ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ
ΤΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΝ ΤΩι ΕΘΝΙΚΩι ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΤΟΜΟΣ Β΄

ΔΙΑ ΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗΝ ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΕΝΝΑΤΗ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΙΩΑΝΝΟΥ Ν. ΣΙΔΕΡΗ
46 ΟΔΟΣ ΣΤΑΔΙΟΥ 46 (ΜΕΓΑΡΟΝ ΑΡΣΑΚΕΙΟΥ)
1927

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

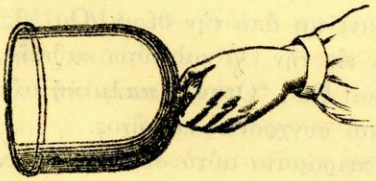
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

Γενικά.

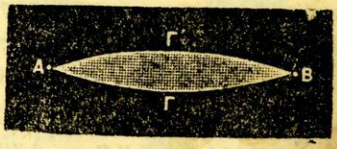
1. Ἦχος.—Ὅταν κτυπῶμεν κώδωνα, χορδὴν κλπ. προκαλεῖται εἰς ἡμᾶς τὸ αἴσθημα τῆς **ἀκοῆς.** Τὸ σίτιον, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὸ αἴσθημα τῆς ἀκοῆς, ὀνομάζεται **ἦχος**. Λέγομεν δὲ ὅτι ὁ κώδων, ἡ χορδὴ παράγουν τότε ἦχον. Τὸ μέρος δὲ τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ ἤχου, ὀνομάζεται ***Ἀκουστική.***

2. Παραγωγὴ τοῦ ἤχου.—ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Ἐὰν ἐγγίσωμεν ἐλαφρῶς μὲ τὸν δάκτυλόν μας οἱονδήποτε σῶμα, π. χ. χορδήν, τὴν στιγμήν, καθ' ἣν παράγει ἦχον, αἰσθανόμεθα ὅτι ὁ δάκτυλός μας κτυπᾶται ἐλαφρῶς καὶ ταχέως ἀπὸ τὴν χορδήν. Ἡ χορδὴ λοιπὸν ἔχει κίνησιν τρομώδη (παλμικήν), ὅταν παράγῃ ἦχον. Ἐὰν μάλιστα πιέσωμεν τὴν χορδήν, ***ἡ παλμικὴ κίνησίς της σταματᾷ καὶ συγχρόνως παύει καὶ ὁ ἦχος.***

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν ἐντὸς κώδωνος ὑαλίνου (σχ. 1) ρίψωμεν ὀλίγην ἄμμον καὶ κατόπιν κτυπήσωμεν αὐτόν, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ἄμμος ἀναπηδᾷ καθ' ὅλον τὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ κώδων παράγει ἦχον. Ἄρα, ὁ κώδων τότε ἔχει παλμικὴν κίνησιν, ἡ ὁποία κάμνει τὴν ἄμμον νὰ ἀναπηδᾷ.

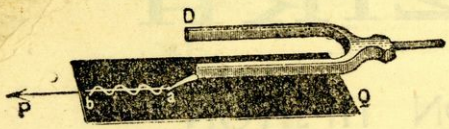


Σχ. 1



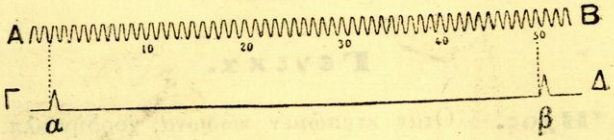
Σχ. 2

ΠΕΙΡΑΜΑ 3. - Μία χορδή, τεντωμένη μεταξὺ δύο σημείων, κινεῖται ταχέως, ὅταν παράγῃ ἦχον, καὶ παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 2), διότι πάλλεται μεταξὺ τῶν δύο θέσεων ΑΓΒ καὶ ΑΓ'Β.



Σχ. 3.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4.—Λαμβάνομεν ὕαλον παραθύρου καὶ τὴν κινοῦμεν ὑπεράνω ἀναμμένου κηρίου τοιουτοτρόπως, ὥστε νὰ παραχθῇ ἐπὶ τῆς ὑάλου λεπτὸν στρῶμα αἰθάλης. Κατόπιν θέτομεν ὑπεράνω τοῦ στρώματος αὐτοῦ ἓν διαπασῶν (¹) (σχ. 3), τὸ ὁποῖον φέρει εἰς τὸ ἓν σκέλος



Σχ. 4.

του μίαν μικρὰν ἀκίδα. Ἡ ἀκὶς αὐτὴ ἐγγίζει τὸ μαῦρον στρῶμα τῆς ὑάλου. Ἐὰν σύρωμεν τὴν ὕαλον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Ρ, ἡ ἀκὶς α γράφει ἐπὶ τῆς αἰθάλης ***γραμμὴν εὐθεῖαν.*** Ἐὰν ὅμως πρῶτον κτυπήσωμεν καὶ κατόπιν σύρωμεν τὴν ὕαλον, παρατηροῦμεν ὅτι παράγεται ἦχος καὶ ἡ ἀκὶς δὲν γράφει πλέον εὐθεῖαν γραμμήν, ἀλλὰ κυματοειδῆ ΑΒ (σχ. 4). Τὸ κυματοειδὲς σχῆμα τῆς γραμμῆς δεικνύει ὅτι τὸ διαπασῶν ***πάλλεται,*** ὅταν παράγῃ ἦχον. Τὸ πείραμα αὐτὸ μᾶς δεικνύει καὶ τὸ εἶδος τῆς κινήσεως τῶν ἠχογόνων σωμάτων.

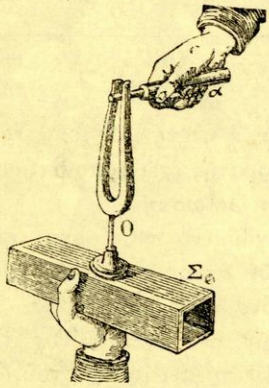
ΠΕΙΡΑΜΑ 5.—Λαμβάνομεν ἔλασμα σιδηροῦν ΟΑ (σχ. 6) καὶ τὸ στερεώνομεν κατακορύφως, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα. Ἐὰν φέρωμεν τὸ ἔλασμα ἀπὸ τὴν θέσιν ΟΑ εἰς τὴν Οα καὶ ἔπειτα τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὸ ἔλασμα κινεῖται ἀπὸ τὴν θέσιν Οα εἰς τὴν Οα' καὶ ἀπὸ αὐτὴν πηγαίνει πάλιν εἰς τὴν Οα καὶ οὕτω καθεξῆς, ἤτοι πάλλεται μεταξὺ τῶν θέσεων Οα καὶ Οα'. Ὅταν ἡ ***παλμικὴ*** αὐτὴ κίνησις γίνῃ ἀρκετὰ ταχεῖα, παράγεται συγχρόνως καὶ ἦχος.

Συμπέρασμα. – Ἀπὸ τὰ πειράματα αὐτὰ συμπεραίνομεν 1ον ὅτι ***τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον παράγει ἦχον, εὑρίσκεται εἰς κίνησιν*** καὶ 2ον ***ὅτι ἡ κίνησις αὐτὴ εἶνε παλμική.***

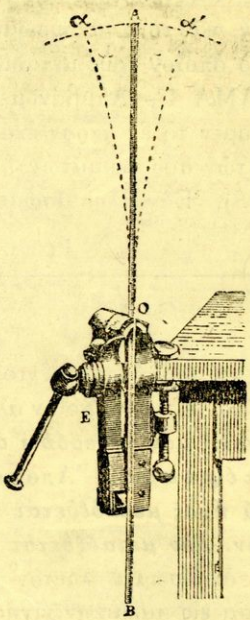
3. Μετάδοσις τοῦ ἤχου.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐντὸς σφαίρας

(1) Τὸ ***διαπασῶν*** εἶνε ὄργανον χρήσιμον εἰς τὴν μουσικὴν καὶ ἀποτελεῖται (σχ. 5) ἀπὸ χαλύβδινον στέλεχος, τὸ ὁποῖον ἔχει σχῆμα πετάλου ἵππου.

φαλίνη (σχ. 7) κρεμῶμεν διὰ κλωστῆς ἕνα κώδωνα. Τὸν ἦχον τοῦ κώδωνος τούτου ἀκούομεν καθαρά, ὅταν κινοῦμεν τὴν σφαῖραν. Ἐὰν



Σχ. 5



Σχ. 6.

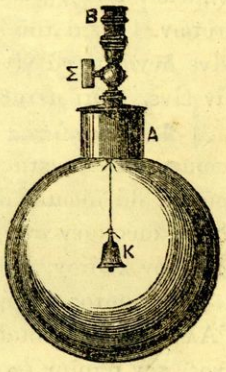
ὅμως ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα ἀπὸ αὐτήν, ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος δὲν ἀκούεται πλέον. Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἀὴρ εἰς τὴν σφαῖραν, ἀκούομεν πάλιν τὸν ἦχον.

Ἄρα, ***ὁ ἦχος μεταδίδεται διὰ τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ δὲν μεταδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ.***

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν ἡ σφαῖρα τοῦ προηγουμένου πειράματος εἶνε πλήρης ὕδατος, ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος ἀκούεται καθαρά.

Ἐπίσης, καθαρὰ ἀκούομεν τὸν ἦχον τῶν χαλίκων, τοὺς ὁποίους κτυπῶμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ ἄλλου ὑγροῦ.

Ὁ ἦχος λοιπὸν μεταδίδεται ὑπὸ τῶν ὑγρῶν.



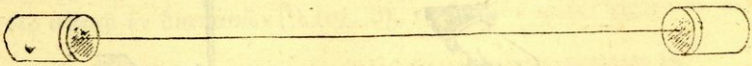
Σχ. 7.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.—Ἐὰν θέσωμεν ὡρολόγιον εἰς τὸ ἓν ἄκρον μακρᾶς ξυλίνης δοκοῦ, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον της τοποθ-

θετήσωμεν τὸ οὖς μας, ἀκούομεν τὸν ἦχον τοῦ ὡρολογίου καθαρά, ἐνῷ διὰ τοῦ ἀέρος δὲν τὸν ἀκούομεν.

Ἐπίσης, τοὺς κρότους ἁμάξης, κινουμένης μακρὰν ἀπὸ ἡμᾶς, ἠμποροῦμεν νὰ τοὺς ἀκούσωμεν, ἐὰν θέσωμεν τὸ οὖς μας ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, τὸ ὁποῖον τοὺς μεταδίδει καλύτερα ἀπὸ τὸν ἀέρα.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4.—Λαμβάνομεν δύο μικροὺς σωλῆνας (καλαμάκια) καὶ καλύπτομεν τὸ ἓν ἄκρον ἑκάστου μὲ δέρμα ἢ χάρτην τεντωμένον. Τὰ κέντρα τῶν δύο δερμάτων ἢ χαρτῶν ἑνώνομεν μὲ κλωστὴν τεντωμένην (σχ. 8). Ἐὰν πλησιάσωμεν τὸ ἄνοιγμα τοῦ ἑνὸς σωλῆνος εἰς τὸ



Σχ. 8.

στόμα μας καὶ ὁμιλήσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ, ἡ φωνή μας ἀκούεται εἰς τὸν ἄλλον σωλῆνα, εἰς τὸν ὁποῖον ἄλλος ἀκροατὴς ἔχει τοποθετήσει τὸ οὖς του. ***Ἡ φωνή μας μετεδόθη ἀπὸ τὴν κλωστήν.***

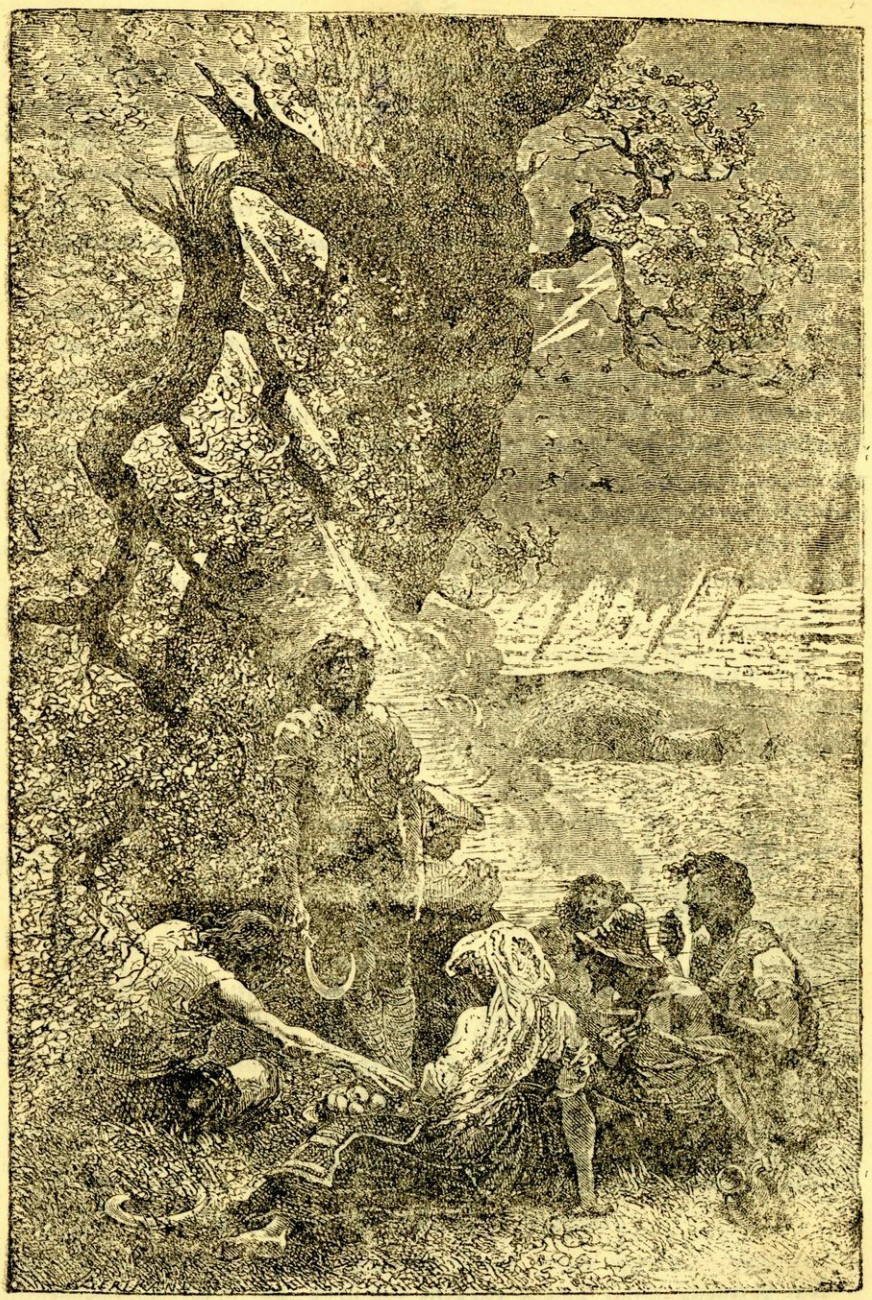
Συμπέρασμα.—Ἀπὸ τὰ προηγούμενα πειράματα, συμπεραίνομεν ὅτι ***ὁ ἦχος μεταδίδεται ὑπὸ τῶν στερεῶν, τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἀερίων. Δὲν μεταδίδεται ὅμως διὰ τοῦ κενοῦ.***

Διὰ νὰ ἀκούσωμεν λοιπὸν ἕνα ἦχον, δὲν ἀρκεῖ μόνον τὸ σῶμα νὰ εὑρίσκεται εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἀλλὰ πρέπει μεταξὺ τοῦ ὠτός μας καὶ τοῦ ἠχογόνου τούτου σώματος νὰ ὑπάρχῃ οὐσία στερεά, ὑγρὰ ἢ ἀέριος, ἡ ὁποία νὰ μεταδώσῃ τὸν ἦχον μέχρις ἡμῶν. Ἐὰν μεταξὺ δύο σημείων ὑπάρχῃ κενόν, τότε ὁ ἦχος δὲν ἠμπορεῖ νὰ διαδοθῇ μεταξὺ αὐτῶν. Οἱ ἐπὶ τοῦ Ἡλίου π. χ. παραγόμενοι κρότοι ἐξ ἐκρήξεων δὲν εἶνε δυνατὸν νὰ γίνουν ἀκουστοὶ εἰς τὴν Γῆν, ὁσονδήποτε ἰσχυροὶ καὶ ἂν εἶνε, διότι μεταξὺ τῶν οὐρανίων τούτων σωμάτων ὑπάρχει κενόν.

4. Ταχύτης τοῦ ἤχου.—ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Ἐὰν παρατηρήσωμεν ἀπὸ ἀρκετὰ μακρὰν ἐργάτην, ὁ ὁποῖος κτυπᾷ μὲ σφυρίον ἓν σῶμα, θὰ ἴδωμεν ὅτι, ἐνῷ τὸ σφυρίον ἐκτύπησε τὸ σῶμα, ἐν τούτοις δὲν ἠκούσαμεν ***συγχρόνως*** κρότον. Ἀλλὰ μετ' ὀλίγον χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, ἐνῷ τὸ σφυρίον ἔχει πλέον ἀνυψωθῇ.

Ὁ κρότος παρήχθη βεβαίως, ὅταν τὸ σφυρίον ἐκτύπησε τὸ σῶμα. Ἀλλ' ἕως ὅτου διαδοθῇ ὁ κρότος μέχρις ἡμῶν, παρῆλθεν ὀλίγος χρόνος, τὸν ὁποῖον ἐχρειάσθη ὁ ἦχος, διὰ νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ ἐργάτου ἕως τὴν θέσιν μας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ὅταν παρατηροῦμεν ἀπὸ μακρὰν πυροβόλον, τὸ ὁποῖον ἐκπυρσοκροτεῖ, πρῶτον βλέπομεν τὴν λάμψιν καὶ κατόπιν



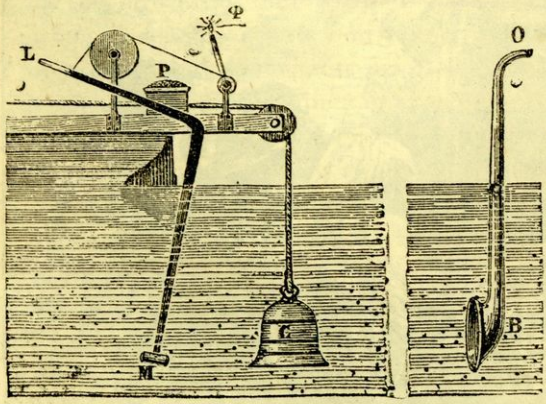
Σχ. 9.— Κατακεραύνωσις θεριστῶν εὑρισκομένων ὑπὸ δένδρον.

ἀκούομεν τὸν κρότον. Ἡ λάμψις καὶ ὁ κρότος παράγονται συγχρόνως, ἀλλὰ τὸ φῶς διαδίδεται πολὺ ταχέως καὶ σχεδὸν ἀμέσως, ἐνῷ ὁ κρότος φθάνει βραδύτερα, ἕνεκα τῆς βραδείας σχετικῶς διαδόσεως τοῦ ἤχου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ὅταν παράγεται ἀστραπή, πρῶτον βλέπομεν τὴν λάμψιν της καὶ κατόπιν ἀκούομεν τὸν κρότον (βροντή).

Ταχύτης τοῦ ἤχου ὀνομάζεται ***τὸ διάστημα, τὸ διανυόμενον ὑπ' αὐτοῦ ἐντὸς ἑνὸς δευτερολέπτου.***

Σ. Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου. — *Ταχύτης εἰς τὸν ἀέρα.* — Πρὸς εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, μία τῶν χρησιμοποιηθεισῶν μεθόδων εἶνε ἡ ἑξῆς: Παρατηρητὴς βλέπει ἀπὸ μακρὰν πυροβόλον ἐκπυρσοκροτοῦν καὶ προσδιορίζει τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος παρέρχεται, ἀφ' ἧς στιγμῆς εἶδε τὴν λαμψιν τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως μέχρι τῆς στιγμῆς, κατὰ τὴν ὁποίαν ἤκουσε τὸν κρότον. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ πυροβόλου εἶνε π. χ. 1020 μέτρων καὶ ὁ προσδιορισθεὶς χρόνος εἶνε 3'', τὸ διανυθὲν ἀπὸ τὸν ἦχον διάστημα εἰς 1'', ἤτοι ἡ ταχύτης του, θὰ εἶνε $\frac{1020}{3}=340$ μέτρα.

Ἀποτελέσματα. — Ἀπὸ ὅλα τὰ γενόμενα πειράματα διὰ διαφόρων μεθόδων, κατεδείχθη, ὅτι ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, ὑπὸ τὰς συνήθεις θερμοκρασίας, δύναται νὰ ληφθῇ ὡς ταχύτης τοῦ ἤχου, κατὰ μέσον ὅρον, 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐὰν εὑρισκώμεθα εἰς ἀπόστασιν 340 μέτρων ἀπό τινος σημείου, ἔνθα παρήχθη ἦχος, ἀκούομεν αὐτὸν ἓν δευτερόλεπτον μετὰ τὴν παραγωγήν του. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις εἶνε 2×340 ἢ 3×340 κλπ. μέτρα, ἀκούομεν τὸν ἦχον μετὰ 2'' ἢ 3'' κλπ.



Σχ. 10

Καὶ γενικῶς, ἐὰν V εἶνε ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου καὶ δ τὸ ὑπὸ τούτου διανυθὲν διάστημα εἰς χρόνον χ, ἔχομεν τὴν σχέσιν δ=V χ

Ἡ ταχύτης ὅμως τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὰ λοιπὰ ἀέρια μεταβάλλεται μετὰ τῶν ὅρων, ὑπὸ τοὺς ὁποίους εὑρίσκονται ταῦτα. Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα :

1ον ***Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀερίου.***

2ον ***Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας.***

Π. χ. εἰς 0° ἡ ταχύτης ἐντὸς ξηροῦ ἀέρος εἶνε 331,4 μέτρα καὶ γίνεται 340 μέτρα περὶ τοὺς 15°

3ον ***Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ἀερίου καὶ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος τούτου.*** — Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐντὸς ἀερίου, τοῦ ὁποίου ἡ πυκνότης εἶνε π. χ ***τετραπλασία*** τῆς πυκνότητος τοῦ ἄλλου ἀερίου (εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν), εἶνε ***δὶς*** μικροτέρα.

Ἡ ταχύτης V ἐντὸς ἑνὸς ἀερίου δίδεται ἀπὸ τὸν ἑπόμενον τύπον τοῦ Νεύτωνος.

$$V = V_0 \sqrt{\frac{1+\alpha\theta}{d}}$$

ὅπου θ εἶνε ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου, α ὁ συντελεστὴς διαστολῆς τῶν ἀερίων, d ἡ πυκνότης τοῦ ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα καὶ V_0 ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὸν ξηρὸν ἀέρα εἰς 0°, ἤτοι V_0=331,4 μέτρα.

Ταχύτης ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. — Κατὰ τὰ πειράματα τῶν Colladon—Sturm, τὰ γενόμενα εἰς τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης εἰς θερμοκρασίαν 8°, 1, ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εὑρέθη ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ 1″. Τὸ σχῆμα 10 καταδεικνύει σαφῶς τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν μέθοδον. Καθ᾽ ἣν στιγμὴν ἀνεφλέγετο διὰ θρυαλλίδος Φ ποσότης τις πυρίτιδος P, ἐτύπτετο συγχρόνως καὶ κώδων C, εὑρισκόμενος ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἀπὸ μακρὰν παρετηρεῖτο ἡ ἀνάφλεξις καὶ προσδιωρίζετο ὁ χρόνος, ὁ παρερχόμενος μεταξὺ τῆς στιγμῆς τῆς ἀναφλέξεως καὶ τῆς στιγμῆς, κατὰ τὴν ὁποίαν ἠκούετο διὰ κέρατος O, βυθισμένου ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος.

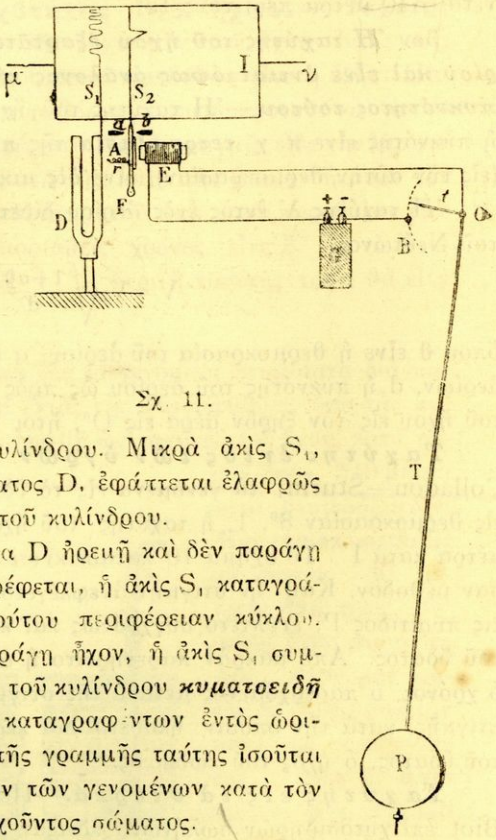
Ταχύτης εἰς τὰ στερεά.—Πειράματα γενόμενα ὑπὸ τοῦ Biot ἐπὶ χυτοσιδηρῶν σωλήνων, ἔδειξαν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε εἰς τὸν χυτοσίδηρον 10 $^1/_2$ φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἐντὸς τοῦ ἀέρος.

Χαρακτῆρες τοῦ ἤχου.

6. Φυσιολογικοὶ χαρακτῆρες τοῦ ἤχου. — Διὰ τῆς αἰσθήσεως τῆς ἀκοῆς, διακρίνομεν τοὺς ἤχους διὰ τριῶν χαρακτήρων, οἱ ὁποῖοι εἶνε τὸ ***ὕψος,*** ἡ ***ἔντασις*** καὶ ἡ ***χροιά.***

Γ. Ὕψος.—Τὸ **ὕψος** εἶνε ὁ φυσιολογικὸς χαρακτήρ, διὰ τοῦ ὁποίου διακρίνονται οἱ ὀξεῖς ἦχοι ἀπὸ τοὺς βαρεῖς. Τὸ οὖς μας διακρίνει εὐκόλως ἐὰν δύο ἦχοι ἔχουν τὸ αὐτὸ ὕψος.

Ἐὰν λάβωμεν διάφορα διαπασῶν καί, διὰ τῆς γραφικῆς μεθόδου, παραβάλωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἐντὸς 1″, θὰ εὕρωμεν ὅτι ***ὁ ἀριθμὸς οὗτος εἶνε τόσον μέγαλύτερος, ὅσον ὁ ἦχος εἶνε ὀξύτερος***. Τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ὀνομάζομεν ***συχνότητα παλμόν.*** Τὴν παραβολὴ καὶ τὸν προσδιορισμὸν τῆς συχνότητος ἠμποροῦμεν νὰ καμωμεν ὡς ἑξῆς:



Σχ. 11.

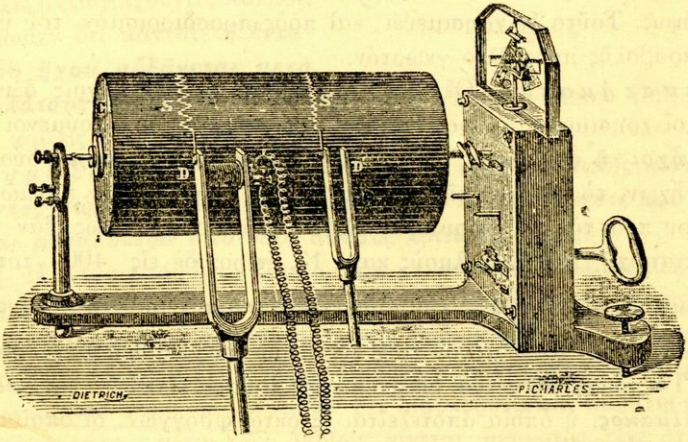
Κύλινδρος I (σχ. 11) κυκαλυμμένος διὰ χάρτου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἔχει τεθῇ αἰθάλη, στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά του μν. Τὸ παλλόμενον σῶμα, π. χ. διαπασῶν D, τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε νὰ πάλλεται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου. Μικρὰ ἀκὶς S_1, προσηρμοσμένη ἐπὶ τοῦ σώματος D, ἐφάπτεται ἐλαφρῶς τῆς ᾠθαλωμένης ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου.

Ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα D ἠρεμῇ καὶ δὲν παράγῃ ἦχον, ὁ δὲ κύλινδρος περιστρέφεται, ἡ ἀκὶς S_1 καταγράφει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τούτου περιφέρειαν κύκλου. Ὅταν ὅμως τὸ σῶμα D παράγῃ ἦχον, ἡ ἀκὶς S_1 συμπάλλεται καὶ καταγράφει ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ***κυματοειδῆ*** γραμμήν. Ὁ ἀριθμὸς τῶν καταγραφέντων ἐντὸς ὡρισμένου χρόνου κυματισμῶν τῆς γραμμῆς ταύτης ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν γενομένων κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον παλμῶν τοῦ ἠχοῦντος σώματος.

Τὸν χρόνον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐξετελέσθησαν οἱ ὑπὸ τῆς κυματοειδοῦς γραμμῆς ὑποδεικνυόμενοι παλμοί, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν ἐπίσης γραφικῶς. Πρὸς τοῦτο τὸ ἐκκρεμὲς ὡρολογίου συνδέεται καταλλήλως μετά τινος ἀκίδος, τὴν ὁποίαν τοποθετοῦμεν ἐπίσης πλησίον τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου καὶ οὕτως, ὥστε τὸ ἄκρον τῆς ἀκίδος νὰ ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τούτου. Ἡ δευτέρα αὕτη ἀκὶς θὰ καταγράψῃ

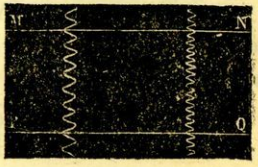
δευτέραν γραμμὴν ΓΔ (σχ. 4) πλησίον τῆς κυματοειδοῦς γραμμῆς ΑΒ. Ἡ γραμμὴ ὅμως τῆς δευτέρας ἀκίδος παρουσιάζει μόνον μικρὰς ἀνωμαλίας α, β..., γινομένας εἰς τὸ τέλος ἑκάστου δευτερολέπτου διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς. Εἶνε νῦν εὐνόητον, ὅτι τὸ μεταξὺ δύο ἀλληλοδιαδόχων ἀνωμαλιῶν οἱωνδήποτε α καὶ β διάστημα ἀντιστοιχεῖ εἰς χρόνον 1″ καὶ περιλαμβάνει ὡρισμένον ἀριθμὸν κυματισμῶν τῆς γραμμῆς ΑΒ τῶν παλμῶν. Π.χ, εἰς τὰς παριστωμένας ὑπὸ *τοῦ σχήματος 4 γραμμὰς ἔχομεν 50 παλμοὺς εἰς 1″*.

Τοιουτοτρόπως εὑρίσκομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν, τῶν



Σχ. 12

ἐκτελουμένων ἐντὸς ὡρισμένου χρόνου ὑπό τινος ἠχογόνου σώματος, π. χ. διαπασῶν. Παραβάλλοντες δὲ τοὺς παλμοὺς διαφόρων διαπασῶν, ἐπαληθεύομεν, ὅτι ὅσον ὀξύτερος εἶνε ὁ ἦχος ἑνὸς ἐξ αὐτῶν, τόσον μεγαλύτερος εἶνε ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν, οὓς τὸ διαπασῶν ἐκτελεῖ ἐντὸς 1″. Τὸ (σχ. 12) παριστᾷ τὴν σύγχρονον διαγραφὴν τῶν κυματοειδῶν γραμμῶν (σχ. 15) ὑπὸ δύο διαπασῶν.



Σχ. 13

Ἀποτελέσματα. — Διὰ τοιούτων πειραμάτων ἐπὶ διαφόρων ἠχογόνων σωμάτων, συνήχθησαν νὰ ἑξῆς:.

1ον. ***Δύο ἦχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἀντιστοιχοῦν πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν συχνότητα οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ἠχογόνον σῶμα.***

2ον. ***Ὅσον ὀξύτερος εἶνε ἦχός τις, τόσον καὶ ἡ συχνότης του εἶνε μεγαλυτέρα.***

Τὸ ὕψος λοιπὸν τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς συχνότητος τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος.

Ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων, ***τὸ ὕψος ἤχου τινὸς χαρακτηρίζεται ὑπὸ τῆς συχνότητός του N*** (ἀριθμὸς παλμῶν εἰς 1″).

Τὸ ἀνθρώπινον οὖς δὲν ἠμπορεῖ νὰ αἰσθανθῇ τοὺς ἤχους τοὺς πέραν ἑνὸς ὀξυτάτου (συχνότητος 38.000 παλμῶν) καὶ τοὺς κάτω ἑνὸς βαρυτάτου (συχνότητος 16 παλμῶν).

Τὸ οὖς διακρίνει μετὰ πολλῆς ἀκριβείας, ἐὰν δύο ἦχοι ἔχουν τὸ αὐτὸ ὕψος. Τοῦτο δὲ χρησιμεύει καὶ πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ ὕψους, διὰ παραβολῆς πρὸς ἄλλο γνωστόν.

Διαστήματα.— Οἱ ἦχοι, ἀπὸ τοῦ βαρυτέρου μέχρις ὀξυτέρου τινός, οἱ χρησιμοποιούμενοι ὑπὸ τῆς μουσικῆς, εἶνε οἱ καλούμενοι ***μουσικοὶ ἦχοι ἢ φθόγγοι.*** Ὀνομάζεται δὲ ***μουσικὸν διάστημα*** δύο μουσικῶν ἤχων, τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου εἰς ἴσους χρόνους. Οὕτως, ἐὰν ἦχός τις ἀντιστοιχῇ εἰς 500 παλμοὺς κατὰ 1″, ἕτερος δὲ εἰς 400, τότε τὸ διάστημα θὰ εἶνε $\frac{5}{4}$. Εἰς τὴν μουσικὴν δὲν μεταχειρίζονται ὅλους τοὺς δυνατοὺς ἤχους, ἀλλὰ μόνον τοὺς εὑρισκομένους εἰς ὡρισμένα διαστήματα. Τὰ πρωτεύοντα τῶν διαστημάτων τούτων εἶνε τὰ τῆς ***μουσικῆς κλίμακος***, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἐξ ὀκτὼ φθόγγων, οἱ ὁποῖοι ὀνομάζονται ***βαθμίδες*** καὶ φέρουν τὰ ὀνόματα do, re, mi, fa, sol, la, si, do, ὁρίζονται δὲ ὑπὸ τῶν διαστημάτων

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

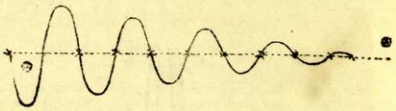
Ταῦτα εἶνε ***οἱ λόγοι τῶν ὑψῶν τῶν βαθμίδων ὡς πρὸς τὸ ὕψος τῆς πρώτης.***

β.″ Ἔντασις. – Δύο ἦχοι, παραγόμενοι διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ παλμῶν, δηλαδὴ ἔχοντες τὸ αὐτὸ ὕψος. δυνατὸν νὰ διαφέρουν κατὰ τὴν ***ἔντασιν,*** ἤτοι ὁ εἷς νὰ εἶνε ἰσχυρότερος τοῦ ἄλλου.

Ἡ ἔντασις μεταβάλλεται ὑπὸ ὅρους, τοὺς ὁποίους θὰ ἐξετάσωμεν.

α′) ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν ἓν σῶμα, π.χ. διαπασῶν, τεθῇ εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ κατόπιν ἀφεθῇ ἐλεύθερον, ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον παράγει, διατηρεῖ μὲν τὸ ὕψος του καθ᾽ ὅλον τὸν χρόνον, καθ᾽ ὃν ἀκούεται, ἀλλ᾽ ἐξασθενίζει ὀλίγον κατ᾽ ὀλίγον, ἤτοι, ὡς λέγομεν, ἡ ***ἔντασίς*** του ἐλαττώνεται καὶ τέλος ὁ ἦχος δὲν ἀκούεται πλέον.

Ἐὰν κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον ἡ ἔντασις τοῦ διαπασῶν ἐλαττώνεται, καταγράφει τοῦτο ἐπὶ ᾠθαλωμένης ἐπιφανείας τὴν κυματοειδῆ γραμμὴν τῶν παλμῶν του, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ***πλάτος*** τῶν παλμῶν βαίνει ἐλαττούμενον (σχ. 14) μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου καὶ τέλος μηδενίζεται μετὰ ταύτης. Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου τοῦ διαπασῶν εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον καὶ ἡ ἐπ' αὐτοῦ κροῦσις, διὰ τῆς ὁποίας ἀναγκάζεται τὸ διαπασῶν νὰ ἠχῇ, εἶνε μεγαλυτέρα. Ἐὰν καταγραφοῦν οἱ εἰς διαφόρους κρούσεις ἀντιστοιχοῦντες παλμοί, θὰ ἴδωμεν ὅτι πάντοτε ***ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου αὐξάνεται μετὰ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν*** τοῦ διαπασῶν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὰ λοιπὰ ἠχογόνα σώματα.

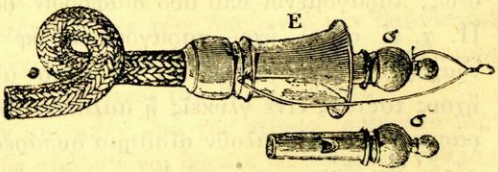


Σχ. 14

Συμπέρασμα. — ***Ὅταν τὸ πλάτος τῆς παλμικῆς κινήσεως ἠχοῦντος σώματος γίνεται μεγαλύτερον καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου γίνεται μεγαλυτέρα ὑπὸ τούς αὐτοὺς λοιποὺς ὅρους.***

β') Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου ἐλαττώνεται καὶ ὅταν ἀπομακρυνώμεθα ἀπὸ τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον παράγει αὐτὸν ἐντὸς ἐλευθέρου ἀέρος οὕτως, ὥστε εἰς ἀρκετὴν ἀπόστασιν δὲν εἶνε μάλιστα ἀκουστὸς ὁ ἦχος. Ὅταν ὅμως ὁ ἦχος δὲν παράγεται ἐντὸς ἀέρος ἐλευθέρου πανταχόθεν, ἀλλὰ μεταδίδεται ἐντὸς τοῦ ἀέρος σωλῆνος, ὅτε δὲν διασκορπίζεται, παρατηροῦμεν, ὅτι αἱ ἀποστάσεις, μέχρι τῶν ὁποίων γίνεται ἀκουστός, εἶνε σχετικῶς μεγάλαι.

Ὁ Biot παρετήρησεν ὅτι, ὁμιλῶν πρὸ τοῦ ἑνὸς ἀνοικτοῦ ἄκρου ὑδραγωγοῦ σωλῆνος, μήκους 951 μέτρων, ἐγίνετο ἀκουστὸς ὑπὸ ἀκροατοῦ, εὑρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σωλῆνος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει εἰς τοὺς ***ἀκουστικοὺς σωλῆνας*** (σχ. 15), οἱ ὁποῖοι εἶνε σωλῆνες, ἀπολήγοντες κατὰ τὰ δύο ἄκρα των εἰς δύο ἐπιστομίδας Ε μετὰ συρικτρῶν σ. Ὁμιλῶν τις πρὸ τῆς ἐπιστομίδος Ε, γίνεται ἀκουστὸς ὑπὸ ἀκροατοῦ, εὑρισκομένου πρὸ τῆς ἐπιστομίδος τοῦ ἑτέρου ἄκρου τοῦ σωλῆνος.

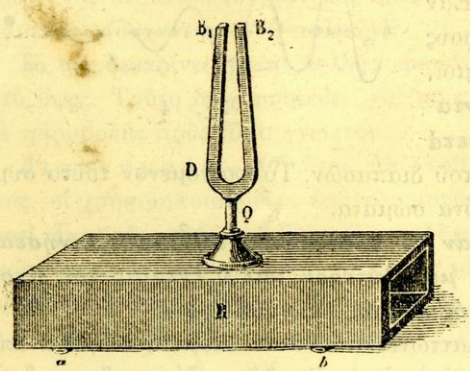


Σχ. 15

γ') Ἐὰν στηρίξωμεν τὴν οὐρὰν τοῦ ἠχοῦντος διαπασῶν ἐπὶ τρα-

πέζη , παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἦχός του γίνεται ἐντατικώτερος. Διότι τότε καὶ ἡ τράπεζα τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν διὰ τῆς οὐρᾶς τοῦ διαπασῶν καὶ ἐνισχύει τὸν ἦχον τούτου. Ὁ ἦχος ὅμως τότε σβύνει ταχέως, ἐνῷ, ὅταν τὸ διαπασῶν δὲν στηρίζεται ἐπὶ τῆς τραπέζης, ἡ παλμικὴ κίνησίς του καὶ ὁ ἦχός του διαρκοῦν ἐπὶ πολὺ περισσότερον χρόνον.

Θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ὅτι ἡ ἐνίσχυσις τοῦ ἤχου εἶνε ἀκόμη μεγαλυτέρα, ἐὰν τὸ διαπασῶν στηριχθῇ (σχ. 16) ἐπὶ σωμάτων ὡρισμένων διαστάσεων, τῶν καλουμένων ***ἀντηχείων***. Τὰ συνήθη ἀντηχεῖα ἀποτελοῦνται ἐκ κιβωτίων R (σχ. 16) ὡρισμένων διαστάσεων. Διὰ τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν μουσικῶν ὀργάνων (τετραχόρδου, κιθάρας), αἱ χορδαί των στηρίζονται ἐπὶ σκαφῶν ἢ ἄλλων καταλλήλων σωμάτων.



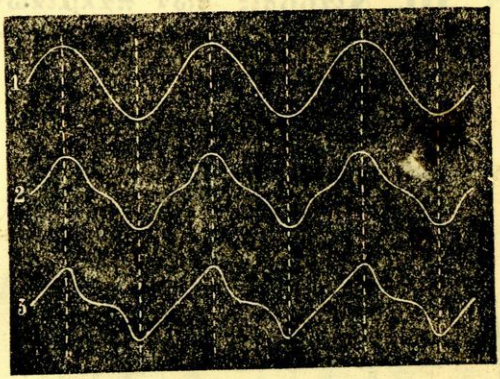
Σχ. 16

δ') Ὁ ἦχος γίνεται ἰσχυρότερος, ὅταν τὸ μέσον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παράγεται ὁ ἦχος, γίνεται πυκνότερον (ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς λοιποὺς ὅρους). Ὁ ἦχος τοῦ ἐντὸς κοίλης ὑαλίνης σφαίρας κώδωνος (σχ, 7) ἐξασθενεῖ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἀραιώνεται ὁ ἀὴρ τῆς σφαίρας. Ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὅρους, ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος εἶνε ἰσχυρότερος, ὅταν ἡ σφαῖρα περιέχῃ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, παρὰ ὅταν περιέχῃ ὑδρογόνον.

9. Χροιά.—Δύο ἦχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως, παραγόμενοι ὑπὸ δύο διαφόρων ὀργάνων, διαφέρουν ἀλλήλων. Π. χ. οἱ αὐτοὶ ἦχοι, παραγόμενοι ὑφ' ἑνὸς πλαγιαύλου καὶ ἑνὸς τετραχόρδου, δὲν προκαλοῦν τὸ αὐτὸ αἴσθημα. Ἄλλοι μὲν ἀπὸ τοὺς ἤχους τούτους εἶνε γλυκεῖς ἢ μαλακοί, ἄλλοι δὲ εἶνε ξηροὶ καὶ διαπεραστικοὶ καὶ προκαλοῦν αἴσθημα δυσάρεστον. Λέγομεν τότε ὅτι οἱ ἦχοι οὗτοι δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν ***χροιὰν ἢ ποιότητα***. Χροιὰ λοιπὸν εἶνε ***ἡ ποιότης, διὰ τῆς ὁποίας διακρίνονται οἱ ἦχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως.***

Ἐὰν καταγράψωμεν ἐπὶ ὑάλου μετὰ αἰθάλης (σχ. 17) τὰς καμπύλας διαφόρων ὀργάνων, τὰ ὁποῖα δίδουν ἦχον τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ἀλλὰ χροιᾶς διαφόρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ καμπύλαι αὐταὶ ἔχουν τὴν ***αὐτὴν περίοδον***, ἀλλὰ ***τὸ σχῆμά των*** εἶνε διάφορον. Τὸ (σχ. 17) πα-

ριστᾷ τρεῖς καμπύλας, 1, 2, 3, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν αὐτὴν περίοδον καὶ τὸ αὐτὸ πλάτος, ἀλλὰ τὸ σχῆμά των εἶνε διάφορον, ἀντιστοιχοῦν δὲ εἰς ἤχους τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ χροιᾶς διαφόρου. Ἐκ τῶν καμπύλων τούτων, ἡ πρώτη εἶναι ἡμιτονοειδὴς καὶ ἀνήκει εἰς ἦχον ξηρόν, ὅπως ὁ τοῦ διαπασῶν. Ὡς εἴδομεν (τόμ 1ος) ἡ κίνησις, ἡ παρέχουσα τὴν καμπύλην αὐτήν, εἶνε ἡ ἁπλῆ ἁρμονική.



Σχ. 17.

Συμπέρασμα. — ***Ἡ χροιὰ ἑνὸς ἤχου ἐξαρτᾶται λοιπὸν ἐκ τοῦ σχήματος τῆς καμπύλης, τὴν ὁποίαν καταγράφει τὸ ἠχοῦν σῶμα.***

Ἁρμονικοί. — Ὀνομάζονται ***ἁρμονικοὶ*** ἑνὸς ἤχου, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος εἶνσι N, οἱ ἦχοι, τῶν ὁποίων τὰ ὕψη εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια τοῦ N. Ἄρα, ἡ σειρὰ τῶν ἁρμονικῶν, περιλαμβανομένου καὶ τοῦ N, ὁ ὁποῖος ὀνομάζεται ***θεμελιώδης***, εἶνε

N, 2N, 3N, 4N, 5N . . . . .

Ἐκ τῆς διὰ διαφόρων μεθόδων γενομένης ἐρεύνης τῶν μουσικῶν ἤχων συνάγονται δύο τινά :

1ον. Ὅτι πᾶς μουσικὸς ἦχος, ἐν γένει, δὲν εἶνε ἁπλοῦς, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν συνυπαρχόντων, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ μὲν βαρύτερος N καλεῖται ***θεμελιώδης*** καὶ ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος πρὸς τὸν ἀρχικὸν μουσικὸν ἦχον, οἱ δὲ λοιποὶ εἶνε οἱ ἁρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους.

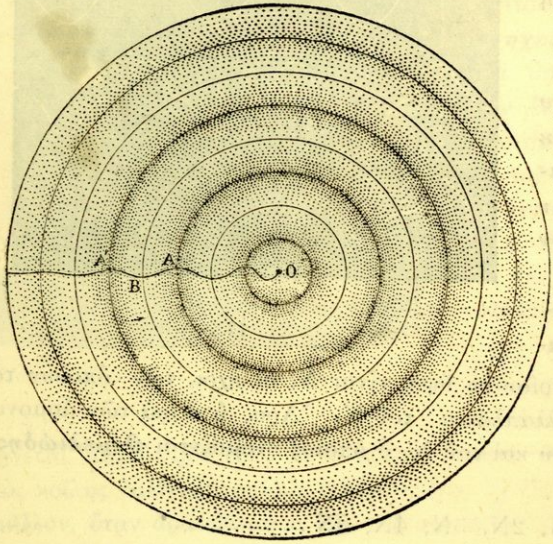
Οἱ ἀσχολούμενοι περὶ τὴν μουσικήν, διὰ τῆς πείρας, φθάνουν εἰς σημεῖον τοιοῦτον, ὥστε τὸ οὖς αὐτῶν εἶναι ἱκανὸν νὰ διακρίνῃ τὴν μὴ ἁπλότητα ἤχου τινός.

2ον. Ἡ χροιὰ ὀφείλεται εἰς τοὺς ἁρμονικούς, οἱ ὁποῖοι συνοδεύουν τὸν θεμελιώδη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Διάδοσις τῶν παλμικῶν κινήσεων

10. Διάδοσις τῶν παλμικῶν κινήσεων. — Ἐὰν ἐπὶ ἠρεμοῦντος ὕδατος λίμνης ρίψωμεν λίθον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι σχηματίζονται ἐπ' αὐτῆς κυμάνσεις (σχ. 18), αἱ ὁποῖαι ἀναχωροῦν ἀπὸ τὸ σημεῖον Ο τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης, ὅπου ἔπεσεν ὁ λίθος, καὶ μεταδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Τὰς μεταδόσεις τῶν παλμικῶν κινήσεων παρατηροῦμεν εἰς τὰ περισσότερα τῶν σωμάτων, ὡς ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι καὶ γενικῶς τὰ ἐλαστικὰ σώματα.



Σχ. 18

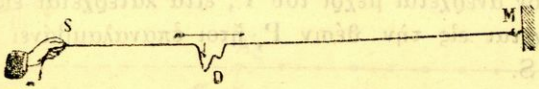
Εἰς τὰ ἑπόμενα θὰ ἐξετάσωμεν τὸν τρόπον τῆς διαδόσεως τῶν παλμικῶν κινήσεων.

Ἐγκάρσιοι παλμοὶ

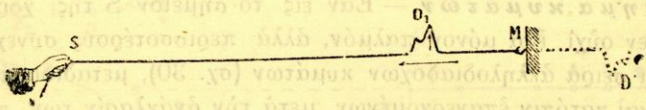
11. Περίπτωσις χορδῆς.—ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἂς λάβωμεν χορδὴν (ἢ σωλῆνα) ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως καί, ἀφοῦ στερεώσωμεν μονίμως ἓν ἄκρον της Μ εἰς τοῖχον (σχ. 19), ἂς τεντώσωμεν αὐτὴν ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον S. Ἐὰν τώρα μεταθέσωμεν ὀλίγον καὶ ἀποτόμως τὸ ἄκρον S ***πρὸς διεύθυσιν κάθετον ἐπὶ τὴν*** SM καὶ ἀμέσως ἐπαναφέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν S, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ χορδὴ παθαίνει εἰς τὸ ἄκρον S ἕνα μετασχηματισμόν. Ἕνεκα ὅμως τῆς ἐλαστικότητος τῆς χορδῆς, τὸ μέρος τοῦτο ἀναλαμβάνει ταχέως τὸ ἀρχικόν

του σχῆμα, μετασχηματίζεται ὅμως τὸ ἑπόμενον τμῆμα τῆς χορδῆς καὶ ὁ μετασχηματισμὸς μεταδίδεται (σχ. 20) κατὰ μῆκος αὐτῆς καὶ προβαίνει πρὸς τὸ σταθερὸν σημεῖον M. Εἰς τὸ σχῆμα 20 ὁ μετασχηματισμὸς οὗτος ἔχει φθάσῃ εἴς τινα θέσιν D. Ἕκαστον σημεῖον D τῆς χορδῆς, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ὁ μετασχηματισμός, ἐπαναλαμβάνει ὁμοίως ὁλόκληρον τὴν ἀρχικὴν κίνησιν τοῦ S, ἡ ὁποία προὐκάλεσε τὸν μετασχηματισμόν, ἤτοι μετατίθεται κατὰ διεύθυνσιν κάθετον ἐπὶ τῆς SM. Ἡ παλμικὴ κίνησις αὕτη καλεῖται ***ἐγκαρσία***, διότι τὰ διάφορα σημεῖα τῆς χορδῆς κινοῦνται καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς SM, κατὰ τὴν ὁποίαν διαδίδεται ἡ κίνησις. Ἐὰν μεταβάλωμεν τὸ πλάτος τῆς ἀρχικῆς κινήσεως τοῦ S, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διάδοσις τῆς κινήσεως κατὰ μῆκος τοῦ SM γίνεται μετὰ τῆς αὐτῆς πάντοτε ταχύτητος.

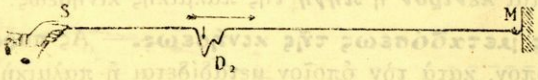
Σχ. 19.



Σχ. 20.



Σχ. 21.



Σχ. 22.

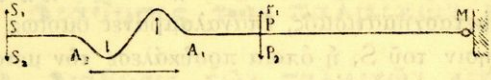
Ἀνάκλασις. — Ἐκτὸς τῆς διαδόσεως τοῦ μετασχηματισμοῦ, παρατηροῦμεν καὶ τὸ ἑξῆς φαινόμενον. Ὁ μετασχηματισμός, ἅμα φθάσῃ εἰς τὸ M, ἀρχίζει ἐπανερχόμενος πρὸς τὸ S, ἤτοι ***ἀνακλᾶται*** (σχ. 21). Ἡ ἐπάνοδος γίνεται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος οὕτως, ὥστε, ἐὰν ἡ χορδὴ ἦτο ἐπιμηκεστέρα, ὁ μετασχηματισμὸς θὰ ἦτο εἰς σημεῖον D′ συμμετρικὸν τοῦ D_1 ὡς πρὸς τὸ M, ἤτοι

$$MD_1 = MD'$$

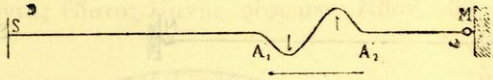
Μετάδοσις κυμάνσεως. — Ἐὰν εἰς τὸ S (σχ. 23) παραγάγωμεν ὁλόκληρον παλμόν, ἤτοι μεταθέσωμεν ὀλίγον τὸ σημεῖον S π. χ. μέχρι τοῦ S_1 καὶ κατόπιν ἀντιθέτως μέχρι τοῦ S_2 καὶ τέλος

τὸ ἐπαναφέρωμεν εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν S, παρατηροῦμεν ὅτι παράγεται μετασχηματισμὸς A_2A_1, ὁ ὁποῖος ὀνομάζεται κῦμα καὶ μεταδίδεται, ὡς καὶ ὁ προηγούμενος, μέχρι τοῦ M καὶ ἐκεῖ ***ἀνακλᾶται*** καὶ ἄρχεται ἐπανερχόμενος πρὸς τὸ S (σχ. 24).

Σχ. 23.



Σχ. 24.



Κατὰ τὴν δίοδον τοῦ κύματος διά τινος σημείου P τῆς χορδῆς, τὸ σημεῖον τοῦτο πρῶτον ἀνέρχεται μέχρι τοῦ P_1 εἶτα κατέρχεται εἰς τὸ P_2 καὶ τέλος ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν P, ἤτοι ἐπαναλαμβάνει τὴν κίνησιν τοῦ σημείου S.

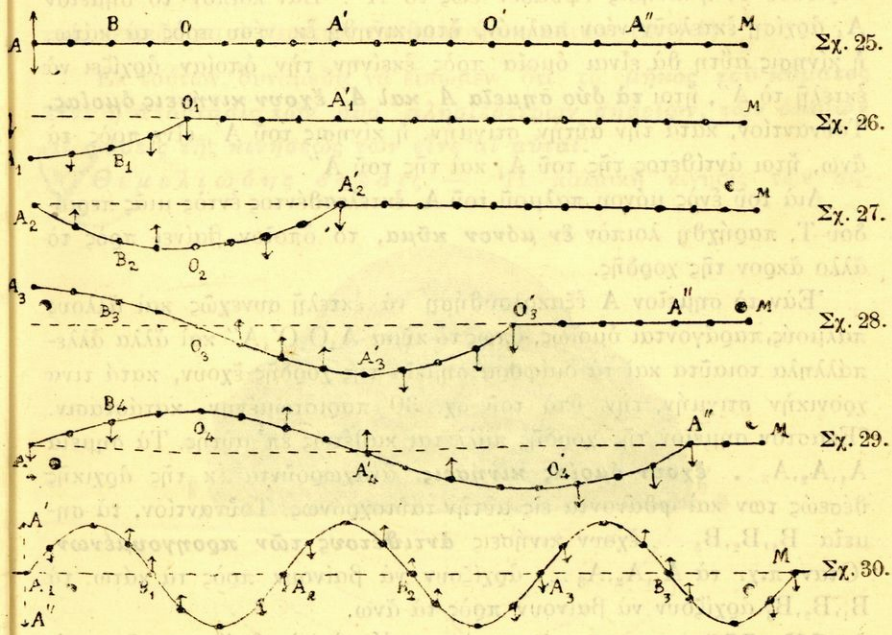
Σύστημα κυμάτων.—Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον S τῆς χορδῆς παραγάγωμεν οὐχὶ ἕνα μόνον παλμόν, ἀλλὰ περισσοτέρους συνεχῶς, σχηματίζεται σειρὰ ἀλληλοδιαδόχων κυμάτων (σχ. 30), μεταδιδομένων πρὸς τὸ M καὶ κατόπιν ἐπανερχομένων, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, πρὸς τὸ S. Τὸ S ὀνομάζεται ***κέντρον*** ἢ ***πηγὴ*** τῆς παλμικῆς κινήσεως.

12. Τρόπος μεταδόσεως τῆς κινήσεως.—Ἂς παρακολουθήσωμεν τὸν τρόπον, κατὰ τὸν ὁποῖον μεταδίδεται ἡ παλμικὴ ἁρμονικὴ κίνησις τοῦ ἀρχικοῦ σημείου (κέντρου) κατὰ μῆκος τῆς χορδῆς. Ἔστω AM (σχ. 25) ἡ χορδή, ἐφ' ἧς ἐσημειώθησαν διὰ τελειῶν τὰ ἀλληλοδιάδοχα αὐτῆς σημεῖα. Θὰ δώσωμεν εἰς τὸ σημεῖον A παλμικὴν κίνησιν κάθετον ἐπὶ τῆς AM καὶ ***περιόδου*** T.

Ἐν πρώτοις, μετακινοῦμεν τὸ σημεῖον A πρὸς τὰ κάτω (σχ. 26), ὅτε καὶ τὰ ἑπόμενα σημεῖα τῆς χορδῆς παρακολουθοῦν ἀλληλοδιαδόχως τὴν κίνησιν τοῦ A. Τοιουτοτρόπως, ὅταν τὸ σημεῖον A, ἐντὸς χρόνου $\frac{T}{4}$, φθάσῃ εἰς τὴν ἀπωτάτην θέσιν A_1 (σχ. 26), ἄλλα σημεῖα τῆς χορδῆς, ὡς τὸ B, θὰ ἔχουν φθάσῃ εἰς τὰς θέσεις B_1 .... Τὸ σημεῖον O_1 μόλις τὴν στιγμὴν ταύτην ἀρχίζει νὰ κινῆται ***πρὸς τὰ κάτω,*** τὰ δὲ λοιπὰ σημεῖα O_1M τῆς χορδῆς δὲν ἔχουν ἀκόμη ἐπηρεασθῇ ἀπὸ τὴν κίνησιν τοῦ A. Τοιουτοτρόπως, εἰς τὸ τέλος τοῦ χρόνου $\frac{T}{2}$, ἡ χορδὴ ἔλαβε τὸ σχῆμα $A_1B_1O_1M$.

Τώρα ἀρχίζει ἐπανερχόμενον τὸ σημεῖον A_1 εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν A_2 (σχ. 27). Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον, τὰ ἑπόμενα μετατεθέντα σημεῖα, ***ἀφοῦ ἀπομακρυνθοῦν ἐκ τῆς ἀρχικῆς των θέσεως, ὅπως***

αὶ τὸ Α, τείνουν ἔπειτα νὰ ἐπανέλθουν εἰς αὐτήν. Τοιουτοτρόπως, ταν τὸ σημεῖον A_1 (σχ. 26) φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν A_2 (σχ. 27), τὸ ἀμέ-ως ἑπόμενον σημεῖον ὀλίγον ἀπέχει τῆς ἀρχικῆς θέσεώς του, τὸ κατό-ιν ἀπέχει περισσότερον καὶ τέλος τὸ O_1 (σχ. 26) τώρα μόλις ἔχει φθάσῃ ἰς τὴν ἀπωτάτην θέσιν O_2 (σχ. 27) καὶ **ἀρχίζει νὰ ἐπιστρέφῃ εἰς**



ἣν θέσιν του. Ἀλλα ὅμως σημεῖα ἀπὸ τοῦ O_2 μέχρι τοῦ A'_2 ἐξα-ολουθοῦν νὰ κινοῦνται πρὸς τὰ κάτω.

Ἐντὸς λοιπὸν χρόνου $\frac{T}{2}$, ἡ χορδὴ ἔλαβε τὸ σχῆμα $A_2O_2A'_2M$ σχ. 27). Εἰς τὴν χορδὴν ταύτην, τὰ σημεῖα τοῦ μὲν τμήματος A_2O_2 ινοῦνται πρὸς τὰ ἄνω διὰ νὰ ἐπανέλθουν εἰς τὰς θέσεις των, τοῦ δὲ μήματος $O_2A'_2$ ***κινοῦνται πρὸς τὰ κάτω***, ἤτοι ἀπομακρύνονται τῆς ρχικῆς των θέσεως, ὅπως δεικνύουν τὰ βέλη τοῦ σχήματος. Τέλος, εἰς ὸ σημεῖον A'_2 μόλις τώρα ἔφθασεν ἡ κίνησις.

Ἀλλὰ τὸ σημεῖον A_2 ἐξακολουθεῖ κινούμενον καὶ βαίνει πρὸς τὴν θέσιν A_3 (σχ. 28). Μετὰ χρόνον $\frac{3T}{4}$, ὅτε φθάνει εἰς τὴν θέσιν A_3, ἡ χορ-δὴ ἔχει σχῆμα $A_3O_3A'_3O'_3M$ καὶ τὰ διάφορα σημεῖά της κινοῦνται

κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν βελῶν των (σχ. 28). Ὅταν δὲ τὸ σημεῖον Α ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς ἀρχικήν του θέσιν A_4 (σχ. 29), ὅτε ἔχει ἐκτελέσῃ ***ἕνα πλήρη παλμὸν*** ἐντὸς χρόνου μιᾶς περιόδου Τ, ἡ χορδὴ θὰ ἔχῃ τὸ ὑπὸ τοῦ σχ. 29 παριστώμενον σχῆμα. Τὸ σημεῖον δὲ Α″ τώρα ***μόλις θὰ κινηθῇ καὶ δὴ πρὸς τὰ κάτω.*** Κατὰ τὴν διάρκειαν λοιπὸν μιᾶς περιόδου Τ, ἡ κίνησις ἔφθασεν ἕως τὸ Α″. Ἐὰν λοιπὸν τὸ σημεῖον A_4 ἀρχίσῃ ἐκτελοῦν νέον παλμόν, ἤτοι κινηθῇ ἐκ νέου πρὸς τὰ κάτω, ἡ κίνησις αὕτη θὰ εἶναι ὁμοία πρὸς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν ἀρχίζει νὰ ἐκτελῇ τὸ Α″, ἤτοι ***τὰ δύο σημεῖα A_4 καὶ Α″ ἔχουν κινήσεις ὁμοίας.*** Τοὐναντίον, κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν, ἡ κίνησις τοῦ A'_4 εἶνε πρὸς τὰ ἄνω, ἤτοι ἀντίθετος τῆς τοῦ A_4 καὶ τῆς τοῦ Α″.

Διὰ τοῦ ἑνὸς μόνου παλμοῦ τοῦ Α, ἐκτελεσθέντος ἐντὸς μιᾶς περιόδου Τ, παρήχθη λοιπὸν ***ἓν μόνον κῦμα,*** τὸ ὁποῖον βαίνει πρὸς τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς χορδῆς.

Ἐὰν τὸ σημεῖον Α ἐξακολουθήσῃ νὰ ἐκτελῇ συνεχῶς καὶ ἄλλους παλμούς, παράγονται ὁμοίως, ὅπως τὸ κῦμα $A_4O_4O'_4A''$ καὶ ἄλλα ἀλλεπάλληλα τοιαῦτα καὶ τὰ διάφορα σημεῖα τῆς χορδῆς ἔχουν, κατά τινα χρονικὴν στιγμήν, τὴν ὑπὸ τοῦ σχ. 30 παριστωμένην κατάστασιν. Ἕκαστον σημεῖον τῆς χορδῆς πάλλεται καθέτως ἐπ' αὐτῆς. Τὰ σημεῖα A_1, A_2, A_3 ... ***ἔχουν ὁμοίας κινήσεις,*** ἀναχωροῦντα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεώς των καὶ φθάνοντα εἰς αὐτὴν ταὐτοχρόνως. Τοὐναντίον, τὰ σημεῖα B_1, B_2, B_3 ... ἔχουν κινήσεις ***ἀντιθέτους τῶν προηγουμένων.*** Ὅταν π.χ. τὰ A_1, A_2, A_3 ... ἀρχίζουν νὰ βαίνουν πρὸς τὰ κάτω. τὰ B_1, B_2, B_3 ἀρχίζουν νὰ βαίνουν πρὸς τὰ ἄνω.

13. Μῆκος τοῦ κύματος. — Κατὰ τὴν διάδοσιν τῆς κινήσεως κατὰ μῆκος τῆς χορδῆς ΑΜ, τὰ μήκη A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4 ... εἶνε ἴσα, ἤτοι

$$A_1A_2 = A_2A_3 = A_3A_4 = \ldots = \text{σταθερὰ } \lambda.$$

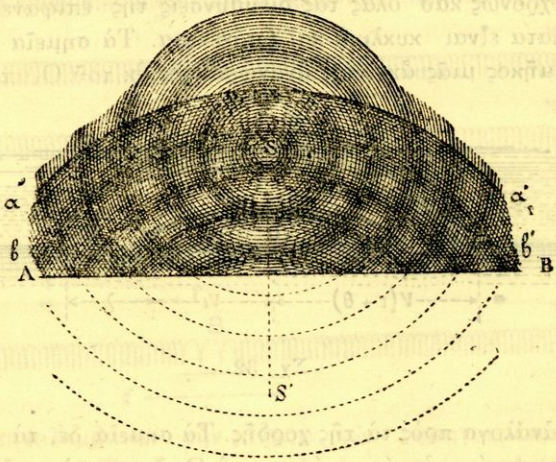
Ἡ σταθερὰ αὕτη ἀπόστασις λ καλεῖται ***μῆκος τοῦ κύματος*** καὶ διανύεται, ὅπως εἴδομεν, ἐντὸς μιᾶς περιόδου Τ. Ἄρα, ***τὸ μῆκος κύματος εἶνε ἡ ἀπόστασις, εἰς τὴν ὁποίαν διαδίδεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἐντὸς μιᾶς περιόδου.***

Ἐκ τοῦ σχήματος βλέπομεν ὅτι σημεῖα, ὅπως τὰ A_1, A_2 ... (σχ. 30), ἐκ τῶν ὁποίων ἕκαστον ἀπέχει τοῦ ἑπομένου κατὰ λ, ἔχουν ὁμοίας κινήσεις. Τοὐναντίον, σημεῖα ὅπως τὸ A_1 καὶ τὸ ἑπόμενόν του B_1, ἀπέχοντα κατὰ $\frac{\lambda}{2}$, ἔχουν κινήσεις ἀντιθέτους, δι' ὃ λέγομεν ὅτι

εὑρίσκονται εἰς **φάσεις** ἀντιθέτους. Καί, γενικῶς, **εἰς φάσεις ὁμοίας εὑρίσκονται** δύο σημεῖα ἀπέχοντα ἀλλήλων κατὰ λ, 2λ, 3λ . . . ,ἤτοι κατ' ἄρτιον ἀριθμὸν ἡμικυμάτων, $2\nu\frac{\lambda}{2}$. Εἰς φάσεις δὲ ἀντιθέτους εὑρίσκονται δύο σημεῖα ἀπέχοντα ἀπ' ἀλλήλων κατὰ $\frac{\lambda}{2}$, $3\frac{\lambda}{2}$, $5\frac{\lambda}{2}$ . . . . καί, γενικῶς κατὰ περιττὸν ἀριθμὸν ἡμικυμάτων $(2\nu+1)\frac{\lambda}{2}$.

Ἐκ τούτων, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ **μῆκος τοῦ κύματος εἶνε ἡ ἀπόστασις τῶν δύο πλησιεστέρων σημείων, τῶν ὁποίων αἱ φάσεις τῆς κινήσεώς των εἶνε αἱ αὐταί.**

Θεμελιώδης σχέσις. — Ἡ παλμικὴ κίνησις τῶν ση-



Σχ. 31

μείων τῆς χορδῆς διαδίδεται κατὰ μῆκος αὐτῆς μετὰ ταχύτητος σταθερᾶς. Ἐὰν λοιπὸν καλέσωμεν V τὴν ταχύτητα ταύτην, θὰ ἔχωμεν

$$\lambda = TV$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης, συμπεραίνομεν ὅτι

1ον. ***Τὸ μῆκος κύματος λ εἶναι ἀνάλογον τῆς περιόδου*** T (διὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα διαδόσεως V). Διὰ μικρῶν περιόδων, ἔχομεν κύματα μικροῦ μήκους καὶ διὰ μεγάλων περιόδων τὰ κύματα εἶνε μεγάλου μήκους.

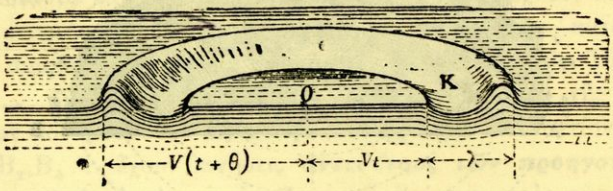
2ον. ***Τὸ μῆκος κύματος εἶνε ἀνάλογον τῆς ταχύτητος διαδόσεως*** V (διὰ τὴν αὐτὴν περίοδον T).

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ N τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ κάθε σημεῖον τῆς χορδῆς ἐντὸς 1 ′ ′, θὰ ἔχωμεν

$$NT = 1 \quad \text{καὶ ἑπομένως } V = N\lambda \quad \text{καὶ } \lambda = \frac{V}{N} \qquad (2)$$

Τὸ N εἶνε ἡ ***συχνότης*** τῆς παλμικῆς κινήσεως.

14. Κυμάνσεις τῶν ὑγρῶν. — Ἡ προηγουμένη παλμικὴ κίνησις διαδίδεται κατὰ μίαν μόνην διεύθυνσιν, ἤτοι κατὰ μῆκος τῆς χορδῆς. Αἱ κυμάνσεις ὅμως, αἱ παραγόμεναι ἐπὶ τοῦ ὕδατος π. χ. λίμνης (σχ. 18) ἀποτελοῦν παράδειγμα, κατὰ τὸ ὁποῖον ἡ διάδοσις τῆς κινήσεως τοῦ σημείου O, εἰς τὸ ὁποῖον ἔπεσεν ὁ λίθος, γίνεται ταὐτοχρόνως καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος· τὰ κύματα εἶναι κυκλικὰ καὶ ὁμόκεντρα. Τὰ σημεῖα τὰ εὑρισκόμενα κατὰ μῆκος μιᾶς ἀκτῖνος, ἀναχωρούσης ἐκ τοῦ O, παρουσιάζουν



Σχ. 32

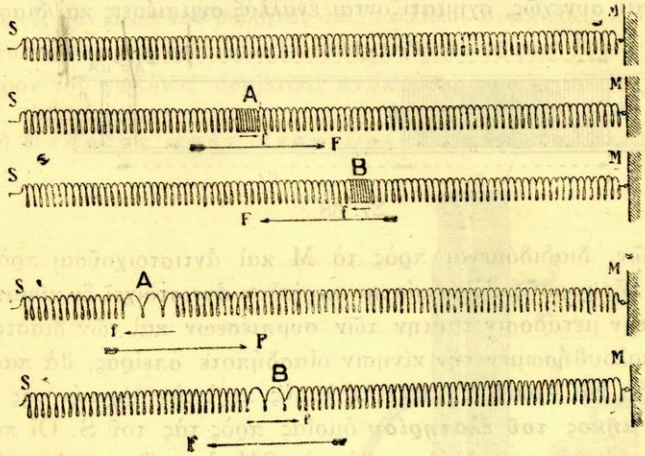
φαινόμενα ἀνάλογα πρὸς τὰ τῆς χορδῆς. Τὰ σημεῖα δέ, τὰ εὑρισκόμενα ἐπὶ μιᾶς περιφερείας, ἐχούσης κέντρον τὸ O, ἔχουν τὴν αὐτὴν κίνησιν. Εἰς τὸ σχ. 32 παρίσταται ἓν καὶ μόνον κῦμα, παραχθὲν ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ κέντρου O.

Ἀνάκλασις. — Καὶ αἱ κυμάνσεις αὐταί, ὅπως δεικνύει τὸ πείραμα, ἀνακλῶνται, ὅταν συναντήσουν κώλυμά τι, π. χ. στερεὰν ἐπιφάνειαν κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς μεταδόσεώς των. Εἰς τὸ (σχ. 31) ὁ λίθος ἔπεσεν εἰς τὸ σημεῖον S καὶ παρήχθησαν τὰ κύματα παρίσταται δὲ καὶ ἡ ἀνάκλασις τῶν κυμάτων τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AB. Τὰ ἀνακλώμενα κύματα εἶνε τὰ αα′, ββ′ . . . καὶ ἐπανέρχονται πρὸς τὸ S, ὡς ἐὰν προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου S′, συμμετρικοῦ τοῦ S ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον AB.

Ἐπιμήκεις παλμοί.

15. Περίπτωσις ἐλατηρίου.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν ἐλατήριόν τι ἐκ χάλυβος SM (σχ. 33), ἀποτελούμενον ἐκ σπειρῶν καί, ἀφοῦ στερεώσωμεν μονίμως ἓν τῶν ἄκρων του M, τείνομεν τὸ ἐλατήριον διὰ τοῦ ἄλλου ἄκρου του S.

Ἐὰν κατόπιν ***συμπιέσωμεν*** τὰς εἰς τὸ ἄκρον S σπείρας καὶ ἔπειτα ἀφήσωμεν αὐτὰς ἀποτόμως ἐλευθέρας, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ σπεῖραι αὐταὶ διαστέλλονται, διὰ νὰ ἀναλάβουν τὴν ἀρχικήν των κατάστασιν. Ταυτοχρόνως ὅμως, κατὰ τὴν διαστολήν των, πιέζουν τὰς ἑπομένας, αἱ



Σχ. 33.
Σχ. 34.
Σχ. 35.
Σχ. 36.
Σχ. 37.

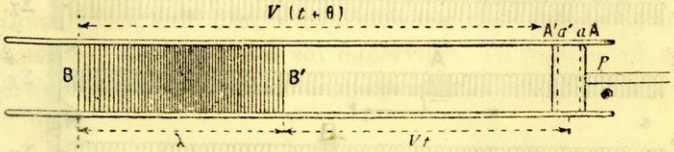
ὁποῖαι ἐπαναλαμβάνουν τὴν κίνησιν τῶν προηγουμένων καὶ πιέζουν τὰς κατόπιν των. Τοιουτοτρόπως, ἡ μὲν ***συμπίεσις*** A (σχ. 34) διαδίδεται περαιτέρω καὶ προβαίνει πρὸς τὸ σταθερὸν σημεῖον M. Ἑκάστη σπεῖρα ἐκ τῶν συμπιεσθεισῶν ***κινεῖται*** ὀλίγον κατὰ τὴν διεύθυνσιν SM καὶ τοιουτοτρόπως συμπιέζονται αἱ ἑπόμεναι σπεῖραι. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο M, ἡ συμπίεσις ἀνακλᾶται καὶ ἐπανέρχεται (σχ. 35) πρὸς τὸ S, ὅπου ἀνακλᾶται ἐκ νέου καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τὸ πείραμα ἠμπορεῖ νὰ γίνῃ καὶ ἄλλως. Ἀντὶ νὰ συμπιέσωμεν τὰς σπείρας τοῦ ἄκρου S, τοὐναντίον, ἀπομακρύνομεν ἀπ' ἀλλήλων ταύτας οὕτως, ὥστε ἀντὶ συμπιέσεως νὰ παραχθῇ ***διαστολὴ*** αὐτῶν εἰς τὸ S (σχ. 36). Ἐὰν ἀφήσωμεν κατόπιν ἀποτόμως τὰς διασταλείσας σπείρας, θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἡ διαστολὴ διαδίδεται ὅπως καὶ ἡ προηγουμένη συμπίεσις καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ἑκάστη σπεῖρα ἀπὸ τὰς διασταλείσας κινεῖται ὀλίγον πρὸς τὰ ἀριστερὰ κατὰ τὴν διεύθυνσιν MS

καὶ τοιουτοτρόπως παράγεται ἡ διαστολὴ τῶν ἑπομένων σπειρῶν.

Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην παρατηρεῖται ἀνάκλασις (σχ. 37) εἰς τὸ ἄκρον M.

Διάδοσις κυμάνσεων. - Ἐὰν εἰς τὸ S παραγάγωμεν ὁλόκληρον ἁρμονικὸν παλμόν, ἤτοι μεταθέσωμεν ὀλίγον τὸ S ***κατὰ τὴν διεύθυνσιν*** SM καὶ κατόπιν ἐπαναφέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν, θὰ ἴδωμεν ὅτι σχηματίζεται μία συμπίεσις, ἀκολουθουμένη ἀμέσως ὑπὸ μιᾶς διαστολῆς· τὸ σύνολον τοῦτο τῆς συμπιέσεως καὶ τῆς διαστολῆς ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ***κῦμα,*** τὸ παραχθὲν δι' ἑνὸς ἐγκαρσίου παλμοῦ τῆς χορδῆς. Ἐὰν δὲ ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ S ἐπαναληφθῇ πολλάκις καὶ συνεχῶς, σχηματίζονται ἐναλλὰξ συμπιέσεις καὶ διαστολαὶ



Σχ. 38.

τῶν σπειρῶν, διαδιδόμεναι πρὸς τὸ M καὶ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς τὰς κυμάνσεις τῆς χορδῆς. Εἰς ἑκάστην περίοδον ἀντιστοιχεῖ ἓν κῦμα.

Κατὰ τὴν μετάδοσιν ταύτην τῶν συμπιέσεων καὶ τῶν διαστολῶν, ἐὰν παρακολουθήσωμεν τὴν κίνησιν οἱασδήποτε σπείρας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κάθε σπεῖρα ἐκτελεῖ παλμοὺς περὶ τὴν ἀρχικήν της θέσιν καὶ ***κατὰ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου*** ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ S. Οἱ παλμοὶ οὗτοι, οἱ γινόμενοι παραλλήλως πρὸς τὴν SM, ὀνομάζονται ***ἐπιμήκεις.***

Μῆκος τοῦ κύματος — Τὸ μῆκος τοῦ κύματος ὁρίζεται καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τοῦ ἐλατηρίου, ὅπως καὶ διὰ τὴν χορδήν. Δύο σημεῖα, ἀπέχοντα κατὰ ἓν κῦμα λ, ἔχουν εἰς οἱανδήποτε στιγμὴν κινήσεις ὁμοίας, ἤτοι εὑρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν φάσιν. Τοὐναντίον, δύο σημεῖα, ἀπέχοντα κατὰ $\frac{\lambda}{2}$, ἔχουν κινήσεις ἀντιθέτους. Ἔχομεν ἐπίσης τὰς σχέσεις

$$\lambda = TV \text{ καὶ } V = N\lambda.$$

16. Τρόπος διαδόσεως τῶν παλμῶν εἰς τὸν ἀέρα. — Ἡ διάδοσις τῶν ἐπιμήκων παλμῶν εἰς τὸν ἀέρα γίνεται, ὅπως θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, κατὰ τρόπον ἀνάλογον πρὸς τὸν τοῦ ἐλατηρίου. Ἔστω AB (σχ. 38) σωλὴν μέγας πλήρης ἀέρος καὶ p ἐμβολεύς. Ἐὰν τὸν ἐμβολέα ὠθήσωμεν ἀποτόμως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, τὸ στρῶμα τοῦ ἀέρος, τὸ εὑρισκόμενον ὄπισθεν τοῦ ἐμβολέως, θὰ συμπιεσθῇ. Ἡ συμπίεσις αὕτη

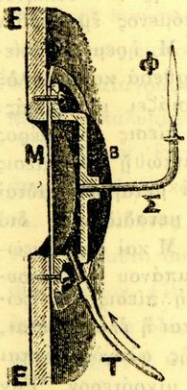
διαδίδεται κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τούτου.

Τοὐναντίον, ἐὰν σύρωμεν ἀποτόμως πρὸς τὰ ἐκτὸς τὸν ἐμβολέα, σχηματίζεται ***διαστολή,*** ἡ ὁποία διαδίδεται ὅπως καὶ ἡ συμπίεσις.

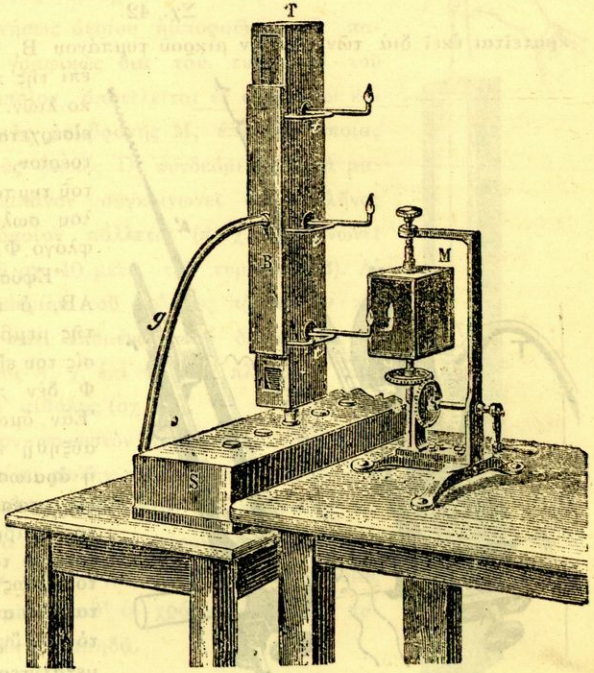
Σχ. 39

Ἐὰν δὲ ὁ ἐμβολεὺς ἐκτελέσῃ ἕνα ἢ περισσοτέρους παλμούς, σχηματίζονται εἰς τὸν ἀέρα τοῦ σωλῆνος ἀλλεπάλληλοι συμπιέσεις καὶ διαστολαὶ (συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις), ὅπως δεικνύει τὸ (σχ. 39). Εἰς τὸ ἄλλο δὲ ἄκρον τοῦ σωλῆνος συμβαίνει ***ἀνάκλασις*** τῶν κυμάτων [1].

(1) ***Μέθοδος πρὸς ἀναγνώρισιν τῆς παλμικῆς κινή-***



Σχ. 40.

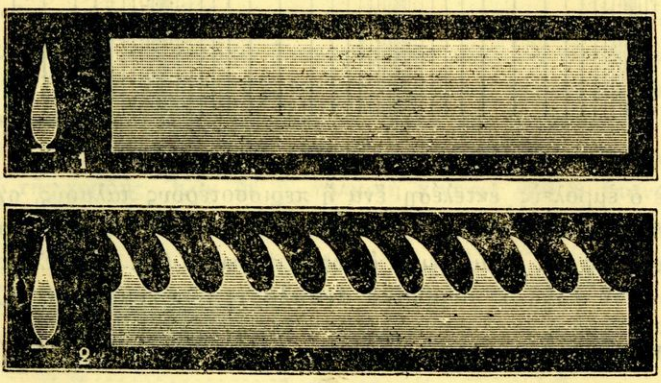


Σχ. 41.

σεως ἀερίων.—1. Τὰ παλμικὰ φαινόμενα τοῦ ἀέρος τοῦ σωλῆνος AB δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν διὰ τῆς ἑπομένης μεθόδου τοῦ Koenig. Ἐπὶ

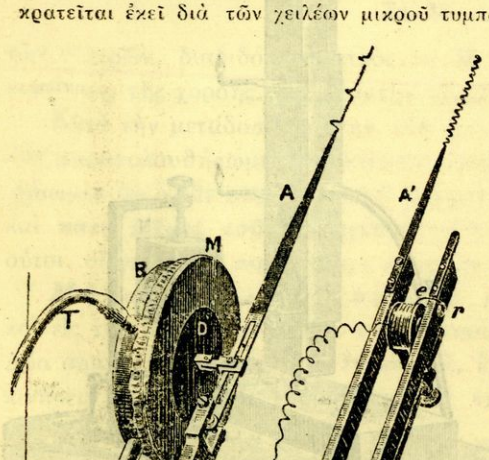
Ὅταν σῶμά τι, π. χ. κώδων (σχ, 45), παράγῃ ἦχον, τὸ σῶμα τοῦτο

τῆς παρειᾶς Ε (σχ. 40) τοῦ σωλῆνος ἀνοίγομεν ὀπήν, τὴν ὁποίαν κλείομεν μὲ λεπτὴν ἐλαστικὴν μεμβράνην Μ ὀλίγον τεταμένην. Ἡ μεμβράνη αὐτὴ συγ-



Σχ. 42.

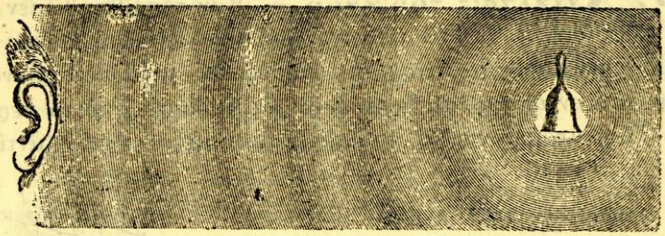
κρατεῖται ἐκεῖ διὰ τῶν χειλέων μικροῦ τυμπάνου Β, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς παρειᾶς τοῦ σωλῆνος διὰ κολλιῶν. Ἐντὸς τοῦ τυμπάνου εἰσέρχεται διὰ σωλῆνος Τ φωτοέριον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ τυμπάνου εἰς τὸν ἀέρα δι' ἄλλου σωλῆνος Σ καὶ δίδει τὴν φλόγα Φ.



Σχ. 43.

Ἐφόσον ὁ ἀὴρ τοῦ σωλῆνος ΑΒ, ὁ εὑρισκόμενος ἔμπροσθεν τῆς μεμβράνης Μ, ἠρεμεῖ, ἡ πίεσίς του εἶνε σταθερὰ καὶ ἡ φλὸξ Φ δὲν παρουσιάζει μεταβολάς. Ἐὰν ὅμως ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος αὐξηθῇ ἢ ἐλαττωθῇ (συμπίεσις ἢ ἀραίωσις) αἱ μεταβολαὶ αὐταὶ τῆς πιέσεως μεταδίδονται διὰ τῆς μεμβράνης Μ καὶ εἰς τὸ φωταέριον τοῦ τυμπάνου Β Τοιουτοτρόπως καὶ ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου αὐξάνεται ἢ ἐλαττώνεται, τὸ δὲ ὕψος τῆς φλογὸς γίνεται μεταλύτερον ἢ μικρότερον. Ἐὰν δὲ θέσωμεν ἐνώπιον τῆς φλογὸς περιστρεφόμενον κάτοπτρον Μ (σχ. 41), βλέπομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὴν φλόγα εἰς ὅλας τὰς ἀλληλοδιαδόχους θέσεις της. Καὶ ἂν μὲν ὁ ἀὴρ δὲν πάλλεται,

εὑρίσκεται, ὡς εἴδομεν, εἰς παλμικὴν κίνησιν. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ περιβάλλων τὸ ἠχοῦν σῶμα ἀήρ, τυπτόμενος ὑπ' αὐτοῦ, τίθεται ἐπί-



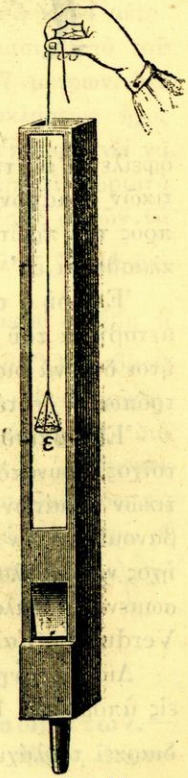
Σχ. 45

σης εἰς κίνησιν καὶ σχηματίζονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἀνάλογοι κυμάνσεις.

βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου φωτεινὴν ταινίαν τοῦ αὐτοῦ πλάτους (Ι σχ. 42), ἐὰν δὲ ὁ ἀὴρ πάλλεται, ἡ φωτεινὴ ταινία παρουσιάζει ἀλλεπαλλήλους γλώσσας (ΙΙ σχ. 42).

2. Τὰς παλμικὰς κινήσεις ἀερίου ἠμποροῦμεν νὰ παρακολουθήσωμεν καὶ γραφικῶς διὰ τοῦ τυμπάνου τοῦ Marey (σχ. 43), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐξ ἀργιλλίου καὶ καλύπτεται ὑπὸ ἐλαστικῆς μεμβράνης Μ, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἔχει προσκολληθῇ μικρὸς δίσκος D, συνδεόμενος μετὰ μακροῦ δείκτου Α, Τὸ τύμπανον συγκοινωνεῖ διὰ σωλῆνος μετὰ τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον πάλλεται (π. χ. συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ σωλῆνος Τ τοῦ σχ. 40 μετὰ τοῦ τυμπάνου Β). Αἱ παλμικαὶ κινήσεις τοῦ ἀερίου τοῦ σωλῆνος προκαλοῦν κινήσεις τοῦ δίσκου D καί, ἑπομένως, τοῦ δείκτου Α, ὁ ὁποῖος καταγράφει αὐτάς π. χ. ἐπὶ ὑαλίνης πλακὸς ἢ τυμπάνου κεκαλυμμένου δι' αἰθάλης (σχ. 12).

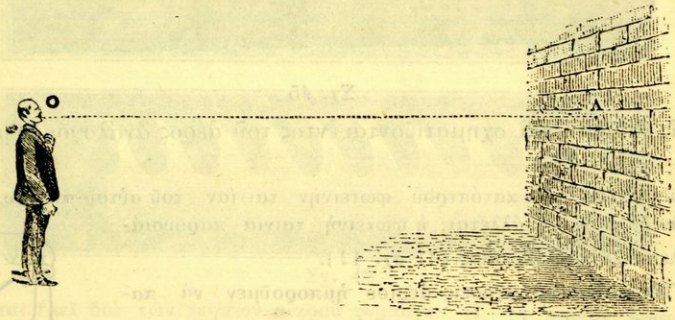
3. Ὅταν ἓν ὄργανον πνευστὸν (εὐθύαυλος, σωλῆνες ἁρμονίου κλπ.) καὶ ἐν γένει σωλήν τις παράγῃ ἦχον, ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τούτου ἀὴρ εὑρίσκεται εἰς παλμικὴν κίνησιν. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν, εἰσάγοντες ἐντὸς τοῦ σωλῆνος (σχ. 44) δίσκον ε ἐκ μεμβράνης, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἔχομεν θέσῃ ὀλίγην ἄμμον. Καθ' ὃν χρόνον ὁ σωλὴν παράγει ἦχον, ἡ ἄμμος αὕτη ἀναπηδᾷ.



Σχ. 44

αἱ ὁποῖαι προχωροῦν καὶ φθάνουν μέχρι τοῦ ὠτός μας, ἐντὸς τοῦ ὁποίου προκαλοῦν τὸ αἴσθημα τῆς ἀκοῆς.

17. Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου. — Ἐὰν τοποθετηθῶμεν εἰς ὀρκετὴν ἀπόστασιν, π. χ. 170 μέτρων, ἀπό τινος ὑψηλοῦ τοίχου (σχ 46) καὶ ἐκβάλωμεν κραυγήν τινα, θὰ ἀκούσωμεν μετά τινα χρόνον τὴν κραυγὴν ταύτην ***ἐπαναλαμβανομένην*** καὶ μάλιστα ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ τοίχου. Τὸ φαινόμενον αὐτό, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται ***ἠχώ*** (ἀντίλαλος).



Σχ. 46

ὀφείλεται εἰς τὴν ἐξ ***ἀνακλάσεως*** ἐπὶ τοῦ τοίχου ***ἐπάνοδον*** τῶν ἠχητικῶν κυμάτων τῆς κραυγῆς. Δηλαδή, ἡ δευτέρα κραυγὴ εἶνε ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν πρώτην, ἡ ὁποία, προχωρήσασα μέχρι τοῦ τοίχου καὶ ἀνακλασθεῖσα ἐπ' αὐτοῦ, ἐπέστρεψε.

Ἐπειδὴ ὁ τοῖχος Α ἀπέχει τοῦ Ο κατὰ 170 μέτρα, ὁ ἦχος διὰ νὰ μετσβῇ ἐκ τοῦ Ο μέχρι τοῦ τοίχου καὶ νὰ ἐπιστρέψῃ πάλιν εἰς τὸ Ο, ἤτοι διὰ νὰ διανύσῃ 170+170=340 μέτρα χρειάζεται 1″. Τοισυτοτρόπως ἡ δευτέρα κραυγὴ ἀκούεται ἓν δευτερόλεπτον μετὰ τὴν πρώτην.

Ἐὰν ὄπισθεν τῆς θέσεώς μας Ο (σχ. 46) ὑπάρχῃ καὶ δεύτερος τοῖχος, δυνατὸν νὰ γίνῃ ἐπὶ τούτου καὶ ἄλλη ἀνάκλασις τῶν ἠχητικῶν κυμάτων, ἐκ τῆς ἐπανόδου τῶν ὁποίων νὰ ἀκούσωμεν ἐπαναλαμβανομένην τὴν κραυγὴν διὰ δευτέραν φοράν. Δυνατὸν μάλιστα ὁ αὐτὸς ἦχος νὰ ἀνακλασθῇ διαδοχικῶς τρίς, τετράκις κλπ. καὶ νὰ τὸν ἀκούσωμεν ἐπαναλαμβανόμενον τρίς, τετράκις κλπ. Π. χ. ἡ ἠχὼ τοῦ Verdun ἐν Γαλλίᾳ εἶναι δωκεκαπλῆ.

Διὰ νὰ γίνῃ ἡ ἠχώ, πρέπει ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια νὰ εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 17 ***τοὐλάχιστον*** μέτρων. Διότι τὸ αἴσθημα τοῦ ἤχου διαρκεῖ τοὐλάχιστον $\frac{1''}{10}$. Ἐπειδὴ δέ, κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο τοῦ χρόνουὁ

ἦχος διανύει 34 μέτρα περίπου, πᾶς παρατηρητής, εὑρισκόμενος εἰς ἀπόστασιν μεγαλυτέραν τῶν 17 μέτρων ἀπὸ τῆς ἀνακλώσης ἐπιφανείας, θὰ δεχθῇ τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἐπιστρέφοντα ἦχον μετὰ τὴν ἐξάλειψιν τοῦ ἐκ τοῦ ἀπ᾽ εὐθείας ἤχου αἰσθήματος καί, ἑπομένως, δὲν θὰ συγχίσῃ αὐτὸν μετὰ τοῦ ἀπ᾽ εὐθείας.

Διὰ τοὺς ἐνάρθρους ἤχους, ἀπαιτεῖται ἀπόστασις τοὐλάχιστον διπλασία, ἤτοι 34 μέτρων. Καὶ τοῦτο, διότι δὲν δύναταί τις νὰ ἀκούσῃ εὐκρινῶς πλέον τῶν πέντε συλλαβῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἐκ τούτων ἕπεται, ὅτι ἡ εὐκρίνεια τῆς ἠχοῦς λέξεώς τινος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συλλαβῶν ταύτης. Ἐὰν ὁμιλοῦμεν ὑψηλοφώνως ἐνώπιον τοῦ τοίχου, ἀπέχοντος 34 μέτρα, ἡ ἠχὼ θὰ ἐπαναλάβῃ εὐκρινῶς μόνον τὴν τελευταίαν συλλαβήν. Ἐὰν ὁ τοῖχος ἀπέχῃ δίς, τρὶς κλπ. 34 μέτρα, ἡ ἠχὼ θὰ ἐπαναλάβῃ δύο, τρεῖς κλπ. ἀλληλοδιαδόχους συλλαβάς. Διὰ νὰ ἀκούσωμεν ἀκεραίαν καὶ εὐκρινῶς τὴν ἠχὼ π.χ. πεντασυλλάβου λέξεως, τὴν ὁποίαν ἐκφωνοῦμεν ἐντὸς 1″, πρέπει νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ κωλύματος ἀνωτέραν τῶν 5 × 34 μέτρ.

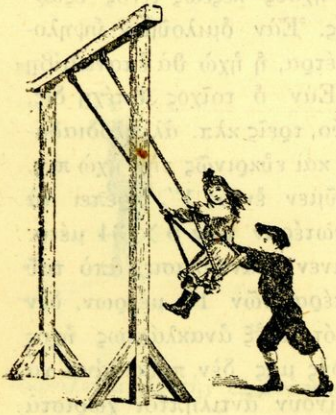
Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου, ὅπου ἔγινεν ἡ ἀνάκλασις, ἀπὸ τοῦ σημείου, ὅπου παρήχθη ὁ ἦχος, εἶνε μικροτέρα τῶν 17 μέτρων, δὲν ἀκούομεν πλέον καθαρὰ δὶς τὸν ἦχον, διότι ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχος φθάνει ἀμέσως μετὰ τὸν πρῶτον, τὸ δὲ οὖς μας δὲν προφθάνει νὰ τοὺς ἀντιληφθῇ καλῶς χωριστά. Διὰ νὰ γίνουν ἀντιληπτοὶ χωριστὰ δύο βραχύτατοι κατὰ τὴν διάρκειαν ἦχοι, πρέπει ὁ εἷς ἐξ αὐτῶν νὰ φθάσῃ $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου τοὐλάχιστον μετὰ τὸν ἄλλον. Ἀλλὰ διὰ νὰ φθάσῃ ὁ ἀνακλασθεὶς μετὰ $\frac{1''}{10}$, πρέπει τὸ μέρος, ὅπου συνέβη ἡ ἀνάκλασις, νὰ εἶνε ἀρκετὰ μακρὰν (τοὐλάχιστον 17 μέτρα). Ὅταν ὅμως εὑρισκώμεθα ἐντὸς οἰκοδομημάτων, σπηλαίων κτλ. ἐπειδὴ οἱ τοῖχοι, ἐπὶ τῶν ὁποίων ὁ ἦχος ἀνακλᾶται, δὲν εὑρίσκονται μακρὰν ἡμῶν, διὰ τοῦτο δὲν ἀκούομεν τοὺς ἀνακλωμένους ἤχους χωριστά. Ἀκούομεν ὅμως τὸν παραγόμενον ἦχον ἰσχυρότερον καὶ διαρκέστερον, διότι εἰς τὸ οὖς μας φθάνουν σχεδὸν συγχρόνως καὶ οἱ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχοι, οἱ ὁποῖοι ἐνισχύουν τὸν πρῶτον. Τοῦτο ὀνομάζεται ***ἀντήχησις***.

Συντονισμός.

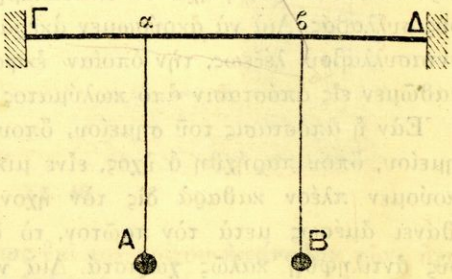
18. Ἀμοιβαία ἐπίδρασις παλλομένων σωμάτων. — ***Αἰώρα***. — Ἡ ***αἰώρα*** (σχ. 47), ἡ ὁποία φέρει μικρὰν κόρην, ἀποτε-

λεῖ ἐκκρεμές, ἀρχίζει δὲ νὰ κινῆται διὰ τῶν ὠθήσεων δευτέρου παιδίου. Ὅταν ἡ αἰώρα φθάνῃ εἰς τὸ τέλος μιᾶς πλήρους αἰωρήσεως, τὸ δεύτερον παιδίον δίδει καὶ νέαν ὤθησιν εἰς τὴν αἰώραν, ἤτοι ἐνεργεῖ ἐπὶ ταύτης ***περιοδικῶς*** καὶ μάλιστα ***ὑπὸ τὴν αὐτὴν περίοδον, ὑπὸ τὴν ὁποίαν κινεῖται ἡ αἰώρα.*** Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς τοιαύτης ἐπιδράσεως τοῦ παιδίου εἶνε τὸ ὅτι τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως τῆς αἰώρας αὐξάνεται εἰς ἑκάστην ὤθησιν,

Εἰς τὴν αἰώραν αὐτήν, αἱ ***αἰωρήσεις*** της καὶ αἱ ***ὠθήσεις*** τοῦ



Σχ. 47



Σχ. 48

παιδίου ἔχουν τὴν αὐτὴν περίοδον, λέγομεν δὲ ὅτι εἶνε ***σύγχρονοι*** κα ὅτι ὑπάρχει ***συντονισμὸς*** τῆς αἰώρας ὡς πρὸς τὴν ὤθησιν.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν ἐκ τεντωμένου νήματος ΓΔ (σχ. 48) κρεμάσωμεν δύο ἐκκρεμῆ Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὸ αὐτὸ μῆκος καὶ ἑπομένως ***τὴν αὐτὴν περίοδον***, κατόπιν δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ ἓν ἀπὸ τὰ δύο ἐκκρεμῆ νὰ ἀρχίσῃ αἰωρούμενον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι μετ' ὀλίγον καὶ τὸ δεύτερον ἐκκρεμὲς ἀρχίζει νὰ αἰωρῆται ὑπὸ πλάτος, τὸ ὁποῖον ὀλίγον κατ' ὀλίγον αὐξάνεται. Ἡ κίνησις αὐτὴ τοῦ δευτέρου ἐκκρεμοῦς προῆλθεν ἀπὸ τὰς περιοδικὰς κινήσεις τοῦ πρώτου ἐκκρεμοῦς, αἱ ὁποῖαι μετεδόθησαν εἰς τὸ δεύτερον ὑπὸ τοῦ νήματος αβ καὶ τοῦ ἀέρος.

Ὁ προηγούμενος συγχρονισμὸς τῶν δύο ἐκκρεμῶν δὲν παράγεται, ***ἐὰν αἱ περίοδοί των διαφέρουν αἰσθητῶς*** (τὰ μήκη των διάφορα). Τὸ πρῶτον ἐκκρεμὲς ὀνομάζεται ***διεγέρτης*** καὶ τὸ δεύτερον ***δέκτης.***

Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν τὰ ἑξῆς :

1ον. ***Ὅταν ἓν σῶμα (διεγέρτης) πάλλεται, αἱ περιοδικαὶ κινήσεις του εἶνε δυνατὸν νὰ μεταδοθοῦν διὰ τῶν πέριξ ἐλαστικῶν***

σωμάτων καὶ νὰ θέσουν εἰς παλμικὴν κίνησιν ἄλλο γειτονικὸν σῶμα (δέκτης), τὸ ὁποῖον δύναται νὰ πάλλεται ***συγχρόνως*** μετὰ τοῦ πρώτου σώματος. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ὠνομάσθη ***συντονισμός***.

2ον ***Ὁ συντονισμὸς ἐπιτυγχάνεται, ὅταν ἡ περίοδος τοῦ διεγέρτου εἶνε ἴση πρὸς τὴν περίοδον, τὴν ὁποίαν ἠμπορεῖ νὰ ἔχῃ ὁ δέκτης*** (ἤτοι ὅταν ὑπάρχῃ συγχρονισμὸς μεταξὺ διεγέρτου καὶ δέκτου) ἢ ***διαφέρει ὀλίγον αὐτῆς***.

Τὸ φαινόμενον τοῦ συντονισμοῦ εἶναι σπουδαιότατον καὶ ἠμπορεῖ νὰ διατυπωθῇ καὶ ὡς ἑξῆς:

Πᾶν σῶμα ἀπορροφᾷ τοὺς παλμούς, τοὺς ὁποίους ἠμπορεῖ νὰ ἐκπέμψῃ.

Παραδείγματα.—Αἱ βάσεις τῶν μηχανῶν ἔχουν ἐλαστικότητα καὶ ἠμποροῦν νὰ ἔχουν ἰδικήν των περίοδον. Ἀλλ' αἱ μηχαναί ἐπειδὴ ἔχουν ὄργανα, τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦν περιοδικὰς κινήσεις (σφόνδυλοι, ἔμβολα κλπ.), παράγουν κρούσεις περιοδικάς, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται εἰς τὰς βάσεις καὶ τὸ ἔδαφος. Ἐὰν αἱ περίοδοι αὐταὶ τῆς βάσεως καὶ τῆς μηχανῆς δὲν διαφέρουν ἀρκετά, οἱ παλμοὶ τῆς βάσεως λαμβάνουν ὑπερβολικὸν πλάτος, τὸ ὁποῖον ἠμπορεῖ νὰ βλάψῃ τὴν μηχανὴν καὶ τὸ κτίριον. Παρόμοιόν τι δυνατὸν νὰ συμβῇ καὶ εἰς τὰ πλοῖα διὰ τῶν μηχανῶν των.

19. Ὁ συντονισμὸς εἰς τὴν ἀκουστικήν. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.—1ον Ἐὰν πλησίον ἑνὸς διαπασῶν ἠρεμοῦντος τεθῇ δεύτερον ἠχοῦν, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ πρῶτον ἀρχίζει νὰ ἠχῇ. Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει, ἐὰν τὰ δύο διαπασῶν ἔχουν περιόδους λίαν διαφόρους, ἤτοι ἐὰν οἱ ἦχοι, τοὺς ὁποίους ἀποδίδουν, εἶναι λίαν διάφοροι.

2ον Ἐὰν ἐντὸς κλειδοκυμβάλου παραχθῇ εἷς ἦχος π. χ. διὰ διαπασῶν, ἡ χορδὴ τοῦ κλειδοκυμβάλου, ἡ ὁποία ἠμπορεῖ νὰ ἀποδώσῃ τὸν ἦχον αὐτόν, τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ παράγει ἐπ' αὐτῆς τὸν ἦχον, χωρὶς νὰ κρουσθῇ.

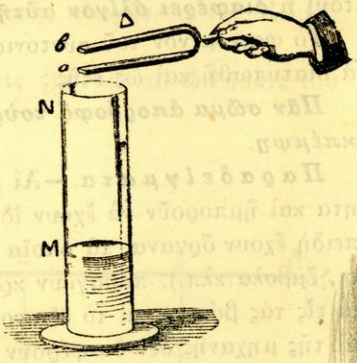
Καὶ εἰς τὰς δύο προηγουμένας περιπτώσεις, τὸ ἠχοῦν διαπασῶν προεκάλεσε τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἀέρος, ἤτοι κυμάνσεις τούτου. Αἱ κυμάνσεις αὐταὶ τοῦ ἀέρος, συναντήσασαι τὸ δεύτερον διαπασῶν ἢ τὴν χορδὴν τοῦ κλειδοκυμβάλου, ἐξηνάγκασαν αὐτὰ νὰ πάλλωνται καὶ νὰ ἠχοῦν.

Ἐὰν ἐντὸς τοῦ κλειδοκυμβάλου παραγάγωμεν ἀλληλοδιαδόχως τοὺς φθόγγους τῆς μουσικῆς κλίμακος, ἀκούομεν αὐτοὺς ἀποδιδομένους θαυμασίως ὑπὸ τῶν ἀντιστοιχουσῶν χορδῶν αὐτοῦ.

3ον Φιάλη ὑαλίνη ἀποδίδει ἦχον, ὅταν ἐμφυσῶμεν, π. χ. διὰ τοῦ

στόματος, ρεῦμα ἀέρος ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ στομίου της. Ἐὰν πλησιάσωμεν διαπασῶν ἠχοῦν εἰς τὸ στόμιον τῆς φιάλης ταύτης (σχ. 49), παρατηροῦμεν ὅτι ***ὁ ἦχος τοῦ διαπασῶν ἐνισχύεται, ὅταν εἶνε τοῦ αὐτοῦ ὕψους πρὸς τὸν ἦχον, τὸν ὁποῖον ἀποδίδει ἡ φιάλη.***

Ἐὰν ρίψωμεν τότε ἀρκετὸν ὕδωρ ἐντὸς τῆς φιάλης, ὁ ἦχος τοῦ διαπασῶν δὲν ἐνισχύεται πλέον. Ἀλλὰ καὶ ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον ἀποδίδει τότε ἡ φιάλη, ὅταν ἐμφυσῶμεν ρεῦμα ἀέρος ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ στομίου της, εἶνε διάφορος ἐκείνου, τὸν ὁποῖον ἀπέδιδεν ἄνευ ὕδατος. Ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ ὕδατος, ὁ ὄγκος τοῦ ἐντὸς τῆς φιάλης ἀέρος ἠλαττώθη καὶ ἔχει περίοδον διάφορον τοῦ διαπασῶν.



Σχ. 49.

Τὰ φαινόμενα λοιπὸν τοῦ συντονισμοῦ εἶνε πολὺ ἐνδιαφέροντα εἰς τὴν ἀκουστικήν. ***Οἱ ἠχητικοὶ παλμοὶ διαδίδονται δι' ὅλων τῶν ἐλαστικῶν μέσων, στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων, καί, ἐπιδρῶντες ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἰδικήν των περίοδον, ἥτις εἶνε ἴση πρὸς τὴν περίοδον τῶν ἐπιδρώντων παλμῶν ἢ δὲν διαφέρει πολὺ ταύτης, προκαλοῦν τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν σωμάτων.***

20. Ἁπλοὶ ἦχοι καὶ ἀντηχεῖα. — ***Οἱ ἦχοι, οἱ παραγόμενοι ὑπὸ ἁπλῶν ἁρμονικῶν κινήσεων,*** ὀνομάζονται ***ἁπλοῖ.*** — Διὰ τῆς γραφικῆς μεθόδου (σχ. 3), οἱ ἁπλοῖ ἦχοι δίδουν καμπύλας ἡμιτονοειδεῖς,

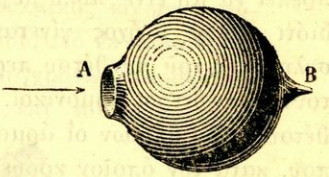
Ἡ χροιὰ τῶν ἁπλῶν ἤχων εἶνε μὲν μαλακὴ καὶ οὐχὶ διαπεραστική, ἀλλὰ κωφὴ καὶ ἄχαρις, ἔχουσα κάτι τι τὸ ζοφῶδες καὶ μελαγχολικόν, Ἀπὸ μουσικῆς ἀπόψεως, οἱ ἁπλοῖ ἦχοι, ἂν καὶ εὐάρεστοι, δὲν εἶνε δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθοῦν συνεχῶς, φαίνονται δὲ βαρύτεροι παρ' ὅ,τι πράγματι εἶνε.

Ἡ χροιὰ ὅλων τῶν ἁπλῶν ἤχων εἶνε ἡ αὐτή, οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον τοὺς παράγει. Τοιουτοτρόπως, ***οἱ ἁπλοῖ ἦχοι διαφέρουν μεταξύ των μόνον κατὰ τὸ ὕψος καὶ τὴν ἔντασιν.***

Ἀντηχεῖα. — Ὀνομάζεται ***ἀντηχεῖον*** πᾶν σῶμα, τὸ ὁποῖο ἠμπορεῖ νὰ τεθῇ εἰς παλμικὴν κίνησιν (διεγείρεται) ***ὑπὸ ἑνὸς καὶ μ***

νου ἁπλοῦ ἤχου ὡρισμένου ὕψους καί, ἑπομένως, ***ἠμπορεῖ νὰ ἐνισχύσῃ διὰ συντονισμοῦ μόνον τὸν ἦχον τοῦτον.*** Εἰς ἕκαστον λοιπὸν ἀντηχεῖον, ἀντιστοιχεῖ ὡρισμένος ἁπλοῦς ἦχος.

Τοιαῦτα εἶνε τὰ ἀντηχεῖα τοῦ Helmholtz (σχ. 50), τὰ ὁποῖα εἶνε κοῖλαι σφαῖραι ἐκ λεπτοῦ μετάλλου ἢ ὑάλιναι, ἔχουσαι ὀπὰς A καὶ B, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ B φέρει μικρὸν κωνικὸν σωλῆνα. Τὸ ἠχοῦν σῶμα τοποθετεῖται ἐνώπιον τῆς ὀπῆς A, εἰς δὲ τὴν ὀπὴν B πλησιάζομεν τὸ οὖς μας. Ἀντηχεῖον τοιοῦτον ἐνισχύει πρακτικῶς ἕνα καὶ μόνον ἁπλοῦν ἦχον, ὁ ὁποῖος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαμέτρου τῆς σφαίρας καὶ εἶνε τόσον βαρύτερος, ὅσον ἡ διάμετρος εἶνε μεγαλυτέρα.



Σχ. 50

21. Ἦχοι σύνθετοι καὶ ἀνάλυσις αὐτῶν. — Εἷς ἦχος ὀνομάζεται ***σύνθετος,*** ὅταν διεγείρῃ περισσότερα τοῦ ἑνὸς διάφορα ἀντηχεῖα. Οἱ ἁπλοῖ ἦχοι οἱ ἀντιστοιχοῦντες εἰς τὰ διεγειρόμενα αὐτὰ ἀντηχεῖα, εἶνε οἱ ***συνιστῶντες*** τὸν σύνθετον ἦχον. Ἐκ τῶν συνιστώντων ἤχων, ὁ μὲν βαρύτερος ὀνομάζεται ***θεμελιώδης,*** οἱ δὲ ἄλλοι εἶνε οἱ ***δευτερεύοντες*** ἢ ***μερικοί.***

Ἐὰν διὰ τῆς γραφικῆς μεθόδου λάβωμεν τὴν καμπύλην ἑνὸς συνθέτου ἤχου, εὑρίσκομεν ὅτι αὕτη δὲν εἶνε ἡμιτονοειδής, ἠμπορεῖ ὅμως νὰ εἶνε ἄλλη καμπύλη ***περιοδική*** (2 καὶ 3 σχ. 17) ἢ ***μὴ περιοδική.*** Περιοδικὰς καμπύλας δίδουν οἱ ἦχοι τῶν μουσικῶν ὀργάνων.

Τὸ οὖς τοῦ ἀνθρώπου ἔχει τὴν σπουδαιοτάτην ἰδιότητα νὰ ἀναγνωρίζῃ, ἐὰν εἷς ἦχος εἶνε ἁπλοῦς ἢ σύνθετος. Οὖς ***ἐξησκημένον*** ἠμπορεῖ, ἄνευ τῆς βοηθείας ὀργάνου, νὰ ἀποσυνθέσῃ ἕνα ἦχον εἰς σειρὰν ἁπλῶν ἤχων, οἱ ὁποῖοι εἶνε αὐτοὶ οἱ ὑπὸ τῶν ἀντηχείων ὑποδεικνυόμενοι. Δηλαδή, τὸ οὖς, ὅπως ἀντιλαμβάνεται χωριστὰ τοὺς ἤχους, οἱ ὁποῖοι παράγονται συγχρόνως ὑπὸ διαφόρων ὀργάνων, ὁμοίως ἠμπορεῖ νὰ ἀντιληφθῇ χωριστὰ καὶ τοὺς ἁπλοῦς ἤχους, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται εἷς σύνθετος, παραγόμενος π.χ. ἀπὸ μίαν μόνην χορδήν.

Διὰ τῶν γενομένων πειραμάτων, ἀπεδείχθη ὅτι μουσικὰ ὄργανα (χορδαί, ἠχητικοὶ σωλῆνες κλπ.) ἀποδίδουν ***συνθέτους ἤχους περιοδικούς,*** τῶν ὁποίων ὅλοι οἱ μερικοὶ ἦχοι εἶνε ***ἁρμονικοὶ*** τοῦ θεμελιώδους. Τοὐναντίον, τὰ τύμπανα, τὰ κύμβαλα, τὸ τρίγωνον καί, ἐν γένει, αἱ πλάκες καὶ αἱ μεμβράναι ἀποδίδουν συνθέτους ἤχους ***μὴ περιοδικούς,*** τῶν ὁποίων οἱ μερικοὶ ἦχοι δὲν εἶνε ἁρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους.

Ὅπως εἴδομεν, ὅλοι οἱ ἁπλοῖ ἦχοι ἔχουν τὴν ἰδίαν χροιάν. Τοῦτο

δὲν συμβαίνει εἰς τοὺς συνθέτους ἤχους, οἱ ὁποῖοι διακρίνονται μεταξύ των ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μερικῶν ἤχων των καὶ τῆς σχετικῆς ἐντάσεως ὅλων τῶν ἤχων των. Ἐπὶ τούτου βασίζεται ἡ ἐξήγησις τῆς διαφορᾶς τῶν **χροιῶν** τῶν ἤχων.

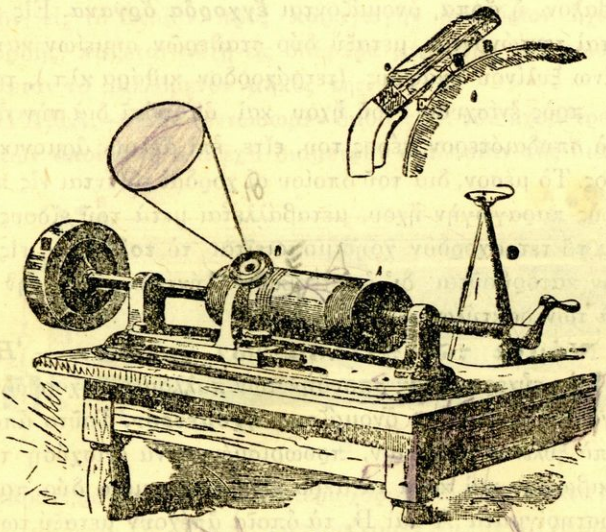
Οἱ σύνθετοι περιοδικοὶ ἦχοι εἶνε ἐξαιρετικῶς μουσικοί, πληρέστεροι καὶ μᾶλλον εὐάρεστοι τῶν ἁπλῶν ἤχων. Ἡ ἔντασις τῶν ἁρμονικῶν πρέπει νὰ μὴ εἶνε πολὺ μεγάλη σχετικῶς πρὸς τὴν τοῦ θεμελιώδους, διότι ἄλλως ὁ ἦχος γίνεται σκληρὸς καὶ διαπεραστικός. Γενικῶς, ἡ σκληρότης τοῦ συνθέτου περιοδικοῦ ἤχου αὐξάνεται, ἐφόσον ἐπικρατοῦν οἱ ἀνώτεροι ἁρμονικοί. Τὰ ἔγχορδα ὄργανα παρέχουν ἤχους συνθέτους, τῶν ὁποίων οἱ ἁρμονικοὶ καὶ ἡ χροιὰ ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ τρόπου, κατὰ τὸν ὁποῖον κρούεται ἡ χορδή. Π. χ. εἰς τὸ κλειδοκύμβαλον, ἡ κροῦσις τῶν χορδῶν ἐπιζητεῖται νὰ γίνῃ τοιουτοτρόπως, ὥστε νὰ προκαλῆται ἡ παραγωγὴ τῶν κατωτέρων ἁρμονικῶν καὶ νὰ παρεμποδίζεται ἡ τῶν ἀνωτέρων. Ἡ ἀνθρωπίνη φωνὴ ὀφείλει τὴν ὡραιότητά της εἰς τὸν πλοῦτον τῶν κατωτέρων ἁρμονικῶν της. Ἡ φύσις τῶν ἁπλῶν ἤχων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται οἱ μουσικοὶ ἦχοι, μᾶς ἐξηγεῖ τὸν μουσικὸν χαρακτῆρα τούτων, ὅστις ὀφείλεται εἰς τοὺς οὐχὶ πολὺ ὑψηλοὺς ἁρμονικοὺς τοῦ θεμελιώδους.

Ἀπὸ τὰ προηγούμενα, συμπεραίνομεν λοιπόν, ὅτι γενικῶς ***εἷς ἦχος, παραγόμενος ἀπὸ μουσικὸν ὄργανον, δὲν εἶνε ἁπλοῦς, ἀλλὰ συνοδεύεται ὑπὸ μερικῶν, οἱ ὁποῖοι εἶνε ἁρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους. Ἡ χροιὰ τοῦ μουσικοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς τάξεως καὶ τῆς ἐντάσεως τῶν ἁρμονικῶν τούτων.*** Τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ τῆς ἀναλύσεως τῶν ἤχων ἐπιβεβαιώνονται καὶ ὑπὸ τῆς ἀντιθέτου μεθόδου, κατὰ τὴν ὁποίαν ***ἠμποροῦμεν νὰ δώσωμεν εἰς ἕνα ἁπλοῦν ἦχον ὡρισμένην χροιάν, ἐὰν συνοδεύσωμεν αὐτὸν μὲ ὡρισμένους ἁρμονικούς.***

V 22. Φωνογράφος.—Ἐφαρμογὴ τῶν προηγουμένων εἶνε τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον ἐφευρέθη ὑπὸ τοῦ Edison καὶ καλεῖται ***φωνογράφος.*** Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἑξῆς φαινομένου. Ὅταν αἱ κυμάνσεις τοῦ ἀέρος, αἱ προερχόμεναι ἐξ ἠχογόνου τινὸς σώματος, συναντήσουν λεπτὸν ἔλασμα, π. χ. μετάλλινον, ἀναγκάζουν αὐτὸ νὰ πάλλεται ἀναλόγως. Ἀντιστρόφως, ἐὰν δυνηθῶμεν νὰ θέσωμεν μηχανικῶς εἰς τοιαύτην παλμικὴν κίνησιν τὸ ἔλασμα, τότε θὰ παραχθοῦν εἰς τὸν ἀέρα ἐκεῖναι αἱ κυμάνσεις, αἱ ὁποῖαι εἶχον προηγουμένως προκαλέσῃ τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἐλάσματος καὶ θὰ ἀκούσωμεν τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς ταύτας ἦχον.

Ὁ φωνογράφος ἀποτελεῖται κατ' ἀρχὴν ἐξ ἐλάσματος Ε (σχ. 51),

εὑρισκομένου εἰς τὸ βάθος κωνικοῦ ὑποστηρίγματος Β. Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἐλάσματος στερεώνεται μικρὰ ἀκίς, τῆς ὁποίας τὸ ἐλεύθερον ὀξὺ ἄκρον ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τυμπάνου τινὸς Λ, περιβαλλομένου ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου. Τὸ τύμπανον αὐτὸ ἠμπορεῖ νὰ περιστραφῇ καὶ συγχρόνως νὰ μετατεθῇ ὁριζοντίως διὰ στροφάλου. Ἐὰν φωνήσωμεν ἐνώπιον τοῦ ἐλάσματος, θὰ προκαλέσωμεν παλμικὰς κινήσεις αὐτοῦ, ὅτε ἡ κάτωθέν του ἀκίς, ὡς ἐκ τούτου, χαράσσει τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον. Ἐὰν περιστρέφωμεν τὸ τύμπανον καὶ συγχρόνως παράγωμεν ἤχους, τὸ ἔλασμα πάλλεται, ἡ δὲ ἀκὶς χαράσσει ἐπὶ τοῦ κασσιτέρου



Σχ 51

ἑλικοειδῆ γραμμὴν μετὰ μικρῶν κοιλοτήτων, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς καὶ τὸ βάθος ἐξαρτῶνται ἐκ τῶν σχετικῶν χαρακτήρων τοῦ ἤχου.

Διὰ τῆς χαραχθείσης γραμμῆς, ἠμποροῦμεν νὰ ἀναπαραγάγωμεν τοὺς ἤχους, διὰ τῶν ὁποίων ἐχαράχθη. Πράγματι, ἐὰν ἐπαναφέρωμεν τὴν ἀκίδα μετὰ τοῦ ἐλάσματος εἰς τὴν θέσιν, ἐκ τῆς ὁποίας ἠρχίσαμεν τὴν διαγραφὴν τῆς γραμμῆς καὶ στρέψωμεν ἐκ νέου τὸν στρόφαλον οὕτως, ὥστε νὰ ἀναγκασθῇ ἡ ἀκὶς νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου τὴν γραμμήν, ἣν προηγουμένως ἐχάραξε, τότε ἡ ἀκὶς θὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ ἔλασμα κινήσεις παλμικάς, αἱ ὁποῖαι ἀναπαράγουν τὸν ἦχον, δι' οὗ ἐχαράχθη ἡ γραμμή. Πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ παραγομένου ἤχου, τοποθετεῖται ὁ κῶνος Μ.

Ὁ ἀρχικὸς οὗτος φωνογράφος ἐτελειοποιήθη κατόπιν δι' ἀντικατα-

στάσεως τοῦ μὲν κασσιτέρου ὑπὸ μίγματος κηροῦ καὶ ρητίνης, τοῦ δ
ἐλάσματος ὑπὸ λεπτοῦ φύλλου ὑαλίνου ἢ ἐκ μαρμαρυγίου. Συνήθως δ
ἡ γραμμὴ χαράσσεται οὐχὶ ἐπὶ κυλίνδρου, ἀλλ' ἐπὶ ἐπιπέδου δίσκου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Περὶ παλλομένων χορδῶν.

23. Ἔγχορδα ὄργανα.— Τὰ μουσικὰ ὄργανα, εἰς τὰ ὁπο
οἱ ἦχοι παράγονται διὰ χορδῶν, ὅπως εἶνε τὸ τετράχορδον (βιολί),
κλειδοκύμβαλον, ἡ ἅρπα, ὀνομάζονται ***ἔγχορδα ὄργανα***. Εἰς ταῦτα
χορδαὶ αὐταὶ τεντώνονται μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων καταλλήλ
εἴτε ὑπεράνω ξυλίνου σκάφους (τετράχορδον κιθάρα κλπ,), τὸ ὁποῖ
χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου καὶ ἀποτελεῖ διὰ τὴν ἀξίαν τ
ὀργάνου τὸ σπουδαιότερον μέρος του, εἴτε ἐπὶ ἄλλου ἁρμονικοῦ ὑπ
στηρίγματος. Τὸ μέσον, διὰ τοῦ ὁποίου αἱ χορδαὶ τίθενται εἰς παλμικ
κίνησιν πρὸς παραγωγὴν ἤχου, μεταβάλλεται μετὰ τοῦ εἴδους τοῦ δ
γάνου. Εἰς τὸ τετράχορδον χρησιμοποιεῖται τὸ ***τοξάριον***, εἰς τὸ κλ
δοκύμβαλον κατορθοῦται δι' ἐσωτερικῶν πλήκτρων, εἰς τὴν κιθάρ
γίνεται διὰ τῶν δακτύλων.

24. Νόμοι τῶν παλλομένων χορδῶν. — ***Ἠχόμ
τρον.***—Πρὸς εὐχερεστέραν σπουδὴν τῶν παλλομένων χορδῶν, γίνετ
χρῆσις ὀργάνου, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται ***ἠχόμετρον.*** Τοῦτο ἀποτελεῖτ
(σχ. 52) ἀπὸ ξύλινον κιβώτιον, προωρισμένον νὰ ἐνισχύσῃ τὸν ἦχο
Ἐπὶ τοῦ κιβωτίου καὶ κατὰ τὰ ἄκρα εἶνε στερεωμένα δύο πρισματι
ξύλινα ὑποστηρίγματα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα ἀπέχουν μεταξύ των κατὰ
μέτρον. Μετα ὐ τῶν δύο ὑποστηριγμάτων ὑπάρχει κλῖμαξ, ὑποδιῃρημέ
εἰς χιλιοστά. Αἱ σπουδαζόμεναι χορδαὶ στερεώνονται κατὰ τὸ ἓν ἄκρ
των εἰς σταθερὸν σημεῖον π.χ. Α, διὰ δὲ τοῦ ἄλλου ἄκρου των τεντ
νονται εἴτε διὰ κλειδὸς Κ, εἴτε διὰ βαρῶν Ρ. Τὸ παλλόμενον μέρος
χορδῆς εἶνε τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῶν δύο ὑποστηριγμάτων
καὶ Β.

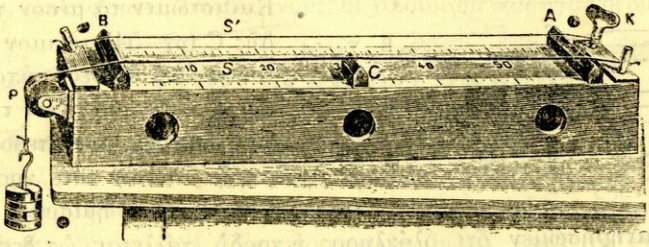
Νόμοι τῶν παλλομένων χορδῶν. — Ἑκάστη χορδ
(ὅπως αἱ ἁπλαῖ μετάλλιναι καὶ λεπταί, τεταμέναι π. χ. διὰ βαρ
μεταξὺ δύο σημείων) παράγει, δι' ἐγκαρσίων παλμῶν, πολλοὺς ἤχο
ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βαρύτερος ὀνομάζεται ***θεμελιώδης.*** Ἂς ἴδω
ποίους νόμους ἀκολουθεῖ ὁ ἦχος αὐτός, ὅταν μεταβάλλεται α') τὸ μ
κος τῆς χορδῆς, β') ἡ τάσις της καὶ γ') ἡ πυκνότης της.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν θέσωμεν εἰς παλμικὴν κίνησιν τὴν χορδὴν τοῦ ἠχομέτρου, δίδοντες εἰς αὐτὴν διάφορα μήκη διὰ μεταθέσεως τοῦ ὑποστηρίγματος C, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐὰν τὸ μῆκος τῆς χορδῆς ἀναχθῇ εἰς τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον κλπ. ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον ἀποδίδει τότε αὕτη, ἔχει ὕψος διπλάσιον, τριπλάσιον κλπ. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν τὸν ἑπόμενον νόμον.

Δύο χορδαί, ἐξ ἴσου τεταμέναι καὶ διαφέρουσαι μόνον κατὰ τὸ μῆκος, παράγουν θεμελιώδεις ἤχους ὧν τὰ ὕψη (ἀριθμοὶ παλμῶν ἐντὸς 1″) ***εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν μηκῶν τῶν χορδῶν.***

Ὁ νόμος οὗτος χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ μουσικὰ ὄργανα, ὡς τὸ τετράχορδον, εἰς τὸ ὁποῖον, πρὸς παραγωγὴν διαφόρων ἤχων διὰ τῆς αὐτῆς χορδῆς, πιέζεται αὕτη εἰς διάφορα μέρη της καὶ τοιουτοτρόπως μεταβάλλεται τὸ παλλόμενον μῆκός της.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν τεντώσωμεν ὁμοίως ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου δύο χορδάς, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία ἔχει διάμετρον διπλασίαν τῆς διαμέτρου τῆς



Σχ. 52.

ἄλλης, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ λεπτοτέρα χορδὴ δίδει ἦχον κατὰ μίαν ὀκτάδα ὀξύτερον τοῦ ἤχου τῆς ἄλλης. Συμπεραίνομεν λοιπὸν τὸν ἑπόμενον νόμον.

Τὰ ὕψη τῶν θεμελιωδῶν ἤχων χορδῶν, ἐξ ἴσου τεταμένων καὶ διαφερουσῶν μόνον κατὰ τὴν διάμετρον, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν διαμέτρων.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν τείνωμεν ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου διὰ βαρῶν, π. χ. 1 καὶ 4 χιλιόγρ. χορδήν, ὁ ἦχος εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ βάρους 4 χιλιόγρ. εἶνε κατὰ μίαν ὀκτάδα ὀξύτερος τοῦ διὰ τοῦ 1 χιλιόγρ. παραγομένου. Ἑπομένως, ἔχομεν τὸν ἑξῆς νόμον:

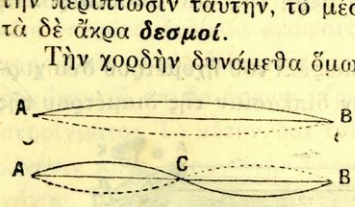
Τὰ ὕψη τῶν θεμελιαδῶν ἤχων μιᾶς χορδῆς, τεινομένης ὑπὸ διαφόρων βαρῶν, εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν βαρῶν τούτων. Τέλος ἔχομεν καὶ τὸν ἑξῆς νόμον.

Τὰ ὕψη τῶν θεμελιωδῶν ἤχων δύο χορδῶν, ἐξ ἴσου τεταμένων καὶ διαφερουσῶν μόνον κατὰ τὴν πυκνότητα τῆς οὐσίας των,

εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν πυκν τήτων τῆς οὐσίας τῶν χορδῶν τούτων.

25. Ἁρμονικοὶ ἦχοι. — Ἐὰν θέσωμεν εἰς παλμικὴν κίν σιν χορδήν τινα, κρούοντες αὐτὴν ***ἐλαφρῶς*** εἰς τὸ μέσον της, ἡ χορ πάλλεται ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 53. ***Πάντα τὰ σημεῖα τῆς χορδῆς πά λονται ἑκατέρωθεν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας των*** καὶ παράγει ὁ θεμελιώδης ἦχος ὕψους N. Ὅτι ὅλα τὰ σημεῖα τῆς χορδῆς πάλλο ται, δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν, θέτοντες ἐπ' αὐτῆς μικρὸν ἱππέα χάρτου, ὅτε θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἱππεὺς οὗτος ἐκτινάσσεται, οἱ δήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ σημεῖον τῆς χορδῆς, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐτέθη. Τ μέσον δὲ τῆς χορδῆς ἐκτελεῖ παλμοὺς ὑπὸ τὸ μεγαλύτερον πλάτος, ἐν τοὐναντίον τὰ δύο ἄκρα της A καὶ B παραμένουν ἐντελῶς ἀκίνητα. Ε τὴν περίπτωσιν ταύτην, τὸ μέσον τῆς χορδῆς λέγομεν, ὅτι εἶνε ***κοιλί*** τὰ δὲ ἄκρα ***δεσμοί.***

Τὴν χορδὴν δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀναγκάσωμεν νὰ παραγάγῃ τὸν ἁ



Σχ. 53. Σχ. 54. Σχ. 55. Σχ. 56.

μονικὸν ἦχον ὕψους 2N ὡς ἑξῆ Καθιστῶμεν τὸ μέσον τῆν χο δῆς C (σχ. 54) μόνιμον εἴτε θ τοντες ἐκεῖ στερεὸν ὑποστήρι μα, εἴτε θίγοντες ἐκεῖ τὴν χο δὴν ἐλαφρῶς διὰ πτεροῦ ἢ τ δακτύλου. Ἐὰν τότε κρούσωμε ἐλαφρῶς τὸ ἓν ἥμισυ τῆς χορδῆ θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁλόκληρος ἡ χορδὴ πάλλεται, ὡς δεικνύει τ σχῆμα 54. ὅπου C εἶνε τὸ μέσον της, τὸ καταστὰν μόνιμον, ἤτοι ***δε σμός.*** Ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον ἀποδίδει τότε ἡ παλλομένη χορδή, εἶνε ἁρμονικὸς 2N.

Ἐπίσης, ἐὰν καταστήσωμεν μόνιμον σημεῖον E (σχ. 55), ὅπε ἀπέχει ἐκ τοῦ ἄκρου B ἀπόστασιν ἴσην πρὸς τὸ τρίτον τοῦ μήκους τῆ χορδῆς, καὶ κρούσωμεν πάλιν ἐλεφρῶς τὸ τμῆμα EB ταύτης θὰ παρα τηρήσωμεν, ὅτι ὁλόκληρος ἡ χορδὴ πάλλεται, παρουσιάζουσα δεσμὸ καὶ εἰς τὸ μέσον D τοῦ ἐλευθέρου τμήματός της AE. Ὅτι δὲ εἰς τ μέσον D εἶνε δεσμός, δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν, τοποθετοῦντε ἐκεῖ χάρτινον ἱππέα· ὁ ἱππεὺς δὲν ἐκτινάσσεται, τοῦθ' ὅπερ δὲν συμ βαίνει, ὅταν τοποθετηθῇ εἰς ἄλλα σημεῖα μεταξὺ τοῦ A καὶ τοῦ E Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, παράγεται ὁ ἁρμονικὸς 3N. Ὁμοίως δυνά μεθα νὰ παραγάγωμεν καὶ τοὺς ἁρμονικοὺς 4N (σχ. 56), 5N κλπ.

Σύγχρονος παραγωγὴ τοῦ θεμελιώδους κα τῶν ἁρμονικῶν του. — Εἴδομεν πῶς ἡ χορδὴ παρέχει ἕνα τῶ

ἤχων N, 2N, 3N... Ὅταν ὅμως ἡ χορδὴ κρούεται ἰσχυρῶς καὶ ὁπωσδήποτε, ἀποδίδονται **συγχρόνως** ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους, ὁ ὁποῖος ἐπικρατεῖ, καί τινες τῶν πρώτων ἁρμονικῶν του, τοὺς ὁποίους ἠμπορεῖ νὰ διακρίνῃ οὗς ἐξησκημένον ἐντὸς τοῦ ἀκουομένου συνθέτου ἤχου. Δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀντιληφθῶμεν τότε τὴν συνύπαρξιν τῶν ἁρμονικῶν ὡς ἑξῆς: Καθ' ἣν στιγμήν, ἡ χορδὴ πάλλεται καὶ ἀκούεται ἰδίως ὁ θεμελιώδης, ἐγγίζομεν αὐτὴν ἐλαφρῶς εἰς τὸ μέσον της C (σχ. 54)· ὅλοι οἱ ἦχοι ἀμέσως καταπνίγονται, μόνον δὲ ὁ ἁρμονικὸς ὕψους 2N διατηρεῖται καὶ ἀκούεται.

Ἵνα διακρίνωμεν τὸν ἁρμονικὸν 3N, ἐγγίζομεν τὴν παλλομένην χορδὴν εἰς τὸ τρίτον αὐτῆς D ἢ E (σχ. 55)· διὰ τὸν ἁρμονικὸν 4N ἀρκεῖ νὰ ἐγγίσωμεν τὴν χορδὴν εἰς τὸ τέταρτον F ἢ C ἢ H (σχ. 56).

Τὸ πείραμα δεικνύει ὅτι, ὅταν κρούωμεν μίαν χορδὴν εἰς ὡρισμένον σημεῖον, εὐνοοῦμεν τὴν παραγωγὴν ὅλων τῶν ἁρμονικῶν, οἱ ὁποῖοι ἰδιαιτέρως θὰ παρεῖχον κοιλίαν εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ καί, τοὐναντίον, ἐξαλείφομεν ὅλους ἐκείνους, οἱ ὁποῖοι θὰ παρῆγον δεσμὸν εἰς αὐτό.

Περὶ ἠχητικῶν σωλήνων.

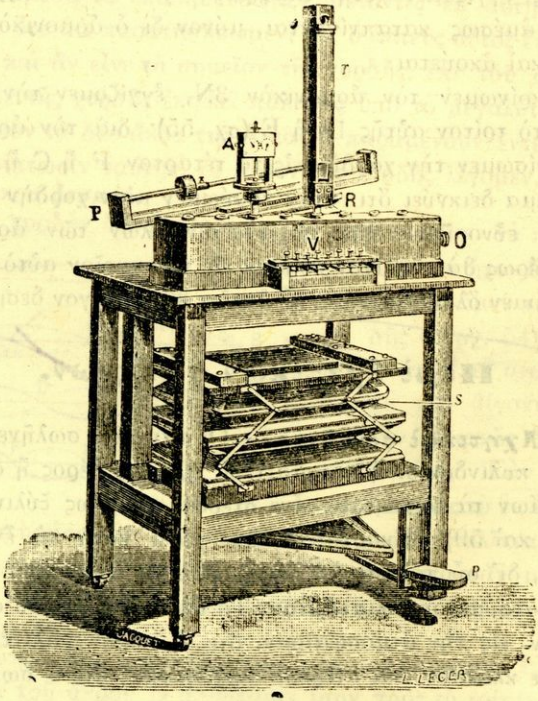
26. Ἠχητικοὶ σωλῆνες.— Οἱ ἠχητικοὶ σωλῆνες εἶνε ἐν γένει σωλῆνες κυλινδρικοὶ ἢ πρισματικοί, πλήρεις ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου καὶ τῶν ὁποίων τὰ τοιχώματα εἶνε στερεά, συνήθως ξύλινα ἢ μετάλλινα (σχ. 58 καὶ 59). Ἕκαστος σωλὴν φέρει κατὰ τὸ ἓν τῶν ἄκρων του ὄργανον, δι' οὗ πάλλεται ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ἀὴρ πρὸς παραγωγὴν τῶν ἤχων, καλούμενον **ἐπιστόμιον**. Τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἶνε εἴτε ἀνοικτὸν εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν, ὅτε ὁ σωλὴν καλεῖται **ἀνοικτὸς** (σχ. 58), εἴτε κλειστὸν διὰ στερεοῦ τοιχώματος, ὅτε ὁ σωλὴν καλεῖται **κλειστός**.

Πρὸς παραγωγὴν ἤχου διὰ τῶν ἠχητικῶν σωλήνων, ἐμφυσᾶται ἐντὸς αὐτῶν δι' ὀχετοῦ P (σχ. 58), ὅστις καλεῖται **διαύγιον**, ρεῦμα πεπιεσμένου ἀέρος, διὰ τοῦ ὁποίου λειτουργεῖ τὸ ἐπιστόμιον. Πρὸς τοῦτο ἐφαρμόζεται συνήθως ὁ σωλὴν π.χ. ἐπὶ φυσητῆρος (Τ. σχ. 57).

Διάκρισις τῶν ἠχητικῶν σωλήνων.—Ἡ διασκευὴ τοῦ ἐπιστομίου τῶν ἠχητικῶν σωλήνων δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους. Οὕτως, εἰς ἄλλους μὲν τὸ ἐπιστόμιον φέρει γλωττίδα, εἰς ἄλλους δὲ οὐχί. Εἰς τοὺς ἄνευ γλωττίδος σωλῆνας (σχ. 58), ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ, διερχόμενος διὰ τοῦ διαυγίου P, ἐξέρχεται διά τινος σχισμῆς ι. Πρὸ τῆς σχισμῆς ταύτης ὑπάρχει ἀκμὴ ἰσομήκης **χεῖλος τοῦ σωλῆνος** καλου-

μένη, καὶ ἐπὶ τῆς ὁποίας προσκρούει ὁ ἐξερχόμενος ἀὴρ καὶ τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἐκ τῆς ὁποίας παράγεται ὁ ἦχος καὶ ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος τοῦ σωλῆνος.

Εἰς τοὺς μετὰ γλωττίδος σωλῆνας, ὁ ἐμφυσώμενος ἀὴρ εἰσέρχεται διὰ τοῦ διαυγίου (σχ. 59 καὶ 60) καὶ προκαλεῖ τὴν παλμικὴν κίνησιν τῆς γλωττίδος (L καὶ L′). Ἡ γλωττὶς αὐτὴ εἶνε προσηλωμένη μόνον



Σχ. 57

κατὰ τὸ ἓν ἄκρον της καὶ εὑρίσκεται εἴτε πρὸ μικρᾶς θυρίδος κιβωτίου A′, εἴτε εἰς τὸ ἄνοιγμα μικροῦ σκαφοειδοῦς ὀχετοῦ C. Ἐκ τῶν παλμῶν τῆς γλωττίδος προκαλεῖται ἡ δόνησις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ παραγωγὴ τοῦ ἤχου.

Γενικαὶ ἰδιότητες.— Τὸ πείραμα δεικνύει ὅτι τὸ ***ὕψος*** τοῦ ἤχου, τοῦ παραγομένου ὑπό τινος σωλῆνος, ***εἶνε ἀνεξάρτητον τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ὁποίας εἶνε κατασκευασμένος ὁ σωλήν.***

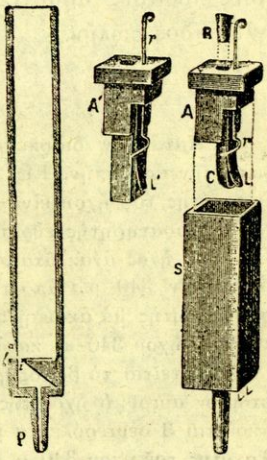
Τοὐναντίον ὅμως ἡ φύσις τοῦ ἀερίου, τοῦ εὑρισκομένου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕψους τοῦ παραγομένου ἤχου. ***Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου αὐξάνεται, ὅταν ἡ πυκνότης τοῦ ἀερίου ἐλαττώνεται.***

27. Νόμοι τῶν ἄνευ γλωττίδος ἀνοικτῶν σωλήνων. —Ἀνοικτὸς σωλὴν δύναται νὰ παραγάγῃ πλείονας τοῦ ἑνὸς ἤχους, ἐξ ὧν ὁ βαρύτερος εἶνε ***θεμελιώδης***, οἱ δὲ ἄλλοι εἶνε οἱ ἁρμονικοί του. Ἂς ἴδωμεν ποίους νόμους ἀκολουθοῦν οἱ σωλῆνες οὗτοι.

1ον Ἐὰν λάβωμεν σειρὰν σωλήνων, οἱ ὁποῖοι διαφέρουν μόνον κατὰ τὸ μῆκος, εὑρίσκομεν τὸν ἑξῆς νόμον.

Τὸ ὕψος τοῦ θεμελιώδους ἤχου εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον τοῦ μήκους τοῦ σωλῆνος. Ὡς μῆκος τοῦ σωλῆνος λογίζεται ἡ μεταξὺ τῆς σχισμῆς τοῦ ἐπιστομίου καὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου ἀπόστασις.

2ον Λαμβάνομεν ὑάλινον σωλῆνα μακρὸν καὶ στενὸν μὲ ἐπιστόμιον ἄνευ γλωττίδος. Ἐμφυσῶντες διὰ τοῦ στόματός μας ἀσθενὲς ρεῦμα ἀέρος, βλέπομεν ὅτι παράγεται ὁ θεμελιώδης ἦχος N. Ἐὰν ἐμφυσήσωμεν ἐντατικώτερον, παράγεται ὁ ἁρμονικὸς 2N καὶ δι' αὐξήσεως βαθμιαίας τῆς ἐντάσεως τοῦ φυσήματος, ἠμποροῦμεν νὰ παραγάγωμεν καὶ τοὺς ἁρμονικοὺς 3N, 4N κλπ. μέχρι τοῦ 20N. Εἰς τὸ πείραμα αὐτό, ὁ παραγόμενος θεμελιώδης ἢ ἁρμονικὸς οὐδέποτε εἶνε μόνος, ἀλλ' ἁπλῶς κυριαρχεῖ τῶν λοιπῶν, οἱ ὁποῖοι τὸν συνοδεύουν.



Σχ. 58. Σχ. 59. Σχ. 60.

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου, ἔχομεν τὸν ἑξῆς νόμον. ***Σωλὴν ἀνοικτὸς παράγει, ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους, καὶ ὅλους τοὺς ἁμονικοὺς τούτου.***

Ἐὰν ὁ σωλὴν εἶνε πολὺ πλατύς, δὲν ἠμποροῦμεν νὰ ἐπιτύχωμεν τοὺς ἀνωτέρους ἁρμονικούς· τοὐναντίον, ἐὰν ὁ σωλὴν εἶνε ὑπερβολικὰ στενός, λίαν δυσκόλως ἐπιτυγχάνεται ὁ θεμελιώδης.

28. Νόμοι τῶν ἄνευ γλωττίδος κλειστῶν σωλήνων. —Οἱ ἄνευ γλωττίδος κλειστοὶ σωλῆνες (ἐφόσον δὲν εἶνε οὔτε λίαν πλατεῖς, οὔτε λίαν στενοὶ) ἀκολουθοῦν τοὺς ἑξῆς νόμους, ὅπως ἀποδεικνύουν πειράματα παρόμοια πρὸς τὰ προηγούμενα.

1ον ***Τὸ ὕψος τοῦ θεμελιώδους ἤχου εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον τοῦ μήκους τοῦ σωλῆνος.***

2ον ***Κλειστὸς σωλὴν δύναται νὰ παραγάγῃ, ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους ἤχου, καὶ τοὺς περιττοῦ ἀριθμοῦ ἁρμονικοὺς τούτου.*** Ἤτοι οἱ ἁρμονικοί, οὓς δύναται νὰ παραγάγῃ κλειστὸς ἠχητικὸς σωλήν, ὅστις

ἔχει θεμελιώδη ἦχον N, εἶνε οἱ 3N, 5N, κλπ. Οἱ ἁρμονικοὶ 2N, 4N κλπ. δὲν παράγονται.

3ον Ὁ **θεμελιώδης ἦχος κλειστοῦ σωλῆνος εἶνε βαρύτερος τοῦ θεμελιώδους ἤχου ἀνοικτοῦ σωλῆνος τοῦ αὐτοῦ μήκους κατὰ μίαν ὁλόκληρον ὀκτάδα,** ὡς ἀποδεικνύετσι, ἐὰν κλείσωμεν τὸ ἄκρον ἀνοικτοῦ σωλῆνος.

29. Νόμοι τῶν μετὰ γλωττίδος σωλήνων. — Σωλὴν **κλειστὸς** καὶ μετὰ γλωττίδος ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους **ἀνοικτοῦ** σωλῆνος ἄνευ γλωττίδος, ἀποδίδει τὸν θεμελιώδη καὶ τοὺς πρώτους ἁρμονικούς τοὺς ὁποίους παρέχει ἰσομήκης ἀνοικτὸς καὶ ἄνευ γλωττίδος σωλήν.

Σωλὴν **ἀνοικτὸς** καὶ μετὰ γλωττίδος ἀποδίδει τὸν θεμελιώδη καὶ τοὺς πρώτους ἁρμονικούς, οὓς παρέχει ἰσομήκης **κλειστὸς** καὶ ἄνευ γλωττίδος σωλήν.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Κατὰ τὴν διάρκειαν καταιγίδος, ἡ βροντὴ ἠκούσθη 15 δευτερόλεπτα μετὰ τὴν ἀστραπήν. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν εὑρίσκεται ἡ καταιγίς, δοθέντος ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον.

2. Παρατηρητὴς εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 680 μέτρων ἀπό τινος κωλύματος ἐφ' οὗ ὁ ἦχος ἀνακλᾶται. Μεταξὺ τοῦ παρατηρητοῦ καὶ τοῦ κωλύματος καὶ εἰς ἀπόστασιν 340 μ. ἀπὸ τούτου συμβαίνει πυροβολισμός. Μετὰ πόσον χρόνον παρατηρητὴς θὰ ἀκούσῃ : α') τὸν ἦχον ἀπ' εὐθείας καὶ β') τὴν ἠχώ ; (Ταχύτης τοῦ ἤχου 340 μ. κατὰ 1'').

3. Ζητεῖται τὸ βάθος φρέατος, γνωστοῦ ὄντος ὅτι, ὅταν λίθος ἀφίεται εἰς τὸ στόμιον αὐτοῦ, ὁ ἦχος τῆς κρούσεως τοῦ λίθου ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ φρέατι ὕδατος ἀκούεται 3 δευτερόλεπτα μετὰ τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἀφέθη ὁ λίθος ἐλεύθερος. Ταχύτης τοῦ ἤχου 340 μ. κατὰ δευτερόλεπτον.

4. Χορδὴ τεταμένη διὰ βάρους 4 χιλιογράμμων ἀποδίδει ἦχον ἀντιστοιχοῦντα εἰς 200 παλμοὺς κατὰ 1''. Ζητεῖται : α') Ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν, οἵτινες θὰ ἀποδοθοῦν ὑπὸ τῶν $\frac{4}{5}$, τῶν $\frac{2}{3}$ καὶ τοῦ $\frac{1}{2}$ τῆς χορδῆς β') ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν, οὓς θὰ ἀποδώσῃ ἡ χορδή, τεινομένη ἀλληλοδιαδόχως ὑπὸ 9, 16 καὶ 25 χιλιογράμμων καὶ γ') ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν δύο ἄλλων χορδῶν τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ὧν αἱ πυκνότητες εἶνε τῆς μὲν μιᾶς 4 φορὰς τῆς δὲ ἄλλης 25 φορὰς μεγαλυτέρα.

5. Ποῖος πρέπει νὰ εἶνε ὁ λόγος τῶν μηκῶν δύο χορδῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία εἶνε ἐκ λευκοχρύσου, ἡ δὲ ἄλλη ἐκ σιδήρου, ἔχουν δὲ καὶ αἱ δύο τὴν αὐτὴν διάμετρον καὶ τείνονται ὑπὸ ἴσων βαρῶν, ἵνα παρέχουν τὸν αὐτὸν ἦχον ; (Εἰδικὸν βάρος Pt=22 καὶ Fe=7, 8).

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

Γενικὰ

30. Φῶς.—Ὀνομάζομεν **φῶς** τὸ αἴτιον, τὸ ὁποῖον μᾶς προκαλεῖ τὸ αἴσθημα τῆς ὁράσεως. Τὸ μέρος δὲ τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός, καλεῖται Ὀπτική.

31. Σώματα φωτεινὰ καὶ σκοτεινά.—Ἐὰν εἰσέλθωμεν κατὰ τὴν νύκτα εἰς δωμάτιον κλειστὸν καὶ μὴ φωτιζόμενον, οὐδὲν διακρίνομεν ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ἀνάψωμεν λαμπτῆρα εἰς τὸ δωμάτιον, βλέπομεν τότε τὰ ἐντὸς αὐτοῦ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα προηγουμένως δὲν ἐφαίνοντο. Δηλαδή, τὰ ἀντικείμενα αὐτὰ ἦσαν **σκοτεινὰ** καὶ ἔγιναν **φωτεινὰ** μὲ τὸ φῶς τοῦ λαμπτῆρος.

Ὁρισμός.—Λέγομεν ὅτι ἕν σῶμα εἶνε **φωτεινόν, ὅταν ἡ παρουσία του εἶνε αἰσθητὴ διὰ τῶν ὀφθαλμῶν.** Τὰ μὴ φωτεινὰ σώματα ὀνομάζονται **σκοτεινά**.

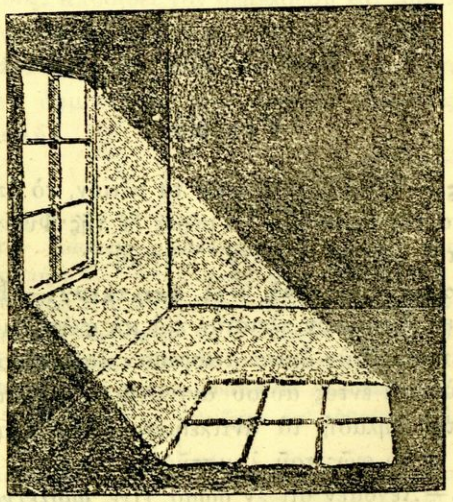
Ἡ Σελήνη μὲ τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον λαμβάνει ἀπὸ τὸν Ἥλιον, γίνεται φωτεινὴ καὶ φωτίζει τὴν Γῆν κατὰ τὰς νύκτας. Ὁμοίως, λευκὸς τοῖχος γίνεται φωτεινὸς μὲ τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου καὶ φωτίζει τὰ πέριξ του ἀντικείμενα. Κατὰ τὴν ἡμέραν, εἶνε ὁρατὰ ὄχι μόνον τὰ ἀντικείμενα, τὰ φωτιζόμενα ἀμέσως ἀπὸ τὸν Ἥλιον, ἀλλὰ καὶ ἄλλα, ὅπως τὸ ἐσωτερικὸν τῶν δωματίων, τὰ ὁποῖα φωτίζονται ἀπὸ ἐκεῖνα. Δηλαδὴ τὰ φωτιζόμενα σκοτεινὰ σώματα ἠμποροῦν νὰ φωτίζουν ἄλλα ἀντικείμενα, ὅπως ἡ Σελήνη τὴν Γῆν.

Τὰ φωτεινὰ σώματα ὀνομάζονται κα **πηγαὶ φωτός.**

Τὰ φωτεινὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἰδικόν των φῶς, ὅπως ὁ Ἥλιος, ἡ φλὸξ τοῦ κηρίου, ὀνομάζονται **αὐτόφωτα.** Τὰ ἄλλα λέγονται **ἑτερόφωτα**.

32. Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερά.—Ὅταν τὸ ὑάλινον παράθυρον εἶνε κλειστόν, βλέπομεν τὰ ἐξωτερικὰ ἀντικείμενα τόσον καθαρά, ὅσον καὶ ὅταν τὸ παράθυρον εἶνε ἀνοικτόν, ὁπότε ἡ ὕαλος δὲν ὑπάρχει μεταξὺ τῶν ὀφθαλμῶν μας καὶ τῶν ἀντικειμένων. Ἄρα, τὸ φῶς τῶν ἀντικειμένων τούτων διέρχεται διὰ τῆς ὑάλου καὶ τοιουτοτρόπως τὰ βλέπομεν.

Ἐπίσης, τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου διέρχεται διὰ τῆς ἀτμοσφαίρας, κατόπιν διὰ τῆς ὑάλου τῶν παραθύρων καὶ εἰσέρχεται εἰς τὰ δωμάτιά μας



Σχ. 61

(σχ. 61). Δὲν διέρχεται ὅμως διὰ τῶν τοίχων, τῶν ξύλων καὶ ἄλλων σωμάτων.

Ἐὰν ἐμπρὸς εἰς τοὺς ὀφθαλμούς μας θέσωμεν τεμάχιον χάρτου ἢ ξύλου, δὲν βλέπομεν πλέον τὰ ὄπισθέν του ἀντικείμενα, διότι τὸ φῶς δὲν ἠμπορεῖ νὰ διέλθῃ διὰ τῶν σωμάτων τούτων.

Ὁρισμός.— Τὰ σώματα, ὅπως ἡ ὕαλος, ὁ ἀήρ, ***διὰ τῶν ὁποίων τὸ φῶς ἠμπορεῖ νὰ διέλθῃ,*** ὀνομάζονται ***διαφανῆ***. Τα δὲ σώματα, ὅπως τὸ ξύλον, οἱ λίθοι, διὰ τῶν ὁποίων ***τὸ φῶς δὲν ἠμπορεῖ νὰ περάσῃ, ὀνομάζονται σκιερά.***

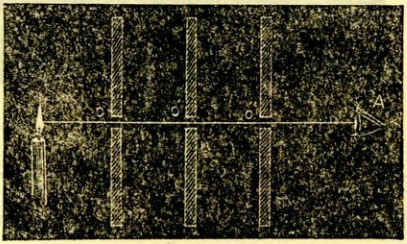
Ὑπάρχουν σώματα, ὡς ἡ λευκὴ ὕαλος, λευκὴ πλὰξ προσελάνης, φύλλον λεπτοῦ χάρτου, διὰ τῆς μάζης τῶν ὁποίων διέρχεται μὲν τὸ φῶς, ἀλλὰ δὲν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν εὐκρινῶς τὰ ὄπισθέν των εὑρισκόμενα ἀντικείμενα. Τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται ***διαφώτιστα.***

Σημειωτέον, ὅτι ἡ διαφάνεια σώματός τινος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ πάχους του. Σώματα διαφανῆ καθίστανται σκιερὰ ὑπὸ μέγα πάχος καὶ ἀντιστρόφως, σώματα ἀδιαφανῆ, ὡς ὁ χρυσός καθίστανται διαφώτιστα ἢ καὶ διαφανῆ, ὅταν ληφθοῦν ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος.

33. Ἀκτῖνες τοῦ φωτός.—Ὅταν εὑρισκώμεθα ἐντὸς δωματίου, βλέπομεν τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου (σχ. 61), τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται διὰ τῶν παραθύρων καὶ διακρίνομεν τὸν δρόμον, τὸν ὁποῖον ἀκολουθεῖ. Ἡ ***διεύθυνσις, κατὰ τὴν ὁποίαν διαδίδεται τὸ φῶς***, ὀνομάζεται ***ἀκτὶς τοῦ φωτός***, πολλαὶ δὲ ἀκτῖνες μαζῆ λέγονται ***δέσμη φωτός***.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου, τὸ εἰσερχόμενον εἰς δωμάτιον (σχ. 61), παρατηροῦμεν ὅτι διαδίδεται διὰ μέσου τοῦ ἀέρος κατ' εὐθεῖαν γραμμήν.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν ἀνάψωμεν κηρίον (σχ. 62) καὶ ἐμπρὸς εἰς τὴν φλόγα του θέσωμεν φύλλα χάρτου, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἀνὰ μίαν ὀπὴν O, O′, O″, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τότε μόνον τὸ φῶς τοῦ κηρίου διέρχεται δι' ὅλων τῶν ὀπῶν, ὅταν αὐταὶ εἶνε ἐπὶ εὐθείας γραμμῆς.



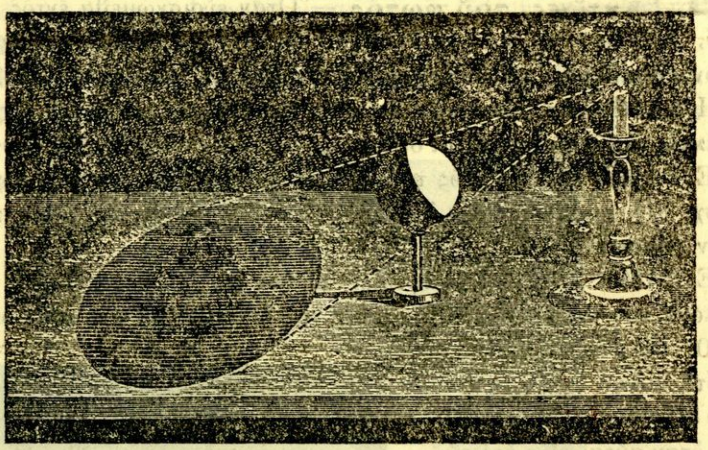
Σχ. 62

Συμπέρασμα. — ***Τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν ἐντὸς τῶν ὁμογενῶν διαφανῶν σωμάτων.***

34. Ἀποτελέσματα τῆς κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν διαδόσεως.— 1ον ***Σκιά.***—Ἓν κηρίον ἀναμμένον στέλλει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις φῶς. Ἐὰν εἰς τὸν δρόμον τοῦ φωτὸς θέσωμεν ἓν σῶμα σκιερόν, π. χ. βιβλίον ἢ μεταλλίνην σφαῖραν (σχ. 63), παρατηροῦμεν ὅτι ὀπίσω του σχηματίζεται εἷς χῶρος, εἰς τὸν ὁποῖον δὲν φθάνει τὸ φῶς. Ὁ χῶρος αὐτὸς ὀνομάζεται ***σκιὰ*** τοῦ σώματος καὶ προέρχεται ἀπὸ τὴν κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν διάδοσιν τοῦ φωτός.

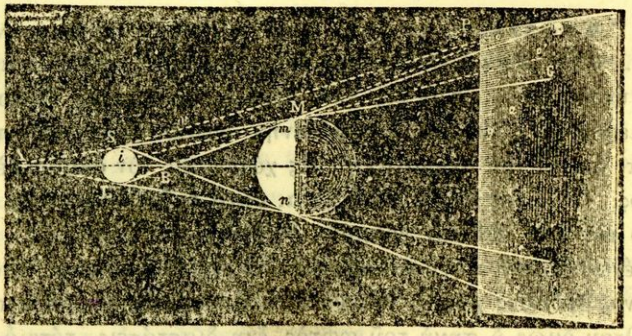
Ἐν γένει, ὅταν ἡ πηγὴ τοῦ φωτὸς εἶνε σημεῖον, ἡ σκιά, ἤτοι ὁ μὴ φωτιζόμενος οὐδόλως χῶρος, διακύπτεται ***ἀποτόμως*** ἀπὸ τοῦ φωτιζομένου. Ὅταν ὅμως ἡ πηγὴ τοῦ φωτὸς ἔχῃ διαστάσεις, τότε ὁ χῶρος, εἰς ὃν οὐδεμία ἀκτὶς εἰσέρχεται, ἤτοι ἡ κυρίως σκιά, χωρίζεται ἀπὸ τοῦ φωτιζομένου περιβάλλοντος διὰ χώρου, δεχομένου μέρος μόνον τῶν ἀκτίνων ἐπὶ μᾶλλον ὀλιγώτερον, ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὴν κυρίως σκιάν, καὶ καλουμένου ***παρασκίασμα.*** Ἐὰν π, χ. ἡ πηγὴ τοῦ

φωτὸς LS (σχ. 64) εἶνε σφαῖρα ὡς καὶ τὸ πρὸ ταύτης σκιερὸν σῶμα MN, τότε τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ὄπισθεν τῆς σφαίρας MN χώρου φωτίζονται διαφόρως. Τὰ σημεῖα, ὡς τὸ a, οὐδεμίαν ἀκτῖνα δέχονται



Σχ. 63

ἐκ τῆς πηγῆς LS, ἐν ᾧ τὰ σημεῖα, ὡς τὸ o′, φωτίζονται μὲν ὑπὸ τοῦ τμήματος τῆς πηγῆς, τοῦ εὑρισκομένου ἄνωθεν τῆς io′, οὐχὶ ὅμως καὶ

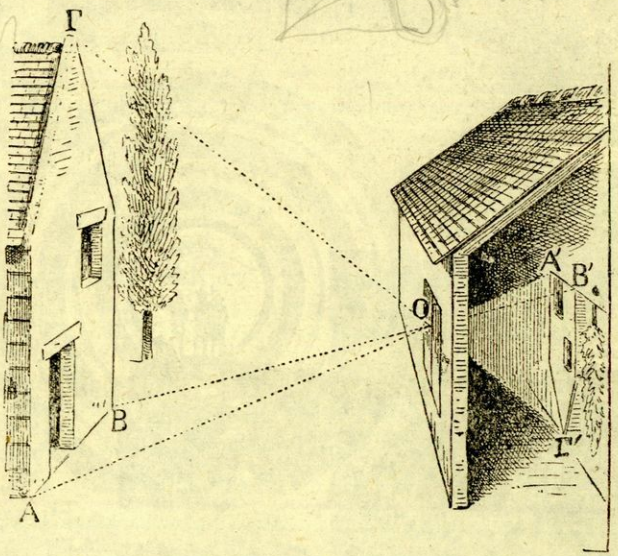


Σχ. 64

ὑπὸ τοῦ κάτωθεν ταύτης. Τοὐναντίον, σημεῖα ὡς τὸ D, φωτίζονται ὑφ' ὁλοκλήρου τῆς πηγῆς. Ἡ κυρίως σκιὰ εἶναι ἐν τῷ κολούρῳ κώνῳ

ΜΣΗΝ, τὸ δὲ παρασκίασμα ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ τμῆμα, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῆς σκιᾶς καὶ τῶν ὁρίων ΒΣΔΜ.

Ἀποτέλεσμα τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ παρασκιάσματος εἶναι αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου. Ὁ Ἥλιος φωτίζει τὸν Γῆν καὶ τὴν



Σχ. 65

Σελήνην καὶ οὕτως ὄπισθέν των σχηματίζονται σκιαί. Ὅταν ἡ Σελήνη, κατὰ τὴν περὶ τὴν Γῆν περιστροφήν της, εἰσέλθῃ εἰς τὴν σκιὰν τῆς Γῆς, παράγεται ἔκλειψις Σελήνης. Ὅταν, τοὐναντίον, ἡ Γῆ εἰσέλθῃ εἰς τὴν σκιὰν τῆς Σελήνης, παράγεται ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου.

33. Σκοτεινὸς θάλαμος.—Ἐὰν ἀνοίξωμεν μικρὰν ὀπὴν εἰς μίαν τῶν πλευρῶν θαλάμου σκλειστοῦ πανταχόθεν καὶ σκοτεινοῦ (σχ. 65), σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἀπέναντι πλευρᾶς του ἡ εἰκὼν τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἀνεστραμμένη. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἐπίσης ἀποτέλεσμα τῆς εὐθυγράμμου μεταδόσεως τοῦ φωτός. Πράγματι, ἕκαστον φωτεινὸν σημεῖον π. χ. τὸ Α τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων, ἐκπέμπει ἀκτῖνας φωτός, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ διερχόμεναι διὰ τῆς ὀπῆς Ο τοῦ θαλάμου, σχηματίζουν ἐπὶ τῆς ἀπέναντι λευκῆς πλευρᾶς του κηλίδα Α΄ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον φωτεινήν. Ἡ κηλὶς αὐτὴ εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς εὐθείας ΑΑ΄, ἥτις ἑνώνει τὸ σχετικὸν σημεῖον

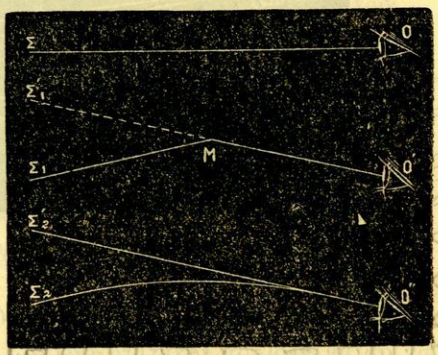
τοῦ ἀντικειμένου μετὰ τῆς ὀπῆς Ο, τοῦ θαλάμου. Τοιουτοτρόπως σχη
***ματίζεται σύνολον κηλίδων, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ εἰκόνα ὁμοία
μὲν πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ἀλλ' ἀνεστραμμένην.***

Σχ. 66. Ἐπὶ τῶν νεφῶν καὶ τῆς ὁμίχλης παρατηροῦνται πολλάκις αἱ σκ
διαφόρων ἀντικειμένων, ὅταν ὁ Ἥλιος εἶνε εἰς κατάλληλον θέσιν.

36. Διεύθυνσις τῆς ὁράσεως. — Ὅταν δέσμη ἀκτίν
φωτός, ἐκπεμπομένη ὑπὸ τινος σημείου Σ (σχ. 67) φθάση εἰς τ

ὀφθαλμόν μας Ο κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΣΟ, τότε βλέπομεν τὸ σημεῖον Σ κατὰ τὴν διεύθυυσιν ΟΣ. Ἐὰν ὅμως αἱ ἀκτῖνες, δι' οἱανδήποτε αἰτίαν, φθάσουν εἰς τὸν ὀφθαλμόν μας κατ' ἄλλην διεύθυνσιν ΜΟ' διάφορον τῆς $Σ_1Μ_1$, τὴν ὁ τοίαν εἶχον, ὅταν ἀνεχώρησαν ἐκ τοῦ σημείου $Σ_1$, τότε νομίζομεν, ὅτι τὸ σημεῖον $Σ_1$ εὑρίσκεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν Ο'Μ καὶ εἰς τὴν θέσιν $Σ'_1$. Ἐν γένει, νομίζομεν πάντοτε, ὅτι τὸ σημεῖον Σ εὑρίσκεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν, τὴν ὁποίαν ἔχουν αἱ ὑπ' αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ὅταν φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμόν μας. Ὁμοίως, ὅταν ἀκούωμεν κρότον οὐχὶ ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ μετὰ τὴν ἀνάκλασίν του (ἠχώ), νομίζομεν, ὅτι προέρχεται οὗτος ἐκ τοῦ τόπου, ἔνθα συνέβη ἡ ἀνάκλασις.

37. Αἰθήρ.—Πάντα τὰ φαινόμενα τῆς φύσεως δὲν ἠμποροῦν νὰ ἐξηγηθοῦν διὰ μόνων τῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης οὕτως, ὥστε ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος εἶχε γίνῃ δεκτὴ ἡ ὕπαρξις καὶ ἄλλων αἰτίων ἐκτὸς αὐτῆς. Ὅπως εἰς τὴν Ἀκουστικὴν ἀπαιτεῖται ὕλη, διὰ νὰ μεταδοθῇ ὁ ἦχος, ὁμοίως καὶ εἰς τὴν Ὀπτικὴν ἀπαιτεῖται ***μέσον*** τι, διὰ νὰ μεταδοθῇ τὸ φῶς π. χ. τοῦ Ἡλίου μέχρι τῆς Γῆς. Τὸ φῶς λίαν μεμακρυσμένων ἄστρων, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὴν γῆν, ὡς θὰ ἴδωμεν, διανύει ἐπὶ ἔτη ἐπὶ αἰῶνας, τὰ ἀτελεύτητα διαστήματα τοῦ ἀπείρου. Ἀλλὰ τὶς ὁ φορεὺς τοῦ φωτὸς καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πορείας ταύτης, καθ' ἣν τοῦτο οὔτε ἐπὶ τοῦ ἄστρου εὑρίσκεται πλέον, οὔτε εἰς τὴν γῆν ἔχει φθάσῃ;



Σχ. 67

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων, ὅπως τὰ τοῦ φωτὸς καὶ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ἐδέχθησαν, ὅτι ὑφίσταται πανταχοῦ εἴδός τι οὐσίας μὴ σταθμητῆς καὶ λίαν ἐλαστικῆς, κληθὲν ***αἰθήρ.***

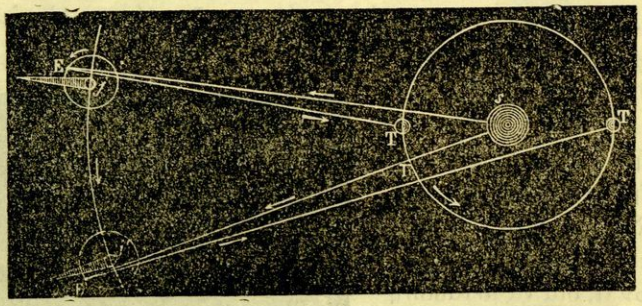
Ἁπλοῦν φῶς.—Τὸ φῶς μεταδίδεται διὰ τοῦ αἰθέρος. Τὰ φωτογόνα σώματα, διὰ τῶν παλμικῶν κινήσεων τῶν μερῶν των, προκαλοῦν κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος ἀναλόγους πρὸς τὰς ἠχητικάς. Οὕτως ἔχομεν ἰδιότητας τοῦ φωτὸς ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ ἤχου. Ὅπως εἰς τὴν ἀκουστικήν, ἕκαστος ἦχος ἀντιστοιχεῖ εἰς ὡρισμένην συχνότητα (ἀριθμὸς παλμῶν εἰς ἓν δευτερόλεπτον), ὁμοίως καὶ εἰς τὴν ὀπτικὴν δι' ὡρισμένην συχνότητα ἔχομεν καὶ ὡρισμένον φῶς (ἐρυθρόν, πράσι-

νον κλπ.), ὅπερ καλεῖται **ἁπλοῦν** ἢ ***μονόχρουν φῶς.*** Δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν κλίμακας φώτων ἀναλόγους πρὸς τὰς τῶν ἤχων. Ὑφίσταται ἁρμονία χρωμάτων, ὅπως καὶ ἁρμονία ἤχων.

Ὅπως δὲ ἔχομεν ἤχους μὴ ἀκουστούς, ὁμοίως ἔχομεν καὶ κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος μὴ ὁρατάς. Ὅλαι ὅμως αἱ τοιαῦται κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος καλοῦνται νῦν γενικώτερον **φῶς** καὶ τοιουτοτρόπως ἡ λέξις αὕτη ἔχει σήμερον γενικωτέραν σημασίαν.

Κατωτέρω θὰ ἴδωμεν τὸν τρόπον τῆς ἐπιτυχίας ἁπλῶν φώτων.

38. Ταχύτης τοῦ φωτός.—Τὸ φῶς διαδίδεται μετὰ καταπληκτικῆς ταχύτητος. Κατόπιν πολλῶν πειραμάτων, εὑρέθη ὅτι τὸ



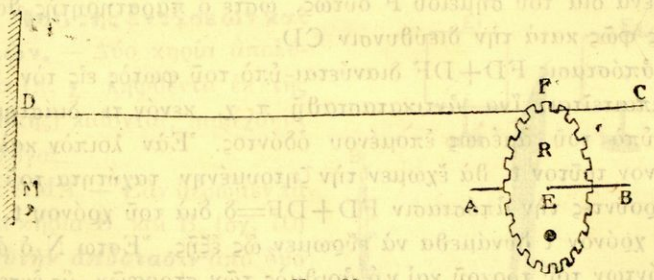
Σχ. 68.

φῶς διανύει ἐντὸς τοῦ κενοῦ 300.000.000 περίπου μέτρα κατὰ 1″. Τὴν αὐτὴν περίπου ταχύτητα ἔχει καὶ ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Ἵνα τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς, χρειάζεται 492 δευτερόλεπτα. Ἕνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ φωτός, κατὰ τὴν ἐκπυρσοκρότησιν τηλεβόλου, πρῶτον βλέπομεν τὴν λάμψιν καὶ κατόπιν ἀκούομεν τὸν συγχρόνως παραγόμενον κρότον, ὅστις διανύει μόνον 340 μέτρα εἰς 1″ καὶ ἑπομένως φθάνει βραδύτερον τοῦ φωτός.

Πρῶτος δ' εὗρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Roemer διὰ τῶν παρατηρήσεών του ἐπὶ τοῦ τότε γνωστοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν ὑπὸ τούτου ριπτομένην σκιὰν ἐξηφανίζετο ὡς φωτοβόλον σῶμα σβεννύμενον καὶ ἀνέλαμπεν αὖθις ἐξερχόμενος τῆς σκιᾶς. Ἠθέλησε δὲ ὁ ἀστρονόμος οὗτος ν' ἀνεύρῃ τὸν χρόνον τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὁ ὁποῖος παρείρχετο μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πρῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον, τὸν παρερχόμενον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἡ μὲν Γῆ εὐ-

ρίσκετο εἰς τὸ T (σχ. 68), ὁ δὲ Ζεὺς εἰς τὸ j καὶ ὁ Ἥλιος εἰς τὸ S, κατόπιν δὲ ἔκαμεν ὁμοίαν παρατήρησιν, ὅτε ἡ Γῆ εὑρίσκετο εἰς τὸ T_1, ἤτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, καὶ παρετήρει τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος παρείρχετο μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιᾶς, οὕτω δ' εὗρεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου κατὰ τὴν συζυγίαν εἶναι ἴσος πρὸς 42 ὥρας 28′ καὶ 35″. Ἀλλ' ἀπὸ τῆς συζυγίας, οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεύς, μετακινούμενοι ἐπὶ τῶν τροχιῶν αὐτῶν, ἀδιαλείπτως ἀπεμακρύνοντο ἀλλήλων, εἰς ἓξ δὲ περίπου μῆνας ὁ μὲν Ζεὺς διήνυσε τὸ διάστημα jj′ ἤτοι τὸ $\frac{1}{24}$ περίπου τῆς τροχιᾶς του, ἡ δὲ Γῆ τὸ διάστημα TT″, ὁπότε οἱ δύο πλανῆται εὑρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ηὐξάνετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τέλος ἡ αὔξησις αὐτὴ ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς. Ἕνεκα δὲ τῆς διηνεκοῦς ταύτης ἀπομακρύνσεως τῶν πλανητῶν, αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἐμφανίσεων τοῦ δορυφόρου ἐπεβραδύνοντο καὶ ἡ ***ὁλικὴ*** ἐπιβράδυνσις ἀνῆλθε τέλος εἰς 16′ καὶ 26″, ὁ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς, διὰ νὰ διανύσῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς, ἤτοι 76,461,008 λεύγας. Οὕτως εὑρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308,333,000 μέτρα.

Μέθοδος τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.—Ἄλλη τῶν μεθόδων, διὰ



Σχ. 69

τῶν ὁποίων προσδιωρίσθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτός, στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἑπομένης ἀρχῆς. Ὀδοντωτὸς τροχὸς μετάλλινος R (σχ. 69) στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα AB μετὰ ὁμαλῆς κινήσεως μεγάλης ταχύτητος. Ἀκτῖνες φωτὸς παράλληλοι CD, προσπίπτουσαι καθέτως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ τροχοῦ, ἠμποροῦν νὰ διέλθουν διά τινος τῶν μεταξὺ τῶν ὀδόντων κενῶν διαστημάτων, τῶν ὁποίων τὸ πλάτος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ τῶν ὀδόντων.

Ἐὰν εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ τροχοῦ ἀπόστασιν, π. χ. 10 χιλιομέτρω
τεθῇ καθέτως ἐπὶ τῶν ἀκτίνων CD κάτοπτρον M, ὅπως θὰ ἴδωμεν,
ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ἀφοῦ φθάσουν εἰς τὸ κάτοπτρον καὶ προσπέσου
ἐπ' αὐτοῦ, ἐπιστρέφουν κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν DC. Ὁ χρόνο
ὅστις ἀπαιτεῖται, ἵνα τὸ φῶς φθάσῃ εἰς τὸ D καὶ ἐπανέλθῃ εἰς τὸ C
ἤτοι διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν CD+DC, δύναται νὰ εὑρεθῇ ὡ
ἑξῆς. Ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ φῶς διῆλθε διὰ τοῦ κενοῦ διαστήματος
καὶ ὅτι ὁ τροχὸς στρέφεται τόσον ταχέως, ὥστε, καθ' ὃν χρόνον τὸ φῶ
διατρέχει τὴν ἀπόστασιν FD+DF, τὸ κενὸν διάστημα F, δι' οὗ διῆλθ
τὸ φῶς, ἀντικατεστάθη ὑπὸ τοῦ ἑπομένου ὀδόντος. Ἕνεκα τούτου, τ
ἐπιστρέφον φῶς, ἐμποδιζόμενον ὑπὸ τοῦ ὀδόντος, δὲν δύναται ν
φθάσῃ εἰς τὸ C, ἐὰν δὲ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο εὑρίσκεται ὁ ὀφθαλμὸ
παρατηρητοῦ, δὲν θὰ ἴδῃ οὗτος τὸ φῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν CD.

Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ καὶ διὰ τὰ ἑπόμενα κενὰ διαστήματα, διὰ τῶ
ὁποίων θὰ διέρχεται μὲν τὸ φῶς, ἀλλ' ἐπιστρέφον θὰ εὑρίσκῃ τὸ
σχετικὸν ὀδόντα καὶ ὁ εἰς τὸ C εὑρισκόμενος παρατηρητὴς θὰ βλέπ
διαρκῶς σκότος κατὰ τὴν διεύθυνσιν CD.

Τοὐναντίον, ἂν ἡ ταχύτης τοῦ τροχοῦ εἶναι ἀκόμη μεγαλυτέρα, ὥστ
τὸ κενὸν διάστημα F νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τοῦ ἑπομένου κενοῦ δια
στήματος, τὸ ἐπιστρέφων φῶς θὰ διέλθῃ διὰ τούτου καὶ θὰ φθάσῃ εἰ
τὸ C. Τὸ αὐτὸ δὲ θὰ συμβῇ καὶ δι' ὅλα τὰ λοιπὰ κενὰ διαστήματα, τ
διερχόμενα διὰ τοῦ σημείου F οὕτως, ὥστε ὁ παρατηρητὴς θὰ βλέπ
διαρκῶς φῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν CD.

Ἡ ἀπόστασις FD+DF διανύεται ὑπὸ τοῦ φωτὸς εἰς τὸν χρόνον
ὅστις ἀπαιτεῖται, ἵνα ἀντικατασταθῇ π. χ. κενόν τι διάστημα τοῦ
τροχοῦ ὑπὸ τοῦ ἀμέσως ἑπομένου ὀδόντος. Ἐὰν λοιπὸν καλέσωμε
τὸν χρόνον τοῦτον t, θὰ ἔχωμεν τὴν ζητουμένην ταχύτητα τοῦ φωτὸ
V, διαιροῦντες τὴν ἀπόστασιν FD+DF=δ διὰ τοῦ χρόνου t.

Τὸν χρόνον t δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ὡς ἑξῆς. Ἔστω N ὁ ἀριθμὸ
τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ καὶ ν ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν, ἃς ἐκτελεῖ οὗ
τος κατὰ 1″. Εἰς ἑκάστην στροφήν, ἡ ὁποία γίνεται ἐντὸς $\frac{1}{\nu}$ χρόνου
διέρχονται διὰ τοῦ σημείου F ἐν ὅλῳ 2N διαστήματα, ἐξ ὧν N εἶνα
κενὰ καὶ ἕτερα N πλήρη (ὀδόντες). Ἄρα, ἡ διάρκεια τῆς διόδου ἑνὸ
μόνου διαστήματος, ἤτοι ὁ ζητούμενος χρόνος t, εἶναι ἴσος πρὸς $\frac{1}{2\nu N}$ καὶ

ἑπομένως $$V = \frac{2FD}{\frac{1}{2\nu N}} = 4\nu \times N \times FD.$$

Ἐὰν π. χ. FD=10 χιλιόμετρα, N=250 καὶ ν=30 στροφαὶ κατὰ 1″, θὰ ἔχωμεν $t=\frac{1}{15000}$ τοῦ δευτερολέπτου καὶ ἑπομένως V=300,000 χιλιόμετρα.

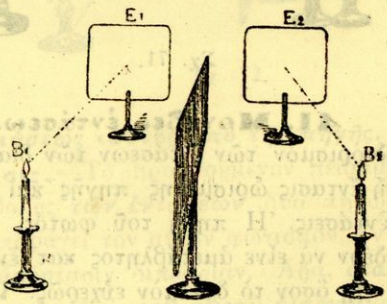
Ἀποτελέσματα. — Διὰ τῆς προηγουμένης μεθόδου, ὡς καὶ δι' ἄλλων πολλῶν, εὑρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐν τῷ κενῷ εἶνε κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ἴση πρὸς 300.000 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἐντὸς τῶν λοιπῶν διαφανῶν σωμάτων, ἡ ταχύτης αὕτη εἶνε διάφορος. Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα, ἐν μὲν τῷ ὕδατι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε κατὰ τὸ τέταρτον μικροτέρα, ἤτοι 225.000 χιλιόμετρα, ἐν δὲ τῇ ὑάλῳ μόνον 200.000 χιλιόμετρα κατὰ 1″. Ἐξαρτᾶται δὲ ἡ ταχύτης αὐτὴ καὶ ***ἐκ τῆς φύσεως τοῦ φωτὸς*** (ἐρυθρόν, κίτρινον κλπ.).

Φωτομετρία.

39. Φωτισμός. — Ἐκ τῶν διαφόρων περὶ ἡμᾶς σωμάτων ***ἄλλα εἶνε ὀλιγώτερον καὶ ἄλλα περισσότερον φωτισμένα.*** Ὅταν πρὸ τοῦ Ἡλίου διέρχεται νέφος τι, τὰ ἀντικείμενα μᾶς φαίνονται ***ὀλιγώτερον φωτισμένα*** καὶ λέγομεν, ὅτι ὁ ***φωτισμός των*** εἶνε ἀσθενέστερος.

40. Ἰσότης ἐντάσεων καὶ φωτισμῶν. — Δύο κηρία ἀπολύτως ὅμοια (π. χ. ληφθέντα ἐκ τῆς αὐτῆς δέσμης) καίονται, παρέχοντα ὁμοίας φλόγας.



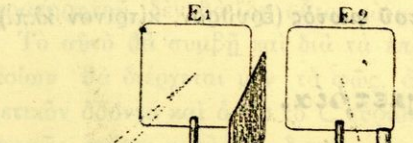
Σχ. 70.

ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐὰν θέσωμεν τὰ δύο ταῦτα κηρία B_1 καὶ B_2 (σχ. 70) εἰς ***τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν*** ἀπὸ δύο διαφραγμάτων ὁμοίων E_1 καὶ E_2, χωριζομένων διὰ τρίτου μέλανος ἀδιαφανοῦς καὶ καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν E_1 καὶ E_2 οὕτως, ὥστε αἱ ἀκτῖνες νὰ προσπίπτουν καθέτως ἐπὶ τούτων, ὁ ὀφθαλμὸς διακρίνει, ὅτι τὰ διαφράγματα εἶναι ἐξ ἴσου φωτισμένα, ἤτοι ἔχουν ***ἴσους φωτισμούς***. Λέγομεν δὲ ὅτι αἱ ***ἐντάσεις τοῦ φωτὸς*** τῶν δύο κηρίων εἶναι ***ἴσαι.***

Κατόπιν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἑνὸς κηρίου B_2 θέτομεν ἄλλην πηγὴν φωτός, π. χ. λαμπτῆρα διὰ πετρελαίου. Ἐὰν πάλιν ὁ φωτισμὸς τῶν

δύο διαφραγμάτων παραμείνῃ ὁ αὐτός, λέγομεν ὅτι αἱ δύο φωτει πηγαί, ἤτοι ὁ λαμπτὴρ καὶ τὸ κηρίον, ***ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντα φωτός.***

Σχέσεις διαφόρων φωτισμῶν. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐ ἀνάψωμεν δύο κηρία ὅμοια καὶ συνυπάρχοντα, τὰ κηρία ταῦτα, ὁμ λαμβανόμενα, ἀποτελοῦν πηγήν, τῆς ὁποίας ἡ ἔντασις λέγομεν ὅτι ε διπλασία τῆς ἐντάσεως τοῦ ἑνὸς μόνον ἐξ αὐτῶν. Ἐὰν ἀντικατασ σωμεν τὸ ἓν τῶν κηρίων B_1 εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα διὰ δύο ὁμ ὁμοίων πρὸς τὸ τρίτον B_2, τὸ διάφραγμα E_1 φαίνεται περισσότε φωτισμένον ἢ τὸ ἕτερον E_2. Λέγομεν τότε, ὅτι ὁ φωτισμὸς τοῦ εἶνε διπλάσιος τοῦ E_2.



Σχ. 71.

Τέλος, ἐὰν ἀντικαταστήσω καὶ τὸ κηρίον B_2 διὰ λαμπτῆ L (σχ. 71) καὶ ἴδωμεν, ὅτι τος παράγει φωτισμὸν ἐπὶ E_2 ἴσον πρὸς τὸν τοῦ E_1 λέγο ὅτι ὁ ***λαμπτὴρ ἔχει ἔντα ἴσην πρὸς δύο κηρία***. Ὅμο δυνάμεθα νὰ ἐπεκτείνωμεν πείραμα εἰς 3, 4, 5 κλπ. κη καὶ νὰ ἔχωμεν φωτισμὸν τ τετράκις κλπ. μεγαλύτερον ἔντασιν τρίς, τετράκις, πεντ κλπ. μείζονα τῆς τοῦ 1 κηρίο

41. Μονάδες ἐντάσεως καὶ φωτισμοῦ. — Πρὸς πρ διορισμὸν τῶν ἐντάσεων τῶν διαφόρων πηγῶν, λαμβάνεται ὡς μο ἡ ἔντασις ὡρισμένης πηγῆς καὶ πρὸς ταύτην συγκρίνονται αἱ λοι ἐντάσεις. Ἡ πηγὴ τοῦ φωτός, ἧς ἡ ἔντασις λαμβάνεται ὡς μον δέον νὰ εἶνε ἀμετάβλητος κατ' ἔντασιν καὶ νὰ δύναται νὰ παρασκε σθῇ ὅσον τὸ δυνατὸν εὐχερῶς. Ὡς μονὰς ἐντάσεως λίαν συνήθως λ βάνεται ἡ καλουμένη Carcel, ἥτις εἶνε ἡ ἔντασις λύχνου Carcel, καί τος 42 γράμμα κραμβελαίου καθ' ὥραν.

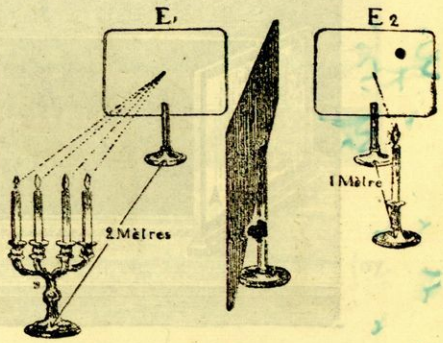
Ἡ μονὰς Violle εἶνε ἡ ἔντασις τοῦ φωτός, τοῦ ἐκπεμπομένου θέτως ὑφ' ἑνὸς τετραγ. ἑκατοστομ. λευκοχρύσου, εὑρισκομένου εἰς θερμοκρασίαν τῆς τήξεως αὐτοῦ, ἤτοι 1785°. Ἡ μονὰς αὕτη ἰσοδυ μεῖ πρὸς 2 Carcel περίπου.

Τὸ ***δεκαδικὸν κηρίον*** εἶνε μονάς, ἰσοδυναμοῦσα πρὸς $\frac{1}{20}$ τῆς

νάδος Violle. Ἡ μονὰς Hefner εἶναι ἡ ἔντασις λυχνίας, καιούσης δι' ὀξικοῦ ἀμυλίου καὶ ἰσοδυναμεῖ πρὸς 0,044 τῆς μονάδος Violle.

42. Μεταβολαὶ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Πρὸ τοῦ διαφράγματος E_2 (σχ. 72) καὶ εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου τίθεται 1 κηρίον. Πρὸ δὲ τοῦ διαφράγματος E_1 τίθεται ὁμᾶς ἐκ 4 κηρίων, χωριζομένη τοῦ πρώτου κηρίου διὰ μέλανος ἀδιαφανοῦς διαφράγματος καθέτου ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῶν E_1 καὶ E_2. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι οἱ φωτισμοὶ τῶν δύο διαφραγμάτων E_1 καὶ E_2 εἶναι ἴσοι, ὅταν ἡ πρὸ τοῦ E_1 πηγὴ εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 2 μέτρων.

Ἀλλ' ἐὰν καὶ τὸ 1 κηρίον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 2 μέτρων, ὁ φωτισμός, ὃν θὰ παρῆγε, θὰ ἦτο τετράκις μικρότερος τοῦ παραγομένου ὑπὸ τῶν 4 κηρίων. Ἄρα, ***ἓν κηρίον, εἰς ἀπόστασιν δύο μέτρων, φωτίζει τετράκις ὀλιγώτερον ἢ ἓν κηρίον εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου.*** Ἐπίσης, εὑρίσκομεν, ὅτι εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων, 1 κηρίον φωτίζει 9άκις ὀλιγώτερον ἢ 1 κηρίον εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου, ἤτοι ὁ φωτισμὸς μεταβάλλεται συμφώνως πρὸς τὸν ἑπόμενον νόμον.



Σχ 72.

Ὁ φωτισμός, ὃν δέχεται καθέτως ἐπιφάνειά τις, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἀπὸ τῆς πηγῆς.

43. Θεμελιώδης σχέσις.—Τὸ προηγούμενον πείραμα δεικνύει καὶ τὸν τρόπον τῆς παραβολῆς ***τῶν ἐντάσεων*** δύο πηγῶν. Ὡς εἴδομεν, ἡ ἐκ 4 κηρίων πηγὴ παράγει τὸν αὐτὸν φωτισμόν, ὃν καὶ 1 μόνον κηρίον, ὅταν τεθῇ εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν. Ἄρα, ***ὅταν δύο πηγαὶ παράγουν ἴσους φωτισμοὺς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ διαφράγματος, αἱ ἐντάσεις των*** I_1 καὶ I_2 ***εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών των*** d_1 καὶ d_2 ***ἀπὸ τοῦ διαφράγματος,*** ἤτοι

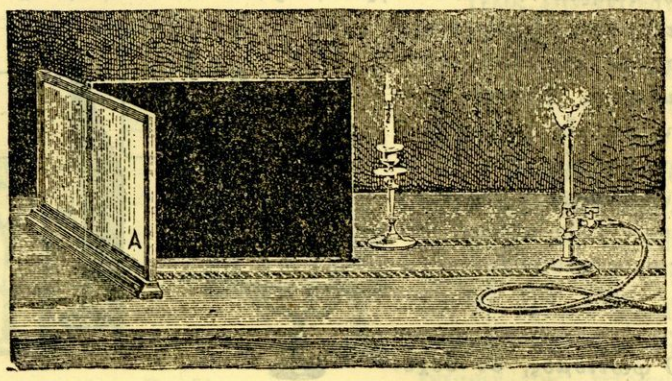
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

44. Μέτρησις τῶν ἐντάσεων.—Καλοῦνται ***φωτόμετρα*** τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμεύοντα πρὸς σύγκρισιν τῶν ἐντάσεων τῶν φωτεινῶν πηγῶν.

Τὰ φωτόμετρα στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἑξῆς ἀρχῆς. Ἔστω, ὅτι δύο πηγαὶ φωτός, ἐντάσεων I_1 καὶ I_2, εὑρίσκονται εἰς τὰς ἀποστάσεις d_1, d_2 ἀπὸ τὰ ἐκτεθέντα διαφράγματα E_1 καὶ E_2. Αἱ ἀποστάσεις δὲ ἔχουν ῥυθμισθῇ τοιουτοτρόπως, ὥστε οἱ φωτισμοὶ τῶν διαφραγμάτων νὰ εἶνε ἴσοι. Ἀλλ' ὡς εἴδομεν, αἱ ἐντάσεις τῶν πηγῶν εἶνε τότε ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων, ἤτοι ἔχομεν

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

Ἑπομένως, ἐὰν εἶνε γνωστὴ ἡ μία τῶν ἐντάσεων, π.χ. ἡ I_1, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἄλλην I_2 δι' ἁπλῆς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων



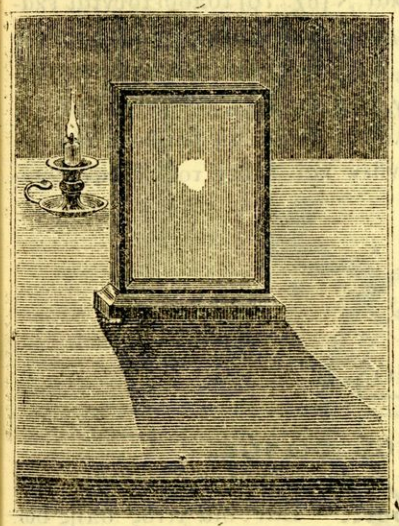
Σχ. 73.

d_1 καὶ d_2. Πλεῖστα φωτόμετρα ἔχουν ἐπινοηθῇ, ἐξ ὧν τὸ τοῦ Bouguer καὶ τὸ τοῦ Bunsen εἶναι λίαν ἁπλᾶ καὶ εὔχρηστα.

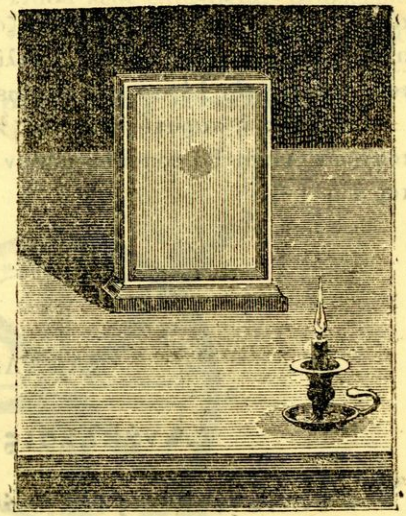
Φωτόμετρον Bouguer.—Τὸ φωτόμετρον τοῦτο (σχ. 73) ἀποτελεῖται ἐξ ὀρθογωνίου λευκῆς ὑάλου A, τοποθετουμένης κατακορύφως καὶ ἐξ ἑνὸς ἐπίσης ὀρθογωνίου διαφράγματος σκιεροῦ ἐστερεωμένου καθέτως εἰς τὸ μέσον τῆς ὑάλου, ἡ ὁποία οὕτω διαχωρίζεται εἰς δύο ὅμοια τμήματα. Ἀπέναντι ἑκάστου τῶν τμημάτων τούτων καὶ ἑκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος, τοποθετοῦνται αἱ δύο πρὸς σύγκρισιν φωτειναὶ πηγαί, αἱ ὁποῖαι φέρονται εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς ὑάλου, ὥστε ὁ φωτισμὸς τῶν τμημάτων της νὰ εἶνε ἴσος. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων εἶνε ἴσος πρὸς τὸν λόγον τῶν ἐντάσεων τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν.

Φωτόμετρον Bunsen.—Ἐπὶ τεμαχίου λευκοῦ χάρτου σχημα-

τίζομεν δι' ἐλαίου κηλῖδα. Ὁ χάρτης, εἰς τὸ μέρος ὅπου ἔγινεν ἡ κηλίς, εἶνε περισσότερον διαπερατὸς ὑπὸ τοῦ φωτὸς παρὰ εἰς τὸ ἐπίλοιπον

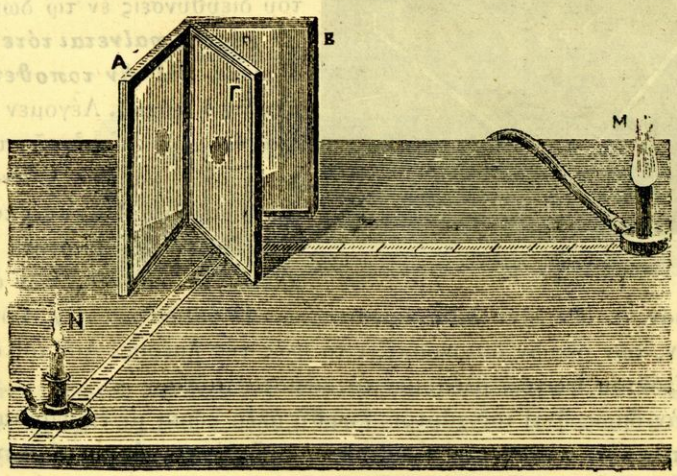


Σχ. 74.



Σχ. 75.

μέρος. Ἕνεκα τούτου, ἐὰν μὲν φωτισθῇ ὁ χάρτης ἐκ τῶν ὄπισθεν (σχ.



Σχ. 76.

74), ἡ κηλὶς φαίνεται φωτεινὴ ἐπὶ βάθους σκοτεινοῦ, ἐὰν δὲ φωτισθῇ ὁ χάρτης ἐκ τῶν ἔμπροσθεν, ἡ κηλὶς φαίνεται σκοτεινὴ ἐπὶ βάθους

φωτεινοῦ (σχ. 75). Ἐὰν ὅμως ὁ χάρτης δεχθῇ καὶ ἐπὶ τῶν δύο ὄψεώ
του ἴσον φωτισμόν, ἡ κηλὶς δὲν φαίνεται καθόλου.

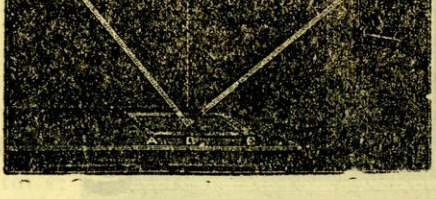
Αἱ πρὸς σύγκρισιν δύο πηγαὶ Μ καὶ Ν (σχ. 76) τοποθετοῦνται ἑκα
τέρωθεν τοῦ χάρτου Γ καὶ ρυθμίζονται αἱ ἀποστάσεις των ἀπὸ τούτο
οὕτως, ὥστε νὰ ἐξαφανισθῇ ἡ κηλίς. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τού
των παρέχει τὸν λόγων τῶν ἐντάσεων τῶν πηγῶν.

Συνήθως ἡ παρατήρησις τῆς κηλῖδος γίνεται τῇ βοηθείᾳ δύο κα
τόπτρων Α καὶ Ε, τοποθετημένων ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ διαφράγμα
τος Γ.

ΚΑΦΑΛΑΙΟΝ Β'

Ἀνάκλασις τοῦ φωτός.

44. Ἀνάκλασις καὶ διάχυσις.—Ἐὰν διά τινος ὀπῆς δω
ματίου σκοτεινοῦ ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ δέσμη φωτὸς ἡλιακοῦ καί, κατ
τὴν δίοδον ταύτης, παρενθέσωμεν χάρτην λευκόν, τὸ φῶς διασκορπ
ζεται κατ' ὅλας τὰς πρὸ τοῦ χάρ
του διευθύνσεις ἐν τῷ δωματίῳ
***Ὁ χάρτης φαίνεται τότε ὁπου
δήποτε καὶ ἂν τοποθετηθῶ
μεν πρὸ αὐτοῦ.*** Λέγομεν δέ, ὅτ
διαχέει τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπ
πτον φῶς καὶ τὸ φαινόμενο
τοῦτο καλεῖται ***διάχυσις*** τοῦ φω
τός. Τὴν αὐτὴν ἰδιότητα ἔχου
πάντα τὰ σώματα, τῶν ὁποίω
ἡ ἐπιφάνεια δὲν εἶνε λεία καὶ στιλπνή. Ἡ ἐπιφάνεια π. χ. τῶν ὑφ
σμάτων, τῶν οἰκιῶν διασκορπίζει τὸ φῶς τῆς ἡμέρας. Διὰ τοῦ διαχε
μένου τούτου φωτός, βλέπομεν τὰ σώματα ταῦτα.

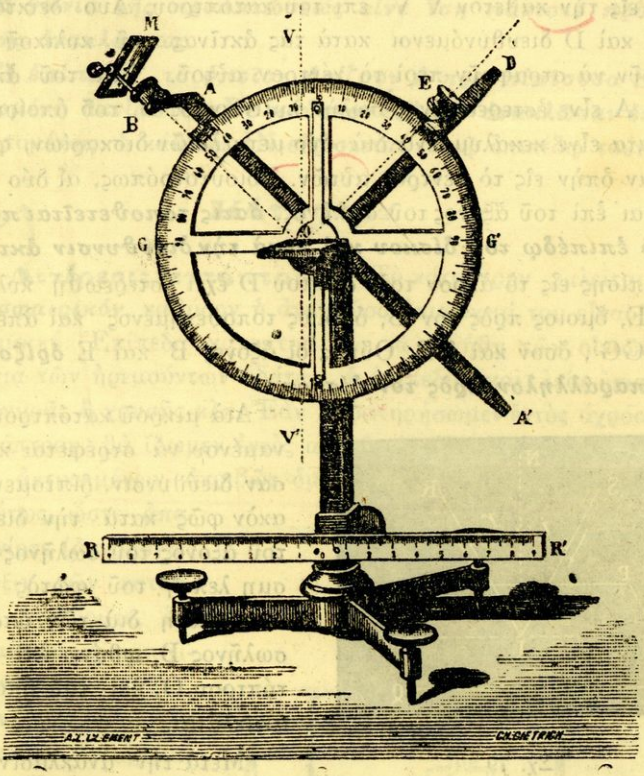


Σχ. 77

Ἐὰν ὅμως, ἀντὶ τοῦ χάρτου, ληφθῇ ἄλλο σῶμα μὲ ἐπιφάνειαν λεία
καὶ στιλπνήν, π. χ. κοινὸν κάτοπτρον ἢ δίσκος ἀργυροῦς στιλπνὸ
(σχ. 77), τότε παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ δέσμη τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, κατὰ τ
πλεῖστον, ἐκπέμπεται ὑπὸ τοῦ δίσκου καθ' ὡρισμένην διεύθυνσιν. Τ
φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***ἀνάκλασις*** τοῦ φωτός.

Ἐν γένει, ὁσάκις δέσμη φωτὸς προσπέσῃ ἐπί τινος σώματος, τοῦ ὁποίου ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στιλπνή, ἡ δέσμη αὕτη ἀνακλᾶται κατὰ τὸ πλεῖστον μέρος αὐτῆς. Πᾶσα λεία ἐπιφάνεια, ἀνακλῶσα τοιουτοτρόπως τὸ φῶς, καλεῖται **κάτοπτρον,** ὡς τὰ συνήθη ἐν χρήσει εἰς τὰς οἰκίας μας, ἡ ἐπιφάνεια ἠρεμούντων ὑδάτων (σχ. 81) κλπ.

45. Νόμοι γεωμετρικοὶ τῆς ἀνακλάσεως. — Ὅταν

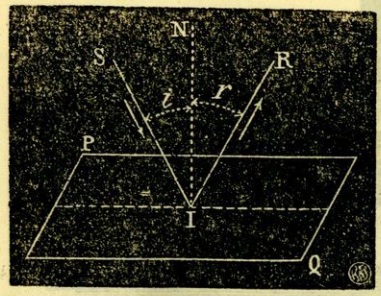


Σχ. 78

ἀκτὶς φωτὸς SI (σχ. 79) συναντήσῃ ἐπιφάνειάν τινα PQ λείαν καὶ στιλπνὴν σώματος σκιεροῦ, δὲν ἐξακολουθεῖ πορευομένη, ὡς εἴδομεν, κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἀλλὰ λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν ὡρισμένην IR, ἤτοι **ἀνακλᾶται.** Ἡ ἀκτὶς SI καλεῖται **προσπίπτουσα,** ἡ δὲ IR **ἀνακλωμένη.** Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον I τῆς ἐπιφανείας PQ φέρωμεν τὴν κάθετον ἐπὶ ταύτην IN, ἡ μὲν γωνία SIN καλεῖται **γωνία προσπτώ-**

σεως, ἡ δὲ NIR **γωνία ἀνακλάσεως.** Ἂς ἴδωμεν ἂν ἡ διεύθυνσις, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς IR, εἶνε τυχαία ἢ ἀκολουθεῖ ὡρισμένους νόμους.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Δίσκος μετάλλινος καὶ κυκλικὸς GG (σχ. 78) φέρει εἰς τὸ κέντρον του καὶ καθέτως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου μικρὸν ἐπίπεδον κατοπτρον O. Ὁ δίσκος κατὰ τὴν περιφέρειάν του εἶνε ὑποδιηρημένος εἰς μοίρας καὶ ἡ διάμετρός του 0^0—180^0 εἶνε κατακόρυφος καὶ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν κάθετον V V′ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Δύο δεῖκται μετάλλινοι A καὶ D διευθυνόμενοι κατὰ τὰς ἀκτῖνας τοῦ κυλικοῦ δίσκου, ἠμποροῦν νὰ στραφοῦν περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ δείκτου A εἶνε ἐστερεωμένος σωλὴν κυλινδρικὸς B, τοῦ ὁποίου τὰ δύο ἀνοίγματα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ δύο μεταλλικῶν δισκαρίων, φερόντων ἀνὰ μίαν ὀπὴν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν. Τοιουτοτρόπως, αἱ δύο ὀπαὶ εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆνος, **ὅστις τοποθετεῖται παραλλήλως τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἀκτῖνος αὐτοῦ.** Ἐπίσης εἰς τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου D ἔχει στερεωθῇ κυλινδρικὸς σωλὴν E, ὅμοιος πρὸς τὸν B, ὁμοίως τοποθετημένος καὶ ἀπέχων τοῦ δίσκου GG′, ὅσον καὶ ὁ B. Οὕτως οἱ ἄξονες B καὶ E **ὁρίζουν ἐπίπεδον παράλληλον πρὸς τὸν δίσκον.**



Σχ. 79

Διὰ μικροῦ κατόπτρου M, δυναμένου νὰ στρέφεται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ῥίπτομεν τὸ ἡλιακὸν φῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆνος B. Δέσμη λεπτὴ τοῦ φωτὸς τούτου, διερχομένη διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ σωλῆνος B, φθάνει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου O, ἐπὶ τοῦ ὁποίου καὶ ἀνακλᾶται.

Μετὰ τὴν ἀνάκλασίν της, ἡ δέσμη λαμβάνει διεύθυνσίν τινα OE. Μεταθέτοντες νῦν τὸν ἕτερον δείκτην D, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τινα θέσιν αὐτοῦ, ἡ ἀνακλωμένη δέσμη OE διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ σωλῆνος E. Ἐὰν VV′ εἶνε ἡ κάθετος, ἡ ἀγομένη ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἐκ τοῦ κέντρου O, καὶ μετρήσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου τὰς δύο γωνίας BOV καὶ VOE, **εὑρίσκομεν αὐτὰς ἴσας.**

Ἐκτὸς τούτου παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἀκτίνων BO καὶ OE εἶνε παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου, καθόσον εἶνε αὐτὸ

τοῦτο τὸ ἐπίπεδον τῶν ἀξόνων τῶν σωλήνων B καὶ E. Ἀλλὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ δίσκου εἶνε κάθετον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου O καί, ἑπομένως, καὶ τὸ ***ἐπίπεδον τῶν ἀκτίνων*** BO ***καὶ*** OE ***εἶνε ἐπίσης κάθετον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κατόπτρου.***

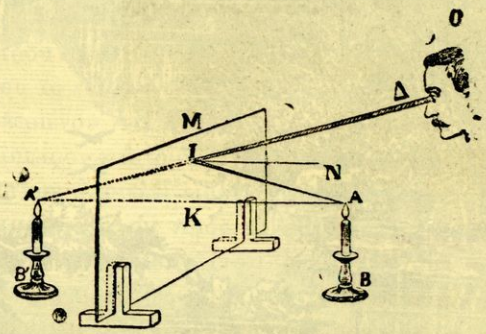
Ἡ διεύθυνσις λοιπόν, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς IR, δὲν εἶνε τυχαία, καθ' ὅσον τὸ φαινόμενον τῆς ἀνακλάσεως ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

1ον ***Ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶνε ἴση πάντοτε πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως.***

2ον ***Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον ὁρίζουν ἡ προσπίπτουσα*** SI ***καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς*** IR, ***εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.*** Ἑπομένως, ἡ κάθετος IN εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ.

Κάτοπτρα

46. Διαίρεσις κατόπτρων. - Τὸ κάτοπτρον καλεῖται ***ἐπίπεδον*** ἢ ***σφαιρικόν***, καθόσον ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνειά του εἶναι ἐπίπεδος ἢ σφαιρική. Ἐπίπεδα κάτοπτρα εἶνε τὰ συνήθη τῶν οἰκιῶν μας, ἡ ἐπιφάνεια τῶν ἠρεμούντων ὑδάτων, ἡ ἐπίπεδος καὶ λεία ἐπιφάνεια πλακὸς ἀργυρᾶς ἢ χρυσῆς κλπ. Ἐὰν παρατηρήσωμεν ἐντὸς ἀχρόου ἐπιπέδου κατόπτρου, θὰ ἴδωμεν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ εἴδωλα, ἤτοι τὰς εἰκόνας τῶν πέριξ ἀντικειμένων ἀκριβῶς ὁμοίας ὡς πρὸς τὸ μέγεθος καὶ τὸ χρῶμα οὕτως, ὥστε ἀπατώμεθα ἐνίοτε (ἀγνοοῦντες τὴν ὕπαρξιν τῶν κατόπτρων) καὶ νομίζομεν, ὅτι εὑρίσκονται ἐκεῖ πραγματικῶς τὰ ἀντικείμενα ταῦτα, Ἐντὸς τῶν ἠρεμούντων ὑδάτων τῶν λιμνῶν σχηματίζονται τὰ εἴδωλα τῶν πέριξ οἰκιῶν, δένδρων κλπ. (σχ. 81).



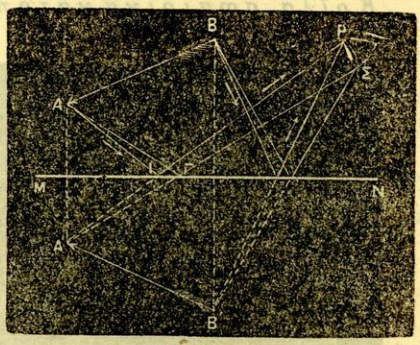
Σχ. 80

47. Ἐπίπεδα κάτοπτρα. — *Εἴδωλον σημείου.* — ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Μεταξὺ δύο κηρίων A καὶ A' (σχ. 80) τοῦ αὐτοῦ μεγέθους θέτομεν ἐπίπεδον ὕαλον (τζάμι) M ***καθέτως εἰς τὸ μέσον K τῆς ἀποστάσεως*** AA'. Ἐὰν τοποθετηθῶμεν πρὸς τὸ μέρος

Σχ. 81

τοῦ κηρίου Α καὶ τὸ ἀνάψωμεν, βλέπομεν ὅτι καὶ τὸ κηρίον Α΄ ἔχει φλόγα, ὡς ἐὰν ἤναψε καὶ αὐτό. Ἡ φλὸξ τοῦ Α΄ πραγματικῶς δὲν ὑπάρχει, ἀλλὰ εἶνε ἡ εἰκὼν τῆς φλογὸς τοῦ Α΄, ἡ δὲ εἰκὼν αὐτὴ ***ἐσχηματίσθη ἀπὸ τὴν ὕαλον Μ ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς θρυαλλίδος τοῦ Α΄.*** Τοιουτρόπως, αἱ ἀκτῖνες ΑΙ τοῦ σημείου Α πίπτουν ἐπὶ τῆς ὑάλου Μ καί, ἀφοῦ ἀνακλασθοῦν, φεύγουν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΔ. Ὁ ὀφθαλμός μας δὲ Ο δέχεται τὰς ἀνακλωμένας ἀκτῖνας ΙΔ ***ὡς ἐὰν ἤρχοντο ἀπὸ τὸ σημεῖον Α΄***, εἰς τὸ ὁποῖον νομίζει ὅτι ὑπάρχει φλόξ. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ἡ ἀπόστασις ΑΚ εἶνε ἴση μὲ τὴν Α΄Κ, ἤτοι τὸ Α΄ εἶνε συμμετρικὸν τοῦ Α ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον Μ, καλεῖται δὲ ***εἴδωλον τοῦ Α.***

Συμπέρασμα.—Ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτό, συμπαιραίνομεν ὅτι ***ἐπίπεδον κάτοπτρον σχηματίζει δι' ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς τὸ εἴδωλον Α΄ φωτεινοῦ σημείου Α. Τὸ εἴδωλον δὲ αὐτὸ Α΄ φαίνεται ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου, καὶ εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς καθέτου ΑΚ καὶ εἰς ἀπόστασιτ Α΄Κ = ΑΚ ἤτοι εἶνε συμμετρικὸν τοῦ Α ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον.***



Σχ. 82

Εἴδωλον ἀντικειμένου.(1) — Ἐάν, ἀντὶ ἑνὸς σημείου Α, ὑπάρχῃ πρὸ τοῦ κατόπτρου ἀντικείμενόν τι φωτεινὸν ΑΒ (σχ. 82) βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου τὸ εἴδωλον Α΄Β΄ τοῦ σώματος τούτου. Ἑκάστου σημείου τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ σχηματίζεται τὸ εἴδωλόν του συμμετρικῶς ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον καὶ τοιουτοτρόπως τὸ σύνολον τῶν εἰδώλων τῶν διαφόρων σημείων ἀποτελεῖ εἴδωλον ***ὁμοιόμορφον πρὸς τὸ ἀντικείμενον καὶ συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον.***

Τὰ εἴδωλα αὐτὰ ὀνομάζονται ***φανταστικά,*** διότι δὲν ὑπάρχουν πραγματικῶς, ἐπειδὴ δὲν συνέρχονται αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, ἀλλ' αἱ προεκτάσεις των. Ὅταν αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες συνέρχωνται πράγματι, ὅπως θὰ ἴδωμεν εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, τότε τὸ εἴδωλον καλεῖται ***πραγματικόν.***

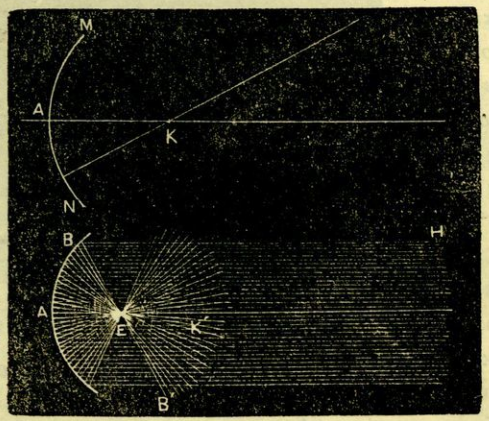
---

(1) Ἐν τοῖς ἑπομένοις ὁποτίθενται τὰ ἀντικείμενα πραγματικῶς ὑπάρχοντα καὶ φωτεινά.

48. Σφαιρικὰ κάτοπτρα.—Σφαιρικῶν κατόπτρων δι κρίνομεν δύο εἴδη: τὰ **κοῖλα** καὶ τὰ **κυρτά.** Κοῖλα μὲν καλοῦντ ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ἡ ἀνάκλασις γίνεται ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανεία κυρτὰ δὲ ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ἡ ἀνάκλασις γίνεται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπ φανείας των.

Πᾶν σφαιρικὸν κάτοπτρον MN (σχ. 83 καὶ 84) ἀ ιοτελεῖ μέρ σφαίρας τινός. Τὸ κέντρον K τῆς σφαίρας, εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει κάτοπτρον, καλεῖται ***κέντρον καμπυλότητος***, ἡ δὲ εὐθεῖα KA, ἡ διε χομένη διὰ τούτου καὶ τοῦ μέσου A τοῦ κατόπτρου, καλεῖται ***κύρι ἄξων***. Πᾶσα ἄλλη εὐθεῖα, διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου K καὶ συνα τῶσα τὸ κάτοπτρον, καλεῖται ***δευτερεύων ἄξων***. Τὸ μέσον τοῦ κατόπτρου καλεῖται ***κορυφὴ*** αὐτοῦ.

Κοῖλα σφαιρικὰ κάτοπτρα(1).— α') ***Εἴδωλον σημεί***



Σχ. 83

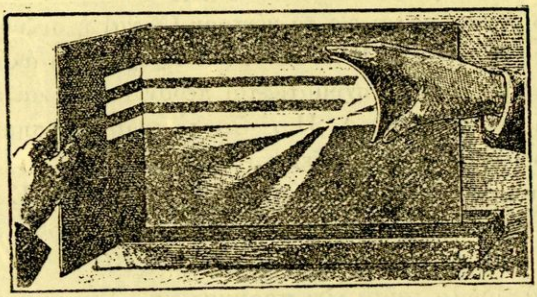
Σχ. 84

Ὅταν φωτεινὸν σημεῖ ρίπτῃ τὰς ἀκτῖνάς τ ἐπὶ κοίλου σφαιρικοῦ κ τόπτρου, τί εἴδωλον σχ ματίζεται καὶ εἰς ποί θέσιν; Πρὸς πειραμα κὴν ἐξέτασιν τούτου, λάβωμεν ὡς φωτειν σημεῖον π.χ. μίαν ὀπ ἐπὶ μεταλλίνου φύλλο φωτιζομένου ὄπισθεν κ ταλλήλως.

Τὸ φωτεινὸν σημεῖ θὰ θέσωμεν εἰς διαφ ρους ἀποστάσεις καὶ θέσεις ἀπὸ τοῦ κατόπτρου. Καὶ ἐν πρώτοις, ἐ ὑποθέσωμεν αὐτὸ κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος εἰς ἀπόστασιν πα μεγίστην ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αἱ ἀκτῖνες τ σημείου, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, διέρχονται διὰ τοῦ μέσου E τ KA. Τὸ σημεῖον τοῦτο E καλεῖτσι ***ἑστία*** τοῦ κατόπτρου ὡς πρὸς τ ἄξονα KA, ἐπὶ τοῦ ὁποίου καὶ σχηματίζεται τὸ εἴδωλον τοῦ φωτειν σημείου.

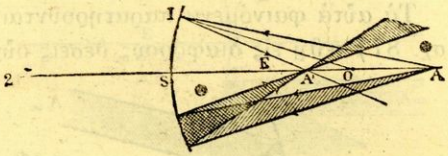
(1) Ἐν τοῖς ἐφεξῆς ὑποτίθεται, ὅτι τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα εἶνε μικροῦ ἀνο ματος, τὰ φωτεινὰ σημεῖα οὐχὶ πολὺ ἀπέχοντα τοῦ κυρίου ἄξονος, αἱ δὲ ἀκ νές των μὴ σχηματίζουσαι μεγάλας μετὰ τούτου γωνίας καὶ ὀλίγον ἀπέχου αὐτοῦ.

Ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ σημείου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, αἱ ἀκτῖνές του Η δύνανται πρακτικῶς νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΚ. Ἐν γένει **ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι,**



Σχ 85

μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου, διέρχονται ὅλαι διὰ τῆς κυρίας ἑστίας. Αἰσθητῶς παράλληλοι εἶνε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι, προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ κυρίου ἄξονος, διερχονται πᾶσαι διὰ τῆς ἑστίας Ε, ὅπου, θέτοντες τεμάχιον χάρτου, βλέπομεν, ὅτι σχηματίζεται φωτεινότατον σημεῖον ἐπ' αὐτοῦ, συγχρόνως δὲ ὁ χάρτης καίεται· διότι εἰς τὸ Ε' συγκεντρώνεται καὶ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης τοῦ Ἡλίου. Ἡ ἀπόστασις ΑΕ καλεῖται ***ἑστιακὴ ἀπόστασις*** (¹).



Σχ. 86

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α, κείμενον πάντοτε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, τεθῇ πλησιέστερον πρὸς τὸ κέντρον Ο (σχ. 86), τότε αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, δὲν διέρχονται διὰ τοῦ Ε, ἤτοι τὸ εἴδω-

(1) Σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον ἢ κυρτὸν ἠμποροῦμεν νὰ κατασκευάσωμεν ἐπαργυρώνοντες τὰς ὄψεις τεμαχίου σφαιρικῆς φιάλης ἢ ὑάλου ὡρολογίου.

Ἠμποροῦμεν ὅμως νὰ ἐκτελέσωμεν τὰ πειράματα αὐτὰ μὲ τεμάχιον στιλπνοῦ λευκοσιδήρου (τενεκὲ) πλάτους τριῶν δακτύλων καὶ μήκους 25 ἑκατοστομ. Τὸ τεμάχιον τοῦτο κάμπτομεν κυκλικῶς μὲ τὴν χεῖρά μας, ὅπως δεικνύει τὸ σχ. 85. Κατόπιν ρίπτομεν ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐπὶ διαφράγματος φέροντος ταινιοειδῆ κενά. Αἱ ἀκτῖνες, αἱ διερχόμεναι διὰ τῶν κενῶν, πίπτουσαι ἐπὶ τοῦ λευκοσιδήρου, ἀνακλῶνται καὶ παρουσιάζουν τὰ ἐκτεθέντα φαινόμενα. Ἡ δίοδος τῶν ἀκτίνων γίνεται περισσότερον αἰσθητὴ διὰ τῆς παρουσίας καπνοῦ ἢ κονιορτοῦ.

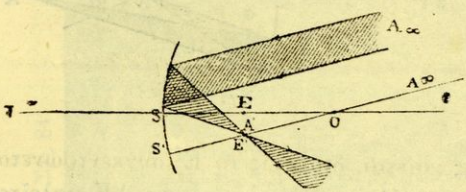
λον τοῦ Α δὲν σχηματίζεται εἰς τὸν Ε, ἀλλ' εἰς ἄλλο σημεῖον Α΄ εὑρισκόμενον μεταξὺ Ε καὶ Ο. Τὸ εἴδωλον Α΄ πλησιάζει τὸ Ο, ἐφόσον καὶ τὸ Α ποιεῖ τὸ αὐτό. Τὸ σημεῖον Α΄, δι' οὗ διέρχονται αἱ ἀκτῖνες τοῦ Α μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, καλεῖται ***συζυγὴς ἑστία*** τοῦ Α.

Ὅταν τὸ Α εὑρίσκεται εἰς τὸ κέντρον Ο, καὶ ἡ συζυγὴς ἑστία του εἶναι ἐπίσης εἰς τὸ Ο. Ἐὰν νῦν τὸ Α προχωρήσῃ ἀκόμη πρὸς τὴν ἑστίαν Ε, τὸ εἴδωλόν του σχηματίζεται πέραν τοῦ Ο καὶ εἰς ἃς θέσεις ἀκριβῶς εὑρίσκετο πρὶν τὸ Α. Π.χ. ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ Α΄, τὸ εἴδωλόν του σχηματίζεται εἰς τὸ Α.

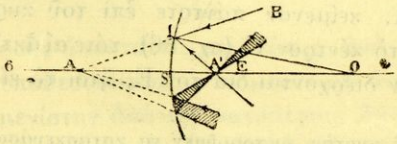
Ἐὰν δὲ τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς τὴν ἑστίαν Ε (σχ. 84), αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου, διευθύνονται παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα κατὰ τὴν ΒΗ.

Πάντα τὰ εἴδωλα ταῦτα εἶνε ***πραγματικά.*** Τοὐναντίον, ἐὰν τὸ σημεῖον Α΄ (σχ. 88) τεθῇ μεταξὺ τῆς ἑστίας Ε καὶ τῆς κορυφῆς S τοῦ κατόπτρου, αἱ ἀκτῖνες ΑΙ . . . . μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, βαίνουν ἀποκλίνουσαι ΙΒ . . . καὶ σχηματίζεται ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου εἴδωλον Α ***φανταστικόν,*** τὸ ὁποῖον φαίνεται ἐντὸς αὐτοῦ.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦνται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α΄ (σχ. 87) τεθῇ εἰς διαφόρους θέσεις οὐχὶ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος SO, ἀλλ' ἐπὶ ἄλλου ἄξονος οἱουδήποτε S΄ O. Ἀνευρίσκομεν ὁμοίως ἑστίαν καὶ συζυγεῖς ἑστίας ἐπὶ τοῦ νέου ἄξονος, ἀναλόγους πρὸς τὰς ἐπὶ τοῦ κυρίου εὑρεθείσας.



Σχ. 87

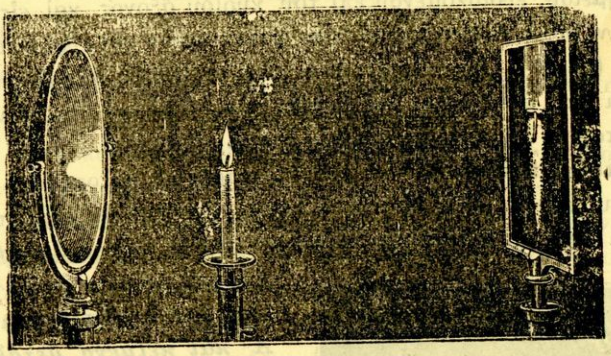


Σχ. 88

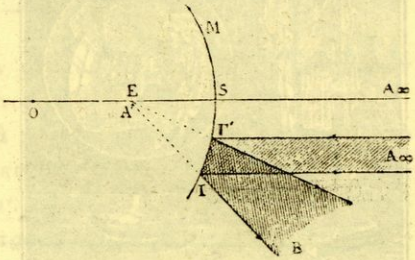
β΄) ***Εἴδωλον ἀντικειμένου.*** — Ἔστω νῦν, ὅτι ἐνώπιον τοῦ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου θέτομεν φωτεινὸν σῶμα, π. χ. κηρίον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τῆς ἑστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου Ο, σχηματίζεται ***πραγματικὸν εἴδωλον αὐτοῦ, μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου, ἀνεστραμμένον καὶ εὑρισκόμενον πέραν τοῦ*** Ο (σχ. 89). Τὸ εἴδωλον τοῦτο δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος, τιθεμένου εἰς ὡρισμένην θέσιν. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ πέραν τοῦ κέντρου Ο, τὸ εἴδωλόν

του σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ Ε καὶ τοῦ Ο καὶ εἶνε ***πραγματικόν, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ ἀνεστραμμένον.***

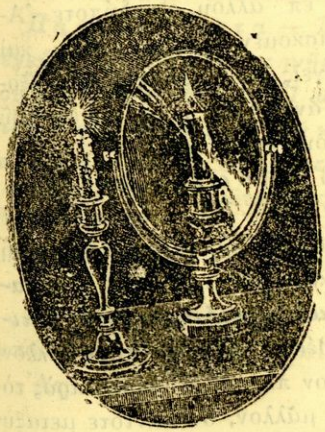
Ὅταν ὅμως τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται μεταξὺ τῆς κορυφῆς Ο τοῦ



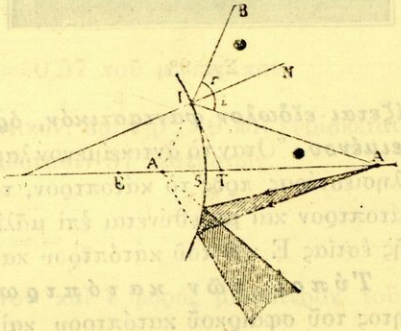
Σχ. 89



Σχ. 90



Σχ. 92



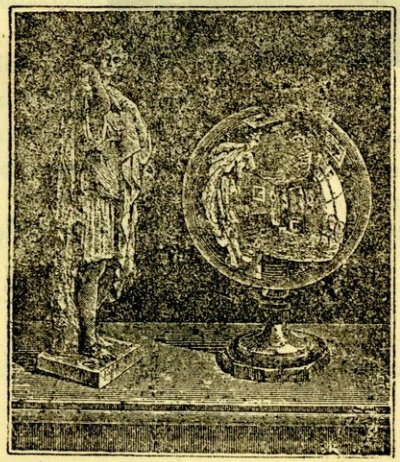
Σχ. 91

κατόπτρου καὶ τῆς ἑστίας Ε, σχηματίζεται ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου εἴδωλον ***φανταστικόν, μεγαλύτεραν τοῦ ἀντικειμένου καὶ ὀρθὸν*** (σχ. 92). Ταῦτα δὲ διότι ἑκάστου σημείου τοῦ ἀντικειμένου π. χ. τοῦ

σημείου Α (σχ. 95), σχηματίζεται ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία Α′ ἐπὶ τοῦ σχετικοῦ ἄξονος Α S, ὡς εἴδομεν προηγουμένως.

Κυρτὰ κάτοπτρα. — Εἴδωλον σημείου.—Τὸ ***εἴδωλον*** φωτεινοῦ σημείου, εὑρισκομένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς μεγίστην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, εἶνε φανταστικὸν καὶ εὑρίσκεται εἰς τὴν ἑστίαν Ε (σχ. 90). Αἱ ἀκτῖνες εἶναι τότε αἰσθητῶς παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι καί, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, βαίνουν ἀποκλίνουσαι, αἱ δὲ προεκτάσεις των διέρχονται διὰ τοῦ Ε.

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ εἴδωλόν του, ἤτοι ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία, ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἑστίας Ε καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω τὰ μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τοῦ ἀπείρου σημεῖα, π. χ. τὸ Α (σχ. 91), ***ἔχουν εἴδωλα φανταστικὰ Α′ καὶ κείμενα μεταξὺ τῆς ἑστίας καὶ τοῦ κατόπτρου.***



Σχ. 93

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παράγονται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ οὐχὶ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀλλ' ἐπ' ἄλλου οἱουδήποτε. Ἀνευρίσκομεν ὁμοίως ἑστίαν καὶ συζυγεῖς ἑστίας ἐπὶ τοῦ νέου ἄξονος, ἀναλόγους πρὸς τὰς ἐπὶ τοῦ κυρίου εὑρεθείσας.

β′) ***Εἴδωλον ἀντικειμένου.*** — Ἐὰν ἐνώπιον τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῇ ἀντικείμενόν τι (σχ 93), ***σχηματίζεται εἴδωλον φανταστικόν, ὀρθὸν καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.*** Ὅταν τὸ ἀντικείμενον λαμβάνῃ θέσεις ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πλησιεστέρας πρὸς τὸ κάτοπτρον, τὸ εἴδωλον πλησιάζει ἐπίσης πρὸς τὸ κάτοπτρον καὶ μεγεθύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅν πάντοτε μεταξὺ τῆς ἑστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.

Τύποι τῶν κατόπτρων. — Ἐὰν R εἶνε ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου καὶ p καὶ p′ εἶναι αἱ ἀποστάσεις τοῦ φωτεινοῦ σημείου Α (σχ. 86) καὶ τοῦ εἰδώλου του Α′ ἀπὸ τῆς κορυφῆς S τοῦ κατόπτρου, ἤτοι ἐὰν A S=p καὶ A′ S=p′, ἔχομεν τὴν ἑξῆς σχέσιν.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{R} \qquad (1)$$

Ἐὰν δὲ f εἶνε ἡ ἀπόστασις τῆς ἑστίας E ἀπὸ τοῦ S, ἔχομεν, ὡς γνωστόν, $f = \frac{R}{2}$.

Ὁ τύπος (1) εἶνε γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται εἰς πάντα τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, κοῖλα ἢ κυρτά, ὑπὸ τοὺς ἑξῆς ὅρους.

1ον Ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος R εἶνε ***θετικὴ*** μέν, ἐὰν τὸ κάτοπτρον εἶνε κοῖλον, ***ἀρνητικὴ*** δὲ ἐὰν τὸ κάτοπτρον εἶνε κυρτόν.

2ον Ἡ ἀπόστασις p′ εἶνε ***θετικὴ*** μέν, ἐὰν τὸ εἴδωλον εἶνε πραγματικόν, ***ἀρνητικὴ*** δὲ ἐὰν τὸ εἴδωλον εἶνε φανταστικόν. Τὸ αὐτὸ θὰ δεχθῶμεν καὶ διὰ τὴν ἀπόστασιν p τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐὰν νῦν O εἶνε τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου καὶ I τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου του, ἔχομεν τὴν σχέσιν

$$\frac{I}{O} = -\frac{p'}{p} \qquad (2)$$

Τὸ μῆκος I εἶνε θετικὸν μὲν ἐὰν τὸ εἴδωλον εἶνε ὀρθόν, ἀρνητικὸν δὲ ἐὰν τὸ εἴδωλον εἶνε ἀνεστραμμένον.

Παραδείγματα.— 1ον Νὰ προσδιορισθῇ ἡ θέσις καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου πηγῆς φωτεινῆς, τεθείσης ἔμπροσθεν κοίλου κατόπτρου ἀκτῖνος 1 μέτρου· α′) ὅταν ἡ πηγὴ εἶνε εἰς ἀπόστασιν 4 μέτρων ἀπὸ τοῦ κατόπτρου καὶ β′) ὅταν αὕτη εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 30 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου.

Ἔχομεν R = 1 μέτρον καὶ p = 4 μέτρα καὶ ἑπομένως:

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{1}, \text{ ἐξ ἧς } p' = 0{,}57 \text{ τοῦ μ. περίπου.}$$

Τὸ εἴδωλον λοιπὸν εἶνε πραγματικόν, διότι $p' > 0$ καὶ εὑρίσκεται ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ εἰς ἀπόστασιν 57 ἑκατοστῶν.

Ἀφ' ἑτέρου:

$$\frac{I}{O} = -\frac{0{,}57}{4} = -\frac{1}{7}$$

Ἄρα, τὸ εἴδωλον εἶναι ἀνεστραμμένον καὶ 7 φορὰς μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν εὑρίσκομεν $p' = -0{,}75$ μέτρα καὶ $\frac{I}{O} = 2{,}5$, ἤτοι τὸ εἴδωλον εἶνε φανταστικὸν (διότι $p' < 0$) καὶ 2,5 φορὰς μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

2ον Νὰ προσδιορισθῇ ἡ θέσις καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου ἀντικειμένου, εὑρισκομένου εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων ἀπὸ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου ἀκτῖνος 1 μέτρου.

Ἔχομεν $R = -1$ καὶ $p' = 3$, ἄρα :

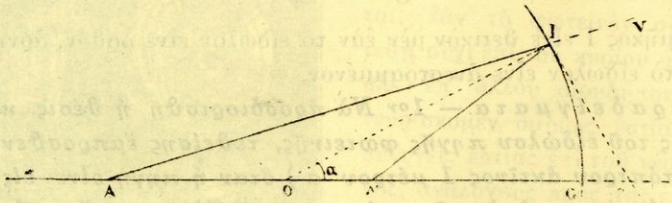
$$\frac{1}{3} + \frac{1}{p'} = -\frac{2}{1} \quad \text{καὶ} \quad p' = -0{,}43 \text{ περίπου.}$$

Τὸ εἴδωλον λοιπὸν εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 43 ἑκατοστῶν περίπου καὶ ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου.

Ἀφ᾽ ἑτέρου εὑρίσκομεν $\frac{I}{O} = \frac{1}{7}$, ἤτοι τὸ εἴδωλον εἶνε ὀρθὸν καὶ 7 φορὰς μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.

Θεωρητικὴ σπουδὴ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων. — Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν νόμων τῆς ἀνακλάσεως, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τοὺς προηγουμένους τύπους τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων οὕτως, ὥστε τὸ πείραμα ἐπαληθεύει εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις τοὺς νόμους τούτους.

Ἔστω A (σχ. 94) σημεῖόν τι φωτεινόν, εὑρισκόμενον ἐπὶ τοῦ κυ-



Σχ. 94

ρίου ἄξονος καὶ IG ἡ τομὴ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου δι᾽ ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τῆς AO καὶ τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς ἐπίπεδον τοῦ σχήματος. Θὰ ζητήσωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν πορείαν τῶν ἀκτίνων τοῦ σημείου A, τὴν ἀνακλωμένην ἐπὶ τοῦ IG.

Ἀκτίς τις AI τοῦ φωτεινοῦ σημείου, εὑρισκομένη ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ σχήματος καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ σημείου I τοῦ κατόπτρου, θὰ ἀνακλασθῇ καὶ θὰ λάβῃ νέαν διεύθυνσιν IA′, ἡ ὁποία σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου εἰς τὸ I, ἤτοι τῆς ἀκτῖνος OI, γωνίαν OIA′ = OIA. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς IA′ εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς AI καὶ τῆς IO καὶ ἑπομένως συναντᾷ τὴν OA εἴς τι σημεῖον A′.

Ἀλλ᾽ ἡ μὲν ἐφαπτομένη IT εἰς τὸ σημεῖον I διχοτομεῖ τὴν ἐξωτερικὴν γωνίαν VIA′ τοῦ τριγώνου AIA′ ἡ δὲ ἀκτὶς OI διχοτομεῖ τὴν γωνίαν AIA′. Ἄρα ἐκ τοῦ τριγώνου AIA′ λαμβάνομεν :

$$\frac{OA}{OA'} = \frac{TA}{TA'} \qquad (1)$$

Ἐὰν ὑποθέσωμεν, ὅτι ***αἱ ἀκτῖνες AI′ καὶ A′I σχηματίζουν μετὰ τῆς AG γωνίας ἀρκούντως μικράς, ὥστε νὰ ἔχωμεν πρακτικῶς:*** AT = AG καὶ A′T = A′G ἡ σχέσις (1) γίνεται

$$\frac{OA}{OA'} = \frac{GA}{GA'} \qquad (2)$$

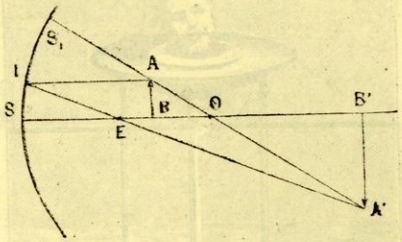
Ἀλλά: OA = GA — GO καὶ OA′ = GO — GA′. Ἄρα, ἐὰν R εἶνε ἡ ἀκτὶς OG, ἡ σχέσις (2) γίνεται:

$$\frac{p-R}{R-p'} = \frac{p}{p'} \qquad (3)$$

ἢ καὶ

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{R} \qquad (4)$$

Τὸν τύπον τοῦτον εὑρίσκομεν ὁμοίως εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις τῶν



Σχ. 95

τε κοίλων καὶ τῶν κυρτῶν κατόπτρων, ἀρκεῖ τὰ διάφορα μεγέθη νὰ ληφθοῦν μετὰ τῶν ἀλγεβρικῶν των σημείων, ὡς ἐξετέθη προηγουμένως.

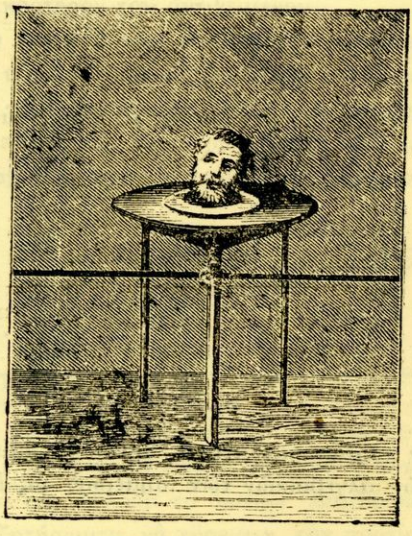
Σχέσις μεγεθῶν εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου.—Ἐὰν AB (σχ. 95) εἶνε τὸ ἀντικείμενον (μικρὰ εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα) καὶ A′B′ τὸ εἴδωλόν του, τὰ δύο τρίγωνα AOB καὶ A′OB′ εἶνε ὅμοια καὶ ἑπομένως:

$$\frac{I}{O} = -\frac{p'}{p} \qquad (5)$$

49. Θερμικαὶ ἀκτῖνες.—Αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτὸς εἶνε κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον θερμικαί. Αἱ θερμικαὶ ὅμως ἀκτῖνες δὲν εἶνε ὅλαι καὶ φωτειναί. Ὁμοίως πρὸς τὰς φωτεινὰς ἀνακλῶνται καὶ αἱ θερμικαὶ ἀκτῖνες καὶ σχηματίζουν ἀναλόγως τὰς ἑστίας των. Παράλληλοι π. χ. θερμικαὶ ἀκτῖνες, ὡς αἱ ἡλιακαί, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, διέρχονται διὰ τῆς σχετικῆς ἑστίας, εἰς ἣν ἡ θερ-

μοκρασία εἶνε τότε μεγαλυτέρα καὶ σώματα, ὡς τὰ ξύλα, ἡ ὕσκα, τιθέμενα ἐκεῖ, δύνανται νὰ ἀναφλεγοῦν.

50. Ὀπτικαὶ ἀπάται. — Πλεῖσται ὀπτικαὶ ἀπάται ἐπενοήθησαν, βασιζόμεναι ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν κατόπτρων. Π.χ. ἡ δῆθεν **ἀσώματος κεφαλὴ** (σχ. 96) ἀνήκει εἰς ἄνθρωπον, τοῦ ὁποίου τὸ ἐπίλοιπον σῶμα δὲν φαίνεται, ἕνεκα ἐπιπέδων κατόπτρων, ἅτινα καλύπτουν τὰ μεταξὺ τῶν ποδῶν τῆς τραπέζης διαστήματα.

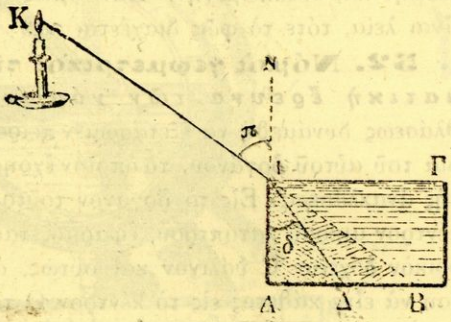


Σχ. 96

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Διάθλασις τοῦ φωτός

51. Διάθλασις.— ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἐὰν μὲ κηρίον Κ (σχ. 97) φωτίσωμεν δοχεῖον μετάλλινον ΑΒΓ, ὁ πυθμὴν τοῦ δοχείου ἀπὸ τὸ Α ἕως τὸ Β εἶνε εἰς τὴν σκιάν, ἡ δε ἀκτὶς ΚΙΒ φθάνει εἰς τὸ ὅριον Β τῆς σκιᾶς. Ἐὰν ὅμως χύσωμεν ὕδωρ ἐντὸς τοῦ δοχείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σκιὰ ὀπισθοχωρεῖ ἀπὸ τοῦ Β εἰς τὸ Δ, ἤτοι μόνον τὸ μέρος ΑΔ τοῦ πυθμένος εὑρίσκεται πλέον εἰς τὴν σκιάν. Ἄρα, ἡ ἀκτὶς ΚΙ, εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ ὕδατος, δὲν ἀκολουθεῖ τὸν δρόμον ΙΒ ὅπως προηγουμένως, ἀλλὰ ***λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν ΙΔ πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον ΝΑ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.***



Σχ. 97

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζεται ***διάθλασις.*** Ἡ ἀκτὶς ΚΙ καλεῖται ***προσπίπτουσα,*** ἡ δὲ ΙΔ εἶνε ἡ ***διαθλωμένη.***

ΠΕΙΡΑΜΑ 2, – Εἰς τὸ σημεῖον Δ τοῦ πυθμένος (σχ. 97) θέτομεν στιλπνὸν νόμισμα καὶ ἀφαιροῦμεν τὸ κηρίον Κ, εἰς τὴν θέσιν δὲ αὐτοῦ ἀκριβῶς θέτομεν τὸν ὀφθαλμόν μας. Βλέπομεν τότε τὸ νόμισμα καὶ ὅλον τὸν πρὸς δεξιά του πυθμένα. Τὸ μέρος ὅμως ΑΔ τοῦ πυθμένος δὲν φαίνεται.

Ἄρα, ἡ ἀκτὶς ΔΙ, ἐξερχομένη ἀπὸ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀέρα, δὲν ἐξακολουθεῖ τὸν δρόμον της κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἀλλὰ λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν ΙΚ, ἀπομακρυνομένη τώρα ἀπὸ τὴν κάθετον ΝΑ. Τοιουτοτρόπως φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμόν μας Κ καὶ βλέπομεν τὸ σημεῖον Δ. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ ὕδωρ ἀπὸ τὸ δοχεῖον, τὸ νόμισμα Δ καὶ ὁλόκληρον τὸ μέρος ΑΒ τοῦ πυθμένος δὲν φαίνεται πλέον, βλέπομεν δὲ μόνον τὸ σημεῖον Β καὶ τὸ πρὸς τὰ δεξιά του μέρος τοῦ πυθμένος.

Συμπέρασμα.— Ὅταν μία ἀκτὶς ΚΙ (σχ. 97), ἐξερχομένη ἀπὸ ἓν σῶμα (ἀὴρ), εἰσέλθῃ πλαγίως εἰς ἄλλο (ὕδωρ), δὲν

ἐξακολουθεῖ τὴν αὐτὴν εὐθύγραμμον πορείαν της ΙΒ, ἀλλὰ λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν ΙΔ ὡς ἐὰν ἐθραύσθη εἰς τὸ σημεῖον Ι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***διάθλασις***. Ὅταν ὅμως ἡ ἀκτὶς ΚΙ εἶνε κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΙΓ, ἐξακολουθεῖ καὶ ἐν τῷ ὕδατι τὴν πορείαν της κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Ἡ ἀκτὶς ΚΙ καλεῖται ***προσπίπτουσα,*** ἡ δὲ ΙΔ ***διαθλωμένη***. Ἄγοντες τὴν κάθετον ΝΑ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ σημεῖον Ι, ἔχομεν δύο γωνίας τὴν ΚΙΝ καὶ ΑΙΔ, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μὲν πρώτη καλεῖται ***γωνία προσπτώσεως***, ἡ δὲ δευτέρα ***γωνία διαθλάσεως.***

Ἐν γένει, ἐκ τοῦ φωτός, τοῦ προσπίπτοντος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΙΓ τοῦ συναντωμένου σώματος, μέρος μὲν ἀνακλᾶται, μέρος δὲ διαθλᾶται οὕτως, ὥστε π. χ. διὰ τοῦ ἠρεμοῦντος ὕδατος θὰ ἔχωμεν ἀνακλωμένην δέσμην καὶ διαθλωμένην. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σώματος δὲν εἶναι λεία, τότε τὸ φῶς διαχέεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

52. Νόμοι γεωμετρικοὶ τῆς διαθλάσεως. — *Πειραματικὴ ἔρευνα τῶν νόμων.* Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως δυνάμεθα νὰ ἐξετάσωμεν πειραματικῶς καὶ ***κατὰ προσέγγισιν*** διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου, τὸ ὁποῖον ἐχρησιμοποιήθη καὶ διὰ τοὺς νόμους τῆς ἀνακλάσεως. Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 98) νῦν, ἀντὶ τοῦ εἰς τὸ κέντρον μικροῦ κατόπτρου, ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ δίσκου του CC' κυλινδρικὸν δοχεῖον C ὑάλινον καὶ οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων τοῦ δοχείου τούτου νὰ εἶνε κάθετος εἰς τὸ κέντρον O τοῦ δίσκου.

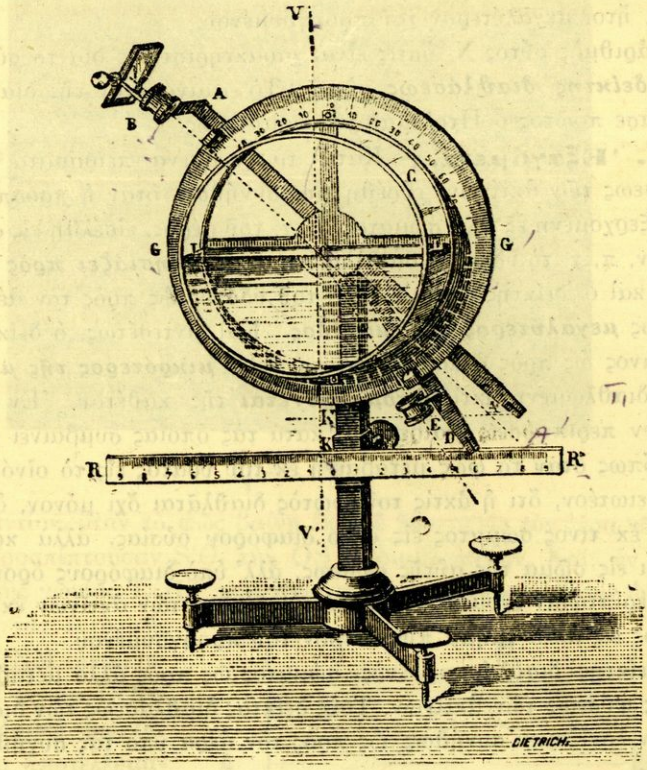
Τὸ δοχεῖον πληροῦται τόσον ὕδατος, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τούτου νὰ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου O. Ἀκτῖνες φωτὸς ὑλικοῦ ῥίπτονται διὰ μικροῦ κατόπτρου M διὰ μέσου τῶν ὀπῶν τοῦ σωλῆνος B, πρὸς τὸ κέντρον O, ἤτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἀκτῖνος τοῦ δίσκου. Τὸ φῶς τοῦτο προσπῖπτον καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑαλίνου κυλίνδρου, δὲν ὑφίσταται διάθλασιν, ἀλλὰ φθάνει εἰς τὸ O κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, διερχόμεναι διὰ τοῦ ὕδατος, λαμβάνουν νέαν διεύθυνσιν OE, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν διὰ τοῦ δείκτου D, ὃν τοποθετοῦμεν διὰ δοκιμῶν τοιουτοτρόπως, ὥστε αἱ ἀκτῖνες νὰ διέρχωνται διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ σωλῆνός του E. Ἐὰν μετρήσωμεν τὰς δύο γωνίας VOB καὶ V'OE, εὑρίσκομεν ὅτι ***ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων αὐτῶν εἶνε ἀριθμὸς σταθερός, οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ γωνία προσπτώσεως*** VOB. Τὸν λόγον τοῦτον τῶν ἡμιτόνων δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ὡς ἑξῆς: Ἡ γωνία A'OK' εἶνε ἴση τῇ VOB, ὡς κατὰ κορυφήν, ἑπομένως, ἐὰν διὰ τοῦ ὁριζοντίου κανόνος RR' μετρήσωμεν τὰς ἀπο-

στάσεις DK καὶ Α΄Κ΄, ὁ λόγος τούτων θὰ εἶνε ἴσος πρὸς τὸν λόγον τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου, συμπεραίνομεν τοὺς ἑξῆς νόμους τῆς διαθλάσεως.

1ον ***Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως εἶνε σταθερὸς διὰ τὰς αὐτὰς οὐσίας καὶ διὰ τὸ αὐτὸ μονόχρουν φῶς.***



Σχ. 98

2ον ***Τὸ ἐπίπεδον τὸ ὁριζόμενον ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης καὶ τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν διαθλῶσαν ἐπιφάνειαν*** καί, ἑπομένως, περιέχει καὶ τὴν κάθετον ΚΚ΄ ἐπὶ ταύτης.

Ἐὰν π.χ. ὑποθέσωμεν, ὅτι ἀκτὶς φωτὸς μονοχρόου ***κιτρίνου*** διέρχεται ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως π ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, κατὰ τὸν

πρῶτον νόμον, θὰ ἔχωμεν πάντοτε $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta}=N$, ἔνθα N εἶναι σ'αθερὸς ἀριθμός, ἤτοι ἐὰν ἡ γωνία π λάβῃ ἄλλας τιμὰς π_1, π_2 . . . ἡ γωνία δ θὰ λάβῃ τιμὰς δ_1, δ_2 . . . τοιαύτας, ὥστε ἔχομεν

$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta}=\frac{\eta\mu\pi_1}{\eta\mu\delta_1}=\frac{\eta\mu\pi_2}{\eta\mu\delta_2}=\ldots\ldots=N$$

Ὁ ἀριθμὸς N, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, εἶναι ἴσος πρὸς 1,3289.

Ἐὰν ἀντὶ τοῦ ὕδατος ληφθῇ στεφανύαλος, τὸ N εἶναι ἴσον πρὸς 1,5386, ἤτοι μεγαλύτερον τοῦ προηγουμένου.

Ὁ ἀριθμὸς οὗτος N, ὅστις εἶναι χαρακτηριστικὸς διὰ τὸ σῶμα, καλεῖται ***δείκτης διαθλάσεως*** αὐτοῦ. Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως ἐσπούδασε πρῶτος ὁ Πτολεμαῖος περαματικῶς.

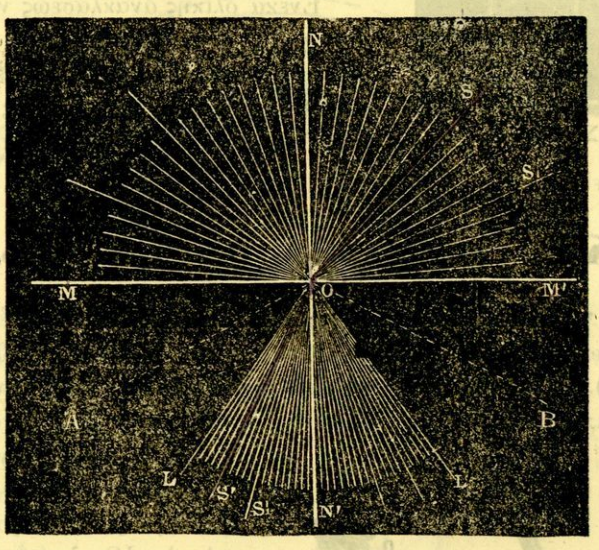
51. Ἐξαγόμενα. — Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα ἐπὶ τῆς διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων, εὑρέθη ὅτι συνήθως, ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς, ἐξερχομένη ἐξ ἑνὸς σώματος, π. χ. τοῦ ἀέρος, εἰσέλθῃ εἰς ἄλλο πυκνότερον, π. χ. τὸ ὕδωρ, ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ***πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον*** καὶ ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶνε, ἑπομένως ***μεγαλύτερος τῆς μονάδος.*** Καὶ ἀντιθέτως, ὁ δείκτης σώματός τινος ὡς πρὸς ἄλλο πυκνότερον εἶνε ***μικρότερος τῆς μονάδος,*** ὅταν ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ***ἀπομακρύνεται*** τῆς καθέτου. Ἐν τούτοις ὑπάρχουν περιπτώσεις ἐξαιρετικαί, κατὰ τὰς ὁποίας συμβαίνει τὸ ἀντίθετον, ὅπως ὅταν τὸ φῶς μεταβαίνῃ ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸ οἰνόπνευμα.

Σημειωτέον, ὅτι ἡ ἀκτὶς τοῦ φωτὸς διαθλᾶται ὄχι μόνον, ὅταν μεταβαίνῃ ἐκ τινος σώματος εἰς ἄλλο διαφόρου οὐσίας, ἀλλὰ καὶ ὅταν διέρχεται εἰς σῶμα τῆς αὐτῆς φύσεως, ἀλλ' ὑπὸ διαφόρους ὅρους. Τοιαύτην περίπτωσιν ἔχομεν π. χ. κατὰ τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων ἐκ τμήματος ἀέρος εἰς ἄλλο τμῆμα πυκνότερον τοῦ προηγουμένου.

Ὁ δείκτης διαθλάσεως ἑνὸς σώματος ὡς πρὸς ἄλλο μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῶν ἀκτίνων. Τοὺς δείκτας διαθλάσεως τῶν διαφόρων σωμάτων λογίζομεν συνήθως ὡς πρὸς τὸν ἀέρα ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις.

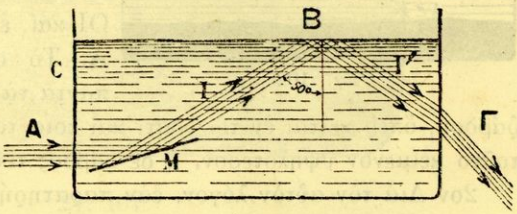
52. Ὁλικὴ ἀνάκλασις. — Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ἀκτὶς SO (σχ. 99) μονοχρόου φωτὸς βαίνει ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαθλᾶται κατὰ τὴν OS'. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὴν γωνίαν προσπτώσεως SON πάσας τὰς δυνατὰς τιμάς, ἤτοι ἂν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς SO λάβῃ πάσας τὰς θέσεις M'O,S_1O,SO . . . . τότε ἡ διοθλωμένη OS' θὰ λάβῃ ἐπίσης τὰς δυνατὰς θέσεις OL, OS', ... Εἰς τὰς προσπιπτούσας

λοιπὸν ἀκτῖνας, τὰς περιεχομένας εἰς τὴν γωνίαν M'NM=180° ἀντιστοιχοῦν ἀκτῖνες διαθλώμεναι, περιεχόμεναι ἐντὸς τῆς γωνίας L'OL. Καὶ ἡ μὲν διαθλωμένη ἀκτὶς OS' προέρχεται ἐκ τῆς SO, ἡ δὲ μᾶλλον μεμακρυσμένη τῆς καθέτου LO προέρχεται ἐκ τῆς OM', ἥτις ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.



Σχ. 99

Τοὐναντίον, ὅταν τὸ φῶς βαίνῃ ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ἔχομεν διὰ τὴν προσπίπτουσαν S'O, τὴν OS ὡς διαθλωμένην. Καί, ἐν γένει, αἱ ἐντὸς τῆς γωνίας L'OL' περιεχόμεναι προσπίπτουσαι ἔχουν ὡς διαθλωμένας τὰς ἐντὸς τῆς γωνίας M'NM περιεχομένας. Ἡ γωνία LON' καλεῖται ***ὁρικὴ γωνία***.



Σχ. 100

Τοιαῦτα ἀποτελέσματα παρέχει τὸ πείραμα διὰ τοῦ ὀργάνου τοῦ σχ. 98. Ὅταν ὅμως, κατὰ τὴν μετάβασιν τοῦ φωτὸς ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, δώσωμεν προσπίπτουσαν ἀκτῖνα AO ὑπὸ ***γωνίαν προσπτώσεως*** AON' ***μεγαλυτέραν τῆς ὁρικῆς*** LON', τότε θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀκτὶς αὕτη δὲν διαθλᾶται πλέον, ἀλλ' ἀνακλᾶται

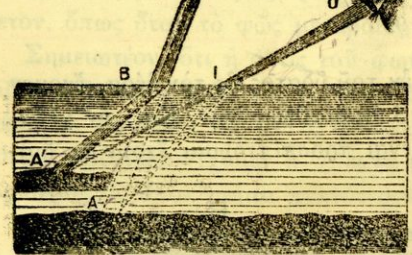
εἰς τὸ Ο κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΒ καὶ ἐπιστρέφει οὕτω πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, ὡς ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια ΜΜ′ ἦτο κάτοπτρον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ὁλικὴ ἀνάκλασις**. Τὸ σχ. 100 παριστᾷ εὐχερῆ τρόπον, δι᾽ οὗ δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν τὸ φαινόμενον τοῦτο.

Σχ. 101

Ἕνεκα ὁλικῆς ἀνακλάσεως νόμισμά τι Α (σχ. 101), πλησίον ποτηρίου μεθ᾽ ὕδατος εὑρισκόμενον, φαίνεται, ἐκ τοῦ Ο εἰς τὸ σημεῖον α. Αἱ ἀκτῖνες βαίνουν ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Μ καὶ ἀνακλώμεναι φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΜΟ.

Ἀποτελέσματα διαθλάσεως

34. Ἀποτελέσματα διαθλάσεως. — 1ον Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος βυθίσωμεν πλαγίως ῥάβδον εὐθεῖαν, θὰ ἴδωμεν αὐτὴν τεθλασμένην (σχ. 102). Ἡ ἀπάτη αὕτη προέρχεται ἐκ τῆς διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων, τῶν ἐκπεμπομένων ὑπὸ τῆς ῥάβδου καὶ αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα. Ἐὰν π. χ. ΑΙ εἶνε μία τῶν ἀκτίνων τούτων, ἐξερχομένη αὕτη εἰς τὸν ἀέρα, διαθλᾶται κατὰ τὴν ΙΟ, ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς Ο, δεχόμενος τὰς τοιαύτας ἀκτῖνας, νομίζει, ὅτι προέρχονται οὐχὶ ἐκ τοῦ σημείου Α, ἀλλ᾽ ἔκ τινος σημείου Α′ κειμένου ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ΟΙ καί, ἑπομένως, ὑψηλότερον τοῦ Α. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ πάντα τὰ σημεῖα τοῦ τμήματος τῆς ῥάβδου, ὅπερ κεῖται ἐν τῷ ὕδατι καὶ τοιουτοτρόπως φαίνεται τὸ τμῆμα τοῦτο κείμενον ὑψηλότερον, ἡ δὲ ῥάβδος τεθραυσμένη.

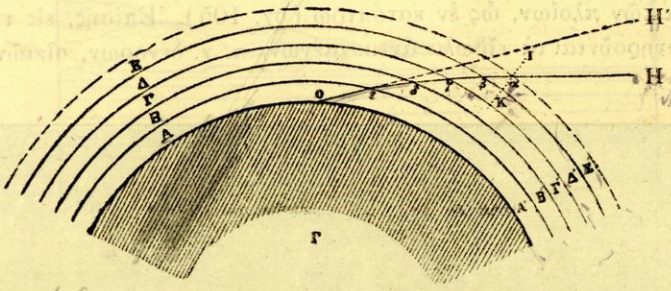


Σχ. 102

2ον Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν βυθὸν τῆς θαλάσσης, θὰ τὸν ἴδωμεν ὑψηλότερον κείμενον καί, ἑπομένως, τὴν θάλασσαν ἀβαθεστέραν ἢ ὅσον πράγματι εἶνε.

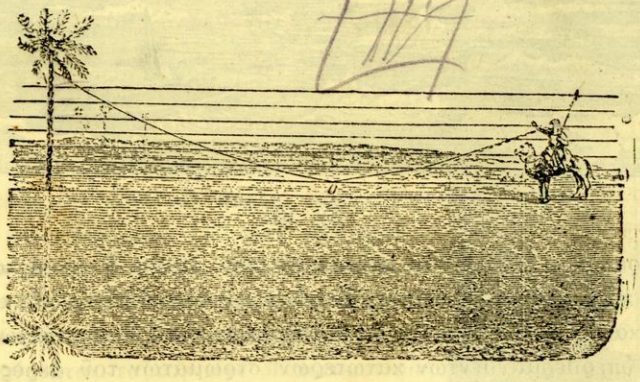
3ον ***Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις.*** — Ἡ ἀτμόσφαιρα ἀποτελεῖται ἐκ στρωμάτων ΑΑ′, ΒΒ′.... (σχ. 103), τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης δὲν εἶνε ἡ αὐτή. Τὰ στρώματα, τὰ κείμενα πλησίον τῆς ἐπιφανείας

τῆς Γῆς, εἶνε πυκνότερα τῶν ὑπεράνω αὐτῶν εὑρισκομένων, ἀνερχόμενοι δὲ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἀνευρίσκομεν, ἐν γένει, στρώματα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερα. Ὅταν λοιπὸν ὁ Ἥλιος Η ἀνατέλλῃ, αἱ ἀκτῖνες του Ηα προχωροῦσαι πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς, διὰ τῶν



Σχ. 103

στρωμάτων τοῦ ἀέρος, διαθλῶνται καὶ πλησιάζουν πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ ἀκτὶς π. χ. Ηα ἀκολουθεῖ τὴν πορείαν αβγδεο. Ὁ δὲ παρατηρητής, ὁ εὑρισκόμενος εἰς τὸ ο, βλέπει τὸν Ἥλιον οὐχὶ εἰς τὴν ἀληθῆ θέσιν Η, ἀλλ' εἰς τὸ Η', κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς διευθύνσεως Οε, τὴν ὁποίαν εἶχεν ἡ ἀκτίς, ὅταν ἔφθασεν εἰς τὸ ο.



Σχ. 104

Ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ταύτης διαθλάσεως, κατὰ τὴν ἀνατολήν, ἐνῷ ὁ Ἥλιος εὑρίσκεται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα εἰσέτι, ἐν τούτοις φαίνεται ὑπεράνω αὐτοῦ, ὡς ἐὰν εἶχεν ἀνατείλῃ. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, κατὰ τὴν δύσιν, ἐνῷ ὁ Ἥλιος εὑρίσκεται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα, ἐν τούτοις φαίνεται

ἐπί τινα χρόνον ὑπεράνω αὐτοῦ. Διὰ τῶν δύο τούτων ἀνυψώσεων τοῦ Ἡλίου, αὐξάνεται ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας.

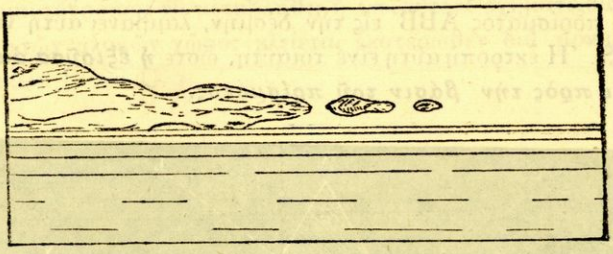
4ον ***Φαινόμενον ἀντικατοπτρισμοῦ.***—Ἀποτέλεσμα τῆς ὁλικῆς ἀνακλάσεως εἶνε τὸ ἑξῆς ***φαινόμενον ἀντικατοπτρισμοῦ*** Πολλάκις εἰς τὸν ὁρίζοντα καὶ ὑπεράνω τῆς θαλάσσης φαίνονται τὰ εἴδωλα τῶν πλοίων, ὡς ἐν κατόπτρῳ (σχ. 105). Ἐπίσης, εἰς τὴν ξηρὰν παρατηροῦνται τὰ εἴδωλα ἀντικειμένων, π. χ. δένδρων, οἰκιῶν, πόλεων

Σχ. 105

ὁλοκλήρων κ.λ.π., ὡς ἐὰν εὑρίσκετό που λίμνη ἢ μέγα κάτοπτρον. Ταῦτα προέρχονται ἐξ ὁλικῆς ἀνακλάσεων τῶν ἀκτίνων εἰς τὸ Ο (σχ. 104), κατόπιν ἀλληλοδιαδόχων διαθλάσεων ἐντὸς ἀνισοπύκνων καὶ συνήθως ὑπερθερμανθέντων κατωτέρων στρωμάτων τοῦ ἀέρος.

Εἰς ὁμοίαν αἰτίαν ὀφείλονται καὶ τὰ συνήθη, ὡς τὰ τοῦ (σχ. 106) φαινόμενα τῶν παραλίων μας. Τὰ μακρὰν εὑρισκόμενα ἄκρα τῆς ξηρᾶς (ἀκρωτήρια, νῆσοι) φαίνονται ἀνυψωμένα ἄνωθεν τῆς θαλάσσης ἢ κατετεμημένα εἰς μέρη, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ὑπὲρ ταύτην. Ἐνίοτε φαίνονται σχηματιζόμεναι σήραγγες, διὰ τῶν ὁποίων νομίζει τις, ὅτι διέρχεται ἡ θάλασσα. Ἡ ἀπάτη αὕτη εἶνε ἀποτέλεσμα τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ εἰ

δώλου τοῦ ἀνωτέρου μέρους τῆς ξηρᾶς καὶ τοῦ οὐρανοῦ συμμετρικῶς ὡς πρὸς ἐπίπεδον, διαχωρίζον ὁριζοντίως καὶ εἰς τὸ μέσον τὰ αἰωρούμενα μέρη τῆς ξηρᾶς.

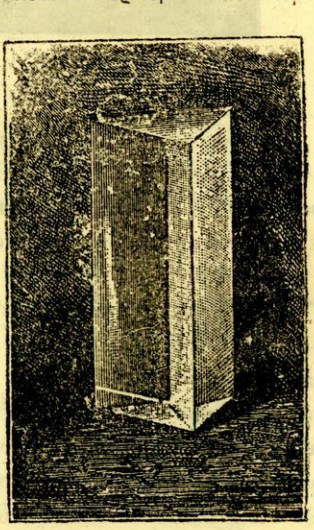


Σχ. 106

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

Πρῖσμα. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

355 Πρῖσμα. — Εἰς τὴν ὀπτικὴν καλεῖται **πρῖσμα** πᾶν σῶμα διαφανές, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο ἐπιπέδων, σχηματιζόντων γωνίαν (σχ. 107). Τὰ συνήθη πρίσματα εἶνε ὑάλινα. **Ἀκμὴ** καὶ **γωνία** τοῦ πρίσματος καλοῦνται ἡ ἀκμὴ καὶ ἡ γωνία τῆς σχηματιζομένης ὑπὸ τῶν δύο ἐπιπέδων διέδρου γωνίας.

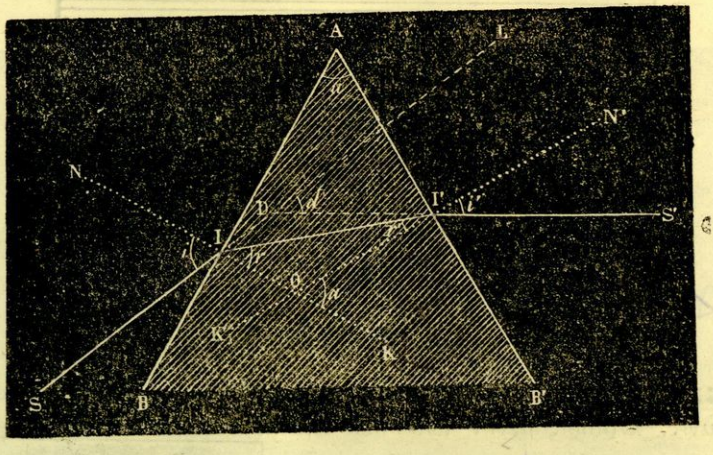


Σχ. 107

Πᾶσα τομὴ τοῦ πρίσματος, κάθετος τῇ ἀκμῇ του, καλεῖται **κυρία τομή**. Ἐν τοῖς ἑπομένοις, αἱ ἐπὶ τοῦ πρίσματος προσπίπτουσαι ἀκτῖνες ὑποτίθενται μονόχροοι καὶ εὑρισκόμεναι ἐντὸς τῆς κυρίας τομῆς αὐτοῦ. Προσέτι ἡ οὐσία, ἐξ ἧς συνίσταται τοῦτο, εἶνε θλαστικωτέρα τοῦ περιβάλλοντος, π. χ. πρῖσμα ὑάλινον ἐν τῷ ἀέρι Διὰ πειραμάτων, θὰ ἐξετάσωμεν τὰς ἰδιότητας τοῦ πρίσματος,

356. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ πρίσματος. — ***Πορεία τῶν ἀκτίνων.*** — Ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου εἰσαγάγωμεν δέ-

σμην λεπτὴν ἀκτίνων παραλλήλων (σχ. 108) μονοχρόου φωτός SI, αἱ ἀκτῖνες αὗται θὰ πορευθοῦν κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν καὶ θὰ σχηματίσουν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου φωτεινὴν κηλίδα I. Ἡ διεύθυνσις τῆς δέσμης μεταβάλλεται. ἐὰν παρεντεθῇ ἐν αὐτῇ πρῖσμά τι. Πράγματι, παρεντιμένου τοῦ πρίσματος ABB' εἰς τὴν δέσμην, λαμβάνει αὕτη νέαν διεύθυνσιν I'S. Ἡ ἐκτροπὴ αὕτη εἶνε τοιαύτη, ὥστε ***ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς I'S' πλησιάζει πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος.***

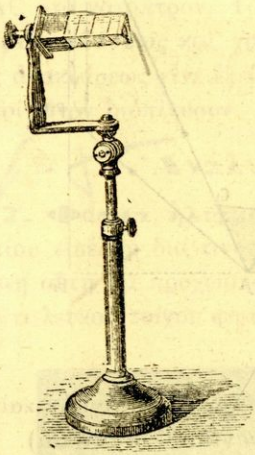


Σχ. 108

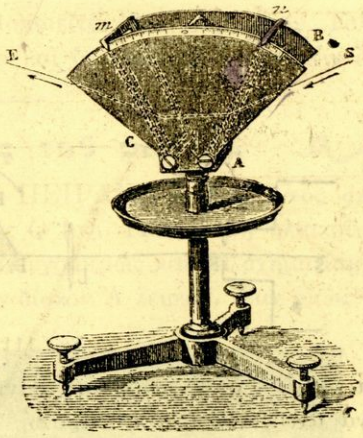
Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ διεύθυνσις SI τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων μετὰ τῆς διευθύνσεως S'I' τῶν ἐξιουσῶν καλεῖται ***γωνία ἐκτροπῆς*** ἢ ἁπλῶς ***ἐκτροπή.*** Θὰ ζητήσωμεν νὰ ἴδωμεν πῶς μεταβάλλεται ἡ ἐκτροπή, ὅταν ἀλλοιοῦται ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ πρίσματος, ἡ γωνία αὐτοῦ καὶ ἡ γωνία προσπτώσεως.

1ον ***Ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ δείκτου διαθλάσεως τοῦ πρίσματος.***—Λάβωμεν πρῖσμα (σχ. 109), ἀποτελούμενον ἐκ πλειόνων τοιούτων διαφόρου δείκτου διαθλάσεως, συγκεκολλημένων κατὰ προέκτασιν κοινῆς ἀκμῆς καὶ ἐχόντων τὴν αὐτὴν κυρίαν τομήν. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ πολυπρίσματος τούτου ῥίψωμεν τὴν δέσμην τῶν ἀκτίνων ἐπὶ δύο προσκειμένων πρισμάτων οὕτως, ὥστε ἄλλαι μὲν νὰ διέλθουν διὰ τοῦ ἑνὸς καὶ ἄλλαι διὰ τοῦ ἑτέρου, θὰ ἴδωμεν, ὅτι αἱ ἐκ τῶν δύο πρισμάτων ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες δὲν εἶνε παράλληλοι, ἤτοι ὑπέστησαν ἐκτροπὰς διαφόρους. Ἄρα, ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ δείκτου διαθλάσεως τῆς οὐσίας τοῦ πρίσματος.

2ον **Ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τοῦ πρίσματος.**—Τοῦτο παρατηροῦμεν διὰ πρίσματος (σχ. 110), σχηματίζοντος δοχεῖον, Τὸ δοχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὑαλίνων πλακῶν m καὶ n, αἱ ὁποῖοι ἠμποροῦν νὰ πλησιάσουν ἢ νὰ ἀπομακρυνθοῦν καὶ τοιουτοτρόπως νὰ μεταβληθῇ ἡ ὑπ' αὐτῶν σχηματιζομένη γωνία. Ὁ μεταξὺ τῶν πλακῶν χῶρος κλείεται ἑκατέρωθεν διὰ μονίμων μεταλλίνων πλακῶν B καὶ C.



Σχ. 109



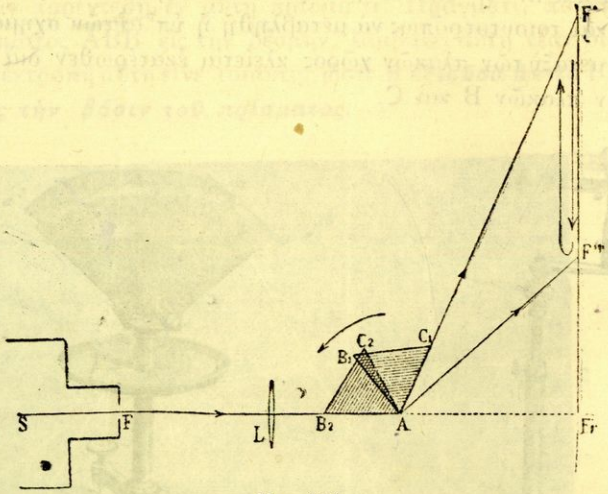
Σχ. 110

Ἐὰν ἐπὶ τῆς πλευρᾶς n προσπέσῃ κυλινδρικὴ δέσμη S παράλληλος τῇ κυρίᾳ τομῇ, θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ διαφράγματος, τιθεμένου ὄπισθεν φωτεινὴ κηλὶς E. Ὅταν τὸ πρῖσμα ἀφαιρῆται, ἡ κηλὶς σχηματίζεται εἰς ἄλλο σημεῖον E′.

Διὰ τῆς μεταθέσεως τῆς πλευρᾶς m τοῦ πρίσματος, δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος, ὅτε παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ κηλὶς E μετατίθεται, ἀπομακρυνομένη τῆς θέσεως E′, ἤτοι ἡ **ἐκτροπὴ αὐξάνεται μετὰ τῆς γωνίας τοῦ πρίσματος**

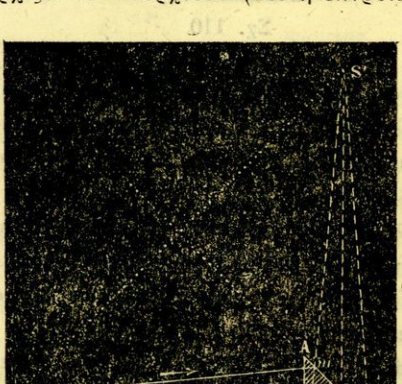
3ον **Ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας προσπτώσεως.**— Θέτομεν τὸ πρῖσμα ὡς πρὸς τὰς προσπιπτούσας ἀκτῖνας SL (σχ. 111) εἰς τοιαύτην θέσιν AB_1C_1, ὥστε αὗται μὲν νὰ εὑρίσκωνται ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ, αἱ δὲ ἐξιοῦσαι AF′ νὰ εἶνε σχεδὸν ἐφαπτόμεναι τῆς ἕδρας AC_1. Αἱ ἐξιοῦσαι δίδουν τότε φωτεινὴν κηλίδα F′ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος. Μετὰ τοῦτο στρέφομεν τὸ πρῖσμα **συνεχῶς καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε φοράν,** ὡς δεικνύει τὸ βέλος τοῦ σχή-

ματος, ὅτε ἡ γωνία προσπτώσεως αὐξάνεται. Ἐὰν κατὰ τὴν διάρκεια τῆς τροφῆς ταύτης, βλέπωμεν τὴν κηλίδα F′, θὰ ἴδωμεν, ὅτι αὐτ πρῶτον κατέρχεται συνεχῶς (ἤτοι ἡ ἐκτροπὴ ἐλαττοῦται), φθάνει μέχ



Σχ. 111

θέσεώς τινος F″, ὅπου φαίνεται ἀκίνητος ἐπί τινα στιγμὴν καὶ τέλ ἀρχίζει νὰ ἀνέρχεται (ὅτε ἡ ἐκτροπή, τοὐναντίον, αὐξάνεται). Ὅτα ἡ κηλίς, κατὰ τὴν ἄνοδον ταυ τὴν, φθάσῃ πάλιν εἰς τὴν προ τὴν της θέσιν F′, τὸ πρῖσμα ἔχ τὴν θέσιν AB_2C_2 καὶ αἱ προσπ πτουσαι ἀκτῖνες εἶνε ἐφαπτόμ νοι τῆς ἕδρας AB_2.



Σχ. 112

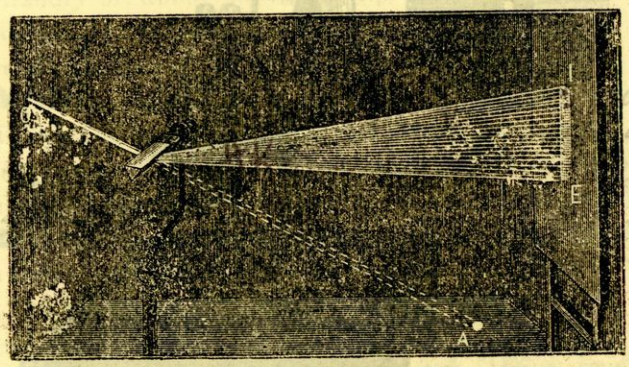
Ὅθεν, ὅταν ἡ γωνία προσ πτώσεως αὐξάνεται συνεχῶς, ἐκτροπὴ ἐλαττοῦται, λαμβάνε ἐλαχίστην τινὰ τιμὴν εἰς τὸ F ἡ ὁποία καλεῖται ***ἐλαχίστη ἐκ τροπὴ*** καὶ κατόπιν αὐξάνετα πάλιν.

Πρῖσμα ὁλικῆς ἀνακλάσεως —Ἔστω S (σχ. 112) φωτεινὸ σημεῖον, εὑρισκόμενον ἀπέναντ ὑαλίνου πρίσματος ABC. Ἀκτῖνες τοῦ S, εἰσερχόμεναι ἐν τῷ πρίσματ

ὶ προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ἕδρας AC, δὲν ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ἑτέρου
ρους, ἀλλὰ ὑφίστανται ὁλικὴν ἀνάκλασιν ἐπ' αὐτῆς, ἐὰν ἡ γωνία τῆς
οσπτώσεως ἐπὶ τῆς AC εἶνε μεγαλυτέρα τῆς ὁρικῆς. Αἱ ἀκτῖνες, μετὰ
ν ὁλικὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ τῆς AC, ἐξέρχονται διὰ τῆς ἕδρας BC
τὸν ἀέρα. Αἱ προεκτάσεις τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων R συνέρχονται
ς τι σημεῖον S′, τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ εἴδωλον τοῦ S, ὡς ἐὰν ἡ ἐπιφά-
ια AC ἦτο κάτοπτρον. Τὸ τοιοῦτον πρῖσμα ABC καλεῖται πρῖσμα
ικῆς ἀνακλάσεως καὶ χρησιμοποιεῖται ἀντὶ κατόπτρου. Τὸ πρῖσμα
ικῆς ἀνακλάσεως εἶνε ἐξ ὑάλου καὶ ἡ κυρία τομή του εἶνε ὀρθογώ-
ον τρίγωνον ἰσόπλευρον.

Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

137. Φάσμα ἡλιακόν.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ
ωματίου εἰσέλθῃ διά τινος ὀπῆς O (σχ. 113) δέσμη ἡλιακοῦ φωτός,
δέσμη αὕτη θὰ προχωρήσῃ εὐθυγράμμως καὶ θὰ σχηματίσῃ ἐπὶ τοῦ
τέναντι λευκοῦ τοίχου φωτεινὸν δίσκον A λευκόν. Ἐὰν ὅμως ἡ δέσμη



Σχ. 113

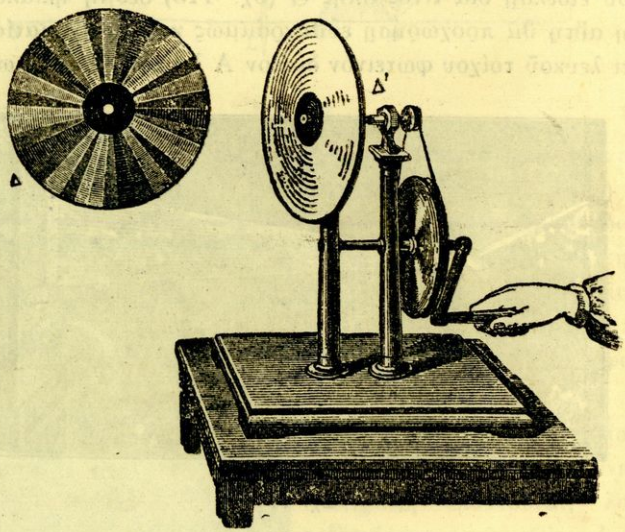
ὕτη διέλθῃ διά τινος πρίσματος ὑαλίνου, θὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ
πέναντι τοίχου οὐχὶ πλέον λευκὸν φωτεινὸν δίσκον ἀλλ' ἐπιμήκη καὶ
υνεχῆ φωτεινὴν λωρίδα EI, ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν χρωμάτων. Ἐκ
ῶν χρωμάτων τούτων, ἅτινα εἶνε ὅμοια πρὸς τὰ τοῦ **οὐρανίου τόξου**,
ιακρίνομεν τὰ ἑξῆς κύρια· **τὸ ἐρυθρόν**, **τὸ πορτογαλλιόχρουν τὸ κί-
ρινον, τὸ πράσινον, τὸ ἀνοικτὸν κυανοῦν, τὸ βαθὺ κυανοῦν** καὶ
ὸ **ἰόχρουν**. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζεται **ἀνάλυσις τοῦ φωτός**, ἡ
ὲ ἑπτάχρους ταινία **φάσμα ἡλιακόν**.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι **τὸ λευκὸν ἡλιακὸν φῶς δὲν**

εἶνε ἁπλοῦν, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἀπὸ ἑπτὰ κύρια εἴδη ἀκτίνων δι φόρων χρωμάτων, αἱ ὁποῖαι ἐμφανίζονται ἰδιαιτέρως, ὅταν τὸ φ διέλθῃ διὰ τοῦ πρίσματος. Ἐὰν ἓν ἐκ τῶν 7 τούτων χρωμάτων δια βασθῇ διὰ νέου πρίσματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ χρῶμα τοῦ δὲν ἀναλύεται εἰς ἄλλα διάφορα.

Ἡ αἰτία τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτὸς εἶνε ἡ ἑξῆς. Αἱ διάφοροι ἀκ νες δὲν διαθλῶνται ὁμοίως, ἤτοι δὲν ἔχουν τὸν αὐτὸν δείκτην διαθ σεως, ἀλλ' αἱ μὲν ἐρυθραὶ Ε (σχ. 113) εἶνε αἱ ὀλιγώτερον πλησιάζου πρὸς τὴν βάσιν, αἱ δὲ ἰώδεις αἱ περισσότερον ὅλων, διὸ καὶ ἀπομακ νονται τῶν ἄλλων. Ἕνεκα τούτου, αἱ διάφοροι ἀκτῖνες εἰσέρχονται εἰς τὸ πρῖσμα συνηνωμέναι, ἐξέρχονται ὅμως ἐξ αὐτοῦ κεχωρισμέ ἀλλήλων.

38. Σύνθεσις τοῦ φωτός.—Ὁ Νεύτων ἐζήτησε νὰ ἴδῃ,



Σχ. 114

τὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀνασυντιθέμενα, ἀναπαράγουν λευκόν. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε δίσκον κυκλικὸν Δ (σχ. 114), χρωματιζ νον ἀκτινοειδῶς διὰ τῶν κυρίων χρωμάτων τοῦ φάσματος.

Τὰ χρώματα τίθενται κατὰ τὴν αὐτὴν ὡς ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσμ σειρὰν καὶ ἔχουν σχετικὴν ἔκτασιν ὡς ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι. Ὅτα δίσκος οὗτος περιστρέφεται ταχέως περὶ τὸ κέντρον του φαίνεται κὸς Δ' (114). Τοῦτο δέ, διότι βλέπομεν σχεδὸν συγχρόνως καὶ τ χρώματα, ἕνεκα διαρκείας τοῦ αἰσθήματος τῆς ὁράσεως.

Χρώματα συμπληρωματικά.—Ἐὰν ἐκ τοῦ φάσματος τοῦ λευκοῦ φωτὸς ἀφαιρεθοῦν αἱ ἀκτῖνες χρωμάτων τινῶν, αἱ ὑπολειπόμεναι, ὁμοῦ λαμβανόμεναι, ἀποτελοῦν δέσμην ἰδίου χρώματος. Αἱ οὕτω σχηματιζόμεναι **δύο ἴδιαι** δέσμαι φωτεινῶν ἀκτίνων ἔχουν χρώματα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **συμπληρωματικά**· διότι λαμβανόμεναι ὁμοῦ παρέχουν δέσμην λευκοῦ χρώματος.

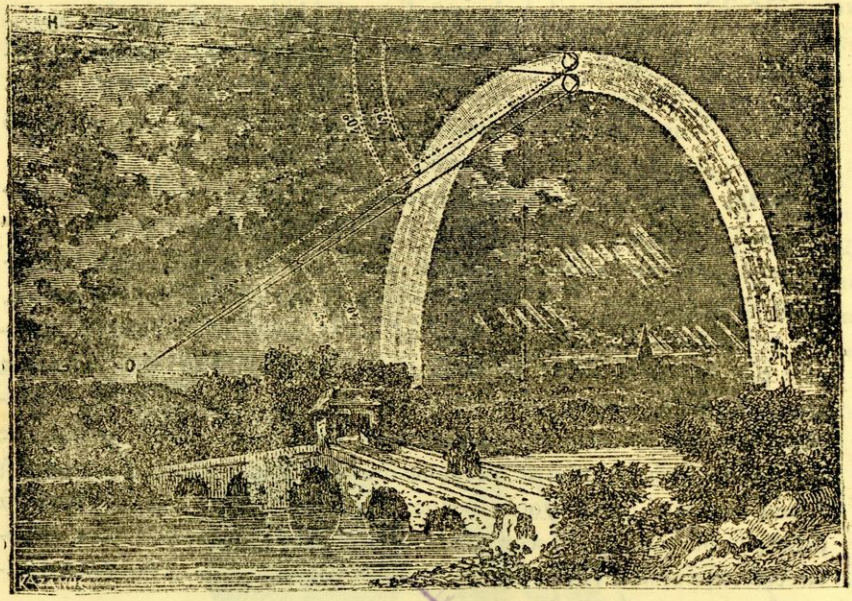
59. Χρῶμα τῶν σωμάτων.—Τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὁποῖον φαίνεται σῶμά τι, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ λευκοῦ καθαροῦ φωτός, π. χ. ἡλιακοῦ, καλεῖται ***φυσικὸν χρῶμα.*** Κατὰ τὸν Νεύτωνα, σῶμά τι φαίνεται π. χ. ἐρυθρόν, διότι ἐκ τῶν διαφόρων ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτός, διὰ τοῦ ὁποίου φωτίζεται, ἀπορροφᾷ τὸ πλεῖστον τῶν συμπληρωματικῶν τῶν ἐρυθρῶν οὕτως, ὥστε ἐν τῷ διαχεομένῳ ὑπὸ τοῦ σώματος φωτὶ πλεονάζει τὸ ἐρυθρόν. Τὰ λευκὰ σώματα, ὅπως ἡ χιών, ἐκπέμπουν ὅλας τὰς ἀκτῖνας κατὰ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, καθ' ἣν καὶ τὰς ἐδέχθησαν, ἐνῷ τὰ μελανὰ ἀπορροφοῦν ὅλας τὰς ἀκτῖνας. Τὰ διαφανῆ ἄχροα σώματα, ὡς ἡ ἄχρους ὕαλος, ἀφήνουν πάσας τὰς ἀκτῖνας νὰ διέλθουν δι' αὐτῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν τῆς εἰσόδου των. Τοὐναντίον, ἡ ἐρυθρᾶ ὕαλος ἀφήνει καὶ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες καὶ ἀπορροφᾷ τὰς λοιπάς.

60. Φωτεινὰ μετέωρα. — 1ον ***Οὐράνιον τόξον.***— Τὸ οὐράνιον τόξον καὶ ἄλλα τινὰ ὀπτικὰ μετεωρολικὰ φαινόμενα προέρχονται ἐκ τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτὸς τοῦ Ἡλίου ἢ τῆς Σελήνης. Ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες εἰσέρχωνται εἰς τὰς ὑδροσταγόνας, τὰς αἰωρουμένας εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καί, πάσχουσαι ὁλικὴν ἀνάκλασιν, ἐξέρχωνται αὐτῶν, ἐπέρχεται ἀνάλυσις τοῦ φωτὸς καὶ σχηματίζεται τὸ οὐράνιον τόξον (σχ. 115). Τὸ οὐράνιον τόξον ἀποτελεῖται ἐκ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος καὶ παρατηρεῖται, ὅταν ἵσταταί τις μεταξὺ νέφους ἀναλυομένου εἰς βροχήν, καὶ τοῦ Ἡλίου, ἔχων ἐστραμμένα τὰ νῶτα πρὸς τὸν Ἥλιον.

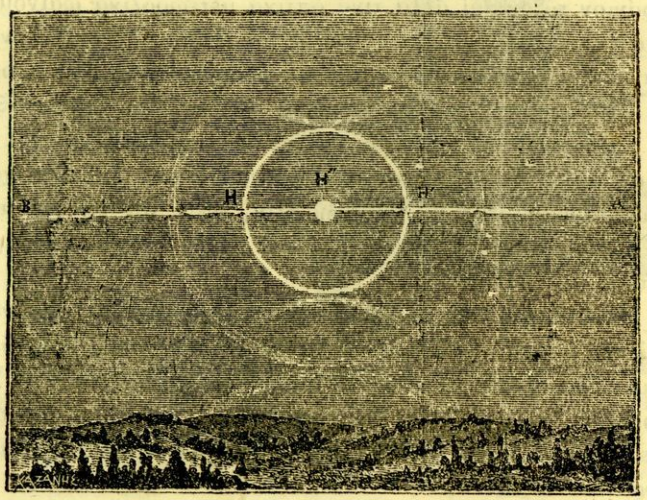
Ὁ Πλούταρχος καὶ ὁ Ἀριστοτέλης ἐξήγησαν τὸ οὐράνιον τόξον καὶ μάλιστα ὁ πρῶτος κατώρθωσε νὰ τὸ ἀναπαραγάγῃ ἀποπτύων ποσότητά τινα ὕδατος οὕτως, ὥστε νὰ διαλυθῇ αὕτη εἰς σταγόνας.

Πολλάκις σχηματίζεται δεύτερον ἢ καὶ τρίτον οὐράνιον τόξον. Ἐνίοτε δὲ καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς Σελήνης παρατηρεῖται ἡ παραγωγὴ τοῦ οὐρανίου τόξου.

2ον ***Ἅλως. Στέμμα.***—Ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε κεκαλυμμένος διὰ νεφῶν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον λεπτῶν, σχηματίζονται περὶ τὸν Ἥλιον ἢ τὴν Σελήνην κυκλικοὶ δακτύλιοι χρωματιστοὶ (σχ. 116). Καὶ



Σχ. 115



Σχ. 116

ἀν μὲν ἡ ἀκτὶς τῶν δακτυλίων τούτων εἶνε μεγάλη (22°—46°), τὸ φαινόμενον καλεῖται **ἅλως**, ἐὰν δὲν εἶνε μικρὰ καλεῖται **στέμμα**. Οἱ δακτύλιοι οὗτοι προέρχονται ἐπίσης ἐξ ἀναλύσεως τοῦ φωτὸς τοῦ ἡλίου ἢ τῆς σελήνης εἰς μὲν τὴν ἅλω ὑπὸ τῶν παγοκρυστάλλων τῶν νεφῶν, εἰς δὲ τὸ στέμμα ὑπὸ τῶν ὑδροσταγόνων.

Ἐνδείξεις τῶν φωτεινῶν μετεώρων ἐπὶ τοῦ καιροῦ.—Τὰ φωτεινὰ μετέωρα παρέχουν ἐνδείξεις πρὸς πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. ***Ἅλως μετ' ἀνέμου καὶ βαρομέτρου κατερχομένου εἶνε σημεῖον σχεδὸν βέβαιον, ὅτι θὰ ἐπέλθῃ κακοκαιρία. Ἅλως ἄνευ ἀνέμου καὶ μετὰ βαρομέτρου στασίμου σημαίνει μόνον βροχήν.***

Μεγάλα στέμματα παράγονται ὑπὸ ὑδροσταγόνων μικρῶν καί, ἑπομένως, βροχὴ δὲν εἶνε πιθανή· τοὐναντίον, μικρὰ στέμματα παράγονται ὑπὸ μεγάλων ὑδροσταγόνων καὶ ἡ βροχὴ εἶνε πιθανή.

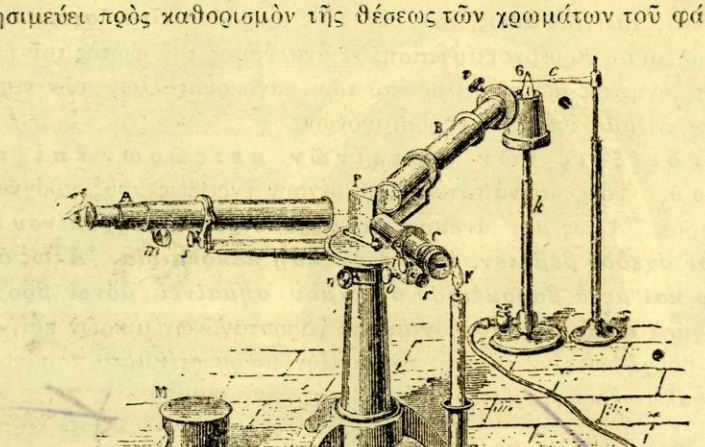
Φασματοσκοπία

61. Φασματοσκοπία.—Ἡ ἔρευνα τοῦ φωτὸς τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν παρέσχε σπουδαιότατα ἐξαγόμενα καὶ ἀπετέλεσεν ἴδιον μέγαν κλάδον τῆς Φυσικῆς καλούμενον **φασματοσκοπία**.

Τὸ φῶς ὅλων τῶν φωτεινῶν πηγῶν εἶνε ἆρα γε τὸ αὐτό; περιέχει τοῦ αὐτοῦ εἴδους ἀκτῖνας; Πρὸς ἔρευναν τοῦ ζητήματος τούτου, τὸ ἐξεταζόμενον φῶς διαβιβάζεται συνήθως πρῶτον διὰ στενωτάτης σχισμῆς καὶ εἶτα ἀναλύεται διὰ πρίσματος· σχηματίζεται τότε τὸ **καθαρὸν φάσμα** τῆς πηγῆς. Ἐὰν τὸ φῶς δὲν περιέχῃ εἴδός τι ἀκτίνων, π. χ. κυανᾶς, τότε τὸ φάσμα τοῦτο θὰ στερῆται κυανῶν ἀκτίνων. Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα, ἀπεδείχθη ὅτι ὅλαι αἱ πηγαὶ δὲν ἐκπέμπουν τὸ αὐτὸ φῶς, ἀλλ' εἰς ἄλλας μὲν ἐξ αὐτῶν ἀποτελεῖται τοῦτο ἀπὸ μικρὸν ἀριθμὸν χρωμάτων ἀκτῖνας, εἰς ἄλλας δὲ ἀπὸ πολυχρώμους ἀκτῖνας. Τὸ φῶς π. χ. τῆς καλουμένης **φλογὸς τοῦ νατρίου** ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ κιτρίνας ἀκτῖνας.

62. Φασματοσκόπιον.—Τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμοποιούμενα εἰς τὴν προηγουμένην ἔρευναν τοῦ φωτός, καλοῦνται **φασματοσκόπια.** Τοιοῦτον εἶνε τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος 117 παριστώμενον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ σωλῆνος Β, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν τῶν ἄκρων φέρει σχισμήν, δι' ἧς διέρχεται τὸ φῶς τῆς πηγῆς, τὸ ἀναλυόμενον διὰ τοῦ πρίσματος Ρ. Τὸ παραγόμενον καθαρὸν φάσμα ἐξετάζεται δι' ὀργάνου Α, καλουμένου **διόπτρα**, τὸ ὁποῖον θὰ περιγράψωμεν περαιτέρω. Τρίτος σωλὴν Γ φέρει κατὰ τὸ ἓν ἄκρον του κλίμακα, ἐπὶ ὑάλου κεχαραγ-

μένην καὶ φωτιζομένην διὰ φλογὸς π. χ. κηρίου F. Ἡ κλῖμαξ αὕ χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς θέσεως τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματο



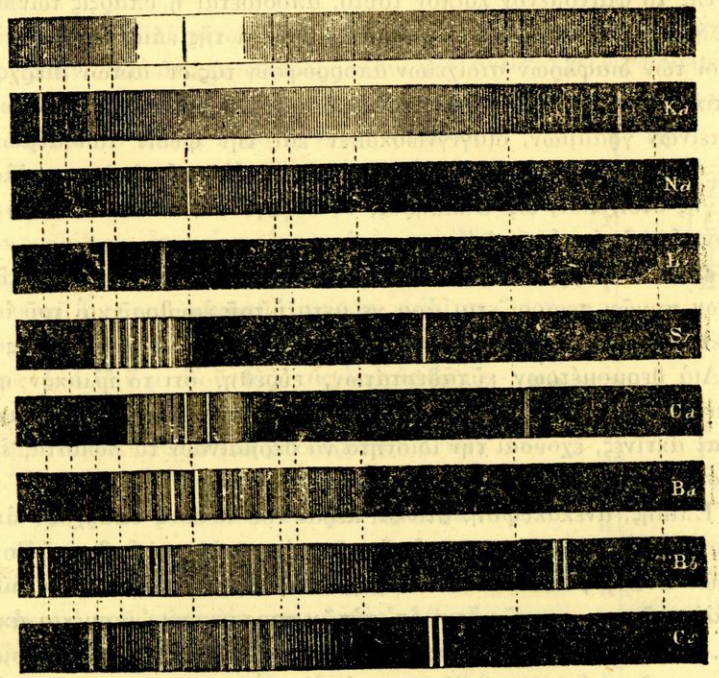
Σχ. 117

63. Φάσματα τῶν διαφόρων στοιχείων.—Ἐκ τ διαφόρων χημικῶν στοιχείων, τὰ ἐν ἀερώδει καταστάσει, καθιστάμε φωτογόνα, ὑπὸ μικρὰς σχετικῶς πιέσεις, παρέχουν ***φάσμα μὴ συνεχέ*** δηλαδὴ ἀποτελούμενον συνήθως ἐκ γραμμῶν φωτεινῶν (σχ. 118 αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται εἰς ὡρισμένην πάντοτε θέσιν καὶ ἐπὶ βάθο σκοτεινοῦ. Αἱ φωτειναὶ γραμμαὶ δὲν εἶνε αἱ ἴδιαι δι' ὅλα τὰ στοιχεῖ αἱ τοῦ ὑδρογόνου διαφέρουν τῶν τοῦ ὀξυγόνου, αἱ ὁποῖαι πάλιν διαφ ρουν τῶν τῶν ἀτμῶν τοῦ νατρίου ἢ τοῦ σιδήρου κλπ.

Κατὰ τὰς ἐρεύνας ταύτας, παρετηρήθη ὅτι τὸ ***φάσμα ἑκάστο στοιχείου εἶνε πάντοτε τὸ αὐτὸ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις οὕτω ὥστε χαρακτηρίζει τὸ στοιχεῖον, ἐξ οὗ προέρχεται.*** Τοιουτοτρόπ διὰ τοῦ εἴδους τοῦ φάσματος, δυνάμεθα νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὸ στ χεῖον, τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει τὸ φῶς.

Ἐὰν ἡ πηγὴ ἀποτελῆται ἐκ δύο ἢ πλειόνων στοιχείων, τὸ φάσ τοῦ φωτὸς αὐτῆς δύναται νὰ περιέχῃ ὅλα τὰ φάσματα τῶν στοιχεί τούτων. Τοιουτοτρόπως, ἀγόμεθα εἰς τὸ ἀντίθετον πείραμα. Δηλαδ ἐξετάζοντες τὸ φάσμα μιᾶς πηγῆς, εὑρίσκομεν ἐκ τίνος εἴδους στοιχεί ἀποτελεῖται αὕτη Π.χ. διὰ τῆς ἐξετάσεως τῶν ἀτμῶν μίγματος μετάλλω

δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἐκ ποίων μετάλλων ἀποτελεῖται τοῦτο. Ἡ τοιαύτη μέθοδος ἐξετάσεως τῶν πηγῶν, ἐκλήθη **φασματικὴ ἀνάλυσις**. Τὸ φάσμα τῶν διαπύρων **στερεῶν** ὡς καὶ τῶν **ὑγρῶν** εἶνε **συνεχές**.



Σχ. 118

64. Ἀρχὴ τοῦ Kirchhoff — Ἐὰν ἐξετάσωμεν διὰ τοῦ φασματοσκοπίου τὸ φῶς τοῦ ἡλίου, θὰ ἴδωμεν, ὅτι τὸ καθαρὸν φάσμα τοῦ ἀποτελεῖται οὐχὶ ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν ἐπὶ βάθους σκοτεινοῦ ἢ ἐκ συνεχοῦς φωτεινῆς ταινίας, ἀλλ' ἐκ φωτεινῆς ταινίας, διακοπτομένης ὑπὸ **σκοτεινῶν γραμμῶν**. Ἡ ὕπαρξις τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν, δηλαδὴ ἡ ἔλλειψις τῶν ἀντιστοιχουσῶν εἰς ταύτας ἀκτίνων, ἐξηγεῖται διὰ τοῦ ἑξῆς φαινομένου. Ἐὰν λευκὸν φῶς σώματος στερεοῦ φωτογόνου, τοῦ ὁποίου τὸ φάσμα εἶνε συνεχές, διαβιβασθῇ διὰ διαπύρου τινὸς ἀερίου καὶ εἶτα ἐξετασθῇ διὰ τοῦ φασματοσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ φάσμα του δὲν εἶνε πλέον συνεχές, ἀλλὰ διακόπτεται ὑπὸ σκοτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι μάλιστα κατέχουν τὰς αὐτὰς θέσεις, ἃς καὶ αἱ φωτειναὶ τοῦ διαπύρου ἀερίου, ὅταν τοῦτο εἶνε φωτογόνον.

Ἐκ τῶν τοιούτων πειραμάτων, ὁ Kirchhoff ἐξήνεγκε τὴν ἑξῆς θεμε-

λιώδη ἀρχήν: ***μεταξὺ τῶν ἀκτίνων, ἃς διάπυρα ἀέρια ἀπορροφοῦν ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ξένου φωτός, κυρίως ἀπορροφοῦν ἐκείνας τῶν ἀκτίνων, ἃς ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐκπέμπουν.***

Εἰς τὸ φαινόμενον λοιπὸν τοῦτο, ἀποδίδεται ἡ ὕπαρξις τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Οἱ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου ἀτμοὶ τῶν διαφόρων στοιχείων ἀπορροφοῦν τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας σχετικὰς ἀκτῖνας τοῦ φωτὸς τοῦ ἡλίου. Ὅθεν, ἐκ τῆς φύσεως τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν, διαγιγνώσκομεν καὶ τὴν φύσιν τῶν ἀτμῶν τούτων, Τοιουτοτρόπως, ἀνευρέθη ὅτι ἐπὶ τοῦ ἡλίου ὑπάρχουν πολλὰ τῶν ἐπὶ γῆς στοιχείων, ὡς ὁ σίδηρος, τὸ ὑδρογόνον, τὸ νικέλιον, τὸ ἀσβέστιον, ὁ χαλκός, ὁ ψευδάργυρος κτλ.

65. Ἀόρατοι ἀκτῖνες. — Τὸ φάσμα τὸ ἡλιακὸν ἢ τῶν ἄλλων πηγῶν περιορίζεται ἄρα γε μεταξὺ τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ ἰώδους ἢ ἐκτείνεται καὶ πέραν αὐτῶν, ἤτοι ὑπάρχουν καὶ ἄλλαι ἀκτῖνες;

Διὰ θερμομέτρων εὐπαθεστάτων, εὑρέθη, ὅτι τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐκτείνεται καὶ ἐντεῦθεν τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ἤτοι ὑφίστανται ***θερμικαὶ*** ἀκτῖνες, ἔχουσαι τὴν ἰδιότητα νὰ θερμαίνουν τὰ σώματα, ἐφ' ὧν προσπίπτουν καὶ αἱ ὁποῖαι εἶνε ἀόρατοι.

Ἐπίσης, ἀνεκαλύφθη, ὅτι καὶ πέραν τοῦ ἰώδους ὑπάρχουν ἀκτῖνες ἀόρατοι. Ἡ παρουσία τῶν ἀκτίνων τούτων ἀπεκαλύφθη τῇ βοηθείᾳ οὐσιῶν τινῶν, ***φωτοπαθῶν*** καλουμένων, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀλλοιοῦνται χημικῶς,ὅταν ἐπ' αὐτῶν προσπέσουν ὡρισμέναι ἀκτῖνες. π. χ. ἰόχροι. Τοιαύτας οὐσίας ὅταν θέτωμεν κατὰ μῆκος τοῦ φάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι προσβάλλονται οὐ μόνον εἰς τὰ μέρη, εἰς ἃ εὑρίσκονται ὁραταὶ ἀκτῖνες, ἀλλὰ καὶ εἰς μέρη, εὑρισκόμενα πέραν τοῦ ἰώδους ὅπου οὐδεμία ἀκτὶς εἶνε ὁρατή. Ἑπομένως, ὑφίστανται ἀκτῖνες, καὶ πέραν τῶν ἰωδῶν, κληθεῖσαι ***ὑπεριώδεις.*** Ἐν γένει δὲ αἱ ἀκτῖνες, αἱ προκαλοῦσαι τὰς ἀλλοιώσεις τῶν ῥηθεισῶν οὐσιῶν, ἐκλήθησαν ***χημικαί.***

66. Θεωρία τοῦ φωτός. — Ὡς εἴδομεν εἰς τὴν ἀκουστικήν, ὁ ἦχος προέρχεται ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν ἠχογόνων σωμάτων καί, διὰ νὰ μεταδοθῇ, ἀπαιτεῖται μέσον ὑλικὸν ἐλαστικόν. Ἡ μετάδοσις τοῦ ἤχου γίνεται διὰ κυμάνσεων, τῶν ὁποίων αἱ ἰδιότητες ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Ἕκαστος ἁπλοῦς ἦχος ἀντιστοιχεῖ εἰς ὡρισμένον ***μῆκος κύματος*** λ καὶ εἶνε τόσον ὀξύτερος, ὅσον τὸ λ εἶνε μικρότερον.

Ἐπίσης, δεχόμεθα, ὅτι τὸ φῶς ὀφείλεται εἰς τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν διαφόρων σημείων τῶν φωτογόνων σωμάτων. Διὰ νὰ μεταδοθῇ ὅμως τὸ φῶς, π.χ. τοῦ Ἡλίου μέχρι τῆς Γῆς, ἀπαιτεῖται μέσον τι καὶ

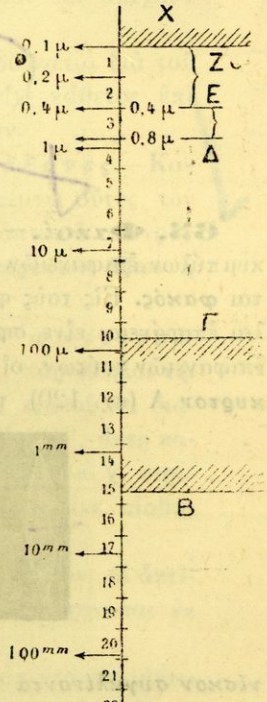
τὸ μέσον τοῦτο ἐκαλέσαμεν (σελ. 49) ***αἰθέρα.*** Ὁ αἰθὴρ εἶνε οὐσία, ἄνευ βάρους καὶ λίαν ἐλαστική, πληροῦσα τὸ σύμπαν. Ἕκαστον σημεῖον φωτεινῆς τινος πηγῆς ἐκτελεῖ ταχυτάτας παλμικὰς κινήσεις, αἵτινες προκαλοῦν ἐντὸς τοῦ αἰθέρος κυμάνσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς ἠχητικάς.

Οὕτως ἔχομεν ἰδιότητας τοῦ φωτὸς ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ ἤχου. Ὅπως εἰς τὴν Ἀκουστικὴν ἕκαστος ἁπλοῦς ἦχος ἀντιστοιχεῖ εἰς ὡρισμένον μῆκος κύματος, οὕτω καὶ εἰς τὴν Ὀπτικὴν ἕκαστον ἁπλοῦν φῶς ἀντιστοιχεῖ εἰς ὡρισμένον μῆκος κύματος λ τοῦ αἰθέρος.

Μήκη κύματος. — Τὰ μήκη κύματος τῶν διαφόρων ἀκτίνων τοῦ φωτὸς εὑρέθη διὰ πολλῶν μεθόδων, ὅτι εἶνε λίαν μικρὰ καὶ δὴ διὰ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας εἶνε ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ κενοῦ 0,8 τοῦ ***μικροῦ*** (μικρὸν καλεῖται τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου) καὶ διὰ τὰς ἰοχρόους 0,4 τοῦ μικροῦ· διὰ τὰς λοιπὰς ἀκτῖνας (κιτρίνας, πρασίνας κτλ.) τὰ μήκη κύματος περιλαμβάνονται μεταξὺ τῶν δύο προηγουμένων τιμῶν. ***Τὸ μῆκος κύματος τῶν ἀκτίνων ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον βαίνομεν ἐκ τῶν ἐρυθρῶν πρὸς τὰς ἰοχρόους ἀκτῖνας τοῦ φάσματος.***

Ἕκαστον ἁπλοῦν φῶς ***χαρακτηρίζεται διὰ τοῦ μήκους τοῦ κύματός του ἐντὸς τοῦ κενοῦ,*** ὅπερ μῆκος εἶνε τὸ αὐτὸ καὶ ἐν τῷ ἀέρι.

Ἀόρατοι ἀκτῖνες. — Ὅπως εἰς τὴν Ἀκουστικὴν ἔχομεν ἤχους ὀξυτάτους ἢ βαρυτάτους, οἱ ὁποῖοι δὲν εἶνε ἀκουστοί, ὁμοίως καὶ εἰς τὸ φῶς ἔχομεν ἀκτῖνας μὴ ὁρατάς, εὑρισκομένας εἴτε πέραν τῶν ἰοχρόων (χημικαὶ κλπ.), εἴτε ἐντεῦθεν τῶν ἐρυθρῶν (θερμικαὶ κλπ.). Καὶ αἱ μὲν πρῶται ἀντιστοιχοῦν εἰς μήκη κύματος ἔτι μικρότερα ἢ τὰ τῶν ἰοχρόων, αἱ δὲ δεύτεραι εἰς μήκη κύματος ἔτι μεγαλύτερα ἢ τὰ τῶν ἐρυθρῶν. Εἰς τὸ σχῆμα 119 παρίστανται τὰ μήκη κύματος, τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς διαφόρους ἀκτῖνας. Τὸ τμῆμα ΔΕ ἀνήκει εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, ἄνωθεν τούτων εἰς τὸ Ζ ἔχομεν τὰς ὑπεριώδεις καὶ κάτωθεν εἰς τὸ Δ τὰς ὑπερερύθρους. Ἄνωθεν τῶν ὑπεριωδῶν εὑρίσκονται αἱ ἀκτῖνες Χ τοῦ Ρέντγεν. Τὰ μήκη κύματος ΒΓ ἀνήκουν εἰς ἀκτῖ-



Σχ. 119

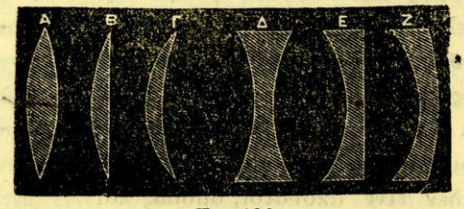
νας ἀγνώστου φύσεως μέχρι σήμερον, τὰ δὲ ΑΒ ἀνήκουν εἰς τὰς ἠλεκτρικάς, ἃς θὰ ἴδωμεν περσιτέρω.

Ὡς φαίνεται ἐκ τούτου, ἐκ τῆς πληθώρας τῶν διαφόρων ἀκτίνων, αἱ φωτειναὶ δὲν ἀποτελοῦν οὔτε μίαν πλήρη κλίμακα, ὑπὸ τὴν ἔννοιαν, ἣν ἐγνωρίσαμεν εἰς τὴν Ἀκουστικήν. Αἱ πλεῖσται τῶν ἀκτίνων εἶνε ἀόρατοι καὶ ἡ παρουσία των γίνεται αἰσθητὴ διὰ διαφόρων ὀργάνων, τὰ ὁποῖα ἡ Ἐπιστήμη σήμερον διαθέτει.

ΚΑΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

Φακοί.

65. Φακοί. — Πᾶν σῶμα διαφανές, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο κυμπύλων ἐπιφανειῶν ἢ ὑπὸ μιᾶς καμπύλης καὶ μιᾶς ἐπιπέδου, καλεῖται ***φακός.*** Εἰς τοὺς φακούς, τοὺς ἐξεταζομένους ἐνταῦθα, αἱ καμπύλαι ἐπιφάνειαι εἶνε σφαιρικαί. Ἀναλόγως τῆς σχετικῆς διατάξεως τῶν ἐπιφανειῶν τούτων, οἱ φακοὶ διακρίνονται εἰς τὰ ἑξῆς εἴδη: τὸν ***ἀμφίκυρτον*** Α (σχ. 120), τὸν ***ἐπιπεδόκυρτον*** Β, τὸν ***κοιλόκυρτον*** ἢ ***μηνίσκον συγκλίνοντα*** Γ, τὸν ***ἀμφίκοιλον*** Δ, τὸν ***ἐπιπεδόκοιλον*** Ε καὶ τὸν ***κοιλόκυρτον*** ἢ ***μηνίσκον ἀποκλίνοντα*** Ζ. Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἑνοῦσα τὰ δύο κέντρα τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ καλεῖται ***κύριος ἄξων*** αὐτοῦ. Εἰς τὸν ἐπιπεδόκυρτον καὶ τὸν ἐπιπεδόκοιλον κύριος ἄξων εἶνε ἡ εὐθεῖα, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου καὶ καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας.



Σχ. 120

Ἐκ τῶν προηγουμένων φακῶν, οἱ τρεῖς πρῶτοι εἶνε παχύτεροι εἰς τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι εἰς τὰ ἄκρα καὶ καλοῦνται ***συγκλίνοντες*** ἢ ***συγκεντρωτικοί*** διότι ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ πλησιάζουν τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας. Τοὐναντίον, οἱ λοιποὶ τρεῖς εἶνε παχύτεροι

ς τὰ ἄκρα καὶ λεπτότεροι εἰς τὸ μέσον καὶ καλοῦνται **ἀποκλίνοντες ἀποκεντρωτικοί**· διότι ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπομακρύνουν τοῦ ρίου ἄξονος τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας.

Πᾶσα τομὴ τοῦ φακοῦ, διερχομένη διὰ τοῦ κυρίου ἄξονος, καλεῖ-αι **κυρία τομή.**

Ἐν τῇ ἑπομένῃ σπουδῇ τῶν φακῶν, ὑποτίθενται: 1ον Ὅτι οἱ φα-οὶ εἶνε λίαν λεπτοὶ καὶ

2ον Ὅτι αἱ προσπίπτουσαι ἐπ' αὐτῶν ἀκτῖνες εἶνε μονόχροοι καὶ χηματίζουν μικρὰν γωνίαν μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ δὲν ἀπέχουν ολὺ ἀπ' αὐτοῦ.

Ἀκτίς τις, διευθυνομένη κατὰ τὸν κύριον ἄξονα, διέρχεται διὰ τοῦ φακοῦ **χωρὶς νὰ ὑποστῇ ἐκτροπήν τινα,** καθόσον εἶνε κάθετος ἐπὶ ῶν ἐπιφανειῶν καὶ ἑπομένως δὲν ὑφίσταται διάθλασιν.

Ὀπτικὸν κέντρον.—Δευτερεύοντες ἄξονες.—Κα-εῖται **ὀπτικὸν κέντρον** φακοῦ, τὸ σημεῖον, καθ' ὃ τέμνει οὗτος τὸν ύριον ἄξονά του. Πᾶσα εὐθεῖα, διερχομένη διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου καὶ μὴ συμπίπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι, καλεῖται **δευτερεύων ἄξων** ἢ ἁπλῶς **ἄξων.**

66. Συγκλίνοντες φακοί. — *Εἴδωλον φωτεινοῦ σημείου,*—ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.—Ἐὰν ἀκτῖνες φωτός, παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι (σχ. 121), προσπέσουν ἐπὶ συγκλίνοντος φακοῦ Φ, δια-διαθλῶνται καὶ διέρχονται πᾶσαι σχεδὸν δι' ἑνὸς σημείου Ε', ὅπερ κα-λεῖται **κυρία ἑστία** τοῦ φακοῦ. Τοῦτο παρατηρεῖται, ὅταν π. χ. στρέ-ψωμεν τὸν φακὸν πρὸς τὸν ἥλιον, τοῦ ὁποίου αἱ ἀκτῖνες εἶνε αἰσθη-τῶς παράλληλοι.

Τοὐναντίον, ἐὰν εἰς τὴν ἑστίαν Ε' τεθῇ σημεῖον φωτεινόν, αἱ ἀκτῖ-νες αὐτοῦ, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ, διαθλῶνται καὶ ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους παράλληλοι πρὸς ἀλλήλας.

Ἐπίσης, ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι, προσπίπτουσαι ἀντι-θέτως ἐπὶ τῆς ἑτέρας ὄψεως τοῦ φακοῦ, διαθλῶνται καὶ σχηματίζουν ἑτέραν κυρίαν ἑστίαν Ε'.

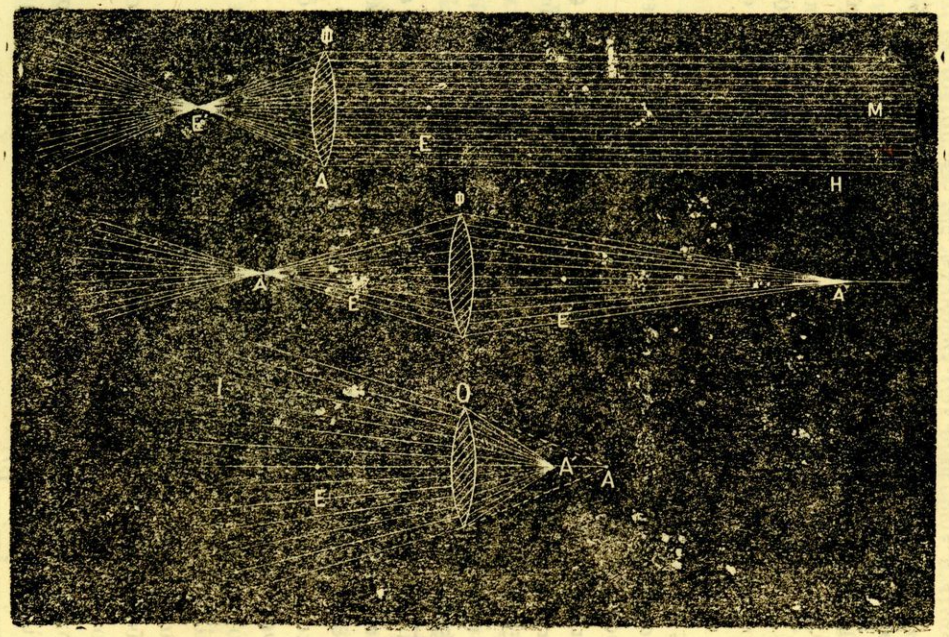
Ἡ ἀπόστασις τῆς ἑοτίας Ε' ἀπὸ τοῦ φακοῦ καλεῖται **κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις** καὶ εἶνε ἴση πρὸς τὴν αὐτὴν ἀπόοτασιν τῆς ἑτέρας ἑστίας Ε. Πᾶσα εὐθεῖα, διερχομένη διὰ τοῦ σημείου, εἰς ὃ τέμνει ὁ φακὸς τὸν κύριον ἄξονα (ὀπτικὸν κέντρον), καλεῖται **δευτερεύων ἄξων.**

Ἂς θέσωμεν νῦν φωτεινὸν σημεῖον Α' ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Ἐὰν ἐν πρώτοις τεθῇ εἰς ἀπόστασιν λίαν μεγάλην, αἱ ἀκτῖνές του ΜΦ (σχ. 121) θὰ εἶνε αἰσθη-

Σχ. 121

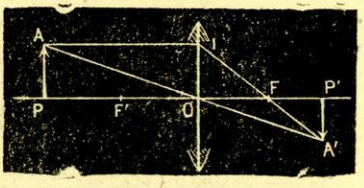
Σχ. 122

Σχ. 123



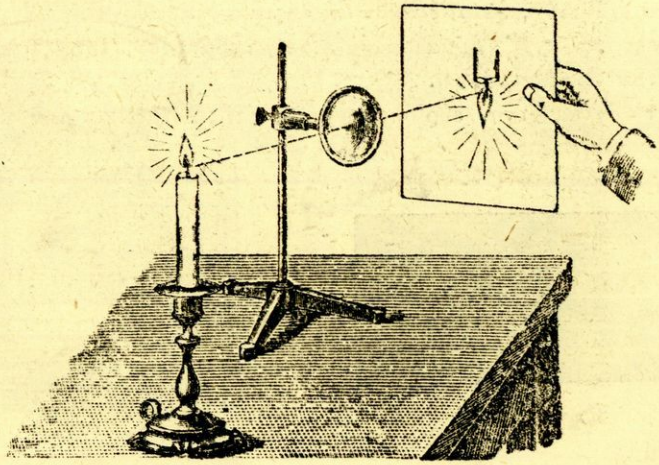
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τῶς παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι καὶ θὰ διέλθουν διὰ τῆς ἑστίας Ε′, ἡ ὁποία θ᾽ ἀποτελῇ τὸ ***πραγματικὸν εἴδωλον*** τοῦ φωτεινοῦ σημείου. Ὅταν τὸ σημεῖον Α′ (σχ. 122), κείμενον πάντοτε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, πλησιάζῃ πρὸς τὴν ἑτέραν ἑστίαν Ε′, τότε αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίοδόν των, διέρχονται διά τινος σημείου Α τοῦ κυρίου ἄξονος, τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ εἴδωλον τοῦ Α′ καὶ καλεῖται ***συζυγὴς*** ἑστία τοῦ Α′. Ὅταν τὸ σημεῖον Α′ φθάσῃ εἰς τὴν ἑστίαν Ε′, αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν διάθλασίν των, καθίστανται παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ὅθεν, ***τὰ εἴδωλα τῶν σημείων. τῶν εὑρισκομένων μεταξὺ τοῦ ἀπείρου καὶ τῆς ἑστίας Ε, εἶνε πραγματικὰ καὶ σχηματίζονται μεταξὺ τῆς ἑτέρας ἑστίας Ε′ καὶ πέραν ταύτης μέχρι τοῦ ἀπείρου.***



Σχ. 125

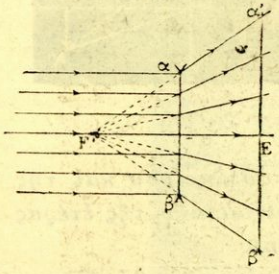
Πάντα τὰ εἴδωλα ταῦτα εἶνε ***πραγματικά***. Τοὐναντίον, ἐὰν τὸ φω-


Σχ. 126

τεινὸν σημεῖον Α′ (σχ. 123) τεθῇ μεταξὺ τῆς Ε′ καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν διάθλασίν των, βαίνουν ἀποκλίνουσαι καὶ αἱ ***προεκτάσεις των*** διέρχονται διά τινος σημείου Α, κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ μετὰ τοῦ Α′ καὶ τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ ***φανταστικὸν εἴδωλον*** τούτου.

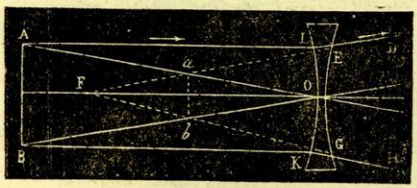
Εἴδωλα παρόμοια σχηματίζονται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ φακοῦ. Τὰ αὐτὰ δὲ φαινόμενα παρατηροῦνται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς διαφόρους θέσεις ἐπὶ ἄλλου ἄξονος οἱουδήποτε, ὅτε ἀνευρίσκομεν ἑστίας καὶ εἴδωλα, ὡς καὶ προηγουμένως, ἐπὶ τοῦ νέου ἄξονος.

Εἴδωλον φωτεινοῦ ἀντικειμένου —ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. —Ἔστω νῦν ὅτι ἐνώπιον τοῦ φακοῦ τίθεται φωτεινὸν ἀντικείμενον, π.χ. κηρίον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ΑΡ (σχ. 125) εὑρίσκεται μεταξὺ τῆς ἑστίας F′ καὶ τοῦ ἀπείρου, σχηματίζεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τοῦ φακοῦ ***εἴδωλον πραγματικὸν Α′ Ρ′, ἀνεστραμμένον καὶ κείμενον πέραν τῆς ἑστίας F.*** Τὸ εἴδωλον τοῦτο, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐπὶ πετάσματος, τιθεμένου εἰς ὡρισμένην θέσιν (σχ. 126), μεγεθύνεται ἐπὶ μᾶλλον, ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει πρὸς τὴν ἑστίαν F′. ***Τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου***, ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τῆς ἑστίας F′, ***δύναται νὰ εἶνε μικρότερον, ἴσον ἢ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.***

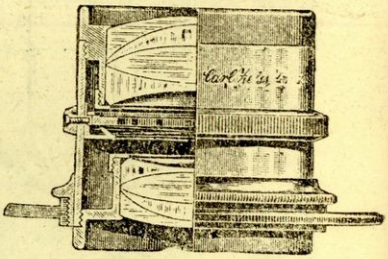


Σχ. 127

Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται μεταξὺ τῆς ἑστίας καὶ τοῦ φακοῦ,



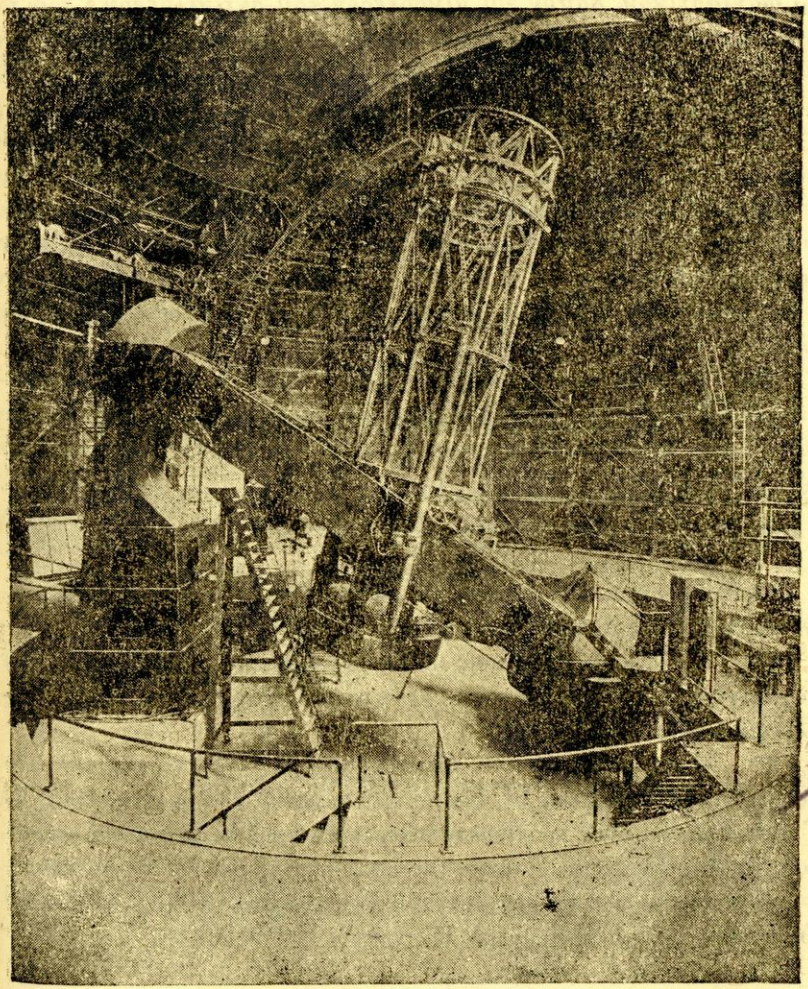
Σχ. 128


Σχ. 129

σχηματίζεται εἴδωλον, ὅπερ εἶνε ***φανταστικόν, ὀρθὸν καὶ πάντοτε μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου*** καὶ δὴ τόσον μεγαλύτερον, ὅσον πλησιέστερον πρὸς τὴν ἑστίαν κεῖται τὸ ἀντικείμενον.

69. Ἀποκλίνοντες φακοί.—*Εἴδωλον σημείου.*— Ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι φακοῦ ἀποκλίνοντος αβ (σχ.127), μετὰ τὴν διάθλασίν των, ἀφίστανται ἀλλήλων καὶ αἱ ***προεκτάσεις*** των διέρχονται διά τινος σημείου F, ὅπερ καλεῖται ***κυρία ἑστία.*** Ἡ ἑστία

αὕτη εἶνε **φανταστική**. Ὁμοία ἑστία σχηματίζεται καὶ ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ φακοῦ καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ τὴν καλουμένην **ἑστιακὴν ἀπόστασιν.**



Σχ. 130

Σημεῖον φωτεινόν, εὑρισκόμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ. σχηματίζει εἰς τὴν ἑστίαν **φανταστικὸν εἴδωλόν του**. Ἐὰν τὸ σημεῖον πλησιάζῃ πρὸς τὴν ἑστίαν, σχη-

ματίζεται εἴδωλον φανταστικόν, τὸ ὁποῖον ἀπομακρύνεται τῆς ἑστίας καὶ πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν.

Εἴδωλον ἀντικειμένου.—Ἐὰν ἀντικείμενόν τι AB (σχ. 128) εὑρίσκεται ἔμπροσθεν φακοῦ ἀποκλίνοντος, σχηματίζεται εἴδωλον αβ ***φανταστικόν, ὀρθὸν*** καὶ ***μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.*** Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνεται τοῦ φακοῦ, τὸ εἴδωλον σμικρύνεται καὶ πλησιάζει πρὸς τὴν ἑστίαν F, εἰς ἣν καὶ καταλήγει, ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκετσι εἰς τὸ ἄπειρον.

70. Σύνθετοι φακοί.—Ἐν γένει, οἱ φακοὶ παρουσιάζουσι πολλὰς ἀτελείας. Ἕνεκα τῆς ἀναλύσεως τοῦ δι' αὐτῶν διερχομένου φωτός, τὰ εἴδωλα εἶνε χρωματισμένα. Ἐκτὸς τούτου, ἄλλα πολλὰ αἴτια καθιστοῦν τὰ εἴδωλα οὐχὶ εὐκρινῆ καὶ ἀκριβῆ. Πρὸς ὅσον τὸ δυνατὸν καλυτέραν διόρθωσιν τῶν τοιούτων ἐλαττωμάτων, κατασκευάζονται φακοὶ ***σύνθετοι*** (σχ. 129), ἤτοι ἀποτελούμενοι ἐκ πλειοτέρων ἁπλῶν φακῶν.

71. Τύπος τῶν φακῶν.—Ἐὰν f, p καὶ p′ εἶνε αἱ ἀποστάσεις τῆς ἑστίας F (σχ. 125) τοῦ φωτεινοῦ σημείου P καὶ τοῦ εἰδώλου τοῦ P′ ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου O, ἤτοι ἐὰν $f = OF$, $p = OP$ καὶ $p' = OP'$, ἔχομεν:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \qquad (1)$$

Ὁ τύπος οὗτος εἶνε γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται εἰς πάντας τοὺς συγκλίνοντας ἢ τοὺς ἀποκλίνοντας φακοὺς ὑπὸ τοὺς ἑξῆς ὅρους:

1ον. Ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις f εἶνε ***θετικὴ*** μέν, ἐὰν ὁ φακὸς εἶνε ***συγκλίνων*** (ἑστία πραγματική), ***ἀρνητικὴ*** δὲ ἐὰν ὁ φακὸς εἶνε ***ἀποκλίνων*** (ἑστία φανταστική).

2ον. Ἡ ἀπόστασις p εἶνε ***θετικὴ*** μέν, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εἶνε πραγματικόν, ***ἀρνητικὴ*** δέ, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εἶνε φανταστικόν. Ἡ p′, εἶνε θετικόν, ὅταν τὸ εἴδωλον εὑρίσκεται πρὸς τὸ μέρος τοῦ φακοῦ πρὸς ὃ εὑρίσκονται καὶ αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες· ἄλλως εἶνε ἀρνητικόν.

Ἐὰν νῦν O εἶνε τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου AP (σχ. 125) καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου του A′P′, ἔχομεν τὴν σχέσιν

$$\frac{I}{O} = \frac{p'}{p} \qquad (2)$$

Τὸ σημεῖον τοῦ I ὁρίζεται ὡς καὶ ἐν τῇ περιπτώσει τῶν κατόπτρων.

Τοὺς τύπους (1) καὶ (2) δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν πειραματικῶς, μετροῦντες τὰς ἀποστάσεις p, p′ καὶ f.

Παράδειγμα. — *Ἀντικείμενον πραγματικὸν τίθεται εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων ἀπὸ φακοῦ συγκλίνοντος, τοῦ ὁποίου ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις εἶνε ἴση πρὸς ἓν μέτρον. Εὑρεῖν τὴν θέσιν καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου.*

Εἶνε $p = +3$ καὶ $f = +1$. Ἑπομένως:

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{1} \quad \text{καὶ} \quad p' = \frac{3}{2} = 1{,}50 \text{ μέτρα.}$$

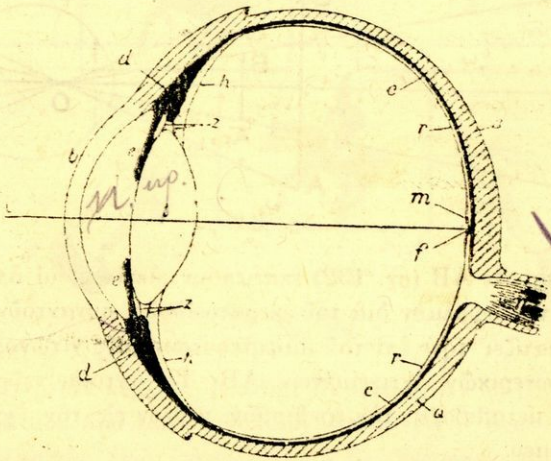
Ἐπίσης:

$$\frac{0}{I} = \frac{1{,}50}{3} = \frac{1}{2} \text{ μέτρον.}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Ὀφθαλμός.—Ὀπτικὰ ὄργανα.

72. Περιγραφὴ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ ἀνθρώπου. — Τὸ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως εἶνε ὁ ***ὀφθαλμὸς*** (σχ. 131), ὅστις εἶνε βολ-



Σχ. 131

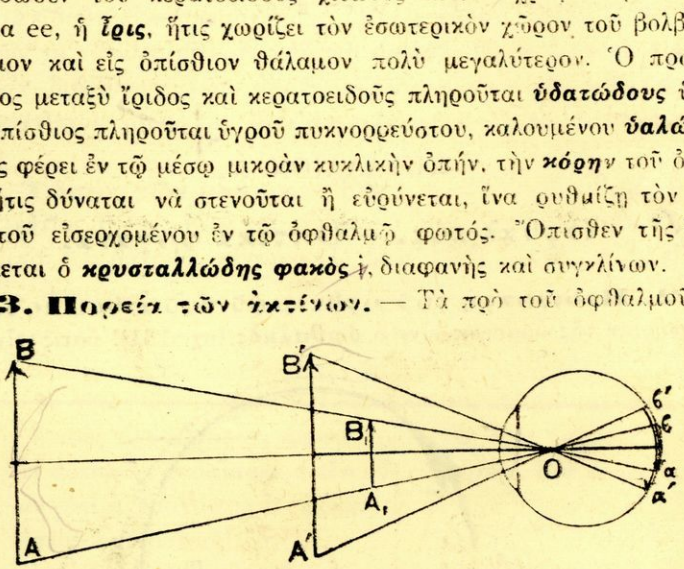
βὸς σφαιρικός, εὑρισκόμενος ἐντὸς κόγχης, κλειομένης ἢ ἀνοιγομένης διὰ τῶν βλεφάρων. Ὁ βολβὸς κινεῖται δι' ἓξ μικρῶν μυῶν. Ἀποτελεῖται δ' ἐξωτερικῶς ἐκ τεσσάρων χιτώνων ἢ μεμβρανῶν· τούτων ὁ

ἐξωτερικὸς αα (σχ. 131), ***σκληρωτικὸς χιτὼν*** καλούμενος, εἶνε ὑπ
λευκος, περικαλύπτει τὸν βολβὸν μέχρι τοῦ προσθίου μέρους, καὶ ἐκ
ἀφήνει μικρὸν ἄνοιγμα dd. Ἕτερος χιτὼν b, λεπτὸς καὶ διαφανής, ***κ***
ρατοειδὴς καλούμενος, καλύπτει τὸ ἄνοιγμα τοῦτο.

Ὑπὸ τὸν σκληρωτικὸν χιτῶνα ὑπάρχει ***ὁ χοριοειδὴς χιτὼν*** c
ὅστις εἶνε μέλας, καὶ ὑπ' αὐτὸν ἡ ὑπόλευκος καὶ λεπτοτάτη μεμβράν
ὁ ***ἀμφιβληστροειδὴς χιτὼν*** rr, ὅστις σχηματίζεται διὰ τῆς ἐξαπλ
σεως τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου n, εἰσερχομένου ἐκ τῶν ὄπισθεν δι' ὀπ
τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος.

Ἔσωθεν τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος κεῖται χρωματισμένον δι
φραγμα ee, ἡ ***ἶρις***, ἥτις χωρίζει τὸν ἐσωτερικὸν χῶρον τοῦ βολβοῦ
πρόσθιον καὶ εἰς ὀπίσθιον θάλαμον πολὺ μεγαλύτερον. Ὁ πρόσθι
θάλαμος μεταξὺ ἴριδος καὶ κερατοειδοῦς πληροῦται ***ὑδατώδους*** ὑγρ
ὁ δὲ ὀπίσθιος πληροῦται ὑγροῦ πυκνορρεύστου, καλουμένου ***ὑαλώδου***
Ἡ ἶρις φέρει ἐν τῷ μέσῳ μικρὰν κυκλικὴν ὀπήν, τὴν ***κόρην*** τοῦ ὀφθ
μοῦ, ἥτις δύναται νὰ στενοῦται ἢ εὐρύνεται, ἵνα ρυθμίζῃ τὸν ποσ
τητα τοῦ εἰσερχομένου ἐν τῷ ὀφθαλμῷ φωτός. Ὄπισθεν τῆς ἴριδ
εὑρίσκεται ὁ ***κρυσταλλώδης φακὸς*** f, διαφανὴς καὶ συγκλίνων.

73. Πορεία τῶν ἀκτίνων. — Τὰ πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ φ



Σχ. 132

τεινὰ ἀντικείμενα AB (σχ. 132) ἐκπέμπουν ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι, εἰσ
χόμεναι εἰς τὸν ὀφαλμὸν διὰ τοῦ κερατοειδοῦς, συναντοῦν τὸν φακ
Οὗτος σχηματίζει τότε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὸ εἴδωλ
α β τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων AB. Τὸ ὀπτικὸν νεῦρον τότε ἐ
θίζεται καὶ μεταβιβάζει τὸν ἐρεθισμὸν τοῦτον εἰς τὸν ἐγκέφαλον
οὕτω βλέπομεν.

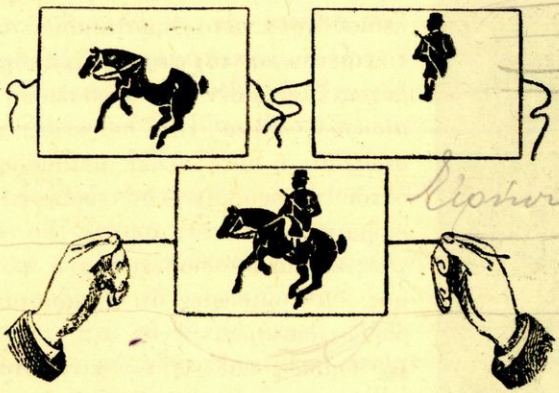
Ὅταν πρόκειται νὰ ἀναγνώσωμεν βιβλίον ἢ νὰ διακρίνωμεν
λεπτομερείας ἑνὸς ἀντικειμένου, πλησιάζομεν τὸ βιβλίον ἢ τὸ ἀντικεί
νον ἀρκετὰ εἰς τοὺς ὀφθαλμούς μας. Ἔστω AB (σχ. 132) ἓν ἀντικεί
νον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν ὑπὸ γωνίαν AOB. Σχηματίζεται τότε τὸ

δωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Διὰ νὰ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας τοῦ ἀντικειμένου, τὸ πλησιάζομεν μέχρι θέσεώς τινος Α΄Β΄, ὅτε **τὸ εἴδωλόν του α΄β΄ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἶνε μεγαλύτερον τοῦ προηγουμένου** αβ, διὸ καὶ τὸ ἀντικείμενον φαίνεται **μεγαλύτερον**. Ἀλλὰ καὶ ἡ γωνία Α΄ΟΒ΄, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν νῦν τὸ ἀντικείμενον, εἶνε **μεγαλυτέρα** τῆς ΑΟΒ.

Συμπέρασμα. — Τὸ μέγεθος ἑνὸς ἀντικειμένου φαίνεται τόσον μεγαλύτερον, ὅσον ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν τὸ βλέπομεν, εἶνε μεγαλυτέρα. Ἑπομένως, ***διὰ νὰ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας ἑνὸς ἀντικειμένου, πρέπει νὰ αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν ὑπὸ τὴν ὁποίαν τὸ βλέπομεν*** καὶ ἥτις ὀνομάζεται **φαινομένη διάμετρος** αὐτοῦ.

Ὅλα τὰ ὀπτικὰ ὄργανα εἶνε μέσα ***διὰ τῶν ὁποίων αὐξάνεται ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ὁρωμένου ἀντικειμένου*** καὶ ἑπομένως ***μεγεθύνεται τὸ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἴδωλον τούτου*** οὕτως, ὥστε διακρίνομεν τὰς λεπτομερείας τῶν ἀντικειμένων.

74. Μετάθημα. — ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. — Ἐὰν λάβωμεν πυρεῖον ἀναμμένον καὶ τὸ περιστρέψωμεν ταχέως, θὰ ἴδωμεν ὁλόκληρον πυρί-



Σχ. 133.

νην περιφέρειαν κύκλου. Ἐπίσης, ἂν κινήσωμεν ὁριζοντίως καὶ ταχέως τὴν χεῖρά μας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, δυνάμεθα ν' ἀναγνώσωμεν βιβλίον **ἄνευ διακοπῆς,** ἐνῷ ἔπρεπε νὰ μὴ τὸ βλέπωμεν, ὅταν ἡ κινουμένη χεὶρ μας διέρχεται ἔμπροσθεν τῶν ὀφθαλμῶν μας. Τὰ φαινόμενα ταῦτα προέρχονται ἐκ τοῦ ὅτι ***ἡ ἐπὶ τῶν ὀφαλμῶν μας ἐντύπωσις δὲν ἐξαλείφεται συγχρόνως μετὰ τῆς ἐκλείψεως τοῦ φωτός, ὁ ὁποῖον προὐκάλεσεν αὐτήν, ἀλλὰ διαρκεῖ καὶ κατόπιν ταύτης ἐπ'***

ἐλάχιστον χρόνον $\left(\frac{1}{30}\right.$ τοῦ δευτερολέπτου$\left.\right)$. Ἐὰν λοιπὸν ἐξαφανίσωμεν εἰκόνα τινὰ καὶ ταχέως ἀντικαταστήσωμεν αὐτὴν δι' ἄλλης θὰ νομίσωμεν ὅτι ὑπάρχουν καὶ αἱ δύο εἰκόνες ὁμοῦ. Ἐὰν π.χ. λάβωμεν τεμάχιον χάρτου (σχ. 133), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἔχει παρασταθῇ ἐπὶ μὲν τῆς μιᾶς ὄψεως ἵππος, ἐπὶ δὲ τῆς ἄλλης ἱππεύς, καὶ περιστρέψωμεν αὐτὸ ταχέως τῇ βοηθείᾳ δύο νημάτων, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, θὰ ἴδωμεν καὶ τὰς δύο εἰκόνας ὁμοῦ, ἤτοι τὸν ἱππέα ἐπὶ τοῦ ἵππου.

Σχ. 134.

Κινηματογράφος. — Ἐπὶ τῆς προηγουμένης ἰδιότητος τοῦ ὀφθαλμοῦ, στηρίζεται ἡ λειτουργία τοῦ κινηματογράφου, ὅστις εἶνε συσκευή, προβάλλουσα εἰκόνας ἐν κινήσει, παριστώσας συμβάντα, ὡς ταῦτα φαίνονται ἐκ τοῦ φυσικοῦ.

Ἐὰν λάβωμεν διαφόρους εἰκόνας, αἱ ὁποῖαι ν' ἀντιστοιχοῦν εἰς διαφόρους ἀλληλοδιαδόχους μετασχηματισμοὺς τοῦ αὐτοῦ ἀντικειμένου καὶ τὰς φέρωμεν ἐπίσης ἀλληλοδιαδόχως ἔμπροσθεν τῶν ὀφθαλμῶν μας, θὰ νομίσωμεν, ἕνεκα τῆς διαρκείας τῆς ἐντυπώσεως, ὅτι ἡ αὐτὴ εἰκὼν μεταμορφοῦται. Τοιοῦτόν τι συμβαίνει δι' εἰκόνων, ὡς αἱ τοῦ σχήματος 134, τὰς ὁποίας, ἐὰν φέρωμεν ταχέως καὶ ἀλληλοδιαδόχως πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν μας, θὰ νομίσωμεν ὅτι ὁ παριστάμενος ἵππος βαδίζει συνεχῶς.

Ὁμοίως καὶ εἰς τὸν κινηματογράφον, ἐπὶ ταινίας κυτταρινοειδοῦς, εὐκάμπτου καὶ μακρᾶς, ἔχουν ἀπεικονισθῇ φωτογραφικῶς αἱ διάφοροι μεταβολαὶ εἰκόνων εἰλημμένων ἐκ τοῦ φυσικοῦ. Ἡ ταινία αὕτη διέρχεται ἐνώπιον μικρᾶς ὀπῆς, ἥτις ἀνοίγει στιγμιαίως, ὅταν ἑκάστη τῶν εἰκόνων τῆς ταινίας φθάνῃ ἐνώπιόν της. Πηγὴ φωτὸς ὄπισθεν τῆς ὀπῆς φωτίζει ἰσχυρῶς τὴν ταινίαν, φακὸς δὲ συγκλίνων ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους προβάλλει ἐπὶ πετάσματος λευκοῦ τὰς εἰκόνας της. Ἡ ταινία ἵσταται ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον, ὁσάκις προβάλλεται ἑκάστη εἰκών της.

75. Προσαρμογὴ τοῦ ὀφθαλμοῦ. — Ὁ ὀφθαλμὸς εἶνε τοιουτοτρόπως κατεσκευασμένος, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ βλέπωμεν τόσον τὰ μακρὰν ἡμῶν ἀντικείμενα, ὡς ἡ Σελήνη, τὰ ἄστρα, ὅσον καὶ τὰ πλησίον (ἀνάγνωσις κλπ.). Εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις ταύτας, δι' ὀφθαλμὸν κανονικόν, τὸ εἴδωλον τῶν ἀντικειμένων (μακρὰν ἢ πλησίον) σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Τοῦτο κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς κυρτότητος τοῦ κρυσταλλώδους φακοῦ, ὅστις οὕτω καθίσταται μᾶλλον ἢ ἧττον συγκεντρωτικός. Ἐὰν τὸ ὁρώμενον ἀντικείμενον εἶνε μακράν, ὁ φακὸς λαμβάνει μικρὰν κυρτότητα καὶ τὸ εἴδωλον δὲν σχηματίζεται πλησίον του, ἀλλ' ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Ὅταν ὅμως τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ, τὸ εἴδωλον τείνει νὰ σχηματισθῇ μακρὰν τοῦ φακοῦ, διὸ οὗτος ἀναγκάζεται διὰ τῶν μυῶν z z νὰ γίνῃ κυρτότερος καὶ νὰ φέρῃ τὸ εἴδωλον πάλιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.

Διακρίνομεν ὅμως ὀφθαλμούς, εἰς οὓς ταῦτα δὲν κατορθοῦνται. Οὕτως, οἱ **μύωπες** βλέπουν μὲν τὰ πλησίον, οὐχὶ ὅμως τὰ μακράν. Τὸ ἀντίστροφον συμβαίνει εἰς τοὺς **πρεσβύωπας**.

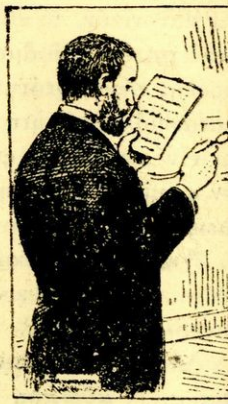
Θὰ ἐξετάσωμεν ἰδιαιτέρως τὰ τρία εἴδη τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἤτοι 1ον Τὸν **κανονικὸν** ὀφθαλμόν, 2ον τὸν **μύωπα** καὶ 3ον τὸν **πρεσβύωπα**.

76. Ὀφθαλμὸς κανονικός.—Ὁ ὀφθαλμὸς καλεῖται **κανονικός,** ὅταν, ἐν ἀναπαύσει εὑρισκόμενος, ἔχῃ τὴν ἑστίαν του F (σχ. 132) ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Οὕτω βλέπει τὰ μακρὰν ἀντικείμενα (50 μέτρα καὶ πέραν) εὐκρινῶς.

Ὅταν τὰ ὁρώμενα ἀντικείμενα A B (σχ. 132) εἶνε πλησίον, διὰ τῆς κατάλληλου αὐξήσεως τῆς κυρτότητος τοῦ φακοῦ σχηματίζεται πάλιν τὸ εἴδωλόν των ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς καὶ οὐχὶ ὄπισθεν αὐτοῦ, ὡς θὰ συνέβαινεν ἐὰν ὁ φακὸς ἔμενεν ἀδρανής, Οὕτως ὁ κανονικὸς ὀφθαλμὸς δύναται νὰ βλέπῃ μέχρις ἀποστάσεως 25 ἑκατοστῶν, ὅτε λέγομεν, ὅτι εἶνε εἰς τὴν **ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως** (punctum proximum).

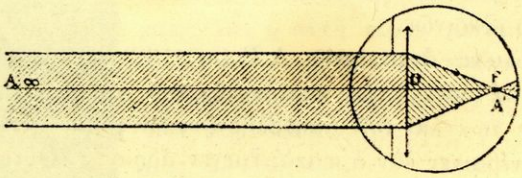
77. Ὀφθαλμὸς μύωψ. — Ὁ μύωψ ὀφθαλμὸς δὲν δύναται νὰ ἴδῃ τὰ μακρὰν εὑρισκόμενα ἀντικείμενα, διὸ οἱ μύωπες ἄνθρωποι πλησιάζουν πρὸς τὰ ἀντικείμενα, ἵνα ἴδουν αὐτά. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς ἑξῆς αἰτίας. Ὁ ἀμφιβληστροειδὴς τοῦ μύωπος ὀφθαλμοῦ εὑρίσκεται πέραν τῆς ἑστίας F (σχ. 136) τοῦ φακοῦ οὕτως, ὥστε τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου, μακρὰν εὑρισκομένου, δὲν σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἀλλὰ πρὸ αὐτοῦ εἰς τὸ F. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ, τὸ εἴδωλόν του ἀπομακρύνεται τῆς ἑστίας F καὶ πλησιάζει πρὸς

τὸν ἀμφιβληστροειδῆ, ἐφ' οὗ τέλος καὶ σχηματίζεται. Τὸ ἀντικείμεν
εἶνε τότε εἰς τὴν ***μεγίστην ἀπόστασιν*** (punctum remotum), εἰς ἣν
ὀφθαλμὸς οὗτος δύναται νὰ βλέπῃ εὐκρινῶς.
Ἐὰν ἐλαττωθῇ ἔτι μᾶλλον ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου, ὁ φακὸς λαμβάνει τότε κατάλληλον αὔξησιν κυρτότητος, ὥστε τὸ εἴδωλον νὰ σχηματισθῇ πάλιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Ὀφθαλμὸς μύωψ δύναται π. χ. νὰ βλέπῃ μεταξὺ 50 ἑκατοστῶν (punctum remotum) καὶ 8 ἑκατοστῶν (punctum proximum).

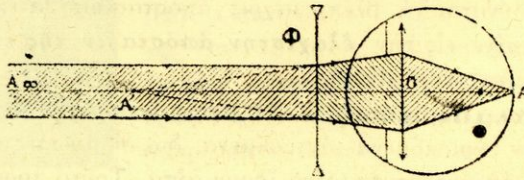


Σχ. 135.

Διόρθωσις. — Πρὸς διόρθωσιν τοῦ ἐλαττώματος μύωπος ὀφθαλμοῦ, γίνεται χρῆσις φακῶν ὑαλίνων (ὀματοϋαλίων) ***ἀποκλινόντων***, οἵτινες τίθενται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Οἱ μύωπες ἄνθρωποι φέρουν πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν των τοὺς φακοὺς τούτους διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν μακρὰν ἀντικειμένων, ἀφαιροῦν δὲ αὐτοὺς διὰ τὴν π
ρατήρησιν τῶν πλησίον, π. χ. ὅταν πρόκηται νὰ ἀναγνώσουν (σχ. 135
Διότι μόνον ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἔχουν ἀνάγκην τῶν φακῶν.



Σχ. 136

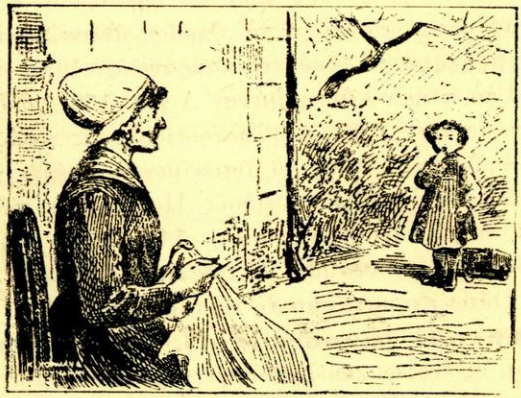


Σχ. 137

Πράγματι διὰ τὸ μακρὰν ἀντικείμενον A (σχ. 136), ὁ ὀφθαλμὸ
παρέχει εἴδωλον εἰς τὸ F. Ἵνα λοιπὸν ὁ μύωψ ὀφθαλμὸς βλέπῃ τ
ἀντικείμενον, πρέπει τὸ εἴδωλον νὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροει
δοῦς. Πρὸς τοῦτο, τίθεται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ὁ ἀποκλίνων φακὸς Φ
(σχ. 137), ὅστις τὰς ἀκτῖνας τοῦ μακρὰν ἀντικειμένου καθιστᾷ ἀποκλ

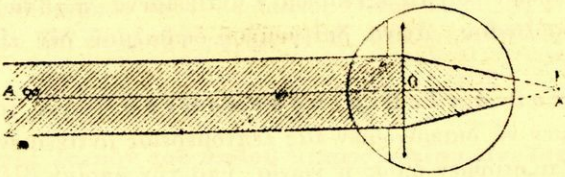
νούσας, ὡς ἐὰν προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου Α΄, εὑρισκομένου πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ. Οὕτω τὸ εἴδωλον σχηματίζεται πλέον εἰς τὸ Α΄, ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.

78. Ὀφθαλμὸς πρεσβύωψ. — Ὁ πρεσβύωψ ὀφθαλμὸς βλέπει μὲν εὐκρινῶς τὰ μακρὰν εὑρισκόμενα ἀντικείμενα, δὲν διακρίνει

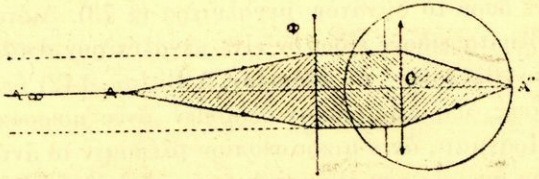


Σχ. 138

ὅμως τὰ λίαν πλησίον αὐτοῦ, π. χ. νὰ ἀναγνώσῃ Αἰτία τούτου εἶνε, ὅτι τῶν μακρὰν ἀντικειμένων Α (σχ. 139) τὸ εἴδωλον Α΄ σχηματίζε-



Σχ. 139



Σχ. 140

ται ὄπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (τοῦ φακοῦ ὄντος ἐν ἀδρανείᾳ) καὶ διὰ καταλλήλου κυρτότητος τοῦ φακοῦ φέρεται τὸ εἴδωλον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Τοῦτο δὲ κατορθώνει ὁ πρεσβύωψ ὀφθαλμὸς μέχρις

ἀποστάσεώς τινος ὡρισμένης τοῦ ἀντικειμένου, π.χ. 5 μέτρων. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις αὕτη γίνῃ μικροτέρα, ὁ ὀφθαλμὸς δὲν κατορθώνει πλέον νὰ φέρῃ τὸ εἴδωλον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.

Διόρθωσις. — Πρὸς διόρθωσιν τοῦ ἐλαττώματος πρεσβύωπος ὀφθαλμοῦ, γίνεται χρῆσις φακῶν (ὀμματοϋαλίων) ***συγκλινόντων.*** Οἱ πρεσβύωπες ἄνθρωποι φέρουν πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν αὐτῶν τοὺς φακούς, ὅταν πρόκηται νὰ ἴδουν τὰ πλησίον ἀντικείμενα καὶ ἐξάγουν αὐτούς, ὅταν πρόκηται νὰ ἴδουν τὰ μακρὰν (σχ. 138).

Διότι, διὰ τὸ πλησίον ἀντικείμενον Α (σχ. 139), ὁ ὀφθαλμὸς παρέχει εἴδωλον ὄπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἰς τὸ Α΄. Ἵνα λοιπὸν ὁ πρεσβύωψ ὀφθαλμὸς βλέπῃ τὸ ἀντικείμενον, πρέπει τὸ εἴδωλον νὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Πρὸς τοῦτο, τίθεται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ὁ συγκλίνων φακὸς Φ (σχ. 140), ὅστις συγκεντρώνει τὰς ἀκτῖνας, ὡς ἐὰν προήρχοντο οὐχὶ ἐκ τοῦ Α, ἀλλ' ἐκ τοῦ Α΄ εὑρισκομένου μακράν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ εἴδωλον εἰς τὸ Α″.

79. Ἁπλοῦν μικροσκόπιον. — Τὸ ***ἁπλοῦν μικροσκόπιον*** σύγκειται ἐξ ἑνὸς φακοῦ λίαν συγκεντρωτικοῦ, ἤτοι λίαν βραχείας ἑστιακῆς ἀποστάσεως. Ὡς εἴδομεν προηγουμένως, ὅταν μεταξὺ ἀμφικύρτου φακοῦ καὶ τῆς ἑστίας του τεθῇ ἀντικείμενόν τι, σχηματίζεται τὸ εἴδωλόν του ***μεγαλύτερον***, ὀρθὸν καὶ φανταστικὸν (σχ. 141).

Παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ φακοῦ, βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον αβ μεγαλύτερον εἰς ΑΒ. Οὕτω δυνάμεθα διὰ τοιούτου ὀργάνου νὰ διακρίνωμεν καὶ νὰ ἐξετάσωμεν ἀντικείμενα, π.χ. τὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ὡρολογίου, ἅτινα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ δὲν εἶνε εὐδιάκριτα.

Ἰσχὺς τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου. — Διὰ τοῦ μικροσκοπίου, θέλομεν νὰ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας ἀντικειμένου τινός, Πρὸς τοῦτο, ἐπιζητοῦμεν ὅπως ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον, εἶνε ὅσον τὸ δυνατὸν μεγαλυτέρα (§ 73). Διότι τότε καὶ τὸ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἴδωλον εἶνε μεγαλύτερον ἀναλόγως. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου βλέπομεν τὸ ***εἴδωλον*** Α΄Β΄ (σχ. 142) ὑπὸ γωνίαν μεγαλυτέραν ἐκείνης, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλίπομεν ἄνευ μικροσκοπίου τὸ ***ἀντικείμενον***. Πράγματι, ἄνευ μικροσκοπίου βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ΑΒ, εὑρισκόμενον π.χ. εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν Δ τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, ὑπὸ γωνίαν

$$\alpha = \frac{AB}{\Delta} \qquad (1)$$

Ἐνῷ τὸ εἴδωλον Α΄Β΄, εὑρισκόμενον ὁμοίως εἰς τὴν ἀπόστασιν Δ,

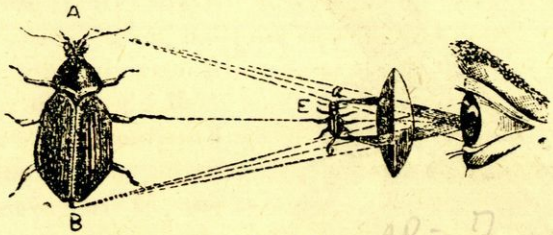
φαίνεται ὑπὸ γωνίαν

$$\alpha' = \frac{A'B'}{\Delta} \qquad (2)$$

Ἐπειδὴ δὲ $A'B' > AB$, ἕπεται καὶ $\alpha' > \alpha$, ὅ.ἔ.δ.

Μικροσκόπιόν τι εἶνε τόσον ἰσχυρότερον, ὅσον μεγαλυτέρα εἶνε ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εἶνε δυνατὸν νὰ ἴδωμεν δι' αὐτοῦ ἓν καὶ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον.

Τοιουτοτρόπως καλεῖται ***ἰσχὺς*** τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου ***ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται δι' αὐτοῦ τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου,***



Σχ. 141

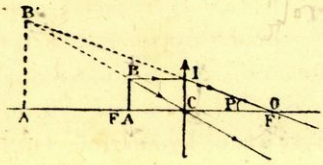
ἔχοντος μῆκος ἴσον πρὸς τὴν μονάδα (καθέτως ἐπὶ τοῦ ἄξονος). Ἐὰν λοιπὸν $AB = I$, (σχ. 142) ἡ γωνία ὑπὸ τὴν ὁποίαν φαίνεται τὸ εἴδωλον $A'B'$, εὑρισκόμενον εἰς τὴν ἀπόστασιν Δ, ἤτοι ἡ ἰσχύς, εἶνε

$$\text{Ἰσχὺς} = \frac{A'B'}{\Delta} \qquad (3)$$

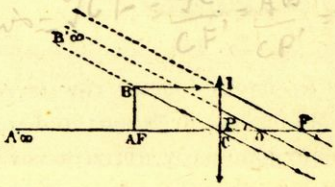
Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς O εὑρίσκεται εἰς τὴν ἑστίαν F', ἡ ἰσχὺς εἶνε ἴση πρὸς τὴν γωνίαν IF'C, ἤτοι

$$\text{Ἰσχὺς} = IC'F = \frac{IC}{CF'} = \frac{AB}{CF'} = \frac{1}{f} \qquad (4)$$

Ἡ ἰσχὺς λοιπὸν τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου εἶνε ἴση πρὸς τὸ ἀν-



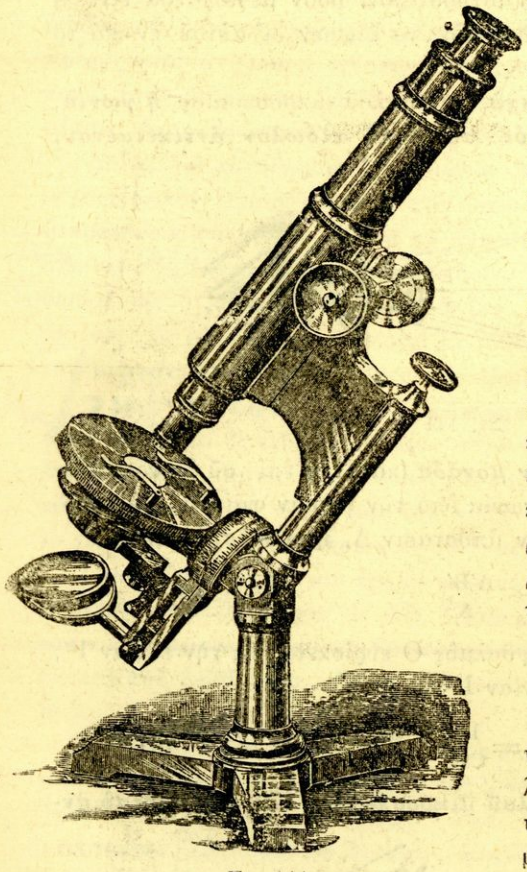
Σχ. 142



Σχ. 143

τίστροφον τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως τούτου. Ὅσον μικροτέρα εἶνε ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις f, τόσον ἰσχυρότερον εἶνε τὸ ἁπλοῦν μικροσκόπιον.

Ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς εὑρίσκεται εἰς ἄλλας θέσεις ἢ παρατηρῇ εἰς ἄλλας ἀποστάσεις (σχ. 143), ἡ ἰσχὺς δὲν μεταβάλλεται οὐσιωδῶς οὕτως, ὥστε δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὅτι τὸ $\frac{1}{f}$ παριστᾷ ἀρκούντως τὴν ἰσχὺν εἰς πάσας πὰς περιπτώσεις.



Σχ. 144

Ὡς μονὰς ἰσχύος μικροσκοπίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις εἶνε 1 μέτρον· ἡ μονὰς αὕτη ὀνομάζεται ***διοπτρία.*** Π. χ. ὅταν ἡ f εἶνε ἴση πρὸς 0,20 τοῦ μέτρου, ἡ ἰσχὺς εἶνε 20 διοπτριῶν.

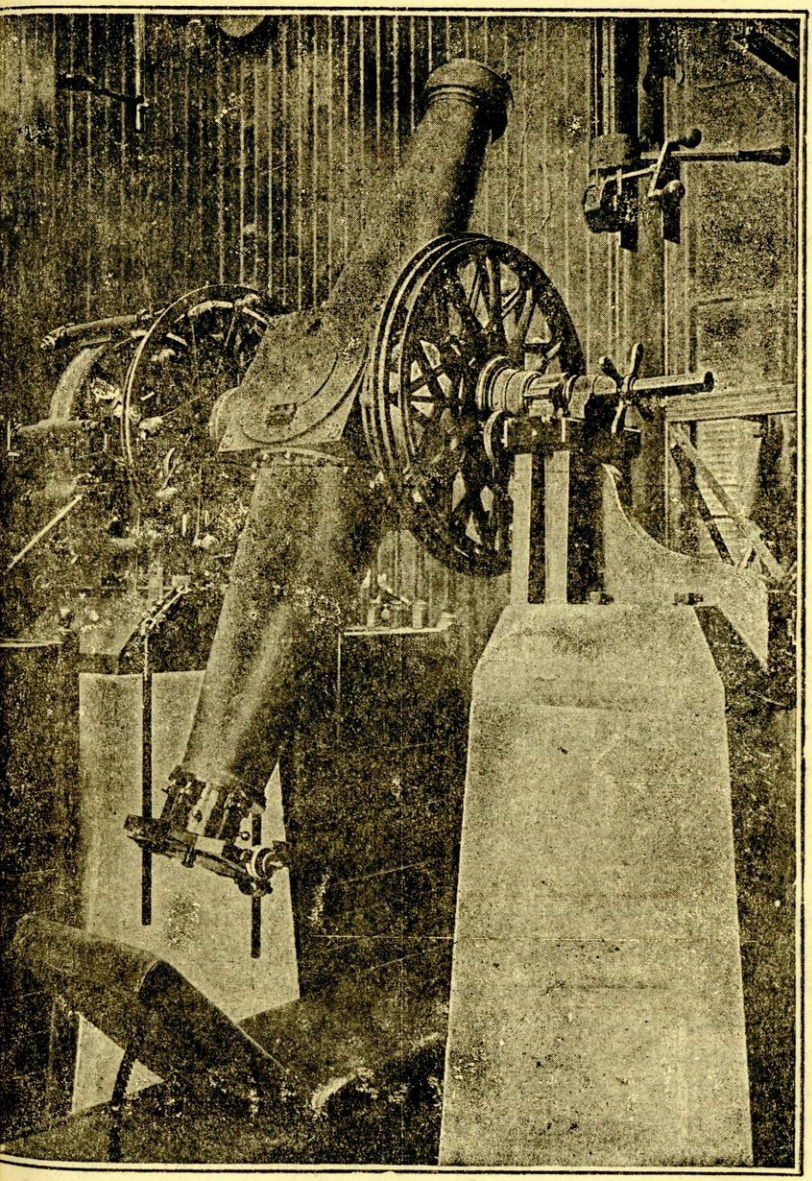
Μεγέθυνσις. — Καλεῖται ***μεγέθυνσις τοῦ*** ἁπλοῦ μικροσκοπίου ***ὁ λόγος Μ τῶν γωνιῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας φαίνεται ἓν καὶ τὸ αὐτὸ μέγεθος ἀφ' ἑνὸς διὰ τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.*** Ἔχομεν λοιπὸν ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2)

$$M = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\Delta}{f}.$$

Ὁ λόγος οὗτος Μ εἶνε φανερόν, ὅτι ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν μεγεθῶν τῶν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς σχηματιζομένων εἰδώλων κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις.

Π. χ. ἂς ὑπολογίσωμεν τὴν μεγέθυνσιν ἁπλοῦ μικροσκοπίου 20 διοπτριῶν δι' ὀφθαλμὸν παρατηροῦντα εἰς 30 ἑκατοστόμ. Ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον ἔχει μῆκος 1 χιλιοστοῦ. Θὰ ἔχωμεν

$$\alpha = \frac{28}{1000} \quad \text{καὶ} \quad \alpha = \frac{1 \text{ χιλιοστ.}}{30 \text{ ἑκατ.}} = \frac{1}{300}$$



Σχ. 145. Τηλεσκόπιον τοῦ Ἀστεροσκοπείου Ἀθηνῶν.

$$M = \frac{a'}{a} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{D}{f}$$

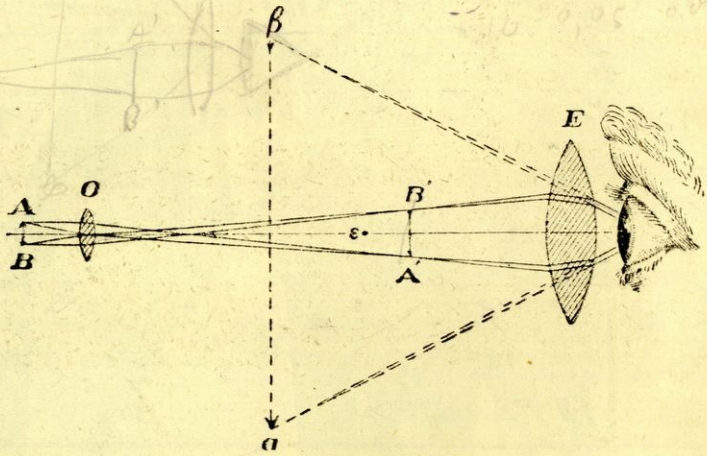
Ἄρα, $$M = \frac{20 \times 300}{1 \times 1000} = 6$$

Ὁμοίως θὰ εὑρίσκομεν

δι' ἑστιακὴν ἀπόστασιν μέτρων	8,10	0,05	0,01
μεγέθυνσιν	3 φορὰς	6 φορὰς	30 φορὰ

80. Σύνθετον μικροσκόπιον. — Ἐκτὸς τοῦ ἁπλοῦ μικρο σκοπίου, ὑπάρχει καὶ τὸ καλούμενον ***σύνθετον μικροσκόπιον*** (σχ. 144

Διὰ τούτου, τὸ ὁρώμενον ἀντικείμενον φαίνεται πολὺ μεγαλύτερο ἢ διὰ τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου. Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον ἀποτελεῖτ ἐκ δύο κυρίως φακῶν συγκλινόντων Ο καὶ Ε (χ. 146), ἐξ ὧν ὁ μὲ



Σχ. 146

πρῶτος σχηματίζει τὸ πραγματικὸν εἴδωλον Α΄ Β΄, μεγαλύτερον το ἀντικειμένου ΑΒ, ὁ δὲ δεύτερος Ε μεγεθύνει ἔτι μᾶλλον τὸ εἴδωλο τοῦτο Α΄ Β΄ σχηματίζων δεύτερον εἴδωλον αβ.

Διὰ τοιούτου μικροσκοπίου, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ὑπὸ μεγέθυν σιν 2000 καὶ πλέον. Διὰ τοῦ πολυτίμου τούτου ὀργάνου ἠρευνήθησα σώματα τελείως ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Ἰσχὺς τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου. — Ἡ ἰσχὺς το συνθέτου μικροσκοπίου ὁρίζεται ὡς καὶ ἡ τοῦ ἁπλοῦ. Ἡ ἰσχὺς το συνθέτου δύναται νὰ ὑπολογισθῇ, ὅταν εἶνε γνωστὰ τὰ ἀποτελέσματα τὰ ὁποῖα φέρουν ὁ προσοφθάλμιος Ε καὶ ὁ ἀντικειμενικὸς φακὸς Ο ἰδιαιτέρως ἕκαστος.

Ἔστω μ ***ἡ μεγέθυνσις*** τοῦ ἀντικειμενικοῦ. Τὸ ἀντικείμενον ΑΒ

ὅπερ ἔχει μῆκος 1 μέτρου, παρέχει εἴδωλον Α′ Β′, ὅπερ εἶνε μ φορὰς μεγαλύτερον, ἤτοι

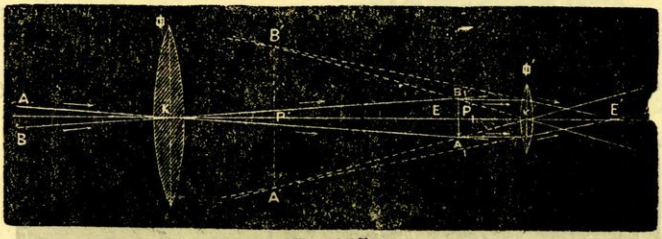
Α′ Β′ = μ μέτρα.

Ἐὰν Ρ εἶνε ἡ ἰσχὺς τοῦ προσοφθαλμίου, ἡ μὲν γωνία, καθ᾽ ἣν τῇ βοηθείᾳ τούτου φαίνεται ἀντικείμενον 1 μέτρου, εἶνε Ρ, ἐκείνη δέ, καθ᾽ ἣν φαίνεται τὸ Α′ Β′, εἶνε μ φορὰς μεγαλυτέρα. Ἡ τελευταία αὕτη εἶνε ἡ ἰσχὺς Ρ′ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου, ἤτοι

Ρ′ = μΡ διοπτρίαι

Οὕτως, ***ἡ ἰσχὺς τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μεγεθύνσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἐπὶ τὴν ἰσχὺν τοῦ προσοφθαλμίου.***

81. Τηλεσκόπια.—Κατ᾽ ἀντίθεσιν πρὸς τὰ μικροσκόπια, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν πρὸς μεγέθυνσιν τῶν λίαν πλησίον εὑρισκομένων



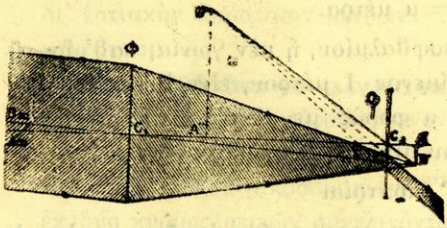
Σχ. 147

ἀντικειμένων, τὰ τηλεσκόπια χρησιμοποιοῦνται πρὸς μεγέθυνσιν τῶν μακρὰν κειμένων. Τὸ ***ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον*** (σχ. 145) σύγκειται ἐκ δύο φακῶν Φ καὶ Φ′ (σχ. 147) ἐξ ὧν ὁ εἷς, ὁ ἐστραμμένος πρὸς τὸ δρώμενον ἀντικείμενον, σχηματίζει τὸ εἴδωλον τούτου Α, Β, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Τὸ εἴδωλον τοῦτο εὑρίσκεται μεταξὺ τοῦ δευτέρου φακοῦ Φ′ καὶ τῆς κυρίας ἑστίας του οὕτως, ὥστε μεγεθύνεται διὰ τοῦ φακοῦ τούτου ὅστις χρησιμεύει τοιουτοτρόπως ὡς ἁπλοῦν μικροσκόπιον.

Διὰ τῶν ἀστρονομικῶν τηλεσκοπίων, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ἀνεστραμμένα. Πρὸς παρατήρησιν ὅμως τῶν γηΐνων ἀντικειμένων, κατασκευάζονται τηλεσκόπια, ἀποτελούμενα ἐκ πλειόνων φακῶν, δι᾽ ὧν τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ὀρθά.

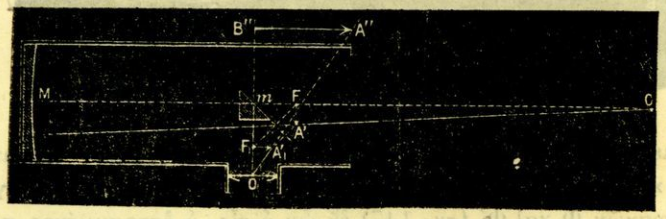
82. Διόπτρα ὁλλανδική ἢ τοῦ Γαλιλαίου.—Ἡ διόπτρα αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν, ἐξ ἑνὸς ***ἀντικειμενικοῦ*** συγκλίνοντος Φ (σχ. 148) καὶ ἐξ ἑνὸς ἀποκλίνοντος προσοφθαλμίου φ. Ὁ ἀντικειμενικὸς Φ θὰ ἐσχημάτιζε τὸ πραγματικὸν εἴδωλον Α′ Β′ ἀνε-

στραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ μακρὰν εὑρισκομένου ἀντικειμένου AB, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ὁ ἀποκλίνων φακὸς φ. Ἀλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων A καὶ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συνέλθουν εἰς τὰ σημεῖα αβ, διερχόμεναι διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ φ, διαθλῶνται καὶ ἀποκλίνουν τῶν δευτερευόντων ἀξόνων, ὡς εἰ ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων A″ καὶ B″. Οὕτως, ὁ ὀφθαλμός, δεχόμενος τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινούσας ταύτας δέσμας, προεκβάλλει αὐτὰς ἀντιθέτως τῇ διευθύνσει των καὶ νομίζει, ὅτι προέρχονται ἐκ τοῦ A′B′. Ἡ τοιαύτη διόπτρα εἶνε ἐν κοινοτάτῃ χρήσει.



Σχ. 148

83. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια. — Ὡς εἴδομεν, διὰ τῶν κοίλων κατόπτρων, δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν τὰ εἴδωλα τῶν ἀντικειμένων. Ἔστω ἀντικείμενον λίαν μεμακρυσμένον, π.χ. ἀστὴρ M (σχ. 149)

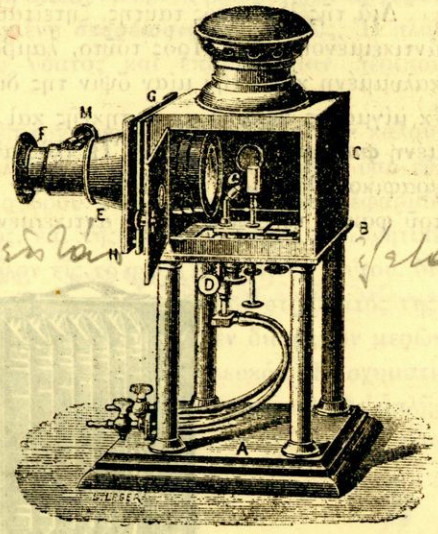


Σχ. 149

τὸ κοῖλον κάτοπτρον A′F τὸ πραγματικὸν εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου. Διὰ πρίσματος ὁλικῆς ἀνακλάσεως ιιι τὸ εἴδωλον τοῦτο σχηματίζεται εἰς τὸ A'_1F_1 καὶ δυνάμεθα νὰ ἐξετάσωμεν τῇ βοηθείᾳ μικροσκοπίου O, ὡς καὶ εἰς τὰ προηγούμενα τηλεσκόπια, τὸ ὁποῖον παρέχει εἴδωλον A″ B″ μεγαλύτερον τοῦ A′ F. Τὰ τοιαῦτα τηλεσκόπια, εἰς ἃ γίνεται χρῆσις κοίλων κατόπτρων, καλοῦνται ***κατοπτρικά***, ἐνῷ τὰ διὰ φακῶν καλοῦνται ***διοπτρικὰ*** ἢ ἁπλῶς ***διόπτραι***.

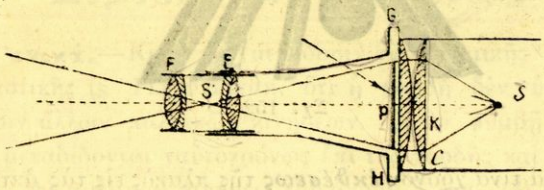
84. Συσκευὴ προβολῆς εἰκόνων. — Ἡ συσκευὴ αὕτη, καλουμένη ***προβολεύς***, (σχ. 150) χρησιμεύει πρὸς σχηματισμὸν ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος τοῦ εἰδώλου εἰκόνων, σχεδιασθεισῶν συνήθως ἐπὶ ὑαλίνων πλακῶν. Ὁ προβολεὺς ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ φωτεινῆς πηγῆς S (σχ. 151), εὑρισκομένης ἐντὸς κιβωτίου κλειστοῦ πανταχόθεν καὶ ἀδιαφα-

ρῦς καὶ τῆς ὁποίας αἱ ἀκτῖνες συγκεντροῦνται διὰ φακοῦ Κ ἐπὶ τῆς προ-
ληθησομένης εἰκόνος Ρ. Ἡ εἰκὼν αὕτη τοποθετεῖται κατὰ τὴν δίοδον
ῶν συγκεντρουμένων ἀκτίνωνκαὶ
ὕτω φωτίζεται ἰσχυρῶς. Δεύτερος
υγκλίνων φακὸς FF, τιθέμενος
ρὸτῆς εἰκόνος καὶ πλησίον αὐτῆς,
χηματίζει ἐπὶ τοῦ διαφράγματος
ὸ εἴδωλον τῆς φωτεινῆς εἰκόνος
εγαλύτερον ταύτης.



Σχ. 150

83. Φωτογραφικὴ μη-χανή. — Τὸ ὄργανον τοῦτο σχ. 152) σύγκειται ἐκ θαλάμου κλει-τοῦ πανταχόθεν, σκοτεινοῦ καὶ φέροντος ὀπὴν ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν πλευρῶν του. Ἐπὶ τῆς ὀπῆς ταύ-ης ἐφαρμόζεται φακὸς συγκλί-ων, ὅστις σχηματίζει τὰ εἴδωλα ῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ πλευρᾶς τοῦ θαλάμου παραλλή-ου πρὸς τὴν συγκρατοῦσαν τὸν φακόν. Ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ ἀπὸ τῆς ἀπέναντι πλευρᾶς δύνα-αι νὰ μεταβάλλεται, ἵνα ἐπὶ ταύτης σχηματίζεται εὐκρινῶς τὸ εἴδωλον.

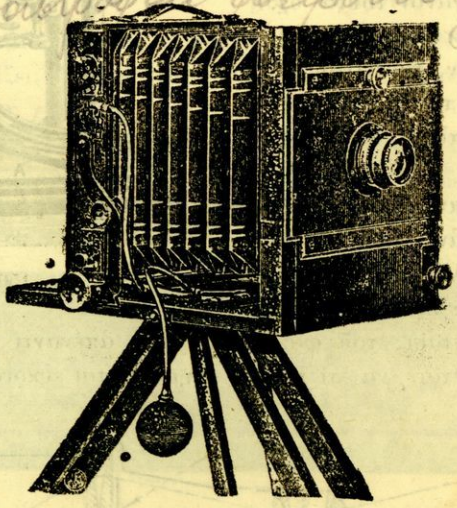


Σχ. 151

Φωτογραφία. — Ἡ φωτογραφικὴ τέχνη βασίζεται ἐπὶ τῶν χη-μικῶν ἰδιοτήτων τοῦ φωτός. Αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ἐκτὸς τῶν θερμι-κῶν καὶ φωτεινῶν ἰδιοτήτων, ἔχουν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον καὶ τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ προκαλοῦν ἀντιδράσεις χημικὰς καὶ νὰ τροποποιοῦν ὴν κατάστασιν σώματός τινος. Προκαλοῦν π. χ. τὴν ἕνωσιν ὑδρογό-ου καὶ χλωρίου πρὸς σχηματισμὸν ὑδροχλωρίου, καθιστοῦν ἅλατά τινα οῦ ἀργύρου (βρωμιοῦχον ἢ χλωριοῦχον ἄργυρον κλπ.) ἀποσυνθέσιμα πὸ τῶν ἀναγωγικῶν οὐσιῶν. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἀνήκει ἰδίως εἰς τὰς

ὁρατὰς ἀκτῖνας, τὰς περιλαμβανομένας μετοξὺ τοῦ πρασίνου καὶ τ
ἰοχρόου καὶ τὰς ἀοράτους ὑπεριώδεις ἀκτῖνας.

Διὰ τῆς ἰδιότητος ταύτης, ζητεῖται νὰ σχηματισθῇ **μονίμως** ἡ εἰκ
ἀντικειμένου τινός. Πρὸς τοῦτο, λαμβάνεται συνήθως πλὰξ ὑαλίνη, κ
καλυμμένη κατὰ τὴν μίαν ὄψιν της διὰ ἀδιαφανοῦς λεπτοῦ στρώματ
ἐκ μίγματος κολλωδίου ἢ πηκτῆς καὶ βρωμιούχου ἀργύρου καὶ καλο
μένη **φωτογραφικὴ πλάξ**. Ἡ πλὰξ αὕτη τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ φωτ
γραφικοῦ θαλάμου καὶ εἰς τὴν θέσιν εἰς τὴν ὁποίαν σχηματίζεται δ
τοῦ φακοῦ τὸ εἴδωλον τῶν ἀντικειμένων.



Σχ. 152

Ἐάν, μετά τινα χρόνον **ἐκθέσεως** τῆς πλακὸς εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ε
δώλου, ἀφαιρεθῇ αὕτη ἐκ τοῦ ὀργάνου, οὐδὲν ἰδιαίτερον διακρίνει τ
ἐπ' αὐτῆς. Ἐν τούτοις, ὁ βρωμιοῦχος ἄργυρος ἐτροποποιήθη ἐκ τ
ἐπιδράσεως τοῦ φωτός. Πράγματι, ἐὰν νῦν βυθισθῇ ἡ πλὰξ ἐντὸς δι
λύματος **ἀναγωγικῆς οὐσίας**, ὁ βρωμιοῦχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται ε
ὅλα τὰ σημεῖα, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσέπεσαν ἀκτῖνες φωτὸς καὶ σχημ
τίζεται ἐπ' αὐτῶν μέλας ἄργυρος ἀδιαφανής. Ἐμφανίζεται δὲ τότε ἐ
τῆς πλακὸς ἡ εἰκὼν τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων, ἀλλ' ἔχει τὰ μέρη τ
τόσον μελανώτερα, ὅσον τὰ ἀντιστοιχοῦντα μέρη τῶν ἀντικειμένων εἶ
λαμπρότερα καὶ καλεῖται **ἀρνητική**. Ἡ πλὰξ αὕτη ὑπέστη τὴν καλου
μένην **ἐμφάνισιν** καὶ πλύνεται ὀλίγον διὰ καθαροῦ ὕδατος.

Μετὰ τοῦτο, ἐμβαπτίζεται ἡ πλὰξ ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, τὸ ὁποῖον ἀφαιρεῖ τὸν μὴ ἀποσυντεθέντα βρωμιοῦχον ἄργυρον ῆς πλακός. Τοιαύτη εἶνε ἡ καλουμένη ***στερέωσις*** τῆς πλακός. Ἡ πλὰξ ὖν πλύνεται καλῶς δι' ἀφθόνου ὕδατος καὶ ἐπὶ ἡμίσειαν περίπου ὥραν.

Διὰ τῆς ἀρνητικῆς πλακὸς ἐπιτυγχάνομεν εἰκόνα ***θετικὴν*** καλουμένην, ἐπὶ φύλλου χάρτου ἢ πλακὸς ὑαλίνης, κεκαλυμμένων ὑπὸ εὐπαθοῦς στρώματος βρωμιούχου ἀργύρου. Πρὸς τοῦτο, ὁ χάρτης ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς ὄψεως τῆς πλακός, ἐπὶ τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἡ ἀρνητικὴ εἰκών, καὶ κατόπιν ἐκτίθεται τὸ ὅλον εἰς τὸ φῶς. Αἱ ἀκτῖνες τούτου, διερχόμεναι διὰ τῆς ὑάλου καὶ τῶν διαφανῶν μερῶν τοῦ στρώματός της, ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ οὕτως ὄπισθεν τῶν μὲν διαφανῶν μερῶν μελανοῦται οὗτος, τῶν δὲ ἀδιαφανῶν παραμένει λευκός. Ἡ σχηματιζομένη τότε ἐπὶ τοῦ χάρτου ***θετικὴ*** εἰκὼν δύναται νὰ στερεωθῇ, δι' ἁπλῆς ἐμβαπτίσεως τούτου ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου καὶ εἶτα πλύσεως ἐν ἀφθόνῳ ὕδατι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

Συμβολὴ τῶν κυμάνσεων.

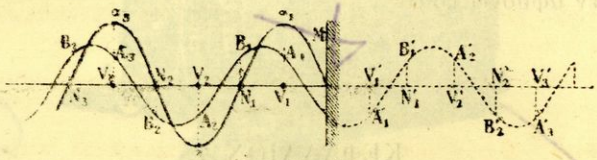
86. Γενικά.—Κατὰ τὴν μετάδοσιν τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐπὶ χορδῆς ἐλαστικῆς (§ 11) ὑπετέθη, ὅτι ἡ χορδὴ δὲν εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἄλλων παλμικῶν κινήσεων. Τί θὰ συμβῇ ὅμως, ἐν ᾗ περιπτώσει μεταδίδονται ταὐτοχρόνως ἐπὶ τῆς χορδῆς καὶ ἄλλαι παλμικαὶ κινήσεις; Αἱ παλμικαὶ κινήσεις τοῦ ἄκρου S (σχ. 23) βαίνουν πρὸς τὸ ἄλλο ἄκρον, ὅπου ὡς εἴδομεν, ἀνακλῶνται καὶ ἐπανέρχονται (σχ. 24) πρὸς τὴν ἀρχὴν S. Ποῖον εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συναντήσεως ἀφ' ἑνὸς τῶν κυμάνσεων, αἱ ὁποῖαι βαίνουν ἐκ τοῦ S πρὸς τὸ M, καὶ ἀφ' ἑτέρου τῶν κυμάνσεων, αἵτινες, ἀνακλασθεῖσαι, ἐπιστρέφουν ἐκ τοῦ M πρὸς τὸ S; Ὡς δεικνύει τὸ πείραμα, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ σχηματίζονται τὰ καλούμενα ***στάσιμα*** κύματα· τὸ φαινόμενον τοῦτο θὰ ἐξετάσωμεν πρῶτον ἐν τοῖς ἑπομένοις.

87. Στάσιμα κύματα δι' ἐγκαρσίων κυμάνσεων.—Λάβωμεν χορδὴν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως καὶ ἀφοῦ στερεώσωμεν τὸ ἓν τῶν ἄκρων της B (σχ. 55) εἴς τι σημεῖον π. χ. τοῦ τοίχου, θέ-

σωμεν εἰς ἐγκαρσίαν παλμικὴν κίνησιν τὸ ἕτερον Α. Ἐν τῇ πε πτώσει ταύτῃ παρατηροῦμεν, ἐὰν ἡ περίοδος εἶνε κατάλληλος, ὅτι χορδὴ φαίνεται ὑποδιῃρημένη εἰς σχήματα ἀτρακτοειδῆ καὶ ἄλλα μ σημεῖα αὐτῆς (μεταξὺ Α καὶ D ἢ D καὶ Ε ἢ Ε καὶ Β) πάλλονται πάν ὑπὸ μέγα πλάτος, ἄλλα δέ, ὡς τὰ D καὶ Ε, μένουν ***πάντοτε*** ἀκίνη Τὰ πρῶτα σημεῖα καλοῦνται ***κοιλίαι*** τῆς παλμικῆς κινήσεως καὶ δεύτερα ***δεσμοὶ*** αὐτῆς, λέγομεν δὲ ὅτι ἐπὶ τῆς χορδῆς ἐσχηματίσθησ ***στάσιμα κύματα***.

Ἡ χορδὴ κατὰ τὰς κινήσεις της ταύτας, ἀπὸ τῆς εὐθυγράμμου σεως ADEB διέρχεται βαθμιαίως εἰς τὴν κυματοειδῆ καὶ ἐκ ταύ ἐπανέρχεται εἰς τὴν εὐθύγραμμον, διὰ νὰ λάβῃ κατόπιν βαθμιαίως τ θέσιν, τὴν διὰ στιγμῶν παριστωμένην καὶ τέλος νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τ ἀρχικὴν εὐθύγραμμον καὶ οὕτω καθεξῆς. Τὸ φαινόμενον ἐπαναλαμ νεται τὸ αὐτὸ ἐντὸς μιᾶς περιόδου Τ.

Ἐξήγησις. — Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς σ



Σχ. 153

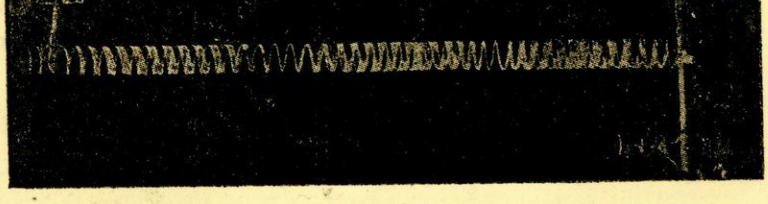
χρόνου ἐνεργείας τῶν δύο ἀντιθέτως βαινουσῶν κυμάνσεων, ἤ τῶν ἐκ τοῦ Α προερχομένων καὶ βαινουσῶν πρὸς τὸ Β, καὶ τῶν τὸ Β ἀνακλασθεισῶν καὶ βαινουσῶν πρὸς τὰ Α. Διότι σημεῖόν τῆς χορδῆς ὑφίσταται τὴν ἐπίδρασιν καὶ τῶν δύο κυμάνσεων, οὕτ ὥστε, ἐὰν αὗται τείνουν νὰ παράγουν ***ἴσας καὶ ἀντιθέτους*** μετα σεις τοῦ σημείου, αἱ ἐπιδράσεις των θὰ ἀλληλαναιροῦνται καὶ τὸ μεῖον δὲν θὰ κινηθῇ οὐδόλως, ἤτοι παράγεται ***δεσμὸς*** εἰς τὸ σημε τοῦτο. Τοὐναντίον, ἐὰν αἱ ἐπιδράσεις τείνουν νὰ παραγάγουν ***ἀκριβ ὁμοίας*** μεταθέσεις ἡ συνισταμένη μετάθεσις θὰ εἶνε διπλασία τῆς π ερχομένης ἐκ τῆς μιᾶς μόνης κυμάνσεως καὶ παράγεται ***κοιλία*** εἰς σημεῖον τοῦτο.

Ἐν γένει, διὰ νὰ ἴδωμεν ποίαν κίνησιν θὰ ἔχῃ σημεῖόν τι χορδῆς. δέον νὰ εὕρωμεν ποῖον εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα, τὸ προερχόμε ἐκ τῆς συνυπάρξεως τῶν δύο ἀντιθέτως βαινουσῶν κυμάνσεων. Ἐσ κατά τινα στιγμὴν $B_3 B_2 B_1 A_1' B_1'$ (σχ. 153), ἡ θέσις τῆς χορδῆς ὑπῆρχε μόνη ἡ μία κύμανσις καὶ ἡ χορδὴ εἶχε μῆκος ἀπεριόριστ

Ἐκ τοῦ Μ βαίνει ἀντιθέτως πρὸς τὸ N_3 ἡ συνέχεια A'_1, A'_2 A'_3.., τῆς πρώτης, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἀνάκλασίν της εἰς τὸ Μ ἀντὶ νὰ γίνῃ πρὸς τὰ κάτω γίνεται πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἀντιστρόφως, ἤτοι μεταβάλλει σημεῖον. Τοιουτοτρόπως, σημεῖόν τι V_1 ὀφείλει νὰ μετατεθῇ κατὰ V_1 A_1 μὲν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς πρώτης κυμάνσεως, κατὰ A'_1 $V'_1 = A_1 a_1$ δὲ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς δευτέρας κυμάνσεως. Ἄρα ἡ ὁλικὴ μετάθεσίς του θὰ εἶναι V_1 a_1. Τα σημεῖα N_1. N_2, N_3... παραμένουν ἀκίνητα, διότι αἱ μεταθέσεις N_1 B, καὶ B'_1 N'_1 εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι· τοὐναντίον, εἰς τὰ σημεῖα V_1, V_2... αἱ κινήσεις, αἱ προκαλούμεναι ὑπὸ τῶν κυμάνσεων, εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως καὶ ἡ συνισταμένη κίνησις τούτων θὰ εἶναι $V_1 a_1$, $V_2 a_2$,,. Ὡς δὲ εὐκόλως παρατηρεῖται, ἡ ἀπόστασις δύο ἀλληλοδιαδόχων δεσμῶν εἶνε ἴση πρὸς $\frac{\lambda}{2}$.

Μετά τινα χρόνον, ἡ πρώτη κύμανσις δὲν θὰ ἔχῃ πλέον τὴν αὐτὴν θέσιν, ἀλλὰ θὰ ἔχῃ προχωρήσῃ πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον, Καὶ ἡ δευτέρα ὅμως κύμανσις θὰ ἔχῃ προχωρήσῃ κατ' ἴσον διάστημα οὕτως, ὥστε ἡ διαφορὰ φάσεως τῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τείνουν νὰ δώσουν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον αἱ δύο ἀντίθετοι κυμάνσεις, παραμένει σταθερὰ καὶ τὸ σημεῖον διατηρεῖ τὴν αὐτὴν κατάστασιν.

88. Στάσιμα κύματα δι' ἐπιμήκων κυμάνσεων. — Δι' ἐπιμήκων κυμάνσεων ἐπίσης παράγονται **στάσιμα κύματα** κατὰ μῆκος



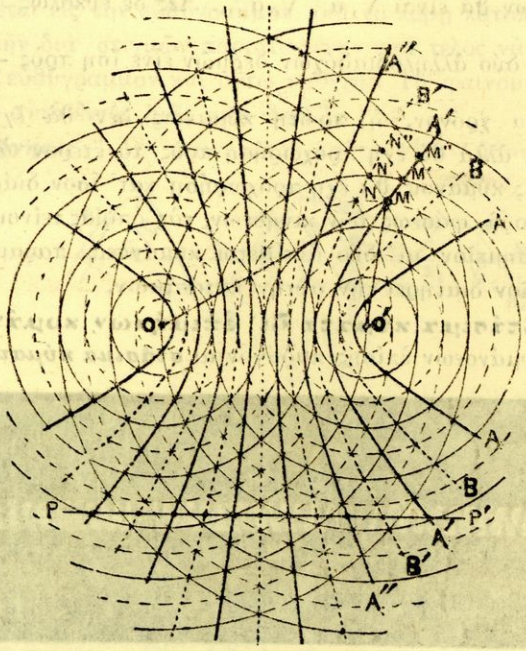
Σχ. 154

σπειροειδοῦς ἐλατηρίου. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, ἔχομεν δεσμούς, (σχ. 154) ἤτοι σημεῖα, εἰς ἃ οὐδεμία κίνησις παρατηρεῖται· εἰς τὰς κοιλίας αἱ σπεῖραι πάλλονται ταχέως καὶ κατὰ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου, τοῦ ὁποίου τὸ ἄκρον ἔχει τεθῇ εἰς ἐπιμήκη παλμικὴν κίνησιν τῇ βοηθείᾳ π.χ. δαπασῶν. Εἰς τὸ σταθερὸν ἄκρον ὑφίσταται δεσμός.

Ἑκατέρωθεν ἑκάστου δεσμοῦ αἱ σπεῖραι ἔχουν κινήσεις ἀντιθέτους οὕτως, ὥστε, ὅταν αὗται ἀπομακρύνονται τοῦ δεσμοῦ, παράγεται ἐπὶ

τούτου **ἀραίωσις** καὶ ὅταν πλησιάζουν τοῦ δεσμοῦ παράγεται ἐπὶ τούτου **συμπύκνωσις**· ἡ ἀκριβὴς θέσις τοῦ δεσμοῦ καταδείκνυται ὑπὸ σπείρας, ἥτις παραμένει πάντοτε ἀκίνητος. Τοὐναντίον, εἰς τὰς κοιλίας αἱ σπεῖραι μετατίθενται ἐν συνόλῳ κατὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα· αἱ ἀμοιβαῖαι δὲ αὐτῶν ἀποστάσεις παραμένουν σταθεραὶ καὶ δὲν συμβαίνει ἐνταῦθα οὔτε ἀραίωσις. οὔτε συμπίεσις. Ἐννοεῖται, ὅτι ἡ ἐξήγησις καὶ ἡ θεωρία τῶν στασίμων τούτων κυμάτων εἶνα ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν.

89. Συμβολὴ τῶν κυμάνσεων τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ. — Εἴδομεν ἤδη, ὅτι κατὰ τὴν ἐγκαρσίαν παλμικὴν κίνησιν σημείου τι-



Σχ. 155

νὸς τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, παράγονται κυμάνσεις, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας. Σχηματίζονται τότε κυκλικὰ κύματα, ἀπομακρυνόμενα ἀπὸ τοῦ παλλομένου κέντρου.

Ἐὰν ταυτοχρόνως καὶ ἕτερον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ εὑρίσκεται εἰς παλμικὴν κίνησιν **τῆς αὐτῆς περιόδου**, ποῖον εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συγχρόνου ταύτης παλμικῆς κινήσεως; Ὡς δεικνύει

τὸ πείραμα, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ παρατηροῦνται οὐ μόνον δύο συστήματα κυκλικῶν κυμάνσεων, ἔχοντα τὰ δύο παλλόμενα σημεῖα O καὶ O′ (σχ. 155) ὡς κέντρα καὶ ἀπομακρυνόμενα ἐξ αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ σύστημα πτυχῶν ὑπερβολοειδῶν AA, BB.... τῶν ὁποίων ἑστίαι εἶναι νὰ σημεῖα O καὶ O′. Αἱ πτυχαὶ αὗται εἶναι ***μόνιμοι*** καὶ προέρχονται ἐκ τῆς συμβολῆς τῶν δύο συστημάτων τῶν παλμικῶν κινήσεων.

Ἐξήγησις. — Σημεῖόν τι M τῆς ἐπιφανείας εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παλμικῶν κινήσεων. Ἐὰν ἡ μία κίνησις ἐξουδετερώνῃ τὴν ἄλλην, τὸ σημεῖον M θὰ μείνῃ ἐν ἠρεμίᾳ· τοῦτο δὲ συμβαίνει ἀκριβῶς, ὅταν ἡ ἀπόστασις MO διαφέρῃ τῆς MO′ κατὰ $\frac{\lambda}{2}$, ἤτοι ὅταν

$$MO - MO' = \frac{\lambda}{2}$$

ὅτε τὸ M θὰ εἶναι πάντοτε ἀκίνητον. Ἀλλὰ καὶ πᾶν σημεῖον τῆς ὑπερβολῆς, ἥτις ἔχει ὡς ἑστίαν τὰ σημεῖα S_1 καὶ S_2 εὑρίσκεται ἐν ἀκινησίᾳ, διότι ἀποστάσεις του ἀπὸ τῶν ἑστιῶν S_1 καὶ S_2 ἔχουν τὴν αὐτὴν διαφορὰν $\frac{\lambda}{2}$

Καὶ ἐν γένει τὸ αὐτὸ συμβαίνει, ὅταν ἡ διαφορὰ τῶν ἀποστάσεων MO — MO′ εἶνε ἴση πρὸς ***περιττὸν ἀριθμὸν ἡμικυμάτων***, ἤτοι

$$MO - MO' = (2\nu+1)\frac{\lambda}{2}$$

Ἐν τοῦτο συμβαίνῃ, τὸ σημεῖον M εὑρίσκεται ἐν ἠρεμίᾳ. Δι' ἑκάστην τιμὴν τοῦ ν ἔχομεν καὶ μίαν ὑπερβολήν, ἔχουσαν τὰ σημεῖα O καὶ O′ ὡς ἑστίας. Τοιαῦται εἶνε αἱ ὑπερβολαὶ A, A′, A″....

Μεταξὺ δύο τοιούτων ὑπερβολῶν εὑρίσκονται ὁμοίως ὑπερβολαὶ B, B′, . . . , δι' ἃς ἕκαστον σημεῖον των N παρουσιάζει διαφορὰν ἀποστάσεων, ἴσην πρὸς ***ἄρτιον ἀριθμὸν ἡμικυμάτων***, ἤτοι :

$$NO - NO' = 2\nu\frac{\lambda}{2}$$

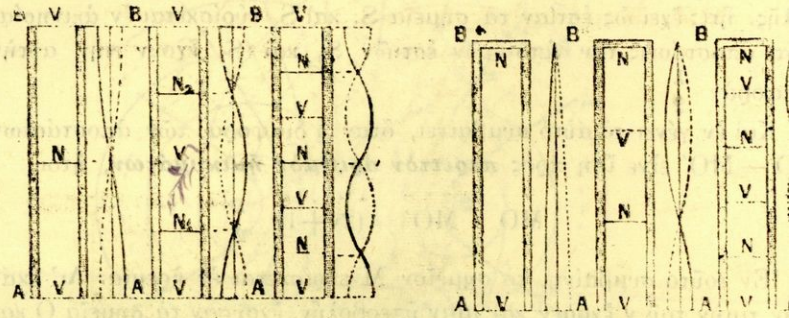
Εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα αἱ δύο παλμικαὶ κινήσεις δὲν ἀλληλαναιροῦνται ἀλλά, τοὐναντίον, τείνουν νὰ παραγάγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ σημείου γίνεται ὑπὸ πλάτος διπλάσιον ἐκείνου, τὸ ὁποῖον θὰ εἶχε διὰ μιᾶς μόνης παλμικῆς κινήσεως π. χ. τοῦ O. Αἱ γραμμαὶ τῆς ἠρεμίας καὶ αἱ γραμμαὶ τῆς μεγίστης κινήσεως καλοῦνται καὶ ***ραβδώσεις συμβολῆς.***

90. Στάσιμα κύματα ἠχητικοῦ σωλῆνος. — Καθ' ὃν χρόνον σωλὴν τις παράγει ἦχον, σχηματίζονται εἰς τὴν στήλην τοῦ ἐν

τῷ σωλῆνι ἀέρος στάσιμα κύματα. Καὶ εἰς μὲν τὰς κοιλίας ἔχομεν τ
πίεσιν σταθεράν, εἰς δὲ τοὺς δεσμοὺς παράγονται συμπιέσεις καὶ ἀρα
σεις, ὀφειλόμεναι εἰς τὰς ἀντιθέτους μεταθέσεις τῶν ἑκατέρωθεν εὐ
σκομένων στοιβάδων τοῦ ἀέρος.

Ταῦτα δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν διὰ τῶν ἑξῆς πειραμάτων.
Ἐὰν εἰσαγάγωμεν διὰ νήματος ἐντὸς σωλῆνος ἀνοικτοῦ (σχ. 44) μικρ
ἐλαστικὴν μεμβράνην, ἐφ' ἧς ἐτέθη μικρὰ ποσότης λεπτῆς ἄμμου,
παρατηρήσωμεν μεταθέτοντες τὴν μεμβράνην κατὰ μῆκος τοῦ σω
νος, ὅτι ἡ ἄμμος εἰς ὡρισμένα σημεῖα παραμένει ἐν ἠρεμίᾳ, εἰς τὰ λ
πὰ δὲ ἀναπηδᾷ. Εἰς τὰ σημεῖα, εἰς ἃ ἡ ἄμμος ἠρεμεῖ, εὑρίσκονται
δεσμοί.

2ον Ἐὰν ἐντὸς ἀνοικτοῦ ἠχητικοῦ σωλῆνος εἰσαχθῇ στενὸς σω
ὑάλινος, κεκαμπυλωμένος ὀλίγον κατὰ τὸ ἄκρον του α, ὅταν τὸ ἄκ



Σχ. 156 157 158 159 160 161

α εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ κοιλίας, ὅπου ἡ πίεσις παραμένει σταθε
οὐδεὶς ἦχος ἀκούεται κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ὑαλίνου σωλῆν
Τοὐναντίον, ὅταν τὸ ἄκρον α εὑρίσκεται ἀλλαχοῦ καὶ ἰδίως ἐν τῷ ἐ
πέδῳ δεσμοῦ, ἡ πίεσις μεταβάλλεται περιοδικῶς καὶ ὡς ἐκ τούτου
ταδίδονται ἐν τῷ ὑαλίνῳ σωλῆνι κυμάνσεις καὶ ἀκούομεν ἦχον.

Ἀποτελέσματα. — Διὰ τῶν τοιούτων πειραμάτων, συνήχθησαν
ἑξῆς ἀποτελέσματα: Ἀνοικτὸς σωλὴν παρουσιάζει εἰς ***τὸ ἀνοικ
ἄκρον του*** V (σχ. 156) ***πάντοτε κοιλίαν***. Εἰς τὰ ἐνδιάμεσα μέρη
παρουσιάζει ἕνα μὲν δεσμὸν N εἰς τὸ μέσον του, ὅταν παράγῃ τὸν
μελιῴδη ἦχον, δύο δὲ δεσμοὺς N_1 καὶ N_2 (σχ. 157) ὅταν παράγῃ
ἁρμονικὸν 2 καί τρεῖς ἢ τέσσαρας κλπ. δεσμοὺς N_1, N_2, N_3, N_4, κ
(σχ. 158) ὅταν παράγῃ τοὺς ἁρμονικοὺς 3, 4 κλπ.

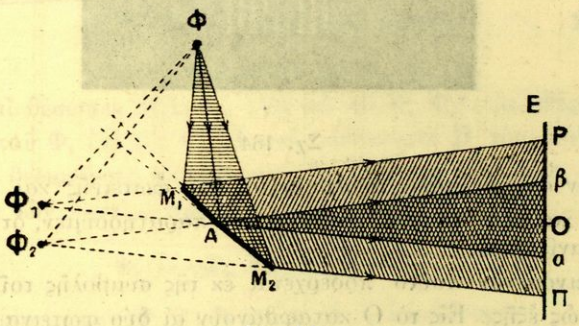
Τοὐναντίον κλειστὸς σωλὴν παρουσιάζει ***εἰς τὸ κλειστὸν ἄκ***

του Β (σχ. 159) ***πάντοτε δεσμόν***. Εἰς τὰ ἐνδιάμεσα μέρη του οὐδένα ἄλλον δεσμὸν παρουσιάζει, ὅταν παράγῃ τὸν θεμελιώδη ἦχον. Ὅταν παράγῃ τοὺς ἁρμονικοὺς 3, 5, 7 κλπ. ὁ σωλὴν παρουσιάζει 2, 3, 4 κλπ. δεσμοὺς (σχ. 160 καὶ 161).

Συμβολὴ τοῦ φωτός.

91. Αἰθήρ.—Ὡς εἴδομεν (σελ.93), τὸ φῶς ὀφείλεται εἰς τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν διαφόρων σημείων τῶν φωτογόνων σωμάτων. Πρὸς μετάδοσιν τοῦ φωτὸς, χρησιμεύει ὁ ***αἰθήρ***, οὐσία ἄνευ βάρους καὶ λίαν ἐλαστική, πληροῦσα ὁλόκληρον τὸ Σύμπαν. Ἕκαστον σημεῖον φωτεινῆς πηγῆς ἐκτελεῖ ταχυτάτας παλμικὰς κινήσεις, αἵτινες προκαλοῦν ἐντὸς τοῦ αἰθέρος κυμάνσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς ἠχητικάς.

92. Συμβολὴ τοῦ φωτός.—Ἐὰν ἡ προηγουμένη θεωρία τοῦ φωτὸς εἶναι ἀκριβής, πρέπει νὰ ὑφίστανται τὰ φαινόμενα τῆς ***συμ-***



Σχ. 163

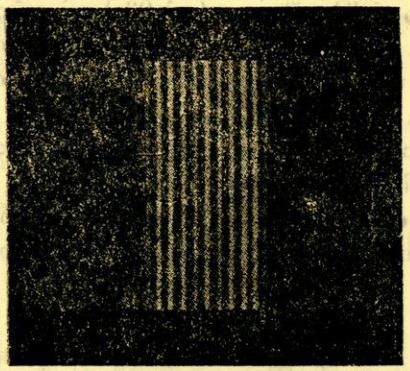
βολῆς, τὰ ὁποῖα εἴδομεν παραγόμενα διὰ τῶν ἠχητικῶν κυμάνσεων. Διὰ πλείστων πειραμάτων, ὡς τὰ ἑπόμενα, ἀπεδείχθη πράγματι, ὅτι φαινόμενα συμβολῆς παράγονται διὰ τοῦ φωτὸς ἀνάλογα πρὸς τὰ διὰ τοῦ ἤχου.

Ἀπόδειξις πειραματική.— Φωτεινὴ σχισμὴ Φ (σχ. 163) ἐκπέμπει μονοχρόους ἀκτῖνας, π.χ. ἐρυθρᾶς, προσπιπτούσας ἐπὶ δύο κατόπτρων M_1 καὶ M_2 τὰ ὁποῖα σχηματίζουν γωνίαν πολὺ ὀλίγον μικροτέραν τῶν 180°. Αἱ εὐθύγραμμοι ἀκμαὶ τῶν δύο κατόπτρων εἶναι παράλληλοι καὶ ἐφάπτονται ἀλλήλων εἰς τὸ Α.

Τὰ δύο κάτοπτρα σχηματίζουν δύο εἴδωλα $Φ_1$ καὶ $Φ_2$ τῆς πηγῆς Φ καὶ τὸ φαινόμενον εἶναι τὸ αὐτό, ὡς ἐὰν εἴχομεν ***δύο πηγὰς $Φ_1$ καὶ $Φ_2$***

ὁμοίας. Αἱ δύο δέσμαι Φ_1α Ρ καὶ Φ_2βΠ συναντῶνται εἰς τὸ **κοινὸν μέρος** Αab.

Ἐὰν παρενθέσωμεν εἰς τὴν δίοδον τῶν δεσμῶν διάφραγμα Ε καὶ ἐξετάσωμεν μετὰ προσοχῆς τὸ κοινὸν μέρος αβ,θὰ διακρίνωμεν **ραβδώσεις** (σχ. 164) ἐναλλὰξ σκοτεινὰς καὶ φωτεινάς. Αἱ ραβδώσεις ἀπέχουν ἴσον ἀλλήλων καὶ αἱ φωτειναὶ ἐξ αὐτῶν εἶναι ἐρυθραί. Ἡ κεντρικὴ ράβδωσις Ο εἶναι φωτεινή, περιλαμβάνεται δὲ μεταξὺ δύο σκοτεινῶν,



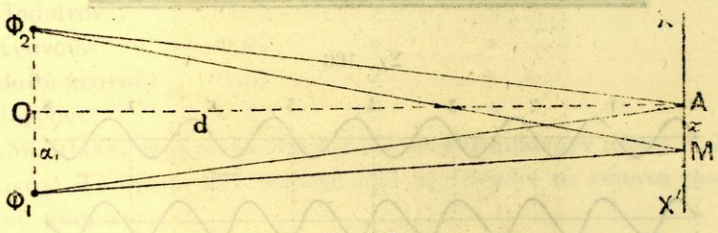
Σχ. 164

ἑκάστη τῶν ὁποίων πάλιν ἀκολουθεῖται ὑπὸ φωτεινῆς καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐὰν καλυφθῇ τὸ ἕν τῶν κατόπτρων παρατηροῦμεν, ὅτι αἱ ραβδώσεις ἐξαφανίζονται.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς συμβολῆς τοῦ φωτὸς καὶ ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς: Εἰς τὸ Ο καταφθάνουν αἱ δύο φωτειναὶ κυμάνσεις, αἱ προερχόμεναι ἐκ τῶν δύο εἰδώλων Φ_1 καὶ Φ_2. Ἀλλ' ἐπειδὴ τὸ Ο ἀπέχει ἴσον ἀπὸ τῶν σχισμῶν τούτων, αἱ δύο κυμάνσεις δὲν παρουσιάζουν εἰς αὐτὸ κινήσεις ἀντιθέτους, ἀλλά, τοὐναντίον, ἐκεῖ αἱ κινήσεις προστίθενται καὶ ὁ φωτισμὸς εἶναι ἐντατικώτερος παρὰ ἐὰν ὑπῆρχε μόνον τὸ ἕν ἐκ τῶν εἰδώλων Φ_1 καὶ Φ_2. Μετὰ τὴν φωτεινὴν ράβδωσιν ὅμως Ο εὑρίσκομεν μίαν σκοτεινήν. Εἰς τὸ μέρος τοῦτο αἱ κινήσεις τῶν κυμάνσεων, τῶν ἐκπορευομένων ἐκ τῶν δύο εἰδώλων καταστρέφονται ἀμοιβαίως καὶ παράγεται σκότος, ἤτοι ἡ σκοτεινὴ ράβδωσις. Τοῦτο δὲ διότι αἱ ἀκτῖνες, αἱ φθάνουσαι ἐκεῖ, ἔχουν διανύσῃ ὁδούς, διαφερούσας κατὰ ἕν ἡμίκυμα $\frac{\lambda}{2}$. Οὕτω τὸ φῶς τῆς Φ_1 προστιθέμενον εἰς τὸ φῶς τῆς Φ_2 παράγει σκότος εἰς τὸ μέρος τῆς ἐν λόγῳ ραβδώσεως.

Μετὰ τὴν σκοτεινὴν ταύτην ῥάβδωσιν εὑρίσκομεν νέαν φωεινήν, προερχομένην ἐκ τῆς συναντήσεως ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι διήνυσαν ὁδούς, διαφερούσας κατὰ ὁλόκληρον κῦμα λ, διὸ καὶ οὐ μόνον δὲν ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως, ἀλλά, τοὐναντίον, ὁ φωτισμὸς ἐκεῖ εἶναι μεγαλύτερος ἢ διὰ τοῦ ἑνὸς εἰδώλου. Ὁμοίως, μετὰ τὴν φωτεινὴν ταύτην ῥάβδωσιν, ἔχομεν δευτέραν σκοτεινήν, ἕνεκα διαφορᾶς ὁδοῦ κατὰ $3\frac{\lambda}{2}$ καὶ οὕτω καθεξῆς.

Προσδιορισμὸς τοῦ μήκους τοῦ κύματος.—Διὰ τοῦ προηγουμένου πειράματος δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν καὶ τὸ μῆκος τοῦ κύματος λ. Πράγματι, θεωρήσωμεν τὴν πρώτην σκοτεινὴν ῥάβδωσιν μετὰ τὸ Α



Σχ. 165

(σχ. 165) καὶ θέσωμεν MA=x, OA=d καὶ $\Phi_1\Phi_2$=2α. Φέρωμεν νῦν κάθετον ἐκ τοῦ Φ_1 ἐπὶ τῆς Φ_2 M καὶ καλέσωμεν B τὸν πόδα αὐτῆς. Θὰ ἔχωμεν, θεωροῦντες τὸ τρίγωνον Φ_1 M B ὡς ἰσοσκελές, ἕνεκα τῆς σμικρότητος τῶν x καὶ α σχετικῶς πρὸς τὸ d:

$$\Phi_1 B = \Phi_2 M - \Phi_1 M = \frac{\lambda}{2}$$

Ἐκ τῶν τριγώνων $\Phi_1 \Phi_2$ B καὶ O M A λαμβάνομεν:

$$\frac{\Phi_2 B}{\Phi_1 \Phi_2} = \frac{M A}{O M}$$

ἢ κατὰ προσέγγισιν

$$\frac{\frac{\lambda}{2}}{2\alpha} = \frac{x}{d}$$

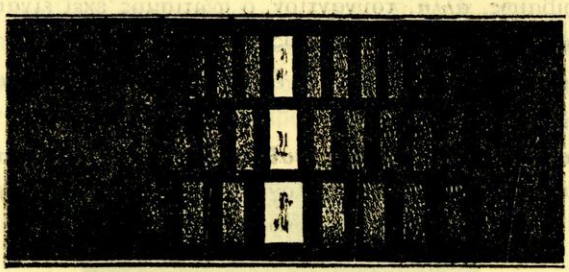
ἐξ ἧς καί:

$$\lambda = \frac{4\alpha x}{d} \qquad (1)$$

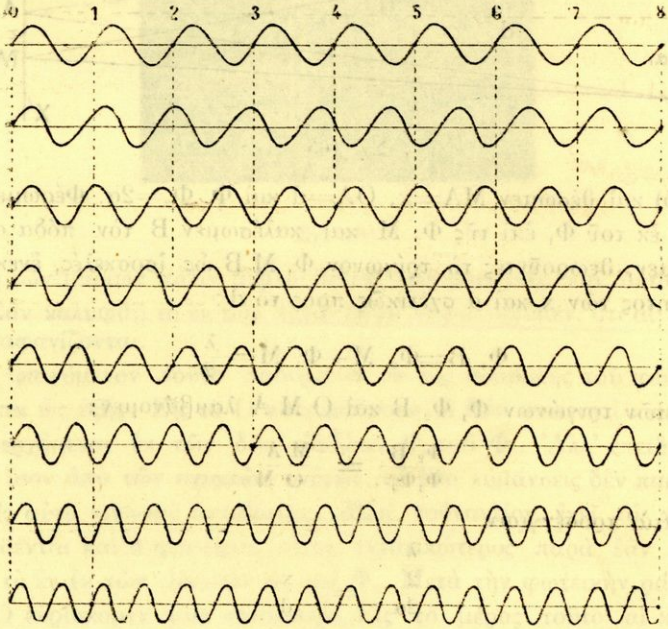
Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης (1) δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μῆκος τοῦ κύματος λ, ἐὰν μετρήσωμεν τὰ μήκη α, x καὶ d.

Περίπτωσις λευκοῦ φωτός.—Ἐὰν ἀντὶ ἐρυθρῶν ἀκτίνων ληφθοῦν ἄλλαι, π. χ. ἰόχροοι, ὁ ἀριθμὸς τῶν περιλαμβανομένων ῥαβδώ-

σεων ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ μήκους εἶναι μεγαλύτερος. Τὸ σχῆμα 166 παριστᾷ τὰς ραβδώσεις, τὰς ἀντιστοιχούσας εἰς διάφορα μονόχροα φῶτα (ἐρυθρὸν Γ, κυανοῦν Β, ἰόχρουν Α).



Σχ. 166



Σχ. 167

Ἐὰν τέλος τὸ φῶς τῶν πηγῶν Φ_1 καὶ Φ_2 εἶναι λευκὸν καὶ οὐχὶ μονόχρουν, σχηματίζονται πάλιν ραβδώσεις, αἱ ὁποῖαι ὅμως εἶναι κεχρωσμέναι, ἐκτὸς τῆς κεντρικῆς, ἥτις εἶναι λευκή. Ὁ χρωματισμὸς τῶν ραβδώσεων, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, ἐξηγεῖται εὐκόλως, ἐὰν παρατη-

ρήσωμεν, ὅτι ἕκαστον εἶδος τῶν ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτὸς σχηματίζει τὰς ἰδίας ραβδώσεις του, αἵτινες ἔχουν καὶ τὸ ἴδιον χρῶμά των. Καὶ εἰς μὲν τὸ κεντρικὸν σημεῖον Α, ὅπου συμπίπτουν ὅλαι αἱ κεντρικαὶ ραβδώσεις, θὰ ἔχωμεν λευκὴν τοιαύτην, εἰς δὲ τὰ ἄλλα σημεῖα, ἐπειδὴ ὅλαι αἱ ραβδώσεις δὲν συμπίπτουν, θὰ ἔχωμεν ἐγχρόους τοιαύτας.

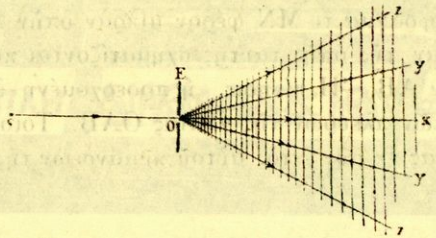
Ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων.—Ἐκ τῶν γενομένων μετρήσεων τῶν μηκῶν τοῦ κύματος, τῶν ἀντιστοιχούντων εἰς τὴν μέσην θέσιν ἑκάστου χρώματος, εὑρέθησαν αἱ ἑπόμεναι τιμαί:

Ἐρυθρὸν	0,67	χιλιοστὰ	τοῦ χιλιοστομέτρου	
Πορτογαλλιόχρουν	0,58	»	»	»
Κίτρινον	0,55	»	»	»
Πράσινον	0,51	»	»	»
Κυανοῦν	0,47	»	»	»
Βαθὺ κυανοῦν	0,45	»	»	»
Ἰόχρουν	0,40	»	»	»

Δηλαδὴ 10.000 κύματα ἐρυθροῦ φωτὸς καταλαμβάνουν μῆκος 6, 7, χιλιοστόμετρα. Τὸ σχῆμα 167 παριστᾷ ὑπὸ μεγέθυνσιν τὰ κύματα χρωμάτων τοῦ φάσματος.

Περίθλασις τοῦ φωτός.

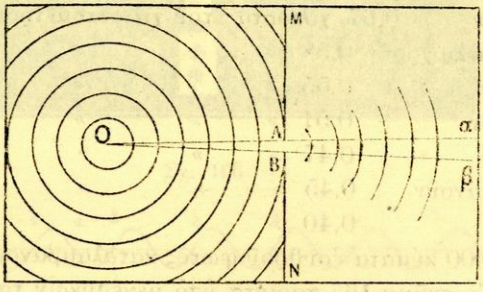
938. Φαινόμενα περιθλάσεως.—Ὅταν τὸ φῶς πηγῆς τινος, π.χ. τοῦ Ἡλίου, προσπίπτῃ ἐπὶ διαφράγματος ἀδιαφανοῦς, φέροντος



Σχ. 168

ὀπὴν Ο (σχ. 168) ἀρκούντως μεγάλην, μέρος τοῦ φωτὸς τούτου διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς καὶ ἀπομονοῦται τοιουτοτρόπως δέσμη ἀκτίνων. Ἐὰν ἐλαττώσωμεν ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς Ο, ἡ ἀπομονωθεῖσα δέσμη γίνεται στενωτέρα. Εἶναι δυνατὸν ἄρα γε ***νὰ ἀπομονώσωμεν μίαν μόνην ἀκτῖνα;***

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν ἐλαττοῦντες τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς, παρ γονται τέλος φαινόμενα, τὰ ὁποῖα ἀντίκεινται ἐντελῶς πρὸς τὴν εὐθ γραμμον διάδοσιν τοῦ φωτὸς καὶ δεικνύουν, ὅτι εἶναι ἀδύνατος ἡ προ ματοποίησις τῆς φωτεινῆς ἀκτῖνος. Πράγματι, κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τ εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτός, ἔπρεπεν αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες ἀκολουθήσουν τὴν OX κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς SO. Ἀντὶ τούτ ὅμως παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ φῶς ***ἐκτείνεται καθ' ὅλας τὰς διε***



Σχ. 169

θύνσεις Ox, Oy, Oz, κλπ. ὡς ἐὰν τὸ O ἦτο πηγὴ φωτός, ἀκτινοβ λοῦσα καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ταύτας.

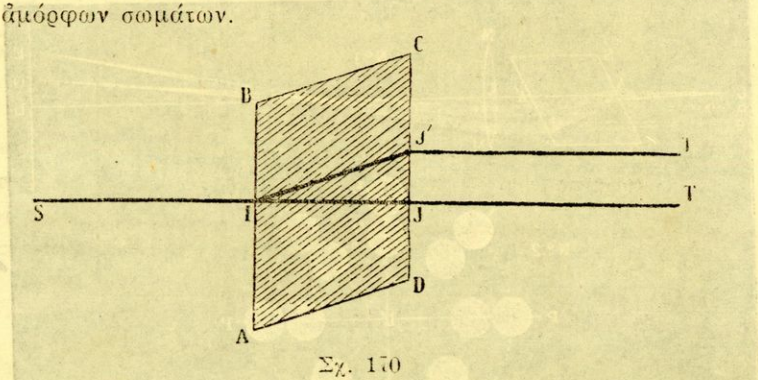
Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ ἑξῆς τῶν κυμάνσεω Βελόνη παλλομένη βυθίζεται εἴς τι σημεῖον O (σχ. 169) τῆς ἐπιφ νείας ὑγροῦ. Οὕτως σχηματίζονται ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ τούτου κυκλικὰ κ ματα ἔχοντα τὸ O ὡς κέντρον. Ἐὰν εἰς τὴν δίοδον τῶν κυμάτων το των θέσωμεν διάφραγμά τι MN φέρον μικρὰν ὀπὴν AB, θὰ παρατ ρήσωμεν ὅτι πέραν τῆς ὀπῆς ταύτης σχηματίζονται κύματα ἔχοντα κέντρον τὴν ὀπὴν AB. Ἡ κίνησις, ἡ προερχομένη ἐκ τῆς ὀπῆς AB ἐκτείνεται ἐκτὸς τῶν πλευρῶν τῆς γωνίας OAB. Τοιοῦτόν τι συμβα νει εἰς τοὺς λιμένας ἐκ τῶν ἐκτὸς αὐτοῦ κυμάνσεων τῆς θαλάσσης.

Φ. νοικ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η΄.

Διπλῆ διάθλασις τοῦ φωτός.

94. Φαινόμενον τῆς διπλῆς διαθλάσεως.— Αἱ διαφανεῖς οὐσίαι, ἃς ἐξητάσαμεν μέχρι τοῦδε, ὑπετίθεντο μὴ κρυσταλλικαί. Ἐὰν ὅμως πρόκειται περὶ κρυσταλλικῆς οὐσίας διαφανοῦς, αἱ ὀπτικαὶ ἰδιότητες αὐτῆς δὲν εἶναι τόσον ἁπλαῖ, ὅσον ἐν τῇ περιπτώσει τῶν ἀμόρφων σωμάτων.



Σχ. 170

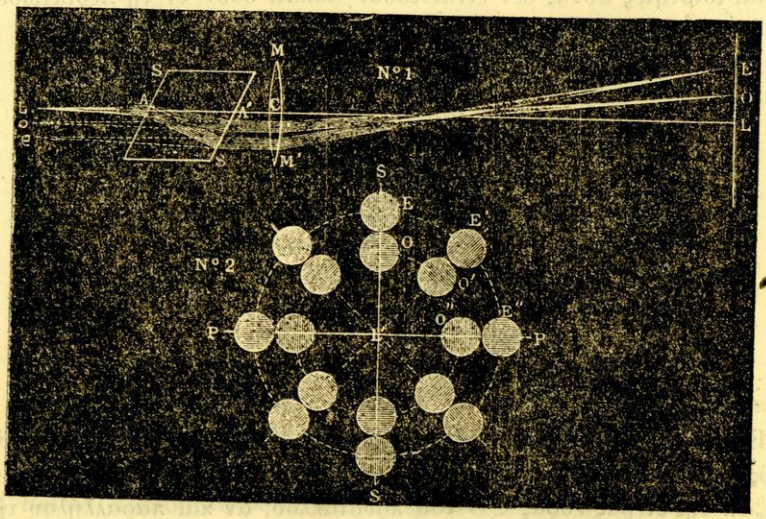
Ἔστω AC (σχ. 170) ἰσλανδικὸς κρύσταλλος καὶ SI δέσμη ἡλιακοῦ φωτός, προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τῆς ἕδρας AB τοῦ κρυστάλλου. Ἐν γένει, ἐκ τῆς ἑτέρας ἕδρας CD τοῦ κρυστάλλου, ἂν καὶ παραλλήλου τῇ

Σχ. 171

AB, ἀντὶ νὰ ἔχωμεν μίαν δέσμην ἐξιοῦσαν, τοὐναντίον, λαμβάνομεν δύο τοιαύτας J′T′ καὶ JT ἐντελῶς διακεκριμμένας. Ἐὰν τὸν αὐτὸν κρύσταλλον θέσωμεν ἐπὶ βιβλίου, βλέπομεν τὰ γράμματα διπλᾶ (σχ. 171). Ἄρα ἑκάστη ἀκτίς, ἐκπεμπομένη ὑπό τινος σημείου τοῦ βιβλίου,

καθίσταται διπλῆ, ἤτοι ἀποσυντίθεται εἰς δύο ἀκτῖνας, αἵτινες φαίνονται προερχόμεναι ἐκ δύο διαφόρων σημείων. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***διπλῆ διάθλασις*** καὶ ὁ ἰσλανδικὸς κρύσταλλος ὀνομάζεται ***διπλοθλαστικός***.

93. Ἰδιότητες τῶν δύο ἀκτίνων.—Αἱ δύο ἀκτῖνες J′T′ καὶ JT, εἰς ἃς ἀποσυντίθεται ἡ προσπίπτουσα SI, δὲν παρουσιάζουν τὰς αὐτὰς ἰδιότητας. Οὕτω ἡ μὲν JT ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως καὶ καλεῖται ***συνήθης***, ἡ δὲ ἄλλη J′T′ δὲν ἀκολουθεῖ αὐτοὺς



Σχ. 172

καὶ καλεῖται ***ἔκτακτος***. Οὕτω ἡ ἔκτακτος J′T′, ὡς φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 170, ἐνῷ ἔπρεπε ν' ἀκολουθήσῃ διεύθυνσιν IJ, διότι ἡ προσπίπτουσα SI εἶνε κάθετος ἐπὶ τῆς AB, τοὐναντίον, ἀκολουθεῖ διεύθυνσιν ἄλλην IJ′. Ἡ ἀκτὶς SI καλεῖται ***φυσικὴ ἀκτίς***.

Ἐὰν περιστρέψωμεν τὸν κρύσταλλον περὶ τὴν ἀκτῖνα SI, ἡ μὲν συνήθης ἀκτὶς JT δὲν μετατίθεται, ἡ δὲ ἔκτατος J′T′ στρέφεται περὶ τὴν διεύθυνσιν ST. Παρεντιθεμένου πετάσματος εἰς τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων J′T′ καὶ JT, λαμβάνομεν ἐπ' αὐτοῦ δύο φωτεινὰς κηλῖδας A καὶ B, ἐξ ὧν ἡ μὲν A, ἡ ἀνήκουσα εἰς τὴν ἔκτακτον, στρέφεται περὶ τὴν B, ὅταν ὁ κρύσταλλος στρέφεται περὶ τὴν διεύθυνσιν ST. ***Αἱ δύο κηλῖδες διατηροῦν τὴν αὐτὴν ἔντασιν φωτός***.

Ἐὰν ἡ ἀκτὶς SI προσπίπτῃ **πλαγίως** ἐπὶ τοῦ κρυστάλλου, παρα-
ροῦμεν ὅτι λαμβάνονται, ἐν γένει, αἱ δύο ἐξοοῦσαι JT καὶ J¹T¹, αἱ
τοῖαι εἶναι **παράλληλοι πρὸς τὴν προσπίπτουσαν**.

Τὸ σχῆμα 172 παριστᾷ τὴν διάταξιν τοιούτου πειράματος. Εἰς τὸ
ραπέτασμα ἔχομεν δύο φωτεινὰς κηλῖδας E καὶ O, αἵτινες, στρεφο-
νου τοῦ πρίσματος S (No 1), παρουσιάζουν τὰς φάσεις (No 2). Εἰς
ν περίπτωσιν τοῦ σχήματος, ἡ προσπίπτουσα δέσμη δὲν εἶναι κάθε-
ς ἐπὶ τοῦ πρίσματος, διὸ καὶ αἱ δύο κηλῖδες στρέφονται.

96. Γενίκευσις.—Ὁ ἰσλανδικὸς κρύσταλλος δὲν εἶνε ὁ μόνος
ρουσιάζων τοιαύτας ἰδιότητας. Οἱ πλεῖστοι τῶν κρυστάλλων ἔχουν δι-
θλαστικὰς ἰδιότητας· ὑπάρχουν ὅμως ἐναὐτοῖς μία ἢ δύο διευθύν-
ις, καθ' ἃς ἡ διάθλασις εἶναι ἁπλῆ, ἤτοι τὸ εἰσερχόμενον κατὰ τὰς
ευθύνσεις ταύτας φυσικὸν φῶς δὲν ἀποσυντίθεται εἰς δύο δέσμας. Αἱ
ευθύνσεις αὗται καλοῦνται **ἄξονες** τοῦ κρυστάλλου. Πᾶσα δὲ τομὴ τοῦ
υστάλλου μεθ' ἑνὸς ἄξονος, γινομένη δι' ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ
ῦ ἄξονος, καλεῖται **κυρία τομή**.

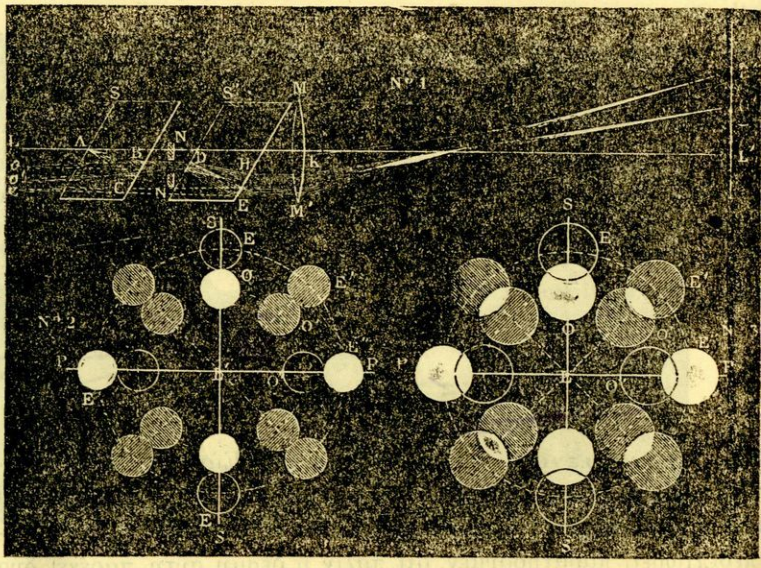
Πόλωσις τοῦ φωτός.

97. Φαινόμενον τῆς πολώσεως.—Ἐὰν ἐκ τῶν δύο δε-
ῶν, τῆς συνήθους καὶ τῆς ἐκτάκτου, διαβιβάσωμεν τὴν συνήθη BD
(. 173) διὰ δευτέρου ἰσλανδικοῦ κρυστάλλου S′ ὡς καὶ ἐν τῇ προηγου-
νῃ περιπτώσει, παρατηροῦμεν, ὅτι πάλιν ἡ δέσμη αὕτη παρέχει δύο
ας δέσμας O′ καὶ E′, ἐξ ὧν ἡ μία εἶναι συνήθης καὶ ἡ ἑτέρα ἔκτα-
ος. Ἐνῷ ὅμως αἱ δύο δέσμαι, εἰς ἃς ἀποσυντίθεται ἡ φυσικὴ δέσμη,
ουν τὴν αὐτὴν φωτεινὴν ἔντασιν, νῦν, τοὐναντίον, αἱ δύο δέσμαι,
ἃς ἀπσυντίθεται ἡ συνήθης δέσμη, **δὲν ἔχουν πάντοτε τὴν αὐτὴν
τασιν**. Πράγματι, ἐὰν περιστρέψωμεν τὸν δεύτερον ἰσλανδικὸν κρύ-
αλλον S′ περὶ τὴν LL′, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ἐντάσεις τῶν δεσμῶν
καὶ E′ μεταβάλλονται ὡς ἑξῆς: Ἐφόσον περιστρέφεται ὁ κρύσταλ-
ς, ἡ μὲν μία τῶν δεσμῶν O′ αὐξάνει κατ' ἔντασιν, ἐνῷ συγχρόνως
ἑτέρα E′ ἐλαττοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ τέλος σβέννυται τελείως. Ἐὰν
κολουθήσῃ ἡ περιστροφὴ τοῦ κρυστάλλου, ἡ μὲν E′ ἐμφανίζεται
ἐ αὐξούσης ἐντάσεως, ἡ δὲ O′ ἐλαττοῦται κατ' ἔντασιν καὶ τέλος
λείπει διὰ νὰ ἐμφανισθῇ κατόπιν ἐκ νέου καὶ οὕτω καθεξῆς.

Οὕτως, εἰς ἃς θέσεις, ἡ μία τῶν δεσμῶν σβέννυται, ἡ ἑτέρα δέσμη
ει τὴν μεγίστην ἔντασιν. Ἐξετάζοντες δὲ τὴν κατάστασιν τῶν δύο

κρυστάλλων βλέπομεν ὅτι, ***ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ αὐτῶν εἶνε παράλληλοι, ἡ συνήθης δέσμη Ο ἔχει τὴν μεγίστην ἔντασίν της καὶ ἔκτακτος εἶναι ἐσβεσμένη.*** Τοὐναντίον, ***ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ τ κρυστάλλων εἶναι κάθετοι ἀλλήλαις, ἡ συνήθης δέσμη εἶναι ἐσβ σμένη καὶ ἡ ἔκτακτος ἔχει τὴν μεγίστην ἔντασίν της.***

Τὸ φῶς λοιπόν, τὸ ἀποτελοῦν τὴν συνήθη δέσμην Ο, ἔχει ἰδιότητ



Σχ. 173

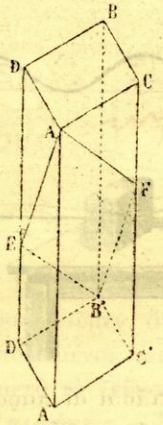
διαφόρους τῶν τοῦ φυσικοῦ καὶ ὀνομάζεται ***πεπολωμένον***. Καλεῖ δὲ ***ἐπίπεδον τῆς πολώσεως*** τῆς δέσμης Ο, τὸ ἐπίπεδον τῆς κυρ τομῆς τοῦ πρώτου ἰσλανδικοῦ κρυστάλλου.

Ἔκτακτος δέσμη.—Ἐάν, ἀντὶ τῆς συνήθου δέσμης Ο, διαβιβ σωμεν διὰ τοῦ δευτέρου κρυστάλλου τὴν ἔκτακτον, λαμβάνομεν πά δύο δέσμας Ο′ καὶ Ε′, ἐξ ὧν ἡ μὲν πρώτη εἶναι συνήθης, ἡ δὲ δευτέ ἔκτακτος. Ἀλλ' ἐὰν περιστραφῇ ὁ δεύτερος κρύσταλλος, παρατηροῦμ ὅτι ἡ συνήθης Ο′ ἔχει τὴν μεγίστην ἔντασίν της, ὅταν αἱ κύρ τομαὶ τῶν δύο κρυστάλλων εἶναι κάθετοι πρὸς ἀλλήλας, ὅτε ἡ ἔκτακτ Ε′ σβέννυται. Τοὐναντίον, ἡ δέσμη Ο′ σβέννυται καὶ ἡ Ε′ ἔχει τ μεγίστην ἔντασίν της, ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ εἶναι παράλληλοι. Τ τούτου συνάγομεν, ὅτι ἡ ἔκτακτος δέσμη Ε εἶναι ἐπίσης πεπολωμέ

καὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς πολώσεώς της εἶναι κάθετον ἐπὶ τοῦ τῆς συνήθους Ο.

Ὁ πρῶτος κρύσταλλος S, δι' οὗ τὸ φυσικὸν φῶς LA ὑπέστη πόλωσιν, καλεῖται **πολωτής**, ὁ δὲ δεύτερος S' ὀνομάζεται **ἀναλύτης**.

98. Πρῖσμα Νικόλ.—Τὸ πρῖσμα τοῦτο (σχ. 174) ἀποτελεῖται ἐκ δύο πρισμάτων ABB' καὶ A'B'A ἐξ ἰσλανδικοῦ κρυστάλλου κοπέντων καὶ προσκολληθέντων κατὰ τὴν ἕδραν AB' (σχ. 175) διὰ βαλσάμου τοῦ Καναδᾶ τοιουτοτρόπως, ὥστε ἡ συνήθης ἀκτὶς IJ, ἡ προερχομένη ἐκ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος SI, νὰ ὑφίσταται ἐπὶ τῆς ἕδρας AB' ὁλικὴν ἀνάκλασιν καὶ νὰ ἐξαφανίζεται πρὸς τὰς παρειὰς BB'.



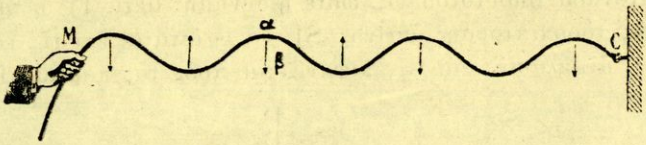
Σχ. 174

Σχ. 175

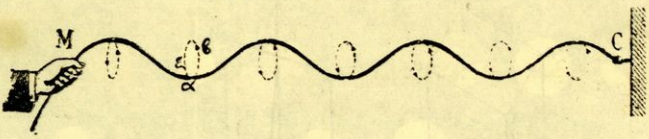
Οὕτω διέρχεται μόνη ἡ ἔκτακτος καὶ παρέχει κατὰ τὴν διεύθυνσιν Γ'S' φῶς πεπολωμένον. Τὸ πρῖσμα Νικὸλ εἶναι ὁ μᾶλλον ἐν χρήσει πολωτής.

99. Ἄλλοι τρόποι πολώσεως.—Τὸ φῶς ὑφίσταται πόλωσιν οὐ μόνον ὅταν διέρχεται διὰ κρυστάλλων, ὡς εἴδομεν, ἀλλὰ καὶ ἄλλως. Οὕτω φῶς φυσικόν, ἀνακλώμενον ἐπὶ σώματος διαφανοῦς, ὡς ὕαλος, πολοῦται ἐν μέρει. Τὴν πόλωσιν ταύτην ἀνευρίσκομεν, διαβιβάζοντες τὸ ἀνακλασθὲν φῶς διὰ πρίσματος Νικόλ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς τούτου δὲν μένει σταθερά, ὅταν τὸ Νικὸλ περιστρέφεται. Ἐὰν μάλιστα ἡ ἀνάκλασις ἐγένετο ὑπὸ γωνίαν 56° περίπου, τὸ φῶς δύναται νὰ σβεσθῇ τελείως διὰ τοῦ Νικόλ. Τὸ αὐτὸ δύναται νὰ συμβῇ, ἐὰν τὸ ἀνακλασθὲν φῶς ἀνακλασθῇ ἐκ δευτέρου ἐπὶ ἑτέρας ὑάλου, ἐχούσης κατάλληλον κλίσιν.

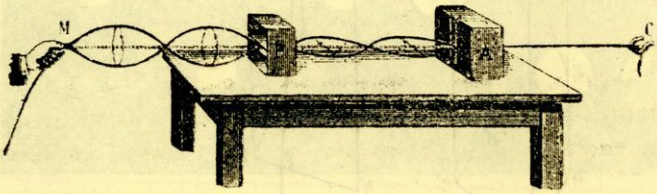
100. Ἐξήγησις τῆς πολώσεως τοῦ φωτός.— Ἔστω ΜC (σχ. 176) χορδή τις ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως, ἧς τὸ μὲν ἕν ἄκρον εἶναι ἐστερεωμένον που. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον Μ κίνησιν παλμικὴν καὶ κατὰ μῆκος εὐθείας καὶ κατακορύφου γραμμῆς καθέτου ἐπὶ τῆς διευθύνσεως ΜC, θὰ σχηματισθοῦν κυμάνσεις, αἵτινες μεταδίδονται κατὰ μῆκος τῆς ἐλαστικῆς χορδῆς καὶ περιέχονται ***ἐντὸς ἐπιπέδου κατακορύφου.*** Ἐὰν τὸ ἄκρον Μ πάλλεται κατὰ μῆκος εὐθείας



Σχ. 176



Σχ. 177



Σχ. 178

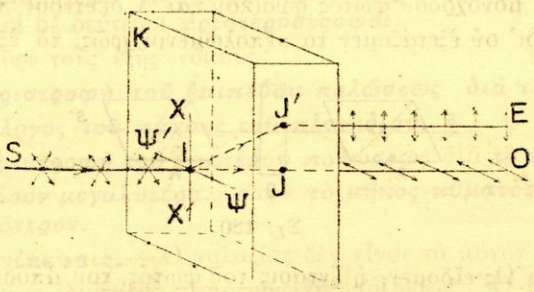
ὁριζοντίας καὶ καθέτου ἐπὶ τῆς ΜC, πᾶσαι αἱ παραγόμεναι κυμάνσεις ***περιέχονται ἐντὸς ἐπιπέδου ὁριζοντίου.*** Οἱ τοιοῦτοι παλμοὶ καλοῦνται ***πεπολωμένοι,*** τὸ δὲ ἐπίπεδον, ἐν ᾧ γίνονται, καλεῖται ***ἐπίπεδον τῆς πολώσεως*** ἢ τῶν ***παλμῶν.***

Ἐὰν ὅμως τὸ ἄκρον Μ κινῆται ὁμαλῶς ἐπὶ περιφερείας κύκλου (σχ. 177), ἧς τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως ΜC, τότε ἕκαστον σημεῖον τῆς χορδῆς, π. χ. τὸ α, διαγράφει ἐπίσης κύκλον αβγ· οὕτινος τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τῆς ΜC. Ἡ κίνησις τοῦ σημείου Μ μετεδόθη καὶ εἰς τὰ λοιπὰ σημεῖα τῆς χορδῆς, ἀλλὰ δὲν ὑπάρχει πλέον ἐπίπεδον πολώσεως καὶ οἱ παλμοὶ δὲν εἶναι πεπολωμένοι.

Πόλωσις. —Τὰς τελευταίας μὴ πεπολωμένας κυμάνσεις δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν πεπολωμένας ὡς ἑξῆς. Διαβιβάζομεν τὴν χορδὴν διὰ μέσου δύο ἐπιπέδων Ρ παραλλήλων τῇ χορδῇ ΜC καὶ λίαν πλησίον ἀλλήλων εὑρισκομένων. Ἐὰν τὰ ἐπίπεδα ταῦτα εἶναι ὁριζόντια καὶ δώσωμεν εἰς τὸ ἄκρον Μ κίνησιν κυκλικὴν καὶ ὁμαλήν, θὰ παρατηρήσω-

μεν, ὅτι ἐκ τοῦ ἄκρου Μ μέχρι τῶν ἐπιπέδων Ρ ἡ χορδὴ πάλλεται ὡς καὶ προηγουμένως, ἀπὸ τῶν ἐπιπέδων ὅμως μέχρι τοῦ ἄλλου ἄκρου C ἔχομεν παλμοὺς ὁριζοντίους καὶ πεπολωμένους, ὡς ἐὰν τὸ ἄκρον Μ ἐπάλλετο ἐπὶ εὐθείας ὁριζοντίας. Οὕτω τὰ ἐπίπεδα Ρ ἀφῆκαν νὰ διέλθουν μόνον παλμοὶ τοιοῦτοι πεπολωμένοι ἐπὶ ἐπιπέδου ὁριζοντίου. Τοὐναντίον, ἐὰν τὰ ἐπίπεδα Ρ εἶναι κατακόρυφα, τότε οἱ μετὰ ταῦτα διαδόμενοι παλμοὶ εἶναι κατακόρυφοι καὶ πεπολωμένοι.

Τέλος, ἐὰν ἡ χορδὴ διαβιβασθῇ διὰ μέσου δύο ζευγῶν ἐπιπέδων



Σχ. 179

Ρ καὶ Α (σχ. 178), ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι ὁριζόντιον καὶ τὸ ἕτερον κατακόρυφον, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ μὲν πρῶτον ἀφίνει νὰ διέλθουν οἱ ὁριζόντιοι πεπολωμένοι παλμοί, τὸ δὲ δεύτερον σταματᾷ καὶ τούτους οὕτως, ὥστε μετὰ τὸ ζεῦγος Α ἡ χορδὴ ***οὐδόλως πάλλεται.***

Παλμοὶ ἐπιμήκεις. — Τὰ προηγούμενα φαινόμενα τῆς πολώσεως δὲν συμβαίνουν, ἐὰν ἀντὶ τῆς χορδῆς ληφθῇ ἑλικοειδὲς ἐλατήριον καὶ παραχθοῦν ***ἐπιμήκεις*** παλμοί. Ἐπὶ τούτων τὰ ἐπίπεδα οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἔχουν καὶ αἱ κυμάνσεις μεταδίδονται ἀναλλοίωτοι. Μόνον ἐπὶ τῶν ἐγκαρσίων κυμάνσεων συμβαίνει πόλωσις.

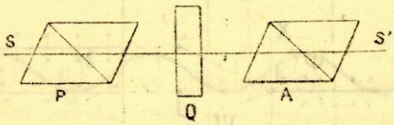
Πόλωσις τοῦ φωτός — Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τῆς πολώσεως τοῦ φωτός, δεχόμεθα, ὅτι αἱ φωτειναὶ κυμάνσεις εἶναι ἐγκάρσιαι, ἤτοι κατὰ μῆκος φωτεινῆς τινος ἀκτῖνος οἱ παλμοὶ τοῦ αἰθέρος γίνονται καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως αὐτῆς.

Αἱ ἀκτῖνες, αἱ προερχόμεναι ἀπ' εὐθείας ἐκ τοῦ Ἡλίου, οὐδὲν ἴχνος πολώσεως παρουσιάζουν καὶ ἐπίπεδον πολώσεως δὲν ὑφίσταται. Ἐὰν ὅμως τὸ φυσικὸν τοῦτο φῶς διέλθῃ δι' ἑνὸς νικόλ, οἱ παλμοὶ καθίστανται πεπολωμένοι, ἤτοι θὰ γίνωνται ἐντὸς ὡρισμένου ἐπιπέδου. Ἐὰν δὲ διαβιβασθοῦν καὶ διὰ δευτέρου νικόλ, ἔχοντος κατάλληλον θέσιν, οἱ παλμοὶ ἐξαλείφονται τελείως, ὡς ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ σχ. 178,

καὶ τὸ φῶς σβέννυται τελείως. Ἐὰν Κ (σχ. 179) εἶνε ὁ ἰσλανδικὸς κρύσταλλος καὶ SI ἡ προσπίπτουσα καθέτως δέσμη φυσικοῦ φωτός, ἔχομεν τὰς δύο δέσμας JO καὶ J'E πεπολωμένας ἐπὶ ἐπιπέδων καθέτων πρὸς ἄλληλα.

Περιστροφικὴ πόλωσις

101. Φαινόμενον περιστροφικῆς πολώσεως. — Ἔστω P (σχ. 180) πρῖσμά τι Νικὸλ (πολωτής), ἐφ' οὗ προσπίπτει παράλληλος δέσμη S μονοχρόου φωτὸς φυσικοῦ καὶ A δεύτερον πρῖσμα Νικὸλ (ἀναλύτης), δι' οὗ ἐξετάζομεν τὸ πεπολωμένον φῶς, τὸ ἐξερχόμενον ἐκ



Σχ. 180

τοῦ πρώτου. Ὡς εἴδομεν, ἡ ἔντασις τοῦ φωτός, τοῦ ἀποδιδομένου ὑπὸ τοῦ ἀναλύτου, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διατάξεως τῶν δύο πρισμάτων. Ἐὰν τὸ δεύτερον πρῖσμα A περιστραφῇ περὶ τὴν διεύθυνσιν SS', ἡ ἔντασις μεταβάλλεται καὶ ὅταν αἱ κυρίαι τομαὶ τῶν δύο πρισμάτων εἶναι κάθετοι πρὸς ἀλλήλας, τὸ φῶς ***ἐξαφανίζεται τελείως.*** Ἐὰν ὅμως τότε μεταξὺ τῶν δύο πρισμάτων παρεντεθῇ καθέτως ἐπὶ τῶν ἀκτίνων πλακίδιον χαλαζίου O, τμηθὲν καθέτως ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονός του, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ φῶς ***ἐμφανίζεται ἐκ νέου.*** Δυνάμεθα ὅμως νὰ ἐξαφανίσωμεν ἐκ νέου τὸ φῶς, ***περιστρέφοντες*** τὸν Νικὸλ P κατά τινα γωνίαν α. Ἄρα, τὸ φῶς, τὸ ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ πλακιδίου, ἐξακολουθεῖ νὰ εἶναι πεπολωμένον, ἀλλὰ τὸ πλακίδιον τοῦ χαλαζίου μετέβαλε τὴν θέσιν τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολώσεως, ἤτοι περιέστρεψε τὸ ἐπίπεδον τοῦτο κατὰ τὴν γωνίαν α. Τούτου ἕνεκα ἐκλήθη καὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο ***περιστροφικὴ πόλωσις.***

Ἐὰν ἐπαναληφθῇ τὸ αὐτὸ πείραμα διὰ φωτὸς διαφόρου χρώματος θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἡ γωνία, καθ' ἣν πρέπει νὰ περιστραφῇ ὁ ἀναλύτης A, ἵνα ἐξαφανισθῇ τὸ διὰ τοῦ χαλαζίου ἐμφανιζόμενον φῶς, διαφέρει τῆς προηγουμένης α. Ὅταν τὸ φῶς εἶναι ἐρυθρόν, ἡ γωνία εἶναι μικροτέρα ἢ ὅταν τὸ φῶς εἶναι πράσινον. Καὶ ἐν γένει, ***ὅσον τὸ μῆκος τοῦ κύματος τοῦ φωτὸς εἶναι μικρότερον, τόσον περισσότερον ἡ γωνία α εἶναι μεγαλυτέρα.***

Φῶς λευκόν.—Ὅταν τὸ φῶς εἶναι λευκόν, τὸ διὰ τοῦ χαλαζίου ἐμ ανιζόμενον φῶς εἶναι χρωματισμένον, τὸ δὲ χρῶμά του μεταβάλλεται, ταν περιστρέφεται ὁ ἀναλύτης Α χωρὶς ποτὲ νὰ καταστῇ λευκόν.

Νόμος τῆς περιστροφικῆς πολώσεως.—Κατὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν αινομένων τούτων διὰ διαφόρων λεπτῶν πλακιδίων, παρετήρησεν ὁ Biot, ὅτι κρύσταλλοί τινες χαλαζίου στρέφουν τὸ ἐπίπεδον τῆς πολώσεως ατά τινα φοράν, π. χ. ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιᾷ, ὡς βαίνουν οἱ εῖκται τοῦ ὡρολογίου, ἐνῷ ἄλλοι στρέφουν αὐτὸ ***ἀντιθέτως***, ἤτοι ἐκ εξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά. Διὸ οἱ μὲν πρῶτοι κρύσταλλοι ἐκλήθησαν ***δεξιόστροφοι***, οἱ δὲ δεύτεροι ***ἀριστερόστροφοι***.

Ὁ Biot ἀνεῦρε τοὺς ἑξῆς νόμους:

1ον. Ἡ περιστροφὴ τοῦ ἐπιπέδου πολώσεως διά τι ἁπλοῦν φῶς εἶναι ἀνάλογος τοῦ πάχους τοῦ πλακιδίου.

2ον. Ἡ περιστροφὴ τοῦ ἐπιπέδου πολώσεως διὰ τὸ αὐτὸ πλακίδιον εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ μῆκος κύματος τοῦ φωτὸς εἶναι μικρότερον.

102. Γενίκευσις.—Ὁ χαλαζίας δὲν εἶναι τὸ μόνον σῶμα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ἰδιότητας περιστροφικῆς πολώσεως. Ὁ Biot ἀνεῦρεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια, ὡς τὸ τιρεβινθέλαιον κ. νέφτι), διάλυμα σακχάρου, τὸ τρυγικὸν ὀξὺ ἐνεργοῦν ὡς τὸ πλακίδιον τοῦ χαλαζίου. Τὰ τοιαῦτα σώματα ἐκλήθησαν ***ὀπτικῶς ἐνεργά***· τὰ σώματα δὲ τὰ ὁποῖα στεροῦνται περιστροφικῆς ἐνεργείας ἐκλήθησαν ***ἀδρανῆ***. Μεταξὺ δὲ τῶν ἐνεργῶν σωμάτων ἄλλα μὲν εἶναι δεξιόστροφα, ἄλλα δὲ ἀριστερόστροφα, εἰς πάντα δὲ ἡ στροφὴ εἶνε ἀνάλογος τοῦ πάχους των.

Διαλύματα.—Ἡ περιστροφὴ τοῦ ἐπιπέδου πολώσεως, ἡ προκαλουμένη ὑπό τινος οὐσίας διαλελυμένης, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς περιεκτικότητος τοῦ διαλύματος ὡς πρὸς τὴν οὐσίαν ταύτην. Ὁ Biot ἀνεῦρε τὸν ἑξῆς νόμον τῶν διαλυμάτων. ***Ἡ περιστροφὴ τοῦ ἐπιπέδου πολώσεως, ἡ ἐπιφερομένη ὑπό τινος διαλελυμένης οὐσίας, εἶναι ἀνάλογος τοῦ βάρους τῆς οὐσίας, τῆς διαλυθείσης ἐντὸς τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀδρανοῦς διαλύτου καὶ τοῦ πάχους*** (μῆκος σωλῆνος) ***τοῦ διαλύματος, τὸ ὁποῖον διατρέχει τὸ φῶς κατὰ τὴν παρατήρησιν.***

103. Πολωσίμετρα καὶ σακχαρόμετρα.— Αἱ προηγούμεναι ἰδιότητες τῶν διαλυμάτων παρέχουν καὶ τὴν λύσιν τοῦ ἀντιστρόφου προβλήματος, ἤτοι διὰ τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς περιστροφῆς τοῦ ἐπιπέδου πολώσεως εὑρίσκεται ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος. Τὰ

πρὸς τοῦτο χρησιμοποιούμενα ὄργανα καλοῦνται ἐν γένει **πολωσίμετρα**· τὰ δὲ διὰ τὰ σάκχαρα εἰδικῶς προωρισμένα ἐκλήθησαν **σακχαρομετρα**. Ἕκαστον τῶν ὀργάνων τούτων ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ἑνὸς ἀνάλυτου, μεταξὺ τῶν ὁποίων τίθεται σωλὴν ὑάλινος ἐπιμήκης (συνήθ. 20 ἑκατοστ.), περιέχων τὸ πρὸς ἐξέτασιν διάλυμα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Ἡ ἀπόστασις, ἡ διαχωρίζουσα κηρίον τι ἀπὸ λαμπτῆρος εἶνε 40 μέτρα. Ζητεῖται εἰς ποίαν θέσιν μεταξὺ αὐτῶν πρέπει νὰ τεθῇ διάφραγμά τι ἵνα φωτίζεται ἐξ ἴσου παρὰ τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν, γνωστοῦ, ὄντος ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ λαμπτῆρος εἶνε 16 φορὰς μεγαλειτέρα τῆς τοῦ κυρίου.

2) Ἡ φλὸξ κηρίου ἔχει ὕψος 4 ἑκατοστῶν καὶ εὑρίσκεται καθέτως ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτου 50 ἑκατοστῶν ἑστιακῆς ἀποστάσεως καὶ εἰς ἀπόστασιν 25 ἑκατοστῶν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τούτου (ἡ βάσις τῆς φλογὸς εἶνε ἐπὶ τοῦ ἄξονος). Ζητεῖται εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς θὰ σχηματισθῇ τὸ εἴδωλον καὶ ποῖον τὸ μέγεθός του.

3) Τὸ πραγματικὸν εἴδωλον, τὸ σχηματιζόμενον διὰ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, εἶνε δὶς μεχαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 0,25 μέτρων ἀπὸ τῆς ἑστίας. Ποία ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου;

4) Ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ μὲν ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶνε $\frac{4}{3}$, τῆς δὲ ὑάλου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα $\frac{3}{2}$. Ζητεῖται ὁ δείκτης τῆς ὑάλου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.

5) Εὐθεῖα φωτεινὴ μήκους 10 ἑκατοστῶν τίθεται εἰς ἀπόστασιν 2 μέτρων ἀπὸ φακοῦ συγκλίνοντος καὶ καθέτως ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονός του. Σχηματίζεται πραγματικὸν εἴδωλον ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ φακοῦ μήκους 10 ἑκατοστῶν. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμένου, πρέπει νὰ τεθῇ ὁ φακὸς ἵνα τὸ νέον εἴδωλον ἔχῃ μέγεθος 1 μέτρου;

6) Κηρίον τοποθετεῖται εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου ἀπὸ τοίχου. Εἰς ποίας θέσεις μεταξὺ κηρίου καὶ τοίχου πρέπει νὰ τεθῇ φακὸς συγκλίνων 22 ἑκατοστῶν ἑστιακῆς ἀποστάσεως, διὰ νὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ τοίχου τὸ εἴδωλον τοῦ κηρίου; Ποία δὲ εἶνε ἡ μεγέθυνσις;

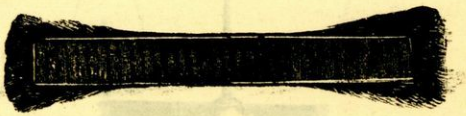
ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΕΛΑΙΟΝ Α΄

Μαγνῆται.

104. Μαγνῆται.—Ὑπάρχει ἐν τῇ φύσει ὀρυκτόν τι, εἶδος σιδηρολίθου, ὅπερ ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἕλκῃ τεμάχια σιδήρου καὶ ἄλλων μετάλλων. Τὸ ὀρυκτὸν τοῦτο καλεῖται ***φυσικὸν μαγνήτης***, ἡ δὲ ἰδιότης του ***μαγνητισμός***, Τὴν τοιαύτην ἰδιότητα ἔχουν εἰς μικρότερον βαθμὸν καὶ ἄλλα τινὰ ὀρυκτά.



Σχ. 181

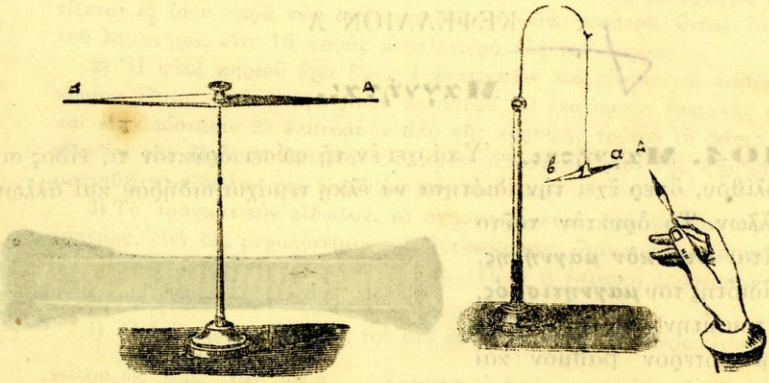
Ἐκτὸς ὅμως τῶν φυσικῶν μαγνητῶν κατασκευάζονται τοιοῦτοι (σχ. 181) ἐκ ῥάβδων χάλυβος καὶ καλοῦνται ***τεχνητοὶ μαγνῆται.***

105. Πόλοι. - ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν βυθίσωμεν μαγνήτην ἐντὸς ρινισμάτων σιδήρου καὶ κατόπιν τὸν ἀνασύρομεν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι εἰς μὲν τὰ ἄκρα του ἔχουν προσκολληθῇ πολλὰ ρινίσματα εἰς θυσάνους (σχ. 181), ἐνῷ ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου, τὰ προσκολληθέντα ρινίσματα εἶνε ὀλιγώτερα καὶ τέλος εἰς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου δὲν ὑπάρχουν. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ μαγνήτου, ἔνθα ἡ ἑλκτική του δύναμις εἶνε οὕτω μεγίστη, καλοῦνται ***πόλοι,*** τὸ δὲ μέσον, ἔνθα δὲν ὑφίσταται ἑλκτικὴ δύναμις καλεῖται ***οὐδετέρα γραμμή.***

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν λάβωμεν μαγνήτην ΒΑ (σχ. 182) ἐλαφρὸν καὶ ἐπιμήκη καὶ τὸν στηρίξωμεν περὶ τὸ μέσον του ἐπὶ ὀβελίσκου κατακορύφου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ μὲν ἓν τῶν ἄκρων του Β, ἤτοι ὁ εἷς τῶν πόλων του, στρέφεται ***πάντοτε πρὸς βορρᾶν,*** ὁ δὲ ἄλλος πόλος Α πρὸς ***νότον***. Καθ' οἱανδήποτε διεύθυνσιν καὶ ἂν τοποθετήσωμεν τὸν μαγνήτην ἐπὶ τοῦ ὀβελίσκου, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ μαγνήτης θὰ στραφῇ

περὶ τοῦτον καὶ θὰ λάβῃ περίπου τὴν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον διεύθυνσιν. Ἕνεκα τούτου, ὁ πόλος τοῦ μαγνήτου, ὁ διευθυνόμενος πάντοτε πρὸς βορρᾶν, ἐκλήθη ***βόρειος πόλος,*** ὁ δὲ ἄλλος ***νότιος πόλος.*** Οἱ διὰ τοιαῦτα πειράματα χρησιμοποιούμενοι μαγνῆται ἔχουν συνήθως σχῆμα ρόμβου, εἶνε ἐλαφροὶ καὶ καλοῦνται ***μαγνητικαὶ βελόναι.*** Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἑνοῦσα τοὺς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης, καλεῖται ***ἄξων*** αὐτῆς.

106. Ἀλληλεπίδρασις μαγνητῶν.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν διὰ νήματος ἐξαρτήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην αβ (σχ. 183) ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της καὶ πλησιάσωμεν εἰς αὐτὴν τὸν βόρειον πόλον Α μαγνήτου τινός, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ μὲν βόρειος πόλος β τῆς βε-

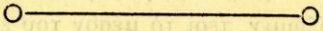


Σχ. 182 Σχ. 183

λόνης ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ βορείου πόλου Α τοῦ ἄλλου μαγνήτου, ἐνῷ ὁ νότιος πόλος α τῆς βελόνης ἕλκεται ὑπ' αὐτοῦ. Τοὐναντίον, ἐὰν φέρωμεν τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου παρὰ τὴν βελόνην, θὰ ἴδωμεν ὅτι οὗτος ἕλκει μὲν τὸν βόρειον πόλον τῆς βελόνης, ἀπωθεῖ δὲ τὸν νότιον αὐτῆς.

Συμπέρασμα.—Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ***οἱ ὁμώνυμοι πόλοι τῶν μαγνητῶν ἀπωθοῦνται, ἐνῷ οἱ ἑτερώνυμοι ἕλκονται μεταξύ των.***

107. Νόμοι τοῦ Coulomb.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἂς ἐξετάσωμεν τὰς ἕλξεις καὶ τὰς ὤσεις τῶν μαγνητῶν. Λαμβάνομεν δύο μαγνή-

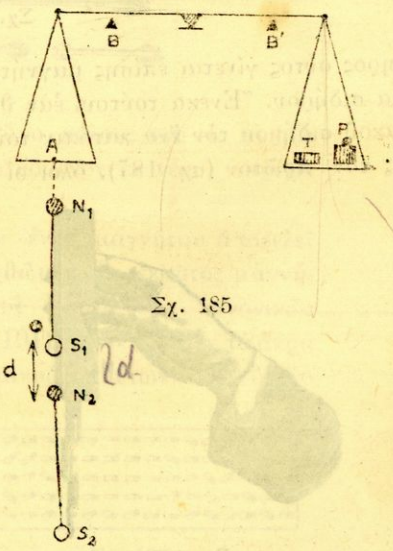


Σχ. 184

τας, ἕκαστος τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἐκ μακρᾶς βελόνης (σχ. 184), ἀπολιγούσης κατὰ τὰ δύο ἄκρα της εἰς δύο σφαίρας. Τοιουτοτρόπως, οἱ πόλοι εὑρίσκονται αἰσθητῶς εἰς τὸ κέντρον τῶν σφαιρῶν τούτων.

Ὁ εἷς τῶν μαγνητῶν N_1 S_2 κρέμαται (σχ. 185) κατακορύφως ὑπὸ τὸν δίσκον ζυγοῦ, ἰσορροπηθέντος διὰ σταθμῶν Τ. Θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δίσκου καὶ ἄλλα σταθμὰ Ρ, ὅτε ἡ φάλαγξ κλίνει καὶ στηρίζεται ἐπὶ στηρίγματος Β΄. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν εἰς τὸν νότιον πόλον S_1 τὸν βόρειον πόλον N_2 τοῦ ἑτέρου μαγνήτου, ἡ φάλαγξ θὰ κλίνῃ πρὸς τὸν μαγνήτην N_2, ἅμα ὡς ἡ ἕλξις μεταξὺ τῶν δύο τούτων πόλων γίνῃ ἀρκετὰ ἰσχυρά. Μετροῦμεν τότε τὴν ἀπόστασιν S_1 $N_2 = d$, δι' ἣν συμβαίνει τοῦτο.

Μετὰ τοῦτο ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, θέτοντες ἐπὶ τοῦ δίσκου τῶν σταθμῶν ἀντὶ τοῦ Ρ ἄλλο βάρος π. χ. $\frac{P}{4}$. Εὑρίσκομεν τότε ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπέρχεται, ὅταν ἡ ἀπόστασις τῶν πόλων εἶνε διπλασία τῆς προηγουμένης, ἤτοι 2d. Ὁμοίως διὰ βάρος $\frac{P}{9}$ εὑρίσκομεν ἀπόστασιν 3d. Ἤτοι, ὅταν ἡ ἀπόστασις τῶν πόλων εἶνε δίς, τρὶς κλπ. μεγαλυτέρα, ἡ μεταξὺ τῶν πόλων τούτων ἑλκτικὴ ἢ ὠστικὴ δύναμις, καθίσταται τετράκις, ἐννεάκις, κλπ. μικροτέρα.



Σχ. 185

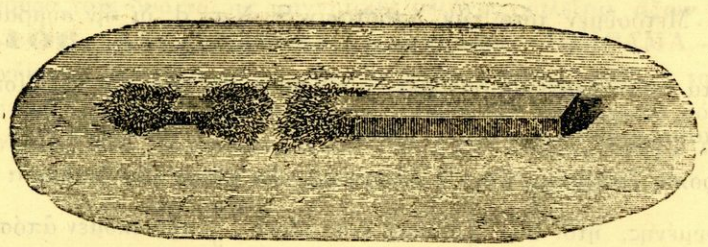
Οὕτως ἔχομεν τὸν ἑξῆς νόμον τοῦ Coulomb. ***Ἡ ἀλληλεπίδρασις δύο μαγνητικῶν πόλων εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.***

Ἔντασις πόλου. — Ὑποθέσωμεν, ὅτι δύο πόλοι P_1 καὶ P_2 ἐξασκοῦν ἀλληλοδιαδόχως καὶ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐπὶ τρίτου πόλου Ν τὴν αὐτὴν δύναμιν· λέγομεν τότε, ὅτι οἱ δύο πόλοι P_1 καὶ P_2 εἶνε ἴσοι ἢ ὅτι αἱ ἐντάσεις αὐτῶν εἶνε ἴσαι. Ἐὰν ἡ ὑπὸ τοῦ πόλου P_1 ἐξασκουμένη δύναμις ἐπὶ τοῦ Ν εἶνε διπλασία τῆς ὑπὸ τοῦ πόλου P_2 ἐξαστουμένης, λέγομεν, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ πόλου P_1 εἶνε διπλασία τῆς τοῦ P_2.

Κατὰ συνθήκην, ***ὡς μονὰς πόλου λαμβάνεται ὁ πόλος, ὅστις ἀπωθεῖ δεύτερον πόλον ἴσον καὶ τεθειμένον εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 1 ἑκατοστόμ. μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.*** Ἐὰν ἡ ἔντασις τοῦ πρώτου πόλου εἶνε ἴση πρὸς 2, 3, κλπ. ἡ ἄπωσις θὰ εἶνε

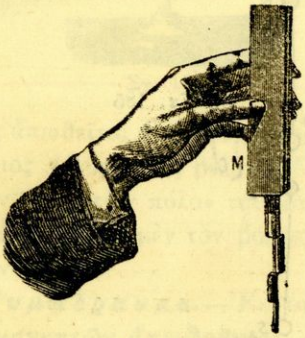
δίς, τρὶς κλπ. μεγαλυτέρα, ἤτοι **ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τοῦ πόλου.** Τοιουτοτρόπως, ἡ **μεταξὺ δύο πόλων** ἀμοιβαία ἐπίδρασις εἶνε λοιπὸν **ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τῶν πόλων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.**

108. Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.—ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.—Ἐὰν πλησιάσωμεν μαγνήτην εἰς τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου (σχ. 186) ὁ σί-

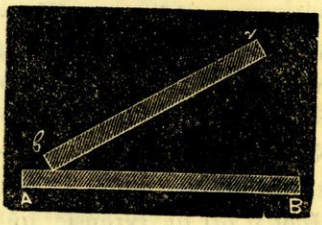


Σχ. 186

δηρος οὗτος γίνεται ἐπίσης μαγνήτης καὶ ἕλκει ῥινίσματα ἢ ἄλλα τεμάχια σιδήρου. Ἕνεκα τούτου, ἐὰν θέσωμεν μικροὺς κυλίνδρους ἐκ μαλακοῦ σιδήρου τὸν ἕνα κατόπιν τοῦ ἄλλου καὶ πλησιάσωμεν μαγνήτην εἰς τὸν πρῶτον (σχ. 187), ὅλοι οἱ κύλινδροι προσκολλῶνται ὁ εἷς ἐπὶ



Σχ. 187

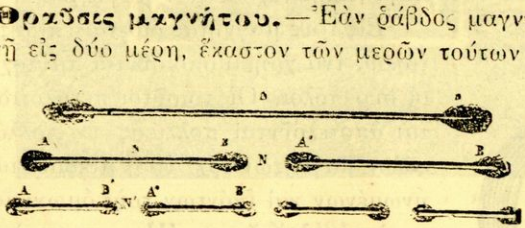


Σχ. 188

τοῦ ἄλλου ἐν εἴδει ἁλύσου. Ἡ μαγνήτισις ὅμως αὕτη τῶν διαφόρων τεμαχίων τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ, ἐφόσον εὑρίσκονται ταῦτα πλησίον τοῦ μαγνήτου. ***Ἐὰν ἀποσύρωμεν τὸν μαγνήτην, τότε ὁ μαλακὸς σίδηρος χάνει τὴν μαγνητικήν του δύναμιν.*** Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει εἰς τὸν **χάλυβα,** ὅστις ***παραμένει μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν πέριξ αὐτοῦ μαγνητῶν.***

109. Κατασκευὴ μαγνητῶν.— Πρὸς κατασκευὴν μαγνήτου, βάνομεν ῥάβδον ΑΒ (σχ. 188) ἐκ χάλυβος καὶ προστρίβομεν αὐτὴν τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων ἰσχυροῦ μαγνήτου ὡς ἑξῆς: Φέρομεν τὸν πόν τοῦτον β ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἄκρου Α τῆς ῥάβδου ΑΒ καὶ κατόπιν τὸν ρομεν μέχρι τοῦ ἑτέρου ἄκρου Β τῆς ῥάβδου. Μετὰ τοῦτο, ἀνασύ- μεν τὸν μαγνήτην, ἐπαναφέρομεν τὸν αὐτὸν πόλον β ἐπὶ τοῦ ἄκρου καὶ σύρομεν ἐκ νέου τὸν β μέχρι τοῦ Β. Μετά τινας τοιαύτας τριβάς, ράβδος ΑΒ καθίσταται μαγνήτης, τοῦ ὁποίου τὸ ἄκρον Α, ἐξ οὗ ατο ἡ τριβή, εἶνε πόλος ὁμώνυμος τοῦ πόλου β τοῦ μαγνήτου, δι' ειργάσθημεν. Ἐὰν π. χ. ὁ β εἶνε βόρειος, ὁ Α εἶνε βόρειος ἐπίσης.

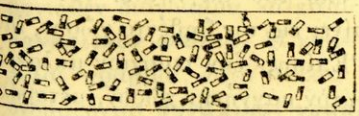
110. Θραῦσις μαγνήτου.—Ἐὰν ῥάβδος μαγνητικὴ Ν (σχ.) θραυσθῇ εἰς δύο μέρη, ἕκαστον τῶν μερῶν τούτων ἀποτελεῖ τέ-



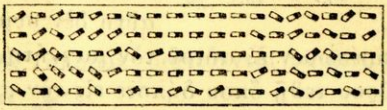
Σχ. 189

ον μαγνήτην, ἔχοντα τοὺς ἑτερωνύμους δύο πόλους του εἰς τὰ δύο ρα του. Καὶ ἕκαστον τῶν δύο μερῶν, θραυόμενον ἐκ νέου, παρέχει μαγνήτας τελείους καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Τοιουτρόπως, καὶ τὸ ἐλάχιστον τεμάχιον ἑνὸς μαγνήτου ἀποτελεῖ ειον μαγνήτην. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἕκαστος μαγνή- ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐλαχίστους μαγνήτας, οἱ ὁποῖοι εἶνε κανονικῶς τεταγμένοι ὁ εἷς κατόπιν τοῦ ἄλλου (σχ. 191), ὥστε εἰς μὲν τὰ ἄκρα μαγνήτου εἶνε ἐλεύθεροι οἱ πόλοι τῶν μικρῶν τούτων, εἰς δὲ τὸ



Σχ. 190.



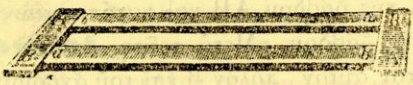
Σχ. 191.

ον τοῦ μεγάλου μαγνήτου οἱ ἀντίθετοι πόλοι τῶν μικρῶν μαγνητῶν υδετερώνουν ἀλλήλους. Τὸ σύνολον τῶν εἰς τὰ ἄκρα πόλων τῶν ρῶν μαγνητῶν ἀποτελεῖ τοὺς πόλους τοῦ μεγάλου.

Εἰς τὸν σίδηρον, πρὸ τῆς μαγνητίσεώς του, ὑπάρχουν μὲν οἱ μι- ὶ μαγνῆται, ἀλλ' εἶναι ἀκανονίστως διατεταγμένοι (σχ. 190) καὶ υδετερώνονται ἀμοιβαίως. Διὰ ἐπιδράσεως μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σιδή-

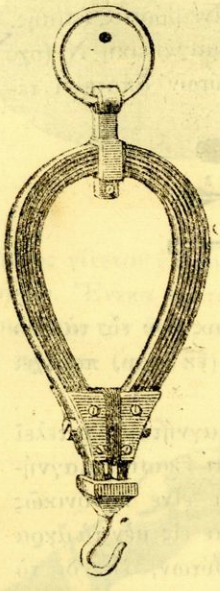
ρου, οἱ μικροὶ μαγνῆται τούτου λαμβάνουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν (σχ. 191).

111. Μαγνητικαὶ δέσμαι. — Οἱ μαγνῆται διατηροῦνται συνήθως ἀνὰ δύο ἰσομήκεις ἐντὸς θηκῶν (σχ. 192), ἐν ταῖς ὁποίαις τίθενται παραλλήλως καὶ οὕτως ὥστε τὰ προσκείμενα ἄκρα των νὰ εἶνε ἑτερωνύμων πόλων.



Σχ. 192

Δύο τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου συνδέουν πάντοτε τὰ προσκείμενα ἄκρα, διότι τοῦτο συντρέχει εἰς τὴν διατήρησιν τῆς μαγνητικῆς ἰσχύος τῶν μαγνητῶν.



Σχ. 193

Εἰς τοὺς μαγνήτας δίδεται ἐπίσης σχῆμα πετάλου, ἵνα χρησιμοποιοῦνται ταὐτοχρόνως καὶ οἱ δύο πόλοι. Οἱ τοιοῦτοι πεταλοειδεῖς μαγνῆται ἀποτελοῦνται πολλάκις ἐκ πολλῶν πεταλοειδῶν μαγνητῶν (σχ. 193) μικροῦ τάχους, συνηνωμένων καὶ ἐχόντων τοὺς ὁμωνύμους πόλους κατὰ τὸ αὐτὸ ἄκρον. Ἡ μαγνητικὴ ἰσχὺς τῶν τοιούτων μαγνητῶν εἶνε ἀνωτέρα ἄλλου ἔχοντος τὸ αὐτὸ βάρος καὶ ἀποτελουμένου ἐξ ἑνὸς τεμαχίου.

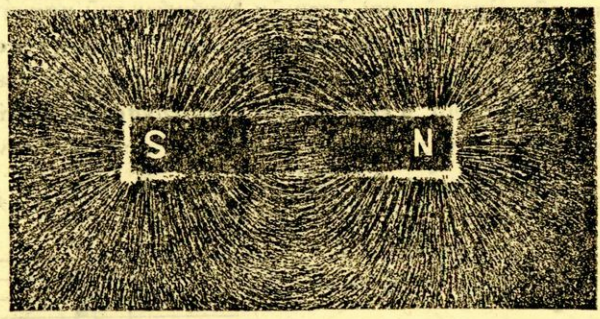
Μαγνητικὸν πεδίον

112. Μαγνητικὸν πεδίον. — ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. — Ἐὰν εἰς τὸν περὶ μαγνήτην τινὰ χῶρον θέσωμεν τεμάχια ἢ ῥινίσματα σιδήρου, ταῦτα ἕλκονται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου. Ἡ ἕλξις αὕτη δὲν συμβαίνει εἰς τὸν ῥηθέντα χῶρον, ἐὰν ἀφαιρέσωμεν ἐξ αὐτοῦ τὸν μαγνήτην. Ἐπίσης, ἐὰν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου τεθῇ ὅπου δήποτε εἰς τὸν περὶ τὸν μαγνήτην χῶρον, μεταβάλλεται καὶ τοῦτο εἰς μαγνήτην (σχ. 186 καὶ 187). Ἐὰν δὲ ἀπομακρύνωμεν τὸν μαγνήτην, τὸ τεμάχιον τοῦ σιδήρου χάνει τὴν μαγνητικήν του ἰδιότητα. Ἄρα, ὁ περιέχων χῶρος δὲν ἔχει πλέον τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας, ἃς εἶχεν ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ μαγνήτου.

Ἐκ τῆς παρουσίας λοιπὸν μαγνήτου τινὸς ἔν τινα χῶρῳ, ἀναπτύσσονται ἐν τούτῳ δυνάμεις μαγνητικαί. ***Ὁ χῶρος, ἐν τῷ ὁποίῳ ἐξασκοῦνται δυνάμεις μαγνητικαί,*** ὀνομάζεται ***μαγνητικὸν πεδίον.***

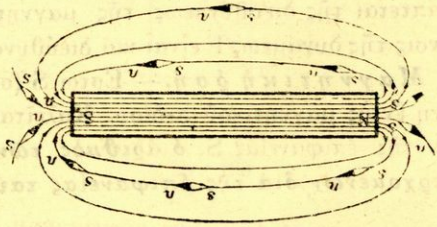
113. Μαγνητικὸν φάσμα.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Τὴν ὕπαρξιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν μᾶλλον αἰσθητὴν διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος.

Ἄνωθεν μαγνήτου NS (σχ. 194) τοποθετοῦμεν ὁριζοντίως χάρτην προσκεκολλημένον ἐπὶ θαλίνης πλακὸς καὶ ἐπ' αὐτοῦ ῥίπτομεν διὰ κο-



Σχ. 194

σκίνου ῥινίσματα σιδήρου. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὰ ῥινίσματα ταῦτα δὲν τοποθετοῦνται ἐπὶ τοῦ χάρτου οἰκεῖ καὶ ὡς ἔτυχεν, ἀλλὰ διατίθενται κατὰ γραμμάς, ἑκάστη τῶν ὁποίων ἀρχίζει ἀπὸ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ μαγνήτου καὶ ἀπολήγει εἰς τὸ ἄλλο. Τοιουτοτρόπως, διαγράφεται ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ὁ κάτωθέν του μαγνήτης. Τὸ ἐπὶ τοῦ χάρτου σχηματισθὲν διάγραμμα καλεῖται ***μαγνητικὸν φάσμα.*** Αἱ καμπύλαι γραμμαί, κατὰ μῆκος τῶν ὁποίων διατίθενται τὰ ῥινίσματα, ὀνομάζονται ***δυναμικαὶ γραμμαί.***

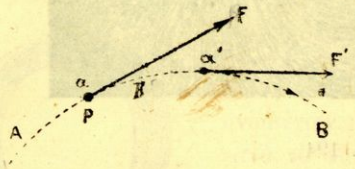


Σχ. 195

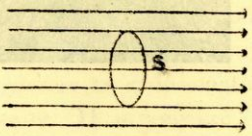
Διερεύνησις τοῦ πεδίου.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἡ σημασία καὶ ἡ σπουδαιότης τῶν σχηματιζομένων δυναμικῶν γραμμῶν καταφαίνεται ἐκ τοῦ ἑξῆς θεμελιώδους πειράματος. Μικρὰ μαγνητικὴ βελόνη sn (σχ. 195), ἐξηρτημένη ἐλευθέρως δι' ἀκλώστου νήματος, φέρεται ἄνωθεν τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνήτου, ἡ βελόνη λαμβάνει εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ χώρου ὡρισμένην διεύθυνσιν. Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὴν διεύθυνσιν ns τῆς βελόνης, βλέπομεν ὅτι αὕτη ἀκολουθεῖ τὰς δυναμικὰς γραμμάς.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο εἶνε εὐνόητον, ἐὰν σκεφθῶμεν ὅτι ἕκαστον τῶν ῥινισμάτων, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνήτου NS, γίνεται μικρὸς μαγνήτης. Τοιουτοτρόπως, τὰ ῥινίσματα ἀποτελοῦν μικρὰς μαγνητικὰς βελόνας, τοποθετουμένας κατὰ μῆκος τῶν δυναμικῶν γραμμῶν. Ὡς εἴπομεν δέ, ἡ βελόνη λαμβάνει τὴν διεύθυνσίν της εἴς τινα θέσιν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἑλκτικῶν καὶ ὠστικῶν δυνάμεων τοῦ μαγνήτου NS.

114. Ἔντασις καὶ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.—Καλεῖται ***ἔντασις*** καὶ ***διεύθυνσις*** τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἴς τι σημεῖόν του P (σχ. 196), ***ἡ ἔντασις καὶ διεύθυνσις*** τῆς δυνάμεως F, τῆς ἐξασκουμένης ἐπί τινος βορείου πόλου ἴσου πρὸς τὴν μονάδα καὶ εὑρισκομένου εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο P.



Σχ. 196



Σχ. 97

Ἐννοεῖται ὅτι ἡ δυναμικὴ γραμμὴ AB, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ P, ἐφάπτεται τῆς διευθύνσεως τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως F. Ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς δυνάμεως F εἶναι καὶ διεύθυνσις τῆς δυναμικῆς γραμμῆς AB.

Μαγνητικὴ ῥοή.—Ἔστω S (σχ. 197) ἐπιφάνειά τις, εὑρισκομένη ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου. Καλεῖται ***μαγνητικὴ ῥοή***, διερχομένη διὰ τῆς ἐπιφανείας S, ***ὁ ἀριθμὸς τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, τῶν διερχομένων διὰ τῆς ἐπιφανείας ταύτης*** S.

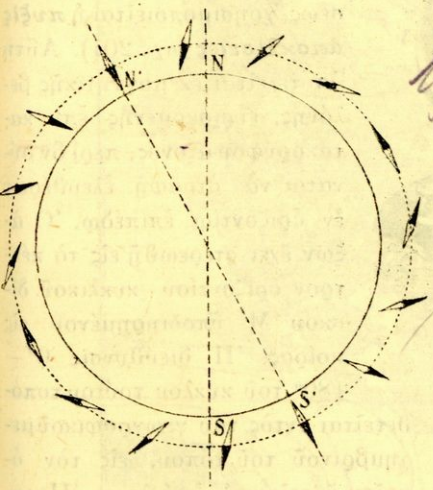
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Γήϊνος μαγνητισμός

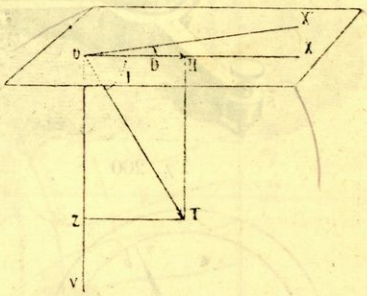
115. Ὁρισμοί.—Ἐὰν ἐξαρτηθῇ διὰ νήματος ἀκλώστου μαγνητικὴ βελόνη ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι λαμβάνει ὡρισμένην διεύθυνσιν περίπου ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, οἱανδήποτε διεύθυνσιν ἀρχικὴν καὶ ἂν δώσωμεν εἰς αὐτήν. Ἐὰν δὲ θεωρήσωμεν τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της, ἡ βελόνη δὲν τοποθετεῖται ἐν γένει ἐν αὐτῷ, ἀλλὰ σχη-

ατίζει γωνίαν καὶ ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης εἰς μὲν τὸ βόρειον ἡμιφαίριον τῆς γῆς εὑρίσκεται ὑπὸ τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, εἴς τινας περὶ ὸν ἰσημερινὸν τόπους εἶνε εἰς τὸ ρηθὲν ἐπίπεδον, εἰς δὲ τὸ νότιον ἡμιφαίριον τοποθετεῖται ἄνωθεν αὐτοῦ, ὡς δεικνύει τὸ σχ. 198.

Τὰ δύο σημεῖα, εἰς ἃ συναντᾷ τὴν οὐράνιον σφαῖραν ἡ διεύθυνσις οῦ ἄξονος τῆς βελόνης, ἠρεμούσης εἴς τινα τόπον ἐλευθέρως, καλοῦνται ***μαγνητικοὶ πόλοι.*** Τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ οῦ ἄξονος τῆς βελόνης, καλεῖται ***ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημ-***



Σχ 198

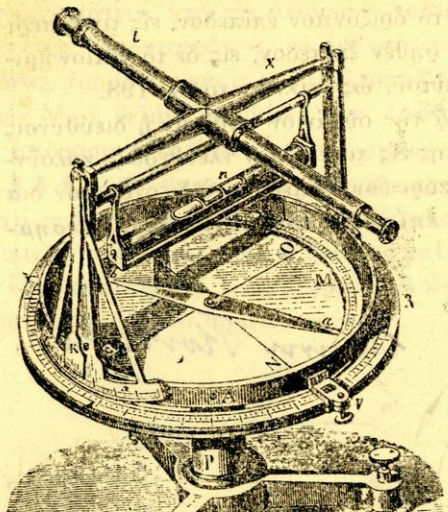


Σχ. 199

ρινοῦ καὶ διέρχεται διὰ τῶν δύο μαγνητικῶν πόλων, ὁ δὲ μέγας κύλος καθ' ὃν τέμνεται ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὑπὸ τούτου καλεῖται ***μαγνηικὸς μεσημβρινός.*** Ἡ γωνία ΧΟΧ' (σχ. 199), ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίεδον ΟΧ' τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου ΟΧ τοῦ αγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καλεῖται ***γωνία ἀποκλίσεως*** ἢ ἁπλῶς ***ἀπόλισις.*** Ἡ δὲ γωνία ΧΟΤ τοῦ ἄξονος ΟΤ τῆς βελόνης μετὰ τοῦ δριοντίου ἐπιπέδου καλεῖται ***γωνία ἐγκλίσεως*** ἢ ἁπλῶς ***ἔγκλισις.***

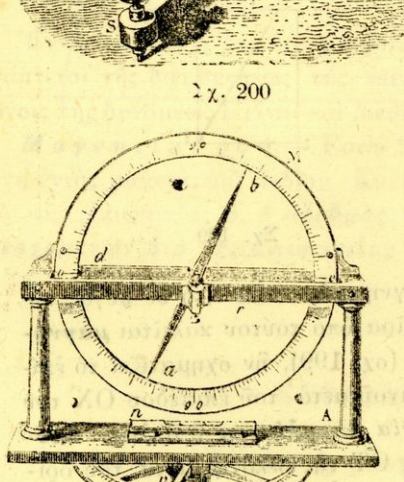
116. Μέτρησις ἐγκλίσεως καὶ ἀποκλίσεως. – Καλεῖται υξὶς ***ἐγκλίσεως*** τὸ ὄργανον, τὸ χρησιμεῦον πρὸς μέτρησιν τῆς ἐγκλίεως. Ἡ πυξὶς ἐγκλίσεως (σχ. 200) ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ μαγνητικῆς ελόνης αβ κινητῆς ἐνώπιον ὑποδιῃρημένου κυκλικοῦ δίσκου καὶ παραλλήλως αὐτῷ. Ἡ κίνησις τῆς βελόνης γίνεται περὶ ὁριζόντιον ἄξονα, ιερχόμενον διὰ τοῦ μέσου της καὶ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου.

Ἐὰν κατευθυνθῇ ὁ κύκλος οὕτως, ὥστε νὰ εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ βελόνη τότε σχηματίζει μετὰ τῆς ὁριζοντίας διαμέτρου τοῦ κύκλου τὴν ἔγκλισιν εἰς τὸν τόπον τοῦτον, ἣν μετροῦμεν ἐπὶ τοῦ ὑποδιῃρημένου κύκλου.



Σχ. 200

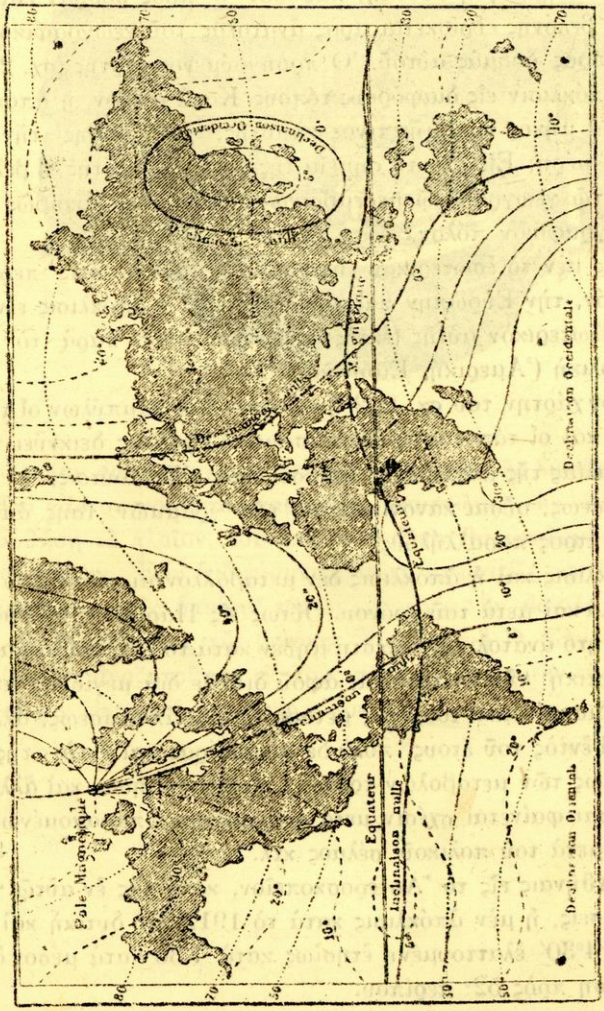
Πρὸς εὕρεσιν τῆς ἀποκλίσεως, χρησιμοποιεῖται ἡ ***πυξὶς ἀποκλίσεως*** (σχ. 201). Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης, εὑρισκομένης ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος, περὶ ὃν δύναται νὰ στραφῇ ἐλευθέρως ἐν ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ. Ὁ ἄξων ἔχει στερεωθῇ εἰς τὸ κέντρον ὁριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου Μ ὑποδιῃρημένου εἰς μοίρας. Ἡ διεύθυνσις 0° – 180° τοῦ κύκλου τούτου τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον ζητεῖται ἡ ἀπόκλισις. Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει τότε ἡ βελόνη μετὰ τῆς διευθύνσεως 0°—180°, εἶναι ἡ ἀπόκλισις. Αἱ συνήθεις πυξίδες, αἱ περιλαμβάνουσαι μαγνητικὴν βελόνην, κινητὴν ἐντὸς ὁριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ὑπεράνω κύκλου ὑποδιῃρημένου, εἶνε πυξίδες ἀποκλίσεως λίαν ἁπλοποιημέναι.



Σχ. 201

117. Μεταβολαὶ ἐγκλίσεως καὶ ἀποκλίσεως. — Ἡ ἔγκλισις καὶ ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης δὲν εἶνε αἱ αὐταὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Ὅταν βαίνωμεν πρὸς τὸν βόρειον πόλον τῆς γῆς, ἡ

ἔγκλισις αὐξάνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ἡ βελόνη καθίσταται κατακόρυφος, ἔχουσα τὸν βόρειόν της πόλον πρὸς τὰ κάτω, εἴς τινα τόπον Ν′ (σχ, 198) πλησίον τοῦ βορείου γεωγραφικοῦ πόλου Ν τῆς γῆς, πρὸς



Σχ. 202

βορρᾶν τῆς Ἀμερκιῆς καλούμενον ***βόρειον μαγνητικὸν πόλον τῆς γῆς.*** Τοὐναντίον, ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ, ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης τείνει πρὸς τὰ ἄνω καὶ ὁ νότιος κατέρχεται πρὸς τὸ ἔδαφος ἐπὶ

μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἐφόσον πλησιάζομεν πρὸς τὸν ***νότιον μαγνητικὸν πόλον*** S' ***τῆς γῆς***, εἰς ὃν ἡ βελόνη εἶνε πάλιν κατακόρυφος. Πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ, ἡ βελόνη γίνεται ὁριζοντία.

Ἐπίσης, ἡ ἀπόκλισις δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς πάντας τοὺς τόπους καὶ καλεῖται ***ἀνατολική*** ἢ ***δυτική***, καθόσον ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος τῆς βελόνης εὑρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Ὁ προηγούμενος χάρτης (σχ. 202) παριστᾷ τὴν ἀπόκλισιν εἰς διαφόρους τόπους. Κατὰ τοῦτον, ἡ ἀπόκλισις εἶνε μηδὲν κατὰ μῆκος γραμμῆς τινος κλειστῆς, χωριζούσης τὴν γῆν εἰς δύο ἄνισα μέρη. Εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γραμμῆς ταύτης, ἡ βελόνη εὑρίσκεται ἐν τῷ γεωγραφικῷ μεσημβρινῷ καὶ δεικνύει ἀκριβῶς τὸν βόρειον γεωγραφικὸν πόλον.

Καὶ εἰς μὲν τὸ ἐσωτερικὸν τῆς γραμμῆς ταύτης, ἥτις περιέχει τὸν Ἀτλαντικόν, τὴν Εὐρώπην καὶ τὴν Ἀφρικήν, ἡ ἀπόκλισις εἶνε δυτική, εἰς δὲ τὸ ἐξωτερικὸν αὐτῆς (ἐκτὸς τμήματός τινος παρὰ τὸ Πεκῖνον) εἶνε ἀνατολική (Ἀμερική, Εἰρηνικός, Ἀσία).

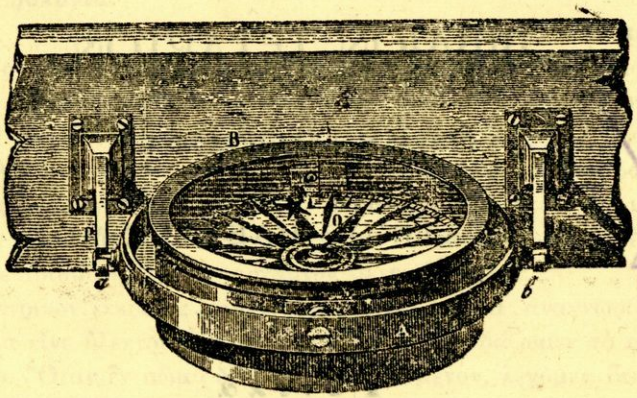
Εἰς τὸν χάρτην τοῦ σχ. 202 ἡνώθησαν διὰ καμπύλων οἱ τόποι ἴσης ἐγκλίσεως καὶ οἱ τόποι ἴσης ἀποκλίσεως, Ὁ χάρτης δεικνύει τὰς μεγάλας ἀνωμαλίας τῆς μαγνητικῆς καταστάσεως. Ἐν τούτοις, αἱ γραμμαὶ ἴσης ἐγκλίσεως, οὖσαι κανονικώτεραι τῶν γραμμῶν ἴσης ἀποκλίσεως, ὁμοιάζουν πρὸς παραλλήλους.

Ἡ ἔγκλισις καὶ ἡ ἀπόκλισις δὲν μεταβάλλονται μόνον ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ μετὰ τοῦ χρόνου. Οὕτως εἰς Παρισίους πρὸ τοῦ 1662 ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική, κατέστη μηδὲν κατὰ τὸ ἔτος τοῦτο καὶ κατόπιν ἐγένενο δυτική· νῦν ἐλαττοῦται, ἀφοῦ διῆλθε διὰ μεγίστης τινὸς τιμῆς. Ἐπίσης, διακρίνομεν τοιαύτας μεταβολὰς τῆς ἀποκλίσεως, ἀλλὰ μικροτέρας, καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας. Ἐκτὸς ὅμως τῶν μεταβολῶν τούτων, παρετηρήθησαν καὶ ἄλλαι ἀπότομοι, ἔχουσαι φαίνεται σχέσιν μετὰ φαινομένων, παραγομένων ἐπὶ τοῦ Ἡλίου ἢ μετὰ τοῦ πολικοῦ σέλαος κτλ.

Ἐν Ἀθήναις εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον, κατὰ τὰς ἐν αὐτῷ γενομένας παρατηρήσεις, ἡ μὲν ἀπόκλισις κατὰ τὸ 1912 ἦτο δυτικὴ καὶ ἴση περίπου πρὸς 4°30′ ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ 7′36 κατὰ μέσον ὅρον, ἡ δὲ ἔγκλισις ἴση πρὸς 52° περίπου.

118. Κοινὴ πυξίς.—Ἡ κοινὴ πυξὶς ἀποτελεῖται (σχ. 203) ἐκ κιβωτίου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει μαγνητικὴ βελόνη, στηριζομένη ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος. Ἐπειδὴ ἡ βελόνη ἔχει, ὡς εἴδομεν, τὴν πολύτιμον ἰδιότητα νὰ δεικνύῃ πάντοτε ὡρισμένην διεύθυνσιν, τὸ ὄργανον

τοῦτο χρησιμεύει ἰδίως εἰς τοὺς ναυτικούς, πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς τοὺς πλόας. Οὕτω δύναταί τις διὰ τῆς πυξίδος νὰ διευθυνθῇ πρὸς βορρᾶν, καθόσον ἡ διεύθυνσις αὕτη ὑποδεικνύεται ὑπὸ τῆς βελόνης. Ἐπίσης, δυνάμεθα νὰ βαδίσωμεν καὶ πρὸς ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, ὅταν γνωρί-



Σχ. 203.

ζωμεν ποίαν γωνίαν σχηματίζει ἡ βελόνη μετὰ τῆς διευθύνσεως ταύτης.

Ἐπὶ χάρτου γράφεται καμπύλη, παριστῶσα τὴν πορείαν, ἣν θὰ ἀκολουθήσῃ τὸ πλοῖον, τοῦ ὁποίου ὁ ἄξων θὰ ἀκολουθήσῃ τὴν κατεύθυνσιν ταύτην. Ἐὰν ἡ διεύθυνσις αὕτη σχηματίζῃ γωνίαν a μετὰ τῶν μεσημβρινῶν, τοὺς ὁποίους τέμνει, ἡ γωνία, ἣν ὀφείλει νὰ σχηματίζῃ μετὰ τῆς διεύθύνσεως τῆς βελόνης, θὰ εἶνε a+D. Τὴν γωνίαν a+D γνωρίζομεν, ἀναζητοῦντες εἰς τοὺς πίνακας τὴν τιμὴν τῆς D, τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὸν ὡρισμένον τόπον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

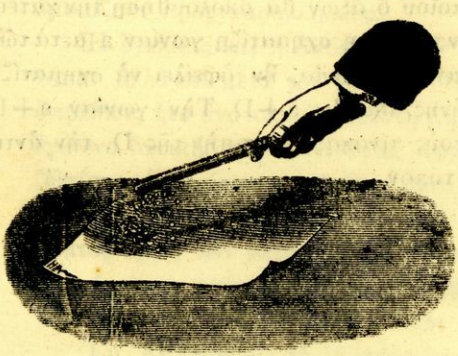
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

Α΄. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Γενικά

119. Παραγωγὴ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τριβῆς.—ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Ἐὰν προστρίψωμεν ὑαλίνην ῥάβδον μὲ μάλλινον ὕφασμα καὶ κατόπιν φέρωμεν αὐτὴν ὑπεράνω μικρῶν τεμαχίων χάρτου, τριχῶν ἢ



Σχ. 204.

Σχ. 205

ἄλλων ἐλαφρῶν σωμάτων (σχ. 204), παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὰ ἕλκονται ἀπὸ τὴν ῥάβδον καὶ ἀφοῦ τὴν ἐγγίσουν ἀπωθοῦνται ζωηρῶς.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει, ἐάν, ἀντὶ ὑαλίνης ῥάβδου, λάβωμεν ῥάβδον ἀπὸ ἱσπανικὸν κηρόν, θεῖον, ἤλεκτρον (κεχριμπάρι) κλπ.

Ὁρισμοί.—Ἡ αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου τῆς ἕλξεως, τὸ ὁποῖον διὰ πρώτην φορὰν παρετηρήθη ἀπὸ τὸν Θαλῆν τὸν Μιλήσιον

εἰς τὸ ἤλεκτρον, ὀνομάζεται ***ἠλεκτρισμός***. Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἕλκουν λέγομεν ὅτι ***ἠλεκτρίσθησαν*** διὰ τῆς τριβῆς ἢ ὅτι ***ἔχουν ἠλεκτρισμόν***. Τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ ἠλεκτρισμοῦ, ὀνομάζεται ***ἠλεκτρολογία***.

120. Ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές.—Ὀνομάζεται ***ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς*** (σχ. 205) ἓν ὄργανον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ἐλαφρὸν σῶμα, π. χ. μικρὸν τεμάχιον σιγαροχάρτου, φελλοῦ, ἢ σφαιρίδιον ἐντεριώνης τῆς ἀκταίας (κουφοξυλιᾶς) κρεμάμενον εἰς τὸ ἄκρον κλωστῆς.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Ἐὰν πλησιάσωμεν ἓν σῶμα, π.χ. ὑαλίνην ῥάβδον, εἰς τὸ σιγαρόχαρτον τοῦ ἐκκρεμοῦς, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐὰν μὲν ἡ ῥάβδος εἶνε ἠλεκτρισμένη, τὸ σιγαρόχαρτον ἕλκεται ἀπὸ αὐτήν, ἐὰν δὲ δὲν εἶνε ἠλεκτρισμένη, τὸ σιγαρόχαρτον μένει ἀκίνητον.

Τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς λοιπὸν χρησιμεύει, διὰ νὰ ἀναγνωρίζωμεν ἐὰν ἓν σῶμα εἶνε ἠλεκτρισμένον ἢ ὄχι καὶ νὰ σπουδάζωμεν τὸ φαινόμενον τοῦτο. Ὅταν ἓν σῶμα δὲν εἶνε ἠλεκτρισμένον, λέγομεν ὅτι εἶνε εἰς ***οὐδετέραν κατάστασιν***.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν προστρίψωμεν τὸ ἓν ἄκρον ῥάβδου, π. χ. ἱσπανικοῦ κηροῦ, καὶ κατόπιν πλησιάσωμεν τὸ ἄλλο ἄκρον της εἰς τὸ ἐκκρεμές, βλέπομεν ὅτι τοῦτο δὲν ἕλκεται. Τὸ ἄκρον ὅμως τῆς ῥάβδου, τὸ ὁποῖον προσετρίβη, ἕλκει τὸ ἐκκρεμές.

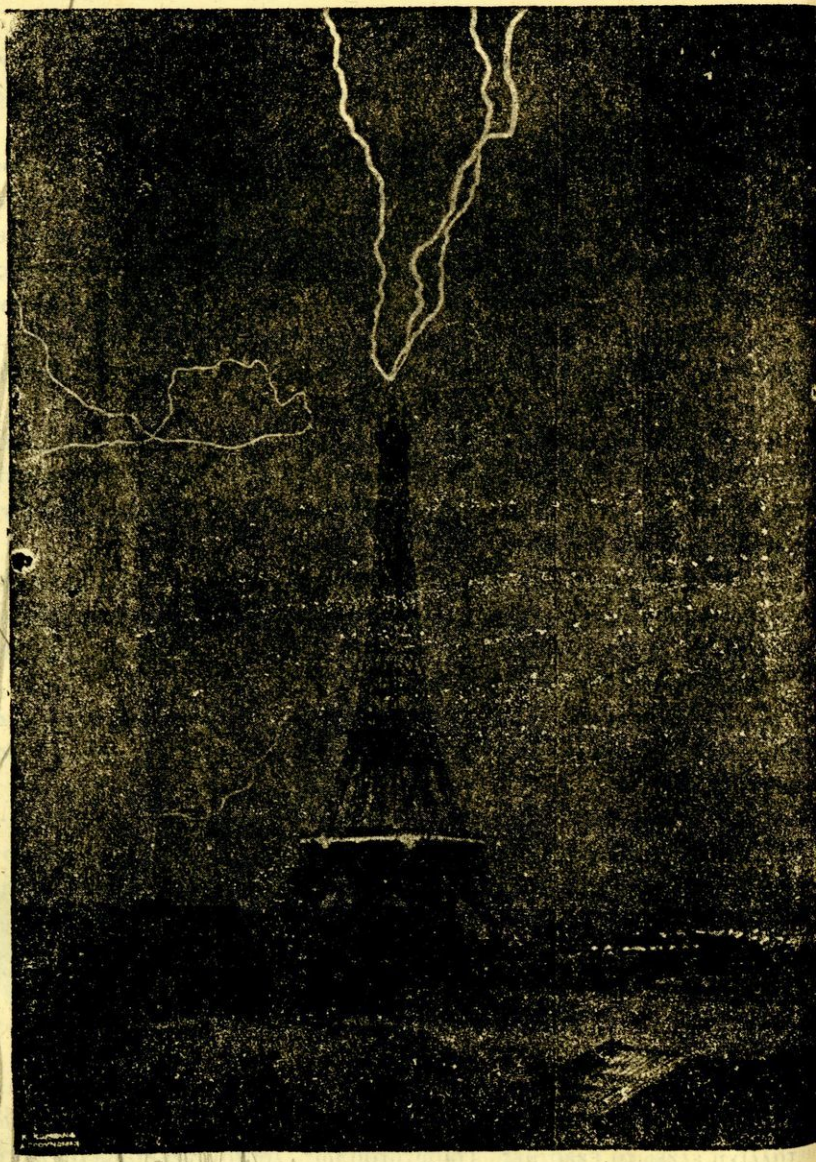
Συμπέρασμα.—Τὰ σώματα, ὅπως ὁ ἱσπανικὸς κηρός, τὸ θεῖον, ἡ ὕαλος, ἠλεκτρίζονται μόνον εἰς τὰ μέρη των, τὰ ὁποῖα προστρίβονται.

121. Ὅλα τὰ σώματα ἠλεκτρίζονται διὰ τριβῆς.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν προστρίψωμεν μίαν ῥάβδον μεταλλίνην μὲ μάλλινον ὕφασμα καὶ κατόπιν τὴν φέρωμεν εἰς τὸ ἐκκρεμές, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν ἕλκεται τοῦτο. Ἐὰν ὅμως τὴν μεταλλίνην ῥάβδον Α (σχ. 206) στε-

Σχ. 206.

ρεώσωμεν ἐπὶ μιᾶς ῥάβδου π. χ. ἀπὸ ἱσπανικὸν κηρὸν Β καὶ κατόπιν προστρίψωμεν αὐτὴν κρατοῦντες τὴν τελευταίαν, βλέπομεν ὅτι τότε ἡ μεταλλίνη ἕλκει τὸ ἐκκρεμές. Τοιουτοτρόπως, λοιπὸν ἠλεκτρίζεται καὶ ἡ μεταλλίνη ῥόβδος. Εὑρίσκομεν μάλιστα ὅτι ***ἠλεκτρίζεται ὁλόκληρος καὶ ἂν ἀκόμη προστρίψωμεν ἓν μόνον μέρος της.***

Συμπέρασμα —Ἓν σῶμα μετάλλινον, τὸ ὁποῖον προστρίβομεν, ἠλεκτρίζεται τότε μόνον, ὅταν δὲν τὸ κρατῶμεν ἀπ' εὐθείας



Σχ. 207. Κεραυνὸς ἐπὶ τοῦ πύργου Ἄϊφελ.

μὲ τὴν χεῖρά μας, ἀλλὰ τὸ ἔχομεν στερεώσῃ ἐπὶ ῥάβδου ὑαλίνης ἢ ἐπὶ ἄλλου σώματος ἀπὸ τὰ ἠλεκτριζόμενα διὰ τριβῆς. Ἠλεκτρίζεται δὲ τὸ μετάλλινον σῶμα ὁλόκληρον καὶ ὄχι εἰς τὸ προστριβὲν μόνον μέρος του.

122. Διαίρεσις τῶν σωμάτων. Ὅπως εἴδομεν, τὰ διάφορα σώματα δὲν ἔχουν τὰς αὐτὰς ἠλεκτρικὰς ἰδιότητας. Π. χ. εἰς τὴν ὕαλον ὁ ἠλεκτρισμὸς μένει μόνον εἰς τὰ μέρη της, εἰς τὰ ὁποῖα προσετρίβη καὶ ἠλεκτρίσθη. Ἀντιθέτως, τὰ μέταλλα ἠλεκτρίζονται εἰς ὅλον τὸ σῶμά των, ὅταν τριβοῦν εἰς ἓν μέρος των. Διὰ τοῦτο χωρίζομεν τὰ σώματα εἰς δύο εἴδη. Καὶ εἰς μὲν τὸ πρῶτον εἶδος ἀνήκουν ἡ ὕαλος, ὁ ἱσπανικὸς κηρός, τὸ θεῖον, ἡ ρητίνη, ἡ μέταξα, τὰ ἀέρια καὶ γενικῶς ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν μεταδίδεται ἀπὸ τὰ ἠλεκτριζόμενα μέρη καὶ εἰς τὰ ἄλλα· τὰ σώματα αὐτὰ ὠνομάσθησαν ***κακοὶ ἀγωγοὶ*** τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἢ ***δυσηλεκτραγωγὰ*** ἢ καὶ ***μονωτῆρες.*** Λέγομεν δὲ ὅτι οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ ***ἀνθίστανται*** πολύ, ἤτοι παρουσιάζουν ***ἀντίστασιν*** μεγάλην εἰς τὴν μετάδοσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δι' αὐτῶν.

Εἰς τὸ δεύτερον εἶδος ἀνήκουν τὰ μέταλλα καὶ γενικῶς ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἠλεκτρισμὸς μεταδίδεται ἀμέσως καὶ δὲν μένει μόνον εἰς τὰ τριβόμενα μέρη των· τὰ σώματα αὐτὰ ὠνομάσθησαν ***καλοὶ ἀγωγοὶ*** τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἢ ***εὐηλεκτραγωγά.*** Λέγομεν δὲ ὅτι οἱ καλοὶ ἀγωγοὶ δὲν παρουσιάζουν μεγάλην ***ἀντίστασιν*** εἰς τὴν μετάδοσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δι' αὐτῶν. Καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε ἐκτὸς τῶν μετάλλων καὶ ἡ γῆ, ἡ γραφίτης, ὁ συμπαγὴς ἄνθραξ, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, ὁ φελλός, τὰ διαλύματα τῶν ἁλάτων, τῶν ὀξέων καὶ τῶν βάσεων κλπ.

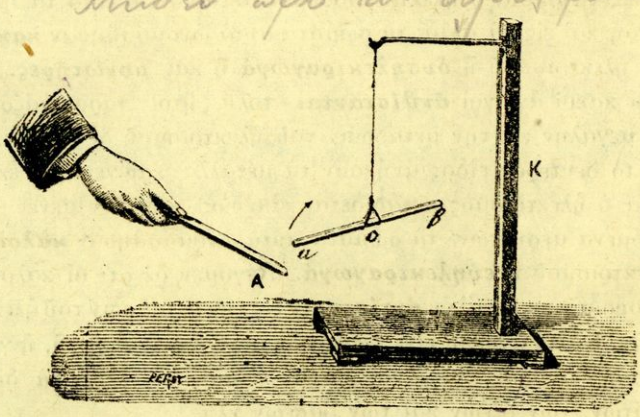
ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν ἐγγίσωμεν μὲ τὸν δάκτυλόν μας σῶμα μετάλλινον ἠλεκτρισμένον, βλέπομεν ὅτι τὸ σῶμα χάνει τὸν ἠλεκτρισμόν του. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ἠλεκτρισμὸς φεύγει διὰ τοῦ σώματός μας εἰς τὴν Γῆν.

Ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν ἑνὸς καλοῦ ἀγωγοῦ τοποθετοῦμεν τὸν ἀγωγὸν αὐτὸν ἐπὶ ἑνὸς κακοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοιουτοτρόπως ἀπομονοῦται ὁ καλὸς ἀγωγὸς ἀπὸ τὴν γῆν, διὸ οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ ἐκλήθησαν καὶ μονωτῆρες.

123. Μετάδοσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δι' ἐπαφῆς. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.—Ἐὰν τεθοῦν εἰς ἐπαφὴν δύο σώματα, ἐξ ὧν τὸ ἕν εἶνε ἠλεκτρισμένον, μέρος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τούτου μεταδίδεται καὶ εἰς τὸ ἄλλο σῶμα. Ἐὰν π. χ. τὰ δύο σώματα εἶνε μετάλλινα, τότε ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἑνὸς διαμοιράζεται καὶ εἰς τὰ δύο. Ὅταν σῶμα εὐηλεκτραγωγὸν ἠλεκτρισμένον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς γῆς, ὁ ἠλεκτρισμός του,

ὡς εἴδομεν, ἐκρέει εἰς τὴν γῆν, ἡ ὁποία ἐκλήθη ἕνεκα τούτου ***κοινὸν δοχεῖον.*** Ἐὰν τὸ δεύτερον σῶμα δὲν εἶνε ἐκ μετάλλου, ἀλλ' ἐξ ὑάλου ἢ ἄλλου κακοῦ ἀγωγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ***εἴτε οὐδόλως ἠλεκτρίζεται, εἴτε ἠλεκτρίζεται μόνον εἰς τὰ μέρη του, τὰ ὁποῖα ἦλθον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος.***

124. Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός. — ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. — 1ον Δύο ράβδους ἐξ ὑάλου τρίβομεν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος καὶ μετὰ τοῦτο τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν αβ (σχ. 208) ἐξαρτῶμεν ἐκ μεταξίνης κλωστῆς. Ἐὰν εἰς τὴν ἐξαρτηθεῖσαν ράβδον πλησιάσωμεν τὴν ἄλλην Α, παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει ***ἄπωσις*** μεταξὺ τῶν δύο ράβδων.



Σχ. 208

2ον Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν ὁμοίως τὸ πείραμα διὰ δύο ράβδων ἐκ ρητίνης, παρατηροῦμεν ἐπίσης ***ἄπωσιν*** μεταξύ των.

3ον Ἐὰν ἡ μία τῶν δύο ράβδων εἶνε ἐξ ὑάλου καὶ ἡ ἄλλη ἐκ ρητίνης, παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μεταξὺ αὐτῶν ***ἕλξις.***

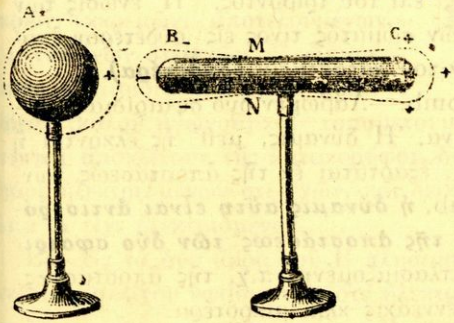
Συμπέρασμα. — Ἀπὸ τὰ πειράματα αὐτά, συμπεραίνομεν ὅτι: 1ον ***ὑπάρχουν δύο ἤδη ἠλεκτρισμοῦ*** καὶ τὸ μὲν ἓν εἶδος ὠνομάσθη ***θετικὸς ἠλεκτρισμός,*** ὁ ὁποῖος παράγεται ἐπὶ τῆς λείας ὑάλου τῆς τριβομένης ὁμοίως.

2ον ***Δύο σώματα, ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ ἓν εἶνε ἠλεκτρισμένον μὲ θετικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ τὸ ἄλλο μὲ ἀρνητικόν, ἕλκονται.*** Ἀντιθέτως, ***δύο σώματα, ἠλεκτρισμένα μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ, ἀπωθοῦνται.*** Π.χ. ἡ ἠλεκτρισμένη ὕαλος ἀπωθεῖ τὴν ὁμοίως ἠλεκτρι-

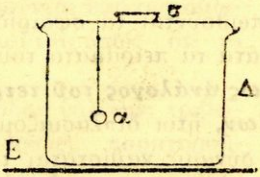
σμένην ὕαλον, ἐνῷ ἕλκει τὴν ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένην ρητίνην. Τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν τὸν παριστῶμεν διὰ τοῦ + καὶ τὸν ἀρνητικὸν διὰ τοῦ —.

Τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ ἀναπτυσσομένου διὰ τριβῆς ἐπί τινος σώματος, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τούτου ὡς καὶ ἐκ τῆς φύσεως καὶ τῆς καταστάσεως τοῦ δευτέρου σώματος, διὰ τοῦ ὁποίου ἐγένετο ἡ τριβή.

125. Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν μετάλλινον δοχεῖον κλειόμενον μὲ σκέπασμα μετάλλινον καὶ τὸ τοποθετοῦμεν ἐπὶ μονωτῆρος, π.χ. πλακὸς ὑαλίνης (σχ. 210) Κάτω



Σχ. 209



Σχ. 210

ἀπὸ τὸ σκέπασμα κρεμῶμεν μὲ κλωστὴν μεταξίνην σφαιρίδιον μετάλλινον α. Ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν τὸ δοχεῖον καὶ κατόπιν τὸ κλίνωμεν ὀλίγον (ὑπεγείροντες ἓν ἄκρον τῆς ὑαλίνης πλακὸς Ε), ὥστε τὸ σφαιρίδιον α νὰ ἐγγίσῃ τὸ δοχεῖον, ἔπειτα δ', ἀφοῦ φέρωμεν πάλιν τὸ δοχεῖον εἰς τὴν θέσιν του, ἀφαιρέσωμεν τὸ σκέπασμα μὲ τὸ σφαιρίδιον, βλέπομεν μὲ τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς ὅτι τὸ σφαιρίδιον δὲν εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἂν καὶ ἤγγισε τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον ἦτο ἠλεκτρισμένον.

Συμπέρασμα.—***Ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δοχείου καὶ κάθε καλοῦ ἀγωγοῦ εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας του*** (σχ. 209).

Δύναμις τῶν ἀκίδων.— ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐάν ἐπὶ καλοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρισμένου τοποθετήσωμεν μίαν ἀκίδα μεταλλίνην, παρατηροῦμεν ὅτι ***ὁ ἀγωγὸς χάνει τὸν ἠλεκτρισμόν του.*** Ἐὰν δὲ πλησίον τῆς ἀκίδος θέσωμεν κηρίον ἀναμμένον, βλέπομεν ὅτι ἡ φλὸξ του παρασύρεται ἀπὸ ἓν φύσημα, τὸ ὁποῖον ἔρχεται ἀπὸ τὴν ἀκίδα (σχ. 222).

Τοῦτο δέ, διότι ὁ φεύγων ἀπὸ τὴν ἀκίδα ἠλεκτρισμὸς διαχέεται εἰς τὸν πέριξ αὐτῆς ἀέρα. Ὁ τοιουτοτρόπως ἠλεκτριζόμενος ἀὴρ ἀπωθεῖται ἀπὸ τὴν ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένην ἀκίδα καὶ σχηματίζει τὸ φύσημα.

Συμπέρασμα.—Οἱ καλοὶ ἀγωγοὶ χάνουν τὸν ἠλεκτρισμόν των, ὅταν ἔχουν ἐξωτερικῶς ἀκίδας. Ἡ ἰδιότης αὐτὴ λέγεται ***δύναμις τῶν ἀκίδων.***

126. Ὑπόθεσις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευστῶν.— Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων, παρεδέχθησαν, ὅτι πάντα τὰ σώματα περιέχουν εἰς ἴσας ποσότητας καὶ τὰ δύο εἴδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ ὁποῖα, εὑρισκόμενα συνηνωμένα, ἀποτελοῦν τὸ ***οὐδέτερον ρευστόν.*** Ὅταν τὸ σῶμα προστρίβεται, τὸ οὐδέτερον ρευστὸν ἀποσυντίθεται εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν, ἐξ ὧν ὁ μὲν εἷς παραμένει ἐπὶ τοῦ τριβομένου σώματος, ὁ δ' ἕτερος ἐπὶ τοῦ τρίβοντος. Ἡ ἕνωσις τῶν δύο ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν σώματός τινος εἰς οὐδέτερον ἐπαναφέρει τὸ σῶμα εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν ***(οὐδετέρα).***

127. Νόμοι τοῦ Coulomb.—Λάβωμεν δύο σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας καὶ ἠλεκτρισμένα. Ἡ δύναμις, μεθ' ἧς ἕλκονται ἢ ἀπωθοῦνται τὰ σφαιρίδια ταῦτα, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποστάσεώς των. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Coulomb, ***ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο σφαιριδίων,*** ἤτοι διπλασιαζομένης, τριπλασιαζομένης π.χ. τῆς ἀποστάσεως. ἡ δύναμις καθίσταται τετράκις, ἐννεάκις κλπ. μικροτέρα.

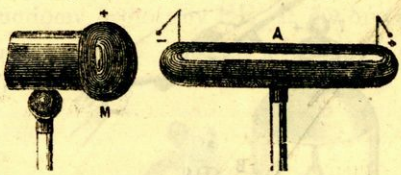
128. Ὁρισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἐπειδὴ ἡ ἠλέκτρισις τῶν σωμάτων ἐκδηλοῦται δι' ἕλξεων καὶ ὤσεων, δυνάμεθα νὰ ὁρίσωμεν τὰς ***ποσότητας τοῦ ἠλεκτρισμοῦ*** ἐκ τῶν δυνάμεων τούτων, ὡς ἑξῆς :

Δύο σώματα λέγομεν ὅτι ἔχουν ἴσας ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ, ὅταν, τιθέμενα εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σφαιριδίου τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἕλκουν ἢ ἀπωθοῦν αὐτὸ μετὰ δυνάμεων ἴσων. Καὶ, ἐν γένει ***ὅταν σῶμά τι ἠλεκτρισμένον ἕλκῃ ἢ ἀπωθῇ τὸ σφαιρίδιον μετὰ δυνάμεως διπλασίας, τριπλασίας κλπ. ἐκείνης, μεθ' ἧς ἐνεργεῖ δεύτερον ἠλεκτρισμένον σῶμα, τιθέμενον εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σφαιριδίου, εἰς ἣν καὶ τὸ πρῶτον σῶμα, λέγομεν ὅτι ἔχει ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ διπλασίαν, τριπλασίαν κλπ. τῆς ποσότητος τοῦ δευτέρου σώματος.*** Αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὀνομάζονται καὶ ***μᾶζαι ἠλεκτρικαί.***

Μονὰς τῆς ποσότητος.— Πρὸς μέτρησιν τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, λαμβάνομεν ὡς μονάδα ***τὴν ποσότητα τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἥτις τιθεμένη εἰς ἀπόστασιν 1 ἑκατοστομ. ἀπὸ ἴσης ποσότητος, ἀπωθεῖ ταύτην μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 1 δύνην.*** Ἡ μονὰς ὅμως αὕτη εἶνε λίαν μικρὰ διὰ τὰς βιομηχανικὰς ἀνάγκας, διὸ

αμβάνεται ἑτέρα ***πρακτικὴ μονάς,*** ἡ καλουμένη coulomb, ἥτις εἶνε 3×10⁹ φορὰς μεγαλυτέρα τῆς προηγουμένης.

129. Ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. — ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. — Ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν π. χ. θετικῶς σφαῖραν μεταλλίνην Μ (σχ. 222) καὶ πλησιάσωμεν αὐτὴν πρὸς ἄλλο σῶμα, π. χ. κύλινδρον μετάλλινον Α μονωμένον, τὸ σῶμα τοῦτο ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς μὲν εἰς τὰ μέρη του, τὰ κείμενα πλησίον τῆς σφαίρας, θετικῶς δὲ εἰς τὰ μέρη του τὰ μακρὰν τῆς σφαίρας εὑρισκόμενα. Ἡ ἠλέκτρισις αὕτη καταφαίνεται διὰ μικρῶν ἐκκρεμῶν, ἀποτελουμένων ἐκ μεταλλίνων στελεχῶν, ἐξ ὧν κρέμανται σφαιρίδια διὰ νήματος κανάβεως (καλοῦ ἀγωγοῦ) καὶ τοποθετουμένων ἐπὶ τοῦ σώματος. Τὰ ἐκκρεμῆ ἀποκλίνουν τῆς κατακορύφου, διότι ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένων στελεχῶν, καὶ δεικνύουν τοιουτοτρόπως ὅτι τὸ σῶμα Α εἶνε ἠλεκτρισμένον.



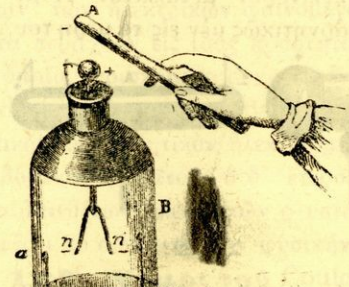
Σχ. 222

Ἐὰν εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ Β πλησιάσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην, τριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος (ὅτε ἠλεκτρίζεται θετικῶς), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὴν σφαῖραν Μ ἐκκρεμὲς ἕλκεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἐνῷ τὸ ἄλλο ἀπωθεῖται. Ἄρα, ***τὸ πρὸς τὴν σφαῖραν Μ ἄκρον τοῦ Β εἶνε ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον τοῦ Α εἶνε θετικῶς ἠλεκτρισμένον.*** Τὰ δύο λοιπὸν ἄκρα τοῦ Α εἶνε ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως.***

Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν (σχ. 222), τὸ σῶμα Α ***ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν.*** Τοῦτο καταδείκνυται ὑπὸ τῶν ἐκκρεμῶν, τὰ ὁποῖα τότε καταπίπτουν. Ἐὰν ὅμως, πρὶν ἢ ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαῖραν, συγκοινωνήσωμεν τὸ σῶμα Α μετὰ τῆς γῆς διὰ σύρματος, καὶ κατόπιν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν ταύτην τοῦ Α μετὰ τοῦ ἐδάφους, ***παραμένει τὸ σῶμα τοῦτο Α ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς,*** ἔστω καὶ ἂν μετὰ τοῦτο ἀπομακρυνθῇ ἡ σφαῖρα. Διότι ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ Α, ἀπωθούμενος ὑπὸ τοῦ θετικοῦ τῆς Μ, ἐκρέει εἰς τὸ ἔδαφος, ἐνῷ ὁ ἀρνητικὸς τοῦ Α, ἐπειδὴ ἕλκεται ὑπὸ τοῦ θετικοῦ τοῦ Μ, παραμένει ἐπὶ τοῦ Α.

130. Ἠλεκτροσκόπιον. — Ἐφαρμογὴν τῶν προηγουμένων ἰδιοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ τὸ ὄργανον, τὸ καλούμενον ***ἠλεκτροσκόπιον,*** δι' οὗ διαγιγνώσκομεν, ἐὰν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ φέρει. Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 223) ἀπο-

τελεῖται ἐκ μεταλλίνου στελέχους, ἀπολήγοντος εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον του εἰς δύο ἐλαφρότατα φύλλα ἀργιλλίου η,η. Τὸ στέλεχος μετὰ τῶν φύλλων καλύπτεται διὰ κώδωνος ὑαλίνου, ἔξωθεν τοῦ ὁποίου παραμένει μόνον τὸ ἀνώτερον ἄκρον Γ τοῦ στελέχους. Ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν τὸ στέλεχος μετὰ τῶν φύλλων, ἐπειδὴ τὰ ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένα σώματα ἀπωθοῦνται, τὰ δύο φύλλα, ἀπωθούμενα ἀμοιβαίως, ἀπομακρύνονται ἀλλήλων καὶ σχηματίζουν γωνίαν.



Σχ. 223

Διὰ νὰ ἴδωμεν λοιπόν, ἐὰν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἀρκεῖ νὰ πλησιάσωμεν αὐτὸ εἰς ἠλεκτροσκόπιον μὴ ἠλεκτρισμένον· τὰ φύλλα τούτου διΐστανται μέν, ἐὰν τὸ σῶμα εἶνε ἠλεκτρισμένον, παραμένουν δὲ ἀκίνητα καὶ κατακόρυφα, ἐὰν τὸ σῶμα δὲν εἶνε ἠλεκτρισμένον. Τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σώματός τινος εὑρίσκεται ὡς ἑξῆς. Ἠλεκτρίζομεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον δι' ὡρισμένου εἴδους ἠλεκτρισμοῦ. Μετὰ τοῦτο φέρομεν ἄνωθεν τοῦ ἠλεκρισμένου στελέχους τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα Α. Ὅταν μὲν ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ στελέχους εἶνε ὁμώνυμος πρὸς τὸν τοῦ σώματος, ἀπωθεῖται πρὸς τὰ φύλλα καὶ ἡ γωνία τούτων αὐξάνεται ὅταν δὲ εἶνε ἑτερώνυμος ἕλκεται πρὸς τὸ σῶμα καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουν. Οὕτω διαγιγνώσκομεν καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ φέρει σῶμά τι.

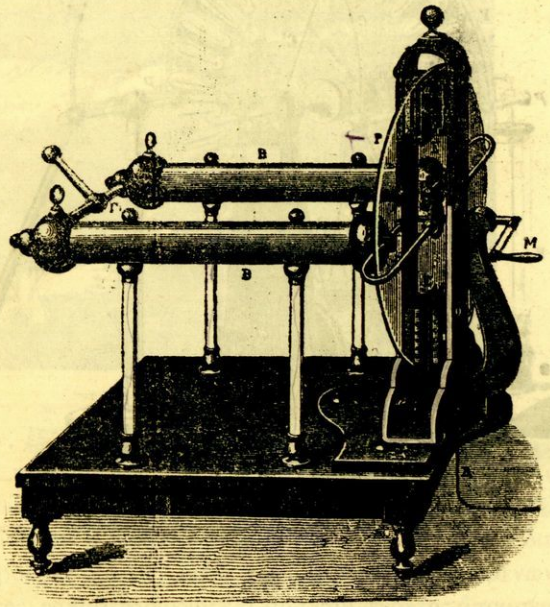
ΣΞΒ. Ἠλεκτρικαὶ μηχαναί. — 1ον **Ἠλεκτροφόρον.** — Αἱ ἠλεκτρικαὶ μηχαναὶ ἢ πηγαὶ χρησιμεύουν πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρισμοῦ. Τοιαῦται εἶναι τὸ ***ἠλεκτροφόρον*** (σχ. 224), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ πλακοῦντος ρητίνης ΒΒ, ἠλεκτριζομένου π. χ. διὰ μαλλίνου ὑφάσματος. Ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρισθέντος πλακοῦντος τοποθετεῖται δίσκος μετάλλινος RR', φέρων ὑαλίνην λαβήν. Ὁ δίσκος οὗτος ἠλεκτρίζεται

Σχ. 224.

Σχ. 225.

ἐξ ἐπιδράσεως καί, ἐὰν τεθῇ πρὸς στιγμὴν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους π. χ. διὰ τοῦ δακτύλου ἡμῶν καὶ εἶτα ἀνασυρθῇ (σχ. 225), θὰ φέρῃ ἠλεκτρισμὸν ἀντίθετον ἐκείνου, ὃν ἔχει ὁ πλακοῦς. Τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ δίσκου χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰ διάφορα πειράματά μας.

2ον ***Μηχανὴ τοῦ Ράμσδεν.***—Ἡ μηχανὴ αὕτη (σχ. 226) σύγκειται ἐκ μεγάλου δίσκου Ρ ὑαλίνου, ὅστις περιστρεφόμενος διὰ στροφάλου Μ, τρίβεται μεταξὺ τεσσάρων δερμάτων ΕΕ, ἐξ ὧν δύο μὲν κεῖνται πρὸς τὸ ἄνω μέρος τοῦ δίσκου, δύο δὲ πρὸς τὸ κάτω μέρος αὐ-

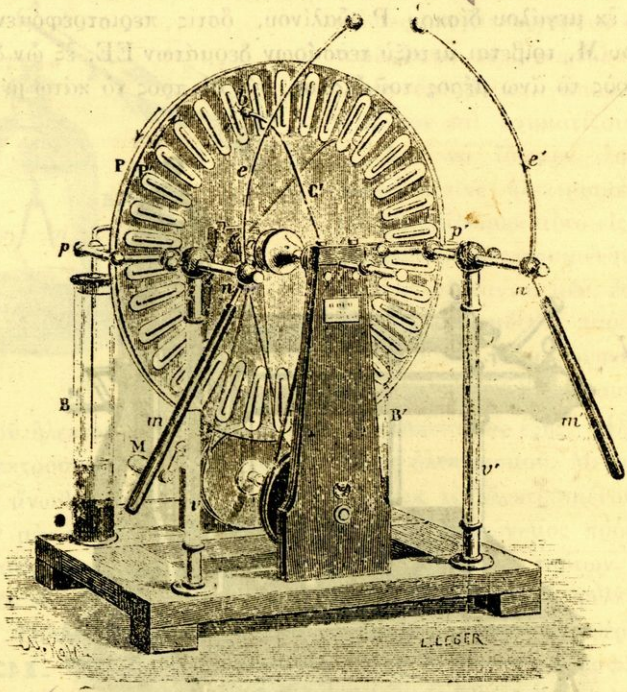


Σχ. 226

τοῦ. Ἐκ τῆς τριβῆς ταύτης, ὁ ὑάλινος δίσκος ἠλεκτρίζεται. Ἔμπροσθεν τοῦ ὑαλίνου δίσκου ὑπάρχουν δύο σωληνοειδεῖς μετάλλινοι ἀγωγοὶ ΒΒ, στηριζόμενοι ἐπὶ ὑαλίνων ποδῶν. Ὅταν ὁ δίσκος Ρ, περιστραφείς, ἠλεκτρισθῇ, τότε ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίζει τοὺς ἀγωγοὺς ΒΒ καὶ τὸν μὲν θετικὸν ἠλεκτρισμόν των ἀπωθεῖ, τὸν δὲ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν των ἕλκει. Ὁ ἀρνητικὸς οὗτος ἠλεκτρισμὸς τῶν ἀγωγῶν ΒΒ ἐκρέει διὰ τῶν ἀκίδων, τὰς ὁποίας φέρουν οὗτοι εἰς τὰ πλησίον τοῦ ὑαλίνου δίσκου μέρη των. Οὕτως, οἱ ἀγωγοὶ ΒΒ θὰ ἔχουν ἠλεκτρισμὸν θετικόν, τοῦ

ὁποίου ἡ ποσότης θὰ αὐξάνεται μέχρι τινός, διὰ συνεχοῦς περιστροφῆς τοῦ δίσκου.

Πλεῖσται ἄλλαι μηχαναὶ ἐπενοήθησαν, ἐξ ὧν μία ἀρίστη εἶναι καὶ ἡ ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Wimshurst (σχ. 227).

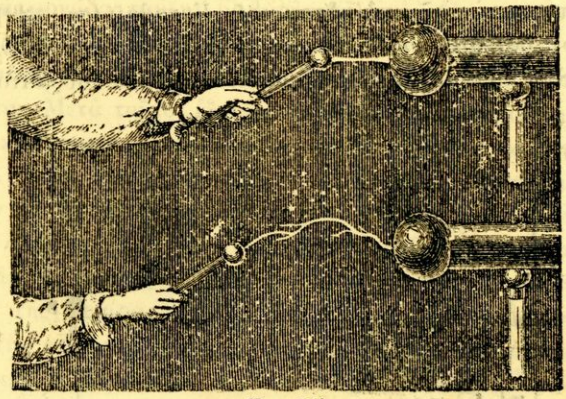


Σχ. 227

132. Ἠλεκτρικὸς σπινθήρ.—Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς τοὺς ἀγωγοὺς λειτουργούσης ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, θὰ παρατηρήσωμεν μεταξὺ τούτων καὶ τῆς χειρός μας φωτεινὸν φαινόμενον, τὸ ὁποῖον συνοδεύεται καὶ ὑπὸ κρότου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***ἠλεκτρικὸς σπινθήρ.*** Εἰς τὸ μέρος τῆς χειρός μας, ἔνθα ἐκρήγνυται ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, αἰσθανόμεθα νυγμόν τινα. Ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἐν γένει, ὅταν πλησιάζωμεν ἀρκούντως δύο σώματα, ἐξ ὧν τὸ ἕν εἶναι ἠλεκτρισμένον. Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα διακρίνομεν ἰδίως λαμπράν τινὰ γραμμὴν (σχ. 228), ἧς τὸ σχῆμα μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῶν σωμάτων, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυται ὁ σπιν-

ρ. Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἔχει ἀποτελέσματα θερμικά, μηχανικὰ καὶ
α. Π χ. ἀναφλέγει σώματα ε ἄφλεκτ , ὅταν διέρχεται δι' αὐτῶν (αἰ-
ρ), Χάρης, παρεντιθέμενος εἰς τὴν δίοδον τοῦ σπινθῆρος, διατρυ-
ται ὑπ' αὐτοῦ κλπ.

Διὰ τῶν μηχανῶν τούτων δύνανται νὰ ἐκτελεσθοῦν, πλὴν τῶν διὰ
ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος μνημονε θέντων πειραμάτων, καὶ ἕτερα διά-
ρα τοιαῦτα. Λ. χ. θύσανος ἐκ φύλλων χαρτίνων ἢ ἐκ τριχῶν διανοί-
ται Μεταλλικὸν σφαιρίδιον, ἀνηρτημένον διὰ νήματος ἐκ μετάξης



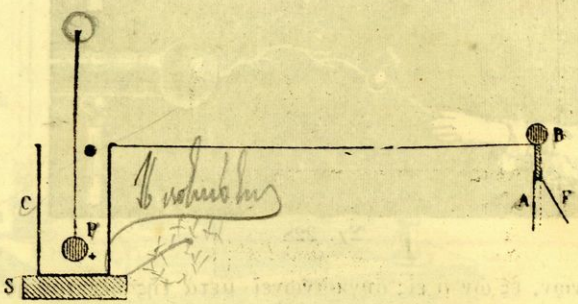
Σχ. 228

ταξὺ κωδώνων, ἐξ ὧν ὁ εἷς συγκοινωνεῖ μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς,
ὲ ἕτερος μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἕλκεται καὶ ἀπωθεῖται ἀλληλοδιαδόχως
ὸ τῶν κωδώνων, κρ ῦ ν αὐτούς. Φύλλα κασσιτέρου, ἐπικεκολλημένα
ὑαλίνου κυλίνδρου ἢ ὑαλίνης πλακὸς καὶ ἔχοντα λεπτὰς διακοπὰς
νεχείας, φωτοβολοῦν διὰ τῶν κατὰ τ ι διακοπὰς ἐκρηγνυμένων σπιν-
ρων. Ἄνθρωπος, τοποθετούμενος ἐπὶ θρανίου, ἔχοντος ἀπομονωτικοὺς
δας, καὶ συγκοινωνῶν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἠλεκτρίζεται, ἀν ρ-
υμένων τῶν τριχῶν τῆς κεφαλῆς ου καὶ ἀποσπωμένων ἀπὸ τῆς ἐπι-
νείας του ἠλεκτρικῶν σπινθήρων. Καὶ ἄλλα δὲ πολλὰ πειράματα δύ-
νται διὰ τῶν μηχανῶν τούτων νὰ ἐκτελεσθοῦν, ὡς θὰ ἴδωμεν καὶ κα-
τέρω,

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Ποσότης καὶ πίεσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ— Χωρητικότης.

133. Ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.— Ἡ μέτρησις τῆς πο σότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δύναται νὰ γίνῃ διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ***κυλίνδρου τοῦ*** Faraday (σχ. 229), ὅστι εἶνε μετάλλινον δοχεῖον κυλινδρικὸν μεμονωμένον π. χ. ἐπὶ πλακὸς ἐ παραφφίνης S. Ὁ κύλινδρος οὗτος συγκοινωνεῖ διὰ σύρματος μετ τοῦ στελέχους τοῦ ἠλεκτροσκοπίου B.



Σχ. 229

Ἐὰν σῶμά τι P εὐηλεκτραγωγὸν καὶ ἠλεκτρισμένον εἰσαχθῇ ἐντὸ τοῦ κυλίνδρου, ὥστε νὰ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν παρειῶ τούτου, ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπι φανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀφίστανται Τὸ σῶμα P, ἀνασυρόμενον μετὰ τοῦτο, ἀνευρίσκεται ὅτι δὲν εἶν πλέον ἠλεκτρισμένον· ὁ ἠλεκτρισμός του μετεδόθη εἰς τὸν κύλινδρο καὶ τὸ ἠλεκτροσκόπιον.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὁμοίως τὸ σῶμα, ἠλεκτρισμένο ἐκ νέου διὰ τοῦ αὐτοῦ εἴδους ἠλεκτρισμοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου αὐξάνεται· ὁ ἠλεκτρισμὸς το σώματος μετεδόθη πάλιν εἰς τὸν κύλινδρον καὶ οὕτως ἡ ***ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τούτου ηὐξήθη***. Ἡ αὔξησις αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ ***αὐ ξήσεως τῆς ἀποκλίσεως*** τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

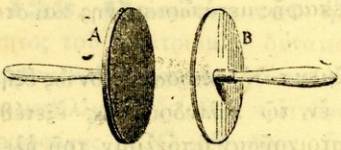
Προσδιορισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. — Διὰ τῆς ἀπο-
ίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν
ὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει σῶμά τι. Πρὸς τοῦτο λαμβά-
ομεν ποσότητά τινα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐντελῶς ὡρισμένην ὡς μονάδα,
.χ. τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει σφαῖρα μεταλλίνη μεμο-
ωμένη, ὅταν ἠλεκτρίζεται θετικῶς δι' ἐπαφῆς μετὰ ὡρισμένης καὶ στα-
ερᾶς πηγῆς ἠλεκτρισμοῦ.

Διὰ τῆς μονάδος ταύτης, βαθμολογοῦμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον ὡς ἑξῆς.
ἰσάγομεν τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὡς ἐξετέθη
ροηγουμένως, καὶ σημειοῦμεν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν ἀπόκλισιν τοῦ ἠλεκ-
ροσκοπίου. Μετὰ τοῦτο, ἐξάγομεν τὴν σφαῖραν ἐκ τοῦ κυλίνδρου καί,
ροῦ ἠλεκτρίσωμεν αὐτὴν ὁμοίως διὰ τῆς σταθερᾶς πηγῆς τοῦ ἠλε-
ρισμοῦ, ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πείραμα. Σημειοῦμεν τὴν νέαν
πόκλισιν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἥτις εἶνε νῦν μεγαλυτέρα. Ἐπαναλαμβά-
ομεν τὸ αὐτὸ πείραμα πολλάκις καὶ σχηματίζομεν κλίμακα, ἀντιστοι-
οῦσαν εἰς τὰς διαφόρους ποσότητας, τὰς προστεθείσας ἐπὶ τοῦ κυλίν-
ρου διὰ τῆς σφαίρας. Ἡ σφαῖρα, ἠλεκτριζομένη ὁμοίως, λαμβάνει
ράντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ἴσην πρὸς τὴν μονάδα οὕτως
στε αἱ προστιθέμεναι ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ
νε ἴσαι. Ἔχομεν τοιουτοτρόπως τὰς ἀποκλίσεις, τὰς ἀντιστοιχούσας
ς 1,2,3... μονάδας ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Τόξον κύκλου, πρὸ τοῦ
ποίου ἀποκλίνουν τὰ φύλλα, βαθμολογεῖται διὰ τῶν ἀριθμῶν τούτων
2,3...

Ἵνα προσδιορίσωμεν λοιπὸν τὴν ποσότητα τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρι-
μοῦ σώματός τινος, φέρομεν πρῶτον τὸ ὄργανον εἰς τὴν οὐδετέραν
ατάστασιν, ἐγγίζοντες διὰ τοῦ δακτύλου π. χ. τὸν κύλιδρον. Κατόπιν
σάγομεν τὸ σῶμα ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὡς ἐξετέθη, καὶ παρατηροῦμεν
ὴν ἀπόκλισιν τῶν φύλλων· ἐὰν ἡ ἀπόκλισις σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαί-
σιν ν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τὸ σῶμα φέρει ν μονάδας θετικοῦ ἠλεκτρι-
μοῦ.

Ἡ αὐτὴ ὅμως βαθμολογία ἰσχύει δι' ἀρνητικὰς ποσότητας τοῦ
λεκτρισμοῦ. Ὅταν εἰσαχθῇ εἰς τὸν κύλινδρον ποσότης τις ἀρνητικοῦ
λεκτρισμοῦ, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου δεχόμεθα ὅτι δίδει τὴν
μὴν τῆς ποσότητος ταύτης. Τοῦτο δὲ διότι, ἐὰν εἰσαχθοῦν ἐν τῷ
λίνδρῳ δύο ἴσαι ποσότητες θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ + ν
αὶ — ν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις εἶνε μηδέν. Ἐνῷ ἐὰν
σαχθοῦν ποσότητες + α καὶ — β, τὸ ἠλεκτροσκόπιον δεικνύει ποσό-
τα α — β.

134. Νόμος τῆς διατηρήσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. —ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λάβωμεν δύο δίσκους Α καὶ Β (σχ. 230) ἐκ διαφόρων μετάλλων καὶ φέροντας λαβὰς ὑαλίνας. Ἐὰν τοὺς προστρίψωμεν ἀμοιβαίως, ὁ μὲν εἷς δίσκος ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ὁ δὲ ἄλλος ἀρνητικῶς, ὡς δεικνύει τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς αὐτὸν ἕνα ἕκαστον τῶν δίσκων ἰδιαιτέρως.



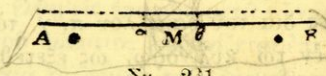
Σχ. 230

Ὅταν ὅμως οἱ δύο δίσκοι εὑρίσκωνται συνηνωμένοι, οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἔχουν ἐπὶ τοῦ ἐκρεμοῦς, τοῦθ' ὅπερ δεικνύει, ὅτι αἱ ἀναπτυχθεῖσαι ἀντίθετοι ποσότητες ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἴσαι καὶ ἐξουδετερώνουν ἀλλήλας. Ὁμοίως, κατὰ τὴν ἠλέκτρισιν ἐξ ἐπιδράσεως ἀγωγοῦ τινος, αἱ ἀναπτυσσόμεναι ἀντίθετοι ποσότητες εἶναι ἴσαι, διότι, ἀπομακρυνομένου τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος, ὁ ἀγωγὸς ἐπανέρχεται εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν.

Συμπέρασμα. α') ***δύο σώματα διάφορα κατ' οὐσίαν τριβόμενα πρὸς ἄλληλα, ἠλεκτρίζονται τό μὲν ἐν διὰ θετικοῦ, δὲ ἄλλο δι' ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.***

β') ***Πάντοτε τὰ δύο εἴδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀναπτύσσονται καὶ ἐξαφανίζονται συγχρόνως καὶ εἰς ἴσας ποσότητας.*** Εἰς τοῦτο συνίσταται ***ὁ νόμος τῆς διατηρήσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.***

135. Ἠλεκτρικὴ πυκνότης.—Ὁ ἐν ἰσορροπίᾳ ἠλεκτρισμὸς σώματος εὐηλεκτραγωγοῦ καὶ ὁμοιομεροῦς ὑφίσταται μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τούτου. Ἔστω αβ (σχ. 190) λίαν μικρὸν τμῆμα τῆς



Σχ. 231

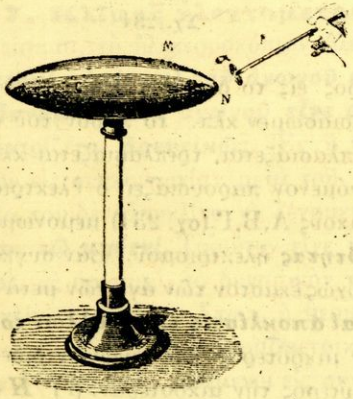
ἐπιφανείας τοῦ σώματος περὶ τι σημεῖον Μ καὶ π ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει τὸ αβ. ***Πυκνότης*** τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σώματος καλεῖται ὁ λόγος $\frac{\pi}{\alpha\beta}$ ***ἤτοι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας περὶ τὸ σημεῖον Μ.***

Διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. — Ἡ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ πυκνότης ἐν τῶν διαφόρων σημείων τῆς ἐπιφανείας ἀγωγοῦ τινος δύναται νὰ ἐρευθῇ διὰ τοῦ ***δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου*** τοῦ Coulomb, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ καὶ λεπτοῦ μεταλλικοῦ δίσκου α (σχ. 232) προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μονωτικῆς ράβδου. Ἐὰν ὁ δίσκος

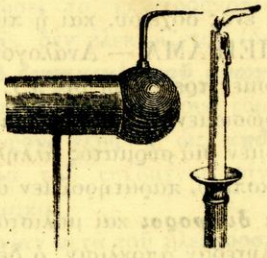
δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου ἐπιτεθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας MN τοῦ ἀγωγοῦ, θὰ ἀντικαταστήσῃ, οὕτως εἰπεῖν, τὸ τμῆμα τῆς ἐπιφανείας, ὅπερ καλύπτει, καὶ θὰ λάβῃ τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ. Ἐὰν τότε ἀποσυρθῇ τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον καθέτως ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, παραλαμβάνει μεθ' ἑαυτοῦ καὶ τὸν ἠλεκτρισμόν, ὃν εἶχε δεχθῇ.

Πρὸς εὕρεσιν νῦν τῆς πυκνότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σημεῖον M, ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον. Πρὸς τοῦτο εἰσάγομεν αὐτὸ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday καὶ προσδιορίζομεν τὸ ἄνοιγμα τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὡς εἴδομεν προηγουμένως.

Τὰ γενόμενα πειράματα ἐπὶ τῆς πυκνότητος εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας ἀγωγοῦ τινος ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς διανέ-



Σχ. 232



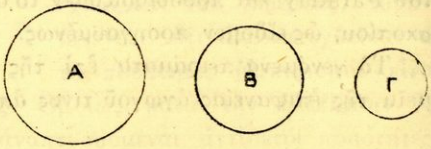
Σχ. 233

μεται κατὰ τρόπον, ὅστις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος. Ἐπὶ σφαίρας μεταλλίνης, ἡ πυκνότης εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ. Ἐὰν τὸ σῶμα ἔχῃ αἰχμηρὰ μέρη, εἰς ταῦτα συσσωρεύεται πάντοτε ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ ἡ πυκνότης εἶναι μεγαλυτέρα. Ἐὰν δὲ σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν φέρῃ **ἀκίδα**, ὁ ἠλεκτρισμός του, συσσωρευόμενος εἰς αὐτήν, κατορθώνει νὰ ἐκρεύσῃ ἐκεῖθεν εἰς τὸν πέριξ ἀέρα. Οὕτω σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν δύναται νὰ ἀπολέσῃ τὸν ἠλεκτρισμόν του, **ἐὰν προσαρμοσθοῦν ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ἀκίδες.** Ἡ ἰδιότης αὕτη, ὡς εἴδομεν, ἐκλήθη ***δύναμις τῶν ἀκίδων***. Κατὰ τὴν διὰ τῶν ἀκίδων ἐκροὴν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὸν ἀέρα, παράγεται συγχρόνως φύσημα, ἕνεκα τοῦ ὁποίου δύναται νὰ σβεσθῇ φλὸξ κηρίου (σχ. 233).

Boyle-Mariotte
Bourdon

Ἠλεκτρική πίεσις

1236. Ἠλεκτρική πίεσις.—Ὑποθέσωμεν ὅτι ἐντὸς σφαιρικῶν δοχείων Α,Β,Γ, (σχ. 234), διαφόρων μεγεθῶν, θέτομεν ***ἴσας ποσότητας*** ἀέρος. Κατὰ τὸν νόμον Boyle-Mariotte, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος εἰς τὰ διάφορα δοχεῖα δὲν εἶνε ἡ αὐτή, ἀλλ' εἰς μὲν τὸ μικρότερον δοχεῖον ὁ ἀὴρ θὰ ἔχῃ τὴν μεγίστην πίεσιν, εἰς δὲ τὸ μεγαλύτερον τὴν ἐλαχίστην. Συγκοινωνοῦντες διὰ σωλῆνος ἕκαστον τῶν δοχείων μετὰ μανομέτρου Bourdon, εὑρίσκομεν τὰς πιέσεις ταύτας· τὸ δὲ ποσὸν τοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ μανομέτρου, εἶνε τόσον μεγαλύτερον, ὅσον ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος εἰς τὸ δοχεῖον εἶνε μεγαλυτέρα. Τέλος, ἐὰν διπλασιάσωμεν, τριπλασιάσωμεν κλπ. τὸ ποσὸν τοῦ ἀέρος ἐντὸς ἑνὸς δοχείου, καὶ ἡ πίεσις διπλασιάζεται, τριπλασιάζεται κλπ.



Σχ. 234

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἀνάλογον φαινόμενον παρουσιάζει ὁ ἠλεκτρισμός. Λάβωμεν τρεῖς ἀγωγοὺς π.χ. σφαιρικοὺς Α,Β,Γ (σχ. 234) μεμονωμένους καὶ δώσωμεν εἰς αὐτοὺς ***ἴσας ποσότητας*** ἠλεκτρισμοῦ. Ἐὰν συγκοινωνήσωμεν διὰ σύρματος ἀλληλοδιαδόχως ἕκαστον τῶν ἀγωγῶν μετὰ ἠλεκτροσκοπίου, παρατηροῦμεν ὅτι α') ***αἱ ἀποκλίσεις τῶν φύλλων τούτου εἶναι διάφοροι*** καὶ μάλιστα ὁ μὲν μικρότερος τῶν ἀγωγῶν δίδει τὴν μεγαλυτέραν ἀπόκλισιν, ὁ δὲ μεγαλύτερος τὴν μικροτέραν. β') ***Ἡ ἀπόκλισις, ἣν δίδει εἷς ἀγωγὸς εἶνε ἡ ἰδία, οἱονδήποτε σημεῖόν του καὶ ἂν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.*** Καὶ ἂν ἀκόμη τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν σημεῖόν τι τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀγωγοῦ ὅπου ἠλεκτρισμὸς δὲν ὑπάρχει, πάλιν τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρουσιάζει ***τὴν ἰδίαν ἀπόκλισιν.***

Ἡ διαφορὰ τῶν ἀποκλίσεων δεικνύει λοιπὸν ὅτι, ἂν καὶ οἱ ἀγωγοὶ ὅλοι ἔχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ἐν τούτοις ἡ ἠλεκτρικὴ κατάστασις των δὲν εἶνε ἡ αὐτή.

Ἐκ τούτων, συμπεραίνομεν ὅτι ***ἀγωγός τις ἠλεκτρισμένος ἔχει μίαν κατάστασιν ἢ ἰδιότητα, ἐκ τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου καὶ ἥτις μένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ ἀγωγοῦ·*** τὴν ἰδιότητα ταύτην τοῦ ἀγωγοῦ ὀνομάζομεν ***πίεσιν*** ἢ ***τάσιν*** ἠλεκτρικὴν ἢ ***δυναμικόν.***

Ἡ διαφορά τῶν ἀποκλίσεων λέγομεν ὅτι προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶνε διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους ἀγωγούς. Ἡ δὲ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν δέχεται τὸ ἠλεκτροσκόπιον, τὸ συγκοινωνοῦν μετά τινος ἀγωγοῦ, ***χαρακτηρίζει τὴν πίεσιν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τούτου.***

Φυσικωτέρα εἶναι ἡ παραβολὴ τῆς ἠλεκτρικῆς πιέσεως πρὸς τὴν θερμοκρασίαν σωμάτων ἐκ τῆς αὐτῆς μὲν οὐσίας, ἀλλὰ διαφόρων μαζῶν καὶ εἰς τὰ ὁποῖα παρέχομεν ***ἴσας ποσότητας*** θερμότητος, ὅτε τὰ σώματα ταῦτα ἔχουν διαφόρους θεομοκρασίας. Τὸ ***δυναμικὸν*** (πίεσις) χαρακτηρίζει τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν σώματός τινος, ὅπως ἡ θερμοκρασία χαρακτηρίζει τὴν θερμικὴν κατάστασίν του. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον δὲ θὰ χρησιμεύσῃ πρὸς ἀριθμητικὸν ὁρισμὸν τῆς πιέσεως, ὅπως τὸ θερμόμετρον χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας.

137. Κλῖμαξ ἠλεκτρομετρική. — Ἐάν, κατὰ τὸ προηγούμενον πείραμα, τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίζεται ***θετικῶς,*** λέγομεν ὅτι ***τὸ δυναμικὸν (πίεσις) τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε θετικόν***· τοὐναντίον, λέγομεν ὅτι ***τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε ἀρνητικόν,*** ὅταν τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρίζεται ***ἀρνητικῶς.*** Ἐν ᾗ περιπτώσει τὸ ἠλεκτροσκόπιον, τιθέμενον εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ, δὲν ἠλεκτρίζεται (ὅταν τὰ φύλλα του δὲν ἀποκλίνουν), λέγομεν ὅτι ***τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε ἴσον τῷ μηδενί.*** Τοιοῦτον εἶνε τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους τοιουτοτρόπως, ἐξ ὁρισμοῦ, τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους ἐλήφθη ὡς ***μηδὲν*** εἰς τὴν κλίμακα ταύτην, ὅπως ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου ἐλήφθη ὡς μηδὲν εἰς τὴν θερμομετρικὴν κλίμακα

Ἐὰν δύο ἀγωγοί, τιθέμενοι εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, δίδουν ἀποκλίσεις τῶν φύλλων ἴσας, λέγομεν ὅτι τὰ δυναμικὰ τῶν ἀγωγῶν τούτων εἶνε ἴσα. Ἐὰν αἱ ἀποκλίσεις τῶν φύλλων εἶνε διάφοροι, τὰ δυναμικὰ τῶν δύο ἀγωγῶν λέγονται διάφορα. Ὅσον δὲ ἡ ἀπόκλισις εἶνε μεγαλυτέρα, τόσον τὸ δυναμικὸν λέγομεν ὅτι εἶνε μεγαλύτερον. Ἐὰν διπλασιάσωμεν, τριπλασιάσωμεν κλπ. τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ ἑνὸς ἀγωγοῦ, λέγομεν ὅτι καὶ τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ γίνεται διπλάσιον, τριπλάσιον, κλπ., ἤτοι ***τὸ δυναμικὸν εἶνε ἀνάλογον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει ὁ ἀγωγός.*** Τοιουτοτρόπως, ἡ βαθμολογία τοῦ ἠλεκτροσκοπίου διὰ τὰς ποσότητας τοῦ ἠλεκρισμοῦ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ διὰ τὰς μετρήσεις τοῦ δυναμικοῦ (§ 133).

Δηλαδή, θὰ λέγωμεν ὅτι τὸ δυναμικὸν εἶνε 1, 2, 3... ὅταν τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου θὰ σταματοῦν εἰς τὰς ὑποδιαιρέσεις 1, 2, 3... τῆς βαθμολογίας.

Σχ. 235. Πολικὸν σέλας

Πρακτική μονὰς τοῦ δηναμικοῦ εἶνε ***τὸ δυναμικὸν σφαιρικοῦ ἀγωγοῦ ἀκτῖνος 9×10¹¹ ἑκατοστῶν καὶ ἔχοντος ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην πρὸς μίαν*** coulomb. Ἡ μονὰς αὕτη τῆς ἠλεκτρικῆς πιέσεως καλεῖται volt.

Πᾶν ὄργανον, χρησιμεῦον πρὸς μέτρησιν τοῦ δυναμικοῦ καλεῖται ***ἠλεκτρόμετρον.***

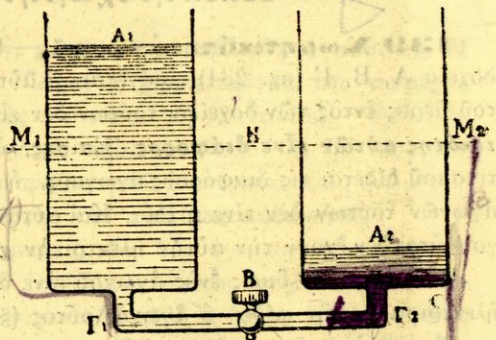
1:8 Ἐξέσωσις τῶν δυναμικῶν ἀγωγῶν συγκοινωνούντων. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. Ἔστωσαν Α καὶ Β (σχ. 236) δύο κλειστὰ δοχεῖα περιέχοντα ἀέρα ὑπὸ διαφόρους πιέσεις Π. καὶ Π′ καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι Π>Π′. Ἐὰν συγκοινωνήσωμεν τὰ δοχεῖα ταῦτα διὰ σωλῆνος σ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ πίεσις καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εἶνε τότε ἡ ἰδία $Π_1$, ἡ ὁποία εἶνε μικροτέρα τῆς Π. καὶ μεγαλυτέρα τῆς Π′, ἤτοι:

Σχ. 236.

$$Π>Π_1>Π'$$

Τοῦτο δὲ διότι ἀὴρ ἐκ τοῦ δοχείου Α μετέβη εἰς τὸ Β διὰ μέσου τοῦ σωλῆνος σ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου συνέβη ***ρεῦμα ἀέρος.***

Ὁμοίως, τὸ εἰς διάφορα ὕψη ὕδωρ δύο δοχείων A_1 καὶ A_2 (σχ. 237) συγκοινων ύντων διὰ σωλῆνος $Γ_1Γ_2$, ρέει ἐκτοῦ A_1 πρὸς τὸ A_2 καὶ τέλος φθάνει καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος M_1 M_2. Ἐντὸς δὲ τοῦ σωλῆνος $Γ_1$ $Γ_2$ ἐσχηματίσθη ***ρεῦμα ὕδατος.***



Σχ. 237

Ἀνάλογον φαινόμενον συμβαίνει εἰς τὸν ἠλεκτρισμόν. Ἔστωσαν Α καὶ Β (σχ. 236) δύο ἀγωγοὶ καὶ Π, Π′ τὰ δυναμικά των, τὰ ὁποῖα προσδιορίζομεν δι' ἠλεκτρομέτρου καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι Π>Π′. Μετὰ τοῦτο συγκοινωνοῦμεν τοὺς δύο ἀγωγοὺς διὰ σύρματος σ. Ἐὰν ἐξετάσωμεν πάλιν τὰ δυναμικὰ τῶν δύο ἀγωγῶν Α. καὶ Β, εὑρίσκομεν ὅτι ἔχουν νῦν τὴν αὐτὴν τιμὴν $Π_1$, ἡ ὁποία εἶνε μικροτέρα τῆς Π καὶ μεγαλυτέρα τῆς Π′.

Τοιουτοτρόπως. διὰ τῆς συγκοινωνίας τῶν δύο ἀγωγῶν Α καὶ Β. τὸ δυναμικὸν τοῦ μὲν Α ἠλαττώθη, τοῦ δὲ Β ηὐξήθη. Ἑπομένως, ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ μὲν ἀγωγοῦ Α ἠλαττώθη, τοῦ δὲ Β ηὐξήθη, ἡ αὔξησις δὲ τοῦ Β εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ Α, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τῆς διατηρήσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ἐκ τοῦ θεμελιώδους τούτου φαινομένου, λέγομεν ὅτι ἡ ποσότης τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν ἔχασεν ὁ ἀγωγὸς Α, ***διέρρευσε διὰ μέσου τοῦ σύρματος*** εἰς τὸν ἀγωγὸν Β. Ἡ δίοδος τοῦ ***ἠλεκτρικοῦ τούτου ρεύματος*** διὰ μέσου τοῦ σύρματος καταφαίνεται, ὡς θὰ ἴδωμεν, διὰ πολλῶν φαινομένων.

Συμπέρασμα. — ***Ὅταν συνδέωνται δύο ἀγωγοί, ἔχοντες διάφορα δυναμικά, ἐπέρχεται ἐξίσωσις τῶν δυναμικῶν, ἥτις γίνεται διὰ μεταβάσεως θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἔχοντος τὸ μεγαλύτερον δυναμικὸν πρὸς τὸν ἀγωγόν, τὸν ἔχοντα τὸ μικρότερον δυναμικόν.*** Τοιουτοτρόπως, ***ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ*** ρυθμίζει τὰς ἀνταλλαγὰς τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν. Ἐὰν οἱ ἀγωγοὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ δυναμικόν, ἡ συγκοινωνία αὐτῶν οὐδεμίαν μεταβολὴν προκαλεῖ.

Ἠλεκτροχωρητικότης

139 Χωρητικότης ἀγωγοῦ. — Ὡς εἴδομεν, ὅταν εἰς διάφορα δοχεῖα Α, Β, Γ (σχ. 234) εἰσάγεται ἡ αὐτὴ ποσότης ἀέρος, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἐντὸς τῶν δοχείων τούτων δὲν εἶνε ἡ αὐτή, ***διότι ἡ χωρητικότης αὐτῶν εἶνε διάφορος.*** Ἐπίσης, ὅταν ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρισμοῦ δίδεται εἰς διαφόρους ἀγωγούς, ἡ ἠλεκτρικὴ πίεσις ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν τούτων δὲν εἶνε ἡ ἰδία. Καὶ αὐτὸ διότι, ὡς λέγομεν, οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν ἠλεκτρικὴν ***χωρητικότητα.***

Τὸ δυναμικὸν ὅμως ἑνὸς ἀγωγοῦ εἶνε ἀνάλογον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει ὁ ἀγωγὸς οὗτος (§ 133). Δηλαδή, ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν ἀγωγὸν ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ M_1, M_2, M_3..., τὸ δυναμικόν του λαμβάνει τιμὰς Π_1, Π_2, Π_3.... τοιαύτας, ὥστε νὰ ἔχωμεν

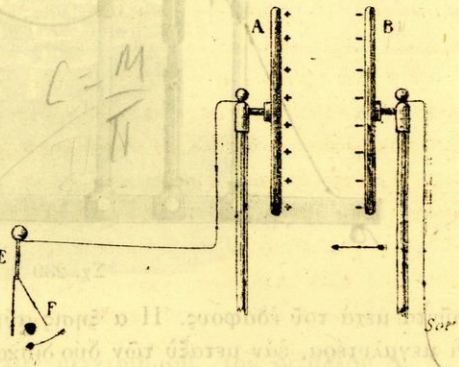
$$\frac{M_1}{\Pi_1}=\frac{M_2}{\Pi_2}=\ldots\ldots=C \quad \text{σταθερὸς}$$

ἤτοι ***ὁ λόγος τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ M πρὸς τὸ ἀντιστοιχοῦν δυναμικὸν Π εἶνε πάντοτε ὁ αὐτὸς*** C. Ἡ σταθερὰ αὕτη ποσότης C λέγομεν ὅτι εἶνε ἡ τιμὴ τῆς ἠλεκτρικῆς ***χωρητικότητος*** τοῦ ἀγωγοῦ.

Ὡς μονὰς χωρητικότητος ἐλήφθη ***ἡ χωρητικότης ἀγωγοῦ, ὅστις, δεχόμενος ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην πρὸς 1*** coulomb, ***λαμβάνει δυναμικὸν ἴσον πρὸς 1*** volt. Ἡ μονὰς αὕτη ἐκλήθη farad. Τὸ ἑκατομμυριοστὸν τῆς μονάδος ταύτης εἶνε ἡ πρακτικὴ μονὰς microfarad.

140. Μεταβολαὶ τῆς χωρητικότητος ἀγωγοῦ.— ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν λάβωμεν δίσκον μετάλλινον A (σχ. 238) μεμονωμένον καὶ ἠλεκτρισμένον καὶ θέσωμεν αὐτὸν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ἠλεκτροσκοπίου, θὰ ἔχωμεν ὡρισμένην ἀπόκλισιν τούτου καὶ θὰ εὕρωμεν τιμήν τινα ὡρισμένην τοῦ δυναμικοῦ. Ἡ χωρητικότης C τοῦ δίσκου ἰσοῦται, ὡς εἴδομεν, πρὸς τὸ πηλίκον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ M διὰ τοῦ δυναμικοῦ Π, ἤτοι

$$C = \frac{M}{\Pi}$$



Σχ. 238

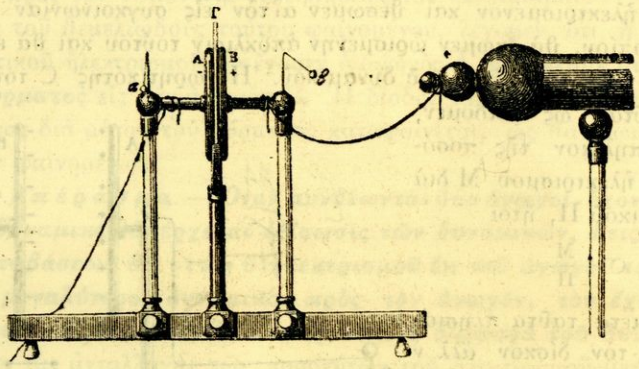
Ἐὰν μετὰ ταῦτα πλησιάσωμεν εἰς τὸν δίσκον ἄλλ ν ἀγωγὸν B, ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει, καὶ συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἐλαττοῦται, ἤτοι ***τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου A ἠλαττώθη, χωρὶς νὰ μεταβληθῇ ἡ ποσότης M τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει. Ἄρα, ἡ χωρητικότης τῆς σφαίρας ηὐξήθη***, (διότι ὁ παρονομαστὴς τοῦ τύπου (1) ἠλαττώθη). Ὅσον δὲ πλησιάζει περισσότερον ὁ ἀγωγὸς B πρὸς τὸν δίσκον A, ἐπὶ τοσοῦτον ἐλαττοῦται καὶ ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἑπομένως ***ἐπὶ τοσοῦτον καὶ ἡ χωρητικότης τῆς σφαίρας αὐξάνεται.***

Διὰ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν A καὶ B, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἐλαττοῦται ἀκόμη περισσότερον, ἐὰν μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν A καὶ B παρεντεθῇ πλὰξ ἐξ ὑάλου ἢ παραφφίνης ἢ καὶ ἄλλου δυσηλεκτραγωγοῦ σώματος. Ἑπομένως, ***διὰ τῆς παρενθέσεως τοιούτων σωμάτων, αὐξάνεται ἀκόμη περισσότερον ἡ χωρητικότης.***

Ἄρα, ἡ χωρητικότης ἀγωγοῦ τινος δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκρισμοῦ, ἣν φέρει, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ὅρων, ὑφ' οὓς εὑρίσκεται.

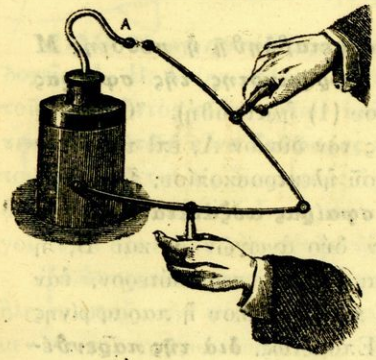
141. Πυκνωτή.— ***Πυκνωτὴς*** καλεῖται ὄργανον, ἀποτελούμε-

νον ἐκ μεταλλίνων σωμάτων, διατεταγμένων οὕτως, ὥστε ***ἡ χωρητικότης αὐτοῦ νὰ εἶνε μεγαλυτέρα ἐκείνης, ἣν θὰ εἶχεν ἕκαστον τῶν μεταλλίνων σωμάτων ἐὰν ἦτο μόνον***. Ἔστω π. χ. δίσκος Β (σχ. 239) μετάλλινος, στηριζόμενος ἐπὶ ὑαλίνου ποδὸς καὶ φέρων ποσότητά τινα ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ χωρητικότης τοῦ δίσκου τούτου αὐξάνεται, ἐὰν πλησιάσωμεν καὶ δεύτερον δίσκον Α μετάλλινον καὶ συγκοινω-



Σχ. 239

νοῦντα μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἡ αὔξησις αὕτη τῆς χωρητικότητος γίνεται ἔτι μεγαλυτέρα, ἐὰν μεταξὺ τῶν δύο δίσκων τεθῇ πλὰξ Γ ὑαλίνη. Αἱ δύο μετάλλιναι πλάκες Α καὶ Β καλοῦνται ***ὁπλισμοὶ*** τοῦ πυκνωτοῦ, τοῦ ἀποτελου ένου ἐκ τῶν δύο δίσκων Α καὶ Β καὶ τῆς πλακὸς Γ.

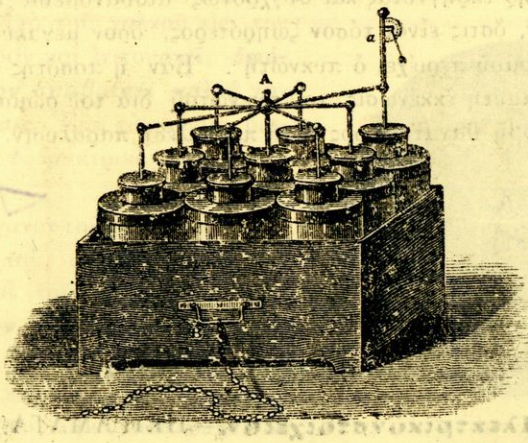


Σχ. 240

Εἴδη πυκνωτῶν. — Εἰς τοὺς πυκνωτὰς δίδονται διάφορα σχήματα. Συνήθως κατασκευάζονται διὰ φιαλῶν, (σχ. 240). ὧν ἡ ἐσωτερικὴ καὶ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια καλύπτεται κατὰ τὰ $^3/_4$ αὐτῶν διὰ φύλλων κασσιτέρου, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἕν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἕνα δίσκον, τὸ δὲ ἄλλο εἰς τὸν ἄλλον δίσκον, χωρίζονται δὲ διὰ τῆς ὑάλου τῆς φιάλης. Τὸ ἐσωτερικὸν φύλλον τοῦ κασσιτέρου συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσου μεταλλίνης μετὰ σφαίρας Α μεταλλίνης, ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ πώματος τῆς φιάλης. Ὁ τοιοῦτος πυκνωτὴς καλεῖται ***λουγδουνικὴ λάγηνος***.

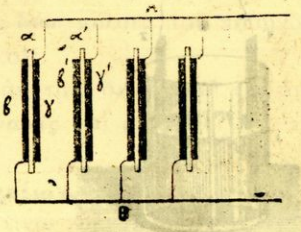
Εὐκόλως ὅπως κατασκευάζονται ἐπίπεδοι πυκνωταὶ διὰ κοινῶν ὑάλων (παραθύρων), ἐπὶ τῶν δύο ὄψεων τῶν ὁποίων προσκολλῶνται φύλλα κασσιτέρου.

Πλήρωσις καὶ ἐκκένωσις πυκνωτοῦ.—Συνήθως ἡ πλήρωσις πυκνωτοῦ γίνεται διὰ συγκοινωνίας τοῦ μὲν ἑνὸς ὁπλι-



Σχ. 241

μοῦ B (σχ. 239) μετὰ τῆς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ δὲ ἄλλου A μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἡ ἐκκένωσις τοῦ πυκνωτοῦ κατορθοῦται, ἐὰν ἑνώσῃς δι' ἀγωγοῦ (σχ. 240) οἱ δύο ὁπλισμοί του. Ὁ ἀγωγός, δι' οὗ γίνεται ἡ ἐκκένωσις φέρει λαβὰς ὑαλίνας, χάριν προφυλάξεως τοῦ σώματός μας.



Σχ. 242

Ἠλεκτρικὴ συστοιχία. — Πολλάκις, διὰ νὰ συσσωρευθῇ ἔτι μεγαλυτέρα ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, λαμβάνομεν πολλοὺς πυκνωτὰς (σχ. 241) καὶ ἑνώνομεν τὰς μεταλλίνας σφαίρας των δι' ἀγωγῶν καὶ τὰ ἐξωτερικὰ φύλλα τοῦ κασσιτέρου των φέρομεν εἰς ἐπαφήν, ὅτε σχηματίζεται σύνολον μεγάλης χωρητικότητος. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὰς φιάλας ταύτας δι' ἠλεκτρισμοῦ, συνδέομεν συνήθως, τὰ μὲν ἐξωτερικὰ ἐκ κασσιτέρου φύλλα των μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὰ δὲ ἐσωτερικὰ φύλλα μετὰ τῆς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ σχ. 242 παριστᾷ συστοιχίαν ἐξ ἐπιπέδων πυκνωτῶν.

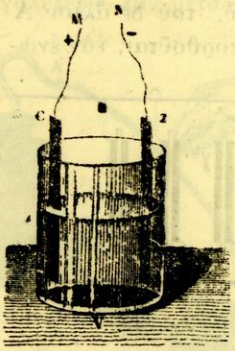
142. Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἐκκενώσεως. — Ἡ

ἐκκένωσις πυκνωτῶν, ἐντὸς τῶν ὁπ ίων συσσωρεύεται μεγάλη ποσότ ἠλεκτρισμοῦ, δύναται νὰ ἐπιφέρῃ τὸν θάνατον καὶ εἰς μέγαλο ζῷ ἐὰν ἡ ἐκκένωσις γίνῃ διὰ μέσου τοῦ σώματος αὐτῶν. Ἐὰν λάβωμ διὰ τῆς μιᾶς χειρὸς ἡμῶν τὸν ἕνα ἐκ τῶν δύο ὁπλισμῶν πυκνωτοῦ πλησιάσωμεν δὲ τὴν ἄλλην χεῖρα εἰς τὸν ἕτερον ὁπλισμὸν αὐτοῦ, ἠλε τρικὸς σπινθὴρ ἐκρήγνυται καὶ συγχρόνως αἰσθανόμεθα εἰς τὸ σῶμ μας τιναγμόν, ὅστις εἶναι τόσον ζωηρότερος, ὅσον μεγαλυτέραν ποσ τητα ἠλεκτρισμοῦ περιέχει ὁ πυκνωτή . Ἐὰν ἡ ποσότης αὕτη εἶν μεγάλη, ἡ τοιαύτη ἐκκένωσις τοῦ πυκνωτοῦ διὰ τοῦ σώματός μας δ ναται νὰ ἀποβῇ θανατηφόρος ἢ νὰ προκαλέσῃ παράλυσιν.

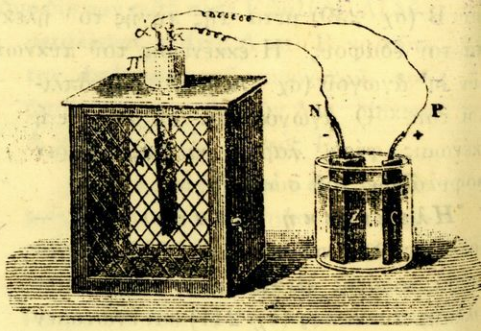
ΚΑΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

Ἠλεκτρική στήλη

143 Ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.— ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. Ἠλεκτρ σμὸς δύναται νὰ παραχθῇ οὐ μόνον διὰ τριβῆς, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλω



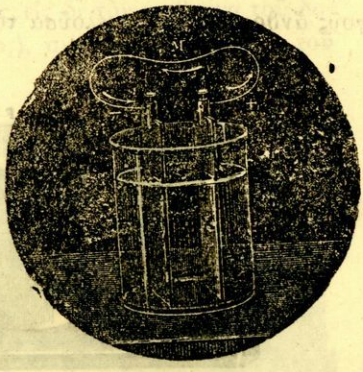
Σχ. 243



Σχ. 244

μέσων. Π.χ. ἐὰν **ἐντὸς διαλύματος θειικοῦ ὀξέος** ἐν ὕδατι βυθισθῇ πλὰξ ἐκ ψευδαργύρου Z (σχ. 243) καὶ ἑτέρα πλὰξ ἐκ χαλκοῦ C, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν ψευδάργυρος ἠλεκτρίζεται **ἀρνητικῶς**, ὁ δὲ χαλκὸς **θετικῶς**. Ἐὰν ἑνώσωμεν τὸ Z καὶ τὸ C (σχ. 244) μετὰ δύο κρεμαμένων φύλλων A καὶ A' ἀργιλλίου, παρατηροῦμεν διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἕλξιν τῶν φύλλων.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὸ δυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ψευδαργύρου, εὑρίσκομεν, ὅτι δὲν εἶνε τὸ αὐτό, ἤτοι ***ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ*** διό, ἐὰν ἑνώσωμεν ἐξωτερικῶς διὰ σύρματος M (σχ. 245) τὸν χαλκὸν μετὰ τοῦ ψευδαργύρου, παράγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἐνῷ ***συγχρόνως συμβαίνει χημικὴ δρᾶσις τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.*** Τὸ ἠλεκτρικὸν τοῦτο ρεῦμα μεταβαίνει διὰ μέσου τοῦ σύρματος ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ εἰς τὸν ψευδάργυρον καὶ λειτουργεῖ, ***ἐφόσον χρόνον συμβαίνει καὶ ἡ χημικὴ δρᾶσις.*** Ἐὰν τὸ σύρμα διακοπῇ πού, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διακόπτεται.



Σχ. 245

Τὸ ὄργανον τοῦτο, τὸ ἀποτελούμενον ἐκ τοῦ ψευδαργύρου, τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ὑγροῦ, καλεῖται ***ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον.*** Ἐπὶ τοῦ ἐκτὸς τοῦ ὑγροῦ μέρους τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ χαλκοῦ προσαρμόζονται δύο λαβαὶ μετάλλιναι δι' ὧν στερεοῦται τὸ σύρμα, τὸ συνδέον τὰ δύο μέταλλα. Καὶ ἡ μὲν λαβὴ ἡ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου καλεῖται ***ἀρνητικὸς πόλος,*** ἡ δὲ ἄλλη ἡ ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ ***θετικὸς πόλος.***

Μονὰς δυναμικοῦ. — Ὡς μονὰς πιέσεως ἢ δυναμικοῦ ἐλήφθη ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τοῦ προηγουμένου στοιχείου καὶ ἐκλήθη, ὡς εἴδομεν, volt.

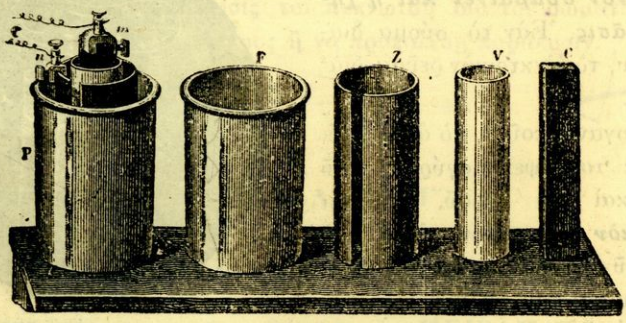
Ἡ αἰτία, ἡ προκαλοῦσα τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους, καλεῖται ***ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις*** καὶ μετρεῖται διὰ τῆς αὐτῆς μονάδος.

144 Ἰδιότητες ἠλεκτρικῶν στοιχείων. — Ἐὰν τὸ προηγούμενον ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον ἀφεθῇ ἐπί τινα χρόνον, ἔχον συνδεδεμένους τοὺς δύο πόλους του διὰ σύρματος, παρετηρήθη, ὅτι ὀλίγον κατ' ὀλίγον αἱ ἰδιότητές του ἀλλοιοῦνται· ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους του ἐλαττοῦται καὶ τὸ στοιχεῖον ἐξασθενίζει. Ἡ ἐξασθένησις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ παραγομένου κατὰ τὰς χημικὰς δράσεις ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον συσσωρεύεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***πόλωσις*** τοῦ στοιχείου.

Πρὸς ἐλάττωσιν τῆς πολώσεως καὶ ὅπως καταστῇ τὸ στοιχεῖον ὅσον

τὸ δυνατὸν σταθερόν, ἐκλέγονται καταλλήλως τὰ ὑγρὰ καὶ οἱ ἐν τούτοις βυθιζόμενοι ἀγωγοί, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ ἑξῆς εἴδη στοιχείων.

Στοιχεῖον Bunsen.—Τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται (σχ. 246) ἐκ δύο διαφόρων ὑγρῶν· χωριζομένων διὰ πορώδους διαφράγματος V. Τὸ ἓν τῶν ὑγρῶν εἶνε ἀραιὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ τὸ ἄλλο ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξύ. Καὶ βυθίζεται ἐν μὲν τῷ πρώτῳ ὑγρῷ πλὰξ ψευδαργύρου Z[1]) ἀποτελοῦσα τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ἐν δὲ τῷ δευτέρῳ πλὰξ συμπαγοῦς ἄνθρακος C ἀποτελοῦσα τὸν θετικὸν πόλον.



Σχ. 246

Τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ θειικοῦ ὀξέως ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου παραγόμενον ὑδρογόνον, διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους διαφράγματος, εἰσέρχεται ἐν τῷ νιτρικῷ ὀξεῖ. Μεταξὺ τούτου καὶ τοῦ ὑδρογόνου συμβαίνει χημικὴ δρᾶσις, ἐξ ἧς παράγεται ἀφ' ἑνὸς ὕδωρ (H_2O) καὶ ἀφ' ἑτέρου ὑπεροξείδιον τοῦ ἀζώτου (NO_2), ἕνεκα τοῦ ὁποίου ὁ περὶ τὸ στοιχεῖον ἀὴρ πληροῦται ἐρυθρῶν πνιγηρῶν ἀτμῶν([2]).

Στοιχεῖον Grenet.—Εἰς τοῦτο (σχ. 247) ὁ θετικὸς πόλος ἀποτελεῖται ἐκ συμπαγοῦς ἄνθρακος, ὁ δὲ ἀρνητικὸς ἐκ ψευδαργύρου, τὸ δὲ ὑγρόν του εἶναι μῖγμα θειικοῦ ὀξέος, διχρωμικοῦ καλίου καὶ ὕδατος. Τὸ παραγόμενον ὑδρογόνον εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο μετατρέπεται ὑπὸ τοῦ διχρωμικοῦ καλίου εἰς ὕδωρ καὶ ταὐτοχρόνως παράγεται στυπτηρία διὰ χρωμίου ([3]).

Στοιχεῖον Leclanché.— Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 248) σύγκειται ἐκ δοχείου περιέχοντος διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἅλατος ἐν ὕδατι. Ἐντὸς τοῦ διαλύματος τούτου βυθίζεται ἀφ' ἑνὸς ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου Z (ἀρνητικὸς πόλος) καὶ ἀφ' ἑτέρου πορῶδες δοχεῖον, περιέχον

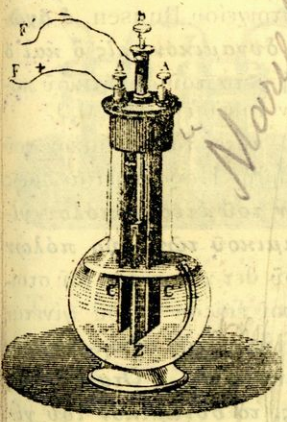
(1) Ὁ ἀγοραῖος ψευψάργυρος τῶν στοιχείων ἐφυδραργυροῦται.

(2) Δηλαδὴ $H+HNO_3=NO_2+H_2O$

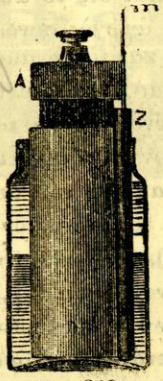
(3) Ἤτοι $K_2Cr_2O_7+4H_2SO_4=Cr_2(SO_4)_3,K_2SO_4+4H_2O+3O$

εμάχιον συμπαγοῦς ἄνθρακος (θετικὸς πόλος) Α, περιβαλλομένου διὰ ίγματος μικρῶν τεμαχίων ἐκ συμπαγοῦς ἄνθρακος καὶ διοξειδίου τοῦ αγγανίου. Κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου τούτου, παράγεται ἐπίης ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον μετατρέπεται ὑπὸ τοῦ διοξειδίου τοῦ μαγγαίου εἰς ὕδωρ.(1)

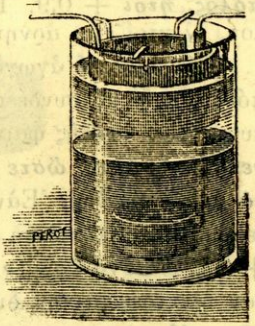
Στοιχεῖον Callaud.—Δοχεῖον ὑάλινον (σχ. 249) πληροῦαι κατὰ τὸ ἥμισυ διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐν ὕδατι. Τὸ ἀνώτεον ἥμισυ τοῦ δοχείου πληροῦται δι' ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα τοῦ δοείου τίθεται ταινία χαλκοῦ (θετικὸς πόλος), συγκοινωνοῦσα μετὰ τοῦ



Σχ. 247.



Σχ. 248.



Σχ. 249.

ξωτερικοῦ διὰ σύρματος, κεκαλυμμένου διὰ γουταπέρκης. Ἐκ τῶν χειλέων τοῦ δοχείου, κρέμαται δι' ἀγκίστρων κύλινδρος ψευδαργύρου (ἀρνητικὸς πόλος), βυθιζόμενος ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ στοιχείου.

143. Διαφορὰ δυναμικοῦ τῶν στοιχείων. — Εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον, τὸ δυναμικὸν ἑκάστου τῶν δύο πόλων του δὲν εἶναι τὸ αὐτό, ἤτοι ***ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ.*** Εἰς τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου π. χ. Bunsen, ἀνευρίσκεται δυναμικὸν ἴσον πρὸς + 0,9 volt καὶ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον—0,9 volt καί, ἑπομένως, μεταξὺ τῶν δύο πόλων ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ ἴση πρὸς

$$(+0,9)-(-0,9)=1,8 \text{ volt}$$

Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου, μετρουμένη εἰς volt, ἰσοῦται ἐπίσης πρὸς 1,8.

(1) Δηλαδὴ συμβαίνουν τὰ ἑξῆς:

$$2NH_4Cl+2MnO_2+Zn=ZnCl_2+2NH_3+H_2O+Mn_2O_3$$

Ὅλα τὰ στοιχεῖα δὲν παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν διαφορὰν δυναμικο (καὶ ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν) εἰς τοὺς δύο πόλους των. Ἡ διαφορ αὕτη εἰς βολτείους μονάδας εἶναι εἰς τὸ στοιχεῖον Leclanehé 1, 5, εἰ τὸ τοῦ Grenet 2, εἰς τὸ τοῦ Gallaud 1, 1 κλπ. ***Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ εἶναι σταθερὰ δι' ἕκαστον εἶδος στοιχείου καὶ χαρακτηρίζει αὐτό.*** Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑκάστου στοιχείου ἰσοῦτα πρὸς τὴν διαφορὰν ταύτην. Ἡ μεταβολὴ τῶν διαστάσεων ἢ τοῦ σχή ματος τοῦ στοιχείου δὲν μεταβάλλει τὴν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν ἢ τὴ διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ.

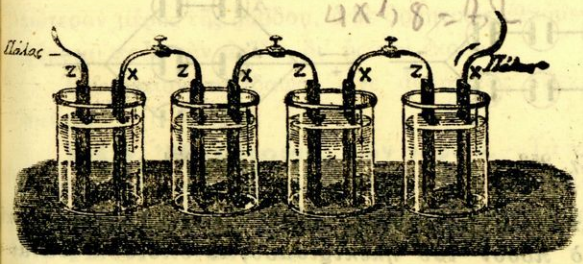
Ἐὰν συγκοινωνήσωμεν ἀγωγὸν μεμονωμένον καὶ ἐν οὐδετέρᾳ κα ταστάσει μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου, π. χ. τοῦ στοιχείου Bunsen, ***ὁ ἀγωγὸς ἠλεκτρίζεται θετικῶς καὶ εἰς τὸ αὐτὸ δυναμικόν, εἰς ὃ καὶ πόλος, ἤτοι*** + 0,9. Ἐὰν ὁ ἀγωγὸς συνδεθῇ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πό λου, ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς καὶ τὸ δυναμικόν του θὰ εἶναι − 0,9.

Ἐὰν ὅμως ὁ ἀγωγὸς εἶναι ἠλεκτρισμένος, τότε τὸ δυναμικὸν τοῦ πόλου, μεθ' οὗ συνδέεται, δύναται νὰ μεταβληθῇ. Παρατηρεῖται ὅμω συγχρόνως τὸ ἑξῆς φαινόμενον· ***τὸ δυναμικὸν τοῦ ἑτέρου πόλου γίνεται τοιοῦτον, ὥστε ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο πόλων νὰ μείνῃ ἡ αὐτή.*** Ἐὰν π.χ. τὸ δυναμικὸν τοῦ θετικοῦ πόλου τοῦ στοι χείου Bunsen κατέστη + 10, τὸ δυναμικὸν τοῦ ἑτέρου πόλου γίνεται + 8,2 ὥστε νὰ ἔχωμεν πάλιν 10 − 8,2=1,8, ἤτοι τὴν αὐτὴν σταθε ρὰν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν καὶ διαφορὰν δυναμικοῦ. ***Ὅταν δὲ εἷς τῶν πόλων συγκοινωνῇ μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ δυναμικόν του γίνεται ἴσον τῷ μηδενί.*** Τὸ δυναμικὸν τοῦ θετικοῦ πόλου, π. χ. στοι χείου Bunsen, διὰ τῆς τοιαύτης συγκοινωνίας, γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, ἀλλὰ τότε τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου γίνεται —1,8 οὕτως, ὥστε πάλιν ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν δυναμικῶν τῶν δύο πόλων εἶναι 0—(—1,8)=1,8, ἤτοι παραμένει ἡ αὐτή.

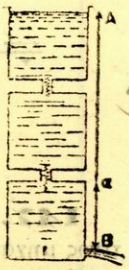
146 Ἠλεκτρικὴ στήλη.—Τὸ σύνολον δύο ἢ πλειόνων στοι χείων, ὧν οἱ πόλοι ἡνώθησαν δι' ἀγωγῶν (σχ. 250), καλεῖται ***ἠλεκτρικὴ στήλη***. Ἡ συνένωσις τῶν πόλων τῶν στοιχείων δύναται νὰ γίνῃ κατὰ τοὺς ἑξῆς τρεῖς τρόπους.

1ον Ἑνοῦμεν τὸν θετικὸν πόλον X (σχ. 250) ἑνὸς τῶν στοιχείων μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου Z ἄλλου στοιχείου, τοῦ ὁποίου πάλιν τὸν θετικὸν πόλον X ἑνοῦμεν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ τρίτου στοιχείου καὶ οὕτω καθεξῆς. Παράγεται οὕτως ἠλεκτρικὴ στήλη, τῆς ὁποίας ὁ εἷς ἐλεύθερος πόλος Z τοῦ πρώτου στοιχείου εἶναι ἀρνητικός, ὁ δὲ ἄλλος ἐλεύθερος πόλος X τοῦ τελευταίου στοιχείου εἶνε θετικός. Ἡ συνένωσις αὕτη λέγομεν, ὅτι εἶναι κατὰ ***τάσιν*** ἢ ***σειράν***.

Ποία εἶνε ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς ταύτης στήλης; Ἐὰν ἡ στήλη ἀποτελῆται ἐξ ὁμοειδῶν στοιχείων, π.χ. Bunsen, ἀνευρίσκεται, ὅτι ***ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων.*** Ἤτοι, ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης εἶνε π. χ. 4, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο πόλων της εἶνε $4 \times 1,8 = 7.2$



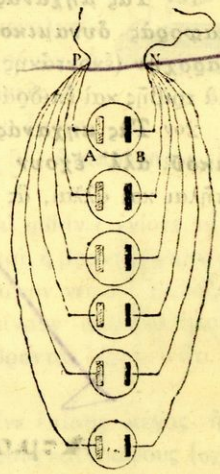
Σχ. 250



Σχ. 251

Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ ἑξῆς. Ἐὰν θέσωμεν διάφορα ὅμοια δοχεῖα πλήρη ὕδατος τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὡς δεικνύει τὸ σχ. 251, καὶ ἑνώσωμεν αὐτὰ διὰ σωλήνων, ἡ διαφορὰ πιέσεως μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς τὸ ἀνώτερον δοχεῖον καὶ τοῦ πυθένος εἰς τὸ τελευταῖον εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑπερτεθέντων δοχείων.

2ον Ἡ ἕνωσις δύναται νὰ γίνῃ διὰ τῶν ὁμωνύμων πόλων τῶν στοιχείων (σχ. 252) ἤτοι οἱ ὁμώνυμοι πόλοι τῶν στοιχείων συνδέονται δι' ἀγωγῶν, ὧν τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα εἶνε οἱ δύο ἀντίθετοι πόλοι τῆς στήλης. Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τῆς στήλης, ἀποτελουμένης ἐξ ὁμοειδῶν στοιχείων, ***ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου τῆς.***



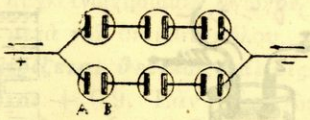
Σχ. 252

Ἡ συνένωσις αὕτη λέγομεν, ὅτι εἶναι ***κατὰ ποσότητα.***

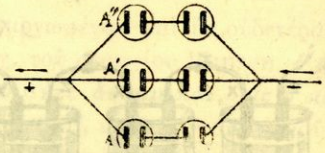
3ον Ἡ ἠλεκτρικὴ στήλη δύναται νὰ σχηματισθῇ, ἑνουμένων τῶν στοιχείων ἄλλων μὲν κατὰ ἔνσιν, ἄλλων δὲ κατὰ ποσότητα, ὡς δεικνύουν τὰ σχήματα 253 καὶ 254.

Ἰδιότητες ἠλεκτρικῆς στήλης.—Ἡ ἠλεκτρικὴ στήλη

παρουσιάζει ἰδιότητας ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ ἑνὸς καὶ μόνου στ χείου. Ἐὰν π.χ. συγκοινωνήσῃ ὁ εἷς τῶν πόλων τῆς στήλης μετὰ τ γῆς τὸ δυναμικόν του γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸ δὲ δυναμικὸν τοῦ ἑτ ρου πόλου γίνεται τοιοῦτον, ὥστε νὰ διατηρηθῇ σταθερὰ ἡ ἀρχικὴ δι φορὰ τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο ἄκρων πόλων κλπ.



Σχ. 253



Σχ. 254

147. Διάκρισις μηχανῶν.—Καλεῖται ***παροχὴ*** ἠλεκτρικ τινος μηχανῆς ***τὸ ποσὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ ὁποῖον δύναται μηχανὴ αὕτη νὰ δώσῃ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.*** Ἑκάστη ἠλεκτρικὴ μηχανὴ χαρακτηρίζεται α′) ὑπὸ τῆς ***μεγίστης διαφορᾶς δ νάμικοῦ,*** ἣν δύναται νὰ σχηματίσῃ μεταξὺ τῶν δύο πόλων της, π. διὰ τὸ στοιχεῖον Bunsen εἶνε 1,8 volt καὶ β′) ὑπὸ τῆς ***παροχῆς*** τ Ὑπὸ τὴν ἔποψιν ταύτην, αἱ μηχαναὶ τάσσονται εἰς δύο κατηγορί

1ον ***Τὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι ἠμποροῦν μὲν νὰ δώσουν μεγάλ διαφορὰς δυναμικοῦ*** (ἄνω τῶν 150,000 volt), ***ἀλλ' ἔχουν μικρ παροχὴν*** (ἑκοντάκης χιλιοστά τινα τῆς coulomb) Τοιαῦται εἶνε διὰ τριβῆς καὶ ἐπιδράσεως (§ 131), αἱ καὶ ***ἠλεκτροστατικαὶ*** καλούμεν

2ον ***Τὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι δίδουν μικρὰς μὲν διαφορὰς δυν μικοῦ, ἀλλ' ἔχουν μεγάλην παροχήν.*** Τοιαῦται εἶνε αἱ ἠλεκτρικ στῆλαι καὶ ἄλλαι, ἃς θὰ ἴδωμεν παραιτέρω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ′

Ἀτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμός

148. Ἠλέκτρισις τῆς ἀτμοσφαίρας.—Ἡ ἀτμόσφαιρ ἥτις περιβάλλει τὴν γῆν, εἶνε πάντοτε ἠλεκτρισμένη ***θετικῶς***, ὡς ἀπ δεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων. Ἐὰν π. χ. ἀνυψωθῇ κατακορύφ

μακρὰ ῥάβδος μεταλλίνη (σχ. 255), ἀτολήγουσα κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον της εἰς ἀκῖδα, θὰ παρατηρήσωμεν δι' ἠλεκτροσκοπίου, εὑρισκομένου εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον της ὅτι τοῦτο ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ τῆς ῥάβδου, ἀναλύει αὐτὸ εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν· Καὶ ὁ μὲν θετικὸς ἀπωθεῖται καὶ φθάνει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς ῥάβδου, ὁ δὲ ἀρνητικός, ἑλκόμενος, φέρεται πρὸς τὴν ἀκῖδα, δι' ἧς καὶ ἐκρέει.

Τοὐναντίον, τὸ ἔδαφος εἶνε ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον.

149. Ἠλέκτρισις τῶν νεφῶν.—Τὰ νέφη ἐπίσης εἶνε ἠλεκτρισμένα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Φραγκλῖνος διὰ χαρταετοῦ, τὸν ὁποῖον ἀνύψωσε μέχρις αὐτῶν.

150. Ἀστραπὴ καὶ βροντή. — Ἡ **ἀστραπὴ** εἶνε μέγας ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅστις ἐκρήγνυται μεταξὺ δύο νεφῶν, ἠλεκτρισμένων ἀντιθέτως. Ἡ δὲ βροντὴ εἶνε ὁ ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς παραγόμενος κρότος. Ἡ βροντὴ καὶ ἡ ἀστραπὴ παράγονται μὲν συγχρόνως, ἀλλὰ πρῶτον βλέπομεν τὴν ἀστραπὴν καί, μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινός, ἀκούομεν τὴν βροντήν. Διότι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε πολὺ μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ἤχου. Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος παρέρχεται μεταξὺ ἀστραπῆς καὶ βροντῆς, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν παρήχθη ἡ ἀστραπή. Ἐὰν π.χ. ὁ χρόνος εἶνε 5″, ἡ ἀπόστασις εἶνε ἴση πρὸς 5×340=1700 μέτρα.

Σχ. 255

Τὸ μῆκος τῆς ἀστραπῆς εἶνε μέγιστον καὶ φθάνει ἐνίοτε τὰ 5 ἢ 6 χιλιόμετρα. Ἐκτὸς τούτου, ἡ ἀστραπή, ὡς καὶ ἡ βροντή, σπανίως εἶνε μία καὶ μόνη. Τοῦτο δέ, διότι τὸ ἠλεκτρισμένον νέφος ὁμοιάζει πρὸς πλῆθος ἀγωγῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων συμβαίνουν ἀλλεπάλληλοι σπινθῆρες. Ὅταν εἴς τινα τόπον ἀστράπτῃ καὶ βροντᾷ, λέγομεν ὅτι εἰς τὸν τόπον τοῦτον διέρχεται **καταιγίς**.

151. Κεραυνός. — **Ὁ κεραυνὸς** εἶνε ἐπίσης μέγας ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὁ ὁποῖος ἐκρήγνυται μεταξὺ νέφους καὶ ἐδάφους (σχ. 207). Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶνε ὅμοια πρὸς τὰ τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων. Ὁ κεραυνὸς δύναται π. χ. νὰ θερμάνῃ καὶ νὰ τήξῃ ῥάβδους μεταλλικὰς ἢ ἄλλα σώματα, νὰ ἀναφλέξῃ εὔφλεκτα σώματα, νὰ

θραύσῃ ἢ μεταθέσῃ τὰ δυσηλεκτραγωγὰ σώματα, ὡς τὰ δένδρα, τοὺς τοίχους κλπ. Διὰ τῆς τήξεως τῆς ἄμμου παράγονται ῥάβδοι σωληνοειδεῖς καλούμενοι **κεραυνῖται**. Τέλος, ὁ κεραυνὸς φονεύει ζῷα ἢ προκαλεῖ παράλυσιν τοῦ σώματος αὐτῶν. Ὁ θάνατος τοῦ ζῴου δύναται νὰ ἐπέλθῃ καὶ ἂν ἀκόμη ὁ κεραυνὸς δὲν πέσῃ ἐπ' αὐτοῦ, ἀλλὰ πέσῃ πλησίον του. Διότι, πρὸ τῆς πτώσεως τοῦ κεραυνοῦ, τὸ ζῷον ἠλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως, ὅταν δὲ πέσῃ ὁ κεραυνός, τοῦτο χάνει τὸν ἠλεκτρισμόν του. Τοῦτο δὲ ἀρκεῖ πολλάκις, διὰ νὰ φονευθῇ τὸ ζῷον.

Συνήθως, ὁ κεραυνὸς πίπτει ἐπὶ τῶν ὑψηλοτέρων ἀντικειμένων, ὡς εἶνε π, χ, οἱ πύργοι, τὰ δένδρα. Εἶνε ἑπομένως λίαν ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ δενδρον ἐν καιρῷ καταιγίδος (σχ. 9).

152. Ἀλεξικέραυνον. — *Τὸ ἀλεξικέραυνον* χρησιμεύει πρὸς προφύλαξιν τῶν οἰκοδομημάτων ἀπὸ τῶν κεραυνῶν καὶ ἀπτελεῖται ἐκ ῥάβδου σιδηρᾶς μήκους π. χ 6 μέτρων, τοποθετουμένης ἐπὶ τῆς στέγης κατακορύφως (σχ. 256).

Ἡ ῥάβδος αὕτη ἀπολήγει εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον της εἰς ἀκῖδα Α ἐκ χαλκοῦ ἐπικεχρυσωμένου ἢ ἐκ λευκοχρύσου καὶ συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ χονδροῦ σύρματος Γ χαλκίνου ἢ ἐκ καλωδίου, συγκειμένου ἐκ πολλῶν σιδηρῶν ἐπιψευδαργυρωμένων συρμάτων ἢ τέλος ἐκ χονδροῦ μεταλλικοῦ στελέχους. Ἡ συγκοινωνία αὕτη πρέπει νὰ εἶναι ἀρίστη, διὸ τὸ σύρμα εἰς τὸ ἄκρον του βυθίζεται ἐντὸς φρέατος ἢ ἐδάφους ὑγροῦ. Ὅταν νέφος τι ἠλεκτρισμένον, π. χ. θετικῶς, διέλθῃ ὑπεράνω τοῦ ἀλεξικεραύνου, ἕλκει τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἐδάφους καὶ φέρει αὐτὸν μέχρι τῆς ἀκῖδος τοῦ ἀλεξικεραύνου. Ὁ ἀρνητικὸς οὗτος ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει τότε συνεχῶς ἐκ τῆς ἀκῖδος πρὸς τὸ νέφος καὶ ἐξουδετερώνει ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸν θετικὸν αὐτοῦ ἠλεκτρισμόν. Οὕτω προλαμβάνεται ἡ πτῶσις τοῦ κεραυνοῦ. Ἐν τούτοις ἐνίοτε ἡ ἐξουδετέρωσις δὲν προφθάνει νὰ συμβῇ καὶ ὁ κεραυνὸς πίπτει. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ὁ κεραυνὸς προτιμᾷ τὸ πλησιέστερον σῶμα, ἤτοι τὸ ἀλεξικέραυνον, καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει διὰ τοῦ σύρματος εἰς τὸ ἔδαφος ἄνευ δυστυχημάτων.

Σχ. 256

133. Πολικὸν σέλας. — Εἰς τὰς παρὰ τοὺς πολικοὺς κύκλους ψυχρὰς χώρας παρατηρεῖται συνήθως εἰς τὸν οὐρανὸν φωτεινὸν φαινόμενον ἐν εἴδει μεγάλων παραπετασμάτων ἢ τόξων ἐξ ἀκτίνων φωτεινῶν ποικίλων μορφῶν καὶ χρωμάτων (σχ. 235). Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ***πολικὸν σέλας*** βόρειον ἢ νότιον, καθ' ὅσον παρατηρεῖται πρὸς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἢ τὸ νότιον.

Τὸ πολικὸν σέλας παράγεται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ εἰς ὕψος, τὸ ὁποῖον ἐνίοτε φθάνει τὰ 100 χιλιόμετρα, ἐν ᾧ εἴς τινας περιπτώσεις παράγεται πλησίον τοῦ ἐδάφους. Αἰτία τῆς παραγωγῆς καὶ αὐτοῦ εἶναι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμός. Κατὰ τὴν γνώμην πολλῶν φυσικῶν, αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις μεταξὺ τῶν νεφῶν, τῶν καλουμένων θυσάνων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἠλεκτρισμένα θετικῶς, καὶ τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος τοῦ ἠλεκτρισμένου ἀρνητικῶς, προκαλοῦν τὸ φαινόμενον τοῦτο.

Β΄ ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

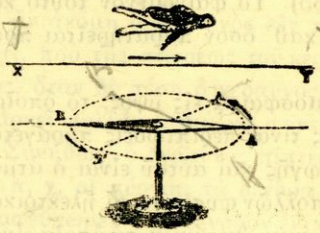
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

Ἠλεκτρικὸν ρεῦμα

134. Ὑπαρξις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. — Μαγνητικαὶ ἰδιότητες αὐτοῦ. — Εἰς τὰ προηγούμενα (§ 138), ὑπεθέσομεν ὅτι τὸ σύρμα, τὸ συνδέον δύο ἀγωγοὺς μὲ διάφορα δυναμικά, θὰ διαρρέεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Πρέπει λοιπὸν νὰ ἴδωμεν διὰ τοῦ πειράματος τί πράγματι συμβαίνει τότε εἰς τὸ σύρμα τοῦτο καὶ τί ἐννοοῦμεν, λέγοντες ὅτι τὸ σύρμα διαρρέεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Δηλαδή, θὰ ἐξετάσωμεν ἂν πράγματι παρουσιάζει νέας ἰδιότητας τὸ σύρμα ἢ ἄλλος ἀγωγός, ὅταν συνδέῃ τοὺς ὑπὸ διάφορα δυναμικὰ ἀγωγοὺς καὶ ποῖαι εἶνε αἱ ἰδιότητες αὗται.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1. — Μαγνητικὴ βελόνη (σχ. 257), ἡ ὁποία ἠμπορεῖ νὰ στραφῇ ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον ἄξονα, διευθύνεται, ὅπως εἴδομεν, ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Ἐὰν ὑπεράνω τῆς βελόνης αὐτῆς καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσίν της θέσωμεν ἓν σύρμα χάλκινον XY, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ

βελόνη δὲν ἐπηρεάζεται ἀπὸ αὐτὸ καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ ἔχῃ τὴν ἰδίαν διεύθυνσίν της. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος XY ἑνώσωμεν μὲ τοὺς δύο πόλους μιᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, π. χ. τὸ ἄκρον X μὲ τὸν θετικὸν πόλον καὶ τὸ ἄκρον Y μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμέσως ἡ βελόνη φεύγει ἀπὸ τὴν θέσιν της AB καὶ λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν A′ B′.



Σχ. 257

Συμπέρασμα. — Ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτό, συμπεραίνομεν, ὅτι ***τὸ σύρμα XY, ὅταν ἡνώθη μὲ τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης, ἀπέκτησεν ἰδιότητα, τὴν ὁποίαν δὲν εἶχε προηγουμένως, ἤτοι ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ μαγνήτου.***

Τὴ ἰδιότητα αὐτὴν καὶ ἄλλας, τὰς ὁποίας θὰ ἴδωμεν ἀμέσως, ἐκφράζομεν λέγοντες, ὅτι διὰ τοῦ σύρματος XY διέρχεται τότε ***ἠλεκτρικὸν ρεῦμα,*** τὸ ὁποῖον τρέχει ἀπὸ τὸν θετικὸν πόλον εἰς τὸν ἀρνητικόν. ***Ἡ ὕπαρξις δὲ τοῦ ρεύματος αὐτοῦ καταφαίνεται ἀπὸ τὴν ἀλλαγὴν τῆς διευθύνσεως (ἀπόκλισιν) τῆς μαγνητικῆς βελόνης.***

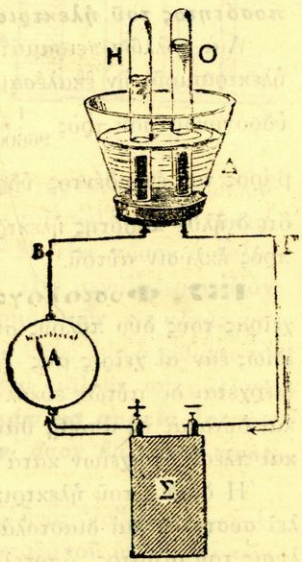
ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐὰν εἰς τὸ πείραμα τοῦ σχ. 257 ἑνώσωμεν τὸ ἄκρον X τοῦ σύρματος οὐχὶ μὲ τὸν θετικὸν πόλον, ἀλλὰ μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης καὶ τὸ ἄκρον Y μὲ τὸν θετικὸν πόλον αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελόνη φεύγει μὲν πάλιν ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς AB, ἀλλὰ ***πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος*** (πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ ἀνθρωπομορίου τοῦ σχήματος).

Συμπέρασμα. - ***Ἡ μαγνητικὴ λοιπὸν βελόνη δεικνύει ὄχι μόνον τὴν ὕπαρξιν τοῦ ρεύματος, ἀλλὰ καὶ ὡρισμένην ἰδιότητα αὐτοῦ,*** τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν ***διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος.*** Ἡ διεύθυνσις αὐτὴ εἰς τὸ σύρμα εἶνε πάντοτε ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν. Καὶ ἂν μὲν ἡ βελόνη διευθύνεται πρὸς τὴν θέσιν A′B′, λέγομεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τρέχει ἀπὸ τὸ X πρὸς τὸ Y, ἂν δὲ ἡ βελόνη διευθύνεται πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος, λέγομεν ὅτι τὸ ρεῦμα τρέχει ἀπὸ τὸ Y πρὸς τὸ X.

138. Θερμικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. - Τὰ μαγνητικὰ ἀποτελέσματα δὲν εἶνε τὰ μόνα κατεδεικνύοντα τὴν ὕπαρξιν τοῦ ρεύματος. Τὸ σύρμα, τὸ συνδέον τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης, θερμαίνεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον, τοῦθ' ὅπερ λέγομεν ὅτι προέρχεται ἐκ τῆς διόδου τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ

σύρματος. Ἐπίσης, ἡ ἐκκένωσις ἠλεκτρικῆς συστοιχίας (σχ. 241) διὰ μέσου λεπτοῦ σύρματος, προκαλεῖ θέρμανσιν τούτου τοιαύτην, ὥστε πολλάκις τήκεται ἢ ἐξαεροῦται τὸ σύρμα.

136. Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Θέτομεν ἐξινισθὲν ὕδωρ (ὕδωρ περιέχον μικρὰν ποσότητα ὀξέος) ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου Δ (σχ. 258), φέροντος εἰς τὸν πυθμένα **δύο ὀπάς,** δι' ὧν διέρχονται δύο ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου. Τὸ ἐλάσματα ταῦτα ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπολήγουν ἐν τῷ ὑγρῷ τοῦ δοχείου, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὰ δύο ἐξωτερικὰ ἄκρα των συνδέονται διὰ συρμάτων μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης Σ. Τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος μέρη τῶν δύο ἐλασμάτων καλύπτονται διὰ δύο κατακορύφων ὑαλίνων σωλήνων Ο καὶ Η, πεπληρωμένων ἐκ τοῦ ἰδίου ὑγροῦ καὶ κλειστῶν κατὰ τὰ ἄνω ἄκρα των.



Σχ. 258

Ἅμα ὡς συνδεθοῦν τὰ ἐλάσματα τοῦ λευκοχρύσου μετὰ τῶν πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἄρχονται ἐμφανιζόμεναι ἐπὶ τούτων φυσαλίδες ἀερίων, αἱ ὁποῖαι, ἀνερχόμεναι ἐντὸς τῶν σωλήνων καταλαμβάνουν τὸ ἀνώτερον μέρος των. Τὸ ἀέριον, τὸ ἐκλυόμενον ἐκ τοῦ ἐλάσματος, τοῦ συνδεομένου μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, εἶνε **ὑδρογόνον** Η καὶ ἔχει, ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν, ὄγκον διπλάσιον τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου Ο, τοῦ ἐκλυομένου ἐκ τοῦ ἑτέρου ἐλάσματος τοῦ θετικοῦ καὶ ὅπερ εἶνε **ὀξυγόνον**.

Δηλαδὴ τὸ **ὕδωρ ἀποσυνετέθη εἰς τὰ δύο ἀέρια, ἐξ ὧν σύγκειται,** ἤτοι τὸ **ὀξυγόνον** καὶ τὸ **ὑδρογόνον.** Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἀποσυνθέσεως, τὸ ὁποῖον παράγεται, ὅταν συνδεθοῦν οἱ δύο πόλοι τῆς στήλης διὰ τῶν συρμάτων καὶ τῆς συσκευῆς Α, λέγομεν ὅτι προέρχεται ἐκ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἠλεκτρόλυσις**, ἡ δὲ συσκευὴ Α, ἐν ᾗ ἐξετελέσθη, ἐκλήθη **βολτάμετρον.**

Νόμοι τοῦ φαινομένου. — Ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος δὲν προδίδει μόνον τὴν παρουσίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἀλλὰ καὶ παρέχει

τὸ μέσον σπουδῆς τῶν ἰδιοτήτων αὐτοῦ, ἕνεκα τῶν ἑπομένων νόμων, οὓς ἀκολουθεῖ.

Ἐὰν διὰ τοῦ βολταμέτρου διαβιβάσωμεν **ὡρισμένην ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου εἶναι πάντοτε τὸ αὐτό, ὁσάκις διέλθῃ ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρισμοῦ.** Διπλασιαζομένης κλπ. τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ βολταμέτρου, τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου εἶναι διπλάσιον κλπ. Δηλαδή, **τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου εἶναι ἀνάλογον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τῆς διελθούσης διά τοῦ βολταμέτρου.**

Διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἀνευρέθη, ὅτι ἡ μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν ἐκαλέσαμεν coulomb, προκαλεῖ τὴν ἔκλυσιν βάρους ὑδρογόνου ἴσου πρὸς $\frac{1}{96600}$ γραμμάρια. Ἑπομένως, ἐὰν εὑρεθῇ, ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἐκλυθέντος ὑδρογόνου εἶνε $\frac{2}{96600}$ ἢ $\frac{3}{96600}$ κλπ. γραμ. ἕπεται, ὅτι διῆλθε ποσότης ἠλεκτρισμοῦ ἴση πρὸς 2 ἢ 3 κλπ. μονάδας coulomb πρὸς ἔκλυσιν αὐτοῦ.

137. Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.—Ἐὰν λάβωμεν ἀνὰ χεῖρας τοὺς δύο πόλους στήλης ἰσχυρᾶς, αἰσθανόμεθα ζωηρὸν τιναγμόν, ἰδίως ἐὰν αἱ χεῖρες μας ἐβράχησαν προηγουμένως, ὅτε ὁ ἠλεκτρισμὸς διέρχεται δι' αὐτῶν εὐκόλως. Ὁ τιναγμὸς οὗτος καθίσταται ἀνυπόφορος καὶ δύναται νὰ ἀποβῇ θανατηφόρος, ἐὰν ἡ στήλη σύγκειται ἐκ 200 καὶ πλέον στοιχείων κατὰ τάσιν.

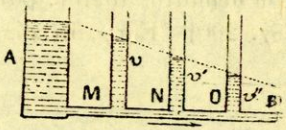
Ἡ δίοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος διὰ τοῦ σώματος ζῴου προκαλεῖ συστολὰς καὶ διαστολὰς τῶν μυῶν του. Ἐπίσης ἐπέρχεται ἠλεκτρόλυσις τοῦ αἵματος, ἀποτελοῦσα τὸ πρωτεῦον αἴτιον τῶν δυστυχημάτων· καὶ ἐγκαύματα δὲ συμβαίνουν, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον σοβαρὰ ἐπὶ τοῦ σώματος, ἰδίως κατὰ τὰς ἐπαφὰς τούτου μετὰ τῶν ἀγωγῶν.

138. Ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα.—Ἐκ τῶν προηγουμένων λοιπὸν συμπεραίνομεν ὅτι **ὅταν δύο ἀγωγοὶ ἔχουν δυναμικὸν διάφορον**, ἤτοι **παρουσιάζουν διαφορὰν δυναμικοῦ, καὶ συνδεθοῦν διὰ σύρματος σχηματίζεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ ἔχοντος μεῖζον δυναμικόν, πρὸς τὸν ἔχοντα τὸ μικρότερον δυναμικόν.** Ἀναλόγως συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖα τοῦ ὕδατος (σχ. 237), εἰς τὰ ὁποῖα παράγεται ρεῦμα ὕδατος διὰ μέσου σωλῆνος $\Gamma_1 \Gamma_2$ μόνον ἐὰν τὸ ὕδωρ εἰς τὰ δύο δοχεῖα δὲν εἶναι εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ τὸ ὕδωρ βαίνει ἐκ τοῦ δοχείου, τοῦ ἔχοντος ὕδωρ εἰς μεγαλύτερον ὕψος πρὸς τὸ ἕτερον. Καὶ τὰ δύο ρεύματα τότε, ἤτοι τὸ ἠλεκτρικὸν καὶ τὸ τοῦ ὕδατος, καταπαύουν,

ὅταν τὸ δυναμικὸν ἢ τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος καταστῇ τὸ αὐτὸ καὶ εἰς τοὺς δύο ἀγωγοὺς ἢ τὰ δύο δοχεῖα.

Ἐν γένει δὲ **πᾶσα μετάθεσις ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.** Ὁ ἠλεκτρισμός, εὑρισκόμενος ἐν κινήσει, καλεῖται **δυναμικός,** ἐνῷ, ὅταν εὑρίσκεται ἐν στάσει, ὡς εἴδομεν προηγουμένως, καλεῖται **στατικός.**

159. Παραβολὴ ὑδραυλικῶν καὶ ἠλεκτρικῶν φαινομένων.—Ἐξετάσωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος διὰ μέσου ὁριζοντίου σωλῆνος Μ Β (σχ.259), συνδεομένου μετὰ δοχείου Α. Τὸ ὕδωρ, προερχόμενον ἐκ τοῦ δοχείου, διέρχεται διὰ τοῦ σωλῆνος καὶ ἐκρέει ἐκ τοῦ ἐλευθέρου ἄκρου του Β. Ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἡ διερχομένη εἰς 1 δευτερόλεπτον διά τινος τομῆς τοῦ σωλῆνος, ἤτοι ἡ ἐκρέουσα ἐκ τοῦ Β, καλεῖται **ἔντασις** τοῦ ρεύματος κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.



Σχ. 259

Εἰς τὸ ρεῦμα τοῦτο διακρίνομεν ὅμως, ἐκτὸς τῆς ἐντάσεώς του, καὶ τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἔχει εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ σωλῆνος. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ εἰς τὸ σημεῖον Μ, εἶνε τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ ὕψος υ τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδατος εἶνε μεγαλύτερον. Ἐὰν ἀνοιχθοῦν ὀπαὶ εἰς τὸν σωλῆνα ΜΒ καὶ ἐφαρμοσθοῦν εἰς αὐτὰς κατακόρυφοι σωλῆνες υ, υ', υ'', βλέπομεν ὅτι τὸ ὕψος, εἰς ὃ φθάνει τὸ ὕδωρ ἐντὸς τῶν σωλήνων τούτων, ἐλαττοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἐφ' ὅσον βαίνομεν πρὸς τὸ ἄκρον Β. ***Εἰς τὰ διάφορα σημεῖα λοιπὸν τοῦ σωλῆνος ΜΒ, ἡ πίεσις ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον βαίνομεν πρὸς τὸ ἄκρον Β.***

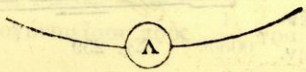
Τὸ ῥεῦμα τοῦ ὕδατος, κατὰ τὴν διὰ τοῦ σωλῆνος δίοδόν του, εὑρίσκει **ἀντίστασιν,** προερχομένην ἐκ τῆς τριβῆς μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν παρειῶν τοῦ σωλῆνος, ὡς καὶ μεταξὺ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ῥέοντος ὕδατος. Ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως δὲ ταύτης, ἡ ῥοὴ γίνεται τόσον δυσχερεστέρα, ὅσον ὁ σωλὴν εἶναι στενώτερος καὶ ἐπιμηκέστερος. Ὡς θὰ ἴδωμεν, εἰς τὸ **ἠλεκτρικὸν ρεῦμα,** τὸ διερχόμενον διὰ μέσου ἀγωγοῦ τινος, διακρίνομεν ἐπίσης **ἔντασιν** καὶ **πίεσιν** ἢ **δυναμικόν.** Ἐπίσης δὲ ὁ ἀγωγὸς παρουσιάζει καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ **ἀντίστασιν** εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος. Τὴν ἔντασιν, τὴν πίεσιν καὶ τὴν ἀντίστασιν, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος, θὰ ἐξετάσωμεν κατωτέρω.

160. Ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.—Τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα καλεῖται **σταθερὸν** ἢ **συνεχές,** ὅταν ἡ διεύθυνσίς του δὲν

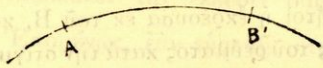
μεταβάλλεται καὶ αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, αἱ διερχόμεναι εἰς ἴσους χρόνους διά τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ, εἶνε ἴσαι. Πᾶν ῥεῦμα μὴ τοιοῦτον ὀνομάζεται ***μεταβλητόν***.

Καλεῖται ***ἔντασις*** τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος συνεχοῦς καὶ σταθεροῦ τοῦ διαρρέοντος ἀγωγόν τινα, ***ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ διερχομένη διά τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ τούτου εἰς ἓν δευτερόλεπτον.*** Τὴν ἔντασιν ταύτην ῥεύματος δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ὡς ἑξῆς.

Ἐὰν διά τινος σύρματος λεπτοῦ καὶ μακροῦ συνδέσωμεν τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης, σχηματίζεται ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διὰ μέσου τοῦ σύρματος τούτου, βαῖνον ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν (σχ. 260). Ἔστω, ὅτι κόπτομεν τὸ σύρμα εἴς τι σημεῖον καὶ παρεμβάλ-



Σχ. 260



Σχ. 261.

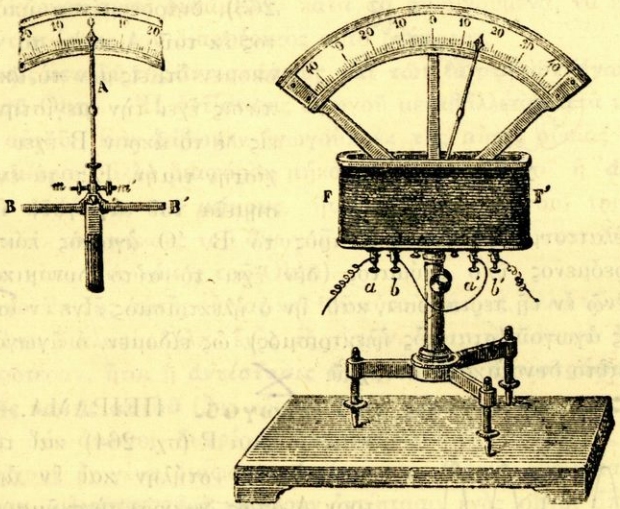
λομεν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο βολτάμετρον μεθ' ὕδατος ὀξινισθέντος. Τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ καὶ προκαλεῖ τὴν ἔκλυσιν ὑδρογόνου. Ἐὰν διαιρέσωμεν τὸ βάρος τοῦ ἐκλυθέντος ὑδρογόνου διὰ τοῦ χρόνου (εἰς δευτερόλεπτα), καθ' ὃν ἐγένετο ἡ ἔκλυσις, θὰ εὕρωμεν ***πόσον βάρος ὑδρογόνου ἐκλύεται εἰς ἓν δευτερόλεπτον***. Ἐκ τοῦ βάρους τούτου τοῦ ὑδρογόνου (§ 156), θὰ ἔχωμεν καὶ τὸ ποσὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ ὁποῖον διῆλθε διὰ τοῦ βολταμέτρου ἐντὸς 1″, ἤτοι τὴν ***ἔντασιν*** τοῦ ῥεύματος.

Τοιουτοτρόπως, ***μετροῦντες τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου εὑρίσκομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ σημεῖον τοῦ ἀγωγοῦ εἰς τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται τὸ βολτάμετρον***. Ἐὰν τὸ βολτάμετρον παρεντεθῇ οὐχὶ εἰς τὸ σημεῖον A (σχ 261) τοῦ ἀγωγοῦ, ἀλλ' εἰς ἄλλο οἱονδήποτε B, εὑρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὸ σπουδαιότατον συμπέρασμα, ὅτι ***ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε ἡ αὐτή***.

Ὡς μονὰς ἐντάσεως ἐλήφθη ἡ καλουμένη ampére, δι' ἧς ἐκλύεται $\frac{1}{966.0}$ γρ. ὑδρογόνου ἐντὸς ἑνὸς δευτερολέπτου. Ἑπομένως, εἰς ῥεῦμα 1 ampére διάρχεται 1 coulomb εἰς 1″. Καλοῦνται δὲ ***ἀμπερόμετρα*** ὄργανα χρησιμεύοντα, ὡς τὸ βολτάμετρον, πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν ῥευμάτων.

161. Γαλβανόμετρον. - Ὡς εἴδομεν, τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα πιδρᾷ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτις ἀποκλίνει ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτήν. ***Ἡ ἀπόκλισις ὅμως τῆς βελόνης παραμένει ἡ αὐτή, ὅταν καὶ τὸ ρεῦμα ἐν τῷ ἀμεταθέτῳ ἀγωγῷ XY*** (σχ. 244) ***διατηρεῖται σταθερόν. Αὐξανομένης ἢ ἐλαττουμένης τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἡ ἀπόκλισις τῆς βελόνης αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται.***

Δοθέντος λοιπὸν ὅτι ὡρισμένη ἔντασις ῥεύματος, ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, ἐπιφέρει ἀπόκλισιν ὡρισμένην τῆς μαγνητικῆς βελόνης,



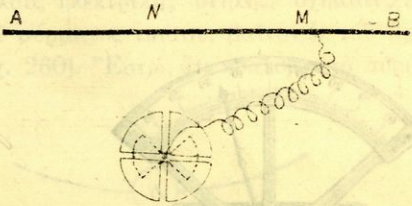
Σχ. 262

δυνάμεθα ἀντιστρόφως νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ῥεύματος, γνωρίζοντες τὴν ἀπόκλισιν, ἣν προκαλεῖ ὑπὸ ὡρισμένους ὅρους. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζονται τὰ ὄργανα, τὰ καλούμενα ***γαλβανόμετρα*** (σχ. 262). Ταῦτα ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ μαγνητικῆς βελόνης BB′ (σχ. 262), δυναμένης νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα κατακόρυφον ἢ ὁριζόντιον καὶ περὶ τὸν ὁποῖαν περιτυλίσσεται πολλάκις κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν ἀγωγὸς FF, περιβεβλημένος διὰ ἀπομονωτικῆς οὐσίας καὶ ἔχων τὰ ἄκρα του εἰς α καὶ β. Τοιουτοτρόπως, ***πολλαπλασιάζεται*** ἡ ἐπίδρασις τοῦ ῥεύματος, τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγὸν τοῦτον τοῦ γαλβανομέτρου, ἐπὶ τῆς βελόνης. Δείκτης A, ἐστερεωμένος ἐπὶ τῆς βελόνης, κινεῖται

ἐνώπιον ὑποδιῃρημένου τόξου κύκλου. Τὸ τόξον τοῦτο βαθμολογεῖται π. χ. ἐν συγκρίσει μετὰ βολταμέτρου.

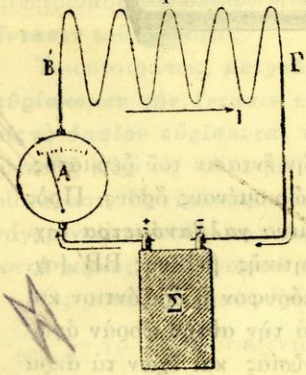
Διὰ τοῦ γαλβανομέτρου διαγιγνώσκομεν οὐ μόνον τὴν ὕπαρξιν ρεύματος, ἀλλὰ καὶ τὴν ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν αὐτοῦ. Πρὸς τοῦτο παρεντίθεται τὸ γαλβανόμετρον εἰς τὸ ρεῦμα, τῇ βοηθείᾳ τῶν ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ τόυ.

162. Πτῶσις τοῦ δυναμικοῦ κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ. - Ἐὰν ἐξετάσωμεν δι' ἠλεκτρομέτρου ποῖον εἶναι τὸ δυναμικὸν (ἠλεκτρικὴ πίεσις) εἰς τὰ διάφορα σημεῖα ἀγωγοῦ AB (σχ. 263), διαρρεομένου ὑπὸ ρεύματος ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B, εὑρίσκομεν ὅτι εἰς μὲν τὸ ἄκρον A ἡ πίεσις ἔχει τὴν μεγίστην τιμήν, εἰς δὲ τὸ ἄκρον B ἔχει τὴν ἐλαχίστην τιμήν. Εἰς τὰ ἐνδιάμεσα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ πίεσις βαίνει ἐλαττουμένη ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B. Ὁ ἀγωγὸς λοιπὸν AB, ὁ διαρρεόμενος ὑπὸ ρεύματος, δὲν ἔχει τὸ αὐτὸ δυναμικὸν πανταχοῦ, ἐνῷ ἐν τῇ περιπτώσει, καθ' ἣν ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶνε ἐν ἰσορροπίᾳ ἐπί τινος ἀγωγοῦ (στατικὸς ἠλεκτρισμός). ὡς εἴδομεν, ὁ ἀγωγὸς οὗτος ἔχει τὸ αὐτὸ δυναμικὸν πανταχοῦ.



Σχ. 263

163. Ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ. - ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν σύρμα P (σχ. 264) καὶ τὸ ἑνώνομεν μὲ μίαν στήλην καὶ ἓν ἀμπερόμετρον A, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα. Σημειώνομεν τὴν ἀπόκλισιν τοῦ ἀμπερομέτρου. Κατόπιν ἀντικαθιστῶμεν τὸ σύρμα P μὲ ἄλλο ἀπὸ τὴν αὐτὴν μὲν οὐσίαν, ἀλλὰ λεπτότερον καὶ μεγαλύτερον. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ ἀμπερόμετρον ἔχει ἀπόκλισιν ***μικροτέραν***, δηλαδὴ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶνε τώρα μικροτέρα, ἂν καὶ ἡ πίεσις τῆς στήλης εἶνε ἡ ἰδία.



Σχ. 264

Τοῦτο λέγομεν ὅτι συμβαίνει, διότι τὸ δεύτερον σύρμα ἔχει ***ἀντίστασιν*** ἠλεκτρικὴν μεγαλυτέραν.

Δύο ἀγωγοὶ λέγομεν, ὅτι ἔχουν ***ἴσας ἀντιστάσεις***, ὅταν ἡ ἔντασις

τοῦ δι' αὐτῶν διερχομένου ρεύματος εὑρίσκεται, ὡς προηγουμένως, ἡ αὐτή. Ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ τινος εἶναι διπλασία, τριπλασία κ.λ.π. τῆς ἀντιστάσεως ἄλλου ἀγωγοῦ, ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, διερχομένου διὰ τοῦ πρώτου ἀγωγοῦ, γίνεται δίς, τρὶς κ.λ.π. μικροτέρα ἐκείνης, ἣν ἔχει τὸ ρεῦμα, διερχόμενον διὰ τοῦ δευτέρου ἀγωγοῦ ὁμοίως,

Ὡς μονὰς ἀντιστάσεως, ἐλήφθη ἡ κληθεῖσα ohm, ***ἥτις εἶναι ἡ ἀντίστασις στήλης ὑδραργύρου τομῆς ἑνὸς τετραγ. χιλιοστομ. καὶ μήκους 106 ἑκατοστῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν*** 0°. Τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως ἀγωγοῦ τινος δυνάμεθα, κατὰ τὰ προηγούμενα, νὰ εὕρωμεν ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ διαρρέοντος αὐτὸ ρεύματος.

Σχέσεις μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως καὶ τῶν ἰδιοτήτων ἀγωγοῦ.— Νόμοι τοῦ Ohm.—Ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ μεταβάλλεται μετὰ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ. Ἐὰν λάβωμεν ἀγωγοὺς ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ἀλλὰ διαφόρου μήκους, εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ***ἀντίστασις εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους***, ἤτοι διπλασιαζομένου, τριπλασιαζομένου κλπ. τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ ἀντίστασις γίνεται διπλασία, τριπλασία κλπ. (1ος νόμος τοῦ Ohm).

Ἀγωγοὶ ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τοῦ αὐτοῦ μήκους, ἀλλὰ τῶν ὁποίων ἡ τομὴ εἶναι διπλασία, κλπ. ἑνὸς ἐξ αὐτῶν, ἔχουν ἀντίστασιν δίς, τρὶς κλπ. μικροτέραν, ἤτοι ἡ ***ἀντίστασις ἀγωγοῦ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τομῆς αὐτοῦ*** (2ος νόμος).

Τέλος, δύο ἀγωγοί, διαφέροντες μόνον κατὰ τὴν οὐσίαν, ἐξ ἧς συνίσταται, ἔχουν ἐν γένει διάφορον ἀντίστασιν. Οὕτω σύρματα τομῆς ἑνὸς τετραγ. χιλιοστομ. διὰ νὰ ἔχουν ἀντίστασιν ἑνὸς ohm, ἀπαιτεῖται νὰ ἔχουν τὰ ἑξῆς μήκη διὰ τὸς διαφόρους οὐσίας.

Hg . . .	1,06 μέτρα	Cu . . .	60 μέτρα	Al . . .	30
Ag . . .	67 »	Or . . .	50 »	Fe . . .	13

Τοιουτοτρόπως, ἡ ἀντίστασις R ἀγωγοῦ τινος συνδέεται μετὰ τοῦ μήκους μ καὶ τῆς τομῆς τ αὐτοῦ διὰ τῆς ἑπομένης σχέσεως, ἡ ὁποία περιλαμβάνει τοὺς προηγουμένους νόμος τοῦ Ohm.

$$R = \rho \frac{\mu}{\tau}$$

ἔνθα ρ εἶνε ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας, ἔχοντος τομὴν ἴσην πρὸς 1 τετραγ. ἑκατοστ. καὶ μῆκος ἴσον πρὸς 1 ἑκατοστόμετρον.

164. Νόμος τοῦ Ohm δι' ἀγωγόν τινα.—Ἐὰν E εἶνε ἡ σταθερὰ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ (εἰς μονάδας volt) μεταξὺ δύο ση-

μείων A καὶ B οἱουδήποτε ἀγωγοῦ (σχ. 243), εὑρίσκομεν ὅτι ***ἡ διαφορὰ αὕτη E ἰσοῦται πάντοτε πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως I τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν ἀντίστασιν*** R ***τοῦ ἀγωγοῦ AB,*** ἤτοι

$$E \text{ volt} = I \text{ ampére} \times R \text{ ohm} \qquad (1)$$

Ἐν γένει, ὅταν εἰς τὰ δύο ἄκρα A καὶ B ἀγωγοῦ τινος ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ E σταθερά, μεταξὺ τῆς ἐντάσεως I τοῦ παραγομένου ρεύματος καὶ τῆς ἀντιστάσεως R τοῦ ἀγωγοῦ ὑφίσταται ἡ σχέσις (1).

165. Νόμος τοῦ Ohm δι' ὁλόκληρον κύκλωμα.— Θεωρήσωμεν στήλην ἠλεκτρικὴν (σχ. 244), τῆς ὁποίας οἱ δύο πόλοι συνεδέθησαν δι' ἀγωγοῦ. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν διαρρέει μόνον τὸν ἀγωγόν, ἀλλὰ καὶ στήλην καὶ βαίνει ἐκτὸς μὲν τῆς στήλης ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν, ἐντὸς δὲ τῆς στήλης ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου πρὸς τὸν θετικόν. Τοιουτοτρόπως, τὸ ρεῦμα, διαρρέον τὸ κλειστὸν τοῦτο κύκλωμα, ἀπαντᾷ δύο ἀντιστάσεις, τὴν τοῦ ἀγωγοῦ R καὶ τὴν τῆς στήλης r.

Εἰς πᾶν κύκλωμα κλειστόν, ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς καὶ τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ ἔντασις I τοῦ ρεύματος εἶναι ἴση πρὸς τὸ πηλίκον τῆς σταθερᾶς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως E ***τῆς πηγῆς διὰ τῆς ὁλικῆς ἀντιστάσεως*** R+r ***τοῦ κυκλώματος,*** ἤτοι·

$$I \text{ ampère} = \frac{E \text{ volt}}{(R+r) \text{ ohm}} \qquad (2)$$

Τοιοῦτος εἶναι ὁ νόμος τοῦ Ohm διὰ κλειστὸν κύκλωμα. Ἐὰν π.χ. λάβωμεν ὡς ἠλεκτρικὴν πηγὴν ἓν στοιχεῖον Bunsen τοῦ ὁποίου ἡ μὲν ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶνε, ὡς εἴδομεν, 1,8 volt, ἡ δὲ ἀντίστασις 0, 1 ohm καὶ ἑνώσωμεν τοὺς πόλους του δι' ἀγωγοῦ ἀντιστάσεως ἴσης π. χ. πρὸς 4, 9 ohm, ἡ ἀντίστασις I τοῦ παραγομένου ρεύματος εὑρίσκεται ἴση πρὸς

$$I = \frac{1,8}{4,9+0,1} = 0,36 \text{ ampère.}$$

$$I = \frac{1,8}{4,9+0,1} = 0,36 \text{ ampère}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

Σπουδὴ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος

α') Χημικὰ ἀποτελέσματα

166 Ἠλεκτρόλυσις.—Ὡς εἴδομεν, ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διέρχεται διὰ τινων σωμάτων, παρατηρεῖται ἀποσύνθεσις τούτων. Τοῦτο συμβαίνει εἰς ὕδωρ ὀξινισθέν. Ἐπίσης ἐὰν διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐν ὕδατι διέλθῃ τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα, ἐπέρχεται ἀποσύνθεσις τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ καὶ εἰς μὲν τὸν θετικὸν πόλον ἐκλύεται ὀξυγόνον καὶ ἐμφανίζεται θειικὸν ὀξύ, εἰς δὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον ἐμφανίζεται μεταλλικὸς χαλκός. Συνήθως, τὸ ῥεῦμα διαβιβάζεται ἐν τῷ διαλύματι διὰ καταβυθίσεως ἐν τούτῳ δύο ἐλασμάτων (ἠλεκτροδίων) ἐκ λευκοχρύσου, τὰ ὁποῖα συνδέονται μετὰ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης διὰ συρμάτων. Ἐν τῷ προηγουμένῳ πειράματι, ὁ ἐμφανιζόμενος μεταλλικὸς χαλκὸς ἐπικάθηται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, τοῦ συνδεομένου μετὰ τοῦ **ἀρνητικοῦ πόλου.** Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **ἠλεκτρόλυσις.**

Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἠλεκτρολύονται, εἶνε μόνον τὰ ἅλατα, τὰ ὀξέα καὶ αἱ βάσεις καὶ καλοῦνται ***ἠλεκρολύται.*** Ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ ὀξινισθέντος ὕδατος, ἣν ἐξητάσαμεν ἤδη, τὸ ἠλεκτρολυόμενον σῶμα εἶνε τὸ ἐν τῷ ὕδατι.

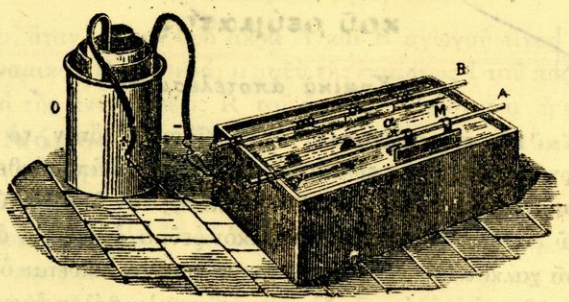
Ἵνα συμβῇ ἠλεκτρόλυσις, δέον ὁ ἠλεκτρολύτης νὰ εἶνε ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται εἴτε διὰ διαλύσεως, εἴτε διὰ τήξεως, ὅταν οὗτος εἶνε στερεός.

167. Ἐφαρμογαί.—Τῆς ἠλεκτρολύσεως γίνεται χρῆσις πρὸς κάλυψιν τῆς ἐπιφανείας διαφόρων ἀντικειμένων διὰ λεπτοῦ μεταλλικοῦ στρώματος Π. χ. κοχλιάρια καὶ οἰκιακὰ σκεύη καλύπτονται διὰ λεπτοῦ στρώματος ἀργύρου ἢ χρυσοῦ. Πρὸς τοῦτο, τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ καλυφθοῦν, ἐξαρτώμενα ἐκ τοῦ **ἀρνητικοῦ** πόλου, βυθίζονται (σχ. 265) ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος ἅλατος π. χ. ἀργύρου ἐὰν πρόκειται νὰ καλυφθῶν δι' ἀργύρου. Ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου ἐξαρτᾶται τεμάχιον Μ ἐκ τοῦ ἰδίου μετάλλου, ἤτοι ἀργύρου, καὶ βυθίζεται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ διαλύματος.

Ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διέρχεται, τὸ διάλυμα ἀποσυντίθεται καὶ ὁ ἄργυρος ἐπικάθηται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἤτοι ἐπὶ τῶν ἀντι-

κειμένων. Ἡ ἐργασία αὕτη καλεῖται **ἐπαργύρωσις**. Ὁμοίως γίνεται διὰ χρυσοῦ ἡ **ἐπιχρύσωσις**, διὰ νικελίου ὁ **ἐπινικέλωσις** κλπ.

Γαλβανοπλαστική.—Ἐπίσης, διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως, δυνάμεθα νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα ἀναγλύφων, νομισμάτων ἢ ἄλλων



Σχ. 265.

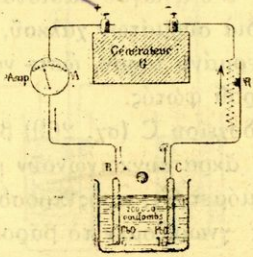
ἀντικειμένων. Πρὸς τοῦτο, διὰ γουταπέρκης ἢ καὶ γύψου ἢ κηροῦ κατασκευάζεται ἐν κοίλῳ ἀντίτυπον τοῦ ἀντικειμένου. Εἶτα καλύπτεται τὸ ληφθὲν ἀντίτυπον δι' ὀλίγης κόνεως γραφίτου, οὐσίας εὐηλεκτραγωγοῦ Τέλος, κρέμαται τὸ ἀντίτυπον ἐντὸς τοῦ διαλύματος ἅλατος π. χ. χαλκοῦ, ἐὰν πρόκειται νὰ κατασκευασθῇ χάλκινον πανομοιότυπον. ἀφοῦ πρῶτον συνδέσωμεν διὰ σύρματος τὸν ἀρνητικὸν πόλον στήλης μετὰ τοῦ λεπτοῦ στρώματος ἐκ γραφίτου. Ἐν τῷ διαλύματι τίθεται ἐπίσης πλὰξ χαλκίνη, συγκοινωνοῦσα μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης.

Ἡ δίοδος τοῦ ῥεύματος διὰ τοῦ διαλύματος προκαλεῖ τὴν ἐπίθεσιν στρώματος χαλκοῦ ἐπὶ τοῦ ἀντιτύπου, τοῦ κρεμαμένου ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου. Μετὰ παρέλευσιν τοῦ ἀναγκαιοῦντος χρόνου, ὅπως τὸ σχηματιζόμενον χάλκινον στρῶμα γίνῃ ἀρκούντως παχύ, ἀποσπᾶται τοῦτο εὐχερῶς ἐκ τοῦ ἀντιτύπου.

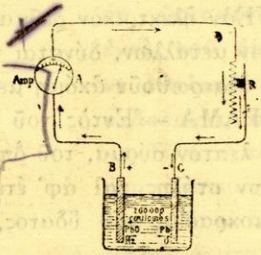
168. Συσσωρευταί.—Ἐὰν ἐντὸς τοῦ μίγματος θειικοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος τεθοῦν δύο ἐλάσματα μολύβδου R καὶ C (σχ. 256), συνδεδεμένα δι' ἀγωγῶν μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης G, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ θειικὸν ὀξὺ ἠλεκτρολύεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἀρνητικοῦ ἐλάσματος ἐμφανίζεται ὑδρογόνον, ἐνῷ τὸ ἄλλο ἔλασμα ὀξειδοῦται.

Ἐὰν νῦν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τῶν μολυβδίνων ἐλασμάτων μετὰ τῆς στήλης καὶ ἑνώσωμεν αὐτὰ ἐξωτερικῶς διὰ σύρματος (σχ. 267), παράγεται ἐντὸς τούτου ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα, ὡς ἐὰν τὸ σύ-

στημα τῶν δύο ἐλασμάτων R καὶ C μετὰ τοῦ μίγματος θειϊκοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος ἦτο στοιχεῖον ἠλεκτρικόν, ἔχον ὡς θετικὸν πόλον τὸ ἔλασμα R, τὸ συνδεθὲν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐκλήθη **συσσωρευτής**.



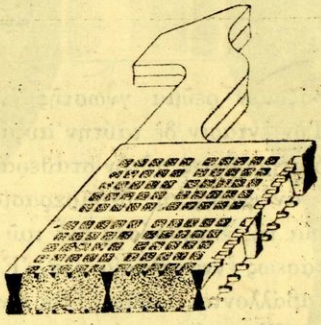
Σχ. 266



Σχ. 267

Μετά τινα χρόνον λειτουργίας τοῦ σ σσωρευτοῦ, τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα καταπαύει. Ἵνα ὁ συσσωρευτὴς δυνηθῇ νὰ λειτουργήσῃ ἐκ νέου, δέον νὰ συνδεθῇ πάλιν μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἤτοι νὰ **πληρωθῇ**, ὅτε ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους του δύναται νὰ γίνῃ 2, 4 βόλτ. Διὰ συσσωρευτῶν σχηματίζονται καὶ στῆλαι, ὅπως διὰ τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν στοιχείων.

Ἀντὶ τῶν μολβδίνων πλακῶν, τίθεται συνήθως πλέγμα μολύβδινον (σχ. 268). τοῦ ὁποίου τὰ κενὰ πληροῦνται εἰς μὲν τὴν θετικὴν πλάκα διὰ μινίου καὶ ὀλίγου λιθαργύρου, εἰς δὲ τὴν ἀρνητικὴν πλάκα διὰ λιθαργύρου καὶ ὀλίγου μινίου. Ὅταν πληροῦται τὸ στοιχεῖον, ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου παράγεται ὑπεροξείδιόν τι τοῦ μολύβδου, τοῦ τύπου Pb_2O_5 ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου σπογγώδης μόλυβδος. Ὅταν τὸ στοιχεῖον ἐκκενοῦται παράγεται ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου PbO_2, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου Pb_2SO_4.



Σχ. 268

Ἡ χημικὴ ἐξίσωσις τῆς λειτουργίας τοῦ συσσωρευτοῦ εἶνε ἡ ἑξῆς:

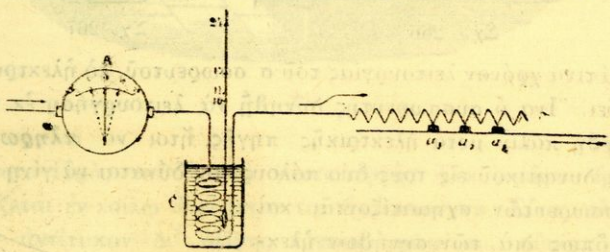
$$Pb_2 + H_2SO_4 + Pb_2O_5 = Pb_2SO_4 + H_2O + 2PbO_2$$

Ἡ ἐξίσωσις αὕτη ἰσχύει διὰ μὲν τὴν πλήρωσιν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ διὰ δὲ τὴν ἐκκένωσιν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά.

δ') Θερμικὰ καὶ φωτεινὰ ἀποτελέσματα.

169. Θέρμανσις τῶν ἀγωγῶν.—*Νόμοι τοῦ* Joule.— Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸν ἀγωγόν, δι' οὗ διέρχεται. Ὅταν δὲ ἡ ἔντασις αὐξάνεται καὶ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγωγοῦ καθίσταται ἰσχυροτέρα. Ἐὰν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διέλθῃ διὰ συρμάτων χαλκοῦ, σιδήρου καὶ ἄλλων μετάλλων, δύναται νὰ τὰ θερμάνῃ τόσον, ὥστε νὰ τακοῦν ἢ καὶ νὰ ἐξαερωθοῦν ἀκόμη μετὰ λαμπροῦ φωτός.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐντὸς τοῦ ὕδατος δοχείου C (σχ. 269) βυθίζομεν ἀφ' ἑνὸς λεπτὸν σύρμα, τοῦ ὁποίου τὰ ἄκρα συγκοινωνοῦν μετὰ τῶν δύο πόλων στήλης καὶ ἀφ' ἑτέρου θερμόμετρον, πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, οὗτινος γνωρίζομεν τὸ βάρος. Διαβι-



Σχ. 269.

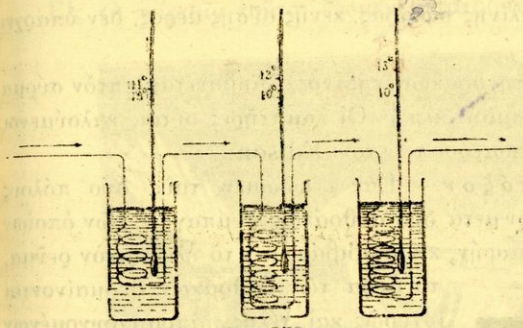
βάζομεν ρεῦμα γνωστῆς ἐντάσεως ἐπὶ ὡρισμένον χρόνον π. χ. 10'. Τὴν ἔντασιν δὲ ταύτην αὐξάνομεν εἶτα εἰς διπλασίαν, τριπλασίαν κλπ. διατηροῦντες αὐτὴν σταθερὰν ἑκάστην φορὰν ἐπὶ 10''. Θὰ εὕρωμεν, ὅτι ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας διὰ διπλασίας ἐντάσεως εἶνε τετραπλασία τῆς ἐπελθούσης διὰ τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος, διὰ τῆς τριπλασίας ἐντάσεως ἐννεαπλασία κλπ. Ἑπομένως, καὶ αἱ ποσότητες θερμότητος μεταβάλλονται ὁμοίως, ἤτοι εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἐντάσεων.

Ἐκ τούτου συνάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον.

1ος **Νόμος.—*Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ἀναπτυσσόμενον ἐν ὡρισμένῳ χρόνῳ ἐπί τινος ἀγωγοῦ, εἶνε ἀνάλογον τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος***

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν πολλὰ δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ τοῦ αὐτοῦ βάρους (σχ. 270), καὶ ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐβυθίσθησαν σύρματα διαφόρων ἀντιστάσεων καὶ θερμόμετρα. Τὰ σύρματα συνδέονται πρὸς ἄλληλα ἐν συνεχείᾳ καὶ μετὰ τῶν δύο πόλων στήλης. Τὸ διερχόμενον ρεῦμα διὰ τῶν ἀντιστάσεων ἔχει τὴν αὐτὴν ἔντασιν· ἐὰν μετὰ ὡρισμένον χρόνον προσδιορίσωμεν τὰς θερμοκρασίας εἰς τὰ διάφορα δοχεῖα, εὑ-

ρίσκομεν ἀνυψώσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς ἀντιστάσεις τῶν ἐν αὐτοῖς συρμάτων. Ἐκ τούτου ἔχομεν τὸν ἑπόμενον νόμον.



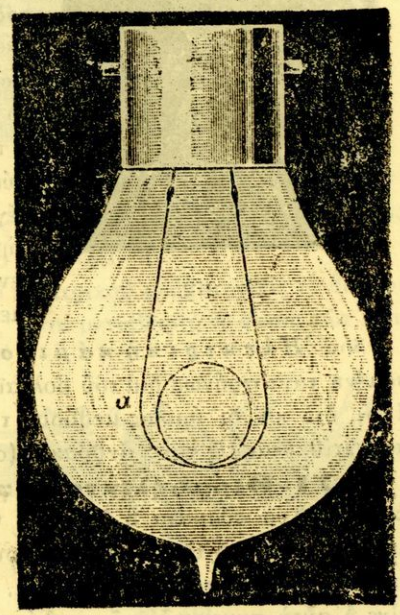
Σχ. 270.

2ος **Νόμος.** — ***Ἡ ποσότης τῆ ἀναπτυσσομένης θερμότητος ἐν ὡρισμένῳ χρόνῳ ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ εἶνε ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τούτου.***

Τέλος, ἡ ποσότης τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα γίνεται διπλασία, τριπλασία κλπ. ὅταν ὁ χρόνος τῆς διόδου τοῦ ρεύματος διπλασιασθῆ, τριπλασιασθῆ κλπ ἤτοι ***εἶναι ἀνάλογος τοῦ χρόνου τῆς διόδου τοῦ ρεύματος.***

Ἡ ποσότης λοιπὸν θερμότητος Θ, ἡ ἀναπτυσσομένη ἐντὸς χρόνου t, ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως I ampére, καὶ ἐντὸς ἀγωγοῦ R ohm. θὰ εἶνε

$\Theta = \pi RI^2 t$ θερμίδες ἔνθα π εἶνε, κατὰ τὰ γενομένα πειράματα, συντελεστὴς σταθερὸς καὶ ἴσος πρὸς 0,24.



Σχ. 271.

170. Ἐφαρμογαί. 1ον ***Λαμπτὴρ*** Edison. — Ἐπὶ τῶν προηγουμένων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος, βασίζεται ὁ τοῦ Edison ἠλεκτρικὸς λαμπτήρ, δι' οὗ φωτίζονται αἱ οἰκίαι, τὰ καταστήματα κλπ. Ὁ λαμπτὴρ οὗτος (σχ. 271) ἀποτελεῖται ἐκ κοίλης ὑαλίνης σφαίρας κενῆς ἀέρος καὶ ἐν τῇ ὁποίᾳ ὑπάρχει ἀγωγὸς α εἰς σχῆμα συνήθους ἱππείου πετάλου, ἀποτελούμενος ἐξ ἀπηνθρακωμένης ἴνος ἰνδοκαλάμου. Τὸ ἠλεκ-

τρικὸν ρεῦμα, διαβιβαζόμενον διὰ τοῦ νήματος, θερμαίνει αὐτὸ τόσον ὥστε τοῦτο πυρακτοῦται καὶ ἐκπέμπει λευκὸν φῶς. Τὸ νῆμα τότε δὲ καίεται διότι ἐντὸς τῆς ὑαλίνης σφαίρας, κενῆς οὔσης ἀέρος, δὲν ὑπάρχε ὀξυγόνον.

Ἐσχάτως, ἀντὶ τῆ ἀπηνθρακωμένης ἰνός, λαμβάνεται λεπτὸν σύρμα μετάλλινον (τανταλίου, ὀσμίου κλπ.). Οἱ λαμπτῆρες οὗτοι, καλούμενοι ματαλλικοί, εἶνε οἰκονομικώτεροι τῶν τοῦ Edison.

2ον. ***Βολταϊὸν τόξον.***—Ἐὰν ἑνώσωμεν τοὺς δύο πόλους ἰσχυρᾶς στήλης δι' ἀγωγῶν μετὰ δύο ἀνθράκων συμπαγῶν, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα εὑρίσκονται εἰς ἐπαφήν, καὶ διαβιβάσωμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὰ ἄκρα τῶν ἀνθράκων θερμαίνονται ἰσχυρῶς καὶ τέλος, ἀπομακρυνομένων τούτων ἀπ' ἀλλήλων, σχηματίζεται μεταξύ των ζωηρότατον φωτεινὸν τόξον (σχ. 272), ὅπερ καλεῖται ***βολταϊκὸν τόξον***, Διὰ τοῦ τρόπου τούτου, κατασκευάζονται ἐπίσης λαμπτῆρες, δι' ὧν φωτίζονται οἰκίαι, ὁδοὶ κλπ. Ἐπίσης τὸ φῶς τῶν προβολέων τῶν πλοίων ἢ τὸ τῶν μεγάλων φάρων εἶνε τοιαύτης φύσεως. Εἰς τοὺς τελευταίους τούτους, μέγα βολταϊκὸν τόξον εὑρίσκεται παρὰ τὴν ἑστίαν φακῶν καὶ κατόπτρων συγκεντρούντων τὸ φῶς πρὸς ὡρισμένας διευθύνσεις.

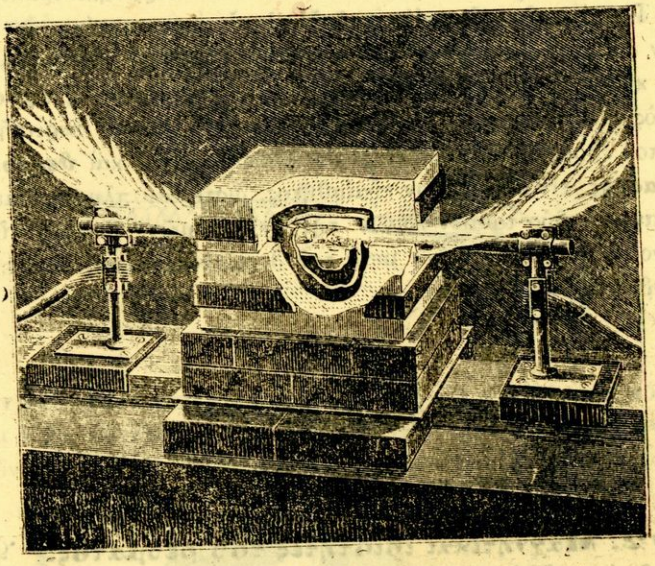
Σχ. 272.

3ον ***Ἠλεκτρικὴ κάμινος***—Ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀναπτυσσομένη ταυτοχρόνως διὰ τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, εἶνε μεγίστη (3000° καὶ ἄνω), διὸ καὶ δι' ὁμοίας μεθόδου τήκουν σώματα δυστηκτότατα, ἅτινα παρεντίθενται εἰς τοὺς ἄνθρακας (σχ. 273).

171. Θερμοηλεκτρικὰ φαινόμενα.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν λκβωμεν δύο σύρματα ἢ ῥάβδους Cu καὶ Fe (σχ. 274) ἐκ διαφόρων μετάλλων, π. χ. χαλκοῦ καὶ σιδήρου, καὶ συγκολλήσωμεν ἀνὰ δύο τὰ ἄκρα αὐτῶν, ἀποτελεῖται κύκλωμα, ἐν τῷ ὁποίῳ, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε ἡ αὐτὴ πανταχοῦ τοῦ κυκλώματος, οὐδὲν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παρατηρεῖται. Ἐὰν ὅμως ἡ θερμοκρασία, κατὰ τὰ σημεῖα τῆς μιᾶς συνεπαφῆς τῶν δύο μετάλλων, εἶνε διάφορος τῆς θερμοκρασίας τῆς ἄλλης, ***παράγεται ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διατρέχει τὸ κύκλωμα.*** Τὸ ρεῦμα τοῦτο ὑφίσταται καὶ ἔχει τὰς αὐτὰς ἰδιότητας, ἐφ' ὅσον διατηροῦνται στα-

θεραὶ καὶ αἱ θερμοκρασίαι τῶν δύο ἐπαφῶν τοῦ ***θερμοηλεκτρικοῦ στοιχείου***, ὡς καλεῖται τὸ κύκλωμα Cu-Fe.

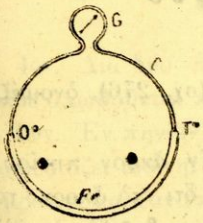
Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο, ἔχομεν μετατροπὴν τῆς θερμικῆς ἐνεργείας



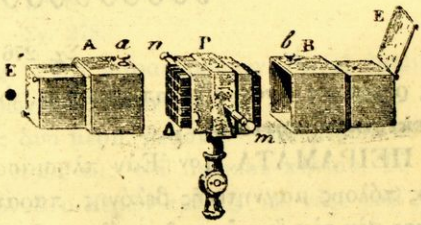
Σχ. 273.

εἰς ἠλεκτρικήν, κατ' ἀντίθεσι πρὸς τὸ προηγουμένως ἐξετασθέν, καθ' ὃ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετετρέπετο εἰς θερμικήν.

Αἱ ἰδιότητες (ἔντασις κλπ.) τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς τὸ θερμοηλεκτρικὸν στοιχεῖον μεταβάλλονται, ὅταν μεταβληθῇ ἡ φύσις τῶν συνι-



Σχ. 274.



Σχ. 275

στώντων αὐτὸ μετάλλων καὶ ἡ θερμοκρασία τῶν ἐπαφῶν. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τῆς μιᾶς ἐπαφῆς αὐξάνεται συνεχῶς, τῆς ἄλλης διατηρουμένης σταθερᾶς, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἴς τινα στοιχεῖα αὐξάνεται ἐπίσης. Εἰς τὰς περισσοτέρας ὅμως περιπτώσεις, π. χ. χαλκοῦ—σιδήρου, ἡ ἔν-

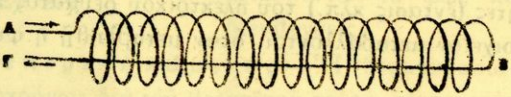
τασις τοῦ ρεύματος φθάνει εἰς μεγίστην τινὰ τιμήν, κατόπιν ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ τέλος τὸ ρεῦμα μεταβάλλει διεύθυνσιν.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν θερμοηλεκτρικῶν τούτων ρευμάτων, κατασκευάζονται καὶ στῆλαι, ἀποτελούμεναι ἐκ πλείστων θερμοηλεκτρικῶν στοιχείων. Τοιαύτη εἶναι ἡ στήλη τοῦ Melloni, συνισταμένη ἐκ πολλῶν μικρῶν ῥαβδίων βισμουθίου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλώμενα, ἀποτελοῦν κύβον P (σχ. 275). Εἰς τοῦτον, αἱ ἐπαφαὶ τάξεως ἀρτίας κεῖνται πρὸς μίαν ἕδραν αὐτοῦ n, αἱ δὲ ἐπαφαὶ τάξεως περιττῆς πρὸς ἀντίθετον ἕδραν m αὐτοῦ. Ἡ στήλη αὕτη καλεῖται καὶ **θερμοπολλαπλασιαστής**, εἶναι δὲ τόσον εὐαίσθητος, ὥστε ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν δύο τούτων ἑδρῶν τὴν χεῖρα ἡμῶν, βελόνη εὐπαθοῦς γαλβανομέτρου, συνδεομένη μετὰ τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ, ἀποκλίνει αἰσθητῶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

Ἠλεκτρομαγνητισμὸς

172. Μαγνητικαὶ ἰδιότητες τοῦ ρεύματος.— Ὡς εἴδομεν, ρεῦμά τι εὐθύγραμμον XY (σχ 247) ἐπιδρᾷ ἐπὶ μαγνήτου, ἤτοι παρουσιάζει μαγνητικὰς ἰδιότητας. Θὰ ἐξετάσωμεν τὰς ἰδιότητας ταύτας, δίδοντες εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ ρεύματος διάφορα σχήματα. Ὅταν ὁ ἀγω-



Σχ. 276

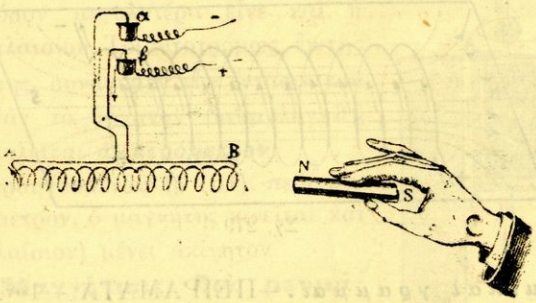
γὸς ρεύματός τινος εἶνε σπειροειδής, ὡς ὁ τοῦ (σχ. 276), ὀνομάζεται **ἠλεκτρικὸν πηνίον.**

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. 1ον Ἐὰν πλησιάσωμεν τὸ ἓν ἄκρον πηνίου εἰς τοὺς πόλους μαγνητικῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἄκρον τοῦτο **ἕλκει** μὲν τὸν ἕνα ἐκ τῶν πόλων τῆς βελόνης **ἀπωθεῖ** δὲ τὸν ἄλλον, ὡς θὰ συνέβαινεν ἐὰν τὸ πηνίον ἦτο μαγνήτης.

2ον. Ἀντιστρόφως, ἐὰν εἰς πηνίον A B (σχ. 277) κινητὸν περὶ κατακόρυφον ἄξονα πλησιάσωμεν τὸν ἕνα τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἕλκει μὲν τὸ ἓν ἄκρον τοῦ πηνίου, ἀπωθεῖ δὲ τὸ

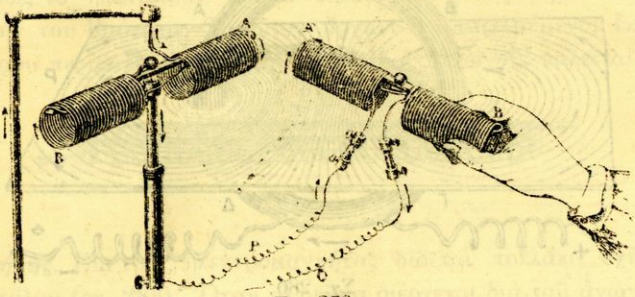
λλο, ὡς ἐὰν τὸ ἓν τῶν ἄκρων τούτων ἦτο βόρειος πόλος καὶ τὸ ἄλλο νότιος πόλος μαγνήτου.

3ον. Ἐὰν τὸ αὐτὸ πηνίον ΑΒ (σχ. 277) ἀφεθῇ ἐλεύθερον, παρατηροῦμεν ὅτι στρέφεται καὶ λαμβάνει διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, ὅπως ἡ μαγνητικὴ βελόνη. Οὕτως ἀναγνωρίζομεν καὶ εἰς τὸ πηνίον



Σχ. 277

βόρειον καὶ νότιον πόλον. Παρατηροῦντες δὲ τὸν βόρειον πόλον τοῦ βλέπομεν ὅτι τὸ ρεῦμα διαρρέει τὸν ἀγωγὸν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὡρολογίου.



Σχ. 278.

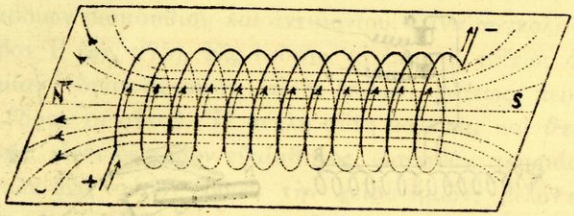
4ον. Διὰ δύο πηνίων (σχ. 278) παρατηροῦμεν ὅτι οἱ ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται καὶ οἱ ἑτερώνυμοι ἕλκονται.

5ον. Ἓν πηνίον τμηθῇ εἰς δύο μέρη, ἕκαστον τῶν μερῶν τούτων παρουσιάζει ἰδιότητας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ ἀρχικοῦ πηνίου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐὰν ἕκαστον τῶν δύο μερῶν τμηθῇ ἐκ νέου καὶ οὕτω καθεξῆς. Τοιουτοτρόπως, ἐὰν ληφθῇ ***μία μόνη σπεῖρα*** τοῦ πηνίου, αὕτη ἀποτελεῖ μαγνήτην, ἔχοντα τὸν ἕνα πόλον του ἐπὶ τῆς μιᾶς ὄψεώς της καὶ τὸν ἄλλον ἐπὶ τῆς ἄλλης ὄψεώς της.

Συμπέρασμα. – Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν ὅτι ***τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἔχουν μαγνητικὰς ἰδιότητας, ὅπως καὶ***

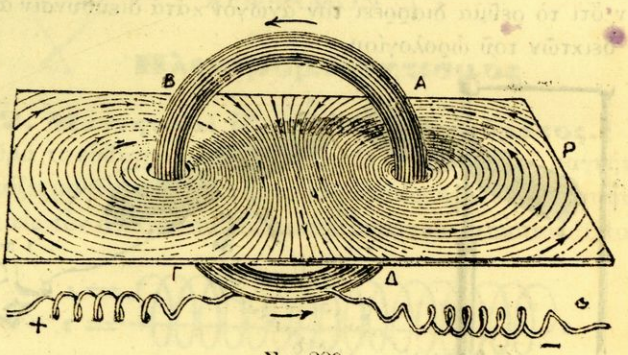
οἱ μαγνῆται, καὶ γεννοῦν εἰς τὸν περὶ αὐτὰ χῶρον μαγνητικὸν πεδίον.

Θὰ ἐξετάσωμεν νῦν, διὰ τῶν μαγνητικῶν φασμάτων τῶν ρευμάτων, τὰς δυναμικὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τούτων.



Σχ. 279

Δυναμικαὶ γραμμαί.—ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ.— 1ον. Ἐὰν ρίψωμεν διὰ κοσκίνου ρινίσματα σιδήρου ἐπὶ χάρτου S (279) διερχομένου διὰ τοῦ ἄξονος πηνίου, βλέπομεν ὅτι τὰ ρινίσματα διατίθενται κατὰ

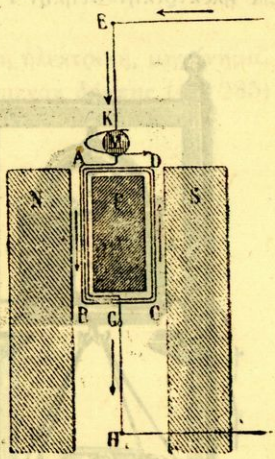


Σχ. 280.

γραμμάς, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Αἱ γραμμαὶ αὗται (δυναμικαὶ) εἶνε κλεισταὶ καμπύλαι, διερχόμεναι διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ πηνίου καὶ εἶνε ἐκτὸς μὲν τοῦ πηνίου ὅμοιαι πρὸς τὰ τοῦ εὐθυγράμμου μαγνήτου (σχ. 195), ἐντὸς δὲ τοῦ πηνίου παράλληλοι.

173. Γαλβανόμετρον μετὰ κινητοῦ πλαισίου. — Ἀμπερόμετρον.—Τὸ γαλβανόμενον μετὰ κινητοῦ πλαισίου (πηνίου) ἀποτελεῖται ἐκ μονίμου μαγνήτου NS (σχ. 281), ὁ ὁποῖος ἐπιδρᾷ ἐπὶ συρματίνου πλαισίου ABCD κινητοῦ περὶ τὸ σύρμα EH, ἐξ οὗ εἶνε ἐξηρτημένον. Τὸ πλαίσιον διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ ἔντασις, καὶ ἀναγκάζεται νὰ στραφῇ περὶ τὸ σύρμα EH οὗ-

τως, ὥστε νὰ ἔχῃ τὸν βόρειον πόλον του ἐστραμμένον πρὸς τὸν νότιον τοῦ μαγνήτου. Εἰς τὴν στροφὴν ἀνθίσταται τὸ σύρμα ΕΗ. Ὅσον δὲ μεγαλυτέρα εἶνε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τόσον μεγαλυτέρα εἶνε καὶ ἡ στροφὴ τοῦ πλαισίου. Τοιουτοτρόμως, ἐκ τῆς στροφῆς ταύτης, συνάγομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Ἐὰν τὸ ὄργανον βαθμολογηθῇ εἰς ampêre καλεῖται **ἀμπερόμετρον**.



Σχ. 281.

Εἰς τὸ προηγουμένως (§ 161) περιγραφὲν γαλβανόμετρον, ὁ μαγνήτης κινεῖται καὶ τὸ πηνίον (πλαίσιον) μένει ἀκίνητον.

174. Μαγνήτισις διὰ ρευμάτων. — Ἠλεκτρομαγνήτης. — Ἐὰν ἐντὸς πηνίου εἰσαγάγωμεν ῥάβδον αβ (σχ. 282 ἐκ μαλακοῦ σιδήρου καὶ διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται. Ὅταν ὅμως τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διακοπῇ, ὁ σίδηρος χάνει τότε τὴν μαγνητικήν του ἰδιότητα. Τοιοῦτον ὄργανον, ἀποτελούμενον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένου ὑπὸ σπειροειδοῦς ἀγωγοῦ, καλεῖται **ἠλεκ-**

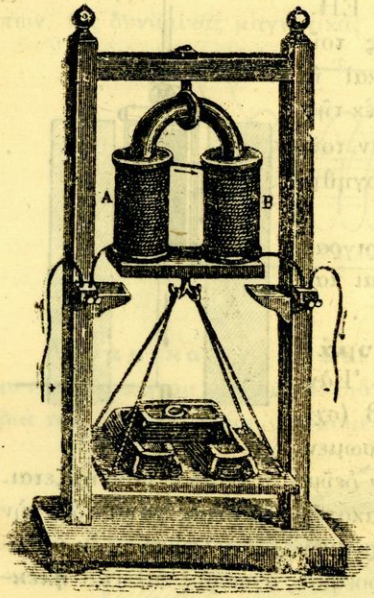

Σχ. 282

τρομαγνήτης. Εἰς τοὺς ἠλεκτρομαγνήτας δίδεται πολλάκις σχῆμα ἱππείου πετάλου (σχ. 283). Ὅταν τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου, ὁ μαλακὸς σίδηρος μεταβάλλεται εἰς μαγνήτην, τοῦ ὁποίου ἡ δύναμις δύναται νὰ καταστῇ λίαν μεγάλη.

Ὅταν, ἀντὶ μαλακοῦ σιδήρου, λάβωμεν χάλυβα καὶ τὸν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ πηνίου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται καὶ διατηρεῖ τὴν μαγνητικήν του δύναμιν καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Οὕτω κατασκευάζονται σήμερον οἱ μαγνῆται.

175. Ἐφαρμογαί.— *Τηλέγραφος*.—Τὰ ἀποτελέσματα, τὰ ὁποῖα ἐπιφέρει τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἐχρησιμοποιήθησαν εἰς τὴν ἐξ ἀποστάσεως συνεννόησιν. Ἐὰν συνδέσωμεν δύο τόπους Α καὶ Β (σχ. 284) διὰ διπλοῦ σύρματος αβ καὶ α΄ β΄ καὶ ἐγκαταστήσωμεν εἰς τὸν τόπον

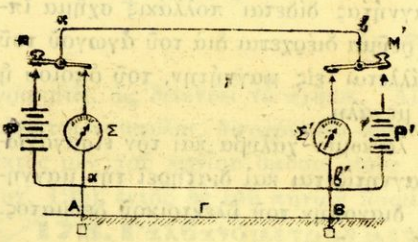
Α ἠλεκτρικὴν στήλην Ρ, τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα, ἐκπεμπόμενον ἐκ τοῦ τόπου Α, θὰ φθάσῃ εἰς τὸ τόπον Β, ὅπου ἡ παρουσία του δύναται νὰ καταστῇ αἰσθητή, π. χ. διὰ γαλβανομέτρου Σ. Ὅταν θὰ διέρχεται τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα, ἡ μαγνητικὴ βελόνη θὰ ἀποκλίνῃ· ὅταν δὲ ἐκεῖνο θὰ παύῃ διερχόμενον, ἡ βελόνη θὰ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν της θέσιν.



Σχ. 283.

Τοιουτοτρόπως, δυνάμεθα νὰ συνεννοηθῶμεν ἐξ ἀποστάσεως διὰ συνθημάτων, ἀποτελουμένων ἐξ ἀριθμοῦ τινος διακοπῶν τοῦ ρεύματος, ἀντιπροσωπευουσῶν τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου.

Εἰς τὸν συνήθη τηλέγραφον τοῦ Morse, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὸν σταθμὸν Β διέρχεται οὐχὶ διὰ γαλβανομέτρου, ἀλλὰ δι' ἑνὸς ἠλεκτρομαγνήτου Ε (σχ. 285) ὅστις ἕλκει τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Α, ὁσάκις τὸ ρεῦμα διέρχεται. Ὁ σίδηρος οὗτος συνδέεται μετὰ δείκτου α, ὁ ὁποῖος γράφει ἐπὶ ταινίας Χ γραμμὰς καὶ στιγμάς, ἀντιπροσωπευούσας τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, π. χ. α=.—, β=—,., γ=.— —, κλπ. Ὅταν διαρκῇ σχετικῶς πολὺ τὸ τὸ ρεῦμα, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Ε ἕλκει τὸν σίδηρον Α καὶ κρατεῖ αὐτὸν κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον καὶ οὕτω γράφεται ἡ γραμμὴ γράμματός τινος. Διὰ τὰς στιγμὰς τὸ ρεῦμα διαρκεῖ ἐλάχιστον χρόνον.

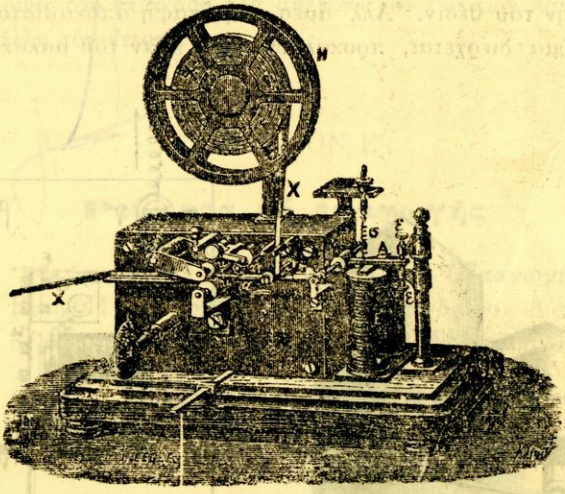


Σχ. 284.

Ὁ ἀγωγὸς ὅμως, ὁ συνδέων τοὺς δύο τόπους Α καὶ Β, δὲν εἶναι διπλοῦς, ἀλλ' ἁπλοῦς· διότι, ἀντὶ τοῦ ἑνὸς ἐξ αὐτῶν α' β', ἐχρησιμοποιήθη ἡ γῆ. Οὕτω, τὸ ρεῦμα ἀναχωρεῖ ἐκ τοῦ Α, διέρχεται διὰ τοῦ

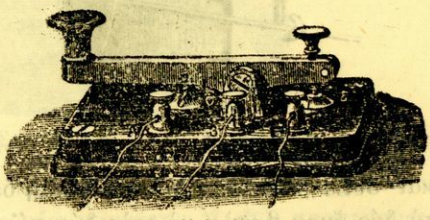
ἑνὸς ἀγωγοῦ αβ, φθάνει εἰς τὸν σταθμὸν Β καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸν σταθμὸν Α διὰ τῆς γῆς ΒΑ.

Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑπάρχουν κυρίως στήλη ἠλεκτρική, μηχάνημα περιλαμβάνον τὸν ἠλεκτρομαγνήτην καὶ καλούμενον **δέκτης** (σχ. 285)



Σχ. 285.

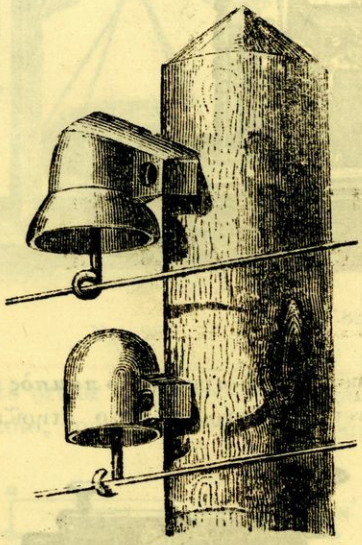
καὶ ὄργανόν τι, χρησιμεῦον πρὸς διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ὁ **πομπὸς** (σχ. 286). Μεταξὺ τῶν σταθμῶν ἐκτείνεται τὸ σύρμα, ὅπερ στηρίζεται ἐπὶ ἀπομονωτικῶν σωμάτων, προσηρμοσμένων ἐπὶ ξυλίνων στύλων (σχ, 287).



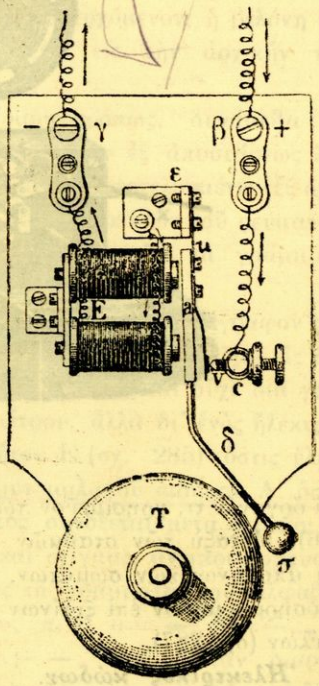
Σχ. 286

Ἠλεκτρικὸς κώδων. Ὁ ἠλεκτρικὸς κώδων ἀποτελεῖται ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου Ε (σχ. 288), ἀπέναντι τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου α, προσκεκολλημένον εἰς τὸ ἄκρον ἐλάσματος κ. Ὁ μαλακὸς σίδηρος φέρει μικρὰν σφύραν σ, ἔμπροσθεν τῆς ὁποίας ὑπάρχει κώδων Τ. Ἐὰν διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διέλθῃ ρεῦμα, ὁ μαλακὸς σίδηρος, ἑλκόμενος, κρούει τὸν κώδωνα διὰ τῆς σφύρας **ἅπαξ**. Συνήθως ὅμως τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, πρὶν ἢ μεταβῇ εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, διέρχεται πρῶτον

δι' ἀγωγοῦ V, ὅστις ἐφάπτεται τοῦ ἐλατηρίου καὶ κα ὁπιν μεταβαίνει εἰν τὸν ἠλεκτρομαγνήτην. Οὕτως, ὅταν τὸ ῥεῦμα διέλθῃ, ὁ ἠλεκτρομαμνήτης ἕλκει τὸν μαλακὸν σίδηρον καὶ τὸν ἀποσύρει ἀπὸ τοῦ ἀγωγοῦ, μεθ' οὗ εὑρίσκεται εἰς ἐπαφήν. Τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἀφήνει τὸν μαλακὸν σίδηρον νὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν. Ἀλλ' ἀμέσως ἡ ἐπαφὴ ἀποκαθίσταται ἐκ νέου καὶ τὸ ῥεῦμα διέρχεται, προκαλοῦν νέαν ἕλξιν τοῦ μαλακοῦ σιδήρου



Σχ. 287.



Σχ. 288.

καὶ οὕτω καθεξῆς. Διὰ νὰ διέλθῃ δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα, ἑνώνομεν τὰ δύο ἄκρα β καὶ γ μὲ τοὺς δύο πόλους στήλης.

176. Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ρεύματος.—Ὡς εἴδομεν, μεταξὺ δύο πηνίων, ὡς τὰ ΑΒ καὶ Α΄Β΄ (σχ. 278)· ὑφίστανται ἕλξεις καὶ ὤσεις ὅμοιαι πρὸς τὰς μεταξὺ δύο μαγνητῶν. Ἕνεκα τῶν ἕλξεων καὶ ὤσεων τούτων μεταξὺ τῶν δύο πηνίων, εἶναι δυνατὸν νὰ κινηθοῦν ταῦτα, ὅπως καὶ ἐν τῇ περιπτώσει τῶν μαγνητῶν.

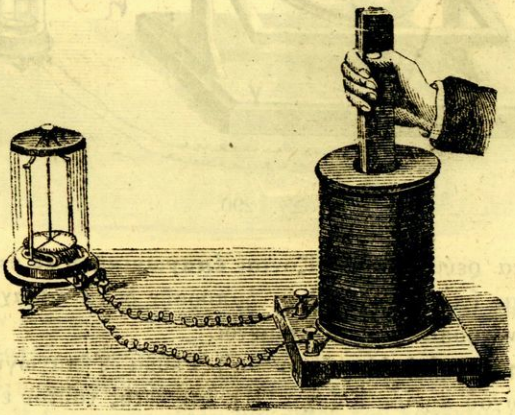
Ἀλλὰ καὶ ὅταν τὸ ῥεῦμα διατρέχῃ κλειστὸν ἁπλοῦν ἀγωγόν, παρα-

τηροῦνται παρόμοια φαινόμενα. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν ὀρθογώνιον κύκλωμα, δυνάμενον νὰ περιστραφῇ περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ εἰς αὐτὸ πλησιάσωμεν ἕτερον κύκλωμα ἐπίσης ὀρθογώνιον, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅταν τὸ ῥεῦμα διαρρέῃ ἀμφότερα, ὅτι τὸ πρῶτον κύκλωμα δύναται νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ δευτέρου, καὶ δὴ τοιαύτην, ὡς ἐὰν ἡ μία ὄψις τοῦ ἐπιπέδου του ἀπετέλει τὸν ἕνα τῶν πόλων μαγνήτου καὶ ἡ ἄλλη τὸν ἕτερον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς

137. Ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.—1ον ***Ἐπαγωγὴ διὰ μαγνήτου.***—Ἔστω Π (σχ. 289) πηνίον τι, συνδεόμενον διὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ σύρματός του μετὰ γαλβανομέτρου. Τὸ γαλβανόμετρον οὐ-



Σχ. 289.

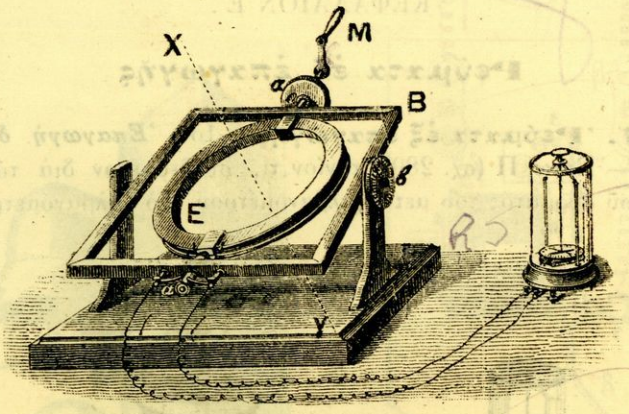
δεμίαν ἀπόκλισιν δεικνύει καὶ τὸ πηνίον δὲν διαρρέεται ὑπὸ ῥεύματος. Ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ πηνίῳ μαγνήτην Μ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ γαλβανόμετρον ἀποκλίνει, ὑποδεικνῦον ὅτι, κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ μαγνήτου ἐν τῷ πηνίῳ, παρήχθη ἐν τούτῳ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα. Τὸ ῥεῦμα τοῦτο διαρκεῖ ὅσον καὶ ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ μαγνήτου ἐν τῷ πηνίῳ καὶ καταπαύει, ὅταν ὁ μαγνήτης σταθῇ.

Ἐὰν νῦν ἐξαγάγωμεν τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηνίου, τὸ σύρμα τούτου διαρρέεται, ὡς δεικνύει τὸ γαλβανόμετρον, ὑπὸ ῥεύματος ἀντιθέτου

τοῦ προηγουμένου καὶ τὸ ὁποῖον διαρκεῖ ὅσον καὶ ἡ κίνησις τοῦ μαγνήτου.

Ἀλλὰ καὶ εἰς ἁπλοῦν ἀγωγὸν κλειστόν, ἐὰν πλησιάσωμεν ἢ ἀπομαμρύνωμεν μαγνήτην, παράγεται ῥεῦμα ἠλεκτρικόν.

Ἐπίσης, λάβωμεν ἀγωγὸν εἰς σχῆμα πλαισίου RS (σχ. 290) καὶ τοποθετήσωμεν αὐτὸν μεταξὺ τῶν δύο πόλων μαγνήτου. Ἐὰν περιστρέψωμεν τὸ πλαίσιον περὶ τὸν ἄξονα α, θὰ παρατηρήσωμεν διὰ γαλβανομέτρου, τὸ ὁποῖον συνδέεται μετὰ τοῦ πλαισίου, ῥεῦμα ἠλεκτρικόν.



Σχ. 290.

Τὰ τοιαῦτα ρεύματα ὀνομάζονται ***ἐπαγωγικὰ*** ἢ ἐξ ***ἐπαγωγῆς*** καὶ ἀνεκαλύφθησαν ὑπὸ τοῦ Faraday, ἠμποροῦν δὲ νὰ παραχθοῦν καὶ διὰ πολλῶν ἄλλων τρόπων, ὡς οἱ ἑπόμενοι.

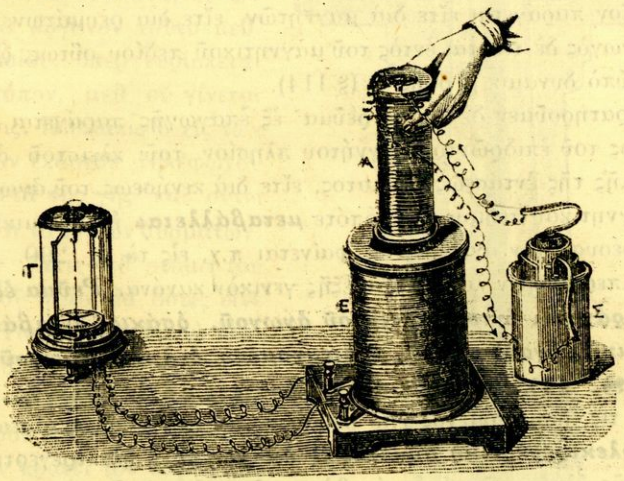
2ον ***Ἐπαγωγὴ διὰ ῥεύματων*** —α') Ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγεται ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ πηνίου Ε (σχ. 291), ἐὰν ἐντὸς τούτου εἰσαχθῇ, ἀντὶ τοῦ μαγνήτου, ἕτερον πηνίον Α, ***διαρρεόμενον ὑπὸ ῥεύματος.*** Κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν ταύτην παράγεται ῥεῦμα καὶ εἰς τὸ πηνίον Ε. Ἐὰν ἐξαγάγωμεν τὸ πηνίον Α, παράγεται πάλιν ῥεῦμα ἐν τῷ Ε, ἀντιθέτου ὅμως φορᾶς πρὸς τὸ προηγουμένως παραχθέν.

β') Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ πηνίον Α ἐντὸς τοῦ Ε, ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς δὲν παράγεται ἐν τῷ Ε, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα, τὸ διαρρέον τὸ Α, εἶνε σταθερόν. Ἐὰν ὅμως διακόψωμεν τὸ ῥεῦμα τοῦ Α ἢ μεταβάλωμεν τὴν ἔντασίν του, τότε εἰς τὸ Ε παράγεται ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ὁπωσδήποτε καὶ ἂν μεταβληθῇ τὸ ῥεῦμα τοῦ Α, παράγεται εἰς τὸ Ε ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς.

Ἐπίσης, παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ὅταν ἀποκαθιστῶμεν ἐκ
ου τὸ διακοπὲν ῥεῦμα τοῦ πηνίου Α.

γ') Δὲν ἀπαιτεῖται τὸ ἐπιδρῶν ῥεῦμα Α νὰ διαρρέῃ ὁλόκληρον πη-
ον, ἵνα παραχθῇ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐν γένει, ἀγωγὸς οἱοσδήποτε
, διαρρεόμενος ὑπὸ ρεύματος, δύναται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ ἑτέρου οἱου-
ήποτε Β καὶ νὰ παραγάγῃ ἐν τούτῳ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς εἴτε διὰ διακο-
ῆς ἢ ἄλλης μεταβολῆς τοῦ ῥεύματος Α, εἴτε διὰ μεταθέσεως τούτου κτλ.

3ον ***Αὐτεπαγωγή***.—Ρεῦμά τι, διαρρέον ἀγωγόν, δὲν προκαλεῖ
ίνον ἐπὶ ἑτέρου ἀγωγοῦ ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου



Σχ. 291.

ου ἀγωγοῦ, ἂν διαρρέει. Ἔστω π. χ. ὅτι σύρμα τι κλειστόν, διαρρεό-
μενον ὑπὸ ρεύματος, κόπτεται εἴς τι σημεῖον καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται.
Ἡ διακοπὴ αὕτη τοῦ ρεύματος δὲν προκαλεῖ μόνον εἰς τοὺς πέριξ
ἀγωγοὺς ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἀλλὰ καὶ ἐντὸς τοῦ κοπέντος ἀγωγοῦ τοῦ
ρεύματος. Τὸ ποιοῦτον ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα, τὸ παραγόμενον ἐντὸς τοῦ
ἰδίου ἀγωγοῦ ρεύματός τινος, ***καλεῖται ἐπίρρευμα,*** καὶ λέγομεν ὅτι
προέρχεται ἐξ ***αὐτεπαγωγῆς***. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὰ ἄκρα δύο συρμά-
των, τῶν ὁποίων τὰ ἕτερα δύο ἄκρα ἡνώθησαν μετὰ τῶν δύο πόλων
ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ 10 π.χ. στοιχείων κατὰ τάσιν, οὐδεὶς σπινθὴρ
παράγεται, ὁσονδήποτε πλησιον καὶ ἂν τεθοῦν. Ἐν τούτοις, ἂν φέρω-
μεν πρῶτον εἰς ἐπαφὴν τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα τῶν συρμάτων καὶ εἶτα
ἀπομακρυνωμεν αὐτά, παράγεται, ἕνεκα τοῦ ἐπιρρεύματος, σπινθὴρ
κατὰ τὴν διακοπὴν τῆς συνεπαφῆς.

Ἡ αὐτεπαγωγὴ ἐμποδίζει τὸ ἀρχόμενον ῥεῦμα νὰ λάβῃ ἀμέσως τὴν κανονικήν του ἔντασιν καί, τοὐναντίον, αὐξάνεται τὸ ῥεῦμα, ὅπερ λήγει. Ἡ αὐτεπαγωγὴ εὐθυγράμμου κυκλώματος εἶναι πολὺ μικρά, ἐνῷ, τοὐναντίον, ἀποβαίνει μεγάλη, ὅσον τὸ σύρμα περιελίσσεται ἑλικοειδῶς. Ἡ αὐτεπαγωγὴ ***πηνίου***, καὶ δὴ περιέχοντος πυρῆνα μαλακοῦ σιδήρου, εἶναι πολὺ μεγάλη.

Συμπέρασμα.—Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα, διακρίνομεν δύο κύρια μέρη, ἤτοι ἀφ' ἑνὸς τὸν ***κλειστὸν ἀγωγόν,*** ἐντὸς τοῦ ὁποίου παράγεται τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ῥεῦμα καὶ ἀφ' ἑτέρου ***μαγνητικὸν πεδίον*** τὸ ὁποῖον παράγεται εἴτε διὰ μαγνητῶν, εἴτε διὰ ῥευμάτων. Ὁ κλειστὸς ἀγωγὸς δὲ τίθεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου οὕτως, ὥστε διαρρέεται ὑπὸ δυναμικῆς ροῆς Φ (§ 114).

Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγεται εἴτε διὰ κινήσεως τοῦ ἐπιδρῶντος μαγνήτου πλησίον τοῦ κλειστοῦ ἀγωγοῦ ἢ μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ῥεύματος, εἴτε διὰ κινήσεως τοῦ ἀγωγοῦ ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου κλπ. ὁπότε ***μεταβάλλεται*** ἡ δυναμικὴ ροὴ Φ, ἡ διαρρέουσα τὸν ἀγωγόν, ὡς φαίνεται π.χ, εἰς τὸ σχ. 290.

Συμπεραίνομεν λοιπὸν τὸν ἑξῆς γενικὸν κανόνα. ***Ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγεται ἐντὸς κλειστοῦ ἀγωγοῦ, ὁσάκις μεταβάλλεται ἡ μαγνητικὴ δυναμικὴ ροή, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τούτου.***

178. Ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. — Ἔστω ἀγωγός τις, διαρρεόμενος ὑπὸ ῥεύματος, ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντάσεως I. Καλεῖται ***ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς*** ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις πηγῆς ἠλεκτρικῆς ἡ ὁποία θὰ παρῆγεν ἐν τῷ ἀγωγῷ, ἄνευ φαινομένων ἐπαγωγῆς, τὸ αὐτὸ ῥεῦμα ἐντάσεως I.

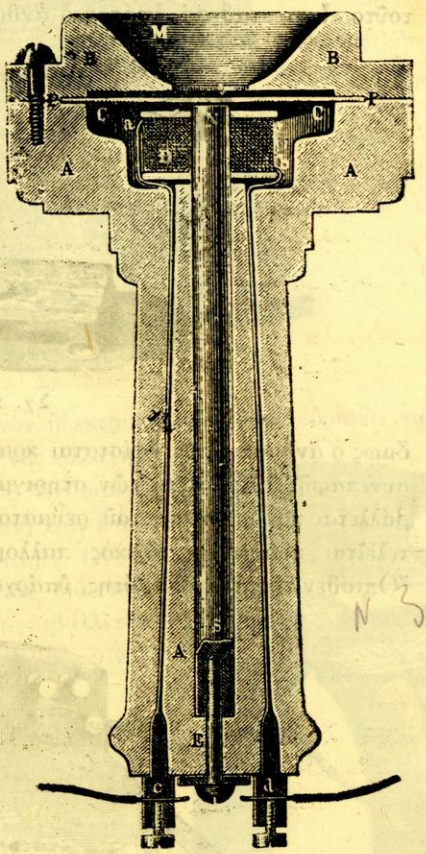
Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς μεταβάλλεται, ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγωγοῦ. Εἰς τὰ πειράματα τοῦ σχήματος 289, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐξάνεται, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου A αὐξάνεται.

179. Τηλέφωνον.—Τὸ ***τηλέφωνον***, ἀνακαλυφθὲν τῷ 1877 ὑπὸ τοῦ Graham Bell χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν ἠλεκτρικῶς τῆς φωνῆς εἰς μεγάλας ἀποστάσεις καὶ βασίζεται ἐπὶ τῆς ἑξῆς ἀρχῆς. Κύκλωμα κλειστὸν συνδέει δύο σταθμούς, εἰς τὸν ἕνα τῶν ὁποίων ὑπάρχει στήλη καὶ ***φωνοπομπὸς*** καὶ εἰς τὸν δεύτερον ***φωνοδέκτης***.

Σύστημα τοῦ Bell. —Τὸ μαγνητικὸν τηλέφωνον τοῦ Bell ἀποτελεῖται ἐκ ῥαβδοειδοῦς μαγνήτου NS (σχ. 292), οὗ τὸ ἄκρον N περιβάλλεται ὑπὸ πηνίου D. Τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου τούτου ἀπολήγουν εἰς τοὺς ἀκροδέκτας c καὶ d. Ἔμπροσθεν τοῦ μαγνήτου καὶ εἰς μικρὰν

ὸ τοῦ πόλου N ἀπόστασιν εὑρίσκεται λεπτὴ πλὰξ C ἐκ μαλακοῦ σι-
ρου. Ἡ πλὰξ αὕτη εἶναι ἐστερωμένη διὰ τῶν περάτων της P P με-
ξὺ ὅλμου ξυλίνου M καὶ ξυλίνου περιβλήματος AA, ἐν τῷ ὁποίῳ
ρίσκεται καὶ ὁ μαγνήτης NS.
οχλίας E συγκρατεῖ τὸν μα-
ήτην καὶ ρυθμίζει τὴν ἀπόστα-
ν του ἀπὰ τοῦ δίσκου C.

Ἐκ τῶν ἀκροδεκτῶν c καὶ d
αχωροῦν δύο σύρματα, δι' ὧν
οῦται τὸ ὄργανον τοῦτο μεθ'
έρου ὅμοίου, ὅπερ εὑρίσκεται
ς τὸν τόπον, μεθ' οὗ γίνεται
νεννόησις. Πολλάκις ὁ εἷς τῶν
ροδεκτῶν ἑκάστου τηλεφώνου
οῦται μετὰ τῆς γῆς καὶ οὕτω
ιαργεῖται τὸ ἓν τῶν συρμάτων.
ὁμιλῶν θέτει τὸ στόμα του
ώπιον τοῦ ὅλμου M, ὅστις εἶνε
οικτός. Τοιουτοτρόπως τὸ ἔλα-
ια C τίθεται εἰς παλμικὴν κί-
ησιν καὶ ἡ φωνὴ μεταδίδεται
ς τὸ ἕτερον ὅμοιον τηλέφωνον.
ἀκούων κρατεῖ τὸν ὅλμον τοῦ
λεφώνου του πλησίον τοῦ ὠτός
υ. Εἰς τὸ τηλέφωνον τοῦτο
τως καὶ εἰς τὰ περιγραφησόμενα
ραιτέρω, ἀπαιτεῖται δι' ἕκα-
ον σταθμὸν ὄργανόν τι, διὰ νὰ
δοποιῆται ὁ μεθ' οὗ πρόκειται
γίνῃ συνεννόησις, ἵνα προσ-
θῇ εἰς τὸ τηλέφωνόν του. Ὡς τοιοῦτον ὄργανον χρησιμεύει ἐν γένει
εκτρικὸς κώδων, λειτουργῶν διὰ στήλης.

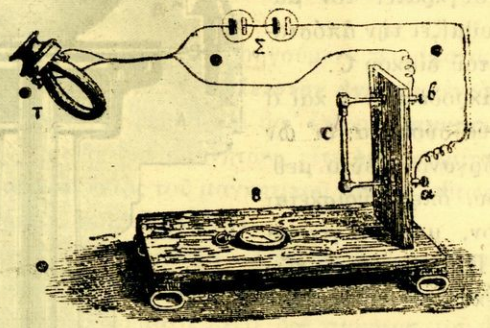


Σχ. 292

Τοιουτρόπως, εἰς τὸ σύστημα τοῦτο ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης δὲν δια-
φέρουν· τὸ αὐτὸ ὄργανον χρησιμεύει καὶ διὰ τοὺς δύο σκοπούς.

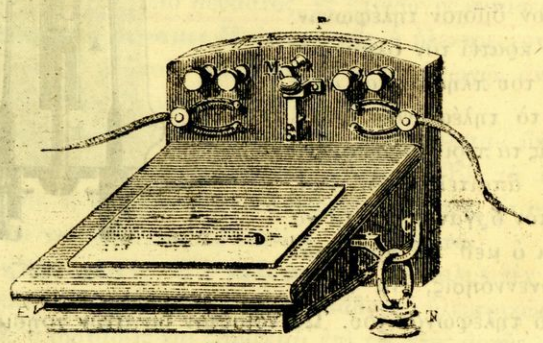
Μικρόφωνον τοῦ Hughes.—Ἵνα οἱ ἀκουόμενοι ἦχοι γίνουν ἰσ-
χυρότεροι, χρησιμοποιεῖται ὡς πομπὸς ἰδιαίτερον ὄργανον (ἀνακα-
λυφθὲν ὑπὸ τοῦ Hughes τῷ 1878), ***μικρόφωνον*** καλούμενον, τὸ
ποῖον βασίζεται ἐπὶ τοῦ ἑξῆς φαινομένου. Ἔστω c (σχ. 293) ῥάβδος

ἐξ ἄνθρακος στηριζομένη ἐντὸς κοιλοτήτων δύο τεμαχίων ἐπίσης ἐξ ἀν-
θρακος, συγκοινωνούντων διὰ τῶν ἄκρων α καὶ β μετὰ τῶν δύο πόλω-
τῆς στήλης Σ. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος τὸ κύκλωμ-
τοῦτο εἶναι σταθερά, ἐφόσον ὁ ἄνθραξ c εἶναι τελείως ἀκίνητος. Ὅτ-



Σχ. 293.

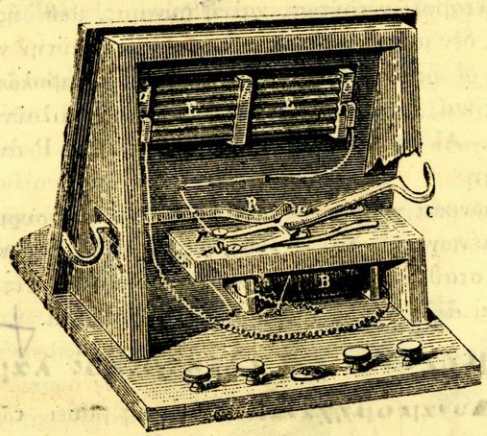
ὅμως ὁ ἄνθραξ οὗτος ὑφίσταται κραδασμούς, ἡ ἀντίστασις τῶν σημεί-
συνεπαφῆς αὐτοῦ μετὰ τῶν στηριγμάτων μεταβάλλεται καὶ οὕτω μετ-
βάλλεται καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος. Ὁ πομπὸς τοῦ τηλεφώνου ἀπ-
τελεῖται κυρίως ἐκ πλακὸς παλλομένης ὅταν ὁμιλοῦμεν πρὸ αὐτ-
Ὄπισθεν τῆς πλακὸς ταύτης, ὑπάρχουν ἐστερεωμέναι πλάκες ἐκ ἄνθρ-



Σχ. 294.

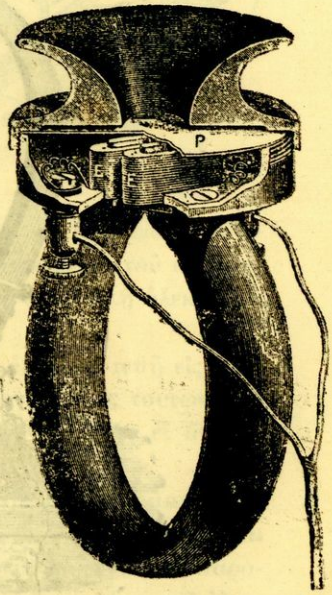
κος b, c, d (σχ. 294—295) καὶ φέρουσαι μικρὰς κοιλότητας, ἐντὸς τ-
ὁποίων εἰσέρχονται τελείως ἐλευθέρως τὰ ἄκρα ῥαβδίων E ἐπίσης
ἄνθρακος. Τὸ μικρόφωνον παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα οὕτως, ὥσ-
τὸ ρεῦμα στήλης, διὰ νὰ κυκλοφορήσῃ, δέον νὰ διέλθῃ διὰ τῶν
ἄνθρακος ῥαβδίων τοῦ μικροφώνου.

Ὅταν ὁμιλοῦμεν πρὸ τοῦ μικροφώνου, ἡ πλὰξ πάλλεται καὶ μετ' αὐτῆς καὶ τὰ ἐξ ἄνθρακος ῥαβδία. Ὡς ἐκ τῶν παλμῶν τούτων τῶν ῥα-



Σχ. 295.

βδίων, τὸ δι' αὐτῶν διερχόμενον ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα δὲν εὑρίσκει πάντοτε τὴν αὐτὴν ἀντίστασιν (ὡς ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τῶν σημείων ἐπαφῆς τῶν ἐξ ἄνθρακος ῥαβδίων ἐντὸς τῶν κοιλοτήτων) καί, ἑπομένως, μεταβάλλεται κατ' ἔντασιν. Οὕτω τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ δέκτου τοῦ ἑτέρου σταθμοῦ, μεταβάλλεται κατ' ἔντασιν, ἕνεκα τῆς ὁμιλίας, τῆς γινομένης πρὸ τοῦ ποιμποῦ.



Εἰκ. 296.

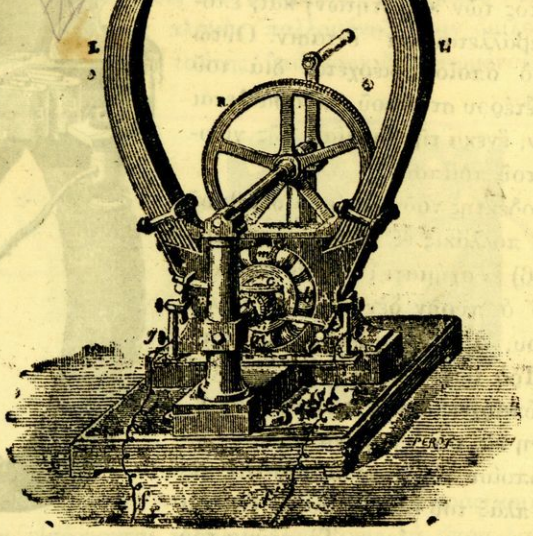
Ὁ φωνοδέκτης τοῦ δευτέρου σταθμοῦ ἀποτελεῖται πολλάκις ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου ΕΕ (σχ. 296) ἐν σχήματι ἱππείου πετάλου, τοῦ ὁποίου ὁ πυρὴν δὲν εἶναι ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἀλλ' ἐκ χάλυβος μαγνητισθέντος. Πρὸ τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ὑπάρχει λεπτὴ σιδηρᾶ πλὰξ Ρ, ἐστερεωμένη εἰς τὸν πυθμένα μικροῦ ὅλμου, τοῦ ὁποίου τὸ ἄνοιγμα φέρεται εἰς τὸ οὖς. Ἡ πλὰξ τοῦ ὅλμου τούτου ἕλκεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Τὸ ρεῦμα τοῦ πρώτου σταθμοῦ διέρχεται διὰ τῶν πηνίων ΕΕ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου καί, ἐπειδὴ μεταβάλλεται, ὡς εἴδομεν, κατ'

ἔντασιν, προκαλεῖ μεταβολὰς τῆς μαγνητίσεως τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Ὡς ἐκ τῶν μεταβολῶν τούτων, καὶ ἡ δύναμις, μεθ' ἧς ἕλκεται ἡ πλὰξ P τοῦ ὅλμου, δὲν μένει σταθερὰ καὶ ἀναγκάζει ταύτην νὰ ἐκτελῇ παλμικὰς κινήσεις, αἱ ὁποῖαι ῥυθμίζονται ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καί, ἑπομένως, ἐκ τῆς φωνῆς τοῦ ὁμιλοῦντος εἰς τὸν πρῶτον σταθμόν. Αἱ παλμικαὶ κινήσεις τῆς πλακὸς P ἀναπαράγουν τὴν φωνὴν ταύτην.

Αἱ τηλεφωνικαὶ γραμμαὶ ἀποτελοῦνται ἐκ δύο συρμάτων λίαν πλησίον εὑρισκομένων καὶ οὐχὶ ἐξ ἑνός, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν τηλέγραφον. Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑπάρχει, ἐκτὸς τῆς στήλης, εἷς πομπὸς καὶ εἷς δέκτης, ὡς καὶ ἄλλα τινὰ ἐξαρτήματα δευτερεύοντα.

Δυναμομηχαναὶ καὶ ἠλεκτρικοὶ λαμπτῆρες.

180. Δυναμομηχαναί.—Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν φαινομένων τῆς ἐπαγωγῆς, κατεσκευάσθησαν πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ, καλούμεναι **δυ-**

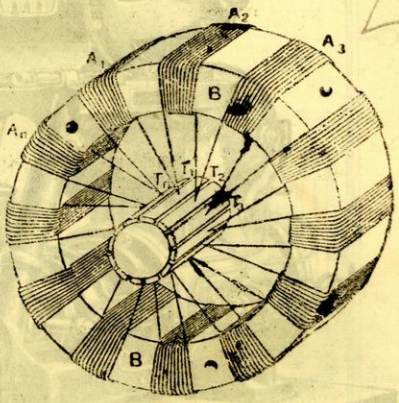


Σχ. 237.

ναμομηχαναί· Καὶ ἂν μὲν ἡ ἐπαγωγὴ γίνεται διὰ μαγνητῶν ὀνομάζονται ***μαγνητοηλεκτρικαί***, ἂν δὲ δι' ἠλεκτρομαγνητῶν ***δυναμο-***

λεκτρικαί. Ὡς παραδείγματα τῶν δύο τούτων εἰδῶν, ἐξ ὧν αἱ μαγνη-
ηλεκτρικαὶ εἶναι μόνον εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις ἐν χρήσει, περι-
ράφομεν τὰς ἑξῆς:

1ον ***Μαγνητοηλεκτρικὴ μηχανή.*** — Ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ἰσχυροῦ
εταλοειδοῦς μαγνήτου L (σχ. 297), μεταξὺ τῶν δύο πόλων τοῦ ὁποίου
ύναται νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα σύστημα ἐξ ἀγωγῶν. Τὸ σύστημα τοῦτο
ύγκειται ἐκ δακτυλίου μαλακοῦ σιδήρου, B (σχ. 298) περὶ τὸν
ποῖον περιτυλίσσεται ἀγωγὸς οὕτως, ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἀριθμός τις
λλεπαλλήλων πηνίων A_1, A_2 . . ἐχόντων διακεκομμένα τὰ δύο ἄκρα T_1,
$_2$ . . . τοῦ σύρματός των. Τα ἄκρα
ῦτα προσκολλῶνται ἐπὶ δύο χαλ-
ίνων πλακιδίων ἑστερωμένων πα-
ράλληλως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυ
ίνδρου ἐκ δυσηλεκτραγωγοῦ σώ-
ατος, ἵνα εἶναι μεμονωμένα. Τὸ
ύνολον τῶν χαλκίνων πλακιδίων
ετὰ τῆς ἀπομονωτικῆς οὐσίας ἀπο-
ελεῖ τὸν καλούμενον ***συλλέκτην.***



Σχ. 298.

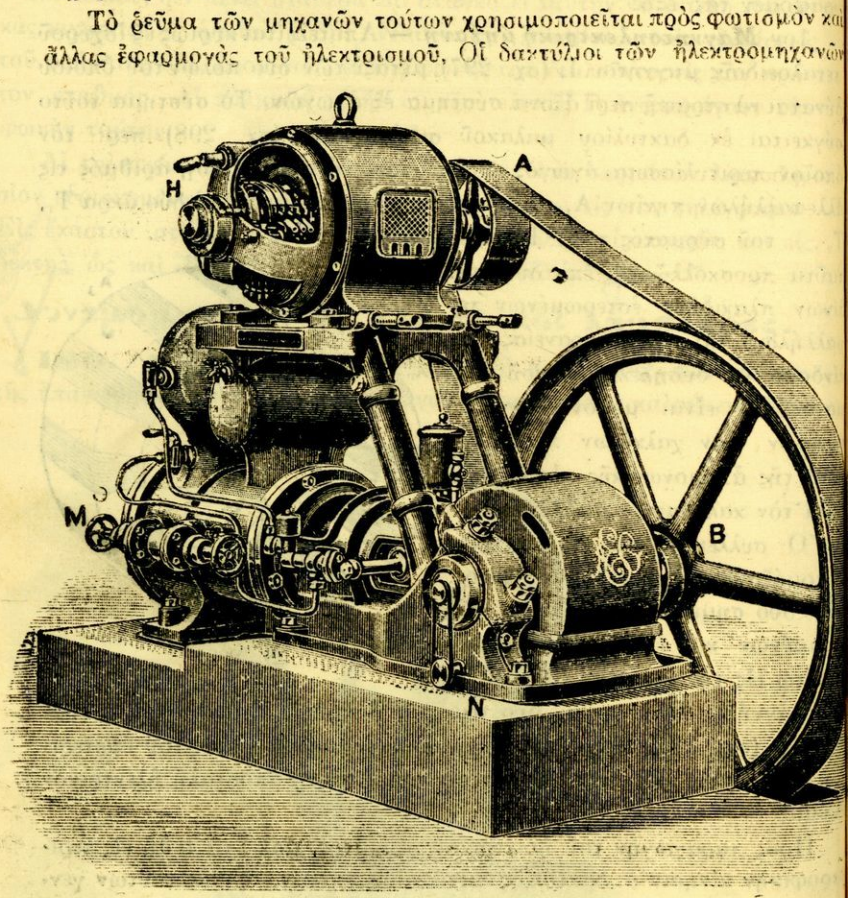
Ὁ συλλέκτης καὶ ὁ δακτύλιος
φαρμόζονται ἐπὶ σιδηροῦ ἄξονος.
Ἐπὶ δύο σημείων διαμετρικῶς ἀν-
κειμένων καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῷ
ιθέτῳ εἰς τὴν γραμμὴν τῶν πόλων
οῦ μαγνήτου ἐφάπτονται δύο τεμάχια συνήθως ἐξ ἄνθρακοῦ c συμ-
αγοῦς, (σχ. 297) συγκοινωνοῦντα διὰ συρμάτων μετὰ τοῦ ἐξωτερι-
οῦ κυκλώματος ff, ἐντὸς τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ ἀποσταλῇ ἠλεκτρικὸν
εῦμα.

Πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἀρκεῖ νὰ τεθῇ εἰς περι-
τροφικὴν κίνησιν ὁ δακτύλιος μετὰ τῶν πηνίων. Ἐντὸς τούτων γεν-
ᾶται τότε ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς τὸ ὁποῖον διὰ τῶν τεμαχίων ἐξ ἄνθρα-
ος c διαρρέει τὸν ἀγωγὸν ff.

2ον ***Δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή.*** Εἰς ταύτην, ἀντὶ τοῦ μαγνήτου,
πάρχει ἠλεκτρομαγνήτης, μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ὁποίου περιστρέφεται
ακτύλιος ὅμοιος π. χ. πρὸς τὸν προηγουμένως περιγραφέντα. Τὸ παρα-
ύμενον ρεῦμα διέρχεται ὁλόκληρον ἢ ἐν μέρει διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἠλεκ-
ρομαγνήτου. Ἐπειδὴ ὁ σίδηρος τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διατηρεῖ πάντοτε
ἐλάχιστον μαγνητισμόν ὅταν τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁ δακτύ-
λιος, παράγεται κατ' ἀρχὰς ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς λίαν ἀσθενές, τὸ ὁποῖον

διερχόμενον διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ἐνισχύει τὴν μαγνήτισίν του. Ἐκ τῆς ἐνισχύσεως ταύτης καὶ τὸ ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς γίνεται ἰσχυρότερον καὶ οὕτω φθάνει εἰς τὴν κανονικήν του ἔντασιν.

Τὸ ῥεῦμα τῶν μηχανῶν τούτων χρησιμοποιεῖται πρὸς φωτισμὸν καὶ ἄλλας ἐφαρμογὰς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Οἱ δακτύλιοι τῶν ἠλεκτρομηχανῶν



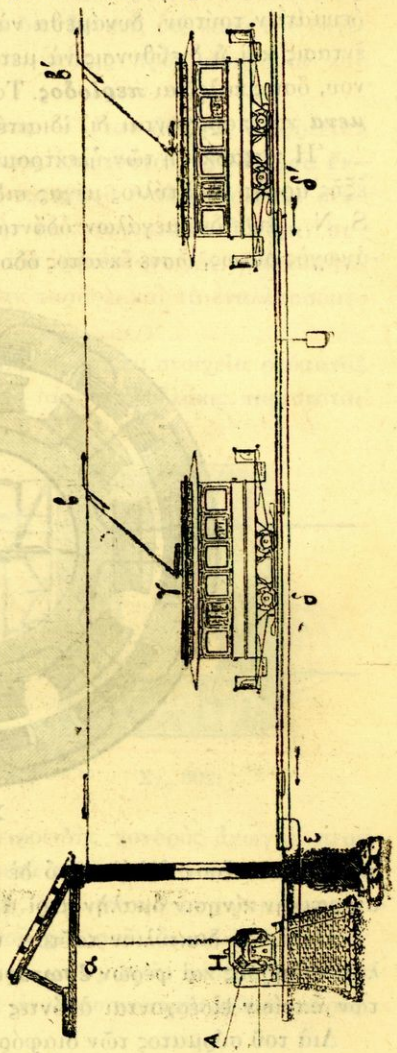
Σχ. 299.

τίθενται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν εἴτε δι' ἀτμομηχανῶν εἴτε χρησιμοποιουμένης τῆς δυνάμεως ρεόντων ὑδάτων (ποταμῶν, καταρρακτῶν κλπ.) εἴτε ἄλλως. Εἰς τὸ σχῆμα 299 παρίσταται ἠλεκτρομηχανὴ ΑΗ κινουμένη διὰ θερμομηχανῆς ΜΝ.

181. Ἠλεκτρικοὶ κινητῆρες. — Ἔστω, ὅτι ἠλεκτρομηχανή τις Μ, ὡς αἱ περιγραφεῖσαι, παρέχει ῥεῦμα ἐντὸς ἀγωγοῦ. Εἰς τὸν

ἀγωγὸν τοῦτον ἂς παρενθέσωμεν δευτέραν ὁμοίαν μηχανὴν Μ', οὕτως ὥστε τὸ ρεῦμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν ἀνθράκων τοῦ συλλέκτου καὶ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου. Θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐκ τῆς διόδου ταύτης τοῦ ρεύματος, ἡ δευτέρα μηχανὴ Μ' τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν. Ἐπίσης, δύναται νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν ἡ Μ' δι' ὁμοίου ρεύματος ἄλλης πηγῆς, π.χ. ἠλεκτρικῆς στήλης. Ἡ κίνησις διαρκεῖ ὅσον καὶ τὸ ρεῦμα.

Ἡ μηχανὴ Μ' καλεῖται ***ἠλεκτρικὸς κινητὴρ*** καὶ μετατρέπει τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινητικήν. Διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κινητῆρος δυνάμεθα, τῇ βοηθείᾳ τροχῶν καὶ ἀξόνων, νὰ θέσωμεν εἰς κίνησιν τὰ μηχανήματα διαφόρων ἐργοστασίων. Ἐπίσης, δι' ἠλεκτρικῶν κινητήρων κινοῦνται οἱ ἠλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι (σχ. 300). Εἰς τὴν ἅμαξαν τοῦ σχήματος 300 τὸ ρεῦμα λαμβάνεται ἐξ ἐναερίων χονδρῶν συρμάτων διὰ σιδηρᾶς ράβδου, εὑρισκομένης ἄνωθέν της. Τὸ ρεῦμα, παραγόμενον δι' ἠλεκτρομηχανῆς Η, διέρχεται διὰ τοῦ ἐναερίου ἀγωγοῦ αββ', τῆς ράβδου βγ, τοῦ ἠλεκτρικοῦ κινητῆρος, τοῦ εὑρισκομένου κάτωθεν τῆς ἁμάξης, καὶ τοῦ ἐδάφους δε.



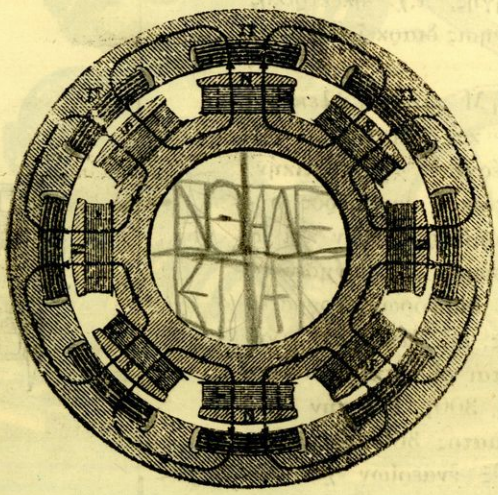
Σχ. 300.

Ἐναλλασσόμενα ρεύματα. Μεταμορφωταί.

182. Ἐναλλασσόμενα ρεύματα. — Ἐν τοῖς προηγουμένοις, ὑπεθέσαμεν, ὅτι τὰ ρεύματα ἦσαν σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύ-

θυνσιν, ὡς παράγονται ὑπὸ τῶν ἠλεκτρικῶν στηλῶν. Ἐκτὸς ὅμως τῶν ῥευμάτων τούτων, δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν καὶ ἄλλα, τῶν ὁποίων ἡ ἔντασις καὶ ἡ διεύθυνσις νὰ μεταβάλλεται ὁμοίως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου, ὅστις καλεῖται ***περίοδος***. Τὰ ῥεύματα ταῦτα καλοῦνται ***ἐναλλασσόμενα*** καὶ παράγονται δι' ἰδιαιτέρων ἠλεκτρομηχανῶν.

Ἡ κατασκευὴ τῶν ἠλεκτρομηχανῶν τούτων γίνεται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἑξῆς ἀρχῆς. Δακτύλιος μέγας σιδηροῦς (σχ. 301) φέρει προεξοχὰς S, N, S, N... ἐν εἴδει μεγάλων ὀδόντων, περὶξ τῶν ὁποίων ἔχει περιτυλιχθῇ ἀγωγὸς οὕτως, ὥστε ἕκαστος ὀδοὺς ἀποτελεῖ ἠλεκτρομαγνήτην. Οἱ ὀδόν-



Σχ. 301,

τες ἀπέχουν ἴσον ἀλλήλων, ὁ δὲ δακτύλιος δύναται νὰ τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁμαλὴν περὶ ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του.

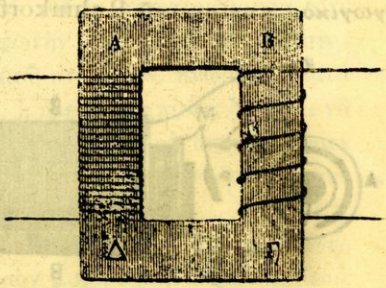
Περὶ τὸν δακτύλιον τοῦτον, τοποθετεῖται μονίμως δεύτερος δακτύλιος σιδηροῦς καὶ φέρων ***ἐσωτερικῶς*** πηνία Π, Π..., εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ὁποίων εἰσέρχονται ὀδόντες τοῦ δευτέρου δακτυλίου.

Διὰ τοῦ σύρματος τῶν διαφόρων ὀδόντων τοῦ ἐσωτερικοῦ δακτυλίου διαβιβάζεται ῥεῦμα οὕτως, ὥστε τὰ ἄκρα δύο ἀλληλοδιαδόχων ὀδόντων νὰ εἶναι μαγνητικοὶ πόλοι ἀντίθετοι. Ἐὰν τότε τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁ ἐσωτερικὸς δακτύλιος, οἱ ἐναλλὰξ ἀντίθετοι πόλοι S. N. S. N. θὰ διέρχωνται πρὸ ἑκάστου ὀδόντος τοῦ ἐξωτερικοῦ δακτυλίου καὶ θὰ μαγνητίζουν αὐτὸν τοιουτοτρόπως, ὥστε τὸ ἐσωτερικὸν ἄκρον του νὰ γίνεται ἐναλλὰξ βόρειος καὶ νότιος πόλος. Ὡς ἐκ τούτου, εἰς τοὺς ἀγω-

γούς, τοὺς περιβάλλοντας τοὺς ὀδόντας τοῦ ἐξωτερικοῦ δακτυλίου, θὰ γεννῶνται ἐπίσης ῥεύματα ὅτὲ κατὰ μίαν διεύθυνσιν, ὅτὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον. Τὰ ρεύματα ταῦτα χρησιμεύουν ἐπίσης πρὸς φωτισμὸν καὶ ἄλλας ἠλεκτρικὰς ἐφαρμογάς.

Στοιχεῖα ἐναλλασσομένου ρεύματος.—Ὅταν ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος, θερμαίνεται ὑπὸ τούτου. Ἡ ***δρῶσα ἔντασις*** καὶ ἡ ***δρῶσα ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις*** τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶνε ἴσαι πρὸς τὴν ἔντασιν καὶ τὴν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν συνεχοῦς ρεύματος, τὸ ὁποῖον, διαρρέον τὸν αὐτὸν ἀγωγόν, θὰ παρῆγε τὴν αὐτὴν θέρμανσιν τούτου, τὴν ὁποίαν παράγει καὶ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

183. Μεταμορφωταί.—Χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα ρεύματός τινος εἶναι ἡ ἔντασις καὶ ἡ πίεσις ἢ τάσις αὐτοῦ. Πολλάκις παρίσταται ἀνάγκη νὰ ἀλλοιωθοῦν τὰ στοιχεῖα ρεύματός τινος. Οἱ ***μεταμορφωταὶ*** εἶναι ὄργανα, τὰ ὁποῖα δέχονται ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς πιέσεως ***(πρωτεῦον ρεῦμα)*** καὶ ἀποδίδουν ἐναλλασσόμενον ῥεῦμα τῆς αὐτῆς περιόδου, ἀλλὰ ἐντάσεως μικρᾶς καὶ πιέσεως μεγάλης ***(δευτερεῦον ρεῦμα)*** καὶ ἀντιστρόφως. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν τετράπλευρον ΑΒΓΔ (σχ. 302) ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων καὶ περὶ μὲν τὴν πλευρὰν ΒΓ τυλιχθῇ σπειροειδὴς χονδρὸς ἀγωγός, περὶ δὲ τὴν πλευρὰν ΑΔ λεπτὸς ἀγωγὸς καὶ μετὰ πολὺ περισσοτέρων σπειρῶν ἢ ὁ προηγούμενος, σχηματίζεται ὄργανον, δυνάμενον νὰ χρησιμεύσῃ εἰς τὸν προηγούμενον σκοπόν· ὅταν διὰ τοῦ χονδροῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς τάσεως, ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ ἀγωγοῦ παράγεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσόμενον ῥεῦμα μικρᾶς ἐντάσεως, ἀλλὰ μεγάλης τάσεως.



Σχ. 302.

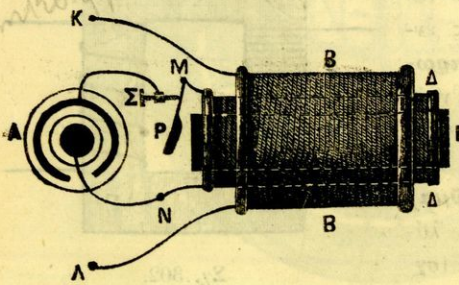
Ὅσον ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ λεπτοῦ σύρματος εἶναι μεγαλύτερος, τόσον καὶ ἡ ἔντασις τοῦ παραγομένου ἐν αὐτῷ ρεύματος εἶναι μικροτέρα καὶ ἡ τάσις του μεγαλυτέρα.

Τοὐναντίον, ἐὰν διὰ τοῦ λεπτοῦ ἀγωγοῦ διαβιβασθῇ ρεῦμα ἐναλλασσόμενον μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης τάσεως, ἐπὶ τοῦ χονδροῦ ἀγωγοῦ παράγεται ρεῦμα μεγάλης μὲν ἐντάσεως, ἀλλὰ μικρᾶς τάσεως. Αἱ μετα-

βολαὶ αὗται εἶναι τοιαῦται, ὥστε τὸ γινόμενον τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ἑνὸς τῶν ρευμάτων, δέον νὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ γινόμενον τῶν αὐτῶν στοιχείων τοῦ ἑτέρου ρεύματος.

Οἱ μεταμορφωταὶ εἶναι λίαν χρήσιμοι εἰς τὴν μεταβίβασιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ὅταν οἱ κεντρικοὶ σταθμοί, ἐν οἷς παράγονται ἐναλλασσόμενα ρεύματα, εἶναι π.χ. μακρὰν τῆς πόλεως, εἰς τὴν ὁποίαν πέμπονται, παρέχεται εἰς τὰ ρεύματα ταῦτα μεγάλη πίεσις καὶ μικρὰ ἔντασις καὶ εἰς τὴν πόλιν μετατρέπονται εἰς ρεύματα μικρᾶς πιέσεως καὶ μεγάλης ἐντάσεως. Τοῦτο δὲ γίνεται, διότι τὰ ρεύματα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης πιέσεως δὲν θερμαίνουν σχετικῶς πολὺ τοὺς ἀγωγοὺς δι' ὧν διέρχονται, καὶ τοιουτοτρόπως δὲν ἀπόλλυται μεγάλη ποσότης ἠλεκιρικῆς ἐνεργείας, τοῦθ' ὅπερ συμβαίνει διὰ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τῶν ρευμάτων.

Πηνίον τοῦ Ruhmkorff.—Εἶδος μεταμορφωτοῦ εἶναι τὸ ***ἐπαγωγικὸν πηνίον τοῦ*** Ruhmkorff (σχ. 303). Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο πηνίων ΔΔ καὶ ΒΒ, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ΒΒ σύγκειται ἐκ πολλῶν σπειρῶν λεπτοῦ σύρματος τὸ δὲ ΔΔ ἐκ μικροῦ σχετικῶς ἀριθμοῦ σπειρῶν χονδροῦ σύρματος, περιβάλλοντος ράβδον μαλακοῦ σιδήρου, καὶ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πρώτου. Ὅταν τὸ πηνίον ΔΔ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος τῆς στήλης Α, ***διακοπτομένου*** τῇ βοηθείᾳ τῆς σφύρας ΜΡ, τὸ δεύτερον πηνίον ΒΒ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος μεγάλης πιέσεως καὶ μικρᾶς ἐντάσεως. Ἡ λειτουργία τοῦ διακόπτου ΜΡ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τῶν ἠλεκτρικῶν κωδώνων.



Σχ. 303.

Ὅταν τὸ ὄργανον λειτουργῇ, παράγονται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων Κ καὶ Λ τοῦ σύρματος τοῦ πηνίου ΒΒ ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες, τῶν ὁποίων τὸ μῆκος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν τῶν δύο πηνίων καὶ τῆς φύσεως τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος τῆς στήλης.

Ruhmkorff

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

Ἐκκένωσις ἐντὸς ἀερίων.

184. Τάσις ἐκκενώσεως. — Ὁ ἀήρ, ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις, ὡς κακὸς ἀγωγός, δὲν ἐπιτρέπει τὴν μετάδοσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ μέσου τῆς μάζης του. Οὕτω, πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος διὰ στήλης, ἀποτελουμένης ἐκ μικροῦ ἀριθμοῦ στοιχείων, εἶναι ἀνάγκη νὰ συνδέσωμεν τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης διὰ καλοῦ ἀγωγοῦ π. χ. σύρματος μεταλλίνου.

Ἐν τούτοις, ὅταν ἡ πίεσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι λίαν μεγάλη (χιλιάδων βολτ.), δύναται οὗτος νὰ διέλθῃ καὶ διὰ μέσου τοῦ κοινοῦ ἀέρος, ὅτε παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Πρὸς τοῦτο μεταχειριζόμεθα εἴτε ἠλεκτροστατικὴν μηχανήν, εἴτε μεταμορφωτὴν (π. χ. πηνίον Ruhmkorff), εἴτε καὶ στήλην ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἡνωμένων κατὰ τάσιν· εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις ταύτας, ἡ ἠλεκτρικὴ πίεσις δύναται νὰ ὑπερβαίνῃ μεγίστη. Διὰ τῆς πιέσεως ταύτης, δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν ῥεῦμα ἠλεκτρικὸν διὰ μέσου τοῦ κοινοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον συνοδεύεται ὑπὸ ἠλεκτρικῶν σπινθήρων.

Ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις ὅμως, ἡ ἀπαιτουμένη ἵνα γίνῃ ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη ἐκκένωσις διὰ μέσου τοῦ ἀέρος, εἶναι τόσον μικροτέρα, ὅσον ἡ πίεσις οὗτου καθίσταται μικροτέρα. Ἐὰν π.χ. λάβωμεν σωλῆνα κλειστὸν πανταχόθεν καὶ περιέχοντα ἀέρα ἠραιωμένον (ὑπὸ πίεσιν λ.χ. ἴσην πρὸς $\frac{1}{1000}$ τῆς ατμοσφαιρικῆς), δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διὰ μέσου τοῦ ἀέρος τοῦ σωλῆνος, τῇ βοηθείᾳ ἠλεκτρικῆς τάσεως πολὺ μικροτέρας ἐκείνης, ἥτις ἀπαιτεῖται διὰ τὸν κοινὸν ἀέρα, ἵνα σχηματισθῇ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ τοῦ αὐτοῦ μήκους. Πρὸς παραγωγὴν τοῦ ῥεύματος ἐν τῷ σωλῆνι, τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ φέρουν δύο μικρὰ σύρματα ἐκ λευκοχρύσου, συντετηγμένα ἐν τῇ ὑάλῳ, καὶ τὰ ὁποῖα συνδέονται μετὰ τῶν δύο πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, π.χ. πηνίου

185. Φαινόμενα ἐκκενώσεως. — Κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ῥεύματος διὰ μέσου τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἠραιωμένου ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου, παράγονται ποικίλα φαινόμενα. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξαρτῶνται ἰδίως ἐκ τῆς πιέσεως τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀερίου καὶ τῆς φύσεως αὐτοῦ. Ἐὰν ἡ πίεσις αὕτη εἶναι 4—5 ἑκατοστῶν ὑδραργυρικῆς στήλης, ὁλό-

κληρον σχεδὸν τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλῆνος διαχέει ἐρυθρόχρουν φῶς. Ἐὰν τὸ ἀέριον ἀραιωθῇ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἡ ἠλεκτρικὴ πίεσις, ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἐν αὐτῷ ἐκκένωσιν, αὐξάνεται ἐνῷ προηγουμένως ἠλαττοῦτο. Διὰ πίεσιν $\frac{1}{1000}$ περίπου τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, τὸ ἀέριον φωτοβολεῖ καὶ τὸ χρῶμά του ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ. Οἱ ὑπὸ τοιαύτην πίεσιν σωλῆνες καλοῦνται ***σωλῆνες*** Geissler. Οἱ ὑπὸ ἔτι μικροτέραν πίεσιν $\frac{1}{1000000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς σωλῆνες καλοῦνται ***σωλῆνες*** Grookes. Εἰς τούτους δίδεται συνήθως σχῆμα σφαιρικόν.

Διὰ τελείως κενοῦ σωλῆνος, τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται.

186. Καθοδικαὶ ἀκτῖνες. — Ἐξετάσωμεν ἰδιαιτέρως τὰς δύο περιπτώσεις καθ' ἃς ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι περίπου $\frac{1}{1000}$ (σωλὴν Geissler) καὶ $\frac{1}{1000000}$ (σωλὴν Crookes) τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλήνων τούτων ἀπολήγουν τρία σύρματα ἐκ λευκοχρύσου α, β καὶ γ, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓν φέρει μικρὸν κοῖλον δίσκον (σχ. 304). Ἐὰν ἑνώσωμεν τὸν μὲν ἀρνητικὸν πόλον τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς μετὰ τοῦ α τοῦ σωλῆνος Geissler, τὸν δὲ θετικὸν πόλον εἴτε μετὰ τοῦ β, εἴτε μετὰ τοῦ γ, θὰ παρατηρήσωμεν, κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ ρεύματος, φωτεινὴν δέσμην, ἑνώνουσαν τὸ σημεῖον α εἴτε μετὰ τοῦ β, εἴτε μετὰ τοῦ γ (σχ. 305).

Σχ. 304.

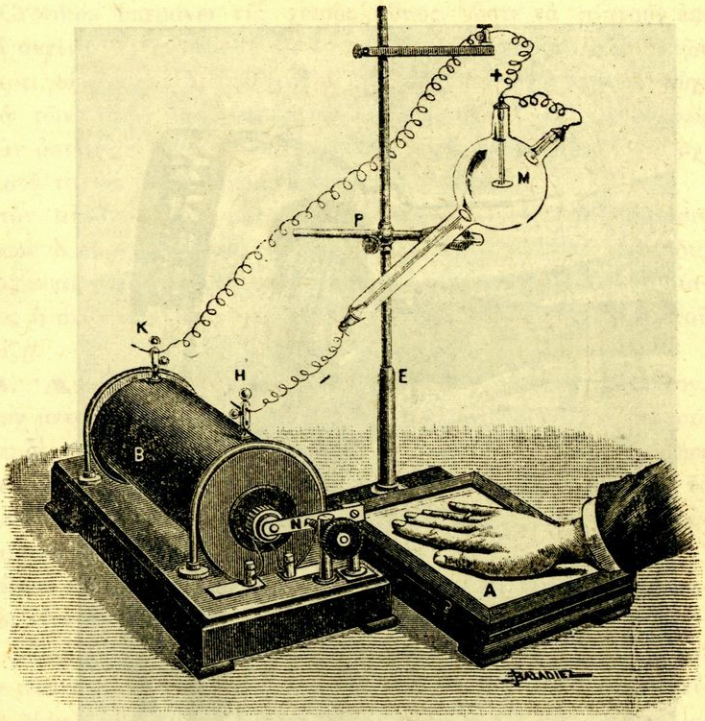
Σχ. 305.

Ἐὰν τὸ αὐτὸ πράξωμεν διὰ σωλῆνος Crookes, ἡ φωτεινὴ δέσμη δὲν ὑφίσταται, ἀλλὰ μόνον τὸ ἀπέναντι τοῦ δίσκου μέρος τοῦ σφαιροειδοῦς σωλῆνος φωτοβολεῖ, ἐν εἴδει φωσφορισμοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παραμένει ἀναλλοίωτον, εἴτε τὸ σημεῖον β ἑνωθῇ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου, εἴτε τὸ γ (σχ. 304).

Ἡ φωτοβολία (φθορισμὸς) τῆς ὑάλου προκαλεῖται ἐξ ἀοράτων ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι προσκρούουν ἐπ' αὐτοῦ· αἱ ἀκτῖνες αὗται ἐκλήθησαν ***καθοδικαὶ*** καὶ ἡ φύσις αὐτῶν εἶνε ὅλως διάφορος τῶν τοῦ φωτός. Αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες βαίνουν κατ' εὐθείαν γραμμὴν καὶ ἠμποροῦν

νὰ ἐπιφέρουν ποικίλα ἀποτελέσματα, ὡς μηχανικά, χημικὰ καὶ θερμικά. Προσπίπτουσαι ἐπί τινων σωμάτων, προκαλοῦν τὸν φθορισμὸν αὐτῶν.

Κατὰ τὰς γενομένας ἐρεύνας, αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ***ὡς ρεῦμα ἐξ ἀπείρως μικρῶν σωματίων (ἠλεκτριόν-***



Σχ. 306

των) καὶ τῶν ἀτόμων μικροτέρων, ἠλεκτρισμένων ἀρνητικῶς καὶ ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου.

187. Ἀκτῖνες τοῦ Röntgen.—Μία τῶν σπουδαιοτέρων ἰδιοτήτων τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων εἶναι ἡ ἑξῆς. ***Ὅταν αὗται συναντοῦν οἱονδήποτε σῶμα, καθιστοῦν αὐτὸ πηγὴν ἀκτίνων τοῦ*** Röntgen.

Αἱ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen ἢ ἀκτῖνες X γεννῶνται ἐκεῖ, ἔνθα προσπίπτουν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες, π.χ. εἰς τὸ ἀπέναντι τοῦ δίσκου M (σχ. 306) μέρος τῆς ὑάλου. Αἱ ἀκτῖνες αὗται εἶναι ἀόρατοι καὶ προσβάλλουν

τὰς φωτογραφικὰς πλάκας. Προσπίπτουσαι ἐπί τινων σωμάτων, ὡς ὁ κυανιοῦχος βαριολευκόχρυσος, καθιστοῦν αὐτὰ φωτεινὰ ἀσθενῶς (φθορίζοντα). Διὰ τῶν ἰδιοτήτων τούτων, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν πορείαν τῶν ἀκτίνων X.

Σχ. 307.

Ἡ μᾶλλον ἀξιοπαρατήρητος ἰδιότης τῶν ἀκτίνων X εἶναι, ὅτι διέρχονται διὰ μέσου πολλῶν σωμάτων (χωρὶς νὰ ἀπορροφηθοῦν πολύ), ὡς χάρτης, τὰ ξύλα, τὸ μέταλλον ἀργίλλιον ἢ καὶ ἄλλα μέταλλα ὑπὸ μικρὸν πάχος, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀδιαφανῆ διὰ τὸ κοινὸν φῶς.

Ἐκ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος, ἄλλα μέν, ὡς σάρκες, διαπερῶνται εὐχερῶς ὑπὸ τῶν ἀκτίνων Χ, ἄλλα δέ, ὡς τὰ τᾶ, δὲν διαπερῶνται. Ἐάν, ἑπομένως, θέσωμεν π. χ. τὴν χεῖρά μας ὶ φωτογραφικῆς πλακὸς Α (σχ. 306), κεκαλυμμένης καλῶς διὰ μένος χάρτου, ἵνα μὴ προσβληθῇ ὑπὸ τοῦ κοινοῦ φωτός, καὶ θέσωμεν λῆνα Crookes ὑπεράνω τῆς χειρὸς οὕτως, ὥστε νὰ πίπτουν ἐπὶ ύτης αἱ ἀκτῖνες Χ, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν φωτογραφίαν τῶν ὀστῶν τῆς. Διότι αἱ ἀκτῖνες Χ διέρχονται διὰ τῶν σαρκῶν εὐκόλως, οὐχὶ καὶ διὰ τῶν ὀστῶν καί, ἑπομένως, θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τῆς πλακὸς σκιὰ τῶν ὀστῶν, ἡ ὁποία θὰ ἀποτελῇ καὶ τὴν εἰκόνα αὐτῶν (τὸ σχ. 07 παριστᾷ τοιαύτην φωτογραφίαν ποδός).

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐὰν ἡ χεὶρ παρεντεθῇ εἰς τὴν διάβασιν ν ἀκτίνων Χ καὶ μετὰ ταύτην τεθῇ διάφραγμα, κεκαλυμμένον διὰ ρώματος κυανιούχου βαριολευκοχρύσου, θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ διαράγματος ἡ σκιὰ τῶν ὀστῶν τῆς χειρός, τὸ δὲ ἐπίλοιπον μέρος αὐτοῦ φθορίζῃ.

188. Ἀκτινοβολία ῥαδίου.—Τὸ **ῥάδιον** εἶναι μέταλλον, σσόμενον μεταξὺ τῶν μετάλλων τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ προσοιάζον πρὸς τὸ βάριον. Τὸ ῥάδιον ἀπεμονώθη δι' ἠλεκτρολύσεως ἅλατα ὅμως αὐτοῦ, ὡς τὸ **βρωμιοῦχον ῥάδιον,** ἐξήχθησαν τὸ ῶτον ὑπὸ τοῦ Curie καὶ τῆς συζύγου του ἐξ ὀρυκτοῦ τινος τοῦ οὐνίου (πισσουρανίτου), εὑρισκομένου ἐν Βοημίᾳ.

Τὸ ῥάδιον ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διέρχονται δι' οὐσιῶν ἀδιανῶν, ὡς εἶνε ὁ χάρτης ἢ ἐλάσματα μεταλλικά, καὶ δύνανται νὰ προλέσουν φθορισμὸν σωμάτων τινῶν ἢ καὶ νὰ ἐπιδράσουν ἐπὶ φωτοαφικῶν πλακῶν, καθ' ὃν τρόπον καὶ αἱ ἀκτῖνες Χ. Διακρίνουν ἀκτῖς τοῦ ῥ δίου τριῶν εἰδῶν· τὰς α, τὰς β καὶ τὰς γ. Ἐκ τούτων, αἱ τῖνες α συγκροτοῦνται ἐξ ἐλαχίστων ὑλικῶν σωματίων θετικῶς ἠλερισμένων. Αἱ ἀκτῖνες β ἀποτελοῦνται ἐκ σωματίων πολὺ μικροτέρων ν πρηγουμένων καὶ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένων· αἱ ἀκτῖνες γ εἶναι άλογοι πρὸς τὰς ἀκτῖνας Χ.

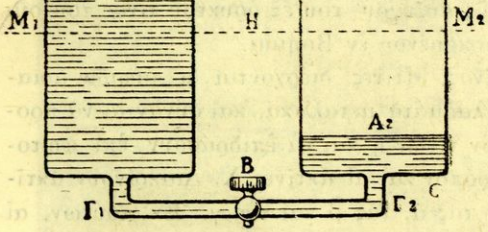
Ἀλλ' ἐκτὸς τῶν ἀκτίνων τούτων, τὸ ῥάδιον εἶναι καὶ πηγὴ **ἐκπομπῆς** τινος, ἥτις εἶναι ἀνάλογος πρὸς ἀτμὸν ἐλαχίστης τάσεως καὶ κατείχθη, ὅτι ἡ ἐκπομπὴ αὕτη εἶναι ἐπιδεκτικὴ συμπικνώσεως εἰς—150°. ἐκπομπὴ αὕτη εἶναι φωτεινὴ καὶ κέκτηται ἐπίσης ῥαδιοενέργειαν, λ' ἥτις ἐλαττοῦται ταχέως καὶ ἐντὸς τετραημέρου μεταπίπτει εἰς τὸ μισυ. Ἡ ἐκπομπὴ αὕτη παρετηρήθη, ὅτι διὰ τοῦ χρόνου μεταστοιείο ται εἰς τὸ εὐγενὲς ἀέριον καὶ ἁπλοῦν σῶμα τὸ καλούμενον **ἥλιον.**

Ἐκτὸς τοῦ ῥαδίου, ***ῥαδιοενεργὰ*** σώματα εἶνε καὶ τὸ οὐράνιον, τὸ θόριον, τὸ ἀκτίνιον, τὸ μεσοθόριον, δύνανται δὲ νὰ ἀποκτήσουν τὴν ἰδιότητα τῆς ῥαδιοενεργείας καὶ ἄλλα σώματα, ὡς μέταλλα, ξύλα, χάρτης, ἀρκεῖ νὰ ἐκτεθοῦν ἐπί τινας ὥρας ταῦτα εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ῥαδίου.

Τὸ ῥάδιον εὗρεν ἐφαρμογὴν ἐν τῇ θεραπευτικῇ καὶ ἐχρησιμοποιήθη πρὸς ***ραδιοθεραπείαν,*** ὡς καὶ τὰ ἄλατα αὐτοῦ.

Ῥεύματα ὑψίσυχνα.

189. Ἐκκένωσις πυκνωτοῦ. — Ἔστωσαν M_1 M_2 (σχ. 308) δύο δοχεῖα, συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος $Γ_1$ $Γ_2$ μετὰ στρόφιγγος B καὶ ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον M_1 περιέχει ὕδωρ. Ἐὰν ἀνοιχθῇ ἀποτόμως ἡ στρόφιγξ B, τὸ ὕδωρ ῥέει ἐκ τοῦ δοχείου M_1 εἰς τὸ M_2. Ἐν τούτοις, ἡ ροὴ αὕτη δὲν καταπαύει, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον M_1M_2, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ, λόγῳ κτηθείσης ταχύτητος, εἰσρέον εἰς τὸ M_2, ὑπερβαίνει ἐν αὐτῷ τὴν ἐπιφάνειαν M_2 καὶ εἶτα ἄρχεται κατερχόμενον. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης, τὸ ὕδωρ ῥέει ἐκ τοῦ δοχείου M_2 εἰς τὸ M_1 καὶ ἡ ροὴ αὕτη ἐξακολουθεῖ τόσον, ὥστε τὸ ὕδωρ ὑπερβαίνει πάλιν τὴν ἐπιφάνειαν M_1 M_2. Μετὰ τοῦτο, ἄρχεται νέα ροὴ ἐκ τοῦ δοχείου M_1 πρὸς τὸ M_2 καὶ οὕτω καθεξῆς. Τέλος, τὸ ὕδωρ, μετὰ πολλὰς τοιαύτας μεταγγίσεις, ἐξασθενουμένας ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἠρεμεῖ καὶ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά του καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εὑρίσκεται τότε εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον. Ἐάν, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου τούτου, παρακολουθῶμεν τὰς δύο ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς τὰ δύο δοχεῖα M_1 καὶ M_2, θὰ ἴδωμεν ὅτι αἱ κινήσεις των ὁμοιάζουν πρὸς τὰς κινήσεις τῶν δίσκων ζυγοῦ αἰωρουμένου, ἤτοι ἀνέρχονται καὶ κατέρχονται ἐναλλάξ.



Σχ. 308.

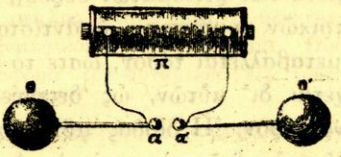
Παρόμοιον φαινόμενον δύναται νὰ παραχθῇ, ἐὰν ἑνώσωμεν δι' ἀγωγοῦ χονδροῦ καὶ βραχέος π.χ. τοὺς δύο ὁπλισμοὺς πυκνωτοῦ τινος ἠλεκτρισμένου Τὰς ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἐναλλαγὰς δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἔχῃ διακοπήν τινα οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζωνται ἐν αὐτῇ ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες Ἐξετάζοντες τοὺς σπινθῆρας τούτους καταλλήλως, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ μεικῶν σπινθήρων, ἐκρηγνυμένων ὁτὲ κατὰ τὴν μίαν διεύθυνσιν, ὁτὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον ἐναλλάξ. Ἤτοι ὁ ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐναλλασσομένου. Ἡ συχνότης τῶν ἐναλλαγῶν εἶναι ἀχυτάτη.

Σχ. 309

Τὸ αὐτὸ φαινόμενον δύναται νὰ παραχθῇ, ὅταν δύο ἀγωγοὺς Α καὶ Β (σχ. 309), ἠλεκτρισμένους ὑπὸ διάφορον δυναμικόν, ἑνώσωμεν ἀποτόμως δι' ἀγωγοῦ χονδροῦ καὶ βραχέος. Διὰ τοιούτων μέσων, τὸ σχηματιζόμενον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐν τῷ ἀγωγῷ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς 100.000 ἑκατομμυρίων ἐναλλαγὰς κατὰ δευτερόλεπτον. Τὰ ρεύματα ταῦτα καλοῦνται ***ὑψίσυχνα***. Τὰ διὰ τῶν ἠλεκτρομηχανῶν ἐναλλασσόμενα ρεύματα δυσκόλως δύνανται νὰ ὑπερβοῦν πολὺ τὰς 1000 ἐναλλαγὰς κατὰ 1″.

Ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις.

190. Πειράματα τοῦ Hertz.—Πρῶτος ὁ Hertz κατώρθωσε νὰ σπουδάσῃ τὰ ***φαινόμενα ἐξ ἐπαγωγῆς***, τὰ παραγόμενα εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τῶν λίαν ὑψισύχνων ρευμάτων. Διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ Hertz, κατεδείχθη, ὅτι τὰ ***ρεύματα ταῦτα προκαλοῦν τὴν παραγωγὴν κυμάνσεων τοῦ αἰθέρος, αἱ ὁποῖαι εἶναι ὅμοιαι πρὸς τὰς τοῦ φωτὸς καί, ὡς ἀνευρέθη κατόπιν, μεταδίδονται μάλιστα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος τῶν 300,000,000 μέτρ. κατὰ 1″***.



Σχ. 310. (Π=πηνίον Ruhmkorff καὶ 0,0'=δύο μεταλλικαὶ σφαῖραι, συγκοινωνοῦσαι μετὰ τῶν μεταλλικῶν σφαιριδίων α, α' μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυνται σπινθῆρες).

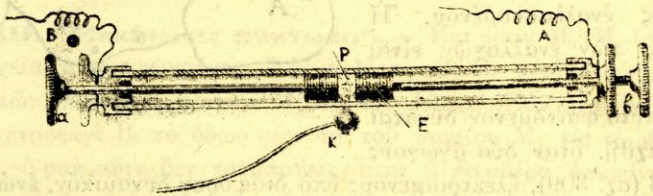
Ἔχομεν, τοιουτοτρόπως, νέον εἶδος κυμάνσεων ἢ ἀκτίνων, αἵτινες ἐκλήθησαν ***ἠλεκτρικαί***.

Τὴν παρουσίαν τῶν κυμάνσεων τούτων κατεδείκνυεν ὁ Hertz δι'

ὀργάνου, ἀποτελουμένου ἐκ μεταλλικοῦ δακτυλίου, ἔχοντος διακοπὴν εἰς τι σημεῖόν του. Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐφέρετο εἰς τὸ διάστημα καὶ ἔμπροσθεν τῆς ἐγκαταστάσεως τῶν συσκευῶν τοῦ σχ. 310. Ὅταν ὁ δακτύλιος μετεφέρετο κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς τῆς καθέτου ἐπὶ τὴν αά, παρήγοντο σπινθῆρες μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων του.

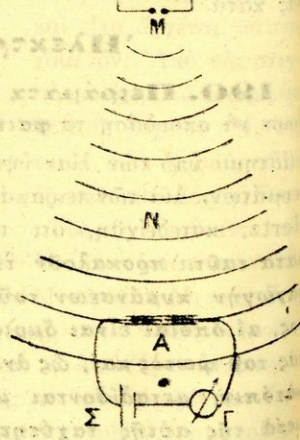
Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Hertz, αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτῖνες ἀνακλῶνται διαθλῶνται καί, ἐν γένει, παρουσιάζουν ἰδιότητας ἀναλόγους πρὸς τὰ τοῦ φωτός.

Σωλὴν τοῦ Branly—Ὁ Branly ἀνεῦρεν, ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτῖ



Σχ. 311.

νες, συναντῶσαι ρινίσματα μεταλλικά, μεταβάλλουν τὴν ἀντίστασιν αὐτῶν. Ἐὰν ρινίσματα μεταλλικά περιεχόμενα ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος P (σχ. 311) συνδεθοῦν διὰ συρμάτων μετὰ ιῶν δύο πόλων στήλης Σ (σχ. 312) καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τοῦτο παρεντεθῇ γαλβανόμετρον Γ, ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τῶν ρινισμάτων, ρεῦμα δὲν σχηματίζεται, Ἐὰν ὅμως ὁ σωλὴν μετὰ τῶν ρινισμάτων εὑρεθῇ ἐντὸς ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἡ ἀντίστασις τούτων μεταβάλλεται τόσον, ὥστε τὸ ρεῦμα διέρχεται δι' αὐτῶν, ὡς δεικνύει τὸ γαλβανόμετρον. Ἡ δίοδος αὕτη τοῦ ρεύματος ἐξακολουθεῖ καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων. Ἐὰν ὅμως κρουσθῇ ἐλαφρῶς ὁ σωλὴν τὰ ρινίσματα ἀναλαμβάνουν τὴν πρώτην ἰδιότητά των καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται.



Σχ. 312.

191. Τηλέγραφος ἀσύρματος. —Ἐφαρμογὴ τῶν προγουμένων εἶναι ὁ ***ἀσύρματος τηλέγραφος.*** Ἐὰν εἰς τινα σταθμὸν ἐγκατασταθῇ συσκευὴ παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων δι' ἱψησύχνου

ρεμμάτων καὶ εἰς δεύτερον σταθμὸν ἐγκαταστήσωμεν κύκλωμα ἠλεκτρικῆς στήλης, περιλαμβάνον σωλῆνα τοῦ Branly καὶ ἠλεκτρικὸν κώδωνα ἢ καὶ δέκτην Morse. αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτῖνες τοῦ πρώτου σταθμοῦ ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τοῦ Branly καὶ δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τούτου τὸ ρεῦμα στήλης. Τὸ ρεῦμα τοῦτο χρησιμοποιεῖται, ἵνα π. χ λειτουργήσῃ κοινὸς δέκτης Morse. Τὰ ρινίσματα ἐπανέρχονται εἰς τὴν προτέραν των κατάστασιν διὰ μικρᾶς σφύρας, λειτουργούσης τῇ βοηθείᾳ ἠλεκτρομαγνήτου, δι' οὗ διέρχεται τὸ αὐτὸ ρεῦμα, ὅπερ διέρχεται καὶ διὰ τῶν ρινισμάτων. Ὅταν παράγεται εἷς καὶ μόνος σπινθήρ, τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ τῶν ρινισμάτων, ἀλλὰ ταὐτοχρόνως ἡ σφύρα τύπτει τὸν σωλῆνα καὶ διακόπτει αὐτὸ ἀμέσως, ὁ δὲ δέκτης τοῦ Morse καταγράφει μίαν μόνην στιγμήν. Ἡ παραγωγὴ ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων θὰ προκαλέσῃ καταγραφὴν παύλας εἰς τὸν δέκτην.

Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ἀσυρμάτου τηλεγράφου ὑφίσταται εἷς πομπός, ἀποτελούμενος ἐκ τῆς ἐγκαταστάσεως, δι' ἧς παράγονται σπινθῆρες, καὶ εἷς δέκτης, περιλαμβάνων τὸν σωλῆνα Branly. Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑπάρχει ὑψωμένος κατακορύφως ουνήθως ἱστὸς μετὰ συρμάτων συγκοινωνούντων μετὰ τοῦ σωλῆνος μὲν Branly κατὰ τὴν λῆψιν, μετὰ δὲ τοῦ πομποῦ κατὰ τὴν ἀποστολήν. Διότι παρετηρήθη, ὅτι ἡ ἀπόστασις, εἰς ἣν δυνάμεθα νὰ συνενοηθῶμεν, αὐξάνεται τοιουτοτρόπως.

Σημειωτέον ὅτι, πλὴν τοῦ σωλῆνος τοῦ Branly, ὑπάρχουν καὶ ἄλλων εἰδῶν δέκται.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Εἰς κύκλωμά τι ἡ ἀντίστασις τῆς στήλης εἶναι 5 ohm, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις 2 volt καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ 24 ohm. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος καὶ ποία ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς πόλους τῆς στήλης;

2. Ἑνουμένων τῶν δύο πόλων στήλης δι' ἀγωγοῦ, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων ἀνάγεται εἰς τὰ $\frac{4}{5}$ τῆς τιμῆς, ἣν ἔχει, ὅταν οἱ πόλοι δὲν συδέωνται δι' ἀγωγοῦ (κύκλωμα ἀνοικτόν). Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀντίστασις τῆς στήλης γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ ἀντίστασις, ἡ συνδέουσα τοὺς πόλους, εἶναι 18 ohm.

3. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς πόλους τῆς στήλης, ἵνα δι' αὐτῆς παραχθῇ ρεῦμα 1,5 ampére ἐντὸς ἀγωγοῦ ἀντιστάσεως 7,5 ohm;

4) Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος ἠλεκτρομαγνήτου ἡνώθησαν μετὰ δύο ἀγωγῶν ἐχόντων διαφορὰν δυναμικοῦ 50 volt. Ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ἵνα τὸ ρεῦμα ἔχῃ ἔντασιν 2 ampére;

5. Ποία ἡ ἰσχὺς ρεύματος 50 ampére, συντηρουμένου ὑπὸ ἠλεκτρεγερτικῆς

δυνάμεως 110 volt καὶ ποῖον ἔργον δύναται νὰ παραγάγῃ ἐντὸς 1 ὥρας; Ἐὰν δὲ ὁλόκληρον τὸ ἔργον τοῦτο καταναλωθῇ εἰς τὴν κατανίκησιν ἀντιστάσεων, νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν παραγομένων θερμίδων.

6. Ρεῦμα 15 ampére κυκλοφορεῖ ἐντὸς κυκλώματος ἀντιστάσεως 8 ohm. Ποία ἡ ἰσχὺς τοῦ ρεύματος;

7. Ἡ θερμότης, ἡ παραγομένη ὑπὸ ρεύματος ἐντὸς κυκλώματος ἀντιστάσεως 12 ohm εἶναι 4132 μικραὶ θερμίδες. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἰσχὺς καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

8. Ποία ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διατηρομένου ὑπὸ στήλης ἐκ 5 στοιχείων Daniell, ἧς οἱ πόλοι ἡνώθησαν δι' ἀγωγοῦ ἀντιστάσεως 0,25 ohm ἐν τῇ περιπτώσει συνδέσεως 1ον κατὰ τάσιν καὶ 2ον κατὰ ποσότητα; Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου Daniell εἶναι 1,07 volt, ἡ δὲ ἀντίστασις 0,39 ohm.

9. Στήλη ἐκ στοιχείων Daniell παρέχει ρεῦμα 2,5 ampére ἐντὸς ἀντιστάσεως 0,30 ohm. Ἐκ πόσων στοιχείων ἀποτελεῖται ἡ στήλη, ὅταν ἡ ἀντίστασις ἑκάστου εἶναι 0,39 ohm.

ΠΡΟΣΘΗΚΗ

Ἐπειδὴ 1 θερμὶς = 4,2 joule, θὰ ἔχωμεν:

$$\Theta = RI^2 \text{ joule}$$

Ἡ ***ἰσχὺς*** ρεύματος εἶνε ἡ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἀναπτυσσομένη ἐνέργεια. Ὡς μονὰς δὲ ἰσχύος λαμβάνεται ἡ καλουμένη watt καὶ ἔχομεν

$$\text{Ἰσχὺς} = RI^2 \text{ watt} = EI \text{ watt}$$

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

Γενικά.

192. Ὀργανικὴ Χημεία. — Καλεῖται ***Ὀργανικὴ Χημεία*** τὸ μέρος τῆς Χημείας, τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν ***ἑνώσεων τοῦ ἄνθρακος,*** ἤτοι περὶ τῶν συνθέτων σωμάτων, τῶν ὁποίων ἓν τῶν συστατικῶν των εἶνε ὁ ***ἄνθραξ***. Τοιαῦται ἑνώσεις εἶνε π.χ. τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, τὸ σάκχαρον, ἡ βενζόλη, τὸ ἄμυλον καὶ πλεῖσται ἄλλαι, ὧν ὁ ἀριθμὸς ὑπερβαίνει τὰς 200.000.

Ἡ κατ' ἰδίαν σπουδὴ τῶν ἑνώσεων τοῦ ἄνθρακος δὲν προέρχεται μόνον ἐκ τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς σπουδαιότητός των, τῆς προερχομένης ἐκ τῶν παντὸς εἴδους ἐφαρμογῶν αὐτῶν. Πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν χρησιμοποιοῦμεν τὸ ***πετρέλαιον,*** τὸ ***οἰνόπνευμα***, τὸ ***φωταέριον*** πρὸς διατροφὴν ἡμῶν τὰ ***σάκχαρα,*** τὰ ***λίπη,*** τὰ ***λευκώματα*** πρὸς καθαρισμὸν τοὺς ***σάπωνας,*** πρὸς χρωματισμὸν τῶν ὑφασμάτων τὰ χρώματα τῆς ***ἀνιλίνης.*** Πᾶσαι αἱ προηγούμεναι οὐσίαι ἀνήκουν εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν, εἰς τὴν ὁποίαν ἐπίσης δ' νάμεθα νὰ προσθέσωμεν φάρματα, ὡς ἡ ***κινίνη,*** ἡ ***μορφίνη,*** ἡ ***κοκκαΐνη,*** ἀρώματα, ὡς ἡ ***βανιλλίνη,*** ἡ ***ἰονόνη,*** ὁ ***μόσχος*** κλπ.

Διάκρισις ὀργανικῶν καὶ ἐνοργάνων σωμάτων. — Αἱ ὀργανικαὶ ἑνώσεις ἀπαντῶνται ἀφθόνως εἰς τὴν Φύσιν καὶ δὴ εἰς τὰ ὄργανα τοῦ ἀνθρώπου, τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν καὶ ἐν γένει εἰς τὸ ζωϊκὸν καὶ τὸ φυτικὸν βασίλειον, ἤτοι τὸν ***ἐνόργανον κόσμον***· ἐκ τούτου δὲ καὶ Ὀργανικὴ Χημεία ἐκλήθη ἡ χημεία, ἡ ἐρευνῶσα αὐτάς, θεωρηθέντος ἄλλοτε ὅτι, ἐνῷ αἱ ἀνόργανοι ἑνώσεις ἠμποροῦν νὰ παρασκευασθοῦν εἰς τὰ χημεῖα, αἱ ὀργανικαὶ μόνον εἰς τοὺς ὀργανισμοὺς τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν ἠμποροῦν νὰ σχηματισθοῦν. Ἡ δοξασία ὅμως αὕτη κατέπεσε, καθόσον κατορθώθη νὰ παρασκευάζωνται καὶ τεχνικῶς εἰς τὰ χημεῖα, οὐ μόνον ὀργανικαὶ ἑνώσεις εἰς τὸν ἐνόργανον κόσμον ἀπαντώμεναι ἀλλὰ καὶ ἄλλαι μὴ ὑπάρχουσαι εἰς αὐτόν, αἱ ὁποῖαι ἐπίσης ἀναγράφονται καὶ ἐρευνῶνται ἐν τῇ Ὀργανικῇ Χημείᾳ (φάρμακα, ὡς τὸ χλωροφόρμιον, τὸ ἰωδοφόρμιον, χρώματα ὡς τὰ τῆς ἀνιλίνης κλπ.).

Σήμερον εἶνε ἐκτὸς πάσης ἀμφιβολίος, ὅτι εἰς τὸν ἀνόργανον καὶ τὸν ὀργανικὸν κόσμον δροῦν αἱ αὐταὶ χημικαὶ δυνάμεις καὶ οἱ αὐτοὶ θεμελιώδεις νόμοι διέπουν ὅλα τὰ χημικὰ φαινόμενα.

Τὰ ὀργανικὰ σώματα δὲν πρέπει νὰ συγχέωνται πρὸς τὰ **ἐνόργανα** ἢ **ὠργανωμένα,** ὡς εἶνε τὰ φύλλα, τὰ ἄνθη, τὰ νεῦρα κλπ. ἅτινα, ἀπὸ ἀπόψεως φυσιολογικῆς, ἐξετάζονται ὑπὸ τῆς **Φυσιολογίας** καὶ τῆς **Φυσιολογικῆς Χημείας.** Τὰ ἐνόργανα σώματα ὅμως ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὀργανικὰς οὐσίας, αἱ ὁποῖαι ἐρευνῶνται ὑπὸ τῆς Ὀργανικῆς Χημείας.

Σύστασις τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν.

193. Συστατικὰ τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν.— Εἰς πάσας τὰς ζωϊκὰς καὶ τὰς φυτικὰς οὐσίας ὁ **ἄνθραξ** ἀνευρίσκεται πάντοτε. Μέγας ἀριθμὸς ἐκ τῶν οὐσιῶν τούτων περιέχει μόνον **ἄνθρακα** καὶ **ὑδρογόνον,** ὡς τὸ τερεβινθέλαιον (κ. νέφτι), τὸ πετρέλαιον, τὸ ὀξυλένιον (κ. ἀσετυλήνη), τὸ αἰθυλένιον. Ἄλλαι, ὡς τὸ οἰνόπνευμα, τὸ σάκχαρον, περιέχουν **ἄνθρακα**, **ὑδρογόνον** καὶ **ὀξυγόνον** καὶ ἄλλαι ὡς ἡ κινίνη, ἐκτὸς τῶν τριῶν τούτων στοιχείων περιλαμβάνουν καὶ τέταρτον τὸ **ἄζωτον.**

Ἐν γένει, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι τῶν ἐν τῇ Φύσει ἀπαντωμένων ὀργανικῶν ἑνώσεων οὐσιῶδες χαρακτηριστικὸν εἶνε ὁ **ἄνθραξ,** μετὰ τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν συνηνωμένα συνήθως τὸ **ὑδρογόνον**, τὸ **ὀξυγόνον** καὶ τὸ **ἄζωτον**· σπανιώτερον ἀνευρίσκεται καὶ τὸ **θεῖον** καὶ ὁ **φωσφόρος.**

Αἱ τεχνητῶς ὅμως παρασκευαζόμεναι ἑνώσεις ἠμποροῦν νὰ περιέχουν μεγαλύτερον ἀριθμὸν στοιχείων· οὕτω παρεσκευάσθησαν ἑνώσεις τοῦ ἄνθρακος μετὰ **χλωρίου, ἀρσενικοῦ, πυριτίου,** ἢ καὶ μετὰ μετάλλων. ὡς ὁ **ψευδάργυρος**, τὸ **μαγνήσιον,** ὁ **ὑδράργυρος**, ὁ **κασίτερος.**

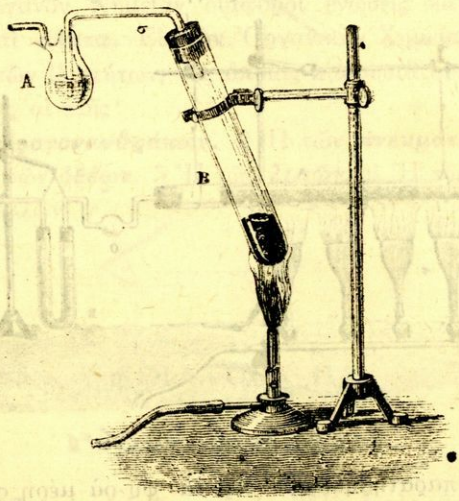
Ὀργανικὴ ἀνάλυσις.

194. Ποιοτικὴ ὀργανικὴ ἀνάλυσις. — Ἂς ἴδωμεν νῦν πῶς εἶνε δυνατὸν νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὴν παρουσίαν τοῦ ἄνθρακος ἢ καὶ ἄλλων στοιχείων εἴς τινα ὀργανικὴν ἕνωσιν. Τὴν ἔρευναν ταύτην καλοῦμεν **ποιοτικὴν ὀργανικὴν ἀνάλυσιν** τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν.

Ἄνθραξ.—Ἡ παρουσία τοῦ ἄνθρακος δύναται νὰ ἀποδειχθῇ εἰς

τὰς πλείστας τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν διὰ θερμάνσεως τῆς ἐξεταζομένης οὐσίας ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος (ἀπουσίᾳ πολλοῦ ἀέρος), ὅτε αὕτη ἀποσυντίθεται καὶ ἀποβάλλει ἄνθρακα. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν εὐκόλως, θερμαίνοντες ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἓν ἄκρον, π.χ, σάκχαρον ἢ ἄμυλον.

Μετὰ μεγαλυτέρας ὅμως ἀσφαλείας καταδείκνυται ἡ παρουσία τοῦ



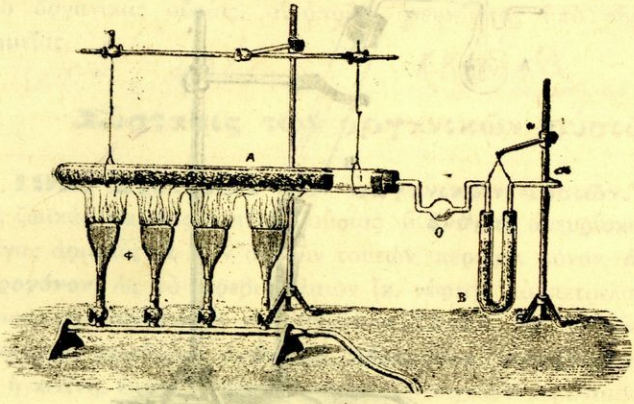
Σχ. 313

ἄνθρακος, διὰ θερμάνσεως τῆς ἐξεταζομένης οὐσίας μετ' ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ, ὅτε ὁ ἄνθραξ αὐτῆς προσλαμβάνων τὸ ἀναγκαῖον ὀξυγόνον ἐκ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ, σχηματίζει ***διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος***, ὅπερ εὐκόλως ἀναγνωρίζεται διὰ τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος. Ἐὰν π.χ. θερμάνωμεν ἐντὸς σωλῆνος B (σχ. 313) ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ μετὰ ἀμύλου, ἐκλύεται ἀέριόν τι, τὸ ὁποῖον, διοχετεύοντες διὰ σωλῆνος σ ἐντὸς δοχείου A, περιέχοντος ἀσβέστιον ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι προκαλεῖ θόλωσιν τούτου. Συνάγομεν λοιπὸν ὅτι τὸ διοχετευόμενον ἀέριον περιέχει διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ἑπομένως: ***ἡ μετὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ θερμανθεῖσα οὐσία περιέχει ἄνθρακα.***

Διὰ τοιούτων μεθόδων δυνάμεθα νὰ δείξωμεν, ὅτι πᾶσαι αἱ ζωϊκαὶ καὶ φυτικαὶ οὐσίαι περιέχουν ἄνθρακα (1)

(1) Κατὰ τὴν δίοδον τοῦ CO_2 διὰ τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος, σχηματίζεται κατ' ἀρχὰς ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον, ὅπερ εἶνε ἀδιάλυτον ἐν ὕδατι. διὸ καὶ θολοῦται

Ὑδρογόνον.—Καὶ τὸ ὑδρογόνον ἀνευρίσκεται ἐπίσης διὰ πυρώσεως τῆς ἐξεταζομένης οὐσίας μετὰ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Πρὸς τοῦτο ἡ οὐσία πρῶτον ποξηραίνεται τελείως, θερμαινομένη εἰς 100° ἐντὸς κλειστοῦ χώρου ***(θερμοξηραντῆρος),*** ὅτε ἐκδιώκεται ἐξ αὐτῆς τὸ τυχὸν ἐξ ὑγρασίας ἢ ἄλλοθεν παρεντεθὲν ὕδωρ. Κατόπιν θερμαίνεται μετὰ ξηροῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος Α (σχ. 314), ἐπίσης ἀποξηρανθέντος μετ' ἐπιμελείας προηγουμένως. Ἐὰν ἡ οὐσία περιέχῃ



Σχ. 314

ὑδρογόνον, θὰ παρατηρήσωμεν εἰς τὰ ψυχρὰ μέρη σωλῆνος Ο, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχονται τὰ ἐν τῷ σωλῆνι Α ἀέρια, σταγονίδια ***ὕδατος.*** Τὸ ὕδωρ τοῦτο προῆλθεν ἐκ τῆς ἑνώσεως τοῦ ὑδρογόνου τῆς οὐσίας μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ.

Ἄζωτον.—Τὴν παρουσίαν τοῦ ἀζώτου εἴς τινα ὀργανικὴν οὐσίαν δυνάμεθα νὰ ἀναγνωρίσωμεν διά τινος τῶν ἑπομένων χαρακτήρων:

1ον. Ἡ ἐξεταζομένη οὐσία, καιομένη, παρουσιάζει ὀσμὴν παρομοίαν πρὸς τὴν τῶν καιομένων τριχῶν.

2ον. Ἐὰν ἡ οὐσία θερμανθῇ ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος μετὰ ***νατρασβέστου*** (¹), ἀναδίδεται ἀμμωνία, ἥτις εὐκόλως ἀναγνωρίζεται ἐκ τῆς ὀσμῆς καὶ ἐκ τῆς μεταβολῆς εἰς κυανοῦν τοῦ ἐρυθροῦ χάρτου τοῦ ἡλιοτροπίου.

3ον. Θερμαινομένη μετὰ μεταλλικοῦ καλίου, παρέχει κυανιοῦχον

τοῦτο. Ἐὰν ὅμως ἐξακολουθήσωμεν τὴν διοχέτευσιν τοῦ ἀερίου, τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον μετατοέπεται εἰς δισανθρακικὸν ἀσβέστιον καὶ τὸ ὕδωρ γίνεται πάλιν διαυγές, καθόσον τὸ δισανθρακικὸν ἀσβέστιον εἶνε διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ.

(1) Σῶμα παρασκευαζόμενον διὰ σβέσεως ἀσβέστου ἐντὸς διαλύματος καυστικοῦ νάτρου καὶ εἶτα πυρώσεως.

κάλιον, τὸ ὁποῖον εὐκόλως ἀναγνωρίζεται ὡς ἑξῆς: Διαλύεται τὸ ἐκ τῆς συνθερμάνσεως παραχθὲν σῶμα ἐντὸς ὕδατος, προστίθεται εἰς τὸ διάλυμα καυστικὸν κάλι, ἐλάχιστος θειικὸς σίδηρος (σταγόνες διαλύματος) καὶ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ὅτε ἂν τὸ διάλυμα γίνῃ **κυανοῦν,** συνάγομεν ἀσφαλῶς, ὅτι ***ἡ οὐσία περιεῖχεν ἄζωτον.***

195. Κατάταξις τῶν ὀργανικῶν ἑνώσεων εἰς τάξεις. —Εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημείαν διάφοροι ἑνώσεις κατετάχθησαν εἰς ***ὀξέα, βάσεις*** καὶ ***ἅλατα.*** Εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν αἱ ὀργανικαὶ ἑνώσεις, ὡς ἐκ τῶν ἰδιοτήτων, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν, κατατάσσονται εἰς κλάσεις ὡς αἱ ἑξῆς:

1 Ἡ τῶν ***ὑδρογονανθράκων.*** 2 Ἡ τῶν ***πνευμάτων.*** 3 Ἡ τῶν ***αἰθέρων.*** 4 Ἡ τῶν ***ὀξέων.*** 5 Ἡ τῶν ***λιπῶν.*** 6 Ἡ τῶν ***ὑδατανθράκων*** καί τινων ἄλλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ II

Ὑδρογονάνθρακες.

196.—Ὑδρογονάνθρακες.—Ἐὰν ἐντὸς κλειστῶν δοχείων ἐστερημένων ἀέρος, θερμανθοῦν λιθάνθρακες, ἀναπτύσσονται ἐκ τούτων ἀέρια διάφορα. Ἐκ τῆς γενομένης ἐξετάσεως ἀπεδείχθη, ὅτι τινὰ τῶν ἀερίων τούτων εἶνε ἑνώσεις τοῦ ***ἄνθρακος*** μεθ' ὑδρογόνου. Τοιαῦται ἑνώσεις ἀναδίδονται ἐπίσης εἰς τὰ ἀνθρακωρυχεῖα καὶ κατὰ τὰς ἀναθυμιάσεις εἰς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς.

Ἐν γένει, καλοῦνται ***ὑδρογονάνθρακες*** ἑνώσεις, συνιστάμεναι μόνον ἐξ ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνου, ὡς τὸ ***ὀξυλένιον*** C_2H_2 (ἀσετυλήν) τὸ ***μεθάνιον*** CH_4, καὶ ἄλλαι. Εἶνε σώματα οὐδέτερα (δηλ. δὲν εἶνε οὔτε ὀξέα, οὔτε βάσεις, οὔτε ἅλατα), ***καιόμενα*** πάντα παρουσίᾳ ἀέρος ἢ ὀξυγόνου. Ἡ τελεία καῦσίς των παρέχει ἀποκλειστικῶς διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὕδωρ· ὅταν ὅμως ἡ ποσότης τοῦ προσφερομένου ὀξυγόνου εἶνε ἀνεπαρκής, παράγονται ἄλλα προϊόντα, π. χ. αἰθάλη.

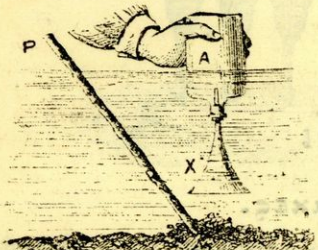
Εἰς τοὺς ὑδρογονάνθρακας ***τὸ ὑδρογόνον περιέχεται πάντοτε κατ' ἄρτιον ἀριθμὸν ἀτόμων.***

Ὁσονδήποτε ὅμως πολυάριθμοι καὶ ποικίλοι καὶ ἂν εἶνε οἱ ὑδρογονάνθρακες, ἡ σπουδὴ τεσσάρων ἐξ αὐτῶν, τοῦ ***μεθανίου,*** τοῦ ***ὀξυ-***

λενίου, τοῦ ***αἰθυλενίου*** καὶ τοῦ ***βενζολίου*** θὰ γνωρίσῃ ἡμῖν τὰς πρωτευούσας ἰδιότητας καὶ τῶν ἄλλων.

197. Μεθάνιον — $CH_4 = 16$. — ***Ἰδιότητες.***—Τὸ ***μεθάνιον*** εἶνε ἀέριον ἄχρουν καὶ ἄοσμον, πυκνότητος 8άκις μεγαλυτέρας τῆς τοῦ ὑδρογόνου, διαλυτὸν ἐντὸς ὕδατος ἢ οἰνοπνεύματος. Βράζει εἰς —164° ὑπὸ πίεσιν 1 ἀτμ.

Πηγαὶ μεθανίου.—Μεμιγμένον μετὰ H, N, O καὶ CO_2 τὸ μεθάνιον ἐκλύεται ἐκ τοῦ βυθοῦ ἕλῶν, ἔνθα παράγεται ἐκ τῆς σύψεως φυτικῶν οὐσιῶν, διὸ καὶ ἐκλήθη καὶ ***ἑλειογενὲς ἀέριον***· ἀνακινοῦντες διὰ ράβδου τὸν βυθὸν (σχ. 315), προκαλοῦμεν τὴν ἄμεσον ἔκλυσιν φυσαλίδων μετὰ μεθανίου, τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ συλλέξωμεν ἐντὸς φιάλης καὶ ἀναφλέξωμεν εἰς τὸν ἀέρα. Ἐν γένει, τὸ μεθάνιον παράγεται κατὰ τὴν σῆψιν ὀργανικῶν οὐσιῶν, εὑρισκομένων ἐντὸς ὕδατος, καὶ ἐν ἀποκλεισμῷ ὀξυγόνου.



Σχ. 315

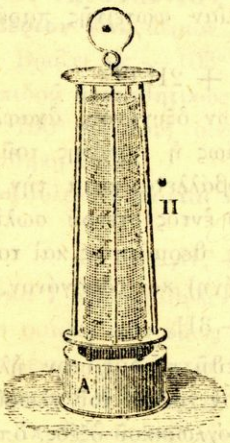
Ἐν γένει, ***ἡ ἀποσύνθεσις τῶν φυτικῶν οὐσιῶν παρέχει κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον μεθάνιον.***

Ἐπίσης ἐκλύεται τὸ μεθάνιον εἴς τινα μέρη ἐκ ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους· π χ. τὸ παρὰ τὸ Pittsburg ἐκλυόμενον ἀέριον περιέχει 77 ἕως 92 % μεθάνιον. Πολλαὶ δὲ πόλεις τῆς Ἀμερικῆς χρησιμοποιοῦν τοιοῦτον ἀέριον πρὸς φωτισμόν.

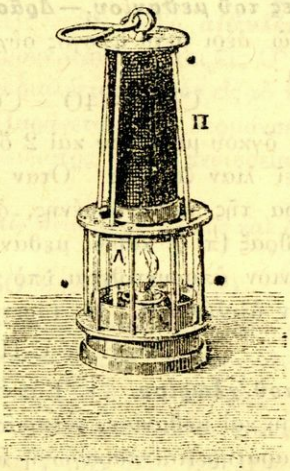
Εἰς τὰ λιθανθρακωρυχεῖα ἀνευρίσκεται ὡσαύτως, ἐκλυόμενον ἀποτόμως ἐκ ρωγμῶν τοῦ λιθάνθρακος, ἐντὸς τῶν ὁποίων ὑπάρχει πεπιεσμένον. Μετὰ τοῦ ἀέρος σχηματίζει τότε μίγματα ἐκπυρσοκροτικά, δυνάμενα νὰ ἀναφλεγοῦν ἔκ τινος φλογὸς καὶ νὰ προκαλέσουν καταστρεπτικὰς ἐκρήξεις, ὡς συνέβη πολλάκις. Πρὸς πρόληψιν τῶν τοιούτων ἀναφλέξεων, οἱ ἐργάται χρησιμοποιοῦν ἰδίους λύχνους, ἐπινοηθέντας ὑπὸ τοῦ Davy. Ὁ λύχνος οὗτος (σχ. 316-317) ἐργάζεται δι' ἐλαίου καὶ ἡ φλὸξ αὐτοῦ περιβάλλεται διὰ πλέγματος σιδηροῦ Π. Ἐὰν τοιαύτη λυχνία εὑρεθῇ ἐντὸς χώρου, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μεθάνιον, τὸ ἀέριον τοῦτο, εἰσερχόμενον διὰ τοῦ συρματοπλέγματος ἐντὸς τῆς λυχνίας, ἀναφλέγεται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἐνῷ συγχρόνως ἡ φλὸξ σβέννυται. Ἡ ἀνάφλεξις ὅμως αὕτη ***δὲν μεταδίδεται*** καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς τῆς λυχνίας μεθάνιον, διότι τὸ συρματόπλεγμα εἶνε καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ ἑπομένως ἀπορροφᾷ ταχέως ταύτην δὲν ἀφήνει αὐτὴν νὰ ἐξέλθῃ καὶ προκα-

ση ἀνάφλεξιν καὶ ἐκτὸς τοῦ λύχνου (¹). Ἡ λυχνία αὕτη ἐτροποποιήθη κούντως, ὥστε νὰ καίῃ χωρὶς νὰ σβέννυται καὶ ὅταν ἀκόμη ὑπάρ- ν ταχέα ρεύματα ἀέρος (λύχνος Fumat).

Παρασκευή.—Τὸ μεθάνιον παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως ἐντὸς στήκτου ὑαλίνου δοχείου μίγματος ***ὀξικοῦ νατρίου*** (σώματος στε-



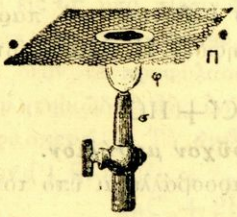
Σχ. 316



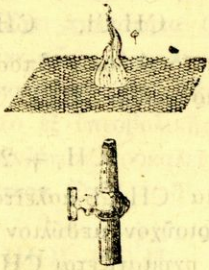
Σχ. 317

C_vH_{2v+2}
CH_{2+2}
CH_4

(1) Τὸ φαινόμενον τοῦτο κατανοεῖται καλῶς διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Ἄνω- σωλῆνος σ (σχ. 318) ἐξ οὗ ἐξέρχεται φωταέριον, θέτομεν συρματόπλεγμα



Σχ. 318



Σχ. 319

Ἐὰν μετὰ τοῦτο ἀναφλέξωμεν τὸ φωταέριον κάτωθεν τοῦ συρματοπλέγ- τος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνάφλεξις δὲν μεταδίδεται καὶ ἄνωθεν τούτου, ότι τὸ συρματόπλεγμα, ὡς καλὸς ἀγωγός, ἀπορροφᾷ ταχέως τὴν θερμότητα ὁ οὕτω παρεμποδίζει τὴν μετάδοσιν τῆς ἀναφλέξεως. Τὸ ἀντίθετον συμβαί- ν, ἐὰν ἀναφλέξωμεν τὸ φωταέριον ἄνωθεν τοῦ συρματοπλέγματος (σχ. 319), ε ἡ ἀνάφλεξις δὲν μεταδίδεται καὶ κάτωθεν τούτου.

ρεοῦ καὶ λευκοῦ ἔχοντος τὸν τύπον $CH_3CO_2Na.3H_2O$) ἀφυδρανθέντος διὰ πυρώσεως καὶ νατρασβέστου.

Ἡ παραγομένη ἀντίδρασις εἶνε:

$$CH_3CO_2Na + NaOH = CH_4 + Na_2CO_3$$

Ὀξικὸν νάτριον κ. Νάτρον Μεθάνιον Σόδα

Ἰδιότητες τοῦ μεθανίου.—Δρᾶσις τοῦ ὀξυγόνου.—Τὸ μεθάνιον ***καίεται*** ἐν τῷ ἀέρι μετὰ φλογὸς οὐχὶ λίαν φωτεινῆς παρέχον ὕδωρ καὶ CO_2 ἤτοι:

$$CH_4 + 4O = CO_2 + 2H_2O$$

Μῖγμα 1 ὄγκου μεθανίου καὶ 2 ὄγκων ὀξυγόνου, ἀναφλεγόμενον, ἐκπυρσοκροτεῖ λίαν ζωηρῶς. Ὅταν ὅμως ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου εἶνε μικροτερα τῆς προηγουμένης, ἀποβάλλεται κατὰ τὴν καῦσιν λεπτομερὴς ἄνθραξ (π. χ. καῦσις μεθανίου ἐντὸς στενοῦ σωλῆνος).

Τὸ μεθάνιον ἀποσυντίθεται ὑπὸ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παρέχον ὀξυλένιον C_2H_2 (ἀσετυλήνη) καὶ ὑδρογόνον, ἤτοι:

$$2CH_4 = C_2H_2 + 3H_2$$

Δρᾶσις τοῦ χλωρίου.—1. Ἐὰν ἐκτεθῇ εἰς διάχυτον ἡλιακὸν φῶς μῖγμα χλωρίου καὶ μεθανίου, τὸ πράσινον χρῶμα τοῦ χλωρίου ἐξαφανίζεται καὶ παρατηρεῖται παραγωγὴ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὅπερ παρουσία τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀέρος δίδει λευκοὺς καπνούς. Συγχρόνως δὲ δὲν ἐμφανίζεται ἄνθραξ, ἀλλὰ παράγεται μῖγμα ἐκ τεσσάρων ἑνώσεων δι' ***ἀντικαταστάσεως*** ἑνός, δύο, τριῶν ἢ τεσσάρων ἀτόμων ὑδρογόνου τοῦ μεθανίου δι' ἰσαρίθμων ἀτόμων χλωρίου, ἤτοι:

$$CH_3Cl, \quad CH_2Cl_2, \quad CHCl_3, \quad CCl_4.$$

Δηλαδή, τὸ χλώριον ἀποσυνθέτει τὸ μεθάνιον καὶ παραλαμβάνει Η πρὸς παραγωγὴν HCl. Τὸ παραληφθὲν Η ἀντικαθίσταται ὑπὸ Cl, ἤτοι:

$$CH_4 + 2Cl = CH_3Cl + HCl.$$

Τὸ σῶμα CH_3Cl καλεῖται ***χλωριοῦχον μεθύλιον.***

Τὸ χλωριοῦχον μεθύλιον CH_3Cl προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωρίου ὁμοίως καὶ σχηματίζεται CH_2Cl_2, ἤτοι:

$$CH_3Cl_2 + 2Cl = CH_2Cl_2 + HCl$$

Τὸ νέον σῶμα CH_2Cl_2 καλεῖται ***χλωριοῦχον μεθυλένιον.*** Ἡ προηγουμένη δρᾶσις ἐξακολουθεῖ καὶ ἔχομεν τὰς ἀντιδράσεις:

$$CH_2Cl_2 + 2Cl = CHCl_3 + HCl$$

$$CHCl_3 + 2Cl = CCl_4 + HCl$$

Ἐκ τῶν δύο νέων σωμάτων $CHCl_3$ καὶ CCl_4 τὸ πρῶτον εἶνε τὸ ***χλωροφόρμιον*** καὶ τὸ δεύτερον ὁ ***τετραχλωριοῦχος ἄνθραξ.***

2. ***Καῦσις.***—Μῖγμα 1 ὄγκου μεθανίου καὶ 2 ὄγκων χλωρίου καίεται μετ' αἰθαλιζούσης φλογὸς καὶ συγχρόνως ἀποβάλλεται ἄνθραξ;

$$CH_4 + 4Cl = C + 4HCl$$

198. Αἰθυλένιον $C_2H_4 = 28$.—Τὸ ***αἰθυλένιον*** ἢ ***ἐλαιογόνον ἀέριον*** εἶνε ἀέριον ἄχρουν, ὑγροποιεῖται εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 44 ἀτμ. Βράζει εἰς — 103° καὶ διαλύεται ὀλίγον εἰς τὸ ὕδωρ. Εἰσπνεόμενον ἐπιδρᾷ ἀναισθητικῶς. Παράγεται διὰ θερμάνσεως (εἰς θερμοκρασίαν 160° περίπου) οἰνοπνεύματος μετὰ περισσείας θειικοῦ ὀξέος τῇ προσθήκῃ ἄμμου.

Τὸ αἰθυλένιον καίεται ἐν τῷ ἀέρι μετὰ λευκῆς καὶ λίαν φωτοβόλου φλογός:

$$C_2H_4 + 6O = 2CO_2 + 2H_2O$$

Μῖγμα 1 ὄγκου αἰθυλενίου καὶ 3 ὄγκων ὀξυγόνου, ἀναφλεγόμενον, ἐκπυρσο ροτεῖ. Ἐὰν ὅμως ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου εἶνε μικροτέρα τῆς προηγουμένης, παράγεται ὕδωρ, CO ἢ καὶ ἄνθραξ. Μῖγμα 1 ὄγκου αἰθυλενίου καὶ 2 ὄγκων χλωρίου, ἀναφλεγόμενον, καίεται μετ' ἐρυθρᾶς φλογός, ἀποβαλλομένου ἄνθρακος (σχ. 320) καὶ σχηματιζομένου συγχρόνως HCl:

$$C_2H_4 + 4Cl = 2C + 4HCl$$

199. Ὀξυλένιον $C_2H_2 = 26$.—Τὸ ***ὀξυλένιον*** (κ. ἀσετυλήνη) εἶνε ἀέριον ἄχρουν, δυσαρέστου ὀσμῆς, προερχομένης κυρίως ἐκ τῶν συνοδευόντων αὐτὸ ξένων οὐσιῶν. Ἔχει πυκνότητα 0,92 καὶ ὑγροποιεῖται εἰς 0° ὑπὸ πίεσιν 25 ἀτμ. Εἶνε σῶμα ἐκρηκτικὸν ὑπὸ πίεσιν ἀνωτέραν τῶν δύο ἀτμοσφ. διό, προκειμένου περὶ ὀξυλενίου πεπιεσμένου, δέον νὰ προφυλάσσεται τοῦτο ἐξ ὑπερβολικῆς θερμάνσεως. Εἶνε δηλητηριῶδες· ἀὴρ ἐνέχων 1% ὀξυλένιον προκαλεῖ νάρκωσιν.

Παρασκευή.— Τὸ ***ἀνθρακασβέστιον*** CaC_2 μεθ' ὕδατος ἐκλύει ὀξυλένιον (1) ἤτοι:

$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(HO)_2 + C_2H_2$$

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης παράγεται τὸ πρὸς φωτισμὸν χρησιμοποιούμενον. Ὅταν τὸ ἀνθρακασβέστιον εἶνε μεμιγμένον μετὰ σακχάρου, ἡ δρᾶσις τοῦ ὕδατος εἶνε κανονικωτέρα, καθόσον ἡ ἐσβεσμένη ἄσβεστος διαλύεται πολὺ ἐν τῷ σακχαρούχῳ ὕδατι.

(1) Τὸ ἀνθρακασβέστιον παράγεται διὰ συμπυρώσεως ἀσβέστου μετ' ἄνθρακος ἐν τῇ ἠλεκτρικῇ καμίνῳ, ἀποτελεῖ τεφρὰν κρυσταλλικὴν μᾶζαν, ἡ ὁποία μεθ' ὕδατος ἐκλύει τὸ ὀξυλένιον μετὰ ζωηροῦ ἀναβρασμοῦ.

$CaCl_2 + 2H_2O = CaCl(OH)_2 + HCl$

Ὁ Berthelot παρεσ εύασε συνθετικῶς τὸ ὀξυλένιον, διαβιβάζων ρεῦμα ὑδρογόνου ἐντὸς ὑαλίνης σφαίρας ΟΟ (σχ. 321), ἐν τῇ ὁποίᾳ ἐσχηματίζετο ἠλεκτρικὸν τόξον μεταξὺ δύο ραβδίων αβ ἐξ ἄνθρακος

Σχ. 320

Ἰδιότητες χημικαί. Καῦσις.—Τὸ ὀξυλένιον καίεται ἐν τῷ ἀέρι, παραγομένου CO_2 καὶ HO_2 ἤτοι:

$$C_2H_2 + 5O = 2CO_2 + H_2O$$

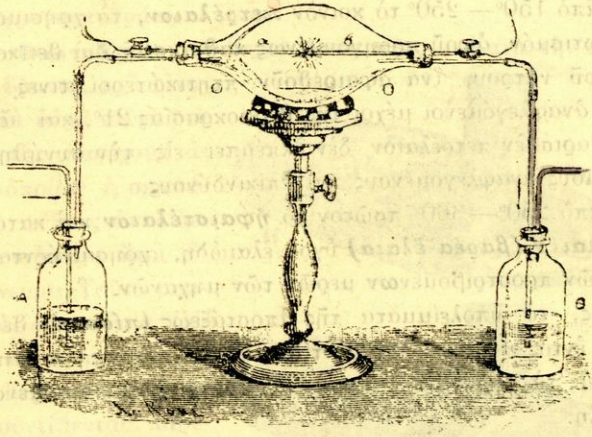
Ἡ φλὸξ του εἶνε κιτρίνη ἢ ἐρυθρᾶ καὶ αἰθαλίζουσα κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον, ὅταν ἡ καῦσις εἶνε ἀτελὴς (π. χ. καῦσις κατὰ τὴν ἔξοδον. τοῦ ἀερίου ἐκ μεγάλης ὀπῆς), Ὅταν ὅμως ἡ καῦσις γίνεται εἰς τὸ ἄκρον λεπτῶν σωλήνων, ἡ φλὸξ εἶνε λευκὴ καὶ λίαν φωτιστική. ἡ δὲ καῦσις τελεία. Διὰ δύο λεπτῶν καὶ ἀντικειμένων σωλήνων ἐπιτυγχάνεται φλὸξ π, χ. 12άκις φωτιστικωτέρα τῆς τοῦ φωταερίου.

Κατὰ τὴν καῦσιν μίγματος ὀξυλενίου καὶ ὀξυγόνου ἀναπτύσσεται μεγίστη θερμότης καὶ θερμοκρασία περὶ τοὺς 4000°. Τοιοῦτον μῖγμα χρησιμοποιεῖται εἰς συντήξεις σιδήρου κ.τ.λ.

Δρᾶσις τοῦ χλωρίου.—Τὸ χλώριον καὶ τὸ ὀξυλένιον ἀντιδροῦν ζωηρῶς πρὸς ἄλληλα, διὸ εἶνε ἐπικίνδυνος ἡ μῖξις των. Ριπτομένων ἐν χλωριούχῳ ὕδατι τεμαχίων ἀνθρακασβεστίου ἐκλύεται ἀέριον, ὅπερ

ἀναφλέγεται ἀμέσως. Διὰ καταλλήλων προφυλάξεων λαμβάνονται ἑνώσεις τοῦ ὀξυλενίου $C_2H_2Cl_2$ καὶ $C_2H_2Cl_4$.

Χρῆσις.—Τὸ ὀξυλένιον χρησιμοποιεῖται πρὸς φωτισμὸν καὶ πρὸς ἐπιτυχίαν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν.



Σχ. 321

200. Πετρέλαιον. — Τὸ ***πετρέλαιον*** εἶνε πυκνόρρευστον σῶμα, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει ἐντὸς τῆς Γῆς καὶ ἀντλεῖται ἐκ διαφόρων πηγῶν. Τοιαῦται πηγαὶ πλούσιαι ὑπάρχουν εἰς τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας, τὴν Ρωσσίαν (ἰδίως παρὰ τὸ Bakou), τὴν Ρουμανίαν κλπ.

Συνήθως τὸ ἔδαφος διατρυπᾶται μέχρι βάθους τινός, εἰς τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται τὸ πετρέλαιον μεθ' ὕδατος καὶ ἀερίων καυσίμων ὑπὸ πίεσιν.

Ὅταν ἡ διάτρησις φθάσῃ εἰς τὸ βάθος ἐκεῖνο, τὸ πετρέλαιον, ὑπὸ τὴν πίεσιν τῶν ἀερίων, ἀναπηδᾷ ἐπί τινας ἡμέρας ἐκ τῆς ἀνοιγείσης ὀπῆς· ὀλίγον κατ' ὀλίγον ὅμως ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ἐλαττοῦται καὶ ἀπαιτοῦνται ἀντλίαι πρὸς ἐξαγωγὴν τοῦ πετρελαίου. Τὰ δὲ ἐξερχόμενα κάτωθεν ἀέρια ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ μεθανίου καὶ ἀναλόγων πρὸς τοῦτο ὑδρογονανθράκων καὶ εἶνε ἐνίοτε τόσον ἄφθονα, ὥστε συλλέγονται καὶ χρησιμοποιοῦνται πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν.

Προϊόντα δι' ἀποστάξεως. — Τὸ ἀντλούμενον πετρέλαιον εἶνε ὑγρὸν ἐλαιῶδες, εὔφλεκτον, ἀκάθαρτον καὶ χρώματος σκοτεινοῦ. Χρησιμοποιεῖται οὐχὶ ἀμέσως ὡς ἔχει, ἀλλὰ κατόπιν ἀποστάξεως, καθ' ἣν ἐξάγονται τὰ ἀκόλουθα διάφορα προϊόντα τοῦ ἐμπορίου, τὰ ὁποῖα εἶνε μίγματα ὑδρογονανθράκων.

α') δι' ἀποστάξεως ἀπὸ 50° — 60° λαμβάνεται ὁ ***πετρελαϊκὸς αἰθήρ.***

β') ἀπὸ 60°—80° ἡ κοινὴ ***βενζίνη***, ἡ χρησιμοποιουμένη ὡς καύσιμος ὕλη, πρὸς φωτισμὸν καὶ ὡς κινητήριον μέσον εἰς τὰς μηχανὰς δι' ἐσωτερικῆς καύσεως (αὐτοκίνητα, ἀεροπλάνα κλπ).

γ') ἀπὸ 80°—120° ἡ ***λιγροΐνη***.

δ') ἀπὸ 150°—250° τὸ κοινὸν ***πετρέλαιον***, τὸ χρησιμοποιούμενον πρὸς φωτισμόν, ἀφοῦ προηγουμένως καθαρισθῇ διὰ θειϊκοῦ ὀξέος καὶ καυστικοῦ νάτρου, ἵνα ἀφαιρεθοῦν πτητικώτεροί τινες ὑδρογονάνθρακες, ἀναφλεγόμενοι μέχρι τῆς θερμοκρασίας 21°, καὶ ἄλλαι οὐσίαι.

Καθαρισθὲν πετρέλαιον δὲν ἐκπέμπει εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἀτμοὺς ἀναφλεγομένους καὶ ἐπικινδύνους.

ε') ἀπὸ 250°—360° πρῶτον τὸ ***ἠφαιστέλαιον*** καὶ κατόπιν τὸ ***παραφινέλαιον (βαρέα ἔλαια)*** ὑγρὰ ἐλαιώδη, χρησιμεύοντα πρὸς ἐπάλειψιν τῶν προστριβομένων μερῶν τῶν μηχανῶν.

Τέλος, τὸ ὑπολείμματα τῆς ἀποστάξεως (***πίσσαι***), θερμαινόμενα ἰσχυρῶς ἐντὸς κεράτων, ἀποσυντίθενται εἰς προϊόντα πτητικά, προστιθέμενα εἰς τὰ προηγηθέντα, καὶ εἰς ***κὸκ*** χρησιμοποιούμενον ὡς καύσιμος ὕλη.

Παραφίνη καὶ βαζελίνη. — Τὰ ἐκ τῆς ἀποστάξεως λαμβανόμενα βαρέα ἔλαια ἐπαλείψεως, ἀφιέμενα πρὸς ψῦξιν, ἀποβάλλουν οὐσίαν στερεάν, λευκήν, κρυσταλλικήν, τὴν καλουμένην ***παραφίνην***, ἡ ὁποία χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν κηρίων, ὡς μονωτικὴ οὐσία κλπ. Ἡ παραφίνη ὑπάρχει εἴς τινα ὀρυχεῖα (Γαλικία) μεμιγμένη μετ' ἄλλων οὐσιῶν καὶ καλεῖται ***ὀζοκερίτης***.

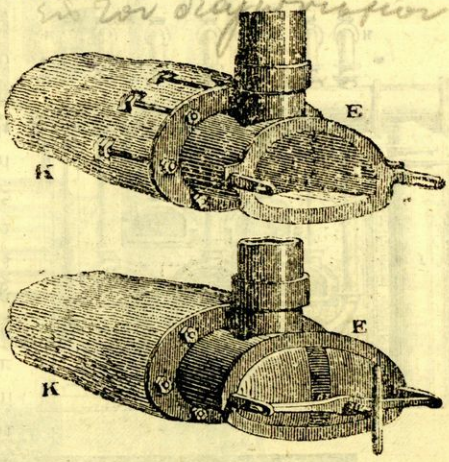
Ἡ ***βαζελίνη*** εἶναι μῖγμα παραφίνης καὶ βαρέων ἐλαίων καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φαρμακευτικὴν καὶ πρὸς ἐπάλειψιν μηχανῶν τινων· δὲν ὀξειδοῦται ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἀποτελεῖ εἶδος λίπους ὀρυκτοῦ.

Σύστασις καὶ γένεσις. — Τὸ πετρελαιον ἀποτελεῖται ἐξ ὑδρογονανθράκων. Ἀξιοσημείωτον δὲ εἶνε ὅτι τὰ διάφορα πετρέλαια δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν σύσταιν. Οὕτω τὸ ἀμερικανικὸν πετρέλαιον ἀποτελεῖται μόνον ἐκ ***παραφινῶν*** (ὑδρογονάνθρακες τοῦ μεθανίου ἤγοι τοῦ γενικοῦ τύπου C_vH_{2v+2}), ἐνῷ τὸ τοῦ Καυκάσου συνίσταται ἰδίως ἐκ ***ναφθενῶν***, ὑγρογονανθράκων τοῦ γενικοῦ τύπου C_vH_{2v}

Τῶν πετρελαίων ἡ γένεσις δὲν εἶναι καλως γνωστή, Κατά τινα ὑπόθεσιν, ***ζωϊκά ὑπόλοιπα*** προγενεστέρων γεωλογικῶν περιόδων εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς Γῆς ὑπὸ μεγάλην ***πίεσιν*** καὶ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν εὑρεθέντα, ὑπέστησαν ἀποσύνθεσιν, τῆς ὁποίας τελικὸν προϊὸν ὑπῆρξε τὸ πετρέλαιον. Πρόγματι δὲ δι' ἀποστάξεως ὑπὸ πίεσιν ἰχθυελαίου λαμβάνονται πετρελαιοειδῆ προϊόντα. Κατ' ἄλλην ὑπόθεσιν, πρὸς σχη-

ματισμὸν τοῦ πετρελαίου ἐχρησίμευσαν **ἀνθρακοῦχοι ἑνώσεις** τῶν μετάλλων, αἱ ὁποῖαι ὑπάρχουν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς Γῆς καὶ δι' ἐπιδράσεως ὕδατος παρέχουν πετρελαιώδη μίγματα. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη ὑποστηρίζεται καὶ ὑπὸ τοῦ γεγονότος ὅτι τὸ ὀξυλένιον μεθ' ὑδρογόνου, διοχετευόμενον ὑπεράνω πυρουμένων μετάλλων, παρέχει μῖγμα πετρελαιοειδῶν ὑγρογονανθράκων.

201. Φωταέριον. — ***Ξηρὰ ἀπόσταξις.*** — Κατὰ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ ὕδατος, τοῦ οἰνοπνεύματος, τὰ ὑγρὰ ταῦτα διὰ τῆς θερμότητος παρέχουν ἀτμούς, τῶν ὁποίων ἡ συμπύκνωσις διὰ ψύξεως ἀποδίδει τὴν ἀρχικὴν οὐσίαν, ἤτοι ὕδωρ, οἰνόπνευμα. Τοῦτο συμβαίνει εἰς πλείστας οὐσίας. Ὑπάρχουν ὅμως ἄλλαι οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι, θερμαινόμεναι ὁμοίως, ἀποσυντίθενται παρέχουσαι προϊόντα, ἐκ τῶν ὁποίων ἄλλα μὲν ἐξέρχονται τῆς συσκευῆς, ἄλλα δὲ παραμένουν ἐν αὐτῇ. Ἐὰν δέ, κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην, ἀποστάζωνται προϊόντα, ἡ ἀπόσταξις αὕτη καλεῖται **ξηρά.** Πολλαὶ καύσιμοι οὐσίαι ὀργανικῆς φύσεως, ὡς τὸ ξύλον, ὁ λιγνίτης, ἡ τύρφη καὶ ἰδίως ὁ λιθάνθραξ, ὑποβαλλόμεναι εἰς ξηρὰν ἀπόσταξιν, ἀποσυντίθενται, παρέχουσαι σώματα χρήσιμα πρὸς φωτισμόν, θέρμανσιν κλπ.



Σχ. 322

Ἀπόσταξις τοῦ λιθάνθρακος. — Διὰ τῆς ξηρᾶς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων λαμβάνονται τὰ ἑξῆς προϊόντα:

α') ***Φωταέριον*** (ἀκάθαρτον), χρήσιμον (μετὰ καθαρισμὸν) πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν.

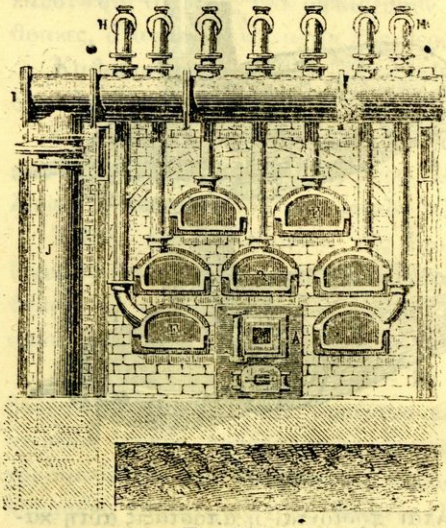
β') ***Ἀμμωνίαν***, ἥτις, διαλυομένη ἐν ὕδατι, παρέχει τὸ ***ἀμμωνιοῦχον ὕδωρ***, τὸ χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν παρασκευὴν ἀμμωνιακῶν ἁλάτων.

γ') ***Πίσσαν*** (εἰς τοὺς συμπυκνωτάς), προϊὸν ὑγρὸν ἢ στερεὸν χρήσιμον πρὸς παρασκευὴν χρωμάτων τῆς ἀνιλίνης, ναφθαλίνης, φαινικοῦ ὀξέος κλπ.

δ') **Ὀπτάνθρακα.** (κόκ), ὅστις ἀπομένει στερεὸς ἐντὸς τῶν κεράτων τῆς ἀποστάξεως καὶ ἀποτελεῖ καύσιμον ὕλην.

Ἐν τῇ Βιομηχανίᾳ, πρὸς παρασκευὴν τοῦ φωταερίου ἐκ λιθάνθρακος, αἱ ἐργασίαι γίνονται ὡς ἕπεται.

Ἀπόσταξις. Οἱ λιθάνθρακες τίθενται ἐντὸς δοχείων κυλινδρικῶν (σχ. 322) ἐκ πυριμάχου ἀργίλλου, τῶν **κεράτων,** τῶν ὁποίων τὸ ἓν ἄκρον ἀπολήγει εἰς σιδηροῦν ἐπιστόμιον Ε, κλειόμενον διὰ πώματος ἐπίσης σιδηροῦ. Διὰ τῶν ἄκρων τούτων εἰσάγονται οἱ λιθάνθρακες ἐντὸς τῶν κεράτων ἢ ἐξάγονται οἱ ὀπτάνθρακες μετὰ τὸ πέρας τῆς ἀποστάξεως. Συνήθως τὰ κέρατα ταῦτα θερμαίνονται ἀνὰ 7 ὑπὸ τῆς αὐτῆς ἑστίας (σχ. 323). Ἡ θέρμανσις αὕτη γίνεται διὰ ὀπτανθράκων εἰς 1200° περίπου καὶ διαρκεῖ 4 ὥρας κατὰ μέσον ὅρον. Τὰ παρεχόμενα τότε ἐντὸς τῶν κεράτων ἀέρια προϊόντα ἀπάγονται διὰ σωλήνων πρὸς καθαρισμὸν πρῶτον **φυσικὸν** καὶ εἶτα **χημικόν.**

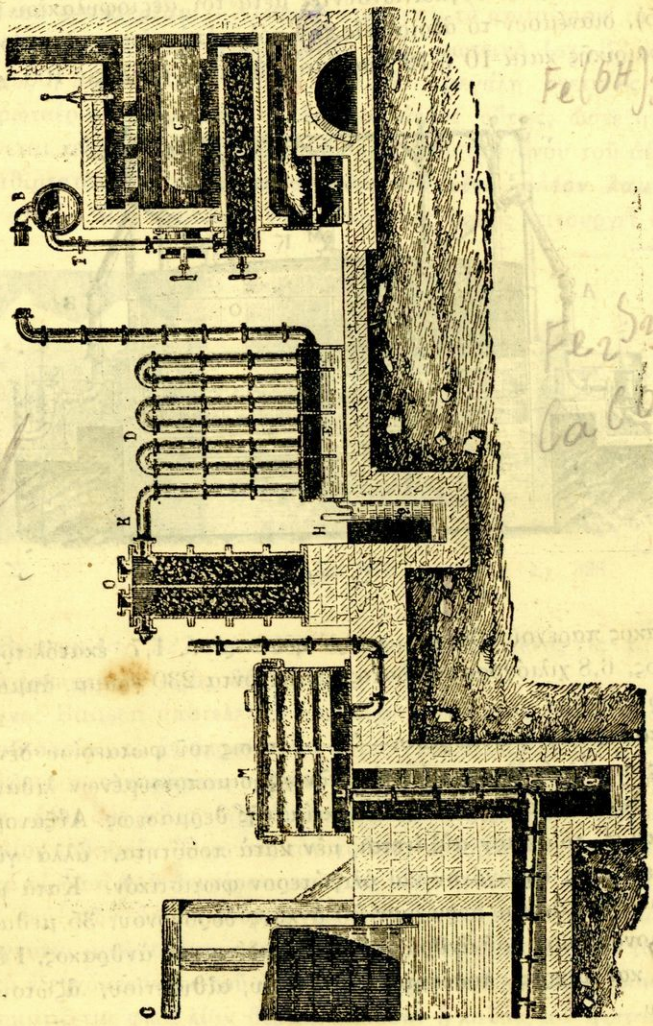


Σχ. 323

Φυσικὸς καθαρισμός.— Τὰ ἐκ τῶν κεράτων C (σχ. 234) ἐξερχόμενα ἀέρια διέρχονται πρῶτον διὰ κυλίνδρου B ἡμιπεπληρωμένου διὰ ὕδατος καὶ πίσσης· εἰς τὸν κύλινδρον τοῦτον συμπυκνοῦνται ἐν μέρει αἱ ὀλιγώτερον πτητικαὶ πίσσαι. Τὸ ἀέριον κατόπιν διοχετεύεται διὰ σειρᾶς κατακορύφων σωλήνων D ἀνεστραμμένων ὑπεράνω δοχείου κλειστοῦ καὶ ψυχομένων ἐξωτερικῶς διὰ ρεύματος ὕδατος. Διὰ τῆς ψύξεως τοῦ ἀερίου ἐντὸς τῶν σωλήνων D ἀποτίθεται πίσσα καὶ ἀμμωνιοῦχον ὕδωρ, τὰ ὁποῖα ἀπάγονται διὰ σίφωνος H. Τὸ ἀέριον, μετὰ τὴν διόδόν του διὰ τῶν σωλήνων D, περιέχει ἐν αἰωρήσει σταγονίδια πίσσης, διὸ διοχετεύεται εἰς πύργον O πλήρη ὀπτανθράκων, ἐφ' ὧν ἐγ ατακείπει μέρος τῶν σταγονιδίων.

Χημικὸς καθαρισμός.—Τὸ ἐκ τοῦ πύργου ἐξερχόμενον ἀέριον περιέχει προσμίξεις, ὡς ἡ πίσσα, τὸ ὑδρόθειον, τὸ θειοῦχον ἀμμώνιον, δισξείδιον τοῦ ἄνθρακος κλπ. αἱ ὁποῖαι ἐλαττώνουν τὴν φωτιστικήν των

δύναμιν. Πρὸς χημικὸν καθαρισμόν, τὸ ἀέριον δι' ἀντλιῶν (μὴ παριστωμένων εἰς τὸ σχῆμα) διοχετεύεται ἐκ τοῦ πύργου εἰς κιβώτιον M, περιέχον πριονίδια καὶ μῖγμα $Fe(OH)_3$ καὶ CaO. Τὸ μῖγμα τοῦτο μετα-

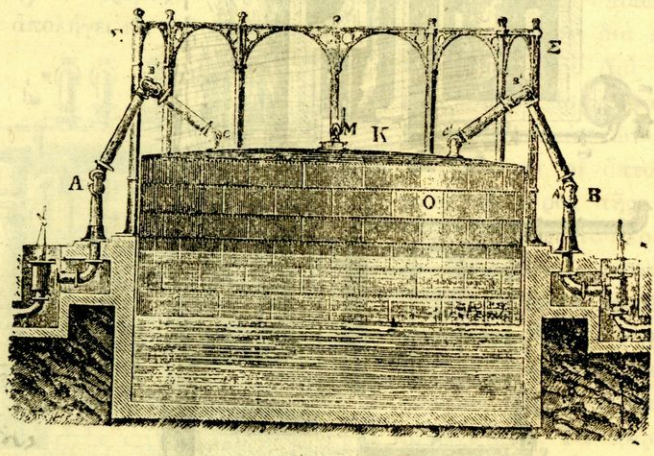


Σχ. 324

τρέπει τὸ μὲν ὑδρόθειον εἰς Fe_2S_3, τὸ δὲ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος εἰς εἰς $CaCO_3$, ἡ δὲ οὕτω ληφθεῖσα μᾶζα δύναται νὰ ἀναπαραγάγῃ, δι' ἀφέσεως ἐπί τινα χρόνον ἐν τῷ ἀέρι, τὴν ἀρχικὴν

$$Fe_2S_3 + 3H_2O + O = 2Fe(OH)_3 + 3S$$

Μετὰ ταῦτα τὸ ἀέριον διοχετεύεται εἰς ἀεριοφυλάκιον ἀποτελούμενον ἐκ μεγάλου σιδηροῦ κώδωνος, ἀνεστραμένου ἐντὸς δεξαμενῆς, περιεχούσης ὕδωρ. Σωλῆνες, συγκοινωνοῦντες μετὰ τοῦ ἀεριοφυλακίου (σχ. 324 καὶ 325), διανέμουν τὸ ἀέριον εἰς τὴν πόλιν ὑπὸ πίεσιν ἀνωτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς κατὰ 10 ἢ 12 ἑκατοστὰ ὑδατίνης στήλης. 100 χιλιόγρ.



Σχ. 225

λιθάνθρακος παρέχουν 30 κυβ. μέτρα φωταερίου, 1,7 ἑκατόλιτρα ὀπτάνθρακος, 6,8 χιλιόγραμμα ὕδατος, περιέχοντα 230 γραμμ. ἀμμωνίας, 5 χιλιόγρ. πίσσης.

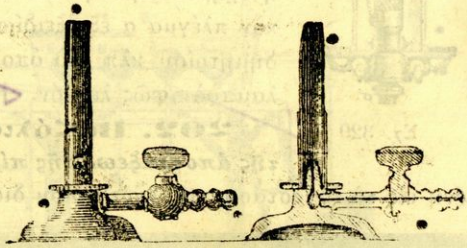
Σύστασις τοῦ φωταερίου.—Ἡ σύστασις τοῦ φωταερίου δὲν εἶνε ἀπολύτως σταθερά, ἐξαρτωμένη ἐκ τῶν χρησιμοποιουμένων λιθανθράκων, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς διαρκείας τῆς θερμάσεως. Αὐξανομένης τῆς διαρκείας, τὸ ἀέριον αὐξάνεται μὲν κατὰ ποσότητα, ἀλλὰ γίνεται πλουσιώτερον εἰς ὑδρογόνον καὶ ὀλιγώτερον φωτιστικόν. Κατὰ μέσον ὅρον 100 ὄγκοι ἀερίου περιέχουν 50 ὄγκους ὑδρογόνου, 35 μεθανίου, 7 ἕως 8 μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, 1 διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, 1 ἕως 2 βενζολίου καὶ μικρὰς ποσότητας ὀξυλενίου, αἰθυλενίου, ἀζώτου καὶ ὑδροθείου.

Τὸ φωταέριον εἶνε ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος, πυκνότητος 0,4, καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων. Ἕνεκα τοῦ περιεχομένου ἐν αὐτῷ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος εἶνε ναρκωτικὸν δηλητήριον. Εἰς ὄγκος φωταερίου, διὰ νὰ καῇ, ἀπαιτεῖ 5,5 ὄγκος ἀέρος· τὸ μῖγμα μετὰ

τοῦ ἀέρος ἐκπυρσοκροτεῖ ἐντόνως. Ἡ καῦσις 1 γράμμου ἀερίου παρέχει 10700 μικρὰς θερμίδας.

Φλὸξ τοῦ φωταερίου. — Ὅταν ἀναφλέγεται τὸ φωταέριον, τὸ ἐξερχόμενον ἐξ ὀπῆς σωλῆνος, σχηματίζεται φλὸξ φωτεινὴ (σχ. 326), τῆς ὁποίας ὅμως ἡ θερμαντικὴ δύναμις δὲν εἶνε μεγάλη σχετικῶς. Ἐὰν ὅμως τὸ φωταέριον ἀναμιχθῇ μετ' ἀρκετοῦ ἀέρος οὕτως, ὥστε ἡ καῦσις νὰ γίνεται τελειοτέρα (ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος), ἡ φλὸξ καθίσταται μὲν ***θερμοτέρα,*** ἀλλὰ ***δὲν εἶνε πλέον λαμπρά,*** ἤτοι εἶνε σχεδὸν ἄνευ φωτός. Ὑπὸ τοιούτους ὅρους λειτουργεῖ ὁ λύ-

Σχ. 326



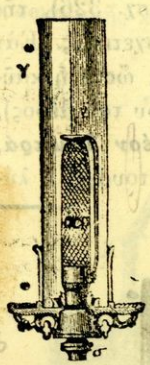
Σχ. 327 Σχ. 328

χνος τοῦ Bunsen (σχ. 327 καὶ 328), ὁ χρησιμοποιούμενος εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια πρὸς θέρμανσιν.

Ὁ λύχνος Bunsen ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ σωλῆνος μετὰ στρόφιγγος καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶνε κωνικὸν καὶ περιβάλλεται ὑπὸ δευτέρου σωλῆνος κατακορύφου. Ὁ δεύτερος οὗτος σωλὴν φέρει εἰς τὸ κατώτερον μέρος δύο ὀπάς, ἃς δυνάμεθα νὰ ἀνοίξωμεν ἢ κλείσωμεν διὰ δακτυλίου σιδηροῦ. Ὅταν εἰς τὸν πρῶτον σωλῆνα διοχετεύεται φωταέριον καὶ αἱ ὀπαὶ τοῦ δευτέρου σωλῆνος εἶνε ἀνοικταί, ρεῦμα ἀέρος εἰσέρχεται διὰ τῶν ὀπῶν τούτων εἰς τὸν κατακόρυφον σωλῆνα, τὸ ὁποῖον μίγνυται μετὰ τοῦ φωταερίου. Οὕτως, ἐὰν ἀναφλέξωμεν τὸ φωταέριον, τὸ ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου τοῦ κατακορύφου σωλῆνος, σχηματίζεται φλὸξ λίαν θερμή, καθόσον ἡ καῦσις τοῦ φωταερίου γίνεται σχεδὸν τελείως, ἕνεκα τῆς παρουσίας τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀναμιχθέντος ἀέρος. Ἔτι θερμοτέρα φλὸξ ἐπιτυγχάνεται, ἐὰν ἡ καῦσις τοῦ φωταερίου γίνῃ παρουσίᾳ οὐχὶ ἀέρος, ἀλλὰ ὀξυγόνου, διοχετευομένου δι' ἰδίου σωλῆνος. Τὸ πρόχειρον χρησιμεῦον ὄργανον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ δύο σωλήνων, ἐξ ὧν ὁ εἷς περιβάλλει τὸν ἕτερον· καὶ διὰ μὲν

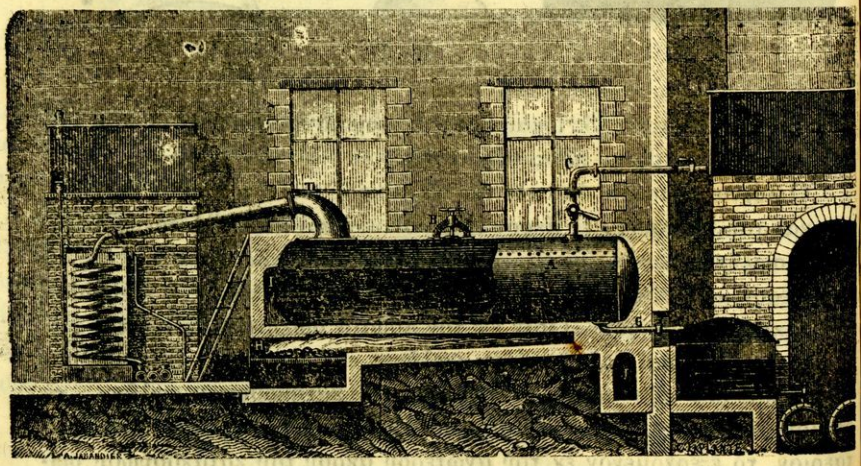
τοῦ ἐξωτερικοῦ διοχετεύεται φωταέριον, διὰ δὲ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀξυγόνον. Τὰ δύο ἀέρια συναντῶνται εἰς τὸ κοινὸν ἄκρον τῶν δύο σωλήνων.

Εἰς τὸν ἐλεύθερον ἀέρα, τὸ φωταέριον καίεται διὰ φλογὸς λευκῆς (σχ. 326), ὅταν ἡ ὀπή, ἐξ ἧς ἐξέρχεται, εἶνε στενή· δι' ὀπῆς μεγαλυτέρας ἡ φλὸξ καθίσταται ὑπέρυθρος. Πρὸς ἐπιτυχίαν φωτὸς μεγαλυτέρας ἐντάσεως διὰ τοῦ φωταερίου, ἐχρησιμοποιήθη τοῦτο πρὸς διαπύρωσιν στερεῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τότε κυρίως τὴν φωτεινὴν πηγήν. Οὕτω τὸ σύστημα Auer (σχ. 329) εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὸν λύχνον Bunsen καὶ χρησιμοποιεῖ δι' ἕκαστον ὄγκον φωταερίου 3 περίπου ὄγκους ἀέρος· ἡ σχηματιζομένη τότε θερμὴ φλὸξ διαπυρώνει κωνικὸν πλέγμα α ἐξ ὀξειδίων τοῦ θωρίου ἢ λανθανίου ἢ δημητρίου κλπ. τὸ ὁποῖον τοιουτοτρόπως ἐκπέμπει λαμπρὸν φῶς λευκόν.



Σχ. 329

202. Βενζόλιον C_6H_6=78. — ***Προϊόντα τῆς ἀποστάξεως τῆς πίσσης.*** — Ἡ πίσσα, ἡ λαμβανομένη εἰς τὰ ἐργοστάσια τοῦ φωταερίου διὰ τῆς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων, ὑποβάλλεται καὶ αὐτὴ εἰς ἀπόσταξιν, ἤτοι θερμαίνεται ἐντὸς κυλινδρικοῦ λέβητος (κέρας σχήματος 330), ὁ ὁποῖος συγκοινωνεῖ μετὰ τριῶν σπειροειδῶν ψυχρῶν σωλήνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων συμπυκνοῦνται τὰ πτητικὰ προϊόντα τῆς ἀποστάξεως.


Σχ. 330

Διὰ τῆς ἀποστάξεως ταύτης ἀποχωρίζονται ἐκ τῆς πίσσης τρία σώματα, ὑγρὰ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ἤτοι :

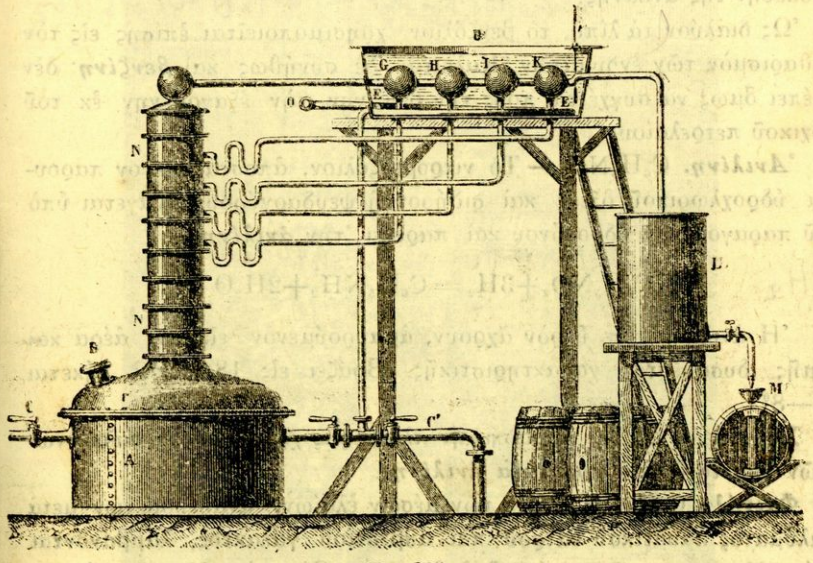
1ον) Τὰ ***ἐλαφρὰ ἔλαια*** (ἀπὸ 36° ἕως 150°).

2ον) Τὰ ***μέσα ἔλαια*** (150° ἕως 200°) καὶ

3ον) Τὰ ***βαρέα ἔλαια*** (200° ἕως 300°).

Τέλος εἰς τὸν λέβητα ἀπομένει ὑπόλειμμα, ἀποτελοῦν τὰ 60 ἕως 65 % τοῦ βάρους τῆς πίσσης. Τὸ πυκνόρρευστον μέρος ἐκ τῶν ὑπολειμμάτων τούτων χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τῶν ***ἀσφάλτων*** (κ. κατράμι). Τὸ ὑπόλειμμα, ἐὰν εἶνε στερεόν, χρησιμεύει ὡς καύσιμος ὕλη πρὸς θέρμανσιν λεβήτων κλπ.

Ἐκ τῶν τριῶν εἰδῶν ἐλαίων ἐξάγεται πληθὺς προϊόντων, ὡς τὸ



Σχ. 331

βενζόλιον ἢ ***βενζόλη,*** ἡ ***ναφθαλίνη***, ἡ ***φαινόλη*** (φαινικὸν ὀξὺ) κλπ. Τὰ ἐλαφρὰ ἔλαια περιέχουν ὑδρογονάνθρακας (βενζόλη, τολουόλη, ξυλόλη), ἀζωτούχους ἑνώσεις καὶ ὀλίγην φαινόλην. Πρὸς ἀφαίρεσιν τῶν ἀζωτούχων ἑνώσεων, τὸ ἐλαφρὸν ἔλαιον ἀνακυκᾶται μετ' ὀλίγου θειικοῦ ὀξέος. Μετὰ ἠρεμίαν κατόπιν τοῦ ὑγροῦ, τὸ θειικὸν ὀξὺ καταλαμβάνει τὸν πυθμένα καὶ ἀφαιρεῖται ἐκεῖθεν, τὸ δὲ ἔλαιον ἀνακινούμενον μετὰ καυστικοῦ νάτρου καθαρίζεται ἐκ τῆς φαινόλης καὶ εἶτα λαμβάνεται ἰδιαιτέρως καὶ ἀποστάζεται. Τὸ εἰς 80 ἕως 150° ἀποσταζόμενον δι' ὀργάνου ἀναλόγου πρὸς τὸ χρησιμοποιούμενον διὰ τὸ οἰνόπνευμα (σχ. 331) παρέχει τὸ ***βενζόλιον*** ἐν ἀρχῇ.

Ἰδιότητες τοῦ βενζολίου. — Τὸ βενζόλιον εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, λίαν εὐκίνητον, ὀσμῆς ἰσχυρᾶς καὶ εὐαρέστου (ὅταν εἶναι καθαρόν), πυκνότητος 0,899. Τήκετσι εἰς 6° καὶ ζέει εἰς 80°. Ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαλυτὸν εἰς τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ξυλόπνευμα καὶ τὸν αἰθέρα. Διαλύει τὸ ἰώδιον, τὸ θεῖον τὸν φωσφόρον, τὰς ρητῖνας, τὰ λίπη, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι (καουτσούκ), τὴν γουταπέρκαν.

Ἀναφλεγόμενον ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ, καίεται μετὰ λευκῆς ὀλίγον αἰθαλιζούσης φλογός. Προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, ὅτε σχηματίζεται τὸ ***νιτροβενζόλιον***, $C_6H_5NO_2$, ὅπερ ἔχει τὴν ὀσμὴν τῶν πικραμυγδάλων καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν ἀρωματοποιΐαν καὶ ἰδίως τὴν παρασκευὴν τῆς ἀνιλίνης.

Ὡς διαλύον τὰ λίπη, τὸ βενζόλιον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὸν καθαρισμὸν τῶν ἐνδυμάτων. Καλεῖται δὲ συνήθως καὶ ***βενζίνη*** δὲν πρέπει ὅμως νὰ συγχέεται πρὸς τὴν βενζίνην, τὴν ἐξαγομένην ἐκ τοῦ ἀρχικοῦ πετρελαίου.

Ἀνιλίνη. $C_6H_5NH_2$ — Τὸ νιτροβενζόλιον, ἀποσταζόμενον παρουσίᾳ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ σιδήρου ἢ ψευδαργύρου, ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ παραγομένου ὑδρογόνου καὶ παρέχει τὴν ***ἀνιλίνην***.

$$C_6H_5NO_2+3H_2=C_6H_5NH_2+2H_2O$$

Ἡ ἀνιλίνη εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, ἀμαυρούμενον εἰς τὸν ἀέρα καὶ ὀσμῆς δυσαρέστου χαρακτηριστικῆς. Βράζει εἰς 184° καὶ τήκεται εἰς —8°.

Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν πληθώρας χρωστικῶν οὐσιῶν γνωστῶν ὑπὸ τὸ ὄνομα ***χρώματα ἀνιλίνης.***

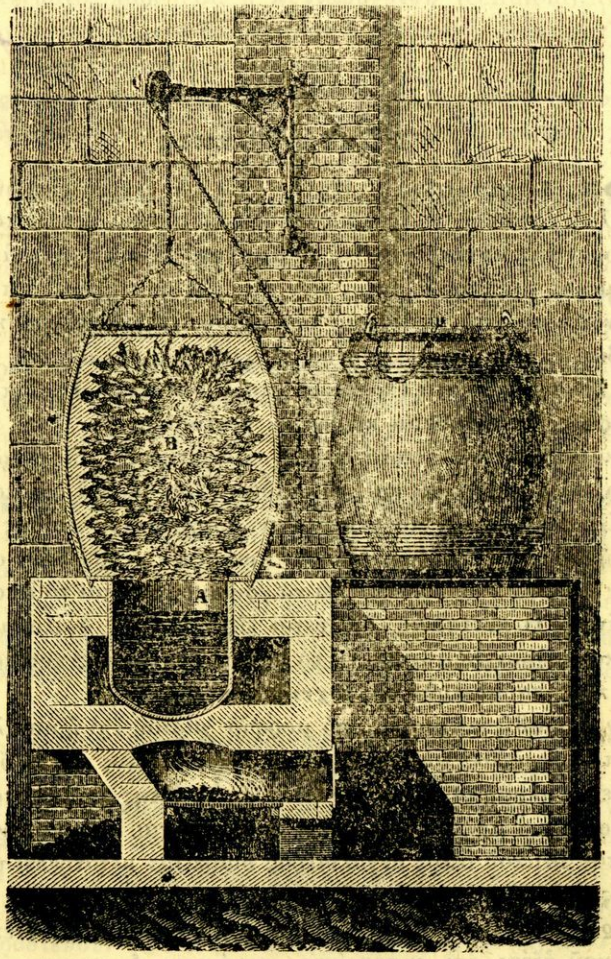
Φαινόλη C_6H_5OH. — Ἐκ τῶν μέσων ἐλαίων, ἀναδευομένων μετὰ διαλύματος καυστικοῦ νάτρου καὶ ἀσβεστίου γάλακτος, λαμβάνονται κρύσταλλοι φαινικοῦ νατρίου ἢ ἀσβεστίου. Οἱ κρύσταλλοι διαλύονται εἰς θερμὸν ὕδωρ καὶ τὸ διάλυμα διὰ θειικοῦ ὀξέος παρέχει τὴν ἀκάθαρτον ***φαινόλην.*** Ἐκ ταύτης δι' ἀποστάξεως λαμβάνεται ἡ καθαρὰ ***φαινόλη.***

Ἡ φαινόλη, καὶ ***φαινικὸν ὀξὺ*** καλουμένη, εἶνε σῶμα στερεόν, ἄχρουν, ἀποτελούμενον ἐκ βελονοειδῶν κρυστάλλων, ὀσμῆς διαπεραστικῆς καὶ χαρακτηριστικῆς, γεύσεως καυστικῆς καὶ δηλητηριῶδες. Τήκεται εἰς 35° καὶ βράζει εἰς 181°,5. Εἶνε δραστήριον ἀντισηπτικὸν καὶ ἀπολυμαντικόν.

203. Τολουόλιον. C_7H_8=92. — Τὸ ***τολουόλιον*** περιέχεται εἰς τὰ ἐλαφρὰ ἔλαια καὶ ἀποχωρίζεται τοῦ βενζολίου δι' ἀποστάξεως.

Ἡ βενζίνη τοῦ ἐμπορίου περιέχει πολλάκις περισσότερον τολουόλιον παρὰ βενζόλιον. Εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, πυκνότητος 0,85, χρησιμεῦον εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων (ὡς μὴ πηγνύμενον εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας) καὶ χρωστικῶν τινων οὐσιῶν.

204 Ναφθαλίνη. $C_{10}H_8$=128.—Αὕτη λαμβάνεται ἐκ τῶν βα-



Σχ. 332

ρέων ἐλαίων, τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν ψῦξιν των ἀποθέτουν κρυστάλλους ναφθαλίνης ἰσχυρᾶς καὶ δυσαρέστου ὀσμῆς. Θερμαινόμενοι οἱ κρύσταλ-

λοι ἐξαεροῦνται καὶ ὁ ἀτμός των ψυχόμενος σχηματίζει ἐκ νέου λευκοὺς κρυστάλλους *(ἐξάχνωσις)* (σχ. 332). Τήκεται εἰς 79° καὶ βράζει εἰς 218°. Ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ, διαλυτὴ εἰς τὸν αἰθέρα καὶ ὀλίγον εἰς τὸ οἰνόπνευμα, καίεται μετὰ φλογὸς αἰθαλιζούσης. Χρησιμεύει πρὸς προφύλαξιν τῶν ἐνδυμάτων (ἐναντίον τοῦ ***σκόρου***) τῶν συλλογῶν Φυσικῆς Ἱστορίας καὶ ὡς καύσιμος ὕλη, καθόσον εἶνε λίαν εὐθηνή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ III.

Ὑδατάνθρακες

208. Κυτταρίνη $C_6H_{10}O_5$.—Ἐκ τῶν φυτῶν εἶνε δυνατὸν διὰ καταλλήλων ἐργασιῶν νὰ ἐξαχθοῦν διάφοροι οὐσίαι, μεταξὺ τῶν ὁποίων διακρίνομεν τὴν ***κυτταρίνην*** καὶ τὸ ***ἄμυλον***. Ἡ κυτταρίνη ἀποτελεῖ τὸ κύριον μέρος τοῦ περιβλήματος τῶν φυτικῶν κυττάρων. Ὅταν τὰ κύτταρα εἶναι νεαρά, τὸ περίβλημά των εἶναι σχεδὸν καθαρὰ κυτταρίνη. Ὁ βάμβαξ, ὁ ἄνευ κόλλας χάρτης, ἡ ἐντεριώνη τῆς ἀκταίας (κουφοξυλιά), ἐκ λίνου ὑφάσματα (πολλάκις ὑποστάντα πλῦσιν), πάντα φυτικῆς προελεύσεως, ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ κυτταρίνης.

Ἡ κυτταρίνη εἶνε στερεά, λευκή, πυκνότητος 1,45, ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα καὶ τὸν αἰθέρα. Ἐν ἀραιᾷ καταστάσει τὰ ὀξέα, αἱ βάσεις ὡς καὶ τὰ χλωριοῦχα ἀποχρωστικὰ ἐπίσης δὲν διαλύουν τὴν κυτταρίνην· τὰ τελευταῖα πυκνότερα ὀξειδώνουν αὐτήν, διὸ κατὰ τὴν λεύκανσιν ὀθονῶν πρέπει νὰ χρησιμοποιῶνται τὰ ἀποχρωστικὰ ἠραιωμένα. Ἡ κυτταρίνη διαλύεται εἰς ἀλκαλικὸν διάλυμα ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (ὑγρὸν Schweizter)· τὸ διάλυμα τοῦτο τῆς κυτταρίνη χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τῆς ***τεχνητῆς μετάξης***.

Ἐὰν βυθισθῇ κυτταρίνη ὑπὸ μορφὴν χάρτου ἐπὶ ἥμισυ λεπτὸν τῆς ὥρας ἐντὸς μιγματος ψυχροῦ 2 ὄγκων θειικοῦ ὀξέος καὶ 1 ὄγκου ὕδατος καὶ εἶτα πλυθῇ δι' ἀφθόνου ὕδατος, ὁ χάρτης καθίσταται σχεδὸν διαφώτιστος καὶ μᾶλλον ἀνθεκτικὸς καὶ καλεῖται ***περγαμηνός***. Ἐπίδρασις τοῦ θειικοῦ ὀξέος μεγαλυτέρας διαρκείας μετατρέπει τὴν κυτταρίνην εἰς ***δεξτρίνας*** καὶ εἶτα εἰς ***γλυκόζην***, ὡς θὰ ἴδωμεν.

Νιτροκυτταρίνη.— Δι' ἐπιδράσεως μίγματος ψυχροῦ ἐκ νιτρικοῦ καὶ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ κυτταρίνης παράγεται ἡ ***νιτροκυτταρίνη***, ἡ ὁποία καλεῖται καὶ ***βαμβακοπυρῖτις***, διότι πρὸς παραγωγήν της χρησιμοποιεῖται βάμβαξ ὡς κυτταρίνη. Ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πυκνότητος τῶν μιγνυμένων ὀξέων ἐξαρτᾶται καὶ τὸ εἶδος τῆς παραγομέ-

νης βαμβακοπυρίτιδος. Οὕτω λαμβάνεται δι' ἀραιῶν ὀξέων ἡ **ἄκαπνος πυρῖτις** ἢ **βαμβακοπυρῖτις διαλυτὴ** εἰς μῖγμα αἰθέρος καὶ οἰνοπνεύματος. Ἐκ τοῦ διαλύματος εἰς τὸ μῖγμα τοῦτο λαμβάνεται δι' ἐξατμίσεως τοῦ διαλύτου τὸ **κολλόδιον**, τὸ χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν φωτογραφίαν καὶ ἀλλαχοῦ. Διὰ συμπιέσεως τοῦ κολλοδίου μετὰ καφουρᾶς καὶ οἰνοπνεύματος παράγεται ἡ **κυτταρονοΐδη** (celluloid), ἐξ ἧς κατασκευάζονται ἀντικείμενα διαφώτιστα ἢ ἀδιαφανῆ διαφόρων χρωμάτων (ἀπομίμησις ἐλεφαντοστοῦ, ecaille κλπ.)

Ἐφαρμογαὶ τῆς κυτταρίνης. — Ἡ σπουδαιοτέρα πασῶν εἶνε ἡ παρασκευὴ τοῦ χάρτου. Ὁ βάμβαξ, τὸ λῖνον, τὸ καννάβιον, χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν νημάτων καὶ ὑφασμάτων. Εἴδομεν δὲ προηγουμένως τὸ κολλόδιον, τὰς βαμβακοπυρίτιδας, τὴν κυτταρονοΐδην. Ἐπίσης, ἡ κυτταρίνη, καταλλήλως παρασκευαζομένη, χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ψευδῶν δερμάτων ἐφαρμοζομένων εἰς ἔπιπλα.

Τέλος ἡ τεχνητὴ μέταξα παρασκευάζεται εἰς μεγάλας ποσότητας κατὰ διαφόρους τρόπους. Κατὰ πρώτην μέθοδον ὁ βάμβαξ διαλύεται εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ Schweitzer καὶ κατόπιν τὸ διάλυμα διαβιβάζεται διὰ τριχοειδῶν σωλήνων, βυθιζομένων εἰς ἀραιὸν θειικὸν ὀξύ. Τὰ λαμβανόμενα νήματα πλύνονται ἐκ νέου δι' ἀραιοῦ ὀξέος πρὸς ἐξάλειψιν τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ.

206. Χάρτης.—Πρὸς παρασκευὴν τοῦ χάρτου ἐχρησιμοποιήθησαν τὰ ράκη (τὰ ἐξ ἐρίου καὶ μετάξης δὲν εἶνε κατάλληλα) Ἐκτὸς τούτων ὅμως, ἕνεκα τῆς μεγάλης καταναλώσεως, ἡ βιομηχανία ἠναγκάσθη νὰ ἀνατρέξῃ καὶ εἰς ἄλλας οὐσίας καὶ οὕτω χρησιμοποιεῖται νῦν εἰς μεγάλας ποσότητας τὸ ξύλον τῶν κωνοφόρων. Ὁ χάρτης ἀποτελεῖται ἐκ κυτταρίνης τῶν οὐσιῶν τούτων σχετικῶς καθαρᾶς, παρασκευαζόμενος ὡς ἕπεται.

Ράκη.—Ταῦτα, ἀφοῦ διαχωρισθοῦν εἰς λευκὰ καὶ ἔγχρωμα (σόδα, ἀσβέστιον ὕδωρ) εἶτα δι' εἰδικοῦ μηχανήματος, φέροντος μεταλλικοὺς κοπτῆρας, κατατέμνονται καὶ μίγνυνται μεθ' ὕδατος, μεταβαλλόμενα εἰς πολτόν. Ὁ πολτὸς ὑφίσταται καὶ δευτέραν κατεργασίαν δι' ὕδατος καὶ εἶτα λευκαίνεται διὰ χλωριούχου ἀσβέστου (ἐνίοτε προστίθεται καὶ ὀλίγον HCl). Μετὰ τοῦτο ἡ μᾶζα, ἀφοῦ καθαρισθῇ δι' ὕδατος καὶ προστεθοῦν εἰς αὐτὴν κόλλα, χρωστικὴ οὐσία καὶ ἄλλα σώματα πρὸς αὔξησιν τοῦ βάρους της, μετατρέπεται διὰ τῶν χειρῶν ἢ διὰ μηχανῆς εἰς φύλλα ἀποξηραινόμενα δι' ἀτμοῦ.

Ξύλα.—Τὰ ξύλα διὰ μηχανῆς κατατέμνονται εἰς εἶδος ἀλεύρου, τὸ ὁποῖον μεθ' ὕδατος ἀποτελεῖ πολτόν, προστιθέμενον εἰς τὸν πολτὸν

τῶν ρακῶν ἢ εἰς ἕτερον παρασκευαζόμενον ἐκ νημάτων ξύλου, λαμβανομένων χημικῶς (ζέσις τῶν ξύλων ὑπὸ πίεσιν εἰς διάλυμα ὀξίνου θειώδους ἀσβεστίου $Ca(HSO_3)_2$, ὅτε ἡ κυτταρίνη διασπᾶται ὑπὸ μορφὴν ἰνῶν καὶ συγχρόνως συμβαίνει καὶ λεύκανσις).

Ἄμυλον.

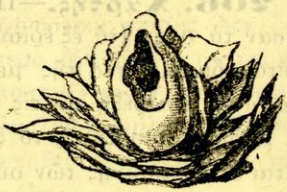
207 Ἄλευρα. — Καλοῦνται **ἄλευρα** τὰ εἰς λεπτὴν κόνιν διὰ τῆς ἀλέσεως ἀπὸ τοῦ φλοιοῦ ἀποχωρισθέντα συστατικὰ τῶν δημητριακῶν καρπῶν καὶ ὀσπρίων. Οἱ ἐκ τῶν ἀλεύρων ἀποχωριζόμενοι, μετὰ τὴν ἄλεσιν φλοιοὶ τῶν δημητριακῶν ὀνομάζονται ***πίτυρα*** καὶ χρησιμοποιοῦνται πρὸς διατροφὴν τῶν ζώων.

Ἡ θρεπτικὴ ἀξία τῶν ἀλεύρων ὀφείλεται εἰς τὰς ***λευκωματοειδεῖς*** οὐσίας καὶ τὸ ***ἄμυλον***, τὰ ὁποῖα θὰ ἐξετάσωμεν ἐν τοῖς ἑπομένοις, καὶ τὰ φωσφορικὰ ἅλατά των. Τὰ πλουσιώτερα εἰς θρεπτικὰς οὐσίας ἄλευρα καὶ τὰ κοινότερα παρ' ἡμῖν εἶνε τὰ ἐκ ***σίτου*** παραγόμενα. Αἱ συνηθέστεραι νοθεύσεις τῶν σιταλεύρων γίνονται δι' ἀναμίξεως αὐτῶν μετ' ἀλεύρων μικροτέρας ἀξίας, ὡς τὸ τῆς βρίζης (σικάλεως), τῆς κριθῆς, τοῦ ἀραβοσίτου, τῶν ὀσπρίων κλπ.

208. Ἄμυλον. $C_6H_{10}O_5$.—Τὰ φυτικὰ κύττταρα περιέχουν

Σχ. 333

Σχ. 334



Σχ. 335

μικροσκοπικοὺς κόκκους ἐκ τῆς οὐσίας, ἡ ὁποία καλεῖται ***ἄμυλον***. Τοῦτο διακρίνεται, ἀναλόγως τῆς προελεύσεώς του, εἰς ***ἄμυλον σίτου***, ***ἄμυλον γεωμήλων*** κλπ. Εἰς τὰ σχ, 333 καὶ 334 παρίστανται τὰ κοκκία ἀμύλου διαφόρων προελεύσεων, ὡς φαίνονται διὰ τοῦ μικροσκοπίου. Τὸ σχῆμα 335 παριστᾷ κόκκον διαβραχέντα δι' ὕδατος θερμοῦ, ἐξογκωθέντα καὶ τέλος θραυσθέντα.

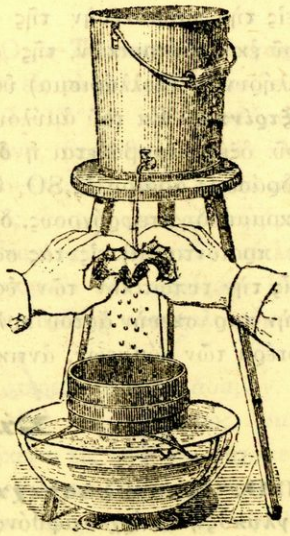
Ἐξαγωγὴ τοῦ ἀμύλου.—Γλοιῖνη. — Ἐὰν τὸ ἄλευρον τοῦ σίτου μεταβληθῇ εἰς ζύμην καὶ ὑποβληθῇ αὕτη εἰς μάλαξιν διὰ τῶν χειρῶν (σχ 336) ὑπὸ ὕδωρ, παραμένει μεταξὺ τῶν δακτύλων οὐσία τις τεφρό-

χρους, ἐλαστική, ἡ **γλοιῖνη**, τὸ δὲ ὕδωρ παρασύρει τὸ **ἄμυλον**, τὸ ὁποῖον καὶ καθιζάνει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ ὕδωρ ἠρεμεῖ.

Ἄμυλον γεωμήλων.—Ἡ ἐξαγωγὴ τοῦ ἀμύλου εἰς τὴν βιομηχανίαν γίνεται ὡς ἑξῆς.

Διὰ νὰ ἐξαχθῇ τὸ ἄμυλον π. χ ἐκ τῶν γεωμήλων, κατατέμνονται ταῦτα καλῶς, τριβόμενα (σχ. 336) ἐπὶ ἐπιφανείας ἀκανθώδους (τρίφ-

Σχ. 336



Σχ. 337

της), πρὸς διάσπασιν τοῦ περὶ τοὺς ἀμυλοκόκκους κυτταρώδους ἱστοῦ. οὕτως ἐλευθεροῦνται οἱ ἀμυλόκοκκοι. Δι' ὕδατος οὗτοι ἀπαλάσσονται ἀπὸ τοῦ κυτταρώδους ἱστοῦ καὶ καθιζάνουν εἰς τὸν πυθμένα δοχείου ὑπὸ τὸ ὕδωρ, ὁπόθεν συλλέγεται τὸ ἄμυλον, ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ξηραίνεται βραδέως εἰς τὸν ἀέρα. Ἐν τῇ βιομηχανίᾳ ταῦτα γίνονται δι' εἰδικῶν μηχανημάτων.

Ἰδιότητες. – Τὸ ἄμυλον εἶνε τὸ πρῶτον εἰς τὰς ἡμετέρας αἰσθήσεις ὑποπῖπτον προϊὸν τῆς ἀφομοιώσεως τῶν φυτῶν, σχηματιζόμενον ἐν τοῖς χλωροφυλλοκόκοις αὐτῶν ἐκ τοῦ προσληφθέντος CO_2 ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. Αἱ φυσικαὶ ἰδιότητές του ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς προελεύσεώς του. Εἶνε ἀδιάλυτον εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, οἰνόπνευμα καὶ αἰθέρα. Θερμαινόμενον μεθ' ὕδατος εἰς 60° ἢ 70° τὸ ἄμυ-

λον ἐξογκοῦται καταλαμβάνον ὄγκον 30άκις μεγαλύτερον τοῦ ἀρχικοῦ. Ἐὰν ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος δὲν εἶνε πολὺ μεγάλη, τὰ κοκκία τοῦ ἀμύλου (ἀμυλόκοκκοι) προσκολλῶνται πρὸς ἄλληλα καὶ σχηματίζουν μᾶζαν ἡμιδιαφανῆ, τὴν ***ἀμυλόκολλαν***. Διατηρούμενον τὸ ἄμυλον ἐπὶ μακρὸν εἰς 100° ὑφίσταται σειρὰν ἀλληλοδιαδόχων μετασχηματισμῶν. Παράγονται προϊόντα διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, ὁ δὲ μετασχηματισμὸς εἶνε ταχύτερος ἐὰν εἰς τὸ ὕδωρ προστεθῇ ὀλίγον H_2SO_4 ἢ HCl (παράγεται, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἡ ***δεξτρίνη*** καὶ εἶτα ἡ ***γλυκόζη***).

Χρῆσις.—Τὸ ἄμυλον εἶνε οὐσιώδης τροφὴ τοῦ ἀνθρώπου. Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ἀμυλόκολλας, τῆς δεξτρίνης, τῆς γλυκόζης, τοῦ ἐκ δημητριακῶν, τῆς ὀρύζης κλπ. οἰνοπνεύματος, ὡς καὶ εἰς τὴν σκλήρυνσιν (κολλάρισμα) ὑφασμάτων κλπ.

Δεξτρίνη.—Ἐκ τοῦ ἀμύλου διὰ θερμάνσεως αὐτοῦ μόνου ἢ μετὰ νιτρικοῦ ὀξέος λαμβάνεται ἡ ***δεξτρίνη***. Ἐν τῇ βιομηχανίᾳ παράγεται δι' ἐπιδράσεως ἀραιοῦ H_2SO_4 ἢ HCl ἐπὶ ἀμύλου. Ἡ ***δεξτρίνη*** εἶνε οὐσία κομμιώδης τεφρόχρους, διαλυτὴ εἰς τὸ ὕδωρ, ὑπάρχουσα εἴς τινα φυτικὰ προϊόντα καὶ εἰς τὰς σάρκας. Χρησιμεύει ἀντὶ ἀραβικοῦ κόμμεως εἰς τὴν τυπωτικὴν τῶν ὑφασμάτων, τὴν χαρτοποιΐαν (στιλβωτικόν), τὴν παρασκευὴν ἄρτου πολυτελείας. Ἐν γένει δὲ ἡ δεξτρίνη, οὖσα εὐθηνοτέρα τῶν κόμμεων, ἀντικαθιστᾷ ταῦτα εἰς πλείστας ἐφαρμογάς.

Σάκχαρα.

209. Σταφυλοσάκχαρον $C_6H_{12}O_6$.—Τὸ ***σταφυλοσάκχαρον*** ἢ ***γλυκόζη*** ὑπάρχει ἀφθόνως εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον, ὡς εἰς τὰς σταφυλάς, τὸ μέλι, τὰ σῦκα καὶ ἐν γένει τοὺς γλυκεῖς καρπούς· ἐπίσης εἰς μικρὰ ποσὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ αἷμα τῶν ζώων καὶ εἶνε τὸ σάκχαρον τὸ περιεχόμενον εἰς τὰ οὖρα τῶν διαβητικῶν (μέχρι 10 %). Βιομηχανικῶς παρασκεσάζεται διὰ θερμάνσεως ἀμύλου μετ' ἀραιῶν ὀξέων, ὡς θειικοῦ ὀξέος· ἡ οὕτω γινομένη μετατροπὴ τοῦ ἀμύλου εἰς γλυκόζην καλεῖται ***σακχαροποίησις***.

Ἰδιότητες.—Ἡ γλυκόζη εἶνε κρυσταλλική, λευκή, ἄοσμος, εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ 3 φορὰς ὀλιγώτερον γλυκεῖα τοῦ κοινοῦ σακχάρου. Θερμαινομένη μαλακύνεται εἰς 60° καὶ εἶτα μετατρέπεται εἰς οὐσίαν καστανόχρουν, τὴν ***καραμέλαν***. Ὀξειδοῦται εὐκόλως (ἀναγωγικόν).

Χρῆσις.—Τὸ σταφυλοσάκχαρον χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν σακχαροπλαστικὴν ἀντὶ τοῦ κοινοῦ σακχάρου, ὡς εὐθηνότερον τούτου, εἰς τὴν παρασκευὴν ἡδυπότων, πρὸς νόθευσιν τοῦ μέλιτος, εἰς τὴν οἰνοποιΐαν,

ρὸς ἐπαύξησιν τοῦ ποσοῦ τοῦ οἰνοπνεύματος εἰς τοὺς πτωχοὺς οἴνους, 85
ς παρασκευὴν βιομηχανικοῦ οἰνοπνεύματος κλπ.

Ὀπωροσάκχαρον.—Ἐντὸς τῶν σταφυλῶν καὶ ἄλλων ὀπωρῶν, ὡς
αὶ τοῦ μέλιτος, τὸ σταφυλοσάκχαρον ὑπάρχει μετὰ ***ὀπωροσακχάρου***
$_6H_{12}O_6$, μῖγμα δὲ τούτων (ἐξ ἴσων μορίων) εἶνε τὸ καλούμενον ***ἰν-***
ερτοσάκχαρον. Τὸ ὀπωροσάκχαρον εἶνε πυκνόρρευστον γλυκύτατον
γρόν, δυνάμενον νὰ κρυσταλλωθῇ εἰς λεπτὰς βελόνας· ἀνάγει τὰ
λκαλικὰ διαλύματα τοῦ χαλκοῦ ὅπως καὶ τὸ σταφυλοσάκχαρον. Ἡ
εῦσις τοῦ ὀπωροσακχάρου εἶνε καὶ τῆς τοῦ κοινοῦ σακχάρου γλυ-
υτέρα.

210. Καλαμοσάκχαρον $C_{12}H_{22}O_{11}$—***Τὸ κοινὸν σάκχαρον***
ἢ καλαμοσάκχαρον ἢ σακχαρόζη ὑπάρχει εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον,
ὡς εἰς τὸ σακχαροκάλαμον, τὰ τεῦτλα (10—12 %), τὸν ἀραβόσιτον
6—7 %) καὶ ἐντὸς πολλῶν καρπῶν (κάστανα, βερύκοκα, ἀνανὰ κλπ).
Μετὰ σταφυλοσακχάρου καὶ ὀπωροσακχάρου ὑπάρχει κατὰ μικρὰ ποσὰ
εἰς τὸ μέλι. Ἐν ἀρχῇ ἐξήγετο ἀποκλειστικῶς ἐκ τοῦ σακχαροκαλάμου,
ὅπερ περιέχει 20 %, καλαμοσάκχαρον, νῦν ἐξάγεται καὶ ἐκ τῶν τεύτλων,
τὰ ὁποῖα διὰ καταλλήλου καλλιεργείας ἠμποροῦν νὰ περιέχουν 15 %,
καὶ ἐνίοτε 18 %. Ὁλόκληρον σχεδὸν τὸ ἐν εὐρώπῃ καταναλισκόμενον
ποσὸν προέρχεται ἐκ τεύλων.

Ἰδιότητες.—Τὸ κοινὸν σάκχαρον εἶνε στερεόν, λευκόν, ἄοσμον, καὶ
εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ· ἐκ τοῦ διαλύματος, διὰ συμπυκνώσεως, λαμβά-
νεται εἰς ἀχρόους κρυστάλλους (κάντιο). Τήκεται εἰς 160° καὶ ψυχόμενον
κατόπιν σχηματίζει ὑαλώδη μᾶζαν, χρησιμεύουσαν εἰς τὴν κατασκευὴν
σακχαροπήκτων (bonbons) καὶ ἡ ὁποία σὺν τῷ χρόνῳ χάνει τὴν δια-
φάνειάν της καὶ μετατρέπεται εἰς μᾶζαν ἐκ μικρῶν κρυστάλλων. Θερ-
μαινόμενον ἄνω τῶν 160° μετατρέπεται πρῶτον εἰς οὐσίαν καστανό-
χρουν, ἰδίας ὀσμῆς, τὴν ***καραμέλαν***, καὶ εἶτα, εἰς μεγαλυτέραν θερμο-
κρασίαν, ἐκλύει ὕδωρ, ἀέρια καύσιμα καὶ ἀφήνει ὡς ὑπόλειμμα,
ἄνθρακα.

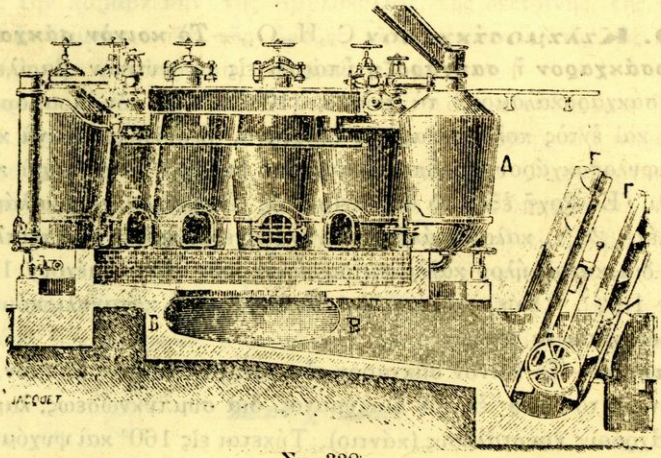
Παρασκευή.—Ἐὰν ὁ ὀπὸς τοῦ σακχαροκαλάμου ἢ τῶν τεύτλων πε-
ριεῖχε μόνον σάκχαρον καὶ ὕδωρ, θὰ ἤρκει ἁπλῆ ἐξάτμισις τοῦ ὀποῦ
πρὸς λῆψιν τοῦ καλαμοσακχάρου. Ἀλλ' ὁ ὀπὸς περιέχει καὶ ἄλλας οὐ-
σίας (ἄλατα μεταλλικά, λευκωματοειδεῖς), αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ ἀφαι-
ρεθοῦν. Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ὡς ἕπεται.

Τεῦτλα. Ταῦτα, ἀφοῦ πλυθοῦν καὶ καθαρισθοῦν, κόπτονται εἰς τε-
μάχια πάχους 4—5 χιλιοστῶν, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται βεβαίως ἐκ πλη-

θύος μικροσκοπικῶν κυττάρων, εἰς τὰ ὁποῖα εὑρίσκεται ὁ ὀπός. Αἱ παρειαὶ τῶν κυττάρων εἶνε λεπταὶ μεμβράναι ἐκ κυτταρίνης.

Τὰ τεμάχια τῶν τεύτλων τίθενται ἐντὸς σιδηρῶν κυλίνδρων (σχ. 338), ἐν οἷς διαβιβάζεται ὕδωρ θερμοκρασίας 75°. Μεταξὺ τοῦ ὕδατος τούτου καὶ τοῦ ὀποῦ τῶν κυττάρων συμβαίνει διαπίδυσις· τὸ σάκχαρον καὶ τὰ ἅλατα διέρχονται εὐκόλως διὰ τῆς μεμβράνης τῶν κυττάρων πρὸς τὸ ἔξωθεν ὕδωρ, ἐνῷ, τοὐναντίον, αἱ λάυκωματοειδεῖς οὐσίαι παραμένουν σχεδὸν τελείως ἐντὸς τῶν κυττάρων.

Δι' ἐπανειλημμένης ἀνανεώσεως τοῦ ὕδατος, ἐν τῷ ὁποίῳ εὑρίσκον-



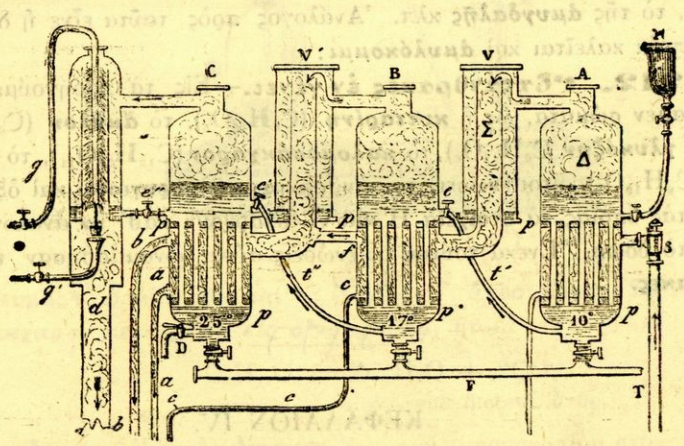
Σχ. 338

ται τὰ τεῦτλα, κατορθοῦται ἡ ἐξ αὐτῶν ἀφαίρεσις ὁλοκλήρου τοῦ σακχάρου των. Τὸ λαμβανόμενον διάλυμα τοῦ σακχάρου, χρησιμοποιούμενον ἐπὶ νέων τεύτλων, ἐμπλοτίζεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, περιέχει δὲ ἐκτὸς τοῦ σακχάρου καὶ ἅλατα καὶ ποσότητά τινα λευκοματοειδῶν. Διὰ ζέσεως τοῦ διαλύματος, κατόπιν προσθήκης ἀσβέστου, ἐξουδετεροῦνται τὰ ἐλεύθερα ὀξέα καὶ αἱ λευκωματοειδεῖς μετατρέπονται εἰς προϊόντα ἀδιάλυτα. Ἐκ τῆς περισσείας ὅμως τῆς ἀσβέστου σχηματίζεται **ἀσβεστοσάκχαρον**, διὸ τὸ διάλυμα φέρεται εἰς δοχεῖον θερμαινόμενον δι' ὑδρατμῶν εἰς 80° καὶ εἰς τὸ ὁποῖον διαβιβάζεται διὰ τοῦ διαλύματος ρεῦμα CO_2. Ἐκ τοῦ CO_2 καὶ τοῦ ἀσβεστοσακχάρου σχηματίζεται ἀδιάλυτον ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον. Μετὰ τοῦτο λαμβάνεται τὸ καθαρὸν διάλυμα καὶ τὸ ἐπίλοιπον διηθεῖται ὑπὸ πίεσιν.

Ἀπομένει νῦν ἡ συμπύκνωσις τοῦ διαλύματος, τοῦθ' ὅπερ γίνεται

διὰ ζέσεως ὑπὸ πίεσιν ἀρκούντως μικράν, ἵνα μὴ ἀλλοιωθῇ τὸ σάκχαρον. Ὁ βρασμὸς οὗτος γίνεται ἀλληλοδιαδόχως ἐντὸς τριῶν λεβήτων Δ (σχ. 339), εἰς τοὺς ὁποίους ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶνε εἰς μὲν τὸν πρῶτον 650 χιλιοστά, εἰς τὸν δεύτερον 380 χιλ. εἰς δὲ τὸν τρίτον 110 χιλ. Ἡ θέρμανσις γίνεται δι' ἀτμῶν ὕδατος, διερχομένων ἐντὸς σωλήνων.

Τὸ παρασκευασθὲν σιρόπιον 25° Beaumè διηθεῖται διὰ ζωικοῦ



Σχ. 339

ἄνθρακος καὶ κατόπιν θεαμαίνεται εἰς ἄλλον λέβητα πρὸς κρυστάλλωσιν.

Ὅταν ἡ ἐξαερωθεῖσα ποσότης τοῦ ὕδατος εἶνε ἀρκετή, τὸ σάκχαρον ἀποτίθεται ὑπὸ μορφὴν μικρῶν κρυστάλλων, τῶν ὁποίων ἡ ποσότης αὐξάνεται διὰ ψύξεως. Εἶνε δὲ οἱ κρύσταλλοι οὗτοι ἐμπεποτισμένοι ὑπὸ ὑγροῦ, ἀποτελουμένου ἐξ ὕδατος κεκορεσμένου ὑπὸ σακχάρου καὶ εἰς τὸ ὁποῖον αἱ προσμίξεις ἔχουν συμπυκνωθῇ ***(μέλασσα)***. Τὸ σάκχαρον ἀποχωρίζεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου διὰ τῆς φυγοκέντρου δύνάμεως.

Τὸ οὕτω λαμβανόμενον σάκχαρον καθαρίζεται διὰ διαλύσεως, διηθήσεως καὶ ἀνακρυσταλλώσεως.

Ἡ ἐκ τοῦ σακχαροκαλάμου ἐξαγωγὴ δὲν διαφέρει οὐσιωδῶς τῆς προηγουμένης.

211. Εἴδη κόμμεως. ν ($C_6H_{10}O_5$). – ***Κόμμεα*** γενικῶς ὀνομάζονται οὐσίαι ἄμορφοι διαφανεῖς εὑρισκόμεναι εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον, αἱ ὁποῖαι διὰ ψυχροῦ ὕδατος παρέχουν κολλώδη ὑγρὰ καὶ δι' οἰνοπνεύ-

ματος καθιζάνουν. Ἐν τὸ ὕδωρ ἢ διαλύονται παρέχοντα διηθήσιμ ὑγρὰ (πραγματικὸν κόμμι) ἢ ἐξοιδαίνονται μόνον δ' ὕδατος καὶ ὡς ἐ τοῦ διαμερισμοῦ αὐτῶν ἐν τῷ ὑγρῷ δὲν εἶνε διηθήσιμα (**φυτικα βλένναι**).

Οὐσιωδέστερα εἴδη κόμμεως εἶνε ἡ **ἀραβίνη**($C_{12}H_{20}O_{10}$), ὑπάρχουσ εἰς τὸ ἀραβικὸν κόμμι, ὅπερ ἐκρέει ἐκ τοῦ φλοιοῦ εἰδῶν τινων ἀκα κιῶν τῆς βορείου Ἀφρικῆς. Ἄλλα εἴδη κόμμεως εἶνε τὸ **τραγακάνθ νον**, τὸ τῆς **ἀμυγδαλῆς** κλπ. Ἀνάλογος πρὸς ταῦτα εἶνε ἡ δεξτρίν ἡ ὁποία καλεῖται καὶ **ἀμυλόκομμι**.

212. Ὑδατάνθρακες ἐν γένει.—Εἰς τὰ προηγούμενα ἐξ τάσαμεν σώματα, ὡς ἡ **κυτταρίνη** ($C_6H_{10}O_5$), τὸ **ἄμυλον** ($C_6H_{10}O_5$ τὴν **γλυκόζην** $C_6H_{12}O_6$), τὸ **καλομοσάκχαρον** ($C_{12}H_{22}O_{11}$), τὸ **κόμμε** ν ($C_6H_{10}O_5$), ἤτοι ἑνώσεις τοῦ ἄνθρακος μεθ' ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου εἰς τὰς ὁποίας τὰ στοιχεῖα H καὶ O ὑπάρχουν καθ' ἣν ἀναλογίαν κα εἰς τὸ ὕδωρ. Ἕνεκα τούτου αἱ ἑνώσεις αὗται ὠνομάσθησαν **ὑδατάν θρακες**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ IV.

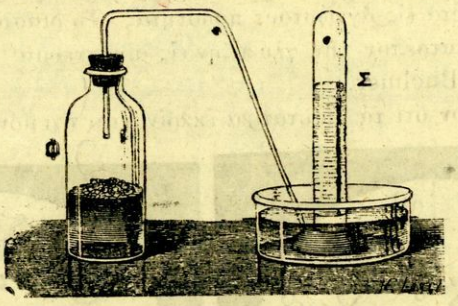
Πνεύματα.

213. Ζύμωσις καὶ φυράματα. — Ἐὰν ὁ ὀπὸς σταφυλῶ **(γλεῦκος)** ἢ μήλων ἢ ἀπιδίων ἀφεθῇ ἐντὸς δοχείου ὑπὸ θερμοκρ σίαν 25° — 30° παρατηρεῖται μετά τινας ἡμέρας ὅτι ἀλλοιοῦται· ἐκλύ φυσαλίδας ἀερίου (τὸ ὁποῖον εἶνε διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος) καὶ παρου σιάζει ὀσμὴν **οἴνου**. Λέγομεν ὅτι ὁ ὀπὸς **ζυμοῦται**.

Κατὰ τὴν ζύμωσιν ταύτην, τὸ σταφυλοσάκχαρον τοῦ ὀποῦ βαθ μηδὸν ἐξαφανίζεται καὶ παράγεται νέον σῶμα. τὸ **οἰνόπνευμα**. Τοῦτ συμβαίνει π. χ. εἰς τὸ γλεῦκος, τὸ ὁποῖον τίθεται ἐντὸς βυτίων ἐν ὑπο γείοις· διὰ τῆς ζυμώσεως τὸ γλεῦκος μετατρέπεται εἰς **οἶνον** καὶ συγ χρόνως παράγεται CO_2, τὸ ὁποῖον πληροῖ τὰ ὑπόγεια, διὸ εἶνε ἐπι κίνδυνος ἡ παραμονὴ τοῦ ἀνθρώπου ἐντὸς τούτων κατὰ τὴν διάρκεια τῆς ζυμώσεως.

Τὴν ζύμωσιν δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν διὰ διαλύματο σταφυλοσακχάρου ἐντὸς ὕδατος (θερμοκρασίας 25° — 30°), τιθεμένου τοῦ διαλύματος ἐν φιάλῃ Φ (σχ. 340) μετ' ὀλίγου ἀφροζύθου. Ἐὰν

ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος δὲν εἶνε χαμηλή, παρατηροῦμεν μετά τινα χρόνον ὅτι ἐκλύεται CO_2, τὸ ὁποῖον συλλέγομεν ἐντὸς σωλῆνος Σ. Τέλος, ἡ ἔκλυσις παύει, ἐὰν δὲ ἐξετάσωμεν τότε τὸ περιεχόμενον τῆς φιάλης, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν περιέχει σταφυλοσάκχαρον, ἀλλ' οἰνό-



Σχ. 340

πνευμα, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἐξαχθῇ δι' ἀποστάξεως. ***Τὸ σταφυλοσάκχαρον μετετράπη εἰς οἰνόπνευμα***, ἤτοι.

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

γλυκόζη οἰνόπνευμα διοξειδ. ἄνθρ.

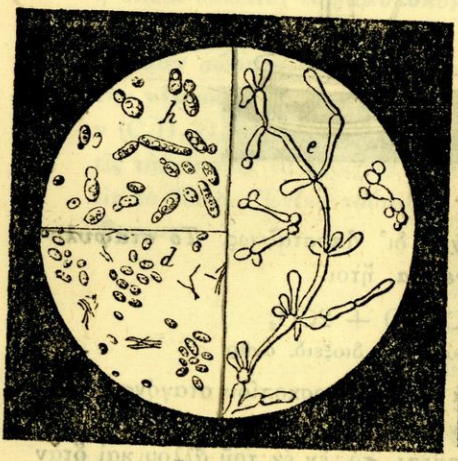
Ζύμαι.—Ἐὰν ἐξετάσωμεν διὰ τοῦ μικροσκοπίου σταγόνα ἐκ τοῦ ὑπὸ ζύμωσιν ὑγροῦ, παρατηροῦμεν στρογγύλα νημάτια (σχ. 341), τὰ ὁποῖα ἀναπτύσσονται, ***ἀναπαράγονται*** τὸ ἓν ἐκ τοῦ ἄλλου καὶ ὅταν λάβουν μεγεθός τι ἀποσπῶνται ἐκ τοῦ ἀρχικοῦ (μητρός), ἐξ οὗ προῆλθον: ἕκαστον ἐξ αὐτῶν εἶνε ὀργανισμὸς ζῶν καὶ ἀποτελεῖ εἶδός τι μικρομήκυτος, ἀναπτυσσομένου ὑπὸ ὅρους τοιούτους, ὥστε νὰ μετατρέπεται ἡ γλυκόζη εἰς οἰνόπνεμμα καὶ CO_2, Τὸ συμπέρασμα τῶν ἐπὶ τοῦ φαινομένου τούτου ἐργασιῶν τοῦ Pasteur εἶνε ὅτι ἡ μετατροπὴ τῆς γλυκόζης ὀφείλεται εἰς τὴν ἐργασίαν τοῦ μικροσκοπικοῦ τούτου ὀργανισμοῦ, ὁ ὁποῖος ἐκλήθη ***οἰνοπνευματικὴ ζύμη.***

Πλεῖστα εἴδη μικροοργανισμῶν εἶνε γνωστὰ καὶ καὶ ἕκαστον ἐξ αὐτῶν παρουσιάζει μεγίστην δρᾶσιν ὑπὸ ὡρισμένην θερμοκρασίαν· ἡ ζύμωσις ἐπιβραδύνεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία διαφέρῃ τῆς ὡρισμένης. Ἡ ζύμωσις τοῦ γλεύκους προέρχεται ἐκ μικροοργανισμῶν (σχιζομύκητος), ὑπαρχόντων ἐπὶ τοῦ φλοιοῦ τῶν σταφυλῶν καὶ εἰς τὸν ἀέρα (σχ. 342).

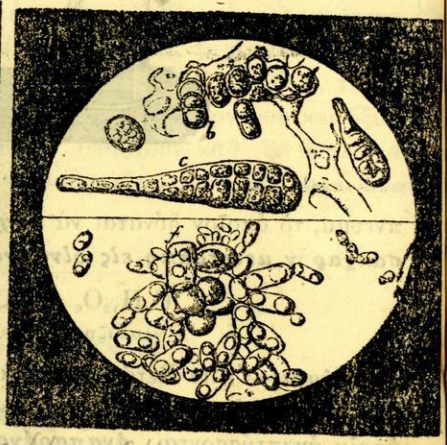
Διάστασις. — Ἐκ τοῦ ἀφροζύθου κατορθώθη νὰ ἐξαχθοῦν ὑγρά, περιέχοντα προϊὸν ἐξ ἐκκρίσεως τῶν μικροοργανισμῶν καὶ τὰ ὁποῖα

ἠμποροῦν ἐπίσης νὰ μετατρέψουν τὴν γλυκόζην εἰς οἰνόπνευμα καὶ CO_2 ἀπουσίᾳ πάσης ζώσης ζύμης. Ἐκ τούτου καὶ ἄλλων γεγονότων συνήχθη ὅτι αἱ ζύμαι ἐνεργοῦν οὐχὶ ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ διὰ τῶν οὐσιῶν, ἃς ἐκκρίνουν καὶ αἱ ὁποῖαι ἐκλήθησαν ***διαστατικὰ*** μέσα ἢ ***φυράματα***. Τὸ φαινόμενον δέ, ὅπερ προκαλοῦν, καλεῖται ***διάστασις***. Τὰ φυράματα δὲν ἀπεμονώθησαν μὲν καθαρά, ἐλήφθησαν ὅμως ὑγρὰ ἢ στερεά, περιέχοντα αὐτὰ εἰς ἀγνώστους ποσότητας. Τὸ διαστατικὸν τοῦ ἀφροζύθου, τὸ μετατρέπον τὴν γλυκόζην εἰς οἰνόπνευμα καὶ CO_2, ἐκλήθη ***ζυμάση*** τοῦ Buchner.

Σημειωτέον ὅτι τὰ διαστατικὰ ἐκκρίνονται ὄχι μόνον ὑπὸ μικροοργα-



Σχ. 341



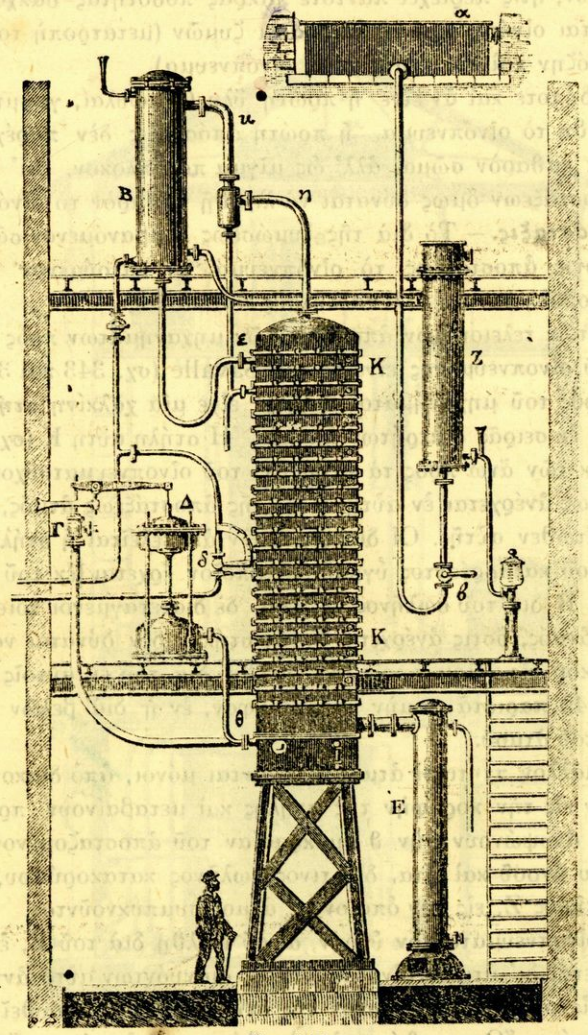
Σχ. 342

νισμῶν ὡρισμένων, ἀλλὰ καὶ ὑπ' ὅλων τῶν ζώντων ὀργανισμῶν. Ὁ σπόρος τῆς κριθῆς κατὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἐκκρίνει τὸ διαστατικὸν ***ἀμυλάσην***, ὅπερ δρῶν ἐπὶ τοῦ ἀμύλου, παρέχει πρῶτον δεξτρίνην καὶ εἶτα ε δός τι σακχάρου. Ὁ σίελος τοῦ ἀνθρώπου περιέχει τὴν ***πτυαλίνην*** διαστατικὸν παράγον ἀποτελέσματα, οἷα καὶ ἡ ἀμυλάση. Εἶνε δὲ ἀξιοπαρατήρητον ὅτι ἐλαχίστη ποσότης διαστατικοῦ δύναται νὰ μετατρέψῃ μέγα βάρος τῆς οὐσίας, ἐφ' ἧς δρᾷ.

Οἰνόπνευμα. C_2H_6O

214. Παρασκευή.—Εἴδομεν προηγουμένως τὴν μετατροπὴν τοῦ σταφυλοσακχάρου εἰς οἰνόπνευμα καὶ CO_2 διὰ ζυμώσεως. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης παρασκευάζονται οἰνοπνευματοῦχα ὑγρά, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ οἰνόπνευμα δύναται νὰ ληφθῇ δι' ἀποστάξεως.

218. Βιομηχανικὴ παρασκευή.—Βιομηχανικῶς τὸ οἰνόπνευμα παρασκευάζεται παρ' ἡμῖν μὲν ἰδίως ἐκ τῆς σταφίδος, ἀλλαχοῦ δὲ ἐκ διαφόρων καρπῶν (δημητριακῶν), γεωμήλων κλπ. περιεχόντων



Σχ. 343

ἄμυλον, τὸ ὁποῖον μετατρέπεται π ῶτον εἰς σταφυλοσάκχαρον διὰ ζέσεως τῶν ἀμυλούχων οὐσιῶν μεθ' ὕδατος καὶ ὀλίγου θειϊκοῦ ὀξέος ***(σακχαροποίησις)*** ἢ δι' ἐπιδράσεως μικροοργανισμῶν τινων παρουσίᾳ

ὕδατος χλιαροῦ ἐπὶ τῆς διὰ ζέσεως τοῦ ἀμμύλου (60°—70°) μεθ' ὕδατος οὐχὶ ἀφθόνου λαμβανομένης μάζης. Ἐκ τῆς μελάσσης τῶν σακχαροποιείων, ἥτις περιέχει πάντοτε μικρὰς ποσότητας σακχάρου, παρασκευάζεται οἰνόπνευμα τῇ ἐπιδράσει ζυμῶν (μετατροπὴ τοῦ σακχάρου εἰς γλυκόζην καὶ εἶτα ταύτης εἰς οἰνόπνευμα).

Οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ πρώτη ὕλη (σταφυλαί, γεώμηλα κλπ), ἐξ ἧς ἐλήφθη τὸ οἰνόπνευμα, ἡ πρώτη ἀπόσταξις δὲν παρέχει τοῦτο ὡς χημικῶς καθαρὸν σῶμα, ἀλλ' ὡς μῖγμα πολύπλοκον. Δι' ἀλλεπαλλήλων ἀποστάξεων ὅμως δύναται νὰ ληφθῇ καθαρὸν τὸ οἰνόπνευμα.

Ἀπόσταξις. — Τὸ διὰ τῆς ζυμώσεως λαμβανόμενον σῶμα παρέχει διὰ πρώτης ἀποστάξεως τὸ οἰνόπνευμα, τὸ καλούμενον καὶ ***σοῦμα***, ὅπερ ὑποβάλλεται εἰς ἀλλεπαλλήλους ἀποστάξεις.

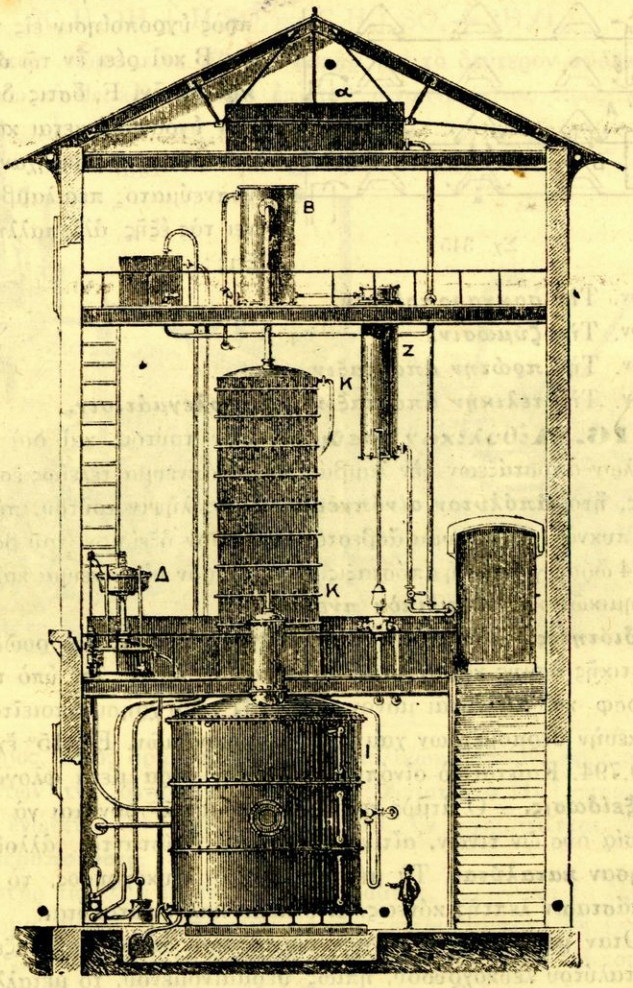
Ἐκ τῶν τελειοτέρων ἀποστακτικῶν μηχανημάτων πρὸς παρασκευὴν καθαροῦ οἰνοπνεύματος εἶνε τὸ τοῦ Savalle (σχ. 343 καὶ 344). Τὸ κύριον μέρος τοῦ μηχανήματος τούτου εἶνε μία χαλκίνη ***στήλη***, ἀποτελουμένη ἐκ σειρᾶς διατρήτων δίσκων. Ἡ στήλη αὕτη K (σχ. 343) διαρρέεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ τοῦ οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ, ἐνῷ συγχρόνως ἀνέρχεται ἐν αὐτῇ ὁ ἐκ τῆς ἀποστάξεως ἀτμός, ὅστις εἰσάγεται κάτωθεν αὐτῆς. Οἱ δίσκοι, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ἡ στήλη, πληροῦνται ἐκ τοῦ καταρρέοντος ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔρχεται ἐκ τοῦ σωληνωτοῦ ὀργάνου B διὰ τοῦ σωλῆνος e, εἶνε δὲ διατεταγμένοι τοιουτοτρόπως, ὥστε ὁ ἀτμός, ὅστις ἀνέρχεται ἐν τῇ στήλῃ, δὲν δύναται νὰ μεταβῇ ἐξ ἑνὸς δίσκου εἰς ἄλλον χωρὶς νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ ἐν αὐτοῖς ὑγροῦ. Τὸ σχῆμα 345 παριστᾷ τομὴν κατακόρυφον, ἐν ᾗ διὰ βελῶν δείκνυται ἡ πορεία τοῦ ἀτμοῦ.

Οἱ μᾶλλον πτητικοὶ ἀτμοὶ ἀνέρχονται μόνοι, ἀπὸ δίσκου εἰς δίσκον φθάνουν εἰς τὴν κορυφὴν τῆς στήλης καὶ μεταβαίνουν πρῶτον εἰς τὸ B, ἔνθα ἀνυψώνουν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀποσταζομένου οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ καὶ εἶτα, διά τινος σωλῆνος κατακορύφου, διέρχονται διὰ ψυκτῆρος Z, εἰς τὸν ὁποῖον οἱ ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται.

Τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρόν, ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τοῦ B, ἐν τῷ ὁποίῳ θερμαίνεται δι' ἀτμῶν οἰνοπνεύματος, διανυόντων αὐτὸ ἀντιθέτως, ῥίπτεται εἰς τὸν δεύτερον δίσκον τῆς στήλης καὶ ἐξακολουθεῖ κατερχόμενον ἐν ταύτῃ. Ὅταν φθάσῃ εἰς τὴν βάσιν τοῦ ὀργάνου, ὅπου εἰσέρχεται συγχρόνως ρεῦμα ὑδρατμῶν, πρέπει νὰ μὴ περιέχῃ πλέον οἰνόπνευμα. Οὕτως, εἶτα ρέει ἐκτὸς τοῦ μηχανήματος (καλούμενον ***βινάσση***). Ἡ λειτουργία τῆς παρασκευῆς εἶνε ἑπομένως συνεχής.

Ἀποφλεγμάτισις.—Τὸ οὕτω λαμβανόμενον οἰνόπνευμα (σοῦμα)

εἶνε ἀκάθαρτον, διὸ ὑποβάλλεται εἰς νέαν ἀπόσταξιν. Πρὸς τοῦτο γίνεται χρῆσις ἀποστακτῆρος, ὡς ὁ τοῦ Savalle (σχ. 344), ὅστις εἶνε καὶ ὁ τελειότερος πάντων.

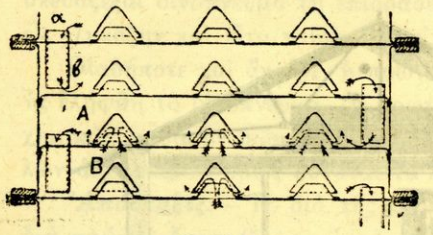


Σχ. 344

Ἡ σοῦμα, ἀφοῦ ἀραιωθῇ οὕτως, ὥστε νὰ εἶνε 40 ἕως 50 οἰνοπνευματικῶν βαθμῶν, θερμαίνεται ἐν τῷ χαλκίνῳ λέβητι Ι (σχ. 344) διὰ σπειροειδοῦς σωλῆνος, ὅστις εὑρίσκεται ἐντὸς τούτου.

Οἱ ἀτμοὶ τοῦ οἰνοπνεύματος, ἀνερχόμενοι ἐν τῇ στήλῃ Κ, φθάνουν

εἰς τὸν συμπυκωτὴν Β, ὅστις ὑγροποιεῖ τὰ ὀλιγώτερον πτητικὰ προϊόντα (τὰ δύο τρίτα περίπου τοῦ ἀτμοῦ) καὶ ἐπαναφέρει αὐτὰ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς στήλης διὰ τοῦ σωλῆνος η. Τὸ τρίτον μέρος τῶν ἀτμῶν, τὸ μᾶλλον πτητικόν, μεταβαίνει πρὸς ὑγροποίησιν εἰς τὸν ψυκτῆρα Β καὶ ρέει ἐν τῷ **ὀγκομετρικῷ** σωλῆνι F, ὅστις δεικνύει πόσον ὑγρὸν διέρχεται καθ' ὥραν.



Σχ. 345

Οὕτως ἡ βιομηχανία τοῦ οἰνοπνεύματος περιλαμβάνει ἐν γένει τὰς ἑξῆς ἀλλεπαλλήλους πράξεις:

1ον. Τὴν ***σακχαροποίησιν.***
2ον. Τὴν ***ζύμωσιν.***
3ον. Τὴν ***πρώτην ἀπόσταξιν.***
4ον. Τὴν ***τελικὴν ἀπόσταξιν*** ἢ ***ἀποφλεγμάτισιν.***

216. Αἰθυλικὸν πνεῦμα.—Ἐν τούτοις καὶ διὰ τῶν ἀλλεπαλλήλων ἀποστάξεων δὲν λαμβάνεται οἰνόπνευμα τελείως ἐστερημένον ὕδατος, ἤτοι ***ἀπόλυτον οἰνόπνευμα***. Πρὸς λῆψιν τούτου, προστίθεται εἰς τὸ πυκνὸν οἰνόπνευμα ἄσβεστος ἢ κάλλιον ὀξείδιον τοῦ βαρίου καὶ μετὰ 24 ὥρας γίνεται ἡ ἀπόσταξις. Τὸ καθαρὸν οἰνόπνευμα καλεῖται ὑπὸ τῶν χημικῶν καὶ ***αἰθυλικὸν πνεῦμα.***

Ἰδιότητες.—Τὸ οἰνόπνευμα εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, λίαν ροῶδες, χαρακτηριστικῆς ὀσμῆς καὶ γεύσεως καυστικῆς. Ζέει εἰς 78° ὑπὸ τὴν πίεσιν 1 ἀτμοσφ καὶ πήγνηται μόνον εἰς —137°, διὸ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων χαμηλῶν θερμοκρασιῶν. Εἰς 15° ἔχει πυκνότητα 0,794. Καίεται τὸ οἰνόπνευμα εἰς τὸν ἀέρα μετὰ φλογὸς ὠχρᾶς.

Ὀξείδωσις.—Ὁ ἀτμὸς τοῦ οἰνοπνεύματος δύναται νὰ ὀξειδωθῇ παρουσίᾳ οὐσιῶν τινων, αἵτινες οὐδεμίαν ὑφίστανται ἀλλοίωσιν καὶ ἐκλήθησαν ***καταλύται***. Τὰ μέταλλα, ὡς ὁ λευκόχρυσος, τὸ νικέλιον, εἰς κατάστασιν λεπτῆς κόνεως, εἶνε πολὺ καλοὶ καταλύται.

Ὅταν μῖγμα ἀτμοῦ, οἰνοπνεύματος καὶ ἀέρος διαβιβάζεται ἄνωθεν καταλύτου λευκοχρύσου, ἠπίως θερμαινομένου, τὸ μέταλλον τοῦτο καθίσταται διάπυρον καὶ ἀτμοὶ τοῦ οἰνοπνεύματος ὀξειδοῦνται καὶ μετατρέπονται εἰς ***ὀξικὸν ὀξὺ*** $C_2H_4O_2$ ἤτοι:

$$C_2H_6O + 2O = C_2H_4O_2 + H_2O$$

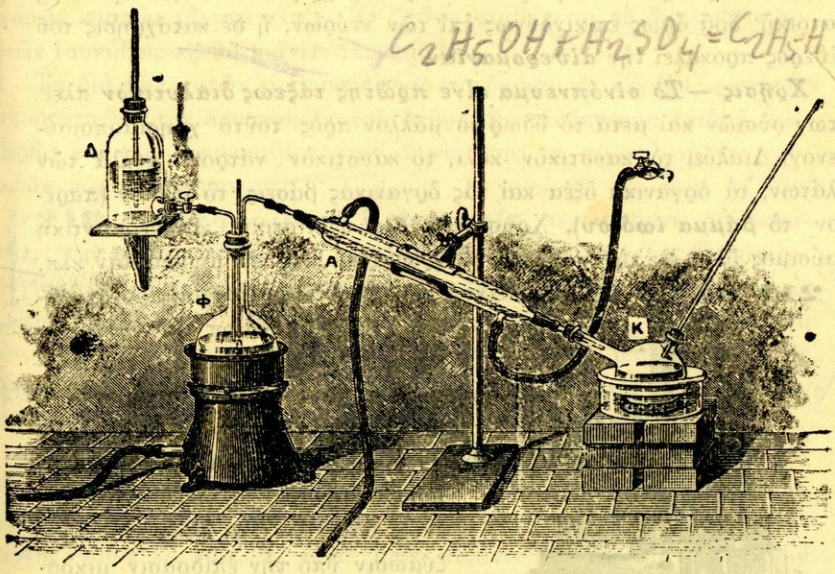
Ἐστεροποίησις καὶ σαπωνοποίησις. Τὰ ὀξέα ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ

οἰνοπνεύματος καὶ παράγουν τὰς ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ἐστέρες**. Π. χ. μετὰ θειικοῦ ὀξέος σχηματίζονται, ἀναλόγως τῶν ὅρων, ὑφ' οἷς γίνεται ἡ ἀντίδρασις, δύο ἐστέρες:

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4 + H_2O$$

καὶ $$2C_2H_5OH + H_2SO_4 = (C_2H_5)_2SO_4 + 2H_2O.$$

Τὸ πρῶτον σῶμα εἶνε **ὄξινος ἐστὴρ** καὶ τὸ δεύτερον **οὐδέτερος ἐστήρ**. Οὕτω τὸ θειικὸν ὀξὺ δρᾷ ἐπὶ τοῦ οἰνοπνεύματος πρὸς παρα-



Σχ. 346

γωγὴν ἐστέρος, ὅπως δρᾷ καὶ ἐπὶ τῶν ἀλκαλικῶν βάσεων, πρὸς παραγωγὴν ἁλάτων τῆς ἀναργάνου χημείας. Ἐπίσης τὸ HCl σχηματίζει ἀναλόγους ἑνώσεις. Ἡ δρᾶσις αὕτη, καθ' ἣν σχηματίζεται ἐστήρ, ἐκλήθη **ἐστεροποίησις**.

Ἐὰν ἐστήρ τις ἕλθῃ εἰς ἐπαφὴν μεθ' ὕδατος, παράγεται τὸ ὀξὺ καὶ τὸ οἰνόπνευμα, ἅτινα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν ἐστέρα τοῦτον. Τῇ ἐπιδράσει ἀλκάλεως, λαμβάνεται τὸ οἰνόπνευμα καὶ ἅλας τοῦ ὀξέος. Ἡ τοιαύτη ἀντίδρασις δι' ὕδατος ἢ βάσεως ἐκλήθη **σαπωνοποίησις**.

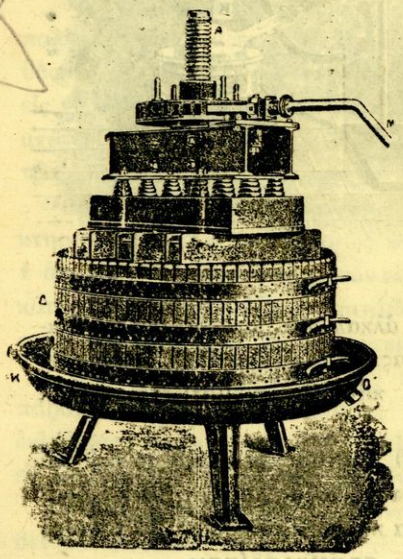
Κοινὸς αἰθὴρ $(C_2H_5)_2O$. — Δι' ἠπίας θερμάνσεως οἰνοπνεύματος μετὰ θειικοῦ ὀξέος (4 ὄγκοι τοῦ ὀξέος μετὰ 3 ὄγκων τοῦ οἰνοπνεύματος) εἰς 140° καὶ δι' ὑγροποιήσεως τῶν παραγομένων ἀτμῶν (σχ. 346) λαμβάνεται ὑγρὸν λίαν εὐκίνητον, χαρακτηριστικῆς εὐαρέστου ὀσμῆς,

ὁ **κοινὸς αἰθὴρ** ἢ **αἰθυλικὸς αἰθὴρ** ἢ (καταχρηστικῶς) **θειικὸς αἰθήρ**. Εἶνε σῶμα λίαν εὐανάφλεκτον πυκνότητος 0,736 εἰς 0°, λίαν πτητικόν, διὸ καὶ ψυκτικόν, ζέει εἰς 34°,5 καὶ στερεοποιεῖται εἰς—117°, διαλύεται δὲ εἰς τὸ οἰνόπνευμα κατὰ πᾶσαν ἀναλογίαν. Ἄριστον διαλυτικὸν τῶν λιπῶν, τῶν ἐλαίων καὶ τῶν ρητινῶν. Καίεται μετὰ φλογὸς λίαν φωτιστικῆς καὶ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἀέρος μίγματα ἐκπυρσοκροτικά. Παρέχει μετὰ τῶν ὀξέων ἐστέρας.

Ὁ αἰθὴρ ἔχει ἰδιότητας ἀναισθητικὰς χρησιμοποιουμένας ἐν τῇ Ἰατρικῇ· δρᾷ ὅμως ἐπικινδύνως ἐπὶ τῶν νεύρων, ἡ δὲ κατάχρησις τοῦ αἰθέρος προκαλεῖ τὴν **αἰθερομανίαν**.

Χρῆσις.—Τὸ οἰνόπνευμα εἶνε πρώτης τάξεως διαλυτικὸν πλείστων οὐσιῶν καὶ μετὰ τὸ ὕδωρ τὸ μᾶλλον πρὸς τοῦτο χρησιμοποιούμενον. Διαλύει τὸ καυστικὸν κάλι, τὸ καυστικὸν νάτρον, πολλὰ τῶν ἁλάτων, τὰ ὀργανικὰ ὀξέα καὶ τὰς ὀργανικὰς βάσεις, τὸ ἰώδιον (παρέχον τὸ **βάμμα ἰωδίου**). Χρησιμεύει ὡς φωτιστικὴ καὶ θερμαντικὴ καύσιμος ὕλη, εἰς τὴν κατασκευὴν χρωμάτων, εἰς τὴν μυροποιΐαν κλπ.

217 Οἶνος.—Ὁ οἶνος εἶνε ὑγρὸν οἰνοπνευματοῦχον προερχόμενον ἐκ τῆς ζυμώσεως τοῦ ὀποῦ τῶν σταφυλῶν λαμβανομένου διὰ συμπιέσεως τούτων ἐντὸς δεξαμενῶν ἢ δι' εἰδικῶν πιεστηρίων (σχ. 347). Ὁ οὕτω λαμβανόμενος ὀπός, **γλεῦκος** (κ. μοῦστος) καλούμενος, τίθεται ἐντὸς βαρελίων καὶ ἐπαφίεται πρὸς ζύμωσιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μικροοργανισμῶν (σχιζομυκήτων), εὑρισκομένων ἐπὶ τοῦ φλοιοῦ τῶν σταφυλῶν (σχ. 342) καὶ εἰς τὸν ἀέρα ἀκόμη. Κατὰ τὴν ζύμωσιν, σχηματίζεται διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον ἐκλύεται καὶ πληροῖ τὸν χῶρον ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὑρίσκονται τὰ βαρέλια, διὸ εἶνε ἐπικίνδυνος ἡ εἴσοδος καὶ παραμονὴ τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὸν χῶρον τοῦτον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζυμώσεως. Μετὰ τὴν πρώτην ζωηρὰν ζύμωσιν, τὸ ὑγρὸν ὑφίσταται καὶ δευτέραν βραδεῖαν καὶ τελικήν.



Σχ. 347

Τὸ χρῶμα τοῦ οἴνου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ φλοιοῦ τῶν σταφυλῶν.

218 Οἰνοπνευματώδη ποτά.—Ἐκτὸς τοῦ οἴνου, πλεῖστα ἄλλα ποτά, ὡς ὁ ζῦθος, ἡ μαστίχη, τὸ κονιὰκ κλπ. περιέχουν οἰνόπνευμα ὑπὸ διαφόρους ἀναλογίας. Εἴδομεν προηγουμένως τὸν τρόπον τῆς παρασκευῆς τοῦ οἴνου. Ἐκ τούτου δι' ἀποστάξεως λαμβάνεται τὸ ***κονιάκ***. Τὰ καλούμενα ***ἡδύποτα*** εἶνε ἐπίσης οἰνοπνευματοῦχα ποτὰ σακχαροῦχα, τὰ ὁποῖα ἀρωματίζονται συνήθως δι' αἰθερίων ἐλαίων διαφόρων καρπῶν (ἀνανὰ κλπ.). Ὁ ***ζῦθος*** λαμβάνεται ἐξ ἀμυλωδῶν οὐσιῶν (συνήθως κριθῆς) ἄνευ ἀποστάξεως.

Τὰ διὰ τῶν ποτῶν εἰσαγόμενον τακτικῶς καὶ εἰς μεγάλας σχετικῶς ποσότητας εἰς τὸν ὀργανισμὸν τοῦ ἀνθρώπου οἰνόπνευμα ἐπιδρᾷ βλαβερῶς ἐπὶ τοῦ ὀργανισμοῦ τούτου, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ τὴν τρομώδη παραφροσύνην.

219. Ἀρτοποιΐα.—Ἡ ***ἀρτοποιΐα*** περιλαμβάνει δύο ἐργασίας: τὴν ***παρασκευὴν*** καὶ τὴν ***ὄπτησιν*** τῆς ζύμης. Τὰ ἄλευρα μίγνυνται μεθ' ὕδατος καὶ ζυμεγέρτου (κ. προζύμι) καὶ μετατρέπονται εἰς ζύμην, ἥτις ἀφίεται πρὸς ζύμωσιν. Ἡ ζύμη ἐξογκοῦται καὶ τεμνομένη ὑπὸ τῶν ἐργατῶν μετατρέπεται εἰς ἄρτους, οἵτινες ὑποβάλλονται εἰς ὄπτησιν, ἤτοι θερμαίνονται εἰς 200°—260°. Οὕτως 100 μέρη ἀλεύρου παρέχουν 120—135 μέρη ἄρτου.

Ἡ ***ἐξόγκωσις*** τῆς ζύμης προέρχεται ἐκ τῆς ἀναπτύξεως τοῦ ἀερίου CO_2, τοῦ παραγομένου κατὰ τὴν ζύμωσιν διὰ τῆς προσθήκης τοῦ ζυμεγέρτου (παραγωγὴ οἰνοπνεύματος καὶ CO_2). Κατὰ τὴν ὄπτησιν, ἡ θερμότης διαστέλλει τὸ CO_2, τοῦθ' ὅπερ αὐξάνει τὴν πορώδη κατάστασιν τοῦ ἄρτου· τὸ κατὰ τὴν ζύμωσιν παραχθὲν οἰνόπνευμα καὶ μέρος τοῦ ὕδατος ἐξαεροῦται. Ἐπὶ δὲ τοῦ ἐξωτερικοῦ στρώματος, ὅπερ εὑρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ θερμοῦ ἀέρος, τὸ ἄμυλον μετατρέπεται εἰς δεξτρίνην καὶ ὑφίσταται ἀρχὴν ἀπανθρακώσεως.

220. Μεθυλικὸν πνεῦμα.—Ἡ ξηρὰ ἀπόσταξις τῶν ξύλων ἐν κλειστοῖς δοχείοις παρέχει, ὡς καὶ ἡ τῶν λιθανθράκων, ἀφ' ἑνὸς ἀέρια καύσιμα καὶ δυνάμενα νὰ συμπυκνωθοῦν εἰς ὑγρὰ καὶ ἀφ' ἑτέρου ἄνθρακα (ξυλάνθρακα) καὶ πίσσαν. Δι' ἀποστάξεως τοῦ ὑγροῦ λαμβάνεται τὸ ἐν αὐτῷ περιεχόμενον ***ξυλόπνευμα***, τὸ καὶ ***μεθυλικὸν πνεῦμα*** καλούμενον (CH_3O).

Τὸ ξυλόπνευμα εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, εὐαρέστου ὀσμῆς μεθυστικῆς (ὅταν εἶνε καθαρόν), πυκνότητος 0,814 εἰς 0°, ζέον εἰς 65°. μιγνύμενον μεθ' ὕδατος. Διαλύει τὰ ἔλαια καὶ τὰς ρητίνας καὶ εἶνε ἀναφλέξι-

μον ὡς τὸ οἰνόπνευμα. Μῖγμα ἀτμῶν ξυλοπνεύματος καὶ ἀέρος ὑφίσταται χημικὴν ἀλλοίωσιν παρουσίᾳ λευκοχρύσου, καθ' ἣν σχηματίζεται νέα οὐσία, ἡ ***φορμόλη*** CH_2O, ἥτις εἶνε ἄριστον ἀπολυμαντικόν. Συγχρόνως παράγεται ἕτερον σῶμα, τὸ ***μυρμηκικὸν ὀξὺ*** CH_2O_2. Χρησιμεύει τὸ ξυλόπνευμα ὡς διαλυτικόν, εἰς τὴν παρασκευὴν χρωμάτων καὶ πρὸς ***μετουσίωσιν*** τοῦ οἰνοπνεύματος.

ΣΗΜ. Ἡ μετουσίωσις γίνεται ἵνα καταστῇ τὸ οἰνόπνευμα ἀκατάλληλον πρὸς πόσιν, κατάλληλον ὅμως δι' ἄλλας χρήσεις

220. Πνεύματα καὶ ἐστέρες.—Μεταξὺ τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ τοῦ ξυλοπνεύματος ὑφίσταται μεγάλη ἀναλογία. Καὶ τὰ δύο ὀξειδοῦνται καὶ παρέχουν ***ὀξέα***· μετὰ δὲ τῶν ὀξέων δίδουν ***ἐστέρας***. Σώματα, παρουσιάζοντα τοιούτους χαρακτῆρας, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα καὶ ὀνομάζονται ***πνεύματα***. Εἰς τὰ πνεύματα ἀνήκει καὶ ἡ ***γλυκερίνη*** $C_3H_5(OH)_3$, ἣν θὰ ἐξετάσωμεν κατωτέρω.

Διὰ θερμάνσεως τῶν πνευμάτων συνήθως μετὰ θειικοῦ ὀξέος ἀφαιροῦται ἐξ αὐτῶν ὕδωρ καὶ παράγονται τὰ σώματα, τὰ καλούμενα ***αἰθέρες***, τὰ ὁποῖα εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὸν κοινὸν αἰθέρα (¹).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ V.

Ὀξέα ὀργανικά.

221.—Ὀξικὴ ζύμωσις.—Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν εἰδικοῦ μικροοργανισμοῦ, τοῦ καλουμένου ***ὀξικοῦ μυκοδέρματος***, τὸ οἰνόπνευμα ὑφίσταται ζύμωσιν (ὀξειδοῦται) καὶ μεταβάλλεται εἰς ***ὀξικὸν ὀξύ***. Ἡ ζύμωσις αὕτη καλεῖται ***ὀξικὴ ζύμωσις***. Διὰ ταύτης μετατρέπεται ὁ οἶνος, ὁ ζῦθος κλπ. εἰς ***ὄξος*** (ξύδι) Ἡ δρᾶσις τοῦ ὀξικοῦ μυκοδέρματος εἶνε μεγίστη εἰς 25°—30° καὶ ἐκμηδενίζεται ἀπουσίᾳ ἀέρος, ~~στὸ~~ πρὸς διατήρησιν τῶν οἴνων, τοῦ ζύθου κλπ. τίθενται οὗτοι ἐντὸς φια-

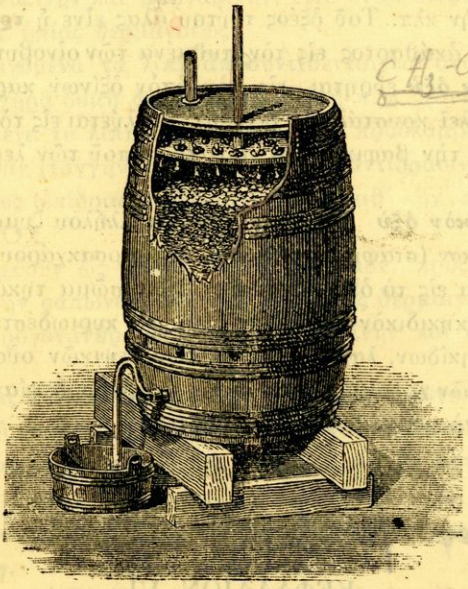
---

(1) Τὰ πνεύματα, ***θεωρητικῶς***, παράγονται ἐκ τῶν ὑδρογονανθράκων δι' ἀντικαταστάσεως ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ἀτόμων Η ὑφ' ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ὑδροξυλίων ΟΗ, (μονοδύναμος ρίζα), ἡνωμένων μετ' ἰσαρίθμων ἀτόμων ἄνθρακος. Οὕτω τὸ ξυλόπνευμα παράγεται θεωρητικῶς ἐκ τοῦ ὑδρογονάνθρακος μεθανίου CH_4, δι' ἀντικαταστάσεως ἑνὸς ἀτόμου Η διὰ τῆς ΟΗ, ὅτε λαμβάνομεν CH_4O. Ἐπίσης τὸ οἰνόπνευμα παράγεται ἐκ τοῦ C_2H_6 δι' ἀντικαταστάσεως ἑνὸς Η διὰ μιᾶς ΟΗ, ὅτε ἔχομεν C_2H_6O.

Οἱ ἐστέρες ἠμποροῦν νὰ θεωρηθοῦν ὡς προερχόμενοι ἐκ τῶν ὀξέων δι' ἀντικαταστάσεως ἑνὸς ἀτόμου ὀξίνου ὑδρογόνου αὐτῶν διὰ τῆς μοναδυνάμου ρίζης C_2H_5, ἡ ὁποία καλεῖται ***αἰθύλιον***.

λῶν ἢ κάδων πληρουμένων τελείως. Καλὸν ἐπιτραπέζιον ὄξος περιέχει 4 % (σχ. 348) ὀξικόν.

Ὀξικὸν ὀξύ. $C_2H_2O_2$. —Τοῦτο ὑφίσταται καὶ εἰς τὸ ὑγρὸν προϊὸν τῆς ἀποστάξεως τῶν ξύλων. Εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, ὀσμῆς διαπεραστικῆς, ὀλίγον πυκνότερον τοῦ ὕδατος, πήγνυται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέ-



Σχ. 348

ραν τοῦ 0°, ἀλλὰ τήκεται εἰς 16°,6 καὶ ζέει εἰς 118°. Διαλύει ἔλαιά τινα καὶ ρητῖνας, διὸ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἀρωματοποιΐαν καὶ τὴν φαρμακευτικήν. Προσβάλλει παρουσίᾳ ἀέρος μέταλλά τινα, ὡς τὸν χρυσόν, τὸν μόλυβδον, παρέχον **ὀξικὰ ἅλατα** δηλητηριώδη. Εἶνε δραστήριον ἀντισηπτικόν.

Μετὰ τῶν βάσεων σχηματίζει τὰ ὀξικὰ ἅλατα, ὡς τὸ ὀξικὸν κάλιον, τὸ ὀξικὸν ἀσβέστιον, τὸν βασικὸν ὀξικὸν μόλυβδον (κ. μολυβόνερο) κλπ. Ὁ ὀξικὸς μόλυβδος, καλούμενος καὶ μολυβδοσάκχαρον, χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν χρωμάτων μολυβδούχων, π.χ. κιτρίνου χρωμίου κλπ. Τὸ ὀξικὸν ὀξὺ ὑπάρχει εἰς τὰ φυτὰ ὑπὸ μορφὴν ἁλάτων (ὀξικὸν κάλιον, ὀξικὸν νάτριον κλπ).

222. Ὀργανικὰ ὀξέα.—Δι' ὀξειδώσεως τῶν πνευμάτων ἐν γένει παράγονται **ὀργανικὰ ὀξέα**, τὰ ὁποῖα ὁμοιάζουν ἐκ τῆς χημικῆς δράσεώς των πρὸς τὰ ἀνόργανα ὀξέα. Π.χ. δι' ἐπιδράσεως τῶν ὀργα-

νικῶν τούτων ὀξέων ἐπὶ βάσεων ἢ πνευμάτων παράγονται **ἄλατα** ἢ **ἐστέρες**. Ὀργανικὰ ὀξέα εἶνε ἐκτὸς τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος, τὸ **τρυγικὸν** τὸ **κιτρικόν**, τὸ **γαλακτικὸν** καὶ ἡ **τανίνη**. Τὸ **τρυγικὸν ὀξὺ** εὕρηται εἰς τὸ γλεῦκος καὶ τὸν ὀπὸν πολλῶν ὀπωρῶν καὶ ἀποτελεῖ ἀχρόους κρυστάλλους ὀξίνους, διαλύεται ἐν ὕδατι καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν σακχαροπλαστικήν, τὴν βαφικὴν κλπ. Τοῦ ὀξέος τούτου ἅλας εἶνε ἡ **τρὺξ** (κ. τρυγιά), ἥτις ἀποτίθεται ἀκάθαρτος εἰς τὸν πυθμένα τῶν οἰνοβυτίων.

Τὸ **κιτρικὸν ὀξὺ** εὕρηται εἰς τὸν ὀπὸν ὀξίνων καρπῶν (λεμόνια κλπ.) καὶ ἀποτελεῖ κρυστάλλους ὀξίνους. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βαφικὴν καὶ ἀντὶ τοῦ ὀποῦ τῶν λεμονίων εἰς τὴν μαγειρικὴν κλπ.

Τὸ **γαλακτικὸν ὀξὺ** παράγεται διὰ καταλλήλου ζυμώσεως **(γαλακτικῆς)** σακχάρων (σταφυλοσακχάρου, καλαμοσακχάρου, γακτοσακχάρου) καὶ εὕρηται εἰς τὸ ὀξινισθὲν γάλα. Εἶνε σῶμα τηκόμενον εἰς 18°.

Ἡ **τανίνη** (κηκιδικὸν ἢ δεψικὸν ὀξύ), τὸ κυριωδέστερον τοῦτο συστατικὸν τῶν κηκίδων, λαμβάνεται ἐκ τῶν δεψικῶν οὐσιῶν τοῦ φυτικοῦ βασιλείου, τῶν χρησιμοπουμένων εἰς τὴν βυρσοδεψίαν. Εἶνε ἄχρους, ἄμορφος, στιλπνὴ μᾶζα, διαλυτὴ ἐν ὕδατι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VI

Λίπη.

223. Λίπη. - Τὰ σώματα, τὰ καλούμενα **λίπη**, ὡς τὸ λίπος τῶν προβάτων, τὸ ἔλαιον τῶν ἐλαιῶν, ὑπάρχουν εἰς τὸ ζωϊκὸν καὶ τὸ φυτικὸν βασίλειον, ἰδίᾳ δὲ πλούσιοι εἰς λίπη εἶνε οἱ καρποὶ καὶ τὰ σπέρματα τῶν φοινίκων (φοινεκέλαιον), τῶν ἐλαιῶν (κοινὸν ἔλαιον), τῶν ἀμυγδάλων κλπ. Εἰς τὸ σῶμα τῶν ζῴων ὑπάρχουν λίπη ἐντὸς τῶν καλουμένων λιποκυττάρων, τὰ ὁποῖα συνηνωμένα ἀποτελοῦν τοὺς λιπώδεις ἱστούς. Πλούσιοι εἰς λίπη εἶνε ἰδίως οἱ ὑποδόριοι ἱστοὶ καὶ τὸ γάλα.

Πάντα τὰ λίπη εἶνε μὴ πτητικά, ἀραιότερα τοῦ ὕδατος, ἀδιάλυτα εἰς τοῦτο καὶ εὐδιάλυτα εἰς τὸν αἰθέρα, τὸν θειοῦχον ἄνθρακα, τὸ βενζόλιον κλπ. Ἐπὶ χάρτου παράγουν λιπαρὰν κηλίδα, ἥτις διὰ θερμάνσεως δὲν ἐξαφανίζεται. Ἐκ τῶν λιπῶν τὰ μὲν στερεὰ καλοῦνται

τέατα, τὰ δὲ ὑγρά, τὰ ὁποῖα εἶνε συνήθως φυτικῆς προελεύσεως, καοῦνται **ἔλαια**.

Τὰ λίπη εἶνε μίγματα διαφόρων ἐστέρων, ἐξ ὧν συνηθέστεροι εἶνε **ἐλαΐνη**, ἡ **στεατίνη** καὶ ἡ **παλμιτίνη**. Τὰ φυτικὰ λίπη εἶνε πλουιωτέρα εἰς ἐλαΐνην, διὸ εἶνε ρωδδέστερα (ἔλαια)· τὰ ζωικὰ λίπη, ὄντα λουσιώτερα εἰς στεατίνην καὶ μαργαρίνην, εἶνε στερεώτερα (στέατα), γροποιοῦνται δὲ δι' ἠπίας θερμάνσεως.

Ἰσχυρῶς θερμαινόμενα τὰ λίπη ἀποσυντίθενται καὶ ἀναπτύσσεται ιαρακτηριστικὴ πνιγηρὰ ὀσμὴ **ἀκρολεΐνης** (ὀσμὴ π. χ. ζέοντος ἐλαίου). εἰς τὸν ἀέρα ἀφιέμενα τὰ λίπη ἀλλοιοῦνται δηλ. προσλαμβάνουν σκοεινὸν χρῶμα, σαπρὰν (ταγγὴν) ὀσμὴν καὶ ὄξινον ἀντίδρασιν, ἤτοι **ταγίζουν** ἐξ ὀξειδώσεως (ἐπίδρασις διαστατικῶν), καθ' ἣν παράγονται ξέα πτητικὰ καὶ CO_2.

Τὰ λίπη χρησιμεύουν ὡς τροφή, πρὸς φωτισμόν, πρὸς ἐπάλειψιν ῶν μηχανῶν, εἰς τὴν σαπωνοποιΐαν κλπ. Ἰσχυρῶς θερμαινόμενα ἀπουντίθενται εἰς ὑδρογονάνθρακας, CO_2, ἀκρολεΐνην καὶ αὐταναφλέονται.

Σαπωνοποίησις.—Ὅταν ἐπὶ μακρὸν ζέῃ λίπος τι μετὰ διαλύματος αυστικοῦ κάλεως ἢ καυστικοῦ νάτρου παράγονται ἅλατα καλίου ἢ νaρίου, τὰ ὁποῖα καλοῦμεν σάπωνας(1). Ἡ ἐργασία δὲ αὕτη καλεῖται **ιαπωνοποίησις.**

Κατὰ τὴν σαπωνοποίησιν ἀπομένει ὡς δευτερεῦον προϊὸν νέα τις ὐσία, ἡ **γλυκερίνη.**

224. Ἔλαια.—Τὰ ἔλαια ἀποτελοῦνται κυρίως ἐξ ἐλαΐνης καὶ εἶνε συνήθως φυτικῆς προελεύσεως· ὀλίγα ἐξ αὐτῶν, ὡς τὸ ἔλαιον τοῦ ίματος τοῦ ὀνίσκου, τὸ ἔλαιον τῆς φαλαίνης, εἶνε ζωϊκά.

Ἔλαιά τινα, ὡς τὸ λινέλαιον, τὸ καρυέλαιον, ἐκτιθέμενα εἰς τὸν έρα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος, ἀπορροφοῦν ταχέως ὀξυγόνον καὶ στερεοποιοῦνται, διὸ καλοῦνται **ἔλαια ξηραινόμενα** καὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς ὴν παρασκευὴν χρωμάτων καὶ βερνικίων Ἄλλα ἔλαια, ὡς τὸ ἔλαιον ῶν ἐλαιῶν, τὸ ἀμυγδαλέλαιον, τὸ κανναβέλαιον, **δὲν ξηραίνονται.**

Τὰ φυτικὰ ἔλαια ἐξάγονται διὰ πιέσεως ἢ θραύσεως τῶν μερῶν τοῦ φυτοῦ. τῶν περιεχόντων τὴν λιπώδη οὐσίαν. Π. χ. διὰ τὸ ἔλαιον τῶν ἐλαιῶν πρῶτον θραύονται οἱ καρποὶ καὶ ἡ σχηματιζομένη ζύμη πιέζε-

---

(1) Διὰ ζέσεως τοῦ ὑγροῦ μετὰ διαλύματος μαγειρικοῦ ἅλατος, ὁ ἀδιάλυτος ἐν τῷ διαλύματι τούτῳ σάπων ἀνέρχεται κατὰ λευκοὺς θρόμβους εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

ται ἰσχυρῶς ἐντὸς σάκκων, ἐξ ὧν ῥέει τότε τὸ ἔλαιον ἀνωτέρας ποιότητος. Τὸ ὑπόλειμμα, κατεργαζόμενον διὰ ζέοντος ὕδατος καὶ νέας πιέσεως, παρέχει εἰσέτι ἔλαιον δευτέρας ποιότητος. Πολλαχοῦ τὸ ὑπόλειμμα ὑποβάλλεται καὶ εἰς τρίτην ὁμοίαν κατεργασίαν. Τέλος καὶ ἐκ τῶν ἐλαιοπυρήνων ἐξάγεται τὸ ***πυρηνέλαιον***, τὸ χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν σαπωνοποιΐαν.

Τὰ ζωϊκὰ ἔλαια λαμβάνονται διὰ ζέσεως ἐν ὕδατι μερῶν τῶν ζώων τῶν περιεχόντων τὰ ἔλαια ταῦτα. Τὸ ἔλαιον ἀνέρχεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ἐξ ἧς καὶ συλλέγεται.

22. Βούτυρον.—Διὰ ἀποδάρσεως τοῦ γάλακτος ἐντὸς κάδων ἐξάγεται ἡ λιπαρὰ οὐσία, ἡ καλουμένη ***βούτυρον.*** Τὰ ἐν τῷ γάλακτι σφαιρίδια λίπους, κατὰ τὴν ἀπόδαρσιν, συνενοῦνται καὶ ἀποτελοῦν οὕτω μεγαλύτερα θρομβία βουτύρου. Ἐπειδὴ δὲ δὲν κατορθοῦται ἐντελὴς χωρισμὸς αὐτῶν ἐναπομένουν ἐντὸς τοῦ ἐξ αὐτῶν συμφύρματος καὶ ἄλλα συστατικά, ὡς τὸ ὕδωρ, ἅλατα κλπ.

Τὸ χρῶμα τοῦ βουτύρου παραλλάσσει ἐξαρτώμενον καὶ ἐκ τοῦ τρόπου, καθ' ὃν τὰ ζῶα διαιτῶνται καὶ ἐκ τῆς τροφῆς καὶ τοῦ εἴδους αὐτῶν. Π. χ. τὸ τῆς ἀμνάδος καὶ τῆς αἰγὸς εἶνε λευκόν, τὸ δὲ τῆς ἀγελάδος κίτρινον. Ἡ ὀσμὴ τοῦ βουτύρου εἶνε εὐάρεστος καὶ ἀρωματική, ἡ δὲ γεῦσις γλυκεῖα καὶ ἡ ἀντίδρασις ὄξινος.

Τὸ ἀγνὸν βούτυρον, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ λοιπὰ ζωϊκὰ λίπη, ἅτινα ἀποτελοῦνται ἀποκλειστικῶς σχεδὸν ἐκ παλμιτίνης, στεατίνης καὶ ἐλαΐνης, περιέχει ἐκτὸς τούτων καὶ τοὺς ἑστέρας βουτυρίνην, καπρονίνην καπρυνίνην καὶ καπρυλίνην.

Τὸ ***πρόσφατον*** καὶ ***ἄναλον*** βούτυρον χρησιμοποιεῖται, ἰδίως ἐν Γαλλίᾳ, Γερμανίᾳ, Ἑλβετίᾳ καὶ Ἰταλίᾳ πρὸς παρασκευὴν ἐδεσμάτων διατηρεῖται 3—14 ἡμέρας καὶ μετὰ τὴν παρέλευσιν τούτων ***ταγγίζει.*** Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου καὶ μακροτέραν διατήρησιν, προστίθεται τῷ ἀνάλῳ βουτύρῳ 2 – 8 % μαγειρικοῦ ἅλατος, εἶτα δέ, ἀφοῦ τακῇ, διηθεῖται διὰ λινοῦ ὑφάσματος. Τὸ οὕτω παρασκευασθὲν βούτυρον καλεῖται ***χυτὸν*** (ἁλατισμένον) καὶ διατηρεῖται ἐπὶ μακρόν, προφυλασσόμενον ἐξ ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, πολλοῦ ἀερισμοῦ, τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς κλπ.

Μαργαρίνη.—Πλὴν τοῦ φυσικοῦ ἐκ γάλακτος βουτύρου, φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον καὶ ***τεχνητὸν βούτυρον*** ἢ ***μαργαρίνη,*** ἥτις δὲν περιέχει τὰς λιπαρὰς οὐσίας τοῦ γάλακτος, ἀλλὰ κατασκευάζεται ἐξ ἄλλων τοιούτων εὐωνοτέρων. Συνήθως λαμβάνονται πρόσφατα ζωϊκὰ λίπη,

τινα καθαρίζονται ἀπὸ τῶν ἰνῶν τοῦ κρέατος, πλύνονται δι' ὕδατος, ἐριέχοντος ποσόν τι πιτύας, πρὸς διάλυσιν τοῦ κυτταρώδους ἱστοῦ καὶ ἔπειτα τήκονται εἰς ταπεινὴν θερμοκρασίαν. Διὰ τῆς βραδείας ψύξεως αὐτῶν, κατορθοῦται ὁ χωρισμὸς καὶ ἡ ἀπομάκρυνσις τῆς κατ' ἀρχὰς ἀστερεοποιουμένης στεατίνης, τὰ δὲ ἐναπομείναντα συστατικὰ αὐτοῦ, ἡ ἐλαμιτίνη καὶ ἡ ἐλαΐνη, τήκονται καὶ ἀναταράσσονται μετὰ γάλακτος, ἐξ οὗ προσλαμβάνουν τὴν γεῦσιν καὶ τὴν ὀσμὴν τοῦ βουτύρου.

226. Τυρός.—Καλεῖται ***τυρὸς*** τὸ προϊὸν τῆς πήξεως τοῦ γάλακτος εἴτε διὰ πιτύας, εἴτε δι' ὀξέως (ὀξικοῦ, τρυγικοῦ, κιτρικοῦ)· τὸ προϊόν, ἀφοῦ ἀποχωρισθῇ τῶν λοιπῶν οὐσιῶν, ἀφίεται πρὸς ὡρίμανσιν. Ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ τυροῦ ἀπὸ τοῦ λοιποῦ ὀροῦ γίνεται διὰ λινῶν ἐφασμάτων καὶ συμπιέσεως. Μετὰ ταῦτα ὁ τυρὸς μίγνυται μεθ' ἅλατος, ἐνίοτε δὲ καὶ ἀρτυμάτων, καὶ μορφοῦται εἰς τύπους. Εἶτα ξηραίνεται ἐπὶ 15 ἡμέρας καθ' ἑκάστην ἀναστρεφόμενος καὶ τέλος φέρεται εἰς τὰς ἀποθήκας πρὸς ὡρίμανσιν, ἥτις ἀπαιτεῖ 4—6 ἑβδομάδας περίπου. Κατὰ τὴν ὡρίμανσιν, ὁ τυρὸς ἀλλοιοῦται ἐκ τῆς ἐπιδράσεως φυραμάτων, ἅτινα ποικίλλουν δι' ἕκαστον εἶδος τυροῦ.

Τὰ διάφορα εἴδη τυροῦ διακρίνονται γενικῶς εἰς

1. ***Τυροὺς διὰ πιτύας.***
2. ***Τυροὺς ἐκ γάλακτος ὀξίνου*** καὶ
3. ***Τυροὺς λαμβανομένους δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὀροῦ.***

Οἱ διὰ πιτύας τυροὶ ὑποδιαιροῦνται εἰς:

α'.) ***Παχυτάτους τυροὺς ἐξ ἀφρογάλακτος***, εἰς οὓς τὸ ποσὸν τοῦ πάχους εἶνε πολὺ ἀνώτερον τοῦ τῆς τυρίνης (¹). Τοιοῦτοι εἶνε ὁ Neuchâtel, ὁ Gervais, ὁ Brie· παρ' ἡμῖν δύνανται νὰ καταταχθοῦν εἰς αὐτοὺς τὰ ***γαλακτοτύρια*** ἢ ***γαλοτύρια***, τὰ γινόμενα τὸν Ἰούλιον περὶ τὸ τέλος τέλος τῆς γαλακτικῆς περιόδου, ὅτε φυσιολογικῶς ἡ σχέσις τῶν ἀζωτούχων οὐσιῶν πρὸς τὸ βούτυρον εἶνε ἐν τῷ γάλακτι σχεδὸν 1 : 1,6. Προσομοίαν σχέσιν τοῦ βουτύρου πρὸς τὰς ἀζωτούχους οὐσίας παρουσιάζουν αἱ ***μυζῆθραι*** καὶ τὰ ***μανούρια.***

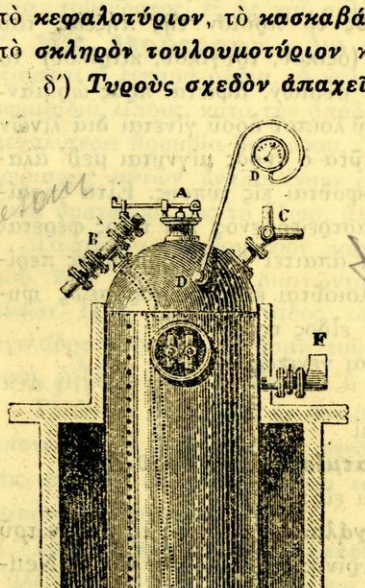
β'.) ***Παχεῖς τυρούς,*** λαμβανομένους ἐκ γάλακτος μὴ ἀπαφρογαλακτισθέντος, καὶ εἰς οὓς αἱ ποσότητες τοῦ πάχους καὶ τῆς τυρίνης εἶνε αἱ αὐταὶ περίπου. Τοιοῦτοι εἶνε ὁ Ὀλλανδικός, ὁ Edamer, ὁ Ἐλβετικός, ὁ Ropuefort, ὁ Gorgonzola, ὁ Chester κλπ. Παρ' ἡμῖν δὲ τὸ καλὸν ***τουλουμοτύριον***, ὁ ***τυρὸς τῆς κάδδης*** (φέτα βαρελίου), τὰ ***κε-***

(1) Τυρίνη εἶνε ἡ ἀζωτοῦχος οὐσία τοῦ γάλακτος (λευκὴ ἢ ὑποκιτρίνη), ἥτις ἀποτελεῖ τὸ διὰ πιτύας πηχθὲν μέρος τοῦ γάλακτος.

φαλοτύρια (ἄβραστα νησιώτικα), ὁ ***τυρὸς τῶν Ἀγράφων***, ἢ ***κοπ νιστή***.

γ') ***Ἡμιπαχεῖς τυρούς*** λαμβανομένους ἐξ ἴσων μερῶν γάλακτ ἀπαφρογαλακτισθέντος καὶ μὴ τοιούτου. Ἐνταῦθα τάσσονται ὁ gri yère (βίτσερης), ὁ Parmesan κλπ Παρ' ἡμῖν τοιοῦτοι δὲν ὑφίσταντα κατασκευάζονται ὅμως ***σχεδὸν παχεῖς τυροὶ*** (1 : 0,75) ἐκ φυσικ γάλακτος, ἀπολέσαντος διὰ θερμάνσεως μέρος τοῦ βουτύρου αὐτοῦ, ὁ τὸ ***κεφαλοτύριον***, τὸ ***κασκαβάλιον***, ἡ ***φρομαγέλα*** τοῦ Παρνασσο τὸ ***σκληρὸν τουλουμοτύριον*** κλπ.

δ') ***Τυροὺς σχεδὸν ἀπαχεῖς***, ὡς τὸ ***δαρμένον τουλουμοτήριο*** τὸ ***ξυνοτύρι*** (ἐκ δαρμένου καὶ αὐτομ τως πήξαντος γάλακτος), ἡ ***γκίζα*** ἢ ***φ στίνα*** κλπ. Ἐκ τῶν ξένων τυρῶν δ ναται νὰ ταχθῇ ἐνταῦθα ὁ Δανικός.



Σχ. 349

227. Στεατικὰ κηρία.— Τὰ ***στεατικὰ κηρία*** ἀποτελοῦνται κ ρίως ἐκ στεατικοῦ ὀξέος λαμβανομ νου ἄλλοτε ἐκ λιπῶν πλουσίων εἰς στ ατίνην διὰ σαπωνοποιήσεως. Νῦν ὅμ τὰ κηρία κατασκευάζονται ἐξ ἀκαθά του στεατικοῦ ὀξέος ἢ παραφίνης.

Ἡ κατασκευὴ τῶν στεατοκηρίω περιλαμβάνει δύο ἐργασίας:

α') Τὴν σαπωνοποίησιν τῶν λιπῶ εἰς γλυκερίνην καὶ λιπαρὰ ὀξέα (πα μιτικόν, στεατικόν, ἐλαϊκὸν) καὶ

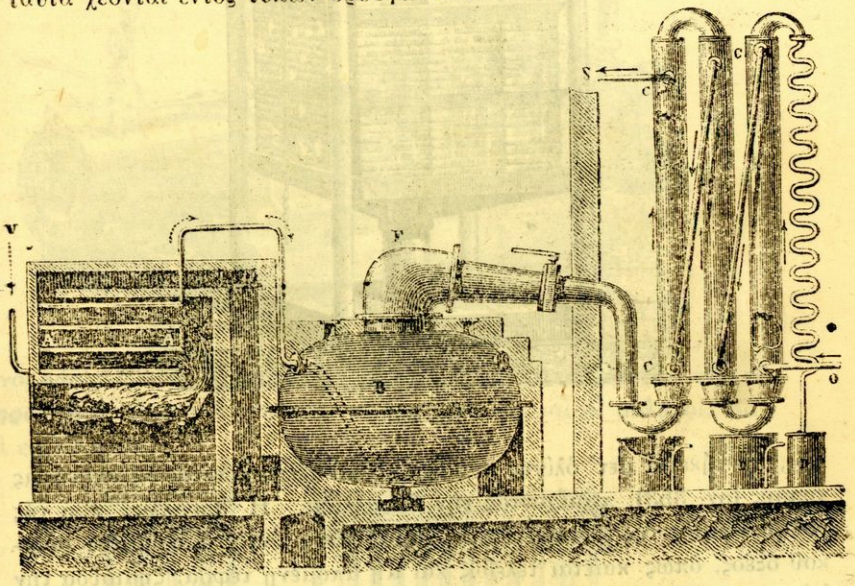
β') Τὸν ἀποχωρισμὸν τοῦ στεατ κοῦ ὀξέος, τοῦ σχηματιζομένου κα τὴν σαπωνοποίησιν, ἀπὸ τῶν λοιπῶ οὐσιῶν.

Ἡ σαπωνοποίησις γίνεται εἴτε δ ἀσβέστου, εἴτε διὰ θειικοῦ ὀξέος εἴ διὰ ὑπερθέρμων ὑδρατμῶν (ὑπὸ πίεσιν). Ὡς πρώτη ὕλη προτιμ ται τὸ βόειον λῖπος ὡς εὐκνότερον. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη εἰσήχθ ἡ διὰ φυραμάτων σαπωνοποίησις, χρησιμεύει δὲ πρὸς τοῦτο τὸ μετ τὴν ἔκθλιψιν τῶν σπερμάτων τοῦ κίκεως (ρετσινόλαδο) λαμβανόμεν ὑπόλειμμα.

Σαπωνοποίησις τῶν λιπῶν.—Πρὸς σαπωνοποίησιν π.χ. διὰ ἀσβ

στου, τὰ λίπη θερμαίνονται ἐντὸς κλειστῶν δοχείων χαλκίνων (σχ. 349) μεθ' ὕδατος καὶ ἀσβέστου. Διὰ σωλῆνος διοχετεύεται ὑδρατμός, ὅστις ἀνυψοῖ τὴν θερμοκρασίαν εἰς 172°, ἀνστοιχοῦσαν εἰς πίεσιν 8 ἀτμοσφ. Τοιουτοτρόπως λαμβάνεται ἡμίρρευστος μᾶζα, ὁ **σάπων δι' ἀσβέστου**, περιέχων στεατικόν, ἐλαϊκὸν καὶ παλμιτικὸν ἀσβέστιον, καὶ γλυκερίνη μεμιγμένη μεθ' ὕδατος.

Ὁ σάπων δι' ἀσβέστου ἀποχωρίζεται τοῦ μετὰ τῆς γλυκερίνης ὕδατος καὶ φέρεται ἐν ἀραιῷ θειικῷ ὀξύ, ἐν τῷ ὁποίῳ θερμαίνεται δι' ὑδρατμῶν. Τὸ θειικὸν ὀξὺ ἀποσυνθέτει τὸν σάπωνα καὶ τοιουτοτρόπως ἐλευθεροῦνται τὰ ὀξέα στεατικόν, ἐλαϊκὸν καὶ παλμιτικόν. Τὰ ὀξέα ταῦτα χέονται ἐντὸς τύπων ὀρθογωνίων.

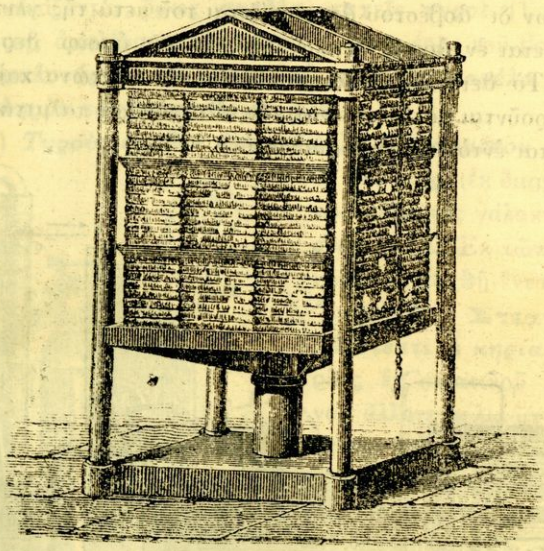


Σχ. 350

Ἀπόσταξις τῶν ὀξέων.—Τὰ λαμβανόμενα οὕτω ὀξέα εἶνε ἐν γένει κεχρωσμένα. Πρὸς λεύκασίν των ὑποβάλλονται εἰς ἀπόσταξιν, καθ' ἣν ἡ θέρμανσις γίνεται δι' ὑπερθερμανθέντος ὑδρατμοῦ (σχ. 350) θερμοκρασίας 200°. Τὰ ὀξέα τίθενται ἐντὸς λέβητος B, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει σωλήν. Ἀτμὸς ὕδατος διέρχεται διὰ σωλήνων AA, θερμαινομένων ἀπ' εὐθείας ὑπὸ ἑστίας, καὶ εἶτα, διαρρέων τὸν σπειροειδῆ σωλῆνα τοῦ λέβητος B, θερμαίνει τὰ ἐν τούτῳ ὀξέα. Τὰ ὀξέα ταῦτα ἐξαιρούμενα διέρχονται διὰ ψυκτῆρος CC, συμπυκνοῦνται ἐν αὐτῷ καὶ συλλέγονται ἐν τοῖς διοχείοις DDD.

Οὕτως ἔχομεν μῖγμα τριῶν ὀξέων, τὰ ὁποῖα χωρίζονται ἀπὸ τοῦ ἐλαϊκοῦ διὰ πιέσεως, τῇ βοηθείᾳ ὑδραυλικῶν πιεστηρίων πρῶτον εἰς θερμοκρασίαν συνήθη (σχ. 351) καὶ εἶτα εἰς θερμοκρασίαν 35°– 40° (σχ. 352). Τοιουτοτρόπως ἀφαιρεῖται τὸ ἐλαϊκὸν ὀξύ.

Τὸ ἀπομένον μῖγμα στεατικοῦ καὶ παλμιτικοῦ ὀξέος πλύνεται κα-



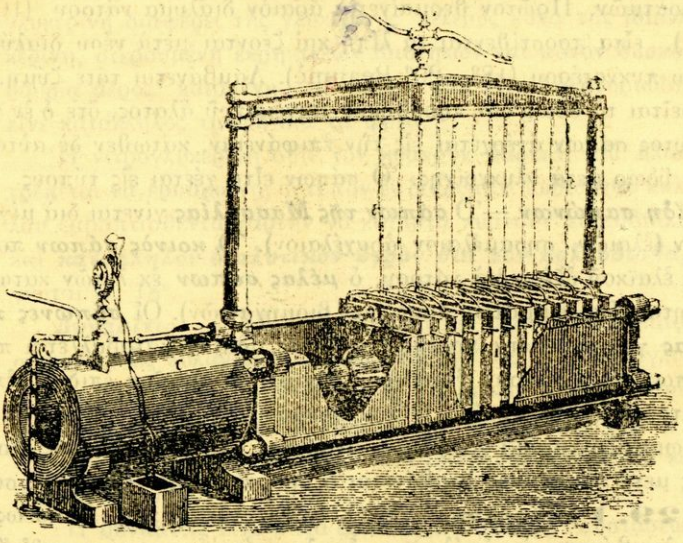
Σχ. 351

λῶς, συντήκεται μετ' ὀλίγης παραφίνης καὶ τέλος χύνεται εἰς ἐπιμήκεις τύπους (σχ. 353), περιέχοντας τὴν θρυαλλίδα. Ἡ θρυαλλίς, πρὸ τῆς τοποθετήσεώς της ἐν τοῖς τύποις, ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος βορικοῦ ὀξέος, ὅπως καίεται τελείως καὶ μὴ ἀπομένῃ τέφρα, ζημιοῦσα τὴν λάμψιν της.(1)

228. Σάπωνες.—Ὡς εἴδομεν, ***σάπωνες*** εἶνε τὰ ἅλατα τοῦ καλίου καὶ τοῦ νατρίου τὰ διὰ τῶν ὀξέων παλμιτικοῦ, στεατικοῦ καὶ ἐλαϊκοῦ λαμβανόμενα. Βιομηχανικῶς πρὸς παρασκευὴν σαπώνων χρησιμοποιοῦνται ἰδίως τὰ λίπη. Παρ' ἡμῖν γίνεται χρῆσις τοῦ ἐλαίου τῶν ἐλοιοπυρήνων, οἱ ὁποῖοι ἀπορρίπτονται μετὰ τὴν ἐξαγωγὴν τοῦ ἐλαίου ἐκ τῶν ἐλαιῶν.

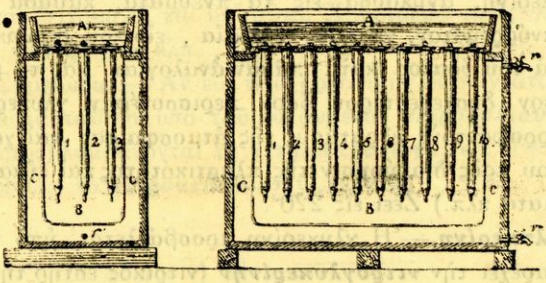
(1) Ἡ πρὸ τῆς κατεργασίας διὰ τῶν πιεστηρίων ἀπόσταξις παραλείπεται ἵς τινα ἐργοστάσια.

Διὰ ζέσεως τῶν λιπῶν μετὰ καυστικοῦ κάλεως ἢ καυστικοῦ νάτρου σαπωνοποιοῦνται ταῦτα, ἤτοι παράγονται οἱ ***σάπωνες***, ἡ δὲ γλυκερίνη ἀποχωρίζεται ὡς δευτερεῦον προϊόν. Οἱ διὰ καυστικοῦ κάλεως παρα-



Σχ. 352

γόμενοι σάπωνες εἶνε οἱ ***μαλακοί***, οἱ δὲ διὰ καυστικοῦ νάτρου εἶνε οἱ ***σκληροί***, ἤτοι οἱ κοινοὶ σάπωνες, οἵτινες εἶνε, ὡς καὶ οἱ μαλακοί, διαλυτοὶ εἰς τὸ ὕδωρ.



Σχ. 353

Οἱ σκληροὶ σάπωνες, διαλυόμενοι ἐν ὕδατι, ἀποσυντίθενται καὶ τὸ ἀλκαλί των ἐλευθεροῦται· εἰς τοῦτο ὀφείλεται δὲ καὶ ἡ ἀπορρυπαντική των ἰδιότης, καθόσον τὸ ἐλευθερούμενον ἄλκαλι διαλύει τὰς λιπώδους φύσεως ἀκαθαρσίας.

Κατασκευή.— Οἱ διὰ καυστικοῦ νάτρου σάπωνες εἶνε οἱ σπουδαιότεροι. Ἡ πρὸς παρασκευὴν των σαπωνοποίησις τῶν λιπῶν γίνεται ἐντὸς χαλκίνων λεβήτων, θερμαινομένων εἴτε διὰ γυμνοῦ πυρός, εἴτε δι' ὑδρατμῶν. Πρῶτον θερμαίνεται ἀραιὸν διάλυμα νάτρου (10° Beaumè), εἶτα προστίθενται τὰ λίπη καὶ ζέονται μετὰ νέου διαλύματος νάτρου πυκνοτέρου (18°—20° Beaumè). Λαμβάνεται τότε ζύμη, ἐξ ἧς ἀφαιρεῖται τὸ ὕδωρ διὰ προσθήκης μαγειρικοῦ ἅλατος, ὅτε ὁ ἐν τούτῳ ἀδιάλυτος σάπων ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, κάτωθεν δὲ αὐτοῦ μένει τὸ ὕδωρ μετὰ γλυκερίνης. Ὁ σάπων εἶτα χέεται εἰς τύπους.

Εἴδη σαπώνων.—Ὁ ***σάπων τῆς Μασσαλίας*** γίνεται διὰ μίγματος ἐλαίων (ἐλαιῶν, σησαμέλαιον ἀρσχέλαιον). Ὁ ***κοινὸς σάπων*** παράγεται ἐξ ἐλαϊκοῦ ὀξέος διὰ νάτρου, ὁ ***μέλας σάπων*** ἐκ λιπῶν κατωτέρας ποιότητος (ὑπολειμμάτων διαφόρων βιομηχανιῶν). Οἱ ***σάπωνες πολυτελείας*** γίνονται μετὰ πολλῆς ἐπιμελείας, ἰδίᾳ δὲ καταβάλλεται προσοχή, ὅπως μὴ περιέχουν ἐλεύθερον ἄλκαλι, τὸ ὁποῖον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ δέρματος κασταστρεπτικῶς. Οὗτοι ἀρωματίζονται δι' αἰθερίων ἐλαίων καὶ χρωματίζονται διὰ χρωμάτων ἀνιλίνης. Διὰ θερμάνσεως τοῦ σάπωνος μετὰ γλυκερίνης λαμβάνεται ὁ διαφανὴς τῆς γλυκερίνης σάπων.

229. Γλυκερίνη. $C_3H_8O_3$.—Ἐκ τῆς σαπωνοποιήσεως τῶν λιπῶν λαμβάνεται ὡς ὑπόλειμμα ἡ γλυκερίνη, μεμιγμένη μεθ' ὕδατος καὶ ἄλλων οὐσιῶν. Πρὸς ἐξαγωγήν της, τὸ ὑπόλειμμα τοῦτο ἀποστάζεται ἐν ρεύματι ὑδρατμῶν ὑπερθέρμων· λαμβάνεται τότε μῖγμα γλυκερίνης καὶ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ τοῦτο ἐκδιώκεται δι' ἐξατμίσεως εἰς 100° περίπου.

Ἡ γλυκερίνη, ἀνήκουσα εἰς τὰ πνεύματα, καθαρὰ εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν πυκνόρρευστον, γεύσεως γλυκεία, εἰδικοῦ βάρους 1,26. Μίγνυται μετὰ τοῦ ὕδατος κατὰ πᾶσαν ἀναλογίαν καὶ τὰ μίγματα πήγνυνται τόσον δυσχερέστερον, ὅσον περισσοτέραν γλυκερίνην περιέχουν. Ἀπορροφᾷ τοὺς ὑδρατμοὺς τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ χρησιμοποιεῖται ἐκ τούτου πρὸς διατήρησιν τῆς πλαστικότητος καὶ εὐκαμψίας εἰδῶν τινων (δέρματα κλπ.) Ζέει εἰς 220°.

Νιτρογλυκερίνη.—Ἡ γλυκερίνη προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καὶ παρέχει τὴν ***νιτρογλυκερίνην*** (νιτρικὸς ἐστὴρ τῆς γλυκερίνης $C_3H_5(ONO_2)_3$). Πρὸς τοῦτο προστίθεται ἡ γλυκερίνη κατὰ μικρὰ ποσὰ ἐντὸς ψυχροῦ μίγματος νιτρικοῦ ὀξέος καὶ θειικοῦ ὀξέος.

Ἰδιότητες.—Ἡ νιτρογλυκερίνη εἶνε σῶμα πυκνόν, ἐλαιῶδες, ὑπόλευκον ἢ ὑποκίτρινον, δηλητηριώδες, εἰδ. βάρους 1,6, διαλυόμενον ἐν οἰνοπνεύματι καὶ αἰθέρι. Εἶνε λίαν ἐκρηκτικὸν σῶμα, καιόμενον οὐ

μόνον διὰ θερμάνσεως, ἀλλὰ καὶ διὰ κρούσεως ἢ ὤσεως εὐκολώτατα κεὶ αἰφνηδίως ἄνευ ἐπιδράσεως τοῦ ὀξυγόνου τοῦ θέρος, καθόσον ἔχει ἐν ἑαυτῷ τὸ πρὸς καῦσιν ἀναγκαιοῦν ποσὸν ὀξυγόνου. Οὕτως ἡ νιτρογλυκερίνη διαφέρει τῆς γλυκερίνης τελείως κατὰ τὰς ἰδιότητας· ἡ γλυκερίνη, στερουμένη ἐκρηκτικῶν ἰδιοτήτων καὶ μόνον δυσκόλως καὶ παρουσίᾳ ἀέρος καιομένη, οὐ μόνον δὲν εἶνε δηλητηριώδης, ἀλλὰ καὶ εἶνε κατάλληλος τροφὴ διὰ τὰ φυτά.

Ἡ νιτρογλυκερίνη οὔτε τὸν κυανοῦν χάρτην τοῦ ἡλιοτροπίου ἐπιτρέπεται νὰ ἐρυθραίνῃ, οὔτε τὸν ἐν διαλύματι ἰωδιούχου καλίου καὶ ἀμύλου ἐμβαπτισθέντα χάρτην νὰ καθιστᾷ κυανοῦν· εἶνε ἀδιάλυτος ἐν ὕδατι καὶ ***κατάλληλον διαλυτικὸν ὑγρὸν διὰ τὸν κολλοδιοβάμβακα.*** Πήγνυται εἰς 18°.

Δυναμῖτις. — Αὕτη λαμβάνεται δι' ἐμποτίσεως παρώδους τινὸς σώματος, ὡς ξυλάνθρακος ἢ πυριτιακῆς γῆς, διὰ νιτρογλυκερίνης. Συνήθως ἀποτελεῖται ἡ δυναμῖτις ἐξ 75 μερῶν νιτρογλυκερίνης καὶ 25 μερῶν πυριτιακῆς γῆς (δυναμῖτις διὰ πυριτιακῆς γῆς) ἢ ἐξ 75 μερῶν νιτρογλυκερίνης καὶ 25 μερῶν κυτταρίνης (πεφρυγμένου καὶ κονιοποιηθέντος ξίλου).

Ἡ δυναμῖτις εἶνε μᾶζα ζυμώδης, λιπώδους συστάσεως, τεφρωδῶς φαιὰ ἢ ἐρυθρωπή, ἄοσμος. εἰδ. βάρους 1,6 (πεπιεσμένη), ἀναφλέγεται καὶ καίεται ὁμαλῶς. Ἐκπυρσοκροτεῖ ὅμως οὐχὶ δι' ἁπλῆς ὤσεως, ὡς ἡ νιτρογλυκερίνη, ἀλλὰ δι' ἐκρήξεως ἐμπυρίου ἐκ ***βροντώδους ὑδραργύρου.***(¹) Εἶνε λίαν χρήσιμος εἰς τὴν διάρρηξιν πετρωμάτων καὶ ὅταν ἀκόμη εὑρίσκωνται ταῦτα ὑπὸ τὸ ὕδωρ, καθόσον ἐκπυρσοκροτεῖ καὶ λειτουργεῖ καὶ ὑπ' αὐτό. Χρησιμεύει πρὸς γόμωσιν τῶν τορπιλλῶν, τῶν ὀβίδων κλπ.

Σημείωσις.—Ἂν εἴς τινα ὀργανικὴν ἕνωσιν ἄτομά τινα ὑδρογόνου ἀντικατασταθοῦν ὑπὸ τοῦ καλουμένου ***νιτροξυλίου*** NO_2 (ρίζα μονοδύναμος) λαμβάνονται τὰ ***νιτροπαράγωγα***, ὡς εἶνε τὸ ***νιτρομεθάνιον*** CH_3NO_2, τὸ ***νιτροαιθάνιον*** $C_2H_5NO_2$.

(¹) Ὁ βροντώδης ὑδράργυρος εἶνε σῶμα τοῦ τύπου $C^2HgN^2O^2$ καὶ παράγεται διὰ θερμάνσεως οἰνοπνεύματος μετὰ HNO^3 καὶ νιτρικοῦ ὀξειδίου τοῦ Hg. Χρησιμεύει πρὸς πλήρωσιν τῶν καψυλίων καὶ ἐμπυρίων τῶν φυσιγγίων τῆς δυναμίτιδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VII.

Λευκωματοειδῆ.

230 Λευκωματοειδῆ. Τὸ λευκὸν μέρος τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ᾠοῦ ἀποτελεῖται ἐκ κυττάρων ἐν οἷς περιέχεται τὸ ***λεύκωμα τοῦ ᾠοῦ.*** Διὰ θερμάνσεως, ἠπίως καὶ βαθμηδὸν τοῦ ὑγροῦ τούτου ἀποτίθεται λευκὴ οὐσία, ἡ ***λευκωματίνη,*** ἥτις μετ' ἄλλων οὐσιῶν ἀποτελεῖ τὰ 12—13 % τοῦ ὁλικοῦ βάρους τοῦ λευκώματος τοῦ ᾠοῦ, οὗτινος τὸ ἐπίλοιπον μέρος εἶνε ὕδωρ.

Ἡ λευκωματίνη εἶνε ἀζωτοῦχος οὐσία, ἥτις ***θρομβοῦται*** διὰ προσθήκης πλείστων οὐσιῶν (ὀξέων, ἁλάτων, οἰνοπνεύματος κλπ.), ὅτε εἶνε ἀδιάλυτος, ἐν ὕδατι. Προσβαλλομένη ὑπὸ εἰδικῶν ζυμῶν μετατρέπεται εἰς ***πεπτόνας***, οὐσίας μὴ θρομβουμένας. τὰ ὀξέα καὶ τὰ ἅλατα τῶν ἀλκαλίων προκαλοῦν τὴν αὐτὴν μετατροπήν. Αἱ ἰδιότητες αὗται τῆς λευκωματίνης εἶνε σπουδαῖαι διὰ τὴν πέψιν καὶ ἀφομοίωσιν τῶν τροφῶν, τῶν περιεχουσῶν λευκωματίνην.

Λευκωματῖναι.—Εἰς τὸ αἷμα καὶ τὸ γάλα ὑφίστανται οὐσίαι ἀνάλογοι πρὸς τὸ λεύκωμα τοῦ ᾠοῦ καὶ καλούμεναι ἐπίσης ***λευκωματῖναι.*** Τὴν θρόμβωσιν τῆς λευκωματίνης κατὰ τὴν ἐπαφήν της μετ' ἄλλων οὐσιῶν, χρησιμοποιοῦν ὅπως καταστήσουν διαυγῆ ὑγρὰ θολὰ (οἶνος κλπ). Διὰ τὸν αὐτὸν σκοπὸν χρησιμοποιοῦνται καὶ τὸ αἷμα ζώων (βοὸς κλπ).

Λευκωματῖναι ὑφίστανται καὶ ἐν τῷ φυτικῷ βασιλείῳ καὶ ἰδίᾳ εἰς τὰ λαχανικά, τοὺς δημητριακοὺς καρποὺς καὶ τοὺς μύκητας.

Λευκωματοειδῆ.—Ἐν γένει, καλοῦνται ***λευκωματοειδῆ*** πλεῖστα σώματα (ὧν τύπος εἶνε τὸ λεύκωμα τοῦ ᾠοῦ τῆς ὄρνιθος) ἀζωτοῦχα οὐδέτερα, ἀποτελοῦντα δὲ τὸ πρωτεῦον μέρος τῶν ζωϊκῶν ἱστῶν καὶ τῶν νέων φυτῶν. Περιέχουν ἄνθρακα, ὑδρογόνον, ὀξυγόνον, ἄζωτον καὶ μικρὰς ποσότητας θείου. Ἐν γένει, ἡ σύνθεσίς των εἶνε πολύπλοκος καὶ ἀνάλογος πρὸς τὴν τῶν λευκωματινῶν.

Πέψις καὶ συντήρησις τῶν τροφῶν.

231. Πέψις.—Αἱ λευκωματοειδεῖς οὐσίαι καὶ γενικώτερον πάντα τὰ ὑγρὰ τοῦ ὀργανισμοῦ ἢ αἱ μυϊκαὶ μᾶζαι, ὅταν ἀφίενται εἰς τὸν ἀέρα, ***σήπονται,*** ἥτις ὑφίστανται πολυπλόκους χημικὰς ἀλλοιώ-

σεις, συνοδευομένας ὑπὸ ἐκλύσεως ἀερίων δυσωδῶν καὶ βαθμιαίας ἀποσυνθέσεως τῆς ἀρχικῆς οὐσίας εἰς ἁπλούστερά τινα προϊόντα, μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶνε τὸ ὕδωρ, τὸ CO_2 καὶ (ὅταν ἡ οὐσία εἶνε ἀζωτοῦχος) ἡ ἀμμωνία καὶ ἀναπτύξεως ἐνοργάνων ὄντων ἀναλόγων πρὸς τὰς ζύμας. Ἡ σῆψις εἶνε σειρὰ ***ζυμώσεων***, προερχομένων ἐκ διαφόρων μικροοργανισμῶν, ὧν τὰ σπέρματα ὑφίστανται εἰς τὸν ἀέρα. Ἡ ἀνάπτυξις τῶν σπερμάτων τούτων διακόπτεται ἢ ἐπιβραδύνεται ὑπὸ τοῦ ψύχους. Οὕτως ἀνευρέθησαν πτώματα ***Μαμμοὺθ*** ἐντὸς τῶν πάγων τῆς Σιβηρίας, τὰ ὁποῖα ἔμενον ἐκεῖ πρὸ αἰώνων.

Ἡ σῆψις δύναται νὰ ἀποτραπῇ καὶ αἱ οὐσίαι νὰ διατηρηθοῦν ἀναλλοίωτοι διὰ παρεμποδίσεως τῆς ἀναπτύξεως τῶν ζυμῶν τούτων εἴτε διὰ ***ψύξεως***, (παρεμπόδισις ἀναπτύξεως) εἴτε διὰ ***θερμάνσεως*** (εἰς 140° φονεύονται τὰ σπόρια τῆς ζυμώσεως), εἴτε δι' ***ἀποξηράνσεως*** τῶν οὐσιῶν. Ἐκτὸς τῶν φυσικῶν τούτων μέσων, γίνεται χρῆσις καὶ χημικῶν, τῶν καλομένων ***ἀντισηπτικῶν***, ἅτινα παράγουν ἀνάλογα ἀποτελέσματα.

232. Διατήρησις τῶν τροφῶν.—Ἐκ τῶν προηγουμένων συνάγεται ὅτι, πρὸς διατήρησιν τῶν τροφῶν, ἀρκεῖ νὰ παρεμποδισθῇ ἡ ἀνάπτυξις τῶν σπερμάτων ὡς εἴδομεν προηγουμένως.

Παρατήρησις. Ἡ ψῦξις δὲν δύναται πάντοτε νὰ προκαλέσῃ καὶ τὸν φόνον τῶν μικροοργανισμῶν. Ἐκ τῶν γενομένων ἐργασιῶν εἰς διαφόρους χαμηλὰς θερμοκρασίας, ἀπεδείχθη ὅτι τὰ σπέρματα τῆς ζωῆς δύνανται νὰ διατηρηθοῦν ἐπὶ ἑπτὰ ἡμέρας εἰς —190° ἄνευ ἐλαττώσεως τῆς ζωτικότητός των. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συνήχθη τὸ σπουδαιότατον διὰ τὰς κοσμογονικὰς θεωρίας συμπέρασμα ὅτι ἐπειδὴ τὸ ψῦχος τοῦ μεταξὺ τῶν ἄστρων διαστήματος δὲν δύναται νὰ καταστρέψῃ τὰ σπέρματα τῆς ζωῆς, δὲν εἶνσι καθόλου παράλογον νὰ ὑποτεθῇ ὅτι, ὑπὸ καταλλήλους ὅρους, σπέρμα τι δύναται νὰ μεταδοθῇ ἀπό τινος πλανήτου εἰς ἄλλον καὶ νὰ μεταδώσῃ τοιουτοτρόπως τὴν σχετικὴν ζωήν.

Τερπέναι.

233. Γενικά.—Πολλὰ φυτὰ (κωνοφόρα, ἑσπεριδοειδῆ κλπ.) περιέχουν ἰδίως εἰς τὰ ἄνθη καὶ τοὺς καρποὺς αὐτῶν, οὐσίας ἐλαιώδεις, ὡς τὸ ***ροδέλαιον,*** λαμβανόμενον ἐκ τῶν πετάλων τῶν ρόδων, τὸ ***κιτρέλαιον*** ἐκ τοῦ φλοιοῦ τῶν κίτρων, τὸ ***θυμέλαιον*** ἐκ τοῦ θύμου, εἰς τὰς ὁποίας ὀφείλουν τὴν χαρακτηριστικὴν ὀσμὴν ἢ τὸ ἄρωμά των

καὶ αἴτινες δύνανται νὰ ληφθοῦν ἐκ τῶν φυτῶν τούτων π.χ. δι' ἀποστάξεως μεθ' ὑδρατμῶν. Αἱ οὐσίαι αὗται καλοῦνται **αἰθέρια ἔλαια.**

Ὀνομάζονται **τερπέναι,** ὑδρογονάνθρακες τοῦ τύπου $n(C_5H_8)$, περιεχόμενοι συνήθως εἰς τὰ αἰθέρια ἔλαια καὶ ἄλλα φυτικὰ προϊόντα καὶ ἐξαγόμενοι ἐκ τούτων δι' ἀποστάξεως. Αἱ σπουδαιότεραι τῶν τερπενῶν εἶνε τοῦ τύπου $C_{10}H_{16}$. Τοιοῦτοι ὑδρογονάνθρακες ἢ τερπέναι εἶνε τὸ **τερεβινθέλαιον** (κ. νέφτι), τὸ **λιμονένιον,** τὸ **πινένιον,** τὸ **καμφένιον**, τὸ **κιτρένιον** (ἐκ κιτρελαίου), τὸ **θυμένιον** (ἐκ θυμελαίου) κλπ.

234. Τελεβινθέλαιον. $C_{10}H_{16}$.—Ἐκ τῶν τομῶν, τῶν γινομένων ἐπὶ κωνοφόρων δένδρων, π.χ. τῆς πεύκης παρ' ἡμῖν, ῥέει ἡ κοινὴ ρητίνη τοῦ ἐμπορίου, ἡ ὁποία καλεῖται **τερεβινθίνη.** Δι' ἀποἀποστάξεως τῆς τερεβινθίνης μεθ' ὕδατος λαμβάνεται (15—25 %) τὸ **τερεβινθέλαιον** (κ. νέφτι), ῥομένοι δὲ εἰς τὸν λέβητα ὡς στερεὸν τὸ **κολοφώνιον** (85—75 %). Τὸ τερεβινθέλαιον καθαρίζεται διὰ νέας ἀποστάξεως μεθ' ὕδατος καὶ διὰ χλωριούχου ἀσβεστίου.

Τὸ τερεβινθέλαιον καίεται μετὰ φλογὸς λίαν αἰθαλιζούσης, ὅταν θρυαλλὶς εὑρίσκεται ἐντὸς αὐτοῦ. Εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται βραδέως ρητινοποιούμενον καὶ τέλος παρέχον ὀξικὸν ὀξὺ καὶ μυρμηκικὸν ὀξύ.

Χρησιμοποιεῖται τὸ τερεβινθέλαιον ὡς ἄριστον διαλυτικόν· διαλύει τὸ θεῖον, τὸν φωσφόρον, τὰ λίπη, τὰς ρητίνας καὶ τὸ ἐλαστικὸν κόμμι. Χρησιμεύει εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς παρασκευὴν βερνικίων.

235. Αἰθέρια ἔλαια.—Τὰ φυτικὰ αἰθέρια ἔλαια εἶνε συνήθως μίγματα τερπενῶν, ἐξάγονται δὲ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον δι' ἀποστάξεως ὕδατος μετὰ τῶν μερῶν τῶν φυτῶν ἢ τῶν ὀπῶν αὐτῶν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὑγρὸν θερμαίνεται διὰ ρεύματος ὑδρατμοῦ. Οἱ ἀτμοὶ τῶν αἰθερίων ἐλαίων παρασύρονται ὑπὸ τῶν ὑδρατμῶν καὶ συμπυκνοῦνται ἐντὸς δοχείων. Τὸ συμπυκνούμενον συγχρόνως ὕδωρ καταλαμβάνει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ἐπιπλέει δὲ τὸ αἰθέριον ἔλαιον. Τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως ἀποτελεῖ τὰς ξηρὰς ρητῖνας.

Τὰ αἰθέρια ἔλαια εἶνε ἀδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαλυτὰ εἰς τὸ οἰνόπνευμα καὶ τὸν αἰθέρα. Καίονται μετὰ φλογὸς αἰθαλιζούσης καὶ ἐπὶ τοῦ χάρτου καταλείπουν κηλῖδα, ἡ ὁποία ὅμως μετά τινα χρόνον ἐξαφανίζεται ἐντελῶς.

236. Ρητῖναι.—Αἱ **ρητῖναι** εἶνε κολλώδεις ἐκκρίσεις διαφόρων φυτῶν, αἵτινες ἐν τῷ ἀέρι σκληρύνονται καὶ ἔχουν ἰδίαν ὀσμήν. Διακρίνονται δὲ εἰς **μαλακὰς ρητίνας** (βάλσαμα), εἰς **στερεὰς ρητίνας,** εἰς **κομμιορρητίνας** καὶ εἰς **ἐλαστικορρητίνας.**

Καλακαὶ ρητῖναι ἢ βάλσαμα εἶναι ἡ ***τερεβινθίνη, τὸ βάλσαμον τοῦ Καναδᾶ, ὁ στύραξ*** κλ.

Αἱ στερεαὶ ρητῖναι εἶναι κίτριναι ἢ καστανόχροοι, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον διαφανεῖς καὶ προκύπτουν ἐκ τῆς βραδείας ὀξειδώσεως τῶν αἰθερίων ἐλαίων ἐν τῷ ἀέρι. Διαλυταὶ ἐν οἰνοπνεύματι καὶ αἰθέρι καὶ ἀδιάλυτοι ἐν ὕδατι, καίονται ἐν τῷ ἀέρι διὰ παχείας καὶ αἰθαλιζούσης φλογός. Θερμαινόμεναι ἀποσυντίθενται καὶ παρέχουν ὑδρογονάνθρακας, δυναμένους νὰ χρησιμοποιηθοῦν πρὸς φωτισμόν. Μετὰ τῶν ἀλκαλίων παράγουν σάπωνας (ρητινοσάπωνας) χρησίμους εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου τοῦ στιλπνοῦ (κολλάρισμα). Τοιαῦται εἶναι ἡ ***σανδαράχη***, τὸ ***λάκκειον κόμμι*** (γομαλάκα), ἡ ***μαστίχη*** (λαμβανομένη ἐκ τοῦ ἐν Χίῳ καλλιεργουμένου σχοίνου) καὶ αἱ ***ὀρυκταὶ ρητῖναι*** (ἤλεκτρον, ἄσφαλτος). Τὸ ***κολοφώνιον*** προέρχεται ἐκ τῆς ὀξειδώσεως τοῦ τερεβιθελαίου.

Αἱ ***κομμιορρητῖναι***, ἐκτὸς τοῦ ρητινώδους συστατικοῦ, περιέχουν καὶ κόμμι. Τοαῦται εἶναι τὸ ***μηδικὸν σύλφιον***, τὸ ***ὀλίβανον***, τὸ ***χρύσωπον*** κλπ.

Αἱ ***ἐλαστικορρητῖναι*** διακρίνονται διὰ τὴν ἐλαστικότητά των, Τοιαῦται εἶναι τὸ ***ἐλαστικὸν κόμμι***, ὅπερ εἶναι ἀπεξηραμένος γαλακτώδης ὀπὸς δένδρων τῶν Ἰνδιῶν καὶ τῆς Βραζιλίας. Εἶναι σῶμα στερεὸν εἰδ, βάρ. 0,93, εὔκαμπτον καὶ ἐλαστικώτατον. Διαλύεται εἰς μῖγμα οἰνοπνεύματος καὶ θειούχου ἄνθρακος καὶ τήκεται εἰς 180° Προσβάλλεται βραδέως ὑπὸ τοῦ ***χλωρίου***, ἀνθίσταται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ***ὀξέων*** καὶ τῶν ***ἀλκαλίων*** εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ***ὄζοντος***. Μετὰ θείου (25—30 %) παρέχει τὸν ***ἐβονίτην***, λίαν χρήσιμον εἰς ἠλεκτρικὰ ὄργανα. Ἡ ***γουταπέρκτα***, παρόμοιος ὀπὸς δένδρου τῶν ἀνατολικῶν Ἰνδιῶν, Εἶναι σῶμα στερεόν, ἀδιάλυτον ἐν ὕδατι, διαλυτὸν ἐν θειούχῳ ἄνθρακι, εἰδ. βάρ. 0,98. Μαλακύνεται ἄνωθεν τῶν 60° καὶ καθίσταται πλαστική,

Τὰ βάλσαμα εἶνε ρητῖναι μεμιγμέναι μετὰ ὑγρῶν ὑδρογονανθράκων καὶ περιέχουσαι κινναμωμικὸν ὀξὺ ἢ βενζοϊκὸν ὀξύ.

Τὰ βερνίκια εἶνε διαλύματα ρητινῶν εἴτε ἐντὸς οἰνοπνεύματος (βερνίκια ἐπίπλων), εἴτε ἐντὸς αἰθερίων ἐλαίων (βερνίκια μετάλλων), εἴτε ἐντὸς ξηραινομένων ἐλαίων (βερνίκια ἁμαξῶν),

Αρωματοειδή.

Ἀλκαλοειδῆ.

237. Τάξις τῶν ἀλκαλοειδῶν —Τὰ **ἀλκαλοειδῆ,** ὡς ἡ **κ νίνη,** ἡ **στρυχνίνη,** ἡ **νικοτίνη,** εὑρίσκονται ἕτοιμα εἴς τινα φυτὰ κ εἶνε ἀζωτοῦχοι ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι, ἑνούμεναι μετ' ὀξέων, παρέχο ἅλατα. Εἶνε, ἐν γένει, στερεὰ καὶ σταθερά· ἐν τούτοις τινὰ εἶνε ὑγ καὶ πτητικά, ὡς ἡ **νικοτίνη,** ἅτινα καὶ δὲν περιέχουν ὀξυγόνον. Εἶ λίαν δυσδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαλυτὰ εἰς τὸ ζέον οἰνόπνευμα.

Κινίνη. $C_{20}H_{24}N_2O_2$. — Αὕτη ἐξάγεται ἐκ τῶν φλοιῶν τῆς κίν (ἐρυθροδανωδῶν), τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὸ κυριωδέστερον συστατικ ἀλκαλοειδές. Εἶνε λευκή, ἄοσμος, κρυσταλλικὴ καὶ λίαν πικρά.

Στρεχνίνη. $C_{21}H_{22}N_2O_2$. — Περιέχεται εἰς τὰ στρυχνοειδῆ φυτ καὶ ἰδίως εἰς τὰ ἐμετικὰ κάρυα. Εἶνε σῶμα κρυσταλλικόν, ἄχρουν, π κροτάτης γεύσεως.

Μορφίνη. $C_{17}H_{19}NO_3 + H_2O$. — Ἡ μορφίνη εἶνε τὸ κυριῶδε συστατικὸν τοῦ **ὀπίου** (κ. ἀφιόνι) καὶ εἶναι σῶμα κρυσταλλικὸν ἄχρου

Νικοτίνη. $C_{10}H_{14}N_2$.—Αὕτη εὑρίσκεται εἰς τὸν καπνὸν καὶ εἶν ὑγρὸν ἐλαιῶδες, ἄχρουν, ζέον εἰς 250° καὶ λίαν δηλητηριῶδες, ἐνεργοῦ ἰδίως ἐπὶ τοῦ νευρικοῦ συστήματος.

Ἐν γένει, τὰ ἀλκαλοειδῆ ἔχουν γεῦσιν πικρὰν καὶ εἶνε δραστήρι δηλητήρια· ἔχουν δὲ μεγίστην ἐν τῇ θεραπευτικῇ σημασίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VII

Ὑφαντικαὶ ὕλαι.

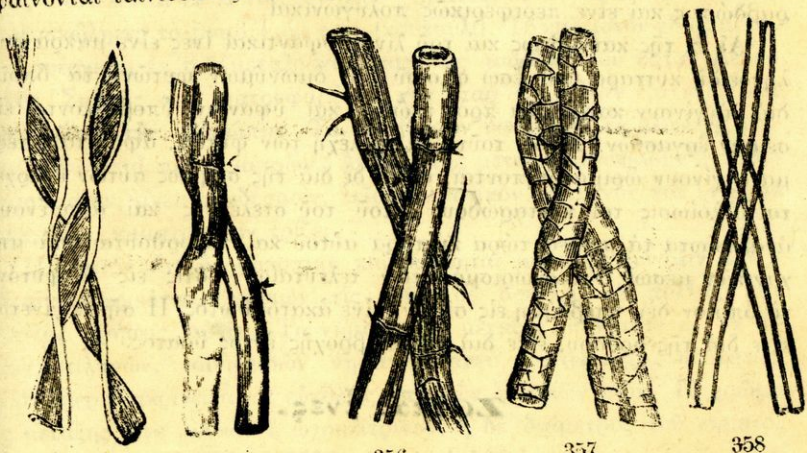
238. Ὑφαντικαὶ ὕλαι.—Αἱ πρὸς κατασκευὴν νημάτων καὶ ὑφασμάτων χρησιμεύουσαι ὕλαι εἶνε προϊόντα τοῦ φυτικοῦ καὶ τοῦ ζωϊκοῦ βασιλείου, ἅτινα κέκτηνται στερεότητα, λεπτότητα καὶ εὐκαμψίαν. Τοιαῦται φυτικαὶ ὕλαι εἶνε ὁ ***βάμβαξ***, τὸ ***λῖνον*** καὶ ἡ ***κάνναβις,*** αἵτινες συνίστανται κυρίως ἐκ κυτταρίνης. Ζωϊκαὶ δὲ εἶνε τὸ ***ἔριον*** καὶ ἡ ***μέταξα,*** αἵτινες ἀποτελοῦνται ἐξ ὀργανικῶν ἀζωτούχων οὐσιῶν.

Φυτικαὶ ἶνες.

239. Βάμβαξ.—Ὁ ***βάμβαξ*** εἶνε τὸ τριχῶδες περίβλημα τῶν σπερμάτων τοῦ εἴδους τῶν φυτῶν (βαμβακιά), ἅτινα καλλιεργοῦνται

ἰδίᾳ εἰς τὰς ἀνατολικὰς Ἰνδίας καὶ τὰς νοτίας χώρας τῆς βορείου Ἀμερικῆς. Παρ' ἡμῖν καλλιεργεῖται ἐπίσης εἴς τινα μέρη (Λεβάδεια κλπ.).

Αἱ τοῦ βάμβακος ἶνες, συγκείμεναι ἐξ ἐπιμήκων κυττάρων, εἶνε κοῖλαι ἐσωτερικῶς, μήκους 2—6 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου καὶ πλάτους 1—4 ἑκατοστῶν τοῦ χιλιοστομέτρου, ἐξεταζόμεναι δὲ διὰ μικροσκοπίου φαίνονται ταινιοειδεῖς καὶ περιεστραμμέναι ἑλικοειδῶς (σχ. 354).



Σχ. 354 355 356 357 358

Διὰ τὴν κατεργασίαν τοῦ βάμβακος λαμβάνονται ὑπ' ὄψει πρὸ παντὸς αἱ διαστάσεις αὐτοῦ, καθότι, ἐπὶ διαφόρων εἰδῶν βάμβακος, παρουσιαζόντων ἄλλως τε τὰς αὐτὰς ἰδιότητας, προτιμᾶται ὁ μᾶλλον μακρὸς καὶ ὁμοιόμορφος. Πλὴν τούτου μεγάλην σημασίαν ἔχουν διὰ τὴν ἀξίαν τοῦ βάμβακος ἡ χροιά, ἡ στιλπνότης ἡ ἀντοχή, ἡ ἐλαστικότης κλπ.

240. Λῖνον.—Τὸ **λῖνον** ἀποτελεῖται ἐξ ἰνῶν τοῦ ἐσωτερικοῦ φλοιοῦ ἰδίου φυτοῦ (Linum usitatissimum), ὅπερ καλλιεργεῖται ἐν Ἰταλίᾳ, Ἰρλανδίᾳ, Ρωσσίᾳ, Ὁλλανδίᾳ καὶ ἀλλαχοῦ. Αἱ ἶνες τοῦ λίνου ἔχουν πάχος 0,012—0,026 τοῦ χιλιοστομ. μῆκος 2—3 ἑκ. παχέα τοιχώματα καὶ στενὴν ἐσωτερικὴν κοιλότητα, εἶνε δὲ λεῖαι, στιλπναὶ καὶ ταινιοειδεῖς. Αἱ ἶνες τοῦ λίνου εἶνε ἧττον ἐλαστικαὶ καὶ ὀλιγώτερον εὐθερμαγωγοὶ τῶν ἰνῶν τοῦ βάμβακος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀφὴ τῶν λινῶν ὑφασμάτων εἶνε ψυχρά. Τὸ λῖνον χρώννυται δυσκολώτερον τοῦ βάμβακος. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου φαίνονται τὰ κύτταρα τοῦ λίνου ὁμοιομερῶς κατεσκευασμένα (σχ. 355).

241. Κάνναβις.—Ἡ κάνναβις προέρχεται ἐκ τοῦ φλοιοῦ

ὁμωνύμου φυτοῦ, φυομένου εἰς τὴν μέσην καὶ βόρειον Εὐρώπην, τὴν Τουρκίαν καὶ τὰς Ἰνδίας. Αἱ ἶνες αὐτῆς ἔχουν μῆκος 1—2 μέτρα καὶ πάχος 0,015—0,028 χιλιστ. χρῶμα τεφρόν, εἶνε ὀλίγον στιλπναὶ καὶ φέρουν πάντοτε παραλλήλους ραβδώσεις. Μικροσκοπικῶς αἱ ἶνες τῆς καννάβεως παρουσιάζουν, μεγάλην πρὸς τὰς τοῦ λίνου ὁμοιότητα (σχ. 356). Τὰ κύτταρα τῆς καννάβεως ὅμως παρουσιάζουν παραλλήλους ραβδώσεις καὶ εἶνε περιφερικῶς πολυγωνικαί.

Αἱ ἐκ τῆς καννάβεως καὶ τοῦ λίνου ὑφαντικαὶ ἶνες εἶνε μακρὰ σωληνοειδῆ κύτταρα (τοῦ ἔσω φλοιοῦ τῶν ὁμωνύμων φυτῶν), τὰ ὁποῖα διὰ νὰ γίνουν κατάλληλα πρὸς κλῶσιν καὶ ὕφανσιν ὑποβάλλονται εἰς σειρὰν ἐργασιῶν. Πρὸς τοῦτο τὰ στελέχη τῶν φυτῶν, ἀφοῦ τὰ σπέρματα γίνουν ὥριμα, σήπονται, οὕτω δὲ διὰ τῆς σήψεως αὐτῶν ἐπέρχεται ἀλλοίωσις τοῦ κυτταρώδους ἱστοῦ τοῦ στελέχους καὶ ἀπομένουν ἀναλλοίωτα τὰ στερεὰ τώρα κύτταρα αὐτοῦ καὶ κατορθοῦται διὰ μηχανικῶν μέσων ὁ ἀποχωρισμὸς τῶν τελευταίων, ὅστις εἰς τὸ φυτόν. τὸ ὁποῖον δὲν ὑπεβλήθη εἰς σῆψιν, εἶνε ἀκατόρθωτος. Ἡ σῆψις γίνεται εἴτε διὰ τῆς δρόσου, εἴτε διὰ τῆς διαβροχῆς ἐντὸς ὕδατος.

Ζωϊκαὶ ἶνες.

242. Ἔριον.—Τὸ **ἔριον** (κ. μαλλί), προερχόμενον κυρίως ἐκ προβάτων, ἀποτελεῖται ἐκ λεπιδωτῶν τριχῶν, ὡς φαίνονται διὰ τοῦ μικροσκοπίου (σχ. 357), αἱ ὁποῖαι εὐκόλως συμπλέκονται καὶ εἶνε ἐλαστικαὶ πολύ. Ἐκ τοῦ εἴδους δὲ καὶ τῆς διαίτης τῶν προβάτων ἐξαρτᾶται ἡ λεπτότης καὶ τὸ μαλακὸν τῶν τριχῶν τοῦ ἐρίου· ἄριστον, βραχύτριχον ἔριον παρέχει τὸ **μερινὸν** πρόβατον (ὕφασμα «μερινόν»). Ἔριον προσομοιάζον πρὸς τὸ τοῦ προβάτου εἶνε καὶ τὸ τῆς καμηλοαιγὸς τῆς Νοτίου Ἀμερικῆς, τὸ τῆς αἰγὸς τῆς Ἀγκύρας, τὸ τῆς αἰγὸς τῆς Κασχιμήρης, τὸ τῆς προβατοκαμήλου, τῆς αἰγάγρου κλπ.

Τοῦ ἐρίου ἡ θρὶξ ἀποτελεῖται (σχ. 356) ἐκ τῆς ἐντεριώνης καὶ ἐκ τοῦ φλοιοῦ, ἀπαρτιζομένου ἐκ λεπτῶν λεπίων. Ἐκ τοῦ εἴδους δὲ τοῦ ζώου, τοῦ παρέχοντος τὸ ἔριον, ἐξαρτᾶται τὸ πολὺ ἢ ὀλίγον βοστρύχωμα καὶ τὸ πάχος τῶν τριχῶν αὐτοῦ ($\frac{1}{100}$ ἕως $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιστ.). Ἡ ἀξία τοῦ ἐρίου ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς λεπτότητος καὶ τοῦ βοστρυχώματός του, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ ἰσοπαχοῦς, τῆς στερεότητος, τῆς εὐκαμψίας, τῆς ἐλαστικότητος, τοῦ χρώματος, τῆς στιλπνότητος καὶ τοῦ μήκους τῶν τριχῶν αὐτοῦ.

Τὸ ἔριον, τοῦ ὁποίου αἱ τρίχες ἔχουν μῆκος τοὐλάχιστον 9 ἑκατο-

στῶν, καλεῖται **ἔριον μακρότριχον** καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν λείων καὶ λεπτῶν ὑφασμάτων· τὰ βραχυτέραν τρίχα ἔχοντα ἔρια χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν παχέων ὑφασμάτων.

Καλεῖται **τεχνητὸν ἔριον** τὸ ἐκ παλαιῶν ἢ νέων ἀπορριμμάτων ἐρίου ἢ ρακῶν λαμβανόμενον προϊόν.

243. Μέταξα.—Ἡ **μέταξα**, ἡ εὐγενεστέρα τῶν ὑφαντικῶν ὑλῶν, ἀποτελεῖται ἐκ λεπτοῦ στερεοῦ νήματος, ἐξ οὗ κατασκευάζουν οἱ μεταξοσκώληκες τὸ βομβύκιόν των (κουκούλι). Τὸ κάλλιστον εἶδος μετάξης προέρχεται ἐκ τοῦ μεταξοσκώληκος τῆς μωρέας, τοῦ καταγομένου ἐκ τῆς Σινικῆς καὶ διατρεφομένου νῦν παρ' ἡμῖν λίαν ἐπιτυχῶς καὶ ἄλλας χώρας τῆς Εὐρώπης. Τὸ βομβύκιον ὑφαίνεται ἐκ κλωστῆς μήκους χιλίων καὶ πλέον μέτρων. Αἱ ἶνες τῆς μετάξης ἀποτελοῦν ἓν ὅλον ἀδιάσπαστον, ἄνευ συνδέσμων, λεῖον, ἐλαστικόν, στιλπνὸν καὶ ἰσχυρὸν νῆμα, ὅπερ καμπτόμενον τρίζει.

Ἡ μέταξα εἶνε ὑγροσκοπικὴ καὶ κέκτηται μεγάλην δύναμιν ἀπορροφητικὴν χρωστικῶν οὐσιῶν, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλει τὰς πολλὰς καὶ ποικίλας χρήσεις αὐτῆς. Τὰ νήματα τῆς μετάξης συνίστανται ἐκ διπλῶν, στιλπνῶν, ταινιοειδῶν νημάτων ἄνευ ἐσωτερικῆς κοιλότητος, τοῦθ' ὅπερ διακρίνει αὐτὰ εὐκόλως ἀπὸ τῶν φυτικῶν ἰνῶν. Τὸ χρῶμα τῆς μετάξης εἶνε λευκὸν ἢ ὠχροκίτρινον, ἡ δὲ διάμετρος τοῦ νήματος ποικίλλει μεταξὺ 0,009.—0,026 χιλιοστ. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἕκαστον τῶν δύο νημάτων φαίνεται (σχ. 358) ὡς πεπλατυσμένος κύλινδρος ἄνευ ἄλλης τινὸς ὑφῆς καὶ ἄνευ ραβδώσεων.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Πόσον ἀνθρακασβέστιον ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 1 κυβ. μέτρου ὀξυλενίου;

2) Νὰ παραβληθοῦν τὰ βάρη τοῦ ἄνθρακος, τὰ ἐνούμενα μετὰ 1 γραμ. ὑδρογόνου πρὸς σχηματισμὸν τοῦ μεθανίου, τοῦ ὀξυλενίου καὶ τοῦ βενζολίου.