική στήλη, δεικνύει τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν, οἵτινες κορεννύουσι τὸν χῶρον A ἐν ὠρισμένη θερμοκρασίᾳ. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη καλεῖται *μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν* τοῦ ὑδατος ἐν ὠρισμένη θερμοκρασίᾳ, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, καθ' ἣν στιγμὴν πειρώμεθα, εἶνε ἴση πρὸς 760 χ. μ.



Σχ. 96.

137. Ἡ *μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει ἀξαναομένη ἀξαναομένης τῆς θερμοκρασίας*. Ἀποδεικνύομεν τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς καὶ μετροϋμεν συγχρόνως τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑδατος μεταξὺ 0° καὶ 100° διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς (σχ. 97). Εἰς χύτραν M περιέχουσιν ὑδράργυρον ἀναστρέφομεν δύο βαρομετρικοὺς σωλῆνας A καὶ B πλήρεις ὑδραργύρου, ὧν ὁ ἕτερος A περιέχει μικρὰν ποσότητα ὑδατος ἀνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ θαλάμῳ. Οἱ σωλῆνες οὗτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐρειδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου καὶ πλήρους ὑδατος, οὔτινος ἡ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ θερμομέτρου T ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεδαπτισμένου. Κανὼν E ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῆνι A, ἣτοι τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑδατος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Διὰ πυρᾶς κάτωθεν θεθείσης θερμαίνεται ὁ ὑδράργυρος καὶ ταυτοχρόνως τὸ ὑπερκείμενον καὶ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι A ὕδωρ. Ὑψουμένης διηνεκῶς τῆς θερμοκρασίας, ἡ ἐν τῷ σωλῆνι A ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται συνεχῶς, εἰς δὲ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° φθάνει μέχρι τῆς

ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ χύτρᾳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ  
μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν



Σχ. 97.

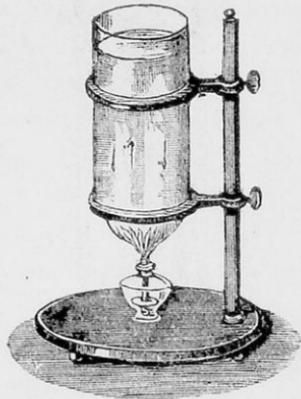
τοσοῦτω ταχέως ἀξαναομένη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περι ὧν ποιούμεθα λόγον ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

### ΠΕΡΙ ΒΡΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ· ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

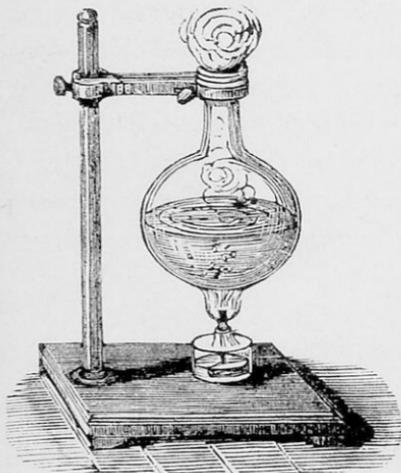
139. **Βρασμός.** Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα παραγωγή ἀτμῶν ἐξ ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ κατὰ πομφόλυγας μᾶλλον ἢ ἥτιον μεγάλας. Ὅταν θερμαίνωμεν ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου, ἐκ τοῦ

πυθμένος αὐτοῦ παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον κίνησιν ἐν τῷ ὑγρῷ, ἣτις εἶνε καταφανής, ὅταν τὸ ὑγρὸν ἐμπεριέχῃ ἐλαφρά τινα σωματίδια, οἷον βινήματα ξύλου. Ἐν τῇ κινήσει δὲ ταύτῃ διακρίνομεν δύο βεύματα (σχ. 98), ἐν μὲν ἀνερχόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ δοχείου, ἕτερον δὲ κατερχόμενον κατὰ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, ἅτινα βεύματα προέρχονται ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ τοῦ πυθμένος διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς καθιστώσης αὐτὸ ἀραιότερον τοῦ ὑπερκειμένου ψυχροτέρου ὕδατος, ὅπως πυκνότερον κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσῃ ἡ θέρμανσις, ἀναφαίνονται μετ' ὀλίγον ἐντὸς τῆς μάξης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φυσαλίδες ἀέρος προερχόμεναι ἐκ τοῦ ἐν τῷ



Σχ. 98

ὕδατι διαλελυμένῳ ἀέρος, ὅστις θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἐκλύεται. Μετ' ὀλίγον ἀναφαίνονται ἐκ τοῦ πυθμένος πομφόλυγες ἀτμῶν, αἵτινες κατ' ἀρχὰς ἀνερχόμεναι μειοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον καὶ συμπυκνοῦνται, διότι τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ εἶνε ἔτι ψυχρά. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμὸν τινα, ὅστις προηγείται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὅταν δὲ καὶ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκοῦντως θερμανθῶσιν, αἱ παραγόμεναι πομφό-



Σχ. 99.

λυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μεγεθύνονται ἕνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως καὶ φθάνουσαι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διακρ-

ρήγνυνται καὶ οὕτω παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ (σχ. 99).

139. Ὁ βρασμὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Ὁ βρασμὸς ἄρχεται ἐν ὠρισμένη θερμοκρασίᾳ, ἣτις εἶνε μὲν διάφορος εἰς τὰ διάφορα υγρὰ, ἀλλ' ἡ αὐτὴ πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ υγρὸν εὐρισκόμενον ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Ἡ θερμοκρασία δ' αὕτη καλεῖται σημεῖον ἢ βαθμὸς ζέσεως. Διατηρεῖται δὲ ἡ θερμοκρασία ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἰσχὺς τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ υγροῦ ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις νὰ διατηρηθῆται ἀμετάβλητος.

Β'. Ἡ ἐλασικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος υγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πιέσει, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ υγροῦ ἡ ἀτμόσφαιρα, ἢ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητῶς δι' ἀέρος, ὃν συμπιέζομεν ἢ ἀραιώομεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100<sup>0</sup>, ἐὰν ὅμως ἐγκλείσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ καὶ συμπιέσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρα μέχρι πίεσεως δύο ἀτμοσφαιρῶν, βράζει εἰς 120<sup>0</sup> περίπου, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἀραιώσωμεν τὸν ὑπερκείμενον τοῦ ὕδατος ἀέρα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαιράς, τότε βράζει εἰς 80<sup>0</sup> περίπου.

140. Ἐξάτμισις. Ἐξάτμισις καλεῖται ἡ βραδεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν ἢ γινομένη κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν πολλῶν υγρῶν. Δι' ἐξάτμισεως ξηραίνονται αἱ διαβραχεῖσαι σανίδες τῶν δωματίων, τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ υγρὸν ἔδαφος. Δι' ἐξάτμισεως ὡσαύτως ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν συμπυκνούμενοι εἴτα εἰς νέφη καὶ βροχήν.

141. Τὸ ὕδωρ, ὡς καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἄλλων υγρῶν, ἀναδίδει ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Αἰτίαι δὲ ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμισιν εἶνε αἱ ἐξῆς.

Α'. Ἡ θερμοκρασία τοῦ υγροῦ, ἣτις ὑψηλοτέρα οὖσα ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν, διότι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀναδιδομένων ἀτμῶν εἶνε τότε ἀνωτέρα.

Β'. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκείμενου ἀέρος, ὅστις θερμότερος

ὄν δύναται νὰ ἐμπεριλάβῃ μείζονα ποσότητα ἀτμῶν καὶ τούτου ἕνεκεν ἐπιταχύνεται ἡ ἐξάτμισις.

Γ'. Ἡ μείζων ἀπόστασις τοῦ ἀέρος ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου, διότι, ὅταν μὲν ὁ ὑπερκείμενος ἀήρ εἶνε κεκορησμένος ἀτμῶν, ἡ ἐξάτμισις παύεται, ὅταν δὲ εἶνε ἐντελῶς ξηρὸς, ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχέα. Οὕτω διάδροχα ὑφάσματα ξηραίνονται ταχέως μὲν, ἐὰν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, βραδέως δὲ, ὅταν πνέῃ ὑγρὸς νότος. Πνέοντος δὲ ἀνέμου ἐν γένει ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα, διότι ὁ ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρασύρει τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμούς, ἐν τῷ ὅταν ὁ ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μὲν ἴσῃ στάσιμος, κορέννεται σχεδὸν ἀτμῶν καὶ παρακωλύεται ἡ ἐξάτμισις.

Δ'. Ἡ ἔκτασις τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ, διότι, ὅταν αὕτη εἶνε μείζων, παρέχει ἀτμούς ἐκ πλείονων σημείων. Οὕτω ποσότης τις ὕδατος ἐξατμιζέται ταχύτερον ἐν εὐρυχώρῳ λεκάνῃ ἢ ἐν στενολαίμῳ ἀνοικτῇ φιάλῃ.

Ε'. Ἡ ἐπιφερομένη πίεσις. Ὅσον αὕτη εἶνε μικροτέρα, τόσον ταχύτερα ἡ ἐξάτμισις, ἄρα ἐπιταχύνεται ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἀραιουμένου τοῦ ἄνωθεν αὐτοῦ ἀέρος, π.χ. ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας.

142. **Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, εἶνε μετάστασις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἣτις ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν θερμότητος. Ὅταν δὲ εἰς τὸ ἐξατμιζόμενον ὑγρὸν δὲν προσκομιζώμεν ἔξωθεν θερμότητα, τότε αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑγρὸν παρέχει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν ἀναγκαίαν αὐτῷ θερμότητα καὶ ἕνεκα τούτου ψύχεται καὶ ψύχει καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα εἰς ἐπαφήν μετ' αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψῦξιν. Θερμόμετρον, οὔτινος τὸ δοχεῖον διαδρέχομεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχέα κατὰπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἄγγεϊα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Αἰγυνητικά, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς ρεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἄγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραίνον διηνεκῶς τὴν ἐξω-

τερικὴν ἐπιράνειαν αὐτοῦ ἐξακριβώμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ.

143. Ὑδροποίησης τῶν ἀερίων. Τὰ διάφορα ἀέρια λαμβάνουσι τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἢ διὰ πίεσεως ἢ διὰ ψύξεως ἢ διὰ πίεσεως ἅμα καὶ ψύξεως. Καὶ διὰ πίεσεως μὲν ὑδροποιούνται καὶ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, οἷον τὸ χλώριον, ἡ ἀέριας ἀμμωνία, τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακός, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μείζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀλλ' οὐχὶ τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακός λ. χ. ὑδροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $30^{\circ}$  ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 74 περίπου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὅμως ψυχθῆι μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ  $0^{\circ}$ , ὑδροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 36 μόνον ἀτμοσφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑδροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, τὸ πνιγερὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν καύσιν τοῦ θείου, ὑδροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν  $-11^{\circ}$  ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 4—5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τούτων δὲ καταφαίνεται ὅτι αὐτὰ ταῦτα τὰ ἀέρια δύνανται νὰ ὑδροποιηθῶσιν ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἅμα καὶ ψύξιν οὐχὶ μεγάλας. Ἐν γένει δὲ παρετηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσιμος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχη ὑφ' οἰανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῆι. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός εὐρέθη ἴση πρὸς  $+31^{\circ}$ , τουτέστι τὸ ἀέριον τοῦτο κάτωθεν μὲν τῆς θερμοκρασίας τῶν  $+31^{\circ}\text{K}$ . δύναται νὰ ὑδροποιηθῆ διὰ πίεσεως, ἄνωθεν δὲ αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἰανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῆι. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶνε  $-140^{\circ}$ , εἰς ἣν ὑδροποιεῖται ὑποβαλλόμενος εἰς πίεσιν 40 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐὰν ὅμως ψυχθῆι εἰς  $-191^{\circ}$  ὑδροποιεῖται ὑπὸ τὴν πίεσιν μᾶς μόνον ἀτμοσφαιρᾶς καὶ διατηρεῖται ἐφ' ἱκανὸν χρόνον βευστὸς ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ.

144. **Ύγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀέναν ἐπαφήν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὑδρατμούς προερχομένους κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τούτων.

145. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς ἢ ὑγρὸς οὐχ ἕνεκα τῆς ἐλάσσονος ἢ μείζονος ποσότητος τῶν ἐμπεριεχομένων ὑδρατμῶν, ἀλλ' ἕνεκα τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου. Τουτέστι φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς μὲν, ὅταν ἀπαιτῆ μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν διὰ τὰ κορεσθῆ, ὑγρὸς δέ, ὅταν ἀπαιτῆ ἐλάσσονα. Ἡ ὑγρομετρικὴ κατάσταση τοῦ ἀέρος, ἴτοι ἡ καλουμένη σχετικὴ ὑγρασία, ὁρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν ἐν ἐορισμένῳ ὄγκῳ τοῦ ἀέρος περιεχομένων ὑδρατμῶν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριεῖχεν ὁ αὐτὸς ὄγκος τοῦ ἀέρος, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Σκοπὸς δὲ τῆς ὑγρομετρίας εἶνε ἡ εὕρεσις τοῦ λόγου τούτου, ἴτοι τῆς σχετικῆς ὑγρασίας, ἣν εὐρίσκομεν δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

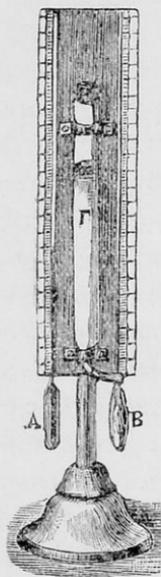
146. **Ύγρομετρον τοῦ Σωσσύρου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο φέρει τρίχα γ (σχ. 100), ἣτις ὑγραינוμένη μὲν διαστέλλεται, ξηραינוμένη δὲ συστέλλεται. Τῆς τριχὸς ταύτης τὸ μὲν ἐν ἄκρον δ τηρεῖται ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἕτερον στερεοῦται ἐπὶ τὸς τῆς αὐλάκος τροχαλίας Ο φεροῦσης δείκτην. Μικρὸν βάρος π τηρεῖ τὴν τρίχα πάντοτε τεταμένην. Εἰς τὸν ἄξονα τῆς τροχαλίας στερεοῦται δείκτης, οὗτινος τὸ πέρας διαγράφει τόξον κύκλου φέρον διαιρέσεις ἀπὸ 0 μέχρι τοῦ 100. Ξηραינוμένου τοῦ ἀέρος, ἢ θριξ βραχύνεται καὶ ὁ δείκτης κινεῖται πρὸς τὸ 0 (τελεία ξηρασία), τοῦ ἀέρος τοῦναντίον ὑγραינוμένου, ἢ θριξ ἐπιμηκύνεται καὶ ὁ δείκτης κινεῖται διὰ τοῦ βάρους π πρὸς τὸ 100 (τελεία ὑγρασία).



Σχ. 100.

Κατασκευάζονται σήμερον ὑγρόμετρα ἀποτελούμενα ἐκ δέσμη πολλῶν τριχῶν λίαν χρήσιμα εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς σταθμούς.

147. *Ψυχρόμετρον τοῦ Αὔγουστου.* Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο θερμομέτρων Α καὶ Β (σχ. 101), ὧν τοῦ ἐτέρου Β τὸ δοχεῖον περιβάλλεται δι' ὑφάσματος διηγενκῶς βρεχομένου δι' ὕδατος, ὅπως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου Β τοῦ θερμομέτρου τούτου γίνηται διηγενκῶς ἐξάτμισις καὶ ἐπομένως ψύξις αὐτοῦ. Καὶ ὅσῳ μὲν ὁ ἀήρ εἶνε ξηρότερος, τοσοῦτῳ καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχυτέρα καὶ ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου Β μείζων καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἄς δεικνύουσι τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μείζων. Τοῦναντίον δὲ ὅσῳ ὁ ἀήρ εἶνε ὑγρότερος, τοσοῦτῳ καὶ ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὸ Β ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ἐλάσσων. Ἐπομένως, ὅταν μὲν παρατηρῶμεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν βαίνῃ αὐξανόμενη, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπέρχεται ξηρασία, τοῦναντίον δέ, τῆς διαφορᾶς ταύτης ἐλαττουμένης, ὁ ἀήρ καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑγρότερος. Ὁ μετεωρολόγος, ὁ ποιούμενος χρῆσιν τοῦ ὄργανου τούτου πρὸς ἀκριβῆ εὑρεσιν



Σχ. 101.

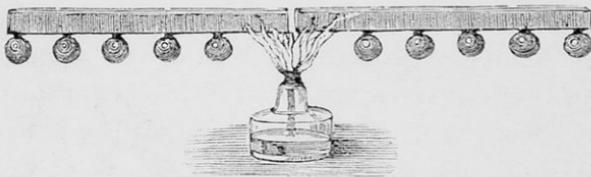
τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος, προσδιορίζων τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν, τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν καὶ τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν, ἣν δεικνύει τὸ διαβρεχόμενον θερμομέτρον, δι' εἰδικῶν πινάκων ἀνευρίσκει ποία εἶνε ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

**Σημ.** Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος παρίσταται δι' ἀριθμῶν ἀπὸ 0 ἕως 100, ὅστινες δεικνύουσιν ἑκατοστὰ τῆς μονάδος.

μότητα εν ᾧ ῥάβδος ξυλίγη καὶ πυρουμένη ἰσχυρῶς κατὰ τὸ ἐν ἄκρον μέχρις ἀναφλέξεως δὲν κατορθοῖ νὰ μεταδώσῃ τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρουμένου ἄκρου ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου διήρρεσαν τὰ σώματα εἰς καλοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος, ἤτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμογῶγόν δύναμιν, οἷα εἶνε πάντα τὰ μέταλλα, καὶ κακοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος. ἤτοι εἰς σώματα ἔχοντα ἐλαχίστην θερμογῶγόν δύναμιν, οἷα τὰ ξύλα, ἡ ὕαλος, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη κτλ. Τὴν διάφορον δὲ θερμογῶγόν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἑξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἶθουσαν ἔχουσαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τοῦ  $0^{\circ}$ , καὶ πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύσεως, οἷον τῶν μὲν ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ ἐκ μαρμάρου καὶ ἄλλων ἐκ ξύλου, καὶ ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰ διάφορα ταῦτα σώματα εὐρίσκομεν τὰ μὲν μέταλλα ψυχρότερα, τὰ μαρμάρια ἤττον ψυχρὰ καὶ τὰ ξύλινα θερμότερα, καίτοι πάντα ταῦτα τὰ σώματα εὐρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὰ μὲν μέταλλα ὡς καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος ὑφαρπάξουσι θερμότητα ἐκ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἣν μεταφέρουσιν εἰς τὴν ἑαυτῶν μάζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑφαρπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερμότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ θερμότητα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν δὲν προσλαμβάνει τοιαύτην ἐκ τῆς ἡμετέρας χειρὸς καὶ διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καὶ τοῦ μετάλλου. Τὸ ἀντίθετον δὲ συμβαίνει, ὅταν τὰ ἀντικείμενα ταῦτα ἔχωσι τὴν αὐτὴν μὲν πρὸς ἄλληλα θερμοκρασίαν, ὑπερτέραν ὅμως τῆς τῆς χειρὸς ἡμῶν, οἷον  $50^{\circ}$  ἢ  $60^{\circ}$ , ὅποτε τὸ μὲν μέταλλον φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καὶ τοῦτο τοῦ ξύλου, διότι τὸ μέταλλον ὡς καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος μεταφέρει θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτοῦ, ἣν μεταδίδει εἰς τὴν χεῖρα ἡμῶν, περισσοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ τοιαύτην φαίνεται ἡμῖν ψυχρό-

τερον, καίπερ ἔχον τὴν αὐτὴν τῷ μετάλλῳ καὶ μαρμάρῳ θερμοκρασίαν. Ἐκ τούτου λοιπὸν καταφαίνεται ὅτι μεταξὺ τῶν καλῶν καὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος ὑπάρχουσιν ἄλλα σώματα, ἅτινα ἔχουσι μείζονα μὲν θερμοαγωγὸν δύναμιν τῆς τοῦ ξύλου, ἐλάσσονα δὲ τῆς τῶν μετάλλων, οἷα εἶνε τὸ μάρμαρον, τὰ διάφορα ὄρυκτὰ καὶ ἄλλα.

156. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγῶνται διὰ τῆς διαφοροῦ θερμοαγωγοῦ δυνάμεως τῶν σωμάτων. Οὕτως, ἐὰν καλύψωμεν τὴν παλάμην τῆς χειρὸς ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας ψυχρᾶς καὶ ἐπιθέσωμεν διάπυρον ἄνθρακα, δυνάμεθα νὰ κρατῶμεν αὐτὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον χωρὶς νὰ αἰσθανθῶμεν θερμότητα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγοῦ δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἶτα διάπυρον ἄνθρακα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑφασμα δὲν καίεται, διότι τὸ μέταλλον ὑφαρπάζει ἀμέσως τὴν εἰς τὸ ὑφασμα παρεχομένην θερμότητα. Ὅσαύτως ἐντὸς χαρτίνου κυτίου δυνάμεθα νὰ τήξωμεν



Σχ. 103.

κασσίτερον θερμαίνοντες κάτωθεν διὰ μικρᾶς φλογὸς χωρὶς ἡ χάριτος νὰ ἀναφλεχθῇ, διότι ὁ κασσίτερος προσλαμβάνει ἀμέσως τὴν θερμότητα, ἢν ἡ φλὸξ μεταδίδει εἰς τὸν χάρτην, ὅστις διὰ τὴν ἀναφλεχθῆ ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν  $228^{\circ}$ , καθ' ἣν τήκεται ὁ κασσίτερος.

157. Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα, ὡς εἶπομεν, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δὲν ἔχουσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμοαγωγὸν δύναμιν, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν δύο βάρδους, τὴν μὲν χαλκίην, τὴν δὲ σιδηρᾶν (σχ. 103), καὶ προσκολλῶντες κάτωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρᾶς σφαίρας ξυλίνας

εις ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις θερμαίνομεν εἶτα τὰς βάρδους κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων διὰ τῆς αὐτῆς φλογὸς λύχνου, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινα χρόνον πίπτουσι πλείονες σφαῖραι ἐκ τῆς χαλκῆς βάρδου, ὀλιγώτεραι δὲ ἐκ τῆς σιδηρᾶς.

158. **Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν.** Ἐκ πάντων τῶν ὑγρῶν τὴν μείζονα ἀγωγὸν δύναμιν ἔχει ὁ ὑδράργυρος ἕνεκα τῆς μεταλλικῆς αὐτοῦ φύσεως, πάντα δὲ τὰ λοιπὰ ὑγρά εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ εἶνε μὲν ἀληθὲς ὅτι, ἔταν κάτωθεν θερμαίνομεν δοχεῖόν τι πλήρες ὕδατος, ἢ θερμότης διανέμεται περίπου ὁμοιομερῶς καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος καὶ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἀλλὰ τοῦτο δὲν συμβαίνει δι' ἀγωγιμότητος, τούτέστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν φευμάτων προσερχομένων, ὡς εἶπομεν (§ 139 σχ. 98), ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται θερμαινόμενα τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος. Ὅπως δ' ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον (σχ. 104) πεπληρωμένον ὕδατος καὶ βίπτομεν ἐντὸς αὐτοῦ τεμάχιον πάγου περιβεβλημένου διὰ σύρματος μεταλλίνου, ὅπως μὴ ὁ πάγος ἀνέλθῃ



Σχ. 104.

εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Εἶτα κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα θερμαίνομεν τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος διὰ τῆς φλογὸς λύχνου αἰσιν πνεύματος. Μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ δυνάμεθα νὰ παρατείνωμεν τὸν βρασμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ἐν ᾧ

ὁ πάγος εἰς τὸν πυθμένα δὲν τήκεται. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι, ὅταν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος εὐρίσκωνται εἰς ἀκίνησιαν, πολὺ δυσκόλως ἄγουσι τὴν θερμότητα.

159. **Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων.** Τὰ ἀέρια ὡσαύτως εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ διανέμεται μὲν ὁμοιομερῶς καθ' ὅλα τὰ μέρη τῆς αἰθούσης ἢ θερμότης, ὅταν εἰς τι μέρος αὐτῆς ὑπάρχη θερμαντικὴ πηγὴ, ἀλλὰ τοῦτο συμβαίνει δι' ἐκπομπῆς θερμαντικῶν ἀκτίνων καὶ διὰ ρευμάτων ἀέρος, ἅτινα παράγονται περὶ τὴν θερμαντικὴν πηγὴν· τουτέστιν ὁ ἀήρ ὁ περιβάλλων τὴν θερμαντικὴν πηγὴν θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπ' ἄλλου ἀέρος ψυχροτέρου, ὅστις θερμαινόμενος ἐπίσης φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, οὕτω δὲ παράγονται ἐντὸς τῆς αἰθούσης ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα τὴν θερμότητα εἰς ὅλα τὰ μέρη αὐτῆς. Διὰ τὴν καταδείξωμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκίνησιαν, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματωδῶν οὐσιῶν, ὁποῖαι εἶνε ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πύλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶνε τὰ ἄχυρα, τὰ βνήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδίζουσι νὰ κινήθῃ, ὅποτε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν δύο ὁμοίας ὑαλίνας σφαίρας καὶ τὴν μὲν μίαν πληρώσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμφοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτάς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἀνευ βάμβακος σφαίρας ταχέως ἀνυψοῦται, τῆς δὲ μετὰ βάμβακος μένει σχεδὸν στάσιμον ἐπὶ πολὺν χρόνον, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην σφαῖραν παράγονται ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα θερμότητα ἐκ τῶν θερμῶν τοιχωμάτων αὐτῆς πρὸς τὸ θερμόμετρον, ἐν ᾧ εἰς τὴν ἐτέραν τοιαῦτα ρεύματα δὲν δύνανται νὰ παραχθῶσιν ἕνεκα τῶν νηματιῶν τοῦ βάμβακος, ἅτινα παρακωλύουσι τὴν κίνησιν τῶν ἀερίων μορίων. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ ἐκ βάμβακος ὑφάσματα, τὰ ἐξ ἐρίου ἐνδύματα ἡμῶν εἶνε ὡς κοινῶς λέγομεν *θερμά*, ἤτοι διατηροῦσι τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν, κυρίως ἕνεκα τοῦ ἐμπεριεχομένου

ἐν ἀκίνησίᾳ ἀέρος, ὅστις ὦν κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἐμποδίζει τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν νὰ ἐξέλθῃ. Προτιμότερον λοιπὸν εἶνε νὰ ἐνδυόμεθα διὰ πολλῶν καὶ ἐλαφρῶν ἐνδυμάτων ἢ δι' ἑνὸς βαρέος καὶ ἰσοβαροῦς πρὸς ἕλα ὀμοῦ, διότι μεταξὺ τῶν πολλῶν ἐνδυμάτων παρεντιθέμενα λεπτὰ στρώματα ἀέρος ὡς πλείοτερα τὸν ἀριθμὸν διατηροῦσι μᾶλλον τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν. Ὡς δὲ αἱ οὐσίαι αὗται ἐμποδίζουν τὴν ἐσωτερικὴν θερμότητα νὰ ἐξέλθῃ, οὕτω δὲν ἀφίνουσι καὶ τὴν ἐξωτερικὴν νὰ εἰσέλθῃ. Ἐπομένως θέλοντες νὰ διατηρήσωμεν ἐν δοχείῳ ζέον ὕδωρ θερμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ὀφείλομεν νὰ περιβάλλωμεν αὐτὸ διὰ βαμβακίου ἢ κάλλιον δι' ἐριούχου ὑφάσματος ἢ καὶ διὰ βινημάτων ξύλου ἢ δι' ἀχύρων. Διὰ τῶν αὐτῶν οὐσιῶν περιβαλλόμενος ὁ πάγος διατηρεῖται ἄτηκτος ἐπὶ πολὺν χρόνον καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους.

## Β'. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

160. Ὁ ἥλιος, τὰ διάπυρα σώματα καὶ πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα καὶ ἐκεῖνα ὅσα φαίνονται ἡμῖν ψυχρότατα, οἷον ὁ πάγος, ἐκπέμπουσι θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, ἣτις καλεῖται ἀκτινοβόλος θερμότης. Οὕτως ἔρχεται εἰς τὴν γῆν ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου καὶ οὕτω θερμαίνουσιν ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως αἱ ἐν πυραύνῳ διάπυροι ἀνθρακες. Ἐὰν δ' ἐντὸς αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν ψύχεται, τὰ δὲ πέριξ σώματα θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα πλείονα ἐκείνης, ἣν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τούναντίον δὲ ταῦτα δέχονται ἐκ τῆς σφαίρας θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν ἐκπέμπουσι, μέχρις ὅτου καὶ ἡ σφαῖρα καὶ τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅποτε ἡ ἀκτινοβολία δὲν παύεται μὲν, ἀλλ' ἕκαστον σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ λοιπὰ τσαύτην θερμότητα, ὅσην παρ' αὐτῶν δέχεται καὶ ἕνεκα τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν παραμένει πλέον σταθερά. Καὶ αὐτὰ δὲ τὰ ψυχρότατα τῶν σωμάτων ἐκπέμπουσι θερμοκρασιακὰς ἀκτίνας.

Οὕτως ἐστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στ ἡλίας ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψῦχος, οὐχί διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχράς ἀκτίνας, ὅποια δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν ψυχρὸν τοίχον ἢ τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῶ μείζονα ἐκείνης, ἣν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

161. Ἡ ἀκτινοδόλος θερμότης, ἣν π. χ. ἐκπέμπει διάπυρος σφαῖρα, διαδίδεται ὡς καὶ τὸ φῶς κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ εὐθυγράμμως, ἐὰν τὸ περιέχον, ὅπερ διαπερᾶ, εἶνε ὁμοιομερές. Αἱ διευθύνσεις αὗται, κατὰ τὰς ὁποίας μεταδίδεται ἡ θερμότης, καλοῦνται ἀκτίνες θερμαντικαί. Ἡ ἀκτινοδόλος θερμότης ὡς καὶ τὸ φῶς διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ, ὡς ἀποδεικνύει ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἣτις φθάνει μέχρι τῆς Γῆς διανύουσα τὸ μεταξὺ Ἡλίου καὶ Γῆς κενὸν διάστημα, τουτέστι τὸ μὴ ἐμπεριέχον σταθμητὴν ὕλην, ἀλλὰ πεπληρωμένον ὕλης ἀσταθμῆτου, ἣτις καλεῖται αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ οὗτος εὐρισκόμενος καὶ μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος, τῆς ὑάλου, χρησιμεύει ὡς ὄχημα τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος τῆς διὰ τῶν σωμάτων διερχομένης καὶ οὐχί αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος<sup>(1)</sup>. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης διερχομένη διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας διαδίδεται οὐχί διὰ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχοντος αἰθέρος. Τοῦτο δὲ ἀριδῆλως ἀποδεικνύει καὶ τὸ πείραμα τοῦ Tyndall, ὅστις κατασκευάσας ἀμφίκυρτον φακὸν ἐκ πάγου καὶ ἐκθέσας αὐτὸν εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτίνας ἠδυνήθη νὰ συγκεντρώσῃ

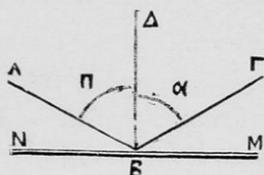
(1) Πραχδεχόμεθα ὅτι τὰ μόρια τῶν σωμάτων περιβάλλονται ὑπὸ περικαλύμματός τινος συνισταμένου ἐξ ἀτόμων τοῦ αἰθέρος, ὅστις πληροῖ οὐ μόνον τὰ μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων διάκενα, ἀλλὰ καὶ πάντα τὸν οὐράνιον χῶρον. Διὰ τῆς τρομώδους κινήσεως τῶν ἀτόμων τοῦ αἰθέρος ἐξηγοῦμεν πληρέστατα τὴν διάδοσιν τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος, καὶ διὰ τῆς τρομώδους κινήσεως τῶν μορίων τῶν σωμάτων τὴν αἰσθητὴν θερμότητα.

εις τὴν ἐστίαν αὐτοῦ τοσαύτην θερμότητα, ὥστε ἀνέφλεξεν εὐφλέκτους ὕλας καὶ ἔτηξε διάφορα μέταλλα.

162. Ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἡ ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, εἰς ὠρισμένην θέσιν, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἢ μο ἄς τῆς ἐπιφανείας, εὐρισκομένη ἐκεῖ καθέτως ἐπὶ τῶν ἀκτίνων, δέχεται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἐκ θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἐκ διαπύρου σφαίρας, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως· τοῦτέστιν, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τεθῆ εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς διαπύρου σφαίρας ἴσας πρὸς 1, 2, 3 μέτρα, τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἅπερ ἐκ ταύτης δέχεται καθέτως εἰς τὰς διαφόρους ταύτας ἀποστάσεις, βαίνουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{9}$ , ἦτοι εἰς διπλασίαν ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἀπόστασιν δέχεται τις τετράκις ὀλιγώτερον ποσὸν θερμότητος, εἰς τριπλασίαν ἐνάκις ὀλιγώτερον κτλ.

163. Δέσμη θερμαντικῶν ἀκτίνων παραλλήλων, οἷον δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων, προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν θερμαίνει αὐτὴν μᾶλλον ἢ ὅταν προσπίπτῃ ἐπ' αὐτὴν πλαγίως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ αὐτὴ ἐπιφάνεια δέχεται μείζονα ἀριθμὸν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ ἐλάσσονα. Εἰς τοῦτο δ' ὀφείλεται κυρίως καὶ ἡ ἰσχυροτέρα θέρμανσις τοῦ ἐδάφους καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ ἀέρος ἐν ὥρᾳ θέρους καὶ ἡ ἐλάσσων ἐν ὥρᾳ χειμῶνος, διότι κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ὑψοῦται ἐν ὥρᾳ μεσημβρίας ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες σχηματίζουσι μετὰ τοῦ ἐδάφους γωνίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν ὀρθήν, περισσότερον μὲν εἰς τὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώρας, ὀλιγώτερον δὲ εἰς τὰς πρὸς τοὺς πόλους, ἐν ᾧ κατὰ τὸν χειμῶνα ἡ γωνία αὕτη εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς ὀρθῆς. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ἡ ἐν ὥρᾳ θέρους ὑψηλότερα θερμοκρασίᾳ τοῦ ἐδάφους καὶ τοῦ ἀέρος δὲν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ὑπὸ μείζονα γωνίαν πρόσπτωσιν τῶν παραλλήλων ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας αἰτίας, οἷον εἰς τὸ μείζον μέγεθος τῆς ἡμέρας, ἔνεκα τοῦ ὁποίου ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἐδαφος ἐπὶ περισσότερον χρόνον.

164. **Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος.** Θερμαντικὴ ἀκτὶς AB



Σχ. 105.

(σχ. 105), ὡς ἡλιακὴ, προσπίπτουσα ἐπὶ ἐπιφάνειαν NM λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾶται, τοῦτέστι λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν BΓ, ἥτις μετὰ τῆς καθέτου ΔB σχηματίζει γωνίαν α ἴσην τῇ γωνίᾳ π, ἣν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς AB σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἡ προσπίπτουσα δὲ ἀκτὶς

καὶ ἡ ἀνακλωμένη κείνται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλωσάν ἐπιφάνειαν.

165. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ σῶμά τι διανέμεται εἰς τὰ ἐξῆς μέρη· μέρος μὲν αὐτῆς ἀνακλᾶται, μέρος δὲ διασκεδάννυται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, μέρος δ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ μέρος διέρχεται δι' αὐτοῦ. Ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων εἶνε τοσοῦτ' αἰσθητὴ μείζων, ὅσῳ μᾶλλον τὸ σῶμα παρουσιάζει ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνὴν.

166. **Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Πολλὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπορροφῶσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος. Τὸ μέρος τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος τὸ ἀπορροφώμενον ὑπὸ σώματός τινος, ἐπὶ τοῦ ὁποῦ αὕτη προσπίπτει, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος, καὶ εἶνε διάφορον εἰς τὰ διάφορα σώματα. Μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχει ἡ αἰθάλη, ἥτις ἀπορροφᾷ μὲγα μέρος τῆς ἐπ' αὐτῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἐλάχιστην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στιλπνὴν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Ὅπως, ἐὰν λάβωμεν δύο ἐντελῶς ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα, περιέχοντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ τοῦ μὲν ἐνὸς ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια νὰ εἶνε κεκαλυμμένη δι' αἰθάλης, τοῦ δ' ἑτέρου λεία καὶ στιλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφοτέρω δια τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἡθαλωμένη ἐπιφάνεια

ἀπορροφᾷ μείζονα θερμότητα, ἢ δὲ λεία καὶ στυλπνὴ ἀνακλᾷ ταύτην. Τὰ σώματα τὰ ἔχοντα λευκὴν ἐπιφάνειαν ἔχουσιν ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἢ τὰ μέλανα. Διὰ τοῦτο, ἐὰν ἐκτεθῶμεν ἐν ὥρᾳ θέρους εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας φοροῦντες λευκὰ ἐνδύματα, αἰσθανόμεθα ὀλιγώτερον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἢ ἀν ἐφοροῦμεν μέλανα. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους χιῶν καλυπτομένη εἰς τι μέρος αὐτῆς διὰ μέλανος ὑφάσματος ἢ ἐπιπασσομένη διὰ κόνεως ἀνθράκων ἢ καὶ διὰ χύματος καὶ ὑποκειμένη εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων τήκεται ταχύτερον κατὰ τὸ μέρος τοῦτο ἕνεκα τῆς μείζονος ἀπορροφήσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων. Ὁ κονιορτός, ἢ ἄμμος ἔχουσιν ἐπίσης μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἐὰν δ' ἐνθέσῃ τις ἐν ὥρᾳ θέρους ἐν τῷ κονιορτῷ τοῦ ἐδάφους θερμόμετρον, τοῦτο δεικνύει θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἐὰν δ' ἐν τῷ ἀέρι αἰωρῆται κόνις, αὕτη ἀπορροφῶσα ἡλιακὴν θερμότητα θερμαίνει καὶ τὸν ἀέρα.

167. **Ἀφαιτικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Τὰ σώματα, ἅτινα εὐχερέστερον ἀπορροφῶσι τὴν ἐπ' αὐτὰ προσπίπτουσαν ἀκτινοβολίαν θερμότητα, εὐχερέστερον ἐπίσης ἀφίγουσι νὰ ἐξέλθῃ ἢ ἐντὸς αὐτῶν ἀποταμιευθεῖσα θερμότης, καὶ ἐπομένως τὴν μείζονα ἀφαιτικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἡθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στυλπνὴ. Οὕτως, ἐὰν εἰς δύο ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἡθαλωμένον, τὸ δ' ἕτερον λείον καὶ στυλπνόν, ἐγγύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ ψύχεται ταχύτερον ἢ εἰς τὸ δεύτερον ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῆς αἰθάλης. Διὰ τοῦτο, ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν θερμὸν ὕδωρ ἐπὶ πολὺν χρόνον ἐν μεταλλίῳ ἀγγεῖῳ, πρέπει τὸ ἀγγεῖον ἐξωτερικῶς νὰ εἶνε ὕσον ἕνεστι λειότερον καὶ στυλπνόν.

168. **Θερμοπερατὸν ἢ θερμοδιαβατὸν τῶν σωμάτων.** Θερμοπερατὰ ἢ θερμοδιαβατὰ σώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, δι' ὧν διέρχεται ἢ ἀκτινοβόλος θερμότης, ὡς διὰ τῶν διαφανῶν τὸ φῶς. Ὁ

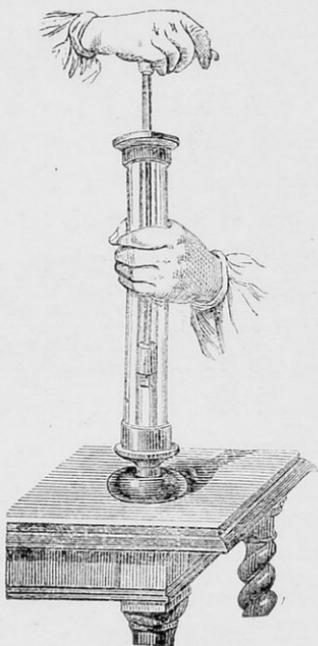
Ξηρὸς π. χ. ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, οἷος εἶνε ὁ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἡλιακὴ θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἐλάχιστον θερμικίνει αὐτά, ἅτινα ἔνεκα τούτου καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τοῦναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἰαδήποτε καταστάσει εὐρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφανείαν τῆς θαλάσσης δὲν δύναται γὰ κατεισδύσῃ μέχρι τοῦ πυθμένος αὐτῆς, ἀλλ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρου στρώματος, ὅπερ τούτου ἔνεκα καθίσταται θερμότερον τοῦ βαθύτερον κειμένου.

169. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης, ἣν τὰ διάφορα σώματα ἐκπέμπουσι, καλεῖται φωτεινὴ μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα φωτοβολῇ, οἷον διάπυροι ἄνθρακες· τοῦναντίον δὲ σκοτεινὴ, ὅταν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα δὲν φωτοβολῇ, οἷον δοχεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος. Τινὰ σώματα, οἷον τὸ ὄρυκτὸν ἄλας, εἶνε ἐπίσης θερμοπερατὰ καὶ εἰς τὴν φωτεινὴν καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα, ἐν ᾧ ἄλλα, οἷοι ἡ ὕαλος, εἶνε μὲν θερμοπερατὰ εἰς τὴν φωτεινὴν, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα. Διὰ τοῦτο οἱ γεωργοὶ εἰς τὰ ψυχρὰ κλίματα καλύπτουσι τὰ φυτὰ αὐτῶν δι' ἐνὸς ἢ καὶ δύο ὑαλίνων κωδῶνων, δι' ὧν εἰσδύει μὲν ὅπως οὖν ἐλευθέρως ἡ φωτεινὴ ἡλιακὴ θερμότης, ἀλλ' εἰσδύσασα καὶ μεταβληθεῖσα εἰς σκοτεινὴν δυσχερῶς ἐξέρχεται καὶ οὕτως ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς. Αὐτὸ τοῦτο ἐφαρμόζουσι καὶ εἰς τὰ θερμοκηπία, ἅτινα εἶνε παραπήγματα ὑαλόφρακτα, ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθενται φυτὰ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Ἡ ἐντὸς τῶν θερμοκηπίων τούτων θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, διότι ἡ διὰ τῶν ὑάλων εἰσδύουσα ἡλιακὴ θερμότης ἀποταμιεύεται διηνεκῶς ἐντὸς τοῦ θερμοκηπίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

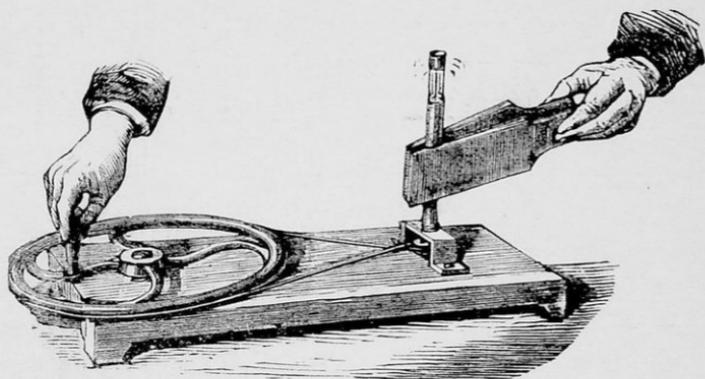
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΕΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ  
ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΕΙΣ ΕΡΓΟΝ. ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ.

170. *Μετατροπή τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.* Πλείστα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι παράγεται πολλάκις θερμότης διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, ὅσον κατὰ τὴν τριβὴν, κρούσιν, πίεσιν κ.τ.λ. Οὕτως ἀναφαίνεται θερμότης εἰς τοὺς μὴ λιπαθέντας ἄξονας τῶν τροχῶν ἀμάξης, εἰς τὰ νομίσματα, ἅτινα δι' ἰσχυρᾶς κρούσεως κατασκευάζονται ἐν τοῖς νομισματοκοπείοις, κατὰ τὴν σφυρηλασίαν τῶν μετάλλων, κατὰ τὴν κρούσιν τοῦ χάλυδος διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλακῆς βαλλομένην δι' ὄπλου βολίδα, ἣτις καταθλιβομένη ὑπερθερμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ τὸ καλούμενον *ἀερικὸν πυρεῖον* (σχ. 106). Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριδῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμαχίον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταδιδάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὁ ἀήρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλῆνα μετάλλινον ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφίγγοντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχιῶν ξύλου (σχ. 107) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἕνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαίνόμενον ἀναβράζει, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῶμα.



Σχ. 106.

Ταῦτα πάντα λοιπὸν ἀποδεικνύουσιν ὅτι θερμότης δύναται νὰ παραχθῆ καὶ διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου. Πρῶτος δ' ὁ Joule ἀπέδειξεν ὅτι ὑπάρχει σταθερὰ σχέσηις μεταξύ δαπανωμένου ἔργου καὶ ἀναφαινομένης θερμότητος, τουτέστιν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων, ἵνα παραχθῆ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρὰ π. χ. μάζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐὰν δ' ἡ σιδηρὰ μάζα ἔχη βάρους 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

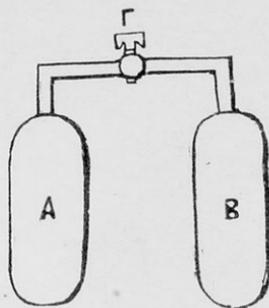


Σχ. 107.

γραμμομέτρων, τὸ δὲ ποσὸν τῆς ἐκ τῆς κρούσεως παραγομένης θερμότητος ἀνευρίσκεται ἴσον πρὸς μίαν μονάδα θερμότητος. Τὸ μηχανικὸν τοῦτο ἔργον τῶν 424 χιλιογραμμομέτρων καλεῖται μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος.

171. **Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον.** Διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη ὡσαύτως καὶ τὸ ἀντίθετον, ἦτοι, ὅταν μία μονὰς θερμότητος δαπανᾶται ἀκεραία πρὸς παραγωγὴν ἔργου, τὸ παραγόμενον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς 424 χιλιογραμμόμετρα. Οὕτως ἀέριον διαστελλόμενον ὡς ἐν ταῖς διὰ θερμοῦ ἀέρος λειτουργούσαις μηχαναῖς καὶ παράγον ἔργον φύχεται. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς λαμβάνοντες δύο χαλκᾶ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 108)

συγκοινωνούντα διά σωλήνος φέροντος στρόφιγγα Γ. Τῶν δοχείων τούτων τὸ μὲν Α εἶνε πλήρες ἀέρος πεπιεσμένου ὑπὸ πίεσιν 22 π. χ. ἀτμοσφαιρῶν, τὸ δὲ Β κενὸν ἀέρος, ἀλλ' ἀμφότερα ἔχουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος. Καταδύομεν ἀμφότερα εἰς ἀγγεῖα πλήρη ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα Γ, ὅποτε ἀήρ ἐκ τοῦ Α εἰσρέει ὀρμητικῶς εἰς τὸ Β. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ μὲν ἀγγείου τοῦ περιβάλλοντος τὸ Α φύχεται, τὸ δὲ τοῦ περιβάλλοντος τὸ Β θερμαίνεται καὶ ὅτι ὅση θερμότης ἐξέλπεν ἐκ τοῦ Α ἀνεφάνη εἰς τὸ Β, διότι ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου Α διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπίεσας εἰς τὸ δοχεῖον Β τὸν εἰς αὐτὸ εἰσρεῦσαντα ἀέρα. Τοιαύτη ἀπώλεια



Σχ. 108.

θερμότητος πρὸς παραγωγὴν ἔργου συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἃς ὁ ἤδη ἐνεργήτας ἀτμὸς διασταλεῖς φύχεται.

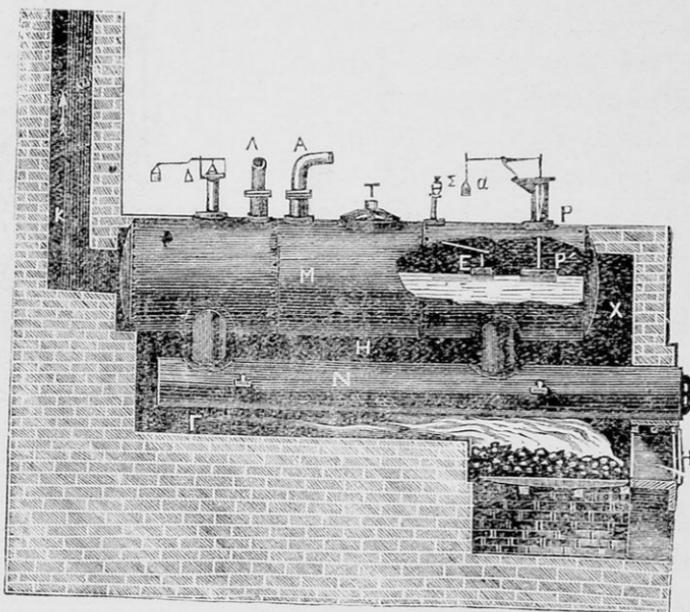
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ἔταν δαπανῶμεν ποσὸν τι μηχανικοῦ ἔργου καὶ δὲν κερδαίνωμεν ἐκ τῆς δαπάνης ταύτης ἀντίστοιχόν τι μηχανικὸν ἔργον, οἷον κατὰ τὴν τριβὴν ἢ τὴν πίεσιν, γεννᾶται ποσὸν τι θερμότητος ἀνάλογον τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, ὅπερ ἐδαπανήσαμεν. Δαπανῶντες δὲ τοῦναντίον θερμότητα δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν διάφορα μηχανικὰ ἔργα, οἷον νὰ ὑψώσωμεν βάρη, νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν σωμάτων ἑλξιν (τῆξις) ἢ καὶ τὴν μεταξὺ τῶν ἀτόμων ἐν τῇ μορίῳ χημικὴν συγγένειαν (ἀποσύνθεσις διὰ τῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος εἰς δξυγόνον καὶ ὕδρογόνον).

Ἐξηγοῦμεν τὴν μετατροπὴν ταύτην τῆς θερμότητος εἰς μηχανικὸν ἔργον καὶ τἀνάπαλιν, παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θερμότης εἶνε εἰδὸς τι τρομώδους κινήσεως τῶν ἐλαχίστων μορίων τῶν σωμάτων παραγομένης διὰ τῆς δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν κρούσιν. Ἡ τρομώδης δ' αὕτη κίνησις τῶν μορίων θερμοῦ σώματος, οἷον

του ατμού, μεταδιδομένη ως κρούσις εις άλλο σῶμα, ὅσον εἰς τὸν ἐμβολέα τοῦ κυλίνδρου ἀτμομηχανῆς, μετακινεῖ αὐτὸν παράγουσα μηχανικὸν ἔργον, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ταχύτης τῆς τρομῶδους ταύτης κινήσεως τῶν μορίων τοῦ ατμοῦ ἐλαττοῦται.

## ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

172. Καλοῦνται ἀτμομηχαναὶ ἐκεῖναι τῶν μηχανῶν, εἰς αἷς κινήτηριος δύναμις εἶνε ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος.



Σχ. 109.

Σύγκειται δὲ πᾶσα ἀτμομηχανὴ ἐκ τριῶν ἰδίως μερῶν.

α') Ἐκ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος, ἐν ᾧ τὸ ὕδωρ τῇ ἐνεργείᾳ τῆς θερμότητος μετατρέπεται εἰς ἀτμὸν.

β') Ἐκ τοῦ κυλίνδρου, ἐν ᾧ διασχευόμενος ὁ ἀτμὸς κινεῖ εὐθυγράμμως τὸν ἐν αὐτῇ ἐμβολέα· καὶ

γ') Ἐκ μηχανισμοῦ, δι' οὗ ὁ εὐθυγράμμως καὶ παλινδρομικῶς

κινούμενος έμβολος θέτει εις περιστροφικήν κίνησιν τόν άξονα τής μηχανής και δι' αυτού ποικίλα μηχανήματα.

173. **Ατμογόνος λέβης.** Είς εκ τών συνήθων λεβήτων εινε ό μετά βραστήρων (σχ. 109) συγκεείμενος έξ όριζοντίου σιδηρού κοίλου κυλίνδρου Μ, κλειστού έκατέρωθεν και συγκοινωνούντος κάτωθεν δια σωλήνων μετά δύο άλλων κοίλων κυλίνδρων Ν, καλουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ύδατος και δεχομένων τήν άμεσον έπίδρασιν τών κάτωθι έπί έσχάρας εύρισκομένων διαπύρων άνθράκων.

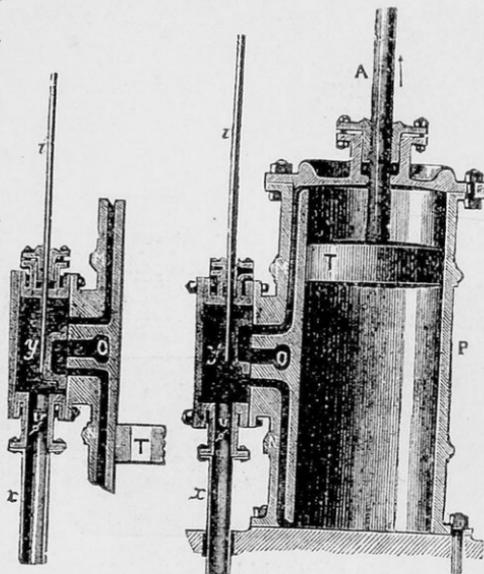
174. Έπί του λέβητος στερεοϋνται κυρίως αί έξής συσκευαί.

α') Μετάλλινον μανόμετρον.

β') Ασφαλιστική δικλείς Δ, ήτις ανοίγεται, όταν ή τάσις τών εν τῷ λέβητι ατμῶν ύπερβή ώρισμένον όριο, μέχρι του όποίου άντέχει ό λέβης, ούτω δέ προλαμβάνεται ή έκρηξις αυτού.

γ') Σύριγξ Σ ήτις, ειδοποιεί τόν θερμοστήν δια συριγμού ότι δέν ύπάρχει άρκετόν ύδωρ εις τόν λέβητα.

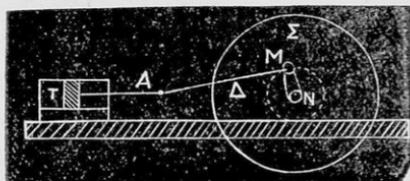
175. **Κύλινδρος.** Άνοιγομένης τής στρόφιγγος, ήν φέρει ό άτμαγωγός σωλήν, ό άτμος εισέρχεται εντός σιδηρού κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 110), εν τῷ όποίῳ κινείται ό έμβολος Τ, φέρων σιδηρον στέλεχος Α, βάκτρον καλούμενον. Όπως δ' έπιτευχθή ή παλινδρομική πρὸς έκατέραν τών βάσεων του κυλίνδρου κίνησις του έμβολέως, ό άτμος δια του άτμαγωγού σωλήνος χ εισάγεται



Σχ. 110.

κατὰ πρῶτον εἰς τὸν ἀτμοθάλαμον  $\psi$ , ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται διὰ τοῦ στελέχους  $\iota$  ὁ ἀτμονόμος σύρτης, καὶ εἶτα εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον δι' ὀχετῶν ἀνεφγμένων εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ. Ὄταν ὁ σύρτης οὗτος κατέχη τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ σχῆμα, τότε ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ  $N$  καὶ ὠθεῖ τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὄταν δ' ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ πλησίον τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἀτμονόμος σύρτης λαμβάνει τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ σχῆμα, ὁ δὲ ἀτμὸς διερχόμενος διὰ τοῦ ἀνωτέρου ὀχετοῦ  $M$  εἰσέρχεται εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου καὶ ὠθεῖ τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἐν ᾧ ταυτοχρόνως ὁ κάτωθεν τοῦ ἐμβολέως ἀτμὸς διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ καὶ τῆς ὀπῆς  $O$  ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Ἡ παλινδρομικὴ αὕτη κίνησις τοῦ ἐμβολέως  $T$  (σχ. 111) μεταδίδεται διὰ τοῦ βάνκρου  $A$  καὶ τοῦ διωστήρος  $\Delta$  εἰς τὸν στρόφαλον  $MN$ , ὅστις στρέφει τὸν κύριον ἄξονα  $N$  τῆς ἀτμομηχανῆς καὶ μεταβάλλει οὕτω τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν εἰς περιστροφικὴν. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς μηχανῆς στερεοῦται μέγας σιδηροῦς τροχὸς  $\Sigma$ , σφόνδυλος



Σχ. 111.

(volant) καλούμενος, ὅστις καθιστᾷ ὅσον ἔνεστιν ἰσοταχῆ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ ἄξονος τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δ' ἄξονος προσαρμόζεται μετάλλινος δίσκος, ὅστις περιστρέφεται περὶ τι σημεῖον ἐκτὸς τοῦ κέντρου αὐτοῦ κείμενον· ὁ δίσκος οὗτος περιβάλλεται διὰ δακτυλίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσαρμόζεται τὸ στέλεχος  $\iota$  (σχ. 110) τοῦ ἀτμονόμου σύρτου. Διὰ τοῦ μηχανήματος τούτου, ὅπερ καλεῖται ἔκκεντρον, κατορθοῦται ἡ αὐτόματος παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἀτμονόμου σύρτου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

## ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ· ΑΝΕΜΟΙ· ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

176. **Υδρομετέωρα.** Καλοῦνται ὑδρομετέωρα ἡ *ομίχλη*, τὰ *νέφη*, ἡ *βροχή*, ἡ *χιών*, ἡ *χάλαξα*, ἡ *δρόσος* καὶ ἡ *πάχνη*.

177. **Ομίχλη.** Ὁ ὑδρατμὸς ὡς διαφανῆς εἶνε ἀόρατος. Οὕτως ἐν αἰθούσῃ πεπληρωμένη ἀνθρώπων ὑπάρχουσι πολλοὶ ὑδρατμοί, ἀλλὰ διαμένουσιν ἀόρατοι. Ἐὰν ὅμως διὰ τινος μέσου ψύξωμεν ἀποτόμως τοὺς ὑδρατμοὺς τούτους, ὡς τοῦτο συμβαίνει ἐν χειμῶνος ὥρα, ὅποτε ἐκπνέομεν εἰς τὸν ψυχρὸν ἀέρα τὸν θερμὸν καὶ ὑγρὸν ἀέρα τῶν πνευμόνων ἡμῶν, τότε μέρος τῶν ἀτμῶν τούτων ὑγροποιούμενον μεταβάλλεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια, ἅτινα σχηματίζοντα μικρὸν νέφος καθιστῶσι τὸν ἀέρα ἀδιαφανῆ. Ἐκ ταιούτων δὲ ὑγρῶν σταγονιδίων ἀποτελεῖται ἡ *ομίχλη* καὶ τὰ *νέφη*. Ἡ *ομίχλη* παράγεται συνήθως ἀνωθεν ἐδάφους ὑγροῦ καὶ θερμοῦ ἢ ἀνωθεν λίμνης ἢ ποταμοῦ, ἔταν ὁ ὑπερκείμενος ἀῆρ ψυχθῆ κατώθεν τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου. Πολλάκις ὅμως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ποταμῶν ἀναδίδεται *ομίχλη*, καὶ ἔταν ἀνεμὸς θερμὸς καὶ ὑγρὸς διέλθῃ ἀνωθεν αὐτῶν, ὅστις ψυχόμενος ἐπιφέρει συμπύκνωσιν μέρος τῶν ἐν ἑαυτῷ ἀτμῶν.

Ὁ Ἀριστοτέλης ὀρίζων τὸ φαινόμενον τῆς *ομίχλης* θεωρεῖ πολὺ ὀρθῶς αὐτὴν ὡς φαινόμενον οὐχὶ διάφορον τοῦ νέφους (τῆς νεφέλης).

178. **Ξηρὰ ομίχλη ἢ ἀχλύς.** Κατὰ τὰς αἰθρίας κυρίως ἡμέρας, ἐν ᾗ ὁ οὐρανὸς περὶ τὸ ζενιθ εἶνε ἀνέφελος καὶ διαυγής, παρατηρεῖται συνήθως πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἐλαφρὸς πέπλος ὑποκίτρινος ἢ φαιός, ὅστις περιβάλλει τὰ μακρὰν ἡμῶν εὐρισκόμενα σώματα καὶ ἔχει ἐνίοτε τοιαύτην πυκνότητα, ὥστε καθιστᾶ καὶ αὐτὰ τὰ εἰς μικρὰν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν κείμενα πράγματα ὅλως ἀφανῆ· τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ὁμοιάζει μὲν ἀλλ' εἶνε πράγματι ὅλως διαφόρου φύσεως πρὸς τὴν *ομίχλην*, καλεῖται *ξηρὰ ομίχλη* ἢ *ἀχλύς*.

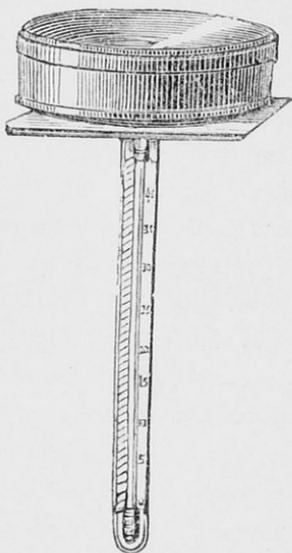
Φαίνεται πιθανόν ὅτι ἡ ἀχλὺς εἶνε ἀποτέλεσμα μεγάλων διαφορῶν θερμοκρασίας παρακειμένων στιβάδων ἀέρος. "Όταν τὸ ἔδαφος θερμαίνεται ἰσχυρῶς, ὑψοῦνται ἄνωθεν αὐτοῦ στρώματα ἀέρος, ὧν αἱ θερμοκρασίαι διαφέρουσιν ἀπὸ ἐνὸς σημείου εἰς ἄλλο· τὰ στρώματα ταῦτα τοῦ ἀέρος ἀποκλίνουν ἀκανονίστως τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας καθ' ἑλάς τὰς διευθύνσεις, τὸ δὲ σύνολον αὐτοῦ ἀποτελεῖ θολὸν περιβάλλον. Ἐὰν ὁ ἀήρ περιέχῃ κοκιορτόν, τὸ φαινόμενον εἶνε ἐντονώτερον.

Οἱ ἀρχαῖοι ἐθεώρουν τὴν ἀχλὺν ὡς φαινόμενον τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὴν ὀμίχλην ἀλλ' ἀσθενεστέρου βαθμοῦ.

179. **Νέφη.** Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτοτάτων ὑδατίνων σταγονιδίων ἢ μικρῶν κρυστάλλων πάγου σχηματιζομένων ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς διάφορα ὕψη. Ἡ αἰώρησις τῶν νεφῶν ὀφείλεται εἰς τὴν μικρότητα τῶν διαστάσεων τῶν ἀποτελουσῶν αὐτὰ σταγόνων. Τὰ νέφη παράγονται ἄλλοτε μὲν, ὅταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀήρ ἀνυψῶται εἰς τὰ ἀνώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα, ἔνθα ψύχεται· ἄλλοτε δέ, ὅταν βρεῦμα ὑγροῦ ἀέρος συναντήσῃ τὰς ψυχρὰς κορυφὰς τῶν ὄρεων, ἔνθα ἐπέρχεται ἀπότομος ψύξις καὶ ὑγροποίησις τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν. Τὰ νέφη ἔχουσι διαφόρους μορφάς. Ἄλλα μὲν τούτω αἰωρούμενα εἰς ὕψη ὑπέρτερα τοῦ τῶν ὑψηλοτέρων ὄρεων τῆς Γῆς καὶ συγκαίμενα πιθανῶς ἐκ μικρῶν παγοκρυστάλλων εἶνε λεπτὰ καὶ λευκά, ὀμοιάζοντα ἄλλοτε μὲν πρὸς πτερόν, ἄλλοτε δὲ πρὸς ἐξεσμένον ἔριον καὶ καλοῦνται *θύσανοι* (cirrus). "Όταν οἱ θύσανοι οὗτοι ἐνῶνται εἰς μέγα, ὑπόλευκον, συνεχὲς καὶ διαφανὲς στρώμα, καλοῦνται *θύσανοστρώματα*. Νέφη λευκά, μικρά, σφαιροειδῆ, πολλὰ ὁμοῦ ἐν εἴδει ποιμνίου προβάτων καλοῦνται *θύσανοσωρεῖται*. Ἐνίοτε νέφη ἐμφανίζονται εἰς σωροὺς καὶ μὲ βάσιν ὀριζόντιον καὶ ὀμοιάζουσι πρὸς σωροὺς βάρμβακος. Τοιαῦτα παράγονται ἰδίως κατὰ τὸ θέρος μετὰ παρατεταμένην αἰθρίαν ἐξ ἀνερχομένων βρευμάτων ὑγροῦ ἀέρος καὶ καλοῦνται *σωρεῖται* (cumulus). Οἱ σωρεῖται ἐγούμενοι ἀποτελοῦσιν ἐνίοτε μέγιστα νέφη, παχέα, ἀκανονίστου σχήματος, φαῖα ἢ ὑπόφαια.

καλούμενα σωρειτοστρώματα. Ἄλλα νέφη καλύπτουσι μεγάλας ἐκτάσεις τοῦ οὐρανοῦ ἔχοντα χρῶμα τεφρὸν καὶ σκοτεινὸν καὶ καλοῦνται μελανίαι (nimbus). Ἄλλα δὲ τέλος ἐμφανίζονται ὡς ἐπιμήκεις ταινίαι παρὰ τὸν ὀρίζοντα ἐπὶ μεγάλης ἐκτάσεως καὶ καλοῦνται σιβάδες ἢ στρώματα (stratus). Ὁ Ἀριστοτέλης δίδει τὸν αὐτὸν ὀρισμὸν τῆς φύσεως τῶν νεφῶν πρὸς τὸν σημερινόν, θεωρῶν ταῦτα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἰωρουμένων διὰ τὴν μικρομέρειαν.

180. **Βροχή.** Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς συνενώσεως πολλῶν μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἵτινες συρρέουσαι καὶ συνενοόμεναι πρὸς ἀλλήλας σχηματίζουσι μείζονας σταγόνας, αἵτινες καταπίπτουσιν ὡς βροχὴ. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν αἱ πρῶται σταγόνες πίπτουσαι καὶ διερχόμεναι διὰ τῶν κατωτέρων στρωμάτων σχετικῶς ξηροτέρων ἐξαεροῦνται ἢ ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει καὶ ἢ δὲν φθάνουσι διόλου μέχρι τοῦ ἐδάφους ἢ ἐλάχιστον αὐτῶν μέρος. Μετ' ὀλίγον ὅμως καὶ ὁ ἀήρ τῶν κατωτέρων στρωμάτων καθίσταται ὑγρὸς καὶ ψυχρὸς, ὁπότε αἱ πίπτουσαι σταγόνες μεγεθυνόμεναι φθάνουσι μέχρι τοῦ ἐδάφους. Ὅταν ρεῦμα ὑγροῦ καὶ θερμοῦ νότου συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ψυχρόν, ἐπέρχεται συνήθως βαθμιαία ὑγροποίησις τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴ διαρκεστέρα καὶ ὀμω-



Σχ. 112.

λωτέρα, ἣτις καλεῖται ὑετός. Ὅταν δὲ τὸναντίον ψυχρὸς βορρᾶς συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ἐπιφέρει ἀπότομον ὑγροποίησιν τῶν ἀτμῶν καὶ βροχήν, ἣτις συνήθως εἶνε παροδική, ἀλλὰ βραγδαία καὶ μετὰ μεγάλων σταγόνων, καλουμένη ὄμβρος.

Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἀναξιμένους τὸ φαινόμενον τῆς βροχῆς ἀποδίδεται εἰς τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὕδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας. Τὴν

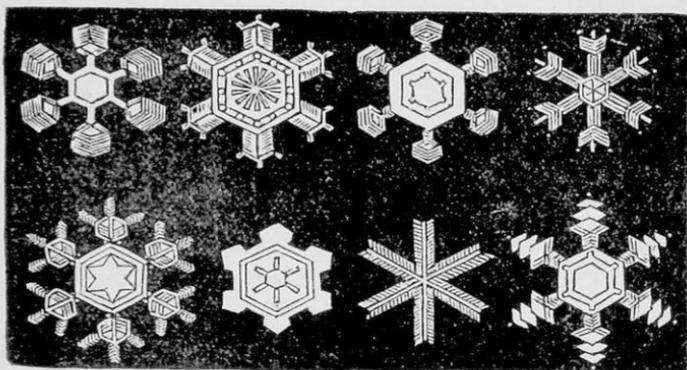
συμπύκνωσιν ταύτην ὁ Ἀριστοτέλης πολὺ ὀρθῶς ἀποδίδει εἰς τὴν ψύξιν.

181. **Βροχόμετρον δεκαπλασιαστικόν.** Οὕτω καλεῖται ὄργανόν τι, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς, τὸ ὁποῖον πίπτει εἰς τινα χώραν. Τοιούτου εἴδους ὄργανα υπάρχουνσι πολλὰ, ὧν περιγράφομεν ἐν τῶν συνηθεστέρων, ἀποτελούμενον ἐκ δοχείου κυλινδρικοῦ κλειομένου ἄνωθεν διὰ χωνίου (σχ. 112). Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς καταπίπτον ἐντὸς τοῦ χωνίου τούτου καταρρέει κάτωθεν εἰς στενώτερον κυλινδρικὸν δοχεῖον φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλήνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἄνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακα, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικοῦ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἐγκαρσία τομῆ τοῦ κάτωθεν ὑποδοχέως καὶ τοῦ σωλήνος εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{10}$  τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἔπεται ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιάζεται, ἤτοι τὰ χιλιοστόμετρα τοῦ ὕψους τοῦ στρώματος τοῦ καταπεσόντος ὕδατος παρίστανται εἰς ὑφεκατόμ. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκάστοτε πίπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτον εἰς τινα χώραν ὕδωρ, ἣτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, ὑπερ ἧθελε καλύψει ἐτησίως τὸ ἔδαφος, ἂν δὲν συνέβαιναν ἐξάτμισις, διήθησις καὶ ἀπορροή τῶν ὑδάτων. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἐν ταῖς Ἀθήναις πίπτει ἐτησίως ὕδωρ κατὰ μέσον ὄρον 41 ὑφεκατ.

182. **Χιών.** Τὸ ὕδωρ, ὡς γνωστόν, ψυχόμενον μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0<sup>ο</sup> ἄρχεται πηγνύμενον, ἣτοι μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἡ πῆξις εἶνε βραδεῖα, σχηματίζονται ἄπειροι τὸν ἀριθμὸν καὶ ἐλάχιστοι τὸ μέγεθος κρύσταλλοι, ὧν τὸ σχῆμα εἶνε πάντοτε κανονικὸν ἐξαγωνικὸν (σχ. 113). Ἐκ τοιούτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἣτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἐμπεριέχοντα ὕδρατμούς, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ 0<sup>ο</sup>. Οἱ ἀρχαῖοι ἐθεώρουν τὴν χιόνα ὡς προερχομένην ἐκ τῆς πήξεως τοῦ καταπίπτοντος ὀμβρίου ὕδατος τῶν συμπυκνωμένων καὶ ἀναλυομένων νεφῶν.

183. **Χάλαζα.** Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μείζονος ἢ ἐλάσσονος μεγέθους, ἅτινα καταπίπτουσιν ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας. Οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης ἐγκλείουσι συνήθως πυρῆνα ἐκ χιόνου ἀδιαφανοῦς περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμιμάτων ἐκ πάγου διαφανοῦς. Οἱ κόκκοι οὗτοι εἶνε συνήθως σφαιρικοί, διαμέτρου ἐνδὲς ἢ δύο ὑφεκ. ἢ καὶ μείζονος, πολλάκις ὅμως καὶ ἡμισφαιρικοὶ ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως.

Ἡ χάλαζα προέρχεται ἄλλοτε μὲν ἐκ τῆς ταχείας συμπυκνώσεως ὑδρατμῶν λαμβανόντων ἀπ' εὐθείας τὴν στερεὰν κατάστασιν,



Σχ. 113.

ἄλλοτε δὲ ἐκ τῆς ἀποτόμου πήξεως ὑδατίνων σταγονιδίων ἐν ὑπερτήξει<sup>(1)</sup> εὐρισκομένων.

184. **Δρόσος.** Μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου ἀρχεται ἡ νυκτερινὴ ψύξις, διότι ἡ θερμότης ἢ κατὰ τὴν ἡμέραν ἀπορροφηθεῖσα ἀκτινοβολεῖται πρὸς τὸ ἀχανές. Καὶ ἂν μὲν ὁ οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης,

1. Ἐὰν εἰς σωλῆνα θέσωμεν ὕδωρ καὶ διὰ παρατεταμένου βρασμοῦ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα, εἶτα δὲ ψύξωμεν αὐτὸ βραδέως, ἐν ἀταραξίᾳ εὐρισκόμενον παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο διατηρεῖται ὑγρὸν μέχρι  $-10^{\circ}$ . Ἐὰν ὅμως ἀναταράξωμεν τὸν σωλῆνα, μέρος τοῦ ὕδατος πήγνυται ἀμέσως καὶ ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς  $0^{\circ}$ . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ὑπέρηξις.

μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπερ τοῦτου ἕνεκα δὲν φύχεται ὑπερμέτρως. Ἐὰν ὅμως ὁ οὐρανὸς εἶνε αἰθήριος, ἡ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἀχανές ἐκφεύγει μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν Γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποφύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκείμενον στρώμα τοῦ ἀέρος. Ἄλλ' ἰδίως φύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἐδάφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωμάτων ἐχόντων μεγάλην ἀφεικτὴν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ γλόη. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεῖα, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἡ ψύξις τοῦ ἐδάφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὅμως καὶ ἐαρινὰς ἀνεφέλους νύκτας ἡ νυκτερινὴ ψύξις εἶνε τοσαύτη, ὥστε ὁ ὑδρατμὸς ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διακελυμένος ὑγροποιεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων δίκην μικρῶν βανίδων, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην δρόσον. Ἡ δρόσος εἶνε ἀφθονωτέρα εἰς τὰς ἐξοχὰς ἢ ἐντὸς τῶν πόλεων, διότι αἱ ὑψηλαὶ οἰκίαι μειοῦσι τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν. Ὑπὸ δένδρον ἢ στέγην δρόσος δὲν σχηματίζεται οὐδ' ὕφ' οἰονδήποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρώμα, τὸ καλύπτει τὸ ἔδαφος. Ἐντὸς δὲ τῆς γλόης ἀνευρίσκομεν ἀφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλην ἀφεικτὴν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν ἐκ τῆς ἀδήλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

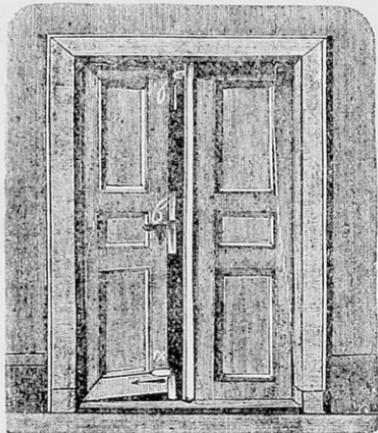
185. **Πάχνη.** Ἐὰν ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία παραταθῇ ὑπερμέτρως ἕνεκα τοῦ μεγέθους τῆς νυκτός, ἡ ψύξις τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ ἀντικειμένων εἶνε ἰσχυροτέρα καὶ τότε κατ' ἀρχὰς μὲν σχηματίζεται δρόσος, ἀλλὰ μετ' ὀλίγον ἡ δρόσος αὕτη πήγνυται καὶ παράγεται ἡ καλουμένη πάχνη.

186. Ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καλῶς τὸ αἴτιον τοῦ φαινομένου τῆς δρόσου, λέγων ὅτι τοῦτο παράγεται συνεπεῖα ψύξεως τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας ἐξ ἀκτινοβολίας τῆς θερμότητος εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τὸν αἰθήριον οὐρανόν. Ἀλλὰ τὸν Ἀριστοτέλην διεφύ-

γεν ὅτι ἡ δρόσος δὲν πίπτει ὡς βροχή, ἀλλὰ σχηματίζεται ἐπὶ τῶν σωματίων, ἅτινα φύχονται ἐξ ἀκτινοβολίας θερμότητος. Πραγματευόμενος δὲ ὁ Ἀριστοτέλης τὸ φαινόμενον τῆς πάχνης λέγει ὅτι αὕτη γίνεται, ὅταν ἡ ἀτμὶς παγῇ.

187. "Ανεμοι. Ἐὰν δύο παρακείμενα δωμάτια ἔχοντα ὅλως διάφορον θερμοκρασίαν τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν διὰ θύρας ὀλίγον ἀνοιχθείσης (σχ. 114), θέσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημμένους λαμπάδας, τὴν μὲν πρὸς τὸ κατώτερον

μέρος τοῦ ἀνοίγματος, τὴν ἄλλην πρὸς τὸ ἀνώτερον καὶ τὴν τρίτην περὶ τὸ μέσον, παρατηροῦμεν ὅτι ἢ μὲν κατωτέρα φλόξ α φέρεται σφοδρῶς ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου δωματίου πρὸς τὸ θερμότερον, ἀποδεικνύουσα οὕτως ὅτι γεννᾶται ρεῦμα ἀέρος κατώτερον ἐκ τοῦ ψυχροτέρου δωματίου πρὸς τὸ θερμότερον. Ἡ ἀνωτάτη φλόξ γ κλίνει τοῦναντίον ἐκ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν



Σχ. 114

ὑπαρξίν ρεύματος ἀέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἢ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλόξ β μένει ἀκίνητος. Τοιαῦτα ρεύματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ὅταν δύο γειτνιαζουσαι χῶραι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀνίσως θερμαίνωνται, ὅπότε παράγεται κατὰ τὰ κατώτερα στρώματα ἄνεμος πνέων ἀπὸ τῶν ψυχροτέρων χωρῶν, ἔνθα ὁ ἀήρ πυκνότερος, πρὸς τὰς θερμότερας, ἔνθα ὁ ἀήρ εἶνε ἀραιότερος· ταυτοχρόνως δὲ κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα πνέει συνήθως ἄνεμος ἀντιθέτου φορᾶς.

Αἱ γνώσεις τῶν ἀρχαίων περὶ τοῦ τρόπου τῆς παραγωγῆς τῶν ἀνέμων δὲν ἦσαν εὐρεῖαι καὶ οὐχὶ καθ' ὅλα ἀκριβεῖς. Τὰ κύρια ὅμως αἴτια καὶ ἡ γενικὴ τῶν ἀνέμων θεωρία δὲν διέφυγε τὴν ὀξυδερκῆ παρατήρησίν των.

188. **Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν διακρίνονται ἐκ τῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος, ἐκ τῶν ὁποίων πνέουσιν. Οἱ κυριώτεροι δ' εἶνε οἱ ἐξῆς ἑκτώ· 1) ὁ Βορρᾶς (τραμοντάνας), 2) ὁ Βορειοανατολικὸς ἢ Καικίας ἢ Μέσης (γραῖφος), 3) ὁ Ἀνατολικὸς ἢ Ἀπηνιώτης (λεβάντες), 4) ὁ Νοτιοανατολικὸς ἢ Εὐρος (σιρόκος), 5) ὁ Νότιος (ἔσπρια), 6) ὁ Νοτιοδυτικὸς ἢ λιν (γαρμπής), 7) ὁ Δυτικὸς ἢ Ζέφυρος (πονέντες) καὶ 8) ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ Σκίρων ἢ Ἀργέστης (μαῆστρος).

189. **Ταχύτης τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι ἔχουσι διάφορον ταχύτητα, ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνουσι διάφορα ὀνόματα. Οὕτως ἔχομεν ἄνεμον ἀσθενῆ, μέτριον, ἰσχυρόν, σφοδρόν, θύελλαν καὶ λαίλαπα. Καὶ ἀσθενῆς μὲν εἶνε ὁ ἄνεμος, ὅταν ἔχη ταχύτητα 2 ἕως 4 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, μέτριος δέ, ὅταν ἔχη ταχύτητα 6 ἕως 8 μέτρων, ἰσχυρός, ὅταν ἔχη ταχύτητα ἴσην πρὸς 10 ἕως 12 μέτρ. σφοδρός, ὅταν ἢ ταχύτης εἶνε 12 ἕως 14 μέτρ., θύελλα δέ, ὅταν ἢ ταχύτης εἶνε ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέτρ., ὁπότε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἢ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὁπότε ἐκρίζώνει δένδρα καὶ δύναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια.

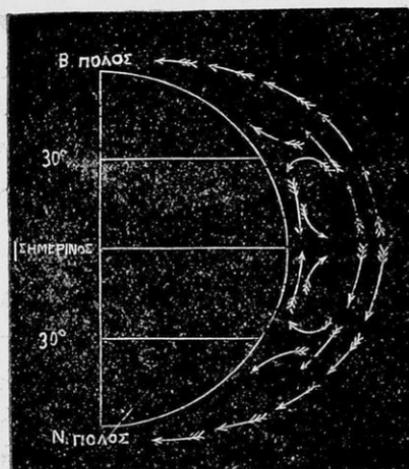
190. **Αὔρα.** Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου πίπτουσι μὲν ἐπὶ τε τῆς παραλίας καὶ τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ θερμαίνουσι ταχύτερον τὴν ξηρὰν ἢ τὴν θάλασσαν, διότι, τοῦ ἑδάφους ἔχοντος μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν, ἐλάσσονα δὲ θερμοχωρητικότητα τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀήρ διατηρεῖται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἄρχεται συνήθως πνέων ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὔτινος ἢ ἰσχύς αὐξανομένη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωῆας γίνεται συνήθως μεγίστη περὶ τὴν 3 ἢ 4 ὥραν μ. μ. Ὁ ἄνεμος, οὗτος, ὁ ἐκ μικρᾶς ἀποστάσεως ἀπὸ τῆς θαλάσσης πνέων, καλεῖται θαλασσία αὔρα, κοινῶς ἐμβάτης, καὶ λήγει συνήθως μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν νύκτα τὸ ἑδάφος ψύχεται ταχύτερον τῆς θαλάσσης ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως καὶ ἐλάσσονος

θερμοχωρητικότητος αὐτοῦ συγκρινομένου πρὸς τὸ ὕδωρ, ὁ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν ἀήρ ψύχεται ταχύτερον τοῦ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ πνέει ἄνεμος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν ἐν καιρῷ νυκτός, ὅστις καλεῖται ἀπόγειος αὔρα.

191. **Ἐτησίαι ἄνεμοι.** Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οἵτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὅρισμένας ὥρας τοῦ ἔτους. Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ὄλον τὸ θέρος πνέοντες εἰς τὴν ἀνατολικὴν Μεσόγειον βόρειοι περίπου ἄνεμοι, τὰ κοινῶς καλούμενα μελέμια. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι προέρχονται ἐκ τῆς πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου. Καὶ κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἡλῖος ρίπτει καθέτως τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς, ἰδίως τῆς Σαχάρας, ἣν ὑπερθερμαίνει, οὕτω δὲ ὁ ὑπερκειμένος ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀήρ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς Εὐρώπης ἐρχόμενος ῥέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς γνωστούς τούτους ἐτησίαις ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρερχομένου τοῦ θέρους ὁ ἡλῖος φέρεται πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ δὲν δύναται πλέον ἐν ὥρᾳ χειμῶνος γὰρ θερμάνη τοσοῦτον ἰσχυρῶς τὰς ἐρήμους ταύτας, οἱ ἄνεμοι οὗτοι λήγουσι κατὰ τὸ φθινόπωρον καὶ ἄρχονται πάλιν μετὰ τὸ ἔαρ. Εἰς ὁμοίαν αἰτίαν ὀφείλονται καὶ οἱ περιοδικοὶ ἄνεμοι, οἱ πνέοντες εἰς τὰς θαλάσσας τῶν Ἰνδιῶν καὶ καλούμενοι μουσσῶνες (moussons).

192. **Διηγεκεῖς ἄνεμοι.** Καλοῦνται διηγεκεῖς ἢ ἀληγεῖς οἱ ἄνεμοι οἱ πνέοντες καθ' ὄλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι εἶνε σταθερώτατοι ἰδίως ἐπὶ τῶν μεγάλων ὠκεανῶν, πνέοντες ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπὶ δύο ζωνῶν κειμένων μεταξὺ  $10^{\circ}$  καὶ  $30^{\circ}$  περίπου γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε βορειοανατολικοὶ μὲν ἐν τῇ βορείῃ ἡμισφαιρίῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῇ νοτίῃ. Αἱ δύο δ' αὐταὶ ζῶναι χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης ζώνης τῆς νηνεμίας περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἡλῖος ρίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἕνεκα τῆς ὁποίας παράγονται

εις τὰς χώρας ταύτας βεύματα θερμοῦ ἀέρος χωροῦντα κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 115), ἕνεκα δὲ τῆς ἀραιώσεως ταύτης



Σχ. 115.

τῆς ἀτμοσφαιράς ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν διαταρασσομένης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς παράγονται δύο βεύματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσωσι τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμεινεν ἀκίνητος, θὰ εἶχον τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου πολικὸν βεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἧς μετέχουσι καὶ τὰ μέρη τοῦ ἀέρος, τὰ ἀποτελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα βεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ βεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγραφ. πλάτους εἰς ἔλασσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ. πρὸς Α., ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν, πρὸς ἃς μεταβαίνουν καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουσι ἀμφοτέρωθεν πρὸς δυσμᾶς, καὶ οὕτω τὸ πολικὸν βεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ., τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἄλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀνερχόμενον βεῦμα ἀέρος φέρεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαιράς τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπήνεγκον τὰ πολικὰ βεύματα, παράγονται δύο ἰσημερινὰ βεύματα πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς, τὰ ὅποια ὁμοῦ παρεκκλίνουσι πρὸς Α., διότι τὰ ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν μέρη τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύτητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. καὶ προτρέχουσι τῆς Γῆς. Οὕτω δὲ τῶν

ισημερινῶν ρευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα ρεύματα, ἧτοι τὰ 2<sup>α</sup> πολικὰ καὶ τὰ δύο ἰσημερινά, πνέουσι κανονικῶς καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἀλλὰ μέχρι γεωγρ. πλάτους 30<sup>ο</sup> περιπου ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, κατὰ τὰ πέρατα δὲ τῆς ζώνης ταύτης τὰ ἰσημερινὰ ρεύματα καταδυθίζόμενα πνέουσι παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς ἐν μέρει μὲν ὡς ΝΔ. ἀνεμοὶ ἐπὶ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου καὶ ὡς ΒΔ. ἐπὶ τοῦ Ν., ἐν μέρει δὲ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μετὰ τοῦ πολικοῦ ρεύματος. Οἱ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου ΝΔ. οὔτοι ἀνεμοὶ ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ γίνονται πρόξενοὶ ἀφθόνων βροχῶν εἰς τὰ Δ. παράλια τῆς Εὐρώπης καὶ αὐτῆς τῆς Ἑλλάδος, ἅτινα ὡς γνωστόν, εἶνε πολυομβρότερα τῶν Α. μερῶν αὐτῆς.

Ἡ ζώνη τῆς νηνεμίας καὶ αἱ ἐκατέρωθεν αὐτῆς ζῶναι τῶν διηγετικῶν ἀνέμων μετατίθενται πρὸς νότον μὲν κατὰ τὸν χειμῶνα τοῦ Β. ἡμισφαιρίου, πρὸς βορρᾶν δὲ κατὰ τὸ θέρος ἕνεκα τῆς πρὸς νότον ἢ πρὸς βορρᾶν τοῦ ἰσημερινοῦ ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται καὶ τὸ ΝΔ. ὀμβροφόρον ἰσημερινὸν ρεῦμα, ὅπερ ἐπικρατεῖ παρ' ἡμῖν ἐν Ἑλλάδι κατὰ μῆνα Νοέμβριον.

### 193. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσόθερμοι γραμμαί.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεταβάλλεται διηγετικῶς ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν ἀνὰ πᾶν ἡμερονύκτιον. Αἰτία δὲ τῶν μεταβολῶν τούτων εἶνε ἡ ἡμερησία κίνησις τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Οὕτως ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ὑψοῦται μέχρι τῆς 2<sup>α</sup>ς ὥρας μ. μ., ὁπότε γίνεται συνήθως μεγίστη. Ἀπὸ τῆς 2<sup>α</sup>ς ὥρας μ. μ. ἡ θερμοκρασία ἄρχεται κατερχομένη κατ' ἀρχὰς μὲν ταχέως, εἶτα δὲ βραδέως κατὰ τὴν νύκτα, ἡ ἐλαχίστη δὲ θερμοκρασία ἐπέρχεται ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, ἧτοι περὶ τὴν 4<sup>ην</sup> πρωϊνὴν ὥραν παρ' ἡμῖν κατὰ τὸ θέρος καὶ περὶ τὴν 7<sup>ην</sup> ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Αἱ μεταβολαὶ δ' αὐταὶ ἐπέρχονται κατὰ τὴν ἡμέραν μὲν ἕνεκα τοῦ μείζονος ἢ ἐλάσσονος ὕψους τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, κατὰ τὴν νύκτα δὲ ἕνεκα τῆς

νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας καὶ διὰ τοῦτο ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονυκτίου εἶνε μείζων, ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος. Ἀθροίζοντες τὰς διαφόρους θερμοκρασίας κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὐρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ἐπαναλαμβάνοντες δὲ τὸ αὐτὸ δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ μηνὸς καὶ ἀθροίζοντες τὰς μέσας ταύτας θερμοκρασίας καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡμερῶν τοῦ μηνὸς εὐρίσκομεν τὴν μέσην κανονικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ὥρῶν τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθμὸν τινα ὅσον ἔνεστι μείζονα μέσων ἐτησίων θερμοκρασιῶν τόπου τινὸς καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου.

Ἐὰν ἀναζητήσωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὰς μέσας θερμοκρασίας διαφόρων τόπων τῆς Γῆς καὶ διὰ γραμμῶν ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου, τοὺς ἔχοντας τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἀνευρίσκομεν τὰς καλουμένας *ισοθέρμους γραμμὰς*. Αἱ γραμμαὶ αὗται εἶνε καμπύλαι ἀκανόνιστοι μὴ συμπίπτουσαι πρὸς τοὺς παραλλήλους τῆς Γῆς, ὅπερ βεβαίως θὰ συνέβαινε, ἂν ἡ μέση θερμοκρασία ἐξηρτάτο ἐκ μόνου τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Αἱ *ισόθερμοι γραμμαὶ* εἶνε κανονικαὶ βαίνουσι περιπίπτουσαι κατὰ τοὺς παραλλήλους κύκλους ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν, ἀλλὰ κλίνουσι συνήθως πρὸς τὸν ἡσημερινὸν μὲν, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ἠπείρων, πρὸς τοὺς πόλους δέ, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ὠκεανῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι, ἐφόσον εἰσδύομεν εἰς τὰς ἠπείρους, τὸ ὕψος τῶν τόπων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης αὐξάνεται καὶ ἡ μέση θερμοκρασία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ γεωγραφικοῦ παραλλήλου βαίνει ἐλαττωμένη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, οἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας *ισοχειμερίου* καὶ *ισοθερίου* γραμμὰς. Ἀνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δυνατὸν νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν

μέσῃν θερμοκρασίαν, ἐν ᾗ ἡ διαφορὰ μεταξὺ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας εἶνε διάφορος. Οἱ τοιοῦτοι δὲ τόποι ἔχουσι διάφορον κλίμα, ὅπερ καλεῖται σταθερὸν μὲν, ἐὰν ἡ διαφορὰ εἶνε μικρά, μεταβλητὸν δέ, ἔταν ἡ διαφορὰ αὕτη εἶνε μεγάλη. Σταθερὸν κλίμα ἔχουσιν ἰδίως οἱ παράλιοι τόποι, διότι ἡ θάλασσα μετριάζει τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας. Ἀλλὰ τὸ κλίμα τόπου τινὸς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους αὐτοῦ, τῆς γειτνιασεως τῆς θαλάσσης, τοῦ ὕψους αὐτοῦ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τῆς καταστάσεως τοῦ ἐδάφους, οἷον ἂν εἶνε δασῶδες ἢ μὴ, τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ὀρέων καὶ τέλος ἐκ τῆς φορᾶς τῶν συνήθως πνεόντων ἀνέμων.

194. *Κλιματικὰ στοιχεῖα Ἀθηνῶν.* Τὰ κυριώτερα κλιματικὰ στοιχεῖα συμφώνως πρὸς τὰς τελευταίας ἐρεῦνας τοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν εἶνε τὰ ἑξῆς.

Θερμοκρασία

	Μηνιαία			Μέση σχετικὴ ὑγρασία	Βροχὴ. "Υψος εἰς χ.μ.
	κανονικὴ μέση	Μέση μεγίστη	Μέση ἐλαχίστη		
Ἰανουάριος	8,6	11,7	5,4	74	52
Φεβρουάριος	9,4	13,2	5,9	72	37
Μάρτιος	11,9	15,8	7,9	69	34
Ἀπρίλιος	15,3	20,0	10,9	64	21
Μάϊος	20,0	25,0	15,3	61	20
Ἰούλιος	24,4	29,4	19,5	57	17
Ἰούλιος	27,3	32,4	22,3	49	7
Αὐγουστος	27,0	32,0	22,3	48	9
Σεπτέμβριος	23,0	27,5	19,2	56	14
Ὀκτώβριος	19,4	23,5	15,5	67	44
Νοέμβριος	14,1	17,5	11,0	74	73
Δεκέμβριος	10,5	13,6	7,6	74	62

Κανονικὴ ἐτησίαι μέση θερμοκρασία  $17^{\circ},65$ .

Ἐτήσιον κανονικὸν ὕψος τῆς βροχῆς ἐν Ἀθήναις  $0^{\text{μ}^{\text{ι}}}, 3933$ .

195. Ἡ πρόγνωσις τοῦ καιροῦ. Τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει καὶ γενικῆς σημασίας προγνωστικὰ τοῦ καιροῦ σημεῖα εἶνε τὰ ἑξῆς.

Λεπτοὶ θύσανοι ἐκ λεπτοτάτων νημάτων ἀποτελούμενοι, σχεδὸν στάσιμοι, εἶνε σημεῖον ὥραίου καιροῦ.

Θύσανοι, ὑπὸ μορφὴν στρωμάτων φερόντων οὐλάς, ἔχοντες ταχεῖαν κίνησιν, δεικνύουσι τὴν προσέγγισιν κακοκαιρίας.

Οὐρανὸς κεκαλυμμένος ὑπὸ θυσανοσωρευτῶν σημαίνει συνήθως ἐν τῇ Νοτίῳ Εὐρώπῃ κακοκαιρίαν.

Ἡ ἐμφάνισις πέπλου ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἐκ θυσανοστρωμάτων, κινουμένων κατὰ διεύθυνσιν λίαν διάφορον τῆς τοῦ κατωτέρου ἀνέμου, δεικνύει τὴν προσέγγισιν κακοκαιρίας.

Ἵψηλὰ νέφη, τρέχοντα κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς τοῦ κατωτέρου ἀνέμου, δεικνύουσι μεταβολὴν τοῦ ἀνέμου.

Μικρὰ νέφη αὐξάνοντα σημαίνουσι βροχήν· μεγάλα νέφη ἐλαττούμενα δεικνύουσι βελτίωσιν τοῦ καιροῦ.

Νέφη συσσωρευόμενα ἐπὶ τῶν κλιτύων τῶν ὀρέων προαγγέλλουσι βροχήν.

Τὰ νέφη, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἢ ἀναρριχῶνται ἐπὶ τῶν ὀρέων, ἐὰν διατηρῶνται, αὐξάνωσιν ἢ κατέρχωνται, προαγγέλλουσι βροχήν· ἐὰν δέ, τοῦναντίον, διαλύωνται ἢ ἀνέρχωνται εἶνε σημεῖον καλοῦ καιροῦ.

Ἄνεμοι ἀντιθέτων ἰδιοτήτων (ὡς οἱ βόρειοι καὶ οἱ νότιοι ἐν Ἑλλάδι), διαδεχόμενοι ἀλλήλους, φέρουσι συχνάκις βροχήν. Ὁ βόρειος ψυχρὸς ἄνεμος, φθάνων εἰς τόπον, τοῦ ὁποίου ἢ ἀτμόσφαιρα εἶνε κατάφορτος ἐξ ἀτμῶν, συνεπείᾳ τοῦ θερμοῦ καὶ ὑγροῦ νοτίου ἀνέμου, ὅστις προηγίθη τούτου, προξενεῖ συμπύκνωσιν αὐτῶν καὶ βροχήν ὁμοίως ὁ θερμὸς καὶ ὑγρὸς νότιος ἄνεμος, φθάνων εἰς ἀτμόσφαιραν ψυχράν, ὡς ἐκ τῆς πνοῆς βορείου ἀνέμου, φέρει βροχήν.

Οὐρανὸς κυανοῦς, ἀνοικτοῦ χρώματος καὶ λαμπρὸς, σημαίνει ὥρατον καιρόν.

Ἐὰν τὰ νέφη κατὰ τὴν ἀνατολήν τοῦ Ἥλιου διαλύωνται ἢ

ἀπομακρύνονται πρὸς δυσμάς, καθ' ὅσον ὁ ἥλιος ὑψοῦται ἄνωθεν τοῦ ὀρίζοντος, προαγγέλλουσιν ὥραϊαν ἡμέραν.

Ἡλιος λαμπρός, κατὰ τὴν ἀνατολήν του, σημαίνει ὥραϊαν ἡμέραν. Τοῦναντίον δὲ Ἡλιος λευκὸς καὶ ἀλαμπής σημαίνει βροχὴν καὶ σκοτεινὸν καιρὸν. Ὁ Ἡλιος φαίνεται τότε διὰ μέσου ἀτμοσφαίρας φερούσης πολλοὺς ὕδρατμοὺς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ Σελήνη ἀμυδρὰ ἢ μὲ κεραίας ἀμβλείας καὶ μὴ εὐκρινεῖς σημαίνει βροχὴν.

Ὅταν ὁ Ἡλιος προξενῇ θερμοκρασίαν λίαν αἰσθητήν, πνιγνῆράν, σημαίνει βροχὴν. Ἡ περιβάλλουσα τὸ σῶμα ἡμῶν ἀτμόσφαιρα εἶνε τότε κατάφορτος ἐξ ὕδρατμῶν ἀφ' ἑτέρου δὲ καὶ ὡς ἐκ τῆς ἐντεῦθεν ἀδιαφανείας αὐτῆς εἶνε καὶ μᾶλλον ἐπιδεικτικὴ θερμάνσεως.

Ὀυρανὸς ἐρυθροῦ χρώματος, πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ Ἡλίου, ὑπερ ἐκλείπει εὐθὺς ὡς ἀνατείλη οὗτος, εἶνε σημεῖον βροχῆς. Ἡ ἐρυθρὰ αὕτη χροιά ἀποδίδεται εἰς τοὺς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ πολλοὺς ὕδρατμοὺς, ὧν ἡ πρὸς παραγωγὴν αὐτῆς ἐνέργεια ἐλαττοῦται ἀνατέλλοντος τοῦ Ἡλίου, συνεπιέει τῆς θερμάνσεως τοῦ ἀέρος.

Ἡλιος δύων ἐπὶ οὐρανοῦ ἀνοικτοῦ πορτοκαλλόχρου καὶ ἄνευ νεφῶν σημαίνει ὥραϊον καιρὸν· ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἶνε ἐρυθρὸς, σημαίνει ἄνεμον.

Ὀυρανὸς ῥοδόχρους κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, εἶτε αἰθριος, εἶτε νεφελώδης εἶνε, σημαίνει ὥραϊον καιρὸν. Ὅταν δὲ τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε σκοτεινόν, θολόν, προαγγέλλει ἄνεμον καὶ βροχὴν· τὸ βαθθὲν ἐρυθρὸν χρῶμα σημαίνει ὁμοίως βροχὴν καὶ ἄνεμον.

Ὀυρανὸς λαμπροῦ κίτρινου χρώματος κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, σημαίνει ἄνεμον· ἀμυδροῦ δὲ κίτρινου χρώματος δεικνύει βροχὴν. Δύσις Ἡλίου ὀπισθεν παχέων νεφῶν, μετ' ἀνατολικοῦ ὀρίζοντος χαλκόχρου, σημαίνει βροχὴν.

Ὀυρανὸς ἐρυθρὸς ἢ κίτρινος τὴν πρωΐαν σημαίνει ἄνεμον καὶ καιρὸν κακὸν ἢ βροχὴν.

Ὀυρανὸς ὑπέλευκος φέρει πολλοὺς ὕδρατμοὺς καὶ δεικνύει πιθανότητα βροχῆς. Ὁ οὐρανὸς εἶνε τόσον μᾶλλον κυανόχρους, ὅσον

ὁ ἀήρ περιέχει ὀλιγωτέρους ἀτμούς· ἐπὶ τῶν ὁρέων μάλιστα κλίνει πρὸς τὸ ἰώδες χρῶμα. Ἡ διαφάνεια τοῦ ἀέρος μειοῦται πολὺ ἐνίοτε ὑπὸ τῶν ἀνέμων, οἵτινες μεταφέρουσι μεγάλην ποσότητα κονιορτοῦ, συνεπείᾳ τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ φαίνεται ἐρυθρόχρους. Ἐν γένει ὅμως ἡ διαύγεια τοῦ ἀέρος δὲν ἀλλοιοῦται πάντοτε κατὰ τὴν προσέγγισιν τῆς βροχῆς· ἐνίοτε μάλιστα ἡ ἔκτακτος διαύγεια τῆς ἀτμοσφαιράς, συνεπείᾳ τῆς ὁποίας μεμακρυσμένα σώματα φαίνονται πλησίον πρὸς ἡμᾶς, εἶνε πρόδρομος βροχῆς. Οὕτως ἡ ἔλλειψις διαυγείας τοῦ ἀέρος ὡς καὶ ἡ ὑπερβολὴ αὐτῆς θεωροῦνται ὡς προάγγελοι βροχῆς.

Λευκὰ νέφη καὶ οὐρανὸς βαθέος κυανοῦ χρώματος εἰς τὰ μεταξὺ αὐτῶν χάσματα δεικνύουσιν, ὅτι αἱ μὲν ἀποτελοῦσαι αὐτὰ ὑδροσταγόνες εἶνε μικραί, ὁ δὲ περιβάλλων αὐτὰ ἀήρ ξηρός· ὅθεν ὑφίσταται διπλοῦς λόγος, ὅπως μὴ ἀναμένωμεν βροχὴν.

Φαιὰ νέφη καὶ οὐρανὸς θολὸς ἢ ἄχρους μεταξὺ αὐτῶν δεικνύει· μεγάλας ὑδροσταγόνας καὶ ὑγρὸν ἀέρα καὶ συνεπῶς πιθανὴν βροχὴν <sup>(1)</sup>.

---

1. Ἡ πρόγνωσις τοῦ καιροῦ ὑπὸ Δ. Αἰγινήτου. Ἡ Μελέτη μηνιαίου δημοσίευμα. Νοέμβριος 1907.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

## Α Κ Ο Υ Σ Τ Ι Κ Η



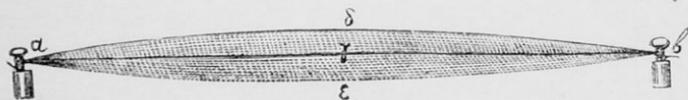
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

196. Ἀκουστικὴ καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, ὅπερ πραγματεύεται περὶ τῆς γενέσεως καὶ διαδόσεως τοῦ ἤχου, ἤτοι περὶ τοῦ αἰτίου, τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τῆς ἀκοῆς. Τὸ αἶσθημα τοῦτο παράγεται διὰ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὀργάνου προκαλούμενον ἐκ τῆς παλμικῆς τῶν ἠχογόνων σωμάτων κινήσεως, ἣτις διαδίδεται διὰ περιέχοντος σταθμητοῦ καὶ ἐλαστικοῦ, οἷος εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ὁ σίδηρος κτλ.

197. Πᾶν σῶμα ἠχογόνον εὐρίσκεται ἐν τρομῶδει κινήσει, τουτέστι κραδαίνεται, ἐφ' ὅσον παράγει ἤχον.

α') Παλμικὴ κίνησις χορδῆς. Ἐὰν λάβωμεν χορδὴν καὶ τείνωμεν αὐτὴν μεταξὺ δύο ἤλων α, β (σχ. 116), εἶτα δὲ ἀπομακρύ-



Σχ. 116.

ναντες τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας γ ἀφήσωμεν αὐτὴν ἐλευθέραν, ἢ χορδὴ δύναμι τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας· ἐπανελθοῦσα δ' εἰς τὴν θέσιν ταύτην, ὑπερβαίνει αὐτὴν ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ φθάνει εἰς τὴν θέσιν ε σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς προηγουμένης δ, εἰς ἣν ἀρχικῶς ἐξετοπίσθη. Ἐπανερχομένη δὲ καὶ αὐθις εἰς τὴν

ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ὑπερβαίνει αὐτήν, οὕτω δ' ἐκτελεῖ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ὧν τὸ πλάτος ἐδ βαίνει ἐλαττούμενον, καὶ ἐπὶ τέλους ἡ χορδὴ ἡρεμεῖ. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τῆς χορδῆς παράγουσα τὸν ἦχον εἶνε συγχρόνως καὶ ὁρατὴ, διότι αἱ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ γινόμεναι ἐντυπώσεις δὲν ἐκλείπουσιν ἀμέσως, ἐξακολουθοῦμεν δὲ βλέποντες τὴν χορδὴν εἰς τὰς διαδοχικὰς θέσεις, ἃς αὕτη καταλαμβάνει, καὶ διὰ τοῦτο χορδὴ παλλομένη παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδές.

β') *Παλμικὴ κίνησις κώδωνος.* Κώδων ὑάλινος ἢ μετάλλινος πληττόμενος παράγει ἦχον. Ὅτι δὲ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ ἠχοῦντος εὐρίσκονται ἐν παλμικῇ κινήσει, ἀποδεικνύομεν ρίπτοντες ἐντὸς τοῦ κώδωνος, ὃν κρατοῦμεν ὀριζοντίως, ἄμμον ἢ μικρὰ τεμάχια μετάλλινα, ἅτινα βλέπομεν ἀναπηδῶντα καὶ κρούοντα τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος.

198. *Ὁχήματα τοῦ ἦχου.* Διὰ νὰ γίνῃ ὅμως ἀκουστός ὁ ὑπὸ τοῦ ἠχητικοῦ σώματος παραγόμενος ἦχος, πρέπει μεταξὺ τοῦ ἠχογόνου σώματος καὶ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν νὰ ὑπάρχῃ περιέχον σταθμητὸν οἰονδήποτε, οἷον ἀήρ, ὕδωρ, μέταλλον καὶ ἐν γένει ἀέριον, ὑγρὸν ἢ στερεὸν οἰονδήποτε· τουτέστι διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται. Ὅπως δ' ἀποδειχθῇ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑάλινην κοίλην σφαῖραν (σχ. 117), ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐξαρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος κωδωνίσκον καὶ ἀραιοῦμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῇ ἀέρα.



Σχ. 117.

Ἐφ' ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεται ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, ἐὰν ἡ σφαῖρα κενωθῇ ἀέρος ἐντελῶς, οὐδένα ἦχον ἀκούομεν. Ἐὰν δὲ καθ' ὑπόθεσιν ἤθελε συμβῆ ἰσχυροτάτη ἐκρηξις ἐπὶ τῆς σελήνης, δὲν θὰ ἐγένετο ἀκουστὴ ἐπὶ τῆς Γῆς, διότι τὸ μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τῆς Γῆς διάστημα εἶνε πεπληρωμένον ὕλης μὴ σταθμητῆς, τοῦ καλουμένου αἰθέρος.

199. *Ταχύτης τοῦ ἦχου ἐν τοῖς αερίοις.* Εὐρίσκόμενοι εἰς

ἀπόστασίν τινα ἀπὸ κροτοῦντος πυροβόλου βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὴν λάμπιν, μετὰ τινα δὲ χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, διότι τοῦ μὲν φωτὸς διανύοντος παμμεγίστας ἀποστάσεις ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ, βλέπομεν τὴν λάμπιν, καθ' ἣν στιγμὴν συμβαίνει ἡ ἐκπυροσκόρησις, τοῦ δὲ ἤχου διαδιδόμενου πολλῷ βραδύτερον ἀκούομεν τὸν κρότον μετὰ τινα χρόνον ἀπὸ τῆς ἐμφανίσεως τῆς λάμπειως.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ἐτοποθετήθησαν πυροβόλα ἐπὶ δύο λόφων, τῶν ὁποίων ἐμετρήθη ἀκριδῶς ἡ ἀπόστασις (18612 μέτρα). Εἶτα ἐν ὥρᾳ νυκτός, ὅποτε οἱ ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἀκουστοί, ἐμετρήθη διὰ χρονομέτρου ὁ χρόνος, ὁ παρερχόμενος μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἀντιλήψεων τῆς λάμπειως καὶ τοῦ κρότου. Εὐρέθη δὲ κατὰ μέσον ἕρον ὅτι ἐδαπάνησεν ὁ ἤχος διὰ τὴν διανύσῃ τὸ διάστημα τοῦτο 54'',6, τῆς μὲν θερμοκρασίας οὔσης 16 ἑκατομδάθμου, τῆς δὲ ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως 760 χ. μ. Διαιρεθέντος εἶτα τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἴση πρὸς 340,88<sup>μέτ.</sup>.

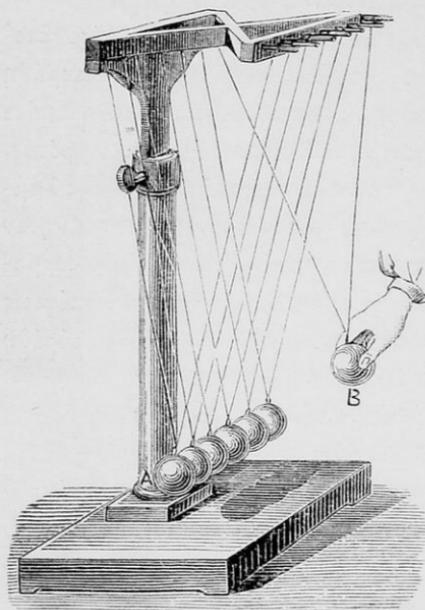
200. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῷ μείζων ἐν τοῖς ὑγροῖς ἢ ἐν τοῖς ἀερίοις. Εὐρέθη δὲ τὸ πρῶτον διὰ πειραμάτων γενομένων εἰς τὴν λίμνην τῆς Γενεύης ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ θερμοκρασίαν 9<sup>0</sup> ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, τουτέστι ὑπερτετραπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

201. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς εἶνε πολὺ ὑπερτέρα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Βιοτ ἐκτελέσας πειράματα ἐπὶ σωλῆνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους 951<sup>μέτ.</sup>, 25. Οὗτος ἀνεῦρεν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ εἶνε ὑπερδεκαπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

202. *Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.* Ὅπως κάλλιον ἐννοήσωμεν τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος, ἐκτελέσωμεν τὰ ἑξῆς πειράματα.

α') Λαμβάνομεν σφαίρας ἰσομεγέθεις ἑλεφαντίνου ὁστοῦ, ἐξαρθῶμεν αὐτάς διὰ νημάτων (σχ. 118) τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης εἰς

ὄριζοντιαν σειρὰν οὕτως, ὥστε νὰ ἀπτῶνται ἀλλήλων καὶ τὰ κέντρα αὐτῶν νὰ κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἀνυψώσαντες τὴν πρώτην B ἀφίνομεν αὐτὴν νὰ καταπέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δευτέρα, ἡ τρίτη καὶ αἱ λοιπαὶ μένουσιν ἀκίνητοι, μόνον δὲ ἡ τελευταία A ἀναπηδᾷ ἐκτελοῦσα τὸ ἕτερον



Σχ. 118.

ἥμισυ τῆς αἰωρήσεως, τὸ ὅποιον δὲν ἐξετέλεσεν ἡ πρώτη. Καθ' ἣν στιγμὴν ἡ πρώτη σφαῖρα προσκρούσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας, ἡ δευτέρα αὐτηπαρ-  
μορφοῦται συμπιεζομένη. Ἄλλ' ἀμέσως ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει ν' ἀναλάθῃ τὸ ἀρχικὸν σφαιρικὸν σχῆμα καὶ προσκρούει τὴν τρίτην σφαῖραν. Αὕτη τὴν ἐπο-  
μένην καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας, ἣτις κρουομένη ὑπὸ τῆς προτελευταίας ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν ἡ πρώτη σφαῖρα. Σημειωτέον δ' ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἡ πρόσκρουσις μετα-

δίδεται ἀπὸ τῆς πρώτης εἰς τὴν τελευταίαν σφαῖραν εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, ἐξ οὐδὲποτε ὕψους καὶ ἂν ἀφήσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα B, διότι ἡ ταχύτης αὕτη ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τῶν σφαιρῶν, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ἰσχύος τῆς κρούσεως. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰσχύος αὐτοῦ, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ περιέχοντος.

6') Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, σχηματίζεται εἰς τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν κοίλωμα, περὶ τοῦτο δὲ κυμάτια ὕδατῆρά ἐμόκνεντρα, ὧν ἕκαστον σύγκειται ἐξ

ύψωματος και κοιλάσματος ούτως, ὥστε, ἂν τέμωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν διὰ κατακορύφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κοινοῦ κέντρου, παράγεται κυματοειδῆς καμπύλη, τῆς ὁποίας τὰ κοιλάσματα καὶ τὰ ἐξογκώματα βαθμηδὸν ἐλαττοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται.

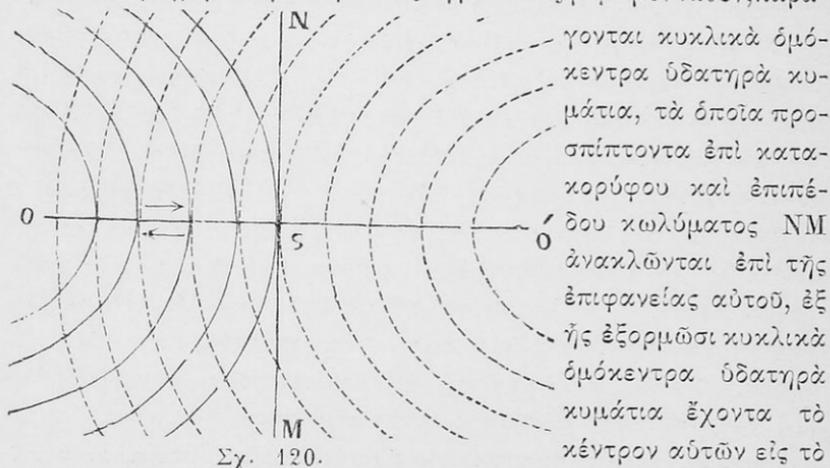
203. *Πυκνώματα καὶ ἀραιώματα τοῦ ἀέρος.* Θεωρήσωμεν ἕνα σῶμα παλλόμενον, ὡς ἔλασμα χαλύβδινον  $AO$  (σχ. 119) ἐστερεωμένον κατὰ τὸ  $O$ . Ἐὰν οὖν ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας  $AB$  καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν  $A'B'$ , ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὁπότε ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας μετὰ ταχύτητος ἀξαναγομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστης γινομένης. Ἐἴτα τὸ ἔλασμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς  $A''B''$  μετὰ ταχύτητος ἐλαττομένης ἐπανέρχεται πρὸς τὴν θέσιν  $AB$  μετὰ ταχύτητος ἀξαναγομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν Σχ. 119.  $A'B'$  μετὰ ταχύτητος ἐλαττομένης καὶ οὕτω πάλλεται, ὡς αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές. Κατὰ τὴν πρώτην δὲ χρονικὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ ἔλασμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς θέσεως  $A'B'$ , ἐπειδὴ ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶνε μικρά, ὁ ἀήρ, ὁ εὐρισκόμενος πρὸ τοῦ ἐλάσματος  $A'B'$ , ὑφίσταται μικρὰν συμπύκνωσιν, ταύτην δὲ παρακολουθεῖ δευτέρα συμπύκνωσις κατὰ τι μεγαλύτερα τῆς πρώτης καὶ ταύτην τρίτη ἔτι μεγαλύτερα διαδομένη πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ὅταν δὲ τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν  $AB$ , τότε ἡ συμπύκνωσις εἶνε μεγίστη, διότι εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἢ στιγμιαία ταχύτης αὐτοῦ εἶνε ἐπίσης μεγίστη. Τὴν μεγίστην δὲ ταύτην συμπύκνωσιν, τὴν μετὰ τῆς αὐτῆς πάντοτε ταχύτητος προβαίνουσαν, παρακολουθοῦσιν ἄλλαι συμπυκνώσεις ἀσθενέστεραι, βαθμηδὸν μειούμεναι, μέχρις ὅτου τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν  $A''B''$ . Ἀπὸ δὲ τῆς στιγμῆς ταύτης, τοῦ ἐλάσματος ἐπανερχομένου πρὸς τὰ ὀπίσω, παράγονται ἀραιώματα ἐν τῷ ἀέρι, παρακολουθοῦντα τὰ



πυκνώματα μετά τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς νόμους. Εἰς ἀπόστασιν τινα δὲ περὶ τὸ παλλόμενον ἔλασμα σχηματίζονται σφαιρικὰ ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνὰ τὰ δὲ ἀραιὰ, ἤχητικά κύματα καλούμενα. Εἰς ταῦτα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος βαίνει βαθμηδὸν ἀξανομένη μέχρι μεγίστης τινὸς πυκνότητος, εἶτα δ' ἐλαττουμένη ὁμοίως μέχρις ἐλαχίστης τινὸς πυκνότητος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐκάστου δὲ τῶν σφαιρικῶν τούτων στρωμάτων ἡ ἐπιφάνεια ἐξ ἀερίων μορίων συγκειμένη συστέλλεται καὶ διαστέλλεται καὶ τοσοῦτῳ περισσότερον, ὅσῳ τὸ παλλόμενον σῶμα ἐκτελεῖ εὐρυτέρας παλμικὰς κινήσεις, οὕτω δὲ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τηροῦσι σχεδὸν τὴν αὐτὴν ἐν τῷ διαστήματι θέσιν. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες τῶν σφαιρικῶν τούτων ἐπιφανειῶν καλοῦνται ἤχητικαὶ ἀκτῖνες.

### ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

204. Ἐνάκλασις ὕδατηρῶν κυμάτων. Ἐὰν εἰς τι σημεῖον  $O$  (σχ. 120) τῆς ἡρεμοῦσης ἐπιφανείας ὑγροῦ τινος βίψωμεν λίθον, παρά-



205. Ἐνάκλασις ἤχητικῶν κυμάτων. Ὁμοίως ἀνακλῶνται καὶ τὰ ἤχητικά κύματα, ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι ἔχον ἐλαστι-

κότητα. Ούτως, αν υποθέσωμεν ότι εἰς τι σημεῖον Ο ὕλικου τινος περιέχοντος, ὡς τοῦ ἀέρος, κρούεται κώδων καὶ ὅτι τὰ ἠχητικὰ κύματα εἰς ἀπόστασιν τινα συναντῶσι τὸ ἀνένδοτον κώλυμα ΝΜ, ὡς τοῦ τοίχου, ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ἠχητικὰ κύματα, ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου Ο'.

206. Ἡχώ. Καλεῖται ἠχώ ἡ ἐπανάληψις ἤχου, ὅστις ἀνακλᾶται ἐπὶ κωλύματος τοσοῦτον μεμακρυσμένου, ὥστε νὰ μὴ συγχέωνται ὁ ἀπ' εὐθείας καὶ ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος. Ἐπειδὴ δηλαδὴ ἡ ἐπὶ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς παραγομένη ἐντύπωσις ὑπὸ ἠχογόνου σώματος δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ καὶ μετὰ τὴν λήξιν τῆς παραγωγῆς αὐτὴν αἰτίας ἐλάχιστόν τινα χρόνον ἴσον περίπου πρὸς  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου, δὲν δυνάμεθα ν' ἀντιληφθῶμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικῶν ἤχων, ἀν παρέλθῃ μετὰ αὐτῶν χρόνος ἐλάσσων  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπειδὴ δὲ εἰς  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου ὁ ἤχος διακίβηται 34 μέτρα, ἵνα ἀκούσωμεν ἀκεραίαν τὴν ἠχώ μίαν μόνον βραχυτάτης κατὰ τὴν διάρκειαν συλλαβῆς, ἣν ἡμεῖς αὐτοὶ ἐκφωνοῦμεν ἰστάμενοι ἐνώπιον κωλύματος, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν Ος ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τῶν 17 μέτρων, διότι τότε ὁ ἤχος διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἀνακλώμενος, ὀφείλων νὰ διανύσῃ διάστημα Ος + εΟ μείζον τῶν 34 μέτρων, θὰ δαπανήσῃ ἐπομένως χρόνον μείζονα τοῦ  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου, οὕτω δ' ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος μὴ συγχέομενος πρὸς τὸν ἀπ' εὐθείας θὰ εἶνε εὐκρινής. Ἐάν δ' ἡ ἀπόστασις Ος εἶνε μικροτέρα τῶν 17 μέτρων, τότε ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος θέλει ἐν μέρει συμπέσει μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας ἐρχομένου καὶ τότε δὲν γίνεται ἠχώ, ἀλλ' ἀντήχησις, ἥτοι ὁ ἀπ' εὐθείας ἤχος ἐνισχύεται, ὡς συμβαίνει εἰς αἰθούσας, ἐκκλησίας, δεξαμενάς, θόλους, ἐάν ἐντὸς αὐτῶν φωνήσωμεν.

Διὰ νὰ ἀκούσωμεν ἀκεραίαν τὴν ἠχώ λέξεως π. χ. πεντασυλλαβού, ἣν ἐκφωνοῦμεν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, πρέπει νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κωλύματος ὑπερτέραν τῶν  $34 \times 5$ , ἥτοι  $\frac{1}{2}$  340 μέτρων.

Ἡ ἤχώ, ἡ ἐπαναλαμβάνουσα ἀπαξ μόνον ἤχόν τινα, λέγεται ἀπλή, ἢ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλάκις τὸν αὐτὸν ἤχον, καλεῖται πολλαπλή. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ἔταν ὁ ἤχος ἀνακλάται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ Ῥήνου μεταξὺ Bingen καὶ Goblentz παράγεται ἤχώ ἐπαναλαμβάνουσα δεκαεπτάκις τὸν αὐτὸν ἤχον. Ἀξιοσημείωτος εἶνε καὶ ἡ ἤχώ τοῦ Verdun ἐν Γαλλίᾳ, ἣτις ἐπαναλαμβάνει δωδεκάκις τὸν αὐτὸν ἤχον, παράγεται δ' ἀπὸ δύο πύργων ἀπεχόντων ἀλλήλων 50 μέτρα.

207. Ἀντήχησις. Εἶπομεν ὅτι ἀντήχησις καλεῖται ἡ ἐνίσχυσις, ἣν ὑφίσταται ἤχος τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἣτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν πέριξ τοίχων καὶ ἐπὶ τῆς ὀροφῆς ἀνακλάσεων τῶν ἠχητικῶν κυμάτων. Οὕτω βαδίζοντες ἐντὸς αἰθούσης ἐντελῶς κενῆς ἐπίπλων ἀκούομεν τὸν κρότον τῶν βημάτων ἡμῶν ἰσχυρῶς ἀντηχοῦντα, διότι οὗτος ἀνακλάται ἐπὶ τῶν τοίχων καὶ τῆς ὀροφῆς. Ἄν ὅμως καλύψωμεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων, ἦτοι δι' ἀντικειμένων μὴ ἐχόντων ἐλαστικότητα, τοιαύτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἠχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ταπήτων ἀπορροφῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἢ οὐδὲν ἀνακλῶνται.

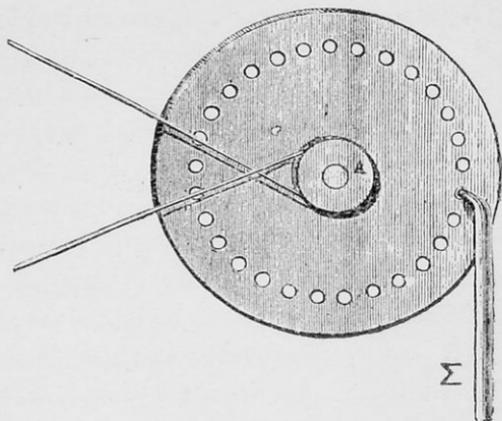
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΠΕΡΙ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

208. Ὑψος τοῦ ἤχου. Ἡ ὀξύτης ἢ τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ἐποίας τὸ ἠχογόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἤχος δηλ. εἶνε τοσοῦτῃ ὀξύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων εἶνε μείζων, καὶ τοσοῦτῃ βαρύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων ἐν τῇ αὐτῇ χρόνῳ· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς πρὸς τοὺς ἄλλοις καὶ διὰ τῆς σειρήνης τοῦ Seebeck.

Αὕτη ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτῆς μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου κυκλικοῦ δίσκου (σχ. 121) φέροντος ὅπας ἐξ ἴσου ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχούσας καὶ τιθεμένου εἰς ταχεία περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα Α διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καὶ κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ. Ἐάν

διὰ σωλήνος Σ φυσήσωμεν βρεῦμα ἀέρος εἰς τὰς ὅπας καθέτως ἐπὶ τὸν δίσκον, τότε συμβαίνει ἔξοδος ἀέρος καὶ παύσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁμοίων παράγονται ἐν τῇ περιβάλλοντι ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος ἥτοι ἡχητικὰ κύματα. Ὁ πα-



Σχ. 121.

ραγόμενος δ' ἦχος γίνεται τοσούτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ δίσκου εἶνε ταχύτερα.

209. Ἰσχύς τοῦ ἤχου. Οἱ διάφοροι ἦχοι ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύν, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξῆς αἰτιῶν.

α') Ἐκ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν. Οἱ ἦχοι εἶνε ἰσχυρότεροι, ὅταν τὸ ἡχογόνον σῶμα πάλληται πλατύτερον, διότι ἕνεκα τοῦ ἰσοχρόνου τῶν ἀνίσων τὸ πλάτος παλμῶν ἢ στιγμιαία ταχύτης, ἣν ἔχουσι τὰ μέρη τοῦ ἡχογόνου σώματος διερχόμενα διὰ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἡρεμίας, εἶνε μεγαλύτερα, ὅταν ὁ παλμὸς εἶνε πλατύτερος, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ μὲν πυκνὸν ἡμίκυμα εἶνε ἔτι πυκνότερον, τὸ δ' ἀραιὸν ἔτι ἀραιότερον ἢ ὅταν τὸ σῶμα ἐκτελήῃ παλμὸν μικροτέρου πλάτους.

β') Ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος. Χορδῇ πληττο-

μένη παράγει ἤχον ἀσθενέστερον ἢ κώδων, διότι ἡ ἐπιφάνεια, δι' ἣς πλήττει οὗτος τὸν ἀέρα, εἶνε μεγαλυτέρα.

γ') Ἐκ τῆς γεινιάσεως ἠχητικῶν σωμάτω ν. Διαπασσῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἤχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὅμως ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λεπτά τοιχώματα παράγει ἤχον ἰσχυρότερον, διότι μεταδίδεται ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ διαπασσῶν καὶ ἐπὶ τοῦ κιθωτίου, ὅπερ συμπαλλόμενον πλήττει τὸν ἀέρα διὰ μεγάλης ἐπιφανείας. Οὕτω καθίσταται μὲν ὁ ἤχος ἰσχυρότερος, ἀλλὰ διαρκεῖ ὀλιγώτερον χρόνον. Ἡ κιθάρα, τὸ τετράχορδον καὶ πάντα τὰ ἔγχορδα ὄργανα ἀποδεικνύουσι τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἠχητικῶν κιθωτίων, καλουμένων ἀντιηχείων.

δ') Ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ περιέχοντος, ἐν ᾧ ὁ ἤχος παράγεται. Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου αὐξάνεται, ὅταν τὸ περιέχον, ἐν ᾧ ὁ ἤχος παράγεται, εἶνε πυκνότερον, τοῦ πλάτους ὄντος τοῦ αὐτοῦ. Οὕτως ὁ ἤχος κώδωνος ἠχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σχ. 117, § 198) καθίσταται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιουμένον τὸν ἀέρα. Ὡσαύτως ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ὁ παραγόμενος ἤχος εἶνε ἀσθενέστερος, ἐν δὲ τῷ διοξειδίῳ τοῦ ἀνθρακος ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ αὐτὸ ἠχογόνον σῶμα πάλληται ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος εἰς τὰ τρία ταῦτα ἀέρια εὑρισκόμενα ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν.

ε') Ἐκ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου διαδιδομένου εἰς μέσον ἐλεύθερον πανταχόθεν μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον—τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ κύμανσις διανέμεται ἐπὶ ἀερίνων ἐπιφανειῶν, αἵτινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.

210. "Ὅρια τῶν αἰσθητῶν ἤχων. Ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῆται, παράγονται ἐπὶ τέλους ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτετοι, οἵτινες δὲν εἶνε πλέον ἀκουστοί. Παραδέχονται ὅτι ὁ βαθύτατος ἤχος, τὸν ὅποιον δύναται ν' ἀντιληφθῆ ὁ ἄνθρωπος παράγεται ὑπὸ 11 παλμῶν ἐν τῷ δευτερολέπτῳ, ὁ δὲ ὀξύτατος ὑπὸ 28000 περιπέου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΠΕΡΙ ΠΑΛΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ.  
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ

211. *Παλμοὶ τῶν τεταμένων χορδῶν.* Αἱ χορδαί, αἱ τεταμέναι μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων, τίθενται εἰς ἐγκαρσίαν παλμικὴν κίνησιν κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἢ διὰ τοῦ δακτύλου ὡς εἰς τὴν *κιθάραν*, ἢ διὰ πλήκτρου (τόξου) ὡς εἰς τὸ *τετράχορδον* (βιολίον), ἢ διὰ πλήκτρου ὑπὸ μορφὴν μικρᾶς σφύρας ὡς εἰς τὸ *κλειδοκύμβαλον* κ.τ.λ.

*Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.*

α') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν, οὓς ἐκτελοῦσι δύο διάφοροι χορδαὶ ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης καὶ τοῦ αὐτοῦ πάχους ἐξ ἴσου τεταμέναι, ἀλλὰ διαφόρου μήκους, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ μήκους αὐτῶν.

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς δι' ὀργάνου, ὕπερ καλεῖται *ἡχόμετρον* καὶ σύγκριται ἐξ ἐπιμήκους ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λίαν λεπτὰ τοιχώματα πρὸς ἐνίσχυσιν τῶν ἤχων. Ἄνωθεν τοῦ κιθωτίου κατὰ τὸ ἐν ἄκρον προσδέονται στερεῶς δύο ἢ τρεῖς χορδαί, αἵτινες ἐρειδόμεναι κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα ἐπὶ ξυλίνων ἀκμῶν τείνονται διὰ βαρῶν, αἵτινα μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν. Κινητὴ ξυλινὴ ἀκμὴ ἢ ὑπαγωγὴς μετατίθεται ἐπὶ τοῦ ἀντηχείου οὕτως, ὥστε νὰ δυνώμεθα νὰ μεταβάλλωμεν κατ' ἀρέσκειαν τὸ παλλόμενον μέρος τῆς χορδῆς.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τούτου νόμου ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τοῦ ἡχομέτρου δύο ἐντελῶς ὁμοίας χορδὰς, ἅς τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν καὶ αἱ ὅποιαι πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦφεις. Ἐὰν μετακινούντες εἶτα τὸν ὑπαγωγέα ἐλαττώμεν διαδοχικῶς τὸ μήκος τῆς μᾶς τῶν χορδῶν καὶ πληττώμεν ἐκάστοτε τὴν χορδὴν ταύτην, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ ἤχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύτερος. Ἐὰν δὲ προσδιορίσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν, εὐρίσκομεν

ὅτι οὗτοι εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ μήκη τῶν χορδῶν.

β') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν, αἵτινες διαφέρουσι μόνον κατὰ τὸ πάχος αὐτῶν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν διαμέτρων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν τείνωμεν διαδοχικῶς τρεῖς χορδάς, ὧν αἱ διαμέτροι εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 2, 3, 6, ἢ μὲν πρώτη παράγει δξύτερον ἤχον, ἢ δὲ τρίτη βαρύτερον τῆς δευτέρας, ἢ ἀκριβέστερον, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3, 2, 1, ἦτοι ἢ πρώτη παράγει ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ τριπλασίους, ἢ δὲ δευτέρα διπλασίους παλμοὺς τῶν ὑπὸ τῆς τρίτης τῆς παχύτερας παραγομένων.

γ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν μᾶς καὶ τῆς αὐτῆς χορδῆς εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν τεινόντων αὐτὴν βαρῶν. Οὕτως, ἂν λάβωμεν τρεῖς χορδάς ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης ἰσοπαχεῖς καὶ ἰσομήκεις καὶ τείνωμεν τὴν μὲν πρώτην διὰ βάρους ἐνὸς χιλιογρ., τὴν δευτέραν διὰ 4 καὶ τὴν τρίτην δι' 9, παρατηροῦμεν ὅτι ἢ μὲν τρίτη παράγει τριπλασίους παλμοὺς, ἢ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων, οὕς παράγει ἢ πρώτη χορδὴ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

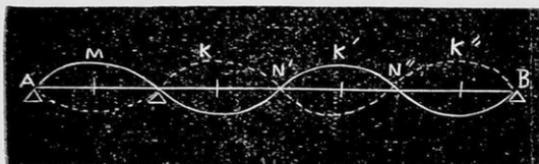
δ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν λάβωμεν δύο σύρματα ἰσοπαχῆ, ἰσομήκη καὶ ἐξ ἴσου τεταμένα ἐν δύο διαφόρων μετάλλων, τῶν ὁποίων ἢ πυκνότης γὰ εἶνε ὡς 1 πρὸς 4, τὸ ἀραιότερον σύρμα παράγει διπλασίους παλμοὺς ἢ τὸ πυκνότερον ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

Σημ. Α'. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἀφορῶσιν εἰς τὸν θεμελιώδη ἤχον τῶν χορδῶν, ὅτε ἢ χορδὴ κραδαίνεται, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 116, § 197.

Σημ. Β'. Οἱ νόμοι οὗτοι δὲν ἐφαρμόζονται εἰς χορδάς ἐξ ἐντέρου, αἵτινες περιέλισσονται διὰ μεταλλίνου σύρματος.

211. **Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι παλλομένων χορδῶν.** Ἐὰν ἐγγίσωμεν ἐλαφρῶς χορδὴν ἢ λεπτὸν τεταμένον σύρμα διὰ τοῦ δακτύλου ἢ κάλλιον διὰ πτεροῦ εἰς τι σημεῖον αὐτῶν κείμενον ἢ εἰς τὸ μέσον ἢ εἰς τὸ  $\frac{1}{3}$  ἢ εἰς τὸ  $\frac{1}{4}$  καὶ εἶτα πλήξωμεν αὐτὰ διὰ τόξου ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἡμίσεος αὐτῶν ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ  $\frac{1}{3}$  ἢ

κατὰ τὸ μέσον  $M$  τοῦ  $\frac{1}{4}$  (σχ. 122), παρατηροῦμεν ὅτι τότε ταῦτα ὑποδιαιροῦνται εἰς 2 ἢ εἰς 3 ἢ 4 μέρη, καλούμενα καματώσεις, καὶ εἰς μὲν τὰ σημεῖα  $K, K', K''$  σχηματίζονται κοιλίαι, εἰς δὲ τὰ σημεῖα  $N, N''$  δεσμοί. Ἀποδεικνύομεν δὲ πειραματικῶς τὴν ὑπαρξιν τῶν δεσμῶν καὶ τῶν κοιλιῶν, θέτοντες μικρὰ τεμάχια ἐπικαμπῆ ἐκ χάρτου, λευκὰ μὲν π. γ. ἐπὶ τῶν σημείων  $N'$  καὶ  $N''$ ,



Σχ. 122.

ἐρυθρὰ δ' ἐπὶ τῶν σημείων  $K, K', K''$  καὶ εἶτα πλήττομεν τὴν χορδὴν. Τὰ μὲν ἐρυθρὰ τεμάχια χάρτου ἀνατρέπονται, οὐχὶ δὲ καὶ τὰ λευκὰ τὰ ἐπὶ τῶν δεσμῶν κείμενα.

### ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ

212. **Διάστημα.** Καλεῖται διάστημα δύο ἤχων ὁ λόγος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου ἐν ἴσῳ χρόνῳ. Οὕτως, ἐὰν μία χορδὴ παράγῃ 900 π. γ. παλμούς, ἑτέρα δὲ 800 ἐν ἴσῳ χρόνῳ, τὸ διάστημα τῶν δύο ἤχων, οὓς παράγουσιν αἱ δύο χορδαί, εἶνε ἴσον πρὸς  $\frac{900}{800}$ , ἥτοι  $\frac{9}{8}$ . Ὅταν δ' ἀκούωμεν δύο ἤχους συγχρόνως ἢ διαδοχικῶς, αἰσθανόμεθα εἰς τὸ οὓς ἡμῶν ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον αἰσθημα, ἐφ' ὅσον τὸ διάστημα αὐτῶν ἐκφέρεται δι' ὅσον ἐνεστὶν ἀπλουστέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἱοῖ εἶνε οἱ ἑξῆς :

$$\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4}, \frac{6}{5},$$

213. **Μουσικὴ κλίμαξ.** Ἡ μουσικὴ παρεδέξατο σειρὰν διαδοχικῶν ἤχων, τῶν μὲν ὀξυτέρων, τῶν δὲ βαρυτέρων, αἵτινες συντελοῦσιν εἰς διαστήματα ὅσον ἐνεστὶν ἀπλουστερα, ταυτέστιν εἶνε

τοιούτοι, ὥστε διαδοχικῶς παραγόμενοι ἢ καὶ τινες αὐτῶν συγχρόνως ἀνά δύο ἢ καὶ πλείότεροι ὁμοῦ νὰ παράγωσι τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν ἀκοὴν ἡμῶν αἴσθημα. Ἡ σειρά τῶν φθόγγων, οὗς μεταχειρίζεται ἡ μουσική, καλεῖται μουσικὸν διάγραμμα.

Οἱ διαδοχικοὶ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε τὰ διαστήματα ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς τὰ αὐτὰ κατὰ ἐπτάδα. Τουτέστι λαμβάνοντες ἤχον τινα ὡς βάσιν καὶ ἀναχωροῦντες ἀπ' αὐτοῦ κατὰ τὰ διαστήματα τὰ ἐν χρήσει εἰς τὴν μουσικὴν, εὐρίσκομεν ἐπτὰ διάφορα διαστήματα, ἀλλ' εἶτα ἀνευρίσκομεν πάλιν τὰ αὐτὰ περιοδικῶς ἐπαναλαμβανόμενα κατὰ τὴν αὐτὴν σειράν. Οἱ ἐπτὰ πρώτοι φθόγγοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος ἀποτελοῦσι μουσικὴν κλίμακα, ὡσαύτως δ' οἱ ἐπτὰ ἐπόμενοι καὶ οὕτω καθεξῆς, παριστώμενοι διὰ τῶν συμβόλων do, re, mi, fa, sol, la, si. Τῶν διαδοχικῶν δὲ κλιμάκων οἱ φθόγγοι παρίστανται διὰ τῶν αὐτῶν συμβόλων μετὰ δεικτῶν, ὡς do<sub>1</sub>, mi<sub>2</sub>, sol<sub>3</sub>, κτλ.

Οἱ δὲ λόγοι τῶν ἀριθμῶν τῶν παλμῶν τῶν ἐπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος πρὸς τὸν τοῦ πρώτου εἶνε οἱ ἑξῆς :

$$\text{do}_0, \text{re}_0, \text{mi}_0, \text{fa}_0, \text{sol}_0, \text{la}_0, \text{si}_0, \text{do}_1$$

$$1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2.$$

Ἐὰν παραδεχθῶμεν ἕτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ do τῆς πρώτης, ἦτοι βαρυτάτης κλίμακος, εἶνε ἴσος πρὸς 24, τότε οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν ἐπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς ταύτης κλίμακος εἶνε οἱ ἑξῆς: 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

Πολλαπλασιάζοντες τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν φθόγγων τῆς κλίμακος ταύτης ἐπὶ 2, 4, 8 κτλ. εὐρίσκομεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν φθόγγων τῶν ὑψηλοτέρων κλιμάκων.

Κατὰ τὸν Helmholtz ἡ μουσικὴ ποιεῖται χρῆσιν φθόγγων, ὧν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν περιλαμβάνεται μεταξὺ 40 καὶ 4000 κατὰ δευτερόλεπτον. Οἱ φθόγγοι οὗτοι περιλαμβάνουσιν 7 περίπου μουσικὰς κλίμακας.

Ἀναζητοῦντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος ἀνευρίσκομεν τοὺς ἑξῆς ἀριθμούς:

$$\frac{re}{do} = \frac{9}{8}, \quad \frac{mi}{re} = \frac{10}{9}, \quad \frac{fa}{mi} = \frac{16}{15}, \quad \frac{sol}{fa} = \frac{9}{8}, \quad \frac{la}{sol} = \frac{10}{9}, \quad \frac{si}{la} = \frac{9}{8},$$

$$\frac{do}{si} = \frac{16}{15}, \quad \text{ἤτοι ἀνευρίσκομεν τρία διάφορα διαστήματα.}$$

1) Τὸ διάστημα  $\frac{9}{8}$ , τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ μεγαλύτερον καὶ καλεῖται *τόνος μείζων*.

2) Τὸ διάστημα  $\frac{10}{9} = \frac{9}{8} \cdot \frac{80}{81}$ , τὸ ὁποῖον καλεῖται *τόνος ἐλάσσων*.

Τὰ δύο ταῦτα διαστήματα ὄντα σχεδὸν ἴσα, διότι εἰς 80 παλμούς διαφέρουσι καθ' ἓνα, καλοῦνται καὶ ἀπλῶς *τόνοι*.

3) Τὸ διάστημα  $\frac{16}{15} = \frac{10}{9} \times \frac{24}{25}$ , ὅπερ καλεῖται *ἡμιτόνιον* καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸ διάστημα ἐνὸς τόνου πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ κλάσμα  $\frac{24}{25}$ . Ὡστε τὰ διαστήματα εἰς τὴν μουσικὴν κλίμακα εἶνε τὰ ἑξῆς: (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do), ἤτοι δύο τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον.

214. *Διέσεις καὶ ὑφέσεις*. Ἐνίστε λαμβάνεται ὡς ἀρχικὸς φθόγγος τῆς μουσικῆς κλίμακος ἄλλος τις ὀξύτερος ἢ βαρύτερος τοῦ do, τοῦτο δὲ πρὸς μετάθεσιν ἄσματος ἐπὶ τὸ ὀξύτερον ἢ ἐπὶ τὸ βαρύτερον. Ἀλλὰ τότε ἐν τῇ νέᾳ κλίμακῃ δὲν θὰ ὑπάρχη ἡ αὐτὴ ὡς ἀνωτέρω σειρὰ 2 τόνων, 1 ἡμιτον. 3 τόνων καὶ 1 ἡμιτονίου. Ἐὰν π. χ. λάθωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν sol, ἔχομεν σειρὰν διάφορον τῆς πρώτης τὴν ἑξῆς, (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa) τόν. (sol), ἤτοι δύο τόνους 1 ἡμιτ. 2 τόνους, 1 ἡμιτ. 1 τόνον.

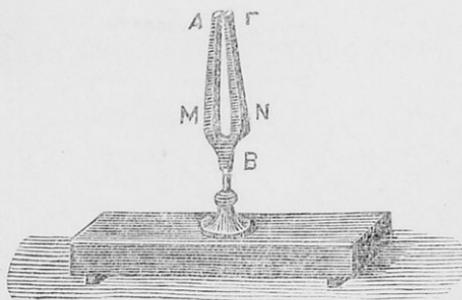
Ἴνα δ' ἔχωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν, ὑψοῦμεν τὸν fa κατὰ ἡμιτό-

νιον, ἤτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 25 πρὸς τὸ 24, καὶ τότε τὸ διάστημα μεταξὺ mi καὶ fa γίνεται τόνος, τὸ δὲ μεταξὺ fa καὶ sol ἡμιτόνιον, καὶ οὕτως ἔχομεν τὴν αὐτὴν σειρὰν διαστημάτων ὡς ἐν τῇ καλουμένη φυσικῇ κλίμακι. Ἡ τοιαύτη ὑψωσις τοῦ la καλεῖται δίεσις (dièze).

Ἄν τοῦναντίον λάθωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν fa, θέλομεν ἔχει (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa). Διὰ τὴν ἔχωμεν δὲ τὴν αὐτὴν σειρὰν ὡς καὶ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακι, πρέπει νὰ καταβιδάσωμεν τὸν si κατὰ ἡμιτόνιον, ἤτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 24 πρὸς τὸ 25, τοῦτο δὲ καλεῖται ὑφεσις (bémol) τοῦ si.

215. **Τελεία συμφωνία.** Καλεῖται τελεία συμφωνία ἡ σύγχρονος παραγωγὴ τριῶν φθόγγων, τῶν ὁποίων οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον πρὸς ἀλλήλους, ὃν καὶ οἱ ἀριθμοὶ 4, 5 καὶ 6. Τοιαύτας συμφωνίας ἀποτελοῦσιν οἱ φθόγγοι do, mi, sol—sol, si, re—fa, la, do—οἵτινες συγχρόνως ἀκουόμενοι παράγουσι λίαν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἴσθημα.

216. **Διαπασῶν.** Καλεῖται διαπασῶν ὄργανον συγκεῖμενον ἐκ βάρδου χαλυδίνης κεκαμπτωμένης εἰς σχῆμα ψαλίδος καὶ φερού-



Σχ. 123.

σης εἰς τὸ μέσον ἐξέχουσαν λαβὴν, ἣτις χρησιμεύει ὡς ποῦς (σχ. 123). Πληττόμενα τὰ σκέλη ταῦτα AM καὶ ΓN τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν ἀντίθετον πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ ἐκτελοῦσι πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἐκαστον ἐπομένως διαπασῶν παράγει τὸν αὐτὸν πάντοτε φθόγγον τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα χρησιμεύουσι πρὸς ἀρμοσίαν τῶν μουσικῶν ὀργάνων. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ

τοῦ παραγομένου φθόγγου στηρίζουσι τὸ διαπασῶν διὰ τῆς λαβῆς Β ἐπὶ ξυλίνου κιβωτίου ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, τοῦ ὁποίου τὰς διαστάσεις κανονίζουσιν ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ διαπασῶν. Τὸ κιβώτιον τοῦτο ἐνισχύον τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν καλεῖται ἀντηχεῖον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

### ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ· ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. ΠΕΡΙ ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΥ

217. Εἰς τοὺς ἠχητικούς σωλήνας, οἵτινες εἶνε σωλήνες μετὰ στερεῶν τοιχωμάτων, ὁ ἦχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ἀέρος, ὅστις δονεῖται διὰ διαφόρων μέσων. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ ὕλη τῶν σωλήνων δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕψους καὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἦχου, ὅστις εἶνε πάντοτε ὁ αὐτός, ἐάν τε ὁ ἠχητικὸς σωλὴν εἶνε ἐκ ξύλου, ἐάν τε ἐκ χάρτου, ἐάν τε ἐκ μετάλλου, ἀρκεῖ αἱ διαστάσεις τῶν διαφόρων τούτων σωλήνων νὰ εἶνε αἱ αὐταί.

218. Ὁργανα ἐμπνευστὰ φέροντα στόμα. Εἰς τὰ ὅργανα αὐτὰ ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ φυσητηρίου, ἐφ' οὗ τοποθετεῖται ὁ ἠχητικὸς σωλὴν διὰ τοῦ ποδὸς Ρ (σχ. 124). Ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ διέρχεται δι' ὄχετοῦ, ὅστις καλεῖται διαύγιον, καὶ ἐξερχόμενος διὰ στενῆς σχισμῆς Ι προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἀκμῆς Α, ἣτις καλεῖται χεῖλος τοῦ στόματος Β. Τὸ ἀνώτερον τοῦτο χεῖλος εἶνε μὲν λοξῶς τετμημένον, ἀλλ' ἀπολήγει εἰς ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον λίαν στενήν. Ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἀρκούντως ταχύ, παράγεται ἦχος, ὅστις εἶνε τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ ὅσῳ τὸ ἀνώτερον χεῖλος Α πλησιάζει πρὸς τὸ στόμιον Ι τοῦ διαυγίου.

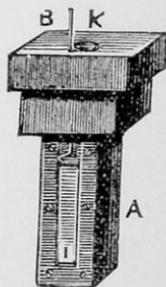
Οἱ παλμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἦχος προέρχονται ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χεῖλους,

βυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἠχητικῷ σωλῆνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ δηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς ἣν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπιέζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἶτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὕτη καταστῆ ἀρκούντως μεγάλη, παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξόδον τοῦ φυσωμένου βεύματος τοῦ ἀέρος. Εἶτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χείλους διαστέλλεται καὶ αὐθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος B ἐξερχόμενος ἀήρ δὲν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἀλλήλα τοσοῦτω ταχύτερον, ὅσην τὸ βεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος A πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον I. Ἔνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιοτέρου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἦχον.



Σχ. 124.

219. Ὁργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα. Εἰς τὰ ὅργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς γλωττίδος μεταλλίνης ἢ ξυλίνης I (σχ. 125), ἣτις οὕσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη ἐπιμήκη ὀρθογώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον A ἐπὶ τῆς προσθίας ἑδρας αὐτοῦ· παλλομένη ὅμως διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τῆς θυρίδος, χωρὶς νὰ ἐφάπτητα τῶν χειλέων αὐτῆς, ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἐνθέσαντες τὸ μικρὸν κιβώτιον ἐν τῷ στόματι ἡμῶν ἀφήσωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος αὐτοῦ B ἐκτὸς καὶ ἐμφυσήσωμεν βεῦμα ἀέρος, ἡ γλωττίς I κἀμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς K. Ἔνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ πίεσις τοῦ ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς στιγμὴν ἐλαττοῦται καὶ ἡ γλωττίς ἐπα-



Σχ. 125.

νέρχεται μὲν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς θέσιν κλείουσα τὴν θυρίδα καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος διακόπτουσα, ἀλλ' ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καμπτομένη ἀντιθέτως ἀφίνει καὶ πάλιν ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος. Οὕτω δὲ τῆς θυρίδος ἀνοιγομένης διηνεκῶς καὶ κλειομένης παράγονται παλμικαὶ κινήσεις εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐπομένως καὶ ἦχος, ὅστις γίνεται βαρύτερος ἢ ὀξύτερος, ὅταν αὐξάνηται ἢ ἐλαττωῖται τὸ μήκος τοῦ κραδαινομένου μέρους τῆς γλωττίδος.

Ἡ γλωττίς αὕτη ἢ παλλομένη ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ἐπιμήκουσ θυρίδος, χωρὶς νὰ ἀπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρα. Πολλάκις ὅμως οὕσα πλατυτέρα τῆς θυρίδος κραδαίνεται μόνον ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους πλήττουσα τὰ χεῖλη τῆς ὀπῆς καὶ τότε καλεῖται πλήττουσα. Αἱ πλήττουσαι γλωττίδες παράγουσιν ἦχον μᾶλλον τρίζοντα.

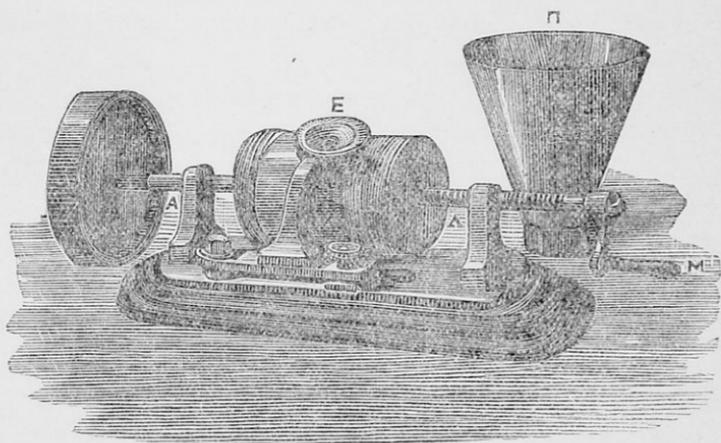
Ὁ εὐθύαυλος, ὁ βαρύαυλος καὶ ὁ ὀξύαυλος φέρουσι τοιαύτας γλωττίδας ἐκ ξύλου (δόνακος)· εἰς ἄλλα δ' ὄργανα αἱ γλωττίδες εἶνε μετάλλιναι. Τὸ μήκος τῆς γλωττίδος κανονίζει ἐκάστοτε ὁ αὐλῶν πιέζων αὐτὴν διὰ τῶν χειλέων αὐτοῦ.

Εἰς πολλὰ χάλκινα ὄργανα, οἷον εἰς τὴν σάλπιγγα, τὸ κέρασ, ἢ γλωττίς ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν χειλέων τοῦ σαλπιγγικοῦ, τὰ ὁποῖα κραδαίνονται ὑπὸ τοῦ ἐκπνεομένου ἀέρος τεινόμενα μᾶλλον ἢ ἤττον ἐν κωνικῷ ὄλμῳ.

220. **Χροιά ἢ ποιὸν τοῦ ἤχου.** Ἡ χροιά ἀποτελεῖ μετὰ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ ὕψους τὰ τρία χαρακτηριστικὰ ἢ γνωρίσματα τοῦ ἤχου. Οἱ ἤχοι ἢ οἱ φθόγγοι, οὓς παράγουσι τὰ διάφορα μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ, δύνανται μὲν νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ τὴν αὐτὴν ἰσχύον, ἀλλὰ διάφορον χροιάν, ἐξ ἧς ἀναγνωρίζομεν τὸ ὄργανον τὸ παράγον τὸν φθόγγον καὶ πρόσωπον γνωστὸν λαλοῦν, καίτοι δὲν βλέπομεν αὐτά. Τὰ διάφορα δηλ. μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ δὲν ἐκπέμπουσιν ἕνα μόνον κύριον ἦχον, τὸν βαρύτετον, ἀλλὰ καὶ ἄλλους ὀξυτέρους, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ὁποίων, ὄντων ἀσθενεστέρων καὶ συνοδευόν-

των τὸν κύριον ἦχον τὸν ἰσχυρότατον πάντων, προέρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἢ χροιά ἢ τὸ ποιὸν τῶν διαφόρων ἡχων καὶ αὐτῆς τῆς φωνῆς τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ συνήχησις δ' αὕτη τῶν δευτερευόντων ἡχων καὶ τοῦ κυρίου μεταβάλλει τὴν μορφήν τοῦ ἡχητικοῦ κύματος. Ὅθεν καὶ τὰ τρία χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡχου (ὕψος, ἰσχύς, χροιά) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος, ἦτοι τὸ μὲν ὕψος ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, ἡ δὲ ἰσχύς ἐκ τοῦ πλάτους καὶ ἡ χροιά ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν.

221. **Φωνογράφος.** Ὅταν ὀμιλῇ τις ἐνώπιον λεπτοῦ μεταλλίνου ἐλάσματος κειμένου ἐπὶ τυμπάνου, τὸ ἔλασμα πάλλεται. Ἄν δὲ ἠθέλομεν δυναθῆν γὰ μεταδώσωμεν μηχανικῶς εἰς τὸ ἔλασμα τὰς



Σχ. 126.

αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ἅς ἡ φωνὴ ἡμῶν παράγει ἐπ' αὐτοῦ, αὐτὰ θὰ μετεδίδοντο εἰς τὸν ἀέρα καὶ θὰ ἠκούοντο σὶ αὐτοὶ φθόγγαι τοῖς ὑφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἐλάσματος παραχθεῖσιν. Ἐπὶ τιοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει 1878 τὸν φωνογράφον, ἦτοι συσκευήν, ἐν ἣ ἀποτυπουμένη ἢ ἀνθρωπίνῃ φωνῇ ἀναπαράγεται εἶτα κατὰ βούλησιν.

Τὸ λεπτόν κυκλικὸν ἔλασμα, πρὸ τοῦ ὁποίου ὀμίλει τις, κατασκευάζεται ἐκ χάλυβος καὶ στηρίζεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμὲνα τοῦ κωνικοῦ ὄλμου Α (σχ. 126). Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἐλάσματος στηρίζεται διὰ μικροῦ τεμαχίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος ὀξεῖα ἀκίς, ἣτις ἐρείδεται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας μεταλλίνου κυλίνδρου, τοῦ ὁποίου ὁ ἄξων ΑΔ φέρει κοχλίαν, δι' οὗ ὁ κύλινδρος στρεφόμενος ἰσοταχῶς περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ διὰ τοῦ στροφάλου Μ μετατίθεται ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω καὶ ὀριζοντίως. Ὁ κύλινδρος προσέτι φέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐλικοειδῆ ἐνσκαφήν, τῆς ὁποίας τὸ βῆμα εἶνε ἴσον τῷ βήματι τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος κοχλίου οὕτως, ὥστε ἂν ἅπαξ τεθῆ ἡ ἀκίς ἐπὶ τῆς ἐνσκαφῆς, διαμένει ἐπ' αὐτῆς τοῦ κυλίνδρου περιστρεφομένου. Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τέλος ἐφαρμόζεται καλῶς φύλλον οὐχὶ πολὺ λεπτόν ἐκ κασσιτέρου, οὕτινος ἐλαφρῶς ἄπτεται ἡ ἀκίς.

Στρεφόμενου τοῦ κυλίνδρου ἐνώπιον τῆς ἀκίδος, αὕτη καταθλίβει τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου καὶ χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἔλικα· ἀλλ' ἂν συγχρόνως ὀμιλῶμεν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου Β, ἢ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐλάσματος μεταδίδεται εἰς τὴν ἀκίδα, ἣτις παράγει ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἔλικος σειρὰν κοιλοτήτων, ὧν ἡ μὲν ἀπόστασις ἐξαχτᾶται ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ἐλάσματος, τὸ δὲ βάθος ἐκ τοῦ πλάτους τῶν αὐτῶν παλμῶν.

Πρὸς ἀναπαραγωγὴν τῶν φθόγγων ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἔλικος καὶ στρέφομεν ἐκ νέου τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ προηγουμένως ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλοτάτας τῆς ἔλικος, ὡς αὕτη αὕτη παρήγαγε προηγουμένως, ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα τὸ ἐκ χάλυβος ἔλασμα, ὅπερ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγουμένως ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος μετέδωκεν εἰς αὐτό. Αἱ παλμικαὶ δ' αὐταὶ κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα ἀναπαράγουσι τοὺς προηγουμένους φθόγγους. Διὰ ν' ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὀπλίζομεν τὸν ὄλμον διὰ

χαρτίνου κώνου Η, διότι οί φθόγγοι, οὐς ἐκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδυλος χρησιμεύει, ὅπως καταστήσῃ ὁμολωτέραν τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ κυλίνδρου. Ἐπαναφέροντες δὲ τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἕλικος δυνάμεθα καὶ ἐκ δευτέρου ν' ἀκούσωμεν τὴν αὐτὴν ὁμιλίαν ἐπαναλαμβανομένην. Δυνατὸν δὲ καὶ δύο διάφοροι ὁμιλίας ν' ἀποτυπωθῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου καὶ εἶτα ν' ἀναπαραχθῶσι καὶ αἱ δύο ὁμοῦ.

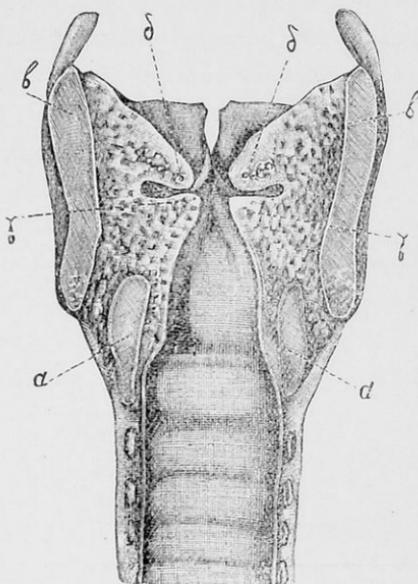
Κατὰ τοὺς τελευταίους τούτους χρόνους ἐτελειοποίησαν τὸν φωνογράφον ἀντικαταστήσαντες τὸν κασσίτερον διὰ μίγματος κηροῦ καὶ βητίνης, τὸ δὲ κραδαινόμενον μετάλλινον ἔλασμα διὰ λεπτοτάτης ὑαλίνης πλακῆς ἢ διὰ πετάλλου μαρμαρυγίου. Εἰς τοὺς νεωτέρους φωνογράφους ἀντὶ κυλίνδρου μεταχειρίζονται κυκλικὸν δίσκον, ἐφ' οὗ ἡ ἀποτύπωσις τῆς φωνῆς γίνεται σπειροειδῶς ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

### ΦΩΝΗΤΙΚΟΝ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

222. Α') *Φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.* Τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε ὁ λάρυγξ, ὅστις κείμενος ἔμπροσθεν τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ φάρυγγος καὶ εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς τραχείας ἀρτηρίας εἶνε σωλὴν συγκείμενος ἐκ χόνδρων (σχ. 127), ὧν ὁ μὲν δακτυλιοειδῆς ἢ κρικοειδῆς αἱ κεῖται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐπικάθηται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδῆς, ὀπισθεν δὲ οἱ δύο ἀρυταινοειδεῖς. Ὅπισθεν τῆς γλώσσης καὶ ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἣτις εἶνε χόνδρινος ἐπιστομὴς φράττουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν κατάποσιν. Μεταξὺ τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοειδῶν

χόνδρων κείνται άνωτέρω μὲν οἱ ἄνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι δδ, κατωτέρω δὲ οἱ κάτω ἢ γνήσιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκους σχισμῆς, ἣτις εἶνε ἢ καλουμένη γνησία γλωττίς, ἀποτελοῦσα τὸ στενωτάτον μέρος τοῦ λάρυγγος. Οἱ μύες τοῦ λάρυγγος μετακινοῦντες τοὺς ἀρυταινοειδεῖς χόνδρους καὶ τὸν θυροειδῆ μεταβάλλουσι τὸ μήκος, τὴν τάσιν καὶ τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν τῶν κάτω ἢ γνησίων φωνητικῶν συνδέσμων καὶ ἔνεκα τούτου ἢ ἐν τῷ μεταξὺ γλωττίς τεινομένη μᾶλλον ἢ ἥττον στενοῦται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνέωμεν, ἢ γλωττίς τηρεῖται ἀνεφγμένη ἀφίνουσα ἐντελῶς ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος· κατὰ τὴν φώνησιν ὅμως στενοῦται εἰς στενωτάτην σχισμῆν, τὸ δὲ βρεῦμα τοῦ ἀέρος, τὸ ἐκ τῶν πνευμόνων διὰ τῆς



Σχ. 127.

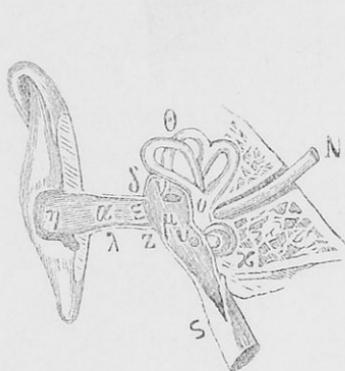
τραχειᾶς ἀρτηρίας ἐκφυσώμενον, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὕτω δὲ παράγεται ἢ φωνή, ἣτις εἶνε τοσοῦτον δευτέρα, ὅσῳ ἢ γλωττίς τείνεται πλειότερον.

223. Β') Ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου. Τὸ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε τὸ οὖς, τὸ ὅπολον διαιρεῖται εἰς τρία μέρη. α') Εἰς τὸ ἔξω οὖς· β') Εἰς τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου καὶ γ') Εἰς τὸ ἐνδότατον οὖς ἢ τὸν λαβύρινθον.

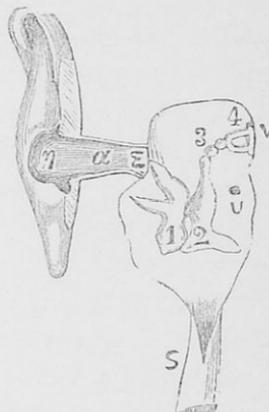
α') Τὸ ἔξω οὖς σύγκειται ἐκ τοῦ ὄρατος ἐκ χόνδρου πτερυ-

γίου (σχ. 128), ὅπερ φέρει διάφορα ἐπάρματα καὶ κοιλώματα, δι' ὧν, ὡς παραδέχονται, τὰ ἠχητικὰ κύματα συνάγονται πρὸς κοιλότητα  $\eta$  ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πτερυγίου ὑπάρχουσαν, τὴν καλουμένην κόγχην, ἣτις ἄγει εἰς τὸν ἔξω ἀκουστικὸν πόρον  $\alpha$ . Ὁ πόρος οὗτος φράττεται διὰ κυκλοτεροῦς ἐλαστικῆς μεμβράνης  $\epsilon$ , ἣτις καλεῖται τυμπανικὸς ὕμην ἢ τυμπανόφραγμα.

6') Τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου εἶνε μικρὰ κοιλότης, ἣς τὸ ἔξω τοίχωμα  $\epsilon$  (129) ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ τυμπανικοῦ ὕμενος, δι' οὗ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἔξω ἀκουστικοῦ πόρου· ἐπὶ δὲ τοῦ ἔσω τοιχώματος, τοῦ κειμένου ἀπέ-



Σχ. 128.



Σχ. 129.

ναντι τοῦ τυμπανοφράγματος καὶ διαχωρίζοντος τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου ἀπὸ τοῦ ἐνδοτάτου ὠτός, ὑπάρχουσι δύο θυρίδες, ἡ ῥοειδῆς  $\nu$  ἀνωτέρα καὶ ἡ στρογγύλλη  $\nu$  κατωτέρα, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὕμενος. Διὰ τῆς ὀπταίας ἢ Ἐνδοσταχιανῆς σάλπιγγος  $\epsilon$  συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες ἀέρος. Μεταξὺ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ῥοειδοῦς θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἀλυσίς τῶν τεσσάρων ἀκουστικῶν ὀσταρίων, ἢτοι τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμοτος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὀσταρίου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).

γ') Τὸ ἐνδότιον οὗς ἢ ὁ λαβύρινθος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς αἰθούσης ο (σχ. 129) ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλίων σωλήνων Θ καὶ ἐκ τοῦ κοιλίου κ, ὅστις εἶνε κωνικός σωλήν φερόμενος ἐλικοειδῶς περὶ ἑαυτὸν καὶ διαιρούμενος διὰ τοῦ ἐλικοειδοῦς πετάλου εἰς δύο ἐλικοειδεῖς κοιλότητας συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη ἐκβάλλει εἰς τὴν αἶθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοίλου τοῦ τυμπάνου φραττομένην διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένος αὐτῆς. Τὸ δ' ἀκουστικὸν νεῦρον Ν εἰσερχόμενον εἰς τὸν λαβύρινθον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ τινος καλουμένου λέμφου, διακλαδοῦται ἐν αὐτῷ.

224. Λειτουργία τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς. Ὅταν ἡχογόνον σῶμα πάλληται ἐν περιέχοντί τινα ἐλαστικῷ, οἷον ἐν τῷ ἀέρι, εἴπομεν ὅτι παράγει ἡχητικὰ κύματα, ἅτινα συναγόμενα διὰ τῆς κόγχης καὶ εἰσδύοντα εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον πλήττουσι τὸν ὑμένα τοῦ τυμπάνου, ὅστις οὕτω πάλλεται. Ἡ παλμικὴ δ' αὐτῆ κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένος μεταβιδάζεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἀέρα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὀσφάριων, οὕτω δ' οἱ ὑμένες οἱ φράττοντες τὴν ὤσειδῃ καὶ τὴν στρογγύλην θυρίδα δονοῦνται, ὁ μὲν πρῶτος διὰ τῆς βάσεως τοῦ ἀναβολέως, εἰς ἣν περατοῦται ἡ ἄλυσις, ὁ δὲ δεύτερος διὰ τοῦ ἀέρος. Διὰ τῶν ὑμένων τῶν θυρίδων τούτων ἡ δόνησις μεταδίδεται εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ λαβυρίνθου καὶ διὰ τούτου εἰς τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

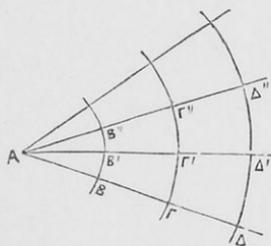
## Ο Π Τ Ι Κ Η

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

225. Καλείται *οπτική* τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός, ἥτοι τοῦ αἰτίου τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τῆς ὁράσεως.

Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ φωτοβόλα σώματα ἐκπέμπουσι σειρὰν λεπτεπιλέπτων μορίων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ κατὰ τὴν επικρατοῦσαν σήμερον θεωρίαν τὸ φῶς διαδίδεται δι' ὕλης ἀσταθμῆτου, τελείως ἐλαστικῆς, συνεχοῦς, πληροῦσης τὸ διάστημα καὶ εἰσδυοῦσης μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων. Ἡ τοιαύτη δ' ὕλη καλεῖται *αἰθήρ*, οὗτινος τὰ μόρια δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς παράγουσιν ἐν αὐτῷ τὰ φωτοβόλα σώματα, ὡς τὰ ἐλαστικὰ σταθμητὰ περιέχοντα, οἷον ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, δέχονται

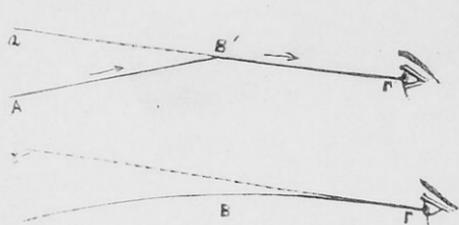


Σχ. 130.

καὶ διαδίδουσι τὰς κραδάνσεις τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν φαντασθῶμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 130) ἢ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη κρᾶδανσις τοῦ αἰθέρος διαδίδεται ἐν μέσῳ ὁμοιομερεῖ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις κατὰ σφαιρικὰς ὁμοκέντρους ἐπιφανείας  $BB'B''$ ,  $CC'C''$ ,  $DD'D''$ , ὡς συμβαίνει καὶ ἐν τῷ ἀέρι κατὰ

τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες  $ΑΔ, ΑΔ', ΑΔ''$  τῶν σφαιρικῶν τούτων κυμάτων, ἦτοι αἱ διευθύνσεις, καθ' ἃς μεταδίδεται τὸ φῶς, καλοῦνται *φωτεινὰ ἀκτῖνες*. Ἄλλ' ὁ τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός διὰ τοῦ αἰθέρος διαφέρει τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος κατὰ τοῦτο, ὅτι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὰ μέρια τοῦ αἰθέρος κραδαίνονται καθέτως τῇ φωτεινῇ ἀκτίνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μέρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἠχητικῆς ἀκτίνος.

226. Καλεῖται *δέσμη* φωτός τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ αποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγή. Διακρίνουσι δὲ *δέσμας κωνικάς*, συγκλινοῦσας ἢ ἀποκλινοῦσας, καθόσον αἱ συνιστώσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνοσι συγκλίνουσαι ἢ ἀποκλίνουσαι, καὶ *δέσμας κυλινδρικήν ἢ παραλλήλους*, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοδόλου πηγῆς, ἐκλαμβάνωνται παράλληλοι, οἷα αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.



Σχ. 131.

227. *Διεύθυνσις δράσεως*. Ὅταν ἀκτὶς φωτός ἐκπορευομένη ἐκ φωτοδόλου σημείου ὀδεύῃ ἐν περιέχοντι ὁμοιομερεῖ, οἷον ἐν ἰσοπύκνῳ ἀέρι, τὰ φωτεινὰ κύματα προβαίνοσι κατὰ σφαιρικὰς ἐπιφανείας καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες, ὡς εἵπομεν, εἶνε εὐθεῖαι γραμμαί. Ὅταν δὲ ἀκτὶς φωτός προσπίπτῃ ἐπὶ λείαν ἐπιφάνειαν ἢ ἀπὸ ἐνὸς περιέχοντος μεταβαίῃ εἰς ἄλλο, οἷον ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, τότε ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε τεθλασμένη γραμμὴ  $ΑΒΓ$  (σχ. 131). Ὅταν ὅμως ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς ὀδεύῃ ἐν περιέχοντι μεταβάλλοντι διηγεκῶς πυκνότητα, οἷα εἶνε ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε εἶνε καμπύλη γραμμὴ  $ΑΒΓ$ . Εἰς τὰς δύο πρώτας περιστάσεις, καθ' ἃς ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε τεθλασμένη γραμμὴ, θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ σημεῖον Γ, δὲν βλέπομεν τὸ

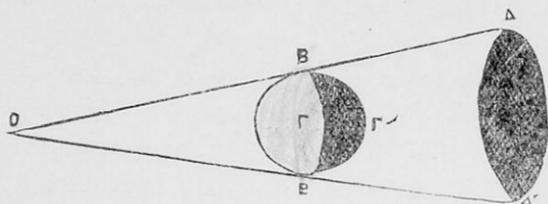
φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὴν θέσιν, ἣν ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς τὸ α εἰς τὴν προέκτασιν τῆς ΓΒ', εἰς δὲ τὴν περίστασιν, καθ' ἣν ἡ φωτεινὴ ἀκτίς εἶνε καμπύλη θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ Γ βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὸ α', ἥτοι κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης Γα' τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς καμπύλης ἀγομένης.

228. **Σώματα φωτογόνα καὶ σκοτεινά.** Καλοῦνται φωτογόνα ἢ αὐτόφωτα σώματα, ὅσα εἶνε πηγὰί φωτός, οἷον ὁ ἥλιος, οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, τὰ διάπυρα σώματα, τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς καὶ ἄλλα. Σκοτεινά δὲ ἢ ἐισερόφωτα τὰ στερούμενα μὲν ἰδίου φωτός, ἐκπέμποντα δὲ τὸ φῶς τὸ προσπίπτον ἐπ' αὐτῶν ἐξ ἄλλων φωτογόνων σωμάτων καὶ οὕτω καθιστάμενα ὄρατά, οἷον οἱ πλανῆται, ἡ σελήνη κ.τ.λ.

229. **Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερὰ.** Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ἰδιότητα ν' ἀφίνωσι τὸ φῶς νὰ διέρχηται δι' αὐτῶν, ἅτινα καλοῦνται διαφανῆ, ὡς ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ἡ ὕαλος κ.τ.λ. Ὅταν δυνάμεθα δι' αὐτῶν σαφῶς νὰ διορθῶμεν τὰ ἐκεῖθεν κείμενα ἀντικείμενα, καλοῦνται διειδῆ. Δι' ἄλλων ὅμως σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ ταῦτα καλοῦνται σκιερὰ ἢ ἀδιαφανῆ, ὡς τὰ μέταλλα. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ σώματα, δι' ὧν ἀδυνατοῦμεν μὲν νὰ ἴδωμεν ἀντικείμενα, τὸ ἐσωτερικὸν ὅμως τῆς μάζης αὐτῶν φωτίζεται, εἰσχωροῦντος εἰς αὐτὰ φῶτός, ὡς ἡ λευκὴ ἢ γαλακτόχρους ὕαλος· τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται διαφώτιστα. Ἀλλὰ καὶ σώματα διαφανῆ, οἷον τὸ ὕδωρ, ὑπὸ μέγιστον πάχος λαμβανόμενα καθίστανται τελείως σκιερὰ, σώματα δὲ ἀδιαφανῆ, οἷον φύλλον χρυσοῦ ἢ ἀργύρου, λαμβανόμενα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος διαδίδάξουσι δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα διαφώτιστα.

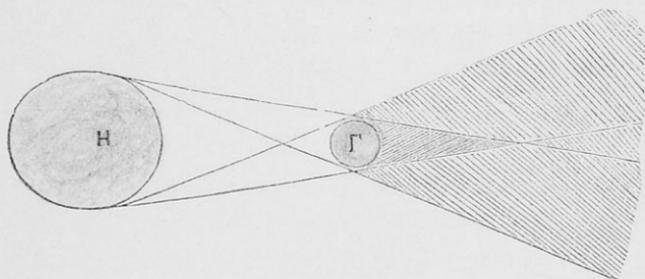
230. **Σκιά.** Καλεῖται σκιά σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοβόλου πηγῆς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον φωτοβόλου σημείου Ο (σχ. 132) θέσωμεν σκιερὰν σφαιρὰν ΒΒ', αὕτη ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιάν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου

κώνου  $BB'\Delta\Delta'$ , οὔτινος αἱ γενέτειραι εἶνε εὐθεῖαι διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοδόλου σημείου  $O$  καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας  $BB'$ . Ἐπιλευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῆ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ῥίπτεται κυκλικὴ σκιά  $\Delta\Delta'$ . Ἐὰν ὁμοῦς ἡ φωτοδόλος πηγὴ



Σχ. 132

ἡ κειμένη ἐνώπιον τῆς σκιερᾶς σφαίρας ἔχη διαστάσεις, τουτέστιν εἶνε σφαῖρα φωτοδόλος, ὡς ὁ ἥλιος  $H$  φωτίζων τὴν  $\Gamma\eta\gamma\Gamma$  (σχ. 133), τότε διακρίνομεν ὀπισθεν τῆς σκιερᾶς σφαίρας σκιάν καὶ ὑποσκίασμα, ἦτοι χῶρον ὑπὸ μέρους τινὸς μόνον τῆς φωτοδόλου πηγῆς φωτιζόμενον. Καὶ ἡ μὲν σκιά ἐπικρατεῖ καθ' ὅλον τὸ μέρος τοῦ

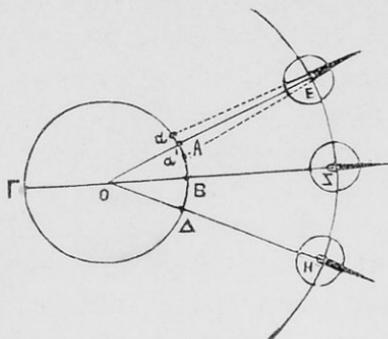


Σχ. 133

ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας κώνου, τὸ κείμενον ὀπισθεν τῆς σκιερᾶς σφαίρας, τὸ δὲ ὑποσκίασμα ἔχει ἐξωτερικὰ μὲν ὄρια τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κώνου τοῦ ἐσωτερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας, ἐξωτερικὰ δὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου κώνου.

231. **Ταχύτης τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς ἔχει ταχύτητα παμμε-

ρίστην, ἴσην πρὸς 300 ἑκατομ. μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον. Πρῶτος δ' εὔρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Roemer κατὰ τὰ 1675—6 διὰ τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ πρώτου



Σχ. 134

δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν ὑπὸ τούτου ῥιπτομένην σκιάν ἐξηφανίζετο ὡς φωτοβόλον σῶμα σθεννύμενον καὶ ἀνέλαμπεν αὐθις ἐξερχόμενος τῆς σκιάς. Ἡθέλησε δ' ὁ ἀστρονόμος οὗτος ν' ἀνεύρη τὸν χρόνον τῆς περι τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πρῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν παρεχόμενον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἡ μὲν Γῆ εὑρίσκετο εἰς τὸ α (σχ. 134), ὁ δὲ Ζεὺς εἰς τὸ E καὶ ὁ ἥλιος εἰς τὸ O, ἦτοι ὀλίγον πρὸ τῆς συζυγίας. Μετ' ὀλίγον, ὅτε ἡ Γῆ εὑρίσκετο εἰς τὸ α', ἦτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, παρετήρει τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιάς· οὕτω δ' εὔρεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς περι τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου κατὰ τὴν συζυγίαν εἶνε ἴσος πρὸς 42 ὥρας 28' καὶ 35'. Ἀλλ' ἀπὸ τῆς συζυγίας οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεὺς μετακινούμενοι ἐπὶ τῶν τροχιῶν αὐτῶν ἀδιαλείπτως ἀπεμακρύνοντο ἀλλήλων, εἰς ἕξ δὲ περίπου μῆνας ὁ μὲν Ζεὺς διήγυσε τὸ διάστημα EZ, ἦτοι τὸ εἰκοστὸν τέταρτον περίπου τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἡ δὲ Γῆ τὸ διάστημα ADΓ, ὁπότε οἱ δύο πλανῆται εὑρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν, οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἠϋξάνετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τελευταῖον ἡ αὔξησις αὕτη ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον BΓ τῆς τροχιάς τῆς Γῆς. Ἐνεκα δὲ τῆς διηγενοῦς ταύτης ἀπομακρύνσεως τῶν πλανητῶν αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἐμφανίσεων τοῦ δορυφόρου

ἐπεβραδύνοντο καὶ ἡ ὀλικὴ ἐπιβράδυνσις ἀνήλθε τέλος εἰς 16' καὶ 26'', ὁ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς διὰ τὴν διανύσῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἥτοι 76,461,000 λεύγας. Οὕτως εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308,333,000 μέτρα. Καὶ δι' ἄλλων δὲ πειραμάτων εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἰσοῦται κατὰ μέσον ὄρον πρὸς 300 χιλ. χιλιομέτρων, οὔσα μείζων μὲν ἐν τῷ κενῷ, ἐλάσσων δ' ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔτι ἐλάσσων εἰς ἄλλα διαφανῆ περιέχοντα πυκνότερα, οἷον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὴν ὑάλον κτλ.

232. **Φωτισμὸς ἐπιφανείας.** Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας φαντασθῶμεν φωτοδόλον σημεῖον, τοῦτο ἐκπέμπει κατὰ πάσαν διεύθυνσιν ποσότητα φωτὸς  $\Phi$ , ἣτις διανέμεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Ὡστε ἂν καλέσωμεν  $a$  τὴν ἀκτίνα τῆς σφαίρας εἰς ὑφεκατόμετρα, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς δέχεται ποσότητα φωτὸς  $E$ , ἣτις ἰσοῦται πρὸς  $\frac{\Phi}{4\pi a^2}$ . Ἐὰν δ' ἡ

ἀκτίς τῆς σφαίρας γίνῃ  $A$ , ἡ μονὰς τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς δευτέρας ταύτης σφαίρας θὰ δεχθῇ ποσότητα φωτὸς  $E'$ , ἴσην πρὸς

$\frac{\Phi}{4\pi A^2}$ . Ὅθεν λαμβάνομεν  $\frac{E}{E'} = \frac{A^2}{a^2}$  (1). Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν  $A$

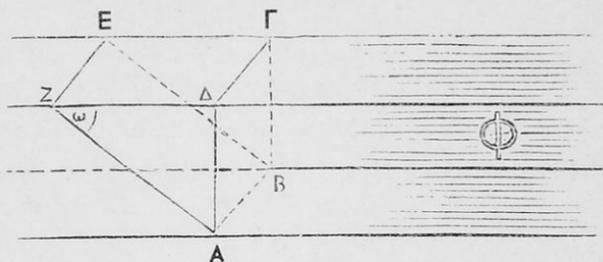
ἴσον πρὸς  $2a$ ,  $3a$ ,  $4a$ , τότε  $E'$  ἴσον πρὸς  $\frac{1}{4} E$ ,  $\frac{1}{9} E$ ,  $\frac{1}{16} E$ . Ἔθεν συνάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον τῶν ἀποστάσεων·

Ὁ φωτισμὸς, ὃν δέχεται καθέως ἐπιφάνειά τις, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς.

Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέσωμεν μίαν σελίδα βιβλίου ἐνώπιον ἀνημμένης λαμπάδος ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον τῆς σελίδος νὰ εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὸ μέσον τῆς φλογὸς καὶ τὸ κέντρον τῆς σελίδος, θέσωμεν δὲ διαδοχικῶς τὴν σελίδα εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς φλογὸς ἴσας πρὸς 1, 2, 3 μέτρα, τότε ἐν μὲν τῇ ἀποστάσει τῶν 2 μέτρων φωτίζεται ἡ σελὶς τετράκις ὀλιγώτερον, ἐν δὲ τῇ ἀποστάσει τῶν 3 μέτρων ἐνάκις ὀλιγώτερον

ἢ ἴσον φωτίζεται ἐν τῇ ἀποστάσει τοῦ ἑνὸς μέτρου, τετράκις δὲ πλειότερον θὰ φωτίζεται ἐν τῇ ἀποστάσει τοῦ  $\frac{1}{2}$  μέτρου.

233. Ἐὰν γυν ἐκθέσωμεν ἐπίπεδόν τινα ἐπιφάνειαν εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτίνας, αἷτινες διὰ τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τοῦ ἡλίου δύναται νὰ θεωρηθῶσι παράλληλοι πρὸς ἀλλήλας, ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας ταύτης, οἷον τὸ τετραγωνικὸν ὑφεκατόμετρον, δέχεται πλειότερον μὲν φῶς, ὅταν αἱ παράλληλοι ἀκτίνες πίπτωσι καθέτως ἐπ' αὐτήν, ὀλιγώτερον δέ, ὅταν πίπτωσι πλαγίως· διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ δέσμη τῶν παραλλήλων ἀκτίνων  $\Phi$  (σχ. 135) πίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας  $AB\Gamma\Delta$ , εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ αὐτὴ ποσότης τοῦ φωτὸς διανέμεται εἰς μείζονα ἐπιφάνειαν



Σχ. 135.

$ABEZ$ , καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ἧς αἱ ἀκτίνες προσπίπτουσι πλαγίως, δέχεται ποσότητα φωτὸς ἐλάσσονα ἐκείνης, ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ἧς προσπίπτουσι καθέτως. Ὁ φωτισμὸς δέ, ὃν δέχεται πλαγίως ἐπιφάνειά τις ἐπίπεδος, εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμίτονου τῆς γωνίας  $\omega$ , ἣν αἱ παράλληλοι ἀκτίνες (οἷον αἱ ἡλιακαὶ) σχηματίζουσι μετὰ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας.

234. Ἐὰν δύο φωτεινὰ πηγὰ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἔκ τινος ἐπιφανείας εὐρισκόμεναι καὶ ῥίπτουσαι φωτεινὰς ἀκτίνας καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ἐξ ἴσου φωτίζωσιν αὐτήν, ἔχουσι διάφορον ἔντασιν, ἥτοι φωτιστικὴν ἰσχύν, τουτέστιν ἢ εἰς μείζονα ἀπόστασιν εὐρισκομένη ἐκπέμπει πλειότερον φῶς τῆς εἰς ἐλάσσονα ἀπόστασιν κειμένης. Αἱ δὲ ἐντάσεις τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν εἶνε ἀπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, ἣν ἐξ ἴσου φωτίζουσι. Καὶ ὄντως ἀποδεικνύε-

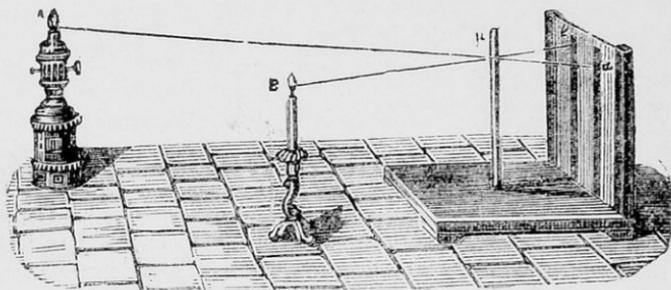
ται πειραματικῶς ὅτι μία λαμπὰς τιθεμένη εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τινος ἐπιφανείας φωτίζει αὐτὴν καθέτως τοσοῦτον, ὅσον τέσσαρες ὅμοιοι λαμπάδες εὐρισκόμεναι εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν ἢ ἑννέα εἰς ἀπόστασιν τριπλασίαν καὶ καθεξῆς. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καθέτως ῥιπτόμενος φωτισμὸς ἐκάστης λαμπάδος ὑποτετραπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις διπλασιασθῇ καὶ ὑποενεαπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις τριπλασιασθῇ.

235. **Μονὰς φωτός.** Πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως φωτοδόλου τινὸς πηγῆς λαμβάνομεν ὡς μονάδα ὠρισμένην φωτοδόλον πηγῆν, ἣτις πρέπει νὰ εἶνε σταθερά, τουτέστιν ἀμετάβλητος κατὰ τὴν ἔντασιν καὶ εὐχρηστος. Αἱ ἐν χρήσει μονάδες φωτός εἶνε πρῶτον τὸ φῶς, ὅπερ παράγουσι διάφοροι λαμπάδες ἐκ στέατος, ἐκ σπέρματος κήτους, ἐκ παραφίνης· δεύτερον τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος τοῦ Carcel καίων 42 γραμμάρια κραμβελαίου καθ' ὥραν καὶ τὸ ὅποιον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 8 ἕως 9 λαμπάδας καὶ τρίτον τὴν μονάδα Hefner, ἣτις, παραγομένη διὰ λυχίας, ἧς ἡ θρυαλλίς ἐμβαπτίζεται ἐν ὀξεικῇ ἀμυλίῳ, ἰσοῦται πρὸς 0,8 περίπου μιᾶς λαμπάδος (<sup>1</sup>). Πρὸς σύγκρισιν δὲ τῆς φωτιστικῆς ἰσχύος δύο φώτων, ὧν τὸ ἐν δύναται νὰ εἶνε ἡ μονὰς τοῦ φωτός, χρησιμεύουσιν ὄργανα καλούμενα *φωτόμετρα*, δι' ὧν πειρώμεθα πάντοτε ἐν τελείῳ σκοτεινῷ θαλάμῳ.

236. **Φωτόμετρα.** Τῶν φωτομέτρων τὰ ἀπλούστερα εἶνε τὸ τοῦ Rumford καὶ τὸ τοῦ Bouguer. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖται ἐκ τεμαχίου χάρτου κατακορύφως ἐστηριγμένου, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου κείται στέλεχος  $\mu$  (σχ. 136), ὅπερ ῥίπτει ἐπὶ τοῦ χάρτου δύο σκιάς  $\alpha$  καὶ  $\beta$  προερχομένας ἐκ τῶν δύο φωτοδόλων πηγῶν  $A$  καὶ

1. Διεθνὲς συνέδριον τῆ 1884 καθώρισεν, ὡς μονάδα ἐντάσεως φωτός, τὴν ἔντασιν τοῦ φωτός τοῦ ἐκπεμπομένου καθέτως ὑπὸ ἐνὸς τετρ. ὕψεκ. λευκοχρύσου εὐρισκομένου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως αὐτοῦ (1785°). Ἡ μονὰς αὕτη, καλουμένη μονὰς Violle, ἰσοδυναμεῖ πρὸς 19 μονάδας Hefner ἢ πρὸς 2 Carcel περίπου.

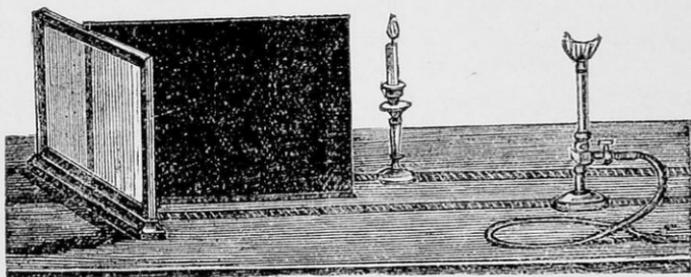
Β. Ἐκατέρα δὲ τῶν σκιῶν φωτίζεται ὑπὸ τῆς ἑτέρας τῶν φωτοβόλων πηγῶν. Τοποθετοῦμεν τὰ δύο φῶτα εἰς τοιαύτας ἀπὸ τοῦ χαρτινοῦ διαφράγματος ἀποστάσεις, ὥστε αἱ δύο σκιαὶ νὰ εἶνε ἐξ ἴσου σκοτειναί. ἦτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητά. Ὁ λόγος τῶν



Σχ. 136.

τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φῶτων.

Τὸ δὲ φωτόμετρον τοῦ Bouguer ἀποτελεῖται ἐκ λευκῆς ὑάλου ἡμιδιαφανοῦς (σχ. 137) κατακορύφως ἐστηρικμένης, εἰς τὸ μέσον



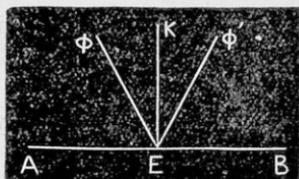
Σχ. 137.

τῆς ἑποίας τοποθετεῖται κατ' ὀρθὰς γωνίας σκιερὸν διάφραγμα. Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦμεν τὰ δύο συγκριτέα φῶτα καὶ εἰς τοιαύτας ἀπὸ τῆς ὑάλου ἀποστάσεις, ὥστε νὰ φωτίζωνται τὰ δύο αὐτῆς ἡμίση ἐξ ἴσου. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φῶτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΕΠΙΠΕΔΑ  
ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

237. Ἀνάκλασις τοῦ φωτός. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια σώματός τινος εἶνε λεία καὶ στιλπνή, τότε ἐκτρέπεται ἡ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτίς καθ' ὄρισμένην διεύθυνσιν, ἥτοι ἀνακλᾶται. Κατὰ ταῦτα ἔστω  $AB$  (σχ. 138) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος, λεία καὶ στιλπνὴ καὶ  $ΦΕ$  ἀκτίς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως  $E$  ἀγομένης καθέτου  $ΚΕ$  γωνίαν  $ΦΕΚ$ , καλουμένην γωνίαν προσπτώσεως. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἀνακλωμένη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν  $ΕΦ'$  σχηματίζουσαν μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου γωνίαν  $ΚΕΦ'$ , καλουμένην γωνίαν ἀνακλάσεως.



Σχ. 138.

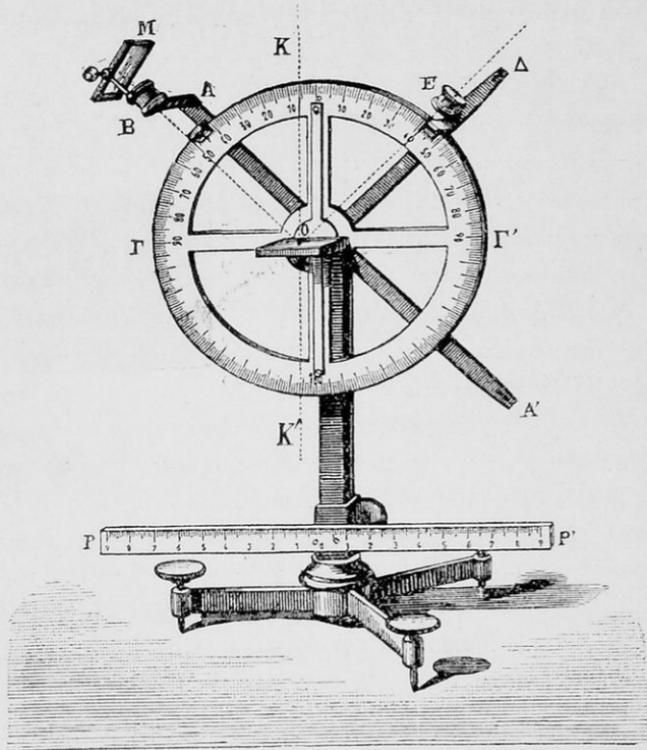
238. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Τὸ ἐπίπεδον, ὅπερ δρίζουσι ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.

Β'. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πάντοτε τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως.

239. Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὄργανου, ὅπερ παριστᾷ τὸ σχῆμα 139. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ μικροῦ ἐπιπέδου κατόπτρου  $O$ , κειμένου εἰς τὸ κέντρον ὀρειχαλκίνου κυκλικοῦ δίσκου  $ΓΓ'$  καὶ καθέτως ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ. Ὁ δίσκος κατὰ τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ εἶνε ὑποδιηρημένος εἰς μοίρας. Δύο ὀρειχάλκινοι βραχίονες  $A$  καὶ  $Δ$ , βαίνοντες κατὰ τὰς ἀκτίνιας τοῦ κυκλικοῦ δίσκου, δύνανται νὰ στραφῶσι περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ βραχίονος  $A$  στερεοῦται κυλινδρικός σωλὴν  $B$  φέρων διάφραγμα μὲ μικρὰν ὀπὴν κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος. Ἐπὶ μικροῦ

κατόπτρου  $M$  στρεπτοῦ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις δεχόμεθα δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἣν δι' ἀνακλάσεως ἐπ' αὐτοῦ διευθύνομεν οὕτως, ὥστε τὸ ἐλάχιστον μέρος ταύτης, τὸ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δια-



Σχ. 439.

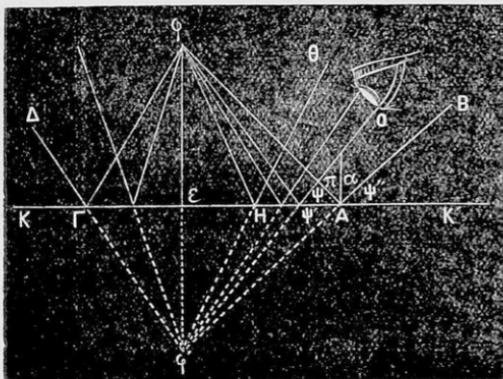
φράγματος διερχόμενον, ν' ἀκολουθήσῃ τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος κατ' ἀκτίνά τινα τοῦ κυκλικῆς δίσκου καὶ νὰ προσπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐν τῇ κέντρῳ τοῦ δίσκου κατόπτρου  $O$  εἰς σημεῖόν τι τῆς καθέτου τῆς ἀγομένης ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κυκλικῆς δίσκου καὶ εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ. Οὕτως ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς  $BO$  καὶ ἡ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως ἐπὶ τὸ κατόπτρον ἀγομένη καθέτος  $KK'$  κείνται.

ἐν ἐπιπέδῳ παραλλήλῳ τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ κυκλικοῦ δίσκου. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου βραχίονος  $\Delta$  στερεοῦται ὡσαύτως σωλὴν  $E$  μετὰ διαφράγματος ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου φέροντος εἰς τὸ κέντρον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος σημεῖον κεχαραγμένον κείμενον εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κυκλικοῦ δίσκου ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆνος  $B$  ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Οὕτως ὥστε, ὅταν στρέψωμεν τὸν βραχίονα  $\Delta$ , τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ κεχαραγμένον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος μένει πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὅπερ ὀρίζει ἢ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ κάθετος  $KK'$  ἢ ἀγομένη ἐπὶ τὸ κάτοπτρον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Οἰανδήποτε δὲ ἀκτὶνα προσπτώσεως καὶ ἂν λάβωμεν καὶ στρέψωμεν καταλλήλως τὸν βραχίονα  $\Delta$  παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς πίπτει ἀκριβῶς ἐπὶ τοῦ σημείου τοῦ κεχαραγμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ διαφράγματος κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος, ἦτοι ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὅπερ ὀρίζουσιν ἢ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ κάθετος ἐπὶ τὸ κάτοπτρον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον.

Ἐφ' ἐτέρου ἢ μὲν κάθετος  $KK'$  ἀναπαοκρίνεται ἀκριβῶς εἰς τὴν διάμετρον  $0^0 - 180^0$  τοῦ διηρημένου δίσκου, αἱ δύο δὲ βραχίονες  $A$  καὶ  $\Delta$  φέρουσι κεχαραγμένας γραμμὰς διευθυνομένας ἀκριβῶς κατ' ἀκτῖνας τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου. Ἡ γραμμὴ μὲν, ἣν φέρει ὁ βραχίον  $A$ , κεῖται ἀκριβῶς ἀπέναντι τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆνος  $B$ , ἡ δὲ γραμμὴ, ἣν φέρει ὁ βραχίον  $\Delta$ , κεῖται ἀκριβῶς ἀπέναντι τοῦ σημείου τοῦ κεχαραγμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡμιδιαφανοῦς διαφράγματος τοῦ σωλῆνος  $E$ . Ὅταν δὲ στρέψωμεν τὸν βραχίονα  $E$ , ὅπως δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ κεχαραγμένου σημείου τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ γωνία, ἣν δεικνύει ἐπὶ τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου ἡ γραμμὴ ἢ κεχαραγμένη ἐπὶ τοῦ βραχίονος  $\Delta$ ; ἦτοι ἡ γωνία ἀνακλάσεως, εἶνε ἴση τῇ γωνίᾳ, ἣν δεικνύει ἐπὶ τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου ἡ γραμμὴ ἢ κεχαραγμένη ἐπὶ τοῦ βραχίονος  $A$ . Ἄλλ' ἡ γωνία αὕτη εἶνε ἡ γωνία προσπτώσεως, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν δεύτερον νόμον.

240. **Κάτοπτρα.** Καλείται **κάτοπτρον** πᾶν σῶμα, ὅπερ ἔχον ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾷ τὸ φῶς κατὰ τοὺς προειρημένους δύο νόμους.

241. Α'. **Ἐπίπεδα κάτοπτρα.** Καλοῦνται **ἐπίπεδα κάτοπτρα** ἐκεῖνα, ὧν ἡ λεία καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια εἶνε ἐπίπεδος. Ἐὰν ἐνώπιον τοιοῦτου κατόπτρου θέσωμεν ἐν ἡ πλείοτερα φωτοδόλα

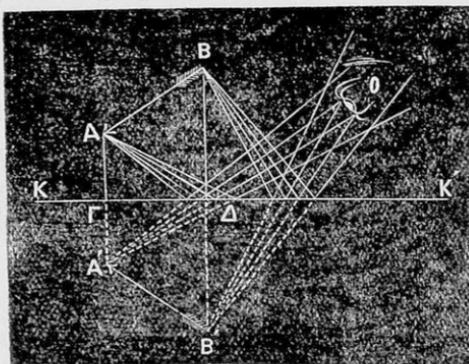


Σχ. 140.

σημεία, ταῦτα ἀπεικονίζονται ἐν αὐτῷ οὕτως, ὥστε ἕκαστον αὐτῶν σχηματίζει τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον· τουτέστιν αἱ ἕκ τινος φωτοδόλου σημείου φ (σχ. 140) ἐκπορευόμεναι ἀκτίνες, ὅσον αἱ φΓ, φΗ, φΑ, καὶ ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ' προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τοιαύτας διευθύνσεις ΓΔ, ΗΘ, ΑΒ, ὥστε προεκβαλλόμεναι αὐταὶ ἀντιθέτως ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου συναντῶνται πᾶσαι εἰς τι σημεῖον φ', ὥστε ἡ εὐθεῖα φφ' ἢ ἐνοῦσα τοῦτο μετὰ τοῦ φωτοδόλου σημείου φ εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΚΚ' τοῦ κατόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη φε καὶ φφ'. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ο δεχθῇ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, ἐπειδὴ τὸ φῶς ὀδεύει κατὰ τεθλασμένην γραμμὴν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι εἰς τὸ σημεῖον φ' κεῖται φωτοδῶλον τι σημεῖον, ἐν ᾧ πράγματι τοιοῦτον δὲν ὑπάρχει. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται **εἶδωλον κατ' ἔμφασιν** τοῦ φωτοδόλου σημείου φ, ἤτοι **ἰδανικόν**.

242. Ἐὰν νῦν θέσωμεν ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ' φωτοδῶλον τι ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 141), ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει κατὰ προειρημένα τὸ εἶδωλον αὐτοῦ εἰς θέσιν συμμετρι-

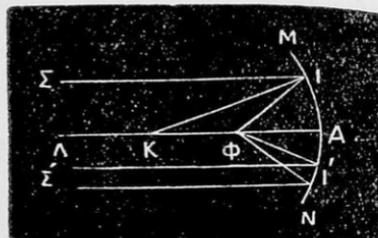
κὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ εἰδῶλα τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$  καταδιβάζομεν τὰς καθέτους  $AG$  καὶ  $BD$  ἐπὶ τὸ κάτοπτρον, προεκβάλλομεν αὐτὰς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεία  $A'$  καὶ  $B'$  οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωμεν  $AG = A'G$  καὶ  $BD = B'D$ . Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδῶλον  $A'B'$  τοῦ ἀντικειμένου  $AB$ . Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρίσκεται ἀνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ  $O$ , τότε βλέπομεν τὸ εἶδῶλον



Σχ. 141.

$A'B'$ , διότι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δέχεται τὰς ἀνακλωμένους δεσμίδας καὶ ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τῶν σημείων  $A'$  καὶ  $B'$ .

243. **Β'. Σφαιρικὰ κάτοπτρα.** Καλοῦνται σφαιρικὰ κάτοπτρα τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν μὲν ἡ λεῖα καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἴη ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον καλεῖται κοίλον, ὅταν δ' ἡ ἐξωτερικὴ, κυρτόν. Ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοιούτων κατόπτρων γεννᾶται ὑπὸ τόξου κύκλου  $MN$  (σχ. 142) στρεφομένου περὶ τὴν διὰ



Σχ. 142.

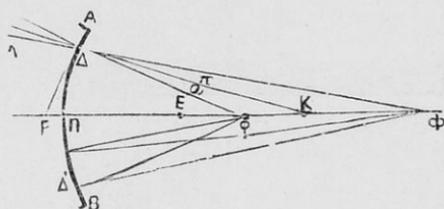
τοῦ μέσου αὐτοῦ  $A$  διερχομένην ἀκτῖνα καμπυλότητος  $KA$ . Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα  $AKA$ , ἢ διὰ τοῦ κέντρου  $K$  καὶ τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου  $A$  διερχομένη, καλεῖται κύριος ἄξων τοῦ κατόπτρου· πᾶσα δ' ἄλλη ἀπεριόριστος εὐθεῖα διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου  $K$  καὶ μὴ συμπίπτουσα

τῷ κυρίῳ ἄξωνι, καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ κατόπτρου.

244. **Κοῖλα κάτοπτρα. Κυρία ἐστία.** Ἐὰν σφαιρικὸν κάτο-

προν κοίλον MN (σχ. 142) δεχθῆ ἀκτίνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, ὅσον ἡλιακὰς ΣΙ, αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Φ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος ΑΚ. Τὸ σημεῖον τοῦτο Φ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου, ἢ δὲ ἀπόστασις ΑΦ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις. Ἐὰν τοῦναντίον θέσωμεν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν Φ φωτοβόλον σημεῖον, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διευθύνσεις ΙΣ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΑ.

245. **Συζυγεῖς ἐστίαι.** Ἐὰν φωτοβόλον τι σημεῖον Φ (σχ. 143)



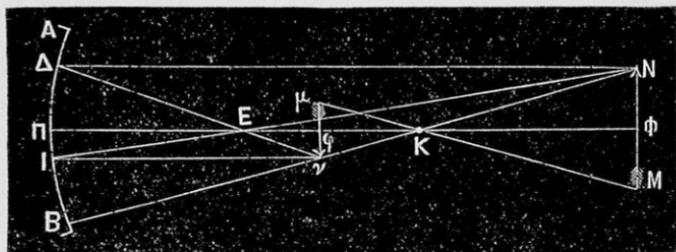
Σχ. 143.

τεθῆ ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου ΑΒ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΠΚΦ πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες, ὅσον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν σχημα-

τίζουσαι τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπίπτειν  $\pi$  τέμνουσιν ἀλλήλας εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον  $\varphi$ , κείμενον πάντοτε μεταξὺ κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ. Τὰ δύο ταῦτα σημεῖα Φ καὶ  $\varphi$  καλοῦνται συζυγεῖς ἐστίαι τοῦ κατόπτρου, διότι, ἂν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ ἀπὸ τοῦ Φ εἰς τὸ  $\varphi$ , αἱ ἀκτίνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν συνέρχονται εἰς τὸ Φ, τουτέστιν ἑκάτερον τῶν δύο σημείων Φ καὶ  $\varphi$  εἶνε ἐστία τοῦ ἐτέρου. Ἐὰν ἤδη τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πάντοτε κείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος Κ, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία  $\varphi$  πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνῃται τοῦ κέντρου καμπυλότητος, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται αὐτοῦ καὶ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε. Ὅ,τι δ' ἐρρήθη περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀληθεύει καὶ περὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος, ἐφ' οὗ ὡσαύτως διακρίνομεν κυρίαν ἐστίαν καὶ συζυγεῖς ἐστίας.

Αί ἐστία· δ' αὐται, ἄς μέχρι τοῦδε ἐθεωρήσαμεν, καλοῦνται ἐστία καθ' ὑπόστασιν, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα συνέρχονται αὐταὶ αὐταὶ αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες καὶ οὐχὶ αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαί.

246. **Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.** Ἐστω φωτοβόλον τι ἀντικείμενον  $NM$  (σχ. 144) ἐνώπιον κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου  $AB$  κείμενον πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος αὐτοῦ  $K$ . Ἐκαστον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου τούτου πλην τοῦ  $\Phi$ , κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος· καὶ τοῦ μὲν ἀνωτάτου σημείου  $N$  ἡ συζυγῆς ἐστὶ σχηματίζεται εἰς τι σημεῖον  $\nu$  ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $NB$  κείμενον καὶ μεταξὺ κυρίας ἐστίας τοῦ ἄξονος τούτου καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος  $K$ . Ὡσαύτως ἡ συζυγῆς ἐστὶ τοῦ σημείου

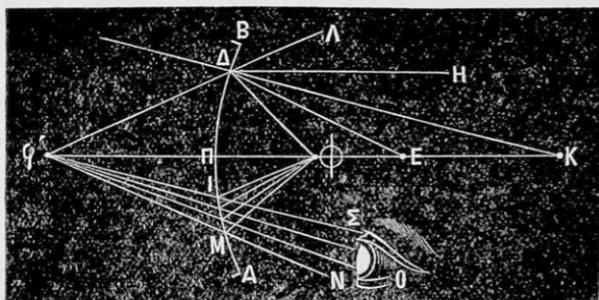


Σχ. 144.

$M$  σχηματίζεται εἰς τὸ  $\mu$ , οὗτω δὲ παράγεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον  $\mu\nu$  ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον πάντοτε τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάσῃ πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον μεγαθυνόμενον.

247. **Εἶδωλα καθ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  τεθῇ μεταξὺ κυρίας ἐστίας  $E$  καὶ κατόπτρου  $BA$  (σχ. 145), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, οἷον ἡ  $\Phi\Delta$ , μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι ὡς ἡ  $\Delta\Lambda$ . Ὅθεν αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες  $\Delta\Lambda$  δὲν δύνανται γὰρ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγῆ ἐστία καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὁμῶς ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ὀδεχθῇ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, οἷον τὰς  $\Sigma\Gamma MN$ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπο-

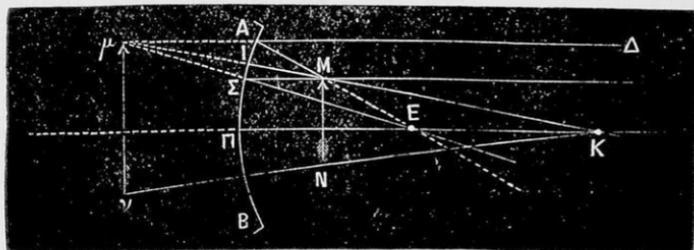
ρεύονται ἔκ τινος σημείου  $\phi'$  ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου κειμένου, ὅπερ εἶνε ἢ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου  $\Phi$ . Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  πλησιάσῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ  $\phi'$  πλησιάσῃ ὡσχύτως. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον



Σχ. 145.

σημεῖον  $\Phi$  ἀπομακρυνόμενον τοῦ κατόπτρου πλησιάσῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E$ , ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου τάχιστα εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

Ὅτι δ' ἐλέχθη περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κειμένου μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ



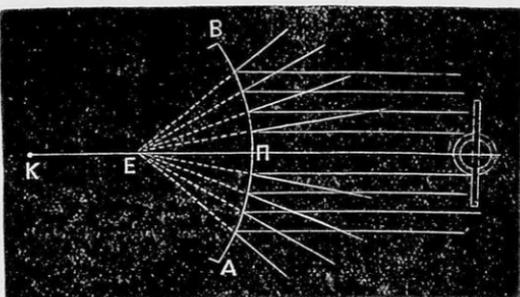
Σχ. 146.

κατόπτρου, τὸ αὐτὸ δύναται νὰ βῆθῃ καὶ περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐφ' αἰουδήποτε δευτερεύοντος ἄξονος κειμένου μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος.

248. Ἐὰν ἤδη φωτοβόλον τι ἀντικείμενον  $MN$  (σχ. 146) τεθῇ

μεταξύ τῆς ἐστίας  $E$  καὶ τοῦ κατόπτρου  $AB$ , τὰ διάφορα αὐτοῦ σημεῖα, οἷον τὰ  $M, N$ , κείμενα ἐπὶ διαφόρων δευτερευόντων ἀξόνων  $MK, NK$ , σχηματίζουσιν ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῶν ἀξόνων τούτων ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου τὰς κατ' ἔμφασιν ἐστίας αὐτῶν. Καὶ τοῦ μὲν  $M$  σχηματίζεται εἰς τὸ σημεῖον  $\mu$ , τοῦ δὲ  $N$  εἰς τὸ  $\nu$  καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ εἶδωλον  $\mu\nu$  ὀρθὸν καὶ πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου  $MN$ . Καὶ ἂν μὲν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ εἰς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ σμικρυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνῃται τοῦ κατόπτρου πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου ταχέως, μεγεθυνόμενον ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.

249. 6') **Κυρτὰ κάτοπτρα.** Ἐὰν σφαιρικὸν κάτοπτρον κυρτὸν  $AE$  (σχ. 147) δεχθῇ ἀκτῖνας  $\Phi$  παραλλήλους τῇ κυρίῃ αὐτοῦ ἀξονι  $HK$ , αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι καὶ δὲν δύνανται γὰρ σχηματίσωσι

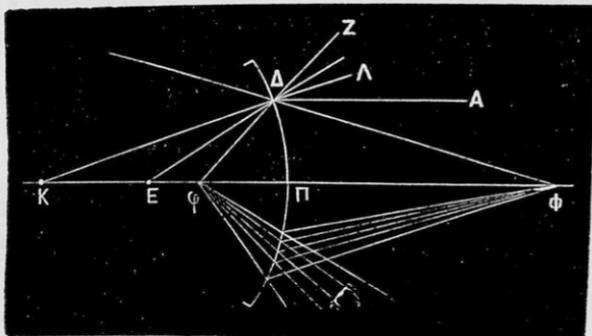


Σχ. 147.

καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἀλλ' ἂν τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτῖνων δεχθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τινος σημείου  $E$  κειμένου ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, ὅπερ εἶνε ἡ κυρία κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, κειμένη εἰς τὸ μέσον τῆς  $KH$ .

250. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  (σχ. 148) κεῖται ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον ἡ  $\Phi\Delta$ , καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι, ὡς ἡ  $\Delta Z$ .

Ταύτας δ' ἂν δεχθῆ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι ἐκπορεύονται ἐκ τοῦ σημείου  $\varphi$  κειμένου ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος  $\Phi\Pi$  μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας  $E$  καὶ τοῦ κατόπτρου. Τὸ σημεῖον τοῦτο  $\varphi$  εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ φωτοβόλου σημείου  $\Phi$ . Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία πλησιάζει ὡσαύτως, ἐὰν δ' ἀπομακρύνηται αὐτοῦ, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται μὲν, ἀλλὰ μένει πάντοτε μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας.



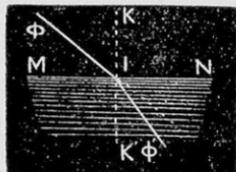
Σχ. 148.

Ἐὰν νῦν ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῆ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει τὴν κατ' ἔμφασιν ἐστίαν ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ κείται, καὶ μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου, οὕτω δὲ σχηματίζεται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθὸν καὶ πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ μεγαθυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται σμικρυνόμενον καὶ σχηματιζόμενον πάντοτε μεταξὺ ἐστίας καὶ κατόπτρου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηροῦμεν κατοπτριζόμενοι ἐπὶ σφαιρικῆς ὑαλίνης φιάλης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

## ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

251. Καλεῖται διάθλασις τοῦ φωτός ἢ μεταβολή διεύθυνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ὅταν προσπίπτουσαι πλάγιως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς διαχωρίζουσης δύο διαφανῆ περιέχοντα μεταβαίνωσιν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς αὐτῶν εἰς τὸ ἕτερον. Ἐστω π. χ. MN (σχ. 149) ἡ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια ἢ χωρίζουσα τὰ διαφανῆ περιέχοντα, οἷον τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ ΦΙ ἀκτίς φωτός προσπίπτουσα πλάγιως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἅμα μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τοὺς γνωστοὺς νόμους, ἅμα δὲ εἰσδύουσα εἰς τὸ ὕδωρ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται ταύτης λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἣτοι διαθλᾶται. Τοιαύτη δὲ διάθλασις συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτίς προσπίπτῃ πλάγιως καὶ οὐχὶ καθέτως κατὰ



Σχ. 149.

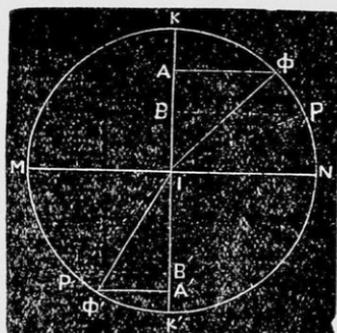
τὴν ΚΙ, ὅποτε δὲν ἐκτρέπεται, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερομένη κατ' εὐθείαν γραμμὴν ΚΙΚ'. Ἡ ἀκτίς ΦΙ καλεῖται προσπίπτουσα, ἢ δὲ ΙΦ' διαθλωμένη· ὡσαύτως ἡ γωνία ΦΙΚ καλεῖται γωνία προσπτώσεως, ἢ δὲ Φ'ΙΚ' γωνία διαθλάσεως.

252. **Νόμοι διαθλάσεως τοῦ φωτός.** Ἡ διάθλασις τοῦ φωτός ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

Α'. Τὸ ἐπίπεδον τὸ ὑπὸ τῆς προσπίπτουσης καὶ τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος ὀριζόμενον εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν διαθλώσαν ἐπιφάνειαν.

Β'. Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως εἶνε σταθερὸς ἐν τοῖς αὐτοῖς περιέχουσιν, ὅταν μεταβάλληται μόνον ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως. Ὅπως κάλλιον κατανοηθῆ ὁ δεῦτερος οὗτος νόμος, θεωρήσωμεν δύο περιέχοντα διαχωρίζο-

μενα ὑπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου MN (σχ. 150) καὶ φωτεινῆν



σχ. 150.

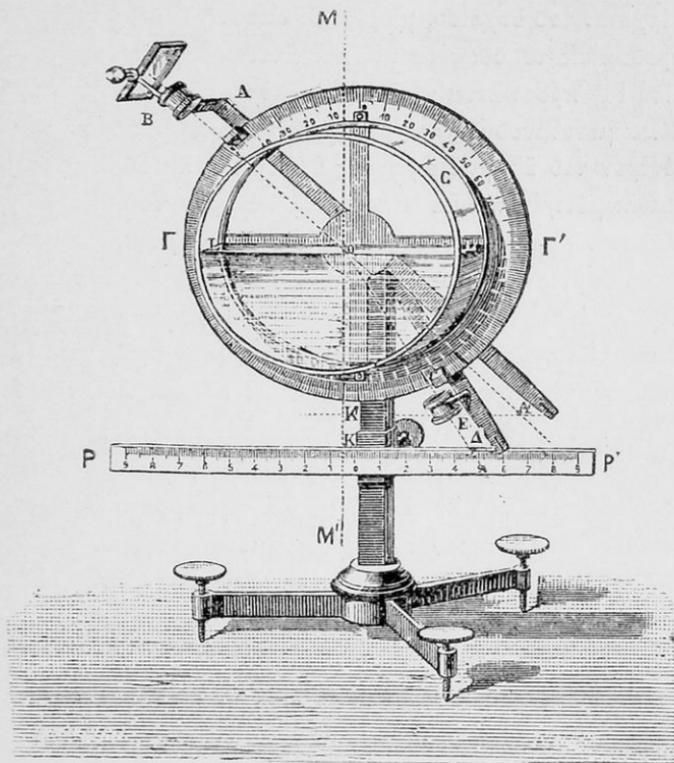
ἀκτῖνα ΦΙ προσπίπτουσαν κατὰ τὸ σημεῖον Ι καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διαγράφωμεν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπτώσεως περιφέρειαν ἔχουσαν κέντρον τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ι καὶ ἀκτῖνα ΦΙ ἴσην τῇ μονάδι. Ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Φ' φέρομεν ἐπὶ τὴν κάθετον τῆς MN' διάμετρον ΚΚ' τὰς καθέτους ΦΑ καὶ Φ'Α', αἵτινες παριστῶσι τὰ ἡμίτονα τῶν γωνιῶν ΦΙΚ καὶ Φ'ΙΚ'.

Ἐὰν τῶν δύο τούτων περιεχόντων τῶν μὲν ἀνώτερον εἶνε ἀήρ, τὸ δὲ κατώτερον ὕδωρ, εὐρίσκομεν ὅτι τὰ μήκη τῶν καθέτων ΦΑ καὶ Φ'Α' ἔχουσι πρὸς ἀλληλα λόγον ἴσον πρὸς  $\frac{4}{3}$ . Ἔστω καὶ δευτέρα τις φωτεινὴ ἀκτίς ΡΙ λαμβάνουσα μετὰ τὴν διάθλασιν τὴν διεύθυνσιν ΙΡ'. Καὶ πάλιν, ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἐπὶ τὴν διάμετρον ΚΚ' καθέτους ΡΒ καὶ Ρ'Β', εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν αὐτῶν εἶνε  $\frac{4}{3}$ , ἦτοι ἴσος τῷ προηγουμένῳ. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο περιέχοντα εἶνε ἀήρ καὶ ὕαλος, ὁ λόγος οὗτος εἶνε ἴσος πρὸς  $\frac{3}{2}$ . Ὁ ἀριθμὸς οὗτος, ὅστις εἶνε μὲν σταθερὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα, μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένων τῶν περιεχόντων, καλεῖται δείκτης διαθλάσεως καὶ παρίσταται διὰ τοῦ τύπου  $\frac{\eta \mu. \pi}{\eta \mu. \delta} = n$ , ἐνθα π καὶ δ εἶνε αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

Ὅταν τὸ φῶς μεταβαίνῃ ἀπὸ περιέχοντος ἀραιότερου εἰς πυκνότερον, οἷον ἀπὸ ἀέρος εἰς ὕδωρ, συνήθως ἡ γωνία διαθλάσεως εἶνε μικροτέρα τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἦτοι τὰ πυκνότερα σώματα εἶνε συνήθως καὶ θλαστικώτερα τῶν ἀραιότερων. Ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ ἐξαιρέσεις, ὡς τὸ οἰνόπνευμα, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ὁ αἰθήρ, αἵτινα καίπερ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος εἶνε θλαστικώτερα αὐτοῦ.

253. Οἱ νόμοι τῆς διαθλάσεως ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ

τῆς συσκευῆς, ἣτις ἐχρησίμευσεν ὅπως ἀποδειχθῶσιν οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός (σχ. 139, § 239). Ἀλλὰ πρὸς τοῦτο πρέπει ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ κάτοπτρον τὸ κείμενον εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὑποδηρημένου κυκλικοῦ δίσκου δι' ὑαλίνου κυλινδρικοῦ δο-



Σχ. 151.

χείου, τοῦ ὁποίου αἱ μὲν βάσεις διατίθενται παραλλήλως τῷ δίσκῳ ΓΓ' (σχ. 151), ὁ δὲ ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ δίσκου τούτου. Καθιστῶντες κατὰ πρῶτον κατακόρυφον τὴν διάμετρον  $0^{\circ} - 180^{\circ}$  τοῦ ὑποδηρημένου κυκλικοῦ δίσκου, χύνομεν εἶτα ὕδωρ ἐν τῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ οὕτως, ὥστε ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια Η νὰ διέλθῃ ἀκριδῶς διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ δίσκου. Δεχόμεθα εἶτα

ήλιακήν δέσμην ἐπὶ τοῦ κατόπτρου B, ἣν διευθύνομεν οὕτως, ὥστε ἡ ἀκτίς ἢ διερχομένη διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος, ὕπερ φέρει ὁ σωλὴν B, νὰ προσπέσῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς σημεῖον κείμενον ἐπὶ τοῦ ἄξονος O τοῦ καθέτου εἰς τὸ κέντρον τοῦ κυκλικοῦ δίσκου. Ἡ ἀκτίς αὕτη διαθλωμένη κατὰ τὴν εἰς τὸ ὕδωρ εἰσοδὸν αὐτῆς ἐξέρχεται τοῦ δοχείου, χωρὶς νὰ ὑποστῇ δευτέραν διάθλασιν, διότι χωροῦσα εἰς τὸ ὕδωρ κατὰ τινὰ ἀκτίνα τῆς ἐγκαρσίου τομῆς τοῦ δοχείου ΓΓ' προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τὴν κυλινδρικήν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ. Εἶτα μετακινούμεν τὸν βραχίονα Δ, μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου κυκλικοῦ διαφράγματος E τὴν διαθλωμένην ἀκτίνα. Ἐπειδὴ τὸ κέντρον τοῦ διαφράγματος τούτου κινεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὕπερ ὀρίζει ἢ προσπίπτουσα ἀκτίς καὶ ἡ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως κάθετος, συνάγομεν ὅτι καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς κεῖται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον. Μετακινούμεντες νῦν τὸν ὀριζόντιον κανόνα PP' μετροῦμεν τὰ μήκη τῶν καθέτων A' K' καὶ ΔK τῶν ἐκ τῶν σημείων A' καὶ Δ ἀγομένων ἐπὶ τὴν κατακόρυφον διάμετρον  $0^{\circ} - 180^{\circ}$  καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν τούτων εἶνε σταθερός, οἷαδὴποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν δεῦτερον τῶν προειρημένων νόμων.

#### ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

254. Ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου κυκλικοῦ διαφράγματος εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὕδατος (σχ. 152). Αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες ΛΑ καὶ ΛΒ ἀναδύουσαι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως A καὶ B καθέτων λαμβάνουσαι τὰς διευθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ. Ἐὰν κατὰ τὸ ΓΔ ὑπάρχῃ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, βλέπομεν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ εἰς τὸ σημεῖον Λ', εἰς ὃ τέμνονται



Σχ. 152. αἱ προσεκβολαὶ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ΓΑ καὶ ΔΒ, ἧτοι πλησιέστερον τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως τῶν δύο περιε-

χόντων και τοσούτω πλησιέστερον, ὅση μᾶλλον πλαγίως προσβλέπομεν πρὸς αὐτήν.

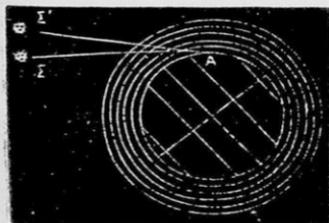
Ῥάβδος ἐμβεβαπτισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος αὐτῆς ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου (σχ. 153).

Ἐὰν ἐντὸς ἀδιαφανοῦς δοχείου θέσωμεν μικρὸν ἀντικείμενον, οἷον νόμισμα, καὶ ἀπομακρυνθῶμεν οὕτως, ὥστε τὰ χεῖλη τοῦ δοχείου ν' ἀποκρύπτωσιν αὐτὸ ἀφ' ἡμῶν, χύσωμεν δ' εἶτα ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, βλέπομεν καὶ αὐθις τὸ νόμισμα, ἐν ᾧ οὐδὲὼς μετετέθη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν.



Σχ. 153.

255. **Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.** Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως συμβαίνει οὐ μόνον ὡς ἀκτὶς φωτεινὴ τις ἀκτὶς μεταβαίνει, ὡς προεῖρηται, ἀφ' ἐνὸς εἰς ἕτερον διάφορον τὴν φύσιν περιέχον, ἀλλὰ καὶ ὅταν ὁδεύῃ ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι μεταβάλλοντι πυκνότητα, οἷος ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ὁ ἔχων πυκνότητα αὐξανομένην ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ὅθεν εἶνε ἐπόμενονον ὅτι αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες αἱ ἐκ τῶν ἀστέρων, ἐκ τοῦ ἡλίου Σ (σχ. 154) ἢ ἐκ τῆς σελήνης ἐκπεμπόμεναι, ἀφ' οὗ διαδράμωσι τὸ πέραν τῆς ἀτμοσφαίρας διάστημα, εἰσερχόμεναι εἰς αὐτὴν καὶ ὁδεύουσαι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Α ὑφίστανται διάθλασιν ἀκολουθοῦσαι καμπύλην, ἧς ἡ κοιλότης εἶνε ἐστραμμένη πρὸς τὴν γῆν. Καὶ τότε δὲν βλέπομεν τοὺς ἀστέρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν εὐθειῶν γραμμῶν, αἵτινες



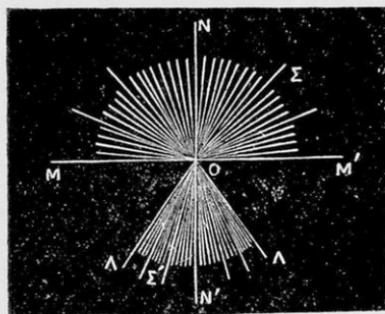
Σχ. 154.

ἐνοῦσιν ἕκαστον αὐτῶν μετὰ τῆς θέσεως, ἣν κατέχομεν ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλὰ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς τελικῆς διευθύνσεως τῶν εἰσερχομένων εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἀκτίνων, οὗ ἕνεκα καὶ ὁ παρατηρητὴς Α ἀντὶ νὰ ἴδῃ π.χ. τὸν ἡλίον ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτοῦ θέσει κατὰ τὸ Σ, θέλει ἴδει αὐτὸν ὑψηλότερον κατὰ τὸ Σ'.

Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσοι ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς

τὸ κατακόρυφον σημεῖον, οὗς βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτῶν θέσιν, διότι αἱ κατακορύφως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες δὲν ὑφίστανται διάθλασιν.

256. **Ὅρική γωνία.** Ἐστω  $MM'$  (σχ. 155) ἡ ἐπιφάνεια ἢ διαχωρίζουσα δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ. Ἡ ἀκτίς  $NO$  ἢ καθέτως προσπίπτουσα εἰσέρχεται, ὡς εἶπομεν, εἰς τὸ ὕδωρ ἄνευ διαθλάσεως ἀκολουθοῦσα τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν  $ON'$ . Ἡ δ' ἀκτίς  $SO$  προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν  $\Sigma ON$  διαθλάται κατὰ τὴν εὐθείαν  $OS'$  σχηματίζουσα μετὰ τῆς καθέτου  $ON'$  γωνίαν διαθλάσεως  $N'O\Sigma'$  ἐλάσσονα τῆς γωνίας προσπτώσεως  $\Sigma ON$ ,



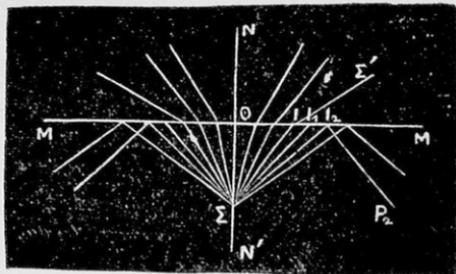
Σχ. 155.

διότι τὸ ὕδωρ εἶνε θλαστικώτερον τοῦ ἀέρος· τῆς γωνίας δὲ τῆς προσπτώσεως ἀξαναμέννης καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως ἀξάνεται, μένουσα ὅμως πάντοτε ἐλάσσων ἐκείνης. Ὅταν δ' ἡ γωνία προσπτώσεως γίνῃ μεγίστη, τουτέστιν ἴση πρὸς  $90^\circ$ , δηλαδὴ ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς ἄπτηται τῆς ἐλευθέρως

ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, τότε ἡ γωνία διαθλάσεως λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν  $\Delta ON'$  ἐλάσσονα τῆς ὀρθῆς καὶ καλεῖται **ὄρική γωνία**. Ἡ γωνία αὕτη εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα περιέχοντα, ἐν μὲν τῷ ὕδατι ἴση περίπου πρὸς  $48^\circ$ , ἐν δὲ τῇ ὑάλῳ πρὸς  $41^\circ$  κτλ.

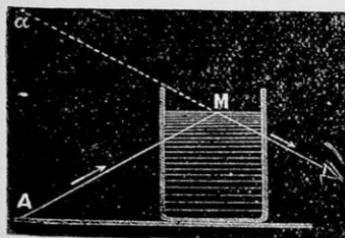
257. **Ὅλική ἀνάκλασις.** Ἐστω  $MM'$  (σχ. 156) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ  $\Sigma$  φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτίς  $SO$  ἢ καθέτως τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλαγίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, οἷον ἡ  $\Sigma I$ , ἐν μέρει μὲν ἀνακλῶνται, ἐν μέρει δὲ διαθλῶνται κατὰ διευθύνσεις, οἷα ἡ  $I\Sigma'$ , σχηματίζουσας μετὰ τῆς καθέτου γωνίας διαθλάσεως πάντοτε μείζονας τῶν τῆς προσπτώσεως, διότι ὁ ἀήρ εἶνε ἥττον

θλαστικός του ύδατος. Ἀκτὶς τις δὲ φωτὸς ἢ  $\Sigma I_1$  σχηματίζουσα γωνίαν προσπίπτουσα ἴσην τῇ ὀρικῇ ἐν μέρει μὲν ἀνακλάται, ἐν μέρει δὲ διαθλάται, ἀλλ' ὑπὸ γωνίαν  $90^\circ$ , ἥτοι ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος ἀπτομένη τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς, οἷα ἢ  $\Sigma I_2$ , προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὀρικῆς δὲν δύναται πλέον νὰ διαθλασθῇ, ἀλλ' ὑφίσταται ὀλικὴν ἐν τῷ ὕδατι ἀνάκλασιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $I_2 P_2$ .



Σχ. 156.

Ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις δύναται ν' ἀποδειχθῇ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος (σχ. 157). Ἐνώπιον ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος θέτομεν ἀντικείμενόν τι, οἷον ἐν νόμισμα Α. Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος Α λίκαν εὐκρινὲς σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων ΑΜ, αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.



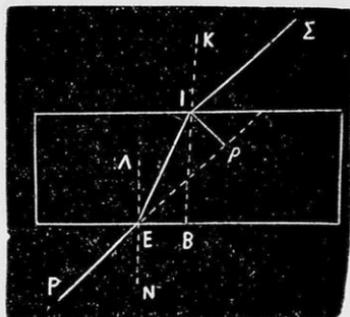
Σχ. 157.

Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κενὸν ὑαλίνον σωλήνα κλειστὸν κάτωθεν, βλέπομεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ πλαγίως φωτιζομένου λάμπουσαν ἀργυροειδῶς ἕνεκα τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἥτις ἐπέρχεται ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος. Ἐὰν πληρώσωμεν τὸν

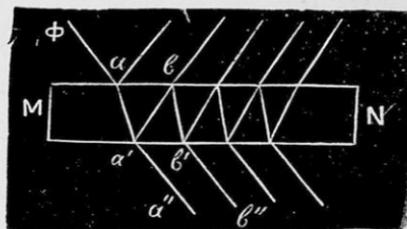
σωλήνα ὕδατος, ἡ λάμψις αὕτη ἐκλείπει, διότι ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς μερικὴν ἀνάκλασιν καὶ εἰς διάθλασιν.

258. **Διάδοσις τοῦ φωτὸς διὰ πλακῶν διαφανῶν.** Ὄταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ πλακῶν διαφανῶν (σχ. 158), οἷον ὑαλίνης, ἐν τῷ ἀέρι π. χ. κειμένης καὶ ἐχούσης ἀμφοτέρως τὰς ἑδρας, καὶ

τὴν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι, δι' ἧς τοῦτο ἐξέρχεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιούσα ἀκτὶς EP εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας BIE οὔσης πάντοτε ἴσης τῇ IEA καὶ αἱ γωνίαι ΣΙΚ καὶ NEP θὰ εἶνε ὡσαύτως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ καθέτως, ἐξέρχεται ἄνευ γωνιώδους ἐκτροπῆς, ἐὰν δὲ πλαγίως, ὡς ἡ ΣΙ, ἐξέρχεται μὲν κατὰ διεύθυνσιν EP παράλληλον τῇ ΣΙ, ἀλλ' ὑφίσταται παράλληλον ἐκτροπὴν Ιρ, ἣτις εἶνε ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ πάχος τῆς πλακῆς εἶνε ἐλάχιστον. Ἀκτὶς δὲ φωτεινὴ Φα (σχ. 159) προσπίπτουσα ἐφ' ὕαλινης πλακῆς MN οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν αα', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται κατὰ τὸ σημεῖον α



Σχ. 158.



Σχ. 159.

ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας τῆς πλακῆς ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτὶς αα' οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'α'', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἑδρας τῆς πλακῆς κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'β. Ὅμοίως ἡ ἀκτὶς α'β καὶ διαθλάται καὶ ἀνακλᾶται ὡς καὶ ἡ ββ' καὶ οὕτω καθεξῆς ὥστε ἔχομεν σειρὰν ἀνακλωμένων ἀκτίνων καὶ σειρὰν διαθλωμένων. Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δεχθῆ ἢ τὰς πρώτας ἢ τὰς δευτέρας, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων διηγεκῶς ἀμυδροτέρων ἕνεκα τῶν ἐπανελημμένων ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὅμως τῆς πλακῆς ταύτης ἡ κατωτέρα ἑδρα εἶνε ἐπάργυρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτίνες ἀνακλῶνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας, ἀλλ' ἰδίως ἐπὶ τῆς κατω-

τέρας τῆς ἐπαργύρου. Ἐὰν ἐν τοιοῦτῳ κατόπτρῳ παρατηρήσωμεν ὀλίγον πλαγίως ἐν σκοτεινῷ ἰδίῳ θαλάμῳ τὴν φλόγα λαμπάδος, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων, ὧν τὸ πρῶτον εἶνε ἀμυδρόν, ἅτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας ἀνακλάσεως, τὸ δὲ δεύτερον λαμπρότατον πάντων, ἅτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ἀνακλάσεως, τὰ λοιπὰ δ' εἶδωλα σχηματίζονται ἀμυδρότερα, διότι προέρχονται ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων.

259. **Διπλὴ διάθλασις τοῦ φωτός.** Πολλαὶ κρυσταλλικαὶ οὐσαὶ κέκτηνται τὴν ιδιότητα νὰ διχάζωσι τὰς εἰς αὐτὰς εἰσδουούσας φωτεινὰς ἀκτῖνας εἰς δύο ἄλλας ἀκτῖνας, αἵτινες ἐξέρχονται



Σχ. 160.

τοῦ κρυστάλλου προχωροῦσιν ἐν γένει κατὰ δύο διαφόρους διευθύνσεις. Ἡ διάθλασις αὕτη τοῦ φωτός καλουμένη διπλῆ διάθλασις εἶνε λίαν καταφανὴς καὶ ἀνέκαθεν γνωστὴ εἰς τὴν καλουμένην ἰσλανδικὴν κρύσταλλον, ἧτοι εἰς τὸν κεκρυσταλλωμένον ἀσβεστίτην.

260. Ἄν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου, ἐφ' οὗ ὑπάρχωσι μέλανα γράμματα, ἐπιθέσωμεν ἰσλανδικὴν κρύσταλλον, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ὑπὸ τοῦ κρυστάλλου κεκαλυμμένα γράμματα ἐμφανίζονται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν διπλᾶ (σχ. 160). Ἐὰν δὲ λεπτὴ δέσμη ἡλιακοῦ φωτός προσπέσῃ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἐπὶ μίᾳ τῶν ἐδρῶν τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ ἀλλὰ διπλῆ, σχηματίζονται δ' οὕτως ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος δύο κυκλωτερεῖς φωτειναὶ εἰκόνες τοῦ ἡλίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

## ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ

261. Φακὸς καλεῖται σῶμα διαφανές, συνήθως ὑάλινον θλαστικώτερον ἐπομένως τοῦ ἀέρος, περιοριζόμενον ἔνθεν καὶ ἔνθεν ὑπὸ ἐπιφανειῶν σφαιρικῶν ἢ σφαιρικῶν ἄμα καὶ ἐπιπέδων. Τῶν φακῶν ἄλλοι μὲν εἶνε παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα καὶ οὗτοι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρώσῃ τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι συγκλίνοντες, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικύρτος Α (σχ. 161), ὁ ἐπιπεδόκυρτος Β καὶ ὁ κοιλόκυρτος Γ ἢ



Σχ. 161.

μηρίσκος συγκλίνων. Ἄλλοι τοῦναντίον εἶνε λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀποκλίνουσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται ἀποκλίνοντες, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικοίλος Δ, ὁ ἐπιπεδόκοιλος Ε καὶ ὁ κοιλόκυρτος ἢ μηρίσκος ἀποκλίνων Ζ. Ἐν τῇ κεφαλαίῳ τούτῳ περὶ φακῶν θέλομεν πραγματευθῆ μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου Α καὶ ἀμφικοίλου Δ, παραδεχόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἦτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν ἐκατέρωθεν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἴσας.

262. Ἡ εὐθεῖα ἢ διερχομένη διὰ τῶν δύο κέντρων καμπυλότητος, ἦτοι τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, φακοῦ ἀμφικοίλου ἢ ἀμφικύρτου καλεῖται κύριος ἄξων τοῦ φακοῦ. Τὸ δὲ μέσον τῆς εὐθείας ταύτης, τὸ καὶ ἐν τῇ μέσῳ τοῦ φακοῦ τοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτῖνας καμπυλότητος κείμενον, καλεῖται ὀπτικὸν κέντρον τοῦ ἀμφικύρτου ἢ ἀμφικοίλου φακοῦ. Πᾶσα δ' ἄλλη εὐθεῖα διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη καὶ μὴ συμπίπτουσα τῇ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ φακοῦ.

## Α' ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ

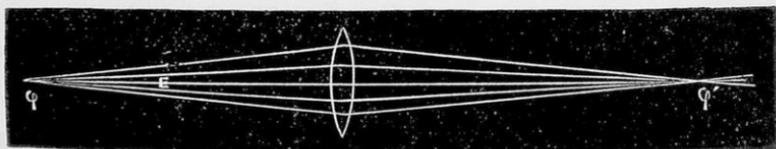
263. **Κυρία εστία.** Ἐὰν ἀμφικύρτος φακὸς ἔχων ἴσας ἀκτῖνας καμπυλότητος (σχ. 162) δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῇ κυρίῳ ἄξονι, ὡς ἡλιακὰς ἀκτῖνας  $\Phi$ , αὐταὶ συγκεντροῦνται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίοδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον  $E$  ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία εστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερὸν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει



Σχ. 162.

κυρία εστία εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀπόστασιν, καλουμένην *κυρίαν εστιακὴν ἀπόστασιν*. Ἡ κυρία εστία ἀμφικύρτου φακοῦ καλεῖται *καθ' ὑπόστασιν*, διότι εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο συνέρχονται αὐταὶ αὐταὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες. Ἀντιστρόφως, αἱ ἀπὸ φωτοδόλου σημείου ἐπὶ τῆς κυρίας εστίας  $E$  κειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι ἀναδύουσι μετὰ τὴν διάθλασιν παραλλήλως τῇ κυρίῳ ἄξονι.

264. **Συζυγεῖς εστίαί.** Ἐὰν φωτοδόλον σημεῖον  $\phi$  (σχ. 163)

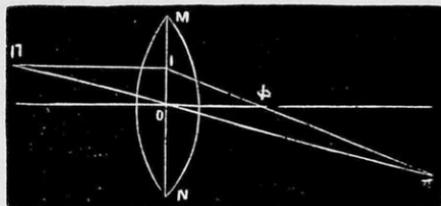


Σχ. 163.

τεθῆ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτῖνας καμπυλότητος πέραν τῆς κυρίας εστίας  $E$ , αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον  $\phi'$ , ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *καθ' ὑπόστασιν συζυγὴς εστία* τοῦ φωτοδόλου σημείου  $\phi$  καλεῖται δὲ

συζυγής, διότι, εάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ εἰς τὸ  $\phi'$ , αἱ ἀκτίνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ σημεῖον  $\phi$ . Ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῆ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, τότε καὶ μόνον τότε ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶα θέλει σχηματισθῆ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους. Ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρυνόμενον τοῦ φακοῦ τεθῆ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶα πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν σχηματίζεται πάντοτε μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐάν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν τεθῆ, μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶα ἀπομακρυνομένη τοῦ φακοῦ σχηματίζεται πάντοτε εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως.

265. **Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας.** Πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοβόλου σημείου II (σχ. 164) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα ΠΟπ καὶ εἶτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου Π τὴν εὐθείαν ΠΙ-παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ

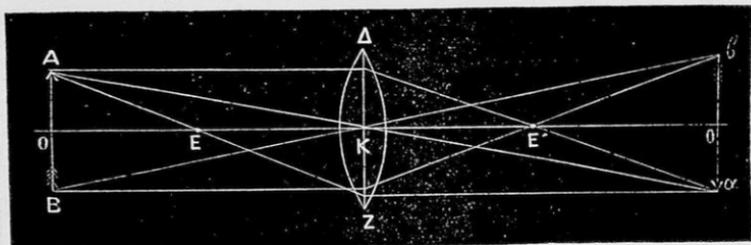


Σχ. 164.

σημεῖον I μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας  $\Phi$  προεκβάλλομεν τὴν εὐθείαν  $\text{I}\Phi$  μέχρις ὅτου συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον π, ὕπερ εἶνε ἡ συζυγής ἐστία τοῦ σημείου II.

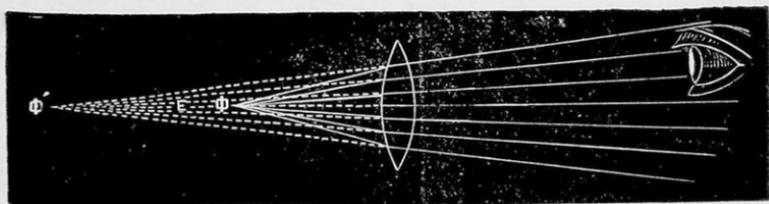
266. **Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.** Ἐάν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 165) τεθῆ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας E ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτίνας καμπυλότητος ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύ-

οντος ἄξονος κείμενον θέλει σχηματίσει τὴν συζυγὴ αὐτοῦ ἐστίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ Α ἢ τοῦ Β ἐκπεμπόμεναι



Σχ. 165.

ἀκτίνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι συνέρχονται εἰς τὰ σημεῖα α καὶ β, σχηματίζεται δὲ εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν βα, ἀλλ' ἀνεστραμμένον καὶ ἴσον, μείζον ἢ ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου. Καὶ ὅταν μὲν τὸ ἀντικείμενον τεθῆ εἰς ἀπόστασιν ΚΟ ἴσην τῇ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως ΚΕ, τότε καὶ μόνον τότε τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους καὶ συγχρόνως ἰσομέγεθες τῷ ἀντικειμένῳ. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀναχωροῦν ἐκ τῆς θέσεως ταύτης ἀπομακρυνθῆ τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάσῃ πρὸς αὐτόν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν σμικρύνεται ἢ ἀπομακρυνόμενον αὐτοῦ μεγεθύνεται.

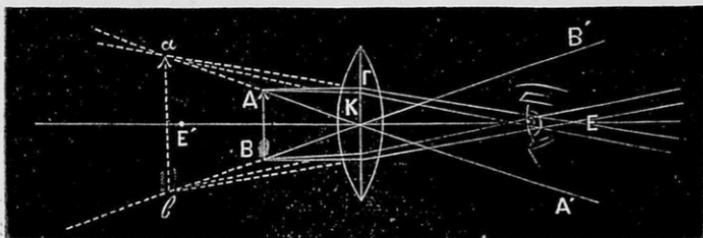


Σχ. 166.

267. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοδύλον σημεῖον Φ (σχ. 166) τεθῆ μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας Ε, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν δὲν δύνανται νὰ συναγτηθῶσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φακοῦ καὶ σχηματίσωσι καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν. Ἐὰν δέ τις τῶν ἀκτίνων τούτων δεχθῆ ὁ

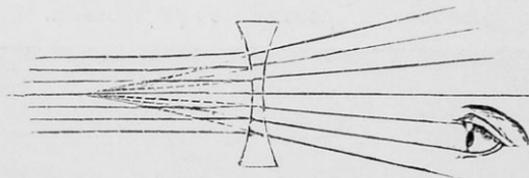
ὄφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου  $\Phi'$  κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ κείται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$ , ὅπερ καλεῖται κατ' ἔμφασιν ἑστία τοῦ σημείου τούτου.

268. Ἐὰν νῦν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ  $K$  θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 167) μεταξύ τῆς κυρίας ἑστίας  $E'$  καὶ τοῦ



Σχ. 167.

φακοῦ, αἱ ἐκ τῶν διαφόρων σημείων  $A$  καὶ  $B$  τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ δίοδον βαίνουσαι ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων  $AA'$  καὶ  $BB'$  ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων  $\alpha$  καὶ  $\beta$  κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερευόντων ἀξόνων  $\alpha AA'$  καὶ  $\beta BB'$ , ἐφ' ὧν κείνται καὶ τὰ σημεῖα  $A$  καὶ  $B$  καὶ εἰς μείζονα ἢ



Σχ. 168.

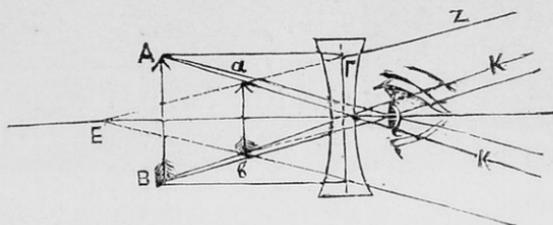
αὐτὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον  $\alpha\beta$  πάντοτε ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοσοῦτῳ μείζον, ὅσῳ πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν  $E'$  κείται τὸ ἀντικείμενον  $AB$ .

### Β' ΑΜΦΙΚΟΙΛΟΣ ΦΑΚΟΣ

269. Ἐὰν ἀμφικόιλος φακὸς (σχ. 168) δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, αὐταὶ μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίο-

δον βαίνουσιν ἀφιστάμεναι, ἀλλ' αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαὶ συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον, ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη, κατ' ἔμφασιν κυρία ἐστία τοῦ φακοῦ.

270. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 169) τεθῆ ἑνώπιον ἀμφικίλλου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ θὰ κεῖται ἐπὶ δευτερευόντος τινος ἄξου. Αἱ δ' ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτί-



Σχ. 169.

νες, οἷον αἱ ἐκ τοῦ A ἢ B, καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ διόδον μεταβάλλονται εἰς δέσμας ἀφισταμένων ἀκτίνων. Δεχόμενοι δ' ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς ἀφισταμένας ταύτας ἀκτίνους ὑπολαμβάνομεν ὅτι αἱ μὲν ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου A ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ σημείου α, αἱ δὲ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ B ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ β· οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αβ ὀρθὸν καὶ πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου.

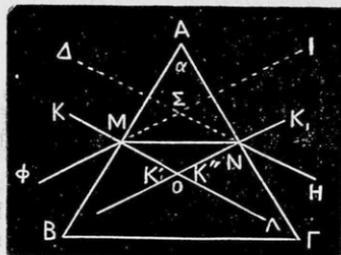
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

### ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

271. Καλεῖται ὀπτικὸν πρίσμα πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὕαλου, ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ συγκλινοῦσας, ἤτοι μὴ παραλλήλους. Ἡ τομὴ τῶν δύο ἐδρῶν καλεῖται ἀκμὴ τοῦ πρίσματος, ἡ δὲ ὑπὸ τῶν δύο ἐδρῶν σχηματιζομένη διέδρος γωνία καλεῖται διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος. Ἡ τομὴ ἢ παραγομένη δι'

ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν ἀκμὴν καλεῖται κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος.

Ἐστω  $AB\Gamma$  (σχ. 170) ἡ κυρία τομὴ καὶ  $\Phi M$  ἀκτὶς φωτὸς ἐν αὐτῇ προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἑδραν αὐτοῦ  $AB$  καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως  $\Phi MK$ . Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ



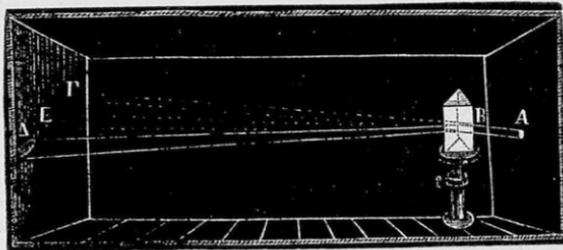
Σχ. 170.

ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον θλάται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν  $MN$  σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου  $MK'$  γωνίαν διαθλάσεως  $NMK'$  ἐλάσσονα τῆς  $KM\Phi$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς  $MN$  προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν δευτέραν ἑδραν  $AG$  τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου

εἰς τὸν ἀέρα θλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $NH$  σχηματίζουσα γωνίαν διαθλάσεως  $HNK_1$  μείζονα τῆς γωνίας προσπτώσεως  $MNK''$ . Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ ἀκτὶς  $\Phi M$ , ἥτις θὰ ἠκολούθει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν  $\Phi MI$ , ἀν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, βαίνει κατὰ τὴν τεθλασμένην γραμμὴν  $\Phi MNH$ . Ἐὰν δ' εἰς μὲν τὸ σημεῖον  $\Phi$  θέσωμεν τὴν φλόγα λαμπάδος, εἰς δὲ τὸ  $H$  τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν, δεχόμενοι τὰς ἐκ τῆς φλογὸς ἐκπεμπομένας ἀκτίννας κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $NH$ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι ἡ φλόξ  $\Phi$  κεῖται κατὰ τὴν προέκτασιν τῶν ἀκτίνων  $HN$ , ἥτοι εἰς τὸ σημεῖον  $\Delta$  ὥστε τὰ διὰ τοῦ πρίσματος ὀρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἐκτρεπόμενα πρὸς τὴν ἀκμὴν  $A$  τοῦ πρίσματος.

272. **Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.** Ὅταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτὸς εἰσερχομένη εἰς δωμάτιον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς  $A$  (σχ. 171) προσπέσῃ ἐπὶ μιᾶς τῶν ἑδρῶν ὑαλίνου πρίσματος  $B$  καὶ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας αὐτοῦ τομῆς, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ καὶ ἄχρους ὡς εἰσηλθεν, ἀλλ' ἀναλελυμένη εἰς πολλὰς κεχρωματισμένας ἀκτίννας οὕτως, ὥστε προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου σχηματίζει εἰκόνα ταινιοειδῆ  $\Delta$ , ἥτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῆ κυκλοτερεῖ εἰκόνη  $\Gamma$  πλάτος, μῆκος δ' ὅμως πολὺ ὑπέρτε-

ρον ταύτης. Ἡ δὲ ταινιοειδῆς αὕτη εἰκὼν, ἣτις εἶνε ἐκτετοπισμένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, φέρει τὰ χρώματα τῆς ἕριδος τεταγμένα τὸ ἐν παρὰ τὸ ἄλλο. Καὶ τὸ μὲν ἄκρον τῆς ταινιοειδοῦς εἰκόνας τὸ κείμενον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος τὸ ἦττον ἐκτοπισθὲν εἶνε ἐρυθρόν,



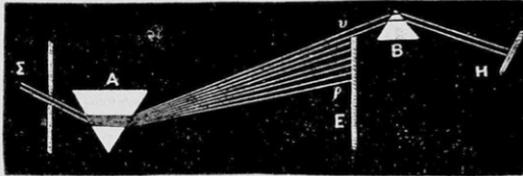
Σχ. 171.

τὸ μετὰ τοῦτο πορτογαλλιοχρὸν, εἶτα κίτρινον, πράσινον, ἀνοικτὸν κυανοῦν, βαθὺ κυανοῦν καὶ ἰσοειδὲς ἢ ἰόχρουν, τὸ μᾶλλον ἐκτοπισθέν. Ἡ ἐπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἡλιακὸν φάσμα. <sup>(1)</sup>

273. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου ὁ Νεύτων συνέπερανεν ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀπλῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἔχουσι διάφορον δείκτην διαθλάσεως ἐν τῇ αὐτῇ περιέχοντι καὶ διὰ τοῦτο ἀποχωρίζονται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος διαδιβαζόμε-

<sup>(1)</sup> Αἱ διάφοροι αὗται ἀκτίνες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχονται ἀπὸ βραδυτέρας ἢ ταχυτέρας κραδάνσεις τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος, αἵτινες παράγουσιν αἰθερίας κυμάνσεις διαφόρου μήκους, περιλαμβανομένου μεταξὺ 0,4 τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ μέτρου διὰ τὰς ἰσοειδεῖς ἀκτίνας καὶ 0,8 διὰ τὰς ἐρυθράς. Ἄλλ' εἰς τὸ ἡλιακὸν φάσμα πλὴν τῶν φωτεινῶν τούτων ἀκτίνων ὑπάρχουσι καὶ ἀόρατοι ἀκτίνες ἀφ' ἑνὸς μὲν πέραν τοῦ ἰσοειδοῦς χημικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μῆκος τοῦ κύματος εἶνε μικρότερον τῶν 0,4 τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ μέτρου, ἀφ' ἑτέρου δὲ πέραν τοῦ ἐρυθροῦ σκοτειναὶ θερμαντικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μῆκος τοῦ κύματος φθάνει μέχρι 0,08 τοῦ χιλιοστομ. Ἐκ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων αἱ μὲν πρὸς τὸ ἐρυθρὸν εἶνε καὶ θερμαντικαί, αἱ δὲ πρὸς τὸ ἰόχρουν καὶ χημικαί.

ναι. Αί κεχρωματισμένοι αὐταὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς, εἶνε ἀπλάι. Καὶ ὄντως, ἐὰν τὴν δέσμη τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων (σχ. 172) ἀναλύσαντες διὰ πρώτου πρίσματος Α βίψωμεν ἐπὶ ἀδιαφανοῦς διαφράγματος Ε, ἀφήσωμεν δ' ἐλευθέρας νὰ διέλθωσι

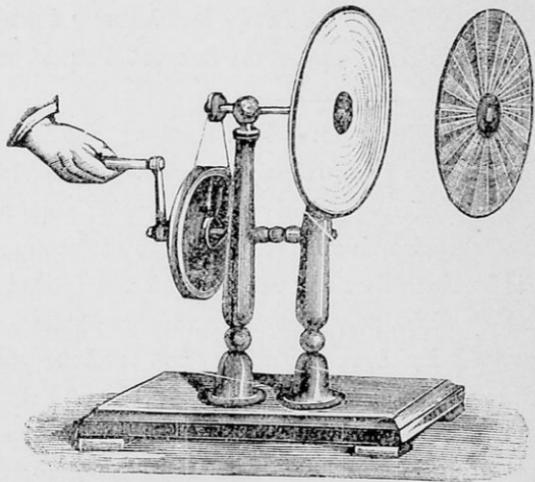


Σχ. 172.

τὰς ἰσοειδεῖς π. χ. ἀκτίνας  $\nu$  καὶ βίψωμεν αὐτὰς ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Β, παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις καὶ διασκεδασμός, ἀλλὰ νέα χρώματα δὲν θὰ

ἐμφανισθῶσιν, ἦτοι τὸ χρῶμα τῶν ἐκ τοῦ δευτέρου τούτου πρίσματος ἐξερχομένων ἀκτίνων καὶ προσπιπτουσῶν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου Η παραμένει ἀμετάβλητον.

274. **Δίσκος τοῦ Νεύτωνος.** Ὁ Νεύτων πρὸς ἀνασύνθεσιν τῶν ἐπτὰ χρωμάτων καὶ ἀναπαραγωγὴν λευκοῦ φωτὸς μετεχειρίσθη δίσκον μετάλλινον κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 173). Ἐπ' αὐτοῦ προσέκολλησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένης διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος καὶ ἐχούσας σχῆμα τομέως, ὧν ἕκαστος εἶχεν ἐμβα-



Σχ. 173.

δὸν ἀνάλογον τῇ σχετικῇ ἐκτάσει τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ φάσματος. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν δίσκον ταχεῖαν περιστρο-

φικὴν κίνησιν, ἐπειδὴ ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὰ διάφορα χρώματα διέρχονται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὗτος δὲ δέχεται ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὴν ἐντύπωσιν τῶν ἐπτὰ χρωμάτων, ὁ δίσκος φαίνεται λευκός, ἰδίως ὅταν φωτισθῆ ἰσχυρῶς δι' ἡλιακοῦ φωτός.

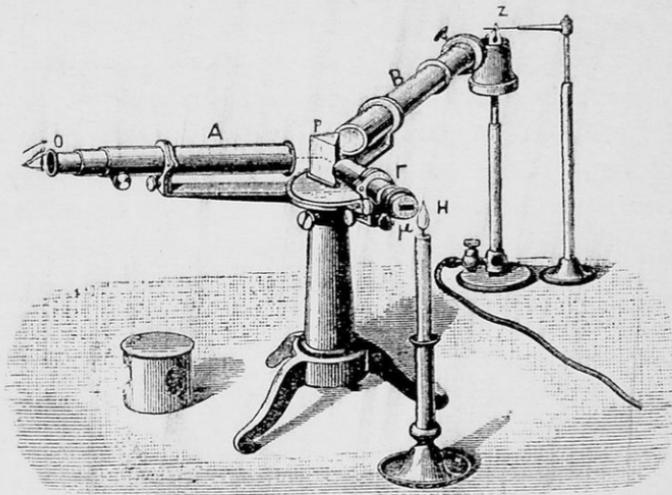
275. **Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα.** Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σῶματός τινος τὸ χρῶμα ἐκεῖνο, ὑπὸ τὸ ὅποιον τὸ σῶμα τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρωτάτου λευκοῦ φωτός, ὡς εἶνε π. χ. τὸ ἡλιακόν. Κατὰ δὲ τὸν Νεύτωνα σῶμα τι φαίνεται λευκόν, ὅταν δεχθὲν λευκὸν φῶς δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ πάντα τὰ ἀπλᾶ χρώματα καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, ὅψ' ἦν ταῦτα εὐρίσκονται ἐν τῇ λευκῇ φωτί. Τὰ μέλανα δὲ σῶματα ἔχουσι τοιαύτην σύστασιν, ὥστε οὐδὲν τῶν ἀπλῶν χρωμάτων, ἅτινα δέχονται ἐκ τοῦ λευκοῦ φωτός, ἐκπέμπουσιν. Ἐὰν δ' ὅμως ἡ σύστασις τῆς ἐπιφανείας τοῦ σῶματος εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ἅς δέχεται, νὰ δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ μόνον τὰς πρασίνας π. χ. τότε τὸ σῶμα τοῦτο φαίνεται ἡμῖν πράσινον. Ἐὰν δὲ τινὰς τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων ἐκπέμψῃ σῶμα τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς συμμιξεως τῶν ἐκπεμπομένων τούτων ἀπλῶν ἀκτίνων. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι τὰ διάφορα σῶματα δὲν δημιουργοῦσι τὸ ἑαυτῶν χρῶμα, ἀλλ' ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἐκλέγουσιν τινὰς, ἅς ἀκτινοβολοῦσι· ταύτας δ' ἡμεῖς δεχόμενοι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τοιοῦτον ἢ τοιοῦτον χρῶμα. Ταῦτα δὲ ἀποδεικνύουσι καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.

Ἐὰν λευκὸν σῶμα, ὡς λευκὸν χάρτην, ἐκθέσωμεν διαδοχικῶς εἰς τὰς ἀκτῖνας ἡλιακοῦ φάσματος, ἕπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῇ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πρασίνας κτλ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἰασδήποτε ἀπλᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δύναται νὰ ἐκπέμψῃ αὐτάς. Τοῦναντίον δὲ μέλαν σῶμα παραμένει μέλαν ἐκτιθέμενον ἐν τῇ σκοτεινῇ θαλάμῳ εἰς οἰαδήποτε ἀκτῖνα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Τέλος σῶμα π. χ. ἐρυθρὸν εἰς μὲν τὰς

έρυθράς ἀκτίνας τοῦ φάσματος τιθέμενον φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρόν, τελείως δὲ μέλαν εἰς τὰς πρασίνας, κιτρίνας ἢ τὰς ἄλλας ἀκτίνας.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουνσι καὶ εἰς διαφανῆ σώματα. Οὕτω π. χ. ἡ ἄχρους καὶ διαφανῆς ὑαλὸς ἀφίνει νὰ διέλθωσι δι' αὐτῆς πᾶσαι αἱ ἀκτίνες, ἢ ἐρυθρὰ ἰδίως μόνας τὰς ἐρυθράς, ἢ κιτρίνη ἰδίως μόνας τὰς κιτρίνας κτλ.

276. **Συμπληρωτικὰ χρώματα.** Συμπληρωτικὰ χρώματα κα-



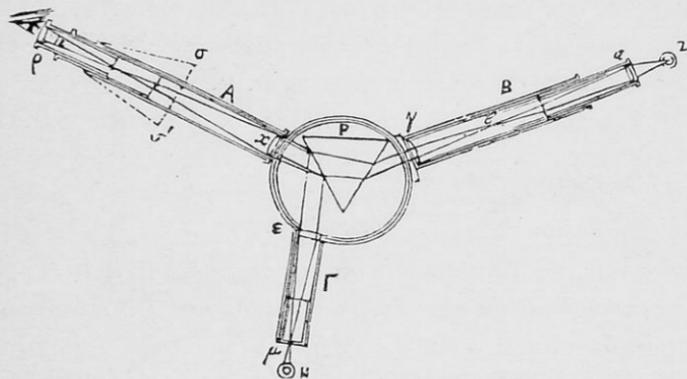
Σχ. 174.

λοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν. Ἐκ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων συμπληρωτικὰ ἐν γένει εἶνε τὸ ἐρυθρόν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτογαλλιόχρου τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ἰσίδου. Ἀλλὰ καὶ ἂν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὅπωςδὴποτε εἰς δύο μέρη καὶ ἐνώσωμεν κατ' ἰδίαν τὰ χρώματα ἑκατέρου τῶν μερῶν, λαμβάνομεν δύο μίκτά, ἅτινα εἶνε συμπληρωτικὰ, διότι ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκὸν χρῶμα.

277. **Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος.** Τὸ ἡλιακὸν φῶς, τὸ εἰσερχόμενον διὰ λεπτῆς σχισμῆς εἰς τελείως σκοτεινὸν θάλαμον, ἀναλυό-

μενον διὰ πρίσματος κατεσκευασμένου ἐξ ὑάλου λίαν θλαστικῆς δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ παρουσιάζει πλείστας λεπτοτάτας παραλλήλους σκοτεινὰς γραμμὰς, αἵτινες καλοῦνται *βραβδώσεις τοῦ φάσματος*.

278. **Φασματοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 174) σύγκειται ἐκ τοῦ διαθλαστικοῦ πρίσματος P (σχ. 174 καὶ 175) ἐκ τῆς διόπτρας B, δι' ἧς ῥίπτεται ἐπὶ τοῦ πρίσματος πρὸς ἀνάλυσιν δέσμη



Σχ. 175.

ἀκτίνων, ἃς ἐκπέμπει ἡ φλόξ Z, ἐκ τῆς διόπτρας A, δι' ἧς παρατηροῦμεν τὸ σχηματισθὲν φάσμα καὶ ἐκ τῆς διόπτρας Γ, ἣτις φέρει μικρομετρικὴν κλίμακα μ.

279. **Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.** Διὰ τοῦ φασματοσκοπίου εὑρέθη ὅτι τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου βραβδώσεις. Αἱ φλόγες τῶν τεχνητῶν φώτων, ὡς ἐλαίου, πετρελαίου, φωταερίου, κηρίου, παρουσιάζουσι συνεχές φάσμα. Ἐὰν ὅμως ἐντὸς ἄχρου φλογὸς φωταερίου ἢ οἴνοπνεύματος ἐμβάλωμεν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου χλωριοῦχον νάτριον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλόξ γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης βραβδώσεως. Ὁμοίως παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας. Οὕτω λοι-

πὸν τὰ πλείστα π. χ. τῶν μετάλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῇ φασματοσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλείονων λαμπρῶν ταινιῶν, δι' ὧν δυνάμεθα ν' ἀνακαλύψωμεν αὐτὰ καὶ ἐλάχιστα ἴχνη αὐτῶν, ἐὰν ὑπάρχωσιν ἐν τινι διαλύματι. Διὰ τῆς φασματοσκοπικῆς ταύτης ἀναλύσεως ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ νέα μέταλλα, τὸ καίσιον, τὸ βουβίδιον, τὸ ἴνδιον, τὸ θάλλιον, τὸ γάλλιον καὶ ἄλλα πολλά.

280. **Ἀνάλυσις τῆς ἀτμοσφαιράς τοῦ ἡλίου.** Ὁ Kirchhoff πειρώμενος διὰ τοῦ φασματοσκοπίου παρετήρησεν ὅτι, ἐὰν δέσμη ἀκτίνων λευκοῦ φωτός, π. χ. φλογὸς λαμπάδος ἢ φωταερίου, παράγοντος φάσμα συνεχῆς ἄνευ σκοτεινῶν βραδῶσεων, διαβιβάσθῃ διὰ φλογὸς περιεχούσης διαπύρους ἀτμούς π. χ. νατρίου, τότε ἀπορροφῶνται αἱ κίτριναὶ ἀκτίνες, τὰς ὁποίας οἱ διάπυροι ἀτμοὶ τοῦ νατρίου ἐκπέμπουσιν. Ἐπὶ δὲ τοῦ παραγομένου φάσματος παράγεται σκοτεινὴ βράδωσις εἰς τὴν κιτρίνην χώραν τοῦ φάσματος. Ὅθεν συνήγαγε τὴν ἐξῆς θεμελιώδη ἀρχήν.

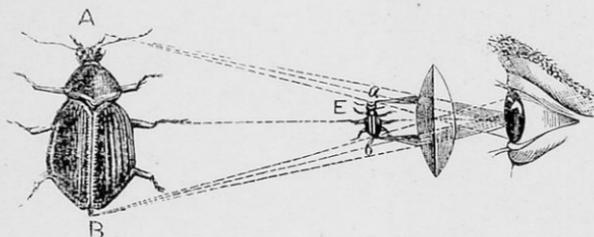
Μεταξὺ τῶν ἀκτίνων, τὰς ὁποίας οἱ διάπυροι ἀτμοὶ διαφόρων σωμάτων ἀπορροφῶσιν εἶνε ἐκεῖναι, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουσιν ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὄρους.

Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανε ὅτι ἡ σκοτεινὴ βράδωσις, ἢ παρατηρουμένη εἰς τὴν κιτρίνην χώραν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, προέρχεται ἐξ ἀτμῶν νατρίου, οὓς περιέχει ἡ περιβάλλουσα τὸν πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος ἀτμόσφαιρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν ὅτι αἱ σκοτειναὶ βραδῶσεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαιράς τοῦ ἡλίου, οἷον ὕδρογόνου, βαρίου, ἀσβεστίου, ἀργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, νικελίου, χρωμίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ τιτανίου. Πολλοὶ τῶν σκοτεινῶν βραδῶσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαιράς τῆς Γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὕδρατμῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

## Ο Π Τ Ι Κ Α Ο Ρ Γ Α Ν Α

281. **Ἄπλοῦν μικροσκόπιον.** Τὸ ἄπλοῦν μικροσκόπιον σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν· τὸ ἀντικείμενον  $αβ$  (σχ. 176) τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ , ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πλησίον τοῦ φακοῦ. Διορῶντες διὰ τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον  $αβ$  δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ διαφόρων σημείων

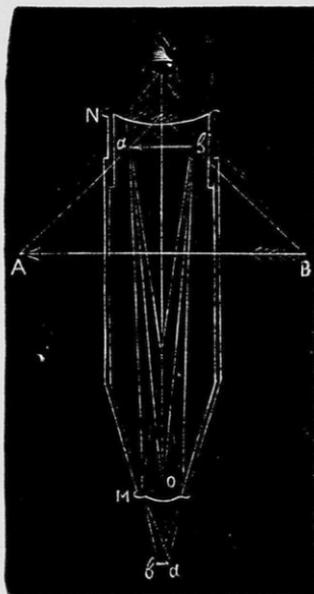


Σχ. 176.

αὐτοῦ ἐκπεμπομένης ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου  $AB$ , ὅπερ βλέπομεν ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ μεγέθυνσις δ' αὕτη εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E$  τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ φακοῦ. Οὕτως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ λάβῃ πλησιεστέραν πρὸς τὸν φακὸν θέσιν, τὸ εἶδωλον  $AB$  μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ γινόμενον μικρότερον, ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάσῃ πρὸς τὴν ἐστίαν  $E$ , τὸ εἶδωλον αὐτοῦ μεγεθύνεται.

282. **Σύνθετον μικροσκόπιον.** Τὰ κυριώτατα συστατικά τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἶνε δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὧν ὁ μὲν εἰς

N (σχ. 177) στρεφόμενος πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν καλεῖται προσοφθάλμιος, ὁ δὲ M πρὸς τὸ ἀντικείμενον αβ στρεφόμενος ἀντοφθάλμιος. Καὶ ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος φακὸς M παράγει τὸ καθ' ὑπόστα-



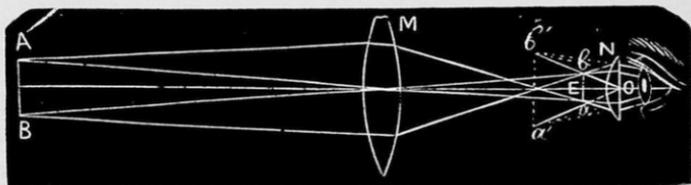
Σχ. 177.

σιν εἶδωλον  $\alpha' \beta'$  τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου αβ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μεγαλύτερον αὐτοῦ, ἕπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὅστις ἐνεργεῖ ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον AB πολὺ μείζον τοῦ εἰδώλου  $\alpha' \beta'$  καὶ ἔτι μείζον τοῦ ἀντικειμένου αβ.

### 283. Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.

Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων M καὶ N (σχ. 178), ὧν ὁ ἀντοφθάλμιος M παρέχει τὰ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον αβ τοῦ μεμακρυσμένου ἀντικειμένου AB ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ

τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E. Τὸ ἐλάχιστον τοῦτο εἶδωλον ὀρώμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, δι'

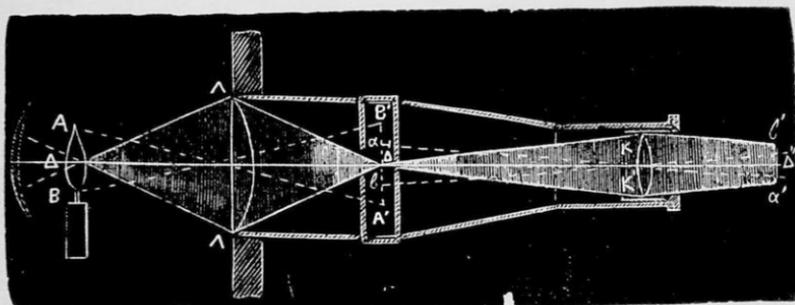


Σχ. 178.

οὐ σχηματίζεται τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον  $\alpha' \beta'$ . Τοῦτέστιν, ἐνῶ διὰ φιλοῦ ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν AoB, ὀπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τὴν

πολύ μείζονα γωνίαν  $\alpha' \sigma \beta'$ , εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ἡ διὰ τηλεσκοπίου μεγέθυνσις παρατηρουμένου τινὸς ἀντικειμένου, ὡς πλανήτου.

284. **Συσκευή προβολῆς φωτεινῶν εἰκόνων.** Ἡ συσκευή αὕτη χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνας διαφανοῦς, οἷαι εἶνε αἱ ἐπὶ ὑάλου φωτογραφίαι, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευή αὕτη ἔκ τινος φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  (σχ. 179), ἣτις δύναται νὰ εἶνε φλόξ λαμπάδος ἢ λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερμέτρως νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβαλλομένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν ἰσχυρὰν πηγὴν φωτός,

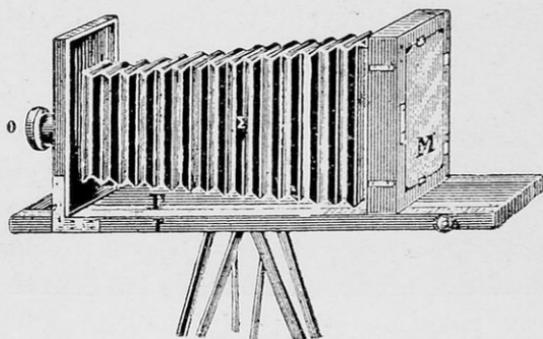


Σχ. 179.

ὡς τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ ἡλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοβόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἔδραν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς  $LL'$ , ὅστις συγκεντροῖ τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  ἐπὶ τῆς ἀντιστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνας  $\sigma \beta$ , ἣτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον· διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ  $KK'$  σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἶδωλον  $\beta' \alpha'$  τῆς εἰκόνας ἠγρωθωμένον καὶ πολὺ μείζον τοῦ ἀντικειμένου, ὁρατὸν δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Θέτοντες ὀπισθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  κοίλον σφαιρικὸν κάτοπτρον, ἐπαυξάνομεν τὴν λαμπρότητα τῆς προβαλλομένης εἰκόνας.

285. **Φωτογραφικὴ συσκευή.** Αὕτη ἀποτελεῖται ἔκ τινος μι-

κροῦ σκοτεινοῦ θαλάμου φέροντος ἐπὶ τοῦ ἐνός τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπήν, ἐντός τῆς ὁποίας δύναται νὰ ὀλισθήσῃ κούλος κύλινδρος φέρων συγκεντρωτικὸν φακὸν  $O$  (σχ. 180), ἐν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν οἰανδήποτε ἀπὸ τῆς συσκευῆς νὰ σχηματισθῇ ἐναργῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἔδρας τῆς ἀποτελουμένης ἐκ λευκῆς ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου  $M$ . Τοῦτ' αὐτὸ δὲ κατορθοῦμεν, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνωμεν ἀπ' αὐτοῦ τὴν ἔδραν τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου τὴν φέρουσαν τὴν λευκὴν ὑάλον.



Σχ. 180

Πρὸς τοῦτο αἱ πλάγια ἔδραι τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου ἀποτελοῦσιν εἶδος φυσητηρίου  $\Sigma$ , δι' οὗ μεταβάλλεται τὸ μῆκος αὐτοῦ. Ἡ διὰ τῆς φωτογραφίας παραγωγή πολλῶν εἰκόνων ἀντικειμένου τινὸς στηρίζεται τοῦτο μὲν εἰς τὰς χημικὰς ιδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, τοῦτο δὲ εἰς τὰς ιδιότητες φωτοπαθῶν τινων ἐνώσεων τοῦ ἀργύρου. Τὸ ἡλιακὸν φῶς δηλονότι ἐκτός τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ ιδιότητα καλουμένην χημικὴν, καθ' ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀποσυνθέσεις. Οὕτως, ἐὰν πληρώσωμεν φιάλην ἴσων ὄγκων ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλιακὰς ἀκτίνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνησίου φῶς, ἐπέρχεται πάραυτα ἐνωσις μετ' ἐκ-

πυρσοκροτήσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ παραγωγῆ ὑδρο-  
 χλωρικοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν  
 ἡλιακῶν ἀκτίνων διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, ὡς χλωριού-  
 χον, ἰωδιοῦχον ἢ βρωμιούχον ἄργυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυν-  
 τίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορφὴν μελαίνης λεπτο-  
 τάτης κόνεως. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτὸς προκαλουμένης ἀπο-  
 συνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἡ φωτογραφία μεταχειριζομένη  
 ἰδίως μίγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ  
 λεπτότατον στρώμα ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακός, ἥτις τίθεται  
 εἰς τὴν θέσιν τῆς λευκῆς ὑαλίνης πλακός, ἐφ' ἧς, ὡς εἶπομεν, σχη-  
 ματίζεται τὸ ἐναργές εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τεθέντος πρὸ τοῦ  
 φωτογραφικοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τὸ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου τούτου  
 ἐκπεμπόμενον καὶ εἰς τὸν φωτογραφικὸν θάλαμον εἰσδύον ἐπίδρα  
 ἐπὶ τῆς φωτοπαθοῦς ἐνώσεως τοῦ ἀργύρου, εἰς ἣν ἐπιφέρει τοιαύ-  
 την ἀλλοίωσιν, ὥστε, ἐὰν μετὰ ταῦτα ἡ πλάξ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς  
 καταλλήλου διαλύματος (θειικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ  
 πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινόννης μετ'  
 ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται καὶ  
 ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος· οὕτω δ' ἐμφανίζεται ἡ  
 εἰκὼν, ἀλλὰ τὰ μέρη αὐτῆς τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ λευκὰ μέρη  
 τοῦ ἀντικειμένου εἶνε μέλανα, τὰ δὲ εἰς τὰ μέλανα λευκά, διότι τὰ  
 πρῶτα ὑπέστησαν μείζονα ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς καὶ κατ' ἀκολου-  
 θίαν εἰς ταῦτα ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μείζων  
 ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκοτεινότερα μέρη τοῦ ἀντι-  
 κειμένου. Ἡ εἰκὼν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ χρησιμεύει πρὸς  
 παραγωγὴν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἥτοι  
 φωτογραφιῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται  
 λευκά, τὰ δὲ μέλανα μέλανα. Πρὸς τοῦτο ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν πρῶτον  
 μὲν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ  
 ἀφαιρεῖται τὸ μέρος τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου, ὅπερ δὲν ὑπέστη  
 ἀποσύνθεσιν, εἴτε ξηρανομένη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ φωτο-  
 παθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ

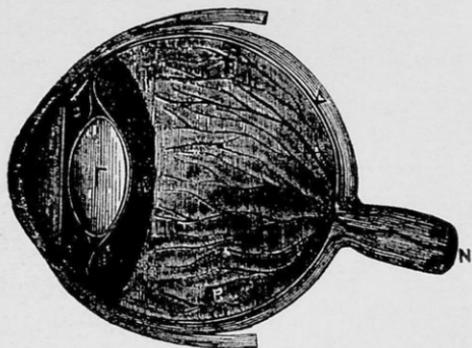
ἀκτίνες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσιν τοῦ ἀργύρου, ἣτις συνήθως εἶνε χλωριούχος ἄργυρος ἐντὸς λευκάματος ἢ ἐντὸς πηκτῆς ἢ κολλωδίου (ἀριστοτυπικός χάρτης). Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας ὡς διαφανῶν, οὐδὲν δὲ ἢ ἐλάχιστον διὰ τῶν σκοτεινῶν μερῶν, παράγεται ἐπὶ τοῦ χάρτου ἡ θετικὴ εἰκὼν. Μετὰ ταῦτα ὁ χάρτης οὗτος ἐμβαπτίζεται κατὰ πρῶτον μὲν εἰς διάλυμα χλωριούχου χρυσοῦ, ὅπερ ἐγκαταλείπον μεταλλικὸν χρυσὸν εἰς τὰ μέρη τοῦ χάρτου τὰ κεκαλυμμένα ὑπὸ ἀργύρου παρέχει εἰς τὴν εἰκόνα χρῶμα λαμπρότερον καὶ διαρκέστερον, εἶτα δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται ὁ ὑπόλοιπος μὴ ἀποσυντεθειὲς χλωριούχος ἄργυρος, τέλος δ' ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ἀποξηραίνεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

### ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

286. Ὁ ὀφθαλμὸς εἶνε τὸ ὄργανον ἢ τὸ αἰσθητήριον τῆς δράσεως. Τὸ κύριον μέρος δ' αὐτοῦ εἶνε ὁ βολβός, ὅστις κεῖται ἐντὸς κοιλότητος τοῦ κρανίου καλουμένης κόγχης καὶ περιβάλλεται ἐξωτερικῶς ὑπὸ χιτῶνος ἰνώδους ΔΡΔ (σχ. 181), ὅστις πρὸς τὰ ὀπίσθεν μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶνε λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος σκληρωτικὸς ἢ καὶ ἀπλῶς σκληρὸς χιτῶν, πρὸς τὰ ἔμπροσθεν δὲ κατὰ τὸ Ρ διαφανής καὶ μᾶλλον κυρτός, καλούμενος κερατοειδὴς χιτῶν. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ μέλανος ὕμενος, καλούμενου χοριοειδοῦς. Ἐπιδὲ τοῦ χοριοειδοῦς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν, αἵτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα, καλούμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταδιβάξει τὸν παραγόμενον ἔρεθισμὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον.

Ὁ χοριοειδῆς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν σχηματίζει τὴν ἴριδα Π, ἣτοι δίσκον κυκλοτερεῖ ποικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῇ μέσῃ φέρει κυκλικὴν ὀπὴν πρὸς δίοδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὴν καλουμένην κόρην, ἣτις συστελλομένη καὶ διαστελλομένη κανονίζει τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὁπισθεν δ' ἀκριβῶς τῆς ἴριδος ὑπάρχει φακὸς Γ ἀμφίκυρτος, διαφανῆς καὶ ἄχρους, κρυσταλλοειδῆς ἢ κρυσταλλώδης καλούμενος, ὅστις σύγκειται ἐκ πολλῶν στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυκνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι τῶν ἐξωτερικῶν. Ὁ φακὸς οὗτος διαιρεῖ τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο θαλάμους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος τοῦ ὕδατοειδοῦς ὑγροῦ, καὶ τὸν ὀπίσθιον, τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολβοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ πηκτώδους, τοῦ καλουμένου ὑδατοειδοῦς, θλαστικώτερου τοῦ πρώτου.



Σχ. 181.

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν εὐπάθειαν, τουτέστι δὲν ἐρεθίζονται ἐξ ἴσου ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ὑπάρχει μάλιστα σημεῖον τοῦ χιτῶνος τούτου, εἰς ὃ οὐδόλως αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες δύνανται νὰ ἐπιδράσωσι. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον τυφλὸν σημεῖον κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς μικρὰν δ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου ἀπόστασιν ὑπάρχει ἡ καλουμένη ὠχρὰ κηλὶς, ἣτις οὕσα εὐπαθεστάτη εἰς τὸ φῶς παρέχει ἡμῖν μᾶλλον ἀντιληπτὰς τὰς ἐπ' αὐτῆς παραγομένας φωτεινάς ἐντυπώσεις· ἐν τῇ μέσῃ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ὑπάρχει τὸ καλούμενον κεντρικὸν βό-

θριον, ὅπερ εἶνε ὁ τόπος τῆς ἐναργεστάτης δράσεως. Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνοῦσα τὸ κεντρικὸν τοῦτο βόθριον μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, καλεῖται ὀπτικὸς ἄξων. Ὅταν δὲ θέλωμεν νὰ ἴδωμεν ἐναργῶς καὶ σαφῶς φωτοβόλον σημεῖον, στρέφομεν τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ οὕτως, ὥστε ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων προεκθαλλόμενος νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου τούτου.

287. *Πορεία τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμόν.*  
 Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν θάλαμον φέροντα συγκεντρωτικὸν φακόν· τουτέστιν ἡ μὲν κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ὀπτὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὁ δὲ κρυσταλλοειδῆς φακὸς τὸν συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν τὴν ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἕδραν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐφ' ἧς ἀπεικονίζονται τὰ εἶδωλα τῶν

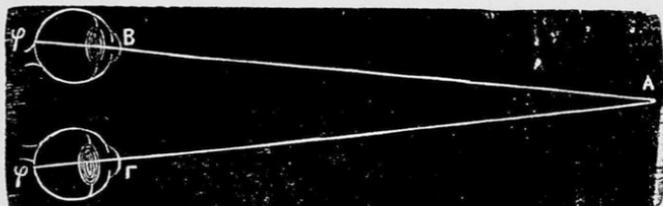


Σχ. 182.

ἐξωτερικῶν αντικειμένων μικρὰ καὶ ἀνεστραμμένα. Ὡς δὲ αἱ ἕδραι τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἶνε ἀδιαφανεῖς καὶ ἐσωτερικῶς μέλαιναί, οὕτω καὶ ὁ ὀφθαλμὸς φέρει ἐσωτερικῶς τὸν χοριοειδῆ χιτῶνα, ἐφ' οὗ ἐξαπλοῦται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Οὕτως, ἐὰν φωτοβόλον ἀντικείμενον AB (σχ. 182) κείται ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐν τῶν σημείων τοῦ ἀντικειμένου, π.χ. τὸ A, ἐκπέμπει ἀκτίνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοειδῆς ὑγρόν, ἐνθα ὑφίστανται πρώτην τινὰ διάθλασιν. Εἶτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικωτέρου, θλώνται αἱ ἀκτίνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξωνα. Ὁ τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ

εἶτα εἰσερχόμεναι εἰς τὸ ὑαλοειδὲς ὑγρὸν θλῶνται καὶ πάλιν πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ, διότι τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶνε ἥττον θλαστικόν, καὶ τέλος συνέρχονται εἰς τι σημεῖον  $\alpha$  σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον τοῦ  $A$ . Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ  $B$  ἐκπορευόμεναι ἀκτίνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ  $\beta$  τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδωλον  $\alpha\beta$  μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἐὰν δ' ὁ ὀφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαι τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$  κείνται ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος.

Εἶπομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἢ εὐθεῖα ἢ ἐνοῦσα τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βοθρίου τῆς ὠχρᾶς κηλίδος. Ὅταν προσβλέπωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον  $A$  (σχ. 183) οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε



(Σχ. 183).

οἱ ὀπτικοὶ οὗτοι ἄξονες γὰρ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $A$ , σχηματίζοντες γωνίαν  $BAC$ , καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξόνων καὶ τοσοῦτον ἐλαττουμένην, ὅσον τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $A$  κείται ἀπωτέρω.

288. **Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα.** Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχῆς φωτοβόλος ταινία κυκλοτερῆς. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰ ὑδατίνων νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 116 § 197). Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἑπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος (σχ. 173 § 274) φαίνεται λευκός. Ἐὰν ὁμοίως

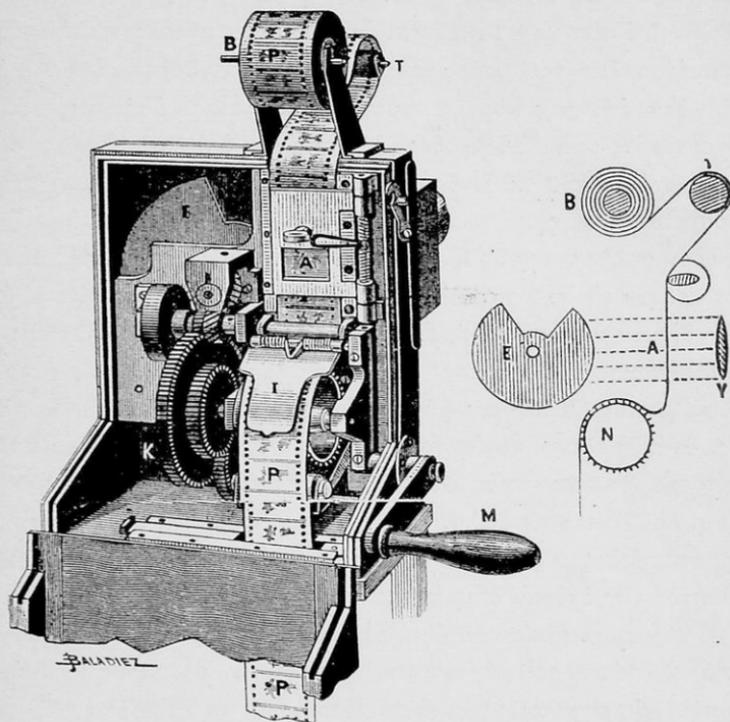
τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στροφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσει ἀκαριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκίνητων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἡ ἐπὶ τινος χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινῆ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ βραχύτατον χρόνον, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντύπωσης εἶνε διάφορος, ἐξαρτάται δ' ἐκ τῆς εὐαισθησίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου καὶ ἐκ τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτός, ἀνερχομένη εἰς  $\frac{1}{30}$  ἢ  $\frac{1}{20}$  τοῦ δευτερολέπτου περίπου.

289. **Κινηματογράφος.** Ὁ κινηματογράφος εἶνε συσκευή, δι' ἧς προβάλλονται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος φωτογραφικαὶ εἰκόνες εἰλημμένα ἐκ τοῦ φυσικοῦ ἀντικειμένων ἐν κινήσει εὐρισκομένων καὶ ἐν κινήσει ἀπεικονιζομένων.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται ὁ κινηματογράφος, εἶνε ἡ ἐξῆς. Ὅταν προσβλέπωμεν πεφωτισμένον τι ἀντικείμενον, ἢ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν φωτεινῆ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ χρόνον, ἐν ᾧ ἡ φωτεινῆ πηγὴ, ἣτις ἐφώτιζε τὸ ἀντικείμενον, ἐξέλιπε καὶ τοῦτο εὐρίσκεται ἐν τῷ σκότει. Ἡ διάρκεια αὕτη τοῦ ὀπτικοῦ αἰσθήματος ἀνέρχεται, ὡς εἶπομεν, εἰς  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου περίπου. Ἐὰν ἐπομένως φωτίζωμεν περιοδικῶς ἐν ἀντικείμενον κατὰ χρονικὰ διαλείμματα μικρότερα τοῦ  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου, ἡμεῖς θὰ ὑπολάβωμεν ὅτι τὸ ἀντικείμενον φωτίζεται διαρκῶς. Ἐὰν δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐκλείψεις, κατὰ τὰς χρονικὰς δηλονότι στιγμὰς καθ' ἃς τὸ ἀντικείμενον δὲν φωτίζεται, μεταθέτωμεν αὐτὸ κατ' ἐλάχιστον, θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπωσιν ἀντικειμένου κινουμένου συνεχῶς.

Φαντασθῶμεν νῦν σειρὰν φωτογραφικῶν εἰκόνων εἰλημμένων ἐκ τοῦ φυσικοῦ κατὰ χρονικὰ διαλείμματα ἐλάχιστα, οἷον δύο παλαιστῶν ἐν πάλῃ διατελούντων. Ἐὰν προβάλωμεν τὰς εἰκόνας ταύτας διαδοχικῶς ἐπὶ πετάσματος, τοῦ φωτισμοῦ ἐκλείποντος

κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀντικαταστάσεως τῆς μιᾶς εἰκόνης διὰ τῆς ἐπομένης, καὶ τοῦ χρόνου τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως ὄντος ἐλάσσονος τοῦ  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου, θὰ βλέπωμεν τοὺς παλαιστας ἐν πάλῃ, ὡς βλέπομεν αὐτοὺς καὶ ἐν τῇ πραγματικότητι.



Σχ. 184.

Ὡστε πᾶσα ἡ ἐργασία πρὸς προβολὴν ἀντικειμένων ἐν κινήσει συνίσταται εἰς τὴν ταχίστην διαδοχικῶς ἀλλαγὴν τῶν εἰκόπων καὶ ἔκλειψιν τοῦ φωτὸς κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον τῆς ἀλλαγῆς. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται ὡς ἐξῆς.

Ἐπιμήκης ταινία ἐκ κυτταρινοειδοῦς (Celluloid) διαφανῆς καὶ εὐκαμπτος, ἐφ' ἧς ἐγένοντο αἱ διαδοχικαὶ φωτογραφίαι ἀντικει-

μένων ἐν κινήσει εὐρισκομένων, διέρχεται κατὰ διαλείμματα πρὸ μικρᾶς θυρίδος, ἥτις μένει κεκλεισμένη, ἐφ' ὅσον ἡ ταινία εὐρίσκειται ἐν κινήσει, ἀνοίγεται δὲ πρὸς στιγμήν, ὅταν ἡ εἰκὼν παραμένη ἀκίνητος. Ὁ μηχανισμός, δι' οὗ τοῦτο κατορθοῦται, παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 184. Ἡ ταινία PPP περιτετυλιγμένη ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου B κατέρχεται διερχομένη πρὸ τῆς θυρίδος A καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου I πιέζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου N στροφομένου διὰ τοῦ στροφάλου M. Ὁ κύλινδρος οὗτος φέρει ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὀδόντας, οἷτινες εἰσέρχονται εἰς ὅπας ἀνεπιγμένας ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς ταινίας, οὕτω δὲ στροφομένου τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ στροφάλου M ἡ ταινία παρασύρεται κατερχομένη. Ὁ ἄξων τοῦ στροφομένου κυλίνδρου φέρει ὀδοντωτοὺς τροχοὺς K, δι' ὧν ἀφ' ἐνὸς μὲν στρέφεται ἔκκεντρον παρέχον εἰς τὴν ταινίαν κίνησιν κατὰ διαλείμματα, ἀφ' ἑτέρου δὲ δίσκος κυκλικὸς χάρτινος E, ἐκ τοῦ ὁποῦ ἐλλεῖπει εἰς κυκλικὸς τομεύς. Ὁ δίσκος οὗτος διερχόμενος πρὸ τῆς εἰκόνης παρουσιάζει τὸ μὲν πλῆρες αὐτοῦ μέρος ἐμποδιζῶν τὴν δίοδον τοῦ φωτός, ὅταν ἡ ταινία εὐρίσκηται ἐν κινήσει, τὸ δὲ ἐλλείπον αὐτοῦ μέρος, ὅταν ἡ ταινία πρὸς στιγμήν μένη ἀκίνητος, ὅτε τὸ φῶς A τοῦ λύχνου δύναται νὰ διέλθῃ καὶ ἡ εἰκὼν προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος διὰ τοῦ φακοῦ Γ τοῦ κειμένου εἰς τὸ ὕψος τῆς θυρίδος A καὶ πρὸς τὴν ἐτέραν ἐπιφάνειαν τῆς ταινίας P.

290. **Προσαρμοσία τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐμμετροπία.** Ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ ἀνθρώπου τοῦ ἔχοντος κανονικὴν τὴν ἕρπαιν, ὁ καλούμενος ἐμμέτρωψ, εἶνε τοιοῦτος, ὥστε ὅταν ἡρεμῇ, ἥτοι ὅταν οἱ μῦες τοῦ βολβοῦ εὐρίσκωνται ἐν χαλαρότητι, ὁ ἄνθρωπος νὰ δύναται νὰ βλέπῃ εὐκρινῶς τὰ λίαν μεμακρυσμένα ἀντικείμενα, τὰ ὅποια τότε σχηματίζουν εἰς τὸ εἰκόνιον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Ἄλλ' ἐὰν μεμακρυσμένον ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν τὸ εἰκόνιον αὐτοῦ τείνει ν' ἀπομακρυνθῇ, ἵνα δὲ διηγεκῶς σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς πρέπει ὁ κρυσταλλοειδὴς νὰ γίνῃ θλαστικώτερος, τοῦθ' ἕπερ κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς

τῆς κυρτότητος τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ἀκτινωτοῦ μύου. Ἡ ἱκανότης αὐτῆ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ προσαρμόζεσθαι ἐκάστοτε ταῖς ἀποστάσεσι τῶν ἀντικειμένων πρὸς ἐναργῆ ὄρασιν αὐτῶν καλεῖται προσαρμοστία τοῦ ὀφθαλμοῦ. Οὕτως ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ ἐμμέτρωπος δύναται νὰ ἔχῃ εὐκρινῆ ὄρασιν καὶ τῶν μακρὰν καὶ τῶν πλησίον κειμένων ἀντικειμένων μέχρις 25 ὕφεκ. ἀπ' αὐτοῦ, ἦτις εἶνε ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως.

**Μυωπία. Ὑπερμετρωπία. Πρεσβυωπία.** Οἱ μύωπες ἔχουσι τοιοῦτον ὀφθαλμόν, ὥστε δύναται νὰ ἴδωσιν εὐκρινῶς μόνον τὰ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν 8 ἕως 10 ὕφεκ. κείμενα ἀντικείμενα. Τοῦτο δὲ ὀφείλεται εἰς τὸ ἐπίμηκες τοῦ βολβοῦ, ἕνεκα τοῦ ὁποῖου τῶν μὲν πόρρω ἀντικειμένων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται πρὸ τοῦ ἀμφιδληστροειδοῦς, μόνον δὲ τῶν ἐγγυτάτων τῷ ὀφθαλμῷ σχηματίζονται ἐπ' αὐτοῦ. Πρὸς διόρθωσιν τῆς καταστάσεως ταύτης ὁ μύωψ μεταχειρίζεται διοπτῆρας μετὰ φακῶν ἀμφικύλιων.

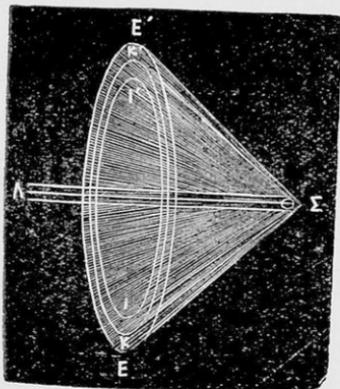
Ὁ ὑπερμέτρωψ ὀφθαλμὸς εἶνε τοιοῦτος, ὥστε καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγυθῶ ἀντικειμένων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται πέραν τοῦ ἀμφιδληστροειδοῦς, τοῦτο δὲ διότι ὁ βολβὸς αὐτοῦ εἶνε λίαν βραχὺς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος. Ἡ ὑπερμετρωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.

**Πρεσβυωπία** εἶνε ἐλάττωμα τοῦ ὀφθαλμοῦ προσερχόμενον ἐκ τῆς μειώσεως σὺν τῷ χρόνῳ τῆς προσαρμοστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως. Ἄρχεται δὲ ἡ πρεσβυωπία ἐν ἡλικίᾳ συνήθως 45 ἐτῶν, ὅτε ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως γινομένη συνήθως ἴση πρὸς 30 ὕφεκ. περίπου βαίνει διηγετικῶς αὐξανομένη προΐούσης τῆς ἡλικίας. Ἡ πρεσβυωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.

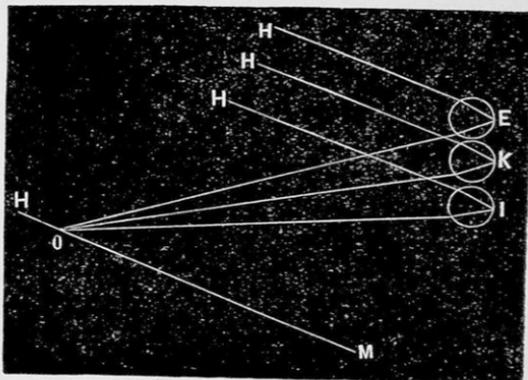
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η΄

## ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

291. *Ουράνιον τόξον ἢ Ἱρις.* Τὸ μετέωρον τοῦτο προέρχεται ἕκ τε τῆς διαθλάσεως καὶ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός ἐντὸς μικρῶν ὑδατίνων σταγόνων, εἰς ἃς μεταβάλλεται νέφος κατὰ τὴν βροχὴν. Ἀποτελεῖ δὲ ταινιοειδὲς τόξον φαινομένης ἀκτίνος  $40^{\circ}$  ἕως  $42^{\circ}$  κεχρωματισμένον διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσμα-



Σχ. 185.



Σχ. 186.

τος, τοῦ ἐρυθροῦ μὲν κειμένου πρὸς τὰ ἔξω, τοῦ ἰσοειδοῦς δὲ πρὸς τὰ ἔσω. Τὸ οὐράνιον τόξον ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητὴν ἐστάμενον μεταξὺ νέφους μεταβαλλομένου εἰς βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ πρέπει ὁ μὲν παρατηρητὴς νὰ στρέψῃ τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἡλίον, τὸ δὲ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψος τοῦ ἡλίου φωτίζοντος τὸ νέφος νὰ μὴ ὑπερβαίνει τὰς  $40$  μοίρας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ οὐρανόυ τόξου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ  $O$  (σχ. 186) μετὰ σημείου  $M$  τῆς οὐρανόυ σφαίρας τοῦ ἀντικειμένου τῆ ἡλίῳ  $H$ , ἔπεται ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσοῦτῃ μεγαλύτερον, ὅση ὁ ἡλῖος κεῖται πλησιέστερον τῆ

δρίζονται και γίνεται ἴσον πρὸς ἡμιπεριφέρειαν, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸν δρίζοντα.

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτίνες  $\Lambda$  (σχ. 185) προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ὑδατίνης σταγόνος  $\Sigma$  διαθλώμεναι, ἀνακλώμεναι ἀπαξ και πάλιν διαθλώμεναι, ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνος σχηματίζουσαι ἐπτὰ κώνους πλήρεις κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ὧν ὁ ἐξώτερος  $\text{E}'\Sigma\text{E}$  ἔχων γωνίαν κορυφῆς  $\Lambda\Sigma\text{E}$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$  και περιλαμβάνων πάντας τοὺς λοιποὺς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος  $\Gamma\Pi\text{I}$  ὁ ἐντὸς πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος και ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς  $40^\circ$  ἀποτελεῖται ἐξ ἰσοειδῶν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου  $\text{K}'\Sigma\text{K}$ , κείνται ἐντὸς τοῦ ἐρυθροῦ κώνου και περιβάλλουσι τὸν ἰσοειδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενετέρας τῶν κώνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμένοι ἀκτίνες οὐσαι πολυπληθέστεραι, ἤτοι πυκνότεραι ἢ κατὰ πᾶσαν ἄλλην ἐν τῇ κώνῳ διεύθυνσιν καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἱριδος ἀκτίνες. Ἔστω  $\text{O}$  (σχ. 186) ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ,  $\text{HOM}$  ἡ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων και  $\text{EKI}$  σειρὰ σταγόνων κειμένων ἐν τῇ κατακορύφῃ ἐπιπέδῳ τῇ διερχομένῃ διὰ τῆς εὐθείας  $\text{HOM}$ . Ὁ ὀφθαλμὸς  $\text{O}$  τοῦ παρατηρητοῦ δέχεται κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν  $\text{EO}$  ἐνεργοὺς ἐρυθρὰς ἀκτίνας, ἐὰν ἡ σταγὼν  $\text{E}$  εὐρίσκηται εἰς τοιοῦτον ὕψος, ὥστε ἡ γωνία  $\text{EOM}$  νὰ εἶνε ἴση πρὸς  $42^\circ$ , κατὰ δὲ τὴν διεύθυνσιν  $\text{IO}$  ἐνεργοὺς ἰσοειδεῖς ἀκτίνας, ἐὰν ἡ γωνία  $\text{IOM}$  εἶνε ἴση πρὸς  $40^\circ$ , και κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\text{KO}$  κιτρίνας ἐνεργοὺς ἀκτίνας. Ἐὰν νῦν περιστρέψωμεν τὸ σχῆμα  $\text{EKIO}$  περὶ τὴν  $\text{HM}$  ὡς περὶ ἄξονα οὕτως, ὥστε νὰ περιλάβωμεν πᾶσας τὰς ὑδατίνας σταγόνας, ὅσαι εἶνε δυνατὸν νὰ ὑπάρχωσιν ἐπὶ τῆς κυκλοτεροῦς ταύτης ταινίας, ἦν ἡ εὐθεῖα  $\text{EI}$  διαγράφει, τότε αἱ μὲν σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον  $\text{E}$ , ἐκπέμπουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἐρυθρὰς ἀκτίνας κειμένους ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας ἐχούσης γενέτειραν μὲν τὴν  $\text{EO}$ , ἄξονα δὲ τὴν  $\text{OM}$  και ἐπομένως γωνίαν κορυφῆς  $\text{MOE}$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$ . Ὡς αὐτῶς αἱ σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον  $\text{I}$ , θὰ ἐκπέμψωσι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν

λοειδεῖς ἀκτίνας, αἷτινες ἀποτελοῦσι κωνικήν ἐπιφάνειαν, ἥς ἡ γωνία τῆς κορυφῆς ΙΟΜ εἶνε ἴση πρὸς  $40^{\circ}$ . Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων κεχρωματισμένων τόξων, τοῦ ἐρυθροῦ ἑξῶθεν καὶ τοῦ λοειδοῦς ἔσωθεν, θὰ κείνται ἄλλα τόξα κεχρωματισμένα διὰ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πάντα δὲ ὁμοῦ ἀποτελοῦσι τὸ ταινιοειδὲς οὐράνιον τόξον. Τὸ φαινόμενον τῆς ἵριδος παράγεται καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἀλλὰ σπανίως, τότε δὲ τὰ χρώματα τοῦ τόξου εἶνε πολὺ ἀμυδρά.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἵριδος ἀπεδίδετο ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰς τὴν ἀνάγκασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῶν βράνιδων τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρουμένου ὕδατος.

292. **Ἄλωσ.** Περὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἐμφανίζονται πολλάκις κεχρωματισμένοι κύκλοι ἐρυθροὶ ἐσωτερικῶς, οἵτινες ἔχουσι φαινομένην ἀκτίνα  $22^{\circ}$  ἕως  $46^{\circ}$  καὶ ἐνίοτε περιβάλλονται καὶ ὑπὸ δευτέρου ὁμοίως κεχρωματισμένου κύκλου ἀκτίνος διπλασίας περίπου τῆς τοῦ πρώτου, οὔτινος ὅμως ἐλάχιστα μόνον τμήματα συνήθως ἀναφαίνονται. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦμενοι ἡλιακὴ ἄλωσ καὶ σεληνιακὴ ἄλωσ προέρχονται ἐκ τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν πρισματικῶν παγοκρυστάλλων, οἵτινες αἰωροῦνται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ.

Ἄλωσ μετ' ἀνέμου καὶ βαρομέτρου κατερχομένου εἶνε σημεῖον σχεδὸν βέβαιον ὅτι θὰ ἐπέλθῃ κακοκαιρία.

Ἄλωσ ἄνευ ἀνέμου καὶ μετὰ βαρομέτρου στασίμου σημαίνει μόνον βροχὴν.

293. **Στέμματα.** Νέφη ἐξ ὑγροσφαιρίων ἀποτελούμενα διερχόμενα πρὸ τοῦ ἡλίου καὶ μάλιστα πρὸ τῆς σελήνης παράγουσι πολλάκις περὶ αὐτὰ φωτεινοὺς κύκλους ὁμοκέντρος κεχρωματισμένους, ἐρυθροὺς ἑξωτερικῶς καὶ ἔχοντας φαινομένην ἀκτίνα πολὺ μικροτέραν τῆς τῆς ἄλω. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦνται στέμματα προερχόμενοι ἐκ τῆς διὰ τῶν ὑγροσφαιρίων τοῦ νέφους διόδου τῶν ἀκτίνων. Τοιοῦτοι φωτεινοὶ κύκλοι ἐμφανίζονται ὡσαύτως, ὅταν παρατηρηθῶμεν τὴν φλόγα λαμπάδος δι' ὕαλου, ἐφ' ἧς ἐναποθέτομεν διὰ τῆς

ἀναπνοῆς λεπτότατον στρώμα δρόσου ἢ κόνιν τινά λεπτοτάτην, οἶον λυκοπόδιον. Τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα ἐξηγεῖ τὰ στέμματα, ἅτινα παρατηροῦνται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον, ἔταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῆται λεπτοτάτη κόνις, ὡς συμβαίνει ἐνίοτε μετ' ἐκρήξεως ἡφαιστείων, ὁπότε τὰ στέμματα εἶνε χαλκόχροα.

294. Μεγάλα στέμματα περὶ τὴν Σελήνην καὶ τὸν Ἥλιον δεικνύουσιν ὅτι αἱ ἀποτελοῦσαι τὰ νέφη ὑδροσταγόνες εἶνε μικραὶ καὶ συνεπῶς ὅτι ἡ βροχὴ δὲν εἶνε πιθανή· μικρὰ στέμματα δεικνύουσι τοῦναντίον ὅτι αἱ ὑδροσταγόνες εἶνε μεγάλαι καὶ ἡ βροχὴ ἐπομένως πιθανή.

Αὐξανομένου τοῦ μεγέθους τῶν ὑδροσταγόνων τῶν νεφῶν, τὰ στέμματα σμικρύνονται, ἐξατμιζομένων δὲ τῶν ὑδροσταγόνων, τὰ στέμματα εὐρύνονται· ἡ πρώτη περίπτωσις προμηγνύει βροχὴν, ἡ δὲ δευτέρα τοῦναντίον τὴν διάλυσιν τῶν νεφῶν.

295. Οἱ ἀρχαῖοι δὲν διέκρινον τὴν ἄλω ἀπὸ τοῦ στέμματος· ἀμφότερα τὰ φαινόμενα ταῦτα ὠνομάζοντο ὑπ' αὐτῶν ἄλως καὶ ἐθεωροῦντο τῆς αὐτῆς φύσεως.



# ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

## ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ· ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΕΩΣ

296. Καλοῦνται μαγνήται σώματα ἔχοντα τὴν ιδιότητα νὰ προσέλκωσι μέχρι προσκολλήσεως τὸν σιδήρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα μαγνητικὰ καλούμενα, οἷον τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ μαγγάνιον καὶ τὸ χρώμιον. Τὴν ιδιότητα ταύτην ἔχουσι καὶ ἄλλα μὲν ὀρυκτά, ἰδίως ὅμως εἰδὸς τι σιδηρολίθου (σχ. 187), ὅστις καλεῖται *μαγνήτης λίθος* ἢ φυσικὸς μαγνήτης.

Τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου κτάται καὶ ῥάβδος ἐκ χάλυβος βεβαμμένου τριβομένη διὰ φυσικοῦ μαγνήτου. Οἱ μαγνήται δ' οὗτοι καλοῦνται *τεχνητοί*, εἶνε ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν καὶ ἡ ἑλκτική αὐτῶν δύναμις ἐμφανίζεται ἰσχυρότερα κατὰ τὰ δύο ἄκρα, ὡς παρατηροῦμεν τοῦτο, ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων

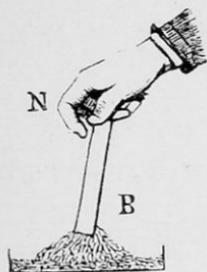


σχ. 187.

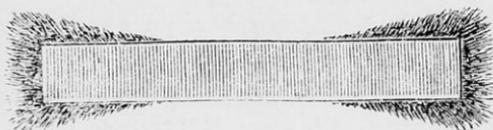
μαγνητικῆς ῥάβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκολλώμενα σχηματίζουνσι θυσάνους (σχ. 188). Τὰ δύο ἄκρα τῆς χάλυβιδίνης ῥάβδου (σχ. 189) καλοῦνται *πόλοι* τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ μεταξὺ τῶν δύο πόλων μέρος, ἔνθα οὐδεμία ἑλκτική δύναμις ἀσκειται, καλεῖται *μέση* ἢ *οὐδειέρα* γρομμῆ.

297. Ἐὰν λάβωμεν βελόνην ἐκ χάλυβος BN (σχ. 190) ἔχουσαν σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκους ῥόμβου καὶ μαγνητίσαντες στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ κατακορύφου ὀξέος ὀβελου, οὔτινος τὴν ἀκίδα

εισάγομεν εἰς μικρὰν κοιλότητα κατασκευασθεῖσαν περὶ τὸ μέσον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη μετὰ τινὰς ταλαντώσεις ἵσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον

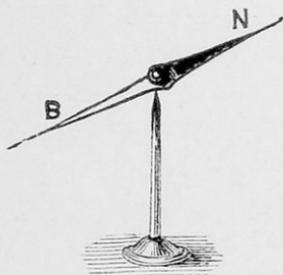


Σχ. 188.

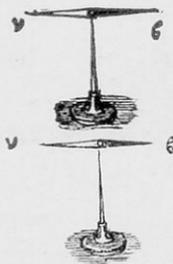


Σχ. 189.

Β τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον καλεῖται βόρειος πόλος, τὸ δὲ πρὸς νότον Ν νότιος πόλος. Ἐὰν λάβωμεν πλείονας μαγνητικὰς βελόνας καὶ στηρίξωμεν ἑκάστην ἐπὶ τραπέζης, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν



Σχ. 190.

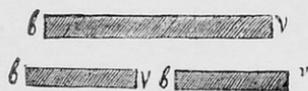


Σχ. 191.

τινα ἀπ' ἀλλήλων, παρατηροῦμεν ὅτι πᾶσαι λαμβάνουσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον (σχ. 192). Τότε δὲ τοὺς μὲν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος ἐστραμμένους πόλους καλοῦμεν ὁμωνύμους, τοὺς δὲ πρὸς τὰ ἀντίθετα σημεῖα ἑτερονόμους. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς ὁμωνύμους πόλους, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερονόμους, ἔλξιν.

Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. Οἱ μὲν δρώννυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τούναντίον δ' οἱ ἑτερόνυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.

298. **Θραύσις μαγνήτου.** Ἐὰν θραύσωμεν μαγνητικὴν βάρδον βν (σχ. 192) εἰς δύο τμήματα βν, βν, ἀνευρίσκομεν αὐτὰ τελείους



Σχ. 192.

μαγνήτας ἔχοντας δύο ἀντιθέτους πόλους. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ἐκ νέου ἑκάτερον τῶν δύο τούτων τμημάτων εἰς δύο ἴσα μέρη, ἀνευρίσκομεν ἕκαστον τῶν μερῶν τέλειον μαγνήτην.

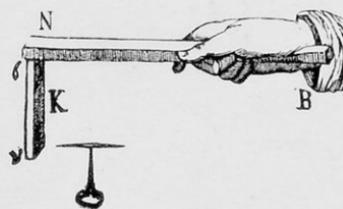
Ἐπειδὴ δὲ ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν διαιροῦντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα βν (σχ. 193) ἀνευρίσκομεν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν τέλειον μαγνήτην, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου εἶνε τέλειοι μαγνήται



Σχ. 193.

καὶ ὅτι εἰς μαγνήτης εἶνε ἄθροισμα ἀπείρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν.

299. **Μαγνήσις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς βάρδου (σχ. 194) προσαγάγωμεν σιδηρᾶν



Σχ. 194.

βάρδον Κ, αὕτη προσκολλημένη ἐπὶ τοῦ μαγνήτου μεταβάλλεται ὡσαύτως εἰς μαγνήτην, καὶ τὸ μὲν ἓν ἄκρον αὐτῆς β τὸ εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ νοτίου πόλου Ν τοῦ μαγνήτου εὐρισκόμενον γίνεται βόρειος πόλος, τὸ δ' ἕτερον ν νότιος, ὡς

δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν πλησιάζοντες εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο ν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἧς ὁ μὲν βόρειος πόλος ἔλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾶς μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω, πλησιάζοντες εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 195) κύλινδρον αβ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἔλκεται καὶ

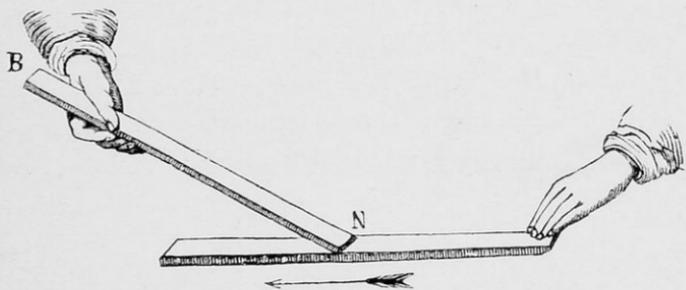
καθίσταται ικανός πρὸς ἔλξιν καὶ συνοχήν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ὀρίου ἀναλόγου τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου· οὕτω δὲ παράγεται ἡ καλουμένη μαγνητικὴ ἄλυσις. Ἄλλ' ὅταν διακόψωμεν τὴν ἐπαφήν τοῦ πρώτου τεμαχίου αβ μετὰ τοῦ πόλου τοῦ μαγνή-



Σχ. 195.

του, ἀμέσως καὶ οἱ λοιποὶ κύλινδροι καταπίπτουσιν, οὐδὲν ἔχον μαγνητίσεως διατηροῦντες. Καθ' ὅμοιον τρόπον σχηματίζονται καὶ οἱ θύσανοι ἐκ βλημάτων σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου (σχ. 189, § 296).

Ἡ μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῇ

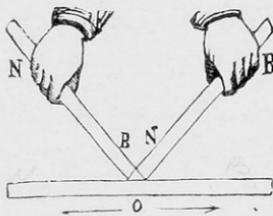


Σχ. 196.

μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῇ βεβαμμένῳ χάλυδι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων μαγνήτου τεμάχιον χάλυθος ἀμαγνητίστου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται καὶ διατηρεῖ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ σχεδὸν ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ἡ μαγνητικὴ ἐπίδρασις παύσῃται.

300. **Μέθοδοι μαγνητίσεως.** Πρὸς μαγνήτισιν βελόνης ἢ ράβδου ἐκ χάλυθος δι' ἐνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ράβδον

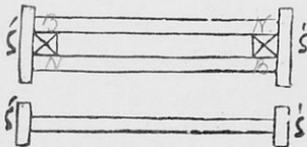
ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστρίβομεν εἴτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 196) ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς γρατοῦντες τὸν μαγνήτην κεκλιμένον καὶ αἶροντες αὐτόν, ἕταν ἐξέλθῃ τοῦ πέρατος τούτου· ἐπαναφέροντες δὲ τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, ἐπαναλαμβάνομεν πολλάκις τὰς προστρίψεις ἐπὶ τοῦ ἡμίσεος τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Εἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμισυ τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου διὰ τοῦ ἑτέρου πόλου B τοῦ μαγνήτου καὶ οὕτως ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται, ἀναφαινομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρασ τὸ προστρίβεν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου



Σχ. 197.

προστρίβεν πέρασ. Ἐὰν δ' ἔχωμεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστρίβομεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου (σχ. 197) ἀπὸ τοῦ μέσου ο πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἑκάστην προστρίβην μέχρι τῶν περάτων αἶρομεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον ο τῆς ῥάβδου.

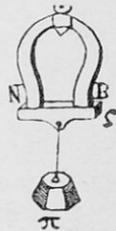
301. **Μαγνήται εὐθεεῖς καὶ πεταλοειδεῖς.** Συνήθως οἱ μαγνή-



Σχ. 198.



Σχ. 199.



Σχ. 200.

ται ἔχουσι σχῆμα ἐπιμήκους καὶ πεπλατυσμένου ὀρθογωνίου πρίσματος καὶ τίθενται ἀνὰ δύο ἐντὸς ξυλίνης θήκης, ἀλλ' οὕτως, ὥστε νὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος οἱ ἀντίθετοι πόλοι, εἰς τοὺς

όποιους προσαρμόζονται τεμάχια μαλακού σιδήρου  $\epsilon' \epsilon'$ , άτινα κελούονται όπλισμοί (σχ. 198). Πολλάκις δ' είς τούς μαγνήτας δίδουσι τó σχήμα ίππειού πετάλου NB (σχ. 199), όποτε και οί δύο πόλοι πλησίον κείμενοι δύνανται νά έλκύσωσι ξινήματα σιδήρου ή και αυτόν τόν όπλισμόν  $\epsilon$  (σχ. 200).

Οί μαγνήται οί άποτελούμενοι εκ πλειόνων έλασμάτων λεπτών εκ χάλυβος κατ' ιδίαν μαγνητισθέντων και συνενωθέντων, ήται αί καλούμεναι μαγνητικά δέσμαι, έχουσιν ισχύν πολύ ύπερτέραν ή ίσοβαρείς και ίσομεγέθεις ουμπαγείς μαγνήται.

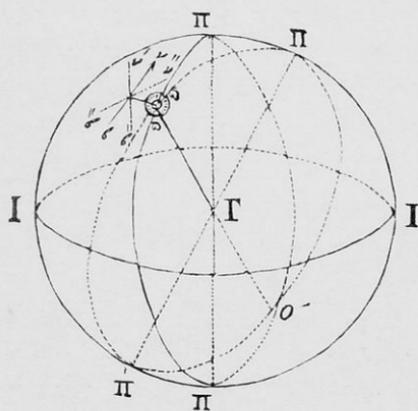
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΓΗ'ΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΠΥΞΙΣ

302. Έάν λάθωμεν λεπτήν βελόνην εκ χάλυβος και μαγνητίσαντες αυτήν έξαρτήσωμεν εκ λεπτού μεταξίνου νήματος ακλώστου διά του κέντρου του βάρους αυτής, παρατηρούμεν ότι μετά τινας αίωρήσεις ή βελόνη λαμβάνει ώρισμένην διεύθυνσιν από βορρά περίπου προς νότον και δέν τίθεται συνήθως όριζοντίως, άλλ' ό μόν προς βορράν έστραμμένος πόλος έν τή βορείω ήμισφαιρίω κλίνει υπό τó όριζόντιον επίπεδον, ό δέ προς νότον άνωψούται άνωθεν του επιπέδου τούτου, τούναντίον δέ συμβαίνει έν τή νοτίω ήμισφαιρίω.

303. Καλείται επίπεδον του μαγνητικού μεσημβριού τó κατακόρυφον επίπεδον τó διερχόμενον διά της εϋθείας της ένούσης τούς δύο πόλους της μαγνητικής βελόνης ήρεμούσης, ήτις εϋθεία καλείται μαγνητικός άξων της βελόνης. Η δέ γωνία, ήν σχηματίζει τó επίπεδον του μαγνητικού μεσημβριού μετά του κατακόρυφου επιπέδου του γεωγραφικού μεσημβριού, καλείται γωνία άποκλίσεως. Η δέ γωνία, ήν σχηματίζει ό μαγνητικός άξων της μαγνητικής βελόνης μετά του όριζοντίου επιπέδου, καλείται γωνία έγκλίσεως. Έάν νυν μεταφέρωμεν την μαγνητικήν ταύτην βελόνην

ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἢ πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον κατὰ τὴν διεύθυνσιν, ἣν αὐτὴ ἡ μαγνητικὴ βελόνη δεικνύει ἡμῖν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφόσον μὲν βαίνομεν πρὸς βορρᾶν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως αὐξάνεται καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης τείνει νὰ λάβῃ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἐφόσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐλαττοῦται καὶ εἰς τινὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπους ἢ οὕτως ἐξηρητημένη βελόνη καθίσταται ὀριζοντία, ἦτοι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως μηδενίζεται. Ἐὰν δὲ ὑπερβῶμεν τοὺς τόπους τούτους καὶ βαίνομεν πρὸς νότον ἐπὶ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου, ἀκολουθοῦντες τὴν διεύθυνσιν, ἣν δεικνύει ἡμῖν ἡ μαγνητικὴ βελόνη, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ πρὸς νότον ἄκρον αὐτῆς κλίνει ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα καὶ ἡ κλίσις αὐτῆ αὐξάνεται, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸν νότιον πόλον. Ὅμοιον ἐντελῶς φαινόμενον παρουσιάζει μαγνητικὴ βελόνη ἐκ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐξαρτηθεῖσα καὶ μεταφερομένη ἄνωθεν μαγνητικῆς ράβδου ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου αὐτῆς πρὸς τὸ ἕτερον· τουτέστιν ἡ μαγνητικὴ βελόνη διηγεκῶς κείται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς ράβδου



Σχ. 201.

διερχομένην καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκομένη μένει ὀριζοντία, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἓν ἢ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ράβδου βέπει ἢ πρὸς τὸ ἓν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ὀρμώμενοι ἐξήγαγον τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ Γῆ εἶνε παμμέγιστος μαγνήτης, οὗτινος ὁ μαγνητικὸς ἄξων Π' Π (σχ. 201) δὲν συμπίπτει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς ΠΠ, ἀλλὰ σχηματίζει γωνίαν μετ' αὐτοῦ καὶ διαπερᾶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς εἰς δύο σημεῖα Π' Π, ἅτινα καλοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι

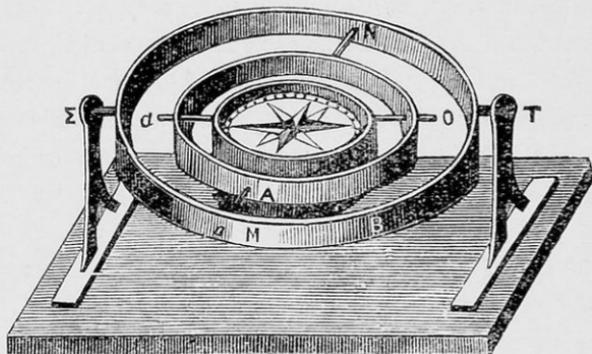
τῆς Γῆς, κείμενοι μὲν πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων III, ἀλλὰ μὴ ταυτιζόμενοι μετ' αὐτῶν.

304. Ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἀνατολική ἢ δυτικὴ, ὅταν ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς ἐκτρέπηται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Εἶνε δὲ τὴν σήμερον δυτικὴ μὲν εἰς ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, τὴν Ἀφρικὴν, Μ. Ἀσίαν, Ἀραβίαν, τὸ δυτικὸν μέρος τῆς Αὐστραλίας καὶ εἰς τὰ ἀνατολικώτερα μέρη τῆς Β καὶ Ν. Ἀμερικῆς, εἰς πάντας δὲ τοὺς λοιποὺς τόπους ἀνατολική, ἐκτὸς χώρας τινὲς τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκίνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἔνθα αὕτη εἶνε δυτικὴ. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηγεκῶς μεταβολὰς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδίνον καὶ Παρισίους πρὸ 300 καὶ πλέον ἐτῶν (1580) ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολικὴ ( $11^{\circ}$ — $12^{\circ}$ ), περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος (1657—1666) ἐμηδενίσθη, ἔκτοτε δ' ἐγένετο δυτικὴ καὶ ἔβαινε ἀξιοσημείωτη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρελθόντος αἰῶνος (1814—1818), ὁπότε ἐγένετο μεγίστη ( $22^{\circ} \frac{1}{2}$ — $24^{\circ} \frac{1}{2}$ ), ἔκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττωμένη μένουσα πάντοτε δυτικὴ. Τοιαύτας ἐκτροπὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελόνη καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας. Καὶ ἡ γωνία δὲ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται διαφόρους μεταβολὰς αἰωνίως, ἐτησίως καὶ ἡμερησίως. Ἀλλ' ἐκτὸς τῶν μεταβολῶν τούτων ἢ τε γωνία τῆς ἀποκλίσεως καὶ ἡ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίστανται καὶ αἰφνιδίως μεταβολὰς, ὧν κυριώτερα αἷτια εἶνε οἱ σεισμοί, αἱ ἠφαίστειοι ἐκρήξεις, τὸ βόρειον σέλας καὶ αἱ καταγίριδες.

305. *Μαγνητικὰ στοιχεῖα εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν κατὰ τὰ ἔτη 1900—1903.* Ἡ ἀπόκλισις εἶνε δυτικὴ, καὶ ἴση κατὰ μέσον ὄρον πρὸς  $5^{\circ} 30', 81$  ἐλαττωμένη ἐτησίως κατὰ  $7', 36$ . Ἡ δὲ ἐγκλισις  $52^{\circ} 6'$  ἐλαττωμένη ἐτησίως κατὰ  $1', 6$ .

306. *Πυξίς.* Ἐνεκα τῆς ἰδιότητος, ἣν ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελόνη,

νά λαμβάνη ὠρισμένην πάντοτε καὶ γνωστὴν διεύθυνσιν, μεταχειρίζονται αὐτὴν οἱ ναυτιλλόμενοι, πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς ὄργανον καλούμενον πυξίς. Ἡ ναυτικὴ πυξίς σύγκειται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἐπὶ ὀξείᾳ ὀβελῶ. Ἐπὶ τῆς βελόνης προσκολλᾶται λεπτότατος καὶ ἐλαφρότατος δίσκος ἐκ χάρτου ἢ μαρμαρυγίου (mica), ὅστις ὑποδιηρημένος ὢν εἰς 64 ἴσα μέρη καλεῖται ἀνεμολόγιον. Ὁ ὀβελὸς φέρων τὸ ἀνεμολόγιον κεῖται ἐν τῷ κέντρῳ τῆς δι' ὕψους κεκλεισμένης ἀνωθεν χαλκῆς κυλινδρικήσ θήκης, ἣτις δι' ἄξονος αο (σχ. 202)



Σχ. 202.

ἐξέχοντος ἐκατέρωθεν αὐτῆς στηρίζεται ἐπὶ πρώτου τινὸς δακτυλίου Α, ὅστις πάλιν στηρίζεται ἐλευθέρως διὰ δευτέρου ἄξονος ΜΝ καθέτου τῷ πρώτῳ ἐπὶ δευτέρου δακτυλίου Β ἐσπερωμένου διὰ τῶν ὑποστηριγμάτων Σ καὶ Τ ἐπὶ τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως καὶ τῆς προσθήκης μάζης μολύβδου τιθεμένης δίκην ἔρματος ἐν τῷ πυθμένι τῆς χαλκῆς θήκης ἡ πυξίς διατηρεῖται ὀριζοντία καὶ ὅταν τὸ πλοῖον εὐρίσκηται ἐν σάλῳ. Ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν δὲ τοιχωμάτων τῆς θήκης εἶνε κεχαραγμένη γραμμὴ, καλουμένη γραμμὴ πίστεως, ἣτις δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τῆς τρόπιδος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς πυξίδος οἱ ναυτιλλόμενοι δύνανται νὰ δώσωσιν ὠρισμένην κατεύθυνσιν εἰς τὸ πλοῖον.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

## ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

307. Ὁ πρῶτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (624-546 π. Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρὰ τινὰ σώματα. Περὶ τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος μ. Χ. ὁ Gilbert παρατήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ βήτινη, τὸ θεῖον, προστριβόμενα διὰ μαλλίνου ξηροῦ ὑφάσματος προσκτῶνται νέαν ιδιότητα, τουτέστιν ἔλκουσιν ἐλαφρὰ τινὰ σώματα, οἷον ῥινήματα ξύλου, λεπτὰ τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μετάλλια πέταλα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαφήν ἀπωθοῦσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου υποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων βευστόν τι ἀβαρές, ὕπερ ἐκάλεσαν ἤλεκτρισμὸν ἢ ἤλεκτρικὴν.



Σχ. 203.

308. Πάντα τὰ σώματα τριβόμενα ἤλεκτριζονται, ἀλλὰ τὰ μέταλλα καὶ ἄλλα σώματα κρατούμενα ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἤλεκτριζονται μὲν, ἀλλ' ἀποβάλλουσι διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν τὸν ἤλεκτρισμὸν αὐτῶν οὕτως, ἐὰν μεταλλίην ῥάβδον X (σχ. 203) προσαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνης ῥάβδου καὶ τύψωμεν τὸ μετάλλινον μέρος διὰ μαλλίνου ἢ μεταξίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ μέταλλον ἔλκει ἐλαφρὰ σώματα, ἥτοι

ήλεκτριζεται. Παρατηρήθη ώσαύτως έπι άλλα μὲν σώματα, οἷον ή ύαλος, ή ρητίνη, τὸ θεῖον, κτῶνται ήλεκτρικὰς ιδιότητας μόνον έπι τῶν προστριβομένων σημείων, ή δὲ ήλεκτρική αὕτη παραμένει έπ' αὐτῶν μὴ δυναμένη νὰ μεταδοθῆ εἰς τήν λοιπήν μάζαν τοῦ σώματος, ώς τοῦτο συμβαίνει καί εἰς τήν θερμότητα έπι τῶν κακῶν άγωγῶν τῆς θερμότητος· έν ᾧ τούναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τινα σημεία τῆς έπιφανείας αὐτῶν καί ήλεκτριζόμενα κατὰ τὰ σημεία ταῦτα μεταδίδουσι τήν ήλεκτρικήν ταύτην εὐθύς εἰς ὅλα τὰ σημεία τῆς έπιφανείας αὐτῶν, ώς τοῦτο περίπου συμβαίνει καί εἰς τήν θερμότητα έπι τῶν καλῶν άγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρσαν τὰ σώματα εἰς κακοῦς άγωγούς τοῦ ήλεκτρισμοῦ ή άπλῶς μὴ άγωγὰ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, έφ' ὧν ὁ ήλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καί εἰς καλοῦς άγωγούς τοῦ ήλεκτρισμοῦ ή άπλῶς άγωγὰ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, έφ' ὧν ὁ ήλεκτρισμὸς βέει εὐκόλως.

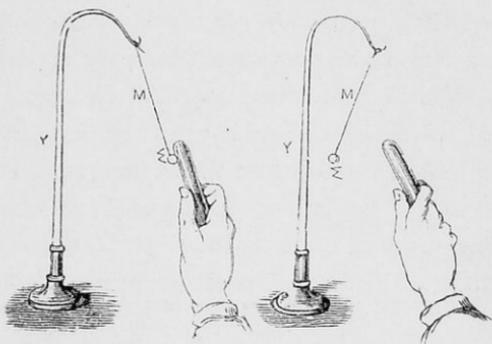
Έκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ άγωγοὶ εἶνε κατ' έξοχήν τὰ μέταλλα, ὁ συμπαγὴς άνθραξ, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξέα, τὰ διαλύματα τῶν άλάτων καί τὰ υγρανθέντα δι' ὕδατος στερεά, ὅπως βάρδος ύαλίνη φέρουσα κατ' έπιφάνειαν στρωμα υγρασίας. Κακοὶ δὲ άγωγοὶ εἶνε ὁ πάγος, ή κρητίς, τὸ μάρμαρον, ή πορσελάνη, τὸ έντελῶς ξηρὸν ξύλον, αἱ τρίχες, τὸ ἔριον, ή μέταξα, ή ύαλος, ή γουτταπέρκη, τὸ έλαστικὸν κόμμι, τὸ θεῖον, ή ρητίνη καί τὰ άέρια έν γένει. Τὰ σώματα, άτινα εἶνε κακοὶ άγωγοὶ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, καλοῦνται καί άπομονωτικά, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τήν ήλεκτρικήν έπί τινος καλοῦ άγωγοῦ, οἷον έπι τῆς μεταλλίνης βάρδδου X (σχ. 203), ὀφείλομεν νὰ στηρίξωμεν τὸ σῶμα τοῦτο έπι κακοῦ άγωγοῦ, οἷον έφ' ὕαλου, ήτις τότε καλεῖται μονωτήρ.

Έάν έγγίσωμεν σῶμά τι άγωγὸν ήλεκτρισμένον, ὁ ήλεκτρισμὸς αὐτοῦ έκρέει διὰ τοῦ σώματος ήμῶν εἰς τήν Γῆν, ήτις ένεκα τούτου εκλήθη κοινὸν δοχεῖον τοῦ ήλεκτρισμοῦ.

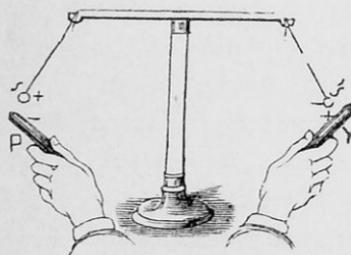
309. **Ήλέκτρισις δι' έπαφῆς.** Ὁ ήλεκτρισμὸς δύναται νὰ μεταδοθῆ εκ τινος σώματος εἰς άλλο δι' έπαφῆς. Οὕτω δυνάμεθα

νά ηλεκτρίσωμεν σώμα τι, φέροντες αὐτὸ εἰς ἐπαφήν μετ' ἄλλου ἠλεκτρισμένου. Ἡ μετάδοσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς σώματος εἰς τὸ ἄλλο συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος, παραγομένου ὀλίγον πρὸ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν.

310. **Ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές.** Προσφορώτερον ἀνευρίσκομεν ἂν σώμα τι εἶνε ἠλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργάνου, ὕπερ καλούμενον ἠλεκτρικὸν ἔκκρεμές σύγκειται ἐξ ἐπικαμποῦς ὑαλίνου στελέχους  $\Gamma$  (σχ. 204) στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλκίνου ὑποστηρίγματος καὶ φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον νῆμα μετάξης  $M$ , ἐξ οὗ εἶνε ἐξηρητημένον κουφότατον σφαιρίδιον  $\Sigma$  ἐξ ἐντεριώνης τῆς ἀκτέας ἀγωγὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ σφαιρίδιον τοῦτο, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς ῥάβδον ὑαλίνην τριβείσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ πρῶτον μὲν ἔλκεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἀλλ' εὐθὺς ὡς ἐπέλθῃ ἐπαφή αὐτῶν, ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν ἐπαναλαμβάνοντες τὸ πείραμα τοῦτο διὰ ῥάβδου ἐκ βητίνης τριβείσης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.



Σχ. 204.



Σχ. 205.

311. **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός.** Ἐὰν εἰς τὸ σφαιρίδιον  $\epsilon$  (σχ. 205), ὕπερ ἀπωθεῖ ἢ ὑαλίνῃ ῥάβδῳ, πλησιάσωμεν τὴν ἐκ βητίνης ῥάβδον, πλησιάσωμεν τὴν ὑαλίνην  $\Gamma$ , παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὑπάρχουσι δύο

εἶδη ἠλεκτρικῆς, ὧν ἡ μὲν μία εἶνε ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ὑάλου προστριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος ἀναπτυσσομένη, ἥτις ἐκλήθη θετικὴ, ἡ δ' ἑτέρα ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ῥητίνης προστριβομένης καὶ αὐτῆς διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις ἐκλήθη ἀρνητικὴ, καὶ ὅτι τὰ ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένα σώματα ἀπωθοῦνται, τοῦναντίον δὲ τὰ ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν σφαιριδίων μετὰ τῶν ἠλεκτρισμένων βάρδων ἐξ ὑάλου ἢ ῥητίνης μεταδίδεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ (σχ. 204) καὶ διὰ τοῦτο ἐπέρχεται ἅπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην ὑαλίνην βάρδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον ἢ τὴν ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένην ἐκ ῥητίνης βάρδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν ἔλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα.

### 312. Ὑπόθεσις πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων.



Σχ. 206.

πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων παραδέχονται ὅτι πᾶν σῶμα ἐν φυσικῇ καταστάσει εὐρισκόμενον φέρει ἄπειρον ποσότητα τοῦ καλουμένου οὐδέτερου ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ. Διὰ τῆς τριδῆς δὲ τῶν δύο σωμάτων τὸ οὐδέτερον τοῦτο ρευστὸν ἀποσυντίθεται καὶ τὸ μὲν τῶν σωμάτων δέχεται τὸν θετικόν, τὸ δ' ἕτερον τὸν ἀρνητικόν ἠλεκτρισμόν. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν, παράγεται καὶ αὐθις οὐδέτερον ρευστόν.

313. Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν φέρεται πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν ἐν ἠλεκτρικῇ ἰσορροπία ἀγωγῶν καὶ ὁμοιομερῶν σωμάτων. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος.

Λαμβάνομεν ὀρειχαλκίνην σφαιραν κοίλην ἐστηρικμένην ἐφ'

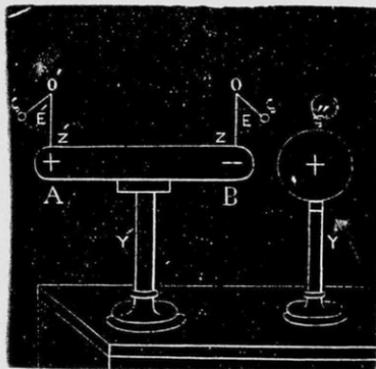
υαλίνου ποδός (σχ. 206) και φέρουσιν άνωθεν κυκλικήν όπήν. Ήλεκτρίσαντες τήν σφαίραν παρατηρούμεν ότι μόνον ή έξωτερική επιφάνεια αύτης φέρει ήλεκτρικήν, ουχι δέ και ή έσωτερική. Διαγινώσκομεν δέ τουτο έγγίζοντες ή τήν έσωτερικήν ή τήν έξωτερικήν επιφάνειαν τής σφαίρας δια του καλουμένου δοκιμαστικού επιπέδου, όντος μικρού μεταλλίνου δίσκου α προσκεκολλημένου εις το άκρον μικρού στελέχους εκ λακκείου κόμμεος, και ειτα πλησιάζοντες τον δίσκον εις το ήλεκτρικόν εκκρεμές, όποτε παρατηρούμεν ότι το εκκρεμές τουτο έλκεται μεν υπό του δίσκου έγγίσαντος τήν έξωτερικήν επιφάνειαν τής σφαίρας, άκινήτει δέ του δίσκου έλθόντος εις έπαφήν μετά των έσωτερικών τοιχωμάτων αύτης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

### ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ· ΠΥΚΝΩΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ

314. Ήλεκτρισις εξ επιδράσεως. Άγωγόν τι σωμα μεμονωμένον δυνάμεθα να ήλεκτρίσωμεν υποβάλλοντες αυτό εξ άποστάσεώς τινος εις τήν επίδρασιν έτέρου ήλεκτρισμένου σώματος. Ούτως, εάν εις σωμα ήλεκτρισμένον, οϊον εις τήν θετικώς ήλεκτρισμένην σφαίραν  $\zeta'$  (σχ. 207), πλησιάζωμεν άγωγόν σωμα μεμονωμένον, οϊον όρειχάλκινον κύλινδρον AB έστηριγμένον έφ' υαλίνου ποδός Γ', παρατηρούμεν ότι άμφότερα τα άκρα Α και Β του κυλίνδρου φέρουσιν ήλεκτρισμόν και ότι εις μεν το εν άκρον Β το έστραμμένον προς τήν ήλεκτρισμένην σφαίραν έπισωρεύεται άρνητική ήλεκτρική, εις δέ το αντίθετον Α θετική. Καί ότι μεν άμφότερα τα άκρα του κυλίνδρου εϊνε ήλεκτρισμένα, καταδεικνύεται εκ των κατά τα άκρα δύο εκκρεμίων  $\zeta$  και  $\zeta'$  δια νήματος εκ κανάθεις (καλουδ άγωγου) εξηρημένων, άτινα όμωνύμως ήλεκτριζόμενα

πρὸς τὰ ἐφ' ὧν στηρίζονται μετάλλινα στελέχη OZ καὶ O' Z' ἀπω-  
θούνται ὑπ' αὐτῶν. Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρ-  
χουσιν ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι ἐὰν εἰς



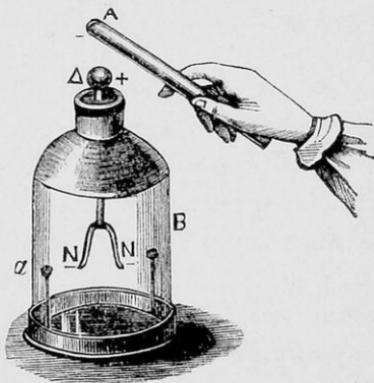
Σχ. 207.

ἀμφότερα πλησιάζωμεν διαδοχικῶς ῥάβδον ὑαλίνην τριβείσαν διὰ  
μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις, ὡς  
προείπομεν, ἠλεκτρίζεται θετικῶς,  
παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὸ  
ἄκρον B ἐκκρεμῆς Oς ἔλκεται  
ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἄρα φέρει ἀρνη-  
τικὴν ἠλεκτρικὴν, τὸ δὲ O'ς' τὸ  
πρὸς τὸ ἄκρον A ἀπωθιέται ὑπ'  
αὐτῆς, ὡς φέρον ὁμώνυμον ἠλε-  
κτρικὴν, ἥτοι θετικὴν. Ἐὰν δέ, τοῦ  
κυλίνδρου εὕρισκομένου πλησίον  
τῆς σφαίρας, θέσωμεν εἰς συγκοι-  
νωσίαν οἰονδήποτε σημεῖον τῆς  
ἐπιφανείας αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν  
ἐκκρεμῆς O'ς' τοῦ ἀπωτέρω ἄκρου A καταπίπτει, ἐκκρεούσης εἰς  
τὴν Γῆν τῆς ὁμώνυμου πρὸς τὴν τῆς ἐπιδρώσης σφαίρας ἠλε-  
κτρικῆς, τὸ δὲ ἐκκρεμῆς Oς τοῦ ἄκρου B ἀνυψοῦται ἔτι μᾶλλον δει-  
κνύον μείζονα συσσωρεύσιν ἠλεκτρικῆς κατὰ τὸ ἄκρον τούτο. Τὰ  
φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θετικὴ ἠλε-  
κτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρᾷ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ  
τοῦ κυλίνδρου AB, ὅπερ ἀναλύει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλε-  
κτρικὴν, καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερώνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῆς  
σφαίρας σημεῖα B τοῦ κυλίνδρου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ  
ἀπώτερα σημεῖα αὐτοῦ A. Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθεὶς  
κύλινδρος AB τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ μὲν  
ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκρέει εἰς τὴν Γῆν, ἡ δ' ἑτερώνυμος συσσω-  
ρεύεται ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον B ὡς μὴ ἐλκομένη πλέον ὑπὸ  
τῆς ἑτερωνύμου ἠλεκτρικῆς A. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ  
πρῶτον τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου καὶ

εἶτα ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ παραμένει ἠλεκτρικὴ ἑτερόνυμος πρὸς τὴν τῆς σφαίρας.

Διὰ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως τῶν σωμάτων εὐχερῶς νῦν ἐξηγοῦμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἔλξιν καὶ ἀπωσιν (σχ. 204, § 310). Ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς ὑάλου ἀναλβει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ σφαιριδίου Σ, ἀλλ' ἢ ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ πρὸς τὴν ῥάβδον πλησιέστερα σημεῖα τοῦ σφαιριδίου Σ ἔλκεται· ἰσχυρότερον ἢ ὅσον ἀπωθεῖται ἢ ὁμώνυμος, ἤτις ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα εὐρίσκεται εἰς μείζονα ἀπόστασιν· ὅθεν, τῆς ἔλξεως ὑπερνικώσης τὴν ὄσιν, τὸ σφαιρίδιον Σ φέρεται πρὸς τὴν ὑάλον μέχρις ἐπαφῆς, ὅτε τοῦτο τῆς ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐξουδετερουμένης πληροῦται μόνον ὁμώνυμου θετικῆς ἠλεκτρικῆς καὶ ἀμέσως ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ὑάλου.

315. **ἠλεκτροσκόπιον.** Τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἶνε ὄργανον, δι' οὗ διαγιγνώσκωμεν οὐ μόνον ἂν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνου στελέχους ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 208), κάτωθεν δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσοῦ φύλλα NN. Τὸ στέλεχος τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ πώματος ὑαλίνου δοχείου B ἔχοντος μετάλλινον πυθμένον. Καὶ διαγιγνώσκωμεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἐὰν πλησιάσαντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ δι'στάμενα, ἀνευρίσκωμεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος τούτου ἠλεκτρίζοντες τὸ ἠλεκτροσκόπιον θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς ὡς ἐξῆς. Πλησιάζομεν εἰς τὴν σφαῖραν Δ



Σχ. 208.

σῶμα  $A$  φέρον γνωστὴν ἠλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν, ἣτις ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ  $\Delta N$  ἀναλύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον τὴν θετικὴν πρὸς τὴν σφαῖραν  $\Delta$ , ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον τὴν ἀρνητικὴν πρὸς τὰ φύλλα  $NN$ , ἅτινα ὁμώνυμῶς ἠλεκτριζόμενα δίστανται ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα. Ἐὰν δὲ τότε ἐπιθέσωμεν τὸν δάκτυλον ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας  $\Delta$ , ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκφεύγει εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν, ἡ δ' ἑτερόνυμος ἢ θετικὴ ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς σφαίρας  $\Delta$  συγκρατουμένη ἐκεῖ ἕνεκα τῆς ἔλξεως τῆς ἐπὶ τῆς βάρδου  $A$  ἑτερόνυμου ἠλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκολουθῶς ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν βάρδον  $A$ , ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίων φύλλων  $NN$ , ἅτινα διὰ τοῦτο αὐθις ἀπωθούσιν. Οὕτω δὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίσθη διὰ γνωστοῦ εἴδους

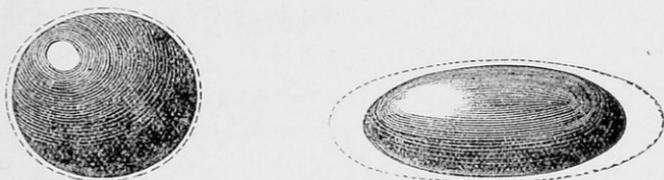


Σχ. 209.

ἠλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι, καὶ οὕτω παρασκευασθὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἴδους τῆς ἠλεκτρικῆς ἠλεκτρισμένου τινὸς σώματος. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ δίστανται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δ' ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

316. *Μέτροσις ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἠλεκτρο-*

**σκοπίου.** Πρὸς τοῦτο θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ σύρματος τὸ ἠλεκτροσκόπιον Β (σχ. 209) μετὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday Κ, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ κοίλου μεταλλικοῦ κυλίνδρου μεμονωμένου διὰ παραφίνης Σ. Ἐὰν σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν ἠλεκτρισμένον εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ κυλίνδρῳ, οἷον σφαῖραν μεταλλίνην Ρ ἠλεκτρισμένην οὕτως, ὥστε νὰ γείνη ἐπαφή ἐσωτερικῶς, ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ἐν τῷ κυλίνδρῳ εἰσαχθείσης σφαίρας ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου, τὰ δὲ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται, διότι μέρος τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου μεταβαίνει εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον Β. Ἡ ἀπομάκρυνσις αὕτη τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς μέτρησιν ἠλεκτρικοῦ φορτίου. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον τὸ ὄργανον βαθμολογοῦμεν ὡς ἐξῆς. Διαμβάνομεν μεταλλίνην π. χ. σφαῖραν μεμονωμένην, τὴν ὁποίαν ἠλε-



Σχ. 210.

κτρίζομεν θέτοντες αὐτὴν εἰς ἐπαφὴν μὲ σταθερὰν ἠλεκτρικὴν πηγὴν καὶ εἶτα εἰσαγάγωμεν αὐτὴν εἰς τὸν κύλινδρον τοῦ Faraday καὶ σημειοῦμεν τὸ ἀνοίγμα τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα πολλάκις καὶ σημειοῦμεν ἐκάστοτε τὸ ἀνοίγμα τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ διὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3 κ.τ.λ. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν νῦν τὴν σχετικὴν τιμὴν ἠλεκτρικοῦ τινος φορτίου φέρομεν τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ παρατηροῦμεν εἰς ποῖον ἀνοίγμα τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ ἀντιστοιχεῖ.

317. **Διανομὴ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.** Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν μεμονωμένην ἠλεκτρίσωμεν, ὁ ἠλεκτρισμὸς διανέμεται ὁμοιομερῶς κατὰ πάντα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς (σχ. 210), ἔχων εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφα-

νείας τῆς σφαίρας τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ἄλλ' ἐὰν τὸ ἠλεκτρι-  
σμένον ἀγωγὸν σῶμα ἔχῃ σχῆμα ἐπιμήκεις, οἷον ἑλλειψοειδοῦς ἐκ  
περιστροφῆς, τότε τὸ ἠλεκτρικὸν βρυστὸν λαμβάνει τὴν μεγίστην  
πυκνότητα κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ (σχ. 210).  
Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἀγωγοῦ περατουμένου ἑκατέρωθεν εἰς ἡμι-  
σφαίρια καὶ ἠλεκτρισμένου ὁ ἠλεκτρισμὸς ἔχει ἐλαχίστην μὲν



Σχ. 211.

κατὰ τὰ ἄκρα ἐπὶ τῶν ἡμισφαι-  
ρικῶν ἐπιφανειῶν (σχ. 211).

Ἐὰν δὲ μετάλλινον ἀγωγὸν σῶ-  
μα ἀπολήγγῃ εἰς ἀκίδα, τότε ἡ  
πυκνότης γίνεται μεγίστη ἐπὶ τῆς ἀκίδος, ἔνθα τὸ ἠλεκτρικὸν  
βρυστὸν ὁμωνύμως ἠλεκτρίζον τὰ περὶ τὴν ἀκίδα μέρια τοῦ ἀέρος  
ἀπωθεῖ ταῦτα, οὕτω δὲ ἡ μὲν ἠλεκτρικὴ τῆς ἀκίδος ἐκρέουσα  
διαχέεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, τὰ δὲ ἀπωθούμενα μέρια τοῦ ἀέρος  
παράγουσι τὸ καλούμενον ἠλεκτρικὸν φύσημα (κανὸν νὰ σδέσῃ τὴν  
φλόγα παρακειμένης λαμπάδος. Κατὰ ταῦτα, ὅταν θέλωμεν νὰ  
ἐκφύγῃ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκ τινος ἀγωγοῦ σώματος, ὀπλίζομεν αὐτὸ  
δι' ἀκίδος, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη δύναμις τῶν  
ἀκίδων, ἣτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμοποιοῦται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα.

318. **Ἡλεκτροδυναμικόν.** Ἐὰν ὁμοιομερῆ ἀγωγὸν ἐν ἠλε-  
κτρικῇ ἰσορροπίᾳ εὐρισκόμενον θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ  
ἠλεκτροσκοπίου διὰ λεπτοῦ καὶ ἐπιμήκους σύρματος, ὅπως ἀποφύ-  
γωμεν πᾶσαν ἐπίδρασιν, τὸ ἠλεκτροσκοπίον φορτίζεται, τὸ δὲ  
φορτίον αὐτοῦ μένει σταθερόν, οἷονδὴποτε σημεῖον τοῦ ἀγωγοῦ καὶ  
ἂν ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἠλεκτρικὸν τοῦτο φορτίον τοῦ  
ἠλεκτροσκοπίου χαρακτηρίζει τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν, ἣτοι  
τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ εἶνε θετι-  
κὸν ἢ ἀρνητικὸν ἢ καὶ ἴσον τῇ μηδενί. Ἐὰν λάβωμεν διαφόρους  
ἀγωγούς ἠλεκτρισμένους καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν κατ'  
ἰδίαν ἕκαστον μετὰ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἀνευρίσκομεν ὅτι  
ἔχουσιν ἢ τὸ αὐτὸ ἠλεκτροδυναμικὸν ἢ διάφορον ἐκ τῆς μείζονος

ἢ ἐλάσσονος ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Δυνάμεθα κατὰ συνθήκην νὰ λάδωμεν ὀρισμένον ἠλεκτροδυναμικὸν ὡς μονάδα, ὅταν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται καθ' ὀρισμένην ἀπόστασιν. Τοιαύτη πρακτικὴ μονὰς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ καθωρίσθη κληθεῖσα βόλταιος (volt).

Κατὰ συνθήκην λαμβάνουσιν ὡς ἠλεκτροδυναμικὸν μηδὲν τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τῆς Γῆς ἢ ἀγωγοῦ τινος τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν πρὸς τὴν Γῆν, καθόσον ὅταν οὗτος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἠλεκτροσκοπίον οὐδὲν φορτίον λαμβάνουσι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ. Ὅταν τὸ φορτίον τὸ μεταδιδόμενον εἰς τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἶνε θετικόν, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε θετικόν, ἤτοι ἀνώτερον τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ τῆς Γῆς.

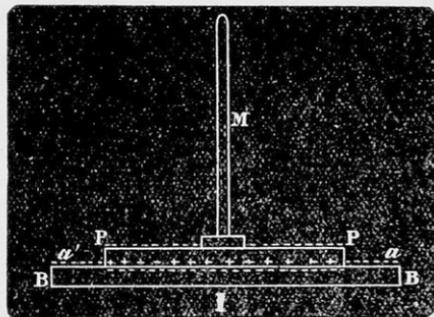
319. **Ποσότης ἠλεκτρισμοῦ.** Ἀγωγός τις μεμονωμένος δύναται νὰ δεχθῆ μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ὅποτε καὶ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ καθίσταται μείζον ἢ ἐλάσσον. Δυνάμεθα νὰ λάδωμεν ὡς μονάδα τῆς ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ ἐκεῖνο τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, ὅπερ τιθέμενον ἐπὶ ὀρισμένου ἀγωγοῦ, οἷον ἐπὶ μεταλλίνης σφαίρας ἐχούσης ὀρισμένην ἀκτίνα, νὰ φέρῃ αὐτὴν εἰς ἠλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς μίαν βόλταιον μονάδα. Τοιαύτη μονὰς τῆς ποσότητος τῆς ἠλεκτρισμοῦ καθωρίσθη κληθεῖσα κουλόμβειος (coulomb).

320. **Ἡλεκτροχωρητικότητα.** Ἐάν εἰς μεμονωμένον ἀγωγὸν δώσωμεν ἠλεκτρικὸν φορτίον διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ., ἢ ἠλεκτρικὴ πυκνότης εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ διπλασιάζονται, τριπλασιάζονται κτλ. Ὡστε ἐπὶ παντὸς ἀγωγοῦ ὑφίσταται ἀναλογία μεταξὺ τοῦ φορτίου τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ αὐτοῦ. Ἡ σταθερὰ αὕτη σχέσις καλεῖται ἠλεκτρικὴ χωρητικότης τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐάν τὴν μονάδα τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέσωμεν κατ' ἰδίαν ἐπὶ διαφόρων ἀγωγῶν διαφόρων διαστάσεων, φέρομεν αὐτοὺς εἰς διάφορον ἠλεκτροδυναμικόν, διότι οἱ διάφοροι ἀγωγοὶ ἔχουσι διάφορον χωρητικότητα. Ἐλήφθη ὡς μονὰς χωρητικότητος ἢ χωρητικότης ἐκεί-

νου του άγωγού, ὅστις δεχόμενος ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ ἴσην τῇ μονάδι, ἦτοι ἴσην πρὸς μίαν κουλόμβειον μονάδα, λαμβάνει ἡλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα. Ἡ μονὰς αὕτη τῆς χωρητικότητος καλεῖται φαραδέιος (farad).

321. **Συγκοινωνία δύο άγωγῶν ἐχόντων διάφορον ἡλεκτροδυναμικόν.** Ἄγωγός τις A ἔχει ἡλεκτροδυναμικὸν ἀνώτερον τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ ἄλλου άγωγοῦ B, ἐὰν τὸ φορτίον, ἕπερ λαμβάνει ἡλεκτροσκοπίον τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ άγωγοῦ A, εἶνε ὑπέρτερον τοῦ φορτίου, τὸ ὅποιον τὸ αὐτὸ ἡλεκτροσκοπίον λαμβάνει τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ άγωγοῦ B. Ἐὰν τότε συνάψωμεν διὰ σύρματος τοὺς δύο άγωγούς A καὶ B, ἡλεκτρισμὸς μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ A πρὸς τὸ B ἦτοι παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὅποιον παύει, ὅταν οἱ δύο άγωγοὶ λάθωσιν ἐπὶ τέλος τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικόν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ εἰς διάφορον ὕψος, ὅποτε ὕδωρ βέει ἐκ τοῦ ἐνὸς δοχείου εἰς τὸ ἕτερον, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος εἰς ἀμφότερα.

322. **Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.** Καλεῖται ἡλεκτρικὴ μηχανὴ



Σχ. 212.

συσκευή, ἥτις διὰ μηχανικοῦ ἔργου, ὅλον διὰ τριβῆς, παράγει ἡλεκτρισμόν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν μηχανῶν τούτων εἶνε τὸ καλούμενον ἡλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα, ἕπερ σύγκειται ἐκ πλακοῦντος BB (σχ. 212) κατεσκευασμένου ἐκ ῥητίνης καὶ στηριζομένου ἐπὶ μεταλλίνου φύλλου I συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἐδά-

φους. Ἐὰν προστρέψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν α' α' τοῦ πλακοῦντος διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡλεκτριζομεν αὐτὸν ἀρνητικῶς. Ἐὰν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον PP φέροντα

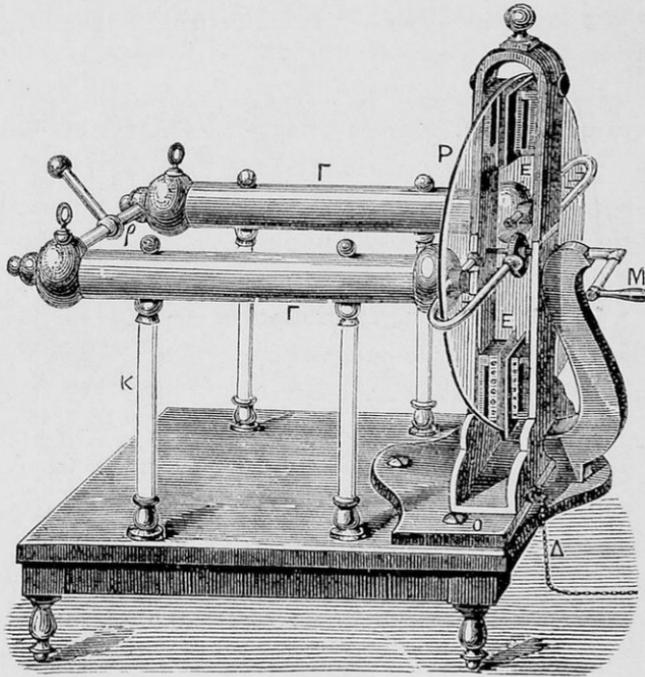
θαλίγγην λαβήν Μ και κεκαλυμμένον διά φύλλον κασσιτέρου, πάραυτα ο αρνητικός ηλεκτρισμός του πλακοῦντος επιδρών επί του ουδατέρου βρευτοῦ του δίσκου ἀγαλύει αὐτὸ και ἔλκει μὲν τὸν θετικὸν ηλεκτρισμὸν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν του δίσκου, ἀπωθεῖ δὲ τὸν ὁμώνυμον, ἦτοι τὸν ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν, πρὸς τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν του αὐτοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τότε ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον του κασσιτέρου (σχ. 213), μετοχετεύομεν τὸν ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν δὲ ἀπομακρύναντες κατὰ πρῶτον τὸν δάκτυλον ὑψώσωμεν τὸν δίσκον και πλησιάσωμεν τὴν ἑτέραν τῶν χειρῶν ἡμῶν εἰς τὸν δίσκον, παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἐὰν δὲ και αὐθις ἐπιθέσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ του πλακοῦντος και ἐγγίσαντες πρὸς στιγμὴν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον ἄρωμεν εἶτα τὸν δίσκον, ἀσπασῶμεν και δεῦτερον σπινθήρα, ὁμοίως και τρίτον και καθεξῆς, χωρὶς νὰ τύψωμεν ἐκ νέου τὸν πλακοῦντα, διότι οὗτος ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δύναται νὰ συκρατῇ ἐν ἑαυτῷ τὴν ἠλεκτρικὴν.



Σχ. 213.

323. **Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ του Ramsden.** Ἡ μηχανὴ αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγοῦ σώματος μεμονωμένου μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς, δι' ἧς ποικίλα πειράματα ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ του τριβομένου σώματος, ὕπερ εἶνε ὑάλινος δίσκος ΕΕ (σχ. 214) στρεφόμενος περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ διὰ στροφάλου Μ, β') ἐκ του τρίβοντος σώματος, ὕπερ σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπεριεχόντων τρίχας, μεταξὺ τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ δίσκος και γ') ἐκ του σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύεται ἡ ἠλεκτρικὴ και ὕπερ σύγκειται ἐκ κοίλων ὀρειχαλκίνων κυλίνδρων ΓΓ ἀποληγόντων πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος εἰς ὀρειχαλκίνας σφαίρας, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ τὸ πρὸς τὸν

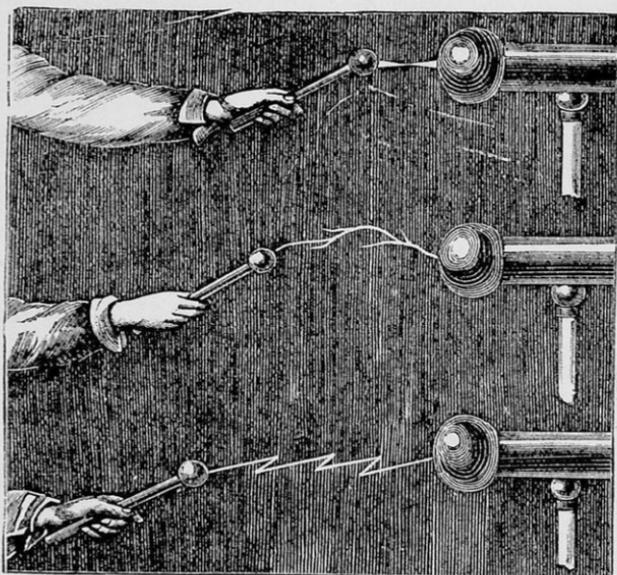
ύάλινον δίσκον ἐστραμμένον εἰς ἐπικαμπεῖς ὄρειχαλκίνοὺς σωλη-  
νας, μεταξύ τῶν σκελῶν τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ ὑάλινος δίσκος.  
Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἀγωγοὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν  
τῆς πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένῃς τοὺς καλουμένους κτένας,



Σχ. 214.

ἤτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἀγωγοὶ ΓΓ τῆς μηχανῆς συνά-  
πτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὄρειχαλκίνοῦ σωληνῶς ρ καὶ στηρί-  
ζονται ἐπὶ ὑαλίνων στηριγμάτων K, δι' ὧν τηροῦνται μεμονωμένοι  
ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ στροφάλου M στρέψωμεν τὸν δίσκον,  
οὗτος τριδόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρισκομένων εἰς διαρκῆ  
συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως Δ ἠλεκτρί-  
ζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἠλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη

διὰ τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κενῶν ἀποσυνθέτει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον βευστὸν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, ἣτις ἐκρέουσα διὰ τῶν ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐνοῦται μετὰ τῆς θετικῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ καὶ ἐξουδετεροῖ αὐτήν, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὑπολειπομένην θετικὴν ἠλεκτρικὴν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν, ἣτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεῖα ρ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς.

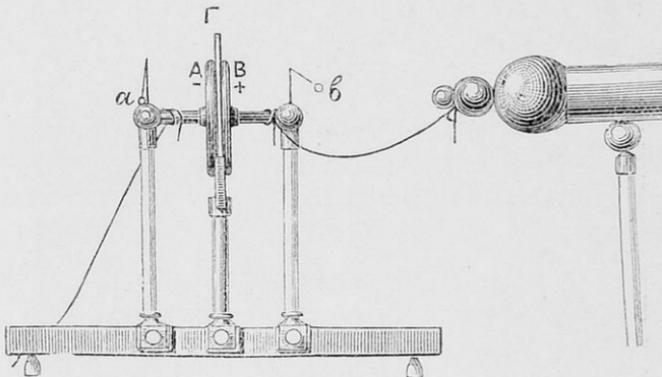


Σχ. 215.

324. Ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ. Ἐὰν εἰς τὸν ἀγωγὸν λειτουργούσης ἠλεκτρικῆς μηχανῆς πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἀποσπῶμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα μετ' ἀσθενοῦς ψόφου αἰσθανόμενοι συγχρόνως νυγμὸν τινα εἰς τὴν χεῖρα προερχόμενον ἐκ τοῦ ὑπὸ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐρεθισμοῦ τῶν νεύρων. Ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἐπίσης, ἐὰν πλησιάσωμεν ἄλλο ἠλεκτρικὸν σῶμα, οἷον μετάλλινον ἀγωγὸν ἀπολήγοντα εἰς σφαῖραν, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ (σχ.215). Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα διακρίνομεν ἰδίως φωτεινὴν τινα γραμ-

μὴν λευκὴν ἐν τῷ ἀέρι, τῆς ὁποίας τὸ σχῆμα μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως τοῦ σώματος ἀπὸ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς. Ἡ φωτεινὴ αὕτη γραμμὴ περιβάλλεται ὑπὸ αἴγλης, τῆς ὁποίας τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἀγωγῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυται ὁ σπινθῆρ.

Ἐὰν διὰ τοῦ φασματοσκοπίου ἐξετάσωμεν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν αἴγλη παρέχει τὸ φάσμα τῶν μεταλλικῶν ἀγωγῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυται ὁ σπινθῆρ, ἡ δὲ



Σχ. 216.

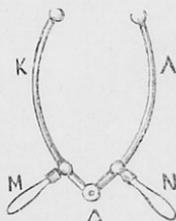
φωτεινὴ γραμμὴ τὸ φάσμα τοῦ ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ γίνεται ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις.

325. **Πυκνωτὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Πυκνωτὰ καλοῦνται ὄργανα τινα, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλίνων ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ποσότητας θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ πολλῶν μείζονας ἐκείνων, ἃς θὰ ἐδέχοντο αἱ μέταλλοι αὗται ἐπιφάνειαι, ἂν ἀπλῶς ἐτίθεντο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Εἰς τῶν πυκνωτῶν τούτων ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλίνων δίσκων A καὶ B (σχ. 216), μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθεται πλάξ ὑαλίνη Γ. Ὁ εἰς τῶν δίσκων τούτων B τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ὁ δ' ἕτερος A μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ στρόφαλον τῆς ἠλεκτρομηχανῆς, τὸ ἐκκρεμῆς β

κατ' ἀρχάς μὲν παραμένει κατακόρυφον, μετ' ὀλίγον δ' ἀρχεται βραδέως ὑψούμενον καὶ μετ' ἀρκετὰς στροφάς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμὲς αὐτὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐτέρου δίσκου Α εὐρισκόμενον παραμένει διηλεκτικῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος Β πληροῦται θετικῆς ἤλεκτρικῆς, ἤτοι ὁμωνύμου τῆ ἤλεκτρικῆ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ Α ἀρνητικῆς.

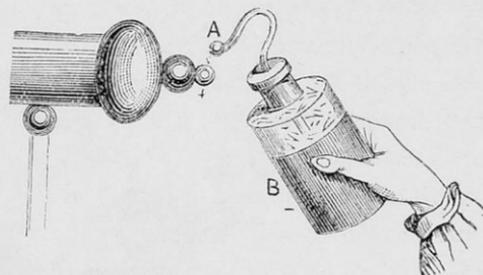
Ἡ πυκνωσις τῶν δύο ἤλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἑξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου Β ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου Α καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον, ἣτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου Α, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἤλεκτρικαὶ τῶν δίσκων Β καὶ Α ἐλκόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, νέα ποσότης ἤλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον Β, ἣτις ἐπισωρεύει ἴσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἤλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου Α καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἤλεκτρικαὶ βαίνουσιν ἀυξανόμεναι μέχρι ὁρίου, τὸ ὅποιον εἶνε τοσοῦτον ὑπέρτερον, ὅσῳ ἡ ἤλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἢ ἐπιφάνεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσσων, ἤτοι ὅσῳ ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσωμεν τὸν πυκνωτὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἐνὸς μὲν τοῦ δίσκου Β μετὰ τῆς μηχανῆς, ἀφ' ἐτέρου δὲ τοῦ δίσκου Α μετὰ τῆς γῆς

καὶ λαμβάνοντες μεταλλινὸν τόξον ΚΛ (σχ. 217) ὑπὲρ ἐν τῷ μέσῳ μὲν φέρει ἄρθρωσιν Δ, ἐκατέρωθεν δὲ δύο ὑαλίνας λαθὰς Μ καὶ Ν, ἣτοι τὸν καλούμενον ἐκκενωτήν, καὶ ἐγγίζομεν διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ἐνὸς μὲν σκέλους Κ τὸν δίσκον Β (σχ. 216), πλησιάζομεν δὲ τὸ ἄκρον τοῦ ἐτέρου σκέλους Λ εἰς τὸν δίσκον Α, ὁπότε παράγεται ἤλεκτρικὸς σπινθήρ προσερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων συνηγμένων ἑτερονύμων ἤλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα φιάλης, ὁπότε καλεῖται λουιδου-



Σχ. 217.

νική λάμψη. Σύγκειται δ' ἐκ κοινῆς υαλίνης φιάλης (σχ. 218) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασσιτέρου Β. Διὰ τοῦ πώματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀρειχάλκινον στέλεχος, οὔτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μεταλλί-



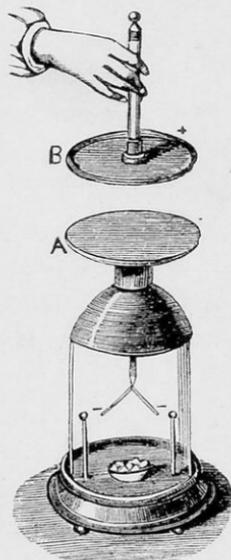
Σχ. 218.

νων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὄν ἐπικαμπές ἀπολήγει εἰς μεταλλινὸν σφαιρίδιον Α. Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ μεταλλίνα φύλλα καλοῦνται ἐσωτερικὸς ὄπλισμός, τὰ δ' ἐξωτερικὰ ἐξωτερικὸς ὄπλισμός. Πληροῦμεν δ' ἠλεκτρικῆς τὴν λουγδουνικήν λάμψον λαμβάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας δι' ἐπίδος τῶν δύο ὄπλισμῶν εἴτε τοῦ ἐσωτερικοῦ εἴτε τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ πλησιάζοντες ἢ ἐγγίζοντες τὸν ἕτερον ὄπλισμὸν εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς. Συνήθως ὅμως λαμβάνομεν αὐτὴν διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ καὶ ἐγγίζομεν ἢ πλησιάζομεν τὸ σφαιρίδιον Α τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σὺν αὐτῷ τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ' ἱκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μηχανῆς ἐκκρεμὲς ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλους στάσιμον, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ λάμψη ἐπληρώθη ἠλεκτρικῆς μέχρις ὀρίου. Ἐκκενοῦμεν δὲ τὴν λάμψον μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτήν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὄπλισμούς, ὁπότε παράγεται ἰσχυρὸς ἠλεκτρικὸς σπινθήρ.

§26. **Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι.** Ἡ ποσότης τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις δύναται νὰ συσσωρευθῇ ἐν τῇ λουγδουνικῇ λαγήνῃ, εἶνε τοσοῦτον μείζων, ὅσῃ ἢ ἐπιφάνεια τῶν ὄπλισμῶν εἶνε μείζων. Ὅθεν ἐντὸς λουγδουνικῆς λαγήνου μεγάλων διαστάσεων δυνάμεθα νὰ

ἐπισωρεύωμεν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρικῆς. Ἄντι ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λάγγηρον μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ὅλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὀπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ ὅλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Τὸ τοιοῦτον σύστημα πολλῶν λουγδουρικῶν λαγγήνων καλεῖται ἡλεκτρικὴ συστοιχία, ἧς δύναται νὰ παράσχη ἰσχυρότατον ἡλεκτρικὸν σπινθήρα.

327. **Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπέδων ὀρειχαλκίνων δίσκων A καὶ B (σχ. 219) ἐπιχειρισμένων διὰ λακκείου κόμμεος. Καὶ ὁ μὲν κατώτερος δίσκος A κοχλιοῦται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ὀρειχαλκίνου στελέχους τοῦ φέροντος τὰ φύλλα χρυσοῦ κοινοῦ ἡλεκτροσκοπίου (σχ. 208, § 315), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος B φέρει θαλίην λαβήν. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον A μετ' ἀσθενεστάτης ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τὸν δ' ἀνώτερον B μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἐπισωρεύονται βαθμηδὸν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαί. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν τὴν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνίαν τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἢ ἡλεκτρικῆ, ἢ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου A, διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο δίστανται. Ἄνευρίσκομεν δὲ τὸ εἶδος τῆς ἡλεκτρικῆς, ἣν συνέλεξεν ὁ δίσκος A, πλησιάζοντες σῶμα ἡλεκτρισμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἡλεκτρικῆς.



Σχ. 219.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

## ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ

328. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε πεφορτισμένη ἠλεκτρικῆς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὸν ἠλεκτρισμόν, ὃν ἀναπτύσσομεν ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν.

Δυνάμεθα δὲ ν' ἀνεύρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε ἠλεκτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρικῆς φέρει, διὰ κοινοῦ ἠλεκτροσκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὅποιον ὅμως ἡ σφαῖρα Δ συγκαίνοται δι' ἀλύσεως μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀναστυλιγμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολύγοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον ἠλεκτρικὴν, ἥτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπωθεὶ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα δίστανται. Διὰ τοιούτων πειραμάτων ἀνεύρον ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε συνήθως ἠλεκτρισμένη θετικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλεκτρισμένη ἀρνητικῶς.

329. **Ἡλέκτρισις τῶν νεφῶν.** Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται, ὡς εἶδομεν, ἐξ ἐλαχίστων σταγόνων καθαροῦ ὕδατος, αἵτινες, καταπίπτουσαι διηγενῶς καὶ τριβόμεναι ἐπὶ τοῦ ἀέρος, ἠλεκτρίζονται θετικῶς, ἔνεκα τούτου τὸ νέφος φέρει φορτίον θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἄλλ' ὡσαύτως ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἐδάφους ἠλεκτρίζει νέφος τι ἐξ ἐπιδράσεως πρὸς τὸ κατώτερον μὲν μέρος αὐτοῦ θετικῶς, πρὸς τὸ ἀνώτερον δὲ ἀρνητικῶς. Ἐὰν βεῦμα ἀέρος διασπάσῃ τὸ νέφος τοῦτο, παράγονται δύο νέφη κεχωρισμένα καὶ ἠλεκτρισμένα ἀντιθέτως.

330. **Ἀστραπή. Βροχή.** Ἐὰν δύο νέφη ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένα πλησιάσωσιν ἀλλήλα, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσαι πρὸς ἀλλήλας ἐνοῦνται διὰ σπινθήρος μετ' ἰσχυρᾶς λάμπφως, ἥτις εἶνε ἡ ἀστραπή, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλούμενην βροχήν.

Ἡ ἀστραπή ἔχουσα πολλάκις μῆκος πολλῶν χιλιομέτρων βαίνει κατὰ γραμμὴν πολύθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάδοσιν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περι αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἑσπερικὸν τῶν νεφῶν φωτίζουσιν αἴφνης μεγάλην ἔκτασιν τοῦ ὀρίζοντος. Ἐνίοτε ἀναφαίνονται εἰς τὸν ὀρίζοντα ἀνέφελον ὄντα κατὰ τὰς θερινὰς νύκτας ἀστραπαὶ μὴ συνοδευόμεναι ὑπὸ βροντῆς. Αὗται παράγονται ὑπὸ νεφῶν κειμένων εἰς οὕτω μεγάλην ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἀπόστασιν, ὥστε ἡ βροντὴ νὰ μὴ γίνηται ἀκουστή. Ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶνε ἐλαχίστη· καὶ ὄντως, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἣτις ταχύτατα ἐλαύνουσα ἐν τῇ σκότει φωτίζεται αἴφνης ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ τροχὸς οὗτος φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητος, διότι διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ὡς ἐὰν ἦσαν ἀκίνητοι.

Ὡς ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ, ὃν ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενοῦς φόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστραπή συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, ἧς αἰτία εἶνε ἡ βιαία δόνησις, εἰς ἣν τίθεται ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ κατὰ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. Δὲν ἀκούομεν δὲ τὴν βροντὴν, καθ' ἣν στιγμὴν βλέπομεν τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς, διότι τὸ μὲν φῶς διανύον 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ ἀπὸ τοῦ κεραυνοδόλου νέφους μέχρις ἡμῶν διάστημα ἐν χρόνῳ ἀνεπαισθήτῳ, ἐν τῷ ὃ ἦχος διανύων μόνον 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ αὐτὸ διάστημα εἰς χρόνον λίαν αἰσθητόν. Ἡ μακρὰ διάρκεια τῆς βροντῆς ἀποδίδεται εἰς τὸ μέγεθος τῆς ἀστραπῆς καὶ εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἦχου ἐπὶ τῶν νεφῶν, τῶν ὀρέων καὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν κρότον τοῦ πυροβόλου ἐν ὀρεινῇ χώρᾳ.

331. **Κεραυνός.** Ὅταν διέρχεται ἀνωθεν ἡμῶν νέφος ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον, ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέ-

τερον βευστόν τοῦ ἐδάφους καὶ πάντων τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωματίων, ἅτινα πληροῦνται οὕτως ἀντιθέτου ἡλεκτρικῆς. Ὅταν δὲ ἡ πρὸς ἔνωσιν τάσις τῶν ἀντιθέτων τούτων ἡλεκτρικῶν καταστῆ ἀρκούντως ἰσχυρά, ἐκρήγνυται ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, καὶ τότε λέγομεν ὅτι πίπτει κεραυνός, ὅστις πίπτει πάντοτε ἐπὶ τῶν πλησιεστέρων τῶν κεραυνοβόλῃ νέφει σημείων καὶ διὰ τοῦτο προσβάλλει ἰδίως τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα καὶ μάλιστα τὰ ὑψηλὰ δένδρα. Ἐνεκα τούτου ἐν ὥρᾳ καταιγίδος εἶνε ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ ὑψηλὰ δένδρα. Ὁ κεραυνὸς καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μὴ ἀγωγὰ, τήκει καὶ ἐξατμίζει μέταλλα, ἀναφλέγει εὐφλέκτους ὕλας καὶ πολλάκις φονεύει ἀνθρώπους καὶ ζῷα, ἄλλοτε δὲ εἰσχωρῶν εἰς ἀμμώδες ἔδαφος τήκει πολλάκις τὴν ἄμμον καὶ παράγει κοίλους σωλήνας ἔχοντας τοιχώματα ὑαλώδη, οἵτινες ἐκλήθησαν κεραυνοὶ σωλήνες ἢ κεραυνῖται. Ὁ κεραυνὸς διασχίζων τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μετατρέπει μέρος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ εἰς τὸ καλούμενον ὄζον, εἰς τὸ ὅποιον ὀφείλεται ἡ ὄσμη, ἣν μετὰ τὴν πτώσιν τοῦ κεραυνοῦ αἰσθανόμεθα.

332. Ἄλεξικέραυνον. Τὸ ἀλεξικέραυνον εἶνε συσκευή, ἣτις ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου τῷ 1771 χρησιμεύει, ὅπως προφυλάσῃ ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ τὰ οἰκοδομήματα, τοὺς ναοὺς, τὰ πλοῖα, τὰς ἀποθήκας τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κτλ. Σὺγκείται δὲ κυρίως ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ κοντοῦ ΑΒ (σχ. 220) καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ΒΔΦ. Καὶ ὁ μὲν κοντὸς εἶνε ῥάβδος εὐθεία ἐκ σιδήρου λεπτυνομένη ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφὴν καὶ ἔχει ὕψος τὸ πολὺ ὅ μίτρων καὶ ἀναστηλοῦται κατακορύφως ἄνωθεν τοῦ προφυλακτέου οἰκοδομήματος ἐπὶ τῆς στέγης. Εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ κοντοῦ κοχλιοῦται κωνικὴ ἀκίς ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρύσου, εἰς δὲ τὸ κατώτερον Β προσκολλᾶται καλῶς διὰ κασιτέρου ὁ ἀγωγὸς τοῦ ἀλεξικεραυνοῦ, ὅστις κατασκευάζεται ἢ ἐκ σιδηρῶν ῥάβδων ἐπεψευδαργυρωμένων ἢ κάλλιον ἐκ πολλῶν λεπτῶν συρμάτων καθαρῶ χαλκοῦ ὡς ἔχοντες μείζονα ἡλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καλῶς συναπτόμενος μεθ' ὄλων τῶν

μεγάλων μεταλλίνων ὀγκῶν τοῦ κτιρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρᾶ πατώματα, τὰ μεταλλίνα στεγάσματα, αἱ ὑδρορροαί, οἱ κώδωνες τῶν γαῶν, καὶ ὑποβασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἴλων ἐπὶ



Σγ. 220.

τῶν τοίχων τοῦ οἰκοδομήματος φέρεται ἐντὸς ὑγροῦ ἐδάφους ἢ κάλλιον μέχρι τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος Φ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται φέρων εἰς τὸ ἄκρον εἶδος σιδηρᾶς ἀγκύρας καθιστώσης εὐκολωτέραν τὴν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἐκροήν τοῦ ἤλεκτρισμοῦ.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

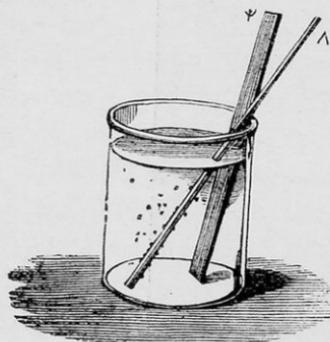
## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ· ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

333. Ἡλεκτρισμὸς ἐκ χημικῆς δράσεως. Ἐὰν ἐντὸς ποτηρίου περιέχοντος θεικὸν ὀξύ προαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος ἐμβαπίσωμεν ἔλασμα ψευδαργύρου Ψ (σχ. 221), τὸ μὲν



Σχ. 221.

ἔλασμα δέχεται φορτίον ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ δὲ ὀξύ, ὕπερ ἐπιδρᾷ χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, φορτίον θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἐὰν συνάψαντες τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρας πλάκῃς Α (σχ. 219 § 327) τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταυτόχρονως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τὸ ὑγρὸν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου Α ἢ χαλκοῦ, ὡς καὶ τὴν ἀνωτέραν

πλάκα Β. Ἐὰν μετὰ τινὰς στιγμὰς τοῦτο μὲν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐλάσματος Ψ μετὰ τῆς πλάκῃς Α, τοῦτο δὲ ἄρωμεν τὴν πλάκα Β, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται καὶ πλησιάζοντες εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σῶμα ἠλεκτρισμένον π. χ. ἀρνητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου διίστανται ἔτι μᾶλλον, τὸ ἵσχιον ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα

φέρουσιν ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἴτοι ἀρνητικὴν. Ἔνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῇ ποτηρίῳ θετικὸν ὀξύ φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν, θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδέτερά καταστάσει διατελοῦντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἰπεῖν τὴν ἠλεκτρικὴν τοῦ ὕγρου. Ἐν τῇ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειρίζομεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκόχρυσον, διότι οὗτος μὲν οὐδόλως ὑπὸ τοῦ ὕγρου προσβάλλεται, ἐκεῖνος δὲ ἀσθενέστερον τοῦ ψευδαργύρου. Εἶτα θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸ ἐκ ψευδαργύρου ἔλασμα Ψ καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ διακόπτοντες μετ' ὀλίγον τὴν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α συγκοινωνίαν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἶροντες τὴν ἀνωτέραν πλάκα ἀνευρίσκομεν καθ' ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ τρόπον ὅτι τὸ ἠλεκτροσκοπίον φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν. Πειρώμενοι δ' ὁμοίως καὶ δι' ἄλλων μετάλλων καὶ ἀραιῶν ὀξέων ἢ διαλυμάτων ἐν ὕδατι ἀλάτων προσβαλλόντων χημικῶς τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνευρίσκομεν τὸν ἐξῆς τοῦ Becquerel νόμον: Κατὰ τὴν χημικὴν δρᾶσιν μετάλλου ἐπὶ ὀξέος ἢ διαλύματος ἀλατος τὸ μὲν μέταλλον ἠλεκτριζεῖται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὕγρον θετικῶς. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ καὶ λευκόχρυσον Λ, ἢ ἐντὸς τοῦ ὕγρου ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ δι' ἀγωγοῦ σύρματος, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνούμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν βρευστόν. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφήν τοῦ ὀξυμιγροῦς ἢ ἀλατομιγροῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη ἠλεκτρογερτική, ἣτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν βρευστόν παράγει νέας ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, αἵτινες ἐνοῦνται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐνοῦντος τὰ δύο ἔλασματα. Τὸ σύστημα τὸ ἀποτελούμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἅτινα ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς ὕγρου ἐπιδρῶντος χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἢ οὐδόλως ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται ἠλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.

334. Ἡλεκτρικὸν ῥεῦμα. Ἡλεκτρικὸν βεῦμα καλεῖται ἐν γένει.

πάσα μετάθεσις ἡλεκτρισμοῦ. Οὕτως εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος, τοῦ συνάπτοντος τὰ δύο μέταλλα, παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἄλλ' ὥσαύτως, ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν δι' ἀγωγοῦ σύρματος σῶμα εὐηλεκτραγωγὸν φέρον π. χ. θετικὸν ἡλεκτρισμὸν μετ' ἄλλου σώματος εὐηλεκτραγωγοῦ μὴ ἡλεκτρισμένου παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ τοῦ πρώτου σώματος εἰς τὸ δεύτερον διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἡλεκτρικὸν τοῦτο ρεῦμα παύει εἰς τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα, ὅταν τὰ δύο σώματα λάθωσι τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικόν. Τὸ ἀγωγὸν σύρμα ὁμοιάζει πρὸς σωλήνα δύο συγκοινωνούντων δοχείων, ὧν τὸ μὲν πλήρες, τὸ δὲ κενόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην παράγεται ρεῦμα ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλήνος, ὡς ἀνωτέρω ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος. Ὅπως δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος παύει ἐν τῇ σωλήνῳ, ὅταν τὸ ὕδωρ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα, οὕτω παύει τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ὅταν ἐπέλθῃ ἕξισις τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τὰ δύο σώματα.

Περὶ τῆς διόδου τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος δι' ἀγωγοῦ σύρματος πεθόμεθα καὶ δι' ἄλλων μὲν πειραμάτων ἰδίᾳ διὰ τοῦ ἐξῆς. Θέτομεν τὸ ἀγωγὸν σύρμα, τὸ συνάπτον τὰ δύο π. χ. μέταλλα λευκόχρυσον καὶ ψευδάργυρον τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, παραλλήλως καὶ πλησίον μαγνητικῆς βελόνης, ἐλευθέρως στρεφομένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ ἐκτρέπεται τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς κατὰ τὴν διόδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 232 § 350). Ἡ ἐκτροπὴ αὕτη τῆς μαγνητικῆς βελόνης εἶνε μείζων, ὡς θέλομεν ἰδεῖ, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἐλίσσεται ἐπανειλημμένως περὶ τὴν βελόνην, ὅποτε ἀποτελεῖ ὄργανον καλούμενον *γαλβανόμετρον* (σχ. 234 § 351). Δι' εἰδικῶν γαλβανομέτρων καλουμένων *ἀμπεριομέτρων* δύναται νὰ μετρηθῇ καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ διερχομένου διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἧτοι ἡ καλουμένη ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

335. *Χημικὴ θεωρία τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.* Ὅταν ἐμ-

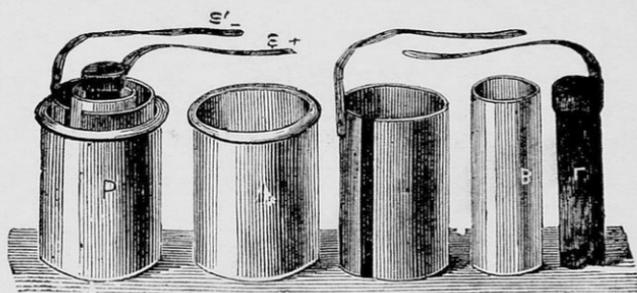
δαπτίζωμεν εἰς ἀραιὸν θεικὸν δέξυ ( $H_2SO_4$ ) ἔλασμα χημικῶς καθαρῶ φευδαργύρου ( $Zn$ ), ὁ φευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π. χ. λευκοχρύσου ( $Pt$ ), καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἔλασματα πρὸς ἀλλήλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα ἢ χημικὴ ἐνέργεια ἄρχεται, ὁ φευδάργυρος διαλύεται μεταβαλλόμενος εἰς θεικὸν φευδάργυρον ( $ZnSO_4$ ), ὕδρογόνον ( $H$ ) δ' ἐκλύεται ὑπὸ μορφὴν φυσαλίδων ἐκ τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἐλάσματος. Κατὰ τὴν χημικὴν θεωρίαν ἢ χημικὴ αὐτὴ δρᾶσις τοῦ δέξους ἐπὶ τοῦ φευδαργύρου γίνεται πρόξενος ἀποσυνθέσεως οὐδετέρου ἢ ηλεκτρικοῦ βρευτοῦ καὶ ἐπισωρεύσεως ἀρνητικῆς μὲν ἢλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ φευδαργύρου, ἴσης δὲ ποσότητος θετικῆς ἢλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ λευκοχρύσου. Ἀμφότερα δ' αὐτὰ αἱ ἢλεκτρικαὶ ἐνοῦμεναι παράγουσιν ἢλεκτρικὸν βεῦμα διαρκοῦν ἐπὶ τοσοῦτον μόνον, ἔφ' ὅσον ὑπάρχει θεικὸν δέξυ ἐν τῇ ὑγρῇ, καὶ ἐκλείπον, ὅταν ἕλον τὸ ἐν τῇ ὑγρῇ θεικὸν δέξυ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν φευδάργυρον.

**Σημ.** Ἀντὶ χημικῶς καθαρῶ φευδαργύρου δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν φευδάργυρον τοῦ ἐμπορίου ἐφευδαργυροῦντες καλῶς αὐτόν.

336. Ἐξασθένεισι τοῦ ἢλεκτρικοῦ στοιχείου. Τὸ ἢλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ συνιστάμενον ἐκ δύο ἕτερογενῶν μετάλλων ἐμβαπτισμένων ἐντὸς ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δὲν ἔχει μεγάλην διάρκειαν· τουτέστι τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον ἢλεκτρικὸν βεῦμα ἐξασθενοῦται, πρὶν τὸ ἐν τῇ ὑγρῇ θεικὸν δέξυ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν φευδάργυρον. Αἰτία δὲ τῆς ἐξασθενήσεως ταύτης εἶνε ἢ ἐναπόθεσις τοῦ ὕδρογόνου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ἕπερ ὕδρογόνον ὡς μὴ ἀγωγὸν τοῦτο μὲν παρέχει ἀντίστασιν εἰς τὴν δίοδον τοῦ βεῦματος, τοῦτο δὲ παράγει βεῦμα φορᾶς ἀντιρρόπου τῇ κυρίῃ βεῦματι καὶ ἐπομένως ἐξουδετεροῖ αὐτὸ ἐν μέρει ἢ καθ' ὅλοκληρίαν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πόλωσις τοῦ ἢλεκτρικοῦ στοιχείου, πᾶν δὲ μέσον ἀποτρέπον τὴν πόλωσιν ταύτην, τουτέστι παρεμποδίζον τὴν ἐναπόθεσιν ταύτην τοῦ ὕδρογόνου, καθιστᾷ τὴν ἐνέργειαν

γειαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου σταθερὰν καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ διαρκές. Τοῦτο δὲ κατορθώθη εἰς πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

337. **Στοιχεῖον Bunsen.** Τὸ στοιχεῖον τοῦ Bunsen σύγκεται (σχ. 222) ἐκ πηλίνου ἢ υἰαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἐσχισμένος κατὰ μῆκος, καλῶς ἐφυδραργυρωμένος καὶ φέρων ταινίαν χαλκῆν ε', ἣτις χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸς πόλος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται πορῶδες δοχεῖον B ἐξ ἀργίλλου καὶ ἐν αὐτῷ πρισματικὸν τεμάχιον συμπαγοῦς ἀνθρακός Γ, ὅστις μὴ προσβαλλόμε-

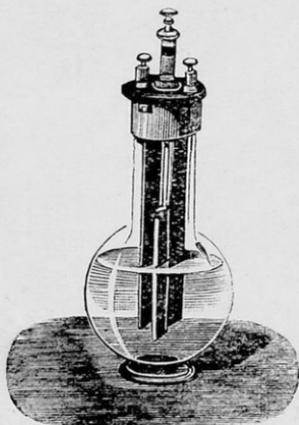


Σχ. 222.

νος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε σῖναμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἀνθρακὸς προσκολληθῆται χαλκῆ ταινία ε χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος. Καὶ μεταξὺ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίνου δοχείου καὶ τοῦ πορῶδου ἀγγείου, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, χύνομεν θεικὸν ὀξὺ προαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος, εἰς δὲ τὸ πορῶδες ἀγγεῖον, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἀνθραξ, ρίπτομεν νιτρικὸν ὀξὺ ( $\text{HNO}_3$ ). Ὅταν συνάψωμεν τὰς δύο χαλκᾶς ταινίας ε καὶ ε', ἦτοι, ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ τούτου στοιχείου, τὸ κεκραμένον θεικὸν ὀξὺ ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγεται θεικὸς ψευδάργυρος καὶ ὑδρογόνον. Διὰ τῆς χημικῆς δὲ ταύτης δράσεως ὁ ψευδάργυρος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἀνθραξ θετικῶς, τὸ

δὲ ὑδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος, ὅπως πολώση αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ ( $H_2O$ ) καὶ ἐπομένως τὸ νιτρικὸν ὀξύ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ( $N_2O_4$ ), ἕπερ ἐν τῇ ἀέρι παρέχει ἐρυθροῦς πνιγηροῦς ἀτμοὺς ἀποτελοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης, ὡς ἐκ τῆς ἐπιδρασοῦς ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου. Δυναμέθθα ὅμως ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὀξύ δι' ὑγροῦ, ἕπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμαρίων ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων διχρωμικοῦ καλίου ( $K_2Cr_2O_7$ ) καὶ 153 γραμμαρίων πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ὁπότε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

338. **Στοιχείον τοῦ Grenet.** Τὸ λίαν εὐχρηστον τοῦτο στοιχείον σύγκειται ἐκ φιάλης σφαιροειδοῦς φερούσης πῶμα ἢ κάλυμμα ἐξ ἑδονίτου, εἰς ὃ προσκολλῶνται δύο πλάκες ἐξ ἀνθρακος συμπαγοῦς κείμεναι παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διήκουσαι μέχρι τοῦ πυθμένος σχεδὸν τῆς φιάλης (σχ. 223). Οἱ δύο οὗτοι ἀνθρακες συγκοινωνοῦσι μεταλλικῶς μετὰ πιεστικοῦ κοχλίου ἐπὶ τοῦ πώματος ἑστερωμένου καὶ χρησιμεύοντος ὡς θετικοῦ πόλου. Μεταξὺ τῶν δύο ἀνθράκων τίθεται ἔλασμα ψευδαργύρου ἐφυδραργυρωμένου, οὕτινος τὸ μὲν πλάτος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ τῶν ἀνθράκων, τὸ δὲ μῆκος τὸ ἡμίσιον ἐκείνου. Ὁ ψευδάργυρος οὗτος προσκολλᾶται ἐπὶ ὀρειχαλκίνοῦ στελέχους διερχομένου μετ' ἡπίας τριβῆς διὰ πόρου ἐν τῇ μέσῳ τοῦ πώματος



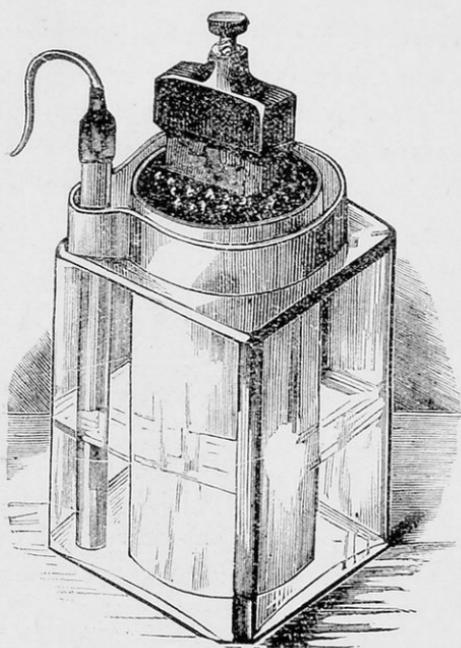
Σχ. 223.

ὕπαρχοντος· διὰ τοῦ στελέχους δὲ τούτου, ἕπερ συγκοινωνεῖ μετὰ δευτέρου πιεστικοῦ κοχλίου χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πόλου καταδύεται ὁ ψευδάργυρος κατὰ βούλησιν εἰς τὸ ἐν τῇ φιάλῃ

υγρόν ἢ ἐξάγεται καθ' ὀλοκληρίαν ἐξ αὐτοῦ στερεούμενος εἰς τι ὑψος. Ἐν δὲ τῇ φιάλῃ τίθεται μίγμα ὕδατος, θειικοῦ δξέος καὶ διχρωμικοῦ καλίου ( $K_2Cr_2O_7$ ). Ἐν τῷ στοιχείῳ τούτῳ σῶμα καταστρέφον τὴν πόλωσιν εἶνε τὸ διχρωμικὸν κάλιον, ἕπερ ὡς παράγον ἐν τέλει κατὰ τὴν μετὰ τοῦ θειικοῦ δξέος ἀλληλεπίδρασιν ἐκτὸς καλικῆς διὰ χρωμίου συυπητηρίας [ $Cr_2(SO_4)_3, K_2SO_4$ ] καὶ δευγόνον (O), παρέχει τοῦτο εἰς τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ δξέος ἐκλυόμενον ὑδρογόνον, ἅτινα ἐνούμενα χη-

μικῶς σχηματίζουσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακωλύεται ἡ ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος συσώρευσις τοῦ ὑδρογόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἶπομεν, τὴν ἐξασθένησιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ βεύματος.

339. **Στοιχεῖον Leclanché.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 224), οὐτινος γίνεται συχνωτάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἰδίως κώδωνας, σύγκειται ἐκ τινος ἀγγείου ὑαλίνου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται βάρδος ἐκ ψευδαργύρου καὶ πορῶδες δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ ἄνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου

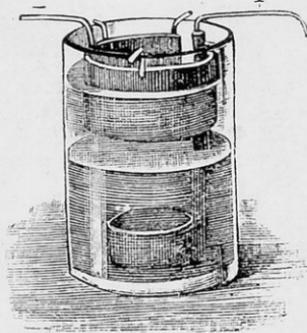


Σχ. 224.

τοῦ μαγγανίου ( $MnO_2$ ) καὶ συμπαγοῦς ἄνθρακος εἰς μικρὰ τεμάχια καὶ κεκλεισμένον ἄνωθεν διὰ πισσασφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος. Ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγείῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδαργυρος, τίθεται μέχρι τοῦ μέσου μόνον κεκορησμένον διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἄλατος (κοινῶς νισαντήρι), ἕπερ

διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου ἐμποτίζει τὸ μίγμα, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὁποίου κείται ὁ ἄνθραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἄλας, ἤτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), προσβάλλει τὸν ψευδάργυρον, ὅστις οὕτως ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην δρασιν παράγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος ψευδάργυρος ( $\text{ZnCl}_2$ ), τοῦτο δὲ ἀμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) καὶ ὑδρογόνον, ἕπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου λαμβάνει δξυγόνον ἐκ τοῦ καταστρέφοντος τὴν πόλωσιν διοξειδίου τοῦ μαγγανίου ( $\text{MnO}_2$ ) καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ὀξειδιον τοῦ μαγγανίου ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ), ἐν ᾧ τὸ ὑδρογόνον μετατρέπεται εἰς ὕδωρ.

340. **Στοιχεῖον Callaud.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο, τοῦ ὁποίου γίνεται νῦν χρῆσις ἰδίως ἐν τοῖς τηλεγραφείαις, εἶνε τροποποιήσις τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell, τὸ ὁποῖον δὲν χρησιμοποιεῖται πλέον. Τὸ στοιχεῖον Callaud παρίσταται διὰ τοῦ (σχ. 225). Ἐν ὕαλ : ποτηρίῳ τίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μὲν μέρος κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἐξικνούμενος μέχρι σχεδὸν τοῦ μέσου τοῦ ποτηρίου στηρίζεται διὰ τριῶν ἀγκίστρων χαλκῶν ἐπ' αὐτοῦ προσκεκολλημένων καὶ ἐπερειδομένων ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ποτηρίου. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου τίθεται ταινία χαλκῆ ἐλικοειδῶς περιστραμμένη, ἐφ' ἧς εἶνε προσκεκολλημένον σύρμα χάλκινον περιβεβλημένον διὰ γουτταπέρκης, ἕπερ ἀνερχόμενον κάμπτεται κατ' ὀρθὴν γωνίαν πρὸς τὰ χεῖλη τοῦ ποτηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου,



Σχ. 225.

ἐν ᾧ σύρμα χαλκοῦν ἐπὶ τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου προσκεκολλημένον ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Τούτων οὕτως ἐχόντων, βίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλου θεικοῦ χαλκοῦ ( $\text{CuSO}_4$ ) καὶ ἐπιχύνομεν ἢ διάλυμα θεικοῦ ψευδαργύρου ( $\text{ZnSO}_4$ ) ἢ ἀπλῶς καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου εὐλίγον τι κατω-

τέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὑπερκειμένου ὕγρου.

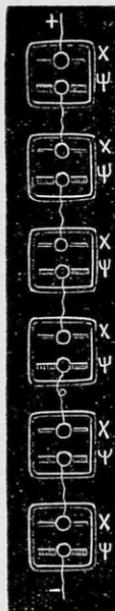
#### 341. Διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους στοιχείου.

Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι εἰς τὸν ἓνα μὲν πόλον ἤλεκτρικοῦ στοιχείου ἀναφαίνεται θετικὸς ἤλεκτρισμός, εἰς δὲ τὸν ἕτερον ἀρνητικὸς, ἤτοι οἱ δύο πόλοι φέρουσιν ἑτερόνυμα ἤλεκτρικὰ φορτία. Ἐὰν νῦν τὸν ἓνα μὲν πόλον ἤλεκτρικοῦ στοιχείου, ὡς τὸν ἀρνητικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς γῆς, ὅποτε τὸ ἤλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸν ἕτερον δὲ πόλον, τὸν θετικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μὲ εὐπαθέστατον ἤλεκτροσκόπιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται κατ' ἐλάχιστον, δεικνύοντα οὕτως ὅτι μεταξὺ τοῦ θεϊκοῦ πόλου καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ὑπάρχει ὀρισμένη διαφορὰ δυναμικοῦ, ἣν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν, ἐὰν τὸ ὄργανον φέρῃ κλίμακα δεικνύουσαν διὰ τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς βολταίους μονάδας. Οὕτω πειρώμενοι εὐρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ ἤλεκτροδυναμικοῦ εἶνε ἢ αὐτὴ πάντοτε εἰς στοιχεῖον τοῦ αὐτοῦ εἴδους οἰκιδῆποτε καὶ ἂν εἶνε αἱ διαστάσεις αὐτῶν, ἀλλὰ διάφορος εἰς διάφορα τὴν φύσιν ἤλεκτρικὰ στοιχεῖα. Οὕτως ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἐνὸς στοιχείου Callaud εἶνε ἴσον πρὸς μίαν βολταίον μονάδα περίπου (1,07) ἐνὸς στοιχείου Leclanché ἴση πρὸς μίαν καὶ ἡμίσειαν μονάδα (1,45), ἐνὸς δὲ στοιχείου Bunsen ἴση πρὸς δύο περίπου μονάδας (1,8). Ἡ διαφορὰ αὕτη μένει ἀμετάβλητος, μεταβαλλομένου τοῦ μεγέθους τοῦ στοιχείου τοῦ σχήματος αὐτοῦ καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν ἐλασμάτων. Ὡσαύτως ἡ διαφορὰ αὕτη μένει ἀμετάβλητος οἰονδῆποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ἤλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἐνὸς ἢ τοῦ ἑτέρου πόλου τοῦ στοιχείου. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν ψευδάργυρον ἐνὸς στοιχείου Callaud μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ ἤλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, ἐνῶ τὸ τοῦ χαλκοῦ ἴσον πρὸς μίαν βολταίον μονάδα. Ἐὰν δὲ ὁ ψευδάργυρος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ

ηλεκτρικῆς πηγῆς ἐχούσης ηλεκτροδυναμικὸν  $+5$  ἢ  $+10$ , τὸ ηλεκτροδυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ γίνεται ἴσον πρὸς  $+6$  ἢ  $+11$ , ὥστε ἡ διαφορὰ πάντοτε νὰ εἶνε ἴση πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα, ἥτις, ὡς εἶδομεν, εἶνε ἡ διαφορὰ τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο πόλων στοιχείου Callaud.

Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ εἰς βολτεῖους μονάδας μεταξύ τῶν δύο πόλων ηλεκτρικοῦ στοιχείου ἢ μεταξύ δύο σημείων ἀγωγοῦ διαρρεομένου ὑπὸ ηλεκτρικοῦ ρεύματος εὐρίσκεται δι' εἰδικῶν γαλβανομέτρων καλουμένων βολτειομέτρων.

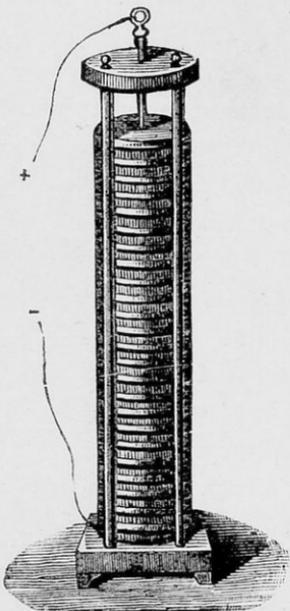
342. **Συνένωσις ηλεκτρικῶν στοιχείων.** Ἐὰν ἐνώσωμεν πολλὰ ηλεκτρικὰ στοιχεία Callaud ἐν τάσει, ἥτοι διὰ τῶν ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὕτω σχηματίζωμεν τὴν καλουμένην *ηλεκτρικὴν στήλην*, δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάθωμεν ἕξ τοιαῦτα στοιχεία (σχ. 226) καὶ ἐνώσωμεν τὸν ψευδάργυρον Ψ τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ Χ τοῦ δευτέρου, τὸν ψευδάργυρον τούτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ ἕκτου στοιχείου, εἰς ὃ ὁ ψευδάργυρος μένει ἐλεύθερος. Ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο πόλων ἐνδὲς μόνου στοιχείου ἐν ἀνοικτῷ κυκλώματι εἶνε ἴση πρὸς μίαν π. χ. βόλτειον, ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξύ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης τῆς ἀποτελουμένης ἀπὸ ἕξ στοιχείων Callaud ἐν ἀνοικτῷ κυκλώματι, συνηνωμένων εἶνε ἕξ βολτεῖων, ἥτοι ἕξαπλασία. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους  $+$  καὶ  $-$  τῆς στήλης ταύτης δι' ἐπιμήκους μεταλλίνου ἀγωγοῦ, θέλει παραχθῆ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον θὰ εἶνε ἰσχυρότερον τοῦ παραγομένου εἰς τὸν αὐτὸν ἀγωγὸν δι' ἐνδὲς μόνου στοιχείου. Ἡ ἔντασις δηλ. τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγὸν σύρμα συνδέον τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης εἶνε ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς



Σχ. 226.

τοῦ δυναμικοῦ τῆς ὑπαρχούσης εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης.

343. Ἡλεκτρικὴ στήλη τοῦ Βόλτα. Πρῶτος ὁ Βόλτας διέγνω ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης βαίνει ἀξαναομένη μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων αὐτῆς. Ἡ δὲ πρώτη στήλη, ἣν οὗτος ἐπενόησε συγκείται ἐκ δίσκου χαλκοῦ μεμονωμένου, ἐφ' οὗ τίθεται δεύτερος δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὑφασμα διαβεδρεγμένον δι' ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, εἶτα πάλιν δίσκος χαλκοῦς, δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ διαβεδρεγμένον ὑφασμα καὶ οὕτω καθεξῆς, καὶ τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνωτάτου ὑφάσματος τίθεται δίσκος χαλκοῦς (σχ. 227). Οἱ δίσκοι οὗτοι ἀποτελοῦντες κατακόρυφον κύλινδρον συγκατοῦνται διὰ τριῶν περίξ ὑαλίνων στελεχῶν. Ἔνεκα δὲ τοῦ σχήματος, ἕπερ ἔλαβεν ἡ συσκευή αὕτη, καὶ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου ἐκλήθη βολταϊκὴ στήλη καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἠλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν ἠλεκτρικὴν στήλην.



Σχ. 227.

Ἡ στήλη τοῦ Volta, ὅπως ἀποθῆ εὐχρηστος καὶ διαρκεστέρα, μετετρέπη εἰς τὴν στήλην ἐν ποτηρίοις (σχ. 221, § 333).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ (ΟΗΜ).  
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

344. *Ἡλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm.* Ἐὰν τοὺς δύο πόλους ἑνὸς στοιχείου π. χ. Callaud ἐνώσωμεν διὰ σύρματος, θέλει παραχθῆ, ὡς εἴπομεν, ἡλεκτρικὸν ρεῦμα φερόμενον ἐκτὸς μὲν τοῦ στοιχείου ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον, ἐντὸς δ' αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὸ ρεῦμα ἐπομένως ἔχει νὰ ὑπερνικήσῃ δύο ἀντιστάσεις, τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ σύρματος καὶ τὴν ἐσωτερικὴν τοῦ στοιχείου, αἵτινες μετροῦνται διὰ μονάδος, ἣτις καλεῖται ὤμειος (*ohm*). Ἡ μονὰς αὕτη τῆς ἀντιστάσεως παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος στήλη ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔχουσα μῆκος 106,3 ὕψεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. χιλιοστομ.

Ἡ ἀντίστασις, ἣν παρέχει εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μετάλλινος ἀγωγός, εἶνε πρῶτον ἀνάλογος τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Οὕτως, εἰς παρενθέσωμεν μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης ἀγωγόν, τοῦ ὁποίου αὐξάνομεν διηλεκτικῶς τὸ μῆκος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος βραίνει ἐλαττωμένη αὐξανομένου τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Δεύτερον ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ. Ὅσον λεπτότερος ὁ ἀγωγός, τόσο ἡ ἀντίστασις εἶνε μείζων. Τρίτον ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ. Οὕτω σύρμα σιδηροῦν παρουσιάζει ἀντίστασιν περίπου ἑπταπλασίαν τῆς ἀντιστάσεως χαλκίνου σύρματος τοῦ αὐτοῦ μήκους, τῆς αὐτῆς τομῆς καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

345. Καλεῖται *εἰδικὴ ἀντίστασις ἀγωγοῦ* τινος ἡ ἀντίστασις, ἣν παρέχει ὁ ἀγωγός οὗτος ἔχων μῆκος ἑνὸς ὕψεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. ὕψεκ. Ἡ ἀντίστασις αὕτη μετρεῖται εἰς μονάδας ὤμείους.

Αἱ εἰδικαὶ ἀντιστάσεις μετάλλων τινῶν εἶνε αἱ ἑξῆς εἰς ἑκατομμυριοστὰ ὤμειου μονάδος καὶ εἰς θερμοκρα. 0°. Ἄργυρος 1,49. Χαλκὸς 1,58. Λευκόχρυσος 8,98. Σίδηρος 9,64.

Ἡ ἀντίστασις  $\Omega$  ἀγωγοῦ τινος εἶνε ἀνάλογος μὲν τοῦ γινομένου τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως  $a$  ἐπὶ τὸ μῆκος αὐτοῦ  $\mu$  λογιζόμενον εἰς ὑφεκατόμετρα, ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος τῆς διατομῆς αὐτοῦ  $\delta$  λογιζομένης εἰς τετραγωνικὰ ὑφεκατόμετρα, ἦτοι

$$\Omega = \frac{a \times \mu}{\delta}.$$

Οὕτω θεωρήσωμεν σιδηροδὴν ἀγωγὸν ἔχοντα μῆκος 10 μέτ., τομῆν 4 τετραγ. χιλιοστόμετρα καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ἡ ἀντί-

στασις αὐτοῦ εἶνε ἴση πρὸς  $\Omega = \frac{9,64 \times 1000}{0,04} = 241000$ ,

ἦτοι πρὸς 0,241 τῆς ὤμειου μονάδος.

346. Ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ διερχομένη διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἦτοι ἡ καλουμένη ἔντασις τοῦ ρεύματος, μετρεῖται διὰ τῆς ἀμπερείου καλουμένης μονάδος (ampère). Ἡ ἔντασις δὲ τοῦ ρεύματος εἶνε τοσοῦτ' ἡ μείζων, ὅση ἡ διαφορά τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ κατὰ τὰ πέρατα τοῦ σύρματος εἰς βολταίους μονάδας εἶνε μείζων καὶ ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ εἰς ὤμειους ἐλάσσων. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον τοῦ Ohm.

Ἡ ἔντασις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέοντος ἀγωγὸν τινα εἶνε ἀνάλογος μὲν τῆς διαφορᾶς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ.

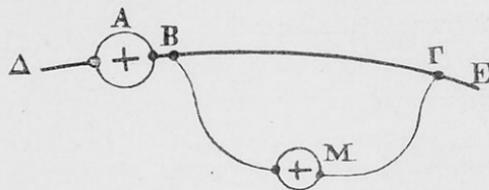
Ὁ νόμος οὗτος ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου

$$I = \frac{N}{\Omega}.$$

Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου λαμβάνομεν ἀγωγὸν σύρμα ΔΕ (σχ. 228) διαρρέομενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ παρεμβάλλομεν ἀμπερειόμετρον Α, δι' οὗ μετροῦμεν τὴν ἔντασιν  $I$  τοῦ ρεύματος εἰς ἀμπερείους μονάδας. Εἶτα διὰ βολταίο-

μέτρου  $M$  μετροῦμεν τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ  $N$  μεταξύ τῶν δύο σημείων  $B$  καὶ  $\Gamma$  εἰς βολταίους μονάδας. Ἐστω  $\Omega$  ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ  $B\Gamma$  εἰς ὤμειους μονάδας. Εὐρίσκομεν μεταξύ τῶν τριῶν αὐτῶν ποσοτήτων τὴν ἐξῆς σχέσιν  $N = I \times \Omega$ , ἣτις εἶνε πάντοτε ἡ αὐτὴ ὅπωςδῆποτε καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα. Ἐὰν δηλονότι λάβωμεν ἄλλην ἔντασιν

$I'$  τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει ἀγωγὸν καὶ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ  $N'$  μεταξύ δύο ἄλλων σημείων τοῦ ἀγωγοῦ, οὔτινος ἢ



Σχ. 228.

ἀντίστασις μεταξύ τῶν δύο τούτων σημείων νὰ εἶνε  $\Omega'$ , ἔχομεν καὶ πάλιν τὴν σχέσιν  $N' = I' \times \Omega'$  τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει ἀληθῆ τὸν νόμον τοῦ Ohm.

Ἐὰν συνάψωμεν ἐν τάσει (σχ. 226 § 342)  $n$  ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ὧν ἕκαστον ἔχει ἠλεκτρεγερτικὴν μὲν δύναμιν  $N$  βολταίων, ἀντίστασιν δὲ ἐσωτερικὴν  $\omega$  ὤμειων, διὰ σύρματος, οὔτινος ἢ ὀλικῆ ἀντίστασις ἀνέρχεται εἰς  $\Omega$  ὤμειους, θέλομεν ἔχει ἔντασιν

$$I = \frac{nN}{\Omega + n\omega} \quad \text{ἀμπερείους μονάδας.}$$

Αἱ ἠλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις καὶ ἐσωτερικαὶ ἀντιστάσεις τῶν κυριωτέρων συνήθων στοιχείων εἶνε αἱ ἐξῆς.

Callaud	1	βολτ.	καὶ	6	ὤμ.
Bunsen	1,8	»	»	0,3 - 0,6	»
Leclanché	1,45	»	»	0,5 - 10	»

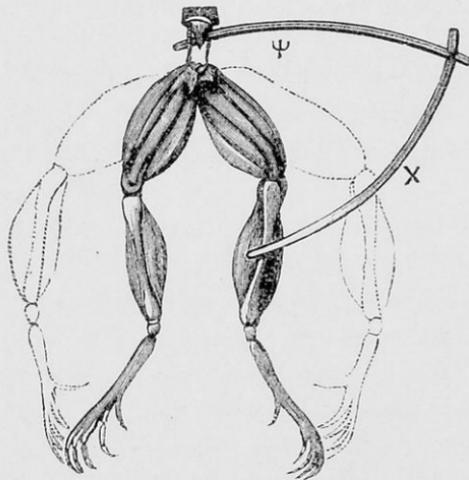
Ἐπομένως, ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους στήλης ἀποτελουμένης ἐκ 10 στοιχείων Callaud διὰ σύρματος παρουσιάζοντος ἀντίστασιν 10 ὤμειων μονάδων, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἰσοῦται πρὸς

$$I = \frac{10 \times 1}{10 + 10 \times 6} = \frac{1}{7} \text{ ἀμπερ. μον.}$$

347. Γινώσκοντες ἤδη τὸν τρόπον τῆς προπαρασκευῆς τῶν κυριωτέρων ἠλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὴν πρὸς ἀλλήλα σύνδεσιν αὐτῶν πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὅσῳ θέλομεν ἰσχυροτέρου, μεταβαίνομεν νῦν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

348. *Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.*

Τὰ φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἢ μᾶλλον ἢ ἐνέργεια τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν νεύρων καὶ μυῶν τῶν ζώων καὶ ἰδίᾳ τοῦ βατράχου ἐχρησίμωσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ ἐν Βονωνίᾳ ἰατρός Γαλδάνης τῷ 1786 τεμὼν βάτραχον ζῶντα κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν ἐξέδαρεν αὐτόν, εἶτα δ' ἀνήρτησε τοὺς μηρούς αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκατέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ψοϊκῶν νεύρων (σχ. 229) ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν σκελῶν μεταλλίνου τόξου συγκειμένου ἐκ δύο ἐλασμάτων, τοῦ μὲν ἐκ ψευδαργύρου Ψ, τοῦ δ' ἐκ χαλκοῦ Χ.



Σχ. 229.

διὰ τοῦ ἐτέρου ἐλάσματος τοὺς μῦς τῶν μηρῶν παρετήρησεν ὅτι εἰς ἐκάστην ἐπαφὴν οἱ μῦες ἔσπαιρον, οἱ δὲ μηροὶ τοῦ βατράχου ἐκινουῦντο σπασματωδῶς, ὡσεὶ ὁ βάτραχος ἦτο ζῶν. Ὁ Γαλδάνης παρεδέχετο ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου προέρχονται ἐξ ἠλεκτρικῆς παραγομένης ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων. Καὶ κατεδείχθη μὲν πολὺ βραδύτερον ὅτι

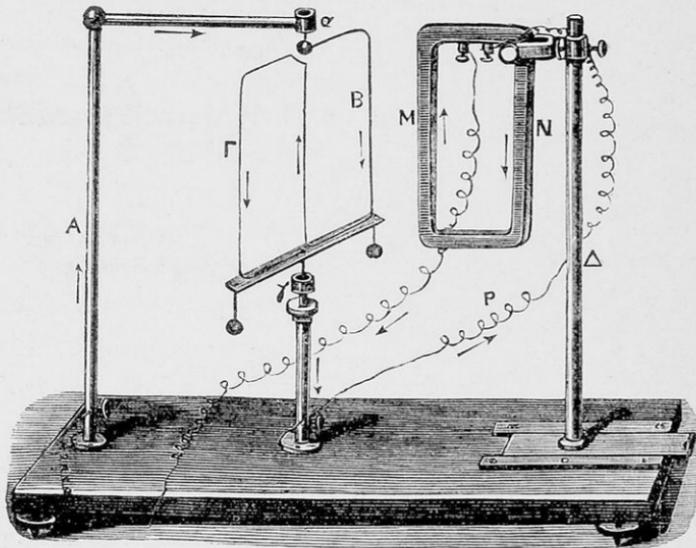
ἀδιάλειπτον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τοὺς μῦς καὶ τὰ νεῦρα τῶν μηρῶν ἰδίως τοῦ βατράχου, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐκτεθεισάν ἀνωτέρω

χημικὴν θεωρίαν παραδεχόμεθα ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου ἐν τῇ ἀνωτέρῳ πειράματι τοῦ Γαλδάνη προέρχονται ἐξ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζύου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάθωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκατεμένης περιβάλλοντες διὰ τὸ ἠλεκτραγωγὸν τοὺς ῥοηφόρους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς, αἰσθανόμεθα τιναγμούς, ἰδίᾳ ἔταν ἐπανειλημμένως διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεῦμα, οὔτινες εἶνε λίαν ἰσχυροὶ διὰ στήλης 50 στοιχείων Bunsen παραγόμενοι (90 βολτ.) καὶ καθίστανται ἀνυπόφοροι διὰ στήλης 200 τοιούτων στοιχείων (360 βολτ.). Ἐφαρμόζοντες τοὺς δύο ῥοηφόρους μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης εἰς δύο μὲν σημεῖα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς γλώσσης, αἰσθανόμεθα κέντημα καὶ ἰδιάζουσιν γεῦσιν ὄξινον ἢ ὑφάλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κροτάφους διὰ μεταλλίων πλακιδίων βλέπομεν λάμπεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικοὺς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐρεθίζοντες δὲ δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τὰ νεῦρα τῆς κινήσεως, οἷον τὰ ψοϊκά, ὡς ἐν τῇ ἀνωτέρῳ περιγραφέντῃ πειράματι τοῦ Γαλδάνη, ἐπιφέρομεν συστολὰς τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἴνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα τῶν ζῴων νεῦρα.

349. *Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.* Δύο ἠλεκτρικὰ ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνοὺς ἀγωγοὺς παραλλήλους καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἔλκουσι μὲν ἄλληλα, ἐὰν εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἄλληλα, ἐὰν εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Α καὶ Δ (σχ. 230) εἶνε δύο μέταλλοι στῦλοι, μεταξὺ τῶν ὁποίων κεῖται τρίτος μικρότερος. Ὁ στῦλος Δ φέρει ξύλινον ὀρθογώνιον πλαίσιον MN, ἐφ' οὗ περιελίσσεται ἐπανειλημμένως κατὰ μῆκος τῶν τεσσάρων πλευρῶν σύρμα χαλκοῦν περιβεβλημένον διὰ μετάξης. Ὁ στῦλος Α κεκαμμένος κατ' ὀρθὴν γωνίαν

λήγει εις μικράν κοτύλην α περιέχουσαν υδράργυρον και φέρουσαν εις τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στῦλος φέρει ἐπίσης κοτύλην γ πλήρη υδραργύρου κειμένην ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῆ κοτύλη α κατακορύφου, ἐπὶ τοῦ

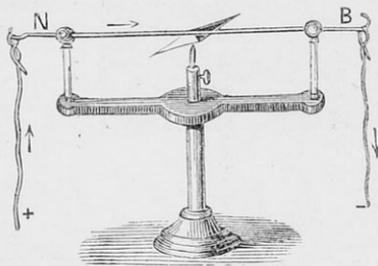


Σχ. 230.

πυθμένους τῆς ὁποίας στηρίζεται χαλυβδίνη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα και μετὰ τῆς ἀνωτέρας βελόνης ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Τὸ ρεύμα ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στύλου Α, διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης α και διὰ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΒΓ, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης γ και κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στύλου διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου MN και ἐπανέρχεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἀγωγὸν Β παραλλήλως και πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς Μ τοῦ πλαισίου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν μὲν, ὅταν τὰ

παράλληλα ρεύματα Μ και Β εἶνε ἀντιθέτου φοράς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἶνε τῆς αὐτῆς φοράς.

350. **Μαγνητικά ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Πρῶτος ὁ Oersted ἔτεινεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετάλλινον σύρμα NB (σχ. 231) ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης. Εὐθύς ὡς διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ βελὸνῃ ἀποκλίνει ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἰσορροπεῖ μετὰ τινὰς ταλαντώσεις κατὰ διεύθυνσιν τοσοῦτω πλησιεστέραν εἰς τὴν κἀθετον τῷ σύρματι, ὅσῳ τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον· ἡ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἠλεκτρι-

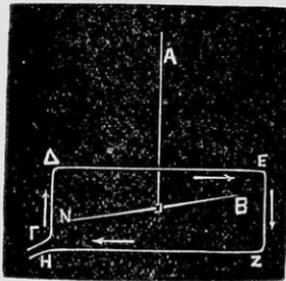


Σχ. 231.

κοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελόνην ἢ ὑπ' αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φοράς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐνημημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἢ διεύθυνσεις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτει θεατὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος NB οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης ἐκπορευόμενον νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ Ν καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς Β, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελόνην. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παροτηρητοῦ.

351. **Γαλβανόμετρον.** Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην στηρίζεται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται γαλβανόμετρον. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην NB (σχ. 232) περιβεβλημένην κατὰ τὸ μῆκος αὐτῆς, ἦτοι κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ ΓΔΕΖΗ, ὅστις ἐκάμφθη οὕτως, ὥστε νὰ

ἀποτελέσει ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἐάν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέη τὸν ἀγωγὸν, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἦτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ,



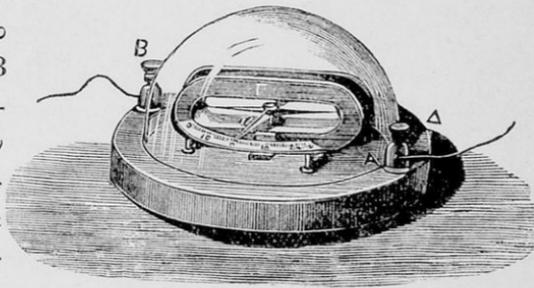
Σχ. 232.

ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπουσι τὴν βελόνην κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Ἐὰν ἐπανειλημμένως περιελιχθῇ τὸ σύρμα περὶ τὴν βελόνην, θέλει οὕτω πολλαπλασιασθῇ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ἥτις θέλει ἀποκλίνει κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητὴν καὶ ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ἀσθενέστατον. Τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον ὄργανον καλεῖται γαλ-

βανόμετρον.

Τὸ ἀπλούστερον τῶν γαλβανομέτρων σύγκειται ἐκ ξυλίνου πλαισίου Γ σχήματος ἔλλειπτικοῦ (σχ. 233), περὶ τὸ ὁποῖον περιελίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον, τουτέστι περιβεβλημένον μετὰ ξη,

οὔτινος τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν δύο πιστικῶν κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς τοῦ πλαισίου τούτου κινεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ μαγνητικὴ βελόνη ἐπὶ ὁβελίσκου ἐκ χάλυβος φέρουσα ὀρειχάλκινον δείκτην α καθετὸν ἐπ' αὐ-

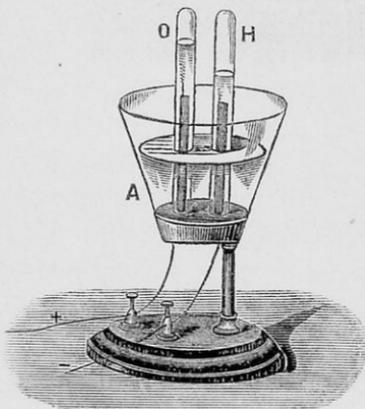


Σχ. 233.

τήν, οὔτινος τὸ ἐν ἄκρον διατρέχει τὰς διαιρέσεις μεταλλίνου τόξου. Διὰ τοῦ ὄργανου τούτου δυνάμεθα α') νὰ διαγνώμεν ἂν δι' ἀγωγοῦ διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, διακόπτοντες τὸν ἀγωγὸν καὶ εἰσάγοντες τὰ οὕτω προκύψαντα πέρατα εἰς τοὺς πιστικοὺς κοχλίαις Β καὶ Δ, ὅτε ἡ βελόνη ἀποκλίνει, ἂν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ρεῦμα· β') νὰ εὑρωμεν ποῖα εἶνε

ἢ φορὰ τοῦ ρεύματος, σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φορὰν, καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ἐὰν ὁ μὲν θετικὸς πόλος ἡλεκτρικοῦ στοιχείου τεθῆ εἰς τὸ Β, ὁ δὲ ἀρνητικὸς εἰς τὸ Δ καὶ γ') νὰ καταμετρήσωμεν τὴν ἰσχύν τοῦ ρεύματος διὰ τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἐὰν αἱ ἐκτροπαὶ τῆς βελόνης εἶνε ἐλάχισται, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ρεύματος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἐκτροπῆς.

352. **Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.** Ἐὰν διοχετεύσωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὕδατος ὀξυμιγῶς, περιέχοντος δηλ. ὀλίγας σταγόνας ὀξέος π.χ. θεικοῦ, τότε τὸ ρεῦμα ἀποσυνθέτει τὰ μόρια τοῦ θεικοῦ ὀξέος, ταῦτα δὲ ἀνασχηματιζόμενα ἀποσυνθέτουσι τὸ ὕδωρ εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον. Ἡ ἀποσύνθεσις δ' αὕτη τελεῖται εἰς συσκευήν, ἣτις καλεῖται βολτάμετρον (σχ. 234) καὶ σύγκειται ἐκ χωνιοειδοῦς ἀγγείου Α ἔμπεριέχοντος ὕδωρ προοξινισθὲν διὰ σταγόνων θεικοῦ ὀξέος.



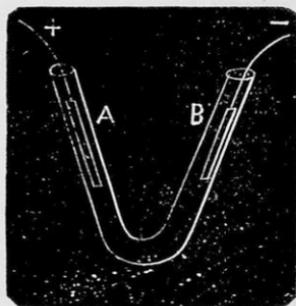
Σχ. 234.

Διὰ τοῦ πυθμένους τοῦ ἀγγείου τούτου διέρχονται δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου συγκοινωνοῦντα μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ δύο τοῦλάχιστον στοιχείων Bunsen συγκειμένης. Ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τούτων ἀναστρέφονται δύο ὑάλινα δοχεῖα Ο καὶ Η πλήρη ὕδατος ὀξυμιγῶς. Ὄταν τὸ ρεῦμα διοχετευθῆ, ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, ἦτοι ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου, ἐκλύεται ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης, ἦτοι ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου ἐκλύεται ὑδρογόνον (1). Ὁ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποχωρισθεῖς

(1) Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀποσυνθέτει τὰ μόρια τοῦ θεικοῦ

ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶνε διπλάσιος τοῦ τοῦ ὀξυγόνου. "Ὅσῳ δὲ πλείοτερα στοιχεῖα μεταχειρίζομεθα, τοσοῦτῳ ταχύτερον τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται. "Ὅθεν συνάγομεν ὅτι οἱ ὄγκοι τῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ἐκλυομένων ἀερίων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις διέρχεται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, καὶ διὰ τοῦτο τὸ βολτάμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς καταμέτρησιν τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἥτοι τῆς ποσότητος τοῦ διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ διερχομένου ἠλεκτρικοῦ ρεύστος ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ. Ὡς μονὰς δὲ τῆς μὲν ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ λαμβάνεται, ὡς εἶδομεν, ἡ κουλόμβειος μονὰς, ἥτοι ἡ ποσότης, ἣτις διοχετευομένη διὰ καταλλήλου βολταμέτρου ἐκλύει 0,010384 χιλιοστόγραμμα ὑδρογόνου· ὡς μονὰς δὲ τῆς ἰσχύος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἡ ἀμπέρειος μονὰς, ἥτοι μία κουλόμβειος κατὰ δευτερόλεπτον.

Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβαζόμενον διὰ τινων ἀλάτων, οἷον κυανιοῦχου ἀργύρου, χλωριούχου χρυσοῦ, θειικοῦ χαλκοῦ, διαλυμένων ἐν τῷ ὕδατι, ἐναποθέτει τὸ ἐν τῷ διαλύματι μέταλλον ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ρεῦμα ἐξέρχεται ἐκ τοῦ διαλύματος. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς ἐπικαμποῦς σωλῆνος AB (σχ. 235) θέσωμεν δύο ἐλάσματα λευκοχρῦσου, ὧν τὸ ἐν συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, τὸ δ' ἕτερον μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ, καὶ ἐγγύσωμεν εἰς τὸν σωλῆνα διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ, οὗτος ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος B τοῦ συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐναποτίθεται χαλκός, ἥτοι τὸ ἔλασμα τοῦτο ἐπιχαλκοῦται, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐλάσματος A τοῦ συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἀναφαίνεται θεικὸν ὀξύ μετ' ὀξυ-

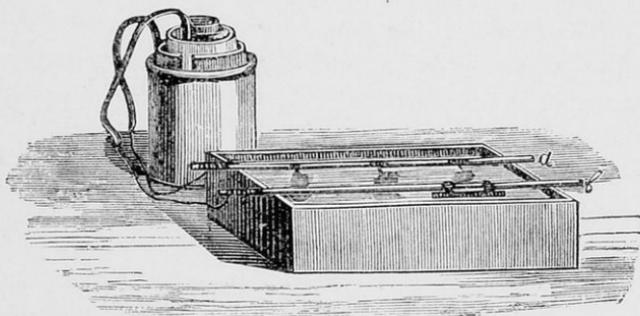


σχ. 235.

ὀξέος  $H_2SO_4$ , καὶ ἀφ' ἐνός μὲν εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἀποχωρίζεται τὸ ὑδρογόνον  $H_2$ , ἀφ' ἐτέρου δὲ εἰς τὸ θετικὸν ἠλεκτρικ-

γόνου, ὅπερ ἐκλύεται. Ἐὰν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἐκ λευκο-  
 χρύσου ἔλασμα Α δι' ἐλάσματος χαλκοῦ, τότε ὁ χαλκὸς οὗτος  
 διαλυόμενος παράγει αὐθις θεικὸν χαλκὸν ἐν ποσότητι ἴσῃ πρὸς  
 τὴν τοῦ ἀποσυντεθέντος ἄλατος, οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ  
 διαλύεται, τὸ διάλυμα διατηρεῖ πάντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα θει-  
 κοῦ χαλκοῦ καὶ ὁ λευκόχρυσος ἐπιχαλκοῦται.

353. Ἐπιχάλκωσις, ἐπαργύρωσις, ἐπιχρῶσις. Ἐπὶ τοῦ  
 ἀνωτέρω ἐκτεθέντος χημικοῦ ἔργου τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος στη-  
 ρίζεται χρήσιμος τῆς βιομηχανίας κλάδος, ἥτοι ἡ ἐπικόλλησις



Σχ. 236.

μεταλλίνου στρώματος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας οἰοῦνδήποτε σώματος  
 Καὶ πρὸς ἐπιχάλκωσιν μὲν γίνεται χρήσις διαλύματος θεικοῦ χαλ-  
 κοῦ, ἐν τῇ ὁποίᾳ ἀφ' ἑνὸς μὲν καταδύεται ἐκ μεταλλίνου στελέ-  
 χους β (σχ. 236) ἐξηρητημένη χαλκῆ πλάξ συγκοινωνοῦσα μετὰ  
 τοῦ θετικοῦ πόλου ἠλεκτρικῆς στήλης ἑνὸς ἢ δύο στοιχείων Bun-  
 sen, ἀφ' ἑτέρου δὲ καταδύεται ἐκ τοῦ στελέχους α τὸ πρὸς ἐπι-  
 χάλκωσιν ἀντικείμενον, ὅπερ, ἂν δὲν εἶνε μετάλλινον, ἥτοι ἂν εἶνε  
 κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, οἷον γύψινον, ἐπικαλύπτεται διὰ

διὸν ἢ ρίζα  $\text{SO}_4$ , ἥτις μεθ' ἑνὸς μορίου ὕδατος  $\text{H}_2\text{O}$  σχηματίζει καὶ  
 αὐθις ἐν μόριον θεικοῦ ὀξέος, ὀξυγόγον δὲ ἀποχωρίζεται ἐπὶ τοῦ  
 θετικοῦ ἠλεκτροδίου.

λεπτῆς ψήκτρας ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου, ὅστις εἶνε καλὸς ἀγωγός, καὶ διὰ σύρματος τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης. Μετὰ τινὰ χρόνον λεπτὸν στρώμα χαλκοῦ ἐπικαλύπτει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ γυψίνου ἀντικειμένου. Ὁμοίως γίνεται καὶ ἡ ἐπαργύρωσις ἀντικειμένου τινός, ἐν ᾗ γίνεται χρήσις κυανιοῦχου ἀργύρου, ὅστις μετὰ δεκαπλασίου βάρους κυανιοῦχου καλίου διαλύεται εἰς ἑκατονταπλάσιον βάρους ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῇ διαλύματι δὲ τούτῃ καταδύεται ἀργυρᾶ πλάξ. Ὡσαύτως διὰ τὴν ἐπιχρῶσιν ποιούμεθα χρήσιν χλωριούχου χρυσοῦ, οὔτινος ἐν γραμμάριον μετὰ δέκα γραμμάρων κυανιοῦχου καλίου διαλύομεν εἰς 450 γραμμάρια ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῇ διαλύματι δὲ τούτῃ διατηρουμένη ἐν θερμοκρασίᾳ 70° περίπου καταδύεται πλάξ χρυστῆ. Διὰ τὴν ἐπιτύχην ὅμως ἡ ἐπαργύρωσις ἢ ἐπιχρῶσις χαλκοῦ τινος π. χ. ἀντικειμένου, πυροῦται τοῦτο κατὰ πρῶτον καὶ θερμὸν εἶτι ἐμβαπτίζεται εἰς ἀραιότατον θεικὸν δξύ, εἶτα ἐκπλυθὲν καλῶς δι' ὕδατος ἀπεσταγμένου ἐμβαπτίζεται εὐθὺς εἰς τὸ διάλυμα.

354. **Γαλβανοπλαστική.** Ἡ γαλβανοπλαστικὴ εἶνε τέχνη, δι' ἧς δυνάμεθα ἐξ οἴουδῆποτε μετάλλου νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα διαφόρων ἀντικειμένων, π. χ. νομίσματα, ἀνάγλυφα, ἀγγεῖα. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν κατὰ πρῶτον τύπον, ὅστις ἐν κοίλῳ παριστᾷ τὸ ἀντικείμενον, οἷον τὴν μίαν ὄψιν νομίσματος. Πρὸς παραγωγὴν δὲ τοῦ τύπου τούτου γίνεται χρήσις τῆς στεατίνης, τῆς γύψου, τοῦ κηροῦ ἢ κάλλιον τῆς γουτταπέρκης, ἧτις τιθεμένη ἐν ζέοντι ὕδατι μαλακύνεται καὶ καθίσταται πλαστικὴ. Τὸ ἀντικείμενον ἀλείφεται πρότερον δι' ὀλίγου ἐλαίου, ὅπερ κωλύει τὴν συγκόλλησιν αὐτοῦ μετὰ τοῦ τύπου, εἶτα ἢ πρὸς κατασκευὴν τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπικαλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθιστῶντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὐρισκομένου εἰς συνάφειαν μετὰ τοῦ γραφίτου ἐμβαπτίζεται ὁ τύπος

ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἐμπεριέχοντος χαλκόν, ἄργυρον, χρυσόν κτλ. καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μικρᾶς στήλης, ἐν ᾗ ἀφ' ἐτέρου ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ διαλύματι παραλλήλως τῷ τύπῳ πλάξ χαλκῆ, ἀργυρᾶ, χρυσῆ κτλ., ἥτις διηλεκτικῶς διαλύεται, ἐφ' ὅσον τὸ μέταλλον ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ τύπου. Μετά τινα χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοῖλον τοῦ τύπου, ὅπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῇ γύψου ἢ μολύβδου πρὸς στερεοποίησιν. Διὰ μικρᾶς στήλης, οἷον δύο στοιχείων, τὸ ἀντίτυπον ἀρκετοῦ πάχους σχηματίζεται μετὰ μίαν ἢ δύο ἡμέρας, ἀλλὰ τελειότερον τοῦ διὰ μεγάλης στήλης ταχύτερον παραγομένου.

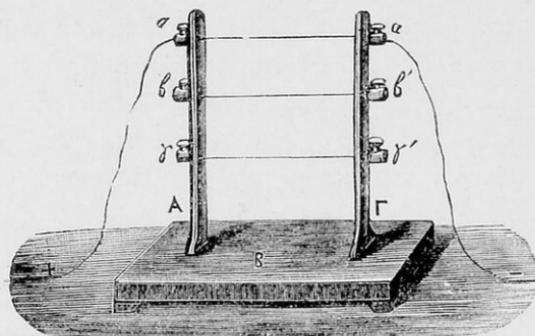
355. **Συσσωρευταὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Συσσωρευταὶ καλοῦνται συσκευαί, ἐν αἷς δυνάμεθα νὰ ἀποταμιεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ ὑπὸ μορφὴν χημικοῦ ἔργου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὄγκων ὕδατος καὶ ἐνὸς θεϊκοῦ ὀξέος θέτομεν δύο ἐλάσματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διαδιβάζομεν δι' αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅποτε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ὀξειδοῦται, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἂν ἦτο ὠξειδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Εἰς τὸ χημικὸν τοῦτο ἔργον ὀφείλεται ἢ ἀποταμίευσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῷ συσσωρευτῇ.

Ὅπως καταστήσωσιν εὐχερεστέραν τὴν πλήρωσιν τοῦ συσσωρευτοῦ, καλύπτουσι προηγουμένως τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μολυβδίνων πλακῶν διὰ μινίου καὶ λιθαργύρου, ἅτινα τῇ ἐπιδράσει τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος μετατρέπονται εἰς θεϊκὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν πλήρωσιν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλακῆς παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου, ἐνῶ ἡ ἄλλη ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν κένωσιν εἰς ἀμφοτέρας παράγεται πάλιν θεϊκὸς μολύβδος. Οἱ συσσωρευταὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ χρησιμεύουσι σήμερον εἰς τε τὴν τηλεγραφίαν καὶ τὴν τηλεφωνίαν, εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν φωτισμόν, εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν,

σιδηροδρόμων και πλοίων και εις την μεταφοράν κινητηρίου δυνάμεως.

356. *Θερμαντικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος.*

Ἐάν μεταξὺ δύο ξυλίνων στηριγμάτων Α και Γ (σχ. 237) στερεώ-



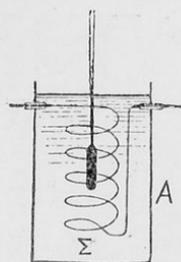
Σχ. 237.

σωμεν σύρματα αα', ββ', γγ', ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, οἷον χαλκοῦ, σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους και μήκους, και διαδιβάσωμεν διαδοχικῶς δι' αὐτῶν ηλεκτρικὸν ρεῦμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαί-

νεται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου και λευκοχρύσου λευκοπυροῦνται· ἐάν δὲ τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρόν, τήκονται και καταρρέουσιν. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων εὐκολώτερον πυροῦνται ὁ σίδηρος και ὁ λευκόχρυσος, ἐν ᾧ ὁ ἄργυρος και ὁ χαλκὸς δυσκόλως πυροῦνται. Ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ εἶνε τοσοῦτη μείζων, ὅση τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ηλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸν ἀγωγὸν ὑφίσταται ἀντίστασιν τοσοῦτη μείζονα, ὅση ὁ ἀγωγὸς εἶνε λεπτότερος. Τῆς πυρώσεως μεταλλίνων ἀγωγῶν δι' ηλεκτρικοῦ ρεύματος γίνεται χρῆσις ἰδίως εις τὴν ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τὴν γῆν ἢ ἐν τῇ θαλάσση και ἐν τῇ ἰατρικῇ εις τὰ καλούμενα ηλεκτροκαυτήρια, και ἐν γένει πρὸς παραγωγὴν θερμότητος διὰ τοῦ ηλεκτρισμοῦ.

357. *Νόμος τοῦ Joule.* Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ἣτις ἀναπτύσσεται εις τινὰ ἀγωγὸν διαρρέομενον ὑπὸ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος και πρὸς τὴν ἀντίστασιν

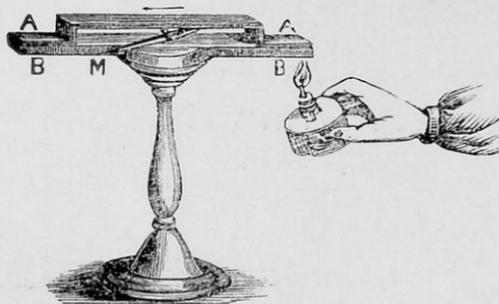
τοῦ ἀγωγοῦ. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τοῦ Joule λαμβάνομεν δοχεῖον A (σχ. 238) περιέχον ὄρισμένον βάρους ὕδατος ὄρισμένης θερμοκρασίας καὶ καταδύομεν ἐντὸς αὐτοῦ μετάλλινον ἀγωγὸν Σ, οἷον λεπτὸν σύρμα λευκοχρύσου, καὶ διαδιβάζομεν δι' αὐτοῦ διαδοχικῶς ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ὧν αἱ ἐντάσεις νὰ εἶνε π. χ. ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3 ἐπὶ ὄρισμένον χρόνον. Προσδιορίζοντες ἐκάστοτε τὰ ἐν τῇ αὐτῇ χρόνῳ παραγόμενα ποσὰ θερμότητος, εὐρίσκομεν ταῦτα ὅτι ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, ἤτοι ὅτι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἐντάσεων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἶτα διαδιβάζομεν διαδοχικῶς ἠλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς πάντοτε ἐντάσεως ἐπὶ ὄρισμένον χρόνον διὰ συρμάτων, ὧν αἱ ἀντιστάσεις νὰ εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3. Εὐρίσκομεν ὅτι τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος τὰ παραγόμενα ἐν τῇ αὐτῇ χρόνῳ ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, ἤτοι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰς ἀντιστάσεις τῶν ἀγωγῶν.



Σχ. 238.

358. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτω καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγκολλήσωμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, οἷον βισμούθιον BB καὶ ἀντιμόνιον AA (σχ. 239) οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ πλῆρες κύκλωμα καὶ θερμάνωμεν τὴν ἑτέραν τῶν δύο ἐπαφῶν διατηροῦντες τὴν ἄλλην ψυχράν, παράγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἱκανὸν νὰ ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βελόνην M. Ἡ ἰσχύς τοῦ παραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα μέταλλα, οὔσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, πολλῆ δ' ἐλάσσων κατὰ τὴν ἐπαφὴν χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου, αὐξάνεται δὲ εἰς τινα θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα συνεχῶς, αὐξανομένης τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο ἐπαφῶν, καὶ μένει σταθερά, ὅταν καὶ αἱ δύο ἐπαφαὶ τηρῶνται εἰς θερμοκρασίας διαφόρους μὲν, ἀλλὰ σταθεράς.

Εἰς πολλὰ ὅμως θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα, οἷον εἰς τὸ ἀποτελούμενον ἐκ χαλκοῦ καὶ σιδήρου ἢ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος



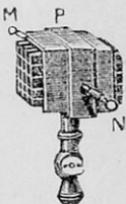
Σχ. 239.

αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας κατ' ἀρχὰς μέχρι μεγίστης τινὸς τιμῆς, εἶτα ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ τέλος τὸ ρεῦμα ἀναστρέφεται.

Ἡ βιομηχανία σήμερον κατασκευάζει μεγάλας θερμοηλεκτρικὰς

στήλας συγκειμένας ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἅτινα παρασκευάζει ἐξ ἐλασμάτων σιδήρου συγκεκολλημένων μετ' ἐλασμάτων κράματος ἀντιμονίου καὶ ψευδαργύρου. Αἱ στήλαι αὗται θερμαίνονται χρησιμοποιοῦνται ἰδίως μὲν εἰς τὴν γαλδανοπλαστικὴν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήγαγε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν ραβδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγχολῶμενα ἀποτελοῦσι κύβον P (σχ. 240), εἰς ὃν αἱ μ ἢ π μὲν ἐπαφαὶ M τάξεως περιττῆς κεῖνται πρὸς μίαν ἑδραν τοῦ κύβου, αἱ δὲ ἐπαφαὶ N τάξεως ἀρτίας πρὸς τὴν ἀντίθετον ἑδραν αὐτοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ἕπερ καλεῖται θερμοπολλαπλασιαστής, εἶνε τοσοῦτον εὐπαθές, ὥστε καὶ τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἢ βελὸν ἡ εὐπαθὸς



Σχ. 240.

γαλδανομέτρου συγκοινωνοῦντος μετὰ τῶν δύο πόλων τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ ἀμέσως ἐκτρέπεται κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητήν.

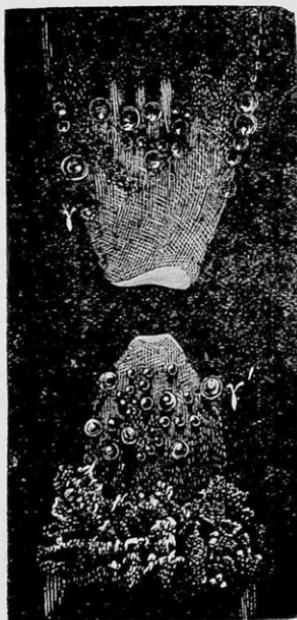
Ἐκ τῶν εἰρημένων καταφαίνεται ὅτι ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἕπερ, ὡς προείπομεν, δύναται ν' ἀποταμειωθῇ εἰς συσσωρευτὰς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανὸν ὅτι θὰ δυναθῶσιν ποτε ν' ἀποθηκεύσωσι τὴν ἠλιακὴν θερ-

μότητα μετατρέποντες αὐτὴν εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθη-  
κευόμενον εἰς καταλλήλους συσσωρευτὰς θὰ χρησιμοποιῆται κατὰ  
βούλησιν πρὸς παραγωγὴν θερμότητος, φωτὸς ἢ οἰοῦδήποτε χημι-  
κοῦ ἢ μηχανικοῦ ἔργου.

359. **Φωτεινὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Ἐν  
ἔτει 1813 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Davy συνήψε τοὺς δύο πόλους  
μεγάλης ἠλεκτρικῆς στήλης διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ δύο  
ραβδίων συμπαγοῦς ἄνθρακος καὶ θέσας εἰς ἐπαφὴν τὰ πέρατα  
τῶν δύο ἀνθράκων καὶ εἶτα ἀπομακρύνας ταῦτα βαθμῆδόν καὶ  
κατ' ὀλίγον παρήγαγε λαμπρότατον φῶς, ὅπερ ἔχον σχῆμα τόξου ἐκλήθη  
βολταικὸν τόξον.

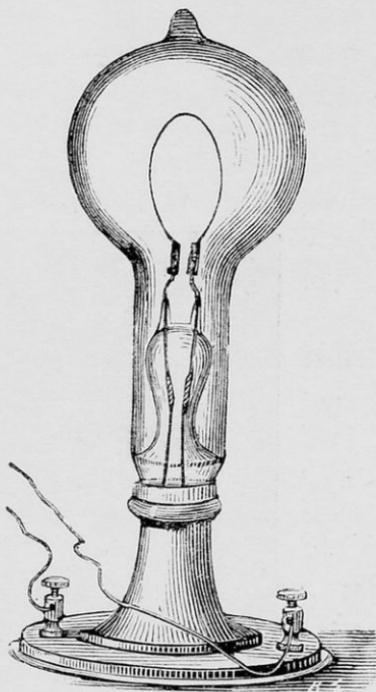
Τὸ οὕτω παραγόμενον ἠλεκτρικὸν  
φῶς (σχ. 241) προέρχεται ἐκ τῆς δια-  
πυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων  
ἀποσπασμένων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων,  
ἅτινα σχηματίζουσιν ἄλυσιν, ἣτις  
ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν  
ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ.

Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν  
ἀνθράκων ἢ ἄλυσιν αὕτη διασπασθῆ,  
τὸ φῶς ἀποσβέννυται καὶ διὰ νὰ παρα-  
χθῆ πάλιν πρέπει οἱ ἄνθρακες νὰ τε-  
θῶσιν εἰς ἐπαφὴν καὶ εἶτα ν' ἀπομα-  
κρυνθῶσιν ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ  
ἠλεκτρικὸν φῶς δὲν εἶνε ἀποτέλεσμα  
καύσεως, ἦτοι δὲν ἔχει ἀνάγκην ἀτμο-  
σφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν  
δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἕνεκα τῆς ὑψίστης θερ-  
μοκρασίας, ἣτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἄνθρακες  
καϊόμενοι φθειρόνται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἄνθρακι ἐμπεριεχόμενοι ξέ-  
νοι δυστηκτότατοι γεώδεις οὐσαὶ τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρὰ



Σχ. 241.

σφαιρίδια  $\gamma, \gamma'$ , ἅτινα κυλιόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῶν ἀνθράκων ἐκπηδῶσιν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς αὐτῶν εἰς τὸν ἕτερον. Ὁ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθράξ  $\gamma$  οὐ μόνον καταναλίσκεται ταχύτε-



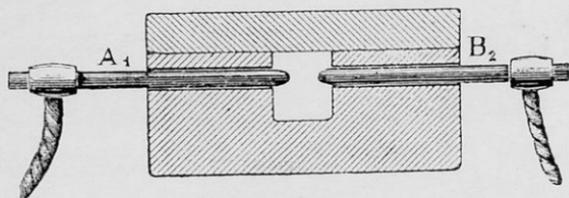
Σχ. 242.

ρον τοῦ ἐτέρου  $\gamma'$  τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνοῦντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλοῦται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδὸς τι κρατῆρος ἐκπέμποντος ἄπλετον φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθράξ  $\gamma'$  καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἀκίδα.

360. Ἡλεκτρικὸς λαμπτήρ τοῦ Edison. Εἰς τὸν λαμπτήρα τοῦτον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύγκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθράκος, ὑπερκαμπτόμενον (σχ. 242) τίθεται ἐντὸς ὑαλίνου κοίλου δοχείου

σφαιροειδοῦς καὶ συνάπτεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ μετὰ συρμάτων λευκοχρύσου, ἅτινα ἐμπεπηγότα ὄντα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῃ εὐρίσκονται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῶν ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συσκευῆς πιεστικῶν κοχλιῶν μετὰ τῶν ἀγωγῶν, οἵτινες φέρουσιν εἰς τὸ ἐξ ἀνθράκος νῆμα τὸ ἠλεκτρικὸν ρεύμα. Τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον κενοῦται τελείως τοῦ ἀέρος καὶ εἶτα κλείεται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νῆμα τοῦ ἀνθράκος τὸ ὑποκείμενον εἰς καθυσιν δὲν καίεται, καίπερ λευκοπυρούμενον κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐλλείψει ὀξυγόνου. Ὁ λαμπτήρ οὗτος τοῦ Edison,

ὅστις ἐκπέμπει φῶς σταθερώτερον τοῦ διὰ βολταϊκοῦ τόξου παραγομένου, χρησιμοποιεῖται ἰδίως εἰς τὸν ἐσωτερικὸν φωτισμὸν τῶν οἰκοδομημάτων, ἐπιτρέπει δὲ τὴν διανομὴν τοῦ φωτὸς εἰς διάφορα σημεῖα αἰθούσης τινός, ἀλλ' ἢ πρὸς φωτισμὸν γινομένη τότε δαπάνη εἶνε πολλῇ μείζων τῆς ἀπαιτουμένης δι' ἓν μόνον βολταϊκὸν τόξον ἴσης λαμπρότητος. Μέγιστον πλεονέκτημα τῶν λαμπτήρων τούτων εἶνε ὅτι δὲν φθείρουσι τὸν ἀέρα.



Σχ. 243.

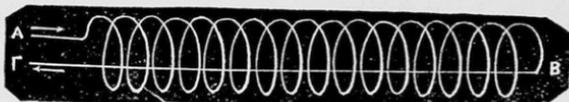
Σήμερον κατασκευάζουσι λαμπτήρας, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ ἐξ ἄνθρακος νήμα ἀντικαθίσταται διὰ λεπτῶν μεταλλίνων συρμάτων ἐκ τανταλίου, βολφραμίου, ὀσμίου.

361. **Ἡλεκτρικὴ κάμινος.** Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλεκτρικοῦ τόξου εἶνε πολλῇ μείζων τῆς δι' οἴουδήποτε ἄλλου μέσου πρὸς παραγωγὴν ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ὑπερβαίνουσα τοὺς 3000°. Ἐνεκα τούτου χρησιμοποιοῦσιν αὐτὴν εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς καμίνους (σχ. 243), εἰς τὰς ὁποίας τὸ βολταϊκὸν τόξον παράγεται μεταξὺ δύο συμπαγῶν ἀνθράκων  $A_1$ ,  $B_2$  ἐντὸς κυπέλλου ἐκ πυριμάχων πλίνθων. Θέτοντες ἐντὸς τοῦ κυπέλλου μίγμα ἐξ ἄνθρακος καὶ ἀσβέστου παράγουσι τὸ ἀνθρακασβέστιον, τὸ ὅποιον χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν ὀξυλενίου διὰ φωτισμὸν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

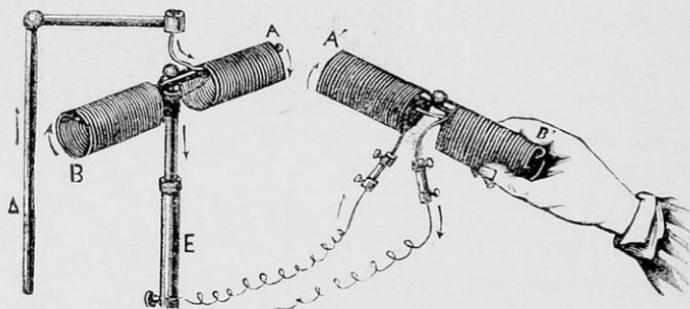
## ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΗΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

362. **Σωληνοειδές.** Καλείται σωληνοειδές ρεύμα ή και άπλῶς σωληνοειδές μετάλλινον σύρμα περιελισσόμενον έλικοειδῶς και διαρρέομενον υπό ηλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 244). Τὸ σωληνοειδές έχει πάσας τὰς ιδιότητες μαγνήτου. Οὕτως, ἐάν τοιοῦτον σωλη-



Σχ. 244.

νοειδές στηρίζομεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περιὸν κατακόρυφον ἄξονα (σχ. 245), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδές τοῦτο στρέφεται ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γ'ῆς οὕτως, ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν



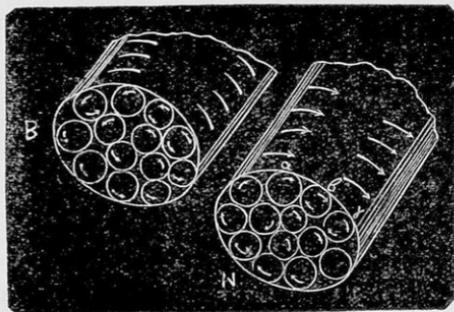
Σχ. 245.

καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐν τῇ πυξίδι τῆς ἀποκλίσεως. Διακρίνομεν δ' ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς βόρειον πόλον A καὶ νότιον B, διότι, ἐάν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων A τοῦ σωληνοειδοῦς τούτου πλησιάσωμεν τὸν ὁμώνυμον πόλον A' ἄλλου σωληνοειδοῦς A' B' ἐν τῇ χειρὶ κρατουμένου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐάν δὲ τὴν ἑτερόνυμον B',

ἔλξιν, ὡς συμδαίνει καὶ μεταξὺ δύο μαγνητικῶν βελονῶν. Ἐάν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάσωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν ἔλξιν μὲν μεταξὺ τῶν ἑτερονύμων πόλων, ἄπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμώνυμοις. Ὡσαύτως ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διερχόμενον πλησίον καὶ παραλλήλως σωληνοειδοῦς ἐκτρέπει τοῦτο, ὡς ἐκτρέπει καὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ἐκ τῶν φαινομένων λοιπὸν τούτων, ἅτινα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὰ σωληνοειδῆ καὶ οἱ μαγνήται ἔχουσιν ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ὁ Ampère συνεπέρανεν ὅτι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν πάντων τῶν μορίων μεμαγνητισμένης ῥάβδου κυκλοφοροῦσιν ἠλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς φορᾶς παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 246). Πρὸ τῆς μα-

γνητίσεως δὲ τῆς χαλυδίνης ῥάβδου τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φορὰν καὶ διεύθυνσιν, μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὅμως στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορὰ αὐτῶν νὰ εἶνε εἰς πάντα ἡ αὐτή. Ἐάν δὲ στρέψαντες τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσδλέψω-

μεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνουνσι κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὡρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φορὰν ἀντίθετον.



Σχ. 246.

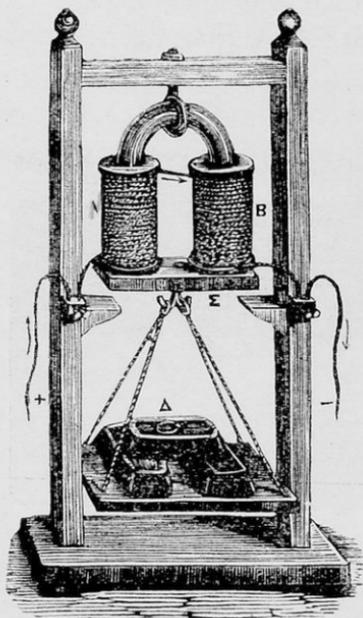


Σχ. 247.

363. **Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων.** Ἐάν ἐφ' ὑαλίνου σωληνοῦ περιελίξωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 247) καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω παραχθείσης ἑλικῆς τεθῆ ῥάβδος χαλυδίνη καὶ διαδιδασθῆ διὰ

της ἑλικος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ ράβδος μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν νότιος πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον N, ὁ δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B.

364. Ἡλεκτρομαγνήτης. Ἐὰν ἀντὶ χαλυβδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλήνα ράβδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυβδίνη, ἀλλὰ προσκαίρως· τουτέ-



Σχ. 248.

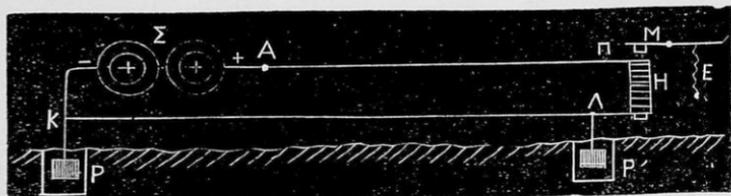
στιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυβδίνη ράβδος ἐξακολουθεῖ οὕσα μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ἡ μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ μόνον, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα διέρχεται. Ἡ συσκευή δ' αὕτη ἢ ἀποτελουμένη ἐκ πυρῆνος μαλακοῦ σιδήρου, περὶ ὃν ἐλίσσεται χαλκὸν σύρμα μεμονωμένον καὶ ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέομενον, καλεῖται ἠλεκτρομαγνήτης.

Ὅταν ὁ ἠλεκτρομαγνήτης εἶνε εὐθύς, τὸ σύρμα τὸ ὑπὸ μετάξης κεκαλυμμένον περιελίσσεται ἢ καθ' ἕλον τὸ μήκος τῆς σιδηρᾶς ράβδου ἢ μόνον κατὰ τὰ δύο αὐτῆς ἄκρα. Ἄλλ' ἔταν ὁ σιδηροῦς πυρῆν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου εἶνε

κεκαμμένον AB (σχ. 248), περιελίσσεται τὸ σύρμα ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ἐπικαμπῶς πυρῆνος, ὥστε νὰ σχηματισθῶσι δύο πηγία A καὶ B. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν αὐξάνεται, αὐξανομένης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδείκνυται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐὰν ὑπὸ τοὺς πόλους αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἣτις καλουμένη ὀπλισμὸς ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου μέχρι προσκο-

λήσεως, όταν τὸν ἀγωγὸν αὐτοῦ διαρρέη ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ τούτου δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη  $\Delta$ , ἅτινα ὅμως καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἡλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς ἀποτελοῦντες τὸ οὐσιῶδες συστατικὸν πολλῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλομεν περιγράψει τὴν ἐν τῇ ἡλεκτρικῇ τηλεγράφῳ χρῆσιν αὐτῶν.

365. **Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος.** Ὁ ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος χρησιμεύει πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ τῆς διαδόσεως ἡλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς ἐπιμήκεις μεταλλίλους



Σχ. 249.

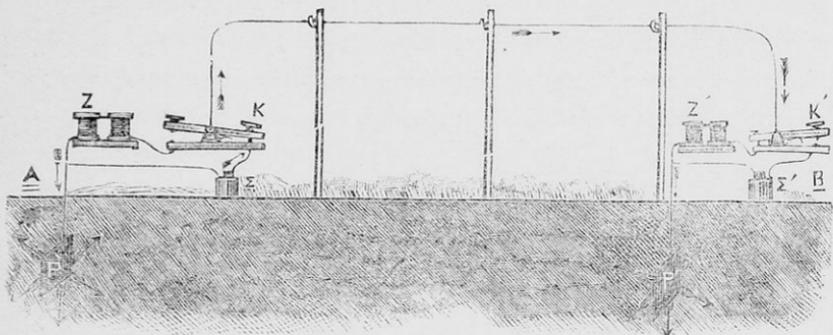
ἀγωγούς. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ τεσσάρων μερῶν, τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐκ τῶν πολλῶν δὲ συστημάτων τηλεγράφου θέλομεν περιγράψει τὸ τοῦ Μόρσου, τὸ καὶ παρ' ἡμῶν ἐν χρήσει.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῆ μεταλλικὸν ἀγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν  $A$  (σχ. 249) φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς  $\Pi$  καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας καὶ ὅτι εἰς ἓν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθήμεν ἡλεκτρικὴν στήλην, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιεὶ ἡλεκτρομαγνήτην  $H$ . Ἐφ' ὅσον ὁ ἀγωγὸς διατηρεῖται συνεχής, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρῆν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διατελῶν μαγνήτης ἔλκει τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν  $M$ . Ἐὰν ὅμως εἰς τι σημεῖον ὁ ἀγωγὸς διακοπῇ, ὡς εἰς τὸ σημεῖον  $A$  τὸ ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν ἡλεκτρικὴν πηγὴν π. χ. κείμενον, εὐθὺς τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἡλεκτρομαγνήτης  $H$  δὲν ἔλκει

πλέον τὸν ὀπλισμὸν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆνος διὰ τινος ἑλικοειδοῦς ἐλατηρίου E. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι δυνάμεθα ἐξ Ἀθηνῶν κατὰ βούλησιν νὰ μαγνητίζωμεν καὶ ἐκμαγνητίζωμεν τὸν πυρῆνα τοῦ ἐν Πειραιεὶ ἠλεκτρομαγνήτου. Πρὸς τοῦτο δ' ἀπαιτοῦνται δύο ἀγωγοί, ὧν ὁ μὲν ΑΠ χρησιμεύει διὰ τὴν μετάδασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΑΚ διὰ τὴν ἐπάνοδον αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεῦτερος οὗτος ἀγωγὸς ΚΑ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Α προσκολληθῶσι μετάλλινα σύρματα περατούμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ὕδατος τῶν φρεάτων P καὶ P'. Καὶ εἰς μὲν τὸ σημεῖον Α, εἰς τὸ ὁποῖον γίνονται αἱ διακοπαὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος, τίθεται ὄργανον καλούμενον πομπὸς ἢ χειριστήριον, δι' οὗ διακόπτομεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν εὐχερῶς τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, εἰς δὲ τὸ μέρος Η τοῦ ἀγωγοῦ, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἠλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευή καλουμένη δέκτης, δι' ἧς ἀποτυπούνται τὰ διάφορα συνήματα ἐπὶ χαρτίνης ταινίας. Ἐπειδὴ ὅμως οὐ μόνον ἐξ Ἀθηνῶν πρέπει νὰ ἐκπέμπωνται συνήματα εἰς Πειραιᾶ, ἀλλὰ καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας, εἰς ἕκαστον τηλεγραφικὸν σταθμὸν ὑπάρχει ἠλεκτρικὴ στήλη, πομπὸς καὶ δέκτης.

366. *Σύνδεσις τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς.* Ἡ σύνδεσις αὕτη δεῖκνυται ἐν τῷ σχήματι 250, εἰς ὃ Σ καὶ Σ' εἶνε αἱ ἠλεκτρικαὶ στήλαι τῶν δύο σταθμῶν, αἵτινες συνήθως εἶνε στοιχεῖα Callaud (σχ. 225 § 340), Κ καὶ Κ' οἱ πομποὶ καὶ Ζ καὶ Ζ' οἱ δέκται. Καὶ οἱ μὲν θετικοὶ πόλοι τῶν ἠλεκτρικῶν στηλῶν ὡς καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν Ζ καὶ Ζ' συνάπτονται μετὰ τῶν πομπῶν, οἱ δὲ ἀρνητικοὶ πόλοι καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν συνάπτονται μετὰ τῆς γῆς διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων P καὶ P'. Ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ ἢ ἀποτελουμένη ἐκ σιδηροῦ σύρματος ἐπεψευδαργυρομένου πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὀξειδώσεως καὶ ἐρειδομένου ἐπὶ μονωτήρων ἐκ πορ-

σελάνης, οὗς φέρουσιν οἱ τηλεγραφικοὶ στῦλοι, συνάπτει πρὸς ἀλλήλους τοὺς μοχλοὺς τῶν δύο πομπῶν. Ἐὰν ἡ λαβὴ  $K$  τοῦ πομποῦ τοῦ σταθμοῦ  $A$  πιεσθῇ ἐπὶ μίαν π. χ. χρονικὴν στιγμήν, ρεῦμα ἡλεκτρικὸν ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης  $\Sigma$  καὶ μεταδίδειν εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πομποῦ  $K$  διαρρέει τὴν τηλεγραφικὴν γραμμὴν καὶ εὐρίσκον τὸν πομπὸν  $K'$  τοῦ σταθμοῦ  $B$  ἐν ἡρεμίᾳ διέρχεται δι' αὐτοῦ, διαρρέει τὸν ἡλεκτρομαγνήτην τοῦ δέκτου  $Z'$  καὶ εἶτα μεταδίδει εἰς τὴν γῆν, δι' ἧς συμπληροῦται τὸ κύκλωμα.



Σχ. 250.

Οὕτω διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δέκτου  $Z'$  τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμή· ἂν δὲ τοῦναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ πομποῦ πίεσις διαρκέσῃ ἐπὶ τρεῖς π. χ. χρονικὰς στιγμὰς, ἦτοι ἐπὶ χρόνον τριπλάσιον τοῦ πρώτου, τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας μικρὰ γραμμὴ. Ὅμοίως δ' ἀποστέλλονται συνθήματα καὶ ἀπὸ τοῦ σταθμοῦ  $B$  εἰς τὸν  $A$ .

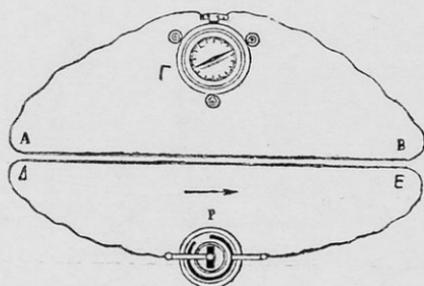
Οἱ ἀπλούστεροι συνδυασμοὶ τῆς στιγμῆς καὶ γραμμῆς παριστῶσι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία καὶ ἄλλα σημεῖα ἀναγκαῖα εἰς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ·  
ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ· ΜΙΚΡΟΦΩΝΩΝ· ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΑΙ

367. *Ρεύματα εξ επαγωγής.* Τῷ 1831 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Faraday ἀνεκάλυψε νέον τρόπον παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα ἐκλήθησαν ρεύματα εξ επαγωγῆς ἢ επαγωγικά.

Α) *Ἐπαγωγή διὰ παραλλήλων ρευμάτων.* Θεωρήσωμεν ἄγωγόν εὐθύγραμμον ΔΕ (σχ. 251) διαρρέομενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ΡΔΕ καὶ κείμενον πλησίον καὶ παραλλήλως δευτέρῳ ἄγωγῳ ΑΒ, οὗ τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν πειστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου Γ.



Σχ. 251.

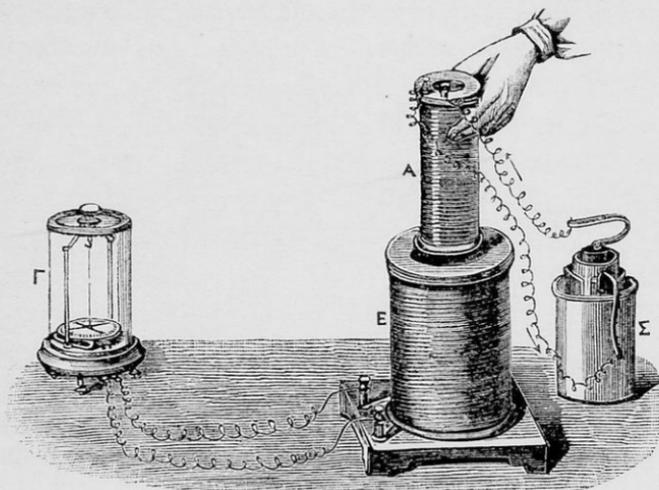
α) Ἐὰν πλησιάσωμεν τοὺς δύο ἄγωγούς, παράγεται ἐπὶ τοῦ δευτέρου ΑΒ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχον φορὰν ἀντίρροπον τῆς τοῦ πρώτου τοῦ ἐπιδρωῶντος ΔΕ. Καθ' ἣν στιγμήν ἢ προσπέλασις παύσῃ, καὶ τὸ ἐξ ἐπιδράσεως παραγόμενον παύει, οὐδὲν

δὲ ρεῦμα διαρρέει τὸν ἄγωγόν ΑΒ, ἐφόσον οἱ δύο ἄγωγοὶ τηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἐὰν νῦν ἀπομακρύνωμεν τοὺς δύο ἄγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ ἀπ' ἀλλήλων, παράγεται πάλιν ἐν τῷ δευτέρῳ ἄγωγῳ ρεῦμα εξ επαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρωῶντι ρεύματι.

β) Τηροῦντες τοὺς παραλλήλους ἄγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ πλησίον καὶ εἰς σχετικὴν θέσιν ἀμετάβλητον, ἂν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ἐπιδρωῶντος ρεύματος ΡΔΕ, παράγεται ἐν τῷ ἄγωγῳ ΑΒ ρεῦμα ἀντίρροπον, ἂν δὲ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν αὐτοῦ, παράγεται ρεῦμα ὁμόρροπον.

γ) Ἐὰν διακόπτωμεν ἢ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα, παράγεται ἐν τῷ δευτερεύοντι ἀγωγῷ AB ρεῦμα ἐξ ἐπιδράσεως ὁμόρροπον μὲν τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι, καθ' ἣν στιγμὴν διακόπτομεν τὸ κύκλωμα PDE, ἀντίρροπον δέ, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ἀποκαθίσταται.

B) Ἐπαγωγὴ διὰ πηνίου. Λαμβάνομεν δύο πηνία A καὶ E (σχ. 252), ἀποτελούμενα ἐκ χαλκοῦ σύρματος κεκαλυμμένον



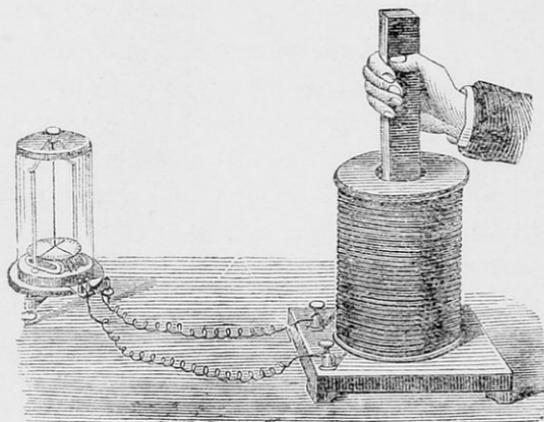
Σχ. 252.

διὰ μετάξεως καὶ συνάπτομεν τὰ πέρατα τοῦ μὲν πρώτου A μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τοῦ δὲ δευτέρου E μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν τοῦ γαλβανομέτρου Γ. Τούτων δὲ γενομένων εἰσάγομεν τὸ πηνίον A εἰς τὸ πηνίον E, ὅποτε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ τοῦ πηνίου E ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι τῷ διαρρέοντι τὸ πηνίον A. Ἐὰν δὲ ἀνεκλῶσωμεν τὸ πηνίον A, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ E ρεῦμα ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι. Ἀδξάνοντες ἢ ἐλαττοῦντες τὴν ἔντασιν τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος παράγομεν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον ἢ ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι. Διακόπτοντες ἢ ἀποκαθιστῶντες τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα παρά-

γομεν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς κατὰ μὲν τὴν διακοπὴν ὁμόρροπα, κατὰ δὲ τὴν ἀποκατάστασιν ἀντίρροπα τῷ ἐπιδρῶντι.

Γ') Ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου. α') Ἐὰν ἐνώπιον μαγνήτου κινηθῇ μετάλλινος ἀγωγός, παράγονται ἐπ' αὐτοῦ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐν γένει δὲ τὸ πείραμα δεικνύει ὅτι ἡ σχετικὴ μετάθεσις πόλου μαγνήτου καὶ μάζης μεταλλικῆς οἰασδήποτε παράγει ἐντὸς ταύτης ἐπαγωγικὰ ρεύματα, καλούμενα ρεύματα τοῦ Foucault.

β) Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ πηγίου μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου (σχ. 253) καὶ εἰσαγάγωμεν μαγνή-



Σχ. 253.

την εἰς τὸ πηγίον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (σχ. 246 § 362) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτῃ. Ἐὰν δ' ἀνασύρωμεν τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου.

Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνῃ καὶ κατ' ἄλλον τρόπον. Εἰσάγωμεν εἰς τὸ πηγίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν μαγνήτην. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτοῦ ὁ μαλακὸς σίδηρος γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγονται ἐν τῷ πηγίῳ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς τὸ μὲν ἀντίρροπον

τὸ δὲ ὁμόρροπον. Δυνάμεθα ὡσαύτως νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηγίον μαγνήτην, πρὸς ὃν πλησιάζοντες ἢ ἀπομακρύνοντες τεμάχιον σιδήρου παράγωμεν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα.

368. **Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.** Πάντα τὰ ἀνωτέρω ἐκτεθέντα πειράματα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἐπὶ τῶν δευτερευόντων ἀγωγῶν (ΑΒ σχ. 251, Ε σχ. 252 καὶ 253) ἀναφαίνεται ἡλεκτρεγερτικὴ τις δύναμις, ἣτις παράγει τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρικὰ ρεύματα καὶ καλεῖται ἔνεκα τούτου ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.

Θεωρήσωμεν εἰδικῶς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν, τοῦ πηγίου Α εὐρισκομένου ἐν τῇ πηγίῳ Ε, διακόπτομεν ἀποτόμως τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ΣΑ, ὅτε ἀναφαίνεται ὠρισμένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα ἀντικαθιστώντες τὸ πηγίον Ε δι' ἄλλου ἀποτελουμένου ἐκ χαλκοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ μὲν βάρους ἀλλὰ λεπτοτέρου, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν νὰ αὐξήσῃ, τοῦ πηγίου Ε διατηροῦντος τὰς αὐτὰς διαστάσεις, ἡ ἀναφανομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν.

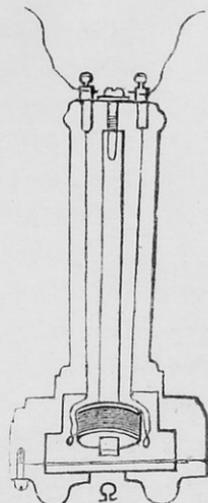
369. **Διάρκεια καὶ ἔντασις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων.** Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, ἣτις δεικνύεται διὰ τοῦ σχήματος 252, καθ' ἣν ἀνασύρομεν τὸ ἐν τῇ πηγίῳ Ε εὐρισκόμενον πηγίον Α μέχρις ὠρισμένης ἀποστάσεως. Ἐὰν μὲν ἀνασύρομεν βιαίως τὸ πηγίον Ε, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον, ἐὰν δὲ βραδέως, τὸ ρεῦμα εἶνε ἀσθενέστερον. Ἀλλὰ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα διαρκεῖ, ἐφ' ὅσον διαρκεῖ ἡ κίνησις. Ἡ διάφορος ἔντασις τοῦ ρεύματος προέρχεται, διότι κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις παράγεται μὲν ἡ αὐτὴ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἀλλὰ κατὰ τὴν βιαιάν κίνησιν ὁ παραγόμενος ἡλεκτρισμὸς διαρρέει τὸ πηγίον Ε ἐν ἐλάχιστον χρόνῳ καὶ ἐπομένως παράγεται ρεῦμα ἐντατικώτερον ἀλλὰ μικρᾶς διάρκειας, ἐνῶ κατὰ τὴν βραδεῖαν κίνησιν παράγεται ρεῦμα ἀσθενέστερον, ἀλλὰ μείζον-

νος διαρκείας. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἀνασύρωμεν βιαίως ἢ βραδέως τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηγίου (σχ. 253).

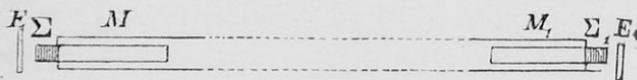
370. **Ἐπίρρευμα. Αὐτεπαγωγή.** Ἐὰν τὰ πέρατα τῶν ῥοηφόρων ἠλεκτρικῆς στήλης πλησιάσωμεν εἰς ἐλαχίστην ἀπόστασιν, οὐδεὶς σπινθὴρ παράγεται. Ἐὰν ὁμως ἐνώσαντες τοὺς ῥοηφόρους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης ἀποσπάσωμεν εἶτα αὐτούς, παρατηροῦμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα μεταξὺ τῶν περάτων τῶν ῥοηφόρων παραγόμενον. Τὸ ἔξαρμα τοῦτο τοῦ ρεύματος τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν παραγόμενον, τὸ καλούμενον ἐπίρρευμα (extra-courant), προέρχεται ἐκ τῆς ἐξῆς αἰτίας. Καθ' ἣν στιγμὴν δηλ. διακόπτομεν τὸ κύκλωμα, ἕκαστον τῶν νημάτων, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ὁ ἀγωγὸς ὁ διαρρεόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, παράγει ἐπὶ τοῦ παρακειμένου νήματος τοῦ αὐτοῦ ἀγωγοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ κυκλοφοροῦντι ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἀμοιβαίας ἐπιδράσεως τῶν στοιχειωδῶν νηματίων τοῦ ἀγωγοῦ, ἔνεκα τῆς ὁποίας ἐπέρχεται κατὰ τὴν διακοπὴν ἡ στιγμιαία ἔξαρσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, καλεῖται αὐτεπαγωγή (self-induction). Τὸ ἔξαρμα τοῦτο τοῦ ρεύματος τὸ παραγόμενον κατὰ τὴν διακοπὴν τοῦ κυκλώματος εἶνε ἰσχυρότερον, ὅταν ὁ ἀγωγὸς ἐλίσσηται σπειροειδῶς, διότι τὸ ρεῦμα ἐκάστης σπείρας ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς παρακειμένης σπείρας καὶ ἀναπτύσσει ρεῦμα ὁμόρροπον, οὕτω δὲ παράγεται ἰσχυρότερος σπινθὴρ κατὰ τὴν διακοπὴν. Ἡ αὐτεπαγωγή αὕτη εἶνε ἔτι μᾶλλον ἰσχυροτέρα, ἐὰν κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σπειροειδοῦς τοῦ διαρρομένου ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τεθῆ πυρὴν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Ἡ ἀπομαγνήτισις τοῦ πυρῆνος κατὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος παράγει ἔτι ἰσχυρότερον ἐπίρρευμα καὶ ἐπομένως ἰσχυρότερον σπινθῆρα.

371. **Τηλέφωνον.** Ὁ Graham Bell τῷ 1877 ἐπενόησεν ἐν Ἀμερικῇ ὄργανον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ μεταβιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἠλεκτρικῶν ρευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μεταλλίνου ἀγωγοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν **τηλέφωνον** σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος  $\Omega$  (σχ. 254), ὅπερ εὐρίσκεται

εἰς τὸν πυθμένα ξυλίνου ὄλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κείται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη ῥάβδος, ἣς ὁ ἕτερος τῶν πόλων εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ ἐλάσματος μὴ ἀπτόμενος αὐτοῦ. Κατὰ τὸ ἄκρον δὲ τοῦτο τοῦ μαγνήτου τὸ πλησίον τοῦ ἐλάσματος εὐρισκόμενον περιελίσσεται λεπτότατον σύρμα χάλκινον, μεμονωμένον διὰ μετάξις, σχηματίζον μικρὸν πηνίον. Ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλίνδρῳ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χαλκίνου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικής θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ ἐντελῶς ὁμοίου ὄργανου. Ἐάν γὼν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλεφῶνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὄλμον αὐτοῦ εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ ὄλμῳ τοῦ ἐτέρου τηλεφῶνου τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.



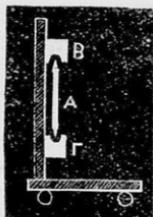
Σχ. 254.



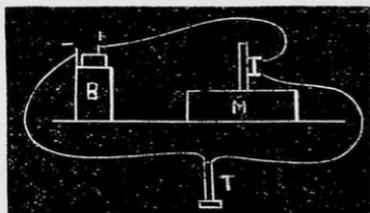
Σχ. 255.

372. Θεωρία τοῦ τηλεφῶνου. Ὅταν λαλῇ τις μεγαλοφῶνως καὶ εὐκρινῶς ἐνώπιον τοῦ ὄλμου τηλεφῶνου τινός, ἢ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἐλάσμα Ε (σχ. 255), τὸ ὅποιον κραδαινόμενον κολοῦται καὶ κυρτοῦται μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἥττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα Μ τοῦ πηνίου Σ ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ. Ἐνεκα δὲ τούτου παράγονται ἐν τῷ

πηγίφ  $\Sigma$  βρέματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαρρέοντα τοὺς ἀγωγοὺς καὶ τὸ πηγίον  $\Sigma$ , τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὄργάνου  $M_1$  μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσι τὴν ἰσχὺν τοῦ μαγνήτου τοῦ δευτέρου τηλεφώνου, ἐὰν εἶνε ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα πρὸς τὰ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (§ 362) ἠλεκτρικὰ βρέματα τοῦ μαγνήτου οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα  $E_1$  τοῦ ἐτέρου τηλεφώνου  $M_1$  ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου, ὅτε μὲν ἰσχυρότερον, ὅτε δὲ ἀσθενέστερον. Τὸ ἔλασμα ἄρα τοῦ δευτέρου τηλεφώνου κραδαινόμενον ἐκτελεῖ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἀλλ' ὑπὸ μικρότερον πλάτος. Τῶν παλμικῶν δὲ τούτων κινήσεων μεταδιδόμενων εἰς τὸν ἐν τῷ ὄλμῳ ἀέρα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς φθόγγους, ἀλλ' ἀσθενεστέρους, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττουμένου.



Σχ. 256

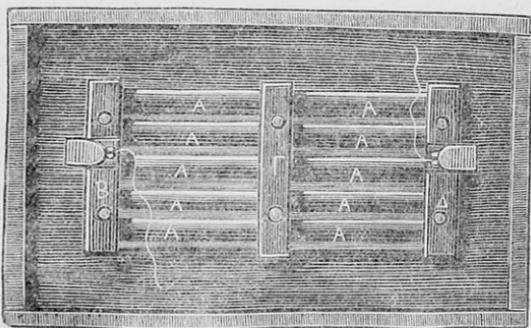


Σχ. 257.

373. **Μικρόφωνον.** Ἡ δι' ἀπλῶν τοιούτων τηλεφώνων μετάδοσις τῆς φωνῆς ἀποβαίνει δυσχερῆς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις. Ἡ χρῆσις ἄρα αὐτῶν θὰ ἦτο περιορισμένη, ἀν μὴ ὁ Hughes ἐν Ἀγγλίᾳ τῷ 1878 ἐπενόει τὸ μικρόφωνον, ὄργανον, δι' οὗ τοῦτο μὲν ἐνισχύονται ἤχοι λίαν ἀσθενεῖς, τοῦτο δὲ καθίστανται ἀκουστοὶ ἤχοι μὴ ἄλλως ἀκουστοὶ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὠτός, ὡς διὰ τοῦ μικροσκοπίου βλέπομεν ἐλάχιστα ἀντικείμενα μὴ ὀρατὰ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ πρῶτον μικρόφωνον τὸ ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Hughes σύγκεται ἐκ κυλίνδρου  $A$  (σχ. 256) ἐξ ἄνθρακος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἅκρα καὶ στηρίζεται κατακορύφως εἰς μικρὰς κοιλότητας ἐσκαμμένας ἐντὸς δύο τεμαχίων  $B$  καὶ  $\Gamma$  ἐξ ἄνθρακος ἐστηριγμένων ἐπὶ κατακορύφου

σανίδος. Ἄν παρενθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρικῆς στήλης B (σχ. 257) κατὰ σειρὰν τὴν συσκευὴν ταύτην M καὶ τηλέφωνον T, τότε τὸ ρεύμα ἀναχωροῦν ἀπὸ τῆς στήλης καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ κυλινδρικοῦ ἀνθρακός τοῦ μικροφώνου καὶ εἶτα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ τηλεφώνου ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον αὐτῆς. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ κυλινδρικός ἀνθραξ A τηρηθῆ εἰς τελείαν ἀκίνησιάν καὶ θέσωμεν τὸ τηλέφωνον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, οὐδὲν ἀκούομεν, διότι τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διατηροῦντος σταθερὰν ἰσχὺν ἢ ἕλξις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ τηλεφώνου μένει ἀμετάβλητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ τὸ ἔλασμα μένει ἀκίνητον. Ἐλάχιστος ὅμως κραδασμὸς παραγόμενος εἰς τὸ μικρόφωνον μεταβάλλει τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τὰ μεταξὺ τοῦ κυλινδρικοῦ ἀνθρακός καὶ τῶν ἐξ ἀνθρακός ὑποστηριγμάτων αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὕτω

τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται καὶ ἡ ἰσχὺς τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ τηλεφώνου καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου ὅτε μὲν γίνε-



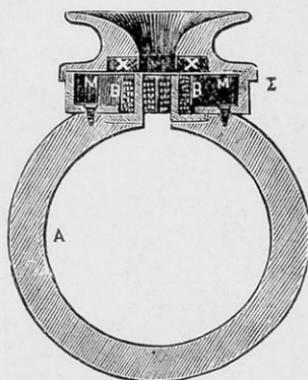
Σχ. 258.

ται ἰσχυρότερος, ὅτε δ' ἀσθενέστερος. Οὕτω τῆς ἕλξεως τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος μεταβαλλομένης τίθεται τὸ ἔλασμα εἰς παλλομένην κίνησιν καὶ παράγεται ἤχος ἀρκούντως εὐκρινής.

374. **Φωνοπομπὸς τοῦ Ader.** Ὁ Ader θέλων νὰ ἐπαυξήσῃ τὰ σημεῖα ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν ἀνθράκων ἐτροποποίησεν ὡς ἐξῆς τὸ μικρόφωνον. Ὑπὸ λεπτοτάτην σανίδα ἐξ ἐλαφροῦ ξύλου ἐλάτης σχήματος ὀρθογωνίου (σχ. 258) τοποθετοῦνται τρεῖς πρισματικοὶ ἀνθράκες B, Γ καὶ Δ παραλλήλως. Ἐντὸς δ' ὅπῳν ἐσκαμμένων ἐπὶ τῶν πλαγιῶν ἐδρῶν τῶν ἀνθράκων στηρίζονται ἐγκαρσίως ἀνὰ πέντε

κυλινδρικά ραβδία ἐξ ἄνθρακος ΑΑ, τὸ δὲ ὄλον παριστᾶ εἶδος μικρᾶς διπλῆς ἐσχάρας.

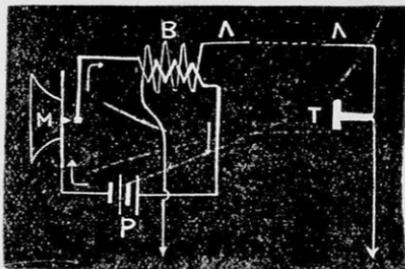
375. **Φωνοδέκτης τοῦ Ader.** Ὁ Ader ἐπένευγε τροποποίησιν καὶ εἰς τὸ τηλέφωνον καταστήσας αὐτὸ ἔτι μᾶλλον εὐπαθές. Ὁ τηλεφωνικὸς δέκτης τοῦ Ader, οὗτινος τομὴν παριστᾶ τὸ



Σχ. 259.

ειδῆς μαγνήτης, οὕτω δὲ οἱ ὑπὸ τοῦ ἐλάσματος ἀποδιδόμενοι ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἐντατικοί.

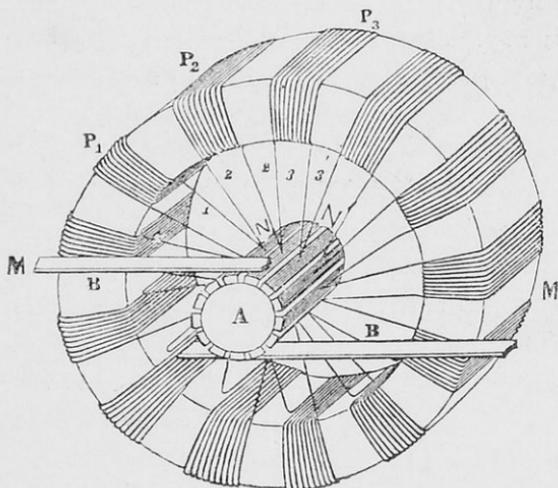
376. **Συνδεσμολογία φωνοπομποῦ καὶ φωνοδέκτου.** Ὁ Edison πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα· τουτέστιν ἀντὶ ν' ἀποστείλῃ ἀπ' εὐθείας τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐκπορευόμενον ρεῦμα καὶ διὰ τοῦ μικροφώνου διερχόμενον μεταχειρίζεται ἐπαγωγικὸν πηνίον Β (σχ. 260) καὶ τότε τὸ κύκλωμα τοῦ μικροφώνου Μ περιλαμβάνει τὴν στήλην Ρ καὶ μόνον τὴν ἐκ παχέος σύρματος ἐσωτερικὴν σπείραν τοῦ πηνίου Β. Ἡ δὲ ἐκ λεπτοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ πηνίου Β ἐξωτερικὴ σπείρα περιλαμβάνει τὴν τηλεφωνικὴν γραμμὴν ΑΛ,



Σχ. 260.

τὸ τηλέφωνον  $T$  τοῦ ἄλλου σταθμοῦ καὶ τὴν γῆν. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ἡ φωνὴ μεταδίδεται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς.

377. **Ἡλεκτρομηχαναί.** Αἱ ἠλεκτρομηχαναὶ παράγουσι διὰ μηχανικοῦ ἔργου ἐπαγωγικὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἧτοι μετατρέπουν τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Διαι-



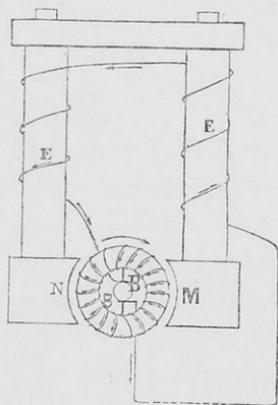
Σχ. 261.

ρῶνται δὲ εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς μηχανάς, εἰς ἃς ἡ ἐπαγωγὴ γίνεται διὰ μαγνητῶν, καὶ εἰς δυναμοηλεκτρικὰς εἰς ἃς αὕτη γίνεται δι' ἠλεκτρομαγνητῶν.

α') **Μαγνητοηλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Gramme.** Αὕτη σύγκειται ἐκ δακτυλίου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου περιβεβλημένου ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος μεμονωμένου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ σειρὰν πηγῶν  $P_1, P_2, P_3, \dots$  (σχ. 261) ἠνωμένων διὰ τῶν περάτων αὐτῶν οὕτως, ὥστε ἀποτελοῦσιν ἓν συνεχῆς καὶ ἄνευ τέρματος κύκλωμα. Τὸ σημεῖον τῆς ἐνώσεως δύο διαδοχικῶν πηγῶν, οἷον τῶν  $P_1$  καὶ  $P_2$  εὑρίσκεται εἰς τὴν συγκόλλησιν τοῦ σύρματος 1 εἰς ὃ περατοῦται τὸ πηγίον  $P_1$  καὶ τοῦ σύρματος 2 ἐξ οὗ ἄρχεται τὸ πηγίον  $P_2$ . Τὰ δύο ταῦτα

σύρματα 1 και 2 εἶνε προσκεκολλημένα ἐπὶ χαλκίνης πλακῆς N παραλλήλου πρὸς τὸν ἄξονα A τῆς περιστροφῆς. Ἐπὶ τῶν χαλκῶν τούτων πλακῶν N, N' μεμονωμένων καλῶς ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τοῦ σιδηροῦ ἄξου A τρίβονται δύο μέταλλα ἐλάσματα BB κατὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα τοῦ ἄξου τούτου. Ὁ δακτύλιος οὗτος κεῖται μεταξύ τῶν δύο πόλων M καὶ M' ἰσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου καὶ κατ' ἀκολουθίαν σχηματίζεται εἰς τὸ M βόρειος π. χ. πόλος, εἰς δὲ τὸ M' νότιος. Κινητήριος μηχανή χειροκίνητος, ἢ ὑδροκίνητος, ἢ ἀτμοκίνητος θέτει εἰς ταχείαν περὶ τὸν ἄξονα A περιστροφικὴν κίνησιν τὸν δακτύλιον, ἀναπτύσσονται δὲ καὶ ἐπὶ τῶν πηνίων P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ἄτινα συλλέγομεν διὰ μεταλλίνων ἐλασμάτων BB.

β') *Δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή.* Εἰς ταύτην ὁ δακτύλιος περιστρέφεται μεταξύ τῶν δύο πόλων N καὶ M (σχ. 262) ἠλεκτρομαγνήτου EE, οὗ οἱ ἄγωγοι διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐν τῇ ἀγωγῇ τοῦ δακτυλίου κατὰ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν αὐτοῦ διὰ τῆς ἀσθενοῦς κατὰ πρῶτον ἐπι-



Σχ. 262.

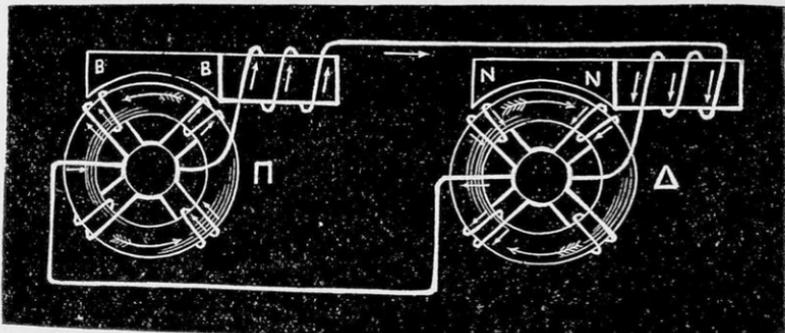
δράσεως τοῦ ἀσθενοῦς μαγνητισμοῦ, ὃν φέρουσιν οἱ πυρῆνες τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Ἡ μηχανὴ αὕτη διεγείρεται ἀφ' ἑαυτῆς, διότι αὐτὸ τοῦτο τὸ ρεῦμα τὸ ἐν τῇ ἀγωγῇ τοῦ δακτυλίου παραγόμενον διαρρέον τὸν ἄγωγόν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου μαγνητίζει ἰσχυρῶς τοὺς σιδηροὺς πυρῆνας αὐτοῦ οἵτινες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τοῦ δακτυλίου παράγουσιν ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.

Τὸ διὰ τῶν μαγνητοηλεκτρικῶν καὶ δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν παραγόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ὅμοιον πρὸς τὸ ρεῦμα ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν ἠλεκτρικῶν στοιχείων συγκειμένης, διότι ἐκάστη σπείρα τοῦ πηνίου δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς

ηλεκτρικὸν στοιχεῖον. Δύναται ἐπομένως ν' ἀποδῆ ἰσχυρότατον καὶ χρησιμεύει διὰ τὸν ἠλεκτρικὸν φωτισμὸν, διὰ τὴν κίνησιν κ.τ.λ.

378. **Ἡλεκτροκινητήρες.** Αἱ ἠλεκτρομηχαναί, ὡς εἶδομεν, μετατρέπουσι τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν, τοῦναντίον αἱ ἠλεκτροκινητήρες μετατρέπουσι τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινήτικὴν. Οὕτως εἰς τὰς δύο ἀνωτέρω περιγραφείσας μηχανὰς ἂν μὲν ὁ δακτύλιος τεθῆ εἰς ἰσοταχῆ περιστροφικὴν κίνησιν, τότε εἰς τὰ ἐλάσματα BB συλλέγομεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα συνεχές, τῆς αὐτῆς δηλ. πάντοτε φορᾶς καὶ ἰσοεντατικόν. Ἐὰν τοῦναντίον διὰ τῶν ἐλασμάτων BB εἰσαγάγωμεν ἕξωθεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὰ πηνία τοῦ δακτυλίου, οὗτος μαγνητίζεται καὶ παράγονται ἐπ' αὐτοῦ δύο ἀντίθετοι μαγνητικοὶ πόλοι εἰς τὰ δύο πέρατα τῆς κατακορύφου διαμέτρου τοῦ δακτυλίου. Ἐνεκα τῆς μαγνητίσεως ταύτης ὁ δακτύλιος ἐλκόμενος ὑπὸ τῶν ἀμεταθέτων μαγνητικῶν πόλων τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Ὅθεν αἱ μηχαναὶ αὗται τιθέμεναι μὲν εἰς κίνησιν δι' ἀτμοκίνητου μηχανῆς ἢ δι' ὑδραυλικοῦ τροχοῦ ἢ δι' ἄλλου τινὸς μέσου παράγουσιν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, δεχόμεναι δὲ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἕπερ ἢ διὰ στήλης ἢ δι' ἄλλης ὁμοίας μηχανῆς παράγωμεν, τίθενται εἰς κίνησιν δηλ. μετατρέπονται εἰς ἠλεκτροκινητήρας. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης τῶν ἠλεκτρομηχανῶν στηρίζεται ἡ μεταβίβασις ἐνεργείας διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Οὕτω π. χ. ὑποθέσωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἕν τινα πόλει τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέρος μεμακρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ὑπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικὸν τροχὸν ἢ ὑδροστροβίλου, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἠλεκτρομηχανὴν Π (σχ. 263). Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον διοχετευόμενον δι' ἑναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἠλεκτρομηχανῆς Δ κειμένης ἐν ἐργαστηρίῳ τινὶ τῆς πόλεως, θέτει αὐτὴν εἰς κίνησιν καὶ δι' αὐτῆς κινεῖ ποικίλα μηχανήματα ἢ διαβιβαζόμενον διὰ καταλλήλων ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων παράγει φῶς. Οὕτω σήμερον μικραὶ κῶμαι

ἐπὶ τῶν ὀρέων κείμεναι, ὡς εἰς τὰς Ἄλπεις, φωτίζονται ἀπλῶς δι' ἠλεκτρικοῦ φωτὸς ἕνεκα τοῦ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν καταπίπτοντος ἀφθόγου ὕδατος. Ἡ παμμεγίστη κινητικὴ ἐνέργεια, ἣν ἐγκλείει ἡ πτώσις τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς καταρράκτας τοῦ Νιαγάρα μεταφέρεται ὡς ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς μεμακρυσμένας πόλεις, ἔνθα χρησιμοποιεῖται. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διανομὴ κινητηρίου ἐνεργείας εἰς τὰ διά-



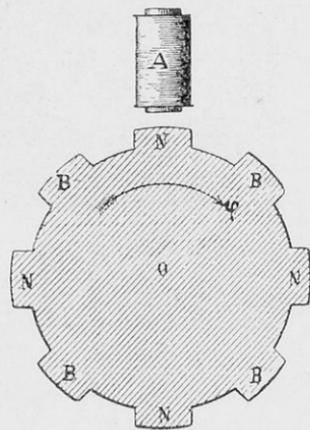
Σχ. 263.

φορα ἐργοστάσια. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν μεγάλα ἠλεκτρομηχανὰ εἰς κέντρον παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας κείμεναι κινουσι ἄλλας ἠλεκτρομηχανάς ἐν τοῖς ἐργαστηρίοις εὐρισκομένας, αἵτινες κινουσι τὰ μηχανήματα τοῦ ἐργαστηρίου. Ἡ μεταφορὰ κινητηρίου ἐνεργείας διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὡσαύτως καὶ εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν ἐπὶ σιδηρῶν τροχιῶν. Πρὸς τοῦτο μόνιμος κινητήριος ἀτμομηχανὴ κινεῖ ἠλεκτρομηχανήν, ἧς τὸ βρεῦμα διοχετευόμενον δι' ἐναερίων ἢ ὑπογείων μεμονωμένων μεταλλίνων ἀγωγῶν θέτει εἰς κίνησιν δευτέραν ἠλεκτρομηχανήν ἐν τῇ ἀμάξῃ εὐρισκομένην, ἧς ἡ κίνησις μεταδίδεται μηχανικῶς εἰς τοὺς τροχοὺς τῆς ἀμάξης.

379. **Ἐναλλασσόμενα ρεύματα.** Αἱ ἀνωτέρω περιγραφεῖσαι γεννήτριαι τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μηχαναὶ παράγουσι βρέυματα συνεχῆ, αἵτινα διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πάντοτε φαρὰν. Ἄλλ' ὑπάρχουσι καὶ

ήλεκτρομηχαναί παράγουσαι ρεύματα, τὰ ὁποῖα ἀλλάσσουσι διαδοχικῶς τὴν φοράν αὐτῶν καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἔντασις μεταβάλλεται διηλεκτῶς, μετὰ παρέλευσιν δὲ ὀρισμένου χρόνου, ὅστις καλεῖται περίοδος, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα λαμβάνει τὴν αὐτὴν φοράν καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Τὰ ἡλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα καλοῦνται ἐναλλασσόμενα. Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζονται αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ αἱ παράγουσαι ἐναλλασσόμενα ρεύματα, εἶνε ἡ ἑξῆς.

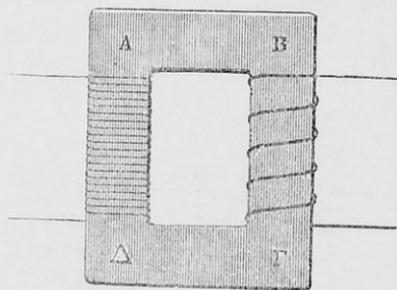
Ἐπὶ κυκλικοῦ δίσκου οὗ τὸ κέντρον  $O$  (σχ. 264), τοποθετοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι  $B, N, B, N$ , ἐναλλάξ βόρειοι καὶ νότιοι, στρεφόμενοι περὶ τὸν ἄξονα  $O$  κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους  $\varphi$ . Πηγνίον  $A$  φέρον σιδηροῦν πυρῆνα στηρίζεται ἀμετάθετον ἐκτὸς τοῦ δίσκου. Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι  $B, N$  διέρχονται διαδοχικῶς πρὸ τοῦ πυρῆνος τοῦ πηγνίου  $A$  καὶ μαγνητίζουσιν αὐτὸν ὁτὲ μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὁτὲ δὲ κατ' ἀντίθετον οὕτως, ὥστε ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγνίου παράγονται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς βαίνοντα ὁτὲ μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὁτὲ δὲ κατ' ἀντίθετον, ἤτοι ρεύματα ἐναλλασσόμενα. Ἐντὶ ἑνὸς ὅμως πηγνίου  $B$  τοποθετοῦνται πλεῖστοι καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου ἠνωμένα πρὸς ἀλλήλα. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χρησιμεύουσιν ἐπίσης ὡς καὶ τὰ συνεχῆ πρὸς παραγωγὴν φωτός, κινήσεως κτλ.



Σχ. 264.

380. **Μεταλλακτῆρες.** Οἱ μεταλλακτῆρες εἶνε συσκευαί, διὰ τῶν ὁποίων ἐναλλασσόμενα ρεύματα μεγάλης ἐντάσεως (πολλῶν ἀμπερείων μονάδων) καὶ χαμηλῆς τάσεως (ὀλίγων βολτείων μονάδων) μετατρέπονται εἰς ρεύματα ἐναλλασσόμενα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ ὑψηλῆς τάσεως καὶ ἀντιστρόφως. Εἰς μεταλλακτῆρ ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφὴν ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων,

άτινα σχηματίζουσιν ἓν τετράπλευρον ΑΒΓΔ (σχ. 265), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐλίссονται δύο σύρματα καλῶς μεμονωμένα, ὧν τὸ ἓν χονδρὸν κατ' ὀλίγας στροφάς καὶ τὸ ἕτερον λεπτόν κατὰ πολλὰς στροφάς. Ἐὰν διὰ τοῦ πρώτου σύρματος τοῦ παχέος διαβιβάσωμεν ρεῦμα ἐναλλασσόμενον μεγάλης ἐντάσεως, ἀλλὰ χαμηλῆς τάσεως, παράγεται ἐπὶ τοῦ δευτέρου σύρματος ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσόμενον ὑψηλῆς τάσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως. Ἐὰν τούναντίον τὸ λεπτόν σύρμα δεχθῇ



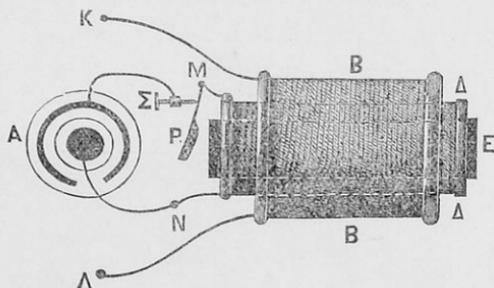
Σχ. 265.

ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως, συλλέγομεν εἰς τὰ πέρατα τοῦ παχέος σύρματος ρεῦμα χαμηλῆς μὲν τάσεως, ἀλλὰ μεγάλης ἐντάσεως.

389. **Χρήσις τῶν μεταλλακτῆρων.** Οὗτοι εἶνε ἀπαραίτητοι κατὰ τὴν μεταβίβασιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς μεγάλην ἀπόστασιν δι' ἀγωγῶν μικρᾶς σχετικῶς διαμέτρου. Οὕτω π. χ. εἰς Φάληρον μεγάλα ἠλεκτρομηχαναὶ παράγουσιν ἐναλλασσόμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα ὑπὸ ὑψηλῆν τάσιν, οἷον 5000 βολτείων μονάδων. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα διοχετευόμενα δι' ἐναερίων συρμάτων μετατρέπονται εἰς Ἀθήνας διὰ μεταλλακτῆρων εἰς ρεύματα χαμηλῆς τάσεως, ἀλλὰ μεγίστης ἐντάσεως. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χαμηλῆς τάσεως διὰ καταλλήλων μηχανῶν καλουμένων μετατρεπτήρων, μετατρέπονται εἰς ρεύματα συνεχῆ καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν φωτισμὸν καὶ διὰ τὴν κίνησιν.

382. **Ἐπαγωγικὸν πηνίον τοῦ Ruhmkorff.** Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶνε εἰδικὸς μεταλλακτῆρ συγκείμενος ἐκ δέσμης Ε (σχ. 266) ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένης ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος παχέος καὶ μεμονωμένου, ὅπερ ἀποτελεῖ τὸ ἐσωτε-

ρικών πηνίων ΔΔ, ἐφ' οὗ ἐλίσσεται δεύτερον σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον τελειότατα μεμονωμένον ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΒΒ. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα στήλης συγκειμένης ἐξ ἑνὸς ἢ πλειοτέρων στοιχείων Bunsen Α διαβιδάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου διακοπτόμενον καὶ ἀποκαθιστάμενον διηγεκῶς. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ὄργανον καλούμενον ὀρητόμος, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου ἐλατηρίου ΜΡ φέροντος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Ρ. Τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα εἰσερχόμενον διὰ τοῦ ἀγωγοῦ Ν διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου,



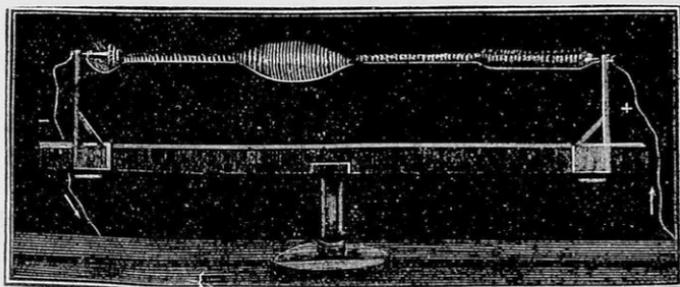
Σχ. 266.

ἐξερχόμενον δ' ἐξ αὐτοῦ μεταβαίνει διὰ τοῦ ἐλατηρίου ΜΡ εἰς τὸ μεταλλινὸν στέλεχος Σ καὶ δι' αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης Α. Ἄλλ' εὐθύς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὁ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆν Ε μαγνητιζόμενος ἔλκει τὸ σιδηρὸν τεμάχιον Ρ καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα διακόπτεται· διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὁ πυρῆν Ε ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ὁ σίδηρος δὲν ἔλκεται πλέον, τὸ ἐλατήριον ΜΡ ἐγγίζον τὸ στέλεχος Σ κλείει αὖθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχομεν σειρὰν ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσομένων ρευμάτων ἐν τῇ ἐξωτερικῇ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα Κ καὶ Λ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου δύνανται νὰ παραγάγῃ μεταξὺ αὐτῶν σειρὰν ἰσχυρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁποῖους δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο περάτων Κ καὶ Λ εἶνε μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἀντίστασις, ἢν πρόκειται νὰ ὑπερνηκίῃ ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, εἶνε μικρὰ, ἀμφοτέρω τὰ ἐξ

ἐπαγωγῆς ρεύματα, ἦτοι τὸ τε ὁμόρροπον τῶ ἐπιδρωῶντι ρεύματι καὶ τὸ ἀντίρροπον, δύνανται νὰ διέλθωσιν. Ἐὰν ὅμως αὐξήσωμεν τὴν ἀπόστασιν, διέρχονται μόνον τὰ ὁμόρροπα οὕτως, ὥστε τὸ μηχανήμα τότε παρουσιάζει δύο πόλους ὠρισμένους, θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, ἦτοι ἄνοδον καὶ κάθοδον.

### 383. Ἐκκένωσις εἰς ἀραιὰ ἀέρια. Σωλῆνες τοῦ Geissler.

Οἱ σωλῆνες τοῦ Geissler (σχ. 267) ἐξ ὑάλου κατεσκευασμένοι εἶνε ἐκατέρωθεν κεκλεισμένοι καὶ φέρουσι κατὰ τὰ πέρατα ἐν τῇ ὑάλῳ ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως σύρματα λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβι-



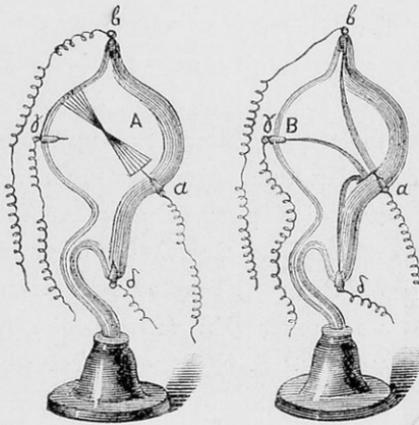
Σχ. 267.

βάζομεν τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηγίου Ruhmkorff παραγόμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρησιν αὐτοῦ, οὐτινος τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὄν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπέρυθρον εἰς τὸ ὕδρογόνον.

Δι' ἐντελῶς κενοῦ χώρου ὁ σπινθήρ δὲν διέρχεται.

384. Σωλὴν Crookes. Ἐστῶσαν δύο ὑάλινα σφαιρικὰ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 268) ὁμοῖα τὸ σχῆμα καὶ πανταχόθεν κεκλεισμένα· ἐκάτερον αὐτῶν φέρει ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ τέσσαρα σύρματα α, β, γ, δ ἐκ λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβιδάζονται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα α φέρει εἰς τὸ

ἔσωτερικὸν πέρασ αὐτοῦ μικρὸν κοῖλον ἐκ λευκοχρύσου δισκάριον. Τὸ μὲν δοχεῖον B, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς  $\frac{1}{1000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀποτελεῖ σωλήνα Geissler, τὸ δὲ δοχεῖον A, ἐν τῇ ὁποίῳ ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν καὶ ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1000000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀποτελεῖ σωλήνα τοῦ Crookes.



Σχ. 268.

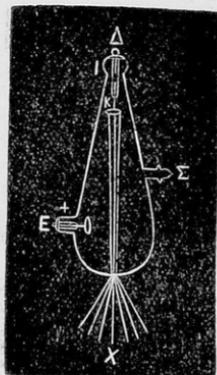
Ἐὰν πειραθῶμεν ἐπὶ ἑκατέρου τῶν δοχείων A καὶ B ἐφαρμόζοντες τὸν ἀρνητικὸν μὲν πόλον, ἦτοι τὴν κάθοδον, πάντοτε εἰς τὸ σημεῖον α τοῦ δοχείου, τὸν δὲ θετικὸν, ἦτοι τὴν ἀνοδον, διαδοχικῶς εἰς τὸ σημεῖον β ἢ γ ἢ δ τοῦ δοχείου, βλέπομεν τότε ἐν μὲν τῇ τοῦ Geissler δοχείῳ B καμπύλην φωσφορίζουσαν, δεικνύουσαν τὴν διάβασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὡς διὰ γεφύρας ἀρχομένης ἀπὸ τοῦ α καὶ ἐξικνουμένης ἢ εἰς τὸ β ἢ εἰς τὸ γ ἢ εἰς τὸ δ, εἰς τὸ σημεῖον δηλ. εἰς ὃ ἐφηρμόσθη ὁ θετικὸς πόλος, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

Δὲν ἔχει ὅμως οὕτως, ὅταν πειρώμεθα διὰ τοῦ δοχείου A τοῦ Crookes. Τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐφαρμοσθέντος εἰς τὸ α, τοῦ δὲ θετικοῦ εἰς τὸ β ἢ γ ἢ δ, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῇ δισκα-

ρίφη α τοιχώματος τοῦ δοχείου φωσφόρησιν ἐπὶ κυκλικῆς ἐπιφανείας, ἣτις διατηρεῖ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἀμετάβλητον τὴν θέσιν, ὅπου δῆποτε καὶ ἂν ἐφαρμοσθῆ ὁ θετικὸς πόλος.

385. *Ἀκτῖνες καθοδικαὶ καὶ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.* Αἱ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἦτοι ἐκ τῆς καθόδου ΔΚ (σχ. 269), σωληνός Crookes ἐκπορευόμεναι ἀόρατοι αὐταὶ ἀκτῖνες ἐκλήθησαν καθοδικαί. Αὐταὶ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τοιχώματος τοῦ δοχείου γίνονται πρόξενοι νέου εἴδους ἀκτίνων ἀοράτων X: αἷτινες εἶνε αἱ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.

Αἱ ἀκτῖνες Röntgen εἶνε μὲν ἀόρατοι, ἀλλὰ προσπίπτουσαι ἐν τῇ σκότει ἐπὶ χαρτίνου διαφράγματος κεκαλυμμένου καὶ δι' ἄλλων μὲν οὐσιῶν, ἰδίᾳ ὅμως διὰ κυανιοῦχου βαρυσλευκοχρύσου καθιστῶσιν αὐτὸ φωτεινὸν καὶ λάμπον δι' ἀμυδροῦ φωτός. Ἡ αὐτὴ φωσφόρησις παράγεται καὶ ὅταν ἐν τελείῳ σκοτεινῷ θαλάμῳ κα-



Σχ. 269

λύψωμεν τὸ δοχεῖον διὰ μέλανος χάρτου ἢ ὑφάσματος. Ἐκ τούτων δὲ συναγομεν ὅτι ὁ χάρτης καὶ τὸ ὑφασμα εἶνε περατὰ διὰ τῶν ἀκτίνων τοῦ Röntgen. Περαιτὰ σώματα εἶνε τὸ ξύλον, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι καὶ τὰ ἐλαφρὰ μέταλλα, ἦττον περατὰ ἢ ὕαλος, ἢ ἄργιλλος καὶ ἀπέρατα τὰ βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, χρυσός, λευκίχρυσος). Τὸ ἀπέρατον τῶν σωμάτων εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen εἶνε περίπου ἀνάλογον τοῦ γινομένου τοῦ πάχους τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν πυκνότητα αὐτοῦ.

386. *Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία τοῦ Röntgen.* Ἐὰν θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν μεταξὺ τοῦ δοχείου τοῦ ἐκπέμποντος τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen καὶ τοῦ διαφράγματος στρέφοντες πρὸς ἡμᾶς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ τὴν διὰ κυανιοῦχου βαρυσλευκοχρύσου κεκαλυμμένην, βλέπομεν τὴν σκιάν τοῦ σαρκώδους μέρους τῆς χειρός, ἐντὸς δ' αὐτῆς σκοτεινότεραν τὴν τῶν ὀστέων (σχ. 270).

Πειρώμεθα δὲ ἢ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἢ καὶ ἐν φωτεινῷ ὀπλιζόμενοι διὰ τοῦ κρυπτοσκοπίου, εἰς τὸ βάθος τοῦ ὑποίου ὑπάρχει τὸ διάφραγμα.

Αἱ ἀκτίνες τοῦ Röntgen οὐ μόνον γίνονται πρόξενοι φωσφορήσεως, ἀλλὰ δύνανται καὶ νὰ προσβάλλωσι τὰς φωτοπαθεῖς ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, δι' ὧν εἶνε κεκαλυμμέναί αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες. Τοιαύτη δὲ εἶνε ἡ καλουμένη ἀκτινογραφία Röntgen, ἣτις διὰ τὴν ἀκτινογραφίαν π. χ. τῆς χειρὸς ἐκτελεῖται ὡς ἐξῆς. Ἡ ὑαλίνη σφαῖρα M (1) στερεοῦται ἐπὶ καταλλήλου στηρίγματος EP (σχ. 271) οὕτως, ὥστε νὰ στρέφῃ τὴν ἐπιφάνειαν M τὴν ἐκπέμπουσαν τὰς ἀκτίνας τοῦ Röntgen πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ πρόκειται νὰ ἀκτινογραφηθῇ, καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων K καὶ H τοῦ ἐπαγωγικοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff B. Ἡ φωτογραφικὴ πλάξ A, περιβεβλημένη καλῶς διὰ μέλανος χάρτου, τίθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἀνωθεν ἐφαρμόζομεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ὡς δεῖκνυε τὸ σχῆμα. Διαβιδάζοντες ἐπὶ τινα δευτερόλεπτα τὸ ἠλεκτρικὸν βεῦμα διὰ τοῦ δοχείου M, ὑποβάλλομεν εἴτα τὴν φωτογραφικὴν πλάκα εἰς τὰς συνθήεις ἐν τοῖς φωτογραφείοις ἐργασίας, ὁπότε ἐμφανίζεται ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν καὶ δι' αὐτῆς παράγεται ἡ θετικὴ.



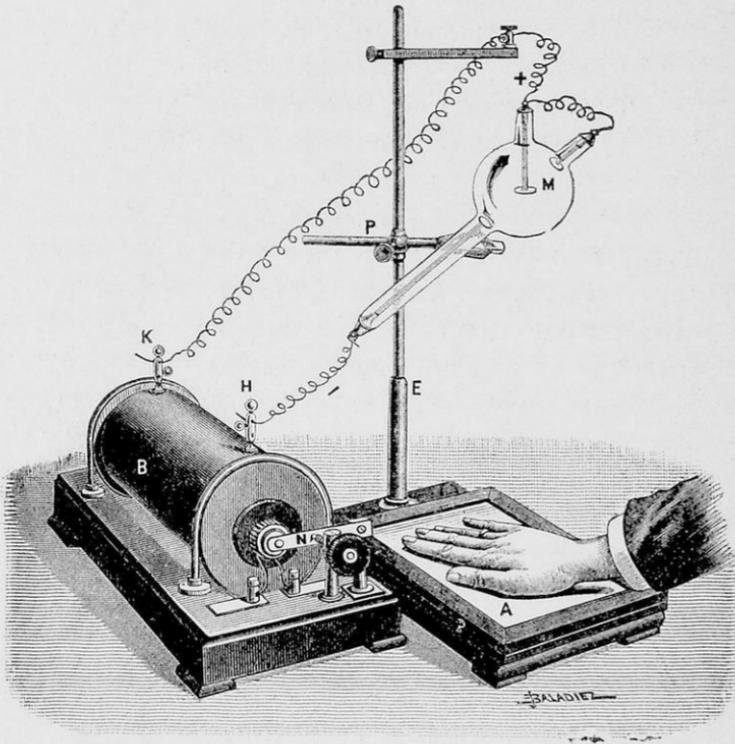
Σχ. 270.

Δι' ἀκτινοσκοπίας δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν οὐ μόνον τὰ ὀστὰ ζῶντος, ἀλλὰ καὶ τὸ διάφραγμα καὶ τὴν καρδίαν ἐν κινήσει καὶ μεταλ-

(1) Αἱ ὑαλιναὶ σφαῖραι, ὧν γίνεται χρῆσις τὴν σήμερον πρὸς παραγωγὴν ἀκτίνων τοῦ Röntgen, περιέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν δισκίριον ἐπίπεδον M ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἰριδίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσπίπτουσαι αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες μετατρέπονται εἰς ἀκτίνας τοῦ Röntgen.

λικόν τι σώμα, οίον μολυβδίνην σφαιραν, ἐν τῇ σώματι ὑπάρχουσαν.

383. Ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις. Εἶδομεν εἰς τὴν ὀπτικὴν ὅτι τὰ φωτοβόλα σώματα κραδαίνοντα τὸν περιβάλλοντα αὐτὰ αἰθέρα παράγουσι τὰς καλουμένας φωτεινὰς κυμάνσεις, ἐχούσας μεγάλην



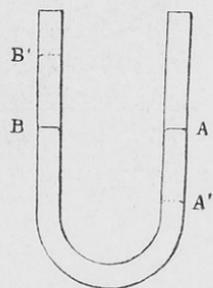
Σχ. 271.

ὁμοιότητα πρὸς τὰς κυμάνσεις, αἵτινες παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διὰ τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Ἡ κύμανσις αὕτη τοῦ αἰθέρος, ἢ παραγομένη διὰ φωτοβόλου πηγῆς, εἶνε ταχυτάτη, σχηματίζουσα αἰθέρια κυμάτια ἐλαχίστου μήκους μὴ ὑπερβαίνοντες τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου. Ὁ Hertz δι' ἐκκενώσεως ἡλεκτρικοῦ πυκνωτοῦ κατώρθωσε πρῶτος τὴν παραγὰγῃ ἐν τῷ αἰθέρι κυμάνσεις, αἵτινες

διαδίδονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος πρὸς τὰς φωτεινάς, ἀλλ' ἐπειδὴ προέρχονται ἀπὸ βραδυτέρας κραδάνσεις τοῦ αἰθέρος, σχηματίζουσιν αἰθέρια κύματα, ὧν τὸ μῆκος μεταβάλλεται ἀπὸ 3 χ.μ. καὶ πέραν. Διὰ τοῦτο, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δεχθῇ τὰς κυμάνσεις ταύτας, δὲν προκαλοῦσι τὸ αἰσθημα τοῦ φωτός. Αἱ κυμάνσεις αὗται διαφέρουσι τῶν φωτεινῶν μόνον κατὰ τὸ μῆκος τοῦ κύματος καὶ καλοῦνται κυμάνσεις τοῦ Hertz ἢ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις.

384. **Παλμικὴ ἐκκένωσις πυκνωτοῦ.** Ἐὰν πυκνωτήν, ὡς οἷον λουγδουρικὴν λάγηνον, ἀφοῦ φορτίσωμεν ἠλεκτρισμοῦ ἐκκενώσωμεν δι' ἐκκενωτοῦ ἀποτελουμένου ἐκ παχέος σύρματος παρουσιάζοντος μικρὰν ἀντίστασιν, ἀλλὰ περιειλιγμένου κατὰ πολλὰς στροφάς, ὥστε νὰ παράγῃται ἰσχυρὰ αὐτεπαγωγὴ, τότε ὁ κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἐκρηγνύμενος ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ παρατηρούμενος ἐν κατόπτρῳ περιστρεφομένῳ ταχύτατα ἐμφανίζεται οὐχὶ ἐνιαῖος, ἀλλ' ἀποτελούμενος ἀπὸ πολλοῦς σπινθῆρας, οἵτινες ἐκρήγνυνται ὅτε μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὅτε δὲ κατ' ἀντίθετον ἀλλ' ἐν βραχυτάτῳ χρονικῷ διαστήματι καὶ διὰ τοῦτο φαίνονται ἡμῖν ὡς εἰς ἀπλοῦς σπινθῆρ. Ἡ ἐκκένωσις αὕτη τῆς λουγδουρικῆς λαγῆνου ἔνεκα τούτου καλεῖται παλμικὴ, ἢ ἐναλλασσομένη, ὁμοιάζει δὲ πρὸς ἐναλλασσόμενον βρεῦμα ἐλαχίστης περιόδου καὶ μεγίστης ἐπομένως συχνότητος.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς παλμικῆς ἐκκένωσης ἐξηγοῦσι παραβάλλοντες αὐτὸ πρὸς τὸ συμβαῖνον εἰς δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ εἰς διάφορα ὕψη Β', Α' (σχ. 272), ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰς μὲν τὸ ἐν σκέλος Β' κατέρχεται εἰς τὸ ἄλλο δὲ Α' ἀνέρχεται. Ἄλλ' ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος τὸ ὕδωρ δὲν ἡρεμεῖ, ὅταν αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι φθάσωσιν εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ΒΑ, ἀλλὰ ἐξακολουθεῖ κατερχόμενον εἰς τὸ σκέλος Β κάτω τοῦ ὀριζοντίου τούτου ἐπιπέδου καὶ ἀνερχόμε-



Σχ. 272.

νον εις τὸ σκέλος A εἰς τὸ αὐτὸ περίπου ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκειτο προηγουμένως εἰς τὸ σκέλος B'. Μετὰ ταῦτα τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαλαμβάνεται, ἤτοι τὸ ὕδωρ κατέρχεται εἰς τὸ σκέλος A καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ σκέλος B καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις ὅτου ἡ τρίτῃ τοῦ αἰωρουμένου ὕδατος ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος καταστρέψῃ τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Οὕτω τὸ ὕδωρ δὲν ἤρμεϊ ἀμέσως, ἀλλ' ἐκτελεῖ σειρὰν αἰωρήσεων ἰσοχρόνων, ὧν τὸ πλάτος βαίνει διηλεκτικῶς ἐλαττούμενον, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ ἐκκρεμές.

Ὅμοιον φαινόμενον δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι συμβαίνει κατὰ τὴν ἐκκένωσιν τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐσωτερικὸς ὄπλισμὸς πληροῦται κατ' ἀρχὰς θετικοῦ ἤλεκτρισμοῦ, ὁ δ' ἐξωτερικὸς ἀρνητικοῦ, θέλει κατ' ἀρχὰς παραχθῆ ἀκαριαῖον βρεῦμα προκαλοῦν τὸν πρῶτον σπινθῆρα. Ἀλλὰ μετὰ τὸν πρῶτον τοῦτον σπινθῆρα ἕνεκα τῆς αὐτεπαγωγῆς ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμὸς πληροῦται θετικοῦ ἤλεκτρισμοῦ, ὁ δ' ἐσωτερικὸς ἀρνητικοῦ, οὕτω δὲ ἀμέσως παράγεται δεύτερον ἀκαριαῖον βρεῦμα ἀντίρροπον τοῦ πρώτου προκαλοῦν δεύτερον σπινθῆρα ὀλίγον τι ἀσθενέστερον τοῦ πρώτου καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις ὅτου ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια καταναλωθῇ εἰς θερμότητα ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐκκενωτοῦ.

Τὰ κατὰ τὴν παλμικὴν ταύτην ἐκκένωσιν λουγδουνικῆς λαγῆνου παραγόμενα ἠλεκτρικὰ βεῦματα καλοῦνται ὑψίσυχα ἕνεκα τῆς ὑψίστης αὐτῶν τάσεως καὶ τῆς μεγίστης συχνότητος.

389. **Πειράματα τοῦ d' Arsonval.** Ὁ d' Arsonval παρήγαγεν ὑψίσυχα ἠλεκτρικὰ βεῦματα ὡς ἐξῆς. Συνήνωσε τοὺς ἐσωτερικοὺς μὲν ὄπλισμοὺς δύο λουγδουνικῶν λαγῆνων B καὶ B' (σχ. 273) μὲ τοὺς δύο πόλους ἐπαγωγικοῦ πηνίου PΣ τοῦ Ruhmkorff, τοὺς δ' ἐξωτερικοὺς ὄπλισμοὺς συνήνωσε μὲ τὰ πέρατα σπειροειδοῦς χαλκίνου σύρματος Γ Γ'. Πληρουμένων τῶν λουγδουνικῶν λαγῆνων ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηνίου παρήγετο μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν α καὶ β τοῦ ἐκκενωτοῦ AA' παλμικὴ ἐκκένωσις διὰ ἰσχυρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθῆρων, ταυτο-

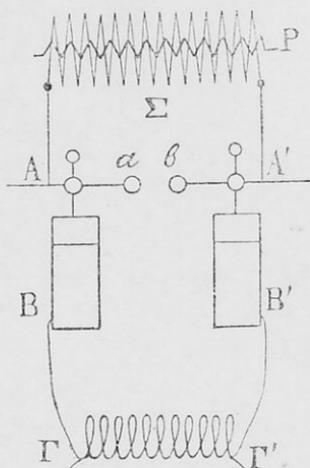
χρόνως δὲ ἡ σπείρα ΓΓ' διαρρέετο ὑπὸ ἐναλλασσομένου βεύματος ὑψίστης τάσεως καὶ μεγίστης συχνότητος.

Τὰ ὑψίσυχα ταῦτα βεύματα, ἐὰν διαδιβάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, οὔτε αἴσθημα πόνου αἰσθανόμεθα οὔτε ὑφιστάμεθα μυϊκὰς συστολάς, ὡς τοῦτο συμβαίνει μὲ ἠλεκτρικὰ βεύματα χαμηλῆς τάσεως καὶ μικροτέρας συχνότητος, οἷον τὰ παραγόμενα ἀμέσως διὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηγίου τοῦ Ruhmkorff.

Ὅπως δεχθῶμεν τὰ ὑψίσυχα ταῦτα βεύματα διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, ἡ ἐγγίζομεν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν δύο σημεῖα Γ καὶ Γ' τῆς σπείρας ἡ εἰσάγομεν μέρος τοῦ σώματός μας, οἷον τὸν ἓνα βραχίονα, εἰς τὴν σπείραν ταύτην ἢ καὶ ἕλον τὸ σῶμα ἡμῶν εἰς μέγα σωληνοειδές, ὅτε τὸ σῶμα ἡμῶν διαρρέεται ὑπὸ ὑψισύχων ἠλεκτρικῶν βευμάτων παραγομένων ἐπαγωγικῶς διὰ τῶν βευμάτων, ἅτινα διαρρέουσι τὴν σπείραν. Τὰ ὑψίσυχα ταῦτα βεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς τὴν ἠλεκτροθεραπείαν.

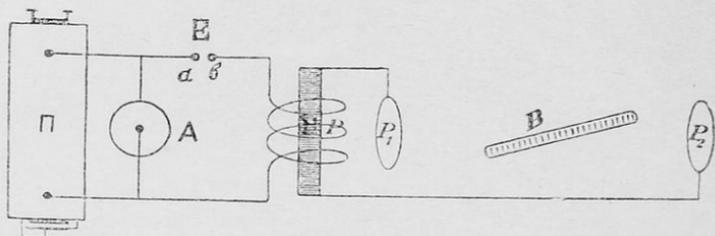
390. **Πειράματα τοῦ Tesla.** Ὁ Tesla φορτίζων μίαν ἢ πλειοτέρας λουγδουρικὰς λαγήνους Α (σχ. 274) δι' ἐπαγωγικοῦ πηγίου Η προκαλεῖ τὴν ἐκκένωσιν αὐτῶν δι' ἐκκενωτοῦ Ε, ἐν τῷ ὁποίῳ παρεμβάλλει μεταλλίνην σπείραν Ρ ἀποτελουμένην ἐξ ὀλίγων στροφῶν παχέος χαλκίνου σύρματος, ἐν ἐλαίῳ ἐμβεβαπτισμένην πρὸς τελείαν ἠλεκτρικὴν μόνωσιν.

Αὕτη διαρρέεται ὑπὸ ὑψισύχων βευμάτων, ἔταν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν α καὶ β ἐκρήγνυνται ἠλεκτρικοὶ σπινθηροὶ παράγοντες παλμικὴν ἐκκένωσιν. Ἐν τῇ σπείρᾳ ταύτῃ εἰσάγει δευτέραν σπείραν Σ ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν στροφῶν λεπτοῦ χαλκίνου σύρματος,



Σχ. 273.

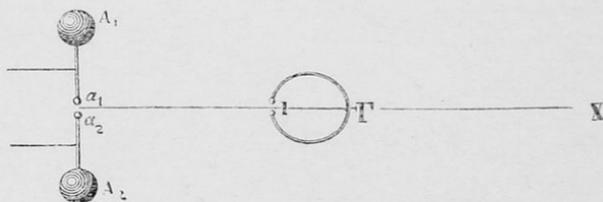
οὔτινος· τὰ πέρατα συνάπτει μὲ δύο μεταλλίνας πλάκας  $P_1$  καὶ  $P_2$ . Τὰ διὰ τῆς πρώτης σπείρας διερχόμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα παράγουν ἐπαγωγικῶς ἐπὶ τῆς δευτέρας σπείρας ὑψίσυχνα ρεύματα παμμεγίστης τάσεως, τὰ ὁποῖα προκαλοῦσιν ἰσχυροτάτους σπινθη-



Σχ. 274.

ρας καὶ τὰ ὁποῖα ἀκινδύνως δυνάμεθα νὰ διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν. Ἐὰν μεταξὺ τῶν μεταλλίνων πλάκων  $P_1$  καὶ  $P_2$  παρεμβάλωμεν διαφόρους σωλήνας Geissler B, οὔτοι φωτοβολοῦσι, καίτοι τὰ πέρατα αὐτῶν δὲν ἐγγίξουσι τὰς μεταλλίνας πλάκας.

391. **Πειράματα τοῦ Hertz.** Πρῶτος ὁ Hertz κατώρθωσε διὰ τῆς παλμικῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ νὰ παραγάγῃ εἰς τὸν

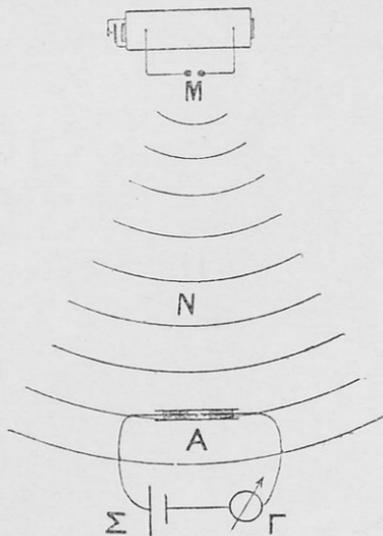


Σχ. 275.

πέριξ αἰθέρα κυμάνσεις ὁμοίας πρὸς τὰς φωτεινὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν αὐτῇ φωτοδύλος πηγὴ. Πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη δύο σφαῖρας μεταλλίνας  $A_1$  καὶ  $A_2$  (σχ. 275), τὰς ὁποῖας συνέδεσε διὰ μεταλλίνου στελέχους φέροντος ἐν τῇ μέσῳ διακοπὴν  $\alpha_1$   $\alpha_2$ .

Αἱ δύο σφαῖραι  $A_1$  καὶ  $A_2$  ἀπετέλουν τοὺς δύο ὀπλισμοὺς πυ-

κνωτοῦ, τὰ δὲ δύο στελέχη μετὰ τῶν μικρῶν σφαιρῶν  $\alpha_1$  καὶ  $\alpha_2$  τὸν ἐκκενωτήν. Τίθενται τὰ δύο στελέχη εἰς συγκοινωνίαν μὲ τοὺς δύο πόλους ἐπαγωγικοῦ πηνίου Ruhmkorff, ὅτε μεταξὺ τῶν δύο μικρῶν σφαιρῶν ἐκρήγνυνται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες ἀποτελοῦντες παλμικὴν ἐκκένωσιν. Ἀπὸ τοῦ ἐκκενωτοῦ ἐκπορεύονται αἰθέριαι κυμάνσεις, αἵτινες καλοῦνται ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ἢ κυμάνσεις τοῦ Hertz. Ὁ Hertz, ἵνα καταδείξῃ τὴν ὑπαρξίν τῶν κυμάνσεων τούτων ἐν τῷ διαστήματι μετεχειρίσθη κυκλικὸν μεταλλικὸν σύρμα  $\Gamma$  φέρον εἰς τι σημεῖον  $\text{I}$  μικρὰν διακοπήν, εἰς ἣν παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες, ὅταν ὁ μεταλλικὸς οὗτος δακτύλιος μεταφέρῃται εἰς τὸ διάστημα κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς  $\alpha\text{IX}$ . Τοποθετήσας ὁ Hertz μεγάλην μεταλλικὴν ἐπιφάνειαν καθέτως κατὰ τὸ  $\text{X}$  κατέδειξεν ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ὑφίσταντο ἐπ' αὐτῆς ἀνάκλασιν ὁμοίαν πρὸς ἐκείνην, ἣν ὑφίστανται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι ἐπὶ κατόπτρου. Τοποθετήσας ὡσαύτως κατὰ τὸ  $\text{X}$  μέγα πρίσμα ἐξ ἀσφάλτου κατέδειξεν ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις διερχόμεναι δι' αὐτοῦ διαθλῶνται ὡς αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες διερχόμεναι δι' ὑαλίνου πρίσματος. Καὶ διὰ πολλῶν ἄλλων πειραμάτων κατέδειξεν ὅτι ὑφίσταται τελεία ὁμοιότης μετὰ τῶν φωτεινῶν καὶ ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων.

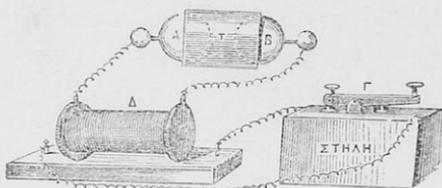


Σχ. 276.

392. **Σωλὴν τοῦ Branly.** Ὁ Branly ἀνεῦρεν ὅτι, ἂν εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον στήλην  $\Sigma$  (σχ. 276) καὶ γαλβανόμετρον  $\Gamma$  παρενθέσωμεν ὑαλίνον σωλῆνα  $\text{A}$  περιέχοντα λεπτὰ ριγήματα μετάλλου ἐλάχιστον ὠξειδωμένα κατ' ἐπιφάνειαν, ταῦτα δὲν ἀγούσι

τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἢ δὲ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου μένει ἤρεμος. Ἄλλ' ἐὰν τὰ ριζήματα ταῦτα δεχθῶσιν ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις MN, ἀποκτῶσιν εἰδὸς τι συνοχῆς, ἀποβαίνουσιν ἀγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται. Τὴν συνοχὴν δὲ ταύτην καταστρέφουμεν ἀνακινούντες τὸν σωλῆνα A τὸν περιέχοντα τὰ ριζήματα, ὅτε ταῦτα πάλιν ἀποβάλλουσι τὴν ἠλεκτραγωγὸν αὐτῶν δύναμιν.

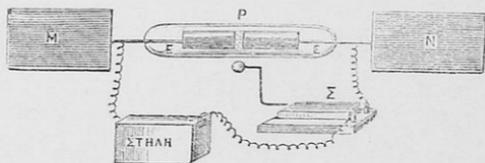
392. Ἄσύρματος τηλεγράφου. Ὁ πομπὸς τοῦ ἀσύρματος τηλεγράφου ἀποτελεῖται ἐξ ἐπαγωγικοῦ πηνίου τοῦ Rum-



Σχ. 277.

γκορff Δ (σχ. 277), οὗτινος οἱ δύο πόλοι συνάπτονται μετὰ δύο χαλκίων σφαιρῶν A καὶ B. Τὸ ρεῦμα ἠλεκτρικῆς στήλης εἰσάγεται εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν πηνίον Δ διὰ χειριστηρίου Γ ὁμοίου πρὸς τὸν πομπὸν τοῦ τηλεγράφου Μόρς. Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ πιεσθῇ ἐπὶ μίαν χρονικὴν στιγμήν, παράγονται μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμήν. Ἐὰν τοῦναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίεσις διαρκέσῃ τριπλάσιον π. χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες διαρκουσὶν ἴσον χρόνον. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὗται μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν A καὶ B ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν πέριξ αἰθέρα κυμάνσεις τοῦ Hertz, αἵτινες ἔχουσαι ἄλλοτε μὲν μικρὰν διάρκειαν, ἄλλοτε δὲ μείζονα βαίνουσι πρὸς τὰ πρόσω καὶ δύναται νὰ δεχθῇ αὐτὰς κατάλληλος δέκτης.

Ὁ δέκτης εἰς τὸν ἀσύρματον τηλεγράφον ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλικῶν κυλίνδρων EE (σχ. 278) ἐγκλεισμένων ἐν ὑαλίῳ σωλῆνι P, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα  $\frac{1}{2}$  χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτο-

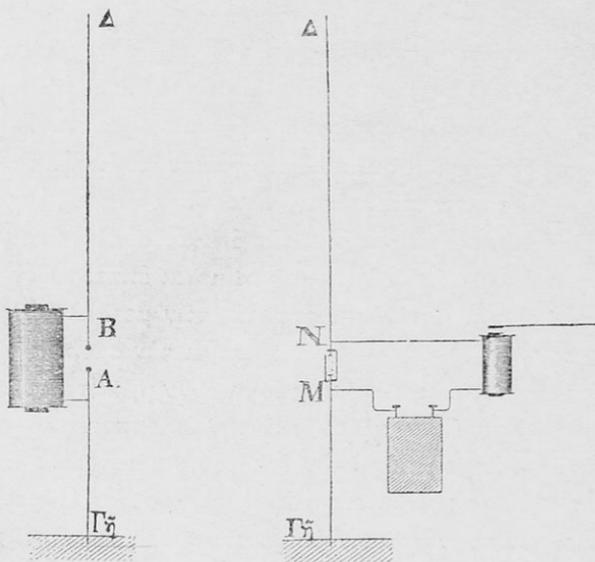


Σχ. 278.

τάτων ρινημάτων νικελίου ἢ σιδήρου. Παρεμβάλλεται δ' ὁ σωλῆν οὔτος εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον ἠλεκτρικὴν στήλην καὶ ἠλεκτρικὸν κώδωνα Σ, οὔτινος ὅμως τὸ σφαιρικὸν πλήκτρον πλήττει οὐχὶ κωδώνιον, ὡς εἰς τὸν κοινὸν ἠλεκτρικὸν κώδωνα, ἀλλὰ τὸν ὑάλινον σωλῆνα Ρ. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τῆς τοπικῆς ταύτης στήλης δὲν δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κώδωνος ἕνεκα τῆς μεγάλῃς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχουσι τὰ ρινήματα εἰς τὴν δίοδον αὐτοῦ. Τὸναντίον ὅμως τὸ ρεῦμα τοῦτο καθίσταται ἱκανὸν νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ κώδωνος, ὅταν τὰ ρινήματα εὐρεθῶσιν, ὡς εἴπομεν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἃς ἐκπέμπει ὁ ἕτερος σταθμὸς καὶ τὰς ὁποίας συλλέγουσιν αἱ μεταλλικαὶ ἐπιφάνειαι Μ καὶ Ν, αἵτινες κείμεναι ἑκατέρωθεν τοῦ σωλήνος Ρ συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῶν μεταλλικῶν κυλίνδρων Ε, Ε. Τὸ πλήκτρον τοῦ κώδωνος κρούει τὸν σωλῆνα οὕτως, ὥστε ἡ μεταξὺ τῶν μεταλλικῶν ρινημάτων συνοχὴ καταστρέφεται, ὅταν ταῦτα δὲν εὐρίσκωνται πλέον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων. Οὕτως εἶνε ἐφικτὸν διὰ τοῦ χειριστηρίου Γ νὰ ἐκπέμπωμεν ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις ὅτε μὲν ἐλάσσονος διαρκείας, ὅτε δὲ μείζονος, δι' ὧν τὸ πλήκτρον ἐπιφέρει κρούσεις ἢ μικρὰς διαρκείας ἢ μείζονος, αἵτινες παριστῶσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαριθήτου. Ἀλλὰ συνήθως παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σωλήνος τοπικὴ στήλη καὶ μικρὸς ἠλεκτρομαγνήτης, ὅστις κλείει τὸ κύκλωμα δευτέρας στήλης, δι' ἧς λειτουργεῖ οὐ μόνον τὸ πλήκτρον, ἀλλὰ καὶ πλήρης Μορσικὴ συσκευή.

Διὰ τοῦ συστήματος τούτου ἐπέτυχεν ὁ Marconi καὶ ἄλλοι τὴν κατὰ θάλασσαν μεταξὺ πλοίων ἢ ἀκτῶν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν ταύτην ἡ μὲν μία σφαῖρα Α (σχ. 279) τοῦ πομποῦ καὶ τὸ ἐν πέρας Μ τοῦ σωλήνος τοῦ δέκτου τοῦ περιέχοντος τὰ μεταλλικὰ ρινήματα συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῆς γῆς, ἡ δὲ ἄλλη σφαῖρα Β καὶ τὸ ἕτερον πέρας Ν τοῦ σωλήνος συνάπτονται μεθ' ἑνὸς ἢ πλειοτέρων ἐναερίων συρμάτων ΔΔ τελείως ἀπὸ τῆς γῆς ἠλεκτρικῶς μεμονωμένων. Αἱ

ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ἐκπορευόμεναι ἐκ τοῦ ἐναερίου σύρματος ΒΔ τοῦ πομποῦ βαίνοῦσι καθ' ἑλάς τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' ἐξ αὐτῶν μόνον αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἐναερίου σύρματος ΔΝ τοῦ δέκτου



Σχ. 279.

ἐπιδρωσιν ἐπὶ τοῦ σωλήνος τοῦ Branly NM, οὕτω δὲ κλεισμένου τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος τοῦ δέκτου, παράγονται τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ μορσικοῦ ἀλφαβήτου.

Τ Ε Λ Ο Σ





$$\frac{531}{1603}$$

13600

±40

