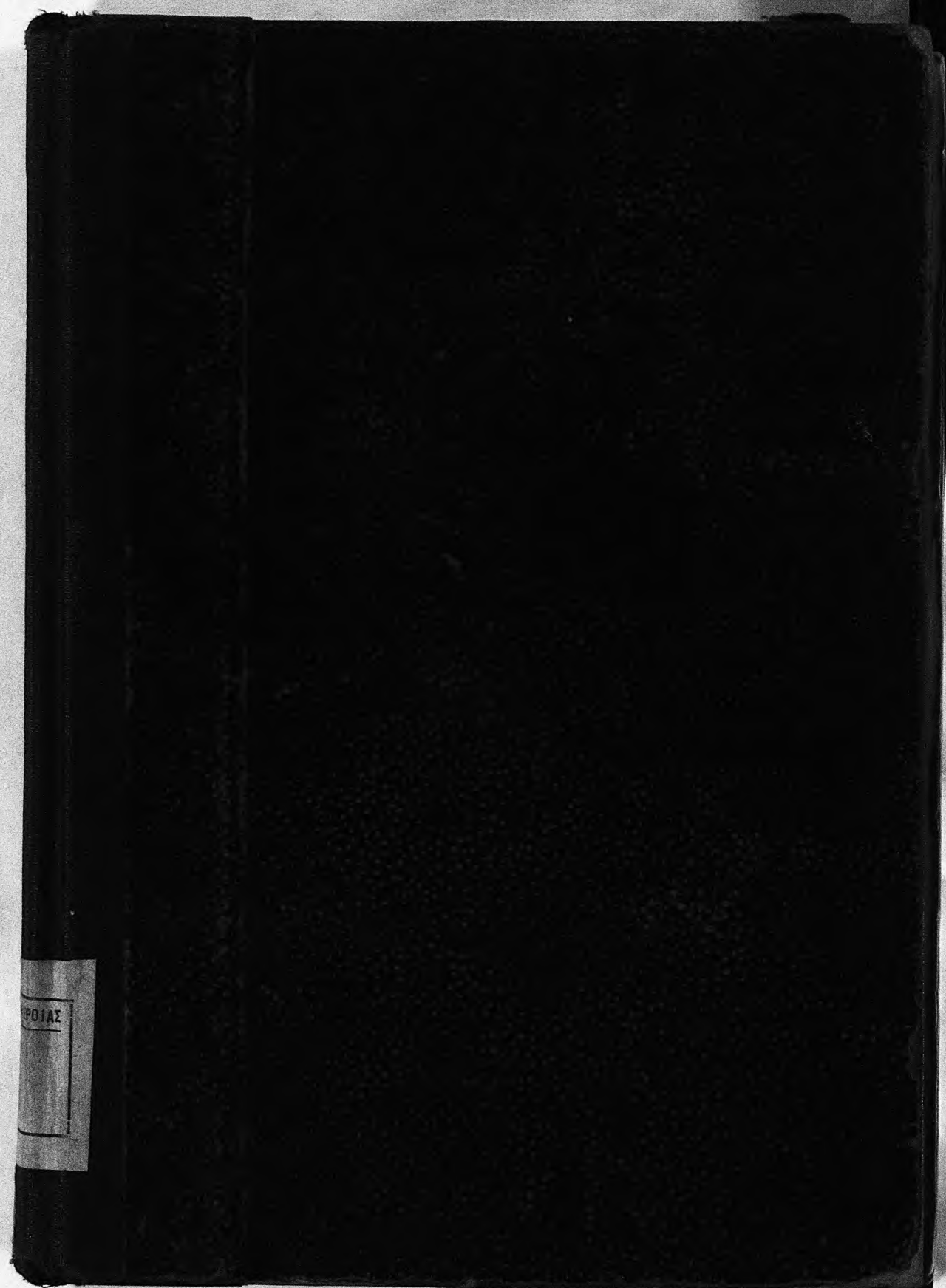




Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΔΗΜΟΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΒΕΡΟΙΑΣ

+500

*Αριθ. είδ.

~~124~~ 887/54

Δωρεά Δο. Χατζημάρκου

Παρουσ. 00263
GR12

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Παραίτηση

Ὁ Θεὸς ἐνέχων ὁ Σπῆς
καὶ ὁ Θεὸς ὁ Περικλῆς Χιολῆς
ἔως καὶ ἐν ὅσῳ ἐν ὅσῳ
ἐν ὅσῳ ἐν ὅσῳ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ
Τακτικού καθηγήτου τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἑθν. Πανεπιστημίῳ

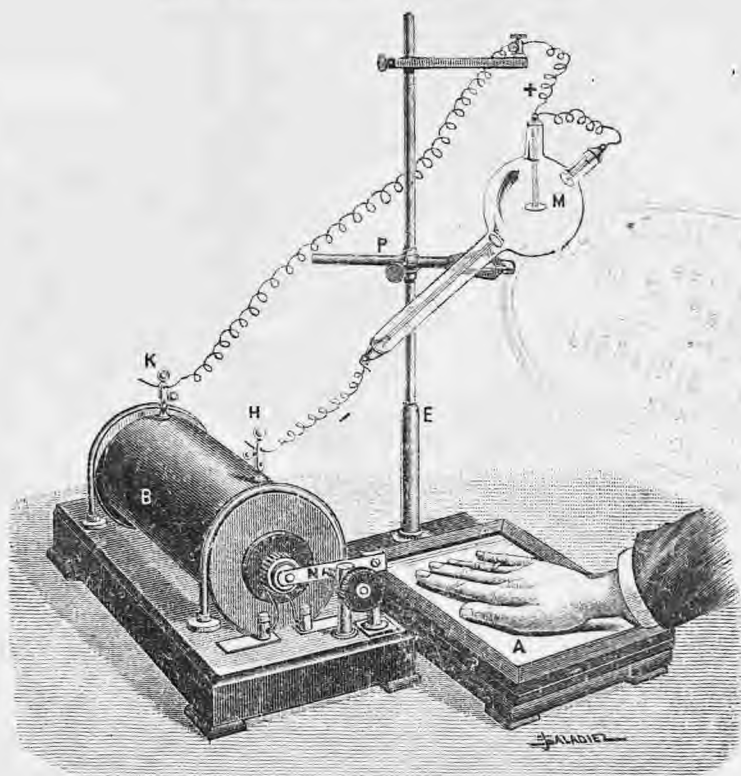
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΒΡΑΒΕΥΘΕΝΤΑ

ΕΝ ΤΩ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΩ ΤΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΤΡΙΤΗ

μετὰ προσθηκῶν καὶ βελτιώσεων



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ
1899

Δημόσια Κεντρικὴ Βιβλιοθήκη Βέροιας
Αρ. Ε16 987

Πᾶν ἀντίτυπον μὴ φέρον τὴν ὑπογραφὴν μου εἶνε κλο-
πιμαῖον.

Τ. Μοιρόπουλος

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α'. Εἰσαγωγή	Σελ.	1
» Β' √ Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων	»	5
» Γ' √ Περὶ δυνάμεων καὶ κινήσεως	»	10

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α' √ Κατακόρυφος √ Βάρος √ Κέντρον βάρους	»	28
» Β' √ Περὶ ἰσορροπίας τῶν στερεῶν σωμάτων	»	32
» Γ' √ Περὶ ἀπλῶν μηχανῶν	»	36
» Δ' . Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων √ Ἐκκρεμές	»	52

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Κεφ. Α' . Ὑδροστατικὴ ἀρχή √ Πίσεις τῶν υγρῶν ἐν ἰσορροπίᾳ	»	65
» Β' . Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους √ Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ υγρῶν √ Πυκνόμετρα √ Ἀραιόμετρα	»	79
» Γ' . Συνοχή √ Συνάφεια √ Τριχοειδῆ φαινόμενα √ Διαχύσις √ Διαπύδισις	»	94

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α' . Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις √ Βαρόμετρα √ Ἀερόστατα	»	99
» Β' . Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν αερίων δυνάμεως √ Μανόμετρα	»	118
» Γ' . Πνευματικαὶ μηχαναί √ Σίφων √ Ὀραντλία	»	123

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α' . Διαστολὴ ὑπὸ τῆς θερμότητος √ Θερμόμετρα	»	135
» Β' . Περὶ τήξεως καὶ πήξεως	»	154
» Γ' . Περὶ ἀτμῶν	»	157
» Δ' . Περὶ ἐξατμίσεως καὶ βρασμοῦ √ Ὑγροποιήσις τῶν αερίων √ Ὑγρομετρία	»	161
» Ε' . Περὶ θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων √ Θερμότης τήξεως καὶ ἐξαερώσεως	»	176
» Ζ' √ Ὑποθέσεις περὶ θερμότητος	»	182
96 Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος	»	185
103 Περὶ ἀτμομηχανῶν	»	197
113 Ὑδρομετέωρα √ Ἄνεμοι √ Κλιματολογία	»	200

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Κεφ. Α'.	Ἰδιότητες τῶν μαγνητῶν. Μέθοδοι μαγνητίσεως. Σελ. 214	214
» Β'.	Γηγενῆς μαγνητισμός. Πυξίδες	220

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α'.	Γενικά φαινόμενα	228
» Β'.	Ἠλεκτρίσις ἐξ ἐπιδράσεως. Ἠλεκτρικαὶ μηχαναί. ✓ Πυκνωταὶ ἡλεκτρικῆς	235
» Γ'.	✓ Ἀτμοσφαιρικός ἡλεκτρισμός. Ἀλεξικέραυνον	252

ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α'.	✓ Ἠλεκτροχημικὸν ζεῦγος. ✓ Ἠλεκτρικαὶ στήλαι.	259
» Β'.	✓ Ἠλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm. Ἀποτε- λέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.	269
» Γ'.	✓ Ἠλεκτρομαγνητισμός. Ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος	285
» Δ'.	✓ Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων. Μηχαναὶ μα- γνητοηλεκτρικαὶ καὶ δυναμοηλεκτρικαὶ	294

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	Περὶ ἤχου. ✓ Διάδοσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.	309
» Β'.	Περὶ ὕφους καὶ ἰσχύος τοῦ ἤχου	322
» Γ'.	Περὶ παλμικῆς κινήσεως τῶν χορδῶν. Φυσικὴ θεω- ρία τῆς μουσικῆς.	327
» Δ'.	✓ Περὶ ἡχητικῶν σωλῆνων. Χροῖα τοῦ ἤχου.	334
» Ε'.	✓ Περὶ φωνογράφου, τηλεφώνου καὶ μικροφώνου	338
» Σ'.	✓ Φωνητικὸν καὶ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.	344

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

Κεφ. Α'.	✓ Περὶ διαδόσεως, ταχύτητος καὶ ἰσχύος τοῦ φω- τός. ✓ Φωτομετρία	347
» Β'.	✓ Διάχυσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ φωτός. ✓ Επίπεδα καὶ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Πέλωσις τοῦ φωτός	357
» Γ'.	✓ Περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός ἀπλῆς καὶ διπλῆς	370
» Δ'.	✓ Περὶ φακῶν.	380
» Ε'.	✓ Ὀπτικὸν πρίσμα. ✓ Ἀνάλυσις τοῦ φωτός	386
» Σ'.	✓ Ὀπτικὰ ὄργανα.	3
» Ζ'.	✓ Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ.	4
» Η'.	✓ Φωτεινὰ μετέωρα	4

Βιβλίο ἐν τῇ Συλλογῇ - 1945.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ὅρισμὸς καὶ διαίρεσις φυσικῶν ἐπιστημῶν. Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι (Φυσιολογία) καλοῦνται αἱ ἐξετάζουσαι τὰ περὶ ἡμᾶς ποικίλα δημιουργήματα καὶ τὰς ἐν αὐτοῖς συμβαινούσας μεταβολάς, ἅτινα πάντα συγκροτοῦσι τὴν καλουμένην Φύσιν. Τὰ μὲν δημιουργήματα καλοῦνται προσέτι φυσικὰ σώματα, αἱ δὲ μεταβολαὶ ὡς φαινόμενα ἡμῖν, ἤτοι ὡς ὑποπίπτουσαι εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, καλοῦνται καὶ φαινόμενα.

Τὰ φυσικὰ σώματα διαστέλλονται τῶν γεωμετρικῶν, διότι ἔχουσιν οὐ μόνον σχῆμα, ἀλλὰ καὶ περιεχόμενον. Τὸ περιεχόμενον δὲ τοῦτο εἶνε ἡ καλουμένη ὕλη, ἥτις προκαλοῦσα τὰς ιδιότητες τῶν σωμάτων παράγει τὰς ἐντυπώσεις, ἃς δεχόμεθα παρ' αὐτῶν. Ἐν παντὶ σώματι διακρίνεται τοῦτο μὲν τὸ ποσὸν τῆς ἐν αὐτῷ ὕλης, ἤτοι ἡ καλουμένη μᾶζα αὐτοῦ, τοῦτο δὲ ὁ τρόπος, καθ' ὃν περιορίζεται ἐξωτερικῶς, ἤτοι τὸ σχῆμα αὐτοῦ, τὸ ὅποῖον ἐξετάζει ἡ Γεωμετρία.

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διαίρονται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α') τὴν Φυσιολογίαν ἢ Φυσικὴν ἱστορίαν, ἥτις ἐξετάζει μόνον τὰ δημιουργήματα, ἤτοι τὰς ἐξωτερικὰς καὶ ἐσωτερικὰς ιδιότητας ἡ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν φυσικῶν σωμάτων, ταξινομοῦσα ἅμα ταῦτα ἀναλόγως τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καθ' ὅρισμένον τι σύστημα, καὶ β') τὴν Γενικὴν Φυσικὴν, ἥτις ἐρευνᾷ οὐχὶ πλέον τὰ δημιουργήματα, ἀλλὰ

μόνον τὰς ἐπ' αὐτῶν παρατηρουμένας μεταβολάς, ἤτοι πάντα τὰ φαινόμενα τῆς *ἀνοργάνου* φύσεως, διότι περὶ τῶν ἐν τῷ ζῶντι ὁργανισμῷ συμβαινόντων πραγματεύεται ἡ *Φυσιολογία*. Ὅριζει δὲ προσέτι ἡ *Γερικὴ Φυσικὴ* καὶ τοὺς νόμους, καθ' οὓς τὰ φαινόμενα ταῦτα τελούνται.

Ἐκαστέρα δὲ πάλιν τῶν γενικωτέρων τούτων ἐπιστημῶν ὑποδιαιρεῖται εἰς ἄλλας μερικωτέρας. Οὕτως ἡ μὲν Φυσιολογία ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν *Ζωολογίαν*, *Φυτολογία* καὶ *Ὄρυκτολογία* ἐρευνῶσας τὰ ἐξωτερικὰ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν σωμάτων [ἐνοργάνων τε (ζῶων καὶ φυτῶν) καὶ ἀνοργάνων (ὄρυκτῶν)] καὶ εἰς τὴν *Ἀνατομικὴν* ἐξετάζουσαν τὰ ἐσωτερικὰ γνωρίσματα μόνον τῶν ἐνοργάνων· ἡ δὲ *Γερικὴ* ἢ *καθόλου Φυσικὴ* ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν *κυρίως Φυσικὴν* πραγματευμένην περὶ τῶν μηχανικῶν μεταβολῶν τῶν σωμάτων, εἰς τὴν *Χημείαν* ἐρευνῶσαν τὰς ὕλικας μεταβολάς, ἤτοι τὰς συνεπαγούσας τὴν ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν τῆς ὕλης, τῆς ἐπακολουθήμα ἢ παραγωγὴ νέων σωμάτων, καὶ εἰς τὴν *Ἀστρονομίαν* περιγράφουσαν τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σχέσιν αὐτῶν.

2. **Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα.** Ὡς προεῖρηται, ἡ τε Φυσικὴ καὶ ἡ Χημεία ἐρευνῶσι τὰς ἐπὶ τῶν σωμάτων τελουμένας μεταβολάς, ἤτοι τὰ φαινόμενα. Τῶν μεταβολῶν δὲ τούτων αἱ μὲν δύνανται νὰ εἴνε *ἐπουσιώδεις* ἢ *παροδικαί*, αἱ δὲ *οὐσιώδεις*. Καὶ ἐπουσιώδεις μὲν καλοῦνται ἐκεῖναι αἱ μεταβολαί, αἵτινες δὲν ἐπιφέρουσι ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν ὕλην τοῦ σώματος· π. χ. τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ εἶνε ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑγρὸν, θερμαινόμενον ἢ ψυχόμενον ἐπαρκῶς γίνεται ἀέριον ἢ στερεὸν σῶμα, ἤτοι μεταβάλλεται εἰς ἀτμὸν ἢ πάχυν· ἡ ὕλη ὅμως αὐτοῦ καὶ κατὰ τὰς νέας ταύτας καταστάσεις οὐδόλως μεταβάλλεται· ὡσαύτως τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος ἔλκει ἑλαφρά τινα σώματα· τεμάχιον σιδήρου, ἐφ' οὗ ἐπιδῶρ μαγνήτης, ἔλκει ῥινήματα σιδήρου. ἐν τῷ ἡ ὕλη τοῦ ἡλέκτρον καὶ τοῦ σιδήρου οὐδόλως μετεβλήθη. Τοιαῦτα λοιπὸν εἶνε τὰ καλούμενα *φυσικὰ φαινόμενα*, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ *Φυσικὴ*. Οὐσιώδεις δὲ καλοῦμεν ἐκεῖνας τὰς μεταβολὰς τῶν σωμάτων, αἵτινες ἐπιφέρουσι ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν οὐσίαν ἢ ὕλην αὐτῶν· 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*.

3. **Φυσικὸς νόμος.** Καλεῖται *φυσικὸς νόμος* σταθερὰ σχέσις, ἥτις ὑφίσταται μεταξύ φαινομένου τινὸς καὶ τῆς αἰτίας, ἥτις παρήγαγεν αὐτό. Οἱ φυσικοὶ νόμοι ἀνευρίσκονται διὰ τῆς παρατηρήσεως τῶν φαινομένων, ἅτινα παράγονται ἐν τῇ φύσει, καὶ τῆς ἐρευνῆς αὐτῶν διὰ τῶν ἐν τοῖς ἐργαστηρίοις ἐκτελουμένων *πειραμάτων*. Οὕτω πιέζοντες ὠρισμένην ποσότητα ἀερίου παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττωταί. Ἡ σχέση, ἣν διὰ τοῦ πειράματος ἀνευρίσκωμεν ὑφίσταμένην μεταξύ τῆς ἀύξεως τῆς πίεσεως ἀφ' ἑνὸς καὶ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου ἀφ' ἑτέρου, ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον.

4. **Φυσικὴ θεωρία.** Ἡ μελέτη διαφόρων νόμων, οἵτινες ἀνέγονται 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*. εἰς ἡ *θεωρία τοῦ ἤχου*, ἡ *θεωρία τοῦ φωτός κτ.λ.* Παραδέχονται δ' ὅτι πάντες οἱ φυσικοὶ νόμοι δύνανται νὰ ὑπαχθῶσιν εἰς μίαν καὶ μόνην φυσικὴν θεωρίαν *γενικὴν*, εἰς τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ὁποίας τείνουσι διηγετικῶς αἱ ἐρευναι τῶν φυσικοῶν.

5. **Ἀπλὰ καὶ σύνθετα σώματα.** Τῶν ἐν τῇ φύσει σωμάτων τὰ πλεῖστα μὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, ὡς τὸ ὕδωρ εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, τὸ μηχανικὸν ἄλας εἰς γλῶριον καὶ νάτριον· ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ τινὰ σώματα, ὧν ἀδύνατος ἀποδοῖναι, μέχρι σήμερον τοῦλάχιστον, ἡ ἀνάλυσις εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, ὡς ὁ χρυσός, τὸ θεῖον, τὸ ἄζωτον κλπ. Τὰ πρῶτα καλοῦνται *σύνθετα σώματα*, τὰ δὲ δευτέρω, ὧν γνωστὰ μέχρι τοῦδε εἶνε περὶ τὰ 70, καλοῦνται *ἀπλὰ σώματα ἢ χημικὰ στοιχεῖα*.

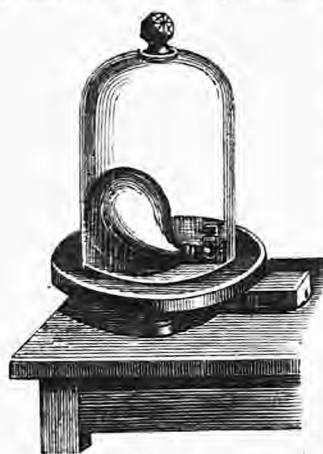
+ 6. **Μόρια καὶ ἄτομα.** Πολλὰ φαινόμενα, τὰ μὲν φυσικὰ τὰ δὲ χημικὰ, ἀναγκάζουσιν ἡμᾶς νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶνε ἐπ' ἀπειρον διαιρετὴ, ἀλλ' ὅτι σύγκειται ἐξ ἐλαχίστων μερῶν, ἅτινα οἱ μὲν φιλόσοφοι τῆς ἀρχαιότητος ἐκάλουν *ἄτομα*, τοῦτέστιν ἄτμητα, ἡ δὲ ἐπιστήμη σήμερον καλεῖ *μόρια*. Τὸ μόριον ταῦτα διὰ μηχανικῶν μὲν μέσων δὲν δυνάμεθα νὰ ὑποδιαιρέσωμεν, διὰ χημικῶν ὅμως δυνάμεθα νὰ ἀναλύσωμεν εἰς ἔτι μικρότερα μερίδια, ἅτινα καλοῦνται σήμερον *ἄτομα*. Οὕτως ἐν μὲν μόριον ὕδατος ἀναλύεται εἰς δύο ἄτομα ὑδρογόνου

νου καὶ ἐν ἄτομον ὀξυγόνου, ἐν δὲ μόριον μαγειρικοῦ ἁλτος (χλω-
ριούχον νάτριον) ἀναλύεται εἰς ἐν ἄτομον χλωρίου καὶ εἰς ἐν ἄτομον
νατρίου· ἀλλὰ καὶ ἐν μόριον ὕδρογόνου σύγκεται ἐκ δύο ἀτόμων ὕδρο-
γόνου, ἥτοι τὰ μὲν μόρια τῶν συνθέτων σωμάτων συνίστανται ἐξ *ετε-
ροειδῶν* ἀτόμων, τὰ δὲ τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἐξ *ομοειδῶν*.

7. Διάφοροι τρόποι τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.

Τὰ σώματα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, τὴν
στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀερίαν. Καὶ *στερεά* μὲν καλοῦνται τὰ σώματα
ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὅποια τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἀλλήλα μᾶλλον ἢ ἡτ-
τον ἰσχυρῶς καὶ ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται ὀρισμένον
ὄγκον καὶ σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ ἐξωτερικὴν
δύναμιν μᾶλλον ἢ ἡττον ἰσχυράν, ὅπως μεταβάλωσιν ὄγκον ἢ σχῆμα.
Ἐν γὰρ δὲ καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ὧν τὰ μόρια συνέχονται πρὸς
ἀλλήλα πολὺ ἀσθενῶς, ἔνεκα δὲ τούτου ταῦτα ἔχουσι μὲν ὀρισμένον
ὄγκον, οὐχὶ ὅμως καὶ σχῆμα, λαμβάνοντα ἔνεκα τοῦ εὐμεταθέτου τῶν
μορίων αὐτῶν τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων αὐτὰ δοχείων, οἷον τὸ ὕδωρ,
ὁ ὑδραργυρος. Μικραὶ ὅμως μάζαι ὑγροῦ, οἷον ῥανίδες ὕδατος, ἔνεκα τῆς
ἀμειβάτης ἐλξεως τῶν μορίων αὐτῶν λαμβάνουσι σχῆμα σφαιρικόν. *Αἶρια*
δὲ καλοῦνται τὰ σώματα, εἰς τὰ ὅποια ἐλξίς μεταξὺ τῶν παρακειμένων

μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει καὶ ἔνεκα τού-
του ταῦτα οὔτε ὄγκον οὔτε σχῆμα ὀρι-
σμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηλεκτῶς
νὰ καταλάβωσι μεγαλύτερον χώρον, (1)
πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστὰ δοχεῖα,
ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται· ταιαῦτα εἶ-
νε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδρογόνον, τὸ
ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον κτλ.



Σχ. 1.

Ἵνα καταδείξωμεν τὴν τάσιν ταύ-
την τῶν ἀερίων, λαμβάνομεν κύστιν
(σχ. 1) ἐμπεριέχουσαν μικρὰν ποσότη-
τα αἰέρος ἢ αἰρίου τινὸς καὶ θέτομεν αὐ-
τὴν κεκλεισμένην ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα,
ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφαιροῦμεν τὸν περιβάλλοντα τὴν κύστιν αἶρα. Κατὰ

(1) Παραδέχονται ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων εὐρίσκονται ἔνεκα τῆς θερμότη-

τὴν ἐξαγωγήν ταύτην τοῦ ἀέρος ἡ κύστις ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅτι ἐκλείπει βαθμηδὸν ἡ ἐξωθεν ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις, δύναται δ' ἐπὶ τέλους νὰ διαρραγῇ ἔνεκα τῆς τάσεως τῶν μορίων τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος πρὸς μάκρυνσιν ἀπ' ἀλλήλων. Ὄταν δ' ἐκ νέου εἰσαχθῇ ἀπὸ τοῦ κώδωνα, ἡ κύστις συστέλλεται ἀναλαμβάνουσα τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον. Ὑαλίνη φιάλη πλήρης ἀέρος καλῶς πωματισθεῖσα ἐκπωματίζεται ὑπὸ τὸν κώδωνα, ὅταν ἀραιώσωμεν τὸν περίρξ αὐτῆς ἀέρα.

Σημ. Τὰ ὄργανα καὶ τὰ αἶμια ἔχοντα κοινὴν ιδιότητα τὸ εὐμετάθετον τῶν μορίων αὐτῶν καλοῦνται *ρευστά*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

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

Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων εἶναι κυρίως αἱ ἐξῆς: ἡ *ἐκτασις*, τὸ *ἀδιαχώρητον*, τὸ *διαίρετόν*, τὸ *συμπιεστόν*, τὸ *διασταλτόν*, τὸ *πορῶδες*, ἡ *ἐλαστικότητα*, τὸ *κινητόν* καὶ ἡ *ἀδράνεια*.

9. **Ἐκτασις.** Ἐκτασις καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα κατέχουσιν ὀρισμένον χωρὸν. Πρὸς κατὰμέτρησιν δὲ τῶν διαστάσεων (μήκος, πλάτος, ὕψος) τῶν σωμάτων καὶ εὗρεσιν τῆς ἐκτάσεως, ἥτοι τοῦ ὄγκου αὐτῶν, ὡς διδάσκει ἡ Γεωμετρία, γίνεται χρῆσις διαφόρων μονάδων μήκους, ὧν ἡ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὸ *γαλλικὸν μέτρον* (*βασιλικὸς πήχυς*), ὅπερ ἴσουται *περίπου* πρὸς τὸ δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς Γῆς.

τος εἰς διηγετικὴν εὐθύγραμμον κίνησιν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. κατὰ δὲ τὴν πορείαν αὐτῶν ἢ συγκρούονται ἀμοιβαίως ἢ συναντῶσι τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου ὡς σφαῖραι ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου. Ἐάν δὲ δὲν συναντήσωσι τοιχώματι, ἀπομακρύνονται πληροῦντα πάντα τὸν αὐτοῖς παρεχόμενον χωρὸν.

10. **Ἀδιαχώρητον.** Ἀδιαχώρητον καλεῖται ἐκείνη ἡ γενικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν δύο διακεκρυμένα σώματα δὲν δύνανται νὰ κατέχωσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χώρον. Ἦλος εἰσαγόμενος εἰς ξύλον ἐκτοπίζει τὰ μόρια τοῦ ξύλου καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν αὐτῶν. Αἶθος ῥιπτόμενος εἰς τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζει τὰ μόρια αὐτοῦ· ἀλλὰ τὰ σώματα ταῦτα δὲν καταλαμβάνουσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χώρον. Εἰς τεμάχιον κρητίδος ἐν τῷ ὕδατι ἐμβαπτιζόμενον τὸ ὕδωρ εἰσδύει ἐντὸς μικρῶν κοιλότητων τῆς κρητίδος καὶ ἐκδιώκει τὸν ἐν αὐταῖς προϋπάρχοντα ἀέρα. Μίγμα ἴσων περιῶν ὄγκων ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος καταλαμβάνει ὄγκον μικρότερον τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος ἕνεκα τῆς συμπλησιάζσεως τῶν μορίων αὐτῶν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς μεταλλικὰ κράματα, ὧν ὁ ὄγκος γίνεται μικρότερος τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τῶν συνιστώντων μετ' ἄλλων.

Αἱ δύο αὗται ιδιότητες, ἣτοι ἡ κατ' ὄγκον ἔκτασις τῶν σωμάτων καὶ τὸ ἀδιαχώρητον τῆς ὕλης αὐτῶν, εἶνε οὐ μόνον γενικαὶ ἀλλὰ καὶ οὐσιώδεις, διότι ἀδυνατοῦμεν νὰ νοήσωμεν φυσικὸν σῶμα στερούμενον τῶν ιδιοτήτων τούτων καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν ὅτι καλεῖται *φυσικὸν σῶμα πᾶν τὸ ἔχον ἔκτασιν καὶ ὄν ἀδιαχώρητον*.

11. **Διαιρετόν.** Διαιρετόν καλεῖται ἐκείνη ἡ γενικὴ τῶν σωμάτων ιδιότης, καθ' ἣν πᾶν σῶμα δύναται νὰ διαιρεθῇ διὰ μηχανικῶν μέσων εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Παραδείγματα λεπτομερεστάτης ὑποδιαιρέσεως τῆς ὕλης παρέχουσιν ἡμῖν ὁ χρυσός, ὅστις δύναται νὰ ἐκταθῇ εἰς λεπτότατα φύλλα ἔχοντα πᾶχος τὸ $\frac{1}{10000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὁ λευκὸς χρυσός, ὅστις δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς σύρματα λεπτότατα ἔχοντα πᾶχος τὸ $\frac{1}{1200}$ τοῦ χιλιοστομέτρου· ὡσαύτως αἱ ὁσμηρεὶ οὐσίαι, εἰς τὴν *καμφορά*, ὁ μύσχος, τὸ λίαν ὀσέοσμον *μηδικὸν αἰλφίον* (*asa foetida*) καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσίαι, εἰς τὸ *καρμιν* (*carmin*), τὴν *ροδάλινην* (φουξίνη), ὧν ἑκατομμυριαστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὀσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

+ 12. **Συμπιεστόν.** Πάντα τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυρὰν ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον. Ἡ γενικὴ αὕτη ιδιότης τῶν σωμάτων καλεῖται *συμπιεστόν*. Ἐκ πάντων τῶν σωμάτων

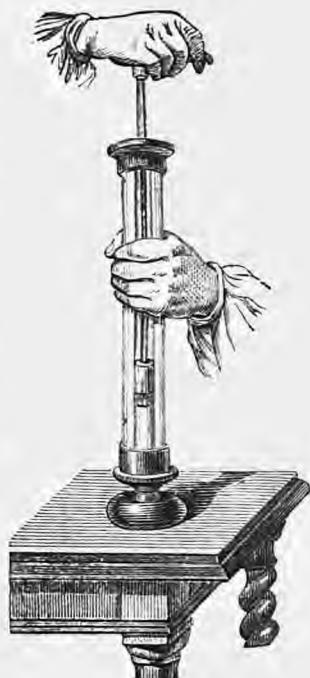
τὰ μᾶλλον συμπιεστὰ εἶνε τὰ ἀέρια, πολὺ δὲ ὀλίγον τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά.

Τὸ λίαν συμπιεστὸν τῶν ἀερίων ἀποδεικνύεται δι' ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται *ἀεροθλίπτης* καὶ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου ἔχοντος παχέα τοιχώματα καὶ κατεκλεισμένον κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων καὶ ἐντὸς τοῦ ὁποίου δύναται νὰ εἰσέλθῃ ἐμβολεὺς κλείων ἀεροστεγῶς (σχ. 2). Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπενέγκωμεν διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἱκανὴν πίεσιν, δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν λίαν αἰσθητῶς τὸν ὄγκον τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐγκλεισμένου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

13. **Διασταλτόν.** *Διασταλτόν* καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα θερμαινόμενα μὲν διαστέλλονται καὶ μάλιστα πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρά καὶ ἐπὶ ὀλιγώτερον τὰ στερεὰ, ψυχόμενα δὲ συστέλλονται.

Ἡ ἐλαττώσις αὕτη τοῦ ὄγκου τῶν σωμάτων κατὰ τὴν πίεσιν ἢ ψύξιν προέρχεται ἐκ τῆς συμπληρωστικῆς τῶν μορίων αὐτῶν.

14. **Πορῶδες.** Ἐπειδὴ τὰ σώματα εἶνε συμπιεστὰ καὶ διὰ τῆς ψύξεως συσταλτά, ἀναγκάζομεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι κενὰ διαστήματα, *φυσικοὶ πόροι* καλούμενοι. Ἄλλ' εἰς πάντα τὰ σώματα ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα χάσματα ἀσυγκρίτως μείζονα τῶν φυσικῶν πόρων, *πόροι* συνήθως καλούμενοι. Οἱ *αἰσθητοὶ* δ' οὗτοι πόροι εἰς τινὰ μὲν τῶν σωμάτων εἶνε ὁρατοὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, εἰς τὸν σπύγγον, ξύλον κλπ. εἰς ἄλλα δὲ μόνον διὰ τοῦ μικροσκοπίου, ὡς εἰς τὴν κρητίδα κλπ., εἰς ἄλλα δὲ πάλιν οἱ πόροι καθίστανται αἰσθητοὶ δι' ἄλλων φυσικῶν μέσων. Π. χ. κοίλη σφαῖρα ἐκ χρυσοῦ πλήρης ὕδατος ἰσχυρῶς πιεζομένη καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτης ὀροῦς προερχομένης ἐκ τοῦ διὰ τῶν πόρων τοῦ



Σχ. 2.

χρυσού ἐκθλιβόμενου ὕδατος. Ἐνεκα τοῦ πορώδους ἡ κορητὶς ἐμποτί-
ζεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ τὸ μάρμαρον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου. Τὰ διυλιστή-
ρια ἐκ χάρτου, ἄνθρακος, λίθου, δι' ὧν διυλίζομεν τὰ ὑγρά, εἶνε
ἐφαρμογὴ τοῦ πορώδους. Ὁ ὑδράργυρος καθαρίζεται τιθέμενος ἐν δερ-
ματι καὶ ἐκθλιβόμενος διὰ τῶν πόρων αὐτοῦ. Πολλὰ πορώδεις οὐσίαι
συγκρατοῦσι κατὰ τὴν διήθησιν σώματα *διαλελυμένα* ἐν ὑγροῖς, οἷον
ὁ ζωϊκὸς ἄνθρωπος τὰς χρωστικὰς ὕλας, τὸ χῶμα τὰ ἄλατα κτλ.

15. **Ἐλαστικότητα.** Ἡ *ἐλαστικότητα* εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων
ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῆς δύ-
ναμews καὶ μεταβαλλόμενα κατὰ τὸ σχῆμα τείνουσι ν' ἀναλάβωσι τὴν
ἀρχικὴν αὐτῶν μορφήν, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ δύναμις παύσῃται ἐνερ-
γεῖσα. Ἡ ιδιότης αὕτη εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἐκφαίνεται ἰδίως, ὅταν
ταῦτα ὑποβάλλωνται· α') εἰς *πίεσιν*. Στυλὸς ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος
ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσῃται ἡ πίεσις, ὁ στυ-
λὸς ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος· β') εἰς *διάτασιν* ἢ *ἀντιμέ-
θελξιν*. Σωλὴν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος τεινόμενος διὰ βάρους ἐπιμηκύν-
νεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ μήκος, ὅταν τὸ ἐλκύν βάρ-
ος ἀφαιρεθῇ· γ') εἰς *κάμψιν*. Ράβδος σιδηροδρομικὴ κατὰ τὴν οἰσθὴν
τῆς ἀτραμαξῆς κάμπτεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ πρῶτον αὐτῆς σχῆμα,
ὅταν ἡ ἀτραμαξῆς παρέλθῃ· δ') εἰς *στρέψιν* ἢ *σπείρασιν*. Ὁ σιδηροῦς
ἄξων τῶν τροχῶν ἀτραμαξῆς ἢ ὁ ἄξων, δι' οὗ στρέφεται ἡ ἑλιξ ἀτ-
μοπλοίου, ὑφίστανται στρέψιν κατὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀτραμαξῆς ἢ τοῦ
ἀτμοπλοίου, ἥτις ἐκλείπει μετὰ τὴν παύσιν τῆς κινήσεως. Τὰ ἐλα-
στικώτερα τῶν στερεῶν σωμάτων εἶνε ὁ γάλλυψ (ἐλατήρια ὠρολογίων,
ἀμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμα κλπ.

Ἄλλ' ἐν τοῖς στερεοῖς ὑπάρχει *ὀριον ἐλαστικότητος* διάφορον εἰς
τὰ διάφορα σώματα, πέραν τοῦ ὁποίου τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς
πίεσιν, διάτασιν, κάμψιν ἢ στρέψιν διηνεκῶς ἀξίζανόμενας δὲν ἀναλαμ-
βάνουσι τὸ ἀρχικὸν αὐτῶν σχῆμα ἢ μήκος ἢ ὄγκον, ἀλλὰ παραμορ-
φοῦνται μόνιμως ἢ καὶ ἐπὶ τέλους θραύονται, ὅταν ὑπερβῶμεν καὶ τὸ
ὀριον τῆς στερεότητος ἢ θραύσεως. Ἐκ τῶν συνήθων μετὰλλων ἐλα-
στικώτερα καὶ στερεώτερα εἶνε ὁ σίδηρος καὶ ἰδίᾳ ὁ γάλλυψ, ὀλιγωτέ-
ρον ὁ χαλκός, ὁ ἀργυρος καὶ ὁ χρυσός καὶ ἐλάχιστον ὁ ψευδάργυρος
καὶ ἰδίᾳ ὁ κασσίτερος καὶ ὁ μόλυβδος.

Τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια εἶνε μὲν σώματα τελείως ἐλαστικά, ἢ ἐλα-

στικότης δ' ὁμοῦς αὐτῶν ἐκδηλοῦται οὐχὶ κατὰ σχῆμα, ὡς εἰς τὰ στερεά, ἀλλὰ μόνον κατ' ὄγκον, ἥτοι ὅταν ταῦτα ὑποβάλλωνται εἰς πίεσιν.

Ἡ τελεία δὲ ἐλαστικότης τῶν ἀερίων ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἀεροθλίπτου (§ 12, σελ. 2). Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπενέγκωμεν εὐανθῆ ποτε πίεσιν, ὅταν αὕτη παύσῃται ἐνεργεῖσα, πάραυτα ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀερίου.

16. **Κινητόν.** Τὸ *κινητόν* εἶνε γενική τῶν σωμάτων ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα δύναται νὰ μεταβάλλωσι θέσιν εἰς τὸν χώρον, ὡς π.χ. ὅταν ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἡρεμίας, καθ' ἣν διατηροῦσιν ἐν τῷ χώρῳ θέσιν ἀμετάβλητον, μεταβαίνωσιν εἰς τὴν τῆς κινήσεως. Ἐπειδὴ δὲ κρίνομεν, ἐὰν σώμα τι ἡρεμῇ ἢ κινῆται, παραβάλλοντες τὴν θέσιν αὐτοῦ πρὸς τὴν τῶν παρακειμένων σωμάτων, πᾶσι καὶ ἀπατώμεθα ἐκλαμβάνοντες τὸ ἡρεμῶν ὡς κινούμενον καὶ τὸ κινούμενον ὡς τὸ ἀνάπαυον, ὡς τοῦτο συμβαίνει, ὅταν ταξιδεύωμεν διὰ σιδηροδρόμου ἢ πλοίου. Ὡσαύτως ἐκλαμβάνομεν τὴν γῆν ἀκίνητον καὶ τὸν οὐρανὸν στρεφόμενον μετὰ τῶν ἀστέρων.

17. **Ἀδράνεια.** *Ἀδράνεια* καλεῖται ἡ ιδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σώμα τι ἀπ' 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 καμπύλογραμμον, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἐξωτερικὴ τις αἰτία. Π. χ. λίθος ἀρηνόμενος ἐλευθερὸς ἐξ ὕψους καταπίπτει οὐχὶ ἀπ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἐλξεως τῆς γῆς. Ἀτμὸς πλοίου ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ μετὰ τὴν παύσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης, ἡρεμῇ δὲ τελευταίῳ οὐχὶ ἀπ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκεν ἀντιστάσεως ὑπὸ τῆς θαλάσσης παραγομένης. Σιδηροδρομικῆς ἀμαξοστοιχίας ἡ κίνησις καταστρέφεται μετὰ τὴν παύσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ ἀπ' ἑαυτῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχῶν ἢ καὶ τῆς τρεχοπέδος ἐπὶ τοῦ ἐπισώτρου τῶν τροχῶν.

Ὅταν τις ἵσταται ὀρθὸς ἐφ' ἀμάξης κινουμένης ἀιρνιδίως, κλίνει πρὸς τὰ ὀπίσω, ἐὰν δὲ ἵσταται ἐφ' ἀμάξης κινουμένης καὶ αὕτη αἰρνιδίως σταματήσῃ, κλίνει πρὸς τὰ πρόσω. Ἐὰν τις θελήσῃ νὰ κατέλθῃ ἐξ ἀμάξης ταχέως κινουμένης ἐστραμμένος ὦν πρὸς τὸ μέρος πρὸς ὃ κινεῖται ἡ ἀμάξα, δύναται νὰ καταπέσῃ πρηνής, ἐὰν δὲν κλινῇ τὸ σῶμα ἀρκούντως πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἀδέξιος ἱππεὺς ἐκτινάσσεται,

ὅταν ὁ ὠκυπορὼν ἵππος ἀποτόμως σταματήσει. Ἐν ἀκαριαίως σταματήσει ἀμαξοστοιχία κινουμένη μετὰ μεγάλης ταχύτητος, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὰς συγκρούσεις, τότε αἱ ἄμαξαι αὐτῆς τείνουσαι νὰ ἐμμείνωσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως θραύονται συγκρουόμεναι.

Ὅταν πρόκειται νὰ ὑπερπηδῶμεν τάφρον, λαμβάνομεν πορᾶν, τοιούτην παρέχουσαν κίνησιν εἰς τὸ σῶμα ἡμῶν, οὕτω δ' ἐνχερέστερον ὑπερπηδῶμεν αὐτήν, διότι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ἡμῶν ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν μυῶν, ἣν καταβάλλομεν διὰ νὰ περὶδῶμεν.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

18. **Μηχανική.** *Μηχανικὴ* καλεῖται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, ἐν τῷ ὁποίῳ ἐρευνῶνται οἱ νόμοι τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων (στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων). Διαίρεται δὲ εἰς *Στατικὴν* καὶ *Δυναμικὴν*.

Ἡ μὲν *Στατικὴ* πραγματευομένη περὶ τῆς ἰσορροπίας διαίρεται εἰς ἰδίως *Στατικὴν* ἢ *Στατικὴν τῶν στερεῶν*, εἰς *Ἵδροστατικὴν* καὶ *Ἀεροστατικὴν*. Ἡ δὲ *Δυναμικὴ* πραγματευομένη περὶ τῆς κινήσεως διαίρεται εἰς *Δυναμικὴν τῶν στερεῶν*, *Ἵδρودυναμικὴν* καὶ *Αεροδυναμικὴν*.

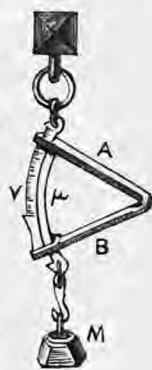
19. **Δύναμις.** *Δύναμις* καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἥτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία δηλαδή, ἥτις σῶμα ἡρεμῶν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τοῦναντίον σῶμα κινούμενον ἐπαναφέρει εἰς ἡρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγράμμως κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινηθῇ καμπυλογράμμως.

20. **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 πορᾶ, ἥτοι ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω, δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ κτλ. ἐνέργεια τῆς δυνάμεως, καὶ δ') ἡ

ἐντασις, ἤτοι ἡ ἰσχύς, μεθ' ἧς ἡ δύναμις ἐνεργεῖ. Ἡ ἐνέργεια δυνάμει οὐδὲν ὡς μεταβάλλεται, ἂν τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς μεταθεθῇ εἰς οἰονδήποτε ἄλλο σημεῖον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως κείμενον καὶ ἀδιασπάστως μετὰ τοῦ πρώτου συνδεόμενον, ὡς π.χ. ὅταν σύρωμεν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους βαρὺ τι σῶμα εἴτε ἀπ' εὐθείας εἴτε διὰ σχοινίου ἐπὶ τοῦ σώματος προσδεδεμένου, ὅτε τὸ ἀποτελεσμα εἶνε τὸ αὐτὸ, ἀρκεῖ μόνον εἰς ἀμφοτέρως τὰς περιστάσεις νὰ ἔλκωμεν μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

21. **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 τοιαυτὴ δὲ μονὰς λαμβάνεται τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου (λίτρου) ὕδατος ἀπασταγμένου καὶ θερμοκρασίας 40°, ἤτοι τὸ καλούμενον *Χιλιόγραμμα* (312 βρ., 512).

✓ 22. **Δυναμόμετρον.** Πρὸς καταμέτρησιν δυνάμεως οἰασθήποτε, εἰς τῆς τῶν μυνῶν ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα ὄργανα καλοῦμενα *δυναμόμετρα*. Τὸ ἀπλούστερον δὲ τούτων συγκρίνεται ἐκ χαλυβδίνου ἔλασματος AB (σχ. 3) ἡγγωτισμένου κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἄνωτέρου βραχίονος A προσκολλᾶται μεταλλικὸν τόξον μ , ὅπερ διερχόμενον ἐλευθέρως διὰ τοῦ κατωτέρου βραχίονος ἀπολήγει εἰς ἀγκίστρον, ἐξ οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαετήσωμεν βάρος τι M ἢ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύναμιν, ἣν πρόκειται νὰ καταμετρήσωμεν. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ κατωτέρου βραχίονος B προσκολλᾶται ὡσαύτως μεταλλικὸν τόξον ν , ὅπερ διερχόμενον ἐλευθέρως διὰ τοῦ ἄνωτέρου βραχίονος φέρει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον δακτυλίων, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαετήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ ἀκινήτου τινὸς στηρίγματος. Ὅπως βαθμολογήσωσι τὸ ὄργανον, ἐξαετῶσιν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ὠρισμένα βάρη M ἑνός, δύο, τριῶν χιλιογράμμων· τότε τὸ ἐκ χαλυβδίνου ἔλασμα κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὸ βάρος. Εἰς τὸ σημεῖον δὲ τοῦ ἐξωτερικοῦ τόξου, εἰς ὃ ἀντιστοιχεῖ τὸ ἄκρον τοῦ βραχίονος A, σημειοῦσιν 1, 2, 3 κτλ.



Σχ. 3.

Προκειμένου νὰ καταμετρήσωμεν δύναμιν τινὰ, στερεοῦμεν τὸ ὄργανον διὰ τοῦ δακτυλίου καὶ ἐφαρμόζομεν τὴν δύναμιν εἰς τὸ ἀγκί-

στρον· τότε, ἂν τὸ ἄκρον τοῦ βραχίονος Α συμπίπτῃ μετὰ τῆς διαιρέσεως π.χ. 3, λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη ἰσοῦται πρὸς 3 χιλιόγραμμα. Ἐὰν ἔλκοντες διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν ἐπενέγκωμεν τριαύτην πλησίαν τῶν ἄκρων τοῦ ἐλάσματος, εἴαν ἐπιφέρουσι π.χ. 40 χιλιόγραμμα, τότε λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις τῶν μυῶν ἡμῶν εἶνε ἴση πρὸς 40 χιλιόγραμμα.

23. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων. Πᾶσα δύναμις παρίσταται γραφικῶς δι' εὐθείας ΑΠ (σχ. 4) 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 μήκος τῆς αὐτῆς εὐθείας παριστᾷ τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Πρὸς τοῦτο δὲ λαμβάνομεν μήκος τι εὐθείας, εἶον ἐν ὑφεκατόμετρον, ὅπερ κατὰ συνθήκην παριστᾷ τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέλωμεν νὰ παραστήσωμεν δύναμιν τινα ἐνεργοῦσαν κατὰ τὸ σημεῖον Α σώματος τινος, κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΠ καὶ ἴσιν πρὸς 2 χιλιόγραμμα, λαμβάνομεν εὐθεῖαν ΑΠ μήκου 2 ὑφεκ.



Σχ. 4.

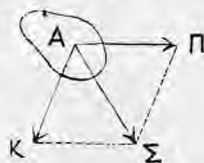
24. Ἰσορροπία δυνάμεων. Δύο ἢ καὶ πλείονες δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐνεργοῦσαι εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἀμοιβαίως καταστρέφονται ἢ ἐξουδετερῶνται. Οὕτως αἱ δυνάμεις διαφόρων ἀνδρῶν, εἴτινες ἔλκοντες σιδηροῦν δακτύλιον κατὰ διαφόρους διεύθυνσεις τηροῦσιν αὐτὸν ἀμετάθετον, εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ.

Δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὕλικου σημείου, ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

25. Σύνθεσις δυνάμεων. Ὅταν πολλάι δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐφηρμοσμέναι εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ, εἶνε φανερόν ὅτι ἐκάστη αὐτῶν ἰσορροπεῖ πάσας τὰς λοιπὰς καὶ ἐπομένως πᾶσαι αἱ λοιπαὶ δυνάμεις δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς καὶ μόνης ἴσης τῇ πρώτῃ καὶ ἀντιρρόπου. Κατὰ ταῦτα δυνάμεθα ἐνίοτε δύο ἢ πλείονας δυνάμεις ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἄλλης παραγούσης τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ ἐκεῖναι, ἀποτέλεσμα· τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται **σύνθεσις δυνάμεων**. Ἡ δύναμις, ἥτις δύνανται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείονας δυνάμεις, καλεῖται **συνισταμένη**, ἐκεῖναι δὲ **συνιστώσας**.

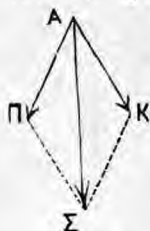
26. Σύνθεσις δυνάμεων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων. Ἡ συνισταμένη δύο ἢ καὶ πλείονων δυνάμεων ἐνεργοῦσων ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ πορὸν ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν. Π. γ., δύο ἢ πλείονες ἀλλεῖς ἔλκοντες ὁμοῦ διὰ σχοινίου ἐπὶ τῆς παραλλήλης τὰ δίκτυα δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑφ' ἑνὸς μόνου ἵππου ἔλκοντος διὰ τῆς αὐτῆς καὶ ἐκεῖνοι δυνάμει. Ἐὰν δὲ ἄνθρωποι τινες ἔλκωσι διὰ σχοινίων σῶμά τι, οἷον σιδηροῦν δακτύλιον, οἱ μὲν κατὰ τινὰ πορὸν, οἱ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, εὐρίσκωμεν τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἀθροίζοντες τὰς δυνάμεις, αἵτινες ἐνεργοῦσι κατὰ μίαν πορὸν καὶ εἴτα τὰς ἐνεργούσας κατ' ἀντίθετον, καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ἀθροίσματος τὸ ἔλαττον. Ἡ ζητούμενη συνισταμένη ἔχει ἔντασιν μὲν ἴσην τῇ διαφορᾷ, ἣν εὐρίσκωμεν, πορὸν δὲ τὴν τῶν δυνάμεων τοῦ μείζονος ἀθροίσματος. Οὕτως, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τρεῖς μὲν ἄνδρες ἔλκουνσι σῶμά τι κατὰ μίαν πορὸν μετὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 5, 10 καὶ 15 χιλιόγραμμα, δύο δὲ ἄνδρες κατ' ἀντίθετον πορὸν μετὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 8 καὶ 9 χιλιόγραμμα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς δύναμιν $5+10+15-(8+9)=13$ χιλιόγρ. καὶ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν πορὸν, καθ' ἣν ἔλκουνσιν οἱ πρῶτοι.

27. Παραλλήλογράμμου τῶν δυνάμεων. Δύο δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ (σχ. 5) ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ διάφορον διεύθυνσιν ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν, ἥτις παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου ΑΣ τοῦ παραλλήλογράμμου ΣΚΑΠ, ὅπερ σχηματίζομεν ἐπὶ τῶν εὐθειῶν ΑΠ καὶ ΑΚ.



Σχ. 5.

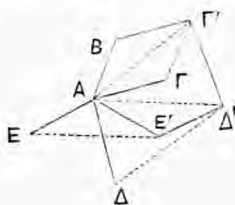
Καὶ ἂν μὲν αἱ δύο δυνάμεις εἴνε ἴσαι (σχ. 6), ἡ συνισταμένη αὐτῶν βαίνει κατὰ τὴν διχοτομοῦσαν τὴν γωνίαν ΠΑΚ, καθ' ἣν θέλει κινηθῇ καὶ τὸ σημεῖον Α, ἐὰν μείνῃ ἐλεύθερον. Ἐὰν ὁμοῦ αἱ δυνάμεις εἴνε ἄνιστοι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν πλησιάζει πρὸς τὴν μείζονα δύναμιν.



Σχ. 6.

28. Σύνθεσις πολλῶν δυνάμεων. Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι πλείονες δυνάμεις ΑΒ, ΑΓ, ΑΔ, ΑΕ (σχ. 7) ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α καθ' οἷας δὴποτε διεύθυνσεις. Πρὸς εὑρεσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν εὐρίσκωμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην δύο

οἰωνόηποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, εἰν τῶν AB καὶ AG , διὰ τοῦ παραλληλογράμμου $AB\Gamma\Gamma$. Εἴτα τὴν συνισταμένην τῆς μερικῆς ταύτης συνισταμένης AG καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἷας ᾄηποτε, τῆς AD , διὰ τοῦ παραλληλογράμμου $AG\Delta\Delta$, καὶ τέλος τὴν



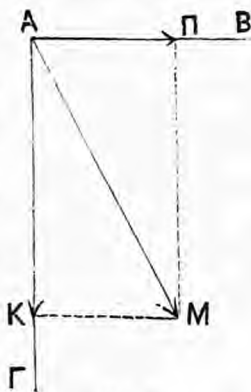
Σχ. 7.

συνισταμένην τῆς δευτέρας μερικῆς συνισταμένης AD καὶ τῆς τετάρτης δυνάμεως AE . Ἡ AE εἶνε ἡ ζητούμενη τελικὴ συνισταμένη.

Ἄν εἰς τὸ σημεῖον A ἐφαρμόσωμεν δυνάμιν ἴσην καὶ ἀντίρροπον πρὸς τὴν εὐρεθεῖσαν τελικὴν συνισταμένην AE , αὕτη μόνη ἰσορροπεῖ πάσας τὰς δοθείσας δυνάμεις ὁμοῦ ἐνεργοῦσας.

Ἄλλ' ἐὰν κατὰ τὴν γεωμετρικὴν κατασκευὴν τὸ E συμπέσῃ μετὰ τοῦ A , συνάγομεν ὅτι μόναι αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας.

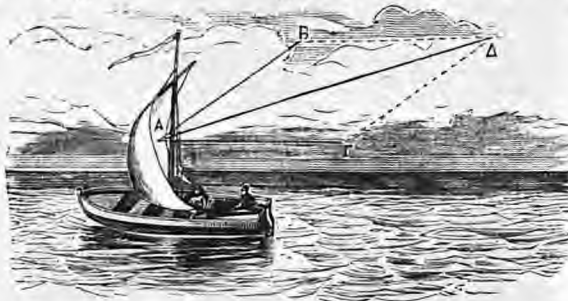
29. Ἀνάλυσις δυνάμεως. Ὅπως συνθέτομεν δύο δυνάμεις ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐνεργοῦσας, οὕτω δυνάμεθα ἀντιστρόφως ν' ἀναλύσωμεν μίαν δυνάμιν εἰς τὰς συνιστώσας αὐτῆς. Συνηθέστατα δὲ ἀναλύεται μία δυνάμις εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Ἐστω π.χ. δυνάμις τις AM (σχ. 8) ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου A ἐνεργοῦσα, ἥτις πρόκειται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο συνιστώσας κατὰ τὰς διευθύνσεις AB καὶ AG καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Πρὸς τοῦτο ἄγομεν ἐκ τοῦ σημείου M τὰς εὐθείας MK καὶ MP καθέτους ἐπὶ τὰς AG καὶ AB , ἥτοι παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις, αἵτινες τέμνονται ὑπὸ τῶν καθέτων κατὰ τὰ σημεῖα K καὶ P . Αἱ εὐθεῖαι AP καὶ AK παριστῶσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως AM .



Σχ. 8.

Παραδείγματα ἀναλύσεως δυνάμεως. Ὅταν ὁ ἄνεμος πνέῃ ἐπὶ τῶν ἱστίων πλοίου οὐχὶ ἀκριβῶς ἐκ τῶν ὀπισθεν ἀλλ' ὀλίγον ἐκ τῶν πλάγιων, ἡ ὥσις τοῦ ἀνέμου εἶνε δυνάμις DA (σχ. 9), ἥτις δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις GA καὶ BA , ἥτοι τὴν μὲν GA διευθυνομένην ἐκ τῶν ὀπισθεν πρὸς τὰ πρόσθεν κατὰ τὸ διάμηκες ἐπίπεδον τοῦ πλοίου, ἥτις ὡθεῖ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πρόσω, τὴν δὲ BA διευθυνομένην πλάγιως, ἥτις διηγεκῶς τείνει νὰ παρασύρῃ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πλάγια, ἀλλὰ καταργεῖται ἐν μέρει ἐκ τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῆς γάστρας τοῦ πλοίου.

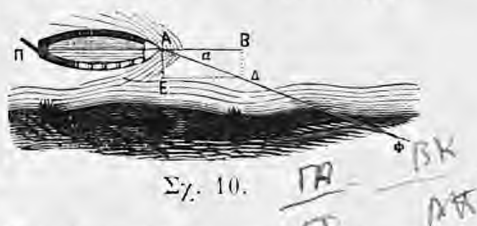
Πολλάκις εἰς μεγάλους ποταμούς κινουσι φορτηγίδας καὶ ἐναντίον τοῦ βέ-
ματος τοῦ ποταμοῦ δι' ἵππων, οἵτινες ἐκ τῆς μιᾶς μόνον ὄχθης ἔλκουσιν αὐ-
τὰς δι' ἐπιμήκους σχοινίου ΑΦ (σχ. 10). Ἡ δύναμις ΑΔ, ἣν καταβάλλουσιν οἱ
ἵπποι, ἔχουσα διεύθυνσιν σχηματίζουσαν ὀξείαν γωνίαν α μετὰ τῆς ὄχθης τοῦ



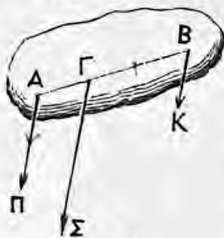
Σχ. 9.

ἐνεργείᾳ τοῦ πηδαλίου Π τὸ πλοῖον φέρεται συνεχῶς παραλλήλως τῇ ὄχθῃ
τοῦ ποταμοῦ.

30. Σύνθεσις παραλλήλων δυνάμεων. Ὅταν δύο δυνά-
μεις ἴσαι ἢ ἄνισοι Π καὶ Κ (σχ. 11), παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φο-
ρᾶς εἶναι ἐφηρμοσμένοι εἰς δύο
σημεῖα Α καὶ Β σώματος τινος
ἀδιασπᾶστος συνδεόμενα, ἡ
συνισταμένη αὐτῶν ΓΣ εἶνε πα-
ράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις, τῆς
αὐτῆς φορᾶς καὶ ἴση πρὸς τὸ ἄθροι-
σμα αὐτῶν. Τὸ δὲ σημεῖον Γ, καθ' ὃ ἐνεργεῖ ἡ συνισταμένη, διαιρεῖ
τὴν εὐθείαν ΑΒ τὴν ἐνούσαν τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο ду-
νάμεων εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν
δυνάμεων, οὕτως ὥστε ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀνάλο-
γίαν: $ΓΑ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ$. Ἐὰν αἱ δύο ду-
νάμεις Π καὶ Κ εἶνε ἴσαι, τὸ σημεῖον τῆς ἐ-
φαρμογῆς Γ τῆς συνισταμένης Σ κεῖται ἐν
τῷ μέσῳ τῆς ΑΒ· ἐὰν ἡ δύναμις Π εἶνε διπλα-
σία τῆς Κ, τὸ μέρος ΑΓ τῆς εὐθείας ΑΒ θὰ
εἶνε τὸ ἥμισυ τοῦ μέρους ΓΒ.



Σχ. 10.



Σχ. 11.

Ἐὰν πλείονες δυνάμεις παράλληλοι Π, Ρ, Μ, Ν (σχ. 12) καὶ
τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶνε ἐφηρμοσμένοι εἰς διάφορα σημεῖα Α, Β, Γ, Δ

ένος σώματος, πρὸς εὐρεσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην Σ ὅσο οἰωνόηποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, οἷον τῶν Π καὶ P , εἴτα τὴν συνισταμένην Σ' τῆς μερικῆς ταύτης



Σχ. 12.

συνισταμένης Σ καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἰασοῦντε, οἷον τῆς M , εἴτα τὴν συνισταμένην Σ' τῆς δευτέρας ταύτης μερικῆς συνισταμένης Σ' καὶ τετάρτης δυνάμεως N καὶ οὕτως ἐξακολουθοῦμεν μέχρις ὅτου συνθέσωμεν καὶ τὴν τελευταίαν δύναμιν. Ὅθεν ἡ τελικὴ συνισταμένη Σ' ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δεδομένων δυνάμεων, εἶνε παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Τὸ δὲ σημεῖον Λ τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς εὐρίσκουμεν ὡς ἐξῆς· διαίρουμεν τὴν εὐθεῖαν AB εἰς δύο μέρη AI καὶ BI ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Π καὶ P , εἴτα τὴν εὐθεῖαν IG εἰς δύο μέρη IK καὶ KG ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Σ καὶ M καὶ τέλος τὴν εὐθεῖαν $K\Delta$ εἰς δύο μέρη $K\Lambda$ καὶ $\Lambda\Delta$ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Σ' καὶ N .

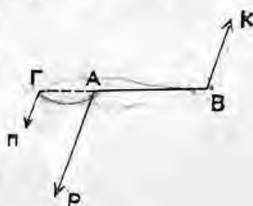
Ἵποθέσωμεν νῦν ὅτι αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις, μένουσαι παράλληλοι καὶ τηροῦσαι τὰ αὐτὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς, γίνονται διπλάσιαι, τριπλάσιαι, τετραπλάσιαι, ἢ ὑποδιπλάσιαι, ὑποτριπλάσιαι, ὑποτετραπλάσιαι· ἐπειδὴ ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων αὐτῶν δὲν μεταβάλλεται, ἔπεται ὅτι καὶ ἡ συνισταμένη αὐτῶν θέλει γίνεαι μὲν διπλασία, τριπλασία ἢ ὑποδιπλασία, ὑποτριπλασία, ἀλλὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς Λ μένει ἀμετάβλητον. Ὅταν ὡσαύτως αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις μεταβάλλωσι μὲν πᾶσαι διεύθυνσιν, μένωσιν ὅμως παράλληλοι, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης αὐτῶν μένει τὸ αὐτό. Τὸ σημεῖον τοῦτο Λ καλεῖται ἕνεκα τούτου **κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων**.

Ὅταν δύο δυνάμεις ἄνισοι καὶ παράλληλοι ἄλλ' ἀντιθέτου φορᾶς AP καὶ BK (σχ. 13) εἶνε ἐφαρμοσμέναι εἰς δύο σημεῖα A καὶ B ἐνὸς σώματος, ἅτινα εἶνε ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν $\Gamma\Pi$ εἶνε παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ ἰσοῦται κατὰ τὴν ἔντασιν τῇ διαφορᾷ αὐτῶν $AP - BK$, ἐνεργεῖ δὲ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, πρὸς ὃ καὶ ἡ μεγαλύτερα δύναμις· τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς Γ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας BA τῆς ἐνούσης τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρ-

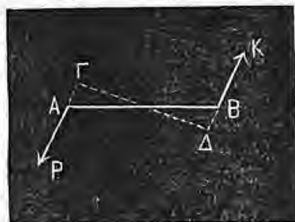
μογῶν τῶν δύο δυνάμεων καὶ καίται εἰς τι σημεῖον Γ, οὕτως αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς Α καὶ Β τῶν δυνάμεων ΑΡ καὶ ΒΚ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων τούτων, οὕτως ὥστε θέλομεν εἶχει τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν·

$$ΒΓ : ΑΓ = ΑΡ : ΒΚ.$$

31. Ζεύγος δυνάμεων. Ὅταν αἱ παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις ΑΡ καὶ ΒΚ (σχ. 13) τείνωσι νὰ ἐξισωθῶσιν, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἐλαττωταί, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας ΒΑ. Ὅταν δὲ αἱ δυνάμεις ἐξισωθῶσι, συνισταμένη δὲν ὑπάρχει, τοῦτέστι δὲν ὑπάρχει δύναμις, ἥτις μόνη νὰ δυνήθῃ νὰ παραγάγῃ τὸ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ σώματος ἀποτέλεσμα, ὅπερ παράγουσιν αἱ δύο ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις. Τὸ τοιοῦτο σύστημα δυνάμεων καλεῖται **δυναμικὸν ζεύγος** (σχ. 14), ὅπερ τείνει νὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ εἶνε ἐρημωμένον, περιστροφικὴν κίνησιν. Οὕτω μηχανικὴ βελόνη ἐρεῖδομένη διὰ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐπὶ κατακόρυφου ἄξονος καὶ ἐγρυσσὰ διεύθυνσιν ἀπ' ἀνατελῶν 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 βελόνην περὶ τὸ μέσον αὐτῆς.



Σχ. 13.



Σχ. 14.

Ἡ **ροπή** ἑνὸς ζεύγους δυνάμεων ἴσων, ἥτοι ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ, καθορίζεται διὰ τοῦ γινομένου τῆς μιᾶς ἐκ τῶν δύο δυνάμεων ΑΡ ἢ ΒΚ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν ΓΔ (**βραχίον**) τῶν διευθύνσεων αὐτῶν. Οὕτως αἱ ναῦται, αἵτινες διὰ μεγάλων στρέφουσιν ἐπὶ τοῦ καταστρώματος πλοίου τὸ μηχανήμα, δι' οὗ ἀνασύρουσι τὴν ἄγκυραν, ἀποτελοῦσιν ἀνὰ δύο δυναμικὸν ζεύγος, οὕτως ἡ ἰσχὺς εἶνε ἀνάλογος οὐ μόνον τῆς δυνάμεως, ἣν καταβάλλουσιν αἱ ναῦται, ἀλλὰ καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων αὐτῶν.

Καλεῖται **ἄξων** τοῦ ζεύγους εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν

παρλληλῶν δυνάμεων. Δύο δὲ ζεύγη ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἐνεργοῦνται καὶ ἔχοντα ἴσας μὲν, ἀλλ' ἀντιθέτους ῥοπὰς, ἰσορροποῦσιν ἄλληλα.

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

32. Ὅταν ὑλικὸν τι σημεῖον μεταβάλλῃ διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν χωρὸν, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὃ δὲ γεωμετρικὸς τόπος τῶν θέσεων, ἃς τὸ σημεῖον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται **τροχιά** αὐτοῦ, οὗσα **εὐθύγραμμος** ἢ **καμπυλόγραμμος**.

✓33. **Κίνησις ἰσοταχῆς.** Ὅταν κινητὸν τι διανύῃ ἴσα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν διανύῃ τὸ αὐτὸ διάστημα καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου, ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ὑποτεθῇ ἡ μονὰς αὕτη, τότε ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται **ἰσοταχῆς**. Τὸ ἐν ἐκάστῃ δὲ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα καλεῖται **ταχύτης**.

Ἐπειδὴ ἡ ταχύτης ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει εἶνε ἀμετάβλητος, τὸ δὲ κινητὸν διανύει εἰς χρόνον διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. διάστημα διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. ἤτοι ἀνάλογον τοῦ χρόνου, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ταχύτητα, ἔπεται ὅτι εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου θὰ διανυθῇ διάστημα 2τ , εἰς 3 διάστημα 3τ καὶ εἰς x μονάδας τοῦ χρόνου διάστημα τx . Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ δ τὸ εἰς x μονάδας τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει τὸν ἑξῆς γενικὸν τύπον·

$$\delta = \tau \cdot x, \quad (1)$$

τουτέστιν εὐρίσκομεν τὸ διάστημα ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει πολλαπλασιάζοντες τὴν ταχύτητα ἐπὶ τὸν χρόνον.

Ἐκ τοῦ τύπου τούτου λαμβάνομεν

$$\tau = \frac{\delta}{x}, \quad (2)$$

τουτέστιν ἡ ταχύτης ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει ἰσοῦται τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὸν χρόνον.

Ἐκ τοῦ τύπου (1) λαμβάνομεν ὡσαύτως

$$x = \frac{\delta}{\tau}, \quad (3)$$

τουτέστιν ὁ χρόνος ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει ἰσοῦται τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὴν ταχύτητα.

34. Κίνησις ἀνισοταχῆς. Ὅταν κινητὸν τι διανύῃ ἄνισα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἦτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἀνισοταχῆς ἢ μεταβαλλομένη.

Ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει διακρίνομεν τὴν μέσην ταχύτητα καὶ τὴν ταχύτητα καθ' ὠρισμένην τιὰ στιγμήν χρόνου.

Καλεῖται μέση ταχύτης ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει ἡ ταχύτης ἐκείνη, τὴν ὁποίαν ἂν εἶχε διηνεκῶς τὸ κινητὸν, θὰ διήνυε τὸ αὐτὸ διάστημα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Εὐρίσκουμεν δὲ τὴν μέσην ταύτην ταχύτητα διαιρούντες τὸ ἀνισοταχῶς διανυθὲν διάστημα διὰ τοῦ θαπανηθέντος χρόνου. Ἰσπεθίσωμεν π.χ. ὅτι σιδηροδρομικὴ ἀμαξά διανύει ἀνισοταχῶς καὶ ἄνευ στάσεως 144 χιλιόμετρα εἰς 4 ὥρας. Ἄν διαιρέσωμεν τὰ 144000 μέτρα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δευτερολέπτων τῶν περιεχομένων εἰς 4 ὥρας, ἦτοι διὰ 14400, εὐρίσκουμεν ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σιδηροδρομικῆς ταύτης ἀμαξῆς εἶνε 10 μέτρα κατὰ δευτερολέπτον ἢ 36 χιλιόμετρα καθ' ὥραν.

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης, σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ μὴ ὑποκειμένον εἰς τὴν ἐνέργειαν μηδενικᾶς δυνάμεως κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς· ἐπομένως, ἂν σῶμά τι κινήται καμπυλογραμμῶς ἢ ἀνισοταχῶς, πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ἐνεργοῦσι μία ἢ πλείονες δυνάμεις· ἂν δὲ κατὰ χρονικὴν τινα στιγμήν αἱ δυνάμεις παύσωσι νὰ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ σώματος, τοῦτο θέλει ἐξακολουθήσει κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς καὶ θέλει διατηρήσει τὴν διεύθυνσιν καὶ ταχύτητα, ἃς εἶχε, καθ' ἣν στιγμήν αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐπηρεασμέναι δυνάμεις ἔπαυσαν ἐνεργοῦσαι. Ὅθεν, διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχύτητα καθ' ὠρισμένην χρονικὴν στιγμήν κινητοῦ κινουμένου ἀνισοταχῶς, παύομεν κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην τὴν ἐνέργειαν τῶν παραγουσῶν τὴν κίνησιν δυνάμεων, ὅποτε τὸ κινητὸν θέλει ἐξακολουθήσει νὰ κινήται κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ ἰσοταχῇ· προσδιορίζοντες δὲ τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ ἐν τῇ ἰσοταχεῖ ταύτῃ κινήσει ἀνευρίσκουμεν τὴν ταχύτητα αὐτοῦ κατὰ τὴν ὠρισμένην ἐκείνην χρονικὴν στιγμήν.

35. Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη. Ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται οὐχὶ ἀνωμάλως ἀλλ' ὁμαλῶς, ἦτοι

ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῇ κατ' ἴσας ποσότητες ἐν ἴσοις χρόνοις, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται *ὁμαλῶς μεταβαλλομένη*. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὁμαλῶς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται *ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη*, ὅταν δ' ἐλαττωθῇ ὁμαλῶς, καλεῖται *ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη*. Π.χ. σῶμα πίπτων 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 ἐλαττοῦται) ἡ ταχύτης καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου (ἐν δευτερολέπτου), καλεῖται *ἐπιταχυνσις* (ἢ *ἐπιβράδυνσις*).

Ἐάν διὰ τοῦ γ παραστήσωμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν σώματος κινουμένου μεθ' ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης κινήσεως, ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ σῶμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ἡ ταχύτης αὐτοῦ κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου θά εἴη γ, κατὰ τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου 2γ, τοῦ τρίτου 3γ καὶ κατὰ τὸ τέλος χ δευτερολέπτων γχ. Ὅθεν ἔχομεν τὸν τύπον

$$v = \gamma x, \quad (1)$$

ἐνθα τ παρίστανται τὴν κτηθεῖσαν ταχύτητα τοῦ σώματος μετὰ χρόνον χ.

Ἄν τὸ κινητὸν δὲν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ἀλλὰ κέκτῃται ἀρχικὴν τινα ταχύτητα α (ὡς π. χ. ὅταν βάλλωμεν πρὸς τὰ κάτω σῶμα εἰς τὸ κενόν), ἡ ταχύτης μετὰ χρόνον χ δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως

$$v = a + \gamma x.$$

Ὅταν τὸ κινητὸν ἡ κίνησις εἴη ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη, τότε ἡ ἀρχικὴ ταχύτης α ἐλαττωθῇ κατὰ τὴν ποσότητα γ ἐν ἐκάστῃ μονάδι τοῦ χρόνου (ὡς ὅταν βάλλωμεν κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω σῶμα εἰς τὸ κενόν), ἡ δὲ ταχύτης τ μετὰ χρόνον χ εὐρίσκεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$v = a - \gamma x.$$

Ἄν τὸ κινητὸν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ὁπότε ἔχει ἀρχικὴν ταχύτητα 0, μετὰ χρόνον χ δευτερολέπτων θά ἔχῃ ταχύτητα γχ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ταχύτης ἐν τῷ μεταξύ αὐξάνεται ὁμαλῶς, τὸ κατὰ τὰ χ δευτερολέπτα διανυόμενον διάστημα εἴη τόσον, ὅσον ἤθελε διανύσει τὸ κινητὸν, ἂν ἐν τῷ χρόνῳ χ ἐκί-

νεῖτο ἰσοταχῶς μετὰ τῆς μέσης ταχύτητος $\frac{0 + \gamma x}{2} = \frac{1}{2} \gamma x$. Ἐπομένως τὸ εἰς χ δευτερολέπτα διανυόμενον διάστημα δ παρίστανται διὰ τοῦ τύπου

$$s = \frac{1}{2} \gamma x^2 \quad (2).$$

Ὅθεν ἐκ τῶν τύπων (1) καὶ (2) συνάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον.

Ἐν τῇ ὁμαλῶς μεταβαλλομένῃ κινήσει σώματος ἀναχωροῦντος ἐκ τῆς ἡρεμίας ἢ μὲν ταχύτης εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸν χρόνον, τὰ δὲ διανυόμενα διαστήματα ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων ἐν οἷς διηλυθῶσαν.

36. **Μᾶζα σώματος.** Ἐὰν δυνάμεις τις Δ ἐνεργοῦσα συνεχῶς ἐπὶ τι σῶμα μεταδίδῃ εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν γ, δυνάμεις 2Δ θέλει μεταδώσει ἐπιτάχυνσιν 2γ, δυνάμεις 3Δ ἐπιτάχυνσιν 3γ, ἥτοι αἱ δυνάμεις εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις, αἷ μεταδίδουσιν εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα. Ὅθεν καλοῦντες Δ₁ καὶ Δ₂ δύο δυνάμεις, γ₁ καὶ γ₂ τὰς ὑπ' αὐτῶν παραγομένους ἐπιταχύνσεις ἔχομεν

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \text{ ἢ } \frac{\Delta_1}{\gamma_1} = \frac{\Delta_2}{\gamma_2} = \frac{\Delta_3}{\gamma_3} = \mu,$$

ἥτοι ὁ λόγος δυνάμεως ἐνεργοῦσης ἐπὶ τι σῶμα πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν μεταδίδει πρὸς αὐτό, εἶνε ποσότης σταθερά, ἥτις καλεῖται μᾶζα τοῦ σώματος. Ἀλλὰ καὶ τὸ βάρος Β σώματος τινος εἶνε δυνάμεις συνεχῆς μεταδίδουσα εἰς τὸ σῶμα ἐπιτάχυνσιν g. Ὡστε καὶ ὁ λόγος $\frac{B}{g}$ παριστᾷ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.

Ὅθεν μᾶζα σώματος καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους αὐτοῦ πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν μεταδίδει εἰς αὐτὸ ἡ βαρύτης.)

37. **Ἔργον τῶν δυνάμεων.** Δυνάμεις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τι σῶμα καὶ μετακινούσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς παράγει ἔργον. Οὕτως ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιβάξῃ ὕδωρ ἐκ τοῦ βάρους φρέατος, ἢ λίθους ἀπὸ τοῦ ἐδάφους εἰς οἰκοδομήν, παράγει ἔργον. Ὡς μονὰς δὲ τοῦ ἔργου λαμβάνεται τὸ ἔργον, ὅπερ παράγει δυνάμεις ἀναβιβάζουσα τὸ βάρος ἐνὸς χιλιογράμμου εἰς ὕψος ἐνὸς μέτρου καὶ ὅπερ καλεῖται **χιλιογραμμόμετρον**. Οὕτως ἐργάτης, ὅστις ἀνεβίβασεν εἰς ὕψος 5 μέτρων λίθους βάρους 60 χιλιογράμμων, παράγαγεν ἔργον $5 \times 60 = 300$ χιλιογραμμομέτρων. **Δύναμις ἵππου**, δι' ἧς μετρεῖται ἡ δυνάμεις τῶν ἀτμομηχανῶν, καλεῖται ἡ δυνάμεις 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.

38. **Ἐνέργεια.** Ἐνέργεια (energie) καλεῖται ἡ ἰδιότης ἐκείνη τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα καθ' ὥρισμένας περιστάσεις δύνανται νὰ παραγάγωσιν ἔργον. Λίθος, ὅστις καταπίπτει, σφαῖρα βαλλομένη διὰ τηλεβόλου, τὸ βέλον ὕδωρ ποταμοῦ ἐνέχουσιν ἐν τῇ καταστάσει ταύτῃ τῆς κινήσεως ἐνέργειαν· διότι ὁ

λίθος πίπτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἢ σφαῖρα προσκρούουσα ἐπὶ θώρακος, τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ θέτον εἰς κίνησιν ὕδραυλικὸν τροχὸν δύνανται νὰ παραγάγῃσι μηχανικὰ ἀποτελέσματα, τουτέστιν ἔργον.

Κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας περιστάσεις ἡ ἐνέργεια εἶνε οὕτως εἰπεῖν ὁρατὴ καὶ προέρχεται ἐξ αὐτῆς τῆς κινήσεως τοῦ σώματος οὕσα ἀνάλογος τῆς μάζης αὐτοῦ καὶ τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος αὐτῆς. Καλέσωμεν ταύτην ἔργον ἐνέργειαν. Ἄλλ' ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ εἶνε καὶ ἄλλης φύσεως, οἷον αἱ λανθάνουσα. Σῶμα βαρὺ κρεμάμενον εἰς ὕψος ἐνέχει ἐνέργειαν, διότι ἂν ἀποκόψωμεν τὸ νῆμα, δι' οὗ κρέμεται, δύναται τοῦτο καταπίπτον νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἐλατήριον τεταμένον, ὅταν ἀφελθῇ ἐλευθερον. Ὡσαύτως ἡ πυρῖτις καθίσταται αἰφνιδίως ἱκανὴ νὰ ἐκσφενδονίσῃ βαρύτατον βλήμα, ὅταν πέσῃ ἐπ' αὐτῆς σπινθὴρ καὶ τὴν ἀναφλέξῃ. Τὸ κρεμάμενον ἄρα σῶμα, τὸ τεταμένον ἐλατήριον καὶ ἡ πυρῖτις ἐνέχουσιν ἐνέργειαν. Ὅθεν ὑπάρχει ἐκτὸς τῆς ἔργου ἐνεργείας, ἣν ἐνέχει σῶμά τι ἐν κινήσει, καὶ ἄλλη τις λανθάνουσα οὕτως εἰπεῖν ἐνέργεια, ἣτις προκύπτει ἢ ἐκ τῆς φύσεως σωμάτων τινῶν (πυρῖτις) ἢ ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν (ἐλατήριον) ἢ ἐκ τῆς θέσεως αὐτῶν (βάρος κρεμάμενον) οὕσα ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ κρεμαμένου σώματος καὶ τοῦ ὕψους, εἰς ᾧ τοῦτο κρέμεται. Αὕτη εἶνε δυνάμει ἐνέργεια, ἣτις δύναται ἐν ἀεδομένῃ στιγμήν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἔργον ἐνέργειαν. Καλέσωμεν ταύτην δυνάμει ἐνέργειαν.

Πάντα τὰ φυσικὰ φαινόμενα καταδεικνύουσιν ὅτι, ὅταν ἡ ἔργου ἐνέργεια σώματος τινος μεταβάλληται, ἡ δυνάμει ἐνέργεια μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον. Λίθου π.χ. ῥιπτομένου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἡ ταχύτης διπλασιάζεται ἐλαττούται, ἐφ' ὅσον ὁ λίθος ἀνέρχεται. Τὸ σῶμα ἐπομένως τοῦτο ἀνερχόμενον ἀποβάλλει ἀκαταπαύστως ἔργον ἐνέργειαν. Ἄλλ' ὅταν τὸ σῶμα ἀνελθὼν εἰς ὕψος καταπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, θὰ δυνήθῃ νὰ παραγάγῃ ἔργον τοσούτω μεγαλύτερον, ὅσῳ μεγαλύτερον εἶνε τὸ ὕψος ἐξ οὗ κατέπεσεν. Ἡ δυνάμει ἄρα ἐνέργεια τοῦ ἀνερχομένου σώματος συνεχῶς αὐξάνεται μετὰ τοῦ ὕψους, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ἔργου ἐνέργεια ἐλαττούται. Σώματος τοῦναντίον καταπιπτοντος ἡ μὲν δυνάμει ἐνέργεια ἐλαττούται, ἡ δὲ ἔργου ἐνέργεια αὐξάνεται. Ἡ μὴ καρδίζει πᾶν ὅτι ἡ ἄλλη ἀποβάλλει, οὕτω δὲ ἡ ἔργου ἐνέργεια μετατρέπεται μὲν εἰς δυνάμει ἐνέργειαν ἢ τὴν ἀνάπαλιν, ἀλλὰ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν μένει σταθερόν.

Ἐνίοτε κατὰ τὰς ἀμοιβαίας ταύτας μετατροπὰς φαίνονται μὲν καὶ ἡ ἔργου 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, ἣτις ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἐκείνην. Ὅθεν ἡ ἐνέργεια ποσῶς δὲν ἀπόλλυται, ἀλλ' ἀενάως μετατρέπεται. Ὡς δ' ἐν τῇ Χημείᾳ ἀποδεικνύεται ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Lavoisier διὰ πάσης χημικῆς ἐξισώσεως ὅτι ἡ ὑπάρχουσα ὕλη δὲν ἐξαφανίζεται οὐδὲ

39. **(Περὶ φυγοκέντρου δυνάμεως.** Πᾶν σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ εἰς μηδεμίαν δυνάμειν τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως καὶ ἰσοσταθῶς· ἵνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ σῶμα νὰ μεταβάλλῃ τροχίαν καὶ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου μεταβῇ εἰς τὴν καμπυλόγραμμον κίνησιν, δεῖν τὴν κυκλικήν, δεῖν νὰ ἐνεργῶμεν ἐπ' αὐτοῦ συνεχῶς διὰ δυνάμεως πρὸς τὸ κέντρον τοῦ κύκλου διευθυνομένης, ἣτις καλεῖται *κεντρομόλος δύναμις* ἢ *δύναμις ἐπὶ τὸ κέντρον*. Ἀλλὰ τὸ σῶμα ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τείνει διηγεκῶς νὰ κινήθῃ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐξαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχίας, ἣ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση καὶ ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ *φυγόκεντρος δύναμις*. Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργεῖν, ἀμέσως παύεται καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, τὸ δὲ σῶμα ἐξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοσταθῶς. (1)

$$\Sigma_j, 15.$$

Ἐὰν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων σχοινίου ΚΑ (σχ. 16) προσδέσωμεν λίθον Α καὶ κρατοῦντες τὸ ἕτερον ἄκρον Κ ἐν τῇ χειρὶ δώσωμεν εἰς



Σχ. 16.

τὸν λίθον περιστροφικὴν κίνησιν, ἐπὶ μὲν τῆς χειρὸς ἡμῶν Κ ὑπάρχει ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἐπὶ δὲ τοῦ λίθου Α ἀντιδρῶντος ἀδιακόπως τῇ χειρὶ ἡμῶν ἀναπτύσσεται ἡ φυγόκεντρος δύ-

ναμις, διότι κατὰ τὴν Μηχανικὴν ἐν πάσῃ δράσει ἀναπτύσσεται ἴση ἀντίδρασις. Ἐνεκὰ δὲ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης τῶν δύο δυνάμεων τὸ σχοινίον ΚΑ τείνεται, καὶ ὅταν διαρραγῇ, ἀμφοτέραι αἱ δυνάμεις παύονται ἐνεργοῦσαι, ὁ δὲ λίθος λαμβάνει πρὸς στιγμὴν τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ διαγραφομένου κύκλου ἀγομένης ἐφαπτομένης ΑΒ· ἀλλ' εἴτα ἕνεκα τῆς ἑλξεως τῆς γῆς διαγράφει τὴν καμπύλην ΑΔ.)

(40. **Νόμοι φυγόκεντρον δυνάμεως.** Οὗτοι περιλαμβάνον-

ται ἐν τῷ τύπῳ
$$A = \frac{\mu v^2}{a} \quad (1),$$
 ἔνθα A παριστᾷ τὴν φυγόκεντρον δύ-

ται νὰ συντεθῶσι καὶ ἀναλυθῶσιν, ὡς αἱ δυνάμεις κατὰ τὸ παραλληλόγραμμον· ἐπομένως ἡ ταχύτης $\mu\gamma$ δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας κατὰ τὸ παραλληλόγραμμον $\mu\alpha\beta$. Τὸ κινητὸν ἐπομένως, ὅπερ διατρέχει τὸ ἀπείρων μικρὸν τόξον $\mu\gamma$, θὰ ἔδυνάτο νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα $\mu\alpha$ δυνάμει τῆς ταχύτητος αὐτοῦ κατὰ τὸ στοιχείον $\gamma\mu$, ἂν εἰς μηδεμίαν δυνάμεως τὴν ἐνεργεῖαν ὑπέκειτο· ὡσαύτως θὰ διένυσεν τὸ διάστημα $\mu\beta$ τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεως διευθυνομένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς περιφέρειας, ἂν ἡ ταχύτης κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\gamma\mu$ δὲν ὑπῆρχεν. Ἡ δύναμις αὕτη εἶνε ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἥτις μόνη μὲν ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου μ μεταδίδει εἰς αὐτὸ ταχύτητα $\mu\beta$, συντιθεμένη δὲ μετὰ τῆς ταχύτητος, ἣν ἔχει τὸ κινητὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\mu\alpha$, παράγει τὴν κίνησιν κατὰ τὸ στοιχείον $\mu\gamma$.

Ἄν ᾗδῃ ἀγάγωμεν τὴν $\delta\alpha$ παράλληλον τῆς $\mu\gamma$, σχηματίζεται τὸ παραλληλόγραμμον $\mu\gamma\alpha\delta$. Ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\mu\alpha$ δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας, μίαν τὴν $\mu\gamma$ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς περιφερικῆς κινήσεως, καὶ ἄλλην τὴν $\mu\delta$ προέκτασιν τῆς ἀκτίνος. Ἡ τελευταία αὕτη παριστᾷ τὴν φυγόκεντρον δυνάμιν καὶ ἐπειδὴ ἔχομεν $\delta\mu = \alpha\gamma = \mu\delta$, ἐπεταὶ ὅτι καθ' ἑκάστην χρονικὴν στιγμὴν ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῆς κεντρομόλου δυνάμεως, πρὸς ἣν διηγεκῶς εἶνε ἴση καὶ ἀντίρροπος. Ἐὰν ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα, ἡ συνισταμένη τῶν ταχυτήτων $\mu\gamma$ καὶ $\mu\delta$ ἐκσπενδονίζει τὸ κινητὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς $\mu\alpha$, ἥτοι κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς καμπύλης.

ναμιν, μ τὴν μάζαν τοῦ σώματος, τ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ καὶ a τὴν ἀκτῖνα τῆς περιφέρειας τῆς ὑπὸ τοῦ κινητοῦ διαγραφομένης. Ἐὰν δὲ κλέσωμεν θ τὸν χρόνον μιᾶς ὁλοκλήρου περιφορᾶς καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ κινητὸν διαγράφει τὴν περιφέρειαν $2\pi a$ ἰσοταχῶς, ὅτε τὸ διάστημα $2\pi a$ ἰσοῦται τῇ ταχύτητι τ ἐπὶ τὸν χρόνον θ , θέλομεν ἔχει $2\pi a = \tau\theta$ (2). Ἀπαλείφοντες δ' ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὴν ταχύτητα τ λαμβάνομεν
$$d = 4\pi^2 \mu \frac{a}{\theta^2} \quad (3).$$
 Ἐκ τῶν τύπων (1) καὶ (3) συνάγουμεν τοὺς ἐξῆς νόμους.

Α'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν μάζαν τοῦ περιστρεφομένου σώματος. Π.χ. ἀμαξοστοιχία πλήρης βαρέων σωμάτων διερχομένη διὰ καμπύλης γραμμῆς μεθ' ὠρισμένης ταχύτητος ὑπόκειται εἰς μεῖζονα φυγόκεντρον δύναμιν ἢ ἄλλη ἀμαξοστοιχία φέρουσα ἐλαφρότερα σώματα καὶ κινουμένη ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ ἡ πρώτη ταχύτητος.

Β'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος τοῦ κινητοῦ. Π.χ. ἐὰν ἵππευς τις Α περιελαύνη τὸ ἵπποδρόμιον μετὰ ταχύτητος διπλασίας ἄλλου ἵππέως Β, ὁ πρῶτος ἵππευς Α ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν τετραπλασίαν τῆς τοῦ δευτέρου Β.

Γ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς καμπυλότητος, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτή. Π.χ. ἐκ δύο ἀμαξοστοιχιῶν διατρεχουσῶν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος δύο διαφόρους κατὰ τὴν ἀκτῖνα καμπύλης γραμμᾶς, ὧν ἡ μὲν π.χ. ἀκτῖνος 400 μέτρων, ἡ δὲ 800, ἡ πρώτη ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν διπλασίαν τῆς δευτέρας. Διὰ τοῦτο ἐν ταῖς σιδηροδρομικαῖς γραμμαῖς ἀποφεύγουσιν ὅσον ἔνεστι τὴν κατασκευὴν καμπύλων γραμμῶν ἢ κατασκευάζουσι τοιαύτας δι' ἀκτῖνος ὅσον ἔνεστι μεῖζονος.

Δ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς καμπυλότητος, ὅταν ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς εἶνε σταθερός. Οὕτως ἐν ταῖς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώραις ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε μεῖζον ἢ εἰς πάντα ἄλλον τόπον τῆς Γῆς, οἷον εἰς Ἀθήνας, διότι τὰ ἐπὶ τῶν Ἀθηνῶν κείμενα σώματα διαγράφουσιν εἰς 24 ὥρας περὶ τὸν γήινον ἄξονα περιφέρειαν κύκλου, ἧς ἡ ἀκτίς εἶνε ἐλάσσων τῆς ἐπὶ τοῦ ἰσημερινῷ.

41. Παραδείγματα καὶ ἐφαρμογαὶ φυγοκέντρου δυνάμεως. Ἐὰν ἐξαρθήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, οὕτως τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὅλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἐὰν ἐπὶ ὀριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου ῥιψώμεν ἄμμον καὶ διὰ στελέχους καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ δίσκου περιστρέψωμεν αὐτὸν περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἄμμος φέρεται πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου. Ἐνεκὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλάκις οἱ μυλόλιθοι, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπίσης κατορθοῦται ἡ ἄλσισ τοῦ σίτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μυλόλιθου, ὅπότεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορῇν ἁλεύρου. Ἐνεκὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως βλέπομεν ἐν τοῖς ἵπποδρομίαις τὸν ἀναβάτην κλίνοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἵπποδρομίου καὶ λαμβάνοντα οὕτω τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῶν δύο δυνάμεων, τῆς φυγοκέντρου καὶ τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαὶ εἰς τὰς καμπύλας ἔχουσι τὴν ἐξωτερικὴν ῥάβδον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος. (1)



Σχ. 17.

Ἐὰν εἰς ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ καὶ ἔχον σχῆμα ἐκ περιστροφῆς δώσωμεν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια κοίλοῦται καὶ τοσοῦτω μᾶλλον, ὅσω ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ Γῆ ἥτο ποτε διὰ πυρός καὶ τετηκνυῖα σφαιρικὴ μάζα, ἐνεκὰ 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 γυλῆθος (σχ. 17) ἔχοντα κυκλικὸν σχῆμα καὶ περιστρεφόμενα περὶ κατακόρυφον ἄξονα, ἐφ' ὧν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατακόρυφος διάμετρος αὐτῶν ἐλαττοῦται, τὸναντίον δ' ἡ ὀριζοντίαν αὐξάνεται. Ἡ συμπίεσις δ' αὕτη αὐξάνεται, ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

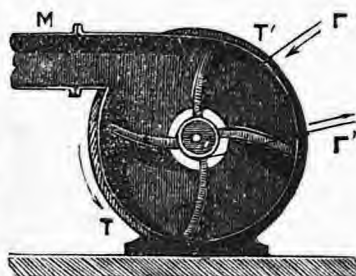
Καὶ τὰ ἕρπον ὡσαύτως ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς φυγοκέντρου δυνά-

(1) Ἐστω AK (§ 29 σχ. 8) τὸ βάρος B, AP ἡ φυγοκέντρος δύναμις Δ καὶ α=KAM ἡ γωνία τῆς κλίσεως. Ἐχομεν $\epsilon\phi\alpha = \frac{\Delta}{B}$.

ἀλλὰ $\Delta = \mu \frac{v^2}{a} = \frac{B}{g} \frac{v^2}{a}$, ὅθεν $\frac{\Delta}{B} = \frac{v^2}{ga}$ καὶ $\epsilon\phi\alpha = \frac{v^2}{ga}$. Ἐπομένως γνωστῆς οὖσης τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ἀκτίνος εὐρίσκομεν τὴν γωνίαν τῆς κλίσεως.

μεως· ἀποδείξεις δὲ τούτου εἶνε τὸ ῥιπίδιον, ἔνθα ὁ ἀήρ ἐκσφενδονίζεται ἐκ τῶν πυλῶν, μόνον ὅταν τὸ ῥιπίδιον ὑπὸκειται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, οὐχὶ δὲ καὶ ὅταν μετατίθεται παραλλήλως ἐαυτῷ.

Ἐφαρμογὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τῶν ἀερίων γίνεται εἰς τὸν καλούμενον φυγοκεντρικὸν ἀνεμιστήρα (σχ. 18). Σύγκειται δ' οὗτος ἐκ τυμπάνου κυλινδρικοῦ ΤΤ', εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὁποίου στρέφεται μετὰ μεγάλης ταχύτητος ἄξων Ο φέρων πτέρυγας, ὧν τὰ πέρατα διέρχονται πολὺ πλησίον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τυμπάνου. Ὁ μεταξὺ τῶν πτερύγων ἐγκεκλει-



(Σχ. 18)

σμένος ἀήρ δεχόμενος περιστροφικὴν κίνησιν συμπίεζεται ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τυμπάνου, φθάνων δ' εἰς τὸν σωλῆνα Μ, διευθυνόμενον κατὰ τὴν ἐφαπτομένην, ἐκσφενδονίζεται ἐντὸς αὐτοῦ μετὰ μεγάλης ταχύτητος. Ὅπαι δὲ ἀνοίχθῃσι εἰς τὸ μέσον τῶν δύο βάσεων τοῦ τυμπάνου, δι' ὧν διέρχεται ὁ ἄξων, ἐπιτρέπουσιν εἰς τὸν ἀέρα ν' ἀνανεῶται ἀδιαλείπτως. Ὁ ἄξων τίθεται εἰς κίνησιν δι' ἱμάντος ΓΓ', ὃν κινεῖ μηχανὴ χειροκίνητος, ἀτμοκίνητος ἢ ἡλεκτροπληκτος. Τοῦ μηχανήματος τούτου γίνεται χρῆσις πρὸς καθαρισμὸν τοῦ σίτου, πρὸς ἐμφύσησιν ἀέρος εἰς τὰς καμίνους ἐν τοῖς μεταλλουργεῖαις, πρὸς ἀερισμὸν διαφόρων μερῶν π. χ. ἀνθρακωρυχείων. Πρὸς τοῦτο σωλὴν ἀναχωρῶν ἐκ τοῦ μέρους, ἐξ οὗ πρόκειται· νὰ ἐξαχθῇ ὁ μεμολυσμένος ἀήρ, προσκατὰται εἰς τὰς ὀπὰς, ἃς φέρει τὸ τυμπάνον, εἰς τὸ μέσον τῶν βάσεων αὐτοῦ. Τίθεμένης δὲ τῆς μηχανῆς εἰς κίνησιν, ὁ μεμολυσμένος ἀήρ ἀντλούμενος ἐκδιώκεται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ καθαροῦ ἀέρος· ἔξωθεν εἰσρέοντος.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ, ΒΑΡΟΣ, ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

✓ 42. **Βαρύτης.** Καλεῖται *βαρύτης* ἡ ἐλκτική δύναμις τῆς Γῆς, ἥτις 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 ἐξηρηγμένα. Ἡ βαρύτης ταυτίζεται πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἀνακαλυφθεῖσαν *παγκόσμιον ἑλξιν* ἢ *γερικὴν βαρύτητα*, καθ' ἣν πάντα τὰ μέρη τῆς ὕλης ἔλκουσιν ἀλλήλα διὰ *δυνάμεως κατ' εὐθείαν ἀναλόγου* πρὸς τὸ *γινόμενον τῶν μαζῶν αὐτῶν καὶ ἀντιστρόφως ἀναλόγου* πρὸς τὰ *τετράγωνα τῶν μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεων*. (1) Τὰ σώματα δὲ ὡς ὑπείκοντα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος καλοῦνται *βαρέα*.

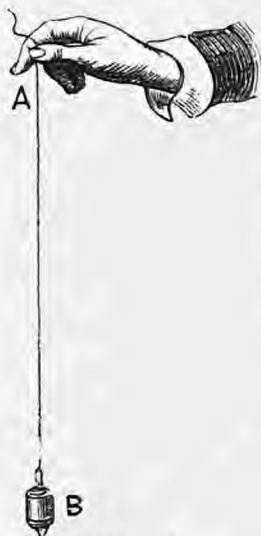
Πᾶν σῶμα ἄνευ ὑποστηρίγματος ἢ ἐξαρτήσεως πίπτει ἐλευθέρως διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς, διότι κατὰ τὴν Μηχανικὴν ἡ ἑλξὶς σφαίρας ὁμοιομεροῦς ἢ ἐξ ὁμοιομερῶν ὁμοκέντρων στιβάδων συγ-

(1) Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ, ὅτι ἡ ἐλκτικὴ δύναμις E ἡ ἐνεργοῦσα μεταξὺ δύο μαζῶν μ καὶ μ' εὐρισκομένων εἰς ἀπόστασιν ρ δίδεται διὰ τοῦ ἑξῆς τύπου

$$E = \varphi \frac{\mu \mu'}{\rho^2},$$

ἐνθα φ παριστᾷ τὴν ἑλξιν μεταξὺ δύο μαζῶν ἴσων τῇ μονάδι τῆς μάζης καὶ εὐρισκομένων εἰς τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως.

κειμένης (τοιαύτη δὲ κατὰ τὴν Γεωλογίαν εἶνε περίπου καὶ ἡ Γῆ) ἐπὶ τινος ὑλικοῦ μορίου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας ἢ ἐκτὸς αὐτῆς κειμένου εἶνε ἴση πρὸς ἐκείνην, ἣν θὰ ἐξήσκηον ἐπὶ τοῦ ὑλικοῦ τούτου σημείου πάντα τὰ μόρια (μᾶζα) τῆς σφαίρας, εἰς ἣσαν συγκεντρωμένα εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς· ἐπομένως ἡ ἑλξίς αὕτη διευθύνεται κατὰ τὴν εὐθεΐαν γραμμὴν τὴν ἐνοῦσαν τὸ ὑλικὸν τοῦτο σημεῖον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας. Ἡ διεύθυνσις δ' αὕτη καλεῖται **κατακόρυφος**.



Σχ. 19.

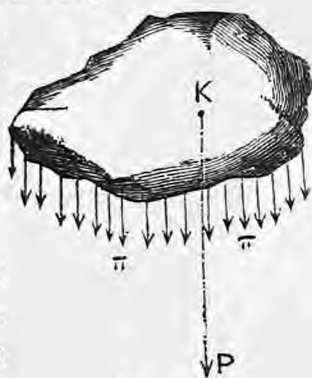
Τὴν κατακόρυφον σημείου τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον **νῆμα τῆς στάθμης** (κατευθυντήρ) (σχ. 19), ἀποτελούμενον ἐκ τινος νήματος, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἑν ἄκρον αὐτοῦ φέρει βαρὺ τι σῶμα οἰονόηποτε, ὡς κύλινδρον ἢ κῶνον ἐκ μελίβδου B, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον A κρατεῖται ἀκλονήτως. Ἄν νῦν ἀρεθῇ τὸ βάρος ἐλεύθερον, τὸ νῆμα ἡρεμοῦν λαμβάνει τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν.

Ἐπειδὴ αἱ κατὰ πάντα τὰ σημεία τῆς Γῆς κατακόρυφοι διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, ὅθεν εἶνε παράλληλοι. Ἀλλὰ τὰς κατακόρυφους αὗτο σημείων ὀλίγων ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχόντων, οἷα εἶνε τὰ μόρια ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν πα-

ράλληλους χωρὶς νὰ ὑποπέσωμεν εἰς αἰσθητὸν λάθος.

Πᾶν ἐπίπεδον περιέχον τὴν κατακόρυφον καλεῖται ἐπίσης **κατακόρυφον**. Πᾶν δ' ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται **ὀριζόντιον**, τοιοῦτο δὲ εἶνε τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὑγροῦ.

✓ 43. **Βάρος.** Ἡ Γῆ ἔλκει πάντα τὰ μόρια, ἐξ ὧν εἵπομεν ὅτι ἀποτελεῖται πᾶν σῶμα, αἱ δ' ἐπὶ τὰ διάφορα μόρια τοῦ σώματος ἑλξίς τῆς Γῆς ἀποτελοῦσι σύστημα δυνάμεων π, π (σχ. 20), αἵτινες διευθύνονται μὲν πᾶσαι πρὸς



Σχ. 20.

τὸ κέντρον τῆς Γῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς μεγίστης αὐτοῦ ἀποστάσεως δύ-
νανται νὰ θεωρῶνται ὡς παράλληλοι. Ἡ συνισταμένη ΚΡ τῶν ἐκ
τῆς Γῆς ἐκπορευομένων ἑλξέων π,π καὶ ἐνεργουσῶν ἐπὶ πάντων τῶν
μορίων τοῦ σώματος καλεῖται **βάρος** τοῦ σώματος.

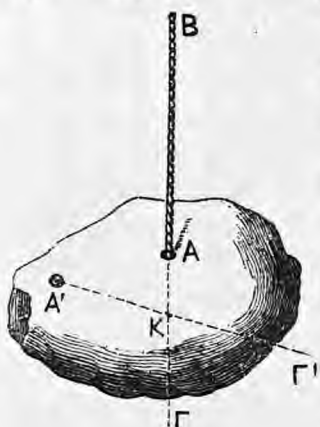
Ἐν παντὶ σώματι διακρίνομεν τὸ **ἀπόλυτον βάρος** καὶ τὸ **σχετι-
κὸν βάρος**. Καὶ ἀπόλυτον μὲν βάρος εἶνε ἡ συνισταμένη τῶν ἑλξέων
τῆς βαρύτητος, ἥτις τείνει τὸ σχοινίον, δι' οὗ ἐξαρτᾶται βαρὺ τι
σῶμα, ἢ πιέζει τὸ ὑποστήριγμα, ἐφ' οὗ τὸ σῶμα ἐρείδεται. Τὸ ἀπό-
λυτον βάρος συγκρίνεται πρὸς ἄλλο τι ἀπόλυτον βάρος, ὅπερ λαμ-
βάνεται ὡς μονὰς βάρους. Ἡ σχέσις αὕτη παρίσταται δι' ἀριθμοῦ,
ὅστις εἶνε τὸ καλούμενον **σχετικὸν βάρος** τοῦ σώματος ἢ ἀπλῶς **βάρος**.

✓44. **Κέντρον τοῦ βάρους.** Τὸ βάρος παντὸς σώματος (τὸ
προκαλοῦν τὴν πτώσιν αὐτοῦ, τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος
καὶ τὴν τάσιν τοῦ νήματος) εἶνε δύναμις ΚΡ κατακόρυφος ἐνεργουῖσα
εἰς τι σημεῖον Κ, ὅπερ ὡς τὰ πολλὰ κεῖται ἐπ' αὐτοῦ τοῦ σώματος,
τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο καλούμενον **κέντρον τοῦ βάρους** τοῦ σώματος
τηρεῖ τὴν αὐτὴν ὡς πρὸς τὸ σῶμα θέσιν, ὅπως δῆποτε καὶ ἂν τοῦτο
μετακινήθῃ ἢ στραφῇ (κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων § 30).

Ὅταν σῶμά τι εἶνε ὁμοιομερές, ἥτοι ὅταν ἕκαστον ἴσον ἀπειρο-
στὸν μέρος αὐτοῦ ἐμπεριέχῃ ἴσον ποσὸν μάζης, τότε ἡ θέσις τοῦ κέν-
τρου τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ μόνου τοῦ σχήματος. Τὸ κέν-
τρον τοῦ βάρους εὐθείας γραμμῆς ἐξ ὕλικων σημείων συγκειμένης κεῖ-
ται εἰς τὸ μέσον αὐτῆς. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς περιφερείας, τοῦ
κύκλου, τῆς σφαίρας, τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας εἶνε αὐτὸ τοῦτο τὸ
κέντρον αὐτῶν. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους παντὸς παραλληλογράμμου
ὁμοιομεροῦς κεῖται εἰς τὸ σημεῖον, καθ' ὃ τέμνονται αἱ δύο αὐτοῦ
διαγώνιοι· τοῦ κυλίνδρου εἰς τὸ μέσον τοῦ ἄξονος. Τὸ κέντρον τοῦ
βάρους παντὸς πρίσματος κεῖται εἰς τὸ μέσον τῆς εὐθείας, ἥτις συνενεῖ
τὰ κέντρα τοῦ βάρους τῶν δύο βάσεων. Τριγώνου ὁμοιομεροῦς κεῖται
ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἀγομένης ἀπὸ τινος κορυφῆς εἰς τὸ μέσον τῆς
ἀπέναντι πλευρᾶς καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς ἴσην πρὸς τὰ
δύο τρίτα τῆς εὐθείας ταύτης. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς πυραμίδος
καὶ τοῦ κώνου κεῖται ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὴν κορυφὴν μετὰ
τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς βάσεως καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυ-
φῆς ἴσην πρὸς τὰ $\frac{3}{4}$ τῆς εὐθείας ταύτης.

45. Πειραματική εύρεσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.

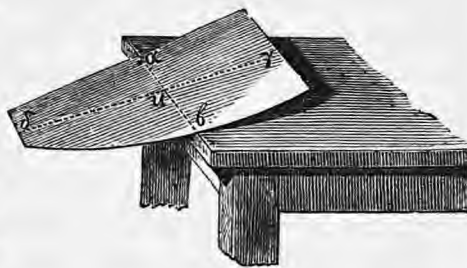
Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος μὴ λίαν βαρέος εὐρίσκεται ὡς ἑξῆς: Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τινος σχοινίου BA (σχ. 21) καί,



Σχ. 21.

ὅταν ἡρεμήσῃ, σημειοῦμεν 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 Α', καί, ἀφ' οὗ ἡρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου Α'Γ', ἡ κοινὴ τομὴ Κ τῶν δύο εὐθειῶν ΑΓ καὶ Α'Γ' εἶνε τὸ ζητούμενον κέντρον τοῦ βάρους. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους κρίκου ἢ δακτυλίου κεῖται εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ, ἥτοι ἐκτός τοῦ σώματος.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους σωμάτων λεπτῶν καὶ ἐπιπέδων, οἷον τεμαχίου μεταλλικοῦ ἐλάσματος, ἰσορροποῦμεν αὐτὸ εἰς δύο διαφόρους θέσεις ἐπὶ ὀριζοντίου ἀκμῆς, οἷον ἐπὶ πέρατος τραπέζης, μετακινούντες αὐτὸ πρὸς τὸ ἓν ἢ τὸ ἕτερον μέρος, μέχρις ὅτου ἰσορροπήσῃ (σχ. 22). Τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται τότε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἀφ᾽ ἧς αδ. Ἀναζητοῦμεν ὡσαύτως δευτέραν θέσιν ἰσορροπίας, καθ' ἣν ἡ γραμμὴ τῆς ἀφ᾽ ἧς εἶνε π.χ. ἡ εὐθεῖα γδ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ βάρους πρέπει νὰ κεῖται καὶ ἐπὶ τῆς αδ καὶ ἐπὶ τῆς γδ, εὐρίσκεται εἰς τὴν κοινὴν αὐτῶν τομὴν κ, ἐντός τοῦ σώματος καὶ εἰς ἴσῃν ἀπὸ τῶν δύο ἐπιφανειῶν ἀπόστασιν.



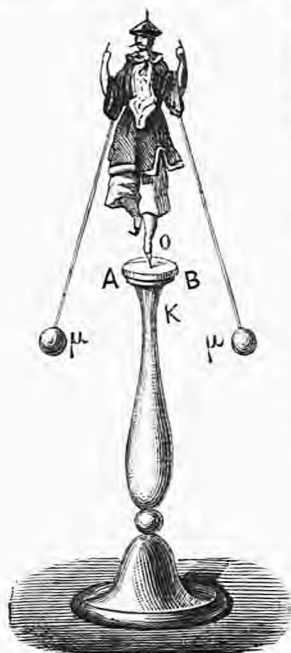
Σχ. 22.

Τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἀνθρώπου ἱσταμένου καὶ τηροῦντος κανονικὴν στάσιν, οἷον ὁ ἀρχόμενος τῶν γυμνασίων στρατιώτης, κεῖται εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ νοτιαίου σωλήνος τῆς σπονδυλικῆς στήλης καὶ εἰς τὸ μέσον περίπου τοῦ τελευταίου ὀσφυϊκοῦ σπονδύλου τοῦ κειμένου πλησίον τοῦ ἱεροῦ ὀστού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

✓ 46. Α'). **Περὶ ἰσορροπίας 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 ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείθεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, διότι τότε τὸ βάρος τοῦ σώματος (θρᾶσις) ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιρρόπως ἐνεργούσης ἀντιστάσεως (ἀντίθρασις) τοῦ ἐπιπέδου. Οὕτω γραφίς, ἣν θέλομεν νὰ στηρίξωμεν διὰ τῆς ἀκίδος αὐτῆς ὀρθίαν ἐπὶ ὀριζοντίᾳ τραπέζῃ, τότε μόνον θὰ εὐρεθῇ ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου, δι' αὐτὴν ἡ γραφίς ἐρείθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης· διότι τότε κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς ἐνεργοῦσι δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, αἵτινες ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως. Ἀλλ' ἡ ἰσορροπία αὕτη καλεῖται **ἄσταθης**, διότι, ἐὰν καὶ ἐλάχιστον ἢ γραφίς παρεκκλίνῃ ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας, καταπίπτει. Ἐὰν ὅμως καταβιβάσωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τοῦ ἐρειδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς μόνον σημείου, κάτωθεν τοῦ σημείου τούτου, ἡ ἰσορροπία καθίσταται **εὐσταθής**, ἥτοι τὸ σῶμα δὲν ἀνατρέπεται, καὶ ἂν λίαν παρεκκλίνωμεν αὐτὸ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀλλ' ἐπανέρχεται ἀφ' ἑαυτοῦ εἰς τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θέσιν. Οὕτως ἀνθρώπιον ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB (σχ. 23) δι' ἐνὸς μόνου σημείου O εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ ἰσορροπίᾳ, ἐὰν δι' ἀκάμπτων



Σχ. 23.

συρμάτων εξαρτήσωμεν ἐξ αὐτοῦ δύο σφαῖρας μολυβδίνας μ, μ , δι' ὧν καταβιβαζόμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ ἀνθρωπαρίου τούτου εἰς τὸ σημεῖον K , κατώτερον τοῦ σημείου τῆς βάσεως O .

Ἐὰν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο σημείων, οἷον διαθήτης ἢ ἀνθρώπος ἰστάμενος ἐπὶ καλοβάθρων, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ καὶ ὁὐκ ἀνατρέπεται, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντῇ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο σημεία, δι' ὧν τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Καὶ ἡ τοιαύτη ὁμῶς ἰσορροπία εἶνε ἀσταθής, ἥτοι ἐὰν ὀλίγον παρεκκλίνῃ τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀμέσως καταπίπτει.

Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, οἷον τρίπους (σχ. 24),



Σχ. 24.

τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους K καταβιβαζομένη κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου $αβγ$, οὔτινος κορυφαί εἶνε τὰ τρία σημεία $α, β, γ$, δι' ὧν ὁ τρίπους ἐρείδεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους. Ἐνταῦθα δὲ ἡ ἰσορροπία εἶνε εὐσταθής, ἥτοι, ἐὰν ὁ τρίπους ὀλίγον ἀνυψωθῇ ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους, ἐπανέρχεται εἰς

τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀφῇ εὐλεύθερος.

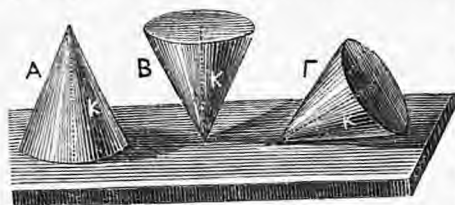
Ἐὰν δὲ τέλος τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων, οἷον ἀνθρώπος ἰστάμενος ὀρθίως, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνὸς σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ, ἥτις εἶνε τὸ σχῆμα τὸ παραγόμενον ἐπιζευγνυμένων τῶν ἐξωτερικῶν σημείων, δι' ὧν οἱ πόδες ἅπτονται τοῦ ἐδάφους· τουτέστι βάσις ἀνθρώπου ἰσταμένου εἶνε οὐ μόνον τὰ πέλματα τῶν ποδῶν αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸ μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβανόμενον μέρος τοῦ ἐδάφους (σχ. 25).



Σχ. 25.

47. Εὐσταθής, ἀσταθής καὶ ἀδιάφορος ἰσορροπία. Σῶμά τι στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ πλείονων σημείων εὐρίσκεται ἐν εὐσταθείᾳ

μὲν ἰσορροπία, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τείνη νὰ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὁμοιομερῆ κῶνον Α (σγ. 26), τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ· ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπία, ὅταν ὀλίγον μετακινούμενον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας τείνη ν' ἀπομακρυνθῇ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Β τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ· καὶ



Σγ. 26.

τέλος ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία εὐρίσκεται σῶμά τι, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τηρεῖ τὴν νέαν ταύτην θέσιν, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Γ τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπι-

φανείας, ἥ εἰς σφαῖραν ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π.χ. κειμένην.

Ἐν γένει δὲ σῶμά τι εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ὅταν διὰ μικρᾶς μετακινήσεως τοῦ σώματος τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀνυψοῦται, ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κατέρχεται, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία, ὅταν τοῦτο μήτε ἀνυψῶται μήτε κατέρχεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῶν σωμάτων ἔχει πάντοτε τάσιν νὰ κατέλθῃ μετὰ τοῦ σώματος, καὶ ἀνυψούμενον μὲν κατέρχεται, καταβιβαζόμενον δὲ δὲν δύναται ἀφ' ἑαυτοῦ ν' ἀνέλθῃ, ἀλλὰ κατέρχεται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ κώλυμα.

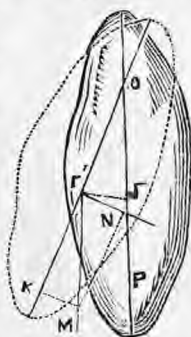
48. Συνθῆκαι εὐσταθείας τῶν στερεῶν σωμάτων.

Ἐκ δύο σωμάτων ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου στηριζομένων εὐσταθέστερον εἶνε τὸ δυσκολώτερον μετακινούμενον, ἦτοι τὸ ἀπαιτοῦν μείζονα δύναμιν, ὅπως ἐξέλθῃ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ. Ἡ εὐστάθεια δὲ σώματος τινος εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ βάσις, δι' ἧς τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Διὰ ταῦτα οἱ προσεθηκότες τὴν ἡλικίαν μεταχειρίζονται βακτηρίαν, ὅπως μεγεθύνωσι τὴν βάσιν αὐτῶν. Ὡσαύτως οἱ παλαισταὶ καὶ οἱ ναῦται ἀνοίγουσι τὰ σκέλη αὐτῶν, ἵνα εὐρύνωσι τὴν βάσιν καὶ οὕτω καθιστῶνται εὐσταθέστεροι.

Προσέτι ἡ εὐστάθεια σώματος τινος εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ

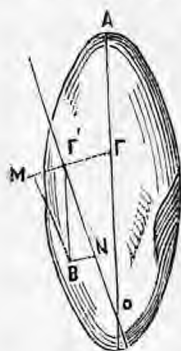
49. Β'). Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐξηρητημένου ἐκ ὀριζοντίου ἄξονος. Βαρὺ τὸ σῶμα ἐξηρητημένον ἐλευθέρως ἐκ στερεοῦ ὀριζοντίου ἄξονος O , ἥτοι στρεπτόν περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον (σλ. 27), εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ κατακόρυφος, ἡ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ διερχομένη, διέρχεται διὰ τινος σημείου τοῦ ἄξονος τοῦτου. Καὶ ὅπως ἀντὶ τῶν ἑλξεων, αἵτινες ἐνεργοῦσιν εἰς ὅλα τὰ μέρη τοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μόνον τὴν συνισταμένην αὐτῶν ἐνεργοῦσαν εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ τοῦ σώματος. Ἡ δυνάμις δ' αὕτη $\Gamma\Gamma'$ τότε μόνον ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος O , ὅταν ἡ OG εἴη κατακόρυφος. Ἐν τούτωντι τὸ σῶμα ἔχῃ ἄλλην διεύθυνσιν καὶ ἡ εὐθεῖα OG δὲν εἴη κατακόρυφος, ἡ δυνάμις $\Gamma\Gamma'$, ἡ περιστώσα τὸ βάρος τοῦ σώματος, δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας $\Gamma\Gamma'$ καὶ $\Gamma'N$. τὴν μὲν $\Gamma\Gamma'$ διευθυνομένην κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς OG , ἥτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος O , καὶ τὴν ἄλλην $\Gamma'N$ κάθετον ἐπὶ ταύτῃ, ἥτις θέλει στρέψῃ τὸ σῶμα περὶ τὸν ἄξονα O καὶ οὕτω δὲν θέλει εὐρεθῇ τοῦτο ἐν ἰσορροπίᾳ.

Σλ. 27.



Σ7. 27.

Σωμά τι ἐξηρητημένον ἑλευθέρις ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος, περὶ ὃν δύναται νὰ περιστραφῇ, εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῇ μὲν ἰσορροπίᾳ, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ εἴη κατώτερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξακτῆσεως Ο. Καὶ ὄντως, ἂν μετακινήσωμεν ὀλίγον τὸ σῶμα στρέφοντες αὐτὸ περὶ τὸν ἄξονα Ο οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν θέσιν, ἣτις ἐπὶ τοῦ σχήματος 27 παρίσταται δι' ἐστιγμένης γραμμῆς, ἀνευρίσκομεν τότε, ὡς εἶδομεν ἂνωτέρω, τὴν συνιστῶσαν Γ'Ν, τὴν ἐπαναφέρουσαν τὸ σῶμα εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ὅταν τοῦτο ἀφεθῇ ἐλεύθερον. Τούναντιον δὲ εὐρίσκεται ἐν ἄσταθεῇ ἰσορροπίᾳ, ὅταν ὁ ἄξων διέρχεται διὰ σημείου τινός Ο (σχ. 28) κατωτέρου τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ. Κατὰ τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην ἡ μόνη θέσις τῆς ἰσορροπίας εἶνε ἐκείνη, ἐν ᾗ ἡ κατακλίσις ΑΓΟ, ἡ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ διερχομένη, διέρχεται καὶ διὰ τοῦ ἄξονος Ο. Ἄν τὸ σῶμα ὀλίγον τι στραφῇ περὶ τὸν ἄξονα Ο



$\Sigma\gamma$. 28.

οὕτως, ὥστε ἡ ΟΓ νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν ΟΓ', δυνάμεθα ν' ἀναλύσωμεν τὴν δύναμιν Γ'Β τὴν παριστώσαν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς τὰς συνιστώσας Γ'Ν, ἥτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος, καὶ τὴν Γ'Μ, ἥτις τείνει ν' ἀπομακρύνῃ τὸ σῶμα ἐπὶ μᾶλλον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας καὶ στρέφει αὐτὸ περὶ τὸν ἄξονα Ο, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον, ὅπως λάβῃ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς ἰσορροπίας. Ὅταν τὸνναντίον ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ σῶμα τότε εὐρίσκεται ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

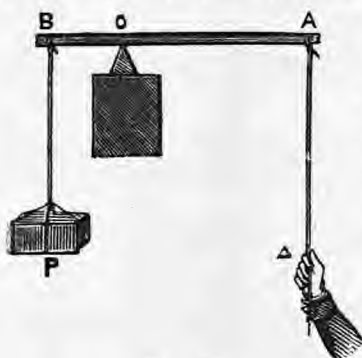
ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

50. **Μηχανή.** Καλεῖται ἐν γένει *μηχανή* πᾶν ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν δύναμιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὴν τοῦ πίπτοντος ὕδατος, τὴν τοῦ ἀνέμου, τὴν τοῦ ἀτμοῦ, πρὸς παραγωγὴν διαφόρων ἔργων, οἷον τὴν δι' ὑδρομύλου ἢ ἀνεμομύλου ἢ ἀτμομύλου ἄλλεσιν τοῦ σίτου. Αἱ ἀπλούστεραι δὲ τῶν μηχανῶν εἶνε ὁ *μοχλός*, ἡ *τροχαλία*, τὸ *βαροῦλον*, τὸ *κεκλιμένον ἐπίπεδον*, ὁ *κοχλίας*, ὁ *σπῆρ* κτλ., αἵτινες χρησιμεύουσιν, ὅπως τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεων ὑπερνικήσωμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βάρος σώματος τινος.

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

Α'. **Μοχλός τοῦ πρώτου εἶδους.** Ὁ *μοχλός* τοῦ πρώτου εἶδους ἔχει τὸ ὑπομόχλιον αὐτοῦ εἰς ἓν σημεῖον ἐνδιάμεσον τῆς ῥάβδου, καὶ κατὰ τὸ μὲν ἓν ἄκρον αὐτοῦ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἡ ἀντίστασις, οἷον τὸ βάρος σώματος τινος, ὅπερ πρόκειται ν' ἀνυψώσωμεν. Κατὰ ταῦτα ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ σιδηρὰ ἢ ξυλίνη ῥάβδος ΒΑ (σχ. 29) ἐρείδεται ἐπὶ ὀξείας ἀκμῆς κατὰ τὸ σημεῖον Ο καὶ ὅτι κατὰ μὲν τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς Β κρέμεται διὰ σχοινίου τὸ βάρος Ρ, τὸ ὁποῖον προτιθέμεθα ν' ἀνυψώσωμεν, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον

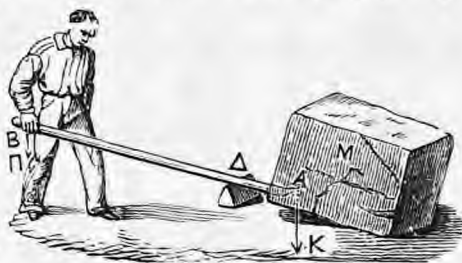
Α προσδένομεν σχοινίον, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζομεν κατακόρυφως ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τὴν δύναμιν τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἴδους. Καὶ ἂν μὲν τὸ ὑπομόχλιον Ο καίτῃ ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τῆς ῥάβδου ΒΑ, ἡ καταβαλλομένη δύναμις Δ εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, ὡς εἰς τὸν ζυγόν· ἂν δὲ τὸ



Σχ. 29.

ὑπομόχλιον καίτῃ πλησιέστερον πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Β τῆς ἀντιστάσεως, τότε δι' ἐλάσσονος δυνάμεως δυνάμεθα νὰ ὑπερνικήσωμεν μείζονα ἀντίστασιν. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἐργάτης προτίθεται νὰ μετακινήσῃ λίθον Μ (σχ. 30), ὃν διὰ τῶν ἰδίων χειρῶν ἀδυνατεῖ ἀπ' εὐθείας νὰ ὑψώσῃ, μεταχειρίζεται μοχλὸν ΒΑ πλησιάζων τὸ ὑπομόχλιον Δ ὅσον ἔνεστι περισσότερον πρὸς τὸν λίθον.

Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ καταβαλλομένη δύναμις Δ (σχ. 29) ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, εἶον λόγον ἔχουσιν αἱ ἀποστάσεις ΟΒ καὶ ΟΑ, αἵτινες καλοῦνται *μοχλοβραχίονες* (ὁ μὲν μοχλοβραχίων τῆς ἀντιστάσεως, ὁ δὲ μοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως), ἥτοι ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν $\Delta : P = OB : OA$. τουτέστιν αἱ ἐν ἰσορροπία ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων. Τοῦτο δὲ, διότι διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἰσορροπία, πρέπει ἡ συνισταμένη τῶν δύο παραλλήλων δυνάμεων Δ καὶ Ρ νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σημείου Ο καὶ ἐπομένως αἱ ἀποστάσεις ΟΑ καὶ ΟΒ νὰ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς δυνάμεις Δ καὶ Ρ. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀνα-

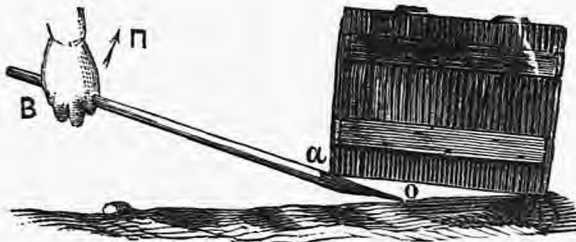


Σχ. 30.

λογίας συνάγομεν ὅτι, ἐὰν ὁ μοχλοβραχίων ΟΑ, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, εἶνε διπλάσιος, πενταπλάσιος ἢ δεκαπλάσιος τοῦ μοχλοβραχίονος ΟΒ, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ ἀντίστασις, ἡ καταβαλλομένη δύναμις Δ εἶνε ὑποδιπλασία, ὑποπενταπλάσια ἢ ὑποδεκαπλάσια τῆς ἀντιστά-

σεως, ἥτοι τοῦ βάρους P . Μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους εἶνε ἡ ψαλὶς, ἡ ἡλάντρα, ὁ ζυγὸς, ὁ στατήρ, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ἄτινα περιγράφουмен κατωτέρω, καὶ πολλὰ ἄλλα μηχανήματα.

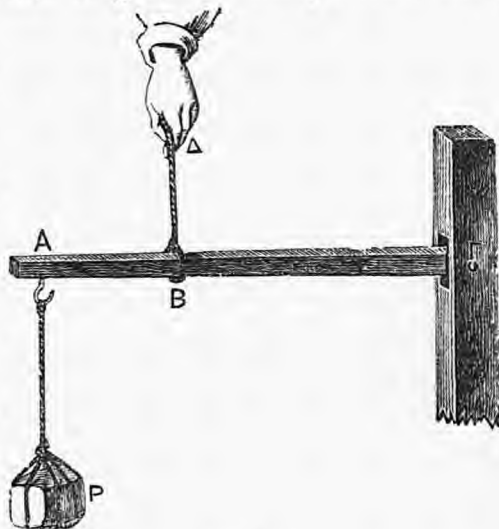
Β'. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον O (σχ. 31), περὶ τὸ ὅποσον ὁ μοχλὸς δύναται νὰ περιστραφῇ, ἡ δὲ δύ-



Σχ. 31.

ναμὶς ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον B ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἡ ἀντίστασις, εἶον τὸ βάρος σώματος, ἐνεργεῖ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον a ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Ἐν τῷ μοχλῷ δὲ τούτῳ ἡ μὲν δύναμις ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοθραχίονος BO , ἡ δ' ἀντίστασις διὰ τοῦ aO , καὶ ἐπομένως ἡ δύναμις εἶνε ἐλάσσων τῆς ἀντιστάσεως. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους εἶνε ἡ χειρᾶμαξα, ὁ καρυοκατάκτης, ἡ κώπη λέμβου, εἰς ἣν τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται εἰς τὸ μέρος τῆς θαλάσσης τὸ ὑπὸ τῆς κώπης πληγτόμενον, ἡ δὲ δύναμις τοῦ ἐρέτου ἐνεργεῖ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἡ δὲ ἀντίστασις τῆς λέμβου εἰς τὸν σκαρμῖν.



Σχ. 32.

Γ'. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ τρίτου εἴδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὸ ἐν ἄκρον

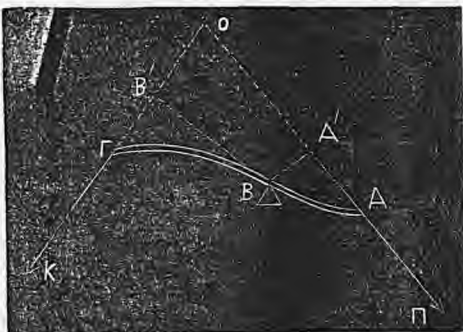
Γ (σχ. 32), περὶ τὸ ὅποσον ὁ μοχλὸς στρέφεται ἐλευθέρως, ἡ ἀντίστασις P ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον A , ἡ δὲ δύναμις Δ εἰς τι ση-

μεῖον ἐνδιάμεσον Β. Ἐπειδὴ ὅμως ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσων τοῦ ΑΓ τῆς ἀντιστάσεως Ρ, ἡ δύναμις ἢ ἰσορροπεύσα τὴν ἀντίστασιν εἶνε ὑπερτέρα ταύτης. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἶδους εἶνε ἡ πυράγγρα, ὁ πῆχυς τῆς χειρὸς, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ μὲν ὑπομόχλιον καί-
ται κατὰ τὴν ἀρθρώσιν τοῦ ἀγκῶνος, δύναμις εἶνε ὁ δικέφαλος βρα-
χιόνιος μῦς, ἀντίστασις δὲ τὸ βάρος τοῦ πῆχους ἢ καὶ προσθετόν τι
βάρος τιθέμενον ἐπὶ τῆς παλάμης.

52. Ὁ μοχλός, ὁ ἔχων τοὺς βραχίονας αὐτοῦ εὐθὺς ἐπὶ εὐθείας, καλεῖται *γωνιώδης ἢ ἀγκωνοειδὴς μοχλός*. Δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνον-
ται μεταβολαὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως. Ἐφαρμογὴ τοιοῦτου
γωνιώδους μοχλοῦ γίνεται ἐπὶ τῶν διὰ σύρματος ἐλασμένων καὶ ἡχοῦν-
των κωδῶνων τῶν οἰκίων.

Ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑπομόχλιον, ἐπὶ μὲν τῶν ἀμφοτεροπῶν
μοχλῶν (μοχλὸς τοῦ πρώτου εἶδους) εἶνε ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν
δυνάμεων, ἐπὶ δὲ τῶν ἑτεροροπῶν (μοχλοὶ τοῦ δευτέρου καὶ τρίτου
εἶδους) ἴση τῇ διαφορᾷ αὐτῶν, μὴ λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν τοῦ βάρους
τοῦ μοχλοῦ.

53. Ἐπειδὴ πελλάνκις ὁ μοχλὸς δυνατόν νὰ μὴ εἶνε εὐθὺς (σχ. 33),
αἱ δὲ δυνάμεις ΑΠ καὶ ΓΚ καίπερ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπι-
πέδου κεῖμεναι μὴ παράλλη-
λοι, τότε ὡς μοχλοβραχίονες
λαμβάνονται αἱ ἐκ τοῦ ὑπο-
μοχλίου Β πρὸς τὰς διευθύν-
σεις τῶν δυνάμεων ἀγόμεναι
κάθετοι ΒΒ' καὶ ΒΑ'. Ὄταν
δ' αἱ δυνάμεις ἰσορροπῶσιν
ἀλλήλας, ἔχουμεν τὴν ἀνα-
λογία



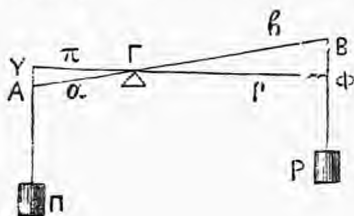
Σχ. 33.

$$ΑΠ : ΓΚ = ΒΒ' : ΒΑ', \text{ ἥτοι } ΑΠ \times ΒΑ' = ΓΚ \times ΒΒ'.$$

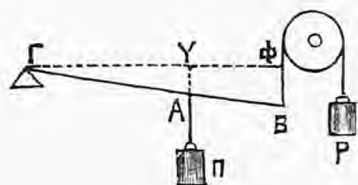
Τὰ γινόμενα ταῦτα καλοῦνται *στατικά ροπαὶ* τῶν δυνάμεων ὡς
πρὸς τὸ σημεῖον Β τοῦ ὑπομοχλίου. Ὅθεν συνάγμεν ὅτι, ὅταν ὁ
μοχλὸς εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, αἱ στατικά ροπαὶ τῶν δυνάμεων

ὡς πρὸς τὸ ὑπομόχλιον εἶνε ἴσαι. Ὁ αὐτὸς κανὼν ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ τρία εἴδη τοῦ μοχλοῦ.

54. Ἐὰν καὶ εἰς τὰ τρία εἴδη τῶν μοχλῶν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως, ἀμέσως ἢ ἰσορροπία καταστρέφεται, τὰ δὲ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δυνάμεων P (σχ. 34 καὶ 35) καὶ τὰ τῶν ἀντιστάσεων Π θὰ διανύσωσι τόξα κύκλου $B\Phi$ καὶ $A\Upsilon$, ἅτινα εἶνε ἀνάλογα τῶν μοχλοβραχιόνων ΓB καὶ ΓA . Ἀλλ' ὁ λόγος τῶν τόξων τούτων παριστᾷ ἢ τὸν λόγον τῶν δρόμων, οὗς διανύουσι τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν B καὶ A τῶν δυνάμεων P καὶ ἀντιστάσεων Π , ἢ τὸν λό-



Σχ. 34.



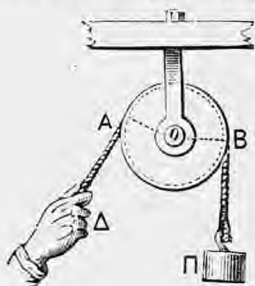
Σχ. 35.

γον τῶν ταχυτήτων, ἢ τὸν λόγον τῶν δαπανωμένων χρόνων. Ἐπομένως διὰ τοῦ μοχλοῦ ἀποδεικνύεται ἡ ἐξῆς ἀρχὴ τῆς Μηχανικῆς, ἥτις ἐφαρμόζεται καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην μηχανήν. *Πᾶν ὅ,τι διὰ μηχανῆς τι-
νος κερδαίνομεν εἰς δύναμιν, ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς δρόμον ἢ εἰς
ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον· καὶ ἀντιστρόφως πᾶν ὅ,τι κερδαίνομεν
εἰς δρόμον ἢ εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον, ἀποβάλλομεν εἰς δύναμιν.*

55. **Τροχαλῖαι καὶ πολύσπαστα.** Ἡ τροχαλία εἶνε δίσκος ξύλινος ἢ μεταλλίνος φέρων αὐλάκα καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ καὶ δυνάμενος νὰ στρέφηται ἐλευθέρως περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ. Ὁ ἄξων οὗτος πολλάκις εἶνε στερεῶς συνδεόμενος μετὰ τῆς τροχαλίας, ὅποτε τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ ἔνθεν καὶ ἔνθεν στρέφονται ἐντὸς κυκλικῶν ὁπῶν, ἃς φέρει ἡ καλουμένη *τροχαλιοθήκη* ἢ *ψαλὶς*, ἐντὸς τῆς ὁποίας στρέφεται ἡ τροχαλία. Τὸ ἄνω δὲ μέρος τῆς αὐλάκος περιβάλλει σχοινίον, ὅπερ κρέμαται ἔνθεν καὶ ἔνθεν καὶ διὰ τοῦ ὁποίου ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως.

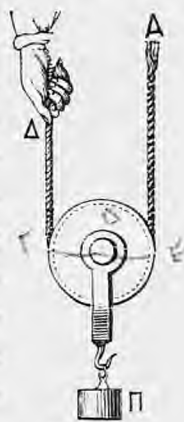
Ὅταν ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας δὲν μετακινῆται ἀλλ' ἀπλῶς περιστρέφεται, ἡ τροχαλία καλεῖται *παγία* ἢ *ἀμετάθετος* (σχ. 36). Εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν ἡ τροχαλιοθήκη προσηλωταὶ ἀκλονήτως, καὶ

ἡ μὲν ἀντίστασις Π ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἡ δὲ δύναμις Δ ἡ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Ἡ τροχαλία δὲ αὕτη εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὁποῖον οἱ μοχλοβραχίονες OA καὶ OB εἶνε ἴσοι ὡς ἀκτῖνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου. Ὅθεν ἡ δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ἡ δὲ παγία τροχαλία παρέχει μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως· τουτέστιν ὁ ἀναβιβάζων τὸ βάρος Π , ἀντὶ νὰ ἔλκῃ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἐνεργεῖ διὰ τῆς αὐτῆς μὲν δυνάμεως, ἀλλ' ἔλκων ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ὅπερ εἰς αὐτὸν εἶνε εὐκολώτερον.



Σχ. 36.

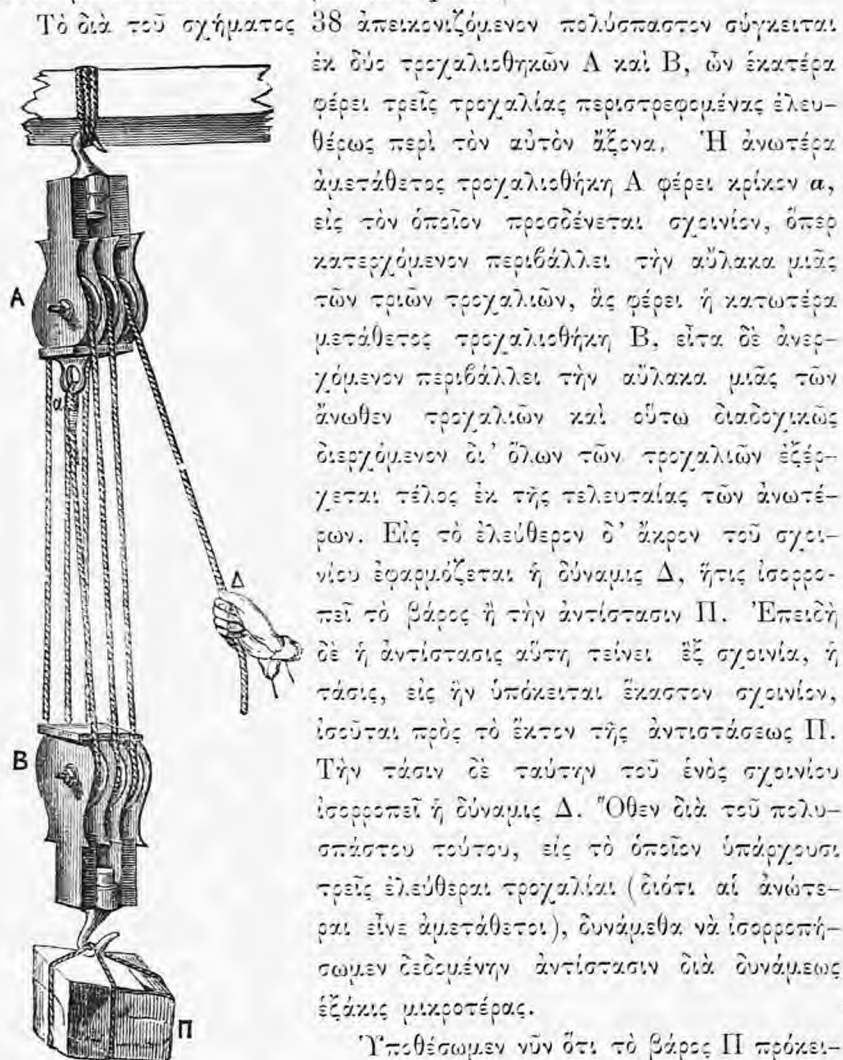
Ὅταν ἡ τροχαλία μετακινήται ἐν τῷ διαστήματι, ἐν ᾧ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρη ἢ μετάθετος τροχαλία (σχ. 37). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου προσδένεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον A , ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις Δ , τὸ δὲ βάρος Π κρέμεται δι' ἀγκίστρου ἐκ τῆς τροχαλιοθήκης. Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις Π ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι τῆς δυνάμεως Δ καὶ τῆς ἔλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον A . Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις Δ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου A ἔλξιν, ἡ ἀντίστασις Π εἶνε διπλάσια τῆς δυνάμεως Δ . Ὅθεν διὰ τῆς ἐλευθέρου τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν Π διὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ ἕμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης. Ἡ δύναμις ἐνταῦθα ἐνεργεῖ μὲν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἀλλὰ διὰ παγίας τροχαλίας δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς.



Σχ. 37.

Ἀντὶ δὲ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύναμιν Δ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου, δυνάμεθα νὰ προσδῶμεν τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς τὴν τροχαλιοθήκην δευτέρας ἐλευθέρου τροχαλίας καὶ δι' ἄλλου σχοινίου προσδεδεμένου διὰ τοῦ ἐνὸς ἄκρου εἰς ἀκλόνητον σημεῖον ν' ἀνασύρωμεν τὸ βάρος, ἔλκοντες τὸ σχοινίον διὰ τοῦ ἄλλου ἄκρου. Τότε θέλωμεν δυνηθῆναι ἰσορροπῆσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως τετράκις μικροτέ-

ρας. Προσθέτοντες οὕτως ἐλευθέρως τροχαλίας τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης δυνάμεθα ἐπὶ τέλους διὰ δυνάμεως ὅσον θέλωμεν μικρᾶς νὰ ἰσορροπήσωμεν οἰανδήποτε ἀντίστασιν. Εἰς τοῦτο δὲ χρησιμεύουσι τὰ καλούμενα **πολύσπαστα** (moufle, palan).



Σχ. 38.

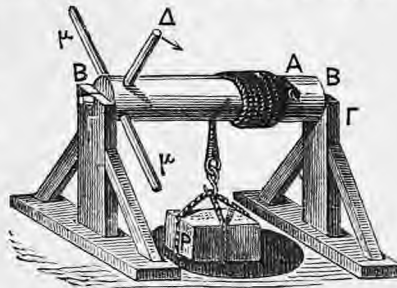
Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 38 ἀπεικονιζόμενον πολὺσπαστον σύγκειται ἐκ δύο τροχαλισθηκῶν Α καὶ Β, ὧν ἑκατέρα φέρει τρεῖς τροχαλίας περιστρεφόμενας ἐλευθέρως περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρα ἀμετάθετος τροχαλισθήκη Α φέρει κρίκον α, εἰς τὸν ὁποῖον προσδένεται σχοινίον, ὅπερ κατερχόμενον περιβάλλει τὴν αὐλακα μιᾶς τῶν τριῶν τροχαλιῶν, ἃς φέρει ἡ κατωτέρα μετάθετος τροχαλισθήκη Β, εἴτα δὲ ἀνερχόμενον περιβάλλει τὴν αὐλακα μιᾶς τῶν ἄνωθεν τροχαλιῶν καὶ οὕτω διαδοχικῶς διερχόμενον δι' ὅλων τῶν τροχαλιῶν ἐξέρχεται τέλος ἐκ τῆς τελευταίας τῶν ἀνωτέρων. Εἰς τὸ ἐλεύθερον δ' ἄκρον τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις Δ, ἥτις ἰσορροπεῖ τὸ βᾶρος ἢ τὴν ἀντίστασιν Π. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὕτη τείνει ἐξ σχοινία, ἡ τάσις, εἰς ἣν ὑπὸκειται ἕκαστον σχοινίον, ἰσούται πρὸς τὸ ἕκτον τῆς ἀντιστάσεως Π. Τὴν τάσιν δὲ ταύτην τοῦ ἐνὸς σχοινίου ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις Δ. Ὅθεν διὰ τοῦ πολὺσπάστου τούτου, εἰς τὸ ὅποιον ὑπάρχουσι τρεῖς ἐλεύθεραι τροχαλίας (διότι αἱ ἀνώτεροι εἶνε ἀμετάθετοι), δυνάμεθα νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἐξάκις μικροτέρας.

ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι τὸ βᾶρος Π πρόκειται ν' ἀνυψωθῇ ἕκαστὰ ἓν μέτρον· τότε τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως Δ πρέπει νὰ κινηθῇ ἐξ ὅλα μέτρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς, διότι ἕκαστον τῶν ἐξ σχοινίων, δι' ὧν κρέμαται τὸ βᾶρος Π, πρέπει νὰ γίνη

κατὰ ἓν μέτρον βραχύτερον. Ὡστε ἰσορροποῦμεν μὲν διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἑξάκις μικροτέρας, ἀλλὰ διὰ ν' ἀνέλθῃ τὸ βῆρος κατὰ ἓν μέτρον, ὀφείλει ἡ χεὶρ ἡμῶν νὰ κατέλθῃ κατὰ εἴς μέτρα. Κατὰ ταῦτα ἀνευρίσκομεν καὶ ἐνταῦθα τὴν ῥηθεῖσαν γενικὴν ἀρχὴν τῆς Μηχανικῆς, καθ' ἣν

Πᾶν ὅ,τι διὰ μηχανῆς τιος κερδαίνομεν εἰς δύναμιν, ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς ὁρόμον, εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον.

56. **Βαρουῦλκον.** Τὸ βαρουῦλκον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων. Σύγκειται δ' ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 39), συνήθως μὲν ἐκ ξύλου ἐνίοτε δ' ἐκ χυτοσιδήρου, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρχεται σιδηρὰ ράβδος BB, ἥτις ἐξέρχεται ἐνθεν καὶ ἐνθεν ἐκτείνεται ἐπὶ ὑποστηρίγματα ΓΓ, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ περιστραφῇ. Σχοινίον, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶναι προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, φέρει εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον αἰ' ἀγκίστρον τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βῆρος 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 βῆρος ἀνυψοῦται.



Σχ. 39.



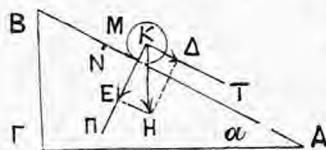
Σχ. 40.

Τὸ βαρουῦλκον εἶναι μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ἐνθα ὑπομόχλιον μὲν εἶναι ὁ ἄξων Ο (σχ. 40), μοχλοβραχίων δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶναι ἡ ἀκτὴ OM τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως Δ τὸ μήκος τῆς ράβδου NO τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγυίας, ὅπερ λογίζεται μέχρι τοῦ ἄξωνος Ο τοῦ κυλίνδρου. Ἡ δύναμις Δ, ἡ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν Ρ, εἶναι τοσάκις μικροτέρα ταύτης, ὅσάκις ὁ μοχλοβραχίων ON τῆς δυνάμεως Δ εἶναι μεγαλύτερος τοῦ μοχλοβραχίονος OM τῆς ἀντιστάσεως Ρ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ βραχίων ON εἶναι πενταπλάσιος τῆς ἀκτίνος OM τοῦ κυλίνδρου, τότε ἡ δύναμις Δ ἰσορροπεῖ ἀντίστασιν Ρ πενταπλάσιαν· ἐὰν ὅμως τὸ βῆρος Ρ πρόκειται ν' ἀνυψωθῇ, ὁ δὲ κύ-

λινδρος ἐκτελέσῃ μίαν ἀκεραίαν στροφὴν, τὸ βάρος P θέλει ἀνυψωθῇ κατὰ ὕψος ἴσον πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ κυλίνδρου· ἀλλὰ διὰ νὰ στραφῇ τὸ τύμπανον κατὰ μίαν στροφὴν, πρέπει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς N τῆς δυνάμεως Δ νὰ διαγράφῃ ὁλόκληρον περιφέρειαν, ἥς ἢ ἀκτίς ON εἶνε πενταπλάσια τῆς OM . Ἐπειδὴ ὅμως αἱ περιφέρειαι εἶνε ἀνάλογοι τῶν ἀκτίνων, ὁ δρόμος, ὃν διανύει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, εἶνε πενταπλάσιος τοῦ δρόμου, ὃν διανύει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως καὶ ἐπομένως διὰ τοῦ βαρύνου καὶ *κερδαίνομεν εἰς δύναμιν ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς δρόμον*.

Πολλάκις ὁ κύλινδρος τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων αὐτοῦ εἶνε κατακόρυφος, ἥτοι κάθετος πρὸς τὸ ἔδαφος ἢ πρὸς τὸ κατὰστρωμα πλοίου καὶ τότε καλεῖται *ἐργάτης*, χρησιμεύων πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων, οἷον τῆς ἀγκύρας.

57. Κεκλιμένον ἐπίπεδον. Καλεῖται *κεκλιμένον ἐπίπεδον* πᾶν ἐπίπεδον BA (σχ. 41), ὅπερ σχηματίζει γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AG διάφορον τῆς ὀρθῆς.



Σχ. 41.

Οὕτω π.χ. πᾶσα ἀνωφερὴς ὁδὸς εἶνε κεκλιμένον ἐπίπεδον. Ἡ AB παριστᾷ τὸ καλούμενον *μῆκος* τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἡ $BΓ$ τὸ *ὑψὺς* αὐτοῦ, ἥτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν σημείων B

καὶ A , καὶ ἡ γωνία α τὴν *κλίσιν* αὐτοῦ.

Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου σφαιρικόν τι σῶμα ὁμοιομερὲς M , τοῦτο κατατρέχεται ἐπ' αὐτοῦ μεταβαίνον ἀπὸ τοῦ K εἰς τὸ T , εἰ καὶ τὸ βάρος τῆς σφαίρας ἐνεργεῖ εἰς τὸ κέντρον K αὐτῆς κατὰ τὴν κατακόρυφον KH ἀλλ' ἐμποδίζεται νὰ πέσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακόρυφου ἐνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Τοῦτο δὲ κατανοοῦμεν ἀναλύοντες τὴν δύναμιν KH , ἥτις παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος, εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις KE καὶ KD , διευθυνομένας τὴν μὲν καθέτως ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, τὴν δὲ παραλλήλως αὐτῷ. Ἐκ τούτων δ' ἡ μὲν πρώτη ἡ KE ἐξουδετερώνεται, ἥτοι τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου, ἡ δὲ δευτέρα ἡ KD μόνη ἐνεργοῦσα ἀναγκάζει τὴν σφαῖραν νὰ κατέλθῃ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ἐπομένως διὰ νὰ ἐμ-

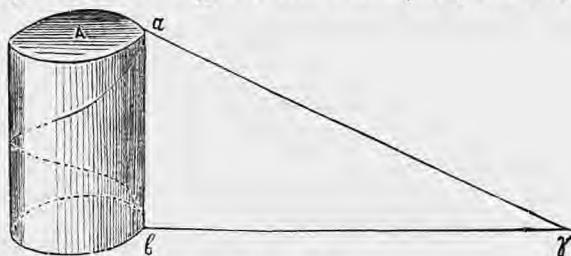
ποδίσωμεν τὸ σῶμα νὰ κατέλθῃ, ὀφείλομεν νὰ ἐνεργήσωμεν ἐπ' αὐτοῦ διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιρρόπου τῇ ΚΔ. Τοιαύτην δύναμιν π.χ. ὀφείλει νὰ καταβάλῃ ἵππος ἔλκων φορτηγὸν ἄμαξαν ἐπὶ ἀνωφεροῦς ὁδοῦ.

Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγῶνων ΚΔΗ καὶ ΒΓΑ ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν $ΚΔ : ΚΗ = ΒΓ : ΒΑ$, ὅθεν $ΚΔ = \frac{ΚΗ}{ΒΑ} ΒΓ$, ἐξ οὗ συνάγομεν

ὅτι ἡ δύναμις ΚΔ εἶνε ἀνάλογος τοῦ ὕψους ΒΓ.

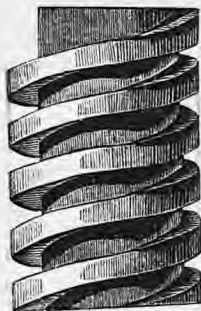
Ἐφαρμογὴ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου εἶναι ὁ κοχλίας.

58. **Κοχλίας.** Ὁ κοχλίας εἶνε κύλινδρος ἑξήλινος ἢ μετάλλινος

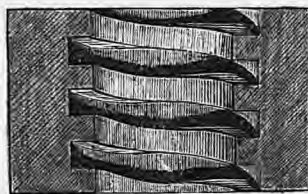


Σχ. 42.

φέρων ἑλικειδῆ ἐνσκαφὴν, ἥς ἡ διεύθυνσις ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου Α (σχ. 42) καθορίζεται διὰ τῆς ὑποτεινούσης αγ ὀρθογωνίου τριγώνου αβγ ἐκ χάρτου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐλισσομένου οὕτως, ὥστε ἡ μὲν μία τῶν καθέτων πλευρῶν ἡ αβ νὰ ἐφαρμόζεται



Σχ. 43.

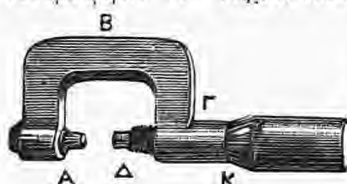


Σχ. 44.

κατὰ μίαν γεννήτριαν τοῦ κυλίνδρου, ἢ δ' ἄλλῃ ἡ βγ ἐπὶ τῆς περιφέρειας τῆς βάσεως τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου. Ἡ ἀπόστασις αβ δύο διαδοχικῶν ἐλιγμῶν καλεῖται **βῆμα** τοῦ κοχλίου. Ὁ κοχλίας οὗτος (σχ. 43) στρέφεται ἐντὸς κοίλου κυλίνδρου φέροντος ἐσωτερικῶς ὁμοίαν ἐνσκαφὰς καὶ καλουμένου **περικοχλίου** (σχ. 44). Ἐὰν τὸ περικόχλιον

μένη ἀμετάθετον, ὁ δὲ κοχλίας περιστρέφεται κατὰ μίαν ἀκροαίαν στροφὴν, τότε ὀλισθαίνει ἀνερχόμενος σύναμα ἢ κατερχόμενος κατὰ προσότητα ἴσην πρὸς τὸ βῆμα αὐτοῦ· ἡ ὀλισθησις δ' αὕτη τῶν ἐλικοειδῶν προερχῶν τοῦ κοχλίου ἐντὸς τῶν ἐλικοειδῶν ἐνσκαρῶν τοῦ περικοχλίου εἶνε ὁμοία τῇ κινήσει ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀλλὰ γινόμενη καθ' ὅλον τὸ μήκος τῆς ἑλικος ἐπιφέρει μεγάλην τριβήν, ἐνεκα τῆς ὁποίας δαπανᾶται οὐκ ὀλίγη δύναμις ἀνωφελῶς. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύῃ ὡς μηχανή, εἶναι πρὸς πίεσιν σωμάτων (πιστήρια ἐλαιωτριβείων, σιδηρουργείων, ξυλουργείων, βιβλιοδετῶν κ.τ.λ.) φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ κοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Ἡ πίεσις, ἣν διὰ κοχλίου ὠρισμένης διαμέτρου δυνάμεθα νὰ ἐπενέγκωμεν τῇ ἐνεργείᾳ ὠρισμένης δυνάμεως, εἶνε τοσούτον μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ βῆμα αὐτοῦ εἶνε μικρότερον.

Ὁ κοχλίας δὲν χρησιμεύει μόνον ὡς μηχανή, ἀλλὰ καὶ ὡς μέσον πρὸς σύνδεσιν σωμάτων (κοινὸς κοχλίας), πρὸς συναρμογὴν τῶν διαφορῶν μερῶν ὀργάνου, οἷον τηλεσκοπίου, πρὸς βραδυτάτην μετακίνησιν μέρους ὀργάνου, οἷον τῶν φακῶν εἰς τὰς διόπτρας· πρὸς τοῦτοις εἰς τὰ μικρομετρικὰ ὄργανα, οἷον εἰς τὸν μικρομετρικὸν κοχλίαν ἢ Palmer (σχ. 45), ὅστις χρησιμεύει πρὸς ἀκριθεῶς καταμέτρησιν τοῦ πάχους ἐλάσματος ἢ σύρματος.



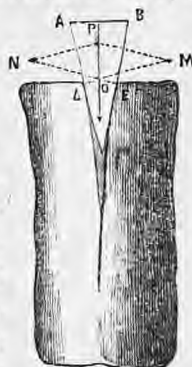
Σχ. 45

Σύγκειται δ' ἐξ ἐπικαμπύου σιδηροῦ ἐλάσματος ΑΒΓ, ὅπερ πρὸς τὸ ἐν ἄκρον Γ φέρει ὀπήν, ἐν ᾗ ὡς ἐν περικοχλίῳ στρέφεται ὁ κοχλίας Δ. Ἐὰν τὸ βῆμα τοῦ κοχλίου εἶνε ἴσον πρὸς ἐν χιλιοστόμετρον, στραφῇ δὲ οὗτος ἐν τῷ περικοχλίῳ κατὰ μίαν ὁλόκληρον στροφὴν, τὸ ἄκρον αὐτοῦ προβαίνει κατὰ ἐν χιλιοστόμετρον. Ἄν δὲ στραφῇ ὁ κοχλίας κατὰ ἐν δέκατον ἢ ἐν ἑκατοστὸν

ἢ ἐν χιλιοστὸν ὁλόκληρον στροφῆς, τότε σύναμα προβαίνει κατὰ $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ ἢ $\frac{1}{1000}$ τοῦ χιλιοστόμετρου. Ὅθεν ἄρκει νὰ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν καὶ τῶν ὑποδιαίρεσεων ἐκάστης στροφῆς, ὅπως εὖρωμεν κατὰ πόσον πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ κοχλίου, τοῦθ' ὅπερ πρέχει ἡμῖν ἢ ἐπὶ τοῦ ὀργάνου κλῖμαξ Κ. Πρὸς εὗρεσιν τοῦ πάχους σύρματος ἢ ἐλάσματος παρεντίθεται τοῦτο μεταξὺ τῶν δύο ἡλῶν Α καὶ Δ, ὧν ὁ μὲν εἰς μένει ἀμετάθετος, ὁ δ' ἕτερος ἀποτελῶν τὴν κεφαλὴν τοῦ στρεφομένου κοχλίου Κ προβαίνει, μέχρις ὅτου ἐπενέγκῃ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος ἢ τοῦ σύρματος ἐλαφρὰν πίεσιν. Ἡ μὲν εὐθύγραμμος ἐπὶ τοῦ ὀργάνου κλῖμαξ παρέχει ἡμῖν τὰ χιλιοστόμετρα, ἡ δὲ περιφερικὴ τὰ ἑκατοστά τοῦ χιλιοστόμετρου.

59. Σφόν. Ὁ πέλεκυς, ἡ μάχαιρα, ἡ ψαλὶς καὶ καθέλου τὰ διάφορα τιμη-

τικά ὄργανα εἶνε σφήνες. Ὁ σφήν ἐν γένει εἶνε τριγωνικὸν πρίσμα, οὗτινος ἡ ἐγκάρσια τομὴ εἶνε τρίγωνον ἰσοσκελὲς $AB\Gamma$ (σχ. 46)· ἡ γωνία Γ τῆς κορυφῆς τοῦ τριγώνου τούτου εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον ὀξεῖα. ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν ἀκμὴν τοῦ σφήνος, καὶ ἡ μὲν βάσις αὐτοῦ AB ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν καλουμένην κεφαλήν τοῦ σφήνος, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις, αἱ δὲ δύο ἴσαι πλευραὶ AG καὶ $B\Gamma$ τοῦ αὐτοῦ τριγώνου ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰ πλευρώματα τοῦ σφήνος, ἐφ' ὧν ἐνεργοῦσι καθέτως αἱ ἀντιστάσεις. Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι μεταλλινὸς σφήν εἰσῆχθῇ εἰς σχισμὴν ξύλου καὶ ὅτι ἐπὶ τῶν πλευρωμάτων τοῦ σφήνος τούτου κατὰ τὰ σημεῖα Δ καὶ E ἐνεργοῦσι καθέτως ἴσαι ἀντιτάσεις παριστώμεναι διὰ τῶν εὐθειῶν OM καὶ ON , ὧν τὴν συνισταμένην OP ἰσορροποῦμεν διὰ δυνάμεως καθέτως ἐπὶ τῆς κεφαλῆς τοῦ σφήνος ἐνεργοῦσης. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων OPM ἢ OPN καὶ $AB\Gamma$ εὐρίσκομεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη ἢ ἴση τῇ OP ἔχει λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν OM ἢ ON , ὃν λόγον ἔχει τὸ μήκος AB τῆς βάσεως τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου τοῦ παριστῶντος τὴν ἐγκάρσιαν τομὴν τοῦ σφήνος πρὸς τὸ μήκος μιᾶς τῶν ἴσων πλευρῶν AG ἢ $B\Gamma$ τοῦ αὐτοῦ τριγώνου. ἦτοι $OP : OM = AB : AG$. Ὅθεν, ἐφ' ὅσον ἡ μὲν κεφαλὴ τοῦ σφήνος εἶνε στενωτέρα, ἡ δ' ἀκμὴ ὀξύτερα, ἐπὶ τοσοῦτον ἡ δύναμις εἶνε μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως. Εἶνε δὲ γνωστὸν ὅτι τὰ τμητικά ὄργανα πρέπει νὰ ἔχωσιν ἀκμὴν ὅσον ἔνεστιν ὀξύτεραν. διότι τότε εὐχερέστερον δι' αὐτῶν τέμνομεν τὰ σκληρὰ καὶ ἀνθεκτικὰ σώματα. Ὁ σφήν χρησιμεύει ὡσαύτως πρὸς ἀποχωρισμὸν δύο σωμάτων ἢ δύο μερῶν τοῦ αὐτοῦ σώματος, ὅταν ὁ ἀποχωρισμὸς οὗτος ἀπαιτῇ ἰσχυράν δύναμιν.



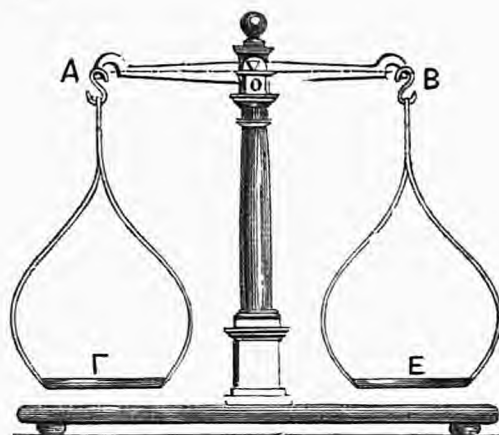
Σχ. 46.

ΖΥΓΟΣ. ΣΤΑΘΗΡ, ΠΛΑΣΤΙΚΕ.

60. Ζυγός. Ὁ ζυγός εἶνε ὄργανον χρησιμεύον πρὸς εὐρέσιν τοῦ σχετικοῦ βάρους τῶν σωμάτων, ἥτοι πρὸς σύγκρισιν τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς ἕτερον βάρος, ὅπερ λαμβάνομεν ὡς μονάδα (χιλιόγραμμα, ὀκά). Σύγκριται δὲ ἐκ μεταλλίνης ράβδου AB (σχ. 47) ὅσον ἔνεστιν ἀκέραιον καὶ ἐλαφρὸς, ἥτις καλεῖται *ράβδος* καὶ ἐρείδεται διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ὀξεῖας ἀκμῆς ἐπὶ ἀκλονήτου ὑποστηρίγματος. Ἐξ ἑκάτερου δὲ τῶν ἄκρων τῆς ράβδου ἐξαρτῶνται δι' ἀγκίστρων δύο δίσκοι Γ καὶ E , ὧν ὁ μὲν εἰς δέχεται τὸ σταθμητέον σῶμα, ὁ δ' ἕτερος ὀρισμένα βάρη, *σταθμὰ* καλούμενα, εἰς τὸ χιλιόγραμμα, τὸ γράμμα καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

61. Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ. Διὰ νὰ εἶνε ἀκριβὴς ὁ ζυγός,

πρέπει νὰ ἐκπληρῶνται αἱ ἐξῆς συνθήκαι· α') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης νὰ κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς ὀξείας ἀκμῆς, δι' ἧς ἡ φάλαγξ ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς· β') οἱ δύο βραχίονες ΑΟ καὶ ΒΟ τῆς φάλαγγος νὰ εἶνε ἴσοι πρὸς ἀλλήλους. Πειθόμεθα δὲ περὶ τῆς πληρώσεως τῆς πρώτης συνθήκης τῆς ἀκριθείας ζυγοῦ, ἐὰν ἀφαιροῦντες τοὺς δίσκους παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ φάλαγξ λαμβάνει ἀπ' ἑαυτῆς τὴν ὀριζοντιότητά.



Σχ. 47.

Ἐξελέγχωμεν δὲ τὴν ἰσότητά των βραχιόνων τῆς φάλαγγος θέτοντες εἰς μὲν τὸν ἓνα δίσκον, ὡς τὸν Γ, βαρὺ τι σῶμα οἰονόηποτε, εἰς δὲ τὸν ἕτερον Ε σταθμὰ, μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία καὶ ἡ φάλαγξ λάβῃ τὴν ὀριζοντιάν θέσιν. Εἶτα ἀνταλλάσσωμεν 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 ὀριζοντιάν θέσιν. Ἐὰν δὲ τοῦτο συμβαίῃ, συνάγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς εἶνε ἀκριθής, ἂν δὲ μή, οὐχί.

62. Μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμήσεως. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν ἀκριθῶς τὸ βάρος σώματος καὶ διὰ ζυγοῦ μὴ ἀκριβοῦς, ἐπὶ τοῦ ἐνὸς μὲν δίσκου θέτομεν τὸ σῶμα, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἄμμον μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία. Εἶτα ἀφαιροῦντες τὸ σῶμα θέτομεν ἀντ' αὐτοῦ σταθμὰ μέχρις ὅτου ἐπανέλθῃ πάλιν ἡ ἰσορροπία. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ σταθμὰ ταῦτα θὰ παριστῶσιν ἀκριθῶς τὸ βάρος τοῦ σώματος.

63. Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ. Ἐάν ἡ φάλαγγξ ζυγοῦ φέροντος ἐφ' ἑκατέρου τῶν δίσκων ἴσα βάρη, εἶεν 100 γράμματα, βέπη ὑπὸ αἰσθητὴν γωνίαν διὰ τῆς προσθήκης ἐπὶ τοῦ ἑτέρου τῶν δίσκων ἐλαχίστου βάρους, εἶεν $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιοστογράμμου, λέγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς οὗτος εἶνε εὐπαθὴς μέχρις $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιοστογράμμου, ἤτοι φανερώσει καὶ τὸ $\frac{1}{1000000}$ τοῦ σταθμωμένου σώματος· τουτέστιν ἐκ δύο ζυγῶν ἐκείνος εἶνε εὐπαθέστερος, οὐτινος ἡ γωνία, καθ' ἣν ῥέπει ἡ φάλαγγξ, εἶνε μείζων, προστιθεμένου καὶ τοῦ ἐλαχίστου βάρους εἰς τὸν ἕτερον τῶν δίσκων αὐτοῦ.

Αἱ δὲ συνήθειαι αἱ ἀναγκαῖαι πρὸς κατασκευὴν εὐπαθέστατου ζυγοῦ εἶνε αἱ ἑξῆς· α') ἡ φάλαγγξ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἐρεστίῃ ἐπιμήκης καὶ ἐλαφρά· β') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος πρέπει νὰ κείται ὅσον ἐρεστί πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον αὐτῆς καὶ γ') ἡ κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἐξαρτήσεως τῶν δίσκων τριβὴ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἐρεστί μικροτέρα.

64. Ζυγὸς μετ' ἐλατηρίου. Ὁ ζυγὸς οὗτος εἶνε μὲν εὐχρηστος, ἀλλὰ δεικνύει ἡμῖν τὸ βάρος τῶν σωμάτων οὐχὶ μετὰ τῆς ἀκριθείας, ἣν παρέχει ὁ μετὰ φάλαγγος ζυγός. Ἀποτελεῖται δὲ συνήθως ἐκ μεταλλίνου κοίλου κυλίνδρου Γ (σχ. 48), ὅστις φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος δακτύλιον Α, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ ἀνεκδότου τινὸς στηρίγματος, καὶ ἐμπεριέχει σπειροειδὲς τι ἐλατήριο, οὐτινος τὸ μὲν κατώτερον πέρασ στηρίζεται ἐπὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, τὸ δὲ ἀνώτερον φέρει κινητὸν δίσκον Ν, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου εἶνε προσκολλημένον μεταλλινὸν κινητὸν στέλεχος ΜΚ φέρον πρὸς τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἄγκιστρον Β, ἐξ οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ σταθμητέον σῶμα.

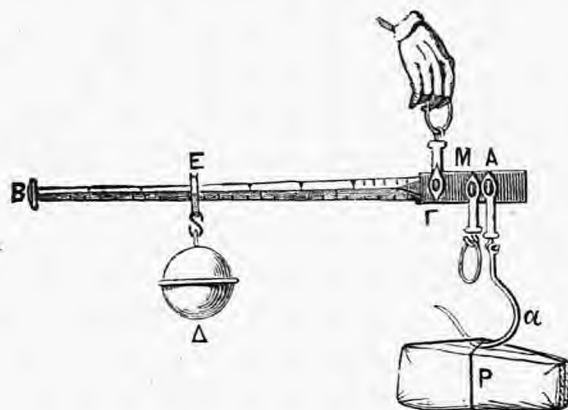
Ὅπως βαθμολογήσωμεν τὸ ὄργανον τοῦτο, ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ὠρισμένα βάρη 1, 2, ... 10 χιλιογρ. ἢ ὁκάδων, ὅποτε τὸ ἐλατήριο κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἡ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὸ ἐκάστοτε βάρος· εἰς τὰ σημεῖα δέ, εἰς ἃ ἀντιστοιχεῖ ὁ δείκτης, ὃν φέρει τὸ στέλεχος ΜΚ ἀνωθεν τοῦ δίσκου Ν, σημειοῦμεν



Σχ. 48.

τοὺς ἀριθμοὺς 1, 2, ..., 10. Ἀπὸ καιροῦ δ' εἰς καιρὸν ὁ μετ' ἐλατηρίου ζυγὸς εἶνε ἀνάγκη νὰ ὑποβάλληται εἰς ἔλεγχον, διότι μετὰ πολ-
λὰς σταθμῆσεις, τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐλατηρίου μεταβαλλομένης, αἱ ἐνδείξεις τοῦ ζυγοῦ δὲν εἶνε ἀκριβεῖς.

65. **Στατήρ.** Ὁ στατήρ εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους ἔχων ἀνίσους τοὺς βραχίονας. Σύγκειται δ' ἐκ ῥάβδου σιδηρᾶς (σχ. 49), ἥτις δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ σταθερὸν ἄξονα Γ κείμενον πλησιέ-



Σχ. 49.

στερον πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων Α τῆς ῥάβδου. Ἐκ τοῦ ἄκρου Α ἐξαρτᾶται ἀγκίστρον α, ἐξ οὗ κρέμαται τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα Ρ, ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος ΓΒ μετακινεῖται τὸ βαρὺδιον Δ, ἕως οὗ ὁ μοχλὸς ἰσορροπῇ ὀριζοντίως. Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σημείου Α, ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΑΓ, ἐν ᾧ τὸ κινητὸν βάρος Δ ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΓΕ, τὸν ὁποῖον δυνάμεθα κατὰ βούλησιν νὰ μεταβάλλωμεν, καὶ διὰ τοῦτο δυνάμεθα διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους Δ νὰ ζυγίσωμεν διάφορα τὸ βάρος σώματα.

Αἱ διαιρέσεις, τὰς ὁποίας φέρει ὁ βραχίων ΓΒ, εὐρίσκονται ὡς ἑξῆς:

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου α βάρος γνωστὸν, οἷον μιᾶς ὀκάς, μετακινούμεν τὸ βάρος Δ μέχρι οὗ ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἐκεῖ δὲ χαράσσομεν γραμμὴν δεικνύουσαν τὸ βάρος μιᾶς ὀκάς. Ἐξαρτῶμεν εἴτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἀγκίστρου βάρη 2, 3, 4 ὀκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς καὶ σημειούμεν τὰ σημεία, εἰς τὰ ὁποῖα τιθέμενον τὸ κινητὸν βάρος Δ ἰσορ-

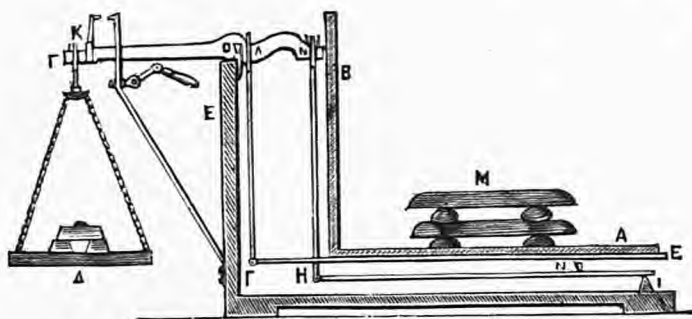
ροποιῇ τὰ βάρη ταῦτα. Εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα χαράσσομεν γραμμὰς δεικνυσούσας τὰ βάρη 2, 3, 4 ὁκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς. Τὰ μεταξὺ τῶν γραμμῶν τούτων διαστήματα διαιροῦμεν εἰς δύο, τέσσαρα, ὁκτὼ ἴσα μέρη καὶ οὕτως ἔχομεν καὶ ὑποδιαίρεσεις τῆς ὁκάς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ἂν τὸ ὠρισμένον βῆρος Δ τὸ προωρισμένον διὰ τινος στατήρα μεταβληθῇ, οἷον ἐλαττωθῇ, ὁ στατήρ θὰ δεικνύῃ διὰ μικρότερα βάρη μεγαλυτέρους ἀριθμούς πρὸς ζημίαν τοῦ ἀγοραστοῦ.

Ὁ αὐτὸς στατήρ διὰ τοῦ αὐτοῦ ὠρισμένου βάρους χρησιμεύει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ πρὸς στάθμησιν βαρυτέρων σχετικῶς σωμάτων. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει καὶ δεύτερος ἄξων Μ εἰς σημεῖον πλησιέστερον πρὸς τὸ ἄκρον Α, ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα. Ἐπειδὴ νῦν ὁ μοχλοβραχίων ΑΜ τοῦ σταθμητέου σώματος ἡλαττώθη, ἐν ᾧ ὁ μοχλοβραχίων ΜΕ τοῦ κινήτου βάρους Δ ἡυξήθη, ἔπεται ὅτι τὸ αὐτὸ σταθερὸν βῆρος Δ δύναται νῦν νὰ ἰσορροπήσῃ σώματα πολὺ μείζονος βάρους. Βαθμολογεῖται δὲ καὶ κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ στατήρ ὡς καὶ εἰς τὴν προηγουμένην· τουτέστιν ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ἀγχίστρου α βάρη 10, 20, 30 ὁκάδων καὶ σημειοῦνται τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὅποια τιθέμενον τὸ κινήτὸν βῆρος Δ ἐπιφέρει ἰσορροπίαν. Εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα χαράσσει γραμμὰς δεικνυσούσας τὰ βάρη 10, 20, 30 ὁκάδων.

66. **Πλάστιγξ.** Ἡ κοινῶς καλουμένη **πλάστιγξ** χρησιμεύει πρὸς στάθμησιν ἱκανῶς βαρέων σωμάτων, ἅτινα κατέχουσι μεγάλην σχετικῶς ἔκτασιν, οἷον χελῶναι ἐκ μολύβδου, φορτηγὸν ἀμάξιον· ἡ δὲ στάθμησις γίνεται διὰ σταθμῶν πολὺ μικροτέρων τοῦ σταθμητέου σώματος. Σύγκειται δ' ἐξ ὀριζοντίας πλακὸς Α (σχ. 50), ἣτις φέρει τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα Μ καὶ στηρίζεται πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος, ἥτοι πρὸς τὰ δεξιὰ, διὰ τῆς ἀκμῆς Ν ἐπὶ τοῦ δευτερογενοῦς μοχλοῦ ΗΙ, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ ἄκρον, ἥτοι πρὸς τὰ ἀριστερά, ἐξαρτᾶται διὰ τοῦ σιδηροῦ στελέχους ΓΑ ἐκ τοῦ σημείου Λ τῆς φάλαγγος ΓΟΝ τῆς στρεπτῆς περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα Ο. Ὁ δευτερογενὴς μοχλὸς ΗΝΙ ὁ στρεπτὸς περὶ τὴν ὀξείαν ἀκμὴν Ι φέρει κατὰ τὸ ἄκρον Η σιδηροῦν στέλεχος ΗΝ, δι' οὗ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἐνός ἄκρου Ν τῆς αὐτῆς φάλαγγος ΝΟΓ, ἣτις φέρει κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον Κ τὸν δίσκον Δ, ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σταθμά. Τὰ δύο τμήματα ΛΟ καὶ ΟΚ τῆς φάλαγγος

εἶνε ἄνισα, συνήθως δ' ὁ βραχίον OK εἶνε δεκαπλάσιος ἢ καὶ ἑκατον-
ταπλάσιος τοῦ ΟΛ, ὅτε τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ σταθμὰ ἔχουσι βάρος



Σχ. 50.

τὸ δέκατον ἢ τὸ ἑκατοστὸν τοῦ σταθμηγέιου σώματος, ὅταν ἐπέλθῃ
ἰσορροπία· τότε ἡ πλάστιγξ καλεῖται *δεκατεύονσα* ἢ *ἐκατοστεύονσα*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

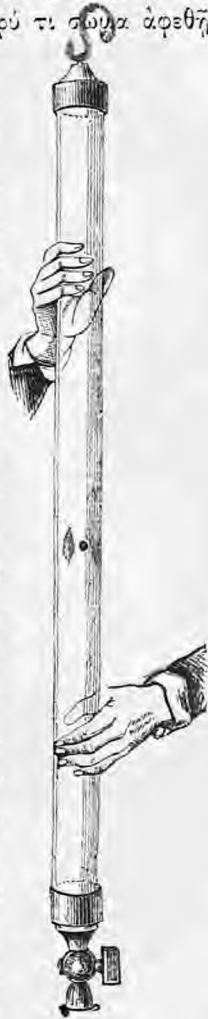
✓ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

67. 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 μο-
λύβδου, πτίλον, ἀφελῶσιν ἐλεύθερα ἐν χώρῳ τελείῳ κενῷ, ἥτοι μὴ
ἐμπεριέχοντι μηδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς τα-
χύτητος, διότι τὰ μέρη τῶν σωμάτων ἔλκονται ὑπὸ τῆς Γῆς μετ'
ἴσης ἐντάσεως. Καὶ ὄντως, ἂν λάθωμεν τὸν σωλῆνα τοῦ Νεύτωνος,
ἥτοι κοῖλον ὑάλινον κύλινδρον ἔχοντα μῆκος δύο μέτρων περίπου καὶ
ἐμπεριέχοντα πτίλον καὶ σφαιρίδιον ἐκ μολύβδου, κεκλεισμένον δὲ κατ'
ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα, ἀφ' οὗ προηγουμένως διὰ τῆς ἀεραντλίας ἀφῆ-
ρέθῃ καλῶς ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ, παρατηροῦμεν, ὅταν βιαίως ἀναστρέ-
ψωμεν τὸν σωλῆνα, ὅτι τὰ ἐν αὐτῷ σώματα πίπτουσι ταυτοχρό-

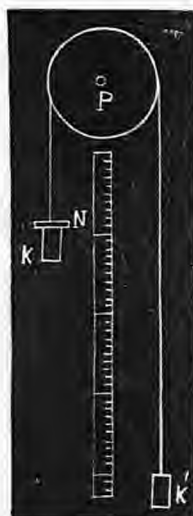
νως (σχ. 51). "Οθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Α' τῆς πτώσεως νόμον.
Πάντα τὰ σώματα πίπτουσι ἐν τῷ καιρῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

68. **Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐάν βαρὺ τι σῶμα ἀφεθῇ ἐλευθέρῳ ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τέσσαρα μέτρα καὶ ἐνενήκοντα ὕψο-κατόμετρα (ἐν Ἀθήναις 4,899), κατὰ δὲ τὸ δεύτερον τριπλάσιον διάστημα, ἥτοι $3 \times 4,90 = 14,70$, κατὰ δὲ τὸ τρίτον δευτερόλεπτον πενταπλάσιον, $5 \times 4,90 = 24,50$ καὶ καθ' ἑξῆς ἥτοι τὰ κατὰ τὰς διαδοχικὰς μονάδας τοῦ χρόνου διανυόμενα διαστήματα βαίνουσιν ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7 κ.λ.π., ἐν ᾧ τὰ διαστήματα τὰ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως διανυόμενα βαίνουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, 16... τοῦτέστιν ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4 κ.λ.π. "Οθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Β' τῆς πτώσεως νόμον. *Τὰ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐν τῷ καιρῷ εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηλύθησαν.* Οὕτω τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον εἶδεν ὅτι εἶνε 4,90, τὸ διανυόμενον κατὰ τε τὸ πρῶτον καὶ δεύτερον δευτερόλ. ὁμοῦ εἶνε $4 \times 4,90 = 19,60$ κατὰ τὸ πρῶτον, δεύτερον καὶ τρίτον δευτερόλ. ὁμοῦ εἶνε $9 \times 4,90 = 44,10$ καὶ ἐξῆς.

Τὸν νόμον τοῦτον ἀπέδειξε πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος μεταχειρισθεὶς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ὅπερ ἀπέτε-λειτο ἐκ δοκού, ἣν ἐνέσκαψε κατὰ τὸ μήκος αὐτῆς ἀποτελέσας αὐλάκα, ἥς τὰ τοιχώματα κατέστησεν ὅσον ἐνεστί λεῖα, ὅπως ἐλαττώσῃ τὴν τριβὴν, καὶ στηρίξας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσιν τινὰ ἐθήκεν ἐντὸς τῆς αὐλάκος λεῖαν μεταλλίνην σφαῖραν, ἣτις ἀφεθεῖσα ἐλευθέρῳ κατήρχετο κυλιομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλιομένη διήνευε κατὰ τὰς διαδοχικὰς μονάδας τοῦ χρόνου, εὗρεν ὅτι ταῦτα ἔβαινον ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7 κ. λ. π. ὑπὸ εἰς ἀνόδοτε κλίσιν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκὸς, μετὰ μόνῃς τῆς διαφορᾶς, ὅτι τὰ διαστήματα ταῦτα ἦσαν



μείζονα, όταν ή δοκός έσχημάτιζε μείζονα γωνίαν μετά του οριζοντίου επιπέδου, έλάσσονα δέ, όταν και ή γωνία της κλίσεως της δοκού ήτο έλάσσων. Τοῦτο δέ προέρχεται εκ τούτου, ότι, ως είπομεν (σχ. 41. § 57), ή συνιστώσα $\Delta\Delta$ ή παράλληλος τῶ κεκλιμένῳ επιπέδῳ αὐξάνεται ή έλαττωῦται αὐξανόμενου ή έλαττωμένου του ὕψους ΒΓ . Ἄλλ' ή με-



Σχ. 52.

δεικνύει ο προμνημονευθείς δεύτερος νόμος. Έκ τούτου δέ συνεπέραναν ότι και τὰ κατὰ τήν κατακόρυφον πίπτοντα σώματα ακολουθοῦσι τὸν αὐτὸν νόμον, ὃν δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν πειραματικῶς διὰ της μηχανῆς τοῦ Atwood.

✓ 69. **Μηχανή τοῦ Atwood.** Ἡ μηχανή αὕτη σύγκεται εκ δοκού κατακόρυφου ὕψους $2\frac{1}{2}$ μέ. έστρηγμένης ἐπὶ τοῦ ἐδάφους και φερούσης εἰς τήν κορυφήν τροχαλίαν P (σχ. 52) κατασκευασμένην συνήθως εκ του λίαν ελαφροῦ μετάλλου ἀργιλίου (aluminium), διὰ νὰ εἶνε ὅσον ἐνεστιν εὐκίνητος. Εἰς τήν κατὰ τήν περιφέρειαν ἐνσκαφὴν της τροχαλίας εἰσάγεται νήμα εκ μετάξης πολὺ λεπτόν, ὥστε τὸ βάρος αὐτοῦ νὰ μὴ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, εἰς τὰ πέρατα δ' αὐτοῦ προσδένονται δύο μετάλ-

λινιοι κύλινδροι K και K' ἔχοντες τὸ αὐτὸ βάρος B . Ἡ κατακόρυφος δοκός φέρει κανόνα, ἐφ' οὗ εἶνε κεχαργμένοι αἱ διαιρέσεις και αἱ ὑποδιαιρέσεις τοῦ γαλλικοῦ μέτρου. Εἰς οἵανδήποτε δὲ θέσιν και ἂν θέσωμεν τὰ βάρη K και K' , ἰσορροποῦσιν ἄλληλα, διότι ἐνεργοῦντα δι' ἴσων βραχιόνων ἔχουσι συνισταμένην διερχομένην διὰ τοῦ ἀκλονήτου ἄξονος της τροχαλίας, τὸ δὲ βάρος τοῦ μικροῦ τμήματος τοῦ νήματος, τὸ ὅποῖον δύνανται νὰ ὑπάρχη ἐπὶ πλέον πρὸς τὸ ἐν ή πρὸς τὸ ἕτερον μέρος, ὡς ελάχιστον, δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν.

Ἄν νῦν ἐπὶ τοῦ ἐνός κυλίνδρου K ἐπιθέσωμεν μικρὸν πρόσθετον βάρος N , ή ἰσορροπία θέλει ταραχθῇ και ὁ μὲν κύλινδρος K , ἐφ' οὗ κεῖται τὸ πρόσθετον βάρος, συμπαρασυρόμενος ὑπ' αὐτοῦ φέρεται πρὸς τὰ κάτω, ὁ δὲ κύλινδρος K' ἀνέρχεται· ἀλλ' ή κίνησις αὕτη θὰ εἶνε πολὺ βραδυτέρα της κινήσεως, ἣν θὰ ἐλάβανεν ή μάζα τοῦ προσθέτου σώματος N καταπίπτοντος ἐλευθέρως, διότι ἤδη ή δύναμις ή προκύ-

πτόυσα ἐκ τοῦ βάρους τῆς προσθέτου μάζης N εἶνε ἠναγκασμένη νὰ συμπαρασύρῃ καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων K καὶ K' , διότι αἱ δυνάμεις αἱ προκύπτουσαι ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας.

Ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος ὑπάρχει κινήτης δίσκος ὀριζόντιος, τὸν ὁποῖον διὰ τινος κοχλίου προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν τοῦ κανόνος, εἰς ἣν φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος K κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, τὴν ὁποίαν δεικνύει ἡμῖν ἡ ἐκκρεμὴς ἡ χρονοδείκτης τις οἰοσθήποτε. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο εἶνε 20 ὑφεκατομέτρων. Θέτομεν εἴτα τὸν κινήτὸν 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. Ἐπομένως, ὅταν οἱ χρόνοι εἶνε 1, 2, 3..., τὰ διανύμενα διαστήματα εἶνε 20, 80, 180..., ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 4, 9..., οἵτινες εἶνε τὰ τετράγωνα τῶν ἄνω ἀριθμῶν τῶν παριστάντων τοὺς χρόνους. Τὰ διαστήματα ἄρα τὰ διανύμενα ὑπὸ τῆς προσθέτου μάζης N συμπαρασυρούσης καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων K καὶ K' εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγύθησαν.

Δυνάμεθα νῦν νὰ ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν πειραμάτων διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood ἢ διπλασιάζοντες, τριπλασιάζοντες κ.τ.λ. τὴν πρόσθετον μάζαν, ἢ τοὐναντίον ὑποδιπλασιάζοντες, ὑποτριπλασιάζοντες κτλ. τὰς δύο ἴσας μάζας τῶν κυλίνδρων K καὶ K' . Καὶ κατὰ τὰς δύο δὲ ταύτας περιπτώσεις εὐρίσκομεν ὅτι τὰ διανύμενα διαστήματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλα σχέσιν, ἣν καὶ εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν εὐρομεν· τοῦτέστιν εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως διανύεται διάστημα τετραπλάσιον, εἰς τρεῖς ἐννεαπλάσιον καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅθεν δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι, καὶ ὅταν αἱ μάζαι τῶν κυλίνδρων K καὶ K' μηδενισθῶσιν, ὅτε τὸ πρόσθετον σῶμα N θὰ πίπτῃ ἐλευθέρως, τὰ διανύμενα διαστήματα θὰ εἶνε μὲν μεγαλύτερα, ἀλλ' ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγύθησαν. (1)

(1) Παράσθῃωμεν διὰ τοῦ M τὴν μάζαν ἐκπέρου τῶν κυλίνδρων K καὶ K' ,

70. Νόμος τῶν ταχύτητων. Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πῖπτον ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς 9, μέ. 80 (ἐν Ἀθήναις 9,799)· τουτέστιν ἐὰν τὸ σῶμα κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου παύσῃται ὑπείκον εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, θέλει ἐξακολουθήσει διανύον 9, μέ. 80 καθ' ἑκάστον δευτερόλεπτον. Ἐὰν ὅμως ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ καθ' ὅλον τὸ δεύτερον δευτερόλ., κτᾶται ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολ. 2×9 , μέ. 80, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου 3×9 , 80 κ. ἐξ. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Γεν νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ, ὅστις καλεῖται **νόμος τῶν ταχυτήτων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πῖπτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου τῆς πτώσεως. Ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύει καὶ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὰ πίπτοντα σώματα ἔχωσι μέγα βάρος ὑπὸ μικρὸν ὄγκον, οἷον σφαῖρα σιδήρεα, καὶ δὲν καταπίπτουσιν ἐξ ὑπερμέτρου ὕψους. Ὁ νόμος δ' οὗτος εἶνε ἀναγκαῖα ἀκολουθία τοῦ προηγουμένου νόμου, καθ' ὃν εἶδομεν ὅτι, ἐὰν τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλ. εἶνε $d=4$, μέ. 90, τότε τὰ διαστήματα τὰ διανυόμενα κατὰ τὰ ἐπόμενα δευτερόλεπτα εἶνε 3d, 5d, 7d, κ.λ.π. Τὰ διαστήματα δὲ ταῦτα διανύονται καὶ ἕνεκα τῆς βαρύτητος καὶ ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος κατὰ τὸ τέλος τῆς προηγουμένης μονάδος τοῦ χρόνου. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἕνεκα τῆς βαρύτητος ἐνεργούσης ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον διανύεται διάστημα d, συνάγομεν ὅτι τὰ ὑπολειπόμενα διαστήματα 2d, 4d, 6d διανύονται ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου, δευτέρου

διὰ τοῦ μ τὴν μᾶζαν τοῦ προσθέτου βάρους N, διὰ τοῦ g τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν παρέχει ἡ βαρύτης εἰς τὴν μᾶζαν μ καταπίπτουσαν ἐλευθέρως καὶ διὰ τοῦ γ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς μᾶζης μ παρασυρούσης τὰς δύο ἴσας μᾶζας M.

Ἐπειδὴ αἱ ἐπιταχύνσεις, αἱ ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδει εἰς δύο διαφόρους μᾶζας, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς μᾶζας ταύτας, θέλομεν ἔχει

$$\frac{\gamma}{g} = \frac{\mu}{2M + \mu} = \frac{N}{2B + N} \quad \text{διότι } N = \mu g \text{ καὶ } B = Mg \quad (\S 36)$$

Ἐὰν $N=20$ γρ. καὶ τὰ ἴσα βάρη K καὶ K' εἶνε ἴσα πρὸς 90 γρ. ἐκάτερον,

θέλομεν ἔχει $\gamma = \frac{1}{10}g = 0$, μέ. 98 καὶ $\delta = 0$, μέ. 49.

καὶ τρίτου δευτερολέπτου, ἅτινα εἶνε ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, ἦτοι τῶν χρόνων τῆς πτώσεως.

Ἡ ἐλευθέρα πτώσις σώματος εἶνε κίνησις ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, διότι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖται ἀδιαλείπτως ἐπὶ τοῦ σώματος μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐπιφέρει ἐν ἐκάστη μονάδι τοῦ χρόνου (δευτερολέπτου) ἴσην αὐξησιν ταχύτητος. Ἡ σταθερὰ δ' αὕτη αὐξησης τῆς ταχύτητος, ἡ καλουμένη ἐπιτάχυνσις, εἶνε ἴση πρὸς 9,80 ἦτοι ἀριθμῶς διπλάσιος τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸ διάστημα 4,90 τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερολέπτου.

71. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τῶν ταχυτήτων. Καὶ ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood. Ἀλλὰ πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἐν τῇ μεταβαλλομένῃ κινήσει καλεῖται ταχύτης καθ' ὅρισμένην χρονικὴν στιγμὴν ἡ ταχύτης τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως, ἥτις θὰ διεδέχεται τὴν μεταβαλλομένην κίνησιν, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ δύναμις ἡ παράγουσα ταύτην παύεται ἀπὸ τῆς χρονικῆς ἐκείνης στιγμῆς (§ 34). Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακόρυφου κανόνος μετὰθετον δίσκον διάτρητον, φέροντα δηλαδὴ ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπήν, ἥς ἡ διάμετρος εἶνε μικροτέρα τοῦ μήκους τῆς προσθέτου μάζης N. Καὶ τοῦτον μὲν προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 20, ἔνθα, ὡς γνωρίζομεν ἐκ τῶν προηγουμένων πειραμάτων, φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος K κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ δεύτερον δίσκον τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἡ μὲν πρόσθετος μάζα N θέλει ἐμπεδισθῇ ὑπὸ τοῦ διατρήτου δίσκου, ἐν ᾧ αἱ μάζαι τῶν κυλίνδρων K καὶ K' θέλουσιν ἐξακολουθήσει κινούμεναι ἰσοταχῶς ὡς ἀνάμει τῆς κτηθείσης ταχύτητος διανύουσιν ἐν μιᾷ μονάδι τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑπεκατομέτρων. (Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου βλέπομεν ὅτι ἡ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ κερτημένη ταχύτης ἐκφράζεται δι' ἀριθμοῦ διπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ διανυθὲν διάστημα.) Ἐὰν νῦν προσαρμόσωμεν τὸν διάτρητον δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἔνθα φθάνει ὁ κύλινδρος K εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ πλήρη εἰς τὴν διαίρεσιν 160, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ κύλινδρος K 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 K εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου· διότι διὰ μὲν τῆς εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου κτηθείσης ταχύτητος διηλύθη διάστημα 80 ὑφεκ., διὰ δὲ τῆς εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκ. Ὅθεν αἱ ταχύτητες, ἃς κτᾶται σῶμα πῖπτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογοι τῶν χρόνων τῶν δαπανηθέντων ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως.

72. Οἱ νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ ἐμπεριέχονται εἰς τοὺς ἑξῆς τύπους

$$\delta = \frac{1}{2} g x^2 \quad (1)$$

$$\kappa\alpha\iota \tau = g x \quad (2)$$

εἰς τοὺς ὁποίους τὸ δ παριστᾷ εἰς μέτρα τὸ εἰς x δευτερόλεπτα διανυθὲν διάστημα, τὸ τ τὴν μετὰ χρόνον x κτηθείσαν ταχύτητα, καὶ τὸ g τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος ἴσην πρὸς 9,80. Ἀπαλείφοντες ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὸν χρόνον x λαμβάνομεν τὸν τύπον

$$\tau = \sqrt{2g\delta} \quad (3).$$

Διὰ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) εὐρίσκομεν τὸ διάστημα ἢ τὴν ταχύτητα δοθέντος τοῦ χρόνου καὶ τὰν ἀπάλιν τὸν χρόνον δοθέντος τοῦ διαστήματος ἢ τῆς ταχύτητος. Διὰ τοῦ τύπου δὲ (3) εὐρίσκομεν τὴν ταχύτητα δοθέντος τοῦ διαστήματος ἢ τὰν ἀπάλιν τὸ διάστημα δοθείσης τῆς ταχύτητος.

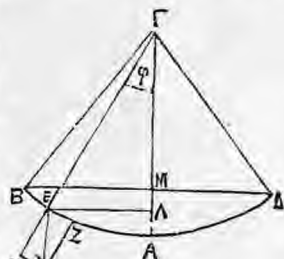
73. **Ἐκκρεμές.** Ἐκκρεμές ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινητὸν περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὅμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ράβδου φερούσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρας αὐτῆς βαρὺ σῶμα φακκειδές, εἰς τὸ ἀνώτερον δὲ χαλύβδινον ἔλασμα πρὸς ἐξάρτησιν (ἐκκρεμές ὥρολογίων). Τὸ ἀπλούστατον δὲ τῶν ἐκκρεμῶν ὁμοιάζον ἀρκούντως πρὸς τὸ θεωρητικὸν ἐκκρεμές ⁽¹⁾ σύγκειται ἐκ τινος νήματος λεπτοῦ, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον προσ-

(1) Καλεῖται ἐν τῇ Μηχανικῇ θεωρητικὸν ἢ ἀπλοῦν ἢ μαθηματικὸν ἐκκρεμές τὸ ἐκκρεμές ἐκεῖνο, εἰς ὃ νοοῦμεν τὴν μᾶζαν τοῦ βαρέος σώματος συγκεντρωθεῖσαν εἰς ἓν καὶ μόνον ὑλικὸν σημεῖον A (σχ. 53) ἐξηρηγμένον ἐκ σταθεροῦ σημείου Γ διὰ νήματος ΓΑ ὑποτιθεμένου ἀδαροῦς, εὐλυγίστου καὶ ἀνεκδοτοῦ, ὅπερ δηλ. δὲν δύναται νὰ ἐκταθῇ.

δένεται εἰς σταθερόν τι σημεῖον Γ (σχ. 53), κατὰ τὸ ἕτερον δὲ φέρει σῶμα οἰονόηποτε, εἶον μικρόν μετάλλινον σφαιρίδιον, οὕτινος τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἔστω τὸ σημεῖον Α.

Ἐὰν ἐκτοπίσαντες τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας φέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν ΓΒ καὶ τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τοῦτο ἔνεκα 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 μὲν, ἀλλ' οὐχὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης· διότι, ἂν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς τροχιᾶς, εἶον εἰς τὸ Ε, ἀναλύσωμεν τὴν κατακόρυφον δύναμιν ΕΘ τὴν παριστώσαν τὸ βάρος τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο συνιστώσας ΕΚ καὶ ΕΖ

καθέτους πρὸς ἀλλήλας, τουτέστι τὴν μὲν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος ΓΕ ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ ἀναιρουμένην, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΕΖ, δι' ἧς τὸ ἐκκρεμές φέρεται πρὸς τὸ Α, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστώσα ἐλαττωταὶ ἐλαττωμένης τῆς γωνίας φ. Ἀλλ' ὅταν τὸ ἐκκρεμές φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ΓΑ, δὲν ἡρεμεῖ, καί περ τῆς συνιστώσεως ΕΖ μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἔνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτᾶται κατὰ τὴν καθόδον, 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, ἀλλὰ μετὰ κινήσεως ἐπιβραδυνομένης, διότι κατὰ τὴν ἄνοδον ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Δ ἡ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην συνιστώσα ἐνεργεῖ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς τοσοῦτον ἐπιβραδύνεται κατὰ τὴν ἄνοδον, ὅσον ἐπιταχύνθη κατὰ τὴν καθόδον, τὰ τόξα ΒΑ καὶ ΑΔ ἔπρεπε νὰ εἴνε ἴσα· ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, τῆς τριβῆς κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως ἢ τῆς κάμψεως τοῦ νήματος, τὸ κέντρον τοῦ βάρους Β τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξα βαθμικῶν μικρότερα καὶ ἐπὶ τέλους τὸ ἐκκρεμές ἀκίνηται.



Σχ. 53.

Καλεῖται αἰώρησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἡ μετάθεσις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέ-

σεως 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 σφαιριδίου ἢ ἐν γένει τοῦ σώματος.

Σημ. Κυρίως τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶνε κατὰ τι μεῖζον τῆς ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος ἀποστάσεως τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως· ἀλλ' ἐὰν τὸ ἐκκρεμὲς ἀποτελῇται ἐκ βαρέος σώματος μικροῦ ὄγκου ἐξηρτημένου ἐκ λεπτοτάτου νήματος ἐλαχίστου σχετικῶς πρὸς τὸ τοῦ σώματος βάρος, ἡ διαφορὰ αὕτη ὡς ἐλαχίστη δύναται νὰ παραλειφθῇ.

74. Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς. Οἱ νόμοι οὗτοι περιλαμβάνονται ἐν τῷ ἑξῆς τύπῳ

$$x = \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$$

ἐνθα x παριστᾷ τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως, π τὸν λόγον τῆς περιφέρειας πρὸς τὴν διάμετρον, μ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ g τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος.

Α'. Ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως ἐκκρεμοῦς δὲν ὑπερβαίῃ τὰς 2 ἢ 3 μοίρας, αἱ αἰωρήσεις εἶνε *ισόχροναι*. Ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύει καὶ ἐν τῷ ἄερι, ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως εἶνε μικρόν καὶ τὸ σφαιρίδιον ἐκ πυκνῆς οὐσίας, οἷον μετάλλινον.

Β'. Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶνε *ἀνάλογοι* πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ μῆκους τοῦ ἐκκρεμοῦς. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν διάφορα ἐκκρεμῆ, ὧν τὰ μῆκη ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9..., εὐρίσκομεν ὅτι οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων θὰ ἔχωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3.... Κατὰ ταῦτα ἐκκρεμῆς ἔχον μῆκος 1 μέτρ. (ἀκριθέστερον 993 χ.μ. ἐν Ἀθῆναις) ἐκτελεῖ μίαν αἰώρησιν εἰς ἓν δευτερόλεπτον, 4 μέτρων εἰς 2 δευτερόλεπτα, 9 μέτρ. εἰς 3 δευτερόλεπτα καὶ οὕτω καθεξῆς.

Γ'. Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων ἐκκρεμοῦς ἐν διαφόροις τόποις τῆς Γῆς εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς ἐπιταχύνσεως.

75. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τοῦ ἐκκρεμοῦς. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τῶν πρῶτων τούτων νόμων λαμβάνομεν οἰκονομικὰ ἐκκρεμῆς καὶ ἐκτοπίσαντες αὐτὰ κατὰ μεγάλην γωνίαν μετροῦμεν τὸν χρόνον 10 π. χ. αἰωρήσεων καὶ εἶτα τὸν χρόνον 10 ἐπομένων αἰωρήσεων καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐξακολου-

Θεωντας οὕτω μέχρις ὅτου τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἀνεπαίσθητον, παρατηροῦμεν ὅτι οἱ χρόνοι κατ' ἀρχὰς μὲν ἑλαττοῦνται, εἴτα δὲ μένουσι σταθεροί, ὅταν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἑλαττον τῶν 2 ἕως 3 μαιρῶν. Ἀλλὰ καὶ μέχρι γωνίας 10 ἕως 15 μαιρῶν δὲν εὐρίσκομεν πειραματικῶς αἰσθητὴν διαφορὰν εἰς τοὺς χρόνους τῶν αἰωρήσεων. Διὰ τὸν ἀποδειχθῆ 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 μόνον αἰώρησιν, τὸ δεύτερον ἐκτελεῖ δύο αἰωρήσεις.

76. Χρῆσις τοῦ ἐκκρεμοῦς. Τὸ ἐκκρεμές ἐχρησίμευσε πρὸς εὗρεσιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος g εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ διαστήματος τοῦ διανυμένου κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον. Καὶ ὄντως ἐκ τοῦ τύπου

$$x = \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$$

λαμβάνομεν

$$g = \frac{\pi^2 \mu}{x^2}$$

Προσδιορίζοντες λοιπὸν τὸ μῆκος μ ἐκκρεμοῦς καὶ τὸν χρόνον x μιᾶς αἰωρήσεως εὐρίσκομεν τὴν τιμὴν τοῦ g .

Τοιαῦτα πειράματα γινόμενα κατέδειξαν ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις g δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἀλλ' ὅτι βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἥτοι τὰ σώματα πίπτουσι ταχύτερον εἰς τοὺς πόλους καὶ βραδύτερον εἰς τὸν ἰσημερινόν.

Αἰτίαι δὲ μεταβάλλουσαι τὴν ἐπιτάχυνσιν g εἶνε ἡ περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τῆς Γῆς καὶ τὸ περὶ τοὺς πόλους πεπιεσμένον αὐτῆς.

Ἡ περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικὴ κίνησις τῆς Γῆς ἀναπτύσσει φυγόκεντρον δύναμιν εἰς πάντα τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς κείμενα σώματα καὶ τοσοῦτῳ μειζονα, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ ἀκτίς τῆς περιστροφῆς, τουτέστιν ἡ ἀπόστασις $ΑΓ$ (σχ. 54) τοῦ ὑλικοῦ σημείου $Α$ ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς $ΡΦ'$, ἐπομένως εἶνε μείζων εἰς τὸν ἰση-

τὴν βαρύνουσα, ἣ ἐπιτάχυνσις ἐν Ἀθήναις εἶνε μέζων ἢ ἐν τῷ
Ἰσσημερυνῷ.

Διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ εὐρίσκουσιν ὅτι ἡ ἔντασις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως εἰς τὸν ἰσημερινὸν εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{289}$ περίπου τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ 289 εἶνε τὸ τετράγωνον τοῦ 17, ἡ δὲ φυγοκέντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος, ἔπεται ὅτι, ἐὰν ἡ περιστροφικὴ κίνησις τῆς Γῆς γίνηται δεκάκις ταχύτερα, ἡ ἑλξίς αὐτῆς ἐπὶ τῶν σωμάτων τῶν κειμένων εἰς τὸν ἰσημερινὸν θὰ ἰσορροπῇται περίπου ὑπὸ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, μάλιστα ἐμποδίζουσα τὰ σώματα ταῦτα ν' ἀπομακρυνθῶσιν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.

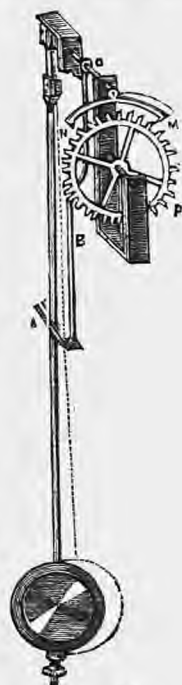
Δευτέρα αἰτία, δι' ἣν μεταβάλλεται ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, εἶνε, ὡς εἴπομεν, τὸ πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους τῆς Γῆς καὶ ἡ ἐξόγκωσις αὐτῆς περὶ τὸν ἡσημερινόν, ἥτις προήλθεν ἐκ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, ὅτε ἡ Γῆ ἦν ἐτι ἐν διαπύρῳ καὶ τεττηκυῖα καταστάσει. Ἐνεκα τοῦτου τὰ περὶ τοὺς πόλους σώματα τὰ καίμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς εἶνε πλησιέστερα πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, εἰς ὃ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι εἶνε συγκεντρωμένη ὅλη ἡ ἑλκτική δύναμις, τὰ δὲ περὶ τὸν ἡσημερινόν ἀπώτερα, καὶ διὰ τοῦτο τὰ πρῶτα ἕλκονται πλείοτερον τῶν δευτέρων, ἡ δ' ἔντασις τῆς βαρύτητος αὐξάνεται ἀπὸ τοῦ ἡσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἡ μεταβολὴ αὐτῇ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπιφέρει καὶ τὴν

αὐξήσιν τοῦ βάρους σώματα μεταφερομένου ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἥτις ὅμως δὲν δύναται νὰ εὐρεθῇ διὰ ζυγοῦ μετὰ φάλαγγος, διότι τὴν αὐτὴν αὐξήσιν βάρους ὑφίστανται καὶ τὰ σταθμά. Ἐὰν ὅμως σταθμῆσωμεν σῶμα τι δι' εὐπαθεστάτου μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ, ἀνευρίσκωμεν αἰσθητὴν διαφορὰν βάρους· οὕτως ὑπολογίζουσιν ὅτι τὸ ἀπόλυτον βάρος σώματος, ὅπερ εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔλκει ἐν χιλιόγραμμον, αὐξάνεται κατὰ 5118 χιλιοστόγραμμα, ὅταν μετενέγκωμεν αὐτὸ εἰς τὸν πόλον.

77. **Πείραμα τοῦ Foucault διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Ὁ Foucault κατὰ τὸ 1851 ἐξέτελεσεν ἐν Παρισίοις πείραμα διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς καταδεικνύον τὴν περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικὴν κίνησιν τῆς Γῆς. Τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault συνέκειτο ἐκ σφαίρας μεταλλίνης ὁμοιομεροῦς ἐξηκτημένῃς ἐκ σύρματος ἐπιμήκους (64 μέτρων) λεπτοῦ καὶ ἀστρέπτου. Ὑποθέσωμεν ὅτι διὰ τοιοῦτου ἐκκρεμοῦς περισώμεθα εἰς τὸν ἑτερον τῶν πόλων τῆς Γῆς καὶ ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρχίσεως εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος αὐτῆς, ὅστις εἰς τὸν πόλον ταυτίζεται μετὰ τῆς κατακόρυφου. Τοιοῦτον ἐκκρεμές αἰωρούμενον εἰς τὸν βορρῆον π.χ. πόλον τῆς Γῆς κινεῖται δυνάμει τῆς ἀδρανείας πάντοτε ἐν τῷ αὐτῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ Γῆ στρέφεται μὲν περὶ τὴν κατακόρυφον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς, ὁ δὲ παριστάμενος παρατηρητὴς στρεφόμενος μετ' αὐτῆς δὲν ἔχει συνειδήσιν τῆς περὶ τὴν κατακόρυφον περιφορᾶς αὐτοῦ, νομίζει ὅτι τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐν τῷ ὁποίῳ αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές, στρέφεται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς παρακολουθοῦν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων, καὶ ὅτι εἰς 24 ὥρας στρέφεται στροφὴν 360 μοιρῶν. Ἐν Ἀθήναις δὲ ἡ ἐν Παρισίοις ἢ φαινόμενη στροφή τοῦ ἐπιπέδου τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς 24 ὥρας εἶνε ἐλάττωον τῶν 360 μοιρῶν, ἐν δὲ τῷ ἰσημερινῷ ἴση τῇ μηδενί.

78. **Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια.** Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν μικρῶν αἰωρήσεων ὁ Huyghens ἐφάρμοσε κατὰ τὸ ἔτος 1657 τὸ ἐκκρεμές εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον. Πρὸς τοῦτο τὸ στέλεχος τοῦ ἐκκρεμοῦς (σχ. 55) διέρχεται διὰ δικράνου Α, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν τῆς κινήσεως εἰς δευτέρον στέλεχος Β συνδεδεμένον μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἄξονος Ο. Εἰς τὸν ἄξονα τοῦτον προσαρτᾶται ἡ ἄγκυρα ΝΜ φέρουσα εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς δύο ὀνυχας, οἵτινες εἰσέρχονται διαδοχικῶς καὶ καθ' ἐκάστην



Σχ. 55.

αἰώρησιν τοῦ ἐκκρεμοῦς μεταξὺ τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ P. Ὁ τροχὸς δ' οὗτος τείνει νὰ λάβῃ συνεχῆ καὶ ἐπιταχυνομένην κίνησιν κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν ὠρολογίου δυνάμει ἐλατηρίου ἢ βάρους, ὅπερ διατηρεῖ τὴν κίνησιν τοῦ ὠρολογίου. Ἐὰν τὸ ἐκκρεμές ἀκίνητῃ, ὁ τροχὸς συγχρατεῖται διὰ τοῦ ὄνυχος M καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὅλος ὁ μηχανισμὸς τοῦ ὠρολογίου. Τὸναντίον δέ, ὅταν τὸ ἐκκρεμές αἰωρῇται λαμβάνον τὴν ἐστιγμένην ἐν τῷ σχήματι θέσιν, ὁ συγχρατῶν ὄνυξ ἐκφεύγει καὶ ὁ τροχὸς στρέφεται μόνον κατὰ τὸ ἥμισυ τοῦ τόξου τοῦ μεταξὺ δύο ὀδόντων περιλαμβανομένου, διότι ὁ ἕτερος ὄνυξ N συναντῶν τὸν ὀδοντωτὸν τροχὸν ἐμποδίζει τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Ἄλλ' εἰς τὴν ἐπομένην αἰώρησιν, τοῦ ὀδόντος τοῦτου μένοντος ἐλευθέρου, ὁ τροχὸς στρέφεται καὶ αὖθις κατὰ τὸ αὐτὸ τόξον οὕτως, ὥστε εἰς ἐκάστην διπλὴν αἰώρησιν στρέφεται κατὰ τὸ τόξον, τὸ ὅποιον διαχωρίζει δύο ὀδόντας. Ἐπειδὴ δ' αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσόχρονοι, ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὅλος ὁ μετ' αὐτοῦ συνδεδεμένος μηχανισμὸς τίθεται διαδοχικῶς εἰς κίνησιν καὶ εἴτα ἀκίνητεϊ κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς δυνάμει τοῦ κινουντος αὐτὸν βάρους δίδει μικρὰν τινα ὥθησιν εἰς τὸ ἐκκρεμές καθ' ἐκάστην αὐτοῦ αἰώρησιν διὰ τῶν κεκλιμένων ἐπιπέδων, εἰς ἃ ἀπολήγουσιν οἱ ὄνυχες τῆς ἀγκύρας καὶ ἐπὶ τῶν ὁποίων ὀλισθαίνουσιν οἱ ὀδόντες τοῦ τροχοῦ, οὕτω δὲ τὸ ἐκκρεμές διατηρεῖ πάντοτε τὸ αὐτὸ πλάτος, ἂν καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ κάμψις τοῦ ἐκ χάλυθος ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ἐκκρεμές κρέμαται, τείνουσι διηγεκῶς νὰ καταστρέψωσι τὴν κίνησιν αὐτοῦ.

79. **ῤυθμόμετρον** (métronome) τοῦ Maelzel. Τὸ ὄργανον τοῦτο χρήσιμον εἰς πολλὰ πειράματα πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου, οἷον εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Atwood, σύγκειται ἐκ βραχέος ἐκκρεμοῦς, οὗτινος τὸ στελέχος φέρει δύο βάρη ἐν μὲν κάτωθεν τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαετήσεως τηρούμενον ἀμετάβητον, ἕτερον δὲ ἄνωθεν μετατιθέμενον ἐπὶ τοῦ στελέχους, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὀλισθαίνει μετ' ἡπίας τριβῆς. Ἐπὶ τοῦ στελέχους ἐκράχθη κλίμαξ φέρουσα ἀριθμοὺς, οἵτινες δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν αἰωρήσεων, ἃς ἐκτελεῖ τὸ ἐκκρεμές εἰς ἓν πρῶτον λεπτόν, ὅταν τὸ κινητὸν βᾶρος εὐρίσκηται ἐπ' ἐκείνης τῆς διαίρεσεως τῆς κλίμακος, ἣτις φέρει τὸν ἀριθμὸν τοῦτον. Ἐὰν π. γ. τὸ κινητὸν βᾶρος τεθῇ ἐπὶ τῆς διαίρεσεως 60, τότε τὸ ἐκκρεμές ἐκτελεῖ 60 αἰωρήσεις εἰς ἓν λεπτόν, ἣτοι δεικνύει δευτερόλεπτα.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

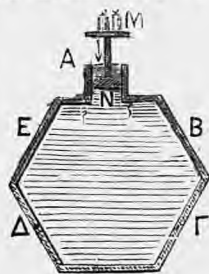
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝ ΙΣΟΡΡΟΙΑ.

80. **Ἡ ὑδροστατικὴ** πραγματεύεται περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν πιέσεων, ἃς ταῦτα ἐπιφέρουσιν ἢ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς μάζης αὐτῶν ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων, ἐντὸς τῶν ὑπείνων τὰ ὑγρά περιέχονται.

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν, οἷον τοῦ ὕδατος, ἔχουσι μερίστην ἐκκίνησιν ἕνεκα τῆς ἐλαχίστης μεταξὺ αὐτῶν ἐλκτικῆς δυνάμεως (τῆς συνοχῆς)· εἶνε δὲ τὰ ὑγρά τελείως ἐλαστικὰ σώματα καὶ ἐλάχιστον συμπιεστέα.

81. **Ὑδροστατικὴ ἀρχὴ ἢ ἀρχὴ τοῦ Pascal.** Τὰ ὑγρά μεταδίδουσι πᾶσαν πῖεσιν ἐπιφερόμενην ἐπὶ ἐπιπέδου μέρος τῶν τοιχωμάτων δοχείου πεπληρωμένου ὑγροῦ μετ' ἴσης ἰσχύος ἐπὶ παντὸς ἴσου ἐπιπέδου μέρος ληφθέντος ἢ ἐν τῷ ὑγρῷ ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Οὕτω π. χ. εἰς ἀγγεῖον πολυεδρικὸν ΒΓΔΕ (σχ. 56) πεπληρωμένον ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, ἐφαρμόζομεν εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ κυλινδρικὸν σωλῆνα Α καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβολέα Ν ἀκριβῶς ἐφαρμόζοντα ἄλλ' ἅνεν τριβῆς. Ἐὰν δ' ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπιθέσωμεν βάρος τι Μ, ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρεται πίεσις μεταδιδόμενη δι' αὐτοῦ καθέτως ἐφ' ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν τοῦ δοχείου τοιχωμάτων. Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς ἔχει ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγ. ὑφεικατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθὲν βάρος Μ ἴσεται πρὸς 1 χιλιάδρ.

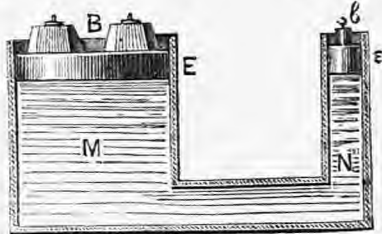


Σχ. 56.

τότε ἡ ἐπὶ παντὸς τετραγ. ὑφεκατ. τῶν τοιχωμάτων B, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων, π.χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 π. ὑφ., τὸ τοίχωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιογρ. καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

ΣΗΜ. Ἡ ὑδροστατικὴ ἀρχή, ἀπόρροια οὖσα τῆς φύσεως τῶν ὑγρῶν, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ βάρους αὐτῶν.

82. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς. Δύο κοίλοι κυλῖνδροι κατακόρυφοι Μ καὶ Ν (σχ. 57) διαφό-

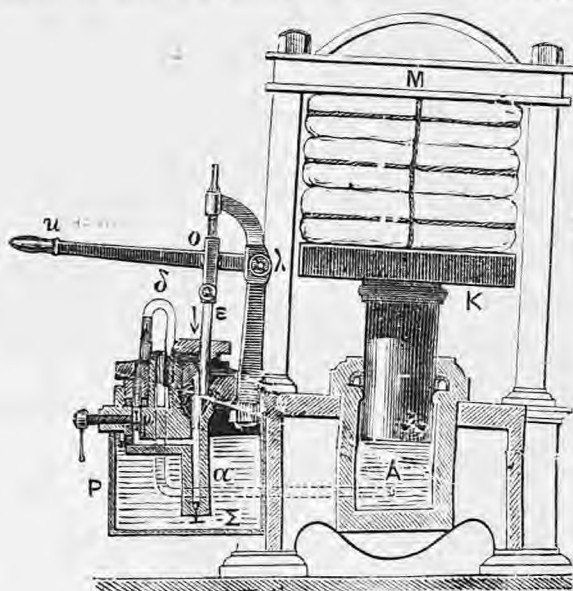


Σχ. 57.

ρου διαμέτρου, συγκοινωνοῦντες κάτωθεν δι' ὀριζοντίου σωλήνος, πληροῦνται ὕδατος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζονται οἱ ἐμβολεῖς Ε καὶ ε, οἷτινες κλείουσιν ὕδατοστεγῶς τοὺς κυλῖνδρους, ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε εἰκοσιπενταπλάσια τῆς τοῦ μικροῦ, βάρος θ ἐνὸς χιλιογρ. ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ε ἐπιτιθέμενον ἰσορροπεῖ βάρη Β 25 χιλιογρ. τιθέμενα ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβολέως Ε. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι πᾶν μέρος τῆς κάτω βάρσεως τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ἴσον πρὸς τὴν κάτω βάσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς 1 χιλιογρ.

83. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. Ἡ ὑδροστατικὴ αὕτη ἀρχὴ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ καλούμενον *ὕδραυλικὸν πιεστήριον*, ὄργανον χρησιμεύον πρὸς παραγωγὴν παρυμεγίστων πιέσεων. Συνίσταται δὲ ἐκ κοίλου κυλῖνδρου Α (σχ. 58) ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μετὰ παχέων τοιχωμάτων, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ κυλινδρικός ἐμβολεὺς Γ φέρων ἄνωθεν μεταλλίνην πλάκα σιδηρᾶν Κ, ἐφ' ἧς τίθεται τὸ πιεστέον σῶμα. Ἐπὶ τεσσάρων σιδηρῶν στύλων κεῖται ἀκλονήτως σιδηρᾶ πλάξ Μ παράλληλος τῇ πρώτῃ. Παρὰ τὸν κύλινδρον Α ὑπάρχει ὑδραντλία συγκειμένη ἐκ κοίλου κυλῖνδρου α, οἷτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς διαμέτρου τοῦ κυλῖνδρου Α. Ἐντὸς δὲ τοῦ μικροῦ κυλῖνδρου α κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δευτέρου εἶδους *λοκ* ὁ πλήρης ἐμβολεὺς ε. Ὅταν οὗτος ἀνέρχηται, ἡ ἐπιστομὴ Σ

ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξιμένης P εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α· ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζῃται, ἡ ἐπιστομὴ Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὀχετὸν τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α καταθλιβόμενον ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα μ, καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμποῦς σωλῆνος δ συνωθεῖται πρὸς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην δ' ἀνέλκυσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως α τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸν κύλινδρον Α εἰσρεῦσαν δὲν δύναται νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴ μ κλείει τὸν ὀχετὸν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἑκάστην ἀνέλκυσιν καὶ καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγα ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτως ἀνυψούμενος διηγεκῶς πιέζει τὸ σῶμα τὸ κείμενον μεταξὺ τῶν πλάκων K καὶ M. Ἐὰν νῦν

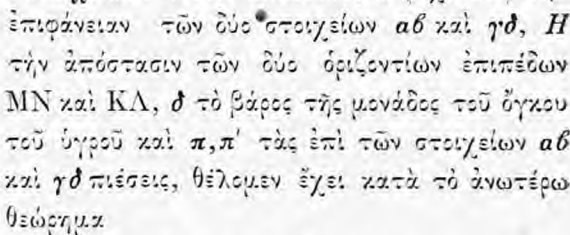


Σχ. 58

ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε ἑκατονταπλάσια τῆς τοῦ μικροῦ καὶ ὅτι ὁ βραχίον αλ τοῦ μοχλοῦ δοκ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ολ, δύναμις 50 χιλιόγραμ. κατὰ τὸ σημεῖον α ἐπιφερομένη δεκαπλάσιάζεται μὲν διὰ τοῦ μοχλοῦ, ἑκατονταπλάσιάζεται δὲ κατὰ τὴν ὑδροστατικὴν ἀρχήν, ἥτοι γίνεται ἐν ὅλῳ ἴση πρὸς 50,000 χιλιόγραμ. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τούτοις πρὸς δεκιμήν τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεβόλων, τῶν ἀπμολεβήτων, τῶν καλφ-

ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ


 ἐπιφάνειαν τῶν δύο στοιχείων $\alpha\beta$ καὶ $\gamma\delta$, H
 τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ὀριζοντίων ἐπιπέδων
 MN καὶ KL , δ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου
 τοῦ ὑγροῦ καὶ π, π' τὰς ἐπὶ τῶν στοιχείων $\alpha\beta$
 καὶ $\gamma\delta$ πιέσεις, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸ ἀνωτέρω
 θεώρημα



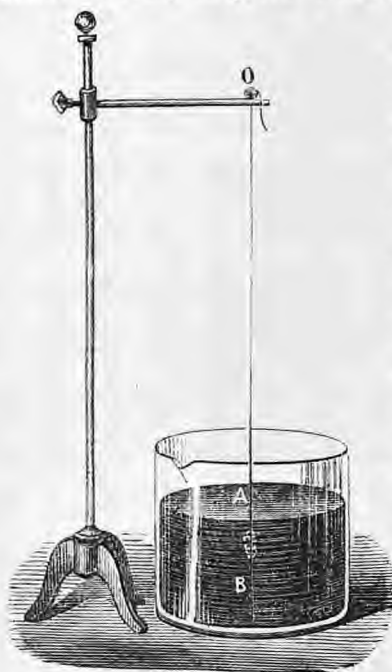
$$\pi' - \pi = \omega H \delta \quad (1).$$

Σ_7 . 59.

86. **Ἀεροστάθμη.** Ὅπως γνωσθῇ, ἐν ἐπίπεδόν τι εἶνε ὀριζόντιον, γίνεται γοῖσις ὁργάνου, ὅπερ καλεῖται ἀεροστάθμη καὶ σύγκριται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος

86. **Ἀεροστάθμη.** Ὅπως γνωσθῇ, ἐν ἐπίπεδόν τι εἶνε ὀριζόντιον, γίνεται γοῖσις ὁργάνου, ὅπερ καλεῖται ἀεροστάθμη καὶ σύγκριται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος

κυλινδρικοῦ BA (σχ. 61) κεκαμυλωμένου κατ' ἐλάχιστον πρὸς τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ. Ὁ σωλὴν πληροῦται οἰνοπνεύματος ἢ αἰθέρος, δηλ. ὑγρῶν, ἅτινα εἶνε

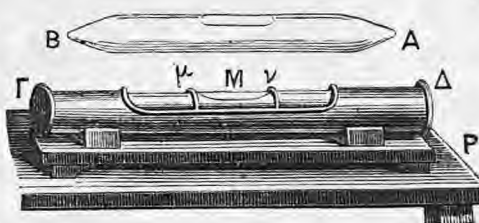


Σχ. 60.

87. Β'. Ἡ πείρα, ἥν ὑγρὸν τι ἔνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπιφέρει ἐπὶ ἐπιπέδου καὶ ὀριζοντίου πυθμένος ἀγγείου, ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑγροῦ κυλίνδρου ἔχοντος βάσιν μὲν τὸν

πυθμένα καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ· τούτεστιν οἱ ἴσας ἐπιφανείας ὀριζόντιοι πυθμένες δοχείων ἐχόντων τὸ αὐτὸ βάθος ἀλλὰ διάφορον σχῆμα καὶ πεπληρωμένων τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δέχονται ἴσας πιέσεις καὶ ἐπομένως ἀνεξαρτήτους τῆς ποσότητος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Τοῦτο δὲ καὶ πειραματικῶς ἀποδεικνύεται διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Haldat.

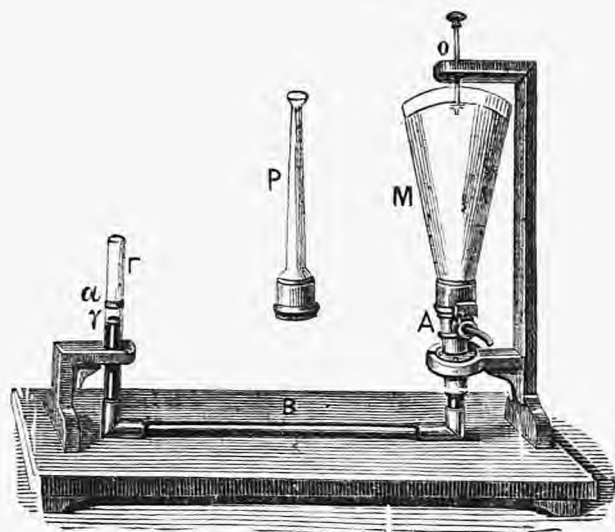
88. Συσκευὴ τοῦ Haldat. Ἡ συσκευὴ αὕτη σύγκειται ἐκ



Σχ. 61.



σωλήνες ABΓ (σχ. 62), ὅστις κάμπτεται εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἅκρα ὀρθὴν γωνίαν. Κατὰ τὸ ἕτερον ἅκρον αὐτοῦ Α δύνανται νὰ καλῶν διαδοχικῶς διάφορα ἑτεροσχήματα δοχεῖα ὑάλινα, εἶον τὰ Μ καὶ



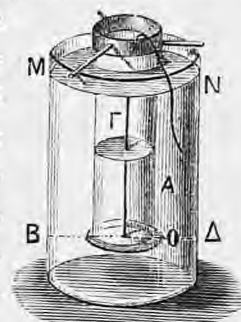
Σχ. 62.

ἔχοντα τὸ αὐτὸ ὕψος ἀλλὰ διάφορον χωρητικότητα. Ἐντὸς τοῦ σωλήνος ΓΒΑ χέομεν ὑδράργυρον, ὅστις ἀνυψοῦται εἰς ἀμφοτέρους βραχίονας Γ καὶ Α μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου οὕτως, ὥς πυθμὴν τοῦ δοχείου Μ ἢ P χρησιμεύει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Χέομεν εἴτα ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον Μ μέχρι ὀρισμένου ὕψους ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ μεταθέτου δείκτη Ο. Ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὑδραργύρου ἐπιφερομένη πίεσις ἀνυψοῖ αὐτὸν ἐν τῷ σωλήνῳ μέχρι σημείου τινὸς β, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ δακτυλίου α. Πληροῦντες εἴτα τὸ δοχεῖον Μ καὶ καλῶντες εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ δοχεῖον P καὶ πληροῦντες αὐτὸ ὕδατος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους, δεικνύει ἡμῖν ὁ δείκτης Ο, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸν βραχίονα Γ ἀνέρχεται ἀκριβῶς εἰς τὸ αὐτὸ καὶ πρότερον ὕψος.

Ἐὰν καλέσωμεν β τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένος, ν τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ στήλης καὶ θ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου $P = \theta \times$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι μικρὰ ποσότης ὑγροῦ δύναται πολλὰκις νὰ ἐπιφέρει μεγίστας πιέσεις. Πρὸς τοῦτο ἐφαρμόζομεν εἰς τὴν ἄνω βάσιν ξυλίνου κάδου σωλήνα μικρᾶς διαμέτρου καὶ ἀρκετοῦ ὕψους, εἰς 10 μέτρων, καὶ πληροῦμεν καὶ τὸν κάδον καὶ τὸν σωλήνα ὕδατος. Ὁ Pascal ἠδυνήθη οὕτω νὰ διαρρήξῃ τὸν ξυλινὸν κάδον.

89. **Ἄνωσις τῶν ὑγρῶν.** Τὰ ἀνώτερα στρώματα ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκομένου πιέζοντα τὰ κατώτερα ἀναπτύσσουσιν ἐπὶ τοῦτων ἀντίδρασιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἥτις καλεῖται *ἄνωσις τοῦ ὑγροῦ*. Ἡ ἄνωσις αὕτη, τὴν ὁποίαν ἀκούοντες αἰσθανόμεθα ἐμβαπτιζόμενοι τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ κάλλιον ἐντὸς τοῦ ὑδαργύρου, δύναται νὰ καταδειχθῇ πειραματικῶς ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν κοίλον κύλινδρον ὑάλινον Α (σχ. 63) ἀνοικτὸν καὶ κατὰ τὰ δύο ἄκρα καὶ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων λεπτὴν ὑάλινην πλάκα Ο ἢ κάλλιον φύλλον χαρτοῦ διὰ νήματος διαρχομένου διὰ τοῦ κυλίνδρου καὶ εἴτα ἐμβαπτιζόμεν αὐτὸν ἐντὸς ἀγγείου ΜΔ ἐμπεριέχοντος ὕδατος. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἡ πλάξ μένει προσκεκολλημένη καὶ ἂν χύσωμεν καὶ ὀλίγον ὕδωρ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Γ, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.



Σχ. 63.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν κλίνωμεν τὸν κύλινδρον ἢ λιάσωμεν σωλήνα, οὕτως τὸ κατώτερον ἄκρον νὰ κάμπηται οὕτως, ὥστε ἡ πλάξ νὰ τηρῇ θέσιν κεκλιμένην ἢ κατακόρυφον, ὅποτε ἀνευρίσκομεν τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει τὸ ὑγρὸν ἐντὸς τῆς ἰδίας αὐτοῦ μάζης. Τότε δὲ μόνον καταπίπτει ἡ λεπτὴ πλάξ Ο ἢ ὁ χαρτὴς, ὅταν χύσωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Γ ὕδωρ μέχρι τῆς ἐπιφανείας ΜΝ τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ δεχείῳ. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν ὅτι ἐπιφανεία τις ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρισκομένου δέχεται ἄνωσιν ἴσην τῇ βάρει τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπομένως ὅσον ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εὐρίσκεται εἰς μείζον βάθος, τόσον δέχεται μείζονα ἄνωσιν· τούτέστιν ἡ ἐπὶ ἐπιφανείας ἐντὸς ὑγροῦ πίεσις αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ βάθους.

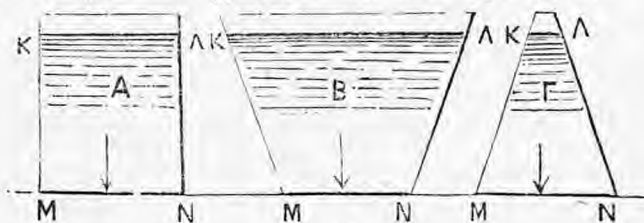
90. Γ'. **Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου.** Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὑγρὸν τι, εἰς ὃν ὕδωρ, ἐν ἰσορροπίᾳ,

μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB (σχ. 64). Ἡ ἐπὶ ὀρισμένον μέρος MN ἐπιπέδου τοιχώματος τοῦ ἀγγείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ τοίχωμα καὶ ἴση τῷ βάρει ὀρθῆς στήλης ὑγροῦ ἔχουσας βάσιν μὲν τὸ MN, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν ΚΛ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅθεν συνά-

Σχ. 64.

γομεν ὅτι, ὅσον τὸ τμήμα τοῦ τοιχώματος λαμβάνεται εἰς μείζον βάθος, τοσούτον καὶ ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, βαίνει αὐξανόμενη. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖον κενὸν ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, εἰς πλοῖον. Τμήμα τι τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ὑπὸ τοῦ ὕδατος καλυπτομένου μέρους τοῦ πλοίου δέχεται πίεσιν ἑξῶθεν, εἴαν θὰ ἐδέχετο ἐσωθεν, ἂν ἦτο πεπληρωμένον μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Ἡ ἐπὶ τοῦ μέρους MN τοῦ τοιχώματος πίεσις Π ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου $\Pi = \delta \times v \times \delta$, ἔνθα δ παριστᾷ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος, v τὴν ἀπόστασιν ΚΛ καὶ δ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου τοῦ ὑγροῦ, ἢ τοι τὴν πυκνότητά αὐτοῦ.

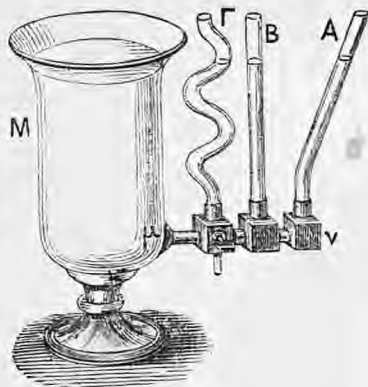


Σχ. 65.

91. Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου. Ὅσον τι ἐν ἰσορροπῇ ἐντὸς δοχείου εὐρισκόμενον ἐπιφέρει ἐφ' ὅλων ἐν γένει τῶν σημείων τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, αὐτὰ διαδρέχει, πίεσις, αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν κατακόρυφον καὶ ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις δυνατὸν ἄλλοτε μὲν νὰ εἶνε μικροτέρα τοῦ βάρους τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ, ἄλλοτε δὲ μεγαλυτέρα καὶ ἄλλοτε πάλιν ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ. Οὕτως ὑποθέσωμεν ὅτι τρία ἀβαρῆ ἀγγεῖα Α, Β, Γ (σχ. 65)

μεπληρωμένα ὑγροῦ τινος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ἀκριβοῶς ὕψους ἔχουσιν ἴσους ὀριζοντίους πυθμένας MN καὶ ὅτι τὸ ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν ἐν μὲν τῷ δοχείῳ A ἔχει βάρος 2 χιλιογρ. ἐν τῷ B 3 χιλιογρ. καὶ ἐν τῷ Γ 1 χιλιογρ. Κατὰ τὰ προειρημένα ἕκαστος τῶν πυθμένων τῶν τριῶν τούτων δοχείων δέχεται πίεσιν δύο χιλιογρ., ἥτις ἐν μὲν τῷ A εἶνε ἴση τῷ βάρει τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ, ἐν δὲ τῷ B μικροτέρα καὶ ἐν τῷ Γ ὑπερτέρα τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ὁμῶς τὰ τρία ταῦτα δοχεῖα θέσωμεν ἀλληλοδιαδόχως ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ, θέλομεν εὑρεῖ ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ εἶνε διάφορον τῆς ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσεως διὰ τὰ δοχεῖα B καὶ Γ, διότι ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ δὲν ἐπιδρᾷ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφερομένη πίεσις, ἀλλὰ καὶ αἱ κατακόρυφοι συνιστώσαι πασῶν τῶν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καθέτως ἐπιφερομένων πιέσεων· αἱ συνιστώσαι δ' αὗται εἰς μὲν τὸ δοχεῖον B βαίνουνσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, εἰς δὲ τὸ Γ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς δὲ τὸ A δὲν ὑπάρχουσι.

92. Δ'. **Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα.** Ὅταν δύο ἢ πλεονα ἀγγεῖα ἐμπεριέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν συγκοινωρῶσι πρὸς ἀλλήλα δι' ὄχετοῦ μν (σχ. 66), ἐπελθοῦσης ἰσορροπίας αἱ ἐλεύθερα ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν ἅπασι τοῖς ἀγγείοις A, B, Γ καὶ M εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Τοῦτο καλεῖται ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων.



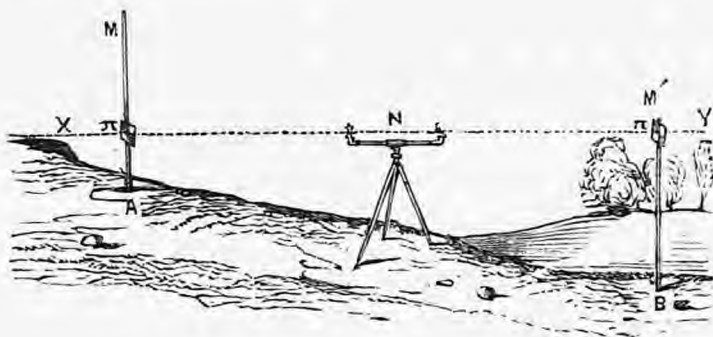
Σχ. 66.

Θεωρήσωμεν ἐπίπεδον κατακόρυφον καθέτως τέμνον τὸν ὀριζόντιον ὄχετόν μν καὶ διαχωρίζον τὸ ὑγρὸν τὸ εὐρισκόμενον εἰς δύο δοχεῖα, οἷον τὸ A καὶ τὸ B. Καλέσωμεν ω τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ὑγρᾶς ταύτης τομῆς. Η δὲ καὶ Η' τὰς ἀποστάσεις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς τομῆς ταύτης ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δοχεῖα A καὶ B. Τὰ ὑγρά μέρη τὰ ἀποτελοῦντα τὴν τομὴν ταύτην εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ καὶ ἐπομένως αἱ δύο πίεσεις Π καὶ Π' ἐνθεν καὶ ἐνθεν εἶνε ἴσαι. Ἀλλὰ κατὰ τὰ προειρημένα ἔχομεν

$$\Pi = \omega \chi \eta \chi \delta \quad \text{καὶ} \quad \Pi' = \omega \chi \eta' \chi \delta,$$

ἔνθα δ παριστᾷ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὕγρου. Ἐπειδὴ δὲ $\Pi = \Pi'$, ἔχομεν $\omega \chi \eta \chi \delta = \omega \chi \eta' \chi \delta$, ὅθεν $H = H'$.

Ἐὰν δεξαμενὴ ὕδατος τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνων μετὰ διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος δοχείων, παρατηροῦμεν ὅτι παρευθὺς τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν δοχείων εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται καὶ ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἐὰν δὲ εἷς τῶν σωλῆνων ἀποτμηθῇ κατὰ τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, τὸ ὕδωρ θέλει σχηματίσαι *πίδακα*, ὅστις θεωρητικῶς μὲν ὥφειλε νὰ ἐξικνηται μέχρι τοῦ ὕψους τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ, ἀλλ' ἐν τῇ ἐφαρμογῇ οἱ πίδακες δὲν φθάνουσιν εἰς τὸ ὕψος τοῦτο, διότι ἡ ταχύτης τῶν ἀναρριπτομένων μορίων τοῦ ὕδατος ἐλαττοῦται ἕνεκα τῆς τριβῆς τῆς παραγομένης ἐντὸς τῶν ὑδραγωγῶν σωλῆνων καὶ ἐπὶ τῶν χειλῶν τῆς ὀπῆς, ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἕνεκα τοῦ βάρους τῶν καταπιπτόντων μορίων.



Σχ. 67.

93. Ἡ ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ὑδραγωγεῖα τῶν πόλεων καὶ εἰς ὄργανόν τι καλούμενον ὑδροστάτης ἢ ὑδροχωροστάθμη, ὅπερ χρησιμεύει, ὅπως εὐρωμεν κατὰ πόσον σημειῖν τι A (σχ. 67) τοῦ ἐδάφους εἶνε ἀνώτερον ἄλλου τινὸς σημείου B. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ὀριζοντίου ὀρειχάλκινου σωλῆνος N μήκους ἐνὸς περίπου μέτρου, ὅστις καμπτόμενος κατ' ὀρθὴν γωνίαν κατὰ τὰ ἅκρα, ἐφ' ὧν κολληθῶσιν δύο ὕαλιναι κύλινδροι, στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος καὶ πληρούμενος ὕδατος μέχρι τοῦ μέσου τῶν ὕαλινων κυλίνδρων τοποθετεῖται μεταξύ τῶν δύο σημείων A καὶ B, ὧν τὴν διαφοράν τοῦ ὕψους προτιθέμεθα ν' ἀνεύρωμεν. Εἴτα διευθύνομεν διὰ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος ὀπτικήν ἀκτῖνα XΨ' πρὸς τοὺς κανόνας MA καὶ M'B, αἵτινες ἀναστηλοῦνται κατακορύφως κατὰ τὰ σημεῖα A καὶ B τοῦ ἐδάφους καὶ

φέρουσι κινητὰς πλάκας π.π. ἐχούσας κεχρωματισμένα εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν σημεῖα σκοπεύσεως, ἅτινα φέρομεν εἰς τὸ ὕψος τῆς ὀπτικῆς ἀκτίνος ΧΨ. Μετροῦντες δ' εἶτα τὰ ὕψη τῶν σημείων τούτων ἀπὸ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ὕψους πΒ τὸ ἔλασσον πΑ, εὐρίσκομεν κατὰ πόσον τὸ σημεῖον Α τοῦ ἐδάφους καίται ὑψηλότερον τοῦ σημείου Β.

94. Φυσικαὶ πηγαὶ καὶ ἀρτεσιανὰ φρέατα. Τὰ ὕδατα τῆς βροχῆς καὶ τὰ ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων προερχόμενα εἰσδύνοντα εἰς τὸ ἔδαφος καὶ διηθεύμενα διὰ πορωδῶν στρώματων ἀναφαίνοντα δύναμει τῶν νόμων τῆς ὑδροστατικῆς εἰς τὰς κλιτύς τῶν ὀρέων παράγοντα τὰς φυσικὰς πηγὰς καὶ τὰς κρήνας. Ἔνεκα τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως τὸ ὕδωρ ῥέον ἐντὸς ὑπογείων ὀχετῶν συναθροίζεται εἰς τὸν πυθμένα τῶν φρεάτων, ἅτινα κατασκευάζονται τεχνητῶς διὰ τρυπήσεως τοῦ ἐδάφους. Διὰ τῆς ἀρχῆς δὲ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, δι' ὧν, ὡς εἶδομεν, παράγεται πίδαξ, ἐξηγείται ἡ ἀνάστασις τοῦ ὕδατος εἰς τὰ φρέατα τὰ κληθέντα ἀρτεσιανὰ (artésiens) ἐκ τῆς ἐπαρχίας τῆς Γαλλίας Artois, ἐν ᾗ κατὰ πρῶτον ὠρύχθησαν τοιαῦτα. Πρὸς κατασκευὴν δ' αὐτῶν διατρυπῶσι κατακορύφως τὸ ἔδαφος (σχ. 68)

μέχρις ὅτου ἀγεύρωσιν ὑπόγειον στρώμα ὕδατος κείμενον μεταξὺ δύο κοιτασμάτων ἀδιαθρόχων, ὅποια ἰδίως εἶνε τὰ ἀργιλώδη. Πολλὰκις συμβαίνει τοιαῦτα ἀδιαθρόχα κοιτάσματα ἀρχόμενα ἀπὸ ὑψηλοτέρας τινὸς χώρας καὶ πλαγίως κατερχόμενα ὑπὸ τὸ ἔ-

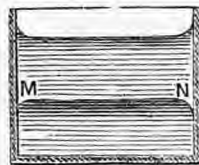


Σχ. 68.

δαφος νὰ σχηματίζωσιν ὑπὸ κοιλὰδα τινὰ λεκάναν ἀδιαθρόχου, μεταξὺ τῶν ὁποίων περιλαμβάνεται διὰθρόχον κοίτασμα, εἶον εἶνε τὸ ἀμμιώδες. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς τῆς καταπιπτούσης εἰς τὴν ὑψηλοτέραν ταύτην χώραν εἰσδύον εἰς τὸ ἔδαφος συναθροίζεται μεταξὺ τῶν δύο ἀδιαθρόχων κοιτασμάτων. Ἐὰν ὁμοῦ διατρυπηθῇ τὸ ἔδαφος μέχρι τοῦ ἀνωτέρου ἀδιαθρόχου στρώματος, τότε τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει διὰ τοῦ κατακορύφου τούτου πόρου καὶ σχηματίζει πολλὰκις πίδακα δύναμει τῆς

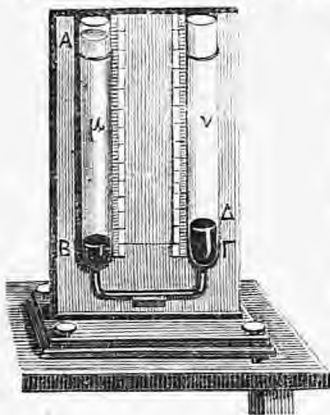
υδροστατικής πίεσεως. Τὰ βαθύτατα ἄρτεσιανὰ φρέατα εἶνε τὸ τοῦ Minden ἐν Πρωσσίᾳ βάθους 696 μέτρων καὶ θερμοκρασίας 33 βαθμῶν ἑκατομυῖατου, τὸ τῆς Grenelle καὶ τὸ τοῦ Passy ἐν Παρισίοις, ὧν τὸ πρῶτον ἔχει βάθος 548 μέτρων καὶ παρέχει ὕδωρ θερμοκρασίας 27 βαθμῶν, τὸ δὲ δεύτερον ἔχει βάθος 570 μέτρων καὶ παρέχει ὕδωρ 28 βαθμῶν.

95. **Ἰσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν.** Ὅταν διὰ φθορά ὑγρὰ μὴ ἐπιδεκτικὰ μίξεως, εἰς ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, βίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 69) ἡ διαχωρίζουσα τὰ ὑγρὰ ταῦτα ἐπίπεδον ὀρίζοντιον.



Σχ. 69.

96. **Ἰσορροπία ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων.** Ἐὰν εἰς δύο ὑαλίνους κυλίνδρους μ , ν (σχ. 70) συγκοινωνούντας κάτωθεν δι' ὀριζοντίου ὀχετοῦ χύσωμεν κατὰ



Σχ. 70.

πρῶτον ὑδράργυρον, οὗτος συμφῶνως τῇ προεκτεθείσῃ ἀρχῇ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνέρχεται εἰς ἀμφοτέρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν δ' εἴτα τὸν ἕτερον τῶν κυλίνδρων, εἰς 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. Ἐὰν δὲ νῦν προεκβάλωμεν τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον BF τὸ διαχωρίζον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου μέχρις ὅτου τέμῃ τὸν ἕτερον κύλινδρον, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη AB εἶνε τοσάκις μείζων τῆς ὑδραργυρικής ΓΔ, ὡσάκις ὁ ὑδράργυρος εἶνε πυκνότερος τοῦ ὕδατος· ἤτοι τὰ ὕψη τῶν στηλῶν τῶν δύο τοῦτων ὑγρῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἡ ὑδραργυρική στήλη ΓΔ εἶνε ἴση πρὸς 10 χιλιοστόμ.,

ἡ ὕδατινὴ AB θὰ εἶνε ἴση πρὸς 136 χιλιοστόμ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐντὸς τῶν συγκοινωνούντων τούτων δοχείων χύσωμεν κατὰ πρῶτον μὲν ὕδωρ, εἴτα δ' εἰς τὸ ἕτερον αὐτῶν ἔλαιον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐλαίου φθάνει εἰς ὕψος ἀνώτερον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

Ἡ ἐπίπεδος καὶ ὁριζοντία ἐπιφάνεια B ἡ διαχωρίζουσα τὸ ὕδωρ καὶ τὸν ὑδράργυρον πιέζεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ πίεσεως II ἴσης τῇ βάρει τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὕδατος. Ὅθεν $P = \omega XABX\mu$, ἐνθα μ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὕδατος, ἥτοι ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος. Ἐκ τῶν κάτω δὲ πρὸς τὰ ἄνω ἡ αὐτὴ ἐπιφάνεια δέχεται πίεσιν P' ἴσην τῇ βάρει τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου ΓΔ, ἥτοι $P' = \omega X\Gamma\Delta X\mu$, ἐνθα M τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὕδατος τοῦ ὑδραργύρου, ἥτοι ἡ πυκνότης αὐτοῦ.

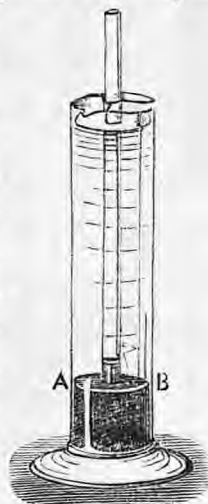
Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια ω εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, $P = P'$ καὶ ἐπομένως

$$\omega XABX\mu = \omega X\Gamma\Delta X\mu, \text{ ἥτοι } ABX\mu = \Gamma\Delta X\mu$$

$$\text{καὶ } \frac{AB}{\Gamma\Delta} = \frac{M}{\mu},$$

ἥτοι τὰ ὕψη τῶν ὑγρῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν.

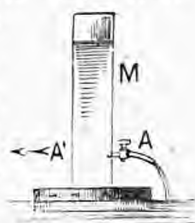
97. Πειραματικῶς δύναται νὰ καταδειχθῇ ἡ ἰσορροπία τῶν ἐτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων καὶ ὡς ἐξῆς. Ἐντὸς ὑαλίνου ὑποδοχείως (σχ. 71) χύνομεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ὑαλίνου σωλήνος ἀνοικτοῦ κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα. Εἴτα χύνομεν ἐν τῷ δοχείῳ περὶ τὸν σωλήνα ὕδωρ, τὸ ὅποῖον πιέζον τὸν ὑδράργυρον ἀναθιβάξει αὐτὸν ἐν τῷ κεντρικῷ σωλήνῳ. Ἄν ἤδη μετρήσωμεν τὴν στήλην τοῦ ὕδατος καὶ τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ἀρχόμενοι ἀπὸ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου AB τοῦ διαχωρίζοντος τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὕδατινὴ στήλη εἶνε 13,6 φορές μεγαλυτέρα τῆς ὑδραργυρικῆς.



Σχ. 71.

98. **Κίνησις παραγομένη κατὰ τὴν ἐκροὴν ὑγροῦ.** Στερεοῦντες δοχεῖον M (σχ. 72) ἐπὶ τεμαχίῳ φελλοῦ οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιπλήρῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφα-

νείας τοῦ ὕδατος καὶ ἀνοίγοντες ὅπῃ τινα Α πλησίον τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῆς ὀπῆς, τὸ δὲ δοχεῖον κινεῖται κατὰ φερόαν ἀντίθετον, ἣν δεκνύει τὸ βέλος Α'. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐν ᾧ πρότερον αἱ εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Α' πιέσεις ἰσορροποῦντο ἀμοιβαίως, ἡδὴ τῆς ὀπῆς ἀνοίγθεις ἡ μὲν εἰς τὸ Α πίεσις ἀναγκάζει τὸ ὕδρον νὰ ἐκρεύσῃ καὶ ἐπομένως ἐκλείπει ἡ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἐνέργεια αὐτῆς, ἡ δὲ εἰς τὸ Α' θέ-
 ται εἰς κίνησιν τὸ δοχεῖον κατ' ἀντίθετον φερόαν.



Σχ. 72.

99. **Υδραυλικὸς στρόβιλος.** Ὀμοίως λειτουργεῖ καὶ τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον **ὕδραυλικὸς στρόβιλος**, ὅπερ ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου δοχείου Μ (σχ. 73) εὐ-
 χερῶς περιστρεφομένου περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ πεπληρωμένου ὕδατος, φέροντος δὲ κάτωθεν μεταλλινὸν σωλῆνα Γ ὀριζόντιον καὶ



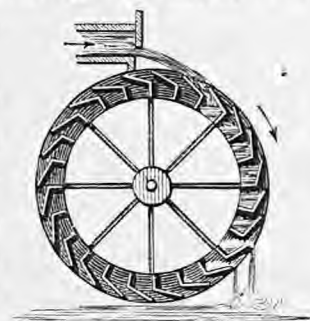
Σχ. 73.

καυαμμένον κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα ὀριζοντίως, ἀλλὰ κατ' ἀντιθέτους φεράς. Τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ ὀριζοντίου σωλῆνος, ἀλλὰ κατ' ἀντιθέτους φεράς, τὸ δὲ δοχεῖον στρέφεται περὶ τὸν κατακόρυφον αὐτοῦ ἄξονα κατὰ φερόαν ἀντίθετον τῆς ἐκροῆς τοῦ ὕδατος. Ἡ αὕτῃ ἀρχὴ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς ἄλλας ὑδραυλικὰς κινητήριους μηχανάς, αἵτινες καλοῦνται **ὕδροστρόβιλοι** (turbines).

100. **Υδραυλικὸς τροχός.** Ἡ πτώσις τοῦ ὕδατος εἶνε δύναμις, ἥς ποιούμεθα χρῆσιν πρὸς παραγωγὴν διαφόρων ἔργων, οἷα εἶνε π. χ. ἡ ἄλσις τοῦ σίτου. Ἀλλὰ πρὸς μετατροπὴν τῆς δυνάμεως ταύτης εἰς μηχανικὸν ἔργον ἀπαιτεῖται μηχανή, ἥτις καλεῖται **ὕδραυλικὸς τροχός**. Ὁ μᾶλλον ἐν χρήσει ὑδραυλικὸς τροχός (σχ. 74) ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλου τροχοῦ φέροντος σκαφίδας κεκλεισμένας ἐκατέρωθεν. Τὸ ὕδωρ καταρρέον εἰς τὰς σκαφίδας στρέ-

φει διὰ τοῦ βάρους αὐτοῦ τὸν τροχόν, ὅστις διὰ τοῦ ἄξονος αὐτοῦ δύναται νὰ κινήσῃ ποικίλα μηχανήματα, οἷον μύλολίθους.

Ἐάν ἡ διάμετρος τοῦ τροχοῦ, ᾗτοι τὸ ὕψος τῆς πτώσεως τοῦ ὕδατος, εἴνε 10 μέτρων, πίπτωσι δὲ καθ' ἑκάστον δευτερόλεπτον 75 χιλιόγραμμα ὕδατος (παροχὴ debit), λέγομεν ὅτι ὁ ὑδραυλικὸς αὗτος τροχὸς ἔχει δύναμιν 750 χιλιόγραμμόμετρων, ᾗτοι 10 ἵππων (ᾗ 37).



Σχ. 74.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ.

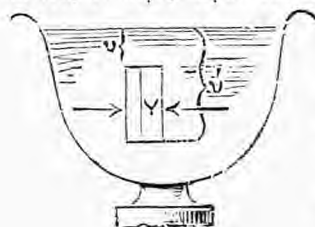
ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ.

ΗΥΚΝΟΜΕΤΡΑ, ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ.

101. **Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.** Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτὸς αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἐλξιν τῆς Γῆς ἀποτελοῦσαν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἀλλ' ἐν τοῖς ὑγροῖς πρὸς τῇ ἐλξει ταύτῃ τὸ σῶμα ὑφίσταται καὶ τὴν ἐνέργειαν ἄλλης δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑγροῦ ἐκπορευομένης, ἐνεργούσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακόρυφως καὶ ἴσης πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Τὴν ἀρχὴν ταύτην ἀνακαλύφθεισαν ὑπὸ τοῦ μεγάλου Ἑλλήνος μαθηματικοῦ Ἀρχιμήδους κατὰ τὸν 3ον π. Χ. αἰῶνα, καλεῖται ἐκ τοῦ ὀνόματος αὐτοῦ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους καὶ συντόμως διατυπώμεν ὡς ἑξῆς. *Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον εἴνε τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.* Οὕτως, ἐάν ἐκ τοῦ μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ ἐξαρτήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος τεμάχιον μολύβδου 114 γραμμ. καὶ βυθίσωμεν αὐτὸ ἐν θαλάσῃ πεπληρωμένῃ ὕδατος μέχρι στεράνης, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν ζυγὸς δεικνύει ἡμῖν βάρος 100 γραμμ., τὸ δ' ἕνεκα τῆς ἐμβεβαπτίσεως τοῦ μολύβδου ἐκχυθὲν ὕδωρ συλλεγόμενον εὐρίσκεται ἔχον βάρος 14 γραμμ. ᾗτοι τὸ ἐν τῷ ὕδατι ἀπολεσθὲν βάρος τοῦ μολύβδου ἴσεται τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος.

102. **Ἀποδείξις θεωρητικὴ.** Ἐν ἀγγεῖῳ πλήρει ὑγροῦ διατελοῦντος ἐν

ισορροπία υποθέσωμεν ἐμβυπτισμένον ὀρθὸν τετραγωνικὸν πρίσμα Υ' (σχ. 75), οὗτινος αἱ περίξ ἔδραι ἑστώσαν κατακόρυφοι. Αἱ πρὸς τὰ πλάγια ἔδραι ὑφίστανται πιέσεσι ἴσας καὶ ἀντιθέτους, διότι ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἔκτασιν καὶ εἶνε εἰς τὸ αὐτὸ βάθος.

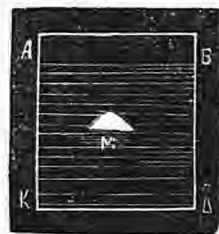


Ρχ. 75.

Αἱ ἐπὶ τῶν κατακορύφων παραπλευρῶν ἐπομένως ἑδρῶν πιέσεις ἐξουδετεροῦνται ἁμοιβαίως. Ἄν νῦν θεωρήσωμεν τὰς πιέσεις, ἃς ὑφίστανται αἱ δύο ὀριζόντιαι ἔδραι ἥτοι, ἡ ἄνω καὶ ἡ κάτω βάσις, βλέπομεν ὅτι ἡ μὲν ἄνω βάσις τοῦ πρίσματος δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἴσῃ τῷ βάρει στήλης ὕδατος, τῆς ἰσοῦς

βάσις μὲν εἶνε ἡ ἔδρα αὐτῇ, ὕψος δὲ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου. Ὡσαύτως ἡ κατωτέρα ὀριζόντια βάσις τοῦ πρίσματος δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσῃ τῷ βάρει στήλης ὕδατος ἐχούσης βάσιν μὲν τὴν βάσιν ταύτην, ὕψος δὲ τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου. Τὸ πρίσμα ἐπομένως ὠθεῖται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ δυνάμει ἴσῃ τῇ διαφορᾷ τῶν δύο τούτων πιέσεων, ἥτοι ἴσῃ πρὸς τὸ βάρος ὅγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ πρίσματος.

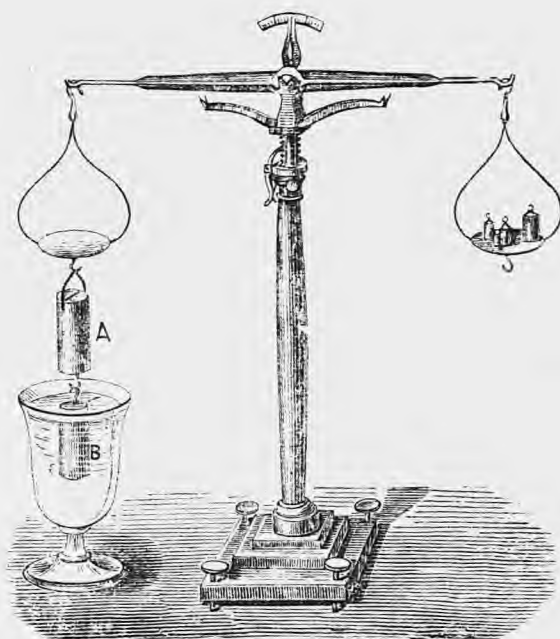
Ἐνταῦθα υποθέσωμεν ὅτι τὸ ἐμβυπτισμένον σῶμα εἶνε ὀρθὸν πρίσμα. Ἀλλ' οἷονδήποτε μορφήν καὶ ἂν ἔχῃ τὸ σῶμα, δυνάμεθα νὰ νοήσωμεν αὐτὸ ὡς συγκείμενον ἐξ ἀπειρίας ὀρθῶν καὶ κατακορύφων πρισμάτων, ὧν ἡ βάσις νὰ ἔχῃ ἔκτασιν ἀπείρως μικράν. Εἶνε φανερόν ὅτι ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον εἶνε τὸ βάρος ἴσου ὅγκου ὕγρου· τὸ σύνολον ἐπομένως τῶν ἀποτελούντων τὸ σῶμα πρισμάτων ὑφίσταται ἀπόλειαν βάρους ἴσῃ τῷ βάρει τοῦ ὕγρου, ὅπερ τὸ σῶμα ἐκτοπίζει.



Σχ. 76.

Τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν θεωρητικῶς καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς συλλογισμοῦ. Ἐκ τινος ὕγρου ΑΒΚΔ (σχ. 76) εὐρισκομένου ἐν δοχείῳ εἰς ἰσορροπίαν ἀποχωρίζομεν διὰ τῆς φαντασίας ὅγκον Μ ἔχοντα οἷονδήποτε σχῆμα. Ἡ ὕγρα αὕτη μᾶζα καίπερ ἔχουσα βάρος οὔτε καταπίπτει οὔτε ἀνέρχεται, ἀλλ' ἀκίνηται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πολλοῦ ὕγρου· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ περίξ ὕγρον ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ὕγρας ταύτης μάζης πιέσεις, ὧν ἡ συνισταμένη εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος τῷ βάρει αὐτῆς. Ἄν νῦν φαντασθῶμεν τὰ μόρια τῆς ὕγρας ταύτης μάζης στερεοποιούμενα, ἥτοι μεταβαλλόμενα εἰς μόρια ξύλου, μαρμάρου, σιδήρου, εἶνε εὐνόητον ὅτι αἱ περίξ ἐπιφερόμεναι πιέσεις δὲν θὰ μεταβληθῶσι, διότι αὗται ἐξαρτῶνται μόνον ἐκ τοῦ σχήματος τῆς μάζης ταύτης, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ὕλης συστάσεως αὐτῆς. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ μεμονωμένη αὕτη μᾶζα, ἐξ οἷασδήποτε ὕλης καὶ ἂν σύγκειται, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσῃ τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕγρου.)

+103. **Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.** Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κύλινδρους Α καὶ Β (σχ. 77), τῶν ὑποίων ὁ μὲν ἀνώτερος Α εἶνε κοῖλος, ὁ δὲ κατώτερος Β στερεός, ὅστις δύναται εἰσερχόμενος εἰς τὸν κοῖλον νὰ πληρῶσθαι ἀκριθῶς τὴν κοιλότητά αὐτοῦ, ἥτοι ὁ ὕγκος τοῦ στερεοῦ εἶνε ἴσος ἀκριθῶς τῇ χωρητικότητι τοῦ κοίλου. Εἰς δὲ

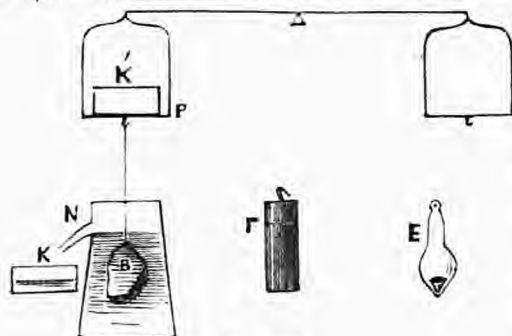


Σχ. 77.

τὴν ἐτέραν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητά. Ἐπειτα βυθίζοντες τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρὸν, βλέπομεν ὅτι ἀμέσως ἡ ἰσορροπία ταράσσεται, ἡ δὲ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα ὑπάρχουσι τὰ σταθμὰ, ἀλλὰ πάλιν ἀποκαθίσταται ἡ ἰσορροπία, ἐὰν πληρῶσωμεν ὑγροῦ τὸν κοῖλον κύλινδρον Α, οἷον εἶνε τὸ ὑγρὸν, ἐν τῷ ὁποίῳ εἶνε ἐμβεβαπτισμένος ὁ στερεὸς κύλινδρος Β. Ὡστε συνάγομεν ὅτι ὁ καταβυθισθεὶς στερεὸς κύλινδρος Β ὑφίσταται ἄνωσιν ὑπὸ τοῦ

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

104. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δύναται ν' ἀποδειχθῇ γενικώτερον διὰ τῆς ἀκολουθοῦσας συσκευῆς τοῦ Boudréaux, δι' ἧς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς, α') Ὅτι πᾶν σῶμα καίπερ βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται, εἴτε καθ' ὅλοκληρίαν ἐμβαπτίζεται εἴτε ἐν μέρει, ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον,



Σχ. 78.

ὅσον εἶνε 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 συγκρατεῖται ἐκ τινος δοχείου (σχ. 78) φέροντος πρὸς τὰ πλάγια μικρὸν σωλῆνα Ν, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὸ δο-

χεῖον ὕδατος. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα Β καὶ μικρὸν τι ἄγγειον Κ' ἰσορροποῦμεν ταῦτα διὰ σταθμῶν. Εἶτα ἐξερτῶμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐκ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ διὰ νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλῆνος Ν, καὶ συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Κ τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον Ρ τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανερχεται. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματισώμεν διὰ τοῦ κυλίνδρου Γ ἐμβαπτίζοντες αὐτὸν μέχρι ὠρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δεῖκνυσι ἡμῖν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κεχαραγμένη γραμμὴ. Ὡσαύτως λαμβάνομεν τὴν μικρὰν συσκευὴν Ε, ἥτις 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 ἄγγειον Κ μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τὸ ὁποῖον ἀποδεικνύει ὅτι ἡ συσκευή 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.

105. Ἐκ τῶν εἰρημένων συνάγομεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν διὰ τῆς

χειρὸς ἡμῶν ἐν τῷ ὕδατι σώμα τι καὶ ἀφίνωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

Α'. ($B > A$). Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἴνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου ὑγροῦ, εἰς τεμάχιον μολύβδου, νωπὸν ὥν ἐν καθαρῷ ὕδατι.

Β'. ($B = A$). Τὸ σῶμα ἐναιωρεῖται ἐν τῷ ὑγρῷ, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἴνε ἴσον τῷ βάρει ἴσου ὅγκου ὑγροῦ, εἰς νωπὸν ὥν ἐν ὕδατι περιέχοντι ὀλίγον μαγειρικὸν ἄλας.

Γ'. ($B < A$). Τὸ σῶμα ἀναδύεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἴνε ἔλασσον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου ὑγροῦ, εἰς φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι καταδύμενος. Κατὰ τὴν τρίτην ταύτην περίπτωσιν τὸ καταδύμενον ἐν τῷ ὑγρῷ σῶμα, ὡς ὁ φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι, ἐφ' ὅσον μὲν εὐρίσκεται ὅλος ἐν τῷ ὕδατι, ἐκτοπίζει ὕδωρ, οὕτως τὸ βάρος εἴνε μείζον τοῦ βάρους τοῦ φελλοῦ· ὅταν ὅμως φθάσῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος καὶ ἐπιπλέων ἰσορροπήσῃ, ἔχει βάρος ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὕδατος, ὅπερ τὸ ἐμβεβαπτισμένον μέρος τοῦ φελλοῦ ἐκτοπίζει. Τοῦτο δὲ παρατηρεῖται εἰς πάντα τὰ ἐπιπολάζοντα σώματα, εἰς εἰς λέμβον, πλοῖον κ.λ.π., ἅτινα ἔχουσι βάρος ἐν ὅλῳ ἴσον τῷ βάρει τοῦ θαλασσίου ὕδατος, ὅπερ ἐκτοπίζουσι. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς λέμβον εἰσέλθῃ τις ἔχῃ βάρος 75 χιλιόγρ., ἡ λέμβος θέλει βυθισθῇ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ ἐκτοπίσῃ ἐπὶ πλεόν 75 χιλιόγρ. θαλασσίῳ ὕδατι.



Σχ. 79.

106. Κολυμβητὴς τοῦ Καρτεσίου.

Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης πραγματοποιοῦνται πᾶσαι αἱ περιπτώσεις, καθ' ἃς σῶμα τι ἐπιπολάζει, αἰωρεῖται ἢ βυθίζεται ἐν ὑγρῷ. Συνίσταται δ' αὕτη ἐκ μικρᾶς κοίτης ὑαλίνης σφαίρας (σχ. 79) διατηρεύσης ὅγκου σταθερόν, φερούσης ὑποκάτωθεν μικρὰν ὀπὴν Ο καὶ ἐμπεριεχούσης ἀέρα καὶ τόσον ὕδωρ, ὥστε ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ πληροῦντος τὸν κύλινδρον Κ, ὅστις κλείεται ἄνωθεν καλῶς διὰ λεπτοῦ δέρματος ἢ ἐλαστικοῦ κόμματος. Ἐὰν τότε πιέσωμεν τὸ δέγμα διὰ τοῦ δακτύλου, ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται εἰς τὸν ἀέρα καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὸ ὕδωρ, ὅπερ πιέζον τὸν ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέρα εἰσέρχεται ἐν μέρει ἐντὸς αὐτῆς καὶ

καθιστᾷ αὐτὴν βαρυτέραν τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, οὕτω δὲ αὕτη βυθίζεται. Ἐὰν κανονίσωμεν τὴν πίεσιν οὕτως, ὥστε ἡ σφαῖρα διὰ τοῦ εἰσερχομένου ὕδατος νὰ καταστῇ ἰσοβαρὴς πρὸς τὸ ἐκτοπιζόμενον ὕδωρ, τότε αὕτη ἐναίωρεῖται εἰς οἰονόητος βάθος θέλομεν. Ἄν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν, ἡ σφαῖρα κατέρχεται, ἂν δ' ἐλαττώσωμεν αὐτὴν τὸ εἰς τὴν σφαῖραν εἰσελθόν ὕδωρ ἐξέρχεται, ἡ σφαῖρα καθίσταται ἐλαφροτέρα καὶ ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας.

107. Κολύμβησις. Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ἔχει ἐν γένει βάρος μικρότερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος γλυκέος καὶ ἐτι μᾶλλον θαλασσίου, διότι τοῦτο εἶνε πυκνότερον τοῦ πρώτου. Ὡστε φυσικῶς τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ἐπιπλάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ παρὰ τῷ ἀνθρώπῳ ἡ κεφαλὴ ἔχει πολὺ βάρος σχετικῶς πρὸς τὸ βάρος τῶν κάτω ἁκρων, ὃ δὲ θέλων νὰ διατηρήσῃ τὸ σῶμα αὐτοῦ κατακόρυφον ἐν τῷ ὕδατι εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῇ ἰσορροπίᾳ καὶ ἡ κεφαλὴ αὐτοῦ τείνει νὰ βυθισθῇ. Εἰς τὰ τετράποδα ὅμως ζῶα τοῦναντίον ἡ κεφαλὴ ἔχει βάρος σχετικῶς μικρότερον καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα εὐρίσκόμενα ἐν εὐσταθεῇ ἰσορροπίᾳ φύσει κολυμβῶσιν. Ὁ πνευγὶς ἀνέρχεται μετὰ τινὰς ἡμέρας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, διότι αὐξάνεται κατὰ τὸν ὄγκον ἀναπτυσσόμενων ἐν αὐτῷ ἀερίων.

108. Εἰδικὸν βάρος. Ἐὰν διάφορα σώματα, οἷον ξύλον, χαλκόν, μόλυβδον λάθωμεν ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον καὶ σταθμίσωμεν αὐτὰ, εὐρίσκομεν ὅτι ἔχουσι διάφορον βάρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος ἐνὸς ἐξ αὐτῶν λάθωμεν ὡς μονάδα καὶ πρὸς αὐτὸ συγκρίνωμεν τὸ βάρος πάντων τῶν ἄλλων σωμάτων, εὐρίσκομεν τὸ καλούμενον *εἰδικὸν βάρος* αὐτῶν. Κατὰ συνθήκην δ' ἐλήφθη ὡς μονὰς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν ὕδωρ ἀπεσταγμένον θερμοκρασίας 4° πληροῦν ποτήριον ζυγίζῃ 100 γραμμ., ὑδράργυρος δὲ πληρῶν τὸ αὐτὸ ποτήριον ζυγίζῃ 1359 γραμμ., τοῦτο δηλοῖ ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἶνε 13,59 φορές πυκνότερος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τούτων συνάγομεν τὸν ἐξῆς ὀρισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων. *Εἰδικὸν βάρος σώματος τιнос καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0° πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4°.*

109. Μέθοδοι πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν

στερεῶν σωμάτων. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου τοῦ ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου νήματος τὸ σῶμα (σχ. 80) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ



Σχ. 80.

διὰ σταθμῶν B τιθεμένων ἐν τῷ ἐτέρῳ δίσκῳ, ἕτινα 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' ἀραιρώσωμεν τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ ἐτέρου δίσκου, ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν β, ἕτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, κάτωθεν τοῦ ὁποίου κρέμεται τὸ σῶμα, καὶ τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους παριστῶσι τὸ βάρος ὅγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος. Τοῦτων γεννημένων εὐρίσκωμεν ὅτι τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος δ ἰσοῦται τῷ λόγῳ τῶν βαρῶν B καὶ β, ἥτοι ἔχομεν

$$\delta = \frac{B}{\beta}$$

ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι τεμάχιον μαρμαῦρου ἔχει βάρος 284 γραμμ. ἐν τῷ ἀέρι καὶ ὅτι ἐν τῷ ὕδατι καταδύμενον, ὡς δεῖκνυται τὸ σχῆμα, ὑφίσταται ἄνωσιν, ἣν ἰσορροποῦμεν διὰ σταθμῶν ἴσων πρὸς 100 γραμμ. Τοῦτο δηλοῖ ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ μαρμαῦρου εἶνε $284/100 = 2,84$.

Πρὸς εὐρείαν ὁμῶς τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἀκριβεστέρα εἶνε ἡ μέθοδος διὰ τῆς λήκυθου, ἥτις εἶνε μικρὰ φιάλη σφραγισμένη διὰ πώματος ἐσφυρισμένου ἀλλὰ κοίλου, φέροντος πρὸς τὰ ἄνω μικρὸν καὶ στενὸν σωλήνα A (σχ. 81) ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλήνος ὑπάρχει κεκαταγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὴν λήκυθον ὕδατος ἀπεσταγμένου. Θέτομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ τὴν λήκυθον πλήρη ὕδατος καὶ παρακειμένως μικρὰ τεμάχια τοῦ σώματος, οὕτως θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος, καὶ ἰσορροποῦμεν τὸ ὅλον διὰ λεπτῶν χόνδρων μολύβδου. Εἴτα ἀραιροῦμεν τὸ σῶμα καὶ



Σχ. 81.

ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ, μέχρις ὅτου ἐπανεέλθῃ ἡ αὐτὴ ἰσορροπία. Τὰ σταθμὰ ταῦτα Β παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι. Κατόπιν ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ καὶ εἰσάγομεν τὰ τεμάχια τοῦ σώματος ἐν τῇ ληκύθῳ, ἀφαιροῦμεν δὲ τὸ πλεονάζον ὕδωρ διὰ ναστοῦ χάρτου καὶ σπογγίζομεν ἐπιμελῶς τὴν ληκύθον. Εἶνε φανερόν ὅτι τὸ σῶμα ἐξεδίωξεν ἐκ τῆς ληκύθου ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ ἑαυτοῦ. Θέτομεν μετὰ ταῦτα τὴν ληκύθον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ καὶ διὰ σταθμῶν β ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν· τὰ σταθμὰ β παριστῶσι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος, ὅθεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος εἶνε

$$d = \frac{B}{\beta} \quad (1).$$

ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Λευκόχρυσος	21,35	Κασσίτερος	7,29
Χρυσός	19,33	Ψευδάργυρος	7,2
Μόλυβδος	11,38	Ἀδάμας	3,5
Ἄργυρος	10,5	Μάρμαρον	2,84
Χαλκός	8,9	Ἀργίλλιον	2,57
Νικέλιον	8,28	Ἰάλος	2,5
Χάλυψ	7,7	Θεῖον	2
Σίδηρος χυτός	7,6	Φελλός	0,24

110. Ὅταν τὸ σῶμα εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, προσδιορίζομεν τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος πρὸς ἄλλο ὑγρὸν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τοῦτο εἶνε ἀδιάλυτον. π. χ. τοῦ σακχάρου ἐν τῷ ἐλαίῳ, ἐν τῷ ὁποίῳ τοῦτο εἶνε ἀδιάλυτον καὶ οὐτινος τὸ εἰδικὸν βάρος εἶνε γνωστόν. Ἐστω Β τὸ βάρος τεμαχίου σακχάρου, Β' τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἐλαίου καὶ β τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος. Τὸ $\frac{B}{B'}$ παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σακχάρου ὡς πρὸς τὸ ἔλαιον. Ὅμοίως τὸ $\frac{B}{\beta}$ παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἐλαίου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ. Καὶ ἐπομένως διὰ νὰ εὗρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σακχάρου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν τὸ γινόμενον τῶν εἰδικῶν τούτων βαρῶν, διότι $\frac{B}{B'} \times \frac{B'}{\beta} = \frac{B}{\beta}$, τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ ζητούμενον.

Εἰς τὸν τύπον (1) $\delta = \frac{B}{\theta}$ ὁ παρονομαστής θ παριστᾷ τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἰσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος. Ἄλλ' ἐν τῷ δεκαδικῷ μετρικῷ συστήματι ἐν κυβ. ὕφεκ. ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας 4° ζυγίζει ἐν γραμμ., καὶ θ κυβ. ὕφεκ. ζυγίζουσι θ γραμμάρια· ἐπομένως διὰ τὸ ὕδωρ ὁ ἀριθμὸς ὁ παριστῶν τὸ βάρος αὐτοῦ παριστᾷ καὶ τὸν ὄγκον αὐτοῦ, ἤτοι

$$\theta = \theta,$$

ἐνθα θ παριστᾷ τὸν ὄγκον τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ τοιοῦτος εἶνε καὶ ὁ ὄγκος τοῦ σώματος, οὗτινος τὸ βάρος εἶνε B . Ὡστε ὁ ἀνωτέρω τύπος (1) δύναται νὰ γραφῇ καὶ οὕτω

$$\delta = \frac{B}{\theta} \quad \text{καὶ} \quad B = \theta \times \delta$$

Ἐνεκὰ τούτου δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν ὅτι εἰδικὸν βάρος σώματός τινος εἶνε ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος πρὸς τὸν ὄγκον αὐτοῦ ἢ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος. Ὡσαύτως δὲ ὅτι τὸ βάρος σώματος τινος ἰσοῦται τῷ γινομένῳ τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ.

Παράδειγμα. Ζητήσωμεν τὸ βάρος πρισματικῆς στήλης ἐκ μαρμάρου, ἥς ἡ βάσις εἶνε τετράγωνον, οὗτινος ἡ πλευρὰ ἰσοῦται πρὸς 50 ὕφεκ. τὸ δὲ ὕψος πρὸς 2 μέτρα, τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ μαρμαρίου ὄντος ἰσου πρὸς 2,837. Ὁ ὄγκος τοῦ μαρμαρίνου τούτου πρίσματος εἶνε ἶσος πρὸς $5 \times 5 \times 20$ κυβ. ὑποδ. τὸ δὲ βάρος ἴσον πρὸς $5 \times 5 \times 20 \times 2,837$ χιλιόγραμμα.

111. Εἰδικὸν βάρος ὑγρῶν. Καὶ τῶν ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος δύναται νὰ εὗρεθῇ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου σύρματος λευκοχρόσου ὑάλινον δοχεῖον ἀεροστεγῶς κεκλεισμένον καὶ ἐμπεριέχον ὑδράργυρον ἢ χόνδρους μολύβδου, ὅπως βυθίζεται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν, καὶ ἰσορροποῦμεν τοῦτο διὰ βαρῶν, τὰ ὅποια θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου τοῦ ζυγοῦ. Εἶτα ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον (σχ. 82) ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος γνωστῆς θερμοκρασίας καὶ ἔστω B τὸ βάρος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐξ οὗ κρέμαται τὸ δοχεῖον, ἵνα ἐπανέλθῃ ἡ ἰσορροπία. Ἐμβαπτίζομεν ἔπειτα αὐτὸ ἐν τῷ ὑγρῷ, τοῦ ὁποίου τὸ εἰδικὸν βάρος πρόκειται νὰ εὗρεθῇ, ἀλλ' ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔστω δὲ β τὸ βάρος τὸ ἐπαναφέρων ὡς πρότερον τὴν ἰσορροπίαν. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ βάρη β καὶ B παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὀγκῶν τὸ μὲν τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος πρὸ-



Σχ. 82.

κειται νὰ εὕρεθῇ τὸ εἰδικὸν βάρος, τὸ δὲ ὕδατος. Ἐπομένως τὸ ζυγούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕγρου εἶνε

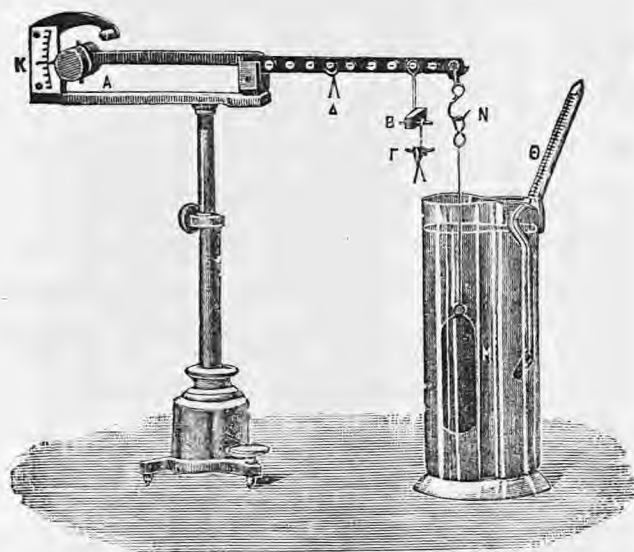
$$\delta = \frac{\beta}{B} \quad (2).$$

112. Τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν εὐρίσκεται ἀκριθέστερον διὰ τῆς ληκύθου. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν μικρὰν ὑαλίνην λήκυθον, ἥτις σύγκαιται ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου φέροντος πρὸς τὰ ἄνω λεπτόν σωλήνα ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον πεπωματισμένον δι' ὑαλίνου πώματος χρησιμεύοντος πρὸς κώλυσιν τῆς ἐξατμίσσεως τοῦ ὕγρου, ἐὰν τοῦτο τυγχάνῃ πτητικόν, ὡς τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθέρ κ.λ.π. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλήνος εἶνε κεχαραγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποίου πρέπει ἐκάστοτε νὰ πληρῶται ἡ συσκευὴ ὕγρου. Ζυγίζομεν τὴν συσκευὴν τὸ μὲν πρῶτον κενήν, εἶτα δὲ πεπληρωμένην ὕδατος ἀπεσταγμένου μέχρι τοῦ ὠρισμένου σημείου καὶ εἶτα πλήρη μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ ὕγρου, οὕτως ζυγεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος. Ἐὰν π.χ. ἡ λήκυθος κενὴ μὲν ζυγίξῃ 50 γραμμ., πλήρης δ' ὕδατος ἀπεσταγμένου 130 γραμμ. καὶ πλήρης οἶνοπνεύματος 118 γραμμ., συνάγομεν ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε ἴσον πρὸς

$$\frac{118-50}{130-50} = 0,85.$$

113. **Ὑδροστατικὸς ζυγὸς τοῦ Mohr.** Πολλὰκις μεταχειρίζονται πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν τὸν ἄνευ σταθμῶν ὑδροστατικὸν ζυγὸν τοῦ Mohr. Ἡ φάλαγγς τοῦ ζυγοῦ τούτου φέρει πρὸς τὸ ἐν ἄκρον ἐξηρτημένον ὑαλινὸν πλωτήρα M (σχ. 83), ὅστις καταδύεται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν ὁ πλωτήρ οὗτος ἰσορροπεῖται ἐν τῷ ἀέρι διὰ τινος σταθεροῦ βάρους A, ὅπερ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἄκρου τῆς φάλαγγος. Ὁ πρὸς τὰ δεξιὰ βραχίον τῆς φάλαγγος φέρει 10 διαιρέσεις ἴσων ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχούσας, ἐκ τῶν ὁποίων δύνανται νὰ ἐξαρτηθῶσι διάφορα βάρη B, Γ, Δ, ὧν τὸ πρῶτον B παριστᾷ τὴν ἄνωσιν, ἣν ὑφίσταται ὁ πλωτήρ βυθιζόμενος ἐν ἀπεσταγμένῳ ὕδατι θερμοκρασίας 15°, ἣν παρέχει τὸ θερμόμετρον Θ, τὰ δὲ δύο ἄλλα Γ καὶ Δ ἔλκουσι τὸ δέκατον καὶ τὸ ἑκατοστὸν τοῦ

πρώτου. Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ὑγροῦ τινος ἀραιωτέρου τοῦ ὕδατος ὁ μὲν πλωτὴρ M καταδύεται ἐν τῷ ὑγρῷ τούτῳ, ὁ δὲ ζυγὸς ἰσορροπεῖται διὰ τῶν βαρῶν B, Γ, Δ τιθεμένων εἰς τὰς διαιρέσεις οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγγς νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητά. Οἱ ἀριθμοί, οὓς φέρουσιν αἱ διαιρέσεις ἐξ ὧν ἐξηρτήθησαν τὰ βάρη, δεικνύουσιν ὁ μὲν πρῶτος τὰ δέκατα, ὁ δὲ δεύτερος τὰ ἑκατοστὰ καὶ ὁ τρίτος τὰ χιλιοστὰ τῆς ζητουμένης πυκνότητος. Οὕτως ἐὰν ὁ πλωτὴρ βυθισθῇ ἐντὸς



Σχ. 83.

οἰνοπνεύματος καὶ πρὸς ἰσορροπίαν τὸ μὲν πρῶτον βάρη B κεῖται εἰς τὴν διαίρεσιν 8, τὸ δὲ δεύτερον εἰς τὴν διαίρεσιν 2 καὶ τὸ τρίτον εἰς τὴν διαίρεσιν 5, ἡ ζητουμένη πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 0,825. Ἐὰν πλείονα βάρη, εἴεν τὸ B καὶ τὸ Γ, εἶνε ἐξηρτημένα ἐκ τῆς αὐτῆς διαιρέσεως, εἴεν τῆς διαιρέσεως 8, τὸ δὲ τρίτον Δ ἐκ τῆς διαιρέσεως 4, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, τότε ἡ ζητουμένη πυκνότης εἶνε 0,884. Ἐὰν τὸ ὑγρὸν εἶνε πυκνότερον τοῦ ὕδατος, τότε ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ἀγκίστρου N ἐν ἡ δύο βάρη ἴσα τῷ B, ὧν ὁ ἀριθμὸς παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀκεραίων μονάδων τῆς ζητουμένης πυκνότητος.

ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Υδράργυρος..	13,596	Θαλάσσιον ὕδωρ..	1,026	Πετρέλαιον.	0,891
Βρώμιον.....	3,187	Ἐλαιον	0,915	Αἰθήρ	0,736

114. Πυκνόμετρα. Ἐν πολλαῖς περιστάσεσι πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν υγρῶν γίνεται χρῆσις ὀργάνων, ἅτινα δι' ἀπλῆς καταδύσεως ἐν υγροῖς παρέχουσιν ἡμῖν τὸ εἰδικὸν βᾶρος αὐτῶν. Τὰ ὅργανα ταῦτα καλοῦνται *πυκνόμετρα*, ὧν ὑπάρχουσι δύο εἴδη. Τὸ μὲν πρῶτον χρησιμεύει διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος υγρά, 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. 84) φέροντος πρὸς τὰ ἄνω στενωτέρον κυλινδρικὸν σωλῆνα Β, πρὸς τὰ κάτω δὲ μικρὰν κοίτην σφαῖραν, ἐντὸς



Σχ. 84.

τῆς ὁποίας τίθεται ὑδράργυρος πρὸς ἐρματισμὸν τοσοῦτος, ὥστε καταδυομένη ἡ συσκευή ἐντὸς ὁργείου περιέχοντος ὕδωρ ἀπεσταγμένον νὰ ἐπιπλέῃ, μὲν ἄλλ' ὀλόκληρος νὰ βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἐνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Μετὰ τοῦτο ἐμβαπτίζεται ἡ συσκευή ἐντὸς υγρῶν, ὧν ἡ πυκνότης εἶνε 1,10, 1,20, 1,30, ..., 1,80 ἥτοι ἀνωτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐν τοῖς υγροῖς τούτοις ἡ συσκευή καταδύεται τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἐντὸς υγροῦ, οὕτινος ἡ πυκνότης εἶνε 1,40, ἡ συσκευή καταδύηται μέχρι τοῦ σημείου Β τοῦ σωλῆνος, ἐκεῖ σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,40. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν καθυθίσωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς τοῦ αἰθέρος ὀξέος καὶ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη ἐπιπλέει μέχρι τῆς διαιρέσεως 1,80, συνάγομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ υγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 1,80 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος λαμβανομένης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.

ΣΗΜ. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ὡς τὴν τῶν 15° ἑκατομβάθμου, τοιαύτην δὲ θερμοκρασίαν πρέπει νὰ ἔχῃ καὶ τὸ ὑγρὸν, οὕτινος προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητα.

Τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἀνευρίσκωμεν διὰ τοῦ ἐν τῷ πλωτῆρι Α θερμομέτρου, οὗτινος ὁ ὑδράργυρος χρησιμεύει καὶ ὡς ἔρμα εἰς τὴν συσκευὴν.

β'). **Πυκνόμετρον διὰ τὰ ἁραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο εἶνε ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, διαφέρει δ' αὐτοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος ἐμβαπτιζόμενον νὰ ἐπιπολάζῃ μέχρι τοῦ κατωτέρου ἄκρου τοῦ σωλῆνος 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 σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 0,90, 0,80, 0,70 κτλ. Οὕτως, ἐὰν ἡ συσκευὴ αὕτη καταδυομένη ἐντὸς αἰθέρος ἐπιπολάζῃ μέχρι τῆς διαιρέσεως 0,73, συμπεραίνωμεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αἰθέρος εἶνε ἴση πρὸς τὰ 0,73 τῆς τοῦ ὕδατος.

115. **Ἑκατόμβαθμον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὐρέσιν τοῦ ἐν τοῖς οἶνοπνεύμασι περιεχομένου ἀπολύτου οἶνοπνεύματος, τουτέστι διὰ τοῦ ὄργανου τούτου εὐρίσκωμεν εἰς ἑκάτον ὄγκους κράματος ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος πόσοι ὄγκοι ἐμπεριέχονται ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἡ συσκευὴ αὕτη ὁμοία εὔσα πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα πυκνόμετρα ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζομένη ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15° νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἔνθα χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Εἴτα βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς κράματα ἀνύδρου οἶνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 15° ἐμπεριέχοντα εἰς 100 ὄγκους 10, 20, 30 κτλ. ὄγκους οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 10, 20, 30 κτλ. καὶ διαιροῦνται εἴτα τὰ μεταξὺ διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, οὕτω δὲ παράγεται κλίμαξ φέρουσα 100 διαιρέσεις, ἧς ὁ 100ὸς βαθμὸς δεικνύει τὸ ἀπόλυτον οἶνοπνευμα. Τούτων γενομένων, ἐὰν τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτισθῇ εἰς οἶνοπνευματικὴν θερμοκρασίας 15° ἐπιπολάζῃ μέχρι τῆς διαιρέσεως 87, συνάγομεν ὅτι εἰς τὸ οἶνοπνευμα τοῦτο ἐμπεριέχονται 87 ὄγκοι ἐπὶ τοῖς 100 ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε

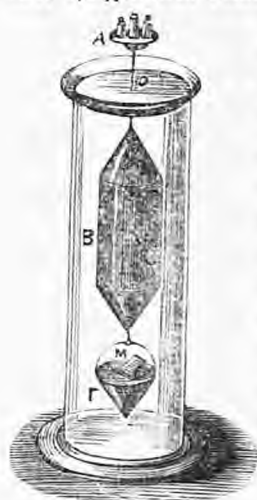
διαφορές των 15° , δὲν εἶναι δὲ εὐκόλῳ νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὴν θερμικρισίαν των 15° , ποιοῦμεθα χρῆσιν των πινάκων τοῦ Gay-Lussac, δι' ὧν ἀνάγκη τὸν παρατηρηθέντα βαθμὸν εἰς τὸν πραγματικόν.

ΠΕΡΙ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΩΝ

116 Τὰ ἀραιόμετρα εἶνε ὄργανα χρησιμεύοντα πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἢ τῆς πυκνότητος των στερεῶν ἢ ὑγρῶν σωμάτων. Διακρίνονται ἔνδε δύο κατηγορίαι ἀραιομέτρων. Α'). Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου καὶ μεταβλητοῦ βάρους καὶ Β'). Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους καὶ μεταβλητοῦ ὄγκου.

Α'). Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου, τὸ τοῦ Nicholson διὰ τὰ στερεὰ καὶ τὸ τοῦ Fahrenheit διὰ τὰ ὑγρά.

α'). Ἀραιόμετρον τοῦ Nicholson Τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο σύγκειται ἔκ τινος ὀρειχαλκίνου κοίλου κυλίνδρου Β (σχ. 85) περατομένου ἐκατέρωθεν εἰς



Σχ. 85.

δύο κώνους. Ὁ μὲν ἀνώτερος κώνος ἀπολήγει εἰς στέλεχος, τὸ ὅποιον φέρει δισκαρίον Α, ὃ δὲ κατώτερος ἀπολήγει εἰς ἄγκιστρον, ἐκ τοῦ ὁποίου κρέμαται ὁ κώνος Γ, ὅστις πληροῦται μολύβδου χρησιμεύοντος ὡς ἔρμα, οὕτω δὲ τὸ ὄργανον τιθέμενον ἐπὶ τοῦ ὕδατος οὐ μόνον ἐπιπολάζει, ἀλλὰ καὶ διατηρεῖ κατακόρυφον θέσιν. Τὸ στέλεχος φέρει ἐρυθρόν τι σημεῖον Ο καλούμενον σημεῖον ἐπιπολῆς, μέχρι τοῦ ὁποίου πρέπει εἰς ἕκαστον πείραμα τὸ ὄργανον νὰ καταδύηται, ὅπως ἐκτοπιζομένου πάντοτε τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὑγροῦ ἢ ἀνωσις μένη σταθερά. Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους σώματός τινος διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Nicholson θέτομεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ τοῦ δισκαρίου Α, προσθέτομεν δὲ καὶ ἄλλα βάρη, εἰς τὸν γόνδρον μολύβδου ἢ ἄμμον, μέχρις ὅτου τὸ ὄργανον κατέλθῃ μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς Ο. Εἶτα ἀφαιροῦμεν μόνον τὸ σῶμα καὶ ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ ὠρισμένα μέχρις ὅτου κατέλθῃ

καὶ αὐτὴ ἡ συσκευή μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου Ο. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ σταθμὰ ταῦτα, ὅτινα ἔτρωσαν Β, παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ σώματος. Μετὰ ταῦτα ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ ταῦτα, ἐξάγομεν τὸ ἀραιόμετρον ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ μεταθέτομεν τὸ σῶμα ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ἀνέστραμμένου κώνου Γ εἰς τὸ Μ. Ἐμβαπτίζοντες δὲ καὶ πάλιν τὴν συσκευὴν ἐν τῷ ὕδατι παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη δὲν καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς Ο, ἀλλὰ μέχρι σημείου κατωτέρου. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὸ σῶμα ἐκτοπίσεν ὕδωρ ὑψίσταται ὧσιν πρὸς τὰ ἄνω ἴσθη τῷ βάρει ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Ἴνα δὲ κατέλθῃ καὶ αὐτὴ ἡ συσκευή μέχρι τοῦ σημείου Ο, πρέπει νὰ ἐπιθέσω-

μεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου Α βάρος τι θ , τὸ ὅποιον παριστᾷ τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος. Ἐπομένως τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος εἶνε

$$d = \frac{B}{\theta}.$$

Ἄν τὸ σῶμα, οὕτινος τὸ εἰδικὸν βάρος πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ, εἶνε ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, οἷον τεμάχιον φελλοῦ, ἐπειδὴ ἐμβαπτιζόμενον ἐν τῷ ὕδατι ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας, ἀναστρέφωμεν τὸν κῶνον Γ, ὃν κρεμῶμεν ὀρθὸν ἐκ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ καὶ θέτομεν τὸ σῶμα ὑπὸ τὴν βάσιν τοῦ ἀνσθωθέντος ἤδη κώνου, οὕτω δὲ ἡ ἀνάδοσις τοῦ σώματος ἐμποδίζεται καὶ πειραματίζομεν κατὰ τὸν προεκτεθέντα τρόπον.

β'). **Ἀραιόμετρον τοῦ Fahrenheit.** Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ κοίλου ὑαλίνου πλωτήρας (σχ. 86) φέροντος κάτωθεν σφαῖραν ἐμπεριέχουσαν ὑδράργυρον διὰ τὴν εὐστάθειαν καὶ στελέχος ἀπολήγον ἐν ὀριζόντιον δισκαρίον. Ἐπὶ τοῦ στελέχους τούτου ὑπάρχει γραμμὴ παριστῶσα τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς μέχρι τοῦ ὅποιου ἡ συσκευὴ καταδύεται ἐκάστοτε καὶ ἐκτοπίζει τὸν αὐτὸν ὄγκον ὕγρου, οὕτινος τὸ βάρος ἴσουςται τῷ βάρει τοῦ ἀραιομέτρου καὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωμάτων.



Σχ. 86.

Κατὰ πρῶτον προσδιορίζομεν ἀκριβῶς τὸ βάρος τοῦ ὀργάνου ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔστω τοῦτο B , εἴτα ἐμβαπτιζόμενον αὐτὸ ἐν τῷ ὕγρῳ, οὕτινος πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος, θέτοντες ἐπὶ τοῦ δισκαρίου σταθμὰ οὕτως, ὥστε νὰ κατέλθῃ ἡ συσκευὴ μέχρι τοῦ ὀρισμένου σημείου τῆς ἐπιπολῆς καὶ ἔστωσαν B' τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ. Ἐὰν ὡσαύτως τὸ B' ἐμφαίνῃ τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ, ὅπως τὸ ὄργανον κατέλθῃ μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου ἐν τῷ ἀπεσταγμένῳ ὕδατι, φανερόν ἐστι τὰ βάρη $B+B'$ καὶ $B+B'$ παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὄγκων ὕγρου καὶ ὕδατος καὶ ἐπομένως τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος εἶνε

$$d = \frac{B+B'}{B+B'}.$$

β'). **Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.** Ἀραιόμετρων, ἐμοίων τὴν κατασκευὴν πρὸς τὰ πυκνόμετρα, γίνεται ἔτι χρῆσις ἐν τῷ ἐμπορίῳ καὶ τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διάφορα ὑγρά, οἷον ὀξέα, διαλύματα ἀλάτων, ἀλλ' ἡ βαθμολογία αὐτῶν οὕσα αὐθιρέτος οὐδόλως δεικνύει τὴν πυκνότητα τοῦ ὕγρου συγκρινόμενῃ πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος. 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 θερμοκρα-

είας $12^{\circ}, 5$ εκατομβάθμου νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ὅχρου Α (σχ. 87) τοῦ σωλήνος, ἐνθα χαράσσεται τὸ 0 τῆς κλίμακος. Εἶτα ἐμβαπτίζεται εἰς διάλυμα 15 μερῶν κοινοῦ ἁλτος ξηροῦ εἰς 85 μέρη ὕδατος, ὅπερ ἔχει θερμοκρασίαν $12^{\circ}, 5$, καὶ χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 15 κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς. Τὸ μεταξύ τοῦ 0 καὶ 15 διάστημα διαιρεῖται εἰς 15 ἴσα μέρη, εἶτα δὲ αἱ διαιρέσεις ἐπεκτείνονται καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ σωλήνος. Τὸ ἀραιόμετρον δὲ τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυμα παρασκευασθὲν διὰ διαλύσεως 10 μερῶν κοινοῦ ἁλτος ξηροῦ εἰς 90 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας $12^{\circ}, 5$ νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ὅχρου Κ τοῦ σωλήνος, ἐνθα χαράσσεται 0. Ἐμβαπτιζεται εἶτα εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 10. Εἶτα τὸ μεταξύ τῶν ἀριθμῶν 0 καὶ 10 διάστημα διαιρεῖται εἰς 10 ἴσα μέρη, αἱ δὲ διαιρέσεις αὗται ἐπεκτείνονται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ὅχρου Α τοῦ σωλήνος.



Σχ. 87.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΣΥΝΟΧΗ. ΣΥΝΑΦΕΙΑ.

ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. ΔΙΑΧΥΣΙΣ. ΔΙΑΠΗΔΥΣΙΣ.

117. **Συνοχή, συνάφεια.** Συνοχή μὲν καλεῖται ἡ ἐλξις ἢ ἀναπτυσσόμενη μεταξύ ὁμοφυῶν μορίων τῶν σωμάτων, συνάφεια δὲ ἡ μεταξύ ἑτεροφυῶν μορίων, ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς ἐλαχίστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἡ μεταξύ 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' ἀλλήλας τὰς προκυψάσας ἐπιπέδους ἐπιφανείας συμπιέσωμεν τὰ δύο μέρη, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται ἰκανὴ δύναμις διὰ νὰ ἀποχωρισθῶσι ταῦτα. Δύο μετὰλλιναι ἢ ὑάλιναι πλάκες ἔχουσαι ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον καὶ ἐντελῶς λείαν ἐπιτιθέμεναι καὶ καλῶς ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' ἀλλήλας δυσκόλως εἶτα ἀποχωρίζονται. Εἰς τὰ ὑαλοურγεῖα ἀποχωρίζουσι τὰς ὑαλίνας πλάκας, ἄλλως συγκολλῶνται. Δίσκος ὑάλινος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εὐρίσκόμενος, διὰ ν' ἀποσπασθῇ, ἀπαιτεῖ δύ-

ναμιν ἀρκούντως μεγάλην. Ἐνεκα τῆς συναφείας προσκολλᾶται ἡ λεπτή κόνις ἐπὶ τῶν τοίχων δωματίου· ἔνεκα τῆς συναφείας ταύτης δυνάμεθα νὰ γράψωμεν διὰ κρητίδος ἐπὶ τοῦ πίνακος, ἐπίσης διὰ μολυβδοκονδύλου ἢ μελάνης ἐπὶ τοῦ χαρτοῦ καὶ νὰ συγκολλήσωμεν δύο μέταλλα διὰ κασσιτέρου. Ὡσαύτως διὰ τὴν συνοχὴν τῶν ὑγρῶν μορίων πρὸς ἄλληλα ὑδράργυρος ῥιπτόμενος ἐπὶ ἐπιπέδου ὕαλου μεταβάλλεται εἰς σφαιρίδια, ἔνεκα δὲ τῆς συναφείας ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἔπειτα ἀνασύρωμεν αὐτήν, παρατηροῦμεν σταγὸνα προσκεκολλημένην εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἥτις καίπερ ἔχουσα βάρος δὲν πίπτει. Ἡ συνάφεια αὕτη μεταξὺ στερεῶν καὶ ὑγρῶν εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά. Ἡ ὕαλος π. γ. ἔλκει μᾶλλον τὸ οἰνόπνευμα ἢ τὸ ὕδωρ· διὰ τοῦτο ἐὰν ἐπὶ ὑαλίνης πλακὸς ἐπιχύσωμεν ὀλίγον ὕδωρ, ὥστε ν' ἀποτελέσῃ λεπτήν στιβάδα καὶ εἴτα ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὕδατος ἐπισταλάξωμεν σταγὸνα οἰνοπνεύματος ἐρυθρῶθέντος διὰ νὰ διακρίνηται τοῦ ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ οἰνόπνευμα ἐκδιώκει πρὸς τὰ πλάγια τὸ ὕδωρ, ὅπως ἐλθῇ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὕαλου.

Ἐὰν ἡ συνοχὴ τῶν μορίων ὑγροῦ τινος πρὸς ἄλληλα εἶνε μεγαλύτερα τῆς μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ τούτου καὶ ἄλλου ὑγροῦ συναφείας, ὡς τοῦτο συμβαίνει μεταξὺ κοινοῦ ἐλαίου καὶ ὕδατος, τότε τὸ ἐλαϊον ἐπισταλαζόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος σχηματίζει μικρὰν σφαιροειδῆ μάζαν. Ἐὰν ὅμως ἡ συνοχὴ εἶνε μικροτέρα τῆς συναφείας, τότε τὸ πρῶτον ὑγρὸν κατὰ σταγὸνα ἐπισταζόμενον ἐπὶ τοῦ δευτέρου ἐξαπλοῦται ἐπ' αὐτοῦ, ὡς τοῦτο παρατηροῦμεν, ὅταν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιστάξωμεν σταγὸνα τερεβινθελαίου· τὸ τερεβινθέλαϊον τότε ἐξαπλοῦται καὶ σχηματίζει λεπτότατον στρώμα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τεμάχιον καφουράς ῥιπτόμενον ἐπὶ τοῦ ὕδατος κινεῖται.

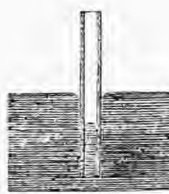
Ἐνεκα τῆς συναφείας μεταξὺ ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ὑγρὸν περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου, τοῦ ὁποίου τοὺς τοίχους διαθρέχει, ἴσταται ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τούτων ὑψηλότερον ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κοίλην. Ἄλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ τῶν ὑγρῶν μορίων συνοχὴ εἶνε ὑπερτέρα τῆς συναφείας, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὑδράργυρον ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ, ὁπότε τὸ ὑγρὸν δὲν διαθρέχει τὸ στερεὸν σῶμα, ὁ ὑδράργυρος ἴσταται χαμηλότερον ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κυρτήν.

Τὸ αὐτὸ ἐπίσης συμβαίνει, ὅταν ἐμβαπτίσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ τοῦ ὑδραργύρου. Αἱ λιπαραὶ οὐσίαι δὲν διαθρέχονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, οἷον ἡ χεῖρ ἡμῶν ἀληλιμμένη διὰ λίπους, ἢ τὰ πτερὰ τῶν νηκτικῶν πτηνῶν. Διὰ τοῦτο μεταλλὴν ῥαβδὸν κεχρισμένη λεπτῷ στρώματι παχείας ὕλης καὶ ῥιπτομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιπλάττει. Πολλὰ ἔντομα δύνανται νὰ βαδίζωσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, διότι παχεῖα τις ὕλη καλύπτουσα τὰ ἄκρα τῶν ποδῶν αὐτῶν προσυλλάσσει αὐτὰ ἀπὸ τοῦ ὑγροῦ. Ἄν ὅμως δι' αἰθέρος διελύσωμεν τὴν παχεῖαν ταύτην ὕλην, τὰ ἔντομα ἀμέσως βυθίζονται.

118. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐάν ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβαπτίσωμεν σωλήνα ὑαλινόν AB (σχ. 88), οὕτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος νὰ εἴναι ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατη-



Σχ. 88.



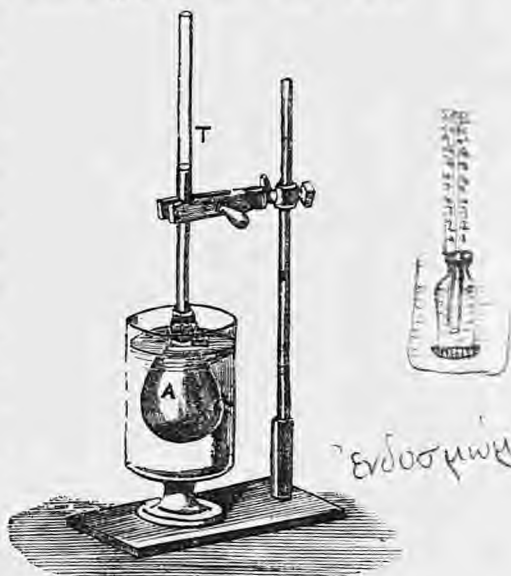
Σχ. 89.

ροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ὁ σωλὴν εἴναι στενωτέρως. Ἐάν ὅμως τοιοῦτον σωλήνα ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς ὑδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐν αὐτῷ (σχ. 89) κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ δοχείῳ. Καὶ ἐν γένει παρατηρεῖται ὅτι ἀνυψοῦται μὲν τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ σωλήνῳ, ὅταν διαθρέχῃ αὐτόν, κατέρχεται δὲ, ὅταν δὲν διαθρέχῃ 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 ἡ ἑλξίς ἢ ἀναπτυσσομένη τοῦτο μὲν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ πρὸς ἄλληλα, ἢτοι ἡ **συνοχή**, τοῦτο δὲ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τριχοειδοῦς σωλήνος, ἢτοι ἡ **συνάφεια**. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων ἐρμηνεύονται πολλὰ ἄλλα φαινόμενα. Οὕτω π. χ. σωρὸς ἄμμου ξηρᾶς καθυγραίνεται, ὅταν μόνον ἡ βάσις

αὐτοῦ διαβραχυῖ· ὁ σπόγγος, τὸ σάκχαρον, ἡ κρητὶς καὶ ἄλλα πορώδη σώματα καθ' ὅλκκληρίαν διαβρέχονται, ὅταν ἐν μέρος αὐτῶν ἐμβαπτισθῇ ἐν τῷ ὕδατι· τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ἔλαιον, ὁ τετηκὼς κηρός ἀνέρονται διὰ τῆς θρυαλλίδος δυνάμει τοῦ τριχοειδοῦς φαινομένου· ζῆρόν ζύλον διαβραχόμενον ἐξογκοῦται, σχοινίον δ' ἐξογκούμενον βραχύνεται.

Ἡ ἀνύψωσις ἢ ἡ κατάδυσις ὑγροῦ τιнос ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλήρος, ἐξαπλωμένη ἐκ τε τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐκ τῆς ὕλης τοῦ σωλήρος, εἶνε ἀντιστροφῶς ἀνάλογος πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ σωλήρος ἐν ὁμοίαις περιστάσεσιν.

119. Διάχυσις Διαπιδυσις. Ἐὰν ἐν τινι δοχείῳ βίψωμεν ὑδράργυρον, ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ἀναταράξαντες δὲ τὰ ὑγρά ταῦτα ἀρῶμεν εἴτα ἥρεμα, παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα χωρίζονται πάλιν ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἰσορροποῦσιν (§ 95). Ὁ χωρισμὸς δ' οὗτος ἐπέρχεται, διότι ἐν ἐκάστῳ ὑγρῷ ἡ συνοχή εἶνε ὑπερτέρα τῆς συναρρείας μεταξὺ ἐκάστου τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν δύο ἄλλων. Ἐὰν ὅμως ἐπὶ τοῦ ὕδατος π. χ. ἐπιχύσωμεν βραδέως ἄλλο τι ὑγρὸν ἀραιότερον αὐτοῦ, ἀλλὰ τοιοῦτον, ὥστε τελείως νὰ μιγνύηται μετ' αὐτοῦ, οἷον οἰνόπνευμα, ἢ ἐπὶ διαλύματος ἁλατος, οἷον θειικοῦ χαλκοῦ, ἐπιχύσωμεν ὕδωρ, ἐπέρχεται βαθμιαία ἀνάμιξις αὐτῶν, οὕτως ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἀνευρίσκομεν μίγμα ὁμοιομερὲς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου· τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἡ μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν συνάφεια οὕσα ἀρκούντως ἰσχυρὰ ὑπερτερεῖ τῆς ἐν ἐκάστῳ ὑγρῷ συνοχῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάχυσις*, καθ' ἣν τὰ δύο ὑγρά διαλύουσιν ἀλλήλα. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζωνται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωικῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως Α (σχ. 90) θέσωμεν διάλυμα ἁλατος ἢ σακχάρου



Σχ. 90.

μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν συνάφεια οὕσα ἀρκούντως ἰσχυρὰ ὑπερτερεῖ τῆς ἐν ἐκάστῳ ὑγρῷ συνοχῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάχυσις*, καθ' ἣν τὰ δύο ὑγρά διαλύουσιν ἀλλήλα. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζωνται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωικῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως Α (σχ. 90) θέσωμεν διάλυμα ἁλατος ἢ σακχάρου

καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλῆνα Τ ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἷτα 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 διατεθειτῶσαν ἐπὶ ἐν ἡμερονύκτιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰσερρῦη διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως καὶ ἕνεκα τούτου τὸ ἐντὸς τῆς κύστεως ὑγρὸν ἀνῆλθεν εἰς ὕψος πολλῶν ὑποδεκαμέτρων ἐν τῷ σωλῆνι, ἐν ᾧ ἐν τῷ δοχείῳ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ταυτοχρόνως κατήλθεν. Οὐ μόνον δὲ τὸ ὕδωρ εἰσερρῦη διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως, ἀλλὰ καὶ διάλυμα ἁλατος ἢ σακχάρου, ἐν ἐλάσσονι ὅμως ποσότητι, ἐξῆλθεν ἐκ τῆς κύστεως, οὕτως ὥστε ἐπέρχεται ἐπικοινωνία τῶν μορίων τῶν δύο ὑγρῶν διὰ τοῦ διαφράγματος. Ἐπειδὴ δὲ συνήθως διέρχονται ἀντιθέτως διάφορα ποσὰ τῶν δύο ὑγρῶν, ἐὰν ἀρχικῶς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ τοῦ δοχείου εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, μετὰ τινα χρόνον ἡ ἑτέρα αὐτῶν κατέρχεται καὶ ἡ ἄλλη ἀνέρχεται. Ἡ ἐπικοινωνία δ' αὕτη μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν οὔσα ἰσχυροτέρα, ὅταν ταῦτα εἴνε θερμοτέρα, παύεται ὅταν τὰ ὑγρά καταστῶσιν ἰσόπυκνα, ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλούμενον *διαπιδύσεις* συμβαίνει εἰς τε τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας. Ἐν ᾧ δὲ οὐδὲ διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἀνευρίσκομεν αἰσθητοὺς πόρους ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων καὶ τῶν κυττάρων, ἐν τούτοις δι' αὐτῶν γίνεται ἐπικοινωνία τῶν χυμῶν καὶ δι' αὐτῶν προσλαμβάνονται αἱ τροφαὶ πρὸς ἀφομοίωσιν. Ἐνεκα τῆς διαπιδύσεως τὰ ἄκρα τῶν ῥιζιδίων τῶν φυτῶν ἀπορροφῶσιν ὕδωρ ἐκ τοῦ ἐδάφους, ὅπερ οὕτω φθάνει μέχρι τῶν φύλλων.

Διὰ μεμβράνης ἐξ ὕλης κολλώδους, οἷος ὁ περγαμηνὸς χάρτης, εὐκόλως μὲν διαπιδύουσι τὰ διαλύματα κρυσταλλικῶν οὐσιῶν, οἷον τοῦ σακχάρου, τῶν μεταλλικῶν ἀλάτων, πολὺ δὲ δυσκόλως τὰ μὴ κρυσταλλικὰ σώματα, οἷον τὸ λεύκωμα ὡοῦ.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

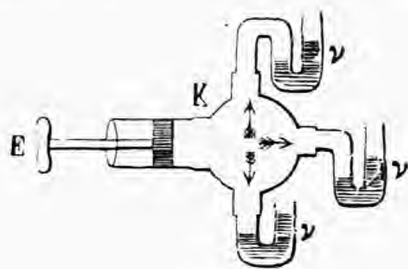
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ.

120. Τὰ αέρια καθόλου, οἷον ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε σώματα λίαν ῥωδῆ, ῥωδέστερα καὶ τῶν ὑγρῶν, τελείως ἐλαστικά καὶ λίαν συμπιεστά, ἥτοι πιεζόμενα δύνανται νὰ καταλάβωσιν ὄγκον ἐλάχιστον. Καὶ τὸ μὲν ῥωδὲς τῶν αερίων ἀποδεικνύεται λ. χ. διὰ τοῦ εὐκόλου μεταγγισμοῦ αερίων ἐκ τινος δοχείου εἰς ἄλλο δι' ἀπλῆς κλίσεως τοῦ ἐνός ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Καὶ προκειμένου μὲν περὶ αερίου βαρυτέρου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, οἷον περὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος (ἀνθρακικοῦ ὀξέος), κλίνομεν τὸ περιέχον τὸ αέριον τοῦτο δοχεῖον εἰς ἕτερον πλήρες ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, ὅστις ἐκδιώκεται ὑπὸ τοῦ βαρυτέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ὡς ὅταν μεταγγίζωμεν ὕδωρ ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον. Προκειμένου δὲ περὶ ἐλαφροτέρου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος αερίου, οἷον τοῦ ὑδρογόνου ἢ τοῦ φωταερίου, κλίνομεν τὸ πλήρες τούτου ἀνεστραμμένον δοχεῖον (σχ. 91) κάτωθεν τοῦ στομίου ἐπίσης ἀνεστραμμένου ἑτέρου δοχείου Β, εἰς ὃ μεταγγίζεται τὸ ὑδρογόνον ἐκτοπίζον τὸν βαρύτερον αὐτοῦ ἀτμοσφαιρικὸν αέρα, ὡς οὗτος ἐν τῷ ὕδατι καταυθίζεται ἢ θελεῖ μεταγγίσει ἕλαιον ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον. Ὁ δὲ εὐκολος ἐκτοπισμὸς τῶν μορίων τῶν αερίων, οἷον τοῦ αέρος, ἀποδεικνύεται



Σχ. 91.

διὰ τῆς ἐλευθέρας κινήσεως ἡμῶν ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι, τὸ δὲ μέγα συμπιεστὸν τῶν ἀερίων ὡς καὶ τὸ ἐλαστικὸν αὐτῶν ἀποδεικνύονται, ὡς εἶδομεν (§ 12. σχ. 2), διὰ τοῦ ἀεροθλίπτου. Ἡ πίεσις δ' αὕτη, ἣν διὰ τοῦ ἐμβολέως ἐπιφέρομεν, διαδίδεται μετ' ἴσης ἰσχύος κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ὡς ἀποδεικνύει συσκευή, ἥς τομὴν παριστᾷ τὸ σχ. 92. Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ὁ ὑδράργυρος ὁ ἐντὸς τῶν σωλῆνων γ εὐ-



Σχ. 92.

ρισκόμενος ἐξωθεῖται μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους εἰς πάντας ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ K διὰ τοῦ ἐμβολέως E συμπιεζομένου ἀέρος.

121. Βάρος τῶν ἀερίων. Πάντα τὰ ἀέρια καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὡς σώματα ὕλι-

κὰ ἔχουσι βάρος. Πρῶτος δ' ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βαρὺς, διότι ἀνεῦρεν ὅτι *ἀσκὸς πεφυσημένος*, δηλαδή ἐγκλεισίων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ, *ἐλκει πλεῖον ἀσχοῦ κενοῦ*, τούτέστιν εἶνε βαρύτερος ἀσχοῦ κενοῦ. Καὶ ὄντως, ἂν ζυγίσωμεν κατὰ πρῶτον μὲν κύστιν κενὴν ἀέρος, εἴτα δὲ τὴν αὐτὴν κύστιν πλήρη ἀέρος μὴ πεπιεσμένου, ἥτοι ἰσοπύκνου τῷ ἐξωτερικῷ, δὲν εὐρίσκομεν αἰσθητὴν διαφορὰν βάρους, διότι ὁ εἰς τὴν κύστιν εἰσαγόμενος ἀήρ ὡς ἐκτοπίζων ἴσον ὄγκον ἰσοπύκνου ἀέρος ἀποβάλλει κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ὁ ἐντὸς τῆς κύστεως ἀήρ εἶνε *πεπιεσμένος*, ἥτοι πυκνότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ, τότε εὐρίσκομεν ὅτι, ὅταν ἡ κύστις ἐμπεριέχῃ ἀέρα, ἔχει βάρος μείζον ἢ ὅταν εἶνε κενή.

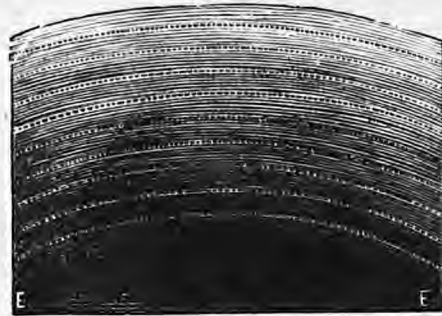
122. Εὐρεσις τοῦ βάρους τῶν ἀερίων.

Ὅπως δ' εὐρωμεν τὸ βάρος ὠρισμένου ὄγκου ἀερίου τινὸς οἰοῦδήποτε, οἶον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἰσορροποῦμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκίνην στρόφιγγα, ἥτις κλείει τὴν σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 93). Εἴτα δι' ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας



Σχ. 93.

αέρα καὶ ἐξαερώμεν πάλιν αὐτὴν ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ταράσσεται, διότι ἡ φάλαγγς 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 ὀριζοντιότητά. Τὰ σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ αἵρος, ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Ἐὰν δὲ τὴν κενωθεῖσαν σφαῖραν πληρώσωμεν ἄλλου τινὸς αἵριου, οἷον τοῦ ὑδρογόνου, καὶ ζυγίσωμεν αὐτὴν πλήρη καὶ κενήν, εὐρίσκουμεν διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τὸ βάρος τοῦ αἵριου τούτου. Διὰ τοιούτων δ' ἀκριβῶν πειραμάτων εὐρέθη ὅτι τὸ βάρος ἐνὸς κυβικοῦ μέτρου ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔλκει 1293,2 γραμμάρια, ἥτοι ὁ ἀήρ εἶνε 1000000: 1293,2 ἥτοι 773 περίπου φορές ἀραιότερος τοῦ ὕδατος θερμοκρασίας 4° καὶ 10517 ἐλαφρότερος τοῦ ὕδατος γύρου· τὸ δ' ἐλαφρότατον πάντων τῶν γνωστῶν αἱρίων εἶνε τὸ ὑδρογόνον, ὅπερ εἶνε 1293,2:89,6 ἥτοι $14 \frac{1}{2}$ περίπου φορές ἀραιότερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος.



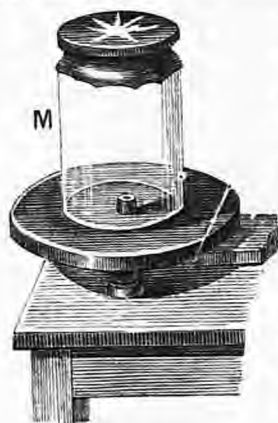
Σχ. 94.

123. Ἀτμόσφαιρα. Τὸ αερώδες περίβλημα τῆς Γῆς καλεῖται **ἀτμόσφαιρα**, μετέχουσα τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς καὶ οὖσα κοῤῥα ἰδίως ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Εἰς 100 δὲ ὄγκους ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος περιέχονται 79 περίπου ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὀξυγόνου. Πλὴν δὲ τούτων ὁ ἀήρ ἐμπεριέχει μικρὰν ποσότητα ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος.

124. Πίεσις καὶ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιρας. Ἐπειδὴ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει βάρος, εἶνε δὲ καὶ λίαν συμπιεστός, ἔπεται ὅτι τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιρας τὸ ἀπτόμενον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ΕΕ (σχ. 94) δεχόμενον τὸ βάρος ὅλων τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων εἶνε τὸ πυκνότερον πάντων, τὸ ἀμέσως ἀνώτερον στρώμα κατὰ τι ἀραιότερον ὡς ὑποβασιάζον ὀλιγώτερον βάρος, τὸ μετὰ τοῦτο ἔτι ἀραιότερον καὶ οὕτω καθεξῆς ἡ πυκνότης τῶν ὑπερ-

κειμένων στρωμάτων βαίνει ελαττωμένη, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Λαμβάνοντες δ' ὑπ' ὄψιν τὸ βάρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τὴν βαρυστασίαν ἐλάττωσιν τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὑπολογίζουσιν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας εἶνε ἴσον ἢ ἀνώτερον τῶν 75 χιλιομ. οὐχὶ ὅμως κατώτερον αὐτῶν.

125. 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



Σχ. 95.

κάτω πίεσιν ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς δι' ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου M (σχ. 95) ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ ὁποίου προσδένομεν ἀεροστεγῶς μεμβράναν ἢ λεπτὸν φύλλον ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Ἐφαρμόζοντες τὸν κύλινδρον ἐπὶ δίσκου φέροντος ἐν τῷ μέσῳ ὀπήν, ἐξ ἧς ἐξάγομεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ἐπὶ τέλους ῥήγνυται παράγουσα ἰσχυρὸν κρότον, τὸ δ' ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος φύλλον καταθλιβόμενον ἀποτελεῖ εἶδος σφαιρικοῦ σάκκου πληρούντος τὸν κύλινδρον. Ἵνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας φέρεται ἐξ ἴσου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, λαμβάνομεν δύο ὀρειχάλκινα ἡμισφαίρια A καὶ B (σχ. 96), τὰ καλούμενα τοῦ Μαχδεμβούργου, ὧν τὸ μὲν ἐν φέρει κρίκον, τὸ δ' ἕτερον στρόφιγγα σ καὶ κατ' ἀλλήλην στόμιον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιῶται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ χεῖλη δ' αὐτῶν ἀκριβῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἀλλήλα. Ὅταν ἀρκεύτως ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται νὰ καταβάλωμεν ἰκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 97), ὅπως ἀποσπᾶσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τὴν αὐτήν, καθ' οἷανδήποτε διεύθυνσιν καὶ ἂν ἐλκύσωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντίως εἴτε κατακορύφως εἴτε πλαγίως.

126. Πείραμα τοῦ Torricelli. Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πει-

ραμάτων αποδεικνύεται ἀπλῶς ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὰ σώματα κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ὁ Torricelli ὅμως ἠδυνήθη νὰ εὕρῃ καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τουτέστι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ὠρισμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα ὑάλινον ΓΔ (σχ. 98) μήκους 1 μέτρον περίπου καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 5—6 χιλιοστομ. πεφραγμένον μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Δ, ἀνοικτὸν δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Γ. Πληρώσας δ' αὐτὸν ὑδραρ-



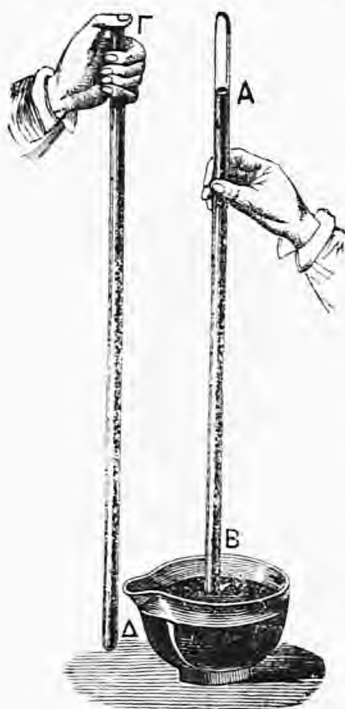
Σχ. 96.



Σχ. 97.

γύρου καὶ κλείσας διὰ τοῦ ἀντίχειρος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ Γ καὶ ἀναστρέψας ἐθύθισε τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς δοχεῖον πλήρες ὑδαργύρου. Ὅτε δὲ κατόπιν ἀπέσυρε τὸν ἀντίχειρα, παρατήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδαργύρος δὲν κατέρρευσε καθ' ὅλοκληρίαν, ἀλλὰ κατήλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπρωρημένος μέχρις ὕψους ΒΑ ἴσου πρὸς 76 περίπου ὑψέκατ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελεῖται εἰς τόπους, οἵτινες δὲν ὑπέρκεινται πολὺ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Ὁ δ' ἄνωθεν τοῦ ὑδαργύρου ἐν τῷ σωλῆνι χῶρος εἶνε ἐντελῶς κενός, οὕτως ὥστε οὐδεμία πίεσις φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδαργύρου ἔσωθεν, ἀλλ' ἡ ὑδαργυρική στήλη ΒΑ ἵσταται μετέωρος, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἰσορροπεῖται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἥτις ἔχουσα τομὴν ἴσην τῇ τῆς ὑδαργυρικῆς στήλης ἄρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδαργύρου ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ρθάνει μέχρι τῶν παρ-

των τῆς ἀτμοσφαίρας. Ὡς δ' ἐν τῷ πειράματι τῆς σελίδος 77 (σχ. 71) εἶδομεν, ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν, οὕτω



Σχ. 98.

καὶ ἐνταῦθα ἡ ἀερίνη στήλη ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν ὑψους 76 ὑφεκ.τ.

Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, εἶναι 1 τετραγ. ὑφεκ.τ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπιάζε ταύτην στήλη ὑδραργυρικὴ ἔχουσα βάσιν 1 τετρ. ὑφεκ. καὶ ὕψος 76 καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφεκ.τ. Ἀλλὰ 76 κυβικά ὑφεκ.τόμ. πλήρη μὲν ὕδατος ἔχουσι βάρος 76 γραμμ., πλήρη δ' ὑδραργύρου $76 \times 13,6$ ἴτοι 1033 γραμμ.

Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἐνὸς μὲν τετραγωνικοῦ ὑφεκ.τ. εἶναι ἴση πρὸς 1 χιλιόγρ. καὶ 33 γραμμ., ἐπὶ ἐνὸς δὲ τετραγωνικοῦ ὑποδεκαμέτρου ἴση πρὸς 103 χιλιογρ. καὶ 300 γραμμ. καὶ ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ μέτρου ἴση πρὸς 10330 χιλιογρ. Σημειωτέον δὲ ὅτι

τὴν πίεσιν ταύτην δέχεται ἐπιφάνειά τις ἢ ἐν ὑπαίθρῳ εὐρισκομένη ἢ ὑπὸ στέγῃ ἢ ἐν χώρῳ κεκλεισμένῳ μὲν, ἀλλὰ συγκοινωνοῦντι μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος ἔστω καὶ δι' ἐλαχίστης ὀπῆς.

127. Ὁ Pascal ἐπανέλαβε τὸ πείραμα τοῦ Torricelli μεταχειρισθεὶς ἀντὶ ὑδραργύρου ὕδωρ, ἀλλὰ πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα μῆκους 11 περίπου μέτρων, ὃν ἐσπερέωσε κατακορύφως πλησίον οἰκοδομῆς τινος καὶ κλείσας τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτοῦ ἐπλήρωσεν αὐτὸν ἄνωθεν ὕδατος. Εἶτα ἔκλεισε τὸν σωλῆνα ἄνωθεν καὶ ἐνεβάπτισε τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον ἐντὸς σκάφης πλήρους ὕδατος. Μετὰ τοῦτο ἀνοίξας τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος παρατήρησεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη κατῆλθε μὲν ὀλίγον, ἀλλ' ἔμεινε μετέωρος εἰς ὕψος 10, ^μ 33, ὅπερ εἶναι 13,6 φορές μείζον τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαι-

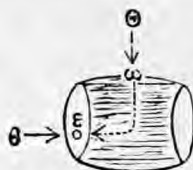
ρική πίεσις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ στήλην ὑδατίνην ὕψους 10 περίπου μέτρων παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτων τεθέντων εὐκόλως ἐρμηνεύονται καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.



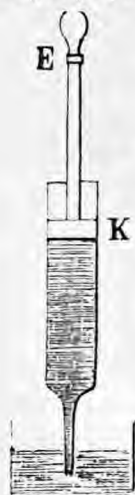
Σχ. 99.

128. Ἐὰν εἰς δοχεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ ἢ ὑδράργυρον ἐμβαπτίσωμεν καθ' ὀλοκλήριαν ποτήριον καὶ εἴτα ἀνασύρωμεν αὐτὸ ἀνεστραμμένον (σχ. 99), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἢ ὁ ὑδράργυρος μένουσιν ἀπρωρημένα ἐν τῷ ποτηρίῳ, διότι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας εἶνε ἱκανὴ νὰ ἰσορροπήσῃ οὐ μόνον τὴν μικρὰν ταύτην στήλην τοῦ ὕδατος ἢ τοῦ ὑδραργύρου, ἀλλὰ καὶ στήλην πολὺ μείζονα ταύτης.

Ὡσαύτως ἐὰν εἰς βυτίον (σχ. 100) πεπληρωμένον ὑγροῦ καὶ ἀε-ροστεγῶς ἄνωθεν κεκλεισμένον ἀνοίξωμεν ὁπὴν εἰς πρὸς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἐνὸς ἐπιπέδου πλευρώματος τοῦ βυτίου, τὸ ὑγρὸν δὲν ἐκρέει ἕνεκα τῆς ὀριζοντίως ἐπιφερομένης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως Θ . Ἐὰν ὁμως ἀφαιρέσωμεν τὸ ἄνωθεν βύσμα ω , ἀμέσως τὸ ὑγρὸν ἐκρέει, διότι ἡ ἄνωθεν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις Θ ἰσορροπεῖ τὴν ἐπὶ τοῦ στομίου εἰς ἐπιφερομένην ἰσὺν Θ , οὕτω δὲ τὸ ὑγρὸν ὑπεῖκον εἰς τὸ βάρος αὐτοῦ καταρρέει ὀρμητικῶς.



Σχ. 100.



Σχ. 101.

Ἡ καλουμένη **σύριγξ** σύγκειται ἐκ κοίλου ὑάλινου κυλίνδρου K (σχ. 101) φέροντος κάτωθεν στενωτέρου ὑάλινον σωλήνα ἀπολήγοντα εἰς ὁπὴν, ἄνωθεν δὲ εἰσάγεται ἐμβολεὺς E ἐφαρμόζων καλῶς. Ἄν καταβιβάσωμεν ἐντελῶς τὸν ἐμβολέα, ἐμβαπτίσαντες δὲ τὸ κωνικὸν ἄκρον εἰς ὑγρὸν ἀνασύρωμεν εἴτα αὐτόν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν καταπιεζόμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας παρὰ κλεισθῇ τὸν ἀνελκόμενον ἐμβολέα.

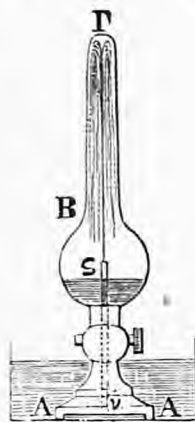
Ἄν πληρώσωμεν ὕδατος ποτήριον μέχρι στεφάνης καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ τεμάχιον χάρτου, εἴτα δ' ἀναστρέψωμεν αὐτὸ (σχ. 102), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ

ὕδωρ δὲν καταπίπτει ἕνεκα τῆς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπιφερομένης πίεσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

129. **Πίδαξ ἐν τῷ κενῷ.** Λαμβάνομεν κωνικὸν ὑάλινον κώδωνα Γ (σχ. 103) πανταχόθεν κεκλεισμένον καὶ μόνον κάτωθεν συγκοινωνοῦντα μετὰ σωλῆνος *en* φέροντος σπρόφιγγα καὶ δυναμένου νὰ κοχλιωθῇ ἐπὶ τῆς ἀεραντλίας. Ὁ σωλὴν οὗτος ἀπολήγει ἄνωθεν εἰς



Σχ. 102.

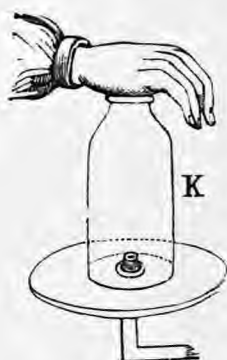


Σχ. 103.

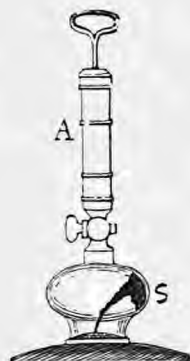
μικρὰν ὀπὴν *c*. Ἐὰν κενώσωμεν τὸ ἀγγεῖον Β τοῦ ἐμπεριεχομένου αέρος καὶ θέσωμεν τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἐντὸς λεκάνης ΑΑ ἐμπεριεχομένης ὕδατος καὶ ἀνοίξωμεν τὴν σπρόφιγγα, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται μετὰ μεγίστης ὀρμῆς σχηματίζον πίδακα. Ἄν ὁ κώδων Γ ἔχῃ ὕψος ὑπὲρ τὰ δέκα μέτρα καὶ παραγάγωμεν τέλειον κενὸν ἐντὸς αὐτοῦ, θέλει σχηματισθῇ πίδαξ ὕψους δέκα περίπου μέτρων, διότι τοιαύτην στήλην ὕδατος δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας.

130. Ἐπειδὴ ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος εἶνε περίπου ἴση πρὸς 1 τετραγων. μέτρον καὶ $\frac{3}{4}$ αὐτοῦ, δέχεται ἐν ὅλῳ πίεσιν ἴσην πρὸς 18000 χιλιόγρ. περίπου. Τὴν πίεσιν δὲ ταύτην δὲν αἰσθανόμεθα, διότι ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ σώματος ἡμῶν ἀπὸ ἐξουδετερωμένης αὐτῆς, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς σφαῖραν κοίλην ἐκ διαλύματος σάπωνος κατασκευαζομένην, ἥτις καίπερ λεπτοτάτη ἀνθίσταται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν ἕνεκα τοῦ ἐντὸς αὐτῆς ὑπάρχοντος αέρος. Ἄν δ' ἡ ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττωθῇ ἢ ἐκλίπη, τότε ὁ ἀπὸ τοῦ αἵματος καὶ τοῦ ἰστοῦ τῶν σαρκῶν ἡμῶν

καὶ ὁ ἐντὸς πάντων τῶν ὀργάνων εὐρισκόμενος ἐξογκοῦται. Οὕτως ἂν λάθωμεν πτηνὸν καὶ θέσαντες αὐτὸ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ταχέως ἀντλήσωμεν τὸν ἀέρα, τοῦτο πρὶν πάθῃ ἐξ ἀσφυξίας ἐξογκοῦται, αἷμα δ' ἐκρέει ἐκ τοῦ στόματος αὐτοῦ ἕνεκα τῆς διαρρήξεως τριχοειδῶν ἀγγείων. Ὡσαύτως ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας ὑάλινον κύλινδρον K (σχ. 104) ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ κλείσωμεν αὐτὸν ἄνωθεν διὰ τῆς παλάμης, ἀφαιρέσωμεν δὲ διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, οὐ μόνον ἡ χεὶρ ἡμῶν πιέζεται ὑπὸ



Σχ. 104.



Σχ. 105.

τῆς ἀτμοσφαίρας ἄνωθεν, ὥστε νὰ μὴ δυνώμεθα ν' ἀποσπάσωμεν αὐτήν, ἀλλὰ καὶ ἡ παλάμη ἡμῶν ἐξογκοῦται καὶ τὸ αἷμα συνωθεῖται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἕνεκα τῆς διασταλτικῆς δυνάμεως τῶν ἐντὸς τῶν ἰστῶν ἡμῶν περιεχομένων ἀερίων. Τοῦτ' αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ ἡ σικνὰ (ventouse), ἥτις συγκοιτᾷ ἐκ τινος μικροῦ ὑαλίνου κώδωνος ς (σχ. 105), ὅστις ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τινος μέρους τοῦ σώματος ἡμῶν, διὰ μικρᾶς δὲ ἀεραντλίας A ἀφαιρεῖται ὁ ἐντὸς ἀήρ καὶ κλείεται ἡ ἐν τῷ μεταξὺ στρόφιγγ. Τότε ἀμέσως ἡ σὰρξ ἐξογκοῦται ἕνεκα τῆς διαστολῆς τῶν ἐντὸς τῶν ἰστῶν ἀερίων, αἷμα δ' ἐκπηρᾷ, ἐὰν προηγουμένως διὰ ξυραφίου χαράξωμεν ὀλίγον τὸ δέρμα. ✕

131. **Βαρόμετρα.** Βαρόμετρον καλεῖται συσκευὴ χρησιμεύουσα πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τοιαῦται ὅμως μεταβολαὶ παρατηροῦνται οὐ μόνον ὅταν μεταβαίνωμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς τοιαύτην δὲ καταμέτρησιν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἡ συσκευὴ τοῦ Toricelli,

ἀλλὰ πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χώρος νὰ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδραργυρος καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλὴν νὰ στηρίζεται ἐπὶ κατακορύφου σανίδος (σχ. 106) φερούσης πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος κεχαρραγμένας ὑποδικαιρέσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ. Τοιοῦτο δ' εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον *κοινὸν βαρόμετρον*.



Σχ. 106.

Ἐὰν τοιαύτην συσκευὴν τοποθετήσωμεν μονίμως εἰς τόπον τινά, παρατηροῦμεν ὅτι ἄλλοτε μὲν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται ἐν τῷ σωλὴνι καὶ ἀνέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ, ἄλλοτε δὲ τούναντίον κατέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ καὶ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλὴνι. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις δὲν μένει σταθερὰ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, ἀλλὰ διγνεκῶς μεταβάλλεται. Ὅπως δ' εὖρωμεν ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς μεταβολῆς ταύτης, ὀφείλομεν ἐκάστοτε νὰ καταμετρῶμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλὴνι ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἴνα δ' ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοιχῇ πάντοτε πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται συνήθως πολὺ εὐρυτέρα τοῦ σωλὸς, ὥστε αἱ ἐν τῷ σωλὴνι ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ὑδραργύρου νὰ ἐπιφέρωσιν ἀνεπαίσθητον μεταβολὴν τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ, ἢ συνήθως μεταχειρίζονται κλίμακα, τῆς ὁποίας αἱ διαιρέσεις δὲν παριστῶσι χιλιοστόμετρα, ἀλλ' ἐκάστοτε τὰς ἀποστάσεις εἰς χιλιοστόμετρα τῆς ἐπιφανείας τοῦ

ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ σωλὴνι. Κατὰ ταῦτα ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλὴνι ἀντιστοιχῇ εἰς τὴν διαίρεσιν 740 ἢ 770 τῆς κλίμακος, συνάγομεν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ λογιζόμενον εἶνε ἶσον πρὸς 740 ἢ 770 χιλιοστόμ.

132. **Βαρόμετρον τοῦ Fortin.** Διὰ τοῦ βαρομέτρου δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν τὸ ὕψος τῶν ὀρέων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς

θαλάσσης, τὸ ὕψος εἰς ὃ φθάνουσιν οἱ ἀεροναῦται καὶ τὰ ὅμοια. Ἀλλὰ πρὸς τοῦτο τὸ βαρομέτρον δεόν νὰ εἶνε εὐμετακόμιστον καὶ τοιοῦτον εἶνε τὸ τοῦ Fortin, ὅπερ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κυλίνδρου ΔΔ (σχ. 107) φέροντος δερμάτινον πυθμένα, ὅστις ὑψοῦμενος ἢ ταπεινούμενος διὰ τοῦ κάτωθι ὑπάρχοντος μεγάλου κοιλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ζυλίνης



Σχ. 107.

βάσεως ΓΓ τῆς κυλινδρικής λεκάνης στερεοῦται ἐνδοθεν λεπτόν ἐλεφάντινον στέλεχος Α, οὗτινος τὸ κατώτερον ἄκρον πρέπει νὰ ἤπτηται πάντοτε τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφανείας τοῦ ὑδαργύρου. Ἐκ τίνος ὀπῆς, ἣν φέρει ἐν τῷ μέσῳ ἢ ἄνω βάσις τῆς λεκάνης, διέρχεται ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν, οὗτινος τὸ κατώτερον ἄκρον τὸ ἀνοικτὸν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδαργυρον.

Ὁ σωλὴν οὗτος προσδένεται ἐπὶ τῆς προεξοχῆς ΒΒ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου διὰ τεμαχίου δέρματος, διὰ τῶν πόρων τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καὶ περιβάλλεται δι' ὀρειχαλκίνου σωλῆνος, ὅστις πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει ἐνθεν καὶ ἐνθεν δύο ἐπιμήκεις θυρίδας, δι' ὧν καθίσταται ὁρατὴ ἡ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλὴνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδαργύρου Α (σχ. 108). Ἐπὶ τῆς ὀρειχαλκίνης δὲ ταύτης θήκης εἶνε κεχαρμημένη κλίμαξ ὑποδιηρημένη εἰς χιλιοστόμετρα, ἥς τὸ μηδὲν



Σχ. 108.

ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ἐλεφαντίνου στέλεχος. Τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ κρίκου εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχοντος ἐξαρτᾶται ἐκ σταθεροῦ ὑποστηρίγματος ἢ διὰ δακτυλίου περὶ τὸ μέσον τῆς

ὀρειχαλκίνης θήκης κειμένου στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος. Ἵνα δὲ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά, στρέφωμεν ὑποκάτωθεν τὸν κοιλίαν, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἐφάψῃται τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους, καὶ εἰτα προσδιορίζομεν μετὰ τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια Α τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι. Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὄργανον εἰς ἄλλον τόπον, στρέφωμεν τὸν κοιλίαν, μέχρις ὅτου πληρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ὑδραργύρου, ὅποτε πλέον δυνάμεθα καὶ νὰ ἀναστρέψωμεν τὸ ὄργανον θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς δερματίνης θήκης πρὸς μεταφοράν. (1)



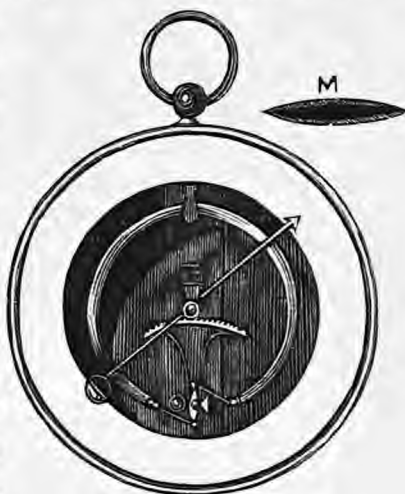
133. Σιφωνοειδὲς βαρόμετρον τοῦ Gay-Lussac. Τὸ βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου ἐπικαμποῦς *αβι* (σχ. 109) φέροντος δύο βραχίονας ἀνίσους, ὧν ὁ μείζων εἶνε κλειστός ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει πρὸς τὰ πλάγια ὀπὴν *ι*, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αἶρα. Ἀνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου ἐν μὲν τῷ μείζονι βραχίονι κατὰ τὸ *α* εἶνε τέλειον κενόν, ἐν δὲ τῷ ἐλάσσονι ὑπάρχει ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὅστις πιέζων τὸν ὑδραργύρον ἀναγκάζει αὐτὸν ν' ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι ἀνώτερον ἐν τῷ μείζονι βραχίονι, οὕτως ὥστε τὸ βαρομετρικὸν ὕψος λογίζεται διὰ τῆς κατακορύφου ἀποστάσεως τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας *α* τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ μείζονι βραχίονι ἀπὸ τῆς *β* ἐν τῷ ἐλάσσονι. Πρὸς μέτρησιν δὲ τῆς ἀποστάσεως ταύτης, ἦτοι τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, ὑπάρχουσιν ἄνω καὶ κάτω μικροὶ κανόνες φέροντες τὰς διαιρέσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ 0 τῶν διαιρέσεων τούτων νὰ κεῖται εἰς τὸ μέσον περίπου τοῦ σωλῆνος. Ἀθροίζοντες τοὺς δύο ἀριθμοὺς τοὺς ἀντιστοιχοῦντας εἰς τὰς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου *α* καὶ *β* εὐρίσκομεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος.

Κατὰ τὸ μέσον τοῦ σωλῆνος ὑπάρχουσιν ἑκατέρωθεν αὐτοῦ δύο θερμομέτρα, τὸ μὲν ὑδραργυρικὸν τὸ δὲ οἶνο-

(1) Βαρόμετρον τοῦ Renou. Τὸ βαρόμετρον τοῦτο διαφέρει τοῦ τοῦ Fortin

πνευματικόν, πρὸς μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ τε ἀέρος καὶ τοῦ ὑδραργύρου τοῦ βαρομέτρου.)

134. Μετάλλινα βαρόμετρα. Τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν δύναμεθα νὰ καταμετρήσωμεν καὶ δι' ὀργάνων ἄνευ ὑδραργύρου, εἴα τὰ μετάλλινα βαρόμετρα, ἐκ τῶν ὁποίων εὐχρηστότερα εἶνε τὰ τοῦ Bourdon καὶ Vidi. Καὶ τὸ μὲν τοῦ Bourdon σύγκειται ἐξ ἐπιχαμποῦς ὀρειχαλκίνου σωλῆνος πεπλατυσμένου, οὗτινος ἡ ἐγκαρσία τομῇ M (σχ. 110) δείκνυται πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος, κλειστοῦ κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα, κενοῦ ἀέρος καὶ ἀκλονήτως ἐστηριγμένου κατὰ τὸ ἐν τῷ ἀνωτέρῳ μέρει μέσον αὐτοῦ ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὀργάνου. Εἰς τὰ ἐλεύθερα αὐτοῦ πέρατα διαβροῦνται δύο μικρὰ στελέχη, ὧν τὰ ἄκρα συνδέονται ὡσαύτως δι' ἀρθρώσεων μετὰ τῶν περὰ τῶν μικροῦ ἀμφιρρεποῦς μοχλοῦ στρεπτοῦ περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ καὶ φέροντος μικρὸν ὀδοντωτὸν



Σχ. 110.

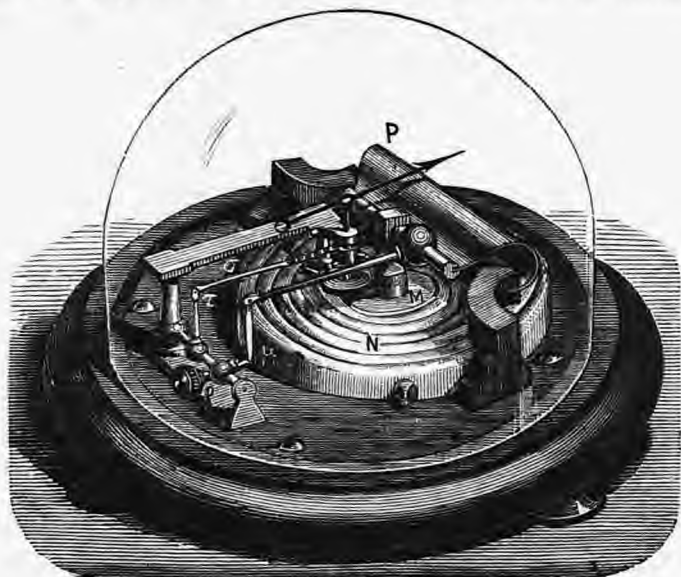
κατὰ τὴν λεκάνην, ἥτις εἶνε πολὺ εὐρυτέρα ἔχουσα ἐπιφάνειαν ἑκατονταπλασίαν τῆς ἐσωτερικῆς τομῆς τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος, οὕτως ὥστε, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι ἀνέρχεται κατὰ 1 χ. μ., κατέρχεται συγχρόνως ἐν τῇ λεκάνῃ κατὰ $\frac{1}{100}$ τοῦ χ. μ. Ἐπειδὴ δὲ ἐκάστη τῶν διαιρέσεων τῆς κλίμακος εἶνε ἰση πρὸς $\frac{100}{101}$ τοῦ χ. μ., ἔπεται ὅτι, ὅταν ὁ ὑδραργυρος

ἀνέρχεται κατὰ ν διαιρέσεις ἐν τῷ σωλῆνι, κατέρχεται συγχρόνως κατὰ $\frac{ν}{100}$

ἐν τῇ λεκάνῃ, ὥστε ἡ ὀλικὴ μεταβολὴ εἶνε $ν + \frac{ν}{100}$ διαιρέσεις ἢ

$\left(1 + \frac{ν}{100}\right) \frac{100}{101} = ν$ χιλιοστόμ. Ἐνεκα δὲ τούτου δὲν ὑπάρχει τὸ ἐλεφάντινον στέλεχος ἐν τῇ λεκάνῃ, παρατηροῦντες δὲ μόνον μετὰ τινος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον βαρομετρικὸν ὕψος.

τομέα, οὕτως οἱ ἐπὶ τῆς περιφερείας ὀδόντες ἐμπλέκονται μετὰ τῶν ὀδόντων μικροῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὄργανου ὑπάρχοντος καὶ στρεπτοῦ περὶ ἄξονα, ὅστις φέρει ἐστερεωμένον δείκτην. Ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττώται, ὁ ἐπικαμπῆς σωλὴν στρογγυλούμενος κατὰ τὴν ἐγκαρσίαν αὐτοῦ τομὴν τείνει νὰ καταστῇ εὐθύγραμμος, τὰ πέρατα αὐτοῦ ἀφίστανται ἔτι μᾶλλον, ὁ ἀμφιρρεπῆς μοχλὸς καὶ ὁ ὀδοντωτὸς τομεὺς στρέφονται ὀλίγον καὶ δι' αὐτῶν καὶ ὁ δείκτης στρέφεται κατὰ τινὰ διεύθυνσιν. Ὅταν δὲ τὸναντίον ἡ



Σχ. 111.

ἀτμοσφαιρική πίεσις αὐξάνηται, ὁ σωλὴν πλατυνόμενος κυρτοῦται ἔτι μᾶλλον, τὰ πέρατα αὐτοῦ πλησιάζουσι πρὸς ἄλληλα καὶ ὁ δείκτης στρέφεται κατὰ φερόν ἀντίθετον τῆς προηγουμένης. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

Τὸ δὲ μεταλλινὸν βαρόμετρον τοῦ Vidi σύγκειται ἐκ μεταλλικοῦ τινος κυλινδρικοῦ τυμπάνου N (σχ. 111) κενοῦ ἀέρος, τοῦ ὑποῖου ἡ μὲν κάτω βᾶσις στηρίζεται ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὄργανου, οὕσα διὰ τοῦ κέντρου αὐτῆς προσκεκολλημένη ἐπ' αὐτῆς, ἡ δ' ἄνω οὕσα κυματοειδῆς κοιλοῦται εὐχερῶς καὶ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις βραδύνη αὐξανόμενη. Ἐπικαμπὺς χαλυβδίνου ἐλάσματος P τὸ μὲν ἐν πέρας στηρίζεται ἀκλονήτως ἐπὶ τῆς θήκης, τὸ δὲ ἕτερον εἶνε συνδεόμενον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς ἄνω

βάσεως τοῦ τυμπάνου, οὕτως ὥστε, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως αὐξανομένης καὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου κοιλουμένης ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ἐλατήριον P κάμπτεται ταυτοχρόνως. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωταί, ἡ ἄνω βάση τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμυθέντος ἐλατηρίου P. Ἡ πρὸς τὰ κάτω δὲ καὶ ἄνω κίνησις αὕτη τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου μεταδίδεται διὰ σειρᾶς στελεχῶν συνηγμένων δι' ἀρθρώσεων εἰς δείκτην στρεπτόν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Καὶ τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

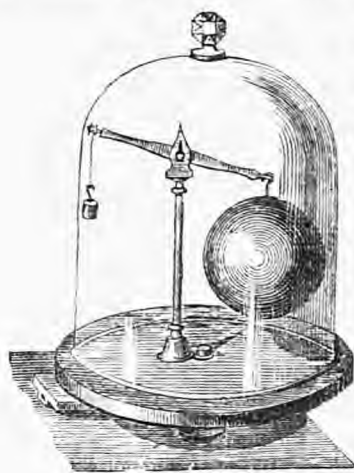
135. Τοιαῦτα ὄντα τὰ βαρόμετρα διττῶς χρησιμεύουσι· πρῶτον μὲν πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, περὶ ὧν γενήσεται λόγος ἐν τῷ περὶ μετεωρολογίας κεφαλαίῳ, δεῦτερον δὲ πρὸς εὑρεσιν τοῦ ὕψους, εἰς ὃ κεῖται τόπος τις ἄνωθεν ἄλλου ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ διὰ μικρὰ ὕψη ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐξῆς. Ἐὰν π. χ. βαρόμετρον εὕρισκόμενον ἐν Πειραιεῖ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύῃ ἐν ὠρισμένῃ στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστούμ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθήναις παρὰ τὰ Ἀνάκτορα θὰ δεικνύῃ 750 χιλιοστόμετρα. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη τῶν βαρομετρικῶν ὕψων προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ μεταξὺ Ἀθηνῶν καὶ Πειραιῶς κείμενον, ἐν ᾧ πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Πειραιεῖ βαρομέτρου, δὲν πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Ἀθήναις. Ὅθεν συνάγμεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ στρώματος τούτου τοῦ ἀέρος ἰσορροπεῖται ὑπὸ στήλης ὑδραργυρικῆς ἐχούσης ὕψος ἴσον τῇ διαφορᾷ τῶν βαρομετρικῶν ὕψων, ἥτοι 10 χιλιοστούμ. Ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶνε 10500 περίπου φορές βαρύτερος τοῦ ἀέρος τοῦ κατωτέρου τούτου στρώματος, τὸ στρώμα τοῦτο ἔχει ὕψος 10500 φορές 10 χιλιοστόμ. κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων τῶν ἐμπεριεχόντων ἑτερογενῆ ὑγρὰ. Ἀλλὰ 10500 φορές 10 χιλιοστόμ. εἶνε ἴσον πρὸς 105 μέτρα, ὅπερ εἶνε τὸ ὕψος τῶν Ἀνακτόρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Οὕτως, ὅταν ἀναχωροῦντες ἀπὸ τοῦ Πειραιῶς καὶ κρατοῦντες βαρόμετρον ἀνερχόμεθα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ βλέπωμεν ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττωταί κατὰ 1, 2, 3, χιλιοστόμ. συνάγμεν ὅτι ἀνῆλθομεν ἅπαξ, δις, τρίς 10 μέτρα καὶ ἡμισυ. Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὕρισκώμεθα εἰς τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαίρας· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἥτις κεῖται εἰς ὕψος 700 περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσ-

σης, πρέπει ν' ανέλθωμεν εἰς ὕψος 11 περίπου μέτρων, ἵνα ἐλαττωθῇ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος κατὰ 1 χιλιοστόμ., διότι εἰς τὸ ὕψος τοῦτο ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶνε ἀραιότερος ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. (4)

136. Πιέσεις ἐπὶ τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐπὶ τῶν ὑγρῶν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπίσης καὶ ἐπὶ τοῦ ἀέρος· δηλονότι.

Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὑψίσταται ἄνωσιν ὡς πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, τὸν ὅποτον ἐκτοπίζει.

Τὴν ἄνωσιν ταύτην ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς διὰ συσκευῆς, ἥτις καλεῖται **βαροσκόπιον** (σχ. 112). Αὕτη εἶνε εἶδος μικροῦ ζυγοῦ, εἰς



Σχ. 112.

τὴν φάλαγγα τοῦ ὁποίου ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐνός ἄκρου σφαῖραν ἐκ φελλοῦ ἢ μεγάλην μεταλλίνην σφαῖραν κοίλην, ἐκ δὲ τοῦ ἐτέρου μικρὸν κύλινδρον μολύβδινον στερεόν, ὅστις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ τὴν σφαῖραν ἐν τῷ ἀέρι καὶ τηρήσῃ τὴν φάλαγγα ὀριζοντίαν. Τὴν συσκευὴν ταύτην θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀντλοῦντες ἐκ τούτου τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἀήρ ἀραιούται, ἡ φάλαγγς κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε μὲν πραγματικῶς βαρυτέρα τοῦ μολυβδίνου κυ-

λίνδρου, ἰσορροπεῖ δ' αὐτὸν ἐν τῷ ἀέρι, διότι ἐν αὐτῷ ὑψίσταται ἄνωσιν μείζονα ἐκείνης, ἣν ὑψίσταται ὁ στερεὸς κύλινδρος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι σῶμά τι ἀφ' ὅθεν ἐλεύθερον ἐν τῷ

(4) Διὰ ὕψη μὴ ὑπερβαίνοντα τὰ 1000 μέτρα γίνεται γρήγας τοῦ εἴδους τύπου τοῦ Babinet.

$$\gamma = 16000 \left(\frac{H - H'}{H + H'} \right) \left[1 + \frac{2(\theta + \theta')}{1000} \right]$$

ἔνθα γ τὸ ζητούμενον ὕψος εἰς μέτρα, H καὶ H' τὰ βαρομετρικὰ ὕψη (ἀνηγμένα εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0) καὶ θ , θ' αἱ θερμοκρασίαι τοῦ ἀέρος εἰς τοὺς δύο σταθμούς.

αέρι καταπίπτει, εάν έχη βάρος υπέρτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου αέρος, αἰωρεῖται δ' ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, εάν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἴνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου αέρος. Εάν δὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἴνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου αέρος, τότε τὸ σῶμα ἀνυψοῦται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς στρῶμα αέρος, ἐν τῷ ὅπῳ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἴνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου αέρος, ἐνθα αἰωρεῖται· οὗτος εἴνε ὁ λόγος τῆς ἐν τῷ αέρι ἀνυψώσεως τῶν ἀεροστάτων.

137. Ἀερόστατα. Πολλὰ αέρια, οἷον τὸ ὕδρογόνον, τὸ φωσφῆριον, ὁ θερμὸς ἀήρ, εἴνε εἰδικῶς ἐλαφρότερα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος. Εάν λοιπὸν ἐν τῶν αερίων τούτων ἐγκαλείσωμεν ἐντὸς περιθλήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σφαιροῦ, τὸ οὕτως ἀποτελεσθεσόμενον αερόστατον θέλει ἀνυψωθῇ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρῶμα, εἰς τὸ ὅπῳ τὸ βάρος τοῦ ἐγκαλεισμένου αερίου καὶ τοῦ περιθλήματος νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἐν τῷ στρώματι τούτῳ αέρος. Τὴν ἀρχὴν ταύτην πρῶτοι ἐφῆρμον οἱ ἀδελφοὶ Montgolfier ἀνυψώσαντες τὸ πρῶτον αερόστατον ἐκ τῆς πόλεως Annonay τῆς Γαλλίας κατὰ τὸ ἔτος 1783. Ἡ πρώτη αὕτη ἀεροπόρος σφαῖρα ἔχουσα διάμετρον 2 περίπου μέτρων συνέκειτο ἐκ τινος ἐξ ὑφάσματος περιθλήματος ἐπικεκαλυμμένου διὰ χάρτου, εἰς τὸ κατώτερον δὲ μέρος ἔφερε στόμιον κυκλικὸν ἔχον ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς τινὰς τετραγωνικοὺς πόδας, ὀλίγον δὲ ὑποκάτωθεν ἐλαφρόν τι πλέγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων πλήρες εὐφλέκτων σωμάτων. Ὁ ἐντὸς αἰὲρ θερμανθεὶς ἐγένετο εἰδικῶς κυρτότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφθεῖσα ἐλευθέρα ἀνῆλθεν εἰς ὕψος 2000 μέτρων, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ὅταν ἐσθέσθῃ τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθῃ ὁ ἐσωτερικὸς αἰὲρ, ὅστις οὕτως ἐγένετο ἰσόπυκνος πρὸς τὸν ἐξωτερικόν.

Αἱ διὰ θερμοῦ αέρος ἀεροπόροι σφαῖραι, αἵτινες καλοῦνται Μονγκολφιέραι, εἴνε λίαν ἀτελεῖς, διότι τὸ μὲν περιθλήμα ὑπὸκειται εἰς ἐμπρησμόν ἢ καὶ εἰς διάρρηξιν, ἢ δ' ἀνυψοῦσα τὸ αερόστατον δύναμις, ἢ ἄνωσις, δυσκόλως δύναται νὰ αὐχθηθῇ ἢ μειωθῇ, ὅταν ὁ ἀερονάυτης θέλῃ, ἔτι μᾶλλον ν' ἀνέλθῃ ἢ νὰ κατέλθῃ. Ἐπειδὴ δ' ὁ ἐσωτερικὸς αἰὲρ δὲν εἴνε δυνατόν νὰ θερμανθῇ ἰσχυρῶς, ἡ πυκνότης αὐτοῦ δὲν διαφέρει πολὺ τῆς ἀρχικῆς καὶ οὕτως ἡ ἄνωσις εἴνε μικρὰ καὶ ἡ ἀνάβασις κατ' ἀκολουθίαν γίνεται εἰς ὕψη σχετικῶς μικρά.

Κατὰ τὸ αὐτὸ ἔτος ὁ Γάλλος Φυσικὸς Charles κατασκεύασεν ἀερό-
πόρον σφαῖραν ἐκ σχητικοῦ ἐρρητινωμένου (βερνικωμένου) ἐξώθεν, τὴν
ὅποیان ἐπλήρωσεν ὑδρογόνου, τοῦ κουφοτάτου πάντων τῶν γνωστῶν
ἀερίων (σχ. 113). Τὸ ἀνώτερον ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέ-
γματος ἐκ λεπτοῦ σχοινίου, τοῦ ὁποίου τὰ νήματα προεκτείνονται ἐκ
τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδένονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέμονται



Σχ. 113.

ὁ τοῖς ἀεροναύταις χρησιμεύων κάλαθος. Ὅποι εἰς τὸ ἀνώτερον
μέρος τῆς σφαίρας κείμενοι κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομίων πιε-
ζομένων ὑπὸ ἐλατηρίων, ἐν ἀνάγκῃ δ' ἀνοίγονται διὰ σχοινίου, δι' οὗ
ὁ ἀεροναύτης ἔλκει τὰ ἐπιστόμια. Πληροῦται δ' ὑδρογόνου δι' ὅπῃς,
ἥτις ὑπάρχει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας καὶ ἥτις κλείεται
μετὰ ταῦτα ἀεροστεγῶς. Ἡ ὑδρογόνου πεπληρωμένη ἀεροπόρος σφαῖρα
δὲν πληροῦται μέχρι τελείας ἐξογκώσεως, διότι κατὰ τὴν ἀνύψωσιν
αὐτῆς εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἔνθα ἡ ἐξωτερικὴ

πίεσις ἐλαττωῦται, δὲν θὰ ἐξουδετερωτο ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ὑδρογόνου, οὕτω δὲ τὸ ἄλλως λεπτὸν περιβλήμα τῆς ἀεροπόρου σφαίρας πιεζόμενον ἰσχυρότερον ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἤθελε διαρραγῇ.

Ὅταν ὁ τῆς ἀεροπόρου σφαίρας ἐπιβάτης προτίθεται νὰ κατέλθῃ, ἀνοίγει τὸ ἐπιστόμιον, ὑδρογόνον ἐξέρχεται, ἡ σφαῖρα μειοῦται κατὰ τὸν ὄγκον, ἐκτοπίζει μικρότερον ὄγκον ἀέρος, τὸ βάρος δὲ τοῦ ἀεροστάτου καθίσταται οὕτω μεγαλύτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἡ δὲ ἀεροπόρος σφαῖρα κατέρχεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς διαφορᾶς ταύτης τῶν δύο δυνάμεων. Ἡ δύναμις αὕτη κατὰ τὴν ἀνάσθον μένει σταθερά, διότι τὸ μὲν βάρος τῆς ἀεροπόρου σφαίρας εἶνε ἀμετάβλητον, αὕτη δὲ κατερχομένη εἰσέρχεται μὲν εἰς στρώματα πυκνότερα, ἀλλὰ μειουμένη τὸν ὄγκον ἐκτοπίζει ὀλιγώτερον ἀέρα. Ὁ ἀεροναύτης δύναται νὰ ἐπιβραδύνῃ τὴν κατὰθασιν ἢ καὶ αὐθις ν' ἀνέλθῃ ῥίπτων ἔρμα (ἄμμου), τὸ ὅποιον πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον θέτει ἐν τῷ καλῶν πρὸ τῆς ἀνυψώσεως. Τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἀνευρίσκεται διὰ βαρομέτρου, τὸ ὅποιον φέρει μεθ' ἑαυτοῦ ὁ ἀεροναύτης.

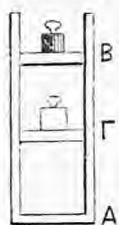
Τὰ ἀερόστατα ἐροδιάζονται πολλάκις διὰ συσκευῆς, ἥτις καλεῖται *ἀλεξιπτωτον* ἢ *πτωσίσιωτρον*, διὰ τοῦ ὁποῖου ὁ ἀεροναύτης κατέρχεται ἀκινδύνως. Εἶνε δὲ τοῦτο εἶδος ἀλεξήλιου παμμέγιστον ἐκ χονδροῦ ὑφάσματος κατεσκευασμένον κυκλοτερὲς καὶ φέρον ὅπῃ ἐν τῷ μέσῳ. Ἐκ τούτου κρέμαται κάλαθος διὰ σχοινίων ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἀλεξιπτώτου προσδεδεμένων. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ἐκπτώσει αὐτό, τοῦτο δὲ κατέρχεται βραδύως ἕνεκα τῆς μεγάλης ἐπιφανείας, ἣν παρουσιάζει. Τὸ ἀλεξιπτωτον ἐπενόηθη κυρίως, ὅπως ἔχῃ ὁ ἀεροναύτης μέσον καθόδου, ἐν ᾗ περιπτώσει ἤθελε διαρραγῇ τὸ ἀερόστατον, πολλάκις ὅμως γίνεται χρῆσις αὐτοῦ καὶ ἄνευ τῆς ἀνάγκης ταύτης.

Πολλὰ ἀεροστατικά ἀναβάσεις ἐγένοντο ἐπὶ ἐπιστημονικῷ σκοπῷ, ἐκ τῶν ὁποίων μᾶλλον ἀξιωμακόμενος εἶνε ἡ πρώτη ἐν ἔτει 1804 ὑπὸ τοῦ Gay-Lussac γενομένη. Ὁ Gay-Lussac ἀναχωρήσας ἐκ Παρισίων τὴν πρωτὴν τῆς 16 Σεπτεμβρίου 1804 ἀνῆλθε μόνος εἰς ὕψος 7016 μέτρων, εἰς ὃ τὸ μὲν βαρόμετρον εἰδείκνυε 328,8 γ. μ., τὸ δὲ θερμόμετρον 10° περίπου *κάτωθεν* τοῦ μηδενικοῦ, ἐν ᾧ κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἀναβάσεως τὸ μὲν βαρόμετρον εἰδείκνυε 765,2, τὸ δὲ θερμόμετρον 28° ἦνθεν τοῦ μηδενικοῦ. Μετὰ ἐξάωρον ἀεροπορίαν κατήλθεν εἰς Rouen, τουτέστιν εἰς ἀπόστασιν 140 χιλιομέτρων ἀπὸ τῶν Παρισίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ.
MANOMETRA.

138. Εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον ΒΑ (σχ. 114) κλειστὸν κάτωθεν καὶ ἀνοικτὸν ἄνωθεν πλῆρες αἰρίου τινός, π.χ. ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος, ἐφαρμόζομεν ἐμβολέα κλείοντα τὸν κύλινδρον ἀεροστεγῶς καὶ θέτομεν



Σχ. 114.

βάρος τι ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ὁ ἐμβολεὺς κατέρχεται μέχρι τοῦ Β π. χ. καὶ εἴτα μένει στάσιμος. Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως βάρος μείζον, οὗτος κατέρχεται ἔτι μᾶλλον μέχρι τοῦ Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅταν ὁ ὄγκος αἰρίου ἐλαττωθῇ, ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ αὐξάνεται ἰσορροποῦσα ἐκάστοτε τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν. Ἐνεκα τῆς ἰσότητος ταύτης μεταξὺ ἐλαστικότητος τοῦ αἰρίου καὶ ἐπιφερομένης πίεσεως, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, λέγομεν ἀδιαφόρως πίεσις τοῦ αἰρίου ἀντὶ ἐλαστικότητος τοῦ αἰρίου καὶ ἀντιστρόφως.

Ὁ Mariotte ἀνεῦρε σχέσιν ὠρισμένην μεταξὺ τοῦ ὄγκου, ὃν καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αἰρίου, καὶ τῆς ἐπιφερομένης πίεσεως, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία. Ἡ σχέσις αὕτη εἶνε γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα νόμος τοῦ Μαριόττου.

139. **Νόμος τοῦ Μαριόττου.** Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αἰρίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν, ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ αἰρίου ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται δις, τρις κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ὄγκος τοῦ αἰρίου διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται δις, τρις κτλ. μικρότερα. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου ΒΑ ἐγκλεισθῇ ἀήρ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ.μ., ἐκαστον τετραγωνικὸν ὕψος κατόμετρον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ αἵρος 1033 γραμμαρίων. Ἐὰν δὲ καταπίσωμεν τὸν ἐμβολέα οὕτως, ὥστε ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου αἵρος νὰ γίνῃ τὸ ἕμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἡ πίεσις ἐφ' ἐκάστου τετραγ. ὕψους γίνεται ἴση πρὸς δύο φορές 1033 γραμμάρια· καὶ ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ αἵρος ὑπο-

τριπλασιασθῇ, ἡ πίεσις γίνεται τρεῖς φορές 1033 γραμμάρια καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Β τὸν ὄγκον ὁρισμένης ποσότητος ἀερίου ὑπὸ πίεσιν Π καὶ διὰ τοῦ Β' τὸν ὄγκον αὐτοῦ ὑπὸ πίεσιν Π', κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου συνάγομεν $B : B' = \Pi' : \Pi$ (1) ἢ $B \chi \Pi = B' \chi \Pi'$ · τουτέστιν ὁρισμένης ποσότητος ἀερίου ὑπὸ σταθεράν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν μένει ἀμετάβλητον.

Ὅταν συμπιέζωμεν ἀερίον τι, καθιστῶμεν αὐτὸ πυκνότερον. Ἄν δὲ καλέσωμεν Β καὶ Β' τοὺς ὄγκους ὁρισμένης ποσότητος ἀερίου καὶ δ καὶ δ' τὰς ἀντιστοίχους πυκνότητας, θέλομεν ἔχει

$$B \chi \delta = B' \chi \delta',$$

ὅπερ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς ὁρισμένης ποσότητος τοῦ ἀερίου. Ὅθεν

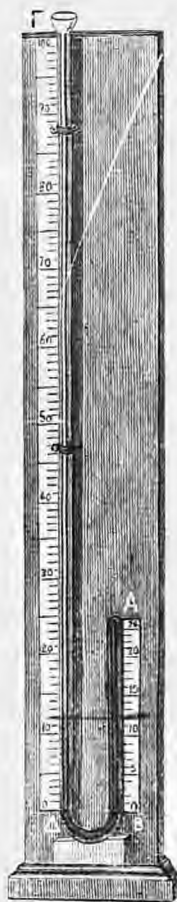
$$B' : B = \delta : \delta'.$$

Ἀλλὰ $B' : B = \Pi : \Pi'$, ὅθεν λαμβάνομεν $\delta : \delta' = \Pi : \Pi'$, ἥτοι ἡ πυκνότης ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πίεσεως, ἢν τοῦτο ὑφίσταται.

140. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου.

Ἴνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον ἐπικαμπῇ ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος ΑΒ (σχ. 115) 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 κλίμακας, ὅτε ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ ἔχει ὄγκον ἴσον π. χ. πρὸς 24 καὶ ἐλαστικότητα ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας.

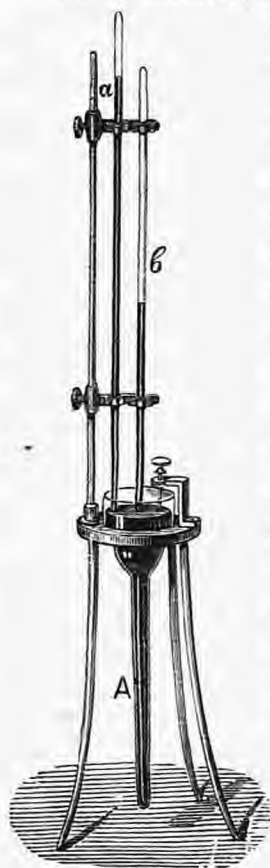
Ἐὰν δὲ νῦν ἐγχύσωμεν καὶ ἄλλον ὑδράργυρον μέχρι ὅτου ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ συσταλῇ εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἥτοι γίνῃ ἴσος πρὸς 12, καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο βραχίονας, εὐρίσκομεν



Σχ. 115.

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 ἐλαστικότης τοῦ ἀέρος, οὕτινος ὁ ὄγκος ἐγένετο ἴσος πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἰσορροπεῖ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν.

Ἰνα δ' ἀποδείξωμεν καὶ τὸ ἀντίστροφον, ἤτοι ὅτι διπλασιαζομένου τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ὑποδιπλασιάζεται, λαμβάνομεν βαθύ δοχεῖον Α (σχ. 116) πεπληρωμένον ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναστρέφομεν βαρομετρικὸν σωλῆνα α πεπληρωμένον ὡσαύτως ὑδραργύρου ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli (§ 126 σχ. 98). Λαμβάνομεν προσέτι καὶ δεύτερον σωλῆνα β διπλασίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ ὑποδιηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὑδραργύρου μόνον κατὰ τὰ $\frac{9}{10}$ περίπου, οὕτως ὥστε τὸ ὑπολειφθὲν μέρος νὰ μείνῃ πλήρες ἀέρος. Κλείσαντες δὲ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου διὰ τοῦ ἀντικειμένου καὶ ἀναστρέψαντες καταδύομεν αὐτὸν ἐντὸς τοῦ δοχείου, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου φθάσῃ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐν τῷ σωλῆνι τούτῳ καὶ ἐν τῇ λεκάνῃ τοῦ δοχείου Α, ὅποτε ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος εἶνε ἴσος πρὸς 10 κυβ. ὑπεκ. π. γ., ἡ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει. Μετὰ ταῦτα ἀνασύρομεν τὸν σωλῆνα β μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος διπλασιασθῇ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπι-



Σχ. 116.

φανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας α καὶ β γίνεται ἴση τῇ ἡμίσει τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους α, ἤτοι ἴση πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς πίεσεως μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τοῦ ὄγκου διπλασιασθέντος ἡ ἐλαστικότης ὑποδιπλασιάσθη.

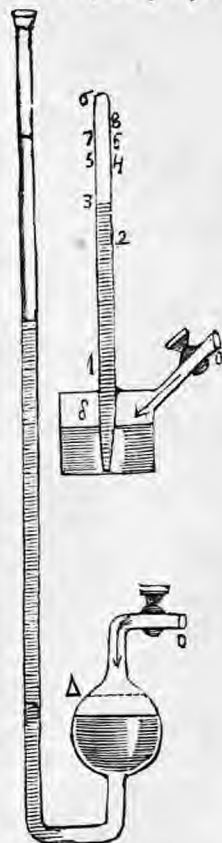
Ὁ νόμος αὗτος δὲν ἀληθεύει ἐξ ἴσου διὰ πάντα τὰ ἀέρια, ὅταν αἱ πιέσεις εἶνε μεγάλαι. Οὕτω τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον ἀκολουθοῦσι τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου ὑποβαλλόμενα καὶ εἰς πίεσιν εἴκοσιν ἀτμοσφαιρῶν, ἐν ᾧ τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ δὲν ἀκολουθεῖ αὐτόν, ὅταν ὑποβληθῇ εἰς πίεσιν μείζονα τῶν 10 περίπου ἀτμοσφαιρῶν.

141. Μανόμετρα. Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἐλαστικότητος τῶν ἀερίων ποιεῦμεθα χρῆσιν συσκευῶν, αἵτινες καλοῦνται **μανόμετρα**. Ὑπάρχουσι δὲ τριῶν εἰδῶν, τὸ **ἀνοικτόν**, τὸ **κλειστόν** καὶ τὸ **μετάλλινον μανόμετρον**.

α'). **Μανόμετρον ἀνοικτόν.** Τοῦτο σύγκειται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος βεβαθμολογημένου (σχ. 117) ἀνοικτοῦ ἄνωθεν καὶ συνδεομένου κάτωθεν μετὰ τοῦ πλήρους ὑδραργύρου δοχείου Δ, τὸ ὅποιον τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ στρόφιγγος μετὰ τοῦ ἀεροφυλακείου τοῦ ἐμπεριέχοντος πεπιεσμένον ἀέριον, οὕτως προέχεται νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἐλαστικότητα. Ἡ πίεσις τοῦ αερίου ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἀνυψοῖ αὐτόν ἐν τῷ σωλῆνι, ἐκ τοῦ ὕψους δὲ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης λογιζομένης ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ ἀνευρίσκωμεν τὴν ἐλαστικότητα εἰς ἀτμοσφαίρας.

β'). **Μανόμετρον κλειστόν.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος σιδηροῦ δοχείου δ (σχ. 117) πεπληρωμένου ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται παχύς καὶ ἀνθεκτικὸς κρυστάλλινος σωλὴν κυλινδρικός κλειστός κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον σ, περιέχων ξηρὸν ἀέρα καὶ ἐπὶ τοῦ δοχείου δ ἀεροστεγῶς προσκεκολλημένος.

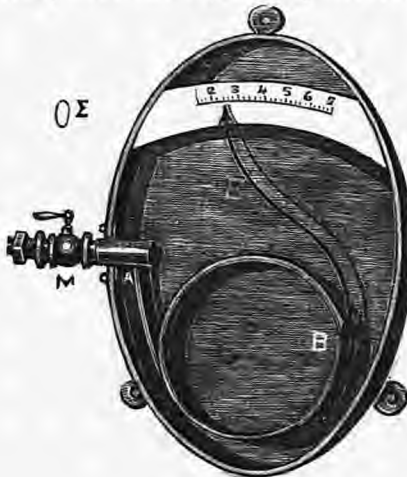
Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου ἐν τε τῷ σωλῆνι καὶ τῇ λεκάνῃ καίονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ὑπὸ τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας. Τὸ πανταχόθεν κεκλεισμένον δοχεῖον συγκοινωνεῖ διὰ παραπλευροῦ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα μετὰ τοῦ ἀεροφυλακείου τοῦ ἐμπεριέχοντος τὸ πεπιεσμένον ἀέριον ἢ τὸν ἀτμόν, ὅστις εἰσδύων ἐν τῷ δοχείῳ δ ὥθει τὸν ὑδράργυρον ἐντὸς τοῦ κρυστάλλινου σωλῆ-



Σχ. 117.

νος καὶ συμπιέζει τὸν ἐγκλεισμένον ἀέρα. Τὸ μανόμετρον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

γ'). **Μετάλλινον μανόμετρον τοῦ Bourdon.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο χρήσιμον ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πιέσεως ἢ ἐλαστικότητος αερίων ἢ ἀτμῶν (ἀτμομηχαναὶ) ἢ ὑγρῶν (ὕδραυλικὸν πιεστήριον) σύγκειται ἐκ μεταλλίνου σωλήνος AB (σχ. 118) εὐκάμπτου καὶ συμπεπιεσμένου, οὕτως ὥστε ἡ ἐγκαρσία αὐτοῦ τομὴ Σ



Σχ. 118.

νὰ εἶνε ἐλλειπτική, καὶ περιειλιγμένου ἐν σχήματι ἑλικος. Ὁ ἐλικοειδὴς οὗτος σωλήν εἶνε κλειστός μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον B, ἀνοικτός δὲ κατὰ τὸ ἕτερον M, ἐνθα ὑπάρχει στρόφιγγς, δι' ἧς τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ σωλήν οὗτος μετὰ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος. Τὸ ἕτερον ἄκρον B τοῦ σωλήνος ὃν ἐλεύθερον φέρει δείκτην E, οὕτως τὸ ἄκρον διαγράφει τόξον κύκλου. Ὅταν ἐντὸς τοῦ σωλήνος τούτου συμπιεσθῇ ἀήρ ἢ ἀτμός ἢ ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρὸν,

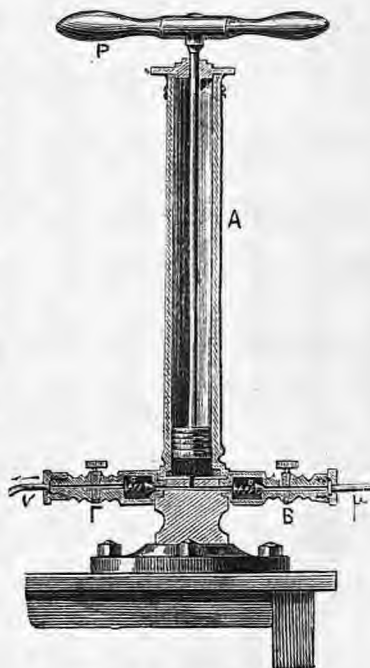
τότε ἡ μὲν ἐγκαρσία αὐτοῦ τομὴ τείνει ν' ἀποθῇ κυκλική, ὁ δὲ σωλήν ἐξελίσσεται καὶ ὁ δείκτης E μετακινεῖται πρὸς τὰ δεξιά. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὀργάνου τούτου γίνεται εἰς ἀτμοσφαίρας ἢ κάλλιον εἰς χιλιογράμματα (γαλλικὰ μανόμετρα) ἢ καὶ εἰς ἀγγλικὰς λίτρας (ἀγγλικὰ μανόμετρα). Οὕτως ἐὰν τὸ ὄργανον συγκοινωνῇσάν μετ' ἀτμογόνου λέβητος δεικνύῃ πίεσιν πέντε χιλιογράμμων ἢ 75 λιτρῶν, τότε συνάγμεν ὅτι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ὁ ἀτμός πιέζει ἕκαστον τετραγ. ὑφεκ. τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος διὰ πίεσεως πέντε χιλιογράμμων, εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἕκαστον τετραγ. δάκτυλον ἀγγλικόν (inch=2,54 ὑφεκ.) διὰ πίεσεως 75 ἀγγλικῶν λιτρῶν (pound). (1)

(1) Στήλη ὑδραυλικὴ ἔχουσα βάσιν 1 τετραγ. δακτ. ἀγγλ. καὶ ὕψος 76 ὑφεκ. ἐπιφέρει πίεσιν ἴσην πρὸς $2,54 \times 2,54 \times 76 \times 13,6 = 6668,4$ γρ. = 15 λί-

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ. ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΑΙΔΙ.

142. **Πνευματικά μηχαναί.** Καλοῦνται πνευματικά μηχαναί αἱ συσκευαί, δι' ὧν ἐνῶμεθα νὰ ἀρχιώσωμεν τὸν ἀέρα τὸν ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλειστῷ χώρῳ ἢ νὰ συμπιέσωμεν ἀέρα ἢ ἄλλο τι ἀέριον οἰονόηποτε ἐν κλειστῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοιαῦται συσκευαί, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θὰ περιγράψωμεν ἰδίᾳ τὴν ἀπλουστέραν, ἐπαρκούσαν εἰς τὰ ἐν τῇ παρούσῃ φυσικῇ περιγραφόμενα πειράματα. Ἡ συσκευή αὕτη σύγκειται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου σωλήνος A (σχ. 119) ἐξεσμένου ἐνδοθεν εἰς τέλειον κύλινδρον, ἐν τῷ ὁποίῳ ἀνέλικται καὶ καταπίεζεται διὰ τῆς λαβῆς P ἐμβολεὺς ἀποτελούμενος ἐκ δύο ὀρειχαλκίνων δίσκων, μεταξὺ τῶν ὁποίων συμπιέζονται δίσκοι ἐκ δέρματος πεποτισμένοι δι' ἐλαίου καὶ καλῶς ἐφαρμόζοντες ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου, ὥστε νὰ μὴ εἰσέρχεται ἀὴρ μεταξὺ τῶν τοιχωμάτων τούτων καὶ τοῦ ἐμβολέως. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου A ὑπάρχουσι δύο πόροι γ' καὶ μ' ἄγοντες εἰς κυλινδρिकास κοιλότητας σ καὶ ο, ἐν αἷς κεῖνται κωνικά ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἅς φέρουσιν οἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων ἡ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ σ ἐξωθεν μὲν ὠθουμένη κλείει τὸν πρὸς τὰ ἀριστερὰ πόρον Γ, ἀλλ' ἐσωθεν ὠθουμένη ὑποχωρεῖ ὀλίγον, οὕτω δ' ὁ πόρος ἀνοίγεται καὶ δύναται ἐσωθεν νὰ



Σχ. 119.

τρας ὡς ἔγγιστα, μιᾶς ἀγγλικῆς λίτρας ἰσοδυναμοῦσης πρὸς 453,4 γρ. = 142 δράμια.

ἐξέλθῃ ἄλλ' συμπεπιεσμένος· ἡ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ οὐ *ἔσθωθεν* μὲν ὠθουμένη κλείει τὸν δεξιὸν πόρον B, ἀλλ' *ἔξωθεν* ὠθουμένη ἐπιτρέπει τὴν εἴσοδον τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον, ὅταν ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἄλλ' εἴνε ἀραιότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ. Καὶ διὰ τὴν ἀραιώσωμεν μὲν τὸν ἀέρα τὸν εὐρισκόμενον ἐν τινὶ χώρῳ, οἷον τὸν ἐν τῷ ὑαλίνῳ κώδωνι (σελ. 4 σχ. 1), τὸν ἐν τῷ σωλῆνι τοῦ Νεύτωνος (σελ. 53 σχ. 51), τὸν ἐν τῇ κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σελ. 100 σχ. 93), θέτομεν εἰς συγ-
κοινωνίαν τὸν χώρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ πόρου μB διὰ σωλῆνος παχείας ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Καὶ ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαθῆς P ἐν τῷ κυλίνδρῳ A μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ ⁽¹⁾, τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῷ κενὸν καὶ τότε ἡ μὲν πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴ ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ, ἐν ᾧ ἡ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομὴ πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος ὑποχωρεῖ καὶ ἄλλ' ἐκ τοῦ χώρου ἐρχόμενος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον A καὶ πληροῖ αὐτόν. Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῷ πυκνούμενος ἄλλ' πιέζει τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα σ καὶ οὕτω φράσσεται ὁ πόρος Bμ καὶ κωλύεται ἡ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χώρον. Ἀλλ' ἡ πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴ σ πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέρην τὴν εἴσοδον εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ συμπεπιεσμένον ἀέρα. Ἀνελκύνοντες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβολέα ἀφαιροῦμεν ἐκαστοτε μέρος τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος καὶ καθιστῶμεν αὐτόν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. ⁽²⁾ Δὲν

(1) Πολλάκις ὁ κύλινδρος εἴνε ἄνωθεν ἀεροστεγῶς κεκλεισμένος καὶ φέρεται εἰς τὴν ἄνω βᾶσιν αὐτοῦ ἐπιστομίδα ἀνοίγουσαν ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Κατὰ τὴν πρώτην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ὁ ἄνωθεν αὐτοῦ ἄλλ' ἐκδιώκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, οὕτω δὲ παράγεται ἄνωθεν κενόν, ὥστε κατὰ τὰς ἐπομένως ἀνελκύνσεις δὲν εἴμεθα ἠναγκασμένοι νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

(2) Ἐστω B ἡ χωρητικότης τοῦ κώδωνος καὶ θ ἡ τοῦ κυλίνδρου ἡ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὴν ἀνωτάτην αὐτοῦ θέσιν. Ἄν παραστήσωμεν διὰ τοῦ H τὴν ἀρχικὴν πίεσιν τοῦ ἐν τῷ κλειστῷ χώρῳ ἀέρος, ἡ πίεσις αὐτοῦ H_1 μετὰ τὴν πρώτην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως εὐρίσκηται διὰ τοῦ τύπου

$$H.B = (B + \theta) H_1, \text{ ἥτοι } H_1 = H \frac{B}{B + \theta}.$$

δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῇ μέρος τι, διότι μετὰ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ ἐμβολέως εὐρισκομένου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρχει χωρητικότης τις, ἡ **ἐπιζημιος 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 εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον ἀραιὸς πρὸ τῆς καταπίεσεως τοῦ ἐμβολέως, ὥστε συνωθούμενος ἐν τῇ ἐπιζημίῳ χωρητικότητι νὰ ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσῃν τῇ ἐξωτερικῇ πίεσει, τότε δὲν δύναται πλέον νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἡ περιτέρω ἀνέλκυσις ἀποβαίνει ἀνωφελής. Ἐννοοῦμεν δὲ ὅτι ἐφθάσαμεν εἰς τὸ ὅριον τῆς ἀραιώσεως τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος, ὅταν δὲν ἀκούωμεν ἐκφυσόμενον ἀέρα διὰ τοῦ πόρου Γ γ τῆς συσκευῆς. Τοιαύτη οὕσα ἡ πνευματικὴ αὐτῇ μηχανῇ καλεῖται **ἀεραρτία**.

Ἐὰν δὲ τὴν αὐτὴν συσκευὴν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ μὲν πόρου **κ** μετὰ χώρου κεκλεισμένου, διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δὲ πόρου **μ** μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας, δυνάμεθα ἐν τῷ χώρῳ τούτῳ νὰ συμπίεσωμεν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Καὶ ὄντως ἀνελκύοντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α, ὅπερ πληροῖ ἀήρ ἐξωθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξωθῶν τὴν δεξιὰν ἐπιστομίδα **σ**, ἐν ᾧ ἡ ἀριστερὰ **σ** δὲν δύναται νὰ μετακινήθῃ. Καταπιεζόμενου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ πυκνούμενος τὴν μὲν δεξιὰν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χώρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς

Μετὰ τὴν δευτέραν ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ἡ πίεσις H_2 τοῦ ἐν τῷ κλειστῷ χώρῳ ὑπολειφθέντος ἀέρος εὐρίσκεται διὰ τοῦ τύπου

$$H_2(B+\ell)=H_1 \cdot B, \text{ ὅθεν } H_2=H_1 \frac{B}{B+\ell}=H \left(\frac{B}{B+\ell} \right)^2.$$

Ὁμοίως μετὰ τὴν τρίτην ἀνέλκυσιν αὐτοῦ ἔχομεν

$$H_3=H \left(\frac{B}{B+\ell} \right)^3$$

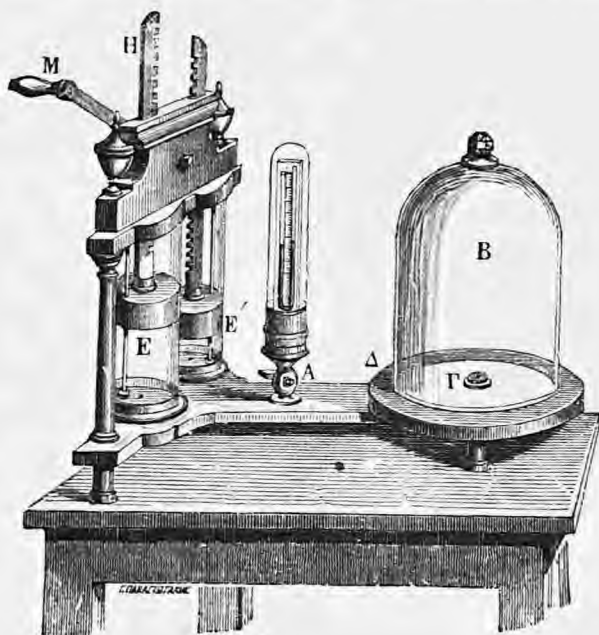
καὶ μετὰ τὴν ν^{την} ἀνέλκυσιν

$$H_n=H \left(\frac{B}{B+\ell} \right)^n.$$

ἀνεγκύσει· καὶ καταπιέσει τοῦ ἐμβολέως ἄηρ ἐξῶθεν λαμβανόμενος συμπυκνῶνται ἐν τῷ χώρῳ, ἀλλ' ἡ συμπύκνωσις αὕτη παύεται, ὅταν ὁ εἰς τὸν κύλινδρον ἐξῶθεν εἰσελθὼν ἄηρ καὶ συμπιεσθεὶς ἐν τῇ ἐπιζήμῳ χωρητικότητι ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσῃ τῇ ἐλαστικότητι τοῦ ἐν τῷ χώρῳ συμπιεσθέντος ἤδη αἱρέος, ὅτε δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ πλέον τὴν ἀριστερὰν ἐπιστομίδα, ἅτε ἐξ ἴσου ἐκατέρωθεν πιεζομένην, καὶ νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸν χώρον. Οὕτω δ' ἐνεργοῦσα ἡ συσκευὴ καλεῖται **ἀεροθλιπτική μηχανή**, χρησιμεύουσα εἰς πολλές περιστάσεις, οἷον εἰς τὰ **σκάφανδρα** τῶν θυτῶν, δι' ὧν οὗτοι περιβαλλόμενοι καταδύονται εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης. Ἡ περιβολὴ αὕτη σύγκειται ἐκ χιτῶνος καὶ περισκελίδος εὐρέων ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος, συνηνωμένων μετὰ πεδίων, ὑπὸ τὰ ὅποια προσαρμύζονται πλάκες μελύθδιναι διὰ τὴν κατὰδυσιν, καὶ ἐκ μεταλλίνου ἐπινωτίου, δι' οὗ συνδέεται ὕδατοστεγῶς ἡ ὅλη περιβολὴ τοῦ σώματος μετὰ μεταλλίνης περικεφαλαίας ἐσχύσης σχῆμα ῥοειδὲς καὶ εὐρισκομένης εἰς συγκοινωνίαν δι' εὐκάμπτου σωλῆνος μετὰ τῆς ἀεροθλιπτικῆς μηχανῆς τῆς ἐν τῷ πλοίῳ κειμένης, δι' ἧς καταθλίβεται ἄηρ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε ν' ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσῃ τῇ πιέσει, ἣν τὸ ὕδωρ ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ σώματος τοῦ θυτοῦ. Ὁ συμπιεζόμενος ἄηρ φερόμενος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς περικεφαλαίας ἐξέρχεται διὰ στομίου, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζεται βαλβὶς ἐπιτρέπουσα μὲν τὴν ἐξόδον τοῦ αἱρέος, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὴν εἰσόδον τοῦ ὕδατος. Διὰ θυρίδων κεκλεισμένων ὕδατοστεγῶς δι' ὑαλίνων πλாகῶν καθοδηγεῖται ὁ θυτῆς εἰς τὰς ὑποβρυχίους αὐτοῦ ἐργασίας. Ἐὰν δ' οὗτος κλείσῃ ἐρηκτικῶς τὴν βαλβίδα, δι' ἧς ὁ ἄηρ ἐξέρχεται, ἡ περιβολὴ αὐτοῦ ἐξογκνύται διὰ τοῦ ἐν αὐτῇ συσθουμένου αἱρέος, ὁ ὅγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἄνωσις αὐξάνεται, οὕτω δ' ὁ θυτῆς ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.)

143. Ἀεραντλία μετὰ δύο κυλίνδρων. Πολλὰκις εἰς τὰς ἀεραντλίας ἀντὶ ἐνὸς ὑπάρχουσι δύο κύλινδροι Ε, Ε' (σχ. 120), ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων κινεῖται ἐμβολεύς, εἰς ὃν κοχλιοῦται ὀρειχάλκινος κανὼν Η φέρων ὀδόντας, μετὰ τῶν ὁποίων συμπλέκονται οἱ ὀδόντες ὀδοντωτοῦ τροχῦ. Οὗτος διὰ τοῦ στροφάλου Μ στρέφεται ὅτε μὲν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά, ὅτε δὲ ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά, οὕτω δ' ἀνέλκονται καὶ καταπιέζονται οἱ ἐμβολεῖς ἐναλλάξ. Ἐκάτερος τῶν ἐμβολέων κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ φέρει ὄγκον, ἐντὸς

τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἐπιστομὴ ἀνοιγομένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Οἱ δύο κύλινδροι προσκαλλῶνται ἀεροστεγῶς διὰ τῆς κατωτέρας αὐτῶν βάσεως ἐπὶ ὀρειχαλκίνης πλακῆς, ἥτις φέρει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ὀριζόντιον ὑάλινον δίσκον Δ, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζεται καλῶς ὁ ὑάλινος κώδων Β. Εἰς τὸν πυθμένα ἑκατέρου τῶν κυλίνδρων ὑπάρχει κωνικὴ ὀπή κλειομένη διὰ κωνικοῦ πώματος φέροντος σιδηροῦν στέλεχος, ὅπερ διαπερᾷ τοὺς ἐμβολοεῖς, οἵτινες ὀλισθαίνουνσιν ἐπ' αὐτῶν μετ' ἡπίας τριβῆς.

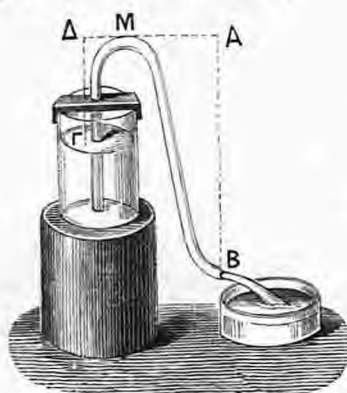


Σχ. 120.

Τὸ πῶμα τοῦτο ἀνοίγει καὶ κλείει ἐναλλάξ τὸν πόρον Γ, δι' οὗ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ κύλινδρος μετὰ τοῦ κώδωνος. Οὕτως ὅταν ὁ ἐμβολοεὺς ἀνελκυσθῇ, συμπαρασύρει μεθ' ἑαυτοῦ τὸ στέλεχος καὶ ἡ ὀπή ἀνοίγεται· ὅταν δὲ ὁ ἐμβολοεὺς κατέρχῃται, τότε καταπίεζεται τὸ στέλεχος καὶ ἡ ὀπή κλείεται.

Ἵνα δὲ γνωρίζωμεν ἐκάστοτε τὸν βαθμὸν τοῦ κενοῦ τοῦ παραγομένου διὰ τῆς ἀεραντλίας, τίθεται ἐπ' αὐτῆς συσκευή, ἥτις καλεῖται **δοκιμαστήριον**. Τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος κρυσταλλίνου κώδωνος ὀρειχαλκίνου πρὸς τὴν βάσιν, ὅστις κοχλιοῦται κατὰ τὸ Α ἐπὶ τοῦ ὀχε-

τοῦ, δι' οὗ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ κώδων B μετὰ τῶν κυλίνδρων. Ἐντὸς τοῦ κρυσταλλίνου κώδωνος ὑπάρχει σιφωνοειδὲς κολοβὸν βαρόμετρον, ἥτοι βραχὺς ἐπικαμπῆς σωλὴν, οὗτινος τὸ μὲν ἐν σκέλος εἶνε ἀνοικτόν, τὸ δ' ἕτερον κλειστόν καὶ πλήρες ὑδραργύρου. Καὶ ἐν ὅσῳ μὲν ὁ ἐν τῷ κώδωνι ἀήρ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν τοσαύτην, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἰσορροπήσῃ πίεσιν πολὺ ὑπερτέραν τοῦ βάρους τῆς ἐν τῷ κολοβῷ βαρομέτρῳ στήλης τοῦ ὑδραργύρου, τὸ κλειστόν σκέλος διατελεῖ πλήρες. Ἀλλ' ὅταν ἀρκεύντως ἀραιωθῇ ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος καὶ ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις ἐλαττωθῇ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ μὴ δύνηται πλέον νὰ ἰσορροπήσῃ τὸ βάρος τῆς στήλης ταύτης τοῦ ὑδραργύρου, τότε οὗτος ἀρχεται κατερχόμενος ἐν τῷ κλειστῷ σκέλει καὶ ἀνερχόμενος ἐν τῷ ἀνοικτῷ, ἐκάστοτε δὲ ἡ ὑπολειπομένη πίεσις παρέχεται διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη.



Σχ. 121.

144. **Σίφων.** Ὁ σίφων χρησιμεύων πρὸς μεταγγραμὸν ὑγροῦ ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον εἶνε σωλὴν ἐπικαμπῆς ἔχων δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βραχυτέρος T (σχ. 121) βυθίζεται ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, πληροῦντος δοχείου. Ἀναμυζῶντες διὰ τοῦ στόματος, ὅπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον B τοῦ ἐπιμηχεστέρου βραχίονος, ἀραιούμεν τὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρα, οὕτω δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις

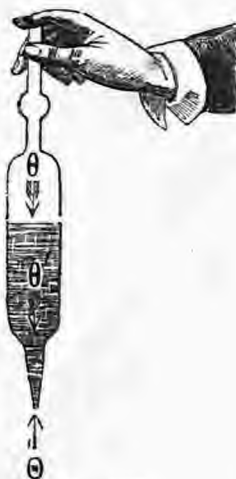
καταθλίβουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδατος ἀναβιβάζει αὐτὸ εἰς τὸν βραχυτέρον βραχίονα ΓM καὶ τέλος πληροῖ καὶ τὸν ἐπιμηχεστέρον βραχίονα MB. Ἄν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ἐκρεῖν ἐκ τοῦ ἄκρου B· ἂν δὲ ὁ βραχίων Γ βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, τοῦτο ἐκκενοῦται τελείως μεταγριζομένου τοῦ ὕδατος διὰ τοῦ σίφωνος. Ὁ μεταγριζομὸς οὗτος εἶνε ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως (10,33 μέτρα); ἥτις ἐνεργοῦσα καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας Γ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου B κατὰ φορὰν ἀντίρροπον, ὑφίσταται μεταδίδο-

μένη μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους M τοῦ σίφωνος μείωσιν ἐκ τῶν ἀριστερῶν μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἤτοι ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης, ἥς τὸ ὕψος ΔΓ (10,33—ΔΓ), ἐκ δεξιῶν δὲ πρὸς τὰ ἀριστερά, ἤτοι ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ὕψους ΒΑ (10,33—ΒΑ). Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β πίεσις εἶνε ὑπερτέρα τῆς ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, τὸ ὕδωρ ἐκρέει ὑπεῖκον εἰς τὴν διαφορὰν τῶν δύο τούτων πιέσεων,

$$10,33 - \Delta\Gamma - (10,33 - \text{BA}) = \text{BA} - \Delta\Gamma,$$

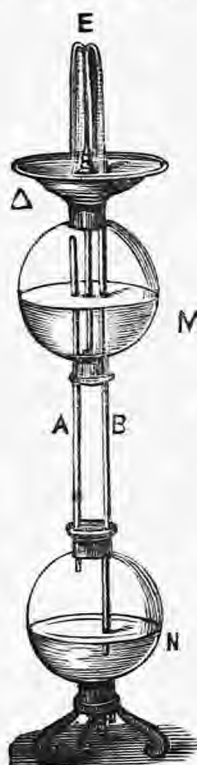
ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ἐχοῦσης μὲν βάσιν τὴν τομὴν τοῦ σωλήνος, ὕψος δὲ τὴν διαφορὰν ΒΑ—ΓΔ, ἥτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγάλου βραχίονος ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐκροή τοῦ ὕδατος εἶνε τοσοῦτω ταχύτερα, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ἄκρου Β ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ Γ. Πρὸς τούτοις συνάγομεν ὅτι ἐν τῷ κενῷ ὁ σίφων δὲν λειτουργεῖ, ὡσαύτως δὲ καὶ τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ ὕψος ΓΔ τοῦ ἀνωτάτου μέρους M τοῦ σίφωνος ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος Γ εἶνε μείζον τῶν 10 μέτρων.

145. **οἰνήρυσις (pipette).** Ἡ οἰνήρυσις, ἥ τὸ ἄλλως καλούμενον ἀντλῖον ἢ σιφώνιον, εἶνε σωλὴν ἐπιμήκους μεταλλίνος ἢ ὑάλινος (σχ. 122) ἐν τῷ μέσῳ ἐξωγχομένους καὶ ἀπολήγων κατὰ τὰ δύο ἄκρα εἰς στόμια, ὧν τὸ μὲν κατώτερον εἶνε στενώτερον, τὸ δ' ἀνώτερον εὐρύτερον. Βυθίζομεν αὐτὸ εἰς τὸ ὑγρὸν ἀφίνοντες τὰ δύο στόμια ἀνοικτά, ὅτε τὸ μὲν ὑγρὸν εἰσέρχεται ἰσοπεδούμενον καὶ ἐντὸς καὶ ἐκτός, ὁ δ' ἄῃρ ἐξέρχεται ἄνωθεν. Φράττοντες τότε διὰ τοῦ ὀακτύλου τὸ ἀνώτερον στόμιον ἐκβάλλομεν τὸ ὄργανον ἐκ τοῦ ὑγροῦ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ τὰς πρώτας μὲν στιγμὰς ὀλίγαι σταγόνες ἐκρέουσιν, ἄλλ' εἴτα ἡ ἐκροή παύεται, εἰ καὶ ὁ σωλὴν εἶνε ἀνεστραμμένος, τὸ ἀνοικτὸν στόμιον πρὸς τὰ κάτω, ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑγροῦ ὑπάρχει ἔτι ἄῃρ. Ἀλλ' ὁ ἐγκλεισθεὶς ἄῃρ ἀραιωθεὶς ὀλίγον ἔνεκα τῆς ἐκροῆς μικρᾶς ποσότητος ὑγροῦ ἐπιφέρει ἐπ' αὐτοῦ πίεσιν-θ μικροτέραν τῆς ἐξωτερικῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως Θ, οὕτως ὥστε ἡ τελευταία αὕτη ἰσορροπεῖ τὴν ἐσωτερικὴν θ καὶ τὴν θ' τὴν ἐκ τοῦ βάρους τῆς ὑγρᾶς στήλης προσεχομένην, ἥτοι $\Theta = \theta + \theta'$.



Σχ. 122.

146. **Κρήνη τοῦ Ἡρώδους.** Ἡ κρήνη τοῦ Ἡρώδους τῆς Ἀλεξανδρείας (120 π.Χ.) σύγκειται ἐκ λεκάνης Δ (σχ. 123), ὑπὸ τὴν ὁποίαν ὑπάρχει ὑαλίνη σφαῖρα Μ καὶ ὑπ' αὐτὴν δευτέρα σφαῖρα Ν. Ἀπὸ τοῦ πυθμένος τῆς λεκάνης ἀναχωρεῖ σωλὴν Β, ὅστις διαπερᾷ τὴν ἀνωτέραν σφαῖραν χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ μετ' αὐτῆς, εἰσέρχεται εἰς τὴν κατωτέραν καὶ ἀπολῆγει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας ταύτης. Δεύτερος σωλὴν Α θέτει εἰς συγκοινωνίαν τὰς δύο σφαῖρας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους αὐτῶν. Τρίτος δὲ σωλὴν ἀναχωρῶν ἀπὸ τοῦ πυθμένος περιῖπου τῆς ἀνωτέρας σφαίρας διαπερᾷ τὴν λεκάνην καὶ ἀνερχόμενος ὀλίγον ἄνωθεν αὐτῆς κλείεται διὰ στρόφιγγος. Χύνομεν ὕδωρ ἄνωθεν καὶ πληροῦμεν σχεδὸν τὴν ἀνωτέραν σφαῖραν, εἴτα δὲ κλείομεν τὴν στρόφιγγα



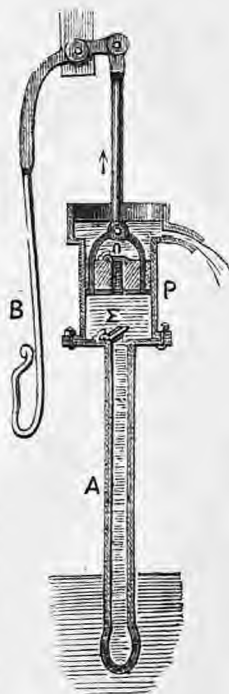
Σχ. 123.

τοῦ μεσαίου σωλῆνος καὶ χύνομεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ εἰς τὴν σφαῖραν Ν διὰ τοῦ σωλῆνος Β, τέλος δὲ πληροῦμεν ὕδατος καὶ αὐτὸν τὸν σωλῆνα Β καὶ τὴν λεκάνην Δ. Ἀν τότε ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ τῆς ἀνωτέρας σφαίρας σχηματίζει πίδακα. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὁ ἐν τῇ σφαίρᾳ Ν ὑπερκαίμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν μεγαλυτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ τὴν πίεσιν τῆς στήλης τοῦ ὕδατος ΔΝ, διότι ἰσορροπεῖ καὶ τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ τὴν στήλην ταύτην τοῦ ὕδατος ΔΝ. Ἀλλ' ἐπειδὴ τοσαύτην ἐλαστικὴν δύναμιν ἔχει καὶ ὁ ἀήρ τῆς ἀνωτέρας σφαίρας Μ, διότι αἱ δύο αὗται σφαῖραι εὐρίσκονται εἰς ἄμεσον συγκοινωνίαν, ἔπεται ὅτι καὶ ὁ τῆς σφαίρας ταύτης ἀήρ δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ οὐ μόνον τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀλλὰ καὶ στήλην ὕδατος ἴσην τῇ ΔΝ λογιζομένην ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Μ. Ἐνεκα τούτου σχηματίζεται πίδαξ, ὅστις θεωρητικῶς ἔπρεπε ν' ἀνέλθῃ μέχρις ὕψους ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Μ ἴσου τῷ ΔΝ, ἀλλὰ δὲν ἀνέρχεται ἔνεκα τῆς τριβῆς τοῦ ὕδατος ἐν τῷ σωλῆνι καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

147. **Υδραντλῖαι.** Υδραντλῖαι καλοῦνται μηχαναὶ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Υδραντλῖων ὑπάρχουσιν τρία εἶδη, αἱ ἀναρροφητικαί, αἱ καταθλιπτικαί καὶ αἱ ἀναρροφητικαὶ τε καὶ καταθλιπτικαί.

148. **Ἀναρροφητικὴ ὑδραντλία.** Αὕτη σύγκειται ἐκ κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 124), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται ἐμβολεὺς φέρων ἐν τῷ μέσῳ πόρον κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος Ο ἀνοιγομένης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ ἐπιστομὶς αὕτη συνήθως ἀποτελεῖται ἐκ παχέος τεμαχίου δέρματος κυκλικοῦ προση-

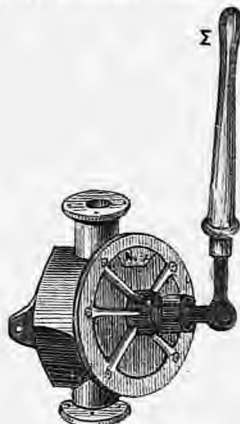
λωμένου κατὰ τὸ ἐν μέρος δι' ἐξ-χῆς ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως καὶ ὠπλι-
σμένου ἄνωθεν διὰ μεταλλίνου ἐλάσματος καθιστῶντος τὸ δῆρμα ὀσ-
καμπτον. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει πρὸς τὰ
πλάγια ἐπιστόμιον διὰ τὴν ἐκροὴν τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος, εἰς δὲ
τὸν πυθμένα προσκολλᾶται σωλὴν μετάλλινος Α ἀναρροφητικὸς κα-
λούμενος, οὗτινος τὸ μὲν ἀνώτερον ἄκρον φέρει ἐπιστομίδα Σ ἀνοι-
γομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ κατώτερον ἄκρον φέρων
ἐξόγκωσιν εἰς πολλὰ σημεῖα διάτρητον βυθίζε-
ται εἰς τὸ πρὸς ἀντλησιν ὕδωρ. Ὁ ἐμβολεύς
φέρει ἄνωθεν σιδηροῦν στέλεχος, δι' οὗ ἀνασύρε-
ται καὶ καταπίεζεται οὐχὶ ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ
διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ πρώτου εἴδους Β, ἐφ' οὗ
ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Ὅταν ὁ ἐμβολεύς ἀνέλκηται,
τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὅποῖον
δὲν δύναται νὰ πληρώσῃ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι
ἡ ἐπιστομία Ο κλείει τὸν πόρον τοῦ ἐμβολέως.
Ἄλλ' ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφα-
νείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ φρέατι ἐπιφερομένη ἀνα-
θιβάξει αὐτὸ ἐν τῷ ἀναρροφητικῷ σωλὴνι Α
μέχρις ὕψους τινός. Ἄν νῦν καταπίσωμεν τὸν
ἐμβολέα, ὁ ὑποκάτωθεν ἀήρ θλιβόμενος κλείει
τὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνωθεὶ τὴν ἐπιστομίδα Ο
καὶ ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ὅταν δὲ
καὶ δεύτερον ἀνασύρωμεν τὸν ἐμβολέα, ἡ ἀτμο-
σφαιρική πίεσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφη-
τικὸν σωλὴνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα Σ
καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὖ-
θις καταπίεσθῃ ὁ ἐμβολεύς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ
κλείει μὲν τὴν ἐπιστομίδα Σ δὲν δύναται νὰ
παλινδρομήσῃ εἰς τὸν σωλὴνα Α, ἀνοίγον δὲ τὴν ἐπιστομίδα Ο
διέρχεται διὰ τοῦ πόρου τοῦ ἐμβολέως καὶ πληροῖ τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ
χῶρον τοῦ κυλίνδρου. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως
τὸ μὲν ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστο-
μίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίε-
σεως εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλὴνα καὶ παρακολουθεῖ τὸν ἐμβολέα εἰς
τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν



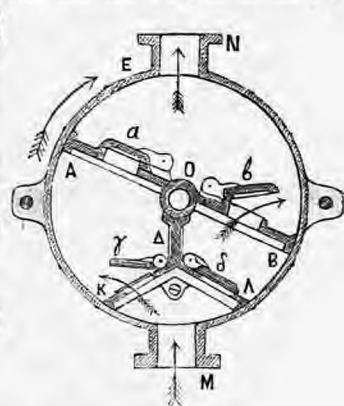
Σχ. 124.

ὕδραντλιῶν δύναται νὰ ἀναβιθασθῇ εἰς ὕψος θεωρητικῶς μὲν δέκα μέτρων, πρακτικῶς δὲ ὀκτὼ τὸ πολὺ μέτρων.

149. **Ὑδραντλία ἀμφιροπῆς.** Εἰς τὴν ὕδραντλιαν ταύτην, ἥς τὸ μὲν σύνολον παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 125, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ διάταξις διὰ τοῦ σχήματος 126, ὁ ἐμβολεὺς ἀντικαθίσταται διὰ μεταλλίνης πλακῆς AB, ἥτις ταλαντεύεται περὶ τὸν ἄξονα O διὰ τῆς λαβῆς Σ, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Εἰς τὸ κατώτερον μέρος M προσαρμόζεται ὁ ἀναρροφητικὸς σωλὴν, εἰς δὲ τὸ ἄνωτερον N ὁ σωλὴν τῆς ἐκροῆς. Τὸ κυλινδρικὸν τύμπανον, ἐξ οὗ ἀποτελεῖται ὁ πυρὴν τῆς ὕδραντλίας, ὑποδιαιρεῖται διὰ τοῦ στερεοῦ κατακορύφου διαφράγ-



Σχ. 125.



Σχ. 126.

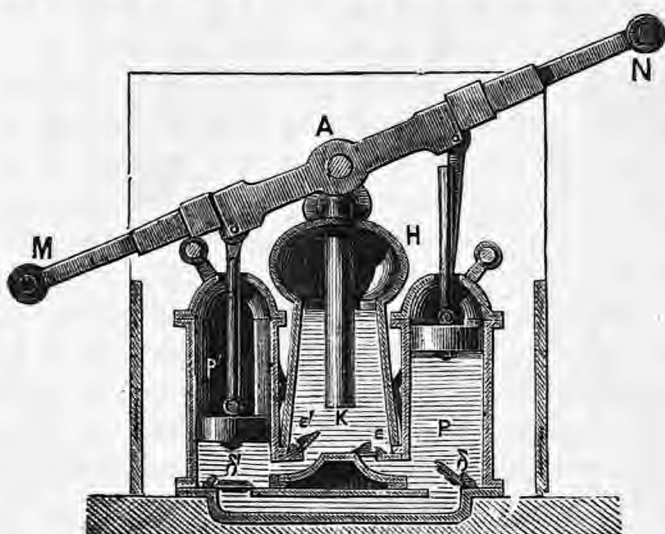
ματος Δ καὶ τῶν ἀμεταθέτων μεταλλίνων πλακῶν ΔΚ καὶ ΔΛ εἰς δύο διαμερίσματα A καὶ B, ἐκάτερον τῶν ὁποίων συγκοινωνεῖ ἀλληλοδιαδόχως μετὰ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος M καὶ εἴτα μετὰ τοῦ σωλῆνος τῆς ἐκροῆς N διὰ τῶν τεσσάρων ἐπιστομίδων α, β, γ, δ, ὧν αἱ μὲν δύο πρῶται α καὶ β εἶνε προσηρμοσμέναι ἐπὶ τῆς στρεπτῆς πλακῆς AB, αἱ δὲ δευτέραι γ καὶ δ ἐπὶ τῶν ἀμεταθέτων πλακῶν ΔΚ καὶ ΔΛ. Ἐν τῇ θέσει τῇ ὑπὸ τοῦ σχήματος δεικνυομένη ἡ στρεπτὴ πλᾶξ στρεφομένη κατὰ τὴν φοράν τοῦ βέλους E ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀναρροφᾷ ὕδωρ ἐν τῷ διαμερίσματι A, ἀνοιγομένης τῆς ἐπιστομίδος γ καὶ κλειομένης τῆς α, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀναβιθάζει τὸ ἐν τῷ διαμερίσματι B ὕδωρ εἰς τὸν σωλῆνα τῆς ἐκροῆς N κλειομένης τῆς ἐπιστομίδος δ καὶ ἀνοιγομένης τῆς β. Τὸ ἀντίθετον θέλει συμβῆν, ὅταν ἡ στρεπτὴ πλᾶξ στραφῇ κατὰ φοράν ἀντίθετον τῆς τοῦ βέλους E.

Ἡ ὕδραντλία αὕτη δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ ἢ ὡς καταθλιπτικὴ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ τε καὶ καταθλιπτικὴ ὕδραντλία.

ΣΗΜ. Πολλάκις αἱ ἐπιστομίδες ἀντικαθίστανται διὰ μεταλλίνων σφαιρῶν.

150. **Πυροσβεστικὴ ὕδραντλία.** Διὰ τῆς καταθλιπτικῆς ταύτης ὕδραντλίας τὸ ὕδωρ δὲν ἀνυψοῦται διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέ-

σεως, ἀλλὰ διὰ τῆς καταθλίψεως, ἣν δι' ἐμβολέων ἐπιφέρομεν ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ *πυροσβεστικὴ ὑδραυλικία* συνίσταται ἐκ δύο κυλίνδρων P καὶ P' (σχ. 127), ἐντὸς τῶν ὁποίων κινοῦνται ἐμβολεῖς πλήρεις. Οἱ ἐμβολεῖς οὗτοι φέρουσι στελέχη, ἅτινα προσαρμόζονται εἰς δύο σημεῖα τοῦ μοχλοῦ MN τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸ μέσον αὐτοῦ A διὰ λαβῶν, αἵτινες προσαρμόζονται εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα M καὶ N καὶ ἐφ' ὧν ἐνεργοῦ-



Σχ. 127.

σιν οἱ πυροσβέσται οὕτως, ὥστε ὅταν ὁ ἐμβολεὺς P ἀνέλκηται, ὁ ἐμβολεὺς P' καταπιέζεται καὶ ἀντιστρόφως. Μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων κεῖται μετάλλινος κώδων H κοῖλος καὶ πλήρης ἀέρος, εἰς τὸν ὁποῖον εἰσέρχεται μετάλλινος σωλὴν ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν, οὗτινος τὸ μὲν ἄκρον K φθάσει ὀλίγον ἄνωθεν τοῦ πυθμένος τοῦ κώδωνος, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον προσαρμόζεται ὁ εὐκαμπτος σωλὴν, δι' οὗ ἐκσπενδονίζεται τὸ ὕδωρ. Οἱ κύλινδροι εὐρίσκονται ἐντὸς δεξαμενῆς πληρομένης διηνεκῶς ὕδατος καὶ φέρουσιν εἰς τὸν πυθμένα αὐτῶν ἐπιστομίδας δ καὶ δ' κλειούσας τὰ στόμια, δι' ὧν τὸ ὕδωρ μεταβαίνει ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰς τοὺς κυλίνδρους. Εἰς τὴν βάσιν δὲ τοῦ κώδωνος H ὑπάρχουσιν αἱ ἐπιστομίδες ε καὶ ε', αἵτινες κλείουσι τὰ στόμια, δι' ὧν τὸ ὕδωρ μεταβαίνει ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς τὸν κώδωνα. Ὅταν δ' ὁ εἰς τῶν ἐμβολέων ἀνέλκηται, εἴτε ὁ P, ἢ ὑποκάτωθεν ἐπιστομὶς δ ἀνοίγεται, ἐν ᾧ ἡ ε κλείεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰσρέει εἰς

τὸν κύλινδρον καὶ πληροῖ αὐτόν, ταυτοχρόνως δὲ ὁ ἕτερος ἐμβολεὺς Ρ' καταπιέζεται, ἢ ἐπιστομὴς δ' κλείεται, ἢ ἐπιστομὴς ε' ἀνοίγεται καὶ τὸ καταθλιβόμενον ὕδωρ εἰσρέει εἰς τὸν κώδωνα Η, καὶ τοῦτο μὲν συμπιέζει τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, τοῦτο δὲ ἐξωθεῖται εἰς τὸν σωλῆνα Κ καὶ δι' αὐτοῦ ἀνατινάσσεται. Ὁ δ' ἐν τῷ κώδωνι Η συμπιεζόμενος ἐκάστοτε ἄρ συντελεῖ εἰς τὴν συνεχῆ ἐξακόντισιν τοῦ ὕδατος, ὅπερ, καθ' ἣν στιγμὴν οἱ ἐμβολεῖς ἀλλάσσουσι πορείαν, δὲν καταθλίβεται ὑπ' αὐτῶν, ἀλλ' ἐξωθεῖται διὰ τοῦ συμπιεσθέντος ἀέρος.

ΣΗΜ. Ἡ πυροσβεστικὴ ὑδραντλία δύναται καὶ αὕτη νὰ χρησιμεύσῃ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ ἢ ὡς καταθλιπτικὴ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ τε καὶ καταθλιπτικὴ ὑδραντλία.

Πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος χρησιμεύουσι πλὴν τῶν ὑδραντλιῶν καὶ οἱ ὑδραυλικοὶ τροχοὶ ⁽¹⁾ καὶ ὁ ἐν μεγάλῃ χρήσει ἀντλητὴρ ὁ καλούμενος *Νόρια* (τὸ κοινῶς *μαγγανοπήραδον*). Ἡ μηχανὴ αὕτη χρησιμεύουσα ἰδίως πρὸς ἄρδευσιν ἀποτελεῖται ἐκ πολυεδρικοῦ τυμπάνου, ὅπερ περιβάλλει ἀτέρμων ἄλυσιν, συγκειμένη ἐξ ἐνάρθρων σιδηρῶν τεμαχίων, ἕκαστον τῶν ὁποίων φέρει σκαφίδα. Στρεφομένου τοῦ τυμπάνου περὶ ὀριζόντιον ἄξονα τὸ ἐν μὲν μέρος τῆς ἀλύσεως μετὰ τῶν ἀντιστοίχων σκαφίδων κατέρχεται, τὸ ἕτερον δὲ ἀνέρχεται. Αἱ σκαφίδες καταδύμεναι μὲν ἐν τῷ φρέατι πληροῦνται ὕδατος, ἀνυψούμεναι δὲ ἐκκενοῦσι τὸ ὕδωρ τοῦτο ἐντὸς αὐλακος ἢ δεξαμενῆς.

(1) Ἐὰν ὁ ὑδραυλικὸς τροχὸς (σχ. 74 § 100) στρέφηται ἀντιθέτως δι' ἐτέρας μηχανῆς, μεταβάλλεται εἰς ἀντλητήρα. Αἱ σκαφίδες κατέρχόμεναι μὲν καταδύονται ἐν αὐλακί καὶ πληροῦνται ὕδατος ἀνερχόμεναι δὲ κενοῦνται εἰς δευτέραν αὐλακὰ ὑψηλότερον κειμένην.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ.

151. **Θερμότης.** Ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων αἰσθανόμεθα ὅτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἤττον θερμὰ ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν δύναμιν καλουμένην **θερμότητα** (§ 212), ἥτις εἶνε συγχρόνως ἡ αἰτία ἡ παράγουσα τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων, τὴν τῆξιν τῶν στερεῶν καὶ τὴν ἐξαέρωσιν τῶν ὑγρῶν. Αἱ κυριώτεραι πηγαὶ τῆς θερμότητος εἶνε ὁ ἥλιος, ἡ καῦσις, ἡτοι ἡ χημικὴ ἔνωσις ἰδίᾳ τοῦ ἄνθρακος μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, ἡ τριβή, ἥς χρῆσιν ποιοῦνται καὶ νῦν εἰσέτι οἱ ἄγριοι πρὸς παραγωγὴν πυρὸς τρίβοντες δύο ξηρὰ ξύλα, ἡ κροῦσις, οἷον κατὰ τὴν σφυρηλασίαν ψυχροῦ μετάλλου, ἡ πίεσις κτλ. Ἀλλὰ διὰ τῆς ἀφῆς ὅεν δυνάμεθα ἀσφαλῶς νὰ διαγνώσωμεν κατὰ πόσον σῶμά τι εἶνε θερμότερον ἢ ψυχρότερον ἄλλου, διότι πολλάκις ἀπατώμεθα ἔνεκα προηγούμενων ἐντυπώσεων. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὴν ἀριστερὰν ἡμῶν χεῖρα εἰς ὕδωρ ἐμπεριέχον πάγον καὶ τὴν δεξιὰν εἰς ὕδωρ ἀρκούντως θερμὸν καί, ἀφ' οὗ ἀφῆσωμεν αὐτάς ἐπὶ τινὰς στιγμὰς, ἐμβαπτίσωμεν ἀμφοτέρας εἰς ὕδωρ χλιαρόν, αἰσθανόμεθα διὰ μὲν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς τὸ ὕδωρ τοῦτο θερμόν, διὰ δὲ τῆς δεξιᾶς ψυχρόν. Ἐὰν ὡσαύτως διὰ τῆς μιᾶς μὲν χειρὸς λάβωμεν τεμάχιον ξύλου, διὰ δὲ τῆς ἑτέρας τεμάχιον μετάλλου, ἅτινα παρέμειναν ἐφ' ἱκανὸν χρόνον ἐν τῇ αὐτῇ ψυχρᾷ αἰθούσῃ, τὸ μέταλλον φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον τοῦ ξύλου, ἂν καὶ ἀμφοτέρα ἔχουσι τὸν αὐτὸν βαθμὸν θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἰδεῖ, τὸ μέταλλον ἔχει τὴν ιδιότητά νὰ ὑποκλέπτῃ ταχέως τὴν θερμότητα τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἐκ τῶν δύο λοιπὸν τούτων πειραμάτων κατέστη ὁλόν, ὅτι

αἱ ἡμέτεραι αἰσθήσεις δὲν δύνανται νὰ διαγινώσκωσιν ἀκριβῶς ἂν σῶμά τι καὶ κατὰ πόσον εἶνε θερμότερον ἄλλου σώματος. Διὰ τοῦτο εἶνε ἀνάγκη νὰ καταφύγωμεν εἰς ἄλλο μέσον πρὸς διάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, τουτέστι τῆς καλουμένης **θερμοκρασίας** τῶν σωμάτων, καὶ τοιοῦτον εἶνε ἡ διαστολὴ αὐτῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος.

152. Διαστολὴ. Τὰ διάφορα σώματα στερεά, ὑγρὰ ἢ ἀέρια ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος διαστέλλονται, καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρὰ καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.

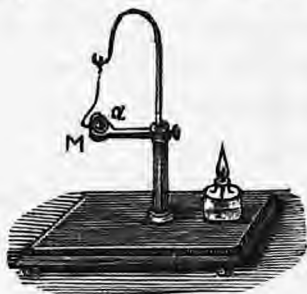


Σχ. 128.

α'). **Διαστολὴ τῶν στερεῶν.** Ἡ διαστολὴ τῶν στερεῶν, ὡς τῶν μετάλλων, ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῶν ἐξῆς συνήθως πειραμάτων.

Μεταλλινῆς ῥάβδου ΔΓ (σχ. 128) τὸ μὲν ἓν πέρας τηρεῖται ἀμετάθετον διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου Α, ἐν ᾧ τὸ ἕτερον Δ διερχόμενον ἐλευθέρως δι' ὀπῆς, ἣν φέρει ὁ στυλίσκος Β, ὥθεϊ τὸν μικρότερον βραχίονα ΔΟ τοῦ ἡγωνισμένου μοχλοῦ ΔΟΕ τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Ο, καὶ τοῦ ὁποίου ὁ μείζων βραχίονας ΟΕ διαγράφει διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ Ε τόξον κύκλου ὑποδιηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ ῥάβδος ΓΔ θερμαινομένη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου οἶνοπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ ΜΝ ἐπιμηκύνεται, ὃ δὲ δείκτης Ε μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίονας ΟΕ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΔ καὶ τὸ πέρας τοῦ δείκτη Ε μετακινηθῇ κατὰ 6 ἢ 7 χ. μ., συνάγομεν ὅτι ἡ ῥάβδος ὑπέστη ἐπιμήκυνσιν 0,6 ἢ 0,7 τοῦ χ. μ. Ἐὰν δ' ἡ φλόξ ἀποσβεσθῇ, ἡ ῥάβδος ψυχρομένη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς πῇν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅτι οὖν ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων

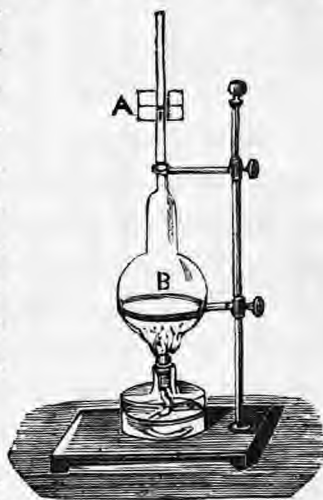
συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μῆκος, ἀλλὰ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Σφαῖρα χαλκοῦ α (σχ. 129) ψυχρὰ οὔσα διέρχεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου Μ, ἀλλ' ἐὰν θερμανθῇ ἰσχυρῶς, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ δακτυλίου, ὅπωςδῆποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτήν, ψυχθεῖσα ὅμως διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



Σχ. 129.

β'). **Διαστολὴ τῶν υγρῶν.** Σφαιρικὸν ὑάλινον δοχεῖον Β (σχ. 130) ἀπολήγον

ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα πληροῦμεν ὕδατος ἢ οἶνοπνεύματος μέχρι σημείου τινὸς Α, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τινος δείκτου ἐκ χάρτου καὶ εἴτα θερμαίνουμεν αὐτὸ διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἶνοπνεύματος. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ υγροῦ κατέρχεται ἔνεκα τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται πρῶτον τὸ δοχεῖον· εὐθὺς ὅμως ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ καὶ εἰς τὸ ἐντὸς υγρὸν καί, ἐπειδὴ τοῦτο διαστέλλεται πλειότερον τοῦ δοχείου, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑψοῦται ἐν τῷ σωλὶνι ἄνω τοῦ δείκτου Α.



Σχ. 130.

γ'). **Διαστολὴ τῶν ἀερίων.** Σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ. 131) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς οἰοῦδῆποτε καὶ φέρουσαν λεπτὸν σωλῆνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὑδραργύρου γ διακόπτουσα τὴν συγκοινωνίαν τοῦ



Σχ. 131.

ἐσωτερικοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ, θερμαίνουμεν ἁσθενῶς ἐγγίζοντες αὐτήν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ

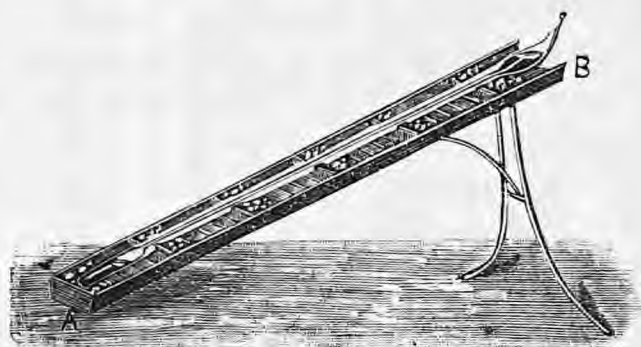
ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἐξ ὑδραργύρου δείκτης γ μετατίθεται ἀποτόμως εἰς τὸ γ' , ἐπανερχεται δὲ εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀπομακρύνωμεν τὰς χεῖρας ἡμῶν καὶ ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν νὰ ψυχθῇ.

153. Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων. Τὰς σιδηρᾶς ῥάβδους τῶν σιδηροδρόμων τὰς ἐπὶ τῆς αὐτῆς σειρᾶς κειμένας τοποθετοῦσι πάντοτε εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἵνα ἐλευθέρως διαστελλῶνται. Αἱ σιδηραὶ ῥάβδοι αἱ ἀποτελοῦσαι τὴν ἐσχάραν π.χ. ἀτυολέβητος κατὰ τὸ ἐν μόνον πέρασ αὐτῶν στερεοῦνται ἀκλονήτως, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἀπλῶς στηρίζονται, μένουσαι ἐλεύθεραι νὰ διασταλῶσι κατὰ τὴν θερμανσιν. Οἱ ἀμαξοπηγοὶ κατασκευάζουσι τὴν σιδηρᾶν στεφάνην τὴν καλουμένην *ἐπίσωτρον*, δι' ἧς περιβάλλουσι τὸν ξύλινον τροχὸν ἀμάξης, ὀλίγον τι μικροτέραν τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ, ἥτις καλεῖται *σῶτρον*. Εἵτα θερμαίνοντες τὸ ἐπίσωτρον περιβάλλουσιν εὐκόλως δι' αὐτοῦ τὸ σῶτρον, ὅπερ ἰσχυρότατα περισφίγγεται ψυχρομένου τοῦ ἐπισώτρου.

154. Θερμόμετρα. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι πάντα τὰ σώματα θερμαίνόμενα διαστελλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται πλὴν ὀλιγίστων, οἷον τῆς ἀργίλλου, ἥτις πυρουμένη συστέλλεται καὶ διατηρεῖ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψύξιν, καὶ ὅτι πρὸς διάνγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, ἥτοι τῆς θερμοκρασίας σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ (ἢ ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν), ὀφείλομεν νὰ γνωρίζωμεν τὰς διαστάσεις αὐτοῦ, διότι αὗται αὐξάνονται μὲν ἐλέγχουσι προσθήκην θερμότητος, ἐλαττούμεναι δὲ ἀφαιρέσιν τοιαύτης. Ἐὰν π.χ. ἐν αἰθούσῃ ὑπάρχῃ σῶμά τι, οἷον ποσότης τις ὕδαργύρου, καὶ ἴδωμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνεται, μένει σταθερὸς ἢ ἐλαττοῦται, συνάγωμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τῆς αἰθούσης αὐξάνεται, μένει σταθερὰ ἢ ἐλαττοῦται. Πρὸς καταμέτρησιν δὲ 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.*

155. Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον. Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὕδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, ὅστις φέρει κατὰ τὸ ἐν μὲν ἄκρον δοχεῖον σφαιρικὸν 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, θερμαίνομεν τὸν σωλῆνα καὶ μάλιστα τὸ δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἶνοπνεύματος ἢ κάλλιον θέτομεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ κεκλιμένης ἐσχάρας AB (σχ. 132) καὶ θερμαίνομεν αὐτὴν διὰ διαπύρων ἀνθράκων,

ὅποτε ὁ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ θερμαίνόμενος διαστέλλεται καὶ ἐν μέρει ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν τότε ἀναστρέψαντες τὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἀμέσως τὴν ἀκίδα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου, οὗτος ἀνέρχεται καὶ πληροῖ τὴν σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν ἕνεκα τῆς συστολῆς, ἣν ὑφίσταται ὁ ὀλίγος ἐναπομείνας ἐν τῇ συσκευῇ ἀήρ κατὰ τὴν ψύξιν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ τῶν διαπύρων ἀνθράκων καὶ ἀφήσωμεν εἴτα αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, μέρος τοῦ ὑδραργύρου 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 ὑδράργυρος



Σχ. 132.

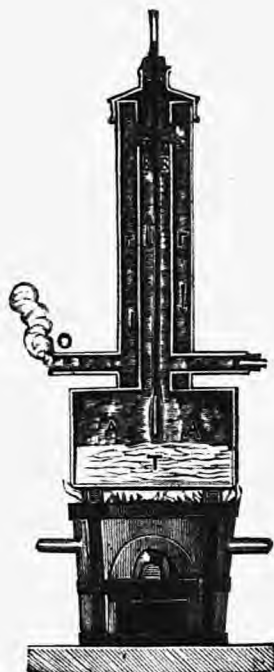
ἀναβράσῃ ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ὅλος ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀήρ ἐκδιώκεται τέλος καὶ ἡ συσκευὴ τελείως ψυχθεῖσα πληροῦται ἐντελῶς ὑδραργύρου. Εἴτα διὰ ρίνης χαράσσοντες τὸν σωλῆνα κατὰ τὸ πρὸς τὸ ἀνοικτὸν μέρος πέρας αὐτοῦ ἀποκόπτομεν τὴν ἐξόγκωσιν καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον τῆς συσκευῆς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος ἐμπεριέχοντος ἄλλας διαλελυμένον, τοῦτο δέ, ὅπως ἐκδιώξωμεν τὸν πλεονάζοντα ὑδράργυρον. Ἀφ' οὗ δὲ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος ἐκρέων ἄνωθεν, κλείομεν τὴν συσκευὴν συντήκοντες τὴν ὕαλον κατὰ τὸ ἀνώτατον μέρος καὶ οὕτως ἅπαντα τὸν ἐν τῇ συσκευῇ ἀέρα ἐκδιώκομεν.

156. Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου. Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμομέτρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεῖα τοιαῦτα, εἰς τὰ ὅποια φθάνων ὁ ὑδράργυρος νὰ δεικνύῃ ὠρισμένους καὶ σταθεροὺς βαθμοὺς θερμότητος, οὓς εὐκόλως νὰ δυνώμεθα νὰ παραγάγωμεν. Τοιοῦτοι δὲ βαθμοὶ εἶνε ὁ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ ὁ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὧν ὁ μὲν πρῶτος καλεῖται κατὰ συνθήκην θερ-

μοκρασία τοῦ μηδενός, ὁ δὲ δεύτερος θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν. Καὶ ἵνα εὐρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ὅλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχεὰ (σχ. 133) πλήρη τετριμένου πάγου καὶ φέροντα κάτωθεν ὀπὴν, ἐξ ἧς ἐκρέει τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ καὶ ἀφίνομεν ἐντὸς τοῦ πάγου τὴν συσκευὴν, μέχρις ὅτου ὁ ὑδράργυρος παύσῃται συστελλόμενος καὶ ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ μείνῃ στάσιμος. Χαράσσομεν τότε εἰς τὸ ση-



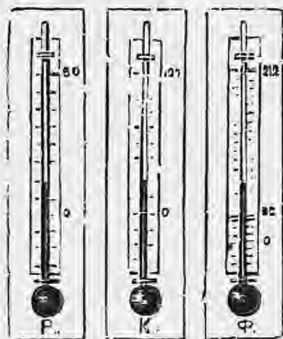
Σχ. 133.



Σχ. 134.

μεῖον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μετὰ ταῦτα τίθεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς θερμοαντήρος, τοῦ ὁποίου κατακόρυφος τομὴ δείκνυται ἐν τῷ σχήματι 134. Ὁ θερμοαντήρ οὗτος εἶνε δοχεῖον ὀρειχάλκινον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται ὕδωρ T ὑποβαλλόμενον εἰς βρασμόν. Ὁ θερμομετρικὸς σωλὴν κρέμαται ἐν τῷ θερμοαντήρι οὕτως, ὥστε τὸ δοχεῖον αὐτοῦ νὰ εὐρίσκηται ὀλίγον ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Οἱ ἀτμοὶ οἱ ἐκ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ἀναδιδόμενοι ἀνέρχονται κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ κεντρικοῦ σωλῆνος BB περιβάλλοντες ὅλον τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα καὶ εἴτα κατερχόμενοι διὰ

τοῦ περιβλήματος ΓΓ', ὅπερ προφυλάττει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸν ἐσω-
τερικὸν σωλῆνα, ἐξέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς Ο. Ἀσ' οὗ δὲ τὸ θερμό-
μετρον παραμείνῃ ἐπὶ τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν καὶ παύσῃται ὁ
ὑδράργυρος διαστελλόμενος, σημειούμεν εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνῆλθε,
τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγ-
μὴν εἴναι ἴση πρὸς 760 χιλιοστόμ. Ἐκ τούτου λοιπὸν βλέπομεν ὅτι
**θερμοκρασία τοῦ μηδενὸς καλεῖται ἡ θερ-
μοκρασία τοῦ τηχομένου πάγου, θερμοκρασία
δὲ τῶν 100 βαθμῶν ἡ θερμοκρασία τῶν
ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τοῦ ζέοντος ὑπὸ τῇ
ἀτμοσφαιρικῇ πίεσει τῶν 760 χ. μ.** Μετὰ
ταῦτα τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 100 διάστημα
ὑποδιαιρούμεν εἰς ἑκατὸν ἴσα μέρη καὶ ἐπε-
κτείνουμεν τὰς διαιρέσεις καὶ ἄνωθεν τοῦ 100
καὶ κάτωθεν τοῦ 0. Οἱ ἄνωθεν δὲ τοῦ 0
βαθμοὶ διακρίνονται διὰ τοῦ σημείου + κα-
λούμενοι **βαθμοὶ θερμότητος**, οἱ δὲ κάτωθεν
τοῦ 0 διὰ τοῦ σημείου — καλούμενοι **βαθμοὶ ψύχους**, καὶ παρίσταν-
ται ἐν γένει ὡς ἐξῆς $+17^{\circ}$, -5° .



Σχ. 135.

Ἡ κλίμαξ αὕτη τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καλεῖται **ἐκατόμ-
βαθμος** ἢ τοῦ Κελσίου K (σχ. 135). Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακας
ταύτης γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλης τῆς **ὀγδοηκοταβάθμου** ἢ τοῦ Ρεω-
μύρου P, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος ση-
μειοῦται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 80, οὕτως ὥστε 100 βαθμοὶ Κελσίου ἰσο-
δυναμοῦσι πρὸς 80 Ρεωμύρου καὶ ἐπομένως εἰς βαθμὸς K. ἰσοδυνα-
μεῖ πρὸς $\frac{8}{10}$ ἢ $\frac{4}{5}$ βαθμῶν P. καὶ κ βαθμοὶ K. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς
 $\frac{4}{5} \kappa$ βαθμῶν P. Ἀλλ' ἀντὶ νὰ λάβωμεν τὰ $\frac{4}{5}$ τοῦ ἀριθμοῦ κ ,
ἐλαττοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ $\frac{1}{5}$ αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγουμεν ὅτι διὰ τὰ
**μετατρέψωμεν βαθμοὺς K. εἰς βαθμοὺς P. ἐλαττοῦμεν τὸν ἀριθμὸν
τὸν παριστῶντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ K. κατὰ τὸ πέμπτον αὐτοῦ.**
Κατὰ ταῦτα 35 K. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 28 P. Τούναντιον δὲ ἐπειδὴ
80 P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 K., εἰς βαθμὸς P. ἰσοδυναμεῖ πρὸς
 $\frac{10}{8}$ ἢ $\frac{5}{4}$ K. καὶ ἐπομένως ρ βαθμοὶ P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $\frac{5}{4} \rho$
βαθμῶν K. Ἀλλ' ἀντὶ νὰ πολλαπλασιάσωμεν ἀριθμὸν τινα ἐπὶ $\frac{5}{4}$,
αὐξάνουμεν αὐτὸν κατὰ $\frac{1}{4}$ αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγουμεν ὅτι διὰ τὰ μετα-
τρέψωμεν **βαθμοὺς P. εἰς βαθμοὺς K., ὀφείλομεν τὰ αὐξήσωμεν**

τὸν ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ 'P. κατὰ τὸ $\frac{1}{4}$ αὐτοῦ. Οὕτω 24 'P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 30 K.

Εἰς Ἀγγλίαν ἰδίως γίνεται χρῆσις τρίτης τινὸς βαθμολογίας, τῆς τοῦ Φαρνεϊτοῦ Φ (σχ. 135), καθ' ἣν τὸ μὲν 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμιζέως ἴσων βαρῶν ἀμμωνιακοῦ ἁλ-
τος καὶ τετριμμένου πάγου (—17°, 78 K.), ἡ θερμοκρασία τῆς τή-
ξεως τοῦ πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς 32 βαθμοὺς τῆς κλίμακος ταύ-
της 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 βαθ-*
μοὺς K., ἐπὶ $\frac{9}{5}$, τὸν δ' ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς τοῦ 'P. ἐπὶ
 $\frac{9}{4}$ καὶ προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέραις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν
32. Οὕτω 55 K. ἢ 44 'P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 131 Φ. Τοὐναντίον
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 ἐπὶ $\frac{5}{9}$ μέρ, ὅταν θέλωμεν γὰ
εὗρωμεν τὸν ἀντιστοιχοῦν βαθμὸν K., ἐπὶ $\frac{4}{9}$ δέ, ὅταν θέλωμεν
βαθμοὺς 'P. Οὕτω 77 βαθμοὶ Φ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 25 μὲν K.,
πρὸς 20 δὲ 'P. Καὶ γενικῶς μετατρέπομεν θερμομετρικοὺς βαθμοὺς
ἐπιλύοντες τὰς ἐξισώσεις

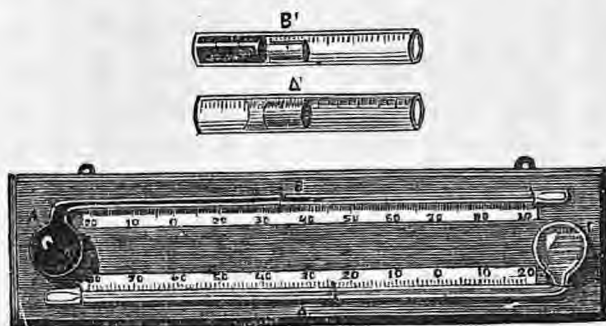
$$\frac{K}{5} = \frac{P}{4} = \frac{\Phi - 32}{9}.$$

ΣΗΜ. Σήμερον κατασκευάζουσιν ὑδραργυρικὰ θερμομέτρα δεικνύοντα θερμο-
κρασίας μέχρι 500 βαθμῶν, ἥτοι πολὺ ἀνωτέρας τῆς θερμοκρασίας τῶν 357,25
βαθμῶν, καθ' ἣν βράζει ὁ ὑδράργυρος, εἰσάγοντες εἰς τὸν θερμομετρικὸν σω-
λῆνα ἀνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἀέρια, οἷον ἄζωτον ὑπὸ μεγάλην πίεσιν.

X157. Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον. Ἐπειδὴ ὁ ὑδράρ-
γυρος πήγνυται εἰς — 39°, 4 K., διὰ τὰ μέγιστα φύχῃ γίνεται χρῆ-
σις καθαροῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ δυσκόλως πήγνυται (εἰς — 140° πυ-
κνόρρευστον). Ἐπειδὴ δὲ τὸ οἶνόπνευμα ἔχει φαινομένην ἐν ὑαλίνῳ
δοχείῳ διαστολὴν ἐκταπλασίαν τῆς τοῦ ὑδραργύρου, δὲν γίνεται χρῆ-
σις τριχοδιαμετρικοῦ σωλῆνος διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ οἶνοπνευματικοῦ
θερμομέτρου. Καὶ ἐπειδὴ τὸ οἶνόπνευμα ἀναβράζει εἰς 78°, 4 K., βαθ-
μολογεῖται τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραρ-

γυρικόν, χρωματίζεται ὡς τὸ οἶνόπνευμα συνήθως ἐρυθρόν διὰ νὰ εἶνε ὁρατὸν ἐν τῷ σωλῆνι.

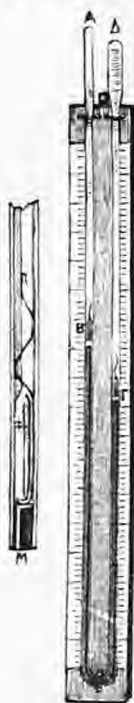
158. **Ἀκροβάθμια θερμομέτρα.** Τὰ θερμομέτρα ταῦτα χρησιμεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην (μεγιστοβάθμιον) καὶ ἐλαχίστην (ἐλαχιστοβάθμιον) θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος τόπου τινὸς ἐν ὀρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι, εἴτε ἐντὸς ἐνὸς ἡμερονυκτίου. Καὶ ὡς μεγιστοβάθμιον μὲν θερμομέτρον χρησιμεύει συνήθως ὑδραργυρικόν θερμομέτρον AB (σχ. 136) ὀριζοντίως τεθειμένον καὶ ἐμπεριέχον ἐν τῷ σωλῆνι αὐτοῦ δείκτην B, ἥτοι μικρὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου ἐκτὸς τοῦ



Σχ. 136.

ὑδραργύρου κείμενον, ὅστις φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς B' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ὁ ὑδραργύρος διαστελλόμενος ὠθεῖ τὸν δείκτην πρὸς τὰ πρόσω· ὅταν δ' ἡ θερμοκρασία ἐλαττωθῇ, ὁ ὑδραργύρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ ὀπίσθιον, ἀλλὰ δὲν συμπαρασύρει τὸν δείκτην, διότι ἡ μεταξύ ὑδραργύρου καὶ σιδήρου ἑλξίς δὲν εἶνε ἱκανὴ πρὸς τοῦτο, τοιούτῃ τοῦ ὑδραργύρου μὴ διαθρέχοντος τὸν σίδηρον δὲν ὑπάρχει συνάφεια μεταξύ τούτων. Τὸ πέρας τοῦ δείκτη τοῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐστραμμένον δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὡς θερμομέτρον δὲ ἐλαχίστου χρησιμεύει συνήθως οἶνοπνευματικόν θερμομέτρον ΓΔ φέρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην Δ, ἥτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κείται ἐντὸς τοῦ οἶνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττωθῇ, τὸ οἶνόπνευμα συστέλλόμενον συμπαρασύρει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις οὕτως ἀδυνατεῖ νὰ ἐξέλθῃ τῆς ἐπιφανείας τοῦ οἶνοπνεύματος ἕνεκα τῆς συναφείας, ἥτοι τῆς μεταξύ ὑάλου καὶ οἶνοπνεύματος ἑλξέως. Ὅταν

δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἰνόπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως πέραν τοῦ δείκτου, ἀλλὰ δὲν παρασύρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιοῦτοτρόπως οὗτος παραμένει ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὑγρῷ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἰνόπνευματος τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν. Τοιαῦτα ὄντα τὰ θερμομέτρα τοῦ μεγίστου καὶ ἐλαχίστου χρησιμεύουσιν εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς σταθμοὺς πρὸς εὑρεσιν τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καθ' ἑκάστην ἡμέραν. Ὁ μετεωρολόγος δηλονότι ποιήσας μίαν παρατήρησιν ἐν ὥρισμένη ὥρᾳ τῆς ἡμέρας καὶ σημειώσας τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, ἦν τὰ θερμομέτρα ταῦτα κατὰ τὸ αὐτὸ ἡμερονύκτιον δεικνύουσιν, ἐπαναφέρει τοὺς δείκτας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος κλίνων ὀλίγον τοὺς σωλήνας, ὅπως τὰ θερμομέτρα ταῦτα ὥσι παρεσκευασμένα διὰ τὰς ἐνδείξεις τῆς ἐπομένης ἡμέρας.



Σχ. 137.

159. Θερμομετρογράφος τοῦ Six καὶ Bellani.

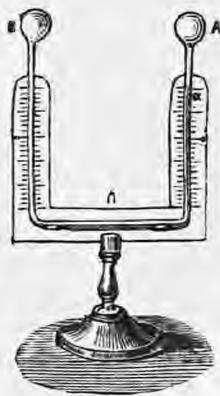
Τὸ ὄργανον τοῦτο παρέχει καὶ τὴν ἐλαχίστην καὶ τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Σύγκειται ἐκ δοχείου Δ (σχ. 137) ὑαλίνου πεπληρωμένου οἰνοπνεύματος ἢ κάλλιον ἀμυλικοῦ πνεύματος (1), ἐξ ἐνὸς σιφωνοειδοῦς σωλήνος ΔΓΒ ἐμπεριέχοντος τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ΓΒ καὶ ἀπολήγοντος ἄνωθεν εἰς τὸν εὐθὺν σωλήνα ΒΑ ἐμπεριέχοντα οἰνόπνευμα καὶ εἰς τὸ ἄνω ἄκρον Α ἡμῶν πλήρη ἀέρος, ὅστις διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ τηρεῖ συνεχῶς εἰς ἐπαφὴν τὸν ὑδράργυρον καὶ τὸ ὑπερκείμενον ὑγρὸν κατὰ τὸ Γ. Ὄταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ Δ ὑγρὸν διαστέλλεται, οὕτω δὲ ὁ ὑδράργυρος ὠθούμενος κατέρχεται μὲν εἰς τὸ Γ, ἀνέρχεται δὲ εἰς τὸ Β, συμπιέζων τὸν ἐν τῷ δοχείῳ Α ἀέρα. Ἐπὶ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν Β καὶ Γ τοῦ ὑδραργύρου ὑπάρχουσι δείκταις συγκείμενοι ἐξ ὑαλίνου τινὸς κυλίνδρου, ὅστις παρίσταται κατ' ἰδίαν εἰς τὸ Φ. Οὗτος ἐμπεριέχει λεπτὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου καὶ τηρεῖται ἐν τῷ σωλήνῳ διὰ τῆς πίεσεως, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος τὸ ἐξ ὑάλου ἐλατήριο Π. Ὄταν ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται ἢ εἰς τὸ Γ ἢ εἰς τὸ Β, ὁ ὑπερκείμενος δείκτης ἀνωθεῖται. Ἀλλ' ὅταν ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται, ὁ δείκτης ἀκίνητεν ἐν τῷ ὑπερκειμένῳ ὑγρῷ εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ὁ παρῳθούμενος

(1) Τὸ μὲν ἀμυλικὸν πνεῦμα ζεεῖ εἰς 131°,7 ἐν ᾧ τὸ οἰνόπνευμα εἰς 78°,4.

υδράργυρος μετέφερεν αὐτόν. Οὕτως ὁ μὲν δείκτης B δεικνύει τὴν μεγίστην, ὁ δὲ Γ τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν. Μετὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν στάσεων τῶν δύο δεικτῶν φέρομεν πάλιν τοὺς δείκτας ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ υδράργυρου διὰ μαγνήτου, ὅστις ἔλκει ἔξωθεν τοὺς ἐξ σιδήρου κυλίνδρους, οὓς φέρουσιν οἱ δείκται.

Τὰ θερμομέτρα, ἅτινα μεταχειρίζονται οἱ ἱατροὶ πρὸς εὗρεσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀρρώστων, εἶνε θερμομέτρα μεγίστου δεικνύοντα θερμοκρασίας ἀπὸ $+34^{\circ}$ ἕως $+44^{\circ}$ ἑκατομβάθμου. Ἡ θερμοκρασία τῶν $+37^{\circ}$, ἥτις εἶνε ἡ μέση κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ ὑγιоῦς ἀνθρώπου, σημειοῦται δι' ἐρυθρᾶς γραμμῆς. Εἰς τὰ θερμομέτρα ταῦτα ὁ πόρος τοῦ θερμομετρικοῦ σωλήνος ἀποστενοῦται κατὰ τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτοῦ πλησίον τοῦ δοχείου διὰ τῆς εἰσαγωγῆς μικροῦ ὑαλίνου νήματος, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν ὑψωσιν μὲν τῆς θερμοκρασίας ὁ υδράργυρος δύναται νὰ διέλθῃ διαστελλόμενος, ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία κατέρχεται, ἡ υδραργυρικὴ στήλη διακόπτεται κατὰ τὴν ἀποστένωσιν ταύτην τοῦ σωλήνος καὶ ὁ ἐν τῷ σωλήνῳ υδράργυρος μένει ἐν αὐτῷ ἀκίνητος. Δι' ἐλαφρῶν προσκρούσεων ἢ τιναγμῶν δύναται καὶ αὖθις νὰ εἰσαχθῇ ὁ υδράργυρος εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου.

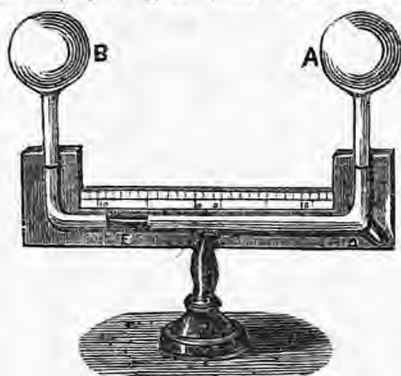
160. Διαφορικὸν θερμομέτρον. Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σημείων ὁ Leslie ἐπενόησε τὸ ὄργανον, ὃ παριστᾷ τὸ σχῆμα 138. Σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς ὑαλίνου σωλήνος ΒΑΑ, ὅστις ἀπολήγει εἰς δύο σφαίρας Β καὶ Α ἰσομεγέθεις ἀεροστεγῶς κεκλεισμέναις καὶ πλήρεις ἀέρος. Στήλη θεϊκοῦ ὀξέος κεχρωματισμένου κατέχει τὸ κατώτερον μέρος τοῦ σιφωνοειδοῦς σωλήνος, αἱ δὲ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη, ὅταν αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὰ Β καὶ Α εἶνε αἱ αὐταί. Ἄμα θερμανθῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἡ μία τῶν σφαιρῶν, οἷον ἡ Β, ἀμέσως ὁ ἐντὸς αὐτῇ διαστέλλεται καὶ παρῳθεῖ τὸ ὑγρὸν, τὸ ὅποιον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαῖραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὰς δύο σφαίρας ἐν τῷ ὕδατι, οὕτως ὥστε νὰ ὑπάρχῃ διαφορὰ θερμοκρασίας 10° καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἃ τὸ ὑγρὸν ἴσταται ἑκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἃ ἴστατο ἀρχικῶς· εἶτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10



Σχ. 138.

διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουνσι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς καθ' ὅλον τὸ μήκος τῶν σκελῶν.

161. **Θερμοδρόμιον τοῦ Humford.** Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 139) αἱ δύο σφαῖραι ἔχουσι μείζονας διαστάσεις, ὃ δὲ ὀριζόντιος σωλῆν εἶνε μακρότερος.



Σχ. 139.

Ἡ στήλη τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος ἀντικαθίσταται ἐνταῦθα διὰ σταγόνας ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕγρου, ἧτις ἀποτελεῖ ὕγρον δείκτην δύο ὕψεω. Οὗτος, ὅταν αἱ δύο σφαῖραι ἔχωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τοῦ ὀριζοντίου σωλῆνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὡς καὶ τὸ προηγούμενον καὶ δεικνύει ἐλαχίστας διαφορὰς θερμοκρασίας.

162. **Πυρόμετρα.** Τὰ ὄργανα ταῦτα χρησιμεύουσιν, ὅπως διαγνώσωμεν ἂν χωρὸς τις, οἷον κάρβουν, ἐθερμάνθη μέχρι τῆς ἀπαιτουμένης

θερμοκρασίας, ὡς ἐν τῇ κεραμεικῇ. Τὰ μάλιστα ἐν χρήσει εἶνε τὸ τοῦ Wedgwood καὶ τὸ τοῦ Brongniart.

Τὸ πυρόμετρον τοῦ Wedgwood στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ ἄργιλλος πυρουμενὴ νὰ συστέλληται καὶ διατηρῇ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψύξιν. Σύγκειται δὲ (σχ. 140) ἐκ μεταλλίνης πλακῆς, ἐφ' ἧς προσαρμόζονται τρεῖς κανόνες ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου ὀλίγον συγκλίνοντες, ὥστε ν' ἀποτελῶσιν αὐλακκας, ὧν τὸ πλάτος βαίνει κανονικῶς ἐλαττούμενον. Ἡ μία αὐλαξ εἶνε ἡ ἐξακολουθήσις τῆς ἐτέρας, ὑποδιαιροῦνται δὲ κατὰ μήκος εἰς 240 ἴσα μέρη, ἅτινα παριστῶσι τοὺς βαθμοὺς τοῦ πυρομέτρου. Κύλινδροι ἐξ ἄργιλλου α, ἔχοντες διάμετρον ἴσην πρὸς τὸ μέγιστον πλάτος τῆς αὐλακκας, τίθενται ἐντὸς τῆς καμίνου, ἧς πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ὁ βαθμὸς τῆς θερμάνσεως. Μετ' ὀλίγον ἐξάγεται εἰς ἐξ αὐτῶν καὶ ψυχθεὶς τίθεται εἰς τὴν αὐλακκὰ καὶ ὠθεῖται ἐφ' ὅσον δύναται νὰ προχωρήσῃ, δεικνύει δὲ τὸν σχετικὸν βαθμὸν τῆς θερμάνσεως τῆς καμίνου.

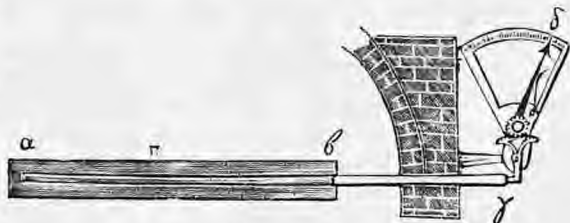


Σχ. 140.

Παραδέχονται, εἰ καὶ τοῦτο δὲν εἶνε ἐντελὴς ἀκριβές, ὅτι τὸ 0 τοῦ πυρομέτρου ἀντιστοιχεῖ εἰς 580° ἑκατονταδικούς καὶ ὅτι ἕκαστος βαθμὸς τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμεῖ πρὸς 72 τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου. Κατ' ἀκολουθίαν μ βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 580+72 μ ἑκατονταδικούς βαθμούς.

Παραδέχονται, εἰ καὶ τοῦτο δὲν εἶνε ἐντελὴς ἀκριβές, ὅτι τὸ 0 τοῦ πυρομέτρου ἀντιστοιχεῖ εἰς 580° ἑκατονταδικούς καὶ ὅτι ἕκαστος βαθμὸς τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμεῖ πρὸς 72 τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου. Κατ' ἀκολουθίαν μ βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 580+72 μ ἑκατονταδικούς βαθμούς.

Τὸ πυρόμετρον τοῦ Brongniart σύγκειται ἐκ σιδηρᾶς ῥάβδου (σχ. 141) ἐναρμολομένης εἰς αὐλακὰ κατασκευασθεῖσαν ἐπὶ πλακὸς π ἐκ πορσελάνης. Τῆς σιδηρᾶς ῥάβδου τὸ μὲν ἐν ἄκρῳ α στηρίζεται ἀνεκδότως ἐπὶ τοῦ πέ-
ρατος τῆς αὐλακῆς, τὸ δὲ ἕτερον β εἶνε ἐλεύ-
θερον καὶ ὥθεϊ ῥάβδον ἐκ πορσελάνης $\beta\gamma$, ἣτις διέρχεται δι' ὀπῆς κα-
τασκευασθείσης ἐπὶ τῶν τοίχων τῆς καμίνου



Σχ. 141.

καὶ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἄκρου μαγλοῦ στρέφοντος δι' ὀδοντωτοῦ τόξου δεί-
κτην δ . Ὁ δείκτης οὗτος διαγράφει διὰ τοῦ ἀνωτέρου αὐτοῦ ἄκρου τόξον, ἐφ' οὗ σημειοῦνται οἱ διάφοροι βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου.

163. Μέτρησις τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἐὰν λάβωμεν ῥάβδον ἐκ τι-
νος μετάλλου, οἷον σιδήρου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν κατὰ πρῶτον μὲν ἐν
τῷ τηκομένῳ πάγῳ, ὅποτε λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός,
εἴτα δὲ μεταφέρωμεν αὐτὴν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος θερμοκρασίας 100° ,
εἶνε φανερόν ὅτι ἡ ῥάβδος θέλει ἐπιμήκυνθῇ. Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὴν
ὀλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ῥάβδου, ἥτοι τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῆς
εἰς 0° καὶ 100° , καὶ διαιρέσωμεν αὐτὴν διὰ τοῦ 100 καὶ τοῦ μήκους
τῆς ῥάβδου εἰς 0° , εὐρίσκωμεν τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς
τοῦ μήκους σιδήρου, ἥτοι ῥάβδος ἐνός μέτρου θερμαινομένη ἀπὸ τοῦ 0°
μέχρις 1° . Ἡ οὕτως εὐρίσκαμένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται *συντελεστὴς*
τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. Διὰ
τοιαύτης ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρήστων ἐν τῇ βιομηχανίᾳ με-
τάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος (0,000029416)
καὶ ὁ μόλυβδος (0,000028484), ὀλιγώτερον διασταλτὰ ὁ ἄργυρος
(0,000019097) καὶ ὁ χαλκός (0,000017173), ἔτι ὀλιγώτερον ὁ
σίδηρος (0,000012204) καὶ ὀλιγώτερον πάντων ὁ λευκόχρυσος
(0,000008841). Οὕτω ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου μήκους 100 μέτρων
θερμαινομένη κατὰ 100° διαστελλεται ἐν ὅλῳ κατὰ 294,16, ἐν ᾧ
ἴση τὸ μῆκος ῥάβδος ἐκ λευκοχρύσου καὶ ἴσον τῇ πρώτῃ θερμαι-
νομένη διαστελλεται κατὰ 88,41. Ῥάβδος δ' ἐκ σιδήρου συνεχῆς
ἔχουσα μῆκος 8 χιλιομέτρων, ὅσα εἶνε περίπου ἡ ἀπ' Ἀθηνῶν εἰς
Πειραιᾶ ἀπόστασις, θερμαινομένη κατὰ 45 βαθμοῦς, ὅσα περίπου εἶνε

ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας ἐν Ἀθήναις ἀπὸ τοῦ χειμῶνος μέχρι τοῦ
θερέως, διαστελλεται κατὰ $8000 \times 45 \times 0,000122 = 4,4 \cdot 392$.

164. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ δ τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος δια-
στολῆς, διὰ μ καὶ μ' τὰ μήκη τῆς ῥάβδου εἰς 0° καὶ θ° , θέλομεν ἔχει

$$\mu' = \mu + \mu \delta \theta = \mu (1 + \delta \theta),$$

$$\text{ὅθεν } \mu = \frac{\mu'}{1 + \delta \theta}.$$

Διὰ τῶν τύπων τούτων εὐρίσκομεν τὸ μῆκος ῥάβδου εἰς 0° , ὅταν γνωρίζωμεν
τὸ μῆκος ταύτης εἰς θ° καὶ ἀντιστρέφως.

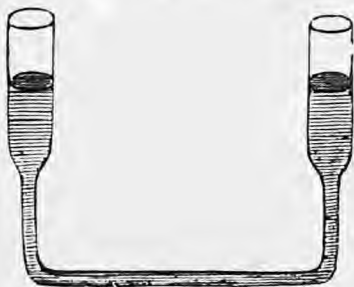
165. Πλὴν τοῦ συντελεστοῦ τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς ὑπάρχουσι
καὶ οἱ συντελεσταὶ τῆς κατ' ἐπιφάνειαν καὶ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς.
Καὶ ὁ μὲν συντελεστὴς τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς δεικνύων τὴν
ἐπέκτασιν, ἣν ὑφίσταται μετὰλλινον π. χ. ἔλασμα ἔχον ἐπιφάνειαν
ἴσην πρὸς ἓν τετραγωνικὸν μέτρον ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° θερ-
μαινόμενον ἀπὸ τοῦ 0° εἰς 1° , παρίσταται δι' ἀριθμοῦ διπλασίου (κατὰ
μεγίστην προσέγγισιν) τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν
τῆς γραμμικῆς διαστολῆς, ὁ δὲ συντελεστὴς τῆς κατ' ὄγκον διαστο-
λῆς δεικνύων τὴν ἐξόγκωσιν, ἣν ὑφίσταται ἓν κυβικὸν μέτρον σώμα-
τός τινος θερμαινόμενον ἀπὸ 0° εἰς 1° παρίσταται δι' ἀριθμοῦ τρι-
πλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆ-
κος διαστολῆς.

166. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Δ τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον δια-
στολῆς σώματός τινος καὶ διὰ O καὶ O' τὸν ὄγκον αὐτοῦ εἰς 0° καὶ θ° , θέλο-
μεν ἔχει $O' = O (1 + \Delta \theta)$.

167. **Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.**
Εἰς τὰ ὑγρά διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον κατ' ὄγκον καὶ τὴν φαι-
ρομένην κατ' ὄγκον διαστολῆν. Καὶ φαινομένη μὲν διαστολὴ καλεῖται
ἡ διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς δια-
στολῆς τοῦ δοχείου. Τοιαύτη εἶνε π. χ. ἡ ἐν τῷ ὑδραργυρικῷ ἢ οἶνο-
πνευματικῷ θερμομέτρῳ παρατηρουμένη διαστολὴ τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ
οἶνοπνεύματος, ἥτις εἶνε ἐλάσσων τῆς πραγματικῆς κατὰ τὴν διαστο-
λὴν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου. Οὕτω λ. χ.
ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ οἶνοπνεύματος ἐν ὑάλινῳ δοχείῳ εἶνε ἐπτα-

πλασία τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐν ᾧ ἡ πραγματικὴ εἶνε μόνον πενταπλασία περίπου τῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἀπόλυτος δὲ διαστολὴ καλεῖται ἡ ὀλικὴ διαστολὴ, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν θερμαίνονμενον καὶ ἣν δυνάμεθα νὰ εὗρωμεν προσθέτοντες εἰς τὴν φαινομένην διαστολὴν τοῦ ὑγροῦ τὴν τοῦ δοχείου.

168. Πρὸς ἀκριβῆ εὑρεσιν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς καὶ μάλιστα τοῦ ὑδραργύρου μετεχειρίσθησαν ὁ Dulong καὶ ὁ Petit δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα (σχ. 142) ἐμπεριέχοντα καθαρὸν ὑδράργυρον, ὧν τὸ μὲν ἐν ἐψύχθῃ μέχρι τοῦ 0° , τὸ δ' ἕτερον ἐθερμάνθη μέχρις ὠρισμένης θερμοκρασίας, οἷον 100° . Ἡ ἐλευθέρᾳ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ θερμότερῳ δοχείῳ εὐρίσκετο ἀνώτερον τῆς ἐν τῷ ἐτέρῳ ἐπιφανείᾳ, διότι ὁ θερμότερος ὑδράργυρος εἶνε ἀραιότερος τοῦ ψυχροτέρου. Μετρήσαντες τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο δοχεῖα καὶ τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στηλῆς ἐν τῷ ψυχρῷ δοχείῳ εὗρον τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ὡς ἐξῆς.



Σχ. 142.

Παραστήσωμεν διὰ τοῦ Γ' καὶ Γ τὰ ὕψη τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν εἰς 0° καὶ εἰς θ° , ἅτινα κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων (§ 96) εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων π καὶ π' τοῦ ὑδραργύρου εἰς 0° καὶ εἰς θ° , ἥτοι

$$\frac{\Gamma'}{\Gamma} = \frac{\pi}{\pi'}.$$

Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸ βάρος ὠρισμένης ποσότητος ὑδραργύρου μένει τὸ αὐτὸ εἰς 0° καὶ εἰς θ° , συνάγομεν ὅτι αἱ πυκνότητες π καὶ π' εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ὀγκῶν O καὶ O' , οὓς καταλαμβάνει ὁ ὑδράργυρος εἰς 0° καὶ εἰς θ° , ἥτοι

$$\frac{\pi}{\pi'} = \frac{O'}{O} = \frac{O(1+\Delta\theta)}{O} = 1 + \Delta\theta = \frac{\Gamma'}{\Gamma} \quad (1),$$

ἐνθα Δ ὁ ζητούμενος συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου.

Ἐκ τῆς τελευταίας ἐξισώσεως (1) λαμβάνομεν

$$\Delta = \frac{\Gamma' - \Gamma}{\Gamma\theta}.$$

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εὐρέθη ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου μεταξὺ 0° καὶ 100° εἶνε ἴσος πρὸς $0,00018 = \frac{1}{5550}$. Οὕτω 5550

κυβικά ύφεκ. ύδραργύρου θερμαινόμενα ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1° γίνονται 5551 κυβ. ύφεκ.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἐξισώσεως (1) λαμβάνομεν

$$\gamma' = \frac{\gamma''}{1 + \Delta\theta}$$

Διὰ τοῦ τύπου τούτου γίνεται ἡ ἀναγωγή τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, ἥτοι εὐρίσκομεν τὸ ὕψος γ' τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ βαρομέτρῳ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ ὕψος γ'' ὑπὸ θερμοκρασίαν οἰανδήποτε θ° . (Τύπος Babinet σελ. 114).

ΣΗΜ. Τὸ διώνυμον $1 + \Delta\theta$ καλεῖται διώνυμον τῆς διαστολῆς.

169. **Διαστολὴ τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρ-
σιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν. Οὕτως ἀπὸ τοῦ 0°
μέχρι 4° ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται καὶ κατ' ἀκολου-
θίαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται, ἀπὸ δὲ τῶν 4°
καὶ ἄνω διαστέλλεται καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ
ἐλαττοῦται, οὕτως ὥστε τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν
τῶν 4° κέκτηται τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα.
Πολλὰ δὲ πειραματικά τούτου ἀποδείξεις ἐγένοντο,
ἐξ ὧν περιγράφομεν τὴν ἀπλουστέραν. Ἀγγεῖον κλει-
στόν ἄνωθεν καὶ πλήρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρα-
σίαν τοῦ 0°, φέρον δὲ πρὸς τὰ πλάγια τέσσαρα θερ-
μόμετρα 1, 2, 3, 4 (σχ. 143) ἔχοντα τὸ μὲν δοχεῖον
αὐτῶν ἐν τῷ ὕδατι τοῦ ἀγγείου, τὸν δὲ σωλῆνα



Σχ. 143.

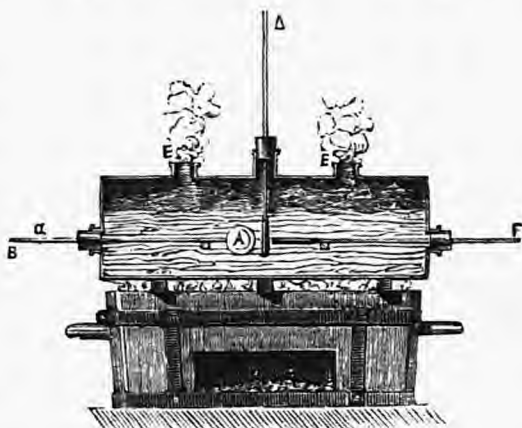
ἐκτὸς αὐτοῦ, ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔχουσαν θερμοκρασίαν
πολλῇ ἀνωτέραν τῶν 4°, οἷον 20° ἢ 30°, ἐν τῇ ὁποίᾳ τὸ ἀγγεῖον τοῦτο
θερμαίνεται βαθμηδόν. Ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης εἰσχωροῦσα εἰς τὸ ἀγ-
γεῖον θερμαίνει κατὰ πρῶτον τὰ μέρη τοῦ ὕδατος τὰ εὐρισκόμενα
εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου, ἅτινα κα-
θιστάμενα πυκνότερα κατέρχονται μέχρι τοῦ πυθμένος καὶ ἀντ' αὐτῶν
ἀνέρχονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τὰ ψυχρότερα ὡς ἀραιότερα. Κατ'
ἀκολουθίαν ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων ἀνέρχεται καὶ τοῦ μὲν 1
ταχέως, τοῦ 2 βραδύτερον καὶ τῶν 3 καὶ 4 βραδύτατα. Μετὰ τινα
χρόνον τὸ 1 δεικνύει 4 βαθμοὺς καὶ διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην,
διότι τὰ περιβάλλοντα αὐτὸ μέρη τοῦ ὕδατος ἔλαβον τὴν μεγίστην
αὐτῶν πυκνότητα. Εἴτα 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 τινα χρόνον. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγγείου ἐξακολουθεῖ, τὰ μόρια τοῦ ὕδατος τὰ ἐραπτόμενα τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου λαμβάνουσι θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 4° καὶ γινόμενα ἀραιότερα ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἕνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4° , ἥδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ταύτης, εἴτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθεξῆς ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸ κατώτερον θερμομέτρον, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὕδωρ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς περιβαλλούσης ἀτμοσφαίρας. Ὅμοιον πείραμα δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ τιθεμένου τοῦ ἀγγείου πλήρους ὕδατος ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἐν ἀτμοσφαίρᾳ θερμοκρασίας τοῦ 0° . Διὰ διαφορῶν δὲ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 3° καὶ 5° ἔχει περίπου τὴν αὐτὴν πυκνότητά, ὡσαύτως ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 2° καὶ 6° , 1° καὶ 7° , 0° καὶ 8° .

Ἡ ἀνώμαλος αὕτη διαστολὴ τοῦ ὕδατος ἐξηγεῖ τὸ συμβαῖνον εἰς τὰς λίμνας τῆς Ἑλβετίας, ἐν αἷς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὸν πυθμένα εἶνε πάντοτε ἴση περίπου πρὸς 4° , ἐν ᾧ ἡ θερμοκρασία τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς λίμνης ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος μέχρις 25° περίπου καὶ κατέρχεται κατὰ τὸν χειμῶνα μέχρι πῆξεως τοῦ ὕδατος. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὁδὸν ἀρχομένου τοῦ χειμῶνος τὸ ὕδωρ ψύχεται διηνεκῶς κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν μέχρι 4° , ὅποτε ὡς πυκνότερον πίπτει εἰς τὸν πυθμένα καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἀραιότερου ὡς θερμότερου, μέχρις ὅτου ὅλον περίπου τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης λάβῃ θερμοκρασίαν 4° . Ἀπὸ τοῦ χρόνου δὲ τούτου τὰ ἐπιπόλαια στρώματα ψυχόμενα κάτω τῶν 4° μένουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὡς ἀραιότερα καὶ ἐπὶ τέλους πηγνυται. Κατὰ δὲ τὸ θέρος τὸ ὕδωρ τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων, αἷτινες καλύπτουσι τὰ περίξ τῶν λιμνῶν ὄρη, καταρρέον διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ κατωτέρου στρώματος εἰς 4° περίπου.

170. Μέτρησις τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων. Τὴν κατ' ὄγκον διαστολὴν τῶν ἀερίων εὑρεν ὁ Gay-Lussac ὡς ἑξῆς. Κοίλῃν ὑαλίνην σφαῖραν Α (σχ. 144) γνωστῆς χωρητικότητος φέρουσιν μακρὸν καὶ στενὸν σωλῆνα Β ἡριθμημένον ἐπλήρως ξηροῦ ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου οἰουδήποτε. Ἐν τῷ σωλῆνι σταγὼν ὕδατος α χρησιμεύουσα ὡς δείκτης διέκοπτε τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Εἴτα κατὰ πρῶτον μὲν ἐψύξε τὴν σφαῖραν μέχρι

τοῦ 0° προσδιορίσας τὸν ὄγκον τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος, ἔπειτα δ' ἐθέρμανεν αὐτὴν μέχρις 100° διὰ ζέοντος ὕδατος, οὕτως τὴν θερμοκρασίαν παρεῖχον τὰ θερμομέτρα Γ καὶ Δ. Διὰ τῆς μετατοπίσεως δὲ τοῦ ἐξ ὑδραργύρου δείκτου προσδιορίζων ἐκάστοτε τὴν διαστολὴν τοῦ ἀέρος ἢ ἀερίου ἀνεῦρεν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς. Καὶ κατεδείχθη μὲν βραδύτερον ὅτι τὰ διάφορα ἀέρια διαφόρως διαστέλλονται ὑπὸ τῆς θερμότητος, ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ διαφοραὶ εἶνε ἐλάχισται, παραδέχονται σήμερον ὅτι



Σχ. 144.

πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς $\frac{1}{273}$ (εἰκοσαπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου), τοῦτέστι 273 ὄγκοι ἀερίου γίνονται 274, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ κατὰ ἓνα βαθμὸν, ἢ δ' ἐπὶ τοῦ ἀερίου πίεσις μείνῃ σταθερά, ἢ ὅπερ τὸ αὐτό, ὁ ὄγκος ἀερίου λαμβανομένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° διπλασιάζεται, ὅταν θερμανθῇ μέχρι 273°, τῆς πίεσεως μενούσης σταθερᾶς.

171. Ἀναγωγὴ τοῦ ὄγκου ἀερίου εἰς 0° καὶ 760 χ.μ. Ἐστῶσαν Β, Η καὶ θ ὁ ὄγκος, ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου. Ἀναζητήσωμεν τὸν ὄγκον Β_θ τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ τὴν κανονικὴν πίεσιν 760 χ.μ. Κατὰ πρῶτον ἂν ἡ πίεσις μένῃ ἀμετάβλητος, ὁ ὄγκος Β εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 θέλει γίνεαι $\frac{B}{1+\alpha\theta}$,

ὥστε ἔχομεν ὄγκον $\frac{B}{1+\alpha\theta}$ ὑπὸ πίεσιν Η καὶ ὄγκον Β_θ ὑπὸ πίεσιν 760.

Ἐφαρμόζοντες τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου λαμβάνομεν

$$B_0 X 760 = \frac{BH}{1 + \alpha\theta} \cdot \frac{1}{\eta} B_0 = \frac{B}{1 + \alpha\theta} \cdot \frac{H}{760} \quad (1).$$

Διὰ τοῦ τύπου τούτου εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον B_0 ὑπὸ πίεσιν 760 καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον τῆς αὐτῆς ποσότητος ἀερίου ὑπὸ πίεσιν H καὶ θερμοκρασίαν θ καὶ τὰν ἀπάλιν.

172. **Νόμος τοῦ Μαριόττου καὶ τοῦ Gay-Lussac.** Ἐν τῇ αὐτῇ ποσότητι τοῦ ἀερίου μεταβάλλομεν τὴν πίεσιν H εἰς H' καὶ τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ θ εἰς θ' , ὁ ὄγκος ἀπὸ B μεταβληθήσεται εἰς B' . Ὅθεν ἔχομεν

$$B_0 = \frac{B'}{1 + \alpha\theta'} \cdot \frac{H'}{760}, \quad \text{διότι ὁ τύπος (1) εἶνε γενικός· ἐξισοῦντες τὰς τιμὰς τοῦ}$$

$$B_0 \text{ λαμβάνομεν} \quad \frac{BH}{1 + \alpha\theta} = \frac{B'H'}{1 + \alpha\theta'} \quad (2).$$

Ὁ τύπος οὗτος ἐκφράζει νόμον γνωστὸν ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν νόμον τοῦ Μαριόττου καὶ τοῦ Gay-Lussac. Τουτέστιν ὁρισμένης ποσότητος ἀερίου ἂν διαιρέσωμεν ἐκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν ἀντίστοιχον πίεσιν διὰ τοῦ διωνύμου τῆς διαστολῆς, εὐρίσκομεν ποσότητα σταθεράν.

173. **Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.** Ἡ μεγάλη διαστολή, ἣν ὑφίστανται τὰ ἀέρια θερμαινόμενα, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνανέωσιν τοῦ ἀέρος αἰθούσης, ἐν ᾗ 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 διὰ καθαροῦ ἀέρος εἰσδύοντος διὰ τῶν θυρῶν καὶ παραθύρων. 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 ὑπερθερμαίνεται, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται τοιαύτη, ὥστε νὰ δύνωνται νὰ ὑπάρχωσιν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῶα. Ὡσαύτως ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῳ ἐργοστασίου ἀήρ θερμαινόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεταί ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας ἐπιταχύνει τὴν καύσιν καὶ θερμαινόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσῳ δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μεῖζων, τοσούτω τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἰσχύς τοῦ

πυρός καὶ διὰ τοῦτο ἐν τοῖς ἐργαστασίῳ, ἐν οἷς ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ θερμανσις ἀτμολεβήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλὰς τὰς καπνοδόχους. Ὡσαύτως πρὸς θερμανσιν 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' ὧν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεωγμένον. Ὁ ἐντὸς τοῦ θαλάμου ἀτμὴ θερμαίνόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διὰ τῶν σωλήνων εἰς τὰς αἰθούσας, ἐν ᾧ καθαρὸς ἀτμὴ ἐξωθεν ἐρχόμενος εἰσρέει διηνεκῶς εἰς τὸν σιδηρῶν θάλαμον, ἐνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΞΕΩΣ

174. Πάντα μὲν τὰ στερεὰ σώματα θερμαίνόμενα διαστελλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὅριον διαστολῆς, πέρα τοῦ ὁποίου ταῦτα μεταβαίνουσιν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἥτοι τήκονται. ⁽¹⁾ Τὰ τακέντα δὲ στερεὰ σώματα ψυχόμενα ἀναλαμβάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἥτοι πήγνυνται. Τῶν φαινόμενων τούτων τὸ μὲν πρῶτον καλεῖται *τήξις*, τὸ δὲ δεύτερον *πήξις*.

175. **Νόμοι τήξεως καὶ πήξεως.** Ἐκαστον σῶμα ἀρχεται *τηκόμενον* ἢ *πηγνύμενον* ἐν ὀρισμένην τινὶ *θερμοκρασίᾳ*, ἥτις εἶτε ἡ αὐτὴ πάντοτε, τοῦ σώματος εὐρισκομένου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Οὕτως ὁ καθαρὸς πάγος τήκεται πάντοτε καὶ τὸ ἀπυσταγμένον ὕδωρ πήγνυται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ἀφ' ἧς δὲ στιγμῆς ἀρχεται 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 ἀρχεται ἡ *πήξις* καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυ-

(1) Σώματά τινα πυρούμενα ἀποσυντίθενται εἰς ἄλλα ἀπλούστερα σώματα, οἷον τὸ μάρμαρον εἰς ἀνθρακικὸν ὀξύ καὶ ἄσβεστον, ἄλλα δὲ σώματα, ὡς ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, ὁ φελλὸς πυρούμενα ἐν τῷ αἱρὶ μὲν καίονται, ἐν ἀεροστεγῶς δὲ κλειστῷ χώρῳ ἀποσυντίθενται.

μένου ὕδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβληθῇ εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν ψύχοντες τὸν πάγον, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δύναται νὰ κατέλθῃ καὶ κάτωθεν τοῦ 0°. Ὡσαύτως, ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς χύτρας μικρὰ τεμάχια θείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται μέχρις 111°, ὅποτε τὸ θεῖον ἄρχεται τηρόμενον καὶ μένει στάσιμος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ θεῖον τακῇ καὶ εἴτα ἄρχεται πάλιν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψουμένη. Ἡ θερμότης δ' αὕτη, ἡ δαπανωμένη κατὰ τὴν τήξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινομένη αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

176. Τὰ διάφορα σώματα τήκονται εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, ὡς δεικνύει ὁ ἐπόμενος πίναξ.

Διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος	— 58°	Μόλυβδος	+ 330°
Ὑδράργυρος	— 39°,4	Ψευδάργυρος	+ 360°
Πάγος	0°	Ἀργυρος	+ 1000°
Στέαρ	+ 40°	Χαλκός	+ 1050°
Φωσφόρος	+ 44°	Χυτοσίδηρος	+ 1200°
Κάλιον	+ 58°	Χρυσός	+ 1250°
Κηρός	+ 68°	Χάλυψ	+ 1350°
Νάτριον	+ 90°	Ἐλατός σίδηρος	+ 1600°
Θεῖον	+ 111°,6	Λευκόχρυσος	+ 1779°
Κασσίτερος	+ 230°	Ἰρίδιον	+ 1950°

Σώματά τινα, ὡς ἡ ὑάλος, πρὸ τῆς τελείας τήξεως λαμβάνουσιν ἡμίρρευστόν τινα κατάστασιν, οἷα ἡ τοῦ μέλιτος, ἥς ἐπωφελοῦνται ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς κατασκευὴν υαλίνων σκευῶν διαφόρων σχημάτων.

177. Τὰ μεταλλικὰ κράματα, τουτέστιν αἱ ἐνώσεις μετάλλων, οἷα τὰ χρυσᾶ ἢ ἀργυρᾶ νομίσματα τὰ ἐκ χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ἢ ἀργύρου καὶ χαλκοῦ συνιστάμενα, τήκονται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν ἐκείνης, εἰς ἣν τήκεται κατ' ἰδίαν τὸ δυστηκτότερον τῶν συνιστάντων τὸ κράμα μετάλλων, ἐνίοτε δὲ εἰς θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν καὶ τῆς θερμοκρασίας τῆς τήξεως τοῦ εὐτηκτοτέρου τῶν συστατικῶν μετάλλων. Οὕτω κράμα ἐκ δύο μερῶν βισμούθιου, ἐνὸς μολύβδου καὶ ἐνὸς κασσιτέρου τήκεται μόνον εἰς 94°, ἐν ᾧ καὶ τὰ τρία ταῦτα μέταλλα τήκονται κατ' ἰδίαν ἕκαστον εἰς πολὺ ἀνωτέραν θερμοκρασίαν.

178. *Κατὰ τὴν τήξιν ἢ πῆξιν τῶν σωμάτων ὁ ὄγκος αὐτῶν πα-*
σχει αἰφριδιαρ τινὰ μεταβολήν. Καὶ συνήθως μὲν ὁ ὄγκος αὐτῶν
 αὐξάνεται κατὰ τὴν τήξιν, ἐλαττοῦται δὲ κατὰ τὴν πῆξιν, ὡς ὁ τοῦ
 μολύβδου, καὶ διὰ τοῦτο στερεὸς μολύβδος ῥιπτόμενος ἐν τετηγότι μο-
 λύβδῳ βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τῆς χύτρας. Ἄλλ' εἰς τινα σώ-
 ματα συμβαίνει τὸ ἐναντίον, τουτέστι κατὰ τὴν πῆξιν αὐτῶν ὁ ὄγκος
 αὐξάνεται, ὡς εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ διὰ τοῦτο ὁ πάγος ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ
 ὕδατος. Κατὰ τὴν πῆξιν δὲ τοῦ ὕδατος ἀναπτύσσεται τοσαύτη δια-
 σταλτικὴ δύναμις, ὥστε θραύονται οὐ μόνον ἀγχεῖα ἐξ ὕδατος πλήρη
 ὕδατος, ἀλλὰ καὶ ῥήγνυνται κλειστοὶ σιδηροὶ σωληνες, οὓς ἐντελῶς
 ἐπλήρου τὸ ὕδωρ.

179. **Διάλυσις. Κρυστάλλωσις.** Πολλαὶ στερεαὶ οὐσίαι ῥι-
 πτόμεναι ἐντὸς ὑγρῶν μεθίστανται ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατὰ-
 στασιν, ἤτοι διαλύονται. Οὕτω τὸ μαγειρικὸν ἅλας, τὸ ἀμμωνιακὸν
 ἅλας, τὸ νίτρον διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι. Ἐὰν τὸ ὕδωρ τοῦ διὰ τῆς
 διαλύσεως τῶν ἀλάτων παραχθέντος διαλύματος ἐξαερωθῇ διὰ βρα-
 δείας π.χ. ἐν τῷ ἀέρι αὐτομάτου ἐξατμίσεως, τότε τὸ ἅλας ἀποχω-
 ρίζεται καὶ πάλιν ἐν στερεᾷ καταστάσει καὶ λαμβάνει σχῆμα ὠρισμένον
 καὶ κανονικὸν περατούμενον εἰς ἑδρας ἐπιπέδους, ἤτοι κρυσταλλοῦται.

180. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Τὰ διάφορα ἅλατα, ἵνα διαλυθῶσιν
 ἐν τῷ ὕδατι, ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τούτου
 τοῦ ὑγροῦ, οὕτως κατέρχεται ἐπαισθητῶς ἡ θερμοκρασία. Διὰ τοῦτο
 ἂν ἀναμίξωμεν ἅλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἅλας εἶνε
 διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ
 ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἅλας. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν
 τήξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἁλατος ἀπαιτεῖται θερμό-
 της, ἥτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ μίγματος, ἁλατος καὶ πά-
 γου, ὅπερ ψύχεται κάτωθεν τοῦ 0° καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο *ψυκτικὸν*
μῖγμα. Τὸ ὕδωρ τὸ φέρον διαλελυμένας ἄλλας οὐσίας τιθέμενον ἐντὸς
 πάγου ψύχεται μὲν μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0°, ἀλλὰ δὲν πήγνυ-
 ται, διότι πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται ψῦξις εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν
 τῆς τοῦ 0°, ὅποια παράγεται διὰ μίξεως ἴσων βαρῶν μαγειρικοῦ ἁλα-
 τος καὶ πάγου τετριμμένου ἢ χιόνος, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία δύναται
 νὰ κατέλθῃ ἀπὸ τοῦ 0° μέχρι —21° περίπου. Νιτρικὸν ἀμμώνιον
 διαλυόμενον εἰς ἴσον βάρος ὕδατος +10° καταβιβάζει τὴν θερμοκρα-
 σίαν εἰς —16°.

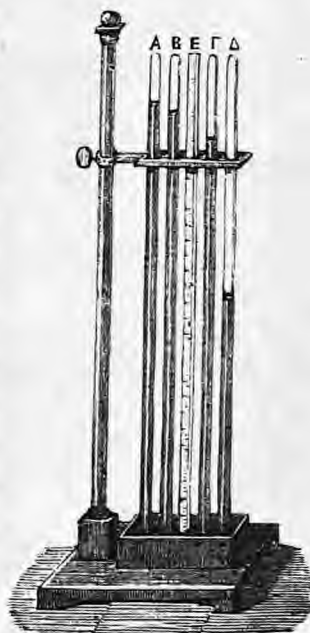
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ.

181. Καλεῖται *ἀτμός* τὸ ἀέριον, εἰς ὃ μεταβάλλεται ὑγρὸν τι διὰ τῆς θερμότητος.

Ὑπάρχουσιν ὑγρά, ἅτινα παρέχουσιν ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς χαμηλοτέραν τῆς συνήθους· ταῦτα καλοῦνται *ἐξατμιστὰ* ἢ *πτητικὰ*, ἅτινα βράζουσιν ἐν ὠρισμένῃ ἑκάστῳ θερμοκρασίᾳ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν εὐρισκόμενα καὶ κατὰ τὴν ἐξαέρωσιν δὲν ὑφίστανται χημικὴν ἀλλοίωσιν, οἷον τὸ ὕδωρ, τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ἄλλα. (1)

Τὰ πτητικὰ ὑγρά εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαερούνται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τούτου ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περιεχοῦσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α, Β, Γ, Δ, (σχ. 145) πλήρεις ὑδραργύρου, ἐν αἷς ὁ ὑδράργυρος ἴσταται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὅπερ δεικνύει ὁ ἐν τῷ μέσῳ κανὼν Ε. Εἴτα 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 ἀναρχόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων, πάραυτα ἐξαερούνται. 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



Σχ. 145.

(1) Καλοῦνται ἔμμονα ὑγρά τὰ μὴ παράγοντα ἀτμοὺς εἰς οἰανδήποτε θερμοκρασίαν, τοιαῦτα δὲ εἶνε π. χ. τὰ λιπαρὰ ἔλαια, οἷον τὸ κοινὸν ἔλαιον. Ταῦτα θερμαίνόμενα ἰσχυρῶς ἀποσυντίθενται παρέχοντα ἀέρια φύσεως διαφό-

ἔτι περισσότερον εἰς τὸν Δ τὸν περιέχοντα ἀτμοὺς αἰθέρος. Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγουμεν δύο τινὰς, πρῶτον ὅτι *οἱ ἀτμοὶ τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἔχουσιν ἐλαστικὴν τινα δύναμιν καλουμένην τάσιν* καὶ δεύτερον ὅτι *ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν ὑπὸ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας εἶνε διάφορος*, μείζων μὲν ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος, ἐλάσσων δ' ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ οἴνουπνεύματος καὶ ἔτι ἐλάσσων ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος.

182. **Χῶρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν εἰς χῶρον κενόν, οἷον εἰς σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ. 146)



ἀποτελοῦσαν βαρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τινὰς ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι ἐκάστη σταγὼν ἅμα ἐξαερούμενη ἐπιφέρει κατὰπτωσιν τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν παρατηροῦμεν τοιαύτην κατὰπτωσιν, ὁ χῶρος Α διατελεῖ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν. Ὅταν ὅμως σταγὼν ὕδατος εἰσαχθεῖσα δὲν ἐξαερῶται πλέον, ὁπότε καὶ ἡ ὑδραργυρική στήλη παύεται κατερχομένη, τότε ὁ χῶρος Α εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ δ' ὀλική κατὰπτωσις, ἣν πάσχει ἡ ὑδραργυρική στήλη, δεικνύει τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν, εἰτινες κορεννύουσι τὸν χῶρον Α. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη καλεῖται *μερίστη τάσις τῶν ἀτμῶν* τοῦ ὕδατος ὑπὸ τῆς θερμοκρασίας, ὑπ' ἣν πειρώμεθα.

Σχ. 146.

183. **Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν ἐν μὴ κεκορεσμένῳ καὶ ἐν κεκορεσμένῳ χῶρῳ.** Α'). Χῶρος μὴ κεκορεσμένος. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ἡ συσκευή, δι' ἣς ἀπεδείχθη ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου διὰ πίεσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ὁ ὑάλινος ὑποδιηρημένος σωλῆν Α φέρων ὀλίγας σταγόνας πτητικοῦ τινοῦ ὑγροῦ (σχ. 147) δύναται ν' ἀναβιβασθῇ καὶ νὰ καταβιβασθῇ, οὕτως ὥστε νὰ δυνάμεθα ἐκάστοτε νὰ μετρήσωμεν τὴν κατὰπτωσιν ἢ ἀνύψωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Ἀνευρίσκομεν δὲ οὕτω ὅτι μεταβάλλοντες τὸν ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ κατεχόμενον χῶρον μεταβάλλομεν ὡσαύτως καὶ τὴν ἐλαστικότητα αὐτοῦ καὶ ὅτι ἐκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν εἶνε αἰσθητῶς σταθερόν, τοῦτέστιν ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ τῶν ἀτμῶν τῶν μὴ κορεννύοντων τὸν χῶρον, ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν ἀερίων.

ρου τῆς τῶν ὑγρῶν ἐξ ὧν παρήχθησαν. Ὑπάρχουσιν ὡσαύτως τὰ καλούμενα ξηραντικὰ ἔλαια, οἷον τὸ λινέλαιον, ἅτινα ἀποξηραίνονται οὐχὶ δι' ἐξατμίσεως ἀλλὰ δι' ἀπορροητικώσεως.

Β'). Χῶρος κεκορεσμένος. Ὅταν ὁ χῶρος εἶνε κεκορεσμένος, τουτέστιν ὅταν ἐν τῷ σωλῆνι ὑπάρχῃ πλεονάζον ὑγρόν, παρατηροῦμεν τὰ ἐξῆς φαινόμενα.

α'). Ἐὰν ἀνυψώσωμεν τὸν σωλῆνα Α, ἡ κορυφή τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης δὲν ὑψοῦται ποσῶς, ἀλλὰ μένει διηγεκῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος Α. τουτέστιν ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀτμοῦ μένει ἀμετάβλητος, διότι μέρος τοῦ ὑγροῦ ἐξαερούται εὐθὺς ὡς ὁ ὑπερκείμενος χῶρος αὐξηθῇ. Ἐξακολουθοῦσι δ' ἀτμοὶ παραγόμενοι ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ὑγρὸν πρὸς ἐξάερωσιν.

β'). Ὅταν καταβιβάσωμεν τὸν σωλῆνα Α, παρὰ-γεται ἀντίθετον φαινόμενον· ὁ ἀτμὸς ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατὰστασιν, ἐφόσον ὁ χῶρος, ὃν κατέχει, ἐλαττωταί, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου διηγεκῶς μένει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος Α. Ὅταν δὲ ἡ κορυφή τοῦ σωλῆνος κατερχομένου φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τοῦτο, ὁ ἀτμὸς ἐκλείπει καὶ τὸ ὑγρὸν ἀναφαίνεται καθ' ὁλοκληρίαν. Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει ἡμῖν, ὅτι ἔχει μόνον ἡ ἐλαστικότης μένει σταθερά, ἀλλ' ὅτι δὲν δύναται ν' αὐξηθῇ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου. Λέγομεν δὲ τότε ὅτι εἶνε μεγίστη, ὅτι ὁ χῶρος εἶνε κεκορεσμένος καὶ ὅτι ὁ ἀτμὸς εὐρίσκεται εἰς τὴν κατὰστασιν τοῦ κόρου.

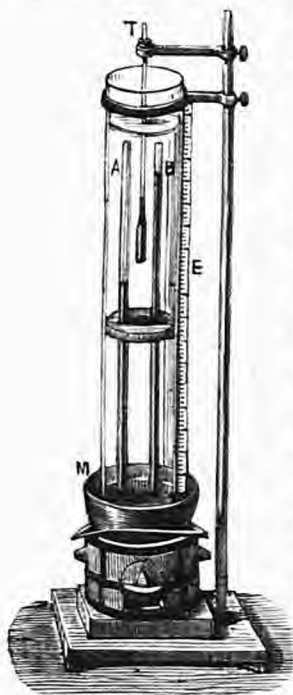
184. *Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει ἀξανομένη ἀξανομένης τῆς θερμοκρασίας.* Ἀποδεικνύομεν τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς καὶ μετροῦμεν συγχρόνως τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μεταξὺ 0° καὶ 100° διὰ τῆς ἐξῆς τοῦ Δάλτωνος συσκευῆς (σχ. 148).

Εἰς χύτραν Μ περιέχουσιν ὑδραργύρον 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 οὔτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐρειδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου καὶ πλήρους ὕδατος, οὔτινας ἡ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ θερμομέτρου Τ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεβαπτισμένου. Κανὼν Ε ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατὰπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῆνι Α, ἥτοι τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Διὰ πυ-



Σχ. 147.

ρᾶς κάτωθεν τεθείσης θερμαίνεται ὁ ὑδράργυρος καὶ ταυτοχρόνως τὸ ὑπερκείμενον καὶ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι Α ὕδωρ. Ὑψουμένης διηνεκῶς 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



Σχ. 148.

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

περίπου. Ἡ ἐλαστικότητα δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἡ τοσούτω ταχέως αὐξανόμενη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περὶ ὧν ποιούμεθα λόγον ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων.

185. Ἡ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς ἀρχὴ τοῦ Watt. Ἐὰν λάβωμεν δύο ἀγγεῖα, εἶον δύο σφαῖρας ὑαλίνους Α καὶ Β (σχ. 149) συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας καὶ ἐμπεριεχούσας ὕδωρ, ἐξ ὧν ἡ μὲν Α εὐρίσκεται ἐντὸς τηχομένου πάγου, ἥτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°, ἡ δὲ Β ὑπὸ θερμοκρασίαν 100°, πρὶν καταστήσωμεν ταύτας εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῆς στρόφιγγος Γ, ἐν μὲν τῇ πρώτῃ ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν εἶνε ἴση πρὸς 4 χ.μ., 6, ἐν δὲ τῇ Β θέλει εἶνε 760 χ.μ. Εἰθὺς δ' ὡς ἀνοίξωμεν τὴν συγκοινωνίαν ὁ ἀτμός τῆς σφαίρας Β διαχεόμενος ἐν

τῇ σφαίρᾳ Α ψύχεται καὶ ὑγροποιεῖται, νέν δὲ ποσότης ἀτμῶν παρά-
γεται ἐν τῇ σφαίρᾳ Β, ἥτις ὑγροποιεῖται εἰς Α, ὥστε ἐπέρχεται διη-
νεκὴς ἀπόσταξις ἀπὸ τοῦ Β εἰς Α, μέχρις οὗτοῦ ἅπαν τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ
Β ὑγρὸν ἐξαερωθῇ καὶ συμπυκνωθῇ ἐν τῇ σφαίρᾳ Α. Ἐκ τούτων συμ-
περαίνομεν, ὅτι διὰ τὴν ὑγροποιήσωμεν ἀτμούς δὲν εἶνε ἀπαραίτητον νὰ
ψύξωμεν ἅπαντα τὸν
ὑπ' αὐτῶν κατεχόμε-
νον χώρον, ἀλλ' ἁ-
πλῶς μέρος τῶν πα-
ρειῶν τοῦ δοχείου, ἐν
ᾧ ἐγκλείεται ὁ ἀ-
τμός, καὶ ὅτι ὅταν
οὗτος δοχεῖα περιέχον-
τα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ἐν
ἰσότητι ποσότητι ὑπὸ
διαφόρους θερμοκρα-
σίας τεθῶσιν εἰς συγ-
κοινωνίαν, ἡ τάσις



Σχ. 149.

τοῦ ἀτμοῦ καὶ εἰς τὰ οὗτα δοχεῖα εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση τῇ ἀντιστοι-
χούσῃ εἰς τὴν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν. Ἡ ἀρχὴ αὕτη γνωστὴ
ὑπὸ τὴν ἑπωνυμίαν ἀρχὴ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς ἐφαρμόζεται εἰς τὰ
ἀποστακτικὰ σκεύη καὶ τοὺς καλουμένους πυκνωτὰς (§ 232) τῶν
ἀτμομηχανῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΒΡΑΣΜΟΥ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.
ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ.

186. **Ἐξάτμισις.** Ἐξάτμισις καλεῖται ἡ βραδεία παραγωγὴ
ἀτμῶν ἢ γινομένη κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν πολλῶν ὑγρῶν.
Δι' ἐξατμίσεως ξηραίνονται αἱ διαβραχθεῖσαι σκάνιδες τῶν ὀρωμάτων,
τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ ὑγρὸν ἔδαφος. Δι' ἐξατμίσεως ὠσανύτως
ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν
συμπυκνούμενοι εἴτα εἰς νέφη καὶ βροχήν.

187. Τὸ ὕδωρ, ὡς καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἄλλων ὑγρῶν, ἀναδίδει
ἀτμούς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Αἰτίαι δὲ ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμι-
σιν εἶνε αἱ ἐξῆς.

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

Β'. Ἡ *θερμοκρασία τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος*, ὅστις θερμότερος ὢν δύναται νὰ ἐμπεριλάβῃ μείζονα ποσότητα ἀτμῶν καὶ τοῦτου ἕνεκα ἐπιταχύνεται ἡ ἐξάτμισις.

Γ'. Ἡ *μείζων ἀπόστασις τοῦ ἀέρος ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου*, διότι, ὅταν μὲν ὁ ὑπερκειμένος ἀήρ εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἡ ἐξάτμισις παύεται, ὅταν δὲ εἶνε ἐντελῶς ξηρὸς, ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχίστη. Οὕτω διάφορα ὑφάσματα ξηραίνονται ταχέως μὲν, ἐὰν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, βορρᾶς δὲ, ὅταν πνέῃ ὑγρὸς νότος. Πνέοντος δὲ ἀνέμου ἐν γένει ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα, διότι ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρασύρει τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμούς, ἐν ᾧ ὅταν ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μένῃ στάσιμος, κορέννεται σχεδὸν ἀτμῶν καὶ παρακωλύεται ἡ ἐξάτμισις.

Δ'. Ἡ *ἐκτασις 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.

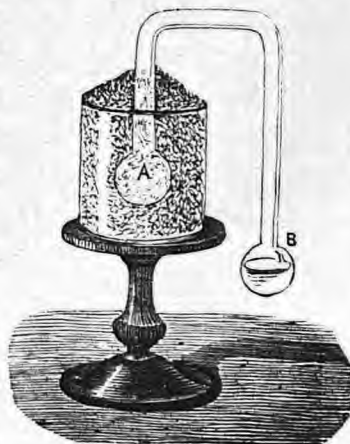
188. **Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, αἰθέρος, οἰνοπνεύματος, εἶνε μετὰστασις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν αἰρίαν κατάστασιν, ἥτις ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν θερμότητος. Ὅταν δὲ εἰς τὸ ἐξατμιζόμενον ὑγρὸν δὲν προσκομιζόμεν ἐξωθεν θερμότητα, τότε αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑγρὸν παρέχει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν ἀναγκαίαν αὐτῷ θερμότητα καὶ ἕνεκα τοῦτου ψύχεται καὶ ψύχει καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ εὕρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψύξιν. Θερμόμετρον, οὗτινος τὸ δοχεῖον διαθερέχμεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχέως κατὰπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Αἰγινητικά, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς βρεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραίνον διηνεκῶς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφανείαν αὐτοῦ ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι κἀτωθεν κλειστῷ θέσωμεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ ἐμβαπίσωμεν αὐτὸν εἰς ποτήριον περιέχον αἰθέρα (σχ. 150) καὶ διαδιβάσωμεν διὰ ρουσητηρίου βρεῦμα ἀέρος, ἐπέρχεται ταχέως ἐξάτμισις

τοῦ αἰθέρος καὶ ἐπομένως ψύξις καὶ τέλος πήξις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδατος.



Σχ. 150.

189. Κρυσφόρος τοῦ Wollaston. Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ἡ κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος λαμβάνουσα γινομένη θερμότης ἀφαιρεῖται διηγεκῶς ἀπὸ τοῦ ἐναπολειπομένου ὕδατος, οὕτω δὲ ἐπέρχεται ψύξις καὶ κατ' ἀκολουθίαν πήξις αὐτοῦ. Συνίσταται δὲ ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου δις κακαυμένου κατ' ὀρθὴν γωνίαν καὶ ἀπολήγοντος εἰς σφαῖρας A καὶ B (σχ. 151), ὧν ἡ μὲν B ἐμπεριέχει ὕδωρ ἀλλ' ἄνευ αἵρος, ἡ δὲ A μόνον ἀτμοὺς ὕδατος. Περιβάλλοντες τὴν σφαῖραν A διὰ πάγου, ἢ κάλλιον διὰ μίγματος πάγου καὶ ἁλάτος, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον τὴν πήξιν τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ B ὕδατος, διότι οἱ ἐν τῇ σφαίρᾳ A ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ψυχόμενοι ὑγρο-



Σχ. 151.

ποιούνται καὶ οὕτω προκαλεῖται ταχεῖα ἐξάτμισις τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ Β ὕδατος, ὅπερ τοῦτου ἕνεκα ψύχεται καὶ τέλος πήγνυται. Ἐν τῷ ὀργάνῳ ὁμοίᾳ τοῦτω γίνεται διηλεκτὴς ἀπόσταξις ἐκ τῆς σφαίρας Β τῆς θερμότερας πρὸς τὴν σφαῖραν Α τὴν ψυχροτέραν.

Τοιαύτη τις ἀρχὴ (§ 185) ἐφαρμόζεται καὶ εἰς πάντα τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη, περὶ ὧν κατωτέρω πραγματευόμεθα.

190. Βρασμός. Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν



Σχ. 152.

ἐξ ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ κατὰ πομφόλυγας μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλας. Ὄταν θερμαίνωμεν ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου ἐκ τοῦ πυθμένος αὐτοῦ, παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον κίνησιν ἐν τῷ ὑγρῷ, ἥτις εἶνε καταφανής, ὅταν τὸ ὑγρὸν ἐμπεριέχῃ ἐλαφρὰ τινὰ σωμάτια, οἷον βινήματα ξύλου. Ἐν τῇ κινήσει δὲ ταύτῃ διακρίνομεν δύο βεύματα (σχ. 152), ἐν μὲν ἀνερχόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ δοχείου, ἕτερον δὲ κατερχόμενον κατὰ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, ἅτινα βεύματα προέρχονται ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ

τοῦ πυθμένος διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς καθιστώσας 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 ὕδατι διαλυμένου ἀέρος, ὅστις θερμαίνόμενος διαστέλλεται καὶ ἐκλύεται. Μετ' ὀλίγον ἀναφαίνονται ἐκ τινος σημείου τοῦ πυθμένος πομφόλυγες ἀτμῶν, αἵτινες κατ' ἀρχὰς ἀνερχόμεναι μειοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον καὶ συμπυκνοῦνται, διότι τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ εἶνε ἔτι ψυχρά. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμὸν τινά, ὅστις προηγεῖται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὄταν δὲ καὶ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκούντως θερμανθῶσιν, αἱ παραγόμεναι πομφόλυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μεγεθύνονται ἕνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῆς ὕδροστατικῆς πίεσεως καὶ φθάνουσαι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διαρρήγνυνται καὶ οὕτω παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ (σχ. 153).

191. Ὁ βρασμός ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Ὁ βρασμός ἀρχεται ἐν ὠρισμένη θερμοκρασίᾳ, ἥτις εἶνε μὲν διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά, ἀλλ' ἡ αὐτὴ πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ ὑγρὸν εὐρισκόμενον ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Ἡ θερμοκρασία δ' αὕτη καλεῖται σημεῖον ἢ βαθμὸς ζέσεως. Διατηρεῖται δ' ἡ θερμοκρασία ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, οἷαδήποτε καὶ ἂν εἴνε ἡ ἰσχύς τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις νὰ διατηρῇται ἀμετάβλητος.

Β'. Ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πίεσει, ἥν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἡ ἀτμόσφαιρα, ἢ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητῶς δι' αἰρος, ὃν συμπιέζομεν ἢ ἀραιούμεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100°, ἐὰν ὅμως ἐγκλείσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ καὶ συμπιέσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ αἶρα μέχρι πίεσεως δύο ἀτμοσφαιρῶν, βράζει εἰς 120° περίπου, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἀραιώσωμεν τὸν ὑπερκειμένον τοῦ ὕδατος αἶρα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαιράς, τότε βράζει εἰς 80° περίπου.



Σχ. 153.

192. Ὑψοθερμόμετρον. Ἐλαττουμένης τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ 1 χ. μ. ἐπέρχεται ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος κατὰ $\frac{1}{27}$ βαθμοῦ περίπου. Δυνάμεθα ἐπομένως νὰ μεταχειρισθῶμεν ἀντὶ τοῦ βαρομέτρου τὸ θερμόμετρον πρὸς εὐρέσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ κατ' ἀκολουθίαν τοῦ ὕψους τόπου τινὸς ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει τὸ ὑψοθερμόμετρον (σχ. 154), τὸ ὁποῖον εἶνε ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον φέρον κλίμακα περιλαμβάνουσαν βαθμοὺς ἀπὸ τοῦ 85° μέχρι τοῦ 101° ὑποδιηρημένους εἰς δέκατα. Διὰ τοῦ θερμομέτρου τούτου ἀναζητοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τὸ χωρίον, οὗτινος θέλομεν νὰ εὐρώμεν τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς

θαλάσσης καὶ διὰ πινάκων τὴν ἀντίστοιχον ἐλαστικότητα, ἥτις παριστᾷ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τὸ χωρίον τοῦτο.



Σχ. 154.

Ἐπὶ τοῦ ὄρεοπέδιου τῆς Quito, κειμένον 2914 μ.ε. ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 90° , 1 διότι ἡ μέση βαρομετρικὴ πίεσις εἶνε ἴση πρὸς 523 χ. μ.

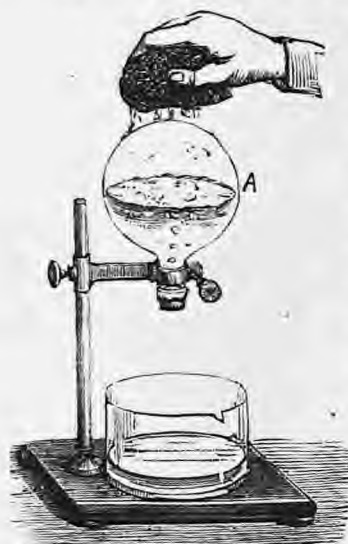
Ἐπὶ τῆς κορυφῆς δὲ τοῦ Montblanc τῆς Ἑλβετίας (4811 μ.ε.) τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 85° διότι ἡ μέση πίεσις εἶνε ἴση πρὸς 433 χ. μ.

193. Ὁ βαθμὸς τῆς ζέσεως ὑγροῦ τινος ἀνυψοῦται, ὅταν τὸ ὑγρὸν περιέχῃ οὐσίας διαλελυμένας. Οὕτω τὸ ὕδωρ τὸ κεκορεσμένον διὰ κοινοῦ ἁλματος βράζει εἰς 109° καὶ ἐπομένως καὶ τὸ θαλάσσιον ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν ὀλίγον τι ἀνωτέραν τῶν 100° . Ὡσαύτως ἐν πηλίνῳ ἢ ὑαλίνῳ σκεύει τὸ ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν ὀλίγον τι ἀνωτέραν τῶν 100° , ἐν ᾧ ἐν μεταλλίνῳ βράζει εἰς 100° ὑπὸ πίεσιν 760 χ. μ.

194. Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι, ὅταν ἐλαττώσωμεν τὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιφερομένην πίεσιν, παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ καὶ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 100° . Οὕτως, ἐὰν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας θέσωμεν ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἀναβράζει καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ εἰς θερμοκρασίαν πολὺ κατωτέραν ὥς τὴν τοῦ 0° , ἀρκεῖ μόνον νὰ ἀραιώσωμεν ἀρκούντως τὸν ἐν τῷ κώδωνι ἀέρα. Ὅτι δὲ τὸ ὕδωρ δύναται νὰ βράσῃ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 100° , ἀπέδειξε καὶ ὁ Φραγκλῖνος διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν ὑάλινον ἀγγεῖον Α, ἐν ᾧ βράζομεν ὕδωρ ἐπὶ τινα χρόνον, ὅπως ἐκδιώξωμεν οὐ μόνον τὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὑπερκείμενον τοῦ ὑγροῦ. Εἶτα κλείοντες ἀμέσως διὰ πώματος τὸ ἀγγεῖον καὶ ἀναστρέφοντες (σχ. 155) παρατηροῦμεν ὅτι ὁ βρασμὸς ἐξακολουθεῖ καὶ ἄνευ θερμομετρικῆς πηγῆς, διότι οἱ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ἀγγείου ὑπάρχοντες ἀτμοὶ φύχον-

ται ταχύτερον τοῦ ὕδατος, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτῶν διατελεῖ μικροτέρα τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν, μέχρις οὗ τοῦ ὕδατος λάθῃ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὅποτε ὁ βρασμὸς παύεται. Ἐπαναλαμβάνεται δ' ὁ βρασμὸς, ἐὰν ἐπιρῶσωμεν ψυχρὸν ὕδωρ διὰ σπόγγου ἢ θέσωμεν



Σχ. 155.

ἐπὶ τοῦ ἀγγείου τεμάχιον πάγου, διότι τότε ψύχουμεν τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμοὺς κάτωθεν τῆς συνήθους θερμοκρασίας, ἣν ἔλαβε τὸ ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ καὶ μειοῦμεν οὕτω τὴν ἐλαστικότητα αὐτῶν καθιστῶντες αὐτὴν κατωτέραν τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον *ὕδρσφύρα* (σχ. 156) καὶ ἀποτελούμενον ἐκ σωλῆνος ἐμπεριέχοντος ὕδωρ ἄνευ ἀέρος. Ἐὰν λάθωμεν ἐν τῇ χειρὶ τὴν σφαῖραν τῆς ὕδρσφύρας καὶ ἀνορθώσωμεν τὸν σωλῆνα ὑπὸ μικρὰν ὥς πρὸς τὸν ὀρίζοντα κλί-

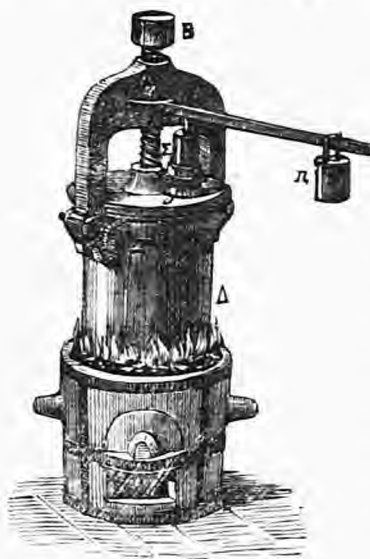


Σχ. 156.

σιν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀνατινάσσεται, καὶ ἰδίως ὅταν ψαύωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος διὰ τεμαχίου πάγου.

195. Χύτρα τοῦ Παπίνου. Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῶν 100° , ὅσον εἰς 200° καὶ ἐπέκεινα, ὅπερ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ δὲν δυνάμεθα νὰ κατορθώσωμεν. Ἀποτελεῖται δ' ἐξ ὀρειχαλκίνου ἢ σιδηροῦ δοχείου Δ (σχ. 157), ἐμπεριέχοντος ὕδωρ κατὰ τὰ $\frac{2}{3}$ καὶ κλειομένου ἄνωθεν διὰ δίσκου ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὅστις ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τῶν χειλιῶν τοῦ δοχείου καὶ πιέζεται διὰ μεγάλου πιεστικοῦ κοχλίου Α, κλείων οὕτως ἀεροστεγῶς τὸ δοχεῖον. Ὁ δίσκος οὗτος φέρει κωνικὴν ὀπὴν κλειομένην διὰ κολῦρου μεταλλίνου κώνου Σ, ἐφ' οὗ πιέζει ἢ περὶ τὸ σημεῖον α στρεπτὴ σιδηρὰ ῥάβδος ἢ φέρουσα τὸ μετάθετον βάρος π καὶ ἀποτελοῦσα μετ' αὐτοῦ μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους. Ἐὰν θερμάνωμεν κάτωθεν τὸ δοχεῖον Δ, τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ θερμαίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψεύεται μὲν διηγεκῶς, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ δὲν βράζει, διότι ἡ

ελαστικότης τῶν ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος συνωθουμένων ἀτμῶν αὐξανόμενη ἰσορροπεῖ τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἰσοθερμῶν ἀτμῶν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐλαστικότης τῶν ἐν τῷ δοχείῳ ἀτμῶν βαίνει ἀδιαλείπτως αὐξανόμενη, δύναται ἐπὶ τέλους νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀντοχὴν τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου καὶ νὰ διαρρήξῃ αὐτό. Πρὶν ὅμως συμβῇ τοῦτο, οἱ ἀτμοὶ ἐξωθοῦσι τὴν κωνικὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνυψοῦσιν ὀλίγον τὴν φέρουσαν τὸ βάρος π σιδηρὰν ῥά-



Σχ. 157.

θδον καὶ ἐξέρχονται εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν, οὕτω δὲ ἡ ἐκρηξις προλαμβάνεται. Ἐὰν δέ, ὅταν ἴδωμεν τὴν ἐπιστομίδα ἐξωθουμένην ὀλίγον ὑπὸ τῶν ἐντὸς ἀτμῶν, ἀνασπάσωμεν διὰ τῆς χειρὸς τὴν σιδηρὰν ῥάθδον, πᾶραυτα ὁ μὲν ἀτμός ἐξέρχεται βιαίως μετὰ συριγμοῦ ἀνερχόμενος εἰς ἱκανὸν ὕψος, τὸ δ' ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ, ὅπερ μέχρις ἐκείνης τῆς στιγμῆς, καίπερ ἔχον θερμοκρασίαν πολὺ ἀνωτέραν τῶν 100°, δὲν εἶχε βράσει, ἀναζέει ἀμέσως μετὰ σφοδρότητος ὡς ὑφιστάμενον πλέον πίεσιν μικροτέραν καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κατέρχεται ταχέως εἰς τοὺς 100° καὶ ἔτι κατωτέρω. Τοιαύτη εἶνε τὴν κατασκευὴν

καὶ τὴν λειτουργίαν ἡ γύτρα τοῦ Παπίνου, ἥς ποιοῦνται χρῆσιν πρὸς ἀποστέρωσιν τοῦ ὕδατος, τοῦ γάλακτος ἢ πρὸς ἀπολύμανσιν ἀντικειμένων ἢ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ, πρὸς ἐξαγωγήν τῆς ζωϊκῆς κόλλας ἐκ τῶν ὀστέων.

196. **Ἀπόσταξις.** Ἡ ἀπόσταξις εἶνε ἐργασία, δι' ἣς ἀποχωρίζεται ὑγρὸν τι ἀπὸ τῶν οὐσιῶν, ἃς ἐν ἑαυτῷ περιέχει διαλελυμένας, οἷον τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ἐμπεριεχομένου ἁλματος, ἢ ἀποχωρίζονται δύο ἢ πλείονα ὑγρά κεκραμένα ἀλλ' ἔχοντα διάφορον σημεῖον ζέσεως, ἥτοι εἶνε διαφόρως πτητικά, οἷον οἶνόπνευμα καὶ ὕδωρ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον βράζει εἰς 79° περίπου, τὸ δ' ἕτερον εἰς 100°. Τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη, ἅτινα συνήθως κατασκευάζονται ἐκ χαλκοῦ καὶ εἶνε κεκασσιτερωμένα, σύγκεινται ἐκ τινος λέβητος Α (σχ. 158), ἐν ᾧ

τίθεται τὸ πρὸς ἀποστάζιν ὑγρὸν. Ὁ λέβης κλείεται ἄνωθεν διὰ τοῦ ἄμβικου Β, ὅστις εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ σωλήνος Γ μετὰ ὀφιοειδοῦς σωλήνος Σ ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς μεταλλίνου ἀγγείου Δ ἐμπεριέχοντος ψυχρὸν ὕδωρ διηνεκῶς ἀνανεούμενον (ψυκτήρ) καὶ ἀπολήγοντος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον εἰς δοχεῖον Μ, ἐν τῷ ὁποίῳ καταρρέει τὸ ἀποσταχθὲν ὑγρὸν. Καὶ ἂν μὲν ἐν τῷ λέβητι Α θέσωμεν θαλάσσιον ὕδωρ καὶ θερμάνωμεν διὰ πυρᾶς κάτωθεν μέχρι βρασμοῦ, οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοί, ὄντες χημικῶς καθαρώτατοι, διερχόμενοι διὰ

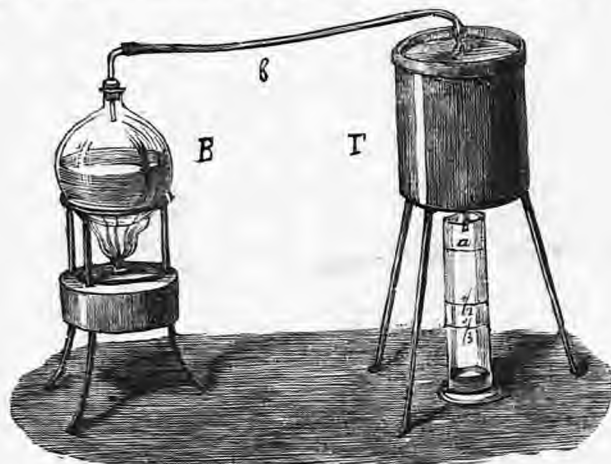


Σχ. 158.

τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλήνος καὶ ψυχόμενοι ἐν τῷ ψυκτήρι Δ συμπυκνῶνται καὶ καταρρέουσιν εἰς τὸ δοχεῖον Μ καὶ οὕτως ἐκ τοῦ θαλάσσιου ὕδατος ἀπολαμβάνομεν ἀποσταγμένον ὕδωρ, ἢτοι χημικῶς καθαρώτατον ὕδωρ. Σημειωτέον ὅμως ὅτι δὲν πρέπει ν' ἀποστάζωμεν ὅλον τὸ ἐν τῷ λέβητι θαλάσσιον ὕδωρ, διότι περὶ τὸ τέλος τῆς ἀποστάξεως συμπαρασύρεται καὶ διάλυμα ἁλτος. Ὅταν δ' ἐν τῷ λέβητι θέσωμεν κρᾶμα τι ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος, ὡς τὴν παρ' ἡμῶν κοινῶς καλούμενην *σοῦμαρ*, ἥτις εἶνε κρᾶμα κυρίως ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος ἐμπεριέχον ἑλαττον τῶν 36 ἐπὶ τοῖς 100 οἶνόπνευμα, καὶ θερμάνωμεν τὸ ὑγρὸν τοῦτο μέχρι βρασμοῦ, τότε τὸ κατ' ἀρχὰς ἀποστάζον εἶνε καθαρὸν οἶνόπνευμα κεκραμένον μετὰ μικρᾶς ποσότητος ὕδατος.

197. **Οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Salleron δι' ἀποστάξεως.** Τὸ ποσὸν τοῦ εἰς οἶνοπνευματοῦχον ὑγρὸν περιεχομένου οἶνοπνεύματος ἀνευρίσκωμεν

διὰ τοῦ ἑκατομβάθμου οἰνοπνευματομέτρου τοῦ Gay-Lussac (§ 115). Ἐὰν ὅμως ἐμπεριέχωνται καὶ ἄλλαι οὐσίαι, οἷον σάκχαρον, χρωστικαὶ οὐσίαι, γλυκερίνη κτλ. (οἶνος, ζῦθος, πνευματώδη ποτά), τότε ὑποβάλλεται κατὰ πρῶτον τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν εἰς ἀπόσταξιν διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Salleron (σχ. 159). Πρὸς τοῦτο ἐν σφαιρικῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ Β τίθεται ποσότης τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ὑγροῦ ἔτη πρὸς τὴν χωρητικότητά τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου α τοῦ καλουμένου δοκιμαστήρος, θερμαίνεται διὰ τῆς φλογὸς λύχνου, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ δια-



Σχ. 159.

εἰσέρχονται διὰ τοῦ σωλήνος δ εἰς τὸν ψυκτῆρα Γ, ὅστις τηρεῖται ψυχρὸς διὰ τοῦ ἐπιχομένου ψυχροῦ ὕδατος. Ὄταν τὸ ἀπόσταγμα πληρώσῃ τὸν δοκιμαστήρα α μέχρι τοῦ μέσου, διακόπτεται ἡ ἀπόσταξις καὶ πληροῦται καὶ τὸ ἕτερον ἡμισυ τοῦ κυλίνδρου ἀπεσταγμένου ὕδατος. Εἰς τὸ ἀπόσταγμα τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἔχει ὄγκον ἴσον πρὸς τὸν ἀρχικῶς ληφθέντα ὄγκον τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ, ἐνυπάρχει ὅλον τὸ οἰνόπνευμα, ἀλλὰ μόνον μεθ' ὕδατος κεκραμένον. Ἐὰν ἐμβυπτίσωμεν εἷτα ἐν τούτῳ τὸ οἰνοπνευματόμετρον μετὰ τοῦ θερμομέτρου ἀνευρίσκομεν ἐν αὐτῷ τὸ ποσοστὸν τοῦ περιεχομένου οἰνοπνεύματος.

198. Ὑγροποίησης 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 ὑγροποιῶνται καὶ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, εἶον τὸ χλώριον, ἡ ἀέριος ἀμμωνία, ⁽¹⁾ τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἢ ἀνθρακικὸν ὀξύ, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μείζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς

(1) Ἡ ὑγροποίησις τοῦ χλωρίου καὶ τῆς ἀμμωνίας τελεῖται ἐν τῷ σωλῆνι

ἀλλ' οὐχί τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ λ. χ. ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 30° ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 74 περιπίου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὁμοῦ ψυχθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0° , ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 36 μένον ἀτμοσφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, τὸ πνιγνὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν καύσιν τοῦ θείου ἢ ἀνάφλεξιν τῶν διὰ θείου πυρρίων, ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν -11° ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 4—5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τούτων δὲ καταφαίνεται ὅτι τὰ αὐτὰ ταῦτα ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσιν ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἅμα καὶ ψῦξιν οὐχί μεγάλας. Ἐν γένει δὲ παρετηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσιμος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχῃ, ὑφ' οἷανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῇ. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εὗρεθῇ ἴση πρὸς $+31^{\circ}$, τουτέστι τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ κάτωθεν μὲν τῆς θερμοκρασίας τῶν $+31^{\circ}\text{K}$. δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ διὰ πίεσεως, ἄνωθεν δ' αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἷανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῇ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἁζώτου, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, εἶνε κατωτέρα τῶν 140° κάτωθεν τοῦ μηδενός, μόλις ἐσχάτως ἠδυνήθησαν νὰ ὑγροποιήσωσι τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἁζωτον, τὸ ὕδρογόνον καὶ πάντα ἀνεξαίρετως τὰ τέως ἔμμονα ἀέρια δι' ἰσχυροτάτης ψύξεως καὶ παυμεγίστης πίεσεως. Οὕτω δὲ νῦν ἡ βιομηχανία παρέχει εἰς τὸ ἐμπόριον τὰ διάφορα ἀέρια ἐν ὑγρᾷ καταστάσει ἐντὸς κεκλεισμένων σιδηρῶν δοχείων ἐχόντων ἱκανῶς παχέα τοιχώματα.

τοῦ Faraday (σχ. 160), ὅστις εἶνε κεκαμμένος ὑάλινος σωλὴν, εἰς τὸ ἐν σκέλος Α τοῦ ὁποίου εἰσάγονται ἢ κρύσταλλοι ἐνύδρου χλωρίου ἢ κεκορεσμένον διάλυμα ἀερώδους ἀμμωνίας ἐν χλωριούχῳ ἀργύρῳ ἔχοντι τὴν ιδιότητα ν' ἀπορροφᾷ 320 ὄγκους ἀμμωνιακοῦ αἵματος. Ἐὰν μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν συντηζώμεν τὸ ἄκρον Β τοῦ ἐτέρου σκέλους καὶ ἐμβαπτίσωμεν τὸ μὲν σκέλος Α ἐν ὑποθέρμῳ ὕδατι. τὸ δὲ σκέλος Β ἐν ψυχτικῷ μίγματι, ἀναπτύσσεται διὰ τῆς θερμάνσεως αερώδης χλώριον ἢ αερώδης ἀμμωνία, ἅτινα πιέζοντα ἑαυτὰ καὶ καταψυχόμενα ἐντὸς τοῦ σκέλους Β ὑγροποιοῦνται ἐν αὐτῷ



Σχ. 160.

199. **Υγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀέανον ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὕδατμους προερχομένους οὐ μόνον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τούτων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς διαπνοῆς τῶν φυτῶν. Ὅτι δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα ἐμπεριέχει πάντοτε ὕδατμους, ἀποδεικνύεται διὰ τῆς εἰς τὸν ἀέρα ἐκθέσεως οὐσιῶν, αἵτινες ἔχρουσι τὴν ιδιότητά ν' ἀπορροφῶσιν ὕδατμους ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ καλοῦνται διὰ τοῦτο *οὐλοὶ ὑγροσκοπικαί*, οἷον εἶνε τὸ ἀνυδρον χλωριούχον ἀσθέςιον, ὅπερ καθυγραίνεται διαρρέον ἐπὶ τέλους ἕνεκα τῶν ὕδατμῶν, οὓς ἀπερρόφησε, καὶ αὐξανόμενον αἰσθητῶς κατὰ τὸ βάρος αὐτοῦ. Ὡσαύτως, εἰς ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καθ' οἷαν ὀλίποτε ὥραν τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ τοῦ ἔτους ὑάκινθον δοχεῖον πεπληρωμένον ψυκτικοῦ μίγματος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ὁρόσου διηνεκῶς αὐξανόμενης καὶ μεταβαλλομένης τελευταῖον εἰς πάχυν, ἥτοι πεπηγυῖαν ὁρόσον. Ἡ ὁρόσος δ' αὕτη προέρχεται ἐκ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἐμπεριεχομένων ἀοράτων ὕδατμῶν, οἵτινες ψυχόμενοι ὑγροποιῶνται καὶ ἐπικάθηνται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου. Ἡ ποσότης δὲ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὕδατμῶν αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, οὓσα μεῖζον μὲν κατὰ τὴν ἡμέραν καὶ τὸ θέρος, ἐλάσσων δὲ κατὰ τὰς νύκτας καὶ τὸν χειμῶνα. Ὡσαύτως ἡ ποσότης τῶν ὕδατμῶν εἶνε μεῖζον εἰς τὰ παράλια μέρη, εἰς τόπους θασσώδεις, ἐλάσσων δὲ εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς τὰς ψιλὰς χώρας καὶ εἰς τὰς ἀμμώδεις ἐρήμους.

200. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς ἢ ὑγρὸς οὐχ ἕνεκα τῆς ἐλάσσονος ἢ μεῖζονος ποσότητος τῶν ἐμπεριεχομένων ὕδατμῶν, ἀλλ' ἕνεκα τῆς *μεῖζονος* ἢ *ἐλάσσονος* ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κρύου. Τουτέστι φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς μὲν, ὅταν ἀπαιτῇ μεῖζονα ποσότητα ὕδατμῶν διὰ νὰ κορεσθῇ, ὑγρὸς δὲ, ὅταν ἀπαιτῇ ἐλάσσονα. Οὕτως ὁ ἀήρ δωματίου ψυχροῦ, ὅστις φαίνεται ἡμῖν ὑγρὸς, ἀπεθαίνει ξηρότατος διὰ τῆς αὐτῆς ποσότητος ὕδατμῶν θερμαινόμενου τοῦ δωματίου, διότι ὁ ἀήρ οὗτος ψυχρὸς μὲν ὢν ἀπαιτεῖ μικράν ποσότητα ἀτμῶν διὰ νὰ κορεσθῇ, θερμὸς δὲ πολὺ μεῖζονα. Ὡσαύτως κατὰ χειμερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π. χ. 5^ο, ἕκαστον κυβικόν μέτρον ἀέρος δυνατὸν νὰ περιέχῃ 5 γραμμάρια ὕδατμῶν, διὰ νὰ κορεσθῇ δὲ ἀπαιτεῖ προσέτι δύο περίπου γραμμάρια

ρια, ἐν ᾧ κατὰ θερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π.χ. 30° , ἐν κυβ. μέτρον ἀέρος δυνατόν νά περιέχῃ 15 γραμμάρια ὑδρατμῶν, ἤτοι ποσότητα τριπλασίαν τῆς κατὰ τὴν χειμερινὴν ἡμέραν· ἀλλὰ διὰ νά κορεσθῇ ὁ ἀήρ κατὰ τὴν θερινὴν ταύτην ἡμέραν, ἀπαιτεῖ προσέτι 16 γραμμάρια ὑδρατμῶν, καὶ διὰ τοῦτο ἡ θερινὴ αὕτη ἡμέρα εἶνε πολὺ ξηροτέρα τῆς χειμερινῆς. Ὅθεν ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος ὀρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν περιεχομένων ὑδρατμῶν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριείχετο ὁ ἀήρ, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Κατὰ ταῦτα, ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τῆς μὲν ἐξησμένης χειμερινῆς ἡμέρας ἰσοῦται πρὸς $\frac{3}{7}$, τῆς δὲ θερινῆς πρὸς $\frac{15}{31}$, ὅπερ κλάσμα εἶνε πολὺ μικρότερον τοῦ $\frac{3}{7}$. Σκοπὸς δὲ τῆς ὑγρομετρίας εἶνε ἡ εὕρεσις τοῦ λόγου τούτου, ὃν εὐρίσκομεν δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

201. Ὑγρόμετρον ἀπλοῦν. Τὸ κύριον μέρος τοῦτου ἀποτελεῖ μικρὰ συνεστραμμένη χορδὴ ἐξ ἐντέρου μήκους ὀλίγων ὕψους, ἥτις συνελίσσεται μὲν ἐν ξηρῷ ἀέρι τιθεμένη, ἐξελίσσεται δὲ ἐν ὑγρῷ. Ταύτης τὸ μὲν ἓκρον κρατεῖται ἀμετάθετον εἰς σταθερὸν στήριγμα, τὸ δ' ἕτερον φέρει δείκτην σχηματίζοντα μετὰ τῆς χορδῆς ὀρθὴν γωνίαν, οὗτινος τὸ πέρας διαγράφει τόξον κύκλου καὶ δεικνύει κινούμενον κατὰ μίαν μὲν φερὰν ὑγρασίαν, κατὰ δὲ τὴν ἀντίθετον ξηρασίαν. Τὸ ὄργανον τοῦτο, καίπερ στερεούμενον ἐπιστημονικῆς ἀκριθείας, εἶνε ἐν πολλοῖς χρήσιμον.

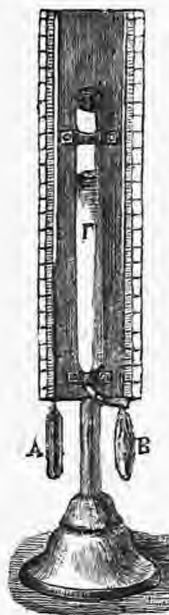


Σχ. 161.

202. Ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου. Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἀνθρωπίνης τριχὸς γ (σχ. 161) λείας καὶ οὐχὶ οὐλῆς, ἥς τὸ μὲν ἓκρον ἐμπιέζεται ἀκλονήτως εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος δ ὀρειχαλκίνου πλαισίου, τὸ δ' ἕτερον ἐλίσσόμενον περὶ μικρὰν τροχαλίαν ο στερεοῦται ἐντὸς τῆς αὐλάκος αὐτῆς. Ἐκ τῆς τροχαλίας δὲ ταύτης ἐξαρτᾶται διὰ λεπτοῦ νήματος μικρὸν βάρος π, ὅπερ τηρεῖ τὴν τρίχα ἀσθενῶς τεταμένην. Εἰς τὸν ἄξονα τῆς τροχαλίας τὸν στρεφόμενον μετ' αὐτῆς στερεοῦται δείκτης, οὗτινος τὸ πέρας διαγράφει τόξον κύκλου. Ἐπὶ τοῦ ὀρειχαλκίου δὲ πλαισίου στηρίζεται καὶ μικρὸν θερμόμετρον. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο τιθέμενον ὑπὸ ὕαλινον κώδωνα, οὗτινος ὁ ἀήρ

κατὰ πρῶτον ἀποξηραίνεται δι' ὑγροσκοπικῶν οὐσιῶν, εἰς δι' ἀσθέστου μὴ ἐσθλασμένης. Ξηραίνονμένου διηνεκῶς τοῦ ἀέρος, ἡ θορὶς βραχύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ὁ δείκτης κινεῖται πρὸς τὰ ἄνω μένων μετὰ τινα χρόνον στάσιμος. Εἰς τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο σημειοῦμεν 0 δεικνύον τελείαν ξηρασίαν. Εἴτα ὁ αὐτὸς κώδων διαθρέχεται κατὰ τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα αὐτοῦ δι' ὕδατος καὶ τίθεται ἐπὶ πινακίου πλήρους ὕδατος, ἀφ' οὗ προηγουμένως ἐξαρτηθῇ ἐντὸς τοῦ κώδωνος τὸ ὑγρόμετρον. Τοῦ ἐντὸς δὲ τοῦ κώδωνος ἀέρος καθισταμένου ὑγροῦ, ἡ θορὶς ἐπιμηκύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ δὲ πρόσθετον βάρος π στρέφον τὴν τροχαλίαν οὕτως, ὥστε ἡ θορὶς νὰ εἶνε τεταμένη, στρέφει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις κατερχόμενος μένει στάσιμος, ὅταν ὁ ἐντὸς ἀὴρ καρσθῇ ἀτμῶν. Εἰς τὸ σημείον τοῦτο τοῦ τόξου σημειοῦμεν 100, ὅπερ δεικνύει τελείαν ὑγρασίαν, τὸ δὲ μεταξὺ τῶν σημείων τούτων διάστημα διαιροῦμεν εἰς 100 ἴσα μέρη.

Τὸ ὄργανον τοῦτο τίθεται ἐντὸς τοῦ χώρου ἐκείνου, οὗτινος θέλομεν νὰ γνωρίζωμεν τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν καὶ ξηρασίαν. Καὶ ὅταν μὲν ὁ δείκτης πλησιάζῃ πρὸς τὸ 100, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ὑγρομετρικὴ κατάσταση τοῦ ἀέρος αὐξάνεται καὶ δύναται νὰ ἐπέλθῃ καὶ βροχή, ὅταν δὲ πλησιάζῃ πρὸς τὸ 0, εἰς ὃ οὐδέποτε φθάνει, συμπεραίνομεν ὅτι ὑπάρχει μεγάλη ξηρασία.



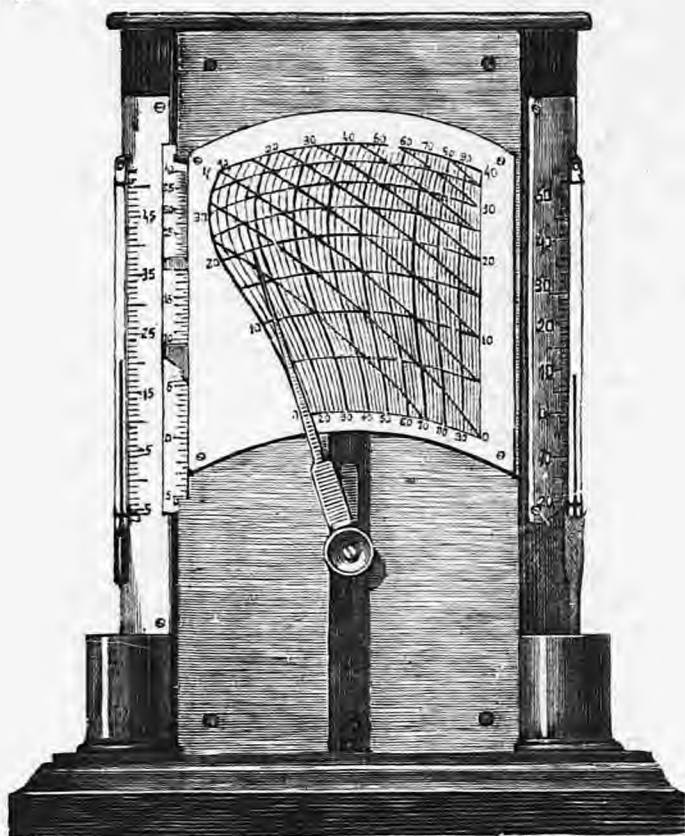
Σχ. 162.

203. Ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου. Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο, κληθὲν *ψυχρόμετρον* ὑπὸ τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτὸ καθηγητοῦ ἐν Βερολίνῳ Αὐγούστου, ἀποτελεῖται ἐκ δύο εὐπαθεστάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὑδραργυρικῶν θερμομέτρων Α καὶ Β (σχ. 162) ἐστειρωμένων ἐνθεν καὶ ἐνθεν κατακορύφου πίνακος, ὦν τοῦ ἐτέρου Β τὸ δοχεῖον περιβάλλεται δι' ὑφάσματος διηνεκῶς βρεχομένου δι' ὕδατος, ὅπερ καταρρέον ἐκ τοῦ ἐν τῷ μέσῳ κειμένου δοχείου Γ διὰ δέσμης βαμβάκινων νημάτων χρησιμεύει ὅπως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου Β τοῦ θερμομέτρου τούτου γίνηται διηνεκῶς ἐξάτμισις καὶ ἐπομένως ψύξις αὐτοῦ. Καὶ ὅσω μὲν ὁ ἀὴρ εἶνε ξηρότερος, τοσούτω καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα καὶ ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου Β μείζων καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἥς δει-

κνύουσι τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μείζων. Τοῦναντίον δὲ ὅσω ὁ ἀήρ εἶνε ὑγρότερος, τοσούτω καὶ ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὸ Β ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ἐλάσσων καὶ ἴση τῷ μηδενί ἐν ἀέρι κεκορεσμένῳ ὑδατῶν. Ἐπομένως, ὅταν μὲν παρατηρῶμεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν βαίνει ἀδύνατον, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπέρχεται ξηρασία, τοῦναντίον δὲ τῆς διαφορᾶς ταύτης ἐλαττωμένης, ὁ ἀήρ καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑγρότερος. Ὁ μετεωρολόγος, ὁ ποιοῦμενος χρήσιν τοῦ ὄργάνου τούτου πρὸς ἀκριβῆ εὐρεσιν 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 δεῖκνυται τὸ διαβρεχόμενον θερμομέτρον, δι' εἰδικῶν πινάκων ἀνευρίσκει ποία εἶνε ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

204. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς χρήσεως πινάκων ὁ Lowe ἐτροποποίησε τὸ ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου ὡς ἑξῆς (σχ. 163). Μεταξὺ τῶν δύο θερμομέτρων ἐστέρωσε λευκὴν πλάκα ἐκ πορσελάνης καὶ πρὸς ἀριστερὰ αὐτῆς παρὰ τὸ ξηρὸν θερμομέτρον βοθητικὴν τινὰ κλίμακα, ἥς τὰς διαιρέσεις ἐχάραιεν ἐμπειρικῶς. Ἐνώπιον τῆς πλακῆς ἔθηκε δείκτην, ὃν δυνάμεθα νὰ ἀναθεῶσμεν ἢ νὰ καταβιβάσωμεν ἢ καὶ νὰ στρέψωμεν πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ διὰ λαβῆς εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ δείκτου κειμένης. Ἐπὶ τῆς λευκῆς πλακῆς ἐχάραιεν διαφόρους καμπύλας. τὰς μὲν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, αἵτινες εἶνε τὰς κύκλου, αἵτινα διαγράφει τὸ πέρας τοῦ δείκτου στρεφόμενον περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ, τὰς δὲ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω εἰς τὰ πέρατα τῶν μὲν πρώτων καμπύλων ἐσημείωσεν ἀριθμοὺς ἀπὸ 0 ἕως 40 σημαίνοντας θερμοκρασίας, εἰς τὰ πέρατα δὲ τῶν δευτέρων καμπύλων ἀριθμοὺς ἀπὸ 10 ἕως 100 παριστάνοντας τοὺς διαφόρους ὑγρομετρικοὺς βαθμοὺς. Πρὸς χρήσιν τοῦ ὄργάνου τούτου παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου καὶ διὰ τῆς λαβῆς ἀνυψοῦμεν ἢ καταβιβάζομεν τὸν δείκτην, μέχρι ὅτου τὸ ἀνώτερον πέρας πλακιδίου μετ' αὐτοῦ κινουμένου ἐπὶ τῆς βοθητικῆς κλίμακας συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεκνύοντος τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Εἶτα παρατηροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου καὶ στρέφομεν τὴν λαβὴν τοῦ δείκτου, οὕτως ὥστε τὸ ἀνώτερον πέρας δευτέρου κατωτέρου πλακιδίου, ἐπὶ τῆς βοθητικῆς ὡσαύτως κλίμακας κινουμένου, νὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεκνύοντος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου. Τότε τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου συμπίπτει μετὰ τινος καμπύλης, ἣν ἂν παρακολουθήσωμεν ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω, θέλομεν εὐρεῖ εἰς τὰ πέρατα αὐτῆς ἀριθμὸν δεκνύοντα τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος. Ἐὰν παρακολουθήσωμεν τὴν διαγώνιον καμπύλην, μεθ' ἧς συμπίπτει τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου, εὐρίσκομεν εἰς τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ πέρας αὐτῆς τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου, ἥτοι τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν

ἄρχεται ἐναποτιθεμένη ἡ δρόσος. ἡ καθ' ἣν τ' ἀήρ θὰ ᾗτο κεκορεσμένος διὰ τῶν ὑπάρχοντων ἀτμῶν.



Σχ. 163.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'.

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.
ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ.

205. **Θερμοχωρητικότητα.** Τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἀπαιτοῦσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπως θερμανθῶσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης μέχρις ἄλλης τινὸς ἀνωτέρας, οἷον ἀπὸ 0° εἰς 100° , ἥτοι ἔχουσι διάφορον θερμοχωρητικότητα. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ διαφόρων πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἐξῆς δύο.

Α'. Ἐντὸς λίαν θερμοῦ ἐλαίου ἔχοντος θερμοκρασίαν 150° ἕως

180° θέτομεν σφαίρας *ισοβαρείς* ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, ὅσον τὴν μὲν ἐκ μολύβδου, τὴν δ' ἐκ κασσιτέρου, ἄλλην ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἄλλην ἐκ σιδήρου, καὶ ἀρῖνομεν αὐτάς ἐπὶ τινι χρόνῳ, ὥστε νὰ λάθωσι πᾶσαι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐμβαπτιζόμεν εἰτα ταχέως αὐτάς εἰς 4 διακεκριμένα ὅμοια δοχεῖα, περιέχοντα πάντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Μετ' ὀλίγον θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τὰ διάφορα ταῦτα *ισοβαρῆ* ὕδατα ἐθερμάνθησαν διαφόρως καὶ τὸ μὲν ἐμπεριέχον τὸν σίδηρον περισσότερον, τὸ δ' ἐμπεριέχον τὸν ψευδαργύρον ὀλιγώτερον, ἔτι δ' ὀλιγώτερον τὸ ἐμπεριέχον τὸν κασσίτερον καὶ ἐλάχιστον πάντων τὸ ἐμπεριέχον τὸν μολύβδον.

Β'. Ἐὰν τὰς *ισοβαρεῖς* ταύτας σφαίρας τὰς προθερμανθείσας μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὡς ἄνωτέρω, ἐπιθέσωμεν ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ κιτρίνου κηροῦ ἔχοντος πάχος 1 ὕψεκ. περίπου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν πρώτη ἡ ἐκ σιδήρου τήξασα τὸν κηρὸν καταπίπτει, εἰτα δ' ἡ ἐκ ψευδαργύρου, ἐν ᾗ ἡ ἐκ κασσιτέρου τήκει μὲν τὸν κηρὸν καθ' ὅλον τὸ πάχος αὐτοῦ, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ δι' αὐτοῦ, καὶ τέλος ἡ ἐκ μολύβδου μῶλις δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τοῦ πάχους τοῦ κηρίνου πλακοῦντος. Τὰ δύο λοιπὸν ταῦτα πειράματα ἐναργῶς καταδεικνύουσιν ὅτι διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα, ψυχόμενα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ἀποδίδουσι διάφορον ποσὸν θερμότητος.

Ἐὰν λάθωμεν ἓν χιλιόγρ. ὕδατος, ὕαλου, σιδήρου, ὕδαργύρου, ἄξυγόνου, ἄζωτου, ὕδρογόνου κ.τ.λ. ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ θελήσωμεν νὰ θερμάνωμεν τὰ διάφορα ταῦτα σώματα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὅσον τῆς τῶν 100°, ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπερ εἶνε τὸ μεῖζον διὰ τὸ ὕδωρ, μέγιστον δὲ διὰ τὸ ὕδρογόνον. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἐκ πάντων μὲν τῶν γνωστῶν *στερεῶν* καὶ *ὕγρῶν* σωμάτων τὸ θερμοχωρητικώτατον εἶνε τὸ ὕδωρ, ἐκ πάντων δ' ἐν γένει τῶν γνωστῶν σωμάτων (στερεῶν, ὕγρῶν καὶ ἀερίων) τὸ ὕδρογόνον.

206. Εἰδικὸν θερμομαντικόν. *Εἰδικὸν θερμομαντικὸν* σώματος *εἶναι* καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ τὰ θερμανθῆ *ἐν* χιλιόγρ. τοῦ σώματος τοῦτου ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1°. Τὸ εἰδικὸν δὲ θερμομαντικὸν τοῦ ὕδατος, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ὅπως ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 1°, λαμβάνεται ὡς μονὰς θερμότητος (*calorie*).

207. Τὸ ποσὸν Π τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανῶμεν πρὸς θέρμαν-
σιν σώματος ἀπὸ θερμοκρασίας τινὸς θ εἰς ἄλλην ἀνωτέραν θ', εἶνε
ἀνάλογον τοῦ βάρους Β τοῦ σώματος καὶ ἀνάλογον τῆς ὑψώσεως θ' — θ
τῆς θερμοκρασίας, ἥτοι ἔχομεν $\Pi = B(\theta' - \theta)\gamma$, ἔνθα γ παριστᾷ τὸ
εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ σώματος. Καὶ τὸ μὲν πρῶτον δὲν χρῆζει
πειραματικῆς ἀποδείξεως, διότι εἶνε πρόδηλον ὅτι διπλασίον βάρος σώ-
ματος ἀπαιτεῖ διπλασίαν ποσότητα θερμότητος, ἵνα θερμανθῇ κατὰ
τοὺς αὐτοὺς βαθμοὺς. Τὸ δὲ δεύτερον ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐάν
ἀναμίζωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° μεθ' ἑνὸς χιλιόγρ.
ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 50°, ὁπότε ἀπολαμβάνομεν δύο χιλιόγρ. ὕδα-
τος ὑπὸ θερμοκρασίαν 25°. Ὅπωςδήποτε δὲ καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ
πείραμα καὶ λάβωμεν δύο ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ διαφόρους θερμοκρα-
σίας θ καὶ θ' καὶ ἀναμίζωμεν, ἡ τελικὴ θερμοκρασία θὰ εἶνε ἴση πρὸς
τὴν μέσσην θερμοκρασίαν τῶν ὑδάτων τούτων, ἥτοι πρὸς τὸ ἡμιά-
θροισμα $\frac{\theta + \theta'}{2}$ τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν.

Δὲν συμβαίνει ὁμῶς τὸ αὐτό, ἐάν ἀναμίζωμεν ἴσα βάρη δύο
διαφόρων σωμάτων ἐχόντων διάφορον θερμοκρασίαν, οἷον 1 χιλιόγρ.
ὕδατος θερμοκρασίας 0° καὶ 1 χιλιόγρ. ὑδραργύρου θερμοκρασίας 100°,
ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ τε ὕδατος καὶ τοῦ
ὕδραργύρου εἶνε ἴση πρὸς 3° περίπου. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν
τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὕδατος
ἀπὸ 0° εἰς 3°, ἥτοι κατὰ 3 βαθμοὺς, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν 1 χι-
λιόγρ. ὑδραργύρου ἀπὸ 3° ἕως 100°, ἥτοι κατὰ 97 βαθμοὺς. Ὅθεν τὸ
ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ.
ὕδατος κατὰ ἓνα βαθμὸν, ἥτοι ἡ μονὰς θερμότητος, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρ-
μανσιν ἑνὸς χιλιόγρ. ὑδραργύρου κατὰ 97:3 = 32 βαθμοὺς, καὶ κατ'
ἀκολουθίαν διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ. ὑδραργύρου κατὰ ἓνα βαθ-
μὸν, ἐπαρκεῖ τὸ $\frac{1}{32}$ τῆς μονάδος τῆς θερμότητος, ἥτοι τὸ ὕδωρ εἶνε
32 φεράς θερμοχωρητικώτερον τοῦ ὑδραργύρου.

208. **Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν
στερεῶν καὶ ὑγρῶν.** Ἐν χαλκίνῳ δοχείῳ (σχ. 164) ἔχοντι
λίαν λεπτὰ τοιχώματα καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐλάχιστον σχετικῶς βά-
ρος καὶ ἐμπεριέχοντι ὠρισμένον βάρος ὕδατος, οἷον 1 χιλιόγρ., ὑφ'
ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον 10°, ἐμβαπτίζομεν ὠρισμένον βάρος
ἄλλου τινὸς σώματος, οἷον 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ὑφ' ὠρισμένην θερ-

μοκρασίαν, ὡς τὴν τῶν 100°. Ταράσσομεν τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν τοῦ χαλκοῦ δι' ὑαλίνου λεπτοῦ βραθδίου α καὶ προσδιορίζοντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν εὐρίσκομεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 18 βαθμούς. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἐθερμάνεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 10° εἰς 18°, ἦτοι κατὰ 8 βαθμούς, δύναται νὰ θερμάνῃ 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ἀπὸ 18° μέχρις 100°, ἦτοι κατὰ 82 βαθμούς. Ἐπομένως τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τοῦ χαλκοῦ εἶνε ἴσον πρὸς $8:82=0,09$.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εὐρωμεν τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν σώματός τινος προσδιορίζοντες κατὰ πόσους βαθμούς τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος θερμαίνει πρῶτον μὲν 1 χιλιόγρ. ὕδατος καὶ εἶτα 1 χιλιόγρ. τοῦ σώματος τούτου καὶ διαιροῦντες τὴν ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος διὰ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἄλλου σώματος. Κατὰ ταῦτα, τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ θερμαίνει 1 χιλιόγρ. ὕδατος κατὰ 3 βαθμούς, θερμαίνει 1 χιλιόγρ.



Σχ. 164.

μελύθδου κατὰ 97 βαθμούς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τοῦ μελύθδου εἶνε ἴσον πρὸς $3:97=0,03$.

Ἐν γένει καλέσωμεν Β τὸ βάρος σώματος, Θ τὴν θερμοκρασίαν καὶ ε τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμομαντικὸν αὐτοῦ· πρὸς τούτοις καλέσωμεν β τὸ βάρος τοῦ ὕδατος καὶ θ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ κατωτέραν τῆς τοῦ σώματος. Ἐὰν μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν τοῦ σώματος ἐν τῷ ὕδατι εὐρωμεν ὡς τελικὴν θερμοκρασίαν τ, θέλομεν ἔχει τὴν ἐξίσωσιν

$$B(\Theta - \tau) = b(\tau - \theta),$$

ὅθεν ἐξάγομεν τὴν τιμὴν τοῦ ε.)

Διὰ ταιαύτης μεθόδου 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 μελύθδου ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{32}$ περίπου τῆς τοῦ ὕδατος.

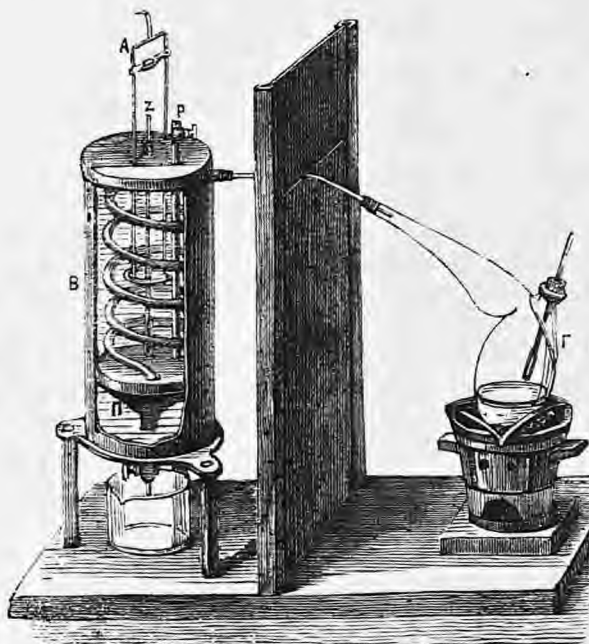
209. Εἰδικὸν θερμομαντικὸν τῶν ἀερίων. Δι' ὁμοίας περιπτου μεθόδου εὐρέθη καὶ τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἐγνώσθη δὲ ὅτι τὸ θερμοχωρητικώτατον τῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὕδρογόνον ἔχον θερμοχωρητικώτητα τρεῖς καὶ ἡμίσειαν φορές μεί-

ζονα τῆς τοῦ ὕδατος, ἐν ᾧ τὸ ἄζωτον καὶ τὸ ὀξυγόνον ἔχουσι θερμοχωρητικότητα ἴσην πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ καὶ $\frac{1}{8}$ τῆς τοῦ ὕδατος.

210. Θερμότης τήξεως. Καλεῖται θερμότης τήξεως ἡ καὶ λαμβάνουσα θερμότης τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα τήξη 1 χιλιόγρ. σώματός τινος χωρὶς νὰ μεταβάλη τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας τοῦ 0° εἰς ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται θερμότης τήξεως τοῦ πάγου. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ταύτης ῥίπτομεν εἰς ἓν χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 80° ἓν χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας 0°, ὅποτε λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0°, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἓν χιλιόγρ. πάγου μόνον διὰ νὰ τακῇ, ἀπαιτεῖ 80 (ἀκριβέστερον 80,03) μονάδας θερμότητος. Δηλαδή ὅση ποσότης θερμότητος ἀπαιτεῖται διὰ μόνην τὴν τήξιν 1 χιλιόγρ. πάγου, τοσαύτη ἐπαρκεῖ πρὸς βρασμὸν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ληφθέντος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 20°. Δι' ὁμοίας περιπτου μεθόδου εὗρέθη 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. Ἡ μικρὰ θερμοχωρητικότης τοῦ μολύβδου καὶ ἡ ὀλίγη θερμότης τήξεως αὐτοῦ ἐξηγοῦσι τὸ φαινόμενον, ὅπερ ἐκ πρώτης ὀψεως δύναται νὰ φανῇ παράδοξον, ὅτι πολὺ ταχύτερον διὰ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς τήκομεν βάρος τι μολύβδου ἢ βράζομεν ἴσον βάρος ὕδατος, εἰ καὶ ὁ μὲν μολύβδος τήκεται εἰς 330°, τὸ δ' ὕδωρ βράζει εἰς 100°).

211. Θερμότης ἐξαερώσεως. Καλεῖται θερμότης ἐξαερώσεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν, ἵνα μεταβάλωμεν εἰς ἀτμὸν 1 χιλιόγρ. ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 100° εἰς ἀτμούς τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, δεόν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται θερμότης ἐξαερώσεως. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος θέτομεν ὀλίγον ὕδωρ ἐν ὑαλίνῃ κερατίνῃ Γ (σχ. 165), εὕρισκομένην εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς ὕδατος πληροῦντος δοχεῖόν τι Β, θερμαίνομεν τὸ ἐν τῇ κερατίνῃ ὕδωρ μέχρι βρασμοῦ, ὅποτε οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος ἀποδίδουσιν ὑγροποιούμενοι εἰς τὸ

περιβάλλον ὕδωρ τοῦ δοχείου B τὴν θερμότητα ἐξαερώσεως, ἣν προσέλαβον ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Διὰ τοῦ βάρους τῶν ὑγροποιουμένων ἀτμῶν καὶ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ B ὕδατος, οὗτινος γνωρίζομεν τὸ βάρος, προσδιώρισαν τὴν θερμότητα τῆς ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἴσῃ πρὸς 536 μονάδας, ἥτοι μόνον διὰ



Σχ. 165.

νὰ ἐξαερώσωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος, δαπανῶμεν τοσαύτην θερμότητα, ὅση ἀπαιτεῖται πρὸς βρασμὸν 6 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 11° περίπου. Ἐκ τούτου ἐξηγεῖται ὅτι, ἐάν τις θελήσῃ παρατείνων τὸν βρασμὸν ὕδατος ἐν χύτρᾳ νὰ ἐξαερώσῃ τελείως αὐτό, ὀφείλει νὰ δαπανήσῃ οὐ μικρὰν ποσότητα καυσίμου ὕλης. Ὡσαύτως κατανοοῦμεν ὅτι οἱ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ὑπάρχοντες ἀτμοὶ περιέχουσι παμμεγίστην ποσότητα θερμότητος ἐν λανθανούσῃ καταστάσει, ἣν ἀποδίδουσιν ὑγροποιούμενοι. Ἐνεκα δὲ τῆς μεγάλης ποσότητος θερμότητος, ἣν προσλαμβάνει ἐν λανθανούσῃ καταστάσει ἐξαερούμενον τὸ ὕδωρ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος δὲν ὑφθαίται ὑπερμέτρως εἰς τινὰς περιστάσεις, διότι ἡ ταχεῖα ἐξάτμισις ὕδατος, ἥτις τότε συμβαίνει, ἀπορροφᾷ μέρος τῆς

θερμότητος ταύτης καὶ συγκρατεῖ αὐτὴν ἐν λανθανούσῃ καταστάσει, ἵνα τὴν ἀποδώσῃ εἰς ἄλλην περίστασιν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵρος τείνει ὑπερμέτρως νὰ κατέλθῃ.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

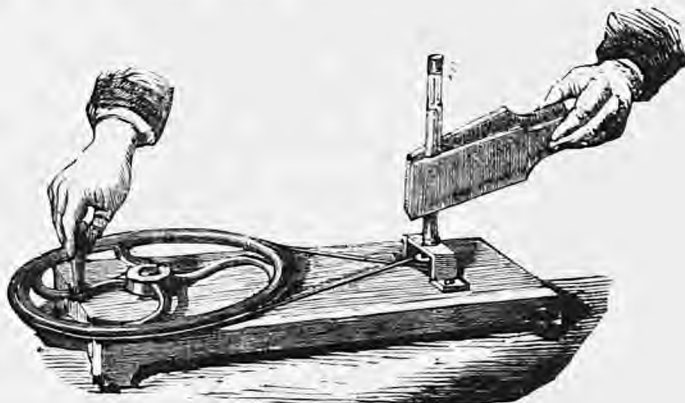
ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

212. Δύο ὑποθέσεις ἐγένοντο πρὸς ἐξήγησιν τῆς θερμότητος· κατὰ τὴν πρώ-
την τούτων, τὴν τῆς ἐκπομπῆς, ἡ θερμότης εἶνε ἀδαρές τι ρευστόν, ὅπερ οὔτε
γεννᾶται οὔτε καταστρέφεται, ἀλλ' ἀπλῶς μεταβαίνει ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα
εἰσδύον μεταξὺ τῶν μορίων. Ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ θερμότης ἀπωθεῖ τὰ μόρια
τῶν σωμάτων, παράγουσα οὕτω 1^{ον} τὴν διαστολὴν, 2^{ον} τὴν τῆξιν ἐν ὠρισμέ-
νῃ θερμοκρασίᾳ, 3^{ον} τὸν βρασμόν, ὅταν ἡ δύναμις αὕτη ὑπερνικήσῃ τὴν τῶν
μορίων συνοχὴν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ὡσαύτως ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ
θερμότης εἰσδύουσα εἰς τὰ σώματα διανέμεται εἰς δύο διακεκριμένα μέρη. Τὸ
ἐν μέρος τῆς θερμότητος ἐνοῦται μετὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος, τὸ δὲ ἕτερον
χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Τὸ πρῶτον μέρος αὐξάνεται,
ὅταν αἱ οὐσίαι τήκωνται ἢ ἐξαερῶνται, ἀπορροφῶσαι λανθάνουσαν θερμότητα·
ἡ θερμότης δ' αὕτη ἀποδίδεται ἐν μέρει κατὰ τὴν τριῆν, κατὰ τὰς χημικὰς
συνθέσεις, ἰδίᾳ δὲ κατὰ τὴν καύσιν.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην τῆς ἐκπομπῆς πᾶν σῶμα θερμανθὲν μέχρι ἐρυ-
θροπυρώσεως ἐκπέμπει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις δι' ἀκτινοβολίας δύο εἰδῶν
λεπτότατα μόρια διάφορα τὴν φύσιν, μόρια θερμότητος καὶ μόρια φωτός, ἅτινα
προβαίνουν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ἀκολουθοῦσι τοὺς αὐτοὺς νόμους.
Ἀλλὰ διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη, ὅτι τὸ φῶς καὶ ἡ θερμότης εἶνε δύο
διάφοροι ἰδιότητες, προερχόμεναι ἐκ τῆς αὐτῆς αἰτίας καὶ ἐπομένως, ὅν τὸ φῶς
προέρχεται ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος, καὶ ἡ ἀκτινο-
βολός θερμότης εἶνε ἰμοία παλμικὴ κίνησις· εἰσδύουσα δ' εἰς τὰ σώματα ἡ
θερμότης δὲν εἶνε δυνατόν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀβυσρὲς ρευστόν, ἀλλὰ πρέπει καὶ
ἐν τοῖς σώμασιν ἡ θερμότης νὰ εἶνε κίνησις. Οὕτως ἀγόμεθα εἰς νέαν ὑπόθεσιν,
τὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος. Κατὰ ταύτην τὰ μόρια παν-
τός στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σώματος ἐκτελοῦσι κατ' ἰδίαν ἑλαστον, ὅταν τὸ σῶμα θερ-
μαίνεται, παλμικὰς κινήσεις ἐλαχίστας κατὰ τὸ πλᾶτος καὶ ταχίστα· ἐπειδὴ
δὲ τὰ σώματα περιβάλλονται ὑπὸ ρευστοῦ τινος ἐξόχως ἐλαστικοῦ, τοῦ αἰθέρος,
κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν εὐρισκόμενα μόρια αὐτοῦ, ταῦτα δὲ πάλιν
κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως ἐπόμενα, ἢ δὲ κινήσεις διαδίδεται κατὰ σφαιρικὰ ἐμό-
κεντρα κύματα. Ἄν δ' εἰς ἀπόστασιν τινα εὕρισκῃται σῶμα ψυχρόν, δέχεται
τὸ μέρος τῆς θερμότητος, ὅπερ διευθύνεται πρὸς αὐτό. Ἡ θερμότης αὕτη δια-
μοιράζεται εἰς τρία μέρη· τὸ μὲν πρῶτον μέρος ἀναχλᾶται, τὸ δεύτερον διέρχε-
ται διὰ τοῦ σώματος καὶ τὸ τρίτον μεταδίδεται εἰς τὰ σταθμητὰ μόρια τῆς
ὕλης αὐτοῦ, ἅτινα κραδαίνονται παλλόμενα μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης· ἡ

κίνησις αὕτη μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον δι' ἀγωγῆς. Οὕτω δὲ βαθμηδὸν τὸ σῶμα θερμαίνεται.

213. **Μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.** Πλείστα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι παράγεται πολλάκις θερμότης διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν τριβὴν, κρούσιν, πίεσιν κ. τ.λ. Οὕτως ἀναφίνεται θερμότης εἰς τοὺς μὴ λιπανθέντας ἄξονας τῶν τροχῶν ἀμάξης, εἰς τὰ νομίσματα, ἅτινα δι' ἰσχυρᾶς κρούσεως κατασκευάζονται ἐν τοῖς νομισματοκοπείοις, κατὰ τὴν σφυρηλασίαν τῶν μετάλλων, κατὰ τὴν κρούσιν τοῦ γάλβου διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλακῆς βυλλομένην δι' ὀπλοῦ βολίδας, ἥτις καταθλιβομένη ὑπερθερμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ ὁ καλούμενος ἀεροθλίπτης ἢ ἀερικὸν πυρεῖον (σελ. 7, σελ. 2). Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριβῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταβιβάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὁ ἀῆρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσούτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλήνα



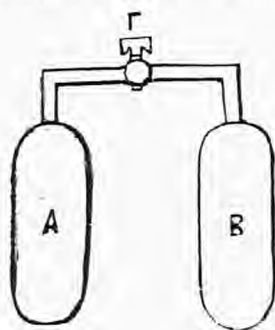
Σελ. 166.

μετάλλινον ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχείαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφύγγοντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχίων ξύλου (σγ. 166) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἐνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαίνομενον ἀναθρᾶζει, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῶμα.

Ταῦτα πάντα λοιπὸν ἀποδεικνύουσιν ὅτι θερμότης δύναται νὰ παρχθῇ καὶ διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου. Πρῶτος δ' ὁ Joule ἀπέδειξεν ὅτι ὑπάρχει σταθερὰ σχέσις μεταξὺ δαπανωμένου ἔργου καὶ ἀναφαινομένης θερμότητος, τούτεστιν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων, ἵνα παρχθῇ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρὰ π.χ. μᾶζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐὰν δ' ἡ σιδηρὰ μᾶζα ἔχῃ βάρος 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων (§ 37). τὸ δὲ ποσὸν τῆς ἐκ τῆς κρούσεως παραγομένης θερμότητος ἀνευρίσκειται ἴσον πρὸς μίαν μονάδα θερμότητος. Καὶ ἐπομένως, ἐὰν δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

γραμμομέτρων, ἀναφαίνεται πῶς τὴν θερμότητος ἴσον πρὸς μίαν μονάδα. Τὸ μηχανικὸν δὲ τοῦτο ἔργον τῶν 424 χιλιογραμμομέτρων καλεῖται μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος.

214. Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον. Διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη ὡσαύτως καὶ τὸ ἀντίθετον, ἥτοι ὅταν μία μονὰς θερμότητος δαπανᾷται ἀκεραία πρὸς παραγωγὴν ἔργου, τὸ παραγόμενον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς 424 χιλιογραμμομέτρα. Οὕτως αἰετὶν διαστελλόμενον ὡς ἐν ταῖς διὰ θερμοῦ αἵρος λειτουργούσαις μηχαναῖς καὶ παράγον ἔργον ψύχεται. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς λαμβάνοντες δύο γαλκᾶ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 167)



Σχ. 167.

συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα Γ. Τῶν δοχείων τούτων τὸ μὲν Α εἶνε πλήρες αἵρος πεπιεσμένου ὑπὸ πίεσιν 22 π.χ. ἀτμοσφαιρῶν, τὸ δὲ Β κενὸν αἵρος, ἀλλ' ἂν ἀμφότερα ἔχουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος αἵρος. Καταδύομεν ἀμφότερα εἰς ἄγγεϊα πλήρη ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα Γ, ὅποτε ἂν ἕκ τοῦ Α εἰσέλθῃ ὀρμητικῶς εἰς τὸ Β. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ μὲν ἄγγείου τοῦ περιβάλλοντος τὸ Α ψύχεται, τὸ δὲ τοῦ περιβάλλοντος τὸ Β θερμαίνεται καὶ ὅτι ὅση θερμότης ἐξέλθῃ ἐκ τοῦ Α ἀνεφάνη εἰς τὸ Β, διότι ὁ αἴρ τοῦ δοχείου Α διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπίε-

σας εἰς τὸ δοχεῖον Β τὸν κατὰ πρῶτον εἰς αὐτὸ εἰσρεύσαντα αἶρα. Τοιαύτη ἀπώλεια θερμότητος πρὸς παραγωγὴν ἔργου συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἃς ὁ ἤδη ἐνεργήσας αἷτος διασταλεῖς ψύχεται.

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

215. Ἡ θερμότης διαδίδεται κατὰ δύο τρόπους, α') δι' ἀγωγῆς, β') δι' ἀκτινοβολίας. Δι' ἀγωγῆς μὲν διαδίδεται ἡ θερμότης, ὅταν μεταβαίῃ ἀπὸ μέρους εἰς μέρος ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα μεθ' οὗ εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν. Δι' ἀκτινοβολίας δὲ, ὅταν μεταβαίῃ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα ἐξ ἀποστάσεως καὶ ὅταν μεταξὺ τῶν σωμάτων ὑπάρχῃ ἢ δὲν ὑπάρχῃ σταθμητὴ ὕλη. Οὕτως ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ ἡλιακὴ θερμότης ἢ ἡ θερμότης διαπύρων σωμάτων.

Α'. ΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

216. Ῥάβδος μεταλλικὴ θερμαινομένη κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς μεταδίδει τὴν θερμότητα μέχρι τοῦ ἑτέρου, ἐν ᾧ ῥάβδος ξύλινη καὶ πυρρῶμένη ἰσχυρῶς κατὰ τὸ ἐν ἄκρον μέχρι ἀναφλέξεως δὲν κατορθοῖ νὰ μεταδώσῃ τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρρῶμένου ἄκρου ἀπόστασιν. Ἔνεκα τούτου διήρεσαν τὰ σώματα εἰς καλοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα εἶνε πάντα τὰ μέταλλα, καὶ κακοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα ἐλαχίστην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα τὰ ξύλα, ἡ ὕαλος, τὸ θεῖον, ἡ ῤητίνη κτλ. Τὴν διαφορὰν δὲ θερμαγωγὸν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἑξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἵθουσαν ἔχουσαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, εἶεν τὴν τοῦ 0°, καὶ πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύσεως, εἶεν τῶν μὲν ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ ἐκ μαρμαρίου καὶ ἄλλων ἐκ ξύλου, καὶ ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰ διάφορα ταῦτα σώματα εὐρίσκομεν τὰ μὲν μετάλλινά ψυχρότερα, τὰ μαρμαρίνα 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 ὑπερπάζουσι θερμότητα ἐκ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἣν μεταφέρουσιν εἰς τὴν ἑαυτῶν μάζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑπερπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερμότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ

δυνάμενον ευκόλως νὰ μεταφέρῃ θερμότητα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μᾶζαν ὅταν 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° ἢ 60° , 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 μάζης αὐτοῦ, ἣν μεταδίδει εἰς τὴν χεῖρα ἡμῶν, περισσοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ δυνάμενον ευκόλως νὰ μεταφέρῃ τοιαύτην φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον, 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 θερμαγωγὸν δύναμιν τῆς τοῦ ξύλου, ἐλάσσονα δὲ τῆς τῶν μετάλλων, οἷα εἶνε τὸ μάρμαρον, τὰ διάφορα ὄρυκτὰ καὶ ἄλλα.

217. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς διαφόρου θερμαγωγοῦ δυνάμεως τῶν σωμάτων. Οὕτως, ἐὰν καλύψωμεν τὴν παλάμην τῆς χειρὸς ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας ψυχρᾶς καὶ ἐπιθέσωμεν διάπυρον ἄνθρακα, δυνάμεθα νὰ κρατῶμεν αὐτὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον χωρὶς νὰ αἰσθανθῶμεν θερμότητα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγῆς δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἴτα διάπυρον ἄνθρακα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕψωμα δὲν καίεται, διότι τὸ μέταλλον ὑφαιρπάζει ἀμέσως τὴν εἰς τὸ ὕψωμα παρεχομένην θερμότητα. Ὡσαύτως ἐντός χαρτίνου κυλίου δυνάμεθα νὰ τήξωμεν κασσίτερον θερμαίνοντες κάτωθεν διὰ μικρᾶς φλογὸς χωρὶς ὁ χάρτης νὰ ἀναφλεχθῇ, διότι ὁ κασσίτερος προσλαμβάνει ἀμέσως τὴν θερμότητα, ἣν ἡ φλὸξ μεταδίδει εἰς τὸν χάρτην, ὅστις διὰ τὴν ἀναφλεχθῆ ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν ἡνωτέραν τῶν 228° , καθ' ἣν τήκεται ὁ κασσίτερος. Ἐπίσης, ἐὰν εἰς μικρὰν φλόγα εἰσαγάγωμεν ἐλικοειδὲς μεταλλινὸν σύρμα, ἢ φλὸξ ἀποσβέννυται, διότι τὸ μεταλλινὸν σύρμα ἀφαιροῦν ταχέως θερμότητα ἐκ τῆς φλογὸς ψύχει αὐτὴν μέχρι θερμοκρασίας κατωτέρας ἐκείνης, ἥτις ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξακολούθησιν τῆς φλέξεως.

218. **Ἀσφαλιστικὴ λυχνία τοῦ Davy.** Τὰ πλέγματα τὰ διὰ μεταλλίνων συρμάτων κατασκευαζόμενα ἕνεκα τῆς θερμαγωγῆς δυνάμεως αὐτῶν τιθέμενα ἐπὶ μεγάλῃς φλογὸς κόπτουσιν αὐτὴν

(σχ. 168), διότι τὸ μεταλλίνον πλέγμα ψύχει τὰ ἀέρια τῆς φλογός, ὧν ἡ χημικὴ ἔνωσησι παράγει θερμότητα. Διὰ τοιούτων δὲ μεταλλίνων πλεγμάτων περιβάλλει ὁ Davy τὴν φλόγα λυχνίας πέριξ καὶ ἄνωθεν, ἥτινα ἐπιτρέπουσι μὲν ἐλευθέραν τὴν εἰσοδὸν εἰς τὸν πρὸς καυσὶν ἀπαιτούμενον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, κωλύουσιν ὅμως τὴν ἐκ τῆς λυχνίας ἐξοδὸν τῆς φλογός. Διὰ τῆς λυχνίας ταύτης ρωτῶνται οἱ ἐργάται τῶν ἀνθρακωρυχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐκλύεται πολλάκις ἀέριον ἀναφλέξιμον *καταχθόνιον* καλούμενον. Τὸ ἀέριον τοῦτο εἰσδύον μετ' ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ μεταλλίνου πλέγματος τοῦ περιβάλλοντος τὴν φλόγα ἀναφλέγεται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἀλλ' ἡ παραγομένη φλόξ δέν δύναται νὰ μεταδοθῇ καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς ἀναφλέξιμον ἀέριον ἕνεκα τοῦ μεταλλίνου πλέγματος. Μετὰ τὴν ἀνάφλεξιν μάλιστα τοῦ ἐν τῷ ἐσωτερικῷ χώρῳ τοῦ λύχνου ἀερίου ἡ φλόξ αὐτοῦ ἀποσβέννυται. Τότε δὲ οἱ ἐργάται ἐννοοῦσιν ὅτι τὸ καταχθόνιον ἀέριον ἐκλύεται εἰς τὰς στοὰς τοῦ ἀνθρακωρυχείου καὶ ἀπέρχονται σωζόμενοι ἐκ τοῦ κινδύνου. Ὅταν ὅμως οἱ ἐργάται ἀφαιρῶσι τὸ προφυλακτικὸν πλέγμα, ἐπέρχεται ἰσχυροτάτη ἐκρηγῆς ἐκ τῆς ἀναφλέξεως τοῦ καταχθονίου ἀερίου ἐπιφέρουσα τὸν θάνατον μεγάλου ἀριθμοῦ ἐργατῶν πολλάκις.



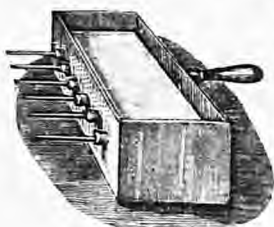
Σχ. 168.



Σχ. 169

219. Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα, ὡς εἵπομεν, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δὲν ἔχουσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμαγωγὸν δύναμιν, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Λαμβάνομεν δύο ῥάβδους, τὴν μὲν χαλκὴν, τὴν δὲ σιδηρὰν (σχ. 169), καὶ προσκολλῶντες κάτωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρὰς σφαῖρας ξυλῖνας εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις θερμαίνομεν εἴτα τὰς ῥάβδους κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων διὰ τῆς αὐτῆς φλογός λύχνου, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινα χρόνον πίπτουσι πλείονες σφαῖραι ἐκ τῆς χαλκῆς ῥάβδου, ὀλιγώτεραι δ'

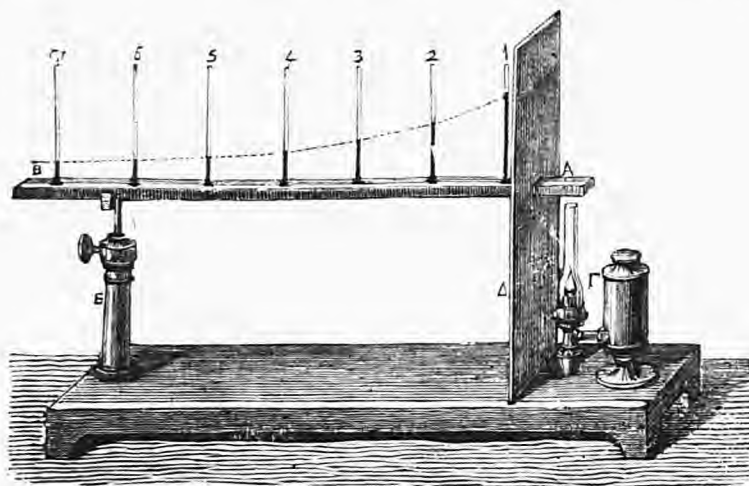
ἐκ τῆς σιδήρεως. Ὡσαύτως, ἂν εἰς ἓν τῶν τοιχωμάτων ὀρειχαλκίνου δοχείου (σχ. 170) ἐμπήξαντες προσκολλησώμεν λεπτά ῥαβδία ἐκ διαφόρων μετάλλων καὶ καλύψωμεν αὐτὰ διὰ κιτρίνου κηροῦ τηχομένου εἰς 68° , πληρώσωμεν δὲ τὸ δοχεῖον ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον ὅτι ὁ κηρὸς τῶν ῥαβδίων τήκεται εἰς διαφόρους ἀπὸ



Σχ. 170.

τοῦ τοιχώματος τοῦ δοχείου ἀποστάσεις καὶ εἰς μείζονα μὲν εἰς τὸ ἀργυροῦν καὶ χαλκοῦν ῥαβδίον, ἥττονα δὲ εἰς τὸ ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἔτι ἥττονα εἰς τὸ ἐκ κασσιτέρου, σιδήρου καὶ μάλιστα τὸ ἐκ μόλυβδου ἢ λευκοχρύσου. Ὁ μόλυβδος ἄρα καὶ ὁ λευκόχρυσος εἶνε ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων τὰ ἔχοντα τὴν ἐλάχιστον θερμαγωγὸν δύναμιν.

Διὰ τῶν πειραμάτων τούτων κατεδείχθη μὲν ἡ διάφορος θερμαγωγὸς δύναμις τῶν μετάλλων, ἀκριβέστερον δ' ὁμῶς διὰ τοῦ ἐπομένου ἐπινοηθέντος ὑπὸ τοῦ Despretz. Λαμβάνομεν πρισματικὰς ῥάβδους AB (σχ. 171) ἴσων διαστάσεων καὶ ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, ὧν θερμαί-



Σχ. 171.

νομεν τὸ ἐν ἄκρον Α διὰ λύχνου Γ, οὕτως κανονίζομεν τὴν φλόγα οὕτως, ὥστε τὸ ἄκρον τοῦτο τῆς ῥάβδου νὰ λάβῃ ἐπὶ τέλους θερμοκρασίαν σταθεράν καὶ ὠρισμένην, διὰ δὲ τοῦ διαφράγματος Δ παρακωλύομεν τὴν ἐκ τοῦ λύχνου ἄμεσον θέρμανσιν τῶν λοιπῶν μερῶν τῆς

βάθδου. Ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων 1, 2, 3, ..., 7, ὧν τὰ δοχεῖα εἰσάγονται εἰς κοιλώματα τετραπυρήνεα ἐπὶ τῶν ῥάβδων καὶ πλήρη ὑδραργύρου, βαθμολογῶν ἀνυψοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους μένει μὲν στάσιμος εἰς ἕκαστον θερμομέτρον, ἀλλὰ βαίνει μειουμένη ἀπὸ τοῦ θερμομέτρου 1 πρὸς τὸ θερμομέτρον 7. Διὰ τὰ ψύχωνται δὲ πᾶσαι αἱ ῥάβδοι ἐξ ἴσου διὰ τε τῆς πρὸς τὰ ἑκτὸς ἀποβολῆς τῆς κτηθείσης θερμότητος καὶ διὰ τῆς μετὰ τοῦ ἀέρος ἐπαφῆς, καλύπτονται διὰ λεπτοτάτου στρώματος ἀργύρου. Οὕτω πειρώμενοι διὰ διαφορῶν οὐσιῶν καὶ σημειοῦντες τὰς θερμοκρασίας τῶν διαφορῶν θερμομέτρων παρατηροῦμεν εἰς ἄλλας μὲν οὐσίας ἀγούσας κακῶς τὴν θερμότητα μεγάλην κατὰπτωσιν θερμοκρασίας εἰς μικράν ἀπὸ τοῦ θερμαινόμενου ἄκρου ἀπόστασιν, εἰς ἄλλας δὲ τοῦναντίον ἀγούσας καλῶς τὴν θερμότητα μικράν κατὰπτωσιν θερμοκρασίας καὶ εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ ἄκρου ἀπόστασιν. Διὰ τοιούτων πειραμάτων εὐρέθη ἡ θερμῶς δυνάμις τῶν διαφορῶν μετάλλων, ἥτις παρίσταται διὰ τῶν ἐξῆς σχετικῶν ἀριθμῶν. Ἀργυρὸς 1000, Χαλκὸς 736, Χρυσὸς 532, Ψευδάργυρος 281, Κασσίτερος 141, Σίδηρος 112, Μόλυβδος 85, Λευκόχρυσος 84.

220. Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν. Ἐκ πάντων τῶν ὑγρῶν τὴν μέζονα ἀγωγὸν δυνάμιν 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' ἀγωγῆς τῆς θερμότητος, τουτέστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων προερχομένων, ὡς εἵπομεν (§ 190 σελ. 152), ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται θερμαινόμενα τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν μέχρι βρασμοῦ ὕδωρ ἐν χαρτίνῳ κυτίῳ, διότι ἡ θερμότης τῆς πλογῆς, ἣν προσλαμβάνει ὁ χάρτης κάτωθεν, μεταδιδομένη εἰς τὰ τοῦ πυθμένος τοῦ κυτίου ἀπτόμενα ὕδατινα μόρια διαστέλλει αὐτά, ἅτινα ἀνερχόμενα μεταφέρουσι τὴν θερμότητα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾗ τὰ ἀνώτερα μόρια ὡς ψυχρότερα καὶ ἐπομένως βαρύτερα κατέρχονται εἰς τὸν πυθμένα, ἔνθα προσλαμβάνουσι καὶ ταῦτα θερμότητα ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Ὅπως δ' ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε κακὸς

ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον (σχ. 172) φέροντα κατὰ τὸν πυθμῆνα τεμάχιον πάγου καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὕδατος, εἴτα δὲ κλίνοντες αὐτὸν ὀλίγον θερμαίνομεν τὰ ἀνώτερα στρώ-



Σχ. 172.

ματα τοῦ ὕδατος διὰ τῆς φλογὸς λύχνου εἰσπονεύματος. Μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ δυνάμεθα νὰ παρατείνωμεν τὸν βρασμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ἐν ᾧ ὁ πάγος εἰς τὸν πυθμῆνα δὲν τήκεται. Ἀντὶ πάγου δυνάμεθα νὰ ἐμβαπίσωμεν ἐν τῷ ὕδατι μικρὸν θερμόμετρον εἰς τὸν πυθμῆνα τοῦ σωλῆνος, ὅπερ καὶ μετὰ παρατεταμένον βρασμὸν τοῦ ὕδατος δὲν δεικνύει ὑψωσιν θερμοκρασίας. Ἐκ τοῦτου συνάγομεν ὅτι, ὅταν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος εὐρίσκωνται εἰς ἀκίνησιν, πολὺ δυσκόλως μεταφέρουσι τὴν θερμότητα.

221. Θερμαγωγὸν τῶν

ἀερίων. Τὰ ἀέρια ὡσαύτως εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ διανέμεται μὲν ὁμοιομερῶς καθ' ὅλα τὰ μέρη αἰθούσης ἢ θερμότητος, ὅταν εἷς τι μέρος αὐτῆς ὑπάρχῃ θερμαντικὴ πηγὴ, ἀλλὰ τοῦτο συμβαίνει οὐχὶ δι' ἀγωγῆς τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δι' ἐκπομπῆς θερμαντικῶν ἀκτίνων καὶ διὰ ρευμάτων, ἅτινα παράγονται περὶ τὴν θερμαντικὴν πηγὴν· τουτέστιν ὁ ἀήρ ὁ περιβάλλων τὴν θερμαντικὴν πηγὴν θερμαίνομενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπ' ἄλλου ἀέρος ψυχροτέρου, ὅστις θερμαίνομενος ἐπίσης φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, οὕτω δὲ παράγονται ἐντὸς τῆς αἰθούσης ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα τὴν θερμότητα εἰς ὅλα τὰ μέρη αὐτῆς. Διὰ νὰ καταδείξωμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκίνησιν, τοῦτ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματοῶν οὐσιῶν, ὅποια εἶνε ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶνε τὰ ἄχυρα, τὰ ῥινήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδίζουσι νὰ κινήθῃ, ὅποτε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγω-

γός τῆς θερμότητος. Οὕτως ἐὰν λάθωμεν δύο ὁμοίαις ὑαλίναις σφαί-
ραις καὶ τὴν μὲν μίαν πληρώσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμ-
φοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτὰς ἐντός ζέοντος ὕδατος, παρα-
τηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἄνευ βάμβακος σφαίρας ταχέως
ἀνυψοῦται, τῆς δὲ μετὰ βάμβακος μένει σχεδὸν στάσιμον ἐπὶ πολὺν
χρόνον, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην σφαῖραν παράγονται βεῦματα ἀέρος
μεταφέροντα θερμότητα ἐκ τῶν θερμῶν τοιχωμάτων αὐτῆς πρὸς τὸ
θερμόμετρον, ἐν ᾧ εἰς τὴν ἑτέραν τοιαῦτα βεῦματα ὁὐκ ὀύναται νὰ
παραχθῶσι ἐνεκα τῶν νηματίων τοῦ βάμβακος, ἅτινα παρακωλύουσι
τὴν κίνησιν τῶν ἀερίων μορίων. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι
τὰ ἐκ βάμβακος ὑφάσματα, τὰ ἐξ ἐρίου ἐνδύματα ἡμῶν εἶνε ὡς
κοινῶς λέγομεν *θερμά*, ἡτοι διατηροῦσι τὴν θερμότητα τοῦ σώματος
ἡμῶν, κυρίως ἐνεκα τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν ἀκινήσει ἀέρος, ὅστις ὢν
κακὸς ἀγωγός τῆς θερμότητος ἐμποδίζει τὴν θερμότητα τοῦ σώματος
ἡμῶν νὰ ἐξέλθῃ. Προτιμότερον λοιπὸν εἶνε νὰ ἐνδύμεθα διὰ πολλῶν
καὶ ἐλαφρῶν ἐνδυμάτων ἢ δι' ἐνὸς βαρέος καὶ ἰσοβαροῦς πρὸς ὅλα ὁμοῦ,
διότι μετὰ τῶν πολλῶν ἐνδυμάτων παρεντιθέμενα λεπτὰ στρώματα
ἀέρος ὡς πλείονα τὸν ἀριθμὸν διατηροῦσι μᾶλλον τὴν θερμότητα τοῦ
σώματος ἡμῶν. Ὡς δὲ αἱ οὐσίαι αὗται ἐμποδίζουσι τὴν ἐσωτερικὴν
θερμότητα νὰ ἐξέλθῃ, οὕτω ὁὐκ ἀφίνουσι καὶ τὴν ἐξωτερικὴν νὰ
εἰσέλθῃ. Ἐπομένως θέλοντες νὰ διατηρήσωμεν ἐν ὁσείῳ ζέον ὕδωρ
θερμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ὁφείλομεν νὰ περιβάλλωμεν αὐτὸ διὰ βαμ-
βακίνου ἢ κάλλιου δι' ἐριούχου ὑφάσματος ἢ καὶ διὰ βινημάτων ξύ-
λου ἢ δι' ἀχύρων. Διὰ τῶν αὐτῶν οὐσιῶν περιβαλλόμενος ὁ πᾶσις δια-
τηρεῖται ἄτηκτος ἐπὶ πολὺν χρόνον καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους.

Β. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

222. Ὁ ἥλιος, τὰ διάπυρα σώματα καὶ πάντα ἀνεξαίρετως τὰ
σώματα καὶ ἐκεῖνα ὅσα φαίνονται ἡμῖν ψυχρότατα, εἶον ὁ πᾶσις,
ἐκπέμπουσι θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, ἥτις καλεῖται *ἀκτινοβολία
θερμότητος*. Οὕτως ἔρχεται εἰς τὴν γῆν ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου καὶ οὕτω
θερμαίνουσιν ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως οἱ ἐν πυρᾶν διαπυροὶ ἄνθρωποι.
Ἐὰν δ' ἐντός αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν
ψύχεται, τὰ δὲ περὶ τὴν σφαῖραν θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκ-
πέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα
πλείονα ἐκεῖνης, ἣν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τούναντίον δὲ ταῦτα δέχονται

ἐκ τῆς σφαίρας θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν ἐκπέμπουσι μέχρις οὗτου καὶ ἡ σφαῖρα καὶ τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅποτε ἡ ἀκτινοβολία δὲν παύεται μὲν, ἀλλὰ ἕκαστον σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ λοιπὰ τοσαύτην θερμότητα, ὥσπιν παρ' αὐτῶν δέχεται καὶ ἔνεκα τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν παραμένει πλέον σταθερά. Ἡ ἀνταλλαγὴ αὐτῆς τῆς θερμότητος καλεῖται *κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας*. Καὶ αὐτὰ δὲ τὰ ψυχρότατα τῶν σωμάτων ἐκπέμπουσι θερμαντικὰς ἀκτῖνας. Οὕτως ἰστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στήλης ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψύχος, οὐχὶ διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχρὰς ἀκτῖνας, ὅποια δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῶν μείζονα ἐκείνης, ἣν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

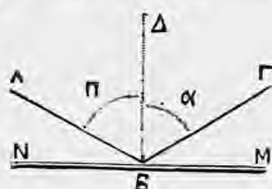
223. Ἡ ἀκτινοβολία θερμότητος διαδίδεται ὡς καὶ τὸ φῶς κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ εὐθυγράμμως, ἐὰν τὸ περιέχον, ὅπερ διαπερᾷ, εἴνε ὁμοιομερές· ἄλλως μεταβάλλει πορείαν, ἥτοι θλάται κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς θλάται καὶ τὸ φῶς, περὶ ὧν πραγματευόμεθα ἐν τῇ Ὀπτικῇ. Ἡ ἀκτινοβολία θερμότητος ὡς καὶ τὸ φῶς διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ, ὡς ἀποδεικνύει ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἥτις φθάνει μέχρι τῆς Γῆς διανύουσα τὸ μεταξὺ Ἡλίου καὶ Γῆς κενὸν διάστημα, τουτέστι τὸ μὴ ἐμπεριέχον σταθμητὴν ὕλην, ἀλλὰ πεπληρωμένον ὕλης ἀσταθμῆτος, ἥτις καλεῖται *αἰθήρ*. Ὁ αἰθήρ οὗτος εὐρισκόμενος καὶ μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος, τῆς ὑάλου, χρησιμεύει ὡς ὄχημα τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος τῆς διὰ τῶν σωμάτων διερχομένης καὶ οὐχὶ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος. 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 εἰς τὴν ἐστίαν αὐτοῦ τοσαύτην θερμότητα, ὥστε ἀνέφλεξεν εὐφλέκτους ὕλας καὶ ἔτηξε διάφορα μέταλλα.

224. **Ἰσχὺς τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος.** Ἡ ἰσχὺς τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος, ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ σῶμα τι δέχεται ἐκ θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἐκ διαπύρου σφαίρας, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως· τουτέστιν ἐὰν τὸ σῶμα τεθῇ εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς διαπύρου σφαίρας

ἴσας πρὸς 1, 2, 3, μέτρα, τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἅπερ ἐκ ταύτης δέχεται εἰς τὰς διαφόρους ταύτας ἀποστάσεις, βαίνουνσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, ἥτοι εἰς διπλασίαν ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἀπόστασιν δέχεται τις τετράκις ὀλιγωτέραν θερμότητα, εἰς τριπλασίαν ἐνάκις ὀλιγωτέραν κτλ. Ἡ ἰσχύς τῆς ἀκτινοβολοῦ θερμότητος μεταβάλλεται ὡσαύτως μετὰ τῆς πλαγιότητος τῶν ἀκτίνων, αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν. Οὕτως αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προσπίπτουσιν καθέτως ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν θερμαίνουσιν αὐτὴν μᾶλλον ἢ ὅταν προσπίπτουσιν ἐπ' αὐτὴν πλαγίως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ αὐτὴ ἐπιφάνεια δέχεται μείζονα ἀριθμὸν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ ἐλάσσονα. Εἰς τοῦτο δ' ὀφείλεται κυρίως καὶ ἡ ἰσχυροτέρα θερμανσις τοῦ ἐδάφους καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ ἀέρος ἐν ὥρᾳ θέρους καὶ ἡ ἐλάσσων ἐν ὥρᾳ χειμῶνος, διότι κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ὕψεται ἐν ὥρᾳ μεσημβρίας ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες σχηματίζουν μετὰ τοῦ ἐδάφους γωνίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν ὀρθήν, περισσύτερον μὲν εἰς τὰς περὶ τὸν ἡμερινὸν χρόνον, ὀλιγώτερον δὲ εἰς τὰς πρὸς τοὺς πόλους, ἐν ᾧ κατὰ τὸν χειμῶνα ἡ γωνία αὕτη εἶνε πολὺ μικρότερα τῆς ὀρθῆς. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ἡ ἐν ὥρᾳ θέρους ὕψηλοτέρα θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους καὶ τοῦ ἀέρος δὲν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ὑπὸ μείζονα γωνίαν πρόσπτωσιν τῶν ἀκτίνων, ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας αἰτίας, ὅσων εἰς τὸ μεῖζον μέγεθος τῆς ἡμέρας, ἔνεκα τοῦ ὁποίου ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἐἶδος ἐπὶ περισσότερον χρόνον.

225. Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος. Δέσμη AB (σχ. 173)

θερμαντικῶν ἀκτίνων προσπίπτουσα ἐπὶ ἐπιφάνειαν NM λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾶται, τουτέστι λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν ΒΓ, ἥτις μετὰ τῆς καθέτου ΔΒ σχηματίζει γωνίαν α ἴσην τῇ γωνίᾳ π, ἣν ἡ προσπίπτουσα δέσμη AB σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἡ προσπίπτουσα δὲ καὶ ἡ ἀνακλωμένη δέσμη κεῖνται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν. Ἡ ἀκτινοβολία δὲ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ σῶμά τι διανέμεται εἰς τὰ ἐξῆς μέρη· μέρος μὲν αὐτῆς ἀνακλᾶται κανονικῶς, μέρος δὲ διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, μέρος δ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ μέρος διέρχεται ἀκωλύτως δι' αὐτοῦ. Καὶ ἡ μὲν ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ μᾶλλον τὸ



Σχ. 173.

σῶμα παρουσιάζει ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνήν. Οὕτως ἐὰν πλάξῃ ἀργυρᾷ σφυρηλατηθεῖσα καλῶς λεανθῇ, ἀνακλᾷ τὸ πλεῖστον τῆς ἐφ' αὐτὴν προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακὸς εἶνε τραχεῖα καὶ μὴ στιλπνή, τότε ἡ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτουσα ἀκτινοβόλος θερμότης διασκεδάννυται ἐν μέρει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

226. Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. Πολλὰ σώματα ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφῶσι μεῖζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος. Καὶ μεῖζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα τὰ κεκαλυμμένα δι' αἰθάλης, ἐλάσσονα δὲ τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στιλπνήν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Οὕτως ἐὰν λάβωμεν δύο ἐντελῶς ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ τοῦ μὲν ἐνὸς ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια νὰ εἶνε κεκαλυμμένη δι' αἰθάλης, τοῦ δ' ἑτέρου λεία καὶ στιλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφοτέρω διὰ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἡθαλωμένη ἐπιφάνεια ἀπορροφᾷ μεῖζονα θερμότητα, ἡ δὲ λεία καὶ στιλπνὴ ἀνακλᾷ ταύτην. Τὰ σώματα τὰ ἔχοντα λευκὴν ἐπιφάνειαν ἔχουσιν ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἢ τὰ μέλανα. Διὰ τοῦτο ἐὰν ἐκτεθῶμεν ἐν ὥρᾳ θέρους εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας φοροῦντες λευκὰ ἐνδύματα, αἰσθανόμεθα ὀλιγώτερον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἢ ἂν ἐφοροῦμεν μέλανα. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους γῶν καλυπτομένη εἰς τι μέρος αὐτῆς διὰ μέλανος ὑφάσματος ἢ ἐπιπασσομένη διὰ κόνεως ἀνθρώπων ἢ καὶ διὰ χύματος καὶ ὑποκειμένη εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων τήκεται ταχύτερον κατὰ τὸ μέρος τοῦτο ἕνεκα τῆς μεῖζονος ἀπορροφήσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ὁ κονιορτός, ἡ ἄμμος ἔχουσιν ἐπίσης μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἐὰν δ' ἐνθέσῃ τις ἐν ὥρᾳ θέρους ἐν τῷ κονιορτῷ τοῦ ἐδάφους θερμόμετρον, τοῦτο δεικνύει θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἐὰν δ' ἐν τῷ ἀέρι αἰωρῇται κόνις, αὕτη ἀπορροφῶσα ἡλιακὴν θερμότητα θερμαίνει καὶ τὸν ἀέρα.

227. Ἀφαιρετικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. Τὰ σώματα, ἅτινα εὐχερέστερον ἀπορροφῶσι τὴν ἐφ' αὐτὰ προσπίπτουσαν ἀκτινοβόλον θερμότητα, εὐχερέστερον ἐπίσης ἀφαινοῦσι νὰ ἐξέλθῃ ἡ ἐντὸς αὐτῶν ἀποταμιευθεῖσα θερμότης καὶ ἐπομένως τὴν

μειζονα ἀφαιτικήν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἡθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στιλπνή. Οὕτως ἐὰν εἰς δύο ὁμοία μετάλλινα δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἡθαλωμένον, τὸ δὲ ἕτερον λείον καὶ στιλπνόν, ἐγγύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσόν ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ ψύχεται ταχύτερον ἢ εἰς τὸ δεύτερον ἕνεκα τῆς μειζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῆς αἰθάλης. Διὰ τοῦτο ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν θερμόν ὕδωρ ἐπὶ πολλὸν χρόνον ἐν μεταλλίῳ ἀγγεῖῳ, πρέπει τὸ ἀγγεῖον ἐξωτερικῶς νὰ εἶνε ὅσον ἕνεστι λειότερον καὶ στιλπνότερον. Τὴν ἐφαρμογὴν δὲ τούτων καθ' ἐκάστην βλέπομεν ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ. Ὡσαύτως ἡ διαφόρος ἀφαιτικὴ δύναμις τῶν σωμάτων καταδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὸ ὑπαιθρον ἐν νυκτὶ ἀνεσέλῳ πρὸ πάντων τοῦ ἥαρος ἢ τοῦ φθινοπώρου τρεῖς ὁμοίας μεταλλίνας πλάκας, ὧν τὴν μὲν πρώτην ἐκαλύψαμεν καλῶς δι' αἰθάλης, τὴν δὲ δευτέραν διὰ λευκοῦ φύλλου γάρτου καὶ τὴν τρίτην κατεστήσαμεν λείαν καὶ στιλπνοτάτην, παρατηροῦμεν πολλὰκις τὴν πρώτην ὅτι ἡ μὲν πρώτη ἐκαλύφθη διὰ μεγάλων σταγόνων ὁρόσου, ἡ δευτέρα διὰ μικροτέρων καὶ ἡ τρίτη ἡ στιλβούσα δι' ἐλαχίστων. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τῆς διαφόρου ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῶν διαφόρων τούτων σωμάτων, ἕνεκα τῆς ὁποίας περισσότερον μὲν ψύχεται ὁ ἄηρ ὁ ὑπερκειμένος τῆς ἡθαλωμένης πλάκας, ὀλιγώτερον δὲ ὁ ὑπερκειμένος τῆς λείας πλάκας, ὁ δὲ ὑδρατυὸς μὴ δυνάμενος νὰ παραμείνῃ διαλυμένος ἐν τῷ οὕτω ψυχρῷ ἀηρὶ ὀλιγώτως ἀέρι ὑγροποιεῖται καὶ ἐπικάθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων.

228. Θερμοπερατὸν ἢ θερμοδιαβατὸν τῶν σωμάτων.

Θερμοπερατὰ ἢ θερμοδιαβατὰ σώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, δι' ὧν διέρχεται ἀκωλύτως ἡ ἀκτινοβολὸς θερμότητος, ὡς διὰ τῶν διαφανῶν τὸ φῶς. Δὲν πρέπει δὲ νὰ συγχέωμεν τὴν θερμοληγὸν δύναμιν τῶν σωμάτων πρὸς τὴν θερμοπερατὸν αὐτῶν, διότι ἐν μὲν τοῖς σώμασιν, ἅτινα εἶνε καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, αὕτη διαδίδεται δι' αὐτῶν τούτων τῶν μορίων τοῦ σώματος, ἅτινα τούτου ἕνεκα θερμαίνονται, ἐν δὲ τοῦναντίον ἐν τοῖς θερμοπερατοῖς ἡ θερμότης διαδίδεται οὐχὶ διὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος, ἀλλὰ διὰ τοῦ αἰθέρος τοῦ μεταξὺ τῶν μορίων ὑπάρχοντος, καὶ τούτου ἕνεκα τὰ θερμοπερατὰ σώματα ἢ οὐδόλως ἢ ἐλάχιστα θερμαίνονται. Π.χ. ὁ ξηρὸς ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, οἷος εἶνε ὁ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς

καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἡλιακὴ θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἐλάχιστον θερμαίνει αὐτά, ἅτινα ἕνεκα τούτου καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τοῦναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἰαδῇποτε καταστάσει εὐρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δὲν δύναται νὰ κατεισθῇ μέχρι τοῦ πυθμένος αὐτῆς, ἀλλ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρου στρώματος, ὅπερ τούτου ἕνεκα καθίσταται θερμότερον τοῦ βαθύτερον κειμένου.

229. Ἡ ἀκτινοβολὸς θερμότης, ἣν τὰ διάφορα σώματα ἐκπέμπουσι, καλεῖται *φωτεινὴ* μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα φωτοβολῇ, οἷον διάπυροι ἄνθρακες· τοῦναντίον δὲ *σκοτεινὴ*, ὅταν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα δὲν φωτοβολῇ, οἷον δοχεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος. Τινὰ σώματα, οἷον τὸ 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 ἢ καὶ δύο ὑαλίνων κωδῶνων, δι' ὧν εἰσδύει μὲν ὁπώσων ἐλευθέρως ἡ φωτεινὴ ἡλιακὴ θερμότης, ἀλλ' εἰσδύσασα καὶ μεταβληθεῖσα εἰς σκοτεινὴν δυσχερῶς ἐξέρχεται καὶ οὕτως ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπὸ τὸν κώδωνα ἄερος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς. Αὐτὸ τοῦτο ἐφαρμόζουσι καὶ εἰς τὰ θερμοκήπια, ἅτινα εἶνε παραπήγματα ὑαλόφρακτα, ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθενται φυτὰ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Ἡ ἐντὸς τῶν θερμοκηπίων τούτων θερμοκρασία τοῦ ἄερος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, διότι ἡ διὰ τῶν ὑάλων εἰσδύουσα ἡλιακὴ θερμότης ἀποταμιεύεται διηνεκῶς ἐντὸς τοῦ θερμοκηπίου. Τέλος ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα σώματα, ἅτινα εἶνε θερμοπερατὰ εἰς τὴν σκοτεινὴν, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὴν φωτεινὴν θερμότητα. Οὕτως ἐὰν σφαῖραν ὑαλίνην πληρώσωμεν διαλύματος ἰωδίου ἐν θειούχῳ ἄνθρακι, ἤτοι σώματος ὅλως ἀδιαφανοῦς, καὶ ἐκθέσωμεν τὴν σφαῖραν ταύτην εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, δυνάμεθα ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους ν' ἀναφλέξωμεν ἀγαρικόν. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ ἄλλα σώματα, ἅτινα οὔτε εἰς τὴν φωτεινὴν οὔτε εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα εἶνε θερμοπερατὰ, ὡς μετὰλλιναι πλάκες κ.τ.λ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ.

230. Καλούνται ατμομηχαναί εκείναι τῶν μηχανῶν, εἰς ἃς κινητήριος δύναμις εἶνε ἡ ἐλασικότης τῶν ατμῶν τοῦ ὕδατος. Τὴν ατμομηχανὴν ἐπενόησε μὲν ὁ Papin (1690) ἐτελειοποίησε δὲ ὡς ἔχει σχεδὸν σήμερον ὁ Watt (1736—1819). Σύγκειται δὲ πᾶσα ατμομηχανὴ ἐκ τριῶν ἰδίως μερῶν.

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



Σχ. 174.

β'). Ἐκ τοῦ κυλίνδρου, ἐν ᾧ διοχετεύμενος ὁ ατμός κινεῖ εὐθυγράμμως τὸν ἐν αὐτῷ ἐμβολέα καὶ

γ'). Ἐκ μηχανισμοῦ, δι' οὗ ὁ εὐθυγράμμως καὶ παλινδρομικῶς κινούμενος ἐμβολεύς θέτει εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς καὶ δι' αὐτοῦ ποικίλα μηχανήματα.

231. Ἀτμογόνος λέβης. Εἰς ἐκ τῶν συνήθων λεβήτων εἶνε ὁ μετὰ βραστήρων (σχ. 174) συγκείμενος ἐξ ὀριζαντίου σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου M, κλειστοῦ ἐκατέρωθεν καὶ συγκοινωνούντος κάτωθεν διὰ σωλῆνων μετὰ δύο ἄλλων κοίλων κυλίνδρων N κελουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ὕδατος καὶ δεχομένων τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τῶν κάτωθι ἐπὶ ἐσχάρας εὐρισκομένων δια-

287. Νέφν. Πά νέφν ἀποστελόμενα ἐκ κερταρῶν ὑδατῶν
σταλασσέων ἢ μικρῶν κρυστάλλων πάλιν σχηματίζόμενα εἰς τῆς
ἀποσφαρίδας εἰς οὐκόμενα ὕψη. Πά νέφν παρὰ γινώσκαι ἀνάστα
ὄταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀέρ ἀνυψώται εἰς τὰ ἀνωτέρω τῆς ἀτμοσφαι-
ρας ὑψοστάτα, ἐνθα ψύχεται. ἀλλήως δέ, ὅταν βρεῖται ὑγρὸς ἀέρας συναντήσῃ
τῆς ψυχρᾶς κορυφᾶς τῶν ὄρων, ἐνθα ἐπέρχεται ἀπότομος ψύξις καὶ
ὕδροποισις τῶν ἐμπροσθευμένων ἀτμῶν. Εἰς τὴν αἰτίαν ταύτην ὀφεί-
λεται ὁ σχηματισμὸς τῶν λευκοτάτων νέφων, ἅτινα αἰσινόμενος ἀνα-
φαίνονται ὑπὲρ τῆς κορυφᾶς ὄρων καὶ πρὸ ἀρκίως ὡς ἀκίνητα ὀκλίνονται.
ἐν ᾧ ἀδριαίνεται περιστρεφόμενα καὶ ἀπομακρύνονται. Τοῦτο δὲ ποιεῖ-
χεται ἐκ τοῦτου, ὅτι εἰς τὴν καμὴν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ ὄρους ἀποδρα-
μασθόμενα τὰ νέφν ἐκλείπονται, ἐν ᾧ συγχρότως ἀλλὰ ἀναπαράγου-
νται ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὄρων. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς νέφν,
ἀτμῶν ἀκίνοια καὶ ἀκίνητα, καί πορ ἀκαταπαύστως κατερχόμενα, ὁρῶ-
ντο καταπύοντες ὑπὲρ αὐτῶν εἰς τὸ πρῶτον ἀέρος θερμότητος
ἐξαιρεσύνονται, ἐν ᾧ εἰς τὸ ἀνωτέρω μέρος ἀνέλκονται ὁρῶντες ὑψηλοῖς
νέων ἀτμῶν. Πά νέφν ἐξ οὐρα οὐρανόφωτος ποιεῖται. ἀλλὰ καμὴν ἀπὸ τῶν
πορῶνται εἰς ὕψη ὑπερέσσει τὸν πᾶν ὑψηλοτέρων ὄρων τῆς Πῆς καὶ

236. **Ἀρχαίς.** Εἰκομένη ἀνωτέρω ὅτι ὁ ὑόρατος εἶνε διαφανέστα-
τος ἐν ὅπως ἐνυπάρχη, ἐν τῷ κατωτέρῳ σφωμάτι τῆς χυμοφόρου
κροτοῦ ὑόρατος ἐπὶ μεγάλῃ ἐκτάσει, ὁ αἶρ καθίσταται ὀλίγον
ἀδιαφανής, ὡς συμβαίνει πολλὰς κατὰ τὰς πρώτας. Το ὀπνόμενον
τοῦτο καλεῖται **αἶρας** καὶ ὅν πρέπει νὰ συλλεγται πρὸς τὴν ὑπὸ χύ-
ρι, ὅς ἡ δὲ ὅν διακρίνωται ἀντικείμενα καὶ εἰς μικράν σφ-
ταῖος ἀποστασιν κείμενα, ἐν ᾧ οὐκ εἶναι τῆς ἀρχῆς διακρίνωται καὶ λίαν

[illegible]

[illegible]

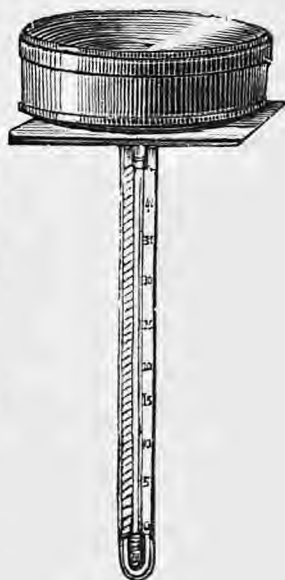
УДРОМЕТЕРНА, АНЕРОЈ, КАИМАТОВАЦИЈА.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ.

[illegible]

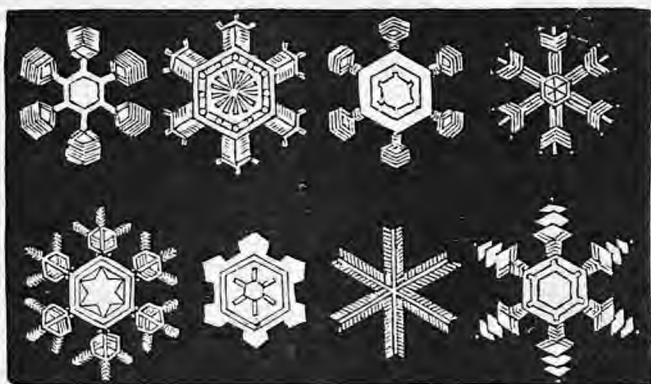
φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλλινον σωλήνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἄνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακα, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικῷ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης.

Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἐγκαρσία τομῇ τοῦ κάτωθεν ὑποδοχέως εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{10}$ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἐπιτεταί ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιάζεται, ἥτοι τὰ μὲν ὕψει. παριστῶσι τὸ ὕψος καταπεσοῦσης βροχῆς εἰς χιλιοστόμετρα, τὰ δὲ χιλιοστόμετρα τῆς κλίμακος παριστῶσι δέκατα τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκάστοτε πῖπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πῖπτον εἰς τινα χώραν ὕδωρ, ἥτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἤθελε καλύψει ἐτησίως τὸ ἔδαφος, ἂν δὲν συνέβαιεν ἐξάτμισις, διήθησις καὶ ἀπορροή των ὕδατων. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἐν ταῖς Ἀθηναῖς πίπτει ἐτησίως ὕδωρ, ὅπερ κατὰ μέσον ὅρον θὰ ἐσχημάτιζε λίμνην βάθους 41 ὑψεκτομέτρων.



Σχ. 177.

240. **Χιών.** Τὸ ὕδωρ, ὡς γνωστόν, ψυχόμενον μέχρι τῆς θερμο-



Σχ. 178.

κρασίας 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 κα-

νονικόν ἐξάγωνον (σχ. 178). Ἐκτοιούτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἥτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἐμπεριέχοντα ὕδατμους, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ 0°. Δυνάμεθα δ' εὐχερῶς διὰ μεγεθυντικοῦ φακοῦ νὰ παρατηρήσωμεν τὰ κανονικὰ ταῦτα σχήματα ἐν ἡμέρᾳ, καθ' ἣν τὸ ψυχρὸς εἶνε ὀρμὺ καὶ ξηρὸν καὶ πίπτει ἀραιὰ χιών, ἣν δεχόμεθα ἐπὶ μελανὸς ἐριούχου ὑφάσματος ἢ κάλλιον ἐπὶ μελαίνης πλακῆς ψυχθείσης προηγουμένης ὑπὸ τὸ 0°.

241. Χάλαζα. Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μεζζονος ἢ ἐλάσσονος μεγέθους, ἅτινα καταπίπτουσιν ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας. Οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης ἐγκλείουσι συνήθως πυρῆνα ἐκ χιόνος ἀδιαφανοῦς περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμάτων ἐκ πάγου διαφανοῦς. Οἱ κόκκοι οὗτοι εἶνε συνήθως σφαιρικοί, διαμέτρου ἐνὸς ἢ δύο ὑφεκ. ἢ καὶ μεζζονος, πολλὰκις ὅμως καὶ ἡμισφαιρικοὶ ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως. Ἡ χάλαζα πίπτει συνήθως κατὰ τὸ ἕαρ καὶ τὸ θέρος, συχνότερον τὴν ἡμέραν καὶ σπανιώτερον τὴν νύκτα, περιορίζεται δ' ἐπὶ ζώνης στενῆς μὲν ἀλλὰ λίαν ἐπιμήκου. Πρὸ τῆς πτώσεως τῆς χαλάζης ἀκούεται ἐνίοτε ἰσχυρότατος κρότος ὅμοιος τῷ τοῦ κεραυνοῦ. Μέχρι τοῦδε δὲν εἶνε ἀκριβῶς γνωστὰ ἐν τῇ ἐπιστήμῃ τὰ αἷτια τὰ παράγοντα τὴν χάλαζαν.

242. Δρόσος. Ὁ ἥλιος καθ' ὅλην τὴν ἡμέραν θερμαίνων τὸ ἔδαφος ἐξατμίζει τὰ διάφορα ὕδατα τὰ καλύπτοντα αὐτό. Μετὰ τὴν δύσιν δ' αὐτοῦ ἄρχεται ἡ νυκτερινὴ ψύξις, διότι ἡ θερμότης ἡ κατὰ τὴν ἡμέραν ἀπορροφηθεῖσα ἀκτινοβολεῖται πρὸς τὸ ἄχανές. Καὶ ἂν μὲν ὁ οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης, μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπερ τοῦτου ἕνεκα δὲν ψύχεται ὑπερμέτρως. Ἐὰν ὅμως ὁ οὐρανὸς εἶνε αἰθριώτατος, ὁπότε οἱ ἀστέρες λάμπουσιν, ἡ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἄχανές ἐκφεύγει μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν Γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποψύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκαίμενον στρώμα τοῦ αἰέρος, ὅπερ μάλιστα ὡς πυκνότερον καταρρέον ἐπὶ τῶν κλιτύων πληροῖ τὰς κοιλάδας. Ἀλλ' ἰδίως ψύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἔδαφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωματίων ἐχόντων μεγάλην ἀρετικὴν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ γλῶχι. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεῖα, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἡ ψύξις τοῦ ἔδαφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὅμως καὶ ἐαρινὰς ἀνεφελους νύκτας ἡ νυκτερινὴ ψύξις εἶνε το-

σαύτη, ὥστε ὁ ὕδατμος ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διαλελυμένος ὑγροποιεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων δίκην μικρῶν βανίδων, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην **δρόσον**. Ἡ δρόσος εἶνε ἀφθονωτέρα εἰς τὰς ἐξοχὰς ἢ ἐντὸς τῶν πόλεων, διότι αἱ ὑψηλαὶ οἰκίαι μειοῦσι τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν. Ὑπὸ δένδρον ἢ στέγην δρόσος δὲν σχηματίζεται οὐδ' ὕψ' εἰς οὐδὲποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρώμα τὸ καλύπτον τὸ ἔδαφος. Ἐντὸς δὲ τῆς γλότης ἀνευρίσκουμεν ἀφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλῃν ἀρετικὴν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὕδατμων ἐκ τῆς ἀδήλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

243. Πάχνη. Ἐὰν ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία παραταθῇ ὑπερμέτρως ἐνεκα τοῦ μεγέθους τῆς νυκτός, ἡ ψῦξις τοῦ ἔδαφους καὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ ἀντικειμένων εἶνε ἰσχυροτέρα καὶ τότε κατ' ἀρχὰς μὲν σχηματίζεται δρόσος, ἀλλὰ μετ' ὀλίγον ἡ δρόσος αὕτη πηγνυται καὶ παράγεται ἡ καλουμένη **πάχνη**, ὅφ' ἥς πολλάκις τὴν πρωΐαν ἀνευρίσκουμεν κεκαλυμμένην τὴν γλότην. Εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν, εἰς ἣν καὶ ἡ παραγωγή τῆς πάχνης, τουτέστιν εἰς τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν ὁφείλεται καὶ ἡ πῆξις λιμναζόντων ἀβαθῶν ὑδάτων καὶ ἡ καταστροφή πολλῶν δένδρων καὶ μάλιστα τῶν ἐσπεριδοειδῶν, ἅτινα, ὡς κοινῶς λέγουσι, **καλεῖ ὁ πάγος**. Ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία ἐπιφέρουσα τὴν ψῦξιν τοῦ δένδρου τείνει νὰ μεταβάλλῃ εἰς πάγον τοὺς χυμοὺς αὐτοῦ, οἵτινες διαστελλόμενοι ἐπιφέρουσι τὴν διάρρηξιν τῶν ἀγγείων τοῦ φυτοῦ καὶ ἐπομένως τὴν καταστροφήν αὐτοῦ. Ἐὰν λοιπὸν διὰ τινος μέσου ἐμποδίσωμεν τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ δένδρου ἐν νυκτὶ ἀνεφείλω, δυνάμεθα νὰ προλάβωμεν τὴν καταστροφήν αὐτοῦ. Ἐν τοιοῦτον μέσον ἀπλούστατον εἶνε νὰ ῥίψωμεν ἐπὶ τοῦ δένδρου λεπτὰς ψιάθας ἢ ἄχυρα.

244. Ἄνεμοι. Ἐὰν δύο παρακείμενα ὀματῖα ἔχοντα ὅλως διάφορον θερμοκρασίαν τεθῶσιν εἰς συγκαίνωϊαν διὰ θύρας ὀλίγον ἀνοίχθεισας (σχ. 179), θέσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημμένους λαμπάδας, τὴν μὲν πρὸς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἀνοίγματος, τὴν ἄλλην πρὸς τὸ ἀνώτερον καὶ τὴν τρίτην περὶ τὸ μέσον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατωτέρα φλόξ **α** φέρεται σφοδρῶς ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου ὀματῖου πρὸς τὸ θερμότερον, ἀποδεικνύουσα οὕτως ὅτι γεννᾶται ρεῦμα ἀέρος κατώτερον ἐκ τοῦ ψυχροτέρου ὀματῖου πρὸς τὸ θερμότερον. Ἡ ἀνωτάτη φλόξ

γ κλίνει τὸναντίον ἐκ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν ὑπαρξίν ῥεύματος ἀέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἢ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλοῖ β μένει ἀκίνητος. Τοι-



Σχ. 179.

αὐτὰ ῥεύματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ὅταν δύο γειτνιάζουσαι χώραι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀνίσως θερμαίνωνται, ὁπότε 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.

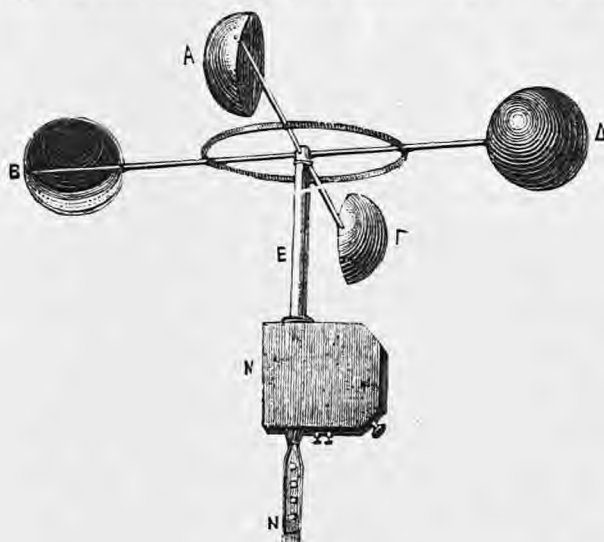
245. Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων. Οἱ ἄνεμοι διακρίνονται ἐκ τῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος, ἐκ τῶν ὁποίων

πνέουσιν. Ἀνευρίσκωμεν δὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου ἢ διὰ στενῆς καὶ λίαν ἐπιμήκουσ ταινίας, ἣν στερεοῦμεν διὰ τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς ἐπὶ ὑψηλοῦ κοντοῦ, ὃν ἀνυψοῦμεν ὅσον ἐνεστὶν ὑψηλότερον, εἶον ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας, ἢ κάλλιον στρέφοντες τὸ πρόσωπον ἡμῶν πρὸς τὸν πνέοντα ἄνεμον, οὕτως ὥστε νὰ αἰσθανώμεθα τὸ αὐτὸ αἶσθημα ψύξεως καὶ ἐπὶ τῶν δύο παρεῶν· τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, πρὸς ὃ τότε ἔχρωμεν ἐστραμμένον τὸ πρόσωπον, δεικνύει ἡμῖν τὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν πνέει ὁ ἄνεμος. Εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς δὲ σταθμοὺς γίνεται χρῆσις τοῦ **ἀνεμοδείκτου** ἀποτελουμένου ἐκ κατακορύφου σιδηρᾶς ῥάβδου ἐλευθέρως στρεπτῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς καὶ ἐστηριγμένης ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ σταθμοῦ· ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος τῆς ῥάβδου στερεοῦνται δύο κατακόρυφα ἐλαφρὰ ἐλάσματα ἐξ ἀργιλίου σχηματίζοντα ὀξεῖαν γωνίαν καὶ ἰσορροπούμενα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους διὰ βέλους, ὅπερ διηνεκῶς διεθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ πνέει ὁ ἄνεμος.

Οἱ κυριώτεροι τῶν ἀνέμων εἶνε οἱ ἐξῆς ὀκτώ· 1. ὁ **Βορρᾶς** (τραχυανίας), 2. ὁ **Βορειοανατολικὸς** ἢ **Καικίας** (γραῦγος), 3. ὁ **Ἀνατολικὸς** ἢ **Ἀπηνιῶτης** (λεβάντης), 4. ὁ **Νοτιοανατολικὸς** ἢ **Εὐρος** (σιρόκος), 5. ὁ **Νότος** (ὄστρια), 6. ὁ **Νοτιοδυτικὸς** ἢ **Λίψ** (γαρμπής), 7. ὁ

Δυτικὸς ἢ Ζέφυρος (πενέντες) καὶ 8. ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ Σκίρων ἢ Ἀργίστης (μαίεστρος).

246. **Ταχύτης τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι ἔχουσι διάφορον ταχύτητα, ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνουσι διάφορα ὀνόματα. Οὕτως ἔχομεν ἄνεμον *ἀσθενῆ, μέτριον, ἰσχυρόν, σφοδρόν, θύελλα* καὶ *λαίλαπα*. Καὶ ἀσθενὴς μὲν εἶνε ὁ ἄνεμος, ὅταν ἔχῃ ταχύτητα 2 ἕως 4 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, μέτριος δέ, ὅταν ἔχῃ ταχύτητα 6 ἕως 8 μέτρων, ἰσχυρὸς, ὅταν ἔχῃ ταχύτητα ἴσην πρὸς 10 ἕως 12 μέτρα, σφοδρὸς, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε 12 ἕως 14 μέ., θύελλα δέ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε



Σχ. 180.

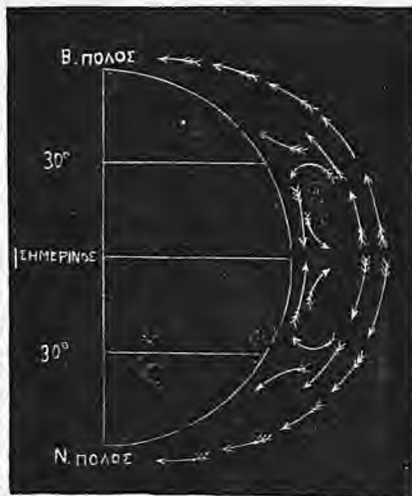
ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέ., ὅποτε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὅποτε ἐκρίζωνται δένδρα καὶ δύναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια. Ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εὐρίσκεται δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται *ἀνεμόμετρα*, ὧν τὸ μᾶλλον σύνηθες εἶνε τὸ τοῦ Ῥοβινσῶνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκαιται ἐκ τεσσάρων κοίλων ἡμισφαιρίων Α, Β, Γ, Δ (σχ. 180) προσκεκολλημένων εἰς τὰ ἅκρα τεσσάρων ἴσων ὀριζοντίων σιδηρῶν βραχιόνων σχηματιζόντων ὀρθὰς γωνίας καὶ κινητῶν περὶ κατακόρυφον ἄξονα Ε. Ὅταν τὸ ὄργανον ἐκτεθῇ εἰς ρεῦμα ἀέρος, ὁ ἄνεμος συναντᾷ πάντοτε ἓν κοῖλον ἡμισφαίριον καὶ οὕτως ὁ ἄξων Ε τοῦ ὀργάνου τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τοσούτῳ ταχυτέραν, ὅσῳ ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εἶνε μεγαλυ-

τέρα. Οὕτω δὲ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν, ἃς ἐκτελεῖ ὁ ἄξων Ε ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, ἀνευρίσκομεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἀνέμου.

247. Αὔρα. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου πίπτουσι μὲν ἐξ ἴσου ἐπὶ τῆς παραλίας καὶ τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ θερμαίνουσι ταχύτερον τὴν ξηρὰν ἢ τὴν θάλασσαν, διότι, τοῦ ἐδά-
φους ἔχοντας μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν, ἐλάσσονα δὲ θερμο-
χωρητικότητα τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀήρ διατηρεῖ-
ται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἄρχεται συνήθως πνέων
ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὔτινος ἢ ἰσχυρὸς αὐξανο-
μένη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωῒας γίνεται συνήθως μεγίστη
περὶ τὴν 2 ἢ 3 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 συγκρι-
νομένου πρὸς τὸ ὕδωρ, ὁ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν ἀήρ ψύχεται ταχύτερον τοῦ
ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ πνέει ἄνεμος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασ-
σαν ἐν καιρῷ νυκτός, ὅστις καλεῖται *ἀπόγειος αὔρα*· ταύτης δ' ἐπω-
φελοῦνται οἱ ἰστιοπλοῦντες, ὅπως ἀποπλεύσωσιν ἐκ τῶν λιμένων καὶ
τῶν ὄρμων.

248. Ἑπιδόσιαι ἄνεμοι. Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οὔτινες πνέ-
ουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὠρισμένας ὥρας τοῦ ἔτους.
Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ὅλον τὸ θέρος πνέοντες εἰς τὸ Αἰγαῖον πέλαγος
βόρειοι περίπου ἄνεμοι, τὰ κοινῶς καλούμενα *μετέμρα*. Οἱ ἄνεμοι
οὔτοι προσέρχονται ἐκ τῆς πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον φαινομένης ἐτη-
σίας 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 ὑπερχειμένος ἀήρ θερμαίνόμενος
διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀήρ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς
Εὐρώπης ἐρχόμενος ῥέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς
γνωστοὺς τούτους ἐτησίας ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρερχομένου τοῦ θέ-
ρους ὁ ἥλιος φέρεται πρὸς νότον τοῦ ἱσημερινοῦ καὶ δὲν δύναται πλέον
ἐν ὥρᾳ χειμῶνος νὰ θερμάνῃ τοσοῦτον ἰσχυρῶς τὰς ἐρήμους ταύτας, οἱ
ἄνεμοι οὔτοι 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).

249. Διηνεκεῖς ἄνεμοι. Καλοῦνται *διηνεκεῖς* ἢ *ἀληγεῖς* οἱ ἄνεμοι οἱ πνέοντες καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους κατὰ τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι εἶνε σταθερώτατοι ἰδίως ἐπὶ τῶν μεγάλων ὠκεανῶν, πνέοντες ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπὶ δύο ζωνῶν κειμένων μεταξύ 10° καὶ 30° περίπου γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε βορειοανατολικοὶ μὲν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ. Αἱ δύο δ' αὐταὶ ζῶναι χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης *ζώνης τῆς ρηγείας* περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἥλιος ῥίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἐνεκα τῆς ὁποίας παράγονται εἰς τὰς χώρας ταύτας ρεύματα θερμοῦ ἀέρος χωροῦντα κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 181), ἐνεκα δὲ τῆς ἀραιώσεως ταύτης τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν διαταρασσομένης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς παράγονται δύο ρεύματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσωσι τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, θὰ εἶχεν τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαίριου πολικὸν ρεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἐνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἥς μετέχουσι καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τὰ ἀποτελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα ρεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ ρεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγρ. πλάτους εἰς ἑλάσσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ πρὸς Α, ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν πρὸς ἃς μεταβαίνουν, καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουσιν ἀμφοτέρω πρὸς δυσμὰς καὶ οὕτω τὸ πολικὸν ρεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαίριου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ, τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἀλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀναρχόμενον ρεῦμα ἀέρος σφύεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαίρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπὶνεύχον τὰ πολικὰ ρεύ-



Σχ. 181.

τάματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσωσι τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, θὰ εἶχεν τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαίριου πολικὸν ρεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἐνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἥς μετέχουσι καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τὰ ἀποτελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα ρεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ ρεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγρ. πλάτους εἰς ἑλάσσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ πρὸς Α, ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν πρὸς ἃς μεταβαίνουν, καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουσιν ἀμφοτέρω πρὸς δυσμὰς καὶ οὕτω τὸ πολικὸν ρεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαίριου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ, τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἀλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀναρχόμενον ρεῦμα ἀέρος σφύεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαίρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπὶνεύχον τὰ πολικὰ ρεύ-

ματα, παράγονται δύο ισημερινά ρεύματα πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, τὰ ὅποια ὁμῶς παρεκκλίνουνσι πρὸς Α, διότι τὰ ἐπὶ τῶν ισημερινῶν χωρῶν μέρια τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύτητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. καὶ προτρέχουσι τῆς Γῆς. Οὕτω δὲ τῶν ισημερινῶν ρευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαίριου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα ρεύματα, ἤτοι τὰ 2 πολικὰ καὶ τὰ 2 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 ισημερινά ρεύματα καταθυθίζόμενα πνέουσι παρὰ τὴν ἐπιφανείαν τῆς Γῆς ἐν μέρει μὲν ὡς ΝΔ. ἄνεμοι ἐπὶ τοῦ Β. ἡμισφαίριου καὶ ὡς ΒΔ. ἐπὶ τοῦ Ν., ἐν μέρει δὲ πρὸς τὸν ισημερινόν μετὰ τοῦ πολικοῦ ρεύματος. Οἱ τοῦ Β. ἡμισφαίριου ΝΔ. οὔτοι ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ γίνονται πρόξενoi ἀφθόνων βροχῶν εἰς τὰ Δ. παράλια τῆς Εὐρώπης καὶ αὐτῆς τῆς Ἑλλάδος, ἅτινα, ὡς γνωστόν, εἶνε πολυομβρότερα τῶν Α. μερῶν αὐτῆς.

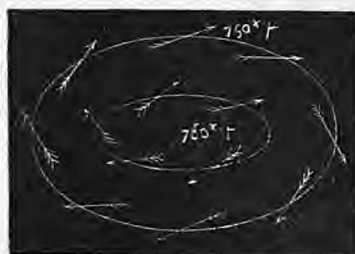
Ἡ ζώνη τῆς νημερίας καὶ αἱ ἐκατέρωθεν αὐτῆς ζῶναι τῶν διηνεκῶν ἀνέμων μετατίθενται πρὸς νότον μὲν κατὰ τὸν χειμῶνα τοῦ Β. ἡμισφαίριου, πρὸς βορρᾶν δὲ κατὰ τὸ θέρος ἕνεκα τῆς πρὸς νότον ἢ πρὸς βορρᾶν τοῦ ισημερινοῦ ἀποκλίσεως τοῦ Ἡλίου. Ἔνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται καὶ τὸ ΝΔ. ὁμβροφόρον ισημερινόν ρεῦμα, ὅπερ ἐπικρατεῖ παρ' ἡμῖν ἐν Ἑλλάδι κατὰ μῆνα Νοέμβριον.

250. Ἰσοβαρεῖς καμπύλαι. Ἡ διεύθυνσις καὶ ταχύτης τῶν ἀνέμων ἔχουσι μεγάλην σχέσιν πρὸς τὰς ἀτμοσφαιρικὰς πιέσεις, ἅς, ὡς γνωστόν, προσδιορίζομεν διὰ τοῦ βαρομέτρου. Ἐὰν εἰς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς ποιήσωμεν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν βαρομετρικὰς παρατηρήσεις καὶ ἀναγάγωμεν ταύτας εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἤτοι, ἐὰν ἀναζητήσωμεν ὅποια θὰ ἦσαν τὰ βαρομετρικὰ ὕψη, ἂν πάντα τὰ βαρόμετρα εὕρισκοντο εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, θέλομεν ἀνεύρει ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίσις ὅθεν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ σημεῖα μιᾶς χώρας, ἀλλ' εἰς ἄλλα μὲν κατωτέρα, εἰς ἄλλα δὲ ἀνωτέρα. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν διὰ γραμμῆς τοὺς τόπους, εἰς οὓς ἡ βαρομετρικὴ πίσις εἶνε ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν ὥραν, λαμβάνομεν καμπύλας συνήθως κλειστάς, αἵτινες καλοῦνται **ισοβαρεῖς καμπύλαι**. Καὶ ἄλλοτε μὲν ἀνευρίσκομεν σημεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ ἡ βαρομετρικὴ πίσις εἶνε μικρότερα τῆς τῶν περὶζ τόπων (σύστημα

κυκλωρικόν) (σχ. 182), ἄλλοτε δὲ τὸν κεντρικὸν σημεῖον, ἐν ᾧ αὕτη εἶνε μεγαλυτέρα (**σύστημα ἀντικυκλωρικόν**) (σχ. 183). Εἶνε ἤδη φανερόν, ὅτι ἡ τοιαύτη βαρομετρικὴ κατάστασις δὲν δύναται νὰ διατηρηθῇ, θέλει δὲ πνεύσει ἄνεμος ἐκ τῶν μερῶν, ἐν οἷς ἡ πίεσις εἶνε ἄνωτέρα, πρὸς ἐκεῖνα, ἐν οἷς αὕτη εἶνε χαμηλοτέρα, ἤτοι ἀπὸ τῆς περιφερείας πρὸς τὸ κέντρον εἰς τὸ κυκλωρικόν σύστημα καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν εἰς τὸ ἀντικυκλωρικόν. Ἐνεκεν ὅμως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς τὰ ρεύματα ταῦτα πνέουσι σπειροειδῶς πρὸς τὸ κέντρον (σχ. 182) ἢ ἐκπορεύονται σπειροειδῶς ἀπὸ τοῦ κέντρου (σχ. 183). Ὅσω δὲ αἱ ἰσοβαρεῖς καμπύλαι αἰ δεῖ-



Σχ. 182.



Σχ. 183

κινῶνται διαφορὰν βαρομετρικῆς πίεσεως κατὰ πέντε ἢ ἑκατὶ χιλιοστά-μετρα πλησιάζουσι μᾶλλον πρὸς ἀλλήλας, τοῦτο δεικνύει ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίεσις ἀποτόμως μεταβάλλεται καὶ οἱ ἄνεμοι θὰ εἶνε ἐπομένως σφοδρότεροι. Οὕτω λοιπὸν ὁ μεταωρολόγος ἔχων ὑπ' ὄψιν τὰς βαρομετρικὰς πιέσεις διαφορῶν σημείων ἐκτεταμένης χώρας δύναται νὰ συμπεράνῃ περὶ τε τῆς διεύθυνσεως καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ἀνέμων, οἵτινες πνέουσιν εἰς τὰ διάφορα ταῦτα σημεία, ἀσφαλέστατα μὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἐνθα οὐδεμίᾳ ἀνωμαλίᾳ ἐπιφανείας παρεκκλίνει τὰ ρεύματα ταῦτα, ἥπτεν δ' ἀσφαλῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἐνθα ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἐδάφους, ἡ διεύθυνσις τῶν ὁροσειρῶν καὶ ἄλλαι τοπικαὶ περιστάσεις μεταβάλλουσι τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀτμοσφαιρικῶν τοῦτων ρευμάτων. Ἐκ γένει δὲ παρατηρήθη εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα ὅτι εἰς μὲν τοὺς δυτικούς τόπους οἱ ΝΔ. ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ ἐπιφέρουσι τὴν ἐλάττωσιν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, διότι τότε ὁ ἀήρ εἶνε κουφότερος ἕνεκα τῆς θερμότητος καὶ τῶν ὑδρατμῶν· τοὺν αὖτις δὲ οἱ ΒΑ. ἄνεμοι ὄντες ψυχροὶ καὶ ξηροὶ ἐπιφέρουσι τὴν αὐξήσιν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, διότι ὁ ἀήρ εἶνε πυκνότερος. Εἰς δὲ

τοὺς ἀνατολικοὺς τόπους οἱ μὲν ΒΔ. καὶ Δ. ἄνεμοι ἐπιφέρουσι τὴν αὐ-
ξησιν, οἱ δὲ ΝΑ. καὶ Ν. τὴν ἐλάττωσιν. Ἡ πεῖρα ὡσαύτως ἀπέδει-
ξεν ὅτι εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα, ὅταν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος αὐξάνη-
ται διηνεκῶς καὶ βραδέως, ἐπέρχεται συνήθως εὐδία, ἥτις καὶ διατη-
ρεῖται, ὅταν δὲ τουναντίον τὸ ὕψος ἐλαττωταὶ βραδέως, ἐπέρχεται
συνήθως ἄνεμος καὶ βροχή. Ταχεῖα καὶ ἀπύτομος κατάπτωσις τοῦ
βαρομέτρου ἐν τῇ θαλασσοπορείᾳ προμηνύει βεβαίως τρικυμίαν.

**251. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσόθερμοι γραμ-
μαί.** Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεταβάλλεται
διηνεκῶς ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν ἀνὰ πᾶν ἡμερονύκτιον. Αἰτία δὲ τῶν με-
ταβολῶν τούτων εἶνε ἡ ἡμερησία κίνησις τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐ-
τῆς. Οὕτως ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος
ὕψεται μέχρι τῆς 2ας ὥρας μ.μ. ὅποτε γίνεται συνήθως μεγίστη. Τὸ
μέγιστον δὲ τοῦτο ἐπέρχεται οὐχὶ τῇ μεσημβρίᾳ ἀκριβῶς, ἀλλὰ μετὰ
μεσημβρίαν, διότι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐξακολουθεῖ ὑψουμένη, ἐφύ-
σον ἡ θερμότης, ἣν ὁ ἀήρ προσλαμβάνει ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀπ' εὐ-
θείας, εἶνε ἀνωτέρα ἐκείνης, ἣν ἀποβάλλει δι' ἀκτινοβολίας. Ἀπὸ
τῆς 2ας ὥρας μ.μ. ἡ θερμοκρασία ἄρχεται κατερχομένη κατ' ἀρχὰς
μὲν ταχέως, εἰτα δὲ βραδέως κατὰ τὴν νύκτα, ἡ ἐλαχίστη δὲ θερμο-
κρασία ἐπέρχεται ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, ἥτοι περὶ τὴν
4ην πρωϊνὴν ὥραν παρ' ἡμῖν κατὰ τὸ θέρος καὶ περὶ τὴν 7ην ἐν ὥρᾳ
χειμῶνος. Αἱ μεταβολαὶ δ' αὗται ἐπέρχονται κατὰ τὴν ἡμέραν μὲν
ἐνεκα τοῦ μείζονος ἢ ἐλάσσονος ὕψους τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα,
κατὰ τὴν νύκτα δὲ ἐνεκα τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας καὶ διὰ τοῦτο
ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονυ-
κτίου εἶνε μείζων, ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἶθριος. Ἀθροίζοντες τὰς δια-
φόρους θερμοκρασίας κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ
διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὐρίσκο-
μεν 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. Ὅμοιως δυνάμεθα νὰ εὐρώμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν
τεσσάρων ἑσπερίων τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθ-
μὸν τινα ὅσον ἕναсти μείζονα μέσων ἐτησίων θερμοκρασιῶν τόπου τινός
καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέ-

στην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου. Οὕτως εὐρέθη διὰ παρατηρήσεων ἐπὶ 25 ἔτη ἡ μέση θερμοκρασία τῶν Ἀθηνῶν ἴση πρὸς 18,2 τοῦ ἐκατομβάθμου. (1) Ἐὰν ἀναζητήσωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὰς μέσας θερμοκρασίας διαφόρων τόπων τῆς Γῆς καὶ διὰ γραμμῶν ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου, τοὺς ἔχοντας τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἀνευρίσκομεν τὰς καλουμένας **ισοθερμονες γραμμάς**. Αἱ γραμμαὶ αὗται εἶναι 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 βαίνουσαι περίπου κατὰ τοὺς παραλλήλους κύκλους ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν, ἀλλὰ κλίνουνσι συνήθως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν 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 ἀυξάνεται καὶ ἡ μέση θερμοκρασία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ γεωγραφικοῦ παραλλήλου βαίνει ἐλαττουμένη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, αἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας **ισοχειμερινούς καὶ ἰσοθερινούς γραμμάς**. Ἀνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δύνανται νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ μεταξὺ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας εἶνε διάφορος. Οἱ τοιοῦτοι δὲ τόποι ἔχουσι διάφορον κλίμα, ὅπερ καλεῖται **σταθερὸν** μὲν, ἐὰν ἡ διαφορὰ εἶνε μικρά, **μεταβλητὸν** δέ, ὅταν 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 ὁσώδες ἢ μὴ, τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ὀρέων καὶ τέλος ἐκ τῆς φρενῆς τῶν συνήθως πνεόντων ἀνέμων.)

(1) Τοιαύτη περίπου εἶνε διηγεσῶς καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος βαθέος φρέατος ἐν Ἀθήναις.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

252. Καλοῦνται **μαγνήται** σώματα ἔχοντα τὴν ιδιότητα να προσέλκωσι μέχρι προσκολλήσεως τὸν σίδηρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα **μαγνητικά** καλούμενα, οἷον τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ μαγγάνιον καὶ τὸ χρώμιον. Τὴν ιδιότητα ταύτην, ἣτις καλεῖται **μαγνητισμός**, ἔχουσι καὶ ἄλλα μὲν ὀρυκτά, ἰδίως ὅμως εἰδός τι σιδηρολίθου (σχ. 184), ὅστις καλεῖται **μαγνήτις λίθος** ἢ **φυσικὸς μαγνήτης**, κατὰ τὴν μαγνητικὴν ταύτην ιδιότητα μετὰ τὴν ἐκ τοῦ μεταλλείου ἐξόρυξιν καὶ τὴν ἐπὶ τινι χρόνον ἐπίδρασιν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.



Σχ. 184.

Τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου κατὰ καὶ ῥάθδος ἐκ χάλυθος ⁽¹⁾ βεβαμμένου τριβομένη διὰ φυσικοῦ μαγνήτου. Οἱ **μαγνήται** δ' οὗτοι καλοῦνται **τεχνητοί**, εἶνε ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν καὶ ἡ ἐλκτική αὐτῶν δύναμις ἐμφανίζεται ἰσχυρότερα κατὰ τὰ δύο ἄκρα, ὡς παρατηροῦμεν τοῦτο,

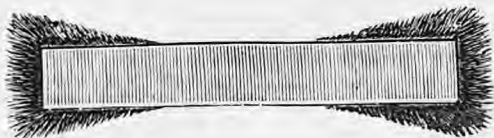
(1) Ἐν τῇ βιοτεχνίᾳ διακρίνουσι τρία εἶδη σιδήρου, ἅτινα διαφέρουσι κατὰ τὸ ποσὸν τοῦ ἐνεχομένου ἄνθρακος καὶ κατὰ τοὺς φυσικοὺς χαρακτῆρας. Εἶνε δὲ ταῦτα ὁ σφυρήλατος σίδηρος ἐνέχων ἐλάχιστον ποσὸν ἄνθρακος, ὁ χάλυψ ἐνέχων μείζον ποσὸν ἄνθρακος (κατὰ μέσον ὅρον 1,5 τοῖς 0/0) καὶ ὁ χυτὸς σίδηρος ἐνέχων τὸ μέγιστον ποσὸν ἄνθρακος.

Ὁ χάλυψ διὰ θερμάνσεως μέχρι πυρώσεως καὶ ταχείας ψύξεως γίνεται σκληρότατος. Ἡ ἐργασία αὕτη καλεῖται βαφή ἢ στόμωσις τοῦ χάλυθος. Ὁ σφυρήλατος σίδηρος δὲν βάφεται.

ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων μαγνητικῆς ῥάβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκλιόμενα σχηματίζουνσι θυσάνους (σχ. 185). Τὰ δύο ἄκρα τῆς χαλυβδίνης ῥάβδου (σχ. 186) καλοῦνται **πόλοι** τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ μεταξύ τῶν δύο πόλων μέρος, ἐνθα οὐδεμία ἐλκτική δύναμις ἀσκεῖται, καλεῖται **μέση ἢ οὐδετέρα γραμμή**. *ἴδε ὡς ἔστι*

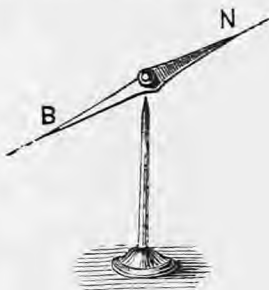


Σχ. 185.

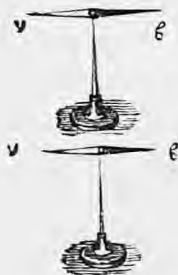


Σχ. 186.

253. Ἐὰν λάβωμεν βελόνην ἐκ χαλυβός BN (σχ. 187) ἔχουσαν σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκους ῥόμβου καὶ μαγνητίσαντες στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ κατακρύφου ὀξείας ὀθελοῦ, οὕτως τὴν ἀκίδα εἰσάγομεν εἰς μικρὰν κοιλότητα κατασκευασθεῖσαν περὶ τὸ μέσον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, οὕτως ὥστε αὐτὴ νὰ δύνηται νὰ στρέφηται ἐλευθέρως ἐν ὁρίζοντι ἐπιπέδῳ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη μετὰ τινὰς ταλαντώσεις



Σχ. 187.



Σχ. 188.

ἵσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον B τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον καλεῖται **βόρειος πόλος**, τὸ δὲ πρὸς νότον **N νότιος πόλος**.

Ἐὰν λάβωμεν πλείονας μαγνητικὰς βελόνας καὶ στηρίζωμεν ἐκάστην ἐπὶ τραπέζης, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' ἀλλήλων, παρατηροῦμεν ὅτι πᾶσαι λαμβάνουσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον (σχ. 188). *ἴδε ὡς ἔστι*

Ἐν τῇ ἀνωτέρῳ ἐκδοτῇ τοῦ βιβλίου τῆς Βέροιας

Τότε δὲ τοὺς μὲν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος ἐστραμμένους πόλους καλοῦμεν **ὁμωνύμους**, τοὺς δὲ πρὸς τὸ ἀντίθετον **ἐτερωνύμους**. Ἐὰν νῦν πλησιάζωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς ὁμωνύμους πόλους, παρατηροῦμεν ἅψωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἐτερωνύμους ἔλξιν. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. **Οἱ μὲν ὁμώνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τοὺν αὐτίον δ' οἱ ἐτερώνυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.**

254. **Θραύσις μαγνήτου.** Ἐὰν λάβωμεν μαγνητικὴν ῥάβδον *br* (σχ. 189) ἔχουσαν εἰς ἐκάτερον τῶν ἄκρων τὸν ἕτερον τῶν μαγνητικῶν



Σχ. 189.

πόλων καὶ θραύσωμεν αὐτὴν εἰς δύο τμήματα *br, br*, ἀνευρίσκομεν αὐτὰ τελείους μαγνήτας ἔχοντας δύο ἀντιθέτους πόλους καὶ μέσσην ἢ οὐδετέραν γραμμὴν, οὕτω δὲ κατὰ τὸ μέρος τῆς διακρίσεως ἀναφαίνον-

ται δύο νέοι καὶ ἀντίθετοι πόλοι. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ἐκ νέου ἐκάτερον τῶν δύο τούτων τμημάτων εἰς δύο ἴσα μέρη, ἀνευρίσκομεν ἑκαστον τῶν μερῶν τέλειον μαγνήτην. Ἐπειδὴ δὲ ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν διαιροῦντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα *br* (σχ. 190) ἀνευρίσκομεν ἑκαστον ἐξ αὐτῶν τέλειον μαγνήτην, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου εἶνε τέλειοι μαγνήται καὶ ὅτι εἰς μαγνήτης εἶνε ἄθροισμα ἀπείρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν.



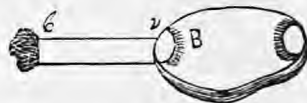
Σχ. 190.

255. **ὑπόθεσις δύο μαγνητικῶν ῥευσμάτων.** Πρὸς ἐξήγησιν τῶν μαγνητικῶν φαινομένων παρεδέχθησαν δύο μαγνητικὰ ῥευστά, ἅτινα ἐκλήθησαν τὸ μὲν **βόρειον** τὸ δὲ **νότιον**. Τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἔλκουσιν ἄλληλα, συνενούμενα δὲ παράγουσι τὸ **οὐδέτερον μαγνητικὸν ῥευστόν**. Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τοῦ χάλυβος τὰ ῥευστὰ ταῦτα εἶνε συντηνωμένα εἰς οὐδέτερον μαγνητικὸν ῥευστόν περὶ ἑκαστον μόνιον τοῦ χάλυβος. Ὅταν δ' ἐπ' αὐτῶν ἐνεργήσῃ ἐξωτερικῶς φυσικὸς μαγνήτης, τὰ μαγνητικὰ ταῦτα ῥευστὰ ἀποχωρίζονται, μένοντα ὅμως ἐφ' ἐκάστου μορίου χάλυβος, χωρὶς νὰ δύνωνται νὰ μετακινήθωσιν ἀπὸ μορίου εἰς μόνιον ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα. Διὰ τοῦτο, ὅταν διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων φυσικοῦ μαγνήτου προστρίβωμεν ῥάβδον ἐκ χάλυβος, τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἀποχωρίζόμενα στρέφονται περὶ ἑκαστον μόνιον χάλυβος, τὰ μὲν βόρεια κατὰ τινὰ διεύθυνσιν, τὰ δὲ νότια κατὰ τὴν ἀντίθετον, καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἄκρον τῆς ῥάβδου τὸ προστρίβόμενον διὰ

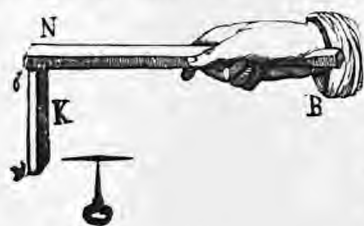
τοῦ βορείου πόλου τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου γίνεται νότιος, τὸ δ' ἕτερον βορείος πόλος.

256. Νόμος τῶν μαγνητικῶν ἑλξεων καὶ ὥσεων. Αἱ μαγνητικαὶ ἑλξεις καὶ ὥσεις εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὰς ποσότητας τοῦ μαγνητισμοῦ, ὃν φέρουσι τὰ μεμαγνητισμένα σώματα καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

257. Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως. Ἐὰν συνάψωμεν μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων Β φυσικοῦ μαγνήτου (σχ. 191) τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ῥάβδου ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου *αβ*, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται ἔλκουσα διὰ τοῦ ἑτέρου ἄκρου *β* ῥινήματα σιδήρου. Ὡσαύτως ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς ῥάβδου (σχ. 192) 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 βορείος πόλος, τὸ δ' ἕτερον *α* νότιος, ὡς δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν πλησιάζοντες εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο *α* μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἧς ὁ μὲν βορείος πόλος ἔλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾷ μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω,



Σχ. 191.



Σχ. 192.

ἔλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾷ μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω,



Σχ. 193.

πλησιάζοντες εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 193) κύλινδρον *αβ* ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἔλκεται καὶ καθίσταται ἱκανὸς πρὸς ἑλξιν καὶ συνοχὴν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ἀνα-

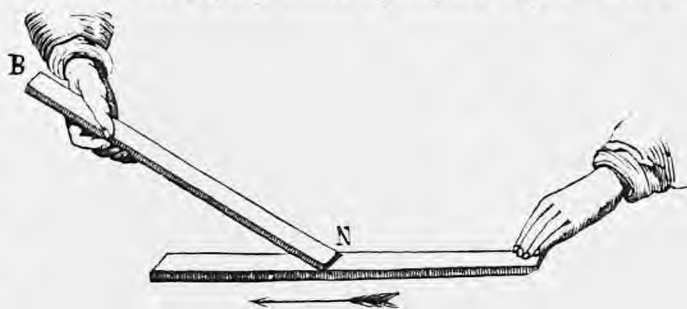
λόγου τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου· οὕτω δὲ παράγεται ἡ καλουμένη **μαγνητικὴ ἄλυσις**. Ἄλλ' ὅταν διακόψωμεν τὴν ἐπαφὴν τοῦ πρώτου τεμαχίου **αβ** μετὰ τοῦ πόλου τοῦ μαγνήτου, ἀμέσως καὶ οἱ λοιποὶ κύλινδροι καταπίπτουσιν, οὐδὲν ἔχοντες μαγνητῖσεως διατηροῦντες. Καθ' ὁμοίον τρόπον σχηματίζονται καὶ οἱ θύσανοι ἐκ ῥινημάτων σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου (σχ. 186 § 252).

Ἡ μαγνητῖσις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων μαγνήτου τεμάχιον χάλυβος ἀμαγνητίστου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται μὲν ἀσθενέστερον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ὑπὸ τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν ἐπίδρασιν, ἢ διὰ τὰ μαγνητισθῆ ἰσοδυνάμως πρὸς μαλακὸν σίδηρον ἀπαιτεῖ παρατεταμένην ἐπίδρασιν ἢ ἐπανειλημμένην προστριβὴν διὰ μαγνήτου, ἀλλὰ μαγνητισθεὶς μᾶλλον ἢ ἤττον διατηρεῖ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ σχεδὸν ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ἡ μαγνητικὴ ἐπίδρασις παύσῃται. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ μαγνητικά ῥευστὰ εὐκόλως ἀποχωρίζονται ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ, ἀλλὰ καὶ ἀκαριαίως πάλιν συνενεοῦνται πρὸς οὐδέτερον ῥευστόν, ἐν ᾧ εἰς τὸν χάλυβα τὰ δύο ῥευστὰ εὐρίσκουσιν ἀντίστασιν οὐ μόνον κατὰ τὸν ἀποχωρισμὸν, ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἐκ νέου σύνθεσιν αὐτῶν. Ἡ δύναμις αὕτη ἡ ἀνθισταμένη εἰς τὴν συνένωσιν τῶν δύο ῥευστῶν καλεῖται **συνεκτικὴ δύναμις**, ἥτις, ὅσω μεγαλύτερα εἶνε εἰς τὸν χάλυβα, τοσούτω καταλληλότερον καθιστᾷ αὐτόν πρὸς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.

258. Κόρος μαγνητῶν. Ἡ ποσότης τοῦ μαγνητισμοῦ, ὃν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ὠρισμένη ῥάβδος ἐκ χάλυβος, ἔχει ὅριόν τι, ὅπερ καλεῖται **μαγνητικὸς κόρος**.

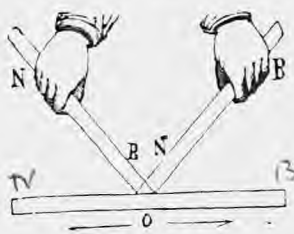
259. Μέθοδοι μαγνητῖσεως. Πρὸς μαγνήτισιν βελόνης ἢ ῥάβδου ἐκ χάλυβος δι' ἐνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ῥάβδον ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστρίβομεν εἴτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 194) ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς κρατοῦντες τὸν μαγνήτην κεκλιμένον καὶ ὑψοῦντες αὐτόν, ὅταν ἐξέλθῃ τοῦ πέρατος τούτου· ἐπαναφέροντες δὲ τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, ἐπαναλαμβάνομεν πολλάκις τὰς προστρίψεις ἐπὶ τοῦ ἡμίσεως τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν ὁρὰν. Εἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμῖσι τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου διὰ τοῦ ἑτέρου πόλου B τοῦ μαγνή-

του καὶ οὕτως ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται, ἀναφαινομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρας τὸ προστριβέν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου προστριβέν πέρας. Ἐάν δ' ἔχω-



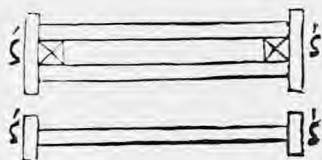
Σχ. 194.

μεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστριβόμεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση, τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου (σχ. 195) ἀπὸ τοῦ μέσου οὗ πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἑκάστην προστριβὴν μέχρι τῶν περάτων ὑψοῦμεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον οὗ τῆς ῥάβδου.



Σχ. 195.

260. Μαγνήται εὐθεῖς καὶ πεταλοειδεῖς. Συνήθως οἱ μαγνήται ἔχουσι σχῆμα ἐπιμήκους καὶ πεπλατυσμένου ὀρθογωνίου



Σχ. 196.

πρίσματος καὶ τίθενται ἀνὰ δύο ἐντὸς ξυλίνης θήκης, ἀλλ' οὕτως ὥστε νὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος οἱ ἀντίθετοι πόλοι, μεταξὺ δ' αὐτῶν παρεμβάλλονται μικρὰ τεμάχια ξύλου (σχ. 196), δι' ὧν οἱ μαγνήται τηροῦνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, εἰς ᾗ δὲ τοὺς πόλους αὐτῶν

προσαρμύζονται τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου ε' ε', ἅτινα καλοῦνται **ὀπλιομοί**. Οἱ ὀπλιομοί οὗτοι ἐξεγείρουσιν ἀδιαλείπτως τὰς μαγνητικὰς δυνάμεις τῶν μαγνητῶν καὶ οὕτως αὐταὶ οὐ μόνον δὲν ἐλαττοῦνται, ἀλλὰ καὶ αὐξάνονται διηλεκτικῶς μέχρις ὅρου. Πολλάκις δ' εἰς τοὺς

μαγνήτας δίδουσι τὸ σχῆμα ἱππίου πετάλου NB (σχ. 197), ὅποτε καὶ οἱ δύο πόλοι πλησίον κείμενοι δύνανται νὰ ἐλκύσωσι ρινήματα σιδήρου ἢ καὶ αὐτὸν τὸν ὀπλισμὸν ς (σχ. 198). Διὰ τοῦτο ὀπλισμέ-



νος πεταλσειδῆς μαγνήτης ἔλκει βάρος π ὑπέρτερον τοῦ διπλασίου ἐκείνου, ὅπερ ἔλκει ἐκάτερος τῶν πόλων. Ἐὰν μάλιστα ἀφήσωμεν ἐπὶ μίαν ἡμέραν τὸ ἐλάχιστον βάρος, ὅπερ ὁ μαγνήτης δύναται διὰ μιᾶς νὰ συγκρατήσῃ, ἐπὶ τινὰς δὲ ἡμέρας προσθέτωμεν εἰς αὐτὸ καὶ ἕτερα μικρὰ βάρη, ἡ δύναμις τοῦ μαγνήτου αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὀρίου, οὕτω δὲ δύναται νὰ συγκρατήσῃ βάρος πολλῶ μείζον τοῦ μεγίστου, ὅπερ διὰ μιᾶς ἡδύ-

νατο νὰ συγκρατήσῃ. Οἱ μαγνήται οἱ ἀποτελεῖσθαι ἐκ πλειόνων ἐλασμάτων λεπτῶν ἐκ χάλυθος κατ' ἰδίαν μαγνητισθέντων καὶ συνενωθέντων, ἤτοι αἱ καλούμεναι **μαγνητικαὶ δέσμαι**, ἔχουσιν ἰσχὺν πολὺ ὑπερτέραν ἢ ἰσοβαρεῖς καὶ ἰσομεγεῖθεις συμπαγεῖς μαγνήται. Εἰς τοιοῦτος μαγνήτης ἐξ ὀρίστου χάλυθος κατασκευασθεὶς καὶ ἔχων βάρος 500 γρ. αἶρει βάρος 12 χιλιογρ. ✕



Σχ. 198.

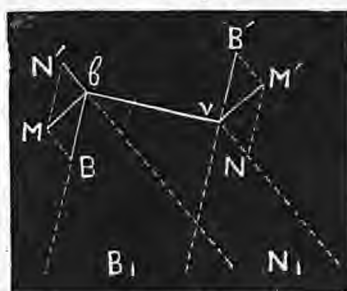
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΓΗΓΕΝΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΠΥΡΙΔΕΣ.

261. Ἐὰν λάβωμεν λεπτὴν βελόνην ἐκ χάλυθος καὶ μαγνητίσαντες αὐτὴν ἐξαρτήσωμεν ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου νήματος ἀκλώστου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινὰς αἰωρήσεις ἡ βελὼν λαμβάνει ὠρισμένην διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ περίπου πρὸς νότον καὶ δὲν τίθεται συνήθως ὀριζοντίως, ἀλλ' ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ κλίνει ὑπὸ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ὁ δὲ πρὸς νότον ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τούτου, τοῦναντίον δὲ συμβαίνει ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαίριῳ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὼν ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν δύο μαγνητικῶν πόλων τῆς Γῆς. Θεωρήσωμεν π. χ. μαγνητικὴν βελόνην **βγ** (σχ. 199) ἐλευθέρως ἐξηρτημένην καὶ ἔχουσαν πρὸς στιγμὴν τὴν διεύθυνσιν **βγ**· ὁ μὲν μαγνητικὸς πόλος B_1 τοῦ βορείου

ἡμισφαίριου ἔλκει τὸν βόρειον πόλον θ τῆς μαγνητικῆς βελόνης καὶ ἀπωθεῖ τὸν νότιον π , αἱ δύο δὲ αὗται δυνάμεις θB καὶ $\pi B'$ οὖσαι ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντίρροποι ἀποτελοῦσι τὸ ζεύγος $B\theta\pi B'$.

Ὡσαύτως ὁ μαγνητικὸς πόλος N_1 τοῦ νοτίου ἡμισφαίριου τῆς Γῆς ἀποτελεῖ δεύτερον ζεύγος $N'\theta\pi N$. Ἐὰν συνθέσωμεν τὰς δυνάμεις, αἵτινες εἶνε ἐφῆρμοσμένοι ἐφ' ἑκατέρου τῶν δύο πόλων, παράγεται τὸ συνιστάμενον ζεύγος $M\theta\pi M'$, τὸ ὁποῖον στρέφει τὴν βελόνην $\theta\pi$, μέχρις οὗτου αὕτη λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων $M\theta$ καὶ $\pi M'$

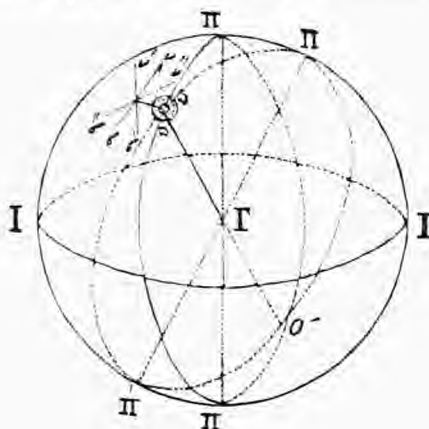


Σχ. 199.

τοῦ ζεύγους, ὅτε αἱ δύο αὗται ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις ἀμοιβαίως καταργоῦνται.

262. Καλεῖται *ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ* τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς εὐθείας τῆς ἐνοούσης τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἡρεμούσης, ἥτις εὐθεῖα καλεῖται *μαγνητικὸς ἄξων* τῆς βελόνης. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετὰ τοῦ κατακόρυφου ἐπίπεδου τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, καλεῖται *γωνία ἀποκλίσεως*. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπίπεδου, 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 βελὼνὴ δεικνύει ἡμῖν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφόσον μὲν βαίνομεν πρὸς βορρᾶν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως αὐξάνεται καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης τείνει νὰ λάβῃ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἐφόσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐλαττωταὶ καὶ εἰς τινὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπους ἢ οὕτως ἐξηρητημένη βελὼνὴ 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 βελὼνὴ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ πρὸς νότον ἄκρον αὐτῆς κλίνει ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα καὶ ἡ κλίσις αὕτη αὐξάνεται, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸν νότιον πόλον. Ὅμοιον ἐντελὲς φαινόμενον παρουσιάζει μαγνητικὴ βελὼνὴ ἐκ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐξαχρηθεῖσα καὶ μεταφερομένη ἀνωθεν μα-

γνητικῆς βλάβου ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτῆς πρὸς τὸ ἕτερον· τουτέστιν ἡ μαγνητικὴ βελὸν ὀρθογώνως κεῖται ἐν τῇ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῇ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς βλάβου διερχομένῳ· καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκόμενη μένει ὀριζοντίᾳ, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἐν ἢ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς βλάβου ῥέπει ἢ πρὸς τὸ ἐν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ὁρμώμενοι ἐξήγαγον τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ Γῆ εἶνε παμμέγιστος μαγνήτης, οὗτινος ὁ μαγνητικὸς ἄξων Π'Π' (σχ. 200) δὲν συμπέπτει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς ΠΠ, ἀλλὰ σχηματίζει γωνίαν μετ' αὐτοῦ καὶ διαπερᾷ τὴν ἐπιφάνειαν αὐ-



Σχ. 200.

τῆς εἰς δύο σημεῖα Π'Π', ἅτινα καλοῦνται **μαγνητικοὶ πόλοι τῆς Γῆς**, κείμενοι μὲν πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων ΠΠ, ἀλλὰ μὴ ταυτιζόμενοι μετ' αὐτῶν.

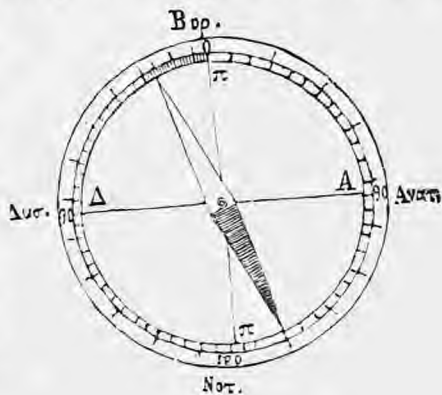
262. Ἡ ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελὸν δὲν εἶνε ἐκτοπιστική, ἀλλ' ἀπλῶς διευθυντηρία. Βεβαιούμεθα δὲ περὶ τούτου διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Α'. Τοποθετοῦντες ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος

τεμάχιον φελλοῦ καὶ ἐπὶ τούτου μαγνήτην, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μαγνήτης στρέφεται ἀπλῶς περὶ τὴν κατακόρυφον τὴν διερχομένην διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ λαμβάνων διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου, ἀλλὰ δὲν ἐκτοπίζεται οὔτε πρὸς βορρᾶν οὔτε πρὸς νότον.

Β'. Ῥάβδος ἐκ γάλυθος τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ παρουσιάζει τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς βάρος καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτήν· ὥστε ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς Γῆς δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ μαγνήτην κατὰ τὴν κατακόρυφον. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὡς εἶδομεν ἡ ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελὸν ἀποτελεῖται ἐκ δύο δυνάμεων ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων, αἵτινες ἐνεργοῦσαι εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης στρέφουσι τὴν ἐκ νήματος ἐξηρτημένην βελὸν περὶ τὸ μέσον αὐτῆς, οὕτως ὥστε νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δύο τούτων δυνάμεων, ὅποτε αὗται ἐξουδετερῶνται ἀμοιβαίως.

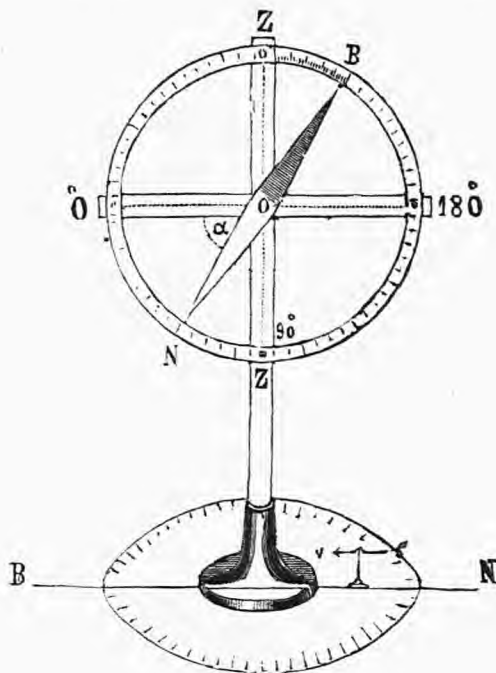
263. **Ἀπόκλισις.** Εἵπομεν ὅτι ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς, τουτέστιν ὁ μαγνητικὸς μεσημβρινὸς μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ. Διακρίνομεν δὲ τὴν ἀνατολικὴν καὶ δυτικὴν ἀπόκλισιν, ὅταν ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἢτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς, ἐκτρέπηται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως γίνεται χρῆσις ὄργανου ἀποτελουμένου ἐκ μαγνητικῆς βελόνης, ἥτις στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ μικροῦ ὀξέος ὀβελοῦ κειμένου εἰς τὸ κέντρον μικροῦ ὀριζοντίου ὀρειχάλκινου δίσκου (σχ. 201). οὗτινος ἡ περιφέρεια εἶνε ὑποδιηρημένη εἰς μοίρας. Στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὸ ὄργανον, οὕτως ὥστε ἡ διάμετρος 0-180 τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, οὗτινος ζητοῦμεν τὴν μαγνητικὴν ἀπόκλισιν, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ λαμβάνει ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς μετὰ τῆς διαμέτρου 0-180, εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἀποκλίσεως. Τὸ αὐτὸ ὄργανον χρησιμεύει πρὸς εὐρεσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινός, γνωστῆς οὗσης τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως τοῦ τόπου τούτου. Οὕτως ὁ μὲν τοπογράφος π. χ. στηρίζων τὸ ὄργανον τοῦτο ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, οὕτως ὥστε ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ αὐτοῦ νὰ δείξῃ τὴν γνωστὴν τοῦ τόπου ἀπόκλισιν, ἀνευρίσκει διὰ τῆς διεύθυνσεως τῆς διαμέτρου 0-180 τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ δὲ ναυτιλλόμενος διὰ τῆς ναυτικῆς πυξίδος, ἥτις εἶνε πυξὶς ἀποκλίσεως, ἀνευρίσκει τὴν διεύθυνσιν τοῦ βορείου σημείου τοῦ ὀριζοντός, ὅταν ἐν μέσῳ πελάγαι εὐρισκόμενος μῆτε ἀκτὰς μῆτε ἀστέρας διακρίνῃ.



Σχ. 201.

Ἡ ἀπόκλισις τὴν σήμερον εἶνε δυτικὴ μὲν εἰς ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, τὴν Ἀφρικὴν, Μ. Ἀσίαν, Ἀραβίαν, τὸ δυτικὸν μέρος τῆς Αὐ-

στραλίας καὶ εἰς τὰ ἀνατολικώτερα μέρη τῆς Β. καὶ Ν. Ἀμερικῆς, εἰς πάντας δὲ τοὺς λοιποὺς τόπους ὀνατολική, ἐκτὸς χώρας τινὸς τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκῖνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἐνθα αὕτη εἶνε δυτική. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηγεκῶς μεταβολάς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδῖνον καὶ Παρίσιους πρὸ 300



Σχ. 202.

καὶ πλέον ἐτῶν (1580) ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική (11° — 12°), περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17ου αἰῶνος (1657—1666) ἐμηδενίσθη, ἔκτοτε δ' ἐγένετο δυτική καὶ ἔβαινεν αὐξανομένη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρόντος αἰῶνος (1814—1818), ὅποτε ἐγένετο μεγίστη ($22^{\circ} \frac{1}{2}$ — $24^{\circ} \frac{1}{2}$), ἔκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττουμένη μένουσα πάντοτε δυτική.⁽¹⁾ Τοιαύτας ἐκτροπὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελόνη καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας, αἰτίαι

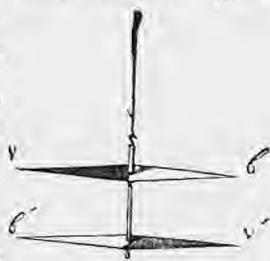
(1) Ἡ ἀπόκλισις εἰς Ἀθήνας εἶνε τὴν σήμερον δυτικὴ καὶ ἴση πρὸς $5^{\circ} 56'$, 6.

τῶν ὁποίων εἶνε πιθανῶς ἡ περὶ τὸν ἥλιον ἐτησία καὶ περὶ τὸν ἄξονα ἡμερησία κινήσεις τῆς Γῆς.

(264. **Ἑγκλίσις.** Εἴπομεν ὅτι *ἑγκλίσις* τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτις στηριζομένη ἐπὶ ὀριζοντίῳ ἄξονος δύναται νὰ αἰωρῇται ἐλευθέρως ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς γωνίας τῆς ἐγκλίσεως χρησιμεύει ὀρειγάλκινος κατακόρυφος κύκλος ZZ (σχ. 202), οὗτινος ἡ περιφέρεια εἶνε διηρημένη εἰς μοίρας καὶ κατὰ τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου στηρίζεται μαγνητικὴ βελόνη BN δυναμένη νὰ στραφῇ περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα O ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τοῦ κύκλου. Ἐὰν νῦν ἀθροῦμενοι ὑπ' ἄλλης μαγνητικῆς βελόνης κβ στρέψωμεν τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε ὁ κατακόρυφος κύκλος ZZ νὰ τεθῇ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ βελόνη BN λαμβάνει ὠρισμένην κλίσιν, ὁ δὲ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου 0° - 180° τοῦ κύκλου γωνίαν α , ἥτις εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἐγκλίσεως. Καὶ ἡ γωνία δ αὕτη ὑφίσταται διαφορὰς μεταβολὰς αἰωνίας, ἐτησίας καὶ ἡμερησίας. Ἀλλ' ἐκτὸς τῶν μεταβολῶν τούτων ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐν τῇ πυξίδι τῆς τε ἀποκλίσεως καὶ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται καὶ αἰφνιδίᾳ διαταράξεις, ὧν κυριώτερα αἴτια εἶνε αἱ σεισμοί, αἱ ἡραίσταισι ἐκρήξεις, τὸ βόρειον σέλας καὶ αἱ καταιγίδες.)

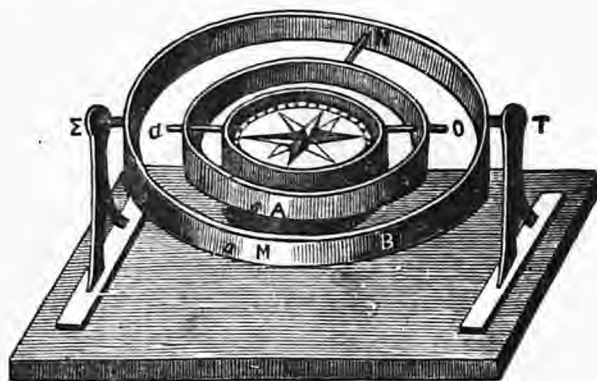
(265. **Ἀστατικὸν σύστημα.** Ἄν λάβωμεν δύο μαγνητικὰς βελόνας ὁμοίας καὶ ἐξ ἴσου μεμαγνητισμένας καὶ ἐνώσωμεν αὐτάς διὰ τοῦ μέσου αὐτῶν (σχ. 203) ἀκλονήτως καὶ οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωσιν ἀπέναντι τοὺς ἀντιθέτους αὐτῶν πόλους γ, δ' καὶ δ, γ' , ἡ ἐπὶ τοῦ συστήματος ἐνέργεια τοῦ γηγενοῦς μαγνητισμοῦ καταστρέφεται, διότι τὰ ζεύγη εἶνε ἴσα καὶ ἀντίρροπα, οὕτω δ' αἱ βελόναι ἰσορροποῦσιν εἰς οἰονόηποτε κατακόρυφον ἐπίπεδον, καὶ διὰ τοῦτο καλοῦνται **ἀστατικά**. Ἐπειδὴ ὅμως εἶνε σχεδὸν ἀδύνατον δύο μαγνητικὰς βελόνας νὰ εἶνε ἐπακριβῶς ἰσοδύναμοι, ὑπάρχει ἀσθενεστάτη τις διεθυντηρία ἐνέργεια τοῦ γηγενοῦς μαγνητισμοῦ ἐπὶ τοῦ συστήματος.)

266. **Πυξίς.** Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελόνη νὰ λαμβάνῃ ὠρισμένην πάντοτε καὶ γνωστὴν διεύθυνσιν, μεταχειρί-



Σχ. 203.

ζονται αὐτήν, ὡς εἴπομεν, οἱ ναυτιλλόμενοι, πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς ὄργανον καλούμενον *πυξίς*. Ἡ ναυτική πυξίς σύγκειται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἐπὶ ὀξείᾳ 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 κεῖται ἐν τῷ κέντρῳ τῆς δι' ὕψους κεκλισμένης ἄνωθεν χαλκῆς κυλινδρικῆς θήκης, ἥτις δι' ἄξονος *ao* (σχ. 204) ἐξέχοντος ἐκατέρωθεν αὐτῆς στηρίζεται ἐπὶ πρώτου τινὸς δακτυλίου *A*, ὅστις πάλιν



Σχ. 204.

στηρίζεται ἐλευθέρως διὰ δευτέρου ἄξονος *MN* καθετοῦ τῷ πρώτῳ ἐπὶ δευτέρῳ δακτυλίῳ *B* ἐστειρωμένου διὰ τῶν ὑποστηρίγματων *Σ* καὶ *Τ* ἐπὶ τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως καὶ τῆς προσθήκης μάζης μολύβδου τιθεμένης δίχην 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 τρόπιδος τοῦ πλοίου.

Διὰ τῆς πυξίδος οἱ ναυτιλλόμενοι δύνανται νὰ ὁώσωσιν ὠρισμένην κατεύθυνσιν εἰς τὸ πλοῖον. Πρὸς τοῦτο ὁ πλοίαρχος ὁ ἐγκαταλείπων π.χ. τὸ νοτιώτατον ἀκρωτήριον τῆς Πελοποννήσου Ταίναρον καὶ θέλων νὰ διευθυνθῇ πρὸς τὸν πορθμὸν τὸν μεταξὺ Σικελίας καὶ Καλαβρίας ὀρίζει ἐκ τῶν προτέρων τὴν καλουμένην *γωνίαν τῆς πλεθσεως*, ἥτοι τὴν γωνίαν, ἣν ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ ἢ ἡ πρώτη διάμετρος τοῦ ἀνεμολογίου, ἡ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον διευθυνομένη, ὀφείλει νὰ σχημα-

τίξῃ διηνεκῶς μετὰ τοῦ διαμήκους ἄξονος τοῦ πλοίου, ἥτοι μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως. Τὴν γωνίαν δὲ ταύτην ὀφείλει νὰ διατηρῇ ἀμετάβλητον ὁ πηδαλιούχος καθ' ὅλον τὸν πλοῦν. Ἐὰν δ' ἐν τῷ πλῶ ἐπέλθῃ ἕνεκα ῥευμάτων μετατόπισις τοῦ πλοίου, ὁ πλοίαρχος ὀρίζει νέαν γωνίαν πλεύσεως, ἣν καὶ αὖθις ὀφείλει νὰ διατηρήσῃ ὁ πηδαλιούχος ὁδηγούμενος ὑπὸ τῆς πυξίδος. Καὶ εἰς μὲν τὰ παλαιὰ ξύλινα σκάφη ἡ μαγνητικὴ βελόνη τῆς πυξίδος ὑφίσταται μικρὰν ἐκτροπὴν προερχομένην ἐκ τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου, ἀλλ' εἰς τὰ σημερινὰ σιδηρὰ σκάφη ἡ γωνία αὕτη δύναται νὰ ὑπερβῇ καὶ τὰς 60 μοίρας, οὕτως ὥστε ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἀντὶ τοῦ βορρᾶ νὰ δεικνύῃ τὴν ἀνατολὴν ἢ τὴν δύσιν. Ἡ ἐκτροπὴ αὕτη διορθοῦται διὰ μαγνητῶν καὶ τεμαχίων σιδήρου τιθεμένων καταλλήλως περὶ τὴν πυξίδα, δι' ὧν ἐξουδετεροῦται ἡ ἐπ' αὐτῆς ἐνέργεια τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

267. Ὁ πρῶτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (624—546 π.Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρὰ τινὰ σώματα. Περὶ τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17ου αἰῶνος μ.Χ. ὁ Gilbert παρατήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον προστριβόμενα διὰ μαλλίνου ξηροῦ ὑφάσματος προσκτώνται νέαν ιδιότητα, τοιούστιν ἔλκουσιν ἐλαφρὰ τινὰ σώματα, οἷον ῥινήματα ξύλου, λεπτὰ τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μετάλλινα πέριστα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαρὴν ἀπωθεῖσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ



Σχ. 205.

φαινομένου τούτου ὑποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων ρευστόν τι ἀβαρές, ὅπερ ἐκάλεσαν *ἤλεκτρισμὸν* ἢ *ἠλεκτρικὴν*.

268. Πάντα τὰ σώματα τριβόμενα ἠλεκτρίζονται, ἀλλὰ τὰ μέταλλα καὶ ἄλλα σώματα κρατούμενα ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἠλεκτρίζονται μὲν, ἀλλ' ἀποβάλλουσι διὰ τοῦ σώματος

ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν· οὕτως ἐὰν μεταλλίνην ῥάβδον X (σχ. 205) προσαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνης ῥάβδου καὶ τύψωμεν τὸ μεταλλινὸν μέρος διὰ μαλλίνου ἢ μεταξίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ μέταλλον ἔλκει ἐλαφρὰ σώματα, ἥτοι ἠλεκτρίζεται. Παρατηρήθη ὡσαύτως ὅτι ἄλλα μὲν σώματα, οἷον ἡ ὕαλος,

ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον κτῶνται ἡλεκτρικὰς ἰδιότητας μόνον ἐπὶ τῶν προσ-
 τριβομένων σημείων, ἡ δὲ ἡλεκτρικὴ αὕτη παραμένει ἐπ' αὐτῶν μὴ
 δυναμένη νὰ μεταδοθῇ εἰς τὴν λοιπὴν μάζαν τοῦ σώματος, ὡς τοῦτο
 συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμό-
 τητος· ἐν ᾧ τοῦναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τινα σημεία
 τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ἡλεκτριζόμενα κατὰ τὰ σημεία ταῦτα μετα-
 δίδουσι τὴν ἡλεκτρικὴν ταύτην εὐθὺς εἰς ὅλα τὰ σημεία τῆς ἐπιφα-
 νείας αὐτῶν, ὡς τοῦτο περίπου συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ
 τῶν καλῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρεσαν τὰ σώματα
 εἰς **κακοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ** ἢ ἀπλῶς **μὴ ἀγωγὰ** τοῦ ἡλεκ-
 τρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἡλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καὶ εἰς **καλοὺς**
ἀγωγοὺς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς **ἀγωγὰ** τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν
 ὁ ἡλεκτρισμὸς ῥεεῖ εὐκόλως.

Ἐκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε κατ' ἐξοχὴν τὰ
 μέταλλα, ὁ συμπαγὴς ἀνθρακίς, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξέα, τὰ διαλύματα
 τῶν ἀλάτων, ὁ ὑγρὸς ἀήρ, ἡμιαγωγὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τὰ φυτὰ, τὰ
 ζῶα, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος, ὁ ὑγρὸς χάρτης, ὁ ὑγρὸς βάλυβαξ, τὰ ὑγρά
 ἄχυστα, κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ ὁ πάγος, ἡ κρητὶς, τὸ μάρμαρον, ἡ πορσε-
 λάνη, τὰ ἐντελῶς ξηρὸν ξύλον, αἱ τρίχες, τὸ ἔριον, ἡ μέταξα, ἡ
 ὕαλος, ἡ γουτταπέλεκ, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη καὶ
 ἄλλα τινά.

269. Τὰ σώματα, ἅτινα εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, κα-
 λοῦνται καὶ **ἀπομονωτικά**, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν
 ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐπὶ τῆς μεταλλίνης βάρβδου X (σχ. 205),
 ὀφείλομεν νὰ στηρίζωμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ κακοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐφ'
 ὕαλου, ἥτις τότε καλεῖται **μονωτήρ**.

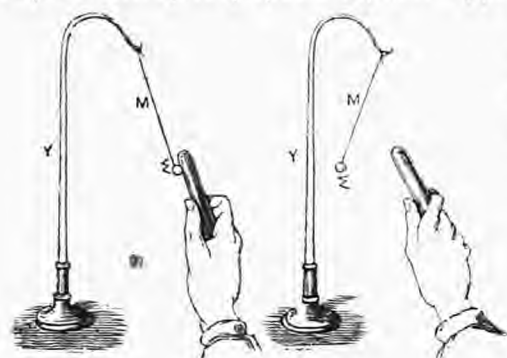
270. Ἐὰν σφαῖραν μεταλλίνην ἡλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην θέ-
 σωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἄλλης ὁμοίας σφαίρας μεμονωμένης μὲν
 ἀλλὰ μὴ ἡλεκτρισμένης, διανέμονται πάραυτα τὴν ἡλεκτρικὴν καὶ ἐκα-
 τέρα φέρει τὸ ἥμισυ τοῦ ὅλου. Ἐὰν ὁμοίως ἡ δευτέρα σφαῖρα μὴ ἡλεκ-
 τρισμένη ἔχῃ διὰμέτρον δεκαπλάσιαν, ἑκατονταπλάσιαν ἢ χιλιαπλάσιαν
 τῆς πρώτης τῆς ἡλεκτρισμένης, τότε αὕτη μὲν διατηρεῖ τὸ δέκατον ἢ
 ἑκατοστόν ἢ χιλιοστόν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν ἔφερεν, ἐκείνη δὲ λαμ-
 βάνει τὸ ὑπόλοιπον, τουτέστιν ἡ διανομὴ τῆς ἡλεκτρικῆς γίνεται
 ἀναλόγως τῆς διαμέτρου τῶν εἰς ἐπαφὴν τιθεμένων σωμάτων, οὕτως
 ὥστε ἐλαχίστη σφαῖρα ἡλεκτρισμένη τιθεμένη εἰς ἐπαφὴν μετὰ παμ-

μεγίστης μὴ ἠλεκτρισμένης ἢ κατ' ἐλάχιστον ἠλεκτρισμένης ἀποβάλλει σχεδὸν τὸ ὅλον τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν ἔφερεν. Ὅθεν ἐὰν σῶμα ἠλεκτρισμένον τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς διὰ καλοῦ ἀγωγοῦ, ἡ Γῆ ὡς ἔχουσα μεγίστας σχετικῶς διαστάσεις λαμβάνει τὸ ὅλον τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος, ὅπερ τούτου ἕνεκα ἀποβάλλει πᾶν ἔχρος ἠλεκτρικῆς.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς λοιπὸν καλοῦ τινος ἀγωγοῦ τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς ἐκρέει καὶ διαχέεται ἐντὸς αὐτῆς, ἥτις τούτου ἕνεκεν ἐκλήθη **κοινὸν δοχεῖον** τῆς ἠλεκτρικῆς. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δὲ τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ στηρίξωμεν αὐτὸν ἐπὶ μονωτήρος, ἀλλὰ καὶ νὰ θέσωμεν αὐτὸν ἐν περιέχοντι μὴ ἀγωγῷ, οἷος εἶνε ὁ ξηρὸς ἀήρ. Διὰ τοῦτο, ὅπως ἀναπτύξωμεν ἠλεκτρισμὸν διὰ τριβῆς, ἡ πρέπει νὰ πειρώμεθα ἐν ἡμέρᾳ, καθ' ἣν ὁ ἀήρ εἶνε ξηρὸς, οἷον ὅταν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, ἢ νὰ θερμάνωμεν τὸν ἀέρα τῆς αἰθούσης, ὅπως καταστήσωμεν αὐτὸν ὅσον ἔνεστι ξηρότερον.

271. Στατικὸς καὶ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς. Συνήθως ἐρευνῶσι τὰ ἠλεκτρικὰ φαινόμενα ὑποδιαιροῦντες αὐτὰ εἰς φαινόμενα τοῦ **στατικοῦ** καὶ εἰς φαινόμενα τοῦ **δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ**. Καὶ εἰς τὴν πρώτην μὲν κατηγορίαν ὑπάγονται τὰ φαινόμενα, ἃτινα παράγει ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐν ἡρεμίᾳ ἐπὶ τῶν σωμάτων εὐρισκόμενος, εἰς δὲ τὴν δευτέραν κατηγορίαν περιλαμβάνονται τὰ φαινόμενα, ἃτινα παρέχει ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐν κινήσει εὐρισκόμενος.

272. Ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές. Προσφορώτερον ἀνευρίσκομεν ἂν σῶμα τι εἶνε ἠλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργανου, ὅπερ καλούμενον **ἠλεκ-**



Σχ. 206.

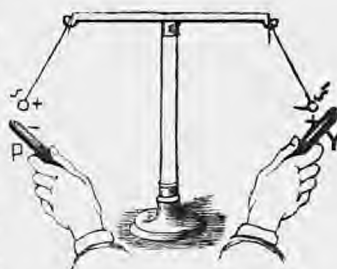
τρικὸν ἐκκρεμές σύγκειται ἐξ ἐπικαμποῦς ὑαλίνου στελέχους Υ' (σχ. 206) στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλκίνου ὑποστηρίγματος καὶ φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον νῆμα μετὰ ξῆς Μ, ἐξ οὗ εἶνε ἐξηρτημένον κουφύτατον σφαιρίδιον Σ ἐξ ἐντεριώνης ἀκτέας. Τὸ σφαιρίδιον τοῦτο, ἐὰν πλησιάζω-

μεν ἠλεκτρισμένον σῶμα εἰς αὐτό, οἷον ῥάβδον ὑαλίνην τριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ πρῶτον μὲν ἔλκεται ὑπὸ

τῆς ῥάβδου, ἀλλ' εὐθὺς ὡς ἐπέλθῃ ἐπαφὴ αὐτῶν, ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν ἐπαναλαμβάνοντες τὸ πείραμα τοῦτο διὰ ῥάβδου ἐκ ῥητίνης τριβείσης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.

273. Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός. Εἴπομεν ἂνω-τέρῳ ὅτι δύο σφαιρίδια ἐλθόντα εἰς ἐπαφὴν τὸ μὲν μετὰ τῆς ὑαλίνης ῥάβδου τὸ δὲ μετὰ τῆς ἐκ ῥητίνης ἀπωθοῦνται ὑπ' αὐτῶν. Ἐὰν ὅμως εἰς τὸ πρῶτον σφαιρίδιον ϵ (σχ. 207), ὅπερ ἀπωθεῖ ἡ ὑαλίνη ῥάβδος, πλησιάζωμεν τὴν ἐκ ῥητίνης P , ἥ εἰς τὸ δεύτερον σφαιρίδιον ϵ' , ὅπερ ἀπωθεῖ ἡ ἐκ ῥητίνης ῥάβδος, πλησιάζωμεν

τὴν ὑαλίνην Y , παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὑπάρχουσι δύο εἴδη ἡλεκτρικῆς, ὧν ἡ μὲν μία εἶνε ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ὑάλου προστριβουμένης διὰ μαλ-λίνου ὑφάσματος ἀναπτυσσομένη, ἥτις ἐκλήθη *θετικὴ*, ἡ δ' ἑτέρα ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ῥητίνης προστριβουμένης καὶ αὐτῆς διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις ἐκλήθη *ἀρνη-*



Σχ. 207.

τικὴ, καὶ ὅτι τὰ ὁμώνυμως ἡλεκτρισμένα σώματα (τοὔτέστι τὰ φέροντα ἀμφοτέρα θετικὴν ἢ ἀμφοτέρα ἀρνητικὴν ἡλεκτρικὴν) ἀπωθοῦνται, τοῦναντίον δὲ τὰ ἐτερονύμως ἡλεκτρισμένα (τοὔτέστι τὰ φέροντα τὸ μὲν ἓν θετικὴν, τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικὴν ἡλεκτρικὴν) ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν σφαιριδίων μετὰ τῶν ἡλεκτρισμένων ῥάβδων ἐξ ὑάλου ἢ ῥητίνης μεταβιβάζεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμώνυμος ἡλεκτρικὴ (σχ. 206) καὶ διὰ τοῦτο ἐπέρχεται ἀπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἡλεκτρισμένην ὑαλίνην ῥάβδον πλησιάζωμεν εἰς τὸ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον σφαιρίδιον ἢ τὴν ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένην ἐκ ῥητίνης ῥάβδον πλησιάζωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἡλεκτρισμένον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν ἔλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἐτερονύμως ἡλεκτρισμένα.

Τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ ἡλεκτρισθῇ ὅτε μὲν θετικῶς, ὅτε δὲ ἀρνητικῶς κατὰ τὴν φύσιν τοῦ μεθ' οὗ προστρίβεται σώματος. Οὕτω τὸ μάλλινον ὑφάσμα ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς μὲν, ὅταν προστρίβῃ τὴν λεῖαν ὑάλον, θετικῶς δέ, ὅταν προστρίβῃ τὴν ῥητίνην. Ἐπίσης διαφόρως ἡλεκτρίζονται τὰ σώματα κατὰ τὴν διάφορον κατάστασιν τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Οὕτως ἡ λεῖα ὑάλος ἡλεκτρίζεται διαφόρως ἢ ἡ τραχεῖα καὶ ἀστειλῶτος. Δύο δὲ σώματα προστριβόμενα καὶ μεμονω-

μένα ἀμφοτέρα ἠλεκτρίζονται τὸ μὲν θετικῶς, τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικῶς καὶ ἐν γένει παρετηρήθη ὅτι τὸ μᾶλλον θερμαινόμενον ἐκ τῶν προστριβομένων σωμάτων ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Δύο ἄνθρωποι δύνανται νὰ ἠλεκτρισθῶσιν ὁ μὲν θετικῶς, ὁ δὲ ἀρνητικῶς, ἀνερχόμενοι ἐπὶ θρανίων ἐχόντων ὑαλίνας πόδας, τῶν ἠλεκτρικῶν θρανίων καλουμένων. Ἐὰν ὁ εἰς τύπτῃ τὸν ἕτερον ἐπανειλημμένως διὰ δορᾶς αἰλούρου, ἀμφοτέροι ἠλεκτρίζονται, ὅποτε αἱ τρίχες αὐτῶν ὀρθοῦνται ὡς ὁμώνυμῶς ἠλεκτρισμένοι καὶ αἱ χεῖρες τῶν δύνανται νὰ ἐλκύσωσιν ἠλεκτρικὰ ἐκκρεμῆ.

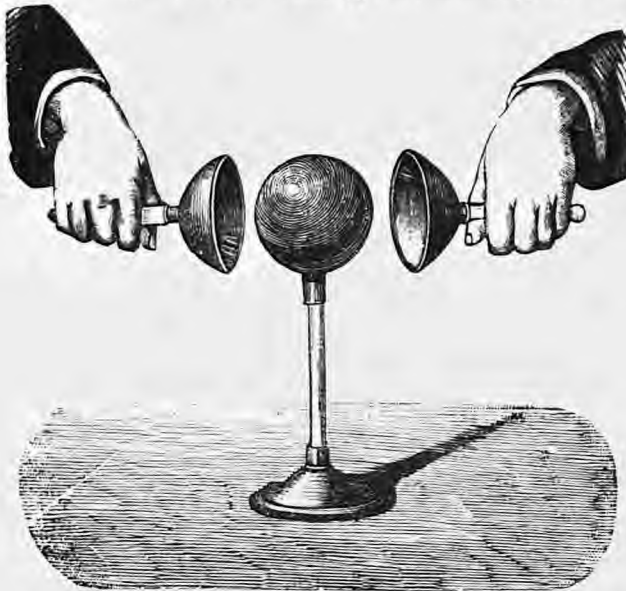
274. **Νόμος τῶν ἠλεκτρικῶν ἑλξεων καὶ ὤσεων.** Ἡ μεταξὺ τῶν ὁμώνυμων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν ὥσις καὶ ἡ μεταξὺ τῶν ἐτερωνύμων ἑλξις εἶνε κατ' εὐθείαν μὲν ἀνάλογοι πρὸς τὰς ποσότητας αὐτῶν, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογοι πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

275. **Υπόθεσις πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων.** Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων πολλοὶ μετὰ τοῦ Symmer παραδέχονται ὅτι πᾶν σῶμα ἐν φυσικῇ καταστάσει εὐρισκόμενον φέρει ἄπειρον ποσότητα τοῦ καλουμένου οὐδέτερου ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ, ὅπερ προέρχεται ἐκ τῆς συνθέσεως ἴσων ποσοτήτων θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, αἵτινες συνηνωμένοι εἶναι δὲν δύνανται νὰ ἐπιδράσωσιν ἐξωτερικῶς, καὶ τότε τὸ σῶμα εὐρίσκεται ἐν φυσικῇ καταστάσει. Διὰ τῆς τριβῆς δὲ τῶν δύο σωμάτων τὸ οὐδέτερον τοῦτο ρευστὸν ἀποσυντίθεται καὶ τὸ μὲν τῶν σωμάτων δέχεται τὴν θετικὴν, τὸ δ' ἕτερον τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν, παράγεται καὶ αὐθις οὐδέτερον ρευστόν.

276. **Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.** Ἐπειδὴ τὰ ὁμώνυμα ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ἀπωθοῦνται, ἔπεται ὅτι δύο ἠλεκτρικὰ μῦρια ἐντὸς τῆς μάζης καλοῦ ἀγωγοῦ σώματος κείμενα δὲν δύνανται νὰ εὐρεθῶσιν ἐν ἰσορροπίᾳ, ἀλλ' ἀπωθούμενα φέρονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ὅπόθεν τείνουσιν ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα νὰ ἐκφύγωσιν. Ὅτι δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν φέρεται πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν καλῶν ἀγωγῶν σωμάτων ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἀκόλουθα δύο.

Α'). Σφαῖραν ἐξ ὀρειχάλκου μεμονωμένην ἐφ' ὑαλίνου ὑποστηρίγματος ἠλεκτρίσαντες καλύπτομεν διὰ δύο ὀρειχαλκίνων ἡμισφαιρίων

κοίλων καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου (σχ. 208), ἅτινα δύνανται νὰ καλύψωσι τὴν σφαῖραν ἀκριβῶς καὶ εἴτα ν' ἀποσπασθῶσι δι' ὑαλίνων λαβῶν. Ὅταν ἀπομακρύνωμεν ταυτοχρόνως καὶ ταχέως τὰ δύο ἡμι-



Σχ. 208.

σφαίρια, παρατηροῦμεν πλησιάζοντες αὐτὰ εἰς ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές ὅτι εἶνε ἡλεκτρισμένα, ἐν ᾧ ἡ σφαῖρα δὲν φέρει πλέον αἰσθητὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ.

Β'). Λαμβάνομεν ὀρειχαλκίνην σφαῖραν κοίλην ἐστηρικμένην ἐφ' ὑαλίνου ποδός (σχ. 209) καὶ φέρουσιν ἄνωθεν κυκλικὴν ὀπὴν. Ἡλεκτρίσαντες τὴν σφαῖραν παρατηροῦμεν ὅτι μόνον ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτῆς φέρει ἡλεκτρικὴν. οὐχὶ δὲ καὶ ἡ ἐσωτερικὴ. Διαγινώσκομεν δὲ τοῦτο ἐγγίζοντες ἢ τὴν ἐσωτερικὴν ἢ τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας διὰ τοῦ καλουμένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, ὅντος μικροῦ μεταλλίνου δίσκου *a* προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μικροῦ στελέχους ἐκ λακκείου κόμματος, καὶ εἴτα πλησιάζοντες τὸν δίσκον εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἔκκρεμές τοῦτο ἔλκεται μὲν ὑπὸ τοῦ δίσκου ἐγγίσαντος τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας, ἀκίνηται δὲ τοῦ δίσκου ἐλθόντος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

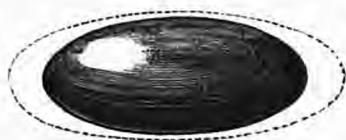


Σχ. 209.

277. Διανομή τῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σφαιρῶν. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν μεμονωμένην ἡλεκτρίσωμεν, ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται ὁμοιομερῶς κατὰ πάντα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς (σχ. 210), οὕτως ὥστε δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστὸν σχηματίζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας στρῶμα ἔχον τὸ αὐτὸ πάχος καθ' ὅλην τὴν ἐπιφανείαν αὐ-



Σχ. 210.



Σχ. 211.

τῆς. Ἄλλ' ἔὰν τὸ ἡλεκτρισμένον ἀγωγὸν σῶμα ἔχῃ σχῆμα ἐπίμηκες, οἷον ἐλλειψοειδοῦς ἐπιμήκου, τότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστὸν ἐπισωρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ, ἔνθα λαμβάνει τὸ μέγιστον πάχος (σχ. 211). Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἀγωγοῦ περατούμενου ἑκατέρωθεν εἰς ἡμισφαίρια καὶ ἡλεκτρισμένου ἡ ἡλεκτρικὴ ἐν ἐλαχίστῃ μὲν ποσότητι παραμένει ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας,



Σχ. 212.



Σχ. 213.

κατὰ τὸ πλεῖστον δὲ συσσωρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα ἐπὶ τῶν ἡμισφαιρικών ἐπιφανειῶν (σχ. 212). Ἐὰν ὡσαύτως τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα φέρῃ ἄκρας ἢ γωνίας, οἷον μετάλλινος ἐπίπεδος δίσκος, ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐπισωρεύεται ἐν μείζονι ποσότητι εἰς τὰ πέρατα (σχ. 213), ἐν ἐλαχίστῃ δὲ περὶ τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τέλος ἀγωγὸν σῶμα, οἷον μετάλλινον, ἀπολήγῃ εἰς ἀκίδα, τότε πᾶσα ἡ ἡλεκτρικὴ τοῦ σώματος ἐπισωρεύεται 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 ἀπωθεύμενα μέρη τοῦ ἀέρος παράγουσι τὸ καλούμενον ἡλεκτρικὸν φύσημα ἱκανὸν νὰ σθέσῃ τὴν φλόγα παρακαυμένης λαμπάδος. Κατὰ ταῦτα ὅταν θέλωμεν ταχέως νὰ ἐκφύγῃ ἡ ἡλεκ-

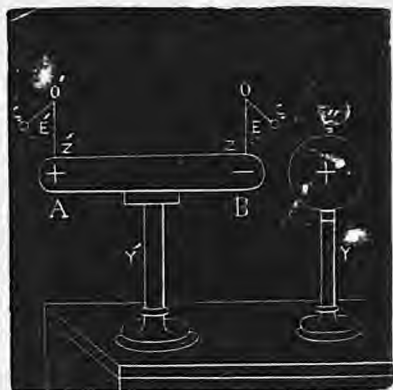
τρική ἐκ τινος ἀγωγού σώματος, ὁπλίζομεν αὐτὸ δι' ἀκίδας, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη *δύναμις τῶν ἀκίδων*, ἥτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα. Ὅταν δὲ τὸν αὐτὸν θέλωμεν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἡλεκτρικὸν ρευστὸν ἐπὶ μεμονωμένων ἀγωγῶν σωμάτων, τὰ σώματα ταῦτα δεῖν πρέπει νὰ φέρωσιν ἀλλήλας ἢ ἀκίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ.

ΠΥΚΝΩΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ.

278. **Ἡλεκτρίσις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἀγωγὸν τι σῶμα μεμονωμένον ὀυνάμεθα νὰ ἡλεκτρίσωμεν οὐ μόνον διὰ τριβῆς ἢ δι' ἐπαφῆς μετ' ἡλεκτρισμένου σώματος, ἀλλὰ καὶ ὑποβάλλοντες αὐτὸ ἐξ ἀποστάσεως τινος εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐτέρου ἡλεκτρισμένου σώματος. Οὕτως ἐὰν εἰς σῶμα ἡλεκτρισμένον, οἷον εἰς τὴν θετικῶς ἡλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην μεταλλικὴν σφαῖραν ϵ' (σχ. 214), πλησιάζωμεν ἀγωγὸν σῶμα μεμονωμένον, οἷον ὀρει-
 χάλκινον κυλινδρὸν AB ἐστηρικμένον ἐφ' ὑαλίνου ποδός γ' καὶ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει εὐρισκόμενον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμφότερα 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 ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου εἶνε ἡλεκτρισμένα, καταδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ τὰ ἄκρα δύο ἐκκρεμῶν ϵ καὶ ϵ' διὰ νήματος ἐκ κανάθως (καλοῦ ἀγωγού) ἐξηρηγμένων, ἅτινα ὁμω-
 νύμως ἡλεκτρίζονται πρὸς τὰ ἐφ' ὧν στηρίζονται μετὰλλινὰ στελέχη OZ καὶ O'Z' ἀπωθεῦνται ὑπ' αὐτῶν. Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχουσιν ἀντίθετοι ἡλεκτρικοί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι ἐὰν εἰς ἀμφότερα πλησιάζωμεν διαδοχικῶς ῥάβδον ὑαλίνην



Σχ. 214.

τριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις, ὡς προείπομεν, ἠλεκτρίζεται θετικῶς, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὸ ἄκρον Β ἐκκρεμῆς Ος ἔλκεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἄρα φέρει ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, τὸ δὲ Ο' ε' τὸ πρὸς τὸ ἄκρον Α ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς, ὡς φέρον ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν, ἥτοι θετικὴν. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ ἀπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἐκκρεμῆ καταπίπτουσιν, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αἱ δύο ἠλεκτρικαὶ συνενούμεναι ἀφνίζονται. Ἐὰν δὲ τέλος, τοῦ κυλίνδρου εὐρισκομένου πλησίον τῆς σφαίρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἠλεκτρισμένου πόρρωθεν ἐξ ἐπιδράσεως κατ' ἀμρότερα τὰ ἄκρα ἐτερωνύμως, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν αἰονόηποτε σημεῖον τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἐπιψύσεως διὰ τοῦ δακτύλου ἢ διὰ μεταλλίνης ῥάβδου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν ἐκκρεμῆς Ο' ε' τοῦ ἀπωτέρω ἄκρου Α καταπίπτει, ἐκρεούσης εἰς τὴν Γῆν τῆς ὁμώνυμου πρὸς τὴν τῆς ἐπιδρώσης σφαίρας ἠλεκτρικῆς, τὸ δὲ ἐκκρεμῆς Ος τοῦ ἄκρου Β ἀνυψοῦται ἔτι μᾶλλον δεικνύον μείζονα συσσωρεύειν ἠλεκτρικῆς κατὰ τὸ ἄκρον τοῦτο. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρῶν πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ τοῦ κυλίνδρου ΑΒ, ὅπερ ἀναλύει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῇ σφαίρᾳ σημεῖα Β τοῦ κυλίνδρου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα αὐτοῦ Α. Κατὰ ταῦτα ἡ ποσότης τῶν ἠλεκτρικῶν βαίνει μειουμένη πρὸς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, περὶ ὃ οὐδόλως ὑπάρχει ἠλεκτρισμός. Τοῦτο δὲ καταδεικνύεται διὰ πολλῶν ἐκκρεμῶν τιθεμένων καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ κυλίνδρου, ὧν ἡ ἀπόκλισις, ἠλεκτριζομένου ἐξ ἐπιδράσεως τοῦ κυλίνδρου, βαίνει μειουμένη ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον καὶ μηδενίζεται περὶ τινὰ σημεῖα, ἐνθα ὑπάρχει ἡ καλουμένη *οὐδετέρα ζώνη*. Αὕτη δὲ δὲν εὐρηται ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, ἀλλὰ μᾶλλον πρὸς τὸ ἄκρον τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ ἐπιδρῶν ἢ ἠλεκτρίζον σῶμα καὶ τισούτω μᾶλλον πλησιέστερον, ὅση μείζων εἴνε ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρίζοντος ἢ ἐπιδρῶντος σώματος ε' καὶ ἐλάσσων ἡ ἀπόστασις τοῦ κυλίνδρου ΑΒ ἀπ' αὐτοῦ. Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθεὶς κύλινδρος ΑΒ τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκρεῖ εἰς τὴν Γῆν, ἡ δ' ἐτερώνυμος συσσωρεύεται ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον Β ὡς μὴ ἐλκομένη πλέον ὑπὸ τῆς ἐτερωνύμου ἠλεκτρικῆς Α. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ πρῶτον τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου καὶ εἴτα ἀπομακρύνωμεν αὐ-

τόν ἀπὸ τῆς ἡλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ παραμένει ἡλεκτρικὴ ἐτερόνυμος πρὸς τὴν τῆς σφαίρας.

Συγχεφαλαιοῦντες τὰ ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι δυνάμεθα νὰ ἡλεκτρίσωμεν σῶμα ἀγωγόν Μ μεμονωμένον, ἐὰν θέσαντες εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς πλησιάσωμεν αὐτὸ εἰς ἄλλο ἡλεκτρισμένον σῶμα Ν καὶ εἴτα διακόψαντες τὴν μετὰ τῆς Γῆς συγκοινωνίαν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸ ἀπὸ τοῦ ἡλεκτρισμένου σώματος, ὅποτε ἐπὶ τοῦ Μ παραμένει ἡλεκτρικὴ ἐτερόνυμος πρὸς τὴν τοῦ Ν. Ὁ ἐξ ἐπιδράσεως δ' ἡλεκτρισμένου κύλινδρος ΑΒ (σχ. 214) φέρων ἐκατέρωθεν τὰς δύο ἡλεκτρικὰς δυνάμεις νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ ἑτέρου ἀγωγοῦ σώματος συγκοινωνοῦντος μετὰ τῆς Γῆς, οἷον ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὅταν πλησιάσωμεν εἰς αὐτὸν κατὰ τὸ Α τὸν δακτύλον τῆς χειρὸς ἡμῶν.

Τότε δ' ἡ θετικὴ ἡλεκτρικὴ τοῦ ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρισμένου σώματος, ἀναλύουσα τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δακτύλου ἡμῶν, ἔλκει μὲν τὴν ἐτερόνυμον ἀρνητικὴν, ἥτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ ἡμετέρου δακτύλου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὴν Γῆν. Ἐὰν δὲ τότε πλησιάσωμεν ἀρκούντως τὸν δακτύλον ἡμῶν εἰς τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα, αἱ ἀντίθετοι ἡλεκτρικαὶ ἐκπηδῶσαι ἐνοῦνται μετὰ μικροῦ ὕψους καὶ λάμπωσι, παράγουσαι τὸν καλούμενον *ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα*.

276. Διὰ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως τῶν σωμάτων εὐχερῶς νῦν ἐξηγοῦμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἐκκερεμοῦς ἔλξιν καὶ ἄπωσιν (σχ. 206 § 272). Ἡ θετικὴ ἡλεκτρικὴ τῆς ὕλης Υ' ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ ἡλεκτραγωγοῦ σφαιριδίου Σ, ἀλλ' ἡ ἀρνητικὴ ἡλεκτρικὴ ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ πρὸς τὴν ῥάβδον Υ' 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 ὕλην μέχρις ἐπαφῆς, ὅτε τοῦτο τῆς ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς ἐξουδετερουμένης πληροῦται μόνον ὁμωνύμου θετικῆς ἡλεκτρικῆς καὶ ἀμέσως ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ὕλης Υ'.

279. **Ἡλεκτροσκόπιον.** Τὸ ἡλεκτροσκόπιον εἶναι ὄργανον, δι' οὗ διαγινώσκομεν οὐ μόνον ἂν σῶμα τι εἶναι ἡλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἡλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνου στελέχους ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 215), κάτωθεν δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσὰ φύλλα ΝΝ, ἅτινα μένουσι κατακόρυφα, ὅταν εὐρίσκωνται ἐν οὐδετέρᾳ ἡλεκτρικῇ καταστάσει. Τὸ στέλεχος

τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ σώματος υαλίνου δοχείου Β ἔχοντος μετάλ-
λινον πυθμένα. Καὶ διαγινώσκομεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον,
ἐὰν πλησιάσαντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ φύλ-
λα τοῦ χρυσοῦ διυστάμενα, ἀνευρίσκομεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρι-
κῆς τοῦ σώματος τούτου ἠλεκτρίζοντες τὸ ἠλεκτροσκόπιον θετικῶς ἢ



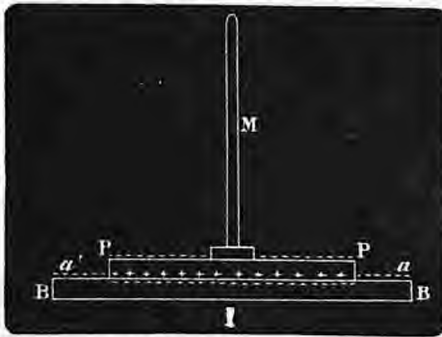
Σχ. 215.

ἀρνητικῶς. Πρὸς τοῦτο πλησιάζομεν
εἰς τὴν σφαῖραν Δ σῶμα Α φέρον
γνωστὴν ἠλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν,
ἥτις ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου
ρευστοῦ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ
ΔΝ ἀναλύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν
ἐτερόνυμον τὴν θετικὴν πρὸς τὴν
σφαῖραν Δ, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον
τὴν ἀρνητικὴν πρὸς τὰ φύλλα ΝΝ,
ἅτινα ὁμώνυμως ἠλεκτρίζομενα διύ-
στανται ἀμειψαίως ἀπωθεύμενα. Ἐὰν
δὲ τότε ἐπιθέσωμεν τὸν δάκτυλον

ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ, ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκφεύγει εἰς τὸ
ἔδαφος καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν, ἡ δ' ἐτερόνυμος ἢ θετικὴ
ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ συγκεντρωμένη ἐκεῖ ἕνεκα τῆς ἑλξεως
τῆς ἐπὶ τῆς ῥάβδου Α ἐτερόνυμου ἠλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκολουθῶς
ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον
ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν ῥάβδον Α, ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας δια-
χέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίνων φύλλων ΝΝ, ἅτινα διὰ τοῦτο αὖθις
ἀπωθοῦνται. Οὕτω δὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίσθη διὰ γνωστοῦ εἴ-
δους ἠλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι, καὶ οὕτω
παρασκευασθὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἶδους
τῆς ἠλεκτρικῆς ἠλεκτρισμένου τινός σώματος. Κατὰ ταῦτα ἐὰν εἰς
τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς
ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διύστανται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δ'
ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

280. **Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.** Καλεῖται *ἠλεκτρικὴ μηχανή*
συσκευή, ἥτις διὰ τριβῆς παράγει ἠλεκτρισμόν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν
μηχανῶν τούτων εἶνε τὸ καλούμενον *ἠλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα*, ὅπερ
σύγκειται ἐκ πλακοῦντος ΒΒ (σχ. 216) κατεσκευασμένου ἐκ μὴ ἀγω-
γοῦ οὐσίας, οἷον ῥητίνης, καὶ στηριζομένου ἐπὶ ἀγωγοῦ ὑποστηρίγ-

ματος, ὅσον μεταλλίνου φύλλου I συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἀλύσεως. Ἐὰν προστρίψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν α' α τοῦ πλακοῦντος διὰ ξηροῦ μαλλίνου ὑφάσματος ἢ τύψωμεν αὐτὴν διὰ δορᾶς αἰλοῦρου, ἠλεκτρίζομεν αὐτὴν ἀρνητικῶς, ἢ δ' οὕτως ἀναπτυχθεῖσα ἠλεκτρικὴ παραμένει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος ὡς σώματος μὴ ἀγωγοῦ. Ἐὰν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον PP φέροντα ὑαλίνην λαβὴν M καὶ κεκαλυμμένον πανταχόθεν διὰ φύλλου κασσιτέρου, ὅπως ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καταστῇ ἀγωγός, πᾶσα αὐτῇ ἢ ἀρνητικὴ ἢ ἠλεκτρικὴ τοῦ πλακοῦντος ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ δευτέρου ῥεύστος τοῦ δίσκου ἀνα-



Σχ. 216.

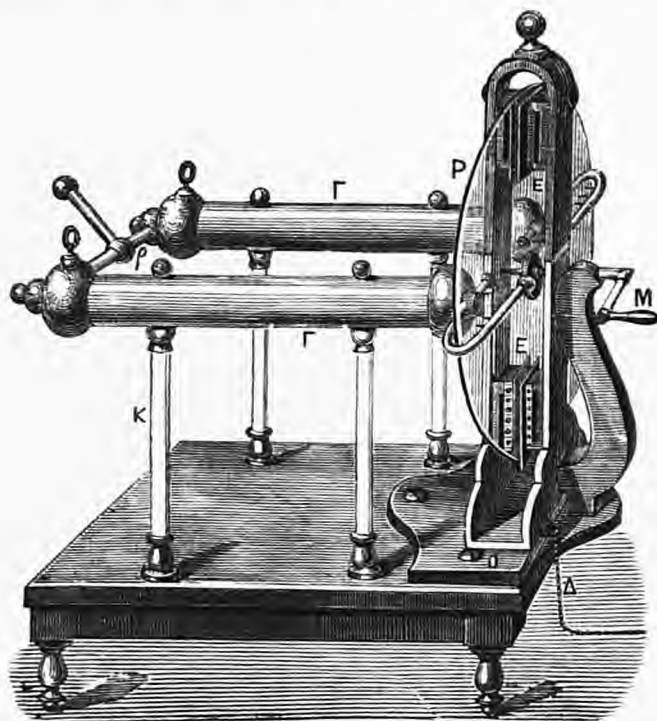
λύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν θετικὴν ἠλεκτρικὴν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου τὴν ἀπτομένην τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον, ἥτοι τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, πρὸς τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τότε ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου (σχ. 217), μεταρραπύομεν τὴν ἀπθουμένην ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν εἰς τὸ ἔδαφος διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὥστε μένει ἐπὶ τοῦ δίσκου ἡ θετικὴ. Ἐὰν δὲ ἀπομακρύναντες κατὰ πρῶτον τὸν δακτύλον ὑψώσωμεν τὸν δίσκον διὰ τῆς ὑαλίνης λαβῆς καὶ πλησιάσωμεν τὴν ἑτέραν τῶν χειρῶν ἡμῶν εἰς τὸν δίσκον, παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἐὰν δὲ καὶ αὖθις ἐπιθέσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος καὶ ἐγγίσαντες πρὸς στιγμὴν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον ἄρῃωμεν εἴτα τὸν δίσκον, ἀποσπῶμεν καὶ δεῦτερον σπινθήρα, ὁμοίως καὶ τρίτον καὶ καθεξῆς, χωρὶς νὰ τύψωμεν ἐκ νέου τὸν πλακοῦντα, διότι οὗτος ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δύναται νὰ συγκρατῇ ἐν ἐαυτῷ τὴν ἠλεκτρικὴν.



Σχ. 217.

281. Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ramsden. Ἡ μηχανή

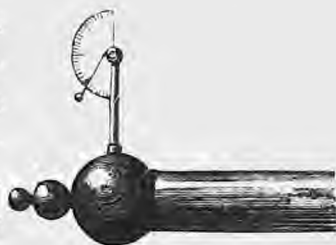
αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγοῦ σώματος μεμονωμένου μεγάλης ποσότητος ἡλεκτρικῆς, δι' ἧς ποικίλα πειράματα ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος, ὅπερ εἶνε ὑάλινος δίσκος ΕΕ (σχ. 218) στρεφόμενος περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ διὰ στροφάλου Μ, β') ἐκ τοῦ τρίβοντος σώματος, ὅπερ σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπεριεχόντων τρίχας, μεταξὺ τῶν



Σχ. 218.

ὁποίων διέρχεται ὁ δίσκος καὶ γ') ἐκ τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύεται ἡ ἡλεκτρικὴ καὶ ὅπερ σύγκειται ἐκ κοίλων ὀρειχαλκίνων κυλίνδρων ΓΓ ἀποληγόντων πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος εἰς ὀρειχαλκίνας σφαίρας, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ τὸ πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένον εἰς ἐπικαμπεῖς ὀρειχαλκίνους σωλήνας, μεταξὺ τῶν σκελῶν τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ ὑάλινος δίσκος. Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἀγωγοὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τῆς πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένης τοὺς καλουμένους κτέρας, ἥτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἀγωγοὶ ΓΓ τῆς μηχανῆς συνάπτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὀρειχαλκίνου σωλήνος ρ

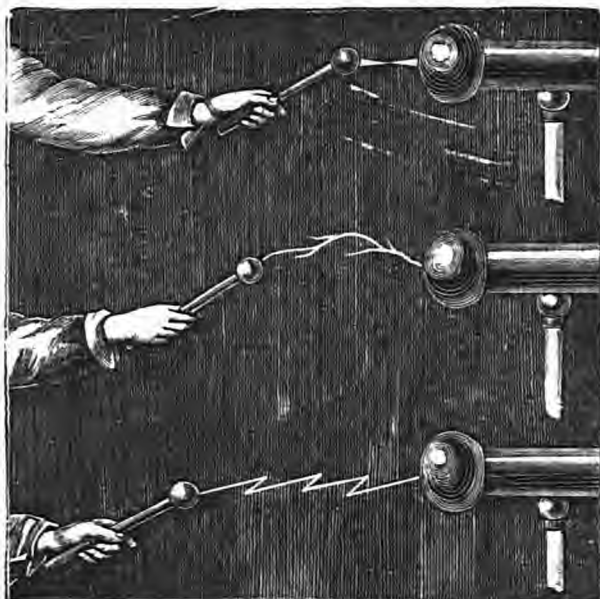
καὶ στηρίζονται ἐπὶ ὑαλίνων στηριγμάτων Κ, δι' ὧν τηροῦνται μεμω-
νωμένοι ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ τροφάλου Μ στρέψωμεν τὸν
δίσκον, οὗτος τριβόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρισκόμενων εἰς
διαρκή συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως Δ ἡλεκτρι-
ζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἡλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη διὰ
τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κτενῶν ἀποσυνθίσται ἐξ ἐπιδράσεως τὸ
οὐδέτερον ῥευστὸν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἀρνητι-
κὴν ἡλεκτρικὴν, ἥτις ἐκρέουσα διὰ τῶν ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐνοῦται
μετὰ τῆς θετικῆς ἡλεκτρικῆς αὐτοῦ καὶ ἐξουδετεροῦ αὐτήν, ἀπωθεῖ
δὲ τὴν ὑπολειπομένην θετικὴν ἡλεκτρικὴν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν,
ἥτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεῖα ρ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς.
Τοῦ δίσκου δ' ἀδιακόπως περιστρεφόμενου, ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισω-
ρευομένη θετικὴ ἡλεκτρικὴ αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὁρίου, καὶ ὅταν ἡ
μηχανὴ εἶνε τελείως μεμονωμένη καὶ εὐρίσκηται ἐν ξηροτάτῳ ἀέρι.
Δὲν δυνάμεθα δηλονότι νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ὅσην ὀη-
ποτε ποσότητα ἡλεκτρικῆς, ἀλλ' ὥρισμένην δι' ὥρισμένης μηχανῆς,
διότι ἡ ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ τῶν ἀκίδων ἐπίδρασις τῆς θετικῆς
ἡλεκτρικῆς τοῦ ἀγωγοῦ τῆς διαρκῶς αὐ-
ξανομένης ἱσορροπεῖ τελευταῖον τὴν ἐπὶ
τοῦ αὐτοῦ ῥευστοῦ ἀντίρροπον ἐπίδρασιν
τῆς ἡλεκτρικῆς τοῦ δίσκου, ἥτις εἶνε
ὥρισμένη, σταθερὰ καὶ ἀνάλογος τῆς μη-
χανῆς ὡς ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς ἐπιρρα-
νείας τοῦ δίσκου καὶ τῆς περιστροφικῆς
ταχύτητος αὐτοῦ καὶ οὕτω κωλύεται ἡ
περαιτέρω ἀποσύνθεσις τοῦ οὐδετέρου
ῥευστοῦ.



Σχ. 219.

Ὅπως δὲ διαγνώσωμεν, ἂν ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη
ἡλεκτρικὴ αὐξάνηται ἢ μὲν, σταθερά, θέτομεν ἐν' αὐτοῦ *ἡλεκτρο-
σκόπιον* (σχ. 219) συγκείμενον ἐκ μεταλλίνου στελέχους φέροντος εἰς
τὸ ἀνώτερον ἄκρον ἡμικύκλιον ξύλινον ὑποδιηρημένον εἰς μέρη, ἐκ
τοῦ κέντρου τοῦ ὁποῦοι κρέμαται εὐκίνητον ἄχυρον φέρον κατὰ τὸ ἄκρον
σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριώνης τῆς ἀκτέας, ὅπερ ὁμωνύμως τῷ στελέχει
ἡλεκτριζόμενον ἀπωθεῖται. Ὅσον δ' ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη
ἡλεκτρικὴ αὐξάνεται, τοσοῦτον τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται καὶ μένει στά-
σιμον, ὅταν ἡ μηχανὴ πληρωθῇ μέχρις ὁρίου. Ἐὰν δὲ παρατηρήσωμεν
ὅτι τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται μὲν, ὅταν στρέφωμεν τὸν δίσκον, καταπίπτει

τρικὴν ἐκκένωσιν ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα μετάλλινον ἀγωγὸν ἀπολήγοντα εἰς σφαῖραν, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρί. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξύ τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς (σχ. 221) εἴη μικρά, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ εἶνε ἀπλοῦς, εὐθεὺς καὶ μετὰ εὐκρινῶν περάτων. Ὅταν δ' ἡ ἀπόστασις αὕτη εἴη μείζων, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ὀδεύει, συνήθως κατὰ καμπύλην γραμμὴν φέρουσιν πολλὰς διακλαδώσεις. Ὅταν δὲ τέλος ἡ ποσότης τῆς ἐπισωρευομένης ἠλεκτρικῆς εἴη τοσοῦτον μεγάλη, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἐξακοντισθῇ ἐκ μεγάλης σχετικῶς ἀποστάσεως, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἐμφανίζεται κατὰ πολὺπλαστον γραμμὴν. Ὑπὸ τὸς δύο δὲ ταύτας



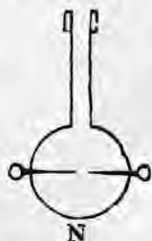
Σχ. 221.

τελευταίας μορφῆς ἐμφανίζεται συνήθως ἡ ἀστραπή καὶ πολλάκις καὶ ὁ κεραυνός. Τὸ χρῶμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐξαρτᾶται τοῦτο μὲν ἐκ τῆς φύσεως τῶν μεταλλίνων ἀγωγῶν, μεταξύ τῶν ὁποίων ἐξακοντίζεται καὶ οἱ ὁποιοὶ πολλὰκις ἐξαεροῦνται, τοῦτο δὲ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μεταξύ τῶν ἀγωγῶν ταύτων εὐρισκομένου αἵριου, ὅπερ πυρούμενον κατὰ τὸν ἐξακοντισμὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος φωτοβολεῖ.

(284. Ἡλεκτρικὸν πυροβόλον. Ἐὰν σφαιρικὴν φιάλην N (σχ. 222), ἔχουσιν παχύτητα τοιχώματα καὶ ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ δύο σύρματα ἐκ λευκοχρύσου, ὧν τὰ ἐντὸς τῆς φιάλης ἄκρα κείνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, πληρώσωμεν μίγματος ἐκ δύο ὀγκων ὕδρογόνου καὶ ἐνὸς ὀζυγόνου, κλείσαντες δὲ τὸ στόμιον διαβιβάσωμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα πησιάζοντες τὸ ἐν ἐκ τῶν δύο συρμάτων εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανήν, τοῦ ἐτέρου εὐρισκομένου εἰς συγκαίνωσιν μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπέρχεται

ένωσις τοῦ ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου μετὰ ἰσχυροτάτου κρότου, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τὸ μίγμα τοῦτο ἐκλήθη κροτοῦν ἀέριον.

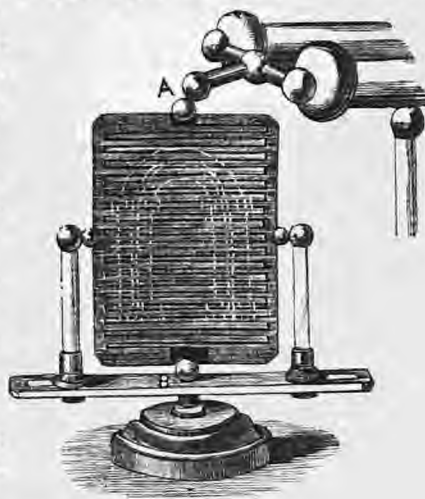
Ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ οὐ μόνον συνθέτει ἀπλᾶ ἀέρια, οἷον ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, ἀτινα συντιθεμένα παράγουσιν ἀτμούς ὕδατος, ἢ ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαίρας, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ, ὁπότε πολλάκις τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἀζώτου τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου, ἀλλὰ καὶ σύνθετα ἀέρια ἀποσυνθέτει, οἷον τὴν ἀέριον ἀμμωνίαν εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῆς ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον.



Σχ. 222.

285. Ἡλεκτρικὸς χορδός Ἐὰν ἐπὶ μεταλλίνου πινακίου, ὅπερ κρατοῦντες δια τῆς χειρὸς θέτομεν εἰς συγκαταίω- νίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, θέσωμεν πολλὰ σφαιρίδια ἐξ ἐντε- ριώνης τῆς ἀκτέας καὶ φέρωμεν τὸ πινάκιον ὑπὸ τὸν ἄγω- γὸν τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ σφαιρίδια ἀναπηδῶσιν ἐκ τοῦ πινακίου πρὸς τὸν ἄγωγόν ἐπανειλημμένως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὰ σφαιρίδια ἡλεκτρίζονται ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἄγωγου ἑτερωνύμως ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, ἀλλ' ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ ἀποβάλλουσι δι' ἐξουδετερώ- σεως τὴν ἑτερωνύμον ἡλεκτρικὴν καὶ εἴτα ἡλεκτρίζονται ὁμωνύμως πίπτουσιν ἀπωθούμενα καὶ μεταδίδουσι τὴν ἡλεκτρικὴν αὐτῶν εἰς τὸ ἔδαφος, ὁπότε καὶ πάλιν ἔλκονται καὶ οὕτω καθέξῃς.)

(**286. Πίναξ ὀπινθηροδόλος.** Ἐπὶ τῆς μιᾶς ὀψευς ὑαλίνου πίνακος προ- κολλᾶται στενὴ ταινία ἐκ κασιτέρου συνεχῆς (σχ. 223), ἧτις βεβήουσα ἐκ τοῦ ἐνὸς πέρατος τοῦ πίνακος πρὸς τὸ ἕτερον ἐπανερχεται παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπὸ τῆς πρώτης γραμμῆς ἀπόστασιν καὶ οὕτω καθέξῃς, ὥστε καλύπτει σχεδὸν ὅλην τὴν ἐπιφά- νειαν τοῦ πίνακος ἀφίνουσα κενὰ διαστήματα μετὰ τῶν παραλλή- λων αὐτῆς μερῶν. Εἴτα ἀποκόπτε- ται ἡ ταινία αὕτη εἰς διαφορά μέρη, οὕτως ὥστε νὰ παραχθῶσιν ἐπ' αὐ- τῆς διακοπαὶ συνεχείας παριστῶσαι εἰκόνα τινά. Τὸ μὲν ἐν πέρας τῆς μεταλλίνης ταινίας, ὅπερ εἶνε συνημ- μένον μετὰ ὀρειχαλκίνης μικρᾶς σφαίρας A, τίθεται εἰς συγκαταίω- νίαν δι' αὐτῆς μετὰ τοῦ ἄγωγου τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, τὸ δ' ἕτερον πέρας τὸ συνημμένον μετὰ δευτέρας μεταλλίνης σφαίρας B τίθεται δι' αὐτῆς καὶ διὰ μεταλλινῇ ἀλυσσῇ εἰς συγκαταίω- νίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Στρέφοντες τὸ στρόφαλον τῆς ηλεκτρομηχανῆς καὶ ἐπισωρεύοντες ἡλεκτρικὴν ἐπὶ τοῦ ἄγω-

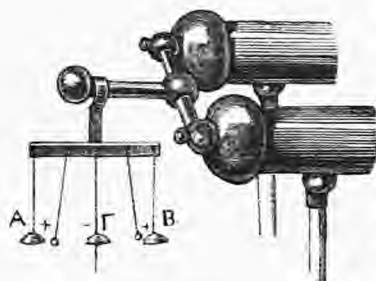


Σχ. 223.

πρὸς τὸ ἐδαφος, θέσωμεν πολλὰ σφαιρίδια ἐξ ἐντε- ριώνης τῆς ἀκτέας καὶ φέρωμεν τὸ πινάκιον ὑπὸ τὸν ἄγω- γὸν τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ σφαιρίδια ἀναπηδῶσιν ἐκ τοῦ πινακίου πρὸς τὸν ἄγωγόν ἐπανειλημμένως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὰ σφαιρίδια ἡλεκτρίζονται ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἄγωγου ἑτερωνύμως ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, ἀλλ' ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ ἀποβάλλουσι δι' ἐξουδετερώ- σεως τὴν ἑτερωνύμον ἡλεκτρικὴν καὶ εἴτα ἡλεκτρίζονται ὁμωνύμως πίπτουσιν ἀπωθούμενα καὶ μεταδίδουσι τὴν ἡλεκτρικὴν αὐτῶν εἰς τὸ ἔδαφος, ὁπότε καὶ πάλιν ἔλκονται καὶ οὕτω καθέξῃς.)

τοῦ αὐτῆς, παρατηροῦμεν, πειρώμενοι ἰδίως ἐν τῷ σκότει, ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας παραγομένους συγχρόνως εἰς ὅλας τὰς διακοπὰς τῆς συνεχείας τῆς μεταλλίνης ταινίας καὶ παριστῶντας ἀκαριαίως τὴν ἐπὶ τοῦ πίνακος γραφεῖσαν εἰκόνα φωτοβόλου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως σειρᾶς ἀγωγῶν. Οὕτως ἡ ἡλεκτρικὴ ἢ ἐπισωρευμένη ἐπὶ τῆς μεταλλίνης σφαίρας Α καὶ τοῦ πρώτου τμήματος τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ δευτέρου τμήματος τῆς ταινίας ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον ἡλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ δευτέρου τοῦτου τμήματος, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ αὐτοῦ τμήματος. Ἡ ὁμώνυμος δ' αὕτη ἡλεκτρικὴ τοῦ δευτέρου τμήματος ἐπιδρᾷ ὁμοίως ἐπὶ τοῦ τρίτου, αὕτη δὲ πάλιν ἐπὶ τοῦ τετάρτου καὶ οὕτω καθέξης μέχρι τοῦ τελευταίου τμήματος, αὕτως ὥστε εἰς ἐκάστην διακοπὴν συνεχείας τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπισωρεύονται ἐκατέρωθεν ἐτερώνυμοι ἡλεκτρικαί, αἵτινες ἐκπηδῶσαι πρὸς ἑνωσιν παράγουσιν ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας εἰς ὅλας τὰς διακοπὰς παριστῶντας σπινθηροβόλον τὸ ἀπεικονισθὲν ἀντικείμενον. Ὅμοιως κατασκευάζεται ὁ σπινθηροβόλος σωλὴν καὶ ἡ σπινθηροβόλος σφαῖρα, αἵτινα εἶνε ἐξ ὕαλου καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν ἑλικοειδῶς προσκεκολλημένην ταινίαν ἐκ κασσitéρου μετὰ διακοπῶν συνεχείας, ἐφ' ὧν παράγονται ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες.)

287. **Ἡλεκτρικὸν κωδωνίσμα.** Ἡ συσκευή αὕτη (σχ. 224) ἐπινοήθησα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου σύγκειται ἐξ ὀριζοντίας μεταλλίνης ράβδου κρεμαζμένης ἐκ τοῦ μέσου διὰ μεταλλίνου



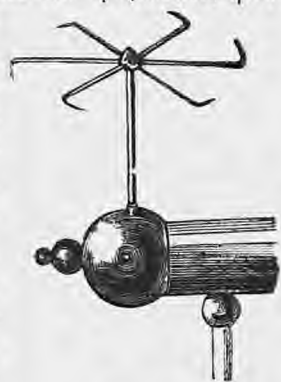
Σχ. 224.

ἀγκίστρου ἐξηρητημένου ἐκ τοῦ ἀγωγῶ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἐκ τῆς ράβδου ἐξαρτῶνται τρία κωδωνία Α, Γ, Β ἄνευ ἐσωτερικοῦ πλήκτρου, ὧν τὰ μὲν δύο ἄκρα Α καὶ Β εἶνε ἐξηρητημένα διὰ μεταλλίνων ἀλύσεων, τὸ δ' ἐν τῷ μέσῳ Γ δι' ἀπομονωτικοῦ νήματος μετάξης συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως. Μεταξὺ τῶν κωδωνίων τούτων εἶνε ἐξηρητημένα διὰ νημάτων μετάξης μετάλλινα σφαιρίδια, αἵτινα ἐλκόμενα ὡς ἡλεκτρισθέντα πόρρωθεν ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τῶν κωδωνίων Α καὶ Β πε-

πληρωμένων ἡλεκτρικῆς ἐκ τῆς μηχανῆς κρούουσιν αὐτά· ἀλλ' εὐθὺς μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἀπομακρύνονται αὐτῶν οὐ μόνον ὡς ὁμώνυμοι πλέον ἡλεκτρισθέντα πρὸς αὐτά, ἀλλὰ καὶ ὡς ἐλκόμενα ὑπὸ τοῦ κωδωνίου Γ, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύθη ἐξ ἐπιδράσεως ἐτερώνυμος ἡλεκτρικὴ. Οὕτω τὰ σφαιρίδια κρούοντα μὲν τὰ κωδωνία Α καὶ Β πληροῦνται θετικῆς ἡλεκτρικῆς, κρούοντα δὲ τὸ μέσον κωδωνιον Γ πληροῦνται ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς. Ἡ κωδωνοκρουσία δ' αὕτη ἐξακολουθεῖ, ἐφ' ὅσον διὰ τῆς τριβῆς παρέχονεν ἡλεκτρισμὸν εἰς τὸν διηνεκῶς ἐκκενούμενον ἀγωγὸν τῆς μηχανῆς.

288. **Ἡλεκτρικὸς στρόβιλος.** Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνων συρμάτων, ὧν τὰ ἄκρα κεκαμμένα κατ' ἀντιθέτους φορὰς ἀπολή-

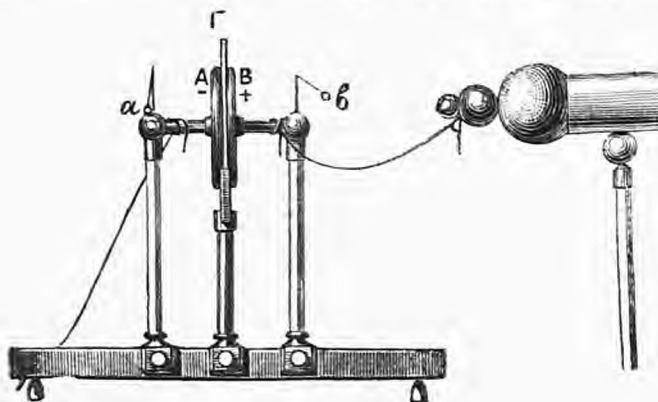
γουςιν εἰς ἀκίδας. Αἱ ἀκιδῶται αὗται ἀκτῖνες συνδεδεμέναι πρὸς ἀλλήλας δύ-
ναιτο εὐκόλως νὰ στοραφῶσιν ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον στορ-
φέα, οὗτινος ἡ ὀξεῖα αἰχμή εἰσέρχεται εἰς μικρὰν ἐν τῷ μέσῳ κοιλότητα.
Ὅταν ἡ συσκευή στερεωθῇ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς λειτουργού-
σης (σχ. 225), ὁ ἡλεκτρισμὸς αὐτῆς ἄρχει ἐκρέων ἐκ τῶν ἀκίδων καὶ
ἡλεκτρίζων ὁμώνυμῶς τὰ περὶ μόρια τοῦ ἀέρος καὶ τὰ ἐν αὐτῷ αἰωρούμενα
σωμάτια, ὅτινα ἀπωθούμενα κατα φοράν τινὰ ἀπωθοῦσι τὰς ἀκίδας κατὰ τὴν
ἀντίθετον καὶ στρέφουσι τὸν στροβίλον κατὰ φοράν ἀντίθετον τῇ ἐκροῇ τῆς
ἡλεκτρικῆς. Ὅτι δὲ αἰτία τῆς στροφῆς τοῦ στροβίλου εἶνε ἡ ὁμώνυμος ἡλέκ-
τρισις τοῦ περὶ τὰς ἀκίδας ἀέρος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ
αἰωρούμενων σωμάτων, καταφαίνεται καὶ ἐκ τού-
των, ὅτι ὁ στροβίλος ἐν τῷ κενῷ καίπερ ἰσχυρῶς
ἡλεκτριζόμενος δὲν περιστρέφεται καὶ ὅτι ἐν τῷ
ἀέρι μεταλλίνη ἀκὴ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλε-
κτρικῆς μηχανῆς στερεωθείσα καὶ ἰσχυρῶς ἡλεκτριζο-
μένη παράγει φύσημα, ὅπερ οὐ μόνον ἐπὶ τῆς χει-
ρὸς ἡμῶν καθίσταται οἰσθητόν, ἀλλὰ καὶ δύναται
νὰ ἐκτρέψῃ ἢ καὶ ἀποσβέσῃ τὴν φλόγα λαμπάδος.
Ἐν τῷ σκότεινῳ δὲ ἐκτελοῦντες τὸ πείραμα τοῦτο
παρατηροῦμεν ἐπὶ τῶν ἀκίδων φωτεινὸν τινα θύσα-
νον δεικνύοντα τὴν ἐξ αὐτῶν ἐκροὴν τῆς ἡλεκτρι-
κῆς, φαινόμενον, ὅπερ παρατηρεῖται ἐνίοτε εἰς τὰς
ἀκίδας τῶν ἀλεξικεραυνῶν, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἰστῶν
τῶν πλοίων (ὅποτε καλεῖται οἱ δύο Διδόσκοροι) καὶ εἰς τὰς λόγας τῶν στορ-
τιωτῶν ἐν ὥρᾳ νυκτός, καθ' ἣν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πεφορτισμένη ἡλεκτρικῆς,
ὅποτε ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτῆς ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βύστου τῶν ἰστῶν ἢ τῶν
λογγῶν τὴν μὲν ὁμώνυμον ἡλεκτροικὴν ἐκδιώκει εἰς τὸ ἔδαφος, τὴν δ' ἑτερώ-
νυμον ἐπισωρεύει ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν ἰστῶν ἢ ἐπὶ τῶν ἀκίδων τῶν λογγῶν. Ἡ
ἡλεκτρικὴ δ' αὐτῆς ἐκρέουσα εἰς τὸ ἀχνεῖς γίνεται πρόξενος τοῦ φαινομένου
τούτου. Καθ' ὅσον τρόπον ἐξηγοῦμεν τὸ φαινόμενον τῆς ἐκτροπῆς ἢ ἀποσβέ-
σεως φλογὸς λαμπάδος ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς κειμένης, εἰς
τὴν φλόγα πλησιάζομεν μεταλλίνην ἀκίδα, τὴν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ.



Σχ. 225.

289. Πυκνωταὶ ἡλεκτρικῆς. Πυκνωταὶ καλοῦνται ὅργανά
τινα, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλίνων ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύω-
μεν ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς πολλῶς μείζονας
ἐκείνων, ἃς θὰ ἐδέχοντο αἱ μεταλλίνοι αὗται ἐπιφάνειαι, ἂν ἀπλῶς
ἐτίθεντο εἰς ἐπαρῆν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Εἰς τῶν
πυκνωτῶν τούτων ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλίνων δίσκων Α καὶ Β
(σχ. 226), μεταξύ τῶν ὁποίων παρεντίθεται πλάξ ὑαλίνη Γ. Ὁ ἑτε-
ρος τῶν δίσκων τούτων Β ἀπὸ τοῦ ἐδάφους μεμονωμένος συγκαινωνεῖ
δι' ἀλύσειας μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ὁ δ' ἑτερος Α

συγκοινωνεῖ ὁμοίως μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ στρόφαλον τῆς ἡλεκτρομηχανῆς, τὸ ἐκκρεμές β κατ' ἀρχὰς μὲν παραμένει κατακόρυφον, μετ' ὀλίγον δ' ἀρχεῖται βραδείως ὑψούμενον καὶ μετ' ἀρκετὰς στροφὰς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμές α τὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἑτέρου δίσκου A εὐρισκόμενον παραμένει διηνεκῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος B πληροῦται θετικῆς ἡλεκτρικῆς, ἥτοι ὁμώνυμου τῇ ἡλεκτρικῇ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ A ἀρνητικῆς. Ἡ ἡλεκτρικὴ δὲ τοῦ δίσκου B ἀποτελεῖται ἐκ δύο μερῶν, ἐκ λανθάνουσας ἡλεκτρικῆς ἴσης τῇ ἐπὶ τοῦ A , ἣν συγκαταῖ καὶ ὑφ' ἧς ἀνθελκεται, καὶ ἐξ ἐλευθέρας ἡλεκτρικῆς, ἧς τὴν παρουσίαν

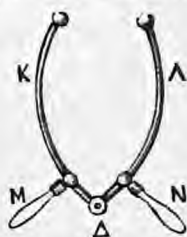


Σχ. 226.

δεικνύει τὸ ἐκκρεμές β . Ὅθεν ἡ ἡλεκτρικὴ τοῦ δίσκου B τοῦ εὐρισκόμενου εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς τοῦ δίσκου A τοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνοῦντος.

Ἡ πύκνωσις τῶν δύο ἡλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἐξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου B ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου A καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον, ἥτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου A , ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἡλεκτρικαὶ τῶν δίσκων B καὶ A ἐλκόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, νέα ποσότης ἡλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον B , ἥτις ἐπισωρεύει ἴσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου A καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἡλεκτρικαὶ βαίνουσιν αὐξανόμεναι, μέχρις ὅτου, τὸ ὅποιον εἶνε τοσούτω ὑπερτερον, ὅσῳ ἡ ἡλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἡ ἐπιφά-

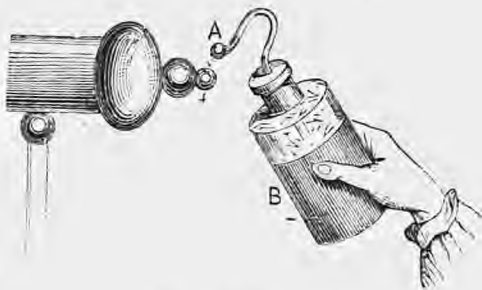
νεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσ-
σων, ἤτοι ὅσω ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσω-



Σχ. 227.

μεν τὸν πυκνωτὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἐνὸς μὲν
τοῦ δίσκου Β μετὰ τῆς μηχανῆς, ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ
δίσκου Α μετὰ τῆς γῆς καὶ λαμβάνοντες μετὰλλι-
νον τόξον ΚΛ (σχ. 227), ὅπερ ἐν τῷ μέσῳ μὲν φέ-
ρει ἄρθρωσιν Δ, ἐκατέρωθεν δὲ δύο ὑαλίνας λαβάς
Μ καὶ Ν, ἣτοι τὸν καλούμενον *ἐκκενωτήν*, κρατοῦ-

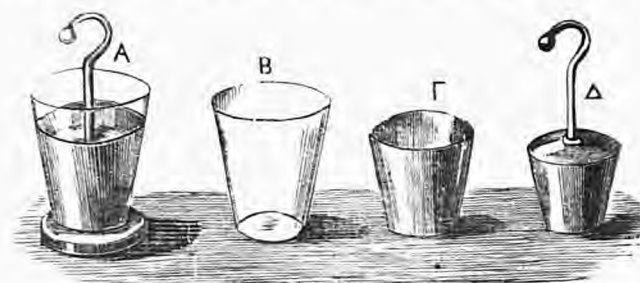
μεν αὐτὸν διὰ τῶν ὑαλίνων λαβῶν καὶ ἐγγρίζομεν
διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ἐνὸς μὲν σκέλους Κ τὸν δίσκον
Β (σχ. 226), πλησιάζομεν δὲ τὸ ἄκρον τοῦ ἐτέ-
ρου σκέλους Λ εἰς τὸν δίσκον Α, ὅπότε παράγεται ἰσχυρὸς σπινθήρ
μετὰ ψόφου προσερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων
συνηγημένων ἑτερονόμων ἡλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα
φιάλης, ὅπότε καλεῖται *λουγδουνικὴ λάγνηρος*. Σύγκειται δ' ἐκ κοι-
νῆς ὑαλίνης φιάλης (σχ. 228) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων
φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασιτέρου Β.
Διὰ τοῦ πώματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀριζήλαινον στέλεχος, οὗτι-
νος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν
μεταλλίνων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὃν ἐπικαμπὲς
ἀπολήγει εἰς μεταλλινὸν σφαιρίδιον Α. Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ μετὰλλια
φύλλα καλοῦνται *ἐσωτερικὸς ὀπλισμὸς*, τὰ δ' ἐξωτερικὰ *ἐξωτερικὸς*
ὀπλισμὸς. Πληροῦμεν δ' ἡλεκτρικῆς τὴν λουγδουνικὴν λάγνηρον λαμ-
βάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας
δι' ἐνὸς τῶν δύο ὀπλισμῶν
εἴτε τοῦ ἐσωτερικοῦ εἴτε
τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ πλη-
σιάζοντες ἢ ἐγγρίζοντες τὸν
ἕτερον ὀπλισμὸν εἰς τὸν ἄ-
γωγὸν τῆς ἡλεκτρομηχανῆς.
Συνήθως ὁμοίως λαμβάνομεν
αὐτὴν διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ
ὀπλισμοῦ καὶ ἐγγρίζομεν ἢ



Σχ. 228.

πλησιάζομεν τὸ σφαιρίδιον Α τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀπλισμοῦ εἰς τὸν ἄγω-
γὸν τῆς ἡλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σὺν αἵμα τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ'
ἰκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μη-

χανῆς ἐκκρεμῆς ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλους στάσιμον, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ λάγχνος ἐπληρώθη ἡλεκτρικῆς μέχρις ὀρίου. Ἐκκενοῦμεν δὲ τὴν λάγχνον ἢ βραδέως ἢ ἀκαριαίως. Βραδέως μὲν, ἐὰν στηρίξωμεν αὐτὴν ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ πλησιάζωμεν διαδοχικῶς τὸν δάκτυλον ἡμῶν πρῶτον μὲν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν, εἴτα δ' εἰς τὸν ἐξωτερικὸν καὶ πάλιν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν καὶ οὕτω καθεξῆς, ὅποτε ἀποσπῶμεν μεγάλην σειρὰν μικρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων προερχομένων ἐκ τῆς περισσεύας τῆς ἡλεκτρικῆς, ἣν πάντοτε φέρει ὁ ὀπλισμὸς ὁ μὴ συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἀκαριαίως δέ, μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτήν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὀπλισμοὺς, ὅποτε παράγεται εἰς ἰσχυρότατος καὶ λίαν ψοφητικὸς σπινθήρ. Ἀλλὰ καὶ δευτέρως, πολλῶ



Σχ. 229.

ὁμῶς ἀσθενέστερος, σπινθήρ δύναται μετ' ὀλίγον νὰ παραχθῇ καὶ τρίτος μάλιστα, ἐὰν τεθῶσι καὶ αὐτοὶ εἰς συγκοινωνίαν εἰς δύο ὀπλισμοὶ διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι αἱ ἡλεκτρικαὶ τῆς λάγχνης δὲν παραμένουσιν ἐπὶ τῶν ὀπλισμῶν, ἀλλ' εἰσδύουσιν ἐντὸς τῆς ὑάλου τῆς λάγχνης ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ λάγχνου, ἥς δυνάμεθα εὐχερῶς ν' ἀποχωρίσωμεν τὰ διάφορα μέρη, διότι ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου κωνικοῦ δοχείου Β (σχ. 229), ὅπερ ἐφαρμύζει καλῶς ἐντὸς ὁμοίου ὀρειχάλκινου δοχείου Γ καὶ δύναται νὰ δεχθῇ κοίλον ὀρειχάλκινον σκεῦος Δ φέρον ἐπικαμπῆς στέλεχος καὶ ἀποτελοῦν τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν τῆς λάγχνου Α. Ἄρ' οὐ συνθέσαντες τὴν λάγχνον πληρώσωμεν αὐτὴν ἡλεκτρικῆς καὶ ἐπιθέσαντες ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος, εἶον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος τοῦ ἡλεκτροσφύρου τοῦ Βόλτα, διαλύσωμεν αὐτὴν εἰς τὰ μέρη αὐτῆς, ἅτινα ἀποθέτομεν ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἐπομένως τὰ φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μέσου τοῦ τε σώματος ἡμῶν καὶ τῆς τρα-

πέξης, οὐδὲν ἔχοντες ἡλεκτρικῆς ἀνευρίσκωμεν ἐπὶ τῶν ἀποσπασθέντων ὀπλισμῶν. Ἐὰν ὅμως ἐκ νέου συναρμώσωμεν τὴν λάγνην καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμὸν μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ, ἀποσπῶμεν ἰσχυρὸν ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα.

290. Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι. Ἡ ποσότης τῆς ἡλεκτρικῆς, ἥτις δύναται νὰ συσσωρευθῇ ἐν τῇ λουγδουνικῇ λαγνήνῃ, εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅση ἡ ἐπιφάνεια τῶν ὀπλισμῶν εἶνε μείζων. Ὅθεν ἐντὸς λουγδουνικῆς λαγνήνου μεγάλων διαστάσεων δυνάμεθα νὰ ἐπισωρεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρικῆς. Ἀντὶ ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λάγνην μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ὅλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὀπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ ὅλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἡ τοιαύτη σύνθεσις πολλῶν λουγδουνικῶν λαγνήνων καλεῖται *ἡλεκτρικὴ συστοιχία*, ἥτις δύναται νὰ παράσχη μέγιστον ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα.

291. Πειράματα διὰ τῆς λουγδουνικῆς λαγνήνου. Ἐὰν πληρώσωμεν ἡλεκτρικῆς λουγδουνικὴν λάγνην καὶ ἐκκενώσωμεν αὐτὴν διὰ μεταλλίνου κυπέλλου περιέχοντος αἰθέρα ἢ αἰνόπνευμα, ὁ παραγόμενος ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ ἀναφλέγει τὰ εὐφλέκτα ταῦτα ὕγια. Ἐὰν δὲ τούναντίον διαβιβάσωμεν τὸν ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα λουγδουνικῆς λαγνήνου ἢ ἡλεκτρικῆς συστοιχίας διὰ λεπτοτάτου μεταλλίνου σύματος ἢ φύλλου, οἷον φύλλου ἐκ χρυσοῦ, τότε ταῦτα θερμαίνονται μέχρι πυρακτώσεως, τήκονται καὶ πολλὰς ἐξερροῦνται. Ἐὰν διὰ τῆς πυρίτιδος ἢ δι' ἄλλων εὐτλέκτων μιγμάτων διαβιβάσῃ ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ, τὰ μίγματα ταῦτα ἀναφλέγονται. Τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος πολυάκις γίνεται χρῆσις πρὸς ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὕλων ἐν ταῖς ὑπονόοις καὶ ταῖς ὑποβρυχίαις τοσιλλαῖς.

Ἐὰν πολλοὶ ἄνθρωποι συνάψαντες τὰς χεῖρας σχηματίσωσι μεγάλην αἰυσιν καὶ ὁ μὲν πρῶτος κρατῇ ἐν τῇ χειρὶ λουγδουνικὴν λάγνην διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν ὀπλισμῶν αὐτῆς πεπληρωμένης ἡλεκτρικῆς, ὁ δὲ τελευταῖος πλησιάσῃ τὴν χεῖρα εἰς τὸ σφαιρίδιον, εἰς ὃ ἀπολήγῃ ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς, ἡ ἡλεκτρικὴ ἐκκενωσις γίνεται διὰ τοῦ σώματος ὅλων τῶν ἀνθρώπων τούτων ἐπιφέρουσα τιναγμοὺς εἰς τὰς ἀρθρώσεις τῶν χειρῶν αὐτῶν, αἵτινες ἀποθαίνουσιν ὀδυνηραί, ἐὰν γίνῃ χρῆσις ἡλεκτρικῆς συστοιχίας. Ἐὰν ἡλεκτρικὴ συστοιχία ἐκκενωθῇ διὰ τοῦ σώματος ἑνὸς μόνου ἀνθρώπου ἢ ζώου, ἐπέρχεται ἡ ποροδικὴ ἀναίσθησις ἢ παράλυσις ἢ καὶ αὐτὸς ὁ θάνατος. Ἐὰν τὸν ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα λαγνήνου διαβιβάσωμεν δι' ὑαλίνης πλακὸς κειμένης μετὰ δύο μεταλλίνων ἀκίδων, ἡ ὑαλὸς διατρύπεται ὑπὸ τοῦ σπινθῆρος.

292. **Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ χρησιμεύει πρὸς εὗρεσιν καὶ αἰσθητοποίησιν ἀσθενεστάτων πηγῶν ἡλεκτρισμοῦ, εἶνα εἴνε ἢ ἐκ χημικῆς δράσεως, περὶ ἧς πραγματευόμεθα ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων, σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπέδων ὀρειχαλκίνων δίσκων Α καὶ Β (σχ. 230) ἐπιτεχρισμένων διὰ λακ-



Σχ. 230.

κείου κύμματος, ὥστε ἐπιτιθέμενοι νὰ χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων δι' ἀπομονωτικῆς οὐσίας. Καὶ ὁ μὲν κατώτερος δίσκος Α κοχλιοῦται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ὀρειχαλκίνου στελέχους τοῦ φέροντος τὰ φύλλα χρυσοῦ κοινοῦ ἡλεκτροσκοπίου (σχ. 215 § 279), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος Β φέρει ὑαλίνην λαβὴν, δι' ἧς αἴρεται διὰ τῆς χειρὸς χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ ἡλεκτρικῶς μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον Α μετ' ἀσθενεστάτης ἡλεκτρικῆς πηγῆς, οἷον μετ' ἐλάσματος ψευδαργύρου, ὅπερ κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ ἡμῶν καὶ τὸ ὅποιον ἡλεκτρίζεται ἔνεκα τῆς χημικῆς δράσεως τοῦ ἰδρώτος τῆς χειρὸς ἡμῶν καὶ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, τὸν δ' ἀνώτερον Β μετὰ τοῦ ἐδάφους, 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 ἢ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου Α διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο διίστανται. Ἀνευρίσκομεν ὅτι τὸ εἶδος τῆς ἡλεκτρικῆς, ἣν συνέλεξεν ὁ δίσκος Α, πλησιάζοντες σῶμα ἡλεκτρισμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἡλεκτρικῆς. Οὕτω δὲ ἀνευρίσκομεν ὅτι ὁ ψευδαργύρος, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ ἡμῶν, ἡλεκτρίζεται ἔνεκα τῆς χημικῆς δράσεως ἀρνητικῶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ.

293. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε πεφορτισμένη ἡλεκτρικῆς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὴν ἡλεκτρικὴν, ἣν διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσομεν

ἐπὶ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν. Πρῶτος δὲ διέγνω τοῦτο ὁ Φραγκλῆνος ἐν Φιλαδελφείᾳ τῆς Β. Ἀμερικῆς περὶ τὰ μέσα τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἀνυψώσας ἐν ὥρᾳ καταιγίδος ἀετὸν ὅμοιον πρὸς τὸν τῶν παιδῶν ἐκ μεταξίνου ὑφάσματος, ὃν ὥπλισε διὰ μεταλλίνης ἀκίδος συνδεθείσης μετὰ λινοῦ σχοινοῦ, δι' οὗ ἐκράτει τὸν ἀετὸν προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ δένδρου. Διαβραχέντος τοῦ σχοινοῦ ὑπὸ λεπτῆς βροχῆς καὶ καταστάντος μᾶλλον ἀγωγοῦ, ἀτμοσφαιρικός ἡλεκτρισμός κατῆλθε δι' αὐτοῦ καὶ ἐκ τοῦ κατωτέρου ἄκρου, ἐξ οὗ ὁ Φραγκλῆνος εἶχε προσδέσει μεταλλίνην κλεῖδα, ἡδυνήθη ν' ἀποσπάσῃ σπινθήρας ἰσχυροῦς ὁμοίους πρὸς τοὺς δι' ἡλεκτρικῆς μηχανῆς παραγομένους καὶ προσενδύντας τὰ αὐτὰ ἀκριβῶς ἀποτελέσματα, ἅτινα περιεγράψαμεν ἥδη.

Δυνάμεθα δὲ ν' ἀνέυρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἴνε πάντοτε ἡλεκτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἡλεκτρικῆς φέρει, διὰ κοινῶς ἡλεκτροσκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὅποῖον ὅμως ἡ σφαῖρα Δ συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσειας μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀναστῆλουμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολήγοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἡλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδατέρου ρευστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον ἡλεκτρικὴν, ἥτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα οὐίστανται τοσούτῳ περισσότερον, ὅσω ἡ ἀτμόσφαιρα εἴνε μᾶλλον πεφορτισμένη ἡλεκτρικῆς. Πλησιάζοντες δὲ εἰς τὸ ἡλεκτροσκόπιον σῶμα φέρον γινωστὸν εἶδος ἡλεκτρικῆς διαγινώσκουμεν καὶ τὸ εἶδος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἡλεκτρικῆς. Διὰ τοιούτων καὶ ἄλλων εὐπαθεστέων ἡλεκτροσκοπίων ἐγνώσθη, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα φέρει πάντοτε ἡλεκτρικὴν καὶ συνήθως θετικὴν.

294. Αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Παραδέχονται ὡς αἰτίας παραγούσας τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἡλεκτρισμὸν α') τὴν τριβὴν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἔδαφους· (ὅταν βεθαίως πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς ἰσχυρῶς προστρίβων τὸ ἔδαφος, ὃ ἀπὸ ἰσχυρῶς θὰ ἡλεκτρίζεται)· β') τὴν ἐξάτμισιν τοῦ θαλασσίου ὕδατος, καθ' ἣν οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοὶ ἀνέρχονται πεφορτισμένοι ἡλεκτρικῆς, καὶ γ') τὴν βιάναν συμπύκνωσιν ὑδρατμῶν. Διὰ τοῦτο πολλάκις τὸ αὐτὸ νέφος δύναται νὰ παραγάγῃ πολλοὺς κεραυνοὺς ἕνεκα τῆς ἐπανειλημμένης συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν, ἥτις ἐπιφέρει βροχὴν ἢ χάλαζαν. Ἀλλὰ πλὴν τούτων πιθανῶς καὶ ἄλλα αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἡλεκτρισμοῦ ὑπάρχουσιν, ἄγνωστα ὅμως μέχρι τοῦδε.

295. Ἀστραπή. Βροντή. Ἡ ἠλεκτρικὴ, ἣν φέρει νέφος τι, δύναται νὰ ἐπιδράσῃ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ ἄλλου νέφους καὶ νὰ ἠλεκτρίσῃ αὐτὸ ἑτερονύμως. Ἐὰν δὲ τὰ δύο ταῦτα νέφη πλησιάσωσιν ἀλλήλα, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσιν πρὸς ἀλλήλας ἐνδύνανται μετ' ἰσχυρᾶς λάμψεως, ἥτις εἶνε ἡ **ἀστραπή**, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλουμένην **βροντήν**. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀστραπή παράγῃται εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἔχει χρῶμα λευκόν, εἰς δὲ τὰ ἀνώτερα ἰῶδες, διότι ὁ ἀήρ ἐκεῖ εἶνε ἀραιότερος· τοιοῦτόν τι δὲ παρατηροῦμεν διαβιβάζοντες ἠλεκτρικοὺς σπινθῆρας δι' ὑαλίνων σωλήνων πανταχόθεν κεκλεισμένων καὶ περιεχόντων ἀέρα ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Ἡ ἀστραπή ἔχουσα πολλάκις μῆκος πολλῶν χιλιόμετρων βαίνει κατὰ γραμμὴν πολὺθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάβασιν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περὶ αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Σημειωτέον δὲ ὅτι ἐν χώρῳ κενῷ ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ βαίνει εὐθυγράμμως. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἐσωτερικόν τῶν νεφῶν φωτίζουσιν αἶφνης μεγάλην ἔκτασιν τοῦ ὀρίζοντος. Ἐνίοτε ἀναφαίνονται εἰς τὸν ὀρίζοντα ἀνέφελον ὄντα κατὰ τὰς θερινὰς νύκτας ἀστραπαὶ μὴ συνοδεύμεναι ὑπὸ βροντῆς. Αὗται πιθανῶς παράγονται ὑπὸ νεφῶν κειμένων εἰς οὕτω μεγάλην ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἀπόστασιν, ὥστε ἡ βροντὴ νὰ μὴ γίνηται ἀκουστή. Ἡ διάρκειά τῆς ἀστραπῆς εἶνε ἐλαχίστη· καὶ ὄντως, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἥτις ταχύτατα ἐλαύνουσα ἐν τῷ σκότει φωτίζεται αἶφνης ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ τροχὸς οὗτος φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητος, διότι διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ, ὡς ὅταν εἶνε ἀκίνητος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ ἀστραπή φωτίζει τὸν τροχὸν ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον καὶ εἰς θέσιν, ἣν πρὸς στιγμὴν κατέχει οὗτος καὶ εἰς τὴν μόνον βλέπομεν αὐτόν, ἐν ᾧ, ὅταν ὁ τροχὸς φωτίζεται ὑπὸ διαρκoῦς οἰουδῆποτε φωτός, φαίνεται ἡμῖν ὡς συνεχὴς τις δίσκος, ἐφ' οὗ δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰς ἀκτῖνας.

Ὡς ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ, ὅν ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενoῦς ψόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστραπή συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, ἥς αἰτία εἶνε ἡ βιαία δόνησις, εἰς ἣν τίθεται ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ κατὰ τὴν ἐκρηξίν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆ-

ρος. Καὶ ἂν μὲν εὐρισκώμεθα πολὺ πλησίον τοῦ τόπου, ἔνθα ἐκρήγνυται ὁ ἤλεκτρικὸς σπινθήρ, ὁ κρότος εἶνε ξηρὸς καὶ σχεδὸν ἀκαριαῖος, ἀλλ' εἰς μεῖζονα ἀποστάσιν ἢ βροντὴ ἔχει μεῖζονα διάρκειαν καὶ ἀποτελεῖται ἐκ κρότων γινομένων ἐναλλάξ ἀσθενεστέρων καὶ ἰσχυροτέρων. Δὲν ἀκούομεν δὲ τὴν βροντὴν, καθ' ἣν σιγερῶς βλέπομεν τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς, διότι τὸ μὲν ὥς διανύον 300 ἑκατομύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ ἀπὸ τοῦ κεραυνοβόλου νέφους μέχρι τῆς γῆς διάστημα ἐν χρόνῳ ἀνεπαίσθητῳ, ἐν ᾧ ὁ ἥχος διανύων μόνον 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ αὐτὸ διάστημα εἰς χρόνον λίαν αἰσθητόν. Οὕτως, ἐὰν τὸ κεραυνοβόλον νέφος ἀπέχῃ ἀπ' ἡμῶν δεκακισχίλια μέτρα, τὸ μὲν ὥς φθάνει εἰς ἡμᾶς εἰς $\frac{1}{80000}$ τοῦ δευτερολέπτου, ἐν ᾧ ὁ ἥχος εἰς 30 δευτερόλεπτα περίπου. Ἡ μακρὰ δὲ διάρκεια τῆς βροντῆς ἀποδίδεται εἰς τὸ μέγεθος τῆς ἀστραπῆς καὶ εἰς τὴν ἀνάγκασιν τοῦ ἤχου ἐπὶ τῶν νεφῶν, τῶν ὀρέων καὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν κρότον τοῦ πυροβόλου ἐν ὀρεινῇ χώρᾳ.

296. Κεραυνός. Ὅταν διέρχεται ἄνωθεν ἡμῶν νέφος ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον, ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ῥευστόν τοῦ ἐδάφους καὶ πάντων τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωμάτων, ἅτινα πληροῦνται οὕτως ἀντιθέτου ἠλεκτρικῆς. Ὅταν δὲ ἡ πρὸς ἑνώσιν τάσις τῶν ἀντιθέτων τούτων ἠλεκτρικῶν καταστῇ ἀρκούντως ἰσχυρὰ ἐλαττουμένης τῆς μεταξύ νέφους καὶ ἐδάφους ἀποστάσεως, ἐκρήγνυται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ μεταξύ τοῦ νέφους καὶ τοῦ ἐδάφους, καὶ τότε λέγομεν ὅτι **πίπτει κεραυνός**, ὅστις πίπτει πάντοτε ἐπὶ τῶν πλησιεστέρων τῷ κεραυνοβόλῳ 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 καὶ ὅτ' ἔστιν ταῦτα, ὡς ἡ ὁρῶς, ἔχωσι μεῖζονα ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν, ἢ τὰ ῥητινώδη, ὡς ἡ πίσυς. Ὁ κεραυνὸς καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μὴ ἀγωγὰ, τήκει καὶ ἐξατμίζει μέταλλα, ἀναφλέγει εὐφλέκτους ὕλας καὶ πολλακίς φονεύει ἀνθρώπους καὶ ζῶα, ἐνίοτε δὲ πίπτων ἐπὶ πλοίου ἀναστρέφει τοὺς πύλους τῆς μηχανητικῆς βελόνης τῆς πυξίδος, ἄλλοτε δὲ εἰσχωρὼν εἰς ἀμμῶδες ἔδαφος τήκει πολλακίς τὴν ἄμμον καὶ παράγει κοίλους σωλήνας ἔχοντας τοιχώματα ὑαλῶδη, ὅτινες ἐκλήθησαν **κεραυνοὶ σωλήνες** ἢ **κεραυνίται**. Ὁ κεραυνὸς διασχίζων τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μετατρέπει μέρος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ εἰς τὸ καλούμενον **ὄζον**, εἰς τὸ ὅποσον ὀφείλεται ἡ ὁσμή,

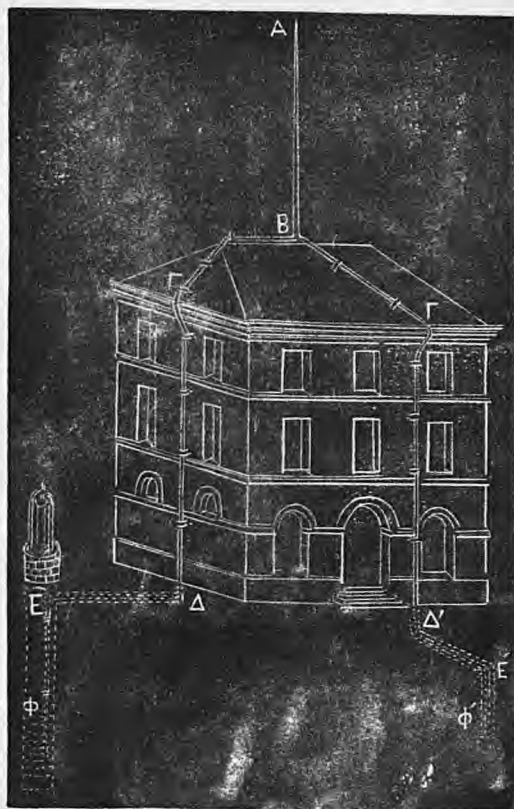
ἦν μετὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ αἰσθανόμεθα. Ἀλλὰ καὶ τὴν ἔνωσιν τοῦ ἀζώτου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐπιφέρει, ὡς εἴπομεν, ὁ κεραυνὸς καὶ τὴν ἐξ αὐτῶν παραγωγὴν ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου.

297. Πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς. Ὄταν ἄνωθεν τοῦ ἐδάφους διέρχεται ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένος νέφος, εἴπομεν ὅτι ἄνθρωποι καὶ ζῶα ἰσχυρῶς ἠλεκτρίζονται. Ὄταν δὲ ὁ κεραυνὸς πίπτῃ εἰς τι σημεῖον τοῦ ἐδάφους, οἱ ἄνθρωποι καὶ τὰ ζῶα οἱ εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου εὐρισκόμενοι μεταπίπτουσιν αἰφνιδίως εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν καὶ ἕνεκα τούτου ὑφίστανται βιαίους τιναχμούς ἐπιφέροντας νάρκωσιν καθ' ὅλον τὸ σῶμα καὶ ἐνίοτε καὶ τὸν θάνατον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς**.

298. Ἀλεξικέραυνον. Τὸ ἀλεξικέραυνον εἶνε συσκευή, ἥτις ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου τῷ 1771 χρησιμεύει, ὅπως προφυλάσῃ ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ τὰ οἰκοδομήματα, τοὺς ναοὺς, τὰ πλοῖα, τὰς ἀποθήκας τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κ.τ.λ. Σύγκειται δὲ κυρίως ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ κοντοῦ ΑΒ (σχ. 231) καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ΒΔΦ. Καὶ ὁ μὲν κοντὸς εἶνε ῥάβδος εὐθεῖα ἐκ σιδήρου λεπτυνομένη ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφὴν καὶ ἔχει ὕψος τὸ πολὺ 6 μέτρων καὶ ἀναστῆλουται κατακορύφως ἄνωθεν τοῦ προφυλακτέου οἰκοδομήματος ἐπὶ τοῦ κολοσφῶνος τῆς στέγης. Εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ κοντοῦ κοχλιῦται κωνικὴ ἀκλὴ ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρύσου, εἰς δὲ τὸ κατώτερον Β προσκολλᾶται καλῶς διὰ κασσιτέρου ὁ ἀγωγὸς τοῦ ἀλεξικέραυνου, ὅστις κατασκευάζεται ἢ ἐκ σιδηρῶν ῥάβδων ἐπιψευδαργυρωμένων ἢ κάλλιον ἐκ πολλῶν λεπτῶν συρμάτων καθαροῦ χαλκοῦ ὡς ἔχοντος μείζονα ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καλῶς συναπτόνως μεθ' ὅλων τῶν μεγάλων μεταλλίνων ὀγκῶν τοῦ κτιρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρὰ πατώματα, τὰ μετάλλινα στεγάσματα, αἱ ὑδρορροαί, οἱ κώδωνες τῶν ναῶν, καὶ ὑποβασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἡλίων ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ οἰκοδομήματος φθάνει μέχρι τοῦ ὕδατος φρέατος Φ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται φέρων εἰς τὸ ἄκρον εἶδος σιδηρᾶς πολυκεράτου ἀγκύρας καθιστώσης εὐκολωτέραν τὴν εἰς τὸ ἔδαφος ἐκροτὴν τῆς ἠλεκτρικῆς.

299. Θεωρία τοῦ ἀλεξικέραυνου. Ἐὰν ἄνωθεν οἰκοδομήματος φέροντος ἀλεξικέραυνον διέλθῃ νέφος πεπληρωμένον θετικῆς π.χ. ἠλεκτρικῆς, τότε τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ οἰκοδομήματος ἀποσυντίθεται ἐξ ἐπιδράσεως, καὶ ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἀπωθεῖται.

εἰς τὰ ἀπώτατα σημεῖα ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἢ δ' ἐτερόνυχος ἐπισω-
ρεύεται ἐπὶ τῆς ἀκίδος τοῦ ἀλεξικεραυνοῦ καὶ ἐξ αὐτῆς ἐκρέει πρὸς
τὸ ἠλεκτρισμένον νέφος τείνουσα νὰ ἐξουδετερώσῃ τὴν ἠλεκτρικὴν
αὐτοῦ. Ἀλλ' ὅταν τὸ νέφος φέρῃ μεγάλην ποσότητα ἠλεκτρικῆς



Σχ. 231.

αὕτη ἐκκενοῦται πρὸς τὴν ἀκίδα τοῦ ἀλεξικεραυνοῦ ὡς κειμένην εἰς
ὕψηλότερον σημεῖον καὶ καλῶς συγκοινωνοῦσαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ
τοῦ ἀγωγοῦ. Τότε ἡ ἠλεκτρικὴ τοῦ νέφους καταρρέει διὰ τοῦ ἀγω-
γοῦ καὶ διὰ τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος διαχέεται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους.
Κατὰ τὴν πτώσιν δὲ κεραυνοῦ ἐπὶ τῆς ἀκίδος ἀλεξικεραυνοῦ, αὕτη,
καίπερ ἐκ δυστηκτοτάτου μετάλλου κατασκευασμένη, πολλὰκις τήκε-
ται. Ἐκ παρατηρήσεων δ' ἐγνώσθη ὅτι τὸ ἀλεξικεραυνον περιφύλασ-
σει ἀποτελεσματικῶς ἀπὸ τῆς κεραυνώσεως ἐπιφάνειαν κυλινδρικήν. Ἡς
κέντρον μὲν εἶνε ἡ βάσις τοῦ κοντοῦ, ἀκτῖς δὲ ἴση πρὸς τὸ διπλάσιον

περίπου τοῦ ὕψους αὐτοῦ. Ἵνα δὲ καταστῇ τελειοφόρον τὸ ἀλεξικέραυνον καὶ μὴ ἀποθῇ πρόξενον βλάβης καὶ καταστροφῆς, πρέπει α') ἡ ἀκίς νὰ εἶνε ὀξεῖα, β') ὁ ἀγωγὸς νὰ εἶνε συνεχής, ἥτοι νὰ μὴ παρουσιάσῃ διακοπὰς συνεχείας, καὶ γ') ἡ συγκοινωνία τοῦ ἀγωγοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους νὰ εἶνε τελεία, ἥτοι νὰ ἐμβαπτίζεται ὁ ἀγωγὸς ἀπολήγων εἰς σιδηρὰν ἄγκυραν ἐντὸς φρέατος περιέχοντος ἀδιαλείπτως ὕδωρ, ἢ ἐντὸς βόθρου πλήρους συμπαγοῦς ἀνθρακος ἀδιαλείπτως καθυγραίνονμένου.

(300. **Ἀλεξικέραυνον Melsens.** Ὁ Βέλγος Melsens οὐκ ὀλίγα πειράματα ἐκτελέσας ἐπὶ τῶν ἀλεξικεραινῶν παραδέχεται ὅτι οἰκοδόμημα προφυλάσσεται τελείως ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ, ἂν καλυφθῇ δι' ὅσον ἔννεστι πλείστων ἀγωγῶν, ἔστω καὶ λεπτῶν, οἵτινες νὰ σχηματίζωσι πλέγμα μεταλλικὸν ὠπλισμένον διὰ πλείστων ὥσων μικρῶν πολυσχιδῶν ὀβελῶν. Ἀναφέρει δὲ πρὸς ἀπόδειξιν τούτου τὸ ἐξῆς πείραμα. Βάτραχος, ὁ λίαν ἠλεκτροσκοπικός, καλυπτόμενος διὰ μεταλλικοῦ πλέγματος οὐδόλως ἐνοχλεῖται ὑπὸ τῶν ἰσχυρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, τοὺς ὁποίους ἠθέλομεν προσπαθῆσαι νὰ διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ πλέγματος.

Ὁ Melsens ἐν τῷ συστήματι αὐτοῦ μεταχειρίζεται σύρματα ἐκ σιδήρου ἐπεψευδαργυρωμένου, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος εἶνε ἴση πρὸς 6 ἕως 8 χ. μ. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος διήκει κατὰ μῆκος τῆς στέγης καὶ συνδέεται μετὰ πολλῶν ἄλλων ἀγωγῶν, οἵτινες κατερχόμενοι παραπλεύρως τῇ οἰκοδομῇ ἐμπήγνυνται διακλαδιζόμενοι εἰς ὕγρὸν ἔδαφος. Ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ κατὰ μῆκος τῆς στέγης τίθενται πολλαὶ πολλαπλαῖ ἀκίδες ἀντὶ τοῦ ἀπλοῦ ὀβελοῦ τοῦ Franklin.)

ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ.

301. **Ἡλεκτρισμός ἐκ χημικῆς δράσεως.** Ἐάν ἐντός ποτηρίου περιέχοντος θετικὸν ὀξύ προσρριωθὲν διὰ δεκαπλάσιον ὄγκου ὕδατος ἐμβυπτίσωμεν ἔλασμα χημικῶς καθαρὸ ψευδαργύρου Ψ' (σχ. 232), τὸ μὲν ἔλασμα ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὀξύ, ὅπερ ἐπιδρᾷ χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, θετικῶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἐάν συνάψωμεν τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρης πλάκας Α (σχ. 230 & 292) τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταυτοχρόνως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τὸ ὕγρὸν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου Λ ἢ χαλκοῦ, ὡς καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β. Ἐάν μετὰ τινα χρόνον τοῦτο μὲν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐλάσματος Ψ' μετὰ τῆς πλάκας Α, τοῦτο δὲ ἄρωμεν τὴν πλάκα Β, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χυρσοῦ διίστανται καὶ πλησιάζοντες εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σώμα ἠλεκτρισμένον π.χ. ἀρνητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου διίστανται ἔτι μᾶλλον, τὸ ὅποῖον ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα φέρουσιν ὁμόνυμον ἠλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἴτοι ἀρνητικὴν. Ἦνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ θετικὸν ὀξύ φέρει



Σχ. 232.

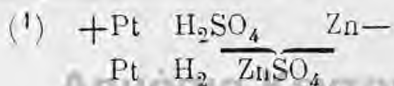
θετικὴν ἡλεκτρικὴν, θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει διατελουόντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἰπεῖν τὴν ἡλεκτρικὴν τοῦ ὑγροῦ. Ἐν τῷ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειριζόμεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκοχρυσόν, διότι οὗτος μὲν οὐδόλως ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβάλλεται, ἐκείνος δὲ ἀσθενέστερον τοῦ ψευδαργύρου. Εἴτα θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸ ἐκ ψευδαργύρου ἔλασμα Ψ' καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β μετὰ τοῦ ἐδάρου καὶ διακόπτοντες μετ' ὀλίγον τὴν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α συγκοινωνίαν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἶροντες τὴν ἀνωτέραν πλάκα ἀνευρίσκομεν καθ' ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ τρόπον ὅτι τὸ ἡλεκτροσκόπιον φέρει θετικὴν ἡλεκτρικὴν. Πειρώμενοι δ' ὁμοίως καὶ δι' ἄλλων μετάλλων καὶ ἀραιῶν ὀξέων ἢ διαλυμάτων ἐν ὕδατι ἁλῶν προσβαλλόντων χημικῶς τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνευρίσκομεν τὸν ἐξῆς τοῦ Becquerel νόμον: *κατὰ τὴν χημικὴν δράσιν μετάλλου ἐπὶ ὀξέος ἢ διαλύματος ἁλματος τὸ μὲν μέταλλον ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὑγρὸν θετικῶς*. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ' καὶ λευκοχρυσόν Α, ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, αἱ ἡλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνσύμμενοι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἡλεκτρικὸν ρεύσπόν. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη *ἡλεκτρογενετική*, ἥτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἡλεκτρικὸν ρεύσπόν παράγει νέας ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς, αἵτινες ἐνοῦνται διὰ τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο ἐλασμάτων. Ἡ συνεχὴς δ' αὕτη ἐνῶσις τῶν δύο ἡλεκτρικῶν εἶνε τὸ καλούμενον *ἡλεκτρικὸν ρεῦμα*. Τὸ δὲ σύστημα τὸ ἀποτελούμενον ἐκ δύο ἐτερογενῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἅτινα ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς ὑγροῦ ἐπιδιδόντες χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἢ οὐδόλως ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται *ἡλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον*.

302. **Χημικὴ θεωρία τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.** Ὅταν ἐμβαπτίζωμεν εἰς ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ (H_2SO_4) ἔλασμα χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρῳ (Zn), ὁ ψευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π. γ. λευκοχρύσου (Pt), καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἔλασματα πρὸς ἄλληλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα ἡ χημικὴ ἐνέργεια ἀρχεται, ὁ ψευδάργυρος διαλύεται μεταβαλλόμενος

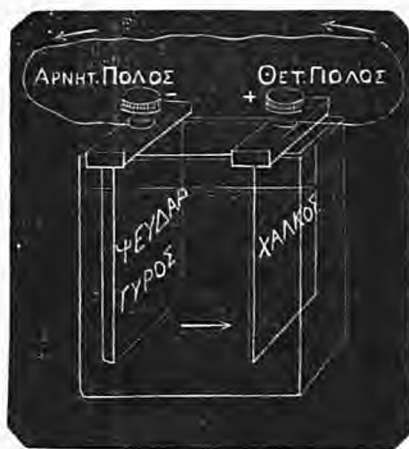
εἰς θεικόν ψευδάργυρον (ZnSO_4), ὑδρογόνον (H) δ' ἐκλύεται ⁽¹⁾ ὑπὸ μορφὴν φυσαλίδων ἐκ τοῦ ἐν λευκοχρύσου ἐλάσματος. Κατὰ τὴν χημικὴν θεωρίαν ἡ χημικὴ αὕτη ὁρᾷσις τοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου γίνεται πρῶτον ἀποσυνθέσεως οὐδατέρου ἡλεκτρικοῦ ρεύστος καὶ ἐπισωρεύσεως ἀρνητικῆς μὲν ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, ἰσῆς δὲ ποσότητος θετικῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ λευκοχρύσου. Ἀμφοτέραι δ' αὗται αἱ ἡλεκτρικαὶ ἐνοῦμεναι παράγουσιν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρκεῖν ἐπὶ τοσούτον μόνον, ἐρ' ὅσον ὑπάρχει θεικόν ὀξύ ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ ἐκλείπουν, ὅταν ὅλον τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικόν ὀξύ μεταβληθῇ εἰς θεικόν ψευδάργυρον.

303. Ἐφουδαργύρωσις τοῦ ψευδαργύρου. Ἀντὶ χημικῶς καθαροῦ ψευδαργύρου, ὅστις εἶνε πολυδάπανος, δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ἄκαρπον ψευδάργυρον, ἥτοι μὴ καθαρὸν ψευδάργυρον τοῦ ἐμπορίου· ἐν ταιαύτῃ ὅπως περιπτώσει ὁρεῖσθαι νὰ ἐπικαλύψωμεν καλῶς αὐτὸν δι' ἀμυαλγάματος ψευδαργύρου (κράματα ὑδραργύρου καὶ ψευδαργύρου), ἥτοι νὰ ἐφουδαργυρώσωμεν αὐτόν. Πρὸς τοῦτο ἐν πινακίῳ ῥίπτουμεν ὀλίγον ὑδραργύρον καὶ ἐπ' αὐτοῦ ἐπιχύνουμεν ἡ ὑδροχλωρικόν ὀξύ ἢ ἀραιὸν θεικόν ὀξύ καὶ διὰ ψήκτρας προστρέβομεν τὸν ψευδάργυρον ἐπιρρίπτοντες ἐπ' αὐτοῦ τὸν ὑδραργύρον μετὰ τοῦ ὀξέος καὶ εἴτα ἐκπλύνουμεν αὐτόν δι' ἀρθένου ὕδατος. Τὸ μὲν ὀξύ χρῆσιμεῖται, ὅπως καθαρίσῃ τὸν ψευδάργυρον, ὁ δὲ ὑδραργύρος, ὅπως παραχάγῃ ἐπὶ τῆς καθαρισθείσης νῦν ἐπιφανείας τοῦ ψευδαργύρου ἐνούμενος μετ' αὐτοῦ ἀμύαλγμα, ὅπερ ἐν τῷ ἡλεκτρικῷ στοιχείῳ ἔχει τὰς αὐτὰς ιδιότητας, ὡς καὶ ὁ χημικῶς καθαρὸς ψευδάργυρος.

304. Ποικίλα ἡλεκτροχημικὰ ζεύγη. Ἐκτός τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος ἡλεκτροχημικοῦ ζεύγους τοῦ ἀποτελουμένου ἐκ ψευδαργύρου, λευκοχρύσου καὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος ὑπάρχουσι καὶ πλείστα ἄλλα ταιαῦτα ζεύγη. Οὕτω τὸν λευκοχρυσὸν δυνάμεθα ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἀργύρου (Ag), χαλκοῦ (Cu) ἢ καὶ ἀνθρακος (C) λίαν συμπαγέος, ὅπως εἶνε ὁ ἐξαχόμενος ἐκ τῶν πηλίνων γραῶν, ἐν οἷς διὰ γαιάνθρακος παρασκευάζεται τὸ φωταέριον. Ὅσαύτως ἀντὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος (NH_4Cl) ἢ καὶ κοινοῦ ἁλατος (NaCl), ἢτινα προσβάλλου-



σιν ὡς γνωστὸν τὸν ψευδάργυρον. Ἐπειδὴ ὁμοίως ἡ τοιαύτη χημικὴ δρᾶσις εἶνε ἀσθενεστέρᾳ τῆς διὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἢ εἰς τὰ ζεύγη ταῦτα ἡλεκτρογενετικὴ δύναμις εἶνε ἀσθενεστέρᾳ καὶ ἐπομένως καὶ τὸ παραγόμενον ρεῦμα ἀσθενέστερον. Ἐκ τῶν συνθεστέρων ἡλεκτροχημικῶν ζευγῶν εἶνε τὸ ἀποτελούμενον ἐκ χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος (σχ. 233) ἢ ἐξ ἄνθρακος, ψευδαργύρου καὶ διαλύματος ἀμμωνιακοῦ ἁλατος. Καὶ τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ τὸ ἀσθενέστερον ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον ἢ τὸ τοῦ



Σχ. 233.

ἀνθρακος τὸ οὐδὲν ὡς ὑπ' αὐτοῦ προσβαλλόμενον καλεῖται **θετικὸς πόλος**, τὸ δὲ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου τὸ ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον καλεῖται **ἀρνητικὸς πόλος**. Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο τούτους πόλους διὰ μεταλλίνου σύρματος, αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαὶ ἐνότητες παράγουσι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ἀγνώστου εὐσεύς τῆς φύσεως αὐτοῦ, κατὰ συνθήκην παραδέχονται ὅτι ἐπὶ τοῦ σύρματος τούτου ὁδεύει ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν, ὡς δεῖ-

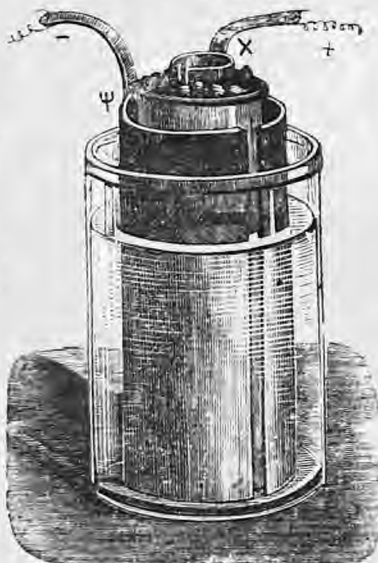
κνύουσι τὰ βεῖλη. Τὸ μεταλλινὸν σύρμα τὸ συνάπτειν ἐξώθεν τοὺς δύο πόλους καλεῖται **ρομφόρος**, ὅστις μετὰ τῶν δύο ἐλασμάτων καὶ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑγροῦ ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον **ἡλεκτρικὸν κύκλωμα**. Καὶ ὅταν μὲν ὑπάρχῃ διακοπὴ τις εἰς οἰονόηστος μέρος τοῦ κυκλώματος, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε **ἀνοιχτόν**, ὅταν δὲ τὸν ἀντικτὸν τὸ κύκλωμα εἶνε συνεχές καὶ ὅταν ὑπάρχῃ διακοπὴ τις μῆτε ἐντὸς μῆτε ἐκτὸς, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε **κλειστόν**, ὁπότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ.

305. Ἐξασθένεισις τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου. Τὸ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ συνιστάμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν μετάλλων ἐμβεβαπτισμένων ἐντὸς ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ὅταν ἔχει μεγάλην διάρκειαν· τουτέστι τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξασθενεῖται, πρὶν τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν ὀξύ μεταβληθῇ εἰς θεικὸν ψευδάργυρον. Αἰτία δὲ τῆς ἐξασθένησεως ταύτης εἶνε ἡ ἐναπόθεσις τοῦ

υδρογόνου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ὅπερ ὑδρογόνον ὡς μὴ ἀγωγόν τοῦτο μὲν παρέχει ἀντίστασιν εἰς τὴν ὁδὸν τοῦ ρεύματος, τοῦτο δὲ παράγει ρεύμα φορᾶς ἀντιρρόπου τῇ κυρίῳ ρεύματι καὶ ἐπομένως ἐξουδετεροῖ αὐτὴ ἐν μέσει ἢ καθ' ὅλην ἐκτετακταίν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **πόλωση** τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, πᾶν δὲ μέσον καταστρέφον τὴν πόλωσιν ταύτην, τοιούτῃ παρεμποδίζον τὴν ἐναπόθεσιν ταύτην τοῦ ὑδρογόνου, καθιστᾷ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου σταθεράν καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεύμα σταθερὸν καὶ διαρκές. Τοῦτο δὲ κατορθώθη εἰς πολλὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μάλιστα ἐν χρήσει.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

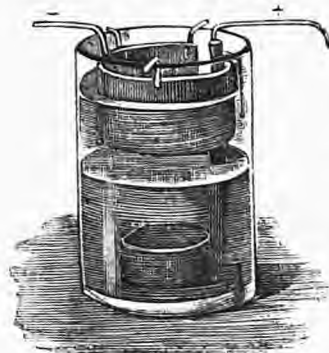
306. Στοιχεῖον τοῦ Daniell. Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 234) σύγκειται ἐξ ἐνὸς ἐξωτερικοῦ υαλίνου ἢ πηλίνου δοχείου πε-
 πληρωμένου ὕδατος καθαρῷ ἢ ἐμ-
 περιέχοντος $\frac{1}{10}$ κατ' ὄγκον πυκνὸν
 θεικὸν ὄξύ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται κύ-
 λινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐξουδετερω-
 ρωμένου Ψ , ἀντικατὰ ἐκαστὸνθεν καὶ
 ἐσχισμένος κατὰ μῆκος. Ἐν τῷ κυ-
 λινδρῷ τούτῳ τίθεται δοχεῖον ἐξ ἀρ-
 γύλλου ἡμισπτον, πορώδες καὶ πε-
 πληρωμένον διαλύματος θεικοῦ χαλ-
 κοῦ (CuSO_4), ἐν ᾧ βυθίζεται ὁ ἐκ
 χαλκοῦ κύλινδρος X, εἴτα δὲ πλη-
 ροῦται κρυστάλλων θεικοῦ χαλκοῦ.
 Ἐπὶ τῶν κυλινδρῶν ψευδαργύρου καὶ
 χαλκοῦ προσκείμενται κατὰ τὸ ἀνώ-
 τερον ἄκρον χαλκῆ καὶ τανύται αἵτινες
 εἶνε οἱ πόλοι τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοι-
 χείου. Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο
 τούτους πόλους διὰ μεταλλικὸν σύρματι, ἢτοι ἐὰν κλείσωμεν τὸ κύ-
 κλωμα, πάραυτα τὸ μὲν θεικὸν ὄξύ προσβάλλον τὸν ψευδαργύρον
 παράγει θεικὸν ψευδαργύρον, τὸ δὲ ὑδρογόνον τὸ ἐκ τῆς χημικῆς ταύ-
 τῆς δράσεως προσελθὸν διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ ἀπο-
 συνθέτον τὸν θεικὸν χαλκὸν παράγει τοῦτο μὲν μεταλλικὸν χαλκὸν



Σχ. 234.

κόν (Cu), ὅστις ἀναποτίθεται ἐπὶ τοῦ χαλκίνου ἐλάσματος X, τοῦτο δὲ θεικόν ὤξυ, ὅπερ ἐξέρχεται διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ διαλύει τὸν ψευδάργυρον ⁽¹⁾. Οὕτω δὲ ὁ μὲν χαλκὸς ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ὁ δὲ ψευδάργυρος ἀρνητικῶς καὶ ἡ πόλωσις ματαιοῦται διὰ τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ.

Τοῦ στοιχείου τούτου τροποποιηθέντος κατὰ τι ὑπὸ τοῦ Callaud γίνεται νῦν χρῆσις ἰδίως ἐν τοῖς τηλεγραφεῖσι. Ἡ τροποποίησις δ' αὕτη ἐγένετο ὡς ἐξῆς. Ἐν ὑαλίνῳ ποτηρίῳ (σχ. 235) τίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μὲν μέρος κύλινδρος

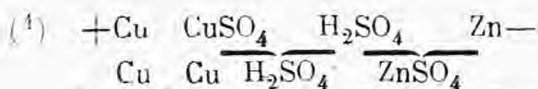


Σχ. 235.

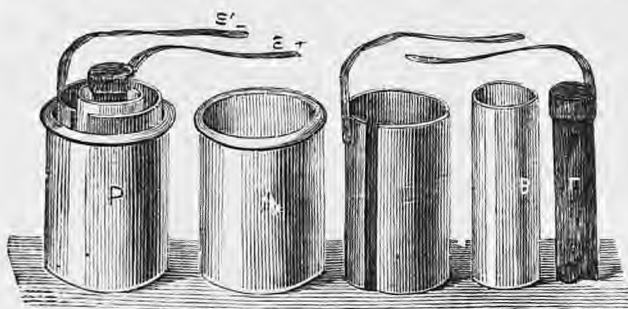
ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἐξικνούμενος μέχρι σχεδὸν τοῦ μέσου τοῦ ποτηρίου στηρίζεται διὰ τριῶν ἀγκίστρων χαλκῶν ἐπ' αὐτοῦ προσκεκολλημένων καὶ ἐπεριδομένων ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ποτηρίου. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου τίθεται ταινία χαλκῆ, ἐλικοειδῶς περιστραμμένη, ἐφ' ἧς εἶνε προσκεκολλημένον σύρμα χαλκινόν περιβεβλημένον διὰ γουτταπέρατης, ὅπερ ἀνερχομένου ἀκμπτεται κατ' ὀρθὴν γωνίαν πρὸς τὰ χεῖλη τοῦ ποτηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου, ἐν ᾧ σύρμα χαλκοῦν ἐπὶ τῷ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρῳ προσκεκολλημένον ἀποτελεῖ τὸν ἀρνη-

τικὸν πόλον. Ταύτων οὕτως ἐχόντων, ῥίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλους θεικοῦ χαλκοῦ (CuSO_4) καὶ ἐπιχύνομεν ἢ διάλυμα θεικοῦ ψευδαργύρου (ZnSO_4) ἢ ἀπλῶς καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου ὀλίγον τι κατωτέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὑπερχειμένου ὕγρου.

307. Στοιχεῖον Bunsen. Τὸ τοῦ Bunsen στοιχεῖον πλεονεκτεῖ τοῦ προηγουμένου κατὰ τοῦτο ὅτι, ἐν ᾧ καὶ τοῦτο παράγει ἠλεκτρικὸν ῥεύμα σταθερὸν καὶ συνεχές, ἔχει ἰσχύϊ πολλῶ μείζονα ἐκείνου. Σὺγκριται δὲ (σχ. 236) ἐκ πηλίνου ἢ ὑαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἐσχισμένος κατὰ μῆκος, καλῶς ἐρυδραργυρωμένος καὶ φέρων ταινίαν χαλκὴν e', ἥτις χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸς πόλος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται πορώδες δοχεῖον B ἐξ ἀργίλλου ὁμοῖον τῷ ἐν

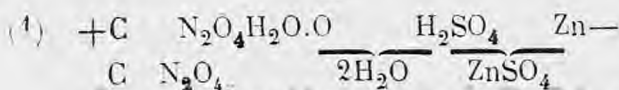


τῷ στοιχείῳ Daniell καὶ ἐν αὐτῷ πρισματικὸν τεμάχιον συμπαγοῦς ἄνθρακος Γ, ὅστις μὴ προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε σὺναιμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἄνθρακος προσκολληθῇ χαλκὴ ταινία ε χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος. Καὶ μετὰξὺ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίνου δοχείου καὶ τοῦ πορώδους ἀγγείου, ἐνθα ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, χύνομεν θεικὸν ὄξυ προσραιωθὲν διὰ δεκαπλάσιου ὅγκου ὕδατος, εἰς δὲ τὸ πορώδες ἀγγεῖον, ἐνθα ὑπάρχει ὁ ἄνθραξ, ῥίπτομεν νιτρικὸν ὄξυ (HNO_3). Ὅταν συνά-



Σχ. 236.

ψωμεν τὰς δύο χαλκὰς ταινίας ε καὶ ε', ἔσται ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου στοιχείου, τὸ κεκαρμένον θεικὸν ὄξυ ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγεται θεικὸς ψευδάργυρος καὶ ὑδρογόνον. Διὰ τῆς χημικῆς δὲ ταύτης δράσεως ὁ ψευδάργυρος ἡλεκτριζέται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς, τὸ δὲ ὑδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ὅπως πολῶσιν αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται οὕτως εἶπέν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ (H_2O) καὶ ἐπομένως τὸ νιτρικὸν ὄξυ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὑπεροξείδιον τοῦ ἀζώτου (N_2O_4) ⁽¹⁾, ὅπερ ἐν τῷ ἀέρι παρέχει ἐρυθροῦς πνιγροῦς ἀτμοῦς ἀποτελοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης. ὡς ἐκ τῆς ἐπιδρασεὶς ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου. Δυνάμεθα ὅμως ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὄξυ δι' ὑγροῦ, ὅπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμῶν ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων διχρωμικοῦ καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) καὶ



153 γραμμ. πυκνού θειικού οξέος, όποτε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

(308. **Στοιχείον τοῦ Grenet.** Τὸ λίαν εὐχρηστον τοῦτο στοιχείον συγκοι-
τά: ἐκ φιάλης σφαιροειδοῦς φερομένης πῶμα ἢ κάλυμμα ἐξ ἐβονίτου, εἰς ὃ
προσκολλῶνται δύο πλάκες ἐξ ἄνθρακος συμπαγοῦς κείμεναι παραλλήλως εἰς
μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπέσταςιν καὶ διήκουσαι μέχρι τοῦ πυθμένος σχεδὸν τῆς
φιάλης (σχ. 237). Οἱ δύο οὗτοι ἄνθρακες συγκοινωνοῦσι μεταλλικῶς μετὰ



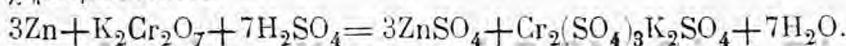
Σχ. 237.

πιστικοῦ κοιλίου ἐπὶ τοῦ πώματος ἐστερεωμέ-
νου καὶ χρησιμεύοντος ὡς θετικοῦ πόλου. Με-
ταξὺ τῶν δύο ἄνθράκων τίθεται ἔλασμα ψευδαρ-
γύρου ἐφυδραργυρωμένου, οὕτως τὸ μὲν πλάτος
εἶναι ἴσον πρὸς τὸ τῶν ἄνθράκων, τὸ δὲ μῆκος
τὸ ἥμισυ ἐκείνου. Ὁ ψευδαργυρος οὗτος προσ-
κολλᾶται ἐπὶ ὀρειχαλκίνου στελέγους διερχομέ-
νου μετ' ἡπίας τριβῆς διὰ πόρου ἐν τῇ μέσῳ
τοῦ πώματος ὑπάρχοντος διὰ τοῦ στελέγους δὲ
τοῦτου, ὅπερ συγκοινωνεῖ μετὰ δευτέρου πιστι-
κοῦ κοιλίου χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πόλου
καταδύεται ὁ ψευδαργυρος κατὰ βοήθησιν εἰς τὸ
ἐν τῇ φιάλῃ ὑγρὸν ἢ ἐξάγεται καθ' ὀλοκληρίαν
ἐξ αὐτοῦ στερεοῦμενος εἰς τι ὕψος. Ἐν δὲ τῇ
φιάλῃ τίθεται μίγμα ὕδατος, θειικοῦ οξέος καὶ
διχρωμικοῦ καλίου ($K_2Cr_2O_7$). Ἐν τῷ στοιχείῳ

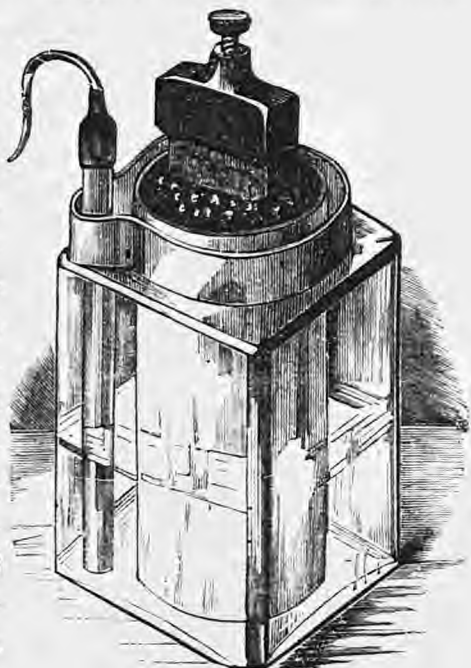
τούτῳ σῶμα καταστρέφον τὴν πόλωσιν εἶναι τὸ διχρωμικὸν κάλιον, ὅπερ ὡς
παράγον ἐν τέλει κατὰ τὴν μετὰ τοῦ θειικοῦ οξέος ἀλλοτρεπιδόρασιν ἐκ-
τός καλικῆς διὰ χρωμίου συσπτηρίας $[Cr_2(SO_4)_3K_2SO_4]$ καὶ ὀξυγόνον (O), παρέχει τοῦτο εἰς
τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ οξέος ἐκλυόμενον ὕδρο-
γόνον, ἅτινα ἐνούμενα χημικῶς σχηματίζουσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακαλύπεται
ἢ ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος συσσωρεύεται τοῦ ὀξυγόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἴπομεν, τὴν
ἐκπομπήν τινος τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. (1)

309. **Στοιχείον Leclanché.** Τὸ στοιχείον τοῦτο (σχ. 238),
οὕτως γίνεται συχνάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἰδίως κώδωνας,
σύνκειται ἐκ τινος ἀγγείου ὑαλίνου ἀποστενωμένου περὶ τὸ στόμιον,
ὅπως ἐμποδίζηται ἡ ἐξάτμισις τοῦ ἐντός ὑγροῦ. Ἐντός τοῦ δοχείου
τίθεται ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου καὶ πορῶδες δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ
ἄνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου τοῦ μαγγα-

(1) Αἱ ἐν τῷ στοιχείῳ τούτῳ χημικαὶ δράσεις παρίστανται διὰ τῆς ἐξῆς
χημικῆς ἐξισώσεως

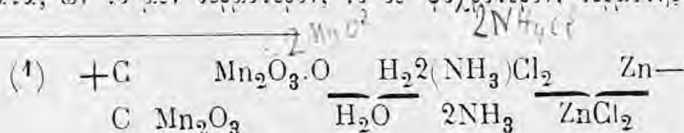


νίου (MnO_2) καὶ συμπαγοῦς ἄνθρακος εἰς μικρά τεμάχια καὶ κεκλεισμένον ἄνωθεν διὰ πισσασφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος. Ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγεῖῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, τίθεται μέχρι τοῦ μέσου μόνον κεκορεσμένον διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος (κοινῶς νισαντηρί), ὅπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου ἐμποτίζει τὸ μίγμα, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὁποίου κεῖται ὁ ἄνθραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἅλας, ἢτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον (NH_4Cl), προσβάλλει τὸν ψευδάργυρον, ὅστις οὕτως ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην ὁρᾶσιν παρὰγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος ψευδάργυρος (ZnCl_2), τοῦτο δὲ ἀμμωνία (NH_3) καὶ ὑδρογόνον, ὅπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου λαμβάνει ὀξυγόνον ἐκ τοῦ καταστρέφοντος τὴν πύλωσιν διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (MnO_2) καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ὀξείδιον τοῦ μαγγανίου (Mn_2O_3), ἐν ᾧ τὸ ὑδρογόνον μετατρέπεται εἰς ὕδωρ. (1)

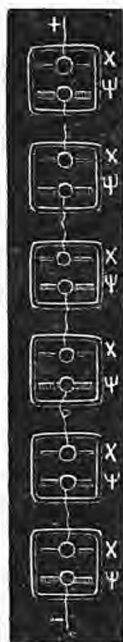


Σχ. 238.

310. Συνένωσις ἡλεκτρικῶν στοιχείων. Εἴπομεν ὅτι ἐν τῷ ἡλεκτροχημικῷ ζεύγει (σχ. 232 ἔ 301), ὅπερ σύγκειται ἐκ χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ θειικοῦ ὀξέος, εἰσέρχεται ἡλεκτρογενετικῆς δύναμις κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος. δι' ἧς ὁ μὲν ψευδάργυρος δέχεται ποσὴν τι ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς, τὸ δὲ ὕψος καὶ ὁ χαλκὸς ὁμοῦ ἴσον ποσὴν θετικῆς ἡλεκτρικῆς. Ὡς δ' ὅταν συνάπτωμεν διὰ μεταλλίνης βάρβου δύο ἀγωγὰ τῆς θερμότητος σώματα, ὧν τὸ μὲν θερμότερον, τὸ δὲ ψυχρότερον, θερμότης μεταβαί-



νει ἀπὸ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον καὶ τοσοῦτω μείζων ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ὅσω ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν δύο σωμάτων εἶνε μείζων, οὕτω καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ μεταλλινὸν σύρμα, τὸ συνάπτει τοὺς δύο πόλους τοῦ ἡλεκτροχημικοῦ ζεύγους, ἔχει ἰσχύϊν τοσοῦτω μείζονα, ὅσω ἡ καλουμένη διαφορὰ τοῦ *ἡλεκτροδυναμικοῦ* εἰς τοὺς δύο πόλους εἶνε μείζων. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ προσβαλλομένου μετάλλου καὶ τοῦ



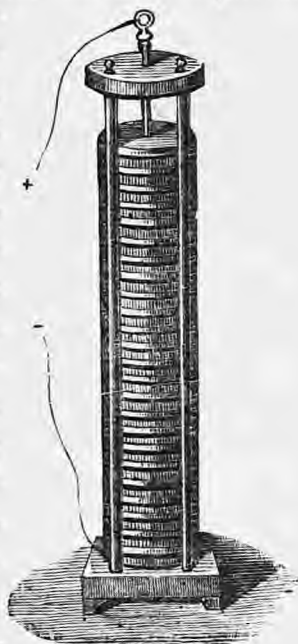
Σχ. 239.

προσβάλλοντος ὑγροῦ, οὕσα μείζων μὲν μεταξύ θειικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἐλάσσων δὲ μεταξύ ἀμμωνιακοῦ ἁλματος καὶ ψευδαργύρου. Ὡς μονὰς δὲ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἡ τῆς διαφορᾶς τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ λαμβάνεται ἡ καλουμένη *βόλταιος* μονὰς (*volt*) ἴση περίπου πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δυνάμιν ἐνός στοιχείου Daniell. Ἐάν νῦν ἐνώσωμεν πολλὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα Daniell *ἐν τάσει*, ἡτοι διὰ τῶν ἐπερινύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὕτω σχηματίζωμεν τὴν καλουμένην *ἡλεκτρικὴν στήλην*, δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάβωμεν ἐξ τριαυτῶν στοιχείων (σχ. 239) καὶ ἐνώσωμεν τὸν ψευδάργυρον Ψ τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ Χ τοῦ δευτέρου, τὸν ψευδάργυρον τούτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ ἑκτοῦ στοιχείου, εἰς ὃ ὁ ψευδάργυρος μένει ἐλεύθερος. Ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο πόλων ἐνός μόνου στοιχείου εἶνε ἴση πρὸς μίαν βόλταιον, ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξύ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης τῆς ἀποτελουμένης ἀπὸ ἐξ στοιχείων Daniell συντηγμένων εἶνε ἐξ βολταίων, ἡτοι ἐξαπλασία. Ἐάν νῦν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους + καὶ — τῆς στήλης ταύτης διὰ μεταλλίνου ἀγωγοῦ, θέλει παραχθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἕνεκα τῆς διαφορᾶς τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους, ὡς εἴπομεν ὅτι παράγεται θερμοκρατικὸν ρεῦμα διὰ μεταλλίνης ῥάβδου, ἥς τὸ μὲν ἑν ἄκρον διατηρεῖται εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν, τὸ δ' ἕτερον εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν.)

(311. **Ἡλεκτρικὴ στήλη τοῦ Βόλτα.** Πρῶτος ὁ Βόλτας διέγνω ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης βαίνει αὐξανόμενη μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοι-

χείων αὐτῆς. Ἡ δὲ πρώτη στήλη, ἣν αὐτὸς ἐπενόησε, σύγκειται ἐκ δίσκου χαλκοῦ μεμινωμένου, τουτέστιν ἐρειδομένου ἐπὶ ξυλίνῃς βάσει, ἐφ' οὗ τίθεται δεύτερος δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὕψωμα διαθεβεγμένον δι' ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος, εἶτα πάλιν δίσκος χαλκοῦς, δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ διαθεβεγμένον ὕψωμα καὶ οὕτω καθεξῆς, καὶ τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνωτάτου ὕψωματος τίθεται δίσκος χαλκοῦς (σχ. 240). Οἱ δίσκοι οὗτοι ἀποτελοῦντες κατακόρυφον κύλινδρον συγκατατοῦνται διὰ τριῶν περίξ υαλίνων στελεχῶν. Ἔνεκα δὲ τοῦ σχήματος, ὅπερ ἔλαβεν ἡ συσκευή αὕτη, καὶ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου, ἐκλήθη *βολταϊκὴ στήλη* καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἡλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν *ἡλεκτρικὴν στήλην*.

Ἡ στήλη τοῦ Volta ὅπως ἀποβῇ εὐχρηστος καὶ διαρκεστέρᾳ μετετράπη εἰς τὴν *στήλην ἐν ποτηρίοις* (σχ. 233 & 344)



Σχ. 240.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ (Ohm).
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

(312. **Ἡλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm.** Ἐάν τοὺς δύο πόλους ἑνὸς στοιχείου Daniell ἐνώσωμεν διὰ σύρματος, θέλει παραχθῇ, ὡς εἴπομεν, ἡλεκτρικὸν ρεῦμα φερόμενον ἐκτὸς μὲν τοῦ στοιχείου ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον, ἐντὸς δ' αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὸ ρεῦμα ἐπομένως ἔχει νὰ ὑπερνικήσῃ δύο ἀντιστάσεις, τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ σύρματος καὶ τὴν ἐσωτερικὴν τοῦ στοιχείου, αἵτινες μετροῦνται διὰ μονάδας, ἧτις καλεῖται *ὠμιοι* (*ohm*). Ἡ μονὰς αὕτη τῆς ἀντιστάσεως παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει εἰς τὴν ὁδὸν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος στήλη ψευδαργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔχουσα μῆκος 106 ὠρεκ. καὶ τομὴν ἑνὸς τετρ. χυλίστου.

313. Καλεῖται *εἰδικὴ ἀντίστασις* ἀγωγοῦ τινος ἡ ἀντίστασις εἰς

ώμειους μονάδας λογιζομένη, ἣν παρέχει ὁ ἄγωγός οὗτος ἔχων μῆκος ἐνός ὕψους καὶ τομὴν ἐνός τετρ. ὕψους.

Ἡ ἀντίστασις Ω ἀγωγοῦ τινος εἶνε ἀνάλογος μὲν τοῦ γινομένου τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως α ἐπὶ τὸ μῆκος αὐτοῦ μ , ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος τῆς διατομῆς αὐτοῦ δ , ἥτοι

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

314. Ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὅστις διαρρέει τὸ σύρμα ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἥτοι ἡ καλουμένη *ἐντασις τοῦ ρεύματος*, μετρεῖται διὰ τῆς *ἀμπερείου* καλουμένης μονάδος (*ampère*). Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς βολταίους μονάδας εἶνε μείζων καὶ ἡ ἀντίστασις εἰς ὥμειους ἐλάσσων. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον τοῦ Ohm.

Ἡ ἐντασις ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς ἀμπερείους μονάδας εἶνε ἀνάλογος μὲν τῆς διαφορᾶς τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς βολταίους, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως (ἐσωτερικῆς τε καὶ ἐξωτερικῆς) εἰς ὥμειους μονάδας.

Ὁ νόμος οὗτος ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου

$$E = \frac{B}{\Omega}.$$

Ἐὰν συνάψωμεν ἐν τάσει (σχ. 239 § 310) r ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα, ὧν ἕκαστον ἔχει ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν B βολταίων, ἀντίστασιν δὲ ἐσωτερικὴν ω ὥμειων, διὰ σύρματος, οὗτινος ἡ ὅλική ἀντίστασις ἀνέρεται εἰς Ω ὥμειους, θέλομεν ἔχει

$$E = \frac{rB}{\Omega + r\omega}.$$

Αἱ μὲν ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις καὶ ἐσωτερικαὶ ἀντιστάσεις τῶν κυριωτέρων στοιχείων εἶνε αἱ ἐξῆς.

Daniell	1	βολτ.	καὶ	10	ὥμ.
Callaud	1	»	»	6	»
Bunsen	1,8	»	»	0,3-0,6	»
Leclanché	1,45	»	»	0,5-10	»

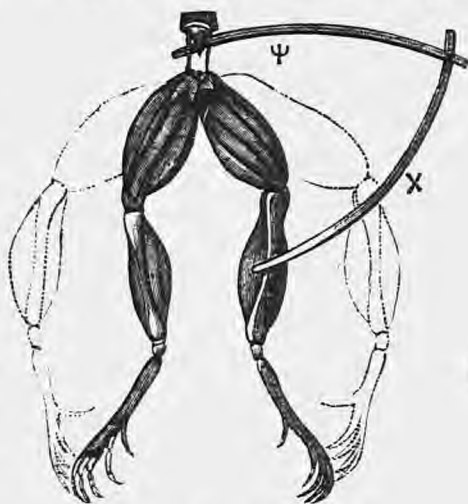
Αἱ δὲ εἰδικαὶ ἀντιστάσεις μετάλλων τινῶν εἶνε αἱ ἐξῆς εἰς ἑκατομμυριοστὰ ὥμειου μονάδας. Ἄργυρος 1,5. Χαλκός 1,17. Λευκόχρυσος 9. Σίδηρος 9,6.

Γινώσκοντες ἤδη τὸν τρόπον τῆς προπαρασκευῆς τῶν κυριωτέρων ἡλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὴν πρὸς ἀλλήλα σύνδεσιν αὐτῶν πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὅση θέλωμεν ἰσχυροτέρου, μεταβαίνομεν νῦν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.)

315. 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 Βενωνίᾳ ἱατρός Γαλθάνης τῷ 1786 περὶ τῶν βατράχων ζῶντα κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν ἐξέδαρεν αὐτόν, εἶτα ὁ ἀνήρστησε τοὺς μηρούς αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκαστέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ψεύκων νεύρων (σχ. 241) ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν σκελῶν μεταλλίνου τύξου συγκεκλιμένου ἐκ δύο ἑλασμάτων, τοῦ μὲν ἐκ ψευδαργύρου Ψ, τοῦ δ' ἐκ χαλκοῦ Χ.



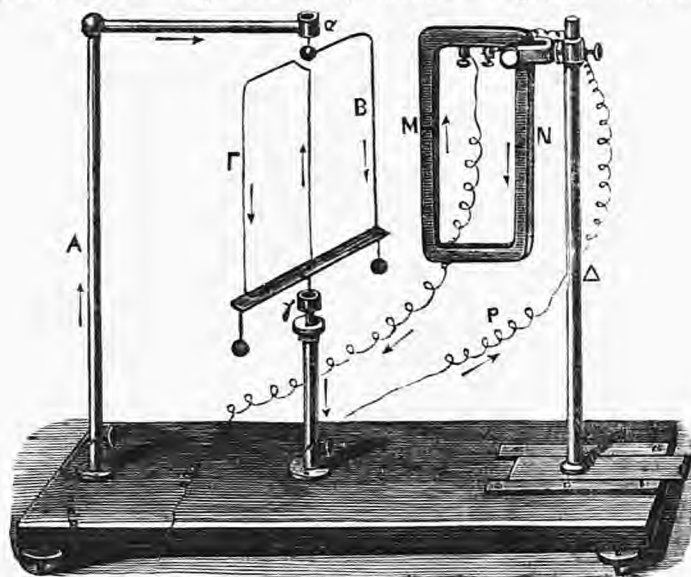
Σχ. 241.

Ἐγγίσας δὲ διὰ τοῦ ἐτέρου ἑλάσματος τοὺς μύες τῶν μηρῶν παρατήρησεν ὅτι εἰς ἐκάστην ἐπαρτήν οἱ μύες ἐσπαιρον, οἱ δὲ μῆροὶ τοῦ βατράχου ἐκινεῦντο σπασμωδικῶς, ὥστε ὁ βατράχος ἦτο ζῶν. Ὁ Γαλθάνης παρεδέχετο ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικῆς παραγωγμένης ἐκ τῆς ἀμειβαίας ἐνεργείας τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων. Καὶ κατεδείχθη μὲν πολὺ βραδύτερον ὅτι ἀδιάλειπτον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τοὺς μύες καὶ τὰ νεῦρα τῶν μηρῶν ἰδίως τοῦ βατράχου, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον χημικὴν θεωρίαν παραδεχόμεθα ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι τοῦ Γαλθάνη προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζώου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάθωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης

ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκειμένης περιβάλλοντες διὰ τὸ ἡλεκτραγωγὸν τοὺς ροηφόρους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγροῦς ἢ ἀλατομιγροῦς, αἰσθανόμεθα τιναγμούς, ἰδίᾳ ὅταν ἐπανειλημμένως διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεύμα, ὅτινες εἶνε λίαν ἰσχυροὶ διὰ στήλης 50 στοιχείων Bunsen παραγόμενοι (90 βολτ.) καὶ καθίστανται ἀνυπόφοροι διὰ στήλης 200 τοιούτων στοιχείων (360 βολτ.). Ἐφαρμόζοντες τοὺς δύο ροηφόρους μικρᾶς ἡλεκτρικῆς στήλης εἰς δύο μὲν σημεῖα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς γλώσσης αἰσθανόμεθα κέντημα καὶ ἰδιάζουσιν γεῦσιν ὅζινον ἢ ὑφάλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κρατᾶφοις διὰ μεταλλίνων πλακιδίων βλέπομεν λάμπεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικὰς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐρεθίζοντες δὲ δι' ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τὰ νεῦρα τῆς κινήσεως, οἷον τὰ ψοϊκά, ὡς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ περιγραφέντι πειράματι τοῦ Γαλβάνη, ἐπιφέρωμεν συστολὰς τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἴνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεύμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα τῶν ζώων νεῦρα.

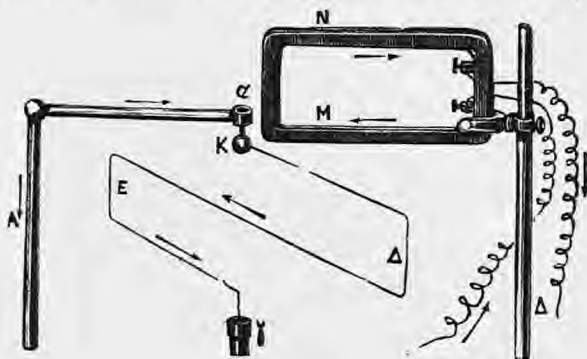
816. Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Δύο ἡλεκτρικά ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνους ἀγωγούς παράλληλους



Σχ. 242.

καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἑλκουσι μὲν ἀλλήλα, ἐὰν εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἀλλήλα, ἐὰν εἶνε ἀντιθέτου φο-

ρᾶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Α καὶ Δ (σχ. 242) εἶνε δύο μεταλλικοὶ στῦλοι, μεταξύ τῶν ὁποίων κεῖται τρίτος μικρότερος. Ὁ στῦλος Δ φέρει ξύλινον ὀρθογώνιον πλαίσιον MN, ἐφ' οὗ περιελίσσεται ἐπανελημμένως κατὰ μῆκος τῶν τεσσάρων πλευρῶν σύρμα χαλκοῦν περιβεβλημένον διὰ μετάξης. Τὸ πλαίσιον τοῦτο δυνάμεθα ν' ἀνυψώσωμεν ἢ καταβιβάσωμεν ἢ καὶ νὰ στρέψωμεν κατὰ βούλησιν. Ὁ στῦλος Α κεκαμμένος κατ' ὀρθὴν γωνίαν λήγει εἰς μικρὰν κοτύλην α περιέχουσαν ὑδράργυρον καὶ φέρουσιν εἰς τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελὼνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἄγωγου ΓΒ. Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στῦλος φέρει ἐπίσης κοτύλην γ πλήρη ὑδραργύρου κειμένην ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῇ κοτύλῃ α κατακόρυφου, ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς ὁποίας στήριζεται χαλυβδίνῃ βελὼνῃ χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα καὶ μετὰ τῆς ἀνωτέρας βελὼνης ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἄγωγου ΓΒ. Τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης



Σχ. 243.

ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στύλου Α, διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης α καὶ διὰ τοῦ κινητοῦ ἄγωγου ΒΓ, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης γ καὶ κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στύλου διέρχεται διὰ τοῦ ἄγωγου τοῦ πλαισίου MN καὶ ἐπανερχεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἄγωγὸν Β παραλλήλως καὶ πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς Μ τοῦ πλαισίου παρατηροῦμεν ἅπωσιν μὲν, ὅταν τὰ παράλληλα ρεύματα Μ καὶ Β εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς.

Δύο ρεύματα εὐθύγραμμα, ὧν αἱ διευθύνσεις ἀποτελοῦσι γωνίαν, ἔλκουσι μὲν ἄλληλα, ὅταν ἀμφότερα πλησιάζωσι πρὸς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας ἢ ἀπομακρύνωνται αὐτῆς, ἀπωθοῦσι δ' ἄλληλα, ὅταν τὸ ἕτερον αὐτῶν πλησιάζῃ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας, τὸ δ' ἕτερον ἀπομακρύνῃται αὐτῆς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς αὐτῆς συσκευῆς, εἰς ἣν ὁμῶς ὁ κινητὸς ἄγωγός ἀντικαθίσταται διὰ τοῦ ἄγωγου ΔΕ (σχ. 243) στρεπτοῦ περὶ τὸν κατακόρυφον ἄξονα αγ. Στρέφομεν τὸ πλαίσιον NM ὀριζοντίως καὶ θέτομεν τὸν κινητὸν ἄγωγὸν ΔΕ οὕτως, ὥστε ἡ διεύθυνσις τῶν δύο ρευμάτων Μ

καὶ ΚΔ ν' ἀποτελῇ γωνίαν οἰκονόμηποτε. Διαδιβάζοντες ρεύμα διὰ τε τοῦ ἀγω-
γοῦ τοῦ πλαισίου ΜΝ καὶ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΔΕ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ γω-
νία ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῶν δύο ἀγωγῶν ἐλαττωταί, ὅταν τὰ ρεύματα ἔχωσι
τὴν αὐτὴν φοράν, αὐξάνεται δέ, ὅταν ταῦτα ἔχωσι φοράν ἀντίθετον.

**317. Μαγνητικά ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύ-
ματος.** Τὰ ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοὺς μαγνήτας καὶ
ἀντιστρόφως οἱ μαγνήται ἐπὶ τὰ ρεύματα. Πρῶτος δ' ὁ Oersted ἐν
Κοπεγχάγη κατὰ τὸ 1820 ἐξετέλεσε τὸ ἐξῆς πείραμα. Ἔτεινεν ὀρι-
ζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ χαλκοῦν
σύρμα ΝΒ (σχ. 244) ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης δυναμένης νὰ

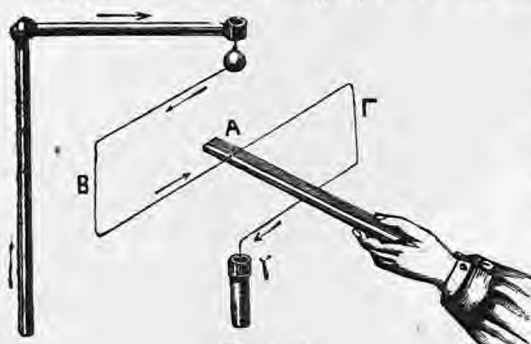


Σχ. 244.

περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ κατακό-
ρυφον στροφία. Εὐθύς ὡς διέλθῃ
ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος,
ἡ τέως ἀκίνητος βελὼν ἀποκλίνει
ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ
καὶ ἰσαρροπεῖ μετὰ τινὰς ταλαν-
τώσεις κατὰ διεύθυνσιν τοσοῦτω
πληριστέραν εἰς τὴν κάθετον τῇ
σύρματι, ὥστε τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρό-
τερον· ἡ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως
τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελὼν ἢ ὑπ'
αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φορᾶς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον
κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἡ διεύθυνσις,
καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὼν. Πρὸς τοῦτο ὑποτίθεται θεατὴν
κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ΝΒ 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 βελὼν. Εἰς πάσας τότε τὰς
περιστάσεις ὁ **βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης**, ἥτοι ὁ **πρὸς
βορρᾶν ἐστραμμένος**, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ.

Ὡς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀμετάθετον ἐκτρέπει κινητὴν βελὼν, οὕτω καὶ μα-
γνήτης ἀμετάθετος ἐκτρέπει ἡλεκτρικὸν ρεῦμα κινητόν. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου
θέτομεν πλησίον εὐμεταθέτου ἀγωγοῦ ΒΓ (σχ. 245) καὶ στρεπτοῦ περὶ κατα-
κόρυφον ἄξονα γ μαγνητικὴν ράβδον Δ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν διέλθῃ
τὸ ρεῦμα, ὁ ἀγωγὸς ἐκτρέπεται κατὰ διεύθυνσιν σύμφωνον πρὸς τὸν ἀνωτέρω
κανόνα τοῦ Ampère.

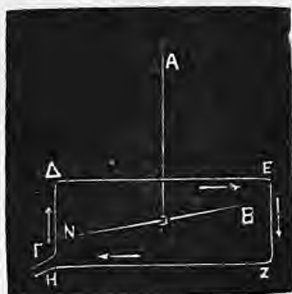
(318. Γηγενές ηλεκτρικὸν ρεύμα. Ὁ γηγενὴς μαγνητισμός καὶ ἡ διευθυντηρία ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τοὺς μαγνήτας δύνανται νὰ ἐξηγηθῶσιν. ἂν παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς κυκλοφορεῖ ηλεκτρικὸν ρεῦμα βαῖνον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς καὶ καθέτως τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ. Τὰ ρεύματα ταῦτα πιθανῶς εἶνε θερμοηλεκτρικὰ προσερχόμενα ἐκ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἴδει ἐν



Σχ. 245.

τοῖς θερμοηλεκτρικοῖς ἀποτελέσμασι τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ παραγάγῃ ηλεκτρικὸν ρεῦμα.

(319. Γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής. Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην στηρίζεται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην NB (σχ. 246) δυναμένην ἐλευθέρως νὰ περιστραφῇ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ περιβεβλημένην κατὰ τὸ μήκος αὐτῆς, ἥτοι κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ ΓΔΕΖΗ, ὅστις ἐκάμφοι οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελέσῃ ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἄν ηλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ τὸν ἀγωγόν, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἥτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ, ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπουσι τὴν βελόνην κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, διότι ὁ νοητὸς θεατὴς ἔχει τὴν ἀριστερὰν αὐτοῦ χεῖρα πρὸς τὰ ὀπισθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος, πρὸς τὸ μέρος δὲ τοῦτο θ' ἀποκλίνει ὁ βόρειος πόλος Β τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἐὰν ἐπανειλημμένως περιελιχθῇ τὸ σύρμα περὶ τὴν βελόνην ἐν

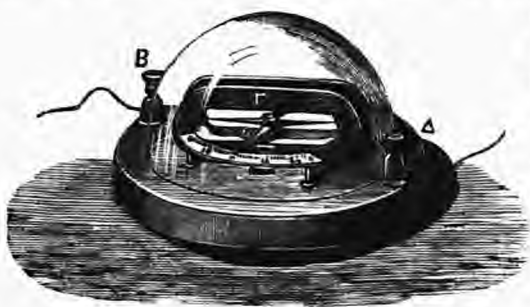


Σχ. 246.

τῷ αὐτῷ πάντοτε ἐπιπέδῳ ἢ καὶ ἐν ἐπιπέδοις παραλλήλοις πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, θέλει οὕτω πολλαπλασιασθῇ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ἥτις θέλει ἀπο-

κλίνει κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητὴν καὶ ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἴνε ἀσθενέστατον. Τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον ὄργανον καλεῖται **γαλβανόμετρον** ἢ **πολλαπλασιαστής**.

Τὸ ἀπλούστερον τῶν γαλβανομέτρων σύγκειται ἐκ ξυλίνου πλαισίου Γ σχήματος ἐλλειπτικοῦ (σχ. 247), περὶ τὸ ὅποιον περιελίσσεται



Σχ. 247.

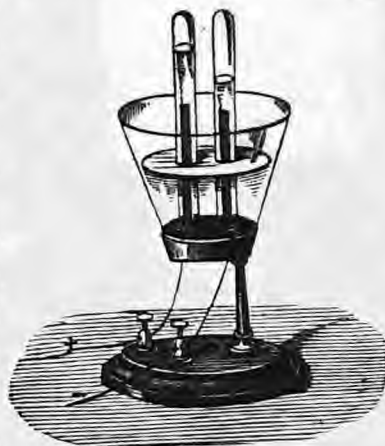
χαλκῶν σύρμα μεμονωμένον, τουτέστι περιβεβλημένον μετὰ ξυ, οὕτως τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν δύο πιστικῶν κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς τοῦ πλαισίου τούτου κινεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπίπεδῳ μαγνητικὴ βελόνη ἐπὶ ὀδελίσκου ἐκ χάλυβος

φέρουσα ὀρειχάλκινον δείκτην α ἀνάθετον ἐπ' αὐτήν, οὕτως τὸ ἐν ἄκρον διατρέχει τὰς διαιρέσεις μεταλλίνου τόξου. Διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου δυνάμεθα α') νὰ διαγνώμεν ἂν δι' ἀγωγοῦ διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, διακόπτοντες τὸν ἀγωγὸν καὶ εἰσάγοντες τὰ οὕτω προκύψαντα πέρατα εἰς τοὺς πιστικοὺς κοχλίους Β καὶ Δ, ὅτε ἡ βελόνη ἀποκλίνει, ἂν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ρεῦμα· β') νὰ εὗρωμεν ποία εἶνε ἡ φορά τοῦ ρεύματος, σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φοράν, καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ἂν ὁ μὲν θετικὸς πόλος ἡλεκτρικοῦ στοιχείου τεθῇ εἰς τὸ Β, ὁ δὲ ἀρνητικὸς εἰς τὸ Δ καὶ γ') νὰ καταμετρήσωμεν τὴν ἰσχύν τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

Ἐὰν μὲν αἱ ἐκτροπαὶ τῆς βελόνης εἴνε ἐλάχισται, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ρεύματος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἐκτροπῆς, ἂν δὲ μείζονες τῶν 10°, ἀνάλογος περίπου πρὸς τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτομένην αὐτῆς.)

320. Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐὰν διοχετεύσωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὕδατος, τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον. Ἡ ἀποσύνθεσις δ' αὕτη τοῦ ὕδατος τελεῖται εἰς συσκευήν, ἥτις καλεῖται **βολτάμετρον** (σχ. 248) καὶ σύγκειται ἐκ χωνιοειδοῦς ἀγγείου ἐμπεριέχοντος ὕδωρ προσζινισθὲν διὰ στογόνων θειικοῦ ὀξέος, ὅπως ἀποδῇ

ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Διὰ τοῦ πυθμένου 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 ὑάλινοι κύλινδροι κλειστοὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων καὶ πλήρεις ὕδατος. Ὅταν τὸ ρεῦμα διοχετευθῇ, τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται, τοῦ συγκοινωνοῦντος δηλαδὴ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, ἐκλύεται τὸ ἐνισχυὸν τὴν καυσίν τῶν σωμάτων ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ δευτέρου ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης ἀναθρόσκει τὸ ἀναφλέξιμον ὑδρογόνον· ὁ δὲ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποχωρισθεὶς ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶνε διπλάσιος τοῦ τοῦ ὀξυγόνου. Ὅσω δὲ πλείονα στοιχεῖα μεταχειρίζομεθα, τοσούτω ταχύτερον τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι οἱ ὄγκοι τῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ἐκλυομένων ἀερίων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἡλεκτρικῆς, ἥτις διέρχεται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, καὶ διὰ τοῦτο τὸ βολτάμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ, πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἰσχύος ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἥτοι τῆς ποσότητος τοῦ διὰ τινος ἀγωγοῦ διοχετευομένου ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ.

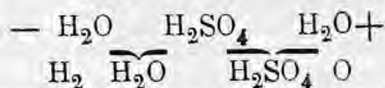


Σχ. 248.

Ὡς μονὰς δὲ τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος λαμβάνεται, ὡς εἶδομεν, ἡ καλουμένη ἀμπέρειος (ampère), ἥτοι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ διοχετευόμενον διὰ καταλλήλου βολταμέτρου ἐκλύει ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 0,010384 χιλιοστόγραμμα ὑδρογόνου.⁽¹⁾

(Ὁ Davy διαβιβάσας τῷ 1807 ἰσχυρότατον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ καλίου καὶ τοῦ ὀξειδίου τοῦ νατρίου, ἥτοι διὰ σω-

(1) Ἐν τῷ βολταμέτρῳ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀποσυνθέτει κυρίως τὰ μέρη τοῦ θετικοῦ ὀξέος, ἅτινα ἀνασχηματίζομενα ἀναλύουσι τὸ ὕδωρ ὡς εἴη·



τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὄταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπικαλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθιστώντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὐρισκομένου εἰς συνάφειαν μετὰ τοῦ γραφίτου ἐμβαπτίζεται ὁ τύπος ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἔμπερ ἔχοντος χαλκόν, ἄργυρον, χρυσόν κτλ. καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μικρᾶς στήλης, ἐν ᾗ ἂν ἑτέρου ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ διαλύματι παραλλήλως τῷ τύπῳ πλᾶξ χαλκῇ, ἄργυρᾷ, χρυσῇ κτλ., ἥτις διηνεκῶς διαλύεται, ἐφ' ὅσον τὸ μέγαλλον ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ τύπου. Μετὰ τινὰ χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοῖλον τοῦ τύπου, ὅπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῇ γύψου ἢ μολύβδου πρὸς στερεοποίησιν. Διὰ μικρᾶς στήλης, οἷον δύο στοιχείων, τὸ ἀντίτυπον ἀρκετοῦ πάχους σχηματίζεται μετὰ μίαν ἢ δύο ἡμέρας, ἀλλὰ τελειότερον τοῦ διὰ μεγάλης στήλης ταχύτερον παραγομένου.)

323. Ταμιεῖον τῆς ἡλεκτρικῆς. Ἀπόρροια τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε καὶ ἡ ἐφεύρεσις συσκευῶν, ἐν αἷς δυνάμεθα ν' ἀποταμιεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρικῆς. Εἴπομεν ὅτι, ἐὰν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβάσθῃ διὰ τοῦ βολταμέτρου (σχ. 248 § 320), τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου ἐκλύεται ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ ὕδρογόνον. Ἐὰν ἐπὶ τινὰς μόνον στιγμὰς ἐνεργήσῃ τὸ ρεῦμα ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ἀποσπάσωμεν δ' εἴτα τοὺς ἀγωγούς τοὺς συνδεδεότας τὴν στήλην μετὰ τοῦ βολταμέτρου καὶ παρειθέσωμεν γαλβανόμετρον μετὰ τῶν δύο ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ βολταμέτρου ἐστερωμένων πιεστικῶν κοχλιῶν, βλέπομεν τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου ἀποκλίνουσιν καὶ ἐλέγχουσιν τὴν διάβασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὑπὸ τοῦ βολταμέτρου παραγομένου, οὕτως θετικὸς μὲν πόλος εἶνε τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὀξυγόνον, ἀρνητικὸς δὲ τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὕδρογόνον, τούτεστι τὸ ρεῦμα τοῦτο τὸ καλούμενον δευτερογενὲς βαίνει κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῇ φορᾷ τοῦ κυρίου ρεύματος. Τὸ τοιοῦτον φαινόμενον καλεῖται πόλωσις, τὸ δὲ βολτάμετρον τότε καλεῖται δευτερογενὲς ἢ πεπολωμένον ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἐφόσον τὸ δευτερογενὲς τοῦτο ρεῦμα διαρρέι τὸν ἀγωγὸν τοῦ γαλβανομέτρου, τὰ δύο ἀέρια ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον διηνεκῶς ἐπανασυντίθενται παράγοντα ὕδωρ, ὅταν δὲ ταῦτα ἐκλίπωσι, καὶ τὸ ρεῦμα ἀφανίζεται. Ἴνα δ' ἐκ νέου παραχθῇ, πρέπει καὶ αὐτίς ἡ ἡλεκτρικὴ στήλη νὰ ἐνεργήσῃ ὡς πρότερον ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ὅπερ μεταβάλλεται οὕτως εἰς πρόσκαιρον ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, ἥτοι εἰς ταμιεῖον ἡλεκτρικῆς.

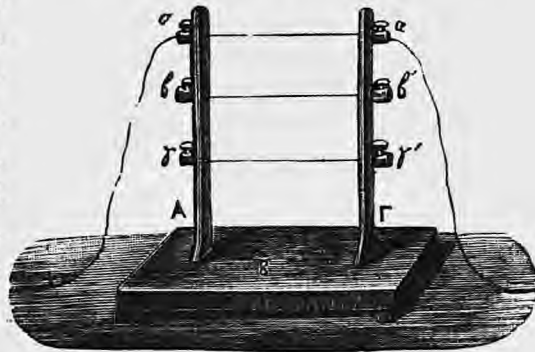
Ὁ Planté ἐπενόησε ταμιεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ δύναται νὰ ἀποταμιευθῇ μεγάλη ποσότης ἡλεκτρικῆς διὰ χημικοῦ ἔργου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς ὑαλίνου ἢ πηλίνου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὀγκῶν ὕδατος καὶ ἐνὸς θειικοῦ ὀξέος θέτομεν δύο ἔλασματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ὥστε μηδὲν νὰ ἄπτωνται ἀλλήλων, καὶ διαβιβάζομεν δι' αὐτῶν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα παραγόμενον ὑπὸ μικρᾶς ἡλεκτρικῆς στήλης, ὅποτε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ὀξειδούται τελείως, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἂν ᾖτο ὡξείδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μόλυβδον. Εἰς τὸ

χημικὸν τοῦτο ἔργον ὀφείλεται ἢ ἀποταμίευσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐν τῷ ταμίῳ εἰς τούτῳ τῆς ἡλεκτρικῆς. (1)

Τὰ ταμίαια τῆς ἡλεκτρικῆς χρησιμεύουσι σήμερον εἰς τε τὴν τηλεγραφίαν καὶ τὴν τηλεφωνίαν, εἰς τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμὸν, εἰς τὴν κίνησιν ἀναξῶν, σιδηροδρόμων καὶ πλοίων καὶ εἰς τὴν μεταφορὰν κινητηρίου δυνάμεως.

324. Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐὰν ἐπὶ ξυλίνης ὀριζοντίας βάσεως Β (σχ. 251) στηρίξωμεν κατακορύφως δύο ξύλινα στηρίγματα Α καὶ Γ καὶ εἰς διά-

φορα ὕψη στερεώσωμεν διὰ πιέστρων σύρματα aa' , bb' , $γγ'$, ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, εἰς ἄλλων χαλκοῦ, σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους καὶ μήκους, καὶ διαβιδάσωμεν διαδοχικῶς αἱ αὐτῶν ἰσχυρὸν ἡλεκτρικὸν ρεύμα παραγόμενον ὑπὸ με-



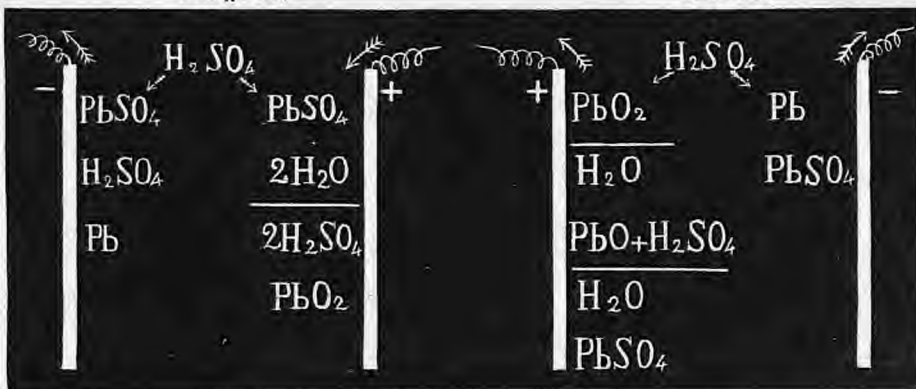
Σχ. 251.

γάλων στοιχείων Bunsen, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαίνει-

(1) Ὁ Faure ἱπικὴ καταισθήτη εὐχερεστέραν τὴν πλήρωσιν τοῦ ταμείου, καλύπτει προηγουμένως τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μολυβδίνων πλακῶν διὰ μινίου ($2PbO PbO_2$) καὶ λιθργύρου (PbO), ἅτινα τῇ ἐπιδράσει τοῦ θεικοῦ ὀξέος μετατρέπονται εἰς θεικὸν μολυβδίου. Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις κατὰ τε τὴν πλήρωσιν καὶ τὴν κένωσιν εἶνε αἱ ἐξῆς:

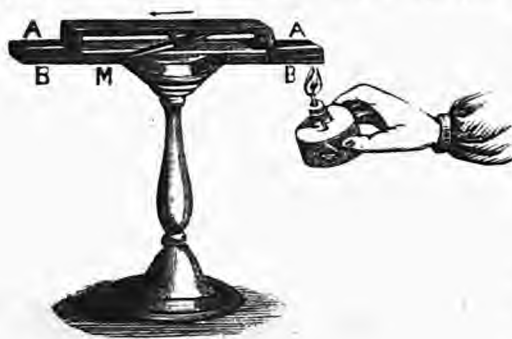
Πλήρωσις

Κένωσις



ται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου καὶ λευκοχρύσου λευκοπυρρύνονται καὶ πολ-
λάκις τήκονται καὶ καταρρέουσιν. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων εὐκο-
λότερον πυρρύνονται ὁ σίδηρος καὶ ὁ λευκόχρυσος, ὡς μέταλλα ἔχοντα
μικρὰν σχετικῶς ἀγωγὸν δύναμιν, ἐν ᾧ ὁ ἄργυρος καὶ ὁ χαλκὸς δυσ-
κόλως πυρρύνονται, ὡς ἔχοντα τὴν μείζονα ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων
ἡλεκτροαγωγὸν δύναμιν. Ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ
εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ἡλεκ-
τρικὸν 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 ἀνάσβε-
ξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τὴν γῆν ἢ ἐν τῇ θαλάσῃ καὶ ἐν
τῇ ἱατρικῇ εἰς τὰ καλούμενα *ἡλεκτροκαυτήρια*. Ὅταν δὲ ἐν τῷ μέλ-
λονται ἐξευρεθῇ τρόπος πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μι-
κρᾶς θάπτης, ὁ ἡλεκτρισμὸς θέλει ἀντικαταστήσει τὰς νῦν ἐν χρήσει
καυσίμους ὕλας ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ πρὸς παραγωγὴν θερμότητος.

325. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ
μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτως καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς
ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγχολήσωμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, ὅσον



Σχ. 252.

βισμούθιον BB καὶ ἀντιμό-
νιον AA (σχ. 252), οὕτως
ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ πλήρης
κυκλωμα καὶ διὰ λόγῳ θερ-
μάνοιμεν τὴν ἐτέραν τῶν δύο
ἐπαφῶν διατηροῦντες τὴν ἄλ-
λην ψυχράν, παράγεται ἡλεκ-
τρικὸν ρεῦμα κατὰ τὴν διεύ-
θυνσιν τοῦ βέλους ἱκανὸν νὰ
ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βε-
λόντην M. Ἡ ἰσχὺς τοῦ πα-
ραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ
ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ
διάφορα μέταλλα, οὕσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμούθιου καὶ ἀντι-
μονίου, πολλῶ δ' ἐλάσσων κατὰ τὴν ἐπαφὴν χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου, αὐξάνε-
ται δὲ αὐξανόμενης τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο ἐπαφῶν, καὶ μένει
σταθερά, ὅταν καὶ αἱ δύο ἐπαφαὶ τηρῶνται εἰς θερμοκρασίας διαφόρους μὲν,
ἀλλὰ σταθεράς.

Ἡ βιομηχανία σήμερον κατασκευάζει μεγάλας θερμοηλεκτρικὰς στήλας συγ-
κειμέναις ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἅτινα παρασκευάζει ἐξ ἐλασμάτων
σιδήρου συγκεκολλημένων μετ' ἐλασμάτων κράματος ἀντιμονίου καὶ ψευδαρ-

γύρου. Αἱ στήλαι αὗται θερμαίνονται· χρησιμοποιοῦνται ἰδίως μὲν εἰς τὴν γαλθανοπλαστικὴν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἡλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήνωσε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν ῥαβδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλώμενα ἀποτε-



πρὸς μίαν ἑδραν τοῦ κύβου, αἱ δὲ ἑπαφαὶ N τάξεως ἁρτίας πρὸς τὴν ἀντίθετον ἑδραν αὐτοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ κυλεῖται θερμοπολλαπλασιαστής, εἶνε τοσοῦτον εὐπαθές, ὥστε καὶ τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐκ πλησιάζωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν ἑδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἢ βελόνῃ εὐπαθοῦς γαλθανομέτρου συγκοινωνούντος μετὰ τῶν δύο πόλων τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ ἀμέσως ἐκτρέπεται κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητήν.

Σχ. 253.

Ἐκ τῶν εἰρημένων καταφαίνεται ὅτι ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ὡς προεῖπομεν, δύναται ν' ἀποταμιευθῇ εἰς τὰ ταμεία τῆς ἡλεκτρικῆς. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανόν ὅτι θὰ δυνηθῶσι ποτε ν' ἀποθηκεύωσι τὴν ἡλικκὴν θερμότητα μετατρέποντες αὐτὴν εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθηκευόμενον εἰς κατάλληλα ταμεία θὰ χρησιμοποιηθῇ κατὰ βούλησιν πρὸς παραγωγὴν θερμότητος, φωτός ἢ οἰουδ' ἑποτε χημικοῦ ἢ μηχανικοῦ ἔργου.

326. Φωτεινὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἐν ἔτει 1813 ὁ Ἀγγλος φυσικὸς Davy συνήψε τοὺς δύο πόλους μεγάλης ἡλεκτρικῆς στήλης διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ δύο ῥαβδίων συμπαγοῦς ἀνθρακος καὶ θέσας εἰς ἐπαφὴν τὰ πέρατα τῶν δύο ἀνθράκων καὶ εἶτα ἀπομακρύνας ταῦτα βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον παρήγαγε λαμπρότατον φῶς, ὅπερ ἔχον σχῆμα τόξου ἐκλήθη *βολταϊκὸν τόξον*. Ἄλλ' ἐκτὸς τῆς μεθόδου ταύτης τῆς παραγωγῆς φωτός δι' ἡλεκτρισμοῦ ὑπάρχει καὶ ἄλλη ἡ διὰ πυρακτώσεως. Οὕτως, ἐὰν παρενθέσωμεν μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης λεπτὸν σύρμα λευκοχρύσου, τοῦτο λευκοπυρούμενον φωτοβολεῖ. Σήμερον τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς παράγεται μεταξὺ ῥαβδῶν ἐξ ἀνθρακος λίαν συμπαγοῦς καὶ δυσκαύστου, οἷος εἶνε ὁ ἐναποτιθέμενος ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῶν πηλίνων ἀμθίκων, δι' ὧν παρασκευάζεται τὸ



Σχ. 254.

φωταέριον. Τὸ οὕτω παραγόμενον ἡλεκτρικὸν φῶς (σχ. 254) προέρχεται ἐκ τῆς διαπυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων ἀποσπωμένων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων, ἅτινα σχηματίζουν αἰλυσιν, ἥτις ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ. Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθράκων ἢ αἰλυσιν 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 ἀποτελεσμα καύσεως, ἥτοι δὲν ἔχει ἀνάγκην ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν δὲ τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἕνεκα τῆς ὑψίστης θερμοκρασίας, ἥτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἀνθρακες καίόμενοι φθείρονται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἀνθρακι ἐμπεριεχόμεναι ξένα συστακτικὰ γινώσκεις οὐσίαι τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρὰ 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 ταχύτερον τοῦ ἑτέρου γ' τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνοῦντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλούται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδὸς τι κρατήρος ἐκπέμποντος ἅπλετον φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθράξ γ' καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἀκίδα.

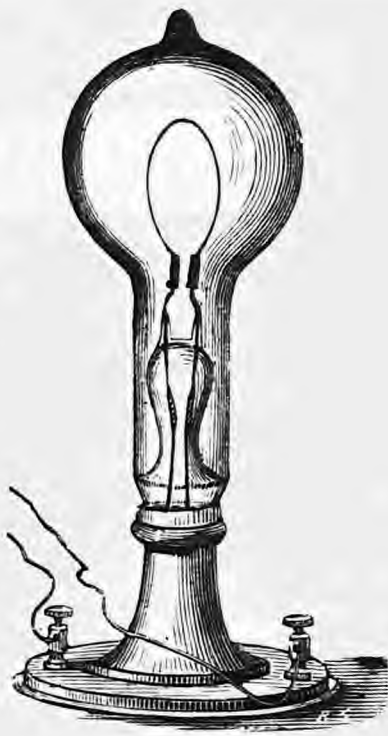
Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός εἶνε μὲν πολλῶν μείζων οἰουδήποτε ἄλλου τῶν ἐν χρήσει τεχνητῶν φώτων, ὅμως παράγεται ἐν αὐτῷ σχετικῶς ὀλίγη θερμότης καὶ πολὺ πλείοτερον φῶς καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς θεωρεῖται κοινῶς ψυχρόν. Ἐὰν δηλονότι τὴν αὐτὴν αἰθουσαν φωτίσωμεν διαδοχικῶς διὰ βολταϊκοῦ τόξου, διὰ φωταερίου, διὰ λαμπάδων στεατικῶν, οὕτως ὥστε αὕτη ἐξ ἴσου νὰ φωτίζεται καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις, πολὺ ὀλίγον σχετικῶς θέλει θερμανθῇ φωτιζομένη διὰ βολταϊκοῦ τόξου, πολὺ δὲ πλείοτερον φωτιζομένη διὰ φωταερίου ἢ λαμπάδων.

Τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός ὑπὸ μορφήν βολταϊκοῦ τόξου γίνεται χρῆσις πρὸς φωτισμὸν πόλεων, ἐργοστασίων καὶ ἐν τῷ στρατῷ καὶ ναυτικῷ διὰ τὸν ὀπτικὸν τηλεγραφὸν καὶ τὰς κατοπτρεύσεις τοῦ ἐχθροῦ.

327. **Ἡλεκτρικὸς λύχνος τοῦ Edison.** Εἰς τὸν λύχνον τοῦτον τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύνκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθράκος, ὅπερ κατασκευάζεται ἐξ ἰνῶν καλάμου τῶν Ἰνδῶν.

ὁ φῶς.

διῶν ἢ κυτταρινοειδοῦς (celluloïd), αἵτινες ἀπανθρακίζονται διὰ καταλ-
λήλου συσκευῆς. Τὸ νήμα τοῦτο καμπτόμενον δίκην ἱππίου πετάλου
ἢ ἐλικοειδοῦς σπείρας (σχ. 255) τίθεται ἐντὸς ὑαλίνου κοίλου δο-
χείου σφαιροειδοῦς καὶ συνάπτε-
ται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ μετὰ
συρμάτων λευκοχρύσου, ἅτινα ἐμ-
πεπηγότα ὄντα διὰ τήξεως ἐν τῇ
ύάλῳ εὐρίσκονται εἰς συγκοινωνίαν
διὰ τῶν ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συ-
σκευῆς πιστικῶν κοχλιῶν μετὰ
τῶν ἀγωγῶν, οἵτινες φέρουσιν εἰς
τὸ ἐξ ἄνθρακος νήμα τὸ ἠλεκτρικὸν
ρεῦμα. Τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον κενοῦται
τελειῶς τοῦ ἀέρος καὶ εἴτα κλείε-
ται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νήμα
τοῦ ἄνθρακος τὸ ὑποκείμενον εἰς
καυσίν θέν καίεται, καίπερ λευ-
κοπυρούμενον κατὰ τὴν οἰοδὸν τοῦ
ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐλλείψει
ὀξυγόνου. Ὁ λύχνος οὗτος τοῦ
Edison, ὅστις ἐκπέμπει φῶς στα-
θερώτερον τοῦ διὰ βολταϊκοῦ τό-
ξου παραγομένου, χρησιμοποιεῖται
ιδίως εἰς τὸν ἐσωτερικὸν φωτισμὸν
τῶν οἰκοδομημάτων, ἐπιτρέπει δὲ



Σχ. 255.

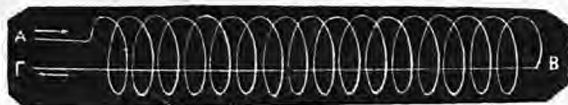
τὴν διανομήν τοῦ φωτός εἰς διάφορα σημεῖα αἰθούσης τινός, ἀλλ' ἢ
πρὸς φωτισμὸν γινομένη τότε θάπανη εἶνε πολλῶ μείζων τῆς ἀπαιτου-
μένης δι' ἐν μόνον βολταϊκὸν τόξον ἴσης λαμπρότητος. Μέγιστον
πλεονέκτημα τῶν λύχνων τούτων εἶνε ὅτι θέν φθείρουσι τὸν ἀέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ.

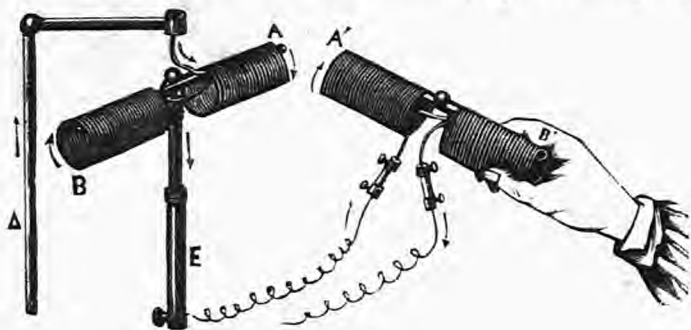
328. **Σωληνοειδές.** Καλεῖται *σωληνοειδές ρεῦμα* ἢ καὶ ἀπλῶς
σωληνοειδές μετάλλινον σύρμα περιελισσόμενον ἐν σχήματι κυλιν-
δρικής σπείρας AB (σχ. 256), ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὰ ἐπίπεδα τῶν

διαδοχικῶν ἐλιγμῶν τῆς σπείρας νὰ εἶνε παράλληλα, καὶ διαρρέομενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὸ σωληνοειδὲς ἔχει πάσας τὰς ιδιότητες μαγνήτου. Οὕτως, ἐὰν τοιοῦτον σωληνοειδὲς ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέομενον στηρίζωμεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακύρυστον ἄξονα (σχ. 257), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδὲς τοῦτο στρέφεται ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γῆς, οὐ-



Σχ. 256.

τως ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν καὶ ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ 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 κρατούμενου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τὸν ἐτερόνυμον Β', ἔλξιν, ὡς συμβαίνει καὶ μεταξὺ δύο μαγνητικῶν βελόνων. Ἐὰν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάσωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν

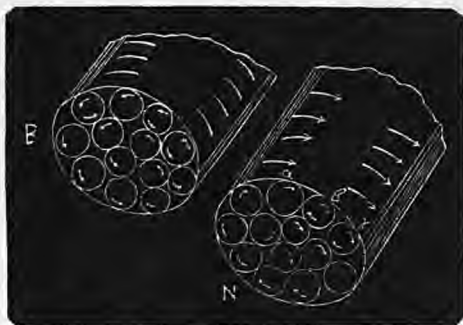


Σχ. 257.

ἔλξιν μὲν μεταξὺ τῶν ἐτερόνυμων πόλων, ἄπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμώνυμοις. Ὡσαύτως ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διερχόμενον πλησίον καὶ παράλληλως σωληνοειδοῦς ἐκτρέπει τοῦτο ὡς ἐκτρέπει καὶ τὴν μαγνητικὴν βελὼνῃ. Ἐκ τῶν φαινομένων λοιπὸν τούτων, ἅτινα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὰ σωληνοειδῆ καὶ οἱ μαγνήται ἔχουσιν ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς ιδιότητας, ὁ Ampère συνεπέρανεν ὅτι περὶ πάντα τὰ μέρη μαγνητισμένης ῥάβδου χαλυβδίνης κυκλοφοροῦσιν ἡλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐ-

τῆς φορᾶς παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 258). Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τῆς χαλυβδίνης ράβδου τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φορὰν καὶ διεύθυνσιν, μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὅμως στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορὰ αὐτῶν νὰ εἴναι εἰς πάντα ἡ αὐτή.

Ἐὰν δὲ στρέψαντες τὸν ἑτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσβλέψωμεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνουνσι κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φορὰν ἀντίθετον.



Σχ. 258.

329. Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων. Ἐὰν ἐφ' ὑαλίνου σωλήνος περιελίσσωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 259) κατὰ τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὑποκάτω, καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω παραχθείσης ἑλικος τῆς δεξιο-



Σχ. 259.

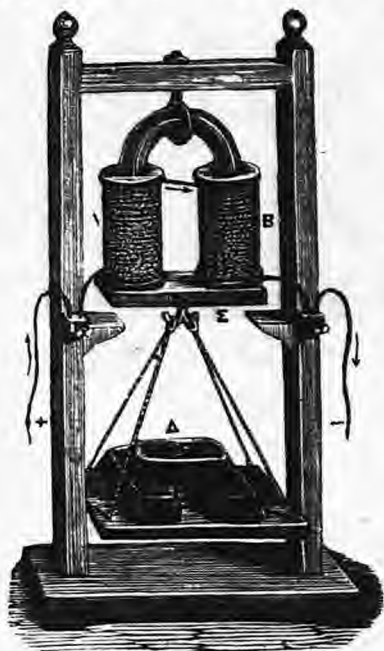
στροφῶν καλουμένης τεθῆ ράβδος χαλυβδίνη καὶ διαβιθασθῇ διὰ τῆς ἑλικος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ ράβδος μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν νότιος πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἄκρον N, δι' οὗ τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται, ὁ δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B. Ἐὰν δὲ τὸ σύρμα περιελιχθῇ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου (σχ. 260) καὶ διὰ



Σχ. 260.

τῆς ἑλικος ταύτης τῆς καλουμένης ἀριστεροστροφῶν διαβιθασθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε καὶ πάλιν ἡ χαλυβδίνη ράβδος μαγνητίζεται, ἀλλ' εἰς μὲν τὸ ἄκρον B τὸ κείμενον κατὰ τὴν εἰσόδον τοῦ ρεύματος παράγεται βόρειος πόλος, εἰς δὲ τὸ κατὰ τὴν ἐξόδον N νότιος.

(330. **Ἡλεκτρομαγνήτης.** Ἐάν ἀντὶ χαλυβδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα ῥάβδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυβδίνη, ἀλλὰ προσκαίρως· τουτέστιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυβδίνη ῥάβδος ἐξακολουθεῖ οὕσα τέλειος μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν



Σχ. 261.

διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ἡ μαγνήτις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ μόνον, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα διέρχεται.

Ἡ συσκευή ὁ αὕτη ἡ ἀποτελουμένη ἐκ πυρῆνος μαλακοῦ σιδήρου, περὶ ὃν ἐλίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον καὶ ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρεόμενον, καλεῖται **ἡλεκτρομαγνήτης**.

Ὅταν ὁ ἡλεκτρομαγνήτης εἶνε εὐθύς, τὸ σύρμα τὸ ὑπὸ μετὰξῃς κεκαλυμμένον περιελίσσεται ἡ καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς σιδηρᾶς ῥάβδου ἢ μόνον κατὰ τὰ δύο αὐτῆς ἄκρα. Ἀλλ' ὅταν ὁ σιδηρὸς πυρῆν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἔχη σχῆμα ἱππίου πετάλου A B (σχ. 261), περιελίσσεται τὸ σύρμα ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ἐπικαμποῦς πυρῆνος, ὥστε νὰ

σχηματισθῶσι δύο πηνία A καὶ B. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν αὐξάνεται αὐξανόμενης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐάν ὑπὸ τοὺς πόλους αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἥτις καλουμένη **ὀπλισμός** ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου μέχρι προσκολλήσεως, ὅταν τὸν ἀγωγὸν αὐτοῦ διαρρήῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ τούτου ἐυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη Δ, ἅτινα ὁμῶς καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθύς ὡς διακοπῇ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἡλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς ἀποτελοῦντες τὸ οὐσιῶδες συστατικὸν πολλῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλωμεν περιγράψαι τὴν ἐν τῷ ἡλεκτρικῷ τηλεγράφῳ χρῆσιν αὐτῶν.)

331. **Ἡλεκτρικὸς τηλέγραφος.** Ὁ ἡλεκτρικὸς τηλέγραφος χρησιμεύει πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ

τῆς διαδόσεως ἡλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς ἐπιμήκεις μεταλλίνοὺς ἀγωγούς. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ τεσσάρων μερῶν, τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τοῦ πομποῦ, τοῦ δεκτοῦ καὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐκ τῶν πολλῶν δὲ συστημάτων τηλεγράφου θέλομεν περιγράψαι τὸ τοῦ Μόρσου, τὸ καὶ παρ' ἡμῖν ἐν χρήσει.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῆ μετάλλινον ἀγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν Α (σχ. 262) φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς Π καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας καὶ ὅτι εἰς ἓν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθέτομεν ἡλεκτρικὴν στήλην Σ, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιῇ ἡλεκτρομαγνήτην Η. Ἐφ' ὅσον ὁ ἀγωγὸς διατηρεῖται συνεχὴς, τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρῆν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διατελὼν μαγνήτης ἔλκει

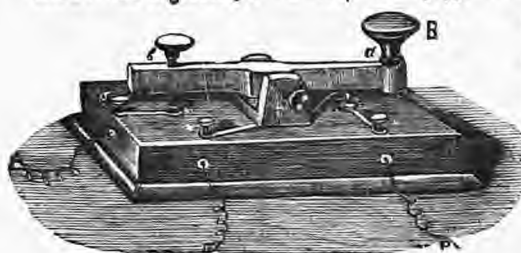


Σχ. 262.

τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν Μ. Ἐὰν ὅμως εἰς τι σημεῖον ὁ ἀγωγὸς διακοπῇ, 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 ὀπλισμὸν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆνος διὰ τινος ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου Ε. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι δυνάμεθα ἐξ Ἀθηνῶν κατὰ βούλησιν νὰ μαγνητίζωμεν καὶ ἐκμαγνητίζωμεν τὸν πυρῆνα τοῦ ἐν Πειραιῇ ἡλεκτρομαγνήτου. Πρὸς τοῦτο δ' ἀπαιτοῦνται δύο ἀγωγοί, ὧν ὁ μὲν ΑΠ χρησιμεύει διὰ τὴν μετάβασιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΑΚ διὰ τὴν ἐπάνοδον αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεῦτερος οὗτος ἀγωγὸς ΚΑ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Α προσκολληθῶσι μετάλλινα σύρματα περατοῦμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ὕδατος τῶν φρεάτων Ρ καὶ Ρ'. 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 ἀγωγοῦ, ἐνθα ὑπάρχει ὁ ἠλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευή καλουμένη *δέκτης*, δι' ἧς ἀποτυπούνται τὰ διάφορα συνθήματα ἐπὶ χαρτίνης ταινίας. Ἐπειδὴ ὅμως οὐ μόνον ἐξ Ἀθηνῶν πρέπει νὰ ἐκπέμπωνται συνθήματα εἰς Πειραιᾶ, ἀλλὰ καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας, εἰς ἕκαστον τηλεγραφικὸν σταθμὸν ὑπάρχει ἠλεκτρικὴ στήλη, πομπὴ καὶ δέκτης, ἅτινα συνδέονται πρὸς ἄλληλα κατὰ τρόπον, ὃν μετὰ τὴν περιγραφὴν τοῦ πομποῦ καὶ τοῦ δέκτου θὰ ἴδωμεν.

332. Πομπός. Ὁ πομπός (σχ. 263) σύγκειται ἐκ βραχέος



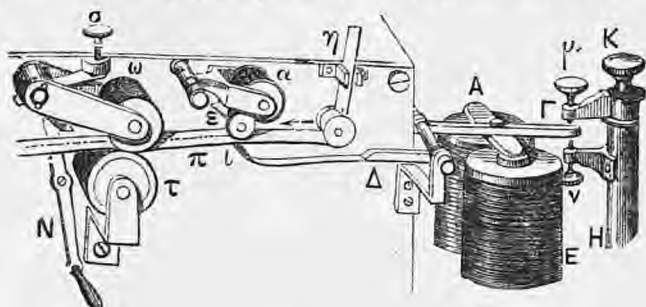
Σχ. 263.

ὀρειχαλκίνου μοχλοῦ *αβ* στρεπτοῦ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα, οὗτινος τὸ μετάλλινον στήριγμα *μ* κεῖται ἐπὶ ξυλίνου ὑποβάθρου καὶ συγκοινωνεῖ δι' ἐλάσμα-τος μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου *γ* καὶ δι' αὐτοῦ

μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ συνδέοντος τοὺς δύο σταθμοὺς, ἥτοι τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς. Ὁ μοχλὸς οὗτος εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον φέρει ξυλίνην λαβὴν *Β*, εἰς δὲ τὸ ἕτερον μετάλλινον κοχλίων *β*, οὗτινος ἡ ἀκίς ἐρείδεται κάτωθεν ἐπὶ μεταλλίνου ἐλάσματος συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου *σ* καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἠλεκτρομαγνήτου τοῦ δέκτου. Εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον *α* τοῦ μοχλοῦ ὑπάρχει κάτωθεν μεταλλίνη τις ἀκίς τηρουμένη εἰς μικρὰν ἀπὸ μεταλλίνου τινὸς ἄκμης *χ* ἀπόστασιν διὰ τινος ἐλατηρίου. Ὁ ἄκμων οὗτος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου *κ* καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἠλεκτρικῆς στήλης. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι, ὅταν ὁ πομπὸς ἐκατέρου σταθμοῦ εὐρίσκηται ἐν ἡρεμίᾳ, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ δέκτου· ἐὰν ὅμως πιέσωμεν τὴν λαβὴν *Β* τοῦ πομποῦ, ὥστε ὁ μοχλὸς *αβ* νὰ ἐγγίσῃ τὸν ἄκμονα *χ*, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἐν ᾗ ἢ μετὰ τοῦ δέκτου συγκοινωνία αὐτῆς διακόπτεται.

333. Δέκτης. Ὁ δέκτης, οὗτινος τὸ κύριον μέρος εἰκονίζεται ἐν τῷ σχήματι 264, σύγκειται ἐξ ὥρολογιακοῦ μηχανισμοῦ θέτοντος εἰς κίνησιν τοὺς δύο ὀριζοντίους καὶ παραλλήλους κυλίνδρους *τ* καὶ *ω*, οἵτινες στρέφονται κατ' ἀντιθέτους φορὰς κυλιόμενοι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου.

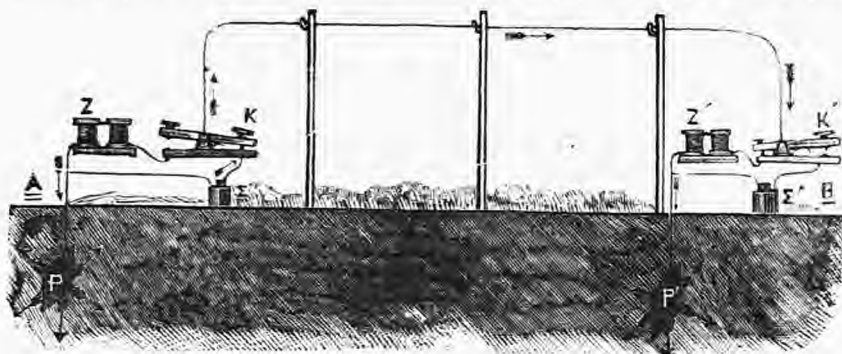
Οἱ δύο οὗτοι κύλινδροι στρεφόμενοι παρασύρουν τὴν μεταξύ αὐτῶν διερχομένην χαρτίνην ταινίαν $\pi\eta$, ἥτις οὕτω φέρεται ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος κατὰ τὴν φορὰν τὴν ὑπὸ τοῦ βέλους δεικνυμένην. Πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς συσκευῆς ὑπάρχουσιν οἱ ἠλεκτρομαγνήται E , ὁ ἀγωγὸς τῶν ὁποίων διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἐκπεμπομένου διὰ τοῦ πομποῦ ἐκ τοῦ ἐτέρου σταθμοῦ. Ὑπεράνω τῶν πυρήνων τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ὑπάρχει ὁ ὀπλισμὸς A , ἥτοι μικρὸν ἔλασμα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἐστερεωμένον κατ' ὀρθὴν γωνίαν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν βραχίωνων τοῦ χαλκοῦ μοχλοῦ $\Delta\Gamma$, ὅστις δύναται νὰ στρέφηται ὀλίγον περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Ὁ δεῦτερος βραχίων Δ τοῦ μοχλοῦ φέρει εἰς τὸ ἄκρον



Σχ. 264.

αὐτοῦ ἔλασμα χαλυβδίνον ι κακαμμένον πρὸς τὰ ἄνω, ὅπερ ἀνυψοῖ τὴν χαρτίνην ταινίαν $\pi\eta$, ὅταν ὁ ὀπλισμὸς A ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου κατέρχεται. Ὑπεράνω δὲ τῆς ταινίας ὑπάρχει μικρὸς τροχίσκος ϵ , οὗτινος τὰ πέρατα λεπτὰ ὄντα ἀλείφονται συνεχῶς διὰ κυανῆς βαφῆς, δι' ἧς εἶνε πεποτισμένοι ὁ δι' ἐριούχου ὑφάσματος κεκαλυμμένος κύλινδρος α . Ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου E δὲν διέρχεται ρεῦμα, ὁ ὀπλισμὸς A τηρεῖται μεμακρυσμένος ἀπὸ τῶν πυρήνων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διὰ τινος ἐλκτῆρις, οὕτω δ' ἡ χαρτίνη ταινία δὲν ἄπτεται τοῦ τροχίσκου ϵ . Ἐὰν ὅμως διέλθῃ ρεῦμα διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ὁ πυρὴν αὐτοῦ μεταβαλλόμενος εἰς μαγνήτην ἔλκει τὸν ὀπλισμὸν A . Ἡ ταινία ἀνυψουμένη διὰ τοῦ χαλυβδίνου ἐλάσματος ι τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ τροχίσκου ϵ διηνεκῶς περιστρεφομένου, οὕτω δὲ τυπῶνται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμὴ μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπεμπόμενον ρεῦμα εἴνε ἀκαριαῖον, γραμμὴ δὲ συνεχῆς, ὅταν τὸ ρεῦμα εἴνε διαρκές.

334. **Σύνδεσις τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, τοῦ πομπῶ, τοῦ δέκτου καὶ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς.** Ἡ σύνδεσις αὕτη δείκνυται ἐν τῷ σχήματι 265, εἰς ὃ Σ καὶ Σ' εἶνε αἱ ἡλεκτρικαὶ στήλαι τῶν δύο σταθμῶν, αἵτινες συνήθως εἶνε στοιχεῖα Callaud (σχ. 235 § 306), K καὶ K' οἱ πομπὶ καὶ Z καὶ Z' οἱ δέκται. Καὶ οἱ μὲν θετικοὶ πόλοι τῶν ἡλεκτρικῶν στήλῶν ὡς καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν Z καὶ Z' συνάπτονται μετὰ τῶν πομπῶν, οἱ δὲ ἀρνητικοὶ πόλοι καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν συνάπτονται μετὰ τῆς γῆς διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων P καὶ P' . Ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ ἡ ἀποτελουμένη ἐκ σιδηροῦ σύρματος ἐπιψευδαρτυρωμένου πρὸς ἀποφυγὴν



Σχ. 265.

τῆς ὀξειδώσεως καὶ ἐρειδομένου ἐπὶ μονωτήρων ἐκ πορτελάνης, οὓς φέρουσιν οἱ τηλεγραφικοὶ στῦλοι, συνάπτεται πρὸς ἀλλήλους τοὺς μοχλοὺς τῶν δύο πομπῶν (1). Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομπῶ τοῦ σταθμοῦ A πιεσθῇ ἐπὶ μίαν π.χ. χρονικὴν στιγμὴν, βεῦμα ἡλεκτρικὸν ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης Σ καὶ μεταβαίνειν εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πομπῶ K διαρρέει τὴν τηλεγραφικὴν γραμμὴν καὶ εὐρίσκον τὸν πομπὸν K' τοῦ σταθμοῦ B ἐν ἡρεμίᾳ διέρχεται δι' αὐτοῦ, διαρρέει τὸν ἡλεκτρομαγνητὴν τοῦ δέκτου Z' καὶ εἴτα μεταβαίνει εἰς τὴν γῆν, δι' ἧς συμπληροῦνται τὸ κύκλωμα. Οὕτω διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δέκτου Z' τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμὴ· ἂν δὲ τοῦναντίον ἡ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ

(1) Διὰ τὰς ὑποβρυχίους τηλεγραφικὰς γραμμὰς γίνεται χρῆσις ἀγωγῶν μεμονωμένων καλουμένων καλωδίων (σχ. 266), ἅτινα σύγκεινται ἐκ τριῶν μερῶν, ἥτοι ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ, ἐκ τοῦ ἀπομονωτικοῦ περιβλήματος καὶ ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ μν. Ὁ ἀγωγὸς σύγκειται συνήθως ἐξ ἐπτὰ χαλκίνων συρμάτων.

τοῦ πομποῦ πίεσις διαρκέσῃ ἐπὶ τρεῖς π.χ. χρονικὰς στιγμὰς, ἤτοι ἐπὶ χρόνον τριπλάσιον τοῦ πρώτου, τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας μικρὰ γραμμὴ. Ὁμοίως δ' ἀποστέλλονται συνθήματα καὶ ἀπὸ τοῦ σταθμοῦ Β εἰς τὸν Α.

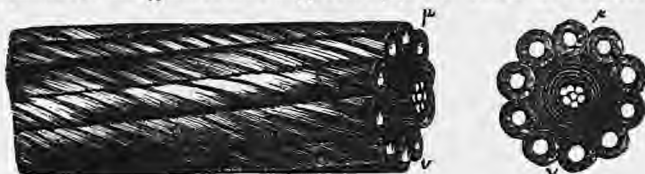
Οἱ ἀπλούστεροι συνδυασμοὶ τῆς στιγμῆς καὶ γραμμῆς παριστῶσι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία καὶ ἄλλα σημεῖα ἀναγκαῖα εἰς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν. Οὕτω τὸ γράμμα ε παρίσταται διὰ μιᾶς στιγμῆς, τὸ λ διὰ μιᾶς στιγμῆς, μιᾶς γραμμῆς καὶ δύο στιγμῶν, τὸ α διὰ μιᾶς στιγμῆς, μιᾶς γραμμῆς, καὶ τὸ σ διὰ τριῶν στιγμῶν, καὶ ἐπομένως ἡ λέξις *Ἑλλάς* παρίσταται οὕτω

• — • • — • — • — • •

335. Ταχύτης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἡ ταχύτης τῆς διάδοσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ δι' ἐπιμήκων τηλεγραφικῶν συρμάτων εἶνε μὲν παμμεγίστη, ἀλλὰ συμμεταβάλλεται τῇ ὕλῃ καὶ τῇ ἀντιστάσει τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἐλαττοῦται αὐξανομένου τοῦ μήκους αὐτοῦ. Οὕτως ἐν τηλεγραφικῷ σύρματι διαμέτρου 4 χιλιοστομ. καὶ μήκους 300 χιλιομ. εὐρέθη περίπου ἴση πρὸς 96.000 χιλιομ. κατὰ δευτερόλεπτον. Εἰς ἰσομήκη χαλκινόν ἀγωγόν διαμέτρου 2,5 χιλιοστομ. ἴση πρὸς 178.000 χιλιομέτρων καὶ εἰς ὑπερὺχριν καλῶδιον μήκους 4.794 χιλιομέτρ. μήκους ἴση πρὸς 13.700 χιλιομ.

336. Ἡλεκτρικὸς κώδων. Ὁ κώδων οὗτος τιθέμενος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς μετὰ τὸ πέρασ τῆς ἀνταποκρίσεως χρησιμεύει, ὅπως εἰδοποιῇται ὁ τηλεγραφητὴς σταθμοῦ καλούμενος ἐξ ἄλλου σταθμοῦ, διότι τὰ κτυπήματα τοῦ δέκτου εἶνε ἀκουστὰ μόνον ἐκ μικρᾶς ἀποστάσεως. Ὁ

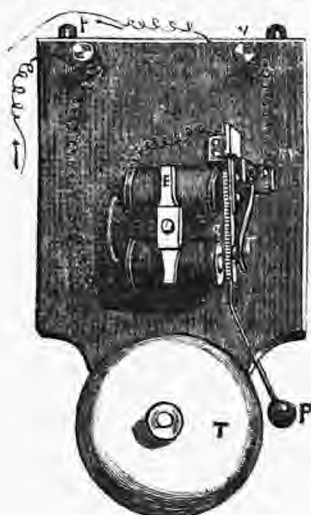
περιβεβλημένων διὰ πολλῶν στρωμάτων ἐκ γουτταπέρκης ἢ ἐλαστικοῦ κόμματος. Ἐπ' αὐτοῦ τίθεται στρώμα ἰνῶν κανάβως πισσασφαλτωμένου καὶ τὸ ὅλον περιβάλλεται διὰ χαλυβδίνων συρμάτων μ, ν τὰ ὅποια ἀποτελοῦσι προστα-



Σχ. 266.

τευτικὸν περικάλυμμα ἢ ἐπισμὸν καθιστῶντα τὸ καλῶδιον ἀνθεκτικόν, δυνάμενον οὕτω ν' ἀντέχῃ εἰς τὴν ἀντιμέθελξιν, εἰς ἣν ὑπόκειται κατὰ τὴν βύθισιν, καὶ εἰς τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμένος τριβὴν ἰδίως κατὰ τὰ παράλια μέρη.

ἀπλούστερος τῶν ἡλεκτρικῶν κωδῶνων εἶνε ὁ καλούμενος δονητικός, οὕτως γίνεται χρῆσις καὶ ἐν ταῖς οἰκίαις. Οὗτος σύγκειται ἐκ μικροῦ ὀρθογωνίου σανίδος (σχ. 267), ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡλεκτρομαγνήτης Β, εἰς ὃν φθάνει διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοιλίου μ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τοῦτο δ' ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διέρχεται διὰ τοῦ πρὸ τῶν πυρήνων αὐτοῦ



Σχ. 267.

κειμένου ὀπλισμοῦ α, ὅστις ἐκ τοῦ ἐνὸς μὲν μέρους, ἐπὶ ὅθεν δέχεται τὸ ρεῦμα, στηρίζεται ἐπὶ εὐκάλυπτου χαλυβδίνου ἐλάσματος, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἄκρου φέρει πλῆκτρον Ρ δυνάμενον νὰ πλῆξῃ τὸ κωδώνιον Τ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ τοῦ ὀπλισμοῦ α μεταβαίνει εἰς τὸ ἐλατήριο Γ, μεθ' οὗ εὐρηται εἰς ἐπαφὴν, καὶ ἐκείθεν εἰς τὸν πιεστικὸν κοιλίαν ν καὶ εἶτα εἰς τὸν ἕτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἀλλ' εὐθὺς ὡς τὸ ρεῦμα διέλθῃ, ὁ ὀπλισμὸς α ἔλκεται ὑπὸ τῶν πυρήνων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ τὸ πλῆκτρον Ρ κρούει τὸ κωδώνιον Τ. Κατὰ τὴν ἔλξιν δὲ ταύτην τοῦ ὀπλισμοῦ ἡ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἐλατηρίου Γ ἐπαφὴ διακόπτεται, ὅποτε καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ ὀπλισμὸς δὲν ἔλκεται πλέον, ἀλλ' ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ἡ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἐλατηρίου Γ ἐπαφὴ ἀποκαθίσταται, τὸ

ρεῦμα διέρχεται αὖθις, τὸ πλῆκτρον κρούει τὸ κωδώνιον καὶ οὕτω καθέξης. Ὅταν τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου κώδωνος γίνηται χρῆσις ἐν ταῖς οἰκίαις, συνάπτουσιν αὐτὸν μετ' ἡλεκτρικῆς στήλης ἀποτελουμένης συνήθως ἐκ δύο ἢ τριῶν στοιχείων Leclanché (σχ. 238 § 309) καὶ μετ' ἡλεκτρικῶν κομβίων, δι' ὧν κλείεται τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐκ διαφόρων σημείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

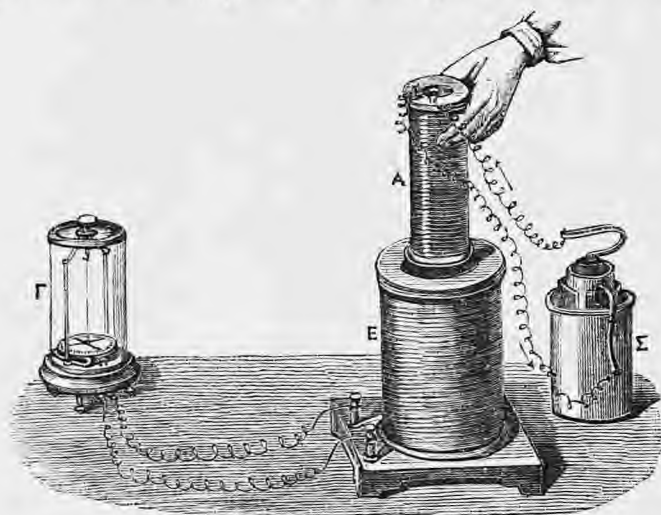
ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.

ΜΗΧΑΝΑΙ ΜΑΓΝΗΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ.

337. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.** Τῷ 1832 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Faraday ἀνεκάλυψεν ὅτι δύνανται ν' ἀναπτυχθῶσιν ἐν μεταλλίνοις ἀγωγοῖς ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἀκαριαῖα διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἄλλων ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ἢ μαγνητῶν. Τὰ ρεύματα ταῦτα καλοῦνται **ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.** *Faraday*

338. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πνιίου.** Ἵνα παραγάγωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς δι' ἐτέρου ρεύματος, λαμβά-

νομεν κοῖλον κύλινδρον χαρτίνον ἢ ξύλινον καὶ περιελίσσομεν ἐπ' αὐ-
τοῦ ἐλικοειδῶς σύρμα χαλκοῦν παχὺ καὶ κεκαλυμμένον διὰ μετὰξης,
ἀποτελοῦντες οὕτω τὸ καλούμενον ἐσωτερικὸν πηνίον Α (σχ. 268).
Τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου συνάπτομεν μετὰ τῶν
δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ. Ἐπὶ δευτέρου κοίλου κυλίνδρου
δυναμένου νὰ δεχθῇ ἐν ἐκντῷ ἐλευθέρως τὸ πηνίον Α περιελίσσομεν
ἐλικοειδῶς χαλκοῦν σύρμα κεκαλυμμένον διὰ μετὰξης, ἀλλὰ λεπτό-
τατον, ὥστε ν' ἀποτελεσθῶσι πολλὰι τὸν ἀριθμὸν σπειραι, χωρὶς ἢ
διάμετρος τοῦ οὕτω παραχθέντος καὶ ἐξωτερικοῦ πηνίου καλουμένου

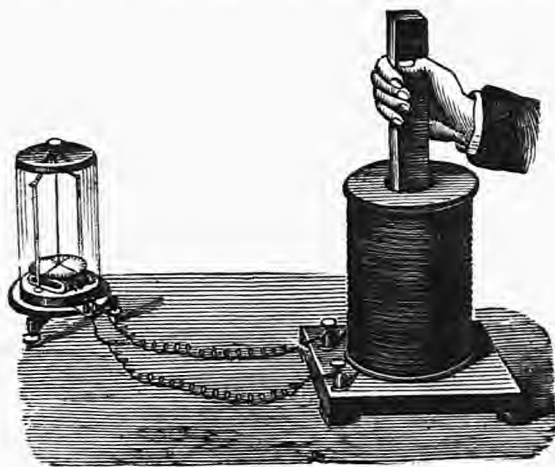


Σχ. 268.

νὰ αὐξηθῇ ὑπερμέτρως. Τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ δευτέρου τούτου
πηνίου Ε συνάπτομεν μετὰ τῶν πιεστικῶν καρχιλιῶν τοῦ γαλθανομέ-
τρου Γ. Τούτων δὲ γενομένων, εἰσάγομεν διὰ ταχείας κινήσεως τὸ
πηνίον Α εἰς τὸ πηνίον Ε, ὅποτε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐξω-
τερικοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῷ ἐπι-
δρῶντι ρεύματι τῷ διαρρέοντι τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον Α. Ἐὰν δ' ἀνελ-
κύσωμεν βιαίως τὸ πηνίον Α, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ Ε ρεῦμα ἐξ
ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι. Τὰ δύο δὲ
ταῦτα ρεύματα ὄντα ἀντίρροπα ἀποκλίνουσι τὴν βελόνην τοῦ γαλθα-
νομέτρου Γ κατ' ἀντιθέτους φορὰς. Ὅμοια ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς
παράγονται, ἐὰν θέσωμεν τὸ πηνίον Α ἐν τῷ πηνίῳ Ε ἀκίνητον καὶ
εἴτα διακόπτωμεν ἢ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τοῦ στοι-

χείου Σ. Καὶ ὅταν μὲν ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεῦμα, παράγεται ἐν τῷ ἄγωγῳ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου Εἰ ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι, ὅταν δὲ διακόπτωμεν αὐτό, παράγεται ρεῦμα ὁμόρροπον. Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγονται προσέτι, ἐὰν ἀποτόμως μεταβάλωμεν τὴν ἰσχύον τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος· καὶ ἐὰν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἰσχύον αὐτοῦ, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ἀντίρροπα αὐτῷ, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἐλαττώσωμεν αὐτήν, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ὁμόρροπα τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι.

339. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ μαγνήτου.** Συνάπτοντες τὰ πέρατα τοῦ ἄγωγου πηνίου μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανομέτρου (σχ. 269) εἰσάγομεν διὰ ταχείας κινήσεως μαγνήτην εἰς



Σχ. 269.

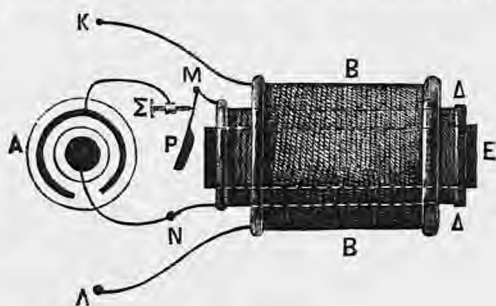
τὸ πηνίον, ὅποτε ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἄγωγου αὐτοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (σχ. 258 ὃ 328) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτῃ. Ἐὰν δ' ἀνασπάσωμεν βιαίως τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἄγωγου τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου.

Σημειωτέον δ' ὅτι πρέπει νὰ θέσωμεν τὸ γαλβανόμετρον εἰς ἰκανὴν ἀπὸ τοῦ πηνίου ἀπόστασιν, ἵνα μὴ δύνηται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς αὐτοῦ βελόνης ὁ μετακινούμενος μαγνήτης.

340. Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνῃ καὶ κατ' ἄλλους δύο τρόπους. Δυνάμεθα δηλονότι ἢ τὸν μαγνήτην νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον, ὅποτε πλησιάζοντες μὲν ταχέως κινήσει στερεὸν κύλινδρον

μαλακοῦ σιδήρου εἰς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ μαγνήτου παράγωμεν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου, ἀποσπῶντες δ' ἀπ' αὐτοῦ τὸν μαλακὸν σιδήρον παράγωμεν ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου· ἢ δυνάμεθα νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, ὃν ἀφίνομεν ἡρεμούντα καὶ πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν διὰ ταχείας κινήσεως μαγνήτην, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὁποίου ὁ μαλακὸς σιδηρὸς γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον μὲν κατὰ τὴν προσπέλασιν τοῦ μαγνήτου, ὁμόρροπον δὲ κατὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ σιδήρου.

341. Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηνίου καὶ μαγνήτου. Τὰ ἰσχυρότερα ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα παράγονται διὰ τῆς συγχρόνου ἐπίδράσεως πηνίου καὶ μαγνήτου. Ἐστω BB (σχ. 270) τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον καὶ ΔΔ τὸ ἐσωτερικόν, εἰς τὸ ὁποῖον εἰσάγωμεν δέσμην ἐκ συρμάτων ἢ κύλινδρον Ε μαλακοῦ σιδήρου. Τὰ πέρατα Μ καὶ Ν τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου Δ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης Α. Καὶ καθ' ἣν μὲν στιγμὴν διαβιβάζομεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου Δ, παράγεται ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ Β ρεῦμα ἀντίρροπον, καθ' ἣν δὲ στιγμὴν διακόπτομεν τὸ ρεῦμα τοῦτο, παράγεται ἐν τῷ αὐτῷ πηνίῳ ρεῦμα ὁμόρροπον. Ἀλλὰ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα εἶνε πολὺ ἰσχυρότερα τῶν δι' ἀπλοῦ πηνίου παραγομένων, τουτέστι τῶν ἄνευ πυρῆνος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, διότι τὸ

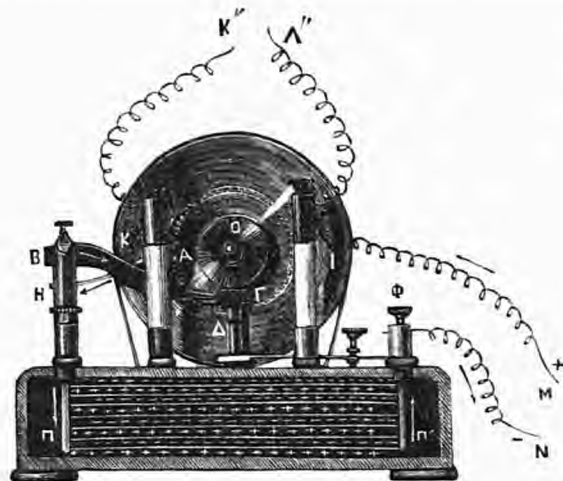


Σχ. 270.

ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον οὐ μόνον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ, ἀλλὰ καὶ μαγνητίζει τὸν μαλακὸν σιδήρον Ε, ὅστις οὕτω παράγει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ πηνίου Β ὁμόρροπον τῷ πρώτῳ. Τῶν δύο δὲ τούτων ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων ἐνσυνυμένων, παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς λίαν ἰσχυρόν, οὐ μόνον ὅταν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ἄρχεται διερχόμενον, ἀλλὰ καὶ ὅταν διακόπτεται· τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν δὲ παραγόμενον εἶνε μάλιστα πολὺ ἰσχυρότερον τοῦ πρώτου.

Ἡ διακοπή καὶ ἡ ἀποκατάστασις τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος γίνεται διὰ τοῦ **ροητόμου** ΣΜΡ, ὁμοίου πρὸς τὸν τοῦ ἡλεκτρικοῦ κώδωνος (σχ. 267 § 336).

342. **Ἐπαγωγικὸν μὴχάνημα τοῦ Ruhmkorff.** Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἑνὸς κυλίνδρου ΑΔ (σχ. 271), εἰς τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου ὑπάρχει δέσμη Ο ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένη ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος παχέος καὶ μεμονωμένου, ὅπερ



Σχ. 271.

ἀποτελεῖ τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΑΓ, ἐφ' οὗ ἐλίσσεται σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΚΔΙ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα στήλης συγκειμένης ἐξ ὀλίγων στοιχείων Bunsen διαβιβάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ὅποτε, ὡς εἴπομεν, ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἄλλ' ἵνα ἔχωμεν σειρὰν τοιούτων ρευμάτων, ὀφείλομεν νὰ διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν διηνεκῶς τὸ ἐπιδρῶν τοῦτο ρεῦμα· πρὸς τοῦτο δὲ χρησιμεύει ὄργανον καλούμενον **ροητόμος**, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου μοχλοῦ ΒΓ δυναμένου νὰ περιστραφῇ περὶ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ Β καὶ φέροντος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Γ ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ μεταλλίνου στυλίσκου Δ. Τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα εἰσερχόμενον διὰ τοῦ ἀγωγοῦ Μ διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ἐξερχόμενον δ' ἐξ αὐτοῦ μεταβαίνει διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ΑΗ εἰς τὸν μετάλλινον στυλίσκον ΗΒ καὶ διὰ τοῦ μοχλοῦ ΒΓ εἰς τὸν στυλίσκον Δ καὶ ἐξ αὐτοῦ διὰ τοῦ

πιστικῷ κοιλίῳ Φ ἐπανερχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἀλλ' εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ ρεύμα, ὃ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρὴν Ο μαγνητιζόμενος ἔλκει τὴν σφύρα Γ καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεύμα διακοπτεται· διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὃ πυρὴν Ο ἐπανερχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ἡ σφύρα Γ καταπίπτει καὶ κλείει αὐθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχουσιν σειρὰν ἐξ ἐπαγωγῆς παλινδρομῶν ρευμάτων ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα Κ' καὶ Λ' τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου δύνανται νὰ παραγάγῃσι μεταξὺ αὐτῶν σειρὰν ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁποῖους δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεύμα. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο περάτων Κ' καὶ Λ' εἴνε μικρά καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ ἀντίστασις, ἣν πρόκειται νὰ ὑπερνικήσῃ ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, εἴνε μικρά, ἀμφοτέρω τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα, ἥτοι τὸ 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, θετικόν καὶ ἀρνητικόν, ἥτοι *ἀνοδον* καὶ *κάθοδον*.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες οἱ διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης παραγόμενοι εἴνε ἰσχυρότεροι καὶ μείζονες, ὅταν ἐν τῇ συσκευῇ προστεθῇ καὶ πυκνωτὴς ΠΙΠ' ὃ ἐν τῷ βέλῳ αὐτῆς εὐρισκόμενος καὶ ἀποτελούμενος ἐκ φύλλων κασιτέρου, μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθενται φύλλα χάρτου φ (σχ. 272) ἐμπεποτισμένα διὰ παραφίνης, οὕτως ὥστε καὶ τὰ τάξεως ἀρτίας σσ'σ' ἐξέχοντα πρὸς τὸ ἐν μέρος νὰ συνάπτωνται ἀλλήλοις καὶ τὰ τάξεως περιττῆς εε'ε' ἐξέχοντα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους νὰ συνάπτωνται ὁμοίως πρὸς ἀλλήλα· ἀλλὰ τὰ πρῶτα νὰ εἴνε ἡλεκ-



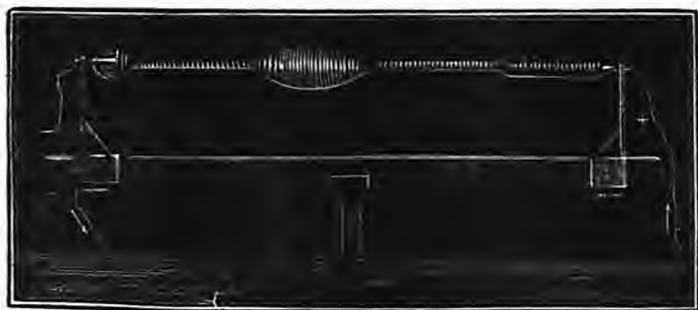
Σχ. 272.

τρικῶς μεμονωμένα ἀπὸ τῶν δευτέρων. Καὶ τὰ μὲν σσ'σ' τίθενται εἰς συχνοῦν μετὰ τῆς σφύρας ΒΓ, τὰ δὲ εε'ε' μετὰ τοῦ ἄκμονος Δ τοῦ ρητόμου. Εἰς τὰς δύο δὲ ταύτας μεταλλίνας ἐπιφανείας τὰς ἀπ' ἀλλήλων μεμονωμένας διαχεόμεναι αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαὶ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος κατὰ τὴν διακοπὴν αὐτοῦ δὲν παράγουσι σπινθῆρα μεταξὺ σφύρας Γ καὶ ἄκμονος Δ, οὕτω δὲ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος διακοπτομένου ἀποτόμως τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἴνε ἰσχυρότερα.

343. Θέτοντες εἰς συχνοῦν μετὰ τοὺς ἀγωγούς Κ' καὶ Λ' μετὰ

τῶν δύο ὀπλισμῶν λουγδουνικῆς λαγῆνους πληροῦμεν ταύτην ἐν ἀκαρεῖ καὶ παράγομεν ἰσχυροτάτους ἡλεκτρικοὺς σπινθήρας. Διὰ τῶν σπινθῆρων τοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff δύναται νὰ γίνη ἀνάφλεξις μεγίστου ἀριθμοῦ ὑπονόμων.

344. **Σωλῆνες Geissler.** Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ ἔχει τοσούτῳ μείζονα ἀγωγὸν δύναμιν, ὅσῳ εἶνε ἀραιότερος, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἐν μὲν τῷ ἀέρι ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν παράγουσι σπινθήρας ὀλίγων ὑψεκ., ἀλλὰ διαθιβαζόμενα δι' ὑαλίνων σωλῆνων ἐμπεριεχόντων ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἢ ἀέριον ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν ἴσθιν πρὸς τὸ $\frac{1}{4000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως δύνανται νὰ διαδράμωσιν αὐτόν, καίπερ ἔχοντα



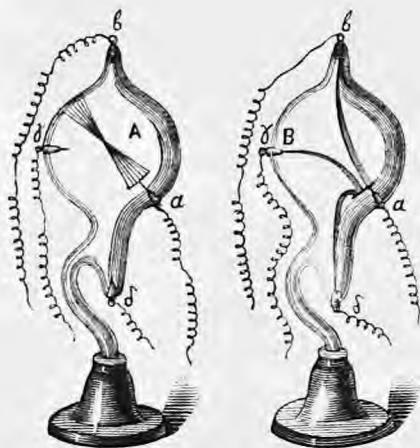
Σχ. 273.

ἰκανὸν μῆκος. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύουσιν οἱ σωλῆνες τοῦ Geissler (σχ. 273), οἵτινες ἐκατέρωθεν κεκλεισμένοι ὄντες φέρουσι κατὰ τὰ πέρατα ἐν τῇ ὑάλῳ ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως σύρματα λευκοχρύσου, δι' ὧν διαθιβάζομεν τὰ ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρικὰ ρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ἢ ἀτμούς ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρην αὐτοῦ, οὕτως τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὃν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπερύθρον εἰς τὸ ὑδρογόνον.

345. **Σωλὴν Crookes.** Ἐστῶσαν δύο ὑαλινὰ σφαιρικά δοχεῖα A καὶ B (σχ. 274) ὅμοια τὸ σχῆμα καὶ πανταχόθεν κεκλεισμένα· ἐκάτερον αὐτῶν φέρει ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ τέσσαρα σύρματα α, β, γ, δ ἐκ λευκοχρύσου, δι' ὧν διαθιβάζεται τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα. Τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα α φέρει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν πέρας αὐτοῦ μικρὸν κοῖλον ἐκ λευκοχρύσου δισκίον. Τὸ μὲν δοχεῖον B, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ἴσθιν πρὸς

$\frac{1}{1000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀποτελεῖ σωλῆνα Geissler, τὸ δὲ δοχεῖον A, ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ἀὴρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν καὶ ἴσην πρὸς τὸ $\frac{1}{1000000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀποτελεῖ σωλῆνα τοῦ Crookes.

Ἐὰν πειραθῶμεν ἐπὶ ἐκατέρου τῶν δοχείων A καὶ B ἐφαρμόζοντες τὸν ἀρνητικὸν μὲν πόλον, ἢτοι τὴν καθόδον, πάντοτε εἰς τὸ σημεῖον *a* τοῦ δοχείου, τὸν δὲ θετικόν, ἢτοι τὴν ἀνοδον, διαδοχικῶς εἰς τὸ



Σχ. 274.

σημεῖον *β* ἢ *γ* ἢ *δ* τοῦ δοχείου, βλέπομεν τότε ἐν μὲν τῷ τοῦ Geissler δοχείῳ B καμπύλην φωσφορίζουσαν δεικνύουσαν τὴν διάβασιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὡς διὰ γεφύρας ἀρχομένης ἀπὸ τοῦ *a* 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.

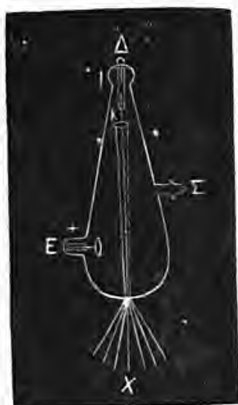
Δὲν ἔχει ὁμοίως οὕτως, ὅταν πειρώμεθα διὰ τοῦ δοχείου A τοῦ Crookes. Τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐφαρμολογθέντος εἰς τὸ *a*, τοῦ δὲ θετικοῦ εἰς τὸ *β* ἢ *γ* ἢ *δ*, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῷ δισκαρίῳ *a* τοιχώματος τοῦ δοχείου φωσφορίσιν ἐπὶ κυκλικῆς ἐπιφανείας, ἥτις διατηρεῖ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἀμετάβλητον τὴν θέσιν, ὅπουδῆποτε καὶ ἂν ἐφαρμολογῇ ὁ θετικὸς πόλος.

346. Ἀκτῖνες καθοδικαὶ καὶ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.

Αἱ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἢτοι ἐκ τῆς καθόδου ΔΚ (σχ. 275), ἐκπορευόμεναι ἀόρατοι αὗται ἀκτῖνες ἐκλήθησαν *καθοδικαί*. Αὗται προσπί-

πτουσαι ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τοιχώματος τοῦ δοχείου γίνονται πρό-
 ξενοι νέου εἶδους ἀκτίνων ἀοράτων X, αἷτινες εἶνε αἱ ἀκτίνες τοῦ
 Röntgen.

Αἱ ἀκτίνες αὗται εἶνε μὲν ἀόρατοι, ἀλλὰ προσπίπτουσαι ἐν τῷ
 σκότει ἐπὶ χαρτίνου διαφράγματος κεκαλυμμένου καὶ δι' ἄλλων μὲν
 οὐσιῶν, ἰδίᾳ ὅμως διὰ κυανιοῦχου βαρυσλευκοχρύ-
 σου, καθιστῶσιν αὐτὸ φωτεινὸν καὶ λάμπον ὡς ἡ
 πυγλαμπίς. Ἡ αὐτὴ φωσφορήσις παράγεται καὶ
 ὅταν ἐν τελείως σκοτεινῷ θαλάμῳ καλύψωμεν
 τὸ δοχεῖον διὰ μέλανος χάρτου ἢ ὑφάσματος.
 Ἐκ τούτων δὲ συνάγομεν ὅτι ὁ χάρτης καὶ τὸ
 ὑφασμα εἶνε περατὰ διὰ τῶν ἀκτίνων τοῦ Rön-
 tgen. Περαιτὰ σώματα εἶνε τὸ ξύλον, τὸ ἐλα-
 στικὸν κόμμι καὶ τὰ ἐλαφρὰ μέταλλα, ἥπτον
 περατὰ ἢ ὕαλος, ἢ ἄργιλλος καὶ ἀπέρατα τὰ
 βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, χρυσός, λευκόχρυσος).
 Τὸ ἀπέρατον τῶν σωμάτων εἶνε περίπου ἀνάλο-
 γον τοῦ γινόμενου τοῦ πάχους τοῦ σώματος ἐπὶ
 τὴν πυκνότητά αὐτοῦ.



Σχ. 275.

347. Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία τοῦ Röntgen.

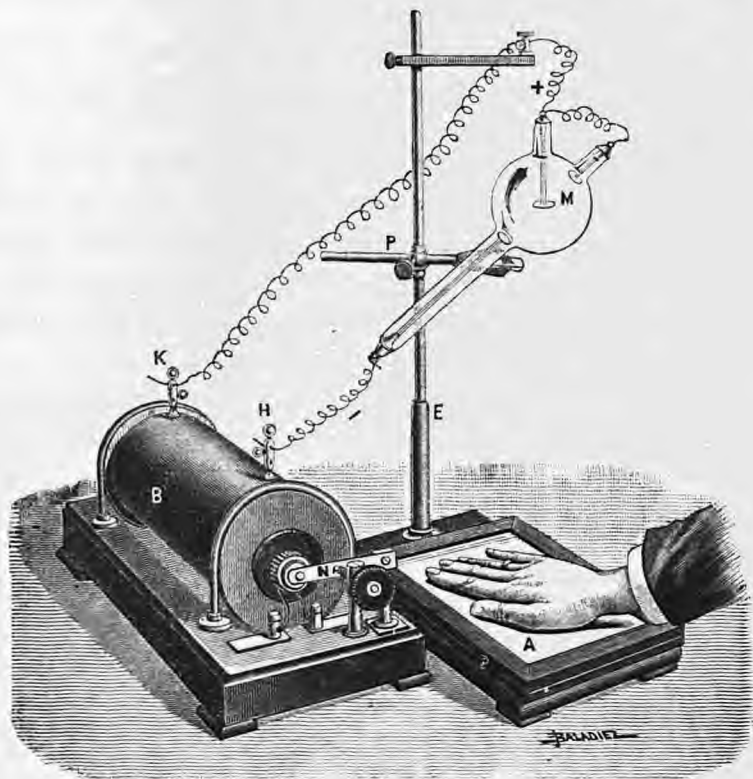


Σχ. 276.

Ἐὰν θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν μεταξὺ τοῦ δο-
 χείου τοῦ ἐκπέμποντος τὰς ἀκτίνας τοῦ Rön-
 tgen καὶ τοῦ διαφράγματος στρέφοντες πρὸς
 ἡμᾶς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ τὴν διὰ κυανιοῦχου
 βαρυσλευκοχρύσου κεκαλυμμένην, βλέπομεν τὴν
 σκιάν τοῦ σαρκώδους μέρους τῆς χειρός, ἐντὸς
 δ' αὐτῆς σκοτεινότεραν τὴν τῶν ὀστέων (σχ.
 276). Πειρώμεθα δὲ ἡ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἢ
 καὶ ἐν φωτεινῷ ὀπλιζόμενοι διὰ τοῦ κρυπτο-
 σκοπεῖου, εἰς τὸ βάθος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τὸ
 διαφράγμα.

Αἱ ἀκτίνες τοῦ Röntgen οὐ μόνον γίνονται
 πρόξενοι φωσφορήσεως, ἀλλὰ δύνανται καὶ νὰ
 προσβάλλωσι τὰς φωτοπαθεῖς ἐνώσεις τοῦ ἄρ-
 γύρου, δι' ὧν εἶνε κεκαλυμμένοι αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες. Τοιαύτη δὲ
 εἶνε ἡ καλουμένη ἀκτινογραφία Röntgen, ἥτις διὰ τὴν ἀκτινογρα-

φίαν π. χ. τῆς χειρὸς ἐκτελεῖται ὡς ἑξῆς. Ἡ ὑάλινη σφαῖρα M ⁽¹⁾ στερεοῦται ἐπὶ καταλλήλου στηρίγματος E P (σχ. 277), οὕτως ὥστε νὰ στρέφῃ τὴν ἐπιφάνειαν M τὴν ἐκπέμπουσαν τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ πρόκειται νὰ ἀκτινογραφηθῇ, καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων K καὶ H τοῦ ἐπαγωγ-



Σχ. 277.

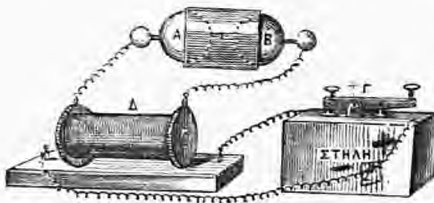
γικοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff B. Ἡ φωτογραφικὴ πλάξ A περιβεβλημένη καλῶς διὰ μέλανος χαρτοῦ τίθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἀνωθεν ἐφαρμόζομεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ὡς δεῖκνυει τὸ σχῆμα.

(1) Αἱ ὑάλιναι σφαῖραι, ὧν γίνεται χρῆσις τὴν σήμερον πρὸς παραγωγὴν ἀκτῖνων τοῦ Röntgen, περιέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν δισκάριον ἐπίπεδον M ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἱριδίου, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου προσπίπτουσιν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες μετατρέπονται εἰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen.

Διαβιβάζοντες ἐπὶ τινὰ λεπτὰ τῆς ὥρας τὸ ἠλεκτρικὸν 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 ἡ θετικὴ.

Δι' ἀκτινοσκοπίας δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν οὐ μόνον τὰ ὅστ' αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ τὸ διάφραγμα καὶ τὴν καρδίαν ἐν κινήσει καὶ μεταλλικὸν τι σῶμα, ὅσον μολυβδίνην σφαῖραν, ἐν τῷ σώματι ὑπάρχουσαν. *

348. Τηλέγραφος ἄνευ σύρματος. Πρὸ τινος χρόνου ὁ Ἰταλὸς Marconi ἐπενόησε τρόπον τηλεγραφικῆς ἀνταποκρίσεως ἄνευ σύρματος συνδυάσας δύο ἀνακαλύψεις, τὴν τοῦ Hertz καὶ τὴν τοῦ Branly. Πρὸ τινων ἐτῶν ὁ Hertz ἀνεῦρε μέσον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ παραγάγῃ ἐν τῷ διαστήματι ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις ἐχούσας μεγάλην ὁμοιότητα πρὸς τὰς φωτεινὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν τῷ αἰθέρι φωτοβόλον σῶμα, ἢ καὶ πρὸς τὰς ἡχητικὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν τῷ ἀέρι ἡχογόνον σῶμα. Ἡ



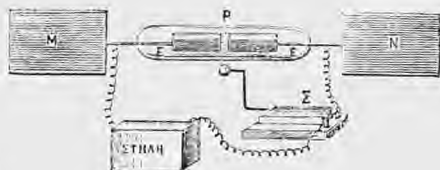
Σχ. 278.

συσκευὴ τοῦ Hertz, ὡς ἐρροποποίησεν αὐτὴν ὁ Marconi διὰ τὸν τηλεγράφον αὐτοῦ, ἀποτελεῖται ἐξ ἐπαγωγικοῦ μηχανήματος τοῦ Rumhkorff Δ (σχ. 278), οὗτινος οἱ δύο πόλοι συνάπτονται μετὰ δύο

χαλκίνων σφαιρῶν Α καὶ Β, ὧν τὸ ἓμισυ εἰσέρχεται ἐντὸς δοχείου Τ πλήρους ἐλαίου. Τὸ ρεῦμα ἠλεκτρικῆς στήλης εἰσάγεται εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν μηχανήμα Δ διὰ χειριστηρίου Γ ἐντελῶς ὁμοίου πρὸς τὸν πομπὸν τοῦ τηλεγράφου Μόρσου (σχ. 263 § 332). Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ πιεσθῇ ἐπὶ μίαν χρονικὴν στιγμήν, παράγονται μετὰ τῶν σφαιρῶν ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμήν. Ἐὰν τοῦναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίεσις διαρκέσῃ τριπλάσιον π.χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες διαρκούσιν ἴσον χρόνον. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὗται μετὰ τῶν δύο σφαιρῶν Α καὶ Β ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν πέριξ αἰθέρα ἰδιαιτέρας φύσεως κυμάνσεις, αἵτινες ἔχουσιν ἄλλοτε μὲν μικρὰν διάρκειαν ἄλλοτε δὲ μείζονα βαίνουσι πρὸς τὰ πρόσω καὶ δύναται νὰ δεχθῇ αὐτὰς κατάλληλος δέκτης.

Ὁ Branly ἀνεῦρεν ὅτι, ἂν εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα παρενθέσωμεν

λεπτὰ ρινήματα μετάλλου, ταῦτα δὲν ἄγουν καλῶς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀλλ' ἐν τὰ ρινήματα ταῦτα δεχθῶσιν ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις, ἀποκτῶσιν εἰδὸς τι συνοχῆς καὶ ἀποβαίνουσιν ἄγωγά τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Τὴν συνοχὴν δὲ ταύτην καταστρέφωμεν ἀνακινούντες τὸν σωλῆνα τὸν περιέχοντα τὰ ρινήματα, ὅτε ταῦτα πάλιν ἀποβάλλουσιν τὴν ἡλεκτραγωγὸν αὐτῶν δύναμιν. Ὁ δέκτης εἰς τὸν τηλεγράφον τοῦ **Marconi** ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἀργυρῶν κυλίνδρων ΕΕ (σχ. 279) ἐγκλεισμένων ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι Ρ κενῷ ἀέρος, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα $1\frac{1}{2}$ χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτοτάτων ρινημάτων νικελίου καὶ ἀργύρου. Παρεμβάλλεται δ' ὁ σωλὴν οὗτος εἰς ἡλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον ἡλεκτρικὴν στήλην καὶ ἡλεκτρικὸν κώδωνα Σ, οὗτινος ὅμως τὸ σφαιρικὸν πλῆκτρον πλήττει οὐχὶ κωδώνιον, ὡς εἰς τὸν κοινὸν ἡλεκτρικὸν κώδωνα, ἀλλὰ τὸν ὑαλινὸν σωλῆνα Ρ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τῆς τοπικῆς ταύτης στήλης δὲν δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ κώδωνος ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως, ἣν παρέχουσι τὰ ρινήματα εἰς τὴν διόδον αὐτοῦ. Τούναντίον ὅμως τὸ ρεῦμα τοῦτο καθίσταται ἱκανὸν νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ κώδωνος, ὅταν τὰ ρινήματα εὐρεθῶσιν 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 ἀργυρῶν κυλίνδρων Ε, Ε. Τὸ πλῆκτρον τοῦ κώδωνος κρούει τὸν σωλῆνα, οὕτως ὥστε ἡ μεταξὺ τῶν μεταλλικῶν ρινημάτων συνοχὴ καταστρέφεται, ὅταν ταῦτα δὲν εὐρίσκωνται πλέον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων. Οὕτως εἶνε ἐρρικτὸν διὰ τοῦ χειριστηρίου Γ νὰ ἐκπέμπωμεν ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις ὅτε μὲν ἐλάσσονος διαρκείας, ὅτε δὲ μείζονος, δι' ὧν τὸ πλῆκτρον ἐπιφέρει κρούσεις ἢ μικρᾶς διαρκείας ἢ μείζονος, αἵτινες παριστῶσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαριθέτου. 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 πλῆκτρον, ἀλλὰ καὶ πλήρης Μορσικὴ συσκευή.



Σχ. 279.

Διὰ τοῦ συστήματος τούτου ἐπέτυχεν ὁ Marconi τὴν κατὰ θάλασσαν μεταξύ πλοίων ἢ ἀκτῶν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν μέχρι ἀποστάσεως 60 χιλιομέτρων. Διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν ταύτην ἀναστηλοῦνται σιδηροὶ κοντοὶ 54 μέτρων ὕψους συγκοινωνοῦντες μετὰ τῆς ἐτέρας τῶν ἐπιφανειῶν M ἢ N τοῦ παμποῦ καὶ τῶν σφαιρῶν A ἢ B τοῦ δέκτου, ἐκ τῆς κορυφῆς δὲ τῶν κοντῶν τούτων ἐκπορεύονται αἱ ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις καθ' ὅλας μὲν τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' ἰδίᾳ ἐν ἐπιπέδῳ καθέτω πρὸς τὸν κοντὸν κατὰ τὸ ἀνώτατον ἄκρον αὐτοῦ.

349. **Ἡλεκτρομηχαναί.** Αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ διαίρουνται εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς καὶ δυναμοηλεκτρικὰς. Καὶ μαγνητοηλεκτρικαὶ μὲν μηχαναὶ καλοῦνται ἐκεῖναι, αἵτινες τῇ βοήθειᾳ μονίμων μαγνητῶν μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἡλεκτρισμόν· δυναμοηλεκτρικαὶ δ' ἐκεῖναι, αἵτινες ἄνευ ἀρχικοῦ μαγνήτου μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἡλεκτρισμόν.

(350. **Ἡλεκτρομηχανὴ τοῦ Gramme.** Αὕτη σύγκειται ἐκ δακτυλίου μαλακοῦ σιδήρου MN'M'B' (σχ. 280) περιβεβλημένου ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος

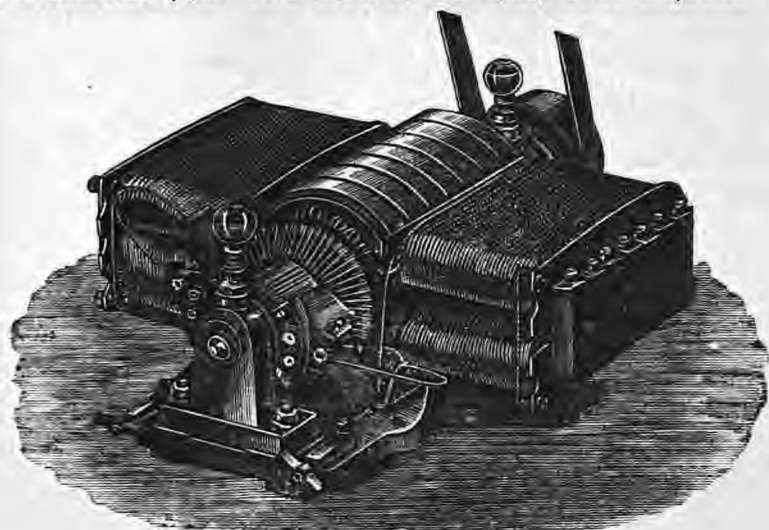


Σχ. 280.

μεμονωμένου, οὗτινος τὰ δύο ἄκρα εἶναι ἠνωμένα πρὸς ἄλληλα, οὕτως ὥστε σχηματίζεται ἑλὶξ συνεχῆς καὶ ἀτέρμων. Τὸ σύρμα τούτο εἶνε ἀπογεγυμνωμένον καθ' ὅλα τὰ σημεῖα αὐτοῦ τὰ πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν περιφέρειαν τοῦ δακτυλίου κείμενα, εἰς δὲ δύο μετέλλιννα ἐλάσματα τρίβονται κατὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα M καὶ M' τοῦ δακτυλίου. Ὁ δακτύλιος οὗτος κείμενος μετὰ τῶν δύο πόλων ἰσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου BN καὶ κατ' ἀκολουθίαν μαγνητιζόμενος τίθεται εἰς ταχέαν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περιστροφικὴν κίνησιν καὶ οὕτως ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ αὐτοῦ ἀναπτύσσονται ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ἅτινα συλλέγομεν διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων M καὶ M'. Τοιαύτη οὕσα ἢ μηχανὴ αὕτη καλεῖται μαγνητοηλεκτρική. Ἀλλ' ὁ Gramme ἐπήνεγκε σπουδαιοτάτην τροποποίησιν αὐτῆς, οὕτως ὥστε οὐ μόνον ἀπέφυγε τὴν χρῆσιν μονίμων μαγνητῶν, ἀλλὰ καὶ τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς ἡδυνήθη ν' αὐξήσῃ. Πρὸς τοῦτο ὁ δακτύλιος τῆς μηχανῆς περιστρέφεται μετὰ τῶν πόλων δύο μεγάλων ἡλεκτρομαγνητῶν, ὧν οἱ ἀγωγοὶ διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ δακτυλίου διὰ τῆς ἀσθενοῦς κατὰ

πρώτον ἐπιδράσεως τοῦ ἐλευθέρου μαγνητικοῦ ρευστοῦ, ὅπερ φέρουσιν οἱ πυρῆνες τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν. Ἡ οὕτω δὲ τροποποιηθεῖσα μηχανὴ αὕτη εἶνε αὐτοουργός, διότι αὐτὸ τοῦτο τὸ ρεῦμα τὸ ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ δακτυλίου παραγόμενον διαρρέον τὸν ἀγωγὸν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν μαγνητίζει τοὺς πυρῆνας αὐτῶν, οἵτινες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τοῦ δακτυλίου παράγουσιν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, οὗτος ἢ ἰσχύς αὐξάνεται ἐπιταχυομένης τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ δακτυλίου.)

351. Ἡλεκτρομηχανὴ Siemens-Halske. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἡλεκτρομαγνητῶν (σχ. 281), μεταξύ τῶν πόλων τῶν ὁποίων στρέφεται σιδηροῦς κοίλος κύλινδρος φέρων κατὰ μῆκος τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας τῆς

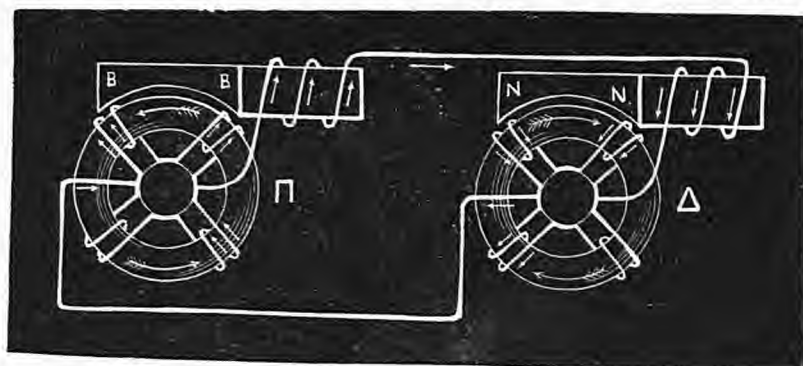


Σχ. 281.

κυρτῆς σειρᾶν χαλκῶν συρμάτων μεμονωμένων, ἐφ' ὧν παράγονται κατὰ τὴν προποῖν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα συλλέγοντες χρησιμοποιοῦμεν.

352. Μεταδίδασις κινητηρίου δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ χρησιμεύουσιν οὐ μόνον εἰς τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμόν, ἀλλὰ καὶ πρὸς μεταδίδασιν δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ μάλιστα φυσικῶν δυνάμεων, οἷον πίπτοντος ὕδατος, αἵτινες ἄλλως θ' ἀπώλυντο. Ἡ μεταδίδασις δηλ. κινητηρίου δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος τῶν ἡλεκτρομηχανῶν, καὶ ἦν αὗται τίθενται 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 παράγουσιν, τίθενται δι' αὐτοῦ εἰς κίνησιν. Οὕτω π.χ. ὑποθέτωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐν τινι πόλει τὴν κινουσαν δύναμιν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέσος μεμικρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ὑπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικούς τροχούς ἢ ὑδροστραβίλους, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἡλεκτρομηχα-

νήν Π (σχ. 282). Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον διοχετευόμενον δι' ἐναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἡλεκτρομηχανῆς Δ κειμένης ἐν ἐργοστάσιω τινὶ τῆς πόλεως, θέτει αὐτὴν εἰς κίνησιν καὶ δι' αὐτῆς κινεῖ ποικίλα μηχανήματα ἢ διαβιβαζόμενον διὰ καταλλήλων ἡλεκτρικῶν λαμπτήρων παράγει φῶς. Οὕτω βλέπομεν σήμερον μικρὰς κώμας ἐντὸς τῶν ὁρέων κειμένας, ὡς εἰς τὰς Ἄλπεις, φωτιζόμενας ἀπλῶς δι' ἡλεκτρικοῦ φωτός ἐνεκα τοῦ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν καταπίπτοντος ἀφθόνου ὕδατος. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διανομὴ κινούσης δυνάμεως εἰς τὰ διάφορα ἐργοστάσια, οἷον τυπογραφεῖα, ἅτινα ἔχουσι μὲν ἀνάγκην ἰσχυρὰς κινούσης δυνάμεως, ἀλλ' ἡ τοποθέτησις ἐντὸς αὐτῶν ἀτμομηχανῶν



Σχ. 282.

θ' ἀπέβαινε δυσχερὴς καὶ δαπανηρά. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ αἱ χρησιμοποιούμεναι διὰ τὸν φωτισμὸν τῆς πόλεως κινούσι μικρὰς ἡλεκτρομηχανὰς ἐν τοῖς ἐργοστάσις κειμένας, αἵτινες κινούσι τὰ μηχανήματα τοῦ ἐργοστασίου, οἷον τὰ τυπογραφικὰ πιεστήρια. Ἡ μεταφορὰ κινητήριου δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὡσαύτως καὶ εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν ἐπὶ σιδηρῶν τροχιῶν. Πρὸς τοῦτο μόνιμος κινητήριος ἀτμομηχανὴ κινεῖ ἡλεκτρομηχανήν, ἥς τὸ ρεῦμα 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 αὐτῆς.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

353. *Ἀκουστικὴ* καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, ὅπερ πραγματεύεται περὶ τῆς γενέσεως καὶ διαδόσεως τοῦ ἤχου, ἥτοι περὶ τοῦ ἰδιαίτερας φύσεως αἰσθήματος ἐκείνου, ὅπερ παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὀργάνου διὰ τῆς παλμικῆς τῶν ἡχογόνων σωμάτων κινήσεως, ἥτις διαδίδεται διὰ περιέχοντος σταθμητοῦ καὶ ἐλαστικοῦ, οἷος εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ὁ σίδηρος κτλ.

354. Πᾶν σῶμα ἡχογόνον εὐρίσκεται ἐν τρωμάδει κινήσει, τουτέστι κραδαίνεται, ἐφ' ὅσον παράγει ἤχον· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων.

α') *Παλμικὴ κίνησις χορδῆς*. Ἐὰν λάβωμεν λευκὴν χορδὴν καὶ τείνωμεν αὐτὴν μεταξὺ δύο ἡλῶν *α, β* (σχ. 283) καὶ μάλιστα ἐνώ-



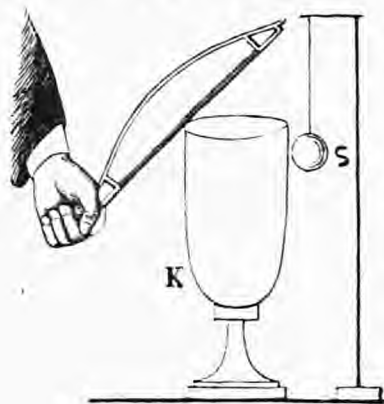
Σχ. 283.

πιον μέλανος πίνακος, εἶτα δὲ ἀπομακρύναντες τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας *γ* ἀφήσωμεν αὐτὴν ἐλευθέραν, ἡ χορδὴ δύναμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας· ἐπανελθοῦσα δ' εἰς τὴν θέσιν ταύτην, ὑπερβαίνει αὐτὴν ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ φθάνει εἰς τὴν θέσιν *ε* σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς προηγουμένης *δ*, εἰς ἣν ἀρχικῶς ἐξετοπίσθη. Ἐπανερχομένη δὲ

καὶ αὐθις εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ὑπερβαίνει αὐτήν, οὕτω δ' ἐκτελεῖ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ὧν τὸ πλάτος εὐθὺς 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, ὥς αὕτη καταλαμβάνει, καὶ διὰ τοῦτο χορδὴ παλλομένη παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδές.

β') *Παλμικὴ κίνησις ἐλάσματος.* Ἐὰν βραχὺ ἔλασμα χάλυβος στερεώσωμεν ἀκλονήτως κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ καὶ ἀπομακρύναντες αὐτὸ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας ἀφήσωμεν εἴτα ἐλεῦθερον, τὸ ἔλασμα πάλ्लεται, ὥς εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἡ χορδὴ, δύναται τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ παράγον συγχρόνως ἦχον, ἐφ' ὅσον διατελεῖ ἐν τοιαύτῃ παλμικῇ κινήσει.

γ') *Παλμικὴ κίνησις κώδωνος.* Κώδων ὑάλινος ἢ μεταλλίνος πληττόμενος παράγει ἦχον. Ὅτι δὲ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐν



Σχ. 284.

παλμικῇ κινήσει, ἀποδεικνύομεν ῥίπτοντες ἐντὸς αὐτοῦ ἄμμον ἢ μικρὰ τεμάχια μετάλλινά, ἅτινα βλέπομεν ἀναπηδῶντα καὶ κρούοντα τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος. Ἐὰν δὲ πλησίον τοῦ κώδωνος Κ (σχ. 284) ἐξαρτήσωμεν ἐκ νήματος μικρὸν σφαιριδίον ϵ ἐξ ἐλεφαντίνου ὅσπου ἡ θέσωμεν ἀκίδα μεταλλίνην, εἴτα δὲ κρούσωμεν τὸν κώδωνα διὰ ξυλίνης σφύρας ἢ πλήξωμεν αὐτὸν διὰ τόξου, ἀκούομεν οὐ μόνον τὸν ἦχον τοῦ κώδωνος, ἀλλὰ καὶ τὰ ἐπανει-

λημμένα κτυπήματα τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἀκίδος καὶ ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, τὸ ὅποιον μάλιστα ἀναπηδᾷ εἰς ἱκανὸν ὕψος.

δ') *Παλμικὴ κίνησις τεταμένης μεμβράνης.* Τεταμένη μεμβράνα, οἷον τύμπανον κρούομενον, παράγει ἦχον, διότι δονεῖται· διὰ νὰ καταστήσωμεν δ' αἰσθητὰς τὰς δονήσεις τῆς μεμβράνης, ῥίπτομεν ἐπ' αὐτῆς ἄμμον, ἥτις ἀναπηδᾷ.

ε') *Παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἐν ἡχητικῷ σωλήνι.* Ὅταν ἡχη-

τικός σωλήν παράγει ἤχον, εἶνε ὅσον νὰ δευχθῇ ὅτι ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀὴρ πάλ्लεται. Διότι, ἂν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς ὑαλίνου σωλήνος ἡχοῦντος μεμβράναν τεταμένην, ἐπὶ τῆς ὑποῖας ἐτέθη ὀλίγη ἄμμος, ἀκούομεν τριγμὸν τινα παραγόμενον ὑπὸ τῆς μεμβράνης καὶ συγχρόνως βλέπομεν τὴν ἄμμον ἀναπηδῶσαν. Οὐ μόνον δὲ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀὴρ κραδαίνεται, ἀλλὰ καὶ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ ὡσαύτως πάλ्लονται, ὡς δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν στερεοῦντες τὸν ἡχητικὸν σωλήνα ὀριζοντίως καὶ ῥίπτοντες ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἄμμον, ἣν βλέπομεν ἀναπηδῶσαν, ὅταν ὁ σωλήν ἡχῇ.

355. Ὁχήματα τοῦ ἤχου. Διὰ νὰ γίνη ὅμως ἀκουστός ὁ ὑπὸ τοῦ ἡχητικοῦ σώματος παραγόμενος ἤχος, δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ ὑπάρχῃ σῶμα παλλόμενον, ἀλλὰ πρέπει μεταξὺ τοῦ ἡχογόνου σώματος καὶ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν νὰ ὑπάρχῃ περιέχον σταθμητὸν οἰονόηποτε, οἷον ἀὴρ, ὕδωρ, μέταλλον καὶ ἐν γένει ἀέριον, ὑγρὸν ἢ στερεὸν οἰονόηποτε· τούτεστι διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται. Ὅπως δ' ἀποδείχθῃ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑαλινὴν κοίλην σφαῖραν (σχ. 285), ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐξαρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος κωδωνίσκον καὶ ἀραιοῦμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῇ ἀέρα. Ἐφ' ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον ὁ ἤχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεται ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, ἐὰν ἡ σφαῖρα κενωθῇ ἀέρος ἐντελῶς, οὐδὲνα ἤχον ἀκούομεν. Ἐὰν δὲ καθ' ὑπόθεσιν ᾗθελε συμβῇ ἰσχυροτάτη ἐκρηξίς 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.



Σχ. 285.

356. Ὁ ἤχος διαδίδεται οὐ μόνον διὰ τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ διὰ πάντων τῶν ἀερίων καὶ ἀτμῶν. Οὕτως ἐὰν τὴν ὑαλινὴν σφαῖραν (σχ. 285) πληρώσωμεν ἀερίου τινὸς οἰονόηποτε ἢ καὶ ἀτμοῦ, ἀκούομεν πάντοτε τὸν ἤχον τοῦ κωδωνίσκου. Ἀλλ' ὁ αὐτὸς ἤχος διαδίδεται τελειότερον διὰ τῶν ὑγρῶν καὶ ἐτι τελειότερον διὰ τῶν στερεῶν. Οὕτω χάλικες ἐν τῷ ὕδατι κρούμενοι παράγουσιν ἤχον ἀκουστὸν διὰ τοῦ ὕδατος ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως. Ἐὰν δ' ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου ξυλίνης ῥάβδου μήκους 5 μέτρων ἐξαρτήσωμεν ὥρολόγιον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἐφαρμόσωμεν τὸ σὺς ἡμῶν, ἀκούομεν λίαν εὐκρινῶς τοὺς κρότους τοῦ ὥρολογίου, ἐν ᾧ διὰ τοῦ ἀέρος δὲν δυνάμεθα ν' ἀκούσωμεν αὐτοὺς ἐκ τοσαύτης

ἀποστάσεως. Ὅμοιως, ἐὰν θέσωμεν μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν δύο σκελῶν πυράγρας ἐπιμήκους ὠρολόγιον, ἀκούομεν εὐκρινῶς τοὺς κρότους αὐτοῦ ἐφαρμόζοντες τὸ οὖς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον. Ὁ ἀσθενέστατος ἤχος, ὅστις παράγεται διὰ πτεροῦ εἰς τὸ ἐν ἄκρον ἐπιμήκους δοκοῦ ξυλίνης ἢ μεταλλίνης, γίνεται ἀκουστός εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον. Ἐπιθέτοντες τὸ οὖς ἐπὶ τῆς γῆς ἀκούομεν εὐκρινῶς ἁμαζαν συρομένην ἢ ἵππους βαδίζοντας ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως, τὸν ἦχον δὲ πυροβόλου ἐξ ἀποστάσεως πολλῶν χιλιομέτρων. Ὅτι δὲ τὸ ἔδαφος διαδίδον τὸν ἦχον εὐρίσκεται ἐν κραδάνσει, ἀποδεικνύομεν θέτοντες ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λεκάνην πλήρη ὕδατος, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια εὐρίσκεται ἐν τρομῶδει κινήσει.

Ὁ ἦχος διαδίδεται καὶ διὰ λεπτῶν νημάτων, ὅταν ταῦτα εἶνε τεταμένα. Ἐὰν λάβωμεν μεταλλινόν τι ἀντικείμενον, εἶον χαλκοῦν ἔλασμα, καὶ ἐξαρτήσωμεν αὐτὸ ἐκ τοῦ μέσου νήματος, οὕτως τὰ ἄκρα εἰσάγωμεν εἰς τοὺς ἀκουστικούς ἡμῶν πόρους, καθ' ἑκάστην πρόσκρουσιν τοῦ ἐλάσματος ἐπὶ ἄλλου ἀντικειμένου, εἶον τραπέζης, ἀκούομεν ἦχον προσομιᾶζοντα πρὸς τὸν τοῦ κώδωνος. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξηγεῖ πληρέστατα ὄργανον καλούμενον *τηλέφωνον μετὰ ρήματος*, διὰ τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ φωνὴ δι' ἀπλοῦ νήματος μετάξης. Σύνκειται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ δύο κυλίνδρων κοίλων, τῶν ὁποίων ἡ μία βᾶσις κλείεται διὰ δερμάτος τεταμένου. Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ δύο ταῦτα τύμπανα κατὰ τὰ κέντρα αὐτῶν διὰ νήματος μετάξης 15 ἕως 20 μέτρων μήκους, δυνάμεθα νὰ μεταβιβάσωμεν τὴν φωνὴν ἡμῶν ἔστω καὶ ἀσθενεστάτην ἀπὸ τοῦ ἐνὸς κυλίνδρου εἰς τὸν ἕτερον, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο ὁ ὀμίλων νὰ πλησιάσῃ τὸ στόμα αὐτοῦ εἰς τὸν ὄλμον τοῦ ἐνὸς τυμπάνου, ὁ δὲ ἀκούων νὰ ἐφαρμόσῃ τὸ ἕτερον τύμπανον εἰς τὸ οὖς αὐτοῦ, τὸ δὲ νῆμα νὰ διατελῇ τεταμένον.

357. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις. Εὐρίσκόμενοι εἰς ἀποστασίν τινα ἀπὸ κροτοῦντος πυροβόλου βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὴν λάμψιν, μετὰ τινα δὲ χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, διότι τοῦ μὲν φωτός διανύοντος παμμεγίστης ἀποστάσεως ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ βλέπομεν τὴν λάμψιν καθ' ἣν στιγμὴν συμβαίνει ἡ ἐκπυροσφορὴ, τοῦ δὲ ἤχου διαδιδόμενου πολλῶ βραδύτερον ἀκούομεν τὸν κρότον μετὰ τινα χρόνον ἀπὸ τῆς ἐμφανίσεως τῆς λάμψεως. Ὡσαύτως παρατηροῦντες ἐκ τινος ἀποστάσεως τὰ κτυπήματα, ἅτινα καταφέρει ἐργάτης διὰ σφύρας ἐπὶ λίθου, βλέπομεν τὴν σφῦραν καταπίπτουσαν, ἐν

ᾧ δὲν ἀκούομεν κρότον, καθ' ἣν στιγμὴν δὲ ἡ σφύρα ἀνυψωθείσα ἐτοιμάζεται ἐκ νέου νὰ καταπέσῃ ἀκούομεν τὸν κρότον.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ἐτοποθετήθησαν πυροβόλα ἐπὶ δύο λόφων, τῶν ὁποίων ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ ἀπόστασις (18612 μέτρα). Εἴτα ἐν ὥρᾳ νυκτός, ὁπότε οἱ ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἀκουστοί, ἐμετρήθη διὰ χρονόμετρου ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἀντιλήψεων τῆς λάμψεως καὶ τοῦ κρότου. Εὗρέθη δὲ κατὰ μέσον ὅρον ὅτι ἐθαπάνησεν ὁ ἤχος διὰ νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα τοῦτο 54' ,6, τῆς μὲν θερμοκρασίας οὕσης 16 ἑκατομῶθμου, τῆς δὲ ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως 760 ^{mm}. Διαιρεθέντος εἴτα τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου εὗρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἴση πρὸς 340 ^m,88.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς διαφόροις ἀερίοις παρέχεται ὑπὸ τοῦ

τύπου τοῦ Νεύτωνος $v = \sqrt{\frac{\pi}{\delta}}$, ἐν τῷ ὁποίῳ π παριστᾷ τὴν

ἐλαστικότητα καὶ δ τὴν πυκνότητα τοῦ ἀερίου. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ πυκνότης ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πιέσεως, ἦν τοῦτο ὑφί-

σταται (§ 139), τουτέστιν ὁ λόγος $\frac{\pi}{\delta}$ μένει σταθερὸς ἐν τῷ αὐτῷ

ἀερίῳ. ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς πιέσεως ἢ ἐλαστικότητος αὐτοῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς τε τὰ ἀνώτερα καὶ τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Κατὰ τὸν τύπον τοῦτον ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὰ διάφορα ἀέρια εἶνε ἀνάλογος μὲν τῆς τετραγωνικῆς ῥίζης τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀερίου καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ῥίζης τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδρῳ γόνῳ π.χ. θὰ εἶνε τετραπλασία τῆς ἐν τῷ ὀξυγόνῳ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, διότι τὸ ὀξυγόνον εἶνε δεκαεξάκις πυκνότερον τοῦ ὕδρῳ γόνου.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, οὕσα ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ μὲν τὴν θερμοκρασίαν 0° ἴση πρὸς 332 ^m,15, ὑπὸ θερμοκρασίαν 10° ἴση πρὸς 337 ^m, καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν 16° ἴση πρὸς 340 ^m,88.

Ὁ ἄνεμος ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου, αὐξάνων μὲν τὴν ταχύτητα τῶν ἤχων τῶν ἐχόντων τὴν αὐτὴν φορὰν, ἐλαττών δὲ τὴν ταχύτητα τῶν ἀντιθέτου φορᾶς ἤχων. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ταχύτης τῆς

διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶνε δεκαπλάσια περίπου τῆς τῶν σφοδροτάτων ἀνέμων, συμπεραίνομεν ὅτι εἰς τὰς πλείστας περιστάσεις ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου εἶνε ἐλαχίστη.

358. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι. Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῶ μείζων ἐν τοῖς ὑγροῖς ἢ ἐν τοῖς ἀερίοις. Εὐρέθη δὲ ἡ ταχύτης ἐν τῷ ὕδατι διὰ πειραμάτων γενομένων ἐπὶ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης ὑπὸ τῶν Sturm καὶ Colladon τῷ 1827 ὡς ἐξῆς. Εἰς τι σημεῖον τῆς λίμνης ἐκρέματο ἐκ λέμβου κώδων ἐν τῷ ὕδατι κρούμενος διὰ σφύρας, τῆς ὁποίας ἡ λαβὴ ἔφερε λαμπάδα, ἥτις ἀνέφλεγε κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς προσκρούσεως μικρὰν ποσότητα πυρίτιδος ἐπὶ τῆς λέμβου ὑπαρχούσης. Εἰς ἱκανὴν δὲ ἀπόστασιν εὐρίσκετο ἐπὶ δευτέρας λέμβου ὁ ἕτερος παρατηρητὴς φέρων παμμέγεθες ἀκουστικὸν κέρας, οὗτινος ὁ ὄλμος κεκλεισμένος διὰ μεμβράνης καὶ ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὕδατι ἦτο ἐστραμμένος πρὸς τὸν κώδωνα. Διὰ τῆς ἀποστάσεως τῶν λέμβων καὶ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο ἀπὸ τῆς ἀναφλέξεως τῆς πυρίτιδος μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν ἠκούετο ὁ κρότος, εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ θερμοκρασίαν 9° ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, τουτέστιν ὑπερτετραπλάσια τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

359. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς. Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς εἶνε πολὺ ὑπερτέρα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Biot ἐκτελέσας πειράματα ἐπὶ σωλῆνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους $951^{\text{m}}, 25$. Σφῦρα κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ἔκρουε ταυτοχρόνως τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος καὶ κώδωνα. Παρατηρητὴς ἰστάμενος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον ἤκουε δύο διαδοχικοὺς ἤχους, πρῶτον τὸν διὰ μετάλλου καὶ εἴτα τὸν διὰ τοῦ ἀέρος, ἐσημεῖον δὲ τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων.

Ἐστῶσαν μ τὸ μήκος σωλῆνος, δ ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων, T' ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ σιδήρῳ καὶ T ἡ ἐν τῷ ἀέρι. Ἐπειδὴ ὁ χρόνος ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει εἶνε ἴσος τῷ διαστήματι διὰ τῆς ταχύτητος, ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$\frac{\mu}{T} - \frac{\mu}{T'} = \delta, \text{ ὅθεν } T' = \frac{\mu T}{\mu - \delta T}.$$

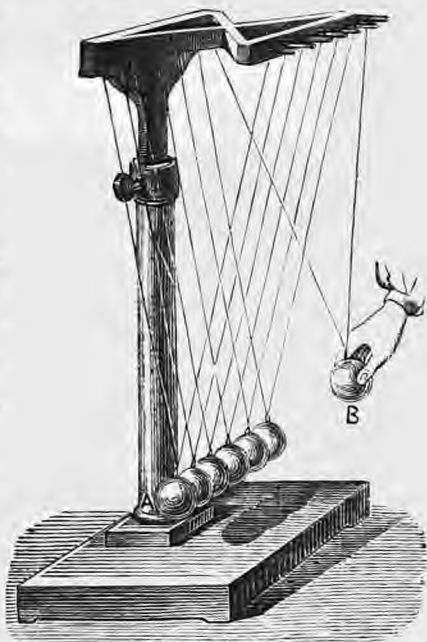
Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ εἶνε ὑπερδεκαπλάσια τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

360. Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.

Ὅπως καὶ πρὶν ἐννοήσωμεν τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος, ἐκτελέσωμεν τὰ ἐξῆς πειράματα.

α') Τοποθετοῦμεν παῖδας τὸν ἓνα κατόπιν τοῦ ἄλλου κατὰ γραμμὴν εὐθείαν, ὃν ἕκαστος ἐπιθίεται τὰς χεῖρας αὐτοῦ στερεῶς ἐπὶ τῶν ὤμων τοῦ προηγουμένου. Ὡθοῦντες εἴτα βιαίως τὸν τελευταῖον ἐκ τῶν νώτων, βλέπομεν ὅτι ἡ ὥσις αὕτη διαδίδεται ἀπὸ τοῦ τελευταίου πρὸς τὸν πρῶτον, καὶ οἱ μὲν ἐνδιάμεσοι μένουσι σχεδὸν ἀκίνητοι, ὁ δὲ πρῶτος πίπτει ἀκουσίως πρηνής.

β') Λαμβάνοντες σφαῖρας ἰσομεγέθεις ἐλεφαντίου ὁστοῦ ἐξαρτῶμεν αὐτάς διὰ νημάτων (σχ. 286) τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης εἰς ὀριζοντίαν σειρὰν, οὕτως ὥστε νὰ ἄπτονται ἀλλήλων καὶ τὰ κέντρα αὐτῶν νὰ κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἀνυψώσαντες τὴν πρῶτην Β ἀφίνομεν αὐτὴν νὰ καταπέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δευτέρα, ἡ τρίτη καὶ αἱ λοιπαὶ μένουσιν ἀκίνητοι, μόνον δὲ ἡ τελευταία Α ἀναπηδᾷ ἐκτελοῦσα τὸ ἕτερον ἥμισυ τῆς αἰωρήσεως, τὸ ὁποῖον δὲν ἐξετέλεσεν ἡ πρῶτη. Σημειώτεον δ' ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἡ πρόσκρουσις μεταδίδεται ἀπὸ τῆς πρῆτης εἰς τὴν τελευταίαν σφαῖραν εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, ἐξ οἵουδῃποτε ὕψους καὶ ἂν ἀφῆσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα Β, διότι ἡ ταχύτης αὕτη ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τῶν σφαιρῶν, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ἰσχύος τῆς κρούσεως. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰσχύος αὐτοῦ, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ περιέχοντος.



Σχ. 286.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν καὶ ὅταν ἐπὶ τραπέζης θέσωμεν σειρὰν μικρῶν μεταλλίνων ἢ ξυλίνων δίσκων ἀπτομένων ἀλλήλων καὶ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων. Ἄν ὠθήσωμεν ὅμοιον δίσκον ἐπὶ τὸν

πρῶτον, οἱ μὲν ἐνδιάμεσοι μένουσιν ἀκίνητοι, ὁ δὲ τελευταῖος κινεῖται πρὸς τὰ πρόσω.

γ') Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, σχηματίζεται εἰς τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν κοίλωμα, περὶ τοῦτο δὲ κυμάτια ὕδατῃ ἀρόμεντρα, ὧν ἕκαστον σύγκειται ἐξ ὑψώματος καὶ κοιλάσματος, οὕτως ὥστε, ἂν τέμωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν διὰ κατακορύφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κοινοῦ κέντρου, παράγεται κυματοειδὴς καμπύλη, τῆς ὁποίας τὰ κοιλάσματα καὶ τὰ ἐξογκώματα βαθμυδὸν ἐλαττοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται.

(361. **Πυκνώματα καὶ ἀραιώματα τοῦ ἀέρος ἐν κυλίνδρῳ.** Ὅπως κατανοήσωμεν νῦν τὰ ἡχητικὰ κύματα τοῦ ἀέρος, φαντασθῶμεν κύλινδρον ΑΒ (σχ. 287) πλήρη ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ



Σχ. 287.

κινεῖται ἐμβολεὺς Ρ μεταβαίνων ἀπὸ τῆς θέσεως Α εἰς τὴν Γ. Ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ δὲν κινεῖται ὅλος ὁμοῦ, ἀλλὰ συμπιεστὸς ὧν συμπυκνοῦται κατὰ τὸ ἄκρον Α, οὕτω δὲ σχηματίζεται κατὰ τὴν πρώτῃν στιγμήν στρώμα τι ΓΔ συμπεπυκνωμένου ἀέρος ἐλάχιστον κατὰ τὸ μήκος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ στρώμα τοῦτο ἀποκτᾷ μείζονα ἐλαστικότητα, ἀμέσως τείνει νὰ ἐπαναλάβῃ τὸν ἀρχικὸν ὄγκον αὐτοῦ συμπιέζον τὸ ἐπόμενον στρώμα, οὕτινος ἡ ἐλαστικότης εἶνε μικροτέρα. Οὕτω δὲ τὸ μὲν δεῦτερον στρώμα συμπιέζεται, τὸ δὲ πρῶτον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη διαδίδεται εἰς τὸ τρίτον στρώμα, ἐν ᾧ τὸ δεῦτερον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον καὶ ἀπὸ τοῦ τρίτου εἰς τὸ τέταρτον Α' Δ', τὸ ὁποῖον συμπιέζεται καὶ καταλαμβάνει τὸν ὄγκον Γ' Δ' καὶ εἴτα διαστέλλεται, καὶ οὕτω καθεξῆς. Οὕτω δὲ ἡ συμπύκνωσις αὕτη προβαίνει ἰσοταχῶς ἐν τῷ κυλίνδρῳ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἐν τῷ αέρι.

Ἐὰν νῦν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς φθάσας εἰς τὴν θέσιν Γ ἐπανέρχεται ἀμέσως πρὸς τὰ ὀπίσω εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν Α, τὸ πρῶτον στρώμα τοῦ ἀέρος καταλαμβάνει μεγαλύτερον χῶρον, οὕτω δ' ἀραιούται καὶ ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Τὸ δεῦτερον στρώμα ἔχον ἐλαστικότητα μεγαλυτέραν διαστέλλεται συμπιέζον τὸ πρῶτον, ὅπερ

ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Οὕτω δ' ἡ ἀραιώσις προβαίνει ἀπὸ στρώματος εἰς στῶμα ἰσοταχῶς καὶ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς ἐκείνην, μεθ' ἧς διεδίδετο προηγουμένως ἡ συμπύκνωσις. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις ὁ ἐμβολεὺς κινήθῃ πρὸς τὰ πρόσω καὶ εἴτα πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ ἀραιώμα παρακολουθεῖται ὑπὸ πυκνώματος καὶ τοῦτο ὑπὸ ἀραιώματος καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τοποθετήσωμεν νῦν ἀντὶ ἐμβολέως εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ κυλίνδρου σῶμα παλλόμενον. ὅσον ἔλασμα χαλύβδινον ΑΟ (σχ. 288) ἐστρεψόμενον κατὰ τὸ Ο, οὔτινος τὸ μέρος ΑΒ εὐρίσκεται ἐνώπιον τοῦ ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν κυλίνδρου. Ἀφ' οὗ ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας ΑΒ καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν Α'Β', ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὅποτε ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσοροπίας μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστης γινομένης. Εἴτα τὸ ἔλασμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς Α'Β' μετὰ ταχύτητος ἐλαττωμένης ἐπανέρχεται πρὸς τὴν θέσιν ΑΒ μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν Α'Β' μετὰ ταχύτητος ἐλαττωμένης καὶ οὕτω πάλλεται ὡς 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, τὸ στῶμα τοῦ ἀέρος τὸ εὐρισκόμενον πρὸ τοῦ ἐλάσματος εἰς Α'Β' ὑφίσταται μικρὰν συμπύκνωσιν διαδιδομένην εἰς τὸν κύλινδρον, ταύτην δὲ παρακολουθεῖ δευτέρα συμπύκνωσις κατὰ τι μεγαλυτέρα τῆς πρώτης καὶ ταύτην τρίτη εἶτι μεγαλυτέρα διαδιδομένη 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, βαθμυδὸν 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 τοῦ κυλίνδρου παρακολουθοῦντα τὰ πυκνώματα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ὑπὸ τοῖς αὐτοῖς ἀκριβῶς νόμοις.



Σχ. 288.

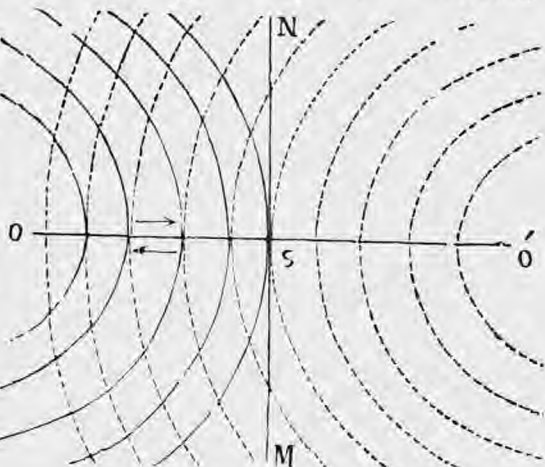
362. Φαντασθῶμεν νῦν ἡχογόνον τι σῶμα, οἷον κώδωνα κρουόμενον ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Περὶ τὸ παλλόμενον τοῦτο σῶμα σχηματίζονται σφαιρικά ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνά, τὰ δὲ ἀραιά, *ἡχητικὰ κύματα* καλούμενα. Εἰς ταῦτα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος βαίνει αὐξανομένη κανονικῶς μέχρι μεγίστης τινὸς πυκνότητος, εἶτα δ' ἐλαττουμένη ἐπίσης κανονικῶς μέχρις ἐλαχίστης τινὸς πυκνότητος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐκάστου δὲ τῶν σφαιρικῶν τούτων στρωμάτων ἡ ἐπιφάνεια ἐξ ἀερίων μορίων συγκειμένη συστέλλεται καὶ διαστέλλεται καὶ τοσούτῳ 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.

(363. **Ἀνάπαλσις ἐλαστικῆς σφαίρας.** Ἐὰν ἐπὶ ἀνευδῶτου προσκόμετος, οἷον ἐπὶ μαρμαρίνης πλακῆς, καταπέσῃ ἐλαστικὴ σφαῖρα, οἷον σφαῖρα ἐξ ἐλέφαντος, αὕτη ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν. Ὅμοια ἀνάπαλσις συμβαίνει, ἂν εἰς τὸ πείραμα τῶν ἐλεφαντίνων σφαιρῶν (σχ. 286 § 359 β') θέσωμεν πρὸ τῆς σφαίρας A μαρμαρίνην πλάκα κατακρύφως, οὕτως ὥστε μία ἐπίπεδος αὐτῆς ἐδρὰ νὰ ἐφάπτηται τῆς σφαίρας A· ἂν τότε ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν B νὰ πέσῃ ἐκ μικροῦ ὕψους ἐπὶ τῆς ἐπομένης, ἢ ἐκ τῆς συγκρούσεως πρόωσις διαδίδεται μέχρι τῆς σφαίρας A, ἥτις προσκρούει εἰς τὴν μαρμαρίνην πλάκα, ὡς ἂν κατέπεσεν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἐξ οὗ καὶ ἡ σφαῖρα B ὕψους· ἡ κρούσις τότε ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, ἥτοι ἀπὸ τῆς σφαίρας A πρὸς τὴν B, ἥτις ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν.)

(364. **Ἀνάκλασις ὕδατηρῶν κυμάτων.** Ἐὰν εἰς τι σημεῖον O (σχ. 289) τῆς ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὕγρου τινος ῥίψωμεν λίθον, παράγονται κυκλικὰ ὁμόκεντρα ὕδατηρὰ κυμάτια, τὰ ὅποια προσπίπτοντα ἐπὶ κατακρύφου καὶ ἐπιπέδου κωλύματος NM ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσι κυκλικὰ ὁμόκεντρα ὕδατηρὰ κυμάτια ἔχοντα τὸ κέντρον αὐτῶν εἰς τὸ σημεῖον O' συμμετρικόν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κώλυμα NM.)

365. **Ἀνάκλασις ἡχητικῶν κυμάτων.** Ὁμοίως ἀνακλῶνται καὶ τὰ σφαιρικά ὁμόκεντρα ἡχητικά κύματα, ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι. Οὕτως, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τι σημεῖον O ὑλικοῦ τινος περιέχοντος, οἷον τοῦ ἀέρος, κρούεται κώδων καὶ ὅτι τὰ ἡχητικά κύματα συναντῶσι τὸ ἀνένδοτον ἐπίπεδον NM , ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ἡχητικά κύματα, ὥστει προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου O' .



Σχ. 289.

366. **Ἠχώ καὶ ἀντήχησις.** Καλεῖται ἡχώ ἡ ἐπανάληψις ἤχου, ὅστις ἀνακλᾶται ἐπὶ κωλύματος καὶ μάλιστα στερεοῦ καὶ τοσοῦτον μακροκρυμμένου, 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 αὐτῆς αἰτίας ἐλάχιστον τινα χρόνον ἴσον περίπου πρὸς $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου, δὲν δυνάμεθα ν' ἀντιληφθῶμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικῶν ἤχων, ἂν παρέλθῃ μεταξύ αὐτῶν χρόνος ἐλάσσων $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπειδὴ δὲ εἰς $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου ὁ ἤχος διανύει 34 μέτρα, ἵνα ἀκούσωμεν εὐκρινῶς τὴν ἡχώ μιᾶς μόνης συλλαβῆς, ἣν ἡμεῖς αὐτοὶ ἐκφωνοῦμεν ἱστάμενοι ἐνώπιον κωλύματος, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν O ἀπ' αὐτοῦ 17 τοῦλάχιστον μέτρων, διότι τότε ὁ ἤχος διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἀνακλῶμενος, ὀφείλων νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα $O + cO$, ἥτοι 34 μέτρα, θὰ δαπανήσῃ $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου, οὕτω δ' ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος μὴ συγχέομενος πρὸς τὸν ἀπ' εὐθείας θὰ εἶνε εὐκρινῆς καὶ θὰ παραχθῇ ἡχώ. Ἐὰν δ' ἡ ἀπόστασις O 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**, ἥτοι ὁ ἀπ' εὐθείας ἤχος ἐνισχύεται, ὥς συμβαίνει

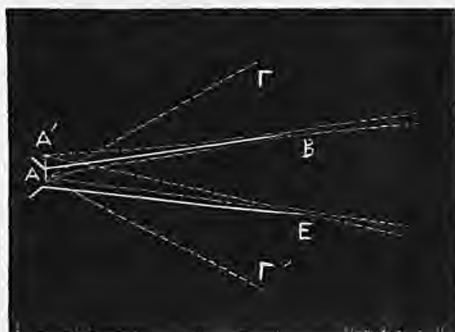
εἰς αἰθούσας, ἐκκλησίας, δεξαμενάς, θόλους, ἐν ἐντὸς αὐτῶν φωνήσωμεν. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι διὰ τὴν ἀκούσασθαι εὐκρινῶς τὴν ἡχὴν λέξεως διςυλλάβου, οἷον *Ἑλλάς*, ἣν ἐκφωνοῦμεν ἄνευ διακοπῆς ἐν τῷ μέσῳ τῶν δύο συλλαβῶν, ὁφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν $2 \times 17 = 34$ μέτρων ἀπὸ τοῦ κωλύματος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἀνάκλασις τοῦ ἡχοῦ γίνεται ἐπὶ διαφόρων κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ τοίχων, ἐπὶ κρημνῶν ἀποτόμων ἐν χώραις ὄρειναῖς, ἐπὶ νεφῶν (ἀνάκλασις τῆς βροντῆς καὶ τοῦ κρότου τῶν πυροβόλων), ἐπὶ δένδρων καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο παρατηροῦσιν οἱ ἀεροναῦται, οἵτινες ἀκούουσιν ἡχὴν ἐκ τοῦ ἐδάφους ἀνερχομένην. Ὁ δὲ *Biot* ἤκουεν ἡχὴν ἐντὸς ἐπιμήκων σωλήνων ἀνοικτῶν ἐκατέρωθεν.

Ἡ ἡχὴ, ἡ ἐπαναλαμβάνουσα ἅπαρ μόνον ἡχὴν τινά, λέγεται *ἀπλῇ*, ἡ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλάκις τὸν αὐτὸν ἥχον, καλεῖται *πολλὰπλῇ*. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὅταν ὁ ἥχος ἀνακλᾶται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Τριπλῇ ἡχὴ ἀκούεται εἰς Πειραιᾷ παρὰ τὸν λιμένα τῆς Μουνιχίας, ὅταν τις εὐρισκόμενος εἰς ὑψηλὸν μέρος φωνήσῃ κατὰ τὴν νύκτα βλέπων πρὸς μεσημβρίαν. Ἡ μὲν πρώτη ἡχὴ ἡ καὶ ἰσχυροτέρα προέρχεται ἐκ τοῦ ὑπεράνω τῆς Μουνιχίας πρὸς τὰ ἀριστερὰ πλησιεστέρου παραλλήλου λόφου, ἡ δὲ δευτέρα ἐκ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ λόφου καὶ ἡ τρίτη ἐκ τοῦ ἀπωτέρω πρὸς τὰ δεξιὰ κειμένου τρίτου λόφου, ἥτις εἶνε καὶ ἀσθενεστέρα. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ *Ῥήνου* μεταξὺ *Bingen* καὶ *Coblentz* παράγεται ἡχὴ ἐπαναλαμβάνουσα δεκαεπτὰκις τὸν αὐτὸν ἥχον. Ἡ ἡχὴ αὕτη φαίνεται ἄλλοτε μὲν πλησιάζουσα, ἄλλοτε δ' ἀπομακρυνόμενη. Ἀξιοσημείωτος εἶνε καὶ ἡ ἡχὴ τοῦ *Verdun* ἐν Γαλλίᾳ, ἥτις ἐπαναλαμβάνει δωδεκάκις τὸν αὐτὸν ἥχον, παράγεται δ' ἀπὸ δύο πύργων ἀπεχόντων ἀλλήλων 52 μέτρα.

367. **Ἀντήχησις.** Εἶπομεν ὅτι *ἀντήχησις* καλεῖται ἡ ἐνίσχυσις, ἣν ὑφίσταται ἡχὸς τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἥτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν περὶ 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 ὁμοῦς καλύψωμεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων ἢ θέσωμεν ἐπίπλα καὶ ἄλλα ἀντικείμενα, τοιαύτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἡχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ἐπίπλων ἀπορρο-

φῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἡ οὐδόλως ἀνακλῶνται.

368. **Τηλεβόας ἢ φωνοβόλος σάλπιγξ.** Ὁ τηλεβόας χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τῆς φωνῆς, τῆς ὁποίας ἡ ἰσχὺς ἐλαττεῖται, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐξάνηται. Συνίσταται δ' ὁ τηλεβόας ἐκ κωνικοῦ μεταλλίνου σωλήνος, οὗτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εἶνε πολὺ εὐρύτερον καὶ ἀνακλῆται *κῶδων* (σχ. 290), τὸ δ' ἕτερον ἀπολήγει εἰς ὄλκον Α, ἐν τῷ τῷ ὁποίῳ φωνεῖ τις. Ὁ κῶδων ἀνακλῶνται τὸν κῶδων πρὸς τὸ εὐρύτερον, πρὸς ὃ θέλει νὰ γίνῃ ἀκουστός. Τὸ σχῆμα δεικνύει τὴν ἀνάκλασιν κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἦχος παράγεται εἰς τὸ σημεῖον Α. Αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ BAE διαδίδονται ὥστε μὴ ὑπῆρχεν ὁ τηλεβόας.



Σχ. 290.

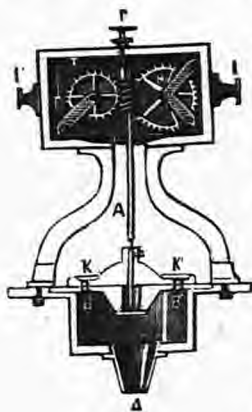
Ἄλλ' αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ ΓAB ἀνακλῶνται ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῆς σάλπιγγος καὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ταύτην ἐκπέμπονται εἰς τὴν γωνίαν BA'E, ὥστε προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου Α' συμμετρικοῦ τοῦ Α καὶ ἐπιπροστίθενται εἰς τὰς ἀκτῖνας BAE. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἀποτέλεσμα ἐπέρχεται καθ' ὅλα τὰ ἐπίπεδα τὰ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ τηλεβόα διερχόμενα, ὁ κῶνος ΓΑΓ' τῶν ἡχητικῶν ἀκτῖνων συγκεντροῦται εἰς τὸν κῶνον BAE μικροτέρου ἀνοίγματος, οὕτω δ' αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες καθίστανται σχεδὸν παράλληλοι τῷ ἄξονι τοῦ τηλεβόα. Εἶνε δ' εὐνόητον ὅτι καὶ ἄλλαι ἡχητικαὶ ἀκτῖνες ἀνακλῶμεναι, αἱ μὲν ἅπαρ, ἄλλαι δὲ δις καὶ τρίς, καθίστανται αἰσθητῶς παράλληλοι τῷ ἄξονι τῆς φωνοβόλου σάλπιγγος, ὥστε συμβαδίζουσαι καθιστῶσι τὸν ἦχον πορρωτέρω ἀκουστόν.

369. **Ἀκουστικὸν κέρας.** Τὸ ἀκουστικὸν κέρας χρησίμους εἰς τοὺς βαρυηχοῦς ὀχεταὶ τὰς ἀκουστικὰς ἀκτῖνας διὰ τοῦ εὐρέος αὐτοῦ ὄλκον καὶ ἀνακλῶν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας φέρει αὐτὰς πρὸς τὸ στενὸν αὐτοῦ στόμιον τὸ εἰσαγόμενον εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον τοῦ βαρυηχοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

370. **Υψος τοῦ ἤχου.** Ἡ ὁξύτης ἢ τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἡχογόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἤχος δηλ. εἶνε τοσοῦτω ὁξύτερος, ὅσω ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων εἶνε μείζων, καὶ τοσοῦτω βαρύτερος, ὅσω ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς πρὸς τοῖς ἄλλοις καὶ διὰ τῆς σειρήνης τοῦ Cagniard de Latour.



Σχ. 291.

(371. **Σειρήν.** Ἡ σειρήν, ἥς κατακόρυφος τομὴ διὰ τοῦ ἄξονος διερχομένη παρίσταται ἐν τῷ σχήματι 291, σύγκειται ἐκ κυλινδρικής πυξίδος ΔΒΒ', εἰς ἣν διὰ τοῦ στομίου Δ ἐμφυσᾶται συνεχὲς ρεῦμα ἀέρος ἐκ φουσητηρίου. Ἡ ἄνω βάσις τῆς πυξίδος κλείεται διὰ κυκλικῆς πλακὸς ΒΒ', ἣτις φέρει κυκλικὰς ὀπὰς ἴσων ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου ἀπεχούσας. Δίσκος μετάλλινος ΚΚ' ἐπὶ τῆς πλακὸς ΒΒ' κείμενος καὶ φέρων ἰσαριθμοὺς κυκλικὰς ὀπὰς, αἵτινες δύνανται νὰ ἐφαρμοσθῶσιν ἀκριβῶς ἐπὶ τῶν ὀπῶν τῆς κάτωθεν πλακὸς, στρέφεται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα Α. Ὁ ἀνώτερος δίσκος στρεφόμενος ταχέως ἀνοίγει καὶ κλείει διαδοχικῶς τὰς ὀπὰς τῆς κατωτέρας πλακὸς ΒΒ' καὶ πρὸς τοῦτο οἱ ὀχετοὶ τῶν ὀπῶν τούτων δὲν ἀνεψήθησαν καθέτως ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων τῶν δίσκων, ἀλλ' ὑπὸ κλίσειν καὶ κατ' ἀντιθέτους φοράς. Οὕτως, ὅταν ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος ρθᾷσῃ ἐκ τοῦ φουσητηρίου εἰς τὴν πυξίδα, διερχόμενον διὰ τῶν ὀπῶν ΒΒ' καὶ μεταβάλλον ἀποτόμως διεύθυνσιν πλήττει τὰ τοιχώματα τῶν ὀχετῶν ΚΚ' τοῦ ἀνωτέρου δίσκου καὶ μεταδίδει εἰς αὐτὸν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἣτις εἶνε τοσοῦτω ταχύτερα, ὅσω μεγαλύτερα εἶνε ἡ πίσις τοῦ ἀέρος ἐν τῇ πυξίδι.

Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸ φουσητήριον μετὰ τῆς πυξίδος διὰ τοῦ στομίου Δ, ὁ ἄνωθεν δίσκος ἄρχεται στρεφόμενος καὶ αἱ ὀπαὶ τῆς κατωτέρας πλακὸς ΒΒ' ἀνοίγονται καὶ κλείονται διαδοχικῶς,

οὕτω δὲ συμβαίνει ἔξοδος ἀέρος καὶ παῦσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁποίων παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος, ἥτοι ἡχητικὰ κύματα. Ἐὰν π.χ. ὁ δίσκος ἔχη 8 ὀπάς, τότε ἐν μιᾷ στροφῇ αὐτοῦ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ἀποκαθίσταται καὶ διακόπτεται ὀκτάκις. Ὁ παραγόμενος δ' ἤχος γίνεται τοσοῦτον ὑψύστερος, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ ἀνωτέρου δίσκου εἶνε ταχυτέρα, ἥτοι ὅσῳ μεγαλύστερος ἀριθμὸς παλμῶν τοῦ ἀέρος παράγεται ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ. Ὅπως δὲ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν τοῦ ἄξονος A, οὗτος φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος ἀπέραντον κοχλίαν, ὅστις ἐμπλέκεται μετὰ τῶν ὀδόντων τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, ὃν στρέφει κατὰ ἓνα ὀδόντα καθ' ἑκάστην αὐτοῦ περιστροφὴν. Ὅταν ὁ πρῶτος οὗτος τροχὸς ἐκτελέσῃ μίαν ὁλόκληρον στροφὴν, βραχίων T στρεφόμενος μετὰ τοῦ τροχοῦ τούτου στρέφει κατὰ ἓνα ὀδόντα δεύτερον ὀδοντωτὸν τροχὸν H, τὸν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος φέροντα τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ὀδόντων, ὃν καὶ ὁ πρῶτος. Δεῖνται, οὖς φέρουσιν οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν τούτων, κινούμενοι ἐπὶ διτηρημένων κύκλων δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ. Διὰ τοῦ ἀριθμοῦ δὲ τῶν στροφῶν, τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὀδόντων καὶ τοῦ τῶν ὀπῶν εὐχερῶς εὐρίσκωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ. (1)

Ἡ σειρὴν παράγει ἤχον, ἂν ἐμφυσήσωμεν εἰς τὴν πυξίδα κάτωθεν οὐ μόνον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ οἰονόηποτε ἄλλο ἀέριον· ὅταν δ' ἡ ταχύτης ἡ περιστροφικὴ εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, παράγεται ἤχος τοῦ αὐτοῦ ὕψους. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ὑψύτης τοῦ ἤχου προέρχεται μόνον ἐκ τοῦ μειζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος. Ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἐν οἰονόηποτε ἄλλῳ ὑγρῷ ἡ σειρὴν παράγει ἤχον ἰσοῦψῃ, ὅταν ἡ περιστροφικὴ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτή. Ὅπως δ' ἡχῆσῃ ἡ σειρὴν διὰ τοῦ ὕδατος, βυθίζεται ὁλόκληρος εἰς τὸ ὕδωρ δοχεῖον καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνος μετὰ μικροῦς δεξαμενῆς πεπληρωμένης ὕδατος

(1) Ἐὰν ὁ μὲν δίσκος φέρῃ 8 ὀπάς, ἑκάτερος δὲ τῶν τροχῶν 100 ὀδόντας, εὐρίσκωμεν δὲ ὅτι ἐν χρονικῷ διαστήματι τ δευτερολεπτῶν ὁ μὲν δεύτερος τροχὸς ἐστράφη κατὰ ν διαιρέσεις, ὁ δὲ πρῶτος κατὰ ν', συνάγομεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ἐν 1" εἶνε ἴσος πρὸς $(100\nu + \nu') 8$.

καὶ εὐρισκομένης εἰς ὕψος 3 ἕως 4 μέτρων ὑπὲρ τὴν σειρήνα. Τὸ ὕδωρ καταρρέον μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος παράγει ἦχον λίαν ἀκουστόν.

Ἡ σειρὴν ἡχοῦσα ἰσχυρότατα δι' ἀτμοῦ ὑπὸ μεγάλην πίεσιν χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς φάρους πρὸς ὁδηγίαν τῶν ναυτιλλομένων, ὅταν πυκνὴ ὁμίχλη καλύπτῃ τὸ ὑπὸ τοῦ φάρου ἐκπεμπόμενον φῶς. Ὁ ἦχος, ὃν παράγει ἡ δι' ἀτμοῦ σειρὴν, εἶνε μᾶλλον ἀκουστός τοῦ κρότου τοῦ πυρεθόλου, ἀκουόμενος ὑπὸ τῶν ναυτιλλομένων ἐξ ἀποστάσεως ἀνωτέρας τῶν 6 ναυτικῶν μιλίων.)

372. Ἰσχύς τοῦ ἤχου. Εἶνε γνωστὸν ὅτι οἱ διάφοροι ἦχοι εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον εὐδιάκριτοι, ἥτοι ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύον, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξῆς αἰτιῶν.

α') **Ἐκ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν.** Ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου εἶνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν. Καὶ ὄντως χορδὴν πληττομένην ἐνώπιον μέλανος πίνακος (σχ. 283 § 354) βλέπομεν κατ' ἀρχὰς μὲν παλλομένην πλατύτερον καὶ ἀκούομεν αὐτὴν παράγουσαν ἦχον ἰσχυρότερον, βαθμικῶς δὲ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν ἐλαττωμένου καὶ ὁ ἦχος τῆς χορδῆς γίνεται ἀσθενέστερος. Ὅθεν οἱ ἦχοι εἶνε ἰσχυρότεροι, ὅταν τὸ ἡχογόνον σῶμα πάλληται πλατύτερον, διότι ἕνεκα τοῦ ἰσοχρόνου τῶν ἀνίσων τὸ πλάτος παλμῶν ἢ στιγμιαία ταχύτης, ἣν ἔχουσι τὰ μέρη τοῦ ἡχογόνου σώματος διερχόμενα διὰ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἡρεμίας, εἶνε μεγαλύτερα, ὅταν ὁ παλμὸς εἶνε πλατύτερος, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ μὲν πυκνὸν ἡμίκυμα εἶνε ἔτι πυκνότερον, τὸ δ' ἀραιὸν ἔτι ἀραιότερον ἢ ὅταν τὸ σῶμα ἐκτελῇ στενότερον παλμόν.

β') **Ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος.** Χορδὴ πληττομένη παράγει ἦχον ἀσθενέστερον ἢ κώδων, διότι ἡ ἐπιφάνεια, δι' ἧς πλήττει οὗτος τὸν ἀέρα, εἶνε μεγαλύτερα.

γ') **Ἐκ τῆς γειττιᾶσεως ἡχητικῶν σωμάτων.** Διαπασῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἦχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὅμως ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λεπτὰ τοιχώματα παράγει ἦχον ἰσχυρότερον, διότι μεταδίδεται ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ διαπασῶν καὶ ἐπὶ τοῦ κιθωτίου, ὅπερ συμπαλλόμενον πλήττει τὸν ἀέρα διὰ μεγάλης ἐπιφανείας. Οὕτω καθίσταται μὲν ὁ ἦχος ἰσχυρότερος, ἀλλὰ διαρκεῖ ὀλιγώτερον χρόνον. Ἡ κιθάρα, τὸ τετράχορδον καὶ πάντα τὰ ἑγχόρδα ὄργανα ἀποδεδεικνύουσι τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἡχητικῶν κιθωτίων καλουμένων *ἀρτηχείων*.

δ') *Ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ περιέχοντος, ἐν ᾧ ὁ ἦχος παράγεται.*

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου αὐξάνεται, ὅταν τὸ περιέχον, ἐν ᾧ ὁ ἦχος παράγεται, εἴνε πυκνότερον, τοῦ πλάτους ὄντος τοῦ αὐτοῦ. Οὕτως ὁ ἦχος κώδωνος ἠχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σχ. 285 § 355) καθίσταται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιούμεν τὸν ἀέρα. Ὡσαύτως ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ὁ παραγόμενος ἦχος εἴνε ἀσθενέστερος, ἐν δὲ τῷ ἀνθρακικῷ ὀξεῖ ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ αὐτὸ ἠχογόνον σῶμα πάλληται ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος εἰς τὰ τρία ταῦτα ἀέρια εὗρισκόμενα ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους, οἷον ἐπὶ τῶν Ἀλπεων, ἡ ἐκπυροσκόρησις ὀπλοῦ ὁμοιάζει κατὰ τὸν Saussure πρὸς κρότον ξύλου θραυμένου, καὶ διὰ τὰ νὰ γίνηται ἀκουστός ὁ παριστάμενος, ὀφείλει νὰ ὁμιλῇ μεγαλοφώνως, ἥτοι νὰ κραδαίνῃ πλατύτερον τὰς φωνητικὰς αὐτοῦ χορδὰς, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τοὺς ἀεροναύτας κατὰ τὰς δι' ἀεροστάτου ἀναβάσεις. Διὰ τὸν αὐτὸν ἐπίσης λόγον ἦχος παραγόμενος εἰς κλιτὺν ὄρους, ἐνθα ὁ ἀὴρ ἀραιότερος, δὲν εἴνε τοσοῦτον ἀκουστός εἰς τὴν πεδιάδα, ὅσον ὁ αὐτὸς ἦχος παραγόμενος εἰς τὴν πεδιάδα, ὁγλ. εἰς περιέχον πυκνότερον, εἴνε ἀκουστός τῷ εὗρισκομένῳ εἰς τὴν ὑψηλότερον κειμένην κλιτὺν τοῦ ὄρους. Ἐν τῷ ὕδατι ὁ ἦχος ὁ ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος παραγόμενος εἴνε ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὡς παρετήρησεν ὁ Colladon ἐν τῇ λίμνῃ τῆς Γενεύης.

ε') *Ἐκ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος.* Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἦχος διανέμεται ἐπὶ ἀερίων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, αἱτινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῶν ἀκτίνων.

Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὁ νόμος οὗτος, ἂν παρατηρήσωμεν ὅτι 4 ὅμοιοι κώδωνες ἐξ ἴσου καὶ συγχρόνως πληττόμενοι τιθέμενοι εἰς ἀπόστασιν ἀφ' ἡμῶν 200 π. χ. μέτρων, παράγουσιν ἦχον ἀκουστόν μετὰ τῆς αὐτῆς ἰσχύος, μεθ' ἧς ἀκούομεν ἦχον, ὃν παράγει εἰς μόνος ὅμοιος κώδων ἐξ ἴσου πληττόμενος, ὅταν τεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀφ' ἡμῶν 100 μέτρων, τοῦ ἀέρος εὗρισκομένου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου δὲν ἀκολουθεῖ τὸν ἀνωτέρω νόμον, ὅταν διαδίδεται διὰ σωλῆνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων μειοῦται μόνον ἕνεκα τῆς τριβῆς τοῦ δονουμένου ἀέρος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος. Ἐπειδὴ δὲ ὁλονότι τὰ διαδοχικῶς δονούμενα στρώματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν μᾶζαν,

ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου θά ἔμενεν ἡ αὐτή, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ἡ τριβή. Ὁ **Biot** πειρώμενος διὰ σιδηρῶν σωλῆνων μήκους 951 μέτρων παρετήρησεν ὅτι ὁμιλία χαμηλῇ τῇ φωνῇ ἐγένετο ἀκουστική ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τῆς σωλῆνος εἰς τὸ ἕτερον ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς. Τοῦτου δ' ἕνεκα ὅταν θέλωσι νὰ μεταδώσωσι τὸν ἤχον εἰς μεγάλης ἀποστάσεις, ποιοῦνται χρῆσιν τῶν καλουμένων **φωναγωγῶν σωλῆνων**, οἵτινες κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Κατὰ τὴν τοποθέτησιν τοιούτων σωλῆνων ὀφείλομεν ν' ἀποφεύγωμεν τὴν ἀπότομον κάμψιν αὐτῶν ὑπὸ γωνίας, διότι οὕτως ἐπέρχεται ἀνάκλασις καὶ ἐπομένως ἐξασθένεισις τοῦ ἤχου· τούναντίον δ' ἡ κάμψις κατὰ συνεχῆ καμπύλην δὲν μειοῖ αἰσθητῶς τὴν ἰσχύον αὐτοῦ. Δέον ὡσαύτως τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλῆνος νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστι λεῖον, διότι οὕτως ὁ ἤχος κάλλιον διαδίδεται ἐλαττωμένης τῆς τριβῆς.

Ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου, ὅταν διαδίδεται δι' ἡμισωλῆνος ἢ δι' αὐλακος, μειοῦται ὀλιγώτερον ἢ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Οὕτως ἂν συνενώσωμεν ἐπιμήκεις σκινίδας, ὥστε νὰ σχηματισθῇ διεὸρος γωνία μήκους 15 μέτρων, καὶ εἰς τὸ ἐν ἄκρον θέσωμεν ὠρολόγιον, ἀκούομεν τὸν ἤχον αὐτοῦ εὐκρινῶς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἐν ᾧ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι μόλις ἀκούεται εἰς ἀπόστασιν ἐνὸς μέτρου. Ἐν τῷ ἀστεροσκοπίῳ τῶν Παρισίων ὑπάρχει αἶθουσα, εἰς ἣν αἱ ἀντίθετοι γωνίαι ἐνοῦνται δι' αὐλακος διασχίζουσης τὴν ὁροφὴν τῆς αἰθούσης. Ὁμιλία χαμηλῇ τῇ φωνῇ γινόμενη εἰς μίαν γωνίαν τῆς αἰθούσης ταύτης ἀκούεται εὐκρινῶς εἰς τὴν ἀντίθετον. Τοιοῦτον φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ εἰς βωγμὰς σπηλαίων.

ς') **Ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἤχου.** Ὁ ἤχος διαδίδεται κάλλιον ἐν ἡρεμούντι ἢ ἐν τεταραχμένῳ ἀέρι. Ἐξαρτᾶται δ' ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου καὶ ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ἀνέμου· διότι, ὅταν ὁ ἤχος ἔχῃ τὴν αὐτὴν ἦν καὶ ὁ ἄνεμος φοράν, ἡ ἰσχύς αὐτοῦ εἶνε μείζων ἢ ἐν νηνεμίᾳ.

ζ') **Ἀύξησις τοῦ ἰσχύος τοῦ ἤχου κατὰ τὴν νύκτα.** Οἱ ἤχοι καθὼς καὶ ἡ ἡμέρα εἶνε μᾶλλον ἀκουστοί κατὰ τὴν νύκτα, ὅποτε ὁ ἄνθρωπος εἶνε μᾶλλον ἡρεμὸς καὶ ἰσόπυκνος, τουτέστιν ἔχει μᾶλλον ὁμοιομερῆ σύστασιν. Κατὰ δὲ τὴν ἡμέραν, τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καθιστώσης τὸν ἀέρα ἀνισόπυκνον, ὁ ἤχος διαδιδόμενος διὰ περιέχοντος μὴ ὁμοιομεροῦς ἀνακλᾶται καὶ διαθλᾶται κατὰ διαφόρους διευθύνσεις καὶ ἐπομένως ἐξασθενοῦται.

η') **Ἐπίδρασις τοῦ ψύχους.** Ὁ ἤχος εἶνε ἰσχυρότερος, ὅταν ὁ ἄνθρωπος

εἶνε ψυχρότερος καὶ ἐπομένως πυκνότερος. Ἐν ταῖς πολικαῖς χώραις ὁμιλία γίνεται ἀκουστή ἐξ ἀποστάσεως 1600 μέτρων. Ἀλλὰ τοῦτο προσέρχεται οὐ μόνον ἐκ τοῦ ψυχροῦ, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ ἰσχυροῦ τοῦ αἵματος τῶν πολικῶν χωρῶν.

373. Ὅρια τῶν αἰσθητῶν ἤχων. Ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἡχογόνου σώματος αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῇ, παράγονται ἐπὶ τέλους ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτεροι, οἵτινες δὲν εἶνε πλέον ἀκουστοί. Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ δύο ταῦτα ὅρια ἦσαν ὠρισμένα καὶ ὅτι ὁ μὲν βαρύτερος ἀκουστός ἤχος παράγεται ὑπὸ 16 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον, ὁ δὲ ὀξύτατος ὑπὸ 48,000. Ἀλλὰ πειράματα κατέδειξαν ὅτι τὰ ὅρια ταῦτα εἶνε διάφορα εἰς διαφόρους ἀνθρώπους καὶ ὅτι ἐξαρτῶνται καὶ ἐκ τοῦ πλάτους τῆς δονήσεως, τούτεστι καὶ ἐκτὸς τῶν ὁρίων τούτων δύνανται ἤχοι νὰ γίνωσιν ἀκουστοί, ἐὰν ἔχωσι μεγάλην ἰσχύον.

374. Ἡχογόνον σῶμα ἐν κινήσει. Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου μεταβάλλεται, εἰ καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἡχογόνου σώματος κατὰ πᾶν δευτερόλεπτον μένει σταθερὸς, ὅταν τὸ ἡχογόνον σῶμα πλησιάζῃ πρὸς τὸν ἀκροατὴν ἢ ἀπομακρύνηται ἀπ' αὐτοῦ μένοντος ἀκινήτου, ἢ ὅταν ὁ ἀκροατὴς πλησιάζῃ πρὸς τὸ ἡχογόνον σῶμα ἢ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ μένοντος ἀμεταθέτου. Ὅντως δ' ἀκούμεν τὸν συριγμὸν τῆς ἀτμοσύριγγος ἀτμαμάξης γινόμενον ὀξύτερον, ὅταν ἡ ἀτμαμάξα πλησιάζῃ πρὸς ἡμᾶς, καὶ βαρύτερον, ὅταν αὕτη ἀπομακρύνηται ἀφ' ἡμῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ οὖς ἡμῶν δέχεται μείζονα ἀριθμὸν ἡχητικῶν κυμάτων, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἐλάσσονα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἢ ὅταν τὸ ἡχογόνον σῶμα μένῃ ἀμεταθέτον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΠΑΛΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ.
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

375. Παλμοὶ τῶν τεταμένων χορδῶν. Αἱ χορδαὶ αὖ τεταμέναι μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων τίθενται εἰς ἐγκασίαν παλμικὴν κίνησιν κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἢ διὰ τοῦ δακτύλου ὡς εἰς τὴν *κιθάραν*, ἢ διὰ πλῆκτρον (τόξου) ὡς εἰς τὸ *τετράχορδον* (βιολίον).

ἢ διὰ πλήκτρου ὑπὸ μορφῇ μικρᾶς σφύρας ὡς εἰς τὸ *κλειδοκώμ-
βαλον* κ.τ.λ.

376. Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.

Οἱ νόμοι οὗτοι περιέχονται εἰς τὸν τύπον

$$v = \frac{1}{\delta \mu} \sqrt{\frac{B}{\pi \cdot \epsilon}}$$

ἐνθα μ τὸ μῆκος τῆς χορδῆς, δ ἡ διάμετρος τῆς ἐγκαρσίας τομῆς αὐ-
τῆς, B τὸ τείνον τὴν χορδὴν βάρος, ϵ ἡ πυκνότης αὐτῆς καὶ π ὁ
λόγος τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον.

Οἱ νόμοι οὗτοι εἶνε τέσσαρες.

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' ὄργανου, ὅπερ
καλεῖται *ἡχομέτρον* 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 χορ-
δαί, αἵτινες ἐρεϊδόμεναι κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα ἐπὶ ξυλίνων ἀκμῶν
τείνονται διὰ βαρῶν, ἅτινα μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν. Κινητὴ
ξυλίνη ἀκμὴ ἡ *ὑπαγωγὴς* μετατίθεται ἐπὶ τοῦ ἀντήχσιου, 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 ὅποια πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦψεῖς. Ἐὰν μετακι-
νῶντες εἴτα τὸν ὑπαγωγέα ἐλαττώμεν διαδοχικῶς τὸ μῆκος τῆς μιᾶς
τῶν χορδῶν καὶ πληττώμεν ἐκάστοτε τὴν χορδὴν ταύτην, εὐρίσκομεν
ὅτι ὁ ἤχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύτερος. Ἐὰν δὲ διὰ τῆς
σειρῆνης 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 τρεῖς χορδὰς, ὧν αἱ διαμέτροι εἶνε ὡς
οἱ ἀριθμοὶ 2, 3, 6, ἡ μὲν πρώτη παράγει ὀξύτερον ἤχον, ἡ δὲ τρίτη



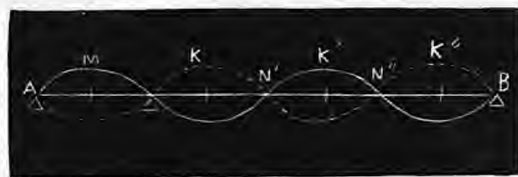
βαρύτερον τῆς δευτέρας, ἢ ἀκριθέστερον, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3, 2, 1, ἤτοι ἡ πρώτη παράγει ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ τριπλασίους, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους παλμούς τῶν ὑπὸ τῆς τρίτης τῆς παχυτέρας παραγομένων.

γ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν τεινόντων τὰς χορδὰς 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 παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων, οὓς παράγει ἡ πρώτη χορδὴ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

δ') Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν πυκνοτήτων. 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 παλμούς ἢ τὸ πυκνότερον ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

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

377. **Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι παλλομένων χορδῶν.** Ἐὰν ἐγγίσωμεν ἐλαφρῶς χορδὴν ἢ λεπτὸν τεταμένον σύρμα διὰ τοῦ θα-

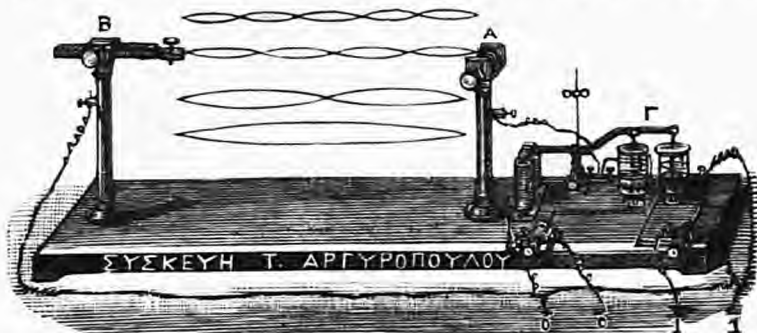


Σχ. 292.

κύλου ἢ κάλλιον διὰ πτεροῦ εἰς τι σημεῖον αὐτῶν κείμενον ἢ εἰς τὸ μέσον ἢ εἰς τὸ $\frac{1}{3}$ ἢ εἰς τὸ $\frac{1}{4}$ καὶ εἶτα πλήξωμεν αὐτὰ διὰ τόξου ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἡμίσεος αὐτῶν ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ $\frac{1}{3}$ ἢ κατὰ τὸ μέσον N τοῦ $\frac{1}{4}$ (σχ. 292), παρατηροῦμεν ὅτι τότε ταῦτα ὑποδιαιροῦνται εἰς 2 ἢ εἰς 3 ἢ 4 μέρη καλούμενα **καμαρώσεις** καὶ εἰς μὲν τὰ σημεῖα K, K', K'' σχηματίζονται **κοιλίαι**, εἰς δὲ τὰ σημεῖα N, N' **δεσμοί**. Ἀποδεικνύομεν δὲ πειραματικῶς τὴν ὑπαρξίν των δεσμῶν καὶ τῶν κοιλιῶν, θέτοντες μικρὰ τεμάχια ἐπικαμπῇ ἐκ χάρτου, λευκὰ μὲν π.χ. ἐπὶ τῶν σημείων N' καὶ N'' , ἐρυθρὰ δ' ἐπὶ τῶν

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

(378. **Συσκευή Τ. Ἀργυροπούλου.** Τὴν ὑποδιαίρεσιν κραδαινομένου σύρματος εἰς καμαρώσεις ἀποδεικνύουσαν πειραματικῶς καὶ ὡς ἐξῆς. Τείνομεν ὀριζοντίως σύρμα ἐκ λευκοχρύσου μήκους 70 περίπου ὑφεκαστομ. καὶ διαμέτρου ἴσης πρὸς κλάσμα τι τοῦ χιλιοστομέτρου καὶ διαδιθίζομεν ἰσχυρὸν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἵνα θερμάνωμεν τὸ σύρμα τοῦτο μέχρι λευκοπυρώσεως, παρeisάγοντες εἰς τὸ κύκλωμα αὐτόματον ῥοητόμον ἥτοι διακοπτήρα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 293).



Σχ. 293.

Εὐθὺς ὡς λειτουργήσῃ ὁ ῥοητόμος καὶ ἐπέλθωσιν ἐπανειλημμένα διακοπαὶ τοῦ ρεύματος, τὸ σύρμα τοῦ λευκοχρύσου ἄρχεται κραδαινόμενον καὶ ὑποδιαιρούμενον εἰς ἀριθμὸν τινα στασίμων δονήσεων. Δύναται τις δὲ νὰ παρατηρήσῃ λίαν εὐκρινῶς μίαν, δύο, τρεῖς καὶ μέχρι πέντε κοιλίων χωριζομένων διὰ δεσμῶν, οἵτινες φαίνονται ὡς ἀκίνητοι. Ἐλαττοῦντες βραδέως τὴν τάσιν τοῦ σύρματος τοῦ λευκοχρύσου αὐξάνομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν δεσμῶν, τοῦναντίον δέ, ἐὰν τείνωμεν μᾶλλον τὸ σύρμα, ὁ ἀριθμὸς τῶν δεσμῶν ἐλαττωταί, τὸ δὲ διάπυρον σύρμα κραδαίνεται ἐπὶ τέλους καθ' ὅλον τὸ μήκος αὐτοῦ καὶ σχηματίζει μίαν μόνην ἐν τῷ μέσῳ κοιλίαν.)

ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

379. **Διάστημα.** Καλεῖται διάστημα δύο ἤχων ὁ λόγος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου ἐν ἴσῳ χρόνῳ. Οὕτως, ἐὰν μία χορδὴ παράγῃ 900 π. χ. 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 οὗς ἡμῶν ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον αἶσθημα, ἐφ' ὅσον τὸ διάστημα αὐτῶν ἐκφέρεται δι' ὅσον ἔνεστιν ἀπλοустέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἷοι εἶνε οἱ ἐξῆς :

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

380. Μουσικὴ κλίμαξ. Ἡ μουσικὴ παρεδέξατο σειρὰν διαδοχικῶν ἤχων, τῶν μὲν ὀξυτέρων τῶν δὲ βαρυτέρων, οἵτινες συντελοῦσιν εἰς διαστήματα ὅσον ἔνεστιν ἀπλούτερα, τουτέστιν εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε διαδοχικῶς παραγόμενοι ἢ καὶ τινες αὐτῶν συγχρόνως ἀνὰ δύο ἢ καὶ πλείότεροι ὁμοῦ νὰ παράγωσι τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν ἀκοήν ἡμῶν αἶσθημα. Ἡ σειρὰ τῶν φθόγγων, οὗς μεταχειρίζεται ἡ μουσικὴ, καλεῖται **μουσικὸν διάγραμμα**.

Οἱ διαδοχικοὶ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε τὰ διαστήματα ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς τὰ αὐτὰ κατὰ ἐπτάδα. Τουτέστι λαμβάνοντες ἤχον τινα ὡς βᾶσιν καὶ ἀναχωροῦντες ἀπ' αὐτοῦ κατὰ τὰ διαστήματα τὰ ἐν χρήσει εἰς τὴν μουσικὴν, εὐρίσκομεν ἐπτὰ διάφορα διαστήματα, ἀλλ' εἴτα ἀνευρίσκομεν πάλιν τὰ αὐτὰ περιοδικῶς ἐπαναλαμβανόμενα κατὰ τὴν αὐτὴν σειρὰν. Οἱ ἐπτὰ πρῶτοι φθόγγοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος ἀποτελοῦσι μουσικὴν κλίμακα, ὡσαύτως δ' οἱ ἐπτὰ ἐπόμενοι καὶ οὕτω καθεξῆς, παριστώμενοι διὰ τῶν συμβόλων do, re, mi, fa, sol, la, si. Τῶν διαδοχικῶν δὲ κλιμάκων οἱ φθόγγοι παρίστανται διὰ τῶν αὐτῶν συμβόλων μετὰ δεικτῶν, εἶον do₁, mi₂, sol₄, κτλ.

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

$$\begin{array}{cccccccc} \text{do}_0 & \text{re}_0 & \text{mi}_0 & \text{fa}_0 & \text{sol}_0 & \text{la}_0 & \text{si}_0 & \text{do}_1 \\ 1, & \frac{9}{8}, & \frac{5}{4}, & \frac{4}{3}, & \frac{3}{2}, & \frac{5}{3}, & \frac{15}{8}, & 2. \end{array}$$

Ἐὰν παραδεχθῶμεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ do τῆς πρώτης ἥτοι βαρυτάτης κλίμακας εἶνε ἴσος πρὸς 24, τότε οἱ ἀριθμοὶ τῶν

παλμῶν τῶν ἐπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς ταύτης κλίμακος εἶνε οἱ ἐξῆς, 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

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

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

Ἀναζητοῦντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος ἀνευρίσκομεν τοὺς ἐξῆς ἀριθμοὺς·

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

ἥτοι ἀνευρίσκομεν τρεῖς διάφορα διαστήματα.

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

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

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 ἐξῆς :

(do)τόν.(re)τόν.(mi)ἡμιτ.(fa)τόν.(sol)τόν.(la)τόν.(si)ἡμιτ.(do). ἥτοι δύο τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον.

384. **Διέσεις καὶ ὑφέσεις.** Ἐνίοτε λαμβάνεται ὡς ἀρχικὸς 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. λάθωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν sol, ἔχομεν σειρὰν διαφορὸν τῆς πρώτης τὴν ἐξῆς, (sol)τόν. (la)τόν. (si)ἡμιτ. (do)τόν. (re)

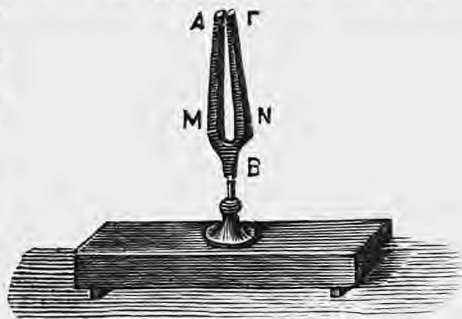
τόν. (mi) ήμιτ. (fa) τόν. (sol), ήτοι 2 τόνους 1 ήμιτ. 2 τόνους, 1 ήμιτ. 1 τόνον.

"Ινα δ' έχωμεν τήν αὐτὴν σειρὰν, ὑψοῦμεν τὸν fa κατὰ ήμιτόνιον, ήτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 25 πρὸς τὸ 24, καὶ τότε τὸ διάστημα μεταξύ mi καὶ fa γίνεταί τόνος, τὸ δὲ μεταξύ fa καὶ sol ήμιτόνιον, καὶ οὕτως έχομεν τήν αὐτὴν σειρὰν διαστημάτων ὡς ἐν τῇ καλουμένῃ φυσικῇ κλίμακί. Ἡ τοιαύτη ὑψοσις τοῦ la καλεῖται *διεσις* (dièze).

"Αν τοῦναντίον λάθωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν fa, θέλωμεν έχει (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ήμιτ. (do) τόν. (re) τόν. (mi) ήμιτ. (fa). Διὰ τὴν έχωμεν δὲ τήν αὐτὴν σειρὰν ὡς καὶ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακί, πρέπει νὰ καταβιβάσωμεν τὸν si κατὰ ήμιτόνιον, ήτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 24 πρὸς τὸ 25, τοῦτο δὲ καλεῖται *ὑφεσις* (bémol) τοῦ si.

382. Τελεία συμφωνία. Καλεῖται τελεία συμφωνία ἡ σύγχρονος παραγωγὴ τριῶν φθόγγων, τῶν ὁποίων οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν έχουσι 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— οὔτινες συγχρόνως ἀκούμενοι παράγουσι λίαν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἶσθημα.

383. **Διαπασῶν.** Καλεῖται *διαπασῶν* ὄργανον συγκαίμενον ἐκ βράβδου χαλυβδίνης κεκαμπυλωμένης εἰς σχῆμα ψαλίδος καὶ φρεσούσης εἰς τὸ μέσον ἐξέχουσαν λαβὴν, ἥτις χρησιμεύει ὡς πούς (σχ. 294). Πληττόμενα τὰ σκέλη ταῦτα AM καὶ GN τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν ἀντίθετον πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ ἐκτελοῦσι πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.



Σχ. 294.

Ἐκαστον ἐπομένως διαπασῶν παράγει τὸν αὐτὸν πάντοτε φθόγγον τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα χρησιμεύουσι πρὸς *ἀρμολαίαν* τῶν μουσικῶν ὀργάνων. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ τοῦ παραγομένου φθόγγου στηρίζουσι τὸ διαπασῶν διὰ τῆς λαβῆς B ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἀνοιχτοῦ 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 καὶ ἐνταῦθα *ἀρτηχεῖον*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

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

Ἐὰν ἐντὸς σωλήνος ἐμφυσήσωμεν ἀέρα, δὲν θέλει παραχθῇ ἦχος, ἀλλὰ μόνον συνεχῆς κίνησις τοῦ ἀέρος. Ἵνα δὲ παραχθῇ ἦχος, πρέπει διὰ τινος μέσου νὰ τεθῇ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ εἰς δόνησιν. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ δύο τρόπων, τουτέστιν ὁ ἀήρ ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις τίθεται συνήθως εἰς παλμικὴν κίνησιν κατὰ δύο τρόπους, διό τὰ ὅργανα ταῦτα εἶνε δύο εἰδῶν.

α') Ὅργανα ἐμπνευστὰ φέροντα στόμα.

β') Ὅργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα.

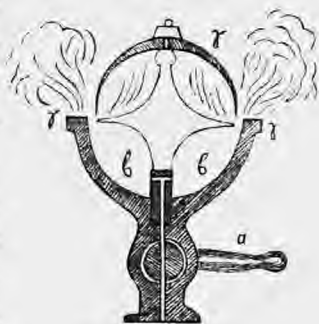
385. **Ὅργανα φέροντα στόμα.** Εἰς τὰ ὅργανα ταῦτα ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ φυσητηρίου, ἐφ' οὗ τοποθετεῖται ὁ ἡχητικὸς σωλὴν διὰ τοῦ ποδός P (σχ. 295). Ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ διέρχεται δι' ὄχετοῦ, ὅστις καλεῖται *διαυγίον*, καὶ ἐξερχόμενος διὰ στενῆς σχισμῆς I προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἀκμῆς A, ἥτις καλεῖται *χειλὸς τοῦ στόματος* B. Τὸ ἀνώτερον τοῦτο χεῖλος εἶνε μὲν λοξῶς τετμημένον, ἀλλ' ἀπολήγει εἰς ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον λίαν στενὴν. Ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἀρκούντως ταχύ, παράγεται ἦχος, ὅστις εἶνε τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ ὅσῳ τὸ ἀνώτερον χεῖλος A πλησιάζει πρὸς τὸ στόμιον I τοῦ διαυγίου.



Σχ. 295.

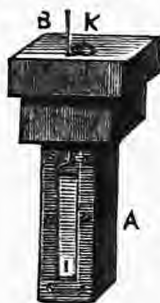
Οἱ παλμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἦχος προέρχονται ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χειλούς, ρυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἡχητικῷ σωλήνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ ὀηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς ἣν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπίεζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἰτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὕτη

καταστῇ ἀρκούντως μεγάλη, παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξοδὸν τοῦ φυσωμένου ρεύματος τοῦ ἀέρος. Εἴτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χεῖλους διαστέλλεται καὶ αὐθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος Β ἐξερχόμενος ἀήρ ὁδὴν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἄλληλα τοσούτῳ ταχύτερον, ὅσῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος Α πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον Ι. Ἔνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἥχον. Καθ' ὅμοιον τρόπον παράγεται ὁ συριγμὸς τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῶν κλάδων τῶν δένδρων καὶ ἐπὶ τῶν σχοινίων τῶν πλοίων. Εἰκόνα δὲ τῆς καταστάσεως τοῦ πρὸ τοῦ χεῖλους ἢ πρὸ τοῦ κλάδου ἢ σχοινίου ἀέρος παρέχει ἡμῖν ταχὺ ρεῦμα ὕδατος, ἐν ᾧ ἐμβλαπτίζομεν βάρθον κατακαρύφως. Πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα τὸ ὕδωρ πλήττει τὴν βάρθον, σχηματίζονται λεπτὰ ὕδατηρὰ κυμάτια, ἅτινα συσπειροῦνται πρὸς τὴν βάρθον, ὅπως βλέπομεν τοῦτο παραγόμενον καὶ παρὰ τοὺς ἐν ποταμῷ στύλους γεφύρας. Δι' ὁμοίου δὲ τρόπου παράγεται ὁ ἥχος εἰς συρίκτραν ἢ εἰς κώλην κλειδὰ, ὅταν δι' αὐτῆς συρίζωμεν, εἰς τὸν *πλάγιανλον*, ὅστις πρὸς τοῦτο φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος πλάγιον κυκλικὸν τρυπήμα, ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζων ὁ αὐλὸν τὰ χεῖλη τοῦ ἐμφυσῶντος ἀέρος προσκρούον ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι χεῖλους τοῦ τρυπήματος, οὕτω δ' ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ θονοῦμενος παράγει διαφόρους ἥχους. Ὁμοίως λειτουργεῖ καὶ ἡ ἐν χρήσει εἰς τοὺς σιδηροδρόμους καὶ εἰς πάσας τὰς ἀτμομηχανὰς *ἀτμοσυριγὴ*, ἥτις σύγκειται ἐκ δύο μεταλλίνων ἡμισφαιρίων β καὶ γ (σχ. 296), ἅτινα χωρίζονται δι' ὀριζοντίου κυκλικοῦ μεταλλίνου δίσκου. Στρεφόμενου τοῦ τροχήλου α ἀτμὸς ἐκ τοῦ λεβητος, διερχόμενος διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἄξονα πόρου, εἰσορμᾷ εἰς τὸν χώρον ββ τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου, ὁποῦθεν ἐξερχόμενος βιαίως διὰ τοῦ στενοῦ δακτυλιοειδοῦς χάσματος τοῦ ὑπάρχοντος μεταξὺ τῶν χειλέων τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου καὶ τῶν περάτων τοῦ ἐν τῷ μέσῳ δίσκου προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ὀξείας ἀκμῆς, εἰς ἣν ἀπολήγει τὸ ἀνώτερον ἡμισφαίριον, παράγεται δ' οὕτως ἥχος ὀξύτατος καὶ λίαν διαπεραστικός.



Σχ. 296.

386. "Όργανα μετὰ γλωττίδος. Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς γλωττίδος μεταλλίνης ἢ ξυλίνης I (σχ. 297), ἥτις οὖσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη ἐπιμήκη ὀρθο-



Σχ. 297.

γώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον A ἐπὶ τῆς προσθίας ἑδρας αὐτοῦ· παλλομένη ὅμως διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τῆς θυρίδος, χωρὶς νὰ ἐφάπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἐνθέσαντες τὸ μικρὸν κιβώτιον ἐν τῷ στόματι ἡμῶν ἀφήσωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος αὐτοῦ B ἐκτός καὶ ἐμφυσήσωμεν βρεῦμα ἀέρος, ἡ γλωττίς I κάμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς K. Ἐνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ πίεσις τοῦ ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς στιγμὴν ἐλαττωῦται καὶ ἡ γλωττίς ἐπανέρχεται μὲν ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς θέσιν κλείουσα τὴν θυρίδα καὶ τὸ βρεῦμα τοῦ ἀέρος διακόπτουσα, ἀλλ' ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καμπτομένη ἀντιθέτως ἀφίνει καὶ πάλιν ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος. Οὕτω δὲ τῆς θυρίδος ἀνοιγομένης διηνεκῶς καὶ κλειομένης παράγονται παλμικαὶ κινήσεις εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐπομένως καὶ ἦχος, τοῦ ὁποίου ἡ ὁξύτης ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς ταχύτητος τοῦ βρεῦματος τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ μήκους τῆς γλωττίδος γινόμενος βαρύτερος ἢ ὀξύτερος, ὅταν αὐξάνηται ἢ ἐλαττωῖται τὸ μήκος τοῦ κραδαιομένου μέρους αὐτῆς.

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

Ὁ *εὐθύναυλος*, ὁ *βαρύνανλος* καὶ ὁ *ὀξύναυλος* φέρουσι τοιαύτας γλωττίδας ἐκ ξύλου (δόνακος)· εἰς ἄλλα δ' ὄργανα αἱ γλωττίδες εἶνε μετὰλλιναι. Τὸ μήκος τῆς γλωττίδος κανονίζει ἐκάστοτε ὁ αὐλῶν πιέζων αὐτὴν διὰ τῶν χειλέων αὐτοῦ.

Εἰς πολλὰ χάλκινα ὄργανα, οἷον εἰς τὴν *σάλπιγγα*, τὸ *κέρας*, ἡ γλωττίς ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν χειλέων τοῦ σαλπιγκτοῦ, τὰ ὁποῖα

κραδαίνονται ὑπὸ τοῦ ἐκπνευμένου ἀέρος τεινόμενα μᾶλλον ἢ ἥττον ἐν ζωνικῷ ὄλῳ.

387. Κλειστοὶ καὶ ἀνοικτοὶ ἡχητικοὶ ὠλῶνες. Ἐκ τῶν ἡχητικῶν σωλῆνων ἄλλοι μὲν εἶνε ἀνοικτοὶ καὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἡχῶν, ἄλλοι δὲ κλειστοί. Ὁ αὐτὸς δὲ ἡχητικὸς σωλὴν εἴτε ἀνοικτὸς εἴτε κλειστὸς δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν ἡχῶν διὰ τῆς ἐμφυσήσεως βεύματος ἀέρος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἰσχυροτέρου. Καὶ ὁ μὲν βαρύτερος τῶν οὕτω παραγομένων ἡχῶν καλεῖται θεμελιώδης, οἱ δὲ λοιποὶ αἱ ὀξύτεροι ἁρμονικοί. Καὶ ἂν μὲν ὁ σωλὴν εἶνε κλειστὸς, δύναται νὰ παραγάγῃ διαδοχικῶς ἡχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7, ἥτοι ἂν ὁ πρῶτος εἶνε 1 ὁ δοῖ, ὁ σωλὴν δύναται νὰ παραγάγῃ τοὺς φθόγγους δοῖ, sol₂, mi₂, κ.τ.λ. Ἐὰν δ' ὁ σωλὴν εἶνε ἀνοικτὸς, δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν φθόγγων, ὧν αἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον, ὅν ἡ σειρὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4. Κατ' ἀκολουθίαν ἂν ὁ πρῶτος εἶνε ὁ δοῖ, οἱ φθόγγοι, οὓς δύναται νὰ παραγάγῃ ὁ αὐτὸς σωλὴν, εἶνε δοῖ, do₂, sol₂, do₃, mi₂, sol₂, κτλ.

Δύο σωλῆνες, ὧν ὁ μὲν ἀνοικτὸς ὁ δὲ κλειστὸς, παράγουσι τὸν αὐτὸν θεμελιώδη ἡχον, ὅταν ὁ ἀνοικτὸς ἔχῃ μῆκος διπλάσιον τοῦ κλειστοῦ. Τέλος δὲ σωλῆνες εἴτε ἀνοικτοὶ εἴτε κλειστοὶ διαφόρων μηκῶν παράγουσι θεμελιώδεις ἡχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν τῶν σωλῆνων, ὅταν αἱ διαστάσεις τῶν ἐγκαρσίων τομῶν αὐτῶν εἶνε αἱ αὐταὶ καὶ πλὴ μικραὶ συγκρινόμεναι πρὸς τὸ μῆκος αὐτῶν. Οὕτως, ἐὰν θέλωμεν δι' ἡχητικῶν σωλῆνων ἀνοικτῶν ἢ κλειστῶν νὰ παραγάγωμεν τὴν σειρὰν τῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος, πρέπει τὰ μῆκη αὐτῶν νὰ εἶνε πρὸς ἄλληλα ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, $\frac{8}{3}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$.

388. Χροιά ἢ ποιὸν τοῦ ἡχου. Ἡ χροιά ἀποτελεῖ μετὰ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ ὕψους τὰ τρία χαρακτηριστικὰ ἢ γνωρίσματα τοῦ ἡχου. Οἱ ἡχοι ἢ οἱ φθόγγοι, οὓς παράγουσι τὰ διάφορα μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ, δύναται 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 λαλεῖν, καίτοι δὲν βλέπομεν αὐτά. Τὰ διάφορα δηλ. μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ δὲν ἐκπέμπουσιν ἓνα μόνον κύριον ἡχον, τὸν βαρύτερον, ἀλλὰ καὶ ἄλλους ὀξυτέρους, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ὁποίων, ὄντων ἀσθενεστέρων καὶ συνοδευσόντων τὸν κύριον ἡχον τὸν ἰσχυρότατον πάντων, πρέσρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἡ χροιά ἢ τὸ ποιὸν τῶν διαφόρων ἡχῶν καὶ αὐτῆς τῆς φωνῆς τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ συνήχησις δ' αὕτη τῶν δευτερευόντων ἡχῶν καὶ τοῦ κυρίου μεταβάλλει τὴν μορφήν τοῦ ἡχητικοῦ κύματος. Ὅθεν καὶ τὰ τρία χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡχου (ὕψος, ἰσχύς, χροιά) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως

τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἡχογόνου σώματος, ἤτοι τὸ μὲν ὕψος ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, ἡ δὲ ἰσχὺς ἐκ τοῦ πλάτους καὶ ἡ χροιά ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

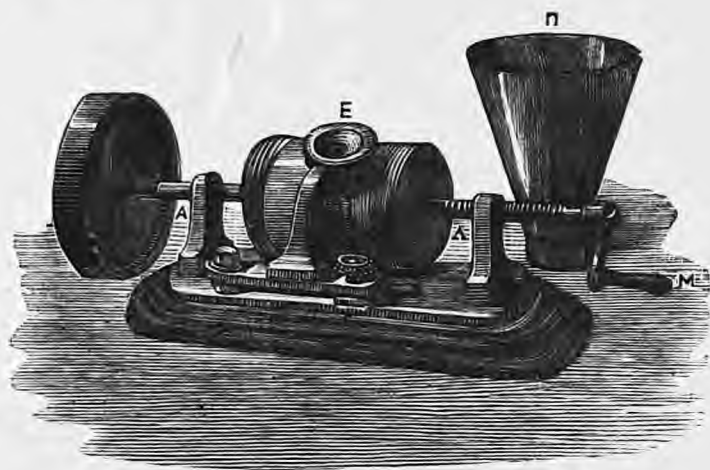
ΠΕΡΙ ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΥ, ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΦΩΝΟΥ.

389. Μετάδοσις παλμικῆς κινήσεως ἀπὸ ἐνὸς ἡχογόνου σώματος εἰς ἕτερον διὰ τοῦ ἀέρος. Ἐὰν τείνωμεν ἐξ ἴσου δύο ὁμοίας χορδὰς ἐπὶ ἀντηχείου καὶ πλήξωμεν τὴν ἑτέραν αὐτῶν, ἀφ' οὗ προηγούμενως ἐπιθέσωμεν μικρὸν τεμάχιον χάρτου ἐπικαμπές ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς ἐτέρας, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ τεμάχιον τοῦ χάρτου ἀνατινασσόμενον πίπτει, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι χορδὴ παλλομένη μεταδίδει διὰ τοῦ ἀέρος τὴν παλμικὴν κίνησιν αὐτῆς εἰς ἑτέραν χορδὴν ἡρεμοῦσαν καὶ τοιαύτην, ὥστε νὰ δύνῃται νὰ παραγάγῃ τὸν αὐτὸν τῇ παλλομένη ἀκριβῶς ἦχον. Ὡσαύτως, ἐὰν εἰς τὰ δύο πέρατα αἰθούσης θέσωμεν δύο διαπασῶν ἐντελῶς ὅμοια, πλήξαντες δὲ τὸ ἐν αὐτῶν πλησιάσωμεν τὸ οὗς ἡμῶν εἰς τὸ ἕτερον, ἀκούομεν καὶ τοῦτο παράγον τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς ἦχον. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον συμβαίνει καὶ μεταξὺ διαπασῶν καὶ χορδῆς, ὅταν ταῦτα δύνωνται νὰ παραγάγωσιν ἦχους ἰσοῦς. Τέλος καὶ ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν χορδὰς ἢ διαπασῶν. Οὕτως, ἂν φωνήσωμεν ἐνώπιον τῶν χορδῶν κλειδοκυμβάλου, παρατηροῦμεν ὅτι πολλὰς τούτων κραδαίνονται ἡχοῦσιν. Ὁ Helmholtz μάλιστα διὰ σειρᾶς διαπασῶν μετ' ἀντηχείων, ἤτοι κοίλων μεταλλίνων κυλίνδρων διαφόρων διαστάσεων, ἠδυνήθη ν' ἀναλύσῃ καὶ συνθέσῃ τὴν ἀνθρωπίνην φωνὴν καὶ οὕτως ἀνεῦρεν ὅτι αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἁρμονικῶν ἦχων. Ἡ φωνὴ δὲ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν οὐ μόνον χορδὰς τεταμένας, ἀλλὰ καὶ μεμβράναν τεταμένην ἢ λεπτὸν μετάλλινον ἔλασμα.

390. Φωνογράφος. Ὡς εἴπομεν ἄνωτέρω, ὅταν ὁμιλῇ τις ἐνώπιον λεπτοῦ μεταλλίνου ἐλάσματος κειμένου ἐπὶ τυμπάνου, τὸ ἔλασμα πάλλεται. Ἄν δὲ ἠθέλωμεν δυνήθῃ νὰ μεταδώσωμεν μηχανικῶς εἰς τὸ ἔλασμα τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς ἡ φωνὴ ἡμῶν παράγει ἐπ' αὐτοῦ, αὐταὶ θὰ μετεδίδοντο εἰς τὸν ἀέρα καὶ θὰ ἡκούοντο

οί αὐτοὶ φθόγγοι τοῖς πρότερον ὑφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἐλάσματος παρα-
χθῆσιν. Ἐπὶ τοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει
1878 τὸν *φωνογράφον*, ἥτοι συσκευὴν, ἐν ᾗ ἀποτυπουμενὴ ἡ ἀνθρω-
πίνη φωνὴ ἀναπαράγεται εἴτα κατὰ βούλησιν.

Τὸ λεπτόν ἐλάσμα, πρὸ τοῦ ὁποίου ὁμιλεῖ τις, κατασκευάζεται
ἐκ χάλυβος καὶ στηρίζεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα
τοῦ κωνικοῦ ὅλμου Ε (σχ. 298). Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἐλάσματος



Σχ. 298.

στηρίζεται διὰ μικροῦ τεμαχίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος ὁδὸν ἀκί-
ης, ἥτις ἐρεῖδαται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας μεταλλίνου κυλίνδρου, τοῦ
ὁποίου ὁ ἄξων ΑΑ φέρει κοιλίαν, δι' οὗ ὁ κύλινδρος στρεφόμενος
ἰσοταχῶς περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ διὰ τοῦ σπινθάλου Μ μετατίθεται
ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρῶτα καὶ ὀριζοντίως. Ὁ κύλινδρος προσέτι φέρει
ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐλικοειδῆ ἐνσκαρφή, τῆς ὁποίας τὸ βῆμα
εἶναι ἴσον τῷ βήματι τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος κοιλίου, οὕτως ὥστε ἂν ἡπικ-
τεθῇ ἡ ἀκίς ἐπὶ τῆς ἐνσκαρφῆς, διαμένει ἐπ' αὐτῆς τοῦ κυλίνδρου
περιστρεφόμενος. Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τέλος ἐφαρμόζεται καλῶς φύλ-
λον οὐχὶ πολὺ λεπτόν ἐκ κασιτέρου, οὕτως ἐλαφρῶς ἄπτεται ἡ ἀκίς.

Στρεφόμενου τοῦ κυλίνδρου ἐνώπιον τῆς ἀκίδος, αὕτη καταθλίβει
τὸ φύλλον τοῦ κασιτέρου καὶ χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἑλίκαν· ἀλλ' ἂν
συγχρόνως ὁμιλωμεν ἐνώπιον τοῦ ὅλμου Ε, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ
ἐλάσματος μεταδίδεται εἰς τὴν ἀκίδα, ἥτις χαράσσει ἐπὶ τοῦ φύλλου

τοῦ κασσιτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἑλικος σειρὰν κοιλότητων, ὧν ἡ μὲν ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ἐλάσματος, τὸ δὲ βάθος ἐκ τοῦ πλάτους τῶν αὐτῶν παλμῶν. Οὕτω καθ' ὅλον τὸ μήκος τῆς ἑλικος παράγεται ὑπὸ τῆς ἀκίδος ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου σειρὰ κοιλότητων καὶ προεξοχῶν.

Πρὸς ἀναπαράγωγὴν τῶν φθόγγων ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος καὶ στρέφομεν ἐκ νέου τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φερὴν καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ προηγουμένως ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλότητας καὶ τὰς προεξοχὰς τῆς ἑλικος, ὥς αὐτὴ αὐτὴ παρήγαγε προηγουμένως, ἀνέσχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα τὸ ἐκ γάλβου ἐλάσμα, ὅπερ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγουμένως ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος μετέδωκεν εἰς αὐτό. Αἱ παλμικαὶ δ' αὐταὶ κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἄερα ἀναπαράγουσι τοὺς προηγουμένους φθόγγους. Διὰ τὸ ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὀπλίζομεν τὸν ὄλμον διὰ χαρτίνου κώνου Π, διότι οἱ φθόγγοι, οὗς ἐκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδύλος χρησιμεύει, ὅπως καταστήσῃ ὀμαλωτέραν 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 κασσιτέρου καὶ εἴτα ν' ἀναπαρῶσιν καὶ αἱ δύο ὁμοῦ.

Κατὰ τοὺς τελευταίους τούτους χρόνους ἐτελειοποίησαν τὸν φωνογράφον ἀντικαταστήσαντες τὸν κασσίτερον διὰ μίγματος κηροῦ καὶ ῥητίνης ἢ διὰ κυτταρινειδοῦς (Celluloid), τὸ δὲ κραδαινόμενον μετὰλλινον ἐλάσμα διὰ λεπτοτάτης ὑαλίνης πλακὸς ἢ διὰ πετάλλου μαρμαρυγίου.

391. Τηλέφωνον. Ὁ Graham Bell τῷ 1877 ἐπενόησεν ἐν Ἀμερικῇ ὄργανον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ μεταβιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἡλεκτρικῶν βευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μετὰλλινου ἀγωγοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν *τηλέφωνον* σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος Ω (σχ. 299), ὅπερ εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα ξυλίνου ὄλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κεῖται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη ῥάβδος, ἥς ὁ ἕτερος τῶν πόλων εὑρίσκεται 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 μετὰ ζης, σχηματίζον μικρὸν πηνίον. Ἡ μαγνητικὴ ῥάθδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλινδρῷ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χάλκινου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικῆς θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἀγωγοῦ ἄλλου ἐντελῶς ὁμοίου ὀργάνου. Ἐὰν νῦν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλεφῶνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὅλμον αὐτοῦ εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ ὅλμῳ τοῦ ἐτέρου τηλεφώνου τοῦ εὐρισκόμενου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.

Θεωρία τοῦ τηλεφώνου. Ὅταν λαλῇ τις μεταλοφῶνως καὶ εὐκρινῶς ἐνώπιον τοῦ ὅλμου τηλεφώνου τινός, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἡ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἐλάσμα, τὸ ὁποῖον κραδαινόμενον κοιλῶνται καὶ κυρτοῦνται μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἥττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα τοῦ πηνίου ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ, οὕτω δ' ἐπέρχεται μεταβολὴ ἐν τῇ διανομῇ τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ μαγνητικοῦ πυρῆνος (§ 340). Ἐνεκα δὲ τῶν μαγνητικῶν τούτων μεταβολῶν παράγονται ἐν τῷ πηνίῳ τούτῳ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαφρέοντα τοὺς ἀγωγούς καὶ τὸ πηνίον τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὀργάνου μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσιν τὴν ἰσχύϊν τοῦ μαγνήτου τοῦ δευτέρου τηλεφώνου, ἐὰν εἴνε ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα πρὸς τὰ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ **Ampère** (§ 328) ἠλεκτρικὰ ρεύματα τοῦ μαγνήτου, οὕτω δὲ τὸ ἐλάσμα τοῦ ἐτέρου τηλεφώνου ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου ὅτε μὲν ἰσχυρότερον, ὅτε δ' ἀσθενέστερον. Τὸ ἐλάσμα ἄρα τοῦ δευτέρου τηλεφώνου κραδαινόμενον ἐκτελεῖ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἀλλ' ὑπὸ μικρότερον πλάτος. Τῶν παλμικῶν δὲ τούτων κινήσεων μεταδιδόμενων εἰς τὸν ἐν τῷ ὅλμῳ ἀέρα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς φθόγγους, ἀλλ' ἀσθενεστέρους, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττωμένου, καὶ λαμβάνοντας σύναμα χροῖαν ὑπόρρινον παρεμφορῇ πρὸς τὴν



Σχ. 299.

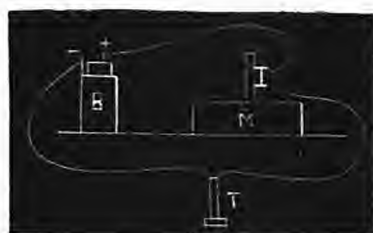


τῆς φωνῆς τοῦ ἐγγαστριμύθου. Ἀπεδείχθη πειραματικῶς ὅτι, καὶ ἂν ἀντικατασταθῇ τὸ σιδηροῦν ἔλασμα διὰ χαλκίνου ἢ ξυλίνου ἢ καὶ ἐντελῶς ἀφαιρεθῇ, δύναται ὁ ἥχος νὰ μεταδίδηται, ἀλλὰ πολὺ ἀσθενέστερος. Ὡς δ' εἰς τὴν τηλεγραφικὴν οὕτω καὶ εἰς τὴν τηλεφωνικὴν ἀνταπόκρισιν δυνάμεθα ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸν δεύτερον ἀγωγὸν διὰ τῆς γῆς, συνάπτοντες τοὺς ἀγωγοὺς τῶν πηνίων τῶν δύο τηλεφώνων διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ μεταλλίνων πλάκων, ἃς ἐμβυαπτίζομεν εἰς τὸ ὕδωρ φρέατος.

392. Μικροφῶνον. Ἡ δι' ἀπλῶν τοιούτων τηλεφώνων μετάδοσις τῆς φωνῆς ἀποθνήσκει δυσχερὴς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις. Ἡ χρῆσις ἄρα αὐτῶν θὰ ᾔτο περιορισμένη, ἂν μὴ ὁ Hughes ἐν Ἀγγλίᾳ τῷ 1878 ἐπενδύει τὸ *microphōnor*, ὄργανον, δι' οὗ τοῦτο μὲν



Σχ. 300.



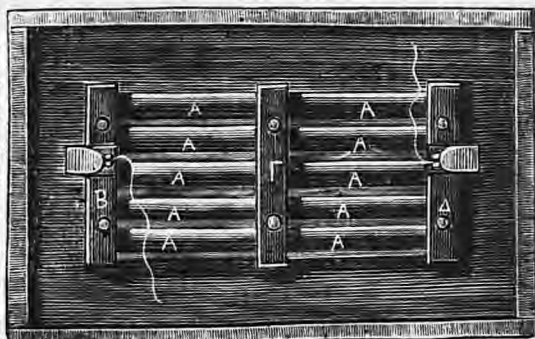
Σχ. 301.

ἐνισχύονται ἥχοι λίαν ἀσθενεῖς, τοῦτο δὲ καθίστανται ἀκουστοὶ ἥχοι μὴ ἄλλως ἀκουστοὶ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὠτός, ὡς διὰ τοῦ μικροσκοπίου βλέπομεν ἐλάχιστα ἀντικείμενα μὴ ὁρατὰ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ πρῶτον μικροφῶνον τὸ ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Hughes σύγκαιται ἐκ κυλίνδρου A (σχ. 300) ἐξ ἄνθρακος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα καὶ στηρίζεται κατακορύφως εἰς μικρὰς κοιλότητας ἐσκαμμέναις ἐντὸς δύο τεμαχίων B καὶ Γ ἐξ ἄνθρακος ἐστηριγμένων ἐπὶ κατακορύφου σανίδος. Ὁ ἐξ ἄνθρακος κύλινδρος ἐλευθέρως δυνάμενος νὰ περιστραφῇ ἢ νὰ κινηθῇ τηρεῖται ὀρθὸς ἐν ἀσταθεῇ ἰσορροπίᾳ. Ἄν δὲ παρεθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρικῆς στήλης B (σχ. 301) κατὰ σειρὰν τὴν συσκευὴν ταύτην M καὶ τηλεφῶνον T, τότε τὸ ρεῦμα ἀναχωροῦν ἀπὸ τῆς στήλης καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος τοῦ μικροφώνου καὶ εἴτα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ τηλεφώνου ἐπανέρχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον αὐτῆς. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ κυλινδρικός ἄνθραξ A τηρηθῇ εἰς τελείαν ἀκίνησιν καὶ θέσωμεν τὸ τηλεφῶνον εἰς τὸ εὖς ἡμῶν, οὐδὲν ἀκούομεν, διότι τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος δια-

τηρουντες σταθεράν ισχύν ή ελξίς του ήλεκτρομαγνήτου επί του ελάσματος του τηλεφώνου μένει αμετάβλητος καί κατ' ακολουθίαν καί τὸ ἔλασμα μένει ἀκίνητον. Ἐλάχιστος ὅμως κραδασμός παραγόμενος εἰς τὸ μικροφῶνον μεταβάλλει τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τὰ μεταξὺ τοῦ κυλινδρικοῦ ἀνθράκος καὶ τῶν ἐξ ἀνθράκος ὑποστηρικτῶν αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὕτω τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται καὶ ἡ ισχύς τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ τηλεφώνου καὶ κατ' ακολουθίαν ὁ μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου ὅτε μὲν γίνεται ἰσχυρότερος, ὅτε δ' ἀσθενέστερος. Οὕτω τῆς ἐλξέως τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ ελάσματος μεταβαλλομένης, τίθεται τὸ ἔλασμα εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ παράγεται ἦχος ἀρκούντως εὐκρινής. Τόσαύτην δ' εὐπάθειαν ἔχει ἡ συσκευή αὕτη, ὥστε δύναται νὰ καταστήσῃ ἀκουστός ἐν τῷ τηλεφῶνῳ ἦχους ἀσθενεστάτους, οἵτι εἶνε οἱ διὰ τῆς προστριβῆς πτεροῦ ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου τοῦ ὀργάνου παραγόμενοι καὶ οἱ ὑπὸ τῶν βημάτων τῆς μυίας ἐν χαρτίνῳ κλωθῷ ἐγκεκλεισμένης τιθεμένῳ ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου. Μικροῦ ὥρολογίου ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ὀργάνου τιθεμένου ἀκούομεν οὐ μόνον τὰ κτυπήματα τοῦ μηχανισμοῦ αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐκ τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν πρὸς ἀλλήλους παραγόμενον ἀσθενέστατον ἦχον. Οὕτως εἰς τὴν τηλεφωνικὴν σήμερον ἀνταπόκρισιν πομπῆς μὲν τῆς φωνῆς (φωνοπομπῆς) εἶνε τὸ μικροφῶνον, φωνοδέκτης δὲ τὸ τηλεφῶνον.

393. **Φωνοπομπὴ τοῦ Ader.** Μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ Hughes ἀνακάλυψιν

τοῦ μικροφώνου ὁ Ader θέλων νὰ ἐπαυξήσῃ τὰ σημεῖα ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν ἀνθράκων ἐτροποποίησεν ὡς εἶχε τὸ μικροφῶνον. Ὑπὸ λεπτοτάτην σανίδα ἐξ ἐλαφροῦ ξύλου ἐλάττης σχήματος ὀρθογωνίου (σχ. 302) τοποθετοῦνται τρεῖς πρισματικοὶ ἀνθράκες Β, Γ καὶ Δ παράλληλως. Ἐντὺς δὲ ὅπων ἐσκαμμένον ἐπὶ τῶν

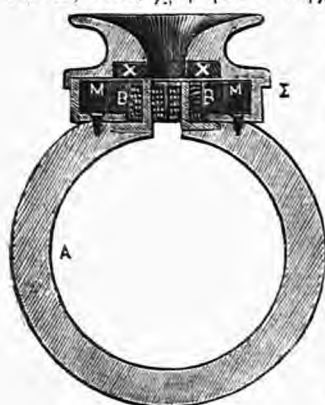


Σχ. 302.

πλευρῶν ἐξωτὸν τῶν ἀνθράκων στηρίζονται ἐγκυρσίως ἀνὰ πέντε κυλινδρικοὶ βελόναι ἐξ ἀνθράκος ΑΑ, τὸ δὲ ὅλον παριστᾷ εἶδος μικρῆς διπλῆς ἐσχάρας.

394. **Φωνοδέκτης τοῦ Ader.** Ὁ Ader ἐπήνεγκε τροποποίησιν καὶ εἰς τὸ τηλεφῶνον καταστήσας αὐτὸ ἐτι μᾶλλον εὐπαθές. Ὁ τηλεφωνικὸς δέκτης τοῦ

Ader, οὐτινος τομήν παρίσται τὸ σχῆμα 303, συγκοιτῇ ἐκ ψευδοειδοῦς μαγνήτου A, ὅστις χρησιμοποιεῖται συγχρόνως καὶ ὡς λαβή. Οἱ πόλοι τοῦ μαγνήτου φέ-



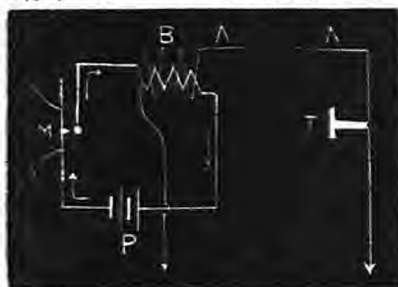
Σχ. 303.

ρουνι προσηρμοσμένα μικρὰ τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου, ἅτινα περιβαλλόμενα ὑπὸ χαλκοῦ συρματός μεμονωμένου ἀποτελοῦσι τὰ δύο πηνία BH, ἄνωθεν τῶν ὁποίων κεῖται τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἔλασμα MM ἐπικεχειρισμένον διὰ βερνίκιου, ὅπως μὴ ὀξειδωθῇ. Ἀνωθεν δὲ τοῦ ἐλάσματος τούτου προστίθεται δακτυλίου AN ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, οὐτινος ἡ παρουσία προκαλεῖ μεταβολὴν ἐν τῇ διανομῇ τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ ψευδοειδοῦς μαγνήτου A, τῶν μεταβολῶν δὲ τούτων ἐπιδρώσων ἰσχυρότερον ἐπὶ τοῦ παλλομένου ἐλάσματος MM, οἱ ἀποδιδόμενοι ὑπ' αὐτοῦ ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἐντατικοί.

395. Συνδεσμολογία φωνοπομποῦ καὶ

φωνοδέκτου. Ὁ Edison πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα·

τούτέστιν ἀντὶ ν' ἀποστείλῃ ἀπ' εὐθείας τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐκπορευόμενον ρεῦμα καὶ διὰ τοῦ μικροφώνου διερχόμενον, μεταχειρίζεται ἐπαγωγικὸν μηχανήμα B (σχ. 304) ἄνευ ῥοτήτου καὶ τότε τὸ κύκλωμα τοῦ μικροφώνου M περιλαμβάνει τὴν στήλην P καὶ μόνον τὸ παχὺ σύρμα, ἥτοι τὴν ἐσωτερικὴν σπείραν τοῦ πηνίου B. Τὸ δὲ κύκλωμα τοῦ λεπτοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ πηνίου B, ἥτοι ἡ ἐξωτερικὴ σπείρα, περιλαμβάνει τὴν τηλεφωνικὴν γραμμὴν ΛΛ, τὸ τηλεφῶνον T τοῦ ἄλλου σταθμοῦ καὶ τὴν γῆν. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ἡ φωνὴ μεταδίδεται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς.



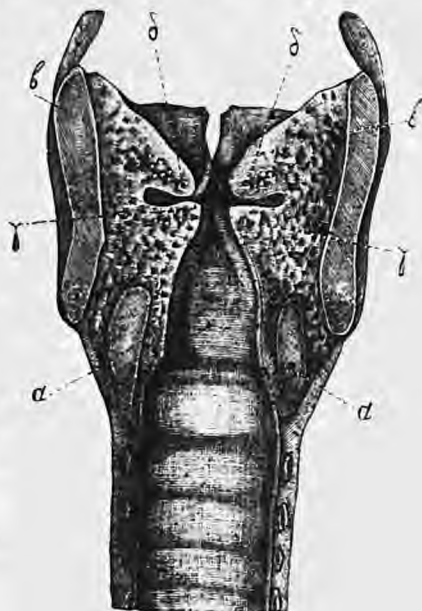
Σχ. 304.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΦΩΝΗΤΙΚΟΝ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.

396. Α'). **Φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.** Τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε ὁ λάρυγξ, ὅστις κείμενος ἔμπροσθεν τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ φάρυγγος καὶ εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς τραχείας ἀρτηρίας εἶνε σωλὴν συγκείμενος ἐκ χόνδρων (σχ. 305), ὧν ὁ μὲν δακτυλιοειδὴς ἢ κρικοειδὴς αα κεῖται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐπικάθηνται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδής, ὀπίσθεν δὲ οἱ δύο ἀρυταινοειδεῖς. Ὀπίσθεν τῆς γλώσσης καὶ ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἥτις εἶνε χόνδρινος

ἐπιστομῇ φράττουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν κατάψωσιν. Μεταξὺ τοῦ θυροειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταϊνοειδῶν γόνδρων καίεται ἑνωτέρω μὲν οἱ ἄνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι δδ, κατωτέρω δὲ οἱ κάτω ἢ γνήσιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκους σχισμῆς, ἥτις εἶνε ἡ καλουμένη γνησία γλωττίς, ἀποτελοῦσα τὸ στενωτάτον μέρος τοῦ λάρυγγος. Οἱ μῦες τοῦ λάρυγγος μετακινῶντες τοὺς ἀρυταϊνοειδεῖς γόνδρους καὶ τὸν θυροειδῆ μεταβάλλουσι τὸ μήκος, τὴν τάσιν καὶ τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν τῶν κάτω ἢ γνήσιων φωνητικῶν συνδέσμων καὶ ἐνεκα τούτου ἡ ἐν τῷ μεταξύ γλωττίς τεινόμενη, μᾶλλον ἢ ἥττον στενεύεται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνεύμεν, ἡ γλωττίς τηρεῖται ἀνεωγμένη ἀφίνοῦσα ἐντελῶς ἐλευθέρην τὴν διόδον τοῦ ἀέρος· κατὰ τὴν φωνῆσιν ὅμως στενεύεται εἰς στενωτάτην σχισμὴν, τὸ δὲ ρεῖμα τοῦ ἀέρος τὸ ἐκ τῶν πνευμόνων διὰ τῆς ταχέως ἀρτηρίας ἐκρυσταλλόμενον, ὡς τὸ διὰ τοῦ φωστήριου δι' οὗ ἔρχουσιν οἱ ἡχητικοὶ σωληνες, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὗτοι δὲ παράγεται ἡ φωνή, ἥτις εἶνε τοσοῦτος ὀξύτερος, ὅσῳ ἡ γλωττίς τεινεται πλεονέστερον.



Σχ. 305.

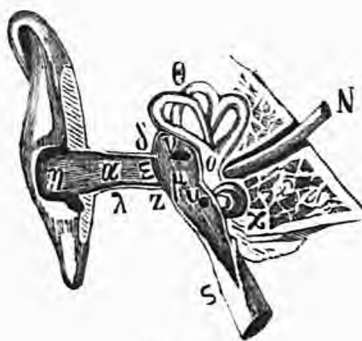
Ἐκ τῶν ἑνωτέρω καταρτίζεται ὅτι τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε παρεμμερὲς πρὸς τοὺς γλωττοσφύρους ἡχητικούς σωληνας.

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

α'). Τὸ ἔξω οὖς συντελεῖται ἐκ τοῦ ὀρατοῦ ἐκ γόνδρου πτερυγίου (σχ. 306), ὅπερ φέρει διάφορα ἐπάρματα καὶ κοιλώματα, δι' ὧν, ὡς παραδέχονται, τὰ ἡχητικὰ κύματα συνάγονται πρὸς κοιλότητα ἢ ἐν τῷ μέσω τοῦ πτερυγίου ὑπάρχουσαν, τὴν καλουμένην κόγχην, ἥτις ἄγει εἰς τὸν ἔξω ἀκουστικὸν πόρον α'. Ὁ πόρος οὗτος φράττεται διὰ κυκλοτεροῦς ἐλαστικῆς μεμβράνης ε. ἥτις καλεῖται τυμπανικός ὕμην ἢ τυμπανόφραγμα.

β'). Τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου εἶνε μικρὰ κοιλότης, ἢ τὸ ἔξω τοίχωμα ε (σχ. 307) ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ τυμπανικοῦ ὕμενος, δι' οὗ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἔξω ἀκουστικοῦ πόρου· ἐπὶ δὲ τοῦ ἔσω τοίχου τοῦ τυμπάνου ἀπέναντι τοῦ τυμπανοφράγματος καὶ διαχωρίζοντος

τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου ἀπὸ τοῦ ἐνδοτάτου ὡς ὑπάρχουσι δύο θυρίδες, ἡ ὤσειδης ν ἄνωτέρω καὶ ἡ στρογγύλη υ κατωτέρω, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὑμένους. Διὰ τῆς ὤσειας ἡ Εὐσταχίανης σάλπιγγος ε συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες αἵρος. Μεταξὺ τοῦ ὑμένους τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ὤσειδους θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἄλυσις τῶν τεσσάρων ἀκουστικῶν ὀσταρίων, ἧτοι: τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμονος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὀσταρίου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).



Σχ. 306.



Σχ. 307.

γ'). Τὸ ἐνδοτάτον οὖς ἢ λαβύρινθος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς αἰθούσης α (σχ. 306), ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλίων σωλήνων θ καὶ ἐκ τοῦ κοχλίου κ, ὅστις εἶνε κωνικός σωλὴν φερόμενος ἐλικοειδῶς περὶ ἑαυτὸν καὶ διαιρούμενος διὰ τοῦ ἐλικοειδοῦς πετάλου εἰς δύο ἐλικοειδεῖς κοιλότητες συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας διὰ τοῦ ἄνωτέρου μέρους. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη ἐκβάλλει εἰς τὴν αἰθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοιλίου τοῦ τυμπάνου φραττομένην διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένους αὐτῆς. Τὸ δ' ἀκουστικὸν νεῦρον Ν εἰσερχόμενον εἰς τὸν λαβύρινθον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος ὕγρου τινος καλουμένου λέμφου, διακλαδεύεται ἐν αὐτῷ.

Λειτουργία τοῦ αἰσθητήριου τῆς ἀκοῆς. Ὅταν ἡχογόνον σῶμα πάλλῃται ἐν περιέχοντί τινι ἐλαστικῷ, οἷον ἐν τῷ αἵρι, εἴπομεν ὅτι παράγει ἡχητικὰ κύματα, ἀτνια συναγόμενα διὰ τῆς κόγχης καὶ εἰσδύνοντα εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον πλήττουσι τὸν ὑμένον τοῦ τυμπάνου, ὅστις οὕτω πάλλῃται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένους μεταβιβάζεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἄερα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὀσταρίων, οὕτω δ' οἱ ὑμένες οἱ φράττοντες τὴν ὤσειδῃ καὶ τὴν στρογγύλην θυρίδα δονοῦνται, ὁ μὲν πρῶτος διὰ τῆς βάσεως τοῦ ἀναβολέως, εἰς ἣν περατοῦται ἡ ἄλυσις, ὁ δὲ δευτέρος διὰ τοῦ αἵρος. Διὰ τῶν ὑμένων τῶν θυρίδων τούτων ἡ δόνησις μεταδίδεται εἰς τὸ ὕγρον τοῦ λαβυρίνθου καὶ διὰ τούτου εἰς τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον, ὅπερ τὸ ἐν αὐτῷ παρκαθ' ἑν αἰσθητὴν μεταβιβάζει εἰς τὸν ἐγκέφαλον ὡς ἦχον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

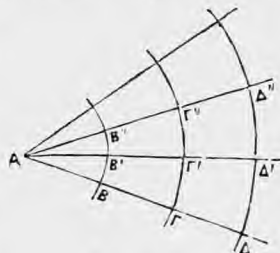
ΟΠΤΙΚΗΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ.

398. Καλεῖται *ὀπτική* τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός, ἥτοι τοῦ αἰσθημάτου, ὅπερ αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ὁράσεως, καὶ τοῦ αἰτίου τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τοῦτο καὶ καθιστῶντος τὰ σώματα ὁρατά.

Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ φωτοβόλα σώματα ἐκπέμπουσι σειρὰν λεπτεπιλέπτων μερίων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον θεωρίαν τὸ φῶς διαδίδεται δι' ὕλης ἀσταθμῆτου, τελείως ἐλαστικῆς, συνεχοῦς, πληροῦσης τὸ διάστημα καὶ εἰσδουούσης μεταξὺ τῶν μερίων πάντων τῶν σωμάτων. Ἡ τοιαύτη δ' ὕλη καλεῖται *αἰθήρ*, οὕτινος τὰ μέρη δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς πηλικὰς κινήσεις, ἃς παράγουσιν ἐν αὐτῷ 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. 308), ἡ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη κρᾶδανσις τοῦ αἰθέρος διαδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις κατὰ σφαιρικὰς ὁμοκέντρους ἐπιφανείας ΒΒ' Β'', ΓΓ' Γ'', ΔΔ' Δ'', ὡς συμβαίνει καὶ ἐν τῷ ἀέρι κατὰ τὴν διόδον τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες ΑΔ, ΑΔ', ΑΔ'' τῶν σφαιρικῶν τούτων κυ-

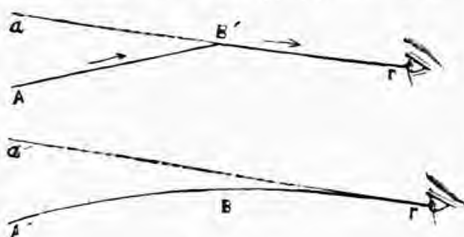


Σχ. 308.

μάτων καλοῦνται *φωτειναὶ ἀκτῖνες*. Ἄλλ' ὁ τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός διὰ τοῦ αἰθέρος διαφέρει τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος κατὰ τοῦτο, ὅτι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος κραδαίνονται καθέτως τῇ φωτεινῇ ἀκτίνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἡχητικῆς ἀκτίνος.

399. Καλεῖται *δέσμη φωτός* τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ ἀποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγή. Διακρίνουσι δὲ δέσμας *κωινικὰς συγκλινούσας* ἢ *ἀποκλινούσας*, καθόσον αἱ συνιστῶσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνουνσι συγκλίνουσαι ἢ ἀποκλίνουσαι, καὶ δέσμας *κυλινδρικὰς* ἢ *παράλληλους*, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς, ἐλαμβάνωνται παράλληλοι, οἷαι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.

Ὅταν τὸ φῶς ἐκπορεύομενον ἐκ φωτοβόλου σημείου ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι ὁμοιομερεῖ, οἷον ἐν ἰσοπύκνῳ ἀέρι, τὰ φωτεινὰ κύματα προβαίνουσι κατὰ σφαιρικὰς ἐπιφανείας καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες εἶνε εὐθεταὶ γραμμαί.



Σχ. 309.

Ὅταν ὁμοῦς ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μὴ ὁμοιομερεῖ, τοιούστιν ἀπὸ ἐνὸς περιέχοντος μεταβαίνει εἰς ἄλλο, οἷον ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μεταβάλλοντι διηγεκῶς πυκνότητα, οἷα εἶνε ἡ ἀτμὸσφαιρα, τότε κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ φωτεινὴ ἀκτίς

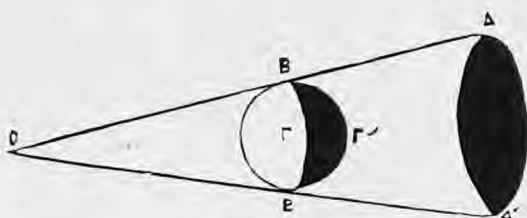
εἶνε συνήθως τεθλασμένη γραμμὴ $AB'\Gamma$ (σχ. 309), κατὰ δὲ τὴν δευτέραν καμπύλη $A'B\Gamma$. Ἐν ἀμφοτέραις δὲ ταύταις ταῖς περιπτώσεσι θέτοντες τὸν ὀρθὸν ἡμῶν εἰς τὸ σημεῖον Γ δὲν βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον A ἢ A' εἰς τὴν θέσιν. ἢ ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν εἰς τὸ a κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς εὐθείας GB' , εἰς δὲ τὴν δευτέραν εἰς τὸ α' κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης $\Gamma\alpha'$ τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς καμπύλης ἀγομένης.

400. **Σώματα φωτογόνα καὶ σκοτεινά.** Καλοῦνται *φωτογόνα* ἢ *αὐτόφωτα σώματα*, ὅσα εἶνε πηγαὶ φωτός, οἷον ὁ ἥλιος, αἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, τὰ διάπυρα σώματα, τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς καὶ ἄλλα. *Σκοτεινὰ* δὲ ἢ *ετερόφωτα* 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.

401. Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερὰ. Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ιδιότητα ν' ἀφίνωσι τὸ φῶς ν' 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 *διειδῆ*. Δι' ἄλλων ὅμως σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ ταῦτα καλοῦνται *σκιερὰ* ἢ *ἀδιαφανῆ*, ὡς τὰ μέταλλα. Ἰπάρχουσι 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 διαθιβάζουσι δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα διαφώτιστα.

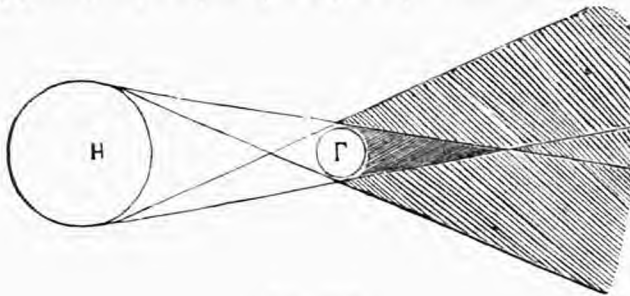
402. Σκιά. Καλεῖται *σκιά* σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοβόλου πηγῆς δὲν ρθάνει ἔνεκα τῆς



Σχ. 310.

παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐάν ἐνώπιον φωτοβόλου σημείου *O* (σχ. 310) θέσωμεν σκιερὰν σφαῖραν *BB'*, αὕτη ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιάν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου *BB'ΔΔ'*, οὕτινος αἱ γενέταιραι εἶνε εὐθεῖαι διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου *O* καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας *BB'*. Ἐπὶ λευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῷ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ῥίπτεται κυκλικὴ σκιά *ΔΔ'*. Ἐάν ὅμως ἡ φωτοβόλος πηγὴ ἡ κειμένη ἐνώπιον τῆς σκιερᾶς σφαίρας ἔχῃ διαστάσεις, τουτέστιν εἶνε σφαῖρα φωτοβόλος, ὡς ὁ ἥλιος *H* φωτιζὼν τὴν Γῆν *Γ* (σχ. 311), τότε διακρίνομεν ὀπισθεν τῆς σκιερᾶς σφαίρας *σκιὰν* ἢ *ὑποσκίασμα*, ἥτοι χώρον ὑπὸ μέρος τι νὸς μόνον

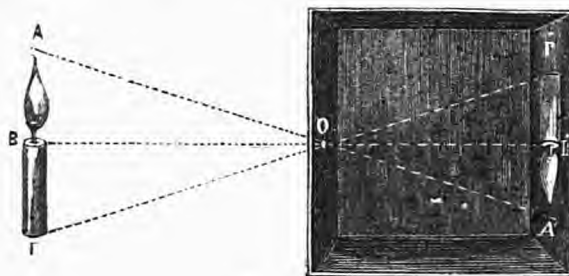
τῆς φωτοβόλου πηγῆς φωτιζόμενον. Καί ἡ μὲν σκιά ἐπικρατεῖ καθ' ὅλον τὸ μέρος τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας κώνου, τὸ κείμενον ὀπίσθεν τῆς σκιερᾶς σφαίρας, τὸ δὲ ὑποσκίασμα ἔχει ἐξωτερικὰ μὲν ὅρια τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κώνου τοῦ ἐσω-



Σχ. 311.

τερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας, ἐσωτερικὰ δὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου κώνου.

(403. **Σκοτεινὸς θάλαμος.** Ὅταν αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ φωτοβόλου ἀντικειμένου ΑΒΓ (σχ. 312) εἰσδύωσιν εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ τινος μικρᾶς ὀπῆς Ο, ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς τοίχου τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἀνεστραμμένον, διότι ἐκ τῶν ἀκτίνων τῶν ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ ἀνωτάτου π. γ. σημείου Α μία λεπτή δεσμὶς ΑΟ εἰσερχομένη εἰς τὸν θάλαμον διὰ τῆς ὀπῆς Ο προσπίπτει ἐπὶ τοῦ σημείου Α' τοῦ τοίχου καὶ φωτίζει αὐτό.

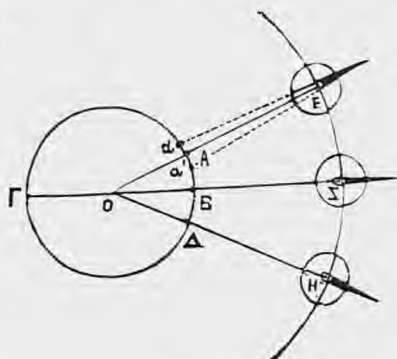


Σχ. 312.

Ὡσαύτως ἐκ τῶν σημείων Β καὶ Γ ἐκπέμπονται φωτειναὶ δεσμίδες ΒΟ καὶ ΓΟ, αἵτινες εἰσδύουσαι εἰς τὸν θάλαμον φωτίζουνσι τὰ σημεία Β' καὶ Γ'. Τὸ χρῶμα δὲ καὶ τὸ σχῆμα τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ἀντικειμένου καὶ ὁ διάφορος φωτισμὸς αὐτῶν ἀναπαράγονται ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου, ἐνθα ἀπεικονίζεται εἶδωλον ἐντελὲως ὅμοιον τῷ ἀντικει-

μένω ἀλλ' ἀνεστραμμένον. Οὕτως, ὁ ἥλιος ἀπεικονίζεται διὰ κύκλου, οὕτινος τὸ μέγεθος αὐξάνεται αὐξανόμενης τῆς ἀποστάσεως τοῦ τοίχου ἀπὸ τῆς ὀπῆς. Ἐάν δ' ὑπάρχωσι πολλὰ ὀπὰ, σχηματίζονται ἰσάριθμα κυκλικά εἰδῶλα τοῦ ἡλίου, ὡς παρατηροῦμεν πολλάκις τοῦτο ἐν τῇ σκιᾷ δένδρου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὅταν διὰ μέσου ὀπῶν τοῦ φυλῶματος διεισδύωσιν ἡλιακαὶ τινες ἀκτῖνες.)

404. Ταχύτης τοῦ φωτός. Τὸ φῶς ἔχει ταχύτητα παμμεγίστην, ἴσην πρὸς 300 ἑκατομ. μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, ἥτοι 900 χιλ. φερὰς περίπου μείζονα τῆς τοῦ ἡχοῦ, ὥστε δύναται νὰ περιέλθῃ ἐπτάκις ἢ ὀκτάκις τὴν Γῆν κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ. Πρῶτος δ' εὗρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ὁ Δανὸς ἀστρονόμος **Roemer** κατὰ τὰ 1675—6 διὰ τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ πρώτου ⁽¹⁾ δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν ὑπὸ τούτου ῥιπτομένην σκιὰν ἐξησπνίζετο ὡς φωτοβόλον σῶμα σθεννύμενον καὶ ἀνέλαμπεν αὖθις ἐξερχόμενος τῆς σκιᾶς. Ἡθελήσε δ' ὁ ἀστρονόμος οὗτος ν' ἀνεύρῃ τὸν χρόνον τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πρῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν παρερχόμενον μεταξύ δύο



Σχ. 313.

διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἡ μὲν Γῆ εὕρισκετο εἰς τὸ α (σχ. 313), ὁ δὲ Ζεὺς εἰς τὸ Ε καὶ ὁ ἥλιος εἰς τὸ Ο, ἥτοι ὀλίγον πρὸ τῆς συζυγίας. Μετ' ὀλίγον, ὅτε ἡ Γῆ εὕρισκετο εἰς τὸ α', ἥτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, παρετήρει τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιᾶς· οὕτω δ' εὗρεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου κατὰ τὴν συζυγίαν εἶνε ἴσος πρὸς 42 ὥρας 28' καὶ 35'. Ἀλλ' ἀπὸ τῆς συζυγίας οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεὺς μετακινούμενοι ἐπὶ τῶν τροχῶν αὐτῶν ἀδιαλείπτως

(1) Κατὰ τὸν Σεπτέμβριον τοῦ 1892 ἀνεκαλύφθη νέος δορυφόρος τοῦ Διός πλησιέστερος αὐτῷ.

ἀπεμακρύνοντο ἀλλήλων, εἰς ἐξ δὲ περίπου μῆνας ὁ μὲν Ζεὺς διήνυσσε τὸ διάστημα ΕΖ, ἤτοι τὸ εἰκοστὸν τέταρτον περίπου τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἢ δὲ Γῆ τὸ διάστημα ΑΔΓ, ὅποτε οἱ δύο πλανῆται εὗρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν, οὕτως ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἠϋζάνετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τελευταῖον ἡ αὐξήσις αὐτῇ ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον ΒΓ τῆς τροχιάς τῆς Γῆς. Ἐνεκα δὲ τῆς διηνηκοῦς ταύτης ἀπομακρύνσεως τῶν πλανητῶν αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἐμφανίσεων τοῦ δορυφόρου ἐπεβραδύνοντο καὶ ἡ ὁλικὴ ἐπιβραδύνσις ἀνῆλθε τέλος εἰς 16' καὶ 26'', ὁ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν ἀπανᾷ τὸ φῶς διὰ τὴν διανύσῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἤτοι 76461000 λεύγας. Οὕτως εὗρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308333000 μέτρα. Καὶ δι' ἄλλων δὲ πειραμάτων εὗρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἰσοῦται κατὰ μέσον ὅρον πρὸς 300 χιλ. χιλιομέτρων, οὔσα μείζων μὲν ἐν τῷ κενῷ, ἐλάσσων δ' ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐτι ἐλάσσων εἰς ἄλλα διαφανῆ περιέχοντα πυκνότερα, οἷον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὴν ὕαλον κτλ.

405. **Λαμπρότης τοῦ φωτός.** Τὸ ποσὸν τοῦ φωτός, ὅπερ ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας δέχεται ἔκ τινος φωτεινῆς πηγῆς, ὀρίξει τὴν καλουμένην λαμπρότητα τοῦ φωτός.

Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας φαντασθῶμεν φωτοθόλον σημείον, τοῦτο ἐκπέμπει ποσότητα φωτός Φ, ἣτις διανέμεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Ὡστε ἂν καλέσωμεν a τὴν ἀκτῖνα τῆς σφαίρας εἰς ὕψεκατόμετρα, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τουτέστιν 1 τετρ. ὕψεκ., δέχεται ποσότητα φωτισμοῦ Λ, ἣτις

ἰσομένη πρὸς $\frac{\Phi}{4\pi a^2}$ παριστᾷ τὴν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς

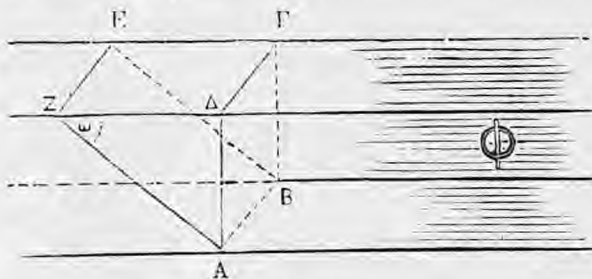
σφαίρας ταύτης λαμπρότητα τοῦ φωτοθόλου σημείου. Ἐὰν δ' ἡ ἀκτίς τῆς σφαίρας γίνῃ Α, ἡ μονὰς τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς δευτέρας ταύτης σφαίρας θὰ δεχθῇ ποσότητα φωτός Λ', ἴσην πρὸς

$\frac{\Phi}{4\pi A^2}$, ἣτις παριστᾷ τὴν ἐπὶ τῆς δευτέρας ταύτης ἐπιφανείας λαμπρό-

τητα τοῦ αὐτοῦ φωτοθόλου σημείου. Ὅθεν λαμβάνομεν $\frac{\Lambda}{\Lambda'} = \frac{A^2}{a^2} (1)$.

Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν Α ἴσον πρὸς 2a, 3a, 4a, τότε Λ' ἴσον πρὸς

Ἐάν νυν ἐκθέσωμεν ἐπίπεδόν τινα ἐπιφανείαν εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖ-
νας, αἵτινες διὰ τὴν μεγίστην ἀπόστασιν τοῦ ἡλίου δύνανται νὰ θεω-



Σ_7 . 314.

Τ. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι καθέτως. Ἡ δὲ σχέσις μεταξύ τῆς ποσότητος τοῦ φωτός Λ , ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας καθέτως (ἦτοι τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας $AB\Gamma\Delta$ λαμπρότητος), καὶ τῆς ποσότητος Λ' , ἣν δέχεται ἡ αὐτὴ μονὰς πλαγίως (ἦτοι τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας $ABEZ$ λαμπρότητος), εἶνε ἡ ἐξ ἧς $\Lambda' = \Lambda \eta\mu\omega$, ἐνθα ω παριστᾷ τὴν γωνίαν, ἣν αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες Φ σχηματίζουν μετὰ τῆς ἐπιφανείας $ABEZ$, διότι

$$\Lambda : \Lambda' = \frac{\Phi}{(AB\Gamma\Delta)} : \frac{\Phi}{(ABEZ)} = (ABEZ) : (AB\Gamma\Delta) = (AZ) : (A\Delta)$$

$$\text{ὅθεν } \Lambda' = \Lambda \frac{(A\Delta)}{(AZ)} = \Lambda \eta\mu\omega.$$

τουτέστιν ἡ λαμπρότης τοῦ πλαγίως ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν προσπίπτοντος φωτός εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας, ἥν αἱ ἀκτῖνες σχηματίζουν μετὰ τῆς ἐπιφανείας.

407. Ἐὰν δύο φωτιστικαὶ πηγαὶ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἐκ τινος ἐπιφανείας εὐρισκόμεναι ἐξ ἴσου φωτίζωσιν αὐτήν, ἔχουσι διάφορον ἀπόλυτον λαμπρότητα, ἦτοι φωτιστικὴν ἰσχύϊν· τουτέστιν ἡ εἰς μείζονα ἀπόστασιν εὐρισκομένη ἐκπέμπει πλείοτερον φῶς τῆς εἰς ἐλάσσονα ἀπόστασιν κειμένης. Αἱ δὲ σχετικαὶ λαμπρότητες τῶν δύο φωτιστικῶν πηγῶν εἶνε ἅπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, ἥν ἐξ ἴσου φωτίζουσι· διότι, ἂν καλέσωμεν E καὶ E' τὰς ποσότητας τοῦ φωτός, ἃς αἱ δύο φωτιστικαὶ πηγαὶ ἐκπέμπουσι, Δ δὲ καὶ Δ' τὰς ἀκτῖνας τῶν κολίων σφαιρῶν, ὧν τὰς ἐσωτερικὰς ἐπιφανείας ἐξ ἴσου ἀπὸ τοῦ κέντρου αὐτῶν φωτίζουν, τότε αἱ μονάδες τῆς ἐπιφανείας τῶν σφαιρῶν τούτων δέχονται ποσότητες φωτισμοῦ ἴσας πρὸς $\frac{E}{4\pi\Delta^2}$ καὶ $\frac{E'}{4\pi\Delta'^2}$. Ἀλλ' ἐπειδὴ

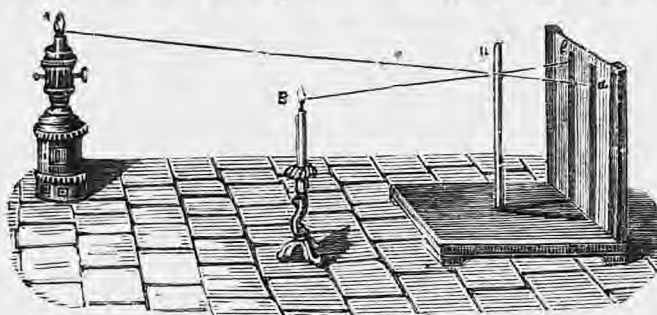
αἱ ποσότητες αὗται εἶνε ἴσαι, λαμβάνομεν $\frac{E}{E'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}$, ὅπερ ἀποδει-

κνύει τὸν ἀνωτέρω νόμον. Καὶ ὧντως ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὅτι μία λαμπὰς τιθεμένη εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τινος ἐπιφανείας φωτίζει αὐτήν τοσοῦτον, ὅσον τέσσαρες ὅμοιαι λαμπάδες εὐρισκόμεναι εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν ἢ ἐννέα εἰς ἀπόστασιν τριπλασίαν καὶ καθεξῆς. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ριπτόμενος φωτισμὸς ἐκάστης λαμπάδος ὑποτετραπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις

διπλασιασθῇ καὶ ὑποεννεαπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις τριπλασιασθῇ.

407. **Μονὰς φωτός.** Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀπολύτου λαμπρότητος φωτοβόλου τινὸς πηγῆς, ἤτοι τῆς φωτιστικῆς αὐτῆς ἰσχύος, λαμβάνομεν ὡς μονάδα ὀρισμένῃν φωτοβόλον πηγὴν, ἥτις πρέπει νὰ εἶνε σταθερά, τουτέστιν ἀμετάβλητος κατὰ τὴν λαμπρότητα καὶ εὐχρηστος. Αἱ ἐν χρήσει μονάδες φωτός εἶνε πρῶτον τὸ φῶς, ὅπερ παράγουσι διάφοροι λαμπάδες (ἐν Γαλλίᾳ μὲν ἐκ στέατος, ἐν Ἀγγλίᾳ δ' ἐκ σπέρματος κήτους καὶ ἐν Γερμανίᾳ ἐκ παραρίνης) ἔχουσαι διάμετρον 2 ὑφεκ., αἵτινες ὁμῶς διὰ τὴν διάφορον αὐτῶν κατασκευὴν δὲν φωτοβολοῦσιν ἐξ ἴσου· δευτέρον τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος ἐπινοηθεὶς ὑπὸ τοῦ Carcel καίων 42 γραμμάρια κραυδελαίου (huile de colza) καθ' ὥραν. Ἡ τελευταία αὕτη μονὰς φωτός, ἥτις καλεῖται *hec carcel*, ἰσοδυναμεῖ πρὸς 6,5 λαμπάδας ἐκ στέατος, πρὸς 7,4 ἐκ σπέρματος κήτους καὶ πρὸς 7,6 ἐκ παραρίνης. 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.

408. **Φωτόμετρα.** Τῶν φωτομέτρων εὐχρηστότερα εἶνε τὰ τοῦ Rumford, τὸ τοῦ Bouguer καὶ τὸ τοῦ Bunsen. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖται ἐκ τεμαχίου χάρτου κατακορύφως ἐστηριγμένου, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου κεῖται κατακόρυφον ἀδιαφανὲς στέλεχος μ (σχ. 315), ὅπερ

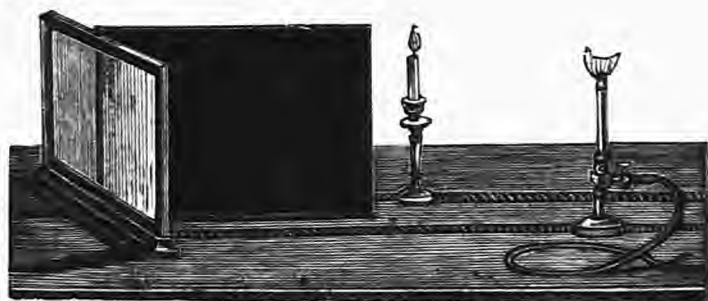


Σχ. 315.

ῥίπτει ἐπὶ τοῦ χάρτου δύο σκιὰς a καὶ ρ προερχομένας ἐκ τῶν δύο φωτοβόλων πηγῶν A καὶ B, ὧν τὴν φωτιστικὴν ἰσχύον πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν. Ἐκατέρᾳ δὲ τῶν σκιῶν φωτίζεται ὑπὸ τῆς ἐτέρας τῶν φωτοβόλων πηγῶν. Τοποθετοῦμεν τὰ δύο φῶτα εἰς τοιαύτας ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος ἀποστάσεις, ὥστε αἱ δύο σκιὰ νὰ εἶνε ἐξ ἴσου

σκοτειναί, ἤτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φώτων. Οὕτως, ἐὰν ἡ μὲν λαμπὰς B εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 40 ὑφεκ., ὁ δὲ λαμπτήρ A εἰς ἀπόστασιν 80 ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ διαφράγματος, συνάγομεν ὅτι τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος ἔχει φωτιστικὴν ἰσχὺν 4 τοιούτων λαμπάδων.

Τὸ δὲ τοῦ Bouguer φωτόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ λευκῆς ὑάλου ἡμιδιαφανοῦς (σχ 316) κατακορύφως ἐστηρικμένης, εἰς τὸ μέσον τῆς ὁποίας τοποθετεῖται κατ' ὀρθὰς γωνίας σκιερὸν διάφραγμα. Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦμεν τὰ δύο συγκριτέα φῶτα, οὕτως ὥστε τὸ ἐν μὲν φῶς νὰ φωτίζῃ τὸ ἐν ἡμισυ τῆς ὑάλου, τὸ δὲ δευτέρου φῶς τὸ ἕτερον ἡμισυ αὐτῆς καὶ εἰς τοιαύτας ἀπὸ τῆς ὑάλου ἀποστάσεις, ὥστε νὰ φωτίζωνται τὰ δύο μέρη αὐτῆς ἐξ ἴσου. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φώτων.



Σχ. 316.

Τὸ δὲ φωτόμετρον τοῦ Bunsen ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ τεμαχίου χάρτου φέροντος εἰς τὸ μέσον κηλῖδα παραχθεῖσαν διὰ λιπαρᾶς οὐσίας, οἷον ἐλαίου. Τοποθετοῦμεν τὸν χάρτην τοῦτον μεταξὺ τῶν δύο πρὸς σύγκρισιν φώτων, οὕτως ὥστε τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο φῶτα, ἑκατέρωθεν δὲ τῶν ὕψων αὐτοῦ νὰ φωτίζηται ὑπὸ τοῦ ἑτέρου τῶν φώτων καὶ εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις, ὥστε ἡ κηλὶς νὰ καταστῇ ἀφανής, ἀλλὰ κατ' εὐθεῖαν καὶ οὐχὶ πλαγίως ὁρωμένη· τοῦτο δ' ἐπιτυγχάνεται, ἐὰν παρατηρήσωμεν αὐτὴν ἐν κατόπτρῳ σχηματίζοντι γωνίαν 45^0 μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου. Καὶ ἐν τῷ φωτομέτρῳ τούτῳ ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τοῦ χάρτου ἀπὸ τῶν δύο φώτων παρίστανται τὴν σχετικὴν λαμπρότητα αὐτῶν.

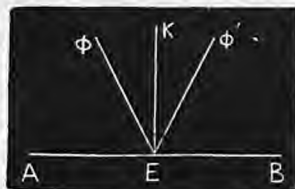
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

αφ' ου δεινεται μόνον η χροια
η χροις δια μέναι
Α

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.
ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΗΤΡΑ.

409. **Διάχυσις τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς προσπίπτον ἐπὶ ἐπιφάνειαν τραχεῖαν καὶ ἀνώμαλον διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ διὰ τοῦτο τοιαύτη ἐπιφάνεια φωτιζομένη καθίσταται πανταχόθεν ὁρατή. Ἡ φωτιζομένη δ' αὕτη ἐπιφάνεια ἐκπέμπουσα μέρος τοῦ ἐφ' αὐτὴν προσπίπτοντος φωτός πρὸς ἄλλα σώματα φωτίζει αὐτά, ταῦτα δὲ πάλιν φωτίζουν ἄλλα καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ τοῦτο ἀνοιγομένων κατὰ τὴν ἡμέραν τῶν παραθύρων αἰθούσης αὕτη φωτίζεται, καίπερ μὴ εἰσδύοντος ἐντὸς αὐτῆς ἀπ' εὐθείας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός. Τὸ ποσὸν δὲ τοῦ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διαχυομένου φωτός ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος καὶ ἐκ τοῦ χρώματος αὐτοῦ. Αἱ λευκαὶ π.χ. οὐσίαι, ὥς ἀπορροῶσαι ἐλάσσονα ποσότητα φωτός καὶ διασκορπίζουσαι μείζονα ἢ αἱ κεχρωματισμέναι καὶ ἰδίως αἱ μέλαιναι, φαίνονται φωτεινότεραι τούτων, καίπερ ἐξ ἴσου φωτιζόμεναι. Τούτου ἕνεκα αἰθουσα ἔχουσα παράθυρον ἀπέναντι λευκοῦ τοίχου φωτίζεται πλείωτερον ἢ ἂν ὁ τοίχος εἶνε κεχρωματισμένος, ἐλάχιστον δὲ τοῦ τοίχου ὄντος μέλανος. Ὡσαύτως ἐὰν ἐν αἰθούσῃ καλύψωμεν τράπεζαν ὑπὸ λαμπτήρα κειμένην διὰ λευκοῦ πετάσματος, ἢ αἰθουσα φωτίζεται πλείωτερον ἢ ἐὰν ἡ τράπεζα καλυφθῇ μέλανι πετάσματι.

410. **Ἀνάκλασις τοῦ φωτός** Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια σώματος τινος εἶνε λεία καὶ στιλπνή, τότε ἐκτρέπεται τὸ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτον φῶς καθ' ὁρίσμένην διεύθυνσιν, ἥτοι ἀνακλᾶται. Κατὰ ταῦτα ἔστω ΑΒ (σχ. 317) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος, λεία καὶ στιλπνὴ καὶ ΦΕ ἀκτὶς φωτός 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. 317.

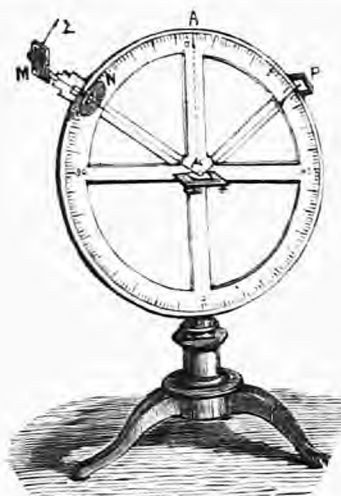
Ἡ ἀνακλάσις τοῦ φωτός ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πάντοτε τῇ γωνίᾳ τῆς προσπίπτουσας.

Β'. Τὸ ἐπίπεδον, ὅπερ ὀρίζουσιν ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλωσάν ἐπιφάνειαν.

Ἐκ τοῦ πρώτου τῶν νόμων τούτων συνάγουμεν ὅτι ἀκτίς φωτός προσπίπτουσα καθετῶς ἀνακλᾶται πάλιν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

411. Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὀργάνου συγκαίμενου ἐξ ὀρειχαλκίνου κύκλου (σχ. 318), ὑποδιηρημένου εἰς μοίρας καὶ οὔτινος τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακορύφως. Ὁ δίσκος



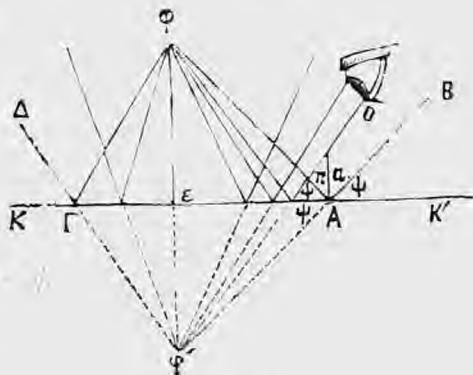
Σχ. 318.

οὗτος φέρει κατὰ μὲν τὸ κέντρον αὐτοῦ ἐπίπεδον κάτοπτρον μ , ὅπερ διατίθεται ὀριζοντίως, ἐπὶ δὲ τῆς περιφερείας ἐκ τοῦ ἐνὸς μὲν μέρους μικρὰν ὑαλίνην πλάκα P ἡμιδιαφανῆ, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν δίσκον ἀδιαφανῆ N φέροντα ἐν τῷ μέσῳ ὀπὴν καὶ ὑπεράνω αὐτοῦ κάτοπτρον M στρεπτόν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Ἡ τε πλάξ P καὶ ὁ δίσκος N δύνανται νὰ μετακινηθῶσιν ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ δίσκου καὶ στερεωθῶσιν εἰς οἰανδήποτε ἐπ' αὐτοῦ θέσιν. Τούτων οὕτως ἐχόντων δεχόμεθα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου M δέσμην ἀκτί-

νων ΣM , εἰον ἡλιακῶν, ἣν δι' ἀνακλάσεως ἐπ' αὐτοῦ διευθύνουμεν οὕτως, ὥστε τὸ ἐλάχιστον μέρος ταύτης τὸ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δίσκου N διερχόμενον νὰ διευθυνθῇ κατ' ἀκτῖνά τινα τοῦ κύκλου καὶ προσπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ κέντρῳ τοῦ δίσκου κατόπτρου μ . Μετακινούμεν τὴν ὑαλίνην πλάκα P , οὕτως ὥστε ἡ φωτεινὴ δέσμις ἀνακλωμένη κατὰ τινα ἀκτῖνα τοῦ κύκλου νὰ προσπέσῃ εἰς τὸ κέντρον τῆς πλάκας ταύτης. Μετροῦντες τὰς γωνίας, ἅς αἱ δύο ἀκτῖνες, ἡ τῆς προσπίπτουσας καὶ ἡ τῆς ἀνακλάσεως, σχηματίζουσι μετὰ τῆς καθετοῦ $A\mu$, εὐρίσκομεν αὐτὰς μὲν ἴσας, τὴν δὲ ἀνακλωμένην ἀκτῖνα ἐν τῷ αὐτῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν ᾧ κεῖται καὶ ἡ προσπίπτουσα. Τὸ αὐτὸ δ' εὐρίσκομεν πειρώμενοι καὶ ἐπ' ἄλλας γωνίας προσπίπτουσας οἰανδήποτε.

412. **Κάτοπτρα.** Καλεῖται *κάτοπτρον* πᾶν σῶμα, ὅπερ ἔχον ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾷ τὸ φῶς κατὰ τοὺς προειρημένους δύο νόμους. Κατόπτρων δὲ διακρίνομεν διάφορα εἶδη, τὰ *ἐπίπεδα*, τὰ *σφαιρικά*, τὰ *κυλινδρικά*, τὰ *κωνικά*, τὰ *παροβολικά*, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θέλομεν πραγματευθῆ περὶ τῶν *ἐπιπέδων* καὶ *σφαιρικῶν* μόνον.

413. **Α'. Ἐπίπεδα κάτοπτρα.** Καλοῦνται *ἐπίπεδα κάτοπτρα* ἐκείνα, ὧν ἡ λεία καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια εἶνε ἐπίπεδος. Ἐὰν ἐνὶ ὧν τοιοῦτου κατόπτρου θέσωμεν ἐν ἡ πλείοτερα φωτοβόλα σημεία, ταῦτα ἀπεικονίζονται ἐν αὐτῷ, οὕτως ὥστε ἑκάστον αὐτῶν σχηματίζει τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον· τουτέστιν αἱ ἐκ τίνος φωτοβόλου σημείου ϕ (σχ. 319) ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες, ὅσων αἱ $\phi\Gamma$, ϕA καὶ ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου KK' προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τοιαύτας διευθύνσεις $\Gamma\Delta$, AB , ὥστε προεκβαλλόμεναι αὗται ἀντιθέτως ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου συναντῶνται πᾶσαι εἰς τι σημεῖον ϕ' , ὥστε ἡ εὐθεῖα $\phi\phi'$ ἢ ἐνοῦσα τοῦτο μετὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου ϕ εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον KK' τοῦ κα-

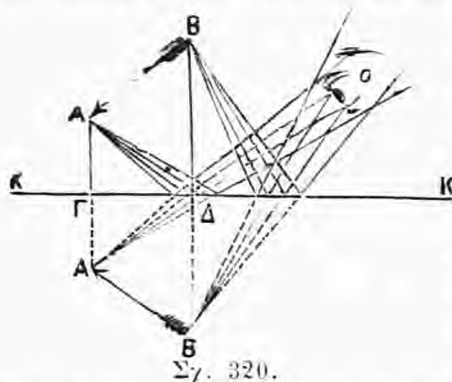


Σχ. 319.

τόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη $\phi\epsilon$ καὶ $\epsilon\phi'$. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἔστω ϕA μία τῶν πολλῶν ἀκτίνων, ἥτις ἐκπορευομένη ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου ϕ καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν AB σχηματίζουσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως α ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως π . Ἡ ἀνακλωμένη αὕτη ἀκτίς AB προεκβαλλομένη ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου θέλει συναντήσῃ βεβαίως τὴν προεκβολὴν τῆς καθέτου $\phi\epsilon$, διότι καίτοι ἐν τῷ καθέτῳ ἐπὶ τὸ κάτοπτρον ἐπιπέδῳ ϕAB τῷ περιέχοντι καὶ τὴν κάθετον $\phi\epsilon$. Ἡ δὲ ἀπόστασις $\phi'\epsilon$ εἶνε ἴση τῇ $\phi\epsilon$, διότι τὰ ὀρθογώνια τρίγωνα $\phi\epsilon A$ καὶ $\phi'\epsilon A$ εἶνε ἴσα ὡς ἔχοντα τὴν πλευρὰν ϵA κοινὴν καὶ τὰς γωνίας $\phi A\epsilon$ καὶ $\phi' A\epsilon$ ἴσας ὡς ἴσας τῇ αὐτῇ γωνίᾳ $B A K' = \psi$. Ὅμοιως δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν ὅτι καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς $\Gamma\Delta$

καὶ πᾶσα ἄλλη προεκβαλλομένη θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου ϕ' συμμετρικοῦ τοῦ ϕ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου KK' . Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν σ δεχθῇ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, ὑπολαμβάνομεν ὅτι εἰς τὸ σημεῖον ϕ' κεῖται φωτοβόλον τι σημεῖον, ἐν ᾧ πράγματι τοιοῦτον δὲν ὑπάρχει. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται *εἶδωλον κατ' ἔμφασιν* τοῦ φωτοβόλου σημείου ϕ , ἧτοι ἰδανικόν.

414. Ἐὰν νῦν θέσωμεν ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου φωτοβόλον τι ἀντικείμενον AB (σχ. 320), ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει κατὰ τὰ προειρημένα τὸ εἶδωλον αὐτοῦ εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ εἶδωλα τῶν σημείων A καὶ B , καταβιβάζομεν τὰς καθέτους AG καὶ BD ἐπὶ τὸ κατόπτρον, προεκ-



βάλλομεν αὐτὰς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεῖα A' καὶ B' , οὕτως ὥστε νὰ ἔχωμεν $AG = A'G$ καὶ $BD = B'D$. Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον $A'B'$ τοῦ ἀντικείμενου AB . Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρίσκεται ἄνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ O , τότε βλέπομεν τὸ εἶδωλον $A'B'$,

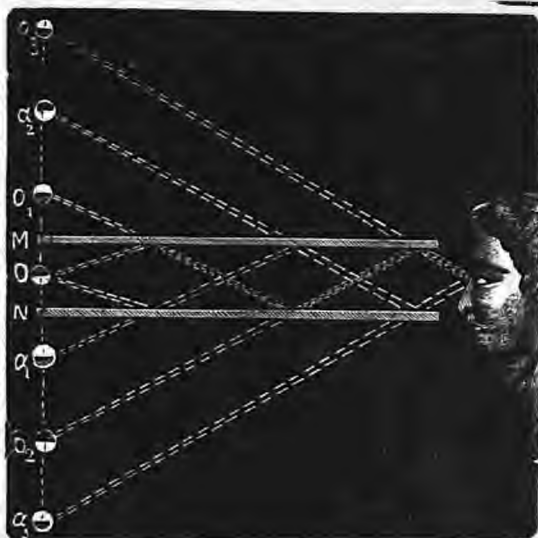
διότι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δέχεται τὰς ἀνακλωμένας δεσμίδας καὶ ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται προέρχονται ἐκ τῶν σημείων $A'B'$.

415. Αἱ γωνίαι, ἅς τὸ ἀντικείμενον AB ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους καὶ τὸ εἶδωλον $A'B'$ ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ κατόπτρου KK' σχηματίζουν μετ' αὐτοῦ, εἶνε ἴσαι πρὸς ἀλλήλας καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ γωνία, ἣν τὸ ἀντικείμενον σχηματίζει μετὰ τοῦ εἰδώλου αὐτοῦ, εἶνε διπλασία ἐκατέρας αὐτῶν καὶ ἐπομένως ἀντικείμενον κατακόρυφον ἀπεικονίζεται ὀριζόντιον ἐν κατόπτρῳ κεκλιμένῳ κατὰ γωνίαν 45° .

416. Συνήθως τὰ ἐπίπεδα κατόπτρα εἶνε πλάκες ὑάλινοι ἐπηργυρωμένοι, διότι ὁ ἄργυρος ἔχει τὴν μεγίστην ἀνακλαστικὴν δύναμιν. Ἀλλὰ καὶ ἐν ὑάλῳ μὴ ἐπηργυρωμένῃ δυνάμεθα νὰ κατοπτρισθῶμεν ὡς καὶ ἐν ὕδατι· τότε ὅμως τὰ εἶδωλα εἶνε ἀμυδρότερα, διότι μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτός διαπερᾷ τὴν ὑάλον ἢ τὸ ὕδωρ· ὅταν δὲ ὀπισθεν τῆς ὑάλου εἶνε σκότος ἢ τὰ ἀντικείμενα φωτίζονται ἰσχυρῶς, τὰ εἶδωλα εἶνε ζωηρότερα.

(417. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων.

Ἐάν μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων M καὶ N (σχ. 321) τεθῇ φωτοβόλον τι σῶμα O , τοῦτο θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ M πρῶτόν τι εἶδωλον O_1 συμμετρικόν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον M . Τὸ εἶδωλον δὲ τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς κέντρον ἀκτινοβολίας καὶ νὰ σχηματίσῃ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου N δεύτερον εἶδωλον O_2 συμμετρικόν τοῦ O_1 ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον N . Τὸ δεύτερον τοῦτο εἶδωλον θέλει σχηματίσει τρίτον εἶδωλον O_3 ὀπισθεν τοῦ M καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δὲ θέλομεν ἔχει πρώτην τινὰ σειρὰν εἰδῶλων, ὧν ὁ ἀριθμὸς θεωρητικῶς εἶναι ἄπειρος. Ὁμοίως τὸ αὐτὸ φωτοβόλον σῶμα O θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ N πρῶτόν τι εἶδωλον α_1 καὶ τοῦτο



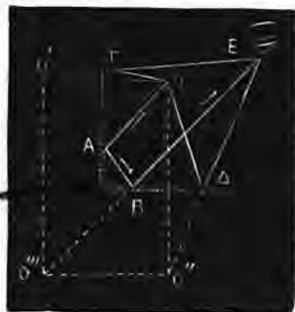
Σχ. 321.

ὀπισθεν τοῦ M δεύτερον α_2 καὶ τοῦτο τρίτον α_3 καὶ οὕτω καθεξῆς θέλει παραχθῇ δευτέρα σειρά εἰδῶλων ἀπείρων τὸ πλῆθος. Τὸ σχῆμα 321 παριστᾷ ὀφθαλμὸν δεχόμενον φωτεινὰς δεσμίδας πρὸς ἀνακλασθείσας, αἵτινες παρέχουσι τὰ εἶδωλα α_3 καὶ O_3 . Ἀλλ' ἕνεκα τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐλαττωμένης τῆς ἰσχύος τοῦ φωτός, ἡ λαμπρότης τῶν διαδοχικῶν εἰδῶλων βαίνει ἐξασθενούσα, οὕτως ὥστε ἐπὶ τέλους ταῦτα καθίστανται ἀόρατα.)

(418. Ἀνάκλασις ἐπὶ κατόπτρων συγκλινόντων. Ἐάν μεταξὺ δύο κατόπτρων ἀποτελούντων π. γ. ὀρθὴν γωνίαν (σχ. 322) τεθῇ φωτοβόλον τι σημεῖον O , τοῦτο σχηματίζει πρὶν εἶδωλα O' , O'' , O''' . Τοῦ ὀφθαλμοῦ δ' ἡμῶν εὐρισκόμενου κατὰ τὸ E , τὰ μὲν εἶδωλα O' καὶ O'' βλέπομεν ἐκ τῶν ἀπλῶν ἀνακλάσεων $O'E$ καὶ $O''E$, τὸ δὲ O''' ἕνεκα τῆς διπλῆς ἀνακλάσεως $OABE$. Ἐάν τὰ κάτοπτρα σχηματίζωσι γωνίαν 60° , ἐμφανίζονται πέντε εἶδωλα· ἐάν δὲ γωνίαν

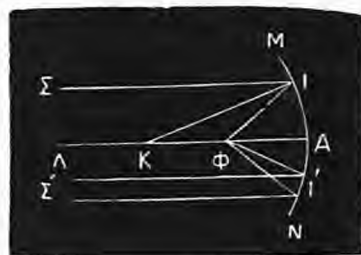
450⁰, εμφανίζονται ἐπὶ τὰ εἰδῶλα διατιθέμενα ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς ἐχούσης κέντρον τὸ σημείον, πρὸς ὃ συγκλίνουν τὰ κάτοπτρα, καὶ διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου διερχομένης. Ἐν γένει δὲ πρὸς εὗρεσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν εἰδῶλων εἰς τὰ συγκλίνοντα κάτοπτρα διαιροῦμεν τὰς 360⁰ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μοιρῶν τῆς γωνίας τῶν κατόπτρων, τὸ δὲ πηλίκον ἡλαττωμένον κατὰ μονάδα παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰδῶλων.)

419. Ἐφαρμογὴ τῶν συγκλινόντων κατόπτρων εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον **εἰδωλοσκόπιον**, ὅπερ εἶνε σωλὴν κοῖλος ἐμπεριέχων δύο κάτοπτρα σχηματίζοντα γωνίαν, μεταξύ τῶν ὁποίων τίθενται διάφορα μικρὰ τεμάχια ὑάλου ποικίλως κεχρωματισμένα. Διορῶντες διὰ τοῦ ὀργάνου τοῦτου βλέπομεν πάντοτε κανονικὸν τι σχῆμα, ὅπερ μεταβάλλομεν μετακινούντες τὰ ὑάλινα ἀντικείμενα τοῦ ὀργάνου.)



Σχ. 322.

420. Β'. **Σφαιρικά κάτοπτρα**. Καλοῦνται **σφαιρικά κάτοπτρα** τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν μὲν ἡ λεῖα καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἶνε ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον καλεῖται **κοῖλον**, ὅταν δ' ἡ ἐξωτερικὴ, **κυρτόν**. Ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοιούτων κατόπτρων γεννᾶται ὑπὸ τῆς κύκλου MN (σχ. 323) στρεφομένου περὶ τὴν διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ A διερχο-



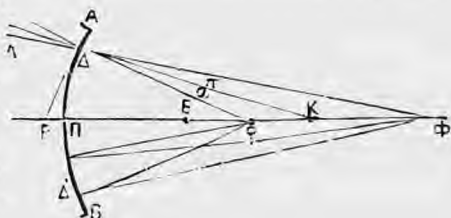
Σχ. 323.

μένην ἀκτῖνα καμπυλότητος KA. Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα AKI ἢ διὰ τοῦ κέντρου K καὶ τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου A διερχομένη καλεῖται **κύριος ἄξων** τοῦ κατόπτρου· πᾶσα δ' ἄλλη ἀπεριόριστος εὐθεῖα διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου K καὶ μὴ συμπίπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται **δευτερεῶν ἄξων** τοῦ κατόπτρου. Κάθετος δὲ εἰς τι σημεῖον I σφαιρικοῦ κατόπτρου κοῖλου ἢ κυρτοῦ εἶνε ἡ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀγομένη ἀκτὶς τῆς σφαίρας, εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον. Τέλος ἡ γωνία MKN καλεῖται **πλάτος** τοῦ κατόπτρου.

421. α'.) **Κοῖλα κάτοπτρα**. **Κυρία ἐστία**. Ἐὰν σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον MN (σχ. 323) μικροῦ πλάτους, εἶεν 8⁰—10⁰,

δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, οἷον ἡλιακὰς ΣΙ, αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Φ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος ΑΚ (1). Τὸ σημεῖον τοῦτο Φ καλεῖται *κυρία ἐστία* τοῦ κατόπτρου, ἡ δὲ ἀπόστασις ΑΦ *κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις*. Ἐν τοῦναντίον θέσωμεν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν Φ φωτοβόλον σημεῖον, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διευθύνσεις ΙΣ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΛ.

422. Συζυγεῖς ἐστίαι. Ἐν φωτοβόλον τι σημεῖον Φ (σχ. 324) τεθῇ ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου ΑΒ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΠΚΦ πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν σχηματίζουσαι τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως α ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως π τέμνουσιν ἀλλήλας εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον ϕ κείμενον πάντοτε μεταξύ κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π οὔσης ἐλάσσονος τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἣν σχηματίζει ἡ παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτίς, καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως α θὰ εἴη ἐλάσσων τῆς ΚΔΕ. 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 ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν συνέρχονται εἰς τὸ Φ, τούτέστιν ἐκότερον τῶν δύο σημείων Φ καὶ ϕ εἶναι 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, διότι ἐλαττωμένης τῆς π ἐλαττωταὶ καὶ ἡ α . Ἐν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνεται



Σχ. 324.

(1) Τὸ τρίγωνον ΚΦΙ (σχ. 323) εἶναι ἰσοσκελές, διότι ΚΙΣ=ΚΙΦ ὡς γωνία προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως καὶ ΚΙΣ=ΙΚΦ, διότι ΣΙ παράλληλος τῇ ΑΛ, ὅθεν ΚΙΦ=ΙΚΦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ΚΦ=ΦΙ. Ἀλλ' ἡ ΦΙ εἶναι αἰσθητῶς ἴση τῇ ΦΑ, ἂν τὸ σημεῖον Ι κείτῃ πλησίον τοῦ Α, ὅθεν ΑΦ=ΦΚ ὁ. ἔ. δ.

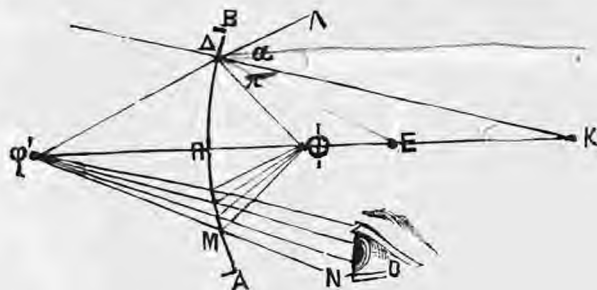
km - 200 m
 v = 20 m/s
 r = 100 m
 a = ?

δημοσιότητα των περιγώνων ΝΜΚ και ναΚ λαμβάνουμε

$$\frac{NM}{\gamma\Pi} = \frac{\Phi K}{\Phi K} = \frac{\Phi\Pi - K\Pi}{K\Pi - \Phi\Pi} = \frac{\pi - \alpha}{\alpha - \pi'} = \frac{\pi}{\pi'}$$

διὰ τῶν σχετικῶν τιμῶν τοῦ π καὶ π' εὐρίσκωμεν τὰ σχετικὰ μεγέθη.

427. Εἶδωλα κατ' ἑμφασιν. Ἐάν πρωτοβόλον σημείον Φ

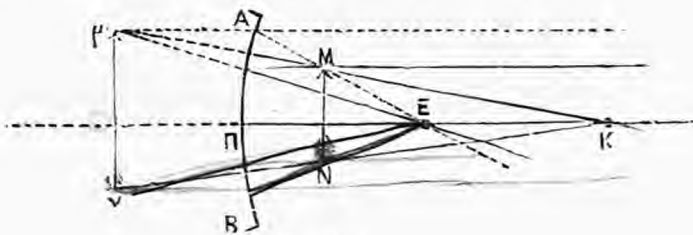


$\Sigma\gamma$. 326.

ταθῇ μεταξύ κυρίας ἐστίας Ε καὶ κατόπτρου ΒΑ (σχ. 326), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι,

$\alpha\upsilon\tau\omicron\upsilon\tau\omicron\ \acute{\epsilon}\chi\pi\epsilon\rho\mu\omicron\tau\omicron\nu\epsilon\iota\ \delta\acute{\iota}\kappa\tau\iota\nu\epsilon\varsigma\ \kappa\alpha\iota\ \epsilon\pi\iota\ \tau\omicron\upsilon\ \kappa\alpha\tau\omicron\pi\tau\omicron\upsilon\ \pi\omicron\sigma\alpha\pi\tau\omicron\upsilon\sigma\alpha\iota,$

οἷον ἡ $\Phi\Delta$, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι ὡς ἡ $\Delta\Lambda$ (διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π οὐσης μείζονος τῆς γωνίας ΕΔΚ καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως α θὰ εἴνε μείζων τῆς γωνίας, ἣν ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ἡ διερχομένη διὰ τοῦ σημείου Δ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου $\Delta\text{Κ}$) μὴ δυνάμεναι νὰ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγῇ ἐστίαν καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὁμῶς ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν σ δεχθῇ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, οἷον τὰς ΜΝ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται ἐκπορεύονται 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 κατόπτρον, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ ϕ' πλησιάζει ὡσαύτως, διότι τῆς γωνίας π αὐξανομένης καὶ ἡ α αὐξάνεται. Ἐὰν



Σχ. 327.

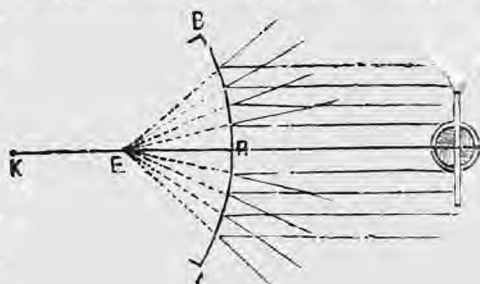
δὲ τὸναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ ἀπομακρυνόμενον τοῦ κατόπτρου πλησιάζῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε , ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου τάχιστα εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κειμένου μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κατόπτρου, τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ῥηθῇ καὶ περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐφ' οἷουδῆποτε δευτερεύοντος ἄξονος κειμένου μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος.

Ἐὰν ᾗδὲ φωτοβόλον τι ἀντικείμενον ΜΝ (σχ. 327) τεθῇ μετὰ τῆς ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου ΑΒ , τὰ διάφορα αὐτοῦ σημεῖα, οἷον τὰ Μ, Ν , κείμενα ἐπὶ διαφόρων δευτερεύοντων ἄξόνων ΚΜ, ΚΝ , σχηματίζουσιν ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῶν ἄξόνων τούτων ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου τὰς κατ' ἔμφασιν ἐστίας αὐτῶν. Καὶ τοῦ μὲν Μ σχηματίζεται εἰς τὸ σημεῖον μ (διότι ἡ μὲν ΜΑ ἡ διὰ τοῦ Ε διερχομένη ἀνακλᾶται παράλληλως τῇ ΠΚ , ἡ δὲ καθέτως προσπίπτουσα κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΚΜ ἀνακλᾶται καθέτως, ἡ δὲ ἐκ τοῦ Μ παραλ-

λήλως τῇ ΠΚ προσπίπτουσα ἀνακλωμένη, διέρχεται διὰ τοῦ Ε' αἱ τρεῖς δ' αὐταὶ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες προσκαλλόμεναι συνέρχονται εἰς τὸ σημεῖον μ), τοῦ δὲ Ν εἰς τὸ γ καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ εἶδωλον μν ὀρθόν καὶ πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου ΜΝ. Καὶ ἂν μὲν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ εἰς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ σμικρυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, καὶ τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου ταχέως μεγεθυνόμενον ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.

ΣΗΜ. Περί τοῦ σχηματισμοῦ εἰδωλῶν καθ' ὑπόστασιν καὶ κατ' ἐμφασιν ἐν κοίλῳ σφαιρικῷ κατόπτρῳ πειθόμεθα τίθεμενοι εἰς διαφόρους ἀπὸ τοιούτου κατόπτρου ἀποστάσεις, ὅποτε τὸ εἶδωλον ἡμῶν πλησιάζοντων ἐξ ἰκανῆς ἀποστάσεως πρὸς τὸ κάτοπτρον κατ' ἄρχάς μὲν ἐμφανίζεται ἐν τῷ διαστήματι μεταξύ ἡμῶν καὶ τοῦ κατόπτρου ἀνεστραμμένον καὶ μικρόν, εἴτα δὲ βραίνει διηγεκῶς μεγεθυνόμενον καὶ πλησιάζον πρὸς ἡμᾶς καὶ τέλος ἐκλείπει, ὅταν τεθῶμεν ἐπὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τεθῶμεν μεταξύ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τῆς κυρίας ἐστίας, τὸ εἶδωλον ἡμῶν σχηματίζεται ὀπίσθεν ἡμῶν μέγα καὶ ἐπομένως ἀόρατον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν πλησιάζοντες πρὸς τὸ κάτοπτρον τίθεμενοι μεταξύ κυρίας ἐστίας καὶ κατόπτρου, τὸ εἶδωλον ἡμῶν ἐμφανίζεται ὀρθόν καὶ μέγιστον ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου, σμικρυνόμενον δὲ ἐν ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τὸ κάτοπτρον. Ἐὰν αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν μεταθέτοντες τὴν πλῆρη λαμπράδος ἐνώπιον κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ καὶ δεχόμενοι τὸ εἶδωλον αὐτῆς ἐπὶ λευκοῦ χαρτοῦ.

428. β'). Κυρτὰ κάτοπτρα. Ἐὰν σφαιρικόν κάτοπτρον κυρτὸν ΑΒ (σχ. 328) δεχθῇ ἀκτῖνας Φ παραλλήλους τῇ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξει ΠΚ, αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀριστάμεναι καὶ δὲν δύνανται νὰ σχηματίσωσι καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἀλλ' ἂν τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτῖνων δεχθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τινος σημείου Ε' κειμένου ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου, ὅπερ εἶνε ἡ κυρία κατ' ἐμφασιν ἐστία τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, κειμένη εἰς τὸ μέ-



Σφ. 328.

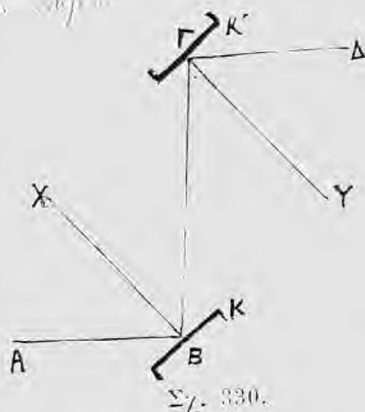

 σον τῆς ΚΠ
 βλέπομεν ἐπὶ
 ὁ ἄλλος

[illegible]

Σγ. 329.

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

430. Πόλωση τοῦ φωτός δι' ἀνακλάσεως. Ἐστω AB (σχ. 330) φωτεινὴ τις ἀκτίς, εἶον ἡλιακὴ, ἥτις εἰσδύουσα εἰς σκεπτικὸν θάλαμον διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὁπῆς A προσπίπτει ἐπὶ κατόπτρου K ἐκ μελάντης ὑάλου ὑπὸ γωνίαν $ABX=54^{\circ} 35'$, ἀνακλασθεῖσα δὲ κατὰ τὴν διεύθυνσιν BG προσπίπτει ἐπὶ δευτέρου ὁμοίου κατόπτρου K' *paraλλήλῳ* τῷ πρώτῳ ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως $B'G'$ ἴσην τῇ πρώτῃ ABX, ἀνακλασθεῖσα δὲ καὶ πάλιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΔ πίπτει ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι λευκοῦ τοίχου κατὰ τὸ Δ σχηματίζουσα κυκλωτερὴν φωτεινὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου. Ἐὰν τότε διατηροῦντες ἀμετάθετον τὸ κατόπτρον K στρέψωμεν τὸ K' περὶ τὴν ΓB ὡς περὶ ἄξονα, οὕτως ὥστε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως $B'G'$ νὰ μένῃ ἀμετάβλητος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς ΓΔ στρεφομένη μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς προσπτώσεως $B'G'$ γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀμυδροτέρα, τὸ δὲ ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ θωματίου μετακινούμενον περιφερικῶς εἰδῶλον τοῦ ἡλίου βαθμηδὸν ἐπισκοπίζεται καὶ εἴτα παντάπασιν ἀφανίζεται, ὅταν τὸ ἀρχικὸν ἐπίπεδον BΓΔ, ὅπερ ὀρίζουσιν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς BG καὶ ἡ ἀνακλωμένη ΓΔ, στραφῇ κατὰ 90° , ὅταν δηλονότι τὸ ἐπίπεδον BΓΔ γίνῃ κάθετον τῷ ABΓ. Ἐὰν ἔτι ἐξακολουθήσωμεν στρέφοντες τὸ κατόπτρον K' περὶ τὴν ΓB κατὰ ἑτέρας 90° , ὅτε τὸ ἐπίπεδον BΓΔ θὰ συμπίσῃ μετὰ τοῦ ABΓ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς ΓΔ καὶ τὸ ἐπὶ τῶν τοίχων εἰδῶλον τοῦ ἡλίου ἀναφαίνονται καὶ πάλιν, βαθμηδὸν φωτεινότερα γινόμενα καὶ ἀναλαμβάνοντα τὴν ἀρχικὴν αὐτῶν λαμπρότητα· πάλιν δὲ ἀμυρότερα καθίστανται, ὅταν ἡ στροφή τοῦ κατόπτρου K' περὶ τὴν BG ἐξακολουθήσῃ καὶ πέραν τῶν 180° , τέλος δ' ἀφανίζονται, ὅταν ἡ γωνία τῆς στροφῆς ἐξισωθῇ πρὸς 270° .



Σχ. 330.

Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, ἡ προελθούσα ἐκ συνήθους φωτεινῆς ἀκτίνος προσπεσούσης ἐπὶ ὑαλίνῃς πλάκῃς ὑπὸ γωνίαν $54^{\circ} 35'$ ἔχει νέαν τινὰ ιδιότητα, ἥς στερεῖται

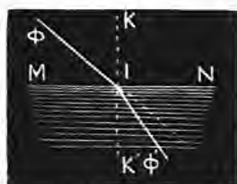
ἢ συνήθης φωτεινῆς ἀκτὸς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *πόλωση τοῦ φωτός*, ἢ δὲ ἀκτὶς *πεπολωμένη*. (BΠ)

Ὅθεν καλεῖται *πόλωση τοῦ φωτός ἐξ ἀνακλάσεως ἢ ἰδιότητος ἐκείνῃ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων*, ἧς ἕνεκα ἀνακλασθεῖσαι αὐταὶ ἀπαξ δὲν δύναται κατὰ τινὰς διευθύνσεις r' ἀνακλασθῶσιν ἐκ δευτέρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

431. Καλεῖται *διάθλασις τοῦ φωτός* ἡ μεταβολὴ διευθύνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός, ὅταν προσπίπτουσιν *πλάγιως* ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς διαχωρίζουσας δύο διαφανῆ περιέχοντα μεταβαίνουσιν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς αὐτῶν εἰς τὸ ἕτερον. Ἐστω π. χ. MN (σχ. 331)



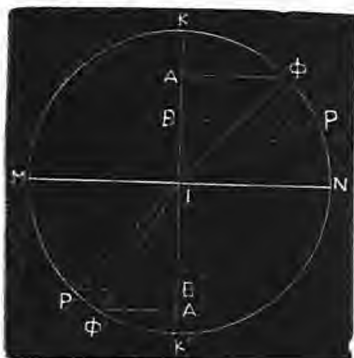
Σχ. 331.

ἢ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια ἢ χωρίζουσα τὰ δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ ΦΙ ἀκτὶς φωτός προσπίπτουσα πλάγιως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀκτὶς αὕτη ἄμα μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τοὺς γνωστούς νόμους, ἄμα δὲ εἰσδύουσα εἰς τὸ ὕδωρ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται ταύτης λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἣτοι διαθλᾶται. Τοιαύτη δὲ διάθλασις συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ πλάγιως καὶ οὐχὶ καθέτως κατὰ τὴν ΚΙ, ὅποτε δὲν ἐκτρέπεται, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερόμενη κατ' εὐθείαν γραμμὴν ΚΙΚ'. Ἡ ἀκτὶς ΦΙ καλεῖται *προσπίπτουσα*, ἢ δὲ ΙΦ' *διαθλωμένη*· ὡσαύτως ἡ γωνία ΦΙΚ καλεῖται *γωνία προσπτώσεως*, ἢ δὲ Φ'ΙΚ' *γωνία διαθλάσεως*.

432. **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. Ὅπως ἀλλήλων κατανεμηθῇ ὁ δευτέρος οὗτος νόμος, θεωρήσωμεν



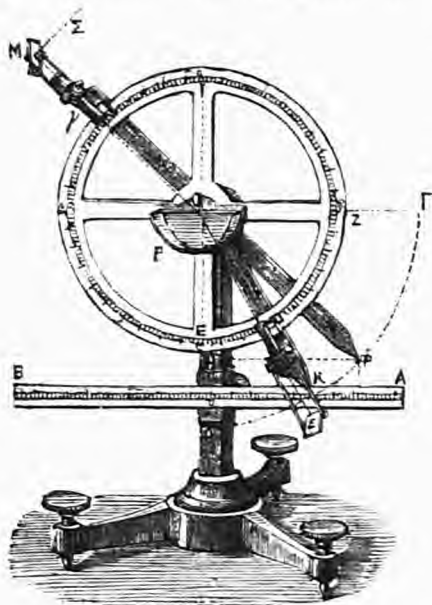
Σχ. 332.

δύο περιέχοντα διαχωριζόμενα ὑπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου MN (σχ. 332) καὶ φωτεινὴν ἀκτῖνα ΦΙ προσπίπτουσιν κατὰ τὸ σημεῖον Ι καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διχαίρωμεν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπτώσεως περιφέρειαν ἔχουσαν κέντρον τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ι καὶ ἀκτῖνα ΦΙ ἴσην τῇ μονάδι. Ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Φ' φέρομεν ἐπὶ τὴν κάθετον τῇ MN διάμετρον ΚΚ' τὰς καθετους ΦΑ καὶ Φ'Α', αἵτινες παριστῶσι τὰ ὑψόμενα τῶν γωνιῶν ΦΙΚ καὶ Φ'ΙΚ'. Ἐὰν τῶν δύο τούτων περιεχόντων τὸ μὲν ἀνώτερον εἴνε ἄηρ, τὸ δὲ κατώτερον ὕδωρ, εὐρίσκουμεν ὅτι τὰ μήκη τῶν καθετῶν ΦΑ καὶ Φ'Α' ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα λόγον ἴσον πρὸς $\frac{4}{3}$. Ἔστω καὶ δευτέρα τις φωτεινὴ ἀκτίς ΡΙ λαμβάνουσα μετὰ τὴν διάθλασιν τὴν διεύθυνσιν ΙΡ'. Καὶ πάλιν, ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἐπὶ τὴν διάμετρον ΚΚ' καθετους ΡΒ καὶ Ρ'Β', εὐρίσκουμεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν αὐτῶν εἶνε $\frac{4}{3}$, ἥτοι ἴσος τῷ προηγούμενῳ. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο περιέχοντα εἴνε ἄηρ καὶ ὕαλος, ὁ λόγος αὐτὸς εἶνε ἴσος πρὸς $\frac{3}{2}$. Ὁ ἀριθμὸς αὐτός, ὅστις εἶνε μὲν σταθερὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα, μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένων τῶν περιεχόντων, καλεῖται δεικτικὴ διαθλάσεως καὶ παρίσταται διὰ τοῦ τύπου
$$\frac{\eta_{\mu. \pi}}{\eta_{\mu. \delta}} = n, \text{ ἔνθα } \pi \text{ καὶ } \delta$$
 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 μικρότερα τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἥτοι τὰ πυκνότερα σώματα εἶνε συνήθως καὶ θλαστικώτερα τῶν ἀραιότερων. Ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ ἑξαιρέσεις, ὡς τὸ εἰνόπνευμα, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ὁ αἰθήρ, ἅτινα καὶ περ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος εἶνε θλαστικώτερα αὐτοῦ.

433. Οἱ νόμοι τῆς διαθλάσεως ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ συσκευῆς (σχ. 333) συγκειμένης ἐκ κυκλικοῦ δίσκου βεβαθυστολογημένου, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον τίθεται κατακόρυφος. Δύο κανόνες κινούμενοι ἐπὶ τῆς περιφέρειας τοῦ δίσκου φέρουσι μικροὺς σωλήνας γ καὶ Κ, ὧν οἱ ἄξονες λαμβάνουσι πάντοτε τὴν διεύθυνσιν ἀκτίνων τοῦ κυκλικοῦ δίσκου, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὕαλινον ἡμικυλινδρικὸν δοχεῖον Ρ πλήρες ὕδατος, οὗτινος ἡ ἐλευθερά καὶ ὀριζοντία ἐπίπεδος ἐπιφάνεια διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου. Στρέφομεν τὸ κάτοπτρον Μ οὕτως, ὥστε φωτεινὴ ἀκτίς ΣΜ ἀνακλασθεῖσα ἐπ' αὐτοῦ καὶ διελθοῦσα διὰ τοῦ σωλήνος γ νὰ διευθυνθῇ κατὰ τινὰ γωνίαν

μετρικὴν ἀκτῖνα τοῦ κυκλικοῦ δίσκου καὶ διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ O νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς αὕτη διαθλωμένη κατὰ τὴν εἰς τὸ ὕδωρ εἰσόδον αὐτῆς ἐξέρχεται τοῦ δοχείου, χωρὶς νὰ ὑποστῇ δευτέραν διάθλασιν, διότι χωροῦσα εἰς τὸ ὕδωρ κατὰ τινὰ ἀκτῖνα τῆς



Σχ. 333.

ἐγκαρσίου τομῆς τοῦ δοχείου P προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τὴν κυλινδρικήν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ. Εἴτα μετακινούμεν τὸ ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου διάφραγμα E , μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ τὴν διαθλωμένην ἀκτῖνα. Τῶν γωνιῶν $\Phi O \Delta$ καὶ $K O \Delta$ εἶνε ἡ μὲν προσπτώσεως, ἡ δ' ἑτέρα διαθλάσεως. Μετακινούντες νῦν ὁριζόντιον κανόνα BA μετροῦμεν τὰ μήκη τῶν καθέτων τῶν ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ K ἀγομένων ἐπὶ τὴν κατακόρυφον $OH \Delta$ καὶ εὐρίσκουμεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν τούτων εἶνε σταθερὸς, οἷά ὅποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία τῆς προσπτώ-

σεως· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν δευτέρον τῶν προειρημένων νόμων. Ἀλλὰ καὶ ὁ πρῶτος νόμος διὰ τῆς αὐτῆς συσκευῆς ταυτοχρόνως ἀποδεικνύεται, διότι παρατηροῦμεν ὅτι ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν ᾧ κεῖται ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς, κεῖται καὶ ἡ διαθλωμένη.

Ἐκ τῶν γνωστῶν φυσικῶν οὐσιῶν θλαστικωτέρα εἶνε ὁ ἀδάμας· ἀλλὰ καὶ εἰς τεχνητὰς διαφανεῖς οὐσίας κατάρθωσαν νὰ δώσωσι τὴν θλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀδάμαντος, ὡς εἰς τοὺς καλουμένους τεχνητοὺς ἀδάμαντας.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

434. **Ἀνύψωσις σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἐν τινὶ ὑγρῷ.** Ἐστω Λ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 334). Αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ΛA καὶ ΛB ἀναδύουσαι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως

Α καὶ Β καθέτων λαμβάνουσαι τὰς διεσθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ. Ἐάν κατὰ τὸ ΓΔ ὑπάρχῃ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, βλέπομεν τὸ φωτοδόλον σημεῖον Α εἰς τὸ σημεῖον Α', εἰς ὃ τέμνονται αἱ προεκβολαὶ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ΓΑ καὶ ΔΒ, ἥτοι πλησιέστερον τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως τῶν δύο περιεχόντων καὶ τοσούτῳ πλησιέστερον, ὥσθ' ἄλλον πλαγίως προσβλέπομεν πρὸς αὐτήν. Ἀλλὰ καὶ ὅταν καθέτως ἀνωθεν ὀρώμεν φωτοδόλον τι σημεῖον, ἀνυψῶται μὲν καὶ τότε, ἀλλ' ἢ ἀνύψωσις αὕτη εἶνε ἡ ἐλαχίστη πασῶν.



Σχ. 334.

Συμβαίνει δηλονότι καὶ κατὰ τὴν κάθετον πρόσβλεψιν ἀνύψωσις σημείου α (σχ. 335) ἐν τῷ πυθμένι ἀγγείου πλήρους ὕγρου ὑπάρχοντος, διότι τότε λεπτοτάτη τις κωνικὴ δέσμη εαε' φωτεινῶν ἀκτίνων ἐκ τοῦ σημείου α ἐκπορευομένη καὶ καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου προσπίπτουσα μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἀνάδοσιν εἰς ἄλλην κωνικὴν δέσμην εοε' ἀκτίνων ἐπὶ μᾶλλον ἀρισταμένων, ἃς δεχόμενοι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν ὑπολαμβάνομεν ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον κεῖται εἰς τὴν κορυφὴν α τοῦ δευτέρου τούτου κώνου. Ὑψηλότερον κειμένην τῆς κορυφῆς α τοῦ πρώτου κώνου εαε'.



Σχ. 335.

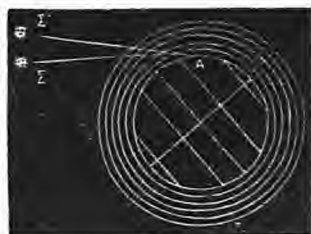
Ῥάβδος ἐμβεβαπτισμένη, πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος αὐτῆς ἀνυψῶται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου (σχ. 336). Ἐάν δ' ἐμβεβαπτίσωμεν τὸ ἡμισυ αὐτῆς καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, τὸ ἐμβεβαπτισμένον ἡμισυ φαίνεται βραχύτερον τοῦ ἑτέρου τοῦ ἐκτὸς κειμένου. Ἐάν 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 μετέβη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν. Δοχεῖον πλήρες θειοῦχος ἀνθρακὸς φαίνεται ἀβαθέστερον ὁμοίου δοχείου πλήρους ὕδατος, διότι ὁ θειοῦχος ἀνθράξ εἶνε θλαστικώτερος τοῦ ὕδατος.



Σχ. 336.

435. Ἀτμοσφαιρική διάθλασις. Τὸ φαινόμενον τῆς διάθλασεως συμβαίνει οὐ μόνον ὁσάκις φωτεινὴ τις ἀκτίς μεταβάλλει, ὥς προεῖρηται, ἀφ' ἑνὸς εἰς ἕτερον διάσπορον τὴν οὐσίαν 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. 337) ἢ ἐκ τῆς σελήνης ἐκπαμπόμεναι, 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

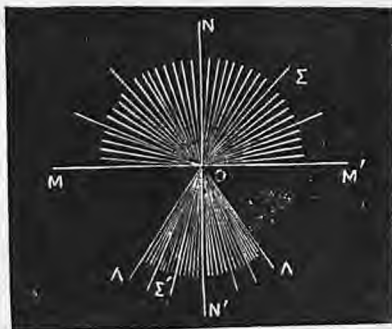


Σχ. 337.

εὐθειῶν γραμμῶν, αἵτινες ἐνοῦσιν ἐκαστὸν αὐτῶν μετὰ τῆς θέσεως, ἣν κατέχουσιν ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλὰ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς τελικῆς διευθύνσεως τῶν εἰσερχομένων εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἀκτίνων, οὗ ἕνεκα καὶ ὁ παρατηρητής Α ἀντὶ τῆς ἰσχύος π. γ. τὸν ἥλιον ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτοῦ θέσει κατὰ τὸ Σ, θέλει ἴδαι αὐτὸν ὑψηλότερον κατὰ τὸ Σ'. Ἐξαίρουσιν μόνον ὅσον ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς τὸ κατακόρυπον σημεῖον, οὗς βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτῶν θέσιν, διότι αἱ κατακορύφως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες δὲν ὑφίστανται διάθλασιν. Ἡ ἀνύψωσις δ' αὕτη, ἣν ὑφίσταται ὁ ἥλιος ἢ ἀστὴρ τις ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, εἶνε μεγίστη εἰς τὸν ὀρίζοντα, βαίνει δὲ μειουμένη καθ' ὅσον ὁ ἥλιος ἢ ὁ ἀστὴρ πλησιάζει πρὸς τὸ κατακόρυπον, ἐπ' αὐτοῦ δὲ τοῦ ὀρίζοντος ἡ ἀνύψωσις ρθάνει εἰς 34' περίπου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης εἶνε μικροτέρα τῶν 34', ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος ἢ ἡ σελήνη φαίνονται ἄνω τοῦ ὀρίζοντος, πρὶν τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ δίσκου αὐτῶν πράγματι ἀνέλθῃ ὑπὲρ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος. Οὕτως παρ' ἡμῖν ἡ φυσικὴ διάρκεια τῆς ἡμέρας, ἥτοι ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς δύσεως τοῦ ἡλίου, αὐξάνεται ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως κατὰ 3 περίπου λεπτὰ τῆς ὥρας τὴν πρωΐαν καὶ κατὰ 3 τὴν ἑσπέραν.

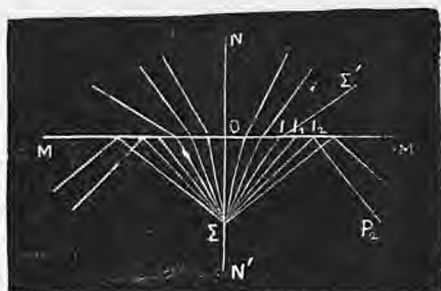
436. Ὅρικὴ γωνία. Ἐστω MM' (σχ. 338) ἡ ἐπιφάνεια ἡ διαχωρίζουσα δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ. Ἡ ἀκτίς NO ἡ καθέτως προσπίπτουσα εἰσερχεται, ὡς εἴπομεν, εἰς τὸ ὕδωρ ἄνευ διαθλάσεως ἀκολουθοῦσα τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ON'. Ἡ δ' ἀκτίς SO προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν ΣΟΝ διαθλάται κατὰ τὴν εὐθειαν

ΟΣ' σχηματίζουσιν μετὰ τῆς καθέτου ΟΝ' γωνίαν διαθλάσεως Ν' ΟΣ' ἐλάσσονα τῆς γωνίας προσπτώσεως ΣΟΝ, 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, τουτέστιν ἴση πρὸς 90° , ὁδηλοῦ ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς ἔπληται τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, τότε ἡ γωνία διαθλάσεως λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν ΛΟΝ' 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 ὕλῳ πρὸς 41° κτλ.



Σχ. 338.

437. **Ὁλικὴ ἀνάκλασις.** Ἐστω ΜΜ' (σχ. 339) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ Σ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτίς ΣΟ ἢ καθέτως τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλησίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, εἰς τὴν ΣΙ, ἐν μέρει μὲν ἀνακλῶνται, ἐν μέρει δὲ διαθλῶνται κατὰ διευθύνσεις, οἷα ἡ ΙΣ', σχηματίζουσας μετὰ τῆς καθέτου γωνίας διαθλάσεως πάντοτε μείζονας τῶν τῆς προσπτώσεως,



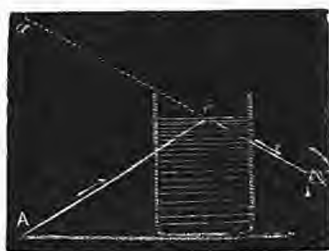
Σχ. 339.

διότι ὁ ἀὴρ εἶνε ἥττον θλαστικὸς τοῦ ὕδατος. Ἀκτῖνες δὲ φωτός ἡ ΣΙ, σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ἴσην τῇ ὀρικῇ ἐν μέρει μὲν ἀνακλᾶται, ἐν μέρει δὲ διαθλᾶται, ἀλλ' ὑπὸ γωνίαν 90° ἤτοι ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος ἀπτομένη τῆς ἐπιφανείας

αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτίς, οἷα ἡ ΣΙ₂, προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὀρικῆς δὲν δύναται πλέον νὰ διαθλασθῇ, ἀλλ' ὀρίσταιται ὀλικῇ ἐν τῷ ὕδατι ἀνάκλασιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν Ι₂Ρ₂. Διὰ τοῦτο

ὅταν καταδυόμενοι ἥρεμα εἰς τὴν θάλασσαν ἀναθλέψωμεν εἴτα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, παρατηροῦμεν φωτεινὸν κύκλον ἐπ' αὐτῆς. ὅστις εἶνε ἡ βάσις κώνου ἀνέστραμμένου ἔχοντος κορυφὴν μὲν τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Σ, ἀνοιγμα δὲ τὴν γωνίαν ΟΣΙ, ἔσθιν πρὸς 48°, ἥτις εἶνε ἡ ἐν τῷ ὕδατι ὀρίκῃ γωνία.

Ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις δύναται ν' ἀποδειχθῇ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος (σχ. 340). Ἐνώπιον ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος θέτομεν ἀντικείμενόν τι, οἷον ἓν νόμισμα Α. Εἴτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος Α λῖαν εὐκρινὲς σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων Αμ, αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.



Σχ. 340.

Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κεκλινένον ὑαλινὸν σωλῆνα κλειστόν 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. Χρῶδης καρπὸς ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτιζόμενος λάμπει κατ' ἐπιφάνειαν ἀργυροειδῶς, διότι ἕνεκα τοῦ παρεντεθέντος στρώματος τοῦ ἀέρος ἐπέρχεται ὀλικὴ ἀνάκλασις. Ἡ λάμψις δ' αὕτη ἐκλείπει, ὅταν καλῶς διαθρέξωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ καρποῦ καὶ ἐκδιώξωμεν τὸν ἐπὶ τοῦ χνοῦ αὐτοῦ ἀέρα. Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐπὶ βάμβακος εἰς ὕδωρ ἐμβαπτισθέντος.

438. Ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός. Ὁ ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός εἶνε φαινόμενον προσερχόμενον ἐκ τῆς διαθλάσεως καὶ ὀλικῆς ἀνακλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Παρατηρεῖται δ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὰς ἀμυδρὰς πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου, ὅταν αὗται θερμαίνονται καθ' ὑπερβολὴν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ὅπότε τὰ διάσπορα ἀντικείμενα κατοπτρίζονται ὡς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς ὕδατος. Ἡ δὲ ὀπτική ἀπάτη εἶνε τοιαύτη, ὥστε

ὁ κατὰ πρῶτον βλέπων τὸ φαινόμενον τοῦτο νομίζει ὅτι πράγματι ἔμπροσθεν αὐτοῦ ἐκτείνεται λίμνη τις.

Ἡ ὀπτική δ' αὕτη ἀπάτη προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες θερμαίνουσιν ἰσχυρῶς τὸ ἔδαφος, ἐν ᾧ τὰ ὑπεράνω αὐτοῦ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, δι' ὧν διήλθον, ἔνεκα τοῦ θερμοδιαβατοῦ αὐτῶν τηροῦνται ψυχρότερα. Ἡ θερμότης δ' αὕτη τοῦ ἔδαφους μεταδίδεται εἰς τὸ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ στρώμα τοῦ ἀέρος καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὰ ὑπερκείμενα στρώματα. Οὕτω δ' ὁ ἀὴρ κατὰ τὴν μεσημβρίαν πρὸ πάντων παρὰ τὸ ἔδαφος σύγκριται ἐκ στρωμάτων, ὧν ἡ πυκνότης βαίνει ἀύξανόμενη μέχρι τινὸς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.



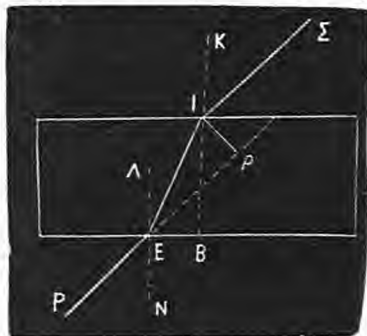
Σγ. 341.

Θεωρήσωμεν λεπτήν τινα δέσμην φωτεινῶν ἀκτίνων φερομένην πληγίως πρὸς τὸ ἔδαφος ἀπὸ τοῦ σημείου A (341) μακρυωμένου τινὸς καὶ ὑψηλοῦ δένδρου. Ἡ δέσμη αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ πυκνότερου εἰς ἀραιότερον στρώμα ἀποκλίνει ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου καὶ ἡ ἀπόκλισις αὕτη βαίνει ἀύξανόμενη, μέχρις ὅτου ἡ δέσμη φθάσασα εἰς στρώμα, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου σχηματίζει γωνίαν μεζίζονα τῆς ὀρικῆς, ὑποστῇ τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν. Ἀπὸ τοῦ σημείου δὲ τούτου Ὁ ἡ φωτεινὴ δέσμη, ἀκολουθεῖ ἀντίθετον πορείαν πλησιάζουσα συνεχῶς πρὸς τὴν κάθετον καὶ συναντᾷ τὸν ὀφθαλμὸν παρατηρητοῦ, ὅστις βλέπει τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου A εἰς A', ἐνθα συναντῶνται αἱ προεχθολαὶ τῶν ἀκτίνων τῶν ἀποτελουσῶν τὴν φωτεινὴν δέσμη. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει διὰ πάντα τὰ σημεία τοῦ ἀντικειμένου, ὅπερ οὕτω παρίσταται ἀνεστραμμένον. Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ οὐρανὸς κατοπτρίζεται, προσγίγνεται ἡ φαινόμενη στυλπνότης τοῦ ἔδαφους εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ

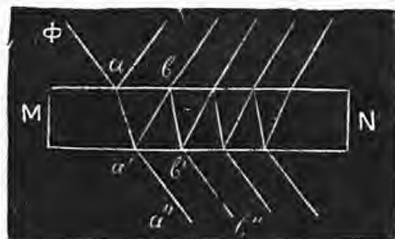
τοῦ παρατηρητοῦ ἀπατώσα τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ ὑπολαμβάνοντος ὅτι εὐρίσκεται πρὸ τινος λίμνης.

439. Διάδοσις τοῦ φωτός διὰ πλακῶν διαφανῶν.

Ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ πλακὸς διαφανοῦς (σχ. 342), εἶον ὑαλίνης, ἐν τῷ ἀέρι π. χ. κειμένης καὶ ἐχούσης ἀμφοτέρως τὰς ἐδράς, καὶ τὴν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι δι' ἧς τοῦτο ἐξέρχεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιοῦσα ἀκτίς EP εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας BIE οὕσης πάντοτε ἴσης τῇ IEA καὶ αἱ γωνίαι ΣΙΚ καὶ NEP θὰ εἶνε ὡσαύτως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτίς προσπίπτῃ καθέτως, ἐξέρχεται ἄνευ γωνιώδους ἐκτροπῆς, ἐὰν δὲ πλαγίως, ὡς ἡ ΣΙ, ἐξέρ-



Σχ. 342



Σχ. 343

χεται μὲν κατὰ διεύθυνσιν EP παράλληλον τῇ ΣΙ, ἀλλ' ὑψίσταται παράλληλον ἐκτροπὴν Ip, ἥτις εἶνε ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ πᾶχος τῆς πλακὸς εἶνε ἐλάχιστον, (Ἀκτίς δὲ φωτεινὴ Φα (σχ. 343) προσπίπτουσα ἐφ' ὑαλίνης πλακὸς MN οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν αα', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται κατὰ τὸ σημεῖον α ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἐδράς τῆς πλακὸς· ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτίς αα' οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'α'', ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἐδράς τῆς πλακὸς κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'β. Ὁμοίως ἡ ἀκτίς 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 δεγῇ ἢ τὰς πρώτας ἢ τὰς δευτέρας, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων ὁλονὲν ἀμυδροτέρων ἕνεκα τῶν ἐπανειληγμένων ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὁμῶς τῆς πλακὸς ταύτης ἡ κατωτέρα ἐδρά εἶνε ἐπάργυρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτίνες ἀνακλῶνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἐδράς, ἀλλ' ἰσῶς ἐπὶ τῆς κατω-

τέρας τῆς ἐπαργύρου. Ἐὰν ἐν τοιοῦτῳ κατόπτρῳ παρατηρήσωμεν ὀλίγον πλάγιως ἐν σκοτεινῷ ἰδίῳς θαλάμῳ τὴν εὐλόγα λαμπράδος, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων, ὧν τὸ πρῶτον εἶναι ἀμυδρόν, ἅτε προσερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας εἴρας ἀνακλάσεως, τὸ δὲ δεύτερον λαμπρότατον πάντων, ἅτε προσερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ἀνακλάσεως, τὰ λοιπὰ δ' εἶδωλα σχηματίζονται ἀμυδρότερα, διότι προσέρχονται ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων.)

(440. **Διπλῇ διάθλασις τοῦ φωτός.** Ἀπλὴν τοῦ φωτός διάθλασιν ἀπεργάζονται ἅπαντα τὰ διαφανή σώματα καὶ ἐκ τῶν κρυσταλλικῶν τὰ ἀνήκοντα εἰς τὸ κυβικόν σύστημα (1). Πάντες ὅμως οἱ διαφανεῖς κρυστάλλοι οἱ ἀνήκοντες εἰς τὰ ἄλλα πέντε κρυσταλλικὰ συστήματα κέκταιται τὴν ιδιότητα νὰ διχάζωσι τὰς εἰς αὐτοὺς εἰσδυσάσας φωτεινάς ἀκτῖνας εἰς δύο ἄλλας, ὧν ἡ μὲν καλουμένη *συνήθης ἀκτίς* ἀκολουθεῖ τοῦς συνήθεις τῆς διαθλάσεως νόμους, ἡ δὲ καλου-



Σχ. 314.

μένη *ἐκτακτος ἀκτίς* ἀκολουθεῖ ὅπως ἰδιόζωντας αὐτῇ νόμους. Ἡ διάθλασις αὕτη τοῦ φωτός καλουμένη *διπλῇ διάθλασις* εἶναι λίαν κατὰ φύσιν καὶ ἀνεκὰθεν γνωστὴ εἰς τὴν καλουμένην *ισλανδικὴν κρυστάλλου*, ἥτοι εἰς τὸν κεκρυσταλλωμένον *ἀσθεσίτην*.

(441. Ἄν ἐπὶ λευκοῦ γράφου, ἐφ' οὗ ὑπάρχουσιν μέλανα γράμματα, ἐπιθέσωμεν ῥομβοέδρον ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, παρατηρούμεν ὅτι τὰ ὑπὸ τοῦ κρυστάλλου κακαλυμμένα γράμματα ἐμφανίζονται εἰς τὸν

(1) Ἐν τῇ ὀρυκτολογίᾳ διακρίνουσιν εἰς κρυσταλλικὰ συστήματα: τὸ κυβικόν ἢ κανονικόν, τὸ πρισματικόν τετραγωνικόν ἢ βασιτετραγώνον, τὸ πρισματικόν εξαγωνικόν ἢ βασιεξαγώνον, τὸ ποσειματικόν ῥομβικόν ἢ βασιρρομβόν ὀρθόν, τὸ πρισματικόν λοξορρομβικόν ἢ βασιρρομβόν προκλινές καὶ τὸ πρισματικόν λοξορρομβοειδικόν ἢ βασιρρομβοειδικόν ἑτεροκλινές.

ὀφθαλμὸν ἡμῶν διπλᾶ (σχ. 344). Ἐὰν δὲ λεπτή δέσμη ἡλιακοῦ φωτός προσπέσῃ ἐν σκοτεινῇ θαλάμῳ ἐπὶ μιᾷ τῶν ἐδρῶν τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ ἀλλὰ διπλῇ, σχηματίζονται δ' οὕτω ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος δύο κυκλοτερεῖς φωτειναὶ εἰκόνες τοῦ ἡλίου. Ἀμφότεραι δὲ αἱ ἐκ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου ἀναδύμεναι ἀκτῖνες εἶνε **πεπολωμένοι** (§ 430), ὅπερ ἀποδεικνύμεν δεχόμενοι τὰς δύο ταύτας ἀκτῖνας ἐπὶ μελαίνῃς ὑάλοις ὑπὸ τὴν γνωστὴν γωνίαν τῆς πολώσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ.

442. **Φακὸς** καλεῖται σῶμα διαφανές, συνήθως ὑάλλινον, περιοριζόμενον ἑνθεν καὶ ἑνθεν ὑπὸ ἐπιφανειῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν. Τῶν φακῶν ἄλλοι μὲν εἶνε παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα καὶ οὗτοι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρώσῃ τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι **συγκλίνοντες**, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικύρτος Α (σχ. 345), ὁ ἐπιπεδόκυρτος Β καὶ ὁ κοιλόκυρτος Γ ἢ μηνίσκος



Σχ. 345.

συγκλίνων. Ἄλλοι τοῦναντίον εἶνε λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀποκλίνουναι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται **ἀποκλίνοντες**, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικοίλος Δ, ὁ ἐπιπεδόκοιλος Ε καὶ ὁ κοιλόκυρτος ἢ μηνίσκος

ἀποκλίνων Ζ. Ἐνταῦθα θέλομεν πραγματοθεῖν μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου Α καὶ ἀμφικοίλου Δ, παραδεχόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἥτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν ἐκατέρωθεν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἴσας.

443. Ἡ εὐθεῖα ἢ διερχομένη διὰ τῶν κέντρων καμπυλότητος, ἥτοι τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, φακοῦ ἀμφικοίλου ἢ ἀμφικύρτου καλεῖται **κέρσιος ἄξων** τοῦ φακοῦ. Τὸ δὲ μέσον τῆς εὐθείας ταύτης, τὸ καὶ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ φακοῦ τοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτῖνας καμπυλότητος καίμενον, καλεῖται **ὀπτικὸν κέντρον** τοῦ ἀμφικύρτου ἢ ἀμφικοίλου φακοῦ. Πᾶσα δ' ἄλλη εὐθεῖα διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη καὶ μὴ συμπίπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται **δευτερείων ἄξων** τοῦ φακοῦ.

Α'. ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ.

444. **Κυρία έστία.** Έάν αμφικύρτος φακός (σχ. 346) δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, οἷον ἡλιακὰς ἀκτῖνας Φ, αὗται συγκεντρώνονται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον Ε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία έστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει κυρία έστία εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀπόστασιν κα-



Σχ. 346.

λουμένην *κυρίαν έστιαν* ἀπόστασιν. Σημειωτέον δ' ὅτι εἰς τοὺς συνήθεις φακοὺς, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τὰ ὀπτικὰ ὄργανα, αἱ κύριαι έστιαί συμπίπτουσι σχεδὸν τοῖς κέντροις καμπυλότητος. Ἡ κυρία έστία αμφικύρτου φακοῦ καλεῖται *καθ' ὑπόστασιν*, διότι εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο συνέρχονται αὗται αὗται αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες.

445. **Συζυγεῖς έστιαί.** Έάν φωτοβόλον σημεῖον φ (σχ. 347) τεθῇ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος αμφικύρτου φακοῦ πέραν τῆς κυρίας έ-



Σχ. 347.

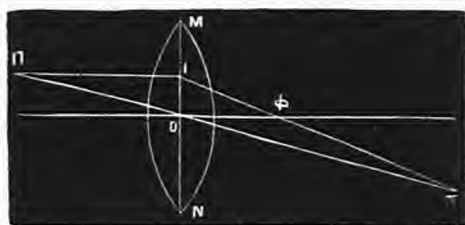
στίας Ε, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον φ', ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *καθ' ὑπόστασιν συζυγὴς έστία* τοῦ φωτοβόλου σημείου φ· καλεῖται δὲ συζυγής, διότι, ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῇ εἰς τὸ φ', αἱ ἀκτῖνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ σημεῖον φ. Έάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας έστιαν ἀποστάσεως, τότε καὶ μόνον τότε ἡ συζυγὴς αὐτοῦ έστία θέλει σχηματισθῇ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους. Έάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρυνόμενον τοῦ φακοῦ τεθῇ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ έστία πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν σχηματίζεται πάντοτε μεταξὺ τῆς κυρίας

έστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐὰν δὲ τὸνναντίον τὸ φωτοθόλον 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 συζυγὴς αὐτοῦ ἐστὶ ἀπομακρυνομένη τοῦ φακοῦ σχηματίζεται πάντοτε εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος τοῦ φακοῦ, αὐτὸ τοῦτο δύναται νὰ ῤηθῇ καὶ περὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος. Οὕτως, ἐὰν ἀμφικυρτος φακὸς δεχθῇ δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων δευτερεύοντι ἄξονι, αὗται συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ὅπερ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος. Ἐὰν φωτοθόλον σημεῖον τεθῇ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος πέραν τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας, ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἄξονος θέλει σχηματισθῇ καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστὶ πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρυνομένη αὐτοῦ, ὅταν τὸ φωτοθόλον σημεῖον ἀπομακρύνῃται τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάζῃ πρὸς αὐτόν.

Ἡ σχέσις δὲ, ἣτις ὁρίζεται μεταξὺ τῶν ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ ἀποστάσεων π καὶ π' τῶν συζυγῶν ἐστιῶν ϕ καὶ ϕ' καὶ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως e , παρίσταται διὰ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{e}$.

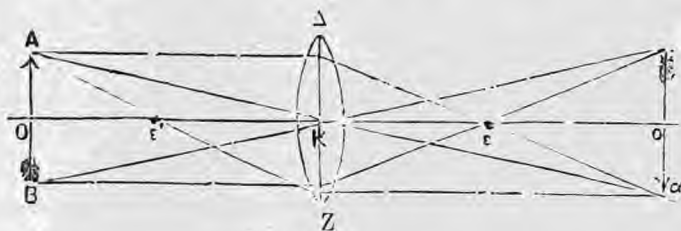
Δίδοντες εἰς τὸ π διαφοροὺς τιμὰς e , $2e$, $3e$, εὐρίσκωμεν τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ π' .

446. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας. Πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοθόλου σημείου Π (σχ. 348) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα $\Pi O \pi$ καὶ εἴτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου Π τὴν εὐθεΐαν $\Pi \Gamma$ παράλληλῃν τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ σημεῖον I μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας Φ προεκβάλλομεν τὴν εὐθεΐαν $I\Phi$, μέχρις ὅτου συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον π , ὅπερ εἶναι ἡ συζυγὴς ἐστία τοῦ σημείου Π .



Σχ. 348.

447. Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν. Ἐάν φωτοβόλον ἢ περρωτι-
 μένον ἀντικείμενον AB (σχ. 349) τεθῇ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας ϵ'
 ἀμφικύρτου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος
 καίμενον θέλει σχηματίζει τὴν συζυγὴ αὐτοῦ ἐστὶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄ-
 ξονος. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ A ἢ τοῦ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ
 φακοῦ προσπίπτουσιν συνέρχονται εἰς τὰ σημεῖα a καὶ b , σχηματί-
 ζεται δὲ εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν βa , ἀλλ' ἀναστραμμένον καὶ ἴσον,
 μείζον ἢ ἑλάσσον τοῦ ἀντικειμένου. Καὶ ὅταν μὲν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ



Σχ. 349.

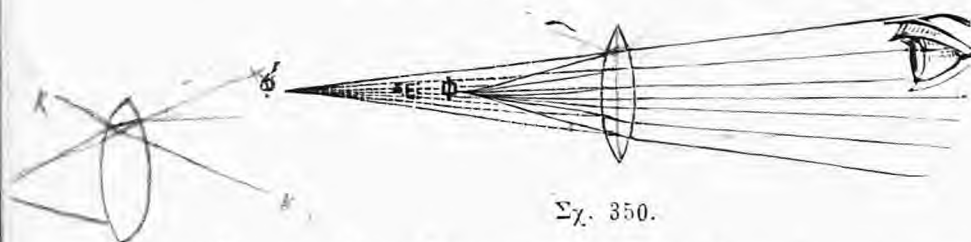
εἰς ἀπόστασιν KO ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστά-
 σεως $K\epsilon'$, τότε καὶ μόνον τότε τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς
 ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου μέρους καὶ συγχρόνως ἰσομέγεθες τῷ
 ἀντικείμενῳ. Ἐάν τὸ ἀντικείμενον ἀναχωρῶν ἐκ τῆς θέσεως ταύτης
 ἀπομακρυνθῇ τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάσῃ πρὸς αὐτόν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ
 πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν σμικρύνεται ἢ ἀπομακρυνόμενον αὐτοῦ με-
 γεθύνεται.

Ἐκ τῆς ὁμοιοτητος τῶν τριγώνων AKB καὶ aKb συμπεραίνομεν ὅτι

$AB:aB = KO:Ko = \pi:\pi'$. Ἐξάγοντες ἐκ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\epsilon}$ τὰς σχετικὰς
 τιμὰς τοῦ π καὶ π' συναρτήσει τοῦ ϵ εὐρίσκομεν τὰ σχετικὰ μέγεθι τοῦ ἀν-
 τικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου.

448. Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν. Ἐάν φωτοβόλον σημεῖον Φ
 (σχ. 350) τεθῇ μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E ,
 αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι βαι-
 νουσιν ἀποκλίνουσαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν δὲν δύνανται νὰ συναντη-
 θῶσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φακοῦ καὶ σχηματίσωσι καθ' ὑπόστα-
 σιν ἐστὶν ἂν δὲ τινος τῶν ἀκτίνων τούτων δεχθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν,
 ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου Φ' καίμενον

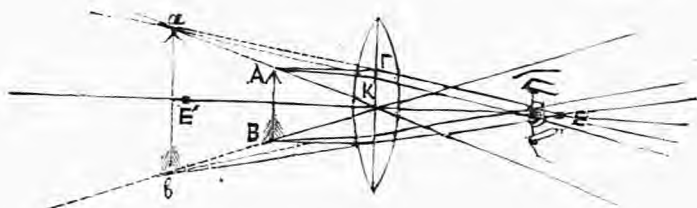
πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ καίτοι καὶ τὸ φωτοβόλον σημείον Φ , ὅπερ καλεῖται κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου τούτου. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημείον Φ πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνῃται αὐτοῦ μένον πάντοτε μεταξύ κυρίας ἐστίας καὶ φακοῦ, καὶ ἢ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ μένουσα πάντοτε πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ



Σχ. 350.

καίτοι καὶ τὸ φωτοβόλον σημείον. Τὰ λεγθέντα δὲ περὶ φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀληθεύουσι καὶ ὅταν τὸ φωτοβόλον σημείον καίτοι ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος.

449. Ἐὰν νῦν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ K θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντικειμένον AB (σχ. 351) μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας E' καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ ἐκ τῶν διαφόρων σημείων A καὶ B τοῦ ἀντικειμένου τούτου

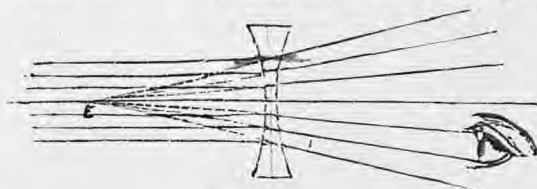


Σχ. 351.

ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ διόδον βαίνουσι ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερεύοντων ἄξωνων AK καὶ BK . ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α καὶ β κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερεύοντων ἄξωνων αAK καὶ βBK , ἐφ' ὧν κεῖνται καὶ τὰ σημεῖα A καὶ B καὶ εἰς μείζονα ἢ αὐτὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον $\alpha\beta$ πάντοτε ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοσούτῳ μείζον, ὅσῳ πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν E' καίτοι τὸ ἀντικείμενον AB .

Β'. ΑΜΦΙΚΟΙΛΟΣ ΦΑΚΟΣ.

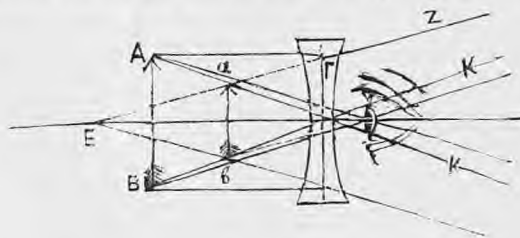
450. Ἐάν ἀμφικόιλος φακός (σγ. 352) δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἀξοῦ ἄξονι, αὐταὶ μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον βαίνουσιν ἀφιστάμεναι, ἀλλ' αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαὶ συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον, ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *κατ' ἔμ-*



Σγ. 352.

φασιν κυρία ἐστία τοῦ φακοῦ καὶ ἐνθα ὑπολαμβάνομεν ὅτι κεῖται φωτοδύλον σημεῖον, ἐάν ὁ ὀφθαλμός ἡμῶν εὐρισκόμενος ὀπίσθεν τοῦ φακοῦ δεχθῇ τινὰς τῶν ἀφισταμένων τούτων ἀκτίνων.

451. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐάν φωτοδύλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον AB (σγ. 353) τεθῇ ἐνώπιον ἀμφικόιλου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ θὰ κεῖται ἐπὶ δευτερευόντος τινος ἄξονος. Αἱ



Σγ. 353.

ὁ' ἐκ τῶν διακρίων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, εἰεν αἱ ἐκ τοῦ A ἢ B, καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ διόδον μεταβάλλονται εἰς δέσμας ἀφισταμένων ἀκτίνων· οὕτως ἡ μὲν φωτεινὴ ἀκτὶς AG ἢ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθείας GZ τῆς διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E διερχομένης, ἡ δὲ φωτεινὴ ἀκτὶς AK, ἡ ἔχουσα τὴν διεύθυνσιν δευτερευόντος ἄξονος, διέρχεται ἄθλαστος. Δεχόμενοι δ' ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς ἀφισταμένας ταύτας ἀκτῖνας ὑπολαμβάνομεν ὅτι αἱ μὲν ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ φωτοδύλου σημείου A ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ ση-

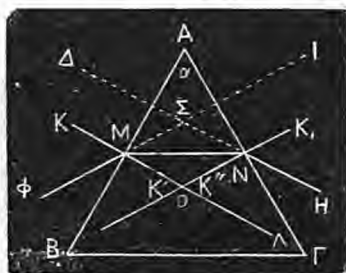
μείου α , αὐτὴ δὲ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ τοῦ B ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ β· οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἰδωλὸν $\alpha\beta$ ὀρθὸν καὶ πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἰδωλὸν αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸν μεγεθυνόμενον, ἀλλὰ μένον πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου καὶ μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E. Ὅταν δὲ τοῦναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ, τὸ εἰδωλὸν αὐτοῦ σμικρύνεται πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν αὐτοῦ ἐστίαν E.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'.

ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

452. Καλεῖται *ὀπτικὸν πρίσμα* πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὑάλου, 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 διέδροος γωνία καλεῖται *διαθλαστικὴ γωνία* τοῦ πρίσματος. Ἡ τομὴ ἡ παραγομένη δι' ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν ἀκμὴν καλεῖται *κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος*. Τὰ ὀπτικά δὲ πρίσματα συμπληροῦσιν εἰς πρίσματα γεωμετρικά, ὧν ἡ τομὴ εἶνε ἰσοσκελὲς, ἰσοπλευρον ἢ καὶ ὀρθογώνιον τρίγωνον. Καλεῖται *βάσις* τοῦ πρίσματος ἡ ἐδρα ἡ κειμένη ἀπέναντι τῆς ἀκμῆς τῆς διαθλαστικῆς γωνίας αὐτοῦ.

Ἐστω ABΓ (σχ. 354) ἡ κυρία τομὴ ὀπτικοῦ πρίσματος ἐξ ὑά-



Σχ. 354.

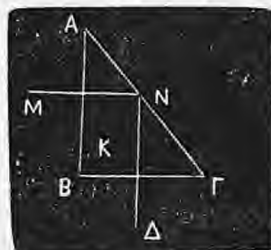
λου καὶ ΦΜ ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐδραν αὐτοῦ AB καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ΦΜΚ. Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον θλάται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν MN σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου MK' γωνίαν διαθλάσεως NMK' ἐλάσσονα τῆς KMF καὶ κατ' ἀκολουθίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον.

Ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς MN προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν δευτέραν ἐδραν AG τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα θλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν NH σχηματίζουσα γωνίαν διαθλάσεως HNK₁ μείζονα

τῆς γωνίας προσπτώσεως MNK' . Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι ἡ ἀκτίς ΦM , ἥτις θὰ ἠκολούθει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν $\Phi M I$, ἂν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, βαίνει κατὰ τὴν τεθλασμένην γραμμὴν $\Phi M N H$, ἥτοι θλάται δις πρὸς τὴν βάσιν $B\Gamma$ τοῦ πρίσματος. Ἐὰν δ' εἰς μὲν τὸ σημεῖον Φ θέσωμεν τὴν φλόγα λαμπάδος, εἰς δὲ τὸ H τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν, δεχόμενοι τὰς ἐκ τῆς φλογὸς ἐκπεμπόμενας ἀκτῖνας 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 ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἐκτρεπόμενα πρὸς τὴν ἀκμὴν A τοῦ πρίσματος. Ἡ γωνία $\Phi\Sigma\Delta$ ἣ ἡ ἴση αὐτῇ $H\Sigma I$, καθ' ἣν ἐκτρέπεται τὸ ὥπτοδῶλον σημεῖον Φ , καλεῖται *γωνία ἐκτροπῆς*. Ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται πρῶτον, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος καὶ δεύτερον, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ πρίσμα τοῦτο δι' ἄλλου ἐξ ὑάλου θλαστικωτέρου· μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένης τῆς γωνίας προσπτώσεως ΦMK . Οὕτως, ἐὰν ἡ φλόξ Φ τεθῇ πολὺ πλησίον τῆς ἑδρας AB πρὸς τὸ B , ὥστε αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐξ αὐτῆς ἐκπεμπόμεναι νὰ προσπίπτουσιν ἐπὶ τὴν ἑδραν AB ὑπὸ γωνίαν πλησιάζουσιν τὴν ὀρθήν, στρέφοντες δὲ τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ προσθλίβωμεν πρὸς τὴν ἐτέραν ἑδραν $A\Gamma$ ἐκ τῆς θέσεως H , βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὸ εἶδωλον τῆς φλογὸς λίαν ἐκτετατισμένον πρὸς τὴν ἀκμὴν τοῦ πρίσματος καὶ πλησιάζον βαθμυθὸν πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ. Ἐὰν ὁμοίως ἐξακολουθῶμεν στρέφοντες τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν πορὰν, βλέπομεν ὅτι τὸ εἶδωλον Δ πλησιάζει ἀρκούντως τὴν φλόγα Φ ἄρχεται ἐκτρεπόμενον κατὰ πορὰν ἀντίθετον, ὥστε ὑπάρχει θέσις τοῦ πρίσματος, καθ' ἣν ἡ ἐκτροπὴ εἶνε ἐλαχίστη, ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως ΦMK ἐξισωθῇ τῇ τῆς διαθλάσεως HNK_1 . Ἡ θέσις τότε, ἣν λαμβάνει τὸ πρίσμα, καλεῖται *νευρωτική θέσις* αὐτοῦ.

453. Πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως.

Καλεῖται πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως ὕαλινον πρίσμα, οὗτινος ἡ κυρίᾳ τμήσιν $AB\Gamma$ (σχ. 355) εἶνε συνήθως τρίγωνον ὀρθογώνιον καὶ ἰσοσκελές. Ἀκτὶς φωτὸς MN προσπίπτουσα καθεύτως ἐπὶ τὴν ἑδραν AB καὶ εἰσερχομένη εἰς τὸ πρίσμα ἄνευ διαθλάσεως προσπίπτει ἐπὶ τὴν ὑποστείμενάν ἑδραν $A\Gamma$ ὑπὸ γωνίαν MNK 45° , ἥτοι μείζονα τῆς μεταξὺ ὑάλου καὶ ἀέρος ὀλικῆς



Σχ. 355.

γωνίας τῶν 42° . Ὅθεν ἡ ἀκτίς MN ὑφίσταται τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν κατὰ τὸ σημεῖον N καὶ ἐξέρχεται τοῦ πρίσματος κατὰ τὴν διεύθυνσιν ND ἄνευ διαθλάσεως. Τοῦ τοιοῦτου πρίσματος ἰσοδυναμοῦντος τελείῳ κατόπτρῳ γίνεται χρῆσις εἰς πολλὰ ὀπτικὰ ὄργανα.

454. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός. Ὅταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτός εἰσερχομένη εἰς ὠματίον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς A (σχ. 356) προσπέσῃ πλαγίως ἐπὶ μιᾶς τῶν ἐδρῶν ὑαλίνου πρίσματος B καὶ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας αὐτοῦ τομῆς, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλῆ καὶ ἄχρους ὡς εἰσῆλθεν, ἀλλ' ἀναλελυμένη εἰς πολλὰς κεχρωματισμένας ἀκτῖνας, οὕτως ὥστε προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου δὲν σχηματίζει ἄχρους καὶ κυκλωτερὴ φωτεινὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου, εἰαν θὰ ἐσχημάτιζεν, ἂν μὴ παρενεθίετο τὸ πρίσμα, ἀλλὰ εἰκόνα ταινιοειδῆ Δ, ἥτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῇ κυκλωτερῇ εἰκόνι Γ πλάτος, μῆκος δ' ὅμως πολὺ ὑπερτέρον ταύτης. Ἡ δὲ ταινιοειδὴς αὕτη εἰκὼν, ἥτις εἶνε ἐκτετοπισμένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ



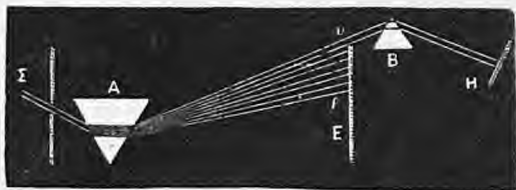
Σχ. 356.

πρίσματος, φέρει τὰ χρώματα τῆς ἱριδὸς τεταγμένα τὸ ἓν παρὰ τὸ ἄλλο. Καὶ τὸ μὲν ἄκρον τῆς ταινιοειδοῦς εἰκόνης τὸ καίμενον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ

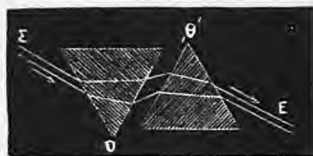
πρίσματος τὸ ἦρτον ἐκτεπισθὲν εἶνε *ἐρυθρόν*, τὸ μετὰ τοῦτο *πορτογαλλιοῦχρον*, εἴτα *κίτρινον*, *πράσινον*, *ἀνοικτὸν κυανοῦν*, *βαθὺ κυανοῦν* καὶ *ιοειδὲς ἢ ἰόχρον*, τὸ μᾶλλον ἐκτεπισθὲν πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἡ ἐπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεὺτωνος *ἡλιακὸν φάσμα*.

Ἐκ τῶν χρωμάτων τούτων τὴν μεγίστην μὲν ἔκτασιν ἔχει τὸ ἰοειδές, τὴν δ' ἐλαχίστην τὸ πορτογαλλιοῦχρον, τὸ φωτεινότατον δὲ πάντων εἶνε τὸ κίτρινον. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου ὁ Νεῦτων, ὅστις πρῶτος ἐξετέλεσεν αὐτὸ τῷ 1668, συνεπέρανεν ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀπλῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἔχουσι διάφορον δείκτην διαθλάσεως ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι καὶ διὰ τοῦτο ἀποχωρίζονται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος διαθιθαζόμεναι. Αἱ κεχρωματισμέναι αὗται ἀκτῖνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς, εἶναι ἀπλᾶ,

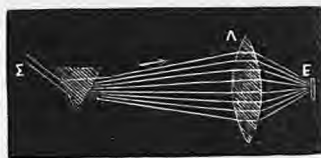
τουτέστι δὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλας ἀπλουστεράς. Καὶ ὄντως ἐὰν τὴν δέσμην τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων Σ (σχ. 357) ἀναλύσαντες διὰ πρώτου πρίσματος A ρίψωμεν ἐπὶ ἀδιαφανοῦς διαφράγματος E , ἀρῆσωμεν δ' ἐλευθερίας νὰ διέλθωσι τὰς ἰσοειδεῖς π.χ. ἀκτῖνας u καὶ ρίψωμεν αὐτὰς ἐπὶ δευτέρου πρίσματος B , παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις, ἀλλὰ τὸ χρῶμα τῶν ἐκ τοῦ δευτέρου τούτου πρίσματος ἐξερχόμενων ἀκτίνων καὶ προσπιπτουσῶν ἐπὶ λευκοῦ χαρτοῦ H παραμένει ἀμετάβλητον. Ὅτι δὲ τὸ λευκὸν φῶς σύγκαιται ἐκ τῶν ἀπλῶν τούτων ἀκτίνων, ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς ἀνασυνθέσεως αὐτῶν καὶ ἀναπαγωγῆς λευκοῦ φωτός. Καὶ ὄντως ἐὰν τὰς διὰ πρώτου πρίσματος Θ (σχ. 358) ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας Σ δεχθῶμεν ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Θ' ἐντελῶς ὁμοίῳ τῷ πρώτῳ καὶ τεθειμένῳ οὕτως, ὥστε αἱ διάθλαστικαὶ γωνίαι νὰ εἶναι ἀντίθετοι, αἱ δὲ ἀκμαὶ τῶν πρισματῶν παράλληλοι, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ἐξιόνσαι ἀκτῖνες E παρέχουσιν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰκόνα ἄχρουν τῆς ὁπῆς, δι' ἧς αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες εἰσδύουσιν εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον. Ὡσαύτως ἐὰν τὰς διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας Σ (σχ. 359) δεχθῶμεν ἐπὶ



Σχ. 357.



Σχ. 358.

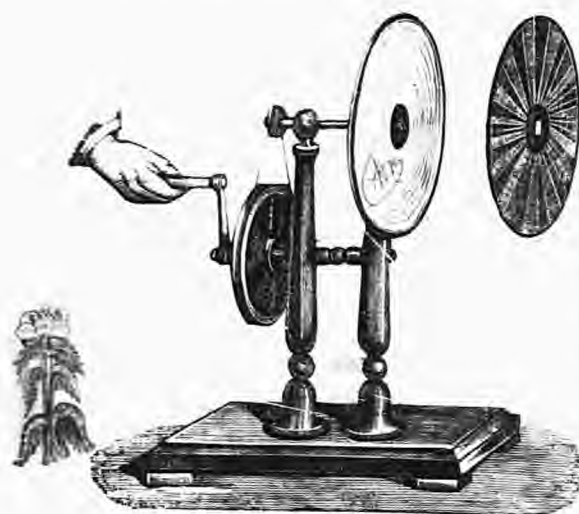


Σχ. 359.

ἀμφικύρτου φακοῦ Λ καὶ ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους μετακινήσωμεν λευκὸν τεμάχιον χαρτοῦ E , ἀνευρίσκωμεν θέσιν τινὰ, καθ' ἣν ἐπὶ τοῦ χαρτοῦ σχηματίζεται λευκὸν εἶδωλον τῆς ὁπῆς τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου.

455. Δίσκος τοῦ Νεύτωνος. Ὁ Νεύτων πρὸς σύνθεσιν τῶν ἐπὶ χρωμάτων μετεχειρίσθη δίσκον μετὰλλινον κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 360). Ἐπ' αὐτοῦ προσεκίλ-

λησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένης διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φασματος καὶ ἐχρῶσας σχῆμα τομέως, ὃν ἕκαστος εἶχεν ἐμβαδὸν ἀνάλογον τῇ σχετικῇ ἐκτάσει τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ φάσματος. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν δίσκον ταχεῖαν περιστροφικὴν



Σχ. 360.

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

456. Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα. Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σῶμα τὸς τινος τὸ χρῶμα ἐκείνου, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα

τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρωτάτου λευκοῦ φωτός, εἶον εἶνε π.χ. τὸ ἡλιακόν. Κατὰ δὲ τὸν Νεύτωνα σῶμά τι εἶνε λευκόν, ὅταν δεχθὲν λευκὸν φῶς δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ πάντα τὰ ἀπλᾶ χρώματα καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, ὅφ' ἦν ταῦτα εὐρίσκονται ἐν τῷ λευκῷ φωτί. Ἡ χιών π.χ. φαίνεται λευκοτάτη, διότι δεχομένη πάσας ὁμοῦ τὰς διαφόρους κεχρωματισμένας ἀκτῖνας, ἐξ ὧν σύγκειται τὸ ἡλιακόν φῶς, ἐκπέμπει πάσας καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν. Ἐφ' ὅσον δ' ἡ ἀναλογία αὕτη τῶν ἐκπεμπομένων πρὸς τὰς παραλαμβανόμενας ἀκτῖνας ἐλαττοῦται, ἡ λευκότης τοῦ σώματος βαίνει βαθμῆδόν μειουμένη καὶ τέλος τὸ σῶμα ἐμφανίζεται τεφροχρῶν. Τὰ μέλανα δὲ σῶματα ἔχρουσι τοιαύτην σύστασιν, ὥστε οὐδὲν τῶν ἀπλῶν χρωμάτων, ἅτινα δέχονται ἐκ τοῦ λευκοῦ φωτός, ἐκπεμπούν. Ἐὰν δ' ὅμως ἡ σύστασις τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ἅς δέχεται, νὰ δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ μόνον τὰς πρασίνας π.χ. τότε τὸ σῶμα τοῦτο φαίνεται ἡμῖν πράσινον. Ἐὰν δὲ τινες τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων

ἐκπέμπη σῶμά τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προσερχόμενον ἐκ τῆς συμμίξεως τῶν ἐκπεμπομένων τούτων ἀπλῶν ἀκτίνων. Ἐντεῦθεν δ' ἐξηγεῖται καὶ ὁ μέγας ἀριθμὸς τῶν χρωμάτων, ὑπὸ τὰ ὅποια τὰ διάφορα σώματα ὑποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν καὶ ἄτινα χρώματα εἶνε ποικιλώτερα καὶ τῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι τὰ διάφορα σώματα δὲν δημιουργοῦσι τὸ ἑαυτῶν χρῶμα, ἀλλ' ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἐκλέγουσιν τινες, 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, εἰον λευκὸν χάρτην, ἐκθέσωμεν διαδοχικῶς εἰς τὰς ἀκτῖνας ἡλιακοῦ φάσματος, ὅπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πράσινας κτλ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἷα σὴ ποτε ἀπλᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δύναται νὰ ἐκπέμπῃ αὐτάς. Τούναντίον δὲ μέλαν σῶμα παραμένει μέλαν ἐκτιθέμενον ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ εἰς οἵανδ' ἂν ποτε ἀκτῖνα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Τέλος σῶμα π. χ. ἐρυθρόν εἰς μὲν τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας τοῦ φάσματος τιθέμενον φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρόν, τελείως δὲ μέλαν εἰς τὰς πράσινας, κιτρίνας ἢ τὰς ἄλλας ἀκτῖνας. Ὑπάρχουσιν ὅμως σῶματα κεχρωματισμένα, ἃτινα ἐκπέμπουσιν τινες τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων καὶ ὑπὸ ἀναλογίαν διάφορον ἐκείνης, ὅφ' ἣν αὐταὶ εὐρίσκονται ἐν τῷ λευκῷ φωτί. Οὕτω τὸ τεχνητὸν ἐρυθρὸν κιννάβαρι (vermilion) ἐκπέμπει μάλιστα μὲν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ὀλίγας δὲ πορτογαλλιόχρους καὶ κιτρίνας, οὐδὺλως δὲ πράσινας καὶ κυανὰς, καὶ διὰ τοῦτο προσβαλλόμενον ὑπὸ τῶν ἐρυθρῶν μὲν ἀκτίνων φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρόν, ὑπὸ δὲ τῶν πορτογαλλιόχρων ἢ κιτρίνων ἐμφανίζεται πορτογαλλιόχρον ἢ κιτρινόν ἀλλ' ἥττον ζωηρόν, ἐν δὲ τῷ πράσινῳ καὶ τοῖς λοιποῖς χρώμασι φαίνεται σχεδὸν μέλαν. Αἱ ἀπλᾶὶ δ' αὐταὶ ἀκτῖνες, ἃς δύναται νὰ ἐκπέμπῃ, μιγνύμεναι δίδουσιν εἰς τὸ σῶμα τοῦτο τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὅποιον ἐμφανίζεται διὰ λευκοῦ φωτός φωτιζόμενον. Ὡσαύτως τὸ πρᾶσινον χρῶμα τῶν φύλλων δένδρου δὲν εἶνε ἀπλοῦν, ἀλλὰ σύνθετον, συγκαίμενον ἰδίως μὲν ἐκ πράσινων ἀκτίνων, εἰς ἃς συμμιγνύμεναι καὶ ἄλλαι ἀπλᾶὶ ἀκτῖνες ὑπὸ ἐλάσσονα ἀναλογίαν παρέχουσιν εἰς τὰ φύλλα τῶν δένδρων τὴν μεγάλην ποικιλίαν πράσινου χρώματος, ὑπὸ τὸ ὅποιον βλέπομεν αὐτά. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουσι καὶ εἰς δια-

φανή σώματα. Ούτω π. χ. ἡ ἄχρους καὶ διαφανὴς ὕαλος ἀρτίνει νὰ διέλθωσιν δι' αὐτῆς πᾶσαι αἱ ἀκτίνες, ἡ ἐρυθρὰ ἰδίως μόνος τὰς ἐρυθράς, ἡ κιτρίνη ἰδίως μόνος τὰς κιτρίνας κτλ.

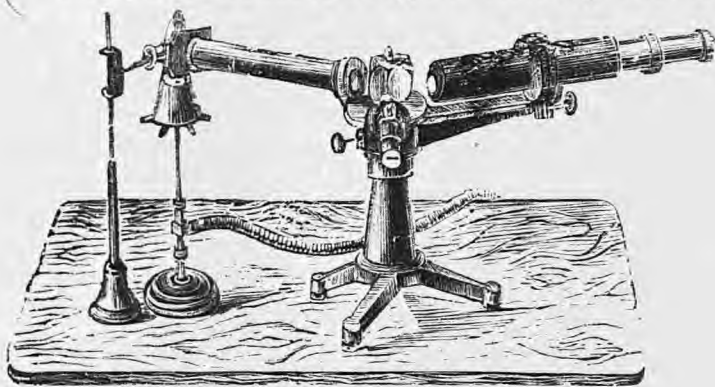
Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, ὅταν εἶνε καθαρώτατος, ἔχει χρῶμα κυανοῦν, διότι ἐκ τῶν ἀκτίνων, ἃς ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δέχεται, διασκορπίζει ἰδίως τὰς κυανᾶς. Ἐὰν δὲ τὸ ἡλιακὸν φῶς διέρχεται διὰ μεγάλου πάχους ἀτμοσφαίρας πεφορτισμένης ἰδίᾳ ὑδατῶν, ὡς συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου, ὁ ὀρίζων πρὸς τὸ μέρος τοῦτο φαίνεται ἐρυθρός, διότι οἱ ὑδατμοὶ ἐπιτρέπουν τὴν δι' αὐτῶν διόδον ἰδίᾳ ταῖς ἐρυθραῖς ἀκτίνιν.

457. Συμπληρωτικὰ χρώματα. Συμπληρωτικὰ χρώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν. Ἐκ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων συμπληρωτικὰ ἐν γένει εἶνε τὸ ἐρυθρὸν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτογαλλιοχρῶν τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ισοιδούς. Ἀλλὰ καὶ ἂν τὰ ἐπὶ τὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὅπωςδήποτε εἰς δύο μέρη καὶ ἐνώσωμεν κατ' ἰδίαν τὰ χρώματα ἐκαστέρου τῶν μερῶν, λαμβάνομεν δύο μικτά, ἅτινα εἶνε συμπληρωτικά, διότι ἐνούμενα ὀφείλουν νὰ παραγάγωσι τὸ λευκὸν χρῶμα. Τὰ τεχνητὰ ὅμως χρώματα δὲν εἶνε ὁμοίως τοῖς φυσικοῖς συμπληρωτικά· οὕτως ἐὰν ἐνώσωμεν τὰς κιτρίνας καὶ τὰς κυανᾶς ἀκτίνες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, παράγωμεν λευκόν, ἐν ᾧ τεχνητὰ χρώματα κίτρινον καὶ κυανοῦν μιγνύμενα παράγουσι πράσινον· τοῦτο δέ, διότι τὰ τεχνητὰ ταῦτα χρώματα δὲν εἶνε ἀπλᾶ, ὡς τὰ τοῦ φάσματος, ἀλλὰ σύνθετα ἀποδίδοντα καὶ πράσινον ἐν ἐλάσσονι ποσότητι, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν μίξιν τὸ μὲν κίτρινον καὶ τὸ κυανοῦν παράγουσι λευκόν, ἐκπέμπεται δὲ ταυτοχρόνως τὸ πράσινον.

458. Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος. Τὸ ἡλιακὸν φῶς τὸ εἰσερχόμενον διὰ λεπτῆς σχισμῆς εἰς τελείως σκοτεινὸν θάλαμον, ἀναλυόμενον διὰ πρίσματος κατεσκευασμένου ἐξ ὕαλου λίαν θλαστικῆς καὶ ἔχοντος μεγάλην διαθλαστικὴν γωνίαν, οἷον 60 μοιρῶν, οὕτως ὥστε τὸ παραγόμενον ἡλιακὸν φάσμα νὰ ἔχῃ πολὺ μῆκος, δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ παρουσιάζει πλείστας λεπτοτάτας σκοτεινὰς γραμμὰς, αἵτινες καλοῦνται **Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος**. Αἱ Ῥαβδώσεις αὗται εὐρίσκονται εἰς διαφόρους ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις, ὅκτω δ' ἐξ αὐτῶν αἱ κυριώτεραι καλοῦνται Ῥαβδώσεις τοῦ **Frauenhofer** ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πρώτου καταδείξαντος τὴν σημασίαν αὐτῶν φυσικοῦ, αἵτινες

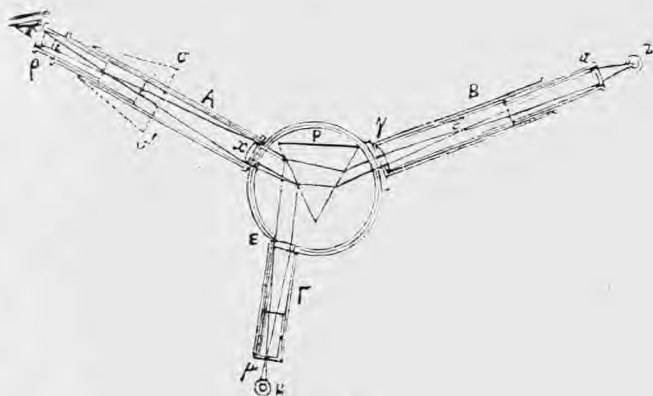
διατηροῦσιν ἀμετάβλητον ἐν τῷ φάσματι θέσιν καὶ διακρίνονται διὰ τῶν γραμμάτων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η.

459. **Φασματοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο (σλ. 361) ἐπινόη-



Σλ. 361.

θὲν ὑπὸ τῶν φυσικῶν Bunsen καὶ Kirchhoff κατὰ τὸ 1860 ἐν Ἑλ-
δελθέρῳ, ἐχρηρίμισε πρὸς ἀκριβεστέρας παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φάσμα-
τος. Σὺγκροται δ' ἐκ τεσσάρων ἰδίως μερῶν, ἥτοι ἐκ τοῦ θαλίνου
πρίσματος Ρ (σλ. 362) καὶ ἐκ τριῶν διόπτρων.



Σλ. 362.

1ον. Ἐκ τῆς διόπτρας Β. δι' ἧς ῥίπτεται ἐπὶ τοῦ πρίσματος
πρὸς ἀνάλυσιν δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων.

2ον. Ἐκ τῆς διόπτρας Α. δι' ἧς παρατηρεῖται τὸ σχηματισθὲν
φάσμα καὶ

3ον. Ἐκ τῆς διόπτρας Γ, ἥτις ἐγκλείει μικρομετρικὴν κλίμακα μ.

Τὰ τέσσαρα ταῦτα μέρη τοῦ ὀργάνου κεῖνται ἐπὶ ὑποστηρίγματος, εἰ δὲ ἄξονες τῶν τριῶν διοπτρῶν συμβάλλουσι πρὸς τὰς δύο ἑδρας τοῦ πρίσματος τῆς τρίτης ἑδρας P φερούσης αἰθάλην. Τὸ πρὸς ἀνάλυσιν φῶς τίθεται εἰς τὸ Z καὶ εἰσέρχεται διὰ σχισμῆς, ἣν φέρει ἡ διοπτρα B. Αἱ ἐκ τοῦ φωτός Z ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συγκεντροῦμεναι διὰ τοῦ φακοῦ α εἰς τὸ σημεῖον β κείμενον εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ γ καὶ καθιστάμεναι δι' αὐτοῦ παράλληλοι προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ πρίσματος P, ἐνθα διαθλασθεῖσαι εἰσέρχονται εἰς τὴν διοπτραν A καὶ διὰ τοῦ φακοῦ χ σχηματίζεται εὐκρινὲς εἶδωλον τοῦ φάσματος, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ κατὰ τὸ σσ'. Τὸ ἐκ τῆς φλογός H φῶς εἰσερχόμενον φωτίζει τὸ μικρότερον μ συγκεείμενον ἐξ ὑαλίνης πλάκας, ἐφ' ἧς ὑπάρχει κεχαραγμένη κλίμαξ χιλιοστομέτρων. Τὸ οὕτω πεφωτισμένον μικρόμετρον κείμενον εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ ε ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ τούτου καὶ ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τῆς ἑδρας τοῦ πρίσματος τῆς πρὸς τὰς διοπτρας A καὶ Γ ἐστραυμένης εἰσέρχονται εἰς τὴν διοπτραν A καὶ σχηματίζουν τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον τοῦ μικρομέτρου, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ συμπίπτον μετὰ τοῦ εἰδώλου τοῦ φάσματος τοῦ διὰ τῆς φλογός Z παραγόμενου. Οὕτω δὲ δυνάμεθα νὰ παραβάλλωμεν οὐ μόνον τὴν θέσιν τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ φάσματος, ἀλλὰ καὶ τὴν θέσιν τῶν βαθμώσεων.

460. Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις. Διὰ τοῦ φασματοσκοπίου εὐρέθη ὅτι τὸ ἥλιακόν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου βαθμώσεις. Τὰ φάσματα τῶν τεχνητῶν φωτῶν, εἰς ἑλαιίου, πετρελαίου, φωταερίου, κηρίου, παρουσιάζουσι συνεχῆς φάσμα. Ἐὰν ὅμως ἐντὸς ἄχρου φλογός φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος ἐμβάλλωμεν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρῶσου γλωριούχον νάτριον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλόξ γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης βαθμώσεως ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν βαθμώσιν D τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος. Ὁμοίως παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν σκοτεινὴν βαθμώσιν C τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος, τὰ δὲ φάσματα τοῦ ἀσβεστίου, στροντίου καὶ βαρίου ἀποτελοῦνται ἐκ σειρᾶς λαμπρῶν ταινιῶν. Οὕτω λοιπὸν τὰ πλεῖστα τῶν μετὰλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῷ φασματοσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλείονων λαμπρῶν ταινιῶν, δι' ὧν δυνάμεθα ν' ἀνακαλύψωμεν αὐτὰ καὶ ἐλάχιστα ἔχον αὐτῶν, ἐὰν ὑπάρχωσιν ἐν τινι διαλύματι.

Διὰ τῆς φασματοσκοπικῆς ταύτης ἀναλύσεως ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ νέα μέταλλα, τὸ καίσιον, τὸ ρουθίδιον, τὸ Ἰνδιον, τὸ θάλλιον, τὸ γάλλιον καὶ ἄλλα πολλά.

461. Ἀνάλυσις τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου. Ὁ Kirchhoff πειρώμενος διὰ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ παραβάλλων τὴν θέσιν τῶν λαμπρῶν ταινιῶν, ἃς παρέχουσι τὰ φάσματα πολλῶν μετᾶλλων, πρὸς τῆς σκοτεινῆς ῥαβδώσεως τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀνεῦρεν ὅτι τὰ διάφορα σώματα ἀπορροφῶσιν ἐκείνας τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων τοῦ δι' αὐτῶν διαβιβαζομένου λευκοῦ φωτός, ἃς πυρακτοῦμενα δύνανται νὰ ἐκπέμψωσιν. Ἐὰν π. χ. ἔχωμεν ἐν φλογὶ ἀτμούς νατρίου ἐν διαπύρῳ καταστάσει, εἶδμεν ὅτι οὗτοι ἐκπέμπουσι κίτρινας ἀκτίνες ἀντιστοιχοῦσας πρὸς τῆς σκοτεινῆς ῥαβδώσεως D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἐὰν τούναντίον διὰ φλογὸς περιεχούσης διαπύρους ἀτμούς νατρίου διέλθωσιν ἀκτίνες διαφόρου θλαστότητος ἀπὸ τῶν ἐρυθρῶν μέχρι τῶν ισοῶν, θέλουσιν ἀπορροφηθῆ αἱ κίτριναι ἀκτίνες τῆς ὀρισμένης θλαστότητος τῆς ἀντιστοιχοῦσας πρὸς τὴν ῥαβδῶσιν D. Περὶ τούτου πειθόμεθα διαβιβαζόντες δέσμη ἀκτίνων ἡλεκτρικοῦ π. χ. φωτός, παράγοντος φάσμα πλήρες ἄνευ σκοτεινῶν ῥαβδώσεων, διὰ φλογὸς ἐμπεριεχούσης ἀτμούς νατρίου, ὅποτε ἐπὶ τοῦ παραγομένου φάσματος παρατηροῦμεν τὴν σκοτεινὴν ῥαβδῶσιν D.

Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανεν ὅτι ἡ σκοτεινὴ ῥαβδῶσις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχεται ἐξ ἀτμῶν νατρίου. οὐς παρέχει ἡ περιβάλλουσα τὸν πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος ἀτμοσφαῖρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν ὅτι αἱ σκοτειναὶ ῥαβδώσεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου, ὅσον ὕδρογόνου, βαρίου, ἀσθεστίου, ἀργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, νικελίου, χρωμίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ τιτανίου. Πολλὰ τῶν σκοτεινῶν ῥαβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς Γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὕδατμων.

462. Ἀχρωστικοὶ φακοί. Ὡς διὰ τοῦ πρίσματος, οὕτω καὶ διὰ φακοῦ διερχόμενον τὸ λευκὸν φῶς ἀναλύεται· διότι ὁ φακὸς δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σύνολον πρισμάτων, ὧν ἡ διαθλαστικὴ γωνία βαίνει μεταβαλλομένη ἀπὸ τοῦ μέσου τοῦ φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα αὐτοῦ. Καὶ ὄντως, ἂν δι' ἀπλοῦ φακοῦ παραγάγωμεν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον λευκοῦ τινος ἀντικειμένου, βλέπο-

μεν αὐτὸ περιβαλλόμενον ὑπὸ ἑγγρου παρυφῆς. Ὡς δὲ συνδυάζοντες δύο ὀπτικά πρίσματα διαφόρου ὕλης καὶ διαθλαστικῆς γωνίας, οὕτως ὥστε αἱ μὲν ἑδραι αὐτῶν νὰ εἴνε παράλληλοι, αἱ δὲ διαθλαστικαὶ γωνίαι ἀντίθετοι, αἴρομεν τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός, τοῦτέστι τὴν ἀνάλυσιν αὐτοῦ, οὐχὶ δὲ καὶ τὴν διάθλασιν τῶν ἀκτίνων, οὕτω συνδυάζοντες δύο φακοὺς τὸν μὲν συγκλίνοντα Β (σχ. 363), τὸν δ' ἑτερον ἀποκλίνοντα Α, ἐκ διαφόρου ὕαλου κατασκευασμένους, λαμβάνομεν φακὸν καλοῦμενον **ἀχρωστικός**, δι' οὗ ὁρῶντες τὰ φωτοβόλα ἢ πεφωτισμένα λευκὰ π.χ. ἀντικείμενα βλέπομεν αὐτὰ μὴ περιβαλλόμενα ὑπὸ ἑγγρου παρυφῆς. Τοιούτων μόνον φακῶν γίνεται χρῆσις εἰς τὰς διαφόρους διόπτρας καὶ τὰ τηλεσκόπια.)

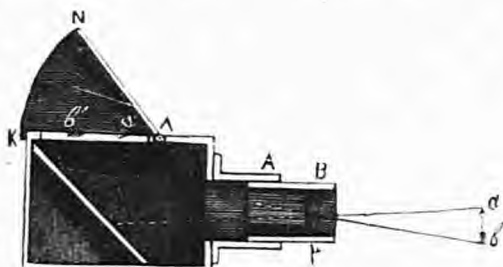


Σχ. 363.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Σ'.

ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ.

(463. **Σκοτεινὸς θάλαμος μετὰ φακοῦ.** Ὁ σκοτεινὸς οὗτος θάλαμος σύγκειται ἐκ ξυλίνου κιβωτίου (σχ. 364) φέροντος ἐπὶ ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπὴν Α, ἐν ᾗ δύναται νὰ ὀλισθήσῃ καλὸς κύλινδρος Β φέρων ἀμφικυρτον φακὸν μ. Αἱ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων αβ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι εἰσερχόμεναι εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ τοιχώματος τοῦ κιβωτίου κειμένου ἀπέναντι τοῦ φακοῦ, προσηκόντως ἐστερεωμένου, πιστῶς καὶ εὐκρινῶς τὰ ἐξωτερικά ταῦτα ἀντικείμενα. Ἵνα δ' αἱ εἰκόνες σχηματίζωνται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τίθεται ἐντὸς τοῦ κιβωτίου κάτοπτρον σχηματίζον γωνίαν 45° μετὰ τῆς βάσεως τοῦ κιβωτίου. Αἱ ἀκτῖνες ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου σχηματίζουσι τὸ εἶδωλον α'β' τοῦ ἀντικειμένου αβ ἐπὶ ὑαλίνης πλακῆς ΚΛ φερούσης χάρτην, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται τοῦτο.



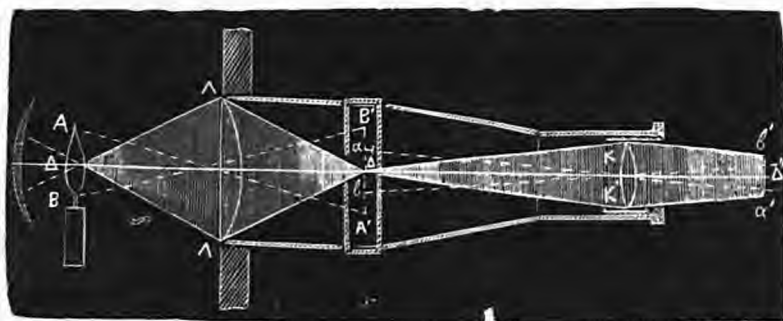
Σχ. 364.

Τὴν εἰκόνα τοῦ εἰδώλου θυνάμεθα νὰ σχεδιάσωμεν ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου διὰ γραφίδος. Κάλυμμα ΛΝ ἄνωθεν τοῦ χάρτου κείμενον χορ-
σιμεύει, ὅπως κωλύῃ τὸ διακεχυμένον φῶς νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ εἰ-
δώλου καὶ ἐλαττοῖ αὐτῶ τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ.

464. **Φωτογραφικὸς θάλαμος.** Ὁ θάλαμος οὗτος οὐσιωδῶς δὲν διαφέρει τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀχρωστικοῦ φακοῦ, ὃν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν οἶαν-
δήποτε ἀπὸ τῆς συσκευῆς νὰ σχηματισθῇ ἐναργῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἐδρας τῆς ἀποτελουμένης ἐκ λευκῆς ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου. Τοῦτο αὐτὸ δὲ κατο-
ρθοῦμεν, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνωμεν ἀπ' αὐτοῦ τὴν
ἐδραν τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου τὴν φέρουσαν τὴν λευκὴν ὑάλον. Ἡ διὰ
τῆς φωτογραφίας παραγωγὴ πολλῶν εἰκόνων ἀντικειμένου τινὸς σφαιρίζεται
τούτο μὲν εἰς τὰς χημικὰς ιδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, τούτο δὲ εἰς τὰς
ιδιότητας φωτοπαθῶν τινων ἐνώσεων τοῦ ἀργύρου. Τὸ ἡλιακὸν φῶς θήρουντι
ἐκτὸς τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ
ιδιότητα καλούμενην χημικὴν, καθ' ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώ-
σεις καὶ ἀποσυνθέσεις. Οὕτω κεχρωματισμένα μὲν ὑφάσματα διάβροχα ἐκτιθε-
μενα ἐφ' ἱκανὸν χρόνον εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας λευκαίνονται. Ἐὰν δὲ πλη-
ρώσωμεν φιάλην ἴσων ὕγκων ὕδρογονοῦ καὶ χλωρίου καὶ διψώμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλι-
κὰς ἀκτῖνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνητίου φῶς, ἐπερχεται πάραυτα ἐνωσις
μετ' ἐκπυρσοκροτήσεως τοῦ ὕδρογονοῦ καὶ χλωρίου καὶ παραγωγὴ ὑδροχλωρι-
κοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων
διφορούς ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, οἷον γλωριούχον, ἰωδιούχον ἢ βρωμιούχον ἄρ-
γυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυντίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορ-
φὴν μελαίνης λεπτοτάτης κόμης. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτός προκαλουμέ-
νης ἀποσυνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἡ φωτογραφία μεταχειριζομένη ἰδίως
μῆγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ λεπτότατον
στομάχι ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακῆς, ἥτις τίθεται εἰς τὴν θέσιν τῆς λευ-
κῆς ὑαλίνης πλακῆς, ἐφ' ἧς, ὡς εἵπομεν, σχηματίζεται τὸ ἐναργὲς εἶδωλον τοῦ
ἀντικειμένου τεθέντος πρὸ τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τὸ ἐκ τοῦ ἀντι-
κειμένου τούτου ἐκπεμπόμενον καὶ εἰς τὸν φωτογραφικὸν θάλαμον εἰσδόν ἐπι-
δρᾷ ἐπὶ τῆς φωτοπαθοῦς ἐνώσεως τοῦ ἀργύρου, εἰς ἣν ἐπιφέρει τοιαύτην ἁλ-
λοίωσιν, ὥστε, ἐὰν μετὰ ταῦτα ἡ πλάξ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς καταλλήλου διαλύμα-
τος (θεικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακι-
κοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινόνης μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀπο-
συντίθεται καὶ ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος οὕτω δ' ἐμφανίζεται
ἡ εἰκὼν, ἀλλὰ τὰ μέρη αὐτῆς τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντι-
κειμένου εἶνε μέλανα, τὰ δὲ εἰς τὰ μέλανα λευκὰ, διότι τὰ πρῶτα ὑπέστησαν
μεῖζονα ἐπίδρασιν τοῦ φωτός καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς ταῦτα ἡ ἀποσύνθεσις
τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μεῖζων ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκο-
τεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ εἰκὼν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ

χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἥτοι φωτογραφικῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται λευκὰ, 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, εἴτα ξηραίνεται ἐφαρμύζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ φωτοπαθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνος προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσιν τοῦ ἀργύρου, ἥτις συνήθως εἶνε χλωριούχος ἄργυρος ἐντὸς λευκώματος ἢ ἐντὸς πηκτικῆς ἢ κολλώδους (ἀριστοτυπικός) χάρτης). Ἐπειδὴ ὁμῶς τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνος ὡς διαφανῶν, οὐδολως 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 διαρκέτερον, εἴτα δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται ὁ ὑπόλοιπος μὴ ἀποσυνθετὸς χλωριούχος ἄργυρος, τέλος δ' ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ἀποξηραίνεται.)

465. Μαγικὸς λύχνος. Ὁ λύχνος οὗτος χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνος διαφανοῦς, εἴτι εἶνε αἱ ἐπὶ ὑάλου φωτογραφίαι, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευή αὕτη ἐκ τινος φωτεινῆς πηγῆς AB (σχ. 365), ἥτις δύναται νὰ εἶνε φλόξ λαμπράδος ἢ

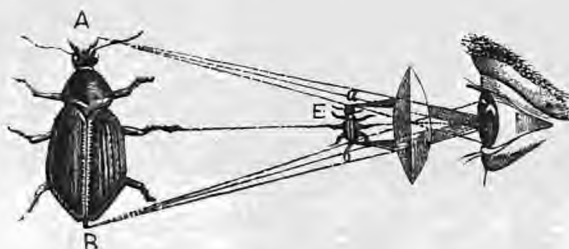


Σχ. 365.

λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερμέτρως νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβολομένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ἢ ἡλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοδόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἑσθραν τοῦ ὁποίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς ΛΛ, ὅστις συγκεντρῶι τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πη-

γῆς **AB** ἐπὶ τῆς ἀντιστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνας **αβ**, ἥτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον· διὰ τοῦ συγκεν-
τρωτικοῦ δὲ φακοῦ **KK'** σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἰ-
δῶλον **β' α'** τῆς εἰκόνας ἠνωρθωμένον καὶ πολὺ μείζον τοῦ ἀντικει-
μένου, ὁρατὸν δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ἀπομακρύνοντες τὴν
συσκευὴν ἀπὸ τοῦ πετάσματος καὶ πλησιάζοντες τὸν φακὸν **KK'** εἰς
τὴν εἰκόνα **αβ** μεγεθύνομεν ὅσον θέλομεν τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἰ-
δῶλον, ἀρκεῖ ὁ φωτισμὸς νὰ εἴναι ἰσχυρὸς, ἵνα τὸ εἶδῶλον διατηρῆται
ἐναργές. Ἐπαυξάνομεν δὲ τὸν φωτισμὸν τῆς εἰκόνας **αβ** θέτοντες
ὀπίσθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς **AB** κοίλον σφαιρικὸν κάτοπτρον, εἰς τὸ
κέντρον καμπυλότητος τοῦ ὁποίου νὰ εὕρεσκηται ἡ φωτοβόλος πηγὴ·
τὸ κάτοπτρον τοῦτο ἀνακλᾷ πλείστα ἀκτῖνας ἐκ τῆς φωτοβόλου
πηγῆς ἐκπορευομένας καὶ ρίπτει αὐτὰς ἐπὶ τῆς πρὸς προβολὴν εἰκόνας.

466. Ἀπλοῦν μικροσκόπιον. Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον
σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπό-
στασιν· τὸ ἀντικείμενον **αβ** (σχ. 366) τίθεται μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ

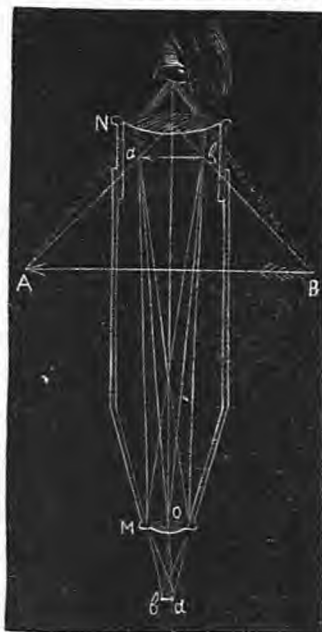


Σχ. 366.

τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας **E**, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πλη-
σίον τοῦ φακοῦ. Διορῶντες διὰ τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον **αβ** δεχό-
μεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ τῶν διαφόρων σημείων αὐτοῦ ἐκπεμπο-
μένας ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου **AB**, ὅπερ βλέπομεν
ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ μεγέθυνσις δ' αὕτη εἶναι το-
σοῦτω μείζων, ὅσω τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυ-
ρίαν ἐστίαν **E** τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξύ αὐτῆς καὶ τοῦ φα-
κοῦ. Οὕτως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ
λάβῃ πλησιέστεραν πρὸς τὸν φακὸν θέσιν, τὸ εἶδῶλον **AB** μετατίθε-
ται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ γινόμενον μικρότερον, ἐὰν δὲ τοῦ-
ναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάσῃ πρὸς

τήν ἐστίν E , τὸ εἶδωλον αὐτοῦ μεγαθύνεται. Ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα πλήρης ὕδατος ἢ καὶ ἀπλῶς ῥαγίς ὕδατος.

467. **Σύνθετον μικροσκόπιον.** Τὰ κυριώτατα συστατικά



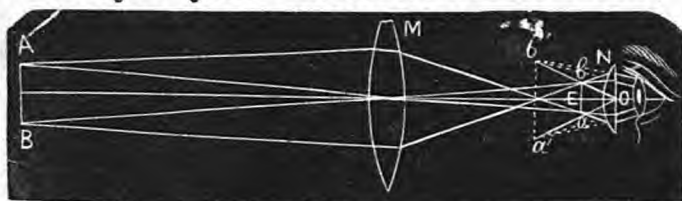
Σχ. 367.

τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἶναι δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὧν ὁ μὲν εἰς N (σχ. 367) 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' ὑπόστασιν εἶδωλον $α'β'$ τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου $αβ$ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μεγαλότερον αὐτοῦ, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N , ὅστις ἐνεργεῖ ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον AB πολὺ μείζον τοῦ εἰδώλου $α'β'$ καὶ ἔτι μείζον τοῦ ἀντικειμένου $αβ$.

468. **Τηλεσκόπια.** Τὰ τηλεσκόπια εἶνε δύο εἰδῶν **διοπτρικά** καὶ **κατοπτρικά**. Καὶ διοπτρικά μὲν καλοῦνται

ἐκεῖνα, ἐν οἷς γίνεται χρῆσις φακῶν πρὸς σχηματισμὸν εἰδῶλων καθ' ὑπόστασιν, οἷα εἶνε τὸ ἀστερονομικόν, τὸ τῶν ἐπιγείων καὶ τὸ τοῦ Γαλιλαίου, κατοπτρικά δ' ἐκεῖνα, εἰς ἃ τὰ εἶδωλα τῶν μακρυοῦς ἀντικειμένων σχηματίζονται διὰ κοίλων κατόπτρων, οἷον τὸ τοῦ Νεύτωνος.

469. **Ἀστερονομικὸν τηλεσκόπιον.** Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἀπλου-



Σχ. 368.

στάτην αὐτοῦ μορφήν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων M καὶ N (σχ. 368), ὧν ὁ ἀντοφθάλμιος M παρέχει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶ-

δῶλον $\alpha\delta$ τοῦ μεμακρυσμένου ἀντικειμένου AB ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξύ τοῦ προσοφθαλμοῦ φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E . Τὸ ἐλάχιστον τοῦτο εἶδωλον ὁρῶμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμοῦ φακοῦ N , ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, δι' οὗ σχηματίζεται τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον $\alpha'\delta'$. Τουτέστιν ἐν ᾧ διὰ ψιλοῦ ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν AOB , ὀπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τὴν πολὺ μείζονα γωνίαν $\alpha'\delta'$, εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ἡ διὰ τηλεσκοπίου μεγέθυνσις παρατηρουμένου τινὸς ἀντικειμένου, οἷον πλανήτου.

470. Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων. Ἡ διὰ τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου ἀνεστραμμένη ὅψις τῶν οὐρανίων σωμάτων οὐδ' ὅλως παραβλάπτει τὴν παρατήρησιν. Διὰ τὴν συνήθη ὅμως παρατήρησιν ἐπιγείων ἀντικειμένων δεόν τὰ διὰ τῶν τηλεσκοπίων ὁρῶμενα εἶδωλα νὰ εἴνε ἠγνωσθώμενα καὶ οὐχὶ ἀνεστραμμένα ὡς ἐν ἐκείνοις. Πρὸς ἀνθρώποις δὲ τοῦ εἰδώλου παρεμβάλλεται μεταξύ ἀντοφθαλμοῦ καὶ προσοφθαλμοῦ φακοῦ σωλὴν ἐγκλεισίων δύο ἀντικύτους φακοὺς P καὶ K (σχ. 369). Τοῦ ἀντικειμένου ὄντος εἰς τὸ AB , σχηματίζεται τὸ κατ'

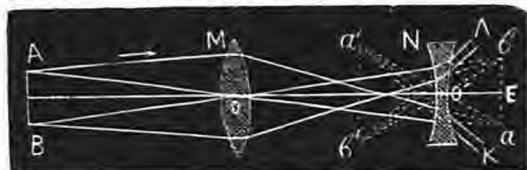


Σχ. 369.

ὑπόστασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μικρόν εἰς τὸ $\alpha\delta$, τουτέστιν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ P . Αἱ δ' ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου τούτου ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τοῦ φακοῦ P διερχόμεναι μεταβάλλονται εἰς δέσμας παραλλήλων ἀκτίνων, διότι πάντα τὰ σημεία τοῦ εἰδώλου $\alpha\delta$ κεῖνται ἐπὶ κυρίων ἐστιῶν διαφόρων δευτερευόντων ἄξόνων. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ σημείου δ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν διέσδον διὰ τοῦ φακοῦ P μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι $\delta\alpha$ τῷ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχομένῳ, διότι τὸ σημεῖον β κεῖται ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ τούτου τοῦ δευτερευόντος ἄξονος. Ὁμοίως αἱ ἐκ τοῦ σημείου α τοῦ εἰδώλου $\alpha\delta$ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι $\alpha\sigma$. Αἱ δέσμαι δ' αὗται διασταυρούμεναι κατὰ τὸ H προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ δευτέρου φακοῦ K καὶ συνέρχονται εἰς τὰς κυρίας ἐστίας τῶν δευτερευόντων ἄξόνων τῶν παραλλήλων πρὸς τὰς

δέσμες ταύτας. Οὕτως ἡ μὲν δέσμη τῶν παραλλήλων ἀκτίνων PH, ἡ προελθοῦσα ἀπὸ τοῦ σημείου β , ὡς προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ K παραλλήλως τῷ δευτερεύοντι ἄξονι $\sigma'\delta'$ συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον δ' , κυρίαν ἐστίν τινος δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ἡ δὲ δέσμη ἡ ἐκ τοῦ σημείου α προελθοῦσα συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον α' , κυρίαν ἐστίν τινος δευτερεύοντος ἄξονος $\sigma'\alpha'$. Σχηματίζεται λοιπὸν κατὰ τὸ $\alpha'\delta'$ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB ἡνωθωμένον. Τὸ ὀρθὸν τοῦτο εἶδωλον σχηματιζόμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμοῦ φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας ὀρώμεν διὰ τοῦ φακοῦ τούτου ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται κατὰ τὸ $\alpha'\delta'$ εἶδωλον *κατ' ἐμφασιν καὶ ὀρθόν*.

471. Διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου. Τοῦ τηλεσκοπίου τούτου πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος (τῷ 1609) ἐποιήσατο χρῆσιν διὰ τὰς ἀστρονομικὰς αὐτοῦ παρατηρήσεις. Συνίσταται δ' ἐκ δύο φακῶν, ἐνὸς ἀντοφθαλμοῦ συγκλίνοντος M



Σχ. 370.

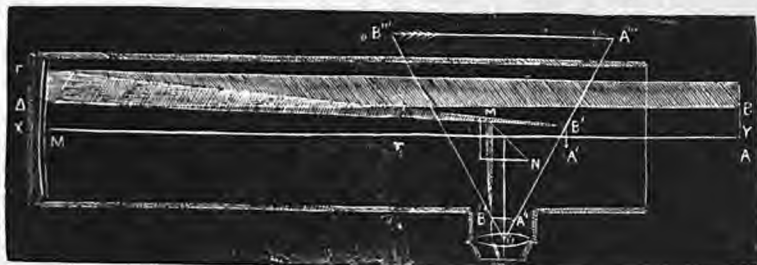
καὶ ἐνὸς προσοφθαλμοῦ ἀποκλίνοντος N (σχ. 370). Ὁ ἀντοφθαλμὸς φακὸς ἤθελε σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδω-

λον $\alpha\beta$ ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ μακρὰν κειμένου ἀντικειμένου AB, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ὁ ἀποκλίνων προσοφθαλμὸς φακός. Ἀλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων A καὶ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συνέλθωσιν εἰς τὰ σημεῖα α καὶ β , διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ N διαθλῶνται καὶ ἀποκλίνουνται τῶν δευτερευόντων ἄξόνων $\beta\sigma'$ καὶ $\alpha\sigma'$, ὥστε ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων α' καὶ δ' . Οὕτω τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν δεχομένου τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινούσας ταύτας δέσμες, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α' καὶ δ' καὶ οὕτω βλέπομεν τὸ καθ' ἐμφασιν εἶδωλον $\alpha'\delta'$ ὀρθόν.

472. Κατοπτρικά τηλεσκόπια. Ἐν τοῖς κατοπτρικοῖς τηλεσκοπίοις ὁ τῶν διοπτρικῶν ἀντοφθαλμὸς φακὸς ἀντικαθίσταται ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἐφ' οὗ γίνεται ἀνάκλασις τοῦ φωτός καὶ διὰ τοῦτο τὰ τοιαῦτα καλοῦνται *κατοπτρικά τηλεσκόπια*.

Ἐστω AB (σχ. 371) ἀντικείμενον λίαν μακροχρυσμένον, οἷον ἀστήρ, ΓΔ τὸ κοῖλον κατόπτρον καὶ A'B' τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ἀνεστραμμένον. Ὁ Herschel ἐν τῷ τηλεσκοπίῳ αὐτοῦ ἐκκλινεν ὀλίγον τὸ κοῖλον κατόπτρον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ

τηλεσκοπίου, ὥστε τὸ εἶδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἀστέρος νὰ σχηματίζεται κατὰ τὸ χεῖλος τοῦ τηλεσκοπίου, εἰς οὗ τὸ βάθος ἔκκειτο τὸ κάτοπτρον, καὶ παρατῇ τὸ εἶδωλον τοῦτο διὰ φακοῦ ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Ὁ Νεύτων ἔθετε κατὰ τὸ MN πρὸ τοῦ εἰδώλου



Σχ. 371.

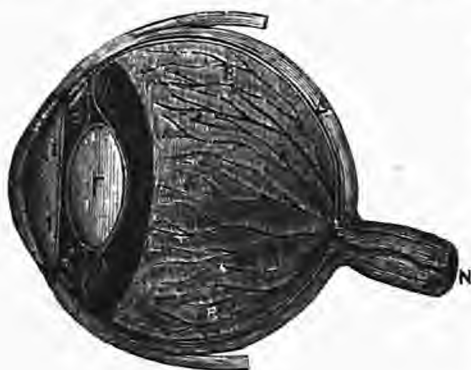
μικρὸν κάτοπτρον ἐπίπεδον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν 45° πρὸς τὸν ἄξονα XY τοῦ τηλεσκοπίου, ἀπελάμβανε δ' οὕτω τὸ εἶδωλον A'B', ὅπερ παρατῇ διὰ τοῦ προσεφθαλμίου φακοῦ O ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου καὶ ἐβλεπεν οὕτω τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον A''B''. Ὁ Foucault ἐσχάτως ἐτελειοποίησε τὰ τηλεσκόπια ταῦτα ἐπινοήσας ὑάλινα κάτοπτρα, ἐπάργυρα, δι' ὧν αὐξάνεται ἡ ποσότης τοῦ ἀνακλωμένου φωτός καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ λαμπρότης τοῦ εἰδώλου καὶ ἀντικαταστήσας τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον διὰ πρίσματος MN ὅλικῃ ἀνακλάσεως, ἐφ' οὗ ἀνακλωμένον τὸ εἶδωλον A'B' σχηματίζει τὸ κατ' ὑπότασιν εἶδωλον A''B'' εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον MN· τὸ εἶδωλον τοῦτο A'B' ὁράται δι' ἀπλοῦ ἢ καὶ συνθέτου μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον A''B''.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

473. Ὁ ὀφθαλμὸς εἶναι τὸ ὄργανον ἢ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως. Τὸ κύριον μέρος δ' αὐτοῦ εἶναι ὁ βολβός, ὅστις κεῖται ἐντὸς κοιλότητος τοῦ κρανίου καλουμένης κόγχης καὶ περιβάλλεται ἐξωτερικῶς ὑπὸ χιτῶνος ἰνώδους ΔΡΔ (σχ. 372), ὅστις πρὸς τὰ ὀπίσθεν μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶναι λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος σκληρωτικός 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 χοριοειδούς. Ἐπὶ δὲ τοῦ χοριοειδούς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἵνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν.

αἵτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα καλούμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταβιβάζει τὸν παραγόμενον ἐρεθισμόν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον. Ὁ χοριοειδὴς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν σχηματίζει τὴν ἱρίδα II, ἥτοι δίσκον κυκλωτερῇ ποιικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῷ μέσῳ φέρει κυκλικὴν ὀπὴν πρὸς διόδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὴν καλουμένην κόρην, ἥτις συστελλομένη καὶ διαστελλομένη κα-



Σχ. 372

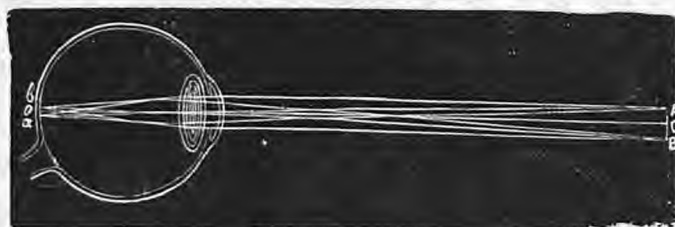
νονίζει τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὁπισθεν δ' ἀκριβῶς τῆς ἱρίδος ὑπάρχει φακὸς Γ' ἀμφικυρτός διαφανής καὶ ἄγρους, κρυσταλλοειδὴς ἢ κρυσταλλώδης καλούμενος, ὅστις σύγκειται ἐκ πολλῶν στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυκνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι τῶν ἐξωτερικῶν. Ὁ φακὸς οὗτος διαίρεται τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο χώρους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πε-

πληρωμένος τοῦ ὕδατοειδοῦς ὑγροῦ, καὶ τὸν ὀπίσθιον τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολβοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ πηκτώδους, τοῦ καλουμένου ὑαλοειδοῦς, θλαστικωτέρου τοῦ πρώτου.

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν εὐπάθειαν, τούτεστι δὲν ἐρεθίζονται ἐξ ἴσου ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ὑπάρχει μάλιστα σημεῖον τοῦ χιτῶνος τούτου, εἰς ὃ οὐδόλως αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες δύνανται νὰ ἐπιδράσωσιν. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον τυφλὸν σημεῖον κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς μικρὰν δ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου ἀπόστασιν ὑπάρχει ἡ καλουμένη ὠχρὰ κηλὶς, ἥτις οὕσα εὐπαθεστάτη ὑπὸ τοῦ φωτός παρέχει ἡμῖν μᾶλλον ἀντιληπτὰς τὰς ἐπ' αὐτῆς παραγομένας φωτεινάς ἐντυπώσεις· ἐν τῷ μέσῳ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ὑπάρχει τὸ καλούμενον κεντρικὸν βόθριον, 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, στρέφωμεν τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ οὕτως, ὥστε ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων προεκβαλλόμενος νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου τούτου.

474. Πορεία τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν θάλαμον φέροντα συγκεντρωτικὸν φακὸν (σχ. 364, § 463)· τούτεστιν ἡ μὲν κόρη τοῦ

ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ὁπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φω-
τεινᾶι ἀκτῖνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὁ δὲ κρυσταλλοειδὴς φακὸς τὸν
συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδὴς χιτῶν τὴν
ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἑδραν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. ἐφ' ἧς ἀπεικονί-
ζονται τὰ εἰδῶλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων μικρὰ καὶ ἀνέστραμ-
μένα. Ὡς δὲ αἱ ἑδραὶ τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἶνε ἀδιαφανεῖς καὶ ἐσω-
τερικῶς μέλαιναι, οὕτω καὶ ὁ ὀφθαλμὸς φέρει ἐσωτερικῶς τὸν χοριο-
ειδῆ χιτῶνα. ἐφ' οὗ ἐξαπλοῦται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Οὕτως ἐὰν φωτο-
βόλον ἀντικείμενον AB (σχ. 373) κείτται ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐν

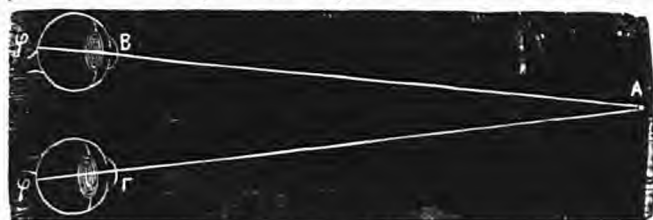


Σχ. 373.

τῶν σημείων τοῦ ἀντικειμένου π.χ. τὸ Α ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἱ τῖνες
διερχόμεναι διὰ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοει-
δὲς ὑγρὸν, ἔνθα ὑφίστανται πρῶτην τινὰ διάθλασιν. Εἰτα εἰσερχόμε-
ναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν
καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικωτέρου, θλῶνται αἱ ἀκτῖνες πλησιάζου-
σαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα Οσ τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ εἰτα
εἰσερχόμεναι εἰς τὸ ὑδατοειδὲς 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 εἶδῶλον τοῦ Α. Ὡσαύ-
τως αἱ ἐκ τοῦ Β ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ β τὸ
εἶδῶλον αὐτοῦ. οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδῶλον αβ μικρὸν καὶ
ἀνέστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἐὰν δ' ὁ ὀφθαλμὸς
καταλλήλως προσεμεσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαι τῶν ση-
μείων Α καὶ Β κείνται ἐπ' αὐτοῦ τοῦτου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χι-
τῶνος.

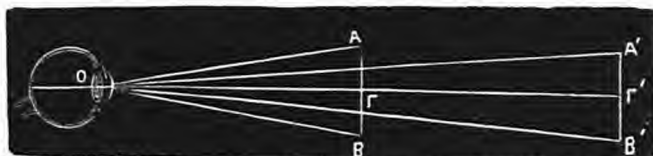
Εἴπομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἡ ἐνοῦσα τὸ ὀπτικὸν
κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βεθρίου τῆς ὠχρᾶς
κηλίδος. Ὅταν προσθλέπωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 374),
οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε αἱ ὀπτικαὶ

οὗτοι ἄξονες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου A , σχηματίζοντες γωνίαν BAG , καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξωνων καὶ τοσοῦτον ἐλαττωμένην, ὅσον τὸ φωτεινὸν σημεῖον A καίται ἀπωτέρω.



Σχ. 374.

Ὀπτική γωνία ἢ φαινομένη διάμετρος ἀντικειμένου τινὸς καλεῖται ἡ γωνία AOB (σχ. 375) ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν εὐθειῶν τῶν ἀγομένων ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα τοῦ ἀντικειμένου. Δι' ἀντικείμενα κείμενα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἡ ὀπτική γωνία αὐξάνεται αὐξανόμενου τοῦ μεγέθους αὐτῶν, ἀλλὰ διὰ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον ἡ ὀπτική γωνία ἐλαττοῦται αὐξανόμενης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ, ὡς τοῦτο καταφαίνεται, ὅταν τὸ ἀντικείμενον AB μετατεθῇ εἰς τὴν θέσιν $A'B'$, ὁπότε ἡ ὀπτική γωνία



Σχ. 375.

AOB γίνεται $A'OB'$, ἥτοι ἐλαττοῦται. Ἐνεκα τούτου ἀντικείμενον τι φαίνεται σμικρυνόμενον, ὅταν ἀπομακρύνηται ἀφ' ἡμῶν, διότι ἡ ὀπτική γωνία ἐλαττοῦται, τὸ δὲ μέγεθος τοῦ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπεικονιζομένου εἰδώλου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς ὀπτικῆς ταύτης γωνίας.

475. Ἐκτίμησις τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων. Γνωρίζοντες τὴν ἀπόστασιν ἀντικειμένου τινὸς ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος αὐτοῦ διὰ τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτοῦ· γνωρίζοντες δὲ τὸ μέγεθος ἀντικειμένου ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ διὰ τῆς αὐτῆς ὀπτικῆς γωνίας. Οὕτω βλέποντες ἀπὸ τῆς παραλίας πλοῖον εὐρισκόμενον εἰς γνωστὴν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἐκ τῆς ὀπτικῆς γωνίας, ὡσαύτως γνωρίζον-

τες ἐκ πείρας τὸ ἀνάστημα ἀνδρός ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς ἣν εὐρίσκεται ἀφ' ἡμῶν, ἐκ τῆς αὐτῆς γωνίας. Ὁ ἥλιος καὶ ἡ σελήνη φαίνονται ἡμῖν ἰσομεγέθη, διότι βλέπομεν αὐτὰ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ὀπτικήν γωνίαν καὶ σφαλλόμενοι νομίζομεν ὅτι ἀμφότερα τὰ οὐράνια ταῦτα σώματα κεῖνται εἰς ἴσην ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν.

Εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως συντελεῖ ὡσαύτως καὶ ἡ γωνία ΒΑΓ (σχ. 374) τῶν ὀπτικῶν ἁξόνων, διότι ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται, ὡς εἴπομεν, ὅταν τὸ σημεῖον ἐφ' οὗ προσβλέπομεν πλησιάζῃ, τοῦναντίον δὲ γίνεται ὀξυτέρα, ἐφ' ὅσον τοῦτο ἀπομακρύνεται, καὶ διὰ τὰ λίαν μεμακρυσμένα σημεῖα οἱ ἁξονες γίνονται σχεδὸν παράλληλοι. Ἐνεκα δὲ τούτου διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν κρίνομεν ἀσφαλέστερον περὶ τῆς ἀποστάσεως ἀντικειμένου ἢ δι' ἑνὸς καὶ μόνου ὀφθαλμοῦ.

Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως ἀγνώστων ἡμῖν τῶ μεγέθους ἀντικειμένων συντελοῦσι καὶ τὰ παρακείμενα σώματα, ὧν γνωρίζομεν τὸ μέγεθος, οἷον ὅταν πλησίον μεμακρυσμένου ἀντικειμένου ἵσταται ἀνὴρ. Συντελεῖ ὡσαύτως εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ ἡ εὐκρίνεια τῶν εἰδῶλων, ἅτινα, αὐξανόμενης τῆς ἀποστάσεως, ἀμαυροῦνται ἔνεκα τῆς ἐξασθενήσεως τοῦ φωτός διερχομένου διὰ παχύτερου στρώματος ἀέρος. Διὰ τοῦτο ὅταν ὁ ἀνὴρ εἴνε διαφανέστατος, τὰ περὶ ἡμῶν ὄρη φαίνονται ἡμῖν πλησιέστερα.

476. Διόφθαλμος ὁρασις. Καίπερ ἔχοντες δύο ὀφθαλμούς, ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων σχηματίζεται τὸ εἶδωλον φωτεῦθλου ἀντικειμένου, βλέπομεν ἐν μόνον ἀντικείμενον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξήγησιν παραδεχόμενοι ὅτι τὰ εἶδωλα εἰκονίζονται ἐπὶ σημείων φ, φ, ἀκριβῶς σύστοιχων τῶν δύο ἀμφοβληστροειδῶν χιτώνων (σχ. 374). Οὕτως ἔταν διὰ τῶν ὀφθαλμῶν προσβλέπωμεν τὸ αὐτὸ σημεῖον Α, στρέφομεν τοιοῦτοτρόπως τοὺς ὀπτικούς ἁξονας αὐτῶν, ὥστε τὰ εἶδωλα νὰ σχηματισθῶσιν εἰς σημεῖα σύστοιχα, ἅτινα μεταβιβάζουσιν εἰς τὸν ἐγκέφαλον μίαν καὶ μόνην ἐντύπωσιν. Ὅτι δὲ τοῦτο ἀληθεύει, ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τούτου ὅτι, ἂν πιάσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἕτερον τῶν ὀφθαλμῶν, τότε τὰ εἶδωλα σχηματίζονται εἰς σημεῖα μὴ σύστοιχα καὶ ἀντὶ ἀπλῶν βλέπομεν διπλὰ τὰ ἀντικείμενα.

477. Ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων. Γνωστόν ὅτι τὰ στερεὰ σώματα ἔχουσιν οὐ μόνον ὕψος καὶ πλάτος, ἀλλὰ καὶ μήκος ἢ βάθος· ἡ δὲ ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων δύναται νὰ γίνη μόνον διὰ τῆς διόφθαλμου ὁρά-

σεως· καὶ ἀντιλαμβάνομεθα μὲν τῶν τριῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων καὶ διὰ τῆς μονοφθάλμου ὁράσεως, ἀλλὰ τοῦτο προέρχεται ἰδίᾳ ἐκ τῆς κτηθείσης συνηθείας. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ διόφθαλμος ὁρασις συντελεῖ εἰς τὴν ἀντίληψιν τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων ὡς ἑξῆς. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον διαδοχικῶς δι' ἑκατέρου τῶν ὀφθαλμῶν, αἱ εἰκόνες αἱ ἐπὶ τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτῶνων σχηματίζονται εἶνε ἀνόμοιοι καὶ μὴ γεωμετρικῶς ἐφαρμοσμένοι. Οὕτως ὀρθὴ βασιεξάγωνος πυραμὶς (σχ. 376)



Σχ. 376.

ἄνωθεν ὁρωμένη εἰς μὲν τὸν ἀριστερὸν ὀφθαλμὸν παρέχει τὴν ὄψιν Α, εἰς δὲ τὸν δεξιὸν τὴν ὄψιν Β, εἰς ἀμφοτέρους δὲ ταυτοχρόνως τὴν ὄψιν Γ. Ἡ συγχώνευσις δὲ τῶν δύο εἰκόνων παρέχει ἡμῖν τὴν ἀντίληψιν τῶν τριῶν διαστάσεων τῆς πυραμίδος. Τοῦτο δ' ἀπέδειξεν ὁ Wheatstone δι' ὄργανον, ὅπερ ἐκάλεσε **στερεοσκόπιον**.

478. **Στερεοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ ἐπὶ τὸ τελειότερον διεσκεύασεν ὁ Brewster, σύγκειται ἐκ



Σχ. 377.

τινος κιβωτίου ὑποδιηρημένου εἰς δύο μέρη, εἰς ἑκάτερον τῶν ὁποίων τίθεται ἡ εἰκὼν ἀντικειμένου τινός, ἀλλ' εἰς τὸ Α (σχ. 377) ὡς ὁράται διὰ τοῦ ἑνὸς ὀφθαλμοῦ, καὶ εἰς τὸ Β ὡς ὁράται διὰ τοῦ ἑτέρου. Τὰς εἰκόνας ταύτας ὁρωμεν διὰ δύο πρισματικῶν φακῶν μ καὶ ν, ταυτέστι διὰ δύο πρισμάτων, ὧν αἱ ἐδρᾶι εἶνε ὀλίγον κυρταί. Οἱ δύο οὗτοι πρισματικοὶ φακοί, χρησιμεύοντες ὡς προσοφθαλμοὶ φακοὶ εἰς τοὺς δύο ὀφθαλμούς, ἐκτρέπουσι τὰς ἐκ τῶν σημείων Α καὶ Β ἐκπορευομένας ἀκτῖνας πρὸς τὰ ἐκτὸς αὐταὶ δὲ εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ προεκβαλλόμεναι συναντῶνται εἰς τὸ Γ καὶ οὕτως ἐνοῦνται εἰς μίαν ἀντίληψιν Γ αἱ δύο διάφοροι εἰκόνες

Α καὶ Β. Τὸ φακοειδὲς τῶν δύο πρισμάτων ἐπιφέρει τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἢ ἐκ τῆς συγχωνεύσεως τῶν δύο εἰκόνων Α καὶ Β προελθούσα εἰκὼν Γ ταυτοχρόνως μεγεθύνεται.

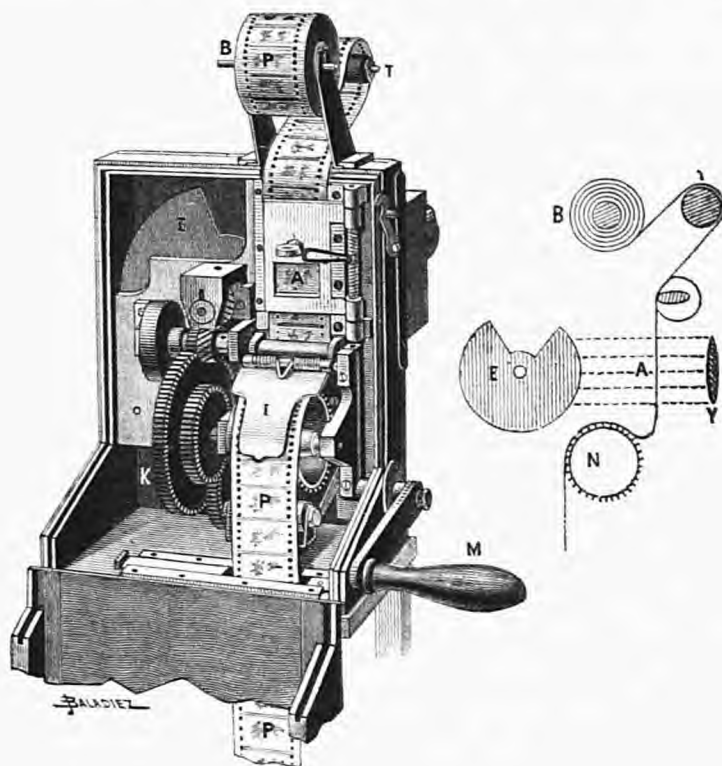
479. Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα. Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχὲς φωτοβόλος ταινία κυκλοτερῆς. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰ ὑδατίνων νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχὲς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 283 § 354). Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἑπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος (σχ. 360 § 455) φαίνεται λευκός. Ἐὰν ὁμοῦ τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότεινῳ στρεφόμενον τροχόν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀνακρίνον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκινήτων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἡ ἐπὶ τινος χώρου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινι βραχυτάτῳ χρόνῳ. ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξαφανίσθῃ ἢ ἐξετοπίσθῃ. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντυπώσεως εἶνε διάφορος, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς εὐαισθησίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου καὶ ἐκ τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτός. ἀνερχομένη εἰς $\frac{1}{30}$ ἢ $\frac{1}{20}$ δευτερολέπτου περίπου.

480. Κινηματοσκόπιον. Τὸ κινηματοσκόπιον εἶνε συσκευή, δι' ἧς προβάλλονται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος φωτογραφικαὶ εἰκόνες εἰληγμέναι ἐκ τοῦ φυσικοῦ ἀντικειμένων ἐν κινήσει εὐρισκομένων καὶ ἐν κινήσει ἀπεικονιζομένων.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ κινηματοσκόπιον, εἶνε ἡ ἐξῆς. Ὅταν προσθλέπωμεν περρωτισμένον τι ἀντικείμενον, ἢ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινι χρόνῳ, ἐν ᾧ ἢ φωτεινὴ πηγὴ, ἥτις ἐφώτιζε τὸ ἀντικείμενον, ἐξέλιπε καὶ τοῦτο εὐρίσκεται ἐν τῷ σκότεινῳ. Ἡ διάρκεια αὕτη τοῦ ὀπτικοῦ αἰσθήματος ἀνέρχεται ὡς εἴπομεν 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 φω-

τίζεται, μεταθέτουμεν αὐτὸ κατ' ἐλάχιστον, θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπω-
σιν ἀντικειμένου κινουμένου συνεχῶς.

Φαντασθῶμεν νῦν σειρὰν φωτογραφικῶν εἰκόνων εἰλημμένων ἐκ τοῦ
φυσικοῦ κατὰ χρονικὰ διαλείμματα ἐλάχιστα, οἷον δύο παλαιστῶν ἐν
πάλῃ διατελούντων. Ἐὰν προβάλωμεν τὰς εἰκόνας ταύτας διαδοχι-
κῶς ἐπὶ πετάσματος, τοῦ φωτισμοῦ ἐκλείποντος κατὰ τὸν χρόνον τῆς
ἀντικαταστάσεως τῆς μιᾶς εἰκόνος διὰ τῆς ἐπομένης, καὶ τοῦ χρόνου



Σχ. 378.

τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως ὄντος ἐλάσσονος τοῦ $\frac{1}{30}$ τοῦ δευτερολέ-
πτου, θὰ βλέπωμεν τοὺς παλαιστὰς ἐν πάλῃ ὡς βλέπομεν αὐτοὺς καὶ
ἐν τῇ πραγματικότητι.

Ὡστε πᾶσα ἡ ἐργασία πρὸς προβολὴν ἀντικειμένων ἐν κινήσει
συνίσταται εἰς τὴν ταχίστην διαδοχικῶς ἀλλαγὴν τῶν εἰκόνων καὶ ἐκ-
λείψιν τοῦ φωτὸς κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον τῆς ἀλλαγῆς. Τοῦτο δὲ
κατερθοῦται ὡς ἑξῆς.

Ἐπιμήκης ταινία (18—20 μέτ.) ἐκ κυτταρινειδοῦς (Celluloïd) διαφανῆς καὶ εὐκαμπτος, ἐφ' ἧς ἐγένοντο αἱ διαδοχικαὶ φωτογραφίαι (800-1000) ἀντικειμένων ἐν κινήσει εὐρίσκομένων, διέρχεται κατὰ διαλείμματα πρὸ μικρᾶς θυρίδος, ἥτις μένει κεκλεισμένη, ἐφ' ὅσῳ ἡ ταινία εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ἀνοίγεται δὲ πρὸς στιγμὴν, ὅταν ἡ εἰκὼν παραμένη ἀκίνητος. Ὁ μηχανισμός, δι' οὗ τοῦτο κατορθοῦται, παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 378. Ἡ ταινία PPI' περιτετυλιγμένη ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου B κατέρχεται διερχομένη πρὸ τῆς θυρίδος A καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου I πιέζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου N σπρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου M. Ὁ κύλινδρος οὗτος φέρει ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὀδόντας, οἵτινες εἰσέρχονται εἰς ὅπας ἀνεωγμένης ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς ταινίας, οὕτω δὲ σπρεφομένου τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ στροφάλου M ἡ ταινία παρασύρεται κατερχομένη. Ὁ ἄξων τοῦ σπρεφομένου κυλίνδρου φέρει ὀδοντωτοὺς τροχούς K, δι' ὧν ἅφ' ἑνὸς μὲν στρέφεται ἔκκεντρον παρέχον εἰς τὴν ταινίαν κίνησιν κατὰ διαλείμματα, ἅφ' ἑτέρου δὲ δίσκος κυκλικῆς χάρτινος E, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐλλείπει εἰς κυκλικὸς τομέας. Ὁ δίσκος οὗτος διερχόμενος πρὸ τῆς εἰκόνος παρουσιάζει τὸ μὲν πλῆρες αὐτοῦ μέρος ἐμποδιζὼν τὴν ὁδὸν τοῦ φωτός, ὅταν ἡ ταινία εὐρίσκηται ἐν κινήσει, τὸ δὲ ἐλλείπον αὐτοῦ μέρος, ὅταν ἡ ταινία πρὸς στιγμὴν μένῃ ἀκίνητος, ὅτε τὸ φῶς A τοῦ λύχνου δύναται νὰ διέλθῃ καὶ ἡ εἰκὼν προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος διὰ τοῦ φακοῦ I' τοῦ κειμένου εἰς τὸ ὕψος τῆς θυρίδος A καὶ πρὸς τὴν ἑτέραν ἐπιφανείαν τῆς ταινίας P.

481. Περίλαμψις ἢ αἴγλη (irradiation). Ὁ ἐρεθισμός, ὅστις ἐπέσχεται εἰς ὠρισμένην χώραν τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὑπὸ φωτοβόλου σώματος, ἐξαπλοῦται καὶ ἐπεκτείνεται ἐπὶ μεῖζονος χώρος καὶ οὕτω τὸ φωτοβόλον σῶμα φαίνεται κατὰ τι μεῖζον τοῦ ἀληθοῦς. Οὕτως ἂν ἐπὶ λευκοῦ μὲν χάρτου κατασκευάσωμεν μέλαν τετράγωνον, ἐπὶ μέλανος δὲ χάρτου ἰσομέγεθες λευκόν, τὸ δεύτερον τοῦτο τετράγωνον φαίνεται μεῖζον τοῦ πρώτου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *περίλαμψις ἢ αἴγλη*. Διὰ τὴν αὐτὴν λόγον τὸ πεφωτισμένον μέρος τῆς σελήνης φαίνεται ἐξέχον τοῦ λοιποῦ δίσκου αὐτῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐξαπλώσεως τοῦ ἐρεθισμοῦ εἶνε τοσοῦτον ἰσχυρότερον, ὅσῳ τὸ φωτοβόλον σῶμα ἔχει μεῖζονα λαμπρότητα.

482. Φυσιολογικὰ ἢ ἐξ ὑποκειμένου ὀπτικὰ φαινόμενα. Ἐὰν προσβλέψαντες ἰσχυρὸν φῶς, εἴην τὸ ηλεκτρικόν ἢ τὸ

ήλικόν, κλείσωμεν εἴτα τὰ βλέφαρα ἢ ἀτενίσωμεν εἰς σκοτεινόν μέρος, βλέπομεν φωτεινά εἰδῶλα διὰ τοῦτο, ὅτι ὁ ἐρεθισμός ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ εἰσέτι ἐπὶ χρόνον τοσούτῳ μείζονα, ὅσῳ ἡ ἐντύπωσις ἦν διαρκεστέρα καὶ ἰσχυροτέρα καὶ μάλιστα ἂν πρὸ τοῦ λαμπροῦ αἰσθήματος ὁ ὀφθαλμός διετέλει εἰς σκότος. Ἐὰν ὡσαύτως προσβλέψωμεν ἐπὶ τινα χρόνον πρὸς ἰσχυρῶς φωτοβολοῦν σῶμα, αἶον τὸν ἥλιον, στρέψωμεν εἴτα τὸ βλέμμα πρὸς λευκὸν πέτασμα, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ καίπερ φωτιζομένου μέλαν εἰδῶλον. Τοῦτο ἐξηγεῖται παραδεχόμενοι ὅτι τὸ μέρος τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὅπερ ἐδέχθη τὸν ἐρεθισμόν ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σώματος, ἀμβλύνεται καὶ καθίσταται ἥττον εὐπαθὲς ἐπὶ τινα χρόνον. Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ τὸ φαινόμενον τὸ καλούμενον *υποκειμενικὴ χρωμάτοψις*, καθ' ὃ, ὅταν προσβλέπωμεν ἐρυθρὸν π. χ. φωτοβόλον σῶμα, βλέπομεν εἴτα ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰδῶλον πρασίνου χρώματος, τὸ ὅποιον ὡς γνωστὸν εἶνε τὸ συμπληρωτικὸν τοῦ ἐρυθροῦ. Συμβαίνει δηλ. καὶ ἐνταῦθα ἀμβλυνσις τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὡς πρὸς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας· ὅταν δὲ προσβλέπωμεν ἐπὶ τοῦ λευκοῦ πετάσματος, τοῦτο ἐκπέμπει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν πάσας τὰς ἀπλὰς ἀκτῖνας, ἐξ ὧν ὅμως αἱ ἐρυθραὶ δὲν δύνανται νὰ ἐρεθίσωσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, αἱ δὲ λοιπαὶ ὁμοῦ ἐρεθίζουσιν αὐτὸ ἀποτελοῦσαι πράσινον χρῶμα.

483. Ἑμμέτρωψ. μύωψ. πρεσβύωψ. Καλεῖται *ἐμμέτρωψ* ὁ ἔχων εὐ περυκότας ὀφθαλμούς, τοιούτοι κανονικὴν τὴν ὄρασιν. Ὁ ὀφθαλμός δηλονότι τοῦ ἐμμέτρωπος εἶνε τοιοῦτος, ὥστε δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰς εἰκόνας ἀντικειμένων καίμενων μεταξύ τοῦ ἀπείρου καὶ ἀποστάσεως 10 περίπου ὕψους ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ δὲ μύωψ ἔχει τοιοῦτον ὀφθαλμόν, ὥστε δύναται νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς μόνον τὰ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν καίμενα ἀντικείμενα. Πρεσβύωψ δὲ καλεῖται ὁ δυνάμενος μὲν νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς ἀντικείμενα καίμενα εἰς μεγάλῃν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὰ εἰς ἀπόστασιν ἐλάχιστον τοῦ ἐνός ἢ καὶ ἡμίσεος μέτρου ἀπ' αὐτοῦ.

Καὶ ἡ μὲν ἐμμετρωπία ἔχει τὰς ιδιότητας ταύτας, διότι εἰς τὸν τοῦ ἐμμέτρωπος ὀφθαλμόν ὁ κρυσταλλοειδὴς φακός δύναται νὰ λαμβάνῃ μείζονα ἢ ἐλάχιστον κυρτότητα, δι' ἧς δύναται νὰ σχηματίσῃ πάντοτε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰ εἰδῶλα καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγὺς ἀντικειμένων. Διότι τὸ εἰδῶλον ἀντικειμένου τιθεμένου

ενώπιον φακοῦ κατὰ πρῶτον μὲν κυρτοτέρου, εἴτα δ' ἥττον κυρτοῦ, δύναται νὰ σχηματισθῇ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν, ἔαν εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ πλησιέστερον τῷ κυρτοτέρῳ φακῷ, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἀπωτέρω τοῦ ἥττον κυρτοῦ φακοῦ. Ἐπειδὴ δὲ τὴν αὐτὴν ἐλάχισσιν κυρτότητα δύναται νὰ λάβῃ καὶ ὁ κρυσταλλοειδὴς φακὸς τοῦ πρεσβύωπος, οὐχὶ ὅμως καὶ τὴν αὐτὴν μείζονα, ὁ πρεσβύωψ δὲν δύναται νὰ ἴδῃ ὡς ὁ ἐμμέτρωψ καὶ τὰ εἰς πολὺ μικρὰν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν κείμενα σώματα, οἷον εἰς 10 ὕφεκ. Ἡ δὲ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ἐπίμηκες τοῦ βολθοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τῶν μὲν πόρρω ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐν τῷ ὀφθαλμῷ τοῦ μύωπος, μόνον δὲ τῶν ἐγγυτάτων τῷ ὀφθαλμῷ ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται εὐκρινῶς ἐπ' αὐτοῦ. Μεταχειρίζονται δὲ καὶ ὁ μύωψ καὶ ὁ πρεσβύωψ **διοπτῆρας**, ὅπως δυνηθῶσι νὰ σχηματίσωσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος εὐκρινῇ εἰδῶλα ἀντικειμένων κειμένων εἰς ἀπόστασιν 30 περίπου ὕφεκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἥτις εἶνε ἡ συνήθης κανονικὴ ἀπόστασις, εἰς ἣν ἀναγινώσκουμεν ἢ γράφουμεν. Ἀλλ' ὁ μὲν μύωψ φέρει διοπτῆρας μετὰ φακῶν ἀποκεντρωτικῶν (ἀμφικοίλων), ὁ δὲ πρεσβύωψ μετὰ φακῶν συγκεντρωτικῶν (ἀμφικύρτων).

484. Ἡ συγκεντρωτικὴ ἢ ἀποκεντρωτικὴ δύναμις τῶν φακῶν εἰς τοὺς διοπτῆρας μετρεῖται διὰ μονάδας, ἥτις καλεῖται **διοπτηρία** (**dioptrie**). Φακός, τοῦ ὁποίου ἡ **κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις** εἶνε ἴση πρὸς ἓν μέτρον, ἔχει δύναμιν μιᾶς διοπτηρίας. Ἐν γένει δὲ εὐρίσκουμεν τὴν δύναμιν Δ φακοῦ εἰς διοπτηρίας διαιροῦντες τὴν μονάδα διὰ τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως Ε ἐκπεφρασμένης εἰς μέτρα, ἥτοι $\Delta = \frac{1}{E}$. Οὕτω φακοί, ὧν αἱ κύριαι ἑστιακαὶ ἀποστάσεις εἶνε 0,ᾰ·50, 0,ᾰ·25, 0,ᾰ·20 ἔχουσι δύναμιν 2, 4, 5 διοπτηρίων.

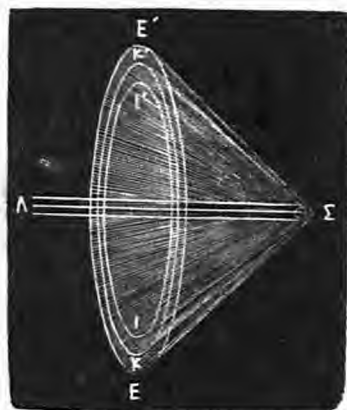
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ.

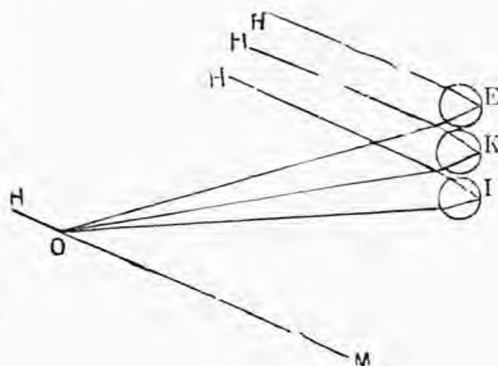
485. **Οὐράνιον τόξον ἢ Ἴρις.** Τὸ μετέωρον τοῦτο προερχόμενον ἐκ τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός ἐντὸς μικρῶν ὑδάτινων σταγονιδίων, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ νέφη, ἀποτελεῖται

νιοειδὲς τόξον φαινομένης ἀκτίνος 40° ἕως 42° κεχρωματισμένον διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, τοῦ ἐρυθροῦ μὲν κειμένου πρὸς τὰ ἔξω, τοῦ ισοδοῦς δὲ πρὸς τὰ ἔσω. Τὸ οὐράνιον τόξον ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητὴν ἱστάμενον μεταξύ νέφους μεταβαλλομένου 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 προεκτάσεως τῆς εὐθείας τῆς ἐνοῦσης τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, ἔπεται ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσούτῳ μεγαλύτερον, ὅσῳ ὁ ἥλιος κεῖται πλησιέστερον τῷ ὀρίζοντι καὶ γίνεται ἴσον πρὸς ἡμιπεριφέρειαν, ὅταν αὐτός εὑρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα.

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτῖνες Λ (σχ. 379) προσπίπτουσαι ἐπὶ



Σχ. 379.



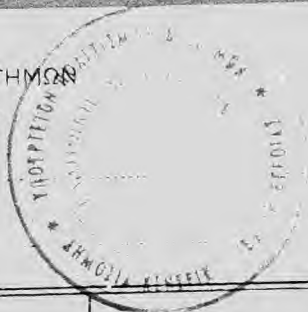
Σχ. 380.

τῆς ὑδατίνης σταγόνος Σ διαθλώμεναι, ἀνακλώμεναι ἅπαξ καὶ πάλιν διαθλώμεναι, ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνος μεταβαλλόμεναι εἰς ἑπτὰ κῶνους πλήρεις κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ὧν ὁ ἐξώτερος $E'\Sigma E$ ἔχων γωνίαν κορυφῆς $\Lambda\Sigma E$ ἴσην πρὸς 42° καὶ περιλαμβάνων πάντας τοὺς λοιπούς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος $I'\Sigma I$ ὁ ἐντός πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος καὶ ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς 40° ἀποτελεῖται ἐξ ισοδοῦν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου $K'\Sigma K$, κεῖνται ἐντός τοῦ ἐρυθροῦ κώνου καὶ περιβάλλουσι τὸν ισοιδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενεαίρας τῶν κώνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμέναι ἀκτῖνες οὔσαι πολυπληθέστεραι, ἤτοι πυκνότεραι, καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἰριδὸς ἀκτῖνες. Ἐστω O (σχ. 380) ὁ

ΕΛΠΗΛΟΥΣ
ΤΡΑΧΗΛΟΥ
ΖΥΓΟΥ ΔΕΙΝ
ΥΠΟΦΕΝΕΙ

KINH TH BİBLİYOTHEKİ BEROLİNS

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

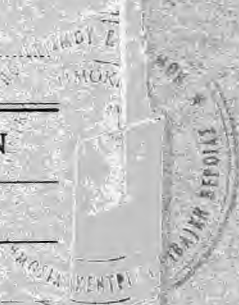


			No. 3
--	--	--	-------

Λογισμός
αριθ. 01
αριθ. 1112 με εισήγηση
25.11.2008 από: Φωτεινή
και ημερομηνία

αριθ. χρ.

*Ημερομηνία έπιστροφής	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟΝ





Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας