



**ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΦΥΣΙΚΗΣ**

**ΥΠΟ
ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ**

*Εγκριθείσα
ἐν τῇ κατὰ τὸν νόμον ΓΕΑ διαγραφῇ
διὰ τὴν περικοπὴν 1909-1913*



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΙΜΟΤΑΣ Α. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΩΣ
1909



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ
Α. Χ. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΥ & Μ. Ι. ΣΑΛΙΒΕΡΟΥ

1909



Γερμανισμός



Αρκετά μικρά

Μικρά αλφάβητα



ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

Τακτικοῦ καθηγητοῦ τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἑθν. Πανεπιστημίῳ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

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

ΕΚΔΟΣΙΣ ΠΕΜΠΤΗ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚΔΟΤΑΙ: Δ. Χ. ΤΕΡΖΟΠΟΥΛΟΣ & Μ. ΣΑΛΙΒΕΡΟΣ

1909

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΥΚΟΥΤΡΗΣ

139766/2013.....

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α'.	Εισαγωγή.....	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'.	Ὑδροστατικὴ ἀρχή. Πίσεις τῶν ὑγρῶν ἐν ἰσορροπίᾳ.	»	43
» Β'.	Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν. Πυκνόμετρα. Ἀραιόμετρα.....	»	53
» Γ'.	Συνοχή. Συνάφεια. Τριχοειδῆ φαινόμενα. Διάχυσις. Διαπύδους.....	»	60

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α'.	Ἀτμοσφαιρικὴ πίσις. 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'.	Περὶ τήξεως καὶ πήξεως.....	»	100
» Γ'.	Περὶ ἀτμῶν.....	»	101
» Δ'.	Περὶ βρασμοῦ καὶ ἐξατμίσεως. Ὑδροποιήσις τῶν ἀερίων. Ὑδρομετρία.....	»	104
» Ε'.	Περὶ θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων. Θερμότης τήξεως καὶ ἐξαερώσεως.....	»	111
» ΣΤ'.	Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος.....	»	114
» Ζ'.	Μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα καὶ τῆς θερμότη- τος εἰς ἔργον. Ἀτμομηχαναί.....	»	125
» Η'.	Ὑδρομετέωρα. Ἀνεμοί. Κλιματολογία.....	»	131

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	Περὶ ἤχου. Διάδοσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.....	»	147
» Β'.	Περὶ ὕψους καὶ ἰσχύος τοῦ ἤχου.....	»	154
» Γ'.	Περὶ παλμικῆς κινήσεως τῶν χορδῶν. Φυσικὴ θεω- ρία τῆς μουσικῆς.....	»	157
» Δ'.	Περὶ ἡχητικῶν σωλήνων. Χροιά τοῦ ἤχου. Περὶ φωνογράφου.....	»	163
» Ε'.	Φωνητικὸν καὶ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.....	»	168

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

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

»	E'. 'Οπτικὸν πρῶμα. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός...	Σελ. 205
»	ΣΤ'. 'Οπτικὰ ὄργανα.....	» 213
»	Z'. Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ.....	» 228
»	H'. Φωτεινὰ μετέωρα	» 226

B I B Λ I O N O Γ Δ O O N

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

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

B I B Λ I O N E N A T O N

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α'.	Γενικὰ φαινόμενα.....	» 239
» Β'.	'Ηλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. 'Ηλεκτρικαὶ μηχαναί. Πυκνωταὶ ἡλεκτρικῆς.....	» 243
» Γ'.	'Ατμοσφαιρικὸς ἡλεκτρισμός. 'Αλεξικέραυνον.....	» 258

B I B Λ I O N Δ Ε Κ Α Τ Ο Ν

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α'.	'Ηλεκτροχημικὸν ζεύγος. 'Ηλεκτρικαὶ στήλαι.....	» 262
» Β'.	'Ηλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ "Ωμ (Ohm). 'Αποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ῥεύματος.....	» 273
» Γ'.	'Ηλεκτρομαγνήτης. 'Ηλεκτρικὸς τηλεγράφος.....	» 292
» Δ'.	Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ῥευμάτων. Τηλέφωνον. Μικρό- φωνον. 'Ηλεκτρομηχαναί.....	» 298



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Αντίτυπον
βιβλίου
ἀπὸ τοῦ Ἐξωτερικόν
ἀπὸ τοῦ Ἐσωτερικόν
ὑπὸ τοῦ ΓΣΑ Νόμου.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

Georges Papacostas 7909

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 ἔχουσιν οὐ μόνον σχῆμα, ἀλλὰ καὶ περιεχόμενον. Τὸ περιεχόμενον δὲ τοῦτο εἶνε ἡ καλουμένη ἔλη, ἥτις προκαλοῦσα τὰς ιδιότητας τῶν σωμάτων παράγει τὰς ἐντυπώσεις, ἃς δεχόμεθα παρ' αὐτῶν.

Διακρίνουσιν ὕλην σταθμητὴν, οἷα εἶνε ἡ ἀποτελοῦσα π. χ. τὰ μέταλλα, τοὺς λίθους, τὸ ὕδωρ, τὸν ἀέρα, καὶ ὕλην ἀσταθμητον, ἥτις εἶνε ὁ καλούμενός αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ εἶνε ὕλη ἀραιοτάτη πληροῦσα πάντα τὸν οὐράνιον χῶρον καὶ τὰ μεταξὺ τῶν σωμάτων διάκενα. Διὰ τῶν δονήσεων τοῦ αἰθέρος ἐξηγουμέν τὴν διάδοσιν τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ὡς καὶ πάντα τὰ μαγνη-

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

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διακροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α') τὴν *Φυσιογραφίαν* ἢ *Φυσικὴν ἱστορίαν* καὶ δ') τὴν *Γενικὴν Φυσικὴν*. Ἐκατέρωθεν δὲ πάλιν τῶν γενικωτέρων τούτων ἐπιστημῶν ὑποδιαίρεται εἰς ἄλλας μερικωτέρας. Οὕτως ἡ μὲν *Φυσιογραφία* ὑποδιαίρεται εἰς τὴν *Ζωολογίαν*, *Φυτολογίαν* καὶ *Ὄρυκτολογίαν*, ἡ δὲ *Γενικὴ ἢ καθόλου Φυσικὴ* ὑποδιαίρεται 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 παραγωγὴ νέων σωμάτων, καὶ εἰς τὴν *Ἀστρονομίαν* περιγράφουσιν τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὴν πρὸς ἀλλήλα σχέσιν αὐτῶν.

2. *Ἀπλὰ καὶ σύνθετα σώματα*. Τῶν ἐν τῇ φύσει σωμάτων τὰ πλεῖστα μὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλα ἀπλούτερα, 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, ἡ ἀνάλυσις εἰς ἄλλα ἀπλούτερα, 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 *ἀπλὰ σώματα ἢ χημικὰ στοιχεῖα*.

3. *Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα*. Ἡ *Φυσικὴ* καὶ ἡ *Χημεία* ἐρευνῶσι τὰ διάφορα φαινόμενα, ἥτοι τὰς ἐπὶ τῆς ὕλης τελουμένης 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, οὗτοι 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 ἡλεκτρον προστριβόμενον ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος ἔλκει ἐλαφρὰ τινὰ σώματα· τεμάχιον

σιδήρου, ἐφ' οὗ ἐπιδρᾷ μαγνήτης, ἔλκει ρινήματα σιδήρου, ἐν ᾗ ἡ ὕλη τοῦ ἡλέκτρου καὶ τοῦ σιδήρου οὐδόλως μετεβλήθη. Ὡσαύτως ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ κάτοπτρον ἀνακλᾶται, ἡ μεταδίδουσα εἰς τὸ ὕδωρ διαθλάται. Κατὰ τὴν ἀνάκλασιν ἡ διάθλασιν τοῦ φωτὸς ἡ κραδαντικὴ κίνησις τοῦ αἰθέρος ἀλλάσσει ἀπλῶς διεύθυνσιν. Τοιαῦτα εἶνε τὰ καλούμενα φυσικὰ φαινόμενα, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ Φυσικὴ. Πολλάκις ὅμως ἐπέρχεται ριζικὴ καὶ οὐσιώδης ἀλλοίωσις τῆς ὕλης τῶν σωμάτων. Οὕτω π. χ. τεμάχιον μαρμάρου πυρούμενον μετατρέπεται εἰς ἄσβεστον, ἥτις 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**.

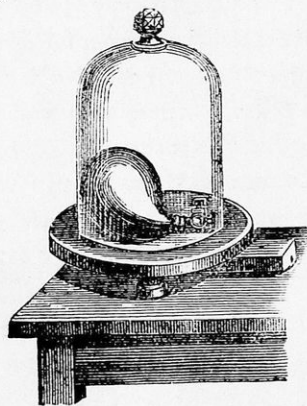
4. ²Φυσικὸς νόμος. Καλεῖται φυσικὸς νόμος σταθερὰ σχέσις, ἥτις ὑφίσταται μεταξὺ φαινομένου τινὸς καὶ τῆς αἰτίας, ἥτις παρήγαγεν αὐτό. Οἱ φυσικοὶ νόμοι ἀνευρίσκονται διὰ τῆς παρατηρήσεως τῶν φαινομένων, ἅτινα παράγονται ἐν τῇ φύσει, καὶ τῆς ἐρεύνης αὐτῶν διὰ τῶν ἐν τοῖς ἐργαστηρίοις ἐκτελουμένων πειραμάτων. Οὕτω πιέζοντες ὠρισμένην ποσότητα ἀερίου παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Ἡ σχέσις, ἣν διὰ τοῦ πειράματος ἀνευρίσκομεν ὑφισταμένην μεταξὺ τῆς αὐξήσεως τῆς πιέσεως ἀφ' ἑνὸς καὶ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου ἀφ' ἑτέρου, ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον.

5. ²Φυσικὴ θεωρία. Ἡ μελέτη διαφόρων νόμων, οἵτινες ἀναγονται εἰς τὴν αὐτὴν τάξιν φαινομένων, δύναται νὰ καταδείξῃ ὅτι τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων εἶνε τὸ ἐπακλούθημα τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἢ τῆς αὐτῆς ὑποθέσεως· τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων καλεῖται **φυσικὴ θεωρία**· οἷον ἡ θεωρία τοῦ ἥχου, ἡ θεωρία τοῦ φωτὸς κτλ.

6. ²Μόρια καὶ ἄτομα. Πολλὰ φαινόμενα, τὰ μὲν φυσικὰ τὰ δὲ χημικὰ, ἀναγκάζουσιν ἡμᾶς νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶνε ἐπ' ἀπειρον διαιρετὴ, ἀλλ' ὅτι σύγκειται 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 ὑδρογόνου καὶ ἓν ἄτομον ὀξυγόνου¹.

71. 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 ἥττον ἰσχυρῶς καὶ ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται ὠρισμένον ὄγκον καὶ σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ ἐξωτερικὴν δύναμιν μᾶλλον ἢ ἥττον 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 ὠρισμένον 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 ἔλξις μεταξὺ τῶν παρακειμένων μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει καὶ ἔνεκα τούτου ταῦτα οὔτε ὄγκον οὔτε σχῆμα ὠρισμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηγεκῶς νὰ καταλάβωσι μεγαλύτερον χῶρον, πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστά δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται· τοιαῦτα εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὑδρογόνον κτλ.



Σχ. 1.

Ἵνα καταδείξωμεν τὴν τάσιν ταύτην τῶν αερίων, λαμβάνομεν κύστιν (σχ. 1) ἐμπεριέχουσαν μικρὰν ποσότητα αέρος ἢ αερίου τινὸς καὶ θέτομεν αὐτὴν κεκλεισμένην ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφαιροῦμεν τὴν περιβάλλοντα τὴν κύστιν ἀέρα. Κατὰ

1. Καὶ αὐτῶν τῶν ἀτόμων κατ'ωρθώθη ἐσχάτως ἡ υποδιαίρεσις εἰς μονάδας ἔτι μικροτέρας κληθείσας *ἠλεκτριόντα*.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

8. Καλοῦμεν *ιδιότητας* τῶν σωμάτων τοὺς διαφόρους τρόπους, καθ' οὓς ταῦτα υποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν. Αἱ *ιδιότητες* αὗται διαιροῦνται εἰς *γενικάς*, αἵτινες ἀπαντῶσιν εἰς πάντα ἀνεξαρτέτως τὰ σώματα, καὶ εἰς *μερικάς*, αἵτινες εἰς τινα μόνον σώματα ἀπαντῶσιν, ὡς τὸ διαφανές, τὸ λευκόν, ἡ ὀρευστότης κτλ.

Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι πολλάι, μεταξὺ τῶν ὁποίων κυριώτεραι εἶνε αἱ ἑξῆς· ἡ ἔκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ συμπεστόν, τὸ πορῶδες, ἡ ἐλαστικότης, 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 διαιρεθῇ εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Παραδείγματα λεπτομερεστάτης υποδιαίρεσεως τῆς ὕλης παρέχουσιν ἡμῖν ὁ χρυσός, ὅστις δύναται νὰ ἐκταθῇ εἰς λεπτότατα φύλλα ἔχοντα πάχος τὸ $\frac{1}{10000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὁ λευκόχρυσος, ὅστις δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς σύρματα λεπτότατα ἔχοντα πάχος τὸ $\frac{1}{1200}$ τοῦ χιλιοστομέτρου· ὡσαύτως αἱ ὁσμηραὶ οὐσίαι, οἷον ἡ καμφορά, ὁ μόσχος καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσίαι, οἷον τὸ ὕσγιον (carmin), ἡ ῥοδανιλίνη (φουξίνη), ὧν ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὄσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

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

Παρατήρησις. Πάντα σχεδὸν τὰ σῶματα ἐλαττοῦνται ὡσαύτως κατὰ τὸν ὄγκον διὰ τῆς φύξεως.

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

14. **Ελασικότης.** Ἡ ελασικότης εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα υποβαλλόμενα 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

παύσῃται ἐνεργοῦσα. Ἡ ἰδιότης αὕτη εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἐκφαίνεται ἰδίως, ὅταν ταῦτα υποβάλλωνται· α') εἰς πίεσιν. Στυλὸς ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσῃται ἢ πίεσις, ὁ στυλὸς ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος· β') εἰς τάσιν. Σωλὴν 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 ἡ ἀτμαμάξα παρέλθῃ· δ') εἰς στρέψιν ἢ σπείρασιν. Ὁ σιδηροῦς ἄξων τῶν τροχῶν ἀτμαμάξης ἢ ὁ ἄξων, δι' οὗ στρέφεται ἡ ἑλὶξ 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 ὥρολογίων ἀμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμι κλπ.

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

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

15. **Κινητόν.** Τὸ κινητόν εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν ταῦτα δύνανται νὰ μεταβάλλωσι θέσιν εἰς τὸν χώρον, 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 ἰδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σῶμά τι ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλῃ 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 μεταβάλῃ ταχύτητα, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἑξωτερικὴ τις αἰτία. II.

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

Ὅταν τις ἴσταται ὀρθίος ἐφ' ἀμάξης κινουμένης αἰφνιδίως κλίνει πρὸς τὰ ὀπίσω· ἐὰν δὲ ἴσταται ἐφ' ἀμάξης κινουμένης καὶ αὕτη αἰφνιδίως σταματήσῃ, κλίνει πρὸς τὰ πρόσω. Ἐὰν τις θελήσῃ νὰ κατέλθῃ ἐξ ἀμάξης ταχέως κινουμένης ἐστραμμένος ὦν πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ κινεῖται ἡ ἀμαξία, δύναται νὰ καταπέσῃ πρηγῆς, ἐὰν δὲν κλινῇ τὸ σῶμα ἀρκούντως πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἀδέξιος ἱππεὺς ἐκτινάσσεται, ὅταν ὁ ὠκυπορῶν ἵππος ἀποτόμως σταματήσῃ. Ἄν ἀκκριαίως σταματήσῃ ἀμαξοστοιχία κινουμένη μετὰ μεγάλης ταχύτητος, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὰς συγκρούσεις, τότε αἱ ἀμαξίαι αὐτῆς τείνουσαι νὰ ἐμμείνωσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως θραύονται συγκρουόμεναι.

Ὅταν πρόκειται νὰ ὑπερπηδῇσωμεν 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 πεδῇσωμεν.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΕΚ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Α'. ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

17.4 "Όταν υλικόν τι σημείον μεταβάλλη διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν χώρον, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὁ δὲ γεωμετρικὸς τρόπος τῶν θέσεων, ἃς τὸ σημείον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται τροχιά αὐτοῦ, οὕσα εὐθύγραμμος ἢ καμπυλόγραμμος.

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

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ταχύτητα καὶ διὰ δ τὸ εἰς χ μονάδας τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει τὸν ἐξῆς γενικὸν τύπον·

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

19.4 **Κίνησις ἀνισοταχῆς.** "Όταν κινητόν τι διανύη ἄνισα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἀνισοταχῆς ἢ μεταβαλλομένη.

20.4 **Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.** "Όταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῇ κατ' ἴσας ποσότητας ἐν ἴσοις χρόνοις ὅσονδήποτε μικροῖς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς μεταβαλλομένη. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὁμαλῶς, ἡ κίνησις

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

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

Β'. ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

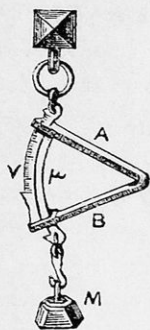
21. **Δύναμις.** Δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἥτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία π. χ., ἥτις σῶμα ἡρεμοῦν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τοῦναντίον σῶμα κινούμενον ἐπαναφέρει εἰς ἡρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγράμμως κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινηθῇ καμπυλογράφως. Ἡ βαρύτης π. χ. εἶνε δύναμις, 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 δύναμιν, πρὸς ἣν συγκρίνομεν πᾶσαν ἄλλην δύναμιν καὶ ἣν καλοῦμεν μονάδα δυνάμεως. Ὡς τοιαύτη δὲ μονὰς λαμβάνεται τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου (λίτρου) ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4⁰, ἥτοι τὸ καλούμενον Χιλιόγραμμα (312,5 δράμια).

24. **Δυναμόμετρον.** Πρὸς καταμέτρησιν δυνάμεως οἰασθήποτε.

οἷον τῆς τῶν μυῶν ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα ὄργανα καλούμενα δυναμόμετρα. Τὸ ἀπλούστερον δὲ τούτων σύγκειται ἐκ χαλυβδίνου ἐλάσματος AB (σχ. 2) ἠγκωνισμένου κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ. Ἐὰν ἔλκοντες π. χ. διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἐπενέγκωμεν τοιαύτην πλησίαν 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 μορφήν βέλους, ἥς τὸ ἐν πέρας

Α παριστᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς εὐθείας ΑΠ καὶ ἡ φορά τοῦ βέλους τὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν 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.

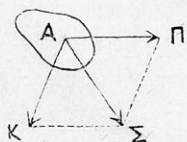
26. **Σύνθεσις δυνάμεων.** Ὅταν πολλαὶ δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐφηρμοσμένα: ἐξουδετερῶνται ἀμοιβαίως, ἥτοι ὅταν εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ, εἶνε φανερόν ὅτι ἐκάστη αὐτῶν ἰσορροπεῖ πάσας τὰς λοι-

πὰς καὶ ἐπομένως πᾶσαι αἱ λοιπαὶ δυνάμεις δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς καὶ μόνης ἴσης τῇ πρώτῃ καὶ ἀντιρρόπου. Κατὰ ταῦτα δυνάμεθα ἐνίοτε δύο ἢ πλείονας δυνάμεις ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἄλλης παραγούσης τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ ἐκεῖναι, ἀποτέλεσμα· τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται σύνθεσις δυνάμεων. Ἡ δύναμις, ἣτις δύνανται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείονας δυνάμεις, καλεῖται συνισταμένη, ἐκεῖναι δὲ συνιστώσαι.

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

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

28.6 Παράλληλογράμμον τῶν δυνάμεων. Δύο δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ (σχ. 4) ἐφηρμοσμένα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος

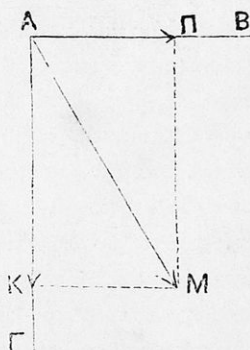


Σχ. 4.

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

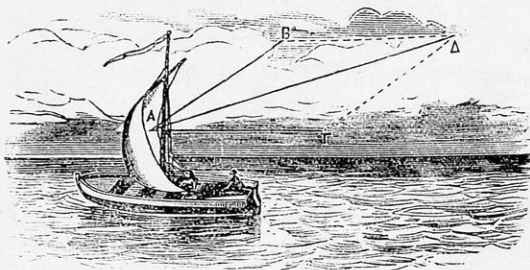
29. Ἀνάλυσις δυνάμεως. Ὅπως συνθέτομεν δύο δυνάμεις ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐνεργούσας, οὕτω δυνάμεθα ἀντιστρόφως ν' ἀναλύσωμεν μίαν δύναμιν εἰς τὰς συνιστώσας αὐτῆς.

Συνηθέστατα δὲ ἀναλύεται μία δύναμις εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Ἐστω π. χ. δύναμις τις ΑΜ (σχ. 5) ἐπὶ τοῦ ὀλικοῦ σημείου Α ἐνεργοῦσα, ἥτις 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, ἥτοι 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.



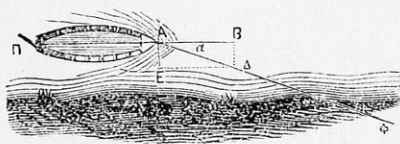
Σχ. 5.

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

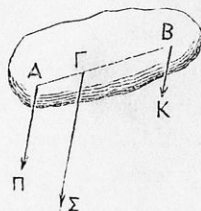


Σχ. 6.

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



Σχ. 7.



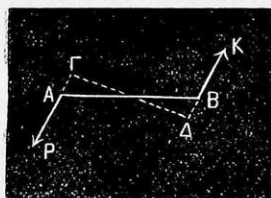
Σχ. 8.

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

31. Ἐὰν πλείονες δυνάμεις παράλληλοι τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶνε ἐφηρμοσμένοι εἰς διάφορα σημεῖα ἑνὸς σώματος, πρὸς εὕρεσιν·

τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην δύο οἰωνδήποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, εἴτα τὴν συνισταμένην τῆς μερικῆς ταύτης συνισταμένης καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἰασδήποτε, καὶ οὕτως ἐξακολουθοῦμεν μέχρις ὅτου συνθεσώμεν 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 ἐφηρμοσμένοι, περιστροφικὴν κίνησιν. Οὕτω μαγνητικὴ βελὸν ἔρειδομένη διὰ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐπὶ κατακόρυφου ἄξονος καὶ ἔχουσα π. χ.

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

33. **Μᾶζα σώματος.** Δύναμεις τις ἐνεργοῦσα συνεχῶς ἐπὶ τι σῶμα μεταδίδει εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν ὠρισιμένην, δύναμις διπλασία θέλει μεταδώσῃ ἐπιτάχυνσιν διπλασίαν καὶ οὕτω καθεξῆς, ἥτοι 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 μετακινοῦσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς πρὸς τὴν ἰδίαν αὐτῆς διεύθυνσιν παράγει **ἔργον**. Οὕτως, ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιδάξῃ 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 ἐνὸς χιλιογράμμου εἰς ὕψος ἐνὸς μέτρου καὶ ὅπερ καλεῖται *χιλιογραμμόμετρον*. Οὕτως ἐργάτης, ὅστις ἀνεβίβασεν εἰς ὕψος 5 μέτρων λίθους βάρους 60 χιλιογράμμων, παρήγαγεν ἔργον $5 \times 60 = 300$ χιλιογραμμομέτρων. *Δύναμις* ἵππου, δι' ἧς μετρεῖται ἡ δύναμις τῶν ἀτμομηχανῶν, καλεῖται ἡ δύναμις ἐκείνη, ἥτις ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμομέτρων. Κατὰ ταῦτα μηχανὴ ἔχουσα δύναμιν 10 ἵππων εἶνε ἱκανὴ ν' ἀνυψώσῃ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 75 χιλιόγραμμα εἰς ὕψος 10 μέτρων ἢ 750 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 1 μέτρ., ἢ 10 χιλιόγρ. 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 ρέον ὕδωρ ποταμοῦ ἐνέχουσιν ἐν τῇ καταστάσει ταύτῃ τῆς κινήσεως ἐνέργειαν· διότι ὁ λίθος πίπτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἡ σφαῖρα προσκρούουσα ἐπὶ θώρακος, τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ θέτον εἰς κίνησιν ὑδραυλικὸν τροχὸν δύνανται νὰ παραγάγωσι μηχανικὰ ἀποτελέσματα, τοὔτέστιν 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 λανθάνουσα. Σῶμα βαρὺ κρεμάμενον εἰς ὕψος ἐνέχει ἐνέργειαν, διότι ἂν ἀποκόψωμεν τὸ νῆμα, δι' οὗ κρέμεται, δύναται τοῦτο καταπίπτειν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἐλατήριοι τεταμένον, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον. Ὡσαύτως ἡ πυρῖτις καθίσταται αἰφνιδίως ἱκανὴ νὰ ἐκσφενδονίσῃ βαρύντατον 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. ῥιπτομένου 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 τἀνάπαλιν, 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 ἡλεκτρισμός. Ἡ δὲ θερμότης αὕτη, τὸ φῶς ἢ ὁ ἡλεκτρισμός καταλαμβάνουσιν οὕτως εἰπεῖν τὴν θέσιν τῆς ἐκλιπούσης ἐνεργείας. Ἀντὶ δὲ ὠρισμένης ποσότητος ἐνεργείας ἐξαφανιζομένης ἀναφαίνεται ὠρισμένη ποσότης θερμότητος ἢ ἡλεκτρισμοῦ, ἥτις 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 διηγεκῶς μετατρέπεται, ὡς δηλ. ἐν τῇ Χημείᾳ διηγεκῶς ἀποδεικνύεται ἡ ἀρχὴ τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης, οὕτω καὶ ἐν τῇ Φυσικῇ ἡ ἔρευνα τῶν φυσικῶν φαινομένων διηγεκῶς καταδεικνύει τὴν ἀρχὴν τῆς ἀφθαρσίας τῆς ἐνεργείας, ἥτις ἐμφανιζομένη ὡς θερμότης, ὡς φῶς, ὡς ἡλεκτρικὴ, 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 μεταχειριζόμεθα.

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

σει εύρισκόμενον καὶ εἰς μηδεμιᾶς δυνάμεως τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς· ἵνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ ὑλικὸν σημεῖον νὰ μεταβάλλῃ τροχίαν καὶ 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 κινηθῇ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἡ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση καὶ ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ *φυγόκεντρος δύναμις*. Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα, ἀμέσως παύεται καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς φυγόκεντρος δυνάμεως τὸ δὲ ὑλικὸν σημεῖον ἔξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς.

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



Σχ. 10.

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

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

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

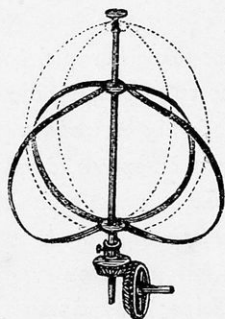
Β'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον

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

Γ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντίστροφος 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 ἐξερτήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, οὕτινος τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ, καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὅλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἐνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλάκις οἱ μυλόλιθοι, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπίσης κατορθοῦται ἡ ἄλσεις τοῦ αἵτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μυλόλιθου, ὁπόθεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορφήν ἀλεύρου. Ἐνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως βλέπομεν ἐν τοῖς ἵπποδρομίῳ τὸν ἀναδάτην



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 τῆς καμπύλας ἔχουσι τὴν ἐξωτερικὴν ῥάδδον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ Γῆ ἤτόποτε διάπυρος καὶ τεττηκυῖα σφαιρικὴ μᾶζα,

ἐνεκα 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, τοὺνναντίον δ' ἡ ὀριζοντία αὐξάνεται. Ἡ συμπίεσις δ' αὕτη αὐξάνεται, ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχυτέρα.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ, ΒΑΡΟΣ, ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

39. **Βαρύτης.** Καλεῖται βαρύτης ἡ ἐλκτική δύναμις τῆς Γῆς, ἣτις παράγει τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων, ἀφιεμένων ἐλευθέρων, ἢ τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, ἐφ' οὗ τὰ σώματα ἐρείδονται,



ἢ τέλος τὴν τάσιν τοῦ νήματος, ἐξ οὗ ταῦτα εἶνε ἐξηγητέα. Τὰ σώματα δὲ ὡς ὑπείκοντα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος καλοῦνται βαρέα.

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

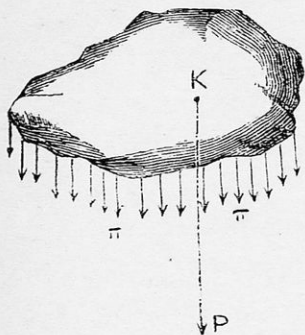
Τὴν κατακόρυφον σημείου τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον νῆμα τῆς στάθμης (κατευθυντήρ) (σχ. 12).

Σημ. Πᾶν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται ὀριζόντιον.

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

παραλλήλων δυνάμεων π, π (σχ. 13), αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην KP ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Ἡ συνισταμένη αὕτη καλεῖται βάρος τοῦ σώματος.

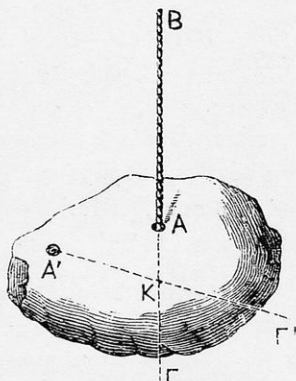
41. *Κέντρον τοῦ βάρους.* Τὸ βάρος παντὸς σώματος εἶνε δύναμις KP κατακόρυφος ἐνεργοῦσα εἰς τι σημεῖον K , ὅπερ ὡς τὰ πολλὰ κεῖται ἐπ' αὐτοῦ τοῦ σώματος, τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο καλούμενον κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τηρεῖ τὴν αὐτὴν ὡς πρὸς τὸ σῶμα θέσιν, ὥπως δὴποτε καὶ ἂν τοῦτο μετακινηθῇ ἢ στραφῇ χωρὶς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



Σχ. 13.

42. *Πειραματικὴ εὕρεσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.* Τὸ κέντρον τοῦ βάρους σώματος μὴ λίαν βαρέος εὐρίσκεται πολ-

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, ἂφ' οὗ ἡρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου $A'Γ'$, ἡ κοινὴ τομὴ K τῶν δύο εὐθειῶν $ΑΓ$ καὶ $A'Γ'$ εἶνε τὸ ζητούμενον κέντρον τοῦ βάρους.



Σχ. 14.

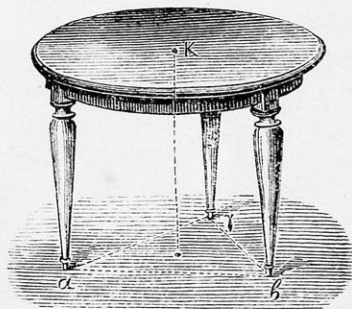
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

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

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

Ἐὰν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο σημείων, οἷον διαδύτης ἢ ἄνθρωπος ἰστάμενος ἐπὶ καλοδάθρων, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία καὶ δὲν ἀνατρέπεται, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο σημεία, δι' ὧν τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.



Σχ. 15.

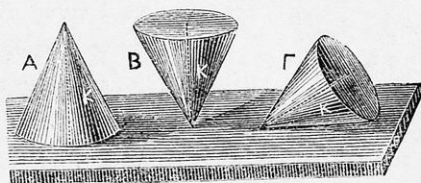
Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, οἷον τρίπους (σχ. 15), τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορρο-

πία, ἔταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους K καταδιδαζομένη κατακόρυφος πίπτει ἐντὸς τοῦ τριγώνου $\alpha\beta\gamma$, οὕτως 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, οἷον ἄνθρωπος ἱστάμενος, τότε μόνον οὗτος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ἔταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταδιδαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνὸς σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ (σχ. 16).



Σχ. 16.

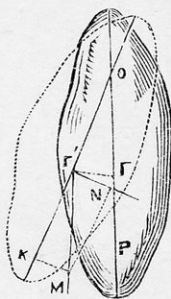


Σχ. 17.

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

Σῶμα στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπία, ἔταν ὀλίγον μετακινούμενον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας τείνῃ ν' ἀπομακρυνθῇ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον B τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ· καὶ τέλος ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία εὐρίσκεται 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, ἐραιδόμενον καὶ μετακινούμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας, ἢ εἰς σφαῖραν ὁμοιομερῆ ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π.χ. κειμένην.

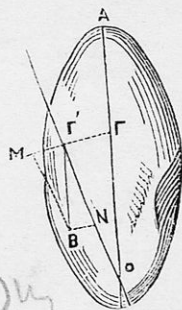


Σχ. 18.

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

Τὸ σῶμα τὸ οὕτως ἐξηρητημένον εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπίᾳ, ὅταν τὸ κέν-

τρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 18) εἴνε κατώτερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως Ο, ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπίᾳ, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ (σχ. 19) κεῖται ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπίᾳ, ὅταν ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος.



Σχ. 19.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

46. Τὰ διάφορα σώματα ἀφινόμενα ἐλεύθερα ἐξ ὕψους φέρονται πρὸς τὸ ἔδαφος, ἥτοι πίπτουσιν, ἀλλὰ μετὰ διαφόρου ταχύτητος 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, ἥτοι μὴ ἐμπεριέχοντι μηδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα,

πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Καὶ ὄντως, ἂν λάδωμεν τὸν σω-
λῆνα τοῦ Νεύτωνος, ἥτοι κοῖλον ὑάλινον κύλινδρον
ἔχοντα μῆκος δύο μέτρων περίπου καὶ ἐμπεριέχοντα
πτίλον καὶ σφαιρίδιον ἐκ μολύβδου, κεκλεισμένον
δὲ κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα, ἀφ' οὗ προηγουμένως
διὰ τῆς ἀερραντίας 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
A^{ον} τῆς πτώσεως νόμον. Πάντα τὰ σώματα πί-
πτουσιν ἐν τῷ κενῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

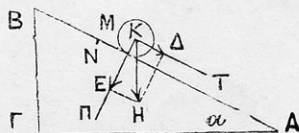
47. **Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐὰν βαρὺ τι
σῶμα ἀφεθῇ ἐλεύθερον ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ
μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον μ. 4,90 κατὰ τὸ
πρῶτον καὶ δεύτερον δευτερόλεπτον ὁμοῦ $4 \times 4,90$,
κατὰ τὸ πρῶτον, δεύτερον καὶ τρίτον δευτερόλε-
πτον ὁμοῦ $9 \times 4,90$ καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅθεν συνά-
γομεν τὸν ἐξῆς B^{ον} τῆς πτώσεως νόμον. Τὰ δια-
νύμενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐν τῷ
κενῷ εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων,
ἐν οἷς διηνύθησαν.

Τὸν νόμον τοῦτο ἀπέδειξε πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος
μεταχειρισθεὶς κεκλιμένον ἐπίπεδον¹, ὅπερ ἀπετε-
λεῖτο ἐκ δοχοῦ, ἣν ἐνέσκαψε κατὰ τὸ μῆκος
αὐτῆς ἀποτελέσας αὐλάκα, ἥς τὰ τοιχώματα
κατέστησεν ὅσον ἔνεστι λεία, ὅπως ἐλατ-



Σχ. 20.

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

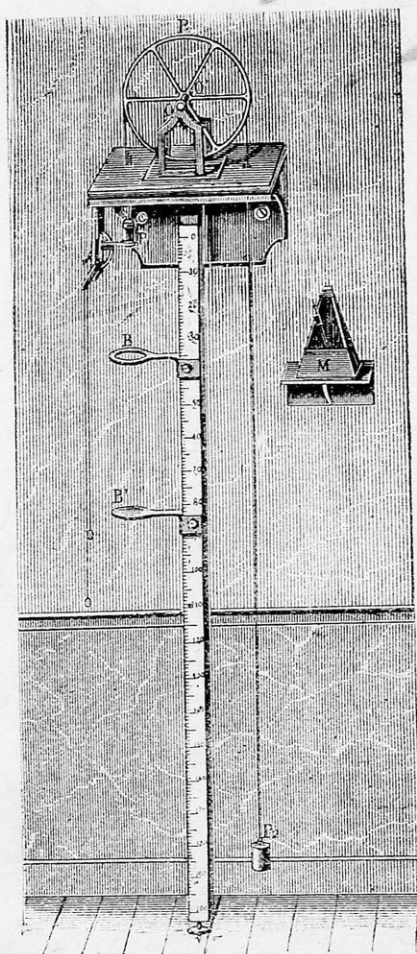


τώση τὴν τριβὴν, καὶ στηρίζας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσειν τινὰ ἔθηκεν

ἐντὸς τῆς αὐτοκλινούς λείαν μεταλλίνην σφαῖραν, ἥτις ἀφεθεῖσα ἐλευθέρα κατήρχετο κυλισομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλισομένη διήνυε κατὰ τοὺς χρόνους 1, 2, 3, εὗρεν ὅτι ταῦτα ἔδαινον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, ὑπὸ οἵανδήποτε κλίσειν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκός.

48. Ἀποδείξεις διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood.

Ἡ μηχανὴ αὕτη σύγκειται ἐκ δοκοῦ κατακορύφου ὕψους 2 μ. ἐστηριγμένης ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ φερούσης εἰς τὴν κορυφὴν τροχαλίαν P (σχ. 22) στρεπτὴν περὶ τὸν ἄξονα OO'. Εἰς τὴν κατὰ τὴν περιφέρειαν ἐνσκαφὴν τῆς τροχαλίας εἰσάγεται νῆμα λεπτὸν ἐκ μετάξης, εἰς τὰ πέρατα δ' αὐτοῦ προσδένονται δύο μέταλλικοι κύλινδροι P₁ καὶ P₂ ἔχοντες τὸ αὐτὸ βάρος. Ἡ κατακόρυφος δοκὸς φέρει κανόνα,



Σχ. 22.

συγκιστῶν, εἰς ἃς ἀναλύεται ἡ κατακόρυφος δύναμις KH ἢ παριστώσα τὸ βάρος τοῦ σώματος M.

ἐφ' οὗ εἶνε κεχαραγμένοι αἱ διαιρέσεις τοῦ γαλλικοῦ μέτρου.

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

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

49. **Νόμος τῶν ταχυτήτων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτάται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτον ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς 9, ^{μ.} 80¹ τουτέστιν ἐὰν τὸ σῶμα κατὰ

1. Ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγρ. πλάτος 45° εἶνε 9, ^{μ.} 80606. Αὕτη βαίνει ἀξανανομένη πρὸς τοὺς πόλους (9, ^{μ.} 83109) καὶ ἐλαττωμένη πρὸς τὸν ἰσημερινὸν (9, ^{μ.} 78103).

τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου παύσῃται ὑπεῖκον εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, θέλει ἐξακολουθήσει διανύον $9, \mu. 80$ καθ' ἑκάστον δευτερόλεπτον. Ἐὰν ὁμοῦς ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ καθ' ὅλον τὸ δεύτερον δευτερόλ., κατὰ ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου $2 \times 9, \mu. 80$, 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, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πῦτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου τῆς πτώσεως.

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

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος μετάθετον δίσκον B φέροντα ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπήν, ἧς ἡ διάμετρος εἶνε μικροτέρα τοῦ μήκους τῆς προσθέτου μάζης. 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 βάρος P κατὰ τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 60, ἥτοι 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 βάρος P εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης μονάδος τοῦ χρόνου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 100, ἥτοι ὅτι διανύει

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

Ὅπως ἀποδείξωμεν νῦν τὸν νόμον τῶν ταχυτήτων, προσαρμόζομεν τὸν διάτρητον δίσκον B εἰς τὴν διαίρεσιν 20, τὸν δὲ δευτερον δίσκον B' τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἡ μὲν πρόσθετος μᾶζα θέλει ἐμποδισθῇ 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 κτᾶται εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, εἶνε ἴση πρὸς 80, τουτέστι διπλασία τῆς ταχύτητος, ἣν εἶχεν ὁ κύλινδρος P_1 εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου.

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

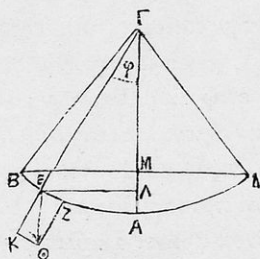
Σημ. Β'. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἀληθεύουσιν, ὅταν πρόκειται περὶ μικρῶν σχετικῶς ὑψῶν, ὁπότε ἡ δύναμις ἡ ἐπιφέρουσα τὴν πτώσιν θεωρεῖται σταθερὰ κατὰ τὴν ἔντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν. ✕

510 Ἐκκρεμές. Ἐκκρεμές ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινήτὸν περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὁμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ράβδου φερούσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρας αὐτῆς βαρὺ σῶμα φακοειδές, εἰς τὸ ἀνώτε-

τερον δὲ χαλύβδιον ἔλασμα πρὸς ἐξάρτησιν (ἐκκρεμὲς ὥρολογίων). Τὸ ἀπλούστατον δὲ τῶν ἐκκρεμῶν σύγκειται ἐκ 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 βάρος τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο συνιστώσας ΕΚ καὶ ΕΖ καθέτους πρὸς



Σχ. 23.

ἀλλήλας, τούτεστι τὴν μὲν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος ΓΕ ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ ἀναιρουμένην, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΕΖ, δι' ἧς τὸ ἐκκρεμὲς φέρεται πρὸς τὸ Α, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστώσα ἐνεργεῖ μὲν ἀπαύστως ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, ἀλλ' ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ Β μέχρι τοῦ Α ἐλαττουμένης τῆς γωνίας φ. Ὅταν δὲ τὸ ἐκκρεμὲς φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ΓΑ, δὲν ἡρεμεῖ, καίπερ τῆς συνιστώσας ΕΖ μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτᾶται κατὰ τὴν κάθοδον, καθ' ἣν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου κατῆλθεν ἐκ τοῦ κατὰ τὴν κατακόρυφον ὕψους ΜΑ. Ἐνεκα δὲ τῆς κτηθείσης 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 ἐπιδραδύνεται κατὰ τὴν ἀνοδὸν, ὅσον ἐπεταχύνθη κατὰ τὴν κάθοδον, τὰ τόξα ΒΑ καὶ ΑΔ ἔπρεπε νὰ εἴνε ἴσα· ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἀντιστά-

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

Καλεῖται αἰωρήσις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἡ μετάδοσις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέσεως ΓΒ εἰς τὴν ΓΔ, πλάτος τῆς αἰωρήσεως τὸ τόξον ΒΑΔ καὶ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Γ' ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Α τοῦ μικροῦ σφαιριδίου.

52. **Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς.**

Α'. Ἐάν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς δὲν ὑπερβαίνει τὰς 2 ἢ 3 μοίρας, αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσόχρονοι.

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 ἐκκρεμὲς 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' ἀποδειχθῇ δὲ πειραματικῶς καὶ ὁ δεύτερος νόμος, ὁ τῶν μηκῶν, λαμβάνομεν δύο ἐκκρεμῆ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον νὰ ἔχῃ 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. **Ἐκκρεμῇ ἐκ διαφόρου μάζης.** Ἐάν λάβωμεν διάφορα ἐκκρεμῆ ἔχοντα τὸ αὐτὸ μῆκος ἀλλ' ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν σφαιρῶν διαφόρου ὕλης, οἷον ἐκ ξύλου, ἐξ ἐλεφαντόδοντος, ἐκ μολύβδου κτλ., ἐξηρητημένων διὰ λεπτῶν νημάτων καὶ τὰ θέσωμεν εἰς αἰώρησιν ὑπὸ μικρὸν πλάτος, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως εἶνε ὁ αὐτὸς διὰ πάντα τὰ ἰσομήκη ταῦτα ἐκκρεμῆ, ἦτοι εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς μάζης, ἐξ ἧς ἀποτελεῖται τὸ ἐκκρεμὲς.

55. ¹⁷ **Ἐκκρεμὲς ἐν διαφόροις τόποις.** Τὸ αὐτὸ ἐκκρεμὲς 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. ¹⁸ **Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια.** Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν αἰωρήσεων ἐφηρμόσθη τὸ ἐκκρεμὲς εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

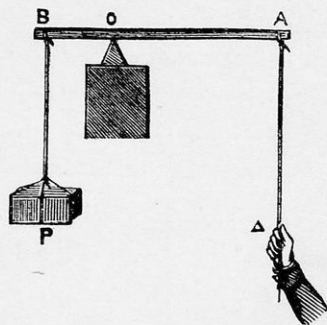
ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

57. ¹⁹ **Μηχανή.** Καλεῖται ἐν γένει μηχανή πᾶν ὄργανον, διὰ τοῦ ἑποίου 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 ανεμομύλου ἢ ἀτμομύλου ἄλλεσιν τοῦ σίτου. Αἱ ἀπλούστεραι δὲ τῶν μηχανῶν εἶνε ὁ μοχλός, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ὁ κοχλίας, κτλ., αἵτινες χρησιμεύουσιν, ὥπως τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεων ὑπερνικήσωμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βάρος σώματός τινος.

58. ²⁰ **Μοχλός.** Ὁ μοχλός ἀποτελεῖται ἐν γένει μὲν ἐκ στερεοῦ σώματος οἰουδήποτε, συνήθως ὅμως ἐκ ῥάβδου ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου, ἥτις ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος ὅσον ἔνεστιν ἀνεγδότου, καλουμένου ὑπομοχλίου, περὶ ὃ δύνανται νὰ στραφῇ, ὑποκειμένη ἅμα εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων, ὧν ἡ μὲν καλεῖται κυρίως δύναμις, ἡ δὲ ἀντίστασις. Διακρίνομεν δὲ τρία εἶδη μοχλῶν.

Α'. **Μοχλὸς 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 ἐφηρμοσμέναι εἰς δύο σημεῖα ἐκατέρωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενα. Κατὰ ταῦτα ὑποθέ-

σωμεν ὅτι ἡ σιδηρὰ 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 ὅποιον 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 εἴδους.



Σχ. 24.

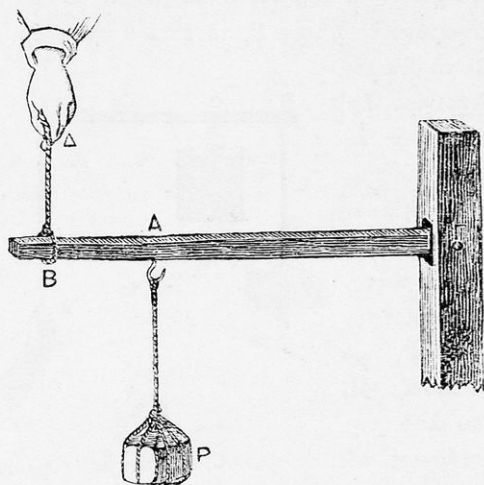
Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ τούτου καταβαλλομένη δύναμις Δ ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν P, οἷον λόγον ἔχουσιν αἱ ἀποστάσεις OB καὶ OA τοῦ ὑπομοχλίου ἀπὸ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως, αἵτινες καλοῦνται μοχλοβραχίονες (ὁ μὲν μοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως), ὁ δὲ μοχλοβραχίων τῆς ἀντιστάσεως, ἥτοι ἔχομεν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

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

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

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

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

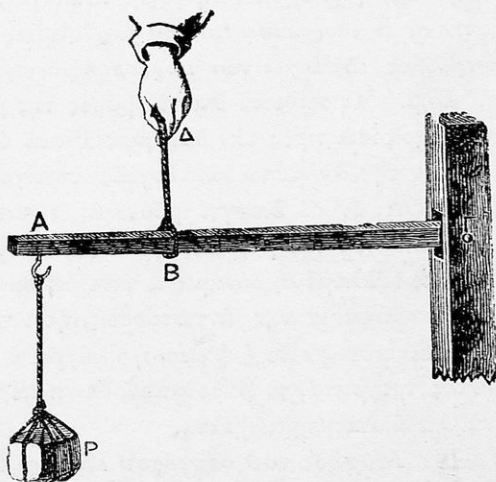


Σχ. 25.

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

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

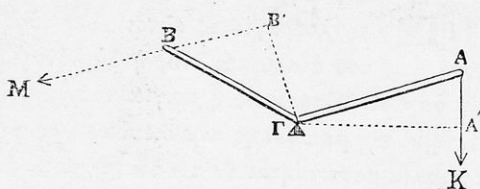
του εἶδους ἡ δύναμις εὐρίσκεται μεταξύ ὑπομοχλίου καὶ ἀντιστάσεως. Οὕτω θεωρήσωμεν ὅτι ἡ ῥάβδος ΑΓ δύναται νὰ στραφή, περί τὸ ἐν ἄκρον Γ (σχ. 26), ὅτι ἡ ἀντίστασις Ρ ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Α, ἡ δὲ δύναμις Δ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον Β. Ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσων τοῦ ΑΓ τῆς ἀντιστάσεως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



Σχ. 26.

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

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



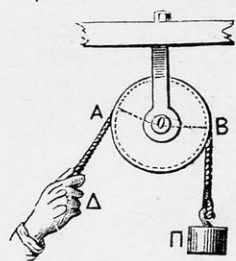
Σχ. 27.

μοσμέναι δυνάμεις BM καὶ AK νὰ μὴ εἶνε κάθετοι ἐπὶ τὸν μοχλόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην πρέπει νὰ θεωρῶμεν ὡς μοχλοδραχίονας τὰς καθέτους GB' καὶ GA' τὰς ἀγομένους ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ἐπὶ τὰς διευθύνσεις BB' καὶ AA' τῶν δυνάμεων M καὶ K.

60.¹⁵ **Τροχαλία καὶ πολύσπαστα.** Ἡ τροχαλία εἶνε δίσκος ξύλινος ἢ μετάλλινος φέρων αὐλακὰ 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 ἅκρα αὐτοῦ ἔνθεν καὶ ἔνθεν στρέφονται ἐντὸς κυκλικῶν ὁπῶν, ἃς φέρει μεταλλίνη ψαλὶς, ἐντὸς τῆς ὁποίας στρέφεται ἡ τροχαλία καὶ ἣτις καλεῖται *τροχαλιοθήκη*. Τὸ ἄνω δὲ μέρος τῆς αὐλακὸς περιβάλλει σχοινίον, ὕπερ κρέμαται ἔνθεν καὶ ἔνθεν καὶ διὰ τοῦ ὁποίου ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως.

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

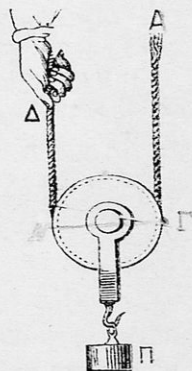
τὴν παγίαν τροχαλίαν ἢ μὲν ἀντίστασις Π ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἢ δὲ δύναμις Δ ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν



Σχ. 28.

ἐπὶ τοῦ ἐτέρου. 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 $A\Delta$ καὶ $B\Pi$ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως. Οἱ μοχλοβραχίονες οὗτοι εἶνε ἴσοι ὥς ἀκτῖνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου, ἢ δὲ δύναμις Δ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν Π . Ἐπομένως ἡ παγία τροχαλία παρέχει μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως.

Ὅταν ἡ τροχαλία μετακινήται ἐν τῇ διαστάματι, ἐν ᾧ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρᾳ ἢ μετὰθετος τροχαλία (σχ. 29). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου προσδένεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον A , ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις Δ , τὸ δὲ βάρος Π κρέμεται δι' ἀγκίστρον. Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις Π ἰσοῦται τῇ ἀθροίσματι τῆς δυνάμεως Δ καὶ τῆς ἑλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον A . Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις Δ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου A ἑλξιν, ἡ ἀντίστασις Π εἶνε διπλασία τῆς δυνάμεως Δ . Διὰ τῆς ἐλευθέρως τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν Π διὰ δυνάμειν ἴσης πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης.



Σχ. 29.

Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 30 ἀπεικονιζόμενον πολὺσπαστον σύγκειται ἐκ δύο τροχαλιοθηκῶν A καὶ B , ὧν ἑκατέρᾳ φέρει τρεῖς τροχαλίας περιστρεφόμενας ἐλευθέρως περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρα ἀμετάθετος τροχαλιοθήκη A φέρει κρίκον α , εἰς τὸν ὁποῖον προσδένεται σχοινίον. Εἰς τὸ ἐλεύθερον δ' ἄκρον τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις Δ , ἥτις ἰσορροπεῖ τὸ βάρος ἢ τὴν ἀντίστασιν Π .

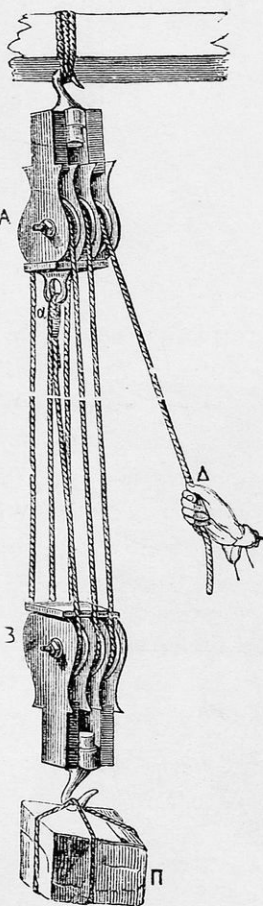
τὸ Γ εἶναι ἡ ἐλευθέρως τροχαλία ἢ Π . εἶναι μοχλοβραχίον.

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

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

61. **Βαροῦλκον.** Τὸ βαροῦλκον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων. Σύγκειται δ' ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 31), συνήθως μὲν ἐκ ξύλου, ἐνίοτε δ' ἐκ σιδήρου, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρχεται ἡ σιδηρὰ ράβδος BB, ἣτις ἐξέχουσα ἐνθεν καὶ ἐνθεν ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρικμάτων ΓΓ, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ περιστραφῇ. Σχοινίον, τοῦ ὁποίου τὸ ἐν 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 κυλίνδρου τὸ βάρος ἀνυψοῦται.

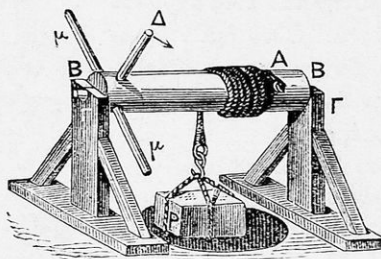
Τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ἐνθα τὸ ὑπομόχλιον μὲν εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος BB, μοχλοδραχίων δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶνε ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ κατακορύφως τεταμένου σχοινίου, ἥτοι ἡ ἀκτίς τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως Δ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, ἥτοι τὸ



Σχ. 30.

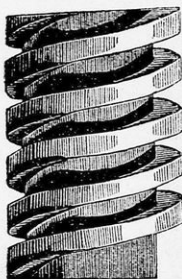
μήκος τῆς ράβδου τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγυίας, λογιζόμενον μέχρι τοῦ ἄξονος τοῦ κυλίνδρου. Πολλάκις ὁ κύλινδρος τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετος πρὸς τὸ ἔδαφος ἢ πρὸς τὸ

κατάστρομα πλοίου καὶ τότε καλεῖται ἐργάτης, χρησιμεύων πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων, οἷον τῆς ἀγκύρας.

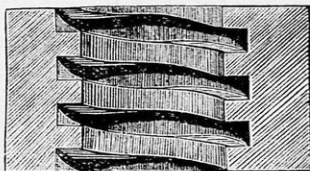


Σχ. 31.

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



Σχ. 32.



Σχ. 33.

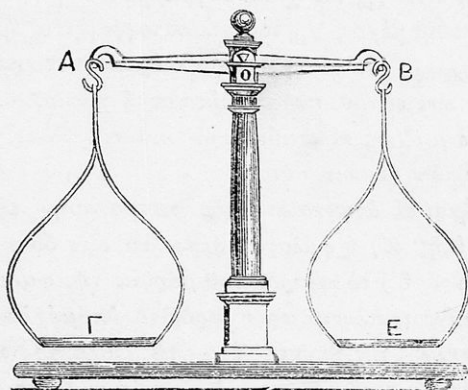
λογιζομένην ἐπὶ μιᾷ τῶν γενετειρῶν, ἣτις καλεῖται βῆμα τοῦ κοχλίου. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύῃ ὡς μηχανή, οἷον πρὸς πίεσιν σωμάτων (πιεστήρια ἐλαιοτριβείων, ξυλουργείων, βιβλιοδετῶν κ. τ. λ.) φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ μοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις.

ΣΥΓΟΣ, ΣΤΑΤΗΡ, ΠΛΑΣΤΙΓΕ

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

μον, $\delta\kappa\alpha$). Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνης ράβδου AB (σχ. 34) ὅσον ἔνεστι ἀκάμπτου καὶ ἐλαφρᾶς, 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 ἰσοδραρεῖς δίσκοι Γ καὶ Ε, ὧν ὁ μὲν εἰς δέχεται τὸ σταθμητέον σῶμα, ὁ δ' ἕτερος ὠρισμένα βάρη, σταθμὰ καλούμενα, οἷον τὸ χιλιόγραμμον, τὸ γράμμον καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

64. ¹⁶ Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ. Διὰ τὰ εἶνε ἀκριβῆς ὁ ζυγός, πρέπει



Σχ. 34.

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

Ἐξελέγχομεν δὲ τὴν ἰσότητα τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος θέτοντες εἰς μὲν τὸν ἕνα δίσκον, οἷον τὸν Γ, βαρὺ τι σῶμα οἷονδῃ-

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

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

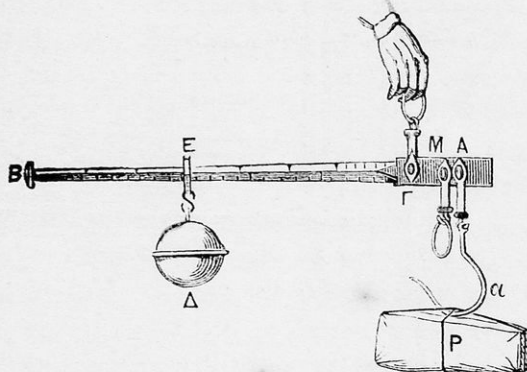
Αἱ δὲ συνθῆκαι αἱ ἀναγκαῖαι πρὸς κατασκευὴν εὐπαθεστάτου ζυγοῦ εἶνε αἱ ἐξῆς· α') ἡ φάλαγξ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστιν ἐπιμήκης καὶ ἐλαφρὰ· β') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος πρέπει νὰ κεῖται ὅσον ἔνεστι πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον αὐτῆς καὶ γ') ἡ κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως τῆς φάλαγγος καὶ τῆς 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 κεῖνται 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 περιστραφῇ 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 κρέμεται τὸ πρὸς στήθμησιν 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 μοχλοδραχίονος ΓΕ, τὸν ὁποῖον δυνά-

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

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

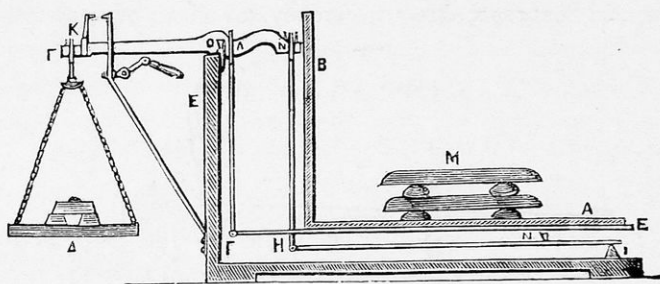


Σχ. 35.

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

67. **Πλάσιγξ.** Ἡ κοινῶς καλουμένη πλάσιγξ 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, ἥτοι πρὸς τὰ δεξιὰ, διὰ τῆς ἀκμῆς N ἐπὶ τοῦ δευτερογενοῦς μοχλοῦ HI , πρὸς τὸ ἔτερον δὲ ἄκρον, ἥτοι πρὸς τὰ ἀριστερά,

ἐξαρτᾶται διὰ τοῦ σιδηροῦ στελέχους $\Gamma\Lambda$ ἐκ τοῦ σημείου Λ τῆς φάλαγγος $\Gamma\Omega\Lambda$ τῆς στρεπτῆς περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα O . Ὁ δευτερογενὴς μοχλὸς $ΗΝΙ$ ὁ στρεπτὸς περὶ τὴν ὀξείαν ἀκμὴν I φέρει



Σχ. 36

κατὰ τὸ ἄκρον H σιδηροῦν στέλεχος $ΗΝ$, δι' οὗ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου N τῆς αὐτῆς φάλαγγος $ΝΟΓ$, ἥτις φέρει κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον K τὸν δίσκον Δ , ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σταθμὰ. Τὰ δύο τμήματα ΛO καὶ OK τῆς φάλαγγος εἶνε ἄνισα, συνήθως δ' ὁ βραχίον OK εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ $Ο\Lambda$, ὥστε τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ σταθμὰ ἔχουσι βάρος τὸ δέκατον τοῦ βάρους τοῦ σταθμητέου σώματος, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία.)



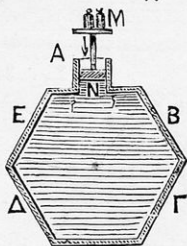
ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΙ

68. ¹² **Υδροστατική ἀρχή ἢ ἀρχή τοῦ Pascal.** Τὰ ὑγρά μετα-
δίδουσι πᾶσαν πίεσιν ἐπιφερομένην ἐπὶ οἰουδήποτε ἐπιπέδου μέρους
τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν μετ' ἴσης ἰσχύος καὶ καθέτως ἐπὶ παντός
ἴσον ἐπιπέδου μέρους ληφθέντος ἢ ἐν τῷ ὑγρῷ ἢ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν
τοιχωμάτων τοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρόν. Οὕτω π. χ. εἰς
ἀγγεῖον πολυεδρικὸν ΒΓΔΕ (σχ. 37) πεπληρω-
μένον ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, ἐφαρμόζομεν εἰς
μίαν τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ κυλινδρικὸν σωλῆνα Α
καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβολέα Ν ἀκριβῶς ἐφαρμό-
ζοντα ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν δ' ἐπὶ τοῦ ἐμ-
βολέως ἐπιθέσωμεν βάρος τι Μ, ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ
ἐπιφέρεται πίεσις μεταδιδόμενη δι' αὐτοῦ καθέ-
τως ἐφ' ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν τοῦ δοχείου τοι-
χωμάτων. Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμ βολεὺς ἔχει ἐπιφάνειαν ἴσην
πρὸς ἓν τετραγών. ὑφεκατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθὲν βάρος Μ καὶ τὸ βάρος
τοῦ ἐμβολέως ἰσοῦνται ὁμοῦ πρὸς 1 χιλιόγρ., τότε ἡ ἐπὶ παντός τε-
τραγ. ὑφεκ. τῶν τοιχωμάτων Β, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίε-
σις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἐὰν ἡ ἐπιφά-
νεια ἑνὸς τῶν τοιχωμάτων, π. χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 τ. ὑφ., τὸ
τοιχίωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιόγρ. καὶ οὕτω κατ'
ἐξῆς. Ἐὰν δὲ εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν Β, Γ, Δ, Ε ἀνοίξωμεν ὀπήν καὶ
δι' ἐμβολέως ἐφαρμόσωμεν πίεσιν οἰανδήποτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας

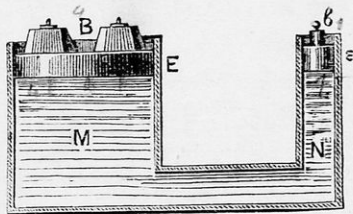


Σχ. 37.

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

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

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

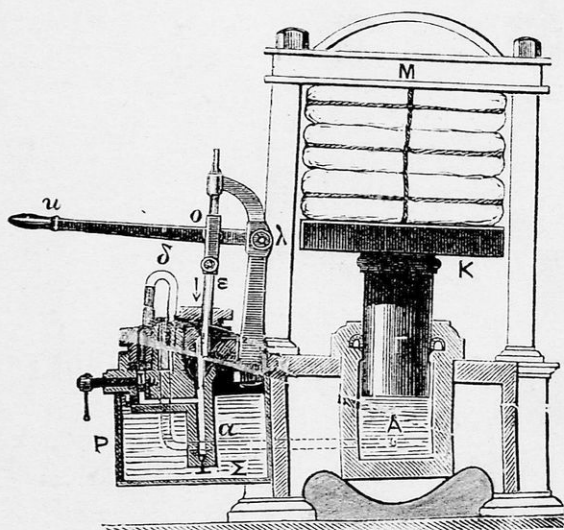


Σχ. 38.

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

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

σιμεδον πρὸς παραγωγὴν παμμεγίστων πιέσεων. Συνίσταται δὲ ἐκ κοίλου κυλίνδρου Α (σχ. 39) ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μετὰ παχέων τοιχωμάτων, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ κυλινδρικός ἐμβολεὺς Γ φέρων ἄνωθεν μεταλλίνην πλάκα σιδηρὰν Κ, ἐφ' ἧς τίθεται τὸ πιεστέον σῶμα. Ἐπὶ τεσσάρων σιδηρῶν στύλων κεῖται ἀκλονήτως σιδηρὰ 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



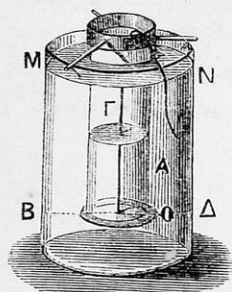
Σχ. 39.

οὗτος ἀνέρχεται, ἡ ἐπιστομὶς Σ ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξι-
μενῆς Ρ εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α' ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ἐμβο-
λεὺς καταπιέζεται, ἡ ἐπιστομὶς Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὀχε-
τὸν τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α καταθλιβόμενον ἀνοί-
γει 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 εἰσρεῦσαν δὲν δύναται νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴς μ κλείει τὸν ὀχετὸν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἑκάστην καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγαν ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτως ἀνυψούμενος διηγεκῶς πιέζει τὸ σῶμα τὸ κεῖμενον μεταξὺ τῶν πλακῶν Κ καὶ Μ. Ἐὰν γὺν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε ἑκατονταπλασίαι 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 ὕδροστατικὴν ἀρχήν, ἥτοι γίνεται ἐν ὅλῳ ἴσῃ πρὸς 50,000 χιλιογράμμια. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τοῦτοις πρὸς δοκιμὴν τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεβόλων, τῶν ἀτμολεβήτων, τῶν καλφιδίων, τῶν ἀλύσεων τῶν πλοίων κ.λ.π. καὶ πρὸς ἀνύψωσιν βαρυτάτων σωμάτων, πρὸς ἀναβίδασιν ἀνθρώπων εἰς μεγάλα ὕψη, ὡς ἐν τοῖς μεταλλωρυχείοις, μεγάλοις οἰκοδομήμασι κ.τ.λ.

171. Πίσεις, ἃς ἐπιφέρουσι τὰ ὑγρά ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους. Τὰ ὑγρά, ὡς πάντα τὰ σώματα, ἔχουσι βάρος. Τὸ δὲ βάρος τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρει πίσεις, αἵτινες μεταδίδονται καὶ εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου καὶ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ. Ἡ δὲ πίσις, 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 ἀρκοῦντως αἰσθανόμεθα ἐμβαπτιζόντες 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 ἐμβαπτιζομεν αὐτὸν ἐντὸς

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

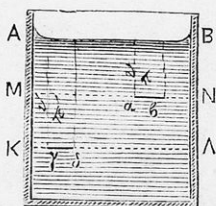


Σχ. 40.

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

ΟΡΟΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

18
72. **Θεμελιῶδες θεώρημα.** Ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων, αἱ δέχονται δύο ἴσα ἐπίπεδα στοιχεῖα ἐπιφανείας κείμενα ἐν ὑγρῷ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκομένων ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ, εἶνε ἴση τῇ βάρει στήλης ὑγροῦ ἐχούσης ὡς βάσιν ἐν τῶν στοιχείων τούτων καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο τούτων στοιχείων. Οὕτω καλοῦντες ω (σχ. 41) τὴν ἐπιφάνειαν τῶν δύο στοιχείων $\alpha\beta$ καὶ $\gamma\delta$, H τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ὀριζοντίων ἐπιπέδων ΜΝ καὶ ΚΛ, δ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου τοῦ ὑγροῦ καὶ π , π' τὰς ἐπὶ τῶν στοιχείων $\alpha\beta$ καὶ $\gamma\delta$ πιέσεις, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸ ἀνωτέρω θεώρημα



Σχ. 41.

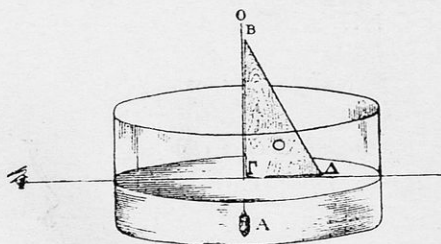
$$\pi' - \pi = \omega H \delta \quad (1). \quad (\text{ἴδε ὑποκείμενα σχήματα})$$

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

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

73. ¹⁸ A' . Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς ἀγγείου εὐρισκομένου εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον, τουτέστιν εἰς πάντα αὐτῆς τὰ σημεῖα εἶνε κάθετος ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

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



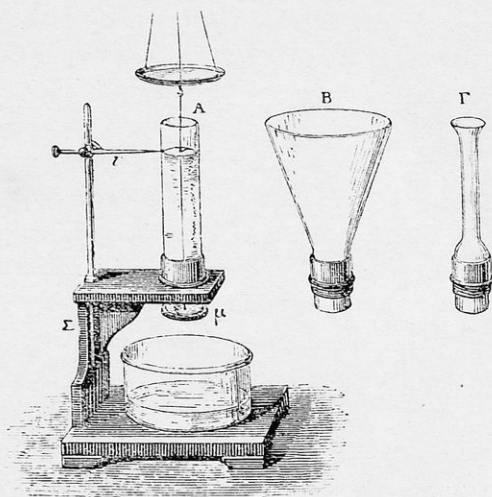
Σχ. 42.

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

¹⁹ 74. B' . Ἡ πίεσις, ἥν' ὑγρὸν τι ἔνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπιφέρει ἐπὶ ἐπίπεδον καὶ ὀριζοντίου πνυθμένον ἀγγεῖον, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου, ἰσοῦται δὲ πάντοτε πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγρᾶς ἐχούσης βάσιν μὲν τὸν πνυθμένα καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Τοῦτο ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Masson.

75. **Συσκευή τοῦ Masson.** Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην

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



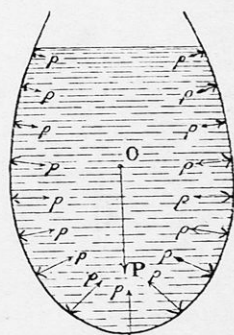
Σχ. 43.

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

βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὑγροῦ. Τοῦτου γενομένου κενοῦμεν 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 ἀκριδῶς τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφερομένην πίεσιν. Ὀλίγον δὲ ὕδωρ ἂν προσθέσωμεν ἀκόμῃ, 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 ὁποῖον περιέχει τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον Α.

76. Γ¹⁹ Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου. Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὑγρὸν τι, οἷον ὕδωρ, ἐν ἰσορροπίᾳ, μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΒ (σχ. 44). Ἡ ἐπὶ ὠρισμένου μέρους ΜΝ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου περιέχοντος ὑγρὸν ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ τοίχωμα καὶ ἴση τῷ βάρει ὀρθῆς στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν μὲν τὸ μέρος τοῦτο ΜΝ, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν ΚΑ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ τοῦ μέρους

τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅσον τὸ τμήμα τοῦ τοιχώματος λαμβάνεται εἰς μείζον βάθος, τοσοῦτον καὶ ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, βαίνει αὐξανομένη. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖον κεκὸν 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.

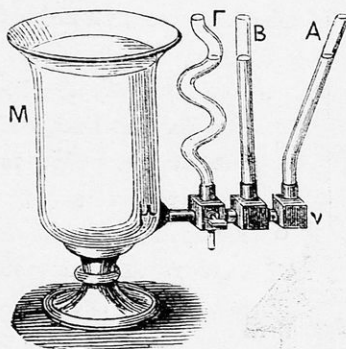


Σχ. 45.

77. Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου.

Ὑγρὸν τι ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς δοχείου εὐρίσκόμενον ἐπιφέρει ἐφ' ὧν ἐν γένει τῶν σημείων τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἅτινα διαβρέχει, πιέσεις ρ (σχ. 45), αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν κατακόρυφον OP καὶ ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ.

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



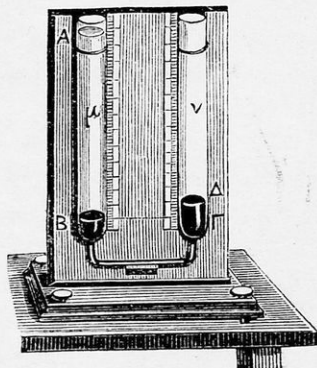
Σχ. 46.

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

Ἐὰν δεξαμενὴ πλήρης ὕδατος τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλήνων μετὰ διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος δοχείων, παρατηροῦμεν ὅτι παρעוּθὺς τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν δοχείων εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται καὶ ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἐὰν δὲ εἰς τῶν σωλήνων ἀποτμηθῇ κατὰ τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, τὸ ὕδωρ θέλει σχηματίσει πίδακα, ὅστις θεωρητικῶς μὲν ὄφειλε νὰ ἐξικνῆται 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 αναρριπτομένων 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 ἰσορροπία ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων.** Ἐάν εἰς δύο ὑαλίνους κυλίνδρους μ , ν (σχ. 47) συγκοινωνοῦντας κάτωθεν δι' ὀριζοντίου ὀχετοῦ χύσωμεν κατὰ



Σχ. 47.

πρῶτον ὑδράργυρον, οὗτος συμφῶνως τῇ προεκτεθείσῃ ἀρχῇ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνέρχεται εἰς ἀμφοτέρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐάν δ' εἶτα τὸν ἕτερον τῶν κυλίνδρων, οἷον τὸν μ , πληρώσωμεν ὕδατος, τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς μὲν τοῦ σωλήνος μ κατέρχεται μέχρι τοῦ σημείου B, ἐντὸς δὲ τοῦ ἑτέρου ν ἀνέρχεται μέχρι τοῦ σημείου Δ ἕνεκα τοῦ βάρους τῆς ὑδατίνης στήλης AB. Ἐάν 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, ὁσάκις δ ὑδράργυρος εἶνε βαρύτερος ἴσου ὀγκοῦ ὕδατος. Ἐάν 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 ὀγκοῦ ὕδατος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

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

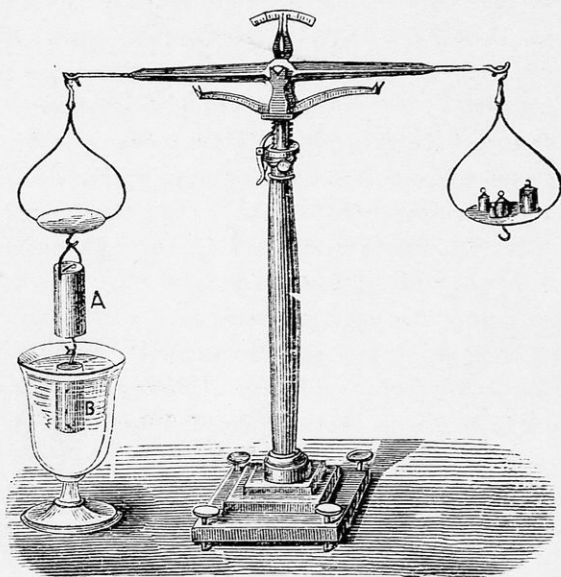
80. *Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.* Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτὸς αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἔλξιν τῆς Γῆς ἀποτελοῦσαν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐν τοῖς ὑγροῖς πρὸς τῇ ἔλξει ταύτῃ τὸ σῶμα ὑφίσταται καὶ τὴν ἐνέργειαν ἄλλης δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑγροῦ ἐκπορευομένης, ἐνεργούσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως,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

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

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

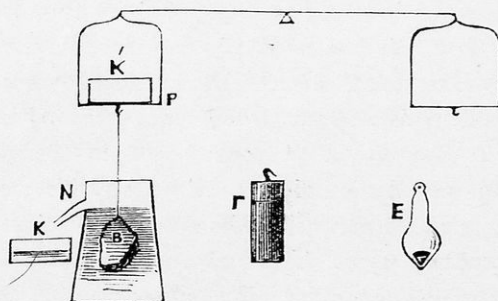
81. *Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.* Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κύλινδρους Α καὶ Β (σχ. 48), τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀνώτερος Α εἶνε κοίλος, ὁ δὲ κατώτερος Β στερεός, ὅστις δύναται εἰσερχόμενος εἰς τὸν κοῖλον νὰ πληρώσῃ ἀκριβῶς τὴν κοιλότητα αὐτοῦ. Εἰς δὲ τὴν ἐτέραν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητα. Ἐπειτα βυθίζοντες τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρόν, 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 ἄνωσιν ὑπὸ τοῦ

ύγρου ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ τοῦ πληροῦντος τὸν κοῖλον κύλινδρον Α, ἥτοι ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἐξετόπισεν.



Σχ. 48.

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



Σχ. 49.

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 ἐμβαπτίζεται,
εἴτε καθ' ὅλοκλη-
ρίαν ἐμβαπτίζεται εἴτε
ἐν μέρει, ὑφίσταται ἄ-

νωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. β') Ὅτι πᾶν

σῶμα εἴτ' αἰωρούμενον εἴτ' ἐπιπολάζον 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 σωλήνα Ν, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὸ δοχεῖον ὕδατος. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα Β καὶ μικρὸν τι ἀγγεῖον Κ' ἰσορροποῦμεν ταῦτα διὰ σταθμῶν. Εἶτα ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐκ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ διὰ νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλήνος Ν, καὶ συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Κ τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον Ρ τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματίζωμεν διὰ τοῦ ὀρειχαλκίνου κυλίνδρου Γ ἐμβαπτίζοντες αὐτὸν μέχρις ὀρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δεῖκνύει ἡμῖν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κεχαραγμένη γραμμὴ. Ὡσαύτως λαμβάνομεν τὴν μικρὰν συσκευὴν Ε, ἣτις εἶνε ὑαλίνη καὶ κοίλη, φέρει δὲ ὀλίγον ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ὕδατος νὰ ἐπιπολάζῃ μὲν, ἀλλὰ νὰ ἐμβαπτίζεται ὀλόκληρος καὶ ἰσορροποῦμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ μετὰ τοῦ μικροῦ ἀγγείου Κ κενοῦ· εἶτα ἐμβαπτίζοντες αὐτὴν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Ν συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Κ τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐκτοπίζει· θέτοντες δ' εἶτα τὸ ἀγγεῖον Κ μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τὸ ὅποιον ἀποδεικνύει ὅτι ἡ συσκευὴ Ε ἔχει βάρος ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτῆς ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Τὸ αὐτὸ δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν διὰ τεμαχίου ξύλου, ὅπερ ὡς γνωστὸν ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι τοῦτο ἔχει βάρος ἀκριβῶς ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὅταν ἐπιπολάζῃ.

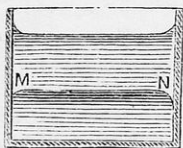
83. Ἐκ τῶν εἰρημένων συνάγομεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν ἐν τινι ὑγρῷ, οἷον ἐν τῷ ὕδατι, σῶμά τι καὶ ἀφίνωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

Α'. Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου ὑγροῦ, οἷον τεμαχίου μολύβδου, γωπὸν ῥὸν 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 καταδυόμενος.

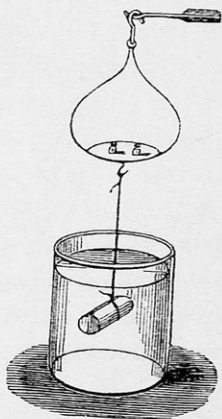
84. **Ἰσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν.** Ὅταν διάφορα ὑγρά μὴ ἐπιδεκτικὰ μίξεως, οἷον ὑδράργυρος καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ῥίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 50) ἢ διαχωρίζουσα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



Σχ. 50.

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

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



Σχ. 51.

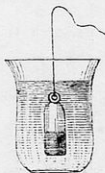
87. **Μέθοδος πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων.** Ἐξαρτῶμεν

ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα (σχ. 51) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν Β τιθεμένων ἐν 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 βυθισθῇ ἐν τῷ ὕδατι, ὅτε ἡ ἰσορροπία ταράσσεται. Χωρὶς δὲ ν' ἀφαιρέσωμεν τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ ἐτέρου δίσκου, ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν β, 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 Β τοῦ σώματος διὰ τοῦ βάρους β ἴσου ὄγκου ὕδατος εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

Οὕτως εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λευκόχρυσος καὶ ὁ χρυσοῦς εἶνε 20 ἕως 21 φορὰς 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 ὑαλὸς καὶ τὸ μάρμαρον 2 ἕως 3.

88. **Εἰδικὸν βάρος ὑγρῶν.** Καὶ τῶν ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος δύναται νὰ εὑρεθῇ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ζυγοῦ ὑάλινον δοχεῖον ἀεροστεγῶς κεκλεισμένον καὶ ἐμπεριέχον ὑδράργυρον, ὅπως βυθίζεται καὶ ἐν τῷ τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν, καὶ ἰσορροποῦμεν τοῦτο διὰ βαρῶν. Εἴτα ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον (σχ. 52) ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος καὶ ἔστω Β 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 εὑρεθῇ, ἔστω δὲ β τὸ βάρος τὸ ἐπαναφέρον ὡς πρότερον τὴν ἰσορροπίαν. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ βάρη β καὶ Β παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὀγκῶν τὸ μὲν τοῦ ὑγροῦ, τὸ δὲ ὕδατος. Διαιροῦντες τὸν ἀριθμὸν β διὰ τοῦ Β εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.



Σχ. 52.

89. **Πυκνόμετρα.** Ἐν πολλαῖς περιστάσεσι πρὸς εὑρεσιν 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 δεύτερον 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 στενώτερον κυλινδρικὸν σωλήνα Β, πρὸς τὰ κάτω δὲ μικρὰν κοίλην σφαῖραν, 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 ἄκρου τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Μετὰ τοῦτο ἐμβαπτίζεται ἡ συσκευή ἐντὸς ὑγρῶν,



Σχ. 53.

ὧν ἡ πυκνότης εἶνε 1,10, 1,20, 1,30, ..1,80 ἥτοι ἄνωτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐν τοῖς ὑγροῖς τούτοις ἡ συσκευή καταδύεται τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἐντὸς ὑγροῦ, οὔτινος ἡ πυκνότης εἶνε 1,40, ἡ συσκευή καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου Β τοῦ σωλήνος, ἐκεῖ σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,40. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν καταδυθίσωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς θεϊκοῦ 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.

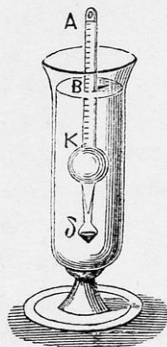
β') **Πυκνόμετρον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο εἶνε ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, διαφέρει δ' αὐτοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἑρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος ἐμβαπτιζόμενον νὰ ἐπιπολάζῃ μέχρι τοῦ κατωτέρου ἄκρου τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Εἴτα ἐμβαπτίζεται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

90. **Ἐκατόμβαθμον οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὗρεσιν τοῦ ἐν τοῖς οἰνοπνεύμασι τοῦ ἐμπορίου περιεχομένου ἀπολύτου οἰνοπνεύματος, τουτέστι διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου εὐρίσκομεν εἰς ἑκάτον ὄγκους μεμιγμένου μόνον μεθ' ὕδατος ἀπολύτου οἰνοπνεύματος πόσοι ὄγκοι ἐμπεριέχονται ἀπολύτου οἰνοπνεύματος. Ἡ συσκευὴ αὕτη ὁμοία οὖσα πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα πυκνόμετρα ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζομένη ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15^0 νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος B, ἐνθα χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Εἶτα βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς μίγματα ἀνύδρου οἰνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 15^0 ἐμπεριέχοντα εἰς 100 ὄγκους 10, 20, 30 κτλ. ὄγκους οἰνοπνεύματος 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 κλίμαξ φέρουσα 100 διαιρέσεις, ἥς ὁ 100ὸς βαθμὸς δεικνύει τὸ ἀπόλυτον οἰνόπνευμα. Τούτων γενομένων, ἐὰν τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτισθῇ εἰς οἰνόπνευμά τι τοῦ ἐμπορίου θερμοκρασίας 15^0 ἐπιπολάζῃ μέχρι τῆς διαιρέσεως 87, συνάγομεν ὅτι εἰς τὸ οἰνόπνευμα τοῦτο ἐμπεριέχονται 87 ὄγκοι ἐπὶ τοῖς 100 ἀπολύτου οἰνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἰνοπνεύματος εἶνε διάφορος τῶν 15^0 , ποιοῦμεθα χρήσιν τῶν πινακῶν τοῦ Gay-Lussac, δι' ὧν ἀνάγομεν τὸν παρατηρηθέντα βαθμὸν εἰς τὸν πραγματικόν.

91. **Ἀραιόμετρα.** Ἀραιομέτρων, ὁμοίων τὴν κατασκευὴν πρὸς τὰ πυκνόμετρα, γίνεται ἔτι χρήσις ἐν τῷ ἐμπορίῳ καὶ τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διάφορα ὑγρά, οἶον 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 $12^0,5$ 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 ἄνωτάτου ἄκρου Α τοῦ σωλήνος. (μ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΥΝΟΧΗ· ΣΥΝΑΦΕΙΑ· ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ·

ΔΙΑΧΥΣΙΣ· ΔΙΑΠΙΔΥΣΙΣ

92. **Συνοχή, συνάφεια.** Συνοχή μὲν καλεῖται ἡ ἑλξίς 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.

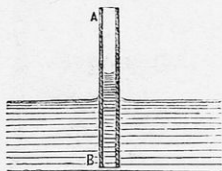
Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν μολυβδίνην καὶ τέμωμεν αὐτὴν εἰς δύο μέρη κατ' ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον, ἐφαρμόσαντες δ' ἀμέσως ἐπ' ἀλλή-

λας τὰς προκυψάσας ἐπιπέδους ἐπιφανείας συμπίεσωμεν τὰ δύο μέρη, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται ἰκανὴ δύναμις, διὰ τὴν ἀποχωρισθῶσι ταῦτα. Δύο μετάλλιναι ἢ ὑάλιναι πλάκες ἔχουσιν ἐπιφανείαν ἐπίπεδον καὶ ἐντελῶς λείαν ἐπιτιθέμεναι καὶ καλῶς ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' ἀλλήλας δυσκόλως εἴτα ἀποχωρίζονται. Εἰς τὰ ὑαλοურγεῖα ἀποχωρίζουσι τὰς ὑαλίνας πλάκας, ἄλλως συγκολλῶνται. Δίσκος ὑάλινος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εὐρίσκόμενος, διὰ τὴν ἀποσπασθῆ, 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 κασσιτέρου. Ὡσαύτως διὰ τὴν συνοχὴν τῶν ὑγρῶν μορίων πρὸς ἀλλήλα ὑδράργυρος ῥιπτόμενος ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου μεταβάλλεται εἰς σφαίριδια, ἔνεκα δὲ τῆς συναφείας, ἐὰν ἐμβραπτίσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἔπειτα ἀνασύρωμεν αὐτήν, παρατηροῦμεν σταγόναν προσκεκολλημένην εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἥτις καίπερ ἔχουσα βάρος δὲν πίπτει.

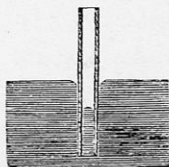
Ἔνεκα τῆς συναφείας μεταξὺ ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ὑγρὸν περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου, τοῦ ὁποίου τοὺς τοίχους διαδρέχει, ἵσταται ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τούτων ὑψηλότερον ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφανείαν κοίλην. Ἄλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ τῶν ὑγρῶν μορίων συνοχὴ εἴνε υπερτέρα τῆς συναφείας, ὥς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὑδράργυρον ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ, ὅποτε τὸ ὑγρὸν δὲν διαδρέχει τὸ στερεὸν σῶμα, ὁ ὑδράργυρος ἵσταται χαμηλότερον ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφανείαν κυρτήν.

93. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τινας, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβραπτίσωμεν σωλῆνα ὑάλινον AB (σχ. 55), οὗτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος νὰ εἴνε ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσοῦτ' ἄλλοι, ὥσπ' ὁ σωλὴν εἴνε στενώτερος. Ἐὰν ὁμοίως τοιοῦτον σωλῆνα ἐμβρα-

πίσωμεν ἐντὸς ὑδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐν αὐτῷ (σχ. 56) κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ 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, ἅτινα ὡς συμβαίνοντα εἰς τριχοειδεῖς σωλήνας, ἤτοι ἔχοντας διάμετρον ἴσην περίπου πρὸς τὴν τῆς τριχός, ἐκλήθησαν τριχοειδῆ φαινόμενα, εἶνε ἢ ἑλξίς ἢ ἀναπτυσσομένη τοῦτο μὲν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ πρὸς ἀλλήλα, ἤτοι ἢ συνοχή, τοῦτο δὲ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τριχοειδοῦς σωλήνος, ἤτοι ἢ συνάφεια. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων



Σχ. 55.

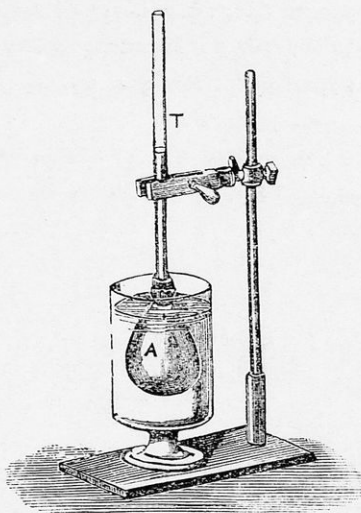


Σχ. 56.

ἐρμηνεύονται πολλὰ ἄλλα φαινόμενα. Οὕτω π. χ. σωρὸς ἄμμου ξηρᾶς καθυγραίνεται, ὅταν μόνον ἡ βάρσις αὐτοῦ διαβραχῇ· ὁ σπόγγος, τὸ σάκχαρον, ἡ κρητὶς καὶ ἄλλα πορώδη σώματα καθ' ὅλοκληρίαν διαδρέχονται, ὅταν ἐν μέρος αὐτῶν ἐμβραπτισθῇ 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 ῥίψωμεν 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 τοιούτον, ὥστε τελείως νὰ μιγνύηται μετ' αὐτοῦ, οἷον οἰνόπνευμα, ἐπέρχεται βαθμιαία ἀνάμιξις αὐτῶν οὕτως, ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἀνευρίσκομεν μίγμα ὁμοιομερὲς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι

τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται διάχυσις, καθ' ἣν τὰ δύο ὑγρά διαλύουσιν ἄλληλα. Τοιαύτη μῆξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζωνται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς μεμβράνης. II. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως A (σχ 57) θέσωμεν διάλυμα ἁλματος ἢ σακχάρου καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλήνα T ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἰτα τὴν κύστιν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ, ἀλλ' οὕτως, ὥστε αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἀφήσωμεν δὲ τὴν συσκευὴν οὕτω διατεθεῖσαν ἐπὶ ἐν ἡμερονύκτιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰσῆλθε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως καὶ ἔνεκα τοῦτου 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 ἁλματος ἢ σακχάρου, ἐν ἐλάχιστοι 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, ὁπότε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ



Σχ. 57.

φαινόμενον τοῦτο καλούμενον διαπιδύσεις συμβαίνει εἷς τε τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας. Ἐν ᾧ δὲ οὐδὲ διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἀνευρίσκωμεν 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, ὅπερ οὕτω φθάνει μέχρι τῶν φύλλων.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

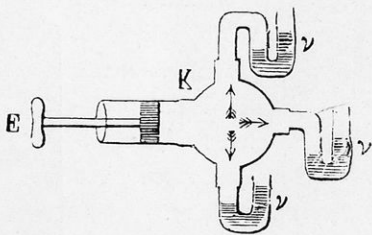
ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ· ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ· ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ

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



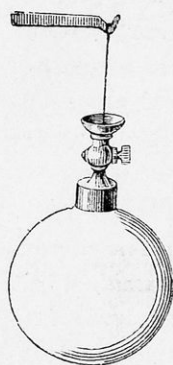
96. Βάρος τῶν αερίων.

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

Σχ. 58.

(1) Πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βεβρῶς, διότι ἀνεῦρεν ὅτι ἄσκός πεφνησμένος (δηλαδὴ ἐγκλεισίων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ) ἔλκει πλεῖον ἄσκού κεκοῖ.

οίουδήποτε, οἷον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἰσορροποῦμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκινήν στρόφιγγα, ἣτις κλείει τὴν σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 59). Εἴτα δι'



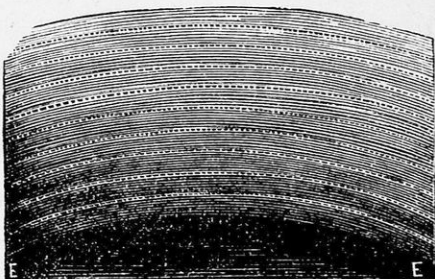
Σχ. 59.

ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρα καὶ ἐξαρτῶμεν πάλιν αὐτὴν ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν. Δι' ἄλλων δὲ σταθμῶν, ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ὅπερ φέρει ἄνωθεν ἡ σφαῖρα, ἐπαναφέρομεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζοντιότητα. Τὰ σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Οὕτως εὐρέθη ὅτι τὸ βάρος ἐνδὲς κυδικοῦ μέτρου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔλκει 1293,2 γραμμάρια, ἥτοι ὁ ἀήρ

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

96 **Ἀτμόσφαιρα.** Τὸ ἀερωδες περίβλημα 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 ἀνθρακος, ὑδρατμοῦς καὶ ἄλλα ἀέρια ἐν ἐλαχίστῃ ποσότητι.

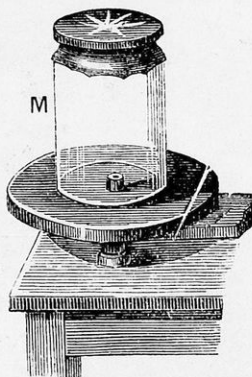


Σχ. 60.

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

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

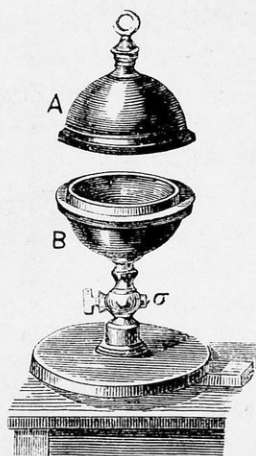
26 98. Πειράματα ἀποδεικνύοντα τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας φέρεται οὐ μόνον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, οἷον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν πλαγίων καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐν γένει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τινος σώματος. Καὶ τὴν μὲν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω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



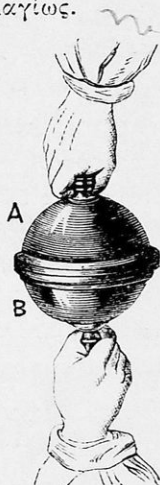
Σχ. 61.

Ἵνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας 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 στόμιον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ χεῖλη δὲ αὐτῶν ἀκριδῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἀλλήλα. Ὅταν ἀρ-

κούντως ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπκνίττειται γὰρ καταβάλλωμεν ἱκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 63), ὅπως ἀποσπάσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τὴν αὐτὴν, καθ' οἵανδῆποτε διεύθυνσιν καὶ ἂν ἐλκύσωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντίως εἴτε κατακορύφως εἴτε πλαγίως.



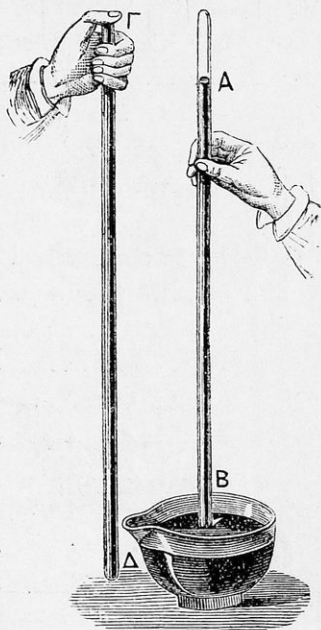
Σχ. 62.



Σχ. 63.

99. **Πείραμα τοῦ Torricelli.** Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πειραμάτων ἀποδεικνύεται ἀπλῶς ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις. Ὁ Torricelli ὅμως ἤδυνήθη γὰρ εὖρη ἀκριδῶς καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τούτεστι τὸ βῆρος, τὸ ὅποιον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ὀρισμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλήνα 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, παρατήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῇ σωλῆνι ὑδράργυρος κατῆλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπηλωρημένος μέχρις ὕψους BA ἴσου πρὸς 76 περίπου ὑψεκ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτε-

λήται εἰς τόπους, οἵτινες κείνται παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ὁ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι χώρος εἶνε ἐντελῶς κενὸς οὕτως, ὥστε οὐδεμία πίεσις φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἔσθωθεν, ἀλλ' ἡ ὑδραργυρική στήλη BA ἵσταται μετέωρος, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἰσορροπείται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἥτις ἔχουσα τομὴν ἴσην τῇ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἄρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ καὶ φθάνει μέχρι τῶν περάτων τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, οἷον 1 τετραγ. ὑφκατ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπίεζε ταύτην στήλη ὑδραργυρική ἔχουσα βάσιν 1 τετρ. ὑφκατ. καὶ ὕψος 76 ὑφκατ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφκατ. Ἀλλὰ 76 κυβικὰ ὑφκατὸμ. ὑδραργύρου ἔχουσι βάρος 1033 γραμμ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἑνὸς τετραγωνικοῦ ὑφκατομέτρου εἶνε ἴση πρὸς ἓν χιλιόγραμμον περίπου.



Σχ. 64

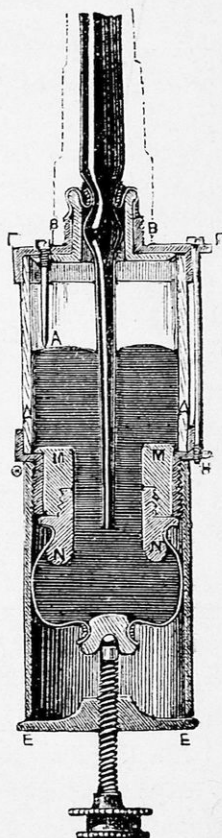
22 100. **Βαρόμετρα.** Βαρόμετρον καλεῖται συσκευή παρέχουσα τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως. Μεταβολαὶ δὲ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως παρατηροῦνται οὐ μόνον ὅταν μεταδαινῶμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἡ συσκευή τοῦ Toricelli, ἀλλὰ πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χώρος νὰ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδραργυρὸς χημικῶς καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλὴν νὰ στηρίζεται ἐπὶ κατακορύφου

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



Σχ. 65

Ἐὰν τοιαύτην συσκευὴν τοποθετήσωμεν μονίμως εἰς τόπον τινα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ σωλῇνι 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 καταμετρώμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ σωλῇνι ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἵνα δ' ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἀντιστοιχῇ πάντοτε πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται συνήθως πολὺ εὐρυτέρα τοῦ σωλήνος, ὥστε αἱ ἐν τῇ σωλῇνι ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ὑδραργύρου νὰ ἐπιφέρωσιν ἀνεπαίσθητον μεταβολὴν τοῦ ὕψους

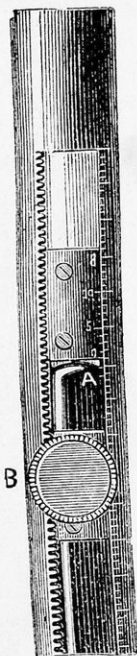


σχ. 66.

τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ.

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

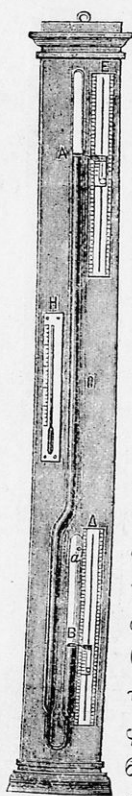
πυθμένα, ὅστις ὑψούμενος ἢ ταπεινούμενος διὰ τοῦ κάτωθι ὑπάρ-
 χοντος μεγάλου κοιλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη
 τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ξυλίνης βάσεως ΓΓ τῆς
 κυλινδρικής λεκάνης στερεοῦται ἐνδοθεν λεπτὸν ἐλε-
 φαντινὸν στέλεχος Α, οὗτινος τὸ κατώτερον ἄκρον
 πρέπει νὰ ἀπτηται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



Σχ. 67.

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

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



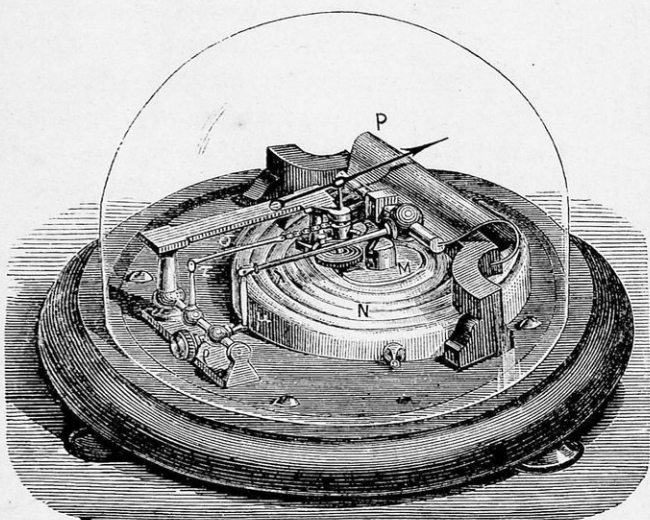
βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλήνος ὑαλίνου ἐπι-
καμποῦς ABa (σχ. 68) φέροντος δύο βραχίονας ἀνίσους,
ὧν ὁ μείζων εἶνε κλειστὸς ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει
πρὸς τὰ πλάγια ὀπήν α, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν
ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου ἐν
μὲν τῷ μείζονι βραχίονι κατὰ τὸ A εἶνε τέλειον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

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

ὥστε, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως αὐξανομένης καὶ τῆς ἄνω βά-
σεως τοῦ τυμπάνου κοίλουμένης ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ἐλα-
τήριον P κάμπτεται ταυτοχρόνως. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ἡ ἀτμο-
σφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωταί, ἡ ἄνω βάσις τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται
τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμφθέντος ἐλατηρίου P. Ἡ πρὸς τὰ κάτω δὲ

καὶ τὰ ἄνω κίνησις αὕτη τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου μεταδίδεται διὰ σειρᾶς στελεχῶν λιγυρᾶ συνηγμένων δι' ἄρθρώσεων εἰς δείκτην στρεπτόν περι ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.)

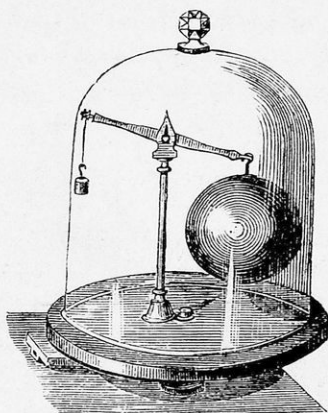
104. Τὰ βαρόμετρα χρησιμεύουσι πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, καὶ πρὸς εὗρεσιν δι' αὐτῆς τοῦ ὕψους, εἰς ὃ κεῖται τόπος τις ἀνωθεν ἄλλου ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ διὰ μικρὰ ὕψη ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐξῆς· Ἐὰν π. χ. βαρό-



Σχ. 69.

μετρον εὐρισκόμενον ἐν Πειραιεὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύη ἐν ὀρισμένῃ στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστομ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν βάσιν τῶν Ἀνακτόρων θὰ δεικνύη 750 χιλιοστόμετρα. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη τῶν βαρομετρικῶν ὕψων προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ κείμενον ἀνωθεν 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 ὑδραργυρικής ἐχούσης ὕψος ἴσον τῇ διαφορᾷ τῶν βαρομετρικῶν ὑψῶν, ἥτοι 10 χιλιοστόμ.



Σχ. 70.

Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὐρισκώμεθα εἰς τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαίρας· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἥτις κεῖται 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 υφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει.

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

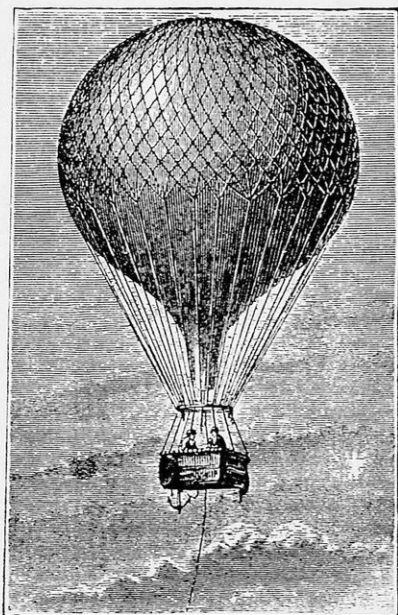
ζυγού, εἰς τὴν φάλαγγα τοῦ ὁποίου ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐνὸς ἄκρου μεγάλην μεταλλίνην σφαῖραν κοίλην πανταχόθεν ἀεροστεγῶς κεκλεισμένην, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν κύλινδρον ὀρειχάλκινον στερεόν, ὅστις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ τὴν σφαῖραν ἐν τῷ ἀέρι. Τὴν συσκευὴν ταύτην θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀντλοῦντες ἐκ τούτου τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἀήρ ἀραιούται, ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε μὲνπραγματικῶς 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 βάρος ὑπέρτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, αἰωρεῖται δ' ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ἀέρος, τότε τὸ σῶμα ἀνυψοῦται· ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς στρώμα ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἐνθα αἰωρεῖται· οὗτος εἶνε ὁ λόγος τῆς ἐν τῷ ἀέρι ἀνυψώσεως τῶν ἀεροστάτων.

106. **Ἀερόστατα.** Πολλὰ ἀέρια, οἷον τὸ ὑδρογόνον, τὸ φωταέριον, ὁ θερμὸς ἀήρ, εἶνε ἐλαφρότερα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν λοιπὸν ἐν τῶν ἀερίων τούτων ἐγκλείσωμεν ἐντὸς περιδελήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σηρικου, τὸ οὕτως ἀποτελεσθῆσόμενον ἀερόστατον θέλει ἀνυψοῦθαι ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρώμα, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ βάρος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀερίου καὶ τοῦ περιδελήματος νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὸ βάρος 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 ἀεραπόρος σφαῖρα ἔφερεν εἰς τὸ κατώτερον μέρος στόμιον κυκλικόν, ὀλίγον δὲ ὑποκά-

τωθεν ἑλαφρόν τι πλέγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων πλήρες εὐφλέκτων σωμάτων. Ὁ ἐντὸς αἴρ θερμανθεὶς ἐγένετο κουφότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφεθείσα ἐλευθέρα ἀνῆλθεν, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ὅταν ἐσδέσθῃ τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθῃ ὁ ἐσωτερικὸς αἴρ.

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



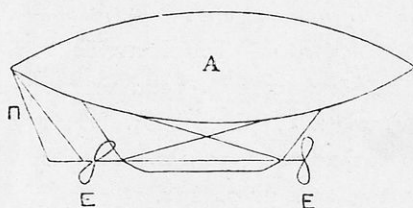
Σχ. 71.

ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέγματος ἐκ λεπτοῦ σχοινίου, τοῦ ὁποίου τὰ νήματα προεκτείνόμενα ἐκ τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδένονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέμαται ὁ τοῖς ἀεροναύταις χρησιμεύων κάλαθος. Ὅσαι εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς σφαίρας κείμεναι κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομίων πιεζομένων ὑπὸ

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

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

29 107. Ἀερόστατον πηδαλιουχούμενον. Εἰς τὰ ἀερόστατα



Σχ. 72.

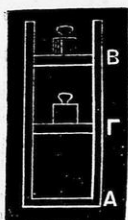
ταῦτα δίδουσι σχῆμα ἐπίμηκες Α (σχ. 72), ὅπως μειώσωσι τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Ἰσχυρὰ κινητήριος μηχανὴ ἢ ηλεκτροκίνητος ἢ διὰ πτητικοῦ ὑγροῦ κινουμένη, ὡς ἡ τῶν αὐτοκινήτων, θέτει εἰς κίνησιν τὰς ἐλικας ΕΕ. Πηδάλιον Π δίδει τὴν διεύθυνσιν εἰς τὸ ἀερόστατον. Ἐκ τῶν ἐσχάτως γενομένων πειραμάτων δύναται νὰ θεωρηθῇ τὸ πρόβλημα τῆς διευσθύνσεως τοῦ ἀερόστατου λελυμένον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

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

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



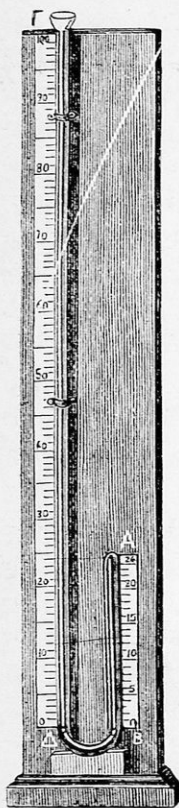
καὶ εἰτα μένει στάσιμος. Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως βάρος μεῖζον, οὗτος κατέρχεται ἔτι μᾶλλον μέχρι τοῦ Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅταν ὁ ὄγκος αερίου ἐλαττωθῇ, ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ αὐξάνεται ἰσορροποῦσα ἐκάστοτε τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν.

§ 109. Νόμος τοῦ Μαριότιου. Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὁρισμένη ποσότης αερίου ὑπὸ σταθερᾶν θερμοκρασίαν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων, ὡς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν, ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ αερίου ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται ὀίς, τρίς κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ὄγκος τοῦ αερίου διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται δῖς, τρίς κτλ. μικροτέρα.

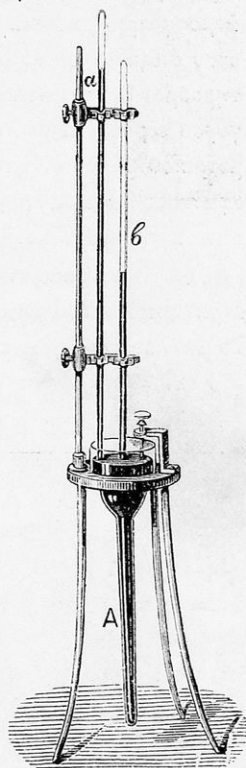
§ 110. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριότιου. Ἰνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον ἐπικαμπῇ ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος ΑΒ (σχ. 74) εἶνε κλειστός ἄνωθεν καὶ ὑποδιηρημένος εἰς ἴσας χωρητικότητας, ὁ δὲ δεύτερος ΓΔ ἐπιμηκέστερος ἀνοικτός 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 εὐρίσκηται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ὅτε ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ ἔχει ὄγκον ἴσον π. χ. πρὸς 24 καὶ ἐλαστικότητα ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μᾶς ἀτμοσφαίρας. Ἐὰν δὲ νῦν ἐγχύσωμεν καὶ ἄλλον ὑδράργυρον, μέχρις ὅτου ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ συσταλῇ εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἤτοι γίνῃ ἴσος πρὸς 12, καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο βραχίονας, εὐρίσκομεν

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

Ἰνα 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 δεῦτερον σωλῆνα β διπλα-



Σχ. 74.



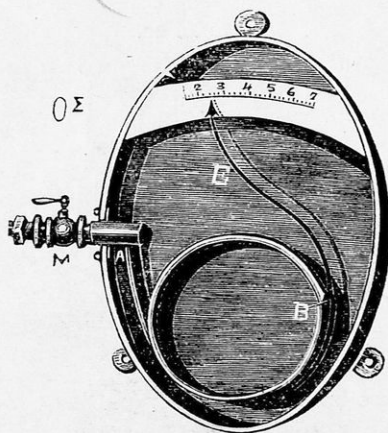
Σχ. 75

σίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ ὑποδιηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὑδραργύρου μόνον κατὰ τὰ $\frac{1}{10}$ περίπου οὕτως, ὥστε τὸ ὑπολειφθὲν μέρος νὰ μείνῃ πληρὲς 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 τῇ σωλῇνι τούτῃ καὶ ἐν τῇ λεκάνῃ τοῦ δοχείου Α, ὅποτε ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος εἶνε ἴσος πρὸς 10 κυβ. ὑφεκ. π. χ., ἡ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει. Μετὰ ταῦτα ἀνασύρομεν τὸν σωλῆνα δὲ μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος διπλασιασθῇ, ὅποτε παρτηροῦμεν ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς 2 σωλῆνας α καὶ δ γίνεται ἴση τῇ ἡμίσει τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους σ, ἥτοι ἴση πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς πίεσεως μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τοῦ ὄγκου διπλασιαζομένου ἡ ἐλαστικότης ὑπεδιπλασιάσθη.

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

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



Σχ. 76.

βιομηχανίᾳ πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πίεσεως ἢ ἐλαστικότητος ἀερίων ἢ ἀτμῶν (ἀτμομηχαναὶ) ἢ ὑγρῶν (ὑδραυλικὸν πιεστήριον) σύγκειται ἐκ μεταλλίνου σωλῆνος ΑΒ (σχ. 76) εὐκάμπτου καὶ συμπεπιεσμένου οὕτως, ὥστε ἡ ἐγκαρσία αὐτοῦ τομῇ Σ νὰ εἶνε ἐλλειπτικὴ, καὶ περιειλιγμένου ἐν σχήματι ἑλικοῦς. Ὁ ἑλικοειδὴς οὗτος σωλὴν εἶνε κλειστός μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Β, ἀνοικτὸς δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Μ, ἔνθα ὑπάρχει στρόφιγγς, δι' ἧς τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ σωλὴν οὗτος μετὰ τοῦ ἀτμογό-
νου λέδητος. Τὸ ἕτερον ἄκρον Β τοῦ σωλῆνος ὃν ἐλεύθερον φέρε

ται.

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

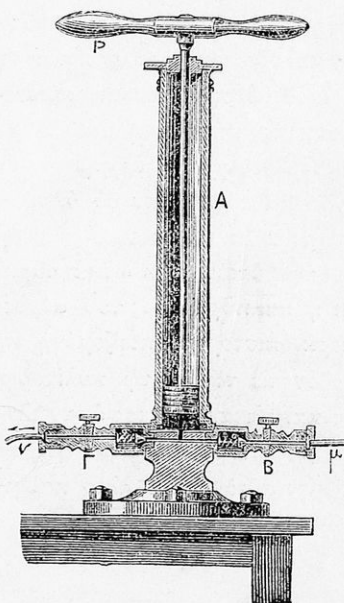
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ· ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΙΑΙ

37 112. *Πνευματικαὶ μηχαναί.* Καλοῦνται πνευματικαὶ μηχαναὶ

αἱ συσκευαί, δι' ὧν δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν ἀέρα ἢ ἀέριόν τι οἶον· δῆποτε ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλειστῷ χώρῳ ἢ νὰ συμπίεσωμεν ἀέρα, ἢ ἄλλο τι ἀέριον οἶον δῆποτε ἐν κλειστῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοιαῦται συσκευαί, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θὰ περιγράψωμεν τὴν ἀπλουστέραν, ἐπαρκουσαν εἰς τὰ ἐν τῇ παρούσῃ φυσικῇ περιγραφόμενα πειράματα.

Ἡ συσκευή αὕτη σύγκαιται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου κυλινδρικοῦ σωλήνος Α (σχ. 77), ἐν τῷ ὁποίῳ ἀνέλικται καὶ καταπίεζεται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐμβολεύς. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου Α ὑπάρχουσι δύο πόροι νΓ καὶ μΒ ἄγοντες εἰς κυλινδρικὰς κοιλότητας σ καὶ ο, ἐν αἷς κείνται



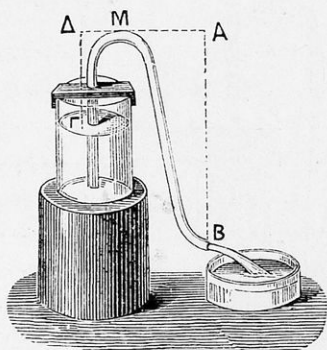
Σχ. 77.

κωνικαὶ ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἃς φέρουσιν οἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων

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 συμπεπιεσμένος· 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 ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (§ 96, σχ. 59), θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν χώρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ πόρου μΒ διὰ σωλῆνος παχέος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Καὶ ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαδῆς Ρ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ¹, τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῷ κενὸν καὶ τότε ἡ μὲν πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴς ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ, ἐντῷ ἡ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομὴς 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 καταπίεζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῷ πυκνούμενος ἀήρ πιέζει τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα ο καὶ οὕτω φράττεται ὁ πόρος Βμ καὶ κωλύεται ἡ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χώρον. Ἀλλ' ἡ πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴς σ πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν ἔξοδον εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ συμπιεζόμενον ἀέρα. Ἀνελκύνοντες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβολέα ἀφαιροῦμεν ἐκάστοτε μέρος τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος καὶ καθιστῶμεν αὐτὸν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῇ μέρος τι, διότι μετὰξὺ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ ἐμβολέως εὐρισκόμενου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρχει χωρητικότης τις, ἡ ἐπιζήμιος χωρητικότης καλουμένη, ἐν τῇ ὁποίᾳ συμπιεζόμενος ὁ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ἀήρ δύναται μὲν νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἐφ' ὅσον ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ εἶνε ὑπερτέρα

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

37 Ἐὰν δὲ τὴν αὐτὴν συσκευὴν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ μὲν πόρου ν' μετὰ χώρου κεκλεισμένου, διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δὲ πόρου μ μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, δυνάμεθα ἐν τῷ χώρῳ τούτῳ νὰ συμπίεσωμεν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Καὶ ὄντως ἀνελκύνοντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α, ὅπερ πληροὶ ἀὴρ ἐξωθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξωθῶν τὴν δεξιὰν ἐπιστομίδα ο, ἐν ᾗ ἡ ἀριστερὰ σ δὲν δύναται νὰ μετακινήθῃ. Καταπιεζομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀὴρ

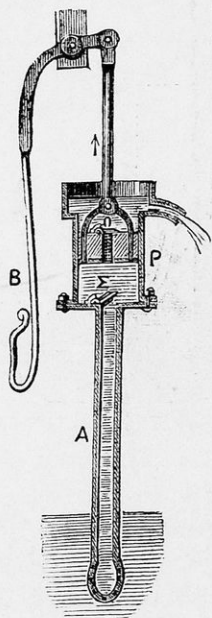


Σχ. 78.

πυκνούμενος τὴν μὲν δεξιὰν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χώρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐλκύνσεις καὶ καταπίεσεις 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 τῶνδυτῶν, 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, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βραχύτερος Γ' (σχ. 78) βυθίζεται ἐντὸς ὕδατος, πληροῦντος δοχείου. Ἀναμυζόντες διὰ τοῦ στόματος, ὅπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον Β

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

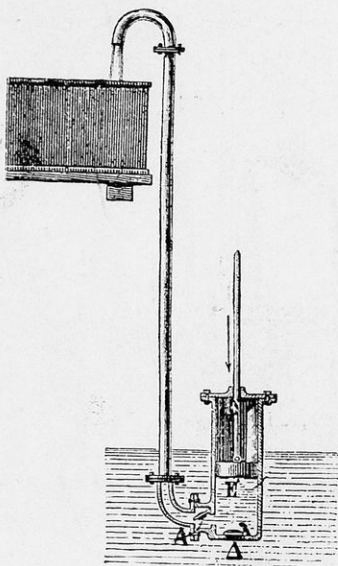


Σχ. 79.

τῆς ἐπιφανείας Γ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Β κατὰ φοράν ἀντίρροπον, ὑφίσταται μείωσιν ἐν τῷ σωλήνι ἐκ τῶν ἀριστερῶν μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἥτοι ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης, ἥς τὸ ὕψος ΔΓ, ἐκ δεξιῶν δὲ πρὸς τὰ ἀριστερά, ἥτοι 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, ἥτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγάλου βραχίονος ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐκροή τοῦ ὕδατος εἶνε τοσοῦτῳ ταχύτερα, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ἄκρου Β ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου Γ.

114. **Ὑδραντλία.** 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 μέσῃ 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 ἐκροήν τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα προσκολλάται σωλὴν μετάλλινος A ἀναρροφητικὸς καλούμενος, οὗτινος τὸ μὲν ἀνώτερον ἄκρον φέρει δικλείδα ἥτοι ἐπιστομίδα Σ', ἀνοιγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ κατώτερον 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-

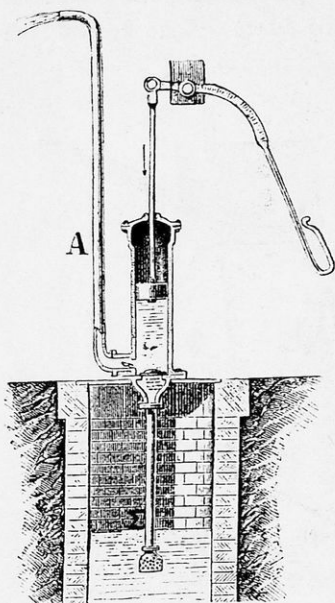


Σχ. 80.

κηται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ πληρῶσθῃ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι ἡ ἐπιστομὶς O κλείει τὸν ὀχετὸν τοῦ ἐμβολέως. Ἀλλ' ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀναδιβάλλει τὸ ὕδωρ ἐν τῇ ἀναρροφητικῇ σωλῇν· 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 δεύτερον ἀνασύρωμεν τὸν ἐμβολέα, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα Σ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὖθις καταπιεσθῇ ὁ ἐμβολεὺς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ κλείον μὲν τὴν ἐπιστομίδα Σ δὲν δύναται νὰ

Georges D. Papacostas.
élève 1910.

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



Σχ. 81.

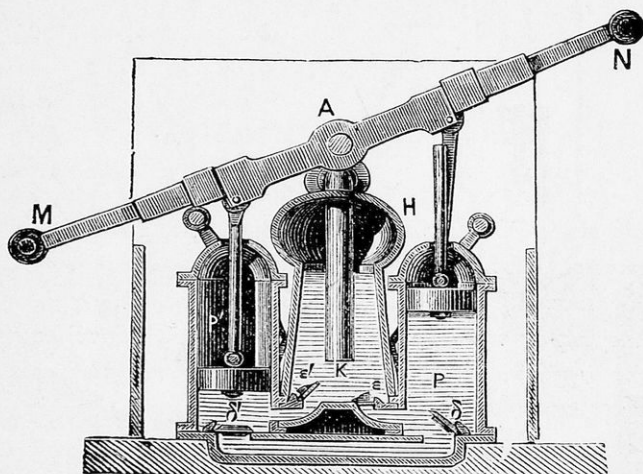
αὐτοῦ χώρον τοῦ κυλίνδρου. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἀνέλ-
κυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ μὲν
ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει
διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπι-
στομίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ
φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς
ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς
τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα
καὶ παρακολουθεῖ τὸν ἐμβο-
λέα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω
κίνησιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ
τῶν ἀναρροφητικῶν ὕδραν-
τλιῶν δύναται νὰ ἀναβιδά-
σθῃ εἰς ὕψος θεωρητικῶς
μὲν δέκα περίπου μέτρων,
πρακτικῶς δὲ ὀκτὼ τὸ πολὺ
μέτρων.

116. Καταθλιπτικὴ ὕ-

δραντλία. Ἡ ἀντλία αὕτη (σχ. 80) φέρει ἐμβολέα Ε πλήρη
ἄνευ δικλείδος, ὃ δὲ κύλινδρος ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ ὕδατι, φέ-
ρων δικλείδα Δ ἀνοιγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ κύ-
λινδρος συγκοινωνεῖ μετὰ παραπλεύρου σωλῆνος φέροντος δι-
κλείδα Α ἀνοιγομένην ἐκ τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὸν σωλῆνα. Ὅταν
ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται, ἡ δικλείς Δ ἀνοίγεται καὶ τὸ ὕδωρ εἰσερ-
χόμενον εἰς τὸν κύλινδρον πληροῖ αὐτόν. Καταβιδαζομένου ἔπειτα
τοῦ ἐμβολέως, ἡ μὲν δικλείς Δ κλείεται διὰ τῆς πίεσεως τοῦ
ὑδατος, 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 Σ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλήνος. Τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται κατὰ πρῶτον εἰς τὸν κύλινδρον, ὥπως 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, ὥπως 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 κινοῦνται ἐναλλάξ. Τὸ ὕδωρ ὠθεῖται διὰ τῶν ἐμβολέων ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς μεταλλινὸν κώδωνα H περιέχοντα ἀέρα καὶ ἐκβάλλεται διὰ τοῦ σωλήνος K. Ὁ ἐν τῷ κώδωνι H ἐμπεριεχόμενος ἀήρ συντελεῖ εἰς τὴν συνεχή ἐξακόντισιν τοῦ ὕδατος.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

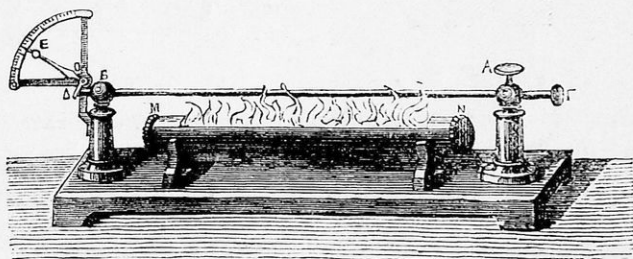


ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΔΙΑΣΤΟΛΗ. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ.

119. ⁹⁴Θερμότης. Ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων αἰσθανόμεθα ὅτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον θερμὰ ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν αἰτίαν καλουμένην θερμότητα.

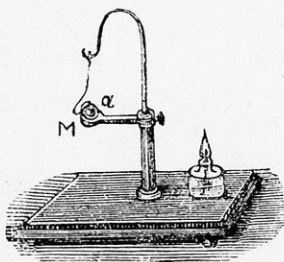
120. ⁹⁵Διαστολή. Τὰ διάφορα σώματα στερεά, ὑγρά ἢ ἀέρια ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος διαστέλλονται, καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρά καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.



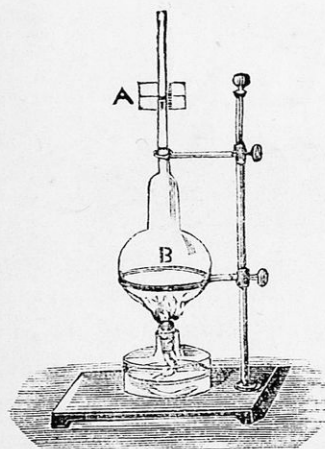
Σχ. 83

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

κύκλου υποδιηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ ῥάβδος ΓΔ θερμαινόμενη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου οἶνοπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ MN ἐπιμήκυνεται, ὁ δὲ δείκτης Ε μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίον OE 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 ψυχόμενη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅτι δὲ ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μῆκος, ἀλλὰ κατ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοὺν πείραγμα. Σφαῖρα χαλκοῦ α (σχ. 84) ψυχρὰ οὕσα διέρχεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου Μ, ἀλλ' ἐὰν θερμανθῇ ἰσχυρῶς, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ δακτυλίου, ὅπωςδὴποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτήν, ψυχθεῖσα ὁμῶς διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



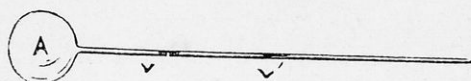
Σχ. 84.



Σχ. 85.

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

γ') Λιαστολή τῶν ἀερίων Σφαῖραν υἅλινην Α (σχ. 86) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς οἷουδὴποτε καὶ φέρουσιν λεπτὸν σωλῆνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὕδραργύρου ν, θερμαίνομεν ἀσθενῶς ἐγγί-

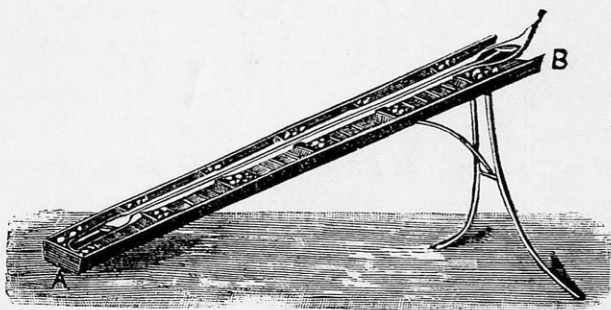


Σχ. 86.

ζοντες αὐτὴν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι

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

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



Σχ. 87.

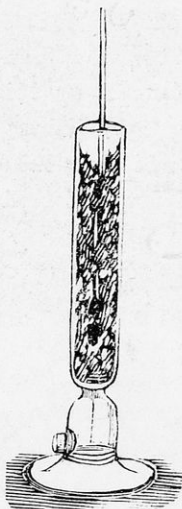
Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὕδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνομεν σωλῆνα υἅλινον ἔχοντα μικρὰν ἐσωτερικὴν διάμετρον καὶ τὴν αὐτὴν πανταχοῦ. Ὁ σωλὴν οὗτος φέρει κατὰ τὸ ἐν μὲν ἄκρον δοχεῖον σφαιρικόν ἢ κυλινδρικόν, κατὰ τὸ ἕτερον δὲ ἐξόγκωσιν δι' ἐμφυσήσεως παραχθεῖσαν καὶ ἀπολήγουσαν εἰς λεπτόν κωνικὸν σωλῆνα.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

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

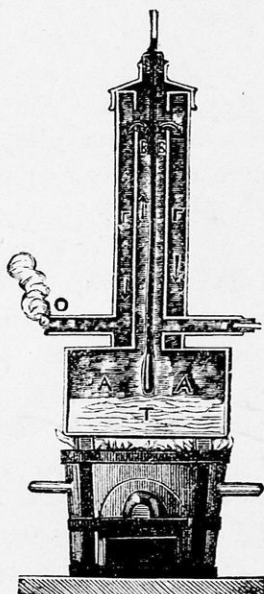
35 122. **Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.** Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμόμετρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεῖα τοιαῦτα, εἰς τὰ ὁποῖα φθάνων ὁ ὕδραργυρος νὰ δεικνύῃ ὠρισμένους καὶ σταθεροὺς βαθμοὺς θερμότητος, οἵτινες εὐκόλως ἀναπαράγονται. Τοιοῦτοι δὲ βαθμοὶ εἶνε ὁ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ ὁ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὧν ὁ μὲν πρῶτος καλεῖται κατὰ συνθήκην *θερμοκρασία τοῦ μηδενός*, ὁ δὲ δεύτερος *θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν*. Καὶ ἵνα εὗρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ὅλην 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 ὀπήν, ἐξ ἧς ἐκρέει τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προσερχόμενον ὕδωρ και ἀφίνομεν ἐντὸς τοῦ πάγου τὴν συσκευὴν, μέχρις ὅτου ὁ ὑδράργυρος παύσῃται συστελλόμενος και ἡ ἐν τῷ σωλῇ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ μείνῃ στάσιμος. Χαράσσομεν τότε εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μετὰ ταῦτα τίθεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς θερμαντήρος, τοῦ ὁποῖου κατακόρυφος τομὴ δέικνυται ἐν τῷ σχήματι 89. Ὁ θερμαντὴρ οὗτος εἶνε δοχεῖον ὀρειχάλκινον, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου τίθεται



Σχ. 88.

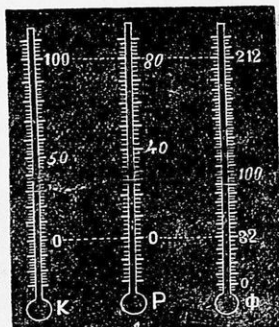


Σχ. 89.

ὕδωρ T ὑποβαλλόμενον εἰς βρασμόν. Ὁ θερμομετρικὸς σωλὴν κρέμαται ἐν τῷ θερμαντήρι 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-

δλίμματος ΓΓ', ὅπερ προφυλάττει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸν ἐσωτερικὸν σωλήνα, ἐξέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς Ο. Ἀφ' οὗ δὲ τὸ θερμόμετρον παραμείνῃ ἐπὶ τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν καὶ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος, σημειοῦμεν εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνῆλθε, τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἴναι 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 θερμόμετρον καλεῖται ἑκατόμβαθμος ἢ τοῦ Κελσίου Κ (σχ. 90). Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακος ταύτης γίνεται χρήσις καὶ ἄλλης τῆς ὀγδοηκονταβάθμου ἢ τοῦ Ῥεω-

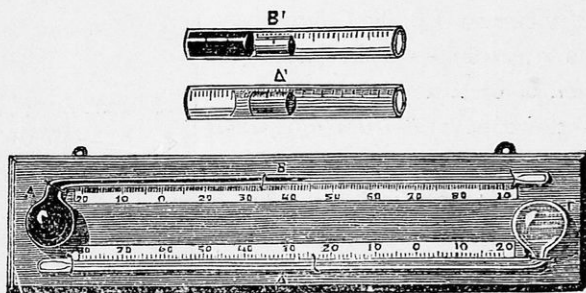


Σχ. 90.

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 μετατρέφωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Κ. εἰς βαθμοὺς Ρ. πολλαπλασιάζομεν αὐτὸν ἐπὶ $\frac{4}{5}$ ἢ ἐλαττοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ $\frac{1}{5}$ αὐτοῦ. Τοῦναντίον δὲ ἐπειδὴ 80 Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 Κ. διὰ τὰ μετατρέφωμεν 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 χρήσις τρίτης τινὸς βαθμολογίας, τῆς τοῦ Φαρενεΐτου Φ (σχ. 90), καθ' ἣν τὸ μὲν 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν ἁμ-

μωνιακού ἁλατος καὶ τετριμμένου πάγου (-17^0 , 78 K.), ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς 32 βαθμοὺς τῆς κλίμακος ταύτης καὶ ἡ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τοὺς 212 βαθμοὺς. Ἐπειδὴ λοιπὸν 100 διαιρέσεις K. ἢ 80 P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $212 - 32 = 180$ διαιρέσεις Φ. μετατρέπομεν βαθμοὺς K. ἢ P. εἰς Φ. πολλαπλασιάζοντες τὸν μὲν ἀριθμὸν, ὅστις παριστᾷ τοὺς βαθμοὺς K., ἐπὶ $\frac{9}{5}$, τὸν δ' ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς τοῦ °P. ἐπὶ $\frac{4}{9}$ καὶ προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέραις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν 32. Τοῦναντίον δὲ μετατρέπομεν βαθμοὺς Φ. εἰς βαθμοὺς K. ἢ °P. ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τοὺς τοῦ Φ. τὸν ἀριθμὸν 32 καὶ πολλαπλασιάζοντες τὸ ὑπόλοιπον



Σχ. 91.

ἐπὶ $\frac{3}{9}$ μὲν, ὅταν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὸν ἀντίστοιχον βαθμὸν K., ἐπὶ $\frac{4}{9}$ δέ, ὅταν θέλωμεν βαθμοὺς °P.

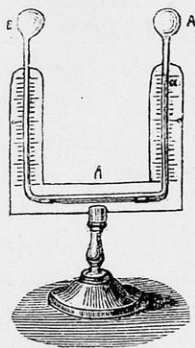
36 123. **Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον.** Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εἰς -39^0 , 4 K., διὰ τὰ μεγάλα ψύχη γίνεται χρήσις καθαροῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ δυσκόλως πήγνυται (εἰς -140^0 πυκνόρρευστον). Ἐπειδὴ δὲ τὸ οἶνόπνευμα ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 760 χ. μ. ἀναδράζει εἰς 78^0 , 4 K., βαθμολογεῖται τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραργυρικόν, χρωματίζεται δὲ τὸ οἶνόπνευμα συνήθως ἐρυθρὸν διὰ νὰ εἶνε ὁρατὸν ἐν τῷ σωλῆγι.

36 124. **Ἀκροβάθμια θερμομέτρα.** Τὰ θερμομέτρα ταῦτα χρησιμεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην (μεγιστοδόθμιον) καὶ

ἐλαχίστην (ἐλαχιστοβάθμιον) θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος τόπου τινὸς ἐν ὀρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι, οἷον ἐντὸς ἑνὸς ἡμερονυκτίου. Καὶ ὡς μεγατιστοβάθμιον μὲν θερμόμετρον χρησιμεύει συνήθως ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον ΑΒ (σχ. 91) ὀριζοντίως τεθειμένον καὶ ἐμπεριέχον ἐν τῇ σωλῇ αὐτοῦ δείκτην Β, ἥτοι 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 ἐλαττωταί, ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ δοχεῖον, ἀλλὰ δὲν συμπαρασύρει 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, ἥτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κεῖται ἐντὸς τοῦ οἶνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττωταί, τὸ οἶνοπνευμα συστέλλόμενον συμπαρασύρει καὶ τὸν δείκτην. Ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἶνοπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως πέραξ τοῦ δείκτου, ἀλλὰ δὲν παρασύρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιοῦτοτρόπως οὗτος παραμένει ἐμβεδαπτισμένος ἐν τῇ ὑγρῇ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἶνοπνεύματος τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν.

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

καὶ Α εἶνε αἱ αὐταί. Ἄμα θερμανθῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἢ μία τῶν σφαιρῶν, ὅσον ἡ Β, ἀμέσως ὁ ἐντὸς ἀήρ διαστέλλεται καὶ παρωθεῖ τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος



τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαῖραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὴν μὲν μίαν σφαῖραν εἰς 0° , τὴν δὲ ἄλλην εἰς 100° καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεία, εἰς ἃ τὸ ὑγρὸν ἵσταται ἐκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεία, εἰς ἃ ἵστατο ἀρχικῶς· εἴτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουναι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς καθ' ἕλκον τὸ μῆκος τῶν σκελῶν.

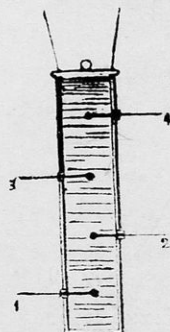
Σχ. 92.

126. **Μέτρησις τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων.** Ἐὰν λάβωμεν ῥάβδον ἐκ τινος μετάλλου, ὅσον σιδήρου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν κατὰ πρῶτον μὲν ἐν τῷ τηκομένῳ πάγῳ, ὁπότε λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, εἴτα δὲ ἐντὸς ζέοντος ὕδατος θερμοκρασίας 100° , εἶνε φανερόν ὅτι ἡ ῥάβδος θέλει ἐπιμήκυνθῇ. Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὴν ὀλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ῥάβδου, ἦτοι τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῆς εἰς 0° καὶ 100° , καὶ διαιρέσωμεν αὐτὴν διὰ τοῦ 100 καὶ τοῦ μήκους τῆς ῥάβδου εἰς 0° , εὐρίσκομεν τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ μήκους σιδήρου, ἦτοι ῥάβδος ἐνὸς μέτρου θερμαινομένη ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1° . Ἡ οὕτως εὐρισκομένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. Διὰ τοιαύτης ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρήστων ἐν τῇ βιομηχανίᾳ μετάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος (0,000029416) καὶ ὁ μόλυβδος (0,000028484), ὀλιγώτερον διασταλτὰ ὁ ἄργυρος (0,000019097) καὶ ὁ χαλκὸς (0,000017773), 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° διαστέλλεται

ἐν ὧν κατὰ 294, γ° 16, ἐν ᾧ ἴση τὸ μήκος ῥάβδος ἐκ λευκοχρύσου καὶ ἴσον τῇ πρώτῃ θερμαινομένη διαστέλλεται κατὰ 88 γ° 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 εὕρωμεν προσθέτοντες εἰς τὴν φαινομένην διαστολήν τοῦ ὑγροῦ τὴν διαστολήν τοῦ δοχείου.

128. **Διαστολή τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρουσιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν. Οὕτως ἀπὸ τοῦ 0⁰ μέχρι 4⁰ ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται, ἀπὸ δὲ τῶν 4⁰ καὶ ἄνω διαστέλλεται καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται οὕτως, ὥστε τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4⁰ κέκτηται τὴν μέγιστην αὐτοῦ πυκνότητα. Πολλὰ δὲ πειραματικὰ τούτου ἀποδείξεις ἐγένοντο, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὴν ἀπλουτέραν. Ἀγγεῖον κλειστὸν ἄνωθεν καὶ πλήρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0⁰, φέρον δὲ πρὸς τὰ πλάγια τέσσαρα θερμομέτρα 1, 2, 3, 4 (σχ. 93), ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔχουσαν θερμοκρασίαν πολλῶν ἄνωτέρων τῶν 4⁰, ἐν τῇ ὁποίᾳ



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 τινὰ 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 τινὰ 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, ἔνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἤδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ταύτης, εἶτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθε-



Σχ. 94.

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

38129. Μέτρησις τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.

Τὴν διαστολὴν αἰρίου τινός, οἷον τοῦ ἀέρος, δύναμεθα νὰ εὕρωμεν κατὰ προσέγγισιν ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν στεγνὸν ὑάλινον σωλῆνα AB (σχ. 94) ἀνοικτὸν ἀνωθεν, ἡριθμημένον, περιέχοντα κατὰ τὸ Bδ ἀέρα καὶ κατὰ τὸ αδ σταγὼνα ὕδραργύρου διακόπτουσιν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Ὁ δείκτης τοῦ ὕδραργύρου κατέχει τὴν θέσιν αδ, ὅταν ὁ σωλῆν εἴνε ἐμβεδαπτισμένος εἰς ψυχρὸν ὕδωρ 10°. Ἐμβάπτίζομεν εἶτα τὸν σωλῆνα εἰς θερμὸν ὕδωρ 55° καὶ παρατηροῦμεν

ὅτι ὁ δείκτης μετετοπίσθη εἰς α' δ'. Ὅθεν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἡϋξήσῃ κατὰ τὸν χῶρον τοῦ σωλήνος τὸν εὐρισκόμενον μεταξὺ θ καὶ θ'. Ἀνευρίσκομεν οὕτως ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἡϋξήσῃ κατὰ τὸ $\frac{1}{6}$ αὐτοῦ διὰ 45 βαθμοὺς καὶ ἐπομένως δι' ἕνα βαθμὸν αὐξάνει κατὰ τὸ $\frac{1}{270}$. Δι' ἀκριβοῶν 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, ὁπόθεν ἐξέρχεται, ἐὰν ὑπάρχωσιν αἱ πρὸς ἀερισμὸν ἀπαιτούμεναι ὀπαί, καὶ ἀντικαθίσταται 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. Θερμαινόμενος δὲ ὁ ἀήρ τοῦ στρώματος τούτου διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἀντικαθιστάμενος ὑπὸ ἀέρος ψυχροτέρου, οὕτω δὲ τὸ κατώτερον τοῦτο στρώμα δὲν υπερθερμαίνεται, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται τοιαύτη, ὥστε νὰ δύνωνται νὰ ὑπάρξωσιν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῷα. Ὡσαύτως ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῳ ἀήρ θερμαινόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας ἐπιταχύνει τὴν καυσίν καὶ θερμαίνόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσῳ δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μείζων, τοσοῦτῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον, καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἰσχὺς τοῦ πυρὸς, καὶ διὰ τοῦτο ἐν τοῖς ἐργοστασίοις, ἐν οἷς ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ θέρμανσις ἀτιμολεβήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλὰς τὰς καπνοδόχους. Ὡσαύτως πρὸς θέρμανσιν μεγάλων οἰκοδομῶν μεταχειρίζονται τὰ καλούμενα **ὑπόκανστα**, ἥτοι 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' ἑτέρου δὲ μετὰ σιδηρῶν σωλήνων, οἵτινες

ἐκστομοῦνται εἰς τὰς αἰθούσας τῆς οἰκοδομῆς δι' ὁπῶν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεωγμένων. Ὁ ἐντὸς τοῦ σιδηροῦ θαλάμου ἄλλο θερμαίνόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διὰ τῶν σωλήνων εἰς τὰς αἰθούσας, ἐν ᾧ καθαρὸς ἄλλο ἔξωθεν ἐρχόμενος εἰσρέει διηγεκῶς εἰς τὸν σιδηρὸν θάλαμον, ἔνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΞΕΩΣ

131. Τὰ στερεὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὅριον διαστολῆς, πέραν τοῦ ὁποῦ ταῦτα συνήθως μεταβαίνουν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἥτοι τήκονται. Τὰ τακέντα δὲ στερεὰ σώματα ψυχόμενα ἀνταλαμδάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἥτοι 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 ὠρισμένῃ τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἥτις εἶπε 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 συγμῆς ἄρχεται ἡ τήξις ἢ ἡ πήξις, ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ἡ τήξις ἢ ἡ πήξις γίνῃ τελεία. Οὕτως ἂν ψύξωμεν ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας καὶ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, ἀμέσως ἄρχεται ἡ πήξις καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυμένου ὕδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβληθῇ εἰς πάγον. Ὡσαύτως, ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς χύτρας μικρὰ τεμάχια θείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται μέχρις 111°, ὅποτε τὸ θεῖον ἄρχεται τηκόμενον καὶ μένει στάσιμος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ θεῖον τακῇ καὶ εἰτα ἄρχεται πάλιν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψουμένη. Ἡ θερμότης

ἔ' αὕτη, ἡ δαπανωμένη κατὰ τὴν τήξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινόμενη αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμιόμετρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

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

134. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Τὰ διάφορα ἄλατα, ἵνα διαλυθῶσιν ἐν τῷ ὕδατι, ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ ὑγροῦ, οὕτως κατέρχεται ἐπαισθητῶς ἡ θερμοκρασία. Διὰ τοῦτο, ἂν ἀναμίξωμεν ἄλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἄλας εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἄλας. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν τήξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἁλματος ἀπαιτεῖται θερμότης, ἥτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τοῦτου τοῦ μίγματος, ἁλματος καὶ πάγου, ὅπερ φύχεται κάτωθεν τοῦ 0⁰ καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο *ψυκτικὸν μίγμα*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

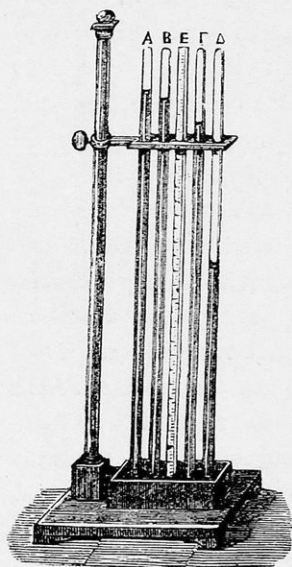
ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ

135. Καλεῖται *ἀτμός* 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 ὠρισμένῃ ἑκαστον θερμο-

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

Τὰ πτητικὰ ὑγρά εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαεροῦνται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τοῦ



Σχ. 95.

του ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περιεχούσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομετρικοὺς σωλήνας Α, Β, Γ, Δ (σχ. 95). Εἶτα εἰσάγοντες κάτωθεν εἰς μὲν τὸν σωλῆνα Β σταγόνας ὕδατος, εἰς δὲ τὸν Γ σταγόνας οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν Δ σταγόνας αἰθέρος παρατηροῦμεν ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν τὰ ὑγρά ταῦτα ἀνερχόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων, πάραυτα ἐξαεροῦνται. 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

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

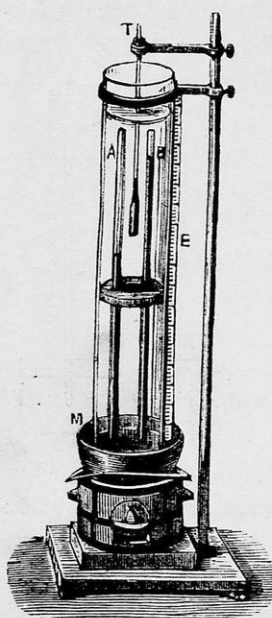
136. **Χῶρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν εἰς χῶρον κενόν, οἷον εἰς σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ. 96), ἀποτελοῦσαν βαρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τι-

νὰς ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι ἐκάστη σταγὼν ἅμα ἐξαερούμενη ἐπιφέρει κατὰπτωσιν τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν παρατηροῦμεν τοιαύτην κατὰπτωσιν, ὁ χώρος Α διατελεῖ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν. Ὅταν ὅμως σταγὼν ὕδατος εἰσαχθεῖσα δὲν ἐξαερωθῇ πλέον, ὁπότε καὶ ἡ ὑδραργυρική στήλη παύεται κατερχομένη, τότε ὁ χώρος Α εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ δ' ὀλική κατὰπτωσις, ἢ ἢ πάσχει ἡ ὑδραργυρική στήλη, δεικνύει τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν, οὔτινες κορενύουσι τὸν χώρον Α ἐν ὥρισμένη θερμοκρασίᾳ. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη καλεῖται *μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἐν ὥρισμένη θερμοκρασίᾳ*, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καθ' ἣν στιγμὴν πειρώμεθα, εἶνε ἴση πρὸς 760 χ. μ.



137. *Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει αὐξανόμενη αὐξανόμενης 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 Μ περιέχουσιν ὑδράργυρον ἀναστρέφομεν δύο βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α καὶ Β πλήρεις ὑδραργύρου, ὧν ὁ ἕτερος Α περιέχει μικρὰν ποσότητα ὕδατος ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ θαλάμῳ. Οἱ σωλῆνες οὗτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐρειδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου καὶ πλήρους ὕδατος, οὔτινος ἡ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ θερμομέτρου Τ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεδαπτισμένου. Κανὼν Ε ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατὰπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῆνι Α, ἢτοι 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 Α ὕδωρ. Ὑψουμένης διηνεχῶς τῆς θερμοκρασίας, ἡ ἐν τῷ σωλῆνι Α ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται συνεχῶς, εἰς δὲ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° φθάνει μέχρι τῆς

ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ χύτρᾳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ



Σχ. 97.

τοσούτῳ ταχέως ἀνῆλθομένη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περὶ ὧν ποιούμεθα λόγον ἐν τινὶ τῶν ἐπομένων κεφαλαίων.

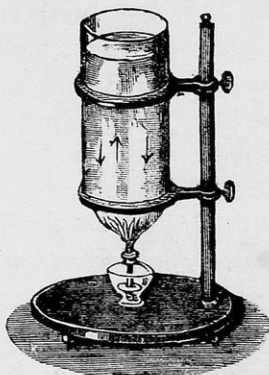
100° εἶνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, ἐν ᾗ εἰς θερμοκρασίαν 50° εὐρίσκομεν ὅτι δὲν εἶνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν ἡμισείας ἀτμοσφαίρας, ἀλλὰ πρὸς τὸ $\frac{1}{8}$ περίπου αὐτῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν διπλασιαζομένης τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τῶν κορεννούντων τὸν χῶρον, π. χ. λέδητος, ἡ μεγίστη τάσις ὑπερδιπλασιάζεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 100°. Οὕτω διὰ νὰ γίνῃ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ἐν λέδητι ὕδατος ἴση πρὸς δύο ἀτμοσφαίρας, ἀρκεῖ νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ τὸ ἐντὸς τοῦ λέδητος κεκλεισμένον μέχρις 120° περίπου, διὰ νὰ γίνῃ δὲ ἴση πρὸς 10 ἀτμοσφαίρας, ἀρκεῖ νὰ θερμάνωμεν μόνον μέχρις 180° περίπου. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἡ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

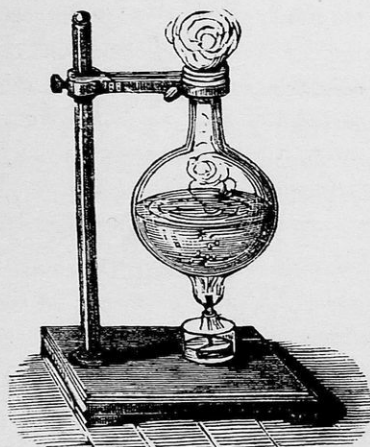
ΠΕΡΙ ΒΡΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

139. **Βρασμός.** Βρασμός καλεῖται ἡ ταχέια 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 σωμάτια, οἷον ῥινήματα 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 ἐξακολουθήσῃ ἡ θέρμανσις, ἀναφαίνονται μετ' ὀλίγον ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φυσαλίδες ἀέρος προσερχόμεναι ἐκ τοῦ ἐν τῷ



Σχ. 98



Σχ. 99.

ὕδατι διακελυμένου ἀέρος, ὅστις θερμαίνόμενος 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 ἐτι ψυχρά. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμὸν τινα, ὅστις προηγείται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὅταν δὲ καὶ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκοῦντως θερμανθῶσιν, αἱ παραγόμεναι πομφό-

λυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μεγεθύνονται ἕνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως καὶ φθάνουσι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διαρ-

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

139. Ὁ βρασμὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

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

Β'. Ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος υἱροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πιέσει, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ υἱροῦ ἡ ἀτμόσφαιρα, ἡ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητῶς δι' ἄερος, ὃν συμπίεζομεν ἡ ἀραιώομεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100⁰, ἐὰν ὅμως ἐγκλείσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ καὶ συμπίεσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἄερα μέχρι πίεσεως δύο ἀτμοσφαιρῶν, βράζει εἰς 120⁰ περίπου, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἀραιώσωμεν τὸν ὑπερκείμενον τοῦ ὕδατος ἄερα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαίρας, τότε βράζει εἰς 80⁰ περίπου.

42 140. Ἐξάτμισις. Ἐξάτμισις καλεῖται ἡ βραδεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν ἢ γινομένη κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν πολλῶν υἱρῶν. Δι' ἐξατμίσεως ξηραίνονται αἱ διαθραχεῖσαι σάνιδες τῶν δωματίων, τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ ὑγρὸν ἔδαφος. Δι' ἐξατμίσεως ὡσαύτως ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν συμπυκνούμενοι εἴτα εἰς νέφη καὶ βροχήν.

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

Α'. Ἡ θερμοκρασία τοῦ υἱροῦ, ἣτις ὑψηλότερα οὖσα ἐπιταχύνει τὴν ἐξατμῆσιν, διότι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀναδιδόμενων ἀτμῶν εἶνε τότε ἀνωτέρα.

Β'. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκείμενου ἀέρος, ὅστις θερμότερος

ὧν 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 ὑπερκεείμενος ἀήρ εἶνε κεκορεσμένος 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 ταχυτέρα, διότι ὁ ὑπερκεείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρασύρει τοὺς ὑπερκεείμενους ἀτμούς, ἐν ᾧ ὅταν ὁ ὑπερκεείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μὲν ἡ 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 εὐρυχωρῇ λεκάνῃ ἢ ἐν στενολαίμῳ ἀνοικτῇ φιάλῃ.

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

142. **Ψυχὸς παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, εἶνε μετὰστασις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἥτις 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 ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψύξιν. Θερμόμετρον, οὗτινος τὸ δοχεῖον διαδρέχομεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχεῖαν κατάπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Αἰγινητικά, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς ῥεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραίνον διηγεκῶς τὴν ἔξω-

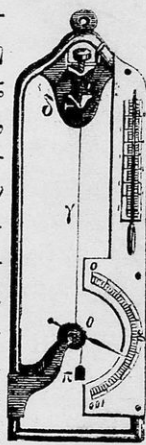
τερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ.

143. **Υγροποίησης τῶν ἀερίων.** Τὰ διάφορα ἀέρια λαμβάνουσι τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἢ διὰ πίεσεως ἢ διὰ ψύξεως ἢ διὰ πίεσεως ἅμα καὶ ψύξεως. Καὶ διὰ πίεσεως μὲν ὑγροποιοῦνται καὶ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, οἷον τὸ χλώριον, ἡ ἀέριος ἁμμωνία, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μεῖζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀλλ' οὐχὶ τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος λ. χ. ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 30^0 ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 74 περίπου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὅμως ψυχθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0^0 , ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 36 μόνον ἀτμοσφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ πνιγερὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν καθυσιν τοῦ θείου, ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν -11^0 ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 4—5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τούτων δὲ καταφαίνεται ὅτι αὐτὰ ταῦτα τὰ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσιν ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἅμα καὶ ψύξιν οὐχὶ μεγάλας. Ἐν γένει δὲ παρατηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσιμος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχῃ ὑφ' οἵανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν υποβληθῇ. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος εὗρέθη ἴση πρὸς $+31^0$, τουτέστι τὸ ἀέριον τοῦτο κάτωθεν μὲν τῆς θερμοκρασίας τῶν $+31^0\text{K}$. δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ διὰ πίεσεως, ἄνωθεν δὲ αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἵανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν υποβληθῇ. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶνε -140^0 , εἰς ἣν ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενος εἰς πίεσιν 40 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐὰν ὅμως ψυχθῇ εἰς -191^0 ὑγροποιεῖται ὑπὸ τὴν πίεσιν μίαν μόνον ἀτμοσφαιρᾶς καὶ διατηρεῖται ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δρευστὸς ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ.

144. **Υγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀένανον ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλάσσω, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὑδρατμούς προερχομένους κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τούτων.

145. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς ἢ ὑγρὸς οὐχὶ 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 ἀπαιτῇ μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν διὰ νὰ κορεσθῇ, ὑγρὸς δέ, ὅταν ἀπαιτῇ ἐλάσσονα. Ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος, ἥτοι ἡ καλουμένη σχετικὴ ὑγρασία, ὁρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν ἐν ὥρισμένῳ ὄγκῳ τοῦ ἀέρος περιεχομένων ὑδρατμῶν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριεῖχεν ὁ αὐτὸς ὄγκος τοῦ ἀέρος, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Σκοπὸς δὲ τῆς ὑγρομετρίας εἶνε ἡ εὕρεσις τοῦ λόγου τούτου, ἥτοι τῆς σχετικῆς ὑγρασίας, ἣν εὕρισκόμεν δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

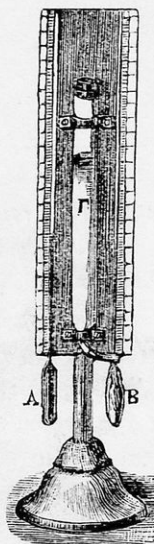
146. **Υγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο φέρει τρίχα γ (σχ. 100), ἣτις ὑγραינוμένη μὲν διαστέλλεται, ξηραينوμένη δὲ συστέλλεται. Τῆς τριχὸς ταύτης τὸ μὲν ἐν ἄκρον δ τηρεῖται ἀμετάθετον, τὸ δὲ ἕτερον στερεοῦται ἐντὸς τῆς αὐλακὸς τροχαλίας Ο φερούσης δείκτην. Μικρὸν βάρος π τηρεῖ τὴν τρίχα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



Σχ. 100.

Κατασκευάζονται σήμερον ὑγρόμετρα αποτελούμενα ἐκ δύο μέρους πολλῶν τριχῶν λίαν χρήσιμα εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς σταθμούς.

147. **Ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου.** Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀπο-
τελεῖται ἐκ δύο θερμομέτρων Α καὶ Β (σχ. 101), ὧν τοῦ ἐτέρου



Σχ. 101.

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

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 ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ.

148. **Θερμοχωρητικότητα.** Τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἀπαιτοῦσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὥπως θερμανθῶσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης μέχρις ἄλλης τινὸς ἀνωτέρας, οἷον ἀπὸ 0° εἰς 100° , ἥτοι ἔχουσι διάφορον θερμοχωρητικότητά. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος.

Ἐντὸς ἐλαίου ἔχοντος θερμοκρασίαν 150° ἕως 180° 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 τινι χρόνον, ὥστε νὰ λάβωσι πᾶσαι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐμβαπτίζομεν εἰτα ταχέως αὐτάς εἰς 4 διακεκριμένα ὅμοια δοχεῖα, περιέχοντα πάντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν συγῆθη θερμοκρασίαν. Ἀνακινούντες τὸ ὕδωρ παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον ὅτι τὰ διάφορα ταῦτα ἰσοδαρῇ ὕδατι ἐθερμάνθησαν διαφόρως, καὶ τὸ μὲν ἐμπεριέχον τὸν σίδηρον περισσότερον, τὸ δ' ἐμπεριέχον τὸν ψευδάργυρον ὀλιγώτερον, ἔτι δ' ὀλιγώτερον τὸ ἐμπεριέχον τὸν κασσίτερον καὶ ἐλάχιστον πάντων τὸ ἐμπεριέχον τὸν μολύβδον.

Ἐὰν λάβωμεν ἓν χιλιόγρ. ὕδατος, ὕαλου, σιδήρου, ὑδραργύρου, ὀξυγόνου, ἄζωτου, ὕδρογόνου κ.τ.λ. ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° καὶ θελήσωμεν νὰ θερμάνωμεν τὰ διάφορα ταῦτα ἰσοδαρῇ σώματα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, οἷον τῆς τῶν 100° , ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὕπερ 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 ὕδρογόνον.

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

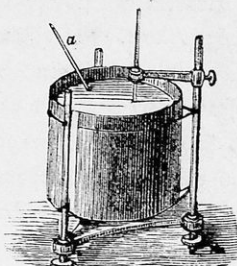
ἐν χιλιόγρ. τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ τοῦ 0^0 μέχρις 1^0 . Ἡ εἰδικὴ δὲ θερμότης τοῦ ὕδατος, ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ὅπως ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 0^0 εἰς 1^0 , λαμβάνεται ὡς μονὰς θερμότητος (calorie).

Ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0^0 μεθ' ἐνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 50^0 , ἀπολαμβάνομεν δύο χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 25^0 . Ὅπωςδήποτε δὲ καὶ ἀν ποικίλωμεν τὸ πείραμα καὶ λάβωμεν δύο ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ διαφόρων θερμοκρασιᾶς καὶ ἀναμίξωμεν, ἡ τελικὴ θερμοκρασία θὰ εἴη ἴση πρὸς τὸ ἡμίθροισμα τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν.

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

45 150. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν. Ἐν χαλκίνῳ δοχείῳ (σχ. 102) ἔχοντι λίαν λεπτὰ 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 α καὶ προσδιορίζοντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν εὐρίσκομεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 18 βαθμούς. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἐθέρμανεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 10⁰ εἰς 18⁰, ἦτοι κατὰ 8 βαθμούς, δύναται νὰ θερμάνῃ 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ἀπὸ 18⁰ μέχρι 100⁰, ἦτοι κατὰ 82 βαθμούς. Ἐπομένως τὸ εἰδικὸν θερμοαντικὸν τοῦ χαλκοῦ εἶνε ἴσον πρὸς $8:82=0,09$.



Σγ. 102.

Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἡ θερμοχωρητικότητα 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 ὕδραργύρου, χρυσοῦ, λευκοχρύσου καὶ μολύβδου ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{32}$ περίπου τῆς τοῦ ὕδατος.

151. **Εἰδικὴ θερμότης τῶν αερίων.** Δι' ὁμοίας περίπου μεθόδου εὐρέθη καὶ ἡ εἰδικὴ θερμότης τῶν αερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἐγνώσθη δὲ ὅτι τὸ ὕδρογόνον ἔχει θερμοχωρητικότητα τρεῖς καὶ ἡμίσεις 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.

152. **Θερμότης τήξεως.** Καλεῖται θερμότης τήξεως ἡ καὶ λανθάνουσα θερμότης τήξεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα τήξῃ 1 χιλιόγρ. σώματός τινος, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας τοῦ 0⁰ εἰς ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, δεφειλομεν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται θερμότης τήξεως τοῦ πάγου. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ταύτης ῥίπτομεν εἰς ἓν χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 80⁰ ἓν χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας 0⁰, ὁπότε λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0⁰, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἓν χιλιόγρ. πάγου μόνον διὰ νὰ τακῇ, ἀπαιτεῖ 80 μονάδας θερμότητος. Δηλαδή ἔση ποσότης θερμότητος

ἀπαιτείται διὰ μόνην τὴν τήξιν 1 χιλιόγρ. πάγου, τοσαύτη ἐπαρκεῖ πρὸς βρασμὸν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ληφθέντος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 20° . Δι' ὁμοίας περίπου μεθόδου εὐρέθη καὶ ἡ θερμότης τήξεως τῶν διαφόρων σωμάτων, ὡς τοῦ μολύβδου ἴση 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 χιλιόγρ. ὑγροῦ ἰνός, οἷον ὕδατος, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 100° εἰς ἀτμοὺς τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, δεόν νὰ δαπανήσωμεν 537 μονάδας θερμότητος, ἥτοι τοσαύτην θερμότητα, ὅση ἀπαιτεῖται, ἵνα ἀχθῶσιν εἰς βρασμὸν 6 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 11° . Τοῦτέστιν, ἐὰν θέσωμεν ἐν δοχείῳ 6 χιλιόγρ. ὕδατος 11° καὶ διαβιδάσωμεν δι' αὐτοῦ ἐν χιλιόγρ. ἀτμῶν ὕδατος θερμοκρασίας 100° , τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ θὰ θερμανθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

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 πέρατος· β') δι' ἀκτινοβολίας ἐξ ἀποστάσεως. Οὕτως ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ ἡλιακὴ θερμότης ἢ ἡ θερμότης διαπύρων ἀνθράκων.

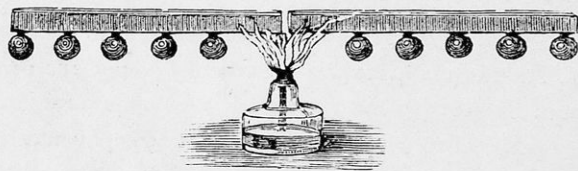
Α. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

155. Ράβδος μεταλλίνη θερμαινομένη κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς μεταδίδει, ὡς εἶπομεν, 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 θερμότητα διὰ τῆς μάξης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρουμένου ἄκρου ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου διήρσαν τὰ σώματα εἰς καλοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος. ἦτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμαγωγὸν 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 διάφορον δὲ θερμαγωγὸν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἑξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἶθουσαν ἔχουσαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τοῦ 0^0 , καὶ πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύσεως, οἷον τῶν μὲν ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ ἐκ μαρμάρου καὶ ἄλλων ἐκ ξύλου, καὶ ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰ διάφορα ταῦτα σώματα εὐρίσκομεν τὰ μὲν μέταλλα ψυχρότερα, τὰ μαρμάρηνη ἥττον 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 μᾶζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑφαρπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερμότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μᾶζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ θερμότητα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μᾶζαν δὲν προσλαμβάνει τοιαύτην ἐκ τῆς ἡμετέρας χειρὸς καὶ διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καὶ τοῦ μετάλλου. Τὸ ἀντίθετον δὲ συμβαίνει, ὅταν τὰντικείμενα ταῦτα ἔχωσι τὴν αὐτὴν μὲν πρὸς ἄλληλα θερμοκρασίαν, ὑπερτέραν ὅμως τῆς τῆς χειρὸς ἡμῶν, οἷον 50^0 ἢ 60^0 , ὁπότε τὸ μὲν μέταλλον φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καὶ τοῦτο τοῦ ξύλου, διότι τὸ μέταλλον ὡς καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος μεταφέρει θερμότητα διὰ τῆς μάξης αὐτοῦ, ἣν μεταδίδει εἰς τὴν χεῖρα ἡμῶν, περισσοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ τοιαύτην φαίνεται ἡμῖν ψυχρό-

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

156. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς διαφόρου θερμοαγωγοῦ δυνάμεως τῶν σωμάτων. Οὕτως, ἐὰν καλύψωμεν τὴν παλάμην τῆς χειρὸς ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας ψυχρᾶς καὶ ἐπιθέσωμεν διάπυρον ἄνθρακα, δυνάμεθα νὰ κρατῶμεν αὐτὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον χωρὶς νὰ αἰσθανθῶμεν θερμότητα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγῆς δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἷτα 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



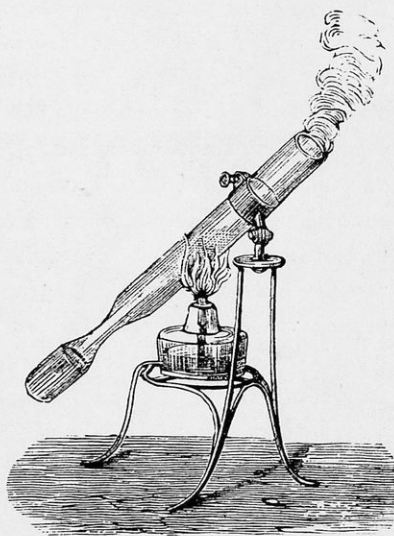
Σχ. 103.

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 ν' ἀναφλεχθῇ ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 228° , καθ' ἣν τήκεται ὁ κασσίτερος.

157. Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα, ὡς εἵπομεν, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δὲν ἔχουσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμοαγωγὸν δύναμιν, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν δύο ῥάβδους, τὴν μὲν χαλκὴν, τὴν δὲ σιδηρᾶν (σχ. 103), καὶ προσκολλῶντες κάτωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρὰς σφαίρας ξυλίνας

εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις θερμαίνομεν εἴτα τὰς ῥάβδους κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων διὰ τῆς αὐτῆς φλογὸς λύχνου, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινα χρόνον πίπτουσι πλείονες σφαῖραι ἐκ τῆς χαλκῆς ῥάβδου, 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, ἡ θερμότης διανέμεται περίπου ὁμοιομερῶς καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος καὶ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἀλλὰ τοῦτο δὲν συμβαίνει δι' ἀγωγιμότητος, τουτέστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόνιον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων προερχομένων, ὡς εἴπομεν (§ 139 σχ. 98), ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται θερμαίνόμενα 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 ῥίπτομεν ἐντὸς αὐτοῦ τεμάχιον πάγου περιδελημένου διὰ σύρματος μεταλλίνου, ὅπως μὴ ὁ πάγος ἀνέλθῃ



Σχ. 104.

εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Εἴτα κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα θερμαίνομεν τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἰοπνεύματος. 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, ἔταν τὰ μέρη τοῦ ὕδατος εὐρίσκωνται εἰς ἀκινήσιαν, πολὺ δυσκόλως ἄγουσι τὴν θερμότητα.

48 159. **Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων.** Τὰ ἀέρια ὡσαύτως εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ διανέμεται μὲν ὁμοιομερῶς καθ' ὅλα τὰ μέρη τῆς αἰθούσης ἢ θερμότης, ἔταν εἷς τι μέρος αὐτῆς ὑπάρχῃ θερμαντικῇ πηγῇ, ἀλλὰ τοῦτο συμβαίνει δι' ἐκπομπῆς θερμαντικῶν ἀκτίνων καὶ διὰ ρευμάτων ἀέρος, ἅτινα παράγονται περὶ τὴν θερμαντικὴν πηγὴν· τουτέστιν ὁ ἀήρ ὁ περιβάλλων τὴν θερμαντικὴν πηγὴν θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπ' ἄλλου ἀέρος ψυχροτέρου, ὅστις θερμαίνόμενος ἐπίσης φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, οὕτω δὲ παράγονται ἐντὸς τῆς αἰθούσης ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα τὴν θερμότητα εἰς ὅλα τὰ μέρη αὐτῆς. Διὰ τὰ καταδειξόμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκινήσιαν, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματοδῶν οὐσιῶν, ὅποιοι εἶνε ὁ βάμβας, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶνε τὰ ἄχυρα, τὰ ῥινήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδίζουν νὰ κινήθῃ, ὁπότε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν δύο ὁμοίας ὑαλίνας σφαίρας καὶ τὴν μὲν μίαν πληρώσωμεν βάμβας, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμφοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτάς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἄνευ βάμβας σφαίρας ταχέως ἀνυψοῦται, τῆς δὲ μετὰ βάμβας 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 βάμβας, ἅτινα παρακωλύουσι τὴν κίνησιν τῶν ἀερίων μορίων. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ ἐκ βάμβας ὑφάσματα, τὰ ἐξ ἐρίου ἐνδύματα ἡμῶν εἶνε ὡς κοινῶς λέγομεν *θερμά*, ἥτοι διατηροῦσι τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν, κυρίως ἕνεκα τοῦ ἐμπεριεχομένου

ἐν ἀκίνησίᾳ ἀέρος, ὅστις ὦν κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἐμποδίζει τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν νὰ ἐξέλθῃ. Προτιμότερον λοιπὸν εἶνε νὰ ἐνδυνάμεθα διὰ πολλῶν καὶ ἐλαφρῶν ἐνδυμάτων ἢ δι' ἐνὸς βαρέος καὶ ἰσοδραροῦς πρὸς ὅλα ὁμοῦ, διότι μεταξὺ τῶν πολλῶν ἐνδυμάτων παρεντιθέμενα λεπτὰ στρώματα ἀέρος ὡς πλείοντερα τὸν ἀριθμὸν διατηροῦσι μᾶλλον τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν. Ὡς δὲ αἱ οὐσίαι αὗται ἐμποδίζουσι 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 βαμβάκινου ἢ κάλλιον δι' ἐριούχου ὑφάσματος ἢ καὶ διὰ ῥινημάτων 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 ἀνεξαίρετως τὰ σώματα καὶ ἐκεῖνα ὅσα φαίνονται ἡμῖν ψυχρότατα, οἷον ὁ πάγος, ἐκπέμπουσι θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, ἣτις καλεῖται ἀκτινοβολία θερμότητος. Οὕτως ἔρχεται εἰς τὴν γῆν ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου καὶ οὕτω θερμαίνουσιν ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως οἱ ἐν πυραύνῃ διάπυροι ἄνθρωποι. Ἐὰν δ' ἐντὸς αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν ψύχεται, τὰ δὲ πέριξ σώματα θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα πλείονα ἐκείνης, ἣν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τοῦναντίον 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 θερμαντικὰς ἀκτίνας.

Οὕτως ιστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στ ἡλῆς ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψυχρὸς, οὐχὶ διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχρὰς ἀκτῖνας, ἀποκαί δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν ψυχρὸν τοῖχον ἢ τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῇ μείζονα ἐκείνης, ἣν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

161. Ἡ ἀκτινοδόλος θερμότης, ἣν π. χ. ἐκπέμπει διάπυρος σφαῖρα, διαδίδεται ὡς καὶ τὸ φῶς κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ εὐθυγράμμως, ἐὰν τὸ περιέχον, ὅπερ διαπερᾷ, εἶνε ὁμοιομερές. Αἱ διευθύνσεις αὗται, κατὰ τὰς ὁποίας μεταδίδεται ἡ θερμότης, καλοῦνται ἀκτῖνες θερμαντικαί. Ἡ ἀκτινοδόλος θερμότης ὡς καὶ τὸ φῶς διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ, ὡς ἀποδεικνύει ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἣτις φθάνει μέχρι τῆς Γῆς διανύουσα τὸ μεταξὺ Ἡλίου καὶ Γῆς κενὸν διάστημα, τουτέστι τὸ μὴ ἐμπεριέχον σταθμητὴν ὕλην, ἀλλὰ πεπληρωμένον ὕλης ἀσταθμῆτος, ἣτις καλεῖται αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ οὗτος εὐρισκόμενος καὶ μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος, τῆς ὑάλου, χρησιμεύει ὡς ὄχημα τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος τῆς διὰ τῶν σωμάτων διερχομένης καὶ οὐχὶ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος⁽¹⁾. 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 ἀκτῖνας ἠδυνήθη νὰ συγκεντρώσῃ

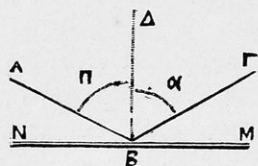
(1) Παρὰδεχόμεθα ὅτι τὰ μόρια τῶν σωμάτων περιβάλλονται ὑπὸ περιεχόμενῳ τινος συνισταμένου ἐξ ἀτόμων τοῦ αἰθέρος, ὅστις πληροῖ οὐ μόνον τὰ μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων διακενα, ἀλλὰ καὶ πάντα τὸν οὐράνιον χῶρον. Διὰ τῆς τρομώδους κινήσεως τῶν ἀτόμων τοῦ αἰθέρος ἐξηγοῦμεν πληρέστατα τὴν διάδοσιν τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀκτινοδόλου 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, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἡ 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 τεθῇ εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς διαπύρου σφαίρας ἴσας πρὸς 1, 2, 3 μέτρα, τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἅπερ ἐκ ταύτης δέχεται καθέτως εἰς τὰς διαφόρους ταύτας ἀποστάσεις, βαίνουνσιν 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 τινὰ ἐπιφάνειαν θερμαίνει αὐτὴν μᾶλλον ἢ ὅταν προσπίπτῃ ἐπ' αὐτὴν πλάγιως. 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 ἐλάσσω 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 ᾗ 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, ἔνεκα τοῦ ὁποίου ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἐδαφος ἐπὶ περισσότερον χρόνον.

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



Σχ. 105.

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

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

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

166. **Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Πολλὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπορροφῶσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος. Τὸ μέρος τῆς ἀκτινοδύλου 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 ἀκτινοδύλου θερμότητος. Ἐλαχίστην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στιλπνὴν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν δύο ἐντελῶς ὅμοια μεταλλικὰ 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 στιλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφότερα διὰ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἠθαλωμένη ἐπιφάνεια

ἀπορροφᾷ μείζονα θερμότητα, ἢ δὲ λεία καὶ στιλπνὴ ἀνακλᾷ ταύτην. Τὰ σώματα τὰ ἔχοντα λευκὴν ἐπιφάνειαν ἔχουσιν ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἢ τὰ μέλανα. Διὰ τοῦτο, ἂν ἐκτεθῶμεν ἐν ὥρᾳ θέρους εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας φοροῦντες λευκὰ ἐνδύματα, αἰσθανόμεθα ὀλιγώτερον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἢ ἂν ἐφοροῦμεν μέλανα. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους χιτῶν καλυπτομένη εἷς τι μέρος αὐτῆς διὰ μέλανος ὑφάσματος ἢ ἐπιπασσομένη διὰ κόνεως ἀνθράκων ἢ καὶ διὰ χρώματος 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 πολλὴν ὑπερτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἐὰν δ' ἐν τῷ ἀέρι αἰωρῇται 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 ἀκτινοδόλον θερμότητα, εὐχερέστερον ἐπίσης ἀφίνουσιν νὰ ἐξέλθῃ ἢ ἐντὸς αὐτῶν ἀποταμιευθεῖσα θερμότης, καὶ ἐπομένως τὴν μείζονα ἀφαιτικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἡθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στιλπνὴ. Οὕτως, ἂν εἰς δύο ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἡθαλωμένον, τὸ δ' ἕτερον λείον καὶ στιλπνόν, ἐγχύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ ψύχεται ταχύτερον ἢ εἰς τὸ δεύτερον ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῆς αἰθάλης. Διὰ τοῦτο, ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν θερμὸν ὕδωρ ἐπὶ πολὺν χρόνον ἐν μεταλλίνῃ ἀγγεῖῳ, πρέπει τὸ ἀγγεῖον ἐξωτερικῶς νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστι λειότερον καὶ στιλπνόν.

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

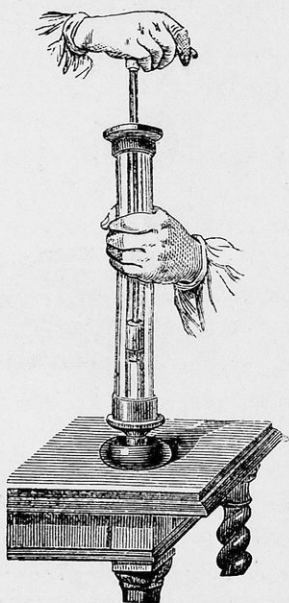
ξηρὸς π. χ. ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, οἷος εἶνε ὁ τῶν ἀνωτέρων στρώματων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἥλιακή θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἐλάχιστον θερμαίνει αὐτά, ἅτινα ἔνεκα τούτου καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τοῦναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἵᾳδήποτε καταστάσει εὕρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἥλιακή 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 ἀκτινοδόλος θερμότης, ἣν τὰ διάφορα σῶματα ἐκπέμπουσι, καλεῖται φωτεινὴ μέν, ἐκ τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα φωτοβολῇ, οἷον διάπυροι ἀνθρακες· τοῦναντίον δὲ σκοτεινὴ, ὅταν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα δὲν φωτοβολῇ, οἷον δοχεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος. Τινὰ σῶματα, οἷον τὸ ὀρυκτὸν 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 ἡ καὶ δύο ὑαλίνων κωδῶνων, δι' ὧν εἰσδύει μὲν ὅπως οὖν ἐλευθέρως ἡ φωτεινὴ ἥλιακή 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 ἐφαρμύζουσι καὶ εἰς τὰ θερμοκήπια, 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 ἥλιακή θερμότης ἀποταμιεύεται διηγεκῶς ἐντὸς τοῦ θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

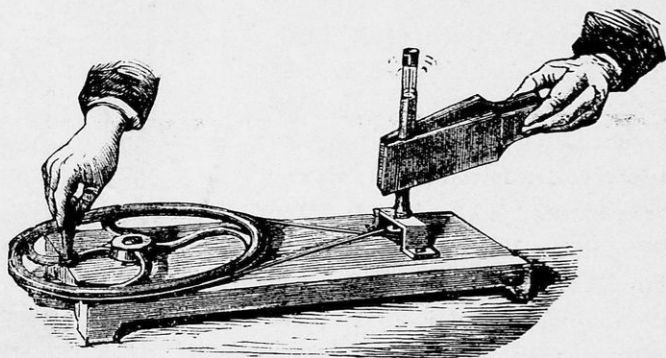
ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΕΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΕΙΣ ΕΡΓΟΝ. ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ.

170. *Μετατροπή τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.* Πλεῖστα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν 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 χάλυθος διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλάκῃ βαλλομένην δι' ὅπλου βολίδα, ἥτις καταθλιβομένη ὑπερθερμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ τὸ καλούμενον ἀερικὸν πυρεῖον (σχ. 106). Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριδῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταβιδάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὃ ἀῆρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλῆνα μετάλλινον ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφίγγοντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχίων ξύλου (σχ. 107) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἕνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον ἀναδράζει, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῶμα.



σχ. 106.

Ταῦτα πάντα λοιπὸν ἀποδεικνύουσιν ὅτι θερμότης δύναται νὰ παραχθῇ 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 παραχθῇ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρὰ π. χ. μᾶζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐάν δ' ἡ σιδηρὰ μᾶζα ἔχῃ βάρος 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

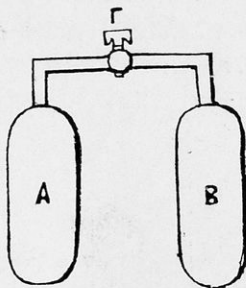


Σχ. 107.

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 χιλιογραμμόμετρα. Οὕτως ἀέριον διαστελλόμενον ὡς ἐν ταῖς διὰ θερμοῦ ἀέρος λειτουργούσαις μηχαναῖς καὶ παράγον ἔργον φύχεται. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς λαμβάνοντες δύο χαλκᾶ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 108)

συγκοινωνοῦντα 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 ὅση θερμότης ἐξέλινεν ἐκ τοῦ Α ἀνεφάνη εἰς τὸ Β, διότι ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου Α διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπίεσας εἰς τὸ δοχεῖον Β τὸν εἰς αὐτὸ εἰσρεύσαντα ἀέρα. Τοιαύτη ἀπώλεια θερμότητος πρὸς παραγωγὴν ἔργου συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἃς ὁ ἤδη ἐνεργήσας ἀτμὸς διασταλεῖς φύχεται.



Σχ. 108.

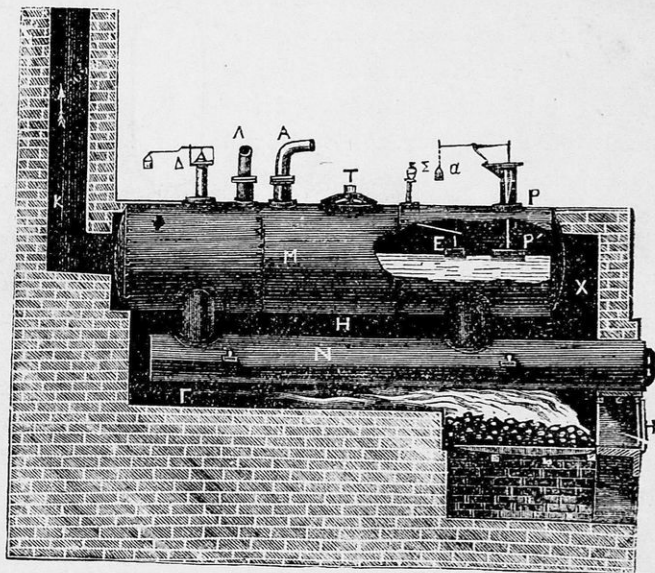
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ὅταν δαπανῶμεν ποσὸν τι μηχανικοῦ ἔργου καὶ δὲν κερδαίνωμεν ἐκ τῆς δαπάνης ταύτης ἀντίστοιχόν τι μηχανικὸν ἔργον, οἷον κατὰ τὴν τριδὴν ἢ τὴν πίεσιν, γεννᾶται ποσὸν τι θερμότητος ἀνάλογον τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, ὅπερ ἐδαπανήσαμεν. Δαπανῶντες δὲ τοῦναντίον θερμότητα δυνάμεθα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

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

τοῦ ἀτμοῦ, μεταδιδόμενη ὡς κρούσεις εἰς ἄλλο σῶμα, οἷον εἰς τὸν ἐμβολέα τοῦ κυλίνδρου ἀτμομηχανῆς, μετακινεῖ αὐτὸν παράγουσα μηχανικὸν ἔργον, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ταχύτης τῆς τρομῶδους ταύτης κινήσεως τῶν μορίων τοῦ ἀτμοῦ ἐλαττοῦται.

ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

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



Σχ. 109.

Σύγκειται δὲ πᾶσα ἀτμομηχανὴ ἐκ τριῶν ἰδίως μερῶν.

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

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

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

κινούμενος ἐμβολεὺς θέτει εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς καὶ δι' αὐτοῦ ποικίλα μηχανήματα.

173. **Ἀτμογόνος λέβης.** Εἰς ἐκ τῶν συνήθων λέβητων εἶνε ὁ μετὰ βραστήρων (σχ. 109) συγκείμενος ἐξ ὀριζοντίου σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου Μ, κλειστοῦ ἐκατέρωθεν καὶ συγκοινωνοῦντος κάτωθεν διὰ σωλῆνων μετὰ δύο ἄλλων κοίλων κυλίνδρων Ν, καλουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ὕδατος καὶ δεχομένων τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τῶν κάτωθι ἐπὶ ἐσχάρας εὐρισκομένων διαπύρων ἀνθράκων.

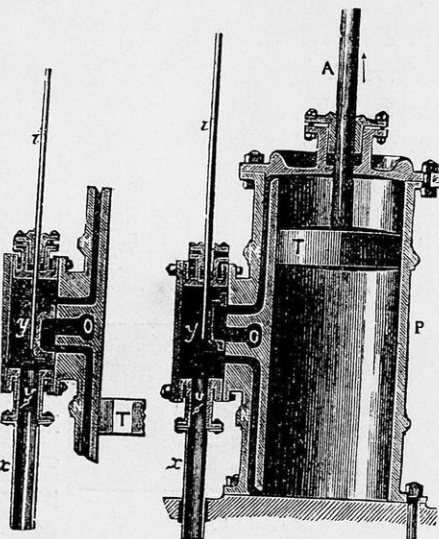
174. Ἐπὶ τοῦ λέβητος στερεοῦνται κυρίως αἱ ἐξῆς συσκευαί.

α') Μετάλλινον μανόμετρον.

β') Ἀσφαλιστικὴ δικλεῖς Δ, ἥτις ἀνοίγεται, ὅταν ἡ τάσις τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν ὑπερβῇ ὥρισμένον ὅριον, μέχρι τοῦ ὁποίου ἀντέχει ὁ λέβης, οὕτω δὲ προλαμβάνεται ἡ ἔκρηξις αὐτοῦ.

γ') Σύριγξ Σ ἥτις, εἰδοποιεῖ τὸν θερμοστῆν διὰ συριγμοῦ ὅτι δὲν ὑπάρχει ἄρκετόν ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα.

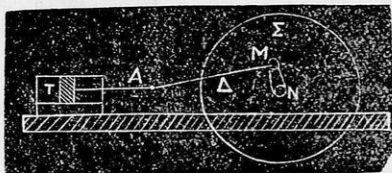
175. **Κυλίνδρος.** Ἀνοιγομένης τῆς στρόφιγγος, ἣν φέρει ὁ ἀτμαγωγὸς σωλὴν, ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται ἐντὸς σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 110), ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ ἐμβολεὺς Τ, φέρων σιδηροῦν στέλεχος Α, βάκτρον καλούμενον. Ὅπως δ' ἐπιτευχθῇ ἡ παλινδρομικὴ πρὸς ἐκατέραν τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου κίνησις τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἀτμὸς διὰ τοῦ ἀτμαγωγοῦ σωλῆνος χ εἰσάγεται



Σχ. 110.

κατὰ πρῶτον εἰς τὸν ἀτμοθάλαμον ψ , ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται διὰ τοῦ στελέχους ι ὁ ἀτμονόμος σύρτης, καὶ εἰτα εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον δι' ὀχετῶν ἀνεφγμένων εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ. Ὅταν ὁ σύρτης οὗτος κατέχη τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ σχῆμα, τότε ὁ ἀτμός 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 ἀτμός 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 ἀτμός διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ καὶ τῆς ὀπῆς O ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

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



Σχ. 111.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ· ΑΝΕΜΟΙ· ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

176. **Υδρομετέωρα.** Καλοῦνται ὑδρομετέωρα ἡ δμίχλη, τὰ νέφη, ἡ βροχή, ἡ χιών, ἡ χάλαζα, ἡ δρόσος καὶ ἡ πάχνη.

177. **Ὀμίχλη.** Ὁ ὑδρατμὸς ὡς διαφανὴς εἶνε ἀόρατος. Οὕτως ἐν αἰθούσῃ πεπληρωμένη ἀνθρώπων ὑπάρχουσι πολλοὶ ὑδρατμοί, ἀλλὰ διαμένουσιν ἀόρατοι. Ἐὰν ὁμως διὰ τινος μέσου ψύξωμεν ἀποτόμως τοὺς ὑδρατμοὺς τούτους, ὡς τοῦτο συμβαίνει ἐν χειμῶνος ὥρᾳ, ὅποτε ἐκπνέομεν εἰς τὸν ψυχρὸν ἀέρα τὸν θερμὸν καὶ ὑγρὸν ἀέρα τῶν πνευμόνων ἡμῶν, τότε μέρος τῶν ἀτμῶν τούτων ὑγροποιούμενον μεταβάλλεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια, αἵτινα 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 μέρος τῶν ἐν ἑαυτῷ ἀτμῶν.

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

178. **Ξηρὰ δμίχλη ἢ ἀχλὺς.** Κατὰ τὰς αἰθρίας κυρίως ἡμέρας, ἐν ᾧ ὁ οὐρανὸς περὶ τὸ ζενίθ εἶνε ἀνέφελος καὶ διαυγής, παρατηρεῖται συνήθως πρὸς τὸν ὀρίζοντα ἐλαφρὸς πέπλος ὑποκίτρινος ἢ φαιός, ὅστις περιβάλλει τὰ μακρὰν ἡμῶν εὐρισκόμενα σώματα καὶ ἔχει ἐνίοτε τοιαύτην πυκνότητα, ὥστε καθιστᾷ καὶ αὐτὰ τὰ εἰς μικρὰν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν κείμενα πράγματα ὅλως ἀφανή· τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὕπερ ὁμοιάζει μὲν ἀλλ' εἶνε πράγματι ὅλως διαφόρου φύσεως πρὸς τὴν δμίχλην, καλεῖται ξηρὰ δμίχλη ἢ ἀχλὺς.

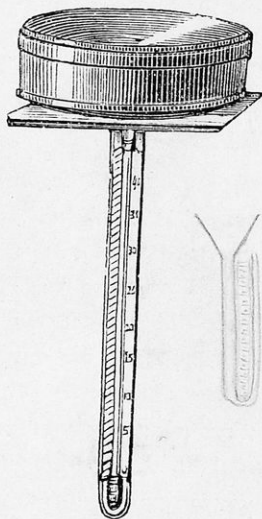
Φαίνεται πιθανόν ὅτι ἡ ἀχλὺς εἶνε ἀποτελεσμα μεγάλων διαφωρῶν θερμοκρασίας παρακειμένων στιβάδων ἀέρος. Ὅταν τὸ ἔδαφος θερμαίνεται ἰσχυρῶς, ὑψοῦνται ἀνωθεν αὐτοῦ στρώματα ἀέρος, ὧν αἱ θερμοκρασίαι διαφέρουσιν ἀπὸ ἐνὸς σημείου εἰς ἄλλο· τὰ στρώματα ταῦτα τοῦ ἀέρος ἀποκλίνουν ἀκανονίστως τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας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

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

179. **Νέφη.** Τὰ νέφη αποτελοῦνται ἐκ λεπτοτάτων ὕδατινων σταγονιδίων ἢ μικρῶν κρυστάλλων πάγου σχηματιζομένων ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας εἰς διάφορα ὕψη. Ἡ αἰώρησις τῶν νεφῶν ὀφείλεται εἰς τὴν μικρότητα τῶν διαστάσεων τῶν αποτελουσῶν αὐτὰ σταγόνων. Τὰ νέφη παράγονται ἄλλοτε μὲν, ὅταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀήρ ἀνυψῶται εἰς τὰ ἀνώτερα τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα, ἐνθα ψύχεται· ἄλλοτε δέ, ὅταν ρεῦμα ὑγροῦ ἀέρος συναντήσῃ τὰς ψυχρὰς κορυφὰς τῶν ὀρέων, ἐνθα ἐπέρχεται ἀπότομος ψύξις καὶ ὑγροποίησις τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν. Τὰ νέφη ἔχουσι διαφόρους μορφάς. Ἀλλὰ μὲν τούτω αἰωρούμενα εἰς ὕψη ὑπέρτερα τοῦ τῶν ὑψηλοτέρων ὀρέων 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 οὔτοι ἐνῶνται εἰς μέγα, ὑπόλευκον, συνεχὲς καὶ διαφανὲς στρώμα, καλοῦνται θυσανοστρώματα. Νέφη λευκά, μικρά, σφαιροειδῆ, πολλὰ ὁμοῦ ἐν εἵδει ποιμνίου προβάτων καλοῦνται θυσανοσωρεῖται. Ἐνίοτε νέφη ἐμφανίζονται εἰς σωροὺς καὶ μὲ βάσιν ὀριζόντιον καὶ ὁμοιάζουσι πρὸς σωροὺς βράμδακος. Τοιαῦτα παράγονται ἰδίως κατὰ τὸ θέρος μετὰ παρατεταμένην αἰθρίαν ἐξ ἀνερχομένων ρευμάτων ὑγροῦ ἀέρος καὶ καλοῦνται σωρεῖται (cumulus). Οἱ σωρεῖται ἐνούμενοι ἀποτελοῦσιν ἐνίοτε μέγιστα νέφη, παχέα, ἀκανονίστου σχήματος, φαῖα ἢ ὑπόφαια.

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

180. **Βροχή.** Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς συνενώσεως πολλῶν μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἵτινες συρρεύουσαι καὶ συνενούμεναι πρὸς ἀλλήλας σχηματίζουνσι μείζονας σταγόνας, αἵτινες καταπίπτουσιν ὡς βροχή. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν αἱ πρῶται σταγόνες πίπτουσαι καὶ διερχόμεναι διὰ τῶν κατωτέρων στρωμάτων σχετικῶς ξηροτέρων ἐξαεροῦνται ἢ ἐν ὅλῳ 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 γότου συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ψυχρόν, ἐπέρχεται συνήθως βαθμιαία ὑγροποίησις τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴ διαρκεστέρα καὶ ὁμαλωτέρα, ἥτις καλεῖται νετός. Ὅταν δὲ τὸνναντίον ψυχρὸς βορρᾶς συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ἐπιφέρει ἀπότομον ὑγροποίησιν τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴν, ἥτις συνήθως εἶνε παροδική, ἀλλὰ ῥαγδαία καὶ μετὰ μεγάλων σταγόνων, καλουμένη ὄμβρος. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἀναξιμένους τὸ φαινόμενον τῆς βροχῆς ἀποδίδεται εἰς τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας. Τὴν



Σχ. 112.

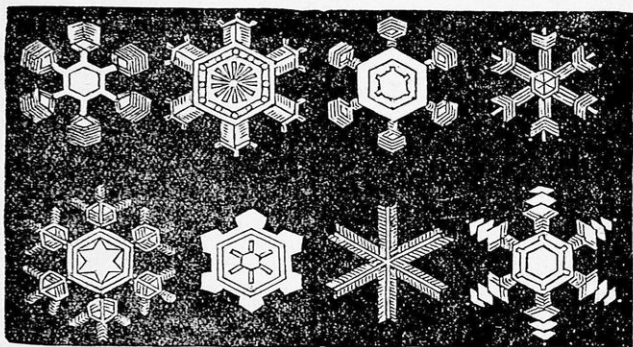
συμπύκνωσιν ταύτην ὁ Ἀριστοτέλης πολὺ ὀρθῶς ἀποδίδει εἰς τὴν ψύξιν.

181. **Βροχόμετρον δεκαπλασιαστικόν.** Οὕτω καλεῖται ὄργανόν τι, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς, τὸ ὅποιον πίπτει εἰς τινα χώραν. Τοιοῦτου εἶδους ὄργανα ὑπάρχουσι πολλά, ὧν περιγράφομεν ἐν τῶν συνηθεστέρων, ἀποτελούμενον ἐκ δοχείου κυλινδρικοῦ κλειομένου ἀνωθεν διὰ χωνίου (σχ. 112). Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς καταπίπτον ἐντὸς τοῦ χωνίου τούτου καταρρέει κάτωθεν εἰς στενώτερον κυλινδρικὸν δοχεῖον φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλήνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἀνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακx, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικῷ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἐγκαρσία τομῇ τοῦ κάτωθεν ὑποδοχέως καὶ τοῦ σωλήνος εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{10}$ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἔπεται ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιάζεται, ἥτοι τὰ χιλιοστόμετρα τοῦ ὕψους τοῦ στρώματος τοῦ καταπεσόντος ὕδατος παρίστανται εἰς ὑφεκατόμ. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκάστοτε πίπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτον εἰς τινα χώραν ὕδωρ, ἥτοι 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 ὅρον 41 ὑφεκατ.

182. **Χιών.** Τὸ ὕδωρ, ὡς γνωστόν, ψυχόμενον μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0° ἄρχεται πηγνύμενον, ἥτοι μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἡ πῆξις εἶνε βραδεῖα, σχηματίζονται ἄπειροι τὸν ἀριθμὸν καὶ ἐλάχιστοι τὸ μέγεθος κρύσταλλοι, ὧν τὸ σχῆμα εἶνε πάντοτε κανονικὸν ἐξαγωνικὸν (σχ. 113). Ἐκ τοιούτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἥτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἐμπεριέχοντα ὑδρατμούς, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ 0°. Οἱ ἀρχαῖοι ἐθεώρουν τὴν χιόνα ὡς προερχομένην ἐκ τῆς πήξεως τοῦ καταπίπτοντος ὁμβρίου 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 ὕφεκ. ἢ καὶ μείζονος, πολλάκις ὅμως καὶ ἡμισφαιρικοὶ ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως.

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



Σχ. 113.

ἄλλοτε δὲ ἐκ τῆς ἀποτόμου πήξεως ὑδατίνων σταγονιδίων ἐν υπερτήξει⁽¹⁾ εὐρισκομένων.

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

1. Ἐὰν εἰς σωλῆνα θέσωμεν ὕδωρ καὶ διὰ παρατεταμένου βρασμοῦ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα, εἰτα δὲ ψύξωμεν αὐτὸ βραδέως, ἐν ἀταραξίᾳ εὐρισκόμενον παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο διατηρεῖται ὑγρὸν μέχρι -10° . Ἐὰν ὅμως ἀναταράξωμεν τὸν σωλῆνα, μέρος τοῦ ὕδατος πῆγνυται ἀμέσως καὶ ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς 0° . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ὑπέρτηξις.

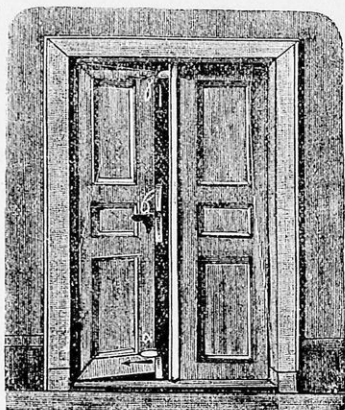
μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὑπερ τοῦτου ἕνεκα δὲν ψύχεται ὑπερμέτρως. Ἐὰν ὅμως ὁ οὐρανὸς εἶνε αἰθριος, ἡ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἀχανὲς ἐκφεύγει μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν Γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποψύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκείμενον στρώμα τοῦ ἀέρος. Ἀλλ' ἰδίως ψύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἔδαφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωμάτων ἐχόντων μεγάλην ἀφετικήν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ χλόη. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεία, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἡ ψύξις τοῦ ἔδαφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὅμως καὶ ἑαρινὰς ἀνεφέλους νύκτας ἡ νυκτερινὴ ψύξις εἶνε τοσαύτη, ὥστε ὁ ὕδρατμος ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διαλελυμένος ὑγροποιεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων δίκην μικρῶν ῥανίδων, 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' ὅφ' οἶονδῆποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρώμα, τὸ καλύπτον τὸ ἔδαφος. Ἐντὸς δὲ τῆς χλόης ἀνευρίσκομεν ἀφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλην ἀφετικήν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὕδρατμων ἐκ τῆς ἀδῆλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

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

186. Ὁ Ἀριστοτέλης ἐγνώριζε καλῶς τὸ αἷτιον τοῦ φαινομένου τῆς δρόσου, λέγων ὅτι τοῦτο παράγεται συνεπέῃ ψύξεως τῶν ὕδρατμων τῆς ἀτμοσφαίρας ἐξ ἀκτινοβολίας τῆς θερμότητος εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τῷ αἰθριῳ οὐρανῷ. Ἀλλὰ τὸν Ἀριστοτέλην διέφυ-

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

3 187. **Ἄνεμοι.** Ἐὰν δύο παρακείμενα δωμάτια ἔχοντα ὅλως διάφορον θερμοκρασίαν τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν διὰ θύρας ὀλίγον ἀνοιχθείσης (σχ. 114), θέσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημιμένας 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 αἰέρος κατώτερον ἐκ τοῦ ψυχροτέρου δωματίου πρὸς τὸ θερμότερον. Ἡ ἀνωτάτη φλόξ γ κλίνει τοῦναντίον ἐκ τοῦ θερμοτέρου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν



Σχ. 114

ὑπαρξίν ρεύματος αἰέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἡ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλόξ β μένει ἀκίνητος. Τοιαῦτα ρεύματα αἰέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ὅταν δύο γειτνιάζουσαι χῶραι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀνίσως θερμαίνωνται, ὅποτε παράγεται κατὰ τὰ κατώτερα στρώματα ἄνεμος πνέων ἀπὸ τῶν ψυχροτέρων χωρῶν, ἐνθα ὁ ἀήρ πυκνότερος, πρὸς τὰς θερμότερας, ἐνθα 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 ὀξυδερκῇ 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 (γραῖγος), 3) ὁ Ἀνατολικὸς ἢ Ἀπηλιώτης (λεβάντες), 4) ὁ Νοτιοανατολικὸς ἢ Εὖρος (σιρόκος), 5) ὁ Νότος (ὑστρια), 6) ὁ Νοτιοδυτικὸς ἢ λίγ (γαρμπής), 7) ὁ Δυτικὸς ἢ Ζέφυρος (πονέντες) καὶ 8) ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ Σκίρων ἢ Ἀργέστης (μαῖστρος).

189. **Ταχύτης τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι ἔχουσι διάφορον ταχύτητα, ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνουσι διάφορα ὀνόματα. Οὕτως ἔχουμεν 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 μέτρ., θύελλα δέ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέτρ., ὁπότε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὁπότε ἐκριζώνει δένδρα καὶ δύναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια.

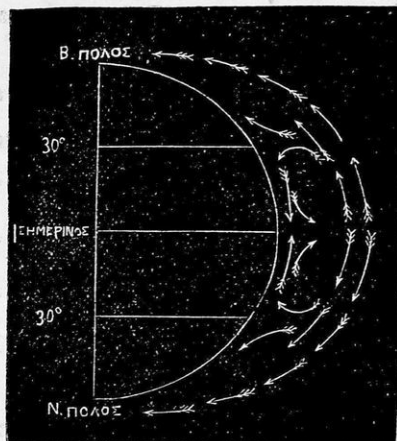
190. **Αὔρα.** Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου πίπτουσι μὲν ἐπὶ τε τῆς παραλίας καὶ τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ θερμαίνουσι ταχύτερον τὴν ξηρὰν ἢ τὴν θάλασσαν, διότι, τοῦ ἐδάφους ἔχοντος μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν, ἐλάσσονα δὲ θερμοχωρητικότητά τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀῆρ διατηρεῖται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἄρχεται συνήθως πνέων ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὕτινος 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 ἔδαφος ψύχεται ταχύτερον τῆς θαλάσσης ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως καὶ ἐλάσσονος

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

191. **Ἑτησίοι ἀνεμοί.** Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οἵτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὥρισμένους ὥρας τοῦ ἔτους. Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ὅλον 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 ἥλιος ῥίπτει καθέτως τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς, ἰδίως τῆς Σαχάρας, ἣν ὑπερθερμαίνει, οὕτω δὲ ὁ ὑπερ-κείμενος ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀήρ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς Εὐρώπης ἐρχόμενος ῥέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς γνωστούς τούτους ἐτησίας ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρέρχομένου τοῦ θέρους ὁ ἥλιος 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. **Διηγεκεῖς ἀνεμοί.** Καλοῦνται διηγεκεῖς ἢ ἀληγεῖς οἱ ἄνεμοι οἱ πνέοντες καθ' ὅλην 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° καὶ 30° περίπου γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε βορειοανατολικοὶ μὲν ἐν τῇ βορείῳ ἡμισφαίρειῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῇ νοτίῳ. Αἱ δύο δ' αὗται ζῶναι χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης ζώνης τῆς **νηνεμίας** περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἥλιος ῥίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἔνεκα τῆς ὁποίας παράγονται

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



Σχ. 115.

τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῶν ἰση-
μερινῶν χωρῶν διαταρασσομέ-
νης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς πα-
ράγονται δύο ρεύματα κατώ-
τερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πό-
λων, ὅπως ἀποκαταστήσωσι
τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν.
Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκί-
νητος, θὰ εἶχον τὸ μὲν τοῦ βο-
ρείου ἡμισφαιρίου πολικὸν ρεῦ-
μα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ
τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ'
ἔνεκα τῆς περιστροφικῆς κινή-
σεως τῆς Γῆς, ἥς μετέχουσι
καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ ἀπο-

τελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα ρεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ ρεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγρ.
πλάτους εἰς ἑλάσσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύ-
τητα ἐκ Δ. πρὸς Α., ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν, πρὸς ἃς μεταβαί-
νουσι καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουνσιν ἀμφο-
τέρα πρὸς δυσμᾶς, καὶ οὕτω τὸ πολικὸν ρεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαιρίου
λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ., τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἀλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν
ἰσημερινῶν χωρῶν ἀνερχόμενον ρεῦμα ἀέρος φέρεται πρὸς ἀμφο-
τέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς
ἀτμοσφαίρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπὶ νενέγκον
τὰ πολικὰ ρεύματα, παράγονται δύο ἰσημερινὰ ρεύματα πρὸς ἀμφο-
τέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαί-
ρας, τὰ ὁποῖα ὁμῶς παρεκκλίνουνσιν πρὸς Α., διότι τὰ ἐπὶ τῶν ἰσημε-
ρινῶν χωρῶν μόρια τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύ-
τητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. καὶ προτρέχουσι τῆς Γῆς. Οὕτω δὲ τῶν

ισημερινῶν ρευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα ρεύματα, ἤτοι τὰ 2 πολιὰ καὶ τὰ δύο ισημερινά, πνέουσι κανονικῶς καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἀλλὰ μέχρι γεωγρ. πλάτους 30° περίπου ἐκατέρωθεν τοῦ ισημερινοῦ, κατὰ τὰ πέρατα δὲ τῆς ζώνης ταύτης τὰ ισημερινὰ ρεύματα καταδυθιζόμενα 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 ισημερινὸν μετὰ τοῦ πολικοῦ ρεύματος. 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 ισημερινοῦ ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου. Ἐνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται καὶ τὸ ΝΔ. ὀμβροφόρον ισημερινὸν ρεῦμα, ὅπερ ἐπικρατεῖ παρ' ἡμῖν ἐν Ἑλλάδι κατὰ μῆνα Νοέμβριον.

193. *Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσόθερμοι γραμμαί.*

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεταβάλλεται διηγουκῶς 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^{ης} ὥρας μ. μ., ὁπότε γίνεται συνήθως μεγίστη. Ἀπὸ τῆς 2^{ης} ὥρας μ. μ. ἡ θερμοκρασία ἄρχει κατερχομένη κατ' ἀρχὰς μὲν ταχέως, εἰτα δὲ βραδέως κατὰ τὴν νύκτα, ἡ ἐλαχίστη δὲ θερμοκρασία ἐπέρχεται ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, ἤτοι περὶ τὴν 4^{ην} πρωϊνὴν ὥραν παρ' ἡμῖν κατὰ τὸ θέρος καὶ περὶ τὴν 7^{ην} 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 αἶθριος. Ἀθροίζοντες τὰς διαφορὰς θερμοκρασίας κατὰ τὰς διαφορὰς ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὐρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ἐπαναλαμβάνοντες δὲ τὸ αὐτὸ δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ μηνὸς καὶ ἀθροίζοντες τὰς μέσας ταύτας θερμοκρασίας καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡμερῶν τοῦ μηνὸς εὐρίσκομεν τὴν μέσην κανονικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ὥρῶν τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάδωμεν ἀριθμὸν τινα ὅσον ἔνεστι μείζονα μέσων ἐτησίων θερμοκρασιῶν τόπου τινὸς καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου.

Ἐὰν ἀναζητήσωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὰς μέσας θερμοκρασίας διαφορῶν τόπων τῆς Γῆς καὶ διὰ γραμμῶν ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαίριου, 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 συνέβαινεν, 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 ἡσημερινὸν μὲν, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ἡπείρων, πρὸς τοὺς πόλους δέ, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ὠκεανῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι, ἐφόσον εἰσδύομεν εἰς τὰς ἡπείρους, τὸ ὕψος τῶν τόπων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης αὐξάνεται καὶ ἡ μέση θερμοκρασία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ γεωγραφικοῦ παραλλήλου βαίνει ἐλαττωμένη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, οἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας ἰσοχειμερίους καὶ ἰσοθερίους γραμμάς. Ἀνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δυνατὸν νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν

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

	<i>Μηνιαία κανονικὴ μέση</i>	<i>Μέση μεγίστη</i>	<i>Μέση ἐλαχίστη</i>	<i>Μέση σχετικὴ ὕγρασία</i>	<i>Βροχῇ. Ύψος εἰς χ.μ.</i>
Ἰανουάριος	8,6	11,7	5,4	74	52
Φεβρουάριος	9,4	13,2	5,9	72	37
Μάρτιος	11,9	15,8	7,9	69	34
Ἀπρίλιος	15,3	20,0	10,9	64	21
Μάϊος	20,0	25,0	15,3	61	20
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 ἐτησίᾳ μέση θερμοκρασία 17°,65.

Ἐτήσιον κανονικὸν ὕψος τῆς βροχῆς ἐν Ἀθήναις 0^{μ.} 3933.

Παρατηρήσεις 1909

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

Λεπτοὶ θύσανοι ἐκ λεπτοτάτων νημάτων αποτελούμενοι, σχεδὸν στάσιμοι, εἶνε σημεῖον ὠραίου καιροῦ.

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

Οὐρανὸς κεκαλυμμένος ὑπὸ θυσανοσωρειτῶν 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 ὁρέων προαγγέλλουσι βροχήν.

Τὰ νέφη, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἢ ἀναρριχῶνται ἐπὶ τῶν ὁρέων, ἢ ἐν διατηρῶνται, αὐξάνουσιν ἢ κατέρχωνται, προαγγέλλουσι βροχήν· ἢ ἐν δέ, τοῦναντίον, διαλύονται 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 δὲ θερμὸς καὶ ὑγρὸς νότιος ἄνεμος, φθάνων εἰς ἀτμόσφαιραν ψυχράν, ὡς ἐκ τῆς πνοῆς βορείου ἀνέμου, φέρει βροχήν.

Οὐρανὸς κυανοῦς, ἀνοικτοῦ χρώματος καὶ λαμπρός, σημαίνει ὠραῖον καιρόν.

Ἐὰν τὰ νέφη κατὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ Ἡλίου διαλύονται ἢ

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

Ἡ ἡλιος λαμπρὸς, κατὰ τὴν ἀνατολήν του, σημαίνει ὥραϊαν ἡμέραν. Τοῦναντίον δὲ Ἡ ἡλιος λευκὸς καὶ ἀλαμπής σημαίνει βροχήν καὶ σκοτεινὸν καιρὸν. Ὁ ἥλιος φαίνεται τότε διὰ μέσου ἀτμοσφαιρας φερούσης πολλοὺς ὑδρατμούς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ Σελήνη ἀμυδρὰ ἢ μὲ κεραίας ἀμβλείας καὶ μὴ εὐκρινεῖς σημαίνει βροχήν.

Ὅταν ὁ ἥλιος προξενῇ θερμοκρασίαν λίαν αἰσθητήν, πνιγῆ-
ράν, σημαίνει βροχήν. Ἡ περιβάλλουσα τὸ σῶμα ἡμῶν ἀτμόσφαιρα εἶνε τότε κατὰφορτος ἐξ ὑδρατμῶν· ἀφ' ἑτέρου δὲ καὶ ὥς ἐκ τῆς ἐντεῦθεν ἀδιαφανείας αὐτῆς εἶνε καὶ μᾶλλον ἐπιδεκτικὴ θερ-
μάνσεως.

Οὐρανὸς ἐρυθροῦ χρώματος, πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, ἔπερ ἐκλείπει εὐθὺς ὡς ἀνатеῖλῃ οὗτος, εἶνε σημεῖον βροχῆς. Ἡ ἐρυθρὰ αὕτη χροιά ἀποδίδεται εἰς τοὺς ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ πολλοὺς ὑδρα-
τμούς, ὧν ἡ πρὸς παραγωγὴν αὐτῆς ἐνέργεια ἐλαττοῦται ἀνατέλ-
λοντος τοῦ ἡλίου, συνεπεία τῆς θερμάνσεως τοῦ ἀέρος.

Ἡ ἡλιος δὺων ἐπὶ οὐρανοῦ ἀνοικτοῦ πορτοκαλλόχρου καὶ ἄνευ νεφῶν σημαίνει ὥραϊον καιρὸν· ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἶνε ἐρυθρὸς, σημαί-
νει ἄνεμον.

Οὐρανὸς ῥοδόχρους κατὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου, εἴτε αἶθριος, εἴτε νεφελώδης εἶνε, σημαίνει ὥραϊον καιρὸν. Ὅταν δὲ τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε σκοτεινόν, θολόν, προαγγέλλει ἄνεμον καὶ βροχήν· τὸ βαθὺ ἐρυθρὸν χρῶμα σημαίνει ὁμοίως βροχήν καὶ ἄνεμον.

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

Δύσις ἡλίου ὀπισθεν παχέων νεφῶν, μετ' ἀνατολικοῦ ὀρίζοντος χαλκόχρου, σημαίνει βροχήν.

Οὐρανὸς ἐρυθρὸς ἢ κίτρινος τὴν πρωΐαν σημαίνει ἄνεμον καὶ καιρὸν κακὸν ἢ βροχήν.

Οὐρανὸς ὑπόλευκος φέρει πολλοὺς ὑδρατμούς καὶ δεικνύει πιθαν-
νότητα βροχῆς. Ὁ οὐρανὸς εἶνε τόσον μᾶλλον κυανόχρους, ὅσον

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

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

Φαῖα νέφη καὶ οὐρανὸς θολὸς ἢ ἄχρους μεταξὺ αὐτῶν δεικνύει μεγάλας ὕδροσταγόνας καὶ ὑγρὸν ἀέρα καὶ συνεπῶς πιθανὴν βροχήν (¹).

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

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ



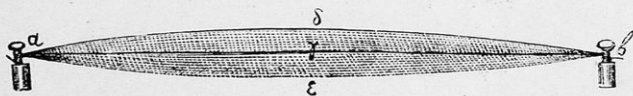
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

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

197. Πᾶν σῶμα ἡχογόνον 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), εἴτα δὲ ἀπομακρύ-



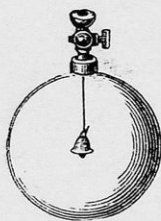
Σχ. 116.

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 προηγουμένης δ, εἰς ἣν ἀρχικῶς ἐξετοπίσθη. Ἐπανερχομένη δὲ καὶ αὖθις εἰς τὴν

ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ὑπερβαίνει αὐτήν, οὕτω δ' ἐκτελεῖ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ὣν 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 μετάλλινα, ἅτινα βλέπομεν ἀναπηδῶντα καὶ κρούοντα τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος.

198. *Ὁχήματα τοῦ ἦχου.* Διὰ νὰ γίνῃ ὅμως ἀκουστός ὁ ὑπὸ τοῦ ἠχητικοῦ σώματος παραγόμενος ἦχος, πρέπει μεταξὺ τοῦ ἠχογόνου σώματος καὶ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν νὰ ὑπάρχῃ περιέχον σταθμητὸν οἶονδ' ἢ ποτε, οἶον ἀήρ, ὕδωρ, μέταλλον καὶ ἐν γένει ἀέριον, ὑγρὸν ἢ στερεὸν οἶονδ' ἢ ποτε· τουτέστι διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται. Ὅπως δ' ἀποδειχθῇ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑαλινὴν 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, ἐὰν ἡ σφαῖρα κενωθῇ ἀέρος ἐντελῶς, οὐδὲν ἦχον ἀκούομεν. Ἐὰν δὲ καθ' ὑπόθεσιν ἤθελε συμβῇ ἰσχυροτάτη ἐκρηγξις ἐπὶ τῆς σελήνης, δὲν θὰ ἐγίνετο ἀκουστή 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.* Εὐρίσκόμενοι εἰς

ἀπόστασιν 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 λάμπews.

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

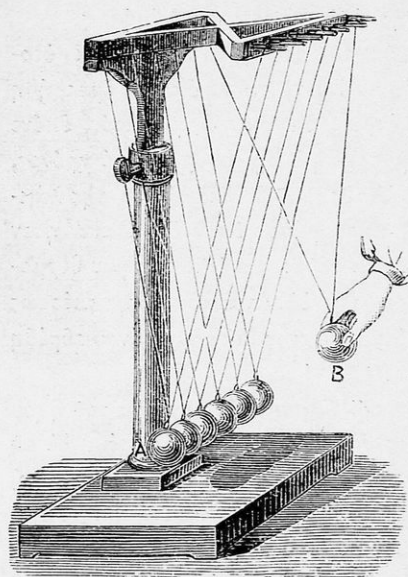
200. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῶ μείζων ἐν τοῖς ὑγροῖς ἢ ἐν τοῖς ἀερίοις. Εὐρέθη δὲ τὸ πρῶτον διὰ πειραμάτων γενομένων εἰς τὴν λίμνην τῆς Γενεύης ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ θερμοκρασίαν 9⁰ ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, τουτέστι ὑπερτετραπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

201. *Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς.* Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς εἶνε πολὺ ὑπερτέρα, ὥς ἀπέδειξεν ὁ Biot ἐκτελέσας πειράματα ἐπὶ σωλήνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους 951 μέτ., 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 ἑλεφαντίνου ὁστοῦ, ἐξαρτῶμεν αὐτάς 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. Ἀνοψώσαντες τὴν πρώτην B ἀφίνομεν αὐτὴν νὰ καταπέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δευτέρα, ἡ τρίτη καὶ αἱ λοιπαὶ μένουσιν ἀκίνηται, μόνον δὲ ἡ τελευταία A 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 αὐτηπαραμορφοῦται συμπιεζομένη. Ἀλλ' ἀμέσως ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει ν' ἀναλάβῃ τὸ ἀρχικὸν σφαιρικὸν σχῆμα καὶ προσκρούει τὴν τρίτην σφαῖραν. Αὕτη τὴν ἐπομένην καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας, ἥτις 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 οἰουδήποτε ὕψους καὶ ἂν ἀψήσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα B, διότι ἡ ταχύτης αὕτη ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τῶν σφαιρῶν, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ἰσχύος τῆς κρούσεως. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰσχύος αὐτοῦ, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ περιέχοντος.

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

υψώματος καὶ κοιλάσματος οὕτως, ὥστε, ἂν τέμνωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν διὰ κατακορύφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κοινοῦ κέντρου, παράγεται κυματοειδὴς καμπύλη, τῆς ὁποίας τὰ κοιλάσματα καὶ τὰ ἐξογκώματα βαθμηδὸν ἐλαττοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται.

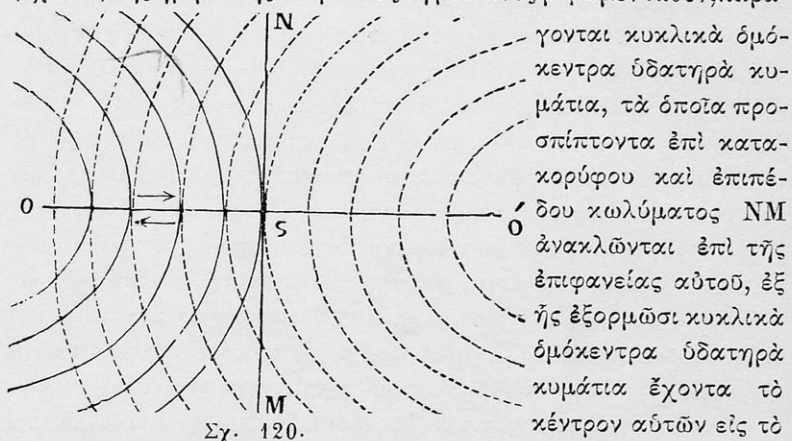
203. *Πυκνώματα καὶ ἀραιώματα τοῦ ἀέρος.* Θεωρήσωμεν γὺν σῶμα παλλόμενον, οἷον ἔλασμα χαλύβδινον ΑΟ (σχ. 119) ἐστερεωμένον κατὰ τὸ Ο. Ἀφ' οὗ ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας ΑΒ καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν Α'Β', ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὅποτε ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστης γινομένης. Εἶτα τὸ ἔλασμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς Α''Β'' μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης, ἐπανέρχεται πρὸς τὴν θέσιν ΑΒ μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν Σχ. 119. Α'Β' μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης καὶ οὕτω πάλ्लεται, ὥς αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές. Κατὰ τὴν πρώτην δὲ χρονικὴν στιγμήν, καθ' ἣν τὸ ἔλασμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς θέσεως Α' Β', ἐπειδὴ ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶνε μικρά, ὁ ἀήρ, ὁ εὐρισκόμενος πρὸ τοῦ ἐλάσματος Α' Β', ὑφίσταται μικράν συμπύκνωσιν, ταύτην δὲ παρακολουθεῖ δευτέρα συμπύκνωσις κατὰ τι μεγαλυτέρα τῆς πρώτης καὶ ταύτην τρίτη ἐτι μεγαλυτέρα διαδιδόμενη πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ὅταν δὲ τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν ΑΒ, 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 Α'' Β''. 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 ἀκριδῶς νόμους. Εἰς ἀπόστασιν τινα δὲ περὶ τὸ παλλόμενον ἔλασμα σχηματίζονται σφαιρικά ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνὰ τὰ δὲ ἀραιά, ἡχητικὰ κύματα καλούμενα. Εἰς ταῦτα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος βαίνει βαθμηδὸν αὐξανομένη 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 συγκεκλιμένη συστέλλεται καὶ διαστέλλεται καὶ τοσοῦτω περισσότερον, ὅσῳ τὸ παλλόμενον σῶμα ἐκτελεῖ εὐρυτέρας παλμικὰς κινήσεις, οὕτω δὲ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τηροῦσι σχεδὸν τὴν αὐτὴν ἐν τῷ διαστήματι θέσιν. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες τῶν σφαιρικῶν τούτων ἐπιφανειῶν καλοῦνται ἡχητικαὶ ἀκτῖνες.

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

204. **Ἀνάκλασις ὑδατηρῶν κυμάτων.** Ἐὰν εἰς τι σημεῖον O (σχ.120) τῆς ἡρεμοῦσης ἐπιφανείας ὑγροῦ τιнос ῥίψωμεν λίθον, παρά-



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

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

κότητα. Ούτως, ἂν υποθέσωμεν ὅτι εἷς τι σημεῖον Ο ὕλικου τινος περιέχοντος, οἷον τοῦ ἀέρος, κρούεται κώδων καὶ ὅτι τὰ ἡχητικὰ κύματα εἰς ἀπόστασιν τινα συναντῶσι τὸ ἀνένδοτον κώλυμα ΝΜ, οἷον τοῖχον, ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ἡχητικὰ κύματα, ὥσει προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου Ο'.

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

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

Ἡ ἡχώ, ἡ ἐπαναλαμβάνουσα ἀπαξ μόνον ἡχόν τινα, λέγεται ἀπλή, ἡ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλάκις τὸν αὐτὸν ἡχόν, καλεῖται πολλαπλή. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὅταν ὁ ἡχος ἀνακλᾶται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ Ῥήνου μεταξὺ Bingen καὶ Coblentz παράγεται ἡχώ ἐπαναλαμβάνουσα δεκαεπτάκις τὸν αὐτὸν ἡχόν. Ἀξιοσημείωτος εἶνε καὶ ἡ ἡχώ τοῦ Verdun ἐν Γαλλίᾳ, ἥτις ἐπαναλαμβάνει δωδεκάκις τὸν αὐτὸν ἡχόν, παράγεται δ' ἀπὸ δύο πύργων ἀπεχόντων ἀλλήλων 50 μέτρα.

207. Ἀντήχησις. Εἵπομεν ὅτι ἀντήχησις καλεῖται ἡ ἐνίσχυσις, ἣν ὑφίσταται ἡχός τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἥτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν πέριξ τοίχων καὶ ἐπὶ τῆς ὀροφῆς ἀνακλάσεων τῶν ἡχητικῶν 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 ὅμως καλύψομεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων, ἦτοι δι' ἀντικειμένων μὴ ἐχόντων ἐλαστικότητα, τοιαύτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἡχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ταπήτων ἀπορροφῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἡ οὐδόλως ἀνακλῶνται.

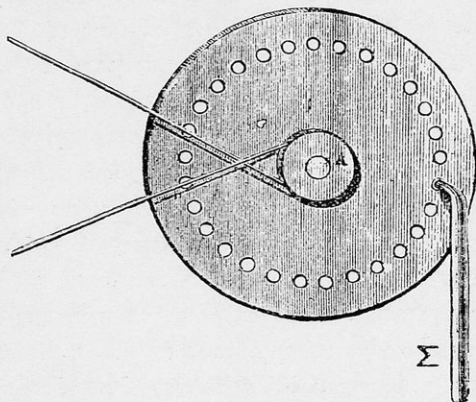
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΕΡΙ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

208. Ὑψος τοῦ ἡχου. Ἡ ὀξύτης ἢ τὸ ὕψος τοῦ ἡχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἡχογόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἡχος 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 ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ ἄξονα Α διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καὶ κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ. Ἐὰν

διὰ σωλήνος Σ φυσήσωμεν ρεῦμα ἀέρος εἰς τὰς ὁπὰς καθέτως ἐπὶ τὸν δίσκον, τότε συμβαίνει ἔξοδος ἀέρος καὶ παύσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁποίων παράγονται ἐν τῷ περιβάλλοντι ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος ἥτοι ἡχητικά κύματα. Ὁ πα-



Σχ. 121.

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

209. **Ἰσχύς τοῦ ἡχου.** Οἱ διάφοροι ἡχοὶ ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύν, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξῆς αἰτιῶν.

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

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

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

γ') Ἐκ τῆς γεινιάσεως ἡχητικῶν σωμάτων ν. Διαπασῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἤχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὅμως 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 ἔγχορδα ὄργανα ἀποδεικνύουσι τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἡχητικῶν 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 ἡχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σχ. 117, § 198) καθίσταται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιοῦμεν 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 ἡχογόνον σῶμα πάλλῃται ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος εἰς τὰ τρία ταῦτα ἀέρια εὐρισκόμενα ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν.

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

210. "Ορια τῶν αἰσθητῶν ἤχων. Ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἡχογόνου σώματος αὐξάνηται ἢ ἐλαττωταί, παράγονται ἐπὶ τέλους ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτατοι, οἵτινες δὲν εἶνε πλέον ἀκουστοί. Παραδέχονται ὅτι ὁ βαθύτατος ἤχος, τὸν ὅποιον 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 τεταμέναι μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων, τίθενται εἰς ἐγκαρσίαν παλμικὴν κίνησιν κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἢ διὰ τοῦ δακτύλου ὥς εἰς τὴν *κιθάραν*, ἢ διὰ πλήκτρου (τόξου) ὥς εἰς τὸ *τετράχορδον* (βιολίον), ἢ διὰ πλήκτρου ὑπὸ μορφὴν μικρᾶς σφύρας ὥς εἰς τὸ *κλειδοκύμβαλον* κ.τ.λ.

Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.

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

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς δι' ὀργάνου, ὕπερ καλεῖται *ἡχόμετρον* καὶ σύγκειται ἐξ ἐπιμήκους ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λίαν λεπτὰ τοιχώματα πρὸς ἐνίσχυσιν τῶν ἤχων. Ἀνωθεν τοῦ κιθωτίου κατὰ τὸ ἐν ἄκρον προσδένονται στερεῶς δύο ἢ τρεῖς χορδαί, αἵτινες ἐρειδόμεναι κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα ἐπὶ ξυλίνων ἀκμῶν τείνονται διὰ βαρῶν, ἅτινα 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 ἡχομέτρου δύο ἐντελῶς ὁμοίας χορδὰς, ἃς τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν καὶ αἱ ὅποιαι πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦς. Ἐὰν μετακινούντες εἶτα τὸν ὑπαγωγέα ἐλαττώμεν διαδοχικῶς τὸ μήκος τῆς μᾶς τῶν χορδῶν καὶ πληττωμεν ἐκάστοτε τὴν χορδὴν ταύτην, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ ἤχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύτερος. Ἐὰν δὲ προσδιορίσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν, εὐρίσκομεν

ὅτι οὗτοι εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ μήκη τῶν χορδῶν.

β') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν, αἵτινες διαφέρουσι μόνον κατὰ τὸ πάχος αὐτῶν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν διαμέτρων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν τείνωμεν διαδοχικῶς τρεῖς χορδὰς, ὧν αἱ διαμέτροι εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 2, 3, 6, ἡ μὲν πρώτη παράγει ὀξύτερον ἤχον, ἡ δὲ τρίτη βαρύτερον τῆς δευτέρας, ἡ ἀκριβέστερον, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3, 2, 1, ἥτοι 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 μᾶς 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, οὕς παράγει ἡ πρώτη χορδὴ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

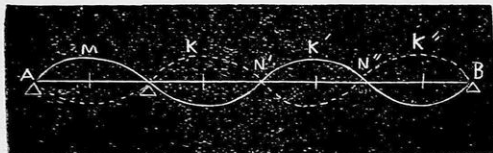
δ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν λάβωμεν δύο σύρματα ἰσοπαχῆ, ἰσομήκη καὶ ἐξ ἴσου τεταμένα ἐκ δύο διαφόρων μετάλλων, τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης νὰ εἶνε ὡς 1 πρὸς 4, τὸ ἀραιότερον σύρμα παράγει διπλασίους παλμοὺς ἢ τὸ πυκνότερον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

Σημ. Α'. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἀφορῶσιν εἰς τὸν θεμελιώδη, ἤχον τῶν χορδῶν, ὅτε 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 ἐλαφρῶς χορδὴν ἢ λεπτὸν τεταμένον σύρμα διὰ τοῦ δακτύλου ἢ κάλλιον διὰ πτεροῦ εἰς τι σημεῖον αὐτῶν καίμενον ἢ εἰς τὸ μέσον ἢ εἰς τὸ $\frac{1}{3}$ ἢ εἰς τὸ $\frac{1}{4}$ καὶ εἰτα πλήξωμεν αὐτὰ διὰ τόξου ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἡμίσεος αὐτῶν ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ $\frac{1}{3}$ ἢ

κατὰ τὸ μέσον M τοῦ $\frac{1}{4}$ (σχ. 122), παρατηροῦμεν ὅτι τότε ταῦτα υποδιαίρουσιν 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 ὑπαρξιν τῶν δεσμῶν καὶ τῶν κοιλιῶν, θέτοντες μικρὰ τεμάχια ἐπικαμπῇ ἐκ χάρτου, λευκὰ μὲν $\pi. \chi.$ ἐπὶ τῶν σημείων N' καὶ N'' ,



Σχ. 122.

ἐρυθρὰ δ' ἐπὶ τῶν σημείων K, K', K'' καὶ εἰτα 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 $\pi. \chi.$ παλμούς, ἑτέρα δὲ 800 ἐν ἴσῳ χρόνῳ, τὸ διάστημα τῶν δύο ἤχων, οὓς παράγουσιν αἱ δύο χορδαί, εἶνε ἴσον πρὸς $\frac{900}{800}$, ἥτοι $\frac{9}{8}$. Ὅταν δ' ἀκούωμεν δύο ἤχους συγχρόνως ἢ διαδοχικῶς, αἰσθανόμεθα εἰς τὸ οὓς ἤμῶν ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον αἰσθημα, ἐφ' ὅσον τὸ διάστημα αὐτῶν ἐκφέρεται δι' ὅσον ἐνεστὶν ἀπλουστέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἷα: εἶνε οἱ ἑξῆς:

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

213. **Μουσικὴ κλίμαξ.** Ἡ μουσικὴ παραδέξατο σειρὰν διαδοχικῶν ἤχων, τῶν μὲν ὀξυτέρων, τῶν δὲ βαρυτέρων, οἵτινες συντελοῦσιν εἰς διαστήματα ὅσον ἐνεστὶν ἀπλουστέρα, τοῦτέστιν 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 αἴσθημα. Ἡ σειρά 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 ἑπτὰδα. Τουτέστι λαμβάνοντες ἤχόν τινα ὡς βάσιν καὶ ἀναχωροῦντες ἀπ' αὐτοῦ κατὰ τὰ διαστήματα τὰ ἐν χρήσει εἰς τὴν μουσικὴν, εὐρίσκομεν ἑπτὰ διάφορα διαστήματα, ἀλλ' εἴτα ἀνευρίσκομεν πάλιν τὰ αὐτὰ περιοδικῶς ἐπαναλαμβανόμενα κατὰ τὴν αὐτὴν σειράν. Οἱ ἑπτὰ πρῶτοι φθόγγοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος ἀποτελοῦσι μουσικὴν κλίμακα, ὡσάτως δ' οἱ ἑπτὰ 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, οἷον *do₁, mi₂, sol₃*, κτλ.

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

$$\begin{array}{ccccccc} do_0 & re_0 & mi_0 & fa_0 & sol_0 & la_0 & si_0 & do_1 \\ 1, & \frac{9}{8}, & \frac{5}{4}, & \frac{4}{3}, & \frac{3}{2}, & \frac{5}{3}, & \frac{15}{8}, & 2. \end{array}$$

Ἐὰν παραδεχθῶμεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ *do* τῆς πρώτης, ἤτοι βαρυτάτης κλίμακος, εἶνε ἴσος πρὸς 24, τότε οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν ἑπτὰ 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
----	----	----	----	-----	----	----	----

Ἀναζητούντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγων 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 ἐνὸς τόνου πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ κλάσμα $\frac{24}{25}$. Ὡστε τὰ διαστήματα εἰς τὴν μουσικὴν κλίμακα εἶνε τὰ ἑξῆς: (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do), ἤτοι δύο τόνοι, ἐν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνοι, ἐν ἡμιτόνιον.

214. **Διέσεις καὶ ὑφέσεις.** Ἐνίστε λαμβάνεται ὡς ἀρχικός φθόγγος τῆς μουσικῆς κλίμακος ἄλλος τις ὀξύτερος ἢ βαρύτερος τοῦ do, τοῦτο δὲ πρὸς μετάθεσιν ἁσματος ἐπὶ τὸ ὀξύτερον ἢ ἐπὶ τὸ βαρύτερον. Ἀλλὰ τότε ἐν τῇ νέᾳ κλίμακῃ δὲν θὰ ὑπάρχῃ ἡ αὐτὴ ὡς ἀνωτέρω σειρὰ 2 τόνων, 1 ἡμιτον. 3 τόνων καὶ 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 τόνους 1 ἡμιτ. 2 τόνους, 1 ἡμιτ. 1 τόνον.

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

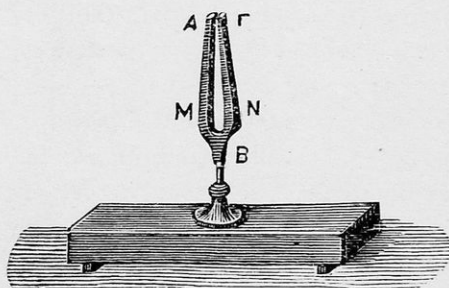
sol la si¹/₂ do re mi¹/₂ fa¹/₂ sol
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

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

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

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

216. **Διαπασῶν.** Καλεῖται διαπασῶν ὄργανον συγκείμενον ἐκ ῥάβδου χαλυδίνης κεκαμπυλωμένης εἰς σχῆμα ψαλίδος καὶ φεροῦ-



Σχ. 123.

σης εἰς τὸ μέσον ἐξέχουσιν λαβὴν, ἣτις χρησιμεύει ὡς πούς (σχ. 123). Πληττόμενα τὰ σκέλη ταῦτα *AM* καὶ *CN* τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν ἀντίθετον πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ ἐκτελοῦσι πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν ἐν τῷ

αὐτῷ χρόνῳ. Ἐκαστον ἐπομένως διαπασῶν παράγει τὸν αὐτὸν πάντοτε φθόγγον τοῦ αὐτοῦ ὑψους 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 ἐνισχύον τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν καλεῖται ἀντηχεῖον.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ· ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ. ΠΕΡΙ ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΥ

217. Εἰς τοὺς ἡχητικοὺς σωλήνας, οἵτινες εἶνε σωλήνες μετὰ στερεῶν τοιχωμάτων, ὁ ἦχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιχομένου 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 ἡχητικὸς σωλήν εἶνε ἐκ ξύλου, ἐάν τε ἐκ χάρτου, ἐάν τε ἐκ μετάλλου, ἀρκεῖ αἱ διαστάσεις τῶν διαφόρων τούτων σωλήνων νὰ εἶνε αἱ αὐταί.

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

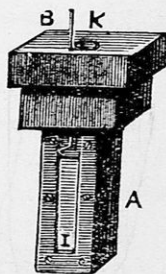
Οἱ παλμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἦχος προέρχονται ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χεῖλους,

ρυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἡχητικῷ σωλῆνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ δηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς ἣν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπιέζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἰτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὕτη καταστῇ ἀρκούντως μεγάλη, παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξόδον τοῦ φυσωμένου βεύματος τοῦ ἀέρος. Εἴτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χείλους διαστέλλεται καὶ αὖθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος Β ἐξέρχόμενος ἀήρ δὲν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἀλλήλα τοσοῦτῳ ταχύτερον, ὅσῳ τὸ βεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος Α πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον Ι. Ἐνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἥχον.



219. *Ὅργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα.* Εἰς τὰ ὅργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς „γλωττίδος“ μεταλλίνης ἢ ξυλίνης Ι (σχ. 125), ἥτις οὕσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνω-

Σχ. 124. τέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη ἐπιμήκη ὀρθογώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον Α ἐπὶ τῆς προσθίας ἑδρας 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 γλωττίς Ι κάμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς Κ. Ἐνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ πίεσις τοῦ ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς στιγμὴν ἐλαττοῦται καὶ ἡ γλωττίς ἐπα-



Σχ. 125.

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

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

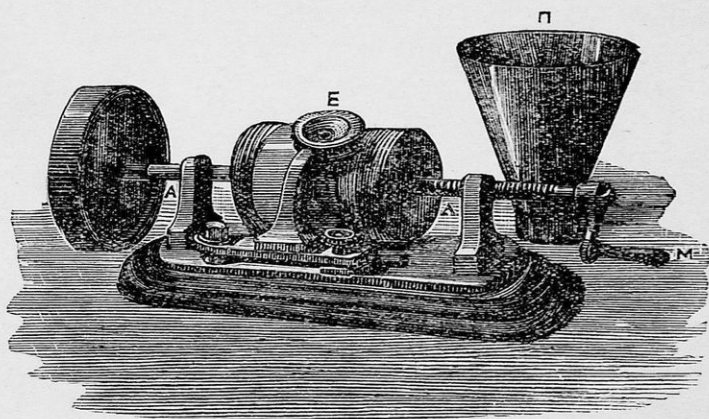
Ὁ εὐθύαυλος, ὁ βαρύαυλος καὶ ὁ δεύαυλος φέρουσι τοιαύτας γλωττίδας ἐκ ξύλου (δόνακος)· εἰς ἄλλα δ' ὄργανα αἱ γλωττίδες εἶνε μετάλλιναι. Τὸ μῆκος τῆς γλωττίδος κανονίζει ἐκάστοτε ὁ αὐλὼν πιέζων αὐτὴν διὰ τῶν χειλέων αὐτοῦ.

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

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

των τὸν κύριον ἤχον τὸν ἰσχυρότατον πάντων, προέρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἡ χροαὶ 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 ἡχητικοῦ κύματος. Ὅθεν καὶ τὰ τρία χαρακτηριστικὰ τοῦ ἤχου (ὕψος, ἰσχύς, χροαὶ) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος, ἥτοι τὸ μὲν ὕψος ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, ἡ δὲ ἰσχύς ἐκ τοῦ πλάτους καὶ ἡ χροαὶ ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν.

221. **Φωνογράφος.** Ὅταν ὁμιλῇ τις ἐνώπιον λεπτοῦ μεταλλίνου ἐλάσματος κειμένου ἐπὶ τυμπάνου, τὸ ἐλασμα πάλλεται. Ἄν δὲ ἡθέλομεν δυνηθῇ νὰ μεταδώσωμεν μηχανικῶς εἰς τὸ ἐλασμα τὰς



Σχ. 126.

αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς ἡ φωνὴ ἡμῶν παράγει ἐπ' αὐτοῦ, αὗται θὰ μετεδίδοντο εἰς τὸν ἀέρα καὶ θὰ ἡκούοντο οἱ αὐτοὶ φθόγγοι τοῖς ὑφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἐλάσματος παραχθεῖσιν. Ἐπὶ τοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει 1878 τὸν φωνογράφον, ἥτοι συσκευὴν, ἐν ᾗ ἀποτυπουμενὴ ἡ ἀνθρωπίνη φωνὴ ἀναπαράγεται εἴτα κατὰ βούλησιν.

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

Στρεφομένου τοῦ κυλίνδρου ἐνώπιον τῆς ἀκίδος, αὕτη καταθλίβει τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου καὶ χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἑλικά· ἀλλ' ἂν συγχρόνως ὁμιλῶμεν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου Ε, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐλάσματος 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 ἐλάσματος, 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 προηγούμενης ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλοτήτας τῆς ἑλικος, ὥς αὕτη αὕτη παρήγαγε προηγούμενως, ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα τὸ ἐκ χάλυβος ἔλασμα, ὅπερ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγούμενως ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος μετέδωκεν εἰς αὐτό. Αἱ παλμικαὶ δ' αὗται κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα ἀναπαράγουσι τοὺς προηγούμενους φθόγγους. Διὰ γ' ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὁπλίζομεν τὸν ὄλμον διὰ

χαρτίνου κώνου Π, διότι οί φθόγγοι, οὓς εκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδυλος χρησιμεύει, ὥπως καταστήσῃ ὁμαλωτέραν τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ κυλίνδρου. Ἐπαναφέροντες δὲ τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος δυνάμεθα καὶ ἐκ δευτέρου ν' ἀκούσωμεν τὴν αὐτὴν ὁμιλίαν ἐπαναλαμβανομένην. Δυνατὸν δὲ καὶ δύο διάφοροι ὁμιλίας ν' ἀποτυπωθῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ φύλλου τοῦ κασσίτερου καὶ εἴτα ν' ἀναπαραχθῶσι καὶ αἱ δύο ὁμοῦ.

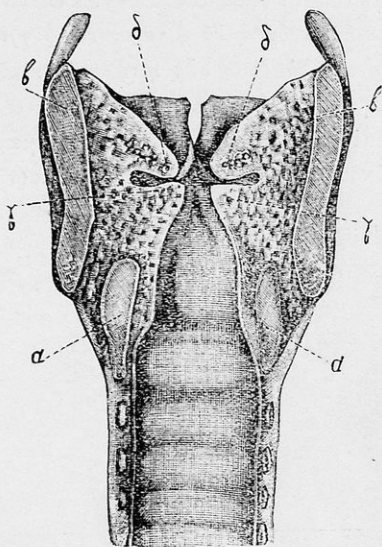
Κατὰ τοὺς τελευταίους τούτους χρόνους ἐτελειοποίησαν τὸν φωνογράφον ἀντικαταστήσαντες τὸν κασσίτερον διὰ μίγματος κηροῦ καὶ ῥητίνης, τὸ δὲ κραδαινόμενον μετάλλινον ἔλασμα διὰ λεπτοτάτης ὑαλίνης πλάκῃς ἢ διὰ πετάλλου μαρμαρυγίου. Εἰς τοὺς νεωτέρους φωνογράφους ἀντὶ κυλίνδρου μεταχειρίζονται κυκλικὸν δίσκον, 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 συγκαίμενος ἐκ χόνδρων (σχ. 127), ὧν ὁ μὲν δακτυλιοειδὴς ἢ κρικοειδὴς αα κεῖται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐπικάθηνται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδής, ὀπισθεν δὲ οἱ δύο ἀρυταινοειδεῖς. Ὅπισθεν τῆς γλῶσσης καὶ ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἥτις εἶνε χόνδρινος ἐπιστομὴς φράττουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν κατάποσιν. Μεταξὺ τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοειδῶν

χόνδρων κείνται ἀνωτέρω μὲν οἱ ἄνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι δδ, κατωτέρω δὲ οἱ κάτω ἢ γνήσιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκουσς 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 μεταξὺ γλωττίς τεινομένη μᾶλλον ἢ ἥττον στενοῦται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνέωμεν, ἡ γλωττίς τηρεῖται ἀνεφγμένη ἀφίνουσα ἐντελῶς ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος· κατὰ τὴν φώνησιν ὅμως στενοῦται εἰς στενωτάτην σχισμὴν, τὸ δὲ ρεῦμα τοῦ ἀέρος, τὸ ἐκ τῶν πνευμόνων διὰ τῆς



Σχ. 127.

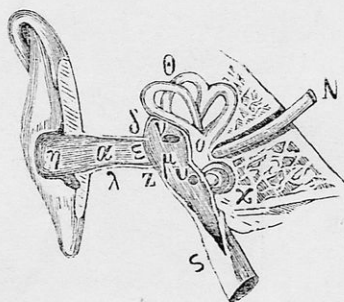
τραχείας ἀρτηρίας ἐκφυσώμενον, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὕτω δὲ παράγεται ἡ φωνή, ἥτις εἶνε τοσούτῳ ὀξυτέρα, ὅση ἡ γλωττίς τείνεται πλεότερον.

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.

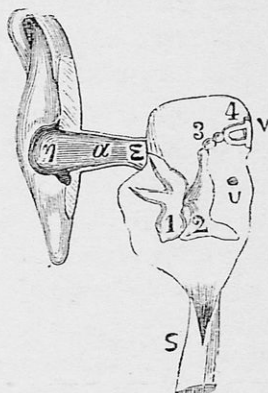
α') Τὸ ἔξω οὖς σύγκειται ἐκ τοῦ ὁρατοῦ ἐκ χόνδρου περυσ-

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

β') Τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου εἶνε μικρὰ κοιλότης, ἣς τὸ ἔξω τοίχωμα ε (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.

γιντι τοῦ τυμπανοφράγματος καὶ διαχωρίζοντος τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου ἀπὸ τοῦ ἐνδοτάτου ὠτός, ὑπάρχουσι δύο θυρίδες, ἡ ὠσιδῆς ἢ ἀνωτέρα καὶ ἡ στρογγύλλη ἢ κατωτέρα, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὕμενος. Διὰ τῆς ὠσιαίας ἢ Εὐσταχιαῆς σάλπιγγος ε συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες ἀέρος. Μεταξὺ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ὠσιδοῦς θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἄλυσις τῶν τεσσάρων ἀκουσικῶν ὀσταρίων, ἥτοι τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμονος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὀσταρίου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).

γ') Τὸ ἐνδόταιον οὗς ἡ δ 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 αἶθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοίλου τοῦ τυμπάνου φραπτομένην διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένος αὐτῆς. Τὸ δ' ἀκουστικὸν νεῦρον Ν εἰσερχόμενον εἰς τὸν λαβύρινθον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ τινος καλουμένου λέμφου, διακλαδοῦται ἐν αὐτῷ.

224. Λειτουργία τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς. "Ὅταν ἡχογόνον σῶμα πάλληται ἐν περιέχοντί τινι ἐλαστικῷ, οἷον ἐν τῷ ἀέρι, εἴπομεν ὅτι παράγει ἡχητικὰ κύματα, ἅτινα συναγόμενα διὰ τῆς κόγχης καὶ εἰσδύοντα εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον πλήττουσι τὸν ὑμέναν τοῦ τυμπάνου, ὅστις οὕτω πάλλεται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένος μεταδιδάσκεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἀέρα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὁσπερίων, οὕτω δ' οἱ ὑμένες οἱ φράπτοντες τὴν ῥοειδῆ καὶ τὴν στρογγύλην θυρίδα δονοῦνται, ὁ μὲν πρῶτος διὰ τῆς βάσεως τοῦ ἀναδολέως, εἰς τὴν 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

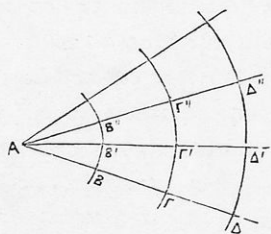
Ο Π Τ Ι Κ Η

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

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

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



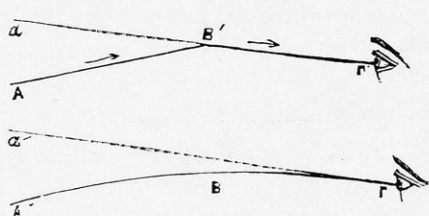
Σχ. 130.

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

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

τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες $ΑΔ$, $ΑΔ'$, $ΑΔ''$ τῶν σφαιρικῶν τούτων κυμάτων, ἦτοι αἱ διευθύνσεις, καθ' ἃς μεταδίδεται τὸ φῶς, καλοῦνται φωτεινὰ ἀκτῖνες. Ἀλλ' 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 πρὸς τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἡχητικῆς ἀκτίνος.

226. Καλεῖται δέσμη φωτός τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ αποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγή. Διακρίνουσι δὲ δέσμας κοινικὰς, συγκλινούσας ἢ ἀποκλινούσας, καθόσον αἱ συνιστώσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνουνσι συγκλίνουσαι ἢ ἀποκλινούσαι, καὶ δέσμας κυλινδρικὰς ἢ παραλλήλους, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς, ἐκλαμβάνωνται παράλληλοι, οἷαι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.



Σχ. 131.

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

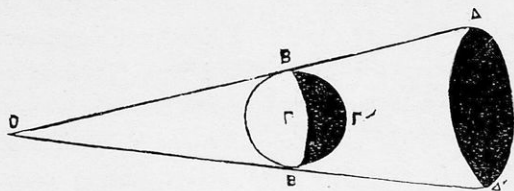
φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὴν θέσιν, ἣν ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς τὸ α εἰς τὴν προέκτασιν τῆς ΓΒ', εἰς δὲ τὴν περίστασιν, καθ' ἣν ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε καμπύλη θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ Γ βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α εἰς τὸ α', ἦτοι κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης Γα' τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς 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 ἡλεκτρικὸν φῶς καὶ ἄλλα. Σκοτεινὰ δὲ ἢ ἐτερόφωτα 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 σκιερὰ.** Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ιδιότητα 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 διορῶμεν τὰ ἐκείθεν κείμενα ἀντικείμενα, καλοῦνται διειδή. Δι' ἄλλων ὅμως σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ ταῦτα καλοῦνται σκιερὰ ἢ ἀδιαφανῆ, ὡς τὰ μέταλλα. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ σώματα, δι' ὧν ἀδυνατοῦμεν μὲν νὰ ἴδωμεν ἀντικείμενα, τὸ ἐσωτερικὸν ὅμως τῆς μάζης αὐτῶν φωτίζεται, εἰσχωροῦντος εἰς αὐτὰ 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 σκιερὰ, σώματα δὲ ἀδιαφανῆ, οἷον φύλλα χρυσοῦ ἢ ἀργύρου, λαμβανόμενα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος διαδίδουσιν δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα διαφώτιστα.

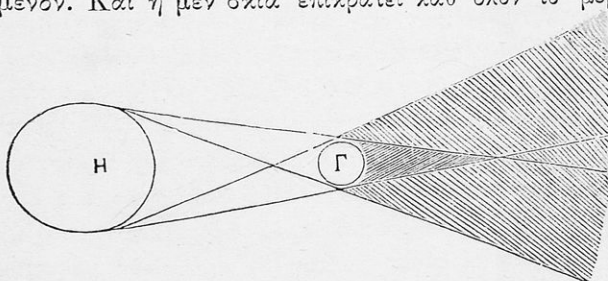
230. **Σκιά.** Καλεῖται σκιά σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοδόλου πηγῆς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐάν ἐνῶπιον φωτοδόλου σημείου Ο (σχ. 132) θέσωμεν σκιερὰν σφαῖραν ΒΒ', αὕτη ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιάν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου

κώνου $BB'\Delta\Delta'$, οὔτινος αἱ γενέταιραι εἶνε εὐθεῖαι διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοδόλου σημείου O καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας BB' . Ἐπὶ λευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῇ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ρίπτεται κυκλικὴ σκιὰ $\Delta\Delta'$. Ἐὰν ὅμως ἡ φωτοδόλος πηγὴ



Σχ. 132

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



Σχ. 133

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

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

ἐπεδραδύνοντο καὶ ἡ ὀλικὴ ἐπιδράδυνσις ἀνῆλθε τέλος εἰς 16' καὶ 26'', ὃ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς διὰ τὴν διανύσιν τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἥτοι 76,461,000 λεύγας. Οὕτως εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308,333,000 μέτρα. καὶ δι' ἄλλων δὲ πειραμάτων εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἰσοῦται κατὰ μέσον ὄρον πρὸς 300 χιλ. χιλιομέτρων, 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. **Φωτισμός ἐπιφανείας.** Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας φαντασθῶμεν φωτοδόλον σημεῖον, τοῦτο ἐκπέμπει κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ποσότητα φωτὸς Φ , ἥτις διανέμεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Ὡστε ἂν καλέσωμεν a τὴν ἀκτίνα τῆς σφαίρας εἰς ὑφεκατόμετρα, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς δέχεται ποσότητα φωτὸς E , ἥτις ἰσοῦται πρὸς $\frac{\Phi}{4\pi a^2}$. Ἐὰν δ' ἡ

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

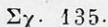
$$\frac{\Phi}{4\pi A^2}. \text{ Ὅθεν λαμβάνομεν } \frac{E}{E'} = \frac{A^2}{a^2} \quad (1). \text{ Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν } A$$

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

Ἡ *φωτισμός, ὃν δέχεται καθέτως ἐπιφάνειά τις, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς.*

Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέσωμεν μίαν σελίδα βιβλίου ἐνώπιον ἀνημέρης λαμπάδος ἄλλ' 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

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



234. Ἐὰν δύο φωτειναὶ πηγαὶ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἔκ-
 τινος ἐπιφανείας εὐρισκόμεναι καὶ ῥίπτουσαι φωτεινὰς ἀκτῖνας
 καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ἐξ ἴσου φωτίζωσιν αὐτήν, ἔχουσι δι-
 άφορον ἔντασιν, ἥτοι φωτιστικὴν ἰσχύν, τουτέστιν ἡ εἰς μείζονα ἀπό-
 στασιν εὐρισκομένη ἐκπέμπει πλείοτερον φῶς τῆς εἰς ἐλάσσονα
 ἀπόστασιν κειμένης. Αἱ δὲ ἑντάσεις τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν εἶνε
 ἀπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν
 ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, ἣν ἐξ ἴσου φωτίζουσι. Καὶ ὧντος ἀποδεικνύε-

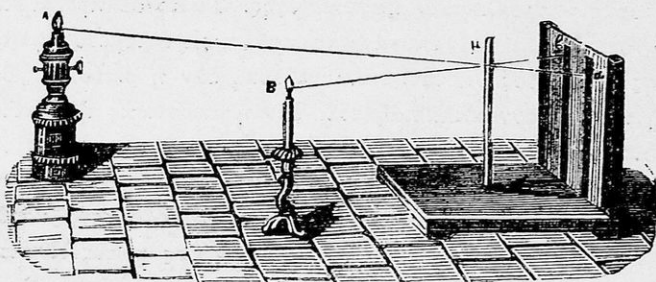
ται πειραματικῶς ὅτι μία λαμπὰς τιθεμένη εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τινος ἐπιφανείας φωτίζει αὐτὴν καθέτως τοσοῦτον, ὅσον τέσσαρες ὅμοιοι λαμπάδες εὐρισκόμεναι εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν ἢ ἐννέα εἰς ἀπόστασιν τριπλασίαν καὶ καθεξῆς. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καθέτως ῥιπτόμενος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

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

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

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

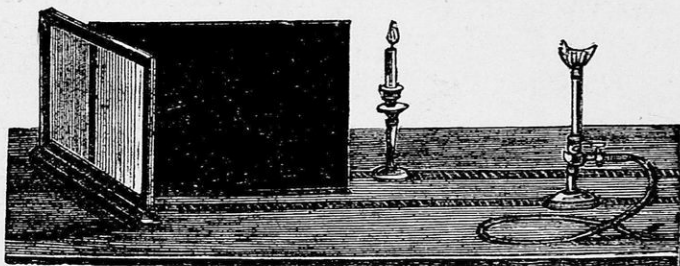
Β. Ἐκατέρα δὲ τῶν σκιῶν φωτίζεται ὑπὸ τῆς ἐτέρας τῶν φωτοβόλων πηγῶν. Τοποθετοῦμεν τὰ δύο φῶτα εἰς τοιαύτας ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος ἀποστάσεις, ὥστε αἱ δύο σκιαὶ νὰ εἶνε ἐξ ἴσου σκοτειναί. ἦτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ὁ λόγος τῶν



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



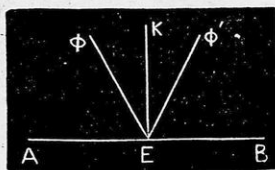
Σχ. 137.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΕΠΙΠΕΔΑ
ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

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



Σχ. 138.

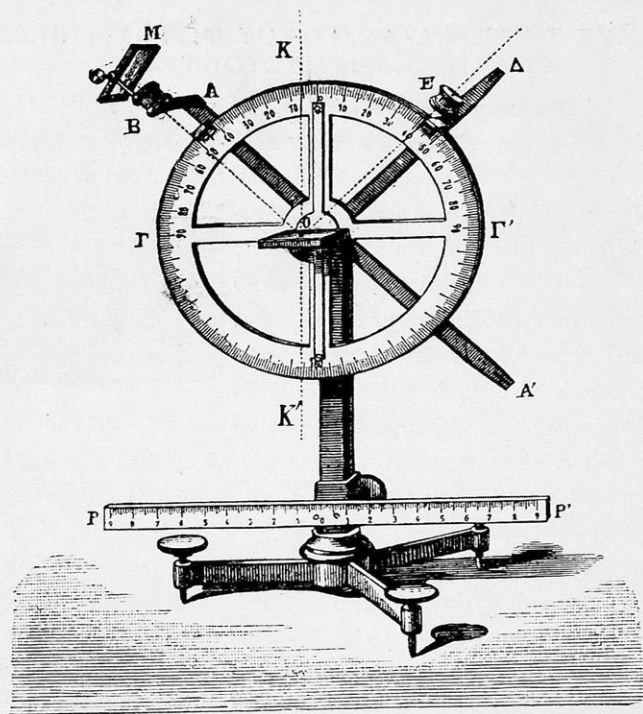
238. Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

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

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

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

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



Σχ. 439.

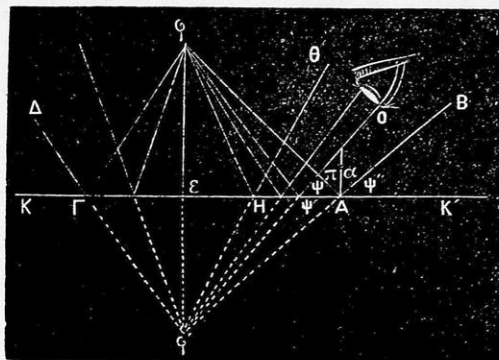
φράγματος διερχόμενον, ν' ἀκολουθήσῃ τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος κατ' ἀκτίνά τινα τοῦ κυκλικοῦ δίσκου καὶ νὰ προσπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ κέντρῳ τοῦ δίσκου κατόπτρου O εἰς σημείον τι τῆς καθέτου τῆς ἀγομένης ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κυκλικοῦ δίσκου καὶ εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ. Οὕτως ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς BO καὶ ἡ εἰς τὸ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

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

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

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 ἐν ἡ πλειότερα φωτοδόλα



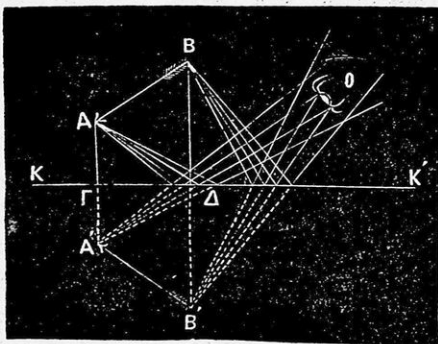
Σχ. 140.

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 φωτοδόλου σημείου φ (σχ. 140) ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες, οἷον 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' ἡ ἐνοῦσα τοῦτο μετὰ τοῦ φωτοδόλου σημείου φ εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΚΚ' τοῦ κατόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη φε καὶ εφ'. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ο δεχθῇ τινας τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, ἐπειδὴ τὸ φῶς ὁδεύει κατὰ τεθλασμένην γραμμὴν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι εἰς τὸ σημεῖον φ' κεῖται φωτοδόλον τι σημεῖον, ἐν ᾧ πράγματι τοιοῦτον δὲν ὑπάρχει. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν τοῦ φωτοδόλου σημείου φ, ἥτοι ἰδανικόν.

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

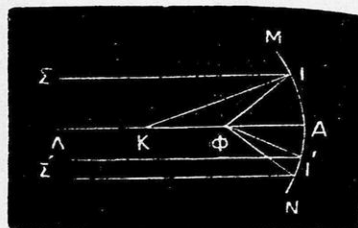
κὴν ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ εἰδῶλα τῶν σημείων A καὶ B καταδιδάζομεν τὰς καθέτους $ΑΓ$ καὶ $ΒΔ$ ἐπὶ τὸ κατόπτρον, προεκβάλλομεν αὐτάς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεία A' καὶ B' οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωμεν $ΑΓ = A'Γ$ καὶ $ΒΔ = B'Δ$. Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδῶλον $A'B'$ τοῦ ἀντικειμένου AB . Ἄν 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 δέχεται τὰς ἀνακλωμένας δεσμίδας καὶ ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται προέρχονται ἐκ τῶν σημείων A' καὶ B' .

243. B' . **Σφαιρικὰ κατόπτρα.** Καλοῦνται σφαιρικὰ κατόπτρα τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν μὲν ἡ λεῖα καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἴνῃ ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κατόπτρον 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.

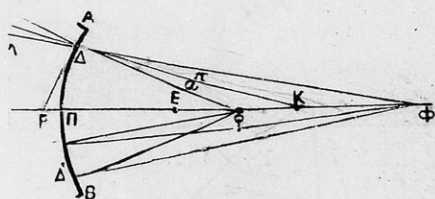
τοῦ μέσου αὐτοῦ A διερχομένην ἀκτὶνα καμπυλότητος KA . Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα AKA , ἡ διὰ τοῦ κέντρου K καὶ τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου A διερχομένη, καλεῖται κύριος ἄξων τοῦ κατόπτρου· πᾶσα δ' ἄλλη ἀπεριόριστος εὐθεῖα διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου K καὶ μὴ συμπίπτουσα

τῷ κυρίῳ ἄξωνι, καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ κατόπτρου.

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

πτρον κοῖλον MN (σχ. 142) δεχθῇ ἀκτίνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, ὅλον ἡλιακᾶς ΣΙ, αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Φ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος ΑΚ. Τὸ σημεῖον τοῦτο Φ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου, ἡ δὲ ἀπόστασις ΑΦ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις. Ἄν 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)



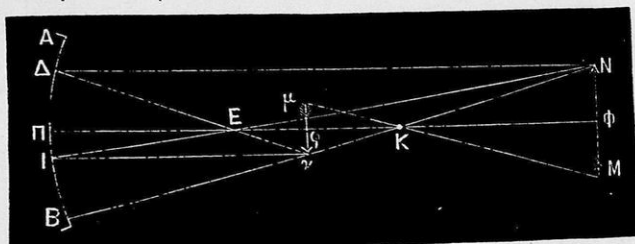
Σχ. 143.

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

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

Αἱ ἐστίαι δ' αὗται, ὥς μέχρι τοῦδε ἐθεωρήσαμεν, καλοῦνται ἐστίαι καθ' ὑπόστασιν, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα συνέρχονται αὐταὶ αὗται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες καὶ οὐχὶ αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαί.

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

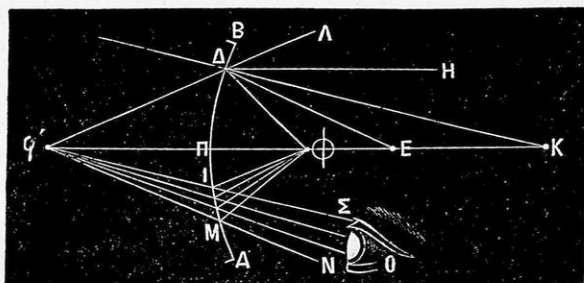


Σχ. 144.

M σχηματίζεται εἰς τὸ μ, οὕτω δὲ παράγεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον μν ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον πάντοτε τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον μεγεθυνόμενον.

247. **Εἰδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ τεθῇ μεταξὺ κυρίας ἐστίας E καὶ κατόπτρου BA (σχ. 145), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, οἷον ἡ ΦΔ, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουνσιν ἀφιστάμεναι ὥς ἡ ΔΛ. Ὅθεν αἱ ἀνακλῶμεναι ἀκτῖνες ΔΛ δὲν δύνανται νὰ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγὴ ἐστίαν καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὁμῶς ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ὁ δεχθῇ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, οἷον τὰς ΣΙΜΝ, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπο-

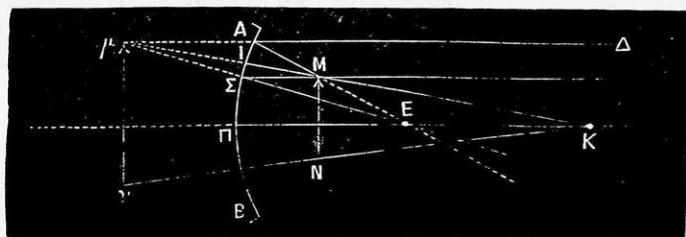
ρεύονται ἐκ τινος σημείου φ' ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου κειμένου, ὅπερ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου Φ . Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ φ' πλησιάζῃ ὡσχύτως. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον



Σχ. 145.

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

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



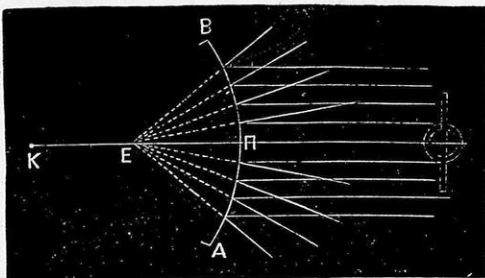
Σχ. 146.

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

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

μεταξὺ 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 μ , τοῦ δὲ N εἰς τὸ ν καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ εἶδωλον $\mu\nu$ ὀρθὸν καὶ πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου MN . Καὶ ἂν μὲν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ εἰς τὸ κατόπτρον, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ σμικρυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνῃται τοῦ κατόπτρου πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου ταχέως, μεγεθυνόμενον ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.

249. (6') **Κυρτὰ κατόπτρα.** Ἐὰν σφαιρικὸν κατόπτρον κυρτὸν AB (σχ. 147) δεχθῇ ἀκτῖνας Φ παραλλήλους τῇ κυρίῳ αὐτοῦ ἀξονι $ΠΚ$, αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουν ἀφιστάμεναι καὶ δὲν δύνανται γὰρ σχηματίσῃ

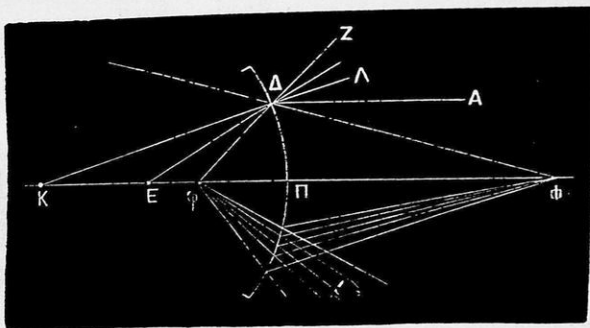


Σχ. 147.

καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἀλλ' ἂν τινες 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 $KΠ$.

250. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοδόλον σημεῖον Φ (σχ. 148) κεῖται ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον ἡ $\PhiΔ$, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουν ἀφιστάμεναι, ὥς ἡ $ΔΖ$.

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



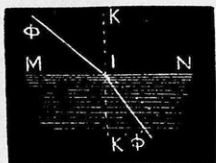
Σχ. 148.

Ἐὰν νῦν ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῇ φωτοδόλον 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 εἰδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθὸν καὶ πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ εἰδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ μεγαθυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου, καὶ τὸ εἰδωλον 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

251. Καλεῖται διάθλασις τοῦ φωτός ἡ μεταβολὴ διευθύνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ὅταν προσπίπτουσιν *πλαγίως* ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς διαχωρίζουσης 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 ἅμα μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τοὺς γνωστοὺς νόμους, ἅμα δὲ εἰσδύουσα εἰς τὸ ὕδωρ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται ταύτης λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἥτοι διαθλάται. Τοιαύτη δὲ διάθλασις συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ πλαγίως καὶ οὐχὶ καθέτως κατὰ



Σχ. 149.

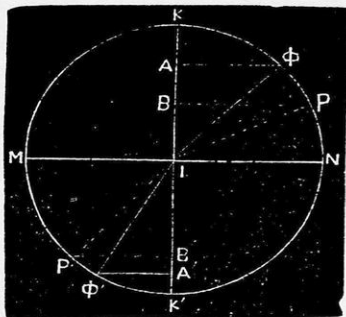
τὴν ΚΙ, ὁπότε δὲν ἐκτρέπεται, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερομένη κατ' εὐθείαν γραμμὴν ΚΙΚ'. Ἡ ἀκτὶς ΦΙ καλεῖται προσπίπτουσα, ἡ δὲ ΙΦ' διαθλωμένη· ὡσαύτως ἡ γωνία ΦΙΚ καλεῖται γωνία προσπτώσεως, ἡ δὲ Φ'ΙΚ' γωνία διαθλάσεως.

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

Α'. Τὸ ἐπίπεδον τὸ ὑπὸ τῆς προσπίπτουσας καὶ τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος ὀριζόμενον εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν διαθλῶσαν 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 κατανοηθῇ ὁ δεύτερος οὗτος νόμος, θεωρήσωμεν δύο περιέχοντα διαχωρίζο-

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



σχ. 150.

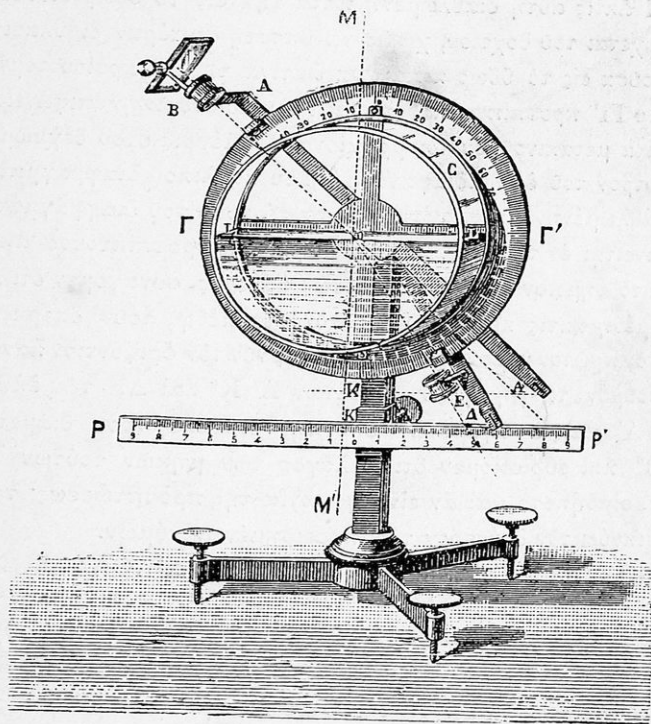
ἄκτινα ΦΙ προσπίπτουσιν κατὰ τὸ σημεῖον Ι καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διαγράφωμεν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπτώσεως περιφέρειαν ἔχουσαν κέντρον τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ι καὶ ἄκτινα ΦΙ ἴσην τῇ μονάδι. Ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Φ' φέρομεν ἐπὶ τὴν κάθετον τῆς MN' διάμετρον ΚΚ' τὰς καθέτους ΦΑ καὶ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

Ἐὰν τῶν δύο τούτων περιεχόντων τῶν μὲν ἀνώτερον εἶνε ἀήρ, τὸ δὲ κατώτερον ὕδωρ, εὐρίσκομεν ὅτι τὰ μήκη τῶν καθέτων ΦΑ καὶ Φ'Α' ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα λόγον ἴσον πρὸς $\frac{1}{3}$. Ἔστω καὶ δευτέρα τις φωτεινὴ ἄκτις 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 $\frac{1}{3}$, ἥτοι ἴσος τῷ προηγουμένῳ. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο περιέχοντα εἶνε ἀήρ καὶ ὕαλος, ὁ λόγος οὗτος εἶνε ἴσος πρὸς $\frac{3}{2}$. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος, ὅστις εἶνε μὲν σταθερὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα, μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένων τῶν περιεχόντων, καλεῖται δείκτης διαθλάσεως καὶ παρίσταται διὰ τοῦ τύπου $\frac{\eta_{\mu. \pi}}{\eta_{\mu. \delta}} = n$, ἐνθα π καὶ δ εἶνε αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

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

253. Οἱ νόμοι τῆς διαθλάσεως ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ

τῆς συσκευῆς, ἥτις ἐχρησίμευσεν ὅπως ἀποδειχθῶσιν οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς (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.

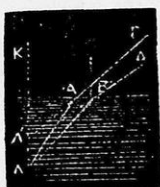
χείου, τοῦ ὁποίου αἱ μὲν βάσεις διατίθενται παραλλήλως τῷ δίσκῳ ΓΓ' (σχ. 151), ὁ δὲ ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ δίσκου τούτου. Καθιστώντες κατὰ πρῶτον κατακόρυφον τὴν διάμετρον $0^{\circ} - 180^{\circ}$ τοῦ ὑποδιηρημένου κυκλικοῦ δίσκου, χύνομεν εἰτα ὕδωρ ἐν τῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ οὕτως, ὥστε ἡ ἐλευθέρα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

ήλιακήν δέσμη ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Β, ἣν διευθύνομεν οὕτως, ὥστε ἡ ἀκτὶς 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 ἀκτὶς αὕτη διαθλωμένη κατὰ τὴν εἰς τὸ ὕδωρ εἰσοδὸν αὐτῆς ἐξέρχεται τοῦ δοχείου, χωρὶς νὰ ὑποστῇ δευτέραν διάθλασιν, διότι χωροῦσα εἰς τὸ ὕδωρ κατὰ τινὰ ἀκτῖνα τῆς ἐγκαρσίου τομῆς τοῦ δοχείου ΓΓ' προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τὴν κυλινδρικήν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ. Εἶτα μετακινούμεν τὸν βραχίονα Δ, μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον τοῦ ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου κυκλικοῦ διαφράγματος Ε τὴν διαθλωμένην ἀκτῖνα. Ἐπειδὴ τὸ κέντρον τοῦ διαφράγματος τούτου κινεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, ὅπερ ὀρίζει ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως κάθετος, συνάγομεν ὅτι καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς κεῖται 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 $0^\circ - 180^\circ$ καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν τούτων εἶνε σταθερός, οἷαδὴποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν δεύτερον τῶν προειρημένων νόμων.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

254. *Ἀνύψωσις σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἐν τινι 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 ὑπάρχῃ 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,

ἥτοι πλησιέστερον τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως τῶν δύο περιε-

χόντων καὶ τοσοῦτῳ πλησιέστερον, ὅσῳ μᾶλλον πλαγίως προσβλέπομεν πρὸς αὐτήν.

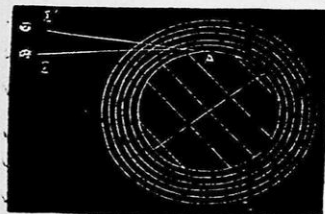
Ῥάβδος ἐμβεδραπισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος αὐτῆς ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου (σχ. 153).

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



Σχ. 153.

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



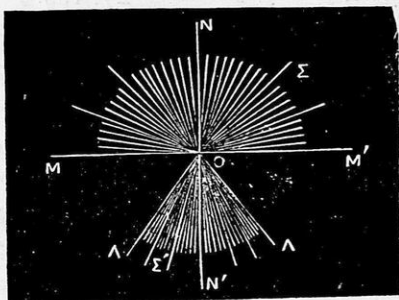
Σχ. 154.

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

Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσοι ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς

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

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

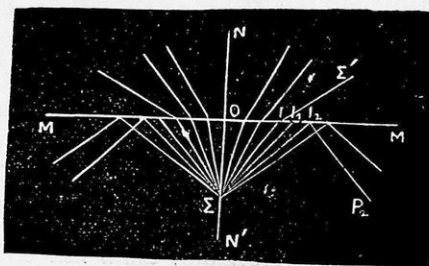


Σχ. 155.

διότι τὸ ὕδωρ εἶνε θλαστικώτερον τοῦ ἀέρος· τῆς γωνίας δὲ τῆς προσπτώσεως αὐξανομένης καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως αὐξάνεται, μένουσα ὅμως πάντοτε ἐλάσσων ἐκείνης. Ὅταν δ' ἡ γωνία προσπτώσεως γίνῃ μεγίστη, τοῦτέστιν ἴση πρὸς 90° , δηλαδὴ ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς ἄπτηται τῆς ἐλευθέρας 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° , ἐν δὲ τῇ ὕαλφ πρὸς 41° κτλ.

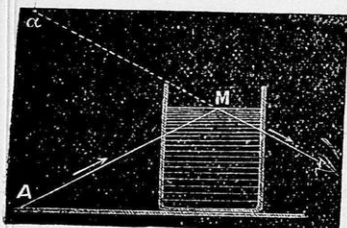
257. **Ὁλικὴ ἀνάκλασις.** Ἐστω MM' (σχ. 156) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ Σ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτὶς ΣO ἡ καθέτως τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλαγίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, οἷον ἡ ΣI ,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

θλαστικός τοῦ ὕδατος. Ἀκτὶς τις δὲ φωτὸς ἢ ΣI_1 σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ἴσην τῇ ὀρικῇ ἐν μέρει μὲν ἀνακλᾶται, ἐν μέρει δὲ διαθλάται, ἀλλ' ὑπὸ γωνίαν 90° , ἥτοι ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος ἀποτομένη τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς, οἷα ἢ ΣI_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 Α. Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος Α λίσαν εὐκρινὲς σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων ΑΜ, αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.



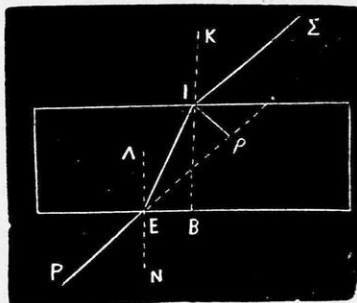
Σχ. 157.

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

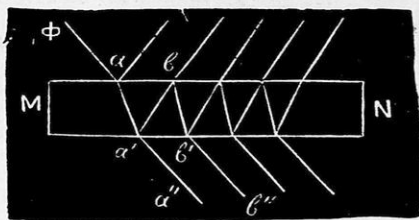
σωλῆνα ὕδατος, ἡ λάμψις αὕτη ἐκλείπει, διότι ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς μερικὴν ἀνάκλασιν καὶ εἰς διάθλασιν.

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

τὴν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι, δι' ἧς τοῦτο ἐξέρχεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιούσα ἀκτὶς EP εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας BIE οὔσης πάντοτε ἴσης τῇ IEA καὶ αἱ γωνίαι ΣΙΚ καὶ NEP θὰ εἶνε ὡσαύτως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ καθέτως, ἐξέρχεται ἄνευ γωνιώδους ἐκτροπῆς, ἐὰν δὲ πλαγίως, ὡς ἡ ΣΙ, ἐξέρχεται μὲν κατὰ διεύθυνσιν EP παράλληλον τῇ ΣΙ, ἀλλ' ὑφίσταται παράλληλον ἐκτροπὴν IQ, ἥτις εἶνε ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ πάχος τῆς πλακὸς εἶνε ἐλάχιστον. 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 ἑδρας τῆς πλακὸς· ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτὶς αα' οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'α'', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἑδρας 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 διηγεκῶς ἀμυδροτέρων ἕνεκα τῶν ἐπανειλημμένων ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὅμως τῆς πλακὸς ταύτης ἡ κατωτέρα ἑδρα εἶνε ἐπάργυρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτίνες ἀνακλῶνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας, ἀλλ' ἰδίως ἐπὶ τῆς κατω-

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

259. **Διπλῇ διάθλασις τοῦ φωτός.** Πολλαὶ κρυσταλλικαὶ οὐσαὶ κέκτηνται τὴν ιδιότητα νὰ διχάζωσι τὰς εἰς αὐτὰς εἰσδυούσας 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 διπλῇ διάθλασις εἶνε λίαν καταφανὴς καὶ ἀνέκαθεν γνωστὴ εἰς τὴν καλουμένην ἰσλανδικὴν κρύσταλλον, ἥτοι εἰς τὸν κεκρυσταλλωμένον ἄσβεστίτην.

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 σκοτεινῇ θαλάμῳ ἐπὶ μιᾷ τῶν ἐδρῶν τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῇ ἀλλὰ διπλῇ, σχηματίζονται δ' οὕτως ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος δύο κυκλωτερεῖς φωτειναὶ εἰκόνες τοῦ ἡλίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ

261. Φακὸς καλεῖται σῶμα διαφανές, συνήθως ὑάλινον θλαστι-
κώτερον 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 συγκεντρώσι τὰς δι' αὐτῶν
διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι *συγκλίνοντες*, οἱοὶ εἶνε ὁ ἀμφί-
κυρτος Α (σχ. 161), ὁ ἐπιπεδόκυρτος Β καὶ ὁ κοιλόκυρτος Γ ἢ



Σχ. 161.

μηνίσκος συγκλίνων. Ἄλλοι
τοὺναντίον εἶνε λεπτότεροι
περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι
κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀπο-
κλίνουσι τὰς δι' αὐτῶν διερ-
χομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται
ἀποκλίνοντες, οἱοὶ εἶνε ὁ ἀμφί-

κύρτος Δ, ὁ ἐπιπεδόκυρτος Ε καὶ ὁ κοιλόκυρτος ἢ μηνίσκος ἀπο-
κλίνων Ζ. Ἐν τῇ κεφαλαίῳ τούτῃ περὶ φακῶν θέλομεν πραγμα-
τευθῇ μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου Α καὶ ἀμφικοίλου Δ, παραδε-
χόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἥτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν
ἐκατέρωθεν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἴσας.

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

Α' ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ

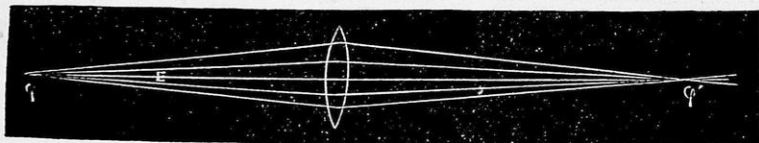
263. **Κυρία έστία.** Έάν αμφικύρτος φακός έχων ίσας ακτίνας καμπυλότητας (σχ. 162) δεχθῇ ακτίνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, ὅσον ἡλιακὰς ακτίνας Φ , αὐταὶ συγκεντροῦνται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίοδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον E ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία έστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει



Σχ. 162.

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

264. **Συζυγεῖς έστιαί.** Έάν φωτοδόλον σημεῖον ϕ (σχ. 163)

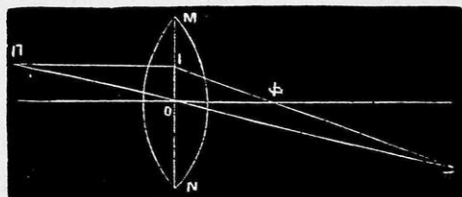


Σχ. 163.

τεθῇ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος αμφικύρτου φακοῦ έχοντος ἴσας ακτίνας καμπυλότητας πέραν τῆς κυρίας έστίας E , αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ακτίνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ϕ' , ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη καθ' ὑπόστασιν *συζυγὴς έστία* τοῦ φωτοδόλου σημείου ϕ καλεῖται δὲ

συζυγής, διότι, ἔάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῇ εἰς τὸ Φ' , αἱ ἀκτίνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ σημεῖον Φ . Ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἴσην τῇ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, τότε καὶ μόνον τότε ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶ ἀνάστροφος σχηματισθῇ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους. Ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρυνόμενον τοῦ φακοῦ τεθῇ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶ πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν σχηματίζεται πάντοτε μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐάν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν τεθῇ, μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστὶ ἀπομακρυνόμενη 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 Π (σχ. 164) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα $\Pi O \Pi$ καὶ εἴτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου Π τὴν εὐθεῖαν $\Pi \Gamma$ παράλληλον τῇ κυρίῳ ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ

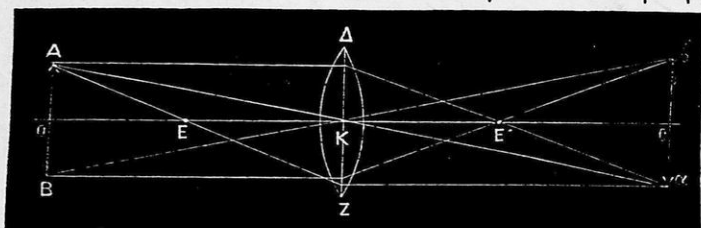


Σχ. 164.

σημεῖον Γ μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας Φ προεκβάλλομεν τὴν εὐθεῖαν $\Gamma\Phi$ μέχρις οὗ συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον Π , ὅπερ εἶνε ἡ συζυγής ἐστὶς τοῦ σημείου Π .

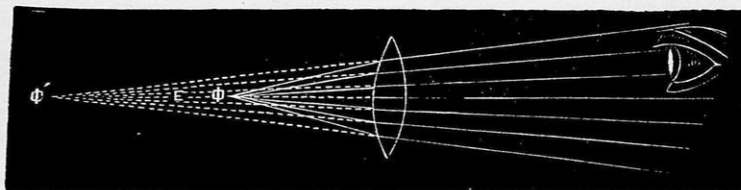
266. **Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.** Ἐάν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 165) τεθῇ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας E ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτίνας καμπυλότητος ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύ-

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



Σχ. 165.

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

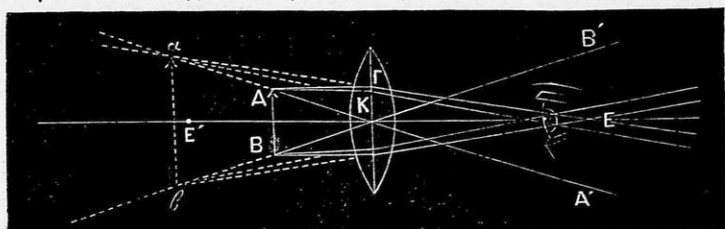


Σχ. 166.

267. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοδόνον σημεῖον Φ (σχ. 166) τεθῇ μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας Ε, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἁκτίνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι βαίνουν ἀποκλίνουσαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν δὲν δύνανται νὰ συναγνηθῶσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φακοῦ καὶ σχηματίσῃ καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἐὰν δέ τις τῶν ἁκτίνων τούτων δεχθῇ ὁ

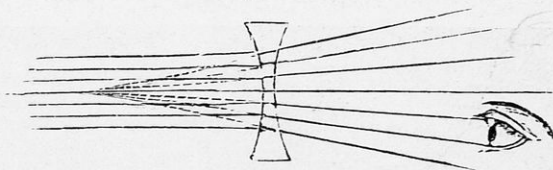
ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου Φ' κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ , ὅπερ καλεῖται κατ' ἐμφασιν ἐστία τοῦ σημείου τούτου.

268. Ἐὰν νῦν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ K θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντικείμενον AB (σχ. 167) μεταξὺ 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 διόδον βαλίνουσαι ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων AA' καὶ BB' . ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α καὶ β κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερευόντων ἀξόνων $\alpha AA'$ καὶ $\beta BB'$, ἐφ' ὧν κεῖνται καὶ τὰ σημεῖα A καὶ B καὶ εἰς μείζονα ἢ



Σχ. 168.

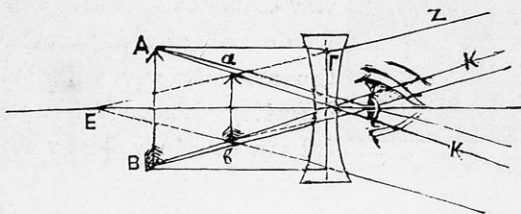
αὐτὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον $\sigma\beta$ πάντοτε ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοσοῦτῳ μείζον, ὅσῳ πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν E' κεῖται τὸ ἀντικείμενον AB .

Β' ΑΜΦΙΚΟΙΛΟΣ ΦΑΚΟΣ

269. Ἐὰν ἀμφικοίλος φακὸς (σχ. 168) δεχθῇ ἀκτίνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, αὐταὶ μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διό-

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

270. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 169) τεθῇ ἐνώπιον ἀμφικοίλου φακοῦ, ἔκαστον σημεῖον αὐτοῦ θά κείται ἐπὶ δευτερεύοντός τινος ἄξονος. Αἱ δ' ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτί-



Σχ. 169.

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

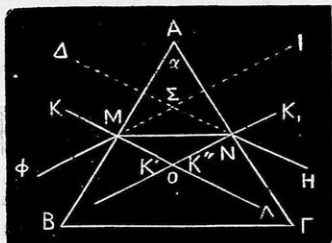
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

271. Καλεῖται ὀπτικὸν πρίσμα πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὕαλου, ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ συγκλινούσας, ἥτοι 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 κύρια τομὴ καὶ ΦM ἀκτὶς φωτὸς ἐν αὐτῇ προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἑδραν αὐτοῦ AB καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ΦMK . Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταδίδουσα ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον θάλαται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν MN σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου MK' γωνίαν διαθλάσεως NMK' ἐλάσσονα τῆς $KM\Phi$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς MN προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν δευτέραν ἑδραν $A\Gamma$ τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου



Σχ. 170.

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

272. **Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.** Ὅταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτὸς εἰσερχομένη εἰς ὠμάτιον 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 ἀπλῇ καὶ ἄχρους ὥς εἰσῆλθεν, ἀλλ' ἀναλελυμένη εἰς πολλὰς κεχρωματισμένας ἀκτίνας οὕτως, ὥστε προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου σχηματίζει εἰκόνα ταινιοειδῆ Δ , ἥτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῇ κυκλοτερεῖ εἰκόνι Γ πλάτος, μῆκος δ' ὅμως πολὺ ὑπέρτε-

ρον ταύτης. Ἡ δὲ ταινιοειδὴς αὕτη εἰκὼν, ἥτις εἶνε ἐκτετοπισμένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, φέρει τὰ χρώματα τῆς ἱρίδος τεταγμένα τὸ ἐν παρὰ τὸ ἄλλο. Καὶ τὸ μὲν ἄκρον τῆς ταινιοειδοῦς εἰκόνης τὸ κείμενον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος τὸ ἥττον ἐκτοπισθὲν εἶνε ἐρυθρόν,



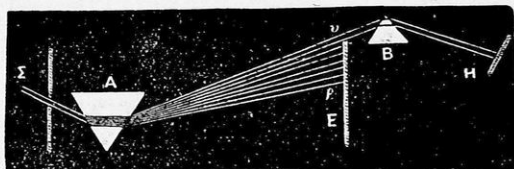
Σχ. 171.

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

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

(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 ἄφ' ἐνὸς μὲν πέραν τοῦ ἰοειδοῦς χημικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μῆκος τοῦ κύματος εἶνε μικρότερον τῶν 0,4 τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ μέτρου, ἄφ' ἑτέρου δὲ πέραν τοῦ ἐρυθροῦ σκοτειναὶ θερμαντικαὶ ἀκτίνες, εἰς ἃς τὸ μῆκος τοῦ κύματος φθάνει μέχρι 0,08 τοῦ χιλιοστομ. Ἐκ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων αἱ μὲν πρὸς τὸ ἐρυθρὸν εἶνε καὶ θερμαντικαί, αἱ δὲ πρὸς τὸ ἰόχρουν καὶ χημικαί.

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



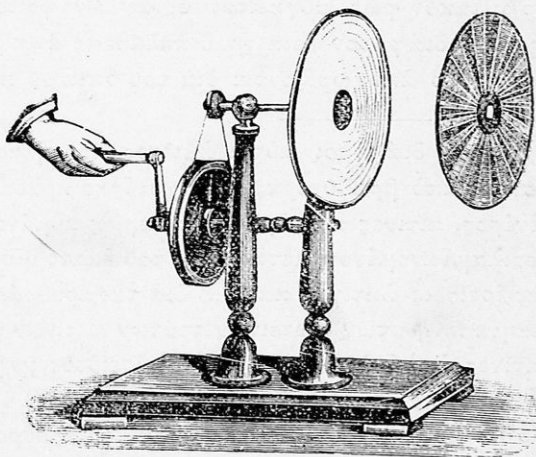
Σχ. 172.

τάς ἰσοειδεῖς π. χ. ἀκτῖνας v καὶ ῥίψωμεν αὐτάς ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Β, παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις καὶ διασκεδασμός, ἀλλὰ νέα χρώματα δὲν θὰ

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

274. **Δίσκος τοῦ Νεύτωνος.** Ὁ Νεύτων πρὸς ἀνασύνθεσιν τῶν ἐπτὰ χρωμάτων

καὶ ἀναπαραγωγὴν λευκοῦ φωτὸς μετεχειρίσθη δίσκον μεταλλινὸν κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 173). Ἐπ' αὐτοῦ προσεκόλλησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένας διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος καὶ ἐχούσας σχῆμα τομέως, ὧν ἕκαστος εἶχεν ἐμβα-



Σχ. 173.

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

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

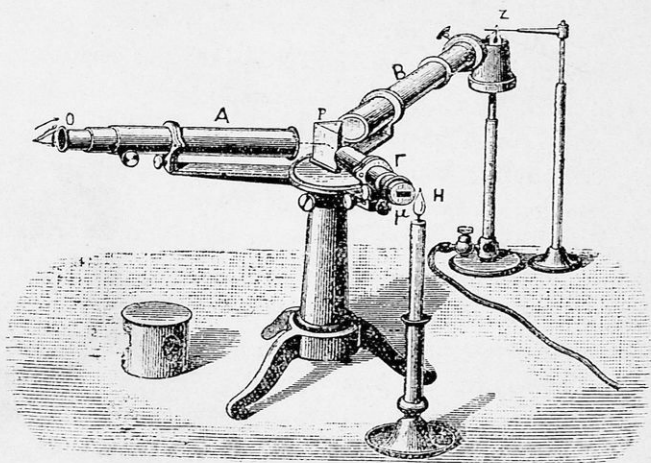
275. **Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα.** Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σῶματός τινος τὸ χρῶμα ἐκείνο, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρωτάτου λευκοῦ φωτός, οἷον εἶνε π. χ. τὸ ἡλιακόν. Κατὰ δὲ τὸν Νεύτωνα σῶμα τι φαίνεται λευκόν, ὅταν δεχθὲν λευκὸν φῶς δύνῃται νὰ ἐκπέμψῃ πάντα τὰ ἀπλᾶ χρώματα καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, ὅφ' ἣν 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, ἃς δέχεται, νὰ δύνῃται νὰ ἐκπέμψῃ μόνον τὰς πρασίνας π. χ. τότε τὸ σῶμα τοῦτο φαίνεται ἡμῖν πράσινον. Ἐὰν δὲ τινὰς τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων ἐκπέμπῃ σῶμα τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προσερχόμενον 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 ἐκλέγουσί τινὰς, ἃς 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 ἀκτίνας ἡλιακοῦ φάσματος, ὕπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτίνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πρασίνας κτλ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἰασδήποτε ἀπλᾶς ἀκτίνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δύναται νὰ ἐκπέμψῃ αὐτάς. Τοῦναντίον δὲ μέλαν σῶμα παραμένει μέλαν ἐκτιθέμενον ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ εἰς οἰανδήποτε ἀκτίνα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Τέλος σῶμα π. χ. ἐρυθρὸν εἰς μὲν τὰς

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

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

276. **Συμπληρωτικά χρώματα.** Συμπληρωτικά χρώματα κα-



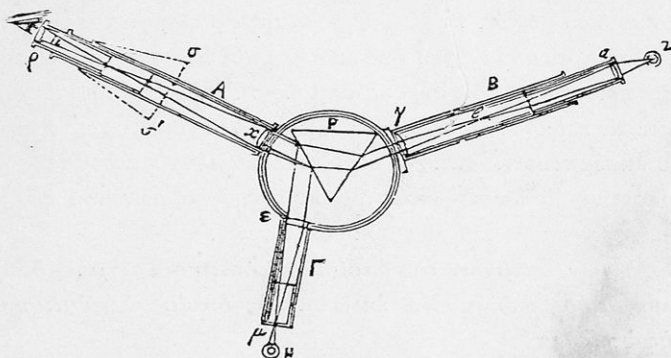
Σχ. 174.

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

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

μενον διὰ πρίσματος κατεσκευασμένου ἐξ ὑάλου λίαν θλαστικῆς δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ παρουσιάζει πλείστας λεπτοτάτας παραλλήλους σκοτεινάς γραμμάς, αἵτινες καλοῦνται *βαθώσεις 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, ἥτις φέρει μικρομετρικὴν κλίμακα μ.

279. **Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.** Διὰ τοῦ φασματοσκοπίου εὐρέθη ὅτι τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου βαθώσεις. Αἱ φλόγες τῶν τεχνητῶν φώτων, οἷον ἐλαίου, πετρελαίου, φωταερίου, κηρίου, παρουσιάζουσι συνεχὲς φάσμα. Ἐὰν ὁμως ἐντὸς ἄχρου φλογὸς φωταερίου ἢ οἶνοπνεύματος ἐμβάλωμεν διὰ πρίσματος ἐκ λευκοχρύσου χλωριοῦχον νάτριον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλόξ γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης βαθώσεως. Ὁμοίως παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας, οὕτω λοι-

ὅμοιαι ἐν μιᾷ ἀντὶθέσει φέρουσιν

πὸν τὰ πλείστα π. χ. τῶν μετάλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῷ φασματοσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλείονων λαμπρῶν ταινιῶν, δι' ὧν δυνάμεθα ν' ἀνακαλύψωμεν αὐτὰ καὶ ἐλάχιστα ἴχνη αὐτῶν, ἐὰν ὑπάρχωσιν ἐν τινι διαλύματι. Διὰ τῆς φασματοσκοπικῆς ταύτης ἀναλύσεως ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ νέα μέταλλα, τὸ καίσιον, τὸ ρουβίδιον, τὸ Ἰνδιον, 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 συνεχῆς ἄνευ σκοτεινῶν βραδύσεων, διαβιδασθῇ διὰ φλογὸς περιεχούσης διαπύρους ἀτμούς π. χ. νατρίου, τότε ἀπορροφῶνται αἱ κίτριναι ἀκτῖνες, τὰς ὁποίας οἱ διάπυροι ἀτμοὶ τοῦ νατρίου ἐκπέμπουσιν. Ἐπὶ δὲ τοῦ παραγομένου φάσματος παραγεται σκοτεινὴ βράδωσις εἰς τὴν κιτρίνην χώραν τοῦ φάσματος. Ὅθεν συνήγαγε τὴν ἐξῆς θεμελιώδη ἀρχήν.

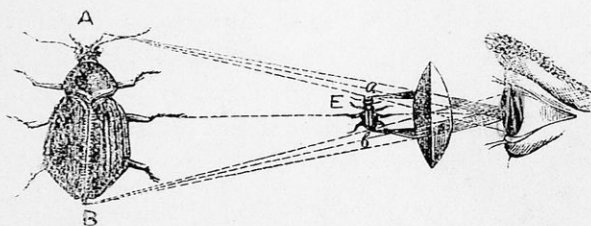
Μεταξὺ τῶν ἀκτίνων, τὰς ὁποίας οἱ διάπυροι ἀτμοὶ διαφόρων σωμάτων ἀπορροφῶσιν εἶνε ἐκεῖναι, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουσιν ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὁρους.

Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνέπερανεν ὅτι ἡ σκοτεινὴ βράδωσις, ἡ 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 ὕδρογόνου, βαρίου, ἀσβεστίου, ἀργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, νικελίου, χρωμίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ τιτανίου. Πολλὰ τῶν σκοτεινῶν βραδύσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς Γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὕδατμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

Ο Π Τ Ι Κ Α Ο Ρ Γ Α Ν Α

281. **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 Ε, 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

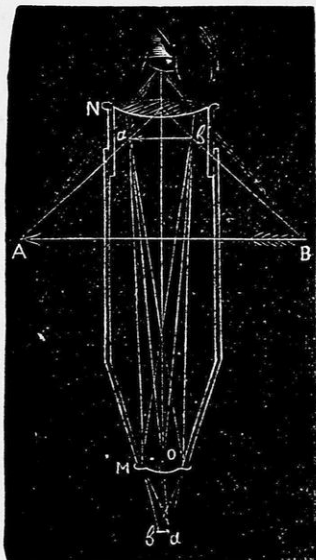


Σχ. 176.

αὐτοῦ ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας ὥσπερ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδῶλου
 ΑΒ, ὅπερ βλέπομεν ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ μεγέ-
 θυνσις δ' αὕτη εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ ἀντικείμενον κεῖται
 πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε 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 ΑΒ μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ
 γινόμενον μικρότερον, ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομα-
 κρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάσῃ πρὸς τὴν ἐστίαν Ε, τὸ εἶδωλον
 αὐτοῦ μεγαθύνεται.

282. **Σύνθετον μικροσκόπιον.** Τὰ κυριώτατα συστατικά τοῦ
 συνθέτου μικροσκοπίου εἶνε δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὧν ὁ μὲν εἰς

N (σχ. 177) στρεφόμενος πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν καλεῖται προσοφθάλμιος, ὁ δὲ M πρὸς τὸ ἀντικείμενον αβ στρεφόμενος ἀντοφθάλμιος. Καὶ ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος φακὸς M παράγει τὸ καθ' ὑπόστα-



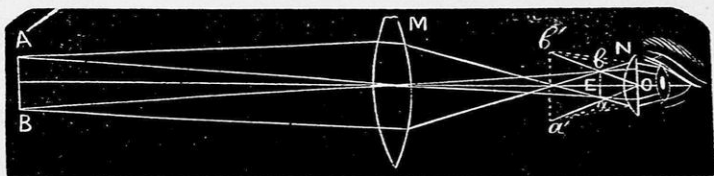
Σχ. 177.

σιν εἶδωλον $\alpha'\beta'$ τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου αβ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μεγαλύτερον αὐτοῦ, ὕπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὅστις ἐνεργεῖ ὡς ἄπλοῦν μικροσκόπιον καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον AB πολὺ μείζον τοῦ εἰδώλου $\alpha'\beta'$ καὶ ἔτι μείζον τοῦ ἀντικειμένου αβ.

283. Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.

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

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

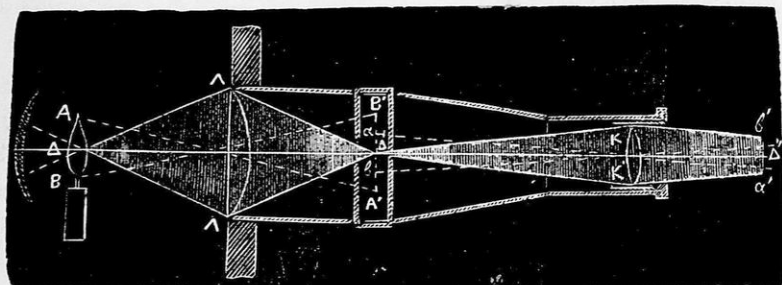


Σχ. 178.

οὗ σχηματίζεται τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον $\alpha'\beta'$. Τούτέστιν, ἐνῷ διὰ φιλοῦ ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν AOB, ἐπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τῆς

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

284. **Συσκευή προβολῆς φωτεινῶν εἰκόνων.** Ἡ συσκευή αὕτη χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνος διαφανοῦς, οἷαι εἶνε αἱ ἐπὶ ὕαλου φωτογραφίαί, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευή αὕτη ἐκ τινος φωτεινῆς πηγῆς AB (σχ. 179), ἥτις δύναται νὰ εἶνε φλῶξ λαμπάδος ἢ λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερμέτρως νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβαλλομένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν ἰσχυρὰν πηγὴν φωτός,

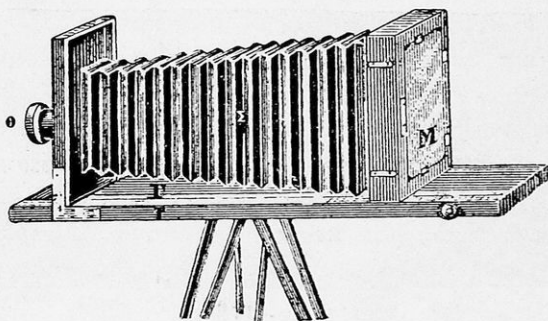


Σχ. 179.

οἷον τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ ἡλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοδόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἑδραν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς $\Lambda\Lambda$. ὅστις συγκεντροῖ τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πηγῆς AB ἐπὶ τῆς ἀνεστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνος $\sigma\beta$, ἥτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοδόλον ἀντικείμενον· διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ KK' σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἶδωλον $\delta' \alpha'$ τῆς εἰκόνος ἡγνωρωμένον 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 εἰκόνος.

285. **Φωτογραφικὴ συσκευή.** Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ τινος μι-

κροῦ σκοτεινοῦ θαλάμου φέροντος ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπήν, ἐντὸς τῆς ὁποίας δύναται νὰ ὀλισθήσῃ κοῖλος κύλινδρος φέρων συγκεντρωτικὸν φακὸν Ο (σχ. 180), ὃν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὗρισκόμενου εἰς ἀπόστασιν οἰανδήποτε 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 ὑαλὸν.



Σχ. 180

Πρὸς τοῦτο αἱ πλάγια ἔδραι τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου ἀποτελοῦσιν εἶδος ψυγητηρίου 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 τινῶν ἐνώσεων τοῦ ἀργύρου. Τὸ ἡλιακὸν φῶς δηλονότι ἐκτὸς τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ ιδιότητα καλουμένην χημικὴν, καθ' ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀποσυνθέσεις. Οὕτως, ἐὰν πληρώσωμεν φιάλην ἴσων ὀγκῶν ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ ῥίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνησίου φῶς, ἐπέρχεται πάραυτα ἐνώσεις μετ' ἐκ-

πυρσοхроτήσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ παραγωγή ὑδρο-
χλωρικοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν
ἡλιακῶν ἀκτίνων διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, οἷον χλωριού-
χον, ἰωδιούχον ἢ βρωμιούχον ἄργυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυν-
τίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορφὴν μελαίνης λεπτο-
τάτης κόνεως. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτὸς προκαλουμένης ἀπο-
συνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἡ φωτογραφία μεταχειριζομένη
ἰδίως μίγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ
λεπτότατον στρώμα ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακός, ἣτις τίθεται
εἰς τὴν θέσιν τῆς λευκῆς ὑαλίνης πλακός, ἐφ' ἧς, ὡς εἵπομεν, σχη-
ματίζεται τὸ ἐναργὲς 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 τοιαύ-
την ἀλλοίωσιν, ὥστε, ἐὰν μετὰ ταῦτα ἡ πλάξ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς
καταλλήλου διαλύματος (θειικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ
πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινόννης μετ'
ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται καὶ
ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος· οὕτω δ' ἐμφανίζεται ἡ
εἰκὼν, ἀλλὰ τὰ μέρη αὐτῆς τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ λευκὰ μέρη
τοῦ ἀντικειμένου εἶνε μέλανα, τὰ δὲ εἰς τὰ μέλανα λευκά, διότι τὰ
πρῶτα ὑπέστησαν μείζονα ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς καὶ κατ' ἀκολου-
θίαν εἰς ταῦτα ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μείζων
ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκοτεινότερα μέρη τοῦ ἀντι-
κειμένου. Ἡ εἰκὼν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ χρησιμεύει πρὸς
παραγωγὴν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἥτοι
φωτογραφιῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται
λευκά, τὰ δὲ μέλανα μέλανα. Πρὸς τοῦτο ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν πρῶτον
μὲν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ
ἀφαιρεῖται τὸ μέρος τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου, ὅπερ δὲν ὑπέστη
ἀποσύνθεσιν, εἴτε ξηραίνομένη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ φωτο-
παθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ

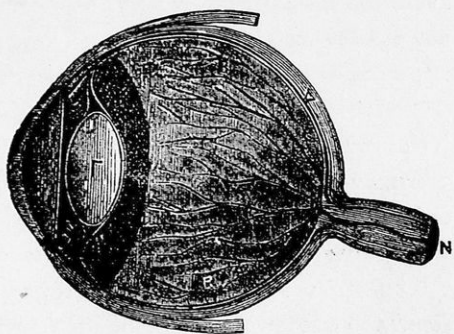
ἄκτινες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνης προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσιν τοῦ ἀργύρου, ἥτις συνήθως εἶνε χλωριοῦχος ἄργυρος ἐντὸς λευκώματος ἢ ἐντὸς πηκτῆς ἢ κολλωδίου (ἀριστοτυπικὸς χάρτης). Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνης ὡς διαφανῶν, οὐδὲν δὲ ἢ ἐλάχιστον διὰ τῶν σκοτεινῶν μερῶν, παράγεται ἐπὶ τοῦ χάρτου ἡ θετικὴ εἰκὼν. Μετὰ ταῦτα ὁ χάρτης οὗτος ἐμβαπτίζεται κατὰ πρῶτον μὲν εἰς διάλυμα χλωριούχου χρυσοῦ, ὅπερ ἐγκαταλείπον μεταλλικὸν χρυσὸν εἰς τὰ μέρη τοῦ χάρτου τὰ κεκαλυμμένα ὑπὸ ἀργύρου παρέχει εἰς τὴν εἰκόνα χρῶμα λαμπρότερον καὶ διαρκέστερον, εἴτα δὲ εἰς διάλυμα υποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται ὁ ὑπόλοιπος μὴ ἀποσυνθεθεὶς χλωριοῦχος 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 ΔΡΑ (σχ. 181), ὅστις πρὸς τὰ ὀπίσθεν μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶνε λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος σκληρωτικὸς ἢ καὶ ἀπλῶς σκληρὸς χιτῶν, πρὸς τὰ ἔμπροσθεν δὲ κατὰ τὸ Ρ διαφανής καὶ μᾶλλον κυρτός, καλούμενος κερατοειδὴς χιτῶν. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ μέλανος ὕμενος, καλούμενου χοριοειδοῦς. Ἐπὶ δὲ τοῦ χοριοειδοῦς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἵνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν, αἵτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα, καλούμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταδιβάζει τὸν παραγόμενον ἐρεθισμὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον.

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



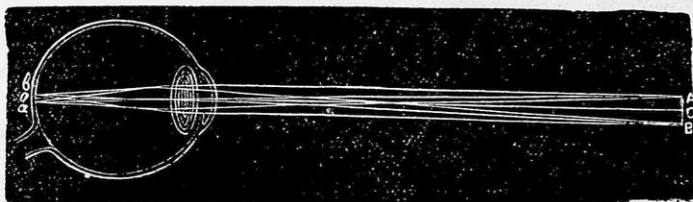
Σχ. 181.

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

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιδληστροειδοῦς 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 ἀκτῖνες 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, ἥτις 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 ὁράσεως. 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 βολδὸν 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· τοῦτέστιν ἡ μὲν κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ὀπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὁ δὲ κρυσταλλοειδὴς φακὸς τὸν συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδὴς 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) κεῖται ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐν τῶν σημείων τοῦ ἀντικειμένου, π.χ. τὸ A, ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοειδὲς ὑγρὸν, ἐνθα ὑφίστανται πρῶτην τινὰ διάθλασιν. Εἵτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικωτέρου, θλῶνται αἱ ἀκτῖνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα. Ὁ τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ

εἶτα εἰσερχόμενοι 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 α σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον τοῦ Α. Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ Β ἐκπορευόμεναι ἀκτίνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ β τὸ εἶδωλον αὐτοῦ. οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδωλον αβ μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἂν δ' ὁ ὀφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαι τῶν σημείων Α καὶ Β κείνται ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος.

Ἐπομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἡ ἐνοῦσα τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βοθρίου τῆς ὠχρᾶς κηλίδος. Ὅταν προσδλέπωμεν φωτοδόλον τι σημεῖον Α (σχ. 183) οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε



(Σχ. 183).

οἱ ὀπτικοὶ οὗτοι ἄξονες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α, σχηματίζοντες γωνίαν ΒΑΓ, καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξόνων καὶ τοσοῦτον ἐλαττωμένην, ὅσον τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α κείται ἀπωτέρω.

288. **Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα.** Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχῆς φωτοδόλος ταινία κυκλοτερῆς. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρά ὑδατίνων νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 116 § 197). Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἑπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος (σχ. 173 § 274) φαίνεται λευκός. Ἐὰν ὁμοίως

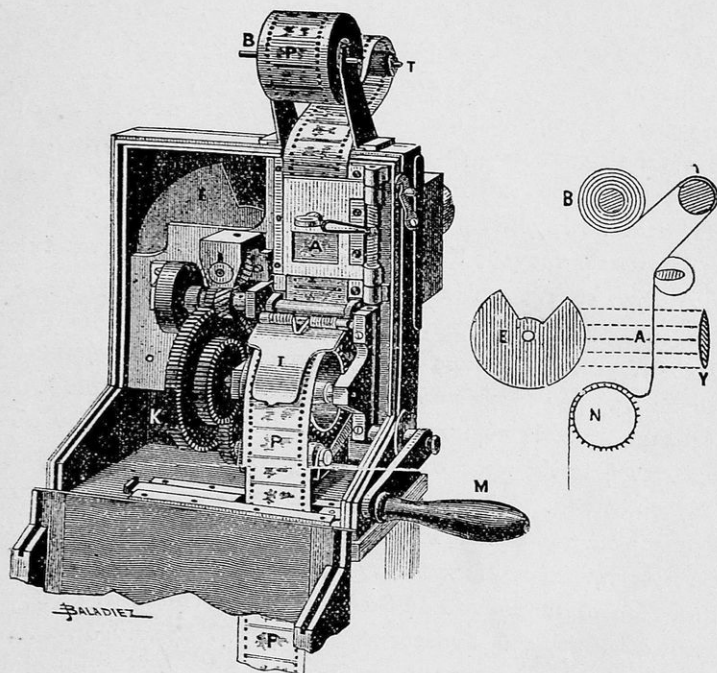
τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στροφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀκαριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκίνητων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἡ ἐπὶ τινος χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ βραχύτατον χρόνον, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκειά 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 προσδλέπωμεν πεφωτισμένον τι ἀντικείμενον, ἢ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ χρόνον, ἐν ᾧ ἡ φωτεινὴ πηγὴ, ἣτις ἐφώτιζε τὸ ἀντικείμενον, ἐξέλιπε καὶ τοῦτο εὐρίσκεται ἐν τῷ σκότει. Ἡ διάρκεια αὕτη τοῦ ὀπτικοῦ αἰσθήματος ἀνέρχεται, ὡς εἶπομεν, εἰς $\frac{1}{30}$ τοῦ δευτερολέπτου περίπου. Ἐὰν ἐπομένως φωτίζωμεν περιοδικῶς ἐν ἀντικείμενον κατὰ χρονικὰ διαλείμματα μικρότερα τοῦ $\frac{1}{30}$ τοῦ δευτερολέπτου, ἡμεῖς θὰ ὑπολάβωμεν ὅτι τὸ ἀντικείμενον φωτίζεται διαρκῶς. Ἐὰν δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐκλείψεις, κατὰ τὰς χρονικὰς δηλονότι στιγμὰς καθ' ἃς τὸ ἀντικείμενον δὲν φωτίζεται, μεταθέτωμεν αὐτὸ κατ' ἐλάχιστον, θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπωσιν ἀντικειμένου κινουμένου συνεχῶς.

Φαντασθῶμεν νῦν σειρὰν φωτογραφικῶν εἰκόνων εἰλημμένων ἐκ τοῦ φυσικοῦ κατὰ χρονικὰ διαλείμματα ἐλάχιστα, οἷον δύο παλαιστῶν ἐν πάλλῃ διατελούντων. Ἐὰν προβάλωμεν τὰς εἰκόνας ταύτας διαδοχικῶς ἐπὶ πετάσματος, τοῦ φωτισμοῦ ἐκλείποντος

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



Σχ. 184.

Ὡστε πᾶσα ἡ ἐργασία πρὸς προβολὴν ἀντικειμένων ἐν κινήσει συνίσταται εἰς τὴν ταχίστην διαδοχικῶς ἀλλαγὴν τῶν εἰκόνων καὶ ἔκλειψιν τοῦ φωτὸς κατὰ τὸν χρόνον τούτον τῆς ἀλλαγῆς. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται ὡς ἑξῆς.

Ἐπιμήκης ταινία ἐκ κυτταρινοειδοῦς (Celluloid) διαφανῆς καὶ εὐκαμπτος, ἐφ' ἧς ἐγένοντο αἱ διαδοχικαὶ φωτογραφίαι ἀντικει-

μένων ἐν κινήσει εὐρίσκομένων, διέρχεται κατὰ διαλείμματα πρὸ μικρᾶς θυρίδος, ἣτις μένει κεκλεισμένη, ἔφ' ὅσον ἡ ταινία εὐρίσκειται 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 B κατέρχεται διερχομένη πρὸ τῆς θυρίδος A καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου I πιέζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου N στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου M. Ὁ κύλινδρος οὗτος φέρει ἑκατέρωθεν ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὀδόντας, οἵτινες εἰσέρχονται εἰς ὁπὰς ἀνεψφγμένας ἑκατέρωθεν ἐπὶ τῆς ταινίας, οὕτω δὲ στρεφομένου τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ στροφάλου M ἡ ταινία παρασύρεται κατερχομένη. Ὁ ἄξων τοῦ στρεφομένου κυλίνδρου φέρει ὀδοντωτοὺς τροχοὺς K, δι' ὧν ἄφ' ἑνὸς μὲν στρέφεται ἔκκεντρον παρέχον εἰς τὴν ταινίαν κίνησιν κατὰ διαλείμματα, ἄφ' ἑτέρου δὲ δίσκος κυκλικὸς χάρτινος E, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐλλεῖπει εἰς κυκλικὸς τομεύς. Ὁ δίσκος οὗτος διερχόμενος πρὸ τῆς εἰκόνης παρουσιάζει τὸ μὲν πλῆρες αὐτοῦ μέρος ἐμποδίζων τὴν δίοδον τοῦ φωτός, ὅταν ἡ ταινία εὐρίσκηται ἐν κινήσει, τὸ δὲ ἐλλείπον αὐτοῦ μέρος, ὅταν ἡ ταινία πρὸς στιγμὴν μένη ἀκίνητος, ὅτε τὸ φῶς A τοῦ λύχνου δύναται νὰ διέλθῃ καὶ ἡ εἰκὼν προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος διὰ τοῦ φακοῦ Y τοῦ κειμένου εἰς τὸ ὕψος τῆς θυρίδος A καὶ πρὸς τὴν ἐτέραν ἐπιφάνειαν τῆς ταινίας P.

290. *Προσαρμοστία τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἑμμετροπία.* Ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ ἀνθρώπου τοῦ ἔχοντος κανονικὴν τὴν ὄρασιν, ὃ καλούμενος ἑμμέτρωψ, εἶνε τοιοῦτος, ὥστε ὅταν ἡρεμῇ, ἦτοι ὅταν οἱ μῦες τοῦ βολβοῦ εὐρίσκωνται ἐν χαλαρότητι, ὃ ἄνθρωπος νὰ δύναται νὰ βλέπῃ εὐκρινῶς τὰ λίαν μεμακρυσμένα ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα τότε σχηματίζουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν εἰκόνας ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Ἄλλ' ἂν μεμακρυσμένον ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν τὸ εἰκόνιον αὐτοῦ τείνει ν' ἀπομακρυνθῇ, ἵνα δὲ διηγεκῶς σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς πρέπει ὃ κρυσταλλοειδὴς νὰ γίνῃ θλαστικώτερος, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς

τῆς κυρτότητος τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ἀκτινωτοῦ μυός. Ἡ ἱκανότης 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 μακρὰν καὶ τῶν πλησίων κειμένων ἀντικειμένων μέχρις 25 ὕφεκ. ἀπ' αὐτοῦ, ἥτις 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 ὕφεκ. 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 διοπτῆρας μετὰ φακῶν ἀμφικοίλων.

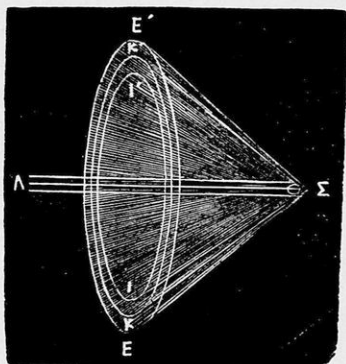
Ὁ ὑπερμέτρωψ ὀφθαλμὸς εἶνε τοιοῦτος, ὥστε καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγύς ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται πέραν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τοῦτο δὲ διότι ὁ βολβὸς αὐτοῦ εἶνε λίαν βραχύς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος. Ἡ ὑπερμετρωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.

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 ὕφεκ. περίπου βαίνει διηγεκῶς αὐξανόμενη προοῦσης τῆς ἡλικίας. Ἡ πρεσβυωπία διορθοῦται δι' ἀμφικύρτων φακῶν.

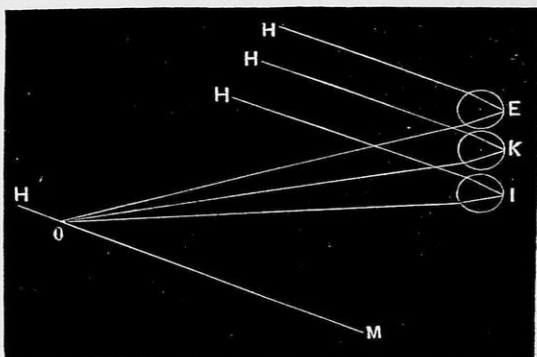
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

291. *Οὐράνιον τόξον ἢ Ἱρις.* Τὸ μετέωρον τοῦτο προέρχεται ἐκ τε τῆς διαθλάσεως καὶ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς ἐντὸς μικρῶν ὑδατίνων σταγόνων, εἰς ἃς μεταβάλλεται νέφος κατὰ τὴν βροχὴν. Ἀποτελεῖ δὲ ταινιοειδὲς τόξον φαινομένης ἀκτίνος 40° ἕως 42° κεχρωματισμένον διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσμα-



Σχ. 185.



Σχ. 186.

τος, τοῦ ἐρυθροῦ μὲν κειμένου πρὸς τὰ ἔξω, τοῦ ἰοειδοῦς δὲ πρὸς τὰ ἔσω. Τὸ οὐράνιον τόξον ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητὴν ἰστάμενον μεταξὺ νέφους μεταβαλλομέου εἰς βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ πρέπει ὁ μὲν παρατηρητὴς νὰ στρέφῃ τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἥλιον, τὸ δὲ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψος τοῦ ἡλίου φωτίζοντος τὸ νέφος νὰ μὴ ὑπερβαίνει τὰς 40 μοίρας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ οὐρανίου τόξου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ Ο (σχ. 186) μετὰ σημείου Μ τῆς οὐρανίου σφαίρας τοῦ ἀντικειμένου τῷ ἡλίῳ Η, ἐπεταί ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσοῦτῳ μεγαλύτερον, ὅσῳ ὁ ἥλιος κεῖται πλησιέστερον τῷ

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

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτῖνες Λ (σχ. 185) προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ὕδατινης σταγόνος Σ διαθλόμεναι, ἀνακλόμεναι ἀπαξ καὶ πάλιν διαθλόμεναι, ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνος σχηματίζουσαι ἐπτὰ κώνους πλήρεις κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ὧν ὁ ἐξώτερος $E'SE$ ἔχων γωνίαν κορυφῆς $\Lambda\Sigma E$ ἴσην πρὸς 42° καὶ περιλαμβάνων πάντας τοὺς λοιποὺς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος $I'SI$ ὁ ἐντὸς πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος καὶ ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς 40° ἀποτελεῖται ἐξ ἰοειδῶν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου $K' \angle K$, κεῖνται ἐντὸς τοῦ ἐρυθροῦ κώνου καὶ περιβάλλουσι τὸν ἰοειδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενετείρας τῶν κώνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμέναι ἀκτῖνες οὗσαι πολυπληθέστεραι, ἤτοι πυκνότεραι ἢ κατὰ πᾶσαν ἄλλην ἐν τῷ κώνῳ διεύθυνσιν καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἱριδος ἀκτῖνες. Ἐστω O (σχ. 186) ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, HOM ἡ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ EKI σειρά σταγόνων κειμένων ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς εὐθείας HOM . Ὁ ὀφθαλμὸς O τοῦ παρατηρητοῦ δέχεται κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν EO ἐνεργοὺς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ σταγὼν E εὐρίσκηται εἰς τοιοῦτον ὕψος, ὥστε ἡ γωνία EOM νὰ εἶνε ἴση πρὸς 42° , κατὰ δὲ τὴν διεύθυνσιν IO ἐνεργοὺς ἰοειδεῖς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ γωνία IOM εἶνε ἴση πρὸς 40° , καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν KO κιτρίνας ἐνεργοὺς ἀκτῖνας. Ἐὰν νῦν περιστρέψωμεν τὸ σχῆμα $EKIO$ περὶ τὴν 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 EI διαγράφει, τότε αἱ μὲν σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον E , ἐκπέμπουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας κειμένας ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας ἐχούσης γενέτειραν μὲν τὴν EO , ἄξονα δὲ τὴν OM καὶ ἐπομένως γωνίαν κορυφῆς MOE ἴσην πρὸς 42° . ὡς αὐτῶς αἱ σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον I , θὰ ἐκπέμψωσι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν

ιοειδεῖς ἀκτῖνας, αἵτινες ἀποτελοῦσι κωνικὴν ἐπιφάνειαν, ἥς ἡ γωνία τῆς κορυφῆς ΙΟΜ εἶνε ἴση πρὸς 40° . Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων κεχρωματισμένων τόξων, τοῦ ἐρυθροῦ ἔξωθεν καὶ τοῦ ἰοειδοῦς ἔσωθεν, θὰ κεῖνται ἄλλα τόξα κεχρωματισμένα διὰ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πάντα δὲ ὁμοῦ ἀποτελοῦσι τὸ ταινιοειδὲς οὐράνιον τόξον. Τὸ φαινόμενον τῆς ἱριδος παράγεται καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἀλλὰ σπανίως, τότε δὲ τὰ χρώματα τοῦ τόξου εἶνε πολὺ ἀμυδρά.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἱριδος ἀπεδίδετο ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰς τὴν ἀνάγκασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῶν βανίδων τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρουμένου ὕδατος.

292. **Ἄλως.** Περὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἐμφανίζονται πολλάκις κεχρωματισμένοι κύκλοι ἐρυθροὶ ἔσωτερικῶς, οὔτινες ἔχουσι φαινομένην ἀκτῖνα 22° ἕως 46° καὶ ἐνίοτε περιβάλλονται καὶ ὑπὸ δευτέρου ὁμοίως κεχρωματισμένου κύκλου ἀκτίνος διπλασίας περίπου τῆς τοῦ πρώτου, οὔτινος ὅμως ἐλάχιστα μόνον τμήματα συνήθως ἀναφαίνονται. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλούμενοι ἡλιακὴ ἄλως καὶ σελήνιακὴ ἄλως προέρχονται ἐκ τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν πρισματικῶν παγοκρυστάλλων, οὔτινες 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 βροχήν.

293. **Στέμματα.** Νέφη ἐξ ὑγροσφαιρίων ἀποτελούμενα διερχόμενα πρὸ τοῦ ἡλίου καὶ μάλιστα πρὸ τῆς σελήνης παράγουσι πολλάκις περὶ αὐτὰ φωτεινοὺς κύκλους ὁμοκέντρους κεχρωματισμένους, ἐρυθροὺς ἔξωτερικῶς καὶ ἔχοντας φαινομένην ἀκτῖνα πολὺ μικρότεραν τῆς τῆς ἄλως. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦνται στέμματα προερχόμενοι ἐκ τῆς διὰ τῶν ὑγροσφαιρίων τοῦ νέφους διόδου τῶν ἀκτίνων. Τοιοῦτοι φωτεινοὶ κύκλοι ἐμφανίζονται ὡσαύτως, ὅταν παρατηρῶμεν τὴν φλόγα λαμπάδος δι' ὕαλου, ἐφ' ἧς ἐναποθέτομεν διὰ τῆς

ἀναπνοῆς λεπτότατον στρώμα δρόσου ἢ κόνιν τινὰ λεπτοτάτην, οἷον λυκοπόδιον. Τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα ἐξηγεῖ τὰ στέμματα, ἅτινα παρατηροῦνται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον, ὅταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῇται λεπτοτάτη κόνις, ὡς συμδαίνει 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.

Αὐξανομένου τοῦ μεγέθους τῶν ὑδροσταγόνων τῶν νεφῶν, τὰ στέμματα σμικρύνονται, ἐξατμιζομένων δὲ τῶν ὑδροσταγόνων, τὰ στέμματα εὐρύνονται· ἡ πρώτη περίπτωσης προμηνύει 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

28 296. Καλοῦνται μαγνήται σώματα ἔχοντα τὴν ιδιότητα νὰ προσ-
έλκωσι μέχρι προσκολλήσεως τὸν σίδηρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα
μαγνητικὰ καλούμενα, οἷον τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ μαγγά-
νιον καὶ τὸ χρώμιον. Τὴν ιδιότητα ταύτην ἔχουσι καὶ ἄλλα μὲν
ὀρυκτά, ἰδίως ὅμως εἰδός τι σιδηρολίθου (σχ. 187), ὅστις καλεῖται
μαγνήτης λίθος ἢ φυσικὸς μαγνήτης. *μαγνητικὸν ὄξυδιον ὡς σιδηρ.*

Τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου κτᾶται καὶ ῥάβδος
ἐκ χάλυδος βεβαμμένου τριβομένη διὰ φυσικοῦ
μαγνήτου. Οἱ μαγνήται δ' οὗτοι καλοῦνται τε-
χνητοί, εἶνε ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν καὶ ἡ
ἐλκτική αὐτῶν δύναμις ἐμφανίζεται ἰσχυρο-
τέρα κατὰ τὰ δύο ἅκρα, ὡς παρατηροῦμεν
τοῦτο, ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον τῶν ἁκρῶν

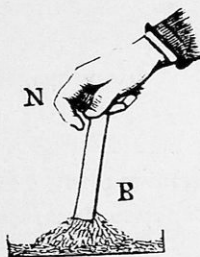


Σχ. 187.

μαγνητικῆς ῥάβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκολλώ-
μενα σχηματίζουνσι θυσάνους (σχ. 188). Τὰ δύο ἅκρα τῆς χάλυ-
δίνης ῥάβδου (σχ. 189) καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ
μεταξὺ τῶν δύο πόλων μέρος, ἔνθα οὐδεμία ἐλκτική δύναμις
ἀσκεῖται, καλεῖται μέση ἢ οὐδετέρα γραμμή.

297. Ἐὰν λάβωμεν βελόνην ἐκ χάλυδος BN (σχ. 190) ἔχου-
σαν σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκους ῥόμβου καὶ μαγνητίσαντες στη-
ρίξωμεν αὐτὴν ἐπὶ κατακορύφου ὀξέος ὀβελοῦ, οὕτινος τὴν ἀκίδα

εισάγομεν εἰς μικράν κοιλότητι κατασκευασθεῖσαν περὶ τὸ μέσον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη μετὰ τινος ταλαντώσεως ἵσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον

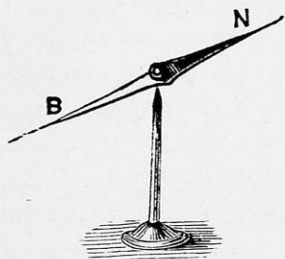


Σχ. 188.

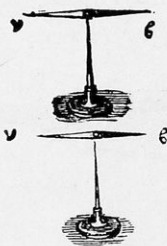


Σχ. 189.

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



Σχ. 190.

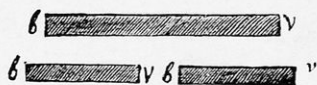


Σχ. 191.

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 ἅπωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερονύμους, ἔλξιν.

“Οθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. Οἱ μὲν δρώννυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τοῦναντίον δ’ οἱ ἑτερόννυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.

298. **Θραύσις μαγνήτου.** Ἐὰν θραύσωμεν μαγνητικὴν ῥάβδον βν (σχ. 192) εἰς δύο τμήματα βν, βν, ἀνευρίσκομεν αὐτὰ τέλειους μαγνήτας ἔχοντας δύο ἀντιθέτους πόλους. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ἐκ νέου ἑκάτερον τῶν δύο τούτων τμημάτων εἰς δύο ἴσα μέρη, ἀνευρίσκομεν ἑκαστον τῶν μερῶν τέλειον μαγνήτην.



Σχ. 192.

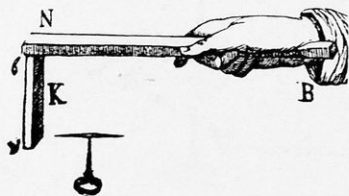
Ἐπειδὴ δὲ ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν διαιροῦντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα βν (σχ. 193) ἀνευρίσκομεν ἑκαστον ἐξ αὐτῶν τέλειον μαγνήτην, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου εἶνε τέλειοι μαγνήται.



Σχ. 193.

καὶ ὅτι εἰς μαγνήτης εἶνε ἄθροισμα ἀπείρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν.

299. **Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς ῥάβδου (σχ. 194) προσαγάγωμεν σιδηρὰν ῥάβδον Κ, αὕτη προσκολλημένη ἐπὶ τοῦ μαγνήτου μεταβάλλεται ὡσαύτως εἰς μαγνήτην, καὶ τὸ μὲν ἓν ἄκρον αὐτῆς β τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ νοτίου πόλου Ν τοῦ μαγνήτου εὐρισκόμενον γίνεται βόρειος πόλος, τὸ δ’ ἕτερον ν νότιος, ὡς



Σχ. 194.

δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν πλησιάζοντες εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο ν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἧς ὁ μὲν βόρειος πόλος ἔλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ’ αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾷ μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω, πλησιάζοντες εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 195) κύλινδρον αβ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἔλκεται καὶ

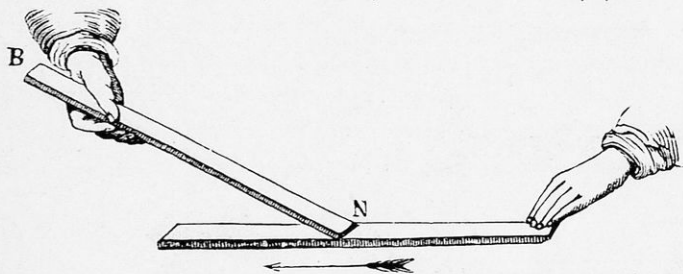
καθίσταται ικανὸς πρὸς ἔλξιν καὶ συνοχήν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ὁρίου ἀναλόγου τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου· οὕτω δὲ παράγεται ἡ καλουμένη μαγνητικὴ αἷλυσις. Ἄλλ' ὅταν διακόψωμεν τὴν ἐπαφήν τοῦ πρώτου τεμαχίου αβ μετὰ τοῦ πόλου τοῦ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



Σχ. 195.

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

Ἡ μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῷ

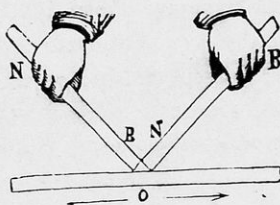


Σχ. 196.

μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυδι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων μαγνήτου τεμάχιον χάλυδος 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 χάλυδος δι' ἐνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ράβδον

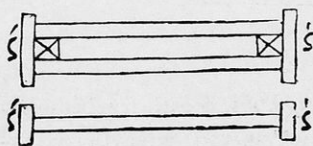
ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστρίβομεν εἴτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 196) ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τοῦ ἑνὸς πέρατος αὐτῆς κρατοῦντες τὸν μαγνήτην κεκλιμένον καὶ αἶροντες αὐτόν, ὅταν ἐξέλθῃ τοῦ πέρατος τούτου· ἐπαναφέροντες δὲ τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, ἐπαναλαμβάνομεν πολλάκις τὰς προστρίψεις ἐπὶ τοῦ ἡμίσεος τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν. Εἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμισυ τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου διὰ τοῦ ἑτέρου πόλου B τοῦ μαγνήτου καὶ οὕτως ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται, ἀναφανομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρας τὸ προστρίβεν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου



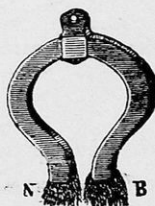
Σχ. 197.

προστρίβεν πέρας. Ἐὰν δ' ἔχωμεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστρίβομεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου (σχ. 197) ἀπὸ τοῦ μέσου οὗ πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἑκάστην προστρίβην μέχρι τῶν περάτων αἶρομεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον οὗ τῆς ῥάβδου.

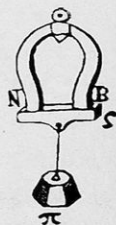
301. **Μαγνήται εὐθεεῖς καὶ πεταλοειδεῖς.** Συνήθως οἱ μαγνή-



Σχ. 198.



Σχ. 199.



Σχ. 200.

ται ἔχουσι σχῆμα ἐπιμήκους καὶ πεπλατυσμένου ὀρθογωνίου πρίσματος καὶ τίθενται ἀνὰ δύο ἐντὸς ξυλίνης θήκης, ἀλλ' οὕτως, ὥστε γὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος οἱ ἀντίθετοι πόλοι, εἰς τοὺς

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

Οἱ μαγνῆται οἱ ἀποτελούμενοι ἐκ πλειόνων ἐλασμάτων λεπτῶν ἐκ χάλυθος κατ' ἰδίαν μαγνητισθέντων καὶ συνενωθέντων, ἦτοι αἱ καλούμεναι *μαγνητικαὶ δέσμαι*, ἔχουσιν ἰσχὺν πολὺ ὑπερτέραν ἢ ἰσοδარεῖς καὶ ἰσομεγέθεις συμπαγεῖς μαγνῆται.

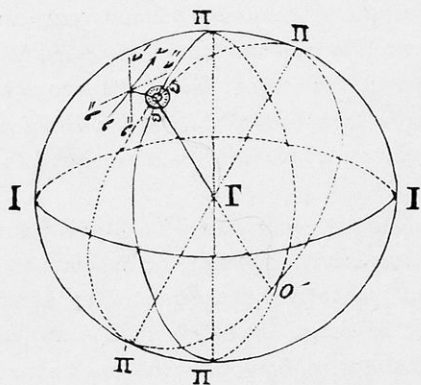
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΓΗ'Ι'ΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ· ΠΥΞΙΣ

302. Ἐὰν λάβωμεν λεπτὴν βελόνην ἐκ χάλυθος καὶ μαγνητίσαντες αὐτὴν ἐξαρθήσωμεν ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου νήματος ἀκλώστου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινὰς αἰωρήσεις ἡ βελὼν ἁμῶς λαμβάνει ὠρισμένην διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ περίπου πρὸς νότον καὶ δὲν τίθεται συνήθως ὀριζοντίως, ἀλλ' ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος ἐν τῇ βορείῳ ἡμισφαίρει κλίνει ὑπὸ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ὁ δὲ πρὸς νότον ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τούτου, τοὺναντίον δὲ συμβαίνει ἐν τῇ νοτίῳ ἡμισφαίρει.

303. Καλεῖται *ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ* τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τοῦς 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

ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἢ πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον κατὰ τὴν διεύθυνσιν, ἣν αὕτη ἡ μαγνητικὴ βελὼνη δεικνύει· ἡμῖν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφόσον μὲν βαίνομεν πρὸς βορρᾶν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως αὐξάνεται καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελὼνης τείνει νὰ λάβῃ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἐφόσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐλαττοῦται καὶ εἰς τινὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπους ἡ οὕτως ἐξηρητημένη βελὼνη καθίσταται ὀριζοντία, ἥτοι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως μηδενίζεται. Ἐὰν δὲ ὑπερβῶμεν τοὺς τόπους τούτους καὶ βαίνομεν πρὸς νότον ἐπὶ τοῦ νοτίου ἡμισφαίριου, ἀκολουθοῦντες τὴν διεύθυνσιν, ἣν δεικνύει ἡμῖν ἡ μαγνητικὴ βελὼνη, 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 βελὼνη ἐκ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐξαρτηθεῖσα καὶ μεταφερομένη ἄνωθεν μαγνητικῆς ῥάβδου ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου αὐτῆς πρὸς τὸ ἕτερον· τοιούτῃν ἡ μαγνητικὴ βελὼνη διηγεκῶς κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου



Σχ. 201.

ἀλλὰ σχηματίζει γωνίαν μετ' αὐτοῦ καὶ διαπερᾷ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς εἰς δύο σημεῖα Π' Π, ἅτινα καλοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι

διερχομένων· καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκομένη μένει ὀριζοντία, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἐν ἢ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ῥάβδου ῥέπει ἢ πρὸς τὸ ἐν 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,

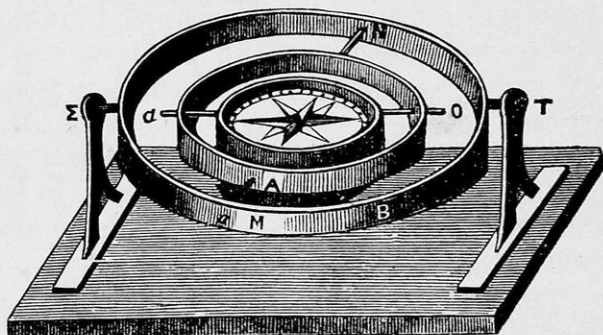
τῆς Γῆς, κείμενοι μὲν πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων III, ἀλλὰ μὴ ταυτιζόμενοι μετ' αὐτῶν.

304. Ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, ὅταν ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς ἐκτρέπεται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Εἶνε δὲ τὴν σήμερον δυτικὴ μὲν εἰς ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, τὴν Ἀφρικὴν, Μ. Ἀσίαν, Ἀραβίαν, τὸ δυτικὸν μέρος τῆς Αὐστραλίας καὶ εἰς τὰ ἀνατολικώτερα μέρη τῆς Β καὶ Ν. Ἀμερικῆς, εἰς πάντας δὲ τοὺς λοιποὺς τόπους ἀνατολική, ἐκτὸς χώρας τινὲς τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκίνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἔνθα αὕτη εἶνε δυτικὴ. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηγεκῶς μεταβολάς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδίον καὶ Παρισίους πρὸ 300 καὶ πλέον ἐτῶν (1580) ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολικὴ (11° — 12°), περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17^{ου} αἰῶνος (1657—1666) ἐμηδενίσθη, ἔκτοτε δ' ἐγένετο δυτικὴ καὶ ἔδαιγεν αὐξανομένη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρελθόντος αἰῶνος (1814—1818), ὁπότε ἐγένετο μεγίστη ($22^{\circ} \frac{1}{2}$ — $24^{\circ} \frac{1}{2}$), ἔκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττουμένη μένουσα πάντοτε δυτικὴ. Τοιαύτας ἐκτροπὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελόνη καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας. Καὶ ἡ γωνία δὲ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται διαφόρους μεταβολὰς αἰωνίας, ἐτησίας καὶ ἡμερησίας. 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 ἠφαίστειοι 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 ὅρον πρὸς $5^{\circ} 30', 81$ ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ $7', 36$. Ἡ δὲ ἐγκλισις $52^{\circ} 6'$ ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ $1', 6$.

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

νά λαμβάνη ὠρισμένην πάντοτε καὶ γνωστήν διεύθυνσιν, μεταχειρίζονται αὐτὴν οἱ ναυτιλλόμενοι, πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς ὄργανον καλούμενον *πυξίς*. Ἡ ναυτική πυξίς σύγκειται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἐπὶ ὀξέος ὀβελοῦ. Ἐπὶ τῆς βελόνης προσκολλᾶται λεπτότατος καὶ ἐλαφρότατος δίσκος ἐκ χάρτου ἢ μαρμαρυγίου (*mica*), ὅστις ὑποδιηρημένος ὢν εἰς 64 ἴσα μέρη καλεῖται *ἀνεμολόγιον*. Ὁ ὀβελὸς φέρων τὸ ἀνεμολόγιον καίται ἐν τῷ κέντρῳ τῆς δι' ὑάλου κεκλεισμένης ἄνωθεν χαλκῆς κυλινδρικῆς θήκης, ἥτις δι' ἄξονος αο (σχ. 202)



Σχ. 202.

ἔξέχοντος ἑκατέρωθεν αὐτῆς στηρίζεται ἐπὶ πρώτου τινὸς δακτυλίου Α, ὅστις πάλιν στηρίζεται ἐλευθέρως διὰ δευτέρου ἄξονος ΜΝ καθέτου τῷ πρώτῳ ἐπὶ δευτέρου δακτυλίου Β ἐστερεωμένου διὰ τῶν υποστηρίγματων Σ καὶ Τ ἐπὶ τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως καὶ τῆς προσθήκης μάζης μολύβδου τιθεμένης δίκην ἔρματος ἐν τῷ πυθμένι τῆς χαλκῆς θήκης ἡ πυξίς διατηρεῖται ὀριζοντία καὶ ὅταν τὸ πλοῖον εὐρίσκηται ἐν σάλῳ. Ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν δὲ τοιχωμάτων τῆς θήκης εἶνε κεχαραγμένη γραμμὴ, καλουμένη γραμμὴ πίστεως, ἥτις δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τῆς τροπιδος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς πυξίδος οἱ ναυτιλλόμενοι δύνανται νὰ δώσωσιν ὠρισμένην κατεύθυνσιν εἰς τὸ πλοῖον.

Πρὸς τοιοῦτον ὅργανον ὁ ἡγεταρχὴς α.γ. ὡ. κ. ἐκτίμησε καὶ ἐκτίμησε τὴν Πυξίδα τοῦ πλοίου, ὅπως νὰ συνδυασθῇ ἀπὸ τὴν ἀντοχήν τοῦ πλοίου. Συνεπὶς τῆς κατεύθυντος ὅπου ἐν τῷ πλοίῳ.

BIBLION ENATON

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

307. Ὁ πρῶτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (624-546 π. Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρά τινα σώματα. Περὶ τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17^{ου} 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, λεπτά τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μετάλλινα πέταλα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαφήν ἀπωθοῦσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου ὑποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων ῥευστόν τι ἀβαρές, ὑπερ ἐκάλεσαν ἡλεκτρισμὸν ἢ ἡλεκτρικὴν.



Σχ. 203.

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

ἡλεκτρίζεται. Παρατηρήθη ὡσαύτως ὅτι ἄλλα μὲν σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, κτῶνται ἡλεκτρικῶς ἰδιότητος μόνον ἐπὶ τῶν προστριβομένων σημείων, ἡ δὲ ἡλεκτρικὴ αὐτὴ παραμένει ἐπ' αὐτῶν μὴ δυναμένη νὰ μεταδοθῇ εἰς τὴν λοιπὴν μᾶζαν τοῦ σώματος, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος· ἐν ᾧ τοῦναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τινα σημεία τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ἡλεκτρίζόμενα κατὰ τὰ σημεία ταῦτα μεταδίδουσι τὴν ἡλεκτρικὴν ταύτην εὐθὺς εἰς ὅλα τὰ σημεία τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ὡς τοῦτο περίπου συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν καλῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρσαν τὰ σώματα εἰς κακοὺς· ἀγωγούς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς μὴ ἀγωγὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἡλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καὶ εἰς καλοὺς ἀγωγούς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς ἀγωγὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἡλεκτρισμὸς ῥέει εὐκόλως.

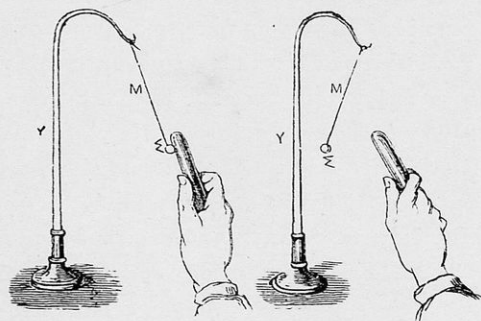
Ἐκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε κατ' ἐξοχὴν τὰ μέταλλα, ὁ συμπαγὴς ἄνθραξ, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξέα, τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων καὶ τὰ ὑγρανθέντα δι' ὕδατος στερεά, ὅπως ῥάβδος ὑαλίνη φέρουσα κατ' ἐπιφάνειαν στῤῥωμα ὑγρασίας. Κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ εἶνε ὁ πάγος, ἡ κρητὶς, τὸ μάρμαρον, ἡ πορσελάνη, τὸ ἐντελὸς 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 ἡλεκτρισμοῦ, καλοῦνται καὶ *ἀπομονωτικά*, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐπὶ τῆς μεταλλίνης ῥάβδου X (σχ. 203), ὀφείλομεν νὰ στηρίξωμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ κακοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐφ' ὕαλου, ἥτις τότε καλεῖται *μονωτὴρ*.

Ἐὰν ἐγγίσωμεν σῶμά τι ἀγωγὸν ἡλεκτρισμένον, ὁ ἡλεκτρισμὸς αὐτοῦ ἐκρέει διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν, ἥτις ἔνεκα τούτου ἐκλήθη κοινὸν δοχεῖον τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

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

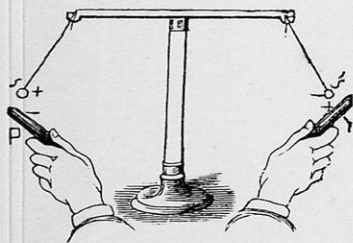
νά ἡλεκτρίσωμεν σῶμά τι, φέροντες αὐτὸ εἰς ἐπαφήν μετ' ἄλλου ἡλεκτρισμένου. Ἡ μετάδοσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς σώματος εἰς τὸ ἄλλο συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ σπινθηρος, παραγομένου ὀλίγον πρὸ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν.

310. **Ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές.** Προσφορώτερον ἀνευρίσκομεν ἂν σῶμά τι εἶνε ἡλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργάνου, ὕπερ καλούμενον ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές σύγκειται ἐξ ἐπικαμποῦς ὑαλίνου στελέχους Υ (σχ. 204) στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλκίνου ὑποστηρίγματος καὶ φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον νήμα μετάξης Μ, ἐξ οὗ εἶνε ἐξηρτημένον κουφότατον σφαιρίδιον Σ ἐξ ἐντεριώνης τῆς ἀκτέας



Σχ. 204.

ἄγωγόν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. 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.



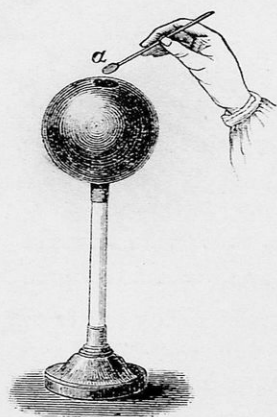
Σχ. 205.

Ρ, ἢ εἰς τὸ δεύτερον σφαιρίδιον ς' , ὕπερ ἀπωθεῖ ἢ ἐκ ῥητίνης ῥάβδος, πλησιάσωμεν τὴν ὑαλίνην Υ, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἑλξιν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὑπάρχουσι δύο

311. **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός.** Ἐὰν εἰς τὸ σφαιρίδιον ς (σχ. 205), ὕπερ ἀπωθεῖ ἢ ὑαλίνῃ ῥάβδῳ, πλησιάσωμεν τὴν ἐκ ῥητίνης

εἶδη ἡλεκτρικῆς, ὧν ἡ μὲν μία εἶνε ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ὑάλου προστρι-
βομένης 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 ἡλεκτρισμένα σώματα ἀπωθοῦνται, τοὺναντίον δὲ τὰ
ἐτερονύμως ἡλεκτρισμένα ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν
σφαιριδίων μετὰ τῶν ἡλεκτρισμένων ῥάβδων ἐξ ὑάλου ἢ ῥητίνης
μεταδίδεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμώνυμος ἡλεκτρικὴ (σχ. 204) καὶ διὰ
τοῦτο ἐπέρχεται ἅπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἡλεκτρισμένην
υἰαλίνην ῥάβδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον σφαι-
ρίδιον ἢ τὴν ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένην ἐκ ῥητίνης ῥάβδον πλησιά-
σωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἡλεκτρισμένον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν
ἔλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἐτερονύμως ἡλεκτρισμένα.

31 312. Ὑπόθεσις πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἡλεκτρικῶν φαινο-
μένων.



Σχ. 206.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἡλεκτρικῶν
φαινομένων παραδέχονται ὅτι πᾶν σῶμα
ἐν φυσικῇ καταστάσει εὐρισκόμενον φέρει
ἄπειρον ποσότητα τοῦ καλουμένου οὐδε-
τέρου ἡλεκτρικοῦ 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 ἡλεκτρισμόν. Ἐὰν δ' ἐνώ-
σωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν
ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν, παράγεται καὶ
αὐθις οὐδέτερον ρευστόν.

31 313. Διάταξις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ
τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστόν φέρεται
πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν ἐν ἡλεκτρικῇ ἰσορρο-
πίᾳ ἀγωγῶν καὶ ὁμοιομερῶν σωμάτων. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ
τοῦ ἐξῆς πειράματος.

Λαμβάνομεν ὀρειχαλκίνην σφαῖραν κοίλην ἐστηριγμένην ἐφ'

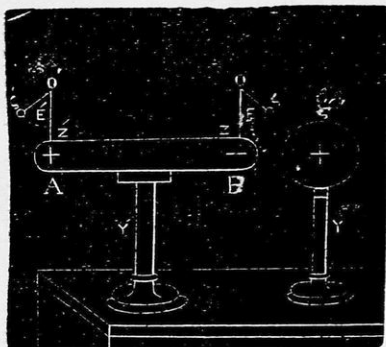
ὕαλίνου ποδὸς (σχ. 206) καὶ φέρουσιν ἄνωθεν κυκλικὴν δὴν. Ἠλεκτρίσαντες τὴν σφαῖραν παρατηροῦμεν ὅτι μόνον ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτῆς φέρει ἡλεκτρικὴν, οὐχὶ δὲ καὶ ἡ ἐσωτερικὴ. Διαγινώσκουμεν δὲ τοῦτο ἐγγίζοντες ἢ τὴν ἐσωτερικὴν ἢ τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας διὰ τοῦ καλουμένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, ὄντος μικροῦ μεταλλίνου δίσκου α προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μικροῦ στελέχους ἐκ λακκείου κόμματος, καὶ εἴτα πλησιάζοντες τὸν δίσκον εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν 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. **Ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἀγωγὸν τι σῶμα μεμονωμένον δυνάμεθα νὰ ἡλεκτρίσωμεν ὑποβάλλοντες αὐτὸ ἐξ ἀποστάσεώς τινος εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐτέρου ἡλεκτρισμένου σώματος. Οὕτως, ἐὰν εἰς σῶμα ἡλεκτρισμένον, οἷον εἰς τὴν θετικῶς ἡλεκτρισμένην σφαῖραν ϵ'' (σχ. 207), πλησιάσωμεν ἀγωγὸν σῶμα μεμονωμένον, οἷον ὀρειχάλκινον κύλινδρον AB ἐστηριγμένον ἐφ' ὕαλίνου ποδὸς Γ' , παρατηροῦμεν ὅτι ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα A καὶ B τοῦ κυλίνδρου φέρουσιν ἡλεκτρισμὸν καὶ ὅτι εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον B τὸ ἐστραμμένον πρὸς τὴν ἡλεκτρισμένην σφαῖραν ἐπισωρεύεται ἀρνητικὴ ἡλεκτρικὴ, εἰς δὲ τὸ ἀντίθετον A θετικὴ. Καὶ ὅτι μὲν ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου εἶνε ἡλεκτρισμένα, καταδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ τὰ ἄκρα δύο ἐκκρεμῶν ϵ καὶ ϵ' διὰ νήματος ἐκ κανάδεως (καλοῦ ἀγωγοῦ) ἐξηρητημένων, ἅτινα ὁμωνύμως ἡλεκτριζόμενα

πρὸς τὰ ἐφ' ὧν στηρίζονται μετάλλινα στελέχη OZ καὶ $O'Z'$ ἀπωθονται ὑπ' αὐτῶν. Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχουσιν ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι ἐὰν εἰς ἀμφότερα πλησιάσωμεν διαδοχικῶς ῥάβδον ὑαλίνην τριβείσαν διὰ



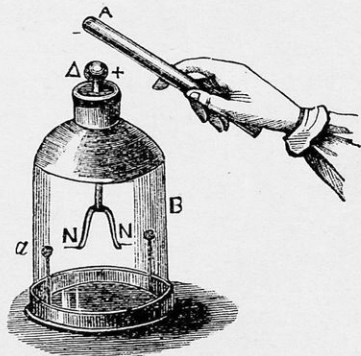
Σχ. 207.

μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις, ὡς προείπομεν, ἠλεκτρίζεται θετικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὸ ἄκρον B ἐκκρεμὲς Oz ἔλκεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἄρα φέρει ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, τὸ δὲ $O's'$ τὸ πρὸς τὸ ἄκρον A ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς, ὡς φέρον ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν, ἥτοι θετικὴν. Ἐὰν δέ, τοῦ κυλίνδρου εὕρισκομένου πλησίον τῆς σφαίρας, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν οἷονδῆποτε σημεῖον τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν ἐκκρεμὲς $O's'$ τοῦ ἀπωτέρω ἄκρου A καταπίπτει, ἐκρεοῦσης εἰς τὴν Γῆν τῆς ὁμωνύμου πρὸς τὴν τῆς ἐπιδρώσης σφαίρας ἠλεκτρικῆς, τὸ δὲ ἐκκρεμὲς Oz τοῦ ἄκρου B ἀνυψοῦται ἔτι μᾶλλον δεικνύον μείζονα συσσωρεύσιν ἠλεκτρικῆς κατὰ τὸ ἄκρον τοῦτο. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρᾷ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ κυλίνδρου AB, ὅπερ ἀναλύει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῆς σφαίρας σημεῖα B τοῦ κυλίνδρου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα αὐτοῦ A. Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθεὶς κύλινδρος AB τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἢ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκρέει εἰς τὴν Γῆν, ἢ δ' ἑτερόνυμος συσσωρεύεται ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον B ὡς μὴ ἐλκομένη πλέον ὑπὸ τῆς ἑτερόνυμου ἠλεκτρικῆς A. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ πρῶτον τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου καὶ

εἶτα ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ παραμένει ἠλεκτρικὴ ἐτερώνυμος πρὸς τὴν τῆς σφαίρας.

Διὰ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως τῶν σωμάτων εὐχερῶς νῦν ἐξηγοῦμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἔλξιν καὶ ἄπωσιν (σχ. 204, § 310). Ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς ὑάλου ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ σφαιριδίου Σ, ἀλλ' ἡ ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ πρὸς τὴν ῥάβδον 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 ὥσιν, τὸ σφαιρίδιον Σ φέρεται πρὸς τὴν ὑάλον μέχρις ἐπαφῆς, ὅτε τοῦτο* τῆς ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐξουδετερουμένης πληροῦται μόνον ὁμωνύμου θετικῆς ἠλεκτρικῆς καὶ ἀμέσως ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ὑάλου.

315. **Ἡλεκτροσκόπιον.** Τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἶνε ὄργανον, δι' οὗ διαγινώσκομεν οὐ μόνον ἂν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνου στελέχους ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 208), κάτωθεν δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσαῖ φύλλα ΝΝ. Τὸ στέλεχος τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ πώματος ὑαλίνου δοχείου Β ἔχοντος μεταλλινὸν πυθμένα. Καὶ διαγινώσκομεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἔαν



Σχ. 208.

πλησιάζοντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ δι' ἑστάμενα, ἀνευρίσκομεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος τούτου ἠλεκτρίζοντες τὸ ἠλεκτροσκόπιον θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς ὡς ἐξῆς. Πλησιάζομεν εἰς τὴν σφαῖραν Δ

ἢ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐκκρεμοῦς μὲν ἐπὶ δεικνύει σφαῖρα καὶ ὁ οὐδέτερον ἠλεκτρισμένην ρευστὸν καὶ ἐκκρεμοῦς μὲν εἰς τὸ πρὸς τὸν μόνον δεικνύει ἠλεκτρισμένην σφαῖρα καὶ ἐπὶ ἀρνητικῆς δεικνύει ἐπὶ ὑψηλὸν ἀνωθεν.

σῶμα A φέρον γνωστὴν ἡλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν, ἥτις ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ ΔN ἀναλύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον τὴν θετικὴν πρὸς τὴν σφαῖραν Δ , ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον τὴν ἀρνητικὴν πρὸς τὰ φύλλα NN ἅτινα ὁμώνυμῶς ἡλεκτριζόμενα διίστανται ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα. Ἐὰν δὲ τότε ἐπιθέσωμεν τὸν δάκτυλον ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ , ἡ μὲν ὁμώνυμος ἡλεκτρικὴ ἐκφεύγει εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν, ἡ δ' ἐτερώνυμος ἢ θετικὴ ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ συγκατατούμενη ἐκεῖ ἕνεκα τῆς ἑλξεως τῆς ἐπὶ τῆς βάρδου A ἐτερώνυμου ἡλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκολουθῶς ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἡλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν βάρδον A , ἡ θετικὴ ἡλεκτρικὴ τῆς σφαίρας διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίων φύλλων NN , ἅτινα διὰ τοῦτο αὐθις ἀπωθοῦνται. Οὕτω δὲ τὸ ἡλεκτροσκόπιον ἡλεκτρίσθη διὰ γνωστοῦ εἴδους

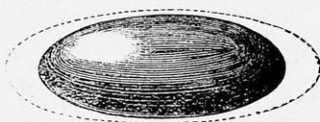


Σχ. 209.

ἡλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι, καὶ οὕτω παρασκευασθὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἴδους τῆς ἡλεκτρικῆς ἡλεκτρισμένου τινὸς σώματος. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς τὸ θετικῶς ἡλεκτρισμένον ἡλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς ἡλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δ' ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

316. Μέτρησις ποσότητος ἡλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἡλεκτρο-

σκοπίου. Πρὸς τοῦτο θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ σύρματος τὸ ἠλεκτροσκόπιον Β (σχ. 209) μετὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday Κ, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ κοίλου μεταλλικοῦ κυλίνδρου μεμονωμένου διὰ παραφίνης Σ. Ἐὰν σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν ἠλεκτρισμένον εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ κυλίνδρῳ, οἷον σφαῖραν μεταλλίνην Ρ ἠλεκτρισμένην οὕτως, ὥστε νὰ γείνη ἐπαφή ἐσωτερικῶς, ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ἐν τῷ κυλίνδρῳ εἰσαχθείσης σφαίρας ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου, τὰ δὲ φύλλα τοῦ χρυσοῦ ἀφίστανται, διότι μέρος τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου μεταβαίνει εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον Β. Ἡ ἀπομάκρυνσις αὕτη τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς μέτρησιν ἠλεκτρικοῦ φορτίου. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον τὸ ὄργανον βαθμολογοῦμεν ὡς ἑξῆς. 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 ἀνοιγμα τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα πολλάκις καὶ σημειοῦμεν ἐκάστοτε τὸ ἀνοιγμα 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 ἀνοιγμα 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 ἡλεκτρι-
σμένον ἄγωγόν σῶμα ἔχῃ σχῆμα ἐπίμηκες, οἷον ἐλλειψοειδοῦς ἐκ
περιστροφῆς, τότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστὸν λαμβάνει τὴν μεγίστην
πυκνότητα κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ (σχ. 210).
Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἄγωγου περατουμένου ἐκατέρωθεν εἰς ἡμι-
σφαίρια καὶ ἡλεκτρισμένου ὁ ἡλεκτρισμὸς 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 σῶ-
μα ἀπολήγῃ εἰς ἀκίδα, τότε ἡ

πυκνότης γίνεται μεγίστη ἐπὶ τῆς ἀκίδος, ἔνθα τὸ ἡλεκτρικὸν
ρευστὸν ὁμωνύμως ἡλεκτρίζον τὰ περὶ τὴν ἀκίδα μέρη τοῦ ἀέρος
ἀπωθεῖ ταῦτα, οὕτω δὲ ἡ μὲν ἡλεκτρικὴ τῆς ἀκίδος ἐκρέουσα
διαχέεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, τὰ δὲ ἀπωθούμενα μέρη τοῦ ἀέρος
παράγουσι τὸ καλούμενον ἡλεκτρικὸν φύσημα ἱκανὸν νὰ σθέσῃ τὴν
φλόγα παρακειμένης λαμπάδος. Κατὰ ταῦτα, ὅταν θέλωμεν νὰ
ἐκφύγῃ ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐκ τινος ἄγωγου σώματος, ὀπλίζομεν αὐτὸ
δι' ἀκίδος, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη δύναμις τῶν
ἀκίδων, ἥτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα.



Σχ. V.

318. **Ἡλεκτροδυναμικόν.** Ἐὰν ὁμοιομερῆ ἄγωγόν ἐν ἡλε-
κτρικῇ ἰσορροπίᾳ εὐρισκόμενον θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ
ἡλεκτροσκοπίου διὰ λεπτοῦ καὶ ἐπιμήκους σύρματος, ὅπως ἀποφύ-
γωμεν πᾶσαν ἐπίδρασιν, τὸ ἡλεκτροσκοπίον φορτίζεται, τὸ δὲ
φορτίον αὐτοῦ μένει σταθερόν, οἷονδ' ἡποτε σημεῖον τοῦ ἄγωγου καὶ
ἂν ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἡλεκτρικὸν τοῦτο φορτίον τοῦ
ἡλεκτροσκοπίου χαρακτηρίζει τὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν, ἥτοι
τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἄγωγου, τὸ ὅποῖον δύναται νὰ εἶνε θετι-
κὸν ἢ ἀρνητικὸν ἢ καὶ ἴσον τῷ μηδενί. Ἐὰν λάβωμεν διαφόρους
ἄγωγους ἡλεκτρισμένους καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν κατ'
ἰδίαν ἕκαστον μετὰ τοῦ αὐτοῦ ἡλεκτροσκοπίου, ἀνευρίσκομεν ὅτι
ἔχουσιν ἢ τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικὸν ἢ διάφορον ἐκ τῆς μείζονος

*τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν ἰσοδυναμικὸν εἰς τὸ ἴσον ἀπαιτεῖται δύναμις, ἢ εἰς τὸν
ἐκπαιδευτικὸν δὲ ἀπαιτεῖται.*

ἢ ἐλάσσονος ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Δυνάμεθα κατὰ συνθήκην 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 συνθήκην λαμβάνουσιν ὡς ἠλεκτροδυναμικὸν μὴ ἐν τῷ ἠλεκτροδυναμικῷ τῆς Γῆς ἢ ἀγωγοῦ τινος τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν πρὸς τὴν Γῆν, καθόσον ὅταν οὗτος τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἠλεκτροσκοπίον οὐδὲν φορτίον λαμβάνουσι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ. Ὅταν τὸ φορτίον τὸ μεταδιδόμενον εἰς τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἴνε θετικόν, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ εἴνε θετικόν, ἤτοι ἀνώτερον τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ τῆς Γῆς.

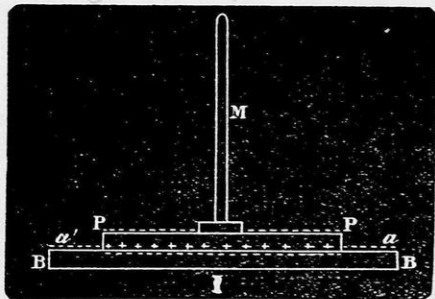
319. **Ποσότης ἠλεκτρισμοῦ.** Ἀγωγὸς τις μεμονωμένος δύναται νὰ δεχθῇ μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ὁπότε καὶ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ καθίσταται μείζον ἢ ἐλάσσον. Δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα τῆς ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ ἐκεῖνο τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, ὅπερ τιθέμενον ἐπὶ ὠρισμένου ἀγωγοῦ, οἷον 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. **Ἠλεκτροχωρητικότητα.** Ἐὰν εἰς μεμονωμένον ἀγωγὸν δώσωμεν ἠλεκτρικὸν φορτίον διπλάσιον, τριπλάσιον κ.τ.λ., ἡ ἠλεκτρικὴ πυκνότης εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ διπλασιάζονται, τριπλασιάζονται κτλ. Ὡστε ἐπὶ παντὸς ἀγωγοῦ ὑφίσταται ἀναλογία μεταξὺ τοῦ φορτίου τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ αὐτοῦ. Ἡ σταθερὰ αὕτη σχέσις καλεῖται ἠλεκτρικὴ χωρητικότης τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐὰν τὴν μονάδα τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέσωμεν κατ' ἰδίαν ἐπὶ διαφόρων ἀγωγῶν διαφόρων διαστάσεων, φέρομεν αὐτοὺς εἰς διάφορον ἠλεκτροδυναμικόν, διότι οἱ διάφοροι ἀγωγοὶ ἔχουσι διάφορον χωρητικότητα. Ἐλήφθη ὡς μονὰς χωρητικότητος ἡ χωρητικότης ἐκεί-

νου του άγωγού, όστις δεχόμενος ποσότητα ηλεκτρισμού ίσην τῇ μονάδι, ἤτοι ίσην πρὸς μίαν κουλόμβειον μονάδα, λαμβάνει ηλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα. Ἡ μονάς αὕτη τῆς χωρητικότητος καλεῖται φαραδείος (farad).)

321. **Συγκοινωνία δύο άγωγῶν έχόντων διάφορον ηλεκτροδυναμικόν.** Ἀγωγός τις Α ἔχει ηλεκτροδυναμικὸν ἀνώτερον τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ ἄλλου άγωγοῦ Β, ἐὰν τὸ φορτίον, ἕπερ λαμβάνει ηλεκτροσκόπιον τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ άγωγοῦ Α, εἶνε ὑπέρτερον τοῦ φορτίου, τὸ ὁποῖον τὸ αὐτὸ ηλεκτροσκόπιον λαμβάνει τεθὲν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ άγωγοῦ Β. Ἐὰν τότε συνάψωμεν διὰ σύρματος τοὺς δύο άγωγοὺς Α καὶ Β, ηλεκτρισμὸς μεταδίδει ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ Β ἤτοι παράγεται ηλεκτρικὸν ρεῖσμα, τὸ ὁποῖον παύει, ὅταν οἱ δύο άγωγοὶ λάθωσιν ἐπὶ τέλους τὸ αὐτὸ ηλεκτροδυναμικόν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ εἰς διάφορον ὕψος, ὁπότε 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 ηλεκτρισμόν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν μηχανῶν τούτων εἶνε τὸ καλούμενον ἡλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα, ἕπερ συγκρατεῖται ἐκ πλακοῦντος ΒΒ (σχ. 212) κατεσκευασμένου ἐκ ῥητίνης καὶ στηριζομένου ἐπὶ μεταλλίῳ φύλλῳ Ι συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἐδά-



Σχ. 212.

φους. Ἐὰν προστίψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν α'α τοῦ πλακοῦντος διὰ μαλλίῳ ὑφάσματος, ηλεκτρίζομεν αὐτὸν ἀρνητικῶς. Ἐὰν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον ΡΡ φέροντα

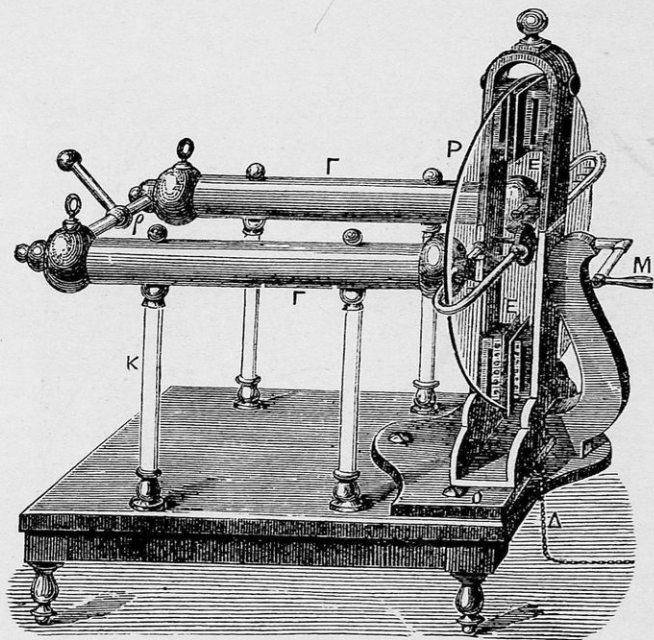
υαλίνην λαβὴν Μ καὶ κεκαλυμμένον διὰ φύλλου κασσιτέρου, πά-
ραυτα ὁ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ πλακοῦντος ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ
οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ δίσκου ἀναλῶει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὸν
θετικὸν ἡλεκτρισμὸν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου,
ἀπωθεῖ δὲ τὸν ὁμώνυμον, ἤτοι τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν, πρὸς
τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τότε ἐγγί-
σωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου (σχ. 213),
μετοχετεύομεν τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρι-
σμὸν εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν δὲ ἀπομα-
κρύναντες κατὰ πρῶτον τὸν δάκτυλον
ὕψωσωμεν τὸν δίσκον καὶ πλησιάσω-
μεν τὴν ἑτέραν τῶν χειρῶν ἡμῶν εἰς
τὸν δίσκον, παράγεται ἡλεκτρικὸς
σπινθήρ. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις ἐπιθέσωμεν
τὸν δίσκον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος καὶ ἐγ-
γίσαντες πρὸς στιγμὴν διὰ τοῦ δακτύ-
λου τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον ἄρῳμεν
εἰτα τὸν δίσκον, ἀποσπῶμεν καὶ δεύτερον σπινθήρα, ὁμοίως καὶ
τρίτον καὶ καθεξῆς, χωρὶς νὰ τύψωμεν ἕκ νέου τὸν πλακοῦντα,
διότι οὗτος ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δύναται νὰ συγκρατῇ ἐν ἑαυτῷ τὴν
ἡλεκτρικὴν.



Σχ. 213.

(323. **Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ramsden.** Ἡ μηχανὴ
αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγοῦ σώματος μεμονω-
μένου μεγάλης ποσότητος ἡλεκτρικῆς, δι' ἧς ποικίλα πειράματα
ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος,
ὑπερ εἶνε υάλινος δίσκος ΕΕ (σχ. 214) στρεφόμενος περὶ τὸ κέν-
τρον αὐτοῦ διὰ στροφάλου Μ, β') ἐκ τοῦ τρίδοντος σώματος, ὑπερ
σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπεριεχόντων
τρίχας, μεταξὺ τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ δίσκος καὶ γ') ἐκ τοῦ
σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύεται ἡ ἡλεκτρικὴ καὶ ὑπερ σύγκειται ἐκ
κοίλων ὀρειχαλκίνων κυλίνδρων ΓΓ ἀποληγόντων πρὸς τὸ ἐν μὲν
μέρος εἰς ὀρειχαλκίνας σφαίρας, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ τὸ πρὸς τὸν

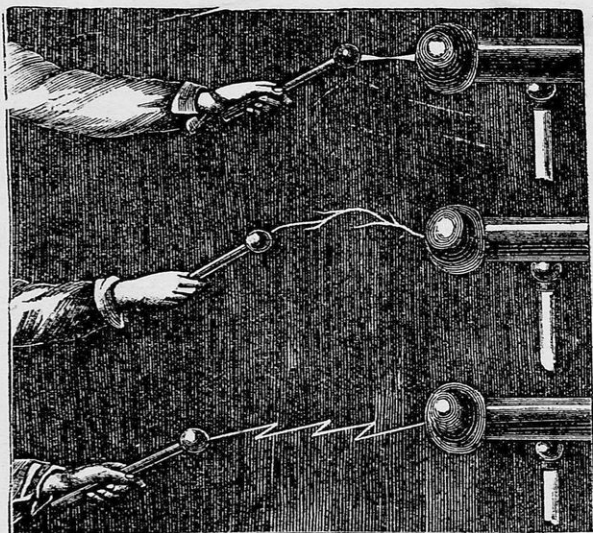
υάλινον δίσκον ἐστραμμένον εἰς ἐπικαμπεῖς ὀρειχαλκίνας σωληνάς, μεταξύ τῶν σκελῶν τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ υάλινος δίσκος. Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἀγωγοὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τῆς πρὸς τὸν υάλινον δίσκον ἐστραμμένης τοῦς καλουμένους κτένας,



Σχ. 214.

ἤτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἀγωγοὶ ΓΓ τῆς μηχανῆς συνάπτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὀρειχαλκίνου σωληνός ρ καὶ στηρίζονται ἐπὶ υαλίνων στηριγμάτων K, δι' ὧν τηροῦνται μεμονωμένοι ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ ὀτροφάλου M στρέψωμεν τὸν δίσκον, οὗτος τριβόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρισκομένων εἰς διαρκῆ συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως Δ ἡλεκτρίζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἡλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη

διὰ τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κτενῶν ἀποσυνθέτει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, ἥτις 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, ἥτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς.)

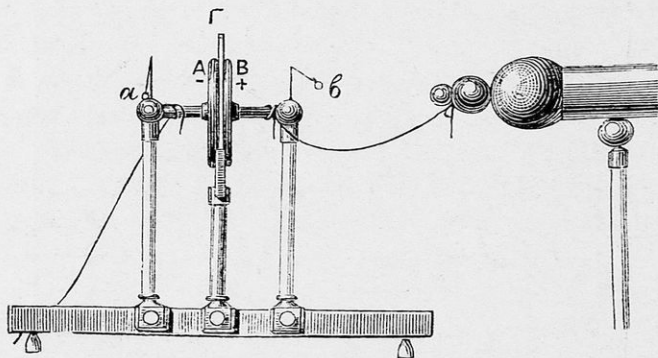


Σχ. 215.

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 τῶν νεύρων. Ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἐπίσης, ἐὰν πλησιάσωμεν ἄλλο ἠλεκτρικὸν σῶμα, οἷον μετάλλινον ἀγωγὸν ἀπολήγοντα εἰς σφαῖραν, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ (σχ.215). Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα διακρίνομεν ἰδίως φωτεινὴν τινα γραμ-

μήν λευκήν 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 σπινθήρ.

Ἐὰν διὰ τοῦ φασματοσκοπίου ἐξετάσωμεν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθήρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν αἴγλη παρέχει τὸ φάσμα τῶν μεταλλικῶν ἀγωγῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυται ὁ σπινθήρ, ἡ δὲ



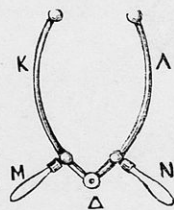
Σχ. 216

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

34 325. **Πυκνῶται τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Πυκνῶται καλοῦνται ὅργανά τινα, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλίνων ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ποσότητος θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ πολλῶν μείζονας ἐκείνων, ἃς θὰ ἐδέχοντο αἱ μετάλλιναι 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 πλὰξ ὑαλινὴ 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 ἐκκρεμὲς β

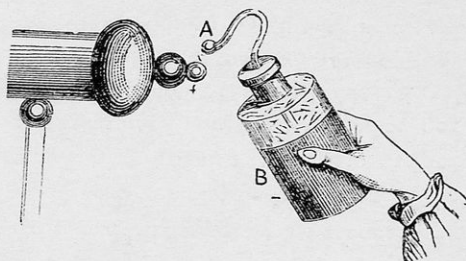
κατ' ἀρχάς μὲν παραμένει κατακόρυφον, μετ' ὀλίγον δ' ἄρχεται βραδέως ὑψούμενον καὶ μετ' ἀρκετάς στροφάς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμές αὐτὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐτέρου δίσκου Α εὐρισκόμενον παραμένει διηνεκῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος Β πληροῦται θετικῆς ἡλεκτρικῆς, ἥτοι ὁμωνύμου τῇ ἡλεκτρικῇ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ Α ἀρνητικῆς.

Ἡ πύκνωσις τῶν δύο ἡλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἑξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου Β ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου Α καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον, ἥτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου Α, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἡλεκτρικαὶ τῶν δίσκων Β καὶ Α ἐλκόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, νέα ποσότης ἡλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον Β, ἥτις ἐπισωρεύει ἰσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου Α καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἡλεκτρικαὶ βαίνουνσιν αὐξανόμεναι μέχρις ὁρίου, τὸ ὅποion εἶνε τοσοῦτον ὑπέρτερον, ὅσῳ ἡ ἡλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἢ ἐπιφάνεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσσων, ἥτοι ὅσῳ ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσωμεν τὸν πυκνωτὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἑνὸς 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, ἥτοι τὸν καλούμενον ἐκκενωτήν, καὶ ἐγγίζομεν διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ἑνὸς μὲν σκέλους Κ τὸν δίσκον Β (σχ. 216), πλησιάζομεν δὲ τὸ ἄκρον τοῦ ἐτέρου σκέλους Λ εἰς τὸν δίσκον Α, ὅποτε παράγεται ἡλεκτρικὸς σπινθήρ προσερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων συνηγμένων ἑτερονύμων ἡλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα φιάλης, ὅποτε καλεῖται λου; δου-



Σχ. 217.

νική λάγνηος. Σύγκειται δ' ἐκ κοινῆς υαλίνης φιάλης (σχ. 218) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασσιτέρου Β. Διὰ τοῦ πώματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀρειχάλκινον στέλεχος, οὗτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μεταλλί-



Σχ. 218.

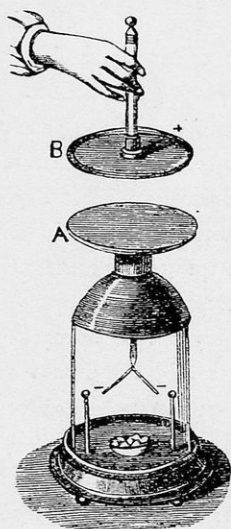
νων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὃν ἐπικαμπὲς ἀπολήγει εἰς μετὰλλινον σφαιρίδιον Α. Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ μετὰλλινα φύλλα καλοῦνται ἐσωτερικὸς ὀπλισμός, τὰ δ' ἐξωτερικὰ ἐξωτερικὸς ὀπλισμός. Πληροῦμεν δ' ἡλεκτρικῆς τὴν λουγδου-

νικήν λάγνηον λαμβάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας δι' ἐνός τῶν δύο ὀπλισμῶν εἴτε τοῦ ἐσωτερικοῦ εἴτε τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ πλησιάζοντες ἢ ἐγγίζοντες τὸν ἕτερον ὀπλισμὸν εἰς τὸν ἄγωγὸν τῆς ἡλεκτρομηχανῆς. Συνήθως ὅμως λαμβάνομεν αὐτὴν διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ καὶ ἐγγίζομεν ἢ πλησιάζομεν τὸ σφαιρίδιον Α τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀπλισμοῦ εἰς τὸν ἄγωγὸν τῆς ἡλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σύναμα τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ' ἱκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μηχανῆς ἐκκρεμὲς ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλους στάσιμον, ὑπερ δεικνύει ὅτι ἡ λάγνηος ἐπληρώθη ἡλεκτρικῆς μέχρις ὁρίου. Ἐκκενοῦμεν δὲ τὴν λάγνηον μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτήν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὀπλισμούς, ὁπότε παράγεται ἰσχυρὸς ἡλεκτρικὸς σπινθήρ.

326. **Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι.** Ἡ ποσότης τῆς ἡλεκτρικῆς, ἥτις δύναται νὰ συσσωρευθῇ ἐν τῇ λουγδουνική λαγνήνῃ, εἶνε τοσοῦτῃ μείζων, ὅσῃ ἢ ἐπιφάνεια τῶν ὀπλισμῶν εἶνε μείζων. Ὅθεν ἐντός λουγδουνικῆς λαγνήνου μεγάλων διαστάσεων δυνατόν νὰ

ἐπισωρεύσωμεν μεγάλας ποσότητες ἡλεκτρικῆς. Ἀντὶ ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λάμψην μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ὅλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὀπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἑδάφος, τοῦτο δὲ ὅλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Τὸ τοιοῦτον σύστημα πολλῶν λουγδουνικῶν λαμπήνων καλεῖται ἡλεκτρικὴ συστοιχία, ἥτις δύναται νὰ παράσχῃ ἰσχυρότατον ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα.

327. **Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκοπίον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπέδων ὀρειχαλκίνων δίσκων Α καὶ Β (σχ. 219) ἐπικεχρισμένων διὰ λακκίου κόμμεος. Καὶ ὁ μὲν κατώτερος δίσκος Α κοχλιοῦται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ὀρειχαλκίνου στελέχους τοῦ φέροντος τὰ φύλλα χρυσοῦ κοινοῦ ἡλεκτροσκοπίου (σχ. 208, § 315), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος Β φέρει ὑαλίνην λαβήν. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον Α μετ' ἀσθενεστάτης ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τὸν δ' ἀνώτερον Β μετὰ τοῦ ἑδάφους, ἐπισωρεύονται βαθμὴδὸν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαί. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν τὴν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνίαν τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἡ ἡλεκτρικὴ, ἡ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου Α, διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο διίστανται. Ἀνευρίσκομεν δὲ τὸ εἶδος τῆς ἡλεκτρικῆς, ἣν συνέλεξεν ὁ δίσκος Α, πλησιάζοντες σῶμα ἡλεκτρισμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἡλεκτρικῆς.)



Σχ. 219.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ

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

Δυνάμεθα δὲ ν' ἀνεύρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε ἠλεκτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρικῆς φέρει, διὰ κοινου ἠλεκτροσκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὅποιον ὅμως ἡ σφαῖρα Δ συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσεως μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀναστηλουμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολήγοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερώνυμον ἠλεκτρικὴν, ἥτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ, ὅτινα δίστανται. Διὰ τοιούτων πειραμάτων ἀνεύρον ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε συνήθως ἠλεκτρισμένη θετικῶς. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους τοῦναντίον εἶνε ἠλεκτρισμένη ἀρνητικῶς.

329. Ἡλέκτρισις τῶν νεφῶν. Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται, ὡς εἶδομεν, ἐξ ἐλαχίστων σταγόνων καθαροῦ ὕδατος, αἵτινες, καταπίπτουσαι διηνεκῶς καὶ τριδόμεναι ἐπὶ τοῦ ἀέρος, ἠλεκτρίζονται θετικῶς, ἕνεκα τούτου τὸ νέφος φέρει φορτίον θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἄλλ' ὥσαύτως ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἐδάφους ἠλεκτρίζει νέφος τι ἐξ ἐπιδράσεως πρὸς τὸ κατώτερον μὲν μέρος αὐτοῦ θετικῶς, πρὸς τὸ ἀνώτερον δὲ ἀρνητικῶς. Ἐὰν ρεῦμα ἀέρος διασπάσῃ τὸ νέφος τοῦτο, παράγονται δύο νέφη καχωρισμένα καὶ ἠλεκτρισμένα ἀντιθέτως.

330. Ἀστραπή. Βροντή. Ἐὰν δύο νέφη ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένα πλησιάσωσιν ἀλλήλα, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσαι πρὸς ἀλλήλας ἐνοῦνται διὰ σπινθήρος μετ' ἰσχυρᾶς λάμπσεως, ἥτις εἶναι ἡ ἀστραπή, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλουμένην βροντήν.

Ἡ ἀστράπη ἔχουσα πολλάκις μήκος πολλῶν χιλιομέτρων βαίνει ἀνυπολόγιστα κατὰ γραμμὴν πολυθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάβασιν μεγάλῃς ποσότητος ἡλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περὶ αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν νεφῶν φωτίζουσιν αἴφνης μεγάλην ἑκτασιν τοῦ ὀρίζοντος. Ἐνίοτε ἀναφαίνονται εἰς τὸν ὀρίζοντα ἀνέφελον ὄντα κατὰ τὰς θερινὰς νύκτας ἀστραπαὶ μὴ συνοδεύμεναι ὑπὸ βροντῆς. Αὗται παράγονται ὑπὸ νεφῶν κειμένων εἰς οὕτω μεγάλην ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἀπόστασιν, ὥστε ἡ βροντὴ νὰ μὴ γίνηται ἀκουστή. Ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶνε ἐλαχίστη· καὶ ὄντως, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἥτις ταχύτατα ἐλαύνουσα ἐν τῇ σκότει φωτίζεται αἴφνης ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ τροχὸς οὗτος φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητος, διότι διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰς ἀκτίνας αὐτοῦ ὡς ἐὰν ᾗσαν ἀκίνητοι.

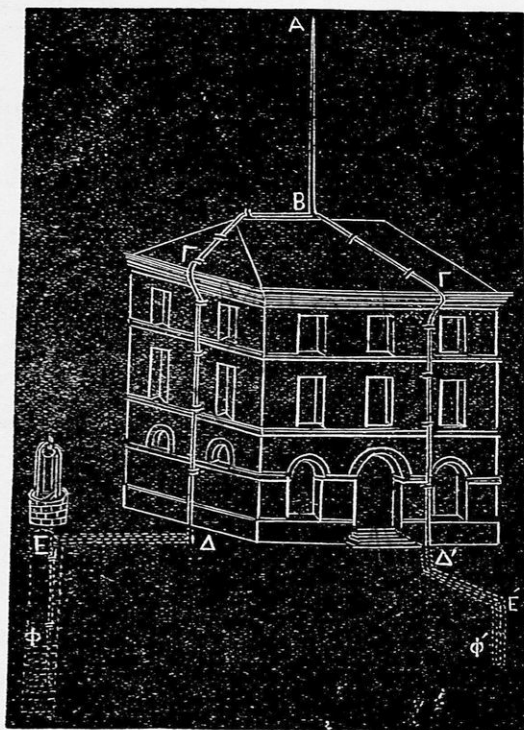
Ὡς ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ, ὃν ἐκ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενοῦς φόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστράπη συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, τῆς αἰτία εἶνε ἡ βιαία δόνησις, εἰς ἣν τίθεται ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ κατὰ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος. Δὲν ἀκούομεν δὲ τὴν βροντὴν, καθ' ἣν στιγμὴν βλέπομεν τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς, διότι τὸ μὲν φῶς διανύον 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ ἀπὸ τοῦ κεραυνοδόλου νέφους μέχρις ἡμῶν διάστημα ἐν χρόνῳ ἀναισθητῷ, ἐν ᾧ ὁ ἤχος 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 ἡλεκτρισμένον, ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέ-

τερον βρευστόν τοῦ ἐδάφους καὶ πάντων τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωμάτων, ἅτινα πληροῦνται οὕτως ἀντιθέτου ἡλεκτρικῆς. Ὅταν δὲ ἡ πρὸς ἔνωσησιν τάσις τῶν ἀντί-έτων τούτων ἡλεκτρικῶν καταστή ἀρκούν-τως ἰσχυρά, ἐκρήγνυται ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, καὶ τότε λέγομεν ὅτι πίπτει κεραυνός, ὅστις πίπτει πάντοτε ἐπὶ τῶν πλησιεστέρων τῶν κεραυνοδόλῳ νέφει σημείων καὶ διὰ τοῦτο προσβάλλει ἰδίως τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα καὶ μάλιστα τὰ ὑψηλὰ δένδρα. Ἐνεκα τούτου, ἐν ὥρᾳ καταιγίδος εἶνε ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ ὑψηλὰ δένδρα. Ὁ κεραυνὸς καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μὴ ἀγωγὰ τήκει καὶ ἐξατμίζει μέταλλα, ἀναφλέγει εὐφλέκτους ὕλας καὶ πολ- λάκις φονεῖει ἀνθρώπους καὶ ζῷα, ἄλλοτε δὲ εἰσχωρῶν εἰς ἀμμῶδες ἔδαφος τήκει πολλὰκις τὴν ἄμμον καὶ παράγει κοίλους σωλήνας ἔχοντας τοιχώματα ὑαλώδη, οἵτινες ἐκλήθησαν κεραύνιοι σωλήνες ἢ κεραυνίται. Ὁ κεραυνὸς διασχίζων τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μετα-τρέπει μέρος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ εἰς τὸ καλούμενον ὄζον, εἰς τὸ ὅποιον ὀφείλεται ἡ ὀσμὴ, ἣν μετὰ τὴν πτώσιν τοῦ κεραυνοῦ αἰσθανόμεθα.

332. Ἀλεξικέραυνον. Τὸ ἀλεξικέραυνον εἶνε συσκευὴ, ἣτις ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου τῷ 1771 χρησιμεύει, ὅπως προ-φυλάσῃ ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ τὰ οἰκοδομήματα, τοὺς ναοὺς, τὰ πλοῖα, τὰς ἀποθήκας τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κτλ. Σύγκειται δὲ κυρίως ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ κοντοῦ AB (σχ. 220) καὶ τοῦ ἀγω-γοῦ ΒΔΦ. Καὶ ὁ μὲν κοντὸς εἶνε ῥάβδος εὐθεῖα ἐκ σιδήρου λεπτυ-νομένη ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφὴν καὶ ἔχει ὕψος τὸ πολὺ 6 μέτρων καὶ ἀναστηλοῦται κατακορύφως ἀνωθεν τοῦ προφυλα-κτέου οἰκοδομήματος ἐπὶ τῆς στέγης. Εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ κοντοῦ κοχλιοῦται κωνικὴ ἀκίς ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐκ χαλκοῦ ἐπι-χρύσου, εἰς δὲ τὸ κατώτερον Β προσκολλᾶται καλῶς διὰ κασσιτέ-ρου ὁ ἀγωγὸς τοῦ ἀλεξικεραύνου, ὅστις κατασκευάζεται ἢ ἐκ σιδη-ρῶν ῥάβδων ἐπεψευδαργυρωμένων ἢ κάλλιον ἐκ πολλῶν λεπτῶν συρμάτων καθαρῷ χαλκοῦ ὡς ἔχοντες μεῖζονα ἡλεκτραγωγὸν δύναν. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καλῶς συναπτόμενος μετ' ὅλων τῶν

μεγάλων μεταλλίνων ὀγκῶν τοῦ κυρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρᾶ πατώματα, τὰ μετάλλινα στεγάσματα, αἱ ὑδρορροαί, οἱ κώδωνες τῶν ναῶν, καὶ ὑποδασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἤλων ἐπὶ



Σγ. 220.

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

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

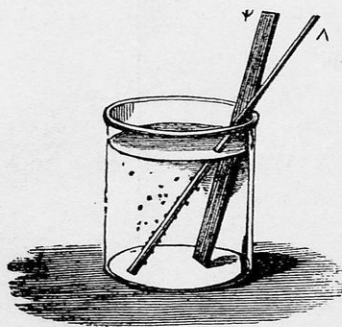
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ· ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

36 333. Ἡλεκτρισμὸς ἐκ χημικῆς δράσεως. Ἐὰν ἐντὸς ποτηρίου περιέχοντος θεικὸν ὀξύ προαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος ἐμβαπίσωμεν ἔλασμα ψευδαργύρου Ψ (σχ. 221), τὸ μὲν ἔλασμα δέχεται φορτίον ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὸ δὲ ὀξύ, ὅπερ ἐπιδρᾷ χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, φορτίον θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἐὰν συνάψαντες τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρας πλάκῃς Α (σχ. 219 § 327) τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἡλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταῦτοχρόνως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τὸ ὑγρὸν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου Ἀ ἢ χαλκοῦ, ὥς καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β. Ἐὰν μετὰ τινὰς στιγμὰς τοῦτο μὲν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐλάσματος Ψ μετὰ τῆς πλάκῃς Α, τοῦτο δὲ ἄρωμεν τὴν πλάκα Β, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται καὶ πλησιάζοντες εἰς τὸ ἡλεκτροσκόπιον σῶμα ἡλεκτρισμένον π. χ. ἀρνητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἡλεκτροσκοπίου διίστανται ἔτι μάλλον, τὸ ὅποιον ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα



Σχ. 221.

φέρουσιν ὁμώνυμον ἡλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα, ἥτοι ἀρνητικὴν. Ἰνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ θετικὸν ὀξύ φέρει θετικὴν ἡλεκτρικὴν, θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδέτερᾳ καταστάσει διατελοῦντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἶπειν τὴν ἡλεκτρικὴν τοῦ ὕγρου. Ἐν τῷ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειρίζομεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκόχρυσον, διότι οὗτος μὲν οὐδόλως ὑπὸ τοῦ ὕγρου προσβάλλεται, ἐκείνος δὲ ἀσθενέστερον τοῦ ψευδαργύρου. Εἶτα θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸ ἐκ ψευδαργύρου ἔλασμα Ψ καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ διακνέποντες μετ' ὀλίγον τὴν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α συγκοινωνίαν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἶροντες τὴν ἀνωτέραν πλάκα ἀνευρίσκομεν καθ' ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ τρόπον ὅτι τὸ ἡλεκτροσκοπίον φέρει θετικὴν ἡλεκτρικὴν. Πειρώμενοι δ' ὁμοίως καὶ δι' ἄλλων μετάλλων καὶ ἀραιῶν ὀξέων ἢ διαλυμάτων ἐν ὕδατι ἁλάτων προσβαλλόντων χημικῶς τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνευρίσκομεν τὸν ἐξῆς τοῦ Becquerel νόμον: Κατὰ τὴν χημικὴν δρᾶσιν μετάλλου ἐπὶ ὀξέος ἢ διαλύματος ἁλματος τὸ μὲν μέταλλον ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὕγρὸν θετικῶς. Ἐὰν γοῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ καὶ λευκόχρυσον Α, ἢ ἐντὸς τοῦ ὕγρου ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ δι' ἀγωγοῦ σύρματος, αἱ ἡλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνούμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἡλεκτρικὸν ρευστόν. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὀξυμιγοῦς ἢ ἁλατομιγοῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη ἡλεκτροεγερτικὴ, ἥτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἡλεκτρικὸν ρευστόν παράγει νέας ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς, αἵτινες ἐνοῦνται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐνοῦντος τὰ δύο ἔλασματα. Τὸ σύστημα τὸ ἀποτελούμενον ἐκ δύο ἐτερογενῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἅτινα ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς ὕγρου ἐπιδρῶντος χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἐτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἢ οὐδόλως ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται ἡλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἡλεκτρικὸν 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' ὥσάυτως, ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν δι' ἀγωγοῦ σύρματος σῶμα εὐηλεκτραγωγὸν φέρον π. χ. θετικὸν ἡλεκτρισμὸν μετ' ἄλλου σώματος εὐηλεκτραγωγοῦ μὴ ἡλεκτρισμένου παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ τοῦ πρώτου σώματος εἰς τὸ δεύτερον διὰ τοῦ σύρματος. Τὸ ἡλεκτρικὸν τοῦτο ρεῦμα παύει εἰς τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα, ὅταν τὰ δύο σώματα λάβωσι τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικόν. Τὸ ἀγωγὸν σύρμα ὁμοιάζει πρὸς σωλῆνα δύο συγκοινωνούντων δοχείων, ὧν τὸ μὲν πληρὲς, 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 ἕξισώσις 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, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελόνη 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 ἴδει, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἐλίσσεται ἐπανειλημμένως περὶ τὴν βελόνην, ὅποτε 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, ἥτοι ἡ καλουμένη ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

335. Χημικὴ θεωρία τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου. Ὅταν ἐμ-

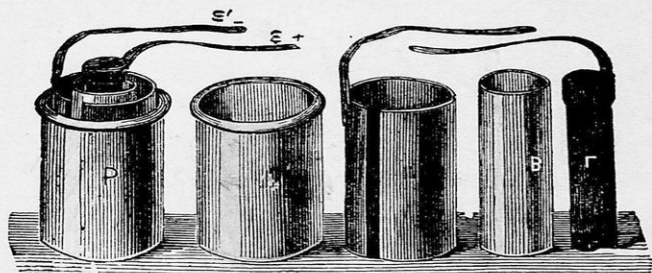
δαπνίζωμεν εἰς ἀραιὸν θεικὸν δξυ (H_2SO_4) ἔλασμα χημικῶς καθαροῦ ψευδαργύρου (Zn), ὁ ψευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π. χ. λευκοχρύσου (Pt), καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἔλασματα πρὸς ἀλλήλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα 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 αὐτὴ δρασὶς 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 δξυ ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ ἐκλείπον, ὅταν ὅλον τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν δξυ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν ψευδάργυρον.

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

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

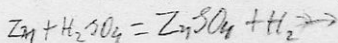
γειαν τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου σταθερὰν καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ διαρκές. Τοῦτο δὲ κατωρθώθη εἰς πολλὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

337. **Στοιχεῖον Bunsen.** Τὸ στοιχεῖον τοῦ Bunsen σύγκαιται (σχ. 222) ἐκ πηλίνου ἢ υαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἐσχισμένος κατὰ μῆκος, καλῶς ἐφυδραργυρωμένος καὶ φέρων ταινίαν χαλκῆν ε', ἣτις χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸς πόλος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται πορῶδες δοχεῖον B ἐξ ἀργίλλου καὶ ἐν αὐτῷ πρισματικὸν τεμάχιον συμπαγοῦς ἄνθρακος Γ, ὅστις μὴ προσδαλλόμε-



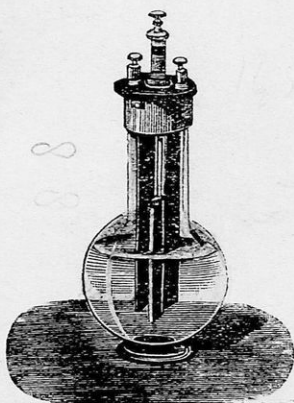
Σχ. 222.

νος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε σῶμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἄνθρακος προσκολληταὶ χαλκῇ ταινία ε χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος. Καὶ μεταξὺ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίνου δοχείου καὶ τοῦ πορῶδους 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 (HNO_3). Ὅταν συνάψωμεν τὰς δύο χαλκᾶς ταινίας ε καὶ ε', ἦτοι, ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου στοιχείου, τὸ κεκραμένον θεικὸν ὀξὺ ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγεται θεικὸς ψευδάργυρος καὶ ὕδρογόνον. Διὰ τῆς χημικῆς δὲ ταύτης δράσεως ὁ ψευδάργυρος ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς, τὸ



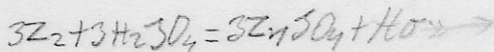
δὲ ὑδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτί-
θεται ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος, ὅπως πολώσῃ αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται.
οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ
ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ (H_2O) καὶ ἐπομένως τὸ
νιτρικὸν ὀξύ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὑπεροξειδίου τοῦ ἁζώτου.
(N_2O_4), ὅπερ ἐν τῇ ἀέρι παρέχει ἐρυθροὺς πνιγγοὺς ἀτμοὺς ἀποτε-
λοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης, ὡς ἐκ τῆς ἐπιβλαβοῦς
ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου.
Δυνάμεθα ὅμως ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὀξύ δι' ὕγρου,
ὅπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμαρίων ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων δι-
χρωμικοῦ καλίου ($K_2Cr_2O_7$) καὶ 153 γραμμαρίων πυκνοῦ θεικοῦ
ὀξέος, ὁπότε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

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



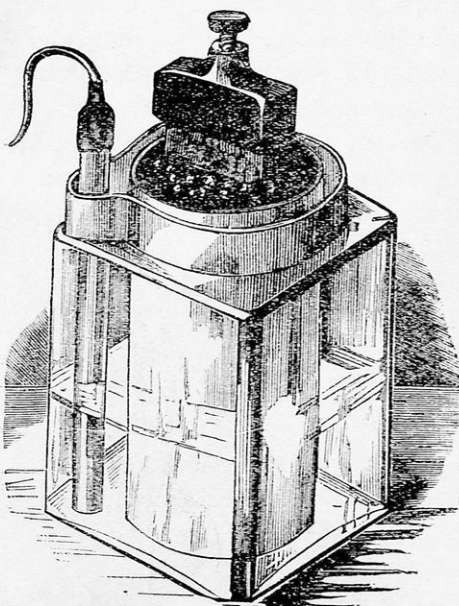
σχ. 223.

τος ὑπάρχοντος· διὰ τοῦ στελέχους δὲ τούτου, ὅπερ συγκοινωνεῖ
μετὰ δευτέρου πιεστικοῦ κοχλίου χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πό-
λου καταδύεται ὁ ψευδάργυρος κατὰ βούλησιν εἰς τὸ ἐν τῇ φιάλῃ



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής
 $3Zn + 3H_2SO_4 = 3ZnSO_4 + 3H_2$

ύγρὸν ἢ ἐξάγεται καθ' ὁλοκληρίαν 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 στυπτηρίας [$Cr_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4$] καὶ δξυγόνον (O), παρέχει τοῦτο εἰς τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ δξέος ἐκλυόμενον ὑδρογόνον, ἅτινα ἐνούμενα χη-



Σχ. 224.

μικῶς σχηματίζουνσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακωλύεται ἡ ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος συσσώρευσις τοῦ ὑδρογόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἵπομεν, τὴν ἐξασθένησιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.)

339. **Στοιχείον Ké-elanché.** Τὸ στοιχείον τοῦτο (σχ. 224), οὕτινος γίνεται συχνοτάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἰδίως κώδωνας, σύγκειται ἐκ τινος ἀγγείου ὑαλίνου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου καὶ πορῶδες δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ ἀνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου

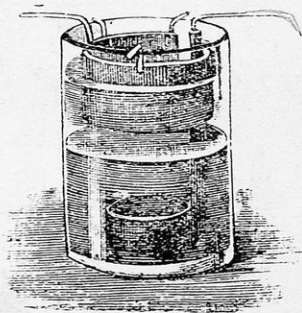
τοῦ μαγγανίου (MnO_2) καὶ συμπαγοῦς ἀνθρακος εἰς μικρὰ τεμάχια καὶ κεκλεισμένον ἀνωθεν διὰ πισσασφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς ἔξοδον τοῦ ἀέρος. Ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγείῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, τίθεται μέχρι τοῦ μέσου μόνον κεκορησμένον διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος (κοινῶς νισαντήρι), ὅπερ

διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου ἐμποτίζει τὸ μίγμα, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὁποίου κεῖται ὁ ἀνθραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἄλας, ἤτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον (NH_4Cl), προσβάλλει τὸν ψευδαργυρον, ὅστις οὕτως ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἀνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην δρᾶσιν παράγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος ψευδαργυρος (ZnCl_2), τοῦτο δὲ ἀμμωνία (NH_3) καὶ ὑδρογόνον, ὅπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου λαμβάνει ὀξυγόνον ἐκ τοῦ καίαστρέφοντος τὴν πόλωσιν διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (MnO_2) καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ὀξείδιον τοῦ μαγγανίου (Mn_2O_3), ἐν ᾧ τὸ ὑδρογόνον μετατρέπεται εἰς ὕδωρ.

$$\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2$$

$$2\text{H}_2 + 2\text{MnO}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{Mn}_2\text{O}_3$$

340. **Στοιχεῖον Callaud.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο, τοῦ ὁποίου γίνεται νῦν χρήσις ἰδίως ἐν ταῖς τηλεγραφείαις, εἶνε τροποποιήσις τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell, τὸ ὁποῖον δὲν χρησιμοποιεῖται πλέον. Τὸ στοιχεῖον Callaud παρίσταται διὰ τοῦ (σχ. 225). Ἐν ὑαλίνῳ ποτηρίῳ τίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μὲν μέρος κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἐξικνούμενος μέχρι σχεδὸν τοῦ μέσου τοῦ ποτηρίου στηρίζεται διὰ τριῶν ἀγκίστρων χαλκῶν ἐπ' αὐτοῦ προσκεκολλημένων καὶ ἐπερειδομένων ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ποτηρίου. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου τίθεται ταινία χαλκῆ ἐλικοειδῶς περιστραμμένη, ἐφ' ἧς εἶνε προσκεκολλημένον σύρμα χάλκινον περιδελημένον διὰ γουτταπέρκης, ὅπερ ἀνερχόμενον κάμπτεται κατ' ὀρθὴν γωνίαν πρὸς τὰ χεῖλη τοῦ ποτηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου, ἐν ᾧ σύρμα χαλκοῦν ἐπὶ τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου προσκεκολλημένον ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ῥίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλους θειικοῦ χαλκοῦ (CuSO_4) καὶ ἐπιχύνομεν ἢ διάλυμα θειικοῦ ψευδαργύρου (ZnSO_4) ἢ ἀπλῶς καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου ὀλίγον τι κατω-



Σχ. 225.

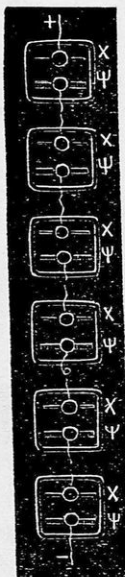
τέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορυσμένον διάλυμα τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὑπερκειμένου ὕγρου.

341. **Διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους στοιχείου.** Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι εἰς τὸν ἓνα μὲν πόλον ἡλεκτρικοῦ στοιχείου ἀναφαίνεται θετικὸς ἡλεκτρισμός, εἰς δὲ τὸν ἕτερον ἀρνητικός, ἥτοι οἱ δύο πόλοι φέρουσιν ἑτερόνυμα ἡλεκτρικὰ φορτία. Ἐὰν νῦν τὸν ἓνα μὲν πόλον ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, οἷον τὸν ἀρνητικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς γῆς, ὁπότε τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸν ἕτερον δὲ πόλον, τὸν θετικόν, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μὲ εὐπαθέστατον ἡλεκτροσκόπιον, 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 εὗρωμεν, ἔάν τὸ ὄργανον φέρῃ κλίμακα δεικνύουσαν διὰ τῆς ἀπομακρύνσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς βολταίους μονάδας. Οὕτω πειρώμενοι εὐρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἶνε ἡ αὐτὴ πάντοτε εἰς στοιχεῖον τοῦ αὐτοῦ εἶδους οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε αἱ διαστάσεις αὐτῶν, ἀλλὰ διάφορος εἰς διάφορα τὴν φύσιν ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα. Οὕτως ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἑνὸς στοιχείου Callaud εἶνε ἴσον πρὸς μίαν βολταίον 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 οἰοδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἑτέρου πόλου τοῦ στοιχείου. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν ψευδάργυρον ἑνὸς στοιχείου Callaud μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, ἐνῶ τὸ τοῦ χαλκοῦ ἴσον πρὸς μίαν βολταίον μονάδα. Ἐὰν δὲ ὁ ψευδάργυρος τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ

ηλεκτρικῆς πηγῆς ἐχούσης ηλεκτροδυναμικὸν $+5$ ἢ $+10$, τὸ ηλεκτροδυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ γίνεται ἴσον πρὸς $+6$ ἢ $+11$, ὥστε ἡ διαφορὰ πάντοτε νὰ εἶνε ἴση πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα, ἥτις, ὡς εἶδομεν, εἶνε ἡ διαφορὰ τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων στοιχείου Callaud.

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

342. **Συνένωσις ηλεκτρικῶν στοιχείων.** Ἐὰν ἐνώσωμεν πολλὰ ηλεκτρικὰ στοιχεῖα Callaud ἐν τάσει, ἥτοι διὰ τῶν ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὕτω σχηματίσωμεν τὴν καλουμένην ηλεκτρικὴν στήλην, δυνατόμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάβωμεν ἕξ τοιαῦτα στοιχεῖα (σχ. 226) καὶ ἐνώσωμεν τὸν ψευδάργυρον Ψ τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ X τοῦ δευτέρου, τὸν ψευδάργυρον τούτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ ἔκτου στοιχείου, εἰς ὃ ὁ ψευδάργυρος μένει ἐλεύθερος. Ἐν τῇ ἡ διαφορὰ τοῦ ηλεκτροδυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἐνὸς 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, συνηγμένων εἶνε ἕξ βολτείων, ἥτοι ἕξαπλασία. Ἐὰν γὺν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους $+$ καὶ $-$ τῆς στήλης ταύτης δι' ἐπιμήκους μεταλλίνου ἀγωγοῦ, θέλει παραχθῇ ηλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον θὰ εἶνε ἰσχυρότερον τοῦ παραγομένου εἰς τὸν αὐτὸν ἀγωγὸν δι' ἐνὸς μόνου στοιχείου. Ἡ ἔντασις δηλ. τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγὸν σύρμα συνδέον τοὺς δύο πόλους ηλεκτρικῆς στήλης εἶνε ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς



Σχ. 226.

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



Σχ. 227.

ταῖκή στήλη καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἡλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν ἡλεκτρικὴν στήλην.

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

Ἐκτός τῆς ἀρρηχόμενης συνδέσεως ἔχουμε καὶ ἑνὸς οὐκ ἀρρηχόμενόν.

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 παρὰ χθῆ, ὥς εἴπομεν, ἡλεκτρικὸν ρεῦμα φερόμενον ἐκτὸς μὲν τοῦ στοιχείου ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον, ἐντὸς δ' αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὸ ρεῦμα ἐπομένως ἔχει νὰ ὑπερνικήσῃ δύο ἀντιστάσεις, τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ σύρματος καὶ τὴν ἐσωτερικὴν τοῦ στοιχείου, αἵτινες μετροῦνται διὰ μονάδος, ἣτις καλεῖται ὤμειος (ohm). Ἡ μονὰς αὕτη τῆς ἀντιστάσεως παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει εἰς τὴν διόδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος στήλη ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔχουσα μῆκος 106,3 ὕψεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. χιλιοστομ.

Ἡ ἀντίστασις, ἣν παρέχει εἰς τὴν διόδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μετάλλινος ἀγωγός, εἶνε πρῶτον ἀνάλογος τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ. Οὕτως, ἐὰν παρενθέσωμεν μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης ἀγωγόν, τοῦ ὁποῦ 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 ὕψεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. ὕψεκ. Ἡ ἀντίστασις αὕτη μετρεῖται εἰς μονάδας ὤμείους.

Αἱ εἰδικαὶ ἀντιστάσεις μετάλλων τινῶν εἶνε αἱ ἐξῆς εἰς ἑκατομυριοστὰ ὤμείου μονάδος καὶ εἰς θερμοκρ. 0°. Ἀργυρος 1,49. Χαλκὸς 1,58. Λευκόχρυσος 8,98. Σίδηρος 9,64.

Ἡ ἀντίστασις Ω ἀγωγοῦ τινος εἶνε ἀνάλογος μὲν τοῦ γινομένου τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως α ἐπὶ τὸ μῆκος αὐτοῦ μ λογιζόμενον εἰς ὑφεκατόμετρα, ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος τῆς διατομῆς αὐτοῦ δ λογιζομένης εἰς τετραγωνικὰ ὑφεκατόμετρα, ἥτοι

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

Οὕτω θεωρήσωμεν σιδηροῦν ἀγωγὸν ἔχοντα μῆκος 10 μέτ., τομὴν 4 τετραγ. χιλιοστόμετρα καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ εἶνε ἴση πρὸς $\Omega = \frac{9,64 \times 1000}{0,04} = 241000$,

ἥτοι πρὸς 0,241 τῆς ὤμείου μονάδος.

346. Ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ διερχομένη διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἥτοι ἡ καλουμένη ἔντασις τοῦ ρεύματος, μετρεῖται διὰ τῆς ἀμπερείου καλουμένης μονάδος (ampère). Ἡ ἔντασις δὲ τοῦ ρεύματος εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ κατὰ τὰ πέρατα τοῦ σύρματος εἰς βολτείους μονάδας εἶνε μείζων καὶ ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ εἰς ὤμείους ἐλάσσων. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον τοῦ Ohm.

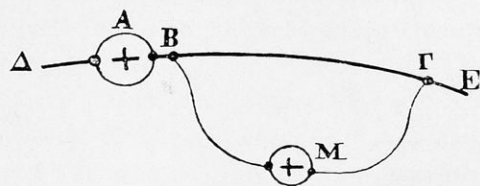
Ἡ ἔντασις ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέοντος ἀγωγόν τινα εἶνε ἀνάλογος μὲν τῆς διαφορᾶς τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ.

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 ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ παρεμβάλλομεν ἀμπερειόμετρον Α, δι' οὗ μετροῦμεν τὴν ἔντασιν I τοῦ ρεύματος εἰς ἀμπερείους μονάδας. Εἴτα διὰ βολτειο-

μέτρου M μετροῦμεν τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ N μεταξύ τῶν δύο σημείων B καὶ Γ εἰς βολτείους μονάδας. Ἐστω Ω ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ $B\Gamma$ εἰς ὠμείους μονάδας. Εὐρίσκομεν μεταξύ τῶν τριῶν αὐτῶν ποσοτήτων τὴν ἐξῆς σχέσιν $N = I \times \Omega$, ἣτις εἶνε πάντοτε ἡ αὐτὴ ὅπως δὴποτε καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα. Ἐὰν δηλονότι λάδωμεν ἄλλην ἔντασιν



Σχ. 228.

I' τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαρρέει ἀγωγὸν καὶ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ N' μεταξύ δύο ἄλλων σημείων τοῦ ἀγωγοῦ, οὔτινος ἡ

ἀντίστασις μεταξύ τῶν δύο τούτων σημείων γὰ εἶνε Ω' , 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 βολτείων, ἀντίστασιν δὲ ἐσωτερικὴν ω ὠμείων, διὰ σύρματος, οὔτινος ἡ ὅλική ἀντίστασις ἀνέρχεται εἰς Ω ὠμείους, 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	ὠμ.
Bunsen	1,8	»	»	0,3 - 0,6	»
Leclanché	1,45	»	»	0,5 - 10	»

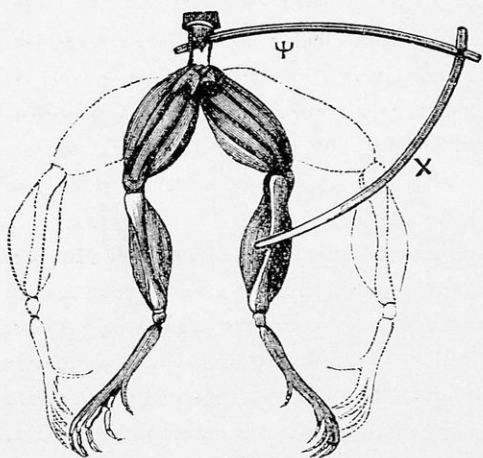
Ἐπομένως, ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους στήλης ἀποτελουμένης ἐκ 10 στοιχείων Callaud διὰ σύρματος παρουσιάζοντος ἀντίστασιν 10 ὠμείων μονάδων, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος

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

347. Γινώσκοντες ἤδη τὸν τρόπον τῆς προπαρασκευῆς τῶν κυριωτέρων ἡλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σύνδεσιν αὐτῶν πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὅσῳ θέλομεν ἰσχυροτέρου, μεταδίδομεν νῦν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

348. **Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.**

Τὰ φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἢ μᾶλλον ἡ ἐνέργεια τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν νεύρων καὶ μυῶν τῶν ζώων καὶ ἰδίᾳ τοῦ βατράχου ἐχρησίμευσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ ἐν Βονωνίᾳ ἱατρός Γαλβάνης τῷ 1786 τεμὼν βάτραχον ζῶντα κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν ἐξέδαρεν αὐτόν, εἶτα δ' ἀνήρτησε τοὺς μηροὺς αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκατέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ψοῖκῶν νεύρων (σχ. 229) ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν σκελῶν μεταλλίνου τόξου συγκειμένου ἐκ δύο ἐλασμάτων, τοῦ μὲν ἐκ ψευδαργύρου Ψ, τοῦ δ' ἐκ χαλκοῦ Χ. Ἐγγίσας δὲ



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, ὥσπερ ὁ βάτραχος ἦτο ζῶν. Ὁ Γαλβάνης παρεδέχετο ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικῆς παραγομένης ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων. Καὶ κατεδείχθη μὲν πολὺ βραδύτερον ὅτι

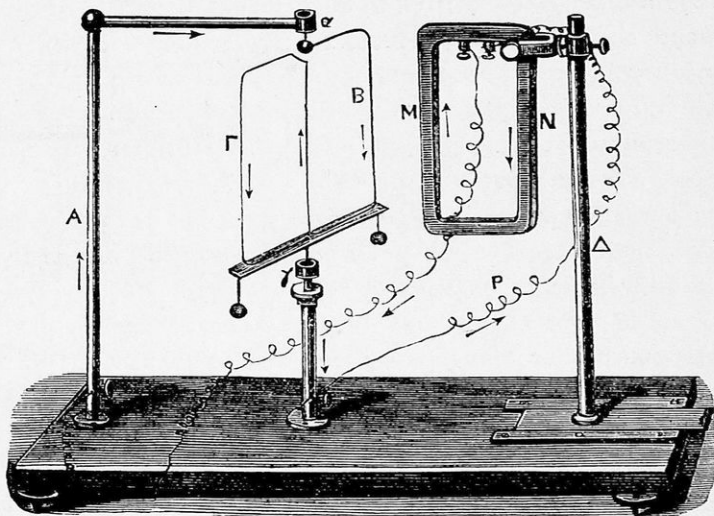
ἀδιάλειπτον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τοὺς μῦς καὶ τὰ νεύρα τῶν μηρῶν ἰδίως τοῦ βατράχου, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐκτεθεῖσαν ἀνωτέρω

χημικήν θεωρίαν παραδεχόμεθα ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι τοῦ Γαλδάνη προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζῴου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάθωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκειμένης περιβαλλόντες διὰ τὸ ἡλεκτραγωγὸν τοὺς ῥοηφόρους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγοῦς ἢ ἑλατομιγοῦς, 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 ἡλεκτρικῆς στήλης εἰς δύο μὲν σημεῖα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς γλώσσης, αἰσθανόμεθα κέντημα καὶ ἰδιάζουσιν γεῦσιν ὀξινον ἢ ὑφάλλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κροτάφους διὰ μεταλλίνων πλακιδίων βλέπομεν λάμψεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικούς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐρεθίζοντες δὲ δι' ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τὰ νεῦρα τῆς κινήσεως, οἷον τὰ ψοϊκά, ὡς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ περιγραφέντι πειράματι τοῦ Γαλδάνη, ἐπιφέρομεν συστολὰς τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἵνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα τῶν ζώων νεῦρα.

349. **Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.**
 Δύο ἡλεκτρικὰ ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνοὺς ἀγωγοὺς παραλλήλους καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἔλκουσι μὲν ἄλληλα, ἐὰν εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἄλληλα, ἐὰν εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς. (Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Ἀ 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' ὀρθὴν γωνίαν

λήγει εις μικράν κοτύλην α περιέχουσαν υδράργυρον καὶ φέρουσιν εἰς τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στύλος φέρει ἐπίσης κοτύλην γ πλήρη υδραργύρου κειμένην ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῇ κοτύλῃ α κατακορύφου, ἐπὶ τοῦ

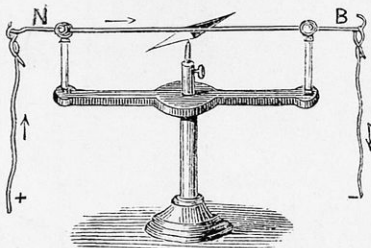


Σχ. 230.

πυθμένος τῆς ὁποίας στηρίζεται χαλυβδίνη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα καὶ μετὰ τῆς ἀνωτέρας βελόνης ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στύλου Α, διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης α καὶ διὰ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΒΓ, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης γ καὶ κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στύλου διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου ΜΝ καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἀγωγὸν Β παραλλήλως καὶ πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς Μ τοῦ πλαισίου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν μὲν, ὅταν τὰ

παράλληλα ρεύματα Μ και Β εἶνε ἀντιθέτου φοράς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἶνε τῆς αὐτῆς φοράς.)

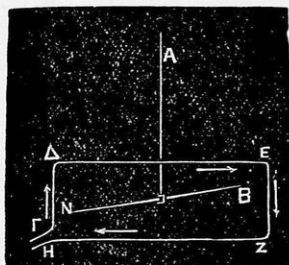
§350. *Μαγνητικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.*
Πρῶτος ὁ Oersted ἔτεινεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετάλλινον σύρμα NB (σχ. 231) ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ βελόνη ἀποκλίνει ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἰσορροπεῖ μετὰ τινὰς ταλαντώσεις κατὰ διεύθυνσιν τοσοῦτῃ πλησιεστέραν εἰς τὴν κάθετον τῷ σύρματι, ὅσῳ τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον· ἡ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελόνην ἢ ὑπ' αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φοράς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελόνη. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτει θεατὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος NB οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης ἐκπορευόμενον νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ Ν καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς Β, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελόνην. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παροστηρητοῦ.



Σχ. 231.

§351. *Γαλβανόμετρον.* Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην στηρίζεται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται γαλβανόμετρον. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην NB (σχ. 232) περιβεβλημένην κατὰ τὸ μῆκος αὐτῆς, ἥτοι κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ ΓΔΕΖΗ, ὅστις ἐκάμφθη οὕτως, ὥστε νὰ

ἀποτελέσῃ ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἄν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ τὸν ἄγωγον, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἦτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ,

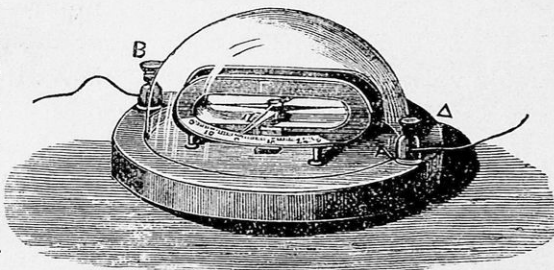


Σχ. 232.

ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπουν τὴν βελόνην κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Ἐὰν ἐπανειλημμένως περιελιχθῇ τὸ σύρμα περὶ τὴν βελόνην, θέλει οὕτω πολλαπλασιασθῇ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ἥτις θέλει ἀποκλίνει κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητὴν καὶ ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ἀσθενέστατον. Τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον ὄργανον καλεῖται γαλ-

βανόμετρον.

Τὸ ἀπλούστερον τῶν γαλβανομέτρων σύγκειται ἐκ ξυλίνου πλαισίου Γ σχήματος ἑλλειπτικοῦ (σχ. 233), περὶ τὸ ὁποῖον περιελίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον, τουτέστι περιβεβλημένον μετὰξι, οὕτως τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν δύο πιεστικῶν κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς τοῦ πλαισίου τούτου κινεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ μαγνητικὴ βελόνη ἐπὶ ὁδῇ λίσκου ἐκ χάλυδος φέρουσα ὀρειχάλκινον δέικτην α κάθετον ἐπ' αὐ-

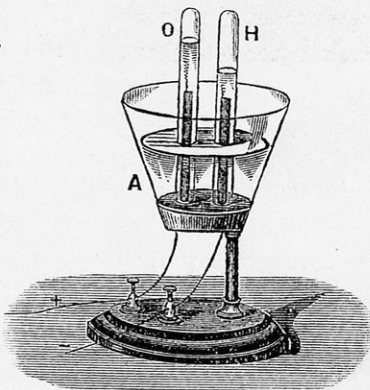


Σχ. 233.

τήν, οὕτως τὸ ἐν ἄκρον διατρέχει τὰς διαιρέσεις μεταλλίνου τόξου. Διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου δυνάμεθα α') νὰ διαγνώμεν ἂν δι' ἄγωγου διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, διακόπτοντες τὸν ἄγωγον καὶ εἰσάγοντες τὰ οὕτω προκύψαντα πέρατα εἰς τοὺς πιεστικοὺς κοχλίας Β καὶ Δ, ὅτε ἡ βελόνη ἀποκλίνει, ἂν διὰ τοῦ ἄγωγου διέρχεται ρεῦμα· β') νὰ εὑρωμεν ποία εἶνε

ἢ φορὰ τοῦ ρεύματος, σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φορὰν, καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ἐὰν ὁ μὲν θετικὸς πόλος ἡλεκτρικοῦ στοιχείου τεθῇ εἰς τὸ Β, ὁ δὲ ἀρνητικὸς εἰς τὸ Δ καὶ γ') νὰ καταμετρήσωμεν τὴν ἰσχύϊν 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 ρεύμα δι' ὕδατος ὀξυμιγροῦς, περιέχοντος δηλ. ὀλίγας σταγόνας ὀξέος π.χ. θεικοῦ, τότε τὸ ρεύμα ἀποσυνθέτει τὰ μέρη τοῦ θεικοῦ ὀξέος, ταῦτα δὲ ἀνασχηματιζόμενα ἀποσυνθέτουσι τὸ ὕδωρ εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ ὀξυγόγον καὶ ὑδρογόγον. Ἡ ἀποσύνθεσις δ' αὕτη τελεῖται εἰς συσκευήν, ἥτις καλεῖται βολτάμετρον (σχ. 234) καὶ σύγκειται ἐκ χωνιοειδοῦς ἀγγείου Α ἐμπεριέχοντος ὕδωρ προοξινισθὲν διὰ σταγόνων θεικοῦ ὀξέος.



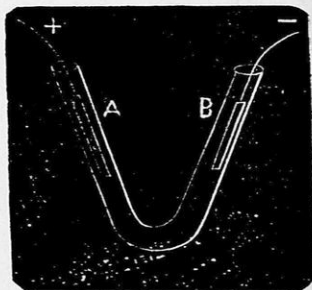
Σχ. 234.

Διὰ τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου τούτου διέρχονται δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου συγκοινωνοῦντα μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ δύο τοῦλάχιστον στοιχείων Bunsen συγκειμένης. Ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τούτων ἀναστρέφονται δύο ὑάλινα δοχεῖα Ο καὶ Η πλήρη ὕδατος ὀξυμιγροῦς. Ὅταν τὸ ρεύμα διοχετευθῇ, 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 ρεύμα ἀποσυνθέτει τὰ μέρη τοῦ θεικοῦ

ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶνε διπλάσιος τοῦ τοῦ ὀξυγόνου. Ὅσα δὲ πλείοτερα στοιχεῖα μεταχειρίζομεθα, τοσούτω 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 διαδιβαζόμενον διὰ τινων ἀλάτων, οἷον κυανίουχου 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 συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐναποτίθεται χαλκός, ἥτοι τὸ ἐλάσμα τοῦτο ἐπιχαλκοῦται, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐλάσματος A τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἀναφαίνεται θεικὸν ὀξὺ μετ' ὀξυ-

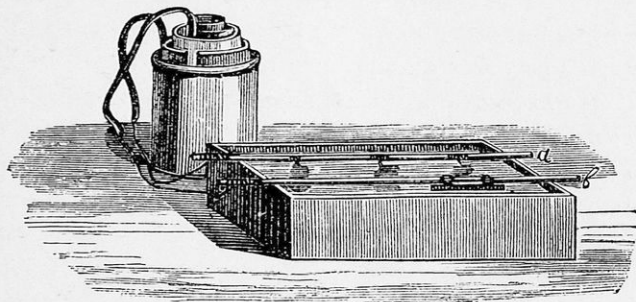


Σχ. 235.

ὀξέος H_2SO_4 , καὶ ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἀποχωρίζεται τὸ ὑδρογόνον H_2 ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς τὸ θετικὸν ἠλεκτρό-

γόνου, ὅπερ ἐκλύεται. Ἐάν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἐκ λευκο-
χρύσου ἔλασμα Α δι' ἐλάσματος χαλκοῦ, τότε ὁ χαλκὸς οὗτος
διαλυόμενος παράγει αὐθις θεικὸν χαλκὸν ἐν ποσότητι ἴσῃ πρὸς
τὴν τοῦ ἀποσυντεθέντος ἁλατος, οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ
διαλύεται, τὸ διάλυμα διατηρεῖ πάντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα θει-
κοῦ χαλκοῦ καὶ ὁ λευκόχρυσος ἐπιχαλκοῦται.

353. **Ἐπιχάλκωσις, ἐπαργύρωσις, ἐπιχρύσωσις.** Ἐπὶ τοῦ
ἀνωτέρω ἐκτεθέντος χημικοῦ ἔργου τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος 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 τῇ ὁποίᾳ ἀφ' ἑνὸς μὲν καταδύεται ἐκ μεταλλίνου στελέ-
χους β (σχ. 236) ἐξηρητημένη χαλκῇ πλάξ συγκοινωνοῦσα μετὰ
τοῦ θετικοῦ πόλου ἡλεκτρικῆς 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 ἡλεκτρισμοῦ, οἷον γύψινον, ἐπικαλύπτεται διὰ

διὸν ἢ ῥίζα SO_4 , ἥτις μεθ' ἑνὸς μορίου ὕδατος H_2O σχηματίζει καὶ
αὐθις ἐν μόριον θεικοῦ ὀξέος, ὀξυγόνον δὲ ἀποχωρίζεται ἐπὶ τοῦ
θετικοῦ ἡλεκτροδίου.

λεπτής ψήκτρας ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου, ὅστις εἶνε καλὸς ἀγωγός, καὶ διὰ σύρματος τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης. Μετὰ τινα χρόνον λεπτὸν στῶμα χαλκοῦ ἐπικαλύπτει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ γυφίνου ἀντικειμένου. Ὁμοίως γίνεται καὶ ἡ ἐπαργύρωση ἀντικειμένου τινός, ἐν ᾗ γίνεται χρῆσις κυανιούχου ἀργύρου, ὅστις μετὰ δεκαπλασίου βάρους κυανιούχου καλίου διαλύεται εἰς ἑκατονταπλάσιον βάρος ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ καταδύεται ἀργυρᾶ πλάξ. Ὡσαύτως διὰ τὴν ἐπιχρύσωσιν ποιοῦμεθα χρῆσιν χλωριούχου χρυσοῦ, οὗτινος ἐν γραμμάριον μετὰ δέκα γραμμαρίων κυανιούχου καλίου διαλύομεν εἰς 450 γραμμάρια ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ διατηρουμένων ἐν θερμοκρασίᾳ 70° περίπου καταδύεται πλάξ χρυσῆ. Διὰ τὴν ἐπιτύχην ὅμως ἡ ἐπαργύρωσις ἢ ἐπιχρύσωσις χαλκοῦ τινος π. χ. ἀντικειμένου, πυροῦται τοῦτο κατὰ πρῶτον καὶ θερμὸν ἔτι ἐμβαπτίζεται εἰς ἀραιότατον θεικὸν ὀξύ, εἴτα ἐκπλυθὲν καλῶς δι' ὕδατος ἀπεσταγμένου ἐμβαπτίζεται εὐθὺς εἰς τὸ διάλυμα.

354. *Γαλβανοπλαστική.* Ἡ γαλβανοπλαστικὴ εἶνε τέχνη, δι' ἧς δυνάμεθα ἐξ οἰουδήποτε μετάλλου νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα διαφόρων ἀντικειμένων, π. χ. νομίσματα, ἀνάγλυφα, ἀγγεῖα. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν κατὰ πρῶτον τύπον, ὅστις ἐν κοίλῳ παριστᾷ τὸ ἀντικείμενον, οἷον τὴν μίαν ὄψιν νομίσματος. Πρὸς παραγωγὴν δὲ τοῦ τύπου τούτου γίνεται χρῆσις τῆς στεατίνης, τῆς γύψου, τοῦ κηροῦ ἢ κάλλιον τῆς γουτταπέρκης, ἥτις τιθεμένη ἐν ζέοντι ὕδατι μαλακνύεται καὶ καθίσταται πλαστικὴ. Τὸ ἀντικείμενον ἀλείφεται πρότερον δι' ὀλίγου ἐλαίου, ὅπερ κωλύει τὴν συγκόλλησιν αὐτοῦ μετὰ τοῦ τύπου, εἴτα ἡ πρὸς κατασκευὴν τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπικαλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθίστωντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὐρισκομένου εἰς συνάφειαν μετὰ τοῦ γραφίτου ἐμβαπτίζεται ὁ τύπος

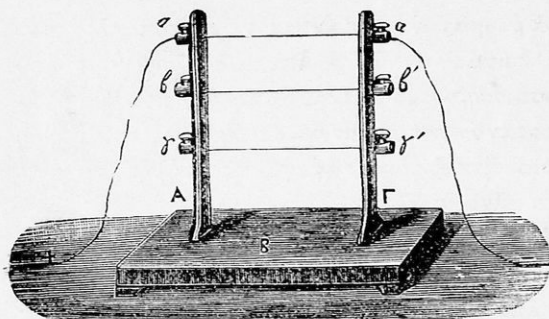
ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἐμπεριέχοντος χαλκόν, ἄργυρον, χρυσόν κτλ. καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μικρᾶς στήλης, ἐν ᾗ ἀπ' ἐτέρου ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ διαλύματι παραλλήλως τῷ τύπῳ πλάξ χαλκῇ, ἄργυρᾷ, χρυσῇ κτλ., ἥτις διηγεκῶς διαλύεται, ἐφ' ὅσον τὸ μέταλλον ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ τύπου. Μετά τινα χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοῖλον τοῦ τύπου, ὅπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῇ γύψου ἢ μολύβδου πρὸς στερεοποίησιν. Διὰ μικρᾶς στήλης, οἷον δύο στοιχειῶν, τὸ ἀντίτυπον ἄρκετοῦ πάχους σχηματίζεται μετὰ μίαν ἢ δύο ἡμέρας, ἀλλὰ τελειότερον τοῦ διὰ μεγάλης στήλης ταχύτερον παραγομένου.

355. **Συσσωρευταὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.** Συσσωρευταὶ καλοῦνται συσκευαί, ἐν αἷς δυνάμεθα νὰ ἀποταμίευσωμεν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ ὑπὸ μορφὴν χημικοῦ ἔργου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς θαλίνου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὄγκων ὕδατος καὶ ἐνὸς θεικοῦ ὀξέος θέτομεν δύο ἐλάσματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διαδιδάζομεν δι' αὐτῶν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὁπότε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ὀξειδοῦται, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἂν ᾗτο ὠξειδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Εἰς τὸ χημικὸν τοῦτο ἔργον ὀφείλεται ἡ ἀποταμίευσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐν τῷ συσσωρευτῇ.

Ὅπως καταστήσωσιν εὐχερεστέραν τὴν πλήρωσιν τοῦ συσσωρευτοῦ, καλύπτουσι προηγουμένως τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μολυβδίνων πλακῶν διὰ μινίου καὶ λιθαργύρου, ἅτινα τῇ ἐπιδράσει τοῦ θεικοῦ ὀξέος μετατρέπονται εἰς θεικὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν πλήρωσιν, ἐπὶ τῆς μιᾶς πλακὸς παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου, ἐνῶ ἡ ἄλλη ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Κατὰ τὴν κένωσιν εἰς ἀμφοτέρως παράγεται πάλιν θεικὸς μολύβδος. Οἱ συσσωρευταὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμεύουσι σήμερον εἰς τε τὴν τηλεγραφίαν καὶ τὴν τηλεφωνίαν, εἰς τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμόν, εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν,

σιδηροδρόμων καὶ πλοίων καὶ εἰς τὴν μεταφορὰν κινητηρίου δυνάμεως.

356. **Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.**
Ἐὰν μεταξὺ δύο ξυλίνων στηριγμάτων Α καὶ Γ (σχ. 237) στερεώ-



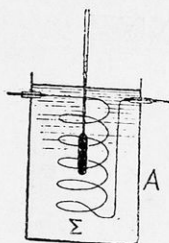
Σχ. 237.

σωμεν σύρματα αα', ββ', γγ', ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, ὡς χαλκοῦ, σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους καὶ μήκους, καὶ διαδιῶσκωμεν διαδοχικῶς δι' αὐτῶν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαί-

νεται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου καὶ λευκοχρύσου λευκοπυροῦνται· ἐὰν δὲ τὸ ρεῦμα εἴη ἰσχυρόν, τήκονται καὶ καταρρέουσιν. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων εὐκολώτερον πυροῦνται ὁ σίδηρος καὶ ὁ λευκόχρυσος, ἐν ᾧ ὁ ἄργυρος καὶ ὁ χαλκὸς δυσκόλως πυροῦνται. Ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸν ἀγωγὸν ὑφίσταται ἀντίστασιν τοσοῦτῳ μείζονα, ὅσῳ ὁ ἀγωγὸς εἶνε λεπτότερος. Τῆς πυρώσεως μεταλλίνων ἀγωγῶν δι' ἡλεκτρικοῦ ρεύματος γίνεται χρῆσις ἰδίως εἰς τὴν ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τὴν γῆν ἢ ἐν τῇ θαλάσῃ καὶ ἐν τῇ ἱατρικῇ εἰς τὰ καλούμενα ἡλεκτροκαυτήρια, καὶ ἐν γένει πρὸς παραγωγὴν θερμότητος διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

357. **Νόμος τοῦ Joule.** Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ἥτις ἀναπτύσσεται εἰς τινα ἀγωγὸν διαρρέομενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ πρὸς τὴν ἀντίστασιν

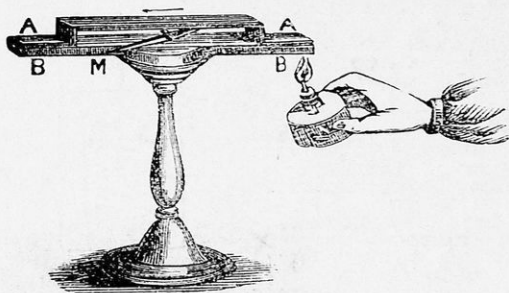
τοῦ ἀγωγοῦ. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τοῦ Joule λαμβάνομεν δοχεῖον Α (σχ. 238) περιέχον ὠρισμένον βάρος ὕδατος ὠρισμένης θερμοκρασίας καὶ καταδύομεν ἐντὸς αὐτοῦ μετάλλινον ἀγωγὸν Σ, ὅσον λεπτὸν σύρμα λευκοχρύσου, καὶ διαδιδάζομεν δι' αὐτοῦ διαδοχικῶς ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ὧν αἱ ἐντάσεις νὰ εἶνε 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, ἥτοι ὅτι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἐντάσεων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἶτα διαδιδάζομεν διαδοχικῶς ἡλεκτρικὰ 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, ἥτοι εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰς ἀντιστάσεις τῶν ἀγωγῶν.



Σχ. 238.

358. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτω καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγκολλήσωμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, ὅσον 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 ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἱκανὸν νὰ ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βελόνην Μ. Ἡ ἰσχύς τοῦ παραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα μέταλλα, οὕσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, πολλῶν δ' ἐλάσσων κατὰ τὴν ἐπαφὴν χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου, αὐξάνεται δὲ εἰς τινα θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα συνεχῶς, αὐξανομένης τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο ἐπαφῶν, καὶ μένει σταθερά, ὅταν καὶ αἱ δύο ἐπαφαὶ τηρῶνται εἰς θερμοκρασίας διαφόρους μὲν, ἀλλὰ σταθεράς.

Εἰς πολλὰ ὅμως θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα, οἷον εἰς τὸ ἀποτελού-
μενον ἐκ χαλκοῦ καὶ σιδήρου ἢ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος



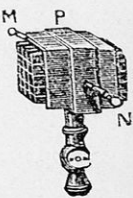
Σχ. 239.

αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας κατ' ἀρχὰς μέχρι μεγίστης τινὸς τιμῆς, εἰτα ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ τέλος τὸ ρεῦμα ἀναστρέφεται.

Ἡ βιομηχανία σήμερον κατασκευάζει μεγά-
λας θερμοηλεκτρικὰς

στήλας συγκειμέναις 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 γαλδανοπλαστικήν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήνωσε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν ῥαδιῶν 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 ἐδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἢ βελόνη εὐπαθοῦς



Σχ. 240.

γαλδανομέτρου συγκοινωνοῦντος μετὰ τῶν δύο πόλων τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ ἀμέσως ἐκτρέπεται κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητήν.

Ἐκ τῶν εἰρημένων καταφαίνεται ὅτι ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ὡς προείπομεν, δύναται ν' ἀποταμιευθῇ εἰς συσσωρευτὰς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανὸν ὅτι θὰ δυνηθῶσί ποτε ν' ἀποθηκεύσωσι τὴν ἡλιακὴν θερ-

μότητα μετατρέποντες αὐτήν εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθηκευόμενον εἰς καταλλήλους συσσωρευτάς θά χρησιμοποιηται κατὰ βούλησιν πρὸς παραγωγὴν θερμότητος, φωτὸς ἢ οἰουδήποτε χημικοῦ ἢ μηχανικοῦ ἔργου.

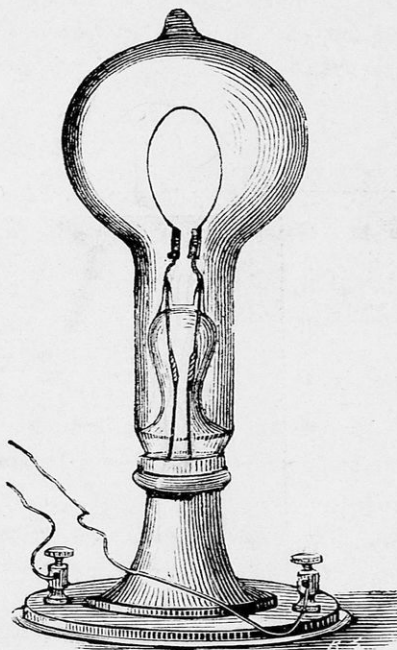
43 359. **Φωτεινὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.** Ἐν ἔτει 1813 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Davy συνήψε τοὺς δύο πόλους μεγάλης ἡλεκτρικῆς στήλης διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ δύο βραδίων συμπαγοῦς ἀνθρακος καὶ θέσας εἰς ἐπαφὴν τὰ πέρατα τῶν δύο ἀνθράκων καὶ εἶτα ἀπομακρύνας ταῦτα βαθμυδὸν καὶ κατ' ὀλίγον παρήγαγε λαμπρότατον φῶς, ὅπερ ἔχον σχῆμα τόξου ἐκλήθη βολταϊκὸν τόξον.

Τὸ οὕτω παραγόμενον ἡλεκτρικὸν φῶς (σχ. 241) προέρχεται ἐκ τῆς διαπυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων ἀποσπώμενων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων, ἅτινα σχηματίζουν αἴλυσιν, ἥτις ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ. Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθράκων ἢ αἰλυσὶς αὕτη διασπασθῇ, τὸ φῶς ἀποσβέννυται καὶ διὰ τὴν παραχθῇ πάλιν πρέπει οἱ ἀνθρακες νὰ τεθῶσιν εἰς ἐπαφὴν καὶ εἶτα ν' ἀπομακρυνθῶσιν ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς δὲν εἶνε ἀποτέλεσμα καύσεως, ἥτοι δὲν ἔχει ἀνάγκην ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν δὲ τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἐνεκα τῆς ὑψίστης θερμοκρασίας, ἥτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἀνθρακες καϊόμενοι φθείρονται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἀνθρακι ἐμπεριεχόμεναι ξέναι δυστηκτόταται γεῶδεις οὐσίαι τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρὰ



Σχ. 241.

σφαιρίδια γ, γ', ἅτινα κυλιόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῶν ἀνθράκων ἐκπηδῶσιν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς αὐτῶν εἰς τὸν ἕτερον. Ὁ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθράξ γ οὐ μόνον καταναλίσκεται ταχύτε-



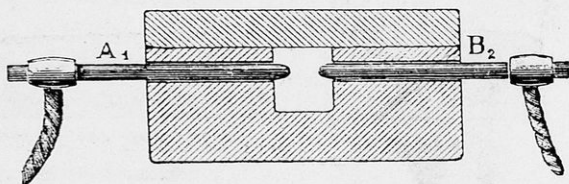
Σχ. 242.

ρον τοῦ ἐτέρου γ' τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνοῦντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλοῦται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδὸς τι κρατῆρος ἐκπέμποντος ἁπλετον φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθράξ γ' καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἀκίδα.

360. Ἡλεκτρικὸς λαμπτήρ τοῦ **Edison**. Εἰς τὸν λαμπτήρα τοῦτον τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύνκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθρακός, ὅπερ καμπτόμενον (σχ. 242) τίθεται ἐν τῷ ὑαλίνῳ κοίλῳ δοχείῳ

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 ἀνθρακός νῆμα τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον κενοῦται τελείως τοῦ ἀέρος καὶ εἴτα κλείεται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νῆμα τοῦ ἀνθρακός τὸ ὑποκείμενον εἰς καύσιν δὲν καίεται, καίπερ λευκοπυρούμενον κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐλλείψει δ' οὐδ' αὖτε. Ὁ λαμπτήρ οὗτος τοῦ Edison,

ὅστις ἐκπέμπει φῶς σταθερώτερον τοῦ διὰ βολταϊκοῦ τόξου παρα-
γομένου, 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 πολλῶν μείζων τῆς ἀπαιτουμένης δι' ἐν μόνον βολταϊκὸν τόξον
ἴσης λαμπρότητος. Μέγιστον πλεονέκτημα τῶν λαμπτήρων τούτων
εἶνε ὅτι δὲν φθείρουσι τὸν ἀέρα.



Σχ. 243.

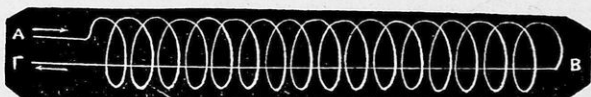
Σήμερον κατασκευάζουσι λαμπτήρας, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ ἐξ
ἀνθρακος νῆμα ἀντικαθίσταται διὰ λεπτῶν μεταλλίνων συρμάτων
ἐκ τανταλίου, βολφραμίου, ὁσμίου.

361. **Ἡλεκτρικὴ κάμινος.** Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλεκτρι-
κοῦ τόξου εἶνε πολλῶν μείζων τῆς δι' οἰουδήποτε ἄλλου μέ-
σου πρὸς παραγωγὴν ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ὑπερβαίνουσα τοὺς
3000°. Ἔνεκα τούτου χρησιμοποιοῦσιν αὐτὴν εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς
καμίνους (σχ. 243), εἰς τὰς ὁποίας τὸ βολταϊκὸν τόξον παράγεται
μεταξὺ δύο συμπαγῶν ἀνθράκων A_1 , B_2 ἐντὸς κυπέλλου ἐκ πυριμά-
χων πλίνθων. Θέτοντες ἐντὸς τοῦ κυπέλλου μίγμα ἐξ ἀνθρακος καὶ
ἀσβέστου παράγουσι τὸ ἀνθρακασδέστιον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει πρὸς
παραγωγὴν ὀξυγενίου διὰ φωτισμὸν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

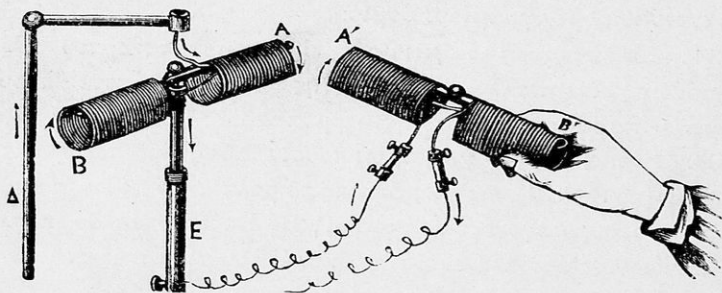
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΗΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

362. **Σωληνοειδές.** Καλεῖται σωληνοειδές ρεύμα ἢ καὶ ἀπλῶς σωληνοειδές μετάλλινον σύρμα περιελισσόμενον ἑλικοειδῶς καὶ διαρρεόμενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 244). Τὸ σωληνοειδές ἔχει πάσας τὰς ιδιότητες μαγνήτου. Οὕτως, ἐὰν τοιοῦτον σωλη-



Σχ. 244.

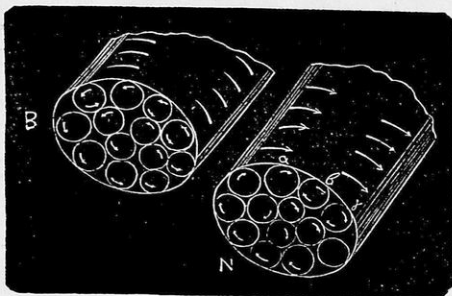
νοειδές στηρίζωμεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα (σχ. 245), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδές τοῦτο στρέφεται ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γ' ἢς οὕτως, ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν



Σχ. 245.

καὶ ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ 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 τὴν ἑτερώνυμον Β',

ἔλξιν, ὡς συμβαίνει καὶ μεταξύ δύο μαγνητικῶν βελονῶν. Ἐάν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάζωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν ἔλξιν μὲν μεταξύ τῶν ἑτερωνύμων πόλων, ἄπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμωνύμοις. Ὡσαύτως ἡλεκτρικὸν 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 ἀκριδῶς τὰς αὐτὰς ιδιότητας, ὁ Ampère συνεπέρασεν ὅτι εἰς τὸ ἔσωτερικὸν πάντων τῶν μορίων μεμαγνητισμένης ῥάβδου κυκλοφοροῦσιν ἡλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς φορᾶς παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 246). Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τῆς χαλυβδίνης ῥάβδου τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φορὰν καὶ διεύθυνσιν, μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὅμως στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορὰ αὐτῶν νὰ εἶνε εἰς πάντα ἡ αὐτή. Ἐάν δὲ στρέψαντες τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσδλέψωμεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνουνσι κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὡρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φορὰν ἀντίθετον.



Σχ. 246.

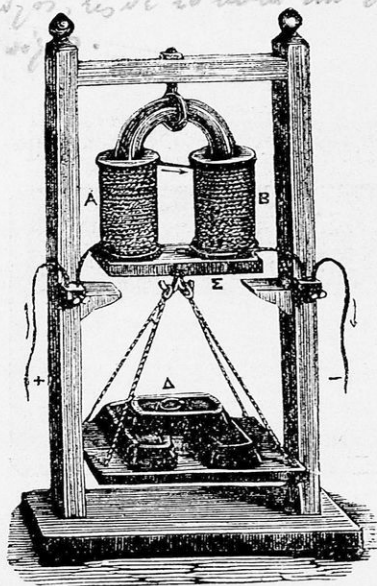


Σχ. 247.

363. **Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων.** Ἐάν ἐφ' ὑαλίνου σωληνός περιελίξωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 247) καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω παραχθείσης ἑλικίας τεθῇ ῥάβδος χαλυβδίνη καὶ διαδιεασθῇ διὰ

τῆς ἑλικος ἡλεκτρικὸν ρεύμα, ἡ ῥάδδος μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν γότιος πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον N, ὁ δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B. 2

364. **Ἡλεκτρομαγνήτης.** Ἐὰν ἀντὶ χαλυδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα ῥάδδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυδίνη, ἀλλὰ προσκαίρως· τουτέστιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυδίνη ῥάδδος ἐξακολουθεῖ οὕσα μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ἡ μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ μόνον, ἐφ' ὅσον τὸ ρεύμα διέρχεται. Ἡ συσκευή δ' αὕτη ἡ ἀποτελουμένη ἐκ πυρῆνος μαλακοῦ σιδήρου, περὶ ὃν ἐλίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον καὶ ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέομενον, καλεῖται ἡλεκτρομαγνήτης.

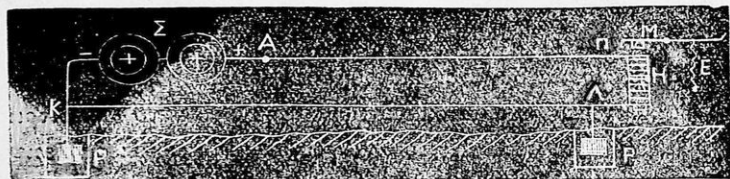


Σχ. 248.

κεκαμμένος AB (σχ. 248), περιελίσσεται τὸ σύρμα ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ἐπικαμποῦς πυρῆνος, ὥστε νὰ σχηματισθῶσι δύο πηνία A καὶ B. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν αὐξάνεται, αὐξανομένης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδείκνυται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐὰν ὑπὸ τοὺς πόλους αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἣτις καλουμένη ὀπλισμὸς ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου μέχρι προσκολ-

λήσεως, όταν τὸν ἄγωγὸν αὐτοῦ διαρρέῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ τούτου δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη Δ, ἅτινα ὅμως καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἡλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς ἀποτελοῦντες τὸ οὐσιώδες συστατικὸν πολλῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλομεν περιγράψει 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.

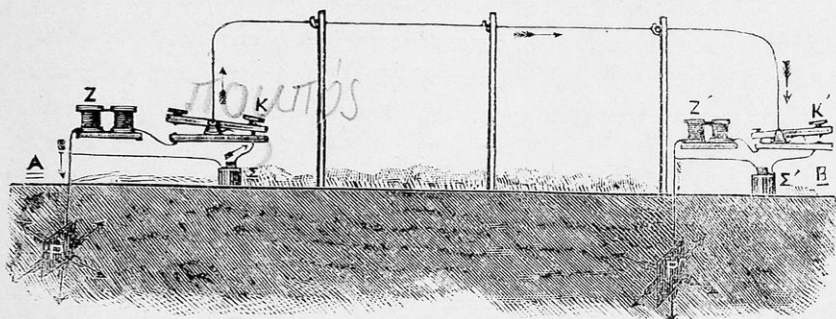
ἄγωγους. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ τεσσάρων μερῶν, τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τοῦ ἄγωγου. Ἐκ τῶν πολλῶν δὲ συστημάτων τηλεγράφου θέλομεν περιγράψει τὸ τοῦ Μόρσου, τὸ καὶ παρ' ἡμῖν ἐν χρήσει.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἣς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῇ μετάλλινον ἄγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν Α (σχ. 249) φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς Π καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας καὶ ὅτι εἰς ἕν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθέντομεν ἡλεκτρικὴν στήλην, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιῇ ἡλεκτρομαγνήτην Η. Ἐφ' ὅσον ὁ ἄγωγὸς διατηρεῖται συνεχὴς, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρὴν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διατελῶν μαγνήτης ἔλκει τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν Μ. Ἐὰν ὅμως εἴς τι σημεῖον ὁ ἄγωγὸς 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 ὀπλισμόν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆγος διὰ τινος ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου E. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι δυνάμεθα ἐξ Ἀθηνῶν κατὰ βούλησιν νὰ μαγνητίζωμεν καὶ ἐκμαγνητίζωμεν τὸν πυρῆγα τοῦ ἐν Πειραιεὶ ἡλεκτρομαγνήτου. Πρὸς τοῦτο δ' ἀπαί-
 τούνται δύο ἄγωγοί, ὧν ὁ μὲν ΑΠ χρησιμεύει διὰ τὴν μετάδασιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΑΚ διὰ τὴν ἐπάνοδον αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεύτερος οὗτος ἄγω-
 γὸς ΚΑ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Α προσκολληθῶσι μεταλλινὰ σύρματα περατούμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ὕδατος τῶν φρεάτων P καὶ P'. Καὶ εἰς μὲν τὸ σημεῖον Α, εἰς τὸ ὁποῖον γίνονται αἱ διακοπαὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ κυκλώματος, τίθεται ὄργανον καλούμενον πομπὸς ἢ χειριστήριον, δι' οὗ διακόπτομεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν εὐχερῶς τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα, εἰς δὲ τὸ μέρος Η τοῦ ἄγωγου, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἡλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευὴ καλουμένη δέκτης, δι' ἧς ἀποτυπῶνται 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 ἡλεκτρικὴ στήλη, πομπὸς καὶ δέκτης.

366. **Σύνδεσις τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς.** Ἡ σύνδεσις αὕτη δέι-
 κνυται ἐν τῷ σχήματι 250, εἰς ὃ Σ καὶ Σ' εἶνε αἱ ἡλεκτρικαὶ στή-
 λαι 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 ἡλεκτρικῶν στήλῶν ὡς καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἄγωγου τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν Ζ καὶ Ζ' συνάπτονται μετὰ τῶν πομπῶν, οἱ δὲ ἀρνητικοὶ πόλοι καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἄγωγου τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν συνάπτονται μετὰ τῆς γῆς διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων P καὶ P'. Ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ ἢ ἀποτελουμένη ἐκ σιδηροῦ σύρματος ἐπεψευδαργυρομένου πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὀξειδώσεως καὶ ἐρειδομένου ἐπὶ μονωτήρων ἐκ πορ-

σελάνης, οὗς φέρουσιν οἱ τηλεγραφικοὶ στῦλοι, συνάπτει πρὸς ἀλλήλους τοὺς μοχλοὺς τῶν δύο πομπῶν. Ἐὰν ἡ λαβὴ K τοῦ πομποῦ τοῦ σταθμοῦ A πιεσθῇ ἐπὶ μίαν π. χ. χρονικὴν στιγμήν, ῥεύμα ἡλεκτρικὸν ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης Σ καὶ μεταβαῖνον 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 εἰτα μεταβαίνει 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, ἥτοι ἐπὶ χρόνον τριπλάσιον τοῦ πρώτου, τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας μικρὰ γραμμὴ. Ὁμοίως δ' ἀποστέλλονται συνθήματα καὶ ἀπὸ τοῦ σταθμοῦ B εἰς τὸν A .

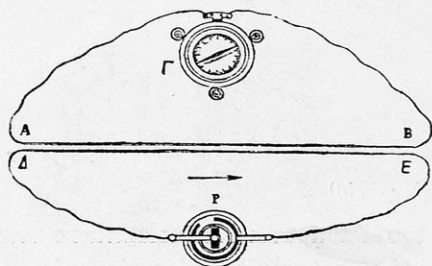
Οἱ ἀπλούστεροι συνδυασμοὶ τῆς στιγμῆς καὶ γραμμῆς παριστῶσι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία καὶ ἄλλα σημεῖα ἀναγκαῖα εἰς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.
ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ. ΜΙΚΡΟΦΩΝΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΑΙ

46 367. *Ρεύματα εξ επαγωγής.* Τῷ 1831 ὁ Ἀγγλος φυσικὸς Faraday ἀνεκάλυψε νέον τρόπον παραγωγῆς ἡλεκτρικῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα ἐκλήθησαν ρεύματα *ἐξ επαγωγῆς ἢ επαγωγικά.*

Α) *Ἐπαγωγή διὰ παραλλήλων ρευμάτων.* Θεωρήσωμεν ἄγωγόν εὐθύγραμμον ΔΕ (σχ. 251) διαρρέομενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ΡΔΕ καὶ καίμενον πλησίον καὶ παραλλήλως δευτέρῳ ἄγωγῳ ΑΒ, οὗ τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου Γ.



Σχ. 251.

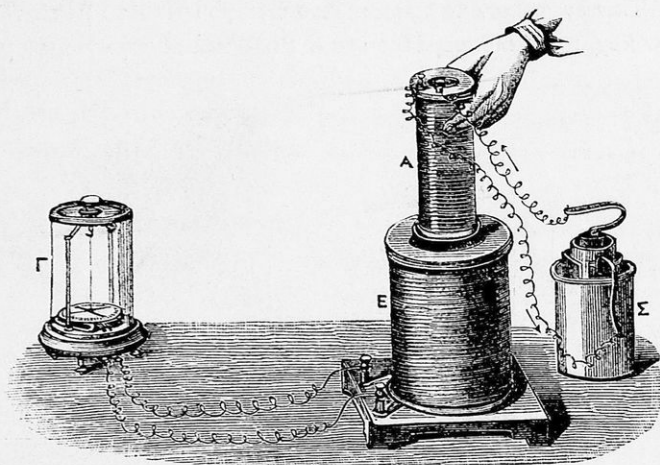
α) Ἐὰν πλησιάσωμεν τοὺς δύο ἄγωγούς, παράγεται ἐπὶ τοῦ δευτέρου ΑΒ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχον φορὰν ἀντίρροπον τῆς τοῦ πρώτου τοῦ ἐπιδρωῶντος ΔΕ. Καθ' ἣν στιγμήν ἢ προσπέλασις παύσῃ, καὶ τὸ ἐξ ἐπιδράσεως παραγόμενον παύει, οὐδὲν

δὲ ρεῦμα διαρρέει τὸν ἄγωγόν ΑΒ, ἐφόσον οἱ δύο ἄγωγοὶ τηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἐὰν νῦν ἀπομακρύνωμεν τοὺς δύο ἄγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ ἀπ' ἀλλήλων, παράγεται πάλιν ἐν τῷ δευτέρῳ ἄγωγῳ ρεῦμα ἐξ επαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρωῶντι ρεύματι.

β) Τηροῦντες τοὺς παραλλήλους ἄγωγούς ΑΒ καὶ ΔΕ πλησίον καὶ εἰς σχετικὴν θέσιν ἀμετάβλητον, ἂν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ἐπιδρωῶντος ρεύματος ΡΔΕ, παράγεται ἐν τῷ ἄγωγῳ ΑΒ ρεῦμα ἀντίρροπον, ἂν δὲ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν αὐτοῦ, παράγεται ρεῦμα ὁμόρροπον.

γ)' Ἐὰν διακόπτωμεν ἢ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ἐπιδρῶν ρεύμα, παράγεται ἐν τῷ δευτερεύοντι ἄγωγῳ AB ρεύμα ἐξ ἐπιδράσεως ὁμόρροπον μὲν τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι, καθ' ἣν στιγμὴν διακόπτομεν τὸ κύκλωμα PΔE, ἀντίρροπον δέ, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ ἐπιδρῶν ρεύμα ἀποκαθίσταται.

B) Ἐπαγωγὴ διὰ πηνίου. Λαμβάνομεν δύο πηνία A καὶ E (σχ. 252), ἀποτελούμενα ἐκ χαλκοῦ σύρματος κεκαλυμμένου



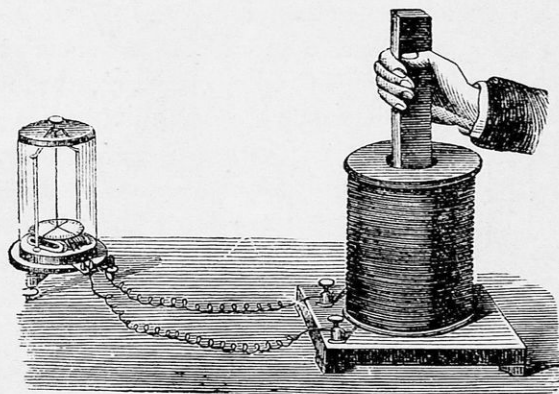
Σχ. 252.

διὰ μετάξεως καὶ συνάπτομεν τὰ πέρατα τοῦ μὲν πρώτου A μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τοῦ δὲ δευτέρου E μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν τοῦ γαλβανομέτρου Γ. Τούτων δὲ γενομένων εἰσάγομεν τὸ πηνίον A εἰς τὸ πηνίον E, ὁπότε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἄγωγου τοῦ πηνίου E ρεύμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι τῷ διαρρέοντι τὸ πηνίον A. Ἐὰν δὲ ἀνελκίσωμεν τὸ πηνίον A, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ E ρεύμα ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι. Αὐξάνοντες ἢ ἐλαττοῦντες τὴν ἔντασιν τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος παράγομεν ρεύμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον ἢ ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι. Διακόπτοντες ἢ ἀποκαθιστῶντες τὸ ἐπιδρῶν ρεύμα 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 οἵασδήποτε παράγει ἐντὸς ταύτης ἐπαγωγικά ρεύματα, καλούμενα ρεύματα τοῦ Foucault.

6') Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ πηγίου μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου (σχ. 253) καὶ εἰσαγάγωμεν μαγνή-



Σχ. 253.

την εἰς τὸ πηγίον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (σχ. 246 § 362) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτη. Ἐὰν δ' ἀνασύρωμεν τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου.

Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνῃ καὶ κατ' ἄλλον τρόπον. Εἰσάγωμεν εἰς τὸ πηγίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν μαγνήτην. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτοῦ ὁ μαλακὸς σίδηρος γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγονται ἐν τῷ πηγίῳ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς τὸ μὲν ἀντίρροπον

τὸ δὲ ὁμόρροπον. Δυνάμεθα ὡσαύτως νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον 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 ἄγωγῶν (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 πηνίου A εὕρισκομένου ἐν τῷ πηνίῳ E, διακόπτομεν ἀποτόμως τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ΣΑ, ὅτε ἀναφαίνεται ὠρισμένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα ἀντικαθιστώντες τὸ πηνίον E δι' ἄλλου ἀποτελουμένου ἐκ χαλκοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ μὲν βάρους ἀλλὰ λεπτοτέρου, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν νὰ αὐξήσῃ, τοῦ πηνίου E διατηροῦντος τὰς αὐτὰς διαστάσεις, ἡ ἀναφανομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν.

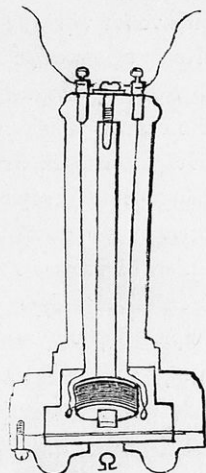
369. **Διάρκεια καὶ ἔντασις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων.** Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, ἥτις δεικνύεται διὰ τοῦ σχήματος 252, καθ' ἣν ἀνασύρωμεν τὸ ἐν τῷ πηνίῳ E εὕρισκόμενον πηνίον A μέχρις ὠρισμένης ἀποστάσεως. Ἐὰν μὲν ἀνασύρωμεν βραδίως τὸ πηνίον E, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον, ἐὰν δὲ βραδέως, 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 βραδίαν κίνησιν ὁ παραγόμενος ἡλεκτρισμὸς διαρρέει τὸ πηνίον E ἐν ἐλάσσονι χρόνῳ καὶ ἐπομένως παράγεται ρεῦμα ἐντατικώτερον ἀλλὰ μικρᾶς διάρκειας, ἐνῷ κατὰ τὴν βραδεῖαν κίνησιν παράγεται ρεῦμα ἀσθενέστερον, ἀλλὰ μείζον.

νος διαρκείας. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἀνασύρωμεν βιαίως ἢ βραδέως τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηγίου (σχ. 253).

370. **Ἐπίρρευμα. Αὐτεπαγωγή.** Ἐὰν τὰ πέρατα τῶν ῥοηφόρων ἡλεκτρικῆς στήλης πλησιάζωμεν εἰς ἐλαχίστην ἀπόστασιν, οὐδεὶς σπινθήρ παράγεται. Ἐὰν ὅμως ἐνώσαντες τοὺς ῥοηφόρους τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης ἀποσπάσωμεν εἰτα αὐτούς, παρατηροῦμεν ἡλεκτρικὸν σπινθήρα 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 ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, παράγει ἐπὶ τοῦ παρακειμένου νήματος τοῦ αὐτοῦ ἄγωγου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ κυκλοφοροῦντι ἐπὶ τοῦ ἄγωγου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἀμοιβαίας ἐπιδράσεως τῶν στοιχειωδῶν νηματίων τοῦ ἄγωγου, ἔνεκα τῆς ὁποίας ἐπέρχεται κατὰ τὴν διακοπὴν ἡ στιγμιαία ἔξαρσις τοῦ ἡλεκτρικοῦ 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 ὁμόρροπον, οὕτω δὲ παράγεται ἰσχυρότερος σπινθήρ κατὰ τὴν διακοπὴν. Ἡ αὐτεπαγωγή αὕτη εἶνε ἔτι μᾶλλον ἰσχυρότερα, ἐὰν κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σπειροειδοῦς τοῦ διαρρεομένου ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τεθῇ πυρὴν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Ἡ ἀπομαγνήτισις τοῦ πυρῆνος κατὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος παράγει ἔτι ἰσχυρότερον ἐπίρρευμα καὶ ἐπομένως ἰσχυρότερον σπινθήρα.

371. **Τηλέφωνον.** Ὁ Graham Bell τῷ 1877 ἐπενόησεν ἐν Ἀμερικῇ ὄργανον, δι' οὗ ἡδυνήθη νὰ μεταβιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἡλεκτρικῶν ρευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μεταλλίνου ἄγωγου. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν **τηλέφωνον** σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος Ω (σχ. 254), ὅπερ εὐρίσκεται:

εἰς τὸν πυθμένα ξυλίνου ὄλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κείται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη ράβδος, ἥς δ' 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 μετὰξῆς, σχηματίζον μικρὸν πηνίον. Ἡ μαγνητικὴ ράβδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλίνδρῳ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χαλκίνου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικής θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ ἐντελῶς ὁμοίου ὀργάνου. Ἐὰν νῦν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλέφωνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὄλμον αὐτοῦ εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ ὄλμῳ τοῦ ἐτέρου τηλεφώνου τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.



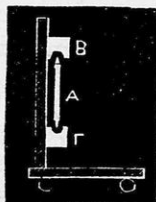
Σχ. 254.



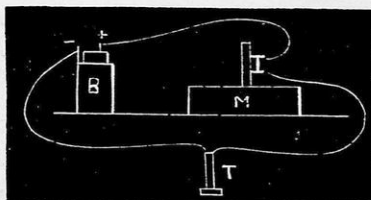
Σχ. 255.

372. Θεωρία τοῦ τηλεφώνου. Ὅταν λαλῇ τις μεγαλοφώνως καὶ εὐκρινῶς ἐνώπιον τοῦ ὄλμου τηλεφώνου τινός, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἐλάσμα Ε (σχ. 255), τὸ ὅποion κραδαινόμενον κοιλοῦται καὶ κυρτοῦται μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἥττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα Μ τοῦ πηνίου Σ ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ. Ἐνεκα δὲ τούτου παράγονται ἐν τῷ

πηνίφ Σ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαρρέοντα τοὺς ἀγωγοὺς καὶ τὸ πηνίον Σ , τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὀργάνου M , μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσι τὴν ἰσχύϊν 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 ἐτέρου 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 ἄερα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τοὺς αὐτοὺς ἀκριδῶς φθόγγους, ἀλλ' ἀσθενεστέρους, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττουμένου.



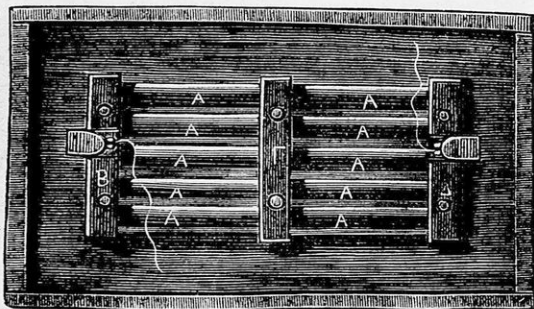
Σχ. 256



Σχ. 257.

373. **Μικρόφωνον.** Ἡ δι' ἀπλῶν τοιοῦτων τηλεφώνων μετὰ-
δοσις τῆς φωνῆς ἀποβαίνει δυσχερὴς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀπο-
στάσεις. 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 καθί-
στανται ἀκουστοὶ ἤχοι μὴ ἄλλως ἀκουστοὶ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὠτός,
ὥς διὰ τοῦ μικροσκοπίου βλέπομεν ἐλάχιστα ἀντικείμενα μὴ ὁρατὰ
διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ πρῶτον μικρόφωνον τὸ ἐπινοηθὲν
ὑπὸ τοῦ Hughes σύγκειται ἐκ κυλίνδρου A (σχ. 256) ἐξ ἄνθρα-
κος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἅκρα καὶ στη-
ρίζεται κατακορύφως εἰς μικρὰς κοιλότητας ἐσκαμμένας ἐντὸς δύο
τεμαχίων B καὶ Γ ἐξ ἄνθρακος ἐστηριγμένων ἐπὶ κατακορύφου

σανίδος. Ἄν παρενθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρικῆς στήλης Β (σχ. 257) κατὰ σειράν τὴν συσκευὴν ταύτην Μ καὶ τηλεφώνον Τ, τότε τὸ ρεύμα ἀναχωροῦν ἀπὸ τῆς στήλης καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος τοῦ μικροφώνου καὶ εἰτα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ τηλεφώνου ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον αὐτῆς. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ κυλινδρικός ἄνθραξ Α τηρηθῇ εἰς τελείαν ἀκίνησιν καὶ θέσωμεν τὸ τηλεφώνον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, οὐδὲν ἀκούομεν, διότι τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διατηροῦντος σταθερὰν ἰσχὺν ἡ ἑλξίς τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ τηλεφώνου μένει ἀμετάβλητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ τὸ ἔλασμα μένει ἀκίνητον. Ἐλάχιστος ὅμως κραδασμὸς παραγόμενος εἰς τὸ μικρόφωνον μεταβάλλει τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τὰ μεταξὺ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος καὶ τῶν ἐξ ἄνθρακος ὑποστηριγμάτων αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὕτω τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται καὶ ἡ ἰσχὺς τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ τηλεφώνου καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου ὅτε μὲν γίνε-



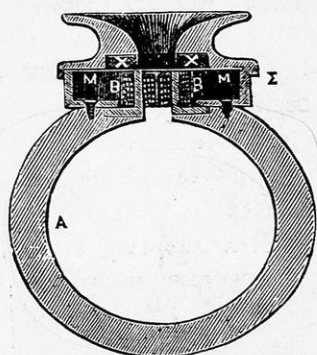
Σχ. 258.

ται ἰσχυρότερος, ἐπὶ δ' ἀσθενέστερος. Οὕτω τῆς ἑλξεως τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος μεταβαλλομένης τίθεται τὸ ἔλασμα εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ παράγεται ἡχος ἀρκούντως εὐκρινής.

374. **Φωνοπομπὸς τοῦ Ader.** Ὁ Ader θέλων νὰ ἐπαυξήσῃ τὰ σημεῖα ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν ἀνθράκων ἐτροποποίησεν ὡς ἐξῆς τὸ μικρόφωνον. Ὑπὸ λεπτοτάτην σανίδα ἐξ ἐλαφροῦ ξύλου ἐλάτης σχήματος ὀρθογωνίου (σχ. 258) τοποθετοῦνται τρεῖς πρισματικοὶ ἄνθρακες Β, Γ καὶ Δ παραλλήλως. Ἐντὸς δ' ὅπῳν ἐσκαμμένων ἐπὶ τῶν πλαγίων ἐδρῶν τῶν ἀνθράκων στηρίζονται ἐγκαρσίως ἀνὰ πέντε

κυλινδρικά ραβδία ἐξ ἄνθρακος ΑΑ, τὸ δὲ ὅλον παριστᾷ 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, οὗτινος τομὴν παριστᾷ τὸ

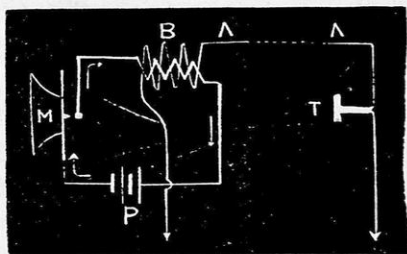


Σχ. 259.

σχῆμα 259, σύγκειται ἐκ ψελιοειδοῦς μαγνήτου Α, ὅστις χρησιμεύει συγχρόνως καὶ ὡς λαβή. Οἱ πόλοι τοῦ μαγνήτου φέρουσι προσηρμοσμένα μικρὰ τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου, ἅτινα περιβαλλόμενα ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος μειονωμένου ἀποτελοῦσι τὰ δύο πηνία ΒΒ, ἄνωθεν τῶν ὁποίων κεῖται τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἔλασμα ΜΜ ἐπικεχρισμένον διὰ βερνικίου, ὅπως μὴ ὀξειδῶται. Ἀνωθεν δὲ τοῦ ἐλάσματος τούτου προστίθεται δακτύλιος XX ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, διὰ τοῦ ὁποίου ἐνισχύεται ὁ ψελιο-

ειδὴς μαγνήτης, οὕτω δὲ οἱ ὑπὸ τοῦ ἐλάσματος ἀποδιδόμενοι ἤχη οἶνε μᾶλλον ἐντατικοί.

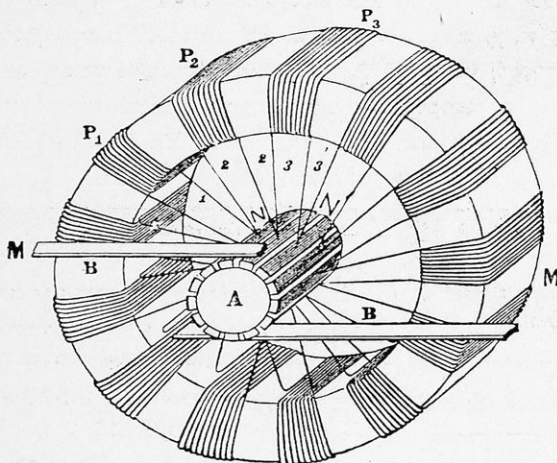
376. **Συνδεσμολογία φωνοπομποῦ καὶ φωνοδέκτου.** Ὁ Edison πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα· τουτέστιν ἀντὶν' ἀποστείλῃ ἀπ' εὐθείας τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐκπορευόμενον ρεῦμα καὶ διὰ τοῦ μικροφώνου διερχόμενον μεταχειρίζεται ἐπαγωγικὸν πηνίον Β (σχ. 260) καὶ τότε τὸ κύκλωμα τοῦ μικροφώνου Μ περιλαμβάνει τὴν στήλην Ρ καὶ μόνον τὴν ἐκ παχέος σύρματος ἐσωτερικὴν σπείραν τοῦ πηνίου Β. Ἡ δὲ ἐκ λεπτοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ πηνίου Β ἐξωτερικὴ σπείρα περιλαμβάνει τὴν τηλεφωνικὴν γραμμὴν ΛΛ,



Σχ. 260.

τὸ τηλέφωνον T τοῦ ἄλλου σταθμοῦ καὶ τὴν γῆν. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ἡ φωνὴ μεταδίδεται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς.

377. **Ἡλεκτρομηχαναί.** Αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ παράγουσι διὰ μηχανικοῦ ἔργου ἐπαγωγικὰ ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ἥτοι μετατρέπουν τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Διαι-



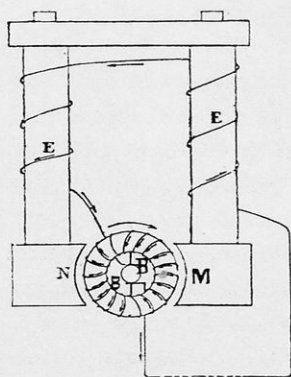
Σχ. 261.

ροῦνται δὲ εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς μηχανάς, εἰς ἃς ἡ ἐπαγωγὴ γίνεται διὰ μαγνητῶν, καὶ εἰς δυναμοηλεκτρικὰς εἰς ἃς αὕτη γίνεται δι' ἡλεκτρομαγνητῶν.

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) ἡνωμένων διὰ τῶν περάτων αὐτῶν οὕτως, ὥστε ἀποτελοῦσιν ἓν συνεχές καὶ ἄνευ τέρατος 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 μετάλλινα 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 μηχανὴ χειροκίνητος, ἢ ὑδροκίνητος, ἢ ἀτμοκίνητος θέτει εἰς ταχείαν περὶ τὸν ἄξονα A περιστροφικὴν κίνησιν τὸν δακτύλιον, ἀναπτύσσονται δὲ καὶ ἐπὶ τῶν πηνίων P₁, P₂, P₃ ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ἅτινα συλλέγομεν διὰ μεταλλίνων ἐλασμάτων BB.

6') *Δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή.* Εἰς ταύτην ὁ δακτύλιος περιστρέφεται μεταξὺ τῶν δύο πόλων N καὶ M (σχ. 262) ἡλεκτρομαγνήτου EE, οὗ οἱ ἄγωγοι διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐν τῷ ἄγωγῳ τοῦ δακτυλίου κατὰ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν αὐτοῦ διὰ τῆς ἀσθενοῦς κατὰ πρῶτον ἐπι-



Σχ. 262.

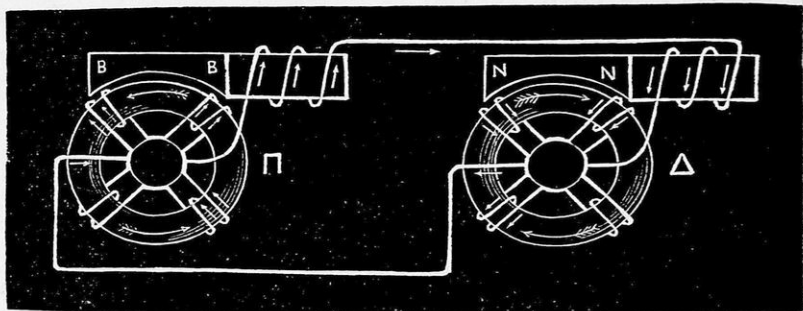
δράσεως τοῦ ἀσθενοῦς μαγνητισμοῦ, ὃν φέρουσιν οἱ πυρῆνες τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου. Ἡ μηχανὴ αὕτη διεγείρεται ἀφ' ἑαυτῆς, διότι αὐτὸ τοῦτο τὸ ρεῦμα τὸ ἐν τῷ ἄγωγῳ τοῦ δακτυλίου παραγόμενον διαρρέον τὸν ἄγωγόν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου μαγνητίζει ἰσχυρῶς τοὺς σιδηροὺς πυρῆνας αὐτοῦ οἵτινες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τοῦ δακτυλίου παράγουσιν ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.

Τὸ διὰ τῶν μαγνητοηλεκτρικῶν καὶ δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν παραγόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ὅμοιον πρὸς τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν ἡλεκτρικῶν στοιχείων συγκειμένης, διότι ἐκάστη σπειρα τοῦ πηνίου δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς

ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. Δύναται ἐπομένως ν' ἀποδῇ ἰσχυρότατον καὶ χρησιμεύει διὰ τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμόν, διὰ τὴν κίνησιν κ.τ.λ.

378. **Ἡλεκτροκίνητηρες.** Αἱ ἡλεκτρομηχαναί, ὡς εἶδομεν, μετατρέπουσι τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν, τοῦναντίον οἱ ἡλεκτροκίνητηρες μετατρέπουσι τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινήτικὴν. Οὕτως εἰς τὰς δύο ἀνωτέρω περιγραφείσας μηχανὰς ἐὰν μὲν ὁ δακτύλιος τεθῇ εἰς ἰσοταχῇ περιστροφικὴν κίνησιν, τότε εἰς τὰ ἐλάσματα BB συλλέγομεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα συνεχές, τῆς αὐτῆς δηλ. πάντοτε φορᾶς καὶ ἰσοεντατικόν. Ἐὰν τοῦναντίον διὰ τῶν ἐλασμάτων BB εἰσαγάγωμεν ἔξωθεν ἡλεκτρικὸν 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 ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, δεχόμεναι δὲ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἢ διὰ στήλης ἢ δι' ἄλλης ὁμοίας μηχανῆς παράγομεν, τίθενται εἰς κίνησιν δηλ. μετατρέπονται εἰς ἡλεκτροκίνητηρας. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης τῶν ἡλεκτρομηχανῶν στηρίζεται ἡ μεταδίδασις ἐνεργείας διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Οὕτω π. χ. ὑποθέσωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἓν τινι πόλει τὴν κινήτικὴν ἐνέργειαν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέρος μεμακρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ἰπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικὸς τροχὸς ἢ ὑδροστροβίλους, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἡλεκτρομηχανὴν Π (σχ. 263). Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον διοχετευόμενον δι' ἐναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἡλεκτρομηχανῆς Δ κειμένης ἐν ἐργαστηρίῳ τινὶ τῆς πόλεως, θέτει αὐτὴν εἰς κίνησιν καὶ δι' αὐτῆς κινεῖ ποικίλα μηχανήματα ἢ διαβιβαζόμενον διὰ καταλλήλων ἡλεκτρικῶν λαμπτήρων παράγει φῶς. Οὕτω σήμερον μικραὶ κῶμαι

ἐπὶ τῶν ὁρέων κείμεναι, ὥς εἰς τὰς "Αλπεις, φωτίζονται ἀπλῶς δι' ἡλεκτρικοῦ 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 Νιὰ-γάρα μεταφέρεται ὥς ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς μεμακρυσμένους πόλεις, ἔνθα χρησιμοποιεῖται. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διανομὴ κινητηρίου ἐνεργείας εἰς τὰ διά-



Σχ. 263.

φορα ἐργαστάσια. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην μεγάλαι ἡλεκτρομηχαναὶ εἰς κέντρον παραγωγῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας κείμεναι κινουσι ἄλλας ἡλεκτρομηχανάς ἐν ταῖς ἐργαστηρίοις εὐρισκομένας, αἵτινες κινουσι τὰ μηχανήματα τοῦ ἐργαστηρίου. Ἡ μεταφορὰ κινητηρίου ἐνεργείας διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὥσάυτως καὶ εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν ἐπὶ σιδηρῶν τροχιῶν. Πρὸς τοῦτο μόνιμος κινητήριος ἀτμομηχανὴ κινεῖ ἡλεκτρομηχανήν, ἥς τὸ βεῦμα διοχετευόμενον δι' ἐναερίων ἢ ὑπογείων μεμονωμένων μεταλλίνων ἀγωγῶν θέτει εἰς κίνησιν δευτέραν ἡλεκτρομηχανήν ἐν τῇ ἀμάξῃ εὐρισκομένην, ἥς ἡ κίνησις μεταδίδεται μηχανικῶς εἰς τοὺς τροχοὺς τῆς ἀμάξης.

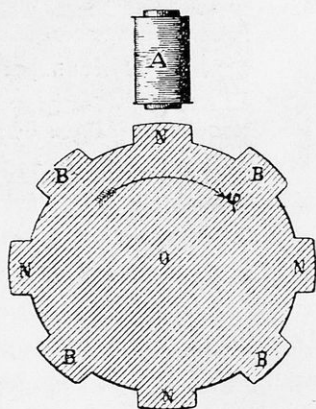
379. **Ἐναλλασσόμενα ρεύματα.** Αἱ ἀνωτέρω περιγραφεῖσαι γεννήτριαι τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μηχαναὶ παράγουσι ρεύματα συνεχῆ, ἅτινα διατηροῦσι τὴν αὐτὴν πάντοτε φοράν. Ἄλλ' ὑπάρχουσι καὶ

ἡλεκτρομηχαναὶ παράγουσαι ρεύματα, τὰ ὅποια ἀλλάσσουν διαδοχικῶς τὴν φοράν αὐτῶν καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἔντασις μεταβάλλεται διηγεκῶς, μετὰ παρέλευσιν δὲ ὀρισμένου χρόνου, ὅστις καλεῖται περίοδος, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα λαμβάνει τὴν αὐτὴν φοράν καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Τὰ ἡλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα καλοῦνται ἐναλλασσόμενα. Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζονται αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ αἱ παράγουσαι ἐναλλασσόμενα ρεύματα, εἶνε ἡ ἑξῆς.

Ἐπὶ κυκλικοῦ δίσκου οὗ τὸ κέντρον O (σχ. 264), τοποθετοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι B, N, B, N , ἐναλλάξ βόρειοι καὶ νότιοι, στρεφόμενοι περὶ τὸν ἄξονα O κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους φ .

Πηγίον A φέρον σιδηροῦν πυρῆνα στηρίζεται ἀμετάθετον ἐκτὸς τοῦ δίσκου.

Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι B, N διέρχονται διαδοχικῶς πρὸ τοῦ πυρῆνος τοῦ πηγίου A καὶ μαγνητίζουν αὐτὸν ὁτὲ μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὁτὲ δὲ κατ' ἀντίθετον οὕτως, ὥστε ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγίου παράγονται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς βαίνοντα ὁτὲ μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὁτὲ δὲ κατ' ἀντίθετον, ἥτοι ρεύματα ἐναλλασσόμενα. Ἀντὶ ἐνὸς ὅμως πηγίου B τοποθετοῦνται πλείοτερα καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου ἡνωμένα πρὸς ἀλλήλα. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χρησιμεύουσιν ἐπίσης ὡς καὶ τὰ συνεχῆ πρὸς παρα-



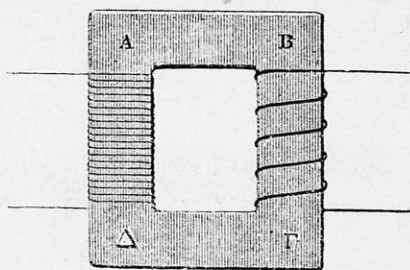
Σχ. 264.

γωγὴν φωτός, κινήσεως κτλ.

380. **Μεταλλακτῆρες.** Οἱ μεταλλακτῆρες εἶνε συσκευαί, διὰ τῶν ὁποίων ἐναλλασσόμενα ρεύματα μεγάλης ἐντάσεως (πολλῶν ἀμπερείων μονάδων) καὶ χαμηλῆς τάσεως (ὀλίγων βολτείων μονάδων) μετατρέπονται εἰς ρεύματα ἐναλλασσόμενα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ ὑψηλῆς τάσεως καὶ ἀντιστρόφως. Εἰς μεταλλακτῆρ ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων,

Τοῖς αἰσθητοῖς ἐννοεῖται ὅτι τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα εἶναι ἀπὸ τῶν ἐνδοσθενῶν.

ἄτινα σχηματίζουσιν ἓν τετράπλευρον ΑΒΓΔ (σχ. 265), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐλίσσονται δύο σύρματα καλῶς μεμονωμένα, ὧν τὸ ἓν χονδρὸν κατ' ὀλίγας στροφάς καὶ τὸ ἕτερον λεπτὸν κατὰ πολλὰς στροφάς.



Σχ. 265.

Ἐὰν διὰ τοῦ πρώτου σύρματος τοῦ παχέος διαδιδάσωμεν ρεύμα ἐναλλασσόμενον μεγάλης ἐντάσεως, ἀλλὰ χαμηλῆς τάσεως, παράγεται ἐπὶ τοῦ δευτέρου σύρματος ρεύμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσόμενον ὑψηλῆς τάσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως. Ἐὰν τοὺναντίον τὸ λεπτὸν σύρμα δεχθῇ

ἐναλλασσόμενον ρεύμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως, συλλέγομεν εἰς τὰ πέρατα τοῦ παχέος σύρματος ρεύμα χαμηλῆς μὲν τάσεως, ἀλλὰ μεγάλης ἐντάσεως.

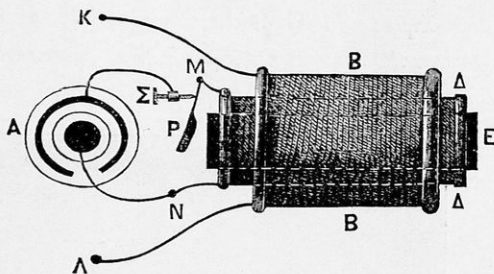
381. **Χρῆσις τῶν μεταλλακτῆρων.** Οὗτοι εἶνε ἀπαραίτητοι κατὰ τὴν μεταδίδασιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς μεγάλην ἀπόστασιν δι' ἀγωγῶν μικρᾶς σχετικῶς διαμέτρου. Οὕτω π. χ. εἰς Φάληρον μεγάλοι ἡλεκτρομηχαναὶ παράγουσιν ἐναλλασσόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα ὑπὸ ὑψηλὴν τάσιν, οἷον 5000 βολταίων μονάδων. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα διοχετεύόμενα δι' ἐναερίων συρμάτων μετατρέπονται εἰς Ἀθήνας διὰ μεταλλακτῆρων εἰς ρεύματα χαμηλῆς τάσεως, ἀλλὰ μεγίστης ἐντάσεως. Τὰ ἐναλλασσόμενα ταῦτα ρεύματα χαμηλῆς τάσεως διὰ καταλλήλων μηχανῶν καλουμένων μετατρεπτῆρων, μετατρέπονται εἰς ρεύματα συνεχῆ καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὸν φωτισμὸν καὶ διὰ τὴν κίνησιν.

382. **Ἐπαγωγικὸν πηνίον τοῦ Ruhmkorff.** Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶνε εἰδικὸς μεταλλακτῆρ συγκείμενος ἐκ δέσμης Ε (σχ. 266) ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου περιδαλλομένης ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος παχέος καὶ μεμονωμένου, ὅπερ ἀποτελεῖ τὸ ἐσωτε-

* transformateur ἢ transforme.

ρικών πηνίων ΔΔ, ἐφ' οὗ ἐλίσσεται δεύτερον σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον τελειότατα μεμονωμένον ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΒΒ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα στήλης συγκειμένης ἐξ ἑνὸς ἢ πλειοτέρων στοιχείων Bunsen Α διαβιδάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου διακοπτόμενον καὶ ἀποκαθιστάμενον διηγενεῶς. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ὄργανον καλού-

μενον ῥοητόμος, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου ἐλατηρίου ΜΡ φέροντος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Ρ. Τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα εἰσερχόμενον διὰ τοῦ ἀγωγοῦ Ν διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου,

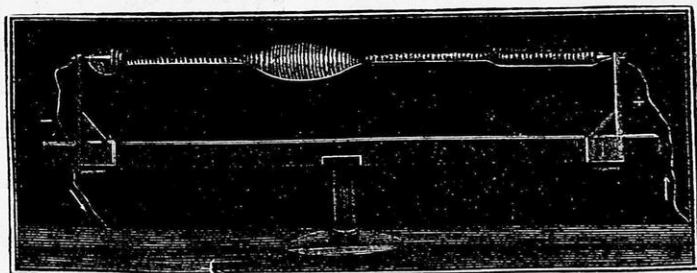


Σχ. 266.

ἐξερχόμενον δ' ἐξ αὐτοῦ μεταδίδει διὰ τοῦ ἐλατηρίου ΜΡ εἰς τὸ μετάλλινον στέλεχος Σ καὶ δι' αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης Α. Ἀλλ' εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὁ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρὴν Ε μαγνητιζόμενος ἔλκει τὸ σιδηροῦν τεμάχιον Ρ καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα διακόπτεται· διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὁ πυρὴν Ε ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ὁ σίδηρος δὲν ἔλκεται πλέον, τὸ ἐλατήριον ΜΡ ἐγγίζον τὸ στέλεχος Σ κλείει αὖθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχομεν σειρὰν ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσομένων ρευμάτων ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα Κ καὶ Λ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τοῦτου δύνανται νὰ παραγάγῃ μεταξὺ αὐτῶν σειρὰν ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁποίους δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο περάτων Κ καὶ Λ εἴνε μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἀντίστασις, ἣν πρόκειται νὰ ὑπερνικήσῃ ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, εἴνε μικρά, ἀμφοτέρω τὰ ἐξ

ἐπαγωγῆς ρεύματα, ἥτοι τό τε ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι καὶ τὸ ἀντίρροπον, δύνανται νὰ διέλθωσιν. Ἐὰν ὅμως αὐξήσωμεν τὴν ἀπόστασιν, διέρχονται μόνον τὰ ὁμόρροπα οὕτως, ὥστε τὸ μηχανήμα τότε παρουσιάζει δύο πόλους ὠρισμένους, θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, ἥτοι 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 διαδι-



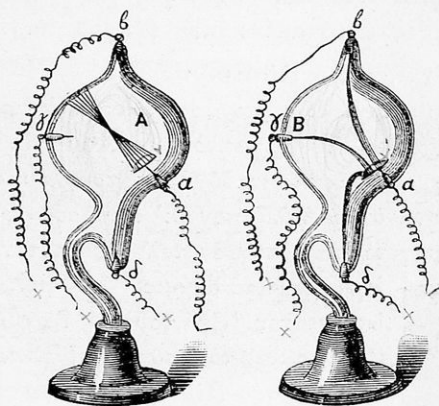
Σχ. 267.

βάζομεν τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηγίου Ruhmkorff παραγόμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ $\frac{1}{1000}$ περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρησιν αὐτοῦ, οὕτως τὸ χρῶμα ἐξαρθᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὃν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπερύθρον εἰς τὸ ὕδρογόνον.

Δι' ἐντελῶς κενοῦ χώρου ὁ σπινθὴρ δὲν διέρχεται.

384. **Σωλὴν Crookes.** Ἐστῶσαν δύο ὑάλινα σφαιρικὰ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 268) ὅμοια τὸ σχῆμα καὶ πανταχόθεν κεκλεισμένα· ἐκάτερον αὐτῶν φέρεי ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ τέσσαρα σύρματα α, β, γ, δ ἐκ λευκοχρύσου, δι' ὧν διαδιβάζονται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. Τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα α φέρει εἰς τὸ

ἔσωτερικὸν πέρας αὐτοῦ μικρὸν κοῖλον ἐκ λευκοχρύσου δισκάριον. Τὸ μὲν δοχεῖον B, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὁ ἄηρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς $\frac{1}{1000}$ περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀποτελεῖ σωλῆνα Geissler, τὸ δὲ δοχεῖον A, ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ἄηρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν καὶ ἴσην πρὸς τὸ $\frac{1}{1,000,000}$ περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἀποτελεῖ σωλῆνα τοῦ Crookes.



Σχ. 268.

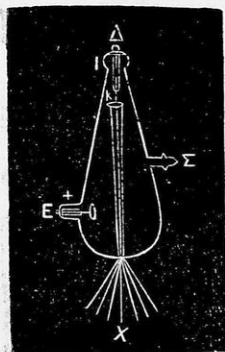
Ἐὰν πειραθῶμεν ἐπὶ ἑκατέρου τῶν δοχείων A καὶ B ἐφαρμόζοντες τὸν ἀρνητικὸν μὲν πόλον, ἦτοι τὴν κάθοδον, πάντοτε εἰς τὸ σημεῖον α τοῦ δοχείου, τὸν δὲ θετικόν, ἦτοι τὴν ἀνοδον, διαδοχικῶς εἰς τὸ σημεῖον β ἢ γ ἢ δ τοῦ δοχείου, βλέπομεν τότε ἐν μὲν τῷ τοῦ Geissler δοχείῳ B καμπύλην φωσφορίζουσαν, δεικνύουσαν τὴν διάδοσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὡς διὰ γεφύρας ἀρχομένης ἀπὸ τοῦ α καὶ ἐξικνουμένης ἢ εἰς τὸ β ἢ εἰς τὸ γ ἢ εἰς τὸ δ, εἰς τὸ σημεῖον δηλ. εἰς ὃ ἐφηρμόσθη ὁ θετικὸς πόλος, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

Δὲν ἔχει ὅμως οὕτως, ὅταν πειρώμεθα διὰ τοῦ δοχείου A τοῦ Crookes. Τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐφαρμοσθέντος εἰς τὸ α, τοῦ δὲ θετικοῦ εἰς τὸ β ἢ γ ἢ δ, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῷ δισκα-

ρίω α τοιχώματος τοῦ δοχείου φωσφόρησιν ἐπὶ κυκλικῆς ἐπιφανείας, ἥτις διατηρεῖ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἀμετάβλητον τὴν θέσιν, ὅπου-
δήποτε καὶ ἂν ἐφαρμοσθῇ ὁ θετικὸς πόλος.

385. **Ἀκτῖνες καθοδικαὶ καὶ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.** Αἱ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἥτοι ἐκ τῆς καθόδου ΔΚ (σχ. 269), σωλη-
νος Crookes ἐκπορευόμεναι ἀόρατοι αὗται ἀκτῖνες ἐκλήθησαν
καθοδικαί. Αὗται προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τοιχώματος
τοῦ δοχείου γίνονται πρόξενοι νέου εἶδους ἀκτίνων ἀοράτων X,
αἵτινες εἶνε αἱ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.

Αἱ ἀκτῖνες Röntgen εἶνε μὲν ἀόρατοι, ἀλλὰ προσπίπτουσιν ἐν
τῇ σκότει ἐπὶ χαρτίνου διαφράγματος κεκαλυμμένου καὶ δι' ἄλλων
μὲν οὐσιῶν, ἰδίᾳ ὅμως διὰ κυανιοῦχου βαρυολευκοχρύσου καθι-
στῶσιν αὐτὸ φωτεινὸν καὶ λάμπον δι' ἄμυδρου φωτός. Ἡ αὐτὴ
φωσφόρησις παράγεται καὶ ὅταν ἐν τελείῳ σκοτεινῷ θαλάμῳ κα-



Σχ. 269

λύψωμεν τὸ δοχεῖον διὰ μέλανος χάρτου ἢ
υφάσματος. Ἐκ τούτων δὲ συνάγομεν ὅτι ὁ
χάρτης καὶ τὸ υφάσμα εἶνε περατὰ διὰ τῶν
ἀκτίνων τοῦ Röntgen. Περαιτὰ σώματα εἶνε
τὸ ξύλον, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι καὶ τὰ ἐλαφρὰ
μέταλλα, ἥττον περατὰ ἢ ὕαλος, ἢ ἄργιλλος
καὶ ἀπέρατα τὰ βαρέα μέταλλα (μόλυβδος,
χρυσός, λευκέχρυσος). Τὸ ἀπέρατον τῶν
σωμάτων εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen
εἶνε περίπου ἀνάλογον τοῦ γινομένου τοῦ
πάχους τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν πυκνότητα
αὐτοῦ.

386. **Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία τοῦ Röntgen.**
Ἐὰν θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν μεταξὺ τοῦ δοχείου τοῦ ἐκπέμπον-
τος τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen καὶ τοῦ διαφράγματος στρέφοντες
πρὸς ἡμᾶς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ τὴν διὰ κυανιοῦχου βαρυολευκο-
χρύσου κεκαλυμμένην, βλέπομεν τὴν σκιὰν τοῦ σαρκώδους μέρους
τῆς χειρὸς, ἐντὸς δ' αὐτῆς σκοτεινότεραν τὴν τῶν ὀστέων (σχ. 270).

Πειρώμεθα δὲ ἢ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἢ καὶ ἐν φωτεινῷ ὀπλιζόμενοι διὰ τοῦ κρυπτοσκοπίου, εἰς τὸ βάθος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τὸ διάφραγμα.

Αἱ ἀκτῖνες 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 καταλλήλῳ στηρίγματος ΕΡ (σχ. 271) οὕτως, ὥστε νὰ στρέφῃ τὴν ἐπιφάνειαν Μ τὴν ἐκπέμπουσαν τὰς ἀκτῖνας 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. Διαδιβάζοντες ἐπὶ τινι δευτερόλεπτα τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ δοχείου Μ, ὑποβάλλομεν εἴτα τὴν φωτογραφικὴν πλάκα εἰς τὰς συνήθεις ἐν τοῖς φωτογραφείοις ἐργασίας, ὅποτε ἐμφανίζεται ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν καὶ δι' αὐτῆς παράγεται ἡ θετικὴ.



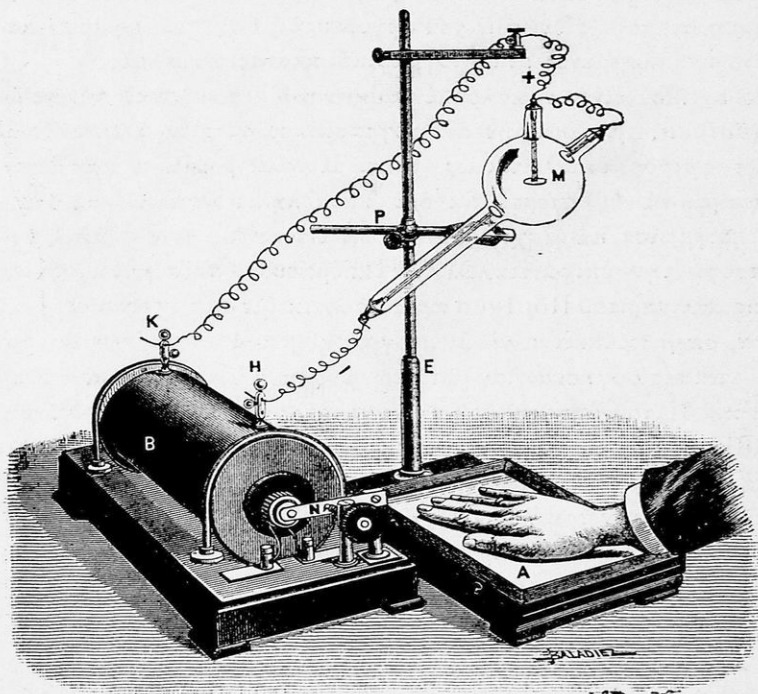
Σχ. 270.

Δι' ἀκτινοσκοπίας δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν οὐ μόνον τὰ ὀστὰ ζῶντος, ἀλλὰ καὶ τὸ διάφραγμα καὶ τὴν καρδίαν ἐν κινήσει καὶ μεταλ-

(1) Αἱ ὑάλιναι σφαῖραι, ὧν γίνεται χρῆσις τὴν σήμερον πρὸς παραγωγὴν ἀκτίνων τοῦ Röntgen, περιέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν δισκάριον ἐπίπεδον Μ ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἱριδίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσπίπτουσαι αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες μετατρέπονται εἰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen.

λικόν τι σῶμα, οἷον μολυβδίνην σφαῖραν, ἐν τῷ σῶματι ὑπάρχουσιν.

383. Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις. Εἶδομεν εἰς τὴν ὀπτικήν ὅτι τὰ φωτοδόλα σώματα κραδαίνοντα τὸν περιβάλλοντα αἰθέρα παράγουσι τὰς καλουμένας φωτεινὰς κυμάνσεις, ἐχούσας μεγάλην



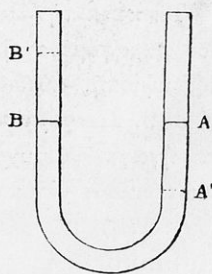
Σχ. 271.

ὁμοιότητα πρὸς τὰς κυμάνσεις, αἵτινες παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διὰ τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Ἡ κύμανσις αὕτη τοῦ αἰθέρος, ἡ παραγομένη διὰ φωτοδόλου πηγῆς, εἶνε ταχυτάτη, σχηματίζουσα αἰθέρια κυμάτια ἐλαχίστου μήκους μὴ ὑπερβαίνοντος τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου. Ὁ Hertz δι' ἐκκενώσεως ἡλεκτρικοῦ πυκνωτοῦ κατώρθωσε πρῶτος νὰ παραγάγῃ ἐν τῷ αἰθέρι κυμάνσεις, αἵτινες

διαδίδονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος πρὸς τὰς φωτεινάς, ἀλλ' ἐπειδὴ προέρχονται ἀπὸ βραδυτέρας κραδάνσεις τοῦ αἰθέρος, σχηματίζουσιν αἰθέρια κύματα, ὧν τὸ μῆκος μεταβάλλεται ἀπὸ 3 χ.μ. καὶ πέραν. Διὰ τοῦτο, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δεχθῇ τὰς κυμάνσεις ταύτας, δὲν προκαλοῦσι τὸ αἶσθημα τοῦ φωτός. Αἱ κυμάνσεις αὗται διαφέρουσι τῶν φωτεινῶν μόνον κατὰ τὸ μῆκος τοῦ κύματος καὶ καλοῦνται κυμάνσεις τοῦ Hertz ἢ ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις.

384. **Παλμικὴ ἐκκένωσις πυκνωτοῦ.** Ἐὰν πυκνωτήν, οἷον λουγδουνικὴν λάγηνον, ἀφοῦ φορτίσωμεν ἡλεκτρισμοῦ ἐκκενώσωμεν δι' ἐκκενωτοῦ αποτελουμένου ἐκ παχέος σύρματος παρουσιάζοντος μικρὰν ἀντίστασιν, ἀλλὰ περιειλιγμένου κατὰ πολλὰς στροφάς, ὥστε νὰ παράγῃται ἰσχυρὰ αὐτεπαγωγή, τότε ὁ κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἐκρηγνύμενος ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ παρατηρούμενος ἐν κατόπτρῳ περιστρεφομένῳ ταχύτατα ἐμφανίζεται οὐχὶ ἐνιαῖος, ἀλλ' ἀποτελούμενος ἀπὸ πολλοὺς σπινθῆρας, οἵτινες ἐκρηγνυνται ὅτε μὲν κατὰ μίαν φοράν, ὅτε δὲ κατ' ἀντίθετον ἀλλ' ἐν βραχυτάτῳ χρονικῷ διαστήματι καὶ διὰ τοῦτο φαίνονται ἡμῖν ὡς εἰς ἀπλοὺς σπινθῆρ. Ἡ ἐκκένωσις αὕτη τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου ἕνεκα τοῦτου καλεῖται παλμικὴ, ἢ ἐναλλασσομένη, ὁμοιάζει δὲ πρὸς ἐναλλασσόμενον ρεῦμα 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 B', A' (σχ. 272), ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰς μὲν τὸ ἐν σκέλος B' κατέρχεται εἰς τὸ ἄλλο δὲ A' ἀνέρχεται. Ἀλλ' ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος τὸ ὕδωρ δὲν ἡρεμεῖ, ὅταν αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι φθάσωσιν εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον BA, ἀλλὰ ἐξακολουθεῖ κατερχόμενον εἰς τὸ σκέλος B κάτω τοῦ ὀριζοντίου τοῦτου ἐπιπέδου καὶ ἀνερχόμε-



Σχ. 272.

νον εις τὸ σκέλος Α εἰς τὸ αὐτὸ περίπου ὕψος, εἰς δ' εὐρίσκετο προηγουμένως εἰς τὸ σκέλος Β'. Μετὰ ταῦτα τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται, ἦτοι 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 ὀπλισμὸς πληροῦται κατ' ἀρχὰς θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὁ δ' ἐξωτερικὸς ἀρνητικοῦ, θέλει κατ' ἀρχὰς παραχθῇ ἀκαριαῖον ρεῦμα προκαλοῦν τὸν πρῶτον σπινθῆρα. Ἀλλὰ μετὰ τὸν πρῶτον τοῦτον σπινθῆρα ἔνεκα τῆς αὐτεπαγωγῆς ὁ ἐξωτερικὸς ὀπλισμὸς πληροῦται θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, 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 ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια καταναλωθῇ εἰς θερμότητα ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐκκενωτοῦ.

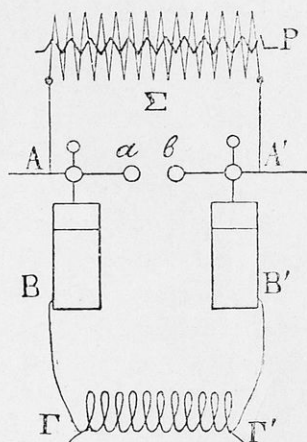
Τὰ κατὰ τὴν παλμικὴν ταύτην ἐκκένωσιν λουγδουνικῆς λαγῆνου παραγόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα καλοῦνται ὑψίσυχνα ἔνεκα τῆς ὑψίστης αὐτῶν τάσεως καὶ τῆς μεγίστης συχνότητος.

389. **Πειράματα τοῦ d' Arsonval.** Ὁ d' Arsonval παρήγαγεν ὑψίσυχνα ἡλεκτρικὰ ρεύματα ὡς ἐξῆς. Συνήνωσε τοὺς ἐσωτερικοὺς μὲν ὀπλισμοὺς δύο λουγδουνικῶν λαγῆνων Β καὶ Β' (σχ. 273) μὲ τοὺς δύο πόλους ἐπαγωγικοῦ πηνίου ΡΣ τοῦ Ruhmkorff, τοὺς δ' ἐξωτερικοὺς ὀπλισμοὺς συνήνωσε μὲ τὰ πέρατα σπειροειδοῦς χαλκίνου σύρματος Γ Γ'. Πληρουμένων τῶν λουγδουνικῶν λαγῆνων ἡλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηνίου παρήγετο μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν α καὶ β τοῦ ἐκκενωτοῦ ΑΑ" παλμικὴ ἐκκένωσις διὰ ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθῆρων, ταυτο-

χρόνως δὲ ἡ σπείρα ΓΓ' διερρέετο ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος ὑψίστης τάσεως καὶ μεγίστης συχνότητος.

Τὰ ὑψίσυχνα ταῦτα ρεύματα, ἐὰν διαδιδάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, οὔτε αἰσθημα πόνου αἰσθανόμεθα οὔτε ὑφιστάμεθα μυϊκὰς συστολάς, ὥς 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 ἡ 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 ὑψισύχνων ἠλεκτρικῶν ρευμάτων παραγομένων ἐπαγωγικῶς διὰ τῶν ρευμάτων, ἅτινα διαρρέουσι τὴν σπείραν. Τὰ ὑψίσυχνα ταῦτα ρεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς τὴν ἠλεκτροθεραπείαν.

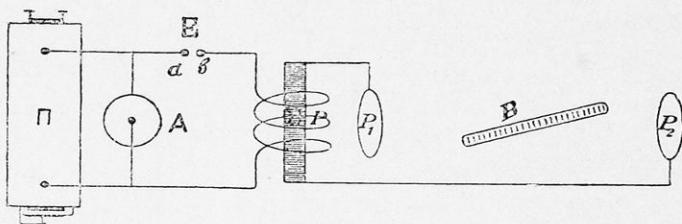


Σχ. 273.

390. **Πειράματα τοῦ Tesla.** Ὁ Tesla φορτίζων μίαν ἢ πλεοπέρας λουγδουνικὰς λαγήνους 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 ὑψισύχνων ρευμάτων, ὅταν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν α καὶ β ἐκρήγνυνται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες παράγοντες παλμικὴν ἐκκένωσιν. Ἐν τῇ σπείρᾳ ταύτῃ εἰσάγει δευτέραν σπείραν Σ ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν στροφῶν λεπτοῦ χαλκίνου σύρματος,

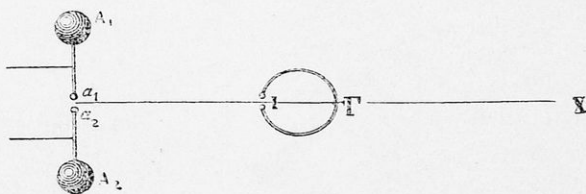
οὕτως τὰ πέρατα συνάπτει μὲ δύο μεταλλίνας πλάκας P_1 καὶ P_2 . Τὰ διὰ τῆς πρώτης σπείρας διερχόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα παράγουσιν ἐπαγωγικῶς ἐπὶ τῆς δευτέρας σπείρας ὑψίσυχνα ρεύματα παμμεγίστης τάσεως, τὰ ὁποῖα προκαλοῦσιν ἰσχυροτάτους σπινθη-



Σχ. 274.

ρας καὶ τὰ ὁποῖα ἀκινδύνως δυνάμεθα νὰ διαβιδάσωμεν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν. Ἐὰν μεταξὺ τῶν μεταλλίνων πλακῶν P_1 καὶ P_2 παρεμβάλωμεν διαφόρους σωληήνας Geissler B, οὗτοι φωτοβολοῦσι, καίτοι τὰ πέρατα αὐτῶν δὲν ἐγγίξουσιν τὰς μεταλλίνας πλάκας.)

391. **Πειράματα τοῦ Hertz.** Πρῶτος ὁ Hertz κατώρθωσε διὰ τῆς παλμικῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ νὰ παραγάγῃ εἰς τὸν

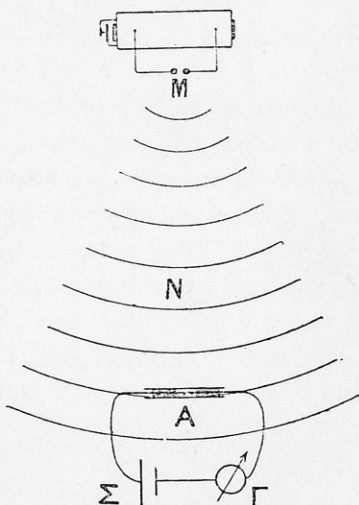


Σχ. 275.

πέριξ αἰθέρα κυμάνσεις ὁμοίας πρὸς τὰς φωτεινὰς κυμάνσεις, ὅς παράγει ἐν αὐτῷ φωτοβόλος πηγὴ. Πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη δύο σφαῖρας μεταλλίνας A_1 καὶ A_2 (σχ. 275), τὰς ὁποίας συνέδεσε διὰ μεταλλίνου στελέχους φέροντος ἐν τῷ μέσῳ διακοπὴν $a_1 a_2$.

Αἱ δύο σφαῖραι A_1 καὶ A_2 ἀπετέλουν τοὺς δύο ὁπλισμοὺς πυ-

κνωτοῦ, τὰ δὲ δύο στελέχη μετὰ τῶν μικρῶν σφαιρῶν α_1 καὶ α_2 τὸν ἐκκενωτὴν. Τίθενται τὰ δύο στελέχη εἰς συγκοινωνίαν μὲ τοὺς δύο πόλους ἐπαγωγικοῦ πηγίου Ruhmkorff, ὅτε μεταξὺ τῶν δύο μικρῶν σφαιρῶν ἐκρήγγουνται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες ἀποτελοῦντες παλμικὴν ἐκκένωσιν. Ἀπὸ τοῦ ἐκκενωτοῦ ἐκπορεύονται αἰθέριαι κυμάνσεις, αἵτινες καλοῦνται ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις ἢ κυμάνσεις τοῦ Hertz. Ὁ Hertz, ἵνα καταδείξῃ τὴν ὑπαρξίν τῶν κυμάνσεων τούτων ἐν τῷ διαστήματι μετεχειρίσθη κυκλικὸν μεταλλικὸν σύρμα Γ φέρον εἰς τι σημεῖον I μικρὰν διακοπὴν, εἰς ἣν παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες, ὅταν ὁ μετάλλινος οὗτος δακτύλιος μεταφέρηται εἰς τὸ διάστημα κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς αIX . 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 μεταξὺ φωτεινῶν καὶ ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων.

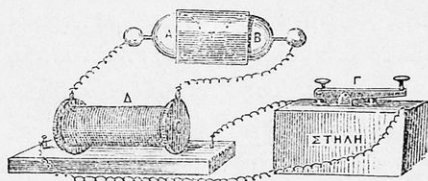


Σχ. 276.

392. Σωλήν τοῦ Branly. Ὁ Branly ἀνεῦρεν ὅτι, ἂν εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον στήλην Σ (σχ. 276) καὶ γαλβανόμετρον Γ παρενθέσωμεν ὑαλινὸν σωλήνα A περιέχοντα λεπτὰ ῥιγήματα μετάλλου ἐλάχιστον ὥξειδωμένα κατ' ἐπιφάνειαν, ταῦτα δὲν ἄγουσι

τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ δὲ βελὸν ἡ τοῦ γαλβανομέτρου μένει ἡρεμὸς. Ἄλλ' ἐὰν τὰ ριπήματα ταῦτα δεχθῶσιν ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις MN, ἀποκτῶσιν εἰδὸς τι συνοχῆς, ἀποβαίνουσιν ἀγωγὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται. Τὴν συνοχὴν δὲ ταύτην καταστρέφοντες ἀνακινούντες τὸν σωλῆνα A τὸν περιέχοντα τὰ ριπήματα, ὅτε ταῦτα πάλιν ἀποβάλλουσι τὴν ἡλεκτραγωγὸν αὐτῶν δύναμιν.

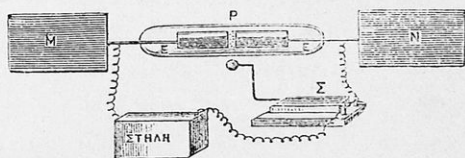
392. Ἀσύρματος τηλέγραφος. Ὁ πομπὸς τοῦ ἀσυρμάτου τηλε-



Σχ. 277.

γράφου ἀποτελεῖται ἐξ ἐπαγωγικοῦ πηνίου τοῦ Rumhkorff Δ (σχ. 277), οὐτινος οἱ δύο πόλοι συνάπτονται μετὰ δύο χαλκίων σφαιρῶν A καὶ B. Τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης εἰσάγεται εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν πηνίον Δ διὰ χειριστηρίου Γ ὁμοίου πρὸς τὸν πομπὸν τοῦ τηλεγράφου Μόρς. Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ πιεσθῇ ἐπὶ μίαν χρονικὴν στιγμήν, παράγονται μετὰ τῶν σφαιρῶν ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμήν. Ἐὰν τοῦναντίον ἡ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίσεις διαρκέσῃ τριπλάσιον π. χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες διαρκούσιν ἵσον χρόνον. Αἱ ἡλεκτρικαὶ αὗται μετὰ τῶν δύο σφαιρῶν A καὶ B ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν πέριξ αἰθέρα κυμάνσεις τοῦ Hertz, αἵτινες ἔχουσιν 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 ὑαλίνῳ σωλῆνι P, μετὰ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα $\frac{1}{2}$ χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτο-



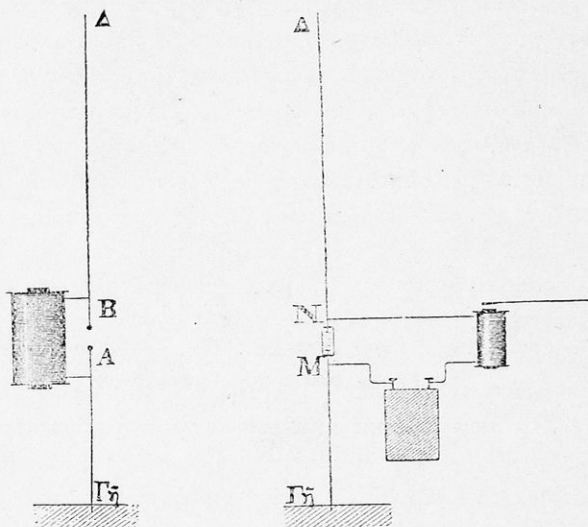
Σχ. 278.

Ὁ δέκτης εἰς τὸν ἀσύρματον τηλέγραφον ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλικῶν κυλίνδρων EE (σχ. 278) ἐγκεκλεισμένων ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι P, μετὰ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα $\frac{1}{2}$ χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτο-

τάτων ρινημάτων νικελίου ἢ σιδήρου. Παρεμβάλλεται δ' ὁ σωλὴν οὗτος εἰς ἡλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον ἡλεκτρικὴν στήλην καὶ ἡλεκτρικὸν κώδωνα Σ, οὗτινος ὅμως τὸ σφαιρικὸν πλήκτρον πλήττει οὐχὶ κωδώνιον, ὥς εἰς τὸν κοινὸν ἡλεκτρικὸν κώδωνα, ἀλλὰ τὸν ὑάλινον σωλὴνα Ρ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τῆς τοπικῆς ταύτης στήλης δὲν δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ κώδωνος ἔνεκα 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, ὥς εἴπομεν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἃς ἐκπέμπει ὁ ἕτερος σταθμὸς καὶ τὰς ὁποίας συλλέγουσιν αἱ μεταλλικαὶ ἐπιφάνειαι Μ καὶ Ν, αἵτινες κείμεναι ἐκατέρωθεν τοῦ σωλῆνος Ρ συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῶν μεταλλικῶν κυλίνδρων Ε, Ε. Τὸ πλήκτρον τοῦ κώδωνος κρούει τὸν σωλὴνα οὕτως, ὥστε ἡ μεταξὺ τῶν μεταλλικῶν ρινημάτων συνοχὴ καταστρέφεται, ὅταν ταῦτα δὲν εὐρίσκωνται πλέον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων. Οὕτως εἶνε ἐφικτὸν διὰ τοῦ χειριστηρίου Γ νὰ ἐκπέμπωμεν ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις ὅτε μὲν ἐλάσσονος διαρκείας, ὅτε δὲ μείζονος, δι' ὧν τὸ πλήκτρον ἐπιφέρει κρούσεις ἡ μικρᾶς διαρκείας ἢ μείζονος, αἵτινες παριστῶσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαβήτου. Ἀλλὰ συνήθως παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σωλῆνος τοπικὴ στήλη καὶ μικρὸς ἡλεκτρομαγνήτης, ὅστις κλείει τὸ κύκλωμα δευτέρας στήλης, δι' ἧς λειτουργεῖ οὐ μόνον τὸ πλήκτρον, ἀλλὰ καὶ πλήρης Μορσικὴ συσκευή.

Διὰ τοῦ συστήματος τούτου ἐπέτυχεν ὁ Marconi καὶ ἄλλοι τὴν κατὰ θάλασσαν μεταξὺ πλοίων ἢ ἀκτῶν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν ταύτην ἡ μὲν μία σφαῖρα Α (σχ. 279) τοῦ πομποῦ καὶ τὸ ἐν πέρας Μ τοῦ σωλῆνος τοῦ δέκτου τοῦ περιέχοντος τὰ μεταλλικὰ ρινήματα συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῆς γῆς, ἡ δὲ ἄλλη σφαῖρα Β καὶ τὸ ἕτερον πέρας Ν τοῦ σωλῆνος συνάπτονται μεθ' ἑνὸς ἢ πλειοτέρων ἐναερίων συρμάτων ΔΔ τελείως ἀπὸ τῆς γῆς ἡλεκτρικῶς μεμονωμένων. Αἱ

ηλεκτρικαὶ κυμάνσεις ἐκπορευόμεναι ἐκ τοῦ ἐναερίου σύρματος ΒΔ τοῦ πομποῦ βαίνουνσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' ἐξ αὐτῶν μόνον αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἐναερίου σύρματος ΔΝ τοῦ δέκτου



Σχ. 279.

ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ σωλήνος τοῦ Branly ΝΜ, οὕτω δὲ κλεισμένου τοῦ ηλεκτρικοῦ κυκλώματος τοῦ δέκτου, παράγονται τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ μουσικοῦ ἀλφαθήτου.

Τ Ε Λ Ο Σ



Ἐν Ἀθήναις, ἐκ τοῦ Τυπογραφείου τῶν Καταστημάτων
Δ. Τερζοπούλου καὶ Μ. Σαλιβέρου

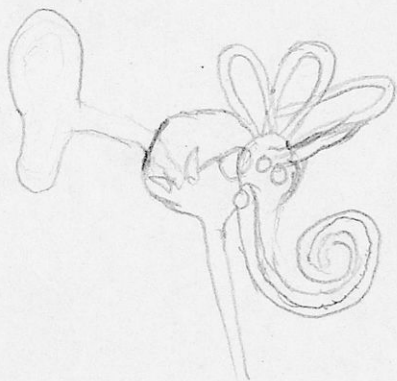


1 κ.μ.
= 1000 κ.δ.
1 κ.δ.
= 1000 κ.δ.
1 κ.δ.
= 1000 κ.δ.
1 κ.δ.
= 1000 κ.δ.

Διὰ τοὺς εὐρύτες εἶναι ὅμοιοι ποιεῖται
καὶ τὸν καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ ὅμοιοι. οὗτοι ποιεῖται.

ποὶ δὲ ποιεῖται τὸν καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν.

ποὶ τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν
τοῦ καὶ τὸν, οὗτοι ποιεῖται τὸν καὶ τὸν.



ἡ παλαιὰ γλῶσσα ἡ φωνὴ ἡ ἀποφθεγγὴς ἡ
ἡ ἀποφθεγγὴς

ἡ ἀποφθεγγὴς ἡ φωνὴ ἡ ἀποφθεγγὴς ἡ
ἡ ἀποφθεγγὴς ἡ φωνὴ ἡ ἀποφθεγγὴς ἡ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ



007000160691

48

60

2689

20

1152

526

69120

28

15

13

69

29

4

17

