

ΔΡΑΧ. 4.10

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ  
ΠΡΟΒΛΗΤΗΣ ΜΕΤΡΟΠΟΛΕΩΣ



ΣΤΟΙΧΕΙΑ  
ΦΥΣΙΚΗΣ

ΥΠΟ  
ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

*Εμπειρία  
in επί των έργων ΓΕΕ' διακρίσεως  
διὰ τὴν περιόδον 1909-1913*



ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ

ΠΡΟΒΛΗΤΗΣ ΜΕΤΡΟΠΟΛΕΩΣ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΕΛΕΥΟΝΤΟΣ Α. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

1909

*Handwritten signature or note at the bottom of the page.*









---

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

Δ. Χ. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΥ & Μ. Ι. ΣΑΛΙΒΕΡΟΥ

1909

---





Деревья и кусты



Деревья и кусты

Деревья и кусты





ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

*Τακτικοῦ καθηγητοῦ τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἐθν. Πανεπιστημίῳ*

---

ΣΤΟΙΧΕΙΑ  
ΦΥΣΙΚΗΣ

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

---

ΕΚΔΟΣΙΣ ΠΕΜΠΤΗ

---

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ἘΚΔΟΤΑΙ: Δ. Χ. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΣ & Μ. ΣΑΛΙΒΕΡΟΣ

1909



ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΥΚΟΥΤΡΗΣ

139766/2013



ΑΚΑΔΗΜΙΑ

## ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α'.	Εἰσαγωγή.....	Σελ.	1
» Β'.	Γενικαὶ ιδιότητες 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'.	Ἐξισοστατικὴ ἀρχή. Πίεσις τῶν υγρῶν ἐν ἰσορροπία.	»	43
» Β'.	Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ υγρῶν. Πυκνόμετρα. Ἀραιόμετρα.....	»	53
» Γ'.	Συνοχή. Συνάφεια. Τριχοειδῆ φαινόμενα. Διάχυσις. Διαπιδνυσις.....	»	60

### ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

#### ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α'.	Ἀτμοσφαιρικὴ 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 ατμών.....	» 101
» Δ'.	Περί βρασμοῦ και εξατμίσεως. Ὑδροποιήσις τῶν ἀερίων. Ὑδρομετρία.....	» 104
» Ε'.	Περί θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων. Θερμότης τήξεως και εξαερώσεως.....	» 111
» ΣΤ'.	Περί διαδόσεως τῆς θερμότητος.....	» 114
» Ζ'.	Μετατροπή τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα και τῆς θερμότη- τος 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 θεω- ρία τῆς μουσικῆς.....	» 157
» Δ'.	Περί ἠχητικῶν σωλήνων. Χροιά τοῦ ἤχου. Περί φωνογράφου.....	» 163
» Ε'.	Φωνητικὸν και ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.	» 168

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

## ΟΠΤΙΚΗ

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

»	<i>Ε'</i> .	<i>Ὀπτικὸν πρῶσιμα. Ἀνάλνυις τοῦ φωτόσ...</i>	Σελ. 205
»	<i>ΣΤ'</i> .	<i>Ὀπτικὰ ὄργανα.....</i>	» 213
»	<i>Ζ'</i> .	<i>Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ.....</i>	» 228
»	<i>Η'</i> .	<i>Φωτεινὰ μετέωρα.....</i>	» 226

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

### ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Κεφ.	<i>Α'</i> .	<i>Ἰδιότητεσ τῶν μαγνητῶν. Μέθοδοι μαγνητίσεωσ...</i>	» 230
»	<i>Β'</i> .	<i>Γήνιοσ μαγνητιμοσ. Πυξίσ.....</i>	» 235

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

### ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ.	<i>Α'</i> .	<i>Γενικὰ φαινόμενα.....</i>	» 239
»	<i>Β'</i> .	<i>Ἡλέκτριοισ ἐξ ἐπιδράσεωσ. Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί. Πυκνωταὶ ἠλεκτρικῆσ.....</i>	» 243
»	<i>Γ'</i> .	<i>Ἀτμοσφαιρικὸσ ἠλεκτριμοσ. Ἀλεξικέραυνον.....</i>	» 258

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

### ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ.	<i>Α'</i> .	<i>Ἡλεκτροχημικὸν ζεύγοσ. Ἡλεκτρικαὶ στήλαι.....</i>	» 262
»	<i>Β'</i> .	<i>Ἡλεκτρικαὶ μονάδεσ. Νόμοσ τοῦ "Ωμ (Ohm). Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματοσ.....</i>	» 273
»	<i>Γ'</i> .	<i>Ἡλεκτρομαγνήτεσ. Ἡλεκτρικὸσ τηλέγραφοσ.....</i>	» 292
»	<i>Δ'</i> .	<i>Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆσ ρευμάτων. Τηλέφωνον. Μικρό- φωνον. Ἡλεκτρομηχαναί.....</i>	» 298







# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ

ΤΟΜΟΣ Β'



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ



ΑΚΑΔΗΜΙΑ

ΑΘΗΝΑ

Αντίτυπον  
 βιβλίου μου  
 για το Έξωτερικόν  
 Απαγορευόμενον δια το Έσωτερικόν  
 υπό του ΓΣΑ Νόμου.

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

*Γεωργίου Παπακωσταντίνου* 1909

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1

1. Ὅρισμός καὶ διαίρεσις φυσικῶν ἐπιστημῶν. Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι (Φυσιογνωσία) καλοῦνται αἱ ἐξετάζουσαι τὰ περὶ ἡμᾶς ποικίλα δημιουργήματα καὶ τὰς εἰς αὐτὰ συμβαινούσας μεταβολάς, ἅτινα πάντα συγκροτοῦσι τὴν καλουμένην Φύσιν. Τὰ μὲν δημιουργήματα καλοῦνται προσέτι φυσικὰ σώματα, αἱ δὲ μεταβολαί, ὡς ὑποπίπτουσαι εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, καλοῦνται καὶ φαινόμενα.

Τὰ φυσικὰ σώματα ἔχουσι οὐ μόνον σχῆμα, ἀλλὰ καὶ περιεχόμενον. Τὸ περιεχόμενον δὲ τοῦτο εἶνε ἡ καλουμένη ὕλη, ἣτις προκαλοῦσα τὰς ιδιότητας τῶν σωμάτων παράγει τὰς ἐντυπώσεις, ἃς δεχόμεθα παρ' αὐτῶν.

Διακρίνουσιν ὕλην σταθμητήν, οἷα εἶνε ἡ ἀποτελοῦσα π. χ. τὰ μέταλλα, τοὺς λίθους, τὸ ὕδωρ, τὸν ἀέρα, καὶ ὕλην ἀστάθμητον, ἣτις εἶνε ὁ καλούμενος αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ εἶνε ὕλη ἀραιοτάτη πληροῦσα πάντα τὸν οὐράνιον χῶρον καὶ τὰ μεταξὺ τῶν σωμάτων διακενα. Διὰ τῶν δονήσεων τοῦ αἰθέρος ἐξηγοῦμεν τὴν διάδοσιν τοῦ φωτὸς καὶ τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος, ὡς καὶ πάντα τὰ μαγνη-



τικά και ηλεκτρικά φαινόμενα, ὀφειλόμενα και ταῦτα, κατὰ τὰς σήμερον ἐπικρατούσας θεωρίας, εἰς διαφόρους κραδαντικὰς κινήσεις τοῦ αἰθέρος.

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστήμαι διαιροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α') τὴν *Φυσιογραφίαν* ἢ *Φυσικὴν ἱστορίαν* καὶ β') τὴν *Γενικὴν Φυσικὴν*. Ἐκατέρα δὲ πάλιν τῶν γενικωτέρων τούτων ἐπιστημῶν ὑποδιαιρεῖται εἰς ἄλλας μερικωτέρας. Οὕτως ἡ μὲν Φυσιογραφία ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν *Ζωολογίαν*, *Φυτολογίαν* καὶ *Ὄρυκτολογίαν*, ἡ δὲ *Γενικὴ ἢ καθόλου Φυσικὴ* ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν κυρίως *Φυσικὴν* πραγματευομένην περὶ τῶν μηχανικῶν μεταβολῶν τῶν σωμάτων, εἰς τὴν *Χημείαν* ἐρευνῶσαν τὰς ὑλικὰς μεταβολάς, ἥτοι τὰς συνεπαγούσας τὴν ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν τῆς ὕλης, ἥς ἐπακολούθημα ἢ παραγωγή νέων σωμάτων, καὶ εἰς τὴν *Ἀστρονομίαν* περιγράφουσαν τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σχέσιν αὐτῶν.

2. *Ἀπλᾶ καὶ σύνθετα σώματα*. Τῶν ἐν τῇ φύσει σωμάτων τὰ πλεῖστα μὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλα ἀπλοῦστερα, ὡς τὸ ὕδωρ εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, τὸ μαγειρικὸν ἄλας εἰς χλωρίον καὶ νάτριον· ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ τινὰ σώματα, ὧν ἀδύνατος ἀποδοῖναι, μέχρι σήμερον τοῦλάχιστον, ἢ ἀνάλυσις εἰς ἄλλα ἀπλοῦστερα, ὡς ὁ χρυσός, τὸ θεῖον, τὸ ἄζωτον κλπ. Τὰ πρῶτα καλοῦνται *σύνθετα σώματα*, τὰ δὲ δεύτερα, ὧν γνωστὰ μέχρι τοῦδε εἶνε περὶ τὰ 79, καλοῦνται *ἀπλᾶ σώματα ἢ χημικὰ στοιχεῖα*.

3. *Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα*. Ἡ Φυσικὴ καὶ ἡ Χημεία ἐρευνῶσι τὰ διάφορα φαινόμενα, ἥτοι τὰς ἐπὶ τῆς ὕλης τελουμένας μεταβολάς. Τῶν μεταβολῶν δὲ τούτων αἱ μὲν δύνανται νὰ εἶνε ἐπουσιώδεις καὶ παροδικαί. Οὕτω π. χ. λίθος ἀφεθείς ἐλεύθερος πίπτει πρὸς τὸ ἔδαφος, τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον μεταβάλλεται εἰς ἀτμούς, οὔτοι ψυχόμενοι συμπυκνοῦνται εἰς ὕδωρ, ὅπερ καταψυχόμενον δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς πάγον· κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας διαφόρους καταστάσεις τοῦ ὕδατος, τὴν στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀέριον, ἡ ὕλη αὐτοῦ οὐδόλως μετεβλήθη. Τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος ἔλκει ἐλαφρά τινὰ σώματα· τεμάχιον

σιδήρου, ἐφ' οὗ ἐπιδρᾷ μαγνήτης, ἔλκει ρινήματα σιδήρου, ἐν ᾧ ἡ ὕλη τοῦ ἠλέκτρου καὶ τοῦ σιδήρου οὐδόλως μετεβλήθη. Ὡσαύτως ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ κάτοπτρον ἀνακλάται, ἢ μεταδαινουσα εἰς τὸ ὕδωρ διαθλάται. Κατὰ τὴν ἀνάκλασιν ἢ διάθλασιν τοῦ φωτὸς ἡ κραδαντικὴ κίνησις τοῦ αἰθέρος ἀλλάσσει ἀπλῶς διεύθυνσιν. Τοιαῦτα εἶνε τὰ καλούμενα φυσικὰ φαινόμενα, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ Φυσικὴ. Πολλάκις ὁμως ἐπέρχεται ριζικὴ 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 σίδηρος 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 αὐξήσεως τῆς πίεσεως ἀφ' ἑνὸς καὶ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου ἀφ' ἑτέρου, ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον.

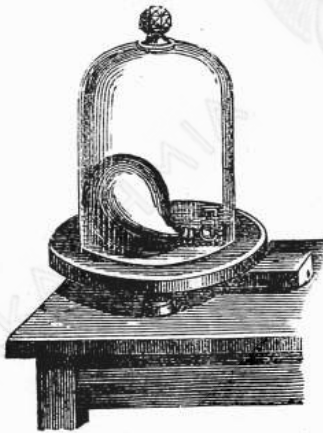
5. *Φυσικὴ θεωρία*. Ἡ μελέτη διαφόρων νόμων, οἵτινες ἀνάγονται εἰς τὴν αὐτὴν τάξιν φαινομένων, δύναται νὰ καταδείξῃ ὅτι τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων εἶνε τὸ ἐπακολούθημα τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἢ τῆς αὐτῆς ὑποθέσεως· τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων καλεῖται *φυσικὴ θεωρία*· οἷον ἡ *θεωρία τοῦ ἤχου*, ἡ *θεωρία τοῦ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

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



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

**Τι 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 ἦττον ἰσχυρῶς καὶ ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται ὄρισμένον ὄγκον καὶ σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ ἐξωτερικὴν δύναμιν μᾶλλον ἢ ἦττον ἰσχυράν, ὅπως μεταβάλωσιν ὄγκον ἢ σχῆμα. Ὑγρὰ δὲ καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ὧν τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα πολὺ ἀσθενῶς, ἔνεκα δὲ τούτου ταῦτα ἔχουσι μὲν ὄρισμένον ὄγκον, οὐχὶ ὁμῶς 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 ἔλιξι μεταξὺ τῶν παρακειμένων μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει καὶ ἔνεκα τούτου ταῦτα οὔτε ὄγκον οὔτε σχῆμα ὄρισμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηγεκῶς νὰ καταλάβωσι μεγαλύτερον χῶρον, πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστά δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται· τοιαῦτα εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδρογόνον κτλ.



Σχ. 1.

Ἵνα 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 κατωρθώθη ἐσχάτως ἡ υποδιαίρεσις εἰς μονάδας ἔτι μικροτέρας κληθείσας ἠλεκτριόντια.

τὴν ἐξαγωγήν ταύτην τοῦ ἀέρος ἢ κύστις ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, διότι ἐκλείπει βαθμηδὸν ἢ ἐξωθεν ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις, δύναται δ' ἐπὶ τέλους νὰ διαρραγῇ ἕνεκα τῆς τάσεως τῶν μορίων τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος πρὸς μάκρυνσιν ἀπ' ἀλλήλων. Ὅταν δ' ἐκ νέου εἰσαχθῇ ἀήρ εἰς τὸν κώδωνα, ἢ κύστις συστέλλεται ἀναλαμβάνουσα τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον. Ἰαλίνῃ φιάλῃ πλήρῃς ἀέρος καλῶς πωματισθεῖσα ἐκπωματίζεται ὑπὸ τὸν κώδωνα, ὅταν ἀραιώσωμεν τὸν πέριξ αὐτῆς ἀέρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

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

Γενικαὶ *ιδιότητες* τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι πολλαί, μεταξὺ τῶν ὁποίων κυριώτεραι εἶνε αἱ ἐξῆς· ἡ *ἔκτασις*, τὸ *ἀδιαχώρητον*, τὸ *διαιρετόν*, τὸ *συμπιεστόν*, τὸ *πορῶδες*, ἡ *ελασικότης*, τὸ *κινητόν* 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 *ιδιό-*



της, καθ' ἣν πᾶν σῶμα δύναται νὰ διαιρεθῆ εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Παραδείγματα λεπτομερεστάτης υποδιαίρεσεως 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 οὐσίαι, οἷον ἡ καμφορά, ὁ μόσχος καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσίαι, οἷον τὸ ὄσγιον (carmin), ἡ ῥοδανιλίνη (φουξίνη), ὧν ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὄσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

12.<sup>7</sup> **Συμπιεστόν.** Πάντα τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον. Ἡ γενικὴ αὕτη ἰδιότης 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.<sup>7</sup> **Πορώδες.** Ἐπειδὴ τὰ σώματα εἶνε συμπιεστὰ καὶ διὰ τῆς ψύξεως συσταλτά, ἀναγκαζόμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι μεταξὺ τῶν πορίων 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 ἡ κρητὶς ἐμποτίζεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ τὸ μάρμαρον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου. Τὰ διωλιστήρια ἐκ χάρτου, ἄνθρακος, λίθου, δι' ὧν διυλίζομεν τὰ ὑγρά, εἶνε ἐφαρμογὴ τοῦ πορώδους.

14.<sup>7</sup> **Ἐλαστικότητα.** Ἡ ἐλαστικότης εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν ταῦτα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῆς δυνάμεως καὶ μεταβαλλόμενα κατὰ τὸν ὄγκον ἢ τὸ σχῆμα τείνουσι ν' ἀναλάβωσι τὴν ἀρχικὴν αὐτῶν μορφήν. Ἀναλαμβάνουσι δὲ συνήθως τὸν ἀρχικὸν ὄγκον ἢ σχῆμα, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ δύναμις



παύσεται ἐνεργοῦσα. Ἡ ιδιότης αὕτη εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἐκφαίνεται ἰδίως, ὅταν ταῦτα υποβάλλωνται· α') εἰς πίεσιν. Στυλος ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσεται ἢ πίεσις, ὁ στυλος ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος· β') εἰς τάσιν. Σιωλὴν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος τεινόμενος διὰ βάρους ἐπιμηκύνεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ μῆκος, ὅταν τὸ ἐλκῦον βάρος ἀφαιρεθῇ· γ') εἰς κάμψιν. Ράβδος σιδηροδρομικὴ κατὰ τὴν δίοδον τῆς ἀτμαμάξης κάμπτεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ πρῶτον αὐτῆς σχῆμα, ὅταν ἢ ἀτμάμαξα παρέλθῃ· δ') εἰς στρέψιν ἢ σπείρασιν. 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, ἥτις ἐκλείπει μετὰ τὴν παύσιν τῆς κινήσεως. Τὰ ἐλαστικώτερα τῶν στερεῶν σωμάτων εἶνε ὁ χάλυψ (ἐλατήρια ὠρολογίων ἄμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμι κλπ.

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

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

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

16. **Ἀδράνεια.** Ἀδράνεια καλεῖται ἡ ιδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σῶμά τι ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως, εἰς ἣν εὐρίσκεται, ἥτοι νὰ μεταβῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν ἢ ἐκ τῆς κινήσεως εἰς τὴν ἡρεμίαν, ἢ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου κινήσεως εἰς τὴν καμπυλόγραμμον, ἢ νὰ μεταβάλλῃ ταχύτητα, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἐξωτερικὴ τις αἰτία. Π.

χ. λίθος αφινόμενος ελεύθερος ἐξ ὕψους καταπίπτει οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἔλξεως τῆς γῆς. Ἀτμόπλοιοι ἐν κινήσει εὐρισκόμενοι καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ ἐξακολουθεῖ κινούμενοι ἔνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης, ἡρμεῖ δὲ τελευταῖον οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἔνεκεν ἀντιστάσεως ὑπὸ τῆς θαλάσσης παραγομένης. Σιδηροδρομικῆς ἀμαξοστοιχίας ἡ κίνησις καταστρέφεται μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ ἀφ' ἑαυτῆς, ἀλλ' ἔνεκα τῆς τριδῆς τῶν τροχῶν ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχιῶν ἢ καὶ τῆς τροχοπέδης ἐπὶ τοῦ ἐπισώτρου τῶν τροχῶν.

Ἐάν τις ἴσταιται ὄρθιος ἐφ' ἀμάξης κινουμένης αἰφνιδίως κλίνει πρὸς τὰ ὀπίσω· ἐάν δὲ ἴσταιται ἐφ' ἀμάξης κινουμένης καὶ αὕτη αἰφνιδίως σταματήσῃ, κλίνει πρὸς τὰ πρόσω. Ἐάν τις θελήσῃ νὰ κατέλθῃ ἐξ ἀμάξης ταχέως κινουμένης ἐστραμμένος ὦν πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ κινεῖται ἡ ἀμαξά, δύναται νὰ καταπέσῃ πρηγῆς, ἐάν δὲν κλίνῃ τὸ σῶμα ἀρκούντως πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἀδέξιος ἵππεὺς ἐκτινάσσεται, ὅταν ὁ ὠκυπορῶν ἵππος ἀποτόμως σταματήσῃ. Ἐάν ἀκαριαίως σταματήσῃ ἀμαξοστοιχία κινουμένη μετὰ μεγάλης ταχύτητος, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὰς συγκρούσεις, τότε αἱ ἀμαξῆαι αὐτῆς τείνουσαι νὰ ἐμμείνωσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως θραύονται συγκρουόμεναι.

Ἐάν 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 ἐνέργειαν τῶν μυῶν, ἣν καταβάλλομεν διὰ νὰ πηδήσωμεν.

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



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

## ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΕΚ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

## Α'. ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

17. <sup>4</sup>Όταν ύλικόν τι σημεῖον μεταβάλλη διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν χώρον, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὁ δὲ γεωμετρικὸς τόπος τῶν θέσεων, ἅς τὸ σημεῖον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται τροχιά αὐτοῦ, οὔσα εὐθύγραμμος ἢ καμπυλόγραμμος.

18. <sup>4</sup>**Κίνησις ἰσοταχῆς.** Ὅταν κινητόν τι διανύη ἴσα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν διανύη τὸ αὐτὸ διάστημα καθ' ἑκάστην μονάδα τοῦ χρόνου, ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ὑποτεθῇ ἢ μονὰς αὐτῆ, 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 ἐξῆς γενικὸν τύπον

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

19. <sup>4</sup>**Κίνησις ἀνισοταχῆς.** Ὅταν κινητόν τι διανύη ἄνισα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινήτου μεταβάλληται, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἀνισοταχῆς ἢ μεταβαλλομένη.

20. <sup>4</sup>**Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.** Ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινήτου αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῆται κατ' ἴσας ποσότητας ἐν ἴσοις χρόνοις ὅσονδῆποτε μικροῖς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς μεταβαλλομένη. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὁμαλῶς, ἡ κίνησις



αὐτοῦ καλεῖται *δμαλῶς ἐπιταχυομένη*, ὅταν δ' ἐλαττωταὶ δμαλῶς, καλεῖται *δμαλῶς ἐπιβραδυνομένη*. Π. χ. σῶμα πίπτον ἐλευθέρως ἐξ ὕψους (ἐν τῷ κενῷ) ἔχει κίνησιν δμαλῶς ἐπιταχυομένην· σῶμα δὲ βαλλόμενον πρὸς τὰ ἄνω (ἐν τῷ κενῷ) ἔχει κίνησιν δμαλῶς 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

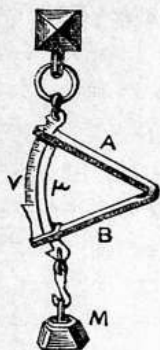
21. **Δύναμις.** Δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἣτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία π. χ., ἣτις σῶμα ἡρεμοῦν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τοῦναντίον σῶμα κινούμενον ἐπαναφέρει εἰς ἡρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγράμμως κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινηθῇ καμπυλογράμμως. Ἡ βαρύτης π. χ. εἶνε δύναμις, ὡς παράγουσα τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων ἀφιεμένων ἐλευθέρων.

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

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

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

οἷον 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, οἷαν 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 ἓν 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, οἷον ἐν ὑφεκατόμετρον, ὅπερ κατὰ συνθήκην παριστᾷ τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως.



Σχ. 3.

26. *Σύνθεσις δυνάμεων*. Ὅταν πολλαὶ δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐφηρμοσμένα: ἐξουδετερῶνται ἀμοιβαίως, ἧτοι 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 ἐκείναι, ἀποτελέσμα· τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται *σύνθεσις δυνάμεων*. Ἡ δύναμις, ἧτις δύνεται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείονας δυνάμεις, καλεῖται *συνισταμένη*, ἐκείναι δὲ *συνιστώσαι*.

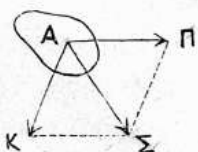
27. *Σύνθεσις δυνάμεων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων*.

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 τινὰ 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.

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

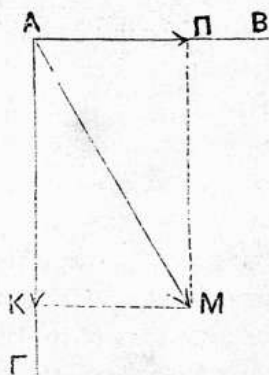


Σχ. 4.

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

**29.6 Ανάλυσις 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' ἀγαλυθῇ 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 σημεῖα Κ καὶ Π. Αἱ εὐθεῖαι ΑΠ καὶ ΑΚ παριστῶσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως ΑΜ.



Σχ. 5.

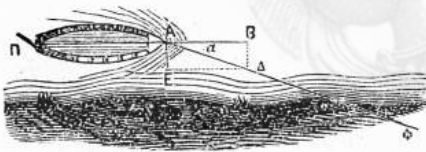
Αἱ εὐθεῖαι ΑΠ καὶ ΑΚ παριστῶσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως ΑΜ.

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

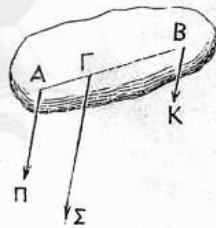


Σχ. 6.

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



Σχ. 7.



Σχ. 8.

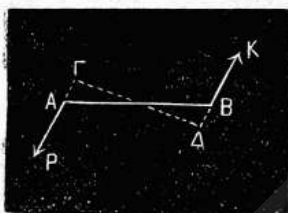
εἶνε ἐφηρμοσμένοι εἰς δύο σημεῖα Α καὶ Β σώματός τινος ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἢ συνισταμένη αὐτῶν ΓΣ εἶνε παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις, τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης διαιρεῖ τὴν εὐθείαν ΒΑ, τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο δυνάμεων, εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων, οὕτως ὥστε ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν  $\Gamma\Lambda : \Gamma\text{B} = \text{BK} : \text{A}\Pi$ .

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



της 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 σύστημα δύο δυνάμεων AP καὶ BK (σχ. 9) ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιθέτου φοράς 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 βελόνη ἐρειδομένη 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 βελόνην περὶ 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 ἐνεργούσης 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 μετακινούσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς πρὸς τὴν ἰδίαν αὐτῆς διεύθυνσιν παράγει ἔργον. Οὕτως, ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιβάξῃ 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 ἀνεβίβασεν 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 ἐνὶ δευτερολέπτῳ παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρων. Κατὰ ταῦτα μηχανὴ ἔχουσα δύναμιν 10 ἵππων εἶνε ἱκανὴ ν' ἀνυψώσῃ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 75 χιλιογράμματα εἰς ὕψος 10 μέτρων ἢ 750 χιλιογρ. εἰς ὕψος 1 μέτρ., ἢ 10 χιλιογρ. εἰς ὕψος 75 μέτρων.

35. **Ἐνέργεια.** Ἐνέργεια σώματός τινος καλεῖται ἡ ιδιότης αὐτοῦ, καθ' ἣν τοῦτο καθ' ὠρισμένας 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, ἢ σφαῖρα προσκρούουσα ἐπὶ θώρακος, τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ θέτον εἰς κίνησιν ὑδραυλικὸν τροχὸν δύναται νὰ παραγάγῃσι μηχανικὰ ἀποτελέσματα, τουτέστιν 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 λαμπρότητα. Σῶμα βαρὺ κρεμάμενον εἰς ὕψος ἐνέχει ἐνέργειαν, διότι ἂν ἀποκόψωμεν τὸ νήμα, δι' οὗ κρέμαται, δύναται τοῦτο καταπίπτειν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἐλατήριο τεταμένον, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον. Ὡσαύτως ἡ πυρῖτις καθίσταται αἰφνιδίως ἱκανὴ νὰ ἐκσφενδονίσῃ βαρύτερον βλήμα, ὅταν πέσῃ ἐπ' αὐτῆς σπινθήρ καὶ τὴν ἀναφλέξῃ. Τὸ κρεμάμενον ἄρα σῶμα, τὸ τεταμένον ἐλατήριο καὶ ἡ πυρῖτις ἐνέχουσιν ἐνέργειαν. Ἡ ἐνέργεια αὕτη, ἥτις δύναται ἐν δεδομένη στιγμῇ νὰ μεταβληθῇ εἰς ἔργῳ ἐνέργειαν, καλεῖται δυνάμει ἐνέργεια.



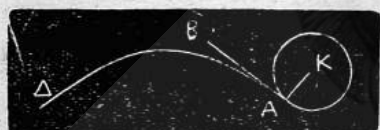
Πάντα τὰ φυσικὰ φαινόμενα καταδεικνύουσιν ὅτι, ὅταν ἡ ἔργῳ ἐνέργεια σώματός τινος μεταβάλληται, ἡ δυνάμει ἐνέργεια μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον. Λίθου π. χ. ριπτομένου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἡ δυνάμει ἐνέργεια συνεχῶς αὐξάνεται, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ἔργῳ ἐνέργεια ἐλαττοῦται. Σώματος τοῦναντίον καταπίπτοντος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

Ἐνίοτε κατὰ τὰς ἀμοιβαίας ταύτας μετατροπὰς φαίνονται μὲν καὶ ἡ ἔργῳ 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 εἶπειν τὴν θέσιν τῆς ἐκλιπούσης ἐνεργείας. Ἀντὶ δὲ ὠρισμένης ποσότητος ἐνεργείας ἐξαφανιζομένης ἀναφαίνεται ὠρισμένη ποσότης θερμότητος ἢ ἠλεκτρισμοῦ, ἧτις 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, ἧτις 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 αὕτη. 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 μεταχειρίζομεθα.

36. *Περὶ φυγοκέντρου δυνάμεως.* Ὑλικὸν σημεῖον ἐν κινή-

σει εύρισκόμενον και εις μηδεμιᾶς δυνάμεως τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως και ἰσοταχῶς· ἵνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ ὑλικὸν σημεῖον νὰ μεταβάλῃ 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*. Ἀλλὰ τὸ ὑλικὸν σημεῖον ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τείνει διηγεκῶς νὰ κινήθῃ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἢ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση και ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ *φυγόκεντρος δύναμις*. Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα, ἀμέσως παύεται και ἡ ἐνέργεια τῆς φυγόκεντροῦ δυνάμεως τὸ δὲ ὑλικὸν σημεῖον ἐξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως και ἰσοταχῶς.

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



Σχ. 10.

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

δὲ τοῦ ὑλικοῦ σημείου A ἀντιδρῶντος ἀδιακόπως τῇ χειρὶ ἡμῶν ἀναπτύσσεται ἡ φυγόκεντρος δύναμις. Ἐνεκα δὲ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης τῶν δύο δυνάμεων τὸ νήμα KA τείνεται και, ὅταν διαρραγῇ, ἀμφότεραι αἱ δυνάμεις παύονται ἐνεργοῦσαι, τὸ δὲ ὑλικὸν σημεῖον κινεῖται πρὸς στιγμὴν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον A τοῦ διαγραφομένου κύκλου ἀγομένης ἐφαπτομένης AB· ἀλλ' εἶτα ἕνεκα τῆς ἔλξεως τῆς γῆς και τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος διαγράφει τὴν καμπύλην AΔ.

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

B'. 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 <sup>ἀντιστρόφως</sup> 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.

38. **Παραδείγματα φυγοκέντρου δυνάμεως.** Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, οὔτινος τὸ ἔτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ, καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὄλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἐνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλάκις οἱ μολόλιθοι, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπίσης κατορθοῦται ἡ ἄλεις τοῦ σίτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μολόλιθου, ὁπότεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορφὴν ἀλεύρου. Ἐνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως βλέπομεν ἐν τοῖς ἵπποδρομίοις 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 ῥάδιον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ Γῆ ἤτόποτε διάπυρος καὶ τετηκυῖα 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, τοῦναντίον δ' ἡ 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 ἑλκτική 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.

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

Τὴν κατακόρυφον σημείου τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον νῆμα τῆς στάθμης (κατευθυντήρ) (σχ. 12).

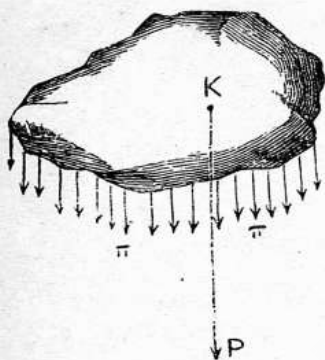
Σημ. Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται ὀριζόντιον.

40. **Βάρος.** Ἡ Γῆ ἔλκει πάντα τὰ μέρια, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται πᾶν σῶμα, αἱ δὲ ἐπὶ τὰ διάφορα μέρια 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.

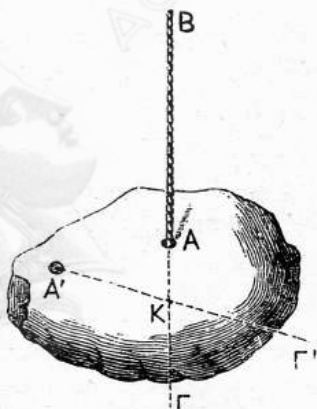
σχ. 12.

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



Σχ. 13.

λάκις ὡς ἐξῆς : Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τινος σχοινίου  $BA$  (σχ. 14) καί, ὅταν ἡρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν ἐπέκτασιν  $ΑΓ$  τοῦ σχοινίου  $BA$  διὰ τοῦ σώματος, ἐφ' ἧς εὐθείας θὰ κεῖται 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. *Α'.* Περὶ ἰσορροπίας στερεοῦ σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Στερεὸν τι σῶμα ἐρειδόμενον ἐπὶ



τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνόδς ἢ καὶ πλειοτέρων σημείων καὶ ὑποκείμενον εἰς μόνην τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταδιδαζομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Βάσις δὲ σώματος ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνόδς μόνον σημείου εἶνε τὸ σημεῖον τοῦτο τῆς ἀψῆς, 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 τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς περιέχει πάντα τὰ λοιπὰ. Οὕτω γραφίς, ἣν θέλομεν νὰ στηρίξωμεν διὰ τῆς ἀκίδος αὐτῆς ἰσθρίαν ἐπὶ ὀριζοντίας τραπέζης, τότε μόνον θὰ εὐρεθῆ ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς καταδιδαζομένη κατακόρυφος διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου, δι' οὗ ἢ γραφίς ἐρείδεται ἐπὶ τῆς τραπέζης· διότι τότε κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀψῆς ἐνεργοῦσι δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, αἵτινες ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

Ἐάν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο



Σχ. 15.

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

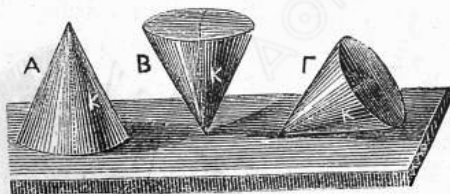
Ἐάν δὲ τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, οἷον τρίπους (σχ. 15), τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορρο-

πία, ἔταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $K$  καταβιθαζομένη κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου  $αβγ$ , οὔτινος κορυφαὶ 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, ὡς ἄνθρωπος ἰστάμενος, τότε μόνον οὗτος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ἔταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιθαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνὸς σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ (σχ. 16).



Σχ. 16.



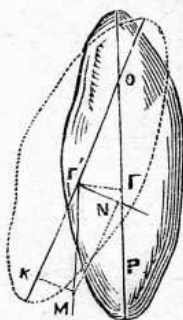
Σχ. 17.

44. *Εὐσταθής, ἀσταθής καὶ ἀδιάφορος ἰσορροπία.* Σῶμα τι στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ πλείων σημείων εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ἔταν μετακινούμενον ὀλίγον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τείνη γὰ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς ὀμοιομερῆ 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 βάσις αὐτοῦ εἶνε μεγαλειτέρα.

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



θέσιν, ὡς συμβαίνει εἰς ὁμοιομερῆ κῶνον Γ, ἐρειδόμενον καὶ μετακινούμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας, ἢ εἰς σφαῖραν ὁμοιομερῆ ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π.χ. κειμένην. 11

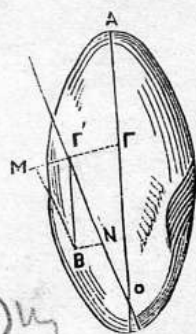


Σχ. 18.

Τὸ σῶμα τὸ οὕτως ἐξηρη-  
μένον εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ  
μὲν ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέν-  
τρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 18) εἶνε κατώτερον τοῦ  
ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως Ο, ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορ-  
ροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 19)  
κεῖται ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορ-  
ροπία, ὅταν ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα,  
διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώ-  
ματος.

45. Β' (Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐξηρη-  
τημένον ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος. Βαρύ τι σῶμα  
ἐξηρητημένον ἐκ στερεοῦ ὀριζοντίου ἄξονος Ο  
καὶ στρεπτόν περὶ τὸν ἄξωνα τοῦτον (σχ. 18),  
εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἡ κατακόρυφος,  
ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ διερχομένη,  
διέρχεται διὰ τινος σημείου τοῦ ἄξονος τούτου.

Τὸ σῶμα τὸ οὕτως ἐξηρη-  
μένον εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ  
μὲν ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέν-  
τρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 18) εἶνε κατώτερον τοῦ  
ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως Ο, ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορ-  
ροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 19)  
κεῖται ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορ-  
ροπία, ὅταν ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα,  
διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώ-  
ματος.



Σχ. 19.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

46. Τὰ διάφορα σώματα ἀφινόμενα ἐλεύθερα ἐξ ὕψους φέρον-  
ται πρὸς τὸ ἔδαφος, ἦτοι πίπτουσιν, ἀλλὰ μετὰ διαφόρου ταχύ-  
τητος ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν ἐπιφέρει ὁ περιβάλλων τὴν Γῆν  
ἀτμοσφαιρικός ἀήρ. Ἐὰν ὅμως διάφορα σώματα διαφόρου φύσεως,  
οἷον σφαῖρα ἐκ μολύβδου, πτίλον, ἀφεθῶσιν ἐλεύθερα ἐν χώρῳ  
τελείως κενῷ, ἦτοι μὴ ἐμπεριέχοντι μηδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα,

πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Καὶ ὄντως, ἂν λάβωμεν τὸν σω-  
λῆνα τοῦ Νεύτωνος, ἧτοι κοῖλον ὑάλινον κύλινδρον  
ἔχοντα μῆκος 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  
Δ' ὅτι τῆς πτώσεως νόμον. Πάντα τὰ σώματα πί-  
πτουσιν ἐν τῷ κενῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

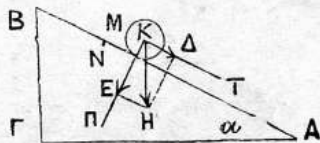
47! **Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐὰν βαρὺ τι  
σῶμα ἀφεθῆ ἑλεύθερον ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ  
μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον μ. 4,90 κατὰ τὸ  
πρῶτον καὶ δεῦτερον δευτερόλεπτον ὁμοῦ  $4 \times 4,90$ ,  
κατὰ τὸ πρῶτον, δεῦτερον καὶ τρίτον δευτερόλε-  
πτον ὁμοῦ  $9 \times 4,90$  καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅθεν συνά-  
γομεν τὸν ἐξῆς Β' ὅτι τῆς πτώσεως νόμον. Τὰ δια-  
νυόμενα 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 μῆκος  
αὐτῆς ἀποτελέσας αὐλακα, ἧς τὰ τοιχώματα  
κατέστησεν ὅσον ἔνεστι λεῖα, ὅπως ἐλατ-



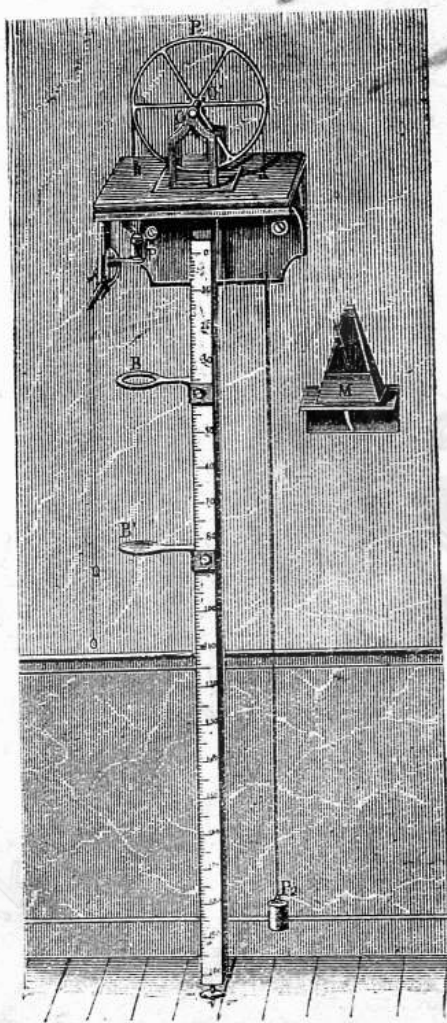
Σχ. 20.

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





τώση τὴν τριβὴν, καὶ στηρίξας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσιν τινα ἔθηκεν



Σχ. 22.

ἐντὸς τῆς αὐλακος λείαν μεταλλίνην σφαῖραν, ἣτις ἀφεισά εὐλεύθερα κατήρχετο κυλιομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλιομένη διήγνε κατὰ τοὺς χρόνους 1, 2, 3, εὔρεν ὅτι ταῦτα ἔδεικνον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, ὑπὸ οἵανδῆποτε κλίσιν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκός.

1748. Ἀπόδειξις διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood.

Ἡ μηχανὴ αὕτη σύγκειται ἐκ δοκοῦ κατακορύφου ὕψους 2 μ. ἐστηριγμένης ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ φεροῦσης 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 κατακορύφος δοκὸς φέρει κανόνα,

συνιστώσων, εἰς ἃς ἀναλύεται ἡ κατακορύφος δύναμις KH ἢ παριστώσα 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  $P_1$  συμπαρρασυρόμενος 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 ἐλάβανεν ἡ μάζα τοῦ προσθέτου σώματος καταπίπτοντος ἐλευθέρως, διότι ἤδη ἡ δύναμις ἢ προκύπτουσα ἐκ τοῦ βάρους τῆς προσθέτου ταύτης μάζης εἶνε ἠναγκασμένη νὰ συμπαρρασύρῃ καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων  $P_1$  καὶ  $P_2$ , διότι αἱ δυνάμεις αἱ προκύπτουσαι ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν ἰσοροποῦσιν ἀλλήλας.

Ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος ὑπάρχει κινητὸς δίσκος  $B'$ , τὸν ὁποῖον διὰ τινος κοχλίου προσαρμολόζομεν 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, ἣτοι 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 διανύμενα ἐπομένως διαστήματα εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγήθησαν.

**49.<sup>12</sup> Νόμος τῶν ταχυτήτων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἠρεμίας καὶ πίπτον ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς  $9,^{m} 80^1$  τουτέστιν ἐν τὸ σῶμα κατὰ

1. Ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγρ. πλάτος  $45^0$  εἶνε  $9,^{m} 80606$ . Αὕτη βαίνει ἀξαναομένη πρὸς τοὺς πόλους ( $9,^{m} 83109$ ) καὶ ἐλαττουμένη πρὸς τὸν ἰσημερινὸν ( $9,^{m} 78103$ ).



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

50.<sup>2</sup> **Πειραματικὴ ἀπόδειξις 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 κίνησις αὐτοῦ παύει οὔσα ἐπιταχυνομένη καὶ καθίσταται ἰσοταχῆς.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος μεταθέτον δίσκον B φέροντα ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπήν, ἧς ἡ διάμετρος εἶνε μικροτέρα τοῦ μήκους τῆς προσθέτου μάξης. Τοῦτον προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 20, ἔνθα φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος P 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 δυνηθῇ νὰ κρατήσῃ τὸ κυλινδρικὸν βᾶρος P κατὰ τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 60, ἦτοι ὅτι διανύει κατὰ τὴν δευτέραν μονάδα τοῦ χρόνου διάστημα 40. Κατόπιν ἀναζητοῦμεν ἄλλην τινα θέσιν, ὅπως τοποθετήσωμεν τὸν πλήρη δίσκον, ὥστε νὰ δυνηθῇ νὰ κρατήσῃ τὸ κυλινδρικὸν βᾶρος P εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 100, ἦτοι ὅτι διανύει

κατὰ τὴν τρίτην μονάδα τοῦ χρόνου τὸ αὐτὸ διάστημα 40, ὅπερ διήνυσε καὶ κατὰ τὴν δευτέραν μονάδα τοῦ χρόνου. Ἐξ οὗ συναγομεν ὅτι, ὅταν παύση ἐνεργοῦσα ἡ δύναμις ἢ θέτουσα τὸ σύστημα εἰς κίνησιν, αὕτη καθίσταται ἰσοταχῆς. //

Ὅπως ἀποδείξωμεν νῦν τὸν νόμον τῶν ταχυτήτων, προσαρμόζομεν τὸν διάτρητον δίσκον B εἰς τὴν διαίρεσιν 20, τὸν δὲ δευτερον δίσκον B' τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἢ 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 B εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἔνθα φθάνει ὁ κύλινδρος  $P_2$  εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ πλήρη B' 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 κτάται εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, εἶνε ἴσῃ 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 ἔνεχα τῆς βραδύτητος τῆς πτώσεως εἶνε ἐλαχίστη.

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

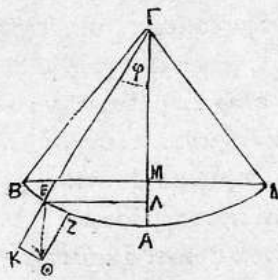
51) **Ἐγκρημές.** Ἐγκρημές ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινήτῳ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὅμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ράβδου φεροῦσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρασ αὐτῆς βαρὺ σῶμα φακοειδές, εἰς τὸ ἀνώτε-



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

Ἐὰν ἐκτοπίσαντες τὸ ἐκκρεμὲς 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 σημεία τῆς τροχιάς, οἷον εἰς τὸ Ε, ἀναλύσωμεν τὴν κατακόρυφον δύναμιν ΕΘ τὴν παριστῶσαν τὸ βᾶρος τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο συνιστώσας ΕΚ καὶ ΕΖ καθέτους πρὸς



Σχ. 23.

ἀλλήλας, τούτέστι τὴν μὲν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος ΓΕ ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ ἀναιρουμένην, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΕΖ, δι' ἧς τὸ ἐκκρεμὲς φέρεται πρὸς τὸ Α, ἀνευρίσκομεν ἔτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστώσα ἐνεργεῖ μὲν ἀπαύστως ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, ἀλλ' ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ Β μέχρι τοῦ Α ἐλαττουμένης τῆς γωνίας φ. Ὄταν δὲ τὸ ἐκκρεμὲς φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ΓΑ, δὲν ἡρεμεῖ, καίπερ τῆς συνιστώσεως ΕΖ μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτάται κατὰ τὴν κάθοδον, καθ' ἣν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου κατῆλθεν ἐκ τοῦ κατὰ τὴν κατακόρυφον ὕψους ΜΑ. Ἐνεκα δὲ τῆς κηθεισης 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 ἢ 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 Β τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξον βαθμικῶν μικρότερα καὶ ἐπὶ τέλους τὸ ἐκκρεμῆς ἀκίνηται.

Καλεῖται αἰώρησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἢ μετάδοσις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέσεως ΓΒ 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 Α τοῦ μικροῦ σφαιριδίου.

### 52. **Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς.**

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

Β'. Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς.

58. **Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τῶν δύο τούτων νόμων λαμβάνομεν ἐκκρεμῆς ἀποτελούμενον ἐκ λεπτοῦ νήματος φέροντος μικρὸν μετάλλινον 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 ν' ἀποδειχθῆ δὲ πειραματικῶς καὶ ὁ δεύτερος νόμος, ὁ τῶν μεγάλων, λαμβάνομεν δύο ἐκκρεμῆς, ὧν τὸ μὲν πρῶτον νὰ ἔχη 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. **Ἐκκρεμῆ ἐκ διαφόρου μάζης.** Ἐὰν λάβωμεν διάφορα ἐκκρεμῆ ἔχοντα τὸ αὐτὸ μῆκος ἀλλ' ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν σφαιρῶν διαφόρου ὕλης, οἷον ἐκ ξύλου, ἐξ ἑλεφαντόδοντος, 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, ἥτοι εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς μάζης, ἐξ ἧς ἀποτελεῖται τὸ ἐκκρεμῆς.



55.<sup>17</sup> **Ἐκκρεμές ἐν διαφόροις τόποις.** Τὸ αὐτὸ ἐκκρεμές 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.<sup>18</sup> **Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια.** Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν αἰωρήσεων ἐφηρημόσθη τὸ ἐκκρεμές εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

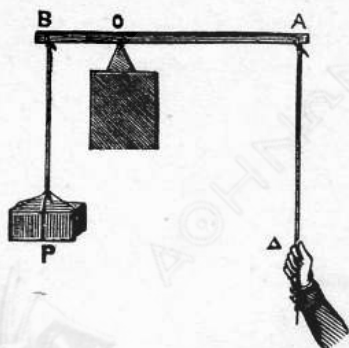
### ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

57.<sup>14</sup> **Μηχανή.** Καλεῖται ἐν γένει μηχανή πᾶν ὄργανον, διὰ τοῦ ἐποίου 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 ὑπερνικήσωμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βάρος σώματός τινος.

58.<sup>16</sup> **Μοχλός.** Ὁ μοχλός ἀποτελεῖται ἐν γένει μὲν ἐκ στερεοῦ σώματος οἰουδήποτε, συνήθως ὅμως ἐκ ῥάβδου ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου, ἣτις ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος ὅσον ἔνεστιν ἀνεχδότου, 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 εἶδους.** Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πρώτου εἶδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς ἓν σημεῖον ἐνδιάμεσον τῆς ῥάβδου, 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 κρέμεται 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 συσκευή αὕτη ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἶδους.



Σχ. 24.

Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ τούτου καταβαλλομένη δύναμις Δ ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν P, οἷον 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.

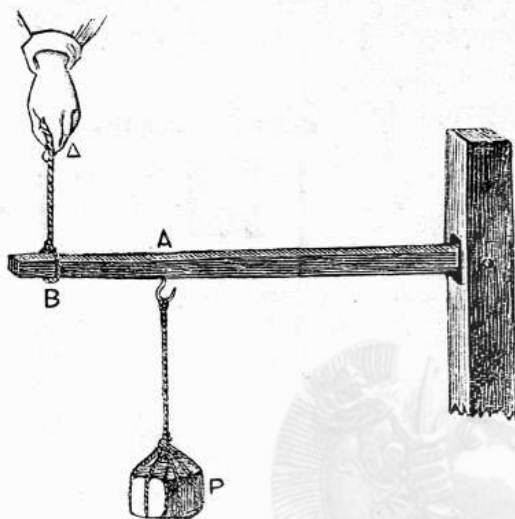
Σημ. Ὑποτίθεται ὅτι τὸ βάρος τῆς ράβδου BA εἶνε ἐλάχιστον ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς δυνάμεις P καὶ Δ.

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

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



στραφή, περι τὸ ἐν ἄκρον Γ, ὅτι ἡ δύναμις Δ ἐνεργεῖ κατακορύφως κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Β καὶ ὅτι τὸ βῆρος σώματος Ρ, ἐνεργεῖ εἰς

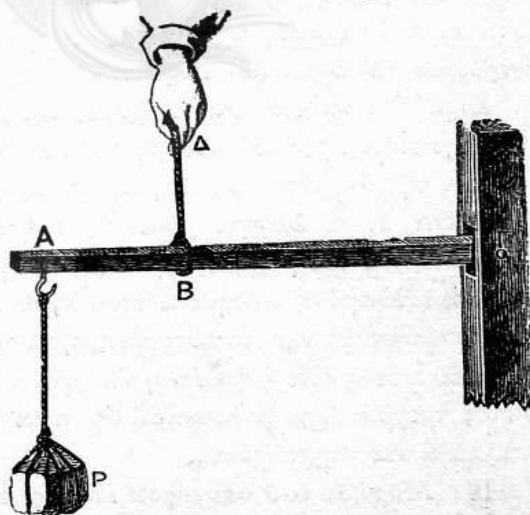


Σχ. 25.

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

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

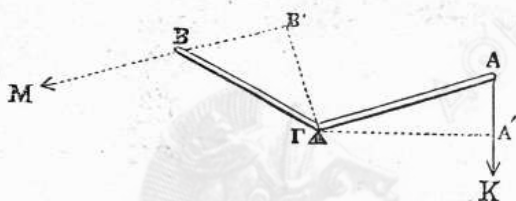
του εἴδους ἡ δύναμις εὐρίσκειται μεταξὺ ὑπομοχλίου καὶ ἀντιστάσεως. Οὕτω θεωρήσωμεν ὅτι ἡ ῥάβδος ΑΓ δύναται νὰ στραφῇ περι τὸ ἐν ἄκρον Γ (σχ. 26), ὅτι ἡ ἀντίστασις Ρ ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Α, ἢ δὲ δύναμις Δ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον Β. Ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσωσιν τοῦ ΑΓ τῆς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



Σχ. 26.

ποῦσα τὴν ἀντίστασιν εἶνε ὑπερτέρα ταύτης. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους εἶνε ἡ πυράγρα, ὁ πῆχυς τῆς χειρὸς, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὴν ἄρθρωσιν τοῦ ἀγκῶνος, δυνάμεις εἶνε ὁ δικέφαλος βραχιόνιος μῦς, ἀντίστασις δὲ τὸ βᾶρος τοῦ πήχεως 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.

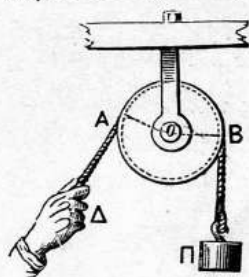
μοσμέναι δυνάμεις ΒΜ καὶ ΑΚ νὰ μὴ εἶνε κάθετοι ἐπὶ τὸν μοχλόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην πρέπει νὰ θεωρῶμεν ὡς μοχλοβραχιόνας τὰς καθέτους ΓΒ' καὶ ΓΑ' τὰς ἀγομένας ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ἐπὶ τὰς διευθύνσεις ΒΒ' καὶ ΑΑ' τῶν δυνάμεων Μ καὶ Κ.

60.<sup>5</sup> **Τροχαλῖαι καὶ πολύσπαστα.** 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 ὁπῶν, ἃς φέρει μεταλλίνη ψαλῖς, ἐντὸς τῆς ὁποίας στρέφεται ἡ τροχαλία καὶ ἥτις καλεῖται τροχαλιοθήκη. Τὸ ἄνω δὲ μέρος τῆς αὐλακος περιβάλλει σχοινίον, ὕπερ κρέμαται ἔνθεν καὶ ἔνθεν καὶ διὰ τοῦ ὁποίου ἡ δυνάμεις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως.

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



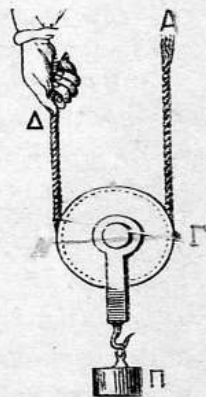
τὴν παγίαν τροχαλίαν ἢ μὲν ἀντίστασις  $\Pi$  ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἢ δὲ δύναμις  $\Delta$  ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν



Σχ. 28.

ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Ἡ τροχαλία δὲ αὕτη εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ ὑπομόχλιον εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος  $O$ , μοχλοβραχίονες δὲ αἱ ἀπὸ τοῦ  $O$  ἀγόμεναι κάθετοι  $OA$  καὶ  $OB$  ἐπὶ τὰς διευθύνσεις  $AD$  καὶ  $BP$  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 τῷ διαστήματι, ἐν ᾧ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρη ἢ μετάθετος τροχαλία (σχ. 29). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἐν ἄκρου τοῦ σχοινίου προσδένεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ , ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις  $\Delta$ , τὸ δὲ βᾶρος  $\Pi$  κρέμεται δι' ἀγκίστρου. Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  ἰσοῦται τῷ ἄθροίσματι τῆς δυνάμεως  $\Delta$  καὶ τῆς ἑλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ . Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις  $\Delta$  ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου  $A$  ἑλξιν, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  εἶνε διπλάσια τῆς δυνάμεως  $\Delta$ . Διὰ τῆς ἐλευθέρως τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν  $\Pi$  διὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης.



Σχ. 29.

Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 30 ἀπεικονιζόμενον πολὺσπαστον 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  $a$ , εἰς τὸν ὅποιον προσδένεται σχοινίον. Εἰς τὸ ἐλεύθερον δ' ἄκρον τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις  $\Delta$ , ἣτις ἰσορροπεῖ τὸ βᾶρος ἢ τὴν ἀντίστασιν  $\Pi$ .

Ἡ  $\Gamma$  εἶναι ἡ ὑπομόχλιον ἢ  $OG$ . εἶναι μοχλοβραχίονες.

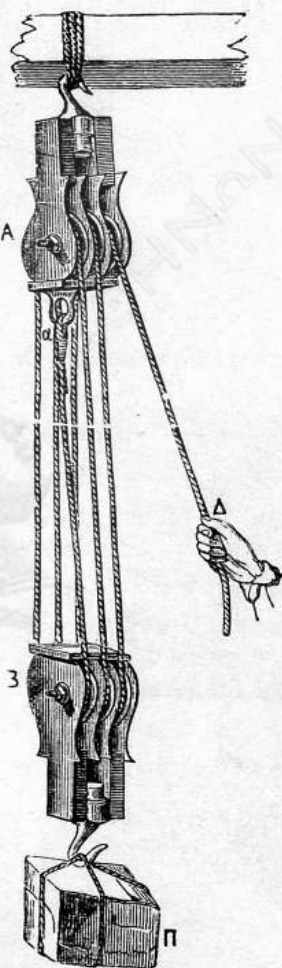
Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὐτὴ τείνει ἕξ σχοινία, ἡ τάσις, εἰς ἣν ὑπόκειται ἕκαστον σχοινίον, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕκτον τῆς ἀντιστάσεως

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

61.<sup>α</sup> **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 σιδηρᾶ ράβδος ΒΒ, ἣτις ἐξέχουσα ἔνθεν καὶ ἔνθεν ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηριγμάτων 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 ράβδων μμ ἐπ' αὐτοῦ προσηρμοσμένων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις Δ, οὕτω δὲ τοῦ σχοινίου περιελισσομένου ἐπὶ τοῦ

κύλινδρου τὸ βάρος ἀνυψοῦται. Τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἶδους, ἔνθα τὸ ὑπομόχλιον μὲν εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΒΒ, μοχλοβραχίων δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶνε ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ κατακορύφως τεταμένου σχοινίου, ἢτοι ἡ ἀκτίς τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως Δ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, ἢτοι τὸ

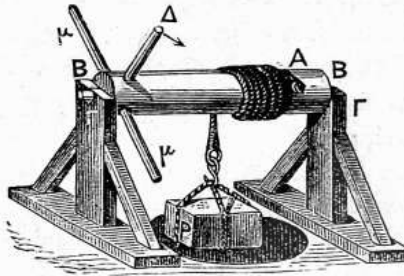
μήκος τῆς ράβδου τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγυίας, λογιζόμενον μέχρι τοῦ ἄξονος τοῦ κυλίνδρου. Πολλάκις ὁ κύλινδρος τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετος πρὸς τὸ ἔδαφος ἢ πρὸς τὸ



Σχ. 30.

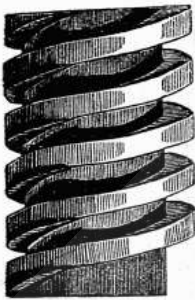


κατάστρωμα πλοίου και τότε καλεῖται ἐργάτης, χρησιμεύων πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων, ὡς τῆς ἀγκύρας.

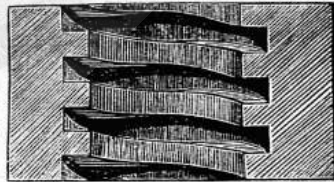


Σχ. 31.

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



Σχ. 32.



Σχ. 33.

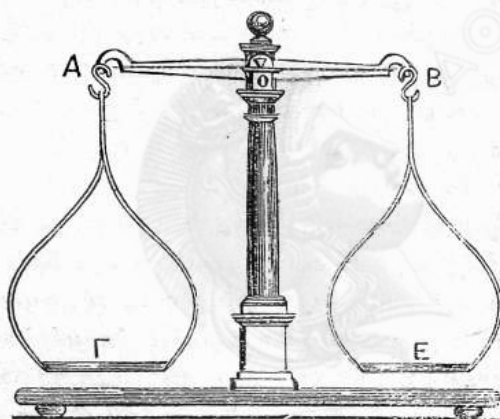
λογιζομένην ἐπὶ μιᾶς τῶν γενετειρῶν, ἣτις καλεῖται βῆμα τοῦ κοχλίου. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύῃ ὡς μηχανή, ὡς πρὸς πίεσιν σωμάτων (πιεστήρια ἐλαιοτριβείων, ξυλουργείων, βιβλιοδετῶν κ. τ. λ.) φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ μοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις.

### ΖΥΓΟΣ, ΣΤΑΤΗΡ, ΠΛΑΣΤΙΓΞ

63. **Ζυγός.** Ὁ ζυγός εἶνε ὄργανον χρησιμεύον πρὸς εὔρεσιν τοῦ σχετικοῦ βάρους τῶν σωμάτων, ἦτοι πρὸς σύγκρισιν τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς ἕτερον ἄντιον, ὅπερ λαμβάνομεν ὡς μονάδα (χιλιόγραμ-

μον,  $\acute{\alpha}\kappa\acute{\alpha}$ ). Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνης ράβδου AB (σχ. 34) ὅσον ἔνεστι ἀκάμπτου καὶ ἐλαφροῦς, ἣτις 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 ἰσοβαρεῖς 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.

646 **Ἀκριβεία τοῦ ζυγοῦ.** Διὰ νὰ εἶνε ἀκριθεῖς ὁ ζυγός, πρέπει



Σχ. 34.

νὰ ἐκπληρῶνται αἱ ἐξῆς συνθήκαι· α') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης νὰ κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς ὀξείας ἀκμῆς, δι' ἧς ἡ φάλαγξ ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς· β') οἱ δύο βραχίονες ΑΟ καὶ ΒΟ 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.

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



ποτε, εἰς δὲ τὸν ἕτερον Ε σταθμά, μέχρις οὗτο ἐπέλθη ἰσορροπία καὶ ἡ φάλαγξ λάβη τὴν ὀριζοντίαν θέσιν. Εἶτα ἀνταλλάσσομεν τὴν θέσιν τοῦ βαρέος σώματος καὶ τῶν σταθμῶν, θέτοντες τὰ μὲν σταθμά εἰς τὸν δίσκον Γ, τὸ δὲ σῶμα εἰς τὸν Ε, καὶ παρατηροῦμεν ἂν ἡ φάλαγξ λαμβάνη 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 γράμμα, ῥέπη ὑπὸ αἰσθητῆν 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  $\frac{1}{1,000,000}$  τοῦ σταθμωμένου σώματος· τουτέστιν ἐκ δύο ζυγῶν ἑκείνος εἶνε εὐπαθέστερος, οὐτινος ἡ γωνία, καθ' ἣν ῥέπει ἡ φάλαγξ, εἶνε μείζων, πρᾶσιθεμένου καὶ τοῦ ἐλαχίστου βάρους εἰς τὸν ἕτερον τῶν δίσκων αὐτοῦ.

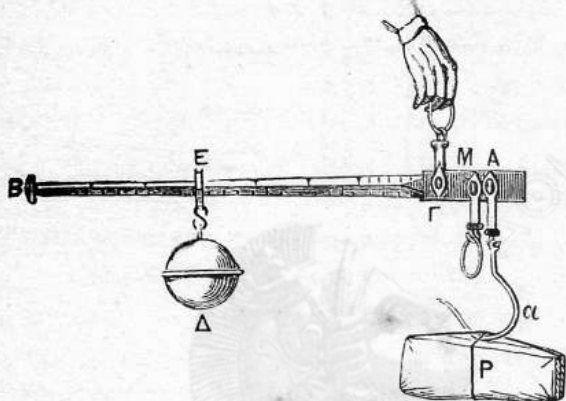
Αἱ δὲ συνθῆκαι αἱ ἀναγκαῖαι πρὸς κατασκευὴν εὐπαθεστάτου ζυγοῦ εἶνε αἱ ἐξῆς· α') ἡ φάλαγξ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστιν ἐπιμήκης καὶ ἐλαφρά· β') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος πρέπει νὰ κείται ὅσον ἔνεστι πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον αὐτῆς καὶ γ') ἡ κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἐξορτήσεως 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, ἡ εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ φορτίου, ὅπερ φέρει ὁ ζυγός.

66. **Στατήρ.** Ὁ στατήρ εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους ἀποτελούμενος ἐκ ῥάβδου σιδηρᾶς (σχ. 35), ἣτις δύναται νὰ περιστραφῆ περὶ σταθερὸν ἄξονα ἢ ὑπομόχλιον Γ κείμενον πλησιέστερον πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων Α τῆς ῥάβδου. Ἐκ τοῦ ἄκρου Α ἐξαρτᾶται ἄγκιστρον α, ἐξ οὗ κρέματα τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα Ρ, ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος ΓΒ μετακινεῖται τὸ βαρύδιον 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 ὀρίσμένου βάρους χρησιμεύει καὶ πρὸς στάθμησιν βαρυτέρων σχετικῶς σωμάτων. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει καὶ δεύτερος ἄξων ἢ ὑπομόχλιον  $M$  εἰς σημεῖον πλησιέ-



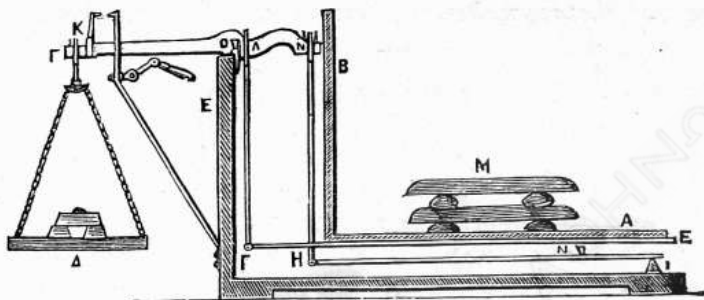
Σχ. 35.

στερον πρὸς τὸ ἄκρον  $A$ , ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα. Ἐπειδὴ νῦν ὁ μοχλοβραχίον  $AM$  τοῦ σταθμητέου σώματος ἡλαττώθη, ἐν ᾧ ὁ μοχλοβραχίον  $ME$  τοῦ κινητοῦ βάρους  $\Delta$  ηὐξήθη, 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 ἱκανῶς 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, ἦτοι πρὸς τὰ δεξιὰ, διὰ τῆς ἀκμῆς  $N$  ἐπὶ τοῦ δευτερογενοῦς μοχλοῦ  $HI$ , πρὸς τὸ ἔτερον δὲ ἄκρον, ἦτοι 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



Σχ. 36

κατὰ τὸ ἄκρον Η σιδηροῦν στέλεχος ΗΝ, δι' οὗ ἐξαρτάται ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου Ν τῆς αὐτῆς φάλαγγος ΝΟΓ, ἥτις φέρει κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Κ τὸν δίσκον Δ, ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σταθμὰ. Τὰ δύο τμήματα ΛΟ καὶ ΟΚ τῆς φάλαγγος εἶνε ἄνισα, συνήθως δ' ὁ βραχίον ΟΚ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΛ, ὅτε τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ σταθμὰ ἔχουσι βάρος τὸ δέκατον τοῦ βάρους τοῦ σταθμητέου σώματος, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία.)

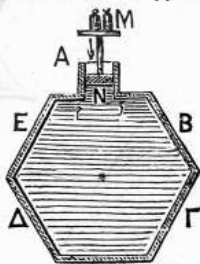
# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

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

68. <sup>12</sup> **Υδροστατική αρχή ή αρχή του Pascal.** Τὰ ὑγρά μεταδίδουσι πᾶσαν πίεσιν ἐπιφερομένην ἐπὶ οἰονδήποτε ἐπιπέδου μέρους τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν μετ' ἴσης ἰσχύος καὶ καθέτως ἐπὶ παντὸς ἴσου ἐπιπέδου μέρους ληφθέντος ἢ ἐν τῷ ὑγρῷ ἢ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν. Οὕτω π. χ. εἰς ἀγγεῖον πολυεδρικὸν ΒΓΔΕ (σχ. 37) πεπληρωμένον ὑγροῦ τινος, οἷον 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 ὑγροῦ 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. ὑφεκατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθὲν βᾶρος Μ καὶ τὸ βᾶρος τοῦ ἐμβολέως ἰσοῦνται ὁμοῦ πρὸς 1 χιλιόγρ., τότε ἢ ἐπὶ παντὸς τετραγ. ὑφεκ. τῶν τοιχωμάτων Β, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἢ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἐὰν ἢ ἐπιφάνεια ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων, π. χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 τ. ὕφ., τὸ τοίχωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιογρ. καὶ οὕτω καθ' ἕξης. Ἐὰν δὲ εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν Β, Γ, Δ, Ε ἀνοίξωμεν ὀπήν καὶ δι' ἐμβολέως ἐφαρμόσωμεν πίεσιν οἰανδήποτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας



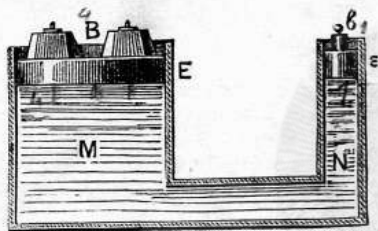
Σχ. 37.



του υγρού, αὕτη μεταδίδεται ὡσαύτως ὡς ἀνωτέρω μετ' ἴσης ἰσχύος. Καὶ ἐν τῷ υγρῷ ἐν φαντασθῶμεν ἐπίπεδόν τινα ἐπιφάνειαν καὶ αὕτη δέχεται καθέτως ἑκατέρωθεν πιέσεις μετὰ τῆς αὐτῆς ἰσχύος.

Σημ. Ἡ ὑδροστατικὴ ἀρχή, ἀπόρροια οὕσα τῆς φύσεως τῶν υγρῶν, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ βάρους αὐτῶν. Οὕτως εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα δὲν λαμβάνομεν ὑπ' ὄψιν τὸ βᾶρος τοῦ υγροῦ, 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 Μ καὶ Ν (σχ. 38) διαφόρου διαμέ-

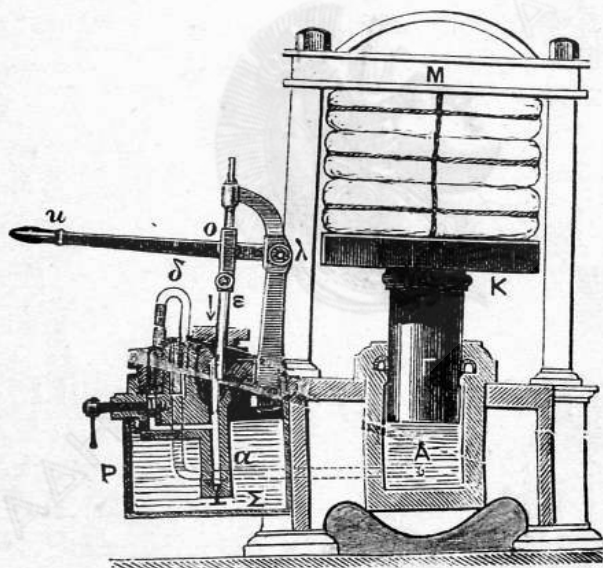


Σχ. 38.

τρον, συγκοινωνοῦντες κάτωθεν δι' ὀριζοντίου σωληνῶς, πληροῦνται ὕδατος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποῖου ἐφαρμόζονται οἱ ἐμβολεῖς Ε καὶ ε, οἵτινες κλείουσιν ὕδατοστεγῶς τοὺς κυλίνδρους ἄλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε εἰκοσιπενταπλασία τῆς τοῦ μικροῦ, ἐπιθέσωμεν δ' ἐπὶ τῶν ἐμβολέων βάρη Β καὶ β τοιαῦτα, ὥστε τὸ βᾶρος Β σὺν τῷ βάρει τοῦ ἐμβολέως Ε ἦτοι τὸ  $B + E$  νὰ εἶνε εἰκοσιπενταπλάσιον τοῦ βάρους β σὺν τῷ βάρει τοῦ ἐμβολέως ε ἦτοι τοῦ  $b + e$ , παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑπὸ τῶν βάσεων τῶν ἐμβολέων ἐπὶ τοῦ υγροῦ ἐπιφερόμεναι πιέσεις ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας. Βᾶρος π. χ.  $b + e$  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 βάσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως δέχεται διὰ τοῦ υγροῦ 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 υγροῦ.

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

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



Σχ. 39.

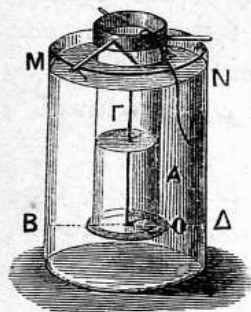
οὗτος ἀνέρχεται, ἡ ἐπιστομὶς Σ ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς Ρ εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζεται, ἡ ἐπιστομὶς Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὀχετὸν τοῦ ὕδατος, ὕπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α καταθλιβόμενον ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα μ, καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμποῦς σωλήνος δ συνωθεῖ-



ται πρὸς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην δ' ἀνέλκυσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως α τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸν κύλινδρον Α εἰσερεύσαν δὲν δύναται νὰ ἐπανεέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴς μ κλείει τὸν ὀχετὸν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἐκάστην καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγαν ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτως ἀνυψούμενος διηνεκῶς 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 βραχίων 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, ἥτοι γίνεται ἐν ὄλω ἴσῃ πρὸς 50,000 χιλιόγραμμα. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τούτοις πρὸς δοκιμὴν τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεβόλων, τῶν ἀτμολεβήτων, τῶν καλφιδίων, 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.

1871. **Πιέσεις, ας ἐπιφέρουσι τὰ ὑγρά ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους.** Τὰ ὑγρά, ὡς πάντα τὰ σῶματα, 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 ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους ἐπὶ τὰ κατώτερα ἀναπτύσσει ἐπὶ τούτων ἀντίδρασιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἥτις καλεῖται ἄνωσις τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἄνωσις αὕτη, τὴν ὁποίαν ἀρκούντως αἰσθανόμεθα ἐμβαπίζοντες τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ κάλλιον ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου, δύναται νὰ καταδειχθῇ πειραματικῶς ὡς ἑξῆς· Λαμβάνομεν κοῖλον 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 ἐμβαπίζομεν αὐτὸν ἐντὸς

ἀγγείου ΜΔ ἔμπεριέχοντος ὕδωρ. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἡ πλάξ μένει προσκεκολλημένη καὶ ἂν χύσωμεν καὶ ὀλίγον ὕδωρ

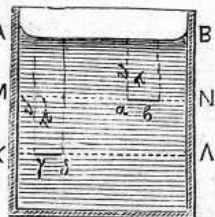


Σχ. 40.

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

### ΟΡΟΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

<sup>18</sup>  
72. **Θεμελιῶδες θεώρημα.** Ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων, ἡς δέχονται δύο ἴσα ἐπίπεδα στοιχεῖα ἐπιφανείας κείμενα ἐν ὕγρῳ ἐν ἰσορροπία εὐρισκομένην ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ ὕγρου, εἶνε ἴση τῇ βάρει στήλης ὕγρου ἔχουσας 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  $\alpha\beta$  καὶ  $\gamma\delta$ ,  $H$  τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ὀριζοντίων ἐπιπέδων ΜΝ καὶ ΚΛ,  $\delta$  τὸ βᾶρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὕγρου καὶ  $\pi, \pi'$  τὰς ἐπὶ τῶν στοιχείων  $\alpha\beta$  καὶ  $\gamma\delta$  πιέσεις, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸ ἀνωτέρω θεώρημα



Σχ. 41.

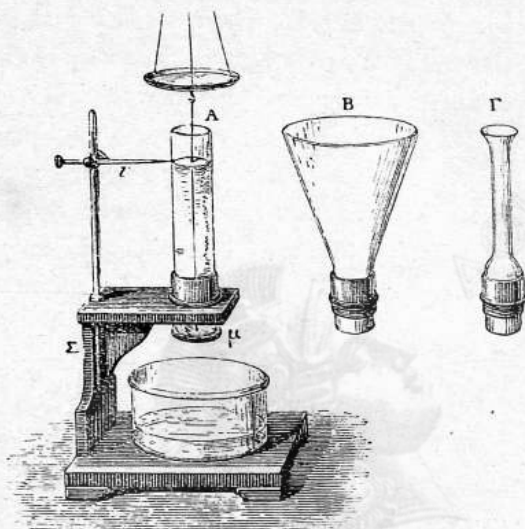
$$\pi' - \pi = \omega H \delta \quad (1). \text{ (ὡς ἐπιπέδων στοιχείων.)}$$

**Ἀπόδειξις.** Αἱ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν  $\alpha\beta$  καὶ  $\gamma\delta$  ἐπιφερόμεναι πιέσεις ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ ὑπερκειμένου ὕγρου, ἰσοῦνται διὰ μὲν τὸ στοιχεῖον  $\gamma\delta$  μὲ τὸ βᾶρος στήλης ὕγρου ἔχουσας βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν  $\gamma\delta$ , ὕψος δὲ τὴν κατακόρυ-





(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



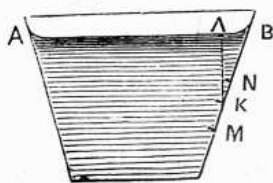
Σχ. 43.

ἑποίων τὸ πρῶτον Α εἶνε κυλινδρικὸν ἔχον ἐσωτερικὴν διάμετρον ἴσην τῇ διαμέτρῳ τοῦ κυκλικοῦ πυθμένος, ὃν φράττει ὁ δίσκος. Ὁ κυκλικὸς πυθμὴν μ ὢν μετακινήτος κρέμαται ἐκ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διὰ νήματος 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 βᾶρος τοῦ κινήτου πυθμένος, ἀλλὰ καὶ ἔλκουσιν αὐτὸν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἵνα ἐκτελέσωμεν τὸ πείραμα, χύνομεν μετὰ προσοχῆς ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, μέχρις ὅτου ἡ πίεσις τῆς ὑγρᾶς στήλης ἀνοίξῃ τὸν κινήτὸν πυθμένα. Σημειοῦντες τότε διὰ δείκτου τὸ ὕψος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀνευρίσκομεν ὅτι τὰ σταθμὰ παριστῶσι σὺν τῷ βάρει τοῦ δίσκου τὸ



βάρος τοῦ ἔμπεριεχομένου ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὑγροῦ. Τούτου γενομένου κενούμεν 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 ἱκανὰ νὰ ἰσορροπήσωσιν ἀκριβῶς τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμῆος ἐπιφερομένην πίεσιν. Ὀλίγον δὲ ὕδωρ ἂν προσθέσωμεν ἀκόμη, ἢ ἰσορροπία ταράσσεται, ὁ πυθμὴν ὑποχωρεῖ καὶ τὸ προστεθὲν ὕδωρ ἐκρέει. Ὅθεν ἡ πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις καὶ ἴση τῷ βάρει τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον Α.

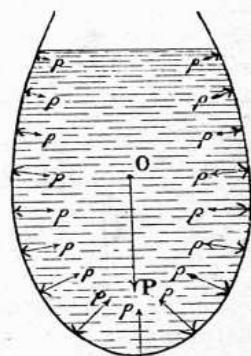
76. **Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου.** Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἔμπεριέχον ὑγρὸν τι, οἷον ὕδωρ, ἐν ἰσορροπία, μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB (σχ. 44). Ἡ ἐπὶ ὠρισμένου μέρους



Σχ. 44.

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

τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρου 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 αὐξανόμενη. 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.

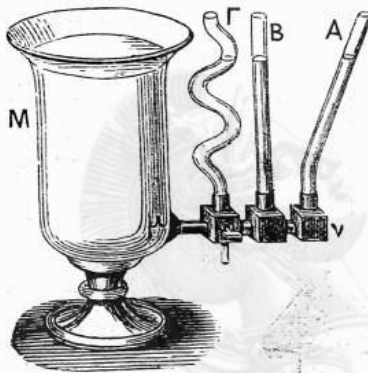


Σχ. 45.

19 77. **Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου.**

Ἵγρὸν 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.

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



Σχ. 46.

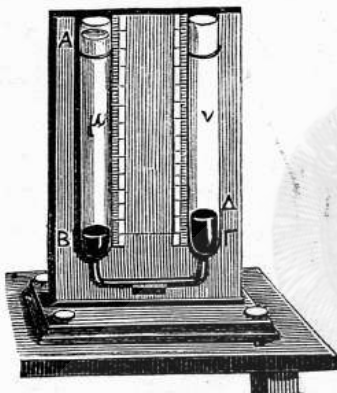
ἰσορροπίας αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν ἅπασιν τοῖς ἀγγείοις  $A$ ,  $B$ ,  $\Gamma$  καὶ  $M$  εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντιοῦ ἐπιπέδου. Τοῦτο καλεῖται ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων.

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 γὰρ ἐξικνηθῆι 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 ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἕνεκα τῆς προσκρούσεως ἐπὶ τῶν καταπιπτόντων μορίων.

79. **Εἰς 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 BΓ

τὸ διαχωρίζον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, μέχρις ὅτου τέμῃ τὸν ἕτερον κύλινδρον, εὐρίσκομεν 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. <sup>21</sup> *Αρχή τοῦ Ἀρχιμήδους.* Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτὸς αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἔλξιν τῆς Γῆς 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.

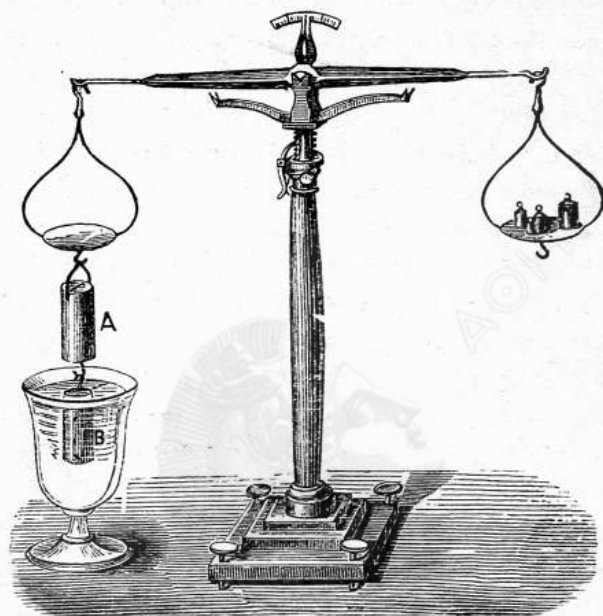
Ὁ μέγας τῆς ἀρχαιότητος μαθηματικὸς Ἀρχιμήδης ἀνεῦρεν ὅτι ἡ ἀνωσις, ἣν ὑφίσταται σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τινι ὑγρῷ, ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Πᾶν ἐπομένως σῶμα, τὸ ὅποσον 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. <sup>22</sup> *Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.* Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κυλίνδρους Α καὶ Β (σχ. 48), τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀνώτερος Α εἶνε κοῖλος, 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, ἔνθα 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

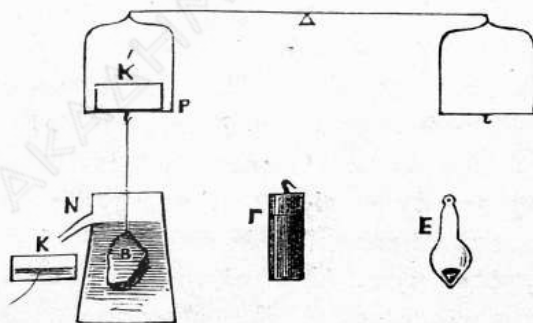


ὕγρου ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ τοῦ πληροῦντος τὸν κοίλον κύ-  
λινδρον A, ἤτοι ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὕπερ ἐξετόπισεν.



Σχ. 48.

82. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δύναται ν' ἀποδειχθῆ γενικώ-  
τερον διὰ τῆς ἀκολου-  
θου συσκευῆς τοῦ Bou-  
dréaux, δι' ἧς ἀποδει-  
κνύονται πειραματικῶς  
α') Ὅτι πᾶν σῶμα καί-  
περ βαρύτερον τοῦ ὑ-  
γροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζε-  
ται, εἴτε καθ' ὀλοκλη-  
ρίαν ἐμβαπτίζεται εἴτε  
ἐν μέρει, ὑφίσταται ἄ-  
νωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. β') Ὅτι πᾶν



Σχ. 49.

γ) Ὅτι πᾶν σῶμα καί-  
περ ελαφύτερον τοῦ ὑ-  
γροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζε-  
ται, εἴτε καθ' ὀλοκλη-  
ρίαν ἐμβαπτίζεται εἴτε  
ἐν μέρει, ὑφίσταται ἄ-  
νωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

σῶμα εἴτ' αἰωρούμενον εἴτ' επιπολάζον ἐλευθέρως ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἔχει βάρος ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Ἡ ῥηθεῖσα συσκευή σύγκειται ἐκ τινος δοχείου (σχ. 49) φέροντος πρὸς τὰ πλάγια μικρὸν σωλῆνα 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 ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλῆνος N, καὶ συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ K τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον P τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται. Ὅμοιως δυνάμεθα νὰ πειραματίσωμεν διὰ τοῦ ὀρειχαλκίμου κυλίνδρου Γ ἐμβαπτίζοντες αὐτὸν μέχρις ὠρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δεικνύει 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 επιπολάζη μὲν, ἀλλὰ νὰ ἐμβαπτίζεται ὀλόκληρος καὶ ἰσορροποῦμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ μετὰ τοῦ μικροῦ ἀγγείου K κενοῦ· εἶτα ἐμβαπτίζοντες αὐτὴν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ N συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ K τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐκτοπίζει· θέτοντες δ' εἶτα τὸ ἀγγεῖον K μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου P τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τὸ ὁποῖον ἀποδεικνύει ὅτι ἡ συσκευή E ἔχει βάρος ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτῆς ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Τὸ αὐτὸ δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν διὰ τεμαχίου ξύλου, ὅπερ ὡς γνωστὸν επιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι τοῦτο ἔχει βάρος ἀκριβῶς ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὅταν επιπολάζη.

27 83. Ἐκ τῶν εἰρημένων συνάγομεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν ἐν τινι ὑγρῷ, οἷον ἐν τῷ ὕδατι, σῶμά τι καὶ ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

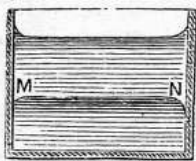
A'. Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον τεμάχιον μολύβδου, γωπὸν ὄδον ἐν καθαρῷ ὕδατι.



Β'. Τὸ σῶμα ἐναιωρεῖται ἐν τῷ ὑγρῷ, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἴσον τῷ βάρει ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον νωπὸν ῥὸν 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 τῷ ὕδατι καταδυσόμενος.

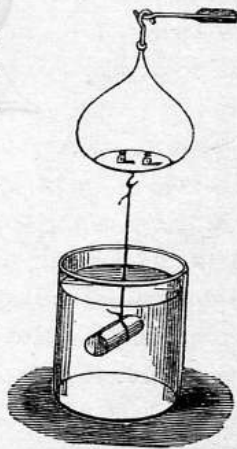
84. **Ἴσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν.** Ὅταν διάφορα ὑγρά μὴ ἐπιδεικτικὰ μίξεως, οἷον ὑδράργυρος καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ρίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 50) ἢ διαχωρίζουσα 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  $0^{\circ}$ ) πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος (ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας  $4^{\circ}$ ).

86. **Πυκνότης.** Πυκνότης σώματος τινος καλεῖται τὸ ποσοῦν τῆς ὕλης τῆς περιεχομένης εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου αὐτοῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$ . Ἡ πυκνότης σώματος τινος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ, ἐπομένως ὅσον σῶμα τι εἶνε πυκνότερον, τόσον τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος εἶνε μείζον.



Σχ. 51.

87. **Μέθοδος πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων.** Ἐξαρτῶμεν

ἐκ τοῦ ἐνδὸς δίσκου τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα (σχ. 51) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν Β τιθεμένων ἐν τῷ ἐτέρῳ δίσκῳ, ἅτινα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι. Μετὰ ταῦτα φέρομεν κάτωθεν τοῦ σώματος δοχεῖον πλήρες ὕδατος, ἀλλ' οὕτως, ὥστε

τὸ σῶμα νὰ βυθισθῆ ἐν τῷ ὕδατι, ὅτε ἡ ἰσορροπία ταράσσεται. Χωρὶς δὲ ν' ἀφαιρέσωμεν τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ ἐτέρου δίσκου, ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν  $\beta$ , ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, κάτωθεν τοῦ ὁποίου κρέμαται τὸ σῶμα, καὶ τὰ ὁποῖα παριστῶσι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Διαιροῦντες τὸ βάρος  $B$  τοῦ σώματος διὰ τοῦ βάρους  $\beta$  ἴσου ὄγκου ὕδατος εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

Οὕτως εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λευκόχρυσος καὶ ὁ χρυσὸς εἶνε 20 ἕως 21 φορές βαρύτερος ἴσου ὄγκου ὕδατος, ὁ μόλυθος καὶ ὁ ἄργυρος 10 ἕως 11, ὁ χαλκός, ὁ σίδηρος, ὁ κασσίτερος καὶ ὁ ψευδάργυρος 7 ἕως 9 καὶ ἡ ὑαλος καὶ τὸ μάρμαρον 2 ἕως 3.

88. **Ἐιδικὸν βάρος ὑγρῶν.** Καὶ τῶν ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος δύναται νὰ εὑρεθῆ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ζυγοῦ ὑάλινον δοχεῖον ἀεροστεγῶς κεκλεισμένον καὶ ἐμπεριέχον ὑδράργυρον, ὅπως βυθίζεται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν, καὶ ἰσορροποῦμεν τοῦτο διὰ βαρῶν. Εἶτα ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον (σχ. 52) ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος καὶ ἔστω  $B$  τὸ βάρος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐξ οὗ κρέμαται τὸ δοχεῖον, ἵνα ἐπανέλθῃ ἡ ἰσορροπία. Ἐμβαπτίζομεν ἔπειτα αὐτὸ ἐν τῷ ὑγρῷ, τοῦ ὁποίου τὸ εἰδικὸν βάρος πρόκειται νὰ εὑρεθῆ, ἔστω δὲ  $\beta$  τὸ βάρος τὸ ἐπαναφέρον ὡς πρότερον τὴν ἰσορροπίαν. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ βάρη  $\beta$  καὶ  $B$  παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὄγκων τὸ μὲν τοῦ ὑγροῦ, τὸ δὲ ὕδατος. Διαιροῦντες τὸν ἀριθμὸν  $\beta$  διὰ τοῦ  $B$  εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.



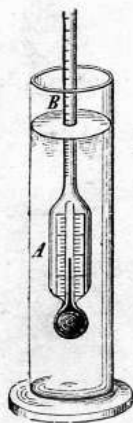
Σχ. 52.

89. **Πυκνόμετρα.** Ἐν πολλαῖς περιστάσεσι πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν γίνεται χρῆσις ὀργάνων, ἅτινα δι' ἀπλῆς καταδύσεως ἐν ὑγροῖς παρέχουσιν ἡμῖν τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτῶν. Τὰ ὄργανα ταῦτα καλοῦνται πυκνόμετρα, ὧν ὑπάρχουσι δύο εἶδη. Τὸ μὲν πρῶτον χρησιμεύει διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, τὸ δὲ δεῦτερον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος.



α') Πυκνόμετρον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.

Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ κοίλου ὑαλίνου πλωτήρος Α (σχ. 53) φέροντος πρὸς τὰ ἄνω στενότερον κυλινδρικὸν σωλήνα Β, πρὸς τὰ κάτω δὲ μικρὰν κοίλην σφαίραν, ἐντὸς τῆς ὁποίας τίθεται ὑδράργυρος πρὸς ἑρματισμὸν τοσοῦτος, ὥστε, ὅταν καταδύωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ ἀπεσταγμένον, αὕτη νὰ ἐπιπλέῃ μὲν ἀλλ' ὀλόκληρος νὰ βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἅκρου τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Μετὰ τοῦτο ἐμβαπτίζεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς ὑγρῶν,



Σχ. 53.

ὧν ἡ πυκνότης εἶνε 1,10, 1,20, 1,30, ..1,80 ἤτοι ἄνωτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐν τοῖς ὑγροῖς τούτοις ἡ συσκευὴ καταδύεται τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἐντὸς ὑγροῦ, οὔτινος ἡ πυκνότης εἶνε 1,40, ἡ συσκευὴ καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου Β τοῦ σωλήνος, ἐκεῖ σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,40. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν καταδυθίσωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς θειϊκοῦ ὀξέος καὶ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη ἐπιπολάζει μέχρι τῆς διαιρέσεως 1,80, συνάγομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 1,80 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος λαμβανομένης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.

β') Πυκνόμετρον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά. Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο εἶνε ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, διαφέρει δ' αὐτοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἑρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος ἐμβαπτιζόμενον νὰ ἐπιπολάζῃ μέχρι τοῦ κατωτέρου ἅκρου, τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Εἶτα ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ὑγρῶν ἐχόντων πυκνότητα 0,90, 0,80, 0,70 κτλ., ἐντὸς τῶν ὁποίων ἡ συσκευὴ καταδύεται τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων. Εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 0,90, 0,80, 0,70 κτλ. Οὕτως, ἐὰν ἡ συσκευὴ αὕτη καταδυομένη ἐντὸς αἰθέρος ἐπιπολάζῃ μέχρι τῆς διαιρέσεως

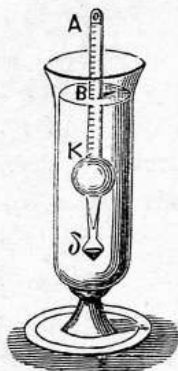
0,73, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αἰθέρος εἶνε ἴση πρὸς τὰ 0,73 τῆς τοῦ ὕδατος.

23 90. **Ἐκατομβαθμον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὑρεσιν τοῦ ἐν τοῖς οἶνοπνεύμασι τοῦ ἐμπορίου περιεχομένου ἀπολύτου οἶνοπνεύματος, τουτέστι διὰ τοῦ ὄργανου τούτου εὐρίσκομεν εἰς ἑκατὸν ὄγκους μεμιγμένου μόνον μεθ' ὕδατος ἀπολύτου οἶνοπνεύματος πόσοι ὄγκοι ἐμπεριέχονται ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἡ συσκευὴ αὕτη ὁμοία οὔσα πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα πυκνόμετρα ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζομένη ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας  $15^{\circ}$  νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος B, ἔνθα χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Εἶτα βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς μίγματα ἀνύδρου οἶνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $15^{\circ}$  ἐμπεριέχοντα εἰς 100 ὄγκους 10, 20, 30 κτλ. ὄγκους οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 10, 20, 30 κτλ. καὶ διαιροῦνται εἶτα τὰ μεταξὺ διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, οὕτω δὲ παράγεται κλιμαξ φέρουσα 100 διαιρέσεις, ἧς ὁ 100ὸς βαθμὸς δεικνύει τὸ ἀπόλυτον οἶνοπνευμα. Τούτων γενομένων, ἐὰν τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτισθῆν εἰς οἶνόπνευμά τι τοῦ ἐμπορίου θερμοκρασίας  $15^{\circ}$  ἐπιπολάζῃ μέχρι τῆς διαιρέσεως 87, συνάγομεν ὅτι εἰς τὸ οἶνόπνευμα τοῦτο ἐμπεριέχονται 87 ὄγκοι ἐπὶ τοῖς 100 ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε διάφορος τῶν  $15^{\circ}$ , ποιούμεθα χρῆσιν τῶν πινάκων τοῦ Gay-Lussac, δι' ὧν ἀνάγομεν τὸν παρατηρηθέντα βαθμὸν εἰς τὸν πραγματικόν.

91. **(Ἀραιόμετρα.** Ἀραιόμετρων, ὁμοίων τὴν κατασκευὴν πρὸς τὰ πυκνόμετρα, γίνεται ἔτι χρῆσις ἐν τῷ ἐμπορίῳ καὶ τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διάφορα ὑγρά, οἷον ὀξέα, διαλύματα ἀλάτων κ.τ.λ. Τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὰ ἀραιόμετρα τοῦ Baumé. Καὶ τὸ μὲν ἀραιόμετρον τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας  $12^{\circ},5$  ἑκατομβάθμου νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ



άνωτάτου ἄκρου Α (σχ. 54) τοῦ σωλήνος, ἔνθα χαράσσεται τὸ 0 τῆς κλίμακος. Εἶτα ἐμβαπτίζεται εἰς διάλυμα 15 μερῶν κοινοῦ ἄλατος ξηροῦ εἰς 85 μέρη ὕδατος, ὅπερ ἔχει θερμοκρασίαν  $12^{\circ},5$ ,



Σχ. 54.

καὶ χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 15 κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς. Τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 15 διάστημα διαιρεῖται εἰς 15 ἴσα μέρη, εἶτα δὲ αἱ διαιρέσεις ἐπεκτείνονται καθ' ὅλον τὸ μῆκος τοῦ σωλήνος. Τὸ ἀραιόμετρον δὲ τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρὰ ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυμα παρασκευασθὲν διὰ διαλύσεως 10 μερῶν κοινοῦ ἄλατος ξηροῦ εἰς 90 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας  $12^{\circ},5$  νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου Κ τοῦ σωλήνος, ἔνθα χαράσσεται 0. Ἐμβαπτίζεται εἶτα εἰς ἀπεσταγμένον

ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 10. Εἶτα τὸ μεταξὺ τῶν ἀριθμῶν 0 καὶ 10 διάστημα διαιρεῖται εἰς 10 ἴσα μέρη, αἱ δὲ διαιρέσεις αὗται ἐπεκτείνονται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου Α τοῦ σωλήνος. ( )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΣΥΝΟΧΗ· ΣΥΝΑΦΕΙΑ· ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ·

#### ΔΙΑΧΥΣΙΣ· ΔΙΑΠΙΔΥΣΙΣ

92. *Συνοχή, συνάφεια.* Συνοχή μὲν καλεῖται ἡ ἔλξις ἢ ἀναπτυσσομένη μεταξὺ ὁμοφυῶν μορίων τῶν σωμάτων, συνάφεια δὲ ἡ μεταξὺ ἑτεροφυῶν μορίων, ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς ἐλαχίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἡ μεταξὺ τῶν μορίων ἐλκτική αὕτη δύναμις ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων.

Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν μολυβδίνην καὶ τέμνωμεν αὐτὴν εἰς δύο μέρη κατ' ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον, ἐφαρμόσαντες δ' ἀμέσως ἐπ' ἀλλή-

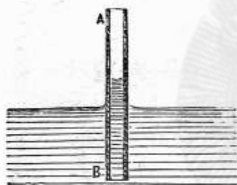
λας τὰς προκυψάσας ἐπιπέδους ἐπιφανείας συμπίεσωμεν τὰ δύο μέρη, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται ἰκανὴ δύναμις, διὰ τὴν ἀποχωρισθῶσι ταῦτα. Δύο μετάλλιναι ἢ ὑάλιναι πλάκες ἔχουσαι ἐπιφανείαν ἐπίπεδον καὶ ἐντελῶς λείαν ἐπιτιθέμεναι καὶ καλῶς ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' ἀλλήλας δυσκόλως εἶτα ἀποχωρίζονται. Εἰς τὰ ὑαλοურγεῖα ἀποχωρίζουσι τὰς ὑαλίνας πλάκας, ἄλλως συγκολλῶνται. Δίσκος ὑάλινος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εὐρισκόμενος, διὰ τὴν ἀποσπασθῆναι, ἀπαιτεῖ δύναμιν ἀρκούντως μεγάλην. Ἔνεκα τῆς συναφείας προσκολλᾶται ἡ λεπτὴ κόνις ἐπὶ τῶν τοίχων δωματίου· ἔνεκα τῆς συναφείας ταύτης δυνάμεθα τὴν γράψωμεν διὰ κρητίδος ἐπὶ τοῦ πίνακος, ἐπίσης διὰ μολυβδοκονδύλου ἢ μελάνης ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ τὴν 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 ἐμβαπτίσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἔπειτα ἀνασύρωμεν αὐτήν, παρατηροῦμεν σταγόνα προσκεκολλημένην εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἣτις καίπερ ἔχουσα βάρος δὲν πίπτει.

Ἔνεκα τῆς συναφείας μεταξὺ ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ὑγρὸν περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου, τοῦ ὁποίου τοὺς τοίχους διαβρέχει, ἵσταται ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τούτων ὑψηλότερον ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν 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 διαβρέχει τὸ στερεὸν σῶμα, ὁ ὑδράργυρος ἵσταται χαμηλότερον ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κυρτήν.

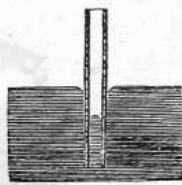
93. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβαπτίσωμεν σωλῆνα ὑάλινον AB (σχ. 55), οὗτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τὴν εἶνε ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσοῦτον μᾶλλον, ὅσῳ ὁ σωλῆν εἶνε στενωτέρως. Ἐὰν ὁμοίως τοιοῦτον σωλῆνα 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 σωλήνῳ, ὅταν διαδρέχῃ αὐτόν, κατέρχεται δέ, ὅταν δὲν διαδρέχῃ τὸν σωλήνα. Αἰτία δὲ τῶν φαινομένων τούτων, αἴτινα ὡς συμβαίνοντα εἰς τριχοειδεῖς σωλήνας, ἦτοι ἔχοντας διάμετρον ἴσην περίπτου πρὸς τὴν τῆς τριχός, ἐκλήθησαν τριχοειδῆ φαινόμενα, εἶνε ἢ ἔλξις 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 σωλήνος, ἦτοι ἢ συνάφεια. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων



Σχ. 55.

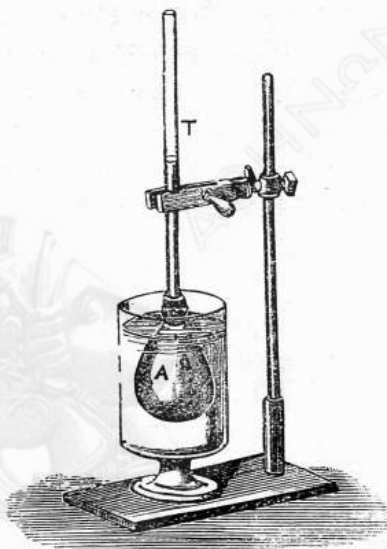


Σχ. 56.

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' ὀλοκληρίαν 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. Διαπίδυσις.** 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 βαθμαίᾳ 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 ἀλληλα. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζωνται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωικῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως Α (σχ 57) θέσωμεν διάλυμα ἁλατος ἢ σακχάρου καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλῆνα Τ ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἴτα 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 ἓν 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 κατήλθεν. Οὐ μόνον δὲ τὸ ὕδωρ εἰσῆλθε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως, ἀλλὰ καὶ διάλυμα ἁλατος 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, ἐὰν ἀρχικῶς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ τοῦ δοχείου εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, μετὰ τινα χρόνον ἢ ἑτέρα αὐτῶν κατέρχεται καὶ ἡ ἄλλη ἀνέρχεται. Ἡ ἐπικοινωνία αὕτη μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν εἶνε ἰσχυροτέρα, ὅταν ταῦτα εἶνε θερμότερα, παύεται δὲ ὅταν τὰ ὑγρά καταστῶσιν ἰσόπυκνα, ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ



Σχ. 57.

συνήθως διέρχονται ἀντιθέτως διάφορα ποσὰ τῶν δύο ὑγρῶν, ἐὰν ἀρχικῶς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ τοῦ δοχείου εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, μετὰ τινα χρόνον ἢ ἑτέρα αὐτῶν κατέρχεται καὶ ἡ ἄλλη ἀνέρχεται. Ἡ ἐπικοινωνία αὕτη μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν εἶνε ἰσχυροτέρα, ὅταν ταῦτα εἶνε θερμότερα, παύεται δὲ ὅταν τὰ ὑγρά καταστῶσιν ἰσόπυκνα, ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ



φαινόμενον τοῦτο καλούμενον διαπιδύσεις συμβαίνει εἰς τε τὰ ζῆα 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 ριζιδίων τῶν φυτῶν ἀπορροφῶσιν ὕδωρ ἐκ τοῦ ἐδάφους, ἕπερ οὕτω φθάνει μέχρι τῶν φύλλων.



~~~~~

ΑΚΑΔΗΜΙΑ

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

## ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

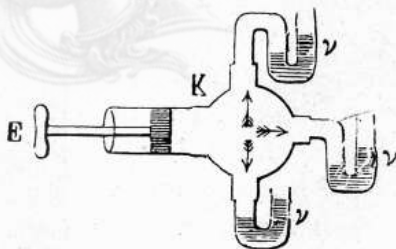


### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ· ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ· ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ

26

95. Τὰ αέρια καθόλου, οἷον ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε σώματα λίαν βρώδη, βρωδέστερα καὶ τῶν υγρῶν, τελείως ἐλαστικά καὶ λίαν συμπιεστά, ἤτοι πιεζόμενα δύνανται νὰ καταλάβωσιν ὄγκον ἐλάχιστον. Ἡ πίεσις δέ, ἣν δι' ἐμβολέως ἐπιφέρομεν ἐπὶ αἰρίου 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  $\nu$   $\nu$  εὐριτκόμενος ἐξωθεῖται μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους εἰς πάντας ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ  $K$  διὰ τοῦ ἐμβολέως  $E$  συμπιεζομένου αἰρος.



Σχ. 58.

#### 96. Βάρος τῶν αερίων.

Πάντα τὰ αέρια καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὡς σώματα ὑλικά ἔχουσι βάρους (1). Ὅπως δ' εὐρωμεν τὸ βᾶρος ὠρισμένου ὄγκου αἰρίου τινός

(1) Πρῶτος ὁ Ἄριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βαρῦς, διότι ἀνεῦρεν ὅτι ἀσκὸς πεφνησημένος (δηλαδὴ ἐγγλείων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ) ἔλκει πλεῖον ἀσκοῦ κειοῖ.



οίουδήποτε, σίον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἰσορροποῦμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν καίλην ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκίνην στρόφιγγα, ἣτις κλείει τὴν σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 59). Εἶτα δι'



Σχ. 59.

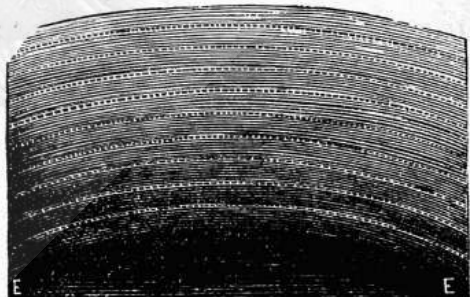
ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρα καὶ ἐξαρθῶμεν πάλιν αὐτὴν ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν. Δι' ἄλλων δὲ σταθμῶν, ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ὕπερ φέρει ἄνωθεν ἡ σφαῖρα, ἐπαναφέρομεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζοντιότητα. Τὰ σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βᾶρος τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Οὕτως εὐρέθη ὅτι τὸ βᾶρος ἑνὸς κυβικοῦ μέτρου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔλκει 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 ὑδρογόνον, ὕπερ εἶνε 14  $\frac{1}{2}$  περίπου φορές ἀραιότερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

96<sup>26</sup> **Ἀτμόσφαιρα.** Τὸ ἀερωδες περίδλημα τῆς Γῆς κα-

λεῖται ἀτμόσφαιρα, μετέχουσα τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς. Εἰς 100 ὄγκους ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος περιέχονται ἐν μίγματι 79 περίπου ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὀξυγόνου. Πλὴν δὲ τούτων ὁ ἀήρ ἐμπεριέχει μικρὰν ποσότητα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός, ὕδρατμοῦς καὶ ἄλλα ἀέρια ἐν ἐλαχίστη ποσότητι.

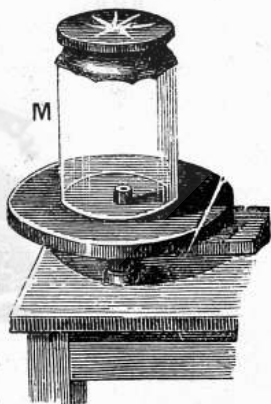
97. **Πίεσις καὶ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας.** Ἐπειδὴ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει βᾶρος, εἶνε δὲ καὶ λίαν συμπιεστός, ἔπεται ὅτι τὸ



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 ἔα ἀραιότερον καὶ οὕτω καθεξῆς ἢ πυκνότης τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Λαμβάνοντες δ' ὑπ' ὄψιν τὸ βάρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τὴν βαθμιαίαν ἐλάττωσιν τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὑπολογίζουσιν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιράς εἶνε ἀνώτερον τῶν 15 χιλιομ., κατὰ τινὰς δὲ παρατηρήσεις 500—600 χιλιόμετρα περίπου.

26 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 ἐκατέρωθεν, ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ ὁποίου προσδένομεν ἀεροστεγῶς μεμβράναν. Ἐφαρμόζοντες τὸν κύλινδρον ἐπὶ δίσκου φέροντος ἐν τῇ μέσῳ ὀπήν, ἐξ ἧς ἐξάγομεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ ἐπὶ τέλους ῥήγνυται 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 σ καὶ κατάλληλον στόμνον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ χεῖλη δὲ αὐτῶν ἀκριδῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἀλληλα. Ὅταν ἀρ-



κούντως ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται νὰ καταβάλωμεν ἰκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 63), ὅπως ἀποσπᾶσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τὴν αὐτήν, καθ' ὅταν ὀρθῶς διεύθυνσιν καὶ ἂν ἐλκύσωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντίως εἴτε κατακορύφως εἴτε πλαγίως.



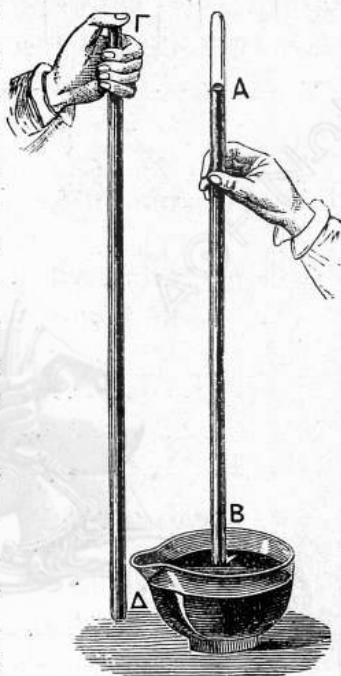
Σχ. 62.



Σχ. 63.

99. **Πείραμα τοῦ Torricelli.** Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πειραμάτων ἀποδεικνύεται ἀπλῶς ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις. Ὁ Torricelli ὅμως ἠδυνήθη νὰ εὕρῃ ἀκριδῶς καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως, τουτέστι τὸ βᾶρος, τὸ ὅπλιον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ὀρισμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα ὑάλινον ΓΔ (σχ. 64) μήκους 1 μέτρου 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 ἐδύθισε τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς δοχεῖον πλήρες ὑδραργύρου. Ὅτε δὲ κατόπιν ἀπέσυρε τὸν ἀντίχειρα, παρετήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρος κατήλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπηλωρημένος μέχρις ὕψους ΒΑ ἴσου πρὸς 76 περίπου ὕψεκατ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτε-

λήται εἰς τόπους, οὔτινες κείνται παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ὁ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι χώρος εἶνε ἐντελῶς κενός οὕτως, ὥστε οὐδεμίαν πίεσιν φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἔσωθεν, ἀλλ' ἡ ὑδραργυρική στήλη BA ἴσταται μετέωρος, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἰσορροπεῖται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικής στήλης, ἣτις ἔχουσα τομὴν ἴσην τῇ τῆς ὑδραργυρικής στήλης ἄρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ καὶ φθάνει μέχρι τῶν περάτων τῆς ἀτμοσφαιράρας. Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, οἷον 1 τετραγ. ὑφεκατ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπίεζε ταύτην στήλη ὑδραργυρική ἔχουσα βάσιν 1 τετρ. ὑφεκατ. καὶ ὕψος 76 ὑφεκατ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφεκ. Ἀλλὰ 76 κυβικὰ ὑφεκατόμ. ὑδραργύρου ἔχουσι βάρος 1033 γραμμ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἐνός τετραγωνικοῦ ὑφεκατομέτρου εἶνε ἴση πρὸς ἓν χιλιόγραμμον περίπου.

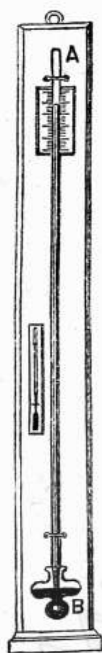


Σχ. 64

27 100. **Βαρόμετρα.** Βαρόμετρον καλεῖται συσκευή παρέχουσα τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως. Μεταβολαὶ δὲ τῆς ἀτμοσφαιρικής πιέσεως παρατηροῦνται οὐ μόνον ἔταν μεταβαίνωμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικής πιέσεως δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἡ συσκευή τοῦ Toricelli, ἀλλὰ πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χώρος νὰ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδραργυρος χημικῶς καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλῆν νὰ στηρίζεται ἐπὶ κατακορύφου

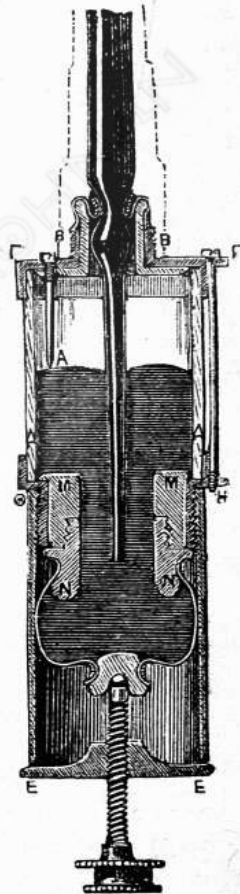


σανίδας (σχ. 65) φερούσης πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος κεχαραγμένας ὑποδιαίρέσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος νὰ συμπίπτῃ πάντοτε πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ B. Τοιοῦτο δ' εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον κοινὸν βαρόμετρον.



Σχ. 65.

Ἐάν 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 διηνεκῶς μεταβάλλεται. Ὅπως δ' εὖρωμεν ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς μεταβολῆς ταύτης, ὀφείλομεν ἐκάστοτε νὰ καταμετρῶμεν 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 εὐρυτέρα τοῦ σωληνοῦ, ὥστε αἱ ἐν τῇ σωλῆνι ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ὑδραργύρου νὰ ἐπιφέρωσιν ἀνεπαίσθητον μεταβολὴν τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ.



χ. 66.

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

πυθμένα, ὅστις ὑφούμενος ἢ ταπεινόμενος διὰ τοῦ κάτωθι: ὑπάρχοντος μεγάλου κοχλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ξυλίνης βάσεως ΓΓ τῆς κυλινδρικής λεκάνης στερεοῦται ἔνδοθεν λεπτὸν ἐλεφαντίνον στέλεχος Α, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον πρέπει νὰ ἀπτηται πάντοτε τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐκ τινος ὀπῆς, ἣν φέρει ἐν τῷ μέσῳ ἢ ἄνω βάσις τῆς λεκάνης, διέρχεται ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον τὸ ἀνοικτὸν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδράργυρον. Ὁ σωλὴν οὗτος προσδένεται ἐπὶ τῆς προεξοχῆς ΒΒ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου διὰ τεμαχίου δέρματος, διὰ τῶν πόρων τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καὶ περιβάλλεται δι' ὀρειχαλκίνου σωλῆνος, ὅστις πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει ἔνθεν καὶ ἔνθεν δύο ἐπιμήκεις θυρίδας, δι' ὧν καθίσταται ὀρατὴ ἢ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου Α (σχ. 67) Ἐπὶ τῆς ὀρειχαλκίνης δὲ ταύτης θήκης εἶνε κεκαραγμένη κλίμαξ ὑποδιηρημένη εἰς χιλιοστόμετρα, ἣς τὸ μηδὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ἐλεφαντίνου στελέχους. Τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ κρικοῦ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχοντος ἐξαρτᾶται ἐκ σταθεροῦ ὑποστηρίγματος ἢ διὰ δακτυλίου περὶ τὸ μέ-



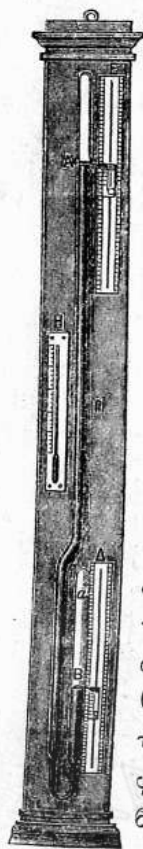
Σχ. 67.

σον τῆς ὀρειχαλκίνης θήκης κειμένου στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος. Ἴνα δὲ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά, στρέφομεν ὑποκάτωθεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἐφάπτηται τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους, καὶ εἶτα προσδιορίζομεν μετὰ τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια Α τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι. Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὄργανον εἰς ἄλλον τόπον, στρέφομεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου πληρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ὑδραργύρου, ὁπότε πλέον δυνάμεθα καὶ νὰ



ἀναστρέψωμεν τὸ ὄργανον θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς δερματίνης θήκης πρὸς μεταφοράν.)

102. **Σιφωνοειδὲς βαρόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ



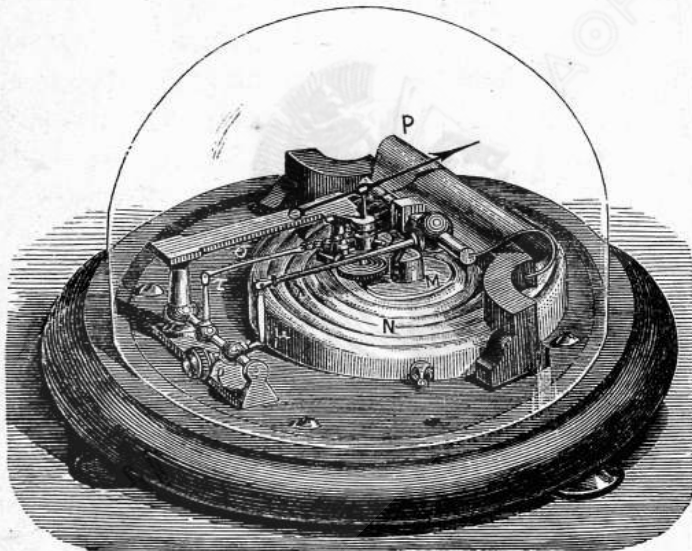
βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλήνος υαλίνου ἐπι-  
καμποῦς ΑΒα (σχ. 68) φέροντος δύο βραχίονας ἀνίσους,  
ὧν ὁ μείζων εἶνε κλειστός ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει  
πρὸς τὰ πλάγια ὀπήν α, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν  
ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου ἐν  
μὲν τῷ μείζονι βραχίονι κατὰ τὸ Α εἶνε τέλειον κενόν,  
ἐν δὲ τῷ ἐλάσσονι Β ὑπάρχει ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὅστις  
πιέζων τὸν ὑδραργύρον ἀναγκάζει αὐτὸν ν' ἀνέλθῃ εἰς  
ὑψος τι ἀνώτερον ἐν τῷ μείζονι βραχίονι, οὕτως ὥστε τὸ  
βαρομετρικὸν ὑψος λογίζεται διὰ τῆς κατακορύφου ἀπο-  
στάσεως τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας Α τοῦ ὑδραργύρου ἐν  
τῷ μείζονι βραχίονι ἀπὸ τῆς Β ἐν τῷ ἐλάσσονι.

103. **Μετάλλια βαρόμετρα.** Τὴν βαρομετρικὴν πί-  
εσιν δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν καὶ δι' ὀργάνων ἀνευ  
ὑδραργύρου, οἷα τὰ μετάλλια βαρόμετρα, ἐκ τῶν ὁποίων  
συνηθέστερον εἶνε τὸ τοῦ Vidi. Τοῦτο σύγκειται ἐκ με-  
ταλλικοῦ τινος κυλινδρικοῦ τυμπάνου Ν (σχ. 69) κενοῦ  
ἀέρος, τοῦ ὁποίου ἢ μὲν κάτω βάσις στηρίζεται ἐπὶ τῆς  
θήκης τοῦ ὀργάνου, ἢ δ' ἄνω οὖσα κυματοειδῆς κοιλοῦ-  
ται εὐχερῶς καὶ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ ἀτμο-  
σφαιρικὴ πίεσις βαίῃ ἀυξανομένη. Ἐπικαμποῦς χαλυ-  
βδίνου ἐλάσματος Ρ τὸ μὲν ἐν πέρας στηρίζεται ἀκλο-  
νήτως ἐπὶ τῆς θήκης, τὸ δὲ ἕτερον εἶνε συνδεδεμένον  
μετὰ τοῦ κέντρου τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου, οὕτως

σχ. 68. ὥστε, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἀυξανομένης καὶ τῆς ἄνω βά-  
σεως τοῦ τυμπάνου κοιλουμένης ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ἐλα-  
τήριον Ρ κάμπτεται ταυτοχρόνως. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ἡ ἀτμο-  
σφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωταί, ἢ ἄνω βάσις τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται  
τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμφθέντος ἐλατηρίου Ρ. 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 περὶ ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

28 104. Τὰ βαρόμετρα χρησιμεύουσι πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, καὶ πρὸς εὔρεσιν 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· Ἐάν π. γ. βαρό-

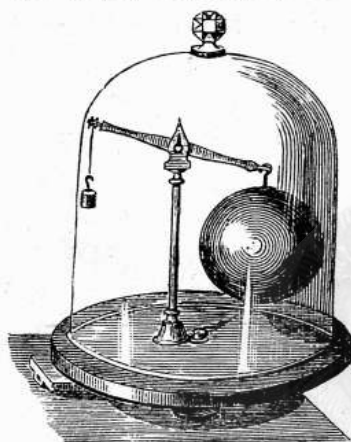


Σχ. 69.

μετρον εὑρισκόμενον ἐν Πειραιεὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύη ἐν ὠρισμένῃ στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστομ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν βάσιν τῶν Ἀνακτόρων θὰ δεικνύη 750 χιλιοστόμετρα. Ἡ διαφορὰ δ' αὐτῆ τῶν βαρομετρικῶν ὕψων προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ στρώμα 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, ἧτοι 10 χιλιοστομ.



Σχ. 70.

ματος, τὸ στῶμα τοῦτο ἔχει ὕψος 10500 φορές 10 χιλιοστόμ., ἧτοι 105 μέτρα, ὅπερ εἶνε τὸ ὕψος τῶν Ἀνακτόρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Οὕτως, ὅταν ἀναχωροῦντες ἀπὸ τοῦ Πειραιῶς καὶ κρατοῦντες βαρόμετρον ἀνερχώμεθα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ βλέπωμεν ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττοῦται κατὰ 1, 2, 3 χιλιοστόμ., συνάγομεν ὅτι ἀνήλθομεν ἅπαξ, δῖς, τρίς 10 μέτρα καὶ ἡμισυ. Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὐρισκώμεθα εἰς τὸ κατώτερον στῶμα

τῆς ἀτμοσφαιρας· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἧτις κείται εἰς ὕψος 700 περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, πρέπει ν' ἀνέλθωμεν 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.

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

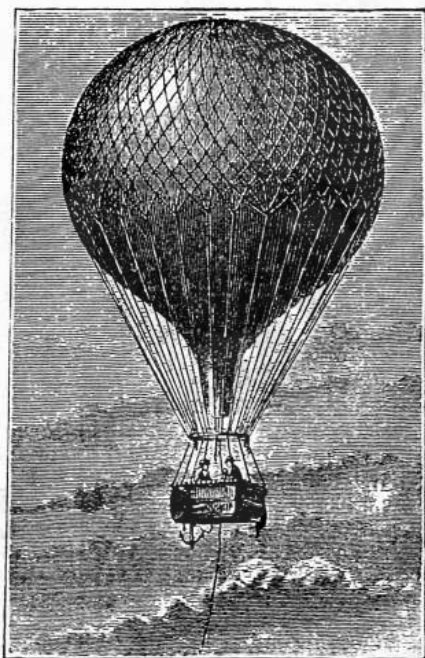
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι σῶμά τι ἀφεθὲν ἐλεύθερον ἐν τῷ ἀέρι καταπίπτει, ἐὰν ἔχῃ βάρους ὑπέρτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, αἰωρεῖται δ' ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἐὰν τὸ βάρους τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρους τοῦ σώματος εἶνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου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

*89* 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 περιδλήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σηρικου, τὸ οὕτως ἀποτελεσθησόμενον ἀερόστατον θέλει ἀνυψωθῆ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρώμα, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ βάρους τοῦ ἐγκλεισμένου ἀερίου καὶ τοῦ περιδλήματος νὰ ἐξισωθῆ πρὸς τὸ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἐν τῷ 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 ελαφρόν τι πλέγμα εκ σιδηρών συρμάτων πλήρες ευφλέκτων σωμάτων. Ὁ ἐντὸς ἀήρ θερμανθεὶς ἐγένετο κουφότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφεθείσα ἐλευθέρα ἀνήλθεν, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ἔταν ἐσδέσθη τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθη ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ.

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



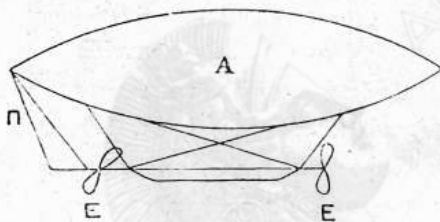
Σχ. 71.

ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέγματος ἐκ λεπτοῦ σχοινίου, τοῦ ὁποίου τὰ νήματα προεκτεινόμενα ἐκ τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδέονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέματα ὁ τοῖς ἀεροναύταις χρησιμεύων κάλαθος. Ὅπαι εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς σφαίρας κείμενα κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομίων πιεζομένων ὑπὸ

ἐλατηρίων, 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 ἐπιδάτης προτιθῆται νὰ κατέλθῃ, ἀνοίγει τὸ ἐπιστόμιον, ὑδρογόνον ἐξέρχεται, ἡ δὲ ἀεροπόρος σφαῖρα κατέρχεται. Ὁ ἀεροναύτης δύναται νὰ ἐπιβραδύνη τὴν κατάβασιν ἢ καὶ αὐθις ν' ἀνέλθῃ ῥίπτων ἔρμα (ἄμμον), τὸ ὅποιον πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον θέτει ἐν τῷ καλάθῳ πρὸ τῆς ἀνυψώσεως.

29 107. Ἀερόστατον πηδαλιουχούμενον. Εἰς τὰ ἀερόστατα



Σχ. 72.

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

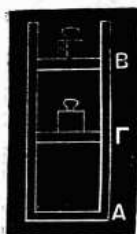
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

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



ἀέρος, ἐφαρμόζομεν 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.

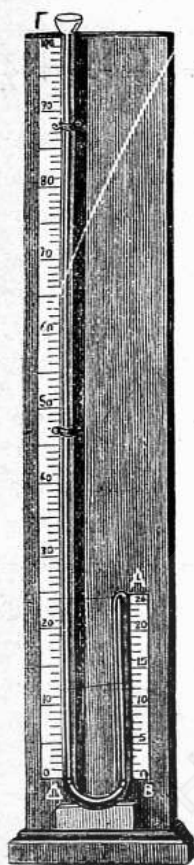
καὶ εἶτα μένει στάσιμος. Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως βάρος μείζον, οὗτος κατέρχεται ἔτι μᾶλλον μέχρι τοῦ Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ἔταν ὁ ὄγκος ἀερίου ἐλαττώται, ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ αὐξάνεται ἰσορροποῦσα ἐκάστοτε τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν.

§ 109. **Νόμος τοῦ Μαριόττου.** Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν εἶνε ἀνιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν, ἔταν ἡ ἐπὶ τοῦ ἀερίου ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῆ, τριπλασιασθῆ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται ὀίς, τρίς κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου διπλασιασθῆ, τριπλασιασθῆ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται δίς, τρίς κτλ. μικροτέρα.

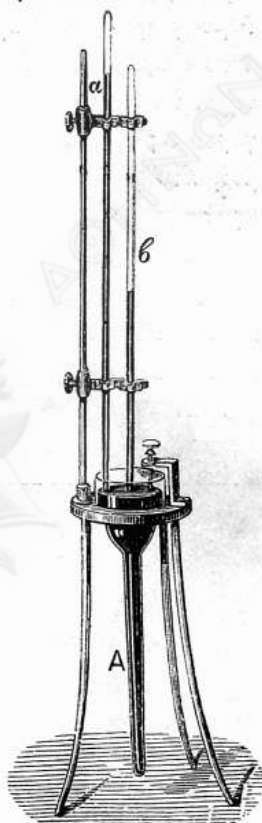
§ 110. **Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου.** Ἰνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλήνα ὑάλινον ἐπικαμπῆ ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος AB (σχ. 74) εἶνε κλειστός ἄνωθεν καὶ ὑποδιηρημένος εἰς ἴσας χωρητικότητας, ὁ δὲ δεύτερος ΓΔ ἐπιμηκέστερος ἀνοικτός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

αὐτὴν ἴσην πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ὕψος. Εἰς τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει ἡ ὑδραργυρική αὐτὴ στήλη καὶ ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, προστίθεται καὶ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἥτις φέρεται διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Γ. Ὅθεν συναγομεν ὅτι ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀέρος, οὕτινος ὁ ὄγκος ἐγένετο ἴσος πρὸς τὸ ἡμίσειον τοῦ ἀρχικοῦ, ἰσορροπεῖ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν, ἥτοι ἐδιπλασιάσθη.

Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν καὶ τὸ ἀντίστροφον, ἥτοι 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. 74.



Σχ. 75

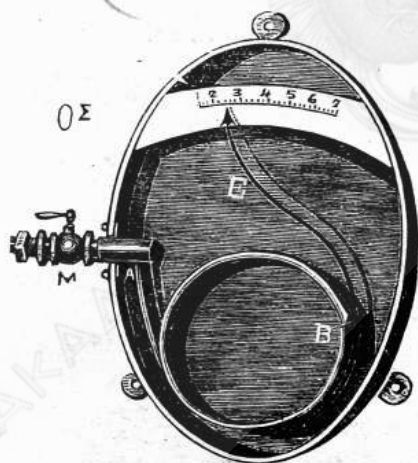
σίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ ὑποδιηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὑδραργύρου μόνον κατὰ τὰ  $\frac{9}{10}$  περίπου οὕτως, ὥστε τὸ ὑπολειφθὲν μέρος νὰ μείνη πλήρες ἀέρος. Κλείσαντες δὲ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου διὰ τοῦ ἀντίχειρος καὶ ἀναστρέψαντες καταδύομεν αὐτὸν ἐντὸς τοῦ δο-



χείου, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου φθάσῃ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐν τῷ σωλήνι τούτῳ καὶ ἐν τῇ λεκάνῃ τοῦ δοχείου A, ὅποτε ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος εἶνε ἴσος πρὸς 10 κυβ. ὑφεκ. π. χ., ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει. Μετὰ ταῦτα ἀνασύρομεν τὸν σωλήνα ὁ μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος διπλασιασθῇ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς 2 σωλήνας α καὶ β γίνεται ἴση τῷ ἡμίσει τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους α, ἤτοι ἴση πρὸς τὸ ἡμισυ τῆς πιέσεως μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τοῦ ὄγκου διπλασιαζομένου ἡ ἐλαστικότης ὑπεδιπλασιάσθη.

30 111. **Μανόμετρα.** Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἐλαστικότητος τῶν αερίων ποιούμεθα χρήσιν συσκευῶν, αἵτινες καλοῦνται **μανόμετρα.** Τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὸ μετάλλινον μανόμετρον τοῦ Bourdon.

112. **Μετάλλινον μανόμετρον τοῦ Bourdon.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο, χρήσιμον ἐν τῇ



Σχ. 76.

βιομηχανία πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πιέσεως ἢ ἐλαστικότητος αερίων ἢ ἀτμῶν (ἀτμομηχαναί) ἢ ὑγρῶν (ὑδραυλικὸν πιεστήριον) σύγκειται ἐκ μεταλλίνου σωλήνος AB (σχ. 76) εὐκάμπτου καὶ συμπιεσμένου οὕτως, ὥστε ἡ ἐγκαρσία αὐτοῦ τομῇ Σ νὰ εἶνε ἐλλειπτικῆ, καὶ περιελιγμένου ἐν σχήματι ἑλικος. Ὁ ἑλικοειδῆς οὗτος σωλήν εἶνε κλειστὸς μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄ-

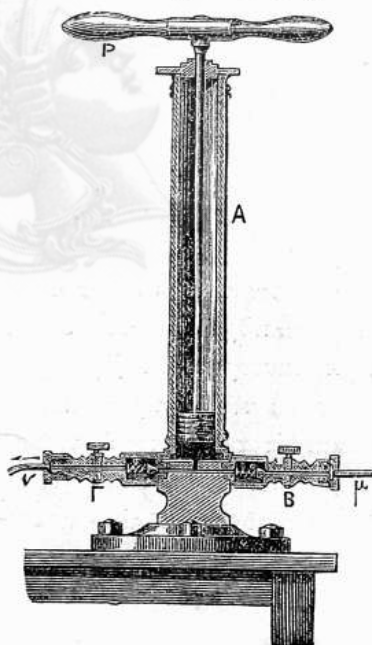
κρον B, ἀνοικτὸς δὲ κατὰ τὸ ἕτερον M, ἐνθα ὑπάρχει στρόφιγγις, δι' ἧς τίθεται εἰς συκοινωνίαν ὁ σωλήν οὗτος μετὰ τοῦ ἀτμογό-νου λέβητος. Τὸ ἕτερον ἄκρον B τοῦ σωλήνος ὄν ἐλεύθερον φέ-ει

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ· ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΛΙΑΙ

37 112. *Πνευματικαὶ μηχαναί.* Καλοῦνται πνευματικαὶ μηχαναὶ αἱ συσκευαί, δι' ὧν δυνάμεθα γὰ ἀραιώσωμεν ἀέρα ἢ ἀέριόν τι οἶον-δήποτε ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλει-στῷ χώρῳ ἢ γὰ συμπιέσωμεν ἀέρα, ἢ ἄλλο τι ἀέριον οἶονδήποτε ἐν κλει-στῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοι-αῦται 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 Α (σχ. 77), ἐν τῷ ὀπιῳ ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐμβολεύς. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου Α ὑπάρχουσι δύο πόροι νΓ καὶ μΒ ἄγοντες εἰς κυλινδρικὰς κοιλοτήτας σ καὶ ο, ἐν αἷς κεῖνται κωνικαὶ ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἃς φέρουσιν αἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων



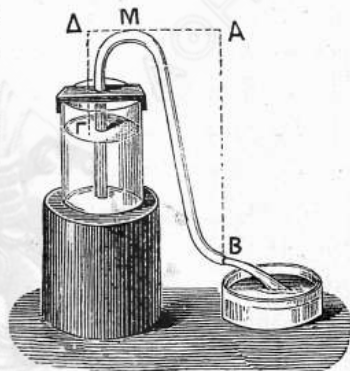
Σχ. 77.



ή μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ σ 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-  
 πεπιεσμένος· ἡ 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 τῷ σωλῆνι τοῦ  
 Νεύτωνος (§ 46, σχ. 20), τὸν ἐν τῇ κοίλῃ ὑαλίῃ σφαίρᾳ (§ 96, σχ.  
 59), θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν χῶρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ  
 δεξιὰ πόρου μΒ διὰ σωλῆνος παχέος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμοος. Καὶ  
 ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α  
 μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ<sup>1</sup>, τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῷ κε-  
 γὸν καὶ τότε ἡ μὲν πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴ ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐξω-  
 τερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ, ἐνῶ ἡ πρὸς τὰ δεξιὰ  
 ἐπιστομὴ πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος ὑποχωρεῖ καὶ  
 ἀήρ ἐκ τοῦ χώρου ἐρχόμενος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον Α καὶ  
 πληροῖ αὐτόν. Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζηται μέχρι τοῦ πυ-  
 θμένου τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῷ πυκνούμενος ἀήρ πιέζει τὴν πρὸς  
 τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα ο καὶ οὕτω φράττεται ὁ πόρος Βμ καὶ κωλύε-  
 ται ἡ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χῶρον. Ἄλλ' ἡ πρὸς τὰρι-  
 στερὰ ἐπιστομὴ σ πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν  
 ἔξοδον εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ συμπιεζόμενον ἀέρα. Ἀνελκούν-  
 τες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβο-  
 λέα ἀφαιροῦμεν ἐκάστοτε μέρος τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος καὶ καθι-  
 στῶμεν αὐτὸν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. Δὲν δυνάμεθα  
 ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῇ μέρος  
 τι, διότι μεταξὺ τοῦ πυθμένου τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως  
 τοῦ ἐμβολέως εὐρισκομένου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρ-  
 χει χωρητικότης τις, ἡ ἐπιζήμιος χωρητικότης καλουμένη, ἐν τῇ  
 ὁποία συμπιεζόμενος ὁ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ἀήρ δύναται μὲν νὰ ἐξέλθῃ  
 εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἐφ' ὅσον ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ εἶνε ὑπερτέρα

τῆς ἐξωτερικῆς πιέσεως, ὅταν ὅμως ἔχη τοιαύτην ἀραιώσιν πρὸ τῆς καταπιέσεως τοῦ ἐμβολέως, ὥστε συνωθούμενος ἐν τῇ ἐπιξιμίῳ χωρητικότητι νὰ ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ ἐξωτερικῇ πιέσει, τότε δὲν δύναται πλέον νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἡ περαιτέρω ἀνέλκυσις ἀποβαίνει ἀνωφελῆς. Τοιαύτη οὖσα ἡ πνευματικὴ αὕτη μηχανὴ καλεῖται ἀεραντλία.

37 Ἐὰν δὲ τὴν αὐτὴν 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 ἀέρα. Καὶ ὄντως ἀνελκύνοντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ  $A$ , ἕπερ πληροὶ ἀὴρ ἐξωθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξωθῶν τὴν δεξιάν ἐπιστομίδα  $\sigma$ , ἐν ᾗ ἡ ἀριστερὰ  $\rho$  δὲν δύναται νὰ μετακινηθῇ. Καταπιεζομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀὴρ



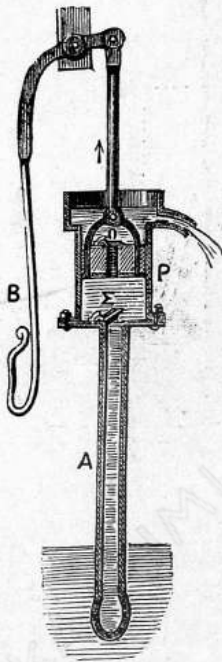
Σχ. 78.

πυκνόμενος τὴν μὲν δεξιάν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χώρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐλκύσεις καὶ καταπιέσεις τοῦ ἐμβολέως ἀὴρ ἐξωθεν λαμβανόμενος συμπυκνῶνται ἐν τῷ χώρῳ. Οὕτω δ' ἐνεργοῦσα ἡ συσκευὴ καλεῖται ἀεροθλιπτικὴ μηχανή, χρησιμεύουσα εἰς πολλὰς περιστάσεις, οἷον εἰς τὰ σκάφανδρα τῶν θυτῶν, δι' ὧν οὗτοι περιβαλλόμενοι καταδύονται εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης.

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



τοῦ ἐπιμηκέστερου βραχίονος, ἀραιούμεν τὸν ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀέρα, οὕτω δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις καταθλίβουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδατος ἀναβιβάζει αὐτὸ εἰς τὸν βραχύτερον βραχίονα ΓΜ καὶ τέλος πληροῖ καὶ τὸν ἐπιμηκέστερον βραχίονα ΜΒ. Ἐὰν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ἐκρέειν ἐκ τοῦ ἄκρου Β. Ὁ μεταγγισμὸς οὗτος εἶνε ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἥτις ἐνεργοῦσα καὶ ἐπὶ

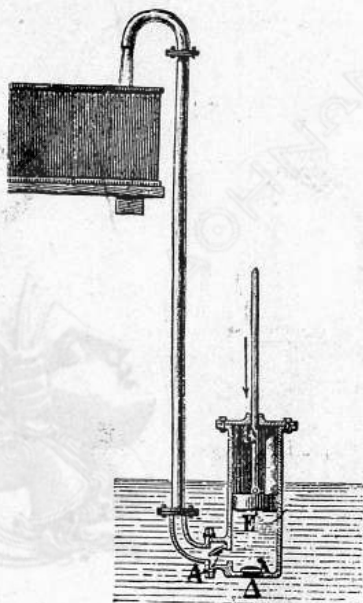


Σχ. 79.

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

114. **Υδραντλία.** Ὑδραντλίας καλοῦνται μηχαναὶ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Ὑδραντλιῶν ὑπάρχουσι τρία εἶδη, αἱ ἀναρροφητικαί, αἱ καταθλιπτικαὶ καὶ αἱ ἀναρροφητικαὶ τε καὶ καταθλιπτικαί.

115. **Ἀναρροφητικὴ ὑδραντλία.** 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 ἐκροτὴν τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα προσκολλᾶται 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 ἄκρον 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-

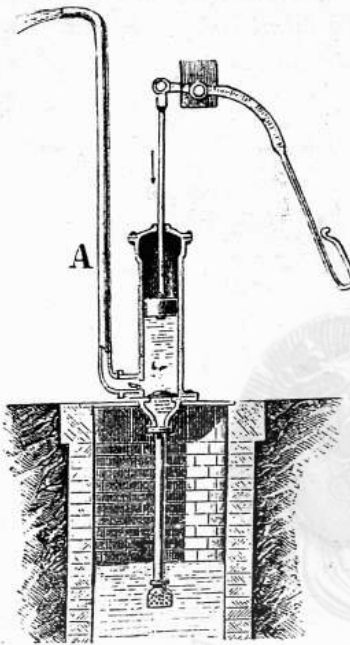


σχ. 80.

κηται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ πληρωθῇ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι ἡ ἐπιστομὶς O κλείει τὸν ὀχετὸν τοῦ ἐμβολέως. Ἄλλ' ἡ ἀτμοσφαιρική πῆσις ἀναβιάζει 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 ἀτμοσφαιρική πῆσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα Σ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὐθὺς καταπιεσθῇ ὁ ἐμβολεὺς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ κλείον μὲν τὴν ἐπιστομίδα Σ δὲν δύναται νὰ



παλινδρομήση εἰς τὸν σωλῆνα Α, ἀνοίγον δὲ τὴν ἐπιστομίδα Ο διέρχεται διὰ τοῦ ὀχετοῦ τοῦ ἐμβολέως καὶ πληροῖ τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ χῶρον τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 81.

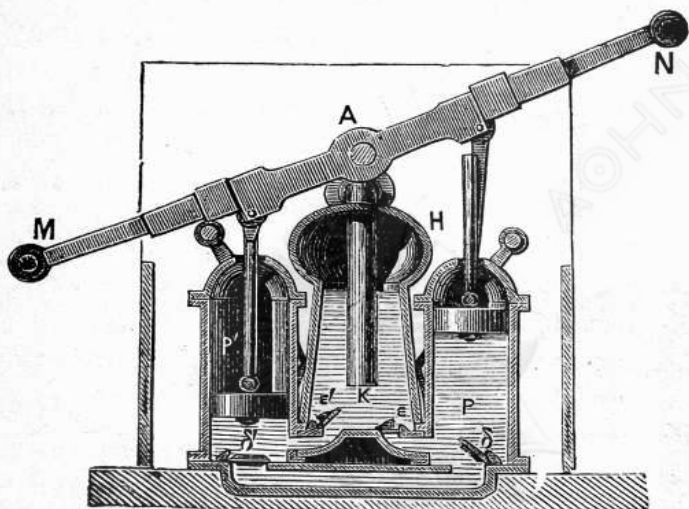
Κατὰ τὴν ἐπομένῃ ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ μὲν ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστομίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα καὶ παρακολουθεῖ τὸν ἐμβολέα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν ὑδραντλιῶν δύναται νὰ ἀναβιθασθῆ 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 τῷ ὕδατι, φέρον δικλείδα Δ ἀνοίγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ κύλινδρος συγκαίνοται μετὰ παραπλεύρου σωλῆνος φέροντος δικλείδα Α ἀνοίγομένην ἐκ τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὸν σωλῆνα. Ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται, ἡ δικλείς Δ ἀνοίγεται καὶ τὸ ὕδωρ εἰσέρχόμενον 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 σωλῆνα.

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 πίεσεως τοῦ ἐμβο-



Σχ. 82.

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

32 118. **Πυροσβεστικὴ ὑδραντλία.** Αὕτη συνίσταται ἐκ δύο κυλίνδρων P καὶ P' (σχ. 82) τεθειμένων ἐντὸς δεξαμενῆς πληρωμένης ὕδατος καὶ ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐμβολεῖς πλήρεις κινούνται ἐναλλάξ. Τὸ ὕδωρ ὠθεῖται 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 ἔτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἤττον θερμὰ ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν αἰτίαν καλουμένην *θερμότητα*.

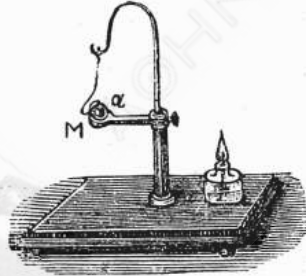
120. *Διαστολή.* Τὰ διάφορα σώματα στερεά, ὑγρά ἢ ἀέρια ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος διαστέλλονται, καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρά καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.



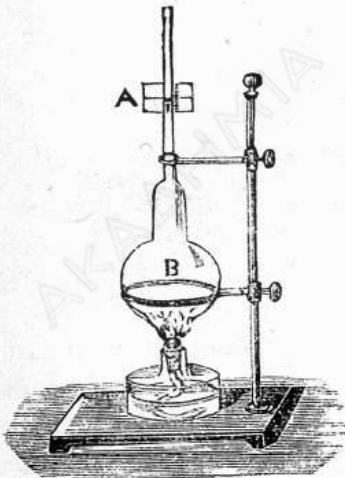
Σχ. 83

α΄) *Διαστολή τῶν στερεῶν.* Μεταλλίνης βάρδου 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 ὁποίου ὁ μείζων βραχίον ΟΕ διαγράφει διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ Ε τόξον

κύκλου υποδιηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ ῥάβδος ΓΔ θερμαινομένη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου οἴνοπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ MN ἐπιμηκύνεται, ὁ δὲ δείκτης Ε μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίον ΟΕ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΔ καὶ τὸ πέρασ τοῦ δείκτου Ε μετακινήθῃ κατὰ 6 ἢ 7 χ. μ., συνάγομεν ὅτι ἡ ῥάβδος ὑπέστη ἐπιμήκυνσιν 0,6 ἢ 0,7 τοῦ χ. μ. Ἐὰν δ' ἡ φλὸξ ἀποσβεσθῇ, ἡ ῥάβδος ψυχομένη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅτι δὲ ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μήκος, ἀλλὰ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Σφαῖρα χαλκοῦ α (σχ. 84) ψυχρὰ οὔσα 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 ὁμοῦς διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



Σχ. 84.



Σχ. 85.

6') Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Σφαιρικὸν ὑάλινον δοχεῖον Β (σχ. 85) ἀποληγῶν ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα πληροῦμεν ὕδατος ἢ οἴνοπνεύματος μέχρι σημείου τινὸς Α, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τινος δείκτου ἐκ χάρτου καὶ εἶτα θερμαίνομεν αὐτὸ διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἴνοπνεύματος. Καὶ κατ' ἀρχάς μὲν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται ἕνεκα τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται πρῶτον τὸ δοχεῖον· εὐθὺς ὁμοῦς ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ καὶ εἰς τὸ ἐντὸς ὑγρὸν καί, ἐπειδὴ τοῦτο διαστέλλεται πλείοτερον τοῦ δοχείου, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι ἄνω τοῦ δείκτου Α.



γ') Διαστολή τῶν ἀερίων Σφαῖραν υάλινην A (σχ. 86) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινός οἰουδήποτε καὶ φέρουσαν λεπτὸν σωλήνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὑδραργύρου  $\nu$ , θερμαίνομεν ἀσθενῶς ἐγγιζόντες αὐτήν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι



Σχ. 86.

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

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



Σχ. 87.

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

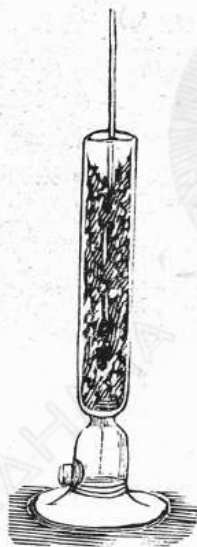
ἐσχάρας AB (σχ. 87) θερμαίνομεν αὐτὴν διὰ διαπύρων ἀνθράκων, ὅποτε ὁ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἐν μέρει ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν τότε ἀναστρέψαντες τὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἀμέσως τὴν ἀκίδα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου, οὗτος ἀνέρχεται καὶ πληροῖ τὴν σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν 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 αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, μέρος τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται καὶ ἐν τῷ δοχείῳ. Ἐὰν δὲ καὶ τρίτον θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ μήκος διὰ διαπύρων ἀνθράκων ἐπὶ τῆς κεκλιμένης ἐσχάρας, μέχρις ὅτου ὁ ἐν τῷ δοχείῳ ὑδράργυρος ἀναδράσῃ ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ὅλος 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 (1), 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.

35122. **Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.** Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμομέτρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεία τοιαῦτα, εἰς τὰ ὁποῖα φθάνων ὁ ὑδράργυρος νὰ δεικνύῃ ὠρισμένους 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 δευτερός *θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν*. Καὶ ἵνα εὗρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ὄλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχέα (σχ. 88) πλήρη τετριμμένου

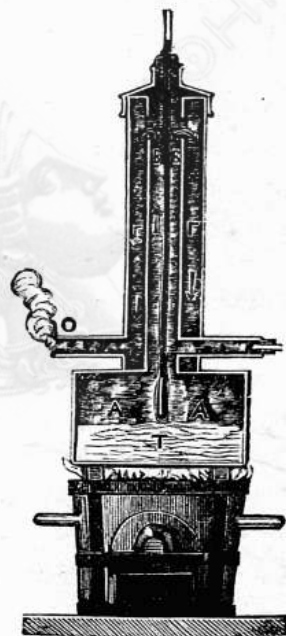
(1) Τὸ διάλυμα μαγειρικοῦ ἁλατος βράζει εἰς θερμοκρασίαν κατὰ τι ἀνωτέραν τῆς τοῦ βρασμοῦ τοῦ καθαροῦ ὕδατος.



πάγου και φέροντα κάτωθεν όπήν, έξ ης εκρέει τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ και ἀφίνομεν ἐντὸς τοῦ πάγου τὴν συσκευήν, μέχρις ὅτου ὁ ὕδραργυρος παύσῃται συστελλόμενος και ἢ ἐν τῷ σωλῆνι ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ μείνη στάσιμος. Χαράσσομεν τότε εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μετὰ ταῦτα τίθεται ἡ συσκευή ἐντὸς θερμοαντήρος, τοῦ ὁποίου κατακόρυφος τομὴ δείκνυται ἐν τῷ σχήματι 89. Ὁ θερμοαντήρ οὗτος εἶνε δοχεῖον ὀρειχάλκινον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται



Σχ. 88.

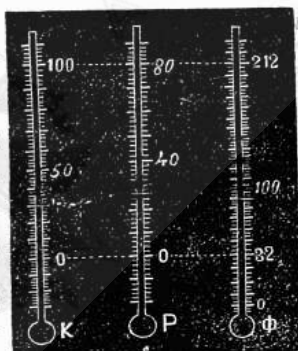


Σχ. 89.

ὕδωρ T ὑποβαλλόμενον εἰς βρασμόν. Ὁ θερμομετρικὸς σωλῆν κρέμαται ἐν τῷ θερμοαντήρι οὕτως, ὥστε τὸ δοχεῖον αὐτοῦ νὰ εὐρίσκηται ὀλίγον ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Οἱ ἀτμοὶ οἱ ἐκ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ἀναδιδόμενοι ἀνέρχονται κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ κεντρικοῦ σωλῆνος BB περιβάλλοντες ὅλον τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα και εἶτα κατερχόμενοι διὰ τοῦ περι-

βλήματος ΓΓ', ὕπερ 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 ἀνήλθε, τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγμήν εἶνε ἴση πρὸς 760 χιλιοστόμ. Ἐκ τούτου λοιπὸν βλέπομεν ὅτι θερμοκρασία τοῦ μηδενὸς καλεῖται ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου, θερμοκρασία δὲ τῶν 100 βαθμῶν ἡ θερμοκρασία 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 ἄνωθεν τοῦ 100 καὶ κάτωθεν τοῦ 0. Οἱ ἄνωθεν 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-



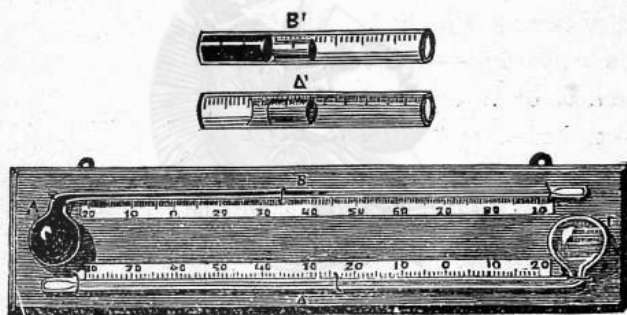
Σχ. 90.

μύρου Ρ, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος σημειοῦται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 80 οὕτως, ὥστε 100 βαθμοὶ Κελσίου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 80 Ῥεωμύρου καὶ ἐπομένως διὰ τὰ μετατρέψωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Κ. εἰς βαθμοὺς Ρ. πολλαπλασιάζομεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{4}{5}$  ἢ ἐλαττοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ  $\frac{1}{5}$  αὐτοῦ. Τούναντίον δὲ ἐπειδὴ 80 Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 Κ. διὰ τὰ μετατρέψωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Ρ. εἰς βαθμοὺς Κ. πολλαπλασιάζομεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{5}{4}$  ἢ ἀυξάνομεν 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 ψυχρὸς τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν ἀμ-



μωνιακού άλατος και τετριμμένου πάγου ( $-17^{\circ}$ , 78 K.), ή θερμοκρασία τής τήξεως του πάγου αντιστοιχεί εις τους 32 βαθμούς τής κλίμακος ταύτης και ή των άτμών του ζέοντος ύδατος εις τους 212 βαθμούς. Έπειδή λοιπόν 100 διαιρέσεις K. ή 80 P. ισοδυναμοῦσι πρὸς  $212 - 32 = 180$  διαιρέσεις Φ. μετατρέπομεν βαθμούς K. ή P. εις Φ. πολλαπλασιάζοντες τὸν μὲν ἀριθμὸν, ὅστις παριστᾷ τοὺς βαθμούς K., ἐπὶ  $\frac{9}{5}$ , τὸν δ' ἀριθμὸν τὸν παριστᾶντα τοὺς τοῦ P. ἐπὶ  $\frac{9}{4}$  και προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέροις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν 32. Τοῦναντίον δὲ μετατρέπομεν βαθμούς Φ. εις βαθμούς K. ή P. ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστᾶντος τοὺς τοῦ Φ. τὸν ἀριθμὸν 32 και πολλαπλασιάζοντες τὸ ὑπόλοιπον



Σγ. 91.

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

36 123. **Οἰνοπνευματικὸν θερμοόμετρον.** Έπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εις  $-39^{\circ}$ , 4 K., διὰ τὰ μεγάλα ψύχη γίνεται χρῆσις καθαροῦ οἰνοπνεύματος, ὅπερ δυσκόλως πήγνυται (εις  $-140^{\circ}$  πυκνόρρευστον). Έπειδὴ δὲ τὸ οἰνόπνευμα ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 760 χ. μ. ἀναθράζει εις  $78^{\circ}$ , 4 K., βαθμολογεῖται τὸ οἰνοπνευματικὸν θερμοόμετρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραργυρικόν, χρωματίζεται δὲ τὸ οἰνόπνευμα συνήθως ἐρυθρόν διὰ νὰ εἶνε δραστὸν ἐν τῷ σωλῆνι.

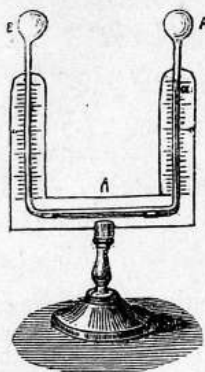
36 124. **Ακροβάθμια θερμοόμετρα.** Τὰ θερμοόμετρα ταῦτα χρησιμεῦουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην (μεγιστοβάθμιον) και

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 τῷ 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 συμπαράσῳρει τὸν δείκτην. Τὸ πέρασ τοῦ δείκτου τὸ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐστραμμένον δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὡς θερμόμετρον δὲ ἐλαχίστου χρησιμεύει συνήθως οἶνοπνευματικὸν θερμόμετρον ΓΔ φέρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην Δ, ἧτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κεῖται ἐντὸς τοῦ οἶνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, τὸ οἶνόπνευμα συστέλλόμενον συμπαράσῳρει καὶ τὸν δείκτην. Ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἶνόπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως περίξ τοῦ δείκτου, ἀλλὰ δὲν παράσῳρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιουτοτρόπως οὔτος παραμένει ἐμβεδαπτισμένος ἐν τῷ ὑγρῷ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἶνοπνεύματος τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν.

6 125. **Διαφορικὸν θερμομέτρον.** Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σημείων ὁ Leslie ἐπενόησε τὸ ὄργανον, ὃ παριστᾶ τὸ σχῆμα 92. Σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς ὑαλίνου σωλῆνος ΒΛΑ, 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. Ἐὰν θερμανθῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἢ μία τῶν σφαιρῶν, οἷον ἢ Β, ἀμέσως ὁ ἐντὸς αὐτῆς διαστελλεται καὶ παρωθεῖ



Σχ. 92.

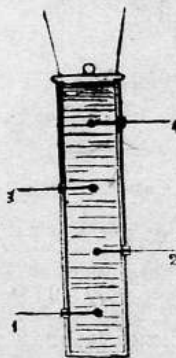
τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαῖραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὴν μὲν μίαν σφαῖραν εἰς  $0^{\circ}$ , τὴν δὲ ἄλλην εἰς  $10^{\circ}$  καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς α τὸ ὑγρὸν ἴσταται ἐκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἄ ἴστατο ἀρχικῶς· εἶτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουναι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς κατ' ἕλον τὸ μήκος τῶν σκελῶν.

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 φανερόν ὅτι ἡ ῥάβδος θέλει ἐπιμηκυνθῆ. Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὴν ὀλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ῥάβδου, ἦτοι 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, ἦτοι ῥάβδος ἐνός μέτρου θερμαινομένη ἀπὸ τοῦ  $0^{\circ}$  μέχρις  $1^{\circ}$ . Ἡ οὕτως εὐρισκομένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. (Διὰ τῆς αὐτῆς ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρηστών 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 θερμαινομένη κατὰ  $100^{\circ}$  διαστελλεται

ἐν ὄλῳ κατὰ 294,  $\frac{1}{16}$ , ἐν ᾧ ἴση τὸ μήκος ῥάβδος ἐκ λευκοχρύσου καὶ ἴσον τῇ πρώτῃ θερμαινομένη διαστέλλεται κατὰ  $88 \frac{1}{41}$ .)

127. **Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.** Εἰς τὰ ὑγρά διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον καὶ τὴν φαινομένην διαστολήν. Καὶ φαινομένη μὲν διαστολή καλεῖται ἡ διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου. Τοιαύτη εἶνε π. χ. ἡ ἐν τῷ ὑδραργυρικῷ ἢ οἶνοπνευματικῷ θερμομέτρῳ παρατηρουμένη διαστολή τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἶνοπνεύματος, ἥτις εἶνε ἐλάσσων τῆς πραγματικῆς κατὰ τὴν διαστολήν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου. Οὕτω λ. χ. ἡ φαινομένη διαστολή τοῦ οἶνοπνεύματος ἐν ὑάλινῳ δοχείῳ εἶνε ἑπταπλασία τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐν ᾧ 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 ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται οὕτως, ὥστε τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $4^{\circ}$  κέκτηται τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα. Πολλοὶ δὲ πειραματικαὶ τούτου 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 πολλῶν ἀνωτέραν τῶν  $4^{\circ}$ , ἐν τῇ ᾗ οἷα



Σχ. 93.



τὸ ἀγγεῖον τοῦτο θερμαίνεται βαθμηδόν. Ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης εἰσχωροῦσα εἰς τὸ ἀγγεῖον θερμαίνει κατὰ πρῶτον τὰ μέρη τοῦ ὕδατος τὰ εὐρισκόμενα εἰς ἐπαφήν 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. Ἀλλ' 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, ἕνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὕπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἤδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ταύτης, εἶτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθε-

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, δύναμεθα νὰ εὐρωμεν κατὰ προσέγγισιν ὡς ἑξῆς: Λαμβάνομεν στενὸν ὑάλινον σωλῆνα AB (σχ. 94) ἀνοικτὸν ἄνωθεν, ἠριθμημένον, περιέχοντα κατὰ τὸ Bδ ἀέρα καὶ κατὰ τὸ αδ σταγόνα ὑδραργύρου



Σχ. 94.

διακόπτουσαν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Ὁ δείκτης τοῦ ὑδραργύρου κατέχει τὴν θέσιν αδ, ὅταν ὁ σωλῆν εἶνε ἔμβεδαπτισμένος εἰς ψυχρὸν ὕδωρ 10°. Ἐμβάπτιζομεν εἶτα τὸν σωλῆνα εἰς θερμὸν ὕδωρ 55° καὶ παρατηροῦμεν

ὅτι ὁ δείκτης μετετοπίσθη εἰς α' β'. Ὅθεν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἠϋξήσε  
κατὰ τὸν χώρον τοῦ σωλήνος τὸν εὐρισκόμενον μεταξύ β καὶ β'.  
Ἐνευρίσκομεν οὕτως ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἠϋξήσε κατὰ τὸ  $\frac{1}{6}$  αὐ-  
τοῦ διὰ 45 βαθμούς 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  $\frac{1}{273}$ .

38 130. **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, ὅπῃθεν ἐξέρχεται,  
ἐὰν ὑπάρχωσιν αἱ πρὸς ἀερισμὸν ἀπαιτούμεναι ὀπαί, καὶ ἀντικα-  
θίσταται δι' ἄλλου ἀέρος εἰσδύοντος διὰ τῶν θυρῶν. Ὡσαύτως αἱ  
ἡλιακαὶ ἀκτῖνες θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος καὶ δι' αὐτοῦ τὸ στρώμα  
τοῦ ἀέρος τὸ ὑπερκείμενον τοῦ ἐδάφους, ἐν ᾧ ζῶμεν. Θερμαινό-  
μενος 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 θερμαι-  
νόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ  
γεννᾶται ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας  
ἐπιταχύνει τὴν καύσιν καὶ θερμαινόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων  
τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσῃ δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μείζων,  
τοσοῦτῃ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον, καὶ ἐπομένως καὶ  
ἡ ἰσχὺς τοῦ πυρὸς, καὶ διὰ τοῦτο ἐν τοῖς ἐργοστασίοις, ἐν οἷς ἀπαι-  
τεῖται ἰσχυρὰ θέρμανσις ἀτμολεδήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλάς  
τάς 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' ἐνὸς μὲν δι' ὀχετοῦ μετὰ τοῦ  
ἐξωτερικοῦ ἀέρος, ἀφ' ἐτέρου δὲ μετὰ σιδηρῶν σωλήνων, οἷτινες



ἐκστομοῦνται εἰς τὰς αἰθούσας τῆς οἰκοδομῆς δι' ὀπῶν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεφγμένων. Ὁ ἐντὸς τοῦ σιδηροῦ θαλάμου ἀήρ θερμαινόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διὰ τῶν σωλήνων εἰς τὰς αἰθούσας, ἐν ᾧ καθαρὸς ἀήρ ἐξωθεν ἐρχόμενος εἰσρέει διηγενηκῶς εἰς τὸν σιδηροῦν θάλαμον, ἐνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΣΕΩΣ

131. Τὰ στερεὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὄριον διαστολῆς, πέραν τοῦ ὁποίου 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 δεύτερον *πήξις*.

132. *Νόμοι τήξεως καὶ πήξεως.* 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 σιγμῆς ἄρχεται ἢ *τήξις* ἢ ἡ *πήξις*, ἢ θερμοκρασία τοῦ σώματος μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ἢ *τήξις* ἢ ἡ *πήξις* γίνῃ τελεία. Οὕτως ἂν ψύξωμεν ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας καὶ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, ἀμέσως ἄρχεται ἢ *πήξις* καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυμένου ὕδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβληθῇ εἰς πάγον. Ὡσαύτως, εἰς θερμαίνωμεν 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

δ' αὐτή, ἢ δαπανωμένη κατὰ τὴν τῆξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινομένη αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

9 133. **Διάλυσις.** Πολλὰ στερεὰ οὐσία: ριπτόμενα ἐντὸς ὑγρῶν μεθίστανται ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγράν κατάστασιν, ἤτοι 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 ὠρισμένον καὶ κανονικὸν περατούμενον εἰς ἔδρας ἐπιπέδους, ἤτοι κρυσταλλοῦται.

9 134. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Τὰ διάφορα ἄλατα, ἵνα διαλυθῶσιν ἐν τῷ ὕδατι, ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος 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 τῆξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἁλατος ἀπαιτεῖται θερμότης, ἣτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ μίγματος, ἁλατος καὶ πάγου, ὅπερ φύχεται κάτωθεν τοῦ 0° καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο *ψυκτικὸν μίγμα*.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ

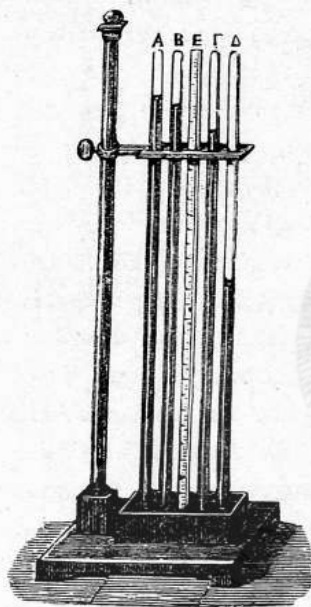
40 135. Καλεῖται ἀτμὸς τὸ ἀέριον, εἰς ὃ μεταβάλλεται ὑγρὸν τι διὰ τῆς θερμότητος.

Ἐπάρχουσιν ὑγρά, ἅτινα παρέχουσιν ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς χαμηλοτέραν τῆς συνήθους· ταῦτα καλοῦνται *ἐξατμιστὰ* ἢ *πιητικά*, ἅτινα βράζουσιν ἐν ὠρισμένη ἑκαστον θερμο-



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

Τὰ πτητικὰ ὑγρά εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαερούονται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τού-



Σχ. 95.

του ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περι-  
χούσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομε-  
τρικοὺς σωλήνας Α, Β, Γ, Δ (σχ. 95).  
Εἶτα εἰσάγοντες κάτωθεν εἰς μὲν τὸν  
σωλήνα Β σταγόνας ὕδατος, εἰς δὲ τὸν  
Γ σταγόνας οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν  
Δ σταγόνας αἰθέρος παρατηροῦμεν ὅτι,  
καθ' ἣν στιγμὴν τὰ ὑγρά ταῦτα ἀνερ-  
χόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἄνωθεν τοῦ  
ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων,  
πάραυτα ἐξαερούονται. Συγχρόνως δὲ  
παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑδραργυρικαὶ  
στήλαι κατέρχονται, ἀλλ' ὀλιγώτερον  
μὲν εἰς τὸν Β τὸν περιέχοντα ἀτμοὺς  
ὕδατος, περισσότερον δὲ εἰς τὸν Γ τὸν  
περιέχοντα ἀτμοὺς οἶνοπνεύματος 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 δεύ-  
τερον ὅτι ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν  
θερμοκρασίαν εἶνε διάφορος, μείζων μὲν ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέ-  
ρος, ἐλάσσω δ' ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ οἶνοπνεύματος καὶ ἔτι ἐλάσσω  
ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος.

136. **Ἄνωρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν  
εἰς χῶρον κενόν, οἷον εἰς σφαιραν ὑαλίνην Α (σχ. 96), ἀποτελοῦ-  
σαν βαρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τι-

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

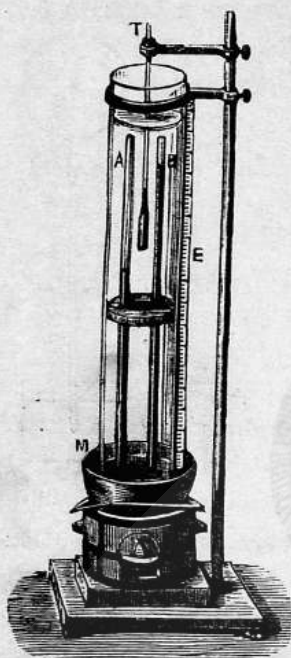


137. <sup>46</sup> *Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει ἀξανομένη ἀξανομένης τῆς θερμοκρασίας.* Ἀποδεικνύομεν τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς Σχ. 96.

καὶ μετροῦμεν συγχρόνως τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μεταξὺ 0° καὶ 100° διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς (σχ. 97). Εἰς χύτραν M περιέχουσιν ὑδράργυρον ἀναστρέφομεν δύο βαρομετρικούς σωλήνας A καὶ B πλήρεις ὑδραργύρου, ὧν ὁ ἕτερος A περιέχει μικρὰν ποσότητα ὕδατος ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ θαλάμῳ. Οἱ σωλήνες οὗτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐρειδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου καὶ πλήρους ὕδατος, οὔτινος ἡ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ θερμομέτρου T ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεβαπτισμένου. Κανὼν E ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικής στήλης ἐν τῷ σωλῆνι A, ἥτοι τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Διὰ πυρᾶς κάτωθεν τεθείσης θερμαίνεται ὁ ὑδράργυρος καὶ ταυτοχρόνως τὸ ὑπερκείμενον καὶ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι A ὕδωρ. Ὑψομένης διηγεκῶς 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.

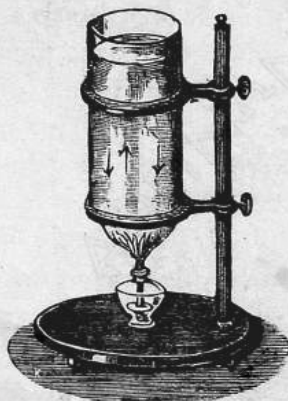
τοσοῦτω ταχέως ἀξανομένη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμοποιεῖται  
εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περὶ ὧν ποιούμεθα λόγον ἕν τι ἐν τῶν  
ἐπομένων κεφαλαίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

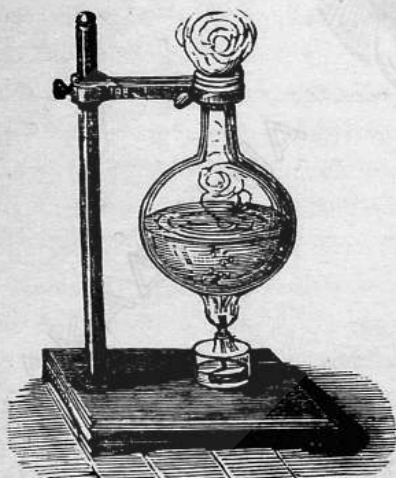
### ΠΕΡΙ ΒΡΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ· ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

41 139. **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 σωματῖα, οἷον ρινήματα ξύλου. Ἐν τῇ κινήσει δὲ ταύτῃ διακρίνομεν δύο ρεύματα (σχ. 98), ἐν μὲν ἀνερχόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ δοχείου, ἕτερον δὲ κατερχόμενον κατὰ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, ἅτινα ρεύματα προέρχονται ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ τοῦ πυθμένος διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς καθιστώσης αὐτὸ ἀραιότερον τοῦ ὑπερκειμένου ψυχροτέρου ὕδατος, ὅπερ ὡς πυκνότερον κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα. Ἐὰν δὲ ἐξ᾿ακολουθήσῃ ἡ θερμανσις, ἀναφαίνονται μετ' ὀλίγον ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φουσαλίδες ἀέρος προσερχόμεναι ἐκ τοῦ ἐν τῷ



Σχ. 98



Σχ. 99.

ὕδατι διαλελυμένου 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 συμπίκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμῶν τινα, ὅστις προηγεῖται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὅταν δὲ καὶ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκούντως θερμανθῶσιν, αἱ παραγόμεναι πομφό-

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



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

139. Ὁ βρασμὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

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

Β'. Ἡ ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πιέσει, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἡ ἀτμόσφαιρα, ἢ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητικῶς δι' ἀέρος, ὃν συμπιέζομεν ἢ ἀραιώμεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100<sup>0</sup>, ἐὰν ὁμως 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 ὑπερκειμένον τοῦ ὕδατος ἀέρα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαιρας, τότε βράζει εἰς 80<sup>0</sup> περίπου.

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

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

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

Β'. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος, ὅστις θερμότερος

ὦν δύναται νὰ ἐμπεριλάβῃ μείζονα ποσότητα ἀτμῶν καὶ τούτου ἔνεκεν 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 ταχεῖα. Οὕτω διάδροχα ὑφάσματα ξηραίνονται ταχέως μὲν, ἐὰν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, βραδέως δέ, ὅταν πνέῃ ὑγρὸς νότος. Πνέοντος δὲ ἀνέμου ἐν γένει ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα, διότι ὁ ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρασύρει τοὺς ὑπερκείμενους ἀτμούς, ἐν ᾧ ὅταν ὁ ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μένη στάσιμος, κορέννεται σχεδὸν ἀτμῶν καὶ παρακωλύεται ἡ ἐξάτμισις.

Δ'. Ἡ ἔκτασις τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ, διότι, ὅταν αὕτη εἶνε μείζων, παρέχει ἀτμούς ἐκ πλειόνων σημείων. Οὕτω ποσότης τις ὕδατος ἐξατμίζεται 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 ἀνωθεν αὐτοῦ ἀέρος, π.χ. ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀερατλίας.

Σ142. **Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, εἶνε μετὰστασις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἣτις ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν θερμότητος. Ὅταν δὲ εἰς τὸ ἐξατμιζόμενον ὑγρὸν δὲν προσκομίζωμεν ἔξωθεν θερμότητα, τότε αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑγρὸν παρέχει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν ἀναγκαίαν αὐτῷ θερμότητα καὶ ἔνεκα τούτου ψύχεται καὶ ψύχει καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα εἰς ἐπαφήν μετ' αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψύξιν. Θερμόμετρον, οὗτινος τὸ δοχεῖον διαβρέχομεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχεῖαν κατάπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Αἰγινητικά, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς ρεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραίνον διηγεκῶς τὴν ἔξω-



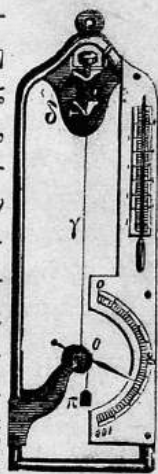
τερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπο-  
μένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ. ~

42 143. **Υγροποιήσεις τῶν ἀερίων.** Τὰ διάφορα ἀέρια λαμβά-  
νουν τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἢ διὰ πίεσεως ἢ διὰ ψύξεως ἢ διὰ  
πίεσεως ἅμα καὶ ψύξεως. Καὶ διὰ πίεσεως μὲν ὑγροποιοῦνται καὶ  
ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, οἷον τὸ χλώριον, ἢ  
ἀέριος ἀμμωνία, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρα-  
κος, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μείζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀλλ' οὐχὶ  
τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος λ. χ. ὑγροποιεῖ-  
ται εἰς τῇ θερμοκρασίᾳ τῶν  $30^{\circ}$  ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν  $74$   
περίπου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὁμως ψυχθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας  
τοῦ  $0^{\circ}$ , ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν  $36$  μόνον ἀτμο-  
σφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ  
τὴν ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξει-  
δίου τοῦ θείου, τὸ πνιγηρὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται  
κατὰ τὴν καθύσιν τοῦ θείου, ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν  
μὲν  $-11^{\circ}$  ὑπὸ τὴν συνήθει ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν συν-  
ήθει θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν  $4-5$  ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τούτων δὲ  
καταφαίνεται ὅτι αὐτὰ ταῦτα τὰ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσιν  
ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἅμα καὶ ψύξιν οὐχὶ μεγάλας. Ἐν γένει  
δὲ παρατηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσι-  
μος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ  
καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχῃ ὑφ' οἵανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑπο-  
βληθῇ. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρα-  
κος εὐρέθῃ ἴσῃ πρὸς  $+31^{\circ}$ , τουτέστι τὸ ἀέριον τοῦτο κάτωθεν μὲν  
τῆς θερμοκρασίας τῶν  $+31^{\circ}\text{K}$ . δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ διὰ πίε-  
σεως, ἄνωθεν δὲ αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἵανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν  
υποβληθῇ. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος  
εἶνε  $-140^{\circ}$ , εἰς ἣν ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενος εἰς πίεσιν  $40$   
ἀτμοσφαιρῶν. Ἐὰν ὁμως ψυχθῇ εἰς  $-191^{\circ}$  ὑγροποιεῖται ὑπὸ τὴν  
πίεσιν μᾶς μόνον ἀτμοσφαίρας καὶ διατηρεῖται ἐφ' ἱκανὸν χρόνον  
ἑρυστὸς ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ. κρίσιμος θερμοκρασία ~

144. **Ύγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀέναον ἐπαφήν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὕδρατμοὺς 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 τὴν κορεσθῆ, ὑγρὸς δέ, ὅταν ἀπαιτῆ ἐλάσσονα. Ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος, ἦτοι ἡ καλουμένη σχετικὴ ὑγρασία, ὁρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν ἐν ὠρισμένῳ 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 εὐρεσις τοῦ λόγου τούτου, ἦτοι τῆς σχετικῆς ὑγρασίας, ἣν εὐρίσκωμεν δι' ὀργάνων, αἵτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

146. **Ύγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο φέρει τρίχα γ (σχ. 100), ἣτις ὑγραינוμένη μὲν διαστέλλεται, ξηραينوμένη δὲ συστέλλεται. Τῆς τριχῆς ταύτης τὸ μὲν ἐν ἄκρον δ τηρεῖται ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἕτερον στερεοῦται ἐντὸς τῆς αὐλακος τροχαλίας Ο φερούσης δείκτην. Μικρὸν βάρος π τηρεῖ τὴν τρίχα πάντοτε τεταμένην. Εἰς τὸν ἄξονα τῆς τροχαλίας στερεοῦται δείκτης, οὗτινος τὸ πέρασ διαγράφει τόξον κύκλου φέρον διαίρεσεις ἀπὸ 0 μέχρι τοῦ 100. Ξηραينوμένου 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).

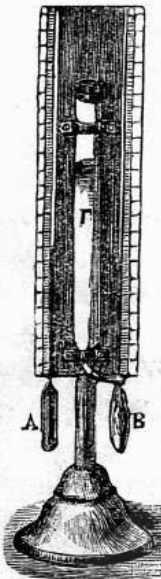


Σχ. 100.

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



47 147. **Ψυχρόμετρον τοῦ Αἰγούστου.** Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο θερμομέτρων A καὶ B (σχ. 101), ὧν τοῦ ἐτέρου



Σχ. 101.

B τὸ δοχεῖον περιβάλλεται δι' ὑφάσματος διηνεκῶς βρεχομένου δι' ὕδατος, ὅπως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου B τοῦ θερμομέτρου τούτου γίνηται διηνεκῶς ἐξάτμισις καὶ ἐπομένως ψύξις αὐτοῦ. Καὶ ὅσῳ μὲν ὁ ἀήρ εἶνε ξηρότερος, τοσοῦτω καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα καὶ ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου B μείζων καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἃς δεικνύουσι τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μείζων. Τοῦναντίον δὲ ὅσῳ ὁ ἀήρ εἶνε ὑγρότερος, τοσοῦτω καὶ ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὸ B ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ἐλάσσων. Ἐπομένως, ὅταν μὲν παρατηρῶμεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν βαίνει αὐξανόμενη, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπέρχεται ξηρασία, τοῦναντίον δὲ, τῆς διαφορᾶς ταύτης ἐλαττουμένης, ὁ ἀήρ καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑγρότερος. Ὁ μετεωρολόγος, ὁ ποιούμενος

χρῆσιν τοῦ ὄργανου τούτου πρὸς ἀκριβῆ εὑρεσιν 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, οἵτινες δεικνύουσιν ἑκατοστὰ τῆς μονάδος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.  
ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΗΣ ΕΩΣ ΚΑΙ ΞΕΡΩΣΕΩΣ.

148. **Θερμοχωρητικότης.** Τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἀπαιτοῦσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπως θερμανθῶσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης μέχρις ἄλλης τινὸς ἀνωτέρας, οἷον ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $100^{\circ}$ , ἦτοι ἔχουσι διάφορον θερμοχωρητικότητα. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος.

Ἐντὸς ἐλαίου ἔχοντος θερμοκρασίαν  $150^{\circ}$  ἕως  $180^{\circ}$  θέτομεν σφαίρας ἰσοβαρεῖς ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, οἷον τὴν μὲν ἐκ μολύβδου, τὴν δ' ἐκ κασσιτέρου, ἄλλην ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἄλλην ἐκ σιδήρου, καὶ ἀφίνομεν αὐτάς ἐπὶ τινα χρόνον, ὥστε νὰ λάβωσι πάσαι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐμβαπτίζομεν εἴτα ταχέως αὐτάς εἰς 4 διακεκριμένα ὅμοια δοχεῖα, περιέχοντα πάντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Ἀνακινούντες τὸ ὕδωρ παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον ὅτι τὰ διάφορα ταῦτα ἰσοβαρῆ ὕδατα ἐθερμάνθησαν διαφόρως, καὶ τὸ μὲν ἐμπεριέχον τὸν σίδηρον περισσότερο, τὸ δ' ἐμπεριέχον τὸν ψευδάργυρον ὀλιγώτερον, ἔτι δ' ὀλιγώτερον τὸ ἐμπεριέχον τὸν κασσίτερον καὶ ἐλάχιστον πάντων τὸ ἐμπεριέχον τὸν μολύβδον.

Ἐὰν λάβωμεν ἐν χιλιόγρ. ὕδατος, ὑάλου, σιδήρου, ὑδραργύρου, ὀξυγόνου, ἀζώτου, ὑδρογόνου κ.τ.λ. ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$  καὶ θελήσωμεν νὰ θερμάνωμεν τὰ διάφορα ταῦτα ἰσοβαρῆ σώματα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, οἷον τῆς τῶν  $100^{\circ}$ , ἀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπερ ἐκ πάντων μὲν τῶν γνωστῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν τὸ μείζον εἶνε διὰ τὸ ὕδωρ, ἐκ πάντων δὲ ἐν γένει τῶν σωμάτων τὸ μέγιστον εἶνε διὰ τὸ ὑδρογόνον.

149. **Εἰδικὴ θερμότης.** Εἰδικὴ θερμότης σώματός τινος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ



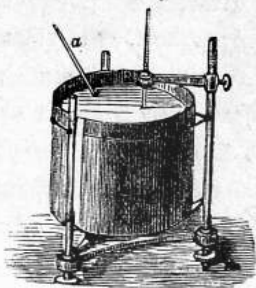
Ἐν χιλιόγρ. τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ τοῦ  $0^0$  μέχρις  $1^0$ . Ἡ εἰδικὴ δὲ θερμότης τοῦ ὕδατος, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ὅπως ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ  $0^0$  εἰς  $1^0$ , λαμβάνεται ὡς μονὰς θερμότητος (calorie).

Ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^0$  μεθ' ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $50^0$ , ἀπολαμβάνομεν δύο χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $25^0$ . Ὅπως δὲ καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα καὶ λάβωμεν δύο ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας καὶ ἀναμίξωμεν, ἡ τελικὴ θερμοκρασία θὰ εἶνε ἴση πρὸς τὸ ἡμίθροισμα τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν.

Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτὸ, ἐὰν ἀναμίξωμεν ἴσα βάρη δύο διαφόρων σωμάτων ἐχόντων διάφορον θερμοκρασίαν, οἷον 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας  $0^0$  καὶ 1 χιλιόγρ. ὕδραργύρου θερμοκρασίας  $100^0$ , ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ τε ὕδατος καὶ τοῦ ὕδραργύρου εἶνε ἴση πρὸς  $3^0$  περίπου. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ  $0^0$  εἰς  $3^1$ , ἦτοι κατὰ 3 βαθμοὺς, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδραργύρου ἀπὸ  $3^0$  ἕως  $100^0$ , ἦτοι κατὰ 97 βαθμοὺς· ὅθεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ. ὕδατος κατὰ ἓνα βαθμόν, ἦτοι ἡ μονὰς θερμότητος, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδραργύρου κατὰ  $97:3=32$  βαθμοὺς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ. ὕδραργύρου κατὰ ἓνα βαθμόν, ἐπαρκεῖ τὸ  $\frac{1}{32}$  τῆς μονάδος τῆς θερμότητος, ἦτοι τὸ ὕδωρ εἶνε 32 φορές θερμοχωρητικώτερον τοῦ ὕδραργύρου.

45 150. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν. Ἐν χαλκίνῳ δοχείῳ (σχ. 102) ἔχοντι λίαν λεπτά τοιχώματα καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐλάχιστον σχετικῶς βάρος καὶ ἐμπεριέχοντι ὠρισμένον βάρος ὕδατος, οἷον 1 χιλιόγρ., ὑφ' ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον  $10^0$ , ἐμβαπτίζομεν ὠρισμένον βάρος ἄλλου τινὸς σώματος, οἷον 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ὑφ' ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τῶν  $100^0$ . Ταράσσομεν τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν ἐμβά-

πτισιν τοῦ χαλκοῦ δι' ὑαλίνου λεπτοῦ βραδίου *a* καὶ προσδιορίζοντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν εὐρίσκωμεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 18 βαθμούς. Ὅθεν συναγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἐθέρμανεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 10<sup>0</sup> εἰς 18<sup>0</sup>, ἦτοι κατὰ 8 βαθμούς, δύναται νὰ θερμάνῃ 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ἀπὸ 18<sup>0</sup> μέχρι 100<sup>0</sup>, ἦτοι κατὰ 82 βαθμούς. Ἐπομένως τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τοῦ χαλκοῦ εἶνε ἴσον πρὸς  $8:82=0,09$ .



Σχ. 102.

Ὅπως εὐρέθη ὅτι ἡ θερμοχωρητικότης τοῦ μὲν σιδήρου, ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{10}$  περίπου τῆς τοῦ ὕδατος, ἡ τοῦ κασσιτέρου καὶ ἀργύρου πρὸς τὸ  $\frac{1}{20}$  καὶ ἡ τοῦ ὑδραργύρου, χρυσοῦ, λευκοχρύσου καὶ μολύβδου ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{32}$  περίπου τῆς τοῦ ὕδατος.

45 151. **Εἰδικὴ θερμότης τῶν ἀερίων.** Δι' ὁμοίας περίπου μεθόδου εὐρέθη καὶ ἡ εἰδικὴ θερμότης τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἐγνώσθη δὲ ὅτι τὸ ὑδρογόνον ἔχει θερμοχωρητικότητα τρεῖς καὶ ἡμίσειαν φορὰς μείζονα τῆς τοῦ ὕδατος, ἐν ᾧ τὸ ἄζωτον καὶ τὸ ὀξυγόνον ἔχουσι θερμοχωρητικότητα ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{4}$  καὶ  $\frac{1}{3}$  τῆς τοῦ ὕδατος.

45 152. **Θερμότης τήξεως.** Καλεῖται θερμότης τήξεως ἢ καὶ λανθάνουσα θερμότης τήξεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα τήξῃ 1 χιλιόγρ. σώματός τινος, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ὅπως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας τοῦ 0<sup>0</sup> εἰς ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται θερμότης τήξεως τοῦ πάγου. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ταύτης ῥίπτομεν εἰς ἓν χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 80<sup>0</sup> ἓν χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας 0<sup>0</sup>, ὅποτε λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0<sup>0</sup>, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἓν χιλιόγρ. πάγου μόνον διὰ νὰ τακῆ, ἀπαιτεῖ 80 μονάδας θερμότητος. Δηλαδή ἴση ποσότης θερμότητος



ἀπαιτεῖται διὰ μόνην τὴν τήξιν 1 χιλιογρ. πάγου, τοσαύτη ἐπαρκεῖ πρὸς βρασμὸν 1 χιλιογρ. ὕδατος ληφθέντος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $20^{\circ}$ . Δι' ὁμοίας περίπου μεθόδου εὐρέθη καὶ ἡ θερμότης τήξεως τῶν διαφόρων σωμάτων, ὡς τοῦ μολύβδου ἕση πρὸς 5,37 μονάδας, τοῦ κασσιτέρου πρὸς 14,25, τοῦ ἀργύρου πρὸς 21,07, τοῦ ψευδαργύρου πρὸς 28,13 κ.τ.λ.

153. **Θερμότης ἐξαερώσεως.** Καλεῖται θερμότης ἐξαερώσεως ἢ καὶ λανθάνουσα θερμότης ἐξαερώσεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν, ἵνα μεταβάλωμεν εἰς ἀτμὸν 1 χιλιογρ. ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιογρ. ὕδατος θερμοκρασίας  $100^{\circ}$  εἰς ἀτμοὺς τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, δεόν νὰ δαπανήσωμεν 537 μονάδας θερμότητος, ἤτοι τοσαύτην θερμότητα, ὅση ἀπαιτεῖται, ἵνα ἀχθῶσιν εἰς βρασμὸν 6 χιλιογρ. ὕδατος θερμοκρασίας  $11^{\circ}$ . Τουτέστιν, ἐὰν θέσωμεν ἐν δοχείῳ 6 χιλιογρ. ὕδατος  $11^{\circ}$  καὶ διαδιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἐν χιλιογράμμον ἀτμῶν ὕδατος θερμοκρασίας  $100^{\circ}$ , τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ θὰ θερμοανθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

### ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

46 154. Ἡ θερμότης μεταδίδεται κατὰ δύο τρόπους· α') δι' ἀγωγιμότητος. Οὕτως, ὅταν θέτωμεν ἐντὸς πυρᾶς τὸ ἐν πέρας μεταλλίνης ράβδου, ἡ θερμότης μετ' ὀλίγον μεταδίδεται μέχρι τοῦ ἄλλου πέρας· β') δι' ἀκτινοβολίας ἐξ ἀποστάσεως. Οὕτως ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ ἡλιακὴ θερμότης ἢ ἡ θερμότης διαπύρων ἀνθράκων.

### Α. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

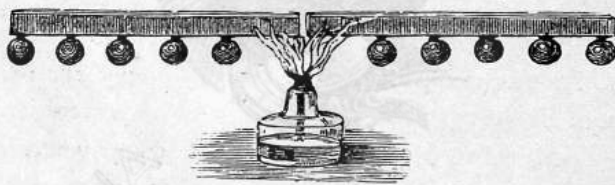
46 155. Ῥάβδος μεταλλίνη θερμοινομένη κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς μεταδίδει, ὡς εἴπομεν, τὴν θερμότητα μέχρι τοῦ ἐτέρου δι' ἀγωγι-

μότητος ἐν ᾧ ῥάβδος ξυλίνη καὶ πυρουμένη ἰσχυρῶς κατὰ τὸ ἐν  
 ἄκρον μέχρις ἀναφλέξεως δὲν κατορθοῖ νὰ μεταδώσῃ τὴν θερμό-  
 τητα διὰ τῆς μάζης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρουμένου  
 ἄκρου ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου διήρουν τὰ σώματα εἰς καλοὺς  
 ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος. ἦτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμα-  
 γωγὸν δύναμιν, οἷα εἶνε πάντα τὰ μέταλλα, καὶ κακοὺς ἀγωγοὺς  
 τῆς θερμότητος. ἦτοι εἰς σώματα ἔχοντα ἐλαχίστην θερμαγωγὸν  
 δύναμιν, οἷα τὰ ξύλα, ἡ ὕαλος, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη κτλ. Τὴν διά-  
 φορον δὲ θερμαγωγὸν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ  
 παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἐξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἴθουσαν ἔχουσαν  
 ταπεινὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τοῦ  $0^{\circ}$ , καὶ πλήρη διαφόρων  
 ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύ-  
 σεως, 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 ἦττον  
 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  
 ὑφαρπάζουσι θερμότητα ἐκ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἣν μεταφέρουσιν εἰς  
 τὴν ἑαυτῶν μάζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑφαρπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερ-  
 μότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα  
 εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ  
 μεταφέρει 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 συμ-  
 θεαίνει, ὅταν τάντικείμενα ταῦτα ἔχωσι τὴν αὐτὴν μὲν πρὸς ἄλληλα  
 θερμοκρασίαν, ὑπερτέραν ὅμως τῆς τῆς χειρὸς ἡμῶν, οἷον  $50^{\circ}$  ἢ  
 $60^{\circ}$ , ὁπότε τὸ μὲν μέταλλον φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου  
 καὶ τοῦτο τοῦ ξύλου, διότι τὸ μέταλλον ὡς καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμό-  
 τητος μεταφέρει θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτοῦ, ἣν μεταδίδει εἰς  
 τὴν χεῖρα ἡμῶν, περισσοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ  
 δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρει τοιαύτην φαίνεται ἡμῖν ψυχρό-



τερον, καίπερ ἔχον τὴν αὐτὴν τῷ μετάλλῳ καὶ μαρμάρῳ θερμοκρασίαν. Ἐκ τούτου λοιπὸν καταφαίνεται ὅτι μεταξύ 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 ὀρυκτὰ καὶ ἄλλα.

156. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς διαφόρου θερμοαγωγῆς 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 ἀγωγῆς δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἴτα διάπυρον ἄνθρακα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑφασμα δὲν καίεται, διότι τὸ μέταλλον ὑφαρπάζει ἀμέσως τὴν εἰς τὸ ὑφασμα παρεχομένην θερμότητα. Ὡσαύτως ἐντὸς χαρτίου κυτίου δυνάμεθα νὰ τήξωμεν



Σχ. 103.

κασσίτερον θερμαίνοντες κάτωθεν διὰ μικρᾶς φλογὸς χωρὶς ἑξάρτης νὰ ἀναφλεχθῇ, διότι ὁ κασσίτερος προσλαμβάνει ἀμέσως τὴν θερμότητα, ἣν 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 ἑξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν δύο βάρδους, τὴν μὲν χαλκῆν, τὴν δὲ σιδηρᾶν (σχ. 103), καὶ προσκολλῶντες κάτωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρᾶς σφαίρας ξυλίνης

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

47158. **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, ὅταν κάτωθεν θερμαίνωμεν 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, τούτεστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων προερχομένων, ὡς εἴπομεν (§ 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 οἰνοπνεύματος. 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.

47 159. **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 ἀκτίων 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 τὰ καταδείξωμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκίνησιαν, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματωδῶν οὐσιῶν, ὅποια εἶνε ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶνε τὰ ἄχυρα, τὰ ρινήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδίζουσι νὰ κινηθῆ, ὅποτε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος. Οὕτως, ἐὰν λάθωμεν δύο ὁμοίας ὑαλίνας σφαίρας καὶ τὴν μὲν μίαν πληρώσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμφοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτὰς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἄνευ 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 νηματίων 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 ὢν κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἐμποδίζει τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν νὰ ἐξέλθῃ. Προτιμότερον λοιπὸν εἶνε νὰ ἐνδυώμεθα διὰ πολλῶν καὶ ἐλαφρῶν ἐνδυμάτων ἢ δι' ἐνὸς βαρέος καὶ ἰσοβαροῦς πρὸς ὅλα ὁμοῦ, 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 βαμβακίνου 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 οἱ ἐν πυραύνῳ διάπυροι ἄνθρακες. Ἐὰν δ' ἐντὸς αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν ψύχεται, τὰ δὲ περὶξ σώματα θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα πλείονα ἐκείνης, ἣν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τὸναντίον δὲ ταῦτα δέχονται ἐκ τῆς σφαίρας θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν ἐκπέμπουσι, μέχρις ὅτου καὶ ἡ σφαῖρα καὶ τὰ σώματα λάθωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅποτε ἡ ἀκτινοβολία δὲν παύεται μὲν, ἀλλ' ἕκαστον σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ λοιπὰ τοσαύτην 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 ἰστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στῆλης ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψῦχος, οὐχὶ διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχρὰς ἀκτίνας, ὅσοιαι δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν ψυχρὸν τοῖχον ἢ τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῆ μείζονα ἐκείνης, ἣν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

161. Ἡ ἀκτινοβολία θερμότητος, 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 ἀκτινοβολία θερμότητος 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 ἀσταθμήτου, 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 ἀκτινοβολίου θερμότητος τῆς διὰ τῶν σωμάτων διερχομένης καὶ οὐχὶ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος<sup>(1)</sup>. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης διερχομένη διὰ τῆς ἀτμοσφαίρας διαδίδεται οὐχὶ 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) Παράδεχόμεθα ὅτι τὰ μόρια τῶν σωμάτων περιβάλλονται ὑπὸ περικαλύμματός τινος συνισταμένου ἐξ ἀτόμων τοῦ αἰθέρος, ὅστις πληροῖ οὐ μόνον τὰ μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων διακενα, ἀλλὰ καὶ πάντα τὸν οὐράνιον χῶρον. Διὰ τῆς τρομώδους κινήσεως τῶν ἀτόμων τοῦ αἰθέρος ἐξηγοῦμεν πληρέστατα τὴν διάδοσιν τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος, καὶ διὰ τῆς τρομώδους κινήσεως τῶν μορίων τῶν σωμάτων τὴν αἰσθητὴν θερμότητα.

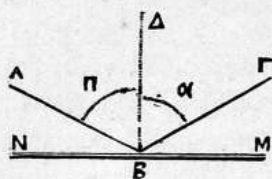
εἰς τὴν ἐστίαν αὐτοῦ τοσαύτην θερμότητα, ὥστε ἀνέφλεξεν εὐφλέκτους ὕλας καὶ ἔτηξε διάφορα μέταλλα.

48 162. Ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἡ ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, εἰς ὠρισμένην θέσιν, ἦται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὕπερ 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, ἄπερ 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 ἐλάσσωσις 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 ὑψηλοτέρα θερμοκρασία 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, ἕνεκα τοῦ ὁποίου ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἔδαφος ἐπὶ περισσότερον χρόνον.



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



Σχ. 105.

(σχ. 105), οἷον ἡλιακὴ, προσπίπτουσα ἐπὶ ἐπιφάνειαν NM λείαν καὶ στυλπνὴν ἀνακλᾶται, τουτέστι λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν ΒΓ, ἥτις μετὰ τῆς καθέτου ΔΒ σχηματίζει γωνίαν α ἴσην τῇ γωνίᾳ π, ἣν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς AB σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἡ προσπίπτουσα δὲ ἀκτίς

καὶ ἡ ἀνακλωμένη κεῖνται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν.

165. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ σῶμα 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 τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ μᾶλλον τὸ σῶμα παρουσιάζει ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στυλπνὴν.

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 ὁποίου αὕτη προσπίπτει, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος, καὶ εἶνε διάφορον εἰς τὰ διάφορα σώματα. Μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχει ἡ αἰθάλη, ἥτις ἀπορροφᾷ μέγα μέρος τῆς ἐπ' αὐτῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἐλαχίστην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στυλπνὴν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Οὕτως, 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' ἐτέρου λεία καὶ στυλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφότερα διὰ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἠθαλωμένη ἐπιφάνεια

ἀπορροφᾶ μείζονα θερμότητα, ἢ δὲ λεία καὶ στυλπνὴ ἀνακλᾶ 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 ἀνέφοροῦμεν 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 ἀκτίνων τήκεται ταχύτερον κατὰ τὸ μέρος τοῦτο ἕνεκα τῆς μείζονος ἀπορροφήσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. 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.

49 167. *Ἀφαιτική 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 ἠθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στυλπνὴ. Οὕτως, ἐὰν εἰς δύο ὅμοια μετάλλια δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἠθαλωμένον, τὸ δ' ἕτερον λείον καὶ στυλπνόν, ἐγγύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ φύχεται 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 ὅσον ἔνεστι λειότερον καὶ στυλπνόν.

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



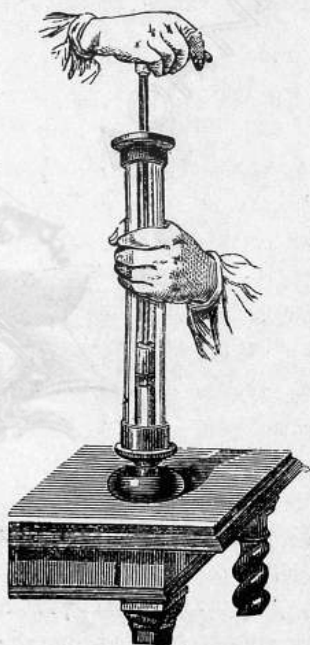
Ξηρός π. χ. ατμοσφαιρικός ἀήρ, οἷος εἶνε ὁ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ατμοσφαιρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἡλιακὴ θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ατμοσφαιρας ἐλάχιστον θερμίνει αὐτά, ἅτινα ἔνεκα τούτου καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τοῦναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἰαδήποτε καταστάσει εὐρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δὲν δύναται νὰ 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 ἀνθρακες· 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, οἷον 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 ὀπωσοῦν 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 διηγεκῶς ἐντὸς τοῦ θερμοκηπίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

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

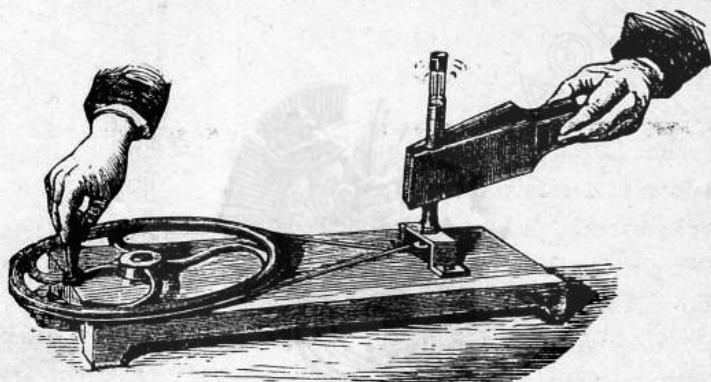
170. *Μετατροπή του έργου εις θερμότητα.* Πλείστα φαινόμενα αποδεικνύουσιν ὅτι παράγεται πολλάκις θερμότης διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν τριβὴν, κρούσιν, πίεσιν κ.τ.λ. Οὕτως ἀναφαίνεται θερμότης εἰς τοὺς μὴ λιπαθέντας ἄξονας τῶν τροχῶν ἀμάξης, εἰς τὰ νομίσματα, ἅτινα δι' ἰσχυρᾶς κρούσεως κατασκευάζονται ἐν τοῖς νομισματοκοπείοις, κατὰ τὴν σφυρηλασίαν τῶν μετάλλων, κατὰ τὴν κρούσιν τοῦ χάλυβος διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλακῶς βαλλομένην δι' ὅπλου βολίδα, ἣτις καταθλιδομένη ὑπερθερμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ τὸ καλούμενον ἀερικὸν πυρεῖον (σχ. 106). Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριβῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταβιβάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὁ ἀήρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλῆνα μεταλλινὴν ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφιγγόντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχιῶν ξύλου (σχ. 107) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἕνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον 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 σχέσις μεταξὺ δαπανωμένου ἔργου καὶ ἀναφαινομένης θερμότητος, τουτέστιν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων, ἵνα παραχθῆ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρᾶ π. χ. μᾶζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐὰν δ' ἡ σιδηρᾶ μᾶζα ἔχη βάρος 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

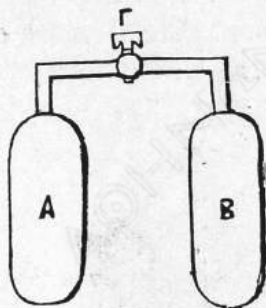


Σχ. 107.

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 χιλιογραμμομέτρα. 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)

συγκοινωνουῦντα διὰ σωλῆνος 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, ὁπότε 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 ὁση θερμότης ἐξέλιπεν ἐκ τοῦ Α ἀνεφάνη εἰς τὸ Β, διότι ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου Α διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπίεσας εἰς τὸ δοχεῖον Β τὸν εἰς αὐτὸ εἰσρέυσαντα ἀέρα. Τοιαύτη ἀπώλεια



Σχ. 108.

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

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ὅταν 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 ἔδαπανήσαμεν. Δαπανῶντες δὲ τοῦναντίον θερμότητα δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν διάφορα μηχανικὰ ἔργα, οἷον νὰ ὑψώσωμεν βάρη, νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν σωμάτων ἔλξιν (τῆξις) ἢ καὶ τὴν μεταξὺ τῶν ἀτόμων ἐν τῷ μορίῳ χημικὴν συγγένειαν (ἀποσύνθεσις διὰ τῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος εἰς ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον).

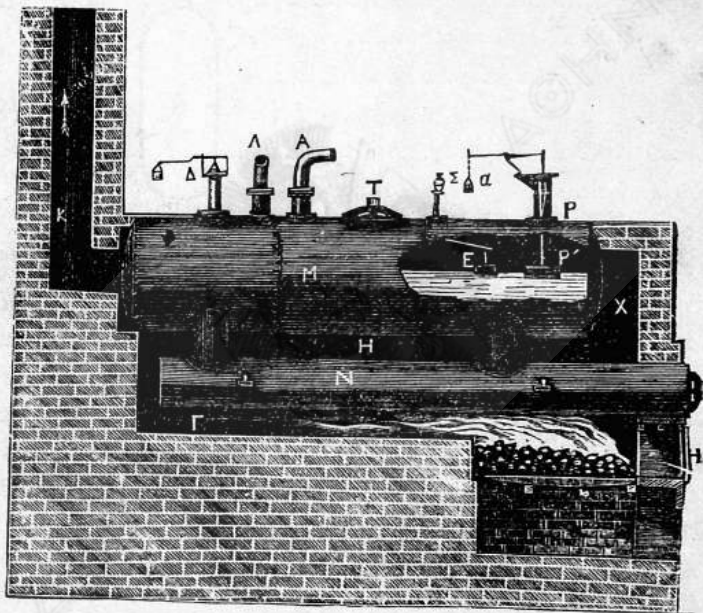
Ἐξηγουμέν τὴν μετατροπὴν ταύτην τῆς θερμότητος εἰς μηχανικὸν ἔργον καὶ τὰνάπαλιν, παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θερμότης εἶνε εἰδὸς τι τρομώδους κινήσεως τῶν ἐλαχίστων μορίων τῶν σωμάτων παραγομένης διὰ τῆς δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν κρούσιν. Ἡ τρομώδης δ' αὕτη κίνησις τῶν μορίων θερμοῦ σώματος, οἷον



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

### ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

172. Καλοῦνται ἀτμομηχαναὶ ἐκεῖναι τῶν μηχανῶν, εἰς ἃς κινήτηριος δύναμις εἶνε ἡ ἐλασικότης τῶν ατμῶν 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 ἀτμόν.

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

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

κινούμενος έμβολοεύς θέτει εις περιστροφικήν κίνησιν τόν άξονα τής μηχανής και δι' αύτου ποικίλα μηχανήματα.

173. **Ατμογόνοσ λέβησ.** Είς έκ τών συνήθων λεβήτων εινε ό μετά βραστήρων (σχ. 109) συγκείμενοσ έξ όριζοντίου σιδηρού κοίλου κυλίνδρου Μ, κλειστού εκατέρωθεν και συγκοινωνούντοσ κάτωθεν διά σωλήνων μετά δύο άλλων κοίλων κυλίνδρων Ν, καλουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ύδατοσ και δεχομένων τήν άμεσον έπίδρασιν τών κάτωθι έπί έσχάρασ εύρισκομένων διαπύρων άνθράκων.

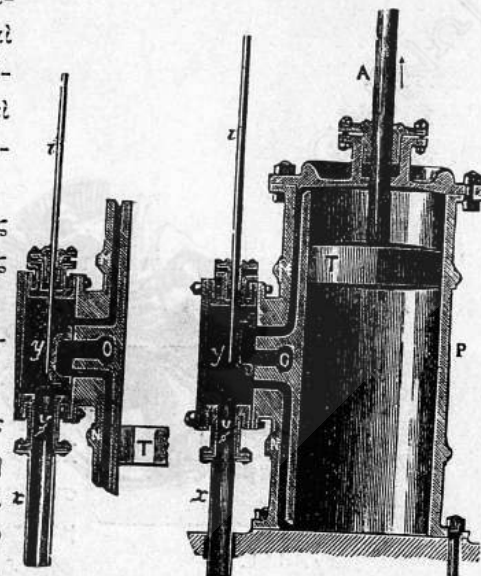
174. Έπί τοϋ λέβητοσ στερεοϋνται κυρίωσ αί έξής συσκευαί.

α') Μετάλλινον μανόμετρον.

β') Ασφαλιστική δικλείς Δ, ήτισ ανοίγεται, όταν ή τάσισ τών έν τῷ λέβητι ατμών υπερβή ώρισμένον όριον, μέχρι τοϋ όποίου άντέχει ό λέβησ, οϋτω δέ προλαμβάνεται ή έκρηξισ αύτοϋ.

γ') Σύριγξ Σ ήτισ, είδοποιεί τόν θερμοστήν διά συριγμοϋ ότι δέν ύπάρχει άρκετόν ύδωρ εις τόν λέβητα.

175. **Κύλινδροσ.** Άνοιγομένησ τής στρόφιγγοσ, ήν φέρει ό άτμαγωόσ σωλήν, ό άτμόσ εισέρχεται έντόσ σιδηρού κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 110), έν τῷ όποίω κινείται ό έμβολοεύς Τ, φέρων σιδηροϋν στέλεχοσ Α, βάκτρον καλούμενον. Όπως δ' έπιτευχθή ή παλιδρομική πρόσ εκατέραν τών βάσειων τοϋ κυλίνδρου κίνησισ τοϋ έμβολέωσ, ό άτμόσ διά τοϋ άτμαγωόσ σωλήνοσ χ εισάγεται

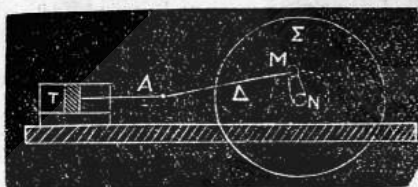


Σχ. 110.



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 ἀνεφυγμένων εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ. Ὅταν 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. Ὅταν 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 αὐτὴ κίνησις τοῦ ἐμβολέως  $T$  (σχ. 111) μεταδίδεται διὰ τοῦ βάρκρου  $A$  καὶ τοῦ διωστήρος  $\Delta$  εἰς τὸν στρόφα-



Σχ. 111.

λον  $MN$ , ὅστις στρέφει τὸν κύριον ἄξονα  $N$  τῆς ἀτμομηχανῆς καὶ μεταβάλλει οὕτω τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν εἰς περιστροφικὴν. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς μηχανῆς στερεοῦται μέγας σιδεροῦς τροχὸς  $\Sigma$ , σφόνδυλος

(volant) καλούμενος, ὅστις καθιστᾷ ὅσον ἐνεστὶν ἰσοταχῆ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ ἄξονος τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δ' ἄξονος προσαρμόζεται μετάλλινος δίσκος, ὅστις περιστρέφεται περί 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. 257

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

## ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ· ΑΝΕΜΟΙ· ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

176. 'Υδρομετέωρα. Καλοῦνται ὑδρομετέωρα ἢ δμίχλη, τὰ νέφη, ἢ βροχή, ἢ χιών, ἢ χάλαζα, ἢ δρόσος καὶ ἢ πάχνη.

177. 'Ομίχλη. 'Ο ὑδρατμός ὡς διαφανῆς εἶνε ἀόρατος. Οὕτως ἐν αἰθούσῃ πεπληρωμένη ἀνθρώπων ὑπάρχουσι πολλοὶ ὑδρατμοί, ἀλλὰ διαμένουσιν ἀόρατοι. Ἐὰν ὁμως διὰ τινος μέσου ψύξωμεν ἀποτόμως τοὺς ὑδρατμούς τούτους, ὡς τοῦτο συμβαίνει ἐν χειμῶνος ὥρα, ὁπότε 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 ἀδιαφανή. Ἐκ τοιούτων δὲ ὑγρῶν σταγονιδίων ἀποτελεῖται ἡ δμίχλη καὶ τὰ νέφη. Ἡ δμίχλη παράγεται: συνήθως ἄνωθεν ἐδάφους ὑγροῦ καὶ θερμοῦ ἢ ἄνωθεν λίμνης ἢ ποταμοῦ, ὅταν ὁ ὑπερκείμενος ἀῆρ ψυχθῇ κάτωθεν τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου. Πολλάκις ὁμως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ποταμῶν ἀναδίδεται δμίχλη, καὶ ὅταν ἄνεμος θερμὸς καὶ ὑγρὸς διέλθῃ ἄνωθεν αὐτῶν, ὅστις ψυχόμενος ἐπιφέρει συμπύκνωσιν μέρους τῶν ἐν ἑαυτῷ ἀτμῶν.

'Ο Ἀριστοτέλης ὀρίζων τὸ φαινόμενον τῆς δμίχλης θεωρεῖ πολὺ ὀρθῶς αὐτὴν ὡς φαινόμενον οὐχὶ διάφορον τοῦ νέφους (τῆς νεφέλης).

178. Ξηρὰ δμίχλη 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 φαῖός, ὅστις περιβάλλει τὰ μακρὰν ἡμῶν εὐρισκόμενα σώματα καὶ ἔχει ἐνίοτε τοιαύτην πυκνότητά, ὥστε καθιστᾷ καὶ αὐτὰ τὰ εἰς μικρὰν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν κείμενα πράγματα ὅλως ἀφανῆ· τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ὁμοιάζει μὲν ἄλλ' εἶνε πράγματι ὅλως διαφόρου φύσεως πρὸς τὴν δμίχλην, καλεῖται ξηρὰ δμίχλη ἢ ἀχλύς.



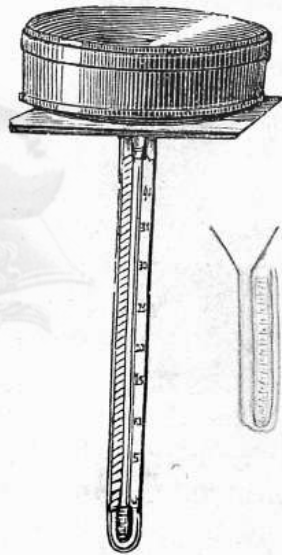
Φαίνεται πιθανόν ὅτι ἡ ἀχλὺς εἶνε ἀποτέλεσμα μεγάλων διαφορῶν θερμοκρασίας παρακειμένων στιβάδων ἀέρος. Ὅταν τὸ ἔδαφος θερμαίνεται ἰσχυρῶς, ὑψοῦνται ἀνωθεν αὐτοῦ στρώματα ἀέρος, ὧν αἱ θερμοκρασίαι διαφέρουσιν ἀπὸ ἐνὸς σημείου εἰς ἄλλο· τὰ στρώματα ταῦτα τοῦ ἀέρος ἀποκλίνουσιν ἀκανονίστως τὰς φωτεινὰς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

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

179. **Νέφη.** Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτοτάτων ὑδατιῶν 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 ρεῦμα 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 συγκείμενα πιθανῶς ἐκ μικρῶν παγοκρυστάλλων εἶνε λεπτὰ καὶ λευκά, ὁμοιάζοντα ἄλλοτε μὲν πρὸς πτερόν, ἄλλοτε δὲ πρὸς ἐξεσμένον ἔριον καὶ καλοῦνται θύσανοι (cirrus). Ὅταν οἱ θύσανοι οὗτοι ἐνῶνται εἰς μέγα, ὑπόλευκον, συνεχὲς καὶ διαφανὲς στρώμα, καλοῦνται *θυσανοστρώματα*. Νέφη λευκά, μικρά, σφαιροειδῆ, πολλὰ ὁμοῦ ἐν εἶδει ποιμνίου προβάτων καλοῦνται *θυσανοσωρεῖται*. Ἐνίστε νέφη ἐμφανίζονται εἰς σωροὺς καὶ μὲ βάσιν ὀριζόντιον καὶ ὁμοιάζουσι πρὸς σωροὺς βάμβακος. Τοιαῦτα παράγονται ἰδίως κατὰ τὸ θέρος μετὰ παρατεταμένην αἰθρίαν ἐξ ἀνερχομένων ρευμάτων ὑγροῦ ἀέρος καὶ καλοῦνται *σωρεῖται* (cumulus). Οἱ σωρεῖται ἐνούμενοι ἀποτελοῦσιν ἐνίστε 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 ὄρισμὸν τῆς φύσεως τῶν νεφῶν πρὸς τὸν σημερινόν, θεωρῶν ταῦτα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἰωρουμένων διὰ τὴν μικρομέρειον.

180. **Βροχή.** Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς συνενώσεως πολλῶν μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἵτινες συρρέουσαι καὶ συνενούμεναι 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, ὅποτε 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 τοῦναντίον ψυχρὸς βορρᾶς συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ἐπιφέρει ἀπότομον ὑγροποίησιν τῶν ἀτμῶν καὶ βροχήν, ἣτις συνήθως εἶνε παροδική, ἀλλὰ βραχθαία καὶ μετὰ μεγάλων σταγόνων, καλουμένη ὄμβρος.

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



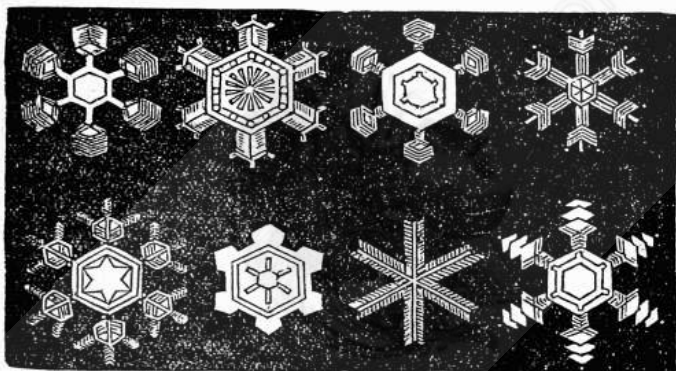
συμπύκνωσιν ταύτην ὁ Ἀριστοτέλης πολὺ ὀρθῶς ἀποδίδει εἰς τὴν ψύξιν.

181. **Βροχόμετρον δεκαπλασιαστικόν.** Οὕτω καλεῖται ὄργανόν τι, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς, τὸ ὁποῖον πίπτει εἰς τινὰ χώραν. Τοιοῦτου εἴδους ὄργανα ὑπάρχουσι πολλὰ, ὧν περιγράφομεν ἐν τῶν συνηθεστέρων, ἀποτελούμενον ἐκ δοχείου κυλινδρικοῦ κλειομένου ἄνωθεν διὰ χωνίου (σχ. 112). Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς καταπίπτει ἐντὸς τοῦ χωνίου τούτου καταρρέει κάτωθεν εἰς στενώτερον κυλινδρικὸν δοχεῖον φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλῆνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἄνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακα, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικῷ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἐγκαρσία τομῆ τοῦ κάτωθεν ὑποδοχέως καὶ τοῦ σωλῆνος εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{10}$  τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἔπεται ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιάζεται, ἦτοι τὰ χιλιοστόμετρα τοῦ ὕψους τοῦ στρώματος τοῦ καταπεσόντος ὕδατος παρίστανται εἰς ὑφεκατόμ. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκάστοτε πίπτει ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτει εἰς τινὰ χώραν ὕδωρ, ἦτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, ἕπερ ἤθελε καλύψει ἐτησίως τὸ ἔδαφος, ἂν δὲν συνέβαινεν 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  $0^{\circ}$  ἄρχεται πηγνύμενον, ἦτοι μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἡ πῆξις εἶνε βραδεῖα, σχηματίζονται ἄπειροι τὸν ἀριθμὸν καὶ ἐλάχιστοι τὸ μέγεθος κρύσταλλοι, ὧν τὸ σχῆμα εἶνε πάντοτε καγωνικὸν ἑξαγωνικὸν (σχ. 113). Ἐκ τοιούτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἣτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς ἐμπεριέχοντα ὕδρατμούς, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ  $0^{\circ}$ . 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 πυρήνα ἐκ χιόνος ἀδιαφανοῦς περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμμάτων ἐκ πάγου διαφανοῦς. Οἱ κόκκοι οὗτοι εἶνε συνήθως σφαιρικοί, διαμέτρου ἐνὸς ἢ δύο ὑφεκ. ἢ καὶ μείζονος, πολλάκις ὅμως καὶ ἡμισφαιρικοί ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως.

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



Σχ. 113.

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

2 184. **Δρόσος.** Μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου ἄρχεται ἡ νυκτερινὴ ψύξις, διότι ἡ θερμότης ἢ κατὰ τὴν ἡμέραν ἀπορροφηθεῖσα ἀκτινοβολεῖται πρὸς τὸ ἄχανές. 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 πηγγυται ἀμέσως καὶ ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς  $0^{\circ}$ . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ὑπερτῆξις.



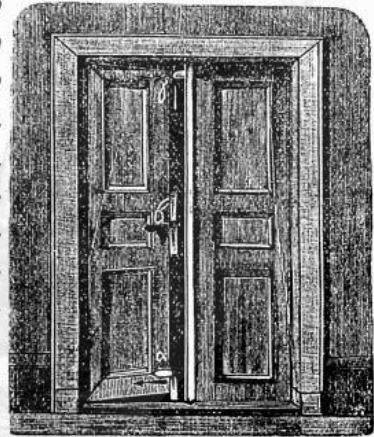
μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπερ τούτου ἕνεκα δὲν ψύχεται ὑπερμέτρως. Ἐὰν ὁμως ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος, ἢ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἀχανές ἐκφεύγει μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν Γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποψύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκείμενον στρῶμα τοῦ ἀέρος. Ἄλλ' ἰδίως ψύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἐδάφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωματιῶν ἐχόντων μεγάλην ἀφαιτικήν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ χλόη. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεῖα, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἢ ψύξις τοῦ ἐδάφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὁμως καὶ ἑαρινὰς ἀνεφέλους νύκτας ἢ νυκτερινὴ ψύξις εἶνε τοσαύτη, ὥστε ὁ ὕδρατμὸς ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διαλελυμένος ὑγροποιεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων δίκην μικρῶν ρανίδων, 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' ὑφ' οἰονδήποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρῶμα, τὸ καλύπτει τὸ ἔδαφος. Ἐντὸς δὲ τῆς χλόης ἀνευρίσκομεν ἀφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλην ἀφαιτικὴν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὕδρατμῶν ἐκ τῆς ἀδήλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

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

186. Ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καλῶς τὸ αἴτιον τοῦ φαινομένου τῆς δρόσου, λέγων ὅτι τοῦτο παράγεται συνεπεία ψύξεως τῶν ὕδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας ἐξ ἀκτινοβολίας τῆς θερμότητος εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τὸ αἴθριον οὐρανόν. Ἄλλὰ τὸν Ἀριστοτέλην διέφυ-

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

§ 187. "**Ἄνεμοι.** 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 ἡ 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 τοὺναντίον ἐκ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν



Σχ. 114

ὑπαρξιν ρεύματος ἀέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἡ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλόξ β μένει ἀκίνητος. Τοιαῦτα ρεύματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ὅταν δύο γειτνιαζούσαι 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 αἰτία 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 ἑξῆς ὁκτώ· 1) ὁ Βορρᾶς (τραμοντάνας), 2) ὁ Βορειοανατολικὸς ἢ Καικίας ἢ Μέσης (γραίγος), 3) ὁ Ἀνατολικὸς ἢ Ἀπηλιώτης (λεβάντες), 4) ὁ Νοτιοανατολικὸς ἢ Εὖρος (σιρόκος), 5) ὁ Νότος (ἔστρια), 6) ὁ Νοτιοδυτικὸς ἢ λὶν (γαρμπής), 7) ὁ Δυτικὸς ἢ Ζέφυρος (πονέντες) καὶ 8) ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ Σκίρων ἢ Ἀργέσις (μαῖστρος).

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, ἰσχυρὸς, ὅταν ἔχη ταχύτητα ἴσην πρὸς 10 ἕως 12 μέτρ. σφοδρὸς, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε 12 ἕως 14 μέτ., θύελλα δέ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέτρ., ὅποτε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὅποτε ἐκριζώνει 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 θερμοχωρητικὴν τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀῆρ διατηρεῖται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἄρχεται συνήθως πνέων ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὗτινος ἡ ἰσχὺς αὐξανομένη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωΐας 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

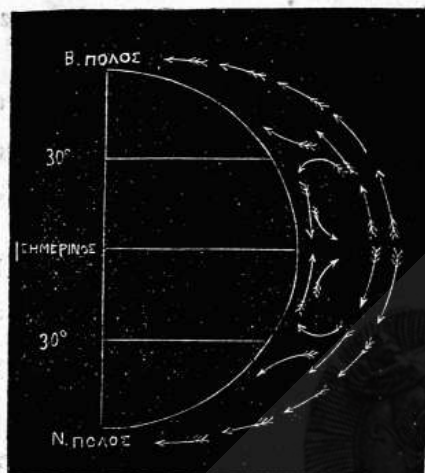
θερμοχωρητικότητος αὐτοῦ συγκρινομένου πρὸς τὸ ὕδωρ, ὁ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν ἀήρ φύχεται ταχύτερον τοῦ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ πνέει ἄνεμος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν ἐν καιρῷ νυκτός, ὅστις καλεῖται ἀπόγειος αὔρα.

191. **Ἐτησίαι ἄνεμοι.** Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οἵτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὠρισμένας ὥρας τοῦ ἔτους. Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ἕλλον 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 ἡλιος ρίπτει καθέτως τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς, ἰδίως τῆς Σαχάρας, ἣν ὑπερθερμαίνει, οὕτω δὲ ὁ ὑπερκειμένος ἀήρ θερμαίνόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀήρ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς Εὐρώπης ἐρχόμενος βέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς γνωστούς τούτους ἐτησίας ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρερχομένου τοῦ θέρους ὁ ἡλιος φέρεται πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ δὲν δύναται πλέον ἐν ὥρᾳ χειμῶνος νὰ θερμάνῃ 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. **Διηνεκεῖς ἄνεμοι.** Καλοῦνται διηνεκεῖς ἢ ἀληγεῖς οἱ ἄνεμοι οἱ πνέοντες καθ' ἕλλην 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 τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ. Αἱ δύο δ' αὐται ζῶναι χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης ζώνης τῆς νηνεμίας περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἡλιος ρίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἕνεκα τῆς ὁποίας παράγονται



εἰς τὰς χώρας ταύτας βεύματα θερμοῦ ἀέρος χωροῦντα κατακο-  
 ρύφως πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 115), ἔνεκα δὲ τῆς ἀραιώσεως ταύτης



Σχ. 115.

τελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα βεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ βεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγρ. πλάτους εἰς ἔλασσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ. πρὸς Α., ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν, πρὸς ἄς μεταβαίνουσι καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουσιν ἀμφοτέρωθεν πρὸς δυσμὰς, καὶ οὕτω τὸ πολικὸν βεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ., τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἄλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀναρχόμενον βεῦμα ἀέρος φέρεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαίρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἦν ἐπήνεγκον τὰ πολικὰ βεύματα, παράγονται δύο ἰσημερινὰ βεύματα πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, τὰ ὅποια ὅμως παρεκκλίνουσι πρὸς Α., διότι τὰ ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν μόρια τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύτητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. καὶ προτρέχουσι τῆς Γῆς. Οὕτω δὲ τῶν

τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν διαταρασσομένης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς παράγονται δύο βεύματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, θὰ εἶχον τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου πολικὸν βεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἔνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἣς μετέχουσι καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ ἀπο-

ισημερινῶν βευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα βεύματα, ἤτοι τὰ 2 πολικὰ καὶ τὰ δύο ἰσημερινά, πνέουσι κανονικῶς καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἀλλὰ μέχρι γεωγρ. πλάτους  $30^{\circ}$  περιπου ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, κατὰ τὰ πέρατα δὲ τῆς ζώνης ταύτης τὰ ἰσημερινά βεύματα καταδουσιζόμενα πνέουσι παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς ἐν μέρει μὲν ὡς ΝΔ. ἄνεμοι ἐπὶ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου καὶ ὡς ΒΔ. ἐπὶ τοῦ Ν., ἐν μέρει δὲ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μετὰ τοῦ πολικοῦ βεύματος. Οἱ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου ΝΔ. οὔτοι ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ γίνονται πρόξενοι 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 διηνεκῶν 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 Ἥλιου. Ἐνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται καὶ τὸ ΝΔ. ὁμβροφόρον ἰσημερινὸν βεῦμα, ὅπερ ἐπικρατεῖ παρ' ἡμῖν ἐν Ἑλλάδι κατὰ μῆνα Νοέμβριον.

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

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῇ αὐτῇ τόπῳ μεταβάλλεται διηνεκῶς 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>ης</sup> ὥρας μ. μ., ὁπότε γίνεται συνήθως μεγίστη. Ἀπὸ τῆς 2<sup>ης</sup> 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, ἤτοι 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' αὗται 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 μηνὸς. Ὅμοίως δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ὥρῶν τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθμὸν τινα ὅσον ἔνεστι μείζονα μέσων ἔτησίων 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 ἰσοθέρμους γραμμάς. Αἱ γραμμαὶ αὗται εἶνε καμπύλαι ἀκανόνιστοι μὴ συμπίπτουσαι πρὸς τοὺς παραλλήλους τῆς Γῆς, ὅπερ βεβαίως θὰ συνέβαινε, ἂν ἡ μέση θερμοκρασία ἐξηρτᾶτο ἐκ μόνου τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Αἱ ἰσόθερμοι γραμμαὶ εἶνε κανονικαὶ βαίνουσι περίπου κατὰ τοὺς παραλλήλους κύκλους ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν, ἀλλὰ κλίνουν συνήθως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν 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 ἐλαττούμενη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, οἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας ἰσοχειμερίους καὶ ἰσοθερίους γραμμάς. Ἄνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δυνατὸν νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν

μέσην θερμοκρασίαν, ἐν ᾧ 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 Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν εἶνε τὰ ἑξῆς.

**Θερμοκρασία**

|             | Μηνιαία          |                 |                  | Μέση<br>σχετικὴ<br>ὑγρασία | Βροχὴ.<br>ὕψος<br>εἰς χ.μ. |
|-------------|------------------|-----------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
|             | κανονικὴ<br>μέση | Μέση<br>μεγίστη | Μέση<br>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                         |
| Μαῖος       | 20,0             | 25,0            | 15,3             | 61                         | 20                         |
| Ἰούνιος     | 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 ἐτησία μέση θερμοκρασία 17°,65.

Ἐτήσιον κανονικὸν ὕψος τῆς βροχῆς ἐν Ἀθήναις 0,<sup>μ</sup> 3933.

*Εὐσταθίου* 1909



195. Ἡ πρόγνωσις τοῦ καιροῦ. Τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει καὶ γενικῆς σημασίας προγγνωστικὰ 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.

Υψηλὰ 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 προαγγέλουσι βροχήν.

Τὰ νέφη, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἢ ἀναρριχῶνται ἐπὶ τῶν ὀρέων, ἐὰν διατηρῶνται, αὐξάνωσιν ἢ κατέρχωνται, προαγγέλουσι 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 ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε κατάφορτος ἐξ ἀτμῶν, συνεπεία τοῦ θερμοῦ καὶ ὑγροῦ νοτίου ἀνέμου, ὅστις προηγῆθη 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 λαμπρός, 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 ὠραίαν ἡμέραν.

Ἡλίου λαμπρός, κατὰ τὴν ἀνατολήν του, σημαίνει ὠραίαν ἡμέραν. Τὸνναντίον δὲ Ἡλίου λευκὸς καὶ ἀλαμπής σημαίνει βροχὴν καὶ σκοτεινὸν καιρὸν. Ὁ Ἡλίου φαίνεται τότε διὰ μέσου ἀτμοσφαιρας φερούσης πολλοὺς ὕδρατμούς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ Σελήνη ἀμυδρὰ ἢ μὲ κεραίας ἀμβλείας καὶ μὴ εὐκρινεῖς σημαίνει βροχὴν.

Ὅταν ὁ Ἡλίου προξενῇ θερμοκρασίαν λίαν αἰσθητήν, πνιγηράν, 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 ἐπιδεκτικὴ θερμάνσεως.

Οὐρανὸς 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 ἀτμοσφαίρα πολλοὺς ὕδρατμούς, ὧν ἡ πρὸς παραγωγὴν αὐτῆς ἐνέργεια ἐλαττοῦται ἀνατέλλοντος τοῦ Ἡλίου, συνεπεία τῆς θερμάνσεως τοῦ ἀέρος.

Ἡλίου δύων ἐπὶ οὐρανοῦ ἀνοικτοῦ πορτοκαλλόχρου καὶ ἄνευ νεφῶν σημαίνει ὠραῖον καιρὸν· ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἶνε ἐρυθρός, σημαίνει ἄνεμον.

Οὐρανὸς ροδόχρους κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, εἶτε αἶθριος, εἶτε νεφελώδης εἶνε, σημαίνει ὠραῖον καιρὸν. Ὅταν δὲ τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε σκοτεινόν, θολόν, προαγγέλλει ἄνεμον καὶ βροχὴν· τὸ βαθὺ ἐρυθρὸν χρῶμα σημαίνει ὁμοίως βροχὴν καὶ ἄνεμον.

Οὐρανὸς λαμπροῦ κιτρίνου χρώματος κατὰ τὴν δύσιν τοῦ Ἡλίου, σημαίνει ἄνεμον· ἀμυδροῦ δὲ κιτρίνου χρώματος δεικνύει βροχὴν.

Δύσις Ἡλίου ὀπισθεν παχέων νεφῶν, μετ' ἀνατολικῶ ὀρίζοντος χαλκόχρου, σημαίνει βροχὴν.

Οὐρανὸς ἐρυθρὸς ἢ κίτρινος τὴν πρῶταν σημαίνει ἄνεμον καὶ καιρὸν κακὸν ἢ βροχὴν.

Οὐρανὸς ὑπόλευκος φέρει πολλοὺς ὕδρατμούς καὶ δεικνύει πιθανότητα βροχῆς. Ὁ οὐρανὸς εἶνε τὸσον 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 κοινορτοῦ, συνεπεία 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 ἀτμοσφαίρας, συνεπεία 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 μικραὶ, ὁ δὲ περιβάλλων αὐτὰ ἀήρ ξηρὸς· ὅθεν ὑφίσταται διπλοῦς λόγος, ὅπως μὴ ἀναμένωμεν βροχήν.

Φαιὰ νέφη καὶ οὐρανὸς θολὸς ἢ ἄχρους μεταξὺ αὐτῶν δεικνύει μεγάλας ὑδροσταγόνας καὶ ὑγρὸν ἀέρα καὶ συνεπῶς πιθανὴν βροχήν (').

---

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



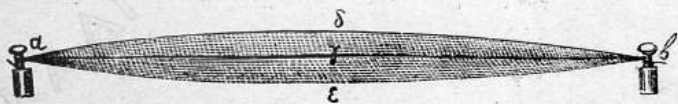
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

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

196. Ἀκουστικὴ καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, ὑπερπραγματεύεται περὶ τῆς γενέσεως καὶ διαδόσεως τοῦ ἤχου, ἦτοι περὶ τοῦ αἰτίου, τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τῆς ἀκοῆς. Τὸ αἶσθημα τοῦτο παράγεται διὰ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὄργάνου προκαλούμενον ἐκ τῆς παλμικῆς τῶν ἠχογόνων σωμάτων κινήσεως, ἥτις 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 ἡλῶν α, β (σχ. 116), εἶτα δὲ ἀπομακρύ-



Σχ. 116.

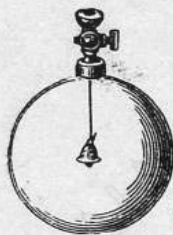
ναντες τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας γ ἀφήσωμεν αὐτὴν ἐλευθέραν, ἡ χορδὴ δυνάμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας· ἐπανελθοῦσα δ' εἰς τὴν θέσιν ταύτην, ὑπερβαίνει αὐτὴν ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ φθάνει εἰς τὴν θέσιν ε σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς προηγούμενης 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 μεταλλινος 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 μετάλλια, 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' ἀποδειχθῆ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑαλίνην 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 ἐγκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεται ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, ἂν ἡ σφαῖρα κενωθῆ 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 ἀερίοις.* Εὐρισκόμενοι εἰς

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

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

200. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῶ 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.

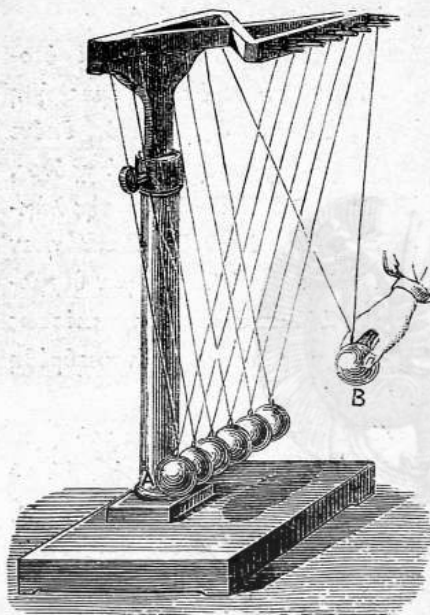
201. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς εἶνε πολὺ ὑπερτέρα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Biot ἐκτελέσας πειράματα ἐπὶ σωλῆνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους 951<sup>μέτ.</sup>, 25. Οὗτος ἀνεῦρεν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ εἶνε ὑπερδεκαπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

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

α') Λαμβάνομεν σφαίρας ἰσομεγέθεις ἐλεφαντίνου ὀστοῦ, ἐξαρτῶμεν αὐτὰς διὰ νημάτων (σχ. 118) τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης εἰς



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



Σχ. 118.

ἡμισυ τῆς αἰωρήσεως, τὸ ὁποῖον δὲν ἐξετέλεσεν ἡ πρώτη. Καθ' ἣν στιγμὴν ἡ πρώτη σφαῖρα προσκρούσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας, ἡ δευτέρα αὐτὴ παραμορφοῦται συμπιεζομένη. Ἄλλ' ἀμέσως ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει ν' ἀναλάβῃ τὸ ἀρχικὸν σφαιρικὸν σχῆμα καὶ προσκρούει τὴν τρίτην σφαῖραν. Αὕτη τὴν ἐπομένην καὶ οὕτω καθέξῃς 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 οἴουδῆποτε ὕψους καὶ ἂν ἀφήσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα Β, 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 ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἠρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, σχηματίζεται εἰς τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν κοίλωμα, περὶ τοῦτο δὲ κυμάτια ὕδατηρὰ ὁμόκεντρα, ὧν ἕκαστόν σύγκειται ἐξ

υψώματος 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 γυν σῶμα παλλόμενον, οἷον ἔλασμα χαλύβδινον  $AO$  (σχ. 119) ἑστερεωμένον κατὰ τὸ  $O$ . Ἄφ' οὗ ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας  $AB$  καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν  $A'B'$ , ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὁπότε ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας μετὰ ταχύτητος ἀυξανομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστης γινομένης. Εἶτα τὸ ἔλασμα υπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς  $A''B''$  μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης, ἐπανέρχεται πρὸς τὴν θέσιν  $AB$  μετὰ ταχύτητος ἀυξανομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν Σχ. 119.  $A'B'$  μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης καὶ οὕτω πάλλεται, ὡς αἰωρεῖται τὸ ἔκκερέες. Κατὰ τὴν πρώτην δὲ χρονικὴν στιγμήν, 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 εἶτι 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 ἡ 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

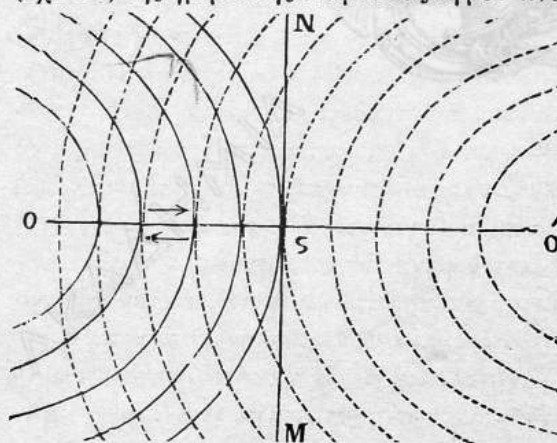




πυκνώματα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς νόμους. Εἰς ἀπόστασιν τινα δὲ περὶ τὸ παλλόμενον ἔλασμα σχηματίζονται σφαιρικὰ ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνὰ τὰ δὲ ἀραιά, ἡχητικὰ κύματα καλούμενα. Εἰς ταῦτα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος βαίνει βαθμηδὸν ἀξανομένη μέχρι μεγίστης τινὸς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

### ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

204. Ἀνάκλασις ὑδατηρῶν κυμάτων. Ἐὰν εἰς τι σημεῖον  $O$  (σχ. 120) τῆς ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὑγροῦ τινος ρίψωμεν λίθον, παρά-



Σχ. 120.

γονται κυκλικά ὁμόκεντρα ὑδατηρὰ κυμάτια, τὰ ὁποῖα προσπίπτοντα ἐπὶ κατακορύφου καὶ ἐπιπέδου κωλύματος  $NM$  ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσι κυκλικά ὁμόκεντρα ὑδατηρὰ κυμάτια ἔχοντα τὸ κέντρον αὐτῶν εἰς τὸ

σημεῖον  $O'$  συμμετρικὸν τοῦ  $O$  ὡς πρὸς τὸ κώλυμα  $NM$ .

205. Ἀνάκλασις ἡχητικῶν κυμάτων. Ὅμοίως ἀνακλῶνται καὶ τὰ ἡχητικὰ κύματα, ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι ἔχον ἐλαστι-

κότητα. Ούτως, αν υποθέσωμεν ότι εις τι σημείον Ο ύλικού τινος περιέχοντος, οίον του άέρος, κρούεται κώδων και ότι τα ήχητικά κύματα εις απόστασίν τινα συναντώσι τὸ άνένδοτον κώλυμα ΝΜ, οίον τοίχον, ταυτα ανακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ήχητικά κύματα, ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου Ο'.

206. **Ἡχώ.** Καλεῖται ήχώ ή ἐπανάληψις ήχου, ὅστις ανακλᾶται ἐπὶ κωλύματος τοσοῦτον μεμακρυσμένου, ὥστε νὰ μὴ συγχέωνται ὁ ἀπ' εὐθείας και ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ήχος. Ἐπειδὴ δηλαδὴ ή ἐπὶ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς παραγομένη ἐντύπωσις ὑπὸ ήχογόνου σώματος δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ και μετὰ τὴν λήξιν τῆς παραγούσης αὐτὴν αἰτίας ἐλάχιστόν τινα χρόνον ἴσον περίπου πρὸς  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου, δὲν δυνάμεθα ν' ἀντιληφθῶμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικῶν ήχων, ἀν παρέλθῃ μετὰξὺ αὐτῶν χρόνος ἐλάσσων  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπειδὴ δὲ εις  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου ὁ ήχος διανύει 34 μέτρα, ἔνα ἀκούσωμεν ἀκεραίαν τὴν ήχώ μιᾶς μόνῃς βραχυτάτης κατὰ τὴν διάρκειαν συλλαβῆς, ἣν ἡμεῖς αὐτοὶ ἐκφωνοῦμεν ἰστάμενοι ἐνώπιον κωλύματος, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εις απόστασιν Ος ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τῶν 17 μέτρων, διότι τότε ὁ ήχος διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἀνακλῶμενος, 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 ήχος μὴ συγχέομενος πρὸς τὸν ἀπ' εὐθείας θὰ εἶνε εὐκρινής. Ἐὰν δ' ή απόστασις Ος εἶνε μικροτέρα τῶν 17 μέτρων, τότε ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ήχος θέλει ἐν μέρει συμπέσει μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας ἐρχομένου και τότε δὲν γίνεται ήχώ, ἀλλ' ἀντήχησις, ἣτοι ὁ ἀπ' εὐθείας ήχος ἐνισχύεται, ὡς συμβαίνει εις αἰθούσας, ἐκκλησίας, δεξαμενάς, θόλους, ἐὰν ἐντὸς αὐτῶν φωνήσωμεν.

Διὰ νὰ ἀκούσωμεν ἀκεραίαν τὴν ήχώ λέξεως π. χ. πεντασυλλάβου, ἣν ἐκφωνοῦμεν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, πρέπει νὰ σταθῶμεν εις απόστασιν ἀπὸ τοῦ κωλύματος ὑπερτέραν τῶν  $34 \times 5$ , ἣτοι  $\frac{1}{2}$  340 μέτρων.



Ἡ ἤχώ, ἢ ἐπαναλαμβάνουσα ἅπαξ μόνον ἤχόν τινα, λέγεται ἀπλή, ἢ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλάκις τὸν αὐτὸν ἤχον, καλεῖται πολλαπλή. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ἔταν ὁ ἤχος ἀνακλᾶται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ Ῥήνου μεταξὺ Bingen καὶ Coblantz παράγεται ἤχώ ἐπαναλαμβάνουσα δεκαεπτὰκις 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 υφίσταται ἤχος τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἣτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν πέριξ τοίχων καὶ ἐπὶ τῆς ὀροφῆς ἀνακλάσεων τῶν ἤχητικῶν κυμάτων. Οὕτω βαδίζοντες ἐντὸς αἰθούσης ἐντελῶς κενῆς ἐπίπλων ἀκούομεν τὸν κρότον τῶν βημάτων ἡμῶν ἰσχυρῶς ἀντηχοῦντα, διότι οὗτος ἀνακλᾶται ἐπὶ τῶν τοίχων καὶ τῆς ὀροφῆς. Ἄν ἔμῳς καλύψωμεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων, ἣτοι δι' ἀντικειμένων μὴ ἐχόντων ἐλαστικότητα, ταιούτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἤχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ταπήτων ἀπορροφῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἡ οὐδὲν ἄνακλῶνται.

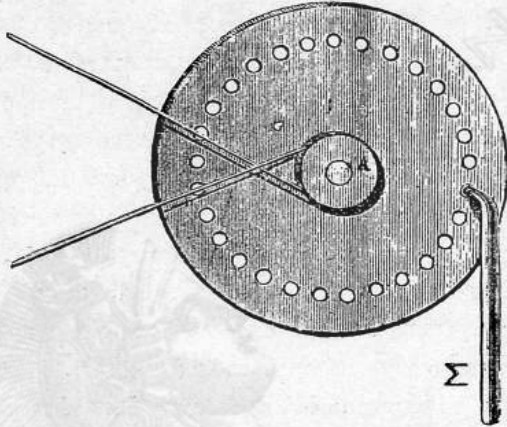
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### 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 ὁποίας τὸ ἤχογονον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἤχος δηλ. εἶνε τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων εἶνε μείζων, καὶ τοσοῦτῳ βαρύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς πρὸς τοῖς ἄλλοις καὶ διὰ τῆς σειρῆνος 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 ταχείαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα Α διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καὶ κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ. Ἐὰν

διὰ σωλήνος Σ φυσήσωμεν βεῦμα ἀέρος εἰς τὰς ὀπὰς καθέτως ἐπὶ τὸν δίσκον, τότε συμβαίνει ἐξοδος ἀέρος καὶ παύσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁπίων παράγονται ἐν τῇ περιθάλλοντι ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος ἢ τοι ἡχητικὰ κύματα. Ὁ πα-



Σχ. 121.

ραγόμενος δ' ἤχος γίνεται τοσοῦτω ὀξύτερος, ὅση ἢ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ δίσκου εἶνε ταχύτερα.

209. Ἰσχύς τοῦ ἤχου. Οἱ διάφοροι ἤχοι ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύν, ἣτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἑξῆς αἰτιῶν.

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

β') Ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Χορδὴ πληττο-



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

γ') Ἐκ τῆς γεινιάσεως ἠχητικῶν σωμάτων ν. Διαπασῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἤχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὁμῶς ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λεπτὰ τοιχώματα παράγει ἤχον ἰσχυρότερον, διότι μεταδίδεται ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ διαπασῶν 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 ἐγχορδα ὄργανα ἀποδεικνύουσι τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἠχητικῶν κιθωτίων, καλουμένων ἀντηχείων.

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 ἤχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίῃ σφαίρᾳ (σχ. 117, § 198) καθίσταται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιούμεν 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 εὐρισκόμενα 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 ἀερίων ἐπιφανειῶν, αἵτινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΠΕΡΙ ΠΑΛΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ.  
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ

§ 211. *Παλμοὶ τῶν τεταμένων χορδῶν.* Αἱ χορδαί, αἱ τεταμένα 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 τεταμένα, ἀλλὰ διαφόρου μήκους, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ μήκους αὐτῶν.

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς δι' ὄργάνου, ὅπερ καλεῖται *ἠχόμετρον* 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 ξυλίνη ἀκμὴ ἢ ὑπαγωγεὺς 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 ἠχομέτρου δύο ἐντελῶς ὁμοίας χορδὰς, ἃς τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν καὶ αἱ ὁποῖαι πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦφεις. Ἐὰν μετακινούντες εἶτα τὸν ὑπαγωγέα ἐλαττώμεν διαδοχικῶς τὸ μήκος τῆς μᾶς τῶν χορδῶν καὶ πλήττωμεν ἐκάστοτε τὴν χορδὴν ταύτην, εὕρισκομεν ὅτι ὁ ἤχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύτερος. Ἐὰν δὲ προσδιορίσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν, εὕρισκομεν



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 χορδὰς, ὧν αἱ διαμέτροι εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 2, 3, 6, ἡ μὲν πρώτη παράγει ὀξύτερον ἦχον, ἡ δὲ τρίτη βαρύτερον τῆς δευτέρας, ἡ ἀκριβέστερον, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3, 2, 1, ἦτοι ἡ πρώτη παράγει ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ τριπλασίους, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους παλμοὺς τῶν ὑπὸ τῆς τρίτης τῆς παχυτέρας παραγομένων.

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

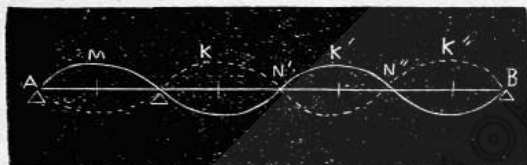
δ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν λάβωμεν δύο σύρματα ἰσοπαχῆ, ἰσομήκη καὶ ἐξ ἴσου τεταμένα ἐκ δύο διαφόρων μετάλλων, τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης γὰ εἶνε ὡς 1 πρὸς 4, τὸ ἀραιότερον σύρμα παράγει διπλασίους παλμοὺς ἢ τὸ πυκνότερον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

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

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

211. **Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι παλλομένων χορδῶν.** Ἐὰν ἐγγίσωμεν ἑλαφρῶς 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 πλῆξωμεν αὐτὰ διὰ τόξου ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἡμίσεος αὐτῶν ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ  $\frac{1}{3}$  ἢ

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



Σγ. 122.

ἐρυθρὰ δ' ἐπὶ τῶν σημείων  $K, K', K''$  καὶ εἶτα πλήττομεν τὴν χορδήν. 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  $\frac{900}{800}$ , ἢτοι  $\frac{9}{8}$ . Ὅταν δ' ἀκούωμεν δύο ἤχους συγχρόνως ἢ διαδοχικῶς, αἰσθανόμεθα εἰς τὸ οὓς ἡμῶν ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον αἴσθημα, ἐφ' ὅσον τὸ διάστημα αὐτῶν ἐκφέρεται δι' ὅσον ἔνεστιν ἀπλοστέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἷα 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 ἔνεστιν ἀπλοστέρα, ταυτέστιν εἶνε



τοιούτοι, ὥστε διαδοχικῶς παραγόμενοι ἢ καὶ τινες αὐτῶν συγχρόνως ἀνὰ δύο ἢ καὶ πλείότεροι ὁμοῦ νὰ παράγωσι τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν ἀκοὴν ἡμῶν αἶσθημα. Ἡ σειρὰ τῶν φθόγγων, οὗς μεταχειρίζεται ἡ μουσικὴ, καλεῖται *μουσικὸν διάγραμμα*.

Οἱ διαδοχικοὶ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε τὰ διαστήματα ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς τὰ αὐτὰ κατὰ ἐπτὰδα. Τουτέστι λαμβάνοντες ἤχόν τινα ὡς βᾶσιν 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 σειρὰν. 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 ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ do τῆς πρώτης, ἤτοι 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.

|    |    |    |    |     |    |    |    |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| do | re | mi | fa | sol | la | si | do |
|----|----|----|----|-----|----|----|----|

Ἀναζητοῦντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξύ 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 παλμοὺς 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 ἑνὸς 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.** Ἐνίοτε 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 ἡμιτονίου. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν 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 τόνοι, 1 ἡμιτ. 2 τόνους, 1 ἡμιτ. 1 τόνον.

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

sol la si<sup>1/2</sup> do re mi<sup>1/2</sup> fa<sup>1/2</sup> sol  
fa sol la<sup>1/2</sup> si<sup>1/2</sup> do re mi<sup>1/2</sup> fa

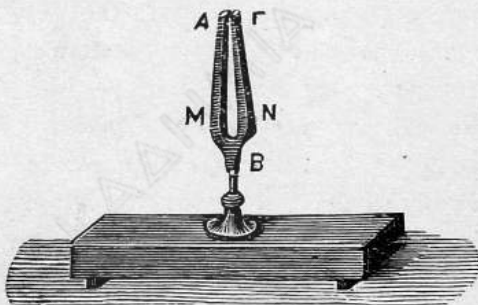


νιον, ἦτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 25 πρὸς τὸ 24, καὶ τότε τὸ διάστημα μεταξὺ mi καὶ fa γίνεται τόνος, τὸ δὲ μεταξὺ fa καὶ sol ἡμιτόνιον, καὶ οὕτως ἔχομεν τὴν αὐτὴν σειρὰν διαστημάτων ὡς ἐν τῇ καλουμένῃ φυσικῇ κλίμακι. Ἡ τοιαύτη ὕψωσις τοῦ fa καλεῖται διέσις (dièze).

Ἄν τοῦναντίον λάβωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν fa, θέλομεν ἔχει (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa). Διὰ τὸ ἔχωμεν δὲ τὴν αὐτὴν σειρὰν ὡς καὶ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακι, πρέπει νὰ καταβιδάσωμεν τὸν si κατὰ ἡμιτόνιον, ἦτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 24 πρὸς τὸ 25, τοῦτο δὲ καλεῖται ὕψωσις (hémol) 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 ἀκούομενοι παράγουσι λίαν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἴσθημα.

216. **Διαπασῶν.** Καλεῖται διαπασῶν ὄργανον συγκεῖμενον ἐκ ῥάβδου χαλυβδίνης κεκαμπυλωμένης εἰς σχῆμα ψαλίδος καὶ φερούσης εἰς τὸ μέσον ἐξέχουσαν λαβὴν, ἣτις χρησιμεύει ὡς ποὺς (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



Σχ. 123.

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 κιθωτίου ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, τοῦ ὁποίου τὰς διαστάσεις κανονίζουσιν ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ διαπασῶν. Τὸ κιθώτιον τοῦτο ἐνισχυὸν τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν καλεῖται ἀντηχεῖον.)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

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

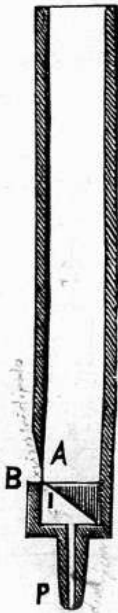
9 217. Εἰς τοὺς ἠχητικούς σωλήνας, οἵτινες εἶνε σωλήνες μετὰ στερεῶν τοιχωμάτων, ὁ ἦχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ἀέρος, ὅστις δονεῖται διὰ διαφόρων μέσων. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ ὕλη τῶν σωλήνων δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕψους καὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἦχου, ὅστις εἶνε πάντοτε ὁ αὐτός,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

218. "Ὀργανα ἐμπνευστὰ φέροντα στόμα. Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ φυσητηρίου, ἐφ' οὗ τοποθετεῖται ὁ ἠχητικός σωλήν 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, ἧτις καλεῖται χεῖλος τοῦ στόματος Β. Τὸ ἀνώτερον τοῦτο χεῖλος εἶνε μὲν λοξῶς τετμημένον, ἀλλ' ἀπολήγει εἰς ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον λίαν στενῆν. Ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἀρκούντως ταχύ, παράγεται ἦχος, ὅστις εἶνε τοσοῦτις δξύτερος, 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 χείλους,



ρυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἠχητικῷ σωλήνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ δηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς τὴν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπιέζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἶτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὕτη καταστῆ ἀρκούντως μεγάλη, παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξοδὸν τοῦ φουσωμένου βεύματος τοῦ ἀέρος. Εἶτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χείλους διαστέλλεται καὶ αὐθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος Β ἐξέρχόμενος ἀήρ δὲν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἀλληλα τοσοῦτω ταχύτερον, ὅσῳ τὸ βεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος Α πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον Ι. Ἔνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιοτέρου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἦχον. ~

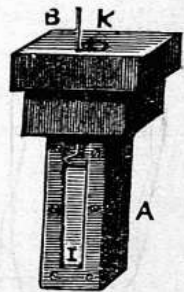


Σχ. 124.

ἐπιμήκη ὀρθογώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον Α ἐπὶ τῆς προσθίας ἔδρας αὐτοῦ· παλλομένη ὅμως διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τῆς θυρίδος, χωρὶς νὰ ἐφάπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἐνθέσαντες τὸ μικρὸν κιβώτιον ἐν τῷ στόματι ἡμῶν ἀφήσωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος αὐτοῦ Β ἐκτὸς καὶ ἐμφυσήσωμεν βεῦμα ἀέρος, ἡ γλωττις Ι κάμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς Κ. Ἔνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ πίεσις τοῦ ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς στιγμὴν ἐλαττοῦται καὶ ἡ γλωττις ἐπα-

219. \**Ὀργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα.* Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς „γλωττίδος μεταλλίνης ἢ ξυλίνης Ι (σχ. 125), ἣτις οὔσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνω-

τέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη.



Σχ. 125.

νέρχεται μὲν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς θέσιν κλείουσα τὴν θυρίδα καὶ τὸ βεῦμα τοῦ ἀέρος διακόπτουσα, ἀλλ' ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καμμπομένη 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 ἀυξάνηται ἢ ἐλαττώται τὸ μῆκος τοῦ κραδαίνουμένου μέρους τῆς γλωττίδος.

Ἡ γλωττίς αὕτη ἢ παλλομένη ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ἐπιμήκους θυρίδος, χωρὶς νὰ ἄπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρα. Πολλάκις ὅμως οὔσα πλατυτέρα τῆς θυρίδος κραδαίνεται μόνον ἐκ τοῦ ἐνδὸς 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 μῆκος τῆς γλωττίδος κανονίζει ἐκάστοτε ὁ αὐλῶν πιέζων αὐτὴν διὰ τῶν χειλέων αὐτοῦ.

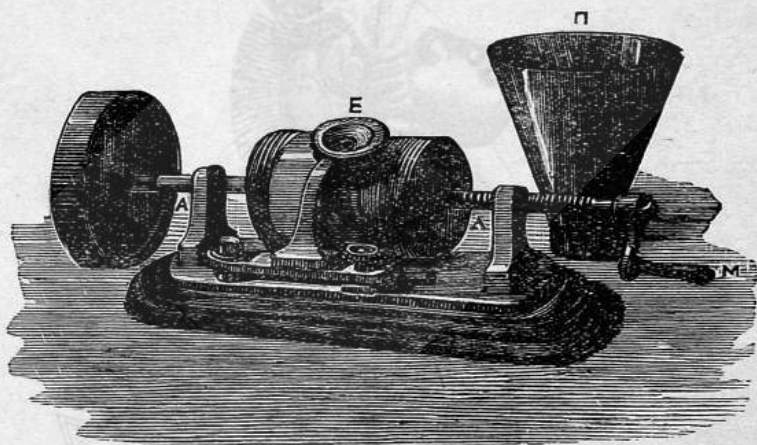
Εἰς πολλὰ χάλκινα ὄργανα, οἷον εἰς τὴν σάλπιγγα, τὸ κέρασ, ἢ γλωττίς ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν χειλέων τοῦ σαλπικτοῦ, τὰ ὅποια κραδαίνονται ὑπὸ τοῦ ἐκπνεομένου ἀέρος τεινόμενα μᾶλλον ἢ ἥττον ἐν κωνικῷ ὄλμῳ.

10 220. **Χροιά ἢ ποιὸν τοῦ ἦχου.** Ἡ χροιά ἀποτελεῖ μετὰ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ ὕψους τὰ τρία χαρακτηριστικὰ ἢ γνωρίσματα τοῦ ἦχου. Οἱ ἦχοι 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 αὐτὰ. Τὰ διάφορα δηλ. μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ δὲν ἐκπέμπουσιν ἕνα μόνον κύριον ἦχον, τὸν βαρύτερον, ἀλλὰ καὶ ἄλλους ὀξυτέρους, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ὀποίων, ὄντων ἀσθενεστέρων καὶ συνοδευόν-



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

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



Σχ. 126.

αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς ἡ φωνὴ ἡμῶν παράγει ἐπ' αὐτοῦ, αὗται θὰ μετεδίδοντο εἰς τὸν ἀέρα καὶ θὰ ἠκούοντο οἱ αὐτοὶ φθόγγοι τοῖς ὕφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἐλάσματος παραχθείσιν. Ἐπὶ τοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει 1878 τὸν φωνογράφον, ἦτοι συσκευὴν, ἐν ἣ ἀποτυπουμενὴ ἢ ἀνθρωπίνῃ φωνῇ ἀναπαράγεται εἶτα κατὰ βούλησιν.

Τὸ λεπτόν κυκλικὸν ἔλασμα, πρὸ τοῦ ὁποίου ὀμιλεῖ τις, κατασκευάζεται ἐκ χάλυβος καὶ στηρίζεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κωνικοῦ ὄλμου Α (σχ. 126). Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἔλασματος στηρίζεται διὰ μικροῦ τεμαχίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος 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 ἑλικοειδῆ ἐνσκαφήν, τῆς ὁποίας τὸ βῆμα εἶνε ἴσον τῇ βῆματι 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 ἑλικαὶ ἄλλ' ἂν συγχρόνως ὀμιλῶμεν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου Ε, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἔλασματος μεταδίδεται εἰς τὴν ἀκίδα, ἣτις παράγει ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἑλικος σειρὰν κοιλοτήτων, ὧν ἡ μὲν ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ἔλασματος, τὸ δὲ βάθος ἐκ τοῦ πλάτους τῶν αὐτῶν παλμῶν.

Πρὸς ἀναπαραγωγὴν τῶν φθόγγων ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος καὶ στρέφομεν ἐκ νέου τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ προηγουμένως ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλοτήτας τῆς ἑλικος, ἃς αὐτὴ 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 γ' ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὀπλιζόμεν τὸν ὄλμον διὰ



χαρτίνου κώνου Π, διότι οί φθόγγοι, οὓς ἐκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδυλος χρησιμεύει, ὅπως καταστήσῃ ὀμαλωτέραν 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 ῥητίνης, τὸ δὲ κραδαινόμενον μετάλλινον ἔλασμα διὰ λεπτοτάτης ὑαλίνης πλακῶς 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.

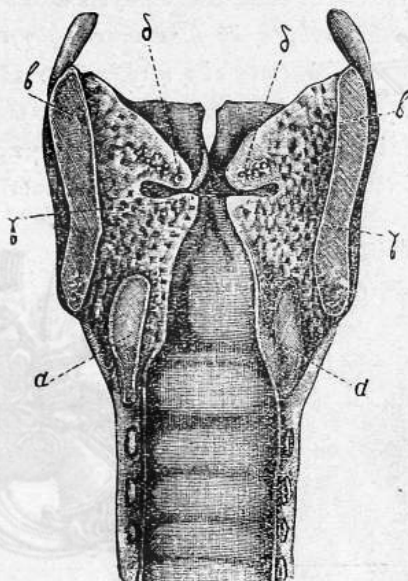
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

### 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 αα κεῖται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐπικάθηται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδῆς, ὅπισθεν δὲ οἱ δύο ἀρυταινοειδεῖς. Ὅπισθεν τῆς γλώσσης καὶ ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἣτις εἶνε χόνδρινος ἐπιστομὶς φράττουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν κατάποσιν. Μεταξὺ τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοειδῶν

χόνδρων κείνται ἀνωτέρω μὲν οἱ ἀνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι δδ, κατωτέρω δὲ οἱ κάτω ἢ γνήσιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκουσ σχισμῆς, ἥτις εἶνε ἡ καλουμένη γνησία γλωττίς, ἀποτελοῦσα τὸ στενώτατον μέρος τοῦ λάρυγγος. Οἱ μύες τοῦ λάρυγγος

μετακινοῦντες τοὺς ἀρυταινοειδεῖς χόνδρους καὶ τὸν θυρεοειδῆ μεταβάλλουσι τὸ μήκος, τὴν τάσιν καὶ τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν τῶν κάτω ἢ γνησίων φωνητικῶν συνδέσμων καὶ ἔνεκα τούτου ἡ ἐν τῷ μεταξύ γλωττίς τεινομένη μᾶλλον ἢ ἥττον στενοῦται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνέωμεν, ἡ γλωττίς τηρεῖται ἀνεπιγμένη ἀφίνουσα ἐντελῶς ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος· κατὰ τὴν φώνησιν ὁμοῦ στενοῦται εἰς στενωτάτην σχισμῆν, τὸ δὲ βεῦμα τοῦ ἀέρος,



Σγ. 127.

τραχείας ἀρτηρίας ἐκφυσώμενον, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὕτω δὲ παράγεται ἡ φωνή, ἥτις εἶνε τοσοῦτω ὀξύτερα, ὅσῳ ἡ γλωττίς τείνεται πλειότερον.

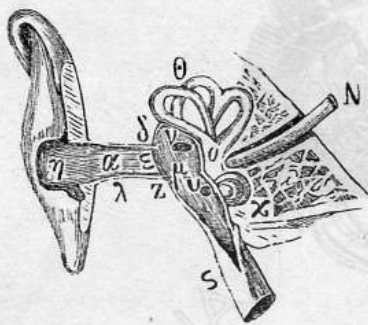
223. Β') **Ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.** Τὸ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε τὸ οὖς, τὸ ὁποῖον διαιρεῖται εἰς τρία μέρη. α') Εἰς τὸ ἔξω οὖς· β') Εἰς τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου καὶ γ') Εἰς τὸ ἐνδότατον οὖς ἢ τὸν λαβύρινθον.

α') Τὸ ἔξω οὖς σύγκειται ἐκ τοῦ ὄρατοῦ ἐκ χόνδρου περυσ-

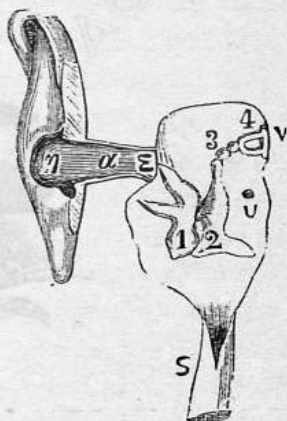


γίου (σχ. 128), ὅπερ φέρει διάφορα ἐπάρματα καὶ κοιλώματα, δι' ὧν, ὡς παραδέχονται, τὰ ἠχητικὰ κύματα συνάγονται πρὸς κοιλότητα  $\eta$  ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πτερυγίου ὑπάρχουσιν, τὴν καλουμένην *κόγχην*, ἣτις ἄγει εἰς τὸν ἔξω ἀκουστικὸν πόρον  $\alpha$ . Ὁ πόρος οὗτος φράττεται διὰ κυκλοτεροῦς ἐλαστικῆς μεμβράνης  $\epsilon$ , 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 ὀσειδῆς  $\nu$  ἀνωτέρα καὶ ἡ στρογγύλλη  $\nu$  κατωτέρα, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὕμενος. Διὰ τῆς ὠτιαίας ἢ *Εὐσταχιανῆς σάλπιγγος*  $\varsigma$  συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες ἀέρος. Μεταξὺ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ὀσειδοῦς θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἄλυσις τῶν τεσσάρων ἀκουστικῶν ὀσταρίων, ἧτοι τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμονος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὀσταρίου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).

γ') Τὸ ἐνδότατον οὗς ἢ ὁ λαβύρινθος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς αἰθούσης ο (σχ. 129) ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλίων σωλήνων Θ καὶ ἐκ τοῦ κοιλίου κ, ὅστις εἶνε κωνικὸς σωλὴν 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 αἴθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοίλου τοῦ τυμπάνου φρακτομένην διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένους 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 τι ἐλαστικῷ, ὡς 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 πάλληται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένους μεταβιβάζεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἀέρα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὀσφριῶν, 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

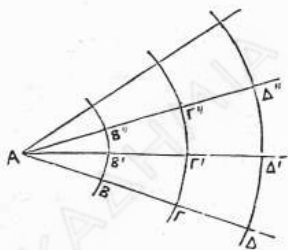
## Ο Π Τ Ι Κ Η

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

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

225. Καλεῖται ὀπτική τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός, ἤτοι τοῦ αἰτίου τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τῆς ὀράσεως.

Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ φωτοβόλα σώματα ἐκπέμπουσι σειρὰν λεπτεπιλέπτων μορίων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον θεωρίαν τὸ φῶς διαδίδεται δι' ὕλης



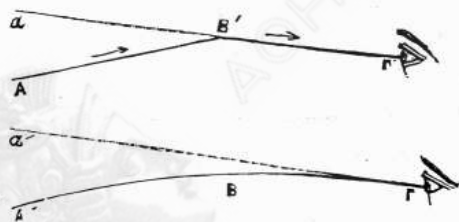
Σχ. 130.

ἀσταθμῆτου, τελείως ἐλαστικῆς, συνεχοῦς, πληρούσης τὸ διάστημα καὶ εἰσδυσούσης μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων. Ἡ τοιαύτη δ' ὕλη καλεῖται αἰθήρ, οὔτινος τὰ μόρια δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς παλμικὰς κινήσεις, ὡς παράγουσιν ἐν αὐτῇ τὰ φωτοβόλα σώματα, ὡς τὰ ἐλαστικὰ σταθμητὰ περιέχοντα, οἷον ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, δέχονται

καὶ διαδίδουσι τὰς κραδάνσεις τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν φαντασθῶμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 130) ἢ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένην κρᾶδανσις τοῦ αἰθέρος διαδίδεται ἐν μέσῳ ὁμοιομερεῖ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις κατὰ σφαιρικὰς ὁμοκέντρους ἐπιφανείας  $BB'B''$ ,  $ΓΓ'Γ''$ ,  $ΔΔ'Δ''$ , ὡς συμβαίνει καὶ ἐν τῇ ἀέρι κατὰ

τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες  $AD, AD', AD''$  τῶν σφαιρικῶν τούτων κυμάτων, ἦτοι αἱ διευθύνσεις, καθ' ἃς μεταδίδεται τὸ φῶς, καλοῦνται φωτειναὶ 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 μόρια τοῦ αἰθέρος κραδαίνονται καθέτως τῇ φωτεινῇ ἀκτίνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἠχητικῆς ἀκτίνος.

226. Καλεῖται δέσμη φωτός τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἷτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ ἀποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγή. Διακρίνουσι δὲ δέσμας κωνικῆς, συγκλινοῦσας ἢ ἀποκλινοῦσας, καθόσον αἱ συνιστώσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνουσι συγ-



Σχ. 131.

κλίνοσαι ἢ ἀποκλίνουσαι, καὶ δέσμας κυλινδρικῆς ἢ παραλλήλου, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς, ἐκλαμβάνονται παράλληλοι, οἷαι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.

227. Διεύθυνσις ὁράσεως. Ὅταν ἀκτὶς φωτός ἐκπορευομένη ἐκ φωτοβόλου σημείου ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι ὁμοιομερεῖ, οἷον ἐν ἰσοπύκνῳ ἀέρι, τὰ φωτεινὰ κύματα προβαίνουσι κατὰ σφαιρικὰς ἐπιφανείας καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, ὡς εἵπομεν, εἶνε εὐθεῖαι γραμμαί. Ὅταν δὲ ἀκτὶς φωτός προσπίπτῃ ἐπὶ λείαν ἐπιφάνειαν ἢ ἀπὸ ἐνὸς περιέχοντος μεταδαίνηι εἰς ἄλλο, οἷον ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, τότε ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε τεθλασμένη γραμμὴ  $AB\Gamma$  (σχ. 131). Ὅταν ὁμοῦς ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μεταβάλλοντι διηγενκῶς πυκνότητά, οἷα εἶνε ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε εἶνε καμπύλη γραμμὴ  $A'B\Gamma'$ . Εἰς τὰς δύο πρώτας περιστάσεις, καθ' ἃς ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε τεθλασμένη γραμμὴ, θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ σημεῖον  $\Gamma$ , δὲν βλέπομεν τὸ



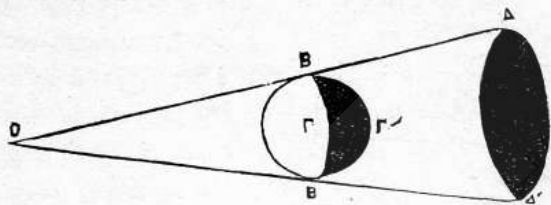
φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὴν θέσιν, ἣν ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς τὸ α εἰς τὴν προέκτασιν τῆς ΓΒ', εἰς δὲ τὴν περίστασιν, καθ' ἣν ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε καμπύλη θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ Γ βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὸ α', ἦτοι κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης Γα' τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς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

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

229. **Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερά.** Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ἰδιότητα ν' ἀφίνωσι τὸ φῶς νὰ διέρχεται 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 **σκιερά** 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 φωτός, ὡς ἡ λευκὴ ἢ γαλακτόχρους ὕαλος· τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται **διαφώτιστα**. Ἀλλὰ καὶ σώματα **διαφανῆ**, οἷον τὸ ὕδωρ, ὑπὸ μέγιστον πάχος λαμβανόμενα καθίστανται τελείως **σκιερά**, σώματα δὲ **ἀδιαφανῆ**, οἷον φύλλα χρυσοῦ ἢ ἀργύρου, λαμβανόμενα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος διαβιάζουσι δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα **διαφώτιστα**.

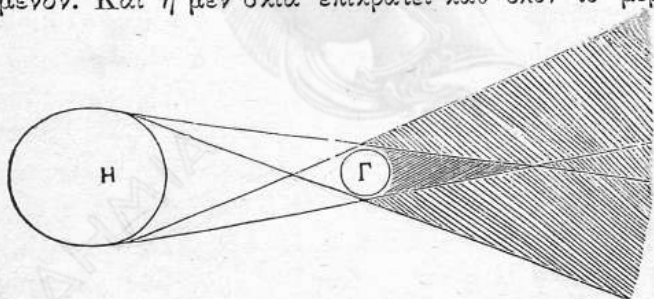
230. **Σκιά.** Καλεῖται **σκιά** σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοδόλου πηγῆς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον φωτοδόλου σημείου Ο (σχ. 132) θέσωμεν σκιεράν σφαῖραν ΒΒ', αὕτη ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιάν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου

κώνου  $BB'\Delta\Delta'$ , οὔτινος αἱ γενέτειραι εἶνε εὐθεταὶ διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου  $O$  καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας  $BB'$ . Ἐπιλευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῷ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ῥίπτεται κυκλικὴ σκιά  $\Delta\Delta'$ . Ἐὰν ὁμως ἡ φωτοβόλος πηγὴ



Σχ. 132

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



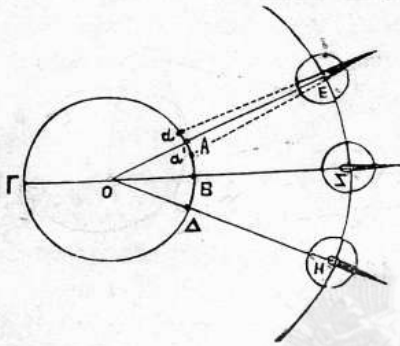
Σχ. 133

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, ἐσωτερικὰ δὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου κώνου.

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



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



Σχ. 134

δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσ-  
ερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν  
ὑπὸ τούτου ῥιπτομένην σκιάν  
ἐξῆφανίζετο ὡς φωτοβόλον σῶ-  
μα σβεννύμενον καὶ ἀνέλαμπεν  
αὐθις ἐξερχόμενος τῆς σκιᾶς.  
Ἡθέλησε δ' ὁ ἀστρονόμος οὗ-  
τος ν' ἀνεύρη τὸν χρόνον τῆς  
περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δο-  
ρυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὅστις  
παρήρχετο μεταξὺ δύο διαδο-  
χικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων

αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πρῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν παρε-  
χόμενον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἡ μὲν Γῆ εὔρισκετο  
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 εὔρισκετο εἰς τὸ  
α', ἦτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, παρετήρει τὸν χρόνον, ὅστις  
παρήρχετο μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιᾶς· οὕτω  
δ' εὔρεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς περὶ 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 διήνησε τὸ διάστημα EZ, ἦτοι τὸ  
εἰκοστὸν τέταρτον περίπου τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἢ δὲ Γῆ τὸ διά-  
στημα AΔΓ, ὁπότε οἱ δύο πλανῆται εὔρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν,  
οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἠϋξάνετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ  
τελευταίον ἡ ἀΰξησις αὕτη ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον ΒΓ τῆς  
τροχιάς τῆς Γῆς. Ἐνεκα δὲ τῆς διηνηκοῦς 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 δαπαίνῃ τὸ φῶς διὰ τὴν διανύσιν τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἧτοι 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, οὕσα μείζων μὲν ἐν τῷ κενῷ, ἐλάσσων δ' ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔτι ἐλάσσων εἰς ἄλλα διαφανῆ περιέχοντα πυκνότερα, οἷον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὴν ὑαλον κτλ.)

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

ἀκτίς τῆς σφαιρᾶς γίνῃ  $A$ , ἢ μονὰς τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς δευτέρας ταύτης σφαιρᾶς θὰ δεχθῆ 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  $\frac{1}{4} E$ ,  $\frac{1}{9} E$ ,  $\frac{1}{16} E$ . Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον τῶν ἀποστάσεων·

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

Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέσωμεν μίαν σελίδα βιβλίου ἐνώπιον ἀνημμέτης 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





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

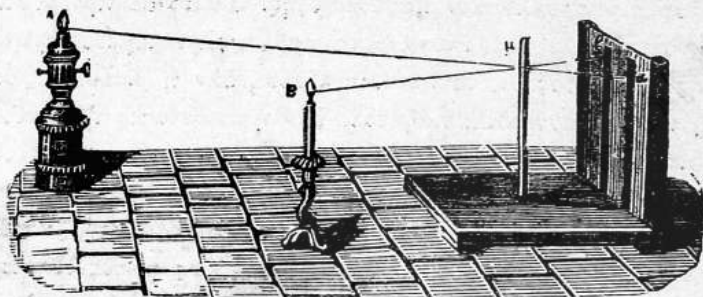
235. **Μονὰς φωτός.** Πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως φωτοβόλου  
τινὸς πηγῆς λαμβάνομεν ὡς μονάδα ὠρισμένην φωτοβόλον πηγῆν,  
ἣτις πρέπει νὰ εἶνε σταθερά, τουτέστιν ἀμετάβλητος κατὰ τὴν  
ἐντασιν καὶ εὐχρηστος. (Αἱ ἐν χρήσει μονάδες φωτός εἶνε πρῶτον  
τὸ φῶς, ὅπερ παράγουσι διάφοροι λαμπάδες ἐκ στέατος, ἐκ σπέρ-  
ματος κήτους, ἐκ παραφίνης· δεύτερον τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος  
τοῦ Carcel καίῳν 42 γραμμάρια κραμβελαίου καθ' ὥραν καὶ τὸ  
ὅποσον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 8 ἕως 9 λαμπάδας καὶ τρίτον τὴν μονάδα  
Hefner, ἣτις, παραγομένη διὰ λυχνίας, ἣς ἡ θρυαλλίς ἐμβαπτίζεται  
ἐν ὀξεικῷ ἀμυλίῳ, ἰσοῦται πρὸς 0,8 περίπου μᾶς λαμπάδος (').  
Πρὸς σύγκρισιν δὲ τῆς φωτιστικῆς ἰσχύος δύο φώτων, ὧν τὸ ἐν  
δύναται νὰ εἶνε ἡ μονὰς τοῦ φωτός, χρησιμεύουσιν ὄργανα καλού-  
μενα **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  
κεῖται στέλεχος  $\mu$  (σχ. 136), ὅπερ ῥίπτει ἐπὶ τοῦ χάρτου δύο  
σκιὰς  $\alpha$  καὶ  $\beta$  προερχομένας ἐκ τῶν δύο φωτοβόλων πηγῶν  $A$  καὶ

\* 11 1. Διεθνὲς συνέδριον τῇ 1884 καθώρισεν, ὡς μονάδα ἐντάσεως  
φωτός, τὴν ἐντασιν 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. 11



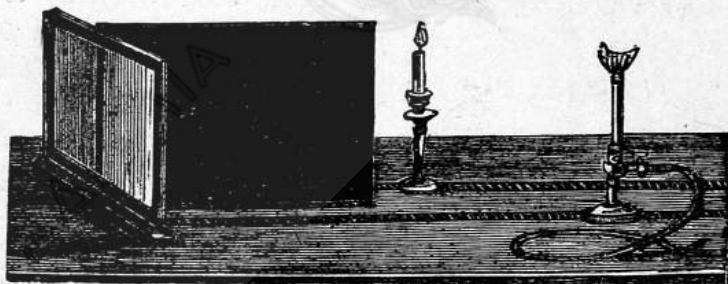
Β. Ἐκατέρα δὲ τῶν σκιῶν φωτίζεται ὑπὸ τῆς ἐτέρας τῶν φωτοβόλων πηγῶν. Τοποθετοῦμεν τὰ δύο φῶτα εἰς τοιαύτας ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος ἀποστάσεις, ὥστε αἱ δύο σκιαὶ νὰ εἶνε ἐξ ἴσου σκοτειναί. ἤτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ὁ λόγος τῶν



Σχ. 136.

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

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



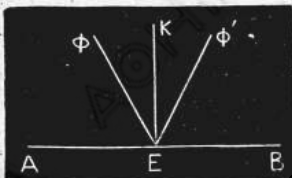
Σχ. 137.

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

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΕΠΙΠΕΔΑ  
ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

237. *Ἀνάκλασις τοῦ φωτός.* Ἐάν ἡ ἐπιφάνεια σώματός τινος εἴνε λεία καὶ στιλπνή, τότε ἐκτρέπεται ἢ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτίς καθ' ὄρισμένην διεύθυνσιν, ἤτοι ἀνακλάται. Κατὰ ταῦτα ἔστω  $AB$  (σχ. 138) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος, λεία καὶ στιλπνὴ καὶ  $FE$  ἀκτίς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς ἐπὶ τὴν ἀνακλώσαν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως  $E$  ἀγομένης καθέτου  $KE$  γωνίαν  $FEK$ , καλουμένην γωνίαν



Σχ. 138.

προσπτώσεως. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἀνακλωμένη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν  $EF'$  σχηματίζουσαν μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου γωνίαν  $KEF'$ , καλουμένην γωνίαν ἀνακλάσεως.

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

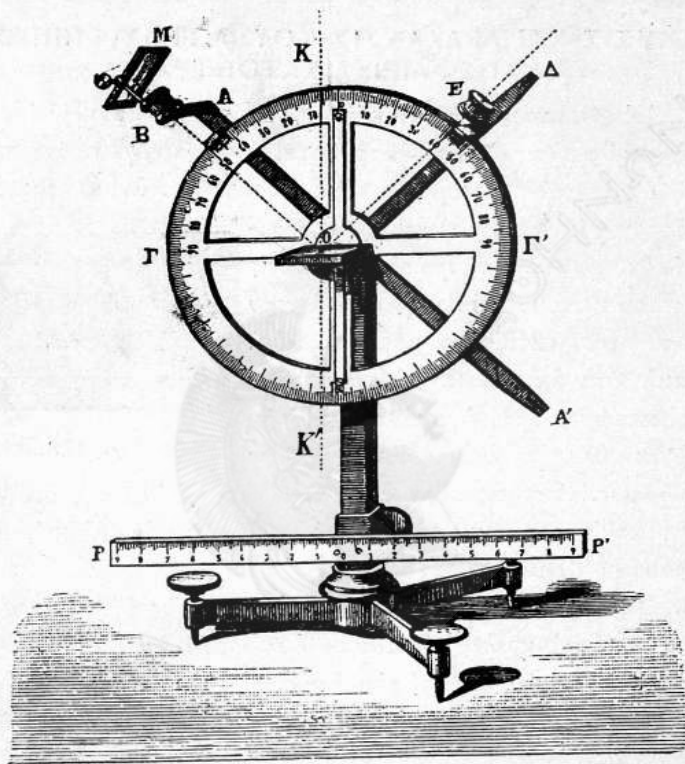
A'. Τὸ ἐπίπεδον, ὅπερ ὀρίζουσιν ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἴνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλώσαν ἐπιφάνειαν.

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

239. Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὄργανου, ἕπερ παριστᾷ τὸ σχῆμα 139. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ μικροῦ ἐπιπέδου κατόπτρου  $O$ , κεκμένου εἰς τὸ κέντρον ὀρειχαλκίνου κυκλικοῦ δίσκου  $\Gamma\Gamma'$  καὶ καθέτως ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ. Ὁ δίσκος κατὰ τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ εἴνε ὑποδηρημένος εἰς μοίρας. Δύο ὀρειχάλκινοι βραχίονες  $A$  καὶ  $\Delta$ , βαίνοντες κατὰ τὰς ἀκτῖνας 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  $M$  στρεπτού κατά διαφόρους διευθύνσεις δεχόμεθα δέσμη ηλιακῶν ἀκτίνων, ἣν δι' ἀνακλάσεως ἐπ' αὐτοῦ διευθύνομεν οὕτως, ὥστε τὸ ἐλάχιστον μέρος ταύτης, τὸ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δια-



Σχ. 139.

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

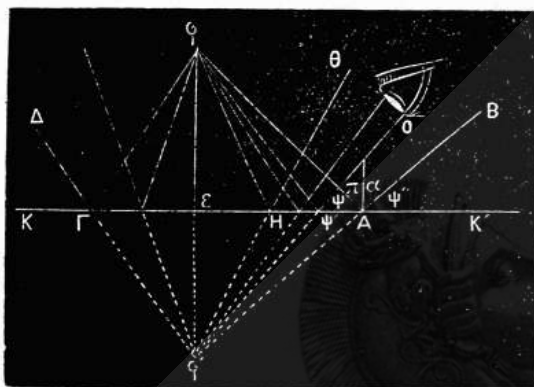
ἐν ἐπιπέδῳ παραλλήλῳ τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ κυκλικοῦ δίσκου. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου βραχίονος  $\Delta$  στερεοῦται ὡσαύτως σωλήν  $E$  μετὰ διαφράγματος ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου φέροντος εἰς τὸ κέντρον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος σημεῖον κεχαραγμένον κείμενον εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κυκλικοῦ δίσκου ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἄξονος τοῦ σωλήνος  $B$  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 κάτωπτερον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Οἰανδήποτε δὲ ἀκτῖνα προσπτώσεως καὶ ἂν λάθωμεν 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 σωλήνος, ἦτοι ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὅπερ ὀρίζουσιν ἢ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ κάθετος ἐπὶ τὸ κάτωπτερον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον.

Ἐφ' ἐτέρου ἢ μὲν κάθετος  $KK'$  ἀνταποκρίνεται ἀκριβῶς εἰς τὴν διάμετρον  $0^\circ - 180^\circ$  τοῦ διηρημένου δίσκου, οἱ 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 σωλήνος  $B$ , ἡ δὲ γραμμὴ, ἣν φέρει ὁ βραχίον  $\Delta$ , κεῖται ἀκριβῶς ἀπέναντι τοῦ σημείου τοῦ κεχαραγμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἡμιδιαφανοῦς διαφράγματος τοῦ σωλήνος  $E$ . 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 δεῦτερον νόμον. 



16 240. **Κάτοπτρα.** Καλεῖται **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 ἓν ἢ πλείοτερα φωτοβόλα



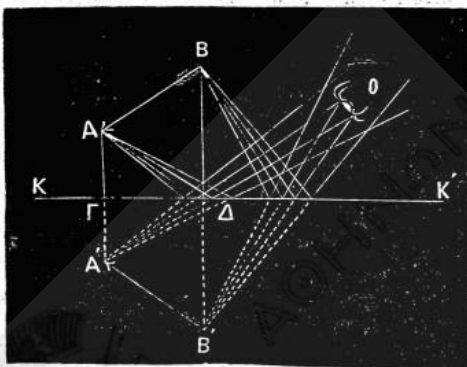
Σχ. 140.

σημεῖα, 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 φωτοβόλου σημείου φ (σχ. 140) ἐκπορευόμεναι ἀκτίνες, ὡς 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 φωτοβόλου σημείου φ εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΚΚ' τοῦ κατόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη φε καὶ εφ'. 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 φωτοβόλον τι σημεῖον, ἐν ᾧ πράγματι τοιοῦτον δὲν ὑπάρχει. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν τοῦ φωτοβόλου σημείου φ, ἧτοι ἰδανικόν.

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

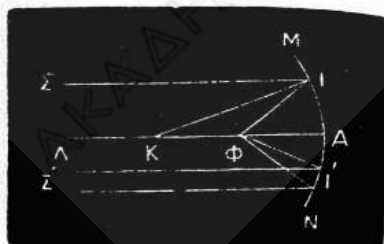
κὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ εἰδῶλα τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$  καταδιβάζομεν τὰς καθέτους  $ΑΓ$  καὶ  $ΒΔ$  ἐπὶ τὸ κάτοπτρον, προεκβάλλομεν αὐτὰς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεῖα  $A'$  καὶ  $B'$  οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωμεν  $ΑΓ = A'Γ$  καὶ  $ΒΔ = B'Δ$ . Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδῶλον  $A'B'$  τοῦ ἀντικειμένου  $AB$ . Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρίσκεται ἄνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ  $O$ , τότε βλέπομεν τὸ εἶδῶλον



Σχ. 141.

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

243.  $B'$ . **Σφαιρικὰ κάτοπτρα.** Καλοῦνται σφαιρικὰ κάτοπτρα τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν μὲν ἡ λεία καὶ στυλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἶνε ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον καλεῖται *κοῖλον*, 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

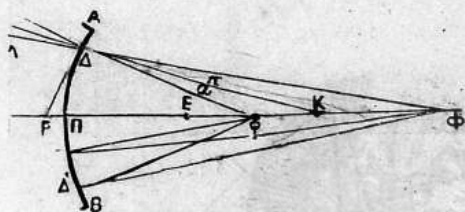
τῷ κυρίῳ ἄξωνι, καλεῖται *δευτερεύων ἄξων* τοῦ κατόπτρου.

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



πτρον κοίλον MN (σχ. 142) δεχθῆ ἀκτίνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, ὅλον ἡλιακᾶς 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 ΑΛ.

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, οἷον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν σχημα-

τίζουσαι τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως  $\pi$  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 ἑτέρου. 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 φωτειναὶ 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 ἀντικείμενου τούτου πλην τοῦ  $\Phi$ , κείται 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



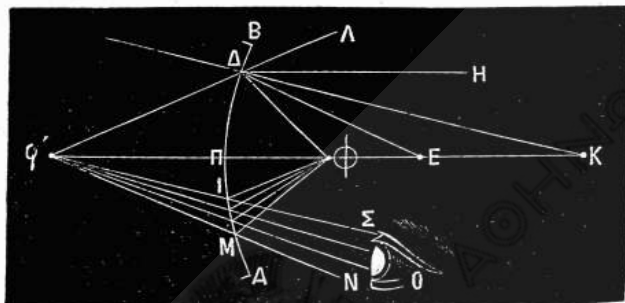
Σχ. 144.

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

247. **Εἶδωλα καθ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  τεθῆ μεταξὺ κυρίας ἐστίας  $E$  καὶ κατόπτρου  $BA$  (σχ. 145), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, ὡς ἡ  $\Delta\Lambda$ , ὅθεν αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες  $\Delta\Lambda$  δὲν δύνανται νὰ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγῆ ἐστίαν καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὅμως ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ὁ δεχθῆ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, ὡς τὰς  $\Sigma\Gamma MN$ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπο-



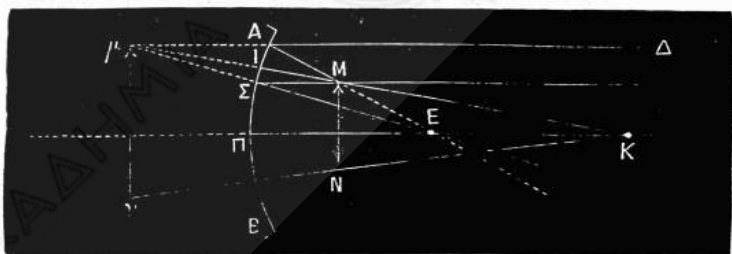
ρεύονται ἔκ τινος σημείου φ' ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου κειμένου, ὅπερ εἶνε ἢ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου Φ. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ φ' πλησιάζῃ ὡσχύτως. Ἐὰν δὲ τὸναντίον τὸ φωτοβόλον



Σχ. 145.

σημεῖον Φ ἀπομακρυνόμενον τοῦ κατόπτρου πλησιάζῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε, ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου τάχιστα εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κειμένου μεταξύ κυρίας ἐστίας καὶ



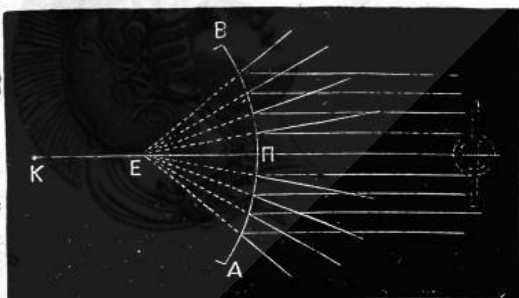
Σχ. 146.

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

248. Ἐὰν ᾗδη 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  $MK, NK$ , σχηματίζουν 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 πλησιάσῃ εἰς τὸ κατόπτρον, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάσῃ 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  $AB$  (σχ. 147) δεχθῇ ἀκτίνης  $\Phi$  παραλλήλους τῇ κυρίῳ αὐτοῦ ἀξονί  $PK$ , αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσι ἀφιστάμεναι καὶ δὲν δύνανται γὰρ σχηματίσασιν



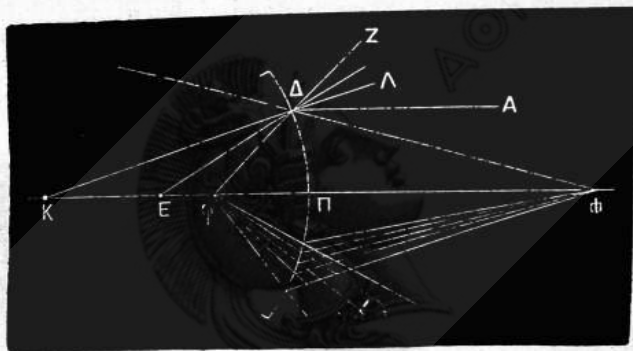
Σχ. 147.

καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἀλλ' ἂν τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων δεχθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται 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  $KP$ .

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



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



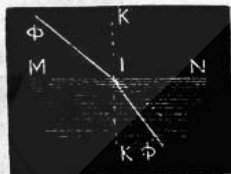
Σχ. 148.

Ἐὰν νῦν ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῆ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει τὴν κατ' ἔμφασιν ἐστίαν ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ κεῖται, καὶ μεταξύ 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 μεταξύ ἐστίας καὶ κατόπτρου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηροῦμεν κατοπτριζόμενοι ἐπὶ σφαιρικῆς ὑαλίνης φιάλης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

## ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Β 251. Καλείται διάθλασις τοῦ φωτός ἡ μεταβολὴ διευθύνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ὅταν προσπίπτουσαι πλαγίως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς διαχωρίζουσας δύο διαφανῆ περιέχοντα μεταβαίνουσιν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς αὐτῶν εἰς τὸ ἕτερον. Ἐστω π. χ. MN (σχ. 149) ἡ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια ἡ χωρίζουσα τὰ διαφανῆ περιέχοντα, οἷον τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ ΦΙ ἀκτὶς φωτός προσπίπτουσα πλαγίως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀκτὶς αὕτη ἄμα μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τοὺς γνωστοὺς νόμους, ἄμα δὲ εἰσδύουσα εἰς τὸ ὕδωρ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται ταύτης λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἣτοι διαθλάται. Τοιαύτη δὲ διάθλασις συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ πλαγίως καὶ οὐχὶ καθέτως κατὰ



Σχ. 149.

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

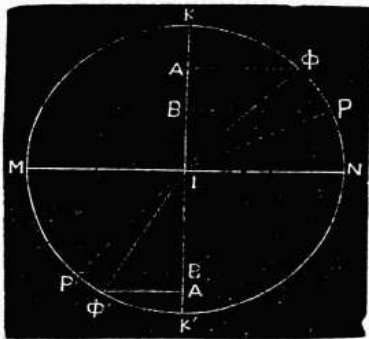
252. **Νόμοι διαθλάσεως τοῦ φωτός.** Ἡ διάθλασις τοῦ φωτός ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

Α'. Τὸ ἐπίπεδον τὸ ὑπὸ τῆς προσπίπτουσας 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 δεύτερος οὗτος νόμος, θεωρήσωμεν δύο περιέχοντα διαχωρίζο-



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



σχ. 150.

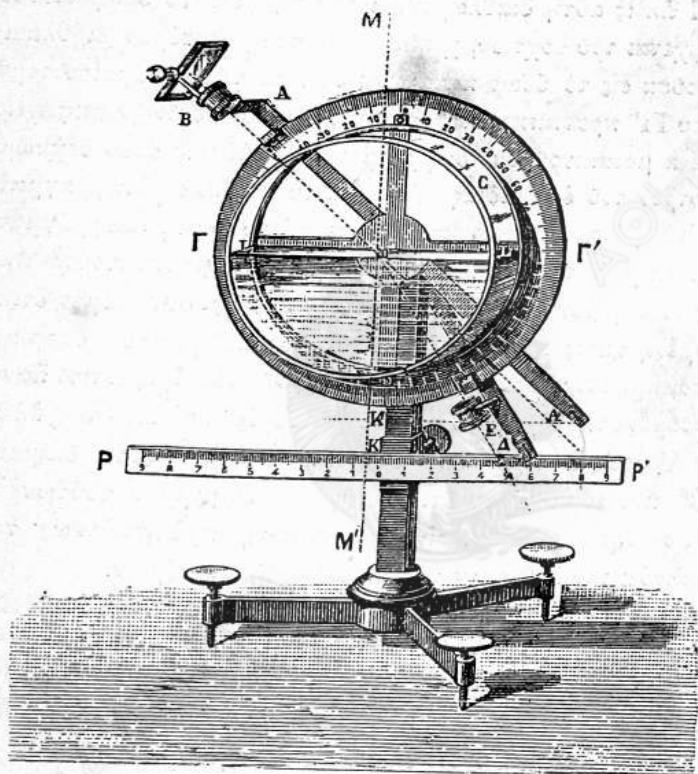
ἀκτίνα ΦΙ προσπίπτουσαν κατὰ τὸ σημεῖον Ι καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διαγράφωμεν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπτώσεως περιφέρειαν ἔχουσαν κέντρον τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ι καὶ ἀκτίνα ΦΙ ἴσην τῇ μονάδι. Ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Φ' φέρομεν ἐπὶ τὴν κάθετον τῆ MN' διάμετρον ΚΚ' τὰς καθέτους ΦΑ καὶ 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 ἀλλήλα λόγον ἴσον πρὸς  $\frac{1}{3}$ . Ἐστὼ 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  $\frac{1}{3}$ , ἦτοι ἴσος τῷ προηγουμένῳ. Ἐὰν ὁμως 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  $\frac{\eta \mu. \pi}{\eta \mu. \delta} = n$ , ἔνθα  $\pi$  καὶ  $\delta$  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 ὁμως 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 ὑποδιηρημένου κυκλικοῦ δίσκου δι' ὑαλίνου κυλινδρικοῦ δο-



Σχ. 151.

*ὑποδιηρητὸν τὸν δίσκον.*  
 χείου, τοῦ ὁποίου αἱ μὲν βάσεις διατίθενται παραλλήλως τῇ δίσκῳ ΓΓ' (σχ. 151), ἡ δὲ ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ δίσκου τούτου. Καθιστώντες κατὰ πρῶτον κατακόρυφον τὴν διάμετρον  $0^{\circ}$ — $180^{\circ}$  τοῦ ὑποδιηρημένου κυκλικοῦ δίσκου, χύνομεν εἰς τὸ ὕδωρ ἐν τῇ ὑαλίνῳ δοχείῳ οὕτως, ὥστε ἡ ἐλευθέρᾳ αὐτοῦ ἐπιφάνεια Π νὰ διέλθῃ ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ δίσκου. Δεχόμεθα εἰτα

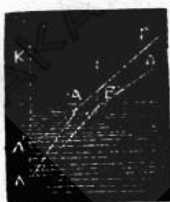


ήλιακήν δέσμην ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Β, ἣν διευθύνομεν οὕτως, ὥστε ἡ ἀκτίς ἢ διερχομένη διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος, ὅπερ φέρει ὁ σωλὴν Β, νὰ προσπέσῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς σημεῖον κείμενον ἐπὶ τοῦ ἄξονος Ο τοῦ καθέτου εἰς τὸ κέντρον τοῦ κυκλικοῦ δίσκου. Ἡ ἀκτίς αὕτη διαθλωμένη κατὰ τὴν εἰς 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 μετακινουμέν τὸν βραχίονα Δ, μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου κυκλικοῦ διαφράγματος Ε τὴν διαθλωμένην ἀκτίνα. Ἐπειδὴ τὸ κέντρον τοῦ διαφράγματος τούτου κινεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὅπερ ὀρίζει ἢ προσπίπτουσα ἀκτίς καὶ ἡ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως κάθετος, συναγομέν ὅτι καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς κείται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον. Μετακινούντες νῦν τὸν ὀριζόντιον κανόνα ΡΡ' μετροῦμεν τὰ μήκη τῶν καθέτων Α' Κ' καὶ ΔΚ τῶν ἐκ τῶν σημείων Α' καὶ Δ ἀγομένων ἐπὶ τὴν κατακόρυφον διάμετρον 0°—180° καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν τούτων εἶνε σταθερός, οἷαδὴποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν δεύτερον τῶν προειρημένων νόμων.

#### ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

19 254. Ἀνύψωσις σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἐν τινὶ ὑγρῷ.

Ἐστω Δ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 152). Αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες ΛΑ καὶ ΛΒ ἀναδύουσαι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως Α καὶ Β καθέτων λαμβάνουσαι τὰς διευθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ. Ἐὰν κατὰ τὸ ΓΔ ὑπάρχη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, βλέπομεν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ εἰς τὸ σημεῖον Λ', εἰς ὃ τέμνονται



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

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

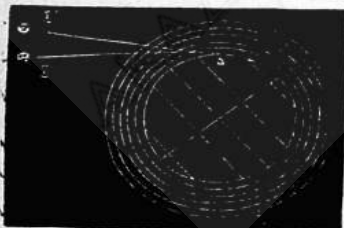
Ῥάβδος ἐμβεδαπτισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος αὐτῆς ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ (σχ. 153).

Ἐὰν ἐντὸς ἀδιαφανοῦς δοχείου θέσωμεν μικρὸν ἀντικείμενον, ὡς 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 οὐδὲν μετετέθη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν.



Σχ. 153.

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



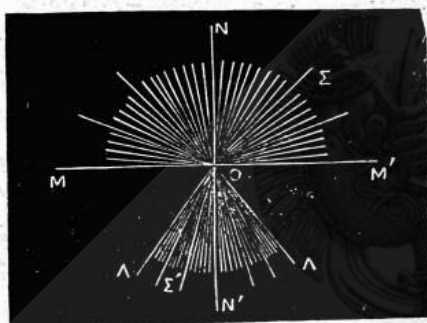
Σχ. 154.

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 παρατηρητῆς Α ἀντὶ νὰ ἴδῃ π.χ. τὸν ἡλίου ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτοῦ θέσει κατὰ τὸ Σ, θέλει ἴδει αὐτὸν ὑψηλότερον κατὰ τὸ Σ'. Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσοι ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς



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

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

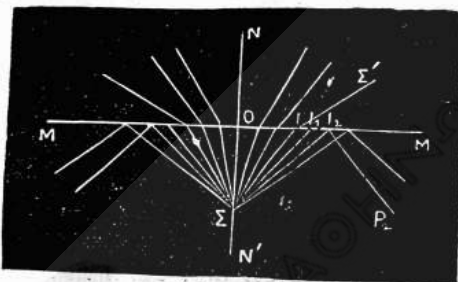


Σχ. 155.

διότι τὸ ὕδωρ εἶνε θλαστικώτερον τοῦ αἴρος· τῆς γωνίας δὲ τῆς προσπτώσεως αὐξανομένης καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως αὐξάνεται, μένουσα ὅμως πάντοτε ἐλάσσων ἐκείνης. Ὅταν δ' ἡ γωνία προσπτώσεως γίνῃ μεγίστη, τουτέστιν ἴση πρὸς  $90^\circ$ , δηλαδὴ ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς ἀπτηται τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, τότε ἡ γωνία διαθλάσεως λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν  $\Delta ON'$  ἐλάσσονα τῆς ὀρθῆς καὶ καλεῖται ὀρικὴ 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.

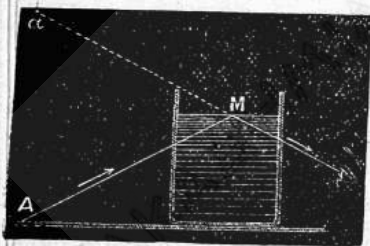
257. **Ὅλικὴ ἀνάκλασις.** Ἐστω  $MM'$  (σχ. 156) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν αἴρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ  $\Sigma$  φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτὶς  $SO$  ἢ καθέτως τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν αἴρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλαγίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες,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

θλαστικός τοῦ ὕδατος. Ἀκτὶς τις δὲ φωτὸς ἢ  $\Sigma I_1$ , σχηματίζουσα γωνίαν προσπίπτουσα ἴσην τῇ ὀρικῇ ἐν μέρει μὲν ἀνακλᾶται, ἐν μέρει δὲ διαθλάται, ἀλλ' ὑπὸ γωνίαν  $90^\circ$ , ἥτοι ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος ἀπτομένη τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς, οἷα ἡ  $\Sigma I_2$ , προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὀρικῆς δὲν δύναται πλέον νὰ διαθλασθῇ, ἀλλ' ὑφίσταται ὀλικήν 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  $A$ . Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ  $\alpha$  ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος  $A$  λίαν εὐκρινές σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων  $AM$ , αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.



Σχ. 157.

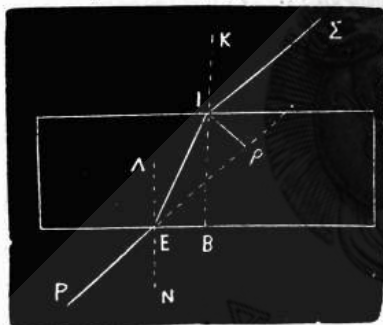
Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κενὸν ὑαλινὸν σωλῆνα κλειστὸν κάτωθεν, βλέπομεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ πλαγίως φωτιζομένου λάμπουσαν ἀργυροειδῶς ἕνεκα τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἥτις ἐπέρχεται ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν πληρώσωμεν τὸν

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

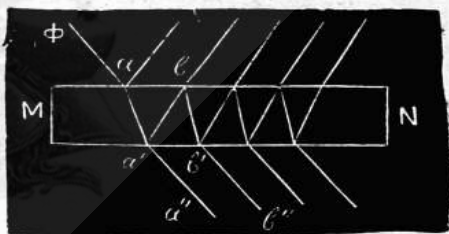
258. **Διάδοσις τοῦ φωτὸς διὰ πλακῶν διαφανῶν.** Ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ πλακῶν διαφανοῦς (σχ. 158), οἷον ὑαλίνης, ἐν τῷ ἀέρι π. χ. κειμένης καὶ ἐχούσης ἀμφοτέρως τὰς ἕδρας, καὶ



τήν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι, δι' ἧς τούτο ἐξέρχεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιούσα ἀκτὶς EP εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας BIE οὐσης πάντοτε ἴσης τῇ IEL 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 πλακὸς εἶνε ελάχιστον. Ἀκτὶς δὲ φωτεινὴ Φα (σχ. 159) προσπίπτουσα ἐφ' ὑαλίνης πλακὸς MN οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν αα', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται κατὰ τὸ σημεῖον α



Σχ. 158.

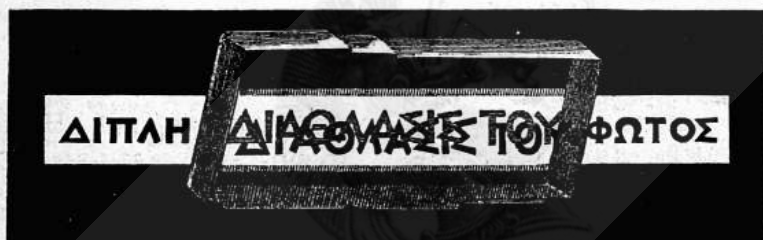


Σχ. 159.

ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἕδρας τῆς πλακὸς· ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτὶς αα' οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'α'', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἕδρας τῆς πλακὸς κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'β'. Ὁμοίως 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 δεχθῇ ἢ τὰς πρώτας ἢ τὰς δευτέρας, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων διηνεκῶς ἀμυδροτέρων ἕνεκα τῶν ἐπανειλημμένων ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὁμοῦς τῆς πλακὸς ταύτης ἡ κατωτέρα ἕδρα εἶνε ἐπάργυρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτίνες ἀνακλῶνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἕδρας, 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 ἕδρας ἀνακλάσεως, τὸ δὲ δευτέρον λαμπρότατον πάντων, ἅτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ἀνακλάσεως, τὰ λοιπὰ δ' εἶδωλα σχηματίζονται ἀμυδρότερα, διότι προέρχονται ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων.

259. **Διπλῆ διάθλασις τοῦ φωτός.** Πολλαὶ κρυσταλλικαὶ οὐσαὶ κέκτηνται τὴν ιδιότητα νὰ διχάζωσι τὰς εἰς αὐτὰς εἰσδυσούσας φωτεινὰς ἀκτῖνας εἰς δύο ἄλλας ἀκτῖνας, αἵτινες ἐξερχόμεναι



Σχ. 160.

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

260. Ἄν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου, ἐφ' οὗ ὑπάρχουσι 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 ἑδρῶν τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ ἀλλὰ διπλῆ, σχηματίζονται δ' οὕτως ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος δύο κυκλοτερεῖς φωτεινὰ 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 συγκεντρῶσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι *συγκλίνοντες*, οἳοι εἶνε ὁ ἀμφικύρτος Α (σχ. 161), ὁ ἐπιπεδόκυρτος Β καὶ ὁ κοιλόκυρτος Γ ἢ



Σχ. 161.

μηγίσκος συγκλίνων. Ἄλλοι τούναντίον εἶνε λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀποκλίνουσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται ἀποκλίνοντες, οἳοι εἶνε ὁ ἀμφί-

κύρτος Δ, ὁ ἐπιπεδόκυρτος Ε καὶ ὁ κοιλόκυρτος ἢ μηγίσκος ἀποκλίνων Ζ. Ἐν τῷ κεφαλαίῳ τούτῳ περὶ φακῶν θέλομεν πραγματευθῆ μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου Α καὶ ἀμφικοίλου Δ, παραδεχόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἦτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν ἑκατέρωθεν 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 τῷ 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 τῷ κυρίῳ ἄξωνι καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ φακοῦ.

## Α' ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ

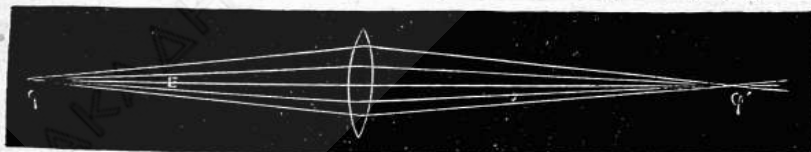
263. **Κυρία έστία.** Έάν άμφικυρτος φακός έχων ίσας άκτινας καμπυλότητος (σχ. 162) δεχθῆ άκτινας παραλλήλους τῷ κυρίῳ άξονι, οίον ήλιακάς άκτινας  $\Phi$ , αὐται συγκεντρούνται μετὰ τήν διά τοῦ φακοῦ δίοδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον  $E$  ἐπὶ τοῦ κυρίου άξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία έστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ έτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει



Σχ. 162.

κυρία έστία εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀπόστασιν, καλουμένην *κυρίαν έστιακὴν ἀπόστασιν*. Ἡ κυρία έστία άμφικύρτου φακοῦ καλεῖται *καθ' ὑπόστασιν*, διότι εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο συνέρχονται αὐταὶ αὐταὶ αἱ φωτειναὶ άκτίνες. Ἀντιστρόφως, αἱ ἀπὸ φωτοβόλου σημείου ἐπὶ τῆς κυρίας έστίας  $E$  κειμένου ἐκπεμπόμεναι άκτίνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι ἀναδύουσι μετὰ τήν διάθλασιν παραλλήλως τῷ κυρίῳ άξονι.

264. **Συζυγεῖς έστίαι.** Έάν φωτοβόλον σημεῖον  $\phi$  (σχ. 163)



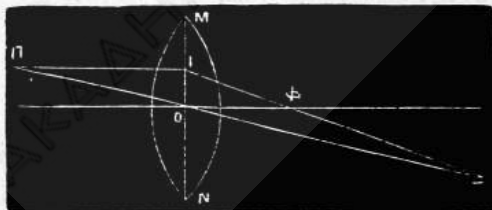
Σχ. 163.

τεθῆ ἐπὶ τοῦ κυρίου άξονος άμφικύρτου φακοῦ έχοντος ίσας άκτινας καμπυλότητος πέραν τῆς κυρίας έστίας  $E$ , αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι άκτίνες καὶ διά τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον  $\phi'$ , ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *καθ' ὑπόστασιν συζυγῆς έστία* τοῦ φωτοβόλου σημείου  $\phi$  καλεῖται δὲ



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

265. *Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὗρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας.* Πρὸς εὗρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοβόλου σημείου  $\Pi$  (σχ. 164) ἀγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα  $\Pi O \pi$  καὶ εἶτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $\Pi$  τὴν εὐθεῖαν  $\Pi \text{III}$  παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ

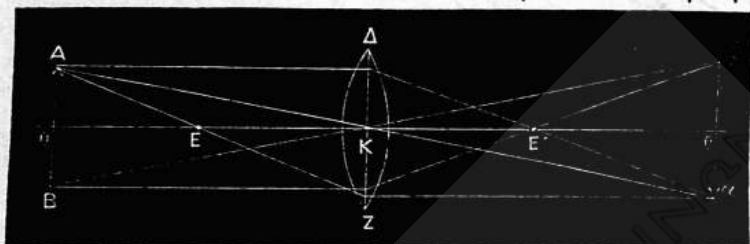


Σχ. 164.

σημεῖον  $I$  μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας  $\Phi$  προεκβάλλομεν τὴν εὐθεῖαν  $I\Phi$  μέχρις οὗ συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον  $\pi$ , ὅπερ εἶνε ἡ συζυγής ἐστία τοῦ σημείου  $\Pi$ .

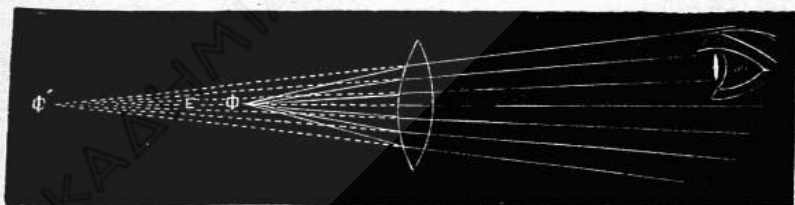
266. *Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.* Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 165) τεθῆ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας  $E$  ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτίνας καμπυλότητος ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύ-

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



Σχ. 165.

ἄκτινες 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 τῷ 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.



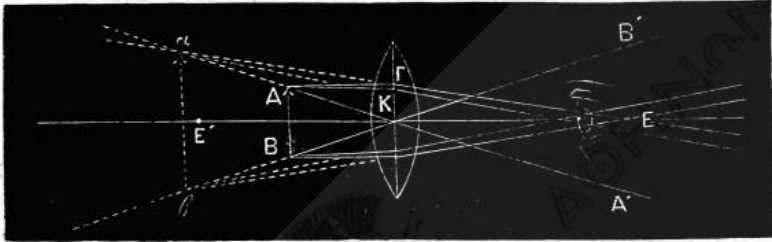
Σχ. 166.

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



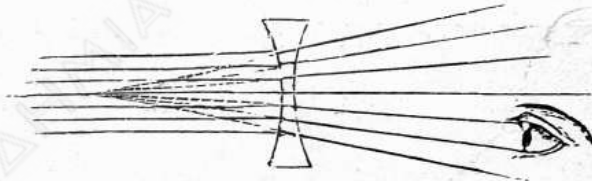
ὄφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου  $\Phi'$  κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ κείται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$ , ὅπερ καλεῖται κατ' ἔμφρασιν ἐστία τοῦ σημείου τούτου.

268. Ἐὰν νῦν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ  $K$  θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 167) μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας  $E'$  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 βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων  $AA'$  καὶ  $BB'$ . ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων  $a$  καὶ  $\beta$  κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερευόντων ἀξόνων  $aAA'$  καὶ  $\beta BB'$ , ἐφ' ὧν κείται καὶ τὰ σημεῖα  $A$  καὶ  $B$  καὶ εἰς μείζονα ἢ



Σχ. 168.

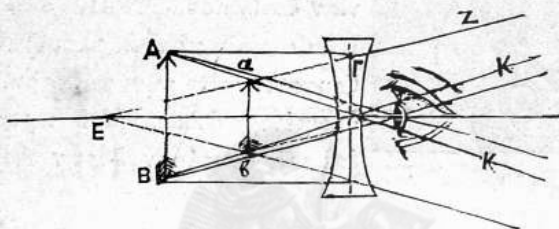
αὐτὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφρασιν εἶδωλον  $ab$  πάντοτε ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοσοῦτῃ μείζον, ὅσῃ πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E'$  κείται τὸ ἀντικείμενον  $AB$ .

### 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, ὕπερ εἶνε ἡ καλουμένη κατ' ἔμφασιν κυρία εἰσία τοῦ φακοῦ.

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



Σχ. 169.

νες, οἷον αἱ ἐκ τοῦ A ἢ B, καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ δίοδον μεταβάλλονται εἰς δέσμας ἀφισταμένων ἀκτίνων. Δεχόμενοι δ' ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς ἀφισταμένας ταύτας ἀκτίννας 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'

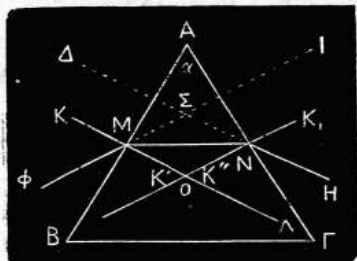
### ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

271. Καλεῖται ὀπτικὸν πρίσμα πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὕαλου, ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ συγκλινοῦσας, ἧτοι 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 ἔδραν αὐτοῦ  $AB$  καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως  $\Phi MK$* . Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ 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 ἔδραν  $A\Gamma$  τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου

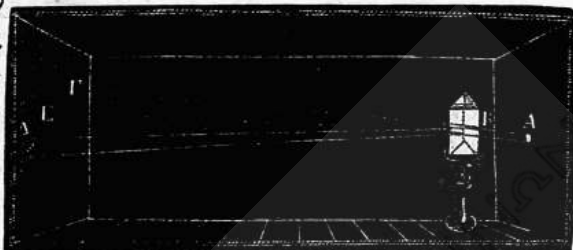


Σχ. 170.

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 ἀκτῖνας 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 ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἐκτρεπόμενα πρὸς τὴν ἀκμὴν  $A$  τοῦ πρίσματος.

272. **Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.** Ὄταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτὸς ἐξερχομένη εἰς δωμάτιον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς  $A$  (σχ. 171) προσπέσῃ ἐπὶ μιᾶς τῶν ἐδρῶν ὑαλίνου πρίσματος  $B$  καὶ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας αὐτοῦ τομῆς, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ καὶ ἄχρους ὡς εἰσῆλθεν, ἀλλ' ἀναλελυμένη εἰς πολλὰς κεχρωματισμένας ἀκτῖνας οὕτως, ὥστε προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου σχηματίζει εἰκόνα ταινιοειδῆ  $\Delta$ , ἥτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῆ κυκλωτερεῖ 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 ἱριδος 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.

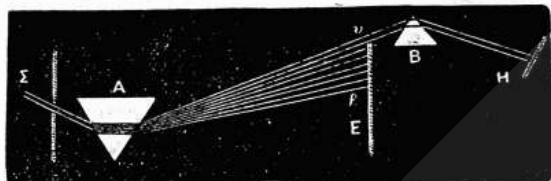
τὸ μετὰ τοῦτο πορτογαλλιοχρουν, εἶτα κίτρινον, πράσινον, ἀνοικτὸν κυανοῦν, βαθὺ κυανοῦν καὶ ἰοειδὲς ἢ ἰόχρουν, τὸ μᾶλλον ἐκτοπισθὲν. Ἡ ἐπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἡλιακὸν φάσμα. (1)

273. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου ὁ Νεύτων συνεπέρανεν 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-

(1) 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 ἰοειδεῖς 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 ἰοειδοῦς χημικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μήκος τοῦ κύματος εἶνε μικρότερον τῶν 0,4 τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ μέτρου, ἀφ' ἑτέρου δὲ πέραν τοῦ ἐρυθροῦ σκοτεινὰ θερμοαντικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μήκος τοῦ κύματος φθάνει μέχρι 0,08 τοῦ χιλιοστομ. Ἐκ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων αἱ μὲν πρὸς τὸ ἐρυθρὸν εἶνε καὶ θερμοαντικαί, αἱ δὲ πρὸς τὸ ἰόχρουν καὶ χημικαί.



ναί. Αί κεχρωματισμένοι αὐταὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς, εἶνε ἀπλαῖ. 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

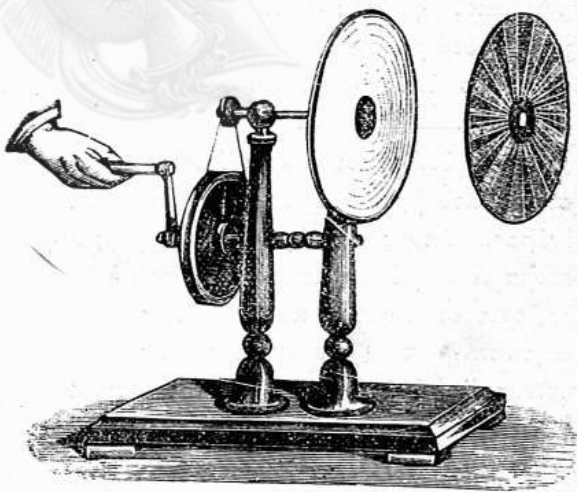


Σχ. 172.

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, ἤτοι τὸ χρῶμα τῶν ἐκ τοῦ δευτέρου τούτου πρίσματος ἐξερχομένων ἀκτίνων καὶ προσπιπτοῦσῶν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου Η παραμένει ἀμετάδλητον.

✕ 274. Δίσκος τοῦ Νεύτωνος. Ὁ Νεύτων πρὸς ἀνασύνθεσιν τῶν ἐπτὰ χρωμάτων καὶ ἀναπαραγωγὴν λευκοῦ φωτὸς μετεχειρίσθη δίσκον μεταλλινὸν κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 173). Ἐπ' αὐτοῦ προσεκόλλησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένας διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος καὶ ἐχοῦσας σχῆμα τομέως, ὧν ἕκαστος εἶχεν ἑμβά-



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 ἑπτὰ χρωμάτων, ὁ δίσκος φαίνεται λευκός, ἰδίως ὅταν φωτισθῇ ἰσχυρῶς δι' ἡλιακοῦ φωτός.

275. **Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα.** Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σῶματός τινος τὸ χρῶμα ἐκεῖνο, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρωτάτου λευκοῦ φωτός, οἷον 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, ὅφ' 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 σώματος 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 τινος τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων ἐκπέμψῃ σῶμα τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς συμμίξεως 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 τινος, 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.

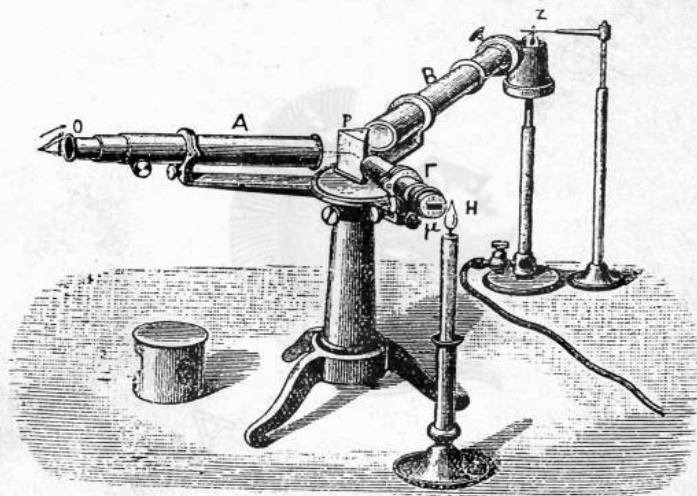
Ἐὰν λευκὸν σῶμα, οἷον λευκὸν χάρτην, ἐκθέσωμεν διαδοχικῶς εἰς τὰς ἀκτῖνας ἡλιακοῦ φάσματος, ὑπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πρασίνας κτλ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἷασδήποτε ἀπλᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός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



ἐρυθράς 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-



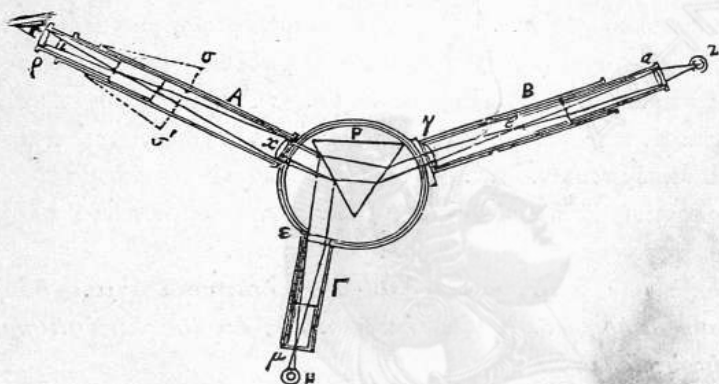
Σχ. 174.

λοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν. Ἐκ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων συμπληρωτικὰ ἐν γένει εἶνε τὸ ἐρυθρόν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτογαλλιοχρῶν τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ἰοειδοῦς. Ἀλλὰ καὶ ἂν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὅπωςδήποτε εἰς δύο μέρη καὶ ἐνώσωμεν κατ' ἰδίαν τὰ χρώματα ἑκατέρου τῶν μερῶν, λαμβάνομεν δύο μικτά, ἅτινα εἶνε συμπληρωτικά, διότι ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν 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 σκοτεινάς γραμμάς, αἰτίνες καλοῦνται θραβδώσεις 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 εὐρέθη ὅτι τὸ ἥλιακὸν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου θραβδώσεις. Αἱ φλόγες τῶν τεχνητῶν φώτων, οἷον ἐλαίου, πετρελαίου, φωταερίου, κηρίου, παρουσιάζουσι συνεχές φάσμα. Ἐὰν ὁμοῦς ἐντὸς ἄχρου φλογὸς φωταερίου ἢ οἶνοπνεύματος ἐμβάλωμεν διὰ τύρματος ἐκ λευκοχρύσου χλωριοῦχον νάτριον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλόξ γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης θραβδώσεως. Ὅμοίως παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας, ὅττω λοι-

ἔσται ἐν μιᾷ ἀμυρόδερμονεῖ μέρει



πὸν τὰ πλείστα π. χ. τῶν μετάλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῷ φασματοσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλειόνων 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 ρουβίδιον, τὸ ἴνδιον, τὸ θάλλιον, τὸ γάλλιον καὶ ἄλλα πολλά.

280. Ἀνάλυσις τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου. Ὁ Kirchhoff πειρώμενος διὰ τοῦ φασματοσκοπίου παρετήρησεν ὅτι, ἐὰν δέσμη ἀκτίνων λευκοῦ φωτός, π. χ. φλογὸς λαμπάδος ἢ φωταερίου, παράγοντος φάσμα συνεχὲς ἀνευ σκοτεινῶν βραδύσεων, διαδιεσθῆ διὰ φλογὸς περιεχούσης διαπύρους ἀτμούς π. χ. νατρίου, τότε ἀπορροφῶνται αἱ κίτριναί 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.

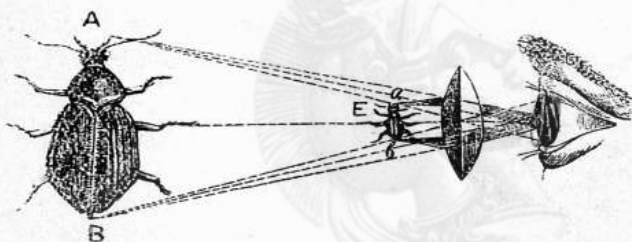
Μεταξὺ τῶν ἀκτίνων, τὰς ὁποίας οἱ διάπυροι ἀτμοὶ διαφόρων σωμάτων ἀπορροφῶσιν εἶνε ἐκεῖναι, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουσιν ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὄρους.

Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνέπερανεν 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 βραδύσεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου, οἷον ὑδρογόνου, βαρύου, ἀσβεστίου, ἀργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, νικελίου, χρωμίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ τιτανίου. Πολλαὶ τῶν σκοτεινῶν βραδύσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς Γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὑδρατμῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

## ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

25 281. <sup>4</sup> **Ἀπλοῦν μικροσκόπιον.** Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον σύγ-  
 κεται ἐξ ἑνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπό-  
 στασιν· 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 ἀντικεί-  
 μενον  $αβ$  δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ διαφόρων σημείων



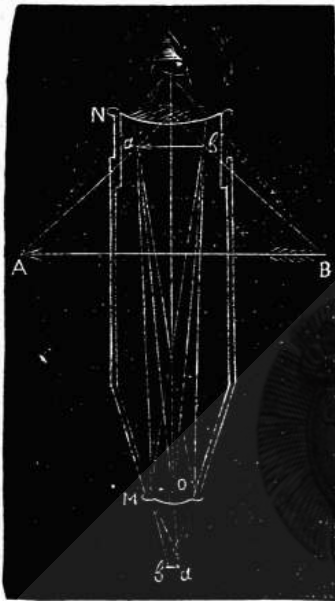
Σχ. 176.

αὐτοῦ ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου  
 $AB$ , ὅπερ βλέπομεν ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ μεγέ-  
 θυνσις δ' αὕτη εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ ἀντικείμενον κεῖται  
 πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E$  τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε  
 μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ φακοῦ. Οὕτως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομα-  
 κρυνθῇ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ λάβῃ πλησιεστέραν πρὸς τὸν φακὸν  
 θέσιν, τὸ εἶδωλον  $AB$  μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ  
 γινόμενον μικρότερον, ἐὰν δὲ τὸναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομα-  
 κρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάσῃ πρὸς τὴν ἐστίαν  $E$ , τὸ εἶδωλον  
 αὐτοῦ μεγεθύνεται.

282. **Σύνθετον μικροσκόπιον.** Τὰ κυριώτατα συστατικὰ 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  $\alpha\beta$  στρεφόμενος ἀντοφθάλμιος. Καὶ ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος φακὸς M παράγει τὸ καθ' ὑπόστα-



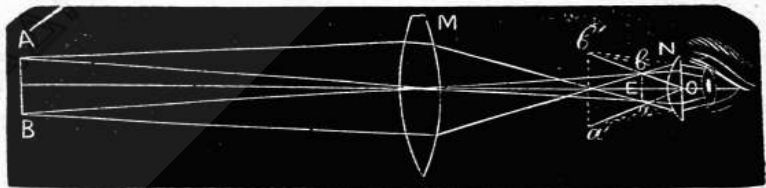
Σχ. 177.

τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E. Τὸ ἐλάχιστον τοῦτο εἶδωλον ὁρῶμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, δι'

σιν εἶδωλον  $\alpha'\beta'$  τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου  $\alpha\beta$  ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μεγαλύτερον αὐτοῦ, ὅπερ 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  $\alpha\beta$ .

### 283. Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.

Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων M καὶ N (σχ. 178), ὧν ὁ ἀντοφθάλμιος M παρέχει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον  $\alpha\beta$  τοῦ μεμακρυσμένου ἀντικειμένου AB ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ

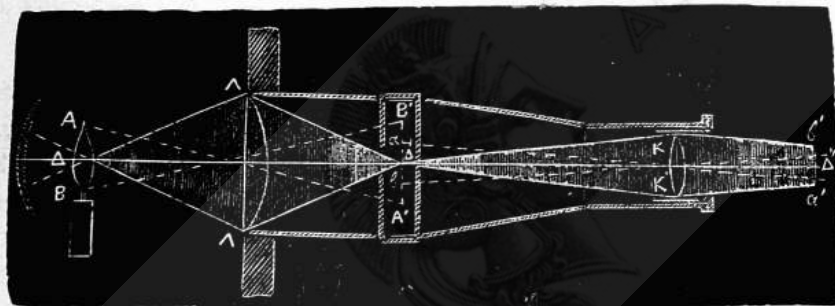


Σχ. 178.

οὗ σχηματίζεται τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον  $\alpha'\beta'$ . Τουτέστιν, ἐνῶν διὰ τοῦ φιλῶν ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν  $\Lambda\sigma\beta$ , ὀπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τὴν

πολὺ μείζονα γωνίαν  $\alpha' \beta'$ , εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ἢ διὰ τηλεσκοπίου μεγέθυνσις παρατηρουμένου τινὸς ἀντικειμένου, οἷον πλανήτου.

284. **Συσκευὴ προβολῆς φωτεινῶν εἰκόνων.** Ἡ συσκευὴ αὕτη χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνης διαφανοῦς, οἷαι εἶνε αἱ ἐπὶ ὕδατος φωτογραφίαι, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευὴ αὕτη ἔκ τινος φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  (σχ. 179), ἣτις δύναται νὰ εἶνε φλὸξ λαμπάδος ἢ λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερμέτρως νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβαλλομένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν ἰσχυρὰν πηγὴν φωτός,



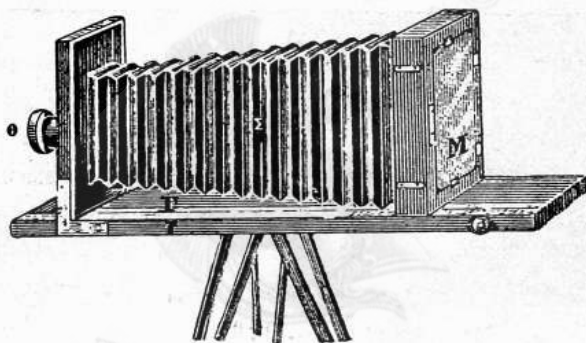
Σχ. 179.

οἷον τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ ἠλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοδόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἔδραν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς  $\Lambda\Delta$ . ὅστις συγκεντρῶι τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  ἐπὶ τῆς ἀνεστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνης  $\alpha\beta$ , ἣτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοδόλον ἀντικείμενον διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ  $ΚΚ'$  σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἶδωλον  $\beta'\alpha'$  τῆς εἰκόνης ἠγρωθωμένον καὶ πολὺ μείζον τοῦ ἀντικειμένου, ὁρατὸν δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Θέτοντες ὀπισθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  κοῖλον σφαιρικὸν κάτοπτρον, ἐπαυξάνομεν τὴν λαμπρότητα τῆς προβαλλομένης εἰκόνης.

285. **Φωτογραφικὴ συσκευὴ.** Αὕτη ἀποτελεῖται ἔκ τινος μι-



κροῦ σκοτεινοῦ θαλάμου φέροντος ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπήν, ἐντὸς τῆς ὁποίας δύναται νὰ ὀλισθήσῃ κοίλος κύλινδρος φέρων συγκεντρωτικὸν φακὸν Ο (σχ. 180), ὃν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὕρισκομένου εἰς ἀπόστασιν οἵανδήποτε ἀπὸ τῆς συσκευῆς νὰ σχηματισθῇ ἐναργῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἔδρας τῆς ἀποτελουμένης ἐκ λευκῆς ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου Μ. 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 Σ, 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 ἐκτὸς τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ ιδιότητα καλουμένην χημικήν, καθ' ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀποσυνθέσεις. Οὕτως, ἐὰν πληρώσωμεν φιάλην ἴσων ὀγκῶν ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνησίου φῶς, ἐπέρχεται πάραυτα ἔνωσις μετ' ἐκ-

πυρσοκροτήσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ παραγωγή ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, οἷον χλωριοῦχον, ἰωδιοῦχον ἢ βρωμιούχον ἄργυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυντίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορφήν μελαίνης λεπτότατης κόνεως. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτὸς προκαλουμένης ἀποσυνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἢ φωτογραφία μεταχειριζομένη ἰδίως μίγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ λεπτότατον στρώμα ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακός, ἣτις τίθεται εἰς τὴν θέσιν τῆς λευκῆς ὑαλίνης πλακός, ἐφ' ἧς, ὡς εἶπομεν, σχηματίζεται τὸ ἐναργές εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τεθέντος πρὸ τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τὸ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἐκπεμπόμενον καὶ εἰς τὸν φωτογραφικὸν θάλαμον εἰσδύον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς φωτοπαθοῦς ἐνώσεως τοῦ ἀργύρου, εἰς ἣν ἐπιφέρει τοιαύτην ἀλλοίωσιν, ὥστε, ἐὰν μετὰ ταῦτα ἢ πλᾶξ ἐμβαπτισθῆ ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος (θειικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινόνης μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται καὶ ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος· οὕτω δ' ἐμφανίζεται ἢ εἰκῶν, 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' ἀκολουθίαν εἰς ταῦτα ἢ ἀποσύνθεσις τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μείζων ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκοτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ εἰκῶν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ χρησιμεύει πρὸς παραγωγήν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἧτοι φωτογραφιῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται λευκά, τὰ δὲ μέλανα μέλανα. Πρὸς τοῦτο ἢ ἀρνητικὴ εἰκῶν 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 φωτοπαθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ



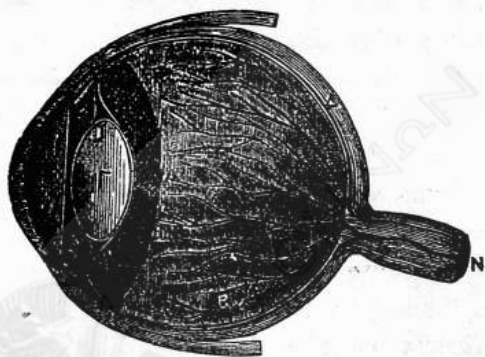
ἀκτίνες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσην τοῦ ἀργύρου, ἣτις συνήθως εἶνε χλωριούχος ἄργυρος ἐντὸς λευκώματος ἢ ἐντὸς πηκτικῆς ἢ κολλωδίου (ἀριστοτυπικὸς χάρτης). Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας ὡς διαφανῶν, οὐδὲλως 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 ἀποσυντεθεὶς χλωριούχος ἄργυρος, τέλος δ' ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ἀποξηραίνεται.)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

### ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

26 286. Ὁ ὀφθαλμὸς εἶνε τὸ ὄργανον ἢ τὸ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως. 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 ὀπισθεν 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, καλουμένου χοριοειδοῦς. Ἐπιδὲ τοῦ χοριοειδοῦς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν, αἵτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα, καλούμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταβιβάζει τὸν παραγόμενον ἔρεθισμὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον.

Ὁ χοριοειδῆς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν σχηματίζει τὴν ἱριδα Π, ἣτοι δίσκον κυκλωτερῆ ποικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῷ μέσῳ φέρει κυκλικὴν ὀπὴν πρὸς δίοδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὴν καλουμένην κόρην, ἣτις συστελλομένη καὶ διαστελλομένη κανονίζει τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὁπισθεν δ' ἀκριδῶς τῆς ἱριδος ὑπάρχει φακὸς Γ ἀμφίκυρτος, διαφανῆς καὶ ἄχρους, κρυσταλλοειδῆς ἢ κρυσταλλώδης καλούμενος, ὅστις σύγκειται ἐκ πολλῶν στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυ-



Σχ. 181.

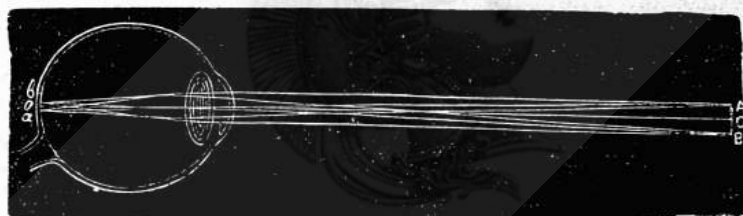
κνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι τῶν ἐξωτερικῶν. Ὁ φακὸς οὗτος διαιρεῖ τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο θαλάμους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος τοῦ ὑδατοειδοῦς ὑγροῦ, καὶ τὸν ὀπίσθιον, τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολβοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ πηκτώδους, τοῦ καλουμένου ὑδατοειδοῦς, θλαστικώτερου τοῦ πρώτου.

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 δ' οὐδόλως αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες δύνανται νὰ ἐπιδράσωσι. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον τυφλὸν σημεῖον κεῖται ἀκριδῶς 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 τῷ μέσῳ 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 προεκβαλλόμενος 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 ὀπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὁ δὲ κρυσταλλοειδῆς φακὸς τὸν συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὁ δὲ ἀμφιδληστροειδῆς χιτῶν τὴν ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἔδραν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐφ' ἧς ἀπεικονίζονται τὰ εἶδωλα τῶν



Σχ. 182.

ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων μικρὰ καὶ ἀνεστραμμένα. Ὡς δὲ αἱ ἔδραι 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 ὑδατοειδὲς ὑγρόν, ἐνθα ὑφίστανται πρῶτην τινὰ διάθλασιν. Εἶτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικωτέρου, θλῶνται αἱ ἀκτίνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξωνα Ὁσ 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  $a$  σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον τοῦ  $A$ . Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ  $B$  ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ  $\beta$  τὸ εἶδωλον αὐτοῦ. οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδωλον  $ab$  μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἂν δ' ὁ ὀφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαί 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 προσδλέπωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον  $A$  (σχ. 183) οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε



(Σχ. 183).

οἱ ὀπτικοὶ οὔτοι ἄξωνες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $A$ , σχηματίζοντες γωνίαν  $BAG$ , καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξωνων καὶ τοσοῦτον ἐλαττωμένην, 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. Χορδῆ 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



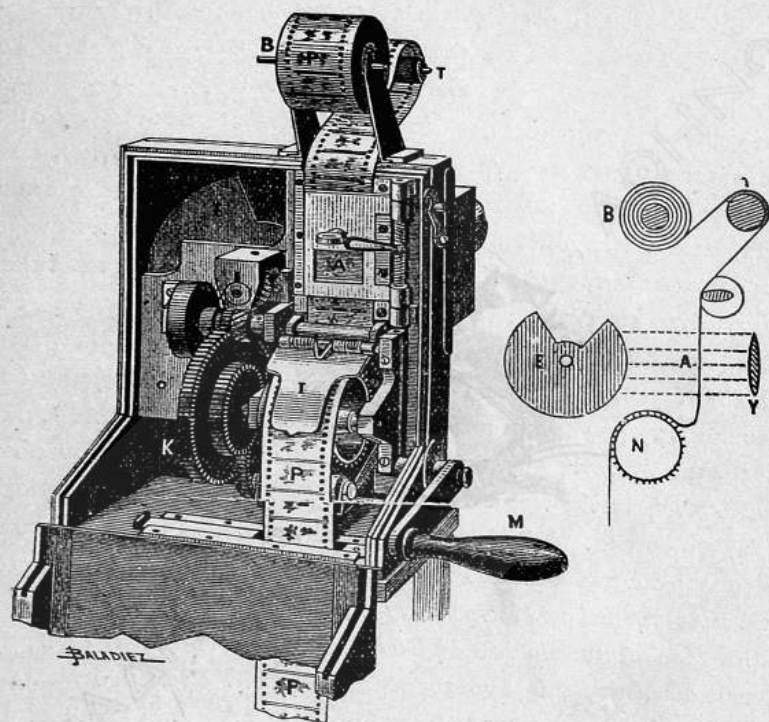
τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στροφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀκαριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκινήτων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἡ ἐπὶ τινος χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινῆ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινα βραχύτατον χρόνον, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντυπώσεως εἶνε διάφορος, ἐξαρτᾶται 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 εἰλημμέναι 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 τινα 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 καθ' 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 πάλλῃ διατελούντων. Ἐὰν προβάλωμεν τὰς εἰκόνας ταύτας διαδοχικῶς ἐπὶ πετάσματος, τοῦ φωτισμοῦ ἐκλείποντος

κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀντικαταστάσεως τῆς μιᾶς εἰκόνας διὰ τῆς ἐπομένης, καὶ τοῦ χρόνου τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως ὄντος ἐλάσσονος τοῦ  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου, θὰ βλέπωμεν τοὺς παλαιστάς ἐν πάλλῃ, ὡς βλέπομεν αὐτοὺς καὶ ἐν τῇ πραγματικότητι.



Σχ. 184.

Ὅστε πᾶσα ἡ ἐργασία πρὸς προβολὴν ἀντικειμένων ἐν κινήσει συνίσταται εἰς τὴν ταχίστην διαδοχικῶς ἀλλαγὴν τῶν εἰκόνων καὶ ἔκλειψιν τοῦ φωτὸς κατὰ τὸν χρόνον τούτου 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, ἣτις μένει κεκλεισμένη, ἐφ' ὅσον ἡ ταινία εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ἀνοίγεται δὲ πρὸς στιγμὴν, ὅταν ἡ εἰκὼν παραμένη ἀκίνητος. Ὁ μηχανισμός, δι' οὗ τοῦτο κατορθοῦται, παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 184. Ἡ ταινία PPP περιτετυλιγμένη ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου Β κατέρχεται διερχομένη πρὸ τῆς θυρίδος Α καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου Ι πιέζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου Ν στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου Μ. Ὁ κύλινδρος οὗτος φέρει ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὀδόντας, οἵτινες εἰσέρχονται εἰς ὅπας ἀνεψγμένας ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς ταινίας, οὕτω δὲ στρεφομένου τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ στροφάλου Μ ἡ ταινία παρασύρεται κατερχομένη. Ὁ ἄξων τοῦ στρεφομένου κυλίνδρου φέρει ὀδοντωτοὺς τροχοὺς Κ, δι' ὧν ἅφ' ἑνὸς μὲν στρέφεται ἔκκεντρον παρέχον εἰς τὴν ταινίαν κίνησιν κατὰ διαλείμματα, ἅφ' ἑτέρου δὲ δίσκος κυκλικὸς χάρτινος Ε, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐλλεῖπει εἰς κυκλικὸς τομεύς. Ὁ δίσκος οὗτος διερχόμενος πρὸ τῆς εἰκόνης παρουσιάζει τὸ μὲν πλῆρες αὐτοῦ μέρος ἐμποδίζων τὴν διόδον τοῦ φωτός, ὅταν ἡ ταινία εὐρίσκηται ἐν κινήσει, τὸ δὲ ἐλλεῖπον αὐτοῦ μέρος, ὅταν ἡ ταινία πρὸς στιγμὴν μένη ἀκίνητος, ὅτε τὸ φῶς Α τοῦ λύχνου δύναται νὰ διέλθῃ καὶ ἡ εἰκὼν προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος διὰ τοῦ φακοῦ Υ τοῦ κειμένου εἰς τὸ ὕψος τῆς θυρίδος Α καὶ πρὸς τὴν ἑτέραν ἐπιφάνειαν τῆς ταινίας Ρ.

(290. **Προσαρμοσία τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἑμμετροπία.** Ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ ἀνθρώπου τοῦ ἔχοντος κανονικὴν τὴν ὄρασιν, ὁ καλούμενος ἐμμέτρως, εἶνε τοιοῦτος, ὥστε ὅταν ἡρεμῇ, ἦτοι ὅταν οἱ μύες τοῦ βολβοῦ εὐρίσκωνται ἐν χαλαρότητι, ὁ ἄνθρωπος νὰ δύναται νὰ βλέπῃ εὐκρινῶς τὰ λίαν μεμακρυσμένα ἀντικείμενα, τὰ ὅποια τότε σχηματίζουν τὰ εἰκόνα ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Ἄλλ' ἂν μεμακρυσμένον ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν τὸ εἰκόσιον αὐτοῦ τείνει ν' ἀπομακρυνθῇ, ἵνα δὲ διηνεκῶς σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς πρέπει ὁ κρυσταλλοειδὴς νὰ γίνῃ θλαστικώτερος, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς

τῆς κυρτότητος τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ἀκτινωτοῦ μύος. Ἡ ἰκανότης αὕτη 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 μακρῶν καὶ τῶν πλησίον κειμένων ἀντικειμένων μέχρις 25 ὑφεκ. ἀπ' αὐτοῦ, ἧτις εἶνε ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως.

*Μυωπία. Ὑπερμετρωπία. Πρεσβυωπία.* Οἱ μύωπες ἔχουσι τοιοῦτον ὀφθαλμόν, ὥστε δύνανται νὰ ἴδωσιν εὐκρινῶς μόνον τὰ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν 8 ἕως 10 ὑφεκ. κείμενα ἀντικείμενα. Τοῦτο δὲ ὀφείλεται εἰς τὸ ἐπίμηκες τοῦ βολβοῦ, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τῶν μὲν πόρρω ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, μόνον δὲ τῶν ἐγγυτάτων τῷ ὀφθαλμῷ σχηματίζονται ἐπ' αὐτοῦ. Πρὸς διόρθωσιν τῆς καταστάσεως ταύτης ὁ μύωψ μεταχειρίζεται διοπτήρας μετὰ φακῶν ἀμφικύλων.

Ὁ ὑπερμέτρωψ ὀφθαλμὸς εἶνε τοιοῦτος, ὥστε καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγύς ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται πέραν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τοῦτο δὲ διότι ὁ βολβὸς αὐτοῦ εἶνε λίαν βραχὺς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος. Ἡ ὑπερμετρωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.

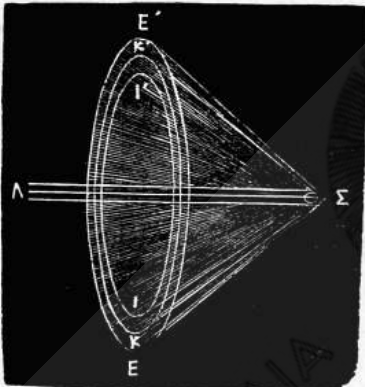
*Πρεσβυωπία* εἶνε ἐλάττωμα τοῦ ὀφθαλμοῦ προερχόμενον ἐκ τῆς μειώσεως σὺν τῷ χρόνῳ τῆς προσαρμοστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως. Ἀρχεται δὲ ἡ πρεσβυωπία ἐν ἡλικίᾳ συνήθως 45 ἐτῶν, ὅτε ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως γινομένη συνήθως ἴση πρὸς 30 ὑφεκ. περίπου βαίνει διηνεκῶς ἀξαναμένῃ προϊούσης τῆς ἡλικίας. Ἡ πρεσβυωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.



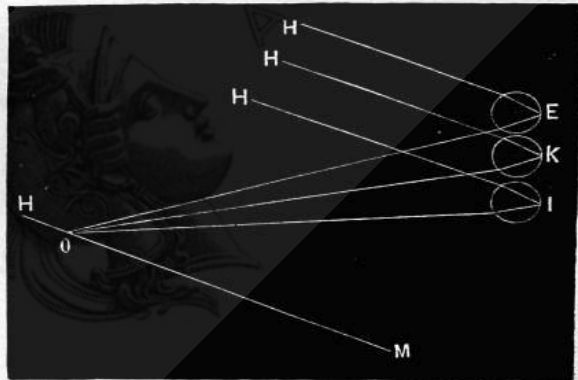
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

## ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

291. *Ουράνιον τόξον ἢ Ἴρις.* Τὸ μετέωρον τοῦτο προέρχεται ἔκ τε τῆς διαθλάσεως καὶ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς ἐντὸς μικρῶν ὑδατίνων σταγόνων, εἰς ἃς μεταβάλλεται νέφος κατὰ τὴν βροχὴν. Ἀποτελεῖ δὲ ταινιοειδῆς 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 ουράνιον τόξον ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητήν ἰστάμενον μεταξὺ νέφους μεταβαλλομένου εἰς βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ πρέπει ὁ μὲν παρατηρητὴς νὰ στρέφῃ 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 ουράνιου τόξου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ  $O$  (σχ. 186) μετὰ σημείου  $M$  τῆς ουράνιου σφαίρας τοῦ ἀντικειμένου τῷ ἡλίῳ  $H$ , ἔπεται ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσοῦτω μεγαλύτερον, ὅσῳ ὁ ἡλῖος κεῖται πλησιέστερον τῷ

δρίζοντι καὶ γίνεται ἴσον πρὸς ἡμιπεριφέρειαν, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸν δρίζοντα.

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτίνες  $\Lambda$  (σχ. 185) προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ὕδατινης σταγόνος  $\Sigma$  διαθλώμεναι, ἀνακλώμεναι ἅπαξ καὶ πάλιν διαθλώμεναι, ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνος σχηματίζουσαι ἑπτὰ κώνους πλήρεις κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ὧν ὁ ἐξώτερος  $\text{E}'\Sigma\text{E}$  ἔχων γωνίαν κορυφῆς  $\Lambda\Sigma\text{E}$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$  καὶ περιλαμβάνων πάντας τοὺς λοιποὺς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος  $\Gamma\Sigma\text{I}$  ὁ ἐντὸς πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος καὶ ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς  $40^\circ$  ἀποτελεῖται ἐξ ἰσοειδῶν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου  $\text{K}'\Sigma\text{K}$ , κεῖνται ἐντὸς τοῦ ἐρυθροῦ κώνου καὶ περιβάλλουσι τὸν ἰσοειδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενετεῖρας τῶν κώνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμέναι ἀκτίνες οὐσαι πολυπληθέστεραι, ἢτοι πυκνότεραι ἢ κατὰ πᾶσαν ἄλλην ἐν τῷ κώνῳ διεύθυνσιν καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἱριδος ἀκτίνες. Ἐστω  $\text{O}$  (σχ. 186) ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ,  $\text{HOM}$  ἡ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ  $\text{EKI}$  σειρά σταγόνων κειμένων ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ 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  $40^\circ$ , καὶ 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 πάσας τὰς ὕδατινας σταγόνας, ὅσαι εἶνε δυνατόν νὰ ὑπάρχωσιν ἐπὶ τῆς κυκλοτεροῦς ταύτης ταινίας, ἣν 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 κειμένας ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας ἐχούσης γενετείραν μὲν τὴν  $\text{EO}$ , ἄξονα δὲ τὴν  $\text{OM}$  καὶ ἐπομένως γωνίαν κορυφῆς  $\text{MOE}$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$ . ὡ αὐτως αἱ σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον  $\text{I}$ , θὰ ἐκπέμψωσι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν



ισοειδείς ακτίνας, αΐτινες αποτελοῦσι κωνικὴν ἐπιφάνειαν, ἧς ἡ γωνία τῆς κορυφῆς IOM εἶνε ἴση πρὸς  $40^\circ$ . Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων κεχρωματισμένων τόξων, τοῦ ἐρυθροῦ ἔξωθεν καὶ τοῦ ἰσοειδοῦς ἔσωθεν, θὰ κείνται ἄλλα τόξα κεχρωματισμένα διὰ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πάντα δὲ ὁμοῦ αποτελοῦσι τὸ ταινιοειδὲς οὐράνιον τόξον. Τὸ φαινόμενον τῆς ἰριδος παράγεται καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἀλλὰ σπανίως, τότε δὲ τὰ χρώματα τοῦ τόξου εἶνε πολὺ ἀμυδρά.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἰριδος ἀπεδίδετο ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰς τὴν ἀνάκλασιν τῶν ἡλιακῶν ακτίνων ἐπὶ τῶν βράνιδων τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρουμένου ὕδατος.

292. **Ἄλωσ.** Περὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἐμφανίζονται πολλάκις κεχρωματισμένοι κύκλοι ἐρυθροὶ ἔσωτερικῶς, οἵτινες ἔχουσι φαινομένην ἀκτῖνα  $22^\circ$  ἕως  $46^\circ$  καὶ ἐνίοτε περιβάλλονται καὶ ὑπὸ δευτέρου ὁμοίως κεχρωματισμένου κύκλου ἀκτίνος διπλασίας περίπου τῆς τοῦ πρώτου, οὔτινος ὁμως ἐλάχιστα μόνον τμήματα συνήθως ἀναφαίνονται. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλούμενοι 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 ὁμοκέντρους κεχρωματισμένους, ἐρυθροὺς ἐξωτερικῶς καὶ ἔχοντας φαινομένην ἀκτῖνα πολὺ μικρότεραν τῆς τῆς ἄλω. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦνται στέμματα προερχόμενοι ἐκ τῆς διὰ τῶν ὑγροσφαιρίων τοῦ νέφους διόδου τῶν ακτίνων. Τοιοῦτοι φωτεινοὶ κύκλοι ἐμφανίζονται ὡσαύτως, ὅταν παρατηρῶμεν τὴν φλόγα λαμπάδος δι' ὕαλου, ἐφ' ἧς ἐναποθέτομεν διὰ τῆς

ἀναπνοῆς λεπτότατον στρώμα δρόσου ἢ κόκκιν τινὰ λεπτοτάτην, οἷον λυκοπόδιον. Τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα ἐξηγεῖ τὰ στέμματα, ἅτινα παρατηροῦνται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον, ὅταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῆται λεπτοτάτη κόκκιν, ὡς συμβαίνει ἐνίοτε μετ' ἐκρήξεις 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.

Αὐξανόμενου τοῦ μεγέθους τῶν ὑδροσταγόνων τῶν νεφῶν, τὰ στέμματα σμικρύνονται, ἐξατμιζομένων δὲ τῶν ὑδροσταγόνων, τὰ στέμματα εὐρύνονται· ἡ πρώτη περίπτωσης προμηγύει βροχήν, 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. Καλούνται μαγνήται σώματα ἔχοντα τὴν ιδιότητα νὰ προσέλκωσι μέχρι προσκολλήσεως τὸν σίδηρον 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 εἶδος τι σιδηρολίθου (σχ. 187), ὅστις καλεῖται μαγνήτης λίθος ἢ φυσικὸς μαγνήτης. *μαγνητικὸν ὄξυδιον τοῦ σιδήρου*

Τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου κτᾶται καὶ ῥάβδος ἐκ χάλυβος βεβαμμένου τριβομένη διὰ φυσικοῦ μαγνήτου. Οἱ μαγνήται δ' οὔτοι καλοῦνται τεχνητοί, εἶνε ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν καὶ ἡ ἑλκτικὴ αὐτῶν δύναμις ἐμφανίζεται ἰσχυρότερα κατὰ τὰ δύο ἄκρα, ὡς παρατηροῦμεν τοῦτο, ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων

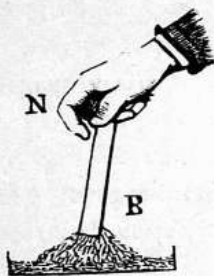


Σχ. 187.

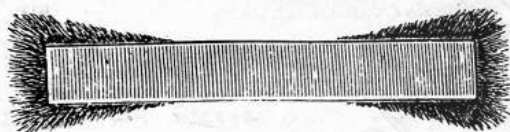
μαγνητικῆς ῥάβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκολλώμενα σχηματίζουνσι θυσάνους (σχ. 188). Τὰ δύο ἄκρα τῆς χαλυβδίνης ῥάβδου (σχ. 189) καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ μεταξὺ τῶν δύο πόλων μέρος, ἔνθα οὐδεμία ἑλκτικὴ δύναμις ἀσκεῖται, καλεῖται μέση ἢ οὐδειέρα γρομμῆ.

297. Ἐὰν λάβωμεν βελόνην ἐκ χάλυβος BN (σχ. 190) ἔχουσαν σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκουσ ῥόμβου καὶ μαγνητίσαντες στηρίξωμεν 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 ἴσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον

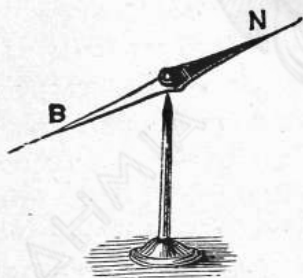


Σχ. 188

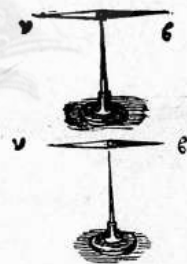


Σχ. 189

B τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον καλεῖται βόρειος πόλος, τὸ δὲ πρὸς νότον N ἴσως νότιος πόλος. Ἐὰν λάβωμεν πλείονας μαγνητικὰς βελόνας καὶ στηρίξωμεν ἑκάστην ἐπὶ τραπέζης, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν



Σχ. 190.



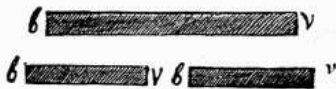
Σχ. 191.

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 ἑτερονύμους. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς ὁμωνύμους πόλους, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερονύμους, ἔλξιν.



“Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. Οἱ μὲν ὁμώνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τοῦναντίον δ’ οἱ ἑτερόνυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.

298. **Θραύσις μαγνήτου.** Ἐὰν θραύσωμεν μαγνητικὴν βάρβδον βν (σχ. 192) εἰς δύο τμήματα βν, βν, ἀνευρίσκομεν αὐτὰ τέλειους



Σχ. 192.

μαγνήτας ἔχοντας δύο ἀντιθέτους πόλους. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ἓκ νέου ἑκάτερον τῶν δύο τούτων τμημάτων εἰς δύο ἴσα μέρη, ἀνευρίσκομεν ἕκαστον τῶν μερῶν τέλειον μαγνήτην.

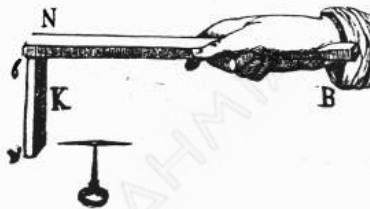
Ἐπειδὴ δὲ ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν διαιροῦντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα βν (σχ. 193) ἀνευρίσκομεν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν τέλειον μαγνήτην, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου εἶνε τέλειοι μαγνήται



Σχ. 193.

καὶ ὅτι εἰς μαγνήτης εἶνε ἄθροισμα ἀπείρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν.

299. **Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς βάρβδου (σχ. 194) προσαγάγωμεν σιδηρᾶν



Σχ. 194.

βάρβδον Κ, αὕτη προσκολλημένη ἐπὶ τοῦ μαγνήτου μεταβάλλεται ὡσαύτως εἰς μαγνήτην, καὶ τὸ μὲν ἐν 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 πλησιάζοντας 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, πλησιάζοντας εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 195) κύλινδρον αβ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἔλκεται καὶ

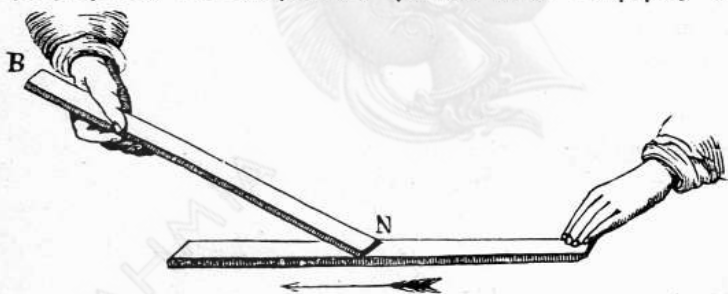
καθίσταται ικανός προς ἔλξιν καὶ συνοχήν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ὀρίου ἀναλόγου τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου· οὕτω δὲ παράγεται ἡ καλουμένη μαγνητικὴ ἄλυσις. Ἄλλ' ὅταν διακόψωμεν τὴν ἐπαφήν τοῦ πρώτου τεμαχίου αβ μετὰ τοῦ πόλου τοῦ μαγνή-



Σχ. 195.

του, ἀμέσως καὶ οἱ λοιποὶ κύλινδροι καταπίπτουσιν, οὐδὲν ἔχνος μαγνητίσεως διατηροῦντες. Καθ' ὅμοιον τρόπον σχηματίζονται καὶ οἱ θύσανοι ἐκ ρινημάτων σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου (σχ. 189, § 296).

Ἡ μαγνητίσις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῷ



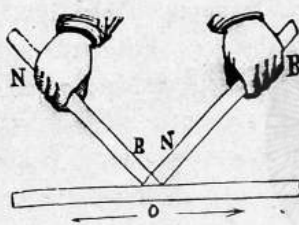
Σχ. 196.

μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ ἑτέρου 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' ἑνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ράβδον

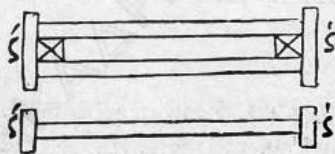


ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστρίβομεν εἴτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 196) ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τοῦ ἑνὸς πέρατος αὐτῆς κρατοῦντες τὸν μαγνήτην κεκλιμένον καὶ αἶροντες αὐτόν, ὅταν ἐξέλθῃ τοῦ πέρατος τούτου ἐπαναφέροντες δὲ τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ράβδου, ἐπαναλαμβάνομεν πολλάκις τὰς προστρίψεις ἐπὶ τοῦ ἡμίσεος τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Εἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμῖσι τῆς μαγνητιστέας ράβδου διὰ τοῦ ἑτέρου πόλου B τοῦ μαγνήτου καὶ οὕτως ἡ ράβδος μαγνητίζεται, ἀναφαινομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρασ τὸ προστριβέν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου προστριβέν πέρασ. Ἐὰν δ' ἔχωμεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστρίβομεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση τῆς μαγνητιστέας ράβδου (σχ. 197) ἀπὸ τοῦ μέσου οὐ πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἑκάστην προστριβὴν μέχρι τῶν περάτων αἶρομεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον οὐ τῆς ράβδου.



Σχ. 197.

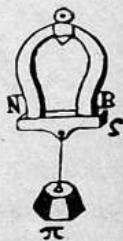
301. **Μαγνήται εὐθεῖς καὶ πεταλοειδεῖς.** Συνήθως οἱ μαγνή-



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

ὁποίους προσαρμόζονται τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου ζ'ς', ἅτινα καλοῦνται ὄπλισμοὶ (σχ. 198). Πολλάκις δ' εἰς τοὺς μαγνήτας δίδουσι τὸ σχῆμα ἑπτείου πετάλου NB (σχ. 199), ὁπότε καὶ οἱ δύο πόλοι πλησίον κείμενοι δύνανται νὰ ἐλκύσωσι βινήματα σιδήρου ἢ καὶ αὐτὸν τὸν ὄπλισμὸν ζ (σχ. 200).

Οἱ μαγνήται οἱ ἀποτελούμενοι ἐκ πλειόνων ἐλασμάτων λεπτῶν ἐκ χάλυθος κατ' ἰδίαν μαγνητισθέντων καὶ συγενωθέντων, ἦτοι αἱ καλούμεναι μαγνητικαὶ δέσμαι, ἔχουσιν ἰσχὺν πολὺ ὑπερέραν ἢ ἰσοδαρεῖς καὶ ἰσομεγέθεις συμπαγεῖς μαγνήται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΓΗ'Ι'ΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ· ΠΥΞΙΣ

302. Ἐὰν λάβωμεν λεπτήν βελόνην ἐκ χάλυθος καὶ μαγνητίσαντες αὐτὴν ἐξαρτήσωμεν ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου νήματος ἀκλώστου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινὰς αἰωρήσεις ἢ βελόνη λαμβάνει ὠρισμένην διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ περίπου πρὸς νότον καὶ δὲν τίθεται συνήθως ὀριζοντίως, ἀλλ' ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ κλίνει ὑπὸ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ὁ δὲ πρὸς νότον ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τούτου, τοῦναντίον δὲ συμβαίνει ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ.

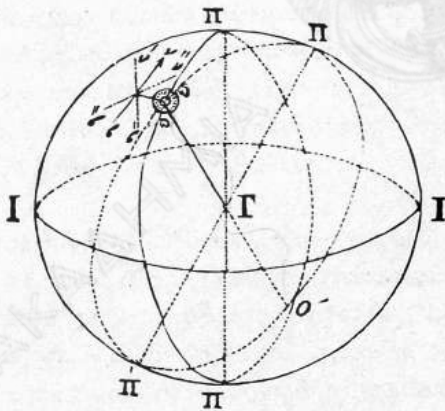
303. Καλεῖται ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἡρεμούσης, ἣτις εὐθεῖα καλεῖται μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετὰ τοῦ κατακόρυφου ἐπιπέδου τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, καλεῖται γωνία ἀποκλίσεως. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, καλεῖται γωνία ἐγκλίσεως. Ἐὰν νῦν μεταφέρωμεν τὴν μαγνητικὴν ταύτην βελόνην



ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐκείνης ἐστὶ ἐπιπέδου γωνία γωνία.



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 περιὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπους ἢ οὕτως ἐξηρητημένη βελόνη καθίσταται ὀριζοντία, ἤτοι 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 αὕτη 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 διηνεκῶς κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς ράβδου



διερχομένῳ· καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκομένη μένει ὀριζοντία, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἓν ἢ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ράβδου ῥέπει ἢ πρὸς τὸ ἓν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ὀρμώμενοι ἐξήγαγον τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ Γῆ εἶνε παμμέγιστος μαγνήτης, οὕτινος ὁ μαγνητικὸς ἄξων Π' Π (σχ. 201) δὲν συμπίπτει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς ΠΠ,

Σχ. 201.

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 δυτική, ὅταν ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς ἐκτρέπεται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Εἶνε δὲ τὴν σήμερον δυτική· 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 τινὸς τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκίνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἔνθα αὕτη εἶνε δυτική. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηγεκῶς μεταβολάς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερησῖαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδῖνον καὶ Παρισίους πρὸ 300 καὶ πλέον ἐτῶν (1580) ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική ( $11^{\circ}$ — $12^{\circ}$ ), περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος (1657—1666) ἐμηδενίσθη, ἔκτοτε δ' ἐγένετο δυτική καὶ ἔβαινε αὐξανομένη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρελθόντος αἰῶνος (1814—1818), ὅποτε ἐγένετο μεγίστη ( $22^{\circ} \frac{1}{2}$ — $24^{\circ} \frac{1}{2}$ ), ἔκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττουμένη μένουσα πάντοτε δυτική. Τοιαύτας ἐκτροπὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελὸν καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας. Καὶ ἡ γωνία δὲ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται διαφόρους μεταβολὰς αἰωνίας, ἐτησίας καὶ ἡμερησῖας. Ἀλλ' ἐκτὸς τῶν μεταβολῶν τούτων ἢ τε γωνία τῆς ἀποκλίσεως καὶ ἢ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίστανται καὶ αἰφνιδίως μεταβολάς, ὧν κυριώτερα αἷτια εἶνε οἱ σεισμοί, αἱ ἠφαιστεῖοι ἐκρήξεις, τὸ βόρειον σέλας καὶ αἱ καταιγίδες.

( 305. *Μαγνητικὰ στοιχεῖα εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον τῶν Ἀθηνῶν κατὰ τὰ ἔτη 1900—1903.* Ἡ ἀπόκλισις εἶνε δυτικὴ καὶ ἴση κατὰ μέσον ὄρον πρὸς  $5^{\circ} 30', 81$  ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ  $7', 36$ . Ἡ δὲ ἐγκλίσις  $52^{\circ} 6'$  ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ  $1', 6$ .)

306. *Πυξίς.* Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελὸν,





## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

### ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

#### ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

307. Ο πρώτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλής ὁ Μιλήσιος (624-546 π. Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρά τινα σώματα. Περί τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος μ. Χ. ὁ Gilbert παρατήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, προστριβόμενα διὰ μαλλίνου ξηροῦ ὑφάσματος προσκτῶνται νέαν ἰδιότητα, τουτέστιν ἔλκουσιν ἐλαφρά τινα σώματα, οἷον ῥινήματα ξύλου, λεπτὰ τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μέταλλα πέταλα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαφήν ἀπωθοῦσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου ὑποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων ρευστόν τι ἀδαρές, ἕπερ ἐκάλεσαν ἠλεκτρισμὸν ἢ ἠλεκτρικὴν.

308. Πάντα τὰ σώματα τριβόμενα ἠλεκτρίζονται, ἀλλὰ τὰ μέταλλα καὶ ἄλλα σώματα κρατούμενα ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἠλεκτρίζονται μὲν, ἀλλ' ἀποβάλλουσι διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν· οὕτως, ἐὰν μεταλλίνην ράβδον X (σχ. 203) προσαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνης ράβδου καὶ τύψωμεν τὸ μέταλλινον μέρος διὰ μαλλίνου ἢ μεταξίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ μέταλλον ἔλκει ἐλαφρά σώματα, ἥτοι



Σχ. 203. Τὸ πρῶτον βιβλίου.



ήλεκτριζεται. Παρατηρήθη ώσαύτως ότι άλλα μὲν σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, κτῶνται ήλεκτρικᾶς ἰδιότητος μόνον ἐπὶ τῶν προστριβομένων σημεῖων, ἡ δὲ ήλεκτρικὴ αὕτη παραμένει ἐπ' αὐτῶν μὴ δυναμένη νὰ μεταδοθῆ εἰς τὴν λοιπὴν μᾶζαν τοῦ σώματος, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος· ἐν ᾧ τούναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τινὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ήλεκτριζόμενα κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα μεταδίδουσι τὴν ήλεκτρικὴν ταύτην εὐθὺς εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ὡς τοῦτο περίπου συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν καλῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρεσαν τὰ σώματα εἰς κακοὺς· ἀγωγούς τοῦ ήλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς μὴ ἀγωγὰ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ήλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καὶ εἰς καλοὺς ἀγωγούς τοῦ ήλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς ἀγωγὰ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ήλεκτρισμὸς ῥέει εὐκόλως.

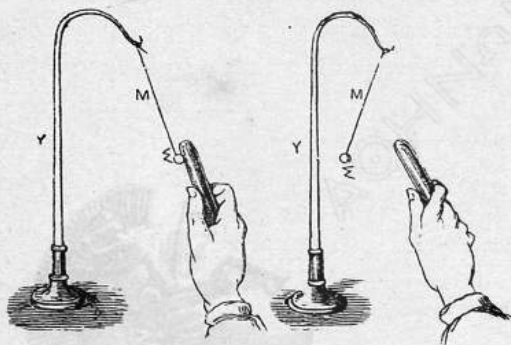
Ἐκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε κατ' ἐξοχὴν τὰ μέταλλα, ὁ συμπαγῆς ἀνθραξ, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξεᾶ, τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων καὶ τὰ ὑγρανθέντα δι' ὕδατος στερεά, ὅπως ῥάβδος ὑαλίνη φέρουσα κατ' ἐπιφάνειαν στρῶμα ὑγρασίας. Κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ εἶνε ὁ πάγος, ἡ κρητὶς, τὸ μάρμαρον, ἡ πορσελάνη, τὸ ἐντελῶς ξηρὸν ξύλον, αἱ τρίχες, τὸ ἔριον, ἡ μέταξα, ἡ ὕαλος, ἡ γουτταπέρκη, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη καὶ τὰ ἀέρια ἐν γένει. Τὰ σώματα, ἅτινα εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, καλοῦνται καὶ ἀπομονωτικά, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τὴν ήλεκτρικὴν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγῶ, οἷον ἐπὶ τῆς μεταλλίνης ῥάβδου X (σχ. 203), ὀφείλομεν νὰ στηρίξωμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ κακοῦ ἀγωγῶ, οἷον ἐφ' ὕαλου, ἥτις τότε καλεῖται μονωτήρ.

Ἐὰν ἐγγίσωμεν σῶμά τι ἀγωγὸν ήλεκτριζόμενον, ὁ ήλεκτρισμὸς αὐτοῦ ἐκρέει διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν, ἥτις ἔνεκα τούτου ἐκλήθη κοινὸν δοχεῖον τοῦ ήλεκτρισμοῦ.

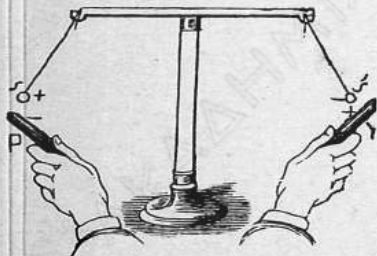
309. **Ἡλέκτρισις δι' ἐπαφῆς.** Ὁ ήλεκτρισμὸς δύναται νὰ μεταδοθῆ ἐκ τινος σώματος εἰς ἄλλο δι' ἐπαφῆς. Οὕτω δυνάμεθα

γὰ ἠλεκτρίσωμεν σῶμά τι, φέροντες αὐτὸ εἰς ἐπαφήν μετ' ἄλλου ἠλεκτρισμένου. Ἡ μετάδοσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπὸ τοῦ ἑνὸς σώματος εἰς τὸ ἄλλο συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ σπινθηρος, παραγομένου ὀλίγον πρὸ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν.

310. **Ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές.** Προσφορώτερον ἀνευρίσκομεν ἂν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργανου, ὅπερ καλούμενον ἠλεκτρικὸν ἔκκρεμές σύγκειται ἐξ ἐπικαμποῦς ὑαλίνου στελέχους Υ (σχ. 204) στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλκίνου ὑποστηρίγματος καὶ φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον νῆμα μετάξης Μ, ἐξ οὗ εἶνε ἐξηρητημένον κουφότατον σφαιρίδιον Σ ἐξ ἐντεριώνης τῆς ἀκτέας ἀγωγὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ σφαιρίδιον τοῦτο, ἂν 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 ῥητίνης τριβείσης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.



Σχ. 204.



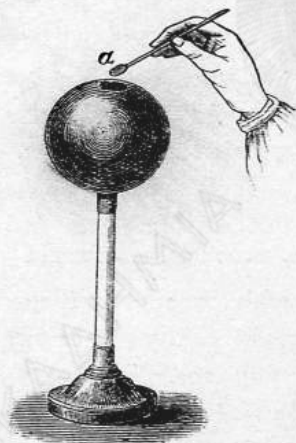
Σχ. 205.

311. **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός.** Ἐὰν εἰς τὸ σφαιρίδιον  $s$  (σχ. 205), ὅπερ ἀπωθεῖ ἢ ὑαλίνῃ ῥάβδῳ, πλησιάσωμεν τὴν ἐκ ῥητίνης ῥάβδου, πλησιάσωμεν τὴν ὑαλίνην Υ, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἐλξιν. 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, τὸναντίον δὲ τὰ ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν σφαιριδίων μετὰ τῶν ἠλεκτρισμένων ῥάβδων ἐξ ὑάλου ἢ ῥητίνης μεταδίδεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ (σχ. 204) καὶ διὰ τοῦτο ἐπέρχεται ἄπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην ὑάλινην ῥάβδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον ἢ τὴν ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένην ἐκ ῥητίνης ῥάβδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν ἔλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα.

31 312. 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 τριβῆς δὲ τῶν δύο σωμάτων τὸ οὐδέτερον τοῦτο ρευστὸν ἀποσυντίθεται καὶ τὸ μὲν τῶν σωμάτων δέχεται τὸν θετικόν, τὸ δ' ἕτερον τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν, παράγεται καὶ αὐθις οὐδέτερον ρευστόν.

31 313. 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 ὄρειχαλκίνην σφαιρὰν κοίλην ἐστηριγμένην ἐφ'

υαλίνου ποδός (σχ. 206) καὶ φέρουσιν ἄνωθεν κυκλικὴν δπὴν. Ἡλεκτρίσαντες τὴν σφαῖραν παρατηροῦμεν ὅτι μόνον ἢ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτῆς φέρει ἠλεκτρικὴν, οὐχὶ δὲ καὶ ἢ ἐσωτερικὴ. Διαγινώσκομεν δὲ τοῦτο ἐγγίζοντας ἢ τὴν ἐσωτερικὴν ἢ τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας διὰ τοῦ καλουμένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, ὄντος μικροῦ μεταλλίνου δίσκου α προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μικροῦ στελέχους ἐκ λακκείου κόμμοος, καὶ εἶτα πλησιάζοντας τὸν δίσκον εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ἔλκεται μὲν ὑπὸ τοῦ δίσκου ἐγγίσαντος τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας, ἀκίνηται δὲ τοῦ δίσκου ἐλθόντος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτῆς.

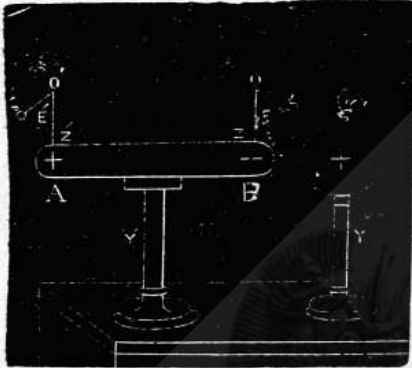
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

### ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ· ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ· ΠΥΚΝΩΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ

314. **Ἡλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἀγωγὸν τι σῶμα μεμονωμένον δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν ὑποβάλλοντες αὐτὸ ἐξ ἀποστάσεώς τινος εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐτέρου ἠλεκτρισμένου σώματος. Οὕτως, ἐὰν εἰς σῶμα ἠλεκτρισμένον, οἷον εἰς τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην σφαῖραν  $\epsilon'$  (σχ. 207), πλησιάζωμεν ἀγωγὸν σῶμα μεμονωμένον, οἷον ὀρειχάλκινον κύλινδρον AB ἐστηριγμένον ἐφ' ὑαλίνου ποδός Γ', παρατηροῦμεν ὅτι ἀμφότερα τὰ ἄκρα A καὶ B τοῦ κυλίνδρου φέρουσιν ἠλεκτρισμὸν καὶ ὅτι εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον B τὸ ἐστραμμένον πρὸς τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν ἐπισωρεύεται ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ, εἰς δὲ τὸ ἀντίθετον A θετικὴ. Καὶ ὅτι μὲν ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου εἶνε ἠλεκτρισμένα, καταδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ τὰ ἄκρα δύο ἐκκρεμῶν  $\epsilon$  καὶ  $\epsilon'$  διὰ νήματος ἐκ κανάδωος (καλοῦ ἀγωγοῦ) ἐξηρητημένων, ἅτινα ὁμωνύμως ἠλεκτριζόμενα



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  
ἄμφοτερα πλησιάσωμεν διαδοχικῶς ράβδον ὑαλίνην τριβεῖσαν διὰ



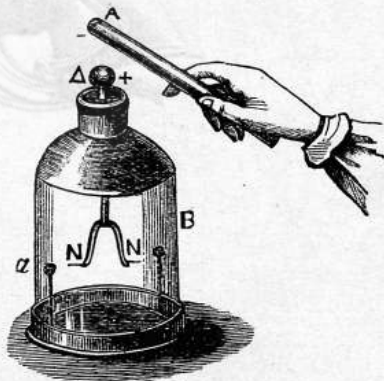
Σχ. 207.

μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις, ὡς  
προείπομεν, ἠλεκτρίζεται θετικῶς,  
παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὸ  
ἄκρον  $B$  ἐκκρεμῆς  $Oz$  ἔλκεται  
ὑπὸ τῆς ράβδου, ἄρα φέρει ἀρνη-  
τικὴν ἠλεκτρικὴν, τὸ δὲ  $O's'$  τὸ  
πρὸς τὸ ἄκρον  $A$  ἀπωθεῖται ὑπ'  
αὐτῆς, ὡς φέρον ὁμώνυμον ἠλε-  
κτρικὴν, ἥτοι θετικὴν. Ἐὰν δέ, τοῦ  
κυλίνδρου εὐρισκομένου πλησίον  
τῆς σφαίρας, θέσωμεν εἰς συγκα-  
ινωγίαν οἰονδήποτε σημεῖον τῆς  
ἐπιφανείας αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν  
ἐκκρεμῆς  $O's'$  τοῦ ἀπωτέρω ἄκρου  $A$  καταπίπτει, ἐκρεούσης εἰς  
τὴν  $\Gamma\eta\eta$  τῆς ὁμώνυμου πρὸς τὴν τῆς ἐπιδρώσης σφαίρας ἠλε-  
κτρικῆς, τὸ δὲ ἐκκρεμῆς  $Oz$  τοῦ ἄκρου  $B$  ἀνυψοῦται ἔτι μᾶλλον δει-  
κνύον μείζονα συσσωρεύσειν ἠλεκτρικῆς κατὰ τὸ ἄκρον τοῦτο. Τὰ  
φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θετικὴ ἠλε-  
κτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρᾶ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ  
τοῦ κυλίνδρου  $AB$ , ὅπερ ἀναλύει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλε-  
κτρικὴν, καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῆ  
σφαίρα σημεῖα  $B$  τοῦ κυλίνδρου, ἔπωθει δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ  
ἀπώτερα σημεῖα αὐτοῦ  $A$ . Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθεὶς  
κύλινδρος  $AB$  τεθῆ εἰς συγκαίνωγίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ μὲν  
ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκρέει εἰς τὴν  $\Gamma\eta\eta$ , ἡ δ' ἑτερόνυμος συσσω-  
ρεύεται ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον  $B$  ὡς μὴ ἔλκομένη πλέον ὑπὸ  
τῆς ἑτερονύμου ἠλεκτρικῆς  $A$ . Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ  
πρῶτον τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκαίνωγίαν 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 ἐξηγησοῦμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἔλξιν καὶ ἀπωσιν (σχ. 204, § 310). Ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς ὑάλου ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ ἠλεκτραγωγῶ σφαιριδίου Σ, ἀλλ' ἡ ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ πρὸς τὴν βάρδδον πλησιέστερα σημεῖα τοῦ σφαιριδίου Σ ἔλκεται ἰσχυρότερον ἢ ὅσον ἀπωθεῖται ἡ ὁμώνυμος, ἥτις ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα εὐρίσκεται εἰς μείζονα ἀπόστασιν· ὅθεν, τῆς ἔλξεως ὑπερνικώσης τὴν ὤσιν, τὸ σφαιριδίον 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. **Ἡλεκτροσκόπιον.** Τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἶνε ὄργανον, δι' οὗ διαγιγνώσκωμεν οὐ μόνον ἂν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σὺγκείται δὲ ἐκ μεταλλίνου στελέχους ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 208), κάτωθεν δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσαῖ φύλλα NN. Τὸ στέλεχος τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ πώματος ὑαλίνου δοχείου Β ἔχοντος μεταλλινὸν πυθμένα. Καὶ διαγιγνώσκωμεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἔαν



Σχ. 208.

πλησιάσαντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ δι᾽στάμενα, ἀνευρίσκομεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος τούτου ἠλεκτρίζοντες τὸ ἠλεκτροσκόπιον θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς ὡς ἐξῆς. Πλησιάζωμεν εἰς τὴν σφαῖραν Δ

ἢ ἰσορροπιῶν ἠλεκτρισμῶν ἐνομήσεως ἐπὶ τῆς δεικτικῆς σφαίρας ἢ ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν φύλλων καὶ ἐνομήσεως μὲν εἰς τὸ πρῶτον μὲν δεικτικῆς ἠλεκτρισμῶν σφαίρας μὲν ἐπὶ ὁμογενῶν δεικτικῶν ἐπὶ ἕτερον ἀπώσιν



σῶμα  $A$  φέρον γνωστὴν ἠλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν, ἥτις 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 διίστανται 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 ἕλξεως τῆς ἐπὶ τῆς βάρδου  $A$  ἑτερόνυμου ἠλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκλούθως ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν βάρδον  $A$ , ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίνων φύλλων  $NN$ , ἅτινα διὰ τοῦτο αὐθις ἀπωθούνται. Οὕτω δὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίσθη διὰ γνωστοῦ εἶδους



Σχ. 209.

ἠλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι, καὶ οὕτω παρασκευασθὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἶδους τῆς ἠλεκτρικῆς ἠλεκτρισμένου τινὸς σώματος. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δ' ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

316. Μέτρησης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἠλεκτρο-

**σκοπίου.** Πρὸς τοῦτο θέτομεν εἰς συγκαινωνίαν 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. Λαμβάνομεν μεταλλίνην π. χ. σφαῖραν μεμονωμένην, τὴν ὁποίαν ἠλε-



Σχ. 210.

κτρίζομεν θέτοντες αὐτὴν εἰς ἐπαφὴν μὲ σταθερὰν ἠλεκτρικὴν πηγὴν καὶ εἶτα εἰσάγομεν 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 ἕλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφα-



νείας τῆς σφαίρας τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ἄλλ' ἐὰν τὸ ἠλεκτρι-  
σμένον ἄγωγόν σώμα ἔχη σχῆμα ἐπίμηκες, οἷον ἔλλειψοειδοῦς ἐκ  
περιστροφῆς, τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν λαμβάνει τὴν μεγίστην  
πυκνότητα κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ (σχ. 210).  
Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἄγωγού περατουμένου ἑκατέρωθεν εἰς ἡμι-  
σφαίρια καὶ ἠλεκτρισμένου ὁ ἠλεκτρισμὸς ἔχει ἐλαχίστην μὲν  
πυκνότητα ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας, μεγάλην δὲ πυκνότητα



Σχ. 211.

κατὰ τὰ ἄκρα ἐπὶ τῶν ἡμισφαι-  
ρικῶν ἐπιφανειῶν (σχ. 211).

Ἐὰν δὲ μετάλλινον ἄγωγόν σώ-  
μα ἀπολήγη εἰς ἀκίδα, τότε ἡ

πυκνότης γίνεται μεγίστη ἐπὶ τῆς ἀκίδος, ἔνθα τὸ ἠλεκτρικὸν  
ρευστὸν ὁμωνύμως ἠλεκτρίζον τὰ περι 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 ἱκανὸν νὰ σβέσῃ τὴν  
φλόγα παρακειμένης λαμπάδος. Κατὰ ταῦτα, ὅταν θέλωμεν νὰ  
ἐκφύγη ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκ τινος ἄγωγού σώματος, ὀπλίζομεν αὐτὸ  
δι' ἀκίδος, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη δύναμις τῶν  
ἀκίδων, ἣτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα.

318. **Ἡλεκτροδυναμικόν.** Ἐὰν ὁμοιομερῆ ἄγωγόν ἐν ἠλε-  
κτρικῇ ἰσορροπίᾳ εὐρισκόμενον θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ  
ἠλεκτροσκοπίου διὰ λεπτοῦ καὶ ἐπιμήκους σύρματος, ὅπως ἀποφύ-  
γωμεν πᾶσαν ἐπίδρασιν, τὸ ἠλεκτροσκόπιον φορτίζεται, τὸ δὲ  
φορτίον αὐτοῦ μένει σταθερόν, οἷονδὴποτε σημεῖον τοῦ ἄγωγού καὶ  
ἂν ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἠλεκτρικὸν τοῦτο φορτίον τοῦ  
ἠλεκτροσκοπίου χαρακτηρίζει τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν, ἣτοι  
τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἄγωγού, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ εἶνε θετι-  
κὸν ἢ ἀρνητικὸν ἢ καὶ ἴσον τῷ μηδενί. Ἐὰν λάβωμεν διαφόρους  
ἄγωγους ἠλεκτρισμένους καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν κατ'  
ἰδίαν ἕκαστον μετὰ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἀνευρίσκομεν ὅτι  
ἔχουσιν ἢ τὸ αὐτὸ ἠλεκτροδυναμικὸν ἢ διάφορον ἐκ τῆς μείζονος



Σχ. V.

*τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν ἰσοδυναμῶν ἐπὶ τὸ ἴδιον ἀπὸ τῆς ἀκίδος, ἢ ἐπὶ τὸν  
ἠλεκτροσκόπιον τὸν αὐτὸν.*

ἢ ἐλάσσονος ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Δυνάμεθα κατὰ συνθήκη νὰ λάβωμεν ὠρισμένον ἠλεκτροδυναμικὸν ὡς μονάδα, ὅταν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται καθ' ὠρισμένην ἀπόστασιν. Τοιαύτη πρακτικὴ μονὰς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ καθωρίσθη κληθεῖσα βόλταιος (volt).

Κατὰ συνθήκη λαμβάνουσιν ὡς ἠλεκτροδυναμικὸν μὴ ἐν τῷ ἠλεκτροδυναμικῷ τῆς Γῆς ἢ ἀγωγοῦ τινος τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν πρὸς τὴν Γῆν, καθόσον ὅταν οὗτος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἠλεκτροσκόπιον 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, ὁπότε καὶ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ καθίσταται μείζον ἢ ἐλάσσον. Δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα τῆς ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ ἐκεῖνο τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, ὅπερ τιθέμενον ἐπὶ ὠρισμένου ἀγωγοῦ, οἷον ἐπὶ μεταλλίνης σφαίρας ἐχούσης ὠρισμένην ἀκτίνα, νὰ φέρῃ αὐτὴν εἰς ἠλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς μίαν βόλταιον μονάδα. Τοιαύτη μονὰς τῆς ποσότητος τῆς ἠλεκτρισμοῦ καθωρίσθη κληθεῖσα κουλόμβειος (coulomb).

320. (ἠλεκτροχωρητικότης. Ἐὰν 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. Ὅστε ἐπὶ παντὸς ἀγωγοῦ ὑφίσταται ἀναλογία μεταξὺ τοῦ φορτίου τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ αὐτοῦ. Ἡ σταθερὰ αὕτη σχέσις καλεῖται ἠλεκτρικὴ χωρητικότης τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐὰν τὴν μονάδα τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέσωμεν κατ' ἰδίαν ἐπὶ διαφόρων ἀγωγῶν διαφόρων διαστάσεων, φέρομεν αὐτούς εἰς διάφορον ἠλεκτροδυναμικόν, διότι οἱ διάφοροι ἀγωγοὶ ἔχουσι διάφορον χωρητικότητα. Ἐλήφθη ὡς μονὰς χωρητικότητος ἢ χωρητικότης ἐκεῖ-

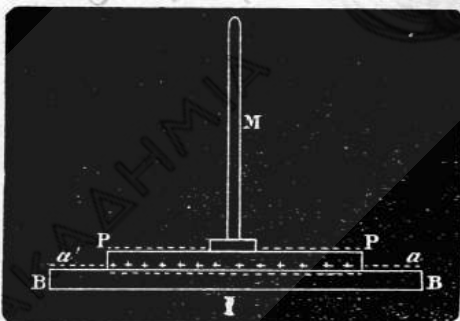
*ἢ ἠλεκτροχωρητικότης ἰσοδυναμικὴ πρὸς εἰς ἕνα τοῦ δοχείου, ὡς πρὸς εἰς θερμοκρασίαν διὰ πρὸς εἰς θερμοκρασίαν οἰσμεῖας.*



νου τοῦ ἀγωγοῦ, 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 ἀγωγῶν ἐχόντων διάφορον ἡλεκτροδυναμικόν.** Ἄγωγός τις Α ἔχει ἡλεκτροδυναμικὸν ἀνώτερον τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ Β, ἐὰν τὸ φορτίον, ὅπερ λαμβάνει ἡλεκτροσκοπίον τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ Α, εἶνε ὑπέρτερον τοῦ φορτίου, τὸ ὅποσον τὸ αὐτὸ ἡλεκτροσκοπίον λαμβάνει τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ Β. Ἐὰν τότε συνάψωμεν διὰ σύρματος τοὺς δύο ἀγωγούς Α καὶ Β, ἡλεκτρισμὸς μεταδαίνει ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ Β ἦτοι παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὅποσον παύει, ὅταν οἱ δύο ἀγωγοὶ λάθωσιν ἐπὶ τέλους τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικόν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ εἰς διάφορον ὕψος, ὅποτε ὕδωρ ῥέει ἐκ τοῦ ἐνὸς δοχείου εἰς τὸ ἕτερον, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος εἰς ἀμφοτέρω.

322. **Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.** Καλεῖται ἡλεκτρικὴ μηχανὴ συσκευή, ἣτις διὰ μηχανικοῦ ἔργου, οἷον διὰ τριβῆς, παράγει ἡλεκτρισμόν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν μηχανῶν τούτων εἶνε τὸ καλούμενον ἡλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα, ὅπερ σύγκειται ἐκ πλακοῦντος ΒΒ



Σχ. 212.

(σχ. 212) κατεσκευασμένου ἐκ ρητίνης καὶ στηριζομένου ἐπὶ μεταλλίνου φύλλου Ι συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἐδά-

φους. Ἐὰν προστρέψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν α'α τοῦ πλακοῦντος διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡλεκτρίζομεν αὐτὸν ἀρνητικῶς. Ἐὰν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον PP φέροντα

υαλίνην λαβήν Μ και κεκαλυμμένον διὰ φύλλου κασσιτέρου, πάραυτα ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ πλακούντος ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ δίσκου ἀναλύει αὐτὸ και ἔλκει μὲν τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου, ἀπωθεῖ δὲ τὸν ὁμώνυμον, ἦτοι τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν, πρὸς τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τότε ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου (σχ. 213), μετοχετεύομεν τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν 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 σπινθῆρ. Ἐὰν δὲ και αὐθις ἐπιθέσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ τοῦ πλακούντος και ἐγγίσαντες πρὸς στιγμὴν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον ἄρωμεν εἶτα τὸν δίσκον, ἀποσπῶμεν και δεῦτερον σπινθῆρα, ὁμοίως και τρίτον και καθεξῆς, χωρὶς γὰρ τύψωμεν ἐκ νέου τὸν πλακούντα, διότι οὗτος ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δύναται γὰρ συγκαταῆ ἐν ἑαυτῷ τὴν ἠλεκτρικὴν.)

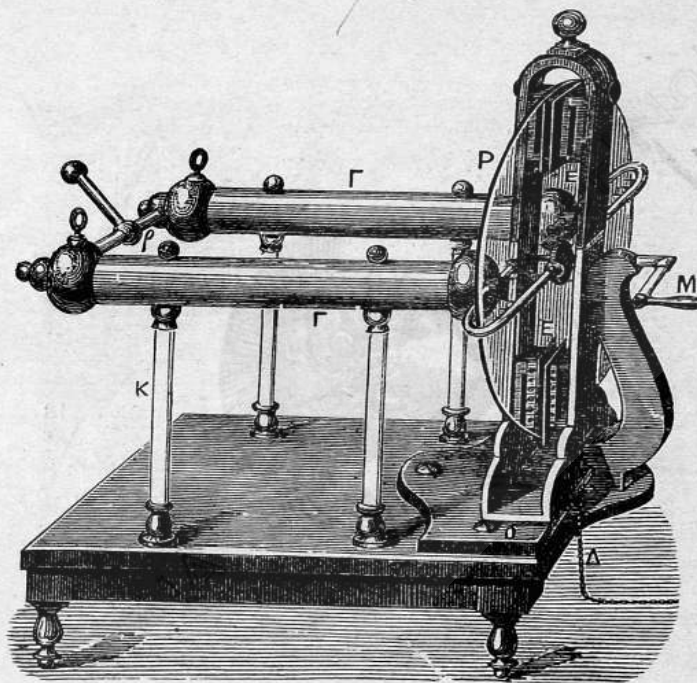


σχ. 213.

(323. Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ramsden. Ἡ μηχανὴ αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγῷ σώματος μεμονωμένου μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς, δι' ἧς παικίλα πειράματα ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος, ὅπερ εἶνε ὑάλινος δίσκος ΕΕ (σχ. 214) στρεφόμενος περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ διὰ στροφάλου Μ, β') ἐκ τοῦ τρίβοντος σώματος, ὅπερ σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπεριεχόντων τρίχας, μεταξὺ τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ δίσκος και γ') ἐκ τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύεται ἡ ἠλεκτρικὴ και ὅπερ σύγκειται ἐκ κοίλων ὀρειχαλκίνων κυλίνδρων ΓΓ ἀποληγόντων πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος εἰς ὀρειχαλκίνας σφαίρας, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ τὸ πρὸς τὸν



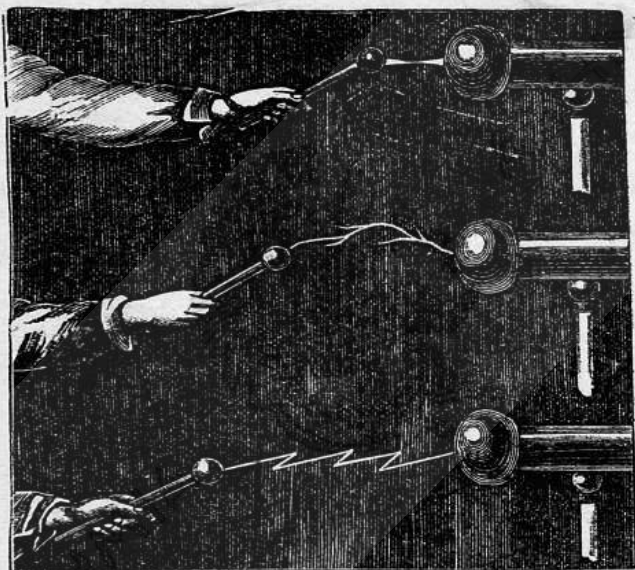
ὕαλινον δίσκον ἐστραμμένον εἰς ἐπικαμπεῖς ὄρειχαλκίνας σωλη-  
νας, μεταξὺ τῶν σκελῶν τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ ὕαλινος δίσκος.  
Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἄγωγοι φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν  
τῆς πρὸς τὸν ὕαλινον δίσκον ἐστραμμένης τοὺς καλουμένους κτένας,



Σχ. 214.

ἦτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἄγωγοι ΓΓ τῆς μηχανῆς συνά-  
πτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὄρειχαλκίνου σωληνῶς ρ καὶ στηρί-  
ζονται ἐπὶ ὑαλίνων στηριγμάτων Κ, δι' ὧν τηροῦνται μεμονωμένοι  
ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ ὀτροφάλου Μ στρέψωμεν τὸν δίσκον,  
οὗτος τριβόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρισκομένων εἰς διαρκῆ  
συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως Δ ἠλεκτρι-  
ζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἠλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη

διὰ τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κτενῶν ἀποσυνθῆται ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ρευστὸν 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, ἀπωθεὶ δὲ τὴν ὑπολειπομένην θετικὴν ἠλεκτρικὴν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν, ἣτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεῖα ρ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς.)



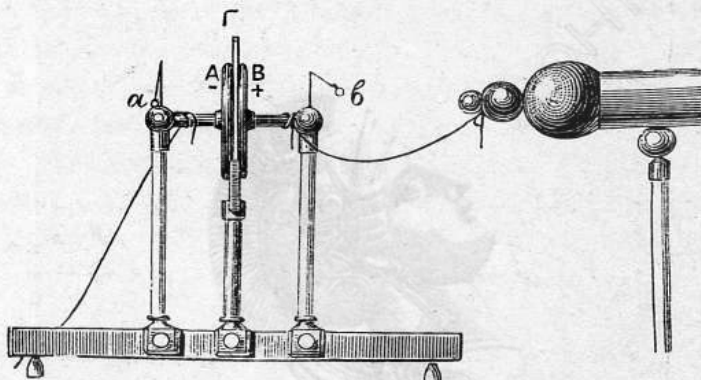
Σχ. 215.

33. 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 ἰῶν 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



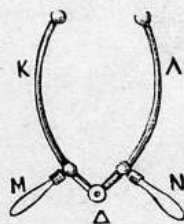
Σχ. 216

φωτεινὴ γραμμὴ τὸ φάσμα τοῦ ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ γίνεται ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις.

34 325. **Πυκνωταὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Πυκνωταὶ καλοῦνται ὄργανά τινα, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλίνων ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ποσότητας θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ πολλῶν μείζονας ἐκείνων, ἃς θὰ ἐδέχοντο αἱ μέταλλιναι 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' ἄρχεται βραδέως ὑψούμενον καὶ μετ' ἀρκετάς στροφάς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμές α τὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐτέρου δίσκου Α εὐρισκόμενον παραμένει διηνεκῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος Β πληροῦται θετικῆς ἠλεκτρικῆς, ἦτοι ὁμωνύμου τῆ ἠλεκτρικῆ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ Α ἀρνητικῆς.

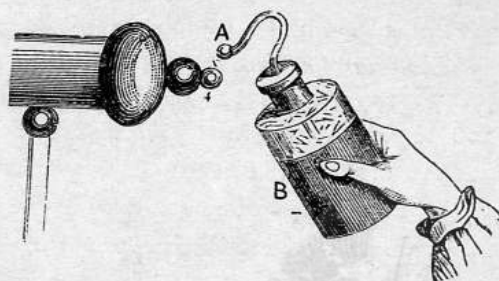
Ἡ πύκνωσις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἑξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου Β ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου Α καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώ-  
 νυμον, ἣτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου Α, ἀπωθεὶ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἠλεκτρικαὶ τῶν δίσκων Β καὶ Α ἐλκόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστα-  
 σιν, νέα ποσότης ἠλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγω-  
 γοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον Β, ἣτις ἐπισωρεύει ἴσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου Α καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἠλεκτρικαὶ βαίνουσιν αὐξάνομεναι μέχρις ὀρίου, τὸ ὅποσον εἶνε τοσοῦτον ὑπέρτερον, ὅση ἡ ἠλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἢ ἐπιφάνεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσσων, ἦτοι ὅση ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσωμεν τὸν πυκνω-  
 τὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἐνὸς μὲν τοῦ δίσκου Β μετὰ τῆς μηχανῆς, ἀφ' ἐτέρου δὲ τοῦ δίσκου Α μετὰ τῆς γῆς καὶ λαμβάνοντες μετάλλινον τόξον ΚΛ (σχ. 217) ὅπερ ἐν τῷ μέσῳ μὲν φέρει ἄρθρωσιν Δ, ἐκατέρωθεν δὲ δύο ὑαλίνας λαβὰς Μ καὶ Ν, ἦτοι 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 ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ προσερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων συνηγμένων ἐτερονύμων ἠλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα φιάλης, ὁπότε καλεῖται λου; δου-



Σχ. 217.



νική λάγηνος. Σύγκεται δ' ἐκ κοινῆς υαλίνης φιάλης (σχ. 218) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασιτέρου B. Διὰ τοῦ πύματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀρειχάλκινον στέλεχος, οὔτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μεταλλί-



Σχ. 218.

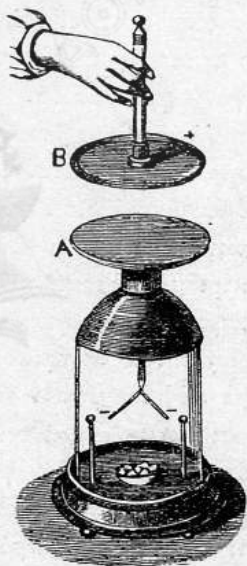
νων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὄν ἐπι-  
καμπὲς ἀπολήγει εἰς με-  
τάλλινον σφαιρίδιον A.  
Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ με-  
τάλλια φύλλα καλοῦνται  
ἐσωτερικὸς ὄπλισμός, τὰ  
δ' ἐξωτερικὰ ἐξωτερικὸς  
ὄπλισμός. Πληροῦμεν δ'  
ἠλεκτρικῆς τὴν λουγδου-

νικὴν λάγηνον λαμβάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας δι' ἑνὸς 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 A τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σύναμα τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ' ἰκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μηχανῆς ἐκκρεμὲς ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλος στάσιμον, ὕπερ δεικνύει ὅτι ἡ λάγηνος ἐπληρώθη ἠλεκτρικῆς μέχρις ὀρίου. Ἐκκενωῦμεν δὲ τὴν λάγηνον μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτήν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὄπλισμούς, ὁπότε παράγεται ἰσχυρὸς ἠλεκτρικὸς σπινθήρ.

326. **Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι.** Ἡ ποσότης τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις δύναται νὰ συσσωρευθῇ ἐν τῇ λουγδουνικῇ λαγῆνῃ, εἶνε τοσοῦτῃ μείζων, ὅσῃ ἢ ἐπιφάνεια τῶν ὄπλισμῶν εἶνε μείζων. Ὅθεν ἐντὸς λουγδουνικῆς λαγῆνου μεγάλων διαστάσεων δυνάμεθα νὰ

ἐπισωρεύσωμεν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς. Ἀντὶ ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λαγῆνον μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ἔλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὄπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ ἔλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Τὸ τοιοῦτον σύστημα πολλῶν λουγδουρικῶν λαγῆνων καλεῖται ἠλεκτρικὴ συστοιχία, ἥτις δύναται νὰ παράσῃ ἰσχυρότατον ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα.

327. **Συμπυκνωτικὸν ἠλεκτροσκόπιον.** 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 ἠλεκτροσκοπίου (σχ. 208, § 315), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος B φέρει ὑαλίνην λαβήν. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον A μετ' ἀσθνεστάτης ἠλεκτρικῆς πηγῆς, τὸν δ' ἀνώτερον B μετὰ τοῦ ἔδαφους, ἐπισωρεύονται βαθμηδὸν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων αἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν τὴν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνίαν τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἢ ἠλεκτρικῆ, ἢ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου A, διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο δίστανται. Ἀνευρίσκομεν δὲ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς, ἢ συνέλεξεν ὁ δίσκος A, πλησιάζοντες σῶμα ἠλεκτρι- σμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἠλεκτρικῆς.)



Σχ. 219.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ' Ἐμφαν. δι. αὐτ. ἐκ τῆς

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ

328. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε π. φορτισμένη ἠλεκτρικῆς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὸν ἠλεκτρισμόν, ὃν καπτύσσομεν ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν. ||

Δυναμέθα δὲ ν' ἀνεύρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε ἠλε- κτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρικῆς φέρει, διὰ κοῖνου ἠλεκτρο- σκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον ὅμως ἡ σφαῖρα Δ συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσεως μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀναστηλουμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολή- γοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βρυστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερώνυμον ἠλε- κτρικὴν, ἣτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπῶθει δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα δίστανται. Διὰ τοιού- των πειραμάτων ἀνεῦρον ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε συνήθως ἠλε- κτρισμένη θετικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς.

329. Ἡλέκτρισις τῶν νεφῶν. Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται, ὡς εἶδαμεν, ἐξ ἐλαχίστων σταγόνων καθαροῦ ὕδατος, αἵτινες, καταπίπτονται διηνηκῶς καὶ τριβόμεναι ἐπὶ τοῦ ἀέρος, ἠλεκτρίζονται θετικῶς ἕνεκα 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 βρεῦμα ἀέρος διασπάσῃ τὸ νέφος τοῦτο, παράγονται δύο νέφη κεχωρισμένα καὶ ἠλεκτρισμένα ἀντιθέτως. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς.

330. Ἀστραπή. Βροντή. Ἐὰν δύο νέφη ἀντιθέτως ἠλεκτρι- σμένα πλησιάσωσιν ἀλληλα, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσαι πρὸς ἀλλήλας ἐνοῦνται διὰ σπινθηρος μετ' ἰσχυρᾶς λάμπσεως, ἣτις εἶνε ἡ ἀστραπή, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλουμένην βροντὴν.

*Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλε- κτρισμένη ἀρνητικῶς.*



Ἡ ἀστραπή ἔχουσα πολλάκις μήκος πολλῶν χιλιομέτρων βαίνει ἀγνοοῦσα κατὰ γραμμὴν πολὺθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάβασιν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περι αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἔσω τερικὸν 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, εἰς παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἥτις 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 εἰς ἄν ἦσαν ἀκίνητοι.

Ὡς ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ, ὃν ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενοῦς φόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστραπή συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, ἥς 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 μέχρι τῆς γῆς ἐν χρόνῳ ἀνεπαισθήτῳ, ἐν ᾧ ὁ 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 ἤχου ἐπὶ τῶν νεφῶν, τῶν ὀρέων καὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν κρότον τοῦ πυροδόλου ἐν ὀρεινῇ χώρᾳ.

331. **Κεραυνός.** Ὅταν διέρχεται ἄνωθεν ἡμῶν νέφος ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον, ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέ-



Πληθύνει η γαιοσφαιρα  
και αυξανει το υψος των ορητων ημερικανων ορεινων  
διαφορα εν ανθρωποις ε'γω οισυρως ημερικανους. Οταν δε ο ουρανός  
οιωδη εν τω ουρανο το δάκρυ ε'στιν ανθρωποις ε'τα γωα οι εν τα  
οιν και δω το ουρανο καταν ωρισωμένοι μεταωιδουσαν α'γω  
τερον βρυστόν του εδάφους και πάντων των επ' αυτου σωμάτων,  
ατινα πληροδονται ουτως αντιθετου ηλεκτρικης. Οταν δε η προς  
ενωσιν τάσις των αντι' ετων τούτων ηλεκτρικων καταστη αρκούνη  
τως ισχυρά, εκρήγνυται ηλεκτρικός σπινθήρ, και τότε λέγομεν οτι  
πίπτει κεραυνός, οστις πίπτει πάντοτε επί των πλησιεστέρων των  
κεραυνοβόλων νέφει σημείων και δια τουτο προσβάλλει ιδίως τα  
ύψηλά οικοδομήματα και μάλιστα τα ύψηλά δένδρα. Ένεκα τούτου,  
εν ώρα καταιγίδος εινε επικίνδυνον να καταφεύγωμεν υπό ύψηλά  
δένδρα. Ο κεραυνός καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μη άγωγα  
τήκει και εξατμίζει: μέταλλα, αναφλέγει ευφλέκτους ύλας και πολ-  
λάκις φονεύει ανθρωπους και ζώα, άλλοτε δε εισχωρών εις άμμοδες  
εδαφος τήκει πολλάκις την άμμον και παράγει κοίλους σωληνας  
εχοντας τοιχώματα υαλώδη, οτινες εκλήθησαν κεραυνοιο σωληνες  
η κεραυνίται. Ο κεραυνός διασχίζων τον ατμοσφαιρικόν αέρα μετα-  
τρέπει μέρος του οξυγονου αυτου εις το καλούμενον οζον, εις το  
οποιον οφείλεται η οσμή, ην μετα την πτώσιν του κεραυνου  
αισθανόμεθα.

332. **Άλεξικέραυνον.** Το άλεξικέραυνον εινε συσκευή, ητις  
επινοηθεισα υπό του Φραγκλίνου τω 1771 χρησιμεύει, οπως προ-  
φυλάσση από του κεραυνου τα οικοδομήματα, τους ναους, τα  
πλοια, τας αποθήκας των εκρηκτικων ύλων κτλ. Σύγκειται δε  
κυρίως εκ δύο μερών, εκ του κοντου AB (σχ. 220) και του άγω-  
γου ΒΔΦ. Και ο μέν κοντός εινε ράβδος ευθεια εκ σιδήρου λεπτυ-  
νομένη από της βάσεως προς την κορυφήν και έχει ύψος το πολυ  
6 μέτρων και αναστηλοται κατακορύφως ανωθεν του προφυλα-  
κτέου οικοδομήματος επί της στέγης. Εις το ανώτερον άκρον του  
κοντου κοχλιουται κωνική άκλις εκ λευκοχρυσου η εκ χαλκου επι-  
χρυσου, εις δε το κατώτερον Β προσκολλάται καλώς δια κασιτέ-  
ρου ο άγωγός του άλεξικεραυνου, οστις κατασκευάζεται η εκ σιδη-  
ρων ράβδων επεψευδαργυρωμένων η κάλλιον εκ πολλων λεπτων  
συρμάτων καθαρου χαλκου ως εχοντας μείζονα ηλεκτραγωγον  
δύναμιν. Ο άγωγός ουτος καλώς συναπτόμενος μεθ' όλων των

Λογισμ

μεγάλων μεταλλίνων ὀγκων τοῦ κυρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρᾶ πατώματα, τὰ μετάλλινα στεγάσματα, αἱ ὑδρορροαί, οἱ κώδωνες τῶν ναῶν, καὶ ὑποβασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἴλων ἐπὶ

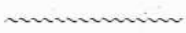


HNAN

υδροσ

Σγ. 220.

των τοίχων τοῦ οἰκοδομήματος φέρεται ἐντὸς ὑγροῦ ἐδάφους ἢ κάλλιον μέχρι τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος Φ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπίζεται φέρων εἰς τὸ ἄκρον εἶδος σιδηρᾶς ἀγκύρας καθιστώσης εὐκολωτέραν τὴν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἐκροτὴν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.





# ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

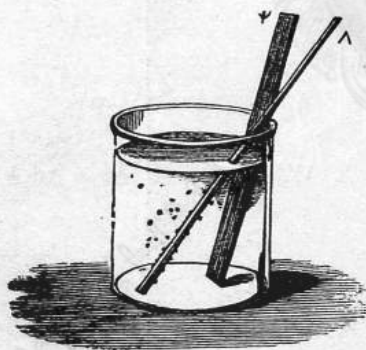
## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

#### ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ· ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΛΑΙ

36 333. Ἡλεκτρισμὸς ἐκ χημικῆς δράσεως. Ἐάν ἐντὸς ποτηρίου περιέχοντος θεικὸν ὀξύ προαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν ἔλασμα ψευδαργύρου Ψ (σχ. 221), τὸ μὲν



Σχ. 221.

ἔλασμα δέχεται φορτίον ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ ἐξ ὀξέ, ἕπερ ἐπιδρᾷ χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, φορτίον θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἐάν συνάψαντες τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρας πλάκῃς Α (σχ. 219 § 327) τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταυτοχρόνως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τὸ ὑγρὸν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου Α ἢ χαλκοῦ, ὡς καὶ τὴν ἀνωτέραν

πλάκα Β. Ἐάν 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 διαίστανται καὶ πλησιάζοντες εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σῶμα ἠλεκτρισμένον π. χ. ἀρνητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου διαίστανται ἔτι μάλλον, τὸ ὅποιον ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα

φέρουσιν ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἧτοι ἀρνητικὴν. Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ θεικὸν ὀξύ φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν, θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει διατελοῦντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἰπεῖν τὴν ἠλεκτρικὴν τοῦ ὑγροῦ. Ἐν τῷ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειρίζομεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκόχρυσον, διότι οὗτος μὲν οὐδόλως ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ 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 αἴροντες 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 ἁλατος τὸ μὲν μέταλλον ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὑγρὸν θετικῶς. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ καὶ λευκόχρυσον Λ, ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ δι' ἀγωγοῦ σύρματος, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνοῦμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφήν τοῦ ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη ἠλεκτρογερτική, ἣτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν 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 ὑγροῦ ἐπιδρωόντος χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἢ οὐδόλως ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται ἠλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.

334. Ἡλεκτρικὸν ῥεῦμα. Ἡλεκτρικὸν ῥεῦμα καλεῖται ἐν γένει



πᾶσα μετάθεσις ἡλεκτρισμοῦ. Οὕτως εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος, τοῦ συνάπτοντος τὰ δύο μέταλλα, παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἄλλ' ὡσάυτως, 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 δευτέρον διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἡλεκτρικὸν τοῦτο ρεῦμα παύει εἰς τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα, ὅταν τὰ δύο σώματα λάβωσι τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικόν. Τὸ ἀγωγὸν σύρμα ὁμοιάζει πρὸς σωλῆνα δύο συγκοινωνούντων δοχείων, ὧν τὸ μὲν πλήρες, τὸ δὲ κενόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην παράγεται ρεῦμα ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ὡς ἀνωτέρω ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος. Ὅπως δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος παύει ἐν τῷ σωλῆνι, ὅταν τὸ ὕδωρ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα, οὕτω παύει τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ὅταν ἐπέλθῃ ἐξίσωσις τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τὰ δύο σώματα.

Περὶ τῆς διόδου τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος δι' ἀγωγοῦ σύρματος πειθόμεθα 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, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὸνὴ 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 ἶδει, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἐλίσσεται ἐπανειλημμένως περὶ τὴν βελόνην, ὁπότε ἀποτελεῖ ὄργανον καλούμενον γαλβανόμετρον (σχ. 234 § 351). Δι' εἰδικῶν γαλβανομέτρων καλουμένων ἀμπερειομέτρων δύναται νὰ μετρηθῇ καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ διερχομένου διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἤτοι ἡ καλουμένη ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

335. *Χημικὴ θεωρία τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.* Ὅταν ἐμ-

θαπτίζωμεν εἰς ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ ( $H_2SO_4$ ) ἔλασμα χημικῶς καθαροῦ ψευδαργύρου ( $Zn$ ), ὁ ψευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π. χ. λευκοχρύσου ( $Pt$ ), καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἐλάσματα πρὸς ἀλλήλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα ἡ χημικὴ ἐνέργεια ἄρχεται, ὁ ψευδάργυρος διαλύεται μεταβαλλόμενος εἰς θεικὸν ψευδάργυρον ( $ZnSO_4$ ), ὑδρογόνον ( $H$ ) δ' ἐκλύεται ὑπὸ μορφὴν φυσαλίδων ἐκ τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἐλάσματος. Κατὰ τὴν χημικὴν θεωρίαν ἡ χημικὴ αὕτη δρᾶσις τοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου γίνεται πρόξενος ἀποσυνθέσεως οὐδετέρου ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ καὶ ἐπισωρεύσεως ἀρνητικῆς μὲν ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, ἴσης δὲ ποσότητος θετικῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ λευκοχρύσου. Ἀμφότεραι δ' αὐταὶ αἱ ἡλεκτρικαὶ ἐνούμεναι παράγουσιν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρκοῦν ἐπὶ τοσοῦτον μόνον, ἔφ' ὅσον ὑπάρχει θεικὸν ὀξύ ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ ἐκλείπον, ὅταν ὅλον τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν ὀξύ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν ψευδάργυρον.

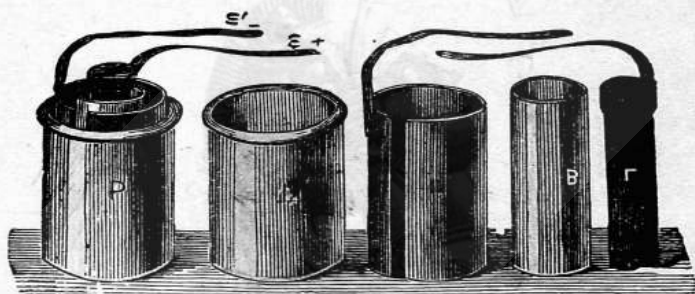
**Σημ.** Ἀντὶ χημικῶς καθαροῦ ψευδαργύρου δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ψευδάργυρον τοῦ ἐμπορίου ἐφυδραργυροῦντες καλῶς αὐτόν.

336. **Ἐξασθένησις τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.** Τὸ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ συνιστάμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν μετάλλων ἐμβαπτισμένων ἐντὸς ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δὲν ἔχει μεγάλην διάρκειαν· τουτέστι τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξασθενεῖται, πρὶν τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν ὀξύ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν ψευδάργυρον. Αἰτία δὲ τῆς ἐξασθενήσεως ταύτης εἶνε ἡ ἐναπόθεσις τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ἕπερ ὑδρογόνον ὡς μὴ ἀγωγὸν τοῦτο μὲν παρέχει ἀντίστασιν εἰς τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος, τοῦτο δὲ παράγει ρεῦμα φορᾶς ἀντιρρόπου τῷ κυρίῳ ρεύματι καὶ ἐπομένως ἐξουδετεροῖ αὐτὸ ἐν μέρει ἢ καθ' ὅλοκληρίαν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πόλωσις τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, πᾶν δὲ μέσον ἀποτρέπον τὴν πόλωσιν ταύτην, τουτέστι παρεμποδίζον τὴν ἐναπόθεσιν ταύτην τοῦ ὑδρογόνου, καθιστᾷ τὴν ἐνέργειαν



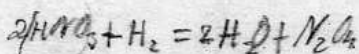
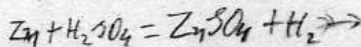
γειαυ τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου σταθεράν καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ διαρκές. Τοῦτο δὲ κατορθώθη εἰς πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

337. **Στοιχεῖον Bunsen.** Τὸ στοιχεῖον τοῦ Bunsen σύγκεται (σχ. 222) ἐκ πηλίγου ἢ ὑαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου 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 ἄνθρακος Γ, ὅστις μὴ προσδαλλόμε-



Σχ. 222.

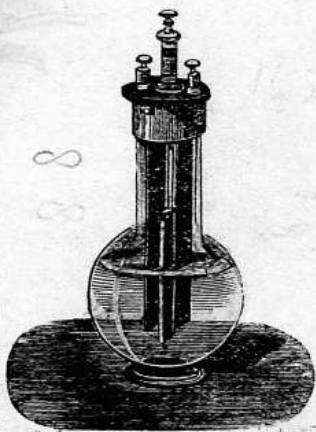
νος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε δύναμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἄνθρακος προσκολλάται χαλκῆ ταινία ε χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος. Καὶ μεταξὺ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίγου δοχείου καὶ τοῦ πορῶδου ἀγγείου, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, χύνομεν θεικὸν ὀξὺ προαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος, εἰς δὲ τὸ πορῶδες ἀγγεῖον, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἄνθραξ, 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 ἄνθραξ θετικῶς, τὸ





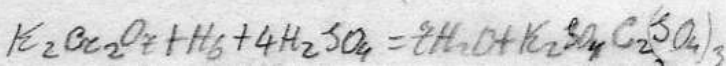
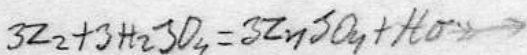
δὲ ὑδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτί-  
θεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ὅπως πολώση αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται.  
οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ  
ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ ( $H_2O$ ) καὶ ἐπομένως τὸ  
νιτρικὸν ὀξύ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου  
( $N_2O_4$ ), ὅπερ ἐν τῷ ἀέρι παρέχει ἐρυθροῦς πνιγηροῦς ἀτμούς ἀποτε-  
λοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης, ὡς ἐκ τῆς ἐπιβλαθοῦς  
ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου.  
Δυνάμεθα ὁμῶς ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὀξύ δι' ὑγροῦ,  
ὅπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμαρίων ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων δι-  
χρωμικοῦ καλίου ( $K_2Cr_2O_7$ ) καὶ 153 γραμμαρίων πυκνοῦ θειικοῦ  
ὀξέος, ὅποτε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

(338. **Στοιχεῖον τοῦ Grenet.** Τὸ λίαν εὐχρηστον τοῦτο  
στοιχεῖον σύγκειται ἐκ φιάλης σφαιροειδοῦς φεροῦσης πῶμα ἢ  
κάλυμμα ἐξ ἔθονίτου, εἰς ὃ προσκολλῶνται δύο πλάκες ἐξ ἄνθρα-  
κος συμπαγοῦς κείμεναι παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπό-  
στασιν καὶ διήκουσαι μέχρι τοῦ πυθμένος  
σχεδὸν τῆς φιάλης (σχ. 223). Οἱ δύο  
οὗτοι ἄνθρακες συγκοινωνοῦσι μεταλλι-  
κῶς μετὰ πιεστικοῦ κοχλίου ἐπὶ τοῦ  
πώματος ἐστερεωμένου καὶ χρησιμεύον-  
τος ὡς θειικοῦ πόλου. Μεταξὺ τῶν δύο  
ἀνθράκων τίθεται: ἔλασμα ψευδαργύρου  
ἐφυδραργυρωμένου, οὕτινος τὸ μὲν πλά-  
τος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ τῶν ἀνθράκων, τὸ  
δὲ μήκος τὸ ἡμισυ ἐκείνου. Ὁ ψευδάρ-  
γυρος οὗτος προσκολλᾶται ἐπὶ ὀρειχαλ-  
κίνου στελέχους διερχομένου μετ' ἠπίας  
τριβῆς διὰ πόρου ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πώμα-  
τος ὑπάρχοντος· διὰ τοῦ στελέχους δὲ τούτου, ὅπερ συγκοινωνεῖ



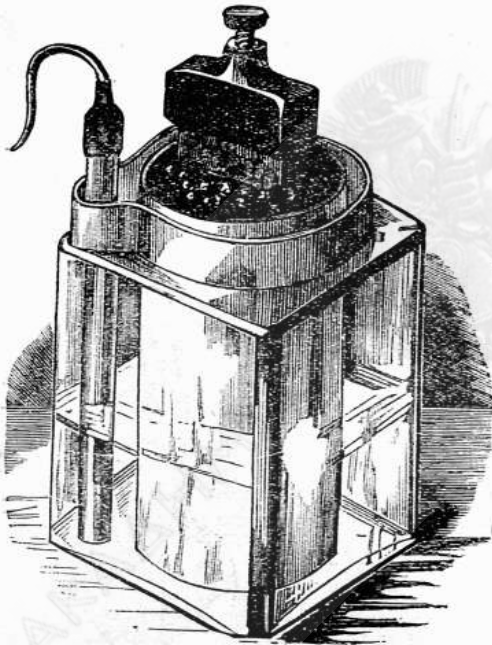
Σχ. 223.

μετὰ δευτέρου πιεστικοῦ κοχλίου χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πό-  
λου καταδύεται ὁ ψευδάργυρος κατὰ βούλησιν εἰς τὸ ἐν τῇ φιάλῃ





ύγρον ἢ ἐξάγεται καθ' ὀλοκληρίαν ἐξ αὐτοῦ στερεούμενος εἰς τι ὕψος. 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, ὅπερ ὡς παράγον ἐν τέλει κατὰ τὴν μετὰ τοῦ θειικοῦ δξέος ἀλληλεπίδρασιν ἐκτὸς καλικῆς διὰ χρωμίου συυπηρίας [ $Cr_2(SO_4)_3K_2SO_4$ ] καὶ δξυγόνον (O), παρέχει τοῦτο εἰς τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ δξέος ἐκλυόμενον ὑδρογόνον, ἅτινα ἐνούμενα χημικῶς σχηματίζουσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακωλύεται ἡ ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος συσσώρευσις τοῦ ὑδρογόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἶπομεν, τὴν ἐξασθένησιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.)



Σχ. 224.

τοῦ μαγγανίου ( $MnO_2$ ) καὶ συμπαγοῦς ἀνθρακος εἰς μικρὰ τεμάχια καὶ κεκλεισμένον ἀνωθεν διὰ πισσασφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος. Ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγείῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδαργυρος, τίθεται μέχρι τοῦ μέσου μόνον κεκορεσμένον διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος (κοινῶς νισαντήρι), ὅπερ

### 339. Στοιχεῖον Le-

**clanché.** Τὸ στοιχεῖον

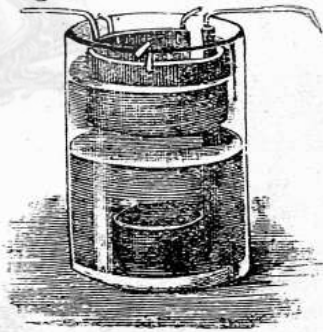
τοῦτο (σχ. 224), οὕτινος γίνεται συχνοτάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἰδίως κώ-

δωνας, σύγκειται ἐξ ἄλλοις ἀγγείου ὑαλίνου, ἐντὸς τοῦ ὁποῦ) τίθεται ράβδος ψευδαργύρου καὶ πορῶδες δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ ἀνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου

διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου ἐμποτίζει τὸ μίγμα, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὁποίου κεῖται ὁ ἀνθραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἄλας, ἦτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), προσβάλλει τὸν ψευδάργυρον, ὅστις οὕτως ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἀνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην δρᾶσιν παράγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος ψευδάργυρος ( $\text{ZnCl}_2$ ), τοῦτο δὲ ἀμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) καὶ ὑδρογόνον, ἕπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου λαμβάνει ὀξυγόνον ἐκ τοῦ καιαστρέφοντος τὴν πύλωσιν διοξειδίου τοῦ μαγγανίου ( $\text{MnO}_2$ ) καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ὀξείδιον τοῦ μαγγανίου ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ), ἐν ᾧ τὸ ὑδρογόνον μετατρέπεται εἰς ὕδωρ.

$$\begin{aligned} 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{Zn} &= 2\text{NH}_3 + 2\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \\ 2\text{H}_2 + 2\text{MnO}_2 &= \text{H}_2\text{O} + \text{Mn}_2\text{O}_3 \end{aligned}$$

340. **Στοιχείον Callaud.** Τὸ στοιχείον τοῦτο, τοῦ ὁποίου γίνεται νῦν χρήσις ἰδίως ἐν τοῖς τηλεγραφείοις, εἶνε τροποποίησις τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell, τὸ ὅποιον δὲν χρησιμοποιεῖται πλέον. Τὸ στοιχείον Callaud παρίσταται διὰ τοῦ (σχ. 225). Ἐν ὑαλίῳ 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 περιεστραμμένη, 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, ῥίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλους θεικοῦ χαλκοῦ ( $\text{CuSO}_4$ ) καὶ ἐπιχύνομεν ἢ διάλυμα θεικοῦ ψευδαργύρου ( $\text{ZnSO}_4$ ) ἢ ἀπλῶς καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου ὀλίγον τι κατω-



τέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὑπερκειμένου ὑγροῦ.

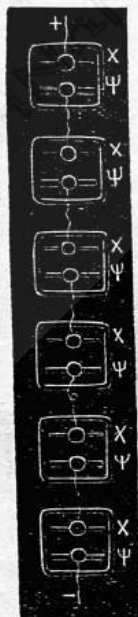
### 341. Διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους στοιχείου.

Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι εἰς τὸν ἕνα μὲν πόλον ἠλεκτρικοῦ στοιχείου ἀναφαίνεται θετικὸς ἠλεκτρισμός, εἰς δὲ τὸν ἕτερον ἀρνητικὸς, ἤτοι οἱ δύο πόλοι φέρουσιν ἑτερώνυμα ἠλεκτρικὰ φορτία. Ἐὰν νῦν τὸν ἕνα μὲν πόλον ἠλεκτρικοῦ στοιχείου, οἷον τὸν ἀρνητικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς γῆς, ὁπότε τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸν ἕτερον δὲ πόλον, τὸν θετικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μὲ εὐπαθέστατον ἠλεκτροσκόπιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται κατ' ἐλάχιστον, δεικνύοντα οὕτως ὅτι μεταξὺ τοῦ θετικοῦ πόλου καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ὑπάρχει ὠρισμένη διαφορὰ δυναμικοῦ, ἣν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν, ἐὰν τὸ ὄργανον φέρῃ κλίμακα δεικνύουσαν διὰ τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς βολτείους μονάδας. Οὕτω πειρώμενοι εὐρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἶνε ἡ αὐτὴ πάντοτε εἰς στοιχεῖον τοῦ αὐτοῦ εἶδους οἰαιδήποτε καὶ ἂν εἶνε αἱ διαστάσεις αὐτῶν, ἀλλὰ διάφορος εἰς διάφορα τὴν φύσιν ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα. Οὕτως ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἑνὸς στοιχείου Callaud εἶνε ἴσον πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα περίπου (1,07) ἑνὸς στοιχείου Leclanché ἴση πρὸς μίαν καὶ ἡμίσειαν μονάδα (1,45), ἑνὸς 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 οἰονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἑτέρου πόλου τοῦ στοιχείου. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν ψευδάργυρον ἑνὸς στοιχείου Callaud μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, ἐνῶ τὸ τοῦ χαλκοῦ ἴσον πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα. Ἐὰν δὲ ὁ ψευδάργυρος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ

ήλεκτρικῆς πηγῆς ἐχούσης ἡλεκτροδυναμικὸν  $+5$  ἢ  $+10$ , τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν 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 ἡλεκτροδυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων στοιχείου Callaud.

Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ εἰς βολτεῖους μονάδας μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου ἢ μεταξὺ δύο σημείων ἀγωγοῦ διαρροεμένου ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εὐρίσκεται δι' εἰδικῶν γαλβανομέτρων καλουμένων βολτειομέτρων.

342. *Συνένωσις ἡλεκτρικῶν στοιχείων.* Ἐὰν ἐνώσωμεν πολλὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα Callaud ἐν τάσει, ἦτοι διὰ τῶν ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὕτω σχηματίσωμεν τὴν καλουμένην ἡλεκτρικὴν στήλην, δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάδωμεν ἕξ τοιαῦτα στοιχεῖα (σχ. 226) καὶ ἐνώσωμεν τὸν ψευδάργυρον  $\Psi$  τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ  $X$  τοῦ δευτέρου, τὸν ψευδάργυρον τούτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ ἕκτου στοιχείου, εἰς δὲ ψευδάργυρος μένει ἐλεύθερος. Ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἐνός μόνου στοιχείου ἐν ἀνοικτῷ κυκλώματι εἶνε ἴση πρὸς μίαν π. χ. βόλτειον, ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξὺ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης τῆς ἀποτελουμένης ἀπὸ ἕξ στοιχείων Callaud ἐν ἀνοικτῷ κυκλώματι, συνηνωμένων εἶνε ἕξ βολτεῖων, ἦτοι 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' ἐνός μόνου στοιχείου. Ἡ ἔντασις δηλ. τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγὸν σύρμα συνδέον τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης εἶνε ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς

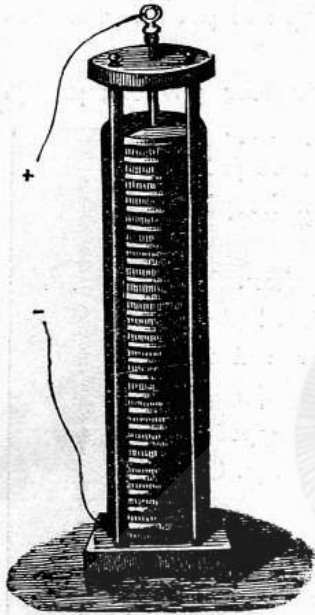


Σχ. 226.



τοῦ δυναμικοῦ τῆς ὑπαρχούσης εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης.

343. Ἡλεκτρικὴ στήλη τοῦ Βόλτα. Πρῶτος ὁ Βόλτας διέγνω



Σχ. 227.

ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης βαίνει ἀξανομένη μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων αὐτῆς. Ἡ δὲ πρώτη στήλη, ἣν οὗτος ἐπενόησε σύγκειται ἐκ δίσκου χαλκοῦ μεμονωμένου, ἐφ' οὗ τίθεται δεύτερος δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὑφασμα διαβεβρεγμένον δι' ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, εἶτα πάλιν δίσκος χαλκοῦς, δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ διαβεβρεγμένον ὑφασμα καὶ οὕτω καθεξῆς, καὶ τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνωτάτου ὑφάσματος τίθεται δίσκος χαλ. οὔς (σχ. 227). Οἱ δίσκοι οὗτοι ἀποτελοῦντες κατακόρυφον κύλινδρον συγκρατοῦνται διὰ τριῶν πέριξ ὑαλίνων στελεχῶν. Ἔνεκα δὲ τοῦ σχήματος, ὅπερ ἔλαβεν ἡ συσκευή αὕτη, καὶ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου ἐκλήθη βολ-

ταϊκὴ στήλη καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἠλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν ἠλεκτρικὴν στήλην.

Ἡ στήλη τοῦ Volta, ὅπως ἀποβῆ εὐχρηστος καὶ διαρκεστέρα, μετετράπη εἰς τὴν στήλην ἐν ποτηρίοις (σχ. 221, § 333).

*Ἐπιδοξὸν ἐπὶ ἀραιοῦ ὀξέος ἀποβῆ εὐχρηστος καὶ διαρκεστέρα  
μετετράπη εἰς τὴν στήλην ἐν ποτηρίοις.*

## 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 εἶπομεν, ἠλεκτρικὸν 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 ἠλεκτρικοῦ ρεύματος στήλη ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$  ἔχουσα μῆκος 106,3 ὑφεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. χιλιοστομ.

Ἡ ἀντίστασις, ἣν παρέχει εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος μετάλλινος ἀγωγός, εἶνε πρῶτον ἀνάλογος τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Οὕτως, ἐὰν παρενθῶσωμεν μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης ἀγωγόν, τοῦ ὁποίου αὐξάνομεν διηγεκῶς τὸ μῆκος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος βαίνει ἐλαττωμένη αὐξανομένου τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Δεύτερον ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ. Ὅσον λεπτότερος ὁ ἀγωγός, τόσον 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 ὑφεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. ὑφεκ. Ἡ ἀντίστασις αὕτη μετρεῖται εἰς μονάδας ὤμείους.



Αί ειδικαί ἀντιστάσεις μετάλλων τινῶν εἶνε αἱ ἐξῆς εἰς ἑκατομυριοστὰ ὤμείου μονάδος καὶ εἰς θερμοκρ. 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  $\alpha$  ἐπὶ τὸ μῆκος αὐτοῦ  $\mu$  λογιζόμενον εἰς ὑφεκατόμετρα, ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος τῆς διατομῆς αὐτοῦ  $\delta$  λογιζομένης εἰς τετραγωνικὰ ὑφεκατόμετρα, ἦτοι

$$\Omega = \frac{\alpha \times \mu}{\delta}.$$

Οὕτω θεωρήσωμεν σιδηροῦν ἀγωγὸν ἔχοντα μῆκος 10 μέτ., τομὴν 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 ὤμείου μονάδος.

346. Ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ 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 τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ ἡ διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ κατὰ τὰ πέρατα τοῦ σύρματος εἰς βολτείους μονάδας εἶνε μείζων καὶ ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ εἰς ὤμειους ἐλάσσων. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς 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.

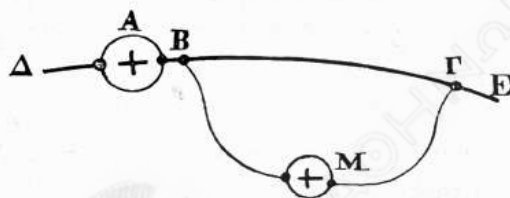
Ὁ νόμος οὗτος ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου

$$I = \frac{N}{\Omega}.$$

(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 βολτειο-

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 ὅπωςδὴποτε 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' ὅπερ 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  | »   |

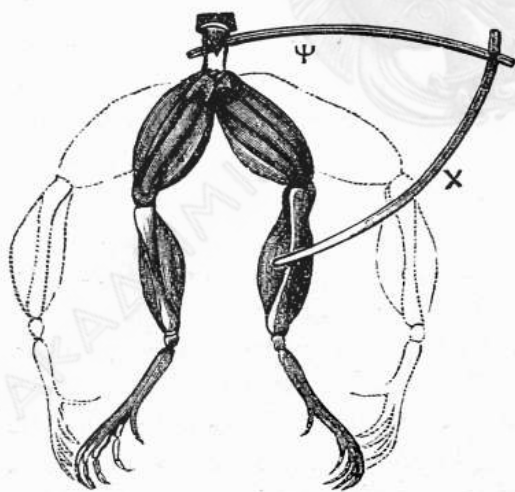
Ἐπομένως, ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους στήλης ἀποτελουμένης ἐκ 10 στοιχείων Callaud διὰ σύρματος παρουσιάζοντος ἀντίστασιν 10 ὤμειων μονάδων, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἰσοῦται πρὸς

$$I = \frac{10 \times 1}{10 + 10 \times 6} = \frac{1}{7} \text{ ἀμπερ. μον.}$$



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 ζῴων καὶ ἰδίᾳ τοῦ βατράχου ἐχρησίμευσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ ἐν Βονωνίᾳ ἰατρὸς Γαλθάνης 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 Γαλθάνης 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

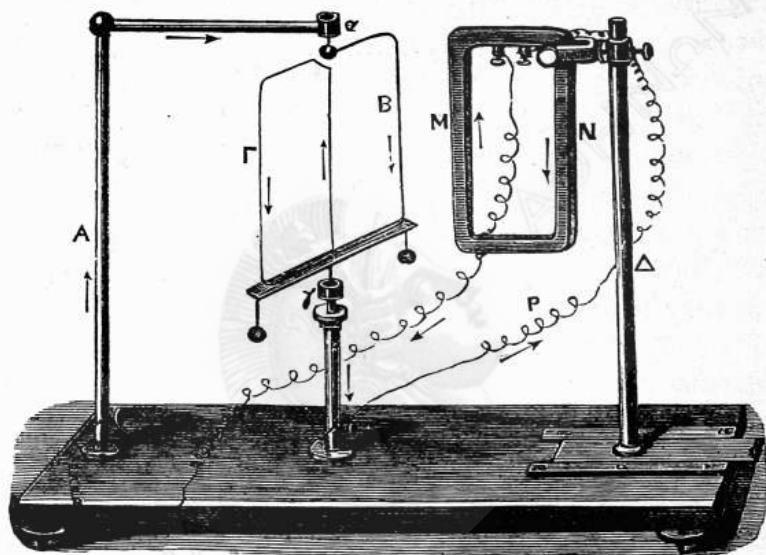
χημικήν θεωρίαν παραδεχόμεθα ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου ἐν τῇ ἀνωτέρῳ πειράματι τοῦ Γαλβάνη προέρχονται ἐξ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζύου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάβωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκειμένης περιβαλλόντες διὰ τὸ ἠλεκτραγωγὸν τοὺς ῥοηφόρους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς, αἰσθανόμεθα τιναγμούς, ἰδίᾳ ὅταν 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 ἰδιάζουσαν γεῦσιν ὄξινον ἢ ὑφάλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κροτάφους διὰ μεταλλίνων πλακιδίων βλέπομεν λάμψεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικούς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐρεθίζοντες δὲ δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τὰ νεῦρα τῆς κινήσεως, οἷον τὰ ψοϊκά, ὡς ἐν τῇ ἀνωτέρῳ περιγραφέντι πειράματι τοῦ Γαλβάνη, ἐπιφέρομεν συστολὰς τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἴνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα τῶν ζώων νεῦρα.

349. **Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.**  
 Δύο ἠλεκτρικὰ ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνοὺς ἀγωγοὺς παραλλήλους καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἔλκουσι μὲν ἀλλήλα, ἐὰν εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἀλλήλα, ἐὰν εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Α καὶ Δ (σχ. 230) εἶνε δύο μετάλλιοι 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' ὀρθήν γωνίαν



λήγει εις μικράν κοτύλην  $\alpha$  περιέχουσαν υδράργυρον και φέρουσιν εις τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ  $\Gamma\text{B}$ . Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στῦλος φέρει ἐπίσης κοτύλην  $\gamma$  πλήρη υδραργύρου κειμένην ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῆ κοτύλης  $\alpha$  κατακορύφου, ἐπὶ τοῦ



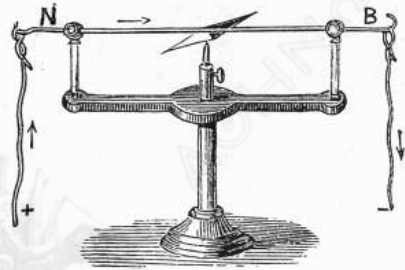
Σχ. 230.

πυθμένους τῆς ὁποίας στηρίζεται χαλυβδίνη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα και μετὰ τῆς ἀνωτέρας βελόνης ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ  $\Gamma\text{B}$ . Τὸ ρεῦμα ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στύλου  $\text{A}$ , διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης  $\alpha$  και διὰ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ  $\text{B}\Gamma$ , ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης  $\gamma$  και κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στύλου διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου  $\text{MN}$  και ἐπανέρχεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἀγωγὸν  $\text{B}$  παραλλήλως και πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς  $\text{M}$  τοῦ πλαισίου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν μὲν, ὅταν τὰ

παράλληλα ρεύματα M και B εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς.)

### §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. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ βελὼνῃ ἀποκλίνει ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἰσορροπεῖ μετὰ τινὰς ταλαντώσεις κατὰ διεύθυνσιν τοσοῦτω πλησιεστέραν εἰς τὴν κάθετον τῷ σύρματι, ὅσῳ τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον· ἡ δὲ φορὰ τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἠλεκτρι-



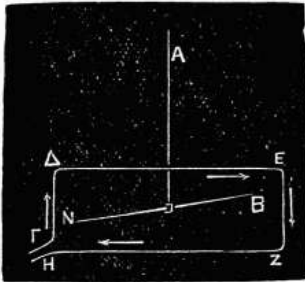
Σχ. 231.

κοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελὼνῃν ἢ ὑπ' αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φορᾶς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἢ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτετε 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 N καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς B, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελὼνῃ. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελὼνῆς, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παροτηρητοῦ.

351. Γαλβανόμετρον. Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελὼνῃν στηρίζεται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὄργανου, ὅπερ καλεῖται γαλβανόμετρον. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελὼνῃν 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



ἀποτελέσῃ ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἐάν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ τὸν ἀγωγόν, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἤτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ,

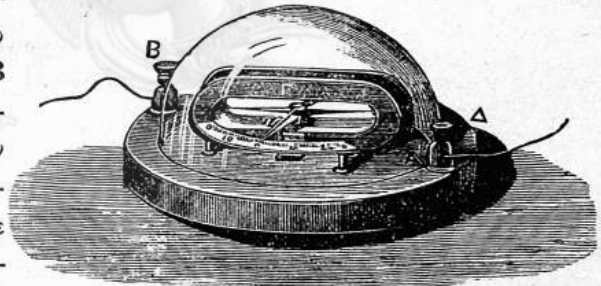


Σχ. 232.

ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπεται τὴν βελόνην κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Ἐάν 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 ἔλλειπτικῆς (σχ. 233), περὶ τὸ ὁποῖον περιελίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον, τουτέστι περιβεβλημένον μετάξῃ, οὗτινος τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν δύο πιεστικῶν κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς τοῦ πλαισίου τούτου κινεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ μαγνητικὴ βελὸνῃ ἐπὶ ὀβελίσκου ἐκ χάλυβος φέρουσα ὀρειχάλκινον δείκτην α κάθετον ἐπ' αὐ-

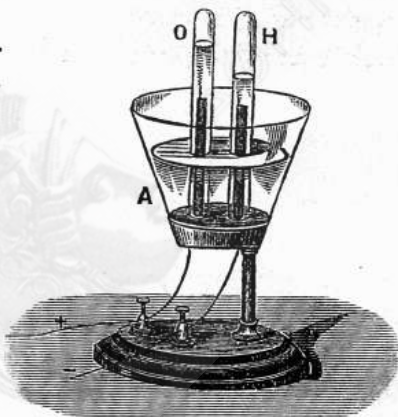


Σχ. 233.

τήν, οὗτινος τὸ ἓν 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 πιεστικοὺς κοχλίας Β καὶ Δ, ὅτε ἡ βελὸνῃ ἀποκλίνει, ἂν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ρεῦμα· β') νὰ εὐρωμεν 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 ἰσχὺν 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 ὀξυμιγοῦς, 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 ὀξυγόγον καὶ ὑδρογόγον. Ἡ ἀποσύνθεσις δ' αὕτη τελεῖται εἰς συσκευήν, ἣτις καλεῖται βολιτάμετρον (σχ. 234) καὶ σύγκειται ἐκ χωνιοειδοῦς ἀγγείου Α ἐμπεριέχοντος ὕδωρ προσξινισθὲν διὰ σταγόνων θεικοῦ ὀξέος.



Σχ. 234.

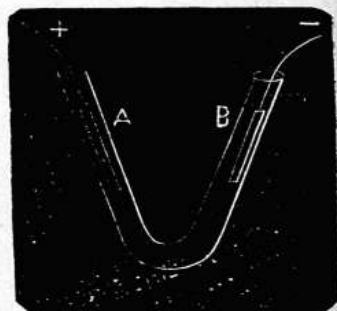
Διὰ τοῦ πυθμένους τοῦ ἀγγείου τούτου διέρχονται δύο ἐλάσματα λευκοχρύστου συγκοινωνοῦντα μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ δύο τοῦλάχιστον στοιχείων Bunsen συγκειμένης. Ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τούτων ἀναστρέφονται δύο ὑάλινα δοχεῖα Ο καὶ Η πλήρη ὕδατος ὀξυμιγοῦς. Ὄταν τὸ ρεῦμα διοχετευθῆ, ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, ἦτοι ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου, ἐκλύεται ὀξυγόγον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης, ἦτοι ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου ἐκλύεται ὑδρογόγον (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 πλειότερα στοιχεῖα μεταχειριζόμεθα, 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 ρευστοῦ 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 κυανιούχου ἀργύρου, χλωριούχου χρυσοῦ, θεικοῦ 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 λευκοχρύσου, ὧν τὸ ἐν συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, τὸ δ' ἕτερον μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ, καὶ ἐγχύσωμεν εἰς τὸν σωλῆνα διάλυμα θεικοῦ 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 ὄξύ μετ' ὀξυ-

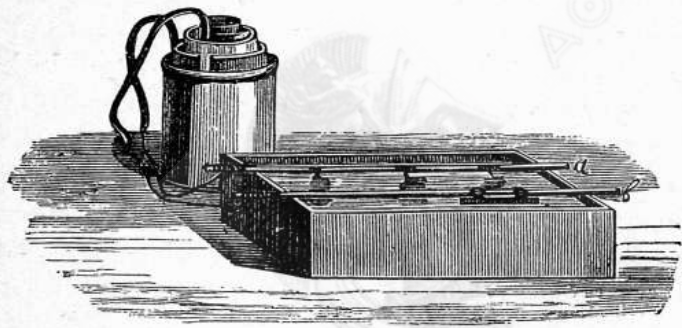


Σχ. 235.

ὄξεος  $H_2SO_4$ , καὶ ἀφ' ἐνὸς μὲν εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἀποχωρίζεται τὸ ὑδρογόνον  $H_2$  ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς τὸ θετικὸν ἠλεκτρί-

γόνου, ὅπερ ἐκλύεται. Ἐὰν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἐκ λευκο-  
χρῶσου ἔλασμα Α δι' ἐλάσματος χαλκοῦ, τότε ὁ χαλκὸς οὗτος  
διαλυόμενος παράγει αὔθις θεικὸν χαλκὸν ἐν ποσότητι ἴση 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, ἐπιχρῶσωσις.** Ἐπὶ τοῦ  
ἀνωτέρω ἐκτεθέντος χημικοῦ ἔργου τοῦ ἠλεκτρικοῦ βεύματος στη-  
ρίζεται χρήσιμος τῆς βιομηχανίας κλάδος, ἥτοι ἡ ἐπικόλλησις



Σχ. 236.

μεταλλίνου στρώματος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας οἰουδήποτε σώματος.  
Καὶ πρὸς ἐπιχάλκωσιν μὲν γίνεται χρήσις διαλύματος θεικοῦ χαλ-  
κοῦ, ἐν τῷ ὁποίῳ 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 ῥίζα  $SO_4$ , ἥτις μεθ' ἑνὸς μορίου ὕδατος  $H_2O$  σχηματίζει καὶ  
αὔθις ἐν μόριον θεικοῦ ὀξέος. ὀξυγόγον δὲ ἀποχωρίζεται ἐπὶ τοῦ  
θετικοῦ ἠλεκτροδίου.



λεπτής 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 στῶμα χαλκοῦ ἐπικαλύπτει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ γυφίνου ἀντικειμένου. Ὅμοίως γίνεται καὶ ἡ ἐπαργύρωσις ἀντικειμένου τινός, ἐν ἣ γίνε-ται χρῆσις κυανιοῦχου ἀργύρου, ὅστις μετὰ δεκαπλασίου βάρους κυανιοῦχου καλίου διαλύεται εἰς ἑκατονταπλάσιον βάρους ἀπεστα-γμένου ὕδατος. Ἐν τῇ διαλύματι δὲ τούτῳ καταδύεται ἀργυρᾶ πλάξ. Ὡσαύτως διὰ τὴν ἐπιχρύσωσιν ποιούμεθα χρῆσιν χλωριούχου χρυ-σοῦ, οὔτινος ἐν γραμμάριον μετὰ δέκα γραμμαρίων κυανιοῦχου καλίου διαλύομεν εἰς 450 γραμμάρια ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῇ διαλύματι δὲ τούτῳ διατηρουμένῳ ἐν θερμοκρασίᾳ 70° περίπου καταδύεται πλάξ χρυσοῦ. Διὰ τὴν ἐπιτύχη ὁμοίως ἡ ἐπαργύρωσις ἢ ἐπιχρύσωσις χαλκοῦ τινος π. χ. ἀντικειμένου, πυροῦται τοῦτο κατὰ πρῶτον καὶ θερμὸν ἔτι ἐμβαπτίζεται εἰς ἀραιότατον θεικὸν ὀξύ, εἶτα ἐκπλυθὲν καλῶς δι' ὕδατος ἀπεσταγμένου ἐμβαπτίζεται εὐθὺς εἰς τὸ διάλυμα.

354. **Γαλβανοπλαστική.** Ἡ γαλβανοπλαστικὴ εἶνε τέχνη, δι' ἣς δυνάμεθα ἐξ οἰοῦδ' ἕως ποτε μετάλλου τὴν ἀναπαραγωγὴν ἀντίτυπα διαφόρων ἀντικειμένων, π. χ. νομίσματα, ἀνάγλυφα, ἀγγεῖα. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν κατὰ πρῶτον τύπον, ὅστις ἐν κοίλῳ παρι-στᾷ τὸ ἀντικείμενον, οἷον τὴν μίαν ὄψιν νομίσματος. Πρὸς παρα-γωγὴν δὲ τοῦ τύπου τούτου γίνεται χρῆσις τῆς στεατίνης, τῆς γύψου, τοῦ κηροῦ ἢ κάλλιον τῆς γουτταπέρκης, ἥτις τιθεμένη ἐν ζέοντι ὕδατι μαλακύνεται καὶ καθίσταται πλαστικὴ. Τὸ ἀντικείμε-νον ἀλείφεται πρότερον δι' ὀλίγου ἐλαίου, ὅπερ κωλύει τὴν συγ-κόλλησιν αὐτοῦ μετὰ τοῦ τύπου, εἶτα ἡ πρὸς κατασκευὴν τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὄταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπι-καλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθι-στῶντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὑρισκομένου 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. Μετὰ τινα χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοῖλον τοῦ τύπου, ὕπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῆ 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.

2355. **Συσσωρευταὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Συσσωρευταὶ καλοῦνται συσκευαί, ἐν αἷς δυνάμεθα νὰ ἀποταμιεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ ὑπὸ μορφὴν χημικοῦ ἔργου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς ὑαλίου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὄγκων ὕδατος καὶ ἑνὸς θεϊκοῦ ὀξέος θέτομεν δύο ἐλάσματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διαδιβάζομεν δι' αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὁπότε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θεϊκοῦ πόλου ὀξειδοῦται, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἀνῆτο ὠξειδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Εἰς τὸ χημικὸν τοῦτο ἔργον ὀφείλεται ἡ ἀποταμίευσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῇ συσσωρευτῇ.

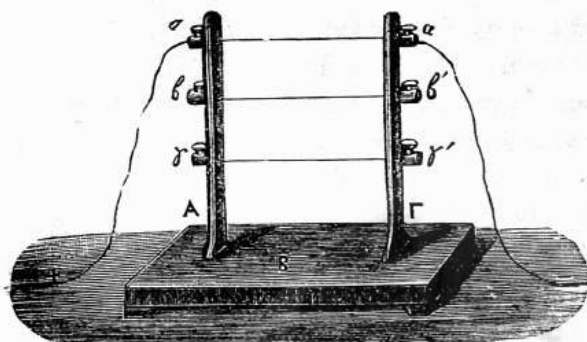
Ὅπως καταστήσωσιν εὐχερεστέραν τὴν πλήρωσιν τοῦ συσσωρευτοῦ, καλύπτουσι προηγουμένως τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μολυβδίνων πλακῶν διὰ μινίου καὶ λιθαργύρου, ἅτινα τῇ ἐπιδράσει τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος μετατρέπονται εἰς θεϊκὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν πλήρωσιν, ἐπὶ τῆς μιᾶς πλακῆς παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου, ἐνῶ ἡ 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 δυναμειως.

356. **Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.**

Ἐὰν μεταξὺ δύο ξυλίνων στηριγμάτων Α και Γ (σχ. 237) στερεώ-



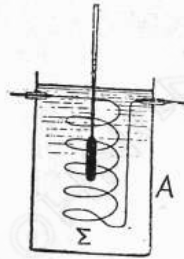
Σχ. 237.

σωμεν σύρματα αα', ββ', γγ', ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, οἷον χαλκοῦ, σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους και μήκους, και διαδιβάσωμεν διαδοχικῶς δι' αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαί-

νεται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου και λευκοχρύσου λευκοπυροῦνται· ἐὰν 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 τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸν ἀγωγὸν ὑφίσταται ἀντίστασιν τοσοῦτω μείζονα, ὅσῳ ὁ ἀγωγὸς εἶνε λεπτότερος. Τῆς πυρώσεως μεταλλίνων ἀγωγῶν δι' ἠλεκτρικὸν ρεύματος γίνεται χρῆσις ἰδίως εἰς τὴν ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τὴν γῆν ἢ ἐν τῇ θαλάσῃ και ἐν τῇ ἰατρικῇ εἰς τὰ καλούμενα ἠλεκτροκαυτήρια, και ἐν γένει πρὸς παραγωγὴν θερμότητος διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

357. **Νόμος τοῦ Joule.** Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ἥτις ἀναπτύσσεται εἰς τινὰ ἀγωγὸν διαρρεόμενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος και πρὸς τὴν ἀντίστασιν

τοῦ ἀγωγοῦ. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τοῦ Joule λαμβάνομεν δοχεῖον Α (σχ. 238) περιέχον ὠρισμένον βάρους ὕδατος ὠρισμένης θερμοκρασίας καὶ καταδύομεν ἐντὸς αὐτοῦ μετάλλινον ἀγωγὸν Σ, οἷον λεπτὸν σύρμα λευκοχρύσου, καὶ διαβιβάζομεν δι' αὐτοῦ διαδοχικῶς ἤλεκτρικὰ ρεύματα, ὧν αἱ ἐντάσεις νὰ εἶνε π. χ. ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3 ἐπὶ ὠρισμένον χρόνον. Προσδιορίζοντες ἐκάστοτε τὰ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ παραγόμενα ποσὰ θερμότητος, εὐρίσκομεν ταῦτα ὅτι ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, ἤτοι ὅτι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἐντάσεων τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἶτα διαβιβάζομεν διαδοχικῶς ἤλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς πάντοτε ἐντάσεως ἐπὶ ὠρισμένον χρόνον διὰ συρμάτων, ὧν αἱ ἀντιστάσεις νὰ εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3. Εὐρίσκομεν ὅτι τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος τὰ παραγόμενα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, ἤτοι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰς ἀντιστάσεις τῶν ἀγωγῶν.)

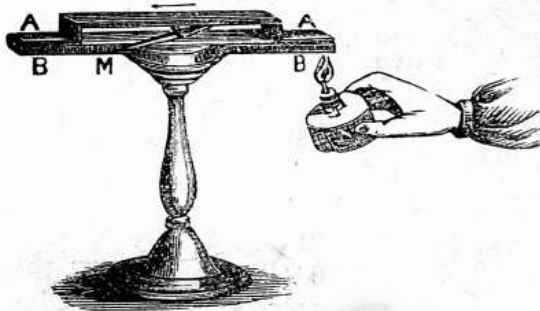


Σχ. 238.

358. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτω καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἤλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγκολλήσωμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, οἷον βισμούθιον ΒΒ καὶ ἀντιμόνιον ΑΑ (σχ. 239) οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ πλήρες κύκλωμα καὶ θερμάνωμεν τὴν ἑτέραν τῶν δύο ἐπαφῶν διατηροῦντες τὴν ἄλλην ψυχράν, παράγεται ἤλεκτρικὸν ρεῦμα ἱκανὸν νὰ ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βελόνην Μ. Ἡ ἰσχὺς τοῦ παραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα μέταλλα, οὕσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, πολλῶ δ' ἐλάστων 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 βρεύματος



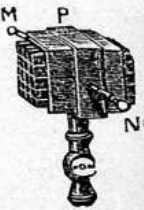
Σχ. 239.

αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας κατ' ἀρχὰς μέχρι μεγίστης τιμῆς, εἶτα ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ τέλος τὸ βρεῦμα 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 γαλβανοπλαστικήν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήγησε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν βραδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλώμενα ἀποτελοῦσι κύβον P (σχ. 240), εἰς ὃν αἱ M 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, ὅπερ καλεῖται θερμοπολλαπλασιαστής, εἶνε τοσοῦτον εὐπαθές, ὥστε καὶ τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν ἑδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἢ βελόνην εὐπαθοῦς



Σχ. 240.

γαλβανομέτρου 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 βρεῦμα, ὅπερ, ὡς προείπομεν, δύναται ν' ἀποταμειωθῇ εἰς συσσωρευτὰς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανὸν ὅτι θὰ δυνηθῶσι ποτε ν' ἀποθηκεύσωσι τὴν ἠλιακὴν θερ-

μότητα μετατρέποντες αὐτὴν εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθη-  
κευόμενον εἰς καταλλήλους συσσωρευτάς θὰ χρησιμοποιηθῆται 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 ἀνθρακος καὶ θέσας εἰς ἐπαφὴν τὰ πέρατα  
τῶν δύο ἀνθράκων καὶ εἶτα ἀπομακρύνας ταῦτα βαθμηδὸν καὶ  
κατ' ὀλίγον παρήγαγε λαμπρότατον  
φῶς, ὅπερ ἔχον σχῆμα τόξου ἐκλήθη  
βολταϊκὸν τόξον.

Τὸ οὕτω παραγόμενον ἠλεκτρικὸν  
φῶς (σχ. 241) προέρχεται ἐκ τῆς δια-  
πυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων  
ἀποσπώμενων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων,  
ἅτινα σχηματίζουσιν ἄλυσιν, ἧτις  
ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν  
ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ.  
Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν  
ἀνθράκων ἢ ἄλυσις αὕτη διασπασθῆ,  
τὸ φῶς ἀποσβέννυται καὶ διὰ νὰ παρα-  
χθῆ πάλιν πρέπει οἱ ἀνθρακες 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-

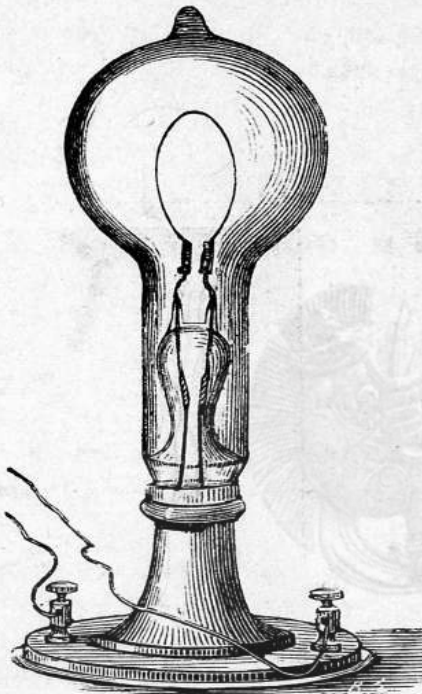


Σχ. 241.

σφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν  
δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἔνεκα τῆς ὑψίστης θερ-  
μοκρασίας, ἧτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἀνθρακες  
καιόμενοι φθείρονται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἀνθρακι ἐμπεριεχόμεναι ξέ-  
ναι δυστηκτόταται γεώδεις οὐσίαι τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρὰ



σφαιρίδια  $\gamma, \gamma'$ , ἅτινα κυλιόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῶν ἀνθράκων ἐκπηδῶσιν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς αὐτῶν εἰς τὸν ἕτερον. Ὁ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ  $\gamma$  οὐ μόνον καταναλίσκεται ταχύτε-



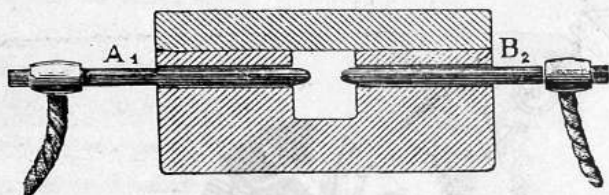
Σχ. 242.

ρον τοῦ ἑτέρου  $\gamma'$  τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνοῦντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλοῦται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδὸς τι κρατῆρος ἐκπέμποντος ἀπλετοῦ φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ  $\gamma'$  καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἄκίδα.

360. Ἡλεκτρικὸς λαμπτήρ τοῦ Edison. Εἰς τὸν λαμπτήρα τοῦτον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύγκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθρακος, 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 ὑάλῳ εὐρίσκονται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῶν ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συσκευῆς πιεστικῶν κοχλιῶν μετὰ τῶν ἀγωγῶν, οἵτινες φέρουσιν εἰς τὸ ἐξ ἀνθρακος νῆμα τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον κενοῦται τελείως τοῦ ἀέρος καὶ εἶτα κλείεται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νῆμα τοῦ ἀνθρακος τὸ ὑποκείμενον εἰς καῦσιν 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 πολλῶ μείζων τῆς ἀπαιτουμένης δι' ἐν 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 ἀνθρακος νῆμα ἀντικαθίσταται διὰ λεπτῶν μεταλλίνων συρμάτων ἐκ τανταλίου, βολφραμίου, ὀσμίου.

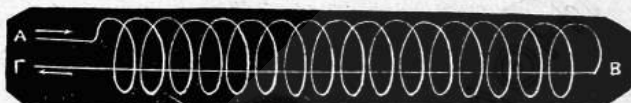
361. Ἡλεκτρικὴ κάμινος. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου εἶνε πολλῶ μείζων τῆς δι' οἰουδήποτε ἄλλου μέσου πρὸς παραγωγὴν ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ὑπερβαίνουσα τοὺς  $3000^{\circ}$ . Ἔνεκα τούτου χρησιμοποιοῦσιν αὐτὴν εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς καμίνους (σχ. 243), εἰς τὰς ὁποίας τὸ βολταϊκὸν τόξον παράγεται μεταξὺ δύο συμπαγῶν ἀνθράκων  $A_1$ ,  $B_2$  ἐντὸς κυπέλλου ἐκ πυριμάχων πλίνθων. Θέτοντες ἐντὸς τοῦ κυπέλλου μίγμα ἐξ ἀνθρακος καὶ ἀσβέστου παράγουσι τὸ ἀνθρακασβέστιον, τὸ ὅποιον χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν ὀξυγενίου διὰ φωτισμὸν.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

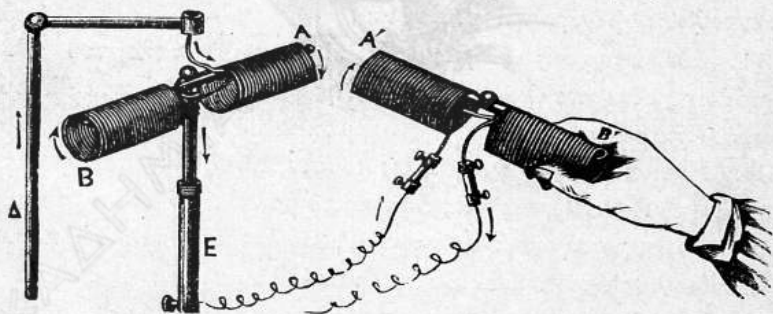
## ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΗΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

362. *Σωληνοειδές.* Καλείται σωληνοειδές ρεύμα ἢ καὶ ἀπλῶς σωληνοειδές μετάλλινον σύρμα περιελισσόμενον ἑλικοειδῶς καὶ διαρρέομενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 244). Τὸ σωληνοειδές ἔχει πάσας τὰς ιδιότητες μαγνήτου. Οὕτως, ἐὰν τοιοῦτον σωλη-



Σχ. 244.

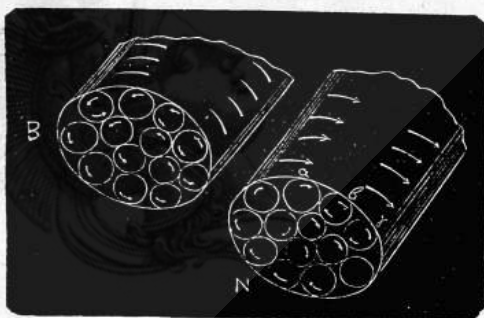
νοειδές στηρίξωμεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα (σχ. 245), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδές τοῦτο στρέφεται ἔνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γῆς οὕτως, ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν



Σχ. 245.

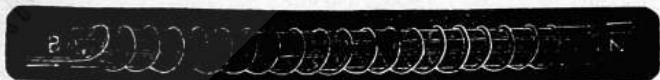
καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐν τῇ πυξίδι τῆς ἀποκλίσεως. Διακρίνομεν δ' ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς βόρειον πόλον Α καὶ νότιον Β, διότι, ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Α τοῦ σωληνοειδοῦς τούτου πλησιάσωμεν τὸν ὁμώνυμον πόλον Α' ἄλλου σωληνοειδοῦς Α' Β' ἐν τῇ χειρὶ κρατουμένου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τὸν ἑτερόνυμον Β',

ἔλξιν, ὡς συμβαίνει καὶ μεταξὺ δύο μαγνητικῶν βελονῶν. Ἐὰν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάσωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν ἔλξιν μὲν μεταξὺ τῶν ἑτερωνύμων πόλων, ἀπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμωνύμοις. 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 ἔσωτερικὸν πάντων τῶν μορίων μεμαγνητισμένης ῥάβδου κυκλοφοροῦσιν ἠλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς φοράς παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 246). Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τῆς χαλυδίνης ῥάβδου τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φοράν καὶ διεύθυνσιν, μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὁμῶς στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορά αὐτῶν νὰ εἴνε εἰς πάντα ἡ αὐτή. Ἐὰν δὲ στρέψαντες τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσβλέψω-



Σχ. 246.

μεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνοσιν κατὰ τὴν φοράν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φοράν ἀντίθετον.



Σχ. 247.

363. **Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων.** Ἐὰν ἐφ' ὑαλίνου σωλή-  
νος περιελίξωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 247) καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω  
παραχθείσης ἐλικῆς τεθῆ ῥάβδος χαλυδίνη καὶ διαβιασθῆ διὰ

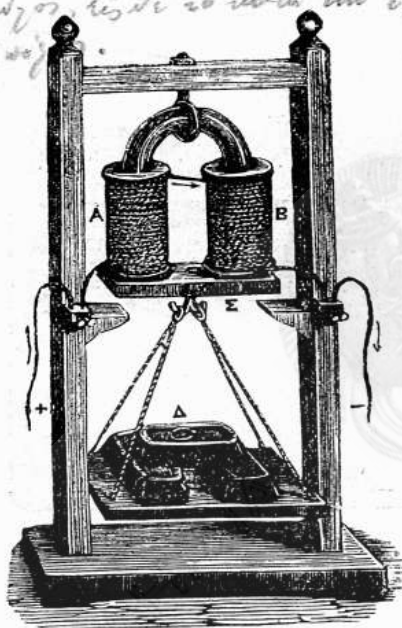
*1. πρὸς τὴν ἐπίπεδον καὶ διεκτικὴν τοῦ ὥρολογίου, τοῦ ἴσου  
ἐν τῷ ἄξονι πρὸς τὸ βορρην καὶ νότον*



της ἑλικος ἠλεκτρικὸν ρεύμα, ἡ ράβδος μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν νότιος πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον N, ὁ δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B. 2

364. Ἡλεκτρομαγνήτης. Ἐὰν ἀντὶ χαλυβδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλήνα ράβδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυβδίνη, ἀλλὰ προσκαίρωσ' τουτέστιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυβδίνη ράβδος ἐξακολουθεῖ οὕσα μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ἡ μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ μόνον, ἐφ' ὅσον τὸ ρεύμα διέρχεται. Ἡ συσκευὴ δ' αὕτη ἡ ἀποτελουμένη ἐκ πυρῆνος μαλακοῦ σιδήρου, περιὸν ἐλίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον καὶ ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρεόμενον, καλεῖται ἠλεκτρομαγνήτης.

Ὅταν ὁ ἠλεκτρομαγνήτης εἶνε εὐθύς, τὸ σύρμα τὸ ὑπὸ μετὰξῆς κεκαλυμμένον περιελίσσεται ἡ καθ' ὄλον τὸ μῆκος τῆς σιδηρᾶς ράβδου ἢ μόνον κατὰ τὰ δύο αὐτῆς ἄκρα. Ἄλλ' ὅταν ὁ σιδηροῦς πυρῆν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου εἶνε

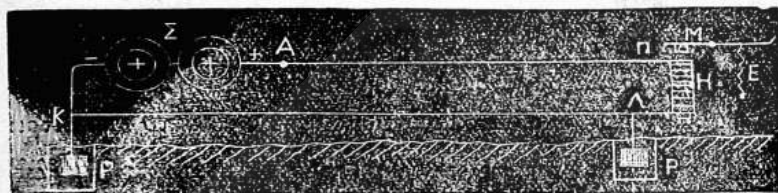


Σχ. 248.

κεκαμμένον AB (σχ. 248), περιελίσσεται τὸ σύρμα ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ἐπικαμποῦς πυρῆνος, ὥστε νὰ σχηματισθῶσι δύο πηνία A καὶ B. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ἀυξάνεται, ἀυξανομένης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐὰν ὑπὸ τοὺς πόλους αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἣτις καλουμένη ὀπλιμοδὸς ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου μέχρι προσκολ-

λήσεως, όταν τὸν ἀγωγὸν αὐτοῦ διαρρέῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ τούτου δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη Δ, ἅτινα ὁμοῦς καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἡλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς ἀποτελοῦντες τὸ οὐσιώδες συστατικὸν πολλῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλομεν περιγράψαι τὴν ἐν τῷ ἡλεκτρικῷ τηλεγράφῳ χρῆσιν αὐτῶν.

365. Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος. Ὁ ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος χρησιμεύει πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ τῆς διαδόσεως ἡλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς ἐπιμήκεις μεταλλίνοις



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 περιγράψαι τὸ τοῦ Μόρσου, τὸ καὶ παρ' ἡμῖν ἐν χρήσει.

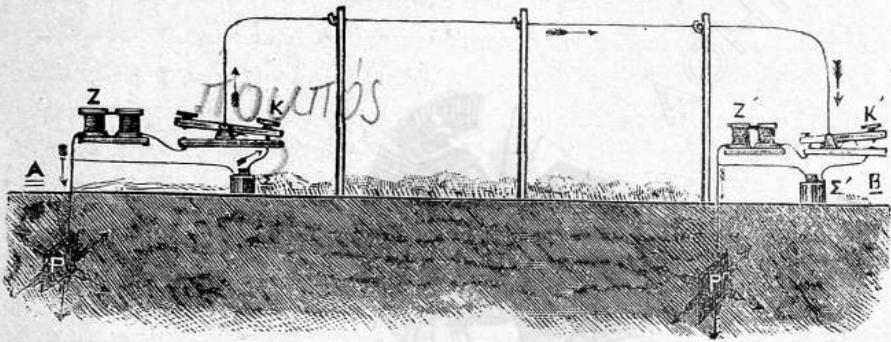
Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῆ μεταλλικὸν ἀγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν Α (σχ. 249) φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς Π καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας καὶ ὅτι εἰς ἓν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθέτομεν ἡλεκτρικὴν στήλην, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιεὶ ἡλεκτρομαγνήτην Η. Ἐφ' ὅσον ὁ ἀγωγὸς διατηρεῖται συνεχῆς, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρὴν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διατελῶν μαγνήτης ἔλκει τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν Μ. Ἐὰν ὁμοῦς εἰς τι σημεῖον ὁ ἀγωγὸς διακοπῇ, οἷον εἰς τὸ σημεῖον Α τὸ ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν ἡλεκτρικὴν πηγὴν π. χ. κείμενον, εὐθὺς τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἡλεκτρομαγνήτης Η δὲν ἔλκει



πλέον τὸν ὄπλισμόν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆνος διὰ τινος ἐλικοειδοῦς 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 μετάβασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΔΚ διὰ τὴν ἐπάνοδοσιν αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεύτερος οὗτος ἀγωγὸς ΚΑ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Λ προσκολληθῶσι μετάλλινα σύρματα περατούμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ὕδατος τῶν φρεάτων P καὶ P'. Καὶ εἰς μὲν τὸ σημεῖον A, 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 H τοῦ ἀγωγοῦ, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἠλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευὴ καλουμένη δέκτης, δι' ἧς ἀποτυποῦνται τὰ διάφορα συνθήματα ἐπὶ χαρτίνης ταινίας. Ἐπειδὴ ὅμως οὐ μόνον ἐξ Ἀθηνῶν πρέπει νὰ ἐκπέμπωνται συνθήματα 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 δεικνύται 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, οὓς 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, ἤτοι 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.

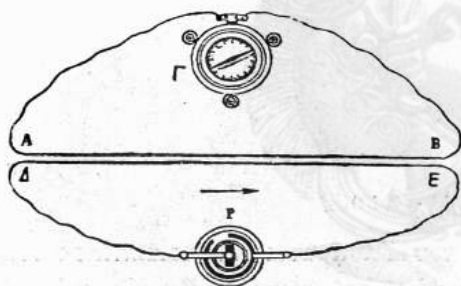


## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.  
ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ. ΜΙΚΡΟΦΩΝΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΑΙ

46 367. *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 δευμάτων.* Θεωρήσωμεν ἀγωγὸν εὐθύγραμμον ΔΕ (σχ. 251) διαρρέομενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ΡΔΕ καὶ κείμενον πλησίον καὶ παραλλήλως δευτέρῳ ἀγωγῷ ΑΒ, οὗ τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου Γ.



Σχ. 251.

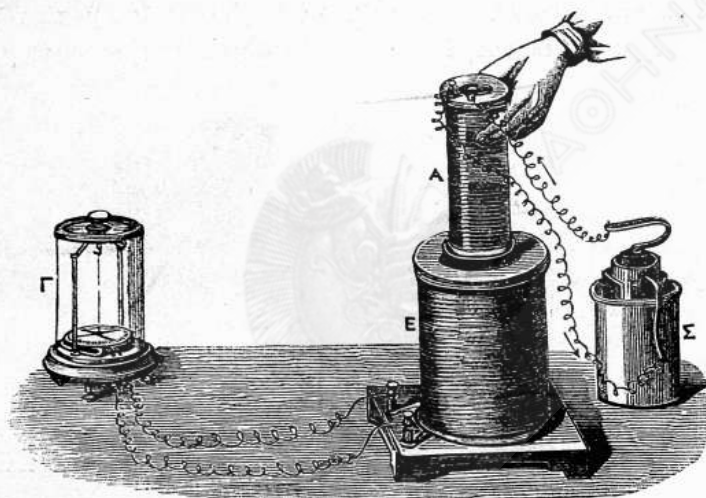
δὲ ρεῦμα διαρρέει τὸν ἀγωγὸν ΑΒ, ἐφόσον οἱ δύο ἀγωγοὶ τηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἐὰν νῦν ἀπομακρύνωμεν τοὺς δύο ἀγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ ἀπ' ἀλλήλων, παράγεται πάλιν ἐν τῷ δευτέρῳ ἀγωγῷ ρεῦμα εξ επαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι.

β) Τηροῦντες τοὺς παραλλήλους ἀγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ πλησίον καὶ εἰς σχετικὴν θέσιν ἀμετάβλητον, ἂν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος ΡΔΕ, παράγεται ἐν τῷ ἀγωγῷ ΑΒ ρεῦμα ἀντίρροπον, ἂν δὲ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν αὐτοῦ, παράγεται ρεῦμα ὁμόρροπον.

α) Ἐὰν πλησιάσωμεν τοὺς δύο ἀγωγούς, παράγεται ἐπὶ τοῦ δευτέρου ΑΒ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχον φορὰν ἀντίρροπον τῆς τοῦ πρώτου τοῦ ἐπιδρῶντος ΔΕ. Καθ' ἣν στιγμήν ἢ προσπέλασιν παύσῃ, καὶ τὸ εξ ἐπιδράσεως παραγόμενον παύει, οὐδὲν

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 διακόπτωμεν τὸ κύκλωμα ΡΔΕ, ἀντίρροπον δέ, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ἀποκαθίσταται.

Β) Ἐπαγωγή διὰ πηνίου. Λαμβάνομεν δύο πηνία Α καὶ Ε (σχ. 252), ἀποτελούμενα ἐκ χαλκοῦ σύρματος κεκαλυμμένου



Σχ. 252.

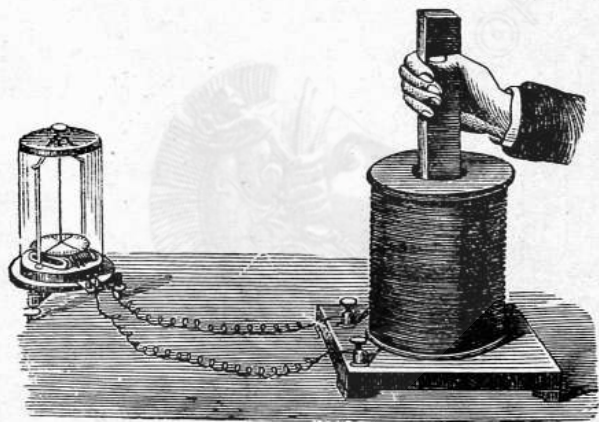
διὰ μετάξης καὶ συνάπτομεν τὰ πέρατα τοῦ μὲν πρώτου Α μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τοῦ δὲ δευτέρου Ε μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν τοῦ γαλβανομέτρου Γ. Τούτων δὲ γενομένων εἰσάγομεν τὸ πηνίον Α εἰς τὸ πηνίον Ε, ὅπότε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου Ε ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι τῷ διαρρέοντι τὸ πηνίον Α. Ἐὰν δὲ ἀνελκῶσωμεν τὸ πηνίον Α, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ Ε ρεῦμα ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι. Αὐξάνοντες 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 ἐπιδρωῶντι.

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 οἴαςδῆποτε παράγει ἐντὸς ταύτης ἐπαγωγικά ρεύματα, καλούμενα ρεύματα τοῦ Foucault.

β') Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ πηνίου μετὰ τῶν πιστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου (σχ. 253) καὶ εἰσαγάγωμεν μαγνή-



Σχ. 253.

την εἰς τὸ πηνίον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (σχ. 246 § 362) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτη. Ἐὰν δ' ἀνασύρωμεν τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου.

Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνῃ καὶ κατ' ἄλλον τρόπον. Εἰσάγωμεν εἰς τὸ πηνίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν μαγνήτην. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτοῦ ὁ μαλακὸς σίδηρος γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγονται ἐν τῷ πηνίῳ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς τὸ μὲν ἀντίρροπον

τὸ δὲ ὁμόρροπον. Δυνάμεθα ὡσαύτως νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηγίον μαγνήτην, πρὸς ὃν πλησιάζοντες ἢ ἀπομακρύνοντες τεμάχιον σιδήρου παράγομεν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα.

(368. **Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.** Πάντα τὰ ἀνωτέρω ἐκτεθέντα πειράματα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἐπὶ τῶν δευτερευόντων ἀγωγῶν (AB σχ. 251, E σχ. 252 καὶ 253) ἀναφαίνεται ἡλεκτρεγερτικὴ τις δύναμις, ἥτις παράγει τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρικὰ ρεύματα καὶ καλεῖται ἕνεκα τούτου ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.

Θεωρήσωμεν εἰδικῶς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν, τοῦ πηγίου A εὕρισκομένου ἐν τῷ πηγίῳ E, διακόπτομεν ἀποτόμως τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ΣΑ, ὅτε ἀναφαίνεται ὠρισμένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα ἀντικαθιστῶντες τὸ πηγίον E δι' ἄλλου ἀποτελουμένου ἐκ χαλκοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ μὲν βάρους ἀλλὰ λεπτοτέρου, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν νὰ αὐξήσῃ, τοῦ πηγίου E διατηροῦντος τὰς αὐτὰς διαστάσεις, ἢ ἀναφανομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν.

369. **Διάρκεια καὶ ἔντασις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων.** Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, ἥτις δεικνύεται διὰ τοῦ σχήματος 252, καθ' ἣν ἀνασύρομεν τὸ ἐν τῷ πηγίῳ E εὕρισκόμενον πηγίον A μέχρις ὠρισμένης ἀποστάσεως. Ἐὰν μὲν ἀνασύρωμεν βιαίως τὸ πηγίον E, 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 βιαίαν κίνησιν ὁ παραγόμενος ἡλεκτρισμὸς διαρρέει τὸ πηγίον E ἐν ἐλάσσονι χρόνῳ καὶ ἐπομένως παράγεται ρεῦμα ἐντατικώτερον ἀλλὰ μικρᾶς διαρκείας, ἐνῶ κατὰ τὴν βραδεῖαν κίνησιν παράγεται ρεῦμα ἀσθενέστερον, ἀλλὰ μείζο-

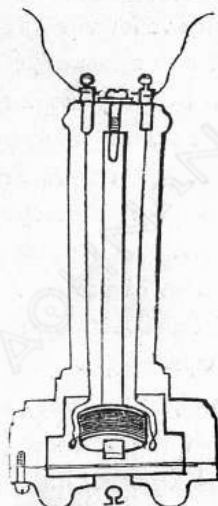


νος διαρκείας. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἀνασύρωμεν βιαίως ἢ βραδέως τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηνίου (σχ. 253).

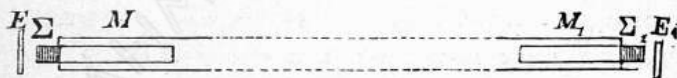
370. **Ἐπίρρευμα. Αὐτεπαγωγή.** Ἐὰν τὰ πέρατα τῶν ῥοηφόρων ἠλεκτρικῆς στήλης πλησιάσωμεν εἰς ἐλαχίστην ἀπόστασιν, οὐδεὶς σπινθῆρ παράγεται. Ἐὰν ὅμως ἐνώσαντες τοὺς ῥοηφόρους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης ἀποσπάσωμεν εἶτα αὐτούς, παρατηροῦμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα μεταξὺ τῶν περάτων τῶν ῥοηφόρων παραγόμενον. Τὸ 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 ἄγωγος ὁ διαρρεόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, παράγει ἐπὶ τοῦ παρακειμένου νήματος τοῦ αὐτοῦ ἄγωγου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόροπον τῷ κυκλοφοροῦντι ἐπὶ τοῦ ἄγωγου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἀμοιβαίας ἐπαδράσεως τῶν στοιχειωδῶν νηματίων τοῦ ἄγωγου, ἔνεκα τῆς ὁμοίας ἐπέρχεται κατὰ τὴν διακοπὴν ἢ 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 ἄγωγος ἐλίσσεται σπειροειδῶς, διότι τὸ ρεῦμα ἐκάστης σπείρας ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς παρακειμένης σπείρας καὶ ἀναπτύσσει ρεῦμα ὁμόροπον, οὕτω δὲ παράγεται ἰσχυρότερος σπινθῆρ κατὰ τὴν διακοπὴν. Ἡ αὐτεπαγωγή αὕτη εἶνε ἔτι μᾶλλον ἰσχυρότερα, ἐὰν κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σπειροειδοῦς τοῦ διαρρεομένου 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 μεταδιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἠλεκτρικῶν ρευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μεταλλίνου ἄγωγου. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν **τηλέφωνον** σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος  $\Omega$  (σχ. 254), ὅπερ εὑρίσκεται:

εις τὸν πυθμένα ξυλίνου δλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κεῖται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη βράβδος, 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 μετὰξις, σχηματίζον μικρὸν πηνίου. Ἡ μαγνητικὴ βράβδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλίνδρῳ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χάλκινου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικής θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ ἐντελῶς ὁμοίου ὄργανου. Ἐὰν γὺν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλέφωνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὄλμον αὐτοῦ εἰς τὸ σὺς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ δλμῳ τοῦ ἑτέρου τηλεφώνου τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.



Σχ. 254.

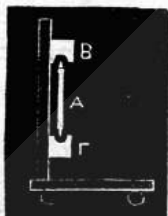


Σχ. 255.

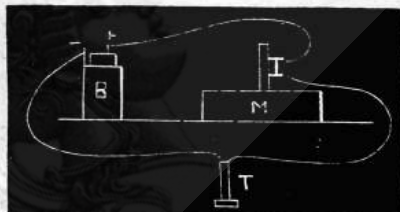
372. Θεωρία τοῦ τηλεφώνου. Ὅταν λαλῇ τις μεγαλοφώνως καὶ εὐκρινῶς ἐνώπιον τοῦ δλμου τηλεφώνου τινός, ἢ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἐλασμα E (σχ. 255), τὸ ὁποῖον κραδαινόμενον κολοῦται καὶ κυρτοῦται μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἥττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα M τοῦ πηνίου Σ ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ. Ἐνεκα δὲ τούτου παράγονται ἐν τῷ



πηγίω  $\Sigma$  ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαρρέοντα τοὺς ἀγωγοὺς καὶ τὸ πηνίον  $\Sigma$ , τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὄργάνου  $M$ , μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσι τὴν ἰσχὴν τοῦ μαγνήτου τοῦ δευτέρου τηλεφώνου, ἐὰν εἶνε ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα πρὸς τὰ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (§ 362) ἠλεκτρικὰ ρεύματα τοῦ μαγνήτου οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα  $E$ , τοῦ ἑτέρου τηλεφώνου  $M$ , 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 μεταδιδομένων εἰς τὸν ἐν τῷ ὄλμῳ ἀέρα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς φθόγγους, ἀλλ' ἀσθενεστεροὺς, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττουμένου.



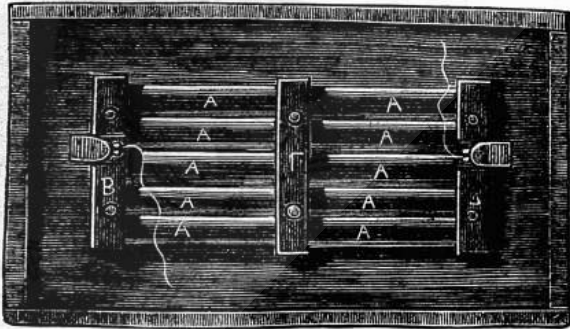
Σχ. 256



Σχ. 257.

373. **Μικρόφωνον.** Ἡ δι' ἀπλῶν τοιούτων τηλεφώνων μετάδοσις τῆς φωνῆς ἀποβαίνει δυσχερῆς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις. Ἡ χρῆσις ἄρα αὐτῶν θὰ ἦτο περιωρισμένη, ἂν 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 ὄρατὰ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ πρῶτον μικρόφωνον τὸ ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Hughes σύγκειται ἐκ κυλίνδρου  $A$  (σχ. 256) ἐξ ἀνθρακος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα καὶ στηρίζεται κατακορύφως εἰς μικρὰς κοιλοτήτας ἐσκαμμένας ἐντὸς δύο τεμαχίων  $B$  καὶ  $\Gamma$  ἐξ ἀνθρακος ἐστηρικμένων ἐπὶ κατακορύφου

σανίδος. Ἐὰν παρενθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρικῆς στήλης Β (σχ. 257) κατὰ σειρὰν τὴν συσκευὴν ταύτην Μ καὶ τηλέφωνον Τ, τότε τὸ ρεῦμα ἀναχωροῦν ἀπὸ τῆς στήλης καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος τοῦ μικροφώνου καὶ εἶτα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ τηλεφώνου ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον αὐτῆς. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ κυλινδρικός ἄνθραξ Α τηρηθῆ εἰς τελείαν ἀκίνησιάν καὶ θέσωμεν τὸ τηλέφωνον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, οὐδὲν ἀκούομεν, διότι τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διατηροῦντος σταθερὰν ἰσχύϊν ἢ ἔλξις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ τηλεφώνου μένει ἀμετάβλητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ τὸ ἔλασμα μένει ἀκίνητον. Ἐλάχιστος ὁμως κραδασμὸς παραγόμενος εἰς τὸ μικρόφωνον μεταβάλλει τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τὰ μεταξὺ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος καὶ τῶν ἐξ ἄνθρακος ὑποστηριγμάτων αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὕτω τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται καὶ ἡ ἰσχύς τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ τηλεφώνου καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου ὅτε μὲν γίνε-



Σχ. 258.

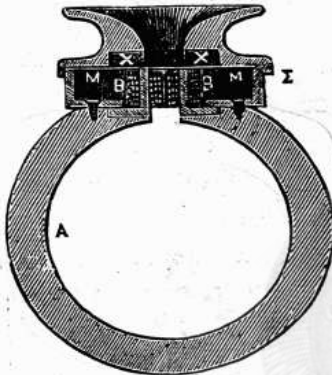
ται ἰσχυρότερος, ὅτε δ' ἀσθενέστερος. Οὕτω τῆς ἔλξεως τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος μεταβαλλομένης τίθεται τὸ ἔλασμα εἰς παλλομένην κίνησιν καὶ παράγεται ἤχος ἀρκούντως εὐκρινῆς.

374. **Φωνοπομπὴς τοῦ Ader.** Ὁ Ader θέλων νὰ ἐπαυξήσῃ τὰ σημεῖα ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν ἀνθράκων ἐτροποποίησεν ὡς ἐξῆς τὸ μικρόφωνον. Ὑπὸ λεπτοτάτην σανίδα ἐξ ἐλαφροῦ ξύλου ἐλάττης σχήματος ὀρθογωνίου (σχ. 258) τοποθετοῦνται τρεῖς πρισματικοὶ ἄνθρακες Β, Γ καὶ Δ παραλλήλως. Ἐντὸς δ' ὅπων ἐσκαμμένων ἐπὶ τῶν πλαγιῶν ἐδρῶν τῶν ἀνθράκων στηρίζονται ἐγκαρσίως ἀνά πέντε



κυλινδρικά ραβδία ἐξ ἄνθρακος ΑΑ, τὸ δὲ ὄλον παριστᾶ εἶδος μικρᾶς διπλῆς ἐσχάρας.

375. **Φωνοδέκτης τοῦ Ader.** Ὁ Ader ἐπήνεγκε τροποποίησιν καὶ εἰς τὸ τηλέφωνον καταστήσας αὐτὸ ἔτι μᾶλλον εὐπαθές. Ὁ τηλεφωνικὸς δέκτης τοῦ Ader, οὐτινος τομὴν παριστᾶ τὸ

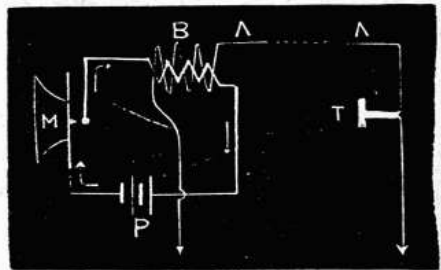


Σχ. 259.

εἰδῆς 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

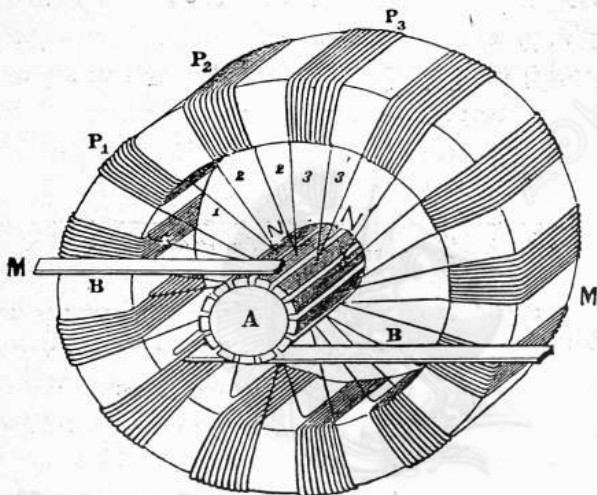
τουτέστιν ἀντὶν' ἀποστείλῃ ἀπ' εὐθείας τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐκπορευόμενον ρεῦμα καὶ διὰ τοῦ μικροφώνου διερχόμενον μεταχειρίζεται ἐπαγωγικὸν πηνίον Β (σχ. 260) καὶ τότε τὸ κύκλωμα τοῦ μικροφώνου Μ περιλαμβάνει τὴν στήλην Ρ καὶ μόνον τὴν ἐκ παχέος σύρματος ἐσωτερικὴν σπεῖραν τοῦ πηνίου Β. Ἡ δὲ ἐκ λεπτοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ πηνίου Β ἐξωτερικὴ σπεῖρα περιλαμβάνει τὴν τηλεφωνικὴν γραμμὴν ΑΔ,



Σχ. 260.

τὸ τηλέφωνον Τ 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.

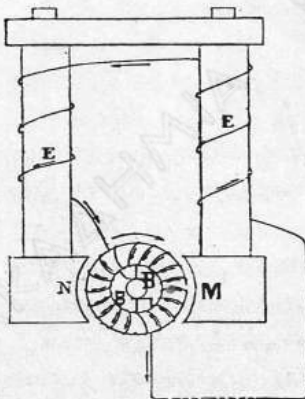
ρουνται δὲ εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς μηχανάς, εἰς ἃς ἡ ἐπαγωγή γίνεται διὰ μαγνητῶν, καὶ εἰς δυναμοηλεκτρικὰς εἰς ἃς αὕτη γίνεται δι' ἠλεκτρομαγνητῶν.

α') Μαγνητοηλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Gramme. Αὕτη σύγκειται ἐκ δακτυλίου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου περιβεβλημένου ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος μεμονωμένου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ σειρὰν πηνίων  $P_1, P_2, P_3, \dots$  (σχ. 261) ἠνωμένων διὰ τῶν περάτων αὐτῶν οὕτως, ὥστε ἀποτελοῦσιν ἓν συνεχὲς καὶ ἄνευ τέρματος κύκλωμα. Τὸ σημεῖον τῆς ἐνώσεως δύο διαδοχικῶν πηνίων, οἷον τῶν  $P_1$  καὶ  $P_2$  εὐρίσκεται εἰς τὴν συγκόλλησιν τοῦ σύρματος 1 εἰς ὃ περατοῦται τὸ πηνίον  $P_1$ , καὶ τοῦ σύρματος 2 ἐξ οὗ ἄρχεται τὸ πηνίον  $P_2$ . 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 ἄξονος A τρίβονται δύο μετάλλια ἐλάσματα BB κατὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα τοῦ ἄξονος τούτου. Ὁ δακτύλιος οὗτος κεῖται μεταξὺ 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 περιτὸν 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 ἅτινα συλλέγομεν διὰ μεταλλίων ἐλασμάτων BB.

β') *Δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή.* Εἰς ταύτην ὁ δακτύλιος περιστρέφεται μεταξὺ τῶν δύο πόλων N καὶ M (σχ. 262) ἠλεκτρομαγνήτου EE, οὗ οἱ ἄγωγοι διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐν τῷ ἄγωγῳ 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 τῷ ἄγωγῳ τοῦ δακτυλίου παραγόμενον διαρρέον τὸν ἄγωγὸν 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

ἤλεκτρικὸν στοιχεῖον. Δύναται ἐπομένως ν' ἀποδῆ ἰσχυρότατον καὶ χρησιμεύει διὰ τὸν ἤλεκτρικὸν φωτισμὸν, διὰ τὴν κίνησιν κ.τ.λ.

378. **Ἠλεκτροκινητήρες.** Αἱ ἤλεκτρομηχαναί, ὡς εἶδομεν, μετατρέπουσι τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν εἰς ἤλεκτρικὴν, τοῦναντίον οἱ ἤλεκτροκινητήρες μετατρέπουσι τὴν ἤλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινήτικὴν. Οὕτως εἰς τὰς δύο ἀνωτέρω περιγραφείσας μηχανὰς ἐὰν μὲν ὁ δακτύλιος τεθῆ εἰς ἰσοταχῆ περιστροφικὴν κίνησιν, τότε εἰς τὰ ἐλάσματα BB συλλέγομεν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα συνεχές, τῆς αὐτῆς δηλ. πάντοτε φορᾶς καὶ ἰσοεντατικόν. Ἐὰν τοῦναντίον διὰ τῶν ἐλασμάτων BB εἰσαγάγωμεν ἔξωθεν ἤλεκτρικὸν 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' ἀτμοκινήτου μηχανῆς ἢ δι' ὑδραυλικοῦ τροχοῦ ἢ δι' ἄλλου τινὸς μέσου παράγουσιν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, δεχόμεναι δὲ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἢ διὰ στήλης ἢ δι' ἄλλης ὁμοίας μηχανῆς παράγομεν, τίθενται εἰς κίνησιν δηλ. μετατρέπονται εἰς ἤλεκτροκινητήρας. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης τῶν ἤλεκτρομηχανῶν στηρίζεται ἡ μεταδίδασις ἐνεργείας διὰ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Οὕτω π. χ. ὑποθέσωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἓν τινὶ πόλει τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέρος μεμακρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ὑπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικούς τροχοὺς ἢ ὑδροστροβίλους, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἤλεκτρομηχανὴν Π (σχ. 263). Τὸ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον διοχετευόμενον δι' ἑναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἤλεκτρομηχανῆς Δ κειμένης ἐν ἐργαστηρίῳ τινὶ τῆς πόλεως, θέτει αὐτὴν εἰς κίνησιν καὶ δι' αὐτῆς κινεῖ ποικίλα μηχανήματα ἢ διαβιβαζόμενον διὰ καταλλήλων ἤλεκτρικῶν 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 ἀφθόνου 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-



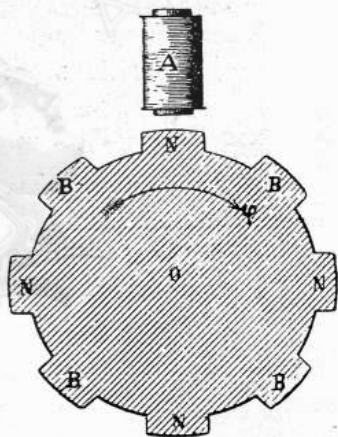
Σχ. 263.

φορα ἐργαστάσια. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην μεγάλαι ἠλεκτρομηχαναὶ εἰς κέντρον παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας κείμεναι κινουσι ἄλλας ἠλεκτρομηχανὰς 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 βεῦμα 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.

49 379. **Ἐναλλασσόμενα ρεύματα.** Αἱ ἀνωτέρω περιγραφεῖσαι γεννήτριαι τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μηχαναὶ παράγουσι βεῦματα συνεχῆ, αἵτινα διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πάντοτε φοράν. Ἄλλ' ὑπάρχουσι καὶ

ηλεκτρομηχαναί παράγουσαι ρεύματα, τὰ ὅποια ἀλλάσσοσι διαδοχικῶς τὴν φοράν αὐτῶν καὶ τῶν ὁποίων ἢ ἔντασις μεταβάλλεται διηλεκτικῶς, μετὰ παρέλευσιν δὲ ὀρισμένου χρόνου, ὅστις καλεῖται περίοδος, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα λαμβάνει τὴν αὐτὴν φοράν καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Τὰ ἠλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα καλοῦνται ἐναλλασσόμενα. Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζονται αἱ ἠλεκτρομηχαναὶ 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  $\varphi$ . Πηνίον  $A$  φέρον σιδηροῦν πυρῆνα στηρίζεται ἀμετάθετον ἐκτὸς τοῦ δίσκου. Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι  $B, N$  διέρχονται διαδοχικῶς πρὸ τοῦ πυρῆνος τοῦ πηνίου  $A$  καὶ μαγνητίζουσιν αὐτὸν ὅτε μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὅτε δὲ κατ' ἀντίθετον οὕτως, ὥστε ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου παράγονται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς βαίνοντα ὅτε μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὅτε δὲ κατ' ἀντίθετον, ἤτοι ρεύματα ἐναλλασσόμενα. Ἐντὸς ὅμως πηνίου  $B$  τοποθετοῦνται πλεότερα καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου ἠνωμένα πρὸς ἄλληλα. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χρησιμεύουσιν ἐπίσης ὡς καὶ τὰ συνεχῆ πρὸς παραγωγὴν φωτός, κινήσεως κτλ.



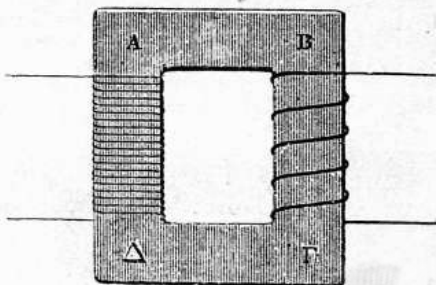
Σχ. 264.

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 ἀντιστροφῆς. Εἰς μεταλλακτῆρ ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων,

Τοῖσι = διαγωγῆς ἠλεκτροδυναμικῆς.  
ἐντάσεως = τῆς τοῦ ἐπιπέδου.



ἄτινα σχηματίζουσιν ἓν τετράπλευρον ΑΒΓΔ (σχ. 265), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐλίθσσονται δύο σύρματα καλῶς μεμονωμένα, ὧν τὸ ἓν χονδρὸν κατ' ὀλίγας στροφᾶς καὶ τὸ ἕτερον λεπτόν κατὰ πολλὰς στρο-



Σχ. 265.

φᾶς. 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 τοῦναντίον τὸ λεπτόν σύρμα δεχθῇ

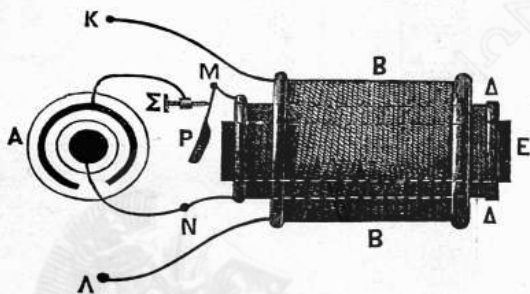
ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως, συλλέγομεν εἰς τὰ πέρατα τοῦ παχέος σύρματος ρεῦμα χαμηλῆς μὲν τάσεως, ἀλλὰ μεγάλης ἐντάσεως.

381. **Χρησις 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' ἑναερίων συρμάτων μετατρέπονται εἰς Ἀθήνας διὰ μεταλλακτῆρων εἰς ρεύματα χαμηλῆς τάσεως, ἀλλὰ μεγίστης ἐντάσεως. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χαμηλῆς τάσεως διὰ καταλλήλων μηχανῶν καλουμένων μετατρεπτῆρων, μετατρέπονται εἰς ρεύματα συνεχῆ καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν φωτισμὸν καὶ διὰ τὴν κίνησιν.

382. **Ἐπαγωγικὸν πηγίον 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-

\* transformateur ἢ transforme.

ρικὸν πηνίον 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 A διαβιδάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου διακοπτόμενον καὶ ἀποκαθιστάμενον διηγεκῶς. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ὄργανον καλούμενον ῥοητόμος, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου ἐλατηρίου MP φέροντος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου P. Τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα εἰσερχόμενον διὰ τοῦ ἀγωγοῦ N διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου,



Σχ. 266.

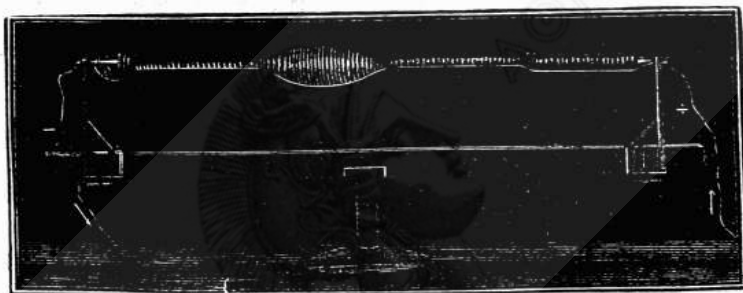
ἐξερχόμενον δ' ἐξ αὐτοῦ μεταβαίνει διὰ τοῦ ἐλατηρίου MP εἰς τὸ μέταλλον στέλεχος Σ καὶ δι' αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης A. Ἄλλ' εὐθὺς ὡς διέβη τὸ ρεῦμα, ὃ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆν E μαγνητιζόμενος ἔλκει τὸ σιδηροῦν τεμάχιον P καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα διακόπτεται διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὃ πυρῆν E ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ὃ σίδηρος δὲν ἔλκεται πλέον, τὸ ἐλατήριον MP ἐγγίζον τὸ στέλεχος Σ κλείει αὐθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχομεν σειρὰν ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσομένων ρευμάτων ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα K καὶ Λ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου δύνανται νὰ παραγάγῃσι μεταξὺ αὐτῶν σειρὰν ἰσχυρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθηρῶν, ὁποίους δὲν δύνανται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο περάτων K καὶ Λ εἶνε μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἀντίστασις, ἣν πρόκειται νὰ ὑπερνηκῆσῃ ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, εἶνε μικρὰ, ἀμφοτέρω τὰ ἐξ



ἐπαγωγῆς βρεύματα, ἤτοι τό τε δμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι βρεύματι καί τὸ ἀντίρροπον, δύναται νὰ διέλθωσιν. Ἐάν ὅμως αὐξήσωμεν τὴν ἀπόστασιν, διέρχονται μόνον τὰ δμόρροπα οὕτως, ὥστε τὸ μηχάνημα τότε παρουσιάζει δύο πόλους ὠρισμένους, θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, ἤτοι 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-



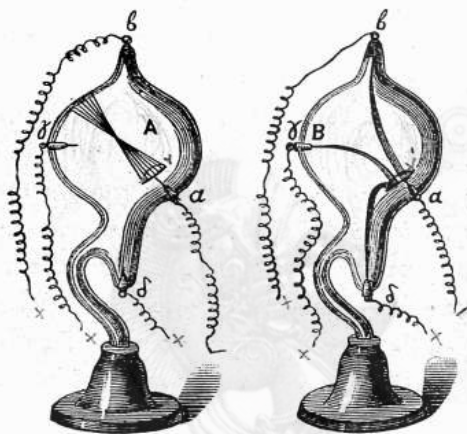
Σχ. 267.

βάζομεν τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηγίου Ruhmkorff παραγόμενα ἠλεκτρικὰ βρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ βρεύμα τὸ διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρησιν αὐτοῦ, οὕτως τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὃν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπερύθρον εἰς τὸ ὕδρογόνον.

Δι' ἐντελῶς κενοῦ χώρου ὁ σπινθήρ δὲν διέρχεται.

384. Σωλῆν Crookes. Ἔστωσαν δύο ὑάλινα σφαιρικὰ δοχεῖα A καὶ B (σχ. 268) ὁμοία τὸ σχῆμα καὶ πανταχόθεν κεκλεισμένα· ἐκάτερον αὐτῶν φέρει ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ τέσσαρα σύρματα α, β, γ, δ ἐκ λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβιβάζονται βρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα α φέρει εἰς τὸ

ἔσωτερικὸν πέρασ αὐτοῦ μικρὸν κοῖλον ἐκ λευκοχρύσου δισκάριον. Τὸ μὲν δοχεῖον Β, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς  $\frac{1}{1,000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀποτελεῖ σωλήνα Geissler, τὸ δὲ δοχεῖον Α, ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν καὶ ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1,000,000}$  περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀποτελεῖ σωλήνα τοῦ Crookes.



Σχ. 268.

Ἐὰν πειραθῶμεν ἐπὶ ἑκατέρου τῶν δοχείων Α καὶ Β ἐφαρμόζοντες τὸν ἀρνητικὸν μὲν πόλον, ἤτοι τὴν κάθοδον, πάντοτε εἰς τὸ σημεῖον α τοῦ δοχείου, τὸν δὲ θετικόν, ἤτοι τὴν ἀνοδον, διαδοχικῶς εἰς τὸ σημεῖον β ἢ γ ἢ δ τοῦ δοχείου, βλέπομεν τότε ἐν μὲν τῷ τοῦ Geissler δοχείῳ Β 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.

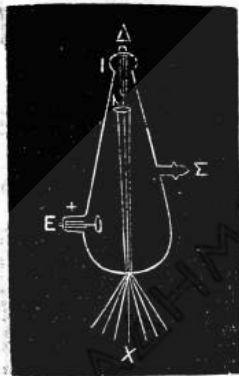
Δὲν ἔχει ὅμως οὕτως, ὅταν πειρῶμεθα διὰ τοῦ δοχείου Α τοῦ Crookes. Τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐφαρμοσθέντος εἰς τὸ α, τοῦ δὲ θετικοῦ εἰς τὸ β ἢ γ ἢ δ, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῷ δισκα-



ρίψ α τοιχώματος τοῦ δοχείου φωσφόρησιν ἐπὶ κυκλικῆς ἐπιφανείας, ἧτις διατηρεῖ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἀμετάβλητον τὴν θέσιν, ὅπου-δῆποτε καὶ ἂν ἐφαρμοσθῇ ὁ θετικὸς πόλος.

385. Ἐκ τῶν ἀρνητικῶν πόλων, ἦτοι ἐκ τῆς καθόδου ΔΚ (σχ. 269), σωληνοῦ Crookes ἐκπορευόμενα ἀόρατα αὐτὰ ἀκτίνες ἐκλήθησαν καθοδικαί. Αὐταὶ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τοιχώματος τοῦ δοχείου γίνονται πρόξενοι νέου εἴδους ἀκτίνων ἀοράτων X, αἵτινες εἶνε αἱ ἀκτίνες τοῦ Röntgen.

Αἱ ἀκτίνες Röntgen εἶνε μὲν ἀόρατοι, ἀλλὰ προσπίπτουσαι ἐν τῷ σκότει ἐπὶ χαρτίου διαφράγματος κεκαλυμμένου καὶ δι' ἄλλων μὲν οὐσιῶν, ἰδίᾳ ὅμως διὰ κυανιοῦχου βαρυολευκοχρόσου καθιστώσιν 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 συνάγομεν ὅτι ὁ χάρτης καὶ τὸ ὑφασμα εἶνε περατὰ διὰ τῶν ἀκτίνων τοῦ Röntgen. Περατὰ σώματα εἶνε τὸ ξύλον, τὸ ἐλαστικὸν κόμμα καὶ τὰ ἐλαφρὰ μέταλλα, ἦττον περατὰ ἢ ὕαλος, ἢ ἄργιλλος καὶ ἀπέρατα τὰ βαρῆα μέταλλα (μόλυβδος, χρυσός, λευκόχρυσος). Τὸ ἀπέρατον τῶν σωμάτων εἰς τὰς ἀκτίνας 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 ἀκτίνας τοῦ Röntgen καὶ τοῦ διαφράγματος στρέφοντες πρὸς ἡμᾶς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ τὴν διὰ κυανιοῦχου βαρυολευκοχρόσου 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 κρηπτοσκοπείου, εἰς τὸ βάθος τοῦ ὁποίου 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 κεκαλυμμένοι αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες. Τοιαύτη δὲ εἶνε ἡ καλουμένη ἀκτινογραφία *Röntgen*, ἣτις διὰ τὴν ἀκτινογραφίαν π. χ. τῆς χειρὸς ἐκτελεῖται ὡς ἐξῆς. Ἡ ὑάλινη σφαῖρα Μ (1) στερεοῦται ἐπὶ καταλλήλου στηρίγματος ΕΡ (σχ. 271) οὕτως, ὥστε νὰ στρέφῃ τὴν ἐπιφάνειαν Μ τὴν ἐκπέμπουσαν τὰς ἀκτίνες τοῦ Röntgen πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ πρόκειται νὰ ἀκτινογραφηθῇ, καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων Κ καὶ Η τοῦ ἐπαγωγικοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff Β. Ἡ φωτογραφικὴ πλάξ Α, περιβεβλημένη καλῶς διὰ μέλανος χάρτου, τίθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἄνωθεν ἐφαρμόζομεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Διαβιβάζοντες ἐπὶ τινὰ δευτερόλεπτα τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ δοχείου Μ, ὑποβάλλομεν εἴτα τὴν φωτογραφικὴν πλάκα εἰς τὰς συνήθεις ἐν τοῖς φωτογραφείοις ἐργασίας, ὁπότε ἐμφανίζεται ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν καὶ δι' αὐτῆς παράγεται ἡ θετικὴ.

Δι' ἀκτινοσκοπίας δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν οὐ μόνον τὰ ὀστά ζῶντος, ἀλλὰ καὶ τὸ διάφραγμα καὶ τὴν καρδίαν ἐν κινήσει καὶ μεταλ-

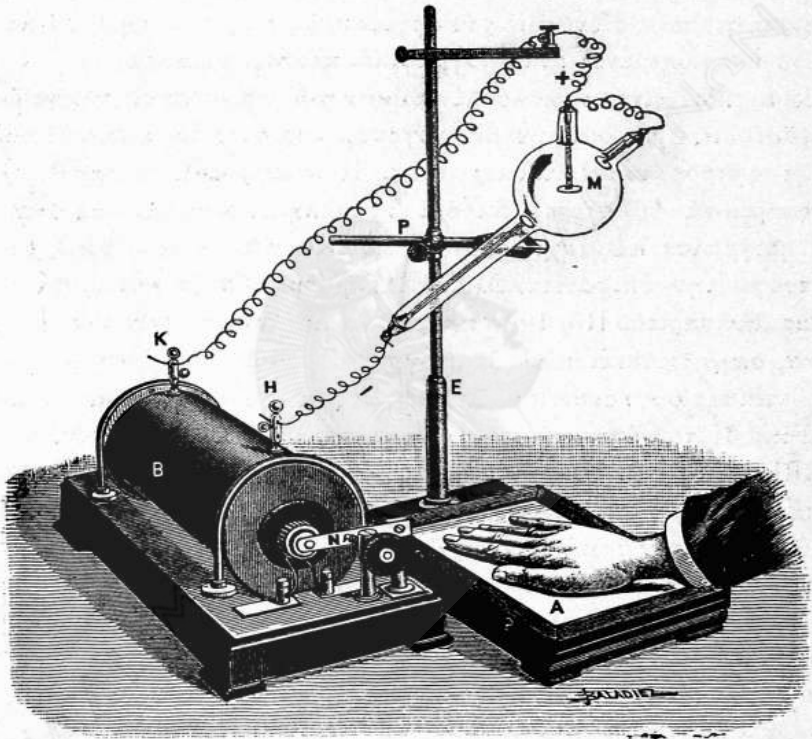


Σχ. 270.

(1) Αἱ ὑάλινοι σφαῖραι, ὧν γίνεται χρῆσις τὴν σήμερον πρὸς παραγωγὴν ἀκτίνων τοῦ Röntgen, περιέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν δισκάριον ἐπίπεδον Μ ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἰριδίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσπίπτουσαι αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες μετατρέπονται εἰς ἀκτίνες τοῦ Röntgen.



51  
 λικόν τι σώμα, οἷον μολυβδίνην σφαῖραν, ἐν τῷ σώματι ὑπάρχουσαν.  
 383. Ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις. Εἶδομεν εἰς τὴν ὀπτικήν ὅτι τὰ  
 φωτοβόλα σώματα κραδαίνοντα τὸν περιβάλλοντα αἰθέρα  
 παράγουσι τὰς καλουμένας φωτεινὰς κυμάνσεις, ἐχούσας μεγάλην



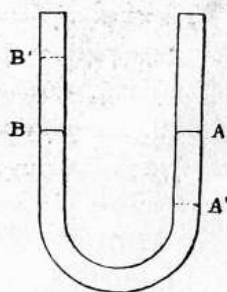
Σχ. 271.

ὁμοιότητα πρὸς τὰς κυμάνσεις, αἷτινες παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διὰ  
 τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Ἡ κύμανσις αὕτη τοῦ αἰθέρος, ἢ παρα-  
 γομένη διὰ φωτοβόλου πηγῆς, εἶνε ταχυτάτη, σχηματίζουσα αἰθέ-  
 ρια κυμάτια ἐλαχίστου μήκους μὴ ὑπερβαίνοντος τὸ χιλιοστὸν τοῦ  
 χιλιοστομέτρου. Ὁ Hertz δι' ἐκκενώσεως ἠλεκτρικοῦ πυκνωτοῦ  
 κατώρθωσε πρῶτος νὰ παραγάγῃ ἐν τῷ αἰθέρι κυμάνσεις, αἷτινες

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 αἶσθημα 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, οἷον λουγδουνικὴν λάγηνον, ἀφοῦ φορτίσωμεν ἠλεκτρισμοῦ ἐκκενώσωμεν δι' ἐκκενωτοῦ ἀποτελουμένου ἐκ παχέος σύρματος παρουσιάζοντος μικρὰν ἀντίστασιν, ἀλλὰ περιειλιγμένου κατὰ πολλὰς στροφάς, ὥστε νὰ παράγῃται ἰσχυρὰ αὐτεπαγωγή, τότε ὁ κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἐκρηγνύμενος ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ παρατηρούμενος ἐν κατόπτρῳ περιστρεφόμενῳ ταχύτατα ἐμφανίζεται οὐχὶ ἐνιαῖος, ἀλλ' ἀποτελούμενος ἀπὸ πολλοῦς σπινθηρας, οἷτινες ἐκρήγνυνται ὅτε μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὅτε δὲ κατ' ἀντίθετον ἀλλ' ἐν βραχυτάτῳ χρονικῷ διαστήματι καὶ διὰ τοῦτο φαίνονται ἡμῖν ὡς εἰς ἀπλοῦς σπινθὴρ. Ἡ ἐκκένωσις αὕτη τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου ἕνεκα τούτου καλεῖται παλμικὴ, ἢ ἐναλλασσομένη, ὁμοιάζει δὲ πρὸς ἐναλλασσόμενον βεῦμα ἐλαχίστης περιόδου καὶ μεγίστης ἐπομένως συχνότητος.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς παλμικῆς ἐκκενώσεως 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' ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος τὸ ὕδωρ δὲν ἡρεμεῖ, ὅταν αἱ ἐλευθεραὶ ἐπιφάνειαι φθάσωσιν εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ΒΑ, ἀλλὰ ἐξακολουθεῖ κατερχόμενον εἰς τὸ σκέλος Β κάτω τοῦ ὀριζοντίου τούτου ἐπιπέδου καὶ ἀνερχόμε-



Σχ. 272.



γον εις τὸ σκέλος Α εἰς τὸ αὐτὸ περίπου ὕψος, εἰς δ' εὐρίσκετο προηγούμενως εἰς τὸ σκέλος Β'. Μετὰ ταῦτα τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαυλαμβάνεται, ἤτοι τὸ ὕδωρ κατέρχεται εἰς τὸ σκέλος Α καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ σκέλος Β καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις ὅτου ἡ τριβὴ τοῦ αἰωρουμένου ὕδατος ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος καταστρέψῃ τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Οὕτω τὸ ὕδωρ δὲν ἡρεμεῖ ἀμέσως, ἀλλ' ἐκτελεῖ σειρὰν αἰωρήσεων ἰσοχρόνων, ὧν τὸ πλάτος βαίνει διηγεκῶς 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 ρεῦμα 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 ρεῦμα ἀντίρροπον τοῦ πρώτου προκαλοῦν δεύτερον σπινθῆρα ὀλίγον τι ἀσθενέστερον τοῦ πρώτου καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις ὅτου ἡ ἤλεκτρικὴ ἐνέργεια καταναλωθῇ εἰς θερμότητα ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐκκενωτοῦ.

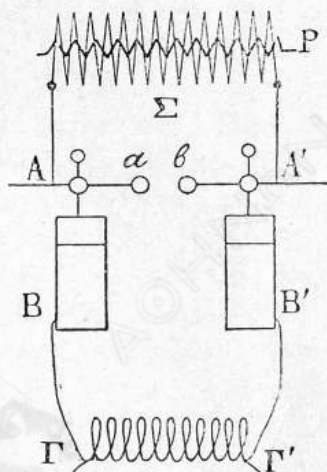
Τὰ κατὰ τὴν παλμικὴν ταύτην ἐκκένωσιν λουγδουνικῆς λαγῆνου παραγόμενα ἤλεκτρικὰ ρεύματα καλοῦνται ὑψίσυχνα ἕνεκα τῆς ὑψίστης αὐτῶν τάσεως καὶ τῆς μεγίστης συχνότητος.

389. **Πειράματα τοῦ d' Arsonval.** Ὁ d' Arsonval παρήγαγεν ὑψίσυχνα ἤλεκτρικὰ ρεύματα ὡς ἐξῆς. Συνήνωσε τοὺς ἐσωτερικοὺς μὲν ὄπλισμοὺς δύο λουγδουνικῶν λαγῆνων Β καὶ Β' (σχ. 273) μὲ τοὺς δύο πόλους ἐπαγωγικοῦ πηγίου ΡΣ τοῦ Ruhmkorff, τοὺς δ' ἐξωτερικοὺς ὄπλισμοὺς συνήνωσε μὲ τὰ πέρατα σπειροειδοῦς χαλκίνου σύρματος Γ Γ'. Πληρουμένων τῶν λουγδουνικῶν λαγῆνων ἤλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηγίου παρήγατο μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν α καὶ β τοῦ ἐκκενωτοῦ ΑΑ" παλμικὴ ἐκκένωσις διὰ ἰσχυρῶν ἤλεκτρικῶν σπινθῆρων, ταυτο-

χρόνως δὲ ἡ σπείρα ΓΓ' διερρέετο ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος ὑψίστης τάσεως καὶ μεγίστης συχνότητος.

Τὰ ὑψίσυχνα ταῦτα ρεύματα, ἐὰν διαδιβάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, οὔτε αἴσθημα πόνου αἰσθανόμεθα οὔτε ὑφιστάμεθα μυϊκὰς συστολάς, ὡς τοῦτο συμβαίνει μὲ ἠλεκτρικὰ ρεύματα χαμηλῆς τάσεως καὶ μικροτέρας συχνότητος, οἷον τὰ παραγόμενα ἀμέσως διὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff.

Ὅπως δεχθῶμεν τὰ ὑψίσυχνα ταῦτα ρεύματα διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, ἡ ἐγγίζομεν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν δύο σημεῖα Γ καὶ Γ' τῆς σπείρας ἢ εἰσάγομεν μέρος τοῦ σώματός μας, οἷον τὸν ἓνα βραχίονα, εἰς τὴν σπείραν ταύτην ἢ καὶ ὅλον τὸ σῶμα ἡμῶν εἰς μέγα σωληνοειδές, ὅτε τὸ σῶμα ἡμῶν διαρρέεται ὑπὸ ὑψισύχων ἠλεκτρικῶν ρευμάτων παραγομένων ἐπαγωγικῶς διὰ τῶν ρευμάτων, ἅτινα διαρρέουσι τὴν σπείραν. Τὰ ὑψίσυχνα ταῦτα ρεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς τὴν ἠλεκτροθεραπείαν.



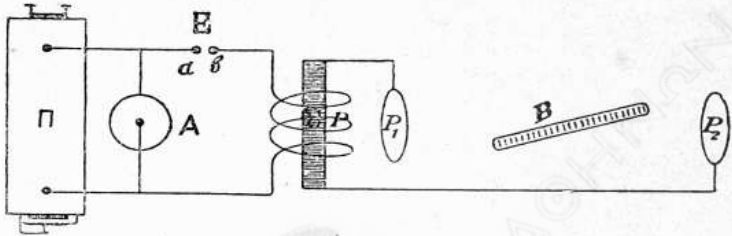
Σχ. 273.

390. **Πειράματα τοῦ Tesla.** Ὁ Tesla φορτίζει μίαν ἢ πλειοτέρας λουγδουνικὰς λαγῆνους Α (σχ. 274) δι' ἐπαγωγικοῦ πηνίου Π 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 ρευμάτων, ὅταν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν α καὶ β ἐκρήγνυνται ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες παράγοντες παλμικὴν ἐκκένωσιν. Ἐν τῇ σπείρᾳ ταύτῃ εἰσάγει δευτέραν σπείραν Σ ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν στροφῶν λεπτοῦ χαλκίνου σύρματος,



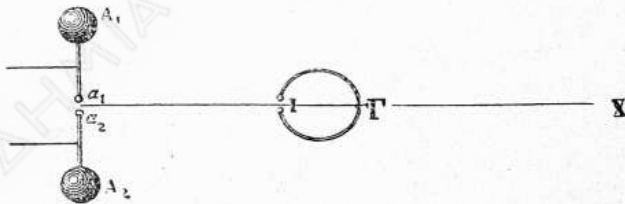
οὔτινος τὰ πέρατα συνάπτει με δύο μεταλλίνας πλάκας  $P_1$  καὶ  $P_2$ . Τὰ διὰ τῆς πρώτης σπείρας διερχόμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα παράγουσιν ἐπαγωγικῶς ἐπὶ τῆς δευτέρας σπείρας ὑψίσυχνα ρεύματα παμμεγίστης τάσεως, τὰ ὅποια προκαλοῦσιν ἰσχυροτάτους σπινθη-



Σχ. 274.

ρας καὶ τὰ ὅποια ἀκινδύνως δυνάμεθα νὰ διαβιδάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν. Ἐὰν μεταξὺ τῶν μεταλλίνων πλακῶν  $P_1$  καὶ  $P_2$  παρεμβάλωμεν διαφόρους σωληθνας Geissler B, οὔτοι φωτοβολοῦσι, καίτοι τὰ πέρατα αὐτῶν δὲν ἐγγίζουσι τὰς μεταλλίνας πλάκας.)

391. **Πειράματα τοῦ Hertz.** Πρῶτος ὁ Hertz κατώρθωσε διὰ τῆς παλμικῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ νὰ παραγάγῃ εἰς τὸν

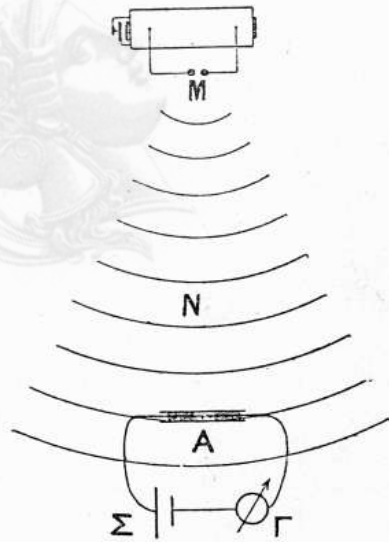


Σχ. 275.

πέριξ αἰθέρα κυμάνσεις ὁμοίας πρὸς τὰς φωτεινὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν αὐτῇ φωτοδόλος πηγὴ. Πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη δύο σφαίρας μεταλλίνας  $A_1$  καὶ  $A_2$  (σχ. 275), τὰς ὁποίας συνέδεσε διὰ μεταλλίνου στελέχους φέροντος ἐν τῇ μέσῳ διακοπὴν  $a_1$   $a_2$ .

Αἱ δύο σφαίραι  $A_1$  καὶ  $A_2$  ἀπετέλουν τοὺς δύο ὄπλισμούς πυ-

κνωτού, τὰ δὲ δύο στελέχη μετὰ τῶν μικρῶν σφαιρῶν  $\alpha_1$  καὶ  $\alpha_2$  τὸν ἔκκενωτήν. 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 ἔκκενωτοῦ ἐκπορεύονται αἰθέριαι κυμάνσεις, αἵτινες καλοῦνται ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ἢ κυμάνσεις τοῦ Hertz. Ὁ Hertz, ἵνα καταδείξῃ τὴν ὕπαρξιν τῶν κυμάνσεων τούτων ἐν τῷ διαστήματι μετεχειρίσθη κυκλικὸν μεταλλικὸν σύρμα  $\Gamma$  φέρον εἰς τι σημεῖον  $I$  μικρὴν διακοπήν, εἰς ἣν παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες, ὅταν ὁ μετάλλινος οὗτος δακτύλιος μεταφέρηται εἰς τὸ διάστημα κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς  $\alpha IX$ . Τοποθετήσας ὁ Hertz μεγάλην μεταλλικὴν ἐπιφάνειαν καθέτως κατὰ τὸ  $X$  κατέδειξεν ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ὑφίσταντο ἐπ' αὐτῆς ἀνάκλασιν ὁμοίαν πρὸς ἐκείνην, ἣν ὑφίστανται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι ἐπὶ κατόπτρου. Τοποθετήσας ὡσαύτως κατὰ τὸ  $X$  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.

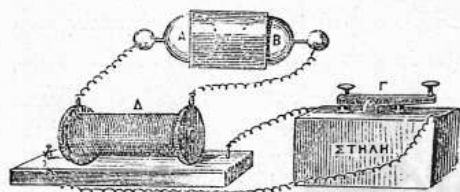
392. **Σωλήν τοῦ Branly.** Ὁ Branly ἀνεῦρεν ὅτι, ἂν εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον στήλην  $\Sigma$  (σχ. 276) καὶ γαλβανόμετρον  $\Gamma$  παρενθέσωμεν ὑαλίνον σωλήνα  $A$  περιέχοντα λεπτὰ ξινήματα μετάλλου ἐλάχιστον ὤξειδωμένα κατ' ἐπιφάνειαν, ταῦτα δὲν ἄγουσι



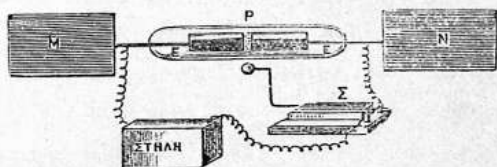
τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ δὲ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου μένει ἤρεμος. Ἄλλ' ἐὰν τὰ ρινήματα ταῦτα δεχθῶσιν ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις MN, ἀποκτῶσιν εἰδὸς τι συνοχῆς, ἀποβαίνουσι ἀγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται. Τὴν συνοχὴν δὲ ταύτην καταστρέφομεν ἀνακινῶντες τὸν σωλῆνα A τὸν περιέχοντα τὰ ρινήματα, ὅτε ταῦτα πάλιν ἀποβάλλουσι τὴν ἠλεκτραγωγὸν αὐτῶν δύναμιν.

52 392. Ἄσύρματος τηλέγραφος. Ὁ πομπὸς τοῦ ἀσυρμάτου τηλεγράφου ἀποτελεῖται ἐξ ἐπαγωγικοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff Δ (σχ. 277), οὐτινος οἱ δύο πόλοι συνάπτονται μετὰ δύο χαλκίνων 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 στιγμὴν, παράγονται μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ἠλεκτρικὸι σπινθῆρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμὴν. Ἐὰν τούναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίεσις διαρκέση τριπλάσιον π. χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἠλεκτρικὸι σπινθῆρες διαρκοῦσιν ἴσον χρόνον. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐταὶ μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν A καὶ B ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν περίξ 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 τηλέγραφον ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλικῶν κυλίνδρων EE (σχ. 278) ἐγκεκλεισμένων ἐν ὑαλίῳ σωλῆνι P, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα  $\frac{1}{2}$  χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτο-



Σχ. 277.



Σχ. 278.

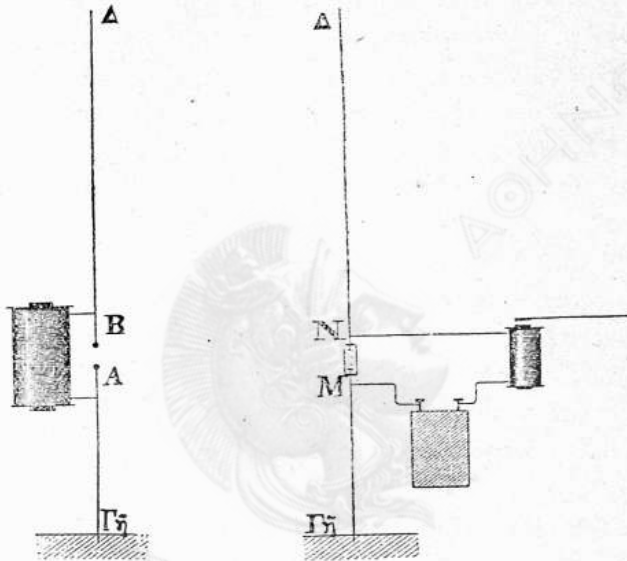
ἠλεκτρικῆς στήλης εἰσάγεται εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν πηνίον Δ διὰ χειριστηρίου Γ ὁμοίου πρὸς τὸν πομπὸν τοῦ τηλεγράφου Μόρς. Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ πιεσθῇ ἐπὶ μίαν χρονικὴν στιγμὴν, παράγονται μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ἠλεκτρικὸι σπινθῆρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμὴν. Ἐὰν τούναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίεσις διαρκέση τριπλάσιον π. χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἠλεκτρικὸι σπινθῆρες διαρκοῦσιν ἴσον χρόνον. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐταὶ μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν A καὶ B ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν περίξ αἰθέρα κυμάνσεις τοῦ Hertz, αἵτινες ἔχουσαι ἄλλοτε μὲν μικρὰν διάρκειαν, ἄλλοτε δὲ μείζονα βαίνουσι πρὸς τὰ πρόσω καὶ δύναται νὰ δεχθῇ αὐτὰς κατάλληλος δέκτης.

τάτων ρινημάτων νικελίου ἢ σιδήρου. Παρεμβάλλεται δ' ὁ σωλὴν οὗτος εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον ἠλεκτρικὴν στήλην καὶ ἠλεκτρικὸν κώδωνα Σ, οὕτως ὅμως τὸ σφαιρικὸν πλῆκτρον 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 μεγάλης ἀντιστάσεως, ἣν παρέχουσι τὰ ρινήματα εἰς τὴν δίοδον αὐτοῦ. Τοῦναντίον 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 ἐκατέρωθεν τοῦ σωλήνος Ρ συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῶν μεταλλικῶν κυλίνδρων Ε, Ε. Τὸ πλῆκτρον 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 πλῆκτρον ἐπιφέρει κρούσεις ἢ μικρᾶς διαρκείας ἢ μείζονος, αἵτινες παριστῶσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαβήτου. 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 πλῆκτρον, 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 ἑναερίου σύρματος ΒΔ τοῦ πομποῦ βαίνουνσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' ἐξ αὐτῶν μόνον αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἑναερίου σύρματος ΔΝ τοῦ δέκτου



Σχ. 279.

ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ σωλήνος τοῦ Branly ΝΜ, οὕτω δὲ κλεισμένου τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος τοῦ δέκτου, παράγονται τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ μορσικοῦ ἀλφαβήτου.

Τ Ε Λ Ο Σ



---

Ἐν Ἀθήναις, ἐκ τοῦ Τυπογραφείου τῶν Καταστημάτων  
Δ. Τεζοπούλου καὶ Μ. Σαλιβέρου

---





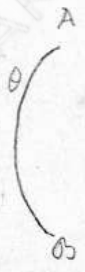
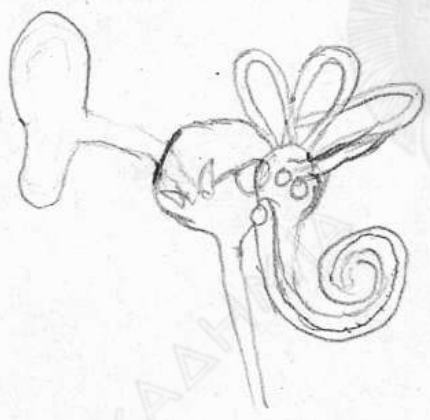
Μετρήσι τινος

1 κ.Μ.  
= 1000 κ.δ.  
1 κ.δ.  
= 1000 κ.δ.  
1 δ.  
= 1000 χιλιοστ.  
1 χιλ.  
= 1000 γραμμ.

Διὰ τοῦ εὐρηματός ἐστὶ ὁμοίωσις ἀποδείξις  
ὁμοίωσις ἀποδείξις τῆς ἀποδείξεως  
τοῦ ἔργου. ο = βκν. -

Ἡ ἀποδείξις ἀποδείξις ἐστὶ ἀποδείξις τῆς ἀποδείξεως  
ἐστὶ ἀποδείξις τῆς ἀποδείξεως. ο.χ. ἐστὶ ἀποδείξις τῆς ἀποδείξεως  
τῆς ἀποδείξεως. ἢ ἀποδείξις τῆς ἀποδείξεως τῆς ἀποδείξεως.

Ἡ ἀποδείξις ἀποδείξις ὁμοίωσις ἀποδείξις, ἀποδείξις ἀποδείξεως ἀποδείξεως  
ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως  
ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως  
ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως ἀποδείξεως







Παράθεσις τῶν ἐπιγράμτων τῶν ἀποκατασκευασθέντων ἐκ  
τῶν ἀποσπασμάτων.

Ἐπιγραφή \* ἔργου \* ἐπισημασθέντος ἀποσπασθέντος ἐκ  
τῶν ἐπιγράμτων ἀλλοῦ ἀποσπασθέντος.

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ



007000160691

28  
60  
1889  
20

20  
15  
13  
69  
29  
4  
77

1152  
556  
69120

