

ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΓΚΡΙΘΕΝΤΑ

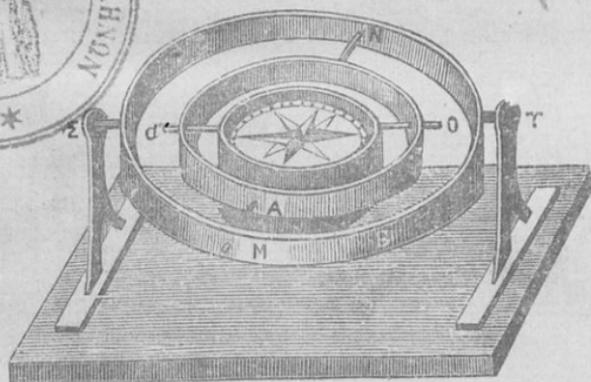
ΕΝ ΤΩ ΤΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΩ ΟΠΩΣ ΕΙΣΑΧΘΟΥΣΙΝ ΕΠΙ ΤΡΙΕΤΙΑΝ

ὡς μόνον διδακτικὸν βιβλίον διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν γυμνασίων.

Κατὰ τοὺς ΑΜΒ' ΑΧΙ' καὶ ΒΡΑ' νόμους



ΕΚΔΟΣΙΣ ΔΕΥΤΕΡΑ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ

1895

ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

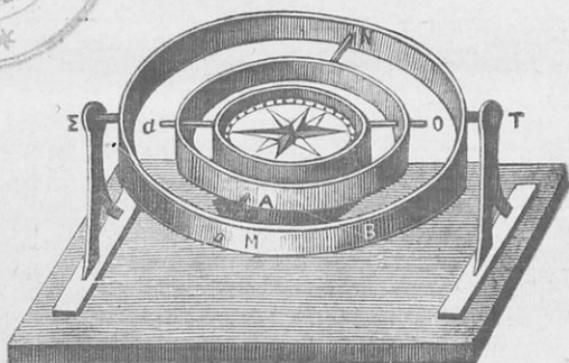
ΕΓΚΡΙΘΕΝΤΑ

ΕΝ ΤΩ ΤΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΩ· ΟΠΩΣ ΕΙΣΑΧΘΕΩΣΙΝ ΕΠΙ ΤΡΙΕΤΙΑΝ

ὡς μόνον διδασκτικὸν βιβλίον διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν γυμνασίων

Κατὰ τοὺς ἈΜΒ' ἈΧΙ' καὶ ΒΡΑ' νόμους

ΕΚΔΟΣΙΣ ΔΕΥΤΕΡΑ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ

1895

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

ΕΛΘΡΗΣΕΑΤΟ

Στρατηγὸς Κί. Χαλδ. Σερ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ίνστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής τοῦ 1930

052
ΚΛΕ
ΕΤΒ
318

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

J. A. Agmon



Αριθ. πρωτ. 13022.
διεκπ. 11506.

ΒΑΣΙΛΕΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΝ ΤΩΝ ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ

Πρὸς τὸν κ. Τιμολέοντα Ἀργυρόπουλον.

Ἐχόντες ὑπ' ὄψιν τοὺς νόμους ΑΜΒ' τῆς 22 Ἰουνίου 1882, ΑΧΙ' τῆς 20 Δεκεμβρίου 1887 καὶ ΒΡΑ' τῆς 14 Ἰανουαρίου 1893, τὰ σχετικὰ Βασιλικά Διατάγματα περὶ διδακτικῶν βιβλίων τῆς μέσης καὶ στοιχειώδους ἐκπαίδευσεως, καὶ τὴν ἔκθεσιν τῆς οἰκείας ἐπιτροπείας, δηλοῦμεν ὑμῖν ὅτι ἐγκρίνομεν τὴν εἰς τὸν διαγωνισμὸν ὑποβληθεῖσαν *Φυσικὴν*, ὅπως εἰσαχθῇ ἐπὶ *τριετίαν* ἀπὸ τοῦ προσεχοῦς ὀλικοῦ ἔτους 1894-95, ὡς μόνον διδακτικὸν βιβλίον διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν γυμνασίων δημοσίων δημοσυντηρητῶν, καὶ ἰδιωτικῶν. Καλεῖσθε δὲ ὅπως ἐκτελέσητε τὰ ὑπὸ τῶν εἰρημένων νόμων καὶ Β. Διαταγμάτων ὑπαγορευόμενα καὶ τὰς ὑπὸ τῆς ἐπιτροπείας ἀναγραφόμενας παρατηρήσεις.

Ἐν Ἀθήναις τῇ 14 Ἰουλίου 1894

Ὁ Ὑπουργός

Δ. Μ. ΚΑΛΛΙΦΡΟΝΑΣ

Α. ΗΛΙΑΔΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ὅρισμὸς καὶ διαίρεσις φυσικῶν ἐπιστημῶν. Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι (φυσιογνωσία) 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 φαινόμεναι ἡμῖν, ἤτοι ὡς ὑποπίπτουσαι εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, καλοῦνται καὶ φαινόμενα.

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

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διαιροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α΄) τὴν φυσιογραφίαν ἢ φυσικὴν ἱστορίαν, ἣτις ἐξετάζει μόνον τὰ δημιουργήματα, ἤτοι τὰς ἐξωτερικὰς καὶ ἐσωτερικὰς ιδιότητας ἢ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν φυσικῶν σωμάτων, ταξινομοῦσα ἅμα ταῦτα ἀναλόγως τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καθ' ὄρισμένον τι σύστημα, καὶ β΄) τὴν Γενικὴν Φυσικὴν, ἣτις 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 ὄργανισμῷ συμβαινόντων πραγματεύεται ἡ Φυσιολογία. Ὅρίζει δὲ προσ-

ἔτι ἡ Γενικὴ Φυσικὴ καὶ τοὺς νόμους, καθ' οὓς τὰ φαινόμενα ταῦτα τελοῦνται.

Ἐκατέρω δὲ πάλιν τῶν γενικωτέρων τούτων ἐπιστημῶν ὑποδιαιρεῖται εἰς ἄλλας μερικωτέρας. Οὕτως ἡ μὲν Φυσιογραφία ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν Ζωολογίαν, Φυτολογίαν, Ὄρυκτολογίαν, ἐρευνῶσας τὰ ἐξωτερικὰ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν σωμάτων [ἐνοργάνων τε (ζῶων καὶ φυτῶν) καὶ ἀνοργάνων (ὄρυκτῶν)] καὶ εἰς τὴν Ἀνατομίαν, ἐξετάζουσαν τὰ ἐσωτερικὰ γνωρίσματα μόνον τῶν ἐνοργάνων ἢ δὲ Γενικὴ ἢ καθόλου Φυσικὴ ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν κυρίως Φυσικὴν, πραγματευομένην περὶ τῶν μηχανικῶν μεταβολῶν τῶν σωμάτων, εἰς τὴν Χημείαν, ἐρευνῶσάν τὰς ὑλικὰς μεταβολὰς ἧτοι τὰς συνεπαγούσας τὴν ριζικὴν ἀλλοίωσιν τῆς ὕλης, ἧς ἐπακολούθημα 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, καὶ ἡ Φυσικὴ καὶ ἡ Χημεία ἐρευνῶσι τὰς ἐπὶ τῶν σωμάτων συμβαινούσας μεταβολὰς, ἧτοι 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 ριζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν ὕλην τοῦ σώματος, π. χ. τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ εἴνε ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑγρὸν, θερμαινόμενον ἢ ψυχόμενον ἐπαρκῶς γίνεται ἀέριον ἢ στερεὸν σῶμα, ἧτοι μεταβάλλεται εἰς ἀτμὸν ἢ πάγον· ἡ ὕλη ὁμως αὐτοῦ καὶ κατὰ τὰς νέας ταύτας καταστάσεις οὐδόλως μεταβάλλεται. Ὡσαύτως τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος ἔλκει ἐλαφρά τινα σώματα, ἧτοι ἠλεκτρίζεται, ἐν ᾧ ἡ ὕλη αὐτοῦ οὐδόλως μετεβλήθη. Τοιαῦτα λοιπὸν εἴνε τὰ καλούμενα φυσικὰ φαινόμενα, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ Φυσικὴ. Οὐσιώδεις δὲ καλοῦμεν ἐκεῖνας τὰς μεταβολὰς τῶν σωμάτων, αἵτινες ἐπιφέρουσι ριζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν οὐσίαν ἢ ὕλην αὐτῶν, π. χ. τεμάχιον μαρμάρου πυρούμενον μετατρέπεται εἰς ἄσβεστον, ἧτις ἔχει ὄλως διαφόρους ιδιότητας τῶν τοῦ μαρμάρου. Ὡσαύτως σίδηρος ἐκτιθέμενος εἰς ὑγρὸν ἀέρα μετατρέπεται εἰς σκωρίαν, οὐσίαν ὄλως διάφορον τοῦ σιδήρου. Τοιαῦτα δὲ εἴνε τὰ καλούμενα χημικὰ φαινόμενα, ἅτινα ἐρευνᾷ ἡ Χημεία.

3. **Ἀπλᾶ 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 μαγειρικὸν ἄλας εἰς χλώριον

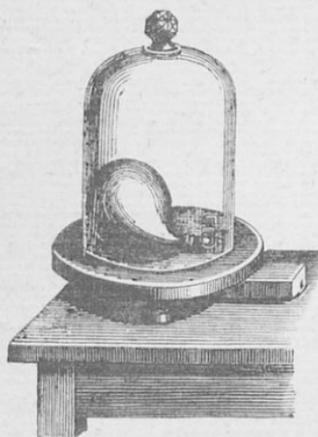
καὶ νάτριον ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ τινὰ σώματα, ὧν ἀδύνατος ἀπο-
θῆναι μέχρι σήμερον τοῦλάχιστον ἢ ἀνάλυσιν, εἰς ἄλλα ἀπλούστερα ὡς
ὁ χρυσοῦς, τὸ θεῖον, τὸ ἄζωτον, κλπ. Τὰ πρῶτα καλοῦνται σύνθετα
σώματα, τὰ δὲ δευτέρω, ὧν γνωστὰ μέχρι τοῦδε εἶνε περί τὰ 70,
καλοῦνται ἀπλᾶ σώματα ἢ χημικὰ στοιχεῖα.

4. **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 σύγκεται ἐξ ἐλάχιστων μερῶν, ἅτινα
οἱ μὲν φιλόσοφοι τῆς ἀρχαιότητος ἐκάλουν ἄτομα, τούτέστιν ἄτμητα,
ἡ δὲ ἐπιστήμη σήμερον καλεῖ μόρια. Τὰ μόρια ταῦτα διὰ μηχανικῶν
μὲν μέσων δὲν δυνάμεθα νὰ ὑποδιαιρέσωμεν, διὰ χημικῶν ὅμως δυ-
νάμεθα νὰ ἀναλύσωμεν εἰς ἔτι μικρότερα μερίδια, ἅτινα καλοῦνται
σήμερον ἄτομα. Οὕτως ἐν μὲν μόριον ὕδατος ἀναλύεται εἰς δύο ἄτομα
ὕδρογόνου καὶ εἰς ἓν ἄτομον ὀξυγόνου, ἐν δὲ μόριον μαγειρικοῦ ἁλατος
(χλωριούχον νάτριον) ἀναλύεται εἰς ἓν ἄτομον χλωρίου καὶ εἰς ἓν
ἄτομον νατρίου· ἀλλὰ καὶ ἐν μόριον ὕδρογόνου συνίσταται ἐκ δύο ἀτό-
μων ὕδρογόνου, ἦτοι τὰ μὲν μόρια τῶν συνθέντων σωμάτων συνίσταν-
ται ἐξ ἑτεροειδῶν ἀτόμων, τὰ δὲ τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἐξ ὁμοειδῶν.

5. **Διάφοροι τρόποι τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.**
Τὰ σώματα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τρεῖς διαφοροὺς καταστάσεις,
τὴν στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀέριον. Καὶ στερεὰ μὲν καλοῦνται τὰ σώματα
ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὅποια τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα μᾶλλον ἢ
ἦττον ἰσχυρῶς καὶ ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται ὠρι-
σμένον ὄγκον καὶ σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ
ἐξωτερικὴν δύναμιν μᾶλλον ἢ ἦττον ἰσχυράν, ὅπως μεταβάλωσιν
ὄγκον ἢ σχῆμα. Ἐργρὰ δὲ καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ὧν τὰ μό-
ρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα πολὺ ἀσθενῶς, ἔνεκα δὲ τούτου ταῦτα
ἔχουσι μὲν ὠρισμένον ὄγκον, οὐχὶ ὅμως καὶ σχῆμα, λαμβάνοντα
ἔνεκα τοῦ εὐμεταθέτου τῶν μορίων αὐτῶν τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων
αὐτὰ δοχείων, οἷον τὸ ὕδωρ, ὁ ὑδράργυρος. Μικρὰ ὅμως μᾶζαι ὑγροῦ
οἷον ῥανίδες ὕδατος ἔνεκα τῆς συνοχῆς τῶν μορίων αὐτῶν λαμβάνουσι
σχῆμα σφαιρικόν. Ἀέρια δὲ καλοῦνται τὰ σώματα, εἰς τὰ ὅποια συνοχὴ
μεταξὺ τῶν μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει καὶ ἔνεκα τούτου ταῦτα οὔτε
ὄγκον οὔτε σχῆμα ὠρισμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηνεκῶς νὰ κατα-
λάβωσι μεγαλύτερον χῶρον, πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστὰ δο-
χεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται· τοιαῦτα ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, τὸ
ὕδρογόνον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, κτλ.



ἵνα καταδείξωμεν δὲ τὴν τάσιν ταύτην τῶν ἀερίων, λαμβάνομεν κύστιν (σχ. 1), ἔμπεριέχουσαν μικρὰν ποσότητα ἀέρος ἢ ἀερίου τινός



Σχ. 1.

καὶ θέτομεν αὐτὴν κεκλεισμένην ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, ἐκ τοῦ ὁποῖου ἀφαιροῦμεν τὸν περιβάλλοντα τὴν κύστιν ἀέρα. Κατὰ τὴν ἐξαγωγὴν ταύτην τοῦ ἀέρος ἢ κύστις ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, διότι ἐκλείπει βαθμηδὸν ἢ ἐξωθεν ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις, δύναται δ' ἐπὶ τέλους νὰ διαρραγῇ ἔνεκα τῆς τάσεως τῶν μορίων τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος πρὸς μᾶκρυνσιν ἀπ' ἀλλήλων. Ὅταν δ' ἐκ νέου εἰσαχθῇ ἀὴρ εἰς τὸν κώδωνα, ἡ κύστις συστέλλεται, ἀναλαμβάνουσα τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον. Ὑαλινὴ φιάλη πλήρης ἀέρος καλῶς πωματισθεῖσα ἐκπωματίζεται ὑπὸ τὸν κώδωνα, ὅταν ἀραιώσωμεν τὸν περίξ αὐτῆς ἀέρα.

Σημ. Τὰ ὄγρᾶ καὶ τὰ ἀέρια, ἔχοντα κοινὴν ιδιότητα τὸ εὐμετάθετον τῶν μορίων αὐτῶν, καλοῦνται βροστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

6. Αἱ διάφοροι ιδιότητες, αἵτινες ἀπαντῶσιν εἰς πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα, εἶνε κυρίως αἱ ἐξῆς, ἢ ἑκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ συμπιεστόν, τὸ διασταλτόν, τὸ πορώδες, ἢ ἐλαστικότης, τὸ κινητόν καὶ ἡ ἀδράνεια.

7. **Ἑκτασις.** Ἑκτασις καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα κατέχουσιν ὠρισμένον χῶρον. Πρὸς καταμέτρησιν δὲ τῶν διαστάσεων (μῆκος, πλάτος, ὕψος) τῶν σωμάτων καὶ εὔρεσιν τῆς ἐκτάσεως, ἦτοι τοῦ ὄγκου αὐτῶν, ὡς διδάσκει ἡ Γεωμετρία, γίνεται χρῆσις διαφόρων μονάδων μήκους, ὧν ἡ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὸ γαλλικὸν μέτρον (βασιλικὸς πῆχυς), ὅπερ ἰσοῦται περὶ τοῦ δεκάκις ἑκατομμυριστοῦ τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς Γῆς.

8. **Ἀδιαχώρητον.** Ἀδιαχώρητον καλεῖται ἐκείνη ἡ γενικὴ

ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν δύο διακεκριμένα σώματα δὲν δύνανται νὰ κατέχωσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χώρον.

Αἱ δύο αὗται ιδιότητες, ἧτοι 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 εἴπωμεν ὅτι καλεῖται φυσικὸν σῶμα πᾶν τὸ ἔχον ἔκτασιν καὶ ὄν ἀδιαχώρητον.

9. **Διαιρετόν.** Διαιρετόν καλεῖται ἐκεῖνη 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 πάχος τὸ $\frac{1}{10000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὁ λευκὸς χρυσός, ὅστις δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς σύρματα λεπτότατα ἔχοντα πάχος τὸ $\frac{1}{1200}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὡσαύτως αἱ ὀσμηραὶ οὐσίαι, οἶον ἡ καμφορά, ὁ μόσχος, τὸ λίαν δυσ-οσμὸν μηδικὸν σίλφιον (*asa foetida*) καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσίαι, οἶον τὸ ὕσγιον (*carmin*), ἡ βροδανιλίνη (φουζίνη), ὧν ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὄσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

10. **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.

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

Ἡ ἐλάττωσις αὕτη τοῦ ὄγκου τῶν σωμάτων κατὰ τὴν πίεσιν ἢ ψῦξιν προέρχεται ἐκ τῆς συμπλησιάζσεως τῶν μορίων αὐτῶν.

12. **Πορώδεις.** Εἰς πάντα τὰ σώματα ὑπάρχουσι κενὰ διαστήματα, πόροι καλούμενα. Οἱ πόροι δ' οὔτοι εἰς τινα μὲν τῶν σωμάτων εἶνε ὁρατοὶ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, οἶον εἰς τὸν σπόγγον, ξύλον κλπ. εἰς ἄλλα δὲ μόνον διὰ τοῦ μικροσκοπίου, ὡς εἰς τὴν κρητῖδα 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 δρόσου, προερχομένης ἐκ τοῦ διὰ

τῶν πόρων τῆς σφαίρας ἐκθλιβομένου ὕδατος. Ἔνεκα τοῦ πορώδους ἡ κρητὶς ἐμποτίζεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ τὸ μάρμαρον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου. Τὰ διυλιστήρια ἐκ χάρτου, ἄνθρακος, λίθου, δι' ὧν διυλίζομεν τὰ ὑγρά, εἶνε ἐφαρμογὴ τοῦ πορώδους.

13. Ἐλαστικότητα. Ἡ ἐλαστικότης εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν ταῦτα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῆς δυνάμεως καὶ μεταβαλλόμενα κατὰ τὸ σχῆμα τείνουσι ν' ἀναλάβωσι τὴν ἀρχικὴν αὐτῶν μορφήν, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα. Π. χ. στῦλος ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσῃται ἡ πίεσις, ὁ στῦλος ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος. Ὡσαύτως ταινία ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος τεινομένη διὰ μικροῦ θάρους ἐπιμηκύνεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτῆς μῆκος, ὅταν τὸ ἐλκῦον βᾶρος ἀφαιρεθῇ. Ῥάβδος σιδηροδρομικὴ κατὰ τὴν οἰοδὸν τῆς ἀτμαμάξης κάμπτεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ πρῶτον αὐτῆς σχῆμα, ὅταν ἡ ἀτμάμαξα παρέλθῃ. Τὰ ἐλαστικώτερα τῶν στερεῶν σωμάτων εἶνε ὁ χάλυψ (ἐλατήρια ὠρολογίων, ἀμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμα κλπ. Τὰ δ' ὑγρά καὶ τ' ἀέρια εἶνε μὲν σώματα τελείως ἐλαστικά, ἡ ἐλαστικότης δ' ὅμως αὐτῶν ἐκδηλοῦται οὐχὶ κατὰ σχῆμα ὡς εἰς τὰ στερεά, ἀλλὰ μόνον κατ' ὄγκον.

14. Κινητόν. Τὸ κινητόν εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν ταῦτα δύνανται νὰ μεταβάλλωσι θέσιν εἰς τὸν χῶρον.

15. Ἀδρανεία. Ἀδρανεία καλεῖται ἡ ἰδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σῶμά τι ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως, εἰς ἣν εὐρίσκεται, ἤτοι νὰ μεταβῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν ἢ ἐκ τῆς κινήσεως εἰς τὴν ἡρεμίαν, ἢ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου κινήσεως εἰς τὴν καμπυλόγραμμον, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἐξωτερικὴ τις αἰτία. Π. χ. λίθος ἀφινόμενος ἐλεύθερος ἐξ ὕψους καταπίπτει οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἔλξεως τῆς γῆς. Ἀτμόπλοιοι ἐν κινήσει εὐρισκόμενοι καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ ἐξακολουθεῖ κινούμενοι ἔνεκα τῆς ἰδιότητος ταύτης, ἡρεμεῖ δὲ τελευταῖον οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἔνεκεν ἀντιστάσεως ὑπὸ τῆς θαλάσσης παραγομένης. Σιδηροδρομικῆς ἀμαξοστοιχίας ἡ κίνησις καταστρέφεται μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ ἀφ' ἑαυτῆς, ἀλλ' ἔνεκα τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχιῶν ἢ καὶ τῆς τροχοπέδης ἐπὶ τοῦ ἐπισώτρου τῶν τροχῶν.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

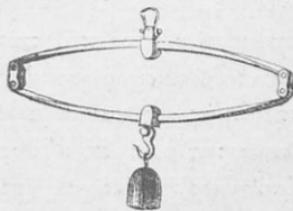
ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

16. **Δύναμις.** Δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἥτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία δηλαδή, ἥτις σῶμα ἡρεμοῦν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τούναντίον σῶμα κινούμενον ἔπαναφέρει εἰς ἡρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγράμμως κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινήθῃ καμπυλογράμμως.

17. **Γνωρίσματα δυνάμεως.** Τέσσαρα εἶνε τὰ γνωρίσματα πάσης δυνάμεως: α') τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς, ἧτοι τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, καθ' ὃ ἡ δύναμις ἐφαρμόζεται· β') ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ σώματος· γ') ἡ φορά, ἧτοι ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω, δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ κτλ. ἐνέργεια τῆς δυνάμεως, καὶ δ') ἡ ἔντασις, ἧτοι ἡ ἰσχὺς, μεθ' ἧς ἡ δύναμις ἐνεργεῖ. Ἡ ἐνέργεια δυνάμεως οὐδόλως μεταβάλλεται, ἂν τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς μετατεθῇ εἰς οἰονδήποτε ἄλλο σημεῖον ἐπὶ τῆς διεύθυνσεως τῆς δυνάμεως κείμενον καὶ ἀδιασπᾶστος, μετὰ τοῦ πρώτου συνδεόμενον, ὡς π. χ. ὅταν σύρωμεν ἐπὶ τοῦ ἰδάφους βαρὺ τι σῶμα εἴτε ἀπ' εὐθείας εἴτε διὰ σχοινίου ἐπὶ τοῦ σώματος προσδεδεμένου, ὅτε τὸ ἀποτέλεσμα εἶνε τὸ αὐτό, ἀρκεῖ μόνον εἰς ἀμφοτέρας τὰς περιστάσεις νὰ ἔλκωμεν μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

18. **Μονὰς δυνάμεως.** Πρὸς καταμέτρησιν πάσης δυνάμεως λαμβάνομεν κατὰ συνθήκην ὡς μέτρον ὠρισμένην τινὰ δύναμιν, πρὸς ἣν συγκρίνομεν πᾶσαν ἄλλην δύναμιν καὶ ἣν καλοῦμεν μονάδα δυνάμεως. Ὡς τοιαύτη δὲ μονὰς λαμβάνεται ἡ ἔλξις τῆς γῆς ἐπὶ ἐνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου (λίτρου) ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 40, ἧτοι τὸ βᾶρος τὸ καλούμενον *Χιλιόγραμμα* *.

19. **Δυναμόμετρον.** Πρὸς καταμέτρησιν δυνάμεως οἰασδήποτε, οἷον τῆς τῶν μυῶν ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα ὄργανα καλούμενα *δυναμόμετρα*. Τὸ ἀπλούστερον δὲ τούτων σύγκειται ἐκ δύο χαλυβδίων ἐλασμάτων (σχ. 2) ἐντελῶς ὁμοίων, παραλλήλως τεθειμένων καὶ συνδεομένων



Σχ. 2.

κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν. Εἰς τὸ μέσον δ' ἐκατέρου τῶν ἐλασμάτων τού-

* Ἐν χιλιόγραμμον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 312 1/2 δράμ. ἢ ἀκριβέστερον 312,512.

των προσαρτῶνται ἄγκιστρα, ὧν τὸ μὲν ἀνώτερον ἐξαρτᾶται ἐξ ἀκλονήτου στηρίγματος, ἐπὶ δὲ τοῦ κατωτέρου ἐφαρμόζεται ἡ μετρητέα δύναμις. Ἐὰν δ' ἡ δύναμις αὕτη ἐπενέγκῃ τοιαύτην κάμψιν τῶν ἐλασμάτων καὶ κατ' ἀκολουθίαν τοιαύτην ἀπομάκρυνσιν τοῦ μέσου αὐτῶν, ὡς ἐπιφέρουσι π. χ. 30 χιλιόγραμμα, τότε λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη εἶνε ἴση πρὸς 30 χιλιόγραμμα.

20. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων. Πᾶσα δύναμις παρίσταται γραφικῶς δι' εὐθείας ΑΠ (σχ. 3.) ὑπὸ μορφήν βέλους, ἧς τὸ ἔν πέρας Α παριστᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως,



Σχ. 3.

ἢ δὲ διεύθυνσις τῆς εὐθείας ΑΠ καὶ ἡ φορὰ τοῦ βέλους τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν τῆς δυνάμεως, καὶ τέλος τὸ μῆκος τῆς αὐτῆς εὐθείας παριστᾷ τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Πρὸς τοῦτο δὲ λαμβάνομεν μῆκός τι εὐθείας, οἷον ἔν ὑφεκατόμετρον, ὅπερ κατὰ συνθήκην παριστᾷ τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέλωμεν νὰ παραστήσωμεν δύναμιν τινα ἐνεργοῦσαν κατὰ τὸ σημεῖον Α σώματός τινος, κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΠ καὶ ἴσην πρὸς 2 χιλιόγραμμα, λαμβάνομεν εὐθείαν ΑΠ μήκους 2 ὑφεκ.

21. Ἴσορροπία δυνάμεων. Δύο ἢ καὶ πλείοτεραι δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐνεργοῦσαι εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἀμοιβαίως καταστρέφονται ἢ ἰζουδετερῶνται. Οὕτως αἱ δυνάμεις διαφόρων ἀνδρῶν, οἵτινες ἔλκοντες σιδηροῦν δακτύλιον κατὰ διαφόρους διευθύνσεις τηροῦσιν αὐτὸν ἀμετάθετον, εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ.

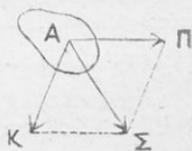
Δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὑλικοῦ σημείου, ἰζουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

22. Σύνθεσις δυνάμεων. Ὅταν πολλαὶ δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐφηρμοσμένα εὐρίσκονται 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 πλείοτερας δυνάμεις ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἄλλης παραγούσης τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ ἐκεῖναι, ἀποτέλεσμα· τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται σύνθεσις δυνάμεων. Ἡ δύναμις, ἣτις δύνανται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείοτερας δυνάμεις, καλεῖται συνισταμένη, ἐκεῖναι δὲ συνιστῶσαι.

23. Σύνθεσις δυνάμεων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων. Ἡ συνισταμένη δύο ἢ καὶ πλείοτερων δυνάμεων ἐνεργουσῶν

ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν. Π. χ. δύο ἢ πλεονέτεροι ἀλείεις ἔλκοντες ἄνω διὰ σχοινίου ἐπὶ τῆς παραλίας τὰ δίκτυα δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑφ' ἑνὸς μόνου ἵππου ἔλκοντος διὰ τῆς αὐτῆς καὶ ἐκείνοι δυνάμεως. Ἐὰν δὲ ἄνθρωποι τινες ἔλκωσι διὰ σχοινίων σῶμά τι, οἷον σιδηροῦν δακτύλιον, οἱ μὲν κατὰ τινὰ φοράν, οἱ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, εὐρίσκομεν τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἀθροίζοντες τὰς δυνάμεις, αἵτινες ἐνεργοῦσι κατὰ μίαν φοράν καὶ εἶτα τὰς ἐνεργούσας κατ' ἀντίθετον, καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ἀθροίσματος τὸ ἔλασσον. Ἡ ζητούμενη συνισταμένη ἔχει ἔντασιν μὲν ἴσην τῇ διαφορᾷ, ἣν εὐρίσκομεν, φοράν δὲ τὴν τῶν δυνάμεων τοῦ μείζονος ἀθροίσματος. Οὕτως, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τρεῖς μὲν ἄνδρες ἔλκωσι σῶμά τι κατὰ μίαν φοράν μετὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 5, 10 καὶ 15 χιλιόγραμμα, δύο δὲ ἄνδρες κατ' ἀντίθετον φοράν διὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 8 καὶ 9 χιλιόγραμμα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς δύναμιν $5 + 10 + 15 - (8 + 9) = 13$ χιλιόγρ. καὶ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν φοράν, καθ' ἣν ἔλκωσιν οἱ πρῶτοι.

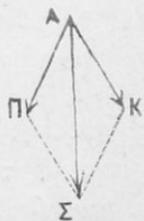
24. Παραλλήλογραμμον τῶν δυνάμεων. Δύο δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ (σχ. 4), ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος, κατὰ διάφορον διεύθυνσιν ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν, ἣτις παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου ΑΣ τοῦ παραλλήλογράμου ΣΚΑΠ, ὅπερ σχηματίζομεν ἐπὶ τῶν εὐθειῶν ΑΠ καὶ ΑΚ.



Σχ. 4.

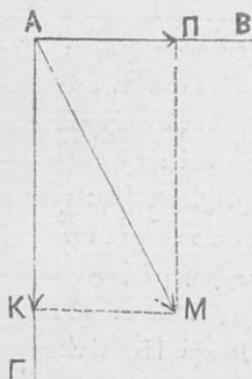
Καὶ ἂν μὲν αἱ δύο δυνάμεις εἴνε ἴσαι (σχ. 5), ἡ συνισταμένη αὐτῶν βραίνει κατὰ τὴν διχοτομοῦσαν τὴν γωνίαν ΠΑΚ, καθ' ἣν θέλει κινηθῆ καὶ τὸ σημεῖον Α, ἐὰν μείνῃ ἐλεύθερον. Ἐὰν ὅμως αἱ δυνάμεις εἴνε ἄνισοι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν πλησιάζει πρὸς τὴν μείζονα δύναμιν.

25. Ἀνάλυσις δυνάμεως. Ὅπως συνθέτομεν δύο δυνάμεις ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐνεργοῦσας, οὕτω δυνάμεθα ἀντιστρόφως ν' ἀναλύσωμεν μίαν δύναμιν εἰς τὰς συνιστώσας αὐτῆς. Συνηθέστατα δὲ ἀναλύεται μία δύναμις εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Σχ. 5.



Ἐστω π. χ. δύναμις τις ΑΜ (σχ. 6) ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου Α ἐνεργοῦσα, ἣτις πρόκειται ν' ἀναλυθῆ εἰς δύο συνιστώσας κατὰ τὰς διευθύνσεις ΑΒ καὶ ΑΓ καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Πρὸς τοῦτο ἄγομεν ἐκ τοῦ σημείου Μ τὰς εὐθείας ΜΚ καὶ ΜΠ καθέτους ἐπὶ τὰς ΑΓ καὶ

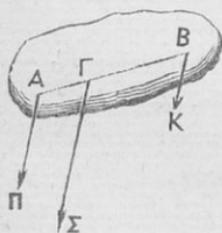
AB, ἔστωι παραλλήλους πρὸς τὰς δεθείσας διευθύνσεις, αἵτινες τέμνον-
ται ὑπὸ τῶν καθέτων κατὰ τὰ σημεῖα K καὶ Π. Αἱ εὐθεῖαι ΑΠ καὶ
AK παριστώσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως AM.



Σχ. 6.

δι' ἐπιμήκους σχοινίου. Ἡ δύναμις, ἣν καταβάλλουσιν οἱ ἵπποι, ἔχουσα διεύθυν-
σιν σχηματίζουσαν ὀξεῖαν γωνίαν μετὰ τῆς ὄχθης τοῦ ποταμοῦ, παραλλήλως τῇ
ὁποῖα πρόκειται νὰ κινηθῇ ἡ φορτηγίς, δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας δυ-
νάμεις, ὧν ἡ μὲν κινεῖ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πρόσω, ἡ δὲ τείνει νὰ φέρῃ αὐτὸ
πρὸς τὴν ὄχθην, ἀλλὰ τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ πηδαλίου τὸ πλοῖον φέρεται συνεχῶς
παραλλήλως τῇ ὄχθῃ τοῦ ποταμοῦ.

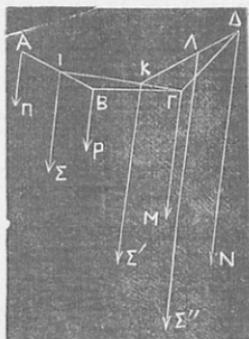
25. **Σύνθεσις παραλλήλων δυνάμεων.** Ὄταν δύο δυνά-
μεις ἴσαι ἢ ἄνισοι Π καὶ K (σχ. 7) παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς



Σχ. 7.

εἶνε ἐφηρμοσμένοι εἰς δύο σημεῖα A καὶ B σώ-
ματός τινος ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἡ συνι-
σταμένη αὐτῶν ΓΣ εἶνε παράλληλος πρὸς τὰς
δυνάμεις, τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἴση πρὸς τὸ ἄ-
θροισμα αὐτῶν. Τὸ δὲ σημεῖον Γ, καθ' ὃ ἐνεργεῖ
ἡ συνισταμένη, διαιρεῖ τὴν εὐθείαν AB τὴν ἐνοῦ-
σαν τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο δυνάμεων
εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων
οὕτως, ὥστε ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν: $ΓΑ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ$. Ἐὰν
αἱ δύο δυνάμεις Π καὶ K εἶνε ἴσαι, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Γ τῆς
συνισταμένης Σ κίτται ἐν τῷ μέσῳ τῆς AB· ἐὰν ἡ δύναμις Π εἶνε
διπλασία τῆς K, τὸ μέρος ΑΓ τῆς εὐθείας AB θὰ εἶνε τὸ ἡμισυ τοῦ
μέρους ΓΒ.

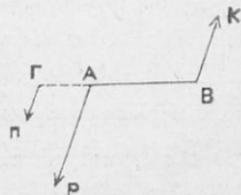
Ἐὰν πλείοτεται δυνάμεις παράλληλοι Π, Ρ, Μ, Ν (σχ. 8) καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶνε ἐφηρμοσμέναι εἰς διάφορα σημεῖα Α, Β, Γ, Δ ἐνὸς σώματος, πρὸς εὐρεσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην Σ δύο οἰωνδήποτε εἰκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, οἷον τῶν Π καὶ Ρ, εἶτα τὴν συνισταμένην Σ' τῆς μερικῆς ταύτης συνισταμένης Σ καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως εἰασδήποτε, οἷον τῆς Μ, εἶτα τὴν συνισταμένην Σ'' τῆς δευτέρας ταύτης μερικῆς συνισταμένης Σ' καὶ τετάρτης δυνάμεως Ν 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 εὐρίσκομεν ὡς ἐξῆς· διαιροῦμεν τὴν εὐθεῖαν ΑΒ εἰς δύο μέρη ΑΙ καὶ ΒΙ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Π καὶ Ρ, εἶτα τὴν εὐθεῖαν ΙΓ εἰς δύο μέρη ΙΚ καὶ ΚΓ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Σ καὶ Μ καὶ τέλος τὴν εὐθεῖαν ΚΔ εἰς δύο μέρη ΚΛ καὶ ΛΔ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων Σ' καὶ Ν.



Σχ. 8.

Ἐπιθέσωμεν 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 ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς ΑΡ καὶ ΒΚ (σχ. 9) εἶνε ἐφηρμοσμέναι εἰς δύο σημεῖα Α καὶ Β ἐνὸς σώματος, ἅτινα εἶνε ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ΠΠ εἶνε παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ ἰσοῦται κατὰ τὴν ἐντάσιν τῆ διαφορᾶς αὐτῶν ΑΡ — ΒΚ, ἐνεργεῖ δὲ πρὸς τὸ



Σχ. 9.

αὐτὸ μέρος, πρὸς ὃ καὶ ἡ μεγαλειτέρα δύναμις· τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς Γ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας ΒΑ τῆς ἐνούσης τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο δυνάμεων καὶ κεῖται εἰς τι σημεῖον Γ, οὕτινος αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς Α καὶ Β τῶν δυνάμεων ΑΡ καὶ ΒΚ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων τούτων, οὕτως ὥστε θέλομεν ἔχει τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν

$$ΒΓ : ΑΓ = ΑΡ : ΒΚ.$$

26. **Ζεύγος δυνάμεων.** Ὄταν αἱ παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις ΑΡ καὶ ΒΚ (σχ.9) τείνωσι νὰ ἐξισωθῶσιν, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἐλαττοῦται, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας ΒΑ. Ὄταν δὲ αἱ δυνάμεις ἐξισωθῶσι, συνισταμένη δὲν ὑπάρχει, τουτέστι δὲν ὑπάρχει δύναμις, ἥτις μόνη νὰ δυνηθῆ νὰ παραγάγῃ τὸ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ σώματος ἀποτέλεσμα, ὅπερ παράγουσιν αἱ δύο ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις. Τὸ τοιοῦτον σύστημα δυνάμεων καλεῖται *δυναμικὸν ζεύγος*, ὅπερ τείνει νὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ εἶνε ἐφηρμοσμένον, περιστροφικὴν κίνησιν. Οὕτω μαγνητικὴ βελὸν ἠρειδομένη διὰ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος καὶ ἔχουσα διεύθυνσιν ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων ἴσων καὶ παραλλήλων ἐνεργουσῶν κατὰ τὰ πέρατα αὐτῆς, ὧν ἡ μὲν διευθυνομένη πρὸς βορρᾶν ἡ δὲ πρὸς νότον τείνουσι νὰ στρέψωσι τὴν βελὸν ἠεὶ περὶ τὸ μέσον αὐτῆς.

Ἡ ῥοπή ἐνὸς ζεύγους δυνάμεων ἦτοι ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ, καθορίζεται διὰ τοῦ γινομένου τῆς μιᾶς ἐκ τῶν δύο δυνάμεων ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν (βραχιῶν) τῶν διευθύνσεων αὐτῶν. Οὕτως αἱ ναῦται, οἵτινες διὰ μοχλῶν στρέφουσιν ἐπὶ τοῦ καταστρώματος πλοίου τὸ μηχανήμα, δι' οὗ ἀνασύρουσι τὴν ἄγκυραν, ἀποτελοῦσιν ἀνά δύο δυναμικὸν ζεύγος, οὕτινος ἡ ἰσχὺς εἶνε ἀνάλογος οὐ μόνον τῆς δυνάμεως, ἣν καταβάλλουσιν οἱ ναῦται, ἀλλὰ καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων αὐτῶν.

Καλεῖται ἄξων τοῦ ζεύγους εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν παραλλήλων δυνάμεων. Δύο δὲ ζεύγη ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἐνεργοῦντα καὶ ἔχοντα ἴσας μὲν, ἀλλ' ἀντιθέτους ῥοπὰς, ἰσορροποῦσιν ἄλληλα.

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

27. Ὄταν ὑλικὸν τι σημεῖον μεταβάλλῃ διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν χῶρον, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὃ δὲ γεωμετρικὸς τόπος τῶν

θέσεων, ἄς τὸ σημεῖον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται τροχιά αὐτοῦ οὔσα εὐθύγραμμος ἢ καμπυλόγραμμος.

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

Ἐπειδὴ ἡ ταχύτης ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει εἶνε ἀμετάβλητος, τὸ δὲ κινητὸν διανύει εἰς χρόνον διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. διάστημα διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. ἧτοι 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 χ μονάδας τοῦ χρόνου διάστημα $\chi\tau$. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ δ τὸ εἰς χ μονάδας τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει τὸν ἐξῆς γενικὸν τύπον :

$$\delta = \tau \cdot \chi \quad (1)$$

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

Ἐκ τοῦ τύπου τούτου λαμβάνομεν

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

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

Ἐκ τοῦ τύπου (1) λαμβάνομεν ὡσαύτως

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

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

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

Καλεῖται μέση ταχύτης ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει ἡ ταχύτης ἐκείνη, τὴν ὅποιαν ἂν εἶχε διηνεκῶς τὸ κινητὸν, θὰ διήνυε τὸ αὐτὸ διάστημα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Εὐρίσκομεν δὲ τὴν μέσην ταύτην ταχύτητα διαιρούντες τὸ ἀνισοταχῶς διανυθὲν διάστημα διὰ τοῦ δαπανηθέντος χρό-

νου. Ὑποθέσωμεν 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, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σιδηροδρομικῆς ταύτης ἀμαξῆς εἶνε 10 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 36 χιλιόμετρα καθ' ὥραν.

30. **Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.** Ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται οὐχὶ ἀνωμάλως ἀλλ' ὁμαλῶς, ἦτοι ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ αὐξάνηται ἢ ἐλαττωταὶ κατ' ἴσας ποσότητας ἐν ἴσοις χρόνοις, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς μεταβαλλομένη. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὁμαλῶς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, ὅταν δ' ἐλαττωταὶ ὁμαλῶς, καλεῖται ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη. Π.χ. σῶμα πίπτει 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 ἐλαττωταὶ) ἡ ταχύτης καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου (ἐν δευτερόλεπτον), καλεῖται ἐπιτάχυνσις (ἢ ἐπιβραδυνσις). Ἐὰν 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 θὰ εἶνε γ , κατὰ τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου 2γ , τοῦ τρίτου 3γ καὶ κατὰ τὸ τέλος χ δευτερολέπτων $\gamma\chi$. Ὅθεν ἔχομεν τὸν τύπον

$$v = \gamma\chi,$$

ἐνθα v παριστᾷ τὴν κτηθεῖσαν ταχύτητα τοῦ σώματος μετὰ χρόνον χ .

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

$$v = a + \gamma\chi$$

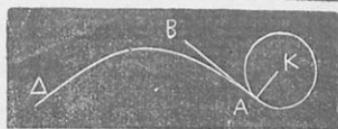
Ὅταν τὸναντίον ἡ κίνησις εἶνε ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη, τότε ἡ ἀρχικὴ ταχύτης a ἐλαττωταὶ κατὰ τὴν ποσότητα γ ἐν ἐκάστη μονάδι τοῦ χρόνου (ὡς ὅταν βάλλωμεν κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω σῶμα εἰς τὸ κενόν), ἡ δὲ ταχύτης v μετὰ χρόνον χ εὐρίσκεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

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

31. **Ἔργον τῶν δυνάμεων.** Δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τι σῶμα καὶ μετακινούσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς παράγει ἔργον.

Οὕτως ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιβάζη ὕδωρ ἐκ τοῦ βάθους φρέατος, ἢ λίθους ἀπὸ τοῦ ἐδάφους εἰς οἰκοδομὴν παράγει ἔργον. Ὡς μονὰς δὲ τοῦ ἔργου λαμβάνεται τὸ ἔργον, ὅπερ παράγει δύναμις 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, παρήγαγεν ἔργον $5 \times 60 = 300$ χιλιογραμμομέτρων. Δύναμις ἵππου, δι' ἧς μετρεῖται ἡ δύναμις τῶν ἀτμομηχανῶν, καλεῖται ἡ δύναμις ἐκείνη, ἣτις ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμομέτρων. Κατὰ ταῦτα μηχανὴ ἔχουσα δύναμιν 10 ἵππων εἶνε ἱκανὴ ν' ἀνυψώσῃ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 75 χιλιογράμματα εἰς ὕψος 10 μέτρων ἢ 750 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 1 μέτρ. ἢ 1 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 750 μέτρ.

32. **Περὶ φυγοκέντρου δυνάμεως.** Πᾶν σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ εἰς μηδεμιᾶς δυνάμεως τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς· ἵνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ σῶμα νὰ μεταβῆ τροχίαν καὶ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου μεταβῆ εἰς τὴν καμπυλόγραμμον κίνησιν, οἷον τὴν κυκλικήν, πρέπει νὰ ἐνεργῶμεν ἐπ' αὐτοῦ συνεχῶς διὰ δυνάμεως πρὸς τὸ κέντρον τοῦ κύκλου διευθυνομένης, ἣτις καλεῖται κεντρομόλος δύναμις ἢ δύναμις ἐπὶ τὸ κέντρον. Ἄλλὰ τὸ σῶμα ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τείνει διηνεκῶς νὰ κινήθῃ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἡ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση καὶ ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ φυγόκεντρος δύναμις. Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα, ἀμέσως παύεται καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, τὸ δὲ σῶμα ἐξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς. *Παράδειγμα.* Ἐὰν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων σχοινίου ΚΑ (σχ. 10) προσδέσωμεν λίθον Α καὶ κρατοῦντες τὸ ἕτερον ἄκρον Κ ἐν τῇ χειρὶ δώσωμεν εἰς 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 δύναμις, διότι κατὰ τὴν Μηχανικὴν ἐν πάσῃ δράσει ἀναπτύσσεται ἴση ἀντίδρασις. Ἐνεκα δὲ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης τῶν δύο δυνάμεων τὸ σχοινίον ΚΑ τείνεται, καὶ ὅταν διαρραγῆ, ἀμφότεραι αἱ δυνάμεις παύονται ἐνεργοῦσαι, ὁ δὲ λίθος



Σχ. 10.

λαμβάνει πρὸς στιγμὴν τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον A τοῦ δια-
 γραφομένου κύκλου ἀγομένης ἐραπτομένης AB· ἀλλ' εἶτα ἕνεκα τῆς
 ἐλξέως τῆς γῆς διαγράφει τὴν καμπύλην ΑΔ.

33. Νόμοι φυγόκεντρος δυνάμεως. Οὗτοι περιλαμβάνον-

ται ἐν τῷ τύπῳ $\Delta = \frac{\mu\tau^2}{\alpha}$ (1), ἐνθα Δ παριστᾷ τὴν φυγόκεντρον δύ-

ναμιν, μ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος, τ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ καὶ α τὴν
 ἀκτίνα τῆς περιφερείας τῆς ὑπὸ τοῦ κινητοῦ διαγραφομένης. Ἐὰν δὲ
 καλέσωμεν θ τὸν χρόνον μιᾶς ὀλοκλήρου περιφορᾶς καὶ ὑποθέσωμεν
 ὅτι τὸ κινητὸν διαγράφει τὴν περιφέρειαν 2πα ἰσοσταχῶς, ὅτε τὸ διά-
 στημα 2πα ἰσοῦται τῇ ταχύτητι τ ἐπὶ τὸν χρόνον θ, θέλομεν ἔχει
 $2πα = \tau \cdot \theta$ (2). Ἀπαλείφοντες δ' ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὴν τα-

χύτητα τ λαμβάνομεν $\Delta = 4\pi^2 \cdot \mu \frac{\alpha}{\theta^2}$ (3). Ἐκ τῶν τύπων (1) καὶ

(3) συναγομένους τοὺς ἐξῆς νόμους.

A'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ
 περιστρεφομένου σώματος. Π. χ. ἀμαξοστοιχία πλήρης βαρέων σω-
 μάτων διερχομένη διὰ καμπύλης γραμμῆς μεθ' ὀρισμένης ταχύτητος
 ὑπόκειται εἰς μείζονα φυγόκεντρον δύναμιν ἢ ἄλλη ἀμαξοστοιχία φέ-
 ρουσα ἐλαφρότερα σώματα καὶ κινουμένη ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς μετὰ
 τῆς αὐτῆς καὶ ἡ πρώτη ταχύτητος.

B'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον
 τῆς ταχύτητος τοῦ κινητοῦ. Π. χ. ἐὰν ἰππεύς τις A περιέρχεται τὸ
 ἵπποδρόμιον μετὰ ταχύτητος διπλασίας ἄλλου ἰππέως B, ὁ πρῶτος
 ἰππεύς A ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν τετραπλασίαν τῆς τοῦ
 δευτέρου B.

Γ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς
 τὴν ἀκτίνα τῆς καμπυλότητος, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτή. Π. χ.
 ἐκ δύο ἀμαξοστοιχιῶν διατρεχουσῶν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος δύο
 διαφόρους κατὰ τὴν ἀκτίνα καμπύλας γραμμᾶς, ὧν ἡ μὲν π.χ. ἀκτί-
 νος 400 μέτρων, ἡ δὲ 800, ἡ πρώτη ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύνα-
 μιν διπλασίαν τῆς δευτέρας. Διὰ τοῦτο ἐν ταῖς σιδηροδρομικαῖς γραμ-
 μαῖς ἀποφεύγουσιν ὅσον ἔνεστι τὴν κατασκευὴν καμπύλων γραμμῶν ἢ
 κατασκευάζουσι τοιαύτας δι' ἀκτίνος ὅσον ἔνεστι μείζονος.

Δ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς
 καμπυλότητος, ὅταν ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς εἶνε σταθερός. Οὕτως
 ἐν ταῖς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώραις ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε μείζον

ἢ εἰς πάντα ἄλλον τόπον τῆς Γῆς, οἷον εἰς Ἀθήνας, διότι τὰ ἐπὶ τῶν Ἀθηναίων κείμενα σώματα διαγράφουσιν εἰς 24 ὥρας περὶ τὸν γήινον ἄξονα περιφέρειαν κύκλου, ἧς ἡ ἀκτίς εἶνε ἐλάσσων τῆς ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ.

35. Παραδείγματα καὶ ἐφαρμογαὶ φυγοκέντρου δυνάμεως. Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινοῦ, οὐτινος τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὄλον ὡς σφενδόνη μεθ' ἰκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἐὰν ἐπὶ ὀριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου ῥίψωμεν 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. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλὰκις οἱ μυλόλιθοι, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν δύναμιν ταύτην ἐπίσης ὀφείλεται ἡ ἄλλοις τοῦ σίτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθίσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μυλόλιθου, ὀπόθεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορφήν ἀλεύρου. Ἔνεκα 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 γραμμαῖαι εἰς τὰς καμπύλας ἔχουσι τὴν ἐξωτερικὴν ῥάβδον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος.

Ἐὰν εἰς ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ καὶ ἔχον σχῆμα ἐκ περιστροφῆς δάσωμεν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρᾳ αὐτοῦ ἐπιφάνεια κοιλοῦται καὶ τοσοῦτ' πλειότερον, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ γῆ ἤ τὸ ποτε διάπυρος καὶ τεττηκυῖα σφαιρικὴ μᾶζα, ἔνεκα δὲ τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς ὑπέστη συμπίεσιν περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξόγκωσιν κατὰ τὸν ἰσημερινόν, ὡς συμβαίνει καὶ εἰς δύο ἐλάσματα ἐκ γάλυβος (σχ. 11), ἔχοντα κυκλικὸν σχῆμα καὶ περιστρεφόμενα περὶ κατακόρυφον ἄξονα, ἐφ' ὧν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατακόρυφος διάμετρος αὐτῶν ἐλαττοῦται, τούναντίον δ' ἡ ὀριζοντία αὐξάνεται. Ἡ συμπίεσις δ' αὕτη αὐξάνεται, ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

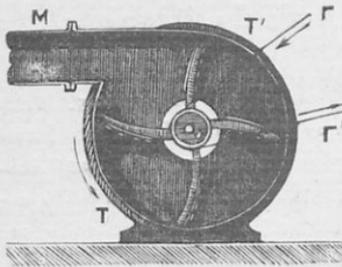
Καὶ τὰ ἀέρια ὡσαύτως ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως· ἀπόδειξις δὲ τούτου εἶνε τὸ ῥιπίδιον, ἔνθα ὁ ἀήρ ἐκσφενδονίζεται ἐκ τῶν πτυχῶν, μόνον ὅταν τὸ ῥιπίδιον ὑπόκειται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, οὐχὶ δὲ καὶ ὅταν μετατίθῃται παραλλήλως ἐαυτῷ.

Ἐφαρμογὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τῶν ἀερίων γίνεται εἰς τὸν καλούμενον φυγοκεντρικὸν ἀνεμιστήρα (σχ. 12). Σύγκειται δ' οὗτος ἐκ τυμπάνου κυλινδρικοῦ ΤΤ', εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὁποίου στρέφεται μετὰ μεγάλης ταχύτητος ἄξων Ο φέρων πτέρυγας, ὧν τὰ πέρατα διέρχονται



Σχ. 11.

πολύ πλησίον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τυμπάνου. Ὁ μεταξὺ τῶν πτερύγων ἐγκεκλισμένος ἀήρ δεχόμενος περιστροφικὴν κίνησιν συμπιέζεται



Σχ. 12.

ἐνεκα 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 ἀνοιχθεῖσαι εἰς τὸ μέσον τῶν δύο βάσεων τοῦ τυμπάνου, δι' ὧν διέρχεται καὶ ὁ ἄξων, ἐπιτρέπουσιν εἰς τὸν ἀέρα ν' ἀνανεῶται ἀδιαλείπτως. Ὁ ἄξων τίθεται εἰς κίνησιν δι' ἱμάντος ΓΓ', ὃν κινεῖ μηχανὴ χειροκίνητος, ἀτμοκίνητος ἢ ἠλεκτρήλατος. Τοῦ

μηχανήματος τούτου γίνεται χρῆσις πρὸς καθαρισμόν τοῦ σίτου, πρὸς ἐμφύσησιν ἀέρος εἰς τὰς καμίνους ἐν τοῖς μεταλλουργεῖσι, πρὸς ἀερισμὸν διαφόρων μερῶν π. χ. ἀνθρακωρυχείων. Πρὸς τοῦτο σωλὴν ἀναχωρῶν ἐκ τοῦ μέρους, ἐξ οὗ πρόκειται νὰ ἐξαχθῇ ὁ μεμολυσμένος ἀήρ, προαρτᾶται εἰς τὰς ὀπὰς, ἃς φέρει τὸ τύμπανον εἰς τὸ μέσον τῶν βάσεων αὐτοῦ. Τίθεμένης δὲ τῆς μηχανῆς εἰς κίνησιν, ὁ μεμολυσμένος ἀήρ ἀντλούμενος ἐκδιώκεται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ καθαροῦ ἀέρος, ἕξωθεν εἰσρέοντος.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

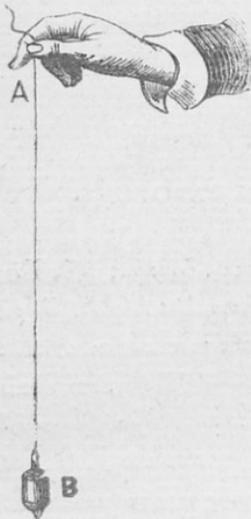
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ, ΒΑΡΟΣ, ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ.

36. **Βαρύτης.** Καλεῖται βαρύτης ἡ ἑλκτική δύναμις τῆς Γῆς, ἣτις παράγει τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων ἀφιεμένων ἐλευθέρων, ἢ τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, ἐφ' οὗ τὰ σώματα ἐρείδονται, ἢ τέλος τὴν τάσιν τοῦ νήματος, ἐξ οὗ ταῦτα εἶνε ἐξηρητημένα. Ἡ βαρύτης ταυτίζεται πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἀνακαλυφθεῖσαν παγκόσμιον ἔλξιον ἢ γενικὴν βαρύτητα, καθ' ἣν πάντα τὰ μέρη τῆς ὕλης ἔλκουσιν ἄλληλα διὰ δυνάμεως κατ' εὐθείαν ἀναλόγου πρὸς τὸ γινόμενον τῶν μαζῶν αὐτῶν καὶ ἀντιστρόφως ἀναλόγου πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεων. Τὰ σώματα δὲ ὡς ὑπέκοντα εἰς τὴν ἐνεργεῖαν τῆς βαρύτητος καλοῦνται βαρέα.

Πᾶν σῶμα ἄνευ ὑποστηρίγματος ἢ ἐξαρτήσεως πίπτει ἐλευθέρως διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς, διότι, κατὰ τὴν Μηχανικὴν, ἡ ἔλξις σφαιρας ὁμοιομεροῦς ἢ ἐξ ὁμοιομερῶν ὁμοκέντρων στιβάδων συγκειμένης (τοιαύτη δὲ κατὰ τὴν Γεωλογίαν εἶνε περίπου καὶ ἡ Γῆ) ἐπὶ τινος ὕλικου μορίου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαιρας ἢ ἐκτὸς αὐτῆς κειμένου εἶνε ἴση πρὸς ἐκείνην, ἣν θὰ ἐξήσκουν ἐπὶ τοῦ ὕλικου τούτου σημείου πάντα τὰ μόρια (μάζα) τῆς σφαιρας, εἰάν ἦσαν συγκεντρωμένα εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς· ἐπομένως ἡ ἔλξις αὕτη διευθύνεται κατὰ τὴν εὐθείαν γραμμὴν, τὴν ἐνοῦσαν τὸ ὕλικόν τοῦτο σημεῖον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαιρας. Ἡ διεύθυνσις δ' αὕτη καλεῖται κατακόρυφος.

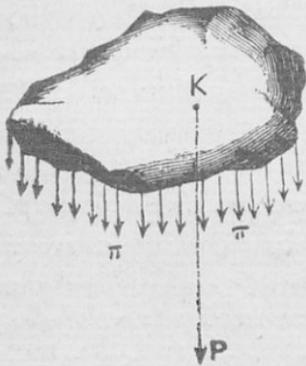
Τὴν κατακόρυφον σημείου τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον νῆμα τῆς στάθμης (κατευθυντήρ) (σχ. 13), ἀποτελούμενον ἐκ τινος νήματος, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἓν ἄκρον αὐτοῦ φέρει βαρὺ τι σῶμα οἰονδήποτε, οἷον κύλινδρον ἢ κῶνον ἐκ μολύβδου Β, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον Α κρατεῖται ἀκλονήτως. Ἄν νῦν ἀφεθῇ τὸ βᾶρος ἐλεύθερον, τὸ νῆμα ἡρεμοῦν λαμβάνει τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν.

Πάν επίπεδον περιέχον τὴν κατακόρυφον καλεῖται ἐπίσης κατακόρυφον. Πάν δ' ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται ὀριζόντιον, τοιοῦτο δὲ εἶνε τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὑγροῦ.



Σχ. 13.

ὡς τὰ πολλὰ κεῖται ἐπ' αὐτοῦ τοῦ σώματος, τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο καλούμενον κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τηρεῖ τὴν αὐτὴν ὡς



Σχ. 14.

πρὸς τὸ σῶμα θέσιν, ὅπως δὴποτε καὶ ἂν τοῦτο μετακινήθῃ ἢ στραφῇ (κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων § 26).

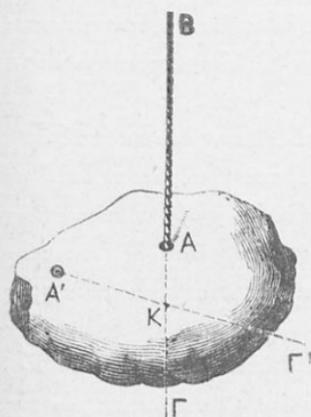
37. Βάρος. Ἡ γῆ ἔλκει πάντα τὰ μόρια, ἐξ ὧν εἵπομεν ὅτι ἀποτελεῖται πᾶν σῶμα, αἱ δ' ἐπὶ τὰ διάφορα μόρια τοῦ σώματος ἔλξεις τῆς γῆς ἀποτελοῦσι σύστημα δυνάμεων π, π (σχ. 14), αἵτινες διευθύνονται μὲν πᾶσαι πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς μεγίστης αὐτοῦ ἀποστάσεως δύνανται νὰ θεωρῶνται ὡς παράλληλοι. Ἡ συνισταμένη KP τῶν ἐκ τῆς γῆς ἐκπορευομένων ἔλξεων π, π καὶ ἐνεργουσῶν ἐπὶ πάντων τῶν μορίων τοῦ σώματος καλεῖται βᾶρος τοῦ σώματος.

38. Κέντρον τοῦ βάρους. Τὸ βᾶρος παντὸς σώματος (τὸ προκαλοῦν τὴν πτώσιν αὐτοῦ, τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος καὶ τὴν τάσιν τοῦ νήματος) εἶνε δύναμις KP κατακόρυφος, ἐνεργοῦσα εἰς τι σημεῖον K , ὅπερ

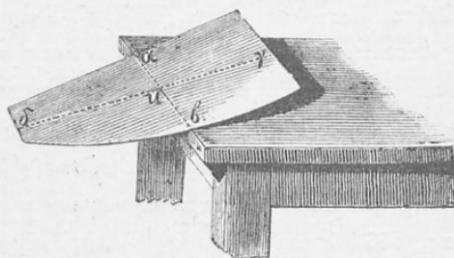
39. Πειραματικὴ εὕρεσις τοῦ κέντρον τοῦ βάρους. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους σώματος μὴ λίαν βαρέος εὐρίσκεται ὡς ἐξῆς. Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τινος σχοινίου BA (σχ. 15) καὶ, ὅταν ἡρεμήσῃ, σημειοῦμεν τὴν ἐπέκτασιν $A\Gamma$ τοῦ σχοινίου BA διὰ τοῦ σώματος, ἐφ' ἧς εὐθείας θὰ κεῖται τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Ἐὰν νῦν ἐξαρτήσω-

τοῦ βάρους κρέκου ἢ δακτυλίου κείται εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ, ἥτοι ἐκ-
τός τοῦ σώματος.

Διὰ νὰ εὐρωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους σωμάτων λεπτῶν καὶ ἐπιπέδων, οἷον
τεμαχίου μεταλλικοῦ ἐλάσματος, ἰσορροποῦμεν αὐτὸ εἰς δύο διαφόρους θέσεις



Σχ. 15.



Σχ. 16.

ἐπὶ ὀριζοντίου ἀκμῆς, οἷον ἐπὶ πέρατος τραπέζης, μετακινουῦντες αὐτὸ πρὸς τὸ ἐν
ἢ τὸ ἕτερον μέρος, μέχρις οὗτος ἰσορροπήσῃ (σχ. 16). Τὸ κέντρον τοῦ βάρους
κεῖται τότε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἀφῆς αβ. Ἀναζητοῦμεν ὡσαύτως δευτέραν θέ-
σιν ἰσορροπίας, καθ' ἣν ἡ γραμμὴ τῆς ἀφῆς εἴνε π. χ. ἢ εὐθεῖα γδ. Ἐπειδὴ
δὲ τὸ κέντρον τοῦ βάρους πρέπει νὰ κείται καὶ ἐπὶ τῆς αβ καὶ ἐπὶ τῆς γδ, εὐ-
ρίσκεται εἰς τὴν κοινὴν αὐτῶν τομὴν κ, ἐντὸς τοῦ σώματος καὶ εἰς ἴσην ἀπό-
τῶν δύο ἐπιφανειῶν ἀπόστασιν.

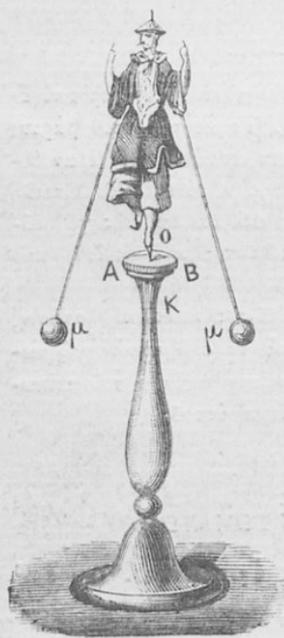
Τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἀνθρώπου ἰσταμένου καὶ τηροῦντος κανονικὴν ἐτάσιν,
οἷαν ὁ ἀρχόμενος τῶν γυμνασίων στρατιώτης, κείται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ νω-
τιαίου σωλήνος τῆς σπονδυλικῆς στήλης καὶ εἰς τὸ μέσον περίπου τοῦ τελευ-
ταίου ὀσφυϊκοῦ σπονδύλου τοῦ κειμένου πλησίον τοῦ ἱεροῦ ὀστού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

40. 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 κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, διότι τότε τὸ βάρος τοῦ σώματος (ὀρᾶσις) ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιρρόπως ἐνεργούσης ἀντιστάσεως (ἀντίδρασις) τοῦ ἐπιπέδου.

Οὕτω γραφίς, ἣν θέλομεν νὰ στηρίξωμεν διὰ τῆς ἀκίδος αὐτῆς ὀρθίαν ἐπὶ ὀριζοντίας τραπέζης, τότε μόνον θὰ εὐρεθῆ ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου, δι' οὗ ἡ γραφίς ἐρείδεται ἐπὶ τῆς τραπέζης· διότι τότε κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς ἐνεργοῦσι δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, αἵτινες ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως. Ἄλλ' ἡ ἰσορροπία αὕτη καλεῖται ἀσταθῆς, διότι, ἐὰν καὶ ἐλάχιστον ἡ γραφίς παρεκκλίνῃ ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας, καταπίπτει. Ἐὰν ὅμως καταβιβάσωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τοῦ ἐρείδομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς μόνου σημείου, κάτωθεν τοῦ σημείου τούτου, ἡ ἰσορροπία καθίσταται εὐσταθῆς, 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 ἀνθρωπάριον ἐρείδομένον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΒ (σχ. 17)



Σχ. 17.

δι' ἐνὸς μόνου σημείου Ο εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ ἰσορροπίᾳ, ἐὰν δι' ἀκάμπτων συρμάτων ἐξαρτήσωμεν ἐξ αὐτοῦ δύο σφαίρας μολυβδίνας μ,μ, δι' ὧν καταβιβαζομεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ ἀνθρωπαρίου τούτου εἰς τὸ σημεῖον Κ, κατώτερον τοῦ σημείου τῆς βάσεως Ο.

Ἐὰν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο σημείων, οἷον διαθήτης ἡ ἀνθρωπος ἰστάμενος ἐπὶ καλοβάθρων, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ καὶ δὲν ἀνατρέπεται, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο σημεία, δι' ὧν τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ἰδαφους. Καὶ ἡ τοιαύτη ὅμως ἰσορροπία εἶνε ἀσταθῆς, 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. 18), τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ καταβιβαζομένη κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου αβγ, οὔτινος κορυφαὶ 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 ἀνυψωθῆ ἕκ τοῦ ἐνός μέρους, ἐπανέρχεται εἰς τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀφεθῆ ἐλευθερός.

Ἐὰν δὲ τέλος τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων, οἷον ἄνθρωπος ἰστάμενος ὀρθίως, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἡ ἕκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνός σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ, ἥτις εἶνε τὸ σχῆμα τὸ παραγόμενον ἐπιζευγνυμένων τῶν ἐξωτερικῶν σημείων, δι' ὧν οἱ πόδες ἄπτονται τοῦ ἐδάφους, δηλαδὴ βᾶσις ἀνθρώπου ἰσταμένου εἶνε οὐ μόνον τὰ πέλματα τῶν ποδῶν αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸ μεταξύ αὐτῶν περιλαμβανόμενον μέρος τοῦ ἐδάφους (σχ. 19).



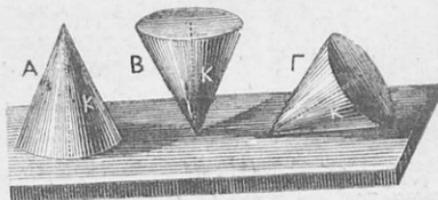
Σχ. 18.

41. Ἐν γένει δὲ σῶμά τι, στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνός ἢ πλειοτέρων σημείων, εὐρίσκεται ἐν εὐσταθείᾳ μὲν ἰσορροπία, ὅταν διὰ μικρᾶς μετακινήσεως τοῦ σώματος τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀνυψῶται, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὁμοιο-



Σχ. 19

μερῆ κῶνον Α (σχ. 20), τὸν ἐρείδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ· ἐν ἀσταθείᾳ δὲ ἰσορροπία, ὅταν διὰ μικρᾶς μετακινήσεως τοῦ σώματος τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κατέρχεται, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Β, τὸν ἐρείδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ· καὶ τέλος ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία εὐρίσκεται σῶμά τι, ὅταν κατὰ τὴν μετακίνησιν αὐτοῦ τὸ κέντρον τοῦ βάρους



Σχ. 20.

μητε ἀνυψῶται μητε κατέρχεται, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Γ, τὸν ἐρείδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας, ἢ εἰς σφαιραν ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π. χ. κειμένην.

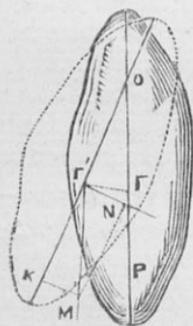
42. Συνθήκαι εὐσταθείας τῶν στερεῶν σωμάτων.

Ἐκ δύο σωμάτων ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου στηριζομένων εὐσταθέστερον

εἶνε τὸ δυσκολώτερον μετακινούμενον, ἤτοι τὸ ἀπαιτοῦν μείζονα δύναμιν, ὅπως ἐξέληθ' ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ. Ἡ εὐστάθεια δὲ σώματός τινος εἶνε τοσοῦτω μείζω, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ βάσις, δι' ἧς τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Διὰ ταῦτα οἱ προβεβηκότες 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 σώματός τινος εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν βάσιν, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Διὰ τοῦτο εἰς τὰ μεγάλα κηροπήγια π. χ. τῶν ναῶν τίθεται μόλυβδος πρὸς τὴν βάσιν, συντελεῶν εἰς τὸν καταβιβασμὸν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς τὴν εὐστάθειαν τοῦ κηροπήγιου, οἱ δὲ παλαισταὶ κάμπτουςιν ὀλίγον τὰ γόνατα διὰ τὸν αὐτὸν λόγον.

43. Β'). Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐξηρητημένου ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος. Βαρύ τι σῶμα ἐξηρητημένον ἐλευθέρως ἐκ στερεοῦ ὀριζοντίου ἄξονος O , ἥτοι στρεπτόν περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον (σχ. 21), εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἡ κατακόρυφος, ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ διερχομένη, διέρχεται διὰ τινος σημείου τοῦ ἄξονος τούτου. Καὶ ὅταν: ἀντὶ τῶν ἕλξεων, 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 δύναμις δ' αὕτη GP τότε μόνον ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος O , ὅταν ἡ OG εἶνε κατακόρυφος, "Ἄν τούναντίον τὸ σῶμα ἔχῃ ἄλλην διεύθυνσιν καὶ ἡ εὐθεῖα OG' δὲν εἶνε κατακόρυφος, ἢ δύναμις $G'M$, ἢ παριστώσα τὸ βάρος τοῦ σώματος, δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας $G'K$ καὶ $G'N$, τὴν μὲν $G'K$ διευθυνομένην κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς OG' , ἣτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ στα-

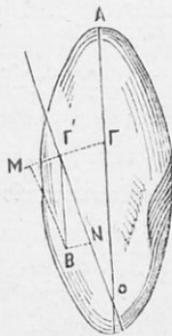


Σχ. 21.

θεροῦ ἄξονος O , καὶ τὴν ἄλλην $G'N$ κάθετον ἐπὶ ταύτῃ, ἣτις θέλει στρέφει τὸ σῶμα περὶ τὸν ἄξονα O καὶ οὕτω δὲν θέλει εὐρεθῆ τοῦτο ἐν ἰσορροπίᾳ.

Σῶμά τι ἐξηρητημένον ἐλευθέρως ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος, περὶ ὃν δύναται νὰ περιστραφῇ, εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπίᾳ, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τεῖνῃ νὰ ἐπανεέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν. Οὕτω τὸ σῶμα τὸ ἐξηρητημένον ἐκ τοῦ ἄξονος O εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ ἰσορροπίᾳ, διότι τὸ κέντρον τοῦ βάρους Γ εἶνε κατώτερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως O . Καὶ ὅντως, ἂν μετακινήσωμεν ὀλίγον τὸ σῶμα στρέφοντες αὐτὸ περὶ τὸν ἄξονα O οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν θέσιν, ἣτις ἐπὶ τοῦ σχήματος 21 παρίσταται δι'

έστιγμένης γραμμῆς, ἀνευρίσκομεν τότε, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, τὴν συνιστάσαν $\Gamma'N$, τὴν ἐπαναφέρουσαν τὸ σῶμα εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ὅταν τοῦτο ἀφεθῆ ἑλεύθερον. Τοῦναντίον δὲ εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπία, ὅταν ὀλίγον μετακινούμενον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας τείνη ν' ἀπομακρυνθῆ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς. Ἐν π.χ. σῶμά τι ἐξαρτάται ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος, ὅστις διέρχεται διὰ σημείου τινὸς O (σχ. 22) κατωτέρου τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ , εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπία. Κατὰ τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην ἡ μόνη θέσις τῆς ἰσορροπίας εἶνε ἐκείνη, ἐν ἣ ἡ κατακόρυφος $ΑΓΟ$, ἡ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Γ διερχομένη, διέρχεται καὶ διὰ τοῦ ἄξονος O . Ἐν τῷ σῶμα ὀλίγον τι στραφῆ περί τὸ σημεῖον O οὕτως, ὥστε ἡ $ΟΓ$ νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν $ΟΓ'$, δυνάμεθα ν' ἀναλύσωμεν τὴν δύναμιν $\Gamma'B$, τὴν παριστῶσαν τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἰς τὰς συνιστώσας $\Gamma'N$, ἧτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος, καὶ τὴν $\Gamma'M$, ἧτις τείνει ν' ἀπομακρύνῃ τὸ σῶμα ἔτι μᾶλλον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας καὶ στρέφει αὐτὸ περί τὸν ἄξονα O , ὅταν ἀφεθῆ ἑλεύθερον, ὅπως λάβῃ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς ἰσορροπίας



Σχ. 22.

Ἐν τῷ σῶμα, ὅταν τοῦναντίον ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ σῶμα τότε εὐρίσκεται ἐν ἀδιάφορῳ ἰσορροπία, διότι, ὅσον δήποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτὸ περί τὸν ἄξονα, τηρεῖ πάντοτε τὴν νέαν ταύτην θέσιν· τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι πάντοτε τὸ βᾶρος τοῦ σώματος ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συναγομεν ὅτι ἡ ἰσορροπία σώματος ἐξηρητημένου ἐκ τινος ὀριζοντίου ἄξονος εἶνε εὐσταθῆς μὲν, ὅταν διὰ μικρᾶς μετακινήσεως τὸ κέντρο τοῦ βάρους ἀνυψῶται, ἀσταθῆς δὲ, ὅταν κατέρχεται, ἀδιάφορος δὲ, ὅταν μῆτε ἀνυψῶται μῆτε κατέρχεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῶν σωμάτων ἔχει πάντοτε τάσιν νὰ κατέλθῃ, καὶ ἀνυψούμενον μὲν κατέρχεται, καταβιβαζόμενον δὲ δὲν δύναται ἀφ' ἑαυτοῦ ν' ἀνέλθῃ, ἀλλὰ κατέρχεται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ κάλυμα.

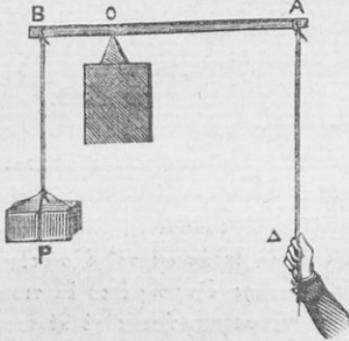
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

44. **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 ἄλεσιν τοῦ σίτου. Αἱ ἀπλούστεραι δὲ τῶν μηχανῶν εἶνε ὁ μοχλός, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ὁ κοχλίας, ὁ σφῆν κτλ., αἵτινες χρησιμεύουσιν, ὅπως τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεων ὑπερνεκῶμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βᾶρος σώματός τινος.

45. **Μοχλός.** Ὁ μοχλός ἀποτελεῖται ἐν γένει μὲν ἐκ στερεοῦ σώματος οἰουδήποτε, συνήθως ὅμως ἐκ ράβδου ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου, ἣτις ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος ὅσον ἔνεστιν ἀνευδρότου 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 ράβδου, καὶ κατὰ τὸ μὲν ἓν ἄκρον αὐτοῦ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἡ ἀντίστασις, οἷον τὸ βᾶρος σώματός τινος, ὅπερ πρόκειται ν' ἀνυψώσωμεν. Κατὰ ταῦτα ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ σιδηρᾶ ἢ ξυλίνη ράβδος ΒΑ (σχ. 23)



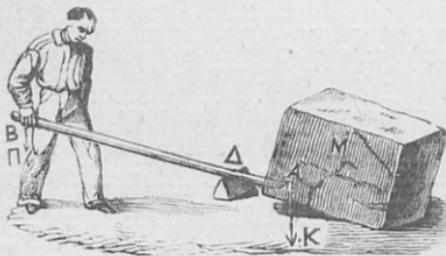
Σχ. 23.

ἐρείδεται ἐπὶ ὀξείας ἀκμῆς κατὰ τὸ σημεῖον Ο καὶ ὅτι κατὰ μὲν τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς Β κρέματα διὰ σχοινίου τὸ βᾶρος Ρ, τὸ ὁποῖον προτιθέμεθα ν' ἀνυψώσωμεν, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον Α προσδένομεν σχοινίον, ἐφ' οὗ ἐφαρ-

μόζομεν κατακορυφῶς ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τὴν δύναμιν τῆς χειρὸς ἡμῶν.

Ἡ συσκευὴ αὕτη ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἶδους. Καὶ ἂν μὲν τὸ ὑπομόχλιον Ο κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὸ

μέσον τῆς ράβδου ΒΑ, ἡ καταβαλλομένη δύναμις Δ εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, ὡς εἰς τὸν ζυγόν· ἂν δὲ τὸ ὑπομόχλιον κεῖται πλησιέ-



Σχ. 24

στερον πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Β τῆς ἀντιστάσεως, τότε δι' ἐλάσσονος δυνάμεως δύναμεθα νὰ ὑπερνικήσωμεν μείζονα ἀντίστασιν. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἐργάτης προ-

τίθεται νὰ μετακινήσῃ λίθον Μ (σχ. 24), ὃν διὰ τῶν ἰδίων

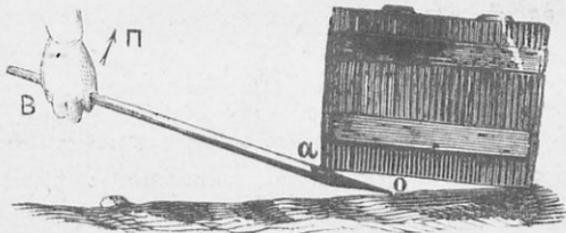
χειρῶν ἀδυνατεῖ ἀπ' εὐθείας νὰ ὑψώσῃ, μεταχειρίζεται μοχλὸν ΒΑ πλησιάζων τὸ ὑπομόχλιον Δ ὅσον ἔνεστι πλειότερον πρὸς τὸν λίθον.

Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ καταβαλλομένη δύναμις Δ (σχ. 23) ἔχει τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, οἷον λόγον ἔχουσιν αἱ ἀποστάσεις

OB καὶ OA, 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 μοχλοβραχίωνων. Τοῦτο δέ, διότι διὰ τὴν ὑπάρξην ἰσορροπία, πρέπει ἢ συνισταμένη τῶν δύο παραλλήλων δυνάμεων Δ καὶ P νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σημείου O καὶ ἐπομένως αἱ ἀποστάσεις OA καὶ OB νὰ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς δυνάμεις Δ καὶ P . Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀναλογίας συνάγομεν ὅτι, εἰάν ὁ μοχλοβραχίων OA , δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, εἶνε διπλάσιος, πενταπλάσιος ἢ δεκαπλάσιος τοῦ μοχλοβραχίονος OB , δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ ἀντίστασις, ἢ καταβαλλομένη δύναμις Δ εἶνε ὑποδιπλασία, ὑποπενταπλασία ἢ ὑποδεκαπλασία τῆς ἀντιστάσεως, ἥτοι τοῦ βάρους P . **Μοχλὸς τοῦ πρώτου εἶδους** εἶνε ἡ ψαλὶς, ἡ ἡλάγρα, ὁ ζυγός, ὁ στατήρ, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ἄτινα περιγράφομεν κατωτέρω, καὶ πολλὰ ἄλλα μηχανήματα.

Β'. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἶδους. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἶδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον O (σχ. 25),

περὶ τὸ ὁποῖον ὁ μοχλὸς δύναται νὰ περιστραφῇ, ἡ δὲ δύναμις ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον B ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἡ ἀντίστασις, οἷον τὸ βᾶρος σώματος, ἐνεργεῖ εἰς

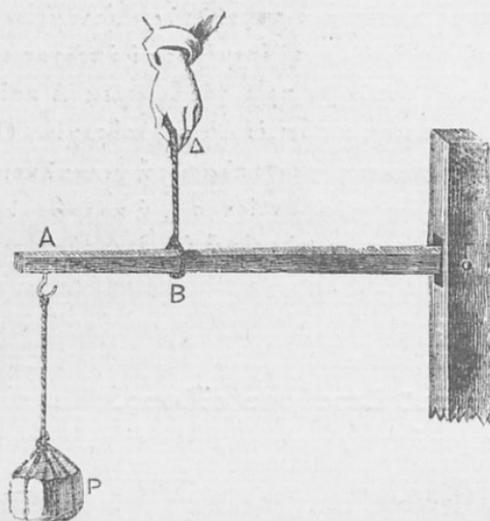


Σχ. 25.

τὸ σημεῖον ἐνδιάμεσον α ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ἐν τῷ μοχλῷ δὲ τούτῳ ἡ μὲν δύναμις ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος BO , ἡ δ' ἀντίστασις διὰ τοῦ αO , καὶ ἐπομένως ἡ δύναμις εἶνε ἐλάσσων τῆς ἀντιστάσεως. **Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἶδους** εἶνε ἡ χειράμαξα, ὁ καρυκατάκτης, ἡ κώπη λέμβου, εἰς ἣν τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται εἰς τὸ μέρος τῆς θαλάσσης τὸ ὑπὸ τῆς κώπης πληττόμενον, ἡ δὲ δύναμις τοῦ ἐρέτου ἐνεργεῖ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἡ δὲ ἀντίστασις τῆς λέμβου εἰς τὸν σκαρμόν.

Γ'. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἶδους. Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ τρίτου εἶδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Γ (σχ. 26), περὶ τὸ ὁποῖον ὁ μοχλὸς στρέφεται ἐλευθέρως, ἡ ἀντίστασις P ἐνεργεῖ κατὰ τὸ

ἕτερον ἄκρον Α, ἡ δὲ δύναμις Δ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον Β. Ἐπειδὴ ὅμως ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσων τοῦ ΑΓ τῆς ἀντιστάσεως Ρ, ἡ δύναμις ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν εἶνε ὑπερτέρα ταύτης. Μεχλὸς τοῦ τρίτου εἶδους εἶνε ἡ πυράγρα, ὁ πῆχυς τῆς χειρός, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὴν ἄρθρωσιν τοῦ ἀγ-



Σχ. 26.

κῶνος, δύναμις εἶνε ὁ δικέφαλος βραχιόνιος μῦς, ἀντίστασις δὲ τὸ βάρος τοῦ πῆχους ἢ καὶ πρόσθετόν τι βάρος τιθέμενον ἐπὶ τῆς παλάμης.

46. Ὁ μοχλός, ὁ ἔχων τοὺς βραχίονας αὐτοῦ οὐχὶ ἐπὶ εὐθείας, καλεῖται γωνιώδης ἢ ἀγκωνοειδῆς μοχλός. Δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνονται μεταβολαὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως. Ἐφαρμογὴ τοιοῦτου γωνιώδους μοχλοῦ γίνεται ἐπὶ τῶν διὰ σύρματος ἐλκομένων καὶ ἠχοῦντων κωδῶνων τῶν οἰκιῶν.

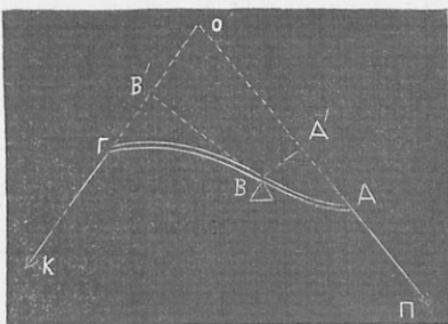
Ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑπομόχλιον, ἐπὶ μὲν τῶν ἀμφιρρεπῶν μοχλῶν (μοχλός τοῦ πρώτου εἶδους) εἶνε ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν δυνάμεων, ἐπὶ δὲ τῶν ἑτερορρεπῶν (μοχλοὶ τοῦ δευτέρου καὶ τρίτου εἶδους) ἴση τῇ διαφορᾷ αὐτῶν, μὴ λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν τοῦ βάρους τοῦ μοχλοῦ.

47. Ἐπειδὴ πολλάκις ὁ μοχλός δυνατὸν νὰ μὴ εἶνε εὐθύς (σχ. 27), αἱ δὲ δυνάμεις ΑΠ καὶ ΓΚ, καίπερ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου κείμεναι μὴ παράλληλοι, τότε ὡς μοχλοβραχίονες λαμβάνονται αἱ ἐκ τοῦ

ὑπομοχλίου Β πρὸς τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων ἀγόμεναι καθέτοι ΒΒ' καὶ ΒΑ'. Ὄταν δ' αἱ δυνάμεις ἰσορροπῶσιν ἀλλήλας, ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν

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

Τὰ γινόμενα ταῦτα καλοῦνται στατικά ροπαὶ τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον Β τοῦ ὑπομοχλίου. Ὅθεν συναγομένον 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 εἶδη τοῦ μοχλοῦ.



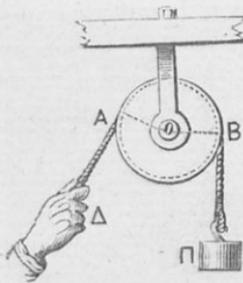
Σχ. 27.

48. Ἐὰν καὶ εἰς τὰ τρία εἶδη τῶν μοχλῶν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως, ἀμέσως ἢ ἰσορροπία καταστρέφεται, τὰ δὲ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δυνάμεων καὶ τὰ τῶν ἀντιστάσεων θὰ διανύσωσι τόξα κύκλου καὶ εἰς τὰς τρεῖς δὲ περιπτώσεις τὰ διανυόμενα τόξα εἶνε ἀνάλογα τῶν μοχλοβραχιόνων. Ἄλλ' ὁ λόγος τῶν τόξων τούτων παριστᾷ ἢ τὸν λόγον τῶν δρόμων, οὗς διανύουσι τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δυνάμεων καὶ ἀντιστάσεων, ἢ τὸν λόγον 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 τινος 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.

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

Ὄταν ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας δὲν μετακινῆται ἀλλ' ἀπλῶς περι-

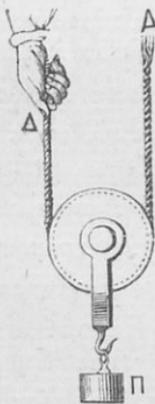
στρέφεται, ἡ τροχαλία καλεῖται παγία ἢ ἀμετάθετος (σχ. 28). Εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν ἡ τροχαλιοθήκη προσηλοῦται ἀκλονήτως, καὶ ἡ μὲν ἀντίστασις Π ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἡ δὲ δύναμις Δ ἡ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου.



Σχ. 28.

Ἡ τροχαλία δὲ αὕτη εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὅποιον οἱ μοχλοβραχίονες OA καὶ OB εἶνε ἴσοι ὡς ἀκτίνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου. Ὅθεν ἡ δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ἡ δὲ παγία τροχαλία παρέχει μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, τούτέστιν ὁ ἀναβιβάζων τὸ βᾶρος Π ἀντὶ νὰ ἔλκη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐνεργεῖ διὰ τῆς αὐτῆς μὲν δυνάμεως, ἀλλ' ἔλκων ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ὅπερ δι' αὐτὸν εἶνε εὐκολώτερον.

Ὅταν ἡ τροχαλία μετακινῆται ἐν τῷ διαστήματι, ἐν ᾧ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρα ἢ μετάθετος τροχαλία (σχ. 29). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἓν ἄκρον τοῦ



Σχ. 29.

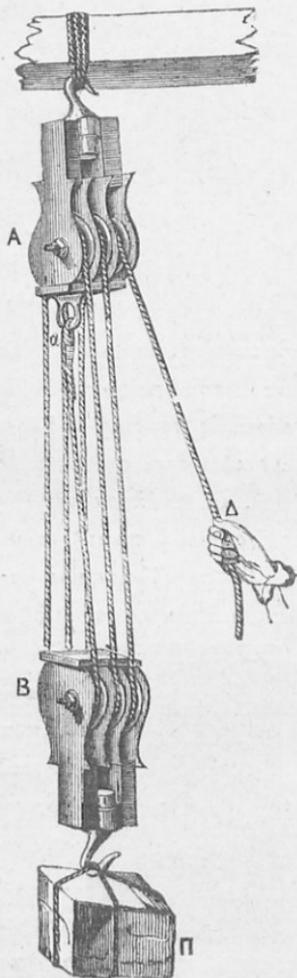
σχοινίου προσδένεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον A , ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις Δ , τὸ δὲ βᾶρος Π κρέμεται δι' ἀγκίστρου ἐκ τῆς τροχαλιοθήκης. Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις Π ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι τῆς δυνάμεως Δ καὶ τῆς ἔλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον A . Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις Δ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου A ἔλξιν, ἡ ἀντίστασις Π εἶνε διπλασία τῆς δυνάμεως Δ . Ὅθεν διὰ τῆς ἐλευθέρας τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν Π διὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ ἡμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης. Ἡ δύναμις ἐνταῦθα ἐνεργεῖ μὲν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἀλλὰ διὰ παγίας τροχαλίας δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς.

Ἀντὶ δὲ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύναμιν Δ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου, δυνάμεθα νὰ προσδέσωμεν τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς τὴν τροχαλιοθήκην δευτέρας ἐλευθέρας τροχαλίας καὶ δι' ἄλλου σχοινίου προσδεδεμένου διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου εἰς ἀκλόνητον σημεῖον ν ἀνασύρωμεν τὸ βᾶρος, ἔλκωντες τὸ σχοινίον διὰ τοῦ ἄλλου ἄκρου. Τότε θέλομεν δυνηθῆναι νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως τετράκις μικροτέρας.

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

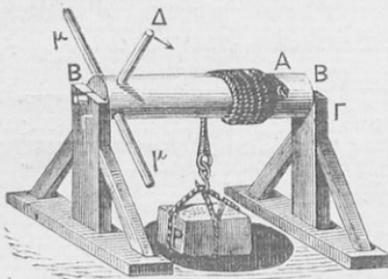
Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 30 ἀπεικονιζόμενον πολὺσπαστον σύγκειται ἐκ δύο τροχαλιοθήκων Α καὶ Β, ὧν ἑκατέρω φέρει τρεῖς τροχαλίας περιστρεφόμενας ἐλευθέρως περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρα ἀμετάθετος τροχαλιοθήκη Α φέρει κρίκον α, εἰς τὸν ὁποῖον προσδένεται σχοινίον, ὅπερ καταρχόμενον περιβάλλει τὴν αὐλακα μιᾶς τῶν τριῶν τροχαλιῶν, ἃς φέρει ἡ κατωτέρα μετάθετος τροχαλιοθήκη Β, εἶτα 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, ἣτις ἰσορροπεῖ τὸ βᾶρος ἢ τὴν ἀντίστασιν Π. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὕτη τείνει ἐξ σχοινία, ἢ τάσις, εἰς ἣν ὑπόκειται ἕκαστον σχοινίον, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕκτον τῆς ἀντιστάσεως Π. Τὴν τάσιν δὲ ταύτην τοῦ ἐνὸς σχοινίου ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις Δ. Ὅθεν διὰ τοῦ πολὺσπαστου τούτου, εἰς τὸ ὁποῖον ὑπάρχουσι τρεῖς ἐλεύθεραι τροχαλίας (διότι αἱ ἀνώτεραι εἶνε πάγια) δυνάμεθα νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἐξάκις μικροτέρας.

Ἐπιθέσωμεν νῦν ὅτι τὸ βᾶρος Π πρόκειται ν' ἀνυψωθῆ κατὰ ἓν μέτρον τότε τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως Δ πρέπει νὰ κινηθῆ ἐξ ὅλα μέτρων κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς, διότι ἕκαστον τῶν ἐξ σχοινίων, δι' ὧν κρέμαται τὸ βᾶρος Π, πρέπει νὰ γίνῃ κατὰ ἓν μέτρον βραχύτερον. Ὡστε ἰσορροποῦμεν μὲν διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἐξάκις μικροτέρας, ἀλλὰ διὰ ν' ἀνέλθῃ



Σχ. 30.

τὸ βάρος κατὰ ἓν μέτρον, πρέπει ἡ χεὶρ ἡμῶν νὰ κατέλθῃ κατὰ ἕξ μέτρα. Τουτέστιν ἀνευρίσκομεν καὶ ἐνταῦθα τὴν ῥηθείσαν γενικὴν ἀρχὴν τῆς Μηχανικῆς, καθ' ἣν



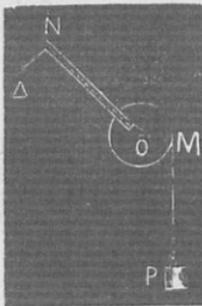
Σχ. 31.

Πάν ὅ,τι διὰ μηχανῆς τινος κερδαίνομεν εἰς δύναμιν, ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς δρόμον, εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον.

50. Βαροῦλκον. Τὸ βαροῦλκον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων. Σύγκειται δ' ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 31), συνήθως μὲν ἐκ ξύλου ἐνίοτε δ' ἐκ χυτοσιδήρου, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρ-

χεται σιδηρὰ ράβδος ΒΒ, ἣτις ἐξέχουσα ἔνθεν καὶ ἔνθεν εἰσίδεται ἐπὶ ὑποστηριγμάτων ΓΓ, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ περιστραφῇ. Σχοινίον, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶνε προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, φέρει εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον δι' ἀγκίστρου τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βάρος Ρ. Ὁ κύλινδρος στρέφεται διὰ τῶν ράβδων μμ ἐπ' αὐτοῦ προσηρμοσμένων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις Δ, οὕτω δὲ τοῦ σχοινίου περιελισσομένου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τὸ βάρος ἀνυψοῦται.

Τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ἐνθα ὑπομόχλιον μὲν εἶνε ὁ ἄξων Ο (σχ. 32), μοχλοβραχίων δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶνε ἡ ἀκτίς ΟΜ τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως Δ τὸ μῆκος τῆς ράβδου ΝΟ τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγμένης, ὅπερ λογίζεται μέχρι τοῦ ἄξονος Ο τοῦ κυλίνδρου. Ἡ δύναμις Δ, ἡ ἰσοροποῦσα τὴν ἀντίστασιν Ρ, εἶνε τσακίς μικροτέρα ταύτης, ὡσακίς ὁ μοχλοβραχίων ΟΝ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε μεγαλείτερος τοῦ μοχλοβραχίου ΟΜ τῆς ἀντιστάσεως Ρ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν τὸν βραχίονα ΟΝ πενταπλάσιον τῆς ἀκτίδος ΟΜ τοῦ τυμπάνου, τότε ἡ δύναμις Δ ἰσοροπεῖ ἀντίστα-



Σχ. 32.

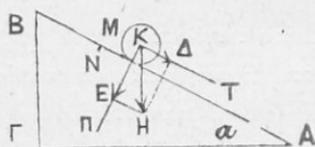
σιν Ρ πενταπλάσιαν· εἰάν ὁμως τὸ βάρος Ρ πρόκειται ν' ἀνυψωθῇ, ὁ δὲ κύλινδρος ἐκτελέσῃ μίαν ἀκεραίαν στροφὴν, τὸ βάρος Ρ θέλει ἀνυψωθῇ κατὰ ὕψος ἴσον πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ κυλίνδρου· ἀλλὰ διὰ νὰ στραφῇ τὸ τυμπάνον κατὰ μίαν στροφὴν, πρέπει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Ν τῆς δυνάμεως Δ νὰ διαγράψῃ ὀλόκληρον περιφέρειαν,

ἢς ἡ ἀκτίς ON εἶνε πενταπλάσια τῆς OM. Ἐπειδὴ ὁμως 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 βαροῦλου ὅ,τι κερδαίνομεν εἰς δύναμιν ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς δρόμον.

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

51. **Κεκλιμένον ἐπίπεδον.** Καλεῖται κεκλιμένον ἐπίπεδον πᾶν ἐπίπεδον BA (σχ. 33), ὅπερ σχηματίζει γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΓ διάφορον τῆς ὀρθῆς.

Οὕτω π.χ. πᾶσα ἀνωφερῆς ὁδὸς εἶνε κεκλιμένον ἐπίπεδον. Ἡ AB παριστᾷ τὸ καλούμενον μῆκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἡ ΒΓ τὸ ὕψος αὐτοῦ, ἤτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν σημείων Β καὶ Α, καὶ ἡ γωνία α αὐτῆς κλίσιν αὐτοῦ.



Σχ. 33.

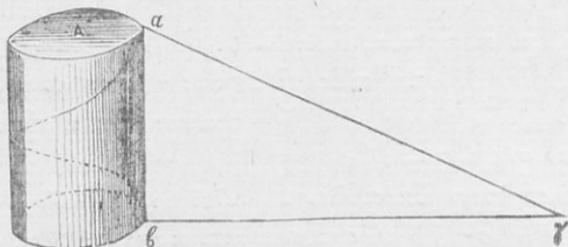
Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου σφαιρικόν τι σῶμα ὁμοιομερές M, τοῦτο καταφέρεται ἐπ' αὐτοῦ μεταβαίνον ἀπὸ τοῦ K εἰς τὸ T, εἰ καὶ τὸ βάρος τῆς σφαίρας ἐνεργεῖ εἰς τὸ κέντρον K αὐτῆς κατὰ τὴν κατακόρυφον ΚΗ, ἀλλ' ἐμποδίζεται νὰ πῆσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακόρυφου ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Τοῦτο δὲ κατανοοῦμεν ἀναλύοντες τὴν δύναμιν ΚΗ, ἣτις παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος, εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις ΚΕ καὶ ΚΔ, διευθυνομένας τὴν μὲν καθέτως ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, τὴν δὲ παραλλήλως αὐτῷ. Ἐκ τούτων δ' ἡ μὲν πρώτη ἡ ΚΕ ἐξουδετεροῦται, ἤτοι τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου, ἡ δὲ δευτέρα ἡ ΚΔ μόνη ἐνεργοῦσα ἀναγκάζει τὴν σφαῖραν νὰ κατέλθῃ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ἐπομένως διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν τὸ σῶμα νὰ κατέλθῃ, ὀφείλομεν νὰ ἐνεργήσωμεν ἐπ' αὐτοῦ διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιρροπῆς τῇ ΚΔ. Τοιαύτην δύναμιν π.χ. ὀφείλει νὰ καταβάλλῃ ἵππος ἔλκων φορτηγὸν ἄμαξαν ἐπὶ ἀνωφεροῦς ὁδοῦ.

Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΚΔΗ καὶ ΒΓΑ ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν

$$ΚΔ : ΚΗ = ΒΓ : ΒΑ, \text{ ὅθεν } ΚΔ = \frac{ΚΗ}{ΒΑ} ΒΓ, \text{ ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι ἡ δύναμις } ΚΔ \text{ εἶνε ἀνάλογος τοῦ ὕψους } ΒΓ.$$

Ἐφαρμογή τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου εἶνε ὁ Κοχλίας.

52. **Κοχλίας.** Ὁ κοχλίας εἶνε κύλινδρος ξύλινος ἢ μεταλλινός φέρων ἐλικοειδῆ ἐνσκαφήν, ἧς ἡ διεύθυνσις ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου A (σχ. 34) καθορίζεται διὰ τῆς ὑποτείνουσας $αγ$ ὀρθο-

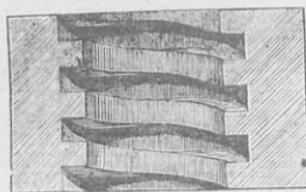


Σχ. 34.

γωνίου τριγώνου $αβγ$ ἐκ χάρτου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐλισσμένου οὕτως, ὥστε ἡ μὲν μία τῶν καθέτων πλευρῶν ἡ $αβ$ νὰ ἐφαρμόζηται κατὰ μίαν γεννήτριαν τοῦ κυλίνδρου, ἡ δ' ἄλλη ἡ $βγ$ ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς βάσεως τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου. Ἡ ἀπόστασις $αβ$ δύο διαδοχικῶν ἐλιγμῶν καλεῖται βῆμα τοῦ κοχλίου. Ὁ κοχλίας οὗτος (σχ. 35) στρέφεται ἐντὸς κοίλου κυλίνδρου φέροντος ἐσωτερικῶς ὁμοίαν ἐνσκαφὴν καὶ καλουμένου *περικοχλίου* (σχ. 36). Ἐὰν τὸ περικόχλιον μένη



Σχ. 35.

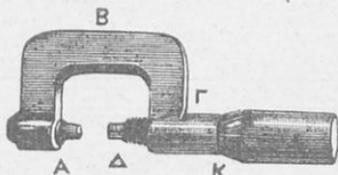


Σχ. 36.

ἀμετάθετον, ὁ δὲ κοχλίας περιστρέφεται κατὰ μίαν ἀκεραίαν στροφήν, τότε ὀλισθαίνει ἀνερχόμενος δύναμις ἢ κατερχόμενος κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ βῆμα αὐτοῦ· ἡ ὀλίσθησις δ' αὕτη τοῦ κοχλίου ἐν τῷ περικοχλίῳ εἶνε ὁμοία τῇ κινήσει ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀλλὰ γίνεται μετὰ μεγάλης τριβῆς, ἕνεκα τῆς ὁποίας δαπανᾶται οὐκ ὀλίγη δύναμις ἀνωφελῶς. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύη ὡς μηχανή, οἶον πρὸς πίεσιν σωμάτων, φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ μοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Ἡ πίεσις, ἣν διὰ κοχλίου ὠρι-

σμένης διαμέτρου δυνάμεθα νὰ ἐπενέγκωμεν τῇ ἐνεργείᾳ ὠρισμένης δυνάμεως, εἶνε τοσοῦτον μεγαλειτέρα, ὅσον τὸ βῆμα αὐτοῦ εἶνε μικρότερον.

Ὁ κοχλίας δὲν χρησιμεύει μόνον ὡς μηχανή, ἀλλὰ καὶ ὡς μέσον πρὸς σὺνδεσιν σωμάτων (κοινὸς κοχλίας), πρὸς συναρμογὴν τῶν διαφόρων μερῶν ὄργανου, οἷον τηλεσκοπίου, πρὸς βραδυτάτην μετακίνησιν μέρους ὄργανου, οἷον τῶν φακῶν εἰς τὰς διόπτρας· πρὸς τούτοις εἰς τὰ μικρομετρικὰ ὄργανα, οἷον εἰς τὸν μικρομετρικὸν κοχλίαν ἢ Palmer (σχ. 37), ὅστις χρησιμεύει πρὸς ἀκριβῆ καταμέτρησιν τοῦ πάχους ἐλάσματος ἢ σύρματος. Σύγκριται δ' ἐξ ἐπικαμποῦς σιδηροῦ ἐλάσματος ABΓ, ὅπερ πρὸς τὸ ἐν ἄκρον Γ φέρει ὀπήν, ἐν τῇ ὡς ἐν περικοχλίῳ στρέφεται ὁ κοχλίας Δ. Ἐὰν τὸ βῆμα τοῦ κοχλίου εἶνε ἴσον πρὸς ἓν χιλιοστόμετρον, στραφῆ δὲ οὗτος ἐν τῷ περικοχλίῳ κατὰ μίαν ὀλόκληρον στροφῆν, τὸ ἄκρον αὐτοῦ προβαίνει κατὰ ἓν χιλιοστόμετρον. Ἄν δὲ στραφῆ



Σχ. 37.

ὁ κοχλίας κατὰ ἓν δέκατον ἢ ἐν ἑκατοστὸν ἢ ἐν χιλιοστὸν ὀλοκλήρου στροφῆς, τότε δύναμα προβαίνει κατὰ $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ ἢ $\frac{1}{1000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ὅθεν ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν καὶ τῶν ὑποδιαίρέσεων ἐκάστης στροφῆς, ὅπως εὐρωμεν κατὰ πόσον προέβη τὸ ἄκρον τοῦ κοχλίου, τοῦθ' ὅπερ παρέχει ἡμῖν ἢ ἐπὶ τοῦ ὄργανου κλίμαξ K. Πρὸς εὐρεσιν τοῦ πάχους σύρματος ἢ ἐλάσματος παρεντίθεται τοῦτο μεταξύ τῶν δύο ἤλων A καὶ Δ, ὧν ὁ μὲν εἰς μένει ἀμετάθετος, ὁ δ' ἕτερος ἀποτελεῖ τὴν κεφαλὴν τοῦ στρεφομένου κοχλίου K προβαίνει, μέχρις ὅτου ἐπενέγκῃ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος ἢ τοῦ σύρματος ἐλαφρὰν πίεσιν. Ἡ μὲν εὐθύγραμμος ἐπὶ τοῦ ὄργανου κλίμαξ παρέχει ἡμῖν τὰ χιλιοστόμετρα, ἡ δὲ περιφερικὴ τὰ ἑκατοστά τῶν χιλιοστομέτρου.

53. **Σφήν.** Ὁ πέλεκυς, ἡ μάχαιρα, ἡ ψαλὶς καὶ καθόλου τὰ διάφορα τμητικὰ ὄργανα εἶνε σφήνες. Ὁ σφήν ἐν γένει εἶνε τριγωνικὸν πῆρισμα, οὐτινος ἡ ἐγκάρσια τομὴ εἶνε τρίγωνον ἰσοσκελὲς ABΓ (σχ. 38)· ἡ γωνία Γ τῆς κορυφῆς τοῦ τριγώνου τούτου εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον ὀξεία, ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν ἀκμὴν τοῦ σφηνός, καὶ ἡ μὲν βᾶσις αὐτοῦ AB ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν καλουμένην κεφαλὴν τοῦ σφηνός, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις, αἱ δὲ δύο ἴσαι πλευραὶ AΓ καὶ BΓ τοῦ αὐτοῦ τριγώνου ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰ πλευρώματα τοῦ σφηνός, ἐφ' ὧν ἐνεργοῦσι καθέτως αἱ ἀντιστάσεις. Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι μετάλλινος σφήν εἰσήχθη εἰς σχισμὴν ξύλου καὶ ὅτι ἐπὶ τῶν πλευρῶμάτων τοῦ σφηνός τούτου κατὰ τὰ σημεῖα Δ καὶ E ἐνεργοῦσι κα-

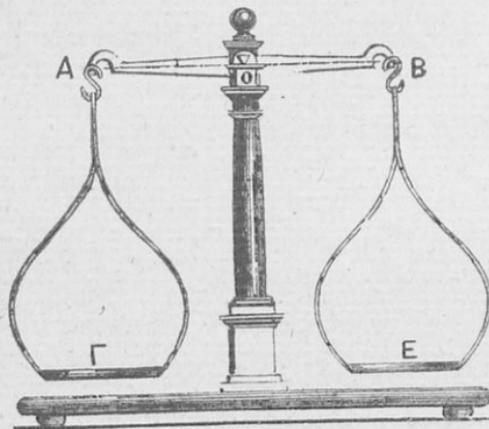


Σχ. 38.

θέτως ἴσαι ἀντιστάσεις παριστώμεναι διὰ τῶν εὐθειῶν $οΜ$ καὶ $οΝ$, ὧν τὴν συνισταμένην $οΡ$ ἰσοροποῦμεν διὰ δυνάμεως καθέτως ἐπὶ τῆς κεφαλῆς τοῦ σφηνὸς ἐνεργούσης. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων $οΡΜ$ ἢ $οΡΝ$ καὶ $ΑΒΓ$ εὐρίσκομεν ὅτι ἡ δύναμις αὐτὴ ἢ ἴση τῇ $οΡ$ ἔχει λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν $οΜ$ ἢ $οΝ$, ὅν λόγον ἔχει τὸ μῆκος $ΑΒ$ τῆς βάσεως τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου τοῦ παριστῶντος τὴν ἐγκαρσίαν τομὴν τοῦ σφηνὸς πρὸς τὸ μῆκος μιᾶς τῶν ἴσων πλευρῶν $ΑΓ$ ἢ $ΒΓ$ τοῦ αὐτοῦ τριγώνου. Ὅθεν, ἐφ' ὅσον ἡ μὲν κεφαλὴ τοῦ σφηνὸς εἶνε στενωτέρα, ἢ ὁ ἀκμὴ ὀξυτέρα, ἐπὶ τοσοῦτον ἡ δύναμις εἶνε μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως. Εἶνε δὲ γνωστὸν ὅτι τὰ τμητικὰ ὄργανα πρέπει νὰ ἔχωσιν ἀκμὴν ὅσον ἔνεστιν ὀξυτέραν, διότι τότε εὐχερέστερον δι' αὐτῶν τέμνομεν τὰ σκληρὰ καὶ ἀνθεκτικὰ σώματα. Ὁ σφὴν χρησιμεύει ὡσαύτως πρὸς ἀποχωρισμὸν δύο σωμάτων ἢ δύο μερῶν τοῦ αὐτοῦ σώματος, ὅταν ὁ ἀποχωρισμὸς οὗτος ἀπαιτῆ ἰσχυρὰν δύναμιν.

ΖΥΓΟΣ. ΣΤΑΤΗΡ.

54. **Ζυγός.** Ὁ ζυγὸς εἶνε ὄργανον χρησιμεῖον πρὸς εὔρεσιν τοῦ σχετικῆς βάρους τῶν σωμάτων, ἤτοι πρὸς σύγκρισιν τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς ἕτερον βάρος, ὅπερ λαμβάνομεν ὡς μονάδα (χιλιογράμμον, $ὀκ\alpha$). Σύγκριται δὲ ἐκ μεταλλίνης ῥάβδου $ΑΒ$ (σχ. 39) ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου καὶ



Σχ. 39.

ἐλαφρᾶς, ἧτις καλεῖται φάλαγξ καὶ ἐρείδεται διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ὀξείας ἀκμῆς ἐπὶ ἀκλονήτου ὑποστηρίγματος. Ἐξ ἑκατέρου δὲ τῶν ἄκρων τῆς φάλαγγος ἐξαρτῶνται δι' ἀγκίστρων δύο δίσκοι $Γ$ καὶ

Ε, ὧν ὁ μὲν εἰς δέχεται τὸ σταθμητέον σῶμα, ὁ δ' ἕτερος ὠρισμένα βάρη, σταθμὰ καλούμενα, οἷον τὸ χιλιόγραμμα, τὸ γράμμον καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

55. **Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.** Διὰ νὰ εἶνε ἀκριθῆς ὁ ζυγός, πρέπει α') οἱ δύο βραχίονες ΑΟ καὶ ΒΟ τῆς φάλαγγος νὰ εἶνε ἴσοι πρὸς ἀλλήλους καὶ β') τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης νὰ κεῖται ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς ὀξείας ἀκμῆς, δι' ἧς ἡ φάλαγξ ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς.

Ἐξελέγχωμεν δὲ τὴν ἀκρίθειαν ζυγοῦ θέτοντες εἰς μὲν τὸν ἓνα δίσκον, οἷον τὸν Γ, βαρὺ τι σῶμα οἰονδήποτε, εἰς δὲ τὸν ἕτερον Ε σταθμὰ, μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία καὶ ἡ φάλαγξ λάβῃ τὴν ὀριζοντίαν θέσιν. Ἐἴτα ἀνταλλάσσομεν τὴν θέσιν τοῦ βαρέος σώματος καὶ τῶν σταθμῶν, θέτοντες τὰ μὲν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον Γ, τὸ δὲ σῶμα εἰς τὸν Ε, καὶ παρατηροῦμεν ἂν ἡ φάλαγξ λαμβάνῃ καὶ πάλιν ὀριζοντίαν θέσιν. Ἐὰν δὲ τοῦτο συμβαίῃ, συνάγομεν ὅτι ὁ ζυγός εἶνε ἀκριθῆς, ἂν δὲ μὴ, οὐχί. Διὰ τοῦ μέσου τούτου δυνάμεθα νὰ ἐξελέγξωμεν καὶ ζυγόν, ὅστις εἶνε μὲν ἀκριθῆς ἐκ κατασκευῆς, ἀλλ' ὁ πωλητῆς πρὸς ἀθέμιτον κέρδος κατέστησεν αὐτὸν μὴ ἀκριθῆ, προσκολλήσας κάτωθεν τοῦ δίσκου, ἐφ' οὗ θέτει τὸ πωλητέον πρᾶγμα, μικρόν τι τεμάχιον μολύβδου ἢ ἄλλου μετάλλου.

56. **Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ.** Ἐὰν ἡ φάλαγξ ζυγοῦ φέροντος ἐφ' ἑκατέρου τῶν δίσκων ἴσα βάρη, οἷον 100 γράμμα, ῥέπῃ ὑπὸ αἰσθητὴν γωνίαν διὰ τῆς προσθήκης ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ἐλαχίστου βάρους, οἷον $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιοστογραμμοῦ, λέγομεν ὅτι ὁ ζυγός οὗτος εἶνε εὐπαθῆς μέχρις $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιοστογραμμοῦ, ἥτοι φανερώνει καὶ τὸ $\frac{1}{1000000}$ τοῦ ζυγιζομένου σώματος· τουτέστιν ἐκ δύο ζυγῶν ἐκεῖνος εἶνε εὐπαθέστερος, οὔτινος ἡ γωνία, καθ' ἣν ῥέπει ἡ φάλαγξ, εἶνε μείζων προστιθεμένου καὶ τοῦ ἐλαχίστου βάρους εἰς τὸν ἕτερον τῶν δίσκων αὐτοῦ.

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

57. **Ζυγός μετ' ἐλατηρίου.** Ὁ ζυγός οὗτος εἶνε μὲν εὐχρη-

στος, αλλά δεικνύει ἡμῖν τὸ βάρος τῶν σωμάτων οὐχὶ μετὰ τῆς ἀκριβείας, ἢν παρέχει ὁ μετὰ φάλαγγος ζυγός. Ἀποτελεῖται δὲ συνήθως

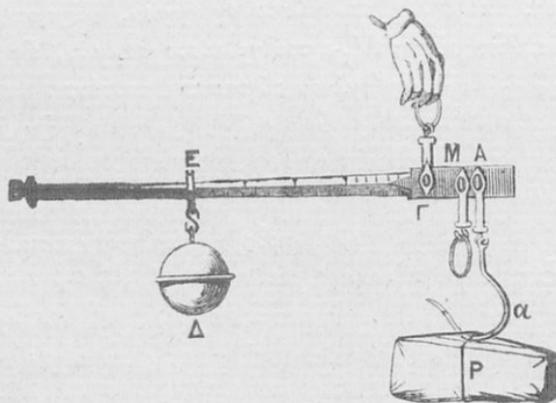


Σχ. 40.

μέρος δακτύλιον Α, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ ἀνευδύτου τινὸς στηρίγματος καὶ ἐμπεριέχοντος σπειροειδῆς ἐλατήριον, οὗτινος τὸ μὲν κατώτερον πέρασ στηρίζεται ἐπὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, τὸ δὲ ἀνώτερον φέρει κινητὸν δίσκον Ν, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου εἶνε προσκεκολλημένον μεταλλινὸν κινητὸν στέλεχος ΜΚ, φέρον πρὸς τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἀγκίστρον Β, ἐξ οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ πρὸς σταθμῆσιν σῶμα.

Ὅπως βαθμολογήσωμεν τὸ ὄργανον τοῦτο, ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ὠρισμένα βάρη 1, 2, ... 10 χιλιογρ. ἢ ἐκάδων, ὅποτε τὸ ἐλατήριον κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὸ ἐκάστοτε βάρος· εἰς τὰ σημεῖα δέ, εἰς ἃ ἀντιστοιχεῖ ὁ δείκτης, ὃν φέρει τὸ στέλεχος ΜΚ ἄνωθεν τοῦ δίσκου Ν, σημειοῦμεν τοὺς ἀριθμοὺς 1, 2, ... 10. Ἀπὸ καιροῦ δ' εἰς καιρὸν ὁ μετ' ἐλατηρίου ζυγός εἶνε ἀνάγκη νὰ ὑποβάλληται εἰς ἔλεγχον, διότι μετὰ πολλὰς σταθμῆσεις τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐλατηρίου μεταβαλλομένης, αἱ ἐνδείξεις τοῦ ζυγοῦ δὲν εἶνε ἀκριβεῖς.

58. **Στατήρ.** Ὁ στατήρ εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους ἔχων ἀνίσους τοὺς βραχίονας. Σὺγκεῖται δ' ἐκ ράβδου σιδηρᾶς (σχ. 41),



Σχ. 41.

ἥτις δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ σταθερὸν ἄξονα Γ κείμενον πλησίει.

στερον πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων A τῆς ράβδου. Ἐκ τοῦ ἄκρου A ἐξαρτᾶται ἄγκιστρον α , ἐξ οὗ κρέμαται τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα P , ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος GB μετακινεῖται τὸ βαρῦδιον Δ , ἕως οὗ ὁ μοχλὸς ἰσορροπήσῃ ὀριζοντίως. Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σημείου A , ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος AG , ἐν ᾧ τὸ κινητὸν βάρος Δ ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος GE , 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 βραχίον GB , εὐρίσκονται ὡς ἐξῆς:

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἄγκιστρον α βάρος γνωστὸν, οἷον μιᾶς ὀκάς, μετακινουμένον τὸ βάρος Δ μέχρις οὗ ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἐκεῖ δὲ χαρασσόμεν γραμμὴν δεικνύουσαν τὸ βάρος μιᾶς ὀκάς. Ἐξαρτῶμεν εἴτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἄγκιστρον βάρη 2, 3 4 ὀκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς καὶ σημειουμένον τὰ σημεία, εἰς τὰ ὁποῖα τιθέμενον τὸ κινητὸν βάρος Δ ἰσορροπεῖ τὰ βάρη ταῦτα. Εἰς τὰ σημεία ταῦτα χαρασσόμεν γραμμὰς δεικνύουσας τὰ βάρη 2, 3, 4 ὀκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς. Τὰ μεταξύ τῶν γραμμῶν τούτων διαστήματα διαιροῦμεν εἰς δύο, τέσσαρα, ὀκτὼ ἴσα μέρη καὶ οὕτως ἔχομεν καὶ ὑποδιαιρέσεις τῆς ὀκάς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγωμεν ὅτι, ἂν τὸ ὀρισμένον βάρος Δ τὸ προσωρισμένον διὰ τινος στατήρα μεταβληθῇ, οἷον ἐλαττωθῇ, ὁ στατήρ θὰ δεικνύῃ διὰ μικρότερα βάρη μεγαλειτέρους ἀριθμούς πρὸς ζυμίαν τοῦ ἀγοραστοῦ.

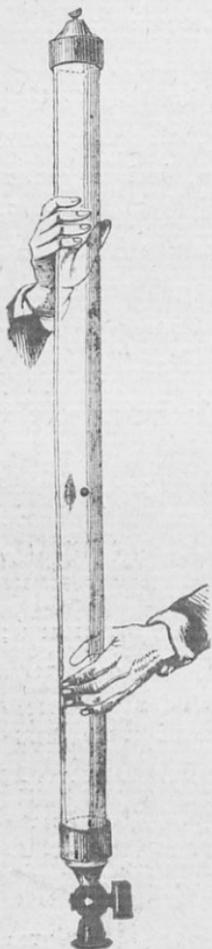
Ὁ αὐτὸς στατήρ διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀρισμένου βάρους χρησιμεύει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ πρὸς στάθμησιν βαρυτέρων σχετικῶς σωμάτων. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει καὶ δεύτερος ἄξων M εἰς σημεῖον πλησιέστερον πρὸς τὸ ἄκρον A , ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα.

Ἐπειδὴ νῦν ὁ μοχλοβραχίον AM τοῦ πρὸς στάθμησιν σώματος ἠλαττώθη, ἐν ᾧ ὁ μοχλοβραχίον ME τοῦ κινητοῦ βάρους Δ ηὐξήθη, ἐπεταὶ ὅτι τὸ αὐτὸ σταθερὸν βάρος 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 ἄγκιστρον α βάρη 10, 20, 30 ὀκάδων καὶ σημειοῦνται τὰ σημεία, εἰς τὰ ὁποῖα τιθέμενον τὸ κινητὸν βάρος Δ ἐπιφέρει ἰσορροπίαν. Εἰς τὰ σημεία ταῦτα χαρασσουσι γραμμὰς δεικνύουσας τὰ βάρη 10, 20, 30 ὀκάδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ.

59. Τὰ διάφορα σώματα ἀφινόμενα ἐλεύθερα ἐξ ὕψους φέρονται πρὸς τὸ ἔδαφος, ἤτοι πίπτουσιν, ἀλλὰ μετὰ διαφόρου ταχύτητος ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν ἐπιφέρει ὁ περιβάλλων τὴν γῆν ἀτμοσφαιρικός ἀήρ. Ἐὰν ὅμως διάφορα σώματα διαφόρου φύσεως, οἷον σφαῖρα ἐκ μολύβδου, πτίλον, ἀφεθῶσιν ἐλεύθερα ἐν χώρῳ τελείως κενῷ, ἤτοι μὴ ἐμπεριέχοντι μηδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, διότι τὰ μόρια τῶν σωμάτων ἔλκονται ὑπὸ τῆς γῆς μετ' ἴσης ἐντάσεως. Καὶ ὄντως, ἂν λάβωμεν τὸν σωλῆνα τοῦ Νεύτωνος, ἤτοι 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 ἀφηρέθη καλῶς ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ, παρατηροῦμεν, ὅταν βιαίως ἀναστρέψωμεν τὸν σωλῆνα, ὅτι τὰ ἐν αὐτῷ σώματα πίπτουσι ταυτοχρόνως (σχ. 42). Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Α^{ον} τῆς πτώσεως νόμον. Πάντα τὰ σώματα πίπτουσιν ἐν τῷ κενῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.



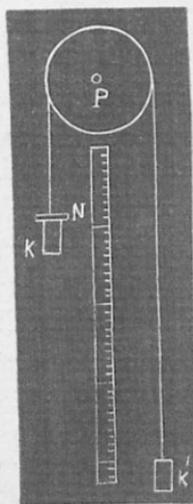
Σχ. 42.

60. **Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐὰν βαρὺ τι σῶμα ἀφεθῆ ἐλεύθερον ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τέσσαρα μέτρα καὶ ἐνενήκοντα ὑφεκατόμετρα (εἰς Ἀθήνας 4,899), κατὰ δὲ τὸ δεύτερον τριπλάσιον διάστημα, ἤτοι $3 \times 4,90 = 14,70$, κατὰ δὲ τὸ τρίτον δευτερόλεπτον πενταπλάσιον ἤτοι $5 \times 4,90 = 24,50$ καὶ καθεξῆς· ἤτοι 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...τουτέστιν ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀριθμῶν 1,2,3,4 κλπ. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Β^{ον} τῆς πτώσεως νόμον. Τὰ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτον-

τος ἐν τῷ κενῷ εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηλύθησαν. Οὕτω τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον εἶδομεν ὅτι εἶνε $4,^{m}90$, τὸ διανυόμενον κατὰ τε τὸ πρῶτον καὶ δεύτερον δευτερόλεπτον ὁμοῦ εἶνε $4 \times 4,90 = 19,^{m}60$ κατὰ τὸ πρῶτον, δεύτερον καὶ τρίτον δευτερόλ. ὁμοῦ εἶνε $9 \times 4,90 = 44,^{m}10$ καὶ ἐξῆς.

Τὸν νόμον τούτον ἀπέδειξε πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος μεταχειρισθεὶς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ὅπερ ἀπετελεῖτο ἐκ δοκοῦ, ἣν ἐνέσκαψε κατὰ τὸ μῆκος αὐτῆς ἀποτελέσας αὐλακα, ἥς τὰ τοιχώματα κατέστησεν ὅσον ἐνεστί λεία, ὅπως ἐλαττώσῃ τὴν τριβὴν, καὶ στηρίζας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσειν τινὰ ἐθήκεν ἐντὸς τῆς αὐλακῆς λείαν μεταλλίνην σφαῖραν, ἥτις ἀφεθεῖσα ἐλευθέρᾳ κατήρχετο κυλιομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλιομένη διήνυε κατὰ τὰς διαδοχικὰς μονάδας τοῦ χρόνου, εὗρεν ὅτι ταῦτα ἔβχαινον ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7 κ.λ.π. ὑπὸ οἰανδήποτε κλίσειν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκὸς, μετὰ μόνης τῆς διαφορᾶς, ὅτι τὰ διαστήματα ταῦτα ἦσαν μείζονα, ὅταν ἡ δοκὸς ἐσχημάτιζε μείζονα γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἐλάσσονα δέ, ὅταν καὶ ἡ γωνία τῆς κλίσεως τῆς δοκοῦ ἦτο ἐλάσσων. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι, ὡς εἴπομεν (σχ. 33. § 51), ἡ συνιστώσα ΚΔ ἡ παράλληλος τῷ κεκλιμένῳ ἐπιπέδῳ αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται αὐξανόμενου ἢ ἐλαττουμένου τοῦ ὕψους ΒΓ. Ἄλλ' ἡ μεταξὺ τῶν διαστημάτων σχέσις ὑπὸ ὀρισμένην κλίσειν ἦτο σταθερά, ὡς ἂν δεικνύει ὁ προμνημονευθεὶς δεύτερος νόμος. Ἐκ τούτου δὲ συνεπέραναν ὅτι καὶ τὰ κατὰ τὴν κατακόρυφον πίπτοντα σώματα ἀκολουθοῦσι τὸν αὐτὸν νόμον, ὃν δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν πειραματικῶς διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood.

61. Μηχανὴ τοῦ Atwood. Ἡ μηχανὴ αὕτη σύγκειται ἐκ δοκοῦ κατακορύφου ὕψους $2\frac{1}{2}$ μέ. ἐστηριγμένης ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ φερούσης εἰς τὴν κορυφὴν τροχαλίαν P (σχ. 43), κατασκευασμένην συνήθως ἐκ τοῦ λίαν ἐλαφροῦ μετάλλου ἀργιλίου (aluminium) διὰ νὰ εἶνε ὅσον ἐνεστί ἐυκίνητος. Εἰς τὴν κατὰ τὴν περιφέρειαν ἐνσκαφὴν τῆς τροχαλίας εἰσάγεται νῆμα ἐκ μετάξης πολὺ λεπτὸν, ὥστε τὸ βάρος αὐτοῦ νὰ μὴ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, εἰς τὰ πέρατα δ' αὐτοῦ προσδένον-



Σχ. 43.

ται δύο ισοβαρείς μεταλλικοί κύλινδροι K και K' . Ἡ κατακόρυφος δοκὸς φέρει κανόνα, ἐφ' οὗ εἶνε κεχαραγμένοι αἱ διαιρέσεις καὶ αἱ ὑποδιαιρέσεις τοῦ γαλλικοῦ μέτρου. Εἰς οἰανδήποτε δὲ θέσιν καὶ ἂν θέσωμεν τὰ βάρη K καὶ K' , ἰσορροποῦσιν ἄλληλα, διότι ἐνεργοῦντα δι' ἴσων βραχιόνων ἔχουσι συνισταμένην διερχομένην διὰ τοῦ ἀκλονήτου ἄξονος τῆς τροχαλίας, τὸ δὲ βᾶρος τοῦ μικροῦ τμήματος τοῦ νήματος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ὑπάρχῃ ἐπὶ πλέον πρὸς τὸ ἐν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος, ὡς ἐλάχιστον, δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν.

Ἄν νῦν ἐπὶ τοῦ ἐνὸς κυλίνδρου K ἐπιθέσωμεν μικρὸν πρόσθετον βᾶρος N , ἡ ἰσορροπία θέλει ταραχθῆ καὶ ὁ μὲν κύλινδρος K , ἐφ' οὗ κεῖται τὸ πρόσθετον βᾶρος, συμπαρασυρόμενος ὑπ' αὐτοῦ φέρεται πρὸς τὰ κάτω, ὁ δὲ κύλινδρος K' ἀνέρχεται· ἀλλ' ἡ κίνησις αὕτη θὰ εἶνε πολὺ βραδυτέρα τῆς κινήσεως, ἣν θὰ ἐλάμβανεν ἡ μάζα τοῦ προσθέτου σώματος N καταπίπτοντος ἐλευθέρως, διότι ἤδη ἡ δύναμις ἡ προκύπτουσα 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 κατακόρυφου κανόνος ὑπάρχει κινητὸς δίσκος ὀριζόντιος, τὸν ὅποιον διὰ τινος κοχλίου προσαρμύζομεν 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 ἢ χρονοδείκτης τις οἰς ὅσηποτε. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο εἶνε 20 ὑφεκατομέτρων. Θέτομεν εἴτα τὸν κινητὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἧτοι εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ μηδενὸς τῆς κλίμακος τετραπλασίαν τῆς πρώτης καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου. Μετὰ τοῦτο θέτοντες τὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 180, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς τρεῖς μονάδας τοῦ χρόνου. Ἐπομένως, ὅταν οἱ χρόνοι εἶνε 1, 2, 3..., τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶνε 20, 80, 180..., ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 4, 9..., ὅτινες εἶνε τὰ τετράγωνα τῶν ἄνω ἀριθμῶν τῶν παριστάντων τοὺς χρόνους. Τὰ διαστήματα ἄρα τὰ διανυόμενα ὑπὸ τῆς προσθέτου μάζης N συμπαρασυρούσης καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων K καὶ K' εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηνύθησαν.

Δυνάμεθα νῦν νὰ ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν πειραμάτων διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood ἢ διπλασιάζοντες, τριπλασιάζοντες κ.τ.λ. τὴν πρόσθετον μάζαν, ἢ τὸναντίον ὑποδιπλασιάζοντες, ὑποτριπλα-

σιάζοντες κτλ. τὰς δύο ἴσας μάζας τῶν κυλίνδρων K καὶ K'. Καὶ εἰς τὰς δύο δὲ ταύτας περιστάσεις εὐρίσκομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλα σχέσιν, ἦν καὶ εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν εὐρομεν· τουτέστιν εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως διανύεται διάστημα τετραπλάσιον, εἰς τρεῖς ἔνεαπλάσιον 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 διανυόμενα διαστήματα θὰ εἶνε μὲν μεγαλείτερα, ἀλλ' ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηνύθησαν.

62. Νόμος τῶν ταχυτήτων. Ἡ ταχύτης, ἦν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτει ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς 9, μέ. 80 (εἰς Ἀθήνας 9,799), τουτέστιν ἂν τὸ σῶμα κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου παύσῃται ὑπέκκειν εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, θέλει ἐξακολουθήσει διανύον 9, μέ. 80 καθ' ἕκαστον δευτερόλεπτον. Ἐὰν ὁμοῦς ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ καθ' ὅλον τὸ δεύτερον δευτερόλεπτον, κτᾶται ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου 2×9 , μέ. 80, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου. 3×9 , 80 κ. ἔξ. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Γον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ, ὅστις καλεῖται νόμος τῶν ταχυτήτων: Ἡ ταχύτης, ἦν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πίπτει ἐν τῷ κενῷ, εἶναι 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 σιδήρεᾶ, καὶ δὲν καταπίπτωσιν ἐξ ὑπερέτρου ὕψους. Ὁ νόμος δ' οὗτος εἶναι ἀναγκαῖα ἀκολουθία τοῦ προηγουμένου νόμου, καθ' ὃν εἶδομεν ὅτι, ἐὰν τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον 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 καὶ τρίτου δευτερολέπτου, ἅτινα εἶνε ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, ἧτοι τῶν χρόνων τῆς πτώσεως.

Ἡ ἐλευθέρως πτώσας σώματος εἶνε κίνησις ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη.

διότι ἡ βαρύτης ἐνεργοῦσα ἀδιαλείπτως ἐπὶ τοῦ σώματος μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐπιφέρει ἐν ἐκάστη μονάδι τοῦ χρόνου (δευτερόλεπτον) ἴσην αὐξησιν ταχύτητος. Ἡ σταθερὰ δ' αὕτη αὐξησις τῆς ταχύτητος, ἡ καλουμένη ἐπιτάχυνσις, εἶνε ἴση πρὸς 9,80 ἦτοι ἀριθμὸς διπλάσιος τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸ διάστημα 4,90 τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον.

63. 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' ὠρισμένην χρονικὴν στιγμήν ἡ ταχύτης τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως, ἣτις θὰ διεδέχετο τὴν μεταβαλλομένην κίνησιν, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ δύναμις ἡ παράγουσα ταύτην παύεται ἀπὸ τῆς χρονικῆς ἐκείνης στιγμῆς. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακορυφου κανόνος μεταθέτον δίσκον διάτρητον, φέροντα δηλαδὴ ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπήν, ἧς 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 δεῦτερον δίσκον τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἡ μὲν πρόσθετος μάζα N θέλει ἐμποδισθῆ ὑπὸ τοῦ διατρήτου δίσκου, ἐν ᾧ αἱ μάζαι τῶν κυλινδρῶν K καὶ K' θέλουσιν ἐξακολουθήσει κινούμεναι ἰσοταχῶς δυνάμει τῆς κτηθείσης ταχύτητος διανύουσαι ἐν μιᾷ μονάδι τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκατομέτρων. (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 ἦν κτάται εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, εἶνε ἴση πρὸς 80, τουτέστι διπλασία τῆς ταχύτητος, ἣν εἶχαν 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 διηνύθη διάστημα 80 ὑφεκατομέτρων, διὰ δὲ τῆς εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης

μονάδος τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκατομέτρων. Ὅθεν αἱ ταχύτητες, ἃς κτᾶται σῶμα πῖπτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογοι τῶν χρόνων τῶν δαπανηθέντων ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως.

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

$$\delta = \frac{1}{2} \gamma \chi^2 \quad (1)$$

$$\text{καὶ } \tau = \gamma \chi \quad (2)$$

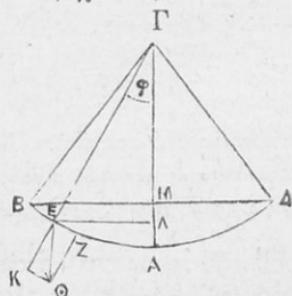
εἰς τοὺς ὁποίους τὸ δ παριστᾷ εἰς μέτρα τὸ εἰς χ δευτερόλεπτα διανυθὲν διάστημα, τὸ τ τὴν μετὰ χρόνον χ κτηθεῖσαν ταχύτητα, καὶ τὸ γ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος ἴσην πρὸς 9,81. Ἀπαλείφοντες ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὸν χρόνον χ λαμβάνομεν τὸν τύπον

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

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

65. **Ἐκκρεμῆς.** Ἐκκρεμῆς ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινητὸν περὶ δριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὅμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ῥάβδου φερούσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρας αὐτῆς βαρὺ σῶμα φακοειδές, εἰς τὸ ἀνώτερον δὲ χαλύβδιαν ἔλασμα πρὸς ἐξάρτησιν (ἐκκρεμῆς ὠρολογίων). Τὸ ἀπλούστερον δὲ τῶν ἐκκρεμῶν σύγκειται ἐκ τινος νήματος λεπτοῦ, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον προσδέεται εἰς σταθερὸν τι σημεῖον Γ (σχ. 44), κατὰ τὸ ἕτερον δὲ φέρει σῶμα οἰονόηποτε, οἶον μικρὸν μεταλλινὸν σφαιρίδιον, οὗτινος τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἔστω τὸ σημεῖον A .

Ἐὰν ἐκτοπίσαντες τὸ ἐκκρεμῆς τοῦτο ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας φέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν ΓB καὶ τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τοῦτο ἕνεκα τῆς βαρύτητος τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους B τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξον κύκλου BA μετὰ κινήσεως ἐπιταχυνομένης μὲν, ἀλλ' οὐχὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης· διότι, ἂν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς τροχιάς, οἶον εἰς τὸ E , ἀναλύσωμεν τὴν κατακόρυφον δύναμιν $E\Theta$ τὴν



Σχ. 44.

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 ἐκκρεμὲς φέρεται πρὸς τὸ Α, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστώσα ἐλαττοῦται ἐλαττομένης τῆς γωνίας φ. Ἄλλ' ὅταν τὸ ἐκκρεμὲς φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσοροπίας ΓΑ, δὲν ἡρεμεῖ, καίπερ τῆς συνιστώσας ΕΖ μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτᾶται κατὰ τὴν κάθοδον, καθ' ἣν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου κατήλθεν 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 διαγράφων τὸ τόξον ΑΔ, ἀλλὰ μετὰ κινήσεως ἐπιβραδυνομένης, διότι κατὰ τὴν ἄνοδον ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Δ ἢ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην συνιστώσα ἐνεργεῖ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς τοσοῦτον ἐπιβραδύνεται κατὰ τὴν ἄνοδον, ὅσον ἐπιταχύνθη κατὰ τὴν κάθοδον, τὰ τόξα ΒΑ καὶ ΑΔ ἔπρεπε νὰ εἴνε ἴσα· ἀλλ' ἕνεκα 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 βαθμηδὸν μικρότερα καὶ ἐπὶ τέλους τὸ ἐκκρεμὲς ἀκίνητεϊ.

Καλεῖται αἰώρησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἡ μετᾶβασις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέσεως ΓΒ εἰς τὴν ΓΔ, πλάτος τῆς αἰωρήσεως τὸ τόξον ΒΑΔ καὶ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Γ ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Α τοῦ 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' εἰάν τὸ ἐκκρεμὲς ἀποτελεῖται ἐκ βαρέος σώματος μικροῦ ὄγκου ἐξηρητημένου ἐκ λεπτοτάτου νήματος ἐλαχίστου σχετικῶς πρὸς τὸ σῶμα βάρους, ἡ διαφορὰ αὕτη ὡς ἐλαχίστη δύναται νὰ παραλειφθῇ.

66. **Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Οἱ νόμοι οὗτοι περιλαμβάνονται ἐν τῷ ἐξῆς τύπῳ

$$\chi = \pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}}$$

ἐνθα χ παριστᾷ τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως, π τὸν λόγον τῆς περι-

φερείας πρὸς τὴν διάμετρον, μ τὸ μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ γ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος.

Α'. Ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως ἔκκρεμοῦς δὲν ὑπερβαίῃ τὰς 2 ἢ 3 μοίρας, αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσόχρονοι. Ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύει καὶ ἐν τῷ ἀέρι, ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως εἶνε μικρὸν καὶ τὸ σφαιρίδιον ἐκ πυκνῆς οὐσίας, οἷον μετάλλινον.

Β'. Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν δίξαν τοῦ μήκους τοῦ ἔκκρεμοῦς. Οὕτω, ἐὰν λάβωμεν διάφορα ἔκκρεμῆ, ὧν τὰ μήκη ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9..., εὐρίσκομεν ὅτι οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων θὰ ἔχωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3... Κατὰ ταῦτα ἔκκρεμὲς ἔχον μῆκος 1 μέτρ. (ἀκριβέστερον 993 χ.μ. ἐν Ἀθήναις) ἐκτελεῖ μίαν αἰώρησιν εἰς ἓν δευτερόλεπτον, 4 μέτρ. εἰς 2 δευτερόλεπτα, 9 μέτρ. εἰς 3 δευτερόλεπτα καὶ οὕτω καθεξῆς.

67. **Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τοῦ ἔκκρεμοῦς.** Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τῶν δύο τούτων νόμων λαμβάνομεν οἰοδήποτε ἔκκρεμὲς καὶ ἐκτοπίσαντες αὐτὸ κατὰ μεγάλην γωνίαν μετροῦμεν τὸν χρόνον 10 π. χ. αἰωρήσεων καὶ εἶτα τὸν χρόνον 10 ἐπομένων αἰωρήσεων καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐξακολουθοῦντες οὕτω μέχρις ὅτου τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἀνεπαίσθητον, παρατηροῦμεν ὅτι οἱ χρόνοι κατ' ἀρχὰς μὲν ἔλαττοῦνται, εἶτα δὲ μένουσι σταθεροί, ὅταν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἔλαττον τῶν 2 ἕως 3 μοιρῶν. Ἀλλὰ καὶ μέχρι γωνίας 10 ἕως 15 μοιρῶν δὲν εὐρίσκομεν πειραματικῶς αἰσθητὴν διαφορὰν εἰς τοὺς χρόνους τῶν αἰωρήσεων. Διὰ ν' ἀποδειχθῇ δὲ πειραματικῶς καὶ ὁ δεύτερος νόμος ὁ τῶν μηκῶν, λαμβάνομεν δύο ἔκκρεμῆ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον νὰ ἔχῃ μῆκος ἑνὸς μέτρου, τὸ δὲ δεύτερον 25 ὑπερ. καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἐν ᾧ χρόνῳ τὸ πρῶτον ἐκτελεῖ μίαν μόνον αἰώρησιν, τὸ δεύτερον ἐκτελεῖ δύο αἰωρήσεις.

68. **Χρῆσις τοῦ ἔκκρεμοῦς.** Τὸ ἔκκρεμὲς ἐχρησίμεισε πρὸς εὐρεσιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος γ εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ διαστήματος τοῦ διανυομένου κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον. Καὶ ὄντως ἐκ τοῦ τύπου.

$$χ = π \sqrt{\frac{μ}{γ}}$$

λαμβάνομεν

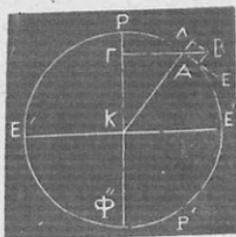
$$γ = \frac{π^2 μ}{χ^2}$$

Προσδιορίζοντες λοιπόν τὸ μῆκος μ ἐκκρεμοῦς καὶ τὸν χρόνον χ μιᾶς αἰωρήσεως εὐρίσκωμεν τὴν τιμὴν τοῦ γ.

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

Αἰτίαι δὲ μεταβάλλουσαι τὴν ἐπιτάχυνσιν γ εἶνε ἡ περὶ τὸν ἄξονα περιστροφή 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 τοσοῦτω μείζονα, ὅσω μείζων εἶνε ἡ ἀκτίς τῆς περιστροφῆς, τουτέστιν ἡ ἀπόστασις ΑΓ (σχ. 45) τοῦ ὕλικου σημείου Α



Σχ. 45.

ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς ΡΦ', ἐπομένως εἶνε μείζων εἰς τὸν ἰσημερινόν ΕΕ' καὶ ἐλάσσων π. χ. εἰς τὰς Ἀθήνας Α. Ἀλλ' ἡ φυγόκεντρος δύναμις ΑΒ, ἥτις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τῆς γῆς, εἰς μὲν τὸν ἰσημερινόν εἶνε ἀπ' εὐθείας ἀντίρροπος τῇ βαρύτητι, εἰς δὲ τὰς Ἀθήνας Α οὐχί, καὶ κατ' ἀκολουθίαν δύναται ν' ἀναλυθῆ εἰς δύο ἄλλας, τὴν μὲν κατὰ τὴν κατακόρυφον ΑΔ, ἣτοι κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἀκτίος τῆς γῆς, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἑφαπτομένην ΑΕ εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ δὲ κατὰ τὴν ΑΔ συνιστῶσα, ἡ ἀντιδρῶσα εἰς τὴν βαρύτητα, εἶνε ἐλάσσων τῆς ΑΒ ὑποτεινούσης τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΑΔΒ. Ἐπειδὴ λοιπόν ἐν Ἀθήναις οὐ μόνον ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἐλάσσων ἢ εἰς τὸν ἰσημερινόν, ἀλλὰ καὶ μέρος ταύτης ἀντιδρᾷ εἰς τὴν βαρύτητα, ἡ ἐπιτάχυνσις ἐν Ἀθήναις εἶνε μείζων ἢ εἰς τὸν ἰσημερινόν.

Διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ εὐρίσκουσιν ὅτι ἡ ἔντασις τῆς φυγόκεντρον δυνάμεως εἰς τὸν ἰσημερινόν εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{289}$ περίπου τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ 289 εἶνε τὸ τετράγωνον τοῦ 17, ἡ δὲ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ χρόνου μιᾶς ὀλοκλήρου περιφορᾶς, ἔπεται ὅτι, ἂν ἡ περιστροφικὴ κίνησις τῆς γῆς γίνη δεκαεπτὰκις ταχύτερα, ἡ ἔλξις αὐτῆς ἐπὶ τῶν σωμάτων τῶν κειμένων εἰς τὸν ἰσημερινόν θὰ ἰσοροπηταί περίπου ὑπὸ τῆς φυγόκεντρον δυνάμεως, μόλις ἐμποδίζουσα τὰ σώματα ταῦτα ν' ἀπεμακρυνθῶσιν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς.

Δευτέρα αίτια, δι' ἣν μεταβάλλεται ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, εἶνε, ὡς εἴπομεν, τὸ πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους τῆς γῆς καὶ ἡ ἐξόγκωσις αὐτῆς περὶ τὸν ἰσημερινόν, ἣτις προῆλθεν ἐκ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, ὅτε ἡ γῆ ἦν ἐτι ἐν διαπύρῳ καὶ τετηκυῖα καταστάσει. Ἐνεκα τούτου τὰ περὶ τοὺς πόλους σώματα τὰ κείμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶνε πλησιέστερα πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, εἰς δὲ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι εἶνε συγκεντρωμένη ὅλη ἡ ἑλκτική δύναμις, τὰ δὲ περὶ τὸν ἰσημερινόν ἀπώτερα, καὶ διὰ τοῦτο τὰ πρῶτα ἔλκονται πλειότερον τῶν δευτέρων, ἡ δ' ἔντασις τῆς βαρύτητος αὐξάνεται ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἡ μεταβολὴ αὕτη τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπιφέρει καὶ τὴν αὐξῆσιν τοῦ βάρους σώματος μεταφερομένου ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἣτις ὁμως δὲν δύναται νὰ εὐρεθῇ διὰ ζυγοῦ μετὰ φάλαγγος, διότι τὴν αὐτὴν αὐξῆσιν βάρους ὑφίστανται καὶ τὰ σταθμά. Ἐὰν ὁμως σταθμῆσωμεν σῶμά τι δι' εὐπαθεστάτου μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ, ἀνευρίσκομεν αἰσθητὴν διαφορὰν βάρους· οὕτω ὑπολογίζουσι ὅτι τὸ ἀπόλυτον βᾶρος σώματος, ὅπερ εἰς τὸν ἰσημερινόν ἔλκει ἐν χιλιογράμμῳ, αὐξάνεται κατὰ 5118 χιλιοστόγραμμα, ὅταν μετενεγκωμεν αὐτὸ εἰς τὸν πόλον..

69. Πείραμα τοῦ Foucault διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ὁ Foucault κατὰ τὸ 1851 ἐξετέλεσεν ἐν Παρισίοις πείραμα διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς καταδεικνύον τὴν περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικὴν κίνησιν τῆς γῆς. Τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault συνέκειτο ἐκ σφαιρας μεταλλίνης ὁμοιομεροῦς ἐξηρητημένης ἐκ σύρματος ἐπιμήκους (64 μέτρων) λεπτοῦ καὶ ἀστρέπτου. Ὑποθέσωμεν ὅτι διὰ τοιοῦτου ἐκκρεμοῦς πειράωμεθα εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων τῆς γῆς καὶ ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος αὐτῆς, ὅστις εἰς τὸν πόλον ταυτίζεται μετὰ τῆς κατακόρυφου. Τοιοῦτον ἐκκρεμές αἰωρούμενον εἰς τὸν βόρειον π. χ. πόλον τῆς γῆς κινεῖται δυνάμει τῆς ἀδρανείας πάντοτε ἐν τῇ αὐτῇ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ γῆ στρέφεται μὲν περὶ τὴν κατακόρυφον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ὁ δὲ παριστάμενος παρατηρητὴς στρεφόμενος μετ' αὐτῆς δὲν ἔχει συνείδησιν τῆς περὶ τὴν κατακόρυφον περιφορᾶς αὐτοῦ, νομίζει ὅτι τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐν τῷ ὁποίῳ αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές, στρέφεται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, παρακολουθοῦν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων, καὶ ὅτι εἰς 24 ὥρας στρέφεται στροφὴν 360 μοιρῶν. Ἐν Ἀθήναις δὲ ἡ ἐν Παρισίοις ἡ φαινομένη στροφή τοῦ ἐπιπέδου τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς 24 ὥρας εἶνε ἐλάσσων τῶν 360 μοιρῶν, ἐν δὲ τῷ ἰσημερινῷ ἴση τῷ μηδενί.

70. Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια. Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν μικρῶν αἰωρήσεων ὁ Huyghens ἐφήρμοσε κατὰ τὸ ἔτος 1657 τὸ ἐκκρεμές εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον. Πρὸς τοῦτο τὸ στέλεχος τοῦ ἐκ-

κρεμοῦς (σχ. 46) διέρχεται διὰ δικράνου Α, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν τῆς κινήσεως εἰς δεύτερον στέλεχος Β συνδεδεμένον μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἄξονος Ο. Εἰς τὸν ἄξονα τοῦτον προσαρτᾶται ἡ ἄγκυρα ΝΜ, φέρουσα εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς δύο ὄνυχας, οἵτινες εἰσέρχονται διαδοχικῶς καὶ καθ' ἐκάστην αἰώρησιν τοῦ ἔκκρεμοῦς μεταξὺ τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ Ρ. 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 ἔκκρεμὸς ἀκίνητῃ, ὁ τροχὸς συγκατατίθει διὰ τοῦ ὄνυχος Μ καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὅλος ὁ μηχανισμὸς τοῦ ὠρολογίου. Τούναντίον δέ, ὅταν τὸ ἔκκρεμὸς αἰωρῆται λαμβάνον τὴν ἐστιγμένην ἐν τῷ σχήματι θέσιν, ὁ συγκατατῶν ὄνυξ ἐκφεύγει καὶ ὁ τροχὸς στρέφεται μόνον κατὰ τὸ ἡμισυ τοῦ τόξου, τοῦ μεταξὺ δύο ὀδόντων περιλαμβανομένου, διότι ὁ ἕτερος ὄνυξ Ν συναντῶν τὸν ὀδοντωτὸν τροχὸν ἐμποδίζει τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Ἄλλ' εἰς τὴν ἐπομένην αἰώρησιν, τοῦ ὀδόντος τούτου μένοντος ἐλευθέρου, ὁ τροχὸς στρέφεται καὶ αὖθις κατὰ τὸ αὐτὸ τόξον οὕτως, ὥστε εἰς ἐκάστην διπλῆν αἰώρησιν στρέφεται κατὰ τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον 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 εἶτα ἀκίνητῃ κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς δυνάμει τοῦ κινουμένου αὐτὸν βάρους δίδει μικρὰν τινα ὄθησιν εἰς τὸ ἔκκρεμὸς 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 ἔκκρεμὸς διατηρεῖ πάντοτε τὸ αὐτὸ πλάτος, ἂν καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ κάμψις τοῦ ἐκ χάλυθος ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ἔκκρεμὸς κρέμαται, τείνουσι διηγεκῶς νὰ καταστρέψωσι τὴν κίνησιν αὐτοῦ.



Σχ. 46.

νητῇ κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς δυνάμει τοῦ κινουμένου αὐτὸν βάρους δίδει μικρὰν τινα ὄθησιν εἰς τὸ ἔκκρεμὸς 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 ἔκκρεμὸς διατηρεῖ πάντοτε τὸ αὐτὸ πλάτος, ἂν καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ κάμψις τοῦ ἐκ χάλυθος ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ἔκκρεμὸς κρέμαται, τείνουσι διηγεκῶς νὰ καταστρέψωσι τὴν κίνησιν αὐτοῦ.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

71. Ἡ ὑδροστατικὴ πρᾶγματεύεται περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν πιέσεων, ἃς ταῦτα ἐπιφέρουσιν ἢ εἰς τὸ ἐσωτερικόν τῆς μάζης αὐτῶν ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων τὰ ὑγρά περιέχονται.

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν, οἷον τοῦ ὕδατος, ἔχουσι μεγίστην εὐκίνησιάν ἐνεκα τῆς ἐλαχίστης μεταξὺ αὐτῶν ἐλκτικῆς δυνάμεως (τῆς συνοχῆς)· εἶνε δὲ τὰ ὑγρά τελείως ἐλαστικὰ σώματα καὶ ἐλάχιστον συμπιεστά.

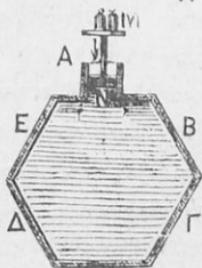
72. Ὑδροστατικὴ ἀρχὴ ἢ ἀρχὴ τοῦ **Pascal**. Τὰ ὑγρά μεταδίδουσι μετ' ἴσης ἐντάσεως καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις πᾶσαν πίεσιν ἐπιφερομένην εἰς τι σημεῖον τῆς μάζης αὐτῶν. Οὕτω π. χ. εἰς ἀγγεῖον πολυεδρικόν ΒΓΔΕ (σχ. 47) πεπληρωμένον ὑγροῦ

τινος, οἷον ὕδατος, ἐφαρμόζομεν εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ κυλινδρικὸν σωλῆνα Α καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβολέα Ν ἀκριβῶς ἐφαρμόζοντα ἀλλ' ἄνευ τριβῆς.

Ἐὰν δ' ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπιθέσωμεν βᾶρος τι Μ, ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρεται πίεσις μεταδιδομένη δι' αὐτοῦ καθέτως ἐφ' ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν τοῦ δοχείου τοιχωμάτων.

Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς ἔχει ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγ. ὑφεκατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθὲν βᾶρος Μ ἰσοῦται

πρὸς 1 χιλιόγρ., τότε ἡ ἐπὶ παντὸς τετραγ. ὑφεκατ. τῶν τοιχωμάτων Β, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς

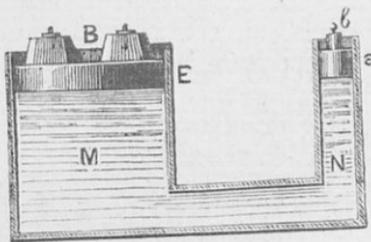


Σχ. 47.

1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἂν ἡ ἐπιφάνεια ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων, π.χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 τ. ὑφ., τὸ τοίχωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιογρ. καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

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

73. **Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς.** Δύο κοῖλοι κύλινδροι κατακόρυφοι Μ καὶ Ν (σχ. 48) διαφόρου



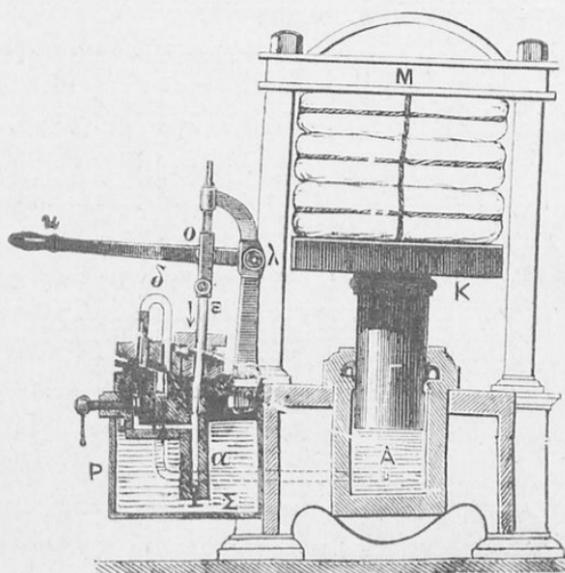
Σχ. 48.

διαμέτρου, συγκοινωνοῦντες κάτωθεν δι' ὀριζοντίου σωλήνος, πληροῦνται ὕδατος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζονται οἱ ἐμβολεῖς Ε καὶ ε, οἵτινες κλείουσιν ὕδατοστεγῶς τοὺς κύλινδρους, ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε εἰκοσιπενταπλασία 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 συναγομεν ὅτι πᾶν μέρος τῆς κάτω βάσεως τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ἴσον πρὸς τὴν κάτω βᾶσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς 1 χιλιογρ.

74. **Ἵδραυλικὸν πιεστήριον.** Ἡ ὑδροστατικὴ αὕτη ἀρχὴ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ καλούμενον Ἵδραυλικὸν πιεστήριον, ὄργανον χρησιμεῦον πρὸς παραγωγὴν παμμεγίστων πιέσεων. Συνίσταται δὲ ἐκ κοίλου κυλίνδρου Α (σχ. 49) ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μετὰ παχέων τοιχωμάτων, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ κυλινδρικός ἐμβολεὺς Γ φέρων ἄνωθεν μεταλλινὴν 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 ὕδραντλία συγκεκλιμένη ἐκ κοίλου κυλίνδρου α, οὔτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς διαμέτρου τοῦ κυλίνδρου Α. Ἐντὸς δὲ τοῦ μικροῦ κυλίνδρου α κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δευτέρου εἶδους λογὸς ὁ πλήρης ἐμβολεὺς ε. Ὄταν οὗτος ἀνέρχεται, ἡ δικλὴς Σ ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς Ρ εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α· ὅταν δὲ τοῦναντίον ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζεται, ἡ δικλὴς Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὀχετὸν τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α καταθλιβόμενον ἀνοίγει τὴν ἐπιστομιδα μ, καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμποῦς σωλήνος θ συν-

ωθείται πρὸς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην δ' ἀνέλκυσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως α τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸν κύλινδρον Α εἰσερῦσαν δὲν δύ-



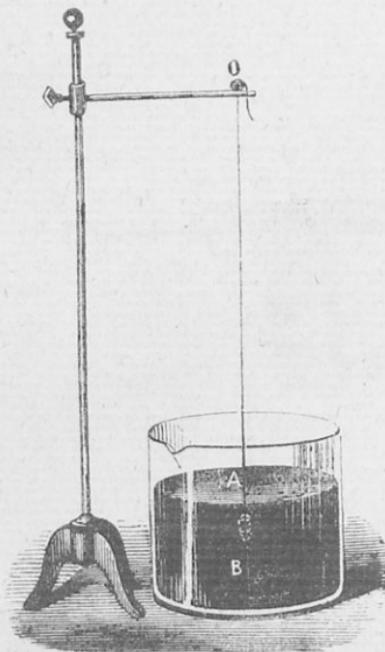
Σχ. 49.

ναται νὰ ἐπανεέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴς μ κλείει τὸν ὀχετὸν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἑκάστην ἀνέλκυσιν καὶ καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ποσότης ὕδατος συνωθείται ὑπὸ τὸν μέγα ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτω ἀνυψούμενος διηλεκτῶς πιέζει τὸ σῶμα τὸ κείμενον μεταξύ τῶν πλακῶν Κ καὶ Μ. Ἐὰν νῦν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε ἑκατονταπλασία τῆς τοῦ μικροῦ καὶ ὅτι ὁ βραχίων κλ τοῦ μοχλοῦ λοκ εἶνε δεκαπλασία τοῦ ολ, δύναμις 50 χιλιογρ. κατὰ τὸ σημεῖον κ ἐπιφερομένη δεκαπλασιάζεται μὲν διὰ τοῦ μοχλοῦ, ἑκατονταπλασιάζεται δὲ κατὰ τὴν ὑδροστατικὴν ἀρχήν, ἤτοι γίνεται ἐν ὄλῳ ἴση πρὸς 50,000 χιλιογράμματα. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τούτοις πρὸς δοκιμὴν τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεβόλων, τῶν ἀτμολεβήτων, τῶν καλωδίων, τῶν ἀλύσεων τῶν πλοίων κ.λ.π. καὶ πρὸς ἀνύψωσιν βαρυτάτων σωμάτων, πρὸς ἀνεβίβασιν ἀνθρώπων εἰς μεγάλα ὕψη, ὡς ἐν τοῖς μεταλλωρυχείοις, μεγάλοις οἰκοδομήμασι κ.τ.λ.

ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

75. Α'. Ἡ ἐλευθέρῃ ἐπιφάνεια ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς ἀγγείου εὐρισκομένου εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον, τουτέστιν εἰς πάντα

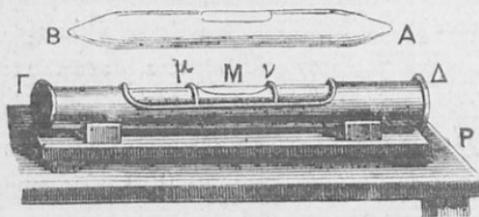
αὐτῆς τὰ σημεῖα εἶνε κάθετος ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης. Τοῦτο ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἂν ὑπεράνω ἀγγείου Α (σχ. 50) ἐμπεριέχοντος ὕδωρ κεχρωματισμένον ἐξαρτήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος, ὅπερ στερεοῦμεν κατὰ τὸ Ο, σφαιρᾶν ἐκ μολύβδου οὕτως, ὥστε αὐτὴ νὰ καταδύηται ἐν τῷ ὑγρῷ. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ νῆμα ἀπεικονίζεται ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν προέκτασιν αὐτοῦ, τουτέστι τὸ νῆμα καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας. Ἐνταῦθεν συνάγομεν ὅτι τὸ νῆμα τῆς στάθμης εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡρεμοῦντος ὑγροῦ, διότι, ἂν ἦτο κεκλιμένον ἐπ' αὐτῆς, ἔπρεπε καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ν' ἀπεικονίζηται κεκλιμένον.



Σχ. 50.

κυλινδρικοῦ ΒΑ (σχ. 51) κεκαμπυλωμένου κατ' ἐλάχιστον πρὸς τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ. Ὁ σωλὴν πληροῦται οἴνοπνεύματος ἢ αἰθέρος, δηλ. ὑγρῶν, ἅτινα εἶνε

76. Ἀεροστάθμη. Ὅπως γνωσθῆ, ἂν ἐπίπεδόν τι εἶνε ὀριζόντιον, γίνεται χρῆσις ὄργανου, ὅπερ καλεῖται ἀεροστάθμη καὶ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος



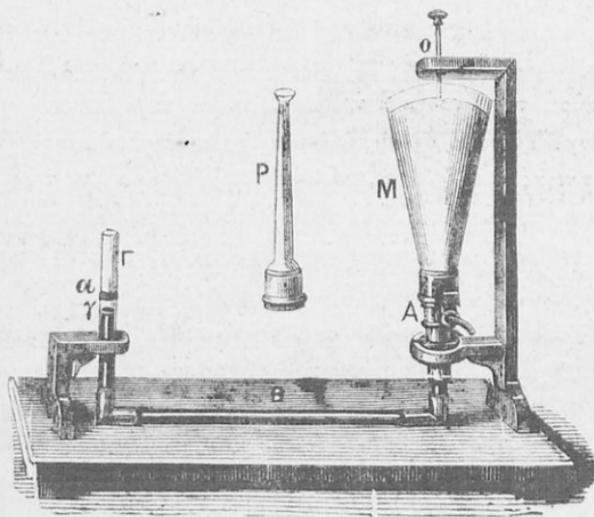
Σχ. 51.

πολὺ εὐκίνητοτερα τοῦ ὕδατος καὶ δὲν πῆγνυνται εὐκόλως ὡς αὐτό. Ὁ σωλὴν κλείεται ἀεροστεγῶς κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα καὶ ἀφίεται μικρὰ ποσότης ἀέρος, ὅστις παράγει φουσαλίδα καταλαμβάνουσαν τὸ ἄνω μέρος τοῦ σωλῆνος, πρὸς προφύλαξιν δὲ τίθεται ἐντὸς ὀρειχαλκίνης θήκης ΓΔ, ἧτις πρὸς τὸ ἄνω μέρος φέρει ἄνοιγμα διὰ νὰ εἶνε ἡ φουσαλὶς ὀρατὴ. Κάτωθεν ἡ θήκη προσκολλᾶται ἐπὶ κανόνος, ὅστις στερεοῦται οὕτως, ὥστε ἡ ἐπίπεδος βᾶσις αὐτοῦ νὰ εἶνε παράλληλος τῷ ἐφαπτομένῳ ἐπιπέδῳ τῷ εἰς τὸ μέσον σημεῖον Μ τοῦ σωλῆνος ἀγομένῳ.

Ἀμφότερα δὲ τὰ ἐπίπεδα ταῦτα εἶνε ὀριζόντια, ὅταν ἡ φουαλὶς κεῖται ἐν τῷ μέσῳ καὶ τὰ ἄκρα αὐτῆς ἀντιστοιχῶσιν εἰς τοὺς δύο σταθεροὺς δείκτας μ καὶ ν.

76. Β'. Ἡ πίεσις, ἣν ὕγρον τι ἔνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπιφέρει ἐπὶ ἐπιπέδον καὶ ὀριζοντίου πυθμένος ἀγγείου, ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὕγρου κυλίνδρου, ἔχοντος βάσιν μὲν τὸν πυθμένα καὶ ὕψος τῆν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου· τούτέστιν οἱ ἴσης ἐπιφανείας ὀριζόντιοι πυθμένες δοχείων ἔχόντων τὸ αὐτὸ βάθος ἀλλὰ διάφορον σχῆμα καὶ πεπληρωμένων τοῦ αὐτοῦ ὕγρου δέχονται ἴσας πιέσεις καὶ ἐπομένως ἀναξαρτήτους τῆς ποσότητος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὕγρου. Τοῦτο δὲ καὶ πειραματικῶς ἀποδεικνύεται διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Haldat.

77. **Συσκευὴ τοῦ Haldat.** Ἡ συσκευὴ αὕτη σύγκειται ἐκ σωλῆνος ΑΒΓ (σχ. 52), ὅστις κάμπτεται εἰς ἀμφότερα τὰ ἄκρα κατ' ὀρθὴν γωνίαν. Κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον αὐτοῦ Α δύνανται νὰ κο-



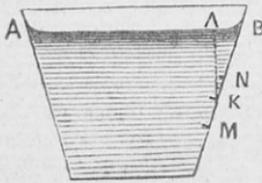
Σχ. 52.

χλιωθῶσι διαδοχικῶς διάφορα ἑτεροσχήμονα δοχεῖα ὑάλινα, οἷον τὰ Μ καὶ Ρ ἔχοντα τὸ αὐτὸ ὕψος ἀλλὰ διάφορον χωρητικότητα. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ΓΒΑ χέομεν ὑδράργυρον, ὅστις ἀνυψοῦται εἰς ἀμφοτέρους τοὺς βραχίονας Γ καὶ Α μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου οὕτως, ὥστε ὡς πυθμὴν τοῦ δοχείου Μ ἢ Ρ χρησιμεύει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου. Χέομεν εἶτα ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον Μ μέχρις ὀρισμένου ὕψους, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ μεταθέτου δείκτου Ο. Ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφα-

νείας τοῦ ὑδραργύρου ἐπιφερομένη πίεσις ἀνυψῶι αὐτὸν ἐν τῷ σωλῆνι Γ μέχρι σημείου τινὸς α, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ δακτυλίου α. Ἀφαιροῦντες εἶτα τὸ δοχεῖον Μ καὶ κοχλιοῦντες εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ τὸ δοχεῖον Ρ καὶ πληροῦντες αὐτὸ ὕδατος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὅπερ δεικνύει ἡμῖν ὁ δείκτης Ο, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸν ἄλλον βραχίονα Γ ἀνέρχεται ἀκριβῶς εἰς τὸ αὐτὸ καὶ πρότερον ὕψος.

78. Γ'. Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου.

Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὑγρὸν τι, οἷον ὕδωρ, ἐν ἰσορροπίᾳ, μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΒ (σχ. 53). Ἡ ἐπὶ ὠρισμένου μέρους ΜΝ ἐπιπέδου τοιχώματος τοῦ ἀγγείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ τοίχωμα καὶ ἴση τῷ βάρει ὀρθῆς στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν μὲν τὸ ΜΝ, ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν ΚΑ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

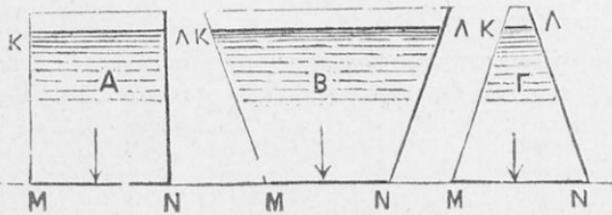


Σχ. 53.

Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅσον τὸ τμήμα τοῦ τοιχώματος λαμβάνεται εἰς μείζον βάθος, τοσοῦτον καὶ ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, βαίνει ἀξανομένη. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖον κενὸν ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, οἷον πλοῖον. Τμήμα τι τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ὑπὸ τοῦ ὕδατος κλυπτομένου μέρους τοῦ πλοίου δέχεται πίεσιν ἐξῶθεν, ὅταν θά ἐδέχετο ἔσωθεν, ἂν ἦτο πεπληρωμένον μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

79. Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου. Ὑγρὸν τι ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς δοχείου εὐρισκόμενον ἐπιφέρει ἐφ' ὅλων ἐν γένει τῶν σημείων τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἅτινα διαβρέχει, πίεσις, αἵτινες ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν κατακόρυφον καὶ ἴσην πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένου πίεσις δυνατὸν ἄλλοτε μὲν νὰ εἶνε μικρότερα τοῦ βάρους τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ, ἄλλοτε δὲ μεγαλειτέρα καὶ ἄλλοτε πάλιν ἴση πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ὑγροῦ. Οὕτως ὑποθέσωμεν ὅτι τρία ἀβαρῆ ἀγγεῖα Α, Β, Γ (σχ. 54) πεπληρωμένα ὑγροῦ τινος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ἀκριβῶς ὕψους ἔχουσιν ἴσους ὀριζοντίους πυθμένους ΜΝ καὶ ὅτι τὸ ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν ἐν μὲν τῷ δοχείῳ Α ἔχει βᾶρος 2 χιλιογρ. ἐν τῷ Β 3 χιλιογρ. καὶ ἐν τῷ Γ 1 χιλιογρ. Κατὰ τὰ προειρημένα ἕκαστος τῶν πυθμένων τῶν τριῶν τούτων δοχείων δέχεται πίεσιν δύο χιλιογρ., ἧτις ἐν μὲν τῷ Α εἶνε ἴση τῷ βάρει τοῦ ἐμ-

περιεχομένου υγρού, ἐν δὲ τῷ Β μικροτέρα καὶ ἐν τῷ Γ ὑπερτέρη τοῦ βάρους τοῦ υγρού. Ἐὰν ὁμως τὰ τρία ταῦτα δοχεῖα θέσωμεν ἀλληλο-

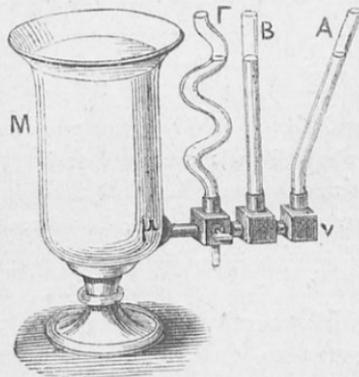


Σχ. 54.

διαδόχως ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ, θέλομεν εὑρεῖ ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου υγροῦ εἶνε διάφορον τῆς ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσεως διὰ τὰ δοχεῖα Β καὶ Γ, διότι ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ δὲν ἐπιδρᾷ μόνον ἢ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφερομένη πίεσις, ἀλλὰ καὶ αἱ κατακόρυφοι συνιστῶσαι πασῶν τῶν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καθέτως ἐπιφερομένων πίεσεων· αἱ συνιστῶσαι δ' αὐταὶ εἰς μὲν τὸ δοχεῖον Β βαίνουνσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, εἰς δὲ τὸ Γ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς δὲ τὸ Α δὲν ὑπάρχουσι.

80. Δ'. **Ἴσοροπία τῶν υγρῶν εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα.** Ὅταν δύο ἢ πλείονα ἀγγεῖα ἐμπεριέχοντα τὸ αὐτὸ υγρὸν

συγκοινωνῶσι πρὸς ἀλλήλα δι' ὄχε-1 τοῦ μν (σχ. 55), ἐπελθούσης ἰσοροπίας, αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ υγροῦ ἐν ἅκασί τοῖς ἀγγείοις Α, Β, Γ καὶ Μ εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντιοῦ ἐπιπέδου. Τοῦτο καλεῖται ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων. Οὕτως, ἐὰν ἡ δεξαμενὴ ὕδατος Μ τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος σωλήνων Γ, Β, Α, παρατηροῦμεν ὅτι παρευθὺς τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς

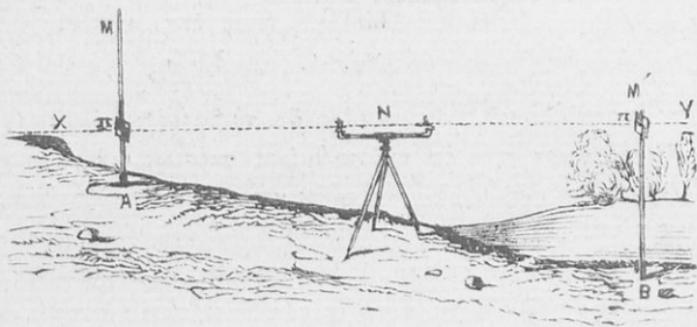


Σχ. 55.

τῶν σωλήνων εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος, εἰς δ' εὐρίσκεται καὶ ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἐὰν δὲ εἰς τῶν σωλήνων τούτων, οἷον δ Β, ἀποτμηθῆ κατὰ τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, τὸ ὕδωρ θέλει σχηματίσει πίδακα, ὅστις θεωρητικῶς μὲν ὄφειλε 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 ἀναρ-

ριπτομένων μορίων τοῦ ὕδατος ἐλαττοῦται ἕνεκα τῆς τριβῆς τῆς παραγομένης ἐντὸς τοῦ ὀχετοῦ μν καὶ ἐπὶ τῶν χειλέων τῆς ὀπῆς, ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἕνεκα τοῦ βάρους τῶν καταπιπτόντων μορίων.

81. Ἡ ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἐφαρμόζεται εἰς ὄργανόν τι καλούμενον ὕδροστάτης ἢ ὕδροχρωστάθμη, ὅπερ χρησιμεύει, ὅπως εὖρωμεν κατὰ πόσον σημεῖόν τι Α (σχ. 56) τοῦ ἐδάφους εἶνε ἀνώτερον ἄλλου τινὸς σημείου



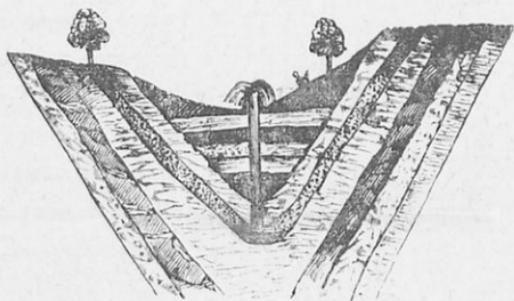
Σχ. 56.

Β. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ὀριζοντίου ὀρειχαλκίνου σωλήνος Ν μήκους ἐνὸς περίπου μέτρου, ὅστις καμπτόμενος κατ' ὀρθὴν γωνίαν κατὰ τὰ ἄκρα, ἐφ' ὧν κοχλιοῦνται δύο ὑάλινοι κύλινδροι, στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος, καὶ πληρούμενος ὕδατος μέχρι τοῦ μέσου τῶν ὑάλινων κυλίνδρων τοποθετεῖται μεταξύ τῶν δύο σημείων Α καὶ Β, ὧν τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους προτιθέμεθα ν' ἀνεύρωμεν. Εἶτα διευθύνομεν διὰ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος ὀπτικήν ἀκτίνα ΧΨ πρὸς τοὺς κανόνας ΜΑ καὶ Μ'Β, οἵτινες ἀναστηλοῦνται κατακορυφῶς κατὰ τὰ σημεῖα Α καὶ Β 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 κεῖται ὑψηλότερον τοῦ σημείου Β.

82. **Φυσικὰ πηγὰ καὶ ἀρτεσιανὰ φρέατα.** Τὰ ὕδατα τῆς βροχῆς καὶ τὰ ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων προερχόμενα εἰσδύονται εἰς τὸ ἐδαφος καὶ διηθούμενα διὰ πορωδῶν στρωμάτων ἀναφαίνονται δυνάμει τῶν νόμων τῆς ὑδροστατικῆς εἰς τὰς κλιτύς τῶν ὀρέων παράγοντα τὰς φυσικὰς πηγὰς καὶ τὰς κρήνας. Ἐνεκα τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως τὸ ὕδωρ ῥέον ἐντὸς ὑπογείων ὀχετῶν συναθροίζεται εἰς τὸν πυθμένα τῶν φρεάτων, ἅτινα κατασκευάζονται τεχνητῶς διὰ τρυπή-

σεως τοῦ ἐδάφους. Διὰ τῆς ἀρχῆς δὲ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, δι' ὧν, ὡς εἶδομεν, παράγεται πίδαξ, ἐξηγεῖται ἡ ἀνάβασις τοῦ ὕδατος εἰς τὰ φρέατα τὰ κληθέντα ἀρτεσιανὰ (artésiens) ἐκ τῆς ἐπαρχίας τῆς Γαλλίας Artois, ἐν ἧ κατὰ πρῶτον ὠρύχθησαν τοιαῦτα. Πρὸς κατασκευὴν δ' αὐτῶν διατρυπῶσι κατακορύφως τὸ ἔδαφος (σχ. 57)

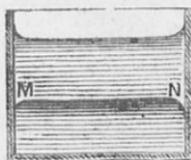
μέχρις ὅτου ἀνεύρωσιν ὑπόγειον στρώμα ὕδατος κείμενον μεταξύ δύο κοιτασμάτων ἀδιαβρόχων, ὑποῖα ἰδίως εἶνε τὰ ἀργιλώδη. Πολλάκις συμβαίνει τοιαῦτα ἀδιαβροχὰ κοιτάσματα ἀρχόμενα ἀπὸ ὑψηλοτέρας τινὸς χώρας καὶ πλαγίως κατερχόμενα ὑπὸ τὸ ἔδαφος



Σχ. 57.

τὰ σχηματίζωσιν ὑπὸ κοιλάδα τινὰ λεκάνας ἀδιαβρόχους, μεταξύ τῶν ὑποίων περιλαμβάνεται διάβροχον κοιτάσμα, οἷον εἶνε τὸ ἀμμῶδες. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς τῆς κατάπιπτούσης εἰς τὴν ὑψηλοτέραν ταύτην χώραν εἰσδύον εἰς τὸ ἔδαφος συναθροίζεται μεταξύ τῶν δύο ἀδιαβρόχων κοιτασμάτων. Ἐὰν ὅμως διατρυπηθῇ τὸ ἔδαφος μέχρι τοῦ ἀνωτέρου ἀδιαβρόχου στρώματος, τότε τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει διὰ τοῦ κατακορύφου τούτου πόρου καὶ σχηματίζει πολλάκις πίδακα δυνάμει τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως. Τὰ βαθύτατα ἀρτεσιανὰ φρέατα εἶνε τὸ τοῦ Minden ἐν Πρωσσίᾳ βάθους 696 μέτρων καὶ θερμοκρασίας 33 βαθμῶν ἑκατομβάθμου, 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.

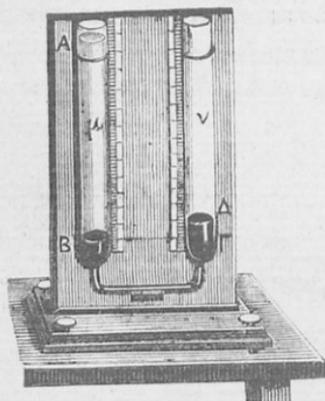
83. Ε'. **Ἴσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν.** Ὅταν διαφραγὰ ὑγρά μὴ ἐπιδεικτικὰ μίξεως, οἷον ὕδραργυρος καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ρίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 58) ἡ διαχωρίζουσα τὰ ὑγρά ταῦτα ἐπίπεδον ὀριζόντιον.



Σχ. 58.

84. Σ'. **Ἴσορροπία ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων.** Ἐὰν εἰς δύο ὑαλίνοὺς κυλίνδρους μ, ν (σχ. 59)

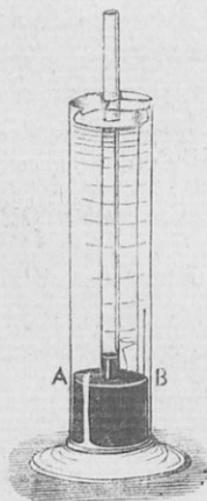
συγκοινωνούντας κάτωθεν δι' ὀριζοντίου ὀχετοῦ χύσωμεν κατὰ πρῶτον ὑδράργυρον, οὗτος συμφώνως τῇ προεκτεθείσῃ ἀρχῇ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνέρχεται εἰς ἀμφοτέρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν δ' εἶτα τὸν ἕτερον τῶν κυλινδρῶν, οἷον τὸν μ , πληρώσωμεν ὕδατος, τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς μὲν τοῦ σωλῆνος 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 $B\Gamma$ τὸ διαχωρίζον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, μέχρις ὅτου τέμῃ τὸν ἕτερον κύλινδρον, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη



Σχ. 59.

AB εἶνε τὸσάκις μείζων τῆς ὑδραργυρικῆς $\Gamma\Delta$, ὡσάκις ὁ ὑδράργυρος εἶνε πυκνότερος τοῦ ὕδατος· ἤτοι τὰ ὕψη τῶν στηλῶν τῶν δύο τούτων ὑγρῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη $\Gamma\Delta$ εἶνε ἴση πρὸς 10 χιλιοστόμ., ἡ ὑδατίνη AB

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

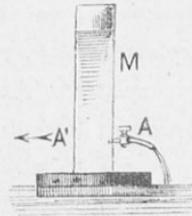


Σχ. 60.

85. Πειραματικῶς δύναται νὰ καταδειχθῇ ἡ ἰσορροπία τῶν ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων καὶ ὡς ἐξῆς. Ἐντὸς ὑαλίνου ὑποδοχείως (σχ. 60) χύνομεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ὑαλίνου σωλῆνος ἀνοικτοῦ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα. Εἶτα χύνομεν ἐν τῷ δοχείῳ περὶ τὸν σωλῆνα ὕδωρ, τὸ ὁποῖον πιέζον τὸν ὑδράργυρον ἀναβιβάζει αὐτὸν ἐν τῷ κεντρικῷ σωλῆνι. Ἄν ἤδη μετρήσωμεν τὴν στήλην τοῦ ὕδατος καὶ τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ἀρχόμενοι ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB τοῦ διαχωρίζοντος τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη εἶνε 13,6 φορές μεγαλύτερα τῆς ὑδραργυρικῆς.

86. Κίνησις παραγομένη κατά τὴν ἔκροσιν ὑγροῦ.

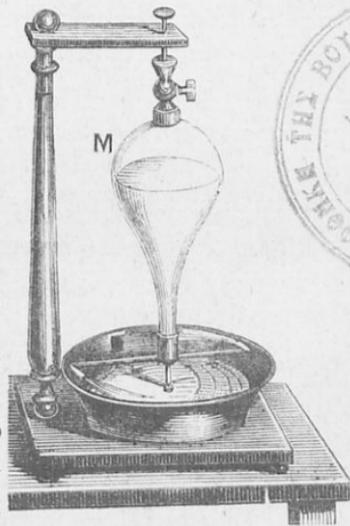
Στερεοῦντες δοχεῖον M (σχ. 61) ἐπὶ τεμαχίου φελλοῦ οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιπλήη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος καὶ ἀνοίγοντες ὀπήν τινα A πλησίον τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῆς ὀπῆς, τὸ δὲ δοχεῖον κινεῖται κατὰ φοράν ἀντίθετον, ἣν δεικνύει τὸ βέλος A' . Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐν ᾧ πρότερον αἱ εἰς τὰ σημεῖα A καὶ A' πιέσεις ἰσορροποῦντο ἀμοιβαίως, ἤδη τῆς ὀπῆς ἀνοιχθείσης ἡ μὲν εἰς τὸ A πίεσις ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸν νὰ ἐκρεύσῃ καὶ ἐπομένως ἐκλείπει ἢ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἐνέργεια αὐτῆς, ἡ δὲ εἰς τὸ A' θέτει εἰς κίνησιν τὸ δοχεῖον κατ' ἀντίθετον φοράν.



Σχ. 61.

87. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος.

Ὁμοίως λειτουργεῖ καὶ τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον ὑδραυλικὸς στρόβιλος, ὅπερ ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου δοχείου M (σχ. 62) εὐχερῶς περιστρεφομένου περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ πεπληρωμένου ὕδατος, φέροντος δὲ κάτωθεν μεταλλινὸν σωλῆνα Γ ὀριζόντιον καὶ κεκαμμένον κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα ὀριζοντίως, ἀλλὰ κατ' ἀντιθέτους φοράς. Τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ ὀριζοντίου σωλῆνος, ἀλλὰ κατ' ἀντιθέτους φοράς, τὸ δὲ δοχεῖον στρέφεται περὶ τὸν κατακόρυφον αὐτοῦ ἄξονα κατὰ φοράν ἀντίθετον τῆς ἔκροσος τοῦ ὕδατος. Ἡ αὕτη ἀρχὴ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς ἄλλας ὑδραυλικὰς κινητήριους μηχανάς, αἵτινες καλοῦνται ὕδροστρόβιλοι (turbines),



Σχ. 62.

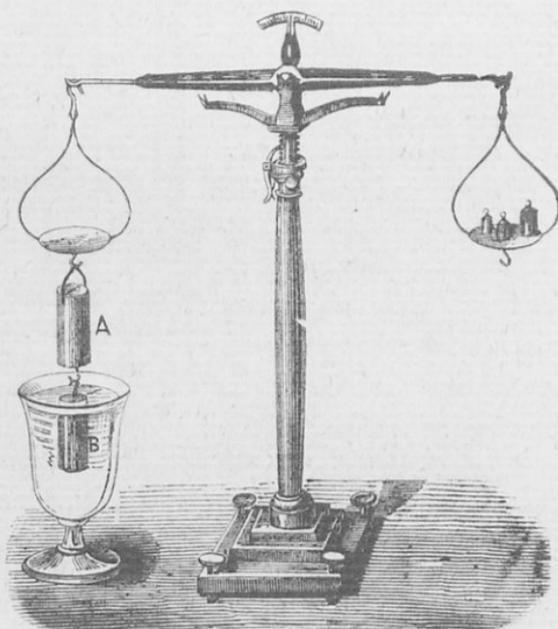
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ.

ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ.
ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ, ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ.

88. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτός αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἔλξιν τῆς γῆς,

ἀποτελοῦσαν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐν τοῖς ὑγροῖς πρὸς τῇ ἔλξει ταύτῃ τὸ σῶμα ὑψίσταται καὶ τὴν ἐνέργειαν ἄλλης δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑγροῦ ἐκπορευομένης, ἐνεργούσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως καὶ ἴσης πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Τὴν ἀρχὴν ταύτην ἀνακαλυφθῆσαν ὑπὸ τοῦ μεγάλου Ἑλληνος μαθηματικοῦ Ἀρχιμήδους κατὰ τὸν 3ον π.Χ. αἰῶνα καλοῦμεν ἐκ τοῦ ὀνόματος αὐτοῦ ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους καὶ συντόμως διατυποῦμεν ὡς ἐξῆς. Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον εἶνε τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Οὕτως, ἐὰν ἐκ τοῦ μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ ἐξαρτήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος τεμάχιον μολύβδου 114 γραμμ. καὶ βυθίσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ πεπληρωμένῳ ὕδατος μέχρι στεφάνης, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν ζυγὸς δεικνύει ἡμῖν βάρος 100 γραμμ., τὸ δ' ἔνεκα τῆς ἐμβεβαπίσεως τοῦ μολύβδου ἐκχυθὲν ὕδωρ συλλεγόμενον εὐρίσκεται ἔχον βάρος 14 γραμμ. ἦτοι τὸ ἐν τῷ ὕδατι ἀπολεσθὲν βάρος τοῦ μολύβδου ἰσοῦται τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος.



Σχ. 63.

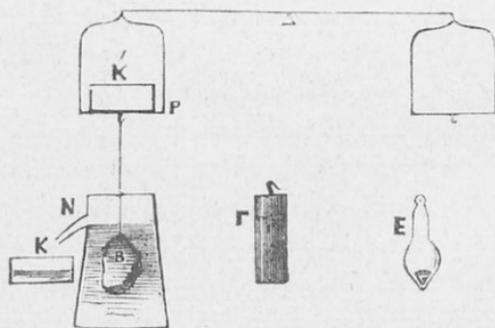
89. Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κυλίνδρους A καὶ B (σχ.63), τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀνώτερος A εἶνε

κοίλος, ὁ δὲ κατώτερος Β στερεός· οὗτος δύναται εἰσερχόμενος εἰς τὸν κοῖλον νὰ πληρώσῃ ἀκριβῶς τὴν κοιλότητα αὐτοῦ, ἦτοι ὁ ὄγκος τοῦ στερεοῦ εἶνε ἴσος ἀκριβῶς τῇ χωρητικότητι τοῦ κοίλου. Εἰς δὲ τὴν ἑτέραν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητα. Ἐπειτα βυθίζοντες τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρὸν, βλέπομεν ὅτι ἀμέσως ἡ ἰσορροπία παρασσεται, ἡ δὲ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα ὑπάρχουσι τὰ σταθμὰ, ἀλλὰ πάλιν ἀποκαθίσταται ἡ ἰσορροπία, ἐὰν πληρώσωμεν ὑγροῦ τὸν κοῖλον κύλινδρον Α, οἷον εἶνε τὸ ὑγρὸν, ἐν τῷ ὁποίῳ εἶνε ἐμβαπτισμένος ὁ στερεὸς κύλινδρος Β. Ὡστε συναγομεν ὅτι ὁ καταβυθισθεὶς στερεὸς κύλινδρος Β ὑψίσταται ἄνωσιν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ τοῦ πληροῦντος τὸν κοῖλον κύλινδρον Α, ἦτοι ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἐξετόπισεν.

90 Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δύναται ν' ἀποδειχθῆ γενικώτερον διὰ τῆς ἀκολουθοῦσας συσκευῆς τοῦ Boudriéaux, δι' ἧς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς, α') Ὅτι πᾶν σῶμα καίπερ βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτιζέται, εἶτε καθ' ὁλόκληριαν ἐμβαπτιζέται εἴτε ἐν μέρει, ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, 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 σύγκειται ἐκ τινος δοχείου (σγ. 64), φέροντος πρὸς τὰ

πλάγια μικρὸν σωλῆνα Ν, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὸ δοχεῖον ὕδατος. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου Ρ ζυγοῦ τοῦ σῶμα Β καὶ μικρὸν τι ἄγγειον Κ' ἰσορροποῦμεν ταῦτα διὰ σταθμῶν. Εἶτα ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ταῦτο ἐκ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ διὰ νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτιζομεν ἐντὸς τοῦ ἄγγειου, πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλῆνος Ν, καὶ συλλέγομεν ἐν τῷ ἄγγειῳ Κ



Σγ. 64.

τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον Ρ τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματισώμεν διὰ τοῦ κυλίνδρου Γ ἐμβαπτιζόντες αὐτὸν μέχρις ὀρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δαικνύει ἡμῖν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κεχαραγμένη γραμμὴ. Ὡσαύτως λαμβάνομεν τὴν μικρὰν συσκευὴν Ε, ἧτις εἶνε ὑάλινος καὶ κοίλη, φέρει δὲ ὀλίγον ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ὕδατος νὰ ἐπιπολάζῃ, ἀλλὰ νὰ ἐμβαπτιζέται ὁλόκληρος καὶ

ισορροποῦμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ μετὰ τοῦ μικροῦ ἀγγείου Κ κενοῦ· εἶτα ἐμβαπτίζοντες αὐτήν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Ν συλλέγομεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Κ τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐκτοπίζει· θέτοντες δ' εἶτα τὸ ἀγγεῖον Κ μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τοῦθ' ὅπερ 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 ἀκριθῶς ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὅταν ἐπιπολάζη.

91. Ἐκ τῶν εἰρημένων συνάγομεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἐν τῷ ὕδατι σῶμα τι καὶ ἀφίνωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

Α'. Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένου, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον βαρὺς λίθος, νωπὸν ῥὸν ἐν καθαρῷ ὕδατι.

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

Γ'. Τὸ σῶμα ἀναδύεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἔλασσον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι καταδύομενος. Κατὰ τὴν τρίτην ταύτην περίπτωσιν τὸ καταδύομενον ἐν τῷ ὑγρῷ σῶμα, ὡς ὁ φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι, ἐφ' ὅσον μὲν εὐρίσκεται ὅλος ἐν τῷ ὕδατι, ἐκτοπίζει ὕδωρ, οὔτινος τὸ βάρος εἶνε 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 ἐμβαπτισμένον μέρος τοῦ φελλοῦ ἐκτοπίζει. Τοῦτο δὲ παρατηρεῖται εἰς πάντα τὰ ἐπιπολάζοντα σώματα, οἷον εἰς λέμβον, πλοῖον κ. λ. π., ἅτινα ἔχουσι βάρος ἐν ὅλῳ ἴσον τῷ βάρει τοῦ θαλασσίου ὕδατος, ὅπερ ἐκτοπίζουσι. Κατὰ ταῦτα, εἰάν εἰς λέμβον εἰσέλθῃ τις ἔχων βάρος 75 χιλιογρ., ἡ λέμβος θελεῖ βυθισθῆ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ ἐκτοπίσῃ ἐπὶ πλέον 75 χιλιογρ. θαλασσίου ὕδατος.

92. **Εἰδικὸν βάρος.** Ἐὰν διάφορα σώματα, οἷον ξύλον, χαλκόν, μόλυβδον λάβωμεν ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον καὶ σταθμήσωμεν αὐτά, εὐρίσκομεν ὅτι ἔχουσι διάφορον βάρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος ἐνὸς ἐξ αὐτῶν λάβωμεν ὡς μονάδα καὶ πρὸς αὐτὸ συγκρίνωμεν τὸ βάρος πάντων τῶν ἄλλων σφμάτων, εὐρίσκομεν τὸ καλούμενον εἰδικὸν βάρος αὐτῶν. Κατὰ συνθήκην δ' ἐλήφθη ὡς μονὰς τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4⁰. Κατὰ ταῦτα, εἰάν ὕδωρ ἀπεσταγ-

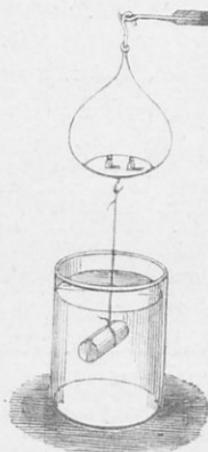
μένον θερμοκρασίας 4° πληρῶν ποτήριον ζυγίζη 100 γραμμ., ὑδράργυρος δὲ πληρῶν τὸ αὐτὸ ποτήριον ζυγίζη 1359 γρ., τοῦτο δηλοῖ ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἶνε 13,59 φορές πυκνότερος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τούτων συνάγομεν τὸν ἐξῆς ὄρισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων. *Εἰδικὸν βᾶρος σώματός τινος καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0° πρὸς τὸ βᾶρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγαμένου καὶ θερμοκρασίας 4° .*

93. **Μέθοδος πρὸς εὑρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων.** Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνός δίσκου τοῦ ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου νήματος τὸ σῶμα (σχ. 65) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν Β τιθεμένων ἐν τῷ ἐτέρῳ δίσκῳ, ἄτινα παριστῶσι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι. Μετὰ ταῦτα φέρομεν κάτωθεν τοῦ σώματος δοχεῖον πλήρες ὕδατος, ἀλλ' οὕτως ὥστε τὸ σῶμα νὰ βυθισθῇ ἐν τῷ ὕδατι, ὅτε ἡ ἰσορροπία ταράσσεται. Χωρὶς δὲ ν' ἀφαιρέσωμεν τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ ἐτέρου δίσκου, ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν β, ἄτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, κάτωθεν τοῦ ὁποίου κρέμαται τὸ σῶμα, καὶ τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους παριστῶσι τὸ βᾶρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Τούτων γενομένων εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βᾶρος ὁ ἴσούται τῷ λόγῳ τῶν βαρῶν Β καὶ β, ἧτοι ἔχομεν

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

Ἐπιθέσωμεν π.χ. ὅτι τεμάχιον μαρμαῦρου ἔχει βᾶρος 284 γραμμ. ἐν τῷ ἀέρι καὶ ὅτι ἐν τῷ ὕδατι καταδύομενον, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, ὑψίσταται ἄνωσιν, ἣν ἰσορροποῦμεν διὰ σταθμῶν, ἴσην πρὸς 100 γραμμ. Τοῦτο ἐηλοῖ ὅτι τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ μαρμαῦρου εἶνε $\frac{284}{100} = 2,84$.

Πρὸς εὑρεσιν ὅμως τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἀκριβεστέρα εἶνε ἡ μέθοδος διὰ τῆς λήκυθου, ἧτις εἶνε μικρὰ φιάλη φρασσομένη διὰ σώματος ἰσχυρισμένου ἀλλὰ κοίλου, φέροντος πρὸς τὰ ἄνω μικρὸν καὶ στενὸν σωλῆνα Α (σχ. 66) ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλῆνος ὑπάρχει κεχαραγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὴν λήκυθον ὕδατος ἀπεσταγαμένου. Θέτομεν ἔπειτα ἐπὶ



Σχ. 65.

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. Εἶτα ἀφαιροῦμεν τὸ σῶμα καὶ 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, καὶ ἀφαιροῦμεν τὸ πλεονάζον ὕδωρ διὰ ναστοῦ χάρτου καὶ σπογγίζομεν ἐπιμελῶς τὴν λήκυθον. Εἶνε φανερὸν ὅτι τὸ σῶμα ἐξεδίωξεν ἐκ τῆς ληκύθου ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ ἑαυτοῦ.



Σχ. 66.

Θέτομεν μετὰ ταῦτα τὴν λήκυθον 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

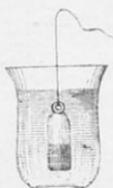
$$d = \frac{B}{\beta}$$

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
Σιδηρος χυτός	7,6	Φελλός	0,24

94. Εἰδικὸν βάρος ὑγρῶν. Καὶ τῶν ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος δύναται νὰ εὑρεθῇ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου σύρματος λευκοχρύσου ὑάλινον δοχεῖον ἀεροστεγῶς κλεισμένον 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. 67) ἐντὸς ἀπε-

σταγμένου ὕδατος γνωστῆς θερμοκρασίας καὶ ἔστω B τὸ βάρος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, εἰ οὐ κρέμαται τὸ δοχεῖον, ἵνα ἐπανέλθῃ ἡ ἰσορροπία. Ἐμβαπτίζομεν ἔπειτα αὐτὸ ἐν τῷ ὑγρῷ, τοῦ ὁποῦ τοῦ εἰδικόν βάρος πρόκειται νὰ εὑρεθῇ, ἀλλ' ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔστω δὲ β τὸ βάρος τὸ ἐπαναφέρον ὡς πρότερον τὴν ἰσορροπίαν. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ βάρη β καὶ B παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὄγκων τὸ μὲν τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος πρόκειται νὰ εὑρεθῇ τὸ εἰδικόν βάρος, τὸ δὲ ὕδατος. Ἐπομένως τὸ ζητούμενον εἰδικόν βάρος τοῦ ὑγροῦ εἶνε



Σχ. 67.

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

Τὸ εἰδικόν βάρος τῶν ὑγρῶν εὑρίσκεται ἀκριβέστερον διὰ τῆς ληκύθου. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν μικρὰν ὑαλίνην λήκυθον, ἣτις σύγκειται ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου φέροντος πρὸς τὰ ἄνω λεπτόν σωλήνα ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον πεπωματισμένον δι' ὑαλίνου πώματος χρησιμεύοντος πρὸς κώλυσιν τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ὑγροῦ, ἐὰν τοῦτο τυγχάνῃ πτητικόν, ὡς τὸ οἶνοπνευμα, ὁ αἰθήρ κ.λ.π. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλήνος εἶνε κεχαραγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποῦ προέπει ἐκάστοτε νὰ πληρῶται ἡ συσκευὴ ὑγροῦ. Ζυγίζομεν τὴν συσκευὴν τὸ μὲν πρῶτον κενήν, εἶτα δὲ πεπληρωμένην ὕδατος ἀπεσταγμένου μέχρι τοῦ ὀρισμένου σημείου καὶ εἶτα πλήρη μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος ζητεῖται τὸ εἰδικόν βάρος. Ἐὰν π. χ. ἡ λήκυθος κενὴ μὲν ζυγίζῃ 50 γραμμ., πλήρης δ' ὕδατος ἀπεσταγμένου 130 γραμμ. καὶ πλήρης οἶνοπνεύματος 118 γραμμ. συναγομεν ὅτι τὸ εἰδικόν βάρος τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε ἴσον πρὸς

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

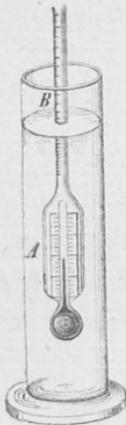
ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

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

95. **Πυκνόμετρα.** Ἐν πολλαῖς περιστάσεσι πρὸς εὑρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν γίνεται χρῆσις ὀργάνων, ἅτινα δι' ἀπλῆς καταδύσεως ἐν ὑγροῖς παρέχουσιν ἡμῖν τὸ εἰδικόν βάρος αὐτῶν. Τὰ ὄργανα ταῦτα καλοῦνται πυκνόμετρα, ὧν ὑπάρχουσι δύο εἶδη. Τὸ μὲν

πρῶτον χρησιμεύει διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, τὸ δὲ δεύτερον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος.

α' .) **Πυκνόμετρον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο σύγκεται ἐκ κοίλου ὑαλίνου πλωτῆρος Α (σχ. 68) φέροντος πρὸς τὰ ἄνω στενώτερον κυλινδρικὸν σωλῆνα Β, πρὸς τὰ κάτω δὲ μικρὰν κοίλην σφαῖραν, ἐντὸς τῆς ὁποίας τίθεται



Σχ. 68.

ὑδράργυρος πρὸς ἑρματισμὸν τοσοῦτος, ὥστε καταδυομένη ἢ συσκευὴ ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ ἀπεσταγμένον νὰ ἐπιπλῆ μὲν ἀλλ' ἄλοκληρος νὰ βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἐνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Μετὰ τοῦτο ἔμβαπτίζεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς ὑγρῶν, ὧν ἡ πυκνότης εἶνε 1,10, 1,20, 1,30, 1,80 ἢτοι ἀνωτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐν τοῖς ὑγροῖς τούτοις ἡ συσκευὴ καταδύεται τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐὰν π. χ. ἐντὸς ὑγροῦ, οὔτινος ἡ πυκνότης εἶνε 1,40, ἡ συσκευὴ καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου Β τοῦ σωλῆνος, ἐκεῖ σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,40. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν καταβυθίσωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς θειϊκοῦ ὀξέος καὶ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη ἐπιπλάζει μέχρι τῆς διαιρέσεως 1,80, συνάγομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 1,80 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος λαμβανομένης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.

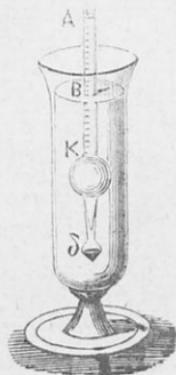
ΣΗΜ. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τῶν 15⁰ ἑκατομβάθμου, τοιαύτην δὲ θερμοκρασίαν πρέπει νὰ ἔχη καὶ τὸ ὑγρὸν, οὔτινος προτδιορίζομεν τὴν πυκνότητα. Τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἀνευρίσκομεν διὰ τοῦ ἐν τῷ πλωτῆρι Α θερμομέτρου οὔτινος ὁ ὑδράργυρος χρησιμεύει καὶ ὡς ἔρμα εἰς τὴν συσκευὴν.

β' .) **Πυκνόμετρον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο εἶνε ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, διαφέρει δ' αὐτοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἑρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος ἔμβαπτιζόμενον νὰ ἐπιπλάζῃ μέχρι τοῦ κατωτέρου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἐνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Εἶτα ἔμβαπτίζεται ἐντὸς ὑγρῶν ἐχόντων πυκνότητα 0,90, 0,80, 0,70 κτλ., ἐντὸς τῶν ὁποίων ἡ συσκευὴ καταδύεται τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων. Εἰς τὰ σημεία τῆς ἐπιπλοῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 0,90, 0,80, 0,70 κ.τ.λ. Οὕτως, ἐὰν ἡ συσκευὴ αὕτη καταδυομένη ἐντὸς αἰθέρος ἐπιπλο-

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

96. **Ἑκατόμβαθμον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὑρεσιν τοῦ ἐν τοῖς οἶνοπνεύμασι περιεχομένου ἀπολύτου οἶνοπνεύματος, τουτέστι διὰ τοῦ ὄργανου τούτου εὐρίσκωμεν εἰς ἑκατὸν ὄγκους μίγματος ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος πόσοι ὄγκοι ἐμπεριέχονται ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἡ συσκευὴ αὕτη ὁμοία οὖσα πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα πυκνόμετρα ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζομένη ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15⁰ νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Εἶτα βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς μίγματα ἀνύδρου οἶνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 15⁰ ἐμπεριέχοντα εἰς 100 ὄγκους 10, 20, 30 κτλ. ὄγκους οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 10, 20, 30 κ.τ.λ. καὶ διαιροῦνται εἶτα 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 ἐμβαπτισθὲν εἰς οἶνοπνευμά τι θερμοκρασίας 15⁰ ἐπιπολάξη μέχρι τῆς διαιρέσεως 87, συνάγομεν ὅτι εἰς τὸ οἶνοπνευμα τοῦτο ἐμπεριέχονται 87 ὄγκοι ἐπὶ τοῖς 100 ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε διάφορος τῶν 15⁰, δὲν εἶνε δὲ εὐκόλον νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15⁰, ποιούμεθα χρῆσιν τῶν πινάκων τοῦ Gay-Lussac, δι' ὧν ἀνάγομεν τὸν παρατηρηθέντα βαθμὸν εἰς τὸν πραγματικόν.

97. **Ἀραιομέτρα.** Τῶν ἀραιομέτρων, ὁμοίων τὴν κατασκευὴν πρὸς τὰ πυκνόμετρα γίνεται ἔτι χρῆσις ἐν τῇ ἐμπορίῳ καὶ τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διάφορα ὑγρά, οἶον ὀξέα, διαλύματα ἀλάτων, ἀλλ' ἡ βαθμολογία αὐτῶν οὖσα αὐθαίρετος οὐδόλω δεικνύει τὴν πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ συγκρινομένην πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος. Τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὰ ἀραιομέτρα τοῦ Baumé. Καὶ τὸ μὲν ἀραιομέτρον τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας 12⁰,5 ἑκατομβάθμου νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου Α (σχ. 69) τοῦ σωλήνος, ἔνθα χαράσσεται τὸ 0 τῆς κλίμακος. Εἶτα ἐμβαπτιζεται εἰς διάλυμα,



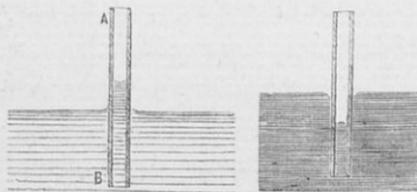
Σχ. 69.

15 μερῶν κοινού ἁλατος ξηροῦ εἰς 85 μέρη ὕδατος, ὅπερ ἔχει θερμοκρασίαν $120,5$, καὶ χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 15 κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς. Τὸ μεταξύ τοῦ 0 καὶ 15 διάστημα διαιρεῖται εἰς 15 ἴσα μέρη, εἴτα δὲ αἱ διαιρέσεις ἐπεκτείνονται καθ' ὅλον τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος. Τὸ ἀραιόμετρον δὲ τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρὰ ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυμα παρασκευασθὲν διὰ διαλύσεως 10 μερῶν κοινού ἁλατος ξηροῦ εἰς 90 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας $120,5$ νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου Κ τοῦ σωλῆνος, ἐνθα χαράσσεται 0. Ἐμβαπτιζεται εἴτα εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 10. Εἴτα τὸ μεταξύ τῶν ἀριθμῶν 0 καὶ 10 διάστημα διαιρεῖται εἰς 10 ἴσα μέρη, αἱ δὲ διαιρέσεις αὗται ἐπεκτείνονται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου Α τοῦ σωλῆνος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. ΔΙΑΧΥΣΙΣ. ΔΙΑΠΙΔΥΣΙΣ.

98. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβαπτίσωμεν σωλῆνα ὑάλινον ΑΒ (σχ. 70), οὕτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος νὰ εἶνε ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσοῦτ' ἄλλοτερον ὅσ' ὁ σωλῆν εἶνε στενώτερος. Ἐὰν ὅμως τοιοῦτον σωλῆνα ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς ὑδραργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐν αὐτῷ (σχ. 71) κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ δοχείῳ. Καὶ ἐν γένει



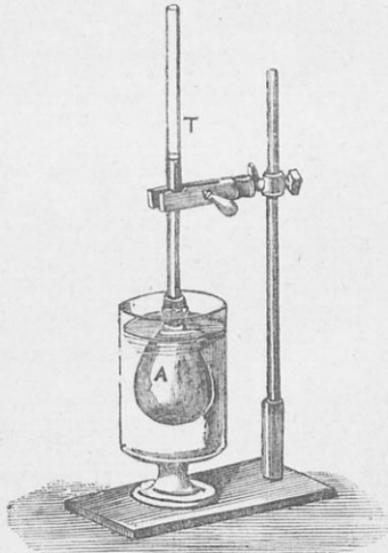
Σχ. 70.

Σχ. 71.

παρατηρεῖται ὅτι ἀνυψοῦται μὲν τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ σωλῆνι, ὅταν διαβρέχη αὐτόν, κατέρχεται δὲ, ὅταν δὲν διαβρέχη τὸν σωλῆνα. Αἰτία δὲ τῶν φαινομένων τούτων, ἅτινα ὡς συμβαίνοντα εἰς τριχοειδεῖς σωλῆνας, ἔχει ἔχοντας διάμετρον ἴσην περίπου πρὸς τὴν τῆς τριχός,

ἐκλήθησαν *τριχοειδῆ φαινόμενα*, εἶνε ἡ ἔλξις ἡ ἀναπτυσσομένη τοῦτο μὲν μεταξύ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ πρὸς ἄλληλα, ἡ καλουμένη *συνοχή*, τοῦτο δὲ μεταξύ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τριχοειδοῦς σωλήνος, ἡ καλουμένη *συνάφεια*. Ἀποτέλεσμα δὲ τῆς τοιαύτης ἔλξεως μεταξύ τῶν ἑτεροειδῶν οὐσιῶν (τῆς συναφείας) εἶνε ἡ διαβροχὴ τῆς ὑάλου ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἡ γραφὴ ἐπὶ χάρτου, ἐπὶ τοῦ μέλανος πίνακος, ἡ συγκόλλησις μετάλλων διὰ κασσιτέρου κ.τ.λ. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων ἐρμηνεύονται πολλὰ ἄλλα φαινόμενα. Οὕτω π.χ. σωρὸς ἄμμου ξηρᾶς καθυγραίνεται, ὅταν μόνον ἡ βᾶσις αὐτοῦ διαβραχθῇ· ὁ σπόγγος, τὸ σάκχαρον, ἡ κρητὶς καὶ ἄλλα πορώδη σώματα καθ' ὁλοκληρίαν διαβρέχονται, ὅταν ἐν μέρος αὐτῶν ἐμβαπτισθῇ ἐν τῷ ὕδατι· τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ἔλαιον, ὁ τετηκὼς κηρὸς ἀνέρχονται διὰ τῆς θρυαλλίδος δυνάμει τοῦ τριχοειδοῦς φαινομένου· ξηρὸν ξύλον διαβρεχόμενον ἐξογκοῦται, σχοινίον δὲ ἐξογκούμενον βραχύνεται.

99. **Διάχυσις. Διαπέδυσις.** Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐπιχύσωμεν βραδέως ἄλλο τι ὑγρὸν ἀραιότερον αὐτοῦ, ἀλλὰ τοιοῦτον, ὥστε τελείως νὰ μιγνύηται μετ' αὐτοῦ, οἷον οἰνόπνευμα, ἐπέρχεται βαθμιαία ἀνάμιξις αὐτῶν οὕτως, ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἀνευρίσκομεν μίγμα ὁμοιομερές ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάχυσις*. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζονται διὰ τινος διαφράγματος, οἷον διὰ φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως Α (σχ. 72) θέσωμεν διάλυμα σακχάρου καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλήνα Τ ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἴτα τὴν κύστιν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ, ἀλλ' οὕτως, ὥστε αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἀφήσωμεν δὲ τὴν συσκευὴν οὕτω διατεθεῖσαν ἐπὶ ἑν ἡμερονύκτιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰσέδουσε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως καὶ ἔνεκα τούτου τὸ



Σχ. 72.

ἐντὸς τῆς κύστεως ὑγρὸν ἀνήλθεν εἰς ὕψος πολλῶν ὑποδεκαμέτρων ἐν τῷ σωλῆνι, ἐν ᾧ ἐν τῷ δοχείῳ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ταυτοχρόνως κατήλθεν. Οὐ μόνον δὲ τὸ ὕδωρ εἰσέδυσσε διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως, ἀλλὰ καὶ διάλυμα σακχάρου ἐν ἐλάχιστονι ὅμως ποσότητι, ἐξῆλθεν ἐκ τῆς κύστεως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλούμενον *διαπίθυσις* συμβαίνει εἰς τε τὰ ζῆα καὶ τὰ φυτὰ κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας, τουτέστι κατὰ τὴν συναλλαγὴν τῶν χυμῶν, καὶ κατὰ τὴν ἀπορρόφησιν τοῦ ὕδατος ἐκ τοῦ ἐδάφους διὰ τῶν ἄκρων τῶν ῥιζιδίων τῶν φυτῶν.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

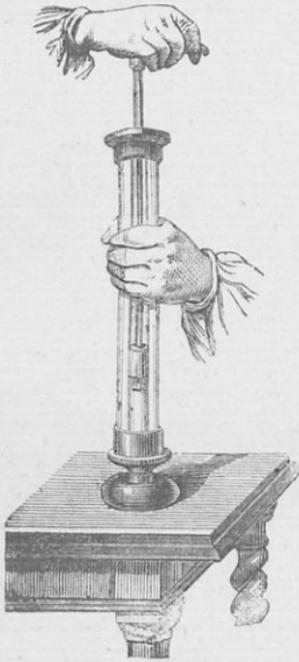
ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ.

100. Τὰ αέρια καθόλου, οἷον ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε σώματα λίαν βρώδη, βρωδέστερα καὶ τῶν ὑγρῶν, τελείως ἐλαστικά καὶ λίαν συμπιεστά, ἤτοι πιεζόμενα δύναται νὰ καταλάβωσιν ὄγκον ἐλάχιστον. Καὶ τὸ μὲν βρώδες τῶν αερίων ἀποδεικνύεται λ. χ. διὰ τοῦ εὐκόλου μεταγγισμοῦ αερίων ἐκ τινος δοχείου εἰς ἄλλο δι' ἀπλῆς κλίσεως τοῦ ἐνὸς ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Καὶ προκειμένου μὲν περὶ αερίου βαρυτέρου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, οἷον περὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός (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, κλίνομεν τὸ πλήρες τούτου ἀνεστραμμένον δοχεῖον κάτωθεν τοῦ στομίου ἐπίσης ἀνεστραμμένου ἑτέρου δοχείου, εἰς ὃ μεταγγίζεται τὸ ὑδρογόνον ἐκτοπίζον τὸν βαρύτερον αὐτοῦ ἀτμοσφαιρικὸν αέρα, ὡς οὕτως ἐν τῷ ὕδατι καταδυθεὶς ἤθελε μεταγγίσει ἔλαιον ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον. Ὁ δὲ εὐκόλος ἐκτόπισμός τῶν μορίων τῶν αερίων, οἷον τοῦ αέρος, ἀποδεικνύεται διὰ τῆς ἐλευθέρας κινήσεως ἡμῶν ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ αέρι, τὸ δὲ μέγα συμπιεστόν τῶν αερίων ὡς καὶ τὸ ἐλαστικὸν αὐτῶν ἀποδεικνύονται δι' ὀργάνου, ὅπερ σύγκειται ἐξ ὑκλίνου κοίλου κυλίνδρου ἔχοντος πυχέα τοιχώματα καὶ κεκλεισμένου κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων καὶ ἐντὸς τοῦ ὀποίου δύναται νὰ εἰσαχθῇ

ἐμβολεύς κλείων ἀεροστεγῶς (σχ. 73). Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπενέγκωμεν διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἰσχυρὰν πίεσιν, δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν λίαν αἰσθητῶς τὸν ὄγκον τοῦ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἐγκλεισμένου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.



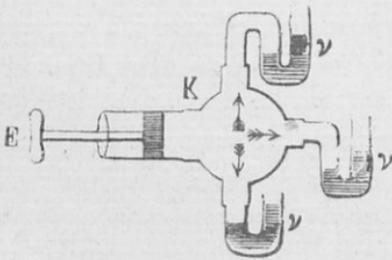
Σχ. 73.

Ὅταν ὁμοίως ἢ πίεσις παύσῃται, ὁ ἐμβολεύς ἀνέρχεται ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀέρος. Ἡ πίεσις δ' αὕτη, ἣν διὰ τοῦ ἐμβολέως ἐπιφέρομεν, διαδίδεται μετ' ἴσης ἰσχύος κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ὡς ἀποδεικνύει συσκευή, ἣς τομὴν παριστᾷ τὸ σχ. 74.

Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ὁ ὑδράργυρος ὁ ἐντὸς τῶν σωλήνων νν εὐρισκόμενος ἐξωθεῖται μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους εἰς πάντας ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ K διὰ τοῦ ἐμβολέως E συμπιεζομένου ἀέρος.

101. Βάρος τῶν ἀερίων. Πάντα τὰ ἀέρια καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὡς σώματα ὕλικά ἔχουσιν βάρος. Πρῶτος δ' ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βαρῦς, διότι ἀνεῦρεν

ὅτι ἀσκὸς πεφυσημένος, δηλαδὴ ἐγκλείων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ, ἔλκει πλεῖον ἀσκοῦ κενοῦ,



Σχ. 74.

τουτέστιν εἶνε βαρύτερος ἀσκοῦ κενοῦ. Καὶ ὄντως, ἂν ζυγίσωμεν κατὰ πρῶτον μὲν κύστιν κενὴν ἀέρος, εἶτα δὲ τὴν αὐτὴν κύστιν πλήρη ἀέρος μὴ πεπιεσμένου, ἦτοι ἰσοπύκνου τῷ ἐξωτερικῷ, δὲν εὐρίσκωμεν διαφορὰν βάρους, διότι ὁ εἰς τὴν κύστιν εἰσαγόμενος ἀήρ ὡς ἐκτοπίζων ἴσον ὄγκον ἰσοπύκνου ἀέρος ἀπέβάλλει

κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους ὅλον τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἐὰν ὁμοίως ὁ ἐντὸς τῆς κύστεως ἀήρ εἶνε πεπιεσμένος, ἦτοι πυκνότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ, τότε εὐρίσκομεν ὅτι, ὅταν ἡ κύστις ἐμπεριέχῃ ἀέρα, ἔχει βάρος μείζον ἢ ὅταν εἶνε κενή.

102. **Εύρεσις τοῦ βάρους τῶν ἀερίων.** Ὅπως δ' εὐρω-
 μεν τὸ βάρος ὠρισμένου ὄγκου ἀερίου τινὸς οἰουδήποτε, οἷον τοῦ ἀ-
 τμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἰσορροποῦμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν κοίλην
 ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκίνην στρόφιγγα, ἣτις κλείει τὴν
 σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 75). Εἶτα δι' ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν
 ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρα καὶ ἐξαρτῶμεν πάλιν αὐτὴν
 ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία
 τραχάσσεται, διότι ἡ φάλαγγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τῶν
 σταθμῶν. Δι' ἄλλων δὲ σταθμῶν, ἅτινα θέτομεν
 ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ὅπερ φέρει ἄνωθεν ἡ σφαῖρα, ἐκ-
 ναφερομεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζοντιότητα. Τὰ
 σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ ἀέρος,
 ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Ἐὰν δὲ τὴν κενωθεῖσαν
 σφαῖραν πληρώσωμεν ἄλλου τινὸς ἀερίου, οἷον τοῦ
 ὑδρογόνου, καὶ ζυγίσωμεν αὐτὴν πλήρη καὶ κενήν,
 εὐρίσκουμεν διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τὸ βάρος τοῦ
 ἀερίου τούτου. Διὰ ταιούτων δ' ἀκριβῶν πειραμά-



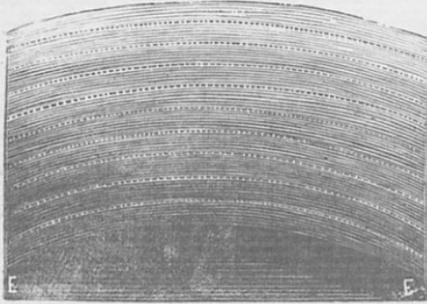
Sch. 75

των εὐρέθη ὅτι τὸ βάρος ἐνὸς κυβικοῦ μέτρου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος
 καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν
 θερμοκρασίαν τοῦ 0⁰ ἔλκει 1293,2 γραμμάρια, ἦτοι ὁ ἀήρ εἶνε
 1000000:1293,2 ἦτοι 773 περίπου φορὰς ἀραιότερος τοῦ ὕδατος
 θερμοκρασίας 4⁰ καὶ 10517 ἐλαφρότερος τοῦ ὑδραργύρου· τὸ δ' ἐλα-
 φρότερον παντῶν τῶν γνωστῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὑδρογόνον, ὅπερ εἶνε
 1293,2:89,6 ἦτοι 14 1/2 περίπου φορὰς ἀραιότερον τοῦ ἀτμο-
 σφαιρικοῦ ἀέρος.

103. **Ἄτμὸσφαιρα.** Τὸ ἀερώδες περίβλημα τῆς γῆς καλεῖται
 ἀτμὸσφαιρα, μετέχουσα τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως
 αὐτῆς, καὶ οὕσα μίγμα ἰδίως ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Εἰς 100 δὲ ὄγκους
 ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος περιέχονται 79 περίπου ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὀξυ-
 γόνου. Πλὴν δὲ τούτων ὁ ἀήρ ἐμπεριέχει μικρὰν ποσότητα ἀνθρακι-
 κοῦ ὀξέος καὶ ὑδρατμοῦς.

104. **Πίεσις καὶ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιρας.** Ἐπειδὴ ὁ ἀ-
 τμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει βάρος, εἶνε δὲ καὶ λίαν συμπιεστός, ἔπεται ὅτι
 τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιρας τὸ ἀπτόμενον τῆς ἐπιφανείας
 τῆς θαλάσσης ΕΕ (σχ. 76) δεχόμενον τὸ βάρος ὄλων τῶν ὑπερκειμέ-
 νων στρωμάτων εἶνε τὸ πυκνότερον πάντων, τὸ ἀμέσως ἀνώτερον
 στρώμα κατὰ τι ἀραιότερον ὡς ὑποβαστάζον ὀλιγώτερον βάρος, τὸ

μετὰ τοῦτο ἔτι ἀραιότερον καὶ οὕτω καθεξῆς ἢ πυκνότης τῶν ὑπερ-
κειμένων στρωμάτων βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Λαμ-

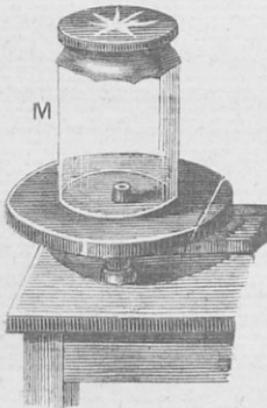


Σχ. 76.

βάνοντες ὀ' ὑπ' ὅσιν τὸ βᾶρος τοῦ
ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τὴν
βαθμιαίαν ἐλάττωσιν τῆς πυ-
κνότητος αὐτοῦ, ὑπολογίζουσιν
ὅτι τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας
εἶνε ἴσον ἢ ἀνώτερον τῶν 75
χιλιομ. οὐχὶ ὁμως κατώτερον
αὐτῶν.

105. Πειράματα ἀπο- δεικνύοντα τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Ἡ πίε-
σις τῆς ἀτμοσφαίρας φέρεται οὐ μόνον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω,
οἷον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν πλαγίων καὶ
ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐν γένει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις
ἐπὶ τινος σώματος. Καὶ τὴν μὲν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω
πίεσιν ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς δι' ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου Μ
(σχ. 77) ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ ὁποίου προσδέ-

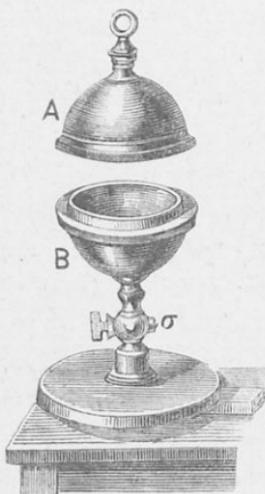


Σχ. 77.

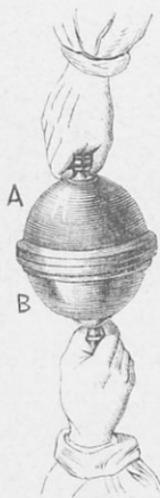
νομεν ἀεροστεγῶς μεμβράναν ἢ λεπτὸν φύλ-
λον ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος. Ἐφαρμόζοντες
τὸν κύλινδρον ἐπὶ δίσκου φέροντος ἐν τῷ
μέσῳ ὀπήν, ἐξ ἧς ἐξάγομεν διὰ τῆς ἀεραν-
τλίας τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα, παρατηροῦ-
μεν ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον
καὶ μᾶλλον καὶ ἐπὶ τέλους βήγνυται παρά-
γουσα ἰσχυρὸν κρότον, τὸ δ' ἐξ ἐλαστικοῦ κόμ-
μεος φύλλον καταθλιβόμενον ἀποτελεῖ εἶδος
σφαιρικοῦ σάκκου πληροῦντος τὸν κύλινδρον.
Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμο-
σφαίρας φέρεται ἐξ ἴσου καθ' ὅλας τὰς διευ-
θύνσεις, λαμβάνομεν δύο ὀρειχάλκινα ἡμι-

σφαίρια Α καὶ Β (σχ. 78), τὰ καλούμενα τοῦ Μαγδεμβούργου, ὧν τὸ
μὲν ἐν φέρει κρίκον, τὸ δ' ἕτερον στρόφιγγα σ καὶ κατάλληλον στό-
μιον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ
χείλη δ' αὐτῶν ἀκριβῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἄλληλα. Ὄταν ἀρκούντως
ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι

ἀπαιτεῖται νὰ καταβάλωμεν ἰκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 79), ὅπως ἀποσπᾶσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τὴν αὐτήν,



Σχ. 78.

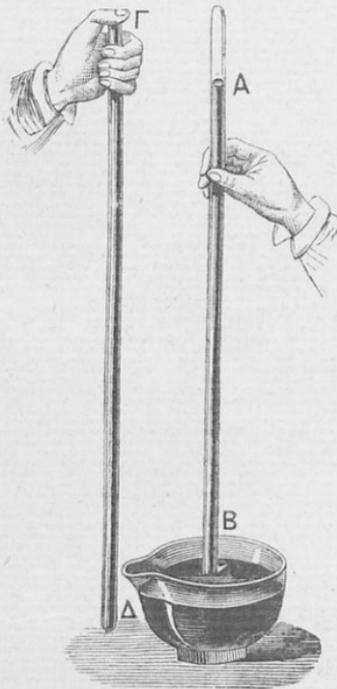


Σχ. 79.

καθ' οἰανδήποτε διεύθυνσιν καὶ ἂν ἔλζωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντίως εἴτε κατακορύφως εἴτε πλαγίως.

106. Πείραμα τοῦ Torricelli. Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πειραμάτων ἀποδεικνύεται ἀπλῶς ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὰ σώματα κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις Ὁ Torricelli ὅμως ἠδυνήθη νὰ εὕρη καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τούτεστι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ ὀρισιμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα ὑάλινον ΓΔ (σχ. 80) μήκους 1 μέτρου περίπου καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 5-6 χιλιοστομ. πεφραγμένον μὲν κατὰ τὸ ἓν ἄκρον Δ, ἀνοικτὸν δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Γ. Πληρώσας δ' αὐτὸν ὑδραργύρου καὶ κλείσας διὰ τοῦ ἀντίχειρος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ Γ καὶ ἀναστρέψας ἐβύθισε τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς δοχεῖον πλήρες ὑδραργύρου. Ὅτε δὲ κατόπιν ἀπέσυρε τὸν ἀντίχειρα, παρετήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρος δὲν κατέρρευσε καθ' ὀλοκληρίαν, ἀλλὰ κατῆλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπηρωρημένος μέχρις ὕψους ΒΑ ἴσου πρὸς 76 περίπου ὑψοκατ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελεῖται εἰς τόπους, οἵτινες δὲν ὑπέρκειν πολὺ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Ὁ δ' ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι χῶρος εἶνε ἐντελῶς κενὸς οὕτως, ὥστε οὐδεμίαν πίεσιν φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐσωθεν, ἀλλ' ἡ ὑδραργυρικὴ

στήλη BA ἴσταται μετέωρος, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἰσορροπεῖται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἣτις ἔχουσα τομὴν



Σχ. 80.

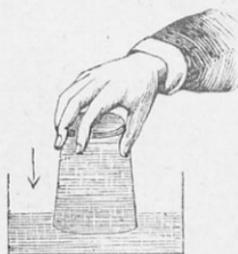
ἴσην τῇ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ καὶ φθάνει μέχρι τῶν περάτων τῆς ἀτμοσφαιράς. Ὡς δ' ἐν τῷ πειράματι τῆς σελίδος 60 (σχ. 60) εἶδμεν, ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν, οὕτω καὶ ἐνταῦθα ἡ ἀερίνη στήλη ἰσορροπεῖ στήλην ὑδραργυρικὴν ὕψους 76 ὑφ εκατ. Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, οἷον 1 τετραγ. ὑφ εκατ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπιέζε ταύτην στήλη ὑδραργυρικὴ ἔχουσα βάσιν 1 τετραγ. ὑφ εκατ. καὶ ὕψος 76 καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφ εκατ. Ἀλλὰ 76 κυβικὰ ὑφ εκατόμ. πλήρη μὲν ὕδατος ἔχουσι βάρος 76 γραμ., πλήρη δ' ὑδραργύρου $76 \times 13,6$ ἦτοι 1033 γραμμ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ ἐπι-

φανείας ἐνὸς μὲν τετραγωνικοῦ ὑφ εκατ. εἶνε ἴση πρὸς 1 χιλιόγρ. καὶ 33 γραμμ., ἐπὶ ἐνὸς δὲ τετραγωνικοῦ ὑποδεκαμέτρου ἴση πρὸς 103 χιλιόγρ. καὶ 300 γραμμ. καὶ ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ μέτρου ἴση πρὸς 10330 χιλιόγρ. Σημειωτέον δὲ ὅτι τὴν πίεσιν ταύτην δέχεται ἐπιφάνειά τις ἢ ἐν ὑπαίθρῳ εὐρισκομένη ἢ ὑπὸ στέγῃν ἢ ἐν χώρῳ κεκλεισμένῳ μὲν, ἀλλὰ συγκοινωνοῦντι μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος ἔστω καὶ δι' ἐλαχίστης ὀπῆς.

Ὁ Pascal ἐπανάλαβε τὸ πείραμα τοῦ Torricelli μεταχειρισθεὶς ἀντὶ ὑδραργύρου ὕδωρ, ἀλλὰ καὶ πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα μήκους 11 περίπου μέτρων, ὃν ἑστερέωσε κατακορύφως πλησίον οἰκοδομῆς τινος καὶ κλείσας τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτοῦ ἐπλήρωσεν αὐτὸν ἀνωθεν ὕδατος. Εἶτα ἐκλείσσε τὸν σωλῆνα ἀνωθεν 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,᾽ 33, ὅπερ εἶνε

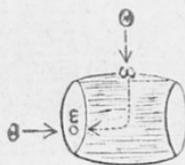
13,6 φορές μείζον του ύψους της υδραργυρικής στήλης εν τῷ πειράματι του Torricelli. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις δύναται νὰ ἰσοροπήσῃ στήλην ὑδατίνην ὕψους 10 περίπου μέτρων παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θλασσης. Τούτων τεθέντων, εὐκόλως ἐρμηνεύονται καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.

107. Ἐὰν εἰς δοχεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ ἢ ὑδράργυρον ἐμβαπτίσωμεν καθ' ὀλοκληρίαν ποτήριον καὶ εἶτα ἀνασύρωμεν αὐτὸ ἀνεστραμμένον (σχ. 81), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἢ ὁ ὑδράργυρος μένουσιν ἀπρωρημένα ἐν τῷ ποτηρίῳ, διότι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας εἶνε ἱκανὴ νὰ ἰσοροπήσῃ οὐ μόνον τὴν μικρὰν ταύτην στήλην τοῦ ὕδατος ἢ τοῦ ὑδραργύρου, ἀλλὰ καὶ στήλην πολὺ μείζονα ταύτης.



Σχ. 81.

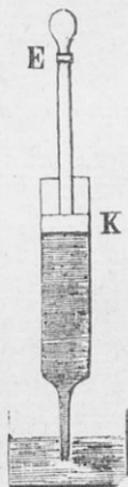
Ἐξασύτως, εἰς βυτίον (σχ. 82) πεπληρωμένον ὑγροῦ καὶ ἀεροστεγῶς ἄνωθεν κεκλεισμένον ἀνοιξόμεν ὀπήν εἰς πρὸς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἐνὸς ἐπιπέδου πλευρώματος τοῦ βυτίου, τὸ ὑγρὸν δὲν ἐκρέει, ἕνεκα τῆς ὀριζοντίως ἐπιφερομένης ἀτμοσφαιρικής πίεσεως Θ. Ἐὰν ὅμως ἀφαιρέσωμεν τὸ ἄνωθεν βύσμα ω, ἀμέσως τὸ ὑγρὸν ἐκρέει διότι ἡ ἄνωθεν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις Θ ἰσοροπεῖ τὴν ἐπὶ τοῦ στομίου εἰς ἐπιφερομένην ἴσιν Θ, οὕτω δὲ τὸ ὑγρὸν ὑπεῖκον εἰς τὸ βᾶρος αὐτοῦ καταρρέει ὀρηκτικῶς.



Σχ. 82.

Ἡ καλουμένη σύριγξ σύγκειται ἐκ κοίλου ὑαλίνου κυλίνδρου Κ (σχ. 83) φέροντος κάτωθεν στενωτέρου ὑαλίνου σωλῆνα ἀπολήγοντα εἰς ὀπήν, ἄνωθεν δὲ εἰσάγεται ἐμβολεὺς Εἰ ἐφαρμόζων καλῶς. Ἄν καταβιβάσωμεν ἐντελῶς τὸν ἐμβολέα, ἐμβαπτίσαντες δὲ τὸ κωνικὸν ἄκρον εἰς ὑγρὸν ἀνασύρωμεν εἶτα αὐτόν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν καταπιεζόμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας παρακολουθεῖ τὸν ἀνελκόμενον ἐμβολέα.

Ἄν πληρώσωμεν ὕδατος ποτήριον μέχρι στεφάνης καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ τεμάχιον χάρτου, εἶτα δ' ἀναστρέψωμεν αὐτὸ (σχ. 84), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν καταπίπτει ἕνεκα τῆς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπιφερομένης πίεσεως τῆς ἀτμοσφαιρας.

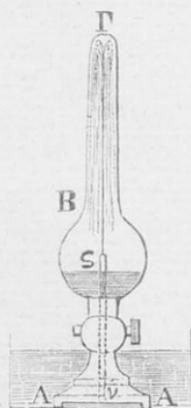


Σχ. 83.

108. **Πίδαξ ἐν τῷ κενῷ.** Λαμβάνομεν κωνικὸν ὑάλινον κώδωνα Γ (σχ. 85) πανταχόθεν κεκλεισμένον καὶ μόνον κάτωθεν συγ-



Σχ. 84.



Σχ. 85.

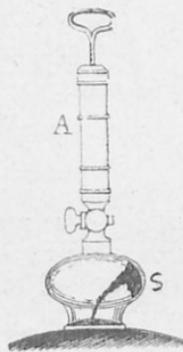
κοινωνοῦντα μετὰ σωλῆνος στ φέροντος στρόφιγγα καὶ δυναμένου νὰ κοχλιωθῇ ἐπὶ τῆς ἀεραντλίας. Ὁ σωλὴν οὗτος ἀπολήγει ἄνωθεν εἰς μικρὰν ὀπήν *s*. Ἐὰν κενώσωμεν τὸ ἀγγεῖον Β τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀέρος καὶ θέσωμεν τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἐντὸς λεκάνης ΑΑ ἐμπεριεχομένης ὕδωρ καὶ ἀνοιξώμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ 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 μέτρων, διότι ταιαύτην στήλην ὕδατος δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας.

109. Ἐπειδὴ ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος εἶνε περίπου ἴση πρὸς 1 τετραγων. μέτρον καὶ $\frac{3}{4}$ αὐτοῦ, δέχεται ἐν δλω πίεσιν ἴσην πρὸς 18000 χιλιόγρ. περίπου. Τὴν πίεσιν δὲ ταύτην δὲν αἰσθανόμεθα, διότι ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ σώματος ἡμῶν ἀήρ ἐξουδετερωμένη, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς σφαῖραν κοίλην ἐκ διαλύματος σάπωνος κατασκευαζομένην, ἣτις καίπερ λεπτοτάτη ἀνθίσταται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν ἕνεκα τοῦ ἐντὸς αὐτῆς ὑπάρχοντος ἀέρος. Ἄν δ' ἡ ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωθῇ ἢ ἐκλίπη, τότε ὁ ἀήρ ὁ ἐντὸς τοῦ αἵματος καὶ τοῦ ἰστοῦ τῶν σαρκῶν ἡμῶν καὶ ὁ ἐντὸς πάντων τῶν ὀργάνων εὑρισκόμενος ἐξογκοῦται. Οὕτως, ἂν λάβωμεν πτηνὸν καὶ θέσαντες αὐτὸ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ταχέως ἀντλήσωμεν τὸν ἀέρα, τοῦτο πρὶν πάθῃ ἐξ ἀσφυξίας

έξογκούται, αἷμα δ' ἐκρέει ἐκ τοῦ στόματος αὐτοῦ ἕνεκα τῆς διαρρήξεως τριχοειδῶν ἀγγείων. Ὡσαύτως, ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ θίσκου τῆς ἀεραντλίας ὑάλινον κύλινδρον K (σχ. 86) 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 τῆς ἀτμοσφαιρας ἄνωθεν, ὥστε νὰ μὴ δυνάμεθα ν' ἀποσπάσωμεν αὐτήν, ἀλλὰ καὶ ἡ παλάμη ἡμῶν ἐξογκούται καὶ τὸ αἷμα συνωθεῖται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἕνεκα τῆς διασταλτικῆς δυνάμεως τῶν ἐντὸς τῶν ἰσθῶν ἡμῶν περιεχομένων ἀερίων. Τοῦτ' αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ ἡ σικύα (ventouse), ἧτις σύγκειται ἐκ τινος μικροῦ ὑαλίνου κώδωνος S



Σχ. 86.



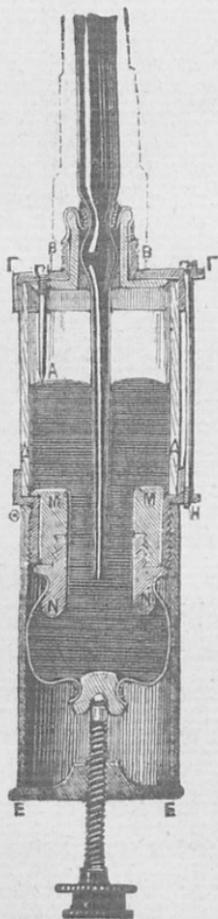
Σχ. 87.

(σχ. 87), 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 ἐξογκούται ἕνεκα τῆς διαστολῆς τῶν ἐντὸς τῶν ἰσθῶν ἀερίων, αἷμα δ' ἐκπηδᾷ, ἐὰν προηγουμένως διὰ ξυραφίου χαράξωμεν ὀλίγον τὸ δέρμα.

110. Βαρόμετρα. Ἡ συσκευή τοῦ Torricelli (σχ. 80 § 106) δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, αἵτινες παρατηροῦνται οὐ μόνον ὅταν μεταβαίνωμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς τοιαύτην δ' ἀκριβῆ καταμέτρησιν πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χῶρος νὰ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδραργύρος καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλὴν νὰ στηρίζεται ἐπὶ κατακρύφου σανίδος, φεροῦσης κεχαραγμένης τὰς ὑποδιαίρεσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος νὰ συμπίπτῃ ἐκάστοτε πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ. Τοιοῦτο δ' εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον βαρόμετρον.

(Τ. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ).

Ἐὰν τοιαύτην συσκευὴν τοποθετήσωμεν μονίμως εἰς τόπον τινά, παρατηροῦμεν ὅτι ἄλλοτε μὲν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι καὶ ἀνέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ, ἄλλοτε δὲ τοῦναντίον κατέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ καὶ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις δὲν μένει σταθερὰ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, ἀλλὰ διηλεκῶς μεταβάλλεται. Ὅπως ὁ εὗρωμεν ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς μεταβολῆς ταύτης, ὀφείλομεν ἐκάστοτε νὰ καταμετρῶμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἴνα ὁ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοιχῇ πάντοτε πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται συνήθως πολὺ εὐρύτερα τοῦ σωλῆνος, ὥστε αἱ

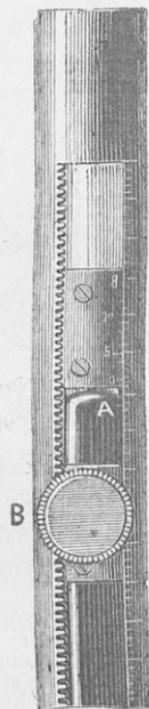


Σχ. 88.

ἐν τῷ σωλῆνι 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 διαίρεσεις δὲν παριστῶσι χιλιοστόμετρα, ἀλλ' ἐκάστοτε τὰς ἀποστάσεις εἰς χιλιοστόμετρα τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ σωλῆνι. Οὕτως, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι 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 ἴσον πρὸς 740 ἢ 770 χιλιοστόμ.

111. Βαροόμετρον 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 βαροόμετρον δεόν νὰ εἶνε εὐμετακόμιστον καὶ τοιοῦτον εἶνε τὸ τοῦ Fortin, ὅπερ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κυλίνδρου ΔΔ (σχ. 88), φέροντος δερμάτινον πυθμένα, ὅστις ὑψούμενος ἢ ταπεινούμενος διὰ τοῦ κάτωθι ὑπάρχοντος μεγάλου κοιλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ξυλίνης βάσεως ΓΓ τῆς

κυλινδρικής λεκάνης στερεούται ἔνδοθεν λεπτόν ἐλεφάντινον στέλεχος **A**, οὗτινος τὸ κατώτερον ἄκρον πρέπει νὰ ἀπτηται πάντοτε τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐκ τίνος ὀπῆς, ἣν φέρει ἡ ἄνω βάσις τῆς λεκάνης, διέρχεται ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν, οὗτινος τὸ κατώτερον ἄκρον τὸ ἀνοικτὸν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδραργυρον. Ὁ σωλὴν οὗτος προσδένεται ἐπὶ τῆς προεξοχῆς **BB** τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου διὰ τεμαχίου δέρματος, διὰ τῶν πόρων τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καὶ περιβάλλεται δι' ὀρειχαλκί-νου σωλῆνος, ὅστις πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει ἔνθεν καὶ ἔνθεν δύο ἐπιμήκεις θυρίδας, δι' ὧν καθίσταται ὄρατὴ ἡ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου **A** (σχ. 89). Ἐπὶ τῆς ὀρειχαλκίνης δὲ ταύτης θήκης εἶνε κεχαραγμένη κλίμαξ ὑποδιηρημένη εἰς χιλιοστόμετρα, ἧς τὸ μηδὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ἐλεφαν-τίνου στελέχους. Τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ κρίκου εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχοντος ἐξαρτᾶται ἐκ σταθεροῦ ὑπο-στηρίγματος ἢ διὰ δακτυλίου περὶ τὸ μέσον τῆς ὀρει-χαλκίνης θήκης κειμένου στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος. Ἴνα δὲ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά, στρέφομεν ὑποκάτωθεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου ἡ ἐπι-φάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἐφάπτηται τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους, καὶ εἶτα προσδιορίζομεν μετὰ τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ κυρτὴ ἐπι-φάνεια **A** τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι. Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὄργανον εἰς ἄλλον τόπον, στρέφομεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου πλη-ρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ὑδραρ-γύρου, ὅποτε πλέον δυνάμεθα καὶ νὰ ἀναστρέψωμεν τὸ ὄργανον, θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς δερματίνης θήκης πρὸς μεταφοράν.



Σχ. 89.

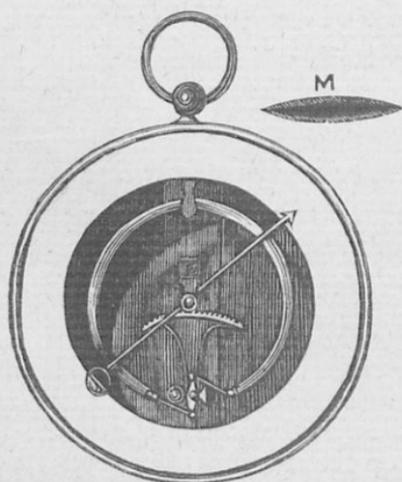
112. Σιφωνοειδὲς βαρόμετρον τοῦ Gay-Lussac. Τὸ βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου ἐπικαμ-ποῦς φέροντος δύο βραχίονας ἀνίσους, ὧν ὁ μείζων **A** (σχ. 90) εἶνε κλειστός ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει πρὸς τὰ πλάγια ὀπὴν **I**, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Καὶ ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν μὲν τῷ μείζονι βραχίονι **A** εἶνε τέλειον κενόν, ἐν δὲ τῷ ἐλάσσονι ὑπάρχει ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὅστις πιέζων τὸν ὑδραργυρον ἀναγκάζει

αὐτὸν ν' ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι ἀνώτερον ἐν τῷ μείζονι βραχίονι οὕτως, ὥστε τὸ βαρομετρικὸν ὕψος λογίζεται διὰ τῆς κατακορύφου ἀποστάσεως τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ μείζονι βραχίονι ἀπὸ τῆς ἐν τῷ ἐλάσσονι. Ἴνα δὲ μὴ τυχὸν εἰσέλθῃ εἰς τὸ βαρομετρικὸν κενὸν φουσαλὶς τις ἀέρος κατὰ τὴν μεταφορὰν, οἱ μὲν βραχίονες συγκοινωνοῦσι κάτωθεν διὰ πολὺ λεπτοτέρου σωλῆνος, πρὸς τὸ κατώτερον δὲ μέρος B τοῦ μεγάλου βραχίονος τίθεται ἐσωτερικῶς δευτέρος σωλῆνος κωνικὸς ἀνοικτὸς κάτωθεν οὕτως, ὥστε πᾶσα τυχὸν εἰσδύσασα φουσαλὶς νὰ τοποθετηθῇ ἐξωθεν τοῦ κωνικοῦ σωλῆνος καὶ μὴ ἀνέρχεται μέχρι τοῦ ἀνωθεν τοῦ ὑδραργύρου κενοῦ χώρου.



Σχ. 90.

113. **Μετὰλλινα βαρόμετρα.** Τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν καὶ δι' ὀργάνων ἄνευ ὑδραργύρου, οἷα τὰ μεταλλίνα βαρόμετρα, ἐκ τῶν ὁποίων εὐχρηστότερα εἶνε τὰ τοῦ Bourdon καὶ Vidi. Καὶ τὸ μὲν τοῦ Bourdon σύγκειται ἐξ ἐπικαμπύτου ὀρειχαλκίνου σωλῆνος πεπλατυσμένου, οὗτινος ἐγκαρσὶα τομὴ M (σχ. 91) δείκνυται πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος, κλειστοῦ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα, κενοῦ ἀέρος καὶ ἀκλονήτως ἐστηριγμένου κατὰ τὸ ἐν τῷ ἀνωτέρῳ μέρει μέσον αὐτοῦ ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὄργανου. Εἰς τὰ ἐλευθερά αὐτοῦ πέρατα διαρθροῦνται δύο μικρὰ στελέχη, ὧν τὰ ἄκρα συνδέον-

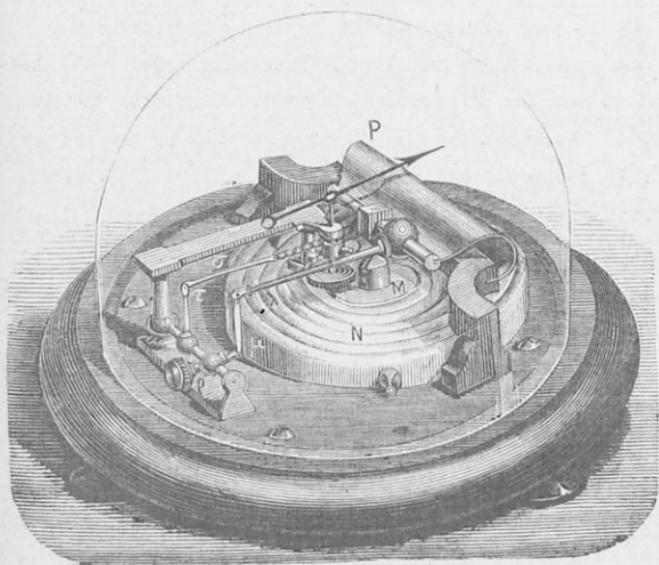


Σχ. 91.

ται ὡσαύτως δι' ἀρθρώσεων μετὰ τῶν περάτων μικροῦ ἀμφιρεπτοῦ μοχλοῦ στρεπτοῦ περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ καὶ φέροντος μικρὸν ὀδοντωτὸν τομέα οὗτινος οἱ ἐπὶ τῆς περιφέρειας 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 ἐλαττωθῇ, ἐπικαμπῆς σωλῆνος στρογγυλοῦμενος κατὰ τὴν ἐγκαρσὶαν αὐτοῦ τομῆν

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

Τὸ δὲ μετάλλινον βαρόμετρον τοῦ Vidi σύγκεται ἐκ μεταλλικοῦ τινος κυλινδρικοῦ τυμπάνου N (συ. 92) κενοῦ ἀέρος, τοῦ ὁποίου ἡ μὲν κάτω βᾶσις



Σχ. 92.

στηρίζεται ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὄργανου, ἡ δ' ἄνω οὖσα κυματοειδῆς κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις βαίῃ αὐξανομένη, συγκλόνως δὲ κάμπτεται καὶ ἐπικαμπῆς χαλύβδινον ἔλασμα P, οὗτινος τὸ μὲν ἐν πέρᾳ στηρίζεται ἀκλονήτως ἐπὶ τῆς θήκης, τὸ δὲ ἕτερον εἶνε συνδεδεμένον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς ἄνω βᾶσεως οὕτως, ὥστε, ὅταν τοῦναντίον ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττωθῇ, ἡ ἄνω βᾶσις τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμφθέντος ἐλατηρίου P. Ἡ πρὸς τὰ ἄνω δὲ καὶ κάτω κίνησις αὕτη τῆς ἄνω βᾶσεως τοῦ τυμπάνου μεταδίδεται διὰ σειρᾶς στελεχῶν συνηνωμένων δι' ἀρθρώσεων εἰς δείκτην στρεπτὸν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Καὶ τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

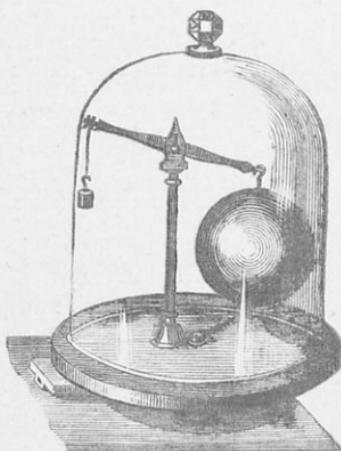
114. Τοιαῦτα ὄντα τὰ βαρόμετρα διττῶς χρησιμεύουσι· πρῶτον μὲν πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, περὶ ὧν γενήσεται λόγος εἰς τὸ περὶ μετεωρολογίας κεφάλαιον, δεύτερον δὲ πρὸς εὐρεσιν τοῦ ὕψους, εἰς ὃ κεῖται τόπος τις ἄνωθεν ἄλλου ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ διὰ μικρὰ ὕψη ἐπιτυγχάνεται: ὡς ἐξῆς. Ἐὰν π. χ. βαρόμετρον εὐρισκόμενον ἐν Πειραιεὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύη ἐν ὠρισμένη στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστομ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθήναις παρὰ τὰ Ἀνακτορα θὰ δεικνύη 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 Πειραιεὶ βαρομέτρου, δὲν πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Ἀθήναις. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ βᾶρος τοῦ στρώματος τούτου τοῦ ἀέρος ἰσορροπεῖται ὑπὸ στήλης ὑδραργυρικῆς ἐχούσης ὕψος ἴσον τῇ διαφορᾷ τῶν βαρομετρικῶν ὕψων, ἧτοι 10 χιλιοστομ. Ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶνε 10500 περίπου φορές βαρύτερος τοῦ ἀέρος τοῦ κατωτέρω τούτου στρώματος, τὸ στρώμα τοῦτο ἔχει ὕψος 10500 φορές 10 χιλιοστόμ. κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων τῶν ἐμπεριεχόντων ἕτερογενῆ ὑγρά. 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 φέροντες βαρόμετρον ἀνερχώμεθα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ βλέπωμεν ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττοῦται κατὰ 1,2,3, χιλιοστόμ. συνάγομεν ὅτι ἀνήλθομεν ἀπαξ, δὶς, τρίς 10 μέτρα καὶ ἡμισυ. Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὐρισκώμεθα εἰς τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιράς· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἧτις κεῖται εἰς ὕψος 700 περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης πρέπει ν' ἀνέλθωμεν εἰς ὕψος 11 περίπου μέτρων, ἵνα ἐλαττωθῇ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος κατὰ 1 χιλιοστόμ., τοῦτο δέ, διότι εἰς τὸ ὕψος τοῦτο ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶνε ἀραιότερος ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης.

115. **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 ἴσων πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Τὴν ἄνωσιν ταύτην ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς διὰ συσκευῆς, ἧτις καλεῖται βαροσκόπιον (σχ. 93). Αὕτη εἶνε εἶδος μικροῦ ζυγοῦ, εἰς τὴν

φάλαγγα τοῦ ὁποίου ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐνὸς 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 ὀριζόντιαν. Τὴν συσκευὴν ταύτην θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀντλοῦντες ἐκ τούτου τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἀὴρ ἀραιούται, ἡ φάλαγγς κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε μὲν πραγματικῶς βαρύτερα τοῦ μολυβδίνου, κυλίνδρου, ἰσορροπεῖ δ' αὐτὸν ἐν τῷ ἀέρι, διότι ἐν αὐτῷ ὑφίσταται ἄνωσιν μείζονα ἐκείνης, ἣν ὑφίσταται ὁ στερεὸς κύλινδρος.



Σχ. 93.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι σώμα τι ἀφθὲν ἐλεύθερον ἐν τῷ ἀέρι καταπίπτει, ἐὰν ἔχῃ βᾶρος ἀνώτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, αἰωρεῖται ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ, ἐὰν τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Ἐὰν δὲ τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἶνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ἀέρος, τότε τὸ σῶμα ἀνυψοῦται ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς στρῶμα ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἐνθα αἰωρεῖται· οὗτος εἶνε ὁ λόγος τῆς ἐν τῷ ἀέρι ἀνυψώσεως τῶν ἀεροστάτων.

116. **Ἀερόστατα.** Πολλὰ ἀέρια, οἷον τὸ ὑδρογόνον, τὸ τρωταέριον, ὁ θερμὸς ἀὴρ, εἶνε εἰδικῶς ἐλαφρότερα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν λοιπὸν ἐν τῶν ἀερίων τούτων ἐγκλείσωμεν ἐντὸς περιβλήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σπηρικοῦ, τὸ οὕτως ἀποτελεσθῆσόμενον ἀερόστατον θέλει ἀνυψωθῆ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρῶμα, εἰς τὸ ἥπιον τὸ βᾶρος τοῦ περιεχομένου ἀερίου καὶ τοῦ περιβλήματος νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου εἰς ἐκεῖνο τὸ στρῶμα ἀέρος. Τὴν ἀρχὴν ταύτην πρῶτοι ἐφήρμοσαν οἱ ἀδελφοὶ Montgolfier ἀναπέμφαντες τὸ πρῶτον ἀερόστατον ἐκ τῆς πόλεως Annonay τῆς Γαλλίας κατὰ τὸ ἔτος 1783. Ἡ πρώτη αὕτη ἀεροπόρος σφαῖρα ἔχουσα ἀκτῖνα 6 περίπου μέτρων συνέκειτο ἐκ τινος ἐξ ὑφάσματος περιβλήματος ἐπικεκαλυμμένου διὰ χάρτου, εἰς τὸ

κατώτερον δὲ μέρος ἔφερε στόμιον κυκλικὸν ἔχον ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς τινὰς τετραγωνικοὺς πόδας, ὀλίγον δὲ ὑποκάτωθεν ἐλαφρὸν τι πλέγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων πλήρες εὐφλέκτων σωμάτων. Ὁ ἐντὸς ἀήρ θερμανθεὶς ἐγένετο εἰδικῶς κουφότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφεθεῖσα ἐλευθερά ἀνῆλθεν εἰς ὕψος 2000 μέτρων, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ὅταν ἐσβέσθη τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθη ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ, ὅστις οὕτως ἐγένετο ἰσόπυκνος πρὸς τὸν ἐξωτερικόν.

Αἱ διὰ θερμοῦ ἀέρος ἀεροπόροι σφαῖραι, αἵτινες καλοῦνται Μογγολοφίραι, εἶνε λίαν ἀτελεῖς, διότι τὸ περίβλημα ὑπόκειται εἰς ἐμπρησμόν ἢ καὶ εἰς διάρρηξιν ἢ δ' ἀνυψοῦσα τὸ ἀερόστατον δυνάμεις, ἢ ἄνωσις, δυσκόλως δύναται νὰ αὐξηθῇ ἢ μειωθῇ, ὅταν ὁ ἀεροναύτης θέλῃ ἐτι μάλλον ν' ἀνέλθῃ ἢ νὰ κατέλθῃ. Ἐπειδὴ δ' ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ δὲν εἶνε δυνατόν νὰ θερμανθῇ ἰσχυρῶς, ἡ πυκνότης αὐτοῦ δὲν διαφέρει πολὺ τῆς ἀρχικῆς καὶ οὕτως ἡ ἄνωσις εἶνε μικρὰ καὶ ἡ ἀνάβασις κατ' ἀκολουθίαν γίνεται εἰς ὕψη σχετικῶς μικρά.

Κατὰ τὸ αὐτὸ ἔτος ὁ Γάλλος Φυσικὸς Charles κατεσκεύασεν ἀεροπόρον σφαῖραν ἐκ σηρικῆς ἐρρητινωμένου (βερνικωμένου) ἐξώθεν, τὴν ὅποιαν ἐπλήρωσεν ὕδρογόνου, τοῦ κουφοτέρου πάντων τῶν γνωστῶν ἀερίων. Τὸ ἀνώτερον ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέγματος ἐκ λεπτοῦ σχοινοῦ, τοῦ ὁποίου τὰ νήματα προεκτεινόμενα ἐκ τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδέονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέμαται ὁ διὰ τοὺς ἀεροναύτας χρησιμεύων κάλαθος. Ὅποι εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς σφαίρας κείμενοι κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομιῶν πιεζομένων ὑπὸ ἐλατηρίων, ἐν ἀνάγκῃ δ' ἀνοίγονται διὰ σχοινοῦ, δι' οὗ ὁ ἀεροναύτης ἔλκει τὰ ἐπιστόμια. Πληροῦται δὲ ὕδρογόνου δι' ὀπῆς, ἣτις ὑπάρχει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας καὶ ἣτις κλείεται μετὰ ταῦτα ἀεροστεγῶς. Ἡ ὕδρογόνου πεπληρωμένη ἀεροπόρος σφαῖρα δὲν πληροῦται μέχρι τελείας ἐξογκώσεως, διότι κατὰ τὴν ἀνύψωσιν αὐτῆς εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐνθα ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται, δὲν θὰ ἐξουδετεροῦτο ἡ ἐλαστικὴ δυνάμις τοῦ ὕδρογόνου, οὕτω δὲ τὸ ἄλλως λεπτόν περίβλημα τῆς ἀεροπόρου σφαίρας πιεζόμενον ἰσχυρότερον ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἐξω ἤθελε διαρραγῆ.

Ὅταν ὁ τῆς ἀεροπόρου σφαίρας ἐπιβάτης προτιθηται νὰ κατέλθῃ, ἀνοίγει τὸ ἐπιστόμιον, ὕδρογόνον ἐξέρχεται, ἡ σφαῖρα μειοῦται κατὰ τὸν ὄγκον, ἐκτοπιζεῖ μικρότερον ὄγκον ἀέρος, τὸ βᾶρος δὲ τοῦ ἀεροστάτου καθίσταται οὕτω μεγαλείτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἡ δὲ ἀεροπόρος σφαῖρα κατέρχεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δια-

φορᾶς ταύτης τῶν δύο δυνάμεων. Ἡ δύναμις αὕτη κατὰ τὴν κάθοδον μένει σταθερά, διότι τὸ μὲν βάρος τῆς ἀεροπόρου σφαίρας εἶνε ἀμετάβλητον, αὕτη δὲ κατερχομένη εισέρχεται μὲν εἰς στρώματα πυκνότερα, ἀλλὰ μειουμένη τὸν ὄγκον ἐκτοπίζει ὀλιγώτερον ἀέρα. Ὁ ἀερονάυτης δύναται νὰ ἐπιβραδύνη τὴν κατάβασιν ἢ καὶ αὐθις ν' ἀνέλθῃ ῥίπτων ἔρμα (ἄμμον), τὸ ὅποιον πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον θέτει ἐν τῇ σκάφῃ πρὸ τῆς ἀνυψώσεως. Τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἀνευρίσκεται διὰ βαρομέτρου, τὸ ὅποιον φέρει μεθ' ἑαυτοῦ ὁ ἀερονάυτης.

Τὰ ἀερόστατα ἐφοδιάζονται πολλάκις διὰ συσκευῆς, ἣτις καλεῖται ἀλεξιπτώτου ἢ πτωσίσαστρον, διὰ τοῦ ὁποίου ὁ ἀερονάυτης κατέρχεται ἀκινδύως. Εἶνε δὲ τοῦτο εἶδος ἀλεξηλίου παμμέγιστον ἐκ χονδροῦ ὑφάσματος κατεσκευασμένον κυκλοτερές καὶ φέρον ὅπῃ ἐν τῷ μέσῳ. Ἐκ τούτου κρέματα κάλαθος διὰ σχοινίων ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἀλεξιπτώτου προσδεδεμένων. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ἐκπύσσει αὐτό, τοῦτο δὲ κατέρχεται βραδέως ἐνεκα τῆς μεγάλης ἐπιφανείας, ἣν παρουσιάζει. Τὸ ἀλεξιπτώτου ἐπενοήθη κυρίως, ὅπως εὕρῃ ὁ ἀερονάυτης μέσον καθόδου, ἐν ἣ περιπτώσει ἤθελε διαρραγῆ τὸ ἀερόστατον, πολλάκις ὁμως ἐγένετο χρῆσις αὐτοῦ καὶ ἄνευ τῆς ἀνάγκης ταύτης.

Πολλαὶ ἀεροστατικαὶ ἀναβάσεις ἐγένοντο ἐπὶ ἐπιστημονικῷ σκοπῷ, ἐκ τῶν ὁποίων μᾶλλον ἀξιωμακόμενός εἶνε ἡ ἐν ἔτει 1804 ὑπὸ τοῦ Gay-Lussac γενομένη. Ὁ Gay-Lussac ἀναχωρήσας ἐκ Παρισίων τὴν πρωίαν τῆς 16 Σεπτεμβρίου 1804 ἀνῆλθε μόνος εἰς ὕψος 7016 μέτρων, εἰς ὃ τὸ μὲν βαρόμετρον ἐδείκνυε 328,8 χ.μ., τὸ δὲ θερμόμετρον 10⁰ περίπου κάτωθεν τοῦ μηδενικοῦ, ἐν ᾧ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀναβάσεως τὸ μὲν βαρόμετρον ἐδείκνυε 765,2, τὸ δὲ θερμόμετρον 28⁰ ἄνωθεν τοῦ μηδενικοῦ. Μετὰ ἐξάωρον ἀεροπορείαν κατῆλθεν εἰς Rouen τουτέστιν εἰς ἀπόστασιν 140 χιλιομέτρων ἀπὸ τῶν Παρισίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

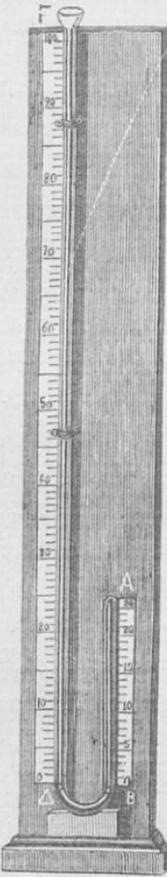
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

117. Πιέζοντες ἀερίον τι, οἷον τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἐντὸς ὑαλίνου κυλίνδρου κεκλεισμένου κάτωθεν, δι' ἐμβολέως (σχ: 73 § 100), παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἀερίου ἐλαττοῦται, ἡ δὲ ἐλαστικὸ-

της αὐτοῦ, δι' ἧς ἀντιδρᾷ εἰς τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν, αὐξάνεται. Ὁ Mariotte εὗρε σχέσιν ὠρισμένην μεταξὺ τοῦ ὄγκου, ὃν καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης ἀερίου, καὶ τῆς ὑψ' ἡμῶν ἐπιφερομένης πίεσεως, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία. Ἡ σχέσηις αὕτη εἶνε γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα νόμος τοῦ Μαριόττου.

118. Νόμος τοῦ Μαριόττου. Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν,

ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ ἀερίου διὰ τοῦ ἐμβολέως ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται δις, τρίς κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τούναντίον ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται δις, τρίς κτλ. μικροτέρα. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς κυλίνδρου ἐγκλεισθῇ ἀήρ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ.μ., ἐκαστον τετραγωνικὸν ὑφεκατόμετρον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ἀέρος, 1033 γραμμαρίων. Ἐὰν δὲ καταπιέσωμεν τὸν ἐμβολέα οὕτως, ὥστε ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος νὰ γίνῃ τὸ ἡμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἡ πίεσις ἐφ' ἐκάστου τετραγωνικοῦ ὑφεκατομέτρου γίνεται ἴση πρὸς δύο φορές 1033 γραμμάρια· καὶ ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ὑποτριπλασιασθῇ, ἡ πίεσις γίνεται τρεῖς φορές 1033 γραμμάρια καὶ οὕτω καθεξῆς.



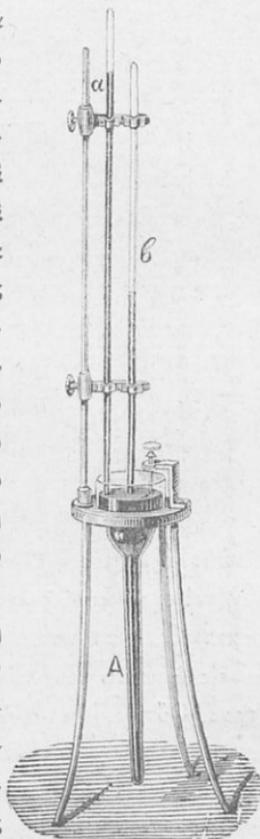
Σχ. 94.

119. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου. Ἴνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον ἐπικαμπῆ, ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος AB (σχ. 94) εἶνε κλειστὸς ἄνωθεν καὶ ὑποδηρημένος εἰς ἴσας χωρητικότητας, ὁ δὲ δευτέρος ΓΔ ἐπιμηκέστερος ἀνοικτὸς ἄνωθεν καὶ φέρων παρακειμένως κλίμακα ὑποδηρημένην εἰς ὑφεκατόμετρα. Χέομεν κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ χωνίου Γ ὀλίγον

ὕδραργυρον οὕτως, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καὶ εἰς τοὺς δύο βραχίονας νὰ εὐρίσκηται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ὅτε ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀήρ ἔχει ὄγκον ἴσον π.χ. πρὸς 24 καὶ ἐλαστικότητα ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας. Ἐὰν δὲ νῦν

ἐγχύσωμεν καὶ ἄλλον ὑδραργυρον μέχρις ὅτου ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ συσταλῆ εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἤτοι γίνῃ ἴσος πρὸς 12, καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο βραχίονας, εὐρίσκομεν αὐτὴν ἴσην πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ὕψος. Εἰς τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει ἡ ὑδραργυρικὴ αὐτὴ στήλη καὶ ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, προστίθεται καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἣτις φέρεται διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Γ. Ὅθεν συναγομεν ὅτι ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀέρος, οὕτινος ὁ ὄγκος ἐγένετο ἴσος πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἰσορροπεῖ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν.

Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν καὶ τὸ ἀντίστροφον, ἤτοι ὅτι διπλασιαζομένου τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ὑποδιπλασιάζεται, λαμβάνομεν βαθύ δοχεῖον Α (σχ. 95) πεπληρωμένον ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναστρέφομεν βαρομετρικὸν σωλῆνα α πεπληρωμένον ὡσαύτως ὑδραργύρου ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli (σχ. 80 § 106). Λαμβάνομεν προσέτι καὶ δεύτερον σωλῆνα β διπλασίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἓν 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 ἀντιχειροῦ 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, ὁπότε ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος εἶνε ἴσος πρὸς 10 κυβ. ὑφεκ. π. χ., ἡ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πίεσει. Μετὰ ταῦτα ἀνασύρομεν τὸν σωλῆνα β μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος διπλασιασθῆ, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας α καὶ β γίνεται ἴση τῷ ἥμισυ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους α, ἤτοι ἴση πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς πίεσεως μιᾶς ἀτμοσφαιρας. Ὅθεν συναγομεν ὅτι τοῦ ὄγκου διπλασιασθέντος ἡ ἐλαστικότης ὑποδιπλασιάσθη.

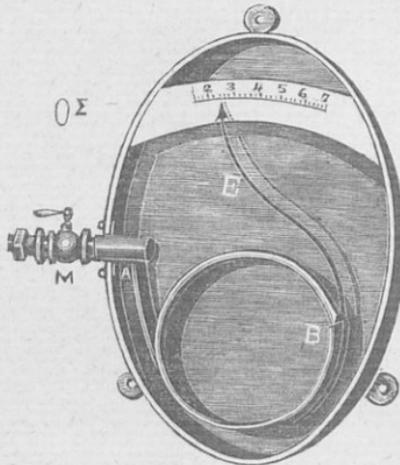


Σχ. 95.

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

120. **Μανόμετρα.** Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἐλαστικότητος τῶν ἀερίων ποιούμεθα χρῆσιν συσκευῶν, αἵτινες καλοῦνται **μανόμετρα**, ὧν τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει εἴνε τὸ τοῦ Bourdon, χρήσιμον ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πίεσεως ἢ ἐλαστικότητος ἀερίων, ὡς ἀτμῶν (ἀτμομηχαναί) ἢ ὑγρῶν (ὑδραυλικὸν πιεστήριον).

121. **Μετάλλινον μανόμετρον τοῦ Bourdon.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο συγκοιταί ἐκ μεταλλίνου σωλῆνος AB (σχ. 96) εὐκάμπτου καὶ συμπιεσμένου οὕτως, ὥστε ἡ ἐγκάρσια αὐτοῦ τομῆ



Σχ. 96.

Σ νὰ εἴνε ἐλλειπτικὴ καὶ περιελιγμένου ἐν σχήματι ἕλικος. Ὁ ἐλικοειδῆς οὗτος σωλῆν εἴνε κλειστὸς μὲν κατὰ τὸ ἓν ἄκρον B, ἀνοικτὸς δὲ κατὰ τὸ ἕτερον M, ἐνθα ὑπάρχει στρόφιγξ, δι' ἧς τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ σωλῆν οὗτος μετὰ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος. Τὸ ἕτερον ἄκρον B τοῦ σωλῆνος ὄν ἐλεύθερον φέρει δείκτην E, οὗτινος τὸ ἄκρον διαγράφει τόξον κύκλου. Ὅταν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τούτου συμπιε-

σθῇ ἀήρ ἢ ἀτμός ἢ ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρὸν, τότε ἡ μὲν ἐγκάρσια αὐτοῦ τομῆ τείνει ν' ἀποβῇ κυκλική, ὁ δὲ σωλῆν ἐξελίσσεται καὶ ὁ δείκτης E μετακινεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὄργανου τούτου γίνεται εἰς ἀτμοσφαίρας ἢ κάλλιον εἰς χιλιόγραμμα ἢ καὶ εἰς ἀγγλικὰς λίτρας. Οὕτως, ἐὰν τὸ ὄργανον συγκοινωνῆσάν μετ' ἀτμογόνου λέβητος δεικνύῃ πίεσιν πέντε χιλιογράμμων ἢ 75 λιτρῶν, τότε συνάγομεν ὅτι ὁ ἀτμός πιέζει ἕκαστον μὲν τετραγ. ὑφεκατόμετρον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος διὰ πίεσεως πέντε χιλιογράμμων, ἕκαστον δὲ τετραγ. δάκτυλον (τῆς ὀργυιᾶς) διὰ πίεσεως 75 λιτρῶν. (1)

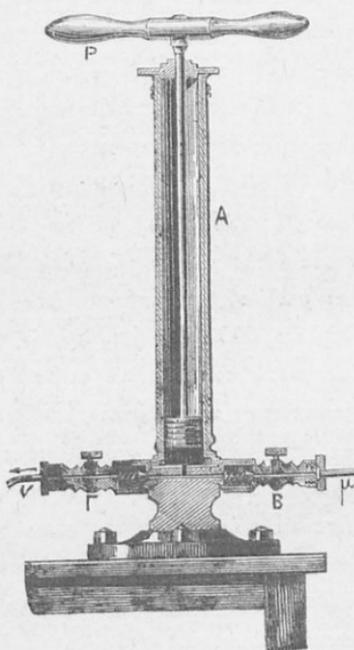
(1) Μία ἀγγλικὴ λίτρα ἰσοδυναμεῖ πρὸς 142 δράμια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ. ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΛΙΑΙ.

122. **Πνευματικαὶ μηχαναί.** Καλοῦνται πνευματικαὶ μηχαναὶ αἱ συσκευαί, δι' ὧν δυναμθεα νὰ ἀραιώσωμεν τὸν ἀέρα τὸν ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλειστῷ χώρῳ ἢ νὰ συμπιέσωμεν ἀέρα ἢ ἄλλο τι ἀέριον οἰονδήποτε ἐν κλειστῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοιαῦται συσκευαί, ἐξ ὧν ἐναῦθα θὰ περιγράψωμεν τὴν ἀπλουστέραν, ἐπαρκούσαν εἰς τὰ ἐν τῇ παρουσίᾳ φυσικῇ περιγραφόμενα πειράματα. Ἡ συσκευή αὕτη σύγκειται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου σωλῆνος A (σχ. 97) ἐξεσμένου ἐνδοθεν εἰς τέλειον κύλινδρον, ἐν τῷ

ὅποιῳ ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται διὰ τῆς λαβῆς P ἐμβολεύς 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 εἰσέρχηται ἀήρ μεταξὺ τῶν τοιχωμάτων τούτων καὶ τοῦ ἐμβολέως. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου A ὑπάρχουσι δύο πόροι νΓ καὶ μB ἄγοντες εἰς κυλινδρικές κοιλότητας σ καὶ ο, ἐν αἷς κείνται κωνικαὶ ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἅς φέρουσιν οἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων ἢ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ σ ἐξωθεν μὲν ὠθουμένη κλείει τὸν πρὸς τὰ ἀριστερὰ πόρον Γ, ἀλλ' ἐσωθεν ὠθουμένη ὑπχωρεῖ ὀλίγον, οὕτω δ' ὁ πόρος ἀνοίγεται καὶ δύναται ἐσωθεν νὰ ἐέλθῃ ἀήρ συμπιεσμένος· ἢ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ ο ἐσωθεν μὲν ὠθουμένη κλείει τὸν δεξιὸν πόρον B, ἀλλ' ἐξωθεν ὠθουμένη ἐπιτρέπει τὴν εἴσοδον τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον, ὅταν ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ εἶνε ἀραιότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ. Καὶ διὰ νὰ ἀραιώσωμεν μὲν τὸν ἀέρα τὸν



Σχ. 97.

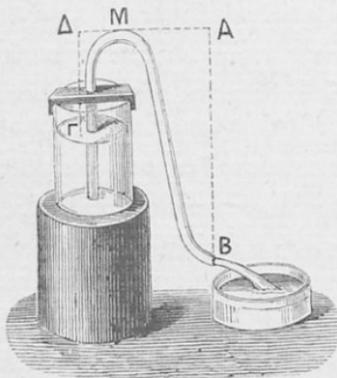
εὐρισκόμενον ἐν τινι χώρῳ, οἷον τὸν ἐν τῷ ὑαλίῳ κώδωνι (σελ. 4 σχ. 1), τὸν ἐν τῷ σωλῆνι τοῦ Νευτωνος (σελ. 40 σχ. 42), τὸν ἐν τῇ κοίλῃ ὑαλίῃ σφαίρᾳ (σελ. 75 σχ. 75), θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν χῶρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ πόρου $\mu\beta$ διὰ σωλῆνος παχέος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Καὶ ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαβῆς P ἐν τῷ κυλίνδρῳ A μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ, τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῷ κενὸν καὶ τότε ἢ μὲν πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴς ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ , ἐν ᾧ ἢ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομὴς πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος ὑποχωρεῖ καὶ ἀήρ ἐκ τοῦ χώρου ἐρχόμενος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον A καὶ πληροῖ αὐτόν. Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταπιεζῆται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῷ πυκνούμενος ἀήρ πιέζει τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα σ καὶ οὕτω φράττεται ὁ πόρος $\beta\mu$ καὶ κωλύεται ἢ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χῶρον. Ἄλλ' ἢ πρὸς τὰριστερὰ ἐπιστομὴς σ πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν ἐξοδὸν εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ συμπιεζόμενον ἀέρα. Ἀνελκύνοντες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβολέα ἀφαιροῦμεν ἕκαστοτε μέρος τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος καὶ καθιστῶμεν αὐτὸν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῇ μέρος τι, διότι μεταξύ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ ἐμβολέως εὐρισκόμενου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρχει χωρητικότης τις, ἢ ἐπιζήμιος χωρητικότης καλουμένη, ἐν τῇ ὅποιᾳ 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 ἴσην τῇ ἐξωτερικῇ πίεσει, τότε δὲν δύναται πλέον νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἡ περαιτέρω ἀνέλκυσις ἀποβαίνει ἀνώφελης. Ἐννοοῦμεν δὲ ὅτ ἐφθάσαμεν εἰς τὸ ὄριον τῆς ἀραιώσεως τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος, ὅταν δὲν ἀκούωμεν ἐκφυσώμενον ἀέρα διὰ τοῦ πόρου $\Gamma\gamma$ τῆς συσκευῆς. Τοιαύτη οὖσα ἢ πνευματικὴ αὕτη μηχανὴ καλεῖται *ἀεραντλία*.

Ἐὰν δὲ τὴν αὐτὴν συσκευὴν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ μὲν πόρου γ μετὰ χώρου κεκλεισμένου, διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δὲ πόρου μ μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, δυνάμεθα ἐν τῷ χώρῳ τούτῳ νὰ συμπίεσωμεν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Καὶ ὄντως ἀνελκύνοντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ A , ὅπερ

πληροῖ ἀήρ ἐξωθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξωθῶν τὴν δεξιὰν ἐπιστομίδα ο, ἐν ᾗ ἡ ἀριστερὰ σ δὲν δύναται νὰ μετακινήθῃ. Καταπιεζομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ πυκνούμενος τὴν μὲν δεξιὰν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χῶρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἀνεκλύσεις καὶ καταπίσεις τοῦ ἐμβολέως, ἀήρ ἐξωθεν λαμβανόμενος συμπυκνοῦται ἐν τῷ χῶρῳ, ἀλλ' ἡ συμπύκνωσις αὕτη παύεται, ὅταν ὁ εἰς τὸν κύλινδρον ἐξωθεν εἰσελθὼν ἀήρ καὶ συμπιεσθεὶς ἐν τῇ ἐπιζημίῳ χωρητικότητι ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ ἐλαστικότητι τοῦ ἐν τῷ χῶρῳ συμπιεσθέντος ἤδη ἀέρος, ὅτε δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ πλέον τὴν ἀριστερὰν ἐπιστομίδα, ἅτε ἐξ ἴσου ἐκατέρωθεν πιεζομένην, καὶ νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸν χῶρον. Οὕτω δ' ἐνεργοῦσα ἡ συσκευὴ καλεῖται ἀεροθλιπτικὴ μηχανή, χρησιμεύουσα εἰς πολλὰς περιπτώσεις, οἷον εἰς τὰ σκάφανθρα τῶν οὐτῶν, δι' ὧν οὗτοι περιβαλλόμενοι καταδύονται εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης. Ἡ περιβολὴ αὕτη σύγκειται ἐκ χιτῶνος καὶ περισκελίδος εὐρέων ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος, συννηωμένων μετὰ πεδίλων, ὑπὸ τὰ ὁποῖα προσαρμόζονται πλάκες μολύβδινα διὰ τὴν κατάδυσιν, καὶ ἐκ μεταλλίνου ἐπινωτίου, δι' οὗ συνδέεται ὕδατοστεγῶς ἡ ὅλη περιβολὴ τοῦ σώματος μετὰ μεταλλίνης περικεφαλαίας ἐχύσης σχῆμα ὡσεὶ δὲ καὶ εὐρισκομένης εἰς συγκοινωνίαν δι' εὐκάμπτου σωλῆνος μετὰ τῆς ἀεροθλιπτικῆς μηχανῆς τῆς ἐν τῷ πλοίῳ κειμένης, δι' ἧς καταθλίβεται ἀήρ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε ν' ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ πιέσει, ἣν τὸ ὕδωρ ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ σώματος τοῦ δύτου. Ὁ συμπιεζόμενος ἀήρ φερόμενος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς περικεφαλαίας ἐξέρχεται διὰ στομίου, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζει βαλβίς ἐπιτρέπουσα μὲν τὴν ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὴν εἰσδυσιν τοῦ ὕδατος. Διὰ θυρίδων κεκλεισμένων ὕδατοστεγῶς δι' ὑαλίνων πλακῶν καθοδηγεῖται ὁ δύτης εἰς τὰς ὑποβρυχίους αὐτοῦ ἐργασίας. Ἐὰν δ' οὗτος κλείσῃ ἐρημητικῶς τὴν βαλβίδα, δι' ἧς ὁ ἀήρ ἐξέρχεται, ἡ περιβολὴ αὐτοῦ ἐξογκοῦται διὰ τοῦ ἐν αὐτῇ συνωθουμένου ἀέρος, ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἄνωσις αὐξάνεται, οὕτω δὲ ὁ δύτης ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

123. **Σίφων.** Ὁ σίφων χρησιμεύων πρὸς μεταγγισμὸν ὕγρου ἐκ τίνος δοχείου εἰς ἕτερον εἶνε σωλὴν ἐπικαμπῆς ἔχων δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βραχύτερος Γ (σχ. 98) βυθίζεται ἐντὸς ὕγρου τίνος, οἷον ὕδατος, πληροῦντος δοχείου. Ἀναμυζῶντες διὰ τοῦ στόματος, ὅπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον Β τοῦ ἐπιμηκεστέ-

ρου βραχίονος, ἀρκιούμεν τὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρα, οὕτω δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις καταθλίβουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ



Σχ. 98.

ὑδάτος ἀναθιβάξει αὐτὸ εἰς τὸν βραχύτερον βραχίονα ΓΜ καὶ τέλος πληροῖ καὶ τὸν ἐπιμηκέστερον βραχίονα ΜΒ. Ἐὰν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ἐκρέον ἐκ τοῦ ἄκρου Β· ἂν δὲ ὁ βραχίων Γ βυθιζῆται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, τοῦτο ἐκκενοῦται τελείως μεταγγιζομένου τοῦ ὑδάτος διὰ τοῦ σίφωνος. Ὁ μεταγγισμὸς οὗτος εἶνε ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως (10,33 μέτρα), ἣτις ἐνεργοῦσα καὶ

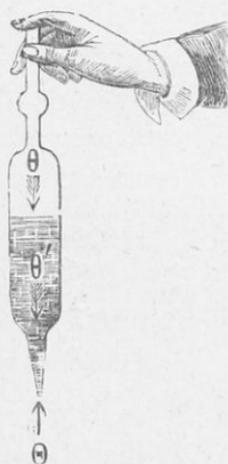
ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας Γ τοῦ ὑδάτος ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Β κατὰ φορὰν ἀντίρροπον, ὑφίσταται μεταδιδομένη μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους Μ τοῦ σίφωνος μείωσιν ἐκ τῶν ἀριστερῶν μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἥτοι ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης, ἧς τὸ ὕψος ΔΓ (10,33-ΔΓ), ἐκ δεξιῶν δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἥτοι 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 πίεσεων,

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

ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ἐχούσης βάσιν τὴν τομὴν τοῦ σωλῆνος, ὕψος δὲ τὴν διαφορὰν ΒΑ-ΓΔ, ἥτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγάλου βραχίονος ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑδάτος ἐν τῷ δοχείῳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐκροὴ τοῦ ὑδάτος 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 Μ τοῦ σίφωνος ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδάτος Γ εἶνε μείζον τῶν 10 μέτρων.

124. Οἰνήρυσσις (pipette). Ἡ οἰνήρυσσις ἢ τὸ ἄλλως καλούμενον ἀγγεῖον

ἡ σφώνιον εἶνε σωλὴν ἐπιμήκης μετάλλινος ἢ ὑάλινος (σχ. 99), ἐν τῷ μέσῳ ἐξωγκωμένους καὶ ἀπολήγων κατὰ τὰ δύο ἄκρα εἰς στόμια, ὧν τὸ μὲν κατώτερον εἶνε στενωτέρον, τὸ δ' ἀνώτερον εὐρύτερον. Βυθίζομεν αὐτὸ εἰς τὸ ὑγρὸν ἀφίνοντες τὰ δύο στόμια ἀνοικτά, ὅτε τὸ μὲν ὑγρὸν εἰσέρχεται ἰσοπεδούμενον καὶ ἐντὸς καὶ ἐκτὸς, ὁ δ' ἄηρ ἐξέρχεται ἄνωθεν. Φράττοντες τότε διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἀνώτερον στόμιον ἐκβάλλομεν τὸ ὄργανον ἐκ τοῦ ὑγροῦ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ τὰς πρώτας μὲν στιγμὰς ὀλίγα σταγόνες ἐκρέουσιν, ἀλλ' εἴτα ἡ ἐκροὴ παύεται, εἰ καὶ ὁ σωλὴν εἶνε ἀνεστραμμένος, τὸ ἀνοικτὸν στόμιον πρὸς τὰ κάτω, ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑγροῦ ὑπάρχει ἔτι ἄηρ. Ἄλλ' ὁ ἐγκλεισθεὶς ἄηρ ἀραιωθείς ὀλίγον ἕνεκα 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 προερχομένην, ἥτοι $\Theta = \theta + \theta'$.

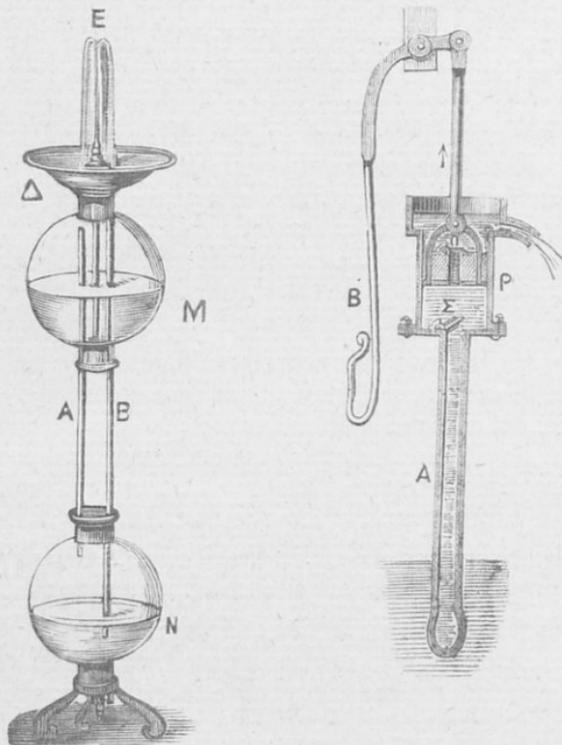


Σχ. 99.

125. **Κρήνη τοῦ Ἡρώου.** Ἡ κρήνη τοῦ Ἡρώου τῆς Ἀλεξανδρείας (120 π. Χ.) σύγκειται ἐκ λεκάνης Δ (σχ. 100), ὑπὸ τὴν ὁποίαν ὑπάρχει ὑάλινη σφαιρα M καὶ ὑπ' αὐτὴν δευτέρα σφαιρα N. Ἀπὸ τοῦ πυθμένος τῆς λεκάνης ἀναχωρεῖ σωλὴν B, ὅστις διαπερᾶ τὴν ἀνωτέραν σφαιραν χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ μετ' αὐτῆς, εἰσέρχεται εἰς τὴν κατωτέραν καὶ ἀπολήγει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαιρας ταύτης. Δεύτερος σωλὴν A θέτει εἰς συγκοινωνίαν τὰς δύο σφαιρας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους αὐτῶν. Τρίτος δὲ σωλὴν ἀναχωρῶν ἀπὸ τοῦ πυθμένος περίπου τῆς ἀνωτέρας σφαιρας διαπερᾶ τὴν λεκάνην καὶ ἀνερχόμενος ὀλίγον ἄνωθεν αὐτῆς κλείεται διὰ στρόφιγγος. Χύνομεν ὕδωρ ἄνωθεν καὶ πληροῦμεν σχεδὸν τὴν ἀνωτέραν σφαιραν, εἴτα δὲ κλείομεν τὴν στρόφιγγα τοῦ μεσαίου σωλῆνος καὶ χύνομεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ εἰς τὴν σφαιραν N διὰ τοῦ σωλῆνος B, τέλος δὲ πληροῦμεν ὕδατος καὶ αὐτὸν τὸν σωλῆνα B καὶ τὴν λεκάνην Δ. Ἄν τότε ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ τῆς ἀνωτέρας σφαιρας σχηματίζει πίδακα. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὁ ἐν τῇ σφαιρα N ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἄηρ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν μεγαλειτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ τὴν πίεσιν τῆς στήλης τοῦ ὕδατος ΔN, διότι ἰσορροπεῖ καὶ τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ τὴν στήλην ταύτην τοῦ ὕδατος ΔN. Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸσαύτην ἐλαστικὴν δύναμιν ἔχει καὶ ὁ ἄηρ τῆς ἀνωτέρας σφαιρας M, διότι αἱ δύο αὗται σφαιραι εὐρίσκονται εἰς ἄμμεσον συγκοινωνίαν, ἔπεται ὅτι καὶ ὁ τῆς σφαιρας ταύτης ἄηρ δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ οὐ μόνον τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀλλὰ καὶ στήλην ὕδατος ἴσην τῇ ΔN λογιζομένην ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας M. Ἐνεκα τούτου σχηματίζεται πίδαξ, ὅστις θεωρητικῶς ἔπρεπε ν' ἀνέλθῃ μέχρις ὕψους ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας M ἴσου τῷ ΔN, ἀλλὰ δὲν ἐπέρχεται ἕνεκα τῆς τριβῆς τοῦ ὕδατος ἐν τῷ σωλῆνι καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

126. **Υδραντλία.** Υδραντλίας καλοῦνται μηχαναὶ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Υδραντλιῶν ὑπάρχουσι πολλὰ εἶδη, ἐξ ὧν θὰ περιγράψωμεν τὴν ἀναρροφητικὴν καὶ τὴν καταθλιπτικὴν, ὅποια εἶνε ἢ τῶν πυροσβεστῶν.

α') **Ἀναρροφητικὴ Ὑδραντλία.** Αὕτη σύγκειται ἐκ κοίλου κυλίνδρου ρ (σχ. 101), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται



Σχ. 100.

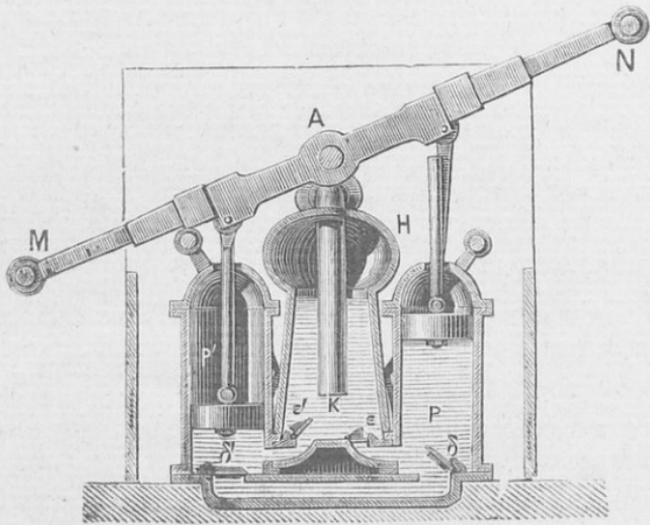
Σχ. 101.

ἐμβολεὺς φέρων ἐν τῷ μέσῳ πόρον κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος O ἀνοιγομένης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ ἐπιστομὶς αὕτη συνήθως ἀποτελεῖται ἐκ παχέος τεμαχίου δέρματος κυκλικῷ προσηλωμένου κατὰ τὸ ἐν μέρος δι' ἐξοχῆς ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως καὶ ὠπλισμένου ἄνωθεν διὰ μεταλλίνου ἐλάσματος καθιστῶντος τὸ δέσμα δύσκαμπτον. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστόμιον διὰ τὴν ἐκροὴν τοῦ ἀντλούμενου ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα προσκολλᾶται σωλὴν μεταλλινὸς A ἀναρροφητικὸς καλούμενος, οὗτινος τὸ μὲν ἀνώτερον ἄκρον φέρει ἐπιστομίδα Σ ἀνοίγουσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ κατώτερον ἄκρον φέρον ἐξόγκωσιν εἰς πολλὰ σημεῖα διάτρητον

βυθίζεται εἰς τὸ πρὸς ἀντλησιν ὕδωρ. Ὁ ἐμβολεὺς φέρει ἄνωθεν σιδηροῦν στέλεχος δι' οὗ ἀνασύρεται καὶ καταπιέζεται οὐχὶ ἀπ' εὐθείας ἀλλὰ διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δευτέρου εἴδους B, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ πληρωθῇ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι ἡ ἐπιστομὶς O κλείει τὸν πόρον τοῦ ἐμβολέως. Ἄλλ' ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ φρέατι ἐπιφερομένη ἀναβιβάζει αὐτὸ ἐν τῷ ἀναρροφητικῷ σωλῆνι A μέχρις ὕψους τινός. Ἄν νῦν καταπιέσωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑποκάτωθεν ἀήρ θλιβόμενος κλείει τὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνωθεὶ τὴν ἐπιστομίδα O καὶ ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ὅταν δὲ καὶ δεύτερον ἀνασύρωμεν τὸν ἐμβολέα, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα Σ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὖθις καταπιεσθῇ ὁ ἐμβολεὺς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ κλείει μὲν τὴν ἐπιστομίδα Σ δὲν δύναται νὰ παλινδρομήσῃ εἰς τὸν σωλῆνα A, ἀνοίγον δὲ τὴν ἐπιστομίδα O εἰσέρχεται διὰ τοῦ πόρου τοῦ ἐμβολέως καὶ πληροῖ τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ ἄκρον τοῦ κυλίνδρου. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ μὲν ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστομίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα καὶ παρακολουθεῖ τὸν ἐμβολέα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν ὑδραντλιῶν δὲν δύναται νὰ ἀναβιβάσθῃ εἰς ὕψος θεωρητικῶς μὲν δέκα μέτρων, πρακτικῶς δὲ ὀκτώ τὸ πολὺ μέτρων.

β'). **Καταθλιπτικὴ ὑδραντλία.** Διὰ τῆς ὑδραντλίας ταύτης τὸ ὕδωρ δὲν ἀνυψοῦται διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀλλὰ διὰ καταθλίψεως, ἣν ἐπιφέρομεν ἐπ' αὐτοῦ, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὴν πυροσβεστικὴν ὑδραντλίαν. Αὕτη συνίσταται ἐκ δύο κυλίνδρων P καὶ P' (σχ. 102), ἐντὸς τῶν ὁποίων κινοῦνται ἐμβολεῖς ἄνευ πόρων. Οἱ ἐμβολεῖς οὗτοι φέρουσι στελεχῆ, 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 ἐνεργῶσιν οἱ πυροσβέσται οὕτως, ὥστε, ὅταν ὁ ἐμβολεὺς P ἀνέλκηται, ὁ ἐμβολεὺς P' καταπιέζεται καὶ ἀντιστρόφως. Μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων κεῖται μεταλλινὸς κώδων H κοῖλος καὶ πλήρης ἀέρος, εἰς τὸν ὁποῖον εἰσέρχεται μεταλλινὸς σωλῆν ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν, οὗτος τὸ μὲν ἄκρον K φθάνει ὀλίγον ἄνωθεν τοῦ πυθμένος τοῦ κώδωνος, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον προσαρμόζεται ὁ εὐκαμπτος σωλῆν, δι' οὗ ἐκ-

σπενδονίζεται τὸ ὕδωρ. Οἱ κύλινδροι εὐρίσκονται ἐντὸς δεξαμενῆς πληρωμένης 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 βᾶσιν δὲ τοῦ κώδωνα



Σχ. 102.

Ἡ ὑπάρχουσα αἱ ἐπιστομίδες ε καὶ ε', αἵτινες κλείουσι τὰ στόμια, δι' ὧν τὸ ὕδωρ μεταβαίνει ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς τὸν κώδωνα. Ὄταν εἰς τῶν ἐμβολέων ἀνέλκηται, οἷον ὁ P, ἡ ὑποκάτωθεν ἐπιστομὴ ἀνοίγεται, ἐν ᾧ ἡ ε κλείεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰσρέει τὸν κύλινδρον καὶ πληροῖ αὐτόν, ταυτοχρόνως δὲ ὁ ἕτερος ἐμβολεὺς καταπιέζεται, ἡ ἐπιστομὴ δ' κλείεται, ἡ ἐπιστομὴ ε' ἀνοίγεται καὶ τὸ καταθλιβόμενον ὕδωρ εἰσρέει εἰς τὸν κώδωνα H, καὶ τοῦτο συμπίεζει τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, τοῦτο δὲ ἐξωθεῖται εἰς τὸν σωλῆνα καὶ δι' αὐτοῦ ἀνατινάσσεται. Ὁ δ' ἐν τῷ κώδωνι H συμπιεζόμενος ἐκάστοτε ἀῆρ συντελεῖ εἰς τὴν συνεχῆ ἐξακόντισιν τοῦ ὕδατος, καθ' ἣν στιγμὴν οἱ ἐμβολεῖς ἀλλάσσουσι πορείαν, δὲν καταθλιβόμενοι ὑπ' αὐτῶν, ἀλλ' ἐξωθεῖται διὰ τοῦ συμπιεσθέντος ἀέρος.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ.

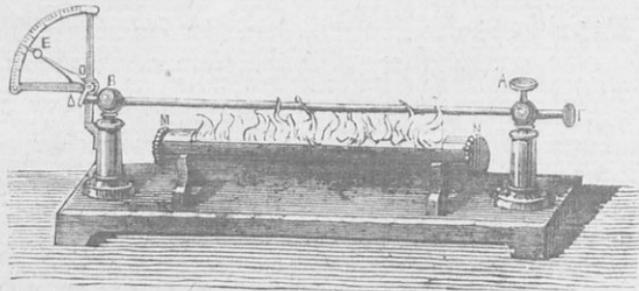
127. **Θερμότης.** Ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων αισθανόμεθα ὅτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον θερμά ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν δύναμιν καλουμένην *θερμότητα*, ἣτις εἶνε συγχρόνως ἡ αἰτία ἡ παράγουσα τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων, τὴν τῆξιν τῶν στερεῶν καὶ τὴν ἐξάερωσιν τῶν ὑγρῶν. Αἱ κυριώτεραι πηγὰί τῆς θερμότητος εἶνε ὁ ἥλιος, ἡ καῦσις, ἡτοι ἡ χημικὴ ἔνωσις ἰδίᾳ τοῦ ἀνθρακος μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, ἡ τριβή, ἣς χρῆσιν ποιοῦνται καὶ νῦν εἰσέτι οἱ ἄγριοι πρὸς παραγωγὴν πυρὸς τρίβοντες δύο ξηρὰ ξύλα, ἡ κρούσις, οἷον κατὰ τὴν σφυρηλασίαν ψυχροῦ μετάλλου, ἡ πίεσις κ. τ. λ. Ἀλλὰ διὰ τῆς ἀφῆς δὲν δυνάμεθα ἀσφαλῶς νὰ διαγνώσωμεν κατὰ πόσον σῶμά τι εἶνε θερμότερον ἢ ψυχρότερον ἄλλου, οἷοι πολλὰκις ἀπατώμεθα ἕνεκα προηγουμένων ἐντυπώσεων. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὴν ἀριστερὰν ἡμῶν χεῖρα εἰς ὕδωρ ἐμπεριέχον πάγον καὶ τὴν δεξιὰν εἰς ὕδωρ ἀρκούντως θερμὸν καί, ἀφ' οὗ ἀφήσωμεν αὐτάς ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ἐμβαπτίσωμεν ἀμφοτέρας εἰς ὕδωρ χλιαρὸν, αἰσθανόμεθα διὰ μὲν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς τὸ ὕδωρ τοῦτο θερμὸν, διὰ δὲ τῆς δεξιᾶς ψυχρόν. Ἐὰν ὡσαύτως διὰ τῆς μιᾶς μὲν χειρὸς λάβωμεν τεμάχιον ξύλου, διὰ δὲ τῆς ἐτέρας τεμάχιον μετάλλου, ἅτινα παρέμειναν ἐφ' ἰκανὸν χρόνον ἐν τῇ αὐτῇ ψυχρᾷ αἰθούσῃ, τὸ μέταλλον φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον τοῦ ξύλου, ἂν καὶ ἀμφοτέρα ἔχουσι τὸν αὐτὸν βαθμὸν θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἴδει, τὸ μέταλλον ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ὑποκλέπτῃ ταχέως τὴν θερμότητα τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἐκ τῶν δύο λοιπὸν τούτων πειραμάτων κατέστη δῆλον,

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.

128. 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 εἰς ὀλιγώτερον τὰ στερεά.

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

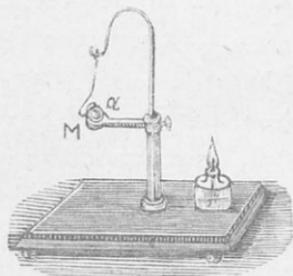
Μεταλλίνης ράβδου ΔΓ (σχ. 103) τὸ μὲν ἐν πέρασ τρηεῖται ἀμε-



Σχ. 103.

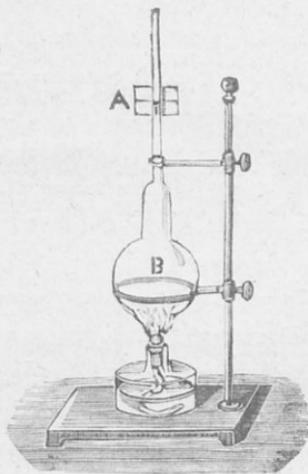
τάθητον διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου Α, ἐν ᾧ τὸ ἕτερον Δ διερχόμενον ἐλευθέρως δι' ὀπῆς, ἣν φέρει ὁ στυλίσκος Β, ὡθεὶ τὸν μικρότερον βραχίονα ΔΟ τοῦ ἠγωνισμένου μοχλοῦ ΔΟΕ τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Ο, καὶ τοῦ ὁποίου ὁ μείζων βραχίον ΟΕ διαγράφει διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ Ε τόξον κύκλου ὑποδιηρημένον εἰς χιλιοστάμετρα. Ἡ ράβδος ΓΔ θερμαινομένη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου εἰσπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ ΜΝ ἐπιμηκύνεται, ὃ δὲ δείκτης Ε μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίον ΟΕ εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΔ καὶ τὸ πέρασ τοῦ δείκτη Ε μετακινήθῃ κατὰ 6 ἢ 7 χ.μ., συναγόμεν, ὅτι ἡ ράβδος ὑπέστη ἐπιμήκυνσιν 0,6 ἢ 0,7 τοῦ χ.μ. Ἐὰν δ' ἡ φλόξ ἀποσβεσθῇ, ἡ ράβδος ψυχομένη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅτι δὲ ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μῆκος ἀλλὰ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Σφαῖρα χαλκοῦ α (σχ. 104) ψυχρὰ οὔσα διέρ-

χεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου M, ἀλλ' ἐὰν θερμανθῆ ἰσχυρῶς, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ δακτυλίου, ὡπωσδήποτε καὶ ἐν στρέψωμεν αὐτήν, ψυχθεῖσα ὅμως διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



Σχ. 104.

β') Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Σφαιρικὸν ὑάλινον δοχεῖον B (σχ. 105) ἀπολήγον ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα πληροῦμεν ὕδατος ἢ οἴνου πνεύματος μέχρι σημείου τινός A, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τινος δείκτου ἐκ χάρτου καὶ εἶτα θερμαίνομεν αὐτὸ διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἴνου πνεύματος. Καὶ κατ' ἀρχάς μὲν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται ἔνεκα τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται πρῶτον τὸ δοχεῖον εὐθύς ὅμως ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ καὶ εἰς τὸ ἐντὸς ὑγρὸν καὶ, ἐπειδὴ τοῦτο διαστέλλεται πλείοτερον τοῦ δοχείου, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι ἄνω τοῦ δείκτου A.



Σχ. 105.

γ') Διαστολὴ τῶν ἀερίων. Σφαιρὴν ὑάλινην A (σχ. 106) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινός οἰουδήποτε καὶ φέρουσαν λεπτὸν σωλῆνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὑδραργύρου νὰ διακόπτουσα τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ, θερμαίνομεν ἀσθενῶς ἐγγιζόντες αὐτήν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι ὁ εἰς ὑδραργύρου δείκτης νὰ μετατίθεται ἀποτόμως εἰς τὸ ν', ἐπανέρχεται δὲ εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ὅταν



Σχ. 106.

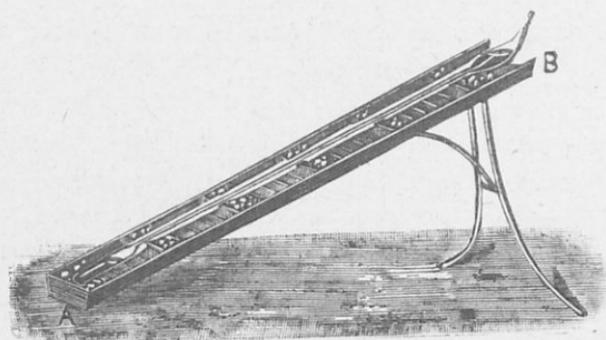
ἀπομακρύνωμεν τὰς χεῖρας ἡμῶν καὶ ἀφήσωμεν τὴν σφαιρὰν νὰ ψυχθῆ. 129. Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων. Τὰς σιδηρὰς βάρδους τῶν σιδηροδρόμων τὰς ἐπὶ τῆς αὐτῆς σειρᾶς κειμένας τοποθετοῦσι πάντοτε εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἵνα

ἐλευθέρως διαστέλλονται. Αἱ σιδηραῖ ράβδοι αἰ ἀποτελοῦσαι τὴν ἐσχάραν π. χ. ἀτμολέβητος κατὰ τὸ ἓν μόνον πέρασ αὐτῶν στερεοῦνται ἀκλονήτως, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἀπλῶς στηρίζονται, μένουσαι ἐλεύθεραι νὰ διασταλῶσι κατὰ τὴν θέρμανσιν. Οἱ ἀμαξοπηγοὶ κατασκευάζουσι τὴν σιδηρὰν στεφάνην τὴν καλουμένην ἐπίσωτρον, δι' ἧς περιβάλλουσι τὸν ξύλινον τροχὸν ἀμάξης, ὀλίγον τι μικροτέραν τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ, ἣτις καλεῖται σῶτρον. Ἐἴτα θερμαίνοντες τὸ ἐπίσωτρον περιβάλλουσι εὐκόλως δι' αὐτοῦ τὸ σῶτρον, ὅπερ ἰσχυρότατα περισφίγγεται ψυχομένου τοῦ ἐπισώτρου.

130. **Θερμόμετρα.** Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι πάντα τὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται πλὴν ὀλιγίστων, οἷον τῆς ἀργίλλου, ἣτις πυρουμενῆ συστέλλεται καὶ διατηρεῖ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψύξιν, καὶ ὅτι πρὸς διάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, ἦτοι τῆς θερμοκρασίας σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ (ἢ ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν), ὀφείλομεν νὰ γνωρίζωμεν τὰς διαστάσεις αὐτοῦ, διότι αὐταὶ αὐξανόμεναι μὲν ἐλέγχουσι προσθήκην θερμότητος, ἐλαττούμεναι δὲ ἀφαιρέσιν τοιαύτης. Ἐὰν π. χ. ἐν αἰθούσῃ ὑπάρχη σῶμά τι, οἷον ποσότης τις ὑδραργύρου, καὶ ἴδωμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνεται, μένει σταθερὸς ἢ ἐλαττοῦται, συνάγομεν 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 **ὑδραργυρικά**, **οἰνοπνευματικά**, **μεταλλικά**, **ἀερίκᾶ** κ.τ.λ.

131. **Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον.** Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, φέροντα κατὰ τὸ ἓν μὲν ἄκρον δοχεῖον σφαιρικὸν ἢ κυλινδρικόν, κατὰ τὸ ἕτερον δὲ ἐξόγκωσιν δι' ἐμφυσήσεως παραχθεῖσαν καὶ ἀπολήγουσαν εἰς λεπτὸν κωνικὸν σωλῆνα. Ὅπως δὲ πληρώσωμεν τὴν συσκευὴν ὑδραργύρου, θραύομεν ὀλίγον τὴν ἀκίδα, θερμαίνομεν τὸν σωλῆνα καὶ μάλιστα τὸ δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἰνοπνεύματος ἢ κάλλιον θέτομεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ κεκλιμένης ἐσχάρας AB (σχ. 107) καὶ θερμαίνομεν αὐτὴν διὰ διαπύρων ἀνθράκων, ὅποτε ὁ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἐν μέρει ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν τότε ἀναστρέψαντες τὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἀμέσως τὴν ἀκίδα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου, οὗτος ἀνέρχεται καὶ πληροῖ τὴν σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν ἕνεκα τῆς συστολῆς, ἣν ὑφίσταται ὁ

ὀλίγος ἐναπομείνας ἐν τῇ συσκευῇ ἀήρ κατὰ τὴν ψύξιν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ τῶν διαπύρων ἀνθράκων

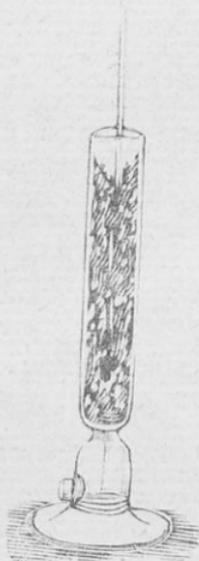


Σχ. 107.

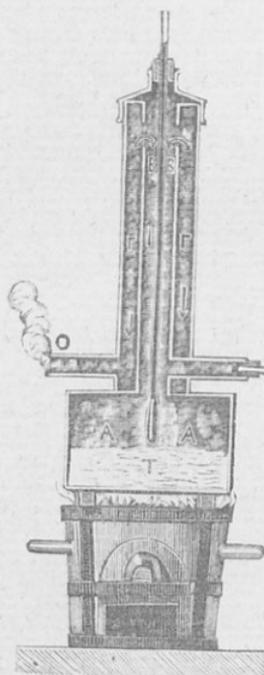
καὶ ἀφήσωμεν εἶτα αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, μέρος τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται καὶ ἐν τῷ δοχείῳ. Ἐὰν δὲ καὶ τρίτον θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ μήκος διὰ διαπύρων ἀνθράκων ἐπὶ τῆς κεκλιμένης ἰσχάρας, μέχρις ὅτου ὁ ἐν τῷ δοχείῳ ὑδραργύρος ἀναβράσῃ ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ὅλος ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀήρ ἐκδιώκεται τέλος καὶ ἡ συσκευή τελειῶς ψυχθεῖσα πληροῦται ἐντελῶς ὑδραργύρου. Εἶτα διὰ ῥίνης χαράσσοντες τὸν σωλῆνα κατὰ τὸ πρὸς τὸ ἀνοικτὸν μέρος πέρασ αὐτοῦ ἀποκόπτομεν τὴν ἐξόγκωσιν καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον τῆς συσκευῆς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος ἐμπεριέχοντος ἄλας διαλελυμένον, τοῦτο δὲ, ὅπως ἐκδιώξωμεν τὸν πλεονάζοντα ὑδραργύρον. Ἀφ' οὗ δὲ παύσῃται ὁ ὑδραργύρος ἐκρέων ἀνωθεν, κλείομεν τὴν συσκευὴν συντήκοντες τὴν ὕαλον κατὰ τὸ ἀνώτατον μέρος καὶ οὕτως ἀπαντα τὸν ἐν τῇ συσκευῇ ἀέρα ἐκδιώκομεν.

132. **Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.** Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμομέτρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεῖα τοιαῦτα, εἰς τὰ ὁποῖα φθάνων ὁ ὑδραργύρος νὰ δεικνύῃ ὠρισμένους καὶ σταθεροὺς βαθμοὺς θερμότητος, οὓς εὐκόλως νὰ δυνώμεθα νὰ παράγωμεν. Τοιοῦτοι δὲ βαθμοὶ εἶνε ὁ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ ὁ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὧν ὁ μὲν πρῶτος καλεῖται κατὰ συνθήκην *θερμοκρασία τοῦ μηδενός*, ὁ δὲ δεῦτερος *θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν*. Καὶ ἵνα εὕρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ὅλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχέα (σχ. 108) πλήρη τετριμμένου πάγου καὶ φέροντα κάτωθεν ὀπῆν, 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 σημεῖον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μετὰ ταῦτα τίθεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς θερμαντήρος, τοῦ ὁποίου κατακόρυφος τομὴ δεικνύεται ἐν τῷ σχήματι 109. Ὁ θερμαντὴρ οὗτος εἶνε δοχεῖον ὀρειχάλκινον,



Σχ. 108.



Σχ. 109.

ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται ὕδωρ T ὑποβαλλόμενον εἰς βρασμόν. Ὁ θερμομετρικὸς σωλὴν κρέμαται ἐν τῷ θερμαντήρι οὕτως, ὥστε τὸ δοχεῖον αὐτοῦ νὰ εὐρίσκηται ὀλίγον ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Οἱ ἀτμοὶ οἱ ἐκ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ἀναδιδόμενοι ἀνέρχονται κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ κεντρικοῦ σωλῆνος BB περιβάλλοντες ὅλον τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα καὶ εἶτα κατερχόμενοι διὰ τοῦ περιβλήματος ΓΓ'. ὅπερ προφυλάττει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸν ἐσωτερικὸν σωλῆνα, ἐξέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς O. Ἀφ' οὗ δὲ τὸ θερμοόμετρον παραμείνῃ ἐπὶ τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν καὶ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος, σημειοῦμεν εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνῆλθε, τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἶνε ἴση πρὸς 760 χιλιοστόμ. Ἐκ τούτου λοιπὸν βλέπομεν ὅτι θερμοκρασία

τοῦ μηδενὸς καλεῖται ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου, θερμοκρασία δὲ τῶν 100 βαθμῶν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τοῦ ζέοντος ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ. μ. Μετὰ ταῦτα τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 100 διάστημα ὑποδιαιρούμεν εἰς ἑκατὸν ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουμεν τὰς διαιρέσεις καὶ ἄνωθεν τοῦ 100 καὶ κάτωθεν τοῦ 0. Οἱ ἄνωθεν δὲ τοῦ 0 βαθμοὶ διακρίνονται διὰ τοῦ σημείου + καλούμενοι βαθμοὶ θερμοτήτος, οἱ δὲ κάτωθεν τοῦ 0 διὰ τοῦ σημείου — καλούμενοι βαθμοὶ ψύχους, καὶ παρίστανται ἐν γένει ὡς ἐξῆς + 17°, — 5°.

Ἡ κλίμαξ αὕτη τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καλεῖται ἑκατόμβαθμος ἢ τοῦ Κελσίου. Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακος ταύτης γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλης τῆς ὀγδοηκονταβάθμου ἢ τοῦ 'Ρεωμόρου, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος σημειοῦται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 80 ὡς, ὥστε 100 βαθμοὶ Κελσίου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 80 'Ρεωμόρου καὶ ἐπομένως εἰς βαθμὸς Κ. ἰσοδυναμεῖ πρὸς $\frac{8}{10}$ ἢ $\frac{4}{5}$ βαθμῶν 'Ρ. καὶ κ βαθμοὶ Κ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $\frac{4}{5}$ κ βαθμῶν 'Ρ. Ἄλλ' ἀντὶ νὰ λάβωμεν τὰ $\frac{4}{5}$ τοῦ ἀριθμοῦ κ, ἐλαττοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ $\frac{1}{5}$ αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι διὰ νὰ μετατρέψωμεν βαθμοὺς Κ. εἰς βαθμοὺς 'Ρ. ἐλαττοῦμεν τὸν ἀριθμὸν τὸν παριστώοντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ Κ. κατὰ τὸ πέμπτον αὐτοῦ. Κατὰ ταῦτα 35 Κ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 28 'Ρ. Τὸναντίον δὲ ἐπειδὴ 80 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 Κ., εἰς βαθμὸς 'Ρ. ἰσοδυναμεῖ πρὸς $\frac{10}{8}$ ἢ $\frac{5}{4}$ Κ. καὶ ἐπομένως ρ βαθμοὶ 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $\frac{5}{4}$ ρ βαθμῶν Κ. Ἄλλ' ἀντὶ νὰ πολλαπλασιάσωμεν ἀριθμὸν τινα ἐπὶ $\frac{5}{4}$, αὐξάνομεν αὐτὸν κατὰ τὸ $\frac{1}{4}$ αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι διὰ νὰ μετατρέψωμεν βαθμοὺς 'Ρ. εἰς βαθμοὺς Κ., ὀφείλομεν νὰ αὐξήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τὸν παριστώοντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ 'Ρ. κατὰ τὸ $\frac{1}{4}$ αὐτοῦ. Οὕτω 24 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 30 Κ.

Εἰς Ἀγγλίαν ἰδίως γίνεται χρῆσις τρίτης τινὸς βαθμολογίας, τῆς τοῦ Φαρενهایتου, καθ' ἣν τὸ μὲν 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμιξέως ἴσων βαρῶν ἀμμωνιακοῦ ἄλατος καὶ τετριμμένου πάγου (— 17°, 78 Κ.), ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς 32 βαθμοὺς τῆς κλίμακος ταύτης καὶ ἡ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τοὺς 212 βαθμοὺς. Ἐπειδὴ λοιπὸν 100 διαιρέσεις Κ. ἢ 80 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 212—32=180 διαιρέσεις Φ. μετατρέπομεν βαθμοὺς Κ ἢ 'Ρ. εἰς Φ. πολλαπλασιάζοντες τὸν μὲν ἀριθμὸν, ὅστις παριστᾷ τοὺς βαθμοὺς Κ., ἐπὶ $\frac{9}{5}$, τὸν δ' ἀριθ-

μόν τον παριστῶντα τοὺς τοῦ 'P. ἐπὶ $9/4$ καὶ προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέραις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν 32. Οὕτω 55 K. ἢ 44 'P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 131 Φ. Τούναντιον 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 $5/9$ μὲν, ὅταν θέλωμεν νὰ εὗρωμεν τὸν ἀντίστοιχον βαθμὸν K., ἐπὶ $4/9$ 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

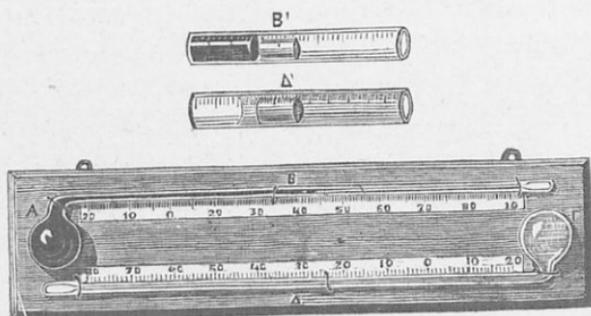
$$\frac{K}{5} = \frac{P}{4} = \frac{\Phi - 32}{9}$$

ΣΗΜ. Σήμερον κατασκευάζουσιν ὑδραργυρικὰ θερμομέτρα δεικνύοντα θερμοκρασίας μέχρι 500 βαθμῶν, ἧτοι πολὺ ἀνωτέρας τῆς θερμοκρασίας τῶν 357 βαθμῶν, καθ' ἣν βράζει ὁ ὑδράργυρος, εἰσάγοντες εἰς τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἀέρια, οἷον ἄζωτον ὑπὸ μεγάλην πίεσιν.

133. Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον. Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εἰς $-390,4$ K., διὰ τὰ μέγιστα φύγη γίνεται χρῆσις καθαροῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ δυσκόλως πήγνυται. Ἐπειδὴ δὲ τὸ οἶνόπνευμα ἔχει φαινόμενην ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ διαστολὴν ἑπταπλασίαν τῆς τοῦ ὑδραργύρου, δὲν γίνεται χρῆσις τριχοδιαμετρικοῦ σωλῆνος διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ οἶνοπνευματικοῦ θερμομέτρου. Καὶ ἐπειδὴ τὸ οἶνόπνευμα ἀναθρᾶζει εἰς $780,4$ K., βαθμολογεῖται τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραργυρικόν, χρωματίζεται δὲ τὸ οἶνόπνευμα συνήθως ἐρυθρὸν διὰ νὰ εἶνε ὁρατὸν ἐν τῷ σωλῆνι.

134. Θερμομέτρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου. Τὰ θερμομέτρα ταῦτα χρησιμεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν τόπου τινὸς ἐν ὀρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι, οἷον ἐντὸς ἐνὸς ἡμερονυκτίου. Καὶ ὡς θερμομέτρον μὲν μεγίστου χρησιμεύει συνήθως ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον AB (σχ. 110) ὀριζοντίως τεθειμένον καὶ ἐμπεριέχον ἐν τῷ σωλῆνι αὐτοῦ δείκτην B, ἧτοι μικρὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου ἐκτὸς τοῦ ὑδραργύρου κείμενον, ὅστις φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς B' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος ὠθεῖ τὸν δείκτην πρὸς τὰ πρόσω ὅταν δ' ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ δοχεῖον, ἀλλὰ δὲν συμπαράσφρει τὸν δείκτην, διότι

ἡ μεταξὺ ὑδραργύρου καὶ σιδήρου ἕλξις δὲν εἶνε ἰκανὴ πρὸς τοῦτο, τούτεστι τοῦ ὑδραργύρου μὴ διακρέχοντος τὸν σίδηρον δὲν ὑπάρχει



Σχ. 110.

συναφεία μεταξὺ τούτων. Τὸ πέρας τοῦ δείκτη τοῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐστραμμένον δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὡς θερμομέτρον δὲ ἐλαχίστου χρησιμεύει συνήθως οἰνοπνευματικὸν θερμομέτρον ΓΔ φέρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην, ἧτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κεῖται ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, τὸ οἰνόπνευμα συστελλόμενον συμπαρασύρει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις οὕτως ἀδυνατεῖ νὰ ἐξέλθῃ τῆς ἐπιφανείας τοῦ οἰνοπνεύματος ἕνεκα τῆς συναφείας, ἧτοι τῆς μεταξὺ ὑάλου καὶ οἰνοπνεύματος ἕλξης. Ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἰνόπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως περίξ τοῦ δείκτη, ἀλλὰ δὲν παρασύρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιοιτοτρόπως οὗτος παραμένει ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὑγρῷ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἰνοπνεύματος 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 ὀρισμένην ὥρᾳ τῆς ἡμέρας καὶ σημειώσας τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, ἣν τὰ θερμομέτρα ταῦτα κατὰ τὸ αὐτὸ ἡμερονύκτιον δεικνύουσιν, ἐπαναφέρει τοὺς δείκτας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος κλίνων ὀλίγον τοὺς σωλῆνας, ὅπως τὰ θερμομέτρα ταῦτα ὡς παρεσκευασμένα διὰ τὰς ἐνδείξεις τῆς ἐπομένης ἡμέρας.

Τὰ θερμομέτρα, ἅτινα μεταχειρίζονται οἱ ἰατροὶ πρὸς εὐρεσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀρρώστων εἶνε θερμομέτρα μεγίστου δεικνύοντα θερμοκρασίας ἀπὸ $+34^{\circ}$ ἕως $+44^{\circ}$ ἐκτομβάθμου. Ἡ θερμοκρασία τῶν $+37^{\circ}$, ἣτις εἶνε ἡ μέση κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ ὑγιοῦς 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 ὑδράργυρος δύναται νὰ διέλθῃ διαστελλόμενος, ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία κατέρχεται, ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη διακόπτεται κατὰ τὴν ἀποστένωσιν ταύτην τοῦ σωλήνος καὶ ὁ ἐν τῷ σωλήνῳ ὑδράργυρος μένει ἐν αὐτῷ ἀκίνητος. Δι' ἐλαφρῶν προσκρούσεων ἢ τιναγμῶν δύναται καὶ αὖθις νὰ εἰσαχθῇ ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου.

135. Μέτρησις τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἐὰν λάβωμεν ῥάβδον ἐκ τινος μετάλλου, οἷον σιδήρου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν κατὰ πρῶτον μὲν ἐν τῷ τηκομένῳ πάγῳ, ὅποτε λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, εἶτα δὲ μεταφέροντες αὐτὴν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος θερμοκρασίας 100° , εἶνε φανερόν ὅτι ἡ ῥάβδος θέλει ἐπιμήκυνθῆ. 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° , εὐρίσκομεν τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ μήκους σιδήρου, ἥτοι ῥάβδος ἐνὸς μέτρου θερμομαινομένη ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1° . Ἡ οὕτως εὐρίσκομένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται *συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων*. Διὰ τοιαύτης ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρηστων ἐν τῇ βιομηχανίᾳ μετάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος (0,000029416) καὶ ὁ μόλυβδος (0,000028484), ὀλιγώτερον διασταλτὰ ὁ ἄργυρος (0,000019097) καὶ ὁ χαλκός (0,000017173), εἶτι ὀλιγώτερον ὁ σίδηρος (0,000012204) καὶ ὀλιγώτερον πάντων ὁ λευκόχρυσος (0,000008841). Οὕτω ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου μήκους 100 μέτρων θερμομαινομένη κατὰ 100° διαστέλλεται ἐν ὄλῳ κατὰ 294, ^μ16, ἐν ᾧ ἴση τὸ μῆκος ῥάβδος ἐκ λευκοχρύσου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις θερμάνσεως διαστέλλεται κατὰ 88, ^μ41. Ῥάβδος δ' ἐκ σιδήρου συνεχῆς ἔχουσα μῆκος 8 χιλιομέτρων, ὅποια εἶνε περίπου ἡ ἀπ' Ἀθηνῶν εἰς Πειραιᾶ ἀπόστασις, θερμομαινομένη κατὰ 45 βαθμούς, οἷα περίπου εἶνε ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας ἐν Ἀθήναις ἀπὸ τοῦ χειμῶνος μέχρι τοῦ θέρους, διαστέλλεται κατὰ $8000 \times 45 \times 0,0000122 = 4, \sup{μ}392$.

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

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

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

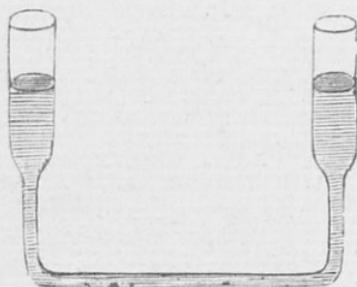
Διὰ τῶν τύπων τούτων εὐρίσκομεν τὸ μῆκος ῥάβδου εἰς 0 , ὅταν γνωρίζωμεν τὸ μῆκος ταύτης εἰς θ° καὶ ἀντιστρόφως.

137. 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 μετάλλινον π. χ. ἔλασμα ἔχον ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγωνικὸν μέτρον ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° θερμαίνόμενον ἀπὸ τοῦ 0° εἰς 1° , παρίσταται δι' ἀριθμοῦ διπλασίου (κατὰ μείστην προσέγγισιν) τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς, ὁ δὲ συντελεστὴς τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς δεικνύων τὴν ἐξόγκωσιν, ἣν ὑφίσταται ἐν κυβικὸν μέτρον σώματος τινος θερμαίνόμενον ἀπὸ 0° εἰς 1° , παρίσταται δι' ἀριθμοῦ τριπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς.

138. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Δ τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς σώματος τινος διὰ O καὶ O' , τὸν ὄγκον αὐτοῦ εἰς 0° καὶ θ° , θέλομεν ἔχει $O' = O(1 + \Delta\theta)$.

139. **Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.**
Εἰς τὰ ὑγρά διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον κατ' ὄγκον καὶ τὴν φαινομένην κατ' ὄγκου διαστολήν. Καὶ φαινομένη μὲν διαστολὴ καλεῖται ἡ διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου. Τοιαύτη εἶνε π. χ. ἡ ἐν τῷ ὑδραργυρικῷ ἢ οἶνοπνευματικῷ θερμομέτρῳ παρατηρουμένη διαστολὴ τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἶνοπνεύματος, ἧτις εἶνε ἐλάσσων τῆς πραγματικῆς κατὰ τὴν διαστολήν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου. Οὕτω λ. χ. ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ οἶνοπνεύματος ἐν ὑάλινῳ δοχείῳ εἶνε ἐπταπλασία τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐν ᾧ ἡ πραγματικὴ εἶνε μόνον πενταπλασία περίπου τῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἀπόλυτος δὲ διαστολὴ καλεῖται ἡ ὀλικὴ διαστολή, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν θερμαίνόμενον καὶ ἣν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν προσθέτοντες εἰς τὴν φαινομένην διαστολήν τοῦ ὑγροῦ τὴν τοῦ δοχείου.

140. Πρὸς ἀκριβῆ εὐρεσιν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς καὶ μάλιστα τοῦ ὕδαρ-
γύρου μετεχειρίσθησαν οἱ Dulong καὶ Petit δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα (σχ.
111) ἐμπεριέχοντα καθαρὸν ὑδράργυρον, ὧν τὸ μὲν ἐν ἐψύχθῃ μέχρι τοῦ 0° ,



Σχ. 111.

ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ὡς ἐξῆς.

Παραστήσωμεν διὰ τοῦ Γ καὶ Γ' τὰ ὕψη τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν εἰς 0°
καὶ εἰς θ° , ἅτινα κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων εἶνε ἀντιστρό-
φως 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° , συναγόμεν ὅτι αἱ πυκνότητες π καὶ π' εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογαί
τῶν ὄγκων O καὶ O' , οὓς καταλαμβάνει ὁ ὑδράργυρος εἰς 0° καὶ εἰς θ° , ἥτοι

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

ἔνθα 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
ὕδαργύρου μεταξὺ 0° καὶ 100° εἶνε ἴσος πρὸς $0,00018 = \frac{1}{5550}$. Οὕτω
5550 κυβικὰ ὕψεκ. ὑδραργύρου θερμαίνόμενα ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1° γίνονται 5554
κυβ. ὕψεκ.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἐξισώσεως

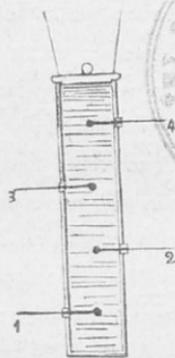
$$1 + \Delta\theta = \frac{\Gamma'}{\Gamma}$$

λαμβάνομεν

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

Διὰ τοῦ τύπου τούτου γίνεται ἡ ἀναγωγή τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, ἤτοι εὐρίσκωμεν τὸ ὕψος γ' τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ βαρομέτρῳ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° , ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ ὕψος γ'' ὑπὸ θερμοκρασίαν οἰανδήποτε θ° .

141. **Διαστολὴ τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρουσιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν. Οὕτως ἀπὸ τοῦ 0° μέχρι 4° ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττωῦται καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται, ἀπὸ δὲ τῶν 4° καὶ ἄνω διαστέλλεται καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττωῦται, 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 κλειστόν ἄνωθεν καὶ πλήρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° , φέρον δὲ πρὸς τὰ πλάγια τέσσαρα θερμομέτρα 1, 2, 3, 4 (σχ. 112), ἔχοντα τὸ μὲν δοχεῖον αὐτῶν ἐν τῷ ὕδατι τοῦ ἀγγείου, τὸν δὲ σωλῆνα ἐκτὸς αὐτοῦ, ἐκτιθεταὶ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔχουσαν θερμοκρασίαν πολλῶ ἀνωτέραν τῶν 4° , οἷον 20° ἢ 30° , ἐν τῇ ᾗ τὸ ἀγγεῖον τούτο θερμαίνεται βαθμηδόν. Ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης εἰσχωροῦσα εἰς τὸ ἀγγεῖον θερμαίνει κατὰ πρῶτον τὰ μέρη τοῦ ὕδατος, τὰ εὐρισκόμενα εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου, ἅτινα καθιστάμενα πυκνότερα κατέρχονται μέχρι τοῦ πυθμένου καὶ ἀντ' αὐτῶν ἀνέρχονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τὰ ψυχρότερα ὡς ἀραιότερα. Κατ' ἀκολουθίαν



Σχ. 112.

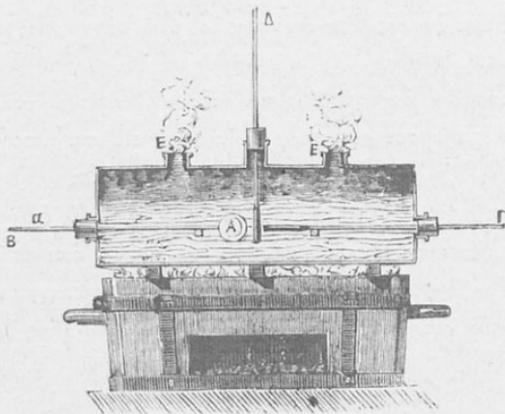
ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων ἀνέρχεται καὶ τοῦ μὲν 1 ταχέως, τοῦ 2 βραδύτερον καὶ τῶν 3 καὶ 4 βραδύτατα. Μετὰ τινα χρόνον τὸ 1 δεικνύει 4 βαθμοὺς καὶ διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, διότι τὰ περιβάλλοντα αὐτὸ μέρη τοῦ ὕδατος ἔλαβον τὴν μεγίστην αὐτῶν πυκνότητα. Εἶτα ἐπέρχεται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου 2 καὶ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ 3 καὶ 4 καὶ οὕτω τὸ ἐν μετὰ τὸ ἄλλο τὰ θερμομέτρα λαμβάνουσι περίπου τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τῶν 4° , ἣν τηροῦσιν ἐπὶ τινα χρόνον. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγγείου ἐξακολουθεῖ, τὰ μέρη τοῦ ὕδατος τὰ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου λαμβάνουσι θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 4° καὶ γινόμενα ἀραιότερα ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4° , ἤδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν

ταύτης, εἶτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθεξῆς ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸ κατώτερον θερμομέτρον, μέχρις ὅτου ὄλον τὸ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὕδωρ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς περιβαλλούσης ἀτμοσφαιρας. 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 πυκνότητα, 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, εἰς 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, διότι ἀρχομένου τοῦ χειμῶνος τὸ ὕδωρ ψύχεται διηνεκῶς κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν μέχρι 4°, ὁπότε ὡς πυκνότερον πίπτει εἰς τὸν πυθμένα καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἀραιότερου ὡς θερμότερου, μέχρις ὅτου ὄλον 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 πῆγνυνται. Κατὰ δὲ τὸ θέρος τὸ ὕδωρ τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων, αἵτινες καλύπτουσι τὰ περίξ τῶν λιμνῶν ὄρη, καταρρέον διατρεῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ κατωτέρου στρώματος εἰς 4° περίπου.

142. Μέτρησης τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων. Τὴν κατ' ὄγκον διαστολὴν τῶν ἀερίων εὗρεν ὁ Gay-Lussac ὡς ἐξῆς. Κοίλην ὑαλίνην σφαιραν Α (σχ. 113) γνωστῆς χωρητικότητος ἐπλήρωσε ξηροῦ ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου οἴουδ' ἴποτε φέρουσαν στενὸν καὶ μακρὸν σωλῆνα Β ἠριθμημένον, ἐν τῷ ὁποίῳ σταγὼν ὕδραργύρου α χρησιμεύουσα ὡς δείκτης διέκοπτε τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τῆς σφαιρας ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Εἶτα κατὰ πρῶτον μὲν ἐψύξε τὴν σφαιραν μέχρι τοῦ 0° προσδιορίσας τὸν ὄγκον τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος, ἔπειτα δ' ἐθέρμανεν αὐτὴν μέχρις 100°. διὰ ζέοντος ὕδατος, οὕτινος τὴν θερμοκρασίαν παρεῖχον τὰ θερμομέτρα Γ καὶ Δ. Διὰ τῆς μετατοπίσεως δὲ τοῦ ἐξ ὕδραργύρου 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, παραδέχον

ται σήμερον ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς $\frac{1}{273}$ (εἰκοσαπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τοῦ



Σχ. 113.

ὕδραργύρου), τούτεστι 273 ὄγκοι ἀερίου γίνονται 274, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ κατὰ ἓνα βαθμόν, ἢ δ' ἐπὶ τοῦ ἀερίου πίεσις μείνη σταθερά, ἢ ὅπερ τὸ αὐτό, ὁ ὄγκος ἀερίου λαμβανομένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0⁰ διπλασιάζεται, ὅταν θερμανθῇ μέχρι 273⁰, τῆς πίεσεως μενούσης σταθερᾶς.

143. **Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.** Ἡ μεγάλη διαστολή, ἣν ὑφίστανται τὰ ἀέρια θερμαινόμενα, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνανέωσιν τοῦ ἀέρος αἰθούσης, ἐν ἣ παραμένουσι πολλοὶ ἀνθρωποι. Διότι ὁ ἐντὸς τῆς αἰθούσης ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται εἰς τὰ ἀνώτερα μέρη τῆς αἰθούσης, ὅπουθεν ἐξέρχεται, εἰάν 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 ἔδαφους, ἐν ᾧ ζῶμεν. Θερμαινόμενος δὲ ὁ ἀήρ τοῦ στρώματος τούτου διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἀντικαθιστάμενος ὑπὸ ἀέρος ψυχροτέρου, οὕτω δὲ τὸ κατώτερον τοῦτο στρώμα δὲν ὑπερθερμαίνεται, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται τοιαύτη, ὥστε νὰ δύνωνται νὰ ὑπάρξωσιν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῶα. Ὡσαύτως ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῃ ἐργοστασίου ἀήρ θερμαινόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας ἐπιταχύνει τὴν καῦσιν καὶ θερ-

μαινόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσα δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μείζων, τοσούτω τὸ βεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἰσχύς τοῦ πυρὸς καὶ διὰ τοῦτο ἐν τοῖς ἐργοστασίοις, ἐν οἷς ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ θέρμανσις ἀτμολεβήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλὰς τὰς καπνοδόχας. Ὡσαύτως πρὸς θέρμανσιν μεγάλων οἰκοδομῶν μεταχειρίζονται τὰ καλούμενα ὑπόκαυστα, ἧτοι θερμαίνουσιν ἀέρα ἐντὸς σιδηρῶν σωλῆνων εἰς τὰ ὑπόγεια τῆς οἰκοδομῆς κειμένων, οἵτινες διὰ τοῦ ἐνὸς μὲν πέρατος τίθενται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, διὰ δὲ τοῦ ἐτέρου ἐκστομοῦνται εἰς τὰς αἰθούσας τῆς οἰκοδομῆς δι' ὀπῶν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεφωγμένων. Ὁ ἐντὸς δὲ τῶν σωλῆνων ἀήρ θερμαίνόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διηνεκῶς εἰς τοὺς σωλῆνας, ἐνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΠΕΡΙ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΞΕΩΣ.

144. Πάντα μὲν τὰ στερεὰ σώματα θερμαίνόμενα διαστέλλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὄριον διαστολῆς, πέραν τοῦ ὁποίου ταῦτα μεταβαίνουν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἧτοι τήκονται. Τὰ τακέντα δὲ στερεὰ σώματα ψυχόμενα ἀναλαμβάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἧτοι πήγνυνται. Τῶν φαινομένων τούτων τὸ μὲν πρῶτον καλεῖται τήξις, τὸ δὲ δεύτερον πήξις.

145. **Νόμοι τήξεως καὶ πήξεως.** Ἐκαστον σῶμα ἄρχεται τηκόμενον ἢ πηγνύμενον ἐν ὀρισμένῃ τιῇ θερμοκρασίᾳ, ἧτις εἶνε ἡ αὐτὴ πάντοτε, τοῦ σώματος εὐρισκομένου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Οὕτως ὁ καθαρὸς πάγος τήκεται πάντοτε καὶ τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ πήγνυται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0⁰. Ἄφ' ἧς δὲ στιγμαῆς ἄρχεται ἡ τήξις ἢ ἡ πήξις, ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ἡ τήξις ἢ ἡ πήξις γίνῃ τελεία. Οὕτως ἂν ψύξωμεν ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας καὶ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0⁰, ἀμέσως ἄρχεται ἡ πήξις καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυμένου ὕδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβληθῇ εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν ψύχοντες τὸν πάγον, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δύνχεται νὰ κατέλθῃ καὶ κάτωθεν τοῦ 0⁰. Ὡσαύτως, ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς χύτρας μικρὰ τεμάχια θείου, παρατηροῦμεν

ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται μέχρις 1110°, ὁπότε τὸ θεῖον ἄρ-
χεται τηκόμενον καὶ μένει στάσιμος, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ θεῖον τακῆ
καὶ εἶτα ἄρχεται πάλιν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψουμένη. Ἡ θερμότης
δ' αὖτη, ἡ δαπανωμένη κατὰ τὴν τῆξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινο-
μένη αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμομέτρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ
λανθάνουσα θερμότης.

146. Τὰ διάφορα σώματα τήκονται εἰς διαφόρους θερμοκρασίας.
Οὕτως ὁ κηρὸς εἰς 680°, ὁ κασσίτερος εἰς 2300°, τὸ βισμούθιον εἰς 2650°,
ὁ μόλυβδος εἰς 3300°, ὁ ἄργυρος εἰς 10000°, ὁ χαλκὸς εἰς 10500°, ὁ
χρυσὸς εἰς 12500° καὶ ὁ λευκόχρυσος εἰς 17790°. Τινὰ δὲ σώματα,
ὡς ἡ ὕαλος, πρὸ τῆς τελείας τήξεως λαμβάνουσιν ἡμίρρευτὸν τινα
κατάστασιν, οἷα ἡ τοῦ μέλιτος, ἧς ἐπωφελοῦνται ἐν τῇ βιομηχανίᾳ
πρὸς κατασκευὴν ὑαλίνων σκευῶν διαφόρων σχημάτων.

147. Τὰ μεταλλικὰ κράματα, τούτεστιν αἱ ἐνώσεις μετάλλων,
οἷα τὰ χρυσᾶ ἢ ἀργυρᾶ νομίσματα τὰ ἐκ χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ἢ ἀργύρου
καὶ χαλκοῦ συνιστάμενα, τήκονται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν ἐκεί-
νης, καθ' ἣν τήκεται κατ' ἴδιαν τὸ δυστηκτότερον τῶν συνιστῶντων
τὸ κράμα μετάλλων, ἐνίοτέ δὲ εἰς θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν καὶ τῆς
θερμοκρασίας τῆς τήξεως τοῦ εὐτηκτοτέρου τῶν συστατικῶν μετάλλων.
Οὕτω κράμα ἐκ δύο μερῶν βισμούθιου, ἐνὸς μόλυβδου καὶ ἐνὸς κασσι-
τέρου τήκεται μόνον εἰς 940°, ἐν ᾧ καὶ τὰ τρία ταῦτα μέταλλα τή-
κονται κατ' ἴδιαν ἕκαστον εἰς πολὺ ἀνωτέραν θερμοκρασίαν.

148. Κατὰ τὴν τῆξιν ἢ πῆξιν τῶν σωμάτων ὁ ὄγκος αὐτῶν πά-
σχει αἰφνιδίαν τινὰ μεταβολήν. Καὶ συνήθως μὲν ὁ ὄγκος αὐτῶν
αὐξάνεται κατὰ τὴν τῆξιν, ἐλαττοῦται δὲ κατὰ τὴν πῆξιν, ὡς ὁ τοῦ
μόλυβδου, καὶ διὰ τοῦτο στερεὸς μόλυβδος ριπτόμενος ἐν τετηκότῳ μολύ-
βδῳ βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τῆς χύτρας. Ἄλλ' εἰς τινα σώματα
συμβαίνει τὸ ἐναντίον, τούτεστι κατὰ τὴν πῆξιν αὐτῶν ὁ ὄγκος αὐξά-
νεται, ὡς εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ διὰ τοῦτο ὁ πάγος ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος.
Κατὰ τὴν πῆξιν δὲ τοῦ ὕδατος ἀναπτύσσεται τοιαύτη διασταλτικὴ
δύναμις, ὥστε θραύονται οὐ μόνον ἀγγεῖα ἐξ ὑάλου πλήρη ὕδατος, ἀλλὰ
καὶ ρήγνυνται κλειστοὶ σιδηροὶ σωλῆνες, οὓς ἐντελῶς ἐπλήρου τὸ ὕδωρ.
Ἄλλος τρόπος μεταβολῆς τῆς καταστάσεως στερεῶν σωμάτων εἶνε
καὶ ἡ ἐν τοῖς ὑγροῖς διάλυσις αὐτῶν.

149. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Πολλὰ στερεὰ οὐσίαι διαλύονται
ἐν τοῖς ὑγροῖς, οἷον τὸ μαγειρικὸν ἅλας, τὸ ἀμμωνιακὸν ἅλας, τὸ νί-
τρον ἐν τῷ ὕδατι. Τὰ ἅλατα δὲ ταῦτα ἔνα διαλυθῶσιν ἐν τῷ ὕδατι

ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ ὑγροῦ, οὕτινος κατέρχεται ἐπαισθητῶς ἡ θερμοκρασία. Διὰ τοῦτο ἂν ἀναμίξωμεν ἄλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἄλας εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἄλας. Ἄλλὰ καὶ διὰ τὴν τήξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἄλατος ἀπαιτεῖται θερμότης, ἣτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ μίγματος, ἄλατος καὶ πάγου, ὅπερ ψύχεται κάτωθεν τοῦ 0^0 καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο ψυκτικὸν μίγμα. Τὸ ὕδωρ τὸ φέρον διαλελυμένας ἄλλας οὐσίας τιθέμενον ἐντὸς πάγου ψύχεται μὲν μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0^0 , ἀλλὰ δὲν πήγνυται, διότι πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται ψῦξις εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῆς τοῦ 0^0 , ἧποία παράγεται διὰ μίξεως ἴσων βαρῶν μαγειρικοῦ ἄλατος καὶ πάγου τετριμμένου ἢ χιόνος, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ κατέλθῃ ἀπὸ τοῦ 0^0 μέχρι -21^0 περίπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

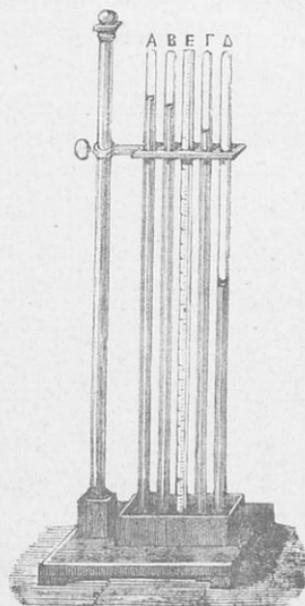
ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ.

150. Καλεῖται ἀτμὸς τὸ ἀέριον, εἰς ὃ μεταβάλλεται ὑγρὸν τι διὰ τῆς θερμότητος. Ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ δὲ ἀνευρίσκομεν τὸν ὑδρατμὸν ἀφθονώτατον, περὶ οὗ ἰδίως πραγματευόμεθα.

151. Τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθέρ, ὄντα ὑγρά ἐξατμιστὰ εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαεροῦνται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τούτου ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περιεχούσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομετρικούς σωλῆνας Α, Β, Γ, Δ (σχ. 114) πλήρεις ὑδραργύρου, ἐν οἷς ὁ ὑδράργυρος ἴσταται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὅπερ δεικνύει ὁ ἐν τῷ μέσῳ κανὼν Ε. Εἶτα εἰσάγοντες κάτωθεν εἰς μὲν τὸν σωλῆνα Β σταγόνας ὕδατος, εἰς τὸν Γ σταγόνας οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν Δ σταγόνας αἰθέρος, παρατηροῦμεν ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν τὰ ὑγρά ταῦτα ἀνερχόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων, πάραυτα ἐξαεροῦνται. Συγχρότως δὲ παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑδραργυρικαὶ στήλαι κατέρχονται, ἀλλ' ὀλιγώτερον μὲν εἰς τὸν Β τὸν περιέχοντα ἀτμούς ὕδατος, πλειότερον δὲ εἰς τὸν Γ τὸν ἐμπεριέχοντα ἀτμούς οἰνοπνεύματος καὶ εἶτι πλειότερον εἰς τὸν Δ τὸν περιέχοντα ἀτμούς αἰθέρος. Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου

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

152. **Χῶρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν εἰς χῶρον κενόν, οἶον εἰς σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ.115), ἀποτελοῦσαν βρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τινὰς ὕδατος, παρκτηροῦμεν ὅτι ἐκάστη σταγὼν ἄμα ἐξαερούμεν ἑπιφέρει κατάπτωσιν τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν παρατηροῦμεν τοιαύτην κατάπτωσιν, ὁ χῶρος Α διατελεῖ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν. Ὅταν ὁμως σταγῶν ὕδατος εἰσαχθεῖσα δὲν ἐξαερωταί



Σχ. 114.

πλέον, ὁπότε καὶ ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη πιύεται κατερχομένη, τότε ὁ χῶρος Α εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ δ' ὀλικὴν κατάπτωσιν, ἢν πάσχει ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη, δεικνύει τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν, ὅτινες κορεννοῦσι τὸν χῶρον Α. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη καλεῖται *μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν* τοῦ ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν, ὑφ' ἣν πειρώμεθα.

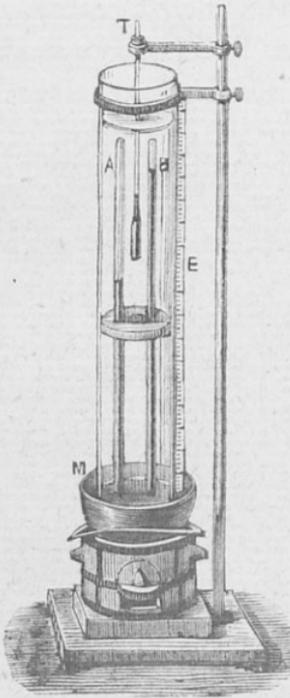
153. *Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει ἀξανομένη ἀξανομένης τῆς θερμοκρασίας.* Ἀποδεικνύομεν τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς καὶ μετροῦμεν συγχρόνως τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μεταξὺ 0⁰ καὶ 100⁰ διὰ τῆς ἐξῆς τοῦ Δάλτωνος συσκευῆς (σχ. 116). Εἰς χύτραν Μ περιέχουσιν ὑδραργύρον ἀναστρέφομεν δύο βρομετρικοὺς σωλῆνας Α καὶ Β πλήρεις ὑδραργύρου, ὡν ὁ ἕτερος Α περιέχει μικρὰν ποσότητα ὕδατος ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βρο-



Σχ. 115.

μετρικῶ θαλάμῳ. Οἱ σωλῆνες οὗτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκάτερωθεν, ἐρείδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδρα-

γύρου καὶ πλήρους ὕδατος, οὕτως ἢ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ



Σχ. 116.

θερμομέτρου T ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεβαπτισμένου. Κανὼν E ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῆνι A , ἥτοι τὴν μέγιστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Διὰ πυρᾶς κάτωθεν τεθείσης θερμαίνεται ὁ ὑδράργυρος καὶ ταυτοχρόνως τὸ ὑπερκείμενον καὶ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι A ὕδωρ. Ὑψουμένης διηλεκτῶς τῆς θερμοκρασίας, ἢ ἐν τῷ σωλῆνι A ὑδραργυρικῆ στήλη κατέρχεται συνεχῶς, εἰς δὲ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ χύτρᾳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ μέγιστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° εἶνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, ἐν ᾗ εἰς θερμοκρασίαν 50° εὐρίσκομεν ὅτι δὲ 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 κορεννουόντων τῶν χώρων π. χ. λέβητος δὲν διπλασιάζεται ἡ μέγιστη τάσις, ἀλλ' ὑπερδιπλασιάζεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 100° . Οὕτω διὰ νὰ γίνῃ ἡ μέγιστη 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 γίνῃ δὲ ἴση πρὸς 10 ἀτμοσφαιρας, ὀφείλομεν νὰ θερμάνωμεν μόνον μέχρις 180° περίπου. Ἡ ἐλαστικότητα δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἢ τοσοῦτω ταχέως ἀξανομένη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμποιεῖται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περὶ ὧν ποιούμεθα λόγον ἐν τινὶ τῶν ἐπομένων κεφαλαίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΒΡΑΣΜΟΥ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.
ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ.

154. **Ἐξάτμισις.** Ἐξάτμισις καλεῖται ἡ βραδεία παραγωγὴ ἀτμῶν ἢ γινομένη κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφανείαν πολλῶν ὑγρῶν. Δι' ἐξατμίσεως ξηραίνονται αἱ διαβραχεῖσαι σανίδες τῶν δωματίων, τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ ὑγρὸν ἔδαφος. Δι' ἐξατμίσεως ὡσαύτως ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν συμπυκνούμενοι εἶτα εἰς νέφη καὶ βροχὴν.

155. Τὸ ὕδωρ ὡς καὶ πλεῖστα τῶν ἄλλων ὑγρῶν, ἀναδίδουσιν ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Αἰτίαι δὲ ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμισιν εἶνε αἱ ἑξῆς.

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 δι' αὐτὸ 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 ταχυτάτη. Οὕτω διάβροχα ὑφάσματα ξηραίνονται ταχυτάτα μὲν, ἐὰν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, βραδέως δέ, ὅταν πνέῃ ὑγρὸς νότος. Πνέοντος δὲ ἀνέμου ἐν γένει ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα, διότι ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρᾶσφύρει τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμοὺς, ἐν ᾧ ὅταν ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μὲν στάσιμος, κορέννεται σχεδὸν ἀτμῶν καὶ παρεμποδίζεται ἡ ἐξάτμισις.

Δ'. Ἡ ἐκτασις τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ, διότι, ὅταν αὕτη εἶνε μείζων, παρέχει ἀτμοὺς ἐκ πλειοτέρων σημείων. Οὕτω ποσότης τις ὕδατος ἐξατμιζεται ταχύτερον ἐν εὐρυχωρῶν λεκάνῃ ἢ ἐν στενολαίμῳ ἀνοικτῇ φιάλῃ.

156. **Ψυχὸς παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἶον ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, εἶνε μεταστάσις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἥτις ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν θερμότητος. Ὅταν δὲ εἰς τὸ ἐξατμιζόμενον ὑγρὸν δὲν

παρέχωμεν ἄλλην πηγήν θερμότητος, τότε αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑγρὸν παρέχει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν ἀναγκαίαν αὐτῷ θερμότητα καὶ ἔνεκα τούτου ψύχεται καὶ ψύχει καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψῦξιν. Θερμόμετρον, οὗτινος τὸ δοχεῖον διαβρέχομεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχεῖαν κατάπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Διγνητικὰ, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς ρεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραῖνον διηνεκῶς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι κλειστῷ κάτωθεν θέσωμεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ ἐμβαπτίσωμεν αὐτὸν εἰς ποτήριον περιέχον αἰθέρα (σχ. 117) καὶ δια-



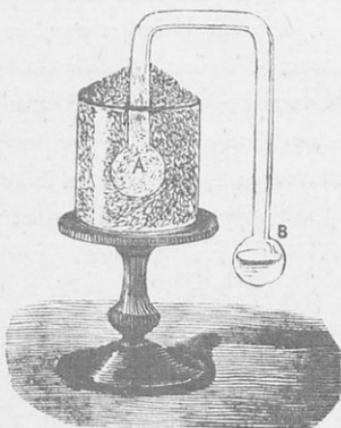
Σχ. 117.

θιβάσωμεν διὰ φυσητηρίου ρεῦμα ἀέρος, ἐπέρχεται ταχεῖα ἐξάτμισις τοῦ αἰθέρος καὶ ἐπομένως ψῦξις καὶ τέλος πῆξις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδατος.

157. Κρυοφόρον τοῦ Βολλαστῶνος. Καὶ εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο ταχεῖα ἐξάτμισις ἐπιφέρει ψῦξιν καὶ κατ' ἀκολουθίαν πῆξιν ὕδατος διὰ διηνεκῶς ἐξατμίσεως αὐτοῦ. Συνίσταται δὲ ἐκ σωλῆνος

υαλίνου δις κεκαμμένου κατ' ὀρθὴν γωνίαν καὶ ἀπολήγοντος εἰς σφαίρας A καὶ B (σχ. 118), ὧν ἡ μὲν B ἐμπεριέχει ὕδωρ ἀλλ' ἄνευ αἰέρος, ἡ δὲ A μόνον ἀτμούς ὕδατος.

Περιβάλλοντες δὲ τὴν σφαῖραν A διὰ πάγου ἢ κάλλιον διὰ μίγματος πάγου καὶ ἄλατος, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον τὴν πῆξιν τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ B ὕδατος, διότι οἱ ἐν τῇ σφαίρᾳ A ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ψυχόμενοι ὑγροποιῶνται καὶ οὕτω προκαλεῖται ταχεῖα ἐξάτμισις τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ B ὕδατος, ὅπερ τούτου ἐνεκα ψύχεται καὶ τέλος πήγνυται. Ἐν τῶ ὄργανῳ δηλαδὴ τούτῳ γίνεται διηνεκῆς ἀπόσταξις ἐκ τῆς σφαίρας B τῆς θερμότερας πρὸς τὴν σφαῖραν A τὴν ψυχροτέραν.

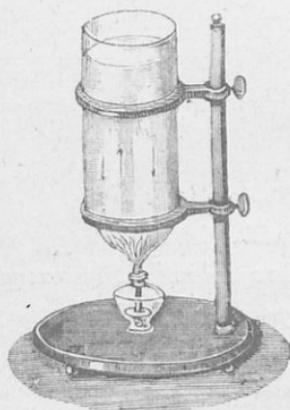


Σχ. 118.

Τοιαύτη τις ἀρχὴ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς πάντα τὰ ἀποστακτικά σκεύη, περὶ ὧν κατωτέρω πραγματεύομεθα.

158. Βρασμός. Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν ἐξ ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ κατὰ πομφόλυγας μᾶλλον ἢ ἥτιον με-

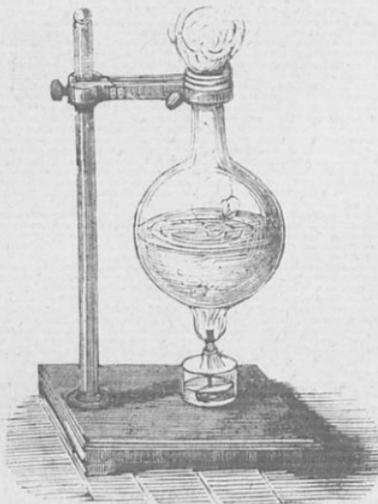
γάλας. Ὄταν θερμαίνωμεν ὕδωρ ἐντὸς υαλίνου δοχείου ἐκ τοῦ πυθμένος αὐτοῦ, παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον κινήσιν ἐν τῷ ὑγρῷ, ἧτις εἶνε καταφανής, ὅταν τὸ ὑγρὸν ἐμπεριέχῃ ἐλαφρά τινα σωματῖα, εἶον βινήματα ξύλου. Ἐν τῇ κινήσει δὲ ταύτῃ διακρίνομεν δύο ρεύματα (σχ. 119), ἐν μὲν ἀνερχόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ δοχείου, ἕτερον δὲ κατέρχόμενον κατὰ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, ἅτινα ρεύματα προέρχονται ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ τοῦ πυθμένος διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς καθιστώσης αὐτὸ ἀραιότερον τοῦ ὑπερ-



Σχ. 119.

κειμένου ψυχροτέρου ὕδατος, ὅπερ ὡς πυκνότερον κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσῃ ἡ θέρμανσις, ἀναφαίνονται μετ' ὀλίγου ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φυσαλίδες αἰέρος προερχόμεναι ἐκ τοῦ ἐν τῷ ὕδατι διαλελυμένου

αέρος, ὅστις θερμαινόμενος 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 ἐτι ψυχρά. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμὸν τινα, ὅστις προηγεῖται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὅταν δὲ καὶ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκούντως θερμανθῶσιν, αἱ παρκαγόμεναι πομφόλυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μεγεθύνονται ἕνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως καὶ φθάνουσαι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διαρρήγνυνται· καὶ οὕτω παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ (σχ. 120).



Σχ. 120.

159. Ὁ βρασμὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

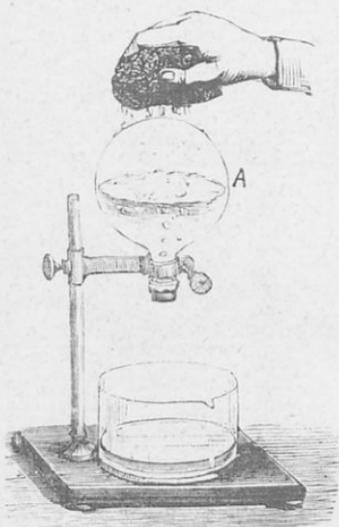
A'. Ὁ βρασμὸς ἄρχεται ἐν ὥρῃ σιμῆνῃ θερμοκρασίᾳ, ἣτις εἶνε μὲν διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά, ἀλλ' ἢ αὕτη πάντοτε διὰ τὸ αὐτὸ ὑγρὸν εὐρισκόμενον ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Ἡ θερμοκρασία δ' αὕτη καλεῖται σημεῖον ἢ βαθμὸς ζέσεως. Διατηρεῖται δ' ἡ θερμοκρασία ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἰσχὺς τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις νὰ διατηρῆται ἀμετάβλητος.

B'. Ἡ ἐλαστικότητα τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πίεσει, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἡ ἀτμόσφαιρα ἢ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητῶς δι' αέρος, ὃν συμπιέζομεν ἢ ἀραιῶμεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100°, ἐὰν ὅμως ἐγκλείσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ καὶ συμπιέσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρα μέχρι πίεσεως δύο ἀτμοσφαιρῶν, βράζει εἰς 120° περίπου, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἀραιώσωμεν τὸν ὑπερκείμενον τοῦ ὕδατος ἀέρα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαιρας, τότε βράζει εἰς 80° περίπου.

160. Ὁ βαθμὸς τῆς ζέσεως ὑγροῦ τινος ἀνυψοῦται, ὅταν τὸ ὑγρὸν περιέχῃ οὐσίας διαλελυμένας. Οὕτω τὸ ὕδωρ τὸ κεκορεσμένον διὰ και-

νοῦ ἄλατος 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° .

161. 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, ὡς 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 Φραγκλίνος διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν ὑάλινον ἀγγεῖον Α, ἐν ᾧ βράζομεν ὕδωρ ἐπὶ τινα χρόνον, ὥπως ἐκδιώξωμεν οὐ μόνον τὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὑπερκειμένον τοῦ ὕγρου. Εἶτα κλείοντες ἀμέσως διὰ πώματος τὸ ἀγγεῖον καὶ ἀναστρέφοντες (σχ. 121), παρατηροῦμεν ὅτι ὁ βρασμὸς ἐξακολουθεῖ καὶ ἄνευ θερμαντικῆς πηγῆς, διότι οἱ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ἀγγείου ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ψύχονται ταχύτερον τοῦ ὕδατος, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτῶν διατελεῖ μικροτέρα τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν, μέχρις ὅτου τὸ ὕδωρ λάβῃ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὅποτε ὁ βρασμὸς παύεται. Ἐπαναλαμβάνεται δ' ὁ βρασμὸς, ἐὰν ἐπιχύσωμεν ψυχρὸν ὕδωρ διὰ σπόγγου ἢ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἀγγείου τεμάχιον πάγου, διότι τότε ψύχομεν τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμοὺς κάτωθεν τῆς συνήθους θερμοκρασίας, ἢν ἔλαβε τὸ ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ καὶ μειοῦμεν οὕτω τὴν ἐλαστικότητα αὐτῶν καθιστώντες αὐτὴν κατωτέραν τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον ὑδρόσφουρα (σχ. 122) καὶ ἀποτελούμενον ἐκ σωλῆνος ἐμπεριέχοντος ὕδωρ ἄνευ ἀέρος. Ἐὰν λάβωμεν ἐν τῇ χειρὶ τὴν σφαῖραν



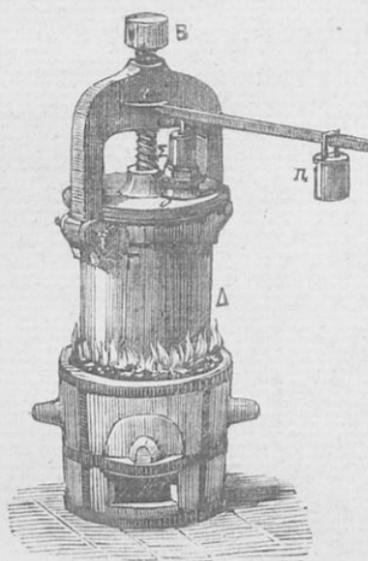
Σχ. 121.

Σχ. 122



τῆς ὑδροσφύρας καὶ ἀνορθώσωμεν τὸν σωλῆνα ὑπὸ μικρὰν ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα κλίσιν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀνατινάσσεται, καὶ ἰδίως ὅταν τρίβωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος διὰ τεμαχίου πάγου.

162. **Χύτρα τοῦ Παπένου.** Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῶν 100⁰, οἷον εἰς 200⁰ καὶ ἐπέκεινα, ὅπερ ἐν ἀνοικτῶ δοχεῖῳ δὲν δυνάμεθα νὰ κατορθώσωμεν. Ἀποτελεῖται δ' ἐξ ὀρειχαλκίνου ἢ σιδηροῦ δοχείου Δ (σχ. 123), ἔμπεριέχοντος ὕδωρ κατὰ τὰ $\frac{2}{3}$ καὶ κλειομένου



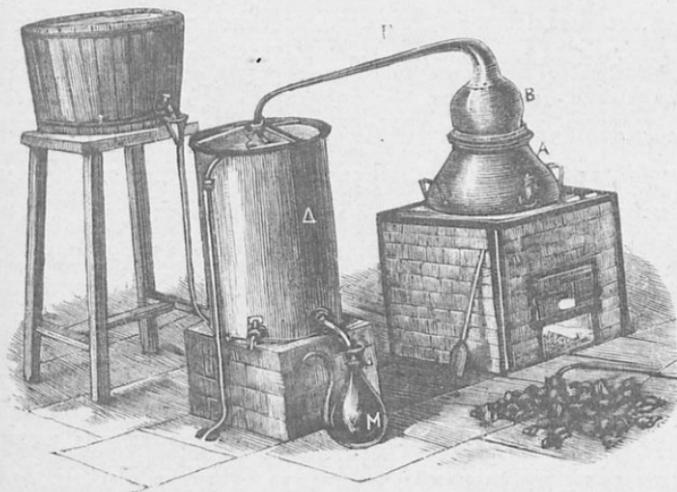
Σχ. 123.

ἄνωθεν διὰ δίσκου ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὅστις ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ δοχείου καὶ πιέζεται διὰ μεγάλου πιεστικοῦ κοχλίου Β, κλείων οὕτως ἀεροστεγῶς τὸ δοχεῖον. Ὁ δίσκος οὗτος φέρει κωνικὴν ὀπὴν κλειομένην διὰ κολούρου μεταλλίνου κώνου Σ, ἐφ' οὗ πιέζει ἢ περὶ τὸ σημεῖον α στρεπτή σιδηρᾶ ῥάβδος ἢ φέρουσα τὸ μεταθετὸν βᾶρος π καὶ ἀποτελοῦσα μετ' αὐτοῦ μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἶδους. Ἐὰν θερμάνωμεν κάτωθεν τὸ δοχεῖον Δ, τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ θερμαίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψοῦται μὲν διηνεκῶς, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ δὲν βράζει, διότι ἡ ἐλαστικότης τῶν ἄνωθεν τῆς

ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος συνωθουμένων ἀτμῶν αὐξανόμενη ἰσορροπεῖ τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἰσοθέρμων ἀτμῶν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐλαστικότης τῶν ἐν τῷ δοχεῖῳ ἀτμῶν βαίνει ἀδιαλείπτως αὐξανόμενη, δύναται ἐπὶ τέλος νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀντοχὴν τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου καὶ νὰ διαρρήξῃ αὐτό. Πρὶν ὅμως συμβῆ τοῦτο, οἱ ἀτμοὶ ἐξωθοῦσι τὴν κωνικὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνυψοῦσιν ὀλίγον τὴν φέρουσαν τὸ βᾶρος π σιδηρᾶν ῥάβδον καὶ ἐξέρχονται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, οὕτω δὲ ἡ ἐκρηξις προλαμβάνεται. Ἐὰν δὲ, ὅταν ἴδωμεν τὴν ἐπιστομίδα ἐξωθουμένην ὀλίγον ὑπὸ τῶν ἐντὸς ἀτμῶν, ἀνασπᾶσωμεν διὰ τῆς χειρὸς τὴν σιδηρᾶν ῥάβδον, πάραυτα ὁ μὲν ἀτμὸς ἐξέρχεται βιαιῶς μετὰ συριγμοῦ ἀνερχόμενος εἰς ἰκανὸν ὕψος, τὸ δ' ἔμπεριεχόμενον ὕδωρ, ὅπερ μέχρις ἐκείνης τῆς στιγμῆς, καίπερ ἔχον θερμοκρασίαν πολὺ ἀνωτέραν

των 100⁰, δὲν εἶχε βράσει, ἀναζέει ἀμέσως μετὰ σφοδρότητος ὡς ὑπὸ-
στάμενον πλέον πῖσιν μικροτέραν καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κατέρχεται
ταχέως εἰς τοὺς 100⁰ καὶ ἔτι κατωτέρω. Τοιαύτη εἶνε τὴν κατασκευὴν
καὶ τὴν λειτουργίαν ἡ χύτρα τοῦ Παπίνου, ἧς ποιοῦνται χρῆσιν ἐν
τῇ βιομηχανίᾳ, οἷον κατὰ τὴν ἐξαγωγὴν τῆς ζωϊκῆς κόλλας ἐκ
τῶν ὀστέων.

163. **Ἀπόσταξις.** Ἡ ἀπόσταξις εἶνε ἐργασία, δι' ἧς ἀποχωρί-
ζεται ὑγρὸν τι ἀπὸ τῶν οὐσιῶν, ἃς ἐν ἑαυτῷ περιέχει διαλελυμένας,
οἷον τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ἐμπεριεχομένου ἁλατος, ἢ ἀποχωρί-
ζονται δύο ἢ πλείονα ὑγρά μεμιγμένα ἀλλ' ἔχοντα διάφορον σημεῖον
ζέσεως, ἧτοι εἶνε διαφόρως πτητικά, οἷον οἶνονπνευμα καὶ ὕδωρ, ὧν τὸ
μὲν πρῶτον βράζει εἰς 79⁰ περίπου, τὸ δ' ἕτερον εἰς 100⁰. Τὰ ἀπο-
στακτικὰ σκεύη, ἅτινα συνήθως κατασκευάζονται ἐκ χαλκοῦ καὶ εἶνε
κεκασσιτερωμένα, σύγκεινται ἐκ τινος λέβητος Α (σχ. 124), ἐν ᾧ τί-
θεται τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ὑγρὸν. Ὁ λέβης κλείεται ἄνωθεν διὰ τοῦ



Σχ. 124.

ἄμβικου Β, ὅστις εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ σωλῆνος Γ μετὰ
ὀφειδοῦς σωλῆνος Σ, ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς μεταλλίνου ἀγγείου Δ
ἐμπεριέχοντος ψυχρὸν ὕδωρ διηνεκῶς ἀνανεούμενον (ψυκτῆρ) καὶ ἀπο-
λήγοντος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον εἰς δοχεῖον Μ, ἐν τῷ ᾧ ποίῳ καταρρέει
τὸ ἀποσταχθὲν ὑγρὸν. Καὶ ἂν μὲν ἐν τῷ λέβητι Α θέσωμεν θαλάσσιον
ὕδωρ καὶ θερμάνωμεν διὰ πυρᾶς κάτωθεν μέχρι βρασμοῦ, οἱ ἀναδιδύ-

μενοι ἄτμοι ὄντες χημικῶς καθαρῶτατοι καὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ ὄφιοειδοῦς σωλῆνος καὶ ψυχόμενοι ἐν τῷ ψυκτῆρι Δ συμπυκνοῦνται καὶ καταρρέουσιν εἰς τὸ δοχεῖον Μ καὶ οὕτως ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος ἀπολαμβάνομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ, ἧτοι χημικῶς καθαρῶτατον ὕδωρ. Σημειωτέον ὅμως ὅτι δὲν πρέπει ν' ἀποστάξωμεν ὅλον τὸ ἐν τῷ λέβητι θαλάσσιον ὕδωρ, διότι περὶ τὸ τέλος τῆς ἀποστάξεως συμπαρασύρεται καὶ διάλυμα ἁλατος. Ὅταν δ' ἐν τῷ λέβητι θέσωμεν μίγμα τι ὕδατος καὶ οἴνοπνεύματος, ὡς τὴν παρ' ἡμῖν κοινῶς καλουμένην σοῦμαν, ἣτις εἶνε μίγμα κυρίως ὕδατος καὶ οἴνοπνεύματος ἐμπεριέχον ἕλαττον τῶν 36 ἐπὶ τοῖς 100 οἴνοπνευμα, καὶ θερμάνωμεν τὸ ὑγρὸν τοῦτο μέχρι βρασμοῦ, τότε τὸ κατ' ἀρχὰς ἀποστάζον εἶνε καθαρὸν οἴνοπνευμα μεμιγμένον μετὰ μικρᾶς ποσότητος ὕδατος.

164. **Υγροποιήσεις τῶν ἀερίων.** Τὰ διάφορα ἀέρια λαμβάνουσι τὴν ὑγρὰν καταστασιν ἢ διὰ πίεσεως ἢ διὰ ψύξεως ἢ διὰ πίεσεως ἅμα καὶ ψύξεως. Καὶ διὰ πίεσεως μὲν ὑγροποιοῦνται καὶ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, οἷον τὸ χλώριον, ἡ ἀέριος ἀμμωνία, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξύ, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μείζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἀλλ' οὐχὶ τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ λ.χ. ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 30⁰ ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 74 περίπου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὅμως ψυχθῆ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0⁰, ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 36 μόνον ἀτμοσφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ πνιγερὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ θείου ἢ ἀνάφλεξιν τῶν διὰ θείου πυρείων, ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν—11⁰ 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 ψύξιν οὐχὶ μεγάλας. Ἐν γένει δὲ παρατηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσιμος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχῃ ὑφ' οἰανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῇ. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εὐρέθη ἴση πρὸς +31⁰, τοιούτοις τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ κάτωθεν μὲν τῆς θερμοκρασίας τῶν +31⁰ K. δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ διὰ πίεσεως, ἄνωθεν δ' αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἰανδήποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῇ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ὀξυ-

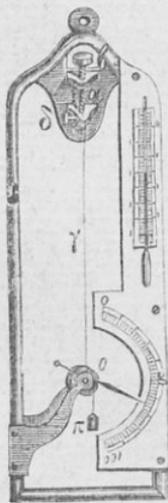
γόνου καὶ τοῦ ἀζώτου, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε κατωτέρα τῶν 140⁰ κάτωθεν τοῦ μηδενός, μόλις ἐσχάτως ἠδυνήθησαν νὰ ὑγροποιήσωσι τὸ ὕδρῳγονον, τὸ ἀζωτον, τὸ ὕδρογονον καὶ πάντα ἀνεξαίρετως τὰ τέως ἔμμονα ἀέρια δι' ἰσχυροτάτης ψύξεως καὶ παμμεγίστης πίεσεως. Οὕτω δὲ νῦν ἡ βιομηχανία παρέχει εἰς τὸ ἐμπόριον ὕδρῳγονον ἐν ὑγρᾷ καταστάσει.

165. **Ἵγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀέναον ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὕδρατμοὺς προερχομένους οὐ μόνον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τούτων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς διαπνοῆς τῶν φυτῶν. Ὅτι δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα ἐμπεριέχει πάντοτε ὕδρατμοὺς, ἀποδεικνύεται διὰ τῆς εἰς τὸν ἀέρα ἐκθέσεως οὐσιῶν, αἵτινες ἔχουσι τὴν ἰδιότητα ν' ἀπορροφῶσιν ὕδρατμοὺς ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ καλοῦνται διὰ τοῦτο οὐσίαι ὑγροσκοπικαί, οἷον εἶνε τὸ ἀνυδρον χλωριούχον ἀσβέστιον, ὅπερ καθυγραίνεται διαρρέον ἐπὶ τέλους ἕνεκα τῶν ὕδρατμῶν, οὗς ἀπερρόφησε, καὶ αὐξανόμενον αἰσθητῶς κατὰ τὸ βάρος αὐτοῦ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καθ' οἰανδήποτε ὥραν τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ τοῦ ἔτους ὑάλινον δοχεῖον πεπληρωμένον ψυχτικῷ μίγματος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος δρόσου διηνεκῶς αὐξανόμενης καὶ μεταβαλλομένης τελευταῖον εἰς πάχυν, ἥτοι πεπηγυῖαν δρόσον. Ἡ δρόσος δ' αὕτη προέρχεται ἐκ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἐμπεριεχομένων ἀοράτων ὕδρατμῶν, οἵτινες ψυχόμενοι ὑγροποιῶνται καὶ ἐπικάθηνται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου. Ἡ ποσότης δὲ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ὕδρατμῶν αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, οὕσα μείζων μὲν κατὰ τὴν ἡμέραν καὶ τὸ θέρος, ἐλάσσων δὲ κατὰ τὰς νύκτας καὶ τὸν χειμῶνα. Ὡσαύτως ἡ ποσότης τῶν ὕδρατμῶν εἶνε μείζων εἰς τὰ παράλια μέρη, εἰς τόπους θαλάσσιους, ἐλάσσων δὲ εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, εἰς τὰς ψιλὰς χώρας καὶ εἰς τὰς ἀμμώδεις ἐρήμους.

166. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς ἢ ὑγρὸς οὐχ ἕνεκα τῆς ἐλάσσονος ἢ μείζονος ποσότητος τῶν ἐμπεριεχομένων ὕδρατμῶν, ἀλλ' ἕνεκα τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου. Τοῦτέστι φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς μὲν, ὅταν ἀπαιτῆται μείζονα ποσότητα ὕδρατμῶν διὰ νὰ κορεσθῆ, ὑγρὸς δὲ, ὅταν ἀπαιτῆται ἐλάσσονα. Οὕτως ὁ ἀήρ δωματίου ψυχροῦ, ὅστις φαίνεται ἡμῖν ὑγρὸς, ἀποβαίνει ξηρότατος διὰ τῆς αὐτῆς ποσότητος ὕδρατμῶν θερμαινο-

μένου τοῦ δωματίου, διότι ὁ ἀήρ οὗτος ψυχρὸς μὲν ὢν ἀπαιτεῖ μικρὰν ποσότητα ἀτμῶν διὰ νὰ κορεσθῇ, θερμὸς δὲ πολὺ μείζονα. Ὡσαύτως κατὰ χειμερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π. χ. 5° , ἕκαστον κυβικὸν μέτρον ἀέρος δυνατὸν νὰ περιέχῃ 5 γραμμάρια ὑδρατμῶν, διὰ νὰ κορεσθῇ δὲ ἀπαιτεῖ προσέτι 2 περίπου γραμμάρια, ἐν ᾧ κατὰ θερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π. χ. 30° , ἐν κυβ. μέτρον ἀέρος δυνατὸν νὰ περιέχῃ 15 γραμμάρια ὑδρατμῶν, ἤτοι ποσότητα τριπλασίαν τῆς κατὰ τὴν χειμερινὴν ἡμέραν· ἀλλὰ διὰ νὰ 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 ὁρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν περιεχομένων ὑδρατμῶν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριεῖχεν ὁ ἀήρ, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Κατὰ ταῦτα, ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τῆς μὲν εἰρημένης χειμερινῆς ἡμέρας ἰσοῦται πρὸς $\frac{5}{17}$, τῆς δὲ θερινῆς πρὸς $\frac{15}{31}$, ὅπερ κλάσμα εἶνε πολὺ μικρότερον τοῦ $\frac{5}{17}$. Σκοπὸς δὲ τῆς ὑγρομετρίας εἶνε ἡ εὐρεσις τοῦ λόγου τούτου, ὃν εὐρίσκομεν δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

167. Ὑγρόμετρον ἀπλοδν. Τὸ κύριον μέρος τούτου ἀποτελεῖται μικρὰ συνεστραμμένη χορδῆ ἐξ ἐντέρου, μήκους ὀλίγων ὑψεκ., ἧτις συνελίσσεται μὲν ἐν ξηρῷ ἀέρι τιθεμένη, ἐξελίσσεται δὲ ἐν ὑγρῷ. Ταύτης τὸ μὲν ἓν ἄκρον κρατεῖται ἀμεταβίβητον εἰς σταθερὸν στήριγμα, τὸ δ' ἕτερον φέρει δεικτὴν σχηματίζοντα μετὰ τῆς χορδῆς ὀρθὴν γωνίαν, οὗτος τὸ πέρασ διαγράφει τόξον κύκλου καὶ δεικνύει κινούμενον κατὰ μίαν μὲν φορὰν ὑγρασίαν, κατὰ δὲ τὴν ἀντίθετον ξηρασίαν. Τὸ ὄργανον τοῦτο, καίπερ στερούμενον ἐπιστημονικῆς ἀκριβείας, εἶνε ἐν πολλοῖς χρήσιμον.



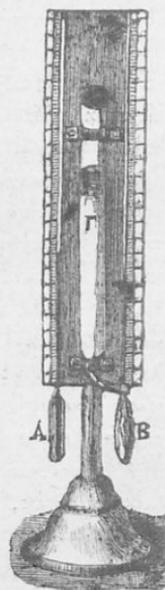
Σχ. 125.

168. Ὑγρόμετρον τοῦ Σωσδύρου. Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἀνθρωπίνης τριχῆς γ (σχ. 125) λείας καὶ οὐχὶ οὐλῆς, ἧς τὸ μὲν ἓν ἄκρον ἐμπιέζεται ἀκλονήτως εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὁρεῖχαλκίνου πλαισίου, τὸ δ' ἕτερον ἐλίσσόμενον περὶ μικρὰν τροχαλίαν ὁ 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 ὀρειχαλκίνου δὲ πλαισίου στηρίζεται καὶ μικρὸν θερμόμετρον. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο τιθέμενον ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, οὗτινος ὁ ἀήρ κατὰ πρῶτον ἀποξηραίνεται δι' ὑγροσκοπικῶν οὐσιῶν, ὅσον δι' ἀσβεστοῦ μὴ ἐσβεσμένης. Ξηραίνομένου διηνεκῶς τοῦ ἀέρος, ἡ θριξ 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. Εἶτα ὁ αὐτὸς κώδων διαβρέχεται κατὰ τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα αὐτοῦ δι' ὕδατος καὶ τίθεται ἐπὶ πινακίου πλήρους ὕδατος, ἀφ' οὗ προηγουμένως ἐξακρτηθῆ ἐντὸς τοῦ κώδωνος τὸ ὑγρόμετρον. Τοῦ ἐντὸς δὲ τοῦ κώδωνος ἀέρος καθισταμένου ὑγροῦ, ἡ θριξ ἐπιμηκύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ δὲ πρόσθετον βάρος π στρέφον τὴν τροχαλίαν οὕτως, ὥστε ἡ θριξ νὰ εἶνε τεταμένη, στρέφει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις κατερχόμενος μένει στάσιμος, ὅταν ὁ ἐντὸς ἀήρ κορεσθῆ ἀτμῶν. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τοῦ τόξου σημειοῦμεν 100, ὅπερ δεικνύει τελείαν ὑγρασίαν, τὸ δὲ μεταξύ τῶν σημείων τούτων διάστημα διαιροῦμεν εἰς 100 ἴσα μέση.

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 κατάστασις τοῦ ἀέρος αὐξάνεται καὶ δύναται νὰ ἐπέλθῃ καὶ βροχή, ὅταν δὲ πλησιάζῃ πρὸς τὸ 0, εἰς ὃ οὐδέποτε φθάνει, συμπεραίνομεν ὅτι ὑπάρχει μεγάλη ξηρασία.

169. **Ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο, κληθὲν ψυχρόμετρον ὑπὸ τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτὸ καθηγητοῦ ἐν Βερολίῳ Αὐγούστου, ἀποτελεῖται ἐκ δύο εὐπαθεστάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὑδραργυρικῶν θερμομέτρων Α καὶ Β (σχ. 126), ἐστερεωμένων ἔνθεν καὶ ἔνθεν κατακορύφου πίνακος, ὧν 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.

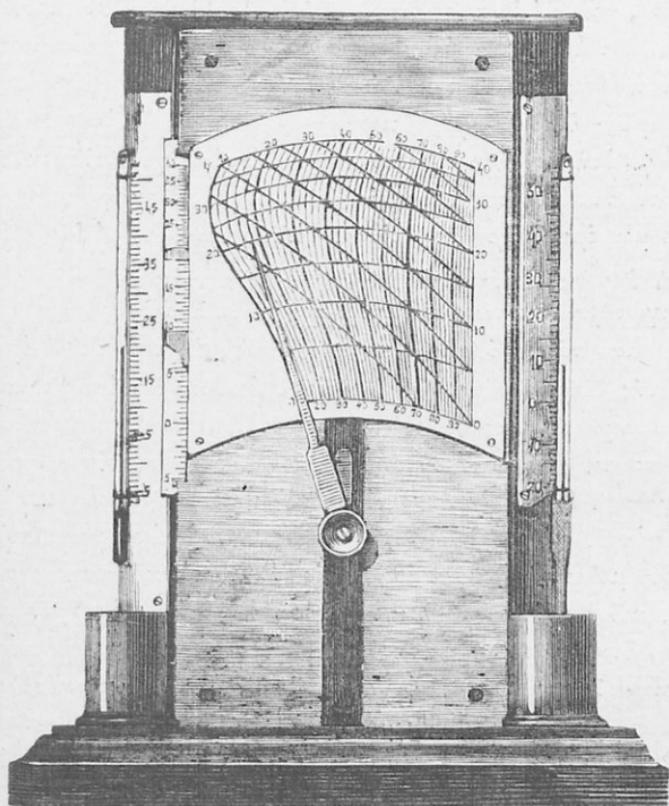


Σχ. 126.

Καὶ ὅσῳ μὲν ὁ ἀήρ εἶνε ξηρότερος, τοσοῦτω καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχυτέρα καὶ ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου Β μειζων καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἃς δεικνύουσι τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μειζων. Τοῦναντίον δὲ ὅσῳ ὁ ἀήρ εἶνε ὑγρότερος, τοσοῦτω καὶ ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὸ Β ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ἐλάσσων καὶ ἴση τῷ μηδενί ἐν ἀέρι κεκορησμένῳ ὑδρατμῶν. Ἐπομένως, ὅταν μὲν παρατηρῶμεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν βαίνει ἀύξανομένη, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπέρχεται ξηρασία, τοῦναντίον δὲ τῆς διαφορᾶς ταύτης ἐλαττουμένης, ὁ ἀήρ καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑγρότερος. Ὁ μετεωρολόγος, ὁ ποιούμενος χρῆσιν τοῦ ὄργάνου τούτου πρὸς ἀκριβῆ εὑρεσιν τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος, προσδιορίζων τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν, τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν καὶ τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν, ἣν δεικνύει τὸ διαχρεχόμενον θερμομέτρον, δι' εἰδικῶν πινάκων ἀνευρίσκει ὑποκείμενα εἶνε ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

170. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς χρήσεως πινάκων ὁ Lowe ἐτροποποίησε τὸ ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου ὡς ἐξῆς (σχ. 127). Μεταξὺ τῶν δύο θερμομέτρων ἐστερέωσε λευκὴν πλάκα ἐκ προσελάνης καὶ πρὸς τῆς ἀριστερᾶς αὐτῆς παρὰ τὸ ξηρὸν θερμομέτρον βοθητικὴν τινα κλίμακx, ἧς τὰς διαιρέσεις ἐχάραξεν ἐμπειρικῶς. Ἐνώπιον τῆς πλακῶς ἔθηκε δείκτην, ὃν δυνάμεθα νὰ ἀναβιάσωμεν ἢ νὰ καταβιάσωμεν ἢ καὶ νὰ στρέψωμεν πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ διὰ λαβῆς εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ δείκτη κειμένης. Ἐπὶ τῆς λευκῆς πλακῶς ἐχάραξε διαφόρους καμπύλας, τὰς μὲν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, αἵτινες εἶνε τόξα κύκλου, ἅτινα διαγράφει τὸ πέρασ τοῦ δείκτη στρεφόμενου περὶ τὸν ἀξονα 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 παριστῶντας τοὺς διαφόρους ὑγρομετρικοὺς βαθμοὺς. Πρὸς χρῆσιν τοῦ ὄργάνου τούτου παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου καὶ διὰ τῆς λαβῆς ἀνυψοῦμεν ἢ καταβιάζομεν τὸν δείκτην, μέχρις ὅτου τὸ ἀνώτερον πέρασ πλακιδίου μετ' αὐτοῦ κινουμένου ἐπὶ τῆς βοθητικῆς κλίμακος συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Ἐἴτα παρατηροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου καὶ στρέφομεν τὴν λαβὴν τοῦ δείκτη οὕτως, ὥστε τὸ ἀνώτερον πέρασ δευτέρου κατωτέρου πλακιδίου, ἐπὶ τῆς βοθητικῆς ὡσαύτως κλίμακος κινουμένου, νὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου. Τότε τὸ ἄκρον τοῦ δείκτη συμπίπτει μετὰ τινος καμπύλης, ἣν, ἂν παρακολουθήσωμεν ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω, θέλομεν εὑρεῖν εἰς τὰ πέρατα αὐτῆς ἀριθμὸν δεικνύοντα 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 ὑπόθεσεως, ἢ τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἄρχεται ἐναποτιθεμένη ἡ ὑπόθεσις, ἢ καθ' ἣν ὁ ἀήρ θὰ ἦτο κεκορεσμένος διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν.



Σχ. 127.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΘΕΡΜΟΤΗΣ
ΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ.

171. **Θερμοχωρητικότης.** Τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἀπαιτοῦσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπως θερμανθῶσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης μέχρις ἄλλης τινὸς ἠνωτέρας, οἷον ἀπὸ 0° εἰς 100° , ἢτοι ἔχουσι διά-

φορον θερμοχωρητικότητα. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ διαφορῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἐξῆς δύο.

Α'. Ἐντὸς λίαν θερμοῦ ἐλαίου ἔχοντος θερμοκρασίαν 150° ἕως 180° θέτομεν σφαίρας ἰσοβαρεῖς ἐκ διαφορῶν οὐσιῶν, οἷον τὴν μὲν ἐκ μολύβδου, τὴν δ' ἐκ κασσιτέρου, ἄλλην ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἄλλην ἐκ σιδήρου, καὶ ἀφίνομεν αὐτάς ἐπὶ τινα χρόνον, ὥστε νὰ λάβωσι πᾶσαι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐμβαπτίζομεν εἶτα 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 ἰσοβαρῆ ὕδατα ἐθερμάνθησαν διαφόρως καὶ τὸ μὲν ἐμπεριέχον τὸν σίδηρον πλειότερον, τὸ δ' ἐμπεριέχον τὸν ψευδάργυρον ὀλιγώτερον, ἔτι ὀλιγώτερον τὸ ἐμπεριέχον τὸν κασσίτερον καὶ ὀλιγώτερον πάντων τὸ ἐμπεριέχον τὸν μολύβδον.

Β'. Ἐὰν τὰς ἰσοβαρεῖς ταύτας σφαίρας τὰς προθερμανθῆσας μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὡς ἀνωτέρω, ἐπιθέσωμεν ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ κιτρίνου κηροῦ ἔχοντος πάχος 1 ὑφεκατομ. περίπου, παρατηροῦμεν ὅτι ἢ μὲν πρώτη ἢ ἐκ σιδήρου τήξασα τὸν κηρὸν καταπίπτει, εἶτα ἢ ἐκ ψευδαργύρου, ἐν ᾧ ἢ ἐκ κασσιτέρου τήκει μὲν τὸν κηρὸν καθ' ὅλον τὸ πάχος αὐτοῦ, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ δι' αὐτοῦ, καὶ τέλος ἢ ἐκ μολύβδου μόλις δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τοῦ πάχους τοῦ κηρίνου πλακοῦντος. Τὰ δύο λοιπὸν ταῦτα πειράματα ἐναργῶς καταδεικνύουσιν ὅτι διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βᾶρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα, ψυχόμενα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας ἀποδίδουσι διάφορον ποσὸν θερμότητος.

172. Ἐὰν λάβωμεν ἓν χιλιόγραμ. ὕδατος, ὑάλου, σιδήρου, ὑδραργύρου, ὀξυγόνου, ἀζώτου, ὑδρογόνου κτλ. ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ θελήσωμεν νὰ θερμάνωμεν τὰ διάφορα ταῦτα σώματα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, οἷον τῆς τῶν 100° , ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπερ εἶνε τὸ μείζον διὰ τὸ ὕδωρ, μέγιστον δὲ διὰ τὸ ὑδρογόνον. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἐκ πάντων μὲν τῶν γνωστῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων τὸ θερμοχωρητικώτατον εἶνε τὸ ὕδωρ, ἐκ πάντων δὲ ἐν γένει τῶν γνωστῶν σωμάτων (στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων) τὸ ὑδρογόνον.

173. **Εἰδικὸν θερμαντικόν.** Εἰδικὸν θερμαντικὸν σώματός τινος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγραμ. τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1° . Τὸ εἰδικὸν δὲ θερμαντικὸν τοῦ ὕδατος, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος,

ὑπερ ἀπαιτεῖται, ὅπως ὑψωθῆ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 1°, λαμβάνεται ὡς μονὰς θερμότητος.

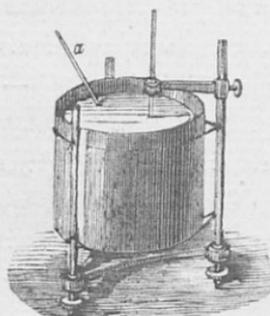
174. Τὸ ποσὸν Π τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανῶμεν πρὸς θέρμανσιν σώματος ἀπὸ θερμοκρασίας τινὸς θ εἰς ἄλλην ἀνωτέραν θ', εἶνε ἀνάλογον τοῦ βάρους Β τοῦ σώματος καὶ ἀνάλογον τῆς ὑψώσεως θ' — θ τῆς θερμοκρασίας, ἥτοι ἔχομεν $\Pi = B(\theta' - \theta)\gamma$, ἐνθα γ παριστᾷ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ σώματος. Καὶ τὸ μὲν πρῶτον δὲν χορῆζει πειραματικῆς ἀποδείξεως, διότι εἶνε πρόδηλον ὅτι διπλάσιον βάρος σώματος ἀπαιτεῖ διπλάσιαν ποσότητα θερμότητος, ἵνα θερμανθῆ κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμοὺς. Τὸ δὲ δεύτερον ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐὰν ἀναμιξῶμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° μεθ' ἐνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 50°, ὅποτε ἀπολαμβάνομεν δύο χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 25°. Ὅπως ἴσῃποτε δὲ καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα καὶ λάβωμεν δύο ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας θ καὶ θ' καὶ ἀναμιξῶμεν, ἡ τελικὴ θερμοκρασία θά εἶνε ἴση πρὸς τὴν μέσσην θερμοκρασίαν τῶν ὑδάτων τούτων, ἥτοι πρὸς τὸ

ἡμίαιθροισμα $\frac{\theta + \theta'}{2}$ τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν.

175. Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτό, ἐὰν ἀναμιξῶμεν ἴσα βάρη δύο διαφόρων σωμάτων ἐχόντων διάφορον θερμοκρασίαν, οἷον 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0° καὶ 1 χιλιόγρ. ὑδραργύρου θερμοκρασίας 100°, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ τε ὕδατος καὶ τοῦ ὑδραργύρου εἶνε ἴση πρὸς 3° περίπου. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 3° ἦτοι κατὰ 3 βαθμοὺς, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὑδραργύρου ἀπὸ 3° ἕως 100°, ἥτοι κατὰ 97 βαθμοὺς· ὅθεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμάνῃ ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος κατὰ ἓνα βαθμόν, ἥτοι ἡ μονὰς θερμότητος, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν ἐνὸς χιλιογράμμου ὑδραργύρου κατὰ $97:3 = 32$ βαθμοὺς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν διὰ νὰ θερμανθῆ ἐν χιλιόγραμμον ὑδραργύρου κατὰ ἓνα βαθμόν, ἐπαρκεῖ τὸ $\frac{1}{32}$ τῆς μονάδος τῆς θερμότητος, ἥτοι τὸ ὕδωρ εἶνε 32 φορές θερμοχωρητικώτερον τοῦ ὑδραργύρου.

176. **Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν.** Ἐν χαλκίνῳ δοχείῳ (σχ. 128). ἔχοντι λίαν λεπτὰ τοιχώματα καὶ ἐμπεριέχοντι ὠρισμένον βάρος ὕδατος, οἷον 1 χιλιόγρ., ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον 10°, ἐμβαπτίζομεν ὠρισμένον βάρος ἄλλου τινὸς σώματος, οἷον 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ὑφ' ὠρι-

σμένην θερμοκρασίαν, οίον τὴν τῶν 100° . Ταράσσομεν τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν τοῦ χαλκοῦ δι' ὑαλίνου λεπτοῦ ραβδίου α καὶ προσ-



Σχ. 128.

διορίζοντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν εὐρίσκομεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 18 βαθμούς. Ὄθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἐθέρμανεν 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 θερμαντικὸν τοῦ χαλκοῦ εἶνε ἴσον πρὸς $8:82=0,09$.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εὐρωμεν τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν 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 ὕψωσιν 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. μολύβδου κατὰ 97 βαθμούς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ μολύβδου εἶνε ἴσον πρὸς $3:97=0,03$.

Ἐν γενεὶ καλέσωμεν B τὸ βᾶρος σώματος, Θ τὴν θερμοκρασίαν καὶ ϵ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμαντικὸν αὐτοῦ, πρὸς τούτοις καλέσωμεν θ τὸ βᾶρος 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

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

ὅθεν ἐξάγομεν τὴν τιμὴν τοῦ ϵ .

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

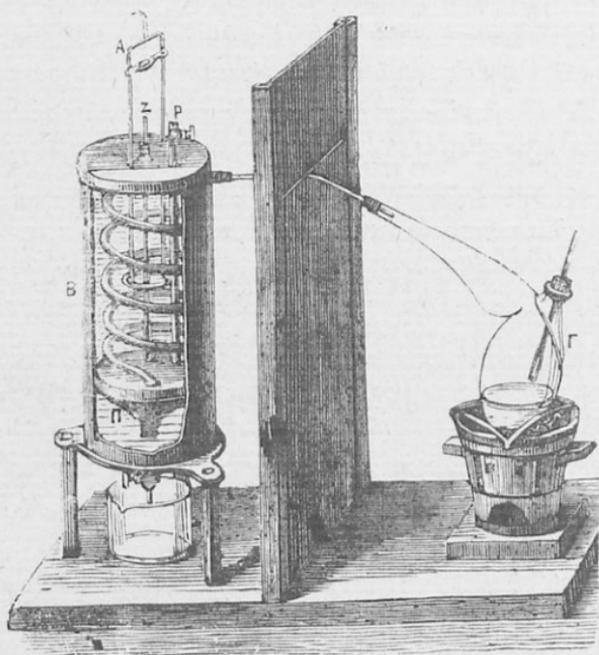
177. Εἰδικὸν θερμαντικὸν τῶν ἀερίων. Δι' ὁμοίως περίπου μεθόδου εὐρέθη καὶ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἐγνώστη δὲ ὅτι τὸ θερμοχωρητικώτατον τῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὑδρογόνον ἔχον θερμοχωρητικώτητα τρεῖς καὶ ἡμίσειαν φοράς μεί-

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

178. Θερμότης τήξεως. Καλεῖται θερμότης τήξεως ἡ καὶ λανθάνουσα θερμότης τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα τήξη 1 χιλιόγρ. σώματός τινος χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλλωμεν 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° ἐν χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας 0° , ὁπότε λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0° , καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐν χιλιόγρ. πάγου μόνον διὰ νὰ τακῆ, ἀπαιτεῖ 80 (ἀκριβέστερον 80,03) μονάδας θερμότητος. Δηλαδή ὅση ποσότης θερμότητος ἀπαιτεῖται διὰ μόνην τὴν τήξιν 1 χιλιόγρ. πάγου, τσαύτη ἐπαρκεῖ πρὸς βρασμὸν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ληφθέντος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 20° . Δι' ὁμοίας περιπτώσεως μεθόδου εὐρέθη καὶ ἡ θερμότης τήξεως τῶν διαφόρων σωμάτων, 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 ὄψεως δύναται νὰ φανῆ 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° .

179. Θερμότης ἐξαερώσεως. Καλεῖται θερμότης ἐξαερώσεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν, ἵνα μεταβάλλωμεν εἰς ἀτμὸν 1 χιλιόγρ. ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, χωρὶς νὰ μεταβάλλωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλλωμεν 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. 129), εὐρυσκομένη εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος ἐμβαπτισμένου ἐντὸς ὕδατος πληροῦντος δοχείου τι Β, θερμαίνομεν τὸ ἐν τῇ κερατίνῃ ὕδωρ μέχρι βρασμοῦ, ὁπότε οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος ἀποδίδουσιν ὑγροποιούμενοι εἰς τὸ περιβάλλον ὕδωρ τοῦ δοχείου Β τὴν θερμότητα ἐξαερώσεως, ἣν προσέ-

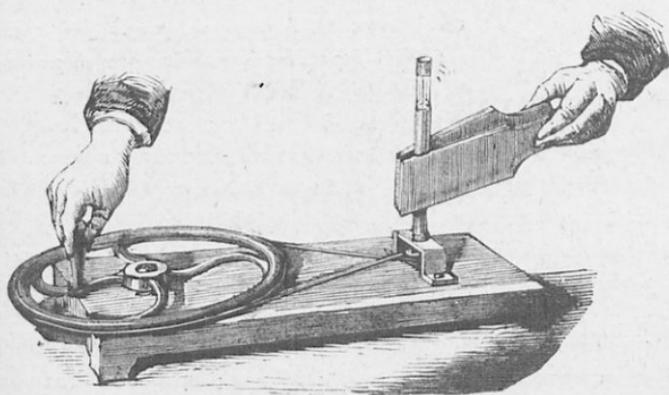
λαβόν εκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Διὰ τοῦ βάρους τῶν ὑγροποιουμένων ἀτμῶν καὶ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ Β ὕδατος, οὕτινος γνωρίζομεν τὸ βάρος, προσδιώρισαν τὴν θερμότητα



Σχ. 129.

τῆς εξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἴσῃ πρὸς 536 μονάδας, ἧτοι μόνον διὰ νὰ εξαερώσωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος, δαπανῶμεν τσαύτην 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 εξαερώσῃ 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 εξαερούμενον τὸ ὕδωρ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος δὲν ὑψοῦται ὑπερμέτρως εἰς τινὰς περιστάσεις, διότι ἡ ταχεῖα ἐξάτμισις ὕδατος, ἧτις τότε συμβαίνει, ἀπορροφᾷ μέρος τῆς θερμότητος ταύτης καὶ συγκρατεῖ αὐτὴν ἐν λανθανούσῃ καταστάσει, ἵνα τὴν ἀποδώσῃ εἰς ἄλλην περίστασιν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος τείνει ὑπερμέτρως νὰ κατέλθῃ.

180. Μηχανική θεωρία τῆς θερμότητος. 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 ἀναφαίνεται 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 χάλυβος διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλάκος βαλλομένην δι' ὄπλου βολίδου, ἣτις καταθλιβομένη ὑπερθεμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ τὸ καλούμενον ἀριχὸν πυρεῖον (σελ. 74, σχ. 73), ὅπερ σύγχεται, ὡς εἴπομεν, ἐξ ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου ἔχοντος παχέα τοιχώματα, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἓν ἄκρον καὶ ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἕτερον. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριβῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταβιάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὃ ἀήρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλῆνα μεταλλίνου ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφιγγοντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχίων ξύλου (σχ. 130)· παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἕνεκα τῆς



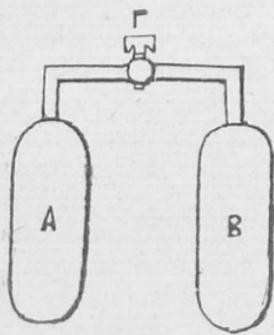
Σχ. 130.

τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαίνομενον ἀναβράζει, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῦμα.

Ταῦτα πάντα λοιπὸν ἀποδεικνύουσιν ὅτι θερμότης δύναται νὰ παραχθῇ καὶ διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου. Πρῶτος δ' ὁ Joule ἀπέδειξεν ὅτι ὑπάρχει σταθερὰ σχέσις μεταξὺ δαπανωμένου ἔργου καὶ ἀναφαινομένης θερμότητος, τουτέστιν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων, ἵνα παραχθῇ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρᾶ π.χ. μᾶζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐὰν δ' ἡ σιδηρᾶ μᾶζα ἔχη βάρος 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων (§ 32), τὸ δὲ ποσὸν τῆς ἐκ τῆς κρούσεως παραγομένης θερμότητος ἀνεύρισκεται ἴσον πρὸς μίαν μονάδην θερμότητος. Καὶ ἐπομένως, ἐὰν δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

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

181. Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον. Διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη ὡσαύτως καὶ τὸ ἀντίθετον, ἦτοι ὅταν μία μονὰς θερμότητος δαπανᾶται ἀκεραία πρὸς παραγωγὴν ἔργου, τὸ παραγόμενον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς 424 χιλιογραμμομέτρα. Οὕτως αἰέριον διαστελλόμενον ὡς ἐν ταῖς διὰ θερμοῦ αἰέρος λειτουργούσαις μηχαναῖς καὶ παράγον ἔργον φύχεται, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς λαμβάνοντες δύο χαλκᾶ δοχεῖα A καὶ B (σχ. 131)



Σχ. 131.

συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα. Τῶν δοχείων τούτων τὸ μὲν A εἶνε πλήρες αἰέρος πεπιεσμένου ὑπὸ πίεσιν 22 π.χ. ἀτμοσφαιρῶν, τὸ δὲ B κενὸν αἰέρος, ἀλλ' ἀμφότερα ἔχουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος αἰέρος. Καταδύομεν ἀμφότερα εἰς ἀγγεῖα πλήρη ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα Γ, ὅποτε ἀήρ ἐκ τοῦ A εἰσρέει ὀρμητικῶς εἰς τὸ B. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ μὲν ἀγγείου τοῦ περιβάλλοντος τὸ A φύχεται, τὸ δὲ τοῦ περιβάλλοντος τὸ B θερμαίνεται καὶ ὅτι ὅση θερμότης ἐξέλπεν ἐκ τοῦ A ἀνεφάνη εἰς τὸ B, διότι ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου A διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπιέσεως εἰς τὸ δοχεῖον B τὸν κατὰ πρῶτον ἐν αὐτῷ εἰσρεύσαντα αἰέρα. Τοιαύτη ἀπώλεια θερμότητος πρὸς παραγωγὴν ἔργου συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἃς ὁ ἥδη ἐνεργήσας ἀτμὸς διασταλεῖς φύχεται.

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

Ὅπως ἐξηγήσωσι τὴν μετατροπὴν ταύτην τῆς θερμότητος εἰς μηχανικὸν ἔργον καὶ τὰ ἀνάπαλιν, παραδέχονται ὅτι ἡ θερμότης εἶνε εἶδος 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 αἰμοῦ, μεταδιδόμενη ὡς κρούσις εἰς ἄλλο σῶμα, οἷον εἰς τὸν ἐμβόλεα τοῦ κυλίνδρου ἀτμομηχανῆς, μετακινεῖ αὐτὸν παράγουσα μηχανικὸν ἔργον, ἐν ᾧ συγχρόνως ἢ ταχύτες τῆς τρομώδους ταύτης κινήσεως τῶν μορίων τοῦ αἰμοῦ ἐλαττοῦται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

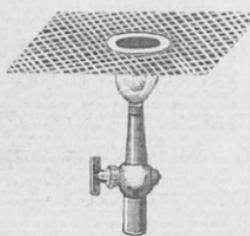
ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΓΩΓΟΥ ΔΥΝΑΜΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

182. Ῥάβδος μεταλλίνη θερμαινομένη κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς μεταδίδει τὴν θερμότητα μέχρι τοῦ ἐτέρου, ἐν ᾧ Ῥάβδος ξυλίνη καὶ πυρουμένη ἰσχυρῶς κατὰ τὸ ἐν ἄκρον μέχρι ἀναφλέξεως δὲν κατορθοῖ νὰ μεταδώσῃ τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρουμένου ἄκρου ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου διήρesan τὰ σώματα εἰς καλοὺς ἀγωγούς τῆς θερμότητος, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα εἶνε πάντα τὰ μέταλλα, καὶ κακοὺς ἀγωγούς τῆς θερμότητος, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα ἐλαχίστην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα τὰ ξύλα, ἡ ὕαλος, τὸ θεῖον, ἡ ῤητίνη κ.τ.λ. Τὴν διάφορον δὲ θερμαγωγὸν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἐξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἶθουσαν ἔχουσαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τοῦ 0⁰, καὶ πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύσεως, οἷον τῶν μὲν ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ ἐκ μαρμάρου καὶ ἄλλων ἐκ ξύλου, καὶ ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰ διάφορα ταῦτα σώματα εὐρίσκομεν τὰ μὲν μέταλλα ψυχρότερα, τὰ μαρμάρινα ἦττον ψυχρὰ καὶ τὰ ξύλινα θερμότερα, καίτοι πάντα ταῦτα τὰ σώματα εὐρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὰ μὲν μέταλλα ὡς καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος ὑφαρπάζουσι θερμότητα ἐκ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἣν μεταφέρουσιν εἰς τὴν ἑαυτῶν μάζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑφαρπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερμότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ θερμότητα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μάζαν δὲν προσλαμβάνει τοιαύτην ἐκ τῆς ἡμετέρας χειρὸς, καὶ διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καὶ τοῦ μετάλλου. Τὸ ἀντίθετον δὲ συμβαίνει, ὅταν ἀντικείμενα ταῦτα ἔχωσι τὴν αὐτὴν μὲν πρὸς ἄλληλα θερμοκρασίαν, ὑπερτέραν ὅμως τῆς χειρὸς ἡμῶν, οἷον 50⁰ ἢ 60⁰, 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, πλειοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ δυνάμενον εὐκόλως νὰ μεταφέρῃ τοιαύτην, φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον, καίπερ ἔχον τὴν αὐτὴν τῷ μέταλλῳ καὶ μαρμάρῳ θερμοκρασίαν. Ἐκ τούτου λοι-

πὸν καταφαίνεται ὅτι μεταξύ τῶν καλῶν καὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος ὑπάρχουσιν ἄλλα σώματα, ἅτινα ἔχουσι μείζονα μὲν θερμοαγωγὸν δύναμιν τῆς τοῦ ξύλου, ἐλάσσονα δὲ τῆς τῶν μετάλλων. οἷα εἶνε τὸ μάρμαρον, τὰ διάφορα ὀρυκτὰ καὶ ἄλλα.

183. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς διαφόρου θερμοαγωγῶς δυνάμεως τῶν σωμάτων. Οὕτως, ἐὰν καλύψωμεν τὴν παλάμην τῆς χειρὸς ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας ψυχρᾶς καὶ ἐπιθέσωμεν διαπυρον ἄνθρακα, δυνάμεθα νὰ κρατῶμεν αὐτὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον χωρὶς νὰ αἰσθανθῶμεν θερμότητα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγῶς δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφασματος καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἶτα διάπυρον ἄνθρακα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑφασμα δὲν κίετα, διότι τὸ μέταλλον ὑφαρπαῖζει ἀμέσως τὴν εἰς τὸ ὑφασμα παρεχομένην θερμότητα. Ὡσαύτως ἐντὸς χαρτίνου κυτίου δυνάμεθα νὰ τήξωμεν κασσίτερον θερμαίνοντες κάτωθεν διὰ μικρᾶς φλογὸς χωρὶς ὁ χαρτίς νὰ ἀναφλεχθῇ, διότι ὁ κασσίτερος προσλαμβάνει ἀμέσως τὴν θερμότητα, ἣν ἡ φλόξ μεταδίδει εἰς τὸν χάρτην, ὅστις διὰ τὴν ἀναφλεχθῆ ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 2280, καθ' ἣν τήκεται ὁ κασσίτερος. Ἐπίσης, ἐὰν εἰς μικρὰν φλόγα εἰσαγάγωμεν ἐλικοειδῆς μεταλλίνον σύρμα, ἡ φλόξ ἀποσβέννυται, διότι τὸ μεταλλίνον σύρμα ἀφαιροῦν ταχέως θερμότητα ἐκ τῆς φλογὸς ψύχει αὐτὴν μέχρι θερμοκρασίας κατωτέρας ἐκείνης, ἣτις ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξακολούθησιν τῆς φλέξεως.

184. **Ἀσφαλιστικὴ λυχνία τοῦ Davy.** Τὰ πλέγματα τὰ διὰ μεταλλίνων συρμάτων κατασκευαζόμενα ἕνεκα τῆς θερμοαγωγῶς δυνάμεως αὐτῶν τιθέμενα ἐπὶ μεγάλης φλογὸς κόπτουσιν αὐτὴν (σχ. 132), διότι τὸ μεταλλίνον πλέγμα ψύχει τὰ ἀέρια τῆς φλογός,

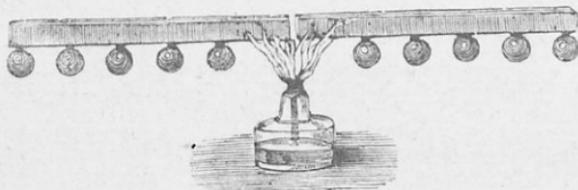


Σχ. 132.

ἢ ἡ χημικὴ ἔνωσις παράγει θερμότητα. Διὰ τοιούτων δὲ μεταλλίνων πλεγμάτων περιβάλλει ὁ Davy τὴν φλόγα λυχνίας περίξ καὶ ἀνωθεν, ἅτινα ἐπιτρέπουσι μὲν ἐλευθέραν τὴν εἴσοδον εἰς τὸν πρὸς καῦσιν ἀπαιτούμενον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, κωλύουσιν ὅμως τὴν ἐκ τῆς λυχνίας ἐξοδὸν τῆς φλογός. Διὰ τῆς λυχνίας ταύτης φωτίζονται 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 περιβαλλόντος τὴν φλόγα ἀνα-

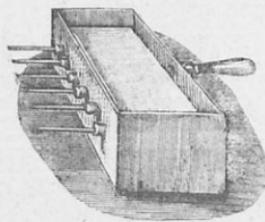
φλέγεται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἀλλ' ἡ παραγομένη φλόξ δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς ἀναφλέξιμον ἀέριον ἕνεκα τοῦ μεταλλίνου πλέγματος. Μετὰ τὴν ἀνάφλεξιν μάλιστα τοῦ ἐν τῷ ἐσωτερικῷ χώρῳ τοῦ λύχνου ἀερίου ἡ φλόξ αὐτοῦ ἀποσβέννυται. Τότε δὲ οἱ ἐργάται ἐννοοῦσιν ὅτι τὸ καταχθόνιον ἀέριον ἐκλύεται εἰς τὰς στοὰς τοῦ ἀνθρακωρυχείου καὶ ἀπέρχονται σωζόμενοι ἐκ τοῦ κινδύνου. Ὅταν ὁμως οἱ ἐργάται ἀφαιρῶσι τὸ προφυλακτικὸν πλέγμα, ἐπέρχεται ἰσχυροτάτη ἐκρηξις ἐκ τῆς ἀναφλέξεως τοῦ καταχθονίου ἀερίου ἐπιφέρουσα τὸν θάνατον μεγάλου ἀριθμοῦ ἐργατῶν πολλάκις.

185. Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα, ὡς εἶπομεν, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δὲν ἔχουσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμοαγωγὸν δύναμιν, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Λαμβάνομεν δύο ῥάβδους, τὴν μὲν χαλκῆν, τὴν δὲ σιδηρᾶν (σχ. 133), καὶ προσκολλῶντες κά-



Σχ. 133.

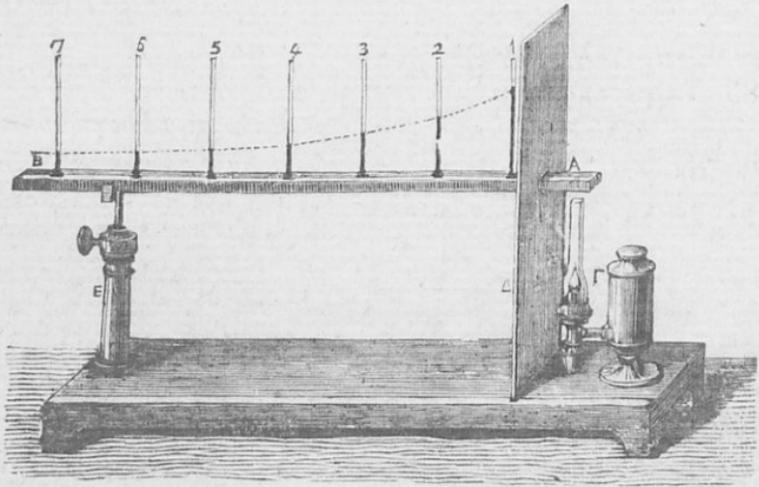
τωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρὰς σφαῖρας ξυλλίνας εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις θερμαίνομεν εἴτα τὰς ῥάβδους κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων διὰ τῆς αὐτῆς φλογὸς λύχνου, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινα χρόνον πίπτουσι πλείονες σφαῖραι ἐκ τῆς χαλκῆς ῥάβδου, ὀλιγώτεροι δ' ἐκ τῆς σιδηρᾶς. Ὡσαύτως, εἰάν εἰς ἓν τῶν τοιχωμάτων ὀρειχαλκίνου δοχείου (σχ. 134) ἐμπήξαντες προσκολλήσωμεν λεπτὰ 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 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 κησιτέρου, σιδήρου καὶ μάλιστα τὸ ἐκ μολύ-



Σχ. 134.

εἶδος ἢ λευκοχρύσου. Ὁ μόλυθος ἄρα καὶ ὁ λευκόχρυσος εἶνε ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων τὰ ἔχοντα τὴν ἐλάχιστον θερμαγωγὸν δύναμιν.

Διὰ τῶν πειραμάτων τούτων κατεδείχθη ἡ διαφορὸς θερμαγωγὸς δύναμις τῶν μετάλλων, ἐτι δ' ἀκριβέστερον ὅμως διὰ τοῦ ἐπομένου ἐπινοηθέντος ὑπὸ τοῦ Despretz. Λαμβάνομεν πρισματικὰς βάρβδους AB (σχ. 135) ἴσων διαστάσεων καὶ ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, ὧν θερμαινο-

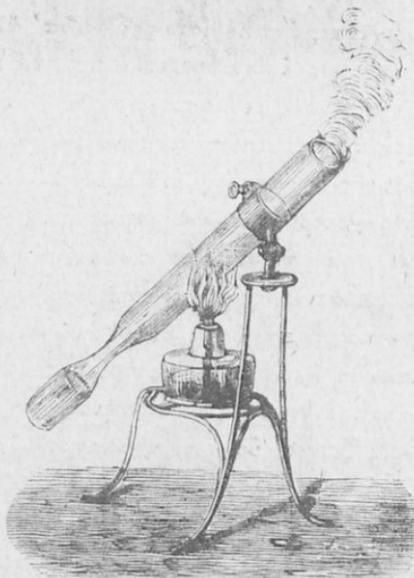


Σχ. 135.

μεν τὸ ἐν ἄκρον A διὰ λύχνου Γ, οὕτως κανονίζομεν τὴν φλόγα οὕτως, ὥστε τὸ ἄκρον τοῦτο τῆς βάρβδου νὰ λάβῃ ἐπὶ τέλους θερμοκρασίαν σταθεράν καὶ ὠρισμένην, διὰ δὲ τοῦ διαφράγματος Δ παρακωλύομεν τὴν ἐκ τοῦ λύχνου ἄμεσον θέρμανσιν τῶν λοιπῶν μερῶν τῆς βάρβδου. Ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων 1, 2, 3, ..., 7, ὧν τὰ δοχεῖα εἰσάγονται εἰς κοιλώματα τετραπτημένα ἐπὶ τῶν βάρβδων καὶ πλήρη ὑδραργύρου, βαθμηδὸν ἀνυψοῦται καὶ ἐπὶ τέλους μένει μὲν στάσιμος εἰς ἕκαστον θερμοόμετρον, ἀλλὰ βαίνει μειουμένη ἀπὸ τοῦ θερμομέτρου 1 πρὸς τὸ θερμοόμετρον 7. Διὰ νὰ ψύχωνται δὲ πᾶσαι αἱ βάρβδοι ἐξ ἴσου διὰ τε τῆς πρὸς τὰ ἔκτος ἀποβολῆς τῆς κτηθείσης θερμότητος καὶ διὰ τῆς μετὰ τοῦ ἀέρος ἐπαφῆς, καλύπτονται διὰ λεπτοτάτου στρώματος ἀργύρου. Οὕτω πειρώμενοι διὰ διαφόρων οὐσιῶν καὶ σημειοῦντες τὰς θερμοκρασίας τῶν διαφόρων θερμομέτρων παρατηροῦμεν εἰς ἄλλας μὲν οὐσίας ἀγούσας κακῶς τὴν θερμότητα μεγάλην καταπτώσιν θερμοκρασίας εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου ἀπόττασιν, εἰς ἄλλας

δὲ τοῦναντίον ἀγούσας καλῶς τὴν θερμότητα μικρὰν καταπτῶσιν θερμοκρασίας καὶ εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ ἄκρου ἀπόστασιν. Διὰ τοιούτων πειραμάτων εὐρέθη ἡ θερμῶς δυνάμεις τῶν διαφόρων μετάλλων, ὧν τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει κατατάσσονται κατὰ τὴν ἐξῆς τάξιν ἀπὸ τοῦ ἔχοντος τὴν μείζονα ἀγωγὸν δυνάμειν πρὸς τὸ ἔχον τὴν ἐλάσσονα: Ἄργυρος, Χαλκός, Χρυσός, Ψευδάργυρος, Κασσίτερος, Σίδηρος, Μόλυβδος, Λευκόχρυσος.

186. **Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν.** Ἐκ πάντων τῶν ὑγρῶν τὴν μείζονα ἀγωγὸν δυνάμειν ἔχει ὁ ὕδραργυρος 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 μάζαν τοῦ ὕδατος καὶ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἀλλὰ τοῦτο δὲν συμβαίνει δι' ἀγωγῆς τῆς θερμότητος, τούτεστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων προερχομένων, ὡς εἶπομεν (§158 σχ.119), ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται θερμαινόμενα τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον διναμέθα νὰ θερμάνωμεν μέχρι βρασμοῦ ὕδωρ ἐν χαρτίνῳ κυτίῳ, διότι ἡ θερμότης τῆς φλογός, ἣν προσλαμβάνει ὁ χαρτὴς κάτωθεν, μεταδιδόμενη εἰς τὰ τοῦ πυθμένος τοῦ κυτίου ἀπτόμενα ὑδάτινα 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 εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον (σχ.136) φέροντα κατὰ τὸν πυθμένα τεμάχιον πάγου



Σχ. 136.

καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὕδατος, εἶτα δὲ κλίνοντες αὐτὸν ὀλίγον θερμαίνουμεν τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἰνοπνεύματος. Μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ δυναμέθηνά παρατείνωμεν τὸν βρασμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ἐν ᾧ ὁ πάγος εἰς τὸν πυθμένα δὲν τήκεται. Ἀντὶ πάγου δυναμέθηνά ἐμβαπτίσωμεν ἐν τῷ ὕδατι μικρὸν θερμόμετρον εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος, ὅπερ καὶ μετὰ παρατεταμένον βρασμὸν τοῦ ὕδατος δὲν δεικνύει ὑψῶσιν θερμοκρασίας. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι, ὅταν τὰ μόρια τοῦ ὕδατος εὐρίσκωνται εἰς ἀκίνησιάν, πολὺ δυσκόλως μεταφέρουσι τὴν θερμότητα.

187. **Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων.** Τὰ ἀέρια ὡσαύτως εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ διανέμεται μὲν ὁμοιομερῶς καθ' ὅλα τὰ μέρη τῆς αἰθούσης ἢ θερμότης, ὅταν εἰς τι μέρος αὐτῆς 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 θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπ' ἄλλου ἀέρος ψυχροτέρου, ὅστις θερμαίνόμενος ἐπίσης φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, οὕτω δὲ παράγονται ἐντὸς τῆς αἰθούσης ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα τὴν θερμότητα εἰς ὅλα τὰ μέρη αὐτῆς. Διὰ τὴν καταδειξώμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκίνησιάν, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματωδῶν οὐσιῶν, ὁποῖαι εἶνε ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶναι τὰ ἄχυρα, τὰ ρινήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδιζοῦσι νὰ κινηθῇ, ὁπότε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν δύο ὁμοίας ὑαλίνας σφαίρας καὶ τὴν μὲν μίαν πληρῶσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμφοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτὰς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἀνευ βάμβακος σφαίρας ταχέως ἀνυψοῦται, τῆς δὲ μετὰ βάμβακος μῆναι σχεδὸν στάσιμον ἐπὶ πολὺν χρόνον, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην σφαῖραν παράγονται ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα θερμότητα ἐκ τῶν θερμῶν τοιχωμάτων αὐτῆς πρὸς τὸ θερμόμετρον, ἐν ᾧ εἰς τὴν ἑτέραν τοιαῦτα ρεύματα δὲν δύνανται νὰ παραχθῶσιν ἕνεκα τῶν νηματίων τοῦ βάμβακος, ἅτινα παρακωλύουσι τὴν κίνησιν τῶν ἀερίων μορίων. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ ἐκ βάμβακος ὑφάσματα, τὰ ἐξ ἔριου ἐνδύματα ἡμῶν εἶνε, ὡς κοινῶς λέγομεν, θερμά, ἤτοι διατηροῦσι τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν, κυρίως ἕνεκα τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν

ἀκίνησις ἀέρος, ὅστις ὢν κακὸς ἀγωγὸς 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 ἁμοῦ, διότι μεταξὺ τῶν πολλῶν ἐνδυμάτων παρεντιθέμενα λεπτὰ στρώματα ἀέρος ὡς πλείοτερα τὸν ἀριθμὸν διατηροῦσι μᾶλλον τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν. Ὡς δὲ αἱ οὐσίαι αὗται ἐμποδίζουν τὴν ἐσωτερικὴν θερμότητα νὰ ἐξέλθῃ, οὕτω δὲν ἀφίνουσι καὶ τὴν ἐξωτερικὴν νὰ εἰσέλθῃ. Ἐπομένως θέλοντες νὰ διατηρήσωμεν ἐν δοχείῳ ζέον ὕδωρ θερμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ὀφείλομεν νὰ περιβάλλωμεν αὐτὸ διὰ βαμβακίνου ἢ κάλλιον δι' ἐριούχου ὑφάσματος ἢ καὶ διὰ βινημάτων ξύλου ἢ ἀχύρων. Διὰ τῶν αὐτῶν οὐσιῶν περιβαλλόμενος ὁ πάγος διατηρεῖται ἄτηκτος ἐπὶ πολὺν χρόνον καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΠΕΡΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΥ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

188. Ὁ ἥλιος, τὰ διάπυρα σώματα καὶ πάντα ἀνεξαίρετως τὰ σώματα καὶ ἐκεῖνα ὅσα φαίνονται ἡμῖν ψυχρότατα, εἶον ὁ πάγος, ἐκπέμπουσι θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, ἣτις καλεῖται ἀκτινοβόλος θερμότης. Οὕτως ἔρχεται εἰς τὴν γῆν ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου καὶ οὕτω θερμαίνουσιν ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως οἱ ἐν πυραύνῳ διάπυροι ἄνθρακες. Ἐὰν δ' ἐντὸς αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν ψύχεται, τὰ δὲ πέριξ σώματα θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα πλείονα ἐκείνης, ἢν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τούναντίον δὲ ταῦτα δέχονται ἐκ τῆς σφαίρας θερμότητα πλειοτέραν ἐκείνης, ἢν ἐκπέμπουσι, μέχρις ὅτου καὶ ἡ σφαῖρα καὶ τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅποτε ἡ ἀκτινοβολία δὲν παύεται μὲν, ἀλλ' ἕκαστον σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ λοιπὰ τσαούτην θερμότητα, ὅσην παρ' αὐτῶν δέχεται καὶ ἕνεκα τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν παραμένει πλέον σταθερά. Καὶ αὐτὰ δὲ τὰ ψυχρότατα τῶν σωμάτων ἐκπέμπουσι θερμαντικὰς ἀκτῖνας. Οὕτως ἰστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στήλης ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψῦχος, οὐχὶ διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχρὰς ἀκτῖνας, ὑποαἶ δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῶ μείζονα ἐκείνης, ἢν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

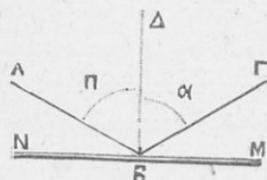
189. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαδίδεται ὡς καὶ τὸ φῶς κατὰ

πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ εὐθυγράμμως, ἔὰν τὸ περιέχον, ὅπερ διαπερᾶ, εἶνε ὁμοιομερές· ἄλλως μεταβάλλει πορείαν, ἤτοι θλάται, κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς θλάται καὶ τὸ φῶς, περὶ ὧν πραγματευόμεθα ἐν τῇ Ὀπτικῇ. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ὡς καὶ τὸ φῶς διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ, ὡς ἀποδεικνύει ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἣτις φθάνει μέχρι τῆς γῆς διανύουσα τὸ μεταξὺ ἡλίου καὶ γῆς κενὸν διάστημα, τουτέστι τὸ μὴ ἐμπεριέχον σταθμητὴν ὕλην, ἀλλὰ πεπληρωμένον ὕλης ἀσταθμῆτου, ἣτις καλεῖται αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ οὗτος εὐρισκόμενος καὶ μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος, τῆς ὑάλου, χρησιμεύει ὡς ὄχημα τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος διὰ τῶν σωμάτων διερχομένη καὶ οὐχὶ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης διερχομένη διὰ τῆς ἀτμοσφαιράς δὲν διαδίδεται διὰ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχοντος αἰθέρος. Τοῦτο δὲ πασιφανῶς 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.

190. Ἴσχυς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἡ ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ἣτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ σῶμα τι δέχεται ἐκ θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἐκ διαπύρου σφαίρας, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως· τουτέστιν, ἔὰν τὸ σῶμα τεθῆ εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς διαπύρου σφαίρας ἴσας πρὸς 1, 2, 3 μέτρα, τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἃπερ ἐκ ταύτης δέχεται εἰς τὰς διαφόρους ταύτας ἀποστάσεις, βαίνουνσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, ἣτοι εἰς διπλασίαν ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἀπόστασιν δέχεται τις τετράκις ὀλιγωτέραν θερμότητα, εἰς τριπλασίαν ἐννεάκις ὀλιγωτέραν κτλ. Ἡ ἰσχύς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος μεταβάλλεται ὡσαύτως μετὰ τῆς πλαγιότητος τῶν ἀκτίνων, αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τινὰ ἐπιφάνειαν. Οὕτως αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν καθέτως ἐπὶ τινὰ ἐπιφάνειαν θερμαίνουσιν αὐτὴν πλειότερον 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 θέρμανσις τοῦ ἐδάφους καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ ἀέρος ἐν ὥρᾳ θέρους καὶ ἡ ἐλάσσων ἐν ὥρᾳ χειμῶνος, διότι κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ὑψοῦται ἐν ὥρᾳ μεσημβρίας ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες σχη-

ματίζουσι μετὰ τοῦ ἐδάφους γωνίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν ὀρθὴν πλειότερον μὲν εἰς τὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώρας, ὀλιγώτερον δὲ εἰς τὰς πρὸς τοὺς πόλους, ἐν ᾧ κατὰ τὸν χειμῶνα ἡ γωνία αὕτη εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς ὀρθῆς. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ἡ ἐν ὥρᾳ θέρους ὑψηλότερα θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους καὶ τοῦ ἀέρος δὲν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ὑπὸ μείζονα γωνίαν πρόσπτωσιν τῶν ἀκτίνων, ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας αἰτίας, οἷον εἰς τὸ μεῖζον μέγεθος τῆς ἡμέρας, ἕνεκα τοῦ ὁποίου ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἔδαφος ἐπὶ πλειότερον χρόνον.

191. **Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος.** Θερμαντικὴ ἀκτίς AB (σχ. 137) προσπίπτουσα ἐπὶ ἐπιφάνειαν NM λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾶται, τουτέστι λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν BΓ, ἥτις μετὰ τῆς καθέτου ΔB σχηματίζει γωνίαν α ἴσην τῇ γωνίᾳ π, ἣν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς AB σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἡ προσπίπτουσα δὲ καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς κεῖνται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν.



Σχ. 137.

Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ σῶμά τι δικνέμεται εἰς τὰ ἐξῆς μέρη· μέρος μὲν αὐτῆς ἀνακλᾶται κωνικῶς, μέρος δὲ διασκορδάννυται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, μέρος ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ μέρος διέρχεται ἀκωλύτως δι' αὐτοῦ. Καὶ ἡ μὲν ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ μᾶλλον τὸ σῶμα παρουσιάζει ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνὴν. Οὕτως, εἰς πλάξ ἀργυρᾶ σφρηλατηθεῖσα καλῶς λειανθῆ, ἀνακλᾷ τὸ πλεῖστον τῆς ἐφ' αὐτὴν προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακῆς εἶνε τραχεῖα καὶ μὴ στιλπνὴ, τότε ἡ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτουσα ἀκτινοβόλος θερμότης διασκορπίζεται ἐν μέρει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

192. **Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Πολλὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπορροφῶσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα ἐκ τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος. Καὶ μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα τὰ κεκαλυμμένα δι' αἰθάλης, ἐλάσσονα δὲ τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στιλπνὴν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Οὕτως, εἰς λάβω-μεν δύο ἐντελῶς ὅμοια μεταλλίνα δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ τοῦ μὲν ἐνὸς ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια νὰ εἶνε κεκαλυμμένη δι' αἰθάλης, τοῦ δ' ἐτέρου λεία καὶ στιλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφοτέρω δια τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς,

παρατηρούμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἠθαλωμένη ἐπιφάνεια ἀπορροφᾷ μείζονα θερμότητα, ἡ δὲ λεία καὶ στιλπνὴ ἀνακλᾷ ταύτην. Τὰ σώματα τὰ ἔχοντα λευκὴν ἐπιφάνειαν ἔχουσιν ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἢ τὰ μέλανα. Διὰ τοῦτο, εἰάν ἐκτεθῶμεν ἐν ὄρα θέρους εἰς τὰς ἠλιακὰς ἀκτῖνας φοροῦντες λευκὰ ἐνδύματα, αἰσθανόμεθα ὀλιγώτερον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἢ ἂν ἐφοροῦμεν μέλανα. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους χιῶν καλυπτομένη εἰς τι μέρος αὐτῆς διὰ μέλανος ὑφάσματος ἢ ἐπιπασσομένη διὰ κόνεως ἀνθράκων ἢ καὶ διὰ χρώματος καὶ ὑποκειμένη εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλιακῶν ἀκτῖνων τήκεται ταχύτερον κατὰ τὸ μέρος τοῦτο ἕνεκα τῆς μείζονος ἀπορροφήσεως τῶν ἠλιακῶν ἀκτῖνων. Ὁ κοινορτός, ἡ ἄμμος ἔχουσιν ἐπίσης μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἐὰν δ' ἐνθέσῃ τις ἐν ὄρα θέρους ἐν τῷ κοινορτῷ τοῦ ἐδάφους θερμόμετρον, τοῦτο δεικνύει θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἐὰν δ' ἐν τῷ ἀέρι αἰωρῆται κόνις, αὕτη ἀπορροφῶσα ἠλιακὴν θερμότητα θερμαίνει καὶ τὸν ἀέρα.

193. Ἀφαιτική τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. Τὰ σώματα, ἅτινα εὐχερέστερον ἀπορροφῶσι τὴν ἐφ' αὐτὰ προσπίπτουσαν ἀκτινοβολοῦσαν θερμότητα, εὐχερέστερον ἐπίσης ἀφίνουσιν νὰ ἐξέλθῃ ἡ ἐντὸς αὐτῶν ἀποθηκευθεῖσα θερμότης καὶ ἐπομένως τὴν μείζονα ἀφαιτικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἠθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στιλπνή. Οὕτως, εἰάν εἰς δύο ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἠθαλωμένον, τὸ δὲ ἕτερον λείον καὶ στιλπνόν, ἐγχύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ζέοντος ὕδατος, παρατηρούμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ ψύχεται ταχύτερον ἢ εἰς τὸ δεύτερον ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῆς αἰθάλης. Διὰ τοῦτο, ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν θερμὸν ὕδωρ ἐπὶ πλειότερον χρόνον ἐν μεταλλίνῳ ἀγγεῖῳ, πρέπει τὸ ἀγγεῖον ἐξωτερικῶς νὰ εἶνε ὅσον ἐνεστι λειότερον καὶ στιλπνότερον. Τὴν ἐφαρμογὴν δὲ τούτων καθ' ἐκάστην βλέπομεν ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ. Ὡσαύτως ἡ διάφορος ἀφαιτικὴ δύναμις τῶν σωμάτων καταδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὸ ὑπαιθρον ἐν νυκτὶ ἀνεφέλῳ πρὸ πάντων τοῦ ἕαρος ἢ τοῦ φθινοπώρου τρεῖς ὁμοίας μεταλλίνας πλάκας, ὧν τὴν μὲν πρώτην ἐκαλύψαμεν καλῶς δι' αἰθάλης, τὴν δὲ δευτέραν διὰ λευκοῦ φύλλου χάρτου καὶ τὴν τρίτην κατεστήσαμεν λείαν καὶ στιλπνοτάτην, παρατηρούμεν πολλάκις τὴν πρώϊαν ὅτι ἡ μὲν πρώτη ἐκαλύφθη διὰ μεγάλων σταγόνων ὀρόσου, ἡ

δευτέρα διὰ μικροτέρων καὶ ἡ τρίτη ἡ στίλβουσα δι' ἐλαχίστων. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τῆς διαφόρου ἀφαιτικῆς δυνάμεως τῶν διαφόρων τούτων σωμάτων, ἕνεκα τῆς ὑποίας πλείοτερον μὲν ψύχεται ὁ ἀήρ ὁ ὑπερκείμενος τῆς ἠθαλωμένης πλακός, ὀλιγώτερον δὲ ὁ ὑπερκείμενος τῆς λείας πλακός, ὁ δὲ ὑδρατμός μὴ δυνάμενος νὰ παραμείνῃ διαλυμένος ἐν τῷ οὕτῳ ψυχομένῳ διηνεκῶς ἀεὶ ὑγροποιεῖται καὶ ἐπικάθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων.

194. **Θερμοπερατὸν ἢ θερμοδιαβατὸν τῶν σωμάτων.**
 Θερμοπερατὰ ἢ θερμοδιαβατὰ σώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, δι' ὧν διέρχεται ἀκωλύτως ἢ ἀκτινοβόλος θερμότης, ὡς διὰ τῶν διαφανῶν τὸ φῶς. Δὲν πρέπει δὲ νὰ συγχέωμεν τὴν θερμοαγωγὸν δυνάμιν τῶν σωμάτων πρὸς τὸ 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 ᾧ τούναντίον ἐν τοῖς θερμοπερατοῖς ἢ 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 ἐλάχιστον θερμαίνονται. Π. χ. ὁ ξηρὸς ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὑποῖος ὁ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἠλιακὴ θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἐλάχιστον θερμαίνει αὐτά, ἅτινα ἕνεκα τούτου καὶ ἐν ᾧρα θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τούναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἰαδῆποτε καταστάσει εὐρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἠλιακὴ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θάλασσης δὲν δύναται νὰ καταισδύσῃ μέχρι τοῦ πυθμένος αὐτῆς, ἀλλ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρου στρώματος, ὕπερ τούτου ἕνεκα καθίσταται θερμότερον τοῦ βαθύτερον κειμένου.

195. Ἡ ἀκτινοβολος θερμότης, ἣν τὰ διάφρα σώματα ἐκπέμπουσι, καλεῖται φωτεινὴ μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα φωτοβολῇ, οἷον διάφυροι ἀνθρακες· τούναντίον 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 ὕκλος, εἶνε μὲν θερμοπερατὰ εἰς τὴν φωτεινὴν οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα. Διὰ τοῦτο οἱ γεωργοὶ εἰς τὰ ψυχρὰ κλίματα καλύπτουσι τὰ φυτὰ αὐτῶν δι' ἐνὸς ἢ καὶ δύο ὑαλίνων κωδῶνων, δι' ὧν εἰσδύει μὲν ὀπωσοῦν ἐλευθέρως ἢ φωτεινὴ ἠλιακὴ θερμότης, ἀλλ' εἰσδύσασα

καὶ μεταβληθεῖσα εἰς σκοτεινὴν δυσχερῶς ἐξέρχεται καὶ οὕτως ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς. Αὐτὸ τοῦτο ἐφαρμόζουσι καὶ εἰς τὰ θερμοκήπια, ἅτινα εἶνε παρὰ πηγμάτα ὑαλόφρακτα, ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθενται φυτὰ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Ἡ ἐντὸς τῶν θερμοκηπίων τούτων θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, διότι ἡ διὰ τῶν ὑάλων εἰσδύουσα ἡλικὴ θερμότης ἀποθηκεύεται διηλεκτικῶς 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 ἐτέρου μέρους ν' ἀναφλέξωμεν ἀγαρικόν. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ ἄλλα σώματα, ἅτινα οὔτε εἰς τὴν φωτεινὴν οὔτε εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα εἶνε θερμοπερατὰ, ὡς μετὰλλιναὶ πλάκες κ.τ.λ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η΄.

ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

196. Καλοῦνται ἀτμομηχαναὶ ἐκεῖναι τῶν μηχανῶν, εἰς ἃς κινητήριος δύναμις εἶνε ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος. Σύγκειται δὲ πᾶσα ἀτμομηχανὴ ἐκ τριῶν ἰδίως μερῶν.

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

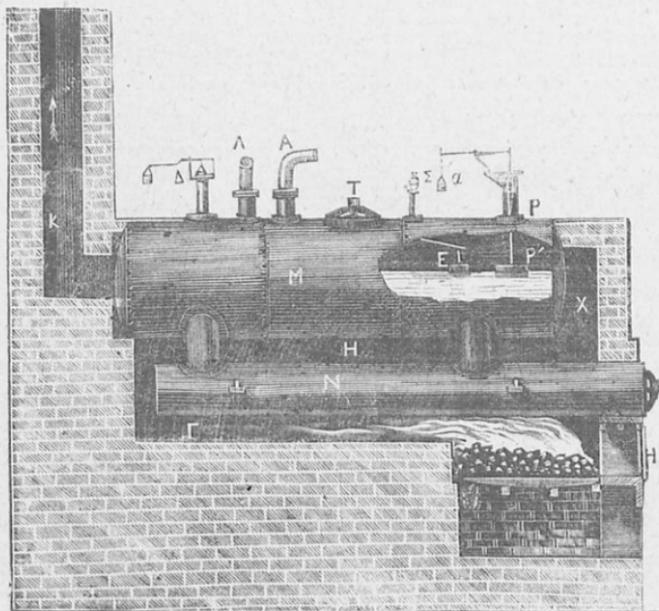
β'). Ἐκ τοῦ κυλίνδρου, ἐν ᾧ διοχετεύμενος ὁ ἀτμός κινεῖ εὐθυγράμμως τὸν ἐν αὐτῷ ἐμβολέα, καὶ

γ'). Ἐκ μηχανισμοῦ, δι' οὗ ἡ εὐθυγράμμως καὶ παλινδρομικῶς κινούμενος ἐμβολεὺς θέτει εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς καὶ δι' αὐτοῦ ποικίλα μηχανήματα.

197. Ἀτμογόνος λέβης. Εἷς ἐκ τῶν συνήθων λεβήτων εἶνε ὁ μετὰ βραστήρων (σχ. 138) συγκείμενος ἐξ ὀριζοντίου σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου Μ, κλειστοῦ ἐκατέρωθεν καὶ συγκοινωνοῦντος κάτωθεν διὰ σωλῆνων μετὰ δύο ἄλλων κοίλων κυλίνδρων Ν καλουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ὕδατος καὶ δεχομένων τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τῶν κάτωθι ἐπὶ ἐσχάρας εὐρισκομένων διαπύρων ἀνθράκων. Ὁ ἄνωθεν μεζῶν κύλινδρος μέχρι τοῦ μέσου μὲν ἐμπεριέχει ὕδωρ, κατὰ τὸ ἀνώτερον δὲ μέρος πληροῦται διὰ τῆς ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἀτμῶν, οἵτινες διοχετεύονται διὰ τοῦ σωλῆνος Α εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀτμομηχανῆς. Αἱ φλόγες τῆς ἐστίας καὶ τὰ ἐκ τῆς καύσεως προερχόμενα θερμὰ αἲρια ἡναγκασμένα ὄντα διὰ διαφραγμάτων ν' ἀκολουθήσωσι τὴν πορείαν ΓΗΧΚ, λείγοντα κατὰ πρῶτον τὰ κατώτερα τοιχώματα τῶν βραστήρων Ν

εἶτα τὰ ἀνώτερα τῶν βραστήρων καὶ τὰ κατώτερα τοῦ ἰδίου λέβητος Μ καὶ τέ-
λος τὰ πλάγια τοιχώματα τοῦ λέβητος ἐξέρχονται διὰ τῆς καπνοδόχης Κ εἰς
τὴν ἀτμόσφαιραν.

198. Ἐπὶ τοῦ λέβητος στερεοῦνται αἱ ἐξῆς συσκευαί



Σχ. 138.

α') Μετάλλινον μανόμετρον (σχ. 96 § 124) δεικνὺν διηνεκῶς τὴν ἐλαστι-
κότητα τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν.

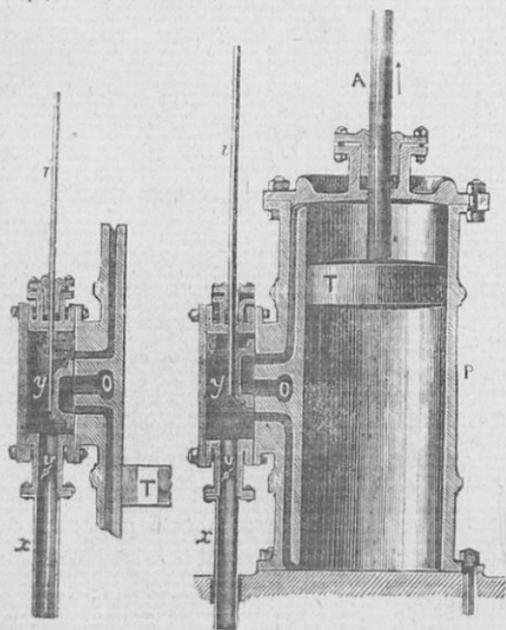
β'). Συσκευαί, αἵτινες δεικνύουσι τὸ ὕψος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδα-
τος ἐν τῷ λέβητι. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει σωλὴν ὑάλινος κατακόρυφος εἰς τὸ
πρόσθιον μέρος τοῦ λέβητος ἐστερωμένος, ὅστις διὰ τοῦ κατωτέρου μὲν πέρατος
αὐτοῦ συχνοῖναι μετὰ τοῦ ἐν τῷ λέβητι ὕδατος, διὰ τοῦ ἀνωτέρου δὲ μετὰ
τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ. Τὸ ὕδωρ ἔν τε τῷ λέβητι καὶ τῷ σωλῆνι παραμένει διηνε-
κῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Δευτέρα τις συσκευή PP' πρὸς τὸν αὐτὸν
σκοπὸν χρησιμεύουσα ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ ὀριζοντίου μοχλοῦ, ἐκ τοῦ ἐνδὲ
πέρατος τοῦ ὁποίου κρέματα δι' ἀλύσεως καὶ μεταλλίου στελέχους ὀρθογώνιος
κλίβος P', ὅστις ἰσορροποῦμενος διὰ τοῦ ἐκ τοῦ ἑτέρου πέρατος τοῦ μοχλοῦ κρε-
μαμένου βάρους α καὶ διὰ τῆς ἀνώσεως τοῦ ὕδατος ἐπιπολάζει ἐπὶ τῆς ἐπιφα-
νείας αὐτοῦ οὕτως, ὥστε κατερχομένης ἢ ἀνερχομένης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕ-
δατος ἐν τῷ λέβητι τὸ βῆρος ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται. Ἐπειδὴ δὲ, ἐὰν ἡ ἐπι-
φάνεια τοῦ ἐν τῷ λέβητι ὕδατος ὑπερμέτρως κατέλθῃ καὶ εἰσαχθῆ αἰφνιδίως
ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα, τοῦτο ἐρχόμενον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν διαπύρων τοιχω-

μάτων τοῦ λέβητος θέλει ἐξακριωθῆ βιαιότατα καὶ θέλει ἐπενέγχει τὴν ἐκρηξιν αὐτοῦ, στερεοῦται ἐπὶ τοῦ λέβητος σύριγγ Σ συρίζουσα ὀξύτατα, εὐθὺς ὡς ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος κατέλθῃ καὶ ἐπ' ἐλάχιστον κάτωθεν τοῦ κανονικοῦ αὐτῆς ὕψους. Πρὸς τοῦτο ἡ σύριγγ αὕτη φέρεται ἐπὶ σωλῆνος, εὐτινος ὁ πόρος κλείεται διὰ βαλβίδος, ἣν διὰ μοχλοῦ πιέζει ἐπὶ τῆς κατωτέρας ὀπῆς τοῦ σωλῆνος ὁ πλωτῆρ B , ὅστις πολὺ ἐλαφρότερος ὢν τοῦ ὕδατος ἐπιπολάζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ οὕτως, ὥστε, εἰάν αὕτη ὑπερμέτρως κατέλθῃ, ἡ ὀπῆ τοῦ σωλῆνος ἀνοίγεται καὶ ὁ ἀτμὸς βιαίως ἐξερχόμενος καὶ διὰ τῆς σύριγγος διερχόμενος παράγει ὀξύτατον συριγγόν.

γ'). Ἀσφαλιστικὴν δικλίδα Δ , ἥτις, ὡς εἰς τὴν χύτραν τοῦ Παπίνου (σχ. 123 § 162), ἀνοίγεται, ὅταν ἡ τάσις τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν ὑπερβῆ ὠρισμένον ὄριον, μέχρι τοῦ ὁποίου ἀντέχει ὁ λέβης, οὕτω δὲ προλαμβάνεται ἡ ἐκρηξίς αὐτοῦ.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω συσκευῶν ὑπάρχει εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ λέβητος καὶ ὀπῆ T κλειομένη ἐρημητικῶς διὰ σιδηρᾶς πλακῆς. Διὰ τῆς ὀπῆς ταύτης ἀνοιγομένης δύναται νὰ εἰσέλθῃ ἐργάτης καὶ καθαρῶς τὸν λέβητα ἀπὸ τοῦ ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἐναποτιθεμένου ἐκ τοῦ ὕδατος ἀσβεστολίθου τοῦ καλουμένου λεβητολίθου. Πρὸς τούτοις πλησίον τοῦ ἀτμαγωγῶ σωλῆνος A ὑπάρχει καὶ δεύτερος σωλῆν B , ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος ἐμβεβαπτισμένος, δι' οὗ εἰσάγεται ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα δι' ὑδραυλίας, ἣν θέτει εἰς κίνησιν αὐτῆ ἡ ἴδια ἀτμομηχανή.

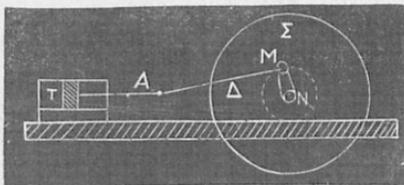
199. Κύλινδρος. Ἀνοιγομένης τῆς ἀερόφυγος, ἣν φέρει ὁ ἀτμαγωγὸς σωλῆν, ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται ἐντὸς σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου P (σχ. 139) ὀριζοντίου ἢ κατακορύφου κεκλεισμένον ἐκατέρωθεν, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ ἐμβολεὺς T πρὸς ἑκατέρωθεν τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου φέρων σιδηροῦν στέλεχος A βάκτρον καλούμενον, ὅπερ διέρχεται μετὰ τριβῆς δι' ὀπῆς ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου εὐρισκομένης. Ὅπως δ' ἐπιτευχθῆ ἡ παλινδρομικὴ πρὸς ἑκατέρωθεν τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου κίνησις τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἀτμὸς διὰ τοῦ ἀτμαγωγῶ σωλῆνος A εἰσάγεται κατὰ πρῶτον εἰς τὸν ἀτμοθάλαμον ψ , ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται διὰ τοῦ στελέχους ϵ ὁ ἀτμονόμος σύρτης, καὶ εἴτα εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον δι' ὀπῆων ἀνεωγμένων εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ. Ὅταν ὁ σύρτης οὗτος κατέχη τὴν θέσιν, ἣ, δεῖν



Σχ. 139.

κνύει τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ σχῆμα, τότε ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ N καὶ ὠθεῖ τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὄταν δ' ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ πλησίον τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἀτμὸς ἀνάσφραξις λαμβάνει τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ σχῆμα, ὁ δὲ ἀτμὸς διερχόμενος διὰ τοῦ ἀνωτέρου ὀχετοῦ M εἰσέρχεται εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου καὶ ὠθεῖ τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἐν ᾧ ταυτοχρόνως ὁ κάτωθεν τοῦ ἐμβολέως ἀτμὸς διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ καὶ τῆς ὀπῆς ὀξεύεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Ἡ παλινδρομικὴ αὐτὴ κίνησις τοῦ ἐμβολέως T (σχ. 140) μεταδίδεται διὰ τοῦ βάρου A καὶ τοῦ διωστήρος Δ εἰς τὸν στρόφαλον MN, ὅστις στρέφει τὸν κύριον ἄξονα N τῆς ἀτμομηχανῆς καὶ μεταβάλλει οὕτω τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν εἰς περιστροφικὴν. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς μηχανῆς στερεοῦται μέγας σιδηροῦς τροχὸς Σ, σφόνδυλος (volant) καλούμενος, ὅστις καθιστᾷ ὅσον ἔνεστιν ἰσοταχῆ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ ἄξονος τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δ' ἄξονος προσαρμόζεται μεταλλινὸς δίσκος, ὅστις περιστρέφεται περὶ τι σημεῖον ἐκτὸς τοῦ κέντρου αὐτοῦ κείμενον· ὁ δίσκος οὗτος περιβάλλεται διὰ δακτυλίου, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου προσαρμόζεται τὸ στέλεχος εἰς (σχ. 139) τοῦ ἀτμονόμου σύρτου. Διὰ τοῦ μηχανήματος τούτου, ὅπερ καλεῖται *ἐκκεντρον*, κατορθοῦται ἡ αὐτόματος παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἀτμονόμου σύρτου.



Σχ. 140.

Ὡς πρὸς τὴν τάσιν τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν διακρίνουσιν ἀτμομηχανὰς ὑψηλῆς πίεσεως, εἰς ἃς ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ εἶνε ὑπερτέρα τῶν 5 ἀτμοσφ., μέσης 2—4 ἀτμοσφ. καὶ χαμηλῆς πίεσεως 1 ἕως 1 1/2 ἀτμοσφ. Εἰς τὰς τελευταίας ταύτας μηχανὰς ὁ ἀτμὸς ὁ ἐπενεγκῶν ἤδη τὴν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐνέργειαν αὐτοῦ δὲν ἐκδιώκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἀλλ' εἰσάγεται εἰς τὸν καλούμενον *πυκνωτήν*, ἐνθα διὰ ψυχροῦ ὕδατος διηλεκῶς ὑγροποιούμενος καὶ ἀποβάλλων τὴν ἐλαστικότητα αὐτοῦ δὲν ἀντιδρᾷ ἐπισπθητικῶς εἰς τὴν ἀντίρροπον κίνησιν τοῦ ἐμβολέως, ἣν ἐπιφέρει ὁ εἰς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου εἰσερχόμενος ἀτμὸς. Εἰς τὰς ὑψηλῆς πίεσεως ἀτμομηχανὰς ἐπέρχεται μεγάλη οἰκονομία καυσίμου ὕλης διὰ τῆς καλουμένης *ἐκτονώσεως* ἢ *χιλάσεως*. Εἰς τὰς μηχανὰς δηλαδή ταύτας ὁ ἐμβολεὺς ὠθεῖται διὰ τῆς πλήρους πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς διαδρομῆς αὐτοῦ, ἀλλὰ μέχρι ὠρισμένου σημείου, ὅποτε ἡ εἰσροὴ τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὸν κύλινδρον διακόπτεται διὰ κατὰλλῆλου κατασκευῆς τοῦ ἀτμονόμου σύρτου. Τὸ ὑπόλοιπον δὲ διάστημα διανύει ὁ ἐμβολεὺς ὠθούμενος ὑπὸ τῆς διασταλτικῆς δυνάμεως τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐγκλεισθέντος ἤδη ἀτμοῦ. Ἡ ἐκτόνωσις αὐτὴ ἐφαρμόζεται ἰδίως εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς τὰς καλουμένας *συνθέτους*, εἰς ἃς ὁ ἀτμὸς ἐξερχόμενος τοῦ κυλίνδρου δὲν ἀποβάλλεται, ἀλλ' ὡς ἐγκλείων ἔτι ἀρκοῦσαν ἐλαστικὴν δύναμιν διοχετεύεται εἰς δεύτερον μείζονα κύλινδρον ἢ καὶ εἰς τρίτον ἔτι μείζονα καὶ οὕτω κατα-

ναλίσκεται: ὀλιγωτέρᾳ καύσιμος ὕλη δι' οἰκονομίας ἀτμοῦ καὶ πληρεστέρας χυσιμοποιήσεως αὐτοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ. ΑΝΕΜΟΙ. ΚΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.

200. **Ὑδρομετέωρα.** Καλοῦνται ὑδρομετέωρα ἡ ὀμίχλη, ἡ ἀχλύς, τὰ νέφη, ἡ βροχή, ἡ χιών, ἡ χάλαζα, ἡ δρούσος καὶ ἡ πάχνη.

201. **Ὀμίχλη.** Ὁ ὑδρατμός εἶνε ὡς διαφανέστατος ἀόρατος. Οὕτως ἐν αἰθούσῃ πεπληρωμένη ἀνθρώπων ὑπάρχουσι πολλοὶ ὑδρατμοί, ἀλλὰ διαμένουσιν ἀόρατοι. Ἐὰν ὅμως διὰ τινος μέσου ψύξωμεν ἀποτόμως τοὺς ὑδρατμούς τούτους, ὡς τοῦτο συμβαίνει ἐν χειμῶν ὥρᾳ, ὁπότε ἐκπνέομεν εἰς τὸν ψυχρὸν ἀέρα τὸν θερμὸν καὶ ὑγρὸν ἀέρα τῶν πνευμόνων ἡμῶν, τότε μέρος τῶν ἀτμῶν τούτων ὑγροποιούμενον μεταβάλλεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια, ἅτινα σχηματίζοντα μικρὸν νέφος καθιστῶσι τὸν ἀέρα ἀδιαφανῆ. Ἐκ τοιούτων δὲ ὑγρῶν σταγονιδίων ἀποτελεῖται ἡ ὀμίχλη καὶ τὰ νέφη. Ἡ ὀμίχλη παράγεται συνήθως ἄνωθεν ἐδάφους ὑγροῦ καὶ θερμοῦ ἢ ἄνωθεν λίμνης ἢ ποταμοῦ, ὅταν ὁ ὑπεκείμενος ἀήρ ψυχθῆ κατώθεν τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου. Πολλάκις ὅμως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ποταμῶν ἀναδίδεται ὀμίχλη, καὶ ὅταν ἄνεμος θερμὸς καὶ ὑγρὸς διέλθῃ ἄνωθεν αὐτῶν, ὅστις ψυχόμενος ἐπιφέρει συμπύκνωσιν μέρους τῶν ἐν ἐαυτῷ ἀτμῶν.

202. **Ἀχλύς.** Εἴπομεν ἄνωτέρω, ὅτι ὁ ὑδρατμός εἶνε διαφανέστατος: ἐὰν ὅμως ἐνυπάρχῃ ἐν τῷ κατωτέρῳ στρώματι τῆς ἀτμοσφαιρας ἄφθονος ὑδρατμός ἐπὶ μεγάλῃ ἐκτάσει, ὁ ἀήρ καθίσταται ὀλιγον ἀδιαφανῆς, ὡς συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὰς πρωίας. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀχλύς καὶ δὲν πρέπει νὰ συγγένηται πρὸς τὴν ὀμίχλην, δι' ἧς δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἀντικείμενα καὶ εἰς μικρὰν σχετικῶς ἀπόστασιν κείμενα, ἐν ᾧ διὰ τῆς ἀχλύος διακρίνομεν καὶ λίαν μεμακρυσμένα ἀντικείμενα.

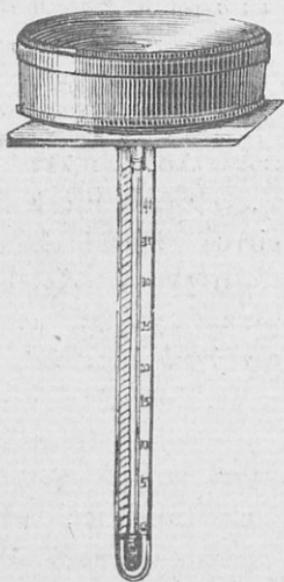
203. **Νέφη.** Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτοτατων ὑδατίνων σταγονιδίων ἢ μικρῶν κρυστάλλων πάγου σχηματιζομένων ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς διάφορα ὕψη. Τὰ νέφη παράγονται ἄλλοτε μὲν, ὅταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀήρ ἀνυψῶται εἰς τὰ ἀνώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα, εἴθ' ἀψύχεται: ἄλλοτε δὲ, ὅταν βεῦμα ὑγροῦ ἀέρος συναντήσῃ τὰς ψυχρὰς κορυφὰς τῶν ὄρεων, εἴθ' ἐπέρχεται ἀπότομος ψύξις καὶ ὑγροποίησις τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν. Εἰς τὴν αἰτίαν ταύτην ὀφεί-

λεται ὁ σχηματισμὸς τῶν λευκοτάτων νεφῶν, ἅτινα αἰφνιδίως ἀνα-
 φαίνονται ὑπὲρ τὰς κορυφὰς ὄρεων καὶ πολλάκις ὡς ἀκίνητα φαίνονται,
 ἐν ᾧ ἀδιαλείπτως μετακινουῦνται καὶ ἀπομακρύνονται. Τροῦτο δὲ προ-
 ἔρχεται ἐκ τούτου, ὅτι εἰς τινὰ μὲν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ ὄρους ἀπό-
 στασις διαλυόμενα τὰ νέφη ἐκλείπουσιν, ἐν ᾧ συγχρόνως ἄλλα ἀναπα-
 ράγονται ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὄρεων. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς
 νέφη, ἅτινα φαίνονται ἀκίνητα, καὶ περ ἀκαταπαύστως κατερχόμενα,
 διότι τὸ κατώτερον μέρος αὐτῶν εἰσερχόμενον εἰς στρῶμα ἀέρος θερ-
 μότερον ἐξαερῶται, ἐν ᾧ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος γίνεται ὀνηνεκὴς ὑγρο-
 ποίησις νέων ἀτμῶν. Τὰ νέφη ἔχουσι διαφόρους μορφάς· ἄλλα μὲν
 τούτων αἰωρούμενα εἰς ὕψη ὑπέρτερα τοῦ τῶν ὑψηλοτέρων ὄρεων τῆς
 γῆς καὶ συκείμενα πιθανῶς ἐκ μικρῶν παγοκρυστάλλων εἶνε λεπτά
 καὶ λευκά, ὁμοιάζοντα ἄλλοτε μὲν πρὸς πτερόν, ἄλλοτε δὲ πρὸς ἐξε-
 σμένον ἔριον καὶ καλοῦνται θύσανοι ἢ λόφοι (cirrus)· ἄλλα ἐμφανί-
 ζονται εἰς σωρούς (cumulus) ἔχοντα βᾶσιν ὀριζόντιον καὶ ὁμοιάζοντα
 πρὸς σωρούς βάμβακος, ταῦτα δὲ παράγονται ἰδίως κατὰ τὸ θέρος μετὰ
 παρατεταμένην αἰθρίαν ἐξ ἀνερχομένων ρευμάτων ὑγροῦ ἀέρος· ἄλλα
 δὲ πάλιν ἐμφανίζονται ὡς ἐπιμήκεις ταινίαι παρὰ τὸν ὀριζόντα ἐπὶ
 μεγάλης ἐκτάσεως καὶ καλοῦνται στιβάδες ἢ στρώματα (stratus),
 ἄλλα δὲ τέλος καλύπτουσι μεγάλας ἐκτάσεις τοῦ οὐρανοῦ ἔχοντα
 χρῶμα τεφρὸν καὶ σκοτεινὸν καὶ καλοῦνται μελανίαι (nimbus).

204. **Βροχή.** Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς συνενώσεως πολλῶν
 μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἵτινες συρρέουσαι καὶ συνενούμεναι πρὸς
 ἀλλήλας σχηματίζουσι μείζονας σταγόνας, αἵτινες καταπίπτουσι ὡς
 βροχή. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν αἱ πρῶται σταγόνες πίπτουσαι καὶ διερ-
 χόμεναι διὰ τῶν κατωτέρων στρωμάτων σχετικῶς ξηροτέρων ἐξαερῶν-
 ται ἢ ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει καὶ ἢ δὲν φθάνουσι διόλου μέχρι τοῦ ἐδάφους
 ἢ ἐλάχιστον αὐτῶν μέρος. Μετ' ὀλίγον ὅμως καὶ ὁ ἀήρ τῶν κατωτέ-
 ρων στρωμάτων καθίσταται ὑγρὸς καὶ ψυχρὸς, ὅποτε αἱ πίπτουσαι
 σταγόνες μεγεθύνονται καὶ διὰ τοῦτο εἰς τὴν κορυφὴν π. χ. πύργου
 πίπτει ὀλιγωτέρα βροχὴ ἢ παρὰ τὴν βᾶσιν αὐτοῦ ἐπὶ ἴσης ἐπιφανείας.
 Ὄταν ρεῦμα ὑγροῦ καὶ θερμοῦ νότου συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ψυ-
 χρὸν, ἐπέρχεται συνήθως βαθμιαία ὑγροποίησις τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴ
 διαρκεστέρα καὶ ὁμαλωτέρα, ἣτις καλεῖται ὑετός. Ὄταν δὲ τούναν-
 τιον ψυχρὸς βορρᾶς συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ἐπι-
 φέρει ἀπότομον ὑγροποίησιν τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴν, ἣτις συνήθως εἶνε

παροδική, ἀλλὰ βραχθαία καὶ μετὰ μεγάλων σταγόνων, καλουμένῳ ὄμβρος.

205. **Βροχόμετρον δεκαπλασιαστικόν.** Οὕτω καλεῖται ὄργανόν τι, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τῆς βροχῆς, ἥτις πίπτει εἰς τινα χώραν. Τοιοῦτου εἶδους ὄργανα ὑπαρχουσι πολλά, ὧν περιγράφομεν ἓν τῶν συνηθεστέρων, ἀποτελούμενον ἐκ δοχείου κυλινδρικοῦ κλειομένου ἄνωθεν διὰ χωνίου (σχ. 141), οὗτινος τὰ χεῖλη ἔχουσιν ἐπεξεργασθῆ μετὰ πολλῆς ἀκριθείας οὕτως, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια ἡ δεχομένη τὴν βροχὴν νὰ ἔχῃ ὠρισμένην ἕκτασιν, οἷον τεσσάρων τετραγωνικῶν ὑποδεκαμέτρων. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς καταπίπτει ἐντὸς τοῦ χωνίου τούτου καταρρίει κάτωθεν εἰς στενώτερον κυλινδρικὸν δοχεῖον φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλῆνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἄνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακα, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικοῦ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἐγκαταστήσις τῆς τομῆς τοῦ κάτωθεν ὑποδοχείως εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{40}$ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἔπειτα ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιαζεται, ἦτοι τὰ μὲν ὑφεκατόμετρα παριστῶσι τὸ ὕψος καταπεσοῦσης βροχῆς εἰς χιλιοστόμετρα, τὰ δὲ χιλιοστόμετρα τῆς κλίμα-

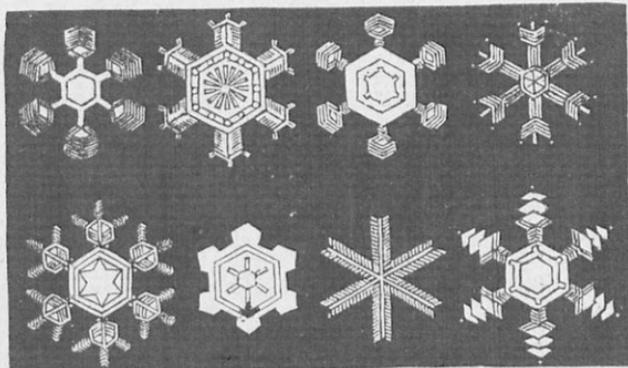


Σχ. 141.

κος παριστῶσι δέκατα τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκαστοτε πίπτει ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτει εἰς τινα χώραν ὕδωρ, ἦτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἠθελε καλύψει ἐτησίως τὸ εἶδος, ἂν δὲν συνεβαῖεν ἐξάτμισις, διήθησις καὶ ἀπορροή τῶν ὑδάτων. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἐν ταῖς Ἀθήναις πίπτει ἐτησίως ὕδωρ, ὅπερ κατὰ μέσον ὄρον θὰ ἐσχημάτιζε λίμνην βάθους 41 ὑφεκατόμετρων.

206. **Χιών.** Τὸ ὕδωρ, ὡς γνωστὸν, ψυχόμενον μέχρι τῆς θερμότητος τοῦ 0⁰ ἄρχεται πηγνύμενον, ἦτοι μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Ἐὰν δ' ἡ πῆξις εἶνε βραδεία, σχηματίζονται ἀπειροὶ τὸν ἀριθμὸν καὶ ἐλάχιστοι τὸ μέγεθος κρυσταλλοὶ, ὧν τὸ σχῆμα εἶνε πάντοτε κανονικὸν ἐξάγωνον (σχ. 142). Ἐν τοιοῦτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἥτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμο-

σφαίρας ἐμπεριέχοντα ὑδατμούς, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ 0⁰ Δυνάμεθα δ' εὐχερῶς διὰ μεγεθυντικοῦ φακοῦ νὰ παρατηρήσωμεν τὰ κανονικὰ ταῦτα σχήματα ἐν ἡμέρᾳ, καθ' ἣν τὸ ψῦχος εἶνε ὀρθρὸν καὶ ξηρὸν καὶ πίπτει ἀραιὰ χιών, ἣν δεχόμεθα ἐπὶ μέλανος ἐριούχου ὑφάσματος ἢ κάλλιον ἐπὶ μελαίνης πλακῆς ψυχθείσης προηγουμένως ὑπὸ τὸ 0⁰.



Σχ. 142.

207. **Χάλαζα.** Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μείζονος ἢ ἐλασσοῦ μεγέθους, ἅτινα καταπίπτουσιν ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας. Οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης ἐγκλείουσι συνήθως πυρῆνα ἐκ χιόνου ἀδιαφανοῦς περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμάτων ἐκ πάγου διαφανοῦς. Οἱ κόκκοι οὗτοι εἶνε συνήθως σφαιρικοί, διαμέτρου ἐνὸς ἢ δύο ὑφεκ. ἢ καὶ μείζονος, πολλάκις καὶ ἡμισφαιρικοί ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως. Ἡ χάλαζα πίπτει συνήθως κατὰ τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος, συχνοτερον τὴν ἡμέραν καὶ σπανιώτερον τὴν νύκτα, περιορίζεται δ' ἐπὶ ζώνης στενῆς μὲν ἀλλὰ λιαν ἐπιμήκουσ. 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.

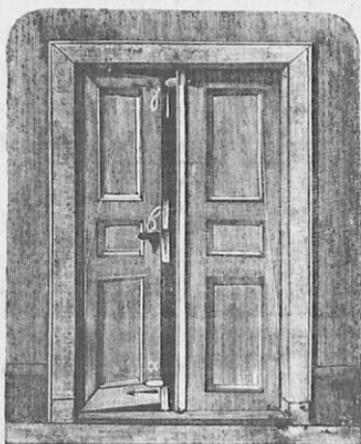
208. **Δρόσος.** Ὁ ἥλιος καθ' ὅλην τὴν ἡμέραν θερμαίνει τὸ ἔδαφος ἐξατμίζει τὰ διάφορα ὕδατα τὰ καλύπτοντα αὐτό. Μετὰ τὴν δύσιν δ' αὐτοῦ ἄρχεται ἡ νυκτερινὴ ψύξις, διότι ἡ θερμότης ἢ κατὰ τὴν ἡμέραν ἀπορροφηθεῖσα ἀκτινοβολεῖται πρὸς τὸ ἄχανές. Καὶ ἂν μὲν δ' οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης, μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπερ τοῦτου ἕνεκα δὲν ψύχεται ὑπερμέτρως.

Ἐάν ὅμως ὁ οὐρανὸς εἶνε κίθριώτατος, ὅποτε οἱ ἀστέρες λάμπουσιν, ἡ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἄχραντες ἐκφευγε μὴ δυναμένη πλεόν νὰ ἐπανεέλθῃ εἰς τὴν γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποφύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκείμενον στρώμα τοῦ ἀέρος, ὅπερ μάλιστα ὡς πυκνότερον καταρρέει πληροῦ τὰς κοιλάδας. Ἄλλ' ἰδίως ψύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἔδαφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωμάτων ἐχόντων μεγάλην ἀφετικήν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ χλόη. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεῖα, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἡ ψῦξις τοῦ ἔδαφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὅμως καὶ ἑαρινὰς ἀνεφίλους νύκτας ἡ νυκτερινὴ ψῦξις εἶνε τσαυτή, ὥστε ὁ ὑδρατμὸς ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διακλυμένος ὑγροποιεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφορῶν 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' ὑφ' οἰονδήποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρώμα τὸ καλύπτον τὸ ἔδαφος. Ἐντὸς δὲ τῆς χλόης ἀνευρίσκομεν ἀφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλην ἀφετικήν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ἡ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν ἐκ τῆς ἀδήλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

209. **Πάχνη.** Ἐάν ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία παραταθῇ ὑπερμέτρως ἔνεκα 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, ὑφ' ἧς πολλάκις τὴν πρωτὴν ἀνευρίσκομεν κεκαλυμμένην τὴν χλόην. Εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν, εἰς ἣν καὶ ἡ παρὰ γῆ τῆς πάχνης, τουτέστιν εἰς τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν ὀφείλεται καὶ ἡ πῆξις λιμναζόντων ἀβαθῶν ὑδάτων καὶ ἡ καταστροφὴ πολλῶν δένδρων καὶ μάλιστα τῶν ἐσπεριδοειδῶν, ἅτινα, ὡς κοινῶς λέγουσι, καίει ὁ πάγος. Ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία ἐπιφέρουσα τὴν ψῦξιν τοῦ δένδρου τείνει νὰ μεταβάλλῃ εἰς πάγον τοὺς χυμοὺς αὐτοῦ, αἵτινες διαστελλόμενοι ἐπιφέρουσι τὴν διάρρηξιν τῶν ἀγγείων τοῦ φυτοῦ καὶ ἐπομένως τὴν καταστροφὴν αὐτοῦ. Ἐάν λοιπὸν διὰ τινος μέσου ἐμποδίσωμεν τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ δένδρου ἐν νυκτὶ ἀνεφίλῳ, δυνάμεθα νὰ προλάβωμεν τὴν καταστροφὴν αὐτοῦ. Ἐν τοιοῦτον μέσον

ἀπλούστατον εἶνε νὰ ρίψωμεν ἐπὶ τοῦ δένδρου λεπτάς ψιαθας ἢ ἄχυρα.

210. **Ἄνεμοι.** Ἐὰν δύο παρακείμενα ὠματῖα ἔχοντα ὄλως διάφορον θερμοκρασίαν τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν διὰ θύρας ὀλίγον ἀνοιχθείσης (σχ. 143), θέσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημμένας 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 ἀφέρεται σφοδρῶς ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου ὠμακτίου πρὸς τὸ θερμότερον, ἀποδεικνύουσα οὕτως ὅτι γεννᾶται βεῦμα ἀέρος κατώτερον ἐκ τοῦ ψυχροτέρου ὠμακτίου πρὸς τὸ θερμότερον. Ἡ ἀνωτάτη φλόξ γ κλίνει τὸναντίον ἐκ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν ὑπαρξίν βεῦματος ἀέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἢ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλόξ β μένει ἀκίνητος. Τοιαῦτα βεῦματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ, ὅταν δύο γειτνιαζουσαι χώραι τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἀνίσως θερμαίνωνται, ὅποτε παράγεται κατὰ τὰ κατώτερα στρώματα ἄνεμος πνεύων ἀπὸ τῶν ψυχροτέρων χωρῶν, ἐνθα ὁ ἀήρ πυκνότερος, πρὸς τὰς θερμότερας, ἐνθα ὁ ἀήρ εἶνε ἀραιότερος· ταυτοχρόνως δὲ κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα πνεύει συνήθως ἄνεμος ἀντιθέτου φοράς.



Σχ. 143.

211. **Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι διακρίνονται ἐκ τῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος, ἐκ τῶν ὁποίων πνεύουσιν. Ἀνευρίσκομεν δὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου ἢ διὰ στενῆς καὶ λίαν ἐπιμήκουσ ταινίας, ἢν στερεοῦμεν διὰ τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς ἐπὶ ὑψηλοῦ κοντοῦ, ὃν ἀνυψοῦμεν ὅσον ἔνεστιν ὑψηλότερον, οἷον ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας, ἢ κάλλιον στρέφοντες τὸ πρόσωπον ἡμῶν πρὸς τὸν πνεύοντα ἄνεμον οὕτως, ὥστε νὰ αἰσθανώμεθα τὸ αὐτὸ αἶσθημα ψύξεως καὶ ἐπὶ τῶν δύο παρειῶν· τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, πρὸς ὃ τότε ἔχομεν ἐστραμμένον τὸ πρόσωπον, δεικνύει ἡμῖν τὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν πνεύει ὁ ἄνεμος. Εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς δὲ σταθμοὺς γίνεται χρῆσις τοῦ ἀνεμοδείκτου ἀποτελουμένου ἐκ κατακορύφου σιδηρᾶς βάρβδου ἐλευθέρως στρεπῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς καὶ ἐστηριγμένης ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ σταθμοῦ· ἐπὶ τοῦ

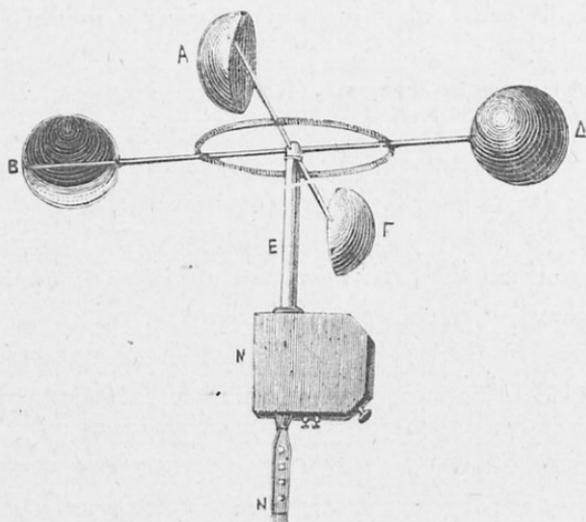
άνωτέρου πέρκτος τῆς βάρθου στερεοῦνται δύο κατακόρυφα ἑλαφρά ἐλάσματα ἐξ ἀργιλίου σχηματίζοντα ὀξεῖαν γωνίαν καὶ ἰσορροποῦμενα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους διὰ βέλους, ὅπερ διηνεκῶς διευθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ πνέει ὁ ἄνεμος.

Οἱ κυριώτεροι τῶν ἀνέμων εἶνε οἱ ἐξῆς ὀκτώ 1 ὁ Βορρᾶς (τραμον-
τάνας), 2 ὁ Βορειοανατολικὸς ἢ *Καικίας* (γραῖγος), 3 ὁ Ἀνατολικὸς
ἢ Ἀπηλιώτης (λεβάντες), 4 ὁ Νοτιοανατολικὸς ἢ *Εὐρος* (σιρόκος), 5
ὁ Νότος (ἄστρια), 6 ὁ Νοτιοδυτικὸς ἢ *λίψ* (γαρμπῆς), 7 ὁ Δυτικὸς ἢ
Ζέφυρος (πονέντες) καὶ 8 ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ *Σκίρων* ἢ Ἀργέστης
(μαΐστρος).

212. **Ταχύτης τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἄνεμοι ἔχουσι διάφορον τα-
χύτητα, ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνουσι διάφορα ὀνόματα. Οὕτως ἔχομεν
ἄνεμον ἀσθενῆ, μέτριον, ἰσχυρόν, σφοδρόν, θύελλαν καὶ λαίλαπα.
Καὶ ἀσθενῆς μὲν εἶνε ὁ ἄνεμος, ὅταν ἔχη ταχύτητα 2 ἕως 4 μέτρων
κατὰ δευτερόλεπτον, μέτριος δέ, ὅταν ἔχη ταχύτητα 6 ἕως 8 μέτρων,
ἰσχυρός, ὅταν ἔχη ταχύτητα ἴσην πρὸς 10 ἕως 12 μέτρα, σφοδρός,
ὅταν ἢ ταχύτης εἶνε 12 ἕως 14 μέ., θύελλα δέ, ὅταν ἢ ταχύτης εἶνε
ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέ., ὅποτε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἢ
ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὅποτε ἐκρίζωνει δένδρα καὶ δύ-
ναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια. Ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εὐρίσκεται δι' ὀρ-
γάνων, ἅτινα καλοῦνται ἀνεμόμετρα, ὧν τὸ μᾶλλον σύνθηες εἶνε τὸ
τοῦ Ῥοβινσῶνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ τεσσάρων κοίλων
ἡμισφαιρίων Α, Β, Γ, Δ (σχ. 144), προσεκολλημένων εἰς τὰ ἄκρα
τεσσάρων ἴσων ὀριζοντίων σιδηρῶν βραχιόνων, σχηματίζόντων ὀρθὰς
γωνίας καὶ κινήτων περὶ κατακόρυφον ἄξονα Ε. Ὅταν τὸ ὄργανον
ἐκτεθῆ εἰς ρεῦμα ἀέρος, ὁ ἄνεμος συναντᾷ πάντοτε ἐν κοίλον ἡμισφαι-
ριον καὶ οὕτως ὁ ἄξων Ε τοῦ ὄργανου τίθεται εἰς περιστροφικὴν κί-
νησιν τοσοῦτω ταχύτεραν, ὅσῳ ἢ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εἶνε μεγαλει-
τέρα. Οὕτω δέ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν, ὡς ἐκτελεῖ ὁ ἄξων Ε
ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, ἀνευρίσκομεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἀνέμου.

213. **Αὔρα.** Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου
πίπτουσι μὲν ἐξ ἴσου ἐπὶ τε τῆς παραλίας καὶ τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ
θερμαίνουσι ταχύτερον τὴν ξηρὰν ἢ τὴν θάλασσαν, διότι, τοῦ ἐδά-
φους ἔχοντος μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν, ἐλάσσονα δέ θερμο-
χωρητικότητα τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀήρ διατηρεῖ-
ται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἀρχεται συνήθως πνέων
ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὗτινος ἢ ἰσχύς αὐξανο-

μένη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωΐας 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 ἕδαφος ψύχεται ταχύτερον τῆς θαλάσσης ἕνεκα τῆς μείζονος



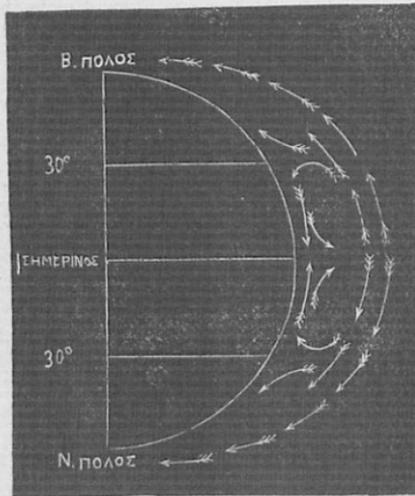
Σχ. 144.

ἀφρετικῆς δυνάμεως καὶ ἐλάσσονος θερμοχωρητικότητος αὐτοῦ συγκρινομένου πρὸς τὸ ὕδωρ, ὁ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν ἀήρ ψύχεται ταχύτερον τοῦ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ πνέει ἄνεμος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν ἐν καιρῷ νυκτός, ὅστις καλεῖται ἀπόγειος αὔρα· ταύτης δ' ἐπιφελοῦνται οἱ ἱστιοπλοῦντες, ὅπως ἀποπλεύσωσιν ἐκ τῶν λιμένων καὶ τῶν ὄρμων.

214. **Ἐτησίοι ἄνεμοι.** Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οἵτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὠρισμένην ὥραν τοῦ ἔτους. Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ὄλον τὸ θέρος πνέοντες εἰς τὸ Αἰγαῖον πέλαγος βόρειοι περίπου ἄνεμοι, τὰ κοινῶς καλούμενα *μελέμια*. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι προέρχονται ἐκ τῆς πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου. Καὶ κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ρίπτει καθέτως τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς, ἰδίως τῆς Σαχάρας, ἣν ὑπερθερμαίνει, οὕτω δὲ ὁ ὑπερκεῖμενος ἀήρ θερμαινόμενος διαστελλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀπὸ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς

Ευρώπης ἐρχόμενος βέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς γνωστούς τούτους ἐτησίως ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρερχομένου τοῦ ἥλιου ὁ ἥλιος φέρεται πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ δὲν δύναται πλέον ἐν ὥρᾳ χειμῶνος νὰ θερμάνῃ τοσούτω ἰσχυρῶς τὰς ἐρήμους ταύτας, οἱ ἀνεμοὶ οὗτοι λήγουσι κατὰ τὸ φθινόπωρον καὶ ἄρχονται πάλιν μετὰ τὸ ἔαρ. Εἰς ὁμοίαν αἰτίαν ὀφείλονται καὶ οἱ περιοδικοὶ ἀνεμοὶ, οἱ πνέοντες εἰς τὰς θαλάσσας τῶν Ἰνδιῶν καὶ καλούμενοι μουσσῶνες (moussons).

215. Διηνεκεῖς ἀνεμοὶ. Καλοῦνται διηνεκεῖς ἢ ἀληγεῖς οἱ ἀνεμοὶ οἱ πνέοντες καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν. Οἱ ἀνεμοὶ οὗτοι εἶνε σταθερώτατοι ἰδίως ἐπὶ τῶν μεγάλων ὠκεανῶν, πνέοντες ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπὶ δύο ζωνῶν κειμένων μεταξὺ 10° καὶ 30° περίπου γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε βορειοανατολικοὶ μὲν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ. Αἱ δύο δ' αὗται ζῶναι χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης ζώνης τῆς *νηνεμίας* περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἥλιος βίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἕνεκα τῆς ὁποίας παράγονται εἰς τὰς χώρας ταύτας βεύματα θερμοῦ ἀέρος χωροῦντα κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 145) ἕνεκα δὲ



σχ. 145.

τῆς ἀραιώσεως ταύτης τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν διαταρασσομένης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς παράγονται δύο βεύματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσωσι τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ὅτι μὲν ἡ γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, θὰ εἶχον τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου πολικὸν βεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς, ἧς μετέχουσι καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τὰ ἀποτελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα βεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται·

διότι τὰ πολικὰ βεύματα χωροῦντα ἐκ μείζονος γεωγρ. πλάτους εἰς ἕλασσον

τον και ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ πρὸς Α, ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν πρὸς ἄς μεταβαίνουσι, και ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς γῆς παρεκκλίνουσι ἀμφοτέρω πρὸς δυσμὰς και οὕτω τὸ πολικὸν ρεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ, τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἄλλ' ἐπειδὴ και τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀνερχόμενον ρεῦμα ἀέρος φέρεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαιρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπήνεγκον τὰ πολικὰ ρεύματα, παράγονται δύο ἰσημερινὰ ρεύματα πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, τὰ ὅποια ὅμως παρεκκλίνουσι πρὸς Α, διότι τὰ ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν μόρια τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύτητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. και προτρέχουσι τῆς γῆς. Οὕτω δὲ τῶν ἰσημερινῶν ρευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα ρεύματα, ἦτοι τὰ 2 πολικὰ και τὰ 2 ἰσημερινὰ, πνέουσι κανονικῶς καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἀλλὰ μέχρι γεωγρ. πλάτους 30⁰ περίπου ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, κατὰ τὰ πέρατα δὲ τῆς ζώνης ταύτης τὰ ἰσημερινὰ ρεύματα καταβυθίζομενα πνέουσι παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἐν μέρει μὲν ὡς ΝΔ. ἄνεμοι ἐπὶ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου και ὡς ΒΔ. ἐπὶ τοῦ Ν, ἐν μέρει δὲ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μετὰ τοῦ πολικοῦ ρεύματος. Οἱ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου ΝΔ. οὔτοι ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ και ὑγροὶ γίνονται πρόξενοι ἀφθόνων βροχῶν εἰς τὰ Δ. παράλια τῆς Εὐρώπης και αὐτῆς τῆς Ἑλλάδος, ἅτινα, ὡς γνωστόν, εἶνε πολυομβρότερα τῶν Α. μερῶν αὐτῆς.

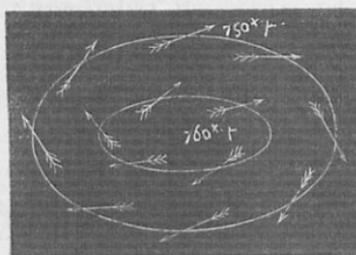
Ἡ ζώνη τῆς νηνεμίας και αἱ ἐκατέρωθεν αὐτῆς ζῶναι τῶν διηνεκῶν ἀνέμων μετατίθενται πρὸς νότον μὲν κατὰ τὸν χειμῶνα τοῦ Β. ἡμισφαιρίου, πρὸς βορρᾶν δὲ κατὰ τὸ θέρος ἐνεκα τῆς πρὸς νότον ἢ πρὸς βορρᾶν τοῦ ἰσημερινοῦ ἀποκλίσεως τοῦ ἡλίου. Ἐνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται και τὸ ΝΔ. ὀμβροφόρον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

216. **Ἰσοβαρεῖς καμπύλαι.** Ἡ διεύθυνσις και ταχύτης τῶν ἀνέμων ἔχουσι μεγάλην σχέσιν πρὸς τὰς ἀτμοσφαιρικὰς πιέσεις, ἄς, ὡς γνωστόν, προδιορίζομεν διὰ τοῦ βαρομέτρου. Ἐὰν εἰς διαφόρους τόπους τῆς γῆς ποιήσωμεν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν βαρομετρικὰ παρατηρήσεις και ἀναγάγωμεν ταύτας εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἦτοι, ἐὰν ἀναζητήσωμεν ὅποια θὰ ἦσαν τὰ βαρομετρικὰ ὕψη, ἂν πάντα τὰ βαρομέτρα εὕρισκοντο εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας

τῆς θαλάσσης, θέλομεν ἀνεύρει ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίεσις δὲν 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 πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν ὥραν, λαμβάνομεν καμπύλας συνήθως κλειστάς, αἵτινες καλοῦνται ἰσοβαρεῖς καμπύλαι. Καὶ ἄλλοτε μὲν ἀνευρίσκομεν σημεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ ἡ βαρομετρικὴ πίεσις εἶνε μικροτέρα τῆς τῶν περίξ τόπων (σύστημα κυκλωνικόν) (σχ. 146), ἄλλοτε δὲ τοῦναντίον σημεῖον, ἐν ᾧ αὐτὴ εἶνε μεγαλειτέρα (σύστημα ἀντικυκλωνικόν) (σχ. 147). Εἶνε ἤδη



Σχ. 146.



Σχ. 147.

φανερὸν ὅτι ἡ τοιαύτη βαρομετρικὴ κατάστασις δὲν δύναται νὰ διατηρηθῆ, θέλει δὲ πνεύσει ἄνεμος ἐκ τῶν μερῶν, ἐν οἷς ἡ πίεσις εἶνε ἀνωτέρα, πρὸς ἐκεῖνα, εἰς ἃ αὐτὴ εἶνε χαμηλοτέρα, ἤτοι ἀπὸ τῆς περιφερείας πρὸς τὸ κέντρον εἰς τὸ κυκλωνικὸν σύστημα καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρον πρὸς τὴν περιφέρειαν εἰς τὸ ἀντικυκλωνικόν. Ἐνεκεν ὅμως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς τὰ ρεύματα ταῦτα πνεύσει σπειροειδῶς πρὸς τὸ κέντρον (σχ. 146) ἢ ἐκπορεύονται σπειροειδῶς ἀπὸ τοῦ κέντρον (σχ. 147). Ὅσοι δὲ αἱ ἰσοβαρεῖς καμπύλαι αἱ δεικνύουσαι διαφορὰν βαρομετρικῆς πίεσεως κατὰ πέντε ἢ δέκα χιλιοστόμετρα πλησιάζουσι μᾶλλον πρὸς ἀλλήλας, τοῦτο δεικνύει ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίεσις ἀποτόμως μεταβάλλεται καὶ οἱ ἄνεμοι θὰ εἶνε ἐπομένως σφοδρότεροι. Οὕτω λοιπὸν ὁ μετεωρολόγος ἔχων ὑπ' ὄψιν τὰς βαρομετρικὰς πίεσεις διαφόρων σημείων ἐκτεταμένης χώρας δύναται νὰ συμπεράνη περὶ τε τῆς διεύθυνσεως καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ἀνέμων, οἵτινες πνεύουσιν εἰς τὰ διάφορα ταῦτα σημεία, ἀσφαλίστατα μὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἐνθα οὐδεμίαν ἀνωμαλίαν ἐπιφανείας παρεκκλίνει τὰ ρεύματα ταῦτα, ἤττον δ' ἀσφαλῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐνθα ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἐδάφους, ἡ διεύθυνσις τῶν ὄρσειων καὶ ἄλλαι το-

πικαί περιστάσεις μεταβάλλουσι τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀτμοσφαιρικῶν τούτων ρευμάτων. Ἐν 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· τούναντίον δὲ οἱ ΒΑ. ἄνεμοι ὄντες ψυχροὶ καὶ ξηροὶ ἐπιφέρουσι τὴν αὐξήσιν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, διότι ὁ ἀήρ εἶνε πυκνότερος. Εἰς δὲ τοὺς ἀνατολικούς τόπους οἱ μὲν ΒΔ. καὶ Δ. ἄνεμοι ἐπιφέρουσι τὴν αὐξήσιν, οἱ δὲ ΝΑ. καὶ Ν. τὴν ἐλάττωσιν. Ἡ πείρα ὡσαύτως ἀπέδειξεν ὅτι εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα, ὅταν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος αὐξάνηται διηνεκῶς καὶ βραδέως, ἐπέρχεται συνήθως εὐδία, ἥτις καὶ διατηρεῖται, ὅταν δὲ τούναντίον τὸ ὕψος ἐλαττώται βραδέως, ἐπέρχεται συνήθως ἄνεμος καὶ βροχή. Ταχεῖα καὶ ἀπότομος κατὰπτωσις τοῦ βαρομέτρου ἐν τῇ θαλασσοπορείᾳ προμηνύει βεβαίως τρικυμίαν.

217. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσοθερμοὶ γραμμαεῖ. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεταβάλλεται διηνεκῶς ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν ἀνά πᾶν ἡμερονύκτιον. Αἰτία δὲ τῶν μεταβολῶν τούτων εἶνε ἡ ἡμερησία κίνησις τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Οὕτως ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ὑψοῦται μέχρι τῆς 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, ἐφόσον ἡ θερμότης, ἣν ὁ ἀήρ προσλαμβάνει ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀπ' εὐθείας, εἶνε ἀνωτέρα ἐκείνης, ἣν ἀποβάλλει δι' ἀκτινοβολίας. Ἀπὸ τῆς 2ας ὥρας μ. μ. ἡ θερμοκρασία ἄρχεται κατερχομένη κατ' ἀρχὰς μὲν ταχέως, εἶτα δὲ βραδέως κατὰ τὴν νύκτα, ἡ ἐλαχίστη δὲ θερμοκρασία ἐπέρχεται ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, 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 ἕνεκα τοῦ μείζονος ἢ ἐλάσσονος ὕψους τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὄριζοντα, κατὰ τὴν νύκτα δὲ ἕνεκα τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας καὶ διὰ τοῦτο ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονυκτίου εἶνε μείζων, ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος. Ἀθροίζοντες τὰς διαφοροὺς θερμοκρασίας κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὐρίσκομεν τὴν μέσθη θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ἐπαναλαμβάνοντες δὲ τὸ αὐτὸ δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ μηνὸς καὶ ἀθροίζοντες τὰς μέσας

ταύτας θερμοκρασίας και διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡμερῶν τοῦ μηνὸς εὐρίσκομεν τὴν μέσην κανονικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Ὅμοιως δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ὥρῶν τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθμὸν τινα ὅσον ἔνεστι μείζονα μέσων ἐτήσιων θερμοκρασιῶν τόπου τινός καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου. Οὕτως εὐρέθη διὰ παρατηρήσεων ἐπὶ 25 ἔτη ἡ μέση θερμοκρασία τῶν Ἀθηνῶν ἴση πρὸς 18,2 τοῦ ἑκατομβάθμου.* Ἐὰν ἀναζητήσωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὰς μέσας θερμοκρασίας διαφόρων τόπων τῆς γῆς καὶ διὰ γραμμῶν ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου, τοὺς ἔχοντας τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἀνευρίσκομεν τὰς καλουμένας ἰσοθέρμους γραμμάς. Αἱ γραμμαὶ αὗται εἶναι καμπύλαι ἀκανόνιστοι μὴ συμπίπτουσαι πρὸς τοὺς παραλλήλους τῆς γῆς, τοῦθ' ὅπερ θὰ συνέβαινε, ἂν ἡ μέση θερμοκρασία ἐξηρτάτο ἐκ μόνου τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Αἱ ἰσόθερμοι γραμμαὶ εἶνε κανονικαὶ καὶ βαίνουνσι περίπου κατὰ τοὺς παραλλήλους κύκλους ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν, ἀλλὰ κλίνουνσι συνήθως πρὸς μὲν τὸν ἡμεμερινόν, 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 ἐλαττωμένη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, οἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας ἰσοχειμερίους καὶ ἰσοθερείους γραμμάς. Ἀνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δύνανται νὰ ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ μεταξύ 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 ἐξαρτάται 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 ὀρεινὸς ἢ μὴ, τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ὀρέων καὶ τέλος ἐκ τῆς φορᾶς τῶν συνήθως πνεόντων ἀνέμων.

* Τοιαύτη περίπου εἶνε διηνηκῶς καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος βαθέος φρέατος ἐν Ἀθήναις.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

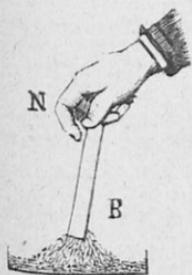
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΕΩΣ.

218. Καλεῖται μαγνητισμὸς ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχουσι καὶ ἄλλα μὲν ὄρυκτά, ἰδίως ὅμως εἰδὸς τι σιδηρολίθου, τοῦ νὰ προσέλκωσι μέχρι προσκολλήσεως μικρὰ ψήγματα σιδήρου (σχ. 148). Ὁ σιδηρόλιθος οὗτος εἶνε ἡ καλουμένη μαγνήτις λίθος ἢ φυσικὸς μαγνήτης, ὅστις κτᾶται τὰς μαγνητικὰς ταύτας ἰδιότητας μετὰ τὴν ἐκ τοῦ μεταλλείου ἐξόρυξιν καὶ τὴν ἐπὶ τινα χρόνον ἐπίδρασιν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

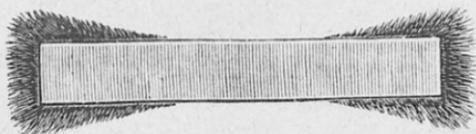


Σχ. 148.

Τὴν ἰδιότητα ταύτην τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου κτᾶται καὶ ῥάβδος ἐκ χαλύβος βεβαμμένου τριβομένη διὰ φυσικοῦ μαγνήτου. Οἱ μαγνήται δ' οὗτοι καλοῦνται τεχνητοί, εἶνε ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν καὶ ἡ ἐλκτική αὐτῶν δύναμις ἐμφανίζεται ἰσχυροτέρα κατὰ τὰ δύο ἄκρα, ὡς παρατηροῦμεν τοῦτο, ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον



Σχ. 149.

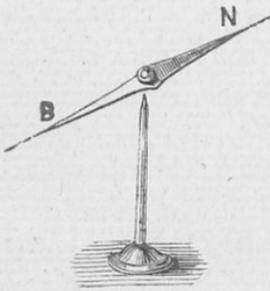


Σχ. 150.

τῶν ἄκρων μαγνητικῆς ῥάβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκολλώμενα σχηματίζουσι θυσάνους (σχ. 149). Τὰ δύο ἄκρα τῆς χαλύβδινης ῥάβδου (σχ. 150) καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ

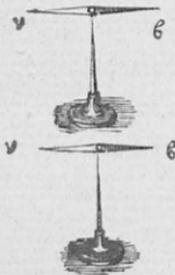
μεταξύ τῶν δύο πόλων μέρος, ἔνθα οὐδεμία ἑλκτική δύναμις ἀσκεῖται, καλεῖται μέση ἢ οὐδέτερα γραμμὴ.

219. Ἐὰν λάθωμεν βελόνην ἐκ χάλυβος BN (σχ. 151), ἔχουσαν



Σχ. 151.

σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκουσ ῥόμβου καὶ μαγνητίζαντες στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ κατακορύφου ὀξείας ὀβελοῦ, οὕτινος τὴν ἀκίδα εἰσαγωγμεν εἰς μικρὰν κοιλότητα κατασκευασθεῖσαν περὶ τὸ μέσον τῆς μαγνητικῆς βελόνης οὕτως, ὥστε αὕτη νὰ δύνηται νὰ στρέφηται ἐλευθέρως ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη μετὰ τινος ταλαιτώσεως ἴσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περιπίπτου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον B τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον καλεῖται βόρειος πόλος, τὸ δὲ πρὸς νότον N νότιος πόλος. Ἐὰν λάθωμεν πλειοτέρας μαγνητικᾶς βελόνας καὶ στηρίζαντες ἐκάστην ἐπὶ κατακορύφου ὀξείας ὀβελοῦ τοποθετήσωμεν αὐτάς ἐπὶ τραπέζης, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' ἀλλήλων, παρατηροῦμεν ὅτι πᾶσαι λαμβάνουσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον (σχ. 152). Τότε



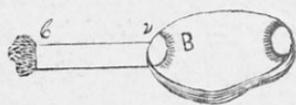
Σχ. 152.

δὲ τοὺς μὲν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὀριζοντος ἐστραμμένους πόλους καλοῦμεν ὁμώνυμους, τοὺς δὲ πρὸς τὸ ἀντίθετον ἑτερώνυμους. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς ὁμώνυμους πόλους, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερώνυμους, ἔλξιν. Ὅθεν συναγομεν τὸν ἐξῆς νόμον: Οἱ μὲν ὁμώνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τὸναντίον δ' οἱ ἑτερώνυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.

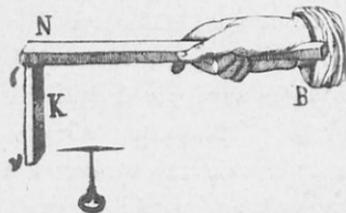
220. Ἐπιθέσεις δύο μαγνητικῶν ρευστῶν. Πρὸς ἐξήγησιν τῶν μαγνητικῶν φαινομένων παρεδέχθησαν δύο μαγνητικὰ ρευστά, ἅτινα ἐκλήθησαν τὸ μὲν βόρειον, τὸ δὲ νότιον. Τὰ μαγνητικὰ ταῦτα ρευστά ἔλκουσιν ἄλληλα, συνενόμενα δὲ παράγουσι τὸ οὐδέτερον μαγνητικὸν ρευστόν. Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τοῦ χάλυβος τὰ ρευστά ταῦτα εἶνε συνηνωμένα εἰς οὐδέτερον μαγνητικὸν ρευστόν περὶ ἐκάστον μόνιον τοῦ χάλυβος. Ὅταν δ' ἐπ' αὐτῶν ἐνεργήσῃ ἐξωτερικῶς φυσικὸς μαγνήτης, τὰ μαγνητικὰ ταῦτα ρευστά ἀποχωρίζονται, μένοντα ὅμως ἐπ' ἐκάστου μορίου χάλυβος, χωρὶς νὰ δύ-

ωνται νὰ μετακινήθωσιν ἀπὸ μορίου εἰς μόριον ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα. Διὰ τοῦτο, ὅταν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων φυσικοῦ μαγνήτου προστρίβωμεν ῥάβδον ἐκ χάλυβος, τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἀποχωρίζομενα στρέφονται περὶ ἕκαστον μόριον χάλυβος, τὰ μὲν βόρεια κατὰ τινα 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 βόρειος πόλος.

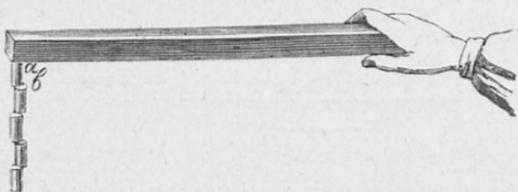
221. **Μαγνήσεις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν συνάψωμεν μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων Β φυσικοῦ μαγνήτου (σχ. 153) τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ῥάβδου ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου νβ, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται ἔλκουσα διὰ τοῦ ἑτέρου ἄκρου β ῥινήματα σιδήρου. Ὡσαύτως ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς ῥάβδου (σχ. 154) προσαγάγωμεν σιδηρᾶν ῥάβδον Κ, αὕτη προσκολλημένη ἐπὶ τοῦ μαγνήτου μεταβαλλεται ὡσαύτως εἰς μαγνήτην, καὶ τὸ μὲν ἐν ἄκρον αὐτῆς β τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ νοτίου πόλου Ν τοῦ μαγνήτου εὐρισκόμενον γίνεται βόρειος πόλος, τὸ δ' ἕτερον γ νότιος, ὡς δυνάμεθα νὰ βεβαιώσωμεν πλησιάζοντες εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο ν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἧς ὁ μὲν βόρειος πόλος ἔλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾶς μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω πλησιάζοντες εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 155) κύλινδρον αβ ἐκ μαλακοῦ σι-



Σχ. 153.



Σχ. 154.

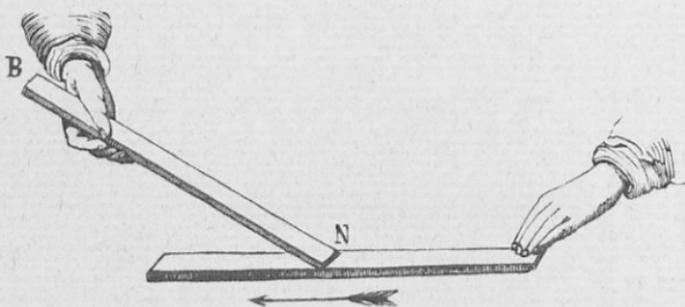


Σχ. 155.

δήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἔλκεται καὶ καθίσταται ἰκανὸς πρὸς ἔλξιν καὶ συναγὴν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ὅριου ἀναλόγου τῆς μαγνητικῆς.

δυνάμειος 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 ἔχον μαγνητίσεως διατηροῦντες. Καθ' ὅμοιον τρόπον σχηματίζονται καὶ οἱ θύσανοι ἐκ ῥινημάτων σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου (σχ. 150 § 218).

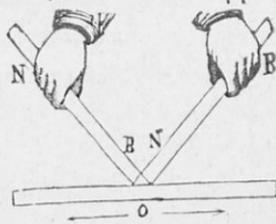
Ἡ μαγνητίσις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων μαγνήτου τεμάχιον χάλυβος ἀμαγνητίστου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται μὲν ἀσθενέστερον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ὑπὸ τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν ἐπίδρασιν, ἢ διὰ τὰ μαγνητισθῆ ἰσοδυνάμως πρὸς μαλακὸν σίδηρον ἀπαιτεῖ παρατεταμένην ἐπίδρασιν ἢ ἐπανειλημμένην προστριβὴν διὰ μαγνήτου, ἀλλὰ μαγνητισθεὶς μᾶλλον ἢ ἦττον διατηρεῖ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ σχεδὸν ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ἡ μαγνητικὴ ἐπίδρασις παύσῃται. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ μαγνητικὰ 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*, ἣτις, ὅσα μεγαλειτέρα εἶνε εἰς τὸν χάλυβα, τοσοῦτω καταλληλότερον καθιστᾷ αὐτὸν πρὸς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.



Σχ. 156.

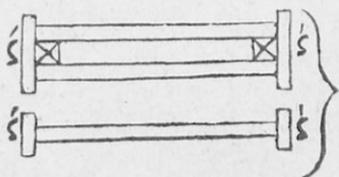
222. **Μέθοδοι μαγνητίσεως.** Πρὸς μαγνητίσιν βελόνης ἢ ῥάβδου ἐκ χάλυβος δι' ἐνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ῥάβδον ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστριβομεν εἴτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 156) ἀπὸ

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 ἡμίσεος τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Ἐἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμισυ τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου διὰ τοῦ ἐτέρου πόλου Β τοῦ μαγνήτου καὶ οὕτως ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται, ἀναφαινομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρας τὸ προστρίβειν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου προστρίβειν πέρας. Ἐὰν δ' ἔχωμεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστρίβομεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου (σχ. 157) ἀπὸ τοῦ μέσου ο πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων Β καὶ Ν δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἑκάστην προστρίβῃν μέχρι τῶν περάτων ὑψοῦμεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον ο τῆς ῥάβδου.



Σχ. 157.

223. **Μαγνήται εὐθεεῖς καὶ πεταλοειδεῖς.** Συνήθως οἱ μαγνήται ἔχουσι σχῆμα ἐπιμήκου καὶ πεπλατυσμένου ὀρθογωνίου πρίσματος καὶ τίθενται ἀνὰ δύο ἐντὸς ξυλίνης θήκης, ἀλλ' οὕτως, ὥστε νὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος οἱ ἀντιθετοὶ πόλοι μεταξύ δ' αὐτῶν παρεμβάλλονται μικρὰ τεμάχια ξύλου (σχ. 158), δι' ὧν οἱ μαγνήται τηροῦνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀποστασιν, εἰς δὲ τοὺς πόλους αὐτῶν προσαρμόζονται τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου $s' s'$, ἅτινα καλοῦνται ὄπλισμοί. Οἱ ὄπλισμοὶ οὗτοι ἐξεγείρουσιν ἀδιαλείπτως τὰς μαγνητικὰς δυνάμεις τῶν μαγνητῶν καὶ οὕτως αὐταὶ οὐ μόνον δὲν ἐλαττοῦνται, ἀλλ' αὐξάνονται διηνεκῶς μέχρις ὀρίου. Πολλάκις δ' εἰς τοὺς μαγνήτας δίδουσι τὸ σχῆμα ἰππίου πετάλου NB (σχ. 159), ὅποτε καὶ οἱ δύο πόλοι πλησίον κείμενοι δύνανται νὰ ἐκλύσωσι βινήματα σιδήρου ἢ καὶ τὸν αὐτὸν ὄπλισμὸν s (σχ. 160). Διὰ τοῦτο ὀπλισμένος πεταλοειδῆς μαγνήτης ἔλκει βᾶρος π ὑπερτέρον τοῦ διπλασίου ἐκείνου, ὅπερ ἔλκει



Σχ. 158.



Σχ. 159.

ἐκάτερος τῶν πόλων. Ἐὰν μάλιστα ἀφήσωμεν ἐπὶ μίαν ἡμέραν τὸ ἐλάχιστον βάρος, ὅπερ ὁ μαγνήτης δύναται διὰ μιᾶς νὰ συγκρατήσῃ, ἐπὶ τινος δὲ ἡμέρας προσθέτωμεν εἰς αὐτὸ καὶ ἕτερα μικρὰ βάρη, ἢ δυνάμεις τοῦ μαγνήτου αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὀρίου, οὕτω δὲ δύναται νὰ συγκρατήσῃ βάρος πολλῶ μείζον τοῦ μεγίστου, ὅπερ διὰ μιᾶς ἡδύνατο νὰ συγκρατήσῃ.



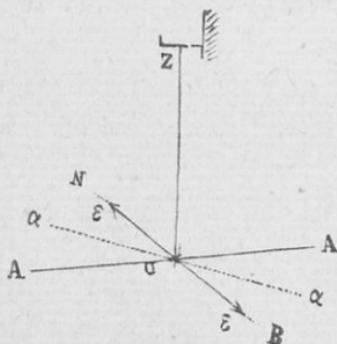
Σχ. 160

Οἱ μαγνήται εἰ ἀποτελούμενοι ἐκ πλείονων ἐλασμάτων λεπτῶν ἐκ χάλυθος κατ' ἰδίαν μαγνητισθέντων καὶ συνενωθέντων, ἤτοι αἱ καλούμεναι μαγνητικαὶ δέσμαι, ἔχουσιν ἰσχὺν πολὺ ὑπερτέραν ἢ ἰσοβαρεῖς καὶ ἰσομεγέθεις συμπαγεῖς μαγνήται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΓΗΓΕΝΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΠΥΞΙΔΗΣ.

224. Ἐὰν λάβωμεν λεπτὴν βελόνην ἐκ χάλυθος εε (σχ. 161) καὶ μαγνητίσαντες αὐτὴν ἐξαρτήσωμεν ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου νήματος



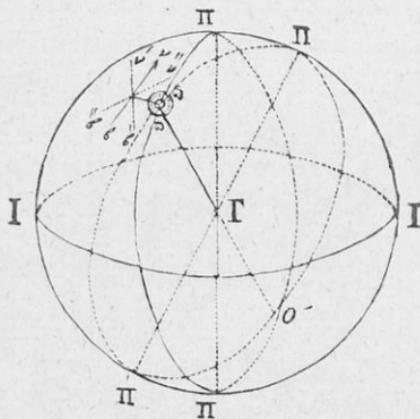
Σχ. 161.

ἀκλώστου ΖΟ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς Ο, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινος αἰωρήσεις ἢ βελὸν ἁμπαίνει ὠρισμένην διεύθυνσιν ΝΒ ἀπὸ βορρᾶ περίπου πρὸς νότον καὶ δὲν τίθεται συνήθως ὀριζοντίως, ἀλλ' ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος Β ἐν τῇ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ κλίνει ὑπὸ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου Ο τῆς βελόνης, ὃ δὲ πρὸς νότον ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τούτου, τούναντίον δὲ συμβαίνει ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Καλεῖται

ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης ΝΒ ἡρεμούσης, ἣτις εὐθεῖα καλεῖται μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετὰ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου ΑΖΟΑ τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, ἣτοι ἡ γωνία αΟΑ, καλεῖται γωνία ἀπο-

κλίσεως. Ἡ δὲ γωνία ΒΟα ἢ ΝΟα, ἣ, σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων ΝΒ τῆς μαγνητικῆς βελόνης μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τοῦ διὰ τοῦ σημείου Ο διερχομένου, 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 αὐτὴ ἡ μαγνητικὴ βελὼν δεικνύει ἡμῖν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφόσον μὲν βαίνομεν πρὸς βορρᾶν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως αὐξάνεται καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης τείνει νὰ λάβῃ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἐφόσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐλαττοῦται καὶ εἰς τινὰς περὶ τὸν ἰσημερινόν τόπους ἡ οὕτως ἐξηρημένη βελὼν καθίσταται ὀριζοντία, ἥτοι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως μηδενίζεται. Ἐὰν δὲ ὑπερβῶμεν τοὺς τόπους τούτους καὶ βαίνομεν πρὸς νότον ἐπὶ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου, ἀκολουθοῦντες τὴν διεύθυνσιν, ἣν δεικνύει ἡμῖν ἡ μαγνητικὴ βελὼν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ πρὸς νότον ἄκρον αὐτῆς κλίνει ὑπὸ τὸν ὀριζοντα καὶ ἡ κλίσις αὕτη αὐξάνεται, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸν νότιον πόλον. Ὅμοιον ἐντελῶς φαινόμενον παρουσιάζει μαγνητικὴ βελὼν ἐκ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐξαρτηθεῖσα καὶ μεταφερομένη ἄνωθεν μαγνητικῆς ράβδου ἀπὸ τοῦ ἐνός ἄκρου αὐτῆς πρὸς τὸ ἕτερον· τούτεστιν ἡ μαγνητικὴ βελὼν διηνεκῶς κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ

ἐπιπέδῳ τῷ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς ράβδου διερχομένῳ καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκομένη μένει ὀριζοντία, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἐν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ράβδου ῥέπει ἢ πρὸς τὸ ἐν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ὁρμώμενοι ἐξήγαγον τὸ συμπέρασμα ὅτι ἐντὸς τῆς γῆς ὑπάρχει παμμέγιστος μαγνήτης Π' Π' (σχ. 162), μὴ συμπίπτων μετὰ τοῦ ἄξονος



Σχ. 162.

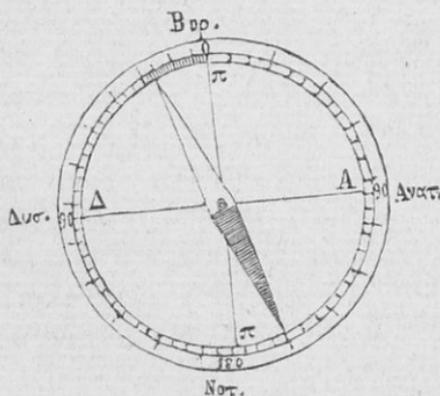
τῆς γῆς ΠΠ, ἀλλὰ σχηματίζων γωνίαν μετ' αὐτοῦ καὶ διαπερῶν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς εἰς δύο σημεία Π' Π', ἅτινα καλοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι τῆς γῆς, κείμενοι μὲν πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων ΠΠ, ἀλλὰ μὴ ταυτιζόμενοι μετ' αὐτῶν.

225. Ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην δὲν εἶνε ἐκτοπιστική, ἀλλ' ἀπλῶς διευθυντήρια. Βεβαιούμεθα δὲ περὶ τούτου διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Α'. Τοποθετοῦντες ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος τεμάχιον φελοῦ 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 χάλυθος τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ παρουσιάζει τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς βάρος καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτὴν ὥστε ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς γῆς δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ μαγνήτην κατὰ τὴν κατακόρυφον. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συναγομεν ὅτι ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἀποτελεῖται ἐκ δύο δυνάμεων ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων, αἵτινες ἐνεργοῦσαι εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης στρέφουσι τὴν ἐκ νήματος ἐξηρητημένην βελόνην περὶ τὸ μέσον αὐτῆς οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δύο τούτων δυνάμεων, ὅποτε αὐταὶ ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

226. Ἀπόκλισις. Εἶπομεν 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



Σχ. 163.

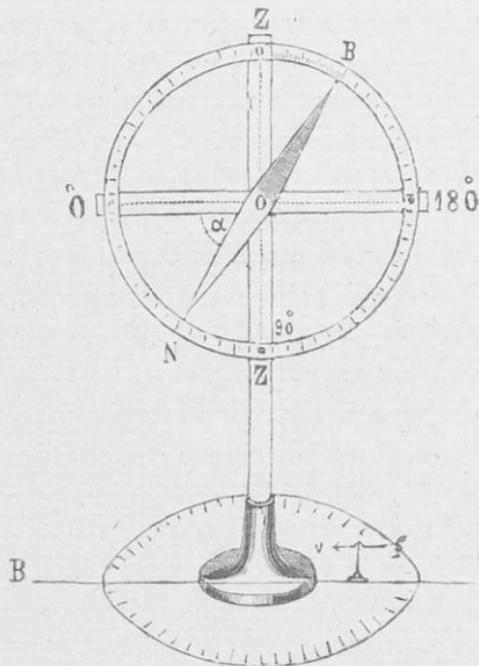
ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς, ἐκτρέπεται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως γίνεται χρῆσις ὄργανου ἀποτελουμένου ἐκ μαγνητικῆς βελόνης, ἣτις στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ μικροῦ ὀξέος ὀβελοῦ κειμένου εἰς τὸ κέντρον μικροῦ ὀριζοντίου ὀρειχαλκίνου δίσκου (σχ. 163), 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, οὕτως ζητοῦμεν τὴν μαγνητικὴν ἀπόκλισιν, ἐπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ λαμβάνει ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, ἢ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς μετὰ τῆς διαμέτρου 0—180, εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἀποκλίσεως. Τὸ αὐτὸ ὄργανον χρησιμεύει πρὸς εὑρεσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινός, γνωστῆς οὐσῆς 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 διευθύνσεως τῆς διαμέτρου 0—180 τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ δὲ ναυτιλλόμενος διὰ τῆς ναυτικῆς πυξίδος, ἣτις εἶνε πυξὶς ἀποκλίσεως, ἀνευρίσκει τὴν διεύθυνσιν τοῦ βορείου σημείου τοῦ ὀρίζοντος. ὅταν ἐν μέσῳ πελάγει εὐρισκόμενος μῆτε ἀκτὰς μῆτε ἀστέρας διακρίνῃ.

Ἡ ἀπόκλισις τὴν σήμερον εἶνε δυτικὴ μὲν εἰς ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, τὴν Ἀφρικὴν, Μ. Ἀσίαν, Ἀραβίαν, τὸ δυτικὸν μέρος τῆς Αὐστραλίας καὶ εἰς τὰ ἀνατολικώτερα μέρη τῆς Β. καὶ Ν. Ἀμερικῆς, εἰς πάντας δὲ τοὺς λοιποὺς τόπους ἀνατολική, ἐκτὸς χώρας τινός τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκίνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἐνθα αὕτη εἶνε δυτικὴ. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηλεκτῶς μεταβολάς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερησῖαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδῖνον καὶ Παρισίους πρὸ 300 καὶ πλέον ἐτῶν ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική, περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17του αἰῶνος ἐμνησθένθη, ἐκτοτε δ' ἐγένετο δυτικὴ καὶ ἐθαίνεν αὐξανομένη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρόντος αἰῶνος, ὅποτε ἐγένετο μεγίστη, ἐκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττουμένη μένουσα πάντοτε δυτικὴ. Τοιαύτας μεταβολὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας, αἰτίαι τῶν ὁποίων εἶνε πιθανῶς ἡ περὶ τὸν ἥλιον ἐτήσια καὶ περὶ τὸν ἄξονα ἡμερησῖα κίνησις τῆς γῆς.

227. **Ἐγκλισες.** Εἶπομεν ὅτι ἐγκλισες τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἣτις στηριζομένη ἐπὶ ὀριζοντίου ἄξονος δύναται νὰ αἰωρῆται ἐλευθέρως ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς γωνίας τῆς ἐγκλίσεως χρησιμεύει ὀρειχάλκινος κατακόρυφος κύκλος ΖΖ (σχ. 164), οὗ

τινος ἢ περιφέρεια εἶνε διηρημένη εἰς μοίρας καὶ κατὰ τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου στηρίζεται μαγνητικὴ βελὼνη BN, δυναμένη νὰ στραφῆ περὶ τὸν

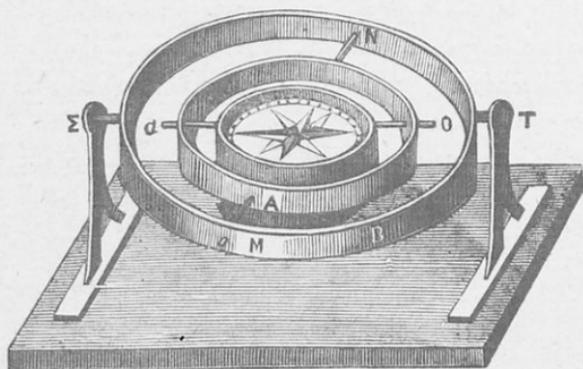


Σχ. 164.

ὀριζόντιον ἄξονα O ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τοῦ κύκλου. Ἐὰν νῦν ὀδηγούμενοι ὑπ' ἄλλης μαγνητικῆς βελὼνῆς $νβ$ στρέψωμεν τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε ὁ κατακόρυφος κύκλος ZZ νὰ τεθῆ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ βελὼνη BN λαμβάνει ὠρισμένην κλίσιν, ὁ δὲ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου $0^{\circ}-180^{\circ}$ τοῦ κύκλου γωνίαν α , ἣτις εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἐγκλίσεως. Καὶ ἡ γωνία δ' αὕτη ὑφίσταται διαφορὸς μεταβολῶν αἰωνίας, ἐτησίας καὶ ἡμερησίας. Ἄλλ' ἐκτὸς τῶν μεταβολῶν τούτων ἡ μαγνητικὴ βελὼνη ἐν τῇ πυξίδι τῆς τε ἀποκλίσεως καὶ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται καὶ αἰφνιδίας διαταράξεις, ὧν κυριώτερα αἷτια εἶνε οἱ σεισμοί, αἱ ἠφαιστεῖοι ἐκρήξεις, τὸ βόρειον σέλας καὶ αἱ καταιγίδες.

228. **Πυξίς.** Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελὼνη νὰ λαμβάνῃ ὠρισμένην πάντοτε καὶ γνωστὴν διεύθυνσιν, μεταχειρίζονται αὐτήν, ὡς εἶπομεν, οἱ ναυτιλλόμενοι, πρὸς ὀδηγίαν αὐτῶν εἰς

ὄργανον καλούμενον πυξίς. Ἡ ναυτική πυξίς σύγκειται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἐπὶ ὀξείῳ ὀβελῷ. Ἐπὶ τῆς βελόνης προσκολλᾶται λεπτότατος καὶ ἐλαφρότατος δίσκος ἐκ χάρτου ἢ μαρμαρυγίου (mica), ὅστις ὑποδιηρημένος ὢν εἰς β' ἴσα μέρη καλεῖται ἀνεμολόγιον. Ὁ ὀβελὸς φέρων τὸ ἀνεμολόγιον κεῖται εἰς τὸ κέντρον τῆς δι' ὑάλου κεκλεισμένης ἄνωθεν χαλκῆς



Σχ. 165.

κυλινδρικής θήκης, ἣτις δι' ἄξονος αο (σχ. 165) ἐξέχοντος ἐκατέρωθεν αὐτῆς στηρίζεται ἐπὶ πρώτου τινὸς δακτυλίου Α, ὅστις πάλιν στηρίζεται ἐλευθέρως διὰ δευτέρου ἄξονος ΜΝ καθεῖον τῷ πρώτῳ ἐπὶ δευτέρου δακτυλίου Β ἐστειρωμένου διὰ τῶν ὑποστηριγμάτων ΣΤ ἐπὶ τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως καὶ τῆς προσθήκης μάλης μολύβδου τιθεμένης οἰκην ἔρμκτος εἰς τὸν πυθμένα τῆς χαλκῆς θήκης ἡ πυξίς διατηρεῖται ὀριζοντία καὶ ὅταν τὸ πλοῖον εὐρίσκηται ἐν σάλῳ. Ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν δὲ τοιχωμάτων τῆς θήκης εἶνε κεχαραγμένη γραμμὴ, καλουμένη γραμμὴ πίστεως, ἣτις δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τῆς τροπίδος τοῦ πλοίου.

Διὰ τῆς πυξίδος οἱ ναυτιλλόμενοι δύνανται νὰ δώσωσιν 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 πορθμῖν τὸν μεταξὺ Σικελίας καὶ Καλαβρίας ὀρίζει ἐκ τῶν προτέρων τὴν καλουμένην γωνίαν τῆς πλευσεως ἣτοι τὴν γωνίαν, ἣν ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἢ ἡ πρώτη διάμετρος τοῦ ἀνεμολογίου ἢ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον διευθυνομένη ὀφείλει νὰ σχημα-

τίξη διηνεκῶς μετὰ τοῦ διαμήκου ἄξονος τοῦ πλοίου, ἤτοι μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως. Τὴν γωνίαν δὲ ταύτην ὀφείλει νὰ διατηρῆ ἀμετάβλητον ὁ πηδαλιούχος καθ' ὅλον τὸν πλοῦν. Ἐὰν δ' ἐν τῷ πλῆ ἐπέλθῃ ἕνεκα βευμάτων μετατόπισις τοῦ πλοίου, ὁ πλοίαρχος ὀρίζει νέαν γωνίαν πλεύσεως, ἣν καὶ αὖθις ὀφείλει νὰ διατηρήσῃ ὁ πηδαλιούχος ὀδηγούμενος ὑπὸ τῆς πυξίδος. Καὶ εἰς μὲν τὰ παλαιὰ ξύλινα σκάφη ἢ μαγνητικῆ βελόνη τῆς πυξίδος ὑφίσταται μικρὰν ἐκτροπὴν προερχομένην ἐκ τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου, ἀλλ' εἰς τὰ σημερινὰ σιδηρὰ σκάφη ἢ γωνία αὕτη δύναται νὰ ὑπερβῆ 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 ἢ ἐπ' αὐτῆς ἐνέργεια τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

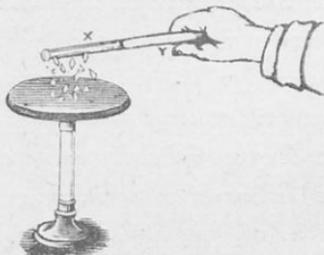
ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

229. Ὁ πρῶτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (624—546 π. Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρά τινα σώματα. Περί τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17ου αἰῶνος μ. Χ. ὁ Gilbert παρατήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ βητίνη, τὸ θεῖον προστριβόμενα διὰ μαλλίνου ξηροῦ ὑφάσματος προσκτῶνται νέαν ιδιότητα, τουτέστιν ἔλκουσιν ἐλαφρά τινα σώματα, οἷον βινήματα ξύλου, λεπτὰ τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μέταλλα πέταλα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαφὴν ἀπωθοῦσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου ὑποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων βρυστόν τι ἀβαρὲς, ὅπερ ἐκάλουν ἤλεκτρισμόν ἢ ἠλεκτρικὴν.

Πάντα τὰ μέταλλα καὶ ἄλλα σώματα κρατούμενα ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς δὲν ἠλεκτρίζονται· ἐὰν ὅμως μεταλλίνην βάρβδον X (σχ. 166) προσαρμώσωμεν εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνης βάρβδου καὶ τύψωμεν τὸ μεταλλινὸν μέρος διὰ μαλλίνου ἢ μεταξίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ μέταλλον ἔλκει ἐλαφρά σώματα, ἤτοι ἠλεκτρίζεται. Παρατηρήθη ὡσαύτως ὅτι ἄλλα μὲν σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ βητίνη, τὸ θεῖον κτῶνται ἠλεκτρικὰς ιδιότητας μόνον ἐπὶ τῶν προστριβομένων σημείων, ἢ δὲ ἠλεκτρικὴ αὕτη παραμένει ἐπ' αὐτῶν μὴ δυναμένη νὰ μεταδοθῆ εἰς τὴν λοιπὴν μάζαν τοῦ σώματος, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὴν



Σχ. 166.

θερμότητα ἐπὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος· ἐν ᾧ τοῦναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τίνα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ἠλεκτριζόμενα κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα μεταδίδουσι τὴν ἠλεκτρικὴν ταύτην εὐθὺς εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ὡς τοῦτο περίπου συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν καλῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρεσαν τὰ σώματα εἰς κακοὺς ἀγωγούς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς μὴ ἀγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἠλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καὶ εἰς καλοὺς ἀγωγούς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἢ ἀπλῶς ἀγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἠλεκτρισμὸς ῥεεῖ εὐκόλως.

Ἐκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε κατ' ἐξοχὴν τὰ μέταλλα, ὁ συμπαγῆς ἄνθραξ, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξεία, τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων, ἡμιαγωγά τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὁ ὕγρὸς ἀήρ, τὰ φυτὰ, τὰ ζῷα, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος, ὁ ὕγρὸς χάρτης, ὁ ὕγρὸς βάλυθαξ, τὰ ὑγρά ἄχυρα, κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ ὁ πάγος, ἡ κρητὶς, τὸ μάρμαρον, ἡ πορσελάνη, τὸ ἐντελῶς ξηρὸν ξύλον, αἱ τρίχες, τὸ ἔριον, ἡ μέταξα, ἡ ὕαλος, ἡ γουτταπέρηκη, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη καὶ ἄλλα τινά.

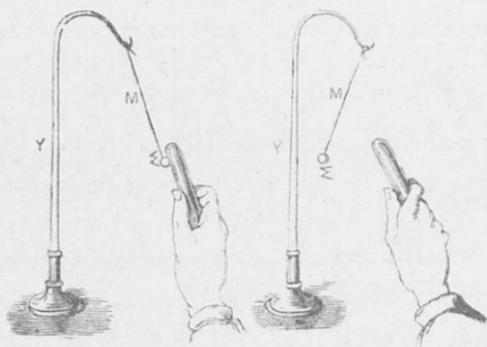
Τὰ σώματα, ἅτινα εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καλοῦνται καὶ ἀπομονωτικά, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τὴν ἠλεκτρικὴν ἐπίτινος καλοῦ ἀγωγού, οἷον ἐπὶ τῆς μεταλλίνης βάρβδου X (σχ. 166), ὀφείλομεν νὰ στηριξώμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ κακοῦ ἀγωγού, οἷον ἐφ' ὕαλου, ἥτις τότε καλεῖται μονωτήρ.

Ἐὰν σφαῖραν μεταλλίνην ἠλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἄλλης ὁμοίας σφαίρας μεμονωμένης μὲν ἀλλὰ μὴ ἠλεκτρισμένης, διανέμονται πάραυτα τὴν ἠλεκτρικὴν καὶ ἑκατέρα φέρει τὸ ἡμισυ τοῦ ὅλου. Ἐὰν ὅμως ἡ δευτέρα σφαῖρα ἢ μὴ ἠλεκτρισμένη ἔχη ἐπιφάνειαν δεκαπλασίαν, ἑκατονταπλασίαν ἢ χιλιαπλασίαν τῆς πρώτης τῆς ἠλεκτρισμένης, τότε αὕτη μὲν διατηρεῖ περίπου τὸ δέκατον ἢ ἑκατοστὸν ἢ χιλιοστὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν ἔφερον, ἐκείνη δὲ λαμβάνει τὸ ὑπόλοιπον, τουτέστιν ἡ διανομὴ τῆς ἠλεκτρικῆς γίνεται περίπου ἀναλόγως τῆς ἐπιφανείας τῶν εἰς ἐπαφὴν τιθεμένων σωμάτων ῥοῦτως, ὥστε ἐλαχίστη σφαῖρα ἠλεκτρισμένη τιθεμένη εἰς ἐπαφὴν μετὰ παμμεγίστης μὴ ἠλεκτρισμένης ἢ κατ' ἐλάχιστον ἠλεκτρισμένης ἀποβάλλει σχεδὸν τὸ ὅλον τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν ἔφερον. Ὅθεν, ἐὰν σῶμα ἠλεκτρισμένον τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς γῆς διὰ καλοῦ ἀγωγού, ἢ γῆ ὡς ἔχουσα μεγίστην ἐπιφάνειαν λαμβάνει τὸ ὅλον τῆς

ἡλεκτρικῆς τοῦ σώματος, ὅπερ τούτου ἔνεκεν ἀποβάλλει πᾶν ἴχνος ἡλεκτρικῆς. Ὁ ἡλεκτρισμὸς λοιπὸν καλοῦ τινος ἀγωγοῦ τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς γῆς ἐκρέει καὶ διαχέεται ἐντὸς αὐτῆς, ἥτις τούτου ἔνεκεν ἐκλήθη κοινὸν δοχεῖον τῆς ἡλεκτρικῆς. Διὰ τὸ νὰ διατηρήσωμεν δὲ τὴν ἡλεκτρικὴν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ στηρίξωμεν αὐτὸ ἐπὶ μονωτήρος, ἀλλὰ καὶ νὰ θέσωμεν αὐτὸ ἐν περιέχοντι μὴ ἀγωγῷ, οἷος εἶνε ὁ ξηρὸς ἀήρ. Διὰ τοῦτο, ὅπως ἀναπτύξωμεν ἡλεκτρισμὸν διὰ τριβῆς, ἢ 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.

230. **Ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμῆς.** Προσφορώτερον ἀνευρίσκομεν ἂν σῶμά τι εἶνε ἡλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργανου, ὅπερ καλούμενον

ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμῆς σύγ-
κεται ἐξ ἐπικαμπύου ὑαλί-
νου στελέχους Γ (σχ. 167),
στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλ-
κίνου ὑποστηρίγματος καὶ
φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον
νῆμα μετάξι M , ἐξ οὗ
εἶνε ἐξηρητημένον κουφά-
τον σφαιρίδιον Σ ἐξ ἐντε-
ριώνης ἀκτέας. Τὸ σφαιρί-
διον τοῦτο, ἐὰν πλησιάσω-



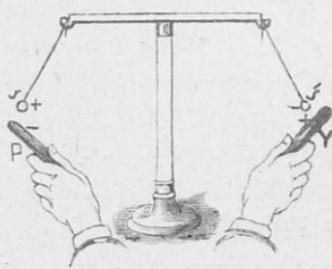
Σχ. 167.

μεν ἡλεκτρισμένον σῶμα εἰς αὐτό, οἷον ράβδον ὑαλίνην τριβείσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ πρῶτον μὲν ἔλκεται ὑπὸ τῆς ράβδου, ἀλλ' εὐθύς ὡς ἐπέλθῃ ἐπαφὴ αὐτῶν, ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν ἐπα-
ναλαμβάνοντες τὸ πείραμα τοῦτο διὰ ρά-
βδου ἐκ βητινῆς τριβείσης διὰ μαλλίνου
ὑφάσματος.

231. **Θετικὴ καὶ ἀρνητικὴ ἡ-
λεκτρικῆ.** Εἰπομεν ἀνωτέρω, ὅτι δύο
σφαιρίδια ἐλθόντα εἰς ἐπαφὴν, τὸ μὲν μετὰ
τῆς ὑαλίνης ράβδου, τὸ δὲ μετὰ τῆς ἐκ
βητινῆς, ἀπωθοῦνται ὑπ' αὐτῶν. Ἐὰν ὅμως

εἰς τὸ πρῶτον σφαιρίδιον s (σχ. 168), ὅπερ ἀπωθεῖ ἡ ὑαλίνη ράβδος,
πλησιάσωμεν τὴν ἐκ βητινῆς P , ἢ εἰς τὸ δεύτερον σφαιρίδιον s' , ὅπερ



Σχ. 168.

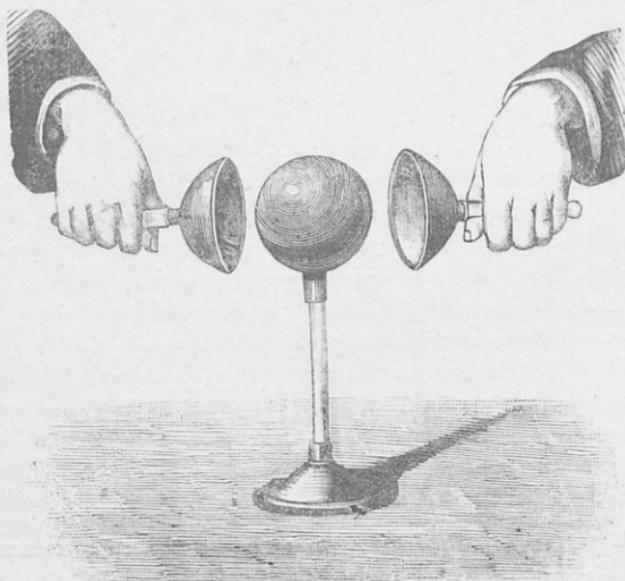
ἀπωθεῖ ἢ ἐκ ῥητίνης βάρδος, πλησιάζωμεν τὴν ὑαλίνην Υ', παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἐλξιν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὑπάρχουσι δύο εἶδη ἠλεκτρικῆς, ὧν ἡ μὲν μία εἶνε ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ὑάλου προστριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος ἀναπτυσσομένη, ἥτις ἐκλήθη θετικὴ, ἡ δ' ἑτέρα ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ῥητίνης προστριβομένης καὶ αὐτῆς διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις ἐκλήθη ἀρνητικὴ, καὶ ὅτι τὰ ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένα σώματα (τουτέστι τὰ φέροντα ἀμφοτέρω θετικὴν ἢ ἀμφοτέρα ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν) ἀπωθοῦνται, τούναντίον δὲ τὰ ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα (τουτέστι τὰ φέροντα τὸ μὲν ἐν θετικὴν, τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν) ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν σφαιριδίων μετὰ τῶν ἠλεκτρισμένων βάρδων ἐξ ὑάλου ἢ ῥητίνης μεταδίδεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμωνύμως ἠλεκτρικὴ (σχ. 167) καὶ διὰ τοῦτο ἐπέρχεται ἄπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην ὑαλίνην βάρδον πλησιάζωμεν εἰς τὸ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον ἢ τὴν ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένην ἐκ ῥητίνης βάρδον πλησιάζωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν ἐλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἑτερονύμως ἠλεκτρισμένα.

Τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ ἠλεκτρισθῇ ὅτε μὲν θετικῶς, ὅτε δὲ ἀρνητικῶς κατὰ τὴν φύσιν τοῦ μεθ' οὗ προστρίβεται σώματος. Οὕτω τὸ μάλλινον ὑφάσμα ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς μὲν, ὅταν προστρίβῃ τὴν λείαν ὑαλον, θετικῶς δέ, ὅταν προστρίβῃ τὴν ῥητίνην. Ἐπίσης διαφόρως ἠλεκτρίζονται τὰ σώματα κατὰ τὴν διάφορον κατάστασιν τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Οὕτως ἡ λεία ὑαλος ἠλεκτρίζεται διαφόρως ἢ ἡ τραχεῖα καὶ ἀστίλβωτος. Δύο δὲ σώματα προστριβόμενα καὶ μεμονωμένα ἀμφοτέρω ἠλεκτρίζονται τὸ μὲν θετικῶς, τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικῶς· καὶ ἐν γένει παρατηρήθη ὅτι τὸ μάλλον 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 αἰλίου, ἀμφοτέροι ἠλεκτρίζονται, ὅποτε αἱ τρίχες αὐτῶν ὀρθοῦνται ὡς ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένοι καὶ αἱ χεῖρές των δύνανται νὰ ἐλκύσωσιν ἠλεκτρικὰ ἐκκρεμῆ.

232. Ἐπιθέσεις 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 οὐδετέρου ἠλε-

κτρικού ρευστού, ὅπερ προέρχεται ἐκ τῆς συνθέσεως ἴσων ποσοτήτων θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς, αἵτινες συνηνωμένοι οὗται 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 ἡλεκτρικὴν. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν, παράγεται καὶ αὖθις οὐδέτερον ρευστόν.

233. **Διάταξις τῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.** Ἐπειδὴ τὰ ὁμώνυμα ἡλεκτρικὰ ρευστὰ ἀπωθοῦνται, ἔπεται ὅτι δύο ἡλεκτρικὰ μόρια ἐντὸς τῆς μαζῆς καλοῦ ἀγωγοῦ σώματος κείμενα δὲν δύνανται νὰ εὐρεθῶσιν ἐν ἰσορροπίᾳ, ἀλλ' ἀπωθούμενα φέρονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ὅποθεν τείνουσιν ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα νὰ ἐκφύγωσιν. Ὅτι δὲ τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστόν φέρεται πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν καλῶν ἀγωγῶν σωμάτων ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἀκόλουθα δύο.



Σχ. 169.

Α'.) Σφαῖραν ἐξ ὀρειχάλκου μεμονωμένην ἐφ' ὑαλίνου ὑποστηρίγματος ἡλεκτρίσαντες καλύπτομεν διὰ δύο ὀρειχαλκίων ἡμισφαιρίων κοίλων καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου (σχ. 169), αἵτινα δύνανται νὰ κα-

λύψωσι τὴν σφαῖραν ἀκριβῶς καὶ εἶτα ν' ἀποσπασθῶσι δι' ὑαλίνων λαβῶν. Ὅταν ἀπομακρύνωμεν ταυτοχρόνως καὶ ταχέως τὰ δύο ἡμισφαίρια, παρατηροῦμεν πλησιάζοντες αὐτὰ εἰς ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές ὅτι εἶνε ἡλεκτρισμένα, ἐν ᾧ ἡ σφαῖρα δὲν φέρει πλέον αἰσθητὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ.

B'.) Ἐπὶ μεταλλίνοῦ δακτυλίου μεμονωμένου στερεοῦμεν εἶδος κωνικοῦ σάκκου (σχ. 170) κατασκευασθέντος ἐκ λινοῦ ὑφάσματος καὶ φέροντος προσδεδεμένα



Σχ. 170.

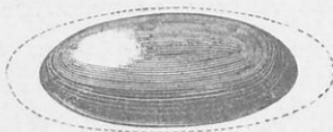
εἰς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ ἔσωθεν καὶ ἔξωθεν νήματα ἐκ μετάξης. Ἡλεκτρίζοντες τὸν κῶνον ἀνευρίσκομεν ἡλεκτρικὴν μόνον ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, εἶτα δ' ἔλκοντες τὸ ἐσωτερικὸν νήμα καὶ ἀναστρέφοντες τὸν κῶνον οὕτως, ὥστε ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια νὰ γίνῃ ἐξωτερικὴ καὶ τάνανπαλιν, παρατηροῦμεν ὅτι μόνον ἡ νέα ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ κώνου φέρει ἡλεκτρικὴν οὐχὶ δὲ καὶ ἡ ἐσωτερικὴ. Διαγινώσκουμεν δὲ τοῦτο ἐγγίζοντες ἢ τὰ ἐσωτερικὰ ἢ τὰ ἐξωτερικὰ τοιχώματα τοῦ κώνου διὰ τοῦ καλουμένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, ὄντος μικροῦ μεταλλίνοῦ δίσκου προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μικροῦ στελέγους ἐκ λακκείου κόμμοος, καὶ εἶτα πλησιάζοντες τὸν δίσκον εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἔκκρεμές τοῦτο ἔλκεται μὲν ὑπὸ τοῦ δίσκου ἐγγίσαντος τὰ ἐξωτερικὰ τοιχώματα τοῦ κώνου, ἀκίνηται δὲ, τοῦ δίσκου ἐλθόντος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων.

234. **Διανομὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.** Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν μεμονωμένην ἡλεκτρίσωμεν, ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται ὁμοιομερῶς κατὰ πάντα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς (σχ. 171) οὕτως, ὥστε δυγόμεθα νὰ φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν βρευστὶν σχηματίζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας στρῶμα ἔχον τὸ αὐτὸ πάχος καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν

αὐτῆς. Ἄλλ' ἐὰν τὸ ἠλεκτρισμένον ἀγωγὸν σῶμα ἔχη σχῆμα ἐπίμη-
κες, ὡς ἑλλειψοειδοῦς ἐπιμήκους, τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ἐπισω-
ρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ, ἐνθα λαμβάνει τὸ
μέγιστον πάχος (σχ. 172). Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἀγωγοῦ περικοιμῆ-

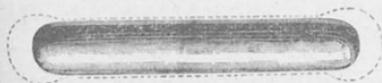


Σχ. 171.



Σχ. 172.

νου ἐκατέρωθεν εἰς ἡμισφαίρια καὶ ἠλεκτρισμένου ἢ ἠλεκτρικῆ ἐν ἐλα-
χίστη μὲν ποσότητι παραμένει ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας, κατὰ
τὸ πλεῖστον δὲ συσσωρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα ἐπὶ τῶν ἡμισφαιρικῶν
ἐπιφανειῶν (σχ. 173). Ἐὰν ὡσαύτως τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα φέρῃ
ἄκμας ἢ γωνίας, ὡς μεταλλινὸς ἐπίπεδος δίσκος, ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐπι-
σωρεύεται ἐν μείζονι ποσότητι εἰς τὰ πέρατα (σχ. 174), ἐν ἐλαχίστη



Σχ. 173.



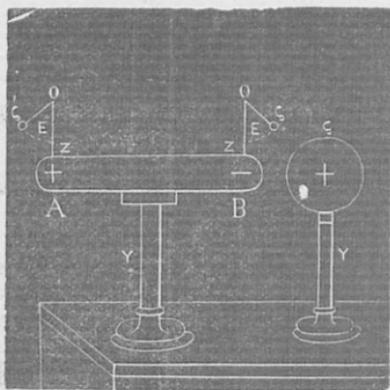
Σχ. 174.

δὲ περὶ τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τέλος ἀγωγὸν σῶμα, ὡς με-
τάλλινον, ἀπολήγῃ εἰς ἀκίδα, τότε πᾶσα ἢ ἠλεκτρικῆ τοῦ σώματος
ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς ἀκίδος, ἐνθα τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ὁμωνύμως
ἠλεκτρίζον τὰ περὶ τὴν ἀκίδα μέρη τοῦ ἀέρος ἀπωθεῖ ταῦτα, οὕτω δὲ
ἢ μὲν ἠλεκτρικῆ τῆς ἀκίδος ἐκρέουσα διαχέεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν,
τὰ δὲ ἀπωθούμενα μέρη τοῦ ἀέρος παράγουσι τὸ καλούμενον ἠλε-
κτρικὸν φύσημα ἰκανὸν νὰ σβέσῃ τὴν φλόγα παρακειμένης λαμπά-
δος. Κατὰ ταῦτα, ὅταν θέλωμεν ταχέως νὰ ἐκφύγῃ ἢ ἠλεκτρικῆ ἐκ
τινος ἀγωγοῦ σώματος, ὀπλιζόμεν αὐτὸ δι' ἀκίδος, καὶ εἰς τοῦτο συνί-
σταται ἢ καλούμενη δύναμις τῶν ἀκίδων, ἣτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρη-
σιμοποιεῖται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα. Ὅταν δὲ τούναντίον θέλωμεν νὰ
ἐπισωρεύσωμεν ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ἐπὶ μεμονωμένων ἀγωγῶν σωμά-
των, τὰ σώματα ταῦτα δὲν πρέπει νὰ φέρωσιν ἀκμας ἢ ἀκίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ.
ΠΥΚΝΩΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ.

235. **Ἡλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἀγωγόν τι σῶμα μεμονωμένον δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν οὐ μόνον διὰ τριβῆς ἢ δι' ἐπαφῆς μετ' ἠλεκτρισμένου σώματος, ἀλλὰ καὶ ὑποβάλλοντες αὐτὸ ἐξ ἀποστάσεώς τινος εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐτέρου ἠλεκτρισμένου σώματος. Οὕτως, ἐὰν εἰς σῶμα ἠλεκτρισμένον, οἷον εἰς τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην μεταλλίνην σφαῖραν ϵ (σχ. 175), πλησιάσωμεν ἄγωγόν



Σχ. 175.

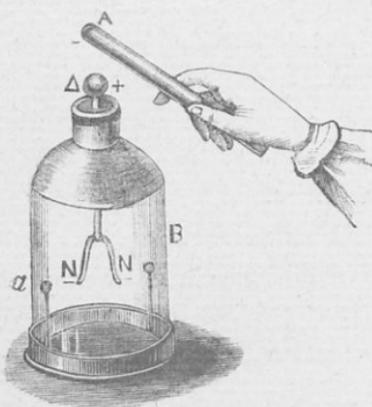
σῶμα μεμονωμένον, οἷον ὀρειχάλκινον κύλινδρον AB ἐστηριγμένον ἐφ' ὑαλίνου ποδός Y καὶ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει εὐρισκόμενον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμφότερα τὰ ἄκρα A καὶ B τοῦ κυλίνδρου φέρουσιν ἠλεκτρισμὸν καὶ ὅτι εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον B τὸ ἐστραμμένον πρὸς τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν ἐπισωρεύεται ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ, εἰς δὲ τὸ ἀντίθετον A θετικὴ. Καὶ ὅτι μὲν ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου εἶνε ἠλεκτρισμένα καταδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ τὰ ἄκρα δύο ἐκκρεμῶν διὰ νήματος ἐκ κανναθεως (καλοῦ ἀγωγῶ) ἐξηρητημένων, ἅτινα ὁμώνυμως ἠλεκτρίζονται πρὸς τὰ ἐφ' ὧν στηρίζονται μεταλλινὰ στελέχη OZ ἀπωθόνται ὑπ' αὐτῶν. Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχουσιν ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι, ἐὰν εἰς ἀμφότερα πλησιάσωμεν διαδοχικῶς βάρθρον ὑαλίνην τριβέσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις, ὡς προείπομεν, ἠλεκτρίζεται θετικῶς, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὸ ἄκρον B ἐκκρεμὲς ἔλκεται ὑπὸ τῆς βάρθρου, ἄρα φέρει ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, τὸ δὲ πρὸς τὸ ἄκρον A ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς, ὡς φέρον ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν, ἥτοι θετικὴν. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν κύλινδρον AB ἀπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἐκκρεμῆ καταπίπτουσιν, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αἱ δύο ἠλεκτρικαί συνενούμενοι ἀφανίζονται. Ἐὰν δὲ τέλος, τοῦ κυλίνδρου εὐρισκόμενου πλησίον τῆς σφαίρας καὶ κατ' ἀκολουθίαν

ἠλεκτριζομένου πόρρωθεν ἐξ ἐπιδράσεως κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα ἐτε-
ρωνύμως, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν οἰονδήποτε σημεῖον τῆς ἐπιφανείας
αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἐπιψάυσεως διὰ τοῦ δακτύλου ἢ διὰ μεταλλί-
νης βράβδου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν ἔκκρεμὲς τοῦ ἀνωτέρω ἄκρου
A καταπίπτει, ἐκρεούσης εἰς τὴν γῆν τῆς ὁμώνυμου πρὸς τὴν τῆς
ἐπιδρώσης σφαίρας ἠλεκτρικῆς, τὸ δὲ ἔκκρεμὲς τοῦ ἄκρου B ἀνυψοῦται
ἔτι μᾶλλον δεικνῦον μείζονα συσσωρεύσειν ἠλεκτρικῆς κατὰ τὸ ἄκρον
τοῦτο. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θετικὴ
ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρᾷ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βρευτοῦ τοῦ
κυλίνδρου AB, ὅπερ ἀναλύει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν,
καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῆς σφαίρας σημεῖα
B τοῦ κυλίνδρου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα
αὐτοῦ A. Κατὰ ταῦτα, ἡ ποσότης τῶν ἠλεκτρικῶν βραίνει μειουμένη
πρὸς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, περὶ δ' οὐδ' ὅλως ὑπάρχει ἠλεκτρισμός.
Τοῦτο δὲ καταδεικνύεται διὰ πολλῶν ἔκκρεμῶν τιθεμένων καθ' ὅλον
τὸ μῆκος τοῦ κυλίνδρου, ὧν ἡ ἀπόκλισις, ἠλεκτριζομένου ἐξ ἐπιδρά-
σεως τοῦ κυλίνδρου, βραίνει μείουμένη ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον
καὶ μηδενίζεται περὶ τινὰ σημεῖα, ἐνθα ὑπάρχει ἡ καλουμένη οὐδετέρα
ξώνη. Αὕτη δὲ δὲν εὐρηταὶ ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, ἀλλὰ
μᾶλλον πρὸς τὸ ἄκρον τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ ἐπιδρῶν ἢ ἠλεκτρίζον
σῶμα καὶ τοσοῦτ' μᾶλλον πλησιέστερον, ὅσῳ μείζον εἶνε ἡ ποσότης
τοῦ ἠλεκτρίζοντος ἢ ἐπιδρῶντος σώματος s καὶ ἐλάσσων ἡ ἀπόστασις
τοῦ κυλίνδρου AB ἀπ' αὐτοῦ. Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθεὶς
κύλινδρος AB, τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ μὲν ὁμό-
νυμος ἠλεκτρικὴ ἐκρέει εἰς τὴν γῆν, ἡ δ' ἐτερώνυμος συσσωρεύεται
ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον B, ὡς μὴ ἐλκομένη πλέον ὑπὸ τῆς ἐτερώνυ-
μου ἠλεκτρικῆς A. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ πρῶτον τὴν μετὰ
τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου καὶ εἶτα ἀπομακρύνωμεν
αὐτὸν ἀπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ
παραμένει ἠλεκτρικὴ ἐτερώνυμος πρὸς τὴν τῆς σφαίρας.

Συγκεφαλαιοῦντες τὰ ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι δυνάμεθα νὰ ἠλε-
κτρίσωμεν σῶμα ἀγωγὸν M μεμονωμένον, εἰάν θέσαντες εἰς συγκοι-
νωσίαν μετὰ τῆς γῆς πλησιάζωμεν αὐτὸ εἰς ἄλλο ἠλεκτριζομένον σῶμα
N καὶ εἶτα διακόψαντες τὴν μετὰ τῆς γῆς συγκοινωνίαν ἀπομακρύνω-
μεν αὐτὸ ἀπὸ τοῦ ἠλεκτριζομένου σώματος, ὁπότε ἐπὶ τοῦ M παρα-
μένει ἠλεκτρικὴ ἐτερώνυμος πρὸς τὴν τοῦ N. Ὁ ἐξ ἐπιδράσεως δ'
ἠλεκτριζομένος κύλινδρος AB (σχ. 175) φέρων ἐκατέρωθεν τὰς δύο



ἡλεκτρικὰς δύναται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ ἐτέρου ἀγωγοῦ σώματος συγ-
κοινωνοῦντος μετὰ τῆς γῆς, οἷον ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὅταν πλη-
σιάσωμεν εἰς αὐτὸν κατὰ τὸ A τὸν δάκτυλον τῆς χειρὸς ἡμῶν. Τότε



Σχ. 176.

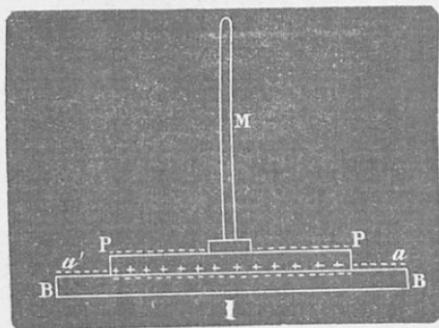
δ' ἡ θετικὴ ἡλεκτρικὴ τοῦ ἐξ ἐπι-
δράσεως ἡλεκτρισμένου σώματος ἀ-
ναλύουσα τὸ οὐδέτερον βευστὸν τοῦ
δακτύλου ἡμῶν ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώ-
νυμον ἀρνητικὴν, ἣτις ἐπισωρεύεται
ἐπὶ τοῦ ἡμετέρου δακτύλου, ἀπωθεῖ
δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὴν γῆν. Ἐὰν
δὲ τότε πλησιάσωμεν ἀρκούντως τὸν
δάκτυλον ἡμῶν, εἰς τὸ ἡλεκτρισμέ-
νον σῶμα, αἱ ἀντιθετοὶ ἡλεκτρικαὶ
ἐκπηδῶσαι ἐνοῦνται μετὰ μικροῦ
ψόφου καὶ λάμψεως, παράγουσαι τὸν
καλούμενον ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα.

236. Ἡλεκτροσκόπιον. Τὸ ἡλεκτροσκόπιον εἶνε ὄργανον, δι'
οὗ διαγινώσκωμεν οὐ μόνον ἂν σῶμά τι εἶνε ἡλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ
τὸ εἶδος τῆς ἡλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίμου στελέχους
ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 176), κάτωθεν
δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσαῖ φύλλα NN, ἅτινα μένουσι κατακόρυφα,
ὅταν εὐρίσκωνται ἐν οὐδετέρᾳ ἡλεκτρικῇ καταστάσει. Τὸ στέλεχος
τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ πώματος ὑαλίνου δοχείου B, ἔχοντος μεταλλί-
νον πυθμένα. Καὶ διαγινώσκωμεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἡλεκτρισμένον,
ἐὰν πλησιάσαντες αὐτὸ εἰς τὸ ἡλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ
φύλλα τοῦ χρυσοῦ διστάμενα, ἀνευρίσκομεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἡλε-
κτρικῆς τοῦ σώματος τούτου ἡλεκτριζόντες τὸ ἡλεκτροσκόπιον θετικῶς
ἢ ἀρνητικῶς. Πρὸς τοῦτο πλησιάζομεν εἰς τὴν σφαῖραν Δ σῶμα A φέ-
ρον γνωστὴν ἡλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν, ἣτις ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδέ-
τέρου βευστοῦ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ ΔN ἀνακλύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν
τὴν ἐτερώνυμον τὴν θετικὴν πρὸς τὴν σφαῖραν Δ, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυ-
νον τὴν ἀρνητικὴν πρὸς τὰ φύλλα NN, ἅτινα ὁμώνυμος ἡλεκτριζό-
μενα δίστανται ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα. Ἐὰν δὲ τότε ἐπιθέσωμεν τὸν
δάκτυλον ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ, ἡ μὲν ὁμώνυμος ἡλεκτρικὴ ἐκφεύ-
γει εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν, ἢ δ' ἐτερώνυμος ἢ θετικὴ
ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ, συγκρατουμένη ἐκεῖ ἕνεκα τῆς ἕλξεως
τῆς ἐπὶ τῆς ράβδου A ἐτερώνυμου ἡλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκολουθῶς

ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν βάρθρον A, ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίνων φύλλων NN, ἅτινα διὰ τοῦτο αὐθις ἀπωθούνται. Οὕτω δὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίσθη διὰ γνωστοῦ εἴδους ἠλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι καὶ οὕτω παρασκευασθὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἴδους τῆς ἠλεκτρικῆς ἠλεκτρισμένου τινὸς σώματος. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται ἐτι μᾶλλον, ἐὰν δ' ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

237. **Ἡλεκτρικὰ μηχαναί.** Ἡ ἀπλουστάτη τῶν μηχανῶν τῶν διὰ τριβῆς παραγουσῶν ἠλεκτρισμῶν εἶνε τὸ καλούμενον ἠλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα, ὅπερ σύγκειται ἐκ πλακοῦντος BB (σχ. 177) κα-

τασκευασμένου ἐκ μὴ ἀγωγῶ οὐσίας, οἷον βητίνης, καὶ στηριζομένου ἐπὶ ἀγωγῶ ὑποστηρίγματος, οἷον μεταλλίνου φύλλου I συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἀλύσεως. Ἐὰν προστρίψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν $a'a$ τοῦ πλακοῦντος διὰ ξηροῦ μαλλίνου ὑφάσματος ἢ τύψωμεν αὐτὴν διὰ δορᾶς αἰλούρου, ἠλεκτρίζομεν αὐτὴν ἀρ-



Σχ. 177.

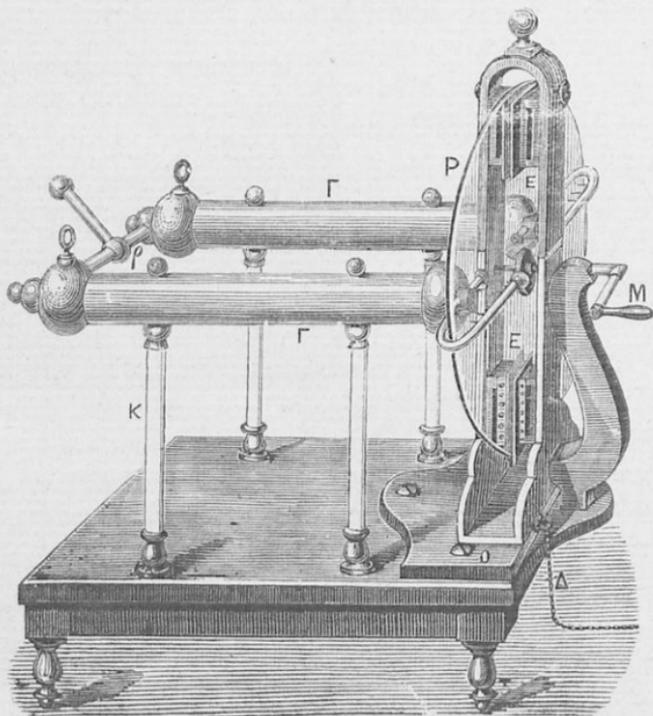
ρνητικῶς, ἢ δ' οὕτως ἀναπτυχθεῖσα ἠλεκτρικὴ παρᾶμεινε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος ὡς σώματος μὴ ἀγωγῶ. Ἐὰν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον PP,

φέροντα ὑάλινην λαβὴν M καὶ κεκαλυμμένον πανταχόθεν διὰ φύλλου κασσιτέρου, ὅπως ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καταστῆ ἀγωγός, πάραυτα ἡ ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ τοῦ πλακοῦντος ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδέτερου ρευστοῦ τοῦ δίσκου ἀναλύει αὐτό, καὶ ἔλκει μὲν τὴν θετικὴν ἠλεκτρικὴν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου, τὴν ἀπτομένην τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος, ἀπωθεῖ δὲ τὴν βιάνωμον, ἥτοι τὴν ἀρνητικὴν, ἠλεκτρι-



Σχ. 178.

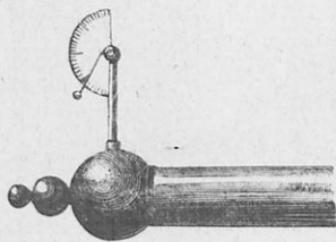
κὴν πρὸς τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τότε θίξωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου (σχ. 178), μεταχετεύομεν τὴν ἀπωθουμένην ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν εἰς τὸ ἔδαφος διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὥστε μένει ἐπὶ τοῦ δίσκου ἡ θετικὴ. Ἐὰν δὲ ἀπομακρύναντες κατὰ πρῶτον τὸν δακτύλον ὑψώσωμεν 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 ἄρωμεν εἶτα 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 ἑαυτῷ τὴν ἠλεκτρικὴν.



Σχ. 179.

238. **Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ramsden.** Ἡ μηχανὴ αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγῷ σώματος μεμονωμένου μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς, δι' ἧς ποικίλα πειράματα ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος, ὅπερ εἶνε ὑαλινὸς δίσκος ΕΕ (σχ. 179), στρεφόμενος περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ διὰ

στροφάλου Μ' Β') ἐκ τοῦ τρίβοντος σώματος, ὕπερ σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπεριεχόντων τρίχας, μεταξύ τῶν ὑποίων διέρχεται ὁ δίσκος καὶ γ') ἐκ τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισωρεύεται ἡ ἤλεκτρικὴ καὶ ὕπερ 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 ὀρειχαλκίνοισι σωλῆνας, μεταξύ τῶν σκελῶν τῶν ὑποίων διέρχεται ὁ ὑάλινος δίσκος. Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἀγωγοὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τῆς πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένης τοὺς καλουμένους κτένας, ἧτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἀγωγοὶ ΓΓ τῆς μηχανῆς συνάπτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὀρειχαλκίνοισι σωλῆνος ρ καὶ στηρίζονται ἐπὶ ὑάλινων στηριγμάτων Κ, δι' ὧν τηροῦνται μεμονωμένοι ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ στροφάλου Μ στρέψωμεν τὸν δίσκον, οὗτος τριβόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρίσκομένων εἰς διαρκῆ συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως Δ ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἠλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη διὰ τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κτενῶν ἀποσυνθέτει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον βευστόν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, ἣτις ἐκρέουσα διὰ τῶν ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐνοῦται μετὰ τῆς θετικῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ καὶ ἐξουδετεροῖ αὐτήν, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὑπολειπομένην θετικὴν ἠλεκτρικὴν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν, ἣτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεῖα ρ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς. Τοῦ δίσκου δ' ἀδιακόπως περιστρεφόμενου, ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη θετικὴ ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὀρίου, καὶ ὅταν ἡ μηχανὴ εἶνε τελείως μεμονωμένη καὶ εὐρίσκηται ἐν ξηροτάτῳ ἀέρι. Δὲν δυνάμεθα δηλονότι νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ὀσηνδῆποτε ποσότητα ἠλεκτρικῆς, ἀλλ' ὀρισμένην δι' ὀρισμένης μηχανῆς, διότι ἡ ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τῶν ἀκίδων ἐπίδρασις τῆς θετικῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ ἀγωγοῦ τῆς διαρκῶς αὐξανομένης ἰσορροπεῖ τελευταῖον τὴν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ βευστοῦ ἀντίρροπον ἐπίδρασιν τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ δίσκου, ἣτις εἶνε ὀρισμένη, σταθερὰ καὶ ἀνάλογος τῆς μηχανῆς ὡς ἐξαρτωμένη ἐκ τε τῆς ἐπιφανείας τοῦ δίσκου καὶ τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος αὐτοῦ καὶ οὕτω κωλύεται ἡ περαιτέρω ἀποσύνθεσις τοῦ οὐδετέρου

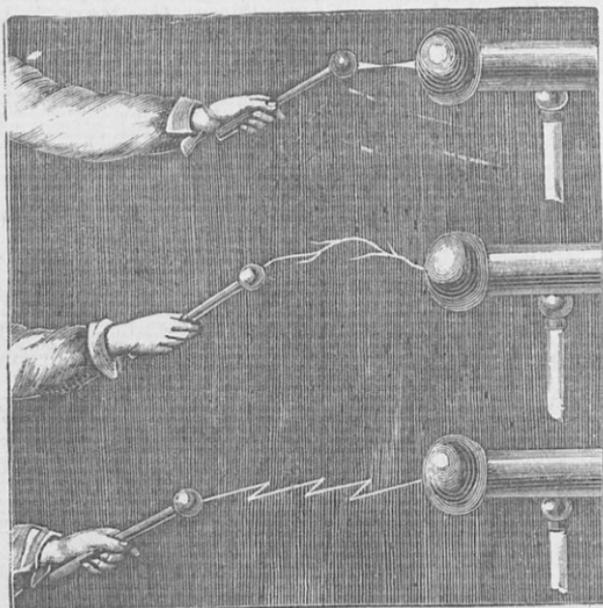


Σχ. 180.

ρευστοῦ. Ὅπως δὲ διαγνώσωμεν, ἂν ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη ἠλεκτρικὴ αὐξάνηται ἢ μὲν σταθερά, θέτομεν ἐπ' αὐτοῦ ἠλεκτροσκόπιον (σχ. 180) συγκείμενον ἐκ μεταλλίνου στελέχους φέροντος εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον ἡμικύκλιον ξύλινον ὑποδιηρημένον εἰς μοίρας, ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ὁποίου κρέματα εὐκίνητον ἄχυρον φέρον κατὰ τὸ ἄκρον σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριώνης τῆς ἀκτίας, ὅπερ ὁμωνύμως τῷ στελέχει ἠλεκτριζόμενον ἀπωθεῖται. Ὅσοι δ' ἡ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται, τοσοῦτω τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται καὶ μένει στάσιμον, ὅταν ἡ μηχανὴ πληρωθῇ μέχρις ὀρίου. Ἐὰν δὲ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται μὲν, ἐν ᾧ στρέφομεν τὸν δίσκον, καταπίπτει δέ, ὅταν δὲν στρέφωμεν αὐτόν, συνάγομεν ὅτι ἡ μηχανὴ εἶνε ἀτελῶς μεμονωμένη καὶ τότε πρέπει τοῦτο μὲν νὰ τρίψωμεν τὰ ὑάλινα ὑποστηρίγματα Κ διὰ μαλλίνων ξηρῶν ὑφασμάτων, τοῦτο δὲ ν' ἀποξηράνωμεν διὰ θερμάνσεως τὸν περιβάλλοντα τὴν μηχανὴν ἀέρα.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ
ΤΟΥ RAMSDEN.

239. Α'. Ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ. Ἐὰν εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς μηχανῆς πληρωθέντα ἠλεκτρικῆς πλησιάσωμεν ἓνα τῶν δακτύλων ἡμῶν, ἀποσπῶμεν



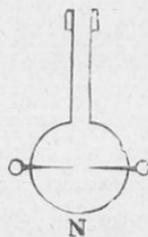
Σχ. 181.

ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα μετ' ἀσθενοῦς ψόφου, αἰσθανόμενοι συγχρόνως νυγμὸν τινα

εἰς τὴν χεῖρα προσερχόμενον ἐκ τοῦ ὑπὸ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐρεθισμού τῶν νεύρων.

Β'. Ἐὰν ἡ μηχανὴ εἶνε μεγάλη καὶ δὲν θέλωμεν νὰ δεχθῶμεν τὴν ἠλεκτρικὴν ἐκκένωσιν ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, μεταχειρίζομεθα μεταλλινὸν ἀγωγὸν ἀπολήγοντα εἰς σφαῖραν, ἣν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξύ τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς (σχ. 181) εἶνε μικρά, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ εἶνε ἀπλοῦς, εὐθὺς καὶ μετὰ εὐκρινῶν περάτων. Ὅταν δ' ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶνε μείζων, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἰδεύει συνήθως κατὰ καμπύλην γραμμὴν φέρουσαν πολλὰς διακλαδώσεις. Ὅταν δὲ τέλος ἡ ποσότης τῆς ἐπισωρευομένης ἠλεκτρικῆς εἶνε τοσοῦτῃ μεγάλη, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἐξακοντισθῇ ἐκ μεγάλης σχετικῶς ἀποστάσεως, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἐμφανίζεται κατὰ πολὺθλαστον γραμμὴν. Ὑπὸ τὰς δύο δὲ ταύτας τελευταίας μορφὰς 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 ὅποιοι πολλάκις ἐξαερούνται, τοῦτο δὲ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μεταξύ τῶν ἀγωγῶν τούτων εὐρισκομένου ἀερίου, ὅπερ πυρούμενον κατὰ τὸν ἐξακοντισμὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος φωτοβολεῖ.

240. **Ἠλεκτρικὸν πυροβόλον.** Ἐὰν σφαιρικὴν φιάλην N (σχ. 182) ἔχουσαν παχύτατα τοιχώματά καὶ ἐντετηγμένα δύο σύρματα ἐκ λευκοχρύσου, ὧν τὰ ἐντὸς τῆς φιάλης ἄκρα κεῖνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, πληρώσωμεν μίγματος ἐκ δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ ἐνὸς ὄξυγόνου, κλείσαντες δὲ τὸ στόμιον διαθιβάσωμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα πλησιάζοντες τὸ ἐν ἐκ τῶν δύο συρμάτων εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανήν, τοῦ ἑτέρου εὐρισκομένου εἰς συκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπέργεται ἔνωσις τοῦ ὄξυγόνου καὶ ὑδρογόνου μετὰ ἰσχυροτάτου κρότου, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τὸ μίγμα τοῦτο ἐκλήθη *κρητὸν ἄεριον*.

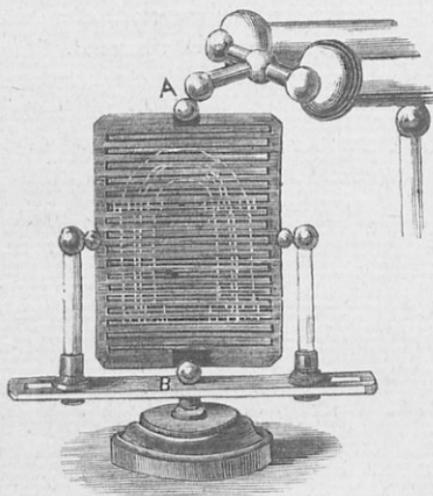


Σχ. 182.

Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ οὐ μόνον συνθέτει ἀπλᾶ ἄερια, οἷον ὄξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, ἀτινα συντιθέμενα παράγουσιν ἄτμους ὕδατος, ἢ ὄξυγόνον καὶ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαιρας, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ, ὅποτε πολλάκις τὸ ὄξυγόνον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἀζώτου τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου, ἀλλὰ καὶ σύνθετα ἄερια ἀποσυνθέτει, οἷον τὴν ἄεριον ἀμμωνίαν εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῆς ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον.

241. **Ἠλεκτρικὸς χορός.** Ἐὰν ἐπὶ μεταλλίνου πινακίου, ὅπερ κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς θέτομεν εἰς συκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, θέσωμεν πολλὰ σφαιρίδια ἐξ ἐντερώνης τῆς ἀκτέας καὶ φέρωμεν τὸ πινάκιον ὑπὸ τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ σφαιρίδια ἀναπηρῶσιν ἐκ τοῦ πινακίου πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἐπανειλημμένως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὰ σφαιρίδια ἠλεκτριζόμενα ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἀγωγοῦ ἑτερονύμως ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, ἀλλ' ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ ἀποβάλλουσι δι' ἐξουδετερώσεως τὴν ἑτερόνυμον ἠλεκτρικὴν καὶ εἶτα ἠλεκτριζόμενα ὁμωνύμως πίπτουσιν ἀπωθούμενα καὶ μεταδίδουσι τὴν ἠλεκτρικὴν αὐτῶν εἰς τὸ ἔδαφος, ὅποτε καὶ πάλιν ἔλκονται καὶ οὕτω καθεξῆς.

242. Πίναξ σπινθηροβόλος. Ἐπὶ τῆς μιᾶς ὀψews ὑαλίνου πίνακος προσκολλᾶται στενὴ ταινία ἐκ κασιτέρου συνεχῆς (σχ. 183), ἣτις βαίνουσα ἐκ τοῦ

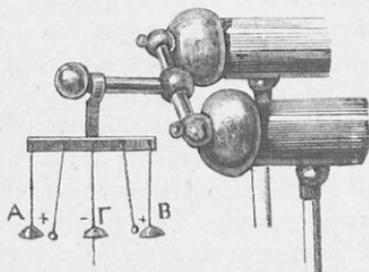


Σχ. 183.

ἐνὸς πέρατος τοῦ πίνακος πρὸς τὸ ἕτερον ἐπανερχεται παραλλήλως εἰς μικρὸν ἀπὸ τῆς πρώτης γραμμῆς ἀπόστασιν καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε καλύπτει σχεδὸν ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πίνακος, ἀφίνουσα κενὰ διαστήματα μεταξύ τῶν παραλλήλων αὐτῆς μερῶν. Εἶτα ἀποκόπτεται ἡ ταινία αὕτη εἰς διάφορα μέρη αὐτῆς, ὥστε νὰ παραχθῶσιν ἐπ' αὐτῆς διακοπαὶ συνεχεῖας παριστῶσαι εἰκόνα τινά. Τὸ μὲν ἐν πέρασ τῆς μεταλλίνης ταινίας, ὅπερ εἶνε συνημμένον μετὰ ὀρειχαλκίνης μικρᾶς σφαίρας A, τίθεται εἰς συγκοινωνίαν δι' αὐτῆς μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, τὸ δ' ἕτερον πέρασ τὸ συνημμένον μετὰ δευτέρας μεταλλίνης σφαίρας B τίθεται δι' αὐτῆς καὶ διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Στρέφοντες τὸ στρόφαλον τῆς ἡλεκτρομηχανῆς καὶ ἐπισωρεύοντες ἡλεκτρικὴν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτῆς, παρατηροῦμεν, πειρώμενοι ἰδίως ἐν τῷ σκότει, ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας παραγομένους συγχρόνως εἰς ὅλας τὰς διακοπάς τῆς συνεχεῖας τῆς μεταλλίνης ταινίας καὶ παριστῶντας ἀκαριαίως τὴν ἐπὶ τοῦ πίνακος γραφεῖσαν εἰκόνα φωτοβόλον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως σειρᾶς ἀγωγῶν. Οὕτως ἡ ἡλεκτρικὴ ἢ ἐπισωρευομένη ἐπὶ τῆς μεταλλίνης σφαίρας A καὶ τοῦ πρώτου τμήματος τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ δευτέρου τμήματος τῆς ταινίας ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον ἡλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ δευτέρου τούτου 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 καθεξῆς μέχρι τοῦ τελευταίου τμήματος οὕτως, ὥστε εἰς ἐκάστην διακοπὴν συνεχεῖας τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπισωρεύονται ἐκατέρωθεν ἑτερόνυμοι ἡλεκτρικαί, αἵτινες ἐκπηδῶσαι πρὸς ἕνωσιν παράγουσιν ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας εἰς ὅλας τὰς διακοπάς, παριστῶντας σπινθηροβόλον τὸ ἀπεικονισθῆν ἀντικείμενον. Ὅμοίως κατασκευάζεται ὁ σπινθηροβόλος σωλὴν καὶ ἡ σπινθηροβόλος σφαῖρα, αἵτινα εἶνε ἐξ ὑάλου καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν ἐλικοειδῶς προσκεκολλημένην ταινίαν ἐκ κασιτέρου μετὰ διακοπῶν συνεχεῖας, ἐφ' ὧν παράγονται ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες.

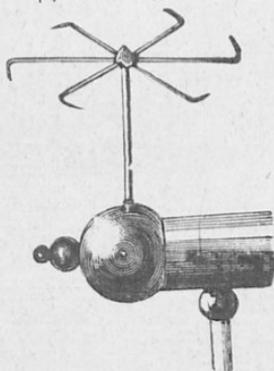
243. Ἡλεκτρικὸν κωδώνισμα. Ἡ συσκευή αὕτη (σχ. 184) ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου σύγκειται ἐξ ὀριζοντίας μεταλλίνης ράβδου κρεμαμένης ἐκ τοῦ μέσου διὰ μεταλλίνου ἀγκίστρου ἐξηρητημένου ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλε-

κτρικῆς μηχανῆς. Ἐκ τῆς βάρβδου ἐξαρτῶνται τρία κωδῶνια A, Γ, B ἄνευ ἐσωτερικοῦ πλήκτρου, ὧν τὰ μὲν δύο ἄκρα A καὶ B εἶνε ἐξηρητημένα διὰ μεταλλίνων ἀλύσεων, τὸ δ' ἐν τῷ μέσῳ Γ δι' ἀπομονωτικῆς νημάτος μετάξης, συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως. Μεταξὺ τῶν κωδωνίων τούτων εἶνε ἐξηρητημένα διὰ νημάτων μετάξης μεταλλίνα σφαιρίδια, ἅτινα ἐλκόμενα ὡς ἤλεκτρισθέντα πόρωθεν ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τῶν κωδωνίων A καὶ B πεπληρωμένον ἤλεκτρικῆς ἐκ τῆς μηχανῆς κρούσιν αὐτά· ἀλλ' εὐθὺς μετὰ τὴν ἐπαφήν ἀπομακρύνονται αὐτῶν οὐ μόνον ὡς ὁμωνύμως πλέον ἤλεκτρισθέντα πρὸς αὐτά, ἀλλὰ καὶ ὡς ἐλκόμενα ὑπὸ τοῦ κωδωνίου Γ, ἐφ' οὗ ἐπετωρεύθη ἐξ ἐπιδράσεως ἐτερόνυμος ἤλεκτρική. Οὕτω τὰ σφαιρίδια κρούοντα μὲν τὰ κωδῶνια A καὶ B πληροῦνται θετικῆς ἤλεκτρικῆς, κρούοντα δὲ τὸ μέσον κωδῶνιον Γ πληροῦνται ἀρνητικῆς ἤλεκτρικῆς. Ἡ κωδωνοκρούσις δ' αὕτη ἐξακολουθεῖ, ἐφ' ὅσον διὰ τῆς τριβῆς παρέχουεν ἤλεκτρισμὸν εἰς τὸν διηλεκτικῶς ἐκκενούμενον ἀγωγὸν τῆς μηχανῆς.



Σχ. 184.

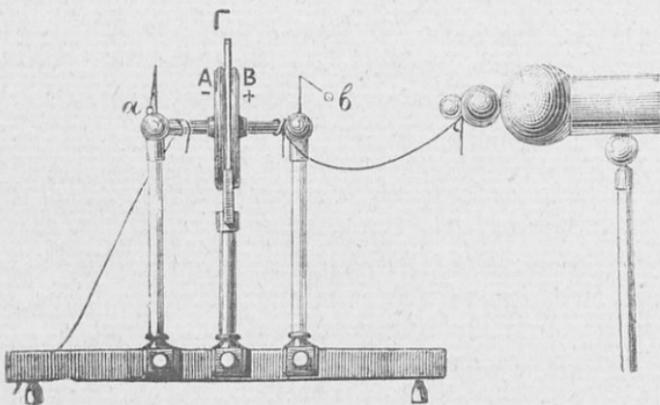
244. Ἡλεκτρικός στροβίλος. Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνων συρμάτων, ὧν τὰ ἄκρα κεκαμμένα κατ' ἀντιθέτους φορὰς ἀπολήγουσιν εἰς ἀκίδας. Αἱ ἀκίδωται αὗται ἀκτίνες συνδεδεμέναι πρὸς ἀλλήλας δύνανται εὐεὶς νὰ στραφῶσιν ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον στροφέα, οὗτινος ἡ ὀξεῖα αἰχμητὴ εἰσέρχεται εἰς μικρὰν ἐν τῷ μέσῳ κοιλότητα. Ὅταν ἡ συσκευή ἢ στερεωθῇ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἤλεκτρικῆς μηχανῆς λειτουργήσῃ (σχ. 185), ὁ ἤλεκτρισμός αὐτῆς ἄρχεται ἐκ τῶν ἀκίδων καὶ ἤλεκτριζων ὁμωνύμως τὰ περίξ μέρη τοῦ ἀέρος καὶ τὰ ἐν αὐτῷ αἰωρούμενα σωματίδια, ἅτινα ἀπωθόμενα κατὰ φορὰν τινὰ ἀπωθοῦσι τὰς ἀκίδας κατὰ τὴν ἀντίθετον καὶ στρέφουσι τὸν στροβίλον κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῇ ἐκροῇ τῆς ἤλεκτρικῆς. Ὅτι δὲ αἰτία τῆς στροφῆς τοῦ στροβίλου εἶνε ἡ ὁμώνυμος ἤλεκτρισις τοῦ περὶ τὰς ἀκίδας ἀέρος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ αἰωρουμένων σωματίων καταφαίνεται καὶ ἐκ τούτων, ὅτι ὁ στροβίλος ἐν τῷ κενῷ, καίπερ ἰσχυρῶς ἤλεκτριζόμενος, δὲν περιστρέφεται καὶ ὅτι ἐν τῷ ἀέρι μεταλλινῆς ἄκτις ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἤλεκτρομηχανῆς στερεωθεῖσα καὶ ἰσχυρῶς ἤλεκτριζομένη παράγει φύσημα, ὅπερ οὐ μόνον ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν καθίσταται αἰσθητόν, ἀλλὰ καὶ δύναται νὰ ἐκτρέψῃ ἢ καὶ ἀποσβέσῃ τὴν φλόγα λαμπάδος. Ἐν τῷ σκότει δὲ ἐκτελοῦντες τὸ πείραμα τοῦτο, παρατηροῦμεν ἐπὶ τῶν ἀκίδων φωτεινὸν τινὰ θύσανον δεικνύοντα τὴν ἐξ αὐτῶν ἐκροὴν τῆς ἤλεκτρικῆς, φαινόμενον, ὅπερ παρατηρεῖται ἐνίοτε εἰς τὰς



Σχ. 185.

ακίδας τῶν ἀλεξικεραύνων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἰστῶν τῶν πλοίων, ὅποτε καλεῖται οἱ δύο Διόσκοροι, καὶ εἰς τὰς λόγχας τῶν στρατιωτῶν ἐν ὄρα νυκτός, καθ' ἣν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πεφορτισμένη ἠλεκτρικῆς, ὅποτε ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτὴ ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βύστου τῶν ἰστῶν ἢ τῶν λογγῶν τὴν μὲν ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν ἐκδιώκει εἰς τὸ ἔδαφος, τὴν δ' ἑτερόνυμον ἐπισωρεύει ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν ἰστῶν ἢ ἐπὶ τῶν ἀκίδων τῶν λογγῶν. Ἡ ἠλεκτρικὴ δ' αὕτη ἐκρέουσα εἰς τὸ ἀχανές γίνεται πρόξενος τοῦ φαινομένου τούτου. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐξηγοῦμεν τὸ φαινόμενον τῆς ἐκτροπῆς ἢ ἀποσθέσεως φλογὸς λαμπάδος ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς κειμένης, εἰς ἣν φλόγα πλησιάζουσα μεταλλίνην ἀκίδα, ἣν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ.

245. **Πυκνωταὶ ἠλεκτρικῆς.** Πυκνωταὶ καλοῦνται ὄργανά τινα, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλινῶν ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ποσότητος θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς πολλῶ μείζονας ἐκείνων, ἃς θὰ ἔδεχοντο αἱ μετάλλιναι αὐταὶ ἐπιφάνειαι, ἂν ἀπλῶς ἐτίθεντο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Εἰς τῶν πυκνωτῶν τούτων ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλινῶν δίσκων Α καὶ Β (σχ. 186),

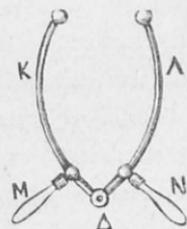


Σχ. 186.

μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθεται πλάξ ὑαλίνη Γ. Ὁ ἕτερος τῶν δίσκων τούτων Β ἀπὸ τοῦ ἔδαφους μεμονωμένος συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσεως μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ὁ δ' ἕτερος Α συγκοινωνεῖ ὁμοίως μετὰ τοῦ ἔδαφους. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ στρόφαλον τῆς ἠλεκτρομηχανῆς, τὸ ἐκκρεμές β κατ' ἀρχὰς μὲν παραμένει κατακόρυφον, μετ' ὀλίγον δ' ἀρχεται βραδέως ὑψοῦμενον καὶ μετ' ἀρκετὰς στροφὰς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμές α τὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἑτέρου δίσκου Α εὐρισκόμενον παραμένει διηνε-

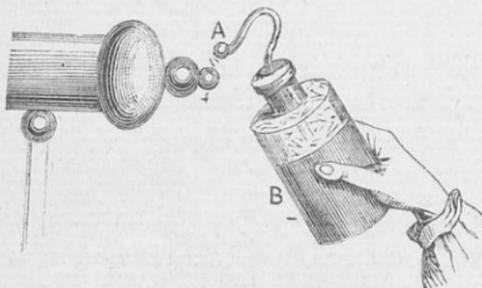
κῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος Β πληροῦται θετικῆς ἤλεκτρικῆς, ἦτοι ὁμωνύμου τῆ ἤλεκτρικῆ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ Α ἀρνητικῆς. Ἡ ἤλεκτρικὴ δὲ τοῦ δίσκου Β ἀποτελεῖται ἐκ δύο μερῶν, ἐκ λανθανούσης ἤλεκτρικῆς ἴσης τῆ ἐπὶ τοῦ Α, ἣν συγκρατεῖ καὶ ὑφ' ἧς ἀνθέλκεται, καὶ ἐξ ἐλευθέρως ἤλεκτρικῆς, ἧς τὴν παρουσίαν δεῖκνυε τὸ ἐκκρεμές β. Ὅθεν ἡ ἤλεκτρικὴ τοῦ δίσκου Α τοῦ εὗρισκομένου εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἤλεκτρικῆς μηχανῆς εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τοῦ δίσκου Β τοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνούτος.

Ἡ πύκνωσις τῶν δύο ἤλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἐξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου Β ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου Α καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον, ἣτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου Α, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμωνύμον εἰς τὸ ἐδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἤλεκτρικαὶ τῶν δίσκων Β καὶ Α ἐλόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, νέα ποσότης ἤλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον Β, ἣτις ἐπισωρεύει ἴσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἤλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου Α καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἤλεκτρικαὶ βαίνουσιν αὐξανόμεναι μέχρις ὁρίου, ὅπερ εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον ὑπέρτερον, ὅσῳ ἡ ἠλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἢ ἐπιφάνεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσσων, ἦτοι ὅσον ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσωμεν τὸν πυκνωτὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἐνὸς μὲν τοῦ δίσκου Β μετὰ τῆς μηχανῆς, ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ δίσκου Α μετὰ τῆς γῆς καὶ λαμβάνοντες μεταλλικὸν τόξον ΚΛ (σχ. 187), ὅπερ ἐν τῷ μέσῳ μὲν φέρει ἄρθρωσιν Δ, ἐκατέρωθεν δὲ δύο ὑαλίνας λαβὰς Μ καὶ Ν, ἣτοι τὸν καλούμενον ἐκκενωτήν, κρατοῦμεν αὐτὸν διὰ τῶν ὑαλίνων λαβῶν καὶ ἐγγιζόμεν διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ἐνὸς μὲν σκέλους Κ τὸν δίσκον Β (σχ. 186), πλησιάζομεν δὲ τὸ ἄκρον τοῦ ἑτέρου σκέλους Λ εἰς τὸν δίσκον Α, ὅποτε παράγεται ἰσχυρὸς σπινθήρ μετὰ φόφου προερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων συνηγμένων ἑτερόνυμων ἤλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα φιάλης, ὅποτε καλεῖται λουγδουρικὴ λάγνηος. Σὺγκείται δ' ἐκ κοινῆς ὑαλίνης φιάλης (σχ. 188) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασσιτέρου Β. Διὰ τοῦ



Σχ. 187.

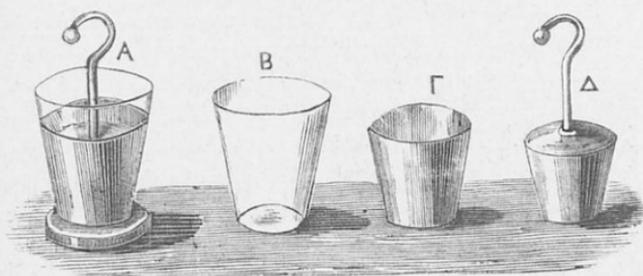
πώματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀρειχάλκινον στέλεχος, οὗτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μεταλλίων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὄν ἐπικαμπές ἀπολήγει εἰς



Σχ. 188.

μεταλλινὸν σφαιρίδιον A. Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ μέταλλα φύλλα καλοῦνται ἐσωτερικὸς ὄπλισμός, τὰ δ' ἐξωτερικὰ ἐξωτερικὸς ὄπλισμός. Πληροῦμεν δ' ἠλεκτρικῆς τὴν λουγδουρικὴν λαγήνον λαμβάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας δι' ἑνὸς τῶν δύο ὄπλισμῶν εἴτε τοῦ ἐσωτερικοῦ εἴτε τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ πλησιάζοντες ἢ ἐγγίζοντες τὸν ἕτερον ὄπλισμὸν εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς. Συνήθως ὅμως λαμβάνομεν αὐτὴν διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ καὶ ἐγγίζομεν ἢ πλησιάζομεν τὸ σφαιρίδιον A τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σύναμα τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ' ἱκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μηχανῆς ἐκκρεμές ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλους στάσιμον, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ λαγήνος ἐπληρώθη ἠλεκτρικῆς μέχρις ὀρίου. Ἐκκενοῦμεν δὲ τὴν λαγήνον ἢ βραδέως ἢ ἀκαριαίως. Βραδέως μὲν, ἐὰν στηριξώμεν αὐτὴν ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ πλησιάζομεν διαδοχικῶς τὸν δάκτυλον ἡμῶν πρῶτον μὲν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμὸν, εἶτα δ' εἰς τὸν ἐξωτερικὸν καὶ πάλιν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν καὶ οὕτω καθεξῆς, ὁπότε ἀποσπῶμεν μεγάλην σειρὰν μικρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων προερχομένων ἐκ τῆς περισσεΐας τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν πάντοτε φέρει ὁ ὄπλισμός ὁ μὴ συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἀκαριαίως δέ, μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτήν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὄπλισμούς, ὁπότε παράγεται εἰς ἰσχυρότατος καὶ λίαν φορητικὸς σπινθήρ. Ἀλλὰ καὶ δεύτερος πολλῶ ὅμως ἀσθενέστερος σπινθήρ δύναται μετ' ὀλίγον νὰ παραχθῆ καὶ τρίτος μάλιστα, ἐὰν τεθῶσι καὶ αὐτῆς εἰς συγκοινωνίαν οἱ δύο ὄπλισμοὶ διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι αἱ ἠλεκτρικαὶ τῆς λαγήνου δὲν παραμένουσιν ἐπὶ τῶν ὄπλισμῶν, ἀλλ' εἰσδύουσιν ἐντὸς τῆς ὑάλου τῆς λαγήνου ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ λαγήνου, ἥς δυνάμεθα εὐχερῶς ν' ἀποχωρίσωμεν τὰ διάφορα μέρη, διότι ἀποτελεῖται

ἐξ ὑαλίνου κωνικοῦ δοχείου Β (σχ. 189), ὅπερ ἐφαρμόζει καλῶς



Σχ. 189.

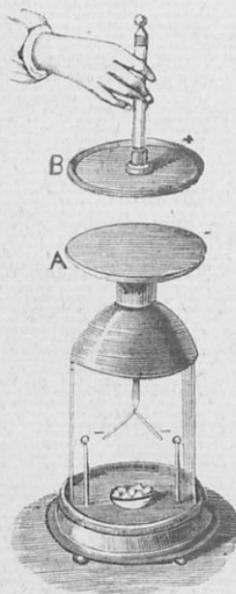
ἐντὸς ὁμοίου ὀρειχαλκίνου δοχείου Γ καὶ δύναται νὰ δεχθῆ κοῖλον ὀρειχαλκινόν σκεῦος Δ φέρον ἐπικαμπές στέλεχος καὶ ἀποτελοῦν τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμόν τῆς λαγῆνου Α. Ἐφ' οὗ συνθέσαντες τὴν λαγῆνον πληρώσωμεν αὐτὴν ἠλεκτρικῆς καὶ ἐπιθέσαντες ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος, οἷον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος τοῦ ἠλεκτροφόρου τοῦ Βόλτα διαλύσωμεν αὐτὴν εἰς τὰ μέρη αὐτῆς, ἅτινα ἀποθέτομεν ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἐπομένως τὰ φέρωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μέσου τοῦ τοῦ σώματος ἡμῶν καὶ τῆς τραπέζης, οὐδὲν ἔχνος ἠλεκτρικῆς ἀνευρίσκομεν ἐπὶ τῶν ἀποσπασθέντων ὄπλισμῶν. Ἐὰν ὅμως ἐκ νέου συναρμόσωμεν τὴν λαγῆνον καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμόν μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ, ἀποσπῶμεν ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα.

246. **Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι.** Ἡ ποσότης τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις δύναται νὰ συσσωρευθῆ ἐν τῇ λουγδουρικῇ λαγῆνῃ, εἶνε τοσοῦτον μείζων, ὅσῳ ἡ ἐπιφάνεια τῶν ὄπλισμῶν εἶνε μείζων. Ὅθεν ἐντὸς λουγδουρικῆς λαγῆνου μεγάλων διαστάσεων δυνάμεθα νὰ ἐπισωρεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρικῆς. Ἐντὸς ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λαγῆνον μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ὅλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὄπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ ὅλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἡ τοιαύτη σύνθεσις πολλῶν λουγδουρικῶν λαγῆνων καλεῖται ἠλεκτρικὴ συστοιχία, ἣτις δύναται νὰ παράσχη μέγιστον ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα.

247. Περάματα διὰ τῆς λουγδουნიκῆς λαγῆνου. Ἐὰν πληρώσωμεν ἠλεκτρικῆς λουγδουνικῆν λάγηνον καὶ ἐκκενώσωμεν αὐτὴν διὰ μεταλλίνου κύπελλου περιέχοντος αἰθέρα ἢ οἰνόπνευμα, ὁ παραγόμενος ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ ἀναφλέγει τὰ εὐφλεκτα ταῦτα υγρά. Ἐὰν δὲ τούναντίον διαβιβάσωμεν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα λουγδουνικῆς λαγῆνου ἢ ἠλεκτρικῆς συστοιχίας διὰ λεπτοτάτου μεταλλίνου σύρματος ἢ φύλλου, οἷον φύλλου ἐκ χρυσοῦ, τότε ταῦτα θερμαίνονται μέχρι πυρακτώσεως, τήκονται καὶ πολλάκις ἐξαεροῦνται. Ἐὰν διὰ τῆς πυρίτιδος ἢ δι' ἄλλων εὐφλέκτων μιγμάτων διαβιβασθῇ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ, τὰ μίγματα ταῦτα ἀναφλέγονται. Τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος πολλάκις γίνεται χρῆσις πρὸς ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν ἐν ταῖς ὑπονόμοις καὶ ταῖς ὑποβρυχίαις τορπίλαις.

Ἐὰν πολλοὶ ἄνθρωποι συνάψαντες τὰς χεῖρας σχηματίσωσι μεγάλην ἄλυσιν καὶ ὁ μὲν πρῶτος κρατῇ ἐν τῇ χειρὶ λουγδουνικῆν λάγηνον διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν ὀπλισμῶν αὐτῆς πεπληρωμένης ἠλεκτρικῆς, ὁ δὲ τελευταῖος πλησιάσῃ τὴν χεῖρα εἰς τὸ σφαιρίδιον, εἰς ὃ ἀπολήγει ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς, ἢ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις γίνεται διὰ τοῦ σώματος ὅλων τῶν ἀνθρώπων τούτων ἐπιφέρουσα τιναγμούς εἰς τὰς ἀρθρώσεις τῶν χειρῶν αὐτῶν, αἵτινες ἀποβαίνουνσιν ὀδυνηραί, ἐὰν γίνῃ χρῆσις ἠλεκτρικῆς συστοιχίας. Ἐὰν ἠλεκτρικὴ συστοιχία ἐκκενωθῇ διὰ τοῦ σώματος ἐνὸς μόνου ἀνθρώπου ἢ ζώου, ἐπέργεται ἢ παροδικὴ ἀνασθησις ἢ παράλυσις ἢ καὶ αὐτὸς ὁ θάνατος. Ἐὰν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα λαγῆνου διαβιβάσωμεν δι' ὑαλίνης πλακῆς τεθείσης μεταξὺ δύο μεταλλίνων ἀκίδων, ἢ ὕαλος διατρύπεται ὑπὸ τοῦ σπινθῆρος.

248. Συμπυκνωτικὸν ἠλεκτροσκόπιον. Τὸ ὄργανον τοῦτο,



Σχ. 190.

ὅπερ χρησιμεύει πρὸς εὐρεσιν καὶ αἰσθητοποιήσιν ἀσθενεστατων πηγῶν ἠλεκτρισμοῦ, οἷα εἶνε ἢ ἐκ χημικῆς ὀρασεως, περὶ ἧς πραγματευόμεθα ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων, σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπέδων ὀρειχαλκίνων δίσκων A καὶ B (σχ. 190) ἐπιχειρισμένων διὰ λακκείου κόμματος, ὥστε ἐπιτιθέμενοι νὰ χωρίζωνται ἀπ' ἀλλήλων δι' ἀπομονωτικῆς οὐσίας. Καὶ ὁ μὲν κατώτερος δίσκος A κοχλιοῦται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ὀρειχαλκί-νου στελέχους τοῦ φέροντος τὰ φύλλα χρυσοῦ κοινῶ ἠλεκτροσκοπίου (σχ. 176 § 236), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος B φέρει ὑαλίνην λαβὴν, δι' ἧς αἶρεται διὰ τῆς χειρὸς χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ ἠλεκτρικῶς μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον A μετὰ ἀσθενεστάτης ἠλεκτρικῆς πηγῆς, οἷον μετ' ἐλά-σματος ψευδαργύρου, ὅπερ κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ

ἡμῶν καὶ τὸ ὅποιον ἠλεκτρίζεται ἕνεκα τῆς χημικῆς δράσεως τοῦ ἰδρωτὸς τῆς χειρὸς ἡμῶν καὶ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, τὸν δ' ἀνώτερον Β μετὰ τοῦ ἰδάφους, ἐπισωρεύονται βυθιζομένην ἐπὶ τῶν δύο δίσκων αἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν τὴν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνίαν τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἡ ἠλεκτρικὴ ἢ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου Α διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο δίστανται. Ἀνευρίσκομεν δὲ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν συνέλεξεν ὁ δίσκος Α, πλησιάζοντες σῶμα ἠλεκτρισμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἠλεκτρικῆς. Οὕτω δὲ ἀνευρίσκομεν ὅτι ὁ ψευδάργυρος, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ ἡμῶν, ἠλεκτρίζεται ἕνεκα τῆς χημικῆς δράσεως ἀρνητικῶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ.

249. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε πεφορτισμένη ἠλεκτρικῆς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὴν ἠλεκτρικὴν, ἣν διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσομεν ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν. Πρῶτος δὲ διεύρω τοῦτο ὁ Φραγκλίνος ἐν Φιλαδελφείᾳ τῆς Β. Ἀμερικῆς περὶ τὰ μέσα τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἀνυψώσας ἐν ὄρα 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 καταστάνας μᾶλλον ἀγωγοῦ, ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός καθῆλθε δι' αὐτοῦ καὶ ἐκ τοῦ κατωτέρου ἄκρου, ἐξ οὗ ὁ Φραγκλίνος εἶχε προσδέσει μεταλλίνην κλεῖδα, ἠδυνήθη ν' ἀποσπάσῃ σπινθήρας ἰσχυροῦς ὁμοίους πρὸς τοὺς δι' ἠλεκτρικῆς μηχανῆς παραγομένους καὶ προξενούντας τὰ αὐτὰ ἀκριβῶς ἀποτελέσματα, ἅτινα περιεγραψάμεν ἥδη.

Δυναμέθρα δὲ ν' ἀνεύρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε ἠλεκτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρικῆς φέρει διὰ κοινοῦ ἠλεκτροσκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὅποιον ὅμως ἡ σφίρα Δ συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσεως μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀνωστηλουμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολήγοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφίρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον ἠλεκτρικὴν, ἣτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ,

άτινα δίστανται τοσούτω περισσότερο, ὅσῳ ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε μᾶλλον πεφορτισμένη ἤλεκτρικῆς. Πλησιάζοντες δὲ εἰς τὸ ἤλεκτροσκόπιον σῶμα φέρον γνωστὸν εἶδος ἤλεκτρικῆς διαγιγνώσκουεν καὶ τὸ εἶδος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἤλεκτρικῆς. Διὰ τοιούτων καὶ ἄλλων εὐπαθεστέρων ἤλεκτροσκοπίων ἐγνώσθη ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα φέρει πάντοτε ἤλεκτρικὴν καὶ συνήθως θετικὴν.

250. **Αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἤλεκτρισμοῦ.** Παραδέχονται ὡς αἰτίαι παραγούσας τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἤλεκτρισμὸν α') τὴν τριβὴν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. "Ὅταν βεβαίως πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς ἰσχυρῶς προστριβὼν τὸ ἐδαφος, ὁ ἀήρ ἰσχυρῶς θὰ ἤλεκτριζῆται· β') τὴν ἐξάτμισιν τοῦ θαλασσίου ὕδατος, καθ' ἣν οἱ ἀναοιδόμενοι ἀτμοὶ ἀνέρχονται πεφορτισμένοι ἤλεκτρικῆς, καὶ γ') τὴν βιαίαν συμπύκνωσιν ὑδρατμῶν. Διὰ τοῦτο πολλάκις τὸ αὐτὸ νέφος δύναται νὰ παραγάγῃ πολλοὺς κεραυνοὺς ἕνεκα τῆς ἐπανειλημμένης συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν, ἧτις ἐπιφέρει βροχὴν ἢ χάλαζαν. Ἄλλὰ πλὴν τούτων πιθανῶς καὶ ἄλλα αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἤλεκτρισμοῦ ὑπάρχουσιν, ἄγνωστα ὅμως μέχρι τοῦδε.

251. **Ἄστραπή. Βροντή.** Ἡ ἤλεκτρικὴ, ἣν φέρει νέφος τι, δύναται νὰ ἐπιδράσῃ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ ἄλλου νέφους καὶ νὰ ἤλεκτρίσῃ αὐτὸ ἑτερονύμως. Ἐὰν δὲ τὰ δύο ταῦτα νέφη πλησιάζουσιν ἄλληλα, αἱ ἤλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσαι πρὸς ἀλλήλας ἐνοῦνται μετ' ἰσχυρᾶς λάμψεως, ἧτις εἶνε ἡ ἀστραπή, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλουμένην βροντὴν. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀστραπή παράγῃται εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἔχει χρῶμα λευκόν, εἰς δὲ τὰ ἀνώτερα ἰώδες, διότι ὁ ἀήρ ἐκεῖ εἶνε ἀραιότερος· τοιοῦτόν τι δὲ παρατηροῦμεν διακινεῖσθαι ἤλεκτρικοὺς σπινθῆρας δι' ὑαλίνων σωλήνων πανταχόθεν κεκλεισμένων καὶ περιεχόντων ἀέρα ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Ἡ ἀστραπή ἔχουσα πολλάκις μῆκος πολλῶν χιλιομέτρων βαίνει κατὰ γραμμὴν πολὺθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάβασιν μεγάλης ποσότητος ἤλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἤλεκτρικὸς σπινθῆρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περὶ αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Σημειωτέον δὲ ὅτι ἐν χώρῳ κενῷ ὁ ἤλεκτρικὸς σπινθῆρ βαίνει εὐθυγράμμως. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν νεφῶν φωτίζουσιν αἴφνης μεγάλην ἔκτασιν τοῦ ὄριζοντος. Ἐνίοτε ἀναφκίνονται εἰς τὸν ὄριζοντα ἀνέφελον ὄντα κατὰ τὰς θερινὰς νύκτας ἀστραπαὶ μὴ συνοδευόμεναι ὑπὸ βροντῆς. Αὗται

πιθανῶς παράγονται ὑπὸ νεφῶν κειμένων εἰς οὕτω μεγάλην ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἀπόστασιν, ὥστε ἡ βροντὴ νὰ μὴ γίνηται ἀκουστή. Ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶνε ἐλαχίστη· καὶ ὄντως, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἥτις ταχύτατα ἐλαύνουσα ἐν τῷ σκότει φωτίζεται αἰφνης ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ τροχὸς οὗτος φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητος, διότι διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰς ἀκτίνας αὐτοῦ, ὡς ὅταν εἶνε ἀκίνητος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ ἀστραπὴ φωτίζει τὸν τροχὸν ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον καὶ εἰς θέσιν, ἣν πρὸς στιγμὴν κατέχει οὗτος καὶ εἰς ἣν μόνον βλέπομεν αὐτόν, ἐν ᾧ, ὅταν ὁ τροχὸς φωτίζηται ὑπὸ διαρκοῦς οἰουδήποτε φωτός, φαίνεται ἡμῖν ὡς συνεχῆς τις δίσκος, ἐφ' οὗ δὲν δυναμέθα νὰ διακρίνωμεν τὰς ἀκτίνας.

Ὡς ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὃν ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενοῦς ψόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστραπὴ συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, ἧς αἰτία εἶνε ἡ βιαία δόνησις, εἰς ἣν τίθεται ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ κατὰ τὴν ἐκρηξίν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος. Καὶ ἂν μὲν εὐρισκώμεθα πολὺ πλησίον τοῦ τόπου, ἔνθα ἐκρηγνυται ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὁ κρότος εἶνε ξηρὸς καὶ σχεδὸν ἀκαριαῖος, ἀλλ' εἰς μείζονα ἀπόστασιν ἡ βροντὴ ἔχει μείζονα διάρκειαν καὶ ἀποτελεῖται ἐκ κρότων γινομένων ἐναλλάξ ἀσθενεστέρων καὶ ἰσχυροτέρων. Δὲν ἀκούομεν δὲ τὴν βροντὴν, καθ' ἣν στιγμὴν βλέπομεν τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς, διότι τὸ μὲν φῶς διανύον 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ ἀπὸ τοῦ κεραυνοβόλου νέφος μέχρις ἡμῶν διάστημα ἐν χρόνῳ ἀνεπαίσθητῳ, ἐν ᾧ ὁ ἦχος διανύων μόνον 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ αὐτὸ διάστημα εἰς χρόνον λίαν αἰσθητόν. Οὕτως, ἐὰν τὸ κεραυνοβόλον νέφος ἀπέχη ἀφ' ἡμῶν δεκακισχίλια μέτρα, τὸ μὲν φῶς φθάνει εἰς ἡμᾶς εἰς $\frac{1}{30000}$ τοῦ δευτερολέπτου, ἐν ᾧ ὁ ἦχος εἰς 30 δευτερόλεπτα περίπου. Ἡ μακρὰ δὲ διάρκεια τῆς βροντῆς ἀποδίδεται εἰς τὸ μέγεθος τῆς ἀστραπῆς καὶ εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἤχου ἐπὶ τῶν νεφῶν. τῶν ὀρέων καὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν κρότον τοῦ πυροβόλου ἐν ὀρεινῇ χώρᾳ.

252. **Κεραυνός.** Ὅταν διέρχεται ἀνωθεν ἡμῶν νέφος ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον, ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον βρευστόν τοῦ ἐδάφους καὶ πάντων τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωματίων, ἅτινα πληροῦνται οὕτως ἀντιθέτου ἠλεκτρικῆς. Ὅταν δὲ ἡ πρὸς ἑνώσιν τάσις τῶν ἀντιθέτων τούτων ἠλεκτρικῶν καταστῆ ἀρκούντως ἰσχυρὰ ἐλαττουμένης τῆς μεταξὺ νέφους καὶ ἐδάφους ἀποστάσεως, ἐκ-

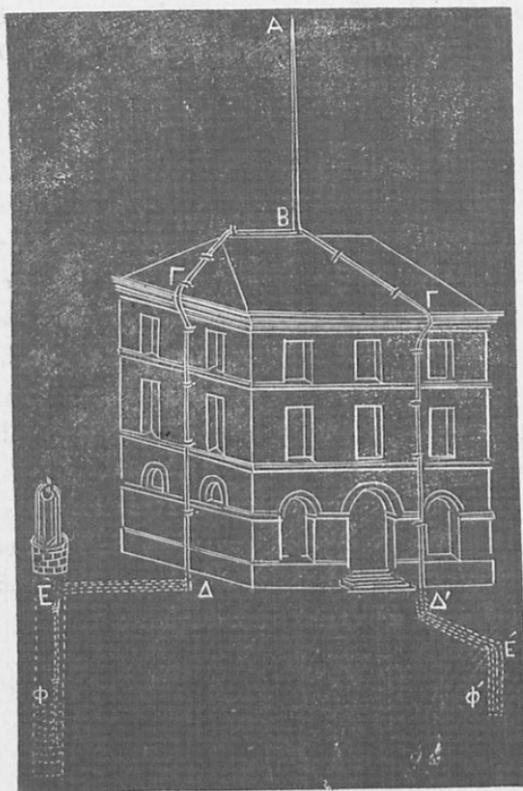
ρήγνυται ηλεκτρικός σπινθήρ μεταξύ τοῦ νέφους καὶ τοῦ ἐδάφους, καὶ τότε λέγομεν ὅτι πίπτει κεραυνός, ὅστις πίπτει πάντοτε ἐπὶ τῶν πλησιεστέρων τῶ κεραυνοβόλῳ νέφει σημεῖων καὶ διὰ τοῦτο προσβάλλει ἰδίως τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα καὶ μάλιστα τὰ ὑψηλὰ δένδρα.

Ἔνεκα τούτου ἐν ὥρᾳ καταιγίδος εἶνε ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ ὑψηλὰ δένδρα καὶ ὅτ' ὅταν ταῦτα, ὡς ἡ ὄρυς, ἔχωσι μείζονα ηλεκτραγωγὸν δυνάμιν, ἢ τὰ ῥητινώδη, ὡς ἡ πίτυς. Ὁ κεραυνός καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μὴ ἀγωγὰ, τήκει καὶ ἐξατμίζει μέταλλα, ἀναφλέγει εὐφλέκτους ὕλας καὶ πολλάκις φονεύει ἀνθρώπους καὶ ζῶα, ἐνίοτε δὲ πίπτων ἐπὶ πλοίου ἀναστρέφει τοὺς πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης τῆς πυξίδος, ἄλλοτε δὲ εἰσχωρῶν εἰς ἀμυῶδες ἔδαφος τήκει πολλάκις τὴν ἄμμον καὶ παράγει κοίλους σωλήνας ἔχοντας τοιχώματα ὑαλώδη, ὅτινες ἐκλήθησαν κεραυνοὶ σωλήνες ἢ κεραυνῆται. Ὁ κεραυνός διασχίζων τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μετατρέπει μέρος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ εἰς τὸ καλούμενον ὄξου, εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλεται ἡ ὄσμη, ἣν μετὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ αἰσθανόμεθα. Ἀλλὰ καὶ τὴν ἔνωσιν τοῦ ἀζώτου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐπιφέρει, ὡς εἵπομεν, ὁ κεραυνός καὶ τὴν ἐξ αὐτῶν παραγωγὴν ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου.

253. Πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς. Ὅταν ἄνωθεν τοῦ ἐδάφους διέρχηται ἰσχυρῶς ηλεκτρισμένον νέφος, εἵπομεν ὅτι ἄνθρωποι καὶ ζῶα ἰσχυρῶς ηλεκτρίζονται. Ὅταν δὲ ὁ κεραυνός 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 ἔνεκα τούτου ὑφίστανται βιαίους τιναγμούς ἐπιφέροντας νάρκωσιν καθ' ὅλον τὸ σῶμα καὶ ἐνίοτε καὶ τὸν θάνατον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς.

254. Ἀλεξικέραυνον. Τὸ ἀλεξικέραυνον εἶνε συσκευή, ἥτις ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου τῶ 1771 χρησιμεύει, ὅπως προφυλάσῃ ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ τὰ οἰκοδομήματα, τοὺς ναοὺς, τὰ πλοῖα, τὰ ἀποθήκας τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κτλ. Σύγκειται δὲ κυρίως ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ κοντοῦ ΑΒ (σχ. 191) καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ΒΔΦ. Καὶ ὁ μέγιστος κοντός εἶνε βλάβδος εὐθεία ἐκ σιδήρου λεπτυνομένη ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφὴν καὶ ἔχει ὕψος τὸ πολὺ 6 μέτρων καὶ ἀναστηλοῦσα κατακορύφως ἄνωθεν τοῦ προφυλακτέου οἰκοδομήματος ἐπὶ τοῦ κολοφῶνος τῆς στέγης. Εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ κοντοῦ κοχλιούται κωνική ἀκίς ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρύσου, εἰς δὲ τὸ κατώτερον Β προσκολλᾶται καλῶς διὰ κασιτέρου ὁ ἀγωγὸς τοῦ ἀλεξικεραυνοῦ.

ὅστις κατασκευάζεται ἢ ἐκ σιδηρῶν βάρθων ἐπιψευδαργυρωμένων ἢ κάλλιον ἐκ πολλῶν λεπτῶν συρμάτων καθαρῷ χαλκῷ ὡς ἔχοντος μείζονα ἤλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καλῶς συναπτόμενος



Σχ. 191.

μεθ' ὅλων τῶν μεγάλων μεταλλίνων ὄγκων τοῦ κτιρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρὰ πατώματα, τὰ μετάλλινα στεγάσματα, αἱ ὑδρορροαί, οἱ κώδωνες τῶν ναῶν, καὶ ὑποβασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἤλων 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 ἐκροὴν τῆς ἤλεκτρικῆς.

255. **Θεωρία τοῦ ἀλεξικεραύνου.** Ἐὰν ἄνωθεν οἰκοδομήματος φέροντος ἀλεξικεραυνοῦ διέλθῃ νέφος πεπληρωμένον θετικῆς π.χ. ἤλεκτρικῆς, τότε τὸ οὐδέτερον βευστὸν τοῦ οἰκοδομήματος ἀποσυντί-

θεται ἐξ ἐπιδράσεως, καὶ ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἀπωθεῖται εἰς τὰ ἀπώτατα σημεῖα ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἡ δ' ἑτερόνυμος ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς ἀκίδος τοῦ ἀλεξικεραύνου καὶ ἐξ αὐτῆς ἐκρέει πρὸς τὸ ἠλεκτριζόμενον νέφος τείνουσα νὰ ἐξουδετερώσῃ τὴν ἠλεκτρικὴν αὐτοῦ. Ἄλλ' ὅταν τὸ νέφος φέρῃ μεγάλην ποσότητα ἠλεκτρικῆς, αὕτη ἐκκενοῦται πρὸς τὴν ἀκίδα τοῦ ἀλεξικεραύνου ὡς κειμένην εἰς ὑψηλότερον σημεῖον καὶ καλῶς συγκοινωνοῦσαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τοῦ ἀγωγοῦ. Τότε ἡ ἠλεκτρικὴ τοῦ νέφους καταρρέει διὰ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ διὰ τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος διαχέεται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους. Κατὰ τὴν πτώσιν δὲ κεραυνοῦ ἐπὶ τῆς ἀκίδος ἀλεξικεραύνου, αὕτη, καίπερ ἐκ δυστηκτοτάτου μετάλλου κατεσκευασμένη, πολλάκις τήκεται. Ἐκ παρατηρήσεων ὁ ἐγνώσθη ὅτι τὸ ἀλεξικέραυνον προφυλάσσει ἀποτελεσματικῶς ἀπὸ τῆς κεραυνώσεως ἐπιφάνειαν κυκλικήν, ἧς κέντρον μὲν εἶνε ἡ βᾶσις τοῦ κοντοῦ, ἀκτίς δὲ ἴση πρὸς τὸ διπλάσιον περίπου τοῦ ὕψους αὐτοῦ. Ἴνα δὲ καταστῇ τελεσφόρον τὸ ἀλεξικέραυνον καὶ μὴ ἀποβῆ πρόξενον βλάβης καὶ καταστροφῆς, πρέπει α') ἡ ἀκίς νὰ εἶνε ὀξεῖα· β') ὁ ἀγωγὸς νὰ εἶνε συνεχῆς, ἥτοι νὰ μὴ παρουσιάζῃ 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, καθυγραμένο.



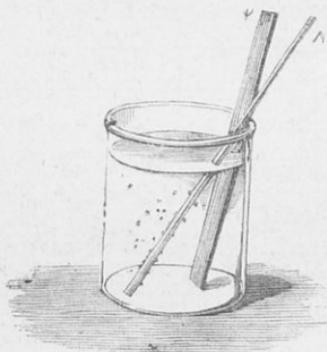
ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

256. **Ἡλεκτρισμὸς ἐκ χημικῆς δράσεως.** Ἐὰν ἐντὸς ποτηρίου περιέχοντος θεικὸν ὀξύ προαρκιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν ἔλασμα χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρου Ψ' (σχ. 192), τὸ μὲν ἔλασμα ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὀξύ, ὅπερ ἐπι-
ῶρε χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, θετι-
κῶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραμα-
τικῶς, ἐὰν συνάψαντες τὸ ἔλασμα τοῦ
ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρης πλα-
κῆς A (σχ. 190 § 248) τοῦ συμπυ-
κνωτικοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταυ-
τοχρόνως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ
ἐδάφους καὶ τὸ ὑγρὸν διὰ σύρματος ἐκ
λευκοχρύσου A ἢ χαλκοῦ, ὡς καὶ τὴν
ἄνωτέραν πλάκα B. Ἐὰν μετὰ τινα
χρόνον τοῦτο μὲν διακόψωμεν τὴν συγ-
κοινωνίαν τοῦ ἐλάσματος Ψ' μετὰ
τῆς πλακῆς A, τοῦτο δὲ ἄρωμεν τὴν
πλάκα B, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ δίστανται καὶ
πλησιάζοντες εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σῶμα ἠλεκτρισμένον π.χ. ἀρ-
νητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου δίστανται
ἔτι μᾶλλον, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα φέρουσιν ὁμώνυμον
ἠλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἧτοι ἀρνητικὴν. Ἴνα δ' ἀπο-
δείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ θεικὸν ὀξύ φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν,
θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου A τοῦ ἠλε-



Σχ. 192.

κτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδατέρᾳ καταστάσει διατελοῦντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἰπεῖν τὴν ἠλεκτρικὴν τοῦ ὑγροῦ. Ἐν τῷ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειρίζομεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκόχρυσον, διότι οὗτος μὲν οὐδὲν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβάλλεται, ἐκείνος δὲ ἀσθενέστερον τοῦ ψευδαργύρου. Εἶτα θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸ ἐκ ψευδαργύρου ἔλασμα Ψ' καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα μετὰ τοῦ ἑδάφους καὶ διακόπτοντες μετ' ὀλίγον τὴν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου συγκοινωνίαν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἶροντες τὴν ἀνωτέραν πλάκα ἀνευρίσκομεν καθ' ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ τρόπον ὅτι τὸ ἠλεκτροσκοπίον φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν. Πειρώμενοι δ' ὁμοίως καὶ δι' ἄλλων μεταλλῶν καὶ ἀραιῶν ὀξέων ἢ διαλυμάτων ἄλλων ἐν ὕδατι προσβαλλόντων χημικῶς τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνευρίσκομεν τὸν ἐξῆς τοῦ Becquerel νόμον : κατὰ τὴν χημικὴν δράσιν μετάλλου ἐπὶ ὀξέος ἢ διαλύματος ἄλατος τὸ μὲν μέταλλον ἠλεκτροῖζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὑγρὸν θετικῶς. Ἐάν νῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ' καὶ λευκόχρυσον Λ, ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνοῦμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη ἠλεκτρογενετική, ἣτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν παράγει νέας ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, αἵτινες ἐνοῦνται διὰ τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο ἔλασματων. Ἡ συνεχὴς δ' αὕτη ἐνωσις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν εἶνε τὸ καλούμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ δὲ σύστημα τὸ ἀποτελούμενον ἐκ δύο ἐτερογενῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἅτινα ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς ὑγροῦ ἐπιδρῶντος χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἐτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἢ οὐδὲν ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται ἠλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.

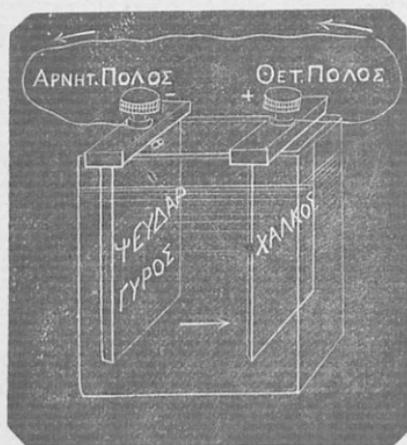
257. Χημικὴ θεωρία τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.
 Ὅταν ἐμβαπτίζωμεν εἰς ἀραιὸν θετικὸν ὀξύ ἔλασμα χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρου, ὁ ψευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐάν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π.χ. λευκοχρύσου, καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἔλασματα πρὸς ἀλλήλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα ἡ χημικὴ ἐνέργεια ἀρχεται, ὁ ψευδάργυρος διαλύεται μεταβαλλόμενος εἰς θετικὸν ψευδάργυρον, ὑδρογόνον δ' ἐκλύεται ὑπὸ μορφήν φυσαλίδων ἐκ τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἔλασματος. Κατὰ τὴν χημικὴν θεωρίαν ἡ χημικὴ αὕτη δράσις τοῦ ὀξέος ἐπὶ

τοῦ ψευδαργύρου γίνεται πρόξενος ἀποσυνθέσεως οὐδετέρου ἠλεκτρικοῦ ρεύσου καὶ ἐπισωρεύσεως ἀρνητικῆς μὲν ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, ἴσης δὲ ποσότητος θετικῆς ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ λευκοχρύσου. Ἀμφότεραι δ' αὐταὶ αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐνούμεναι παράγουσιν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρκοῦν ἐπὶ τοσοῦτον μόνον, ἐφ' ὅσον ὑπάρχει θεικὸν ὄξύ ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ ἐκλείπον, ὅταν ὅλον τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν ὄξύ μεταβληθῆ εἰς θεικὸν ψευδαργυρον.

258. **Ἐφυδραργύρωσις τοῦ ψευδαργύρου.** Ἀντὶ χημικῶς καθαροῦ ψευδαργύρου, ὅστις εἶνε πολυδάπανος, δυναμέθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ἀγοραῖον ψευδαργυρον, ἤτοι μὴ καθαρὸν ψευδαργυρον τοῦ ἐμπορίου· ἐν τοιαύτῃ ὅμως περιπτώσει ὀφείλομεν νὰ ἐπικαλύψωμεν καλῶς αὐτὸν δι' ἀμαλγάματος ψευδαργύρου (κράματος ὑδραργύρου καὶ ψευδαργύρου), ἤτοι νὰ ἐφυδραργυρώσωμεν αὐτόν. Πρὸς τοῦτο ἐν πινακίῳ ρίπτομεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ ἐπ' αὐτοῦ ἐπιχύνομεν ἢ ὑδροχλωρικὸν ὄξύ ἢ ἀραιὸν θεικὸν ὄξύ καὶ διὰ ψήκτρας προστρίβομεν τὸν ψευδαργυρον ἐπιρρίπτοντες ἐπ' αὐτοῦ τὸν ὑδράργυρον μετὰ τοῦ ὀξέος καὶ εἶτα ἐκπλύνομεν αὐτόν δι' ἀφθόνου ὕδατος. Τὸ μὲν ὄξύ χρησιμεύει, ὅπως καθάριση τὸν ψευδαργυρον, ὁ δὲ ὑδράργυρος, ὅπως παρκαγγῆ ἐπὶ τῆς καθαρισθείσης νῦν ἐπιφανείας τοῦ ψευδαργύρου ἐνούμενος μετ' αὐτοῦ ἀμαλγάμα, ὅπερ ἐν τῷ ἠλεκτρικῷ στοιχείῳ ἔχει τὰς αὐτὰς ιδιότητας, ἅς καὶ ὁ χημικῶς καθαρὸς ψευδαργυρος.

259. **Ποικίλα ἠλεκτροχημικὰ ζεύγη.** Ἐκτὸς τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος ἠλεκτροχημικοῦ ζεύγους τοῦ ἀποτελουμένου ἐκ ψευδαργύρου, λευκοχρύσου καὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος ὑπάρχουσι καὶ πλεῖστα ἄλλα τοιαῦτα ζεύγη. Οὕτω τὸν λευκόχρυσον δυναμέθα ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἀργύρου, χαλκοῦ ἢ καὶ ἀνθρακος λίαν συμπαγούς, ὁποῖος εἶνε ὁ ἐξαγόμενος ἐκ τῶν πηλίνων χοκινῶν, ἐν αἷς διὰ γαιάνθρακος παρκασκευάζεται τὸ ρωταέριον. Ὡσαύτως ἀντὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος δυναμέθα νὰ μεταχειρισθῶμεν διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος ἢ καὶ κοινοῦ ἁλατος, ἅτινα προσβάλλουσιν ὡς γνωστὸν τὸν ψευδαργυρον. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ τοιαύτη χημικὴ ὀρασις εἶνε ἀσθενεσττέρα τῆς διὰ τοῦ θεικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἢ εἰς τὰ ζεύγη ταῦτα ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις εἶνε ἀσθενεσττέρα καὶ ἐπομένως καὶ τὸ παραγόμενον ρεῦμα ἀσθενεσττερον. Ἐκ τῶν συνηθεσττέρων ἠλεκτροχημικῶν ζευγῶν εἶνε τὸ ἀποτελούμενον ἐκ χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος (σχ. 193) ἢ ἐξ ἀνθρακος, ψευδαργύρου καὶ διαλύματος ἀμμωνιακοῦ ἁλατος. Καὶ τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ τὸ ἀσθενεσττερον ὑπὸ

τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον ἢ τὸ τοῦ ἄνθρακος τὸ οὐδόλως ὑπ' αὐτοῦ προσβαλλόμενον καλεῖται θετικὸς πόλος, τὸ δὲ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου τὸ ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον καλεῖται ἀρνητικὸς πόλος.



Σχ. 193.

Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο τούτους πόλους διὰ μεταλλίνου σύρματος, αἱ δύο ἀντιθετοὶ ἠλεκτρικαὶ ἐνούμεναι πρράγουσι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ἀγνώστου οὕσης τῆς φύσεως αὐτοῦ, κατὰ συνθήκην παραδέχονται ὅτι ἐπὶ τοῦ σύρματος τούτου ὁδεύει ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη. Τὸ μεταλλινὸν σύρμα τὸ συνάπτον ἐξωθεν τοὺς δύο πόλους καλεῖται ῥομφόρος, ὅστις μετὰ τῶν δύο ἐλασμάτων καὶ τοῦ μεταξύ αὐτῶν ὑγροῦ ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον ἠλε-

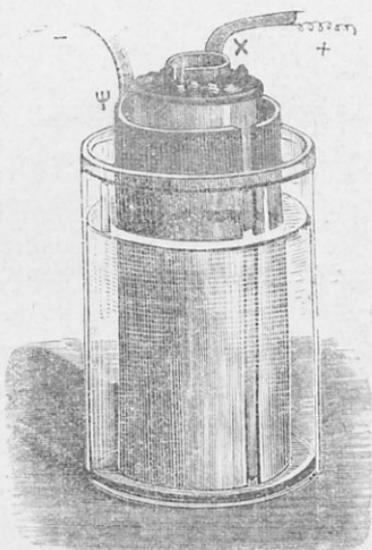
κτρικὸν κύκλωμα. Καὶ ὅταν μὲν ὑπάρχη διακοπὴ τις εἰς οἰομένητε μέρος τοῦ κυκλώματος, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε ἀνοικτόν, ὅταν δὲ τοῦναντίον τὸ κύκλωμα εἶνε συνεχές καὶ δὲν ὑπάρχη διακοπὴ τις μήτε ἐντὸς μήτε ἐκτός, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε κλειστόν, ὅπότε τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ.

260. Ἐξασθένησις τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου. Τὸ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ συνιστάμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν μετάλλων ἐμβεβαπτισμένων ἐντὸς ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δὲν ἔχει μεγάλην διάρκειαν· τουτέστι τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξασθενεῖται, πρὶν τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικόν ὀξύ μεταβληθῆ εἰς θεικόν ψευδαργύρον. Αἰτία δὲ τῆς ἐξασθένεως ταύτης εἶνε ἡ ἐναπόθεσις τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ὅπερ ὑδρογόνον ὡς μὴ ἀγωγόν, τοῦτο μὲν παρέχει ἀντίστασιν εἰς τὴν διόδον τοῦ ρεύματος, τοῦτο δὲ παράγει ρεῦμα φορᾶς ἀντιρρόπου τῷ κυρίῳ ρεύματι καὶ ἐπομένως ἐξουδετεροῖ αὐτὸ ἐν μέρει ἢ καθ' ὅλοκληρίαν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πόλωσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου, πᾶν δὲ μέσον καταστρέφον τὴν πόλωσιν ταύτην, τουτέστι παρεμποδίζον τὴν ἐναπόθεσιν ταύτην τοῦ ὑδρογόνου, καθιστᾷ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου σταθεράν καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ διαρκές.

Τούτο δὲ κατωρθώθη εἰς πολλὰ ἤλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

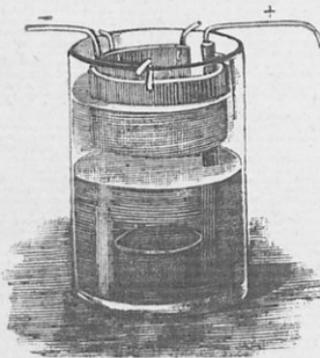
261. **Στοιχεῖον τοῦ Daniell.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 194) σύγκειται ἐξ ἐνὸς ἐξωτερικοῦ ὑαλίνου ἢ πηλίνου δοχείου πεπληρωμένου ὕδατος καθαρῷ ἢ ἐμπεριέχοντος $\frac{1}{40}$ κατ' ὄγκον πυκνὸν θεικὸν ὄξύ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐφυδραργυρωμένου Ψ , ἀνοικτός ἐκατέρωθεν καὶ ἐσχισμένος κατὰ μῆκος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται δοχεῖον ἐξ ἀργίλλου ἡμίοπτον, πορώδες καὶ πεπληρωμένον διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ, ἐν ᾧ βυθίζεται ὁ ἐκ χαλκοῦ κύλινδρος X, εἶτα δὲ πληροῦται κρυστάλλων θεικοῦ χαλκοῦ. Ἐπὶ τῶν κυλίνδρων ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ προσκολλῶνται κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον χαλκαῖ ταινίαι, αἵτινες εἶνε οἱ πόλοι τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου. Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο τοὺς πόλους διὰ μεταλλίνου σύρματος, ἤτοι ἐὰν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, πάραυτα τὸ μὲν θεικὸν ὄξύ προσβάλλον τὸν ψευδάργυρον παράγει θεικὸν ψευδάργυρον, τὸ δὲ ὑδρογόνον τὸ ἐκ τῆς χημικῆς ταύτης δράσεως προελθὸν διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ ἀποσυνθέτον τὸν θεικὸν χαλκὸν παράγει τοῦτο μὲν μεταλλικὸν χαλκόν, ὅστις ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ χαλκίνου ἐλάσματος X, τοῦτο δὲ θεικὸν ὄξύ, ὅπερ ἐξέρχεται διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ διαλύει τὸν ψευδάργυρον. Οὕτω δὲ ὁ μὲν χαλκὸς ἡλεκτρίζεται θετικῶς, ὁ δὲ ψευδάργυρος ἀρνητικῶς καὶ ἡ πόλωσις ματαιοῦται διὰ τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ.



σχ. 194.

Τοῦ στοιχείου τούτου τροποποιηθέντος κατὰ τι ὑπὸ τοῦ Callaud γίνεται νῦν χρήσις ἰδίως ἐν τοῖς τηλεγραφεῖσι. Ἡ τροποποίησις δ' αὕτη ἐγένετο ὡς ἐξῆς. Ἐν ὑαλίνῳ ποτηρίῳ (σχ. 195) τίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μὲν μέρος κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἐξικνούμενος μέχρι σχεδὸν τοῦ μέσου τοῦ ποτηρίου στη-

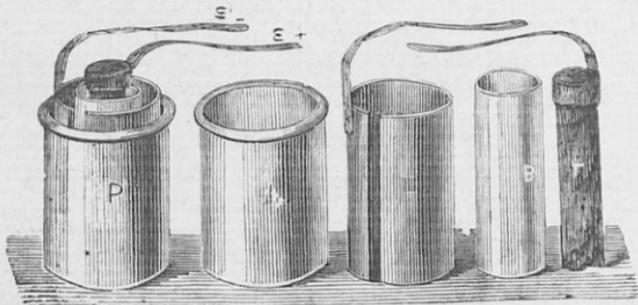
ρίζεται διὰ τριῶν ἀγκίστρων χαλκῶν ἐπ' αὐτοῦ προσκεκολλημένων καὶ ἐπερι-
δομένων ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ποτηρίου. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου τίθεται
ταινία χαλκῆ ἑλικοειδῶς περιστραμμένη, ἐφ' ἧς εἶνε προσκεκολλημένον σύρμα



Σχ. 195.

χαλκινόν περιβεβλημένον διὰ γουτταπέρκης, ὅπερ ἀνερχόμενον κάμπτεται κατ' ὄρθην γωνίαν πρὸς τὰ χεῖλη τοῦ ποτηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου, ἐν ᾧ σύρμα χαλκοῦν ἐπὶ τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου προσκεκολλημένον ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ρίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλου θειικοῦ χαλκοῦ καὶ ἐπιχύνομεν καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου ὀλίγον τι κατωτέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὕδατος.

262. Στοιχεῖον Bunsen. Τὸ τοῦ Bunsen στοιχεῖον πλεονεκτεῖ τοῦ προηγουμένου κατὰ τοῦτο ὅτι, ἐν ᾧ καὶ τοῦτο παράγει ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ συνεχές, ἔχει ἰσχὺν πολλῶ μείζονα ἐκείνου. Σὺγκείται δὲ (σχ. 196) ἐκ πηλίνου ἢ ὑαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς

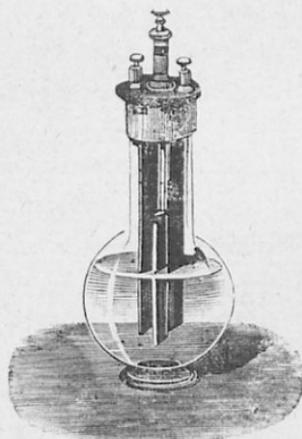


Σχ. 196.

τοῦ ὁποίου τίθεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἰσχυσμένος κατὰ μῆκος, καλῶς ἐφυδραγυρωμένος καὶ φέρων ταινίαν χαλκῆν ε', ἧτις χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸς πόλος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται πορῶδες δοχεῖον B ἐξ ἀργίλλου, ὁμοιον τῷ ἐν τῷ στοιχείῳ Daniell, καὶ ἐν αὐτῷ πρισματικὸν τεμάχιον συμπαγοῦς ἀνθρακος Γ, ὅστις μὴ προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε σύναμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἀνθρακος προσκολλᾶται χαλκῆ ταινία ε, χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος.

Καί μεταξύ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίνου δοχείου καὶ τοῦ πορώδους ἀγγείου, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, χύνομεν θεικὸν ὀξύ προακραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος, εἰς δὲ τὸ πορώδες ἀγγεῖον, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἄνθραξ, ῥίπτομεν νιτρικὸν ὀξύ τοῦ ἔμπορίου. Ὅταν συνάψωμεν τὰς δύο χαλκᾶς ταινίας ε καὶ ε', ἤτοι ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ τούτου στοιχείου, τὸ κεκραμένον θεικὸν ὀξύ ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγεται θεικὸς ψευδάργυρος καὶ ὕδρογόνον. Διὰ τῆς χημικῆς δὲ ταύτης δράσεως ὁ ψευδάργυρος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς, τὸ δὲ ὕδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος. ὅπως πολώση αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ καὶ ἐπομένως τὸ νιτρικὸν ὀξύ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὀξειδια τοῦ ἀζώτου, ἅτινα ἐν τῷ ἀέρι διαχέουσιν ἐρυθροὺς πνιγηροὺς ἀτμοὺς διοξειδίου τοῦ ἀζώτου, ἀποτελοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης, ὡς ἐκ τῆς ἐπιβλαβοῦς ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου. Δυνάμεθα ὅμως ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὀξύ δι' ὕγρου, ὅπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμαρίων ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων διχρωμικοῦ καλίου καὶ 153 γραμμ. πυκνοῦ θεικοῦ ὀξέος, ὅποτε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

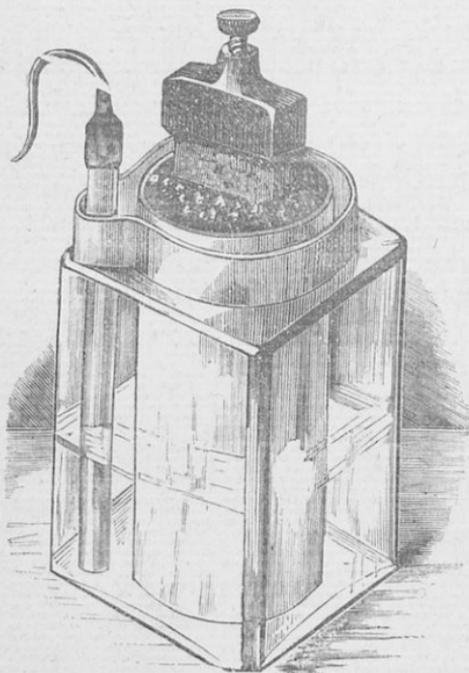
263. Στοιχεῖον τοῦ Claret. Τὸ λίαν εὐχρηστον τοῦτο στοιχεῖον σύγκειται ἐκ φιάλης σφαιροειδοῦς φεροῦσης πῶμα ἢ κάλυμμα ἐξ ἔβονιτου, εἰς ὃ προσκολλῶνται δύο πλάκες ἐξ ἄνθρακος συμπαγοῦς κείμεναι παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διήκουσαι μέχρι τοῦ πυθμένος σχεδὸν τῆς φιάλης (σχ. 197). Οἱ δύο οὗτοι ἄνθρακες συγκοινωνοῦσι μεταλλικῶς μετὰ πιστικοῦ κοχλίου ἐπὶ τοῦ πώματος ἐστρωμένου καὶ χρησιμεύοντος ὡς θετικοῦ πόλου. Μεταξὺ τῶν δύο ἀνθράκων τίθεται ἔλασμα ψευδαργύρου ἐφουδαργυρωμένου, οὕτινος τὸ μὲν πλάτος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ τῶν ἀνθράκων, τὸ δὲ μῆκος τὸ ἡμισυ ἐκεῖνου. Ὁ ψευδάργυρος οὗτος προσκολλᾶται ἐπὶ ὀρειχαλκίνοῦ στελέχους διερχομένου μετ' ἡπίας τριβῆς διὰ πόρου ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πώματος ὑπάργοντος διὰ τοῦ στελέχους δὲ τούτου, ὅπερ συγκοινωνεῖ μετὰ δευτέρου πιστικοῦ κοχλίου χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πόλου καταδύεται ὁ ψευδάργυρος κατὰ βούλησιν εἰς τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ὕγρον ἢ ἐξάγεται καθ' ὀλοκληρίαν



σχ. 197.

ἐξ αὐτοῦ στερεούμενος εἰς τι ὕψος. Ἐν δὲ τῇ φιάλῃ, τίθεται μίγμα ὕδατος, θειικοῦ ὀξέος καὶ διχρωμικοῦ καλίου, οὕτινος τὸν τρόπον τῆς παρασκευῆς ἀνωτέρω (§ 262) περιεγράψαμεν. Ἐν τῷ στοιχείῳ τούτῳ σῶμα καταστρέφον τὴν πόλωσιν εἶνε τὸ διχρωμικὸν κάλιον, ὅπερ ὡς παράγον ἐν τέλει κατὰ τὴν μετὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἀλληλεπίδρασιν ἐκτὸς χρωμικῆς συπτησίας καὶ ὀξυγόνου, παρέχει τοῦτο εἰς τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐκλυόμενον ὕδρογόνον, ἅτινα ἐνούμενα χημικῶς σχηματίζουσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακλωύεται ἢ ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος συσσωρεύσεις τοῦ ὕδρογόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἴπομεν, τὴν ἐξασθέντην τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

264. Στοιχεῖον Leclanché. Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 198), οὕτινος γίνεται συχνωτάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἰδίως κώδωνας,



Σχ. 198.

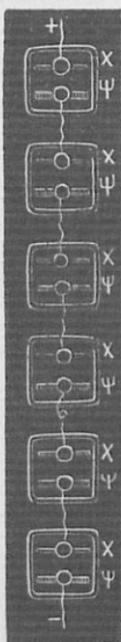
σύγκειται ἐκ τινος ἀγγείου ὑαλίνου ἀποστενωμένου περὶ τὸ στόμιον, ὅπως ἐμποδίζηται ἡ ἐξάτμισις τοῦ ἐντὸς ὑγροῦ. Ἐντὸς τοῦ δοχείου τίθεται βάρδος ἐκ ψευδαργύρου καὶ πορώδεις δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ ἀνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου τοῦ μαγγανίου καὶ συμπαγοῦς ἀνθρακος εἰς μικρὰ τεμαχία καὶ κεκλεισμένον ἀνωθεν διαπισσασφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς ἐξόδον τοῦ ἀέρος. Εἰς τὸ ἐξωτερικὸν ἀγγεῖον, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδαργυρος, 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 ἀνθραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἅλας, ἥτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον, προσβάλλει τὸν ψευδαργυρον, ὅστις οὕτως ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἀνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην δρᾶσιν παράγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος ψευδαργυρος, τοῦτο δὲ ἀμμωνία καὶ ὕδρογόνον, ὅπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου λαμβάνει ὀξυγόνον ἐκ τοῦ καταστρέφοντος τὴν πόλωσιν

διοξειδίου του μαγγανίου και μεταβάλλει αυτό εις όξειδιον του μαγγανίου, εν ώ τὸ υδρογόνον μετατρέπεται εις ύδωρ.

265. **Συνένωσις ἡλεκτρικῶν στοιχείων.** Εἶπομεν ὅτι εἰς τὸ ἡλεκτροχημικὸν ζεύγος (σχ. 193 § 259), τὸ συγκεῖμενον ἐκ χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ θεικοῦ ὀξέος, ἐδρεύει ἡλεκτρεγερτικὴ τις δύναμις κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ θεικοῦ ὀξέος, δι' ἧς ὁ μὲν ψευδάργυρος δέχεται πλεόν τι ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς, τὸ δὲ ὑγρὸν καὶ ὁ χαλκὸς ὁμοῦ ἴσον πλεόν θετικῆς ἡλεκτρικῆς. Ὡς δ' ὅταν συνάπτω μὲν διὰ μεταλλίνης ῥάβδου δύο ἀγωγὰ τῆς θερμότητος σώματα, ὧν τὸ μὲν θερμότερον, τὸ δὲ ψυχρότερον, θερμότης μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ θερμοτέρου πρὸς τὸ ψυχρότερον καὶ τοσοῦτω μείζων ἐν τῇ μοναδί τοῦ χρόνου, ὅσῳ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν δύο σωμάτων εἶνε μείζων, αὐτῶ καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ μεταλλινὸν σύρμα, τὸ συνάπτον τοὺς δύο πόλους τοῦ ἡλεκτροχημικοῦ ζεύγους, ἔχει ἰσχύϊν τοσοῦτω μείζονα, ὅσῳ ἡ καλουμένη διαφορὰ τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως ἢ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους εἶνε μείζων. Οὕτω π. χ. ἐὰν ὁ μὲν χαλκὸς ἔχη ἡλεκτρικὴν τάσιν δυναμένην νὰ παρκαταθῆ ἐν τῷ ἡλεκτροχημικῷ τούτῳ ζεύγει διὰ τοῦ ἀριθμοῦ + 5, ὁ δὲ ψευδαργυρος διὰ τοῦ ἀριθμοῦ - 5, ἡ διαφορὰ τοῦ ἡλεκτροδυναμικοῦ θὰ εἶνε ἴση πρὸς $5 - (-5) = 10$. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ προσβαλλομένου μετάλλου καὶ τοῦ προσβάλλοντος ὑγροῦ, οὕσα μείζων μὲν μεταξὺ θεικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἐλάσσων δὲ μεταξὺ ἀμμωνιακοῦ ἁλατος καὶ ψευδαργύρου. Ὡς μόνος δὲ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως λαμβάνεται τὸ καλούμενον βόλτιον (*volt*) ἴσον περίπου πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν ἐνὸς στοιχείου Daniell. Ἐὰν τὸν ψευδαργυρον τοῦ ἀνωτέρω ἡλεκτροχημικοῦ ζεύγους θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ μὲν ἡλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸ δὲ τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ χαλκοῦ ἴσον πρὸς + 10. Ἐὰν δὲ τὸναντίον ὁ χαλκὸς τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ μὲν ἡλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ μηδενίζεται, τὸ τοῦ ψευδαργύρου δὲ γίνεται ἴσον πρὸς - 10. Ἐὰν ὅμως ὁ ψευδάργυρος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἡλεκτρικῆς πηγῆς, π. χ. ἡλεκτρομηχανῆς, ἧς τὸ ἡλεκτροδυναμικὸν εἶνε ἴσον πρὸς + 50 π.χ., τότε καὶ ὁ ψευδάργυρος λαμβάνει τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικὸν, ἐν ᾧ ὁ χαλκὸς λαμβάνει ἡλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς + 60. Ἐὰν δὲ τέλος ὁ χαλκὸς τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἡλεκτρικῆς πηγῆς ἐχούσης ἡλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς - 50, τότε καὶ ὁ χαλκὸς λαμβάνει τὸ αὐτὸ ἡλεκτροδυναμικὸν, ἐν ᾧ ὁ ψευδάργυρος

γυρῶ λαμβάνει τοιοῦτον ἴσον πρὸς -40 οὔτως, ὥστε ἡ διαφορὰ εἰς πάσας τὰς περιστάσεις εἶνε ἴση πρὸς 10 . Ἐκ τούτων λοιπὸν καταφαίνεται ὅτι, ἐάν ἐνώσωμεν πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα διὰ τῶν ἑτερωτύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὔτω σχηματίσωμεν τὴν καλουμένην ἠλεκτρικὴν στήλην, δυνάμεθα νὰ ἀυξήσωμεν τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάθωμεν ἐξ στοι-



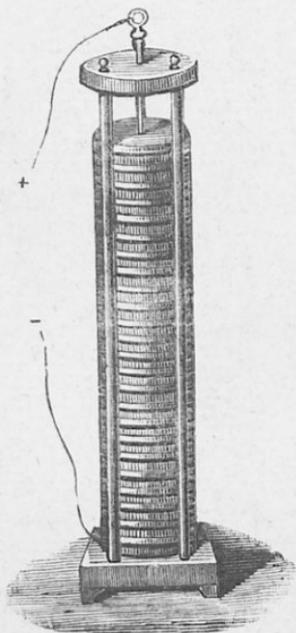
δαργύρου τοῦ δευτέρου, τὸν χαλκὸν τούτου μετὰ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ τρίτου καὶ οὔτω καθεξῆς μέχρι τοῦ ἕκτου στοιχείου, εἰς δὲ ὁ χαλκὸς μένει ἐλεύθερος. Ἐὰν ὁ ψευδαργύρος τοῦ πρώτου στοιχείου τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἑδάφους, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ τοῦ πρώτου στοιχείου καὶ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ δευτέρου ἴσον πρὸς $+10$, τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ τοῦ δευτέρου στοιχείου καὶ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ τρίτου ἴσον πρὸς $+20$ καὶ οὔτω καθεξῆς, καὶ τέλος τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ τοῦ ἕκτου στοιχείου ἴσον πρὸς $+60$. Ἐὰν δὲ τὸναντίον τὸν χαλκὸν τοῦ ἕκτου στοιχείου δευτέρας ὁμοίας στήλης θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἑδάφους, τὸ μὲν ἠλεκτροδυναμικὸν αὐτοῦ θὰ γίνῃ ἴσον τῷ μηδενί, τὸ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ ἕκτου στοιχείου καὶ τοῦ χαλκοῦ τοῦ πέμπτου στοιχείου ἴσον πρὸς -10 καὶ οὔτω καθεξῆς, καὶ τέλος τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν τοῦ ψευδαργύρου τοῦ πρώτου στοιχείου

Σχ. 199. ἴσον πρὸς -60 . Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τὸν ψευδαργύρον τῆς πρώτης στήλης μετὰ τοῦ χαλκοῦ τῆς δευτέρας, οἱ τινὲς

προηγουμένως εὑρίσκοντο εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἑδάφους, ἡ ἠλεκτρικὴ κατάστασις τῶν δύο στηλῶν δὲν θέλει μεταβληθῆ, διότι οἱ συνενωθέντες χαλκὸς καὶ ψευδαργύρος ἔχουσιν ἠλεκτροδυναμικὸν ἴσον τῷ μηδενί, τοῦ ἐστὶ τὸ αὐτό. Ἀλλὰ τότε ἀπολαμβάνομεν στήλην ἐκ δώδεκα στοιχείων μεμονωμένην, ἥτοι μὴ συγκοινωνοῦσαν μετὰ τοῦ ἑδάφους, εἰς τὴν τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν ἐν τῷ μέσῳ μὲν ἰσοῦται τῷ μηδενί, ἀπὸ τοῦ μέσου δὲ τούτου βαίνει ἀυξανόμενον θετικὸν μὲν γινόμενον πρὸς τὸ ἄκρον τὸ ἀπολήγον εἰς χαλκόν, ἀρνητικὸν δὲ πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τὸ ἀπολήγον εἰς ψευδαργύρον. Οὕτω δὲ διὰ τῆς συνθέσεως δώδεκα στοιχείων διὰ τῶν ἑτερωτύμων αὐτῶν πόλων τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν εἰς μὲν τὸν ἑνὰ πόλον γίνεται ἴσον πρὸς $+60$, εἰς δὲ τὸν ἕτερον ἴσον πρὸς -60 , ἐν

ὡ τὰ ἠλεκτροδυναμικὰ εἰς τοὺς δύο πόλους ἐνὸς μόνου ὁμοίου στοιχείου εἶνε ἴσα πρὸς + 5 καὶ — 5, ἤτοι δωδεκάκις ἐλάσσονα ἐκείνων. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους τῆς ἐκ 12 στοιχείων ἀποτελουμένης στήλης διὰ μεταλλίνου ἀγωγοῦ, θέλει παραχθῆ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἕνεκα τῆς διαφορᾶς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους, ὡς εἶπομεν, ὅτι παράγεται θερμαντικὸν ρεῦμα διὰ μεταλλίνης ῥάβδου, ἧς τὸ μὲν ἐν ἄκρον διατηρεῖται εἰς θερμοκρασίαν + 60⁰, τὸ δ' ἕτερον εἰς — 60⁰.

266. **Ἡλεκτρικὴ στήλη τοῦ Βόλτα.** Πρῶτος ὁ Βόλτας τῷ 1800 διέγνω ὅτι τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν βαίνει αὐξανόμενον μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων. Ἡ δὲ πρώτη στήλη, ἣν οὗτος ἐπένοησε, σύγκειται ἐκ δίσκου χαλκοῦ μεμονωμένου, τουτέστιν ἐρειδομένου ἐπὶ ξυλίνης βάσεως, ἐφ' οὗ τίθεται δεύτερος δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὕφασμα διαβρεγμένον δι' ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, εἶτα πάλιν δίσκος χαλκοῦς, δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ διαβρεγμένον ὕφασμα καὶ οὕτω καθεζῆς, καὶ τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνωτάτου ὕφασματος τίθεται δίσκος χαλκοῦς (σχ. 200). Οἱ δίσκοι οὗτοι ἀποτελοῦντες κατακόρυφον κύλινδρον συγκρατοῦνται διὰ τριῶν πέριξ ὑαλίνων στελεχῶν. Ἐνεκα δὲ τοῦ σχήματος, ὅπερ ἔλαβεν ἡ συσκευή αὕτη, καὶ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου, ἐκλήθη βολταϊκὴ στήλη καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἠλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν ἠλεκτρικὴν στήλην.



Σχ. 200.

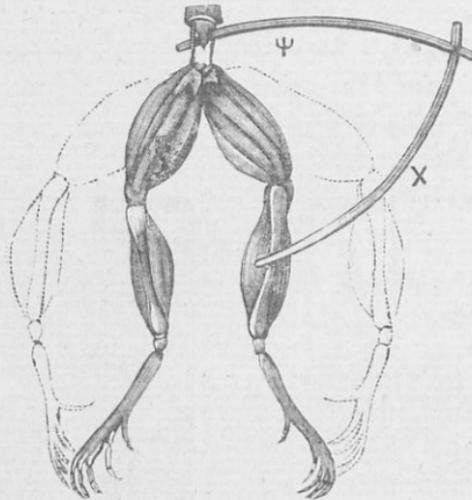
Γινώσκοντες ἤδη τὸν τρόπον τῆς προπαρασκευῆς τῶν κυριωτέρων ἠλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σύνδεσιν αὐτῶν πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὅσῳ θέλομεν ἰσχυροτέρου, μεταβαίνομεν νῦν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

267. **Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Τὰ φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἢ μᾶλλον ἢ ἐνέργει-

τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν νεύρων καὶ μυῶν τῶν ζῶων καὶ ἰδίᾳ τοῦ βατράχου ἐχρησίμευσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ ἐν Βονωνίᾳ ἰατρός Γαλβάνης τῷ 1786 κόψας βάτραχον ζῶντα κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν ἐξέδωκεν αὐτόν, εἶτα δ' ἀνήρτησε τοὺς μηρούς αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκατέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ψοικῶν νεύρων (σχ. 201) ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν



σχ. 201.

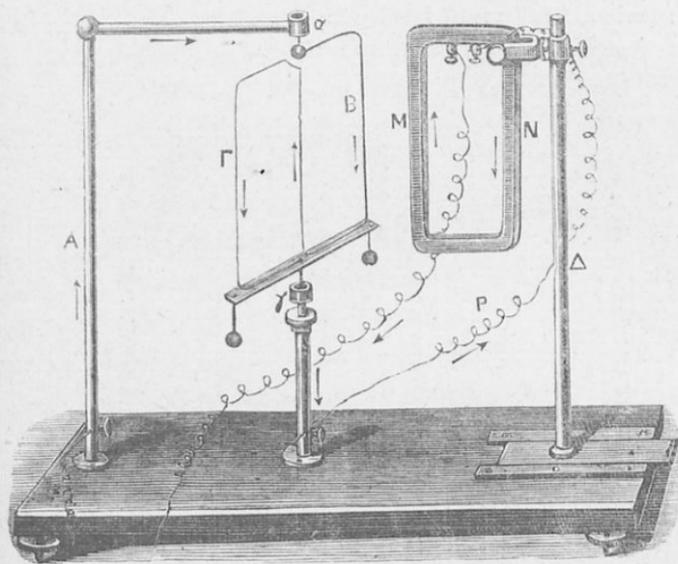
σκελῶν μεταλλίνου τόξου συγκειμένου ἐκ δύο ἐλασμάτων, τοῦ μὲν ἐκ ψευδαργύρου Ψ, τοῦ δ' ἐκ χαλκοῦ X. Ἐγγίσας δὲ διὰ τοῦ ἐτέρου ἐλάσματος τοὺς μῦς τῶν μηρῶν παρετήρησεν ὅτι εἰς ἐκάστην ἐπικρῆν οἱ μῦες ἔσπαιρον, αἱ δὲ μηροὶ τοῦ βατράχου ἐκινουῦντο σπασματωδῶς, ὡσεὶ ὁ βάτραχος ἦτο ζῶν. Ὁ Γαλβάνης παρεδέχετο ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικῆς παραγομένης ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων. Καὶ κατε-

δείχθη μὲν πολὺ βραδύτερον ὅτι ἀδιάλειπτον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τοὺς μῦς 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 ἀνωτέρω πειράματι τοῦ Γαλβάνη προέρχονται ἐξ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζῴου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάβωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκειμένης περιβάλλοντες διὰ τὸ ἡλεκτραγωγὸν τοὺς βοηθόρους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγροῦς ἢ ἀλατομιγροῦς, αἰσθανόμεθα τιναγμούς, ἰδίᾳ ὅταν ἐπανειλημμένως διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεῦμα, ὅστινες εἶνε λίαν ἰσχυροὶ διὰ στήλης 50 στοιχείων Bunsen παραγόμενοι καὶ καθίστανται ἀνυπόφοροι διὰ στήλης 200 τοιούτων στοιχείων. Ἐφαρμόζοντες τοὺς δύο βοηθόρους μικρᾶς ἡλεκτρικῆς στήλης εἰς δύο μὲν σημεῖα ἐνθεν καὶ ἐν

θεν τῆς γλώσσης αἰσθανόμεθα κέντημα καὶ ἰδιάζουσιν γεῦσιν ὄξινον ἢ ὑφάλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κροτάφους διὰ μεταλλίνων πλακιδίων βλέπομεν λάμψεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικούς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα ἡμῶν νεῦρα.

268. Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Δύο ἠλεκτρικὰ ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνοις ἀγωγοῦς παραλλήλους καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἔλκονται μὲν ἀλλήλα, εἰς δὲ εἴτε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἀλλήλα, εἰς δὲ εἴτε ἀντιθέτου φορᾶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Α καὶ Δ (σχ. 202).

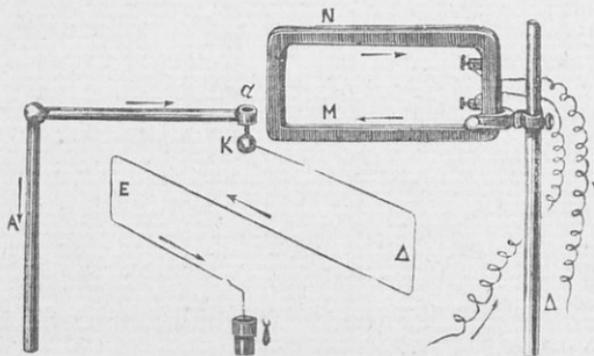


Σχ. 202.

εἶνε δύο μετάλλιοι στῦλοι, μεταξύ τῶν ὁποίων κεῖται τρίτος μικρότερος. Ὁ στῦλος Δ φέρει ξύλινον ὀρθογώνιον πλαίσιον MN, ἐφ' οὗ περιελίσσεται ἑπανειλημμένως 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 φέρουσαν εἰς τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελὼνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στῦλος φέρει ἐπίσης κοτύλην γ πλήρη ὑδραργύρου κειμένην ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῆς κοτύλης α κατακορυφῶς, ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς ὁποίας στηρίζεται χαλυδίνη βελὼνη χρη-

σιμεύουσα ως ύποσττήριγμα και μετά τῆς ἀνωτέρας βελόνης ως ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στόλου Α, διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης α καὶ διὰ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΒΓ, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης γ καὶ κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στόλου διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου ΜΝ καὶ ἐπανάγεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἀγωγὸν Β παράλληλως καὶ πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς Μ τοῦ πλαισίου παρατηροῦμεν ἄπωσιν μὲν, ὅταν τὰ παράλληλα ρεύματα Μ καὶ Β εἴνε ἀντιθέτου φοράς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἴνε τῆς αὐτῆς φοράς.

Δύο ρεύματα εὐθύγραμμα, ὧν αἱ διευθύνσεις ἀποτελοῦσι γωνίαν, ἔλκουσι μὲν ἄλληλα, ὅταν ἀμφότερα πλησιάζωσι πρὸς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας ἢ ἀπομακρύνονται αὐτῆς, ἀπωθοῦσι δ' ἄλληλα, ὅταν τὸ ἕτερον αὐτῶν πλησιάσῃ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας, τὸ δ' ἕτερον ἀπομακρύνῃται αὐτῆς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς δια τῆς αὐτῆς συσκευῆς, εἰς ἣν ὁμοῦ ὁ κινητὸς ἀγωγὸς ἀντικαθίσταται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ΔΕ (σχ. 203) στρεπτοῦ

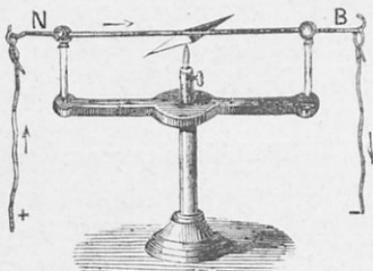


Σχ. 203.

περὶ τὸν κατακόρυφον ἄξωνα αγ. Στρέφωμεν τὸ πλαίσιον ΝΜ ὀριζοντίως καὶ θέτομεν τὸν κινητὸν ἀγωγὸν ΔΕ οὕτως, ὥστε ἡ διεύθυνσις τῶν δύο ρευμάτων Μ καὶ ΚΔ ν' ἀποτελῇ γωνίαν διάφορον τῆς ὀρθῆς. Διαβιβάζοντες ρεῦμα διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου ΜΝ καὶ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΔΕ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ γωνία ἢ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῶν δύο ρευμάτων ἐλαττοῦται, ὅταν τὰ ρεύματα ἔχωσι τὴν αὐτὴν φοράν, αὐξάνεται δέ, ὅταν ταῦτα ἔχωσι φοράν ἀντίθετον.

269. Μαγνητικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὰ ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοὺς μαγνήτας καὶ ἀντιστρόφως οἱ μαγνήται ἐπὶ τὰ ρεύματα. Πρῶτος, δ' ὁ Oersted ἐν Κοπεγχάγῃ κατὰ τὸ 1820 ἐξέτελεσε τὸ ἐξῆς πείραμα. Ἔτεινεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ χαλκοῦν

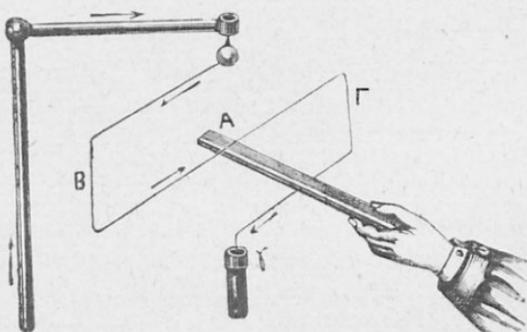
σύρμα NB (σχ. 204) ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης: δυναμένης νὰ περιστραφῆ ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον στροφέα. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ τῶς ἀκίνητος βελὸν ἀποκλίνει ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἰσορροπεῖ μετὰ τινος ταλαντώσεως κατὰ διεύθυνσιν τοσοῦτω πλησιεστέραν εἰς τὴν κάθετον τῆς σύρματι, ὅση τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον· ἡ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελόνην ἢ ὑπ' αὐτὴν, καὶ ἐκ τῆς φορᾶς αὐτοῦ. Ὁ



Σχ. 204.

Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὸν. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτει θεατὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος NB οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης ἐκπορευόμενον νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ N καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς B, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελόνην. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις, ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ.

Ὡς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀμετάθετον ἐκτρέπει κινήσιν τὴν μαγνητικὴν βελόνην, οὕτω καὶ μαγνήτης ἀμετάθετος ἐκτρέπει ἡλεκτρικὸν ρεῦμα κινήσιν. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου θέτομεν πλησίον εὐμεταθέτου ἀγωγοῦ ΒΓ (σχ. 205) καὶ στρεπτοῦ περὶ κατακόρυφον ἄξονα γ μαγνητικὴν ράβδον Α, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὁ ἀγωγὸς ἐκτρέπεται κατὰ διεύθυνσιν σύμφωνον πρὸς τὸν ἀνωτέρω κανόνα τοῦ Ampère.

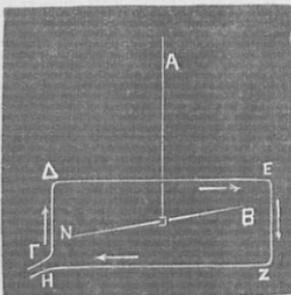


Σχ. 205.

270. **Γηγενὲς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.** Ὁ γηγενὲς μαγνητισμὸς καὶ ἡ διευθυντηρία ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τοὺς μαγνήτας δύνανται νὰ

εξηγηθῶσιν, ἂν παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς κυκλοφορεῖ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα βᾶλλον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς καὶ καθίτωσ τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ. Τα ρεύματα ταῦτα πιθανῶς εἶνε θερμοηλεκτρικὰ προερχόμενα ἐκ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἴδει ἐν τοῖς θερμοαντικαῖς ἀποτελέσμασι τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ παραγάγῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.

271. Γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής. Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην στήριζται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὄργανου, ὅπερ καλεῖται γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην NB (σχ. 206) δυναμένην ἐλευθέρως νὰ περιστραφῇ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ



Σχ. 206

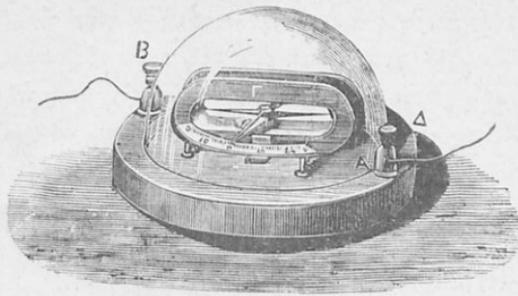
περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ περιβεβλημένην κατὰ τὸ μῆκος αὐτῆς, ἥτοι κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ ΓΔΕΖΗ, ὅστις ἐκάμφη οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελέσῃ ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἐάν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ τὸν ἀγωγόν, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἥτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ, ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπousi 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 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 ἀποκλίνει κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητὴν καὶ ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ἀσθενέστατον. Τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον ὄργανον καλεῖται γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής.

Τὸ ἀπλούστερον τῶν γαλβανομέτρων σύγκειται ἐκ ξυλίνου πλαϊσίου Γ σχήματος: ἐλλειπτικοῦ (σχ. 207), περὶ τὸ ὅποιον περιελίσσεται χαλκοῦν σύρμα μεμονωμένον, τουτέστι περιβεβλημένον μετάξῃ, οὕτως τὰ πέρατα συνάπτονται μετὰ τῶν δύο πιεστικῶν κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς τοῦ πλαϊσίου τούτου κινεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ μαγνητικὴ βελόνη ἐπὶ ὀβελίσκου ἐκ χάλυβος, φέρουσα ὀρειχάλκινον δείκτην

ινος τὸ ἐν ἄκρον διατρέχει τὰς διαίσεις

273. **Ἐπιχάλκωσις** διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου δυνάμεθα πρῶτον νὰ δια-
 ρίξωμεν ἐν αὐτῷ ἀγωγὸν διέρ-
 χεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα,
 δεῦτερον νὰ εὐρωμεν ποία
 εἶνε ἡ φορά τοῦ ρεύματος
 καὶ τρίτον νὰ καταμετρή-
 σωμεν τὴν ἰσχὴν αὐτοῦ διὰ
 τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας
 τῆς ἀποκλίσεως τῆς μα-
 γνητικῆς βελόνης.



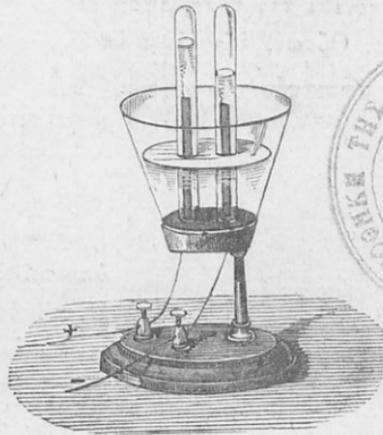
Σχ. 207.

272. **Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύμα-
 τος.** Ἐὰν διοχετεύσωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὕδατος, τὸ ὕδωρ ἀπο-
 συντίθεται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον. Ἡ ἀποσύν-
 θεσις δ' αὕτη τοῦ ὕδατος τελεῖται εἰς συσκευὴν, ἣτις καλεῖται
 βολτάμετρον (σχ. 208) καὶ σύγκειται ἐκ γωνιοειδοῦς ἀγγείου ἐμπε-

ριέχοντος ὕδωρ προοξεισθὲν διὰ στα-
 γόνων θετικοῦ ὀξέος, ὅπως ἀποβῆ
 ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Διὰ τοῦ
 πυθμένους τοῦ ἀγγείου τούτου διέρχον-
 ται δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου συγ-
 κοινοῦντα μετὰ τῶν δύο πόλων
 ἡλεκτρικῆς στήλης ἐκ δύο τοῦλάχισ-
 στον στοιχείων Bunsen συγκεκμημένης.

Ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τούτων ἀνα-
 στρέφονται δύο ὑάλινοι κύλινδροι
 κλειστοὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων
 καὶ πλήρεις ὕδατος. Ὅταν τὸ ρεῦμα
 διοχετευθῆ, τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται
 καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ

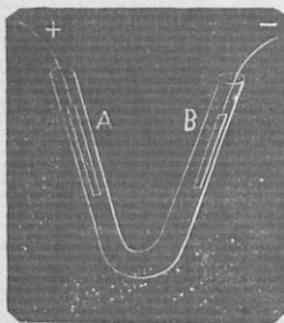
ρεῦμα εἰσέρχεται, τοῦ συγκοινωνούντος δηλαδὴ μετὰ τοῦ θετικοῦ
 πόλου τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, ἐκλύεται τὸ ἐνισχυὸν τὴν-καῦσιν τῶν
 σωμάτων ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ δευτέρου ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνούν-
 τος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης ἀναθρῶσκει τὸ ἀναφλέξιμον
 ὑδρογόνον· ὃ δὲ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποχωρισθεὶς ὄγκος τοῦ ὑδρο-
 γόνου εἶνε διπλάσιος τοῦ τοῦ ὀξυγόνου. Ὅσῳ δὲ πλείοτερα στοιχεῖα



Σχ. 208.

μεταχειριζόμεθα, τοσούτω ταχύτερον τὸ ὕδ^ρ ^{ἐν τῆς ἐπιφανείας} ^{ἐκλυομένων} συναγόμεν ὅτι οἱ ὄγκοι τῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις διέρχεται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ καὶ διὰ τοῦτο τὸ βολτάμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἰσχύος ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἥτοι τῆς ποσότητος τοῦ διὰ τινος ἀγωγοῦ διοχετευομένου ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ. Ὡς μονὰς δὲ τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος λαμβάνεται τὸ καλούμενον ἀμπέριον (ampère), ἥτοι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ διοχετευόμενον διὰ καταλλήλου βολταμέτρου ἐκλύει ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 0,010384 χιλιοστόγραμμα ὕδρογόνου.

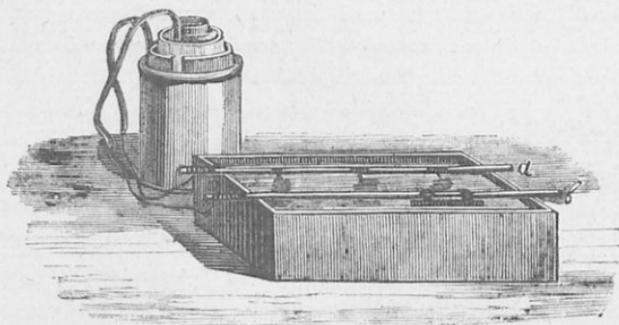
Ὁ Davy διαβιβάσας τῷ 1807 ἰσχυρότατον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ καλίου καὶ τοῦ ὀξειδίου τοῦ νατρίου, ἥτοι διὰ σωμάτων ἀπλῶν τῶς θεωρουμένων, ἠδυνήθη νὰ ἀποσυνθέσῃ αὐτὰ καὶ νὰ ἐξαγάγῃ ἐξ αὐτῶν τὰ μέταλλα κάλιον καὶ νάτριον. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβαζόμενον διὰ τινων ἀλάτων, οἷον κυανιοῦχου ἀργύρου, χλωριούχου χρυσοῦ, θεικοῦ χαλκοῦ, διαλελυμένων ἐν τῷ ὕδατι, συμπαρασύρει οὕτως εἰπεῖν τὸ ἐν τῷ διαλύματι μέταλλον καὶ ἐναποθέτει αὐτὸ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ρεῦμα ἐξέρχεται ἐκ τοῦ διαλύματος. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς ἐπικαμποῦς σωλῆνος AB (σχ. 209) θέσωμεν



Σχ. 209.

δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου, ὧν τὸ ἐν συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, τὸ δ' ἕτερον μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ, καὶ ἐγγύσωμεν εἰς τὸν σωλῆνα διάλυμα θεικοῦ χαλκοῦ, οὗτος ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος B τοῦ συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐναποτίθεται χαλκός, ἥτοι τὸ ἔλασμα τοῦτο ἐπιχαλκοῦται, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐλάσματος A τοῦ συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἀναφαίνεται θεικὸν ὀξύ μετ' ὀξυγόνου, ὅπερ ἐκλύεται. Ἐὰν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἔλασμα A δι' ἐλάσματος χαλκοῦ, τότε ὁ χαλκός οὗτος διαλυόμενος παράγει αὐθις θεικὸν χαλκὸν ἐν ποσότητι ἴσῃ πρὸς τὴν τοῦ ἀποσυντεθέντος ἀλατος, οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ διαλύεται, τὸ διάλυμα δὲ διατηρεῖ πάντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα θεικοῦ χαλκοῦ καὶ ὁ λευκόχρυσος ἐπιχαλκοῦται.

273. **Ἐπιχάλκωσις, ἐπαργύρωσις, ἐπιχρύσωσις.** Ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρω ἐκτεθέντος χημικοῦ ἀποτελέσματος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος στηρίζεται χρῆσιμος τῆς βιομηχανίας κλάδος, ἥτοι ἡ ἐπικόλλησις μεταλλίνου στρώματος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας οἰοῦδήποτε σώματος. Καὶ πρὸς ἐπιχάλκωσιν μὲν γίνεται χρῆσις διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ, ἐν τῷ ὁποίῳ τοῦτο μὲν καταδύεται ἐκ μεταλλίνου στελέχους β (σχ. 210) ἐξηρητημένη χαλκῆ πλάξ συγκοινωνοῦσα μετὰ τοῦ



Σχ. 210.

θεικοῦ πόλου ἠλεκτρικῆς στήλης ἑνὸς ἢ δύο στοιχείων Bunsen, τοῦτο δὲ καταδύεται ἐκ τοῦ στελέχους α τὸ πρὸς ἐπιχάλκωσιν ἀντικείμενον, ὅπερ, ἂν δὲν εἶνε μεταλλίνον, ἥτοι ἂν εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, οἷον γύψινον, ἐπικαλύπτεται διὰ λεπτῆς ψήκτρας ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου, ὅστις εἶνε καλὸς ἀγωγός, καὶ διὰ σύρματος τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης. Μετὰ τινα χρόνον λεπτὸν στρώμα χαλκοῦ ἐπικαλύπτει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ γυψίνου ἀντικειμένου. Ὁμοίως γίνεται καὶ ἡ ἐπαργύρωσις ἀντικειμένου τινός, ἐν ᾗ γίνεται χρῆσις κυανιοῦχου ἀργύρου, ὅστις μετὰ δεκαπλασίου βάρους κυανιοῦχου καλίου διαλύεται εἰς ἑκατονταπλάσιον βάρος ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ καταδύεται ἀργυρᾶ πλάξ. Ὡσαύτως διὰ τὴν ἐπιχρύσωσιν ποιοῦμεθα χρῆσιν χλωριούχου χρυσοῦ, οὗτινος ἐν γραμμάριον μετὰ δέκα γραμμαρίων κυανιοῦχου καλίου διαλύομεν εἰς 450 γραμμάρια ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ διατηροῦμένῳ ἐν θερμοκρασίᾳ 70° περίπου καταδύεται πλάξ χρυσῆ. Διὰ τὴν ἐπιτύχη δὲ τὴν ἡ ἐπαργύρωσις ἢ ἐπιχρύσωσις χαλκοῦ τινος π. χ. ἀντικειμένου, πυροῦται τοῦτο κατὰ πρῶτον καὶ θερμὸν ἔτι ἐμβαπτίζεται εἰς ἀραιότατον θεικὸν ὄξύ, εἶτα ἐκπλυθὲν καλῶς δι' ὕδατος ἀπεσταγμένου ἐμβαπτίζεται εὐθὺς εἰς τὸ διάλυμα. Ἡ πείρα δὲ κατέδειξεν ὅτι εἶνε προτιμότερον νὰ ἐμβαπτισθῆ εἰς τὸ διάλυμα κατὰ πρῶτον τὸ πρὸς ἐπιχρύσωσιν ἢ ἐπαργύρωσιν ἀντικείμενον καὶ εἶτα τὸ χρυσοῦν ἢ ἀργυροῦν ἔλασμα.

274. **Γαλβανοπλαστικὴ.** Ἡ γαλβανοπλαστικὴ εἶνε τέχνη, δι' ἧς δυνάμεθα ἐξ οἰοῦδήποτε μετάλλου νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα διαφόρων ἀντικειμένων, π. χ. νομίσματα, ἀνάγλυφα, ἀγγεῖα, φύλλα δένδρου, καρποὺς κ.τ.λ.

Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν κατὰ πρῶτον τύπον, ὅστις ἐν κοίλῳ παριστᾶ τὸ ἀντικείμενον, ὡς τὴν μίαν ὄψιν νομίσματος ἢ φύλλου δένδρου. Πρὸς παραγωγὴν δὲ τοῦ τύπου τούτου γίνεται χρῆσις τῆς στεατίνης, τῆς γύψου, τοῦ κηροῦ ἢ κάλλιου τῆς γουτταπέρκης, ἧτις τιθεμένη ἐν ζέοντι ὕδατι μαλακύνεται καὶ καθίσταται πλαστικῆ. Τὸ ἀντικείμενον ἀλείφεται πρότερον δι' ὀλίγου ἐλαίου, ὅπερ κωλύει τὴν συγκόλλησιν αὐτοῦ μετὰ τοῦ τύπου, εἶτα ἢ πρὸς κατασκευὴν τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπικαλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθιστῶντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὐρισκομένου εἰς συνάφειαν μετὰ τοῦ γραφίτου ἐμβαπτίζεται ὁ τύπος ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἐμπεριέχοντος χαλκόν, ἄργυρον, χρυσόν κ.τ.λ. καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μικρᾶς στήλης, ἐν ᾗ ἂν ἄφ' ἐτέρου ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ διαλύματι παραλλήλως τῷ τύπῳ πλᾶξ χαλκῆ, ἄργυρᾶ, χρυσῆ κ.τ.λ., ἧτις διηλεκτικῶς διαλύεται, ἐφ' ὅσον τὸ μέταλλον ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ τύπου. Μετὰ τινα χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοίλον τοῦ τύπου, ὅπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῇ γύψου ἢ μολύβδου πρὸς στερεοποίησιν. Διὰ μικρᾶς στήλης, ὡς δύο στοιχείων, τὸ ἀντίτυπον ἄρκετοῦ πάχους σχηματίζεται μετὰ μίαν ἢ δύο ἡμέρας, ἀλλὰ τελειότερον τοῦ διὰ μεγάλης στήλης ταχύτερον παραγομένου.

275. Ταμιεῖον τῆς ἡλεκτρικῆς. Ἀπόρροια τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε καὶ ἡ ἐφεύρεσις συσκευῶν, ἐν αἷς δυνάμεθα νὰ ἀποταμιεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρικῆς. Εἴπομεν ὅτι, ἐάν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβάσθῃ διὰ τοῦ βολταμέτρου (σχ. 208 § 272), τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου ἐκλύεται ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ ὕδρογονόν. Ἐὰν ἐπὶ τινος μόνον στιγμᾶς ἐνεργήσῃ τὸ ρεῦμα ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ἀποσπᾶσωμεν δ' εἶτα τοὺς ἀγωγούς τοὺς συνδέοντας τὴν στήλην μετὰ τοῦ βολταμέτρου καὶ παρενθῆσωμεν γαλβανόμετρον μετὰ τῶν δύο ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ βολταμέτρου ἐστερωμένων πιστικῶν κοχλιῶν, βλέπομεν τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου ἀποκλίνουσαν καὶ ἐλέγχουσαν τὴν διάβασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ὑπὸ τοῦ βολταμέτρου παραγομένου, οὗτινος θετικὸς μὲν πόλος εἶνε τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὀξυγόνον, ἀρνητικὸς δὲ τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὕδρογονόν, τουτέστι τὸ ρεῦμα τοῦτο τὸ καλούμενον δευτερογενὲς βαίνει κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῇ φορᾷ τοῦ κυρίου ρεύματος. Τὸ τοιοῦτον φαινόμενον καλεῖται πῶσις, τὸ δὲ βολτάμετρον τότε κλιεῖται δευτερογενὲς ἢ πεπολωμένον ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἐφ' ὅσον τὸ δευτερογενὲς τοῦτο ρεῦμα διαρρέει τὸν ἀρωγὸν τοῦ γαλβανομέτρου, τὰ δύο ἀέρια ὀξυγόνον καὶ ὕδρογονόν διηλεκτικῶς ἐπανασυντίθενται παράγοντα ὕδωρ, ὅταν δὲ ταῦτα ἐκλίπωσι, καὶ τὸ ρεῦμα ἀφανίζεται. Ἴνα δ' ἐκ νέου παραχθῇ, πρέπει καὶ αὖθις ἡ ἡλεκτρικὴ στήλη νὰ ἐνεργήσῃ ὡς πρότερον ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ὅπερ μεταβάλλεται οὕτως εἰς πρόσκαιρον ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, ἧτοι εἰς ταμιεῖον ἡλεκτρικῆς.

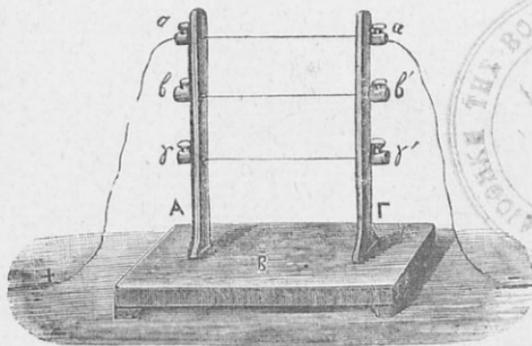
Ὁ Planté ἐπενόησε ταμιεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ δύναται νὰ ἀποταμιευθῇ μεγάλη ποσότης ἡλεκτρικῆς διὰ χημικοῦ ἔργου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς ὕαλινου ἢ πηλίνου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὄγκων ὕδατος καὶ ἐνός θειικοῦ ὀξέος θέτομεν

δύο ἐλάσματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ὥστε μηδὲλως νὰ ἄπτονται ἀλλήλων, καὶ διαβιβάζομεν δι' αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παραγόμενον ὑπὸ μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, ὅποτε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ὀξειδοῦται τελείως, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἂν ἦτο ὠξειδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Τὸ χημικὸν τοῦτο ἔργον εἶνε ἡ ἀποταμίευσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῷ ταμιεῖῳ τούτῳ τῆς ἠλεκτρικῆς.

Τὸ ταμιεῖον τοῦτο τῆς ἠλεκτρικῆς καταλλήλως τροποποιηθὲν καὶ μεγεθυθὲν χρησιμεύει σήμερον εἰς τε τὴν τηλεγραφίαν καὶ τὴν τηλεφωνίαν, εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν φωτισμόν, εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν, σιδηροδρόμων καὶ πλοίων καὶ εἰς τὴν μεταφορὰν κινητηρίου δυνάμεως.

276. Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐὰν ἐπὶ ξυλίνης ὀριζοντίας βάσεως B (σχ. 211) στηρίξω-

μεν κατακορύφως δύο ξύλινα στηρίγματα A καὶ Γ καὶ εἰς διάφορα ὕψη στερεώσωμεν διὰ πειστῶν σύρματα αα', ββ', γγ', ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, οἷον χαλκοῦ σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους καὶ μήκους, καὶ διαβιβάσωμεν διαδοχικῶς δι' αὐτῶν ἰσχυρὸν ἠλεκτρι-

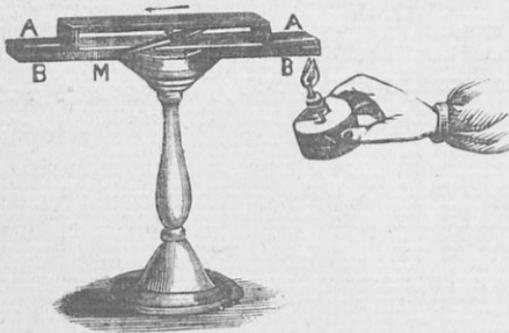


Σχ. 211.

κὸν ρεῦμα παραγόμενον ὑπὸ μεγάλων στοιχείων Bunsen, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαίνεται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου καὶ λευκοχρύσου λευκοπυροῦνται καὶ πολλακίς τήκονται καὶ καταρρέουσιν. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων εὐκολώτερον πυροῦνται ὁ σίδηρος καὶ ὁ λευκόχρυσος, ὡς μέταλλα ἔχοντα μικρὰν σχετικῶς ἀγωγὸν δύναμιν, ἐν ᾧ ὁ ἄργυρος καὶ ὁ χαλκὸς δυσκόλως πυροῦνται, ὡς ἔχοντα τὴν μείζονα ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸν ἀγωγὸν ὑφίσταται ἀντίστασιν τοσοῦτῳ μείζονα, ὅσῳ ὁ ἀγωγὸς εἶνε λεπτότερος. Τῆς πυρώσεως μεταλλίνων ἀγωγῶν δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος γίνεται χρῆσις ἰδίως εἰς τὴν ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τῆν γῆν ἢ ἐν τῇ θαλάσῃ καὶ ἐν τῇ ἰατρικῇ εἰς

τά καλούμενα ἠλεκτροκαυτήρια. Ὅταν δὲ ἐν τῷ μέλλοντι ἐξευρεθῇ τρόπος πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μικρᾶς δαπάνης, ὁ ἠλεκτρισμὸς θέλει ἀντικαταστήσει τὰς νῦν ἐν χρήσει καυσίμους ὕλας ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ πρὸς παραγωγὴν θερμότητος.

277. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτω καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγκολληθῶμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, οἷον βισμούθιον BB καὶ ἀντιμόνιον AA (σχ. 212) οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ πλήρες



Σχ. 212.

κύκλωμα καὶ διὰ λύχνου θερμάνωμεν τὴν ἑτέραν τῶν δύο ἐπαφῶν διατηροῦντες τὴν ἄλλην ψυχράν, παράγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους ἱκανὸν νὰ ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βελόνην M. Ἡ ἰσχὺς τοῦ παραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα μέταλλα, οὕσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου,

πολλῶ δ' ἐλάσσων κατὰ τὴν ἐπαφὴν χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου, αὐξάνεται 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 συγκειμένας ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἅτινα παρασκευάζει ἐξ ἐλασμάτων σιδήρου συγκολλημένων μετ' ἐλασμάτων κράματος ἀντιμονίου καὶ ψευδαργύρου. Αἱ στήλαι αὗται θερμαίνονται χρησιμοποιοῦνται ἰδίως μὲν εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήνησε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν ῥαβδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλῶμενα ἀποτελοῦσι κύβον P (σχ. 213), εἰς ὃν αἱ μὲν ἐπαφαὶ M τάξεως περιττῆς κεῖνται πρὸς μίαν ἐδραν τοῦ κύβου, αἱ δὲ ἐπαφαὶ N τάξεως ἀρτίας πρὸς τὴν ἀντίθετον ἐδραν αὐτοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ καλεῖται *θερμοπολλαπλασιαστής*, εἶνε τοσοῦτον εὐπαθὲς, ὥστε καὶ τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἡ βελόνη εὐπαθοῦς γαλβανομέτρου συγκοινωνοῦντος μετὰ τῶν δύο πόλων τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ ἀμέσως ἐκτρέπεται κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητῆν.

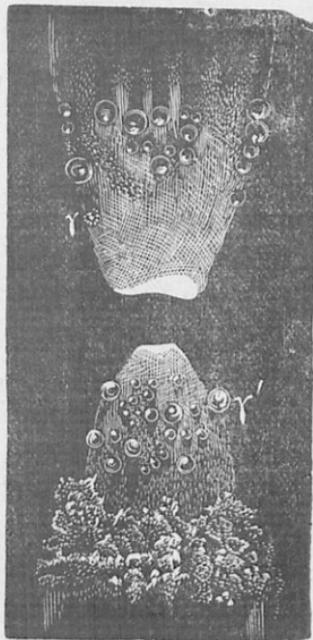


Σχ. 213.

Ἐκ τῶν εἰρημένων καταφαίνεται ὅτι ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ὡς προείπομεν, δύναται ν' ἀποταμιευθῇ εἰς τὰ ταμιεῖα τῆς ἠλεκτρικῆς. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανὸν ὅτι θὰ

δυνηθῶσί ποτε ν' ἀποθηκεύσῃσι τὴν ἡλιακὴν θερμότητα μετατρέποντες αὐτὴν εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθηκευόμενον εἰς κατάλληλα ταμιεῖα θὰ χρησιμοποιηταὶ κατὰ βούλησιν πρὸς παραγωγὴν θερμότητος, φωτὸς ἢ αἰουδήποτε χημικοῦ ἢ μηχανικοῦ ἔργου.

278. **Φωτεινὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Ἐν ἔτει 1813 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Davy συνῆψε τοὺς δύο πόλους μεγάλης ἠλεκτρικῆς στήλης διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ δύο βαθῶν 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 φωτὸς δι' ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχει καὶ ἄλλη ἡ διὰ πυρακτώσεως. Οὕτως, ἐὰν παρενθέσωμεν μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης λεπτὸν σύρμα λευκοχρύσου, τοῦτο λευκοπυρούμενον φωτοβολεῖ. Σήμερον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται μετὰ τῶν βάρδων ἐξ ἀνθρακος λίαν συμπαγοῦς καὶ δυσκαύστου, οἷος εἶνε ὁ ἐναποτιθέμενος ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῶν πηλίνων ἀμβίκων, δι' ὧν παρασκευάζεται τὸ φωταέριον. Τὸ οὕτω παραγόμενον ἠλεκτρικὸν φῶς (σχ. 214) προέρχεται ἐκ τῆς διαπυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων ἀποσπωμένων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων, ἅτινα σχηματίζουσιν ἄλυσιν, ἣτις ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ. Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθράκων ἡ ἄλυσις αὕτη διασπασθῇ, τὸ φῶς ἀποσβέννυται καὶ διὰ νὰ παραχθῇ πάλιν, πρέπει οἱ ἀνθρακες νὰ τεθῶσιν εἰς ἐπαφὴν καὶ εἶτα ν' ἀπομακρυνθῶσιν ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς δὲν εἶνε ἀπὸτέλεσμα καύσεως, ἥτοι δὲν ἔχει ἀνάγκην ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἕνεκα τῆς ὑψίστης θερμοκρασίας, ἣτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἀνθρακες καϊόμενοι φθείρονται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἀνθρακι ἐμπεριεχο-



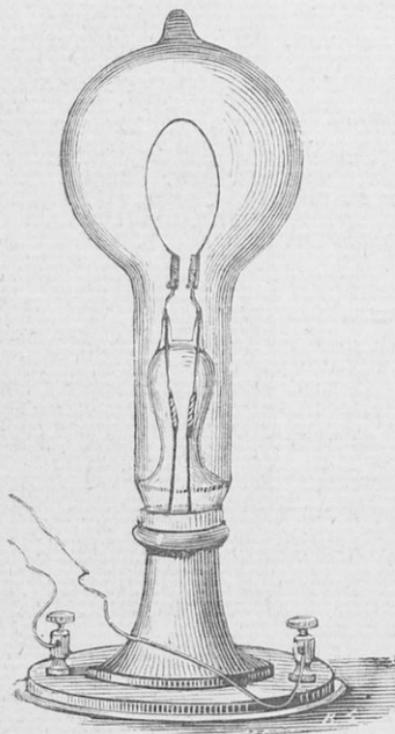
Σχ. 214.

μειναι ξέναι δυστηκτόταται γεώδεις ουσίαι τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρά σφαιρίδια γ , γ' , ἅτινα κυλιόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῶν ἀνθράκων ἐκπηδῶσιν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς αὐτῶν εἰς τὸν ἕτερον. Ὁ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ γ οὐ μόνον καταναλίσκεται ταχύτερον τοῦ ἑτέρου γ' τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνούντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλοῦται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδός τι κρατῆρος ἐκπέμποντος ἄπλετον φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ γ' καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἀκίδα.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός εἶνε μὲν πολλῶ μείζων οἴουδῆποτε ἄλλου τῶν ἐν χρήσει τεχνητῶν φώτων, ὅμως παράγεται ἐν αὐτῷ σχετικῶς ὀλίγη θερμότης καὶ πολὺ πλειότερον φῶς καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς θεωρεῖται κοινῶς ψυχρόν. Ἐὰν δηλονότι τὴν αὐτὴν αἴθουσαν φωτίσωμεν διαδοχικῶς διὰ βολταϊκοῦ τόξου, διὰ φωταερίου, διὰ λαμπάδων στεατικῶν οὕτως, ὥστε αὕτη ἐξ ἴσου νὰ φωτίζηται καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις, πολὺ ὀλίγον θέλει θερμοανθῆ φωτιζομένη διὰ βολταϊκοῦ τόξου, πολὺ δὲ πλειότερον φωτιζομένη διὰ φωταερίου ἢ λαμπάδων.

Τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός ὑπὸ μορφὴν βολταϊκοῦ τόξου γίνεται χρῆσις πρὸς φωτισμὸν πόλεων, μεγάλων ἐργαστηρίων καὶ ἐν τῷ στρατιῶ καὶ ναυτικῷ διὰ τὰς κατοπτεῦσεις τοῦ ἐχθροῦ.

279. Ἡλεκτρικὸς λύχνος τοῦ Edison. Εἰς τὸν λύχνον τοῦτον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύγκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθρακος, ὅπερ κατασκευάζεται ἐξ ἰνῶν καλάμου τῶν Ἰνδιῶν, αἵτινες ἀπανθρακοῦνται διὰ καταλλήλου συσκευῆς. Τὸ νῆμα τοῦτο καμπτόμενον εἰς ἴππιον πετάλου ἢ ἐλικοειδοῦς σπειρας (σχ. 215) τίθεται ἐντὸς ὑαλίνου κοίλου δοχείου σφαιροειδοῦς



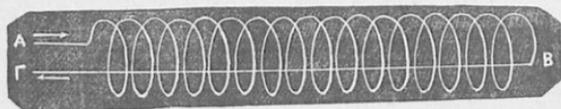
Σχ. 215.

καὶ συνάπτεται διὰ τῶν περᾶτων αὐτοῦ μετὰ συρμάτων λευκοχρῆσου, ἅτινα συντετηγμένα ὄντα ἐν τῇ ὑάλῳ εὐρίσκονται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῶν ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συσκευῆς πιεστικῶν κοχλιῶν μετὰ τῶν ἀγωγῶν, οἵτινες φέρουσιν εἰς τὸ ἐξ ἄνθρακος νῆμα τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ὑάλινον δοχεῖον κενοῦται τελείως τοῦ ἀέρος καὶ εἶτα κλείεται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νῆμα τοῦ ἄνθρακος τὸ ὑποκείμενον εἰς καύσιν δὲν καίεται, καίπερ λευκοπυρούμενον κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐλλείψει ὀξυγόνου. Ὁ λύχνος οὗτος τοῦ Edison, ὅστις ἐκπέμπει φῶς σταθερώτερον τοῦ διὰ βολταϊκοῦ τόξου παραγομένου, χρησιμοποιεῖται ἰδίως εἰς τὸν ἐσωτερικὸν φωτισμὸν τῶν οἰκοδομημάτων, ἐπιτρέπει δὲ τὴν διανομὴν τοῦ φωτός εἰς διάφορα σημεῖα αἰθούσης τινός, ἀλλ' ἢ πρὸς φωτισμὸν γινομένη τότε δαπάνη εἶνε πολλῶ μείζων τῆς ἀπαιτουμένης δι' ἓν μόνον βολταϊκὸν τόξον ἴσης λαμπρότητος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ.

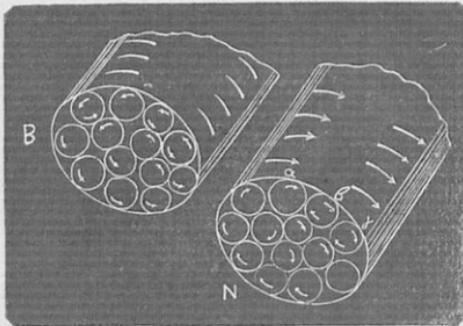
280. **Σωληνοειδές.** Ἐὰν λάβωμεν σύρμα χαλκοῦν, ὅπερ περιεπίσσομεν ἐν σχήματι κυλινδρικής σπείρας AB (σχ. 216), ἀλλ'



Σχ. 216.

οὕτως, ὥστε τὰ ἐπίπεδα τῶν διαδοχικῶν ἐλιγμῶν τῆς σπείρας νὰ εἶνε παράλληλα καὶ διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἔχομεν τὸ κελούμενον σωληνοειδές ρεῦμα ἢ ἀπλῶς σωληνοειδές, ἔχον πάσας τὰς ιδιότητας μαγνήτου. Οὕτως, ἐὰν τοιοῦτο σωληνοειδές ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρεόμενον στηρίζωμεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδές τοῦτο στρέφεται ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς οὕτως, ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν καὶ ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ ἐν τῇ πυξιδί τῆς ἀποκλίσεως. Διακρίνομεν δ' ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς βόρειον καὶ νότιον πόλον, διότι, ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ σωληνοειδοῦς τοῦτου πλησιάσωμεν τὸν ἑμῶνυμον πόλον ἄλλου σωληνοειδοῦς ἐν τῇ χειρὶ κρατούμενου, παρατηροῦμεν

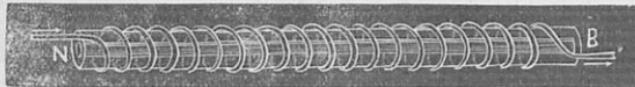
ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τὸν ἑτερόνυμον, ἔλξιν, ὡς συμβαίνει καὶ μεταξύ δύο μαγνητικῶν βελονῶν. Ἐὰν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάζωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν ἔλξιν μὲν μεταξύ τῶν ἑτερόνυμων πόλων, ἄπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμώνυμοις. Ὡσαύτως ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διερχόμενον πλησίον καὶ παραλλήλως σωληνοειδοῦς ἐκτρέπει τοῦτο ὡς ἐκτρέπει καὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ἐκ τῶν φαινομένων λοιπὸν τούτων, ἅτινα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὰ σωληνοειδῆ καὶ οἱ μαγνήται ἔχουσιν ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ὁ Ampère συνεπέρανεν ὅτι περὶ πάντα τὰ μόρια μεμαγνητισμένης ῥαβδοῦ χαλυβδίνης κυκλο-



Σχ. 217.

φοροῦσιν ἡλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐτῆς φοράς, παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 217). Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τῆς χαλυβδίνης ῥαβδοῦ τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φοράν καὶ διεύθυνσιν· μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὁμως στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορά αὐτῶν νὰ εἶνε εἰς πάντα ἡ αὐτή. Ἐὰν δὲ στρέψαντες τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσβλέψωμεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνουνσι κατὰ τὴν φοράν τῶν δεικτῶν τοῦ ὠρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φοράν ἀντίθετον.

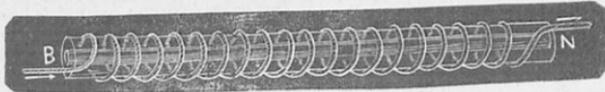
281. **Μαγνήσεις διὰ τῶν ρευμάτων.** Ἐὰν ἐφ' ὑαλίνου σωλήνος περιελίξωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 218) κατὰ τὴν κίνησιν



Σχ. 218.

τῶν δεικτῶν τοῦ ὠρολογίου, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὑποκάτω, καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω παραχθείσης ἑλικῆς τῆς δεξιᾶς στρόφου καλουμένης τετῆ ῥαβδὸς χαλυβδίνη καὶ διαβιθασθῆ διὰ τῆς ἑλικῆς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ ῥαβδὸς μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν νότιος

πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἄκρον N, δι' οὗ τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται, ὡς δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B. Ἐὰν δὲ τὸ σύρμα περιελιχθῇ ἐναντιότως τῇ κινήσει τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου (σχ. 219) καὶ διὰ

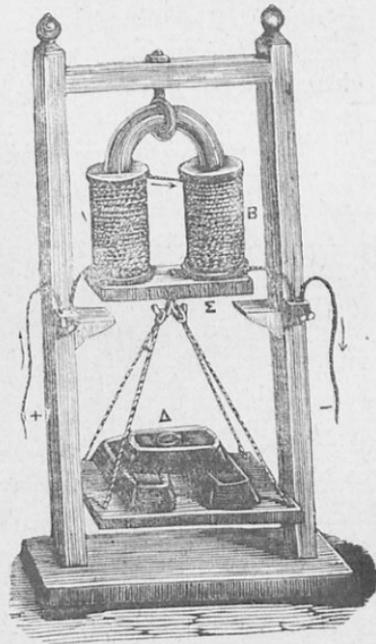


Σχ. 219.

τῆς ἑλικος ταύτης τῆς καλουμένης ἀριστεροστροφῆς διαβιβασθῆ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε καὶ πάλιν ἡ χαλυβδίνη ράβδος μαγνητίζεται, ἀλλ' εἰς μὲν τὸ ἄκρον B τὸ κείμενον κατὰ τὴν εἴσοδον τοῦ ρεύματος παράγεται βόρειος πόλος, εἰς δὲ τὸ κατὰ τὴν ἐξοδὸν N νότιος.

§ 282. **Ἡλεκτρομαγνήτης.** Ἐὰν ἀντὶ χαλυβδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα ράβδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυβδίνη, ἀλλὰ προσκαιρῶς· τουτέστιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυβδίνη ράβδος ἐξακολουθεῖ οὕσα τέλειος μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ἡ μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ μόνον, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα διέρχεται. Ἡ συσκευή δ' αὕτη ἡ ἀποτελούμενη ἐκ πυρῆνος μαλακοῦ σιδήρου, περὶ ἧν ἐλίσσεται χαλκοῦν σύρμα κλεισμένον καὶ ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέομενον, καλεῖται ἡλεκτρομαγνήτης.

Ὅταν ὁ ἡλεκτρομαγνήτης εἶνε εὐθύς, τὸ σύρμα τὸ ὑπὸ μετάξις κεκαλυμμένον περιελίσσεται ἢ καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς σιδηρᾶς ράβδου ἢ μόνον κατὰ τὰ δύο αὐτῆς ἄκρα. Ἄλλ' ὅταν ὁ σιδηρὸς πυρῆν τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἔχη σχῆμα ἰππίου πετάλου AB (σχ. 220), περιελίσσεται τὸ σύρμα ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ἐπικαμποῦς πυρῆνος, ὥστε νὰ σχηματισθῶσι δύο πηνία A καὶ B. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν αὐξάνεται, αὐξανομένης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ.

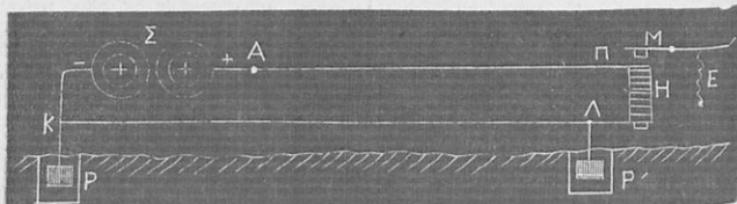


Σχ. 220.

των στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδείκνυται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐὰν ὑπὸ τοῦ πόλου αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἣτις καλουμένη ὀπλισμὸς ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, μέχρι προσκολλήσεως, ὅταν τὸν ἀγωγὸν αὐτοῦ διαρρέῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ τούτου δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη Δ ἅτινα ὅμως καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἠλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς, ἀποτελοῦντες τὸ οὐσιῶδες συστατικὸν πολλῶν ἠλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλομεν περιγράψει τὴν ἐν τῷ ἠλεκτρικῷ τηλεγράφῳ χρῆσιν αὐτῶν.

283. **Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος.** Ὁ ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος χρησιμεύει πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ τῆς διαδόσεως ἠλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς ἐπιμήκεις μεταλλίνοις ἀγωγοῦς. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ τεσσάρων μερῶν, τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐκ τῶν πολλῶν δὲ συστημάτων τηλεγράφου θέλομεν περιγράψει τὸ τοῦ Μόρσου τὸ καὶ παρ' ἡμῖν ἐν χρῆσει.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἑξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῆ μεταλλινὸν ἀγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν Α (σχ. 221)

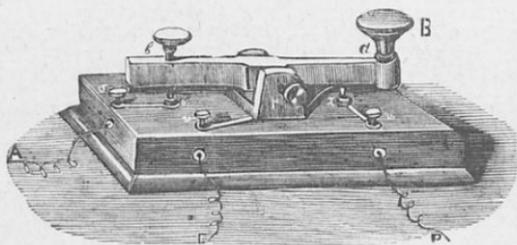


Σχ. 221.

φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς Π καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας, καὶ ὅτι εἰς ἐν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθέντομεν ἠλεκτρικὴν στήλην Σ, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιεὶ ἠλεκτρομαγνήτην Η. Ἐφ' ὅσον ὁ ἀγωγὸς διατηρεῖται συνεχῆς, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρῆν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διατελῶν μαγνήτης ἔλκει τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν Μ. Ἐὰν ὅμως εἰς τι σημεῖον ὁ ἀγωγὸς διακοπῇ, εἴς τὸ σημεῖον Α τὸ ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν ἠλεκτρικὴν πηγὴν π. χ. κείμενον, εὐθὺς τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Η δὲν ἔλκει πλέον τὸν ὀπλισμὸν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆνος διὰ τινος ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου Ε. Ἐκ τούτων καὶ

φαίνεται ὅτι δυνάμεθα ἐξ Ἀθηνῶν κατὰ βούλησιν νὰ μαγνητίζωμεν καὶ ἐκμαγνητίζωμεν τὸν πυρῆνα τοῦ ἐν Πειραιεὶ ἠλεκτρομαγνήτου· πρὸς τοῦτο δ' ἀπαιτοῦνται δύο ἀγωγοί, ὧν ὁ μὲν ΑΠ χρησιμεύει διὰ τὴν μετάβασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΔΚ διὰ τὴν ἀνάβωδον αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεύτερος αὐτοῦ ἀγωγὸς ΚΛ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Λ προσκολληθῶσι μεταλλίνα σύρματα περατούμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῶν φρεατῶν Ρ καὶ Ρ'. Καὶ εἰς μὲν τὸ σημεῖον Α, εἰς τὸ ὁποῖον γίνονται αἱ διακοπαὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κύκλωματος, τίθεται ὄργανον καλούμενον πομπὸς ἢ χειριστήριον, δι' οὗ διακόπτομεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν εὐχερῶς τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, εἰς τὸ μέρος Η τοῦ ἀγωγοῦ, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἠλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευή καλούμενη δέκτης, δι' ἧς ἀποτυπῶνται τὰ διάφορα συνθήματα ἐπὶ χαρτίνης ταινίας. Ἐπειδὴ ὅμως οὐ μόνον ἐξ Ἀθηνῶν πρέπει νὰ ἐκπέμπωνται συνθήματα εἰς Πειραιᾶ, ἀλλὰ καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας, εἰς ἕκαστον τηλεγραφικὸν σταθμὸν ὑπάρχει ἠλεκτρικὴ στήλη, πομπὸς καὶ δέκτης, ἅτινα συνδέονται πρὸς ἄλληλα κατὰ τρόπον, ὃν μετὰ τὴν περιγραφὴν τοῦ πομποῦ θὰ ἴδωμεν.

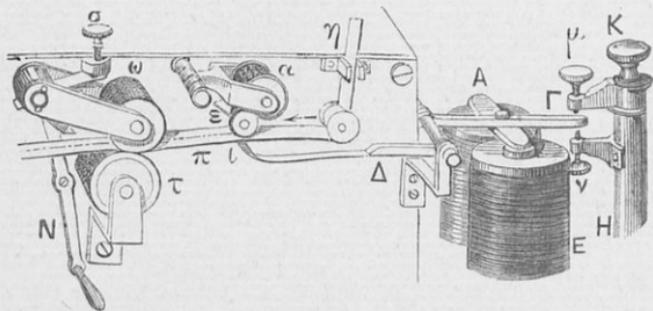
284. Πομπός. Ὁ πομπός (σχ. 222) σύγκειται ἐκ βραχείου ὀρει-
 χαλκίμου μοχλοῦ αβ στρε-
 πτοῦπερὶ ὀριζόντιον ἄξονα,
 οὗτινος τὸ μεταλλικὸν στή-
 ριγμα μ κεῖται ἐπιξυλίνου
 ὑποβάθρου καὶ συγκοινωνεῖ
 δι' ἐλάσματος μετὰ τοῦ
 πιεστικοῦ κοχλίου ν καὶ
 δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἀγω-
 γοῦ τοῦ συνδέοντος τοὺς δύο σταθμούς, ἧτοι τῆς τηλεγραφικῆς γραμμ-
 ῆς. Ὁ μοχλὸς οὗτος κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον φέρει ξυλινὴν λαβὴν
 Β, εἰς δὲ τὸ ἕτερον μεταλλικὸν κοχλίαν β, οὗτινος ἡ ἀκίς ἐρείδεται
 κάτωθεν ἐπὶ μεταλλίμου ἐλάσματος συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ πιεστι-
 κοῦ κοχλίου σ καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἠλεκτρο-
 μαγνήτου τοῦ δέκτου. Εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον α τοῦ μοχλοῦ ὑπάρχει
 κάτωθεν μεταλλινὴ τις ἀκίς τηρουμένη εἰς μικρὰν ἀπὸ μεταλλίμου
 οὗτος ἄκμωνος χ ἀπόστασιν διὰ τινος ἐλατηρίου. Ὁ ἄκμων οὗτος
 συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου κ καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ



Σχ. 222.

θετικῷ πόλῳ τῆς ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι, ὅταν ὁ πομπὸς ἐκατέρου σταθμοῦ εὐρίσκηται ἐν ἡρεμίᾳ, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ εὐρίσκηται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ δέκτου· ἐὰν ὅμως πιέσωμεν τὴν λαβὴν Β τοῦ πομποῦ, ὥστε ὁ μοχλὸς αβ νὰ ἐγγίση τὸν ἄκμονα χ, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης, ἐν ᾗ μετὰ τοῦ δέκτου συγκοινωνία αὐτῆς διακόπτεται.

285. **Δέκτης.** Ὁ δέκτης, οὗτινος τὸ κύριον μέρος εἰκονίζεται ἐν τῷ σχήματι 223, σύγκειται ἐξ ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ, θέτοντος εἰς

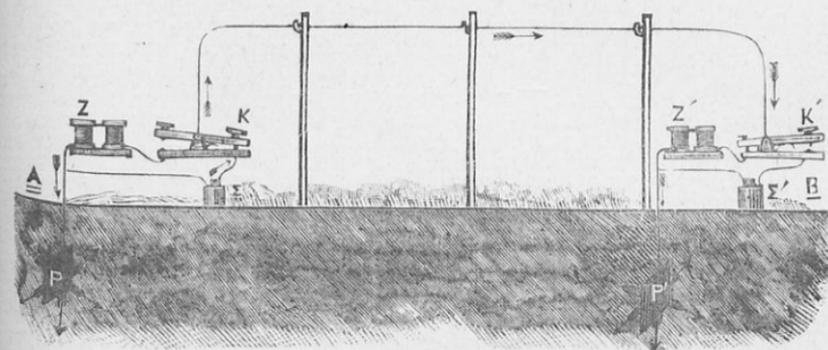


Σχ. 223.

κίνησιν τοὺς δύο ὀριζοντίους καὶ παραλλήλους κυλίνδρους τ καὶ ω, οὗτινες στρέφονται κατ' ἀντιθέτους φοράς κυλιόμενοι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἐτέρου. Οἱ δύο οὗτοι κύλινδροι στρεφόμενοι παρασύρουσι τὴν μεταξὺ αὐτῶν διερχομένην χαρτίνην ταινίαν πη, ἥτις οὕτω φέρεται ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος κατὰ τὴν φοράν τὴν ὑπὸ τοῦ βέλους δεικνυομένην. Πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς συσκευῆς ὑπάρχουσιν οἱ ἡλεκτρομαγνήται Ε, ὁ ἀγωγὸς τῶν ὁποίων διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἐκπεμπομένου διὰ τοῦ πομποῦ ἐκ τοῦ ἐτέρου σταθμοῦ. Ὑπεράνω τῶν πυρήνων τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν ὑπάρχει ὁ ὀπλισμὸς Α, ἥτοι μικρὸν ἔλασμα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἐστερωμένον κατ' ὀρθὴν γωνίαν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν βραχιόνων τοῦ χαλκοῦ μοχλοῦ ΔΓ, ὅστις δύναται νὰ στρέφηται ὀλίγον περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Ὁ δεῦτερος βραχίον Δ τοῦ μοχλοῦ φέρει κατὰ τὸ ἄκρον αὐτοῦ ἔλασμα χαλύβδινον ι κεκαμμένον πρὸς τὰ ἄνω, ὅπερ ἀνυψοῖ τὴν χαρτίνην ταινίαν πη, ὅταν ὁ ὀπλισμὸς Α ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου κατέρχηται. Ὑπεράνω δὲ τῆς ταινίας ὑπάρχει μικρὸς πρὸς τροχίσκος ε, οὗτινος τὰ πέρατα λεπτὰ ὄντα ἀλείφονται συνεχῶς

διὰ κυανῆς βαφῆς, δι' ἧς εἶνε πεποτισμένος ὁ δι' ἐριούχου ὑφάσματος κεκαλυμμένος κύλινδρος α. Ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου Ε δὲν διέρχεται ρεῦμα, ὁ ὄπλισμὸς Α τηρεῖται μεμακρυσμένος ἀπὸ τῶν πυρήνων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διὰ τινος ἐλατηρίου, οὕτω δ' ἡ χαρτίνη ταινία δὲν ἀπτεται τοῦ τροχίσκου ε. Ἐὰν ὅμως διέλθῃ ρεῦμα διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ὁ πυρὴν αὐτοῦ μεταβαλλόμενος εἰς μαγνήτην ἔλκει τὸν ὄπλισμὸν Α. Ἡ ταινία ἀνυψουμένη διὰ τοῦ χαλυβδίνου ἐλάσματος ι τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ τροχίσκου ε διηνεκῶς περιστρεφομένου, οὕτω δὲ τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμὴ μὲν, εἰάν τὸ ἐκπεμπόμενον ρεῦμα εἶνε ἀκαριαῖον, γραμμὴ δὲ συνεχῆς, ὅταν τὸ ρεῦμα εἶνε διαρκές.

286. Σύνδεσις τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς. Ἡ σύνδεσις αὕτη δεῖκνυται ἐν τῷ σχήματι 224, εἰς ὃ Σ καὶ Σ' εἶνε αἱ ἠλε-



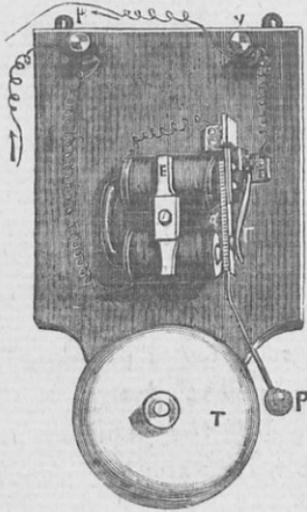
Σχ. 224.

τρικαὶ στήλαι τῶν δύο σταθμῶν, αἵτινες συνήθως εἶνε στοιχεῖα Callaud (σχ. 195 § 261), K καὶ K' οἱ πομποὶ καὶ Z καὶ Z' οἱ δέκται. Καὶ οἱ μὲν θετικοὶ πόλοι τῶν στηλῶν ὡς καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν Z καὶ Z' συνάπτονται μετὰ τῶν πομπῶν, ἐν ᾧ οἱ ἀρνητικοὶ πόλοι καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν συνάπτονται μετὰ τῆς γῆς διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων P καὶ P'. Ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ ἡ ἀποτελουμένη ἐκ σιδηροῦ σύρματος ἐπεψευδαργυρωμένου πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὀξειδώσεως καὶ ἐρειδομένου ἐπὶ μονωτήρων ἐκ πορσελάνης, οὓς φέρουσιν οἱ τηλεγραφικοὶ στῦλοι, συνάπτει πρὸς ἀλλήλους τοὺς μοχλοὺς τῶν δύο πομπῶν. Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ τοῦ σταθμοῦ Α πιεσθῇ ἐπὶ μίαν π. γ.

χρονικὴν στιγμὴν, βεῦμα ἠλεκτρικὸν ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης Σ καὶ μεταβαῖνον εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πομποῦ Κ διαρρέει τὴν τηλεγραφικὴν γραμμὴν καὶ εὐρίσκον τὸν πομπὸν Κ' τοῦ σταθμοῦ Β ἐν ἡρεμίᾳ διέρχεται δι' αὐτοῦ, διαρρέει τὸν ἠλεκτρομαγνήτην τοῦ δέκτου Ζ' καὶ εἶτα μεταβαίνει εἰς τὴν γῆν, δι' ἧς συμπληροῦται τὸ κύκλωμα. Οὕτω διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δέκτου Ζ' τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμὴ· ἂν δὲ τούναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ πομποῦ πίεσις διαρκέσῃ ἐπὶ τρεῖς π. χ. χρονικὰς στιγμάς, 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 παριστώσι 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 καὶ μιᾶς γραμμῆς, καὶ τὸ θ διὰ τριῶν στιγμῶν, καὶ ἐπομένως ἡ λέξις Ἑλλάς παρίσταται οὕτω

287. Ἡλεκτρικὸς κώδων. Ὁ κώδων οὗτος τιθέμενος εἰς συκοινωνίαν μετὰ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς μετὰ τὸ πέρασ τῆς ἀνταποκρίσεως χρησιμεύει, ὅπως εἰδοποιῆται ὁ τηλεγραφητὴς σταθμοῦ καλούμενος ἐξ ἄλλου σταθμοῦ, διότι τὰ κτυπήματα τοῦ δέκτου εἶνε ἀκουστὰ μόνον ἐκ μικρᾶς ἀποστάσεως. Ὁ ἀπλούστερος τῶν ἠλεκτρικῶν κωδώνων εἶνε ὁ καλούμενος *δονητικός*, οὗτινος γίνεται χρῆσις καὶ ἐν ταῖς οἰκίαις. Οὗτος σύγκειται ἐξ ὀρθογωνίου μικρᾶς σανίδος (σχ. 225), ἐφ' ἧς στηρίζεται ἠλεκτρομαγνήτης Ε, εἰς ὃν φθάνει διὰ τοῦ πιστικοῦ κοχλίου μ τὸ ἠλεκτρικὸν βεῦμα. Τοῦτο δ' ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διέρχεται διὰ τοῦ πρὸ τῶν πυρηνῶν αὐτοῦ κειμένου ὀπλισμοῦ α, ὅστις ἐκ τοῦ ἐνὸς μὲν μέρους, ὁπόθεν δέχεται τὸ βεῦμα, στηρίζεται ἐπὶ εὐκάμπτου χαλυβδίνου ἐλάσματος, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἄκρου φέρει πλῆκτρον Ρ δυνάμενον νὰ πλήξῃ τὸ κωδώνιον Τ. Τὸ ἠλεκτρικὸν βεῦμα ἀπὸ τοῦ ὀπλισμοῦ α μεταβαίνει εἰς τὸ ἐλατήριον Γ, μεθ' οὗ εὐρηται εἰς ἐπαφήν, καὶ ἐκεῖθεν εἰς τὸν πιστικὸν κοχλίαν γ καὶ εἶτα εἰς τὸν ἕτερον πόλον τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης. Ἄλλ' εὐθὺς ὡς τὸ βεῦμα διέλθῃ, ὁ ὀπλισμὸς ἀέλκεται



Σχ. 225.

ὑπὸ τῶν πυρήνων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ τὸ πλῆκτρον P κρούει τὸ κωδώνιον T. Κατὰ τὴν ἔλξιν δὲ ταύτην τοῦ ὄπλισμοῦ ἢ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἑλατηρίου Γ ἐπαφὴ διακόπτεται, ἵπότε καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ ὄπλισμὸς δὲν ἔλκεται πλέον, ἀλλ' ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ἢ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἑλατηρίου Γ ἐπαφὴ ἀποκαθίσταται, τὸ ρεῦμα διέρχεται αὐθις, τὸ πλῆκτρον κρούει τὸ κωδώνιον καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅταν τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου κώδωνος γίνηται χρῆσις ἐν ταῖς οἰκίαις, συνάπτουσιν αὐτὸν μετ' ἡλεκτρικῆς στήλης, ἀποτελουμένης συνήθως ἐκ δύο ἢ τριῶν στοιχείων Leclanché καὶ μετ' ἡλεκτρικῶν κομβίων, δι' ὧν κλείεται τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐκ διαφόρων σημείων.

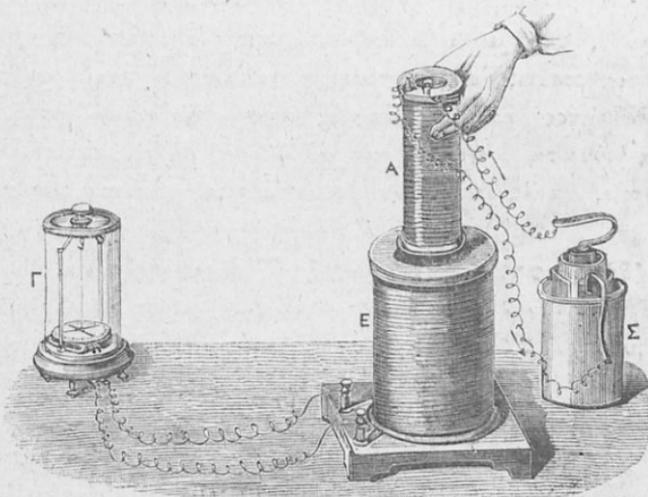
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.

ΜΗΧΑΝΑΙ ΜΑΓΝΗΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ.

288. **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.**

289. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηνίου.** Ἴνα παραγάγωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς δι' ἑτέρου ρεύματος, λαμβάνομεν



Σχ. 226.

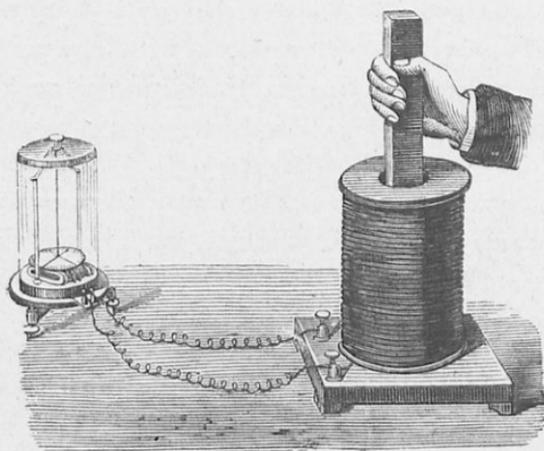
κοῖλον κύλινδρον χάρτινον ἢ ξύλινον καὶ περιελίσσομεν ἐπ' αὐτοῦ ἑλικοειδῶς σύρμα χαλκοῦν παχὺ καὶ κεκαλυμμένον διὰ μετάξης, ἀποελούντες οὕτω τὸ καλούμενον ἐσωτερικὸν πηνίον A (σχ. 226). Τὰ

πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου συνάπτομεν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ. Ἐπὶ δευτέρου κοίλου κυλίνδρου δυνα-
μένου νὰ δεχθῆ ἐν ἑαυτῷ ἐλευθέρως τὸ πηνίον Α περιελίσσομεν ἐλι-
κοειδῶς χαλκοῦν σύρμα κεκαλυμμένον διὰ μετάξης ἀλλὰ λεπτότατον,
ὥστε ν' ἀποτελεσθῶσι πολλαὶ τὸν ἀριθμὸν σπείραι, χωρὶς ἢ διάμετρος
τοῦ οὕτω παραχθέντος καὶ ἐξωτερικοῦ πηνίου καλουμένου νὰ αὐξηθῆ
ὑπερμέτρως. Τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ δευτέρου τούτου πηνίου Ε
συνάπτομεν μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν τοῦ γαλβανομέτρου Γ. Τού-
των δὲ γενομένων, εἰσάγομεν διὰ ταχείας κινήσεως τὸ πηνίον Α εἰς τὸ
πηνίον Ε, ὅποτε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου
ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ῥεύματι,
τῷ διαρρέοντι τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον Α. Ἐὰν δ' ἀνελκύσωμεν βιαίως τὸ
πηνίον Α, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ Ε ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον
καὶ ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ῥεύματι. Τὰ δύο δὲ ταῦτα ῥεύματα ὄντα
ἀντίρροπα ἀποκλίνουν τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου Γ κατ' ἀντι-
θέτους φορὰς. Ὅμοια ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγονται, ἐὰν θέσω-
μεν τὸ πηνίον Α ἐν τῷ πηνίῳ Ε ἀκίνητον καὶ εἶτα διακόπτωμεν ἢ
ἀποκαθιστῶμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ῥεῦμα τοῦ στοιχείου Σ. Καὶ ὅταν μὲν
ἀποκαθιστῶμεν τὸ ῥεῦμα, παράγεται ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ ἐξωτερικοῦ
πηνίου Ε ῥεῦμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ῥεύματι, ὅταν δὲ διακό-
πτωμεν αὐτό, παράγεται ῥεῦμα ὁμόρροπον. Ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς
παράγονται προσέτι, ἐὰν ἀποτόμως μεταβάλωμεν τὴν ἰσχύν τοῦ ἐπι-
δρῶντος ῥεύματος· καὶ ἐὰν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἰσχύν αὐτοῦ, τὰ ἐξ
ἐπαγωγῆς ῥεύματα εἶνε ἀντίρροπα αὐτῷ, ἐὰν δὲ τούναντίον ἐλαττώ-
σωμεν αὐτήν, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ῥεύματα εἶνε ὁμόρροπα τῷ ἐπιδρῶντι
ῥεύματι.

290. **Ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ μαγνήτου.** Συνάπτον-
τες τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ πηνίου μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλ-
βανομέτρου (σχ. 227) εἰσάγομεν διὰ ταχείας κινήσεως μαγνήτην
εἰς τὸ πηνίον, ὅποτε ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ῥεῦμα ἐξ
ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère
(σχ. 217 § 280) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτῃ. Ἐὰν δ' ἀνασπάσωμεν
βιαίως τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ῥεῦμα 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 μα-
γνητικῆς αὐτοῦ βελόνης ὁ μετακινούμενος μαγνήτης.

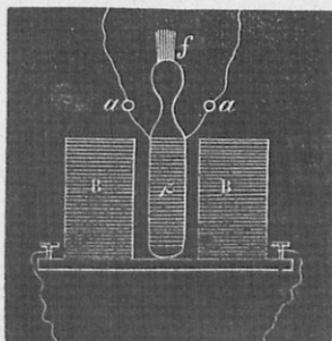
291. Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνη καὶ κατ' ἄλλους δύο τρόπους. Δυνάμεθα δηλονότι ἢ τὸν μαγνήτην νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον, ὁπότε πλησιάζοντες μὲν ταχέως κινήσει στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ



Σχ. 227.

σιδήρου εἰς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ μαγνήτου παράγωμεν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου, ἀποσπῶντες δ' ἀπ' αὐτοῦ τὸν μαλακὸν σίδηρον παράγωμεν ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου ἢ δυνάμεθα νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, ὃν ἀφίνομεν ἡρεμοῦντα καὶ πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν διὰ ταχέως κινήσεως μαγνήτην, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὁποίου ὁ μαλακὸς σίδηρος γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον μὲν κατὰ τὴν προσπέλασιν τοῦ μαγνήτου, ὁμόρροπον δὲ κατὰ τὴν ἀπομάκρυσιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ σιδήρου.

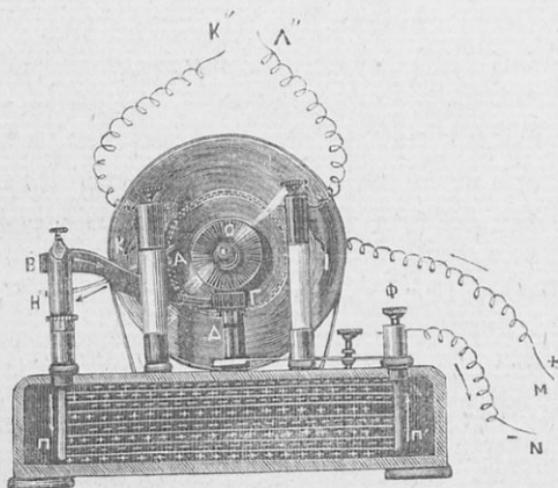
292. **Ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηνίου καὶ μαγνήτου.** Τὰ ἰσχυρότερα ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα παράγονται διὰ τῆς συγχρόνου ἐπίδράσεως πηνίου καὶ μαγνήτου. Ἐστω BB (σχ. 228) τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον καὶ β τὸ ἐσωτερικόν, εἰς τὸ ὁποῖον εἰσαγάγωμεν δέσμη f ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου. Τὰ πέρατα $αα$ τοῦ ἀγωγῶ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου θέτομεν εἰς συκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης. Καὶ καθ' ἣν μὲν στιγμὴν διαβιβάζομεν



Σχ. 228.

τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ BB ρεῦμα ἀντίρροπον, καθ' ἣν δὲ στιγμὴν διακόπτομεν τὸ ρεῦμα τοῦτο, παράγεται ἐν τῷ αὐτῷ πηνίῳ ρεῦμα ὁμόρροπον. Ἄλλὰ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἠλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα εἶνε πολὺ ἰσχυρότερα τῶν δι' ἀπλοῦ πηνίου παραγομένων, τουτέστι τῶν ἄνευ πυρῆνος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, διότι τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον οὐ μόνον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ, ἀλλὰ καὶ μαγνητίζει τὸν μαλακὸν σίδηρον f , ὅστις οὕτω παράγει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ πηνίου BB ὁμόρροπον τῷ πρώτῳ. Τῶν δύο δὲ τούτων ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων ἐνουμένων, παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς λίαν ἰσχυρόν, οὐ μόνον ὅταν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ἄρρηται διερχόμενον, ἀλλὰ καὶ ὅταν διακόπτηται τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν δὲ παραγόμενον εἶνε μάλιστα πολὺ ἰσχυρότερον τοῦ πρώτου.

293. Ἐπαγωγικὸν μὴχάνημα τοῦ **Ruhmkorff**. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἐνὸς κυλίνδρου ΑΔ (σχ. 229), κατὰ τὸν

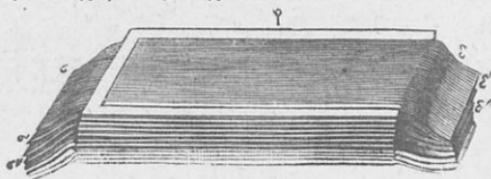


Σχ. 229.

ἄξονα τοῦ ὁποίου ὑπάρχει δέσμη Ο ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένη ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος παχέος καὶ μεμονωμένου, ὅπερ ἀποτελεῖ τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΑΓ, ἐφ' οὗ ἐλίσσεται σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΚΔΙ. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα στήλης συγκεκλιμένης ἐξ ὀλίγων στοιχείων Bunsen διαβιβάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ὅποτε, ὡς εἶπομεν, ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἄλλ' ἵνα ἔχωμεν σειρὰν τοιούτων

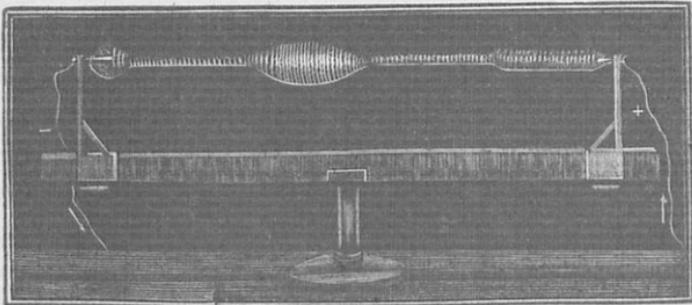
ρευμάτων, ὀφείλομεν νὰ διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν διηλεκτικῶς τὸ ἐπιδρῶν τοῦτο ρεῦμα· πρὸς τοῦτο δὲ χρησιμεύει ὄργανον καλούμενον ροητόμος, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου μοχλοῦ ΒΓ δυναμένου νὰ περιστραφῇ περὶ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ Β καὶ φέροντος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Γ, ἐρειδόμενον 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 μεταλλινὸν στυλίσκον ΗΒ καὶ διὰ τοῦ μοχλοῦ ΒΓ εἰς τὸν στυλίσκον Δ καὶ ἐξ αὐτοῦ διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου Φ ἐπανερχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἄλλ' εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὃ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆν Ο μαγνητιζόμενος ἔλκει τὴν σφύραν Γ καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα διακόπτεται· διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὃ πυρῆν Ο ἐπανερχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ἡ σφύρα Γ καταπίπτει καὶ κλείει αὐθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχομεν σειρὰν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα Κ' καὶ Λ' τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου δύνανται νὰ παραγάγῃ μεταξὺ αὐτῶν σειρὰν ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁποίους δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες· οἱ διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης παραγόμενοι εἶνε ἰσχυρότεροι καὶ μείζονες, ὅταν ἐν τῇ συσκευῇ προστεθῇ καὶ πυκνωτὴς ΠΠ' ὃ ἐν τῷ βάθρῳ αὐτῆς εὐρίσκόμενος καὶ ἀποτελούμενος ἐκ φύλλων κασσιτέρου, μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθενται φύλλα χάρτου φ (σχ. 230) ἐμπεποτισμένα διὰ παραφίνης οὕτως, ὥστε καὶ τὰ τάξεως ἀρτίας σσ'σ' ἐξέχοντα πρὸς τὸ ἐν μέρος νὰ συνάπτονται ἀλλήλοις καὶ τὰ τάξεως περιττῆς εε'ε' ἐξέχοντα ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους νὰ συνάπτονται ὁμοίως πρὸς ἄλληλα, ἀλλὰ τὰ πρῶτα νὰ εἶνε ἡλεκτρικῶς μεμονωμένα ἀπὸ τῶν δευτέρων. Καὶ τὰ μὲν σσ'σ' τίθενται εἰς συχνοινῶν μετὰ τῆς σφύρας ΒΓ, τὰ δὲ εε'ε' μετὰ τοῦ ἄκρονος Δ τοῦ ροητόμου. Εἰς τὰς δύο δὲ ταύτας μεταλλίνας ἐπιφανείας τὰς ἀπ' ἀλλήλων μεμονωμένας διαχωρόμεναι αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαὶ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος κατὰ τὴν διακοπὴν αὐτοῦ δὲν παράγουσι σπινθῆρα μεταξὺ σφύρας Γ καὶ ἄκρονος Δ, οὕτω δὲ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος διακοπτομένου ἀποτόμως τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ἰσχυρότερα.



Σχ. 230.

294. Θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τοὺς ἀγωγούς Κ' καὶ Λ' μετὰ τῶν δύο ὀπλισμῶν λουγδουικῆς λαγῆνου πληροῦμεν ταυτην ἐν ἀκαρτεῖ καὶ παράγωμεν ἰσχυροτάτους ἠλεκτρικοὺς σπινθῆρας. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ἀήρ ἔχει ἐπὶ τοσοῦτον μειζονα ἀγωγὸν δύναμιν, ὅσον εἶνε ἀραιότερος, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἐν μὲν τῷ ἀέρι ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν παράγουσι σπινθῆρας ὀλίγων ὑφεκατομέτρων, ἀλλὰ διαβιβαζόμενα δι' ὑαλίνων σωλῆνων ἐμπεριεχόντων ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἢ ἀέριον ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν ὀντανται νὰ διαδράμωσιν αὐτόν, καίπερ ἔχοντα ἰκανὸν μῆκος. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύουσιν οἱ σωλῆνες τοῦ Geissler (σχ. 231), οὔτινες ἐκτέρωθεν κεκλεισμένοι ὄντες φέρουσι κατὰ τὰ



Σχ. 231.

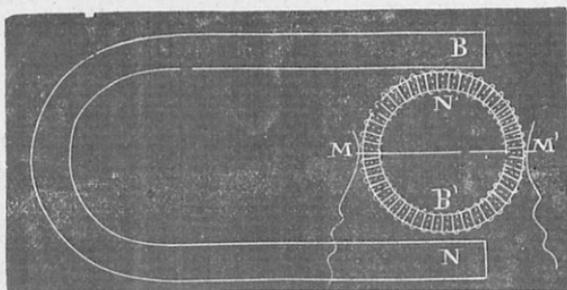
πέρατα ἐν τῷ ὑάλω ἐντετηγμένα σύρματα λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβιβάζομεν τὰ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρικὰ ρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ἢ ἀτμούς ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Τὸ ρεῦμα διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρησιν αὐτοῦ, οὔτινος τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὃν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπέρυθρον εἰς τὸ ὑδρογόνον.

Διὰ τῶν σπινθῆρων τοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff δύναται νὰ γίνῃ ἀνάφλεξις μεγίστου ἀριθμοῦ ὑπονόμων.

295. Ἡλεκτρομηχαναί. Αἱ ἠλεκτρομηχαναὶ διαιροῦνται εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς καὶ δυναμοηλεκτρικὰς. Καὶ μαγνητοηλεκτρικαὶ μὲν μηχαναὶ καλοῦνται ἐκεῖναι, αἵτινες τῇ βοηθείᾳ μονίμων μαγνητῶν μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἠλεκτρισμὸν· δυναμοηλεκτρικαὶ δ' ἐκεῖναι, αἵτινες ἄνευ ἀρχικοῦ μαγνήτου μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἠλεκτρισμὸν.

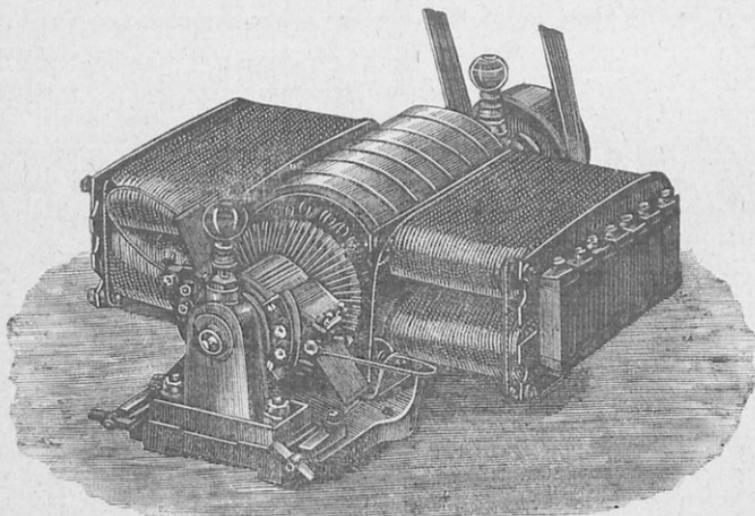
296. Ἡλεκτρομηχανὴ τοῦ Gramme. Αὕτη σύγκεται ἐκ δακτυλίου μαλακοῦ σιδήρου MN'M'B' (σχ. 232) περιβεβλημένου ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος μεμορῶμένου, οὔτινος τὰ δύο ἄκρα εἶνε ἠνωμένα πρὸς ἄλληλα οὕτως, ὥστε σχηματίζεται ἐλιξ συνεχῆς καὶ ἀτέρμων. Τὸ σύρμα τοῦτο εἶνε ἀπογεγυμνωμένον

καθ' ὅλα τὰ σημεῖα αὐτοῦ τὰ πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν περιφέρειαν τοῦ δακτυλίου κείμενα, εἰς ἃ δύο μεταλλίνα ἐλάσματα τρίβονται κατὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα M καὶ M' τοῦ δακτυλίου. Ὁ δακτύλιος οὗτος κείμενος μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἰσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου BN καὶ κατ' ἀκολουθίαν μα-



Σχ. 232

γνητιζόμενος τίθεται εἰς ταχεῖαν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περιστροφικὴν κίνησιν καὶ οὕτως ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ αὐτοῦ ἀναπτύσσονται ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἅτινα συλλέγομεν διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων M καὶ M' . Τοιαύτη οὖσα ἡ μηχανὴ αὕτη καλεῖται *μαγνητοηλεκτρικὴ*. Ἄλλ' ὁ Gramme ἐπήνεγκε σπουδαιωτάτην τροποποίησιν αὐτῆς οὕτως, ὥστε οὐ μόνον ἀπέφυγε τὴν χρῆσιν μονίμων μα-



Σχ. 233.

γνητῶν, ἀλλὰ καὶ τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς ἠδυνήθη ν' αὐξήσῃ. Πρὸς τοῦτο ὁ δακτύλιος τῆς μηχανῆς περιστρέφεται μεταξὺ τῶν πόλων δύο μεγάλων ἠλεκτρομαγνητῶν, ὧν οἱ ἀγωγοὶ διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ δακτυλίου διὰ τῆς ἀσθενοῦς κατὰ πρῶτον ἐπιδράσεως τοῦ ἐλευθέρου μαγνητικοῦ βρεστοῦ, ὅπερ φέρουσιν οἱ πυρῆνες τῶν

ἡλεκτρομαγνητῶν. Ἡ οὕτω δὲ τροποποιηθεῖσα μηχανὴ αὕτη εἶνε αὐτοურγός, 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, οὗτινος ἡ ἰσχὺς αὐξάνεται, ἐπιταχυνομένης τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ δακτυλίου.

297. Ἡλεκτρομηχανὴ Siemens - Ha'ske. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἡλεκτρομαγνητῶν (σχ. 233), μεταξύ τῶν πόλων τῶν ὁποίων στρέφεται σιδηροῦς κοῖλος κύλινδρος φέρων κατὰ μῆκος τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας τῆς κυρτῆς, σειρὰν χαλκῶν συρμάτων μεμονωμένων, ἐφ' ὧν παράγονται κατὰ τὴν στροφὴν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα συλλέγοντες χρησιμοποιοῦμεν.

Αἱ μηχαναὶ αὗται χρησιμεύουσιν οὐ μόνον εἰς τὸν ἡλεκτρικὸν φωτισμὸν, ἀλλὰ καὶ πρὸς μεταβίβασιν δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ μάλιστα φυσικῶν δυνάμεων, οἷον πίπτοντος ὕδατος, αἵτινες ἄλλως θ' ἀπώλυντο. Ἡ μεταβίβασις δηλ. κινήτηριου δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος τῶν ἡλεκτρομηχανῶν, καθ' ἣν αὗται τίθενται μὲν εἰς κίνησιν ἢ 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 παράγουμεν, τίθενται δι' αὐτοῦ εἰς κίνησιν. Οὕτω π. χ. ὑποθέσωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἓν τι πῶλεϊ τὴν κινουσαν δυνάμιν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέρος μεμακρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ὑπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικούς τροχούς ἢ ὕδροτροβίλους, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἡλεκτρομηχανήν. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον, διοχετευόμενον δι' ἑναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἡλεκτρομηχανῆς κειμένης ἐν ἐργοστασίῳ 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 Ἀλπεις, φωτιζομέναις ἀπλῶς δι' ἡλεκτρικοῦ φωτὸς ἕνεκα τοῦ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν καταπίπτοντος ἀφθόνου ὕδατος. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διανομὴ κινούσης δυνάμεως εἰς διάφορα ἐργοστάσια, οἷον τυπογραφεῖα, ἅτινα ἔχουσι μὲν ἀνάγκην ἰσχυρᾶς κινούσης δυνάμεως, ἀλλ' ἡ τοποθέτησις ἐντὸς αὐτῶν ἀτμομηχανῶν θ' ἀπέβαινε δυσχερὴς καὶ δαπανηρὰ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην αἱ ἡλεκτρομηχαναὶ αἱ χρησιμοποιούμεναι διὰ τὸν φωτισμὸν τῆς πόλεως κινουσι μικρὰς ἡλεκτρομηχανὰς ἐν τοῖς ἐργοστασίοις κειμένας, αἵτινες κινουσι τὰ μηχανήματα τοῦ ἐργοστασίου, οἷον τὰ τυπογραφικὰ πιεστήρια. Ἡ μεταφορὰ κινήτηριου δυνάμεως διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὡσαύτως καὶ εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν ἐπὶ σιδηρῶν τροχιῶν. Πρὸς τοῦτο μόνιμος κινήτηριος ἀτμομηχανὴ κινεῖ ἡλεκτρομηχανήν, ἣς τὸ ρεῦμα διοχετευόμενον δι' ἑναερίων ἢ ὑπογείων μεμονωμένων μεταλλίνων ἀγωγῶν θέτει εἰς κίνησιν δευτέραν ἡλεκτρομηχανήν ἐν τῇ ἀμάξῃ εὐρισκομένην, ἣς ἡ κίνησις μεταδίδεται μηχανικῶς εἰς τοὺς τροχοὺς αὐτῆς.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

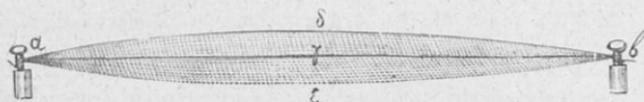
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

298. Ἀκουστικὴ καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, ὅπερ πραγματεύεται περὶ τῆς γενέσεως καὶ διαδόσεως τοῦ ἤχου, ἤτοι περὶ τοῦ ἰδιαιτέρας φύσεως αἰσθήματος ἐκείνου, ὅπερ παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὄργανου διὰ τῆς παλμικῆς τῶν ἠχογόνων σωμάτων κινήσεως, ἣτις διαδίδεται διὰ περιέχοντος σταθμητοῦ καὶ ἐλαστικοῦ, οἷος εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ὁ σίδηρος κ.τ.λ.

299. Πᾶν σῶμα ἠχογόνον εὐρίσκεται ἐν τρομῶδει κινήσει, τουτέστι κραδαίνεται, ἐφ' ὅσον παράγει ἤχον· τούτο δ' ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων.

α΄) Παλμικὴ κίνησις χορδῆς. Ἐάν λαβῶμεν λευκὴν χορδὴν καὶ τείνωμεν αὐτὴν μεταξὺ δύο ἤλων α , β (σχ. 234) καὶ μάλιστα ἐνώ-



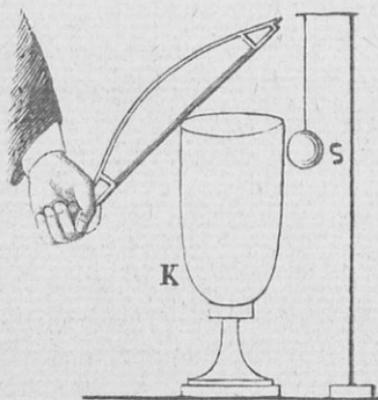
Σχ. 234.

πιον μέλανος πίνακος, εἶτα δὲ ἀπομακρύναντες τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας γ ἀφήσωμεν αὐτὴν ἐλευθέραν, ἡ χορδὴ δυνάμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας· ἐπανελθοῦσα δ' εἰς τὴν θέσιν ταύτην, ὑπερβαίνει αὐτὴν ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ φθάνει εἰς τὴν θέσιν ϵ σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς προηγουμένης δ , εἰς ἣν ἀρχικῶς ἐξετοπίσθη. Ἐπανερχομένη δὲ καὶ αὐθις εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ὑπερβαίνει αὐτὴν, οὕτω

δ' ἐκτελεῖ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ὧν τὸ πλάτος εἰς βραίνει ἐλαττοῦμενον καὶ ἐπὶ τέλους ἡ χορδὴ ἡρεμεῖ. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τῆς χορδῆς παράγουσα τὸν ἦχον εἶνε συγχρόνως καὶ δρατὴ, διότι αἱ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ γινόμεναι ἐντυπώσεις δὲν ἐκλείπουσιν ἀμέσως, ἐξακολουθοῦμεν δὲ βλέποντες τὴν χορδὴν εἰς τὰς διαδοχικὰς θέσεις, ὡς 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 εἶτα ἐλευθερόν, τὸ ἔλασμα πάλ्लεται, ὡς εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἡ χορδὴ, δυνάμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ παράγον συγχρόνως ἦχον, ἐφ' ὅσον διατελεῖ ἐν τοιαύτῃ παλμικῇ κινήσει.

γ') Παλμικὴ κίνησις κώδωνος. Κώδων ὑαλίνος ἢ μεταλλίνος πληττόμενος παράγει ἦχον. Ὅτι δὲ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐν παλμικῇ κινήσει, ἀποδεικνύομεν ρίπτοντες ἐντὸς αὐτοῦ ἄμμον ἢ μικρὰ τεμάχια μετάλλινά, ἅτινα βλέπομεν ἀναπηδῶντα καὶ κρούοντα τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος. Ἐὰν δὲ πλησίον τοῦ κώδωνος K (σχ. 235)



Σχ. 235

ἐξαρτήσωμεν ἐκ νήματος μικρὸν σφαιρίδιον S ἐξ ἐλεφαντίνου ὀστέου ἢ θέσωμεν ἀκίδα μεταλλίνην, εἶτα δὲ κρούσωμεν τὸν κώδωνα διὰ ξυλίνης σφύρας ἢ πληξῶμεν αὐτὸν διὰ τοξοῦ, ἀκούομεν οὐ μόνον τὸν ἦχον τοῦ κώδωνος, ἀλλὰ καὶ τὰ ἐπανειλημμένα κτυπήματα τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἀκίδος καὶ ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, τὸ ὁποῖον μάλιστα ἀναπηδᾷ εἰς ἰκχνὸν ὕψος.

δ') Παλμικὴ κίνησις τεταμένης μεμβράνης. Τεταμένη μεμβράνα, εἰς τὸν τύμπανον κρούομενον, παράγει ἦχον, διότι δονεῖται: διὰ νὰ καταστήσωμεν δ' αἰσθητὰς τὰς δονήσεις τῆς μεμβράνης, ρίπτομεν ἐπ' αὐτῆς ἄμμον, ἣτις ἀναπηδᾷ.

ε') Παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἐν ἠχητικῷ σωλῆνι. Ὅταν ἡχητικὸς σωλῆν παράγει ἦχον, εἶνε εὐκόλον νὰ διεγῆθῃ ὅτι ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ πάλ्लεται. Διότι, ἂν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος ἦχου

τους μεμβράναν τεταμένην, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐτέθη ὀλίγη ἄμμος, ἀκούομεν τριγμόν τινα παραγόμενον ὑπὸ τῆς μεμβράνης καὶ συγχρόνως βλέπομεν τὴν ἄμμον ἀναπηδῶσαν. Οὐ μόνον δὲ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀήρ κραδαίνεται, ἀλλὰ καὶ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ ὡσαύτως πάλλονται, ὡς δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν στερεοῦντες τὸν ἠχητικὸν σωλῆνα ὀριζοντίως καὶ ῥίπτοντες ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἄμμον, ἣν βλέπομεν ἀναπηδῶσαν, ὅταν ὁ σωλῆν ἤχη.

300. **Ὁχήματα τοῦ ἤχου.** Διὰ τὴν γίνῃ ὅμως ἀκουστός ὁ ὑπὸ τοῦ ἠχητικοῦ σώματος παραγόμενος ἤχος, δὲν ἀρκεῖ μόνον τὴν ὑπάρχῃ σῶμα παλλόμενον, ἀλλὰ πρέπει μεταξὺ τοῦ ἠχογόνου σώματος καὶ τοῦ ὠτός ἡμῶν νὰ ὑπάρχῃ περιέχον σταθμητὸν οἰονδήποτε, οἷον ἀήρ, ὕδωρ, μέταλλον καὶ ἐν γένει ἀέριον, ὑγρὸν ἢ στερεὸν οἰονδήποτε· τουτέστι διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται. "Ὅπως δ' ἀποδειχθῇ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑαλίνην κοίλην σφαῖραν (σχ. 236), ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐξαρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος κωδωνίσκον καὶ ἀραιοῦμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῇ ἀέρα.

Ἐφ' ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον ὁ ἤχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεται ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, εἰὰν ἡ σφαῖρα κενωθῇ ἀέρος ἐντελῶς, οὐδένα ἤχον ἀκούομεν. Ἐὰν δὲ καθ' ὑπόθεσιν ἤθελε συμβῆ ἰσχυροτάτη ἔκρηξις ἐπὶ τῆς σελήνης, δὲν θὰ ἐγένετο ἀκουστή ἐπὶ τῆς γῆς, διότι τὸ μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τῆς γῆς διάστημα εἶνε πεπληρωμένον ὕλης μὴ σταθμητῆς, τοῦ καλουμένου αἰθέρος.



Σχ. 236.

301. Ὁ ἤχος διαδίδεται οὐ μόνον διὰ τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ διὰ πάντων τῶν ἀερίων καὶ ἀτμῶν. Οὕτως, εἰὰν τὴν ὑαλίνην σφαῖραν (σχ. 236) πληρώσωμεν ἀερίου τινὸς οἰονδήποτε ἢ καὶ ἀτμοῦ, ἀκούομεν πάντοτε τὸν ἤχον τοῦ κωδωνίσκου. Ἄλλ' ὁ αὐτὸς ἤχος διαδίδεται τελειότερον διὰ τῶν ὑγρῶν καὶ ἐτι τελειότερον διὰ τῶν στερεῶν. Οὕτω χάλικες ἐν τῷ ὕδατι κρουόμενοι παράγουσιν ἤχον ἀκουστὸν διὰ τοῦ ὕδατος ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως. Ἐὰν δ' ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου ξυλίνης ῥάβδου μήκους 5 μέτρων ἐξαρτήσωμεν ὠρολόγιον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἐφαρμόσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν λίαν εὐκρινῶς τοὺς κρότους τοῦ ὠρολογίου, ἐν ᾧ διὰ τοῦ ἀέρος δὲν δυνάμεθα ν' ἀκούσωμεν αὐτοὺς ἐκ τοσαύτης ἀποστάσεως. Ὅμοίως, εἰὰν θέσωμεν μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν δύο σκελῶν ὑπαράγρας 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 ἄμαξαν συρομένην ἢ ἵππους βαδίζοντας ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως, τὸν ἦχον δὲ πυροβόλου ἐξ ἀποστάσεως πολλῶν χιλιομέτρων. Ὅτι δὲ τὸ ἕδαφος διαδίδον τὸν ἦχον εὐρίσκειται ἐν κραδάνσει, ἀποδεικνύομεν θέτοντες ἐπὶ τοῦ ἕδαφους λεκάνην πλήρη ὕδατος, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια εὐρίσκειται ἐν τρομῶδει κινήσει.

Ὁ ἦχος διαδίδεται καὶ διὰ λεπτῶν νημάτων, ὅταν ταῦτα εἴναι τεταμένα. Ἐὰν λάβωμεν μετάλλινόν τι ἀντικείμενον, οἷον χαλκοῦν ἔλασμα, καὶ ἐξαρτήσωμεν αὐτὸ ἐκ τοῦ μέσου νήματος, οὔτινος τὰ ἄκρα εἰσάγομεν εἰς τοὺς ἀκουστικούς ἡμῶν πόρους, καθ' ἑκάστην πρόσκρουσιν τοῦ ἔλασματος ἐπὶ ἄλλου ἀντικειμένου, οἷον τραπέζης, ἀκούομεν ἦχον προσομοιάζοντα πρὸς τὸν τοῦ κώδωνος. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξηγεῖ πληρέστατα ὄργανον καλούμενον τηλέφωνον μετὰ νήματος, διὰ τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ φωνὴ δι' ἀπλοῦ νήματος μετὰξῆς. Σύγκειται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ δύο κυλίνδρων κοίλων, τῶν ὁποίων ἡ μία βάσις κλείεται διὰ δέρματος τεταμένου. Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ δύο ταῦτα τύμπανα κατὰ τὰ κέντρα αὐτῶν διὰ νήματος μετὰξῆς 15 ἕως 20 μέτρων μήκους, δυνάμεθα νὰ μεταβιβάσωμεν τὴν φωνὴν ἡμῶν ἔστω καὶ ἀσθενεστάτην ἀπὸ τοῦ ἐνός κυλίνδρου εἰς τὸν ἕτερον, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο ὁ ὁμιλῶν νὰ πλησιάσῃ τὸ στόμα αὐτοῦ εἰς τὸν ὄλμον τοῦ ἐνός τυμπάνου, ὁ δὲ ἀκούων νὰ ἐφαρμόσῃ τὸ ἕτερον τύμπανον εἰς τὸ οὖς αὐτοῦ, τὸ δὲ νῆμα νὰ διατελῇ τεταμένον.

302. **Ταχύτης τοῦ ἡχου ἐν τοῖς ἀερίοις.** Εὐρισκόμενοι εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ κροτοῦντος πυροβόλου, βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὴν λάμψιν, μετὰ τινα δὲ χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, διότι τοῦ μὲν φωτός διανύοντος παμμεγίστας ἀποστάσεις ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ βλέπομεν τὴν λάμψιν, καθ' ἣν στιγμὴν συμβαίνει ἡ ἐκπυροσκορότης, τοῦ δὲ ἡχου 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 σφῦρα ἀνυψωθεῖσα ἐτοιμάζεται ἐκ νέου νὰ καταπέσῃ ἀκούομεν τὸν κρότον.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἡχου ἐν τῷ ἀέρι ἔτοποθη-
τήθησαν πυροβόλα ἐπὶ δύο λόφων, τῶν ὁποίων ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ

ἀπόστασις (18612 μέτρα). Εἶτα ἐν ὄρα νυκτός, ὅποτε οἱ ἤχοι εἶνε μάλλον ἀκουστοί, ἐμετρήθη διὰ χρονομέτρου ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἀντιλήψεων τῆς λάμπρας καὶ τοῦ κρότου. Εὐρέθη δὲ κατὰ μέσον ὄρον ὅτι ἐδαπάνησεν ὁ ἤχος διὰ τὴν διάνυση τὸ διάστημα τοῦτο 54', 6, τῆς μὲν θερμοκρασίας οὗτης 16 ἑκατομβάθμου, τῆς δὲ ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως 760^{mm}. Διαιρεθέντος εἶτα τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου, εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἴση πρὸς 340^{μέτρ.}, 86.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς διαφοροῖς ἀερίοις παρέχεται ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Νεύτωνος $v = \sqrt{\frac{\epsilon}{\gamma \pi}}$, ἐν τῷ ὁποίῳ γ πικριστᾶ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος, ϵ τὴν ἐλαστικότητα καὶ π τὴν πυκνότητα τοῦ ἀερίου. Ἐπειδὴ ὁμως ἡ πυκνότης ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πίεσεως, ἣν τοῦτο ὑφίσταται, τουτέστιν ὁ λόγος $\frac{\epsilon}{\pi}$ μένει σταθερὸς ἐν τῷ αὐτῷ ἀερίῳ, ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως ἢ ἐλαστικότητος αὐτοῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς τὰ ἀνώτερα καὶ τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας 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 ὕδρογόνῳ π.χ. θὰ εἶνε τετραπλασία τῆς ἐν τῷ ὀξυγόνῳ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, διότι τὸ ὀξυγόνον εἶνε δεκαεξάκις πυκνότερον τοῦ ὕδρογόνου.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις αὐξάνεται αὐξανόμενης τῆς θερμοκρασίας, οὔσα ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ μὲν τὴν θερμοκρασίαν 0⁰ ἴση πρὸς 332^{μέτρ.}, 15, ὑπὸ θερμοκρασίαν 10⁰ ἴση πρὸς 337^{μέτρ.} καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν 16⁰ ἴση πρὸς 340^{μέτρ.}, 86.

Ὁ ἄνεμος ἐπιδρᾶ ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου, αὐξάνων μὲν τὴν ταχύτητα τῶν ἤχων τῶν ἐχόντων τὴν αὐτὴν φοράν, ἐλαττων δὲ τὴν ταχύτητα τῶν ἀντιθέτου φοράς ἤχων. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶνε δεκαπλασία περίπου τῆς τῶν σφοδροτάτων ἀνέμων, συμπεραίνομεν ὅτι εἰς τὰς πλείστας περιστάσεις ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου εἶνε ἐλαχίστη.

303. **Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι.** Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῶν 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, ἣτις ἀνέφλεγε κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς προσκρούσεως μικρὰν ποσότητα πυρίτιδος ἐπὶ τῆς λέμβου ὑπαρχούσης. Εἰς ἰκανὴν δὲ ἀπόστασιν εὐρίσκετο ἐπὶ δευτέρως λέμβου ὁ ἕτερος παρατηρητὴς φέρων παμμέγεθες ἀκουστικὸν κέρας, οὐτινος ὁ ὄλμος 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 ἤκουετο ὁ κρότος, εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ θερμοκρασίαν 90 ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον. τουτέστιν ὑπερτετραπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

304. 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^μ, 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 εἶτα τὸν διὰ τοῦ ἀέρος, ἐσημείου δὲ τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξύ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων.

Ἐστῶσαν μ τὸ μῆκος σωλῆνος, δ ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος μεταξύ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων, Τ' ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ σιδήρῳ καὶ Τ 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 ὑπερδεκαπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

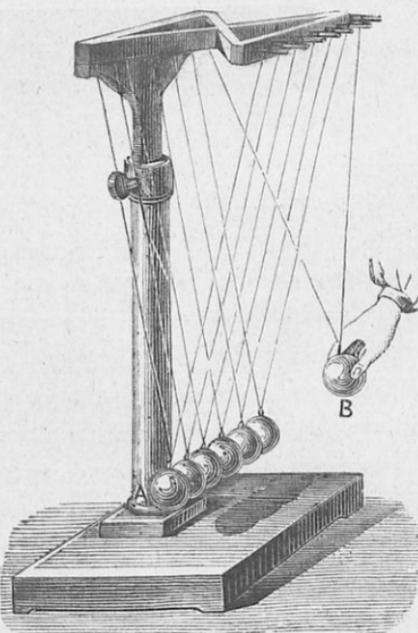
305. Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι. Ὅπως κάλλιον ἐννοήσωμεν τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος, ἐκτελέσωμεν τὰ ἐξῆς πειράματα.

α') Τοποθετοῦμεν παῖδας τὸν ἕνα κατόπιν τοῦ ἄλλου κατὰ γραμμὴν εὐθεῖαν, ὡν ἕκαστος ἐπιθέτει τὰς χεῖρας αὐτοῦ στερεῶς ἐπὶ τῶν ὤμων τοῦ προηγουμένου. Ὁθοῦντες εἶτα 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 ἐλεφαντίνου ὀστοῦ ἐξαρτῶμεν αὐτάς διὰ νημάτων (σχ. 237) τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης εἰς

ὀριζοντίαν σειρὰν οὕτως, ὥστε νὰ ἄπτωνται ἀλλήλων καὶ τὰ κέντρα αὐτῶν νὰ κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἀνυψώσαντες τὴν πρώτην Β ἀφίνομεν αὐτὴν νὰ καταπέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δευτέρα, ἡ τρίτη καὶ αἱ λοιπαὶ μένουσιν ἀκίνητοι, μόνον δὲ ἡ τελευταία Α ἀναπηδᾷ ἐκτελοῦσα τὸ ἕτερον ἡμισυ τῆς αἰωρήσεως, τὸ ὅποιον δὲν ἐξετέλεσεν ἡ πρώτη. Σημειωτέον δ' ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἡ πρόσκρουσις μεταδίδεται ἀπὸ τῆς πρώτης εἰς τὴν τελευταίαν σφαῖραν, εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, ἐξ οἰοῦδήποτε ὕψους καὶ ἂν ἀφήσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα



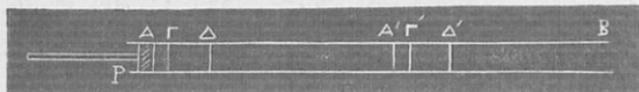
Σχ. 237.

Β, διότι ἡ ταχύτης αὐτὴ 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.

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 ἐλευθέρως ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, σχηματίζεται εἰς τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν κοίλωμα, περὶ τοῦτο δὲ κυμάτια ὕδατῆράς ἀμύκοντα, ὧν ἕκαστον σύγκειται ἐξ ὑψώματος καὶ κοιλάσματος οὕτως, ὥστε, ἂν τέμωμεν τὴν ἐλευθέρως ἐπιφάνειαν διὰ κατακόρυφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κοινῦ κέντρου, παράγεται κυματοειδὴς καμπύλη, τῆς ὁποίας τὰ κοιλάσματα καὶ τὰ ἐξογκώματα βαθμηδὸν ἐλαττοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται.

306. **Πυκνώματα και ἀραιώματα τοῦ ἀέρος ἐν κυλίνδρῳ.** Ὅπως κατανοήσωμεν νῦν τὰ ἡχητικὰ κύματα τοῦ ἀέρος, φαντασθῶμεν κύλινδρον AB (σχ. 238) πλήρη ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ



Σχ. 238.

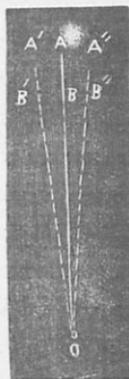
κινεῖται ἐμβολεὺς P μεταβαίνων ἀπὸ τῆς θέσεως A εἰς τὴν Γ. Ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ δὲν κινεῖται ὅλος ὁμοῦ, ἀλλὰ συμπιεστὸς ὢν συμπυκνοῦται κατὰ τὸ ἄκρον A, οὕτω δὲ σχηματίζεται κατὰ τὴν πρώτην στιγμήν στρώμα τι ΓΔ συμπυκνωμένου ἀέρος ἐλάχιστον κατὰ τὸ μήκος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ στρώμα τοῦτο ἀποκτᾷ μείζονα ἐλαστικότητα, ἀμέσως τείνει νὰ ἐπαναλάβῃ τὸν ἀρχικὸν ὄγκον αὐτοῦ συμπιέζον τὸ ἐπόμενον στρώμα, οὕτινος ἡ ἐλαστικότης εἶνε μικροτέρα. Οὕτω δὲ τὸ μὲν δεύτερον στρώμα συμπιέζεται, τὸ δὲ πρῶτον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη διαδίδεται εἰς τὸ τρίτον στρώμα, ἐν ᾧ τὸ δεύτερον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον καὶ ἀπὸ τοῦ τρίτου εἰς τὸ τέταρτον A'Δ', τὸ ὁποῖον συμπιέζεται καὶ καταλαμβάνει τὸν ὄγκον Γ'Δ' καὶ εἶτα διαστέλλεται, καὶ οὕτω καθεξῆς. Οὕτω δὲ ἡ συμπύκνωσις αὕτη προβαίνει ἰσοταχῶς ἐν τῷ κυλίνδρῳ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.

Ἐὰν νῦν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς φθάσας εἰς τὴν θέσιν Γ ἐπανερχεται ἀμέσως πρὸς τὰ ὀπίσω εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν A, τὸ πρῶτον στρώμα τοῦ ἀέρος καταλαμβάνει μεγαλειότερον χῶρον, οὕτω δ' ἀραιοῦται καὶ ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Τὸ δεύτερον στρώμα ἔχον ἐλαστικότητα μεγαλειότεραν διαστέλλεται συμπιέζον τὸ πρῶτον, ὅπερ ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Οὕτω δ' ἡ ἀραίωσις προβαίνει ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα ἰσοταχῶς καὶ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς ἐκείνην, μεθ' ἧς διεδίδετο προηγουμένως ἡ συμπύκνωσις. Ἐὰν δὲ καὶ αὕτις ὁ ἐμβολεὺς κινήθῃ πρὸς τὰ πρόσω καὶ εἶτα πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ ἀραιῶμα παρακολουθεῖται ὑπὸ πυκνώματος καὶ τοῦτο ὑπὸ ἀραιώματος καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τοποθετήσωμεν νῦν ἀντὶ ἐμβολέως εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ κυλίνδρου σῶμα παλλόμενον, οἷον ἔλασμα χαλύβδινον AO (σχ. 239) ἰστερωμένον κατὰ τὸ O, οὕτινος τὸ μέρος AB εὐρίσκεται ἐνώπιον τοῦ ἀνοι-

κτοῦ ἐκατέρωθεν κυλίνδρου. Ἀφ' οὗ ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας AB καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν $A'B'$, ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὅποτε ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανερχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστη γινομένης. Ἐἴτα τὸ ἔλασμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς $A''B''$ μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης ἐπανερχεται πρὸς τὴν θέσιν AB μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν $A'B'$ μετὰ ταχύτητος ἐλαττουμένης καὶ οὕτω πάλλεται ὡς αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές. Κατὰ τὴν πρώτην δὲ χρονικὴν στιγμήν, καθ' ἣν τὸ ἔλασμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς θέσεως $A'B'$, ἐπειδὴ ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶνε μικρά, τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ εὐρισκόμενον πρὸ τοῦ ἐλάσματος εἰς $A'B'$ ὑφίσταται μικρὰν συμπύκνωσιν διαδιδομένην εἰς τὸν κύλινδρον, ταύτην δὲ παρακολουθεῖ δευτέρα συμπύκνωσις κατὰ τι μεγαλειτέρα τῆς πρώτης καὶ ταύτην τρίτη ἐτι μεγαλειτέρα διαδιδομένη πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ὄταν δὲ τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν AB , τότε ἡ συμπύκνωσις εἶνε μεγίστη, διότι εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἡ στιγμιαία ταχύτης αὐτοῦ εἶνε ἐπίσης μεγίστη. Τὴν μεγίστην δὲ ταύτην συμπύκνωσιν τὴν μετὰ τῆς αὐτῆς πάντοτε ταχύτητος προβαίνουσιν παρακολουθοῦσιν ἄλλαι συμπυκνώσεις ἀσθενέστεραι, βαθμηδὸν μειούμεναι, μέχρις ὅτου τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν $A''B''$. Ἀπὸ δὲ τῆς στιγμῆς ταύτης, τοῦ ἐλάσματος ἐπανερχομένου πρὸς τὰ ὀπίσω, παράγονται ἀραιώματα ἐν τῷ ἀέρι τοῦ κυλίνδρου παρακολουθοῦντα τὰ πυκνώματα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς νόμους.

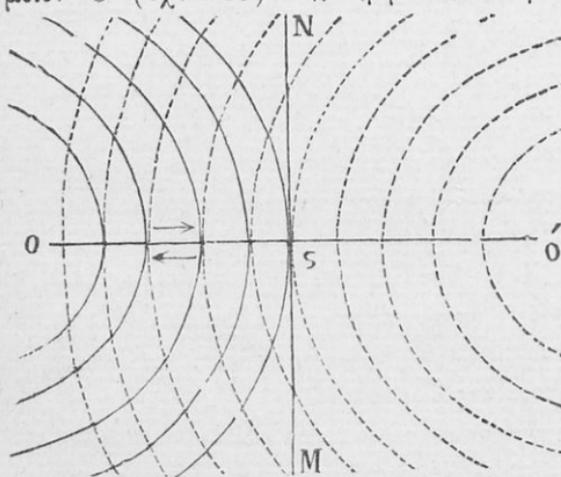
307. Φαντασθῶμεν νῦν ἡχογόνον τι σῶμα, οἷον κώδωνα κρούμενον ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Περὶ τὸ παλλόμενον τοῦτο σῶμα σχηματίζονται σφαιρικὰ ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνά, τὰ δὲ ἀραιά, τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης βαίνει αὐξανομένη κανονικῶς μέχρις ἁριστοῦ τινός, εἴτα δ' ἐλαττουμένη ἐπίσης κανονικῶς μέχρις ἐλαχίστου τινός 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 ἀκτῖνες τῶν σφαιρικῶν τούτων ἐπιφανειῶν καλοῦνται ἡχητικαὶ ἀκτῖνες.



Συγ. 239.

308. **Ἀνάπαλις ἐλαστικῆς σφαίρας.** Ἐάν ἐπὶ ἀνευδότου προσκόμματος, οἷον ἐπὶ μαρμαρίνης πλάκῃς, καταπέσῃ ἐλαστικὴ σφαῖρα, οἷον σφαῖρα ἐξ ἐλέφαντος, αὕτη ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν. Ὅμοια ἀνάπαλις συμβαίνει, ἐάν εἰς τὸ πείραμα τῶν ἐλεφαντίνων σφαιρῶν (σχ. 237 § 305) θέσωμεν πρὸ τῆς σφαίρας A μαρμαρίνην πλάκα κατακορύφως οὕτως, ὥστε μία ἐπίπεδος αὐτῆς ἔδρα νὰ ἐφάπτηται τῆς σφαίρας A . ἂν τότε ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν B νὰ πέσῃ ἐκ μικροῦ ὕψους ἐπὶ τῆς ἐπομένης, ἢ ἐκ τῆς συγκρούσεως πρόωσις διαοῖδεται μέχρι τῆς σφαίρας A , ἣτις προσκρούει τὴν μαρμαρίνην πλάκα, ὡς ἐάν κατέπεσεν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἐξ οὗ καὶ ἡ σφαῖρα B ὕψους ἢ κρούσις τότε ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, ἥτοι ἀπὸ τῆς σφαίρας A πρὸς τὴν B , ἣτις ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν.

309. **Ἀνάκλασις ὕδατηρῶν κυμάτων.** Ἐάν εἰς τι σημείον O (σχ. 240) τῆς ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὕγρου τινος ρίψω-



Σχ. 240.

μεν λίθον, παράγονται κυκλικά ὁμόκεντρα ὕδατηρὰ κυμάτια, τὰ ὁποῖα προσπίπτοντα ἐπὶ κατακορύφου καὶ ἐπίπεδου κωλύματος NM ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσι κυκλικά ὁμόκεντρα ὕδατηρὰ κυμάτια ἔχοντα τὸ κέντρον αὐτῶν εἰς τὸ σημεῖον O' συμμετρικόν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κώλυμα NM .

310. **Ἀνάκλασις ἡχητικῶν κυμάτων.** Ὅμοίως ἀνακλῶνται καὶ τὰ σφαιρικὰ ὁμόκεντρα ἡχητικὰ κύματα, ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι. Οὕτως, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τι σημεῖον O ὕλικου τινος περιέχοντος, οἷον τοῦ ἀέρος, κρούεται κώδων καὶ ὅτι τὰ ἡχητικὰ κύματα συναντῶσι τὸ ἀνευδότον ἐπίπεδον NM , ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ἡχητικὰ κύματα, ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου O' .

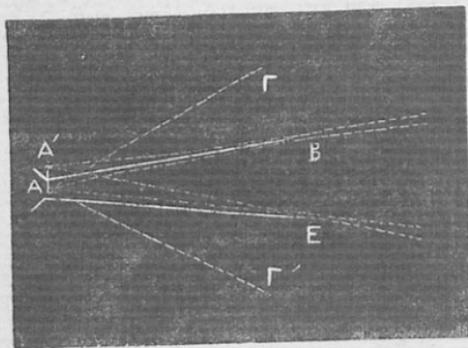
311. **Ἠχώ καὶ ἀντήχησης.** Καλεῖται ἡχώ ἡ ἐπανάληψις ἡχοῦ, ὅστις ἀνακλάται ἐπὶ κωλύματος καὶ μάλιστα στερεοῦ καὶ τοσοῦτον μεμακρυσμένου, ὥστε νὰ μὴ συγχέωνται ὁ ἀπ' εὐθείας καὶ ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος. Ἐπειδὴ δηλαδή ἡ ἐπὶ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς παραγομένη ἐντύπωσις ὑπὸ ἡχογόνου σώματος δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ καὶ μετὰ τὴν λήξιν τῆς παραγαγούσης αὐτὴν αἰτίας ἐλάχιστον τινα χρόνον ἴσον περίπου πρὸς $\frac{1}{40}$ τοῦ δευτερολέπτου, δὲν ὀνόμαθα ν' ἀντιληφθῶμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικῶν ἡχῶν, ἂν παρέλθῃ μεταξύ αὐτῶν χρόνος ἐλάσσων τοῦ $\frac{1}{40}$ τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπειδὴ δὲ εἰς $\frac{1}{40}$ τοῦ δευτερολέπτου ὁ ἡχος διανύει 34 μέτρα, ἵνα ἀκούσωμεν εὐκρινῶς τὴν ἡχώ μίᾳς μόνης συλλαβῆς, ἣν ἡμεῖς αὐτοὶ ἐκφωνοῦμεν ἰστάμενοι ἐνώπιον κωλύματος, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν ὅς ἀπ' αὐτοῦ 17 τοῦλάχιστον μέτρων, διότι τότε ὁ ἡχος διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἀνακλῶμενος, ὀφείλων νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα $Os + sO$, ἧτοι 34 μέτρα, θὰ δαπανήσῃ $\frac{1}{40}$ τοῦ δευτερολέπτου, οὕτω δ' ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος μὴ συγχέομενος πρὸς τὸν ἀπ' εὐθείας θὰ εἶνε εὐκρινῆς καὶ θὰ παρῆχθῃ ἡχώ. Ἐὰν δ' ἡ ἀπόστασις Os εἶνε μικρότερα τῶν 17 μέτρων, τότε ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος θέλει ἐν μέρει συμπέσει μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας ἐρχομένου καὶ τότε δὲν γίνεται ἡχώ ἀλλ' ἀντήχησης, ἧτοι ὁ ἀπ' εὐθείας ἡχος ἐνισχύεται, ὡς συμβαίνει εἰς αἰθούσας, ἐκκλησίας, δεξαμενάς, θόλους, ἐὰν ἐντὸς αὐτῶν φωνήσωμεν. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι διὰ νὰ ἀκούσωμεν εὐκρινῶς τὴν ἡχώ λέξεως ἠσυλλάβου, εἶον Ἑλλάς, ἣν ἐκφωνοῦμεν ἄνευ διακοπῆς ἐν τῷ μέσῳ τῶν δύο συλλαβῶν, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν $2 \times 17 = 34$ μέτρων ἀπὸ τοῦ κωλύματος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἀνάκλασις τοῦ ἡχοῦ γίνεται ἐπὶ διαφόρων κωλυμάτων, εἶον ἐπὶ τοίχων, ἐπὶ κρημνῶν ἀποτόμων ἐν χώραις ὄρειναῖς, ἐπὶ νεφῶν (ἀνάκλασις τῆς θροντῆς καὶ τοῦ κρότου τῶν πυροβόλων), ἐπὶ δένδρων καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο παρατηροῦσιν οἱ ἀεροναῦται, οἵτινες ἀκούουσιν ἡχώ ἐκ τοῦ ἐδάφους ἀνερχομένην. Ὁ δὲ Biot ἤκουεν ἡχώ ἐντὸς ἐπιμήκων σωλήνων ἀνοικτῶν ἐκατέρωθεν.

Ἡ ἡχώ, ἡ ἐπαναλαμβάνουσα ἀπαξ μόνον ἡχόν τινα, λέγεται ἀπλή, ἡ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλάκις τὸν αὐτὸν ἡχον, καλεῖται πολλαπλή. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὅταν ὁ ἡχος ἀνακλάται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, εἶον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Τριπλή ἡχώ ἀκούεται εἰς Πειραιᾶ παρὰ τὸν λιμένα τῆς Μουνηχίας, ὅταν τις εὐρισκόμενος εἰς ὑψηλὸν μέρος φωνήσῃ κατὰ

τὴν νύκτα βλέπων πρὸς μεσημβρίαν. Ἡ μὲν πρώτη ἡχώ ἢ καὶ ἰσχυροτέρα προέρχεται ἐκ τοῦ ὑπεράνω τῆς Μουνιχίας πρὸς τὰ ἀριστερὰ πλησιεστέρου παραλίου λόφου, ἢ δὲ δευτέρα ἐκ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ λόφου καὶ ἢ τρίτη ἐκ τοῦ ἀπωτέρω πρὸς τὰ δεξιὰ κειμένου τρίτου λόφου, ἧτις εἶνε καὶ ἀσθενεστέρα. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ Ῥήνου μεταξύ Bingen καὶ Coblentz παράγεται ἡχώ ἐπαναλαμβανούσα δεκαεπτὰκις τὸν αὐτὸν ἡχόν. Ἡ ἡχώ αὕτη φαίνεται ἄλλοτε μὲν πλησιάζουσα, ἄλλοτε δ' ἀπομακρυνομένη. Ἀξιοσημείωτος εἶνε καὶ ἡ ἡχώ τοῦ Verdun ἐν Γαλλίᾳ, ἧτις ἐπαναλαμβάνει δωδεκάκις τὸν αὐτὸν ἡχόν, παράγεται δ' ἀπὸ δύο πύργων ἀπεχόντων ἀλλήλων 52 μέτρα.

312. **Ἀντήχησις.** Εἶπομεν ὅτι ἀντήχησις καλεῖται ἡ ἐνίσχυσις, ἣν ὑφίσταται ἡχώ· τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἧτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν περίξ 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 ἀνακλάται ἐπὶ τῶν τοίχων καὶ τῆς ὀροφῆς. Ἄν ὅμως καλύψωμεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων ἢ θέσωμεν ἐπιπλα καὶ ἄλλα ἀντικείμενα, τοιαύτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἡχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ἐπίπλων ἀπορροφῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἢ οὐδόλως ἀνακλῶνται.

313. **Τηλεβόας ἢ φωνοβόλος σάλπεγξ.** Ὁ τηλεβόας χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τῆς φωνῆς, τῆς ὁποίας ἡ ἰσχύς ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ ἀπόστασις αὐξάνηται. Συνίσταται δ' ὁ τηλεβόας ἐκ κωνικοῦ μεταλλίνου σωλῆνος, οὗτινος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εἶνε πολὺ εὐρύτερον καὶ καλεῖται κώδων (σχ. 241), τὸ δ' ἕτερον ἀπολήγει εἰς ὄλμον A, ἐν-



Σχ. 241.

τὸς τοῦ ὁποίου φωνεῖ τις στρέφω τὸν κώδωνα πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ θέλει νὰ γίνῃ ἀκουστός. Τὸ σχῆμα δεικνύει τομὴν τοῦ ὄργάνου κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἡχος παράγεται εἰς τὸ σημεῖον A. Αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ BAE διαδίδονται ὡσεὶ μὴ ὑπῆρχεν ὁ τηλεβόας.

Ἄλλ' αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ ΓAB

ἀνακλῶνται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ταύτην ἐκπέμπονται εἰς τὴν γωνίαν $BA'E$, ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου A' συμμετρικοῦ τοῦ A ὡς πρὸς τὴν AB καὶ ἐπιπροστίθενται εἰς τὰς ἀκτῖνας BAE . Ἐπειδὴ δὲ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπέρχεται καθ' ὅλα τὰ ἐπίπεδα τὰ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ τηλεβόα διερχόμενα, ὁ κῶνος $ΓΑΓ'$ τῶν ἤχητικῶν ἀκτῖνων συγκεντροῦται εἰς τὸν κῶνον BAE μικροτέρου ἀνοίγματος, οὕτω δ' αἱ ἤχητικαὶ ἀκτῖνες καθίστανται σχεδὸν παράλληλοι τῷ ἄξονι τοῦ τηλεβόα. Εἶνε δ' εὐνόητον ὅτι καὶ ἄλλαι ἤχητικαὶ ἀκτῖνες ἀνακλῶμεναι, αἱ μὲν ἄπαξ, ἄλλαι δὲ δις καὶ τρίς, καθίστανται αἰσθητῶς παράλληλοι τῷ ἄξονι τῆς φωνοβόλου σάλπιγγος, ὥστε συμβαδίζουσαι καθιστῶσι τὸν ἦχον πορρωτέρω ἀκουστόν.

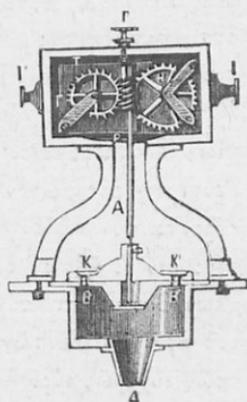
314. **Ἀκουστικὸν κέρασ.** Τὸ ἀκουστικὸν κέρασ χρήσιμον εἰς τοὺς βαρυηκούς δέχεται τὰς ἀκουστικὰς ἀκτῖνας διὰ τοῦ εὐρέος αὐτοῦ ὄλμου καὶ ἀνακλῶν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας φέρει αὐτὰς πρὸς τὸ στενὸν αὐτοῦ στόμιον τὸ εἰσαγόμενον εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον τοῦ βαρυηκού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ὙΨΟΥΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ἩΧΟΥ.

315. **Ὑψος τοῦ ἠχου.** Ἡ ὀξύτης ἢ τὸ ὕψος τοῦ ἠχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἦχογονόν σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἦχος ὀθλ. εἶνε τοσοῦτ' ὀξύτερος, ὅσ' ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων εἶνε μείζων, καὶ τοσοῦτ' βαρύτερος, ὅσ' ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς πρὸς τοῖς ἄλλοις καὶ διὰ τῆς σειρήνης τοῦ Cagniard de Latour.

316. **Σειρήν.** Ἡ σειρήν, ἥς κατακόρυφος τομὴ διὰ τοῦ ἄξονος διερχομένη παρίσταται ἐν τῷ σχήματι 242, σύγκειται ἐκ κυλινδρικής πυξίδος $ΔΒΒ'$, εἰς ἣν διὰ τοῦ στομίου $Δ$ ἐμφυσᾶται συνεχὲς βρεῦμα ἀέρος ἐκ φουσητηρίου. Ἡ ἄνω βᾶσις τῆς πυξίδος κλείεται διὰ κυκλικῆς πλακῆς $ΒΒ'$, ἥτις φέρει κυκλικὰς ὀπὰς ἴσων ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου ἀπεχούσας. Δίσκος μεταλλινὸς $ΚΚ'$



Σχ. 242.

ἐπὶ τῆς πλακὸς BB' κείμενος καὶ φέρων ἰσαριθμούς κυκλικὰς ὀπάς, αἵτινες δύνανται νὰ ἐφαρμόσωσιν ἀκριβῶς ἐπὶ τῶν ὀπῶν τῆς κάτωθεν πλακὸς, στρέφεται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα A . Ὁ ἀνώτερος δίσκος στρεφόμενος ταχέως ἀνοίγει καὶ κλείει διαδοχικῶς τὰς ὀπάς τῆς κατωτέρας πλακὸς BB' καὶ πρὸς τοῦτο οἱ ὄχετοὶ τῶν ὀπῶν τούτων δὲν ἀνεώχθησαν καθέτως ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων τῶν δίσκων, ἀλλ' ὑπὸ κλίσειν καὶ κατ' ἀντιθέτους φοράς. Οὕτως, ὅταν ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος φθάσῃ ἐκ τοῦ φουσητηρίου εἰς τὴν πυξίδα διερχόμενον διὰ τῶν ὀπῶν BB' καὶ μεταβάλλον ἀποτόμως διεύθυνσιν, πλήττει τὰ τοιχώματα τῶν ὀχετῶν KK' τοῦ ἀνωτέρου δίσκου καὶ μεταδίδει εἰς αὐτὸν ταχῆϊαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἣτις εἶνε τοσοῦτῳ ταχύτερα, ὅσῳ μεγαλύτερα εἶνε ἡ πίεσις 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 BB' ἀνοίγονται καὶ κλείονται διαδοχικῶς, οὕτω δὲ συμβαίνει ἐξοδος ἀέρος καὶ παῦσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁποίων παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος, ἧτοι ἠχητικὰ κύματα. Ἐὰν π. χ. ὁ δίσκος ἔχῃ 8 ὀπάς, τότε ἐν μιᾷ στροφῇ αὐτοῦ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ἀποκαθίσταται καὶ διακόπτεται ὀκτάκις. Ὁ παραγόμενος δ' ἦχος γίνεται τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ ἀνωτέρου δίσκου εἶνε ταχύτερα, ἧτοι ὅσῳ μεγαλύτερος ἀριθμὸς παλμῶν τοῦ ἀέρος παράγεται ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ. Ὅπως δὲ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν τοῦ ἄξονος A , οὕτως φέρεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος ἀπέραντον κοιλίαν, 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 ὀλόκληρον στροφὴν, βραχίον T στρεφόμενος μετὰ τοῦ τροχοῦ τούτου στρέφει κατὰ ἓνα ὀδόντα δευτερον ὀδοντωτὸν τροχὸν H , τὸν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος φέροντα τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ὀδόντων, ὃν καὶ ὁ πρῶτος. Δείκτι, οὗς φέρουσιν οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν τούτων, κινούμενοι ἐπὶ διηρημένων κύκλων δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ. Διὰ τοῦ ἀριθμοῦ δὲ τῶν στροφῶν, τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὀδόντων καὶ τοῦ τῶν ὀπῶν εὐχερῶς εὐρίσκομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ.

Ἡ σειρὴν παράγει ἦχον, ἂν ἐμφυσήσωμεν εἰς τὴν πυξίδα κάτωθεν οὐ μόνον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ οἰονδήποτε ἄλλο ἀέριον· ὅταν δ' ἡ ταχύτης ἡ περιστροφικὴ εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, παράγεται ἦχος τοῦ αὐτοῦ ὕψους.

Τούτο δὲ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ὀξύτης τοῦ ἤχου προέρχεται μόνον ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἐν αἰωδήποτε ἄλλῳ ὑγρῷ ἢ σειρὴν παράγει ἤχον ἰσοῦψῃ, ὅταν ἡ περιστροφικὴ ταχύτης εἴνε ἢ αὐτή. Ὅπως δ' ἠγήση ἢ σειρὴν διὰ τοῦ ὕδατος, βυθίζεται ὀλόκληρος εἰς τὸ ὕδωρ δοχείου καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνος μετὰ μικρᾶς δεξιαιμένης πεπληρωμένης ὕδατος καὶ εὐρισκομένης εἰς ὕψος 3 ἕως 4 μέτρων ὑπὲρ τὴν σειρῆνα. Τὸ ὕδωρ καταρρέον μεθ' ἰκανῆς ταχύτητος παράγει ἤχον λίαν ἀκουστόν.

Ἡ σειρὴν ἠχοῦσα ἰσχυρότατα δι' ἀτμοῦ ὑπὸ μεγάλην πίεσιν χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς φάρους πρὸς ὀδηγίαν τῶν ναυτιλλομένων, ὅταν πυκνὴ ὁμίχλη καλύπτῃ τὸ ὑπὸ τοῦ φάρου ἐκπεμπόμενον φῶς. Ὁ ἤχος, ὃν παράγει ἢ δι' ἀτμοῦ σειρῆν, εἴνε μᾶλλον ἀκουστός τοῦ κρότου τοῦ πυροβόλου, ἀκούομενος ὑπὸ τῶν ναυτιλλομένων ἐξ ἀποστάσεως ἀνωτέρας τῶν 6 ναυτικῶν μίλλίων.

317. **Ἰσχύς τοῦ ἤχου.** Εἴνε γνωστὸν ὅτι οἱ διάφοροι ἤχοι εἴνε μᾶλλον ἢ ἥττον εὐδιάκριτοι, ἤτοι ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύν, ἤτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξῆς αἰτιῶν.

α') Ἐκ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν. Ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου εἴνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν. Καὶ ὄντως χορδὴν πληττομένην ἐνώπιον μέλανος πίνακος (σχ. 234 § 298) βλέπομεν κατ' ἀρχὰς μὲν παλλομένην πλατύτερον καὶ ἀκούομεν αὐτὴν παράγουσαν ἤχον ἰσχυρότερον, βαθμηδὸν δὲ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν ἐλαττουμένου καὶ ὁ ἤχος τῆς χορδῆς γίνεται ἀσθενέστερος. Ὅθεν οἱ ἤχοι εἴνε ἰσχυρότεροι, ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα πάλληται πλατύτερον, διότι ἔνεκα τοῦ ἰσοχρόνου τῶν ἀνίσων τὸ πλάτος παλμῶν ἢ στιγμιαία ταχύτης, ἣν ἔχουσι τὰ μέρη τοῦ ἠχογόνου σώματος διερχόμενα διὰ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἡρεμίας, εἴνε μεγαλύτερα, ὅταν ὁ παλμὸς εἴνε πλατύτερος, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ μὲν πυκνὸν ἡμίκυμα εἴνε ἔτι πυκνότερον, τὸ δ' ἀραιὸν ἔτι ἀραιότερον ἢ ὅταν τὸ σῶμα ἐκτελῇ στενότερον παλμόν.

β') Ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Χορδὴ πληττομένη παράγει ἤχον ἀσθενέστερον ἢ κώδων, διότι ἡ ἐπιφάνεια, δι' ἧς πλήττει οὗτος τὸν ἀέρα, εἴνε μεγαλύτερα.

γ') Ἐκ τῆς γειννιάσεως ἠχητικῶν σωμάτων. Διαπασῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἤχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὁμῶς ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λεπτὰ τοιχώματα παράγει ἤχον ἰσχυρότερον, διότι μεταδίδεται

ή παλμική κίνησις τοῦ διαπασῶν καὶ ἐπὶ τοῦ κιβωτίου, ὅπερ συμπαλ-
 λόμενον πληττεῖ τὸν ἀέρα διὰ μεγάλης ἐπιφανείας. Οὕτω καθίσταται
 μὲν ὁ ἦχος ἰσχυρότερος, ἀλλὰ διαρκεῖ ὀλιγώτερον χρόνον. Ἡ κιθάρα,
 τὸ τετράχορδον καὶ πάντα τὰ ἔγχωρδα ὄργανα ἀποδεικνύουσι τὴν ἐνί-
 σχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἠχητικῶν κιβωτίων
 καλουμένων ἀντηχείων.

δ') Ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ περιέχοντος ἐν ᾧ ὁ ἦχος παράγεται.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου αὐξάνεται, ὅταν τὸ περιέχον, ἐν ᾧ ὁ ἦχος παρά-
 γεται, εἶνε πυκνότερον, τοῦ πλάτους ὄντος τοῦ αὐτοῦ. Οὕτως ὁ ἦχος
 κώδωνος ἠχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σχ. 236 § 300) καθίστα-
 ται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιούμεν τὸν ἀέρα. Ὡσαύ-
 τως ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ὁ παραγόμενος ἦχος εἶνε 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 εὑρισκόμενα
 ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους, οἷον ἐπὶ τῶν Ἄλπεων,
 ἡ ἐκφυροσκόρησις ὄπλου ἁμοιάζει κατὰ τὸν Saussure πρὸς κρότον
 ξύλου θραυομένου, καὶ διὰ τὴν γίνηται ἀκουστός ὁ παριστάμενος, ὀφείλει
 νὰ ἁμιλῇ μεγαλοφώνως, ἥτοι νὰ κραδαίνῃ πλατύτερον τὰς φωνητικὰς
 αὐτοῦ χορδὰς, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τοὺς ἀεραναύτας κατὰ τὰς
 δι' ἀεροστάτου ἀναβάσεις. Διὰ τὸν αὐτὸν ἐπίσης λόγον ἦχος παραγό-
 μενος εἰς κλιτὸν ὄρους, ἐνθα ὁ ἀὴρ ἀραιότερος, δὲν εἶνε τοσοῦτον ἀκου-
 στός εἰς τὴν πεδιάδα, ὅσῳ ὁ αὐτὸς ἦχος παραγόμενος εἰς τὴν πεδιάδα,
 δηλ. εἰς περιέχον πυκνότερον, εἶνε ἀκουστός τῷ εὑρισκόμενῳ εἰς τὴν
 ὑψηλότερον κειμένην κλιτὸν τοῦ ὄρους. Ἐν τῷ ὕδατι ὁ ἦχος ὀὐπὸ τὸ
 αὐτὸ πλάτος παραγόμενος εἶνε ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὡς παρετή-
 ρησεν 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 ἀπο-
 στάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ
 τούτου, ὅτι ὁ ἦχος διανέμεται ἐπὶ ἀερίων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, αἵ-
 τινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῶν ἀκτίων.

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 ἀκουστὸν
 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 εὐρισκομένου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου δὲν ἀκολουθεῖ τὸν ἀνωτέρω νόμον, ὅταν διαδίδηται διὰ σωλήνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων μειοῦται μόνον ἕνεκα τῆς τριβῆς τοῦ δονουμένου ἀέρος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος. Ἐπειδὴ ὀφραὶ τὰ διαδοχικῶς δονούμενα στρώματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν μᾶζαν, ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου θὰ ἔμενεν ἡ αὐτὴ, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ἡ τριβή. Ὁ Βιοὶ πειρώμενος διὰ σιδηρῶν σωλήνων μήκους 951 μέτρων παρετήρησεν ὅτι ὀμιλία χαμηλῆ τῆ φωνῆ ἐγένετο ἀκουστὴ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τοῦ σωλήνος εἰς τὸ ἕτερον ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς. Τοῦτου δ' ἕνεκα, ὅταν θέλωσι νὰ μεταδώσωσι τὸν ἤχον εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, ποιοῦνται χρῆσιν τῶν καλουμένων φωναγωγῶν σωλήνων, οἵτινες κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος. Κατὰ τὴν τοποθέτησιν τοιούτων σωλήνων ὀφείλομεν ν' ἀποφεύγωμεν τὴν ἀπότομον κάμψιν αὐτῶν ὑπὸ γωνίας, διότι οὕτως ἐπέρχεται ἀνάκλασις καὶ ἐπομένως ἐξασθένησις τοῦ ἤχου· τὸναντίον δ' ἡ κάμψις κατὰ συνεχῆ καμπύλην δὲν μειοῖ αἰσθητῶς τὴν ἰσχύον αὐτοῦ. Δέον ὡσαύτως τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλήνος νὰ εἶνε ὅσον ἔνεστι λείον, διότι οὕτως ὁ ἤχος κάλλιον διαδίδεται ἐλαττωμένης τῆς τριβῆς.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου, ὅταν διαδίδηται δι' ἡμισωλήνος ἢ δι' αὐλακος, μειοῦται ὀλιγώτερον ἢ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Οὕτως, ἂν συνενώσωμεν ἐπιμήκεις σανίδας, ὥστε νὰ σχηματισθῆ διεδρος 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 ἀστεροσκοπεῖῳ τῶν Παρισίων ὑπάρχει αἰθούσα, εἰς ἣν αἱ ἀντιθετοὶ γωνίαι ἐνοῦνται δι' αὐλακος διασχίζουσης τὴν ὀροφὴν τῆς αἰθούσης. Ὀμιλία χαμηλῆ τῆ φωνῆ γινομένη εἰς τὴν μίαν γωνίαν τῆς αἰθούσης ταύτης ἀκούεται εὐκρινῶς εἰς τὴν ἀντιθετον. Τοιοῦτον φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ εἰς βωγμαῖς σπηλαίων.

ς') Ἐπίθρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἤχου. Ὁ ἤχος διαδίδεται κάλλιον ἐν ἡμεροῦντι ἢ ἐν τεταραγμένῳ ἀέρι. Ἐξαρτάται δ' ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου καὶ ἐκ τῆς φοράς τοῦ ἀνέμου· διότι, ὅταν ὁ ἤχος ἔχη τὴν αὐτὴν ἦν καὶ ὁ ἄνεμος φορᾶν, ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ εἶνε μείζων ἢ ἐν νηνεμίᾳ.

ζ') Ἀὔξησις τῆς ἰσχύος τοῦ ἤχου κατὰ τὴν νύκτα. Οἱ ἤχοι καθὼς καὶ ἡ ἠχὴ εἶνε μάλλον ἀκουστοὶ κατὰ τὴν νύκτα, ὅποτε ὁ ἀήρ εἶνε

μᾶλλον ἤρεμος καὶ ἰσοπυκνος, τουτέστιν ἔχει μᾶλλον ὁμοιομερῆ σύστασιν. Κατὰ δὲ τὴν ἡμέραν, τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καθιστώσεως τὸν ἀέρα ἀνισόπυκνον, ὁ ἦχος διαδιδόμενος διὰ περιέχοντος μὴ ὁμοιομεροῦς ἀνακλᾶται καὶ διαθλάται κατὰ διαφόρους διευθύνσεις καὶ ἐπομένως ἐξασθενοῦται.

η') **Ἐπίδρασις τοῦ ψύχους.** Ὁ ἦχος εἶνε ἰσχυρότερος, ὅταν ὁ ἀήρ εἶνε ψυχρότερος καὶ ἐπομένως πυκνότερος. Εἰς τὰς πολιτικὰς χώρας ὁμοίλια γίνεται ἀκουστή ἐξ ἀποστάσεως 1600 μέτρων. Ἀλλὰ τοῦτο πρῶτον ἐρχεται οὐ μόνον ἐκ τοῦ ψυχροῦ, ἀλλὰ καὶ τοῦ ἰσοπύκνου τοῦ ἀέρος τῶν πολιτικῶν χωρῶν.

318. **Ὁρια τῶν αἰσθητῶν ἤχων.** Ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος αὐξάνηται ἢ ἐλαττώται, παράγονται ἐπὶ τέλους ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτερα, οἵτινες δὲν εἶνε πλέον ἀκουστοί. Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ δύο ταῦτα ὅρια ἦσαν ὠρισμένα καὶ ὅτι ὁ μὲν βαρύτερος ἀκουστός ἦχος 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, τουτέστι καὶ ἐκτὸς τῶν ὀρίων τούτων δύνανται ἤχοι νὰ γίνωσιν ἀκουστοί, ἐὰν ἔχωσι μεγάλην ἰσχύν.

319. **ἠχογόνον σῶμα ἐν κινήσει.** Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου μεταβάλλεται, εἰ καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος κατὰ πᾶν δευτερόλεπτον μένει σταθερός, ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα πλησιάζῃ πρὸς τὸν ἀκροατὴν ἢ ἀπομακρύνηται ὑπ' αὐτοῦ μένοντος ἀκινήτου, ἢ ὅταν ὁ ἀκροατὴς πλησιάζῃ πρὸς τὸ ἠχογόνον σῶμα ἢ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ μένοντος ἀμεταθέτου. Ὅντως δ' ἀκούομεν τὸν συριγμὸν τῆς ἀτμοσύριγγος ἀτμαμαξίτης 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 ἠχητικῶν κυμάτων, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἐλάσσονα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἢ ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα μὲν ἀμετάθετον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΠΑΛΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ. ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

320. **Παλμοὶ τῶν τεταμένων χορδῶν.** Αἱ χορδαὶ αἰ τεταμέναι μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων τίθενται εἰς ἐγκαρσίαν παλμι-

κὴν κίνησιν κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἢ διὰ τοῦ δακτύλου ὡς εἰς τὴν κινθάραν, ἢ διὰ πλήκτρου (τόξου) ὡς εἰς τὸ τετράχορδον (βιολίον), ἢ διὰ πλήκτρου ὑπὸ μορφὴν μικρᾶς σφύρας ὡς εἰς τὸ κλειδοκύμβαλον κ. τ. λ.

321. **Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.** Οἱ νόμοι οὗτοι περιέχονται εἰς τὸν τύπον

$$v = \frac{1}{\alpha\mu} \sqrt{\frac{B}{\pi \cdot \delta}}$$

ἐνθα μ τὸ μῆκος τῆς χορδῆς, α ἡ ἀκτίς τῆς ἐγκαρσίας τομῆς αὐτῆς, B τὸ τεῖνον τὴν χορδὴν βάρος, δ 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 ὄλης 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 ἠχόμετρον καὶ σύγκειται ἐξ ἐπιμήκους ξυλίνου κιβωτίου ἔχοντος λίαν λεπτὰ τοιχώματα πρὸς ἐνίσχυσιν τῶν ἤχων. Ἄνωθεν τοῦ κιβωτίου κατὰ τὸ ἐν ἄκρον προσδένονται στερεῶς δύο ἢ τρεῖς χορδαί, αἵτινες ἐρειδόμεναι κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα ἐπὶ ξυλίνων ἀκμῶν τείνονται διὰ βαρῶν, ἅτινα μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν. Κινητὴ ξυλίνη ἀκμὴ ἢ ὑπαγωγεὺς μετατίθεται ἐπὶ τοῦ ἀντηχείου οὕτως, ὥστε νὰ δυνώμεθα νὰ μεταβάλλωμεν κατ' ἀρέσκειαν τὸ πηλλόμενον μέρος τῆς χορδῆς.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τούτου νομοῦ ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου δύο ἐντελῶς ὁμοίας χορδὰς, ἅς τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν καὶ αἱ ὁποῖαι πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦψεῖς. Ἐὰν μετακινούμετες εἶτα 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 σειρῆνος 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 δίαμετροι εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, ἡ μὲν πρώτη παράγει ὀξύτερον ἤχον, ἡ δὲ τρίτη βα-

ρύτερον τῆς δευτέρας, ἢ ἀκριβέστερον, 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 παχύτερας 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 ἐνὸς χιλιογρ., τὴν δευτέραν διὰ 4 καὶ τὴν τρίτην δι' 9, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν τρίτη παράγει τριπλασίους παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων, οὗς 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 ὑποίων ἢ 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.

ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

322. **Διάστημα.** Καλεῖται διάστημα δύο ἤχων ὁ λόγος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου ἐν ἴσῳ χρόνῳ. Οὕτως, ἂν μία χορδὴ παράγῃ 900 π. χ. παλμούς, ἑτέρα δὲ 800 ἐν ἴσῳ χρόνῳ, τὸ διάστημα τῶν δύο ἤχων, οὗς παράγουσιν αἱ δύο χορδαί, εἶνε ἴσον πρὸς $\frac{900}{800}$, ἤτοι $\frac{9}{8}$. 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 ἀπλουστέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἳ εἶνε οἱ ἐξῆς :

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

323. **Μουσικὴ κλίμαξ.** Ἡ μουσικὴ παρεδέξατο σειρὰν διαδοχικῶν ἤχων, τῶν μὲν ὀξυτέρων τῶν δὲ βαρυτέρων, οἵτινες συντελοῦσιν εἰς διαστήματα ὅσον ἔνεστιν ἀπλουστερα, τουτέστιν εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε διαδοχικῶς παραγόμενοι ἢ καὶ τινες αὐτῶν συγχρόνως ἀνά δύο ἢ καὶ πλείοτεροι ὁμοῦ νὰ παράγωσι τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν

κοήν ἡμῶν αἴσθημα. Ἡ σειρά τῶν φθόγγων, οὗς μεταχειρίζεται ἡ μουσική, καλεῖται μουσικὸν διάγραμμα.

Οἱ διαδοχικοὶ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε τὰ διαστήματα ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς τὰ αὐτὰ κατὰ ἑπτάδα. Τοῦτέστι λαμβάνοντες ἤχόν τινα ὡς βάσιν καὶ ἀναχωροῦντες ἀπ' αὐτοῦ κατὰ τὰ διαστήματα τὰ ἐν χρήσει εἰς τὴν μουσικὴν, εὐρίσκομεν ἑπτὰ διάφορα διαστήματα, ἀλλ' εἶτα ἀνευρίσκομεν πάλιν τὰ αὐτὰ περιοδικῶς ἐπαναλαμβανόμενα κατὰ τὴν αὐτὴν σειράν. Οἱ ἑπτὰ πρώτοι φθόγγοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος ἀποτελοῦσι μουσικὴν κλίμακα, ὡσαύτως δ' οἱ ἑπτὰ ἐπόμενοι καὶ οὕτω καθεξῆς, παριστώμενοι διὰ τῶν συμβόλων do, re, mi, fa, sol, la, si. Τῶν διαδοχικῶν δὲ κλιμάκων οἱ φθόγγοι παρίστανται διὰ τῶν αὐτῶν συμβόλων μετὰ δεικτῶν, οἷον do₁, mi₂, sol₄, κτλ.

Οἱ δὲ λόγοι τῶν ἀριθμῶν τῶν παλμῶν τῶν ἑπτὰ 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 ἤτοι βαρυτάτης κλίμακας εἶνε ἴσος πρὸς 24, τότε οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν ἑπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς ταύτης κλίμακας εἶνε οἱ ἐξῆς, 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

Πολλαπλασιάζοντες τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν φθόγγων τῆς κλίμακας 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 μεταξύ 40 καὶ 4000 κατὰ δευτερόλεπτον. Οἱ φθόγγοι οὗτοι περιλαμβάνουσιν 7 περίπου μουσικὰς κλίμακας.

Ἀναζητοῦντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξύ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακας ἀνευρίσκομεν τοὺς ἐξῆς ἀριθμοὺς:

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

ἤτοι ἀνευρίσκομεν τρεῖς διάφορα διαστήματα:

1) Τὸ διάστημα $\frac{9}{8}$, τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ μεγαλειότερον καὶ καλεῖται τόνος μείζων·

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

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

3) Τὸ διάστημα $\frac{16}{15} = \frac{10}{9} \times \frac{24}{25}$, ὅπερ καλεῖται ἡμιτόνιον καὶ ἰσοῦ-

ται 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), ἦτοι δύο τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον.

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

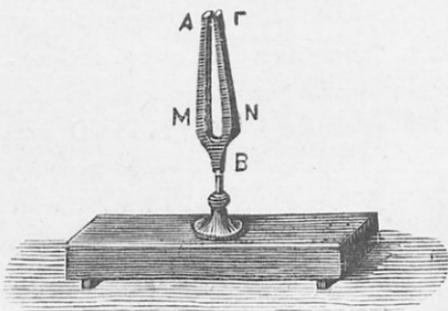
Ἴνα δ' ἔχομεν τὴν αὐτὴν σειρὰν, ὑψοῦμεν τὸν fa κατὰ ἡμιτόνιον, ἦτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 25 πρὸς τὸ 24, καὶ τότε τὸ διάστημα μεταξύ mi καὶ fa γίνεται τόνος, τὸ δὲ μεταξύ fa καὶ sol ἡμιτόνιον, καὶ οὕτως ἔχομεν τὴν αὐτὴν σειρὰν διαστημάτων ὡς ἐν τῇ καλουμένῃ φυσικῇ κλίμακῃ. Ἡ τοιαύτη ὕψωσις τοῦ fa καλεῖται διέσις (dièze).

Ἄν τοῦναντίον λάβωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν fa, θελομεν εἶχει (fa) τόν. (sol) τόν.(la) τόν.(si) ἡμιτ. (do) τόν.(re) τόν.(mi) ἡμιτ.(fa). Διὰ τὴν ἔχωμεν δὲ τὴν αὐτὴν σειρὰν ὡς καὶ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακῃ, πρέπει νὰ καταβιβάσωμεν τὸν si κατὰ ἡμιτόνιον, ἦτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 24 πρὸς τὸ 25, τοῦτο δὲ καλεῖται ὑφέσις (bémoie) τοῦ si.

325. **Τελεία συμφωνία.** Καλεῖται τελεία συμφωνία ἡ σύγχρονος παραγωγή τριῶν φθόγγων, τῶν ὁποίων οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον πρὸς ἀλλήλους, ὃν καὶ οἱ ἀριθμοὶ 4, 5 καὶ 6. Τοιαύτας συμφωνίας ἀποτελοῦσιν οἱ φθόγγοι do, mi, sol, —sol, si, re—fa, la, do—,

οἵτινες συγχρόνως ἀκούμενοι παράγουσι λίαν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἴσθημα.

326. **Διαπασῶν.** Καλεῖται διαπασῶν ὄργανον συγχείμενον ἐκ φάβδου χαλυβδίνης κεκαμ-
 πλωμένης εἰς σχῆμα φαλί-
 ὁδος καὶ φερούσης εἰς τὸ μέσον
 ἐξέχουσαν λαβὴν, ἣτις χρη-
 σιμεύει ὡς πούς (σχ. 243).
 Πληττόμενα τὰ σ κ ἔ λ η
 ταῦτα AM καὶ ΓN τίθενται
 εἰς παλμικὴν κίνησιν ἀντί-
 θετον πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς
 τὰ ἐκτὸς καὶ ἐκτελοῦσι πάν-
 τοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλ-
 μῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἐκαστον ἐπομένως διαπασῶν παράγει τὸν
 αὐτὸν πάντοτε φθόγγον τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα χρησι-
 μεύουσι πρὸς ἀρμοσίαν τῶν μουσικῶν ὀργάνων. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ τοῦ
 παραγομένου φθόγγου στηρίζουσι τὸ διαπασῶν διὰ τῆς λαβῆς B ἐπὶ ξυ-
 λίνου κιβωτίου ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, τοῦ ὁποίου τὰς διαστάσεις
 κανονίζουσι ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ διαπασῶν. Τὸ
 κιβώτιον τοῦτο ἐνίσχυον τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν καλεῖται καὶ ἐν-
 ταῦθα *ἀντηχεῖον*.



Σχ. 243.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

327. Εἰς τοὺς ἡχητικούς σωλήνας, οἵτινες εἶνε σωλήνες μετὰ στε-
 रेων τοιχωμάτων, ὁ ἦχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχο-
 μένου ἀέρος, ὅστις δονεῖται διὰ διαφόρων μέσων. Ἀποδεικνύεται δὲ
 πειραματικῶς ὅτι ἡ ὕλη τῶν σωλήνων δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕψους καὶ
 τῆς ἰσχύος τοῦ ἦχου, ὅστις εἶνε πάντοτε ὁ αὐτὸς εἴτε ὁ ἡχητικός σω-
 λην εἶνε ἐκ ξύλου, εἴτε ἐκ χάρτου, εἴτε ἐκ μετάλλου, ἀρκεῖ αἱ διαστά-
 σεις τῶν διαφόρων τούτων σωλήνων νὰ εἶνε αἱ αὐταί.

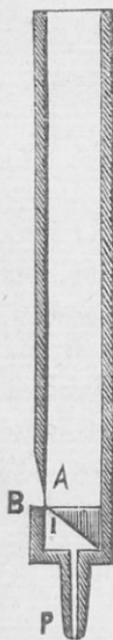
Ἐὰν ἐντὸς σωλήνος ἐμφυσήσωμεν ἀέρα, δὲν θέλει παραχθῆ ἦχος,
 ἀλλὰ μόνον συνεχῆς κίνησις τοῦ ἀέρος. Ἴνα δὲ παραχθῆ ἦχος, πρέπει
 διὰ τινος μέσου νὰ τεθῆ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ εἰς δόνησιν. Τοῦτο
 δὲ κατορθοῦται διὰ δύο τρόπων, τουτέστιν ὁ ἀήρ ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς

ὄργανοις τίθεται συνήθως εἰς πηλμικὴν κίνησιν κατὰ δύο τρόπους, διὰ τὰ ὄργανα ταῦτα εἶνε δύο εἰδῶν.

α') Ὅργανα ἐμπνευστὰ φέροντα στόμα.

β') Ὅργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα.

328. **Ὅργανα φέροντα στόμα.** Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ φυσητηρίου, ἐφ' οὗ τοποθετεῖται ὁ ἠχητικὸς σωλὴν διὰ τοῦ ποδὸς P (σχ. 244). Ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ διέρχεται διὰ ὀχετοῦ, ὅστις καλεῖται διαύγιον, καὶ ἐξερχόμενος διὰ στενῆς σχισμῆς I προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἀκμῆς A, ἣτις καλεῖται χεῖλος 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 ἤχος, ὅστις εἶνε τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ ὅσῳ τὸ ἀνώτερον χεῖλος A πλησιάζει πρὸς τὸ στόμιον I τοῦ διαυγίου.

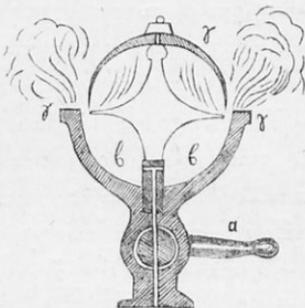


Σχ. 244.

Οἱ παλμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἤχος προέρχονται ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χεῖλους, ρυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἠχητικῷ σωλὴνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ δηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς ἣν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπιέζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἶτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὕτη καταστῇ ἀρκούντως μεγάλη παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξοδὸν τοῦ φυσωμένου ρεύματος τοῦ ἀέρος. Εἶτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χεῖλους διαστέλλεται καὶ αὖθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος

B ἐξερχόμενος ἀήρ δὲν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἀλλήλα τοσοῦτῳ ταχύτερον ὅσον τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος A πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον I. Ἔνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἤχον. 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 ταχύ ρεῦμα ὕδατος, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζομεν ῥάβδον κατακορύφως. Πρὸς τὸ μέρος ἐνθα τὸ ὕδωρ πληττει τὴν ῥάβδον σχηματίζονται λεπτὰ ὕδατῆρά κυμάτια, ἅτινα

συσπειρῶνται πρὸς τὴν βράβδον, ὅπως βλέπομεν τοῦτο παραγόμενον καὶ παρὰ τοὺς ἐν ποταμῷ στύλους γεφύρας. Δι' ὁμοίου δὲ τρόπου παράγεται ὁ ἦχος εἰς συρίκτραν ἢ εἰς κοίλην κλεῖδα, ὅταν δι' αὐτῆς συρίζωμεν, εἰς τὸν πλαγίαιου, ὅστις πρὸς τοῦτο φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος πλάγιον κυκλικὸν τρύπημα, ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ὁποῦ ἔφαρμόζων ὁ αὐλῶν τὰ χεῖλη του ἐμφυσᾷ ρεῦμα ἀέρος προσκρούον ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι χείλους τοῦ τρυπήματος, οὕτω δ' ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀήρ δονούμενος παράγει διαφόρους ἦχους. Ὁμοίως λειτουργεῖ καὶ ἡ ἐν χρήσει εἰς τοὺς σιδηροδρόμους καὶ εἰς πάσας τὰς ἀτμομηχανὰς ἀτμοσύριγξ, ἥτις σύγκειται ἐκ δύο μεταλλίνων ἡμισφαιρίων β καὶ γ (σχ. 245), ἅτινα χωρίζονται δι' ὀριζοντίου κυκλικοῦ μεταλλίνου δίσκου. Στρεφομένου τοῦ στροφάλου α ἀτμὸς ἐκ τοῦ λέβητος, διερχόμενος διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἄξονα πόρου, εἰσορμᾷ εἰς τὸν χῶρον ββ τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου, ὅπῃθεν 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 ἦχος ὀξύτατος καὶ λίαν διαπεραστικός.



Σχ. 245.

329. **Ὅργανα μετὰ γλωττίδος.** Εἰς τὰ ὅργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς γλωττίδος μεταλλίνης ἢ ξυλίνης I (σχ. 246), ἥτις οὔσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη ἐπιμήκη ὀρθογώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον Α ἐπὶ τῆς προσθίας ἑδρας αὐτοῦ· παλλομένη ὁμως 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 Β ἐκτὸς καὶ ἐμφυσήσωμεν ρεῦμα ἀέρος, ἡ γλωττίς I κάμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξερχεται διὰ τῆς ὀπῆς Κ. Ἐνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ



Σχ. 246.

πίσεις τοῦ ἐν τῇ κοιλίῳιτι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς σιγμῆν ἐλαττωταί καὶ ἡ γλωττίς ἐπανέρχεται μὲν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς θέσιν κλείουσα τὴν θυρίδα καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος διακόπτουσα, ἀλλ' ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καμπτομένη ἀντιθέτως ἀφίνει καὶ πάλιν ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος. Οὕτω δὲ τῆς θυρίδος ἀνοιγομένης διηνεκῶς καὶ κλειομένης παράγονται παλμικαὶ κινήσεις εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐπομένως καὶ ἤχος, τοῦ ὁποίου ἡ ὀξύτης ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ μήκους τῆς γλωττίδος, γινόμενος βαρύτερος ἢ ὀξύτερος, ὅταν αὐξάνηται ἢ ἐλαττωταί τὸ μήκος τοῦ κραδαιομένου μέρους αὐτῆς.

Ἡ γλωττίς αὕτη ἡ παλλομένη ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ἐπιμήκους θυρίδος χωρὶς νὰ ἀπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, καλεῖται ἐλευθέρα. Πολύκις ὅμως οὔσα πλατυτέρα τῆς θυρίδος κραδαινεται μόνον ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους πλήττουσα τὰ χεῖλη τῆς ὀπῆς καὶ τότε καλεῖται πλήττουσα. Αἱ πλήττουσαι γλωττίδες παράγουσιν ἤχον μᾶλλον τρίζοντα.

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

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

330. Κλειστοὶ καὶ ἀνοικτοὶ ἤχητικοὶ σωλῆνες. Ἐκ τῶν ἤχητικῶν σωλῆνων ἄλλοι μὲν εἶνε ἀνοικτοὶ καὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων, ἄλλοι δὲ κλειστοί. Ὁ αὐτὸς δὲ ἤχητικὸς σωλὴν εἶτε ἀνοικτός εἶτε κλειστός δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν ἤχων διὰ τῆς ἐμφυσήσεως ρεύματος ἀέρος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἰσχυροτέρου. Καὶ ὁ μὲν βαρύτερος τῶν οὕτω παραγομένων ἤχων καλεῖται θεμελιώδης, οἱ δὲ λοιποὶ οἱ ὀξύτεροι ἀρμονικοί. Καὶ ἂν μὲν ὁ σωλὴν εἶνε κλειστός, δύναται νὰ παραγάγῃ διαδοχικῶς ἤχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7, ἦτοι ἂν ὁ πρῶτος εἶνε τὸ do_1 , ὁ σωλὴν δύναται νὰ παραγάγῃ τοὺς φθόγγους do_4 , sol_2 , mi_3 κτλ. Ἐὰν δ' ὁ σωλὴν εἶνε ἀνοικτός, δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν φθόγγων, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον, ὃν ἡ σειρὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4. Κατ' ἀκολουθίαν, ἂν ὁ πρῶτος εἶνε ὁ do_4 , οἱ φθόγγοι, οὓς δύναται νὰ παραγάγῃ ὁ αὐτὸς σωλὴν, εἶνε do_4 , do_2 , sol_2 , do_3 , mi_3 , sol_3 , κτλ.

Δύο σωλήνες, ὧν ὁ μὲν ἀνοικτός, ὁ δὲ κλειστός, παράγουσι τὸν αὐτὸν θεμελιώδη ἦχον, ὅταν ὁ ἀνοικτός ἔχη μῆκος διπλάσιον τοῦ κλειστοῦ. Τέλος δὲ σωλήνες εἴτε ἀνοικτοὶ εἴτε κλειστοὶ διαφόρων μηκῶν παράγουσι θεμελιώδεις ἦχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν τῶν σωλήνων, ὅταν αἱ διαστάσεις τῶν ἐγκαρσίων τομῶν αὐτῶν εἶνε αἱ αὐταὶ καὶ πολὺ μικραὶ συγκρινόμεναι πρὸς τὸ μῆκος αὐτῶν. Οὕτως, ἐὰν θέλωμεν δι' ἠχητικῶν σωλήνων ἀνοικτῶν ἢ κλειστῶν νὰ παραγάγωμεν τὴν σειρὰν τῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακας, πρέπει τὰ μῆκη αὐτῶν νὰ εἶνε πρὸς ἄλληλα ὡς οἱ ἀριθμοὶ

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

331. **Χροιά ἢ ποιὸν τοῦ ἦχου.** Ἡ χροιά ἀποτελεῖ μετὰ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ ὕψους τὰ τρία χαρακτηριστικὰ ἢ γνωρίσματα τοῦ ἦχου. Οἱ ἦχοι ἢ οἱ φθόγγοι, οὔς παράγουσι τὰ διάφορα μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ, δύνανται μὲν νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ τὴν αὐτὴν ἰσχύον, ἀλλὰ διάφορον χροιάν, ἐξ ἧς ἀναγνωρίζομεν τὸ ὄργανον τὸ παράγον τὸν φθόγγον καὶ πρόσωπον γνωστὸν λαλοῦν, καίτοι δὲν βλέπομεν αὐτά. Τὰ διάφορα δηλ. μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ δὲν ἐκπέμπουσιν ἓνα μόνον κύριον ἦχον, τὸν βαρύτερον, ἀλλὰ καὶ ἄλλους ὀξυτέρους, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ὁποίων, ὄντων ἀσθενεστέρων καὶ συνοδευόντων τὸν κύριον ἦχον τὸν ἰσχυρότατον πάντων, προέρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἡ χροιά ἢ τὸ ποιὸν τῶν διαφόρων ἦχων καὶ αὐτῆς τῆς φωνῆς τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ συνήχησις δ' αὕτη τῶν δευτερευόντων ἦχων καὶ τοῦ κυρίου μεταβάλλει τὴν μορφήν τοῦ ἠχητικοῦ κύματος. Ὅθεν καὶ τὰ τρία χαρακτηριστικὰ τοῦ ἦχου (ὕψος, ἰσχύς, χροιά) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος, ἦτοι τὸ μὲν ὕψος ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, ἡ δὲ ἰσχύς ἐκ τοῦ πλάτους καὶ ἡ χροιά ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'.

ΠΕΡΙ ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΥ, ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΦΩΝΟΥ.

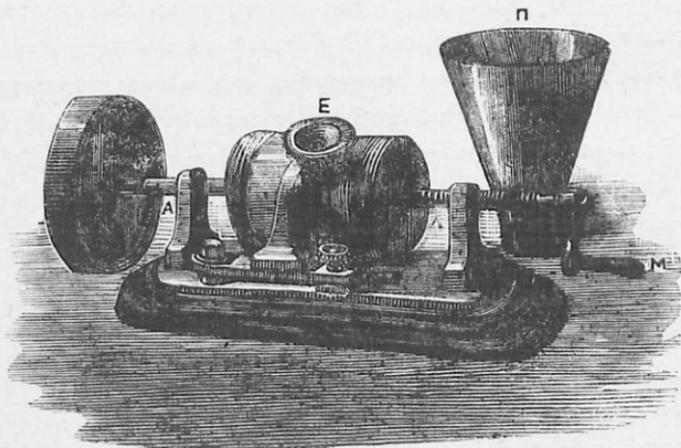
332. **Μετάδοσις παλμικῆς κινήσεως ἀπὸ ἐνὸς ἠχογόνου σώματος εἰς ἕτερον διὰ τοῦ ἀέρος.** Ἐὰν τείνωμεν

ἐξ ἴσου δύο ὁμοίας χορδὰς ἐπὶ ἀντηχείου καὶ πλήξωμεν τὴν ἑτέραν αὐτῶν, ἀφ' οὗ προηγουμένως ἐπιθέσωμεν μικρὸν τεμαχίον χάρτου ἐπικαμπές ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς ἑτέρας, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ τεμαχίον τοῦ χάρτου ἀνατινασσόμενον πίπτει, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι χορδὴ παλλομένη μεταδίδει διὰ τοῦ ἀέρος τὴν παλμικὴν κίνησιν αὐτῆς εἰς ἑτέραν χορδὴν ἠρεμοῦσαν καὶ τοιαύτην, ὥστε νὰ δύνηται νὰ παραγάγῃ τὸν αὐτὸν τῆ παλλομένη ἀκριβῶς ἦχον. Ὡσαύτως, ἐὰν εἰς τὰ δύο πέρατα αἰθούσης θέσωμεν δύο διαπασῶν ἐντελῶς ὅμοια, πλήξαντες δὲ τὸ ἓν αὐτῶν πλησιάσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν εἰς τὸ ἕτερον, ἀκούομεν καὶ τοῦτο παράγον τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς ἦχον. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον συμβαίνει καὶ μεταξύ διαπασῶν καὶ χορδῆς, ὅταν ταῦτα δύνωνται νὰ παραγάγωσιν ἦχους ἰσοῦψεῖς. Τέλος καὶ ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν χορδᾶς ἢ διαπασῶν. Οὕτως, ἂν φωνήσωμεν ἐνώπιον τῶν χορδῶν κλειδοκυμβάχλου, παρατηροῦμεν ὅτι πολλαὶ τούτων κραδαίνονται ἠχοῦσιν. 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 ἀρμονικῶν ἠχῶν. Ἡ φωνὴ δὲ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν οὐ μόνον χορδᾶς τεταμένης, ἀλλὰ καὶ μεμβράναν τεταμένην ἢ λεπτὸν μετάλλινον ἔλασμα.

333. Φωνογράφος. Ὡς εἶπομεν ἀνωτέρω, ὅταν ἑμιλῆ τις ἐνώπιον λεπτοῦ μεταλλίνου ἔλασματος κειμένου ἐπὶ τυμπάνου, τὸ ἔλασμα πάλλεται. Ἄν δὲ ἠθέλομεν δυναθῆ 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 ἠκούοντο οἱ αὐτοὶ φθόγγοι τοῖς πρότερον ὑφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἔλασματος παραχθεῖσιν. Ἐπὶ τοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει 1878 τὸν φωνογράφον ἤτοι συσκευὴν, ἐν ἣ ἀποτυπουμεν ἡ ἀνθρωπίνην φωνὴ ἀναπαράγεται εἶτα κατὰ βούλησιν.

Τὸ λεπτὸν ἔλασμα, πρὸ τοῦ ὁποίου ἑμιλεῖ τις, κατασκευάζεται ἐκ χάλυβος καὶ στηρίζεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κωνικοῦ ὄλμου Ε (σχ. 247). Ἐπὶ τοῦ κέντρου τῶ ἔλασματος στηρίζεται διὰ μικροῦ τεμαχίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος ὀξεῖα ἀκίς, ἣτις ἐρείδεται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας μεταλλίνου κυλίνδρου, τοῦ ὁποίου ὁ ἄξων ΑΛ φέρει κοχλίαν, δι' οὗ ὁ κύλινδρος στρεφόμενος ἰσοσταχῶς περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ διὰ τοῦ τροφάλου Μ μετατίθεται ἰσοσταχῶς πρὸς

τὰ πρόσω καὶ ὀριζοντίως. Ὁ κύλινδρος προσέτι φέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἑλικοειδῆ ἐνσκαφήν, τῆς ὁποίας τὸ βῆμα εἶνε ἴσον τῷ βῆματι τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος κοχλίου οὕτως, ὥστε ἂν ἀπαξ τεθῆ ἡ ἀκίς



Σχ. 247.

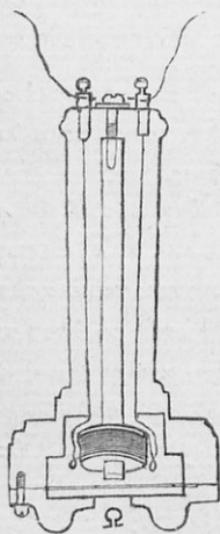
ἐπὶ τῆς ἐνσκαφῆς, διαμένει ἐπ' αὐτῆς τοῦ κυλίνδρου περιστρεφομένου. Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τέλος ἐφαρμόζεται καλῶς φύλλον οὐχὶ πολὺ λεπτόν ἐκ κασσιτέρου, οὐτινος ἐλαφρῶς ἄπτεται ἡ ἀκίς.

Στρεφομένου τοῦ κυλίνδρου ἐνώπιον τῆς ἀκίδος, αὕτη καταθλίβει τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου καὶ χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἑλίκα· ἀλλ' ἂν συγχρόνως ὁμιλῶμεν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου E, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐλάσματος μεταδίδεται εἰς τὴν ἀκίδα, ἣτις χαράσσει ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἑλικος σειρὰν κοιλοτήτων, ὧν ἡ μὲν ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ἐλάσματος, τὸ δὲ βάθος ἐκ τοῦ πλάτους τῶν αὐτῶν παλμῶν. Οὕτω καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς ἑλικος παράγεται ὑπὸ τῆς ἀκίδος ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου σειρὰ κοιλοτήτων καὶ προεξοχῶν.

Πρὸς ἀναπαραγωγὴν τῶν φθόγγων ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος καὶ στρέφομεν ἐκ νέου τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ προηγουμένως ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλοτήτας καὶ τὰς προεξοχὰς τῆς ἑλικος, ὡς αὕτη αὕτη παρήγαγε προηγουμένως, ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα τὸ ἐκ χάλυβος ἐλάσμα, ὅπερ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς παλ-

μικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγουμένως ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος μετέδωκεν εἰς αὐτό. Αἱ παλμικαὶ δ' αὐταὶ κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα ἀναπαράγουσι τοὺς προηγουμένους φθόγγους. Διὰ ν' ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὀπλιζομεν τὸν ὄλμον διὰ χαρτίνου κώνου Π, διότι οἱ φθόγγοι, οὓς ἐκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδυλος χρησιμεύει, ὅπως καταστήσῃ ὀμαλωτέραν τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ κυλίνδρου. Ἐπαναφέροντες δὲ τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἔλικος δυνάμεθα καὶ ἐκ δευτέρου ν' ἀκούσωμεν τὴν αὐτὴν ἡμιλίαν ἑπαναλαμβανομένην. Δυνατὸν δὲ καὶ δύο διάφοροι ἡμιλίας ν' ἀποτυπωθῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου καὶ εἶτα ν' ἀναπαρθῶσι καὶ αἱ δύο ὁμοῦ.

334. Τηλέφωνον. Ὁ Graham Bell τῷ 1877 ἐπενόησεν ἐν Ἀμερικῇ ὄργανον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ μεταβιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἠλεκτρικῶν ρευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μεταλλίνου ἀγωγοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν *τηλέφωνον* σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος Ω (σχ. 248), ὅπερ εὑρίσκεται εἰς τὸν



Σχ. 248.

πυθμένα ξυλίνου ὄλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κεῖται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη βάρδος, ἧς ὁ ἕτερος τῶν πόλων εὑρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ ἐλάσματος μὴ ἀπτόμενος αὐτοῦ. Κατὰ τὸ ἄκρον δὲ τοῦτο τοῦ μαγνήτου τὸ πλησίον τοῦ ἐλάσματος εὑρισκόμενον περιεπίσσεται λεπτότατον σύρμα χάλκινον, μεμονωμένον διὰ μετὰξῆς, σχηματίζον μικρὸν πηνίον. Ἡ μαγνητικὴ βάρδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλίνδρῳ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χάλκινου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικῆς θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἀγωγοῦ ἄλλου ἐντελῶς ὁμοίου ὄργανου. Ἐὰν νῦν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλέφωνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὄλμον αὐ-

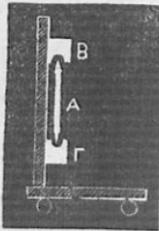
τοῦ εἰς τὸ οὓς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ἡμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ ὄλμῳ τοῦ ἑτέρου τηλεφώνου τοῦ εὑρισκόμενου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.

Θεωρία τοῦ τηλεφώνου. Ὅταν λαλῇ τις μεγαλοφῶνως καὶ εὐκρι-

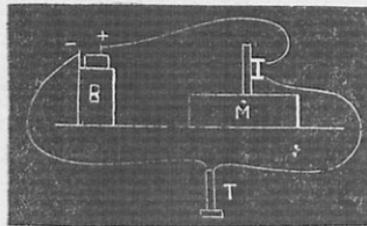
νῶς ἐνώπιον τοῦ ὄλμου τηλεφώνου τινός, ἢ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἔλασμα, τὸ ὅποιον κραδαινόμενον κοιλοῦται καὶ κυρτοῦται μᾶλλον ἢ ἦττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἦττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα τοῦ πηνίου ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ, οὕτω δ' ἐπέρχεται μεταβολὴ ἐν τῇ διανομῇ τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ μαγνητικοῦ πυρῆνος. Ἐνεκα δὲ τῶν μαγνητικῶν τούτων μεταβολῶν παράγονται ἐν τῷ πηνίῳ τούτῳ βεῦματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαρρέοντα τοὺς ἀγωγούς καὶ τὸ πηνίον τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὄργανου μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσι τὴν ἰσχύϊν τοῦ μαγνήτου τοῦ δευτέρου τηλεφώνου, εἰάν εἶνε ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα πρὸς τὰ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère ἤλεκτρικὰ βεῦματα τοῦ μαγνήτου, οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα τοῦ ἐτέρου τηλεφώνου ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου ὅτε μὲν ἰσχυρότερον, ὅτε δ' ἀσθενέστερον. Τὸ ἔλασμα ἄρα τοῦ δευτέρου τηλεφώνου κραδαινόμενόν ἐκτελεῖ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἀλλ' ὑπὸ μικρότερον πλάτος. Τῶν παλμικῶν δὲ τούτων κινήσεων μεταδιδόμενων εἰς τὸν ἐν τῷ ὄλμῳ ἀέρα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τὴν αὐτοῦ ἀκριβῶς φθόγγου, ἀλλ' ἀσθενεστερούς, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττωμένου, καὶ λαμβάνοντας σὺναμα χροιάν ὑπόρρινον παρεμφερῆ πρὸς τὴν τῆς φωνῆς τοῦ ἐγγαστριμύθου. Ἀπεδείχθη πειραματικῶς ὅτι, καὶ ἂν ἀντικατασταθῇ τὸ σιδηροῦν ἔλασμα διὰ χαλκίνου ἢ ξυλίνου ἢ καὶ ἐντελῶς ἀφαιρεθῇ, δύναται ὁ ἦχος νὰ μεταδίδηται, ἀλλὰ πολὺ ἀσθενέστερος. Ὡς δ' εἰς τὴν τηλεγραφικὴν οὕτω καὶ εἰς τὴν τηλεφωνικὴν ἀνταπόκρισιν δυνάμεθα ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸν δεῦτερον ἀγωγὸν διὰ τῆς γῆς, συνάπτοντες τοὺς ἀγωγούς τῶν πηνίων τῶν δύο τηλεφώνων διὰ μεταλλίων ἀγωγῶν μετὰ μεταλλίων πλακῶν, ὡς ἐμβαπτίζομεν εἰς τὸ ὕδωρ φρέατος.

335. **Μικροφῶνον.** Ἡ δι' ἀπλῶν τοιούτων τηλεφώνων μετάδοσις τῆς φωνῆς ἀποβαίνει δυσχερῆς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις. Ἡ χρῆσις ἄρα αὐτῶν θὰ ἦτο περιορισμένη, ἂν μὴ ὁ Hughes ἐν Ἀγγλίᾳ τῷ 1878 ἐπενόει τὸ μικροφῶνον, ὄργανον, δι' οὗ τοῦτο μὲν ἐνισχύονται ἦχοι λίαν ἀσθενεῖς, τοῦτο δὲ καθίστανται ἀκουστοὶ ἦχοι 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 σύγκειται ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 249) ἐξ ἄνθρακος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα καὶ στηρίζεται κατακορύφως εἰς μικρὰς κοι-

λότητας έσκαμμένες έντός δύο τεμαχίων Β και Γ έξ άνθρακος, έστη-
ριγμένων επί κατακορύφου σανίδος. Ό έξ άνθρακος κύλινδρος έλευ-
θήρως δυνάμενος νά περιστραφῆ ἢ νά κινηθῆ τηρεῖται όρθός έν άστα-
θει ίσορροπία. Άν δέ παρενθέσωμεν είς τό κύκλωμα ήλεκτρικής στήλης
Β (σχ. 250) κατά σειράν τήν συσκευήν ταύτην Μ και τηλέφωνον Τ,



Σχ. 249.



Σχ. 250.

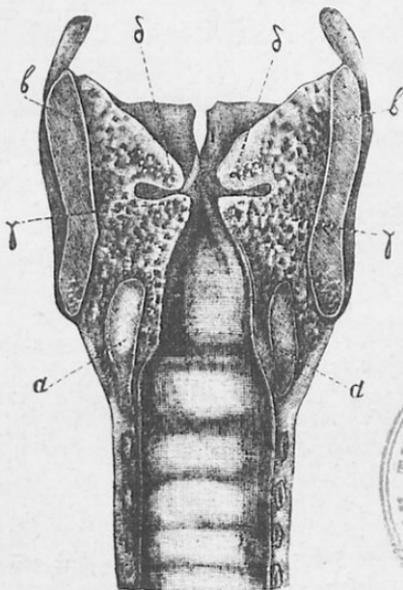
τότε τό ρεύμα άναχωροῦν άπό τῆς στήλης και διερχόμενον διά τοῦ
κυλινδρικοῦ άνθρακος τοῦ μικροφώνου και είτα διά τοῦ πηνίου τοῦ τη-
λεφώνου επανέρχεται είς τόν δεύτερον πόλον αὐτῆς. Καί εάν μὲν
ό κυλινδρικός άνθραξ Α τηρηθῆ είς τελείαν άκίνησίαν και θέσωμεν τό
τηλέφωνον είς τό οὔς ἡμῶν, οὔδέν άκούομεν, διότι τοῦ ήλεκτρικοῦ
ρεύματος διατηροῦντος σταθεράν ίσχύν ἢ έλξις τοῦ ήλεκτρομαγνήτου
επί τοῦ έλάσματος τοῦ τηλεφώνου μένει άμετάβλητος και κατ' άκο-
λουθίαν και τό έλασμα μένει άκίνητον. Έλάχιστος όμως κραδασμός
παραγόμενος είς τό μικροφώνον μεταβάλλει τά σημεῖα έπαφῆς τά
μεταξύ τοῦ κυλινδρικοῦ άνθρακος και τῶν έξ άνθρακος ύποστηριγμα-
των αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὔτω τῆς όλικῆς άντιστάσεως τοῦ
κυκλώματος μεταβάλλεται και ἡ ίσχύς τοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου
διά τοῦ τηλεφώνου και κατ' άκολουθίαν ό μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου
ότε μὲν γίνεται ίσχυρότερος, ότε δ' άσθενέστερος. Οὔτω τῆς έλξεως
τοῦ μαγνήτου επί τοῦ έλάσματος μεταβαλλομένης, τίθεται τό έλασμα
εις παλμικήν κίνησιν και παράγεται ἦχος άρκούντως εύκρινῆς. Τοσαύ-
την δ' εύπάθειαν έχει ἡ συσκευή αὐτή, ώστε δύναται νά καταστήσῃ
άκουστοῦς έν τῷ τηλεφώνῳ ἦχους άσθενεστάτους, οἱοί εἶνε οἱ διά τῆς
προστριβῆς πτεροῦ επί τοῦ ύποβάθρου τοῦ όργάνου παραγόμενοι και
οἱ ύπό τῶν βημάτων τῆς μυίας έν χαρτίνῳ κλωβῷ έγκεκλεισμένης
τιθεμένης επί τοῦ ύποβάθρου. Μικροῦ ώρολογίου επί τῆς βάσεως τοῦ
όργάνου τιθεμένου άκούομεν οὔ μόνον τά κτυπήματα τοῦ μηχανισμοῦ

αυτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐκ τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν πρὸς ἀλλήλους πα-
ραγόμενον ἀσθενέστατον ἤχον. Οὕτως εἰς τὴν τηλεφωνικὴν σήμερον
ἀνταπόκρισιν πομπὸς μὲν τῆς φωνῆς (φωνοπομπὸς) εἶνε τὸ μικροφῶ-
νον, φωνοδέκτης δὲ τὸ τηλέφωνον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Σ'.

ΦΩΝΗΤΙΚΟΝ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.

336. 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 συγ-
κείμενος ἐκ χόνδρων (σχ. 251), ὧν ὁ μὲν *δακτυλοειδῆς ἢ κρικοειδῆς* αα κεί-
ται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐ-
τοῦ δ' ἐπικάθηνται ἔμπροσθεν μὲν ὁ
θυρεοειδῆς, ὅπισθεν δὲ οἱ δύο ἀρυται-
ροειδεῖς. Ὅπισθεν τῆς γλώσσης καὶ
ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος
κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἣτις εἶνε χόν-
δρινος ἐπιστομὴ φράττουσα τὸν λάρ-
υγγα κατὰ τὴν κατάποσιν. Μεταξὺ
τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυται-
ροειδῶν χόνδρων κεῖνται ἀνώτερον
μὲν οἱ ἄνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι
δδ, κατώτερον δὲ οἱ κάτω ἢ γρη-
σιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες
χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκους
σχισμῆς, ἣτις εἶνε ἡ καλουμένη γρη-
σία γλωττίς, ἀποτελοῦσα τὸ στενό-
τερον μέρος τοῦ λάρυγγος. Οἱ μύες
τοῦ λάρυγγος μετακινοῦντες τοὺς ἀρυ-
ταιροειδεῖς χόνδρους καὶ τὸν θυρεο-
ειδῆ μεταβάλλουσι τὸ μῆκος, τὴν
τάσιν καὶ τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπό-
στασιν τῶν κάτω ἢ γρησίων φωνη-
τικῶν συνδέσμων καὶ ἐνεκα τούτου ἡ ἐν τῷ μεταξὺ γλωττίς τεινομένη μᾶλλον
ἢ ἥττον στενοῦται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνέωμεν, ἡ γλωττίς τη-
ρεῖται ἀνεφγμένη ἀφίνουσα ἐντελῶς ἐλευθέραν τὴν διόδον τοῦ ἀέρος, κατὰ τὴν
φώνησιν ὁμοῦς στενοῦται εἰς στενοτάτην σχισμὴν, τὸ δὲ ρεῦμα τοῦ ἀέρος τὸ ἐκ
τῶν πνευμῶνων διὰ τῆς τραχείας ἀρτηρίας ἐκφυσώμενον, ὡς τὸ διὰ τοῦ φυση-
τηρίου δι' οὗ ἠχοῦσιν οἱ ἠχητικοὶ σωληνες, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης
γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὕτω δὲ παρά-
γεται ἡ φωνή, ἣτις εἶνε τοσοῦτ' ὀξυτέρα, ὅσῳ ἡ γλωττίς τείνεται πλείοτερον.



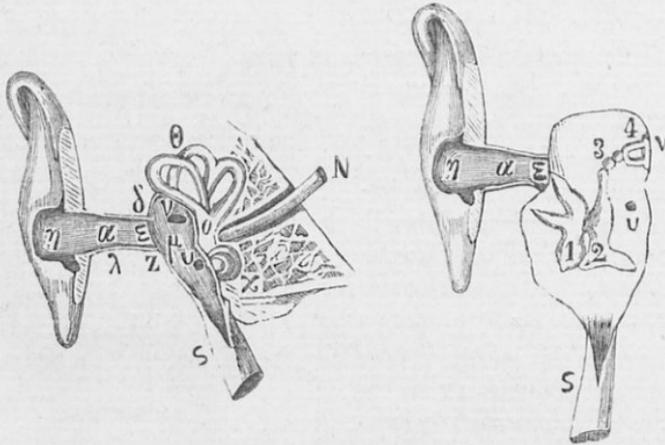
Σχ. 251.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε παρεμφερές πρὸς τοὺς γλωσσοφόρους ἠχητικούς σωλήνας.

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

α'). Τὸ ἔξω οὖς σύγκεται· ἐκ τοῦ ὄρατοῦ ἐκ χόνδρου πτερυγίου (σχ. 252), ὅπερ φέρει διάφορα ἐπάρματα καὶ κοιλώματα, δι' ὧν, ὡς παραδέχονται, τὰ ἠχητικὰ κύματα συνάγονται πρὸς κοιλότητα ἢ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πτερυγίου ὑπάρχουσαν, τὴν καλουμένην κόγχην, ἣτις ἄγει εἰς τὸν ἔξω ἀκουστικὸν πόρον α. Ὁ πόρος οὗτος φράττεται διὰ κυχλοτεροῦς ἐλαστικῆς μεμβράνης ε, ἣτις καλεῖται τυμπανικὸς ὕμνην ἢ τυμπανόφραγμα.

β'). Τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου εἶνε μικρὰ κοιλότης, ἣς τὸ ἔξω τοίχωμα ε (σχ. 253) ἀποτελεῖται· ἐκ τοῦ τυμπανικοῦ ὕμενος, δι' οὗ τὸ



Σχ. 252.

Σχ. 253.

κοῖλον τοῦ τυμπάνου χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἔξω ἀκουστικοῦ πόρου· ἐπὶ δὲ τοῦ ἔσω τοιχώματος τοῦ κειμένου ἀπέναντι τοῦ τυμπανοφράγματος καὶ διαχωρίζοντος τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου ἀπὸ τοῦ ἐνδοτάτου ὡτὸς ὑπάρχουσι δύο θυρίδες, ἡ ὄσειδης γ ἀνωτέρα καὶ ἡ στρογγύλλη υ κατωτέρα, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὕμενος. Διὰ τῆς ὡτιαίας ἢ Ἐυσταχιατρῆς σάλπιγγος ε συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες ἀέρος. Μεταξὺ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ὄσειδοῦς θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἄλυσις τῶν τεισάρων ἀκουστικῶν ὀσταρίων ἢτοι τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμονος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὀσταρίου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).

γ'). Τὸ ἐνδοτάτον οὖς ἢ ὁ λαβύρινθος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς αἰθούσης ο (σχ. 252), ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλίων σωλήνων Θ καὶ ἐκ τοῦ κοχλίου κ, ὅστις εἶνε κωνικὸς σωλὴν φερόμενος ἐλικοειδῶς περὶ ἑαυτὸν καὶ διαιρούμενος διὰ τοῦ ἐλικοειδοῦς πετάλου εἰς δύο ἐλικοειδεῖς χωρητικότητας συγκοινωνούσας πρὸς

ἀλλήλας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη ἐκβάλλει εἰς τὴν αἴθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοίλου τοῦ τυμπάνου φρακτομένην διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένος αὐτῆς. Τὸ δ' ἀκουστικὸν νεῦρον Ν εἰσερχόμενον εἰς τὸν λαβύρινθον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ τινοῦ καλουμένου *λέμφου*, διακλαδοῦται ἐν αὐτῷ.

Λειτουργία τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς. Ὄταν ἡχογόνον σῶμα πάλλεται ἐν περιέχοντί τινα ἑλαστικῷ, οἷον ἐν τῷ ἀέρι, εἶπομεν ὅτι παράγει ἡχητικὰ κύματα, ἅτινα συναγόμενα διὰ τῆς κόγχης καὶ εἰσδύοντα εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον πλήττουσι τὸν ὑμένα τοῦ τυμπάνου, ὅστις οὕτω πάλλεται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένος μεταβιβάζεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἀέρα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὀσταρίων, οὕτω δ' οἱ ὑμένες οἱ φράκτοντες τὴν ὠρειδῆ καὶ τὴν στρογγύλην θυρίδα δονοῦνται, ὁ μὲν πρῶτος διὰ τῆς βάσεως τοῦ ἀναβολέως, εἰς τὴν περατοῦται ἡ ἄλυσις, ὁ δὲ δεύτερος διὰ τοῦ ἀέρος. Διὰ τῶν ὑμένων τῶν θυρίδων τούτων ἡ δόνησις μεταδίδεται εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ λαβυρίνθου καὶ διὰ τούτου εἰς τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον, ὅπερ τὸ ἐναυτῷ παραχθὲν αἰσθημα μεταβιβάζει εἰς τὸν ἐγκέφαλον ὡς ἦχον.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

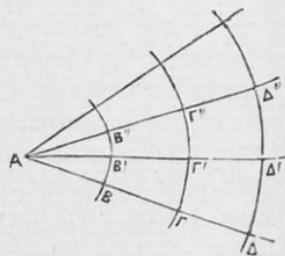
ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ.

338. Καλεῖται ὀπτική τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός, ἧτοι τοῦ αἰσθήματος, ὅπερ αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ὁράσεως, καὶ τοῦ αἰτίου τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τοῦτο καὶ καθιστῶντος τὰ σώματα ὁρατά.

Κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον θεωρίαν τὸ φῶς διαδίδεται δι' ὕλης ἀσταθμῆτου, τελείως ἐλαστικῆς, συνεχοῦς, πληρούσης τὸ διάστημα καὶ εἰσδυούσης μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων. Ἡ τοιαύτη δ' ὕλη καλεῖται αἰθήρ, οὔτινος τὰ μόρια δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς παλμικὰς κινήσεις, ἅς παράγουσιν ἐν αὐτῷ τὰ φωτοβόλα σώματα, ὡς τὰ ἐλαστικὰ σταθμητὰ περιέχοντα, οἷον ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, δέχονται καὶ διαδίδουσι τὰς κραδάνσεις τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν φαντασθῶμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 254), ἡ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη κραδάνσις 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 διάδοσιν τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες ΑΔ, ΑΔ', ΑΔ'' τῶν σφαιρικῶν τούτων κυμάτων 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 μό-

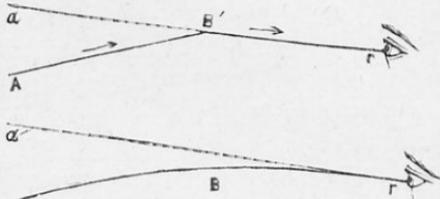


Σχ. 254.

ρια τοῦ αἰθέρος κραδαίνονται καθέτως τῇ φωτεινῇ ἀκτίνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἠχητικῆς ἀκτίνος.

Ὅταν τὸ φῶς ἐκπορευόμενον ἐκ φωτοβόλου σημείου ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι ὁμοιομερεῖ, οἷον ἐν ἰσοπύκνῳ ἀέρι, τὰ φωτεινὰ κύματα προβαίνουνσι κατὰ σφαιρικὰς ἐπιφανείας καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες εἶνε εὐθείαι γραμμαῖαι. Ὅταν ὅμως ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μὴ ὁμοιομερεῖ, τούτεστιν ἀπὸ ἐνὸς περιέχοντος μεταβαίνει εἰς ἄλλο, οἷον ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἢ ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μεταβάλλοντι διηλεκτικῶς πυκνότητα, οἷα εἶνε ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶνε συνήθως τεθλασμένη γραμμὴ $AB\Gamma$ (σχ. 255), κατὰ δὲ τὴν δευτέραν καμπύλη $A'B\Gamma$. Ἐν ἀμφοτέροις

δὲ ταύταις ταῖς περιστάσεσι θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ σημεῖον Γ δὲν βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον A ἢ A' εἰς τὴν θέσιν, ἣν ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν εἰς τὸ a κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς εὐθείας $\Gamma B'$, εἰς δὲ τὴν δευτέραν εἰς τὸ a' κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης $\Gamma a'$ τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς καμπύλης ἀγομένης.



Σχ. 255.

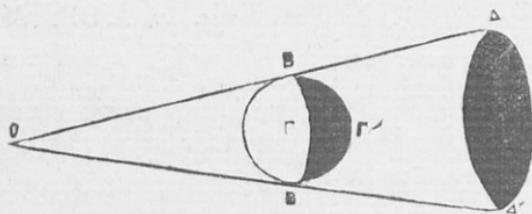
τασιν τῆς ἐφαπτομένης $\Gamma a'$ τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ τῆς καμπύλης ἀγομένης.

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

340. **Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερὰ.** Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ιδιότητα ν' ἀφίνωσι τὸ φῶς νὰ διέρχηται δι' αὐτῶν, ἅτινα καλοῦνται διαφανῆ, ὡς ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ἡ ὕαλος κ.τ.λ. Δι' ἄλλων δὲ σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ ταῦτα καλοῦνται σκιερὰ ἢ ἀδιαφανῆ, ὡς τὰ μέταλλα. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ σώματα, δι' ὧν δὲν δυνάμεθα μὲν νὰ ἴδωμεν ἀντικείμενα, τὸ

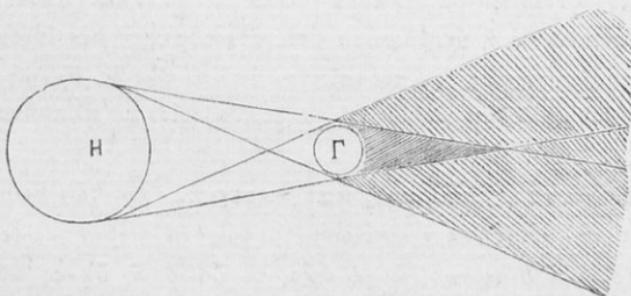
ἑσωτερικὸν ὁμῶς τῆς μάζης αὐτῶν φωτίζεται εἰσχωροῦντος εἰς αὐτὰ φωτός, ὡς ἡ λευκὴ ἢ γαλακτοχρῶνος ὕαλος· τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται διαφώτιστα. Ἄλλὰ καὶ σώματα διαφανῆ, οἷον τὸ ὕδωρ, ὑπὸ μέγιστον πάχος λαμβανόμενα καθίστανται τελείως σκιερά, σώματα δὲ ἀδιαφανῆ, οἷον φύλλα χρυσοῦ ἢ ἀργύρου, λαμβανόμενα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος διαβιβάζουσι δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα διαφώτιστα.

341. **Σκιά.** Καλεῖται σκιά σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοβόλου πηγῆς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον φωτοβόλου σημείου O (σχ. 256) θέσωμεν σκιερὰν σφαῖραν BB' , αὕτη



Σχ. 256.

ρίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιάν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου $BB' \Delta\Delta'$, οὗτινος αἱ γενέτειραι εἶνε εὐθεῖαι διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου O καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας BB' . Ἐπὶ λευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῶ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ρίπτεται κυκλικὴ σκιά $\Delta\Delta'$. Ἐὰν ὁμῶς ἡ φωτοβόλος πηγὴ ἢ κειμένη ἐνώπιον τῆς σκιερᾶς σφαίρας ἔχη διαστάσεις, τρυτέστιν εἶνε σφαῖρα φωτοβόλος ὡς ὁ ἥλιος H φωτίζων τὴν γῆν Γ (σχ. 257), τότε διακρίνομεν ὀπισθεν τῆς

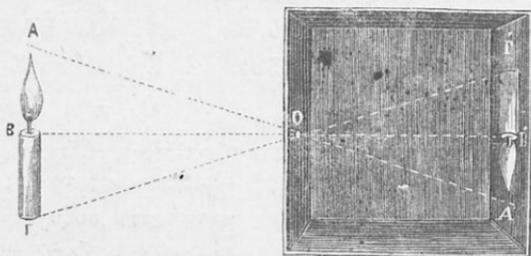


Σχ. 257.

σκιερᾶς σφαίρας σκιάν καὶ ὑποσκίασμα, ἧτοι χώρον ὑπὸ μέρος τινός

μόνον τῆς φωτοβόλου πηγῆς φωτιζόμενον. Καὶ 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 ἐξωτερικᾶ μὲν ὄρια τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κώνου τοῦ ἐσωτερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας, ἐσωτερικᾶ δὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου κώνου.

342. **Σκοτεινὸς θάλαμος.** Ὅταν αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ φωτοβόλου ἀντικειμένου ΑΒΓ (σχ. 258) εἰσδύωσιν εἰς σκοτει-



Σχ. 258.

νὸν θάλαμον διὰ τινος μικρᾶς ὀπῆς Ο, ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς τοῖχου τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἀνεστραμμένον, διότι ἐκ τῶν ἀκτῖνων τῶν ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ ἀνωτάτου π. χ. σημείου Α μία λεπτή δεσμὶς ΑΟ εἰσρχομένη εἰς τὸν θάλαμον διὰ τῆς ὀπῆς Ο προσπίπτει ἐπὶ τοῦ σημείου Α' τοῦ τοῖχου καὶ φωτίζει αὐτό. Ὡσαύτως ἐκ τῶν σημείων Β καὶ Γ ἐκπέμπονται φωτειναὶ δεσμίδες ΒΟ καὶ ΓΟ, αἵτινες εἰσδύουσαι εἰς τὸν θάλαμον φωτίζουν 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 τοῖχου, ἔνθα ἀπεικονίζεται εἶδωλον ἐντελῶς ὅμοιον τῷ ἀντικειμένῳ ἀλλ' ἀνεστραμμένον. Οὕτως, ὁ ἥλιος ἀπεικονίζεται διὰ κύκλου, οὐτινος τὸ μέγεθος αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως τοῦ τοῖχου ἀπὸ τῆς ὀπῆς. Ἐὰν δ' ὑπάρχωσι πολλαὶ ὀπαί, σχηματίζονται ἰσάριθμα κυκλικὰ εἶδωλα τοῦ ἡλίου, ὡς παρατηροῦμεν πολλακίς τοῦτο ἐν τῇ σκιᾷ δένδρου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὅταν διὰ μέσου ὀπῶν τοῦ φυλλώματος διεισδύωσιν ἡλιακαὶ τινες ἀκτῖνες.

343. **Ταχύτης τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς ἔχει ταχύτητα παμμεγίστην ἴσην πρὸς 300 ἑκατομ. μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, ἧτοι 900 χιλ. φορὰς περίπου μεῖζονα τῆς τοῦ ἤχου, ὥστε δύναται νὰ περιέλθῃ

νόση τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς γῆς, ἤτοι 76461000 λεύγας. Οὕτως εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308333000 μέτρα. Καὶ δι' ἄλλων δὲ πειραμάτων εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἰσοῦται κατὰ μέσον ὄρον πρὸς 300 χιλ. χιλιομέτρων, οὕσα μειζων μὲν ἐν τῷ κενῷ, ἐλάσσων δ' ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔτι ἐλάσσων εἰς ἄλλα διαφανῆ περιέχοντα πυκνότερα, οἷον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὴν ὕαλον κτλ.

344. Λαμπρότης τοῦ φωτός. Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας φαντασθῶμεν φωτοβόλον σημεῖον, τοῦτο ἐκπέμπει ποσότητα φωτός Φ , ἣτις διανέμεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Ὡστε ἂν καλέσωμεν a τὴν ἀκτίνα τῆς σφαίρας εἰς ὑφεκατόμετρα, ἢ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τουτέστιν 1 τετρ. ὑφεκ., δέχεται ποσότητα φωτισμοῦ Λ , ἣτις ἰσομένη πρὸς $\frac{\Phi}{4\pi a^2}$ παριστᾷ τὴν

ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας ταύτης λαμπρότητα τοῦ φωτοβόλου σημείου. Ἐὰν δ' ἡ ἀκτίς τῆς σφαίρας γίνῃ A , ἢ 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 λαμπρότητα τοῦ αὐτοῦ φωτοβόλου σημείου.

Ὅθεν λαμβάνομεν $\frac{\Lambda}{\Lambda'} = \frac{A^2}{a^2}$ (1). Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν A ἴσον πρὸς

$2a$, $3a$, $4a$, τότε Λ' ἴσον πρὸς $\frac{1}{4}\Lambda$, $\frac{1}{9}\Lambda$, $\frac{1}{16}\Lambda$. ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. Ἡ ποσότης τοῦ φωτός, ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας κοίλης σφαίρας ἐκ τοῦ κέντρον αὐτῆς φωτιζομένης μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀκτίνος ἤτοι τῆς ἀποστάσεως τοῦ φωτοβόλου σημείου ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας· τουτέστιν ἡ ἐπίτινος ἐπιφανείας λαμπρότης φωτοβόλου πηγῆς μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέσωμεν μίαν σελίδα βιβλίου ἐνώπιον ἀνημημένης λαμπάδος ἄλλ' οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον τῆς σελίδος νὰ εἶνε περίπου κάθετον ἐπὶ τὴν εὐθείαν τὴν ἐνοῦσαν τὸ μέσον τῆς φλογός καὶ τὸ κέντρον τῆς σελίδος, θέσωμεν δὲ διαδοχικῶς τὴν σελίδα εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς φλογός ἴσας πρὸς 1, 2, 3 μέτρα, τότε ἐν μὲν τῇ ἀποστάσει τῶν 2 μέτρων φωτίζεται ἡ σελὶς τετρακίς ὀλιγώτερον, ἐν δὲ τῇ ἀποστάσει τῶν 3 μέτρων ἐννεάκις ὀλιγώτερον ἢ ὅσον φωτίζεται ἐν τῇ ἀποστάσει

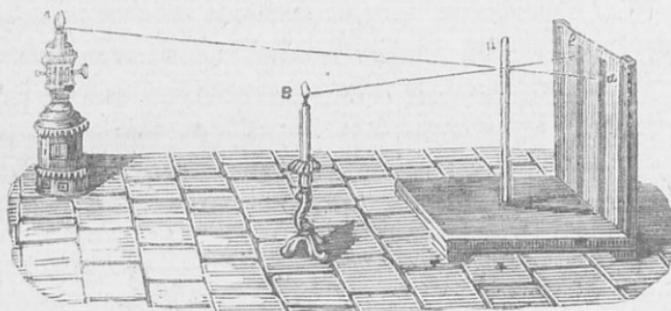
τινος ἐπιφανείας εὐρισκόμεναι ἐξ ἴσου φωτίζωσιν αὐτήν, ἔχουσι διάφορον ἀπόλυτον λαμπρότητα, ἥτοι φωτιστικὴν ἰσχύϊν· τουτέστιν ἡ εἰς μείζονα ἀπόστασιν εὐρισκομένη ἐκπέμπει πλείοτερον φῶς τῆς εἰς ἐλάσσονα ἀπόστασιν κειμένης. Αἱ δὲ σχετικαὶ λαμπρότητες τῶν δύο φωτιστικῶν πηγῶν εἶνε ἀπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγῶνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, ἣν 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 κοίλων σφαιρῶν, ὧν τὰς ἐσωτερικὰς ἐπιφανείας ἐξ ἴσου ἀπὸ τοῦ κέντρου αὐτῶν φωτίζουσι, τότε αἱ μονάδες τῆς ἐπιφανείας τῶν σφαιρῶν τούτων δέχονται ποσότητας φωτισμοῦ ἴσας πρὸς $\frac{E}{4\pi\Delta^2}$ καὶ $\frac{E'}{4\pi\Delta'^2}$. 'Αλλ' ἐπειδὴ

αἱ ποσότητες αὗται εἶνε ἴσαι, λαμβάνομεν $\frac{E}{E'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}$, ὅπερ

ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω νόμον. Καὶ ὄντως 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 ῥιπτόμενος φωτισμὸς ἐκάστης λαμπάδος ὑποτετραπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις διπλασιασθῇ καὶ ὑποεννεαπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις τριπλασιασθῇ.

347. Μονὰς φωτός. Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀπολύτου λαμπρότητος φωτοβόλου τινὸς πηγῆς, ἥτοι τῆς φωτιστικῆς αὐτῆς ἰσχύος, λαμβάνομεν ὡς μονάδα ὠρισμένην φωτοβόλον πηγὴν, ἣτις 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 παραφίνης) ἔχουσι διάμετρον 2 ὑφεκ., αἵτινες ὅμως διὰ τὴν διάφορον αὐτῶν κατασκευὴν δὲν φωτοβολοῦσιν ἐξ ἴσου· δεύτερον τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος ἐπινοηθεὶς ὑπὸ τοῦ Carcel καίων 42 γραμμάρια κραμβελαιίου (huile de colza) καθ' ὄραν. Ἡ τελευταία αὕτη μονὰς φωτός, ἣτις καλεῖται bec-carcel, ἰσοδυναμεῖ πρὸς 6,5 λαμπάδας ἐκ στέατος, πρὸς 7,4 ἐκ σπέρματος κήτους καὶ πρὸς 7,6 ἐκ παραφίνης. 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.

348. **Φωτόμετρα.** Τῶν φωτομέτρων εὐχρηστότερα εἶνε τὸ τοῦ Rumfort, τὸ τοῦ Bouguer καὶ τὸ τοῦ Bunsen. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖται ἐκ τεμαχίου χάρτου κατακορύφως, ἐστηριγμένου, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου κεῖται κατακόρυφον ἀδιαφανές στέλεχος μ (σχ. 261), ὅπερ



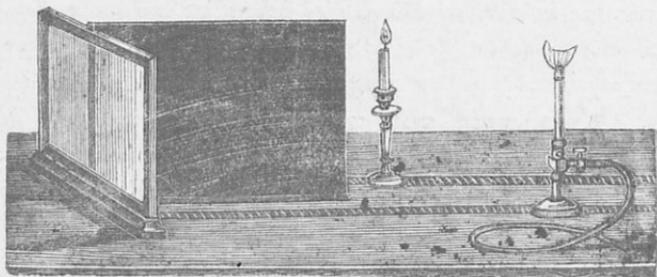
Σχ. 261.

ρίπτει ἐπὶ τοῦ χάρτου δύο σκιάς α καὶ β προερχομένας ἐκ τῶν δύο φωτοβόλων πηγῶν A καὶ B, ὧν τὴν φωτιστικὴν ἰσχύν 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 σκιαί νὰ εἶνε ἐξ ἴσου σκοτειναί, ἥτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φώτων. Οὕτως, ἐὰν ἡ μὲν λαμπρὰς B εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 40 ὑφεκ., ὁ δὲ λαμπτήρ A εἰς ἀπόστασιν 80 ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ διαφράγματος, συναγομένον ὅτι τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος ἔχει φωτιστικὴν ἰσχύν $\frac{1}{4}$ τοιοῦτων λαμπάδων.

Τὸ δὲ τοῦ Bouguer φωτόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ λευκῆς ὑάλου ἡμιδιαφανοῦς (σχ. 262) κατακορύφως ἐστηριγμένης, εἰς τὸ μέσον τῆς ὁποίας τοποθετεῖται κατ' ὀρθὰς γωνίας σκιερὸν διάφραγμα. Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦμεν τὰ δύο συγκριτέα φῶτα οὕτως, ὥστε τὸ ἓν μὲν φῶς νὰ φωτίζῃ τὸ ἓν ἡμισυ τῆς ὑάλου, τὸ δὲ δευτέρον 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.

Τὸ δὲ φωτόμετρον τοῦ Bunsen ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ τεμαχίου χάρτου φέροντος εἰς τὸ μέσον κηλῖδα

παρὰθεῖσαν διὰ λιπαρᾶς οὐσίας, οἷον ἐλαίου. ¶ Τοποθετοῦμεν τὸν χάρτην τοῦτον μεταξύ τῶν δύο πρὸς σύγκρισιν φώτων· οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ



Σχ. 262.

δύο φῶτα, ἑκατέρᾳ δὲ τῶν ὄψεων αὐτοῦ νὰ φωτίζεται ὑπὸ τοῦ ἐτέρου 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° μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου. Καὶ ἐν τῷ φωτομέτρῳ τούτῳ ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τοῦ χάρτου ἀπὸ τῶν δύο φώτων παριστᾷ τὴν σχετικὴν λαμπρότητα αὐτῶν.

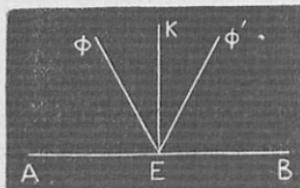
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ.

349. **Διάχυσις τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς προσπίπτον ἐπὶ ἐπιφάνειαν τραχείαν καὶ ἀνώμαλον διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ διὰ τοῦτο τοιαύτη ἐπιφάνεια φωτιζομένη καθίσταται πανταχόθεν ὁρατὴ. Ἡ φωτιζομένη δ' αὕτη ἐπιφάνεια ἐκπέμπουσα μέρος τοῦ ἐφ' αὐτὴν προσπίπτοντος φωτός πρὸς ἄλλα σώματα φωτίζει αὐτὰ, ταῦτα δὲ πάλιν φωτίζουν ἄλλα καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Διὰ τοῦτο ἀνοιγομένων τῶν παραθύρων αἰθούσης αὕτη φωτίζεται, καίπερ μὴ εἰσδύοντος ἐντὸς αὐτῆς ἀπ' εὐθείας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός. Τὸ ποσὸν δὲ τοῦ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διαχεομένου φωτός ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος καὶ ἐκ τοῦ χρώματος αὐτοῦ. Αἱ λευκαὶ π. γ. Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ούσιαι, ὡς ἀπορροφῶσαι ἐλάσσονα ποσότητα φωτὸς καὶ διασκορπίζουσαι μείζονα ἢ αἱ κεχρωματισμένοι καὶ ἰδίως αἱ μέλαιναί, φαίνονται φωτεινότεραι τούτων, καίπερ ἐξ ἴσου φωτίζονται. Τούτου ἕνεκα αἴθουσα ἔχουσα παράθυρον ἀπέναντι λευκοῦ τοίχου φωτίζεται πλείοτερον 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 αἴθουσα φωτίζεται πλείοτερον ἢ ἐὰν ἡ τράπεζα καλυφθῇ μέλανι πετάσματι.

350. **Ἀνάκλασις τοῦ φωτός.** Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια σώματός τινος εἶνε λεία καὶ στιλπνή, τότε ἐκτρέπεται τὸ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτον φῶς καθ' ὠρισμένην διεύθυνσιν, ἥτοι ἀνακλᾶται. Κατὰ ταῦτα ἔστω AB (σχ. 263) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος, λεία καὶ στιλπνή καὶ ΦΕ ἄκτις



Σχ. 263.

φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ε ἀγομένης καθέτου ΚΕ γωνίαν ΦΕΚ καλουμένην γωνίαν προσπτώσεως. Ἡ ἄκτις αὕτη ἀνακλωμένη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΕΦ' σχηματίζουσαν μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου γωνίαν ΚΕΦ' καλουμένην γωνίαν ἀνακλάσεως.

Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

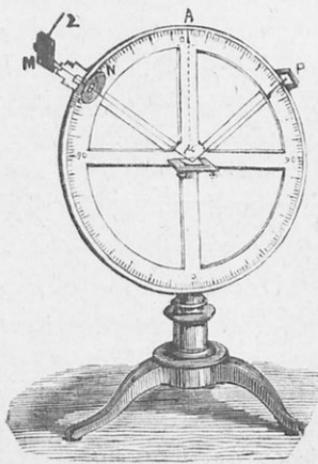
Α'. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πάντοτε τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως.

Β'. Τὸ ἐπίπεδον, ὑπερ ὀρίζουσιν ἢ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἄκτις, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.

Ἐκ τοῦ πρώτου τῶν νόμων τούτων συνάγομεν ὅτι ἄκτις φωτὸς προσπίπτουσα καθέτως ἀνακλᾶται πάλιν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

351. Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὄργανον συγκεϊμένου ἐξ ὀρειχαλίνου κύκλου (σχ. 264), ὑποδηρημένου εἰς μοίρας καὶ οὔτινος τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακορύφως. Ὁ δίσκος οὗτος φέρει κατὰ μὲν τὸ κέντρον αὐτοῦ ἐπίπεδον κάτοπτρον μ, ὅπερ διατίθεται ὀριζοντιῶς, ἐπὶ δὲ τῆς περιφερείας ἐκ τοῦ ἑνὸς μὲν μέρους μικρὰν ὑαλίνην πλάκα Ρ ἡμιδιαφανῆ, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν δίσκον ἀδιαφανῆ Ν φέροντα ἐν τῷ μέσῳ ὀπὴν καὶ ὑπεράνω αὐτοῦ κάτοπτρον Μ στρεπτόν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Ἡ τε πλάξ Ρ καὶ ὁ δίσκος Ν δύνανται νὰ μετακινήθωσιν ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ δίσκου καὶ

στερεωθῶσιν εἰς οἰανδῆποτε ἐπ' αὐτοῦ θέσιν. Τούτων οὕτως ἔχόντων δεχόμεθα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου M δέσμη ἀκτίνων ΣM , οἷον ἡλιακῶν, ἣν δι' ἀνακλάσεως ἐπ' αὐτοῦ διευθύνομεν 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 ὑάλινην πλάκα P οὕτως, ὥστε ἡ φωτεινὴ δέσμη ἀνακλωμένη κατὰ τινα ἀκτῖνα τοῦ κύκλου νὰ προσπέσῃ εἰς τὸ κέντρον τῆς πλάκῃς ταύτης. Μετροῦντες τὰς γωνίας, ἅς αἱ δύο ἀκτίνες, ἡ τῆς προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως, σχηματίζουσι μετὰ τῆς καθέτου $A\mu$, 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 ὑπ' ἄλλας γωνίας προσπτώσεως οἰανδῆποτε.

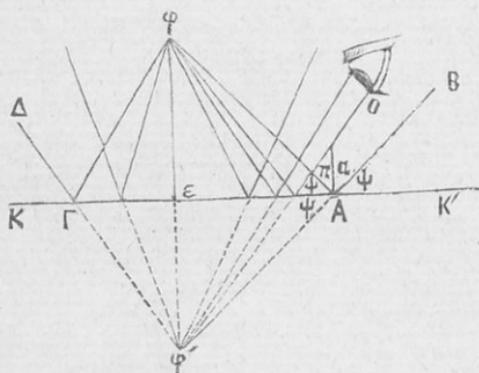


Σχ. 264.

352. **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 παραβολικά, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θέλομεν πραγματευθῆ περὶ τῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν μόνον.

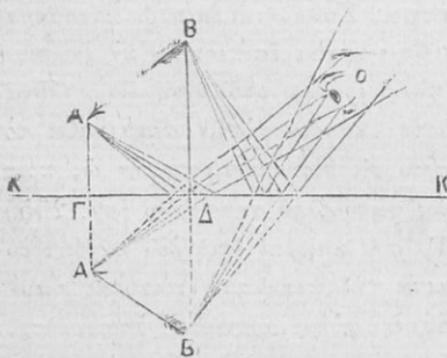
353. **Α'. Ἐπίπεδα κάτοπτρα.** Καλοῦνται ἐπίπεδα κάτοπτρα ἐκεῖνα, ὧν ἡ λεία καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια εἶνε ἐπίπεδος. Ἐὰν ἐνώπιον τοιοῦτου κατόπτρου θέσωμεν ἐν ἡ πλειότερα φωτοβόλα σημεῖα, ταῦτα ἀπεικονίζονται ἐν αὐτῷ οὕτως, ὥστε ἕκαστον αὐτῶν σχηματίζει τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον· τούτέστιν αἱ ἐκ τινος φωτοβόλου σημείου φ (σχ. 265) ἐκπορευόμεναι ἀκτίνες, οἷον αἱ $\varphi\Gamma$, φA καὶ ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου KK' προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τοιαύτας διευθύνσεις $\Gamma\Delta$, AB , ὥστε προεκβαλλόμεναι αὐταὶ ἀντιθέτως ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου συναντῶνται πᾶσαι εἰς τι σημεῖον φ' τοιοῦτον, ὥστε ἡ εὐθεῖα $\varphi\varphi'$ ἡ ἐνοῦσα τοῦτο μετὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου φ εἶνε κάθετος

ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον KK' τοῦ κατόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη $\varphi\epsilon$ καὶ $\epsilon\varphi'$. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἔστω φA μία τῶν



Σχ. 265.

πολλῶν ἀκτίνων, ἧτις ἐκπορευομένη ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου φ καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀνακλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν AB σχηματίζουσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως α ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως ψ . Ἡ ἀνακλωμένη αὕτη ἀκτίς AB προεκβαλλομένη ὀπισθεν τοῦ βεβαίως τὴν προεκβολὴν τῆς κατόπτρου θέλει συναντήσει καθέτου $\varphi\epsilon$, διότι κεῖται ἐν τῷ καθέτῳ ἐπὶ τὸ κάτοπτρον ἐπιπέδῳ φAB τῶ περιέχοντι καὶ τὴν κάθετον $\varphi\epsilon$. Ἡ δὲ ἀπόστασις $\varphi'\epsilon$ εἶνε ἴση τῇ $\varphi\epsilon$, διότι τὰ ὀρθογώνια τρίγωνα $\varphi\epsilon A$ καὶ $\varphi'\epsilon A$ εἶνε ἴσα ὡς ἔχοντα τὴν πλευρὰν ϵA κοινὴν καὶ τὰς γωνίας $\varphi A \epsilon$ καὶ $\varphi' A \epsilon$ ἴσας ὡς ἴσας τῇ αὐτῇ γωνίᾳ $BAK' = \psi$. Ὁμοίως 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 ο 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.



Σχ. 266.

354. Ἐὰν νῦν θέσωμεν ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου φωτοβόλον τι ἀντικείμενον AB (σχ. 266), ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει κατὰ τὰ προειρημένα τὸ εἶδωλον αὐτοῦ εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὔρωμεν τὰ εἶδωλα τῶν σημείων A καὶ B , καταβιβάζομεν τὰς καθέτους $A\Gamma$ καὶ $B\Delta$ ἐπὶ τὸ κάτοπτρον.

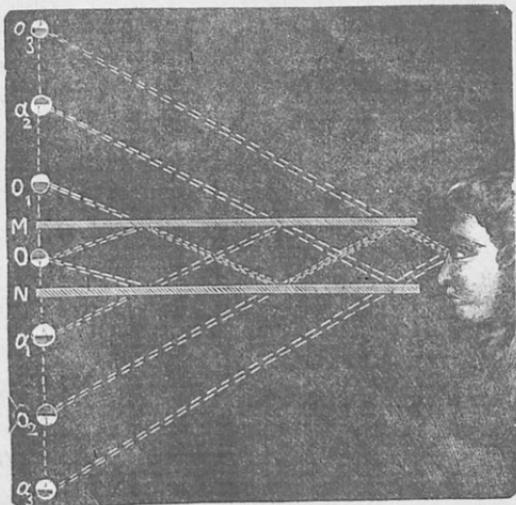
προεκβάλλομεν αὐτὰς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεῖα A' καὶ B' οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωμεν $AG = A'G$ καὶ $BD = B'D$. Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον $A'B'$ τοῦ ἀντικειμένου AB . Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρίσκεται ἄνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ O , τότε βλέπομεν τὸ εἶδωλον $A'B'$, διότι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δέχεται τὰς ἀνακλωμένας δεσμίδας καὶ ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τῶν σημείων $A'B'$.

355. 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 κέκλιμένῳ κατὰ γωνίαν 45° .

356. Συνήθως τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα εἶνε πλάκες ὑάλινοι ἐπηργυρωμένοι, διότι ὁ ἄργυρος ἔχει τὴν μεγίστην ἀνακλαστικὴν δύναμιν. Ἄλλὰ καὶ ἐν ὑάλῳ μὴ ἐπηργυρωμένῳ 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 ζωρρότερα.

357. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων.

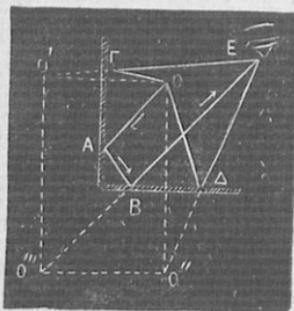
Ἐὰν μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων M καὶ N (σχ. 267) τεθῆ φωτοβόλον τι σῶμα O , τοῦτο θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ M πρῶτόν τι εἶδωλον O_1 συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον M . Τὸ εἶδωλον δὲ τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς κέντρον ἀκτινοβολίας καὶ νὰ σχηματίσῃ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου N δεύτερον εἶδωλον O_2 συμμετρικὸν τοῦ O_1



Σχ. 267.

ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον Ν. Τὸ δεύτερον τοῦτο εἶδωλον θέλει σχηματίσει τρίτον εἶδωλον O_3 ὀπισθεν τοῦ Μ καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δὲ θέλομεν ἔχει πρώτην τινὰ σειρὰν εἰδώλων, ὧν ὁ ἀριθμὸς θεωρητικῶς εἶνε ἄπειρος. Ὅμοιως τὸ αὐτὸ φωτοβόλον σῶμα Ο θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ Ν πρῶτόν τι εἶδωλον α_1 καὶ τοῦτο ὀπισθεν τοῦ Μ δεύτερον α_2 καὶ τοῦτο τρίτον α_3 καὶ οὕτω καθεξῆς θέλει παραχθῆ δευτέρα σειρά εἰδώλων ἀπειρων τὸ πλῆθος. Τὸ σχῆμα 267 παριστᾷ ὀφθαλμὸν δεχόμενον φωτεινὰς δεσμίδας τρῖς ἀνακλασθείσας, αἵτινες παρέχουσι τὰ εἶδωλα α_3 καὶ O_3 . Ἄλλ' ἕνεκα τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐλαττωμένης τῆς ἰσχύος τοῦ φωτός, ἢ λαμπρότης τῶν διαδοχικῶν εἰδώλων βαίνει ἐξασθενοῦσα οὕτως, ὥστε ἐπὶ τέλους ταῦτα καθίστανται ἀόρατα.

358. **Ἀνάκλασις ἐπὶ κατόπτρων συγκλινόντων.** Ἐὰν μεταξὺ δύο κατόπτρων ἀποτελούντων π. χ. ὀρθὴν γωνίαν (σχ. 268)



Σχ. 268.

τεθῆ φωτοβόλον τι σημεῖον Ο, τοῦτο σχηματίζει τρία εἶδωλα O' , O'' , O''' . Τοῦ ὀφθαλμοῦ δ' ἡμῶν εὐρισκομένου κατὰ τὸ Ε, τὰ μὲν εἶδωλα O'' καὶ O' , βλέπομεν ἐκ τῶν ἀπλῶν ἀνακλάσεων ΟΓΕ καὶ ΟΔΕ, τὸ δὲ O''' ἕνεκα τῆς διπλῆς ἀνακλάσεως ΟΑΒΕ. Ἐὰν τὰ κάτοπτρα σχηματίζωσι γωνίαν 60° , ἐμφανίζονται πέντε εἶδωλα· ἐὰν δὲ γωνίαν 45° , ἐμφανίζονται ἐπτὰ εἶδωλα διατιθέμενα ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς ἐχούσης κέντρον τὸ σημεῖον, πρὸς ὃ συγκλίνουναι τὰ κάτοπτρα,

καὶ διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου διερχομένης. Ἐν γένει δὲ πρὸς εὑρεσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν εἰδώλων εἰς τὰ συγκλίνοντα κάτοπτρα διαιρούμεν τὰς 360° διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μοιρῶν τῆς γωνίας τῶν κατόπτρων, τὸ δὲ πηλίκον ἡλαττωμένον κατὰ μονάδα παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰδώλων.

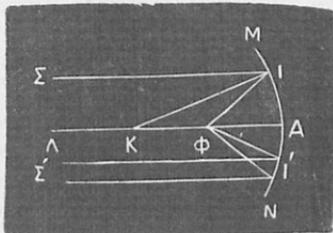
359. Ἐφαρμογὴ τῶν συγκλινόντων κατόπτρων εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον εἰδωλοσκόπιον, ὅπερ εἶνε σωλὴν κοῖλος ἐμπεριέχων δύο κάτοπτρα σχηματίζοντα γωνίαν, μεταξὺ τῶν ὁποίων τίθενται διάφορα μικρὰ τεμάχια ὑάλου ποικίλως κεχρωματισμένα. Διορῶντες διὰ τοῦ ὄργανου τούτου βλέπομεν πάντοτε κανονικόν τι σχῆμα, ὅπερ μεταβάλλομεν μετακινούντες τὰ ὑάλινα ἀντικείμενα τοῦ ὄργανου.

360. Β'. **Σφαιρικὰ κάτοπτρα.** Καλοῦνται σφαιρικὰ κάτοπτρα τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν

μὲν ἢ λεία καὶ στιλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἶνε ἢ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κατόπτρον καλεῖται κοῖλον, ὅταν δ' ἢ ἐξωτερικὴ, κυρτόν.

Ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοιούτων κατόπτρων γεννᾶται ὑπὸ τόξου κύκλου MN (σχ. 269) στρεφομένου περὶ τὴν διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ A διερχο-

μένην ἀκτῖνα καμπυλότητος KA. Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα AKΛ 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 τῶ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ κατόπτρου. Κάθετος δὲ εἰς τι ση-



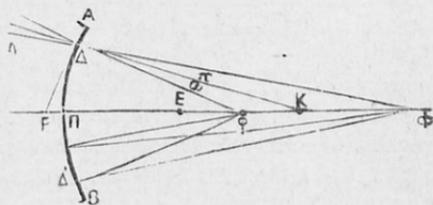
Σχ. 269.

μεῖον I σφαιρικῷ κατόπτρου κοίλου ἢ κυρτοῦ εἶνε ἢ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀγομένη ἀκτὶς τῆς σφαίρας, εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κατόπτρον. Τέλος ἢ γωνία MKN καλεῖται πλάτος τοῦ κατόπτρου.

361. α'.) **Κοῖλα κατόπτρα. Κυρία ἐστία.** Ἐὰν σφαιρικὸν κατόπτρον κοῖλον MN (σχ. 269) μικροῦ πλάτους, εἶον $80^\circ - 100^\circ$, δεχθῆ ἀκτῖνας παραλλήλους τῶ κυρίῳ ἄξονι, εἶον ἠλιακὰς ΣΙ, αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Φ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος AK (*). Τὸ σημεῖον τοῦτο Φ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου, ἢ δὲ ἀπόστασις ΑΦ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις. Ἄν τούναντίον 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 τῶ κυρίῳ ἄξονι ΑΛ.

362. **Συζυγεῖς ἐστίαι.** Ἐὰν φωτοβόλον τι σημεῖον Φ (σχ. 270)

τεθῆ ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου AB ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΠΚΦ πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος K, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, εἶον ἢ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν σχηματίζουσαι τὴν γω-



Σχ. 270.

(*) Τὸ τρίγωνον ΚΦΙ (σχ. 269) εἶνε ἰσοσκελές, διότι ΚΙΣ=ΚΙΦ ὡς γωνίαι

νίαν τῆς ἀνακλάσεως α ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως π τέμνουσιν ἀλλήλας εἰς τὸ αὐτὸ περίπτου σημείον φ κείμενον πάντοτε μεταξύ κυρίας ἐστίας E καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος K , διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π οὔσης ἐλάσσονος τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἢ σχηματίζει ἢ παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτίς, καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως α θὰ εἶνε ἐλάσσων τῆς KDE . Τὰ δύο ταῦτα σημεῖα Φ καὶ φ καλοῦνται συζυγεῖς ἐστίαὶ τοῦ κατόπτρου, διότι, ἂν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ ἀπὸ τοῦ Φ εἰς τὸ φ , αἱ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν συνέρχονται εἰς τὸ Φ , τουτέστιν ἐκάτερον τῶν δύο σημείων Φ καὶ φ εἶνε ἐστία τοῦ ἑτέρου. Ἐὰν ἤδη τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πάντοτε κείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος K , καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία φ πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον, διότι ἐλαττωμένης τῆς π ἐλαττοῦται καὶ ἡ α . Ἄν δὲ τὸναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνηται τοῦ κέντρου καμπυλότητος, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται αὐτοῦ καὶ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν E , διότι αὐξανόμενης τῆς π αὐξάνεται καὶ ἡ α . Ὅ,τι δ' ἐρρήθη περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀληθεύει καὶ περὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος, ἐφ' οὗ ὡσαύτως διακρίνομεν κυρίαν ἐστίαν καὶ συζυγεῖς ἐστίας. Αἱ ἐστίαὶ δ' αὗται, ἄς μέχρι τούδε ἐθεωρήσαμεν, καλοῦνται ἐστίαὶ καθ' ὑπόστασιν, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα συνέρχονται αὗται αὗται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες καὶ οὐχὶ αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαί.

363. Τόπος τῶν συζυγῶν ἐστιῶν. Παραστήσωμεν τὸ $\Pi\Phi$ διὰ π , τὸ $\Pi\varphi$ διὰ π' , τὸ ΠK διὰ α καὶ ΠE διὰ ϵ . Ἐπειδὴ εἰς τὸ τρίγωνον $\Phi\Delta\varphi$ ἢ ΔK δίχα τέμνει τὴν γωνίαν $\Phi\Delta\varphi$, ἔπεται ὅτι $\Phi\Delta : \varphi\Delta = \Phi K : \varphi K = \pi - \alpha : \alpha - \pi'$. Ἐὰν τὸ Δ κείται πολὺ πλησίον τοῦ Π , δυνάμεθα νὰ λάβωμεν

$$\Phi\Delta : \varphi\Delta = \Phi\Pi : \varphi\Pi = \pi : \pi', \quad \text{ὅθεν } \pi : \pi' = \pi - \alpha : \alpha - \pi' \text{ καὶ } \frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{2}{\alpha}$$

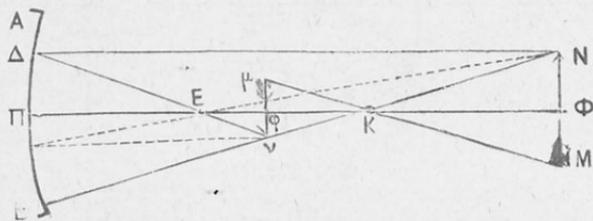
Ἄλλὰ ἐπειδὴ $\alpha = 2\epsilon$, ἔχομεν $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\epsilon}$. Δίδοντες εἰς τὸ π διαφορῶς

τιμὰς, οἷον ϵ , 2ϵ , 3ϵ , κτλ. εὐρίσκομεν τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ π' .

364. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας. Πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοβόλου σημείου N (σχ. 271) κειμένου ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου AB ἐκλέγομεν ἐξ ὄλων τῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων τῶν ἐκ τοῦ

προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως καὶ $KI\Sigma = IK\Phi$, διότι ΣI παράλληλος τῇ AA , ὅθεν $KI\Phi = IK\Phi$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν $K\Phi = \Phi I$. Ἄλλ' ἡ ΦI εἶνε αἰσθητῶς ἴση τῇ ΦA , ἂν τὸ σημεῖον I κείται πλησίον τοῦ A , ὅθεν $A\Phi = \Phi K$ ὁ. ἔ. δ.

σημείου τούτου ἔκπορευομένων καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσῶν α') τὴν ὀδεύουσιν κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα NKB, διότι αὕτη προσπίπτουσα καθέτως ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· β') τὴν παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ὀδεύουσιν NA, διότι αὕτη ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E, καὶ γ') τὴν διὰ τῆς κυρίας ἐστίας διερχομένην NE, διότι αὕτη ἀνακλᾶται παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι. Αἱ τρεῖς δ' αὐτὰ ἀνακλώμενα ἄκτινες διέρχονται διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου ν , ὅπερ εἶνε ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ σημείου N. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι δύο τῶν ἄκτινων τούτων ἄρκοῦσι πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας.

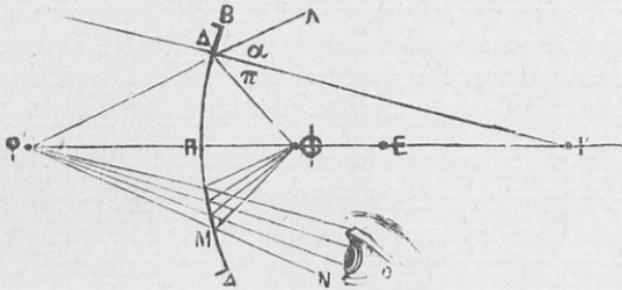


Σχ. 271.

365. **Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.** Ἐστω φωτοβόλον τι ἀντικείμενον NM (σχ. 271) ἐνώπιον κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου AB κείμενον πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος αὐτοῦ K. Ἐκαστον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου τούτου πλὴν τοῦ Φ κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος· καὶ τοῦ μὲν ἀνωτάτου σημείου N ἡ συζυγῆς ἐστία σχηματίζεται εἰς τι σημεῖον ν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δευτερεύοντος ἄξονος NB κείμενον καὶ μεταξύ κυρίας ἐστίας τοῦ ἄξονος τούτου καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος K. Ὡσαύτως ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ σημείου M σχηματίζεται εἰς τὸ μ , οὕτω δὲ παράγεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον $\mu\nu$ ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον πάντοτε τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τούτο κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον μεγαθυνόμενον. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον κεῖται ὑπὸ τὸ κέντρον καμπυλότητος K, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται ἀνεστραμμένον ἄνωθεν τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ ἰσομέγεθες πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου καὶ ὑπὸ τὸ κέντρον καμπυλότητος αὐτοῦ στηριχθῇ ἀνεστραμμένη ἀνθοδέσμη καὶ ἄνωθεν τοῦ κέντρου τούτου ποτήριον ὀρθόν, ἡ ἀνθοδέσμη ἐμφανίζεται ὀρθὴ καὶ ἐντὸς τοῦ ποτηρίου ἐστηριγμένη.

366. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ τεθῇ μεταξύ κυρίας ἐστίας E καὶ κατόπτρου BA (σχ. 272), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμενα ἄκτινες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, οἷον ἡ

ΦΔ, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι ὡς ἡ ΔΛ (διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π οὔσης μείζονος τῆς γωνίας ΕΔΚ καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως α θὰ εἶνε μείζων τῆς γωνίας, ἣν ἡ παραλλ-



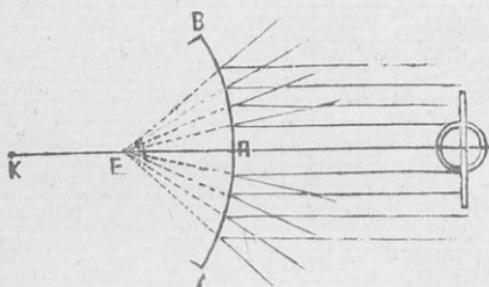
Σχ. 272.

ληλος τῶ κυρίῳ ἄξονι ἢ διερχομένη διὰ τοῦ σημείου Δ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ΔΚ) μὴ δυνάμεναι νὰ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγῆ ἐστίαν καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὅμως ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν ο δεχθῆ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, οἷον τὰς ΜΝ, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ 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 κάτοπτρον, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία αὐτοῦ φ' πλησιάζει ὡσαύτως, διότι τῆς γωνίας π αὐξανομένης καὶ ἡ α αὐξάνεται. Ἐὰν 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 μεταξύ κυρίας ἐστίας καὶ κατόπτρου, τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ῥηθῆ καὶ περὶ τῆς κατ' ἔμφασιν ἐστίας φωτοβόλου σημείου ἐφ' οἰουδήποτε δευτερεύοντος ἄξονος κειμένου μεταξύ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος.

Ἐὰν ἤδη φωτοβόλον τι ἀντικείμενον ΜΝ (σχ. 273) τεθῆ μεταξύ τῆς ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου ΑΒ, τὰ διάφορα αὐτοῦ σημεία, οἷον τὰ Μ, Ν, κείμενα ἐπὶ διαφόρων δευτερευόντων 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 ἢ διὰ τοῦ Ε διερχομένη ἀνακλάται παραλλήλως τῇ ΠΚ, ἡ δὲ καθέτως προσπίπτουσα κατὰ τὴν προέκ-

κατόπτρου, κειμένη εις τὸ μέσον τῆς ΚΠ. Ἡ ἐστία δ' αὕτη εἶνε τὸ λαμπρὸν ἐκεῖνο σημεῖον, ὅπερ βλέπομεν ἐπὶ λείας καὶ ἐξωτερικῶς στιλπνῆς σφαίρας, ἣν φωτίζει ὁ ἥλιος.

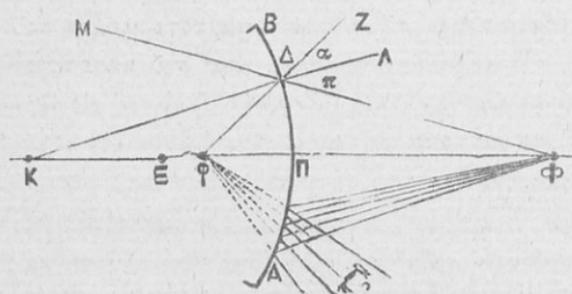
368. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ



Σχ. 274.

(σχ. 275) κεῖται ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι, ὡς ἡ ΔΖ. Ταύτας δ' ἂν δεχθῆ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι ἐκπορεύονται ἐκ

τοῦ σημείου φ κειμένου ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος ΦΠ μεταξύ τῆς κυρίας



Σχ. 275.

ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου, (διότι τῆς γωνίας προσπτώσεως π οὐσῆς μείζονος τῆς γωνίας, ἣν ἡ εἰς τὸ Δ παράλληλος τῇ ΚΦ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ΚΔΛ, καὶ ἡ γωνία ἀνακλάσεως α καὶ ἡ ἴση αὐτῇ ΚΔφ

εἶνε μείζονος τῆς ΚΔΕ), ὅπερ σημεῖον φ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ φωτοβόλου σημείου Φ. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιαίῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία πλησιαίῃ ὡσαύτως, ἐὰν δ' ἀπομακρύνεται αὐτοῦ, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται μὲν, ἀλλὰ μένει πάντοτε μεταξύ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας

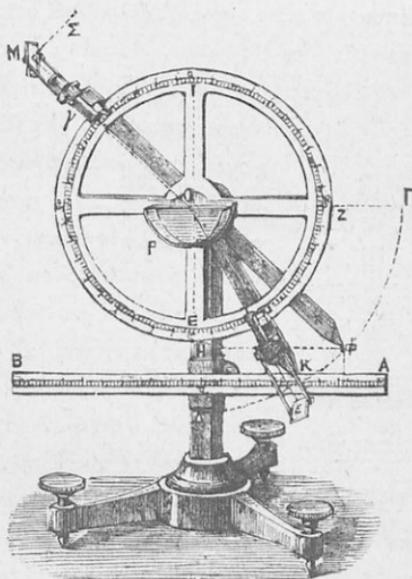
Ἐὰν νῦν ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῆ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει τὴν κατ' ἔμφασιν ἐστίαν ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ κεῖται, καὶ μεταξύ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου, οὕτω δὲ σχηματίζεται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθὸν καὶ πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιαίῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιαίῃ πρὸς αὐτό

τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου MN (σχ. 277) καὶ φωτεινὴν ἀκτῖνα ΦΙ προσπίπτουσαν κατὰ τὸ σημεῖον Ι καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διαγράψωμεν 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 τῆ MN διάμετρον ΚΚ' τὰς καθέτους ΦΑ καὶ Φ'Α', αἵτινες παριστῶσι τὰ ἡμίτονα τῶν γωνιῶν ΦΙΚ καὶ Φ'ΙΚ'. Ἐὰν τῶν δύο τούτων περιεχόντων τὸ μὲν ἀνώτερον εἶνε ἀήρ, τὸ δὲ κατώτερον ὕδωρ, εὐρίσκομεν ὅτι τὰ μήκη τῶν καθέτων ΦΑ καὶ Φ'Α' ἔχουσι πρὸς ἄλληλα λόγον ἴσον πρὸς $\frac{4}{3}$. Ἔστω καὶ δευτέρα τις φωτεινὴ ἀκτὶς ΡΙ λαμβάνουσα μετὰ τὴν διάθλασιν τὴν διεύθυνσιν ΙΡ'. Καὶ πάλιν, ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἐπὶ τὴν διάμετρον ΚΚ' καθέτους ΡΒ καὶ Ρ'Β', εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν αὐτῶν εἶνε $\frac{4}{3}$, ἦτοι ἴσος τῷ προηγουμένῳ. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο περιέχοντα εἶνε ἀήρ καὶ ὕαλος, ὁ λόγος οὗτος εἶνε ἴσος πρὸς $\frac{3}{2}$. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος, ὅστις εἶνε μὲν σταθερὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα, μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένων τῶν περιεχόντων, καλεῖται δεικτικὴ διαθλάσεως.

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

371. Οἱ νόμοι τῆς διαθλάσεως ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ συσκευῆς (σχ. 278) συγχειμένης ἐκ κυκλικοῦ δίσκου βεβαθμολογημένου, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον τίθεται κατακορυφῶς. Δύο κανόνες κινούμενοι ἐπὶ τῆς περιφέρειᾶς 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 ὑάλινον ἡμικυλινδρικὸν δοχεῖον Ρ πλήρες ὕδατος, οὗτινος ἡ ἐλευθέρα καὶ ὀριζοντία ἐπίπεδος ἐπιφάνεια διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου. Στρέφομεν τὸ κάτοπτρον Μ οὕτως, ὥστε φωτεινὴ ἀκτὶς ΣΜ ἀνακλασθεῖσα ἐπ' αὐτοῦ καὶ διελθούσα διὰ τοῦ σωλήνος γ νὰ διευθυνθῇ κατὰ τινὰ γεωμετρικὴν ἀκτῖνα τοῦ κυκλικοῦ δίσκου καὶ διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ Ο νὰ εἰσδύσῃ εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς αὕτη διαθλωμένη κατὰ τὴν εἰς τὸ ὕδωρ εἰσοδὸν αὐτῆς ἐξέρχεται τοῦ δοχείου, χωρὶς νὰ ὑποστῇ δευτέραν διάθλασιν, διότι χωροῦσα εἰς τὸ ὕδωρ κατὰ τινὰ ἀκτῖνα

τῆς ἐγκαρσίου τομῆς τοῦ δοχείου P προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τὴν κυλινδρικήν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ. Εἶτα μετακινούμεν τὸ ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου διάφραγμα E, μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ τὴν διαθλωμένην ἀκτῖνα. Τῶν γωνιῶν ΦΟΔ καὶ ΚΟΔ εἶνε ἡ μὲν προσπτώσεως, ἡ δ' ἐτέρα διαθλάσεως. Μετακινούντες νῦν ὀριζόντιον κανόνα ΒΑ μετροῦμεν τὰ μήκη τῶν καθέτων τῶν ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Κ ἀγομένων ἐπὶ τὴν κατακόρυφον ΟΗΔ καὶ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν τούτων εἶνε σταθῆρός, οἷα δὴποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν δεύτερον τῶν προειρημένων νόμων. Ἄλλὰ καὶ ὁ πρῶτος νόμος διὰ τῆς αὐτῆς συσκευῆς ταυτοχρόνως ἀποδεικνύεται, διότι παρατηροῦμεν ὅτι ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν ᾧ κεῖται ἡ προσπίπτουσα ἀκτῖς, κεῖται καὶ ἡ διαθλωμένη.



Σχ. 278.

372. Ἐκ τῶν γνωστῶν φυσικῶν οὐσιῶν θλαστικωτέρα εἶνε ὁ ἀδάμας· ἀλλὰ καὶ εἰς τεχνητὰς διαφανεῖς οὐσίας κατώρθωσαν νὰ δώσωσι τὴν θλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀδάμαντος, ὡς εἰς τοὺς καλουμένους τεχνητοὺς ἀδάμαντας.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

373. Ἄνύψωσις σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἐν τινὶ ὑγρῷ. Ἐστω Λ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 279). Αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ΛΑ καὶ ΛΒ ἀναδύουσαι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως Α καὶ Β καθέτων λαμβάνουσαι τὰς διευθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ. Ἐὰν κατὰ τὸ ΓΔ ὑπάρχη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, βλέπομεν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ εἰς τὸ



Σχ. 279

σημείον Λ' , εἰς δὲ τέμνονται αἱ προεκβολαὶ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων $\Gamma\Lambda$ καὶ ΔB , ἤτοι πλησιέστερον τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως τῶν δύο περιεχόντων καὶ τοσοῦτῳ πλησιέστερον, ὅσῳ μᾶλλον πλαγίως προσβλέπομεν πρὸς αὐτήν. Ἄλλὰ καὶ ὅταν καθέτως ἄνωθεν ὀρῶμεν φωτοβόλον τι σημεῖον, ἀνυψοῦται μὲν καὶ τότε, ἀλλ' ἢ ἀνύψωσις αὕτη εἶνε ἡ ἐλαχίστη πασῶν. Συμβαίνει δηλονότι καὶ κατὰ τὴν κάθετον πρόσβλεψιν ἀνύψωσις σημείου α (σχ. 280) ἐν τῷ πυθμένι ἀγγείου πλή-



Σχ. 280.

ρους ὑγροῦ ὑπάρχοντος, διότι τότε λεπτοτάτη τις κωνικὴ δέσμη εἰς φωτεινῶν ἀκτίνων ἐκ τοῦ σημείου α ἐκπορευομένη καὶ καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ προσπίπτουσα μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἀνάδυσιν εἰς ἄλλην κωνικὴν δέσμη εἰς ἀκτίνων, ἔτι μᾶλλον ἀφισταμένων, 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 εἰς α' .

Ράβδος ἐμβεβαπτισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος αὐτῆς ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ (σχ. 281). Ἐὰν δ' ἐμβαπτίσωμεν τὸ ἡμισυ αὐτῆς καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, τὸ ἐμβεβαπτισμένον ἡμισυ φαίνεται βραχύτερον τοῦ ἐτέρου τοῦ ἐκτὸς κειμένου.



Σχ. 281.

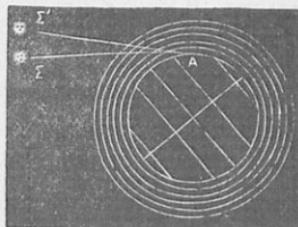
Ἐὰν ἐντὸς ἀδιαφανοῦς δοχείου θέσωμεν μικρὸν ἀντικείμενον, οἷον νόμισμα, καὶ ἀπομακρυνθῶμεν οὕτως, ὥστε τὰ χεῖλη τοῦ δοχείου ν' ἀποκρύπτωσιν αὐτὸ ἀφ' ἡμῶν, χύσωμεν δ' εἴτα ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, βλέπομεν καὶ αὖθις τὸ νόμισμα, ἐν ᾧ οὐδὲως μετετέθη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν. Δοχεῖον πλήρες θειοῦχου ἄν-

θρακος φαίνεται ἀβαθέστερον ὁμοίου δοχείου πλήρους ὕδατος, διότι ὁ θειοῦχος ἀνθραξ εἶνε θλαστικώτερος τοῦ ὕδατος.

374. Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. Τὸ φαινόμενον τῆς διάθλασεως συμβαίνει οὐ μόνον ὁσάκις φωτεινὴ τις ἀκτίς μεταβαίνει, ὡς προεῖρηται, ἀφ' ἐνὸς εἰς ἕτερον διάφορον τὴν φύσιν περιέχον, ἀλλὰ καὶ ὅταν ὀδεύῃ ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι μεταβάλλοντι πυκνότητα, οἷος δὲ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ὁ ἔχων πυκνότητα αὐξανομένην ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ὅθεν εἶνε ἐπόμενονον ὅτι αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες αἱ ἐκ τῶν ἀστέρων, ἐκ τοῦ ἡλίου Σ (σχ. 282) ἢ ἐκ τῆς σελήνης ἐκπαμπόμεναι, ἀφ' οὐ διαδράμωσι τὸ πέραν τῆς ἀτμοσφαίρας διάστημα, εἰσερχόμεναι εἰς

αὐτὴν καὶ ὀδεύουσαι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν A ὑφίστανται διάθλασιν ἀκολουθοῦσαι καμπύλην, ἧς ἡ κοιλότης εἶνε ἐστραμμένη πρὸς τὴν γῆν. Καὶ τότε δὲν βλέπομεν τοὺς ἀστέρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν εὐθειῶν

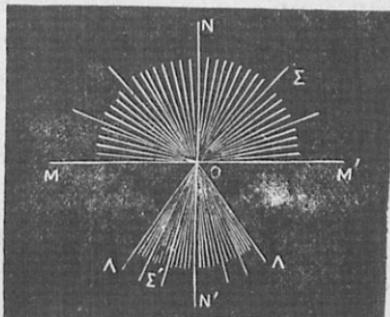
γραμμῶν, αἵτινες ἐνοῦσιν ἕκαστον αὐτῶν μετὰ τῆς θέσεως, ἣν κατέχομεν ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλὰ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς τελικῆς διεύθυνσεως τῶν εἰσερχομένων εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἀκτίνων, οὗ ἕνεκα καὶ ὁ παρατηρητῆς A ἀντὶ νὰ ἴδῃ π. χ. τὸν ἥλιον ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτοῦ θέσει κατὰ τὸ Σ , θέλει ἴδῃ αὐτὸν ὑψηλότερον κατὰ τὸ Σ' . Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσοι ἀστέ-



Σχ. 282.

ρες εὐρίσκονται εἰς τὸ κατακόρυφον σημεῖον, οὓς βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτῶν θέσιν, διότι αἱ κατακορύφως προσπίπτουσαι ἀκτίνες 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 κατακόρυφον, ἐπ' αὐτοῦ δὲ τοῦ ὀρίζοντος ἡ ἀνύψωσις φθάνει εἰς $34'$ περίπου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης εἶνε μικροτέρα τῶν $34'$, ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος ἢ ἡ σελήνη φθίνονται ἄνω τοῦ ὀρίζοντος, πρὶν τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ δίσκου αὐτῶν πράγματι ἀνέλθῃ ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος. Οὕτω παρ' ἡμῖν ἡ φυσικὴ διάρκεια τῆς ἡμέρας, ἧτοι 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.

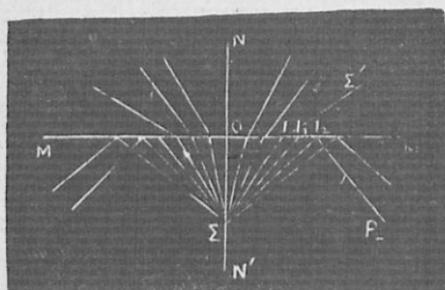
375. **Ὅρειά γωνία.** Ἐστω MM' (σχ. 283) ἡ ἐπιφάνεια ἡ διαχωρίζουσα δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ. Ἡ ἀκτίς NO ἡ καθέτως προσπίπτουσα εἰσέρχεται, ὡς εἶπομεν, εἰς τὸ ὕδωρ ἄνευ διαθλάσεως ἀκολουθοῦσα τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ON' . Ἡ δ' ἀκτίς ΣO προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν ΣON διαθλάται κατὰ τὴν εὐθεῖαν $O\Sigma'$ σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου ON' γωνίαν διαθλάσεως $N'O\Sigma'$



Σχ. 283.

ελάσσονα 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° , δηλαδή ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς ἀπτηται τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου, τότε ἡ γωνία διαθλάσεως λαμβάνει μεγίστην τιμὰν τινὰ ἌΟΝ' ἐλάσσονα τῆς ὀρθῆς καὶ καλεῖται ὀρική γωνία. Ἡ γωνία αὕτη εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα περιέχοντα, ἐν μὲν τῷ ὕδατι ἴση περίπου πρὸς 48° , ἐν δὲ τῇ ὑάλῳ πρὸς 41° κτλ.

376. Ὀλεκὴ ἀνάκλασις. Ἐστω ΜΜ (σχ. 284) ἐπιφάνεια



Σχ. 281.

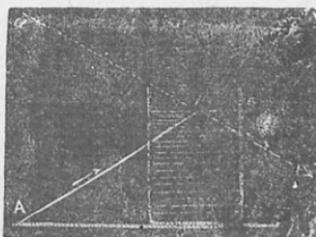
ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ Σ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτὶς ΣΟ ἢ καθετῶς τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλαγίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, οἷον ἡ ΣΙ, ἐν μέρει μὲν ἀνακλῶνται,

ἐν μέρει δὲ διαθλῶνται κατὰ διευθύνσεις, οἷα ἡ ΙΣ', σχηματιζούσας μετὰ τῆς καθετοῦ γωνίας διαθλάσεως πάντοτε μείζονας τῶν τῆς προσπτώσεως, διότι ὁ ἀήρ εἶνε ἥττον θλαστικὸς τοῦ ὕδατος. Ἀκτῖς τις δὲ φωτὸς ἡ ΣΙ₁ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ἴσην τῇ ὀρική, ἐν μέρει μὲν ἀνακλᾶται, ἐν μέρει δὲ διαθλάται, ἀλλ' ὑπὸ γωνίαν 90° , ἥτοι ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος ἀπτομένη τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς, οἷα ἡ ΣΙ₂, προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὀρικῆς δὲν δύναται πλέον νὰ διαθλασθῇ, ἀλλ' ὑφίσταται ὀλικὴν ἐν τῷ ὕδατι ἀνάκλασιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν Ι₂Ρ₂. Διὰ τοῦτο ὅταν καταδυόμενοι ἡρέμα εἰς τὴν θάλασσαν ἀναβλέψωμεν εἶτα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, παρατηροῦμεν φωτεινὸν κύκλον ἐπ' αὐτῆς, ὅστις εἶνε ἡ βᾶσις κώνου ἀνεστραμμένου ἔχοντος κορυφὴν μὲν τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Σ, ἀνοιγμα δὲ τὴν γωνίαν ΟΣΙ₁, ἴσην πρὸς 48° , ἧτις εἶνε ἡ ἐν τῷ ὕδατι ὀρική γωνία.

Ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις δύναται ν' ἀποδειχθῇ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος (σχ. 285). Ἐνώπιον ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος θέτομεν ἀντικείμενόν τι, οἷον ἐν νόμισμα Α. Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλ-

λου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ a ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος A λίαν εὐκρινές σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων Am , αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.

Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κενὸν ὑάλινον σωλῆνα κλειστὸν κάτωθεν, βλέπομεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ πλαγίως φωτιζομένου λάμπουσαν ἀργυροειδῶς ἕνεκα τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἣτις ἐπέρχεται ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν πληρώσωμεν τὸν σωλῆνα ὕδατος, ἡ λάμψις αὕτη ἐκλείπει, διότι



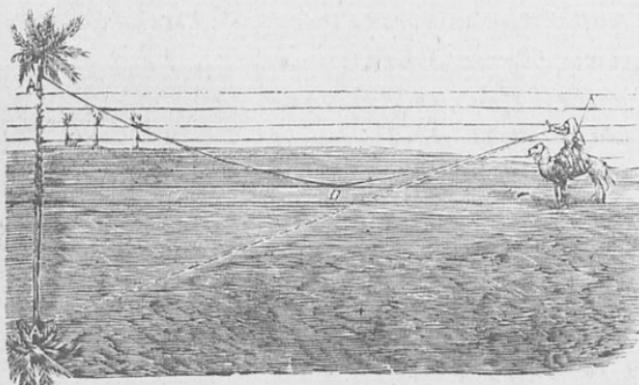
Σχ. 285.

ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς μερικὴν ἀνάκλασιν καὶ εἰς διάθλασιν. Χνοῶδης 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 διαβρέξωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ καρποῦ καὶ ἐκδιώξωμεν τὸν ἐπὶ τοῦ χνοῦ αὐτοῦ ἀέρα. Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐπὶ βάμβχκος εἰς ὕδωρ ἐμβαπτισθέντος.

377. **Ἄτμοσφαιρικός κατοπτρισμός.** Ὁ ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός εἶνε φαινόμενον προερχόμενον ἐκ τῆς διαθλάσεως καὶ ὀλικῆς ἀνακλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐν τῇ ἀτμοσφαιρῇ. Παρατηρεῖται δ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου, ὅταν αὐταὶ θερμαίνονται καθ' ὑπερβολὴν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ὁπότε τὰ διάφορα ἀντικείμενα κατοπτρίζονται ὡς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος· ἡ δὲ ὀπτικὴ ἀπάτη εἶνε τοιαύτη, ὥστε ὁ κατὰ πρῶτον βλέπων τὸ φαινόμενον τοῦτο νομίζει ὅτι πράγματι ἐμπροσθεν αὐτοῦ ἐκτείνεται λίμνη τις.

Ἡ ὀπτικὴ δ' αὕτη ἀπάτη προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες θερμαίνουσιν ἰσχυρῶς τὸ ἔδαφος, ἐν ᾧ τὰ ὑπεράνω αὐτοῦ στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, δι' ὧν διήλθον, ἕνεκα 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 ὑπερκειμένα στρώματα. Οὕτω δ' ὁ ἀήρ κατὰ τὴν μεσημβρίαν πρὸ πάντων παρὰ τὸ ἔδαφος σύγκεται ἐκ στρωμάτων, ὧν ἡ πυκνότης βαίνει ἀξαναομένη μέχρι τινὸς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Θεωρήσωμεν λεπτήν τινα δέσμην φωτεινῶν ἀκτίνων φερομένην πλαγίως πρὸς τὸ ἔδαφος ἀπὸ τοῦ σημείου Α (σχ. 286) μεμακρυσμένου τινός

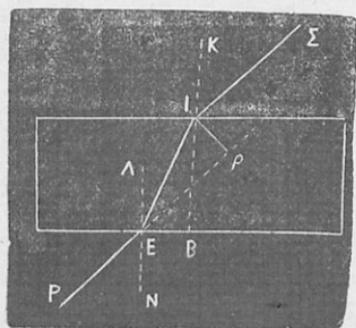


Σχ. 286.

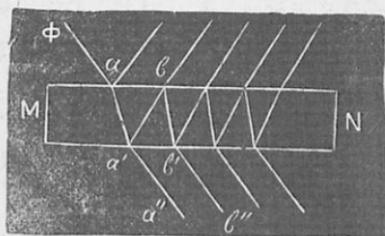
καὶ ὑψηλοῦ δένδρου. Ἡ δέσμη αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ πυκνοτέρου εἰς ἀραιότερον στρώμα ἀποκλίνει ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου καὶ ἡ ἀπόκλισις αὕτη βαίνει αὐξανομένη, μέχρις ὅτου ἡ δέσμη φθάσασα εἰς στρώμα, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου σχηματίζει γωνίαν μείζονα τῆς ὀρθῆς, ὑποστῆ τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν. Ἀπὸ τοῦ σημείου δὲ τούτου Ο ἡ φωτεινὴ δέσμη ἀκολουθεῖ ἀντίθετον πορείαν, πλησιάζουσα συνεχῶς πρὸς τὴν κάθετον καὶ συναντᾷ τὸν ὀφθαλμὸν παρατηρητοῦ, ὅστις βλέπει τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου Α εἰς Α', ἔνθα συναντῶνται αἱ προεκβολαὶ 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 φαινομένη στιλπνότης τοῦ ἔδαφους εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τοῦ παρατηρητοῦ, ἀπατῶσα τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ ὑπολαμβάνοντος ὅτι εὕρεσκειται πρό τινος λίμνης.

378. Διάδοσις τοῦ φωτὸς διὰ πλακῶν διαφανῶν. Ὄταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ πλακῶς διαφανοῦς (σχ. 287), οἷον ὑαλίνης, ἐν τῷ ἀέρι π.χ. κειμένης καὶ ἐχούσης ἀμφοτέρως τὰς ἑδρας, καὶ τὴν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι δι' ἧς τοῦτο ἐξέρχεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιούσα ἀκτὶς EP εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας BIE οὔσης πάντοτε ἴσης τῇ IEL καὶ αἱ γωνίαι ΣΙΚ καὶ NEP θὰ εἶνε ὡσαύτως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ καθέτως, ἐξέρ-

χεται άνευ γωνιώδους έκτροπής, εάν δὲ πλαγίως, ὡς ἡ ΣΙ, ἐξέρχεται μὲν κατὰ διεύθυνσιν ΕΡ παράλληλον τῇ ΣΙ, ἀλλ' ὑφίσταται παράλληλον έκτροπήν ΙϞ, ἣτις εἶνε άνεπισίθητος, ὅταν τὸ πάχος τῆς πλακὸς εἶνε ἐλάχιστον. Ἄκτις δὲ φωτεινὴ Φα (σχ. 288) προσπίπτουσα



Σχ. 287.



Σχ. 288.

ἐφ' ὑάλινης πλακὸς ΜΝ οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν αα', ἀλλὰ καὶ ἀνακλάται κατὰ τὸ σημεῖον α ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἔδρας τῆς πλακὸς· ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτις αα' οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'α', ἀλλὰ καὶ ἀνακλάται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἔδρας τῆς πλακὸς κατὰ τὴν διεύθυνσιν α'β. Ὅμοιος ἡ ἀκτις α'β καὶ διαθλάται καὶ ἀνακλάται ὡς καὶ ἡ ββ' καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε ἔχομεν σειρὰν ἀνακλωμένων ἀκτίνων καὶ σειρὰν διαθλωμένων. Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δεχθῆ ἢ τὰς πρώτας ἢ τὰς δευτέρας, βλέπομεν σειρὰν εἰδῶλων ὁλονὲν ἀμυδροτέρων ἔνεκα τῶν ἐπανειλημμένων ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὅμως τῆς πλακὸς ταύτης ἡ κατωτέρα ἔδρα εἶνε ἐπαργύρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτῖνες ἀνακλώνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἔδρας, ἀλλ' ἰδίως ἐπὶ τῆς κατωτέρας τῆς ἐπαργύρου. Ἐὰν ἐν τοιοῦτῳ κατόπτρῳ παρατηρήσωμεν ὀλίγον πλαγίως ἐν σκοτεινῷ ἰδίως θαλάμῳ τὴν φλόγα λαμπάδος, βλέπομεν σειρὰν εἰδῶλων, ὧν τὸ πρῶτον εἶνε ἀμυδρόν, ἅτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἔδρας ἀνακλάσεως, τὸ δὲ δεύτερον λαμπρότατον πάντων, ἅτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ἀνακλάσεως, τὰ λοιπὰ δ' εἰδῶλα σχηματίζονται ἀμυδροτέρα, διότι προέρχονται ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ.

379. Φακὸς καλεῖται σῶμα διαφανές, συνήθως ὑάλινον, περιοριζόμενον ἔνθεν καὶ ἔνθεν 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 συγκεντρῶσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι *συγκλίνοντες*, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικύρτος A (σχ. 289), ὁ ἐπιπεδόκυρτος B καὶ ὁ κοιλόκυρτος Γ ἢ



Σχ. 289.

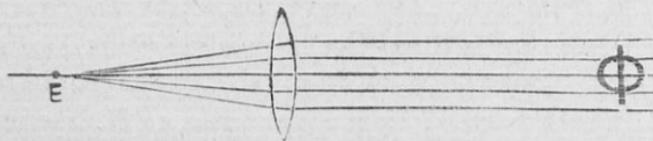
μηγίσκος *συγκλίνων*. Ἄλλοι τούτων εἶνε λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀποκλίνουσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται *ἀποκλίνοντες*, οἷοι εἶνε ὁ ἀμφικόιλος Δ, ὁ ἐπιπεδόκοιλος E καὶ ὁ κοιλόκυρτος ἢ *μηγίσκος*

ἀποκλίνων Z. Ἐνταῦθα θέλομεν πραγματευθῆ μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου A καὶ ἀμφικόιλου Δ, παραδεχόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἥτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν ἐκατέρωθεν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἴσας.

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

Α'. ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ.

381. **Κυρία ἐστία.** Ἐὰν ἀμφικύρτος φακὸς (σχ. 290) δεχθῆ



Σχ. 290.

ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, οἷον ἡλιακὰς ἀκτῖνας Φ, αὗται συγκεντρῶνται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον E ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία ἐστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει *κυρία ἐστία* εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀπόστασιν καλουμένην *κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν*. Σημειωτέον δ' ὅτι εἰς τοὺς συ-



ΕΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΕΝΩΣΙΣ

ΓΡΟΣ

ΑΓΙΑΣΑΣ ΤΑΣ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΑΣ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΚΑΣ ΑΡΧΑΣ

*27.1.2021.
9.25-10.202*

Ἡ δὲ Στρατιωτικὴ Ἔνωσις, θέλουσα νὰ διευκολύνῃ τὴν παρὰ τῶν κ. κ. Ἀξιωματικῶν τοῦ Στρατοῦ καὶ τοῦ Ναυτικοῦ ἡμῶν ἀπόκτησιν τῶν ἐξαιρέτων τούτων στρατιωτικῶν τηλεσκοπίων, ἐδέχθη τὴν γενομένην αὐτῇ πρότασιν, ἀναλαβοῦσα τὴν ὑποχρέωσιν νὰ καταβάλῃ εἰς τὸ ἐν λόγῳ ἐργοστάσιον τὰς μηνιαίας δόσεις τῶν δι' αὐτῆς προμηθευομένων τηλεσκοπίων, εἰσπράττουσα ταύτας παρὰ τῶν λαβόντων ταῦτα ἀξιωματικῶν διὰ τῶν διαφόρων στρατιωτικῶν καὶ ναυτικῶν ταμείων.

Ὅθεν πέμποντες ὑμῖν συνημμένως παραγγελίας ἐγγραφῆς παρακαλοῦμεν ὅπως οἱ βουλευόμενοι ν' ἀποκτήσωσι τοιαῦτα τηλεσκόπια ἐγγραφῶσιν ἐν αὐταῖς ἐναγνηρώστως, ἐπιστραφῶσιν δὲ ἡμῖν αὐταί.

Οἱ ἐγγραφόμενοι δέον νὰ ἔχωσιν ὑπ' ὄψει ὅτι ἡ πληρωμὴ αὐτῶν θέλει εἶσθαι τοῖς μετρο- τοῖς καὶ ὅτι αἱ μηνιαῖαι εἰκοσάδραχμοι κρατήσεις διὰ τὴν πληρωμὴν ταύτην εἶνε ἀνεξάρτητοι τῆς κρατήσεως διὰ τὸ ἄλλο πρὸς τὴν Στρατιωτικὴν Ἔνωσιν χρέος τῶν, τ. ἔ. ὅτι κατὰ τὸ ἐνδεκάμηρον διάστημα τῆς πληρωμῆς τῶν τηλεσκοπίων θέλουσιν ἐνεργεῖσθαι παρ' αὐτῶν καὶ αἱ δύο κρατήσεις συγχρόνως. Τοῦτο εἶνε ἀπαραίτητον, ὅπως δυνήθῃ ἡ Στρατιωτικὴ Ἔνωσις νὰ ἦ ἐνήμερος εἰς τὴν καταβολὴν τῶν μηνιαίων δόσεων πρὸς τὸ ἐργοστάσιον Goerz.

Ἐν τῇ τελευτῇ σελίδι ἐκδέτομεν δόγμα τινὰ περὶ τῶν προτερημάτων τῶν ποσιματικῶν τηλεσκοπίων Goerz πρὸς διαφώτισιν τῶν ἐπιθυμούντων νὰ προμηθευθῶσι τοιαῦτα.

Ἐν Ἀθήναις τῇ 1 Ὀκτωβρίου 1902

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Οἱ ἐν τῇ παροίῳ ἐγγεγραμμένοι παρακαλοῦμεν τὴν Ἑλληνικὴν Στρατιωτικὴν Ἐκπαιδευτικὴν Ἐπιτροπὴν, νά προσηρθεύσῃ ἡμῖν ἀνά ἐν προσηματικῶν τῆλεζότιον (ἴσουλ), ὁτοδεύριματος στρατιωτικοῦ μεθ' ἐπταετίας μερεθίνσεως ἀπὸ δραχμῶν 220, ἃς θέλομεν καταβάλλει ἀπὸ τῆς εἰς Π εἰσοδαδέξιμου μισθιαίας ὁδοῦ δια καταρσεων ἐξ τοῦ μισθοῦ ἀνεξαδρήτως τῶν τυχῶν ἐνεργουμένων καταρσεων διὰ χρέος ἡμισιμοῦ κλ. πρὸς τὴν ἀπὸ τὴν Στρατιωτικὴν Ἐπιτροπὴν.

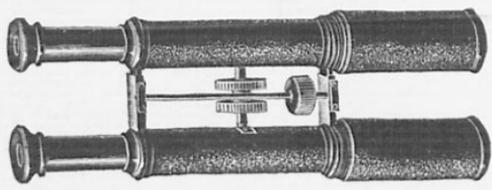
Ἰσοθῶν Ἰσοθῶν Ἰσοθῶν	ὄνοματεπώνυμον τοῦ παραγγέλλοντος	ἑαυτοῦ ἀπόστο	Σώμα ἢ ὑπηρεσία ἐνθα ὑπηρετεῖ	Μισθοδοτοῦν ταμείο	Παρατηρή- σεις.
1	Μυρσουλῆς Ζ. Νίσιρ	Λοχαεὺς Ἐπιτελετικῶν	Στ. 19 ἀναδραστηρικτῶν	Μισθοδοτοῦν ἐπιτελετικῶν	Ν. Ν. Ν.
2					
3					
4					
5					
6					
7					

ΠΡΟΤΕΡΗΜΑΤΑ

τοῦ πρισματικοῦ τηλεσκοπίου Götz τύπου σιραιωτικοῦ μεθ' ἐπιπληρῆς μεγεθύνσεως.

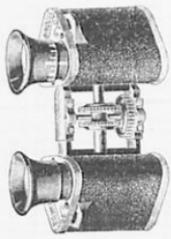
1. Σχήμα μικρὸν καὶ εὐμεταχειρίστον.

Ἡ ὑπὸ τὸ σχῆμα 1 εἰκὼν παρουσιάζει τὴν κατὰ μέγεθος διαφορὰν μεταξύ τῶν πάλαιων τηλεσκοπίων καὶ τοῦ τηλεσκοπίου Götz, ἐν ἴσῃ μεγεθύνσει. Τὸ πρισματικὸν τηλεσκόπιον Götz εἶνε πλέον ἢ τρεῖς φορές μικρότερον. Ἡ μικρότης αὕτη ἐπετεύχθη δι' ἀνταλλατικῶν πρισμάτων, ἅτινα τὰς διὰ τοῦ φακοῦ O_1 εἰσερχομένης ἀκτίνης φωτὸς τετράκις ὀρθογωνίως θλώσιν εἰς τὰ σημεία P_1, P_2, P_3 καὶ P_4 (τοῦ σχήματος 2) καὶ διὰ τεθλασμένης γραμμῆς φέρουσι πρὸς τὸν φακὸν O_2 . Συγγρόνως δὲ αἱ ἀνεστραμμεναὶ εἰκόνας τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου (τοιούτου δὲ εἶναι τὸ τοῦ Götz) μεταβάλλονται εἰς ὀρθίας εἰκόνας.



Παλαιὸν τηλεσκόπιον

Σχ. 1



Τηλεσκόπιον Götz

2. Ἀκρίβεια καὶ σαφήνεια τῶν εἰκόνων.

Οἱ διὰ τοῦ ὑπ' ἀρ. 104343 προνομίου τοῦ Γερμανικοῦ κράτους προστατενόμενοι φακοὶ Götz παρέχουσιν εἰκόνας ἐκτάκτως ἀκρίβεις καὶ σαφεῖς, κέκτληται δὲ ἰδιόχρονως μεγάλην δυναμὴν ἀναλυτικῶν τῶν εἰκόνων. Αἱ εἰκόνας μέγχις ἀγτῆς τῆς περιφέρειας τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου ἔχουσι τὴν αὐτὴν καθαρότητα.

3. Εὐρὸ ὀπτικὸν πεδίον.

Ἡ εἰκὼν 3) παρουσιάζει τὴν μεταξύ τῶν πάλαιων τηλεσκοπίων καὶ τοῦ τηλεσκοπίου Götz διαφορὰν ὡς πρὸς τὴν ἐκτασιν τῶν ὀπτικῶν πεδίων ἐν ἴσῃ πάντως μεγεθύνσει. Τὸ τηλεσκόπιον Götz, τὸ ἔχον ἐπιπληρῆς μεγέθυνσιν, εἰς ἀποστάσεως 1000 μέτρων περιλαμβάνει γὰρ εὐρὸν ὀπτικὸν πεδίον ὡς ἐν αὐτῇ εἰκόνασιν εἶνε 100 μέτρων.



Goldene Medaille
Weltausstellung Paris 1900.

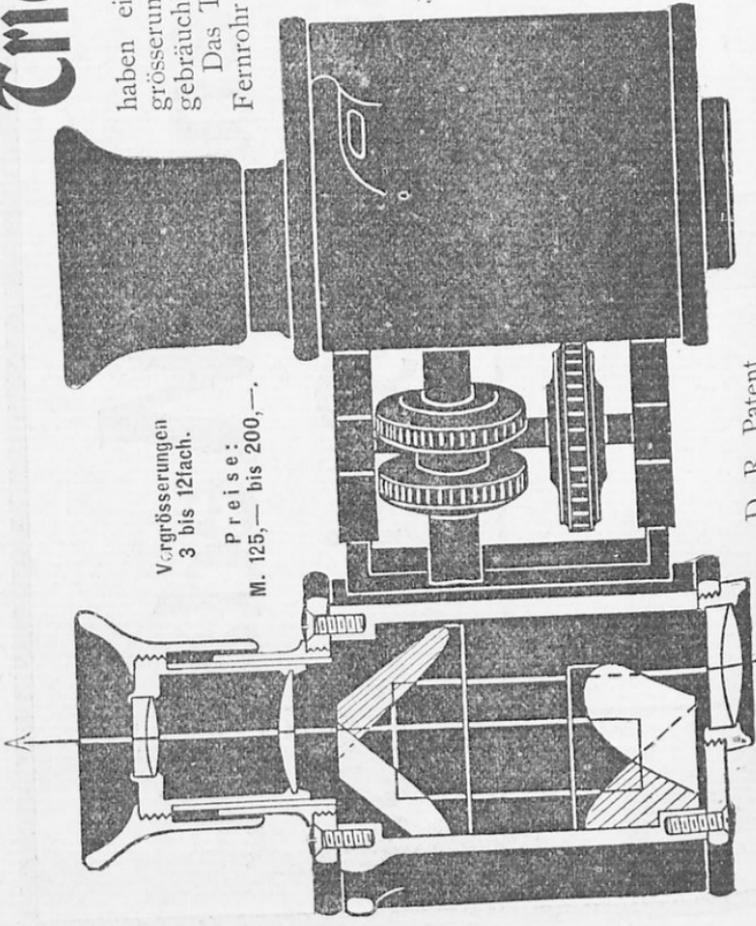


Trieder=Binocle

haben eine 8 bis 10mal so starke Vergrößerung, bzw. Gesichtsfeld als die bisher gebräuchlichen Operngläser, Feldstecher etc. Das Trieder-Binocle ist ein Kepler'sches Fernrohr mit bildaufrichtenden Prismen.

Für **Militär u. Marine,**
Reise, Theater, Jagd, Rennen
unübertroffen.

Jedes Glas trägt die Firma. Beschreibung kostenfrei.
Zu beziehen durch alle Optiker oder direkt von
der Fabrik. 62



Vergrößerungen
3 bis 12fach.

Preise:
M. 125,— bis 200,—.

D. R. Patent
No. 104 343.

C. P. Goerz

Optische Anstalt,
Berlin-Friedenau.

Paris: 22 Rue de l'Entrepôt.
London 4-5 Holborn-Circus E.C.
New-York: 52 East Union Square.
Rom: L. Immanuel 134 Via Frattina.
St. Petersburg: Carl Schuch, Kleine

Amsterdam: Gebr. Holtz. Sofia: S. Wäissenberg.
Copenhagen: C. Knudsen, Vinkelstræde 37. Amsterdam: H. v. Koehler, Pera Tunnel No. 10.
Hamburg: H. v. Koehler, 3. Konstantinopel.

βιμπλίου, 1904, αριθμ. 21, σελ. 190.

von 20 Fig. an, die



Adressklappenfabrik
von **F. Ruffert,**
von **Neisse i. Schl.**
gegr. 1843.

3312
Lieferant mehrerer Königl. Befleibungsmäntel.

Sucht Wirkungskreis als
Hausknecht,
wo sie ihre Kenntnisse als tüchtige,
erfahrene Hausfrau, sowie als
gebildete Besessenenin
betätigen könnte.

H 2346

Die besten Empfehlungen zur Seite.
Offerten unter C. 825 an **Hausknecht**
& **Bogler, A. G., Nürnberg.**

- Nach Ausmahl verkäuflich:
1. „Elch“, br. W., 5' 9", tabellos schönes Rennen, Dienstpferd, sehr leicht zu reiten, Gewicht in Regiments- und Brigadegewinnern. Preis 1600 Mk.
 2. „Olin“, br. W., 6' 5", Kommandeur- und Paradepferd 1. Klasse, großartige Gänge, infanterie-truppentüchtiger, für schw. und mittleres Gewicht. Preis 3000 Mk.
- Beide Pferde garantiert gesund.
Antrag. unter M. 287 an die **Stital-Expedit.**
Bl., Berlin SW46, Bernburgerstr. 31, erbeten.

2277

Gesucht Springpferd 1. Kl., für leicht. Gewicht. Offerten mit Preisangabe unter N. 288 an die **Stital-Expedit.**
Bl., Berlin SW46, Bernburgerstr. 31, erb. 2080

am 6., 7. und 8. Oktober.
Ausgestellt vorzügliche Tafelobstsorten in verkäuflich. 10 - Pfund - Postversandkörben (als Verkaufsmuster): Winter-Goldparma, Baden-, Canada-, Pariser Rambour-, graue franz.-Champagner-, Baumanns-, goldgelbe Sommer-Reinette-, rother Eiseraffel usw.: auch Bienenhonig, Schwarzw. Kirschwasser.
Günstige Gelegenheit zur Deckung des Winterbedarfs. Verkaufsbüreau im Ausstellungslokal (Löwensaal).
Jederzeit bereitwilligste Ankauf.
H 2387
Bad. Obstbau-Verein, Gengenbach.

Mehrere truppenfische Pferde,
darunter Kommandeur-, Komp. Chef- und Adjutantepferde, zu verkaufen.
2293
Offert. unter O. 289 an die **Stital-Expedit.**
Bl., Berlin SW46, Bernburgerstr. 31, erbeten.

Beim Todesfall und Krankheit wollen wir unsern Bestand an eleganten Deserreich-lingar-truppenfischen **Reitpferden** schnellstens zu sehr billigen Preisen verkaufen.
Gebr. Strickhoff,
Berlin - Charlottenburg, Kaufstr. 7.
2331



Hellbr. Wallach u. Schimmelwall,
4 u. 3 Joll, beide 7- bis 8j., fehlerlos, ungemein sicher, kräftig, schön u. ausd., f. Sagedienstleistungen geeignet. Beg. Kranth. d. Bef. f. 1200 u. 1300 Mk. Auf Wunsch Photograph. Off. unt. O. 266 bef. d. **Stital-Expedit.**
Bl., Berlin SW46, Bernburgerstr. 31. 2447

Vorzügl. Adjut. = Pferd, kastanienbr. ophrensch. Stute, 1,62 hoch, 10 1/2 jährig, vor dem Zuge, auf Reitschule u. 1 1/2 Jahre unter Regts.-Adjut. gegangen, für 1200 Mk. verkäuflich.
NW, Friedrichstr. 107, 2. Garde-Regt. 2344

Zu verkaufen, weil überzählig:
Ein dunkelbrauner gesunder **Wallach,** 8 Jahre, gänzlich truppen- u. irasensinnig, für 800 Mark. Offerten unter T. 294 an die **Stital-Expedit.**
Bl., Berlin SW46, Bernburgerstr. 31, erbeten. 2320



Hoehl

Kaiser-

Blume

Feinster Sekt

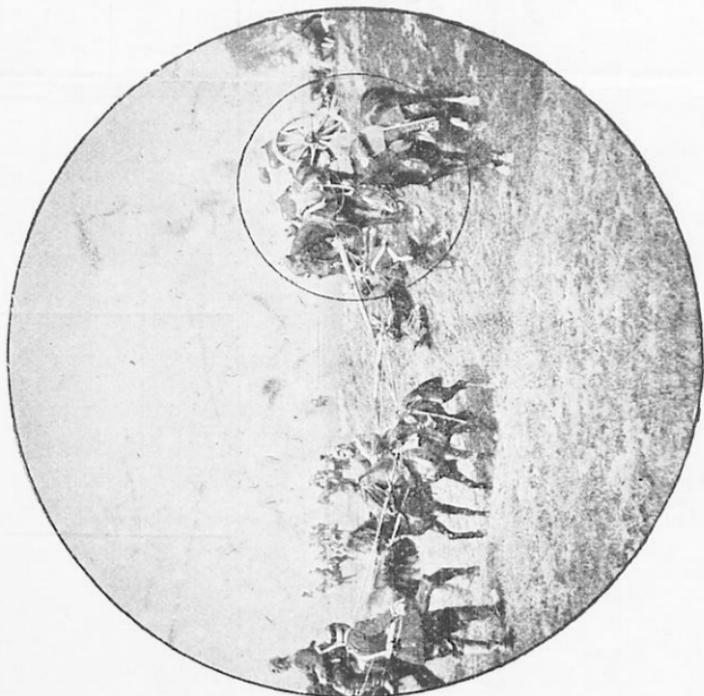
Gebr. Hoehl, Geisenheim a. Rh.

Zu beziehen durch die Weinhandlungen.

M 173

5 Ρύθμισις παρά τοῦ ἔχοντος ὀφθαλμοῦς διαφόρου δυναμέως.

Ἐκπτερον ὄμμα τοῦ τηλεσκοπίου GÖRZ δύναται ἀνεξαρτήτως τοῦ ἑτέρου νὰ ρυθμίζηται. Συνεπῶς τοῦ τηλεσκοπίου τοῦτου δύναται νὰ κάμωσιν ἡδῆ-



Ἵπτικόν πεδῖον διὰ τηλεσκοπίου GÖRZ

Ἵπτικόν πεδῖον



Σχ. 3.

διὰ παλαίου τηλεσκοπίου

σιν καὶ οἱ ἔχοντες διαφόρους κατὰ τὴν δύναμιν ὀφθαλμοῦς τοῦς ὀφθαλμοῦς. Αἱ διακρίσεις ἡρησιμεύουσιν ὅπως ἐπανευρίσκη τις ἀμέσως τὸ ἀπὸς εὐρεθῆν ἄρι- στον διὰ τοῦς ὀφθαλμοῦς του σημεῖον.

10
11
12
13
14

² Αριθ. Πρωτοκόλ.

Μαθιβρέζιτι πρὸς τὴν ¹ Ελλ. Στρατιωτικὴν Ἐνωσιν παρακαλούμενην νὰ ἐνεργήσῃ τὴν παρὰ τῶν ἐν τῇ παρούσῃ ἐγγεγραμμένων ¹ ἀξιομιμητῶν διδομένην παραγγελίαν τηλεγραφικῶν ἱσοειν.

² Εἰν τῇ 190

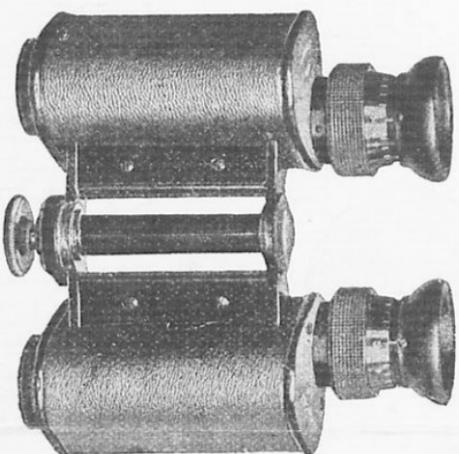
2

1 Σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐγγραφέντων

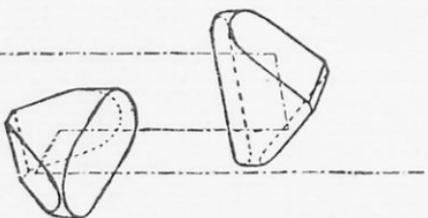
2 Τίτλος καὶ ὑπογραφή τῆς ἀσθενήσασα ἀρχῆς.

ματισμόν τῶν τε Στρεπτοῦ καὶ τοῦ Ναυτικῶν ἡμῶν τὰ πτεῖρα αὐτῶν κατασκευάζομενα καὶ εἰς τοιαύτῃ ἐπισημῶς εἰσηγμένα.

Πρισματικά τηλεσκόπια (Göertz τύπου στρατιωτικοῦ μεθ' ἑπταπλῆς μεγεθύνσεως



Πρισματικὸν τηλεσκόπιον (Göertz ὑπο-
δείγματος στρατιωτικοῦ
($\frac{1}{2}$ φουαίου μεγέθους)

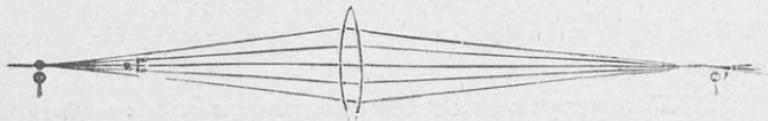


Θέσις τῶν πρισμάτων

ἀντὶ μόνον δραχμῶν 220, πρὸς ἐνκόλιον δὲ τῆς πλήρωσις αὐτῶν δέχεται, ὅπως αὐτῇ γνήθῃ, ὡς καὶ διὰ τοῦς Γερμανοῦς ἀξιοματικοῦς, δι' ἑνδεκα (11) μηνῶν δόσεων ἐκ δραχμῶν 20 ἑκάστης.

νήθεις φακούς, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τὰ ὀπτικά ὄργανα, αἱ κύριαι ἐστὶναι συμπίπτουσι σχεδὸν τοῖς κέντροις καμπυλότητος. Ἡ κυρία ἐστὶν ἀμφικύρτου φακοῦ καλεῖται καθ' ὑπόστασιν, διότι εἰς τὸ σημείον τοῦτο συνέρχονται αὐταὶ αὐταὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες.

382. **Συζυγείς ἐστὶναι.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον φ (σχ. 291)



Σχ. 291.

τεθῆ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀμφικύρτου φακοῦ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας E, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον φ', ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη καθ' ὑπόστασιν συζυγής ἐστία τοῦ φωτοβόλου σημείου φ' καλεῖται δὲ συζυγής, διότι, ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ εἰς τὸ φ', αἱ ἀκτῖνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ σημεῖον φ. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῆ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, τότε καὶ μόνον τότε ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστία θέλει σχηματισθῆ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρυνόμενον τοῦ φακοῦ τεθῆ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστία πλησιαζούσα πρὸς τὸν φακὸν σχηματίζεται πάντοτε μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐὰν δὲ τὸναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιαζὼν πρὸς τὸν φακὸν τεθῆ μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρυνομένη τοῦ φακοῦ σχηματίζεται πάντοτε εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος τοῦ φακοῦ, αὐτὸ τοῦτο δύναται νὰ ρηθῆ καὶ περὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος. Οὕτως, ἐὰν ἀμφικύρτος φακὸς δεχθῆ ὁσμὴν ἀκτίνων παραλλήλων δευτερεύοντι ἄξονι, αὐταὶ συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ὅπερ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος. Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον τεθῆ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος πέραν τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας, ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἄξονος θέλει σχηματισθῆ καὶ ἡ συζυγής αὐτοῦ ἐστία πλη-

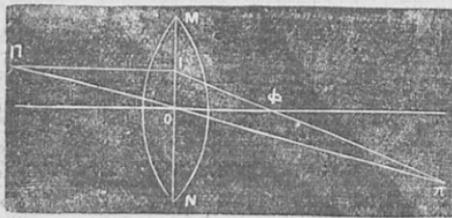
σιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρυνομένη αὐτοῦ, ὅταν τὸ φωτοβό-
λον σημεῖον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ ἢ πλησιαζῆ πρὸς αὐτόν.

Ἡ σχέσις δέ, ἥτις ὑφίσταται μεταξύ 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 διαφόρους τιμὰς e , $2e$, $3e$, εὐρίσκομεν τὰς ἀντιστοίχους
τιμὰς τοῦ π' .

**383. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὐρέσιν τῆς συζυ-
γοῦς ἐστίας.** Πρὸς εὐρέσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοβόλου ση-
μείου Π (σχ. 292) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου

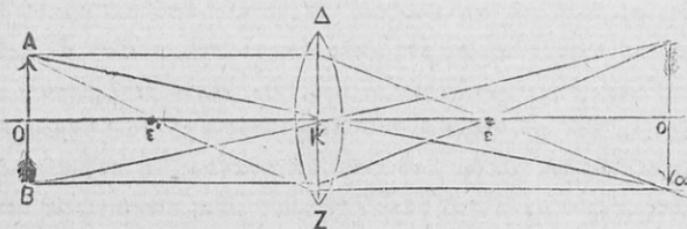


Σχ. 292.

διερχόμενον δευτερεύοντα ἄ-
ξονα $\Pi O \pi$ καὶ εἶτα ἐκ τοῦ
αὐτοῦ σημείου Π τὴν εὐθεῖαν
 ΠI παράλληλον τῷ κυρίῳ
ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ ση-
μεῖον I μετὰ τῆς κυρίας ἐ-
στίας F προεκβάλλομεν τὴν
εὐθεῖαν $I F$ μέχρις ὅτου συ-
ναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα

ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον π , ὅπερ εἶνε ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ σημείου Π .

384. Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτι-
σμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 293) τεθῆ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας e



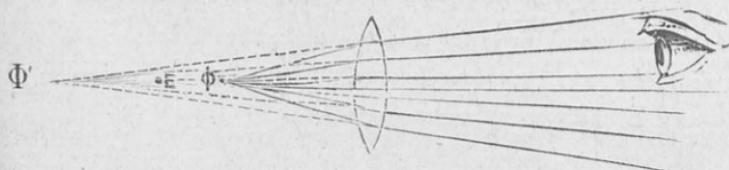
Σχ. 293.

ἀμφικύρτου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος
κείμενον θέλει σχηματίσει τὴν συζυγῆ αὐτοῦ ἐστίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄ-
ξονος. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ A ἢ τοῦ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες καὶ ἐπὶ τοῦ
φακοῦ προσπίπτουσαι συνέρχονται εἰς τὰ σημεῖα α καὶ β , σχηματί-
ζεται δὲ εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν $\beta\alpha$, ἄλλ' ἀνεστραμμένον καὶ ἴσον.
μείζον ἢ ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου. Καὶ ὅταν μὲν τὸ ἀντικείμενον τε-

θῆ εἰς ἀπόστασιν KO ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως $Κε'$, τότε καὶ μόνον τότε τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους καὶ συγχρόνως ἰσομέγεθες τῷ ἀντικειμένῳ. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀναχωρῶν ἐκ τῆς θέσεως ταύτης ἀπομακρυνθῆ τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάσῃ πρὸς αὐτόν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν σμικρύνεται ἢ ἀπομακρυνόμενον αὐτοῦ μεγαθύνεται.

Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγῶνων AKB καὶ $aK\beta$ συμπεραίνομεν ὅτι $AB:a\beta=KO:Ko=\pi:\pi'$. Ἐξάγοντες ἐκ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varepsilon}$ τὰς σχετικὰς τιμὰς τοῦ π καὶ π' συναρτήσῃ τοῦ ε εὐρίσκομεν τὰ σχετικὰ μεγέθη τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου.

385. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ (σχ. 294) τεθῆ μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E ,

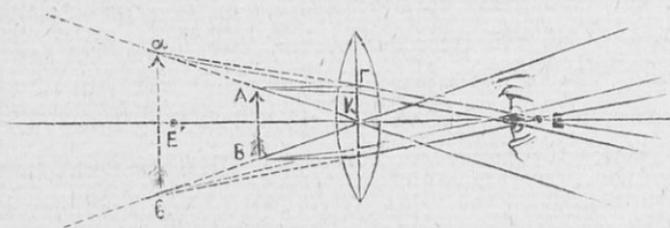


Σχ. 294.

ἢ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι αἰνίσουσιν ἀποκλίνουσαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν δὲ δύνανται νὰ συναντηθῶσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φακοῦ καὶ σχηματίσῃ καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἐὰν δὲ τινος τῶν ἀκτίνων τούτων δεχθῆ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, καταλαμβάνομεν ὅτι αὗται ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου Φ' κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον, ὅπερ καλεῖται κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου τούτου. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ πλησιάσῃ πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρυνῆται 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 κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον. Τὰ λεχθέντα δὲ περὶ φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀληθεύουσι καὶ ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος.

386. Ἐὰν νῦν πρὸ ἀμφικέρτου φακοῦ K θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντι-

κειμένον AB (σχ. 295) μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας E' καὶ τοῦ φακοῦ.

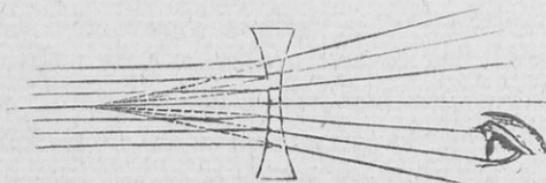


Σχ. 295.

αἱ ἐκ τῶν διαφόρων σημείων A καὶ B τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ διόδον βρῖνουςιν ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων AK καὶ BK . ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α καὶ β κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερευόντων ἀξόνων αAK καὶ βBK , ἐφ' ὧν κεῖνται καὶ τὰ σημεία 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 τοσοῦτῳ μείζον, ὅσῳ πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν E' κεῖται τὸ ἀντικείμενον AB .

Β'. ΑΜΦΙΚΟΙΛΟΣ ΦΑΚΟΣ.

387. Ἐὰν ἀμφοίκωλος φακὸς (σχ. 296) δεχθῆ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, αὐταὶ μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον

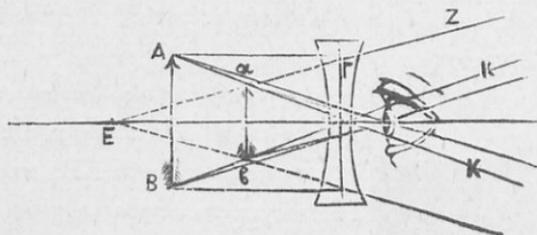


Σχ. 296.

βρῖνουςιν ἀφιστάμεναι, ἀλλ' αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαὶ συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον, ὅπερ εἶνε ἡ καλούμενη κατ' ἔμφασιν κυρία ἐστία τοῦ φακοῦ καὶ ἐνθα ὑπολαμβάνομεν ὅτι κεῖται φωτοβόλον σημεῖον, ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὕρισκόμενος ὀπισθεν τοῦ φακοῦ δεχθῆ τινὰς τῶν ἀφισταμένων τούτων ἀκτῖνων.

388. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτι-

σμένον ἀντικείμενον AB (σχ. 297) τεθῆ ἑνώπιον ἀμφικίλου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ θά κείται ἐπὶ δευτερεύοντός τινος ἄξονος. Αἱ



Σχ. 297.

δ' ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικείμενου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον αἱ ἐκ τοῦ A ἢ B , καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ δίοδον μεταβάλλονται εἰς δέσματα ἀφισταμένων ἀκτίνων· οὕτως ἢ μὲν φωτεινὴ ἀκτὶς $ΑΓ$ ἢ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθείας $ΓΖ$ τῆς διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E διερχομένης, ἢ δὲ φωτεινὴ ἀκτὶς AK , ἢ ἔχουσα τὴν διεύθυνσιν δευτερεύοντος ἄξονος, διέρχεται ἄθλαστος. Δεχόμενοι δ' ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς ἀφισταμένας ταύτας ἀκτῖνας, ὑπολαμβάνομεν τὰς μὲν ἐκπεμπομένας ὑπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου A ὡς ἐκπορευομένας ἀπὸ τοῦ σημείου α , τὰς δὲ ἐκπεμπομένας ὑπὸ τοῦ B ὡς ἐκπορευομένας ἀπὸ τοῦ β . οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον $\alpha\beta$ ὀρθὸν καὶ πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικείμενου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιαῖζῃ πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιαῖζι πρὸς αὐτὸν μεγεθυνόμενον, ἀλλὰ μένον πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικείμενου καὶ μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E . Ὅταν δὲ τὸναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σμικρύνεται πλησιαῖζον πρὸς τὴν κυρίαν αὐτοῦ ἐστίαν E .

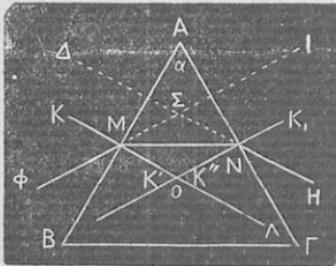
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

389. Καλεῖται ὀπτικὸν πρίσμα πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὕαλου ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ συγκλινούσας, ἧτοι μὴ παραλλήλους. Ἡ τομὴ τῶν δύο ἐδρῶν καλεῖται ἀκμὴ τοῦ πρίσματος, ἢ δὲ ὑπὸ τῶν δύο ἐδρῶν σχηματιζομένη διεδρὸς γωνία καλεῖται διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος. Ἡ τομὴ ἢ παραγομένη δι' ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν ἀκμὴν καλεῖται κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος. Τὰ

ὀπτικά δὲ πρίσματα συμπληροῦσιν εἰς πρίσματα γεωμετρικά, ὧν ἡ τομὴ εἶνε ἰσοσκελές, ἰσόπλευρον ἢ καὶ ὀρθογώνιον τρίγωνον. Καλεῖται βᾶσις τοῦ πρίσματος ἡ ἔδρα ἢ κειμένη ἀπέναντι τῆς ἀκμῆς τῆς διαθλαστικῆς γωνίας αὐτοῦ.

Ἐστω $AB\Gamma$ (σχ. 298) ἡ κυρία τομὴ ὀπτικοῦ πρίσματος ἐξ ὑάλου καὶ ΦM ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα

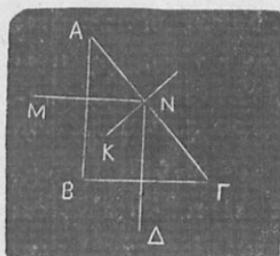


Σχ. 298.

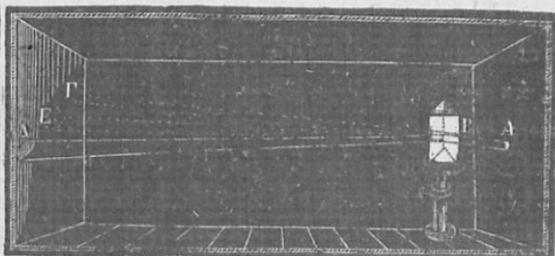
ἐπὶ τὴν ἔδραν αὐτοῦ AB καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ΦMK . Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον θλάται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν MN σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου MK' γωνίαν διαθλάσεως NMK' ἐλάσσονα τῆς $KM\Phi$ καὶ κατ' ἀκολουθίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς MN προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν δευτέραν ἔδραν AG τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα θλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν NH σχηματίζουσα γωνίαν διαθλάσεως HNK'' μείζονα τῆς γωνίας προσπτώσεως MNK'' . Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι ἡ ἀκτὶς ΦM , ἥτις θὰ ἠκολούθει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν ΦMI , ἂν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, βαίνει κατὰ τὴν τεθλασμένην γραμμὴν ΦMNH , ἥτοι θλάται δις πρὸς τὴν βᾶσιν $B\Gamma$ 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 ἐκπεμπομένας 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 ἐκτρέπομενα πρὸς τὴν ἀκμὴν A τοῦ πρίσματος. Ἡ γωνία $\Phi\Sigma\Delta$ ἢ ἡ ἴση αὐτῇ $H\Sigma I$, καθ' ἣν ἐκτρέπεται τὸ φωτοβόλον 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 θλαστικωτέρας· μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένης τῆς γωνίας προσπτώσεως ΦMK . Οὕτως, ἐὰν ἡ φλόξ Φ τεθῇ πολὺ πλησίον τῆς ἔδρας AB πρὸς τὸ B , ὥστε αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐξ αὐτῆς ἐκπεμπομέναι νὰ προσπίπτωσιν ἐπὶ τὴν ἔδραν AB ὑπὸ γωνίαν πλησιάζουσαν τὴν ὀρθήν, στρέφοντες δὲ τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ προσβλέπωμεν πρὸς τὴν ἐτέραν ἔδραν AG ἐκ τῆς θέσεως

Η, βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὸ εἶδωλον τῆς φλόγος λίαν ἐκτετοπισμένον πρὸς τὴν ἀκμὴν τοῦ πρίσματος καὶ πλησιάζον βαθμηδὸν πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ. Ἐὰν ὁμως ἐξακολουθῶμεν στρέφοντες τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, βλέπομεν ὅτι τὸ εἶδωλον Δ πλησιάζει ἀρκούντως τὴν φλόγα Φ ἄρχεται ἐκτρεπόμενον κατὰ φορὰν ἀντίθετον, ὥστε ὑπάρχει θέσις τοῦ πρίσματος, καθ' ἣν ἡ ἐκτροπὴ εἶνε ἐλαχίστη, ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως ΦΜΚ ἐξισωθῇ τῇ τῆς διαθλάσεως ΗΝΚ₁. Ἡ θέσις τότε, ἣν λαμβάνει τὸ πρίσμα, καλεῖται *νευτρικὴ θέσις* αὐτοῦ.

390. **Πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως.** Καλεῖται πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως ὑάλινον πρίσμα, οὗτινος ἡ κυρία τομὴ ΑΒΓ (σχ. 299)



Σχ. 299.



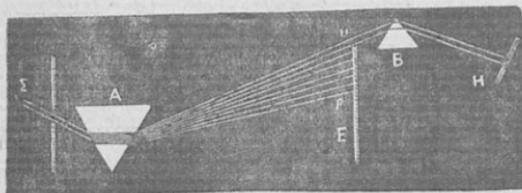
Σχ. 300.

εἶνε τρίγωνον ὀρθογώνιον καὶ ἰσοσκελές. Ἄκτις φωτὸς ΜΝ προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τὴν ἐδρὰν ΑΒ καὶ εἰσερχομένη εἰς τὸ πρίσμα ἄνευ διαθλάσεως προσπίπτει ἐπὶ τὴν ὑποτείνουσαν ἐδρὰν ΑΓ ὑπὸ γωνίαν ΜΝΚ 45° , ἥτοι μείζονα τῆς μεταξύ ὑάλου καὶ ἀέρος ὀρικῆς γωνίας τῶν 42° . Ὅθεν ἡ ἀκτις ΜΝ ὑφίσταται τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν κατὰ τὸ σημεῖον Ν καὶ ἐξέρχεται τοῦ πρίσματος κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΝΔ ἄνευ διαθλάσεως. Τοῦ τοιοῦτου πρίσματος ἰσοδυναμοῦντος τελείῳ κατόπτρῳ γίνεται χρῆσις εἰς πολλὰ ὀπτικά ὄργανα.

391. **Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.** Ὅταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτός εἰσερχομένη εἰς δωμάτιον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στογγύλης ὀπῆς Α (σχ. 300) προσπέσῃ πλαγίως ἐπὶ μιᾶς τῶν ἐδρῶν ὑάλινου πρίσματος Β 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 κυκλοτερῆ φωτεινὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου, εἴαν θὰ ἐσχημάτιζεν, ἀν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, ἀλλὰ εἰκόνα ταινιοειδῆ Δ, ἥτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῇ κυκλοτερεῖ εἰκόνι Γ

πλάτος, μῆκος δ' ὅμως πολὺ ὑπέρτερον αὐτῆς. Ἡ δὲ ταινιοειδῆς αὕτη εἰκὼν, ἣτις εἶνε ἐκτετοπισμένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, φέρει τὰ χρώματα τῆς ἱρίδος τεταγμένα τὸ ἐν παρὰ τῷ ἄλλῳ. Καὶ τὸ μὲν ἄκρον τῆς ταινιοειδοῦς εἰκόνας τὸ κείμενον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος τὸ ἦττον ἐκτοπισθὲν εἶνε ἐρυθρὸν, τὸ μετὰ τοῦτο πορτογαλλιοχρουν, εἶτα κίτρινον, πράσινον, ἀνοικτὸν κυανοῦν, βαθὺ κυανοῦν καὶ ἰοειδὲς ἢ ἰόχρουν, τὸ μᾶλλον ἐκτοπισθὲν πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἡ ἐπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἡλιακὸν φάσμα.

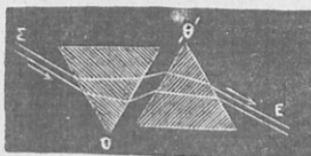
Ἐκ τῶν χρωμάτων τούτων τὴν μεγίστην μὲν ἕκτασιν ἔχει τὸ ἰοειδές, τὴν δ' ἐλαχίστην τὸ πορτογαλλιοχρουν, τὸ φωτεινότερον δὲ πάντων εἶνε τὸ κίτρινον. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου ὁ Νεύτων, ὅστις πρῶτος ἐξετέλεσεν αὐτὸ τῷ 1668, συνεπέρανεν ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀπλῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἔχουσι διάφορον δείκτην διαθλάσεως ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι καὶ διὰ τοῦτο ἀποχωρίζονται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος διαβιβαζόμενοι. Αἱ κεχρωματισμένοι αὗται ἀκτίνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς, εἶνε ἀπλαῖ, τουτέστι δὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλας ἀπλουστέρας. Καὶ ὄντως, ἐὰν τὴν δέσμη τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων Σ (σχ. 301) ἀναλύσαντες διὰ πρώτου πρί-



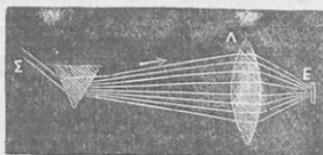
Σχ. 301.

σματος Α ρίψωμεν ἐπὶ ἀδιαφανοῦς διαφράγματος Ε, ἀφήσωμεν δ' ἐλευθέρας νὰ διέλθωσι τὰς ἰοειδεῖς π.χ. ἀκτίνες ν καὶ ρίψωμεν αὐτὰς ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Β, παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις, ἀλλὰ τὸ χρῶμα τῶν ἐκ τοῦ δευτέρου τούτου πρίσματος ἐξερχομένων ἀκτίνων καὶ προσπιπτουσῶν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου Η παραμένει ἀμετάβλητον. Ὅτι δὲ τὸ λευκὸν φῶς σύγκειται ἐκ τῶν ἀπλῶν τούτων ἀκτίνων ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς ἀνασυνθέσεως αὐτῶν καὶ ἀναπαραγωγῆς λευκοῦ φωτός. Καὶ ὄντως, ἐὰν τὰς διὰ πρώτου πρίσματος Θ (σχ. 302) ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτίνες Σ δεχθῶμεν ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Θ' ἐντελῶς ὁμοίου τῷ πρώτῳ καὶ θεθειμένου οὕτως, ὥστε αἱ διαθλαστικαὶ γωνίαι νὰ εἶνε ἀντίθετοι, αἱ δὲ ἀκμαὶ τῶν πρισμάτων παράλληλοι, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ἐξιούσαι ἀκτίνες Ε παρέχουσιν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰκόνα ἄχρουν τῆς ὀπῆς,

δι' ἧς αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες εἰσδύουσιν εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον. Ὡσαύτως, ἐὰν τὰς διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας Σ (σχ. 303) δεχθῶμεν ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ Λ καὶ ἐκ τοῦ ἐτέρου μέ-



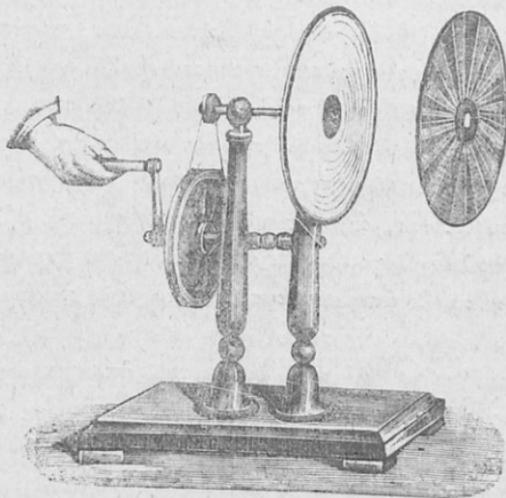
Σχ. 302.



Σχ. 303.

ρους μετακινήσωμεν λευκὸν τεμάχιον χάρτου E , ἀνευρίσκομεν θέσιν τινὰ, καθ' ἣν ἐπὶ τοῦ χάρτου σχηματίζεται λευκὸν εἶδωλον τῆς ὀπῆς τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου.

392. **Δίσκος τοῦ Νεύτωνος.** Ὁ Νεύτων πρὸς σύνθεσιν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων μετεχειρίσθη δίσκον μετάλλινον κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 304). Ἐπ' αὐτοῦ προσεκόλλησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένας διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος καὶ ἐχούσας σχῆμα τομέως, ὧν ἕκαστος εἶχεν ἐμβαδὸν ἀνάλογον τῇ σχετικῇ ἐκτάσει τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ φάσματος. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν δίσκον ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἐπειδὴ ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὰ διάφορα χρώματα διέρχονται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὗτος δὲ δέχεται ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὴν ἐντύπωσιν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων, ὁ δίσκος φαίνεται λευκός, ἰδίως ὅταν φωτισθῇ ἰσχυρῶς δι' ἡλιακοῦ φωτός.



Σχ. 304.

393. **θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα.** Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σώματος τινος τὸ χρῶμα ἐκεῖνο, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρωτάτου λευκοῦ φωτός, οἷον εἶνε π. χ. τὸ ἡλιακόν. Κατὰ δὲ τὸν Νεύτωνα σῶμα τι

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

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 χιὼν π. χ. φαίνεται λευκοτάτη, διότι δεχομένη πάσας ἡμῶν τὰς διαφόρους κεχρωματισμένας ἀκτίνας, ἐξ ὧν σύγκειται τὸ ἡλιακὸν φῶς, ἐκπέμπει πάσας καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν. Ἐφ' ὅσον δ' ἡ ἀναλογία αὕτη τῶν ἐκπεμπομένων πρὸς τὰς παραλαμβανομένας ἀκτίνας ἐλαττοῦται, ἡ λευκότης τοῦ σώματος βαίνει βαθμηδὸν μειουμένη καὶ τέλος τὸ σῶμα ἐμφανίζεται τεφρόχρουν. Τὰ μέλανα δὲ σώματα ἔχουσι τοιαύτην σύστασιν, ὥστε οὐδὲν τῶν ἀπλῶν χρωμάτων, ἅτινα δέχονται ἐκ τοῦ λευκοῦ φωτός, ἐκπέμπουσιν. Ἐὰν δ' ὅμως ἡ σύστασις τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ἃς δέχεται, νὰ δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ μόνον τὰς πρασίνους π. χ., τότε τὸ σῶμα τοῦτο φαίνεται ἡμῖν πράσινον. Ἐὰν δὲ τινος τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων ἐκπέμπῃ σῶμά τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προερχόμενον 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 ἅτινα 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 τινος, ἃς ἀκτινοβολοῦσι ταύτας δ' ἡμεῖς δεχόμενοι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τοιοῦτον ἢ τοιοῦτον χρῶμα. Ταῦτα δὲ ἀποδεικνύουσι καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.

Ἐὰν λευκὸν σῶμα, οἷον λευκὸν χάρτην, ἐκθέσωμεν διαδοχικῶς εἰς τὰς ἀκτίνας ἡλιακοῦ φάσματος, ὅπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτίνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πρασίνους κτλ., καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἰασθῆποτε ἀπλᾶς ἀκτίνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δύναται νὰ ἐκπέμψῃ αὐτάς. Τούναντίον δὲ μέλαν σῶμα παραμένει μέλαν ἐκτιθέμενον ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ εἰς οἰανδῆποτε ἀκτίναν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Τέλος σῶμα π. χ. ἐρυθρὸν εἰς μὲν τὰς ἐρυθρὰς ἀκτίνας τοῦ φάσματος τιθέμενον φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρὸν, τελείως δὲ μέλαν εἰς τὰς πρασίνους, κίτρινους ἢ τὰς ἄλλας ἀκτίνας. Ὑπάρχουσιν ὅμως σώματα κεχρωματισμένα, ἅτινα ἐκπέμπουσιν τινος τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων καὶ ὑπὸ ἀναλογίαν διάφορον ἐκείνης, ὅφ' ἦν αὐταὶ εὐρίσκονται ἐν τῷ λευκῷ φωτί. Οὕτω τὸ τεχνητὸν ἐρυθρὸν κιννάβαρι (vermillon) ἐκπέμπει μάλιστα

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

μὲν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ὀλίγας δὲ πορτογαλλιοχρόους καὶ κιτρίνας, οὐδὼς δὲ πρασίνας καὶ κυανᾶς, καὶ διὰ τοῦτο προσβαλλόμενον ὑπὸ τῶν ἐρυθρῶν μὲν ἀκτίνων φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρόν, ὑπὸ δὲ τῶν πορτογαλλιοχρῶν ἢ κιτρίνων ἐμφανίζεται πορτογαλλιοχρῶν ἢ κίτρινον ἀλλ' ἤττον ζωηρόν, ἐν δὲ τῷ πρασίῳ καὶ τοῖς λοιποῖς χρώμασι φαίνεται σχεδὸν μέλαν. Αἱ ἀπλαῖ δ' αὐταὶ ἀκτῖνες, ἅς δύναται νὰ ἐκπέμψῃ, μιγνύμεναι δίδουσι εἰς τὸ σῶμα τοῦτο τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται διὰ λευκοῦ φωτὸς φωτιζόμενον. Ὡσαύτως τὸ πράσινον χρῶμα τῶν φύλλων δένδρου δὲν εἶνε ἀπλοῦν, ἀλλὰ σύνθετον, συγκείμενον ἰδίως μὲν ἐκ πρασίνων ἀκτίνων, εἰς ἅς συμμιγνύμεναι καὶ ἄλλαι ἀπλαῖ ἀκτῖνες ὑπὸ ἐλάσσονα ἀναλογίαν παρέχουσι εἰς τὰ φύλλα τῶν δένδρων τὴν μεγάλην ποικιλίαν πρασίνου χρώματος, ὑπὸ τὸ ὁποῖον βλέπομεν αὐτά. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουσι καὶ εἰς διαφανῆ σώματα. Οὕτω π. χ. ἡ ἄχρους καὶ διαφανῆς ὕαλος ἀφίνει νὰ διέλθωσι δι' αὐτῆς πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες, ἢ ἐρυθρὰ ἰδίως μόνας τὰς ἐρυθρὰς, ἢ κιτρίνη ἰδίως μόνας τὰς κιτρίνας κτλ.

Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, ὅταν εἶνε καθαρῶτατος, ἔχει χρῶμα κυανοῦν, διότι ἐκ τῶν ἀκτίνων, ἅς ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς δέχεται, διασκορπίζει ἰδίως τὰς κυανᾶς. Ἐὰν δὲ τὸ ἡλιακὸν φῶς διέρχεται διὰ μεγάλου πάχους ἀτμοσφαίρας πεφορτισμένης ἰδίᾳ ὕδατῶν, ὡς συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου, ὁ ὀρίζων πρὸς τὸ μέρος τοῦτο φαίνεται ἐρυθρός, διότι οἱ ὕδατμοὶ ἐπιτρέπουσι τὴν δι' αὐτῶν διόδον ἰδίᾳ ταῖς ἐρυθραῖς ἀκτῖσιν.

394. **Συμπληρωτικὰ χρώματα.** Συμπληρωτικὰ χρώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν. Ἐκ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων συμπληρωτικὰ ἐν γένει εἶνε τὸ ἐρυθρόν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτογαλλιοχρῶν τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ἰσοειδοῦς. Ἀλλὰ καὶ ἂν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὁπωσδήποτε εἰς δύο μέρη καὶ ἐνώσωμεν κατ' ἰδίαν τὰ χρώματα ἐκατέρων τῶν μερῶν, λαμβάνομεν δύο μίχτά, ἅτινα εἶνε συμπληρωτικά, διότι ἐνούμενα ὀφείλουσι νὰ παραγάγωσι τὸ λευκόν χρῶμα. Τὰ τεχνητὰ ὁμως χρώματα δὲν εἶνε ὁμοίως τοῖς φυσικοῖς συμπληρωτικά· οὕτως, ἐὰν ἐνώσωμεν τὰς κιτρίνας καὶ τὰς κυανᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, παράγομεν λευκόν, ἐν ᾧ τεχνητὰ χρώματα κίτρινον καὶ κυανοῦν μιγνύμενα παράγουσι πράσινον· τοῦτο δέ, διότι τὰ τεχνητὰ ταῦτα χρώματα δὲν εἶνε ἀπλά, 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 πρᾶσινον.

395. **Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος.** Τὸ ἡλιακὸν φῶς τὸ εἰσερχόμενον διὰ λεπτῆς σχισμῆς εἰς τελείως σκοτεινὸν θάλαμον, ἀναλυόμενον διὰ πρίσματος κατεσκευασμένου ἐξ ὑάλου λίαν θλαστικῆς καὶ ἔχοντος μεγάλην διαθλαστικὴν γωνίαν, οἷον 60 μοιρῶν, οὕτως ὥστε τὸ παραγόμενον ἡλιακὸν φάσμα νὰ ἔχη πολὺ μῆκος, δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ παρουσιάζει πλείστας λεπτοτάτας σκοτεινὰς γραμμάς, αἷτινες καλοῦνται *ραβδώσεις τοῦ φάσματος*. Ἐὰν ὁμοίως ἀναλύσωμεν τὸ φῶς, ὅπερ ἐκπέμπει διάπυρον στερεὸν σῶμα, οἷον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς, ἢ καὶ διάπυρον ὑγρὸν σῶμα, τότε παράγεται φάσμα συνεχές ἄνευ ραβδώσεων. Ἐὰν ὅμως ἀναλύσωμεν τὸ φῶς, ὅπερ ἐκπέμπει ἀέριον ἢ ἀτμὸς ἐν διαπύρῳ καταστάσει, οἷον τὸ κίτρινον φῶς φλογὸς οἰνοπνεύματος, ἐμπεριέχοντος μαγειρικὸν ἄλλας διαλελυμένον, ὅπερ ὡς γνωστὸν, περιέχει μέταλλόν τι καλούμενον νάτριον, τὸ φῶς τοῦτο τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ τῶν ἐν τῇ φλογὶ διαπύρων ἀτμῶν νατρίου παρουσιάζει φάσμα ἀποτελούμενον ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης ταινίας ἀντιστοιχοῦσης πρὸς ραβδῶσιν τινα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος κειμένην ἐν τῇ κιτρίνῳ χρώματι αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ νῦν δέσμην ἀκτίνων ἠλεκτρικοῦ φωτός, πρὶν ἀναλύσωμεν διὰ τοῦ πρίσματος, διαδιβάσωμεν διὰ μεγάλης φλογὸς ἐμπεριεχοῦσης διαπύρους ἀτμοὺς νατρίου, τὸ φάσμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ φέρει σκοτεινὴν τινα ραβδῶσιν ἐν τῇ κιτρίνῳ αὐτοῦ χρώματι. Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανεν ὅτι τὰ διάφορα σώματα ἀπορροφῶσιν ἐκεῖνας τῶν ἐπὶ τῶν ἀκτίνων τοῦ δι' αὐτῶν διαβιβαζομένου λευκοῦ φωτός, ὡς πυρακτούμενα δύνανται νὰ ἐκπέψωσι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ σκοτεινὴ ραβδῶσις ἢ ἐμφανιζομένη εἰς τὸ κίτρινον χρώμα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχεται ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς δυνάμεως τῶν ἀτμῶν νατρίου, οὓς περιέχει ἢ περιβάλλουσα τὸν φωτοβόλον πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος αὐτοῦ ἀτμόσφαιρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν ὅτι καὶ αἱ ἄλλαι σκοτειναὶ ραβδῶσεις, ὡς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ ἡλίου, οἷον ὑδρογόνου, μαγνησίου, σιδήρου, νικελίου, ψευδαργύρου κλπ.

396. **Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.** Εἶπαμεν ὅτι, ὅταν δι' ὀπτικοῦ πρίσματος δρῶμεν φλόγα ἐμπεριέχουσαν νάτριον, ἀναφαίνεται κιτρίνη τις ταινία χαρακτηριστικὴ τοῦ μετάλλου τούτου, δι' ἧς ἀνα-

καλύπτομεν ελάχιστα ἔχνη νατρίου ὑπάρχοντα ἐν τινι φλογί. Θέτοντες ἐντὸς τῆς φλογὸς ἅλατα ἑμπεριέχοντα λίθιον, ἀσθέςτιον, στρόντιον, βάρυον, βλέπομεν διὰ τοῦ πρίσματος ἀναφαινομένας εἰς ὠρισμένας θέσεις τοῦ φάσματος καὶ πάντοτε τὰς αὐτάς δι' ἐν καὶ τὸ αὐτὸ μέταλλον μίαν ἢ καὶ πλείονας λαμπρὰς ταινίας κεχρωματισμένας χαρακτηριστικὰς τῶν στοιχείων τούτων. Οὕτως ὁ Bunsen καὶ ὁ Kirchhoff τῷ 1860 ἐπενόησαν τὸ φασματοσκόπιον, ὄργανον, οὗτινος τὸ κύριον μέρος ἀποτελεῖ ὀπτικὸν πρίσμα. Διὰ τοῦ ὄργανου τούτου δυνάμεθα ν' ἀνεύρωμεν καὶ ελάχιστα ἔχνη πολλῶν στοιχείων, ἐὰν τοιαῦτα ὑπάρχωσιν ἐν τινι οὐσίᾳ. Πρὸς τοῦτο αὕτη εἰσάγεται διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου εἰς τὴν ἄχρουν φλόγα λύχνου φωταερίου τοῦ Bunsen, ὅποτε αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες, ἅς ἡ διάπυρος οὐσία ἐκπέμπει, διαβιβαζόμεναι διὰ τοῦ πρίσματος παράχουσι φάσμα, ὅπερ ὀρώμεν μεγεθυμένον διὰ διόπτρας. Διὰ τοῦ ὄργανου τούτου ἀνεκαλύφθησαν ὑπὸ τῶν αὐτῶν φυσικῶν καὶ εἶτα ὑπ' ἄλλων πολλὰ νέα στοιχεῖα τέως ἄγνωστα ἐκ τῶν λαμπρῶν ἐγχρόων ταινιῶν, ἅς ταῦτα παρουσιάζουσιν εἰς τὸ φασματοσκόπιον πυρούμενα ἐντὸς φλογός.

397. **Ἀχρωστικοὶ φακοί.** Ὡς διὰ τοῦ πρίσματος οὕτω καὶ διὰ φακοῦ διερχόμενον τὸ λευκὸν φῶς ἀναλύεται, διότι ὁ φακὸς δύναται νὰ θεωρηθῆ 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, βλέπομεν αὐτὸ περιβαλλόμενον ὑπὸ ἐγχρόου παρυφῆς. Ὡς δὲ συνδυάζοντες δύο ὀπτικὰ πρίσματα διαφόρου ὕλης καὶ διαθλαστικῆς γωνίας οὕτως, ὥστε αἱ μὲν ἑδραὶ αὐτῶν νὰ εἶνε παράλληλοι, αἱ δὲ διαθλαστικαὶ γωνίαι ἀντίθετοι, αἴρομεν τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός, τουτέστι τὴν ἀνάλυσιν αὐτοῦ, οὐχὶ δὲ καὶ τὴν διάθλασιν τῶν ἀκτίνων, οὕτω συνδυάζοντες δύο φακοὺς τὸν μὲν συγκλίνοντα Β (σχ. 305), τὸν δ' ἕτερον ἀποκλίνοντα Α, ἐκ διαφόρου ὕαλου κατεσκευασμένους, λαμβάνομεν φακὸν καλούμενον ἀχρωστικόν, δι' οὗ ὀρῶντες τὰ φωτοβόλα ἢ πεφωτισμένα λευκὰ π. χ. ἀντικείμενα βλέπομεν αὐτὰ μὴ περιβαλλόμενα ὑπὸ ἐγχρόου παρυφῆς. Τοιοῦτων μόνον φακῶν δέον νὰ γίνηται χρῆσις εἰς τὰς διαφόρους διόπτρας καὶ τηλεσκοπία.

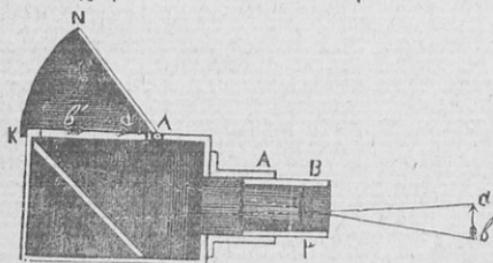


Σχ. 305.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

398 **Σκοτεινὸς θάλαμος μετὰ φακοῦ.** Ὁ σκοτεινὸς οὗτος θάλαμος σύγκειται ἐκ ξυλίνου κιβωτίου (σχ. 306) φέροντος ἐπὶ ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπὴν A , ἐν ἣ δύνανται νὰ ὀλισθήσῃ



Σχ. 306.

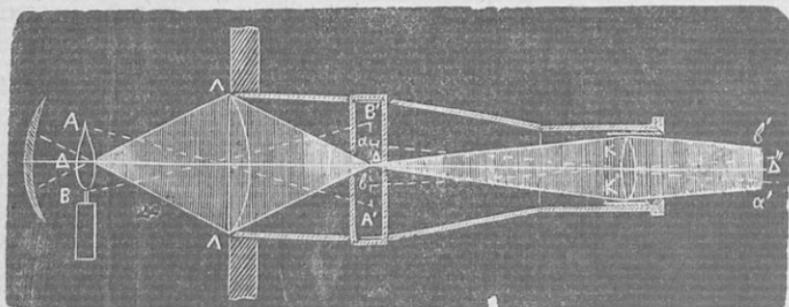
κοίλος κύλινδρος B φέρων ἀμφίκυρτον φακὸν μ . Αἱ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων $\alpha\beta$ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι εἰσέρχόμεναι εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ τοιχώματος

τοῦ κιβωτίου τοῦ κειμένου ἀπέναντι τοῦ φακοῦ, προσηκόντως ἐστερωμένον, πιστῶς καὶ εὐκρινῶς τὰ ἐξωτερικὰ ταῦτα ἀντικείμενα. Ἴνα δ' αἱ εἰκόνες σχηματίζονται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τίθεται ἐντὸς τοῦ κιβωτίου κάτοπτρον σχηματίζον γωνίαν 45° μετὰ τῆς βάσεως τοῦ κιβωτίου. Αἱ ἀκτῖνες ἀνακλόμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου σχηματίζουσι τὸ εἶδωλον $\alpha'\beta'$ τοῦ ἀντικειμένου $\alpha\beta$ ἐπὶ ὑαλίνης πλακὸς $ΚΛ$ φερούσης χάρτην, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται τοῦτο. Τὴν εἰκόνα τοῦ εἰδώλου δυνάμεθα νὰ σχεδιάσωμεν ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου διὰ γραφίδος. Κάλυμμα $ΛΝ$ ἄνωθεν τοῦ χάρτου κείμενον χρησιμεύει, ὅπως κωλύῃ τὸ διακεχυμένον φῶς νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ εἰδώλου καὶ ἐλαττοῖ οὕτω τὴν ἐνάργειαν αὐτοῦ.

399. **Φωτογραφία.** Ὁ φωτογραφικὸς θάλαμος οὐσιωδῶς δὲν διαφέρει τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Σύγκειται ἐξ ἐνὸς ἀχρωστικοῦ φακοῦ, ὃν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὐρίσκομένου εἰς ἀπόστασιν οἰανδήποτε ἀπὸ τῆς συσκευῆς νὰ σχηματισθῇ ἐναργῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἕδρας τῆς ἀποτελουμένης ἐκ λευκῆς ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου. Τοῦτ' αὐτὸ δὲ κατορθοῦμεν, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνωμεν ἀπ' αὐτοῦ τὴν ἕδραν τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου τὴν φέρουσαν τὴν λευκὴν ὑάλον. Ἡ διὰ τῆς φωτογραφίας παραγωγή πολλῶν εἰκόνων ἀντικειμένου τινὸς στηρίζεται τοῦτο μὲν εἰς τὰς χημικὰς ιδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, ταῦτα δὲ εἰς τὰς ιδιότητες φωτοπαθῶν τινῶν ἐνώσεων τοῦ ἀργύρου. Τὸ ἡλιακὸν φῶς δηλονότι ἐκτὸς τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ ιδιότητα καλουμένην **χημικήν**, καθ' ἣν δύνανται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀπο-

συνθέσεις. Οὕτω χρωματισμένα μὲν ὑφάσματα διάβροχα ἐκτιθέμενα ἐφ' ἱκανὸν χρόνον εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας λευκαίνονται. Ἐὰν δὲ πληρώσωμεν φιάλην ἴσων ὄγκων ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνησίου φῶς, ἐπέρχεται πάραυτα ἔνωσις μετ' ἐκपुरοσκροτήσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ παραγωγή ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, εἰς ἔχθεσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, οἷον χλωριούχον, ἰωδιούχον ἢ βρωμιούχον ἄργυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυντίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορφήν μελαίνης λεπτοτάτης κόνεως. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτὸς προκαλουμένης ἀποσυνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἡ φωτογραφία μεταχειριζομένη ἰδίως μίγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ λεπτότατον στρώμα ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακῆς, ἧτις τίθεται εἰς τὴν θέσιν τῆς λευκῆς ὑαλίνης πλακῆς, ἐφ' ἧς, ὡς εἶπομεν, σχηματίζεται τὸ ἐναργὲς εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου θεθέντος πρὸ τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τὸ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἐκπεμπόμενον καὶ εἰς τὸν φωτογραφικὸν θάλαμον εἰσδύον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς φωτοπαθοῦς ἐνώσεως τοῦ ἀργύρου, εἰς τὴν ἐπιφέρει τοιαύτην ἀλλοίωσιν, ὥστε, εἰς μετὰ ταῦτα ἡ πλάξ ἐμβαπτισθῆ ἔντος καταλλήλου διαλύματος (θεικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινόνης μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται καὶ ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος· οὕτω δ' ἐμφανίζεται ἡ εἰκὼν, ἀλλὰ τὰ μέρη αὐτῆς τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου εἶνε μέλανα, τὰ δὲ εἰς τὰ μέλανα λευκά, διότι τὰ πρῶτα ὑπέστησαν μείζονα ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς ταῦτα ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μείζων ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκοτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ εἰκὼν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἧτοι φωτογραφιῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται λευκά, τὰ δὲ μέλανα μέλανα. Πρὸς τοῦτο ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν πρῶτον μὲν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται τὸ μέρος τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου, ὅπερ δὲν ὑπέστη ἀποσύνθεσιν· εἶτα ξηραίνομένη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ φωτοπαθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας προσπίπτουσι ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσιν τοῦ ἀργύρου, ἧτις συνήθως εἶνε χλωριούχος ἄργυρος ἐντὸς λευκάματος ἢ ἐντὸς πηκτῆς ἢ κολλωδίου (ἀριστοτυπικὸς χάρτης). Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνας ὡς διαφανῶν, οὐδόλως 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 ἐγκαταλεῖπον μεταλλικὸν χρυσὸν εἰς τὰ μέρη τοῦ χάρτου τὰ κεκαλυμμένα ὑπὸ ἀργύρου παρέχει εἰς τὴν εἰκόνα χρῶμα λαμπρότερον καὶ διαρκέστερον, εἶτα δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται ὁ υπόλοιπος μὴ ἀποσυνθετὸς χλωριούχος ἄργυρος, τέλος δ' ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ἀποξηραίνεται.

400. **Μαγικός λύχνος.** Ὁ λύχνος οὗτος χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνας διαφανοῦς, οἷκι εἶνε αἱ ἐπὶ ὑάλου φωτογραφίαι, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευή αὕτη ἐκ τινος φωτεινῆς πηγῆς AB (σχ. 307), ἥτις δύναται νὰ εἶνε φλόξ λαμπάδος ἢ

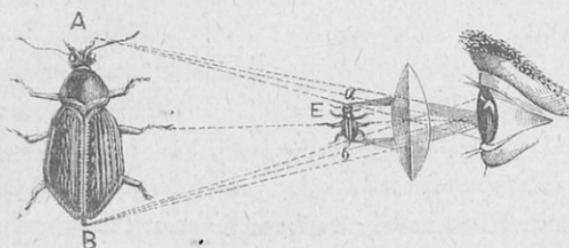


Σχ. 307.

λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερέτρωσιν νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβαλλομένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ ἡλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοβόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἑδρᾶς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς ΛΔ, ὅστις συγκεντροῖ τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πηγῆς AB ἐπὶ τῆς ἀνεστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνας αβ, ἥτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ ΚΚ' σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἶδωλον β' α' τῆς εἰκόνας ἠνωρθωμένον καὶ πολὺ μείζον τοῦ ἀντικειμένου, ὄρατόν δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ἀπομακρύνοντες τὴν συσκευὴν ἀπὸ τοῦ πετάσματος καὶ πλησιάζοντες τὸν φακὸν ΚΚ' εἰς τὴν εἰκόνα αβ, μεγεθύνωμεν ὅσον θέλωμεν τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἶδωλον, ἀρκεῖ ὁ φωτισμὸς νὰ εἶνε ἰσχυρὸς, ἵνα τὸ εἶδωλον διατηρῆται ἐναργές. Ἐπαυξάνομεν δὲ τὸν φωτισμὸν τῆς εἰκόνας αβ θέτοντες ὀπίσθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς AB κοῖλον σφαιρικὸν κάτοπτρον, εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος τοῦ ὁποίου νὰ εὑρίσκηται ἡ φωτοβόλος πηγὴ· τὸ κάτοπτρον τοῦτο ἀνακλᾷ πλείστας ἀκτῖνας ἐκ τῆς φωτοβόλου πηγῆς ἐκπορευομένας καὶ ῥίπτει αὐτάς ἐπὶ τῆς πρὸς προβολὴν εἰκόνας.

401. **Ἄπλοῦν μικροσκόπιον.** Τὸ ἄπλοῦν μικροσκόπιον συγκείται ἐξ ἐνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν· τὸ ἀντικείμενον αβ (σχ. 308) τίθεται μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ

τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πλησίον τοῦ φακοῦ. Διορῶντες διὰ τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον αβ δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ τῶν διαφόρων σημείων αὐτοῦ ἐκπεμπο-

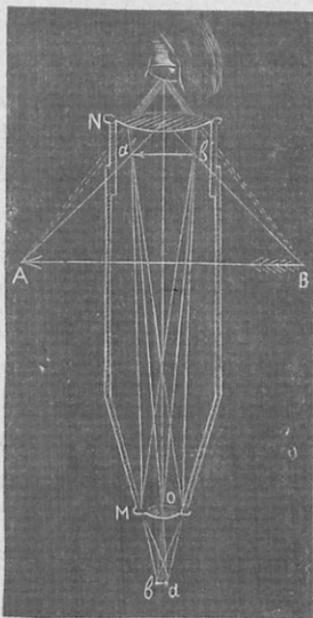


Σχ. 308.

μένας ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου AB, ὅπερ βλέπομεν ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ μεγέθυνσις δ' αὕτη εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν E τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξύ αὐτῆς καὶ τοῦ φακοῦ. Οὕτως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ λάβῃ πλησιέστεραν πρὸς τὸν φακὸν θέσιν, τὸ εἶδωλον AB μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ γινόμενον μικρότερον. ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάσῃ πρὸς τὴν ἐστίαν E, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ μεγθύνεται. Ὡς ἀπλοῦν μικροσκοπίον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα πλήρης ὕδατος ἢ καὶ ἀπλῶς ῥανίς ὕδατος.

402. Συνθετὸν μικροσκόπιον.

Τὰ κυριώτερα συστατικὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἶνε δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὧν ὁ μὲν εἰς N (σχ. 309) 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 μεγαλειότερον αὐτοῦ, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὅστις

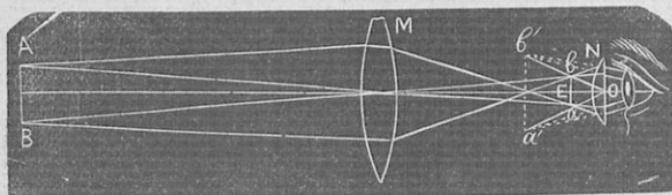


Σχ. 309.

ἐνεργεῖ ὡς ἄπλοῦν μικροσκόπιον, καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον AB πολὺ μείζον τοῦ εἰδώλου $a'b'$ καὶ ἔτι μείζον τοῦ ἀντικειμένου ab .

403. **Τηλεσκοπία.** Τὰ τηλεσκοπία εἶνε δύο εἰδῶν, διοπτρικά καὶ κατοπτρικά. Καὶ διοπτρικά μὲν καλοῦνται ἐκεῖνα, ἐν οἷς γίνεται χρῆσις φακῶν πρὸς σχηματισμὸν εἰδώλων καθ' ὑπόστασιν, εἴα εἶνε τὸ ἀστρονομικόν, τὸ τῶν ἐπιγεῖων καὶ τὸ τοῦ Γαλιλαίου, κατοπτρικά δ' ἐκεῖνα, εἰς ἃ τὰ εἶδωλα τῶν μεμακρυσμένων ἀντικειμένων σχηματίζονται διὰ κοίλων κατοπτρῶν, εἶον τὸ τοῦ Νεύτωνος.

404. **Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.** Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων M καὶ N (σχ. 310), ὧν ὁ ἀνιοφθάλμιος M παρέχει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶ-

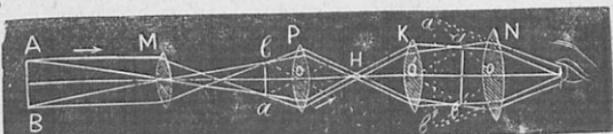


Σχ. 310.

δωλον ab τοῦ μεμακρυσμένου ἀντικειμένου AB ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E . Τὸ ἐλάχιστον τοῦτο εἶδωλον ὁρῶμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N , ὡς δι' ἄπλοῦ μικροσκοπίου, δι' οὗ σχηματίζεται τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον $a'b'$. Τουτέστιν, ἐν ᾧ διὰ ψιλοῦ ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν AoB , ὑπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τὴν πολὺ μείζονα γωνίαν $a'o'b'$, εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ἢ διὰ τηλεσκοπίου μεγέθυνσις παρατηρουμένου τινὸς ἀντικειμένου, εἶον πλανήτου.

405. **Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγεῖων.** Ἡ διὰ τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου ἀνεστραμμένη ὄψις τῶν οὐρανίων σωμάτων οὐδόπως παραβλάπτει τὴν παρατήρησιν. Διὰ τὴν συνήθη ὁμῶς παρατήρησιν ἐπιγεῖων ἀντικειμένων δεόν τὰ διὰ τῶν τηλεσκοπίων ὁρῶμενα εἶδωλα νὰ εἶνε ἠνωρθωμένα καὶ οὐχὶ ἀνεστραμμένα ὡς ἐν ἐκεῖνοις. Πρὸς ἀνόρθωσιν δὲ τοῦ εἰδώλου παρεμβάλλεται μεταξὺ ἀντοφθαλμίου καὶ προσοφθαλμίου φακοῦ σωλὴν ἐγκλείων δύο ἀμφικύρτους φακοὺς P καὶ K (σχ. 311). Τοῦ ἀντικειμένου ὄντος εἰς τὸ AB , σχηματίζεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μικρὸν εἰς τὸ ab ,

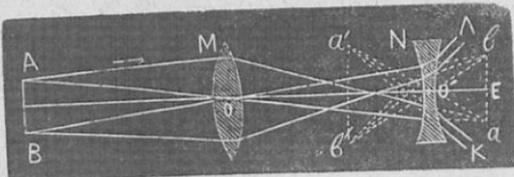
τουτέστιν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ P. Αἱ δ' ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου τούτου ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τοῦ φακοῦ P διερχόμεναι μεταβάλλονται εἰς δέσμας παραλλήλων ἀκτῖνων, διότι πάντα τὰ σημεῖα τοῦ εἰδώλου ἀβ κεῖνται ἐπὶ κυρίων ἐστιῶν διαφορῶν



Σχ. 311.

δευτερευόντων ἄξωνων. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ σημείου β ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν διόδον διὰ τοῦ φακοῦ P μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῶ δευτερεύοντι ἄξονι βο τῶ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενῳ, διότι τὸ σημεῖον β κεῖται ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ τούτου τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος. Ὁμοίως αἱ ἐκ τοῦ σημείου α τοῦ εἰδώλου ἀβ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῶ δευτερεύοντι ἄξονι αο. Αἱ δέσμαι δ' αὗται διασταυρούμεναι κατὰ τὸ H προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ δευτέρου φακοῦ K καὶ συνέρχονται εἰς τὰς κυρίας ἐστίας τῶν δευτερευόντων ἄξωνων τῶν παραλλήλων πρὸς τὰς δέσμας ταύτας. Οὕτως ἡ μὲν δέσμη τῶν παραλλήλων ἀκτῖνων PH, ἡ προελθοῦσα ἀπὸ τοῦ σημείου β, ὡς προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ K παραλλήλως τῶ δευτερεύοντι ἄξονι ο'β', συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον β', κυρίαν ἐστίαν τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ἡ δὲ δέσμη ἡ ἐκ τοῦ σημείου α προελθοῦσα συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον α', κυρίαν ἐστίαν τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ο'α'. Σχηματίζεται λοιπὸν κατὰ τὸ α'β' εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB ἠνωρθωμένον. Τὸ ὀρθὸν τοῦτο εἶδωλον σχηματίζομενον μετὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας ὀρώμεν διὰ τοῦ φακοῦ τούτου ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται κατὰ τὸ α'β' εἶδωλον κατ' ἐμφασιν καὶ ὀρθόν.

406. **Διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου.** Τοῦ τηλεσκοπίου τούτου πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος (τῶ 1609) ἐποίησεν χρῆσιν διὰ τὰς ἀστρονομικὰς αὐτοῦ παρατηρήσεις. Συνίσταται δ' ἐκ δύο φακῶν, ἐνὸς ἀντοφθαλμίου συγκλίνοντος M καὶ ἐνὸς προσοφθαλμίου ἀποκλίνοντος N (σχ. 312). Ὁ ἀντοφθαλμῖος φακὸς ἤθελε σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον ἀβ ἄνε-

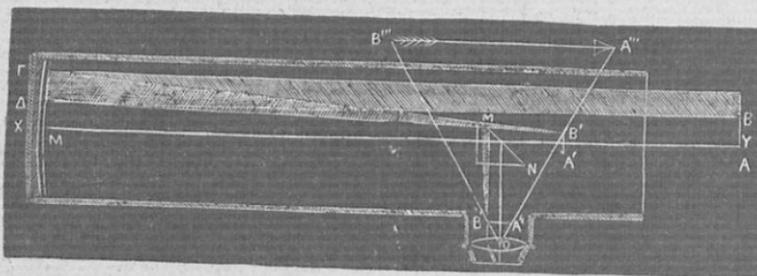


Σχ. 312.

στραμμένον και μικρότερον του μακράν κειμένου αντικειμένου AB , αν δεν υπήρχεν ο αποκλίνων προσοφθάλμιος φακός. Ἄλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων A καὶ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συνέλθωσιν εἰς τὰ σημεία α καὶ β , διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ N διαθλώνται καὶ ἀποκλίνουναι τῶν δευτερευόντων ἀξόνων $\beta O'$ καὶ $\alpha O'$ ὡσεὶ ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων α' καὶ β' . Οὕτω, τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν δεχομένου τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινούσας ταύτας δέσμας, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α' καὶ β' καὶ οὕτω βλέπομεν τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον $\alpha'\beta'$ ὀρθόν.

407. **Κατοπτρικά τηλεσκόπια.** Ἐν τοῖς κατοπτρικοῖς τηλεσκοπίοις ὁ τῶν διοπτρικῶν ἀντοφθάλμιος φακός ἀντικαθίσταται ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἐφ' οὗ γίνεται ἀνάκλασις τοῦ φωτός καὶ διὰ τοῦτο τὰ τοιαῦτα καλοῦνται κατοπτρικά τηλεσκόπια.

Ἐστω AB (σχ. 313) ἀντικείμενον λίαν μεμακρυσμένον, εἶον ἀστήρ,



Σχ. 313.

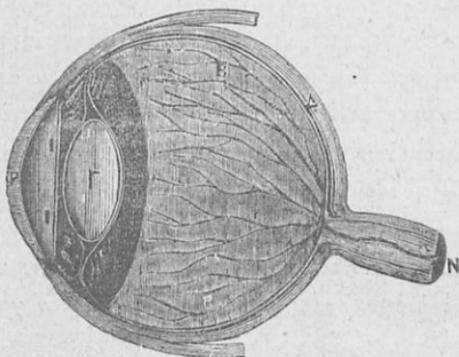
$\Gamma\Delta$ τὸ κοῖλον κάτοπτρον καὶ $A'B'$ τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ἀνεστραμμένον. Ὁ Herschel ἐν τῷ τηλεσκοπίῳ αὐτοῦ ἐκλινεν ὀλίγον τὸ κοῖλον κάτοπτρον πρὸς τὸν ἀξονα τοῦ τηλεσκοπίου, ὥστε τὸ εἶδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἀστέρος νὰ σχηματίζεται κατὰ τὸ χεῖλος τοῦ τηλεσκοπίου, εἰς οὗ τὸ βάθος ἔκειτο τὸ κάτοπτρον, καὶ παρετήρει τὸ εἶδωλον τοῦτο διὰ φακοῦ ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Ὁ Νεύτων ἔθετε κατὰ τὸ MN πρὸ τοῦ εἰδώλου μικρὸν κάτοπτρον ἐπίπεδον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν 45° πρὸς τὸν ἀξονα $X\Gamma$ τοῦ τηλεσκοπίου, ἀπελάμβανε δ' οὕτω τὸ εἶδωλον $A'B'$, ὅπερ παρετήρει διὰ τοῦ προσοφθαλμοῦ φακοῦ O ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου καὶ ἐβλεπεν οὕτω τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον $A''B''$. Ὁ Foucault ἐσχάτως ἐτελειοποίησε τὰ τηλεσκόπια ταῦτα ἐπινοήσας κοῖλα ὑάλινα κάτοπτρα ἐσωτερικῶς 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 ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἐφ' οὗ ἀνακλώμενον τὸ εἶδωλον Α' Β' σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον Α' Β' εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον MN· τὸ εἶδωλον τοῦτο Α" Β" ὄραται δι' ἀπλοῦ ἢ καὶ συνθέτου μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον Α' Β'.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

408. Ὁ ὀφθαλμὸς εἶνε τὸ ὄργανον ἢ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως. Τὸ κύριον μέρος δ' αὐτοῦ εἶνε ὁ βολβός, ὅστις κεῖται ἐντὸς κοιλότητος τοῦ κρανίου καλουμένης κόγχης καὶ περιβάλλεται ἐξωτερικῶς ὑπὸ χιτῶνος ἰνώδους ΔΡΔ (σχ. 314), ὅστις πρὸς τὰ ὀπισθεν μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶνε λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος σκληρωτικὸς ἢ καὶ ἀπλῶς σκληρὸς χιτῶν, πρὸς τὰ ἔμπροσθεν δὲ κατὰ τὸ Ρ διαφανής καὶ μᾶλλον κυρτός, καλούμενος κερατοειδὴς χιτῶν. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ μέλανος ὑμένους, καλουμένου χοριοειδοῦς. Ἐπὶ δὲ τοῦ χοριοειδοῦς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν, αἵτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα καλούμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταθίβζει τὸν παραγόμενον ἐρεθισμὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον. Ὁ χοριοειδὴς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν σχηματίζει τὴν ἴριδα Π, ἥτοι δίσκον κυκλοτερῆ ποικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῇ μέσῳ φέρει κυκλικὴν ὀπὴν πρὸς δίδοον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὴν καλουμένην κόρην, ἥτις συστελλομένη καὶ διαστελλομένη κανονίζει τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὅπισθεν δ' ἀκριβῶς τῆς ἴριδος ὑπάρχει φακὸς Γ ἀμφίκυρτος διαφανής καὶ ἄχρους, κρυσταλλοειδὴς ἢ κρυσταλλώδης καλούμενος, ὅστις σύγκειται ἐκ πολλῶν στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυκνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι τῶν ἐξωτερικῶν. Ὁ φακὸς οὗτος διαιρεῖ τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο χώρους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος τοῦ ὕδατοειδοῦς ὕγρου, καὶ τὸν ὀπίσθιον τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολβοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὕγρου πηκτώδους, τοῦ καλουμένου ὑαλοειδοῦς, θλαστικώτερου τοῦ πρώτου.

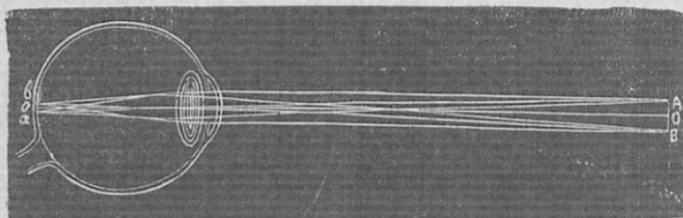


Σχ. 314.

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν εὐ-

πάθειαν, τουτέστι δὲν ἐρεθίζονται ἐξ ἴσου ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ὑπάρχει μάλιστα σημεῖον τοῦ χιτῶνος τούτου, εἰς ὃ οὐδόλως αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες δύνανται νὰ ἐπιδράσωσι. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον *τυφλὸν σημεῖον* κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς μικρὰν δ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου ἀπόστασιν ὑπάρχει ἡ καλουμένη *ὠχρὰ κηλίς*, ἣτις οὕσα εὐπαθεστάτη ὑπὸ τοῦ φωτός παρέχει ἡμῖν μᾶλλον ἀντιληπτάς 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 εὐθεΐα, ἡ ἐνοῦσα τὸ κεντρικὸν τοῦτο βόθριον μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, καλεῖται *ὀπτικὸς ἄξων*. Ὅταν δὲ θέλωμεν νὰ ἴδωμεν ἐναργῶς καὶ σαφῶς φωτοβόλον σημεῖον, στρέφομεν τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ οὕτως, ὥστε ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων προεκβαλλόμενος νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου τούτου.

409. Πορεία τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν θάλαμον φέροντα συγκεντρωτικὸν φακὸν (σχ. 306 § 397)· τουτέστιν ἡ μὲν κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ὀπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὃ δὲ κρυσταλλοειδῆς φακὸς τὸν συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὃ δὲ ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν τὴν ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἔδραν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐφ' ἧς ἀπεικονίζονται τὰ εἶδωλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων μικρὰ καὶ ἀνεστραμμένα. Ὡς δὲ αἱ ἔδραι τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἶνε ἀδιαφανεῖς καὶ ἐσωτερικῶς μέλαιναί, οὕτω καὶ ὁ ὀφθαλμὸς φέρει ἐσωτερικῶς τὸν χοριοειδῆ χιτῶνα, ἐφ' οὗ ἐξαπλοῦται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Οὕτως, ἐὰν φωτοβόλον ἀντικείμενον AB (σχ. 315) κεῖται ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐν τῶν σημείων τοῦ ἀντι-

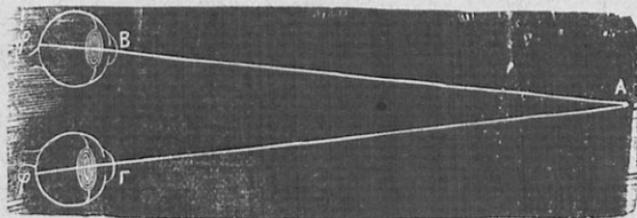


Σχ. 315.

κειμένου π. χ. τὸ A ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοειδῆς ὑγρὸν, ἐνθα ὑφίστανται πρώτην τινὰ διάθλασιν. Εἶτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικωτέρου, θλῶνται αἱ ἀκτῖνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξωνα Oo τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ εἶτα εἰσερχόμεναι εἰς τὸ

υαλοειδές ὑγρὸν θλώνται καὶ παλιν πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ, διότι τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶνε ἥτιον θλαστικόν, καὶ τέλος συνέρχονται εἰς τι σημεῖον α σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον τοῦ A . Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ B ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ β τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδωλον $\alpha\beta$ μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἐὰν δ' ὁ ὀφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαὶ τῶν σημείων A καὶ B κείνται ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος.

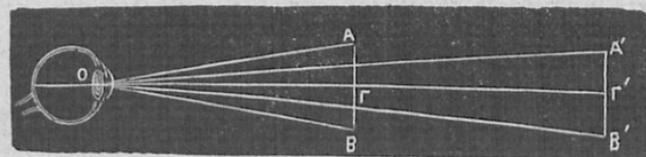
Εἴπομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἡ ἐνούσα τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βεθρίου τῆς ὠχρᾶς κηλίδος. Ὅταν προσβλέπωμεν φωταβόλον τι σημεῖον A (σχ. 316),



Σχ. 316.

οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε οἱ ὀπτικοὶ οὗτοι ἄξονες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου A , σχηματίζοντες γωνίαν $BA\Gamma$, καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξόνων καὶ τοσοῦτω ἐλαττωμένην ὥσπ' τὸ φωτεινὸν σημεῖον A κείται ἀπωτέρω.

Ἡ ὀπτικὴ γωνία ἢ φαινόμενη διάμετρος ἀντικειμένου τινὸς καλεῖται ἡ γωνία AOB (σχ. 317) ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν εὐθειῶν τῶν ἀγο-



Σχ. 317.

μένων ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα τοῦ ἀντικειμένου. Δι' ἀντικείμενα κείμενα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἡ ὀπτικὴ γωνία ἀυξάνεται ἀυξανομένου τοῦ μεγέθους αὐτῶν, ἀλλὰ διὰ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον ἡ ὀπτικὴ γωνία ἐλαττωταὶ ἀυξανο-

μένης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ, ὡς τοῦτο καταφαίνεται, ὅταν τὸ ἀντικείμενον AB μετατεθῆ εἰς τὴν θέσιν $A'B'$, ὅποτε ἡ ὀπτική γωνία AOB γίνεται $A'OB'$, ἤτοι ἐλαττοῦται. Ἐνεκα τούτου ἀντικειμένον 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.

410. 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 ἀρ' ἡμῶν ἀπόστασιν ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἐκ τῆς ὀπτικῆς γωνίας ὡσαύτως γνωρίζοντες ἐκ πείρας τὸ ἀνάστημα τοῦ ἀνδρὸς 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 ὀπτικὴν γωνίαν καὶ σφαλλόμενοι νομίζομεν ὅτι ἀμφότερα τὰ οὐράνια ταῦτα σώματα κεῖνται εἰς ἴσην ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν.

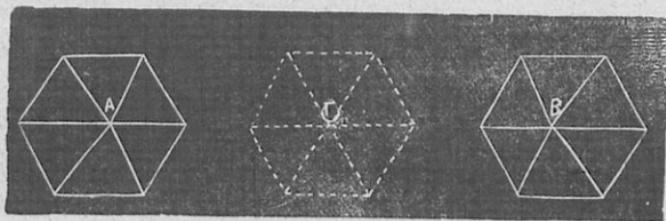
Εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως συντελεῖ ὡσαύτως καὶ ἡ γωνία $BA\Gamma$ (σχ. 316) τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων, διότι ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται, ὡς εἶπομεν, ὅταν τὸ σημεῖον ἐφ' οὗ προσβλέπομεν πλησιάζῃ, τούναντιον δὲ γίνεται ὀξυτέρα, ἐφ' ὅσον τοῦτο ἀπομακρύνεται, καὶ διὰ τὰ λίαν μεμακρυσμένα σημεῖα οἱ ἀξονες γίνονται σχεδὸν παράλληλοι. Ἐνεκα δὲ τούτου διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν κρίνομεν ἀσφαλέστερον περὶ τῆς ἀποστάσεως ἀντικειμένου ἢ δι' ἐνὸς καὶ μόνου ὀφθαλμοῦ.

Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως ἀγνώστων ἡμῖν τὸ μέγεθος ἀντικειμένων συντελοῦσι καὶ τὰ παρακείμενα σώματα, ὧν γνωρίζομεν τὸ μέγεθος, οἷον ὅταν πλησίον μεμακρυσμένου ἀντικειμένου ἴσταται ἀνήρ. Συντελεῖ ὡσαύτως εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ ἡ εὐκρίνεια τῶν εἰδώλων, ἅτινα, αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως, ἀμαυροῦνται ἔνεκα τῆς ἐξασθενήσεως τοῦ φωτὸς διερχομένου διὰ παχύτερου στρώματος ἀέρος. Διὰ τοῦτο ὅταν ὁ ἀήρ εἶνε διάφανέστατος, τὰ περίξ ἡμῶν ὄρη φαίνονται ἡμῖν πλησιέστερα.

411. Διόφθαλμος ὄρασις. Καίπερ ἔχοντες δύο ὀφθαλμούς, ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων σχηματίζεται τὸ εἶδωλον φωτοβόλου ἀντικειμένου, βλέπομεν ἑνὸς μόνον ὄρασις ἀπὸ τῶν ὁπτιῶν ἐκτιμῶμεν τῆς ὀπτικῆς γωνίας, πα-

ρραδεχόμενοι ὅτι τὰ εἶδωλα εἰκονίζονται ἐπὶ σημείων φ, φ, ἀκριβῶς συστοίχων τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτώνων (σχ. 316). Οὕτως, ὅταν διὰ τῶν ὀφθαλμῶν προσβλέπωμεν τὸ αὐτὸ σημεῖον Α, στρέφομεν τειουτοτρόπως τοὺς ὀπτικούς ἄξονας 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 πιέσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἕτερον τῶν ὀφθαλμῶν, τότε τὰ εἶδωλα σχηματίζονται εἰς σημεῖα μὴ σύστοιχα καὶ ἀντὶ ἀπλῶν βλέπομεν διπλᾶ τὰ ἀντικείμενα.

412. **Ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων.** Γνωστὸν ὅτι τὰ στερεὰ σώματα ἔχουσιν οὐ μόνον ὕψος καὶ πλάτος, ἀλλὰ καὶ μῆκος ἢ βάθος· ἡ δὲ ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων δύναται νὰ γίνῃ μόνον διὰ τῆς διοφθαλμοῦ ὁράσεως· καὶ ἀντιλαμβανόμεθα μὲν τῶν τριῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων καὶ διὰ τῆς μονοφθαλμοῦ ὁράσεως, ἀλλὰ τοῦτο προέρχεται ἰδίᾳ ἐκ τῆς κτηθείσης συνηθείας. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ διοφθαλμοῦ ὄρασις συντελεῖ εἰς τὴν ἀντίληψιν τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων ὡς ἐξῆς. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον διαδοχικῶς δι' ἑκατέρου τῶν ὀφθαλμῶν, αἱ εἰκόνες αἱ ἐπὶ τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτώνων σχηματίζονται εἶνε ἀνόμοιοι καὶ μὴ γεωμετρικῶς ἰσομετρούμενοι. Οὕτως ὀρθὴ βασιεξάγωνος πυραμῖς (σχ. 318)

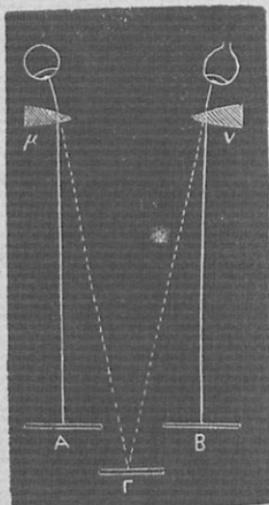


Σχ. 318.

ἄνωθεν ὀρωμένη, εἰς μὲν τὸν ἀριστερὸν ὀφθαλμὸν παρέχει τὴν εἰκὸν Α, εἰς δὲ τὸν δεξιὸν τὴν εἰκὸν Β, εἰς ἀμφοτέρους δὲ ταυτοχρόνως τὴν εἰκὸν Γ. Ἡ συγχώνεσις δὲ τῶν δύο εἰκόνων παρέχει ἡμῖν τὴν ἀντίληψιν τῶν τριῶν διαστάσεων τῆς πυραμίδος. Τοῦτο δὲ ἀπέδειξεν ὁ Wheatstone δι' ὄργανου, ὃπερ ἑκάλεσε στερεοσκόπιον.

413. **Στερεοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὃπερ ἐπὶ τὸ τελειότερον διεσκεύασεν ὁ Brewster, σύγκειται ἐκ τινος κιβωτίου ὑποδιηρημένου εἰς δύο μέρη, εἰς ἑκάτερον τῶν ὁποίων τίθεται ἡ εἰκὼν ἀντι-

κειμένου τινός, ἀλλ' εἰς τὸ Α (σχ. 319) ὡς ὁράται διὰ τοῦ ἐνός



Σχ. 319

ὀφθαλμοῦ, καὶ εἰς τὸ Β ὡς ὁράται διὰ τοῦ ἐτέρου. Τὰς εἰκόνας ταύτας ἠρῶμεν διὰ δύο πρισματικῶν φακῶν μ καὶ ν, τούτεστι διὰ δύο πρισμάτων, ὧν αἱ ἔδραι εἶνε ὀλίγον κυρταί. Οἱ δύο οὗτοι πρισματικοὶ φακοί, χρησιμεύοντες ὡς προσοφθαλμοὶ φακοὶ εἰς τοὺς δύο ὀφθαλμούς, ἐκτρέπουν τὰς ἐκ τῶν σημείων Α καὶ Β ἐκπορευομένας ἀκτῖνας πρὸς τὰ ἐκτός αὐταὶ δὲ εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ προεκβαλλόμεναι συναντῶνται εἰς τὸ Γ καὶ οὕτως ἐνοῦνται εἰς μίαν ἀντίληψιν Γ αἱ δύο διάφοροι εἰκόνας 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 προελθοῦσα εἰκὼν Γ ταυτοχρόνως μεγεθύνεται.

414. Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα. Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχῆς φωτοβόλος ταινία κυκλοτερῆς. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρά ὑδατινῶν νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 234 § 299). Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἑπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος (σχ. 304 § 391) φαίνεται λευκός. Ἐὰν ὅμως τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στρεφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀκαριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκίνητων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἢ ἐπὶ τινος χώρου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινα βραχυτάτον χρόνον, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντυπώσεως εἶνε διάφορος, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς εὐαισθησίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου καὶ ἐκ τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτός, ἀνερχομένη εἰς $\frac{1}{3}$ ἢ $\frac{1}{2}$ δευτερολέπτου περίπου.

Ὁ ἐρεθισμός, ὅστις ἐπέρχεται εἰς ὠρισμένην χώραν τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὑπὸ φωτοβόλου σώματος, ἐξαπλοῦται καὶ ἐπεκτείνεται ἐπὶ μεί-

ζονος χώρας καὶ οὕτω τὸ φωτοβόλον σῶμα φαίνεται κατὰ τι μείζον τοῦ ἀληθοῦς. Οὕτως ἂν ἐπὶ λευκοῦ μὲν χάρτου κατασκευάσωμεν μέλαν τετράγωνον, ἐπὶ μέλανος δὲ χάρτου ἰσομέγεθες λευκόν, τὸ δεύτερον τοῦτο τετράγωνον φαίνεται μείζον τοῦ πρώτου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὸ πεφωτισμένον μέρος τῆς σελήνης φαίνεται ἐξέχον τοῦ λοιποῦ δίσκου αὐτῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐξαπλώσεως τοῦ ἐρεθισμοῦ εἶνε τοσοῦτω ἰσχυρότερον, ὅσῳ τὸ φωτοβόλον σῶμα ἔχει μείζονα λαμπρότητα.

Ἐὰν προσβλέψαντες ἰσχυρὸν φῶς, οἷον τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ τὸ ἠλιακόν, κλείσωμεν εἴτα τὰ βλέφαρα ἢ ἀτενίσωμεν εἰς σκοτεινὸν μέρος, βλέπομεν φωτεινὰ εἰδῶλα διὰ τοῦτο, ὅτι ὁ ἐρεθισμὸς ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ εἰτέτι ἐπὶ χρόνον τοσοῦτω μείζονα, ὅσῳ ἡ ἐντύπωσις ἦν διαρκεστέρα καὶ ἰσχυροτέρα καὶ μάλιστα ἂν πρὸ τοῦ λαμπροῦ αἰσθήματος ὁ ὀφθαλμὸς διστελεῖ εἰς σκότος. Ἐὰν ὡσαύτως προσβλέψωμεν ἐπὶ τινα χρόνον πρὸς ἰσχυρῶς φωτιζομένον σῶμα, οἷον τὸν ἥλιον, στρέψωμεν δ' εἴτα τὸ βλέμμα πρὸς λευκὸν πέτασμα, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ καίπερ φωτιζομένου μέλαν εἰδῶλον. Τοῦτο ἐξηγοῦσι παραδεχόμενοι ὅτι τὸ μέρος τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὅπερ ἐδέχθη τὸν ἐρεθισμὸν παρὰ τοῦ φωτοβόλου σώματος, ἀμβλύνεται καὶ καθίσταται ἥττον εὐπαθὲς ἐπὶ τινα χρόνον. Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ τὸ φαινόμενον, καθ' ὃ, ὅταν προσβλέπωμεν ἐρυθρὸν π. χ. φωτοβόλον σῶμα, βλέπομεν εἴτα ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰδῶλον πρασίνου χρώματος, τὸ ὅποιον, ὡς γνωστόν, 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 ἀπλᾶς ἀκτῖνας, ἐξ ὧν ὅμως αἱ ἐρυθραὶ δὲν δύνανται νὰ ἐρεθίσωσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, αἱ δὲ λοιπαὶ ὁμοῦ ἐρεθίζουσαι αὐτὸ ἀποτελοῦσι πράσινον χρῶμα.

415. Ἐμμέτρως, μύωψ, πρεσβύωψ. Καλεῖται ἐμμέτρως ὁ ἔχων εὖ πεφυκότας ὀφθαλμούς, τουτέστι κανονικὴν τὴν ὄρασιν. Ὁ ὀφθαλμὸς δηλονότι τοῦ ἐμμέτρωπος εἶνε τοιοῦτος, ὥστε δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰς εἰκόνας ἀντικειμένων κειμένων μεταξὺ τοῦ ἀπείρου καὶ ἀποστάσεως 10 περίπου ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ δὲ μύωψ ἔχει τοιοῦτον ὀφθαλμόν, ὥστε δύναται νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς μόνον τὰ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν κείμενα ἀντικείμενα. Πρεσβύωψ δὲ καλεῖται ὁ δυνάμενος μὲν νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς ἀντικείμενα κείμενα εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν, ἀλλ'

οὐχὶ καὶ τὰ εἰς ἀπόστασιν ἐλάσσονα τοῦ ἐνός ἢ καὶ ἡμῖσος μέτρου ἀπ' αὐτοῦ.

Καὶ ἡ μὲν ἐμμετρωπία ἔχει τὰς ἰδιότητες ταύτας, διότι εἰς τὸν τοῦ ἐμμέτρωπος ὀφθαλμὸν ὁ κρυσταλλοειδῆς φακὸς δύναται νὰ λαμβάνῃ μείζονα ἢ ἐλάσσονα κυρτότητα, δι' ἧς δύναται νὰ σχηματίζῃ πάντοτε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰ εἶδωλα καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγὺς ἀντικειμένων. Διότι τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου τιθεμένου ἐνώπιον φακοῦ κατὰ πρῶτον μὲν κυρτοτέρου, εἶτα δ' ἦττον κυρτοῦ δύναται νὰ σχηματισθῇ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν, ἐὰν εἰς μὲν τὴν πρώτην περιπτώσιν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ πλησιέστερον τῷ κυρτοτέρῳ φακῷ, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἀπωτέρω τοῦ ἦττον κυρτοῦ φακοῦ. Ἐπειδὴ δὲ τὴν αὐτὴν ἐλάσσονα κυρτότητα δύναται νὰ λαβῇ καὶ ὁ κρυσταλλοειδῆς 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 ὑφεκ. Ἡ δὲ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ἐπίμηκες τοῦ βολβοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τῶν μὲν πόρρω ἀντικειμένων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐν τῷ ὀφθαλμῷ τοῦ μύωπος, μόνον δὲ τῶν ἐγγυτάτων τῷ ὀφθαλμῷ ἀντικειμένων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται εὐκρινῶς ἐπ' αὐτοῦ. Μεταχειρίζονται δὲ καὶ ὁ μύωψ καὶ ὁ πρεσβύωψ διοπτῆρας, ὅπως δυνηθῶσι νὰ σχηματίσωσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος εὐκρινῆ εἶδωλα ἀντικειμένων κειμένων εἰς ἀπόστασιν 30 περιπου ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἧτις εἶνε ἡ συνήθης κανονικὴ ἀπόστασις, εἰς ἣν ἀναγινώσκομεν ἢ γράφομεν. Ἄλλ' ὁ μὲν μύωψ φέρει διοπτῆρας μετὰ φακῶν ἀποκεντρωτικῶν (ἀμφικοίλων), ὁ δὲ πρεσβύωψ μετὰ φακῶν συγκεντρωτικῶν (ἀμφικύρτων).

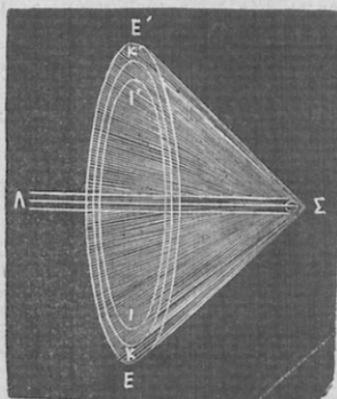
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ.

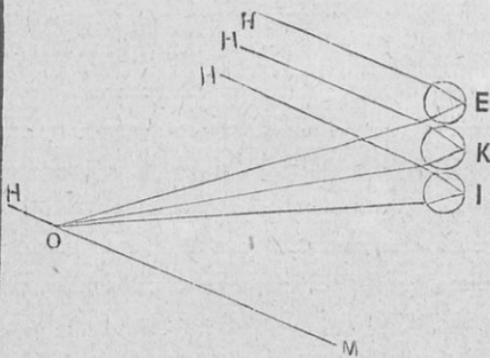
416. **Οὐράνιον τόξον ἢ Ἴρις.** Τὸ μετέωρον τοῦτο προερχόμενον ἔκ τε τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ φωτὸς ἐντὸς μικρῶν ὑδατίνων σταγονιδίων, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ νέφη, ἀποτελεῖ ταινιοειδῆς τόξον φαινομένης ἀκτίνος 40⁰ ἕως 42⁰ κεχρωματισμένον διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, τοῦ ἐρυθροῦ μὲν κειμένου πρὸς τὰ ἔξω, τοῦ ἰοειδοῦς δὲ πρὸς τὰ ἔσω. Τὸ οὐράνιον τόξον ἐμφα-

νίζεται εις πάντα παρατηρητὴν ἰστάμενον μεταξύ νέφους μεταβαλλομένου εις βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ πρέπει ὁ μὲν παρατηρητὴς νὰ στρέφῃ τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἡλίον, τὸ δὲ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψος τοῦ ἡλίου φωτίζοντος τὸ νέφος νὰ μὴ ὑπερβαίῃ τὰς 40 μοίρας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ οὐρανοῦ τόξου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, ἔπεται ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσοῦτον μεγαλύτερον, ὅσω ὁ ἥλιος κεῖται πλησιέστερον τῶν ὀρίζοντι καὶ γίνεται ἴσον πρὸς ἡμιπεριφέρειαν, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα.

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτῖνες Λ (σχ. 320) προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ὑδατίνης σταγόνας Σ , διχθλόμεναι, ἀνακλόμεναι ἀπαξ καὶ πάλιν διαθλόμεναι ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνας 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 λοιποὺς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος $I'\Sigma I$ ὁ ἐντὸς



Σχ. 320.



Σχ. 321.

πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος καὶ ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς 40° ἀποτελεῖται ἐξ ἰσοειδῶν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου $K'\Sigma K$, κεῖνται ἐντὸς τοῦ ἐρυθροῦ κῶνου καὶ περιβάλλουσι τὸν ἰσοειδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενετείρας τῶν κῶνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμέναι ἀκτῖνες οὗσαι πολυπληθέστεραι, ἤτοι πυκνότεραι, καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἴριδος ἀκτῖνες. Ἐστω ω (σχ. 321) ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, HOM ἡ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ EKI σειρὰ σταγόνων κεμένων ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς εὐθείας HOM . Ὁ ὀφθαλμὸς O τοῦ παρατηρητοῦ

δέχεται κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν ΕΟ ἐνεργούς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ σταγὼν Ε εὐρίσκηται εἰς τοιοῦτον ὕψος, ὥστε ἡ γωνία ΕΟΜ νὰ εἶνε ἴση πρὸς 42° , κατὰ δὲ τὴν διεύθυνσιν ΙΟ ἐνεργούς ἰσοειδῆς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ γωνία ΙΟΜ εἶνε ἴση πρὸς 40° , καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΚΟ κίτρινας ἐνεργούς ἀκτῖνας. Ἐὰν νῦν περιστρέψωμεν τὸ σχῆμα ΕΚΙΟ περὶ τὴν ΗΜ ὡς περὶ ἄξονα οὕτως, ὥστε νὰ περιλαβῶμεν πάσας τὰς ὑδατῖνας σταγόννας, ὅσαι εἶνε δυνατὸν νὰ ὑπάρχωσιν ἐπὶ τῆς κυκλοτεροῦς ταύτης ταινίας, ἣν ἡ εὐθεῖα ΕΙ διαγράφει, τότε αἱ μὲν σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον Ε, ἐκπέμπουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας κειμένας ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας ἐχούσης γενέτειραν μὲν τὴν ΕΟ, ἄξονα δὲ τὴν ΟΜ καὶ ἐπομένως γωνίαν κορυφῆς ΜΟΕ ἴσην πρὸς 42° . ὡσαύτως αἱ σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον Ι, θὰ ἐκπέμψωσι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἰσοειδῆς ἀκτῖνας, αἵτινες ἀποτελοῦσι κωνικὴν ἐπιφάνειαν, ἣς ἡ γωνία τῆς κορυφῆς ΙΟΜ εἶνε ἴση πρὸς 40° . Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων κεχρωματισμένων τόξων, τοῦ ἐρυθροῦ ἐξῶθεν καὶ τοῦ ἰσοειδοῦς ἔσωθεν, θὰ κείνται ἄλλα τόξα κεχρωματισμένα διὰ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πάντα δὲ ὁμοῦ ἀποτελοῦσι τὸ ταινιοειδῆς οὐράνιον τόξον. Τὸ φαινόμενον τῆς ἴριδος παράγεται καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης, ἀλλὰ σπανίως, τότε δὲ τὰ χρώματα τοῦ τόξου εἶνε πολὺ ἀμυδρά.

417. **Ἄλως.** Περὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἐμφανίζονται πολλάκις κεχρωματισμένοι κύκλοι ἐρυθροὶ ἐσωτερικῶς, οἵτινες ἔχουσι φαινομένην ἀκτῖνα 22° ἕως 23° καὶ ἐνίοτε περιβάλλονται καὶ ὑπὸ δευτέρου ὁμοίως κεχρωματισμένου κύκλου ἀκτῖνος διπλασίας περίπου τοῦ πρώτου, οὗτινος ὅμως ἐλάχιστα μόνον τμήματα συνήθως ἀναφαίνονται. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλούμενοι ἡλιακὴ ἄλως καὶ σεληνιακὴ ἄλως προέρχονται ἐκ τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν πρισματικῶν παγοκρυσταλλῶν, οἵτινες αἰωρεῦνται ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ.

418 **Στέμματα.** Νέφη ἐξ ὑγροσφαιρίων ἀποτελούμενα διερχόμενα πρὸ τοῦ ἡλίου καὶ μάλιστα πρὸ τῆς σελήνης παράγουσι πολλάκις περὶ αὐτὰ φωτεινοὺς κύκλους ὁμοκέντρους, κεχρωματισμένους, ἐρυθροῦς ἐξωτερικῶς καὶ ἔχοντας φαινομένην ἀκτῖνα πολὺ μικροτέραν τῆς τῆς ἄλως. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦνται στέμματα προερχόμενοι ἐκ τῆς διὰ τῶν ὑγροσφαιρίων τοῦ νέφους διόδου τῶν ἀκτῖνων. Τοιοῦτοι φωτεινοὶ κύκλοι ἐμφανίζονται ὡσαύτως, ὅταν παρατηρῶμεν τὴν φλόγα λαμπάδος δι' ὕαλου, ἐφ' ἧς ἐναποθέτομεν λυκοπόδιον ἢ διὰ τῆς ἀνα-

πνοῆς λεπτότατον στρώμα δρόσου. Τὸ διὰ λεπτῆς κίνεως ἐκτελούμενον πείραμα ἐξηγεῖ τὰ στέμματα, ἅτινα πρρατηροῦνται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον, ὅταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῆται λεπτοτάτηκόνις, ὡς συμβαίνει ἐνίοτε μετ' ἐκρήξεις ἠφαιστείων, ὁπότε τὰ στέμματα εἶνε χαλκόχροα. Ἐπειδὴ δ' ἡ φαινομένη διάμετρος τῶν στεμμάτων ἐλαττοῦται ἀξανομένου τοῦ μεγέθους τῶν ὑγροσφαιρίων καὶ τ' ἀνάπαλιν, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπίκειται βροχή, ὅταν βλέπωμεν ὅτι ἡ διάμετρος αὕτη ἐλαττοῦται.

ΤΕΛΟΣ .

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α'. Εἰσαγωγή	σελ.	1—
» Β'. Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων	»	4—
» Γ'. Περί δυνάμεων καὶ κινήσεως	»	7— 11

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α'. Κατακόρυφος. Βάρος. Κέντρον βάρους	»	19— 25
» Β'. Περί ἰσορροπίας τῶν στερεῶν σωμάτων	»	21— 25
» Γ'. Περί ἀπλῶν μηχανῶν	»	25— 40
» Δ'. Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων. Ἐκκρεμές	»	40— 51

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Κεφ. Α'. Ὑδροστατικὴ ἀρχή. Πίεσεις τῶν ὑγρῶν ἐν ἰσορροπία	»	51— 61
» Β'. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν. Πυκνόμετρα. Ἀραιόμετρα	»	61— 70
» Γ'. Τριχοειδῆ φαινόμενα. Διάχυσις. Διαπίδουσις	»	70— 73

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α'. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. Βαρόμετρα. Ἀερόστατα	»	73— 89
» Β'. Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν ἀερίων δυνάμεως. Μανόμετρα	»	89— 93
» Γ'. Πνευματικαὶ μηχαναί. Σίφων. Ὑδραντλία	»	93— 101



