



Β. ΛΙΓΙΝΗΤΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΤΟΜΟΣ Β΄.

Διά την τετάρτην τάξιν των Γυμνασίων

ΔΡΑΧΜΑΙ 1.35

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚΔΟΤΗΣ ΜΙΧΑΗΛ ΜΑΝΤΖΕΒΕΛΑΚΗΣ



18458
ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ

πρ. Τακτικοῦ καθηγητοῦ τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἐθνικῷ Πανεπιστημίῳ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΤΟΜΟΣ Β΄.

Διὰ τὴν τετάρτην τάξιν τῶν Γυμνασίων



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΙΧΑΗΛ ΜΑΝΤΖΕΒΕΛΑΚΗ

1914

18458 Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΦΥΣΙΚΗ

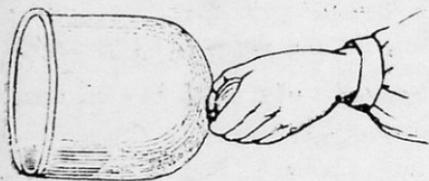
ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

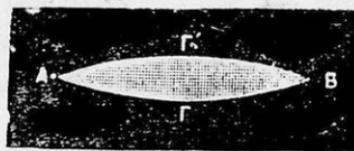
ΓΕΝΙΚΑ

1. **Ήχος.** — Τὸ αἷτιον, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὸ αἰσθημα τῆς ἀκοῆς, καλεῖται ἤχος. Τὸ μέρος δὲ τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ ἤχου, καλεῖται Ἀκουσικὴ.

2. **Παραγωγή τοῦ ἤχου.** — Τύπτοντες κώδωνα, χορδὴν κλπ. παράγομεν ἤχον. Κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἤχου τὰ σώματα,



Σχ. 1.

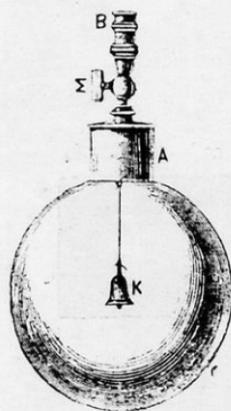


Σχ. 2.

τὰ ὁποῖα παράγουσιν αὐτόν, ὡς ὁ κώδων, ἡ χορδὴ, εὐρίσκονται εἰς παλμικὴν κίνησιν. Πράγματι, ἐὰν ἐντὸς κώδωνος ὑαλίνου (σχ. 1), κρατουμένου ὀριζοντίως, ρίψωμεν ἄμμον ἢ ἄλλα σώματα μικρὰ καὶ κατόπιν κρούσωμεν αὐτόν, θὰ ἴδωμεν, ὅτι πάντα τὰ σώματα ταῦτα ἀναπηδῶσι καθ' ἕνα τὸν χρόνον, καθ' ὃν ὁ κώδων παράγει ἤχον. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ κώδων, καθ' ὃν χρόνον ἤχει, εὐρίσκεται εἰς κίνησιν, ἕνεκα τῆς ὁποίας καὶ τὰ ἐπ' αὐτοῦ τεθέντα σώματα ἀναπηδῶσιν.

Ἐπίσης, χορδή τεταμένη πάλλεται ταχέως (σχ. 2), όταν παράγη ἦχον, καὶ παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδές ἐκ τῶν διαφόρων θέσεων, ἃς λαμβάνει κατὰ τὴν κίνησίν της.

3. Μετάδοσις τοῦ ἤχου.— Ἴνα ὁμοῦ ἀκούσωμεν ἦχόν τινα, δὲν ἀρκεῖ μόνον τὸ σῶμα νὰ εὐρίσκηται εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἀλλὰ πρέπει μεταξὺ τοῦ ὠτός μας καὶ τοῦ ἠχογόνου σώματος νὰ ὑπάρχη οὐσία τις στερεά, ὑγρὰ ἢ ἀέριος, ἢ ὁποία νὰ μεταδώσῃ τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἠχοῦντος σώματος μέχρις ἡμῶν. Ἐὰν μεταξὺ δύο σημείων ὑπάρχη κενόν, τότε ὁ ἦχος δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ μεταξὺ αὐτῶν. Οἱ ἐπὶ τοῦ ἡλίου ἢ τῆς σελήνης π. χ. παραγόμενοι κρότοι· ἐξ ἐκρήξεων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνωσιν ἀκουστοὶ εἰς τὴν γῆν. ὅσονδῆποτε ἰσχυροὶ καὶ ἂν εἶναι, διότι μεταξὺ τῶν οὐρανίων τούτων σωμάτων ὑπάρχει κενόν.



Σχ. 3.

Ἐπιπλέον, ὁ ἦχος δὲν μεταδίδεται ὁ ἦχος, δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὡς ἔξῃς. Ἐντὸς σφαίρας ὑαλίνης (σχ. 3) κρέματα διὰ νήματος κώδων. Ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος τούτου, ἔ παραγόμενος, ὅταν κινῶμεν τὴν σφαῖραν, ἀκούεται εὐκρινῶς. Ἐὰν ὁμοῦ ἐξαγάγωμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρα, τότε ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος δὲν ἀκούεται πλέον, διότι παράγεται μὲν, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ, ἐπειδὴ ἀφηρέθη ὁ ἀήρ.

Διὰ τῶν ὑγρῶν καὶ ἰδίως τῶν συμπαγῶν καὶ ἐλαστικῶν στερεῶν ὁ ἦχος μεταδίδεται ἐν γένει καλύτερον ἢ διὰ τῶν ἀερίων. Ἐὰν θέσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν εἰς τὸ ἄκρον μακρᾶς ξυλίνης δοκοῦ, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον της τοποθετήσωμεν ὠρολόγιον, ἀκούομεν εὐκρινέστερον τὸν κρότον τοῦ ἢ διὰ τοῦ ἀέρος. Οἱ παῖδες κατασκευάζουσι τηλέφωνα, συγκείμενα ἐκ δύο μικρῶν κυλίνδρων, τῶν ὁποίων τὰ δύο τῶν ἀνοιγμάτων καλύπτονται διὰ βέρματος ἢ χαρτοῦ τεταμένου (σχ. 4). Τὰ κέντρα τῶν δύο δερμάτων ἢ χαρτῶν ἐνοῦνται διὰ νήματος τεταμένου. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὸ στόμα μας εἰς τὸ ἀνοιγμα τοῦ ἑνὸς τῶν σωλήνων καὶ φωνήσωμεν, ἢ φωνή μας μεταδίδεται διὰ τοῦ νήμα-

τος εἰς τὸν ἄλλον πωληνα, εἰς ὃ ὁ ἀκροατῆς τοποθετεῖ τὸ οὖς του καὶ ἀκούει πᾶν ὅ,τι λέγομεν.

Τρόπος μεταδόσεως. — Ἐὰν ἐπὶ ἡρεμοσύνης λίμνης ρίψωμεν λίθον, θὰ παρατηρήσωμεν σχηματιζομένας ἐπ' αὐτῆς κυμάνσεις, αἱ ὅποσαι ἀναχωροῦσιν ἐκ τοῦ σημείου τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης, ἔνθα ἔπεσεν ὁ λίθος. Αἱ κυμάνσεις αὗται ἀπομακρύνονται τοῦ σημείου τούτου καθ' ἕλας τὰς διευθύνσεις. Ἀνάλογόν τι συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἀέρα. Ὅταν σῶμά τι, π. χ. κώδων (σχ. 5), παράγῃ ἤχον, τὸ σῶμα τοῦτο εὐρίσκεται, ὡς εἶδωμεν, εἰς πηλμικὴν κίνησιν. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ ὁ περιβάλλων τὸ ἤχου ὄν σῶμα ἀήρ, τυπτόμενος ὑπ' αὐτοῦ, τίθεται ἐπίσης εἰς κίνησιν καὶ σχηματίζονται ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἀνάλογοι κυμάνσεις, αἵτινες προχωροῦσι καὶ φθάνουσι μέχρι τοῦ ὠτός μας, ἐν τῷ ὁποίῳ προκαλοῦσι τὸ αἰσθημα τῆς ἀκοῆς.



Σχ. 4.

4. Ταχύτης τοῦ ἤχου. — Ἐὰν παρατηρήσωμεν μακρόθεν ἐργάτην, τύπτοντα διὰ σφύρας σῶμά τι, θὰ ἴδωμεν τὴν σφύραν ἐναλλάξ ἀνερχομένην καὶ κατερχομένην. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἐργάτου εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἐνῶ ἡ σφύρα κατήλθεν ἐπὶ τοῦ τυπτομένου σώματος, ἐν τούτοις δὲν ἠκούσθη συγχρότως κρότος. Μόνον μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινὸς ἀκούσωμεν τὸν κρότον, ἐνῶ ἡ σφύρα ἔχει πλέον ἀνυψωθῆ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον. Ὁ κρότος παρήχθη βεβαίως, ὅταν ἡ σφύρα ἔτυψε τὸ σῶμα, ἀλλὰ μέχρις οὗτου μεταδοθῆ οὗτος μέχρις ἡμῶν παρήλθε χρόνος τις, τὸν ὁποῖον ἐχρειάσθη ὁ ἤχος, ἵνα διανύσῃ τὸ μεταξὺ τοῦ ἐργάτου καὶ ἡμῶν διάστημα.



Σχ. 5.

Διὰ πολλῶν πειραμάτων εὐρέθη, ὅτι ὁ ἤχος διανύει εἰς τὸν ἀέρα 340 περίπου μέτρα ἐντὸς 1'' ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις. Ἐπομένως, ἐὰν εὐρισκώμεθα εἰς ἀπόστασιν 340 μέτρων ἀπὸ τινος σημείου,

ἔνθα παρήχθη ἤχος τις, θὰ τὸν ἀκούσωμεν ἐν δευτερόλεπτον μετὰ τὴν παραγωγὴν του. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις εἶναι 2×340 ἢ 3×340 μ., θὰ ἀκούσωμεν τὸν κρότον μετὰ παρέλευσιν 2 ἢ 3 δευτερολέπτων.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μακρόθεν πυροβόλον ἐκ πυρσοκροτοῦν, πρῶτον θὰ ἴδωμεν τὴν λάμψιν καὶ κατόπιν θὰ ἀκούσωμεν τὸν κρότον. Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος παρήλθε μεταξὺ λάμψεως καὶ κρότου, δυνάμεθα νὰ εὑρωμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται τὸ πυροβόλον. Οὕτως, ἐὰν ὁ κρότος ἠκούσθη 3'' μετὰ τὴν λάμψιν, ἔπεται ὅτι τὸ πυροβόλον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 3×340 μέτρων.

Εἰς τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἐν γένει πολὺ μεγαλυτέρα. Ἐν τῷ ὕδατι τῆς λίμνης τῆς Γενεύης, θερμοκρασίας 8° περίπου, εὐρέθη ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ 1'. Πειράματά τινα δέ, γενόμενα ὑπὸ τοῦ Βιοτ ἐπὶ σωλήνων ἐκ χυτοσιδήρου (μήκους 981μ., 25) ἀπέδειξαν, ὅτι εἰς τὸ σῶμα τοῦτο ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ὑπερδεκαπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.

5. Ἀνάκλασις. — Ὅπουδήποτε καὶ ἂν τοποθετηθῶμεν περίε ἤχου ὄντος σώματος, θὰ ἀκούσωμεν τὸν παραγόμενον ἤχον, καθόσον ὁ ἤχος μεταδίδεται καθ' ἑλας τὰς διευθύνσεις. Ἡ κατὰ τινα διεύθυνσιν πορεία ἤχου τινὸς ἀλλοιοῦται, ὅταν οὗτος συναντήσῃ κώλυμά τι ἔχον ἐλαστικότητα. Ἐὰν π. χ. ὁ ἤχος προσκρούσῃ ἐπὶ τοίχου, ἀλλάσσει διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀνάκλασις τοῦ ἤχου. Ἐὰν δὲ ἀκροατὴς ἀκούσῃ τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἤχον νομίζει, ὅτι οὗτος προέρχεται ἐκ τοῦ μέρους, ἔνθα ἐγένετο ἡ ἀνάκλασις.

6. Ἠχώ καὶ ἀντήχησις. — Πολλάκις συμβαίνει, ἕνεκα ἀνακλάσεως, νὰ ἀκούσωμεν ἐπαναλαμβανόμενον ἤχόν τινα, ὅστις παρήχθη ποῦ. Ἡ ἐπανάληψις αὕτη τοῦ ἤχου καλεῖται ἠχώ (ἀντίλαλος). Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ παραγόμενος ἤχος γίνεται μὲν ἀκουστός ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ μετὰ τινα χρόνον ἀκούομεν τὸν αὐτὸν ἤχον, ἐρχόμενον συνήθως ἐξ ἄλλου μέρους. Ὁ δεύτερος ἤχος εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν πρῶτον, ὅστις προχωρήσας μέχρι κωλύματός τινος καὶ ἀνακλασθεὶς ἐπ' αὐτοῦ, ἐπέστρεψε. Δυνατὸν ὁ αὐτὸς ἤχος νὰ ἀνακλασθῇ διαδοχικῶς

δίδ, τρίς, τετράκις κλπ. και ὡς ἐκ τούτου νὰ ἀκούσωμεν αὐτὸν ἐπαναλαμβανόμενον δίδ, τρίς, τετράκις κλπ. Οὕτως ἡ ἤχῳ τοῦ Verdun ἐν Γαλλίᾳ εἶναι δωδεκαπλῆ.

Θεωρήσωμεν ἐν πρώτοις βραχύν τινα ἤχον, π. χ. κρότον. Ἡχῳ δύναται νὰ συμβῆ, ἐὰν ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 17 τοῦλάχιστον μέτρων. Διότι τὸ αἶσθημα τοῦ ἤχου διαρκεῖ τοῦλάχιστον $\frac{1''}{10}$. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο τοῦ χρόνου ὁ ἤχος διανύει 34 μέτρα περίπου, πᾶς παρατηρητής, εὐρισκόμενος εἰς ἀπόστασιν μείζονα τῶν 17 μέτρων ἀπὸ τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας, θὰ δεχθῆ τὸν ἐξ ἀνακλάσεως ἐπιστρέφοντα ἤχον μετὰ τὴν ἐξάλειψιν τοῦ ἐκ τοῦ ἀπ' εὐθείας ἤχου αἰσθήματος και ἐπομένως ὁ ἐξ ἀνακλάσεως δὲν θὰ συγκρίσῃ αὐτὸν μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας.

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

Ἐκ τούτων ἔπεται, ὅτι ἡ εὐκρίνεια τῆς ἤχου λέξεώς τινος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συλλαβῶν ταύτης. Ἐὰν ὀμιλῶμεν ὑψηλῶ φῶνως πρὸ τοίχου, ἀπέχοντος 34 μέτρα, ἡ ἤχῳ δὲν θὰ ἐπαναλάβῃ εὐκρινῶς ἢ μόνον τὴν τελευταίαν συλλαβὴν. Ἐὰν ὁ τοίχος ἀπέχῃ δίδ, τρίς κλπ. 34 μέτρα, ἡ ἤχῳ θὰ ἐπαναλάβῃ δύο, τρεῖς, κλπ. ἀλληλοδιαδέχουσι συλλαβάς. Ἴνα π. χ. ἀκούσωμεν ἀκεραίαν και εὐκρινῶς τὴν ἤχῳ πεντασυλλάβου λέξεως, ἦν ἐκφωνοῦμεν ἐντὸς 1'', πρέπει νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κωλύματος ἀνωτέραν τῶν $5 \times 34 \mu$.

Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου, ἐνθα ἐγένετο ἡ ἀνάκλασις, ἀπὸ τοῦ σημείου, ἔπου παρήχθη ὁ ἤχος, εἶναι κατωτέρα τῶν 17 μέτρων, δὲν ἀκούομεν πλέον εὐκρινῶς δίδ τὸν ἤχον, διότι ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἤχος φθάνει ἀμέσως μετὰ τὸν πρῶτον, τὸ δὲ οὐς μας δὲν προφθάνει νὰ τοὺς ἀντιληφθῆ καλῶς χωριστά. Ἴνα γίνωσιν ἀντιληπτοὶ χωριστὰ δύο βραχυτάτοι κατὰ τὴν διάρκειαν ἤχοι, πρέπει ὁ εἰς ἐξ αὐτῶν νὰ φθάσῃ $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου τοῦλάχιστον μετὰ τὸν ἄλλον. Ἄλλ' ἵνα ὁ ἀνακλασθεὶς φθάσῃ μετὰ $\frac{1''}{10}$, πρέπει τὸ μέρος, ἐνθα συνέβη ἡ ἀνάκλασις, νὰ κείται ἀρκετὰ μακρὰν (τοῦλάχιστον 17 μέτρα). Ὅταν ὁμως

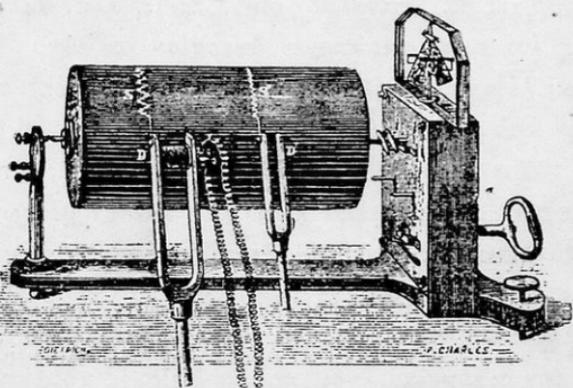
εὐρισκώμεθα ἐντὸς οἰκοδομημάτων, σπηλαίων κ.τ.τ. ἐπειδὴ οἱ τοῖχοι, ἐφ' ὧν ὁ ἦχος ἀνακλάται, δὲν εὐρίσκονται μακρὰν ἡμῶν, διὰ τοῦτο δὲν ἀκούομεν τοὺς ἀνακλωμένους ἦχους χωριστά. Ἀκούομεν ὅμως τὸν παραγόμενον ἦχον ἰσχυρότερον, διότι εἰς τὸ οὖς μας φθάνουσι σχεδὸν συγχρόνως καὶ οἱ ἐξ ἀνακλάσεως ἦχοι, οἵτινες ἐνισχύουσι τὸν πρῶτον. Τοῦτο καλεῖται ἀντήχησις.

Χαρακτῆρες τοῦ ἦχου.

7. **Χαρακτῆρες τοῦ ἦχου.** — Εἰς πάντα μουσικὸν ἦχον διακρίνομεν τρία τινά: τὸ ὕψος, τὴν ἐνιασιν καὶ τὴν χροιάν.

8. **Ὑψος.** — Τὸ ὕψος ἦχου τινός, δηλαδὴ ἡ δξύτης αὐτοῦ, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς πάλ्लεται τὸ ἦχου σῶμα, ἤτοι ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, οὗς ἐκτελεῖ τοῦτο ἐντὸς 1". Ὅταν ὁ ἀριθμὸς οὗτος αὐξάνῃ, ὁ ἦχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον δξύτερος καὶ τέλος φθάνει εἰς ἦχους δξυτάτους, οἵτινες δὲν εἶναι πλέον ἀκουστοί. Τὸ ἀνθρώπινον οὖς δὲν δύναται νὰ ἀκούσῃ τοὺς ἦχους τοὺς πέραν ἐνὸς δξυτάτου καὶ τοὺς κάτωθεν ἐνὸς βαρυτάτου. Καὶ ὁ μὲν βαρυτάτος εἶναι συνήθως ὁ παραγόμενος ὑπὸ 16 παλμῶν κατὰ 1", ὁ δὲ δξυτάτος ὁ ὑπὸ 38000 παλμῶν παραγόμενος.

Προσδιορισμὸς τοῦ ὕψους. — Ἡ πλέον ἀκριβὴς μέθοδος πρὸς προσ-



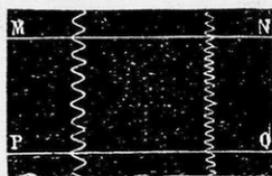
Σχ. 6.

διορισμὸν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν ἦχου τινός ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ εἶναι ἡ γραφικὴ, καθ' ἣν αὐτὸ τὸ ἠχογόνον καταγράφει τοὺς παλμούς του. Πρὸς τοῦτο κύλινδρος (σχ. 6), κεκαλυμμένος δι' αἰθάλης, στρέφεται περὶ τὸν

ἄξονά του. Τὸ παλλόμενον σῶμα, π. χ. ἔλασμα D, τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον τῶν παλμῶν του νὰ εἶναι παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ κυλίνδρου. Μικρὰ ἀκίς, προσηρμωσμένη ἐπὶ τοῦ σώμα-

τος D ἐφάπτεται ἐλαφρῶς τῆς ἀθλωμένης ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου.

“Ὅταν τὸ ἤχογόνον σῶμα D ἡρεμῇ, ἦτοι δὲν ἐκπέμπῃ ἦχον, καὶ ὁ κύλινδρος περιστρέφῃται, ἡ ἀκίς καταγράφει ἐπ’ αὐτοῦ περιφέρειαν κύκλου. “Ὅταν ὅμως τὸ σῶμα D ἐκπέμπῃ ἦχον, ἡ ἀκίς συμπάλλεται μετ’ αὐτοῦ καὶ καταγράφει ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κυματοειδῆ γραμμὴν. Ὁ ἀριθμὸς τῶν καταγραφέντων ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ κυματισμῶν τῆς γραμμῆς ταύτης ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον γενομένων παλμῶν τοῦ ἡχοῦντος σώματος. Καὶ ὁ προσδιορισμὸς δὲ τοῦ χρόνου γίνεται ἐπίσης γραφικῶς διὰ δευτέρας ἀκίδος, συνδεομένης καταλλήλως μετὰ τοῦ ἑκκρεμοῦς χρονομέτρου καὶ διαγραφούσης ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου γραμμὴν, ἧς αἱ διακοπαί, γίνονται ἀνὰ πᾶν 1". Τὸ μεταξὺ δύο διακοπῶν διάστημα ἀντιστοιχεῖ εἰς χρόνον 1" καὶ περιλαμβάνει ὀρισμένον ἀριθμὸν κυματισμῶν τῆς γραμμῆς τῶν παλμῶν (Ὅτως εἰς τὰς παριστωμένας ὑπὸ τοῦ σχ. 7 γραμμὰς ἔχομεν π. χ. 50 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον.)



Σχ. 7.

ἔχομεν π. χ. 50 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον.)

Διαστήματα.—Οἱ ἦχοι, ἀπὸ τοῦ βαρυτέρου μέχρι τινος ὑψηλοῦ τσιούτου, αἱ χρησιμοποιούμενοι ὑπὸ τῆς μουσικῆς, καλοῦνται μουσικὸι ἦχοι. Καλεῖται μουσικὸν διάστημα δύο μουσικῶν ἡχῶν τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου ἐν ἴσοις χρόνοις. Ὅπως, ἐὰν ἡχὸς τις ἀντιστοιχῇ εἰς 500 παλμοὺς κατὰ 1", ἕτερος δὲ εἰς 400, τότε τὸ διάστημα θὰ εἶναι $\frac{5}{4}$.

Εἰς τὴν μουσικὴν δὲν μεταχειρίζονται πάντας τοὺς δυνατοὺς ἡχοὺς, ἀλλὰ μόνον τοὺς εὐρίσκομένους ὑπὸ ὀρισμένα διαστήματα. Τὰ πρωτεύοντα τῶν διαστημάτων τούτων εἶναι τὰ τῆς μουσικῆς κλίμακος, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἐξ ὀκτῶ ἡχῶν do, re, mi, fa, sol, la, si, do¹⁾ ὀριζομένων ὑπὸ τῶν διαστημάτων $1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2$.

9. "Εντάσεις.—Δύο ἦχοι, παραγόμενοι διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ

1) Οἱ ἀντιστοιχοὶ ἦχοι τῆς μουσικῆς κλίμακος παρίστανται ἐν τῇ Γερμανικῇ μουσικῇ διὰ τῶν ἐξῆς γράμματων : c, d, e, f, g, a, h, c.

παλμῶν, δηλαδή ἔχοντες τὸ αὐτὸ ὕψος, δυνατόν νὰ διαφέρωσι κατὰ τὴν ἔντασιν, ἥτοι ὁ εἷς νὰ εἶναι ἰσχυρότερος τοῦ ἄλλου.

Ἡ ἔντασις μεταβάλλεται ὑπὸ τοὺς ἑξῆς ὅρους:

α') Ὄταν τὸ πλάτος τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἤχου ἴσως σώματος καθίσταται μεγαλύτερον καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου τοῦ γίνεται μεγαλύτερα ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς λοιποὺς ὅρους. Τοῦτο καταφαίνεται διὰ τῆς προηγουμένης περιγραφείσης γραφικῆς μεθόδου, καθόσον τὸ πλάτος τῶν κυματισμῶν τῆς διαγραφείσης γραμμῆς, π. χ. ὑπὸ διαπασῶν ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου.

β') Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου σώματος, παλλομένου ἐντὸς μέσου ἐλευθέρου πανταχόθεν, ἐλαττοῦται, ἐφόσον ἀπομακρυνόμεθα αὐτοῦ καὶ δὴ κατὰ τὸν ἑξῆς νόμον: «Ἡ ἔντασις τοῦ ἀκουομένου ἤχου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ ἤχου σώματος». Ὁ νόμος οὗτος ἰσχύει, ἐφόσον τὸ μέσον τὸ μεταδίδον τὸν ἤχον εἶναι πανταχόθεν ἐλεύθερον.

γ') Ὁ ἤχος ἐνισχύεται μὲν, ὅταν αὐξάνῃ ἡ ἔντασις τοῦ ἠχογόνου σώματος, διαρκεῖ ὅμως ἐπὶ ὀλιγώτερον χρόνον.

δ') Ὁ ἤχος γίνεται ἰσχυρότερος ἐκ τῆς γειτνιασεως καταλλήλων σωμάτων, ἡχείων καλουμένων. Ἡ παρουσία τοῦ ξυλίνου σκάφους τοῦ τετραχέρδου καὶ ἄλλων ὀργάνων ἐνισχύει τὸν ἤχον τῶν χορδῶν. Καὶ ἐνισχύεται μὲν τοιοῦτοτρόπως, ἀλλὰ διαρκεῖ ὀλιγώτερον χρόνον.

Ἡ τοιαύτη ἐνίσχυσις ἐξηγεῖται διὰ τῶν ἑξῆς φαινομένων. Διαπασῶν τι ἤχου ἰσοκύβητων τοποθετεῖται πλησίον σώματος, δυναμένου νὰ παραγάγῃ ἤχον, ὅμοιον πρὸς τὸν τοῦ διαπασῶν. Ὁ ἀὴρ μεταδίδει εἰς τὸ σῶμα τοῦτο παλμοὺς τῆς αὐτῆς περιόδου πρὸς τὴν τοῦ διαπασῶν καὶ ἐκ τούτου τὸ σῶμα ἄρχεται παλλόμενον καὶ ἤχου ἐπίσης. Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει, ὅταν ὁ ἤχος, ὃν παράγομεν, πλησίον τοῦ σώματος δὲν ἔχη τὴν αὐτὴν περίοδον. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον κλειδοκυμβάλου παραχθῇ ἤχος τις, ἡ χορδὴ τοῦ κλειδοκυμβάλου, ἥτις δύναται νὰ δώσῃ τὸν αὐτὸν ἤχον, ἄρχεται παλλομένη καὶ ἤχοῦσα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον συμβαίνει τὸ ἑξῆς φαινόμενον. Εἰς τὸ στόμιον κυλινδρικοῦ δοχείου προσάγεται διαπασῶν ἤχου. Ὁ ἤχος τούτου ἐνισχύεται, ὅταν ἡ πλήρης ἀέρος κοιλότης, ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ δοχείου δύναται νὰ ἀποδώσῃ ἤχον τοῦ αὐτοῦ ὕψους πρὸς τὸ τοῦ διαπασῶν.

Διὰ τοῦτο, χεόντες ὕδωρ ἐν τῷ δοχείῳ μέχρις ὠρισμένου τινὸς ὕψους, δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὸ μέγιστον τῆς ἐντισχύσεως.

ε') Ὁ ἤχος καθίσταται ἰσχυρότερος, ὅταν τὸ μέσον, ἐν ᾧ παράγεται ὁ ἤχος, γίνεται πυκνότερον (ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς λοιποὺς ὄρους). Ὁ ἤχος τοῦ ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ κώδωνος ἐξασθενεῖ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἀραιουμένου τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέρος. Ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὄρους ὁ ἤχος τοῦ κώδωνος εἶναι ἰσχυρότερος, ὅταν ἡ σφαῖρα περιέχῃ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἢ ὅταν περιέχῃ ὕδρογόνον.

10. **Χροιά.**— Δύο ἤχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως, παραγόμενοι ὑπὸ δύο διαφόρων ὀργάνων, διαφέρουσιν ἀλλήλων. Οὕτως, οἱ αὐτοὶ ἤχοι, παραγόμενοι ὑφ' ἑνὸς πλαγιαύλου καὶ ἑνὸς τετραχόρδου, δὲν προκαλοῦσι τὸ αὐτὸ αἶσθημα. Λέγομεν τότε, ὅτι οἱ ἤχοι οὗτοι δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν χροιάν. Χροιά λοιπὸν εἶναι ἡ ποιότης, δι' ἧς διακρίνονται οἱ ἤχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως.

Ἄρμονικοί.— Καλοῦνται ἄρμονικοὶ ἤχου τινός, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος εἶναι N (N —ἀριθμὸς παλμῶν κατὰ $1''$), οἱ ἤχοι, τῶν ὁποίων τὰ ὕψη εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια τοῦ N . Ἄρα ἡ σειρά τῶν ἄρμονικῶν, περιλαμβανομένου καὶ τοῦ N , εἶναι:

$$N, 2N, 3N, 4N \dots$$

Ἐκ τῆς διὰ διαφορῶν μεθόδων γενομένης ἐρεῦνης τῶν μουσικῶν ἤχων συνάγονται δύο τινά:

1ον Ὅτι πᾶς μουσικὸς ἤχος ἐν γένει δὲν εἶναι ἀπλοῦς, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν συνυπαρχόντων, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ μὲν βαρύτερος N καλεῖται θεμελιώδης καὶ ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος πρὸς τὸν ἀρχικὸν μουσικὸν ἤχον, οἱ δὲ λοιποὶ εἶναι οἱ ἄρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους.

2ον Ἡ χροιά ὀφείλεται εἰς τοὺς ἄρμονικοὺς ἤχους τοὺς συνοδεύοντας τὸν θεμελιώδη.

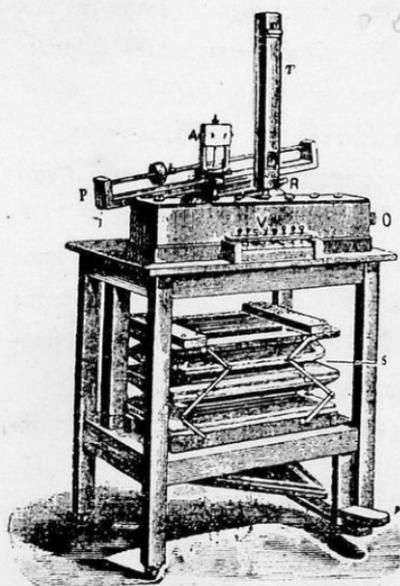
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΧΟΡΔΑΙ ΚΑΙ ΗΧΗΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

11. **Ἐγχορδα ὄργανα.**— Ἐγχορδα ὄργανα εἶναι π. χ. τὸ τετράχορδον (βιολί), τὸ κλειδοκύμβαλον, ἡ ἄρπα, εἰς τὰ ὅποια οἱ

ἤχοι παράγονται ὑπὸ χορδῶν. Αἱ χορδαὶ αὗται τείνονται καταλλήλως εἴτε ὑπεράνω ξυλίνου σκάφους (τετράχορδον, κιθάρα κλπ.), ἢ περ χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου καὶ ἀποτελεῖ διὰ τὴν ἀξίαν τοῦ ὄργάνου τὸ σπουδαιότερον μέρος του, εἴτε ἐπὶ ἄλλου ἁρμονικοῦ ὑποστηρίγματος. Τὸ μέσον, δι' οὗ αἱ χορδαὶ τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν πρὸς παραγωγὴν ἤχου, μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τοῦ ὄργάνου. Εἰς τὸ τετράχορδον χρησιμοποιοῖται τὸ τοξάριον, εἰς τὸ κλειδοκύμβαλον κατορθοῦται τῇ βληθείᾳ ἐσωτερικῶν πλήκτρων.

Μία καὶ ἡ αὐτὴ χορδὴ, παλλομένη, ἀποδίδει πλείστους ἤχους, ἐξ ὧν ὁ βαρύτερος εἶναι, ὡς εἶδομεν, ὁ θεμελιώδης. Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου τούτου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους τῆς χορδῆς, τοῦ πάχους καὶ τῆς τάσεως αὐτῆς καὶ τῆς πυκνότητος τῆς εὐσίας, ἐξ ἧς συνίσταται. Ὅταν τὸ μήκος ἢ τὸ πάχος αὐτῆς ἐλαττωθῶν, ὁ ἤχος καθίσταται δεύτερος. Ἐπίσης διὰ τὸ αὐτὸ μήκος τῆς χορδῆς ὁ ἤχος γίνεται δεύτερος, εἴταν ἡ τάσις αὐξάνῃ. Τούναντίον, αὐξανομένης τῆς πυκνότητος τῆς χορδῆς, ὁ ἤχος γίνεται βαρύτερος (ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις).



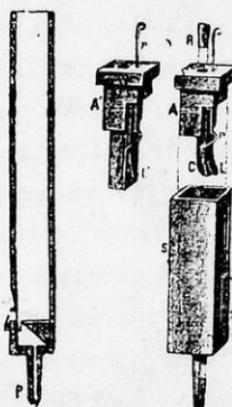
Σχ. 8.

σχισμὴν I, πρὸ τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἀκμὴ α, ὅτε ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς ἀκμῆς A παράγεται ἤχος, ὅστις εἶναι τοσοῦτον

12. **Ἡχητικοὶ σωλῆνες.**— Εἰς τοὺς ἠχητικὸς σωλῆνας, εἰ ὅποιοι εἶναι σωλῆνες μετὰ στερεῶν τοιχωμάτων, ὁ ἤχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ἀέρος, δονουμένου διὰ διαφόρων μέσων (σχ. 8). Τὸ ὕψος καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου εἶναι ἀνεξάρτητα τῆς εὐσίας, ἐξ ἧς εἶναι κατασκευασμένοι οἱ σωλῆνες οὗτοι. Διακρίνομεν δέ, ὡς πρὸς τὸ μέσον, δι' οὗ δονεῖται ὁ ἀήρ, τοὺς σωλῆνας μετὰ στόματος (σχ. 9A) καὶ τοὺς μετὰ γλωττίδος (σχ. 9B). Εἰς τοὺς μετὰ στόματος ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ τοῦ P πρὸς τὴν

οξύτερος, ὅσῳ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶναι ταχύτερον καὶ ὅσῳ τὸ Α πλησιάζει περισσότερον τὴν I.

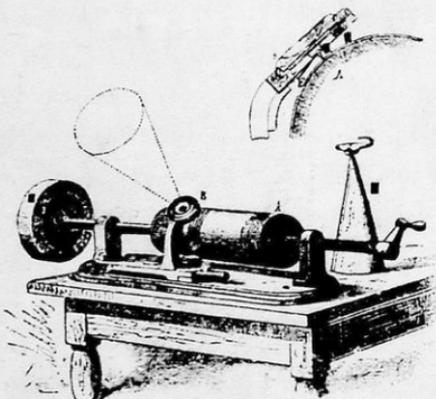
Εἰς τοὺς μετὰ γλωττίδος ὁ ἀήρ δονεῖται δι' ἐλαστικῆς γλωττίδος, παλλομένης ἐκ τοῦ ἐμπυσωμένου ἀέρος. Ἡ γλωττίς εἶναι προσηλωμένη μόνον κατὰ τὸ ἐν ἄκρον της καὶ φράττει, ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη, μικρὰν θυρίδα τοῦ κιβωτίου Α. Ἐκ τοῦ φυσήματος ἢ γλωττίς υφίσταται παλμικὰς κινήσεις ἐλευθέρως. Μουσικὰ ὄργανα, τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία γίνεται ὡς εἰς τοὺς ἐκτεθέντας ἡχητικούς σωλήνας, εἶναι ὁ εὐθύαυλος, ὁ ὀξύαυλος, ὁ βαρύαυλος κλπ.



Φωνογράφος.

13. Φωνογράφος. — Ὁ φωνογράφος, Σχ. 9Α. Σχ. 9Β. εφευρεθεὶς ὑπὸ τοῦ Edison, στηρίζεται ἐπὶ τοῦ

ἑξῆς φαινομένου. Ὅταν αἱ κυμάνσεις τοῦ ἀέρος, αἱ προερχόμεναι ἐξ ἡχογόνου τινὸς σώματος, συναντήσωσι λεπτὸν ἔλασμα, π. χ. μετάλλινον, ἀναγκάζουσιν αὐτὸ νὰ πάλληται ἀναλόγως. Ἀντιστρόφως, ἐὰν δυνηθῶμεν νὰ θέσωμεν μηχανικῶς εἰς τοιαύτην παλμικὴν κίνησιν τὸ ἔλασμα, τότε θὰ παραχθῶσιν εἰς τὸν ἀέρα ἐκείναι αἱ κυμάνσεις, αἱ ὁποῖαι εἶχον προηγουμένως προκαλέσῃ τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἐλάσματος, καὶ θὰ ἀκούσωμεν τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς ταύτας ἦχον.



Σχ. 10.

Ὁ φωνογράφος ἀποτελεῖται κατ' ἀρχὴν ἐξ ἐλάσματος Ε (σχ. 10), κειμένου εἰς τὸ βάθος κωνικοῦ ὑποστηρίγματος Β. Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἐλά-

σματος στερεοῦται μικρὰ ἀκίς, τῆς ὁποίας τὸ ἐλεύθερον ὀξὺ ἄκρον ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τυμπάνου τινὸς Λ, περιβαλλομένου διὰ φύλλου κασιτέρου. Τὸ τύμπανον τοῦτο δύναται νὰ περιστραφῇ

και συγχρόνως νὰ μετατεθῆ ὀριζοντίως διὰ στροφάλου. Ἐὰν φωνήσωμεν ἐνώπιον τοῦ ἐλάσματος θὰ προκαλέσωμεν παλμικὰς κινήσεις αὐτοῦ, ὅτε ἡ κάτωθεν τοῦ ἀκλῆς ὡς ἐκ τούτου χαράσσει τὸ ἐκ κασιτέρου φύλλον. Ἐὰν περιστρέφωμεν τὸ τύμπανον και συγχρόνως παράγωμεν ἤχους, τὸ ἔλασμα πάλλεται, ἡ δὲ ἀκλῆς χαράσσει ἐπὶ τοῦ κασιτέρου ἐλικοειδῆ γραμμὴν μετὰ μικρῶν κοιλοτήτων, ὧν ὁ ἀριθμὸς και τὸ βῆθος ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν σχετικῶν χαρακτῆρων τοῦ ἤχου.

Διὰ τῆς χαραχθείσης γραμμῆς δυνάμεθα νὰ ἀναπαραγάγωμεν τοὺς ἤχους, δι' ὧν ἐχάραχθη. Πράγματι, ἐὰν ἐπαναφέρωμεν τὴν ἀκίδα μετὰ τοῦ ἐλάσματος εἰς τὴν θέσιν, ἐκ τῆς ὁποίας ἤρχισαμεν τὴν διαγραφὴν τῆς γραμμῆς και στρέψωμεν ἐκ νέου τὸν στροφάλον οὕτως, ὥστε νὰ ἀναγκασθῆ ἡ ἀκλῆς νὰ ἀκολουθήσῃ ἐκ νέου τὴν γραμμὴν, ἣν προηγουμένως ἐχάραξε, τότε ἡ ἀκλῆς θὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ ἔλασμα κινήσεις παλμικὰς, αἵτινες ἀναπράγνουσι τὸν ἤχον, δι' οὗ ἐχάραχθη ἡ γραμμὴ. Πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ παραγομένου ἤχου τοποθετεῖται ὁ κῶνος M.

Ὁ ἀρχικὸς οὗτος φωνογράφος ἐτελειοποιήθη κατόπιν δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ μὲν κασιτέρου ὑπὸ μίγματος κηροῦ και βητίνης, τοῦ δὲ ἐλάσματος ὑπὸ λεπτοῦ φύλλου υαλίνου ἢ ἐκ μαρμαρυγίου. Προτιμᾶται δὲ νῦν, ὅπως ἡ γραμμὴ χαράσσηται οὐχὶ ἐπὶ κυλίνδρου ἀλλ' ἐπὶ ἐπιπέδου δίσκου.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΓΕΝΙΚΑ

14. **Φῶς καὶ ὀπτική.**— Φῶς ἐκλήθη τὸ αἶτιον τὸ προκαλοῦν τὸ αἰσθημα τῆς ὁράσεως. Τὸ μέρος δὲ τῆς Φυσιολογίας, τὸ πραγματευόμενον περὶ φωτός, καλεῖται Ὀπτική.

15. **Σώματα φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ.**— Σῶμά τι εἶναι φωτεινόν, ὅταν ἡ παρουσία του γίνηται αἰσθητὴ διὰ τῶν ὀφθαλμῶν.

Ἐκ τῶν διαφόρων σωμάτων ἄλλα μὲν, ὡς ὁ ἥλιος, οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, αἱ φλόγες τῶν ἀνημμένων λαμπτήρων, τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον, ἔχουσιν ἴδιον φῶς καὶ καλοῦνται αὐτόφωτα ἢ φωτογόνα, ἄλλα δέ, ὅπως ἡ γῆ καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἐπ' αὐτῆς σωμάτων, στεροῦνται ἰδίου φωτός καὶ καλοῦνται σκοτεινὰ. Τὰ σκοτεινὰ σώματα καθίστανται ὁρατά, ἢτοι φωτεινὰ, διὰ τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος φωτός, τοῦ προερχομένου ἐκ φωτογόνων σωμάτων. Οὕτω διὰ τοῦ φωτός τοῦ ἡλίου φωτίζονται ἡ σελήνη καὶ ἡ γῆ καὶ τὰ ἐπ' αὐτῶν σκοτεινὰ σώματα, τὰ ὅποια τοιοῦτοτρόπως καθίστανται ὁρατά.

Τὰ φωτιζόμενα σκοτεινὰ σώματα ἐκπέμπουσι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ οὕτως, ὥστε νὰ δύναται τοῦτο, προσπίπτον ἐπὶ ἄλλων σκοτεινῶν σωμάτων νὰ καταστήσῃ καὶ ταῦτα ὁρατά. Ὁ ἥλιος φωτίζει τὴν σελήνην, ἢ ὅποια εὐ μόνον καθίσταται ὁρατὴ, ἀλλὰ καὶ χρησιμεύει ὡς πηγὴ φωτός διὰ τὴν γῆν. Κατὰ τὴν ἡμέραν εἶναι ὁρατὰ εὐ μόνον τὰ ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ἡλίου φωτιζόμενα σκοτεινὰ σώματα, ἀλλὰ καὶ ἄλλα, ὡς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν οὐρανῶν, τὰ ὅποια δέχονται τὸ ἐκ τούτων ἐκπορευόμενον φῶς.

16. **Σώματα διαφανή, σκιερά, διαφώτιστα.**— Καλοῦνται διαφανῆ τὰ σώματα, ὡς ἡ λεῖα ὑαλός, τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ, δι' ὧν τὸ φῶς δύναται νὰ διέλθῃ καὶ οὕτως, ὥστε νὰ βλέπωμεν εὐκρινῶς διὰ μέσου αὐτῶν τὰ ἀντικείμενα. Τὰ δὲ σώματα, ὡς τὸ ξύλον, τὰ μέταλλα, οἱ λίθοι, δι' ὧν δὲν διέρχεται τὸ φῶς, καλοῦνται σκιερά. Ὑπάρχουσι σώματα, ὡς ἡ λευκὴ ὑαλός, λεπτὴ πλάξ πορσελάνης, φύλλον λεπτοῦ χάρτου, διὰ τῆς μάζης τῶν ὀπείων διέρχεται μὲν τὸ φῶς, ἀλλὰ δὲν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν εὐκρινῶς τὰ ὀπισθὲν τῶν εὐρισκόμενα ἀντικείμενα. Τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται διαφώτιστα.

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

17. **Αἰθήρ.**— Πάντα τὰ φαινόμενα τῆς φύσεως δὲν δύναται νὰ ἐξηγηθῶσι διὰ μόνων τῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης οὕτως, ὥστε ἀπὸ τῆς ἀρχαιότητος εἶχε γίνῃ δεκτὴ ἡ ὑπαρξίς καὶ ἄλλων αἰτίων ἐκτὸς αὐτῆς. Ὅπως εἰς τὴν Ἀκουστικὴν ἀπαιτεῖται ὕλη, διὰ νὰ μεταδοθῇ ὁ ἦχος, ὁμοίως καὶ εἰς τὴν Ὀπτικὴν ἀπαιτεῖται μέσον τι, ἵνα μεταδοθῇ τὸ φῶς π. χ. τοῦ ἡλίου μέχρι τῆς γῆς. Τὸ φῶς λίαν μεμακρυσμένων ἀστρῶν, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὴν γῆν, ὡς θὰ ἴδωμεν, διανύει ἐπὶ ἔτη, ἐπὶ αἰῶνας, τὰ ἀτελεύτητα διαστήματα τοῦ ἀπείρου. Ἀλλὰ τίς ὁ φορεὺς τοῦ φωτός καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πορείας ταύτης, καθ' ἣν τοῦτο οὔτε ἐπὶ τοῦ ἀστρου εὐρίσκειται πλέον, οὔτε εἰς τὴν γῆν ἔχει φθάσῃ; Ποία εἶναι ἡ ἀόρατος καὶ μεγαλοπρεπὴς ἄλυσος, δι' ἧς ἐνεργεῖ ἡ ἑλξις, ἡ ἀποκαθιστῶσα τὴν ἁρμονίαν εἰς τὰς κινήσεις τῶν τεραστίων σωμάτων, τῶν πλανωμένων ἀνά τὸ ἄχανές;

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων, οἷα τὰ τοῦ φωτός καὶ τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος, ἐδέχθησαν, ὅτι ὑφίσταται εἰδός τι οὐσίας μὴ σταθμητῆς καὶ λίαν ἐλαστικῆς, κληθὲν αἰθήρ. Ὁ αἰθήρ ὑπάρχει πανταχοῦ ὑπ' αὐτοῦ περιβάλλονταί τὰ πάντα. ἐντὸς-αὐτοῦ πλῆει εἰσὸνδῆποτε ὕλικὸν σῶμα. Αὐτὸς εἶναι ἡ ἀπειρος θάλασσα, ἡ συνδέουσα ἐλα τὰ σώματα καὶ καταργοῦσα τὴν ἀνεξαρτησίαν αὐτῶν. Οὐδὲν ἐν τῇ Φύσει τὸ τελείως μεμονωμένον, οὐδὲν τὸ τελείως ἀνεξάρτητον ἀπὸ

τὸν ἐπίλοιπον κόσμον. Τὰ πάντα συνδέονται ἀμοιβαίως, ἀποτελοῦνται ἐν ὄλον ἄρμονικόν, ὑπεῖκον εἰς νόμους αἰώνιους καὶ ἀμεταβλήτους. Ἀπλοῦν φῶς. Τὸ φῶς μεταδίδεται διὰ τοῦ αἰθέρος. Τὰ φωτογόνα σώματα, διὰ τῶν παλμικῶν κινήσεων τῶν μερῶν των, προκαλοῦσι κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος ἀναλόγους πρὸς τὰς ἡχητικάς. Οὕτως ἔχομεν ἰδιότητας τοῦ φωτός ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ ἤχου. Ὅπως εἰς τὴν Ἀκουστικὴν ἕκαστος ἤχος ἀντιστοιχεῖ εἰς ὠρισμένην ταχύτητα παλμικῆς κινήσεως (ἀριθμὸς παλμῶν ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ), ὁμοίως καὶ εἰς τὴν ὀπτικὴν δι' ὠρισμένην ταχύτητα παλμικῆς κινήσεως ἔχομεν καὶ ὠρισμένον φῶς (ἐρυθρόν, πράσινον κλπ.), ἕπερ καλεῖται ἀπλοῦν ἢ μονόχροον φῶς. Δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν κλίμακας φώτων, ἀναλόγους πρὸς τὰς τῶν ἤχων. Ὑψίσταται ἄρμονία χρωμάτων, ὅπως καὶ ἄρμονία ἤχων.

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

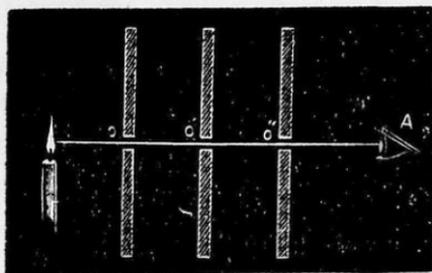
Κατωτέρω θὰ ἴδωμεν τὸν τρόπον τῆς ἐπιτυχίας ἀπλῶν φώτων.)

18. **Μετάδοσις εὐθύγραμμος τοῦ φωτός.** — Ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν μεταδίδεται τὸ φῶς, καλεῖται ἀκτίς φωτός, τὸ δὲ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων δέσμη φωτός.

Ἐντὸς τοῦ κενοῦ καὶ τῶν ὁμοιομερῶν διαφανῶν σωμάτων, ὅπως τὸ ὕδωρ, ἡ ὕαλος, ὁ ἀήρ (ὑπὸ τὰς αὐτάς περιστάσεις πανταχοῦ), τὸ φῶς μεταδίδεται κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν, ἤτοι αἱ ἀκτίνες εἶναι γραμμαὶ εὐθεῖαι. Πράγματι, ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ δωματίου εἰσέλθωσι διὰ τινος ὀπῆς ἀκτίνες ἡλιακαί, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὀδεύουσι κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν¹⁾. Ἐπίσης ἐὰν ἐνώπιον φλογός, π. χ. κηρίου, τοποθετήσωμεν φύλλα χονδρῶ χάρτου ἢ ἄλλου ἀδιαφανοῦς σώματος Α, Β, Γ (σχ. 11), φέροντα μικρὰς ὀπὰς Ο, Ο', Ο'', Ο, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἵνα τὸ φῶς διέλθῃ δι' αὐτῶν, πρέπει νὰ κείνται πᾶσαι ἐπ' εὐθείας γραμμῆς.

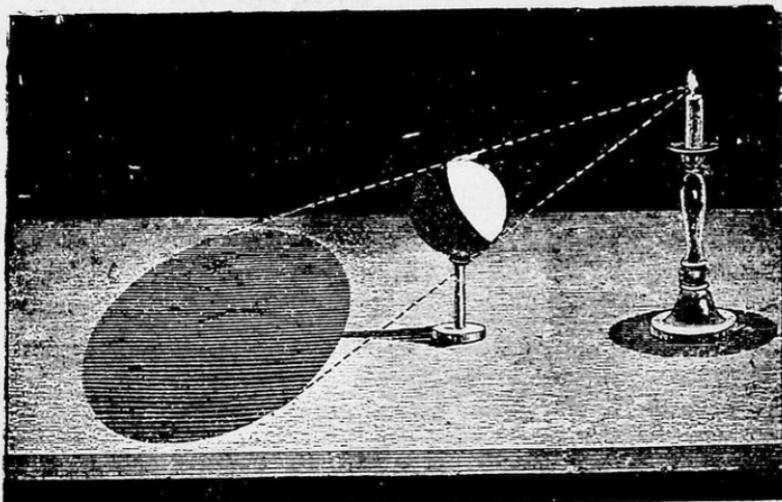
¹⁾ Ἡ πορεία τῶν ἀκτίνων γίνεται ὁρατὴ ἐκ τοῦ κίωρουμένου εἰς τὸν ἀέρα κοκκοροῦ, ὅστις φωτίζεται ὑπ' αὐτῶν.

19. Σκιά. — Όταν ενώπιον πηγής φωτός θέτουμεν σώμα σκοτεινόν και σκιερόν, π. χ. σφαίραν μεταλλίνην ή βιβλίον, ὀπισθεν του σχηματίζεται χωρός τις, εντός του οποίου τὸ φῶς δὲν δύναται νὰ εισέλθῃ και ὅστις καλεῖται σκιά. Ἡ σκιά εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς κατ' εὐθείαν γραμμῆν μεταδόσεως τοῦ φωτός. Ἐὰν ενώπιον φωτεινοῦ σημείου (σχ.



Σχ. 11.

12) τεθῆ σφαῖρα σκιερά και σκοτεινή, ἡ σκιά ἔχει σχῆμα κολούρου κώνου, οὔτινος αἱ γενέτειραι εἶναι εὐθεῖαι, διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτει-

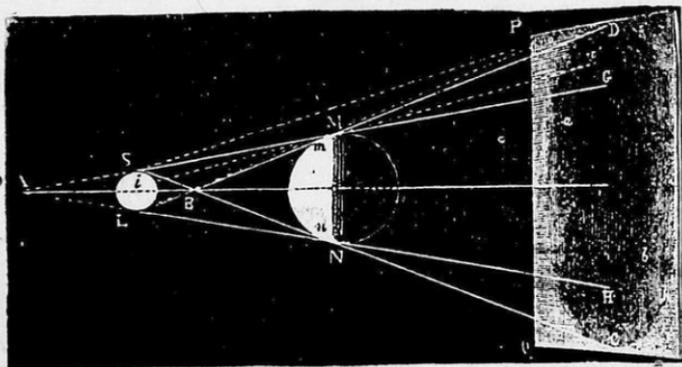


Σχ. 12.

νοῦ σημείου και ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας. Ἐὰν δὲ λευκὸν πέτασμα τεθῆ ὀπισθεν τῆς σφαίρας καθέτως ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ κολούρου κώνου θὰ σχηματισθῆ ἐπ' αὐτοῦ κυκλική σκιά.

Ἐν γένει, ὅταν ἡ πηγὴ τοῦ φωτός εἶναι σημεῖον, ἡ σκιά, ἦται ὁ μὴ φωτιζόμενος οὐδόλως χωρός, διακόπτεται ἀποτόμως ἀπὸ τοῦ φωτιζομένου. Ὅταν δὲ ὅμως ἡ πηγὴ τοῦ φωτός ἔχῃ διαστάσεις, τότε

ὁ χώρος, εἰς ὃν οὐδεμίᾳ ἀκτίς εἰσέρχεται, ἦτοι ἡ κυρίως σκιά, χωρίζεται ἀπὸ τοῦ φωτιζομένου περιβάλλοντος διὰ χώρου, δεχομένου μέρος μόνον τῶν ἀκτίνων ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀλιγώτερον, ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὴν κυρίως σκιάν καὶ καλουμένου παρασκίασμα. Ἐάν π. χ. ἡ πηγὴ τοῦ φωτός LS (σχ. 13) εἶναι σφαῖρα ὡς καὶ τὸ πρὸ ταύτης σκιερὸν σῶμα MN, τότε τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ὀπισθεν τῆς σφαίρας MN χώρου, φωτίζονται διαφόρως. Τὰ σημεῖα, ὡς τὸ α,



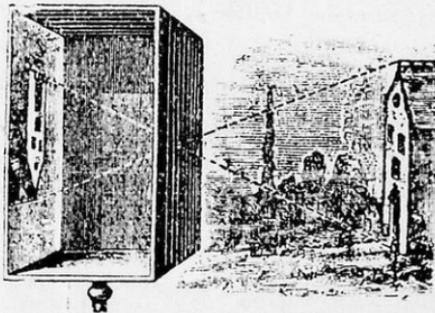
Σχ. 13.

οὐδεμίαν ἀκτίνα δέχονται ἐκ τῆς πηγῆς LS, ἐν ᾗ τὰ σημεῖα, ὡς τὸ α', φωτίζονται μὲν ὑπὸ τοῦ τμήματος, τῆς πηγῆς, τοῦ εὐρισκομένου ἄνωθεν τῆς IG, οὐχὶ ὅμως καὶ ὑπὸ τοῦ κάτωθεν ταύτης. Τοῦναντίον, σημεῖα ὡς τὸ D φωτίζονται ὑπ' ὀλοκλήρου τῆς πηγῆς. Ἡ κυρίως σκιά εἶναι ἐν τῷ κολούρω κώνῳ AMCHN, τὸ δὲ παρασκίασμα ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ τμήμα, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξύ τῆς σκιάς καὶ τῶν ὀρίων BCDM.

Ἀποτέλεσμα τῆς σκιάς καὶ τοῦ παρασκιάσματος εἶναι αἱ ἐκλείψεις τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἥλιου. Ὁ Ἥλιος φωτίζει τὴν γῆν καὶ τὴν Σελήνην καὶ οὕτως ὀπισθεν τῶν σχηματίζονται σκιά. Ὄταν ἡ Σελήνη, κατὰ τὴν περὶ τὴν γῆν περιστροφὴν τῆς, εἰσέλθῃ εἰς τὴν σκιάν τῆς γῆς, παράγεται ἔκλειψις Σελήνης. Ὄταν, τοῦναντίον, ἡ γῆ εἰσέλθῃ εἰς τὴν σκιάν τῆς σελήνης παράγεται ἔκλειψις τοῦ Ἥλιου.

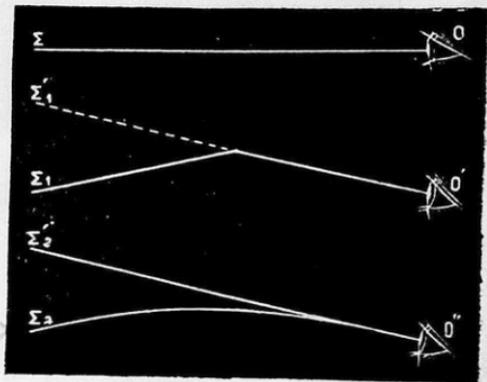
20. Σκοτεινὸς θάλαμος. — Ἐάν ἀνοιξωμεν μικρὰν ὀπήν

εἰς μίαν τῶν πλευρῶν θαλάμου κλειστοῦ πανταχόθεν κατ' σκοτεινοῦ (σχ. 14), 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 A τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐκπέμπει ἀκτῖνας φωτός, αἵτινες



Σχ. 14.

διερχόμεναι διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ θαλάμου, σχηματίζουσιν ἐπὶ τῆς ἀπέναντι λευκῆς πλευρᾶς του κηλῖδα A' κατὰ τὸ μάλλον ἢ ἥττον φωτεινὴν. Ἡ κηλὶς αὕτη εὐρίσκειται ἐπὶ τῆς εὐθείας AA' , ἣτις ἐνώνει τὸ σχετικὸν σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου μετὰ τῆς ὀπῆς τοῦ θαλάμου. Οὕτω σχηματίζεται σύνολον κηλίδων, ὅπερ ἀποτελεῖ εἰκόνα ὁμοίαν μὲν πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ἀλλ' ἀνεστραμμένην.



Σχ. 15.

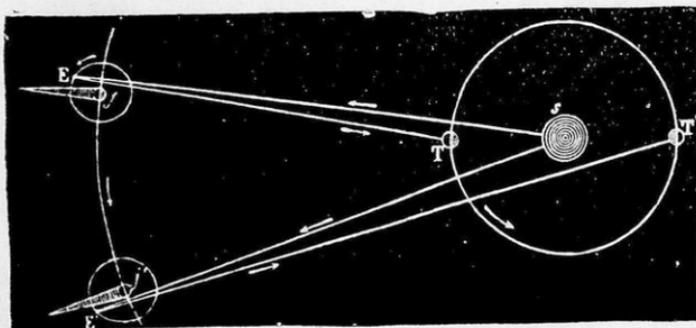
21. Διεύθυνσις τῆς

ὁράσεως. —

“Ὅταν δέσμη ἀκτῖνων φωτός, ἐκπεμπόμενη ὑπὸ τινος σημείου Σ (σχ. 15) φθάσῃ εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας O κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΣO , τότε βλέπομεν τὸ σημεῖον Σ κατὰ τὴν διεύθυνσιν $O\Sigma$. Ἐὰν ὅμως αἱ ἀκτῖνες διὰ τινὰ οἰανδήποτε αἰτίαν φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας κατ' ἄλλην διεύθυνσιν MO διάφορον τῆς $\Sigma_1 M$, ἣν εἶχον, ὅταν ἀνεχώρησαν ἐκ τοῦ σημείου Σ_1 , τότε νομίζομεν, ὅτι τὸ σημεῖον Σ , εὐρίσκεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν $O'M$ καὶ εἰς τὴν θέσιν Σ' . Ἐν γένει νομίζομεν πάντοτε, ὅτι τὸ σημεῖον Σ εὐρίσκεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν, τὴν ὅποιαν ἔχουσιν αἱ ὑπ' αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, ὅταν φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας. Ὅμοίως,

δταν ἀκούωμεν κρότον οὐχί ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τοῦ (ἡχῶ), νομίζομεν, ὅτι προέρχεται οὗτος ἐκ τοῦ τόπου, ἔνθα συνέβη ἢ ἀνάκλασις.

22. **Ταχύτης τοῦ φωτός.**—Τὸ φῶς μεταδίδεται μετὰ καταπληκτικῆς ταχύτητος. Κατόπιν πολλῶν πειραμάτων εὐρέθη, ὅτι τὸ φῶς διανύει ἐντὸς τοῦ κενοῦ 300,000,000 περίπου μέτρα κατὰ 1". Τὴν αὐτὴν περίπου ταχύτητα ἔχει καὶ ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Ἴνα τὸ φῶς τοῦ ἡλίου φθάσῃ μέχρι τῆς γῆς, χρειάζεται 492 δευτερόλεπτα. Ἐνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος τοῦ φωτός κατὰ τὴν ἐκπυροσκόρησιν τηλεβόλου πῶτον βλέπομεν τὴν λάμψιν καὶ κατόπιν ἀκούομεν τὸν συγ-



Σχ. 16.

χρόνως παραγόμενον κρότον, ὅστις διανύει μόνον 340 μέτρα εἰς 1" καὶ ἐπομένως φθάνει βραδύτερον τοῦ φωτός.

Πρῶτος δ' εὔρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Roemer διὰ τῶν παρατηρήσεων τοῦ ἐπὶ τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν ὑπὸ τούτου ῥιπτομένην σκιὰν ἐξηφανίζετο ὡς φωτοβόλον σῶμα σθεννύμενον καὶ ἀνελάμπεν αὐθις ἐξερχόμενος τῆς σκιάς. Ἡθέλησε δ' ὁ ἀστρονόμος οὗτος ν' ἀνεύρη τὸν χρόνον τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν παρερχόμενον μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἢ μὲν Γῆ εὐρίσκετο εἰς τὸ T (σχ. 16), ὁ δὲ Ζεὺς εἰς τὸ j καὶ ὁ Ἥλιος εἰς τὸ S, ἤτοι ὀλίγον πρὸ τῆς συζυγίας κατ' ὀλίγον, ὅτε ἢ Γῆ εὐρίσκετο εἰς

τὸ Γ', ἦτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, παρατήρει τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιάς· οὕτω δ' εὔρεν, ὅτι ὁ χρόνος τῆς περι τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου κατὰ τὴν συζυγίαν εἶναι ἴσος πρὸς 42 ὥρ. 28' καὶ 35''. Ἀλλ' ἀπὸ τῆς συζυγίας οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεὺς, μετακινούμενοι ἐπὶ τῶν τροχιῶν αὐτῶν, ἀδιαλείπτως ἀπεμακρύνοντο ἀλλήλων, εἰς ἕξ δὲ περίπου μῆνας ὁ μὲν Ζεὺς διήγυσε τὸ διάστημα jj', ἦτοι τὸ $\frac{1}{24}$ περίπου τῆς τροχιάς του, ἡ δὲ Γῆ τὸ διάστημα TT' ὁπότε οἱ δύο πλανῆται εὐρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν γυρᾶνετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τελευταῖον ἡ αὐξησις αὐτῆ ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς. Ἔνεκα δὲ τῆς διηγεκοῦς ταύτης ἀπομακρύνσεως τῶν πλανητῶν αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἐμφανίσεων τοῦ δορυφόρου ἐπεβραδύνοντο καὶ ἡ ὀλικὴ ἐπιβραδύνσις ἀνήλθε τέλος εἰς 16' καὶ 26'', ὁ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς, διὰ τὰ διανύσῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἦτοι 76,461,000 λεύγας. Οὕτως εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308,333,000 μέτρα.

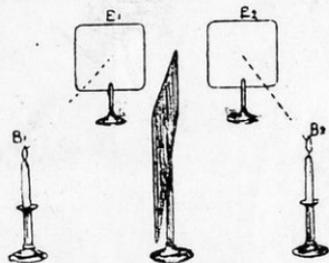
Διὰ πολλῶν ἄλλων πειραμάτων εὐρέθη, ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἐν τῷ κενῷ καὶ ἐν τῷ ἀέρι εἶναι κατὰ μεγάλην προσέγγισιν 300,000, 000 μέτρα περίπου. Ἐντὸς τῶν λοιπῶν διαφανῶν σωμάτων ἡ ταχύτης αὐτῆ εἶναι διάφορος. Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα, ἐν μὲν τῷ ὕδατι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι κατὰ τὸ τέταρτον μικροτέρα, ἦτοι 225000 χιλιόμετρα, ἐν δὲ τῇ ὑάλῳ μόνον 200,000 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Φωτομετρία.

23. **Φωτομετρία.**—Ἐκ τῶν διαφόρων περὶ ἡμᾶς σωμάτων ἄλλα μὲν εἶναι ὀλιγώτερον, ἄλλα δὲ περισσότερον φωτισμένα. Ὅταν πρὸ τοῦ ἡλίου διέρχεται νέφος τι, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ἡμῖν ὀλιγώτερον φωτισμένα καὶ λέγομεν, ὅτι ὁ φωτισμὸς των εἶναι ἰσθενέστερος. Ἡ φωτομετρία ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν σύγκρισιν τῆς ἐντάσεως τῶν διαφόρων πηγῶν τοῦ φωτὸς καὶ τοῦ φωτισμοῦ τῶν διαφόρων ἐπιφανειῶν.

24. **Ίσότης ἐντάσεων καὶ φωτισμῶν.**— Δύο κηρία ἀπολύτως ὅμοια (π. χ. ληφθέντα ἐκ τῆς αὐτῆς δέσμης) καίονται, παρέχοντα ὁμοίας φλόγας. Λέγομεν, ὅτι αἱ φλόγες αὐταὶ ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐνταση φωτός.

Ἐὰν θέσωμεν τὰ δύο ταῦτα κηρία B_1 καὶ B_2 (σχ. 17) εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ δύο διαφραγμάτων ὁμοίων E_1 καὶ E_2 , χωριζομένων διὰ τρίτου Δ μέλανος ἀδιαφανοῦς καὶ καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν E_1 καὶ E_2 οὕτως, ὥστε αἱ ἀκτῖνες νὰ προσπίπτωσι καθέτως ἐπὶ τούτων, ὁ ὀφθαλμὸς διακρίνει, ὅτι τὰ διαφράγματα εἶναι ἐξ ἴσου φωτισμένα καὶ λέγομεν, ὅτι ἔχουσι ἴσους φωτισμούς.



Σχ. 17.

Δυνάμεθα ὅμως νὰ θέσωμεν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἐνὸς κηρίου ἄλλην πηγὴν φωτός, π. χ. λαμπτήρα διὰ πετρελαίου. Ἐὰν ὁ φωτισμὸς τῶν δύο διαφραγμάτων παραμείνῃ ὁ αὐτός, λέγομεν ὅτι αἱ δύο φωτειναὶ πηγαί, ἤτοι ὁ λαμπτήρ καὶ τὸ κηρίον, ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐνταση φωτός.

Σχέσις διαφόρων φωτισμῶν.— Ἐὰν ἀνάψωμεν δύο κηρία ὅμοια καὶ συνυπάρχοντα B_1 καὶ B_2 , τὰ κηρία ταῦτα, ὁμοῦ λαμβανόμενα, ἀποτελοῦσι πηγὴν, τῆς ὁποίας ἡ ἐνταση λέγομεν, ὅτι εἶναι δις μεγαλύτερα τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐνὸς μόνον ἐξ αὐτῶν. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἓν τῶν κηρίων B_1 εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα διὰ δύο ὁμοίων πρὸς τὸ τρίτον B_2 , τὸ διάφραγμα E_1 φαίνεται περισσότερον φωτισμένον ἢ τὸ ἕτερον E_2 . Λέγομεν τότε, ὅτι ὁ φωτισμὸς τοῦ E_1 εἶναι διπλάσιος τοῦ E_2 .

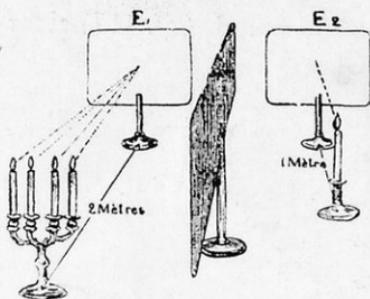
Τέλος, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν καὶ τὸ κηρίον B_2 διὰ λαμπτήρος L καὶ ἴδωμεν, ὅτι οὗτος παράγει φωτισμὸν ἐπὶ τοῦ E_2 ἴσον πρὸς τὸν τοῦ E_1 , λέγομεν, ὅτι ὁ λαμπτήρ ἔχει ἐνταση ἴσην πρὸς δύο κηρία.

Ὅμοίως δυνάμεθα νὰ ἐπεκτείνωμεν τὸ πείραμα εἰς 3, 4, 5 κλπ. κηρία καὶ νὰ ἔχωμεν φωτισμὸν τρεῖς, τετράκις, πεντάκις κλπ. μείζονα καὶ ἐνταση λαμπτήρος τρεῖς, τετράκις, πεντάκις κλπ. μείζονα τῆς τοῦ L κηρίου.

25. **Μεταβολαὶ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστά-**

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

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὡς ἐξῆς. Πρὸ τοῦ



Σχ. 18.

διαφράγματος E_1 (σχ. 18) καὶ εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου τίθεται 1 κηρίον. Πρὸ δὲ τοῦ διαφράγματος E_2 τίθεται ὁμάς ἐκ 4 κηρίων, χωρισμένη ἐκ τοῦ πρώτου διὰ μέλανος ἀδιαφανοῦς διαφράγματος Δ 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 πηγὴ E_1 εὑρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 2 μέτρων.

Ἄλλ' ἐὰν καὶ ἡ πηγὴ S_1 (δηλ. τὸ 1 κηρίον) εὑρίσκητο εἰς ἀπόστασιν 2 μέτρων, ὁ φωτισμός, ὃν θὰ παρήγε, θὰ ἦτο τετράκις μικρότερος τοῦ παραγομένου ὑπὸ τῶν 4 κηρίων. Ἄρα: ἐν κηρίον εἰς ἀπόστασιν δύο μέτρων φωτίζει τετράκις ὀλιγώτερον ἢ ἐν κηρίον εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου. Ἐπίσης εὑρίσκομεν, ὅτι εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων 1 κηρίον φωτίζει θάκις ὀλιγώτερον ἢ 1 κηρίον εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου, ἦτοι ὁ φωτισμός μεταβάλλεται συμφώνως πρὸς τὸν διατυπωθέντα ἀνωτέρω νόμον.

26. **Θεμελιώδης σχέσις.** — Τὸ προηγούμενον πείραμα δεικνύει καὶ τὸν τρόπον τῆς παραβολῆς τῶν ἐντάσεων δύο πηγῶν. Ὡς εἶδομεν, ἡ ἐκ 4 κηρίων πηγὴ παράγει τὸν αὐτὸν φωτισμόν, ὃν καὶ 1 μόνον κηρίον, ὅταν τεθῆ εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν. Ἄρα: ὅταν δύο πηγαὶ παράγωσιν ἴσους φωτισμοὺς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ διαφράγματος αἱ ἐντάσεις αὐτῶν I_1 καὶ I_2 εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεών των d_1 καὶ d_2 ἀπὸ τοῦ διαφράγματος, ἦτοι:

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

27. **Μονάδες ἐντάσεως τοῦ φωτισμοῦ.** — Πρὸς προσδιορισμὸν τῶν ἐντάσεων τῶν διαφόρων πηγῶν λαμβάνεται ὡς μονὰς ἡ ἐντασις ὠρισμένης πηγῆς καὶ πρὸς ταύτην συγκρίνονται αἱ λοιπαὶ

ἐντάσεις. Ἡ πηγὴ τοῦ φωτός, ἢς ἡ ἐνταση λαμβάνεται ὡς μονάς, δέον νὰ εἶναι ἀμετάβλητος κατ' ἐντασιν καὶ νὰ δύναται νὰ παρασκευασθῇ ὅσον τὸ δυνατόν εὐχερῶς. Ὡς μονάς ἐντάσεως λίαν συνήθως λαμβάνεται ἡ καλουμένη Carcel, ἣτις εἶναι ἡ ἐνταση λύχνου Carcel, κείοντος 42 γράμμα κρῆμνα κατ' ὥραν. = 9 ^{πρὸς} 1000 ^{πρὸς} 1000

Ἡ μονάς Violle εἶναι ἡ τοῦ φωτός, τοῦ ἐκπεπομένου καθέτως ὑφ' ἐνός τετραγ. ἑκατοστομ. λευκοχρύσου, εὐρισκομένου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως αὐτοῦ, ἦτοι 1785". Ἡ μονάς αὕτη ἰσοδυναμεῖ πρὸς 2 Carcel. ^{ὡς πρὸς τὴν μονάδα αὐτὴν 1785" εἰς τὸν ἀριθμὸν 1785" εἰς τὸν ἀριθμὸν 1785"}

Τὸ δεκαδικὸν κηρίον εἶναι μονάς, ἰσοδυναμοῦσα πρὸς $\frac{1}{20}$ τῆς μονάδος Carcel. Ἡ μονάς Hefner εἶναι ἡ τῆς λυχνίας, καιούσης δι' ὀξείκου ἀμιλλίου καὶ ἰσοδυναμεῖ πρὸς $\frac{1}{19}$ τῆς μονάδος Violle. ^{ὡς πρὸς τὴν μονάδα αὐτὴν 1785" εἰς τὸν ἀριθμὸν 1785"}

28. **Μέτρησις τῶν ἐντάσεων.** — Καλοῦνται φωτόμετρα τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμεύοντα πρὸς σύγκρισιν τῶν ἐντάσεων τῶν φωτεινῶν πηγῶν.) ^{ὡς πρὸς τὴν μονάδα αὐτὴν 1785" εἰς τὸν ἀριθμὸν 1785"}

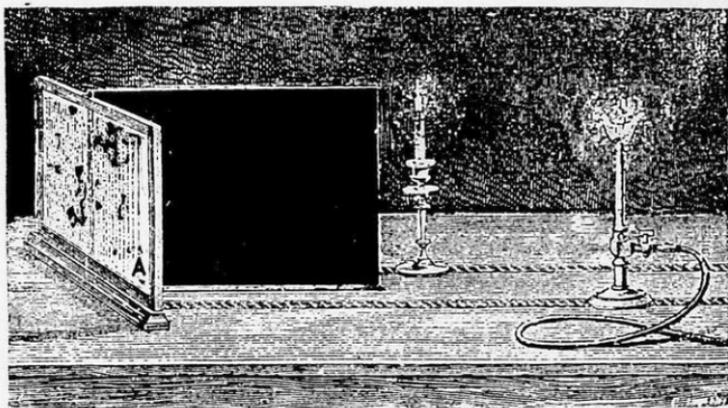
Τὰ φωτόμετρα στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἐξῆς ἀρχῆς. Ἐστω, ὅτι δύο πηγὰι φωτός ἐντάσεων I_1 καὶ I_2 εὐρίσκονται εἰς τὰς ἀποστάσεις d_1 , d_2 ἀπὸ τὰ ἐκτεθέντα διαφράγματα E_1 καὶ E_2 . Αἱ ἀποστάσεις δὲ ἔχουσι ῥυθμισθῆ τοιοῦτοτρόπως, ὥστε οἱ φωτισμοὶ τῶν διαφραγμάτων νὰ εἶναι ἴσοι. Ἄλλ', ὡς εἶδομεν, αἱ ἐντάσεις τῶν πηγῶν εἶναι τότε ἀνάλογοι τῶν ἀποστάσεων, ἦτοι ἔχομεν:

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

Ἐπομένως, ἐὰν εἶναι γνωστὴ ἡ μία τῶν ἐντάσεων, π. χ. ἡ I_1 , δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὴν ἑτέραν I_2 , δι' ἀπλῆς μετρήσεως τῶν ἀποστάσεων d_1 καὶ d_2 . Πλεῖστα φωτόμετρα ἔχουσιν ἐπινοηθῆ, ἐξ ὧν τὸ τοῦ Bouguer καὶ τὸ τοῦ Bunsen εἶναι λίαν ἀπλᾶ καὶ εὐχρηστα.

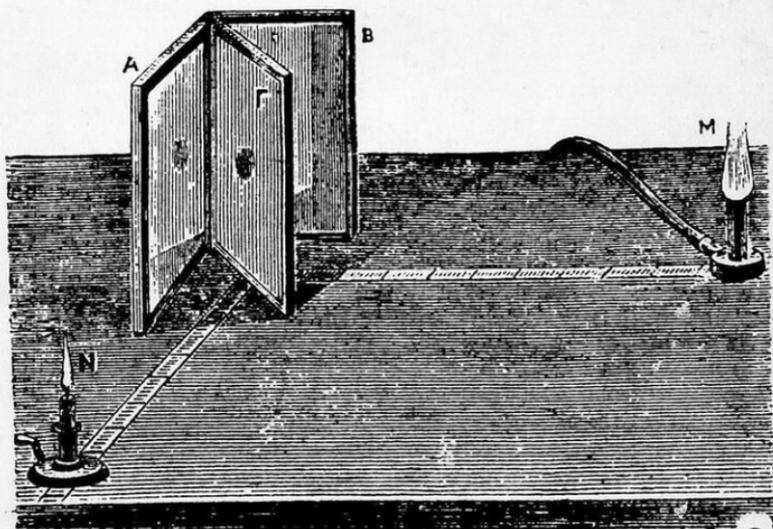
Φωτόμετρον Bouguer. — Τὸ φωτόμετρον τούτο (σχ. 19) ἀποτελεῖται ἐξ ὀρθογωνίου λευκῆς ὑάλου A , τοποθετουμένης κατακορύφως καὶ ἐξ ἐνός ἐπίσης ὀρθογωνίου διαφράγματος σκιεροῦ B , ἐστερεωμένου καθέτως εἰς τὸ μέσον τῆς ὑάλου, ἡ ὁποία οὕτω διαχωρίζεται εἰς δύο ὅμοια τμήματα. Ἀπέναντι ἐκάστου τῶν τμημάτων τούτων καὶ ἐκατέρωθεν τοῦ B τοποθετοῦνται αἱ δύο πρὸς σύγκρισιν

φωτειναι πηγαι, αι οποιαι φερονται εις τοιαυτας αποστασεις απο της υαλου, ωστε ο φωτισμος των δυο τμηματων της να ειναι ισος. Ο



Σχ. 19.

λογος των τετραγωνων των αποστασεων τούτων ειναι ισος προς τον λογον των εντάσεων των δυο φωτεινων πηγων.



Σχ. 20.

Φωτόμετρον Bunsen. — Τούτο σύγκειται εκ διαφράγματος εκ λευκου χαρτι, οστις φερει περι το μέσον του κηλιδα δια λιπώδους

οὐσίας. Ἐὰν τοποθετήσωμεν δύο διάφορα φῶτα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ διαφράγματος, τότε ἡ κηλὶς φαίνεται ἀμυρᾶ, ὁ δὲ περίξ χάρτης λαμπρότερος αὐτῆς ἐκ τοῦ μέρους, πρὸς ὃ ὁ χάρτης φωτίζεται πλεό-
τερον. Τοῦναντίον, ἡ κηλὶς φαίνεται λαμπροτέρα, ὁ δὲ περίξ χάρτης ἀμυρότερος ἐκ τοῦ μέρους τοῦ ἥττον φωτιζομένου· τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι πλεῖον φῶς διέρχεται διὰ τῆς κηλίδος, ὀλιγώτερον δὲ διασκεδάννυται ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτοντος, ἐν ᾧ ἐπὶ τοῦ λοιποῦ χάρτου πλεῖον διασκεδάννυται, ὀλιγώτερον δὲ διέρχεται. Ὅταν μεταθέσωμεν τὸν χάρτην οὕτως, ὥστε ἡ κηλὶς νὰ ἐξαφανισθῇ, τότε ὁ χάρτης φωτίζεται ἐπίσης ἑκατέρωθεν, αἱ δὲ ἐντάσεις τῶν δύο φώτων εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων ἀπὸ τοῦ χαρτί-
νου διαφράγματος. Τοποθετοῦντες δύο ἐπίπεδα κάτοπτρα ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν (45°) ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ διαφράγματος (σχ.20), βλέπο-
μεν αὐτοχρόνως καὶ παρακειμένως τὰς δύο ὀψεις τοῦ χαρτίου δια-
φράγματος καὶ ἀνευρίσκομεν ἀκριθέστερον τὴν θέσιν, καθ' ἣν ἡ κηλὶς ἐντελῶς ἀφανίζεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

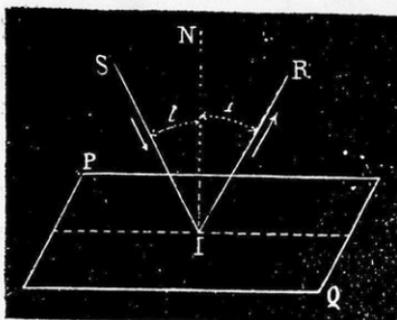
ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

29. Ἀνάκλασις καὶ διάχυσις. — Ἐὰν διὰ τινος ὀπῆς ὀμματίου σκοτεινοῦ ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ δέσμη φωτὸς ἡλιακοῦ καὶ κατὰ τὴν ὁδὸν ταύτης παρενθέσωμεν χάρτην λευκόν, τὸ φῶς διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς πρὸ τοῦ χάρτου διευθύνσεις ἐν τῷ ὀματίῳ. Ὁ χάρτης φαίνεται τότε ὅπουδῆποτε καὶ ἂν τοποθετηθῶμεν πρὸ αὐτοῦ. Λέγομεν δέ, ὅτι διαχέει τὸ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτον φῶς καὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται διάχυσις τοῦ φωτός. Τὴν αὐτὴν ιδιότητα ἔχουσι πάντα τὰ σώματα, τῶν ὁποίων ἡ ἐπιφάνεια δὲν εἶναι λεία καὶ στιλπνή. Ἡ ἐπιφάνεια π. χ. τῶν ὑφασμάτων, τῶν οἰκιῶν, διασκορπίζει τὸ φῶς τῆς ἡμέρας. Διὰ τοῦ διαχεομένου τούτου φωτός βλέπομεν τὰ σώματα ταῦτα.

Ἐὰν ὅμως ἀντὶ τοῦ χάρτου ληφθῇ ἄλλο σῶμα μὲ ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνὴν, π. χ. δίσκος ἀργυροῦς στιλπνός, τότε παρατηροῦ-
μεν, ὅτι ἡ δέσμη τοῦ ἡλιακοῦ φωτός κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκπέμπεται.

ὕπὸ τοῦ δίσκου καθ' ὠρισμένην διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀνάκλασις τοῦ φωτός.

Ἐν γένει, ὁσάκις δέσμη φωτός προσπέσῃ ἐπὶ τινος σώματος, οὗ ἡ ἐπιφάνεια εἶναι λεία καὶ στιλπνή, ἡ δέσμη αὕτη ἀνακλᾶται κατὰ τὸ πλεῖστον μέρος αὐτῆς. Πᾶσα λεία ἐπιφάνεια, ἀνακλῶσα τὸ φῶς κανονικῶς, καλεῖται κάτοπτρον, ὡς τὰ συνήθη ἐν χρήσει εἰς τὰς οἰκίας μας, ἡ ἐπιφάνεια ἡρεμεύοντων ὑδάτων κλπ.



Σχ. 21.

Νόμοι γεωμετρικοὶ τῆς ἀνακλάσεως. — Ὅταν ἀκτὶς φωτός SI (σχ. 21) συναντήσῃ ἐπιφάνειάν τινα PQ λείαν καὶ στιλπνὴν σώματος σκιεροῦ, δὲν ἐξακολουθεῖ πορευομένη, ὡς εἶδομεν, κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἀλλὰ λαμβάνει νέαν διεύθυνσιν ὠρισμένην IR, ἣτοι ἀνακλᾶται. Ἡ ἀκτὶς SI καλεῖται προσπίπτουσα, ἡ δὲ IR ἀνακλωμένη. Ἐὰν εἰς τὸ ση-

μεῖον I τῆς ἐπιφανείας PQ φέρωμεν τὴν κάθετον ἐπὶ ταύτην IN, ἡ μὲν γωνία QIN καλεῖται γωνία προσπίπτσεως, ἡ δὲ NIR γωνία ἀνακλάσεως.

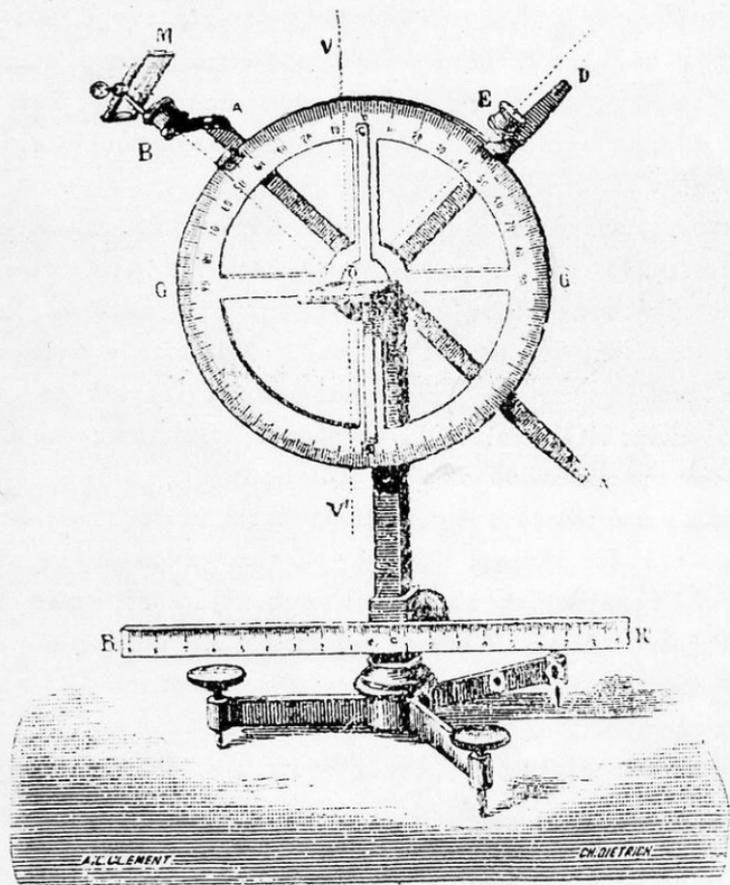
Ἡ διεύθυνσις, ἣν λαμβάνει ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς IR δὲν εἶναι τυχαία, καθόσον τὸ φαινόμενον τῆς ἀνακλάσεως ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους :

1ον Ἡ γωνία τῆς προσπίπτσεως εἶναι ἴση πάντοτε πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως.

2ον Τὸ ἐπίπεδον, ὅπερ ὀρίζουσι ἡ προσπίπτουσα, AI καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς IR εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν. Ἐπομένως ἡ κάθετος IN εὐρίσκειται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ

Οἱ νόμοι οὗτοι ἐπαληθεύονται: κατὰ προσέγγισιν διὰ τοῦ ἐξῆς ὄργανου (σχ. 22). Δίσκος μεταλλικὸς καὶ κυκλικὸς GG' φέρει εἰς τὸ κέντρον του καὶ καθέτως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου μικρὸν ἐπίπεδον κάτοπτρον O. Ὁ δίσκος κατὰ τὴν περιφέρειάν του εἶναι ὑποδιηρημένος εἰς μέρη καὶ ἡ διάμετρος του $0^{\circ} - 180^{\circ}$ εἶναι κατακόρυφος καὶ

ἀντιστοιχεί εἰς τὴν κάθετον VV' ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Δύο δεῖχται μέταλλιναι A καὶ D , διευθυνομεναι κατὰ τὰς ἀκτῖνας τοῦ κυκλικοῦ δίσκου, δύνανται νὰ στραφῶσι περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ δείκτου A εἶναι ἐστερωμένος σωλὴν κυλινδρικός B , τοῦ ὁποῦ



Σχ. 22.

τὰ δύο ἀνοίγματα εἶναι κεκαλυμμένα διὰ δύο μεταλλικῶν δισκαρίων, φερόντων ἀνὰ μίαν ὀπὴν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν. Τοιοῦτοτρόπως αἱ δύο ὀπαὶ εὐρίσκονται 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 στερεωθῆ κυλινδρικός σωλὴν E , ὅμοιος πρὸς τὸν B , ὁμοίως τοποθετημένος καὶ

ἀπέχων τοῦ δίσκου $G G'$, ἔσον καὶ ὁ B . Οὕτως αἱ δύο ἄξονες B καὶ E ὀρίζουσιν ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον εἶναι παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου.

Τῇ βοήθειᾳ μικροῦ κατόπτρου M , δυναμένου νὰ στρέφηται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ρίπτομεν τὸ ἡλιακὸν φῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ σωλήνος B . Δέσμη λεπτῆ τοῦ φωτὸς τούτου, διερχομένη διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ σωλήνος B καὶ ἐπομένως παράλληλος ἀκτῖνος τοῦ δίσκου καὶ τῷ ἐπιπέδῳ του, φθάνει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου O , ἐφ' οὗ καὶ ἀνακλάται.

Μετὰ τὴν ἀνάκλασίν τῆς 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 σωλήνος E . Ἐὰν VV' εἶναι ἡ κάθετος, ἡ ἀγομένη ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἐκ τοῦ κέντρου O , καὶ μετρήσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου τὰς δύο γωνίας BOV καὶ VOE εὐρίσκομεν αὐτὰς ἴσας, τοῦθ' ὅπερ ἐπαληθεύει τὸν πρῶτον νόμον τῆς ἀνακλάσεως.

Ἄλλὰ καὶ ὁ δεῦτερος νόμος ἐπαληθεύεται ταυτοχρόνως, οἷοτι τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἀκτῖνων BO καὶ OE εἶναι παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου, καθόσον εἶναι αὐτὸ τοῦτο τὸ ἐπίπεδον τῶν ἄξόνων τῶν σωλήνων B καὶ E . Ἄλλὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ δίσκου εἶναι κάθετον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου O καὶ ἐπομένως καὶ τὸ τῶν ἀκτῖνων BO καὶ OE εἶναι ἐπίσης κάθετον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κατόπτρου.

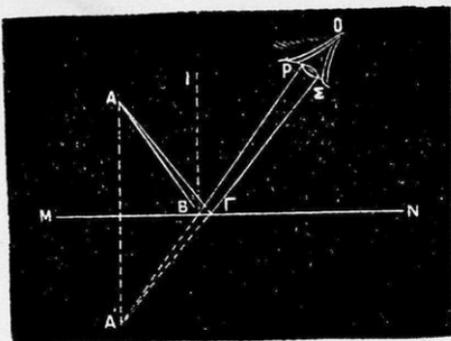
Τὴν σπουδαιότεραν ὅμως ἐπαλήθευσιν τῶν νόμων τῆς ἀνακλάσεως ἀποτελοῦσι: τὰ ἐπὶ τῇ βάσει αὐτῶν λαμβανόμενα ἐξηγόμενα, ἅτινα ἐπαληθεύει καὶ τὸ πείραμα.

Κάτοπτρα.

31. **Διαίρεσις κατόπτρων.**— Τὸ κάτοπτρον καλεῖται ἐπίπεδον ἢ σφαιρικόν, καθ' ὅσον ἡ ἀνακλώσα ἐπιφάνειά του εἶναι ἐπίπεδος ἢ σφαιρική. Ἐπίπεδα κάτοπτρα εἶναι τὰ συνήθη τῶν αἰκιῶν μας, ἡ ἐπιφάνεια τῶν ἡρεμούντων ὑδάτων, ἡ ἐπίπεδος καὶ λεία ἐπιφάνεια πλακῶς ἀργυρᾶς ἢ χρυσοῦς κλπ. Ἐὰν παρατηρήσωμεν ἐντὸς ἀχρόου ἐπιπέδου κατόπτρου, θὰ ἴδωμεν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ εἶδωλα, ἧτοι: τὰς εἰκόνας, τῶν πέραξ ἀντικειμένων ἀκριβῶς ὁμοίως ὡς πρὸς τὸ

μέγεθος και τὸ χρῶμα οὕτως, ὥστε ἀπατώμεθα ἐνίοτε (ἀγνοοῦντες τὴν ὑπαρξίν τῶν κατόπτρων) καὶ νομίζομεν, ὅτι εὐρίσκομεν ἐκεῖ πραγματικῶς τὰ ἀντικείμενα ταῦτα. Ἐντὸς τῶν ἡρεμοῦντων ὑδάτων τῶν λιμνῶν σχηματίζονται τὰ εἰδῶλα τῶν πέριξ οἰκιῶν, δένδρων κλπ.

32. **Ἐπίπεδα κίτοπτρα.** — Εἰδῶλον σημείου. Ὁ σχηματισμὸς τῶν εἰδῶλων εἰς τὰ ἐπίπεδα κίτοπτρα ὀφείλεται εἰς τὴν ἀνάκλασιν. Ἐὰν ἐνώπιον ἐπιπέδου κίτοπτρου MN (σχ. 23) τεθῆ φωτεινὸν σημεῖον A, αἱ ὑπ' αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες AB, AΓ', ..., προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κίτοπτρου, ἀνακλῶνται κατὰ τὰς διευθύνσεις BP, ΓΣ.

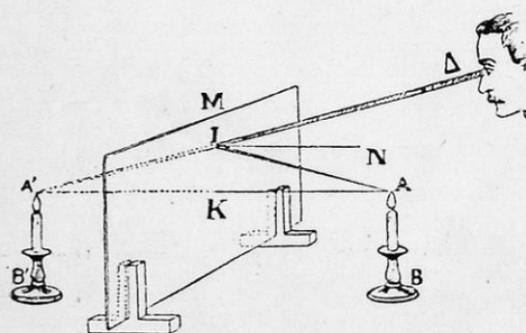


Σχ. 23.

Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἦμῶν O δεχθῆ τὰς ἀκτῖνας ταύτας, θὰ νομίσωμεν, ὅτι ἐκπέμπονται ἐκ τοῦ σημείου A', τὸ ὁποῖον καλεῖται εἰδῶλον τοῦ A καὶ εἶναι συμμετρικὸν τούτου ὡς πρὸς τὴν ἐπιφανείαν MN, ἤτοι εὐρίσκεται ὀπισθεν τοῦ κίτοπτρου ἐπὶ τῆς καθέτου AK καὶ εἰς ἀπόστασιν $A'K = AK$.

O

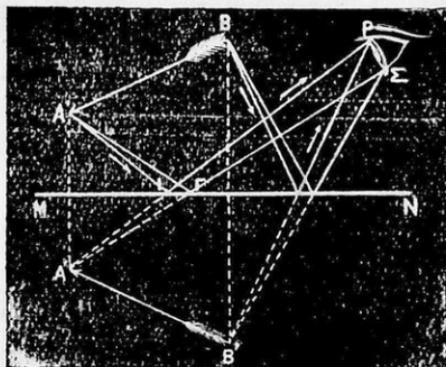
Περὶ τούτου πειθόμεθα διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Δύο κηρία A καὶ A' (σχ. 24) ἰσοῦψῃ τοποθετοῦνται ἐκατέρωθεν κατακορύφου ὑαλίνης πλακῆς M, ἐπὶ τῆς καθέτου AKA' εἰς τὸ κίτοπτρον καὶ εἰς ἀποστάσεις ἐξ αὐτοῦ AK καὶ A'K ἴσας. Τοποθετούμεθα πρὸς τὸ μέρος τοῦ κηρίου



Σχ. 24.

A καὶ παρατηροῦμεν διὰ μέσου τῆς ὑαλίνης πλακῆς τὸ κηρίον A'. Ἐὰν ἀνάψωμεν τὸ κηρίον A, τότε τὸ εἰδῶλον τῆς φλογὸς τούτου παράγεται ἐπὶ τῆς θυραλίδος τοῦ κηρίου A' καὶ φαίνεται ταῦτο

επίσης ἀνημμένον. Ἐάν δὲ διὰ φυσήματος σδύσωμεν τὸ Α, τότε μετὰ τούτου φαίνεται σβεννύμενον καὶ τὸ Α'.



Σχ. 25.

Εἶδωλον ἀντικείμενον¹⁾. — Ἐάν ἀντὶ ἐνὸς σημείου Α ὑπάρχη πρὸ τοῦ κατόπτρου ἀντικείμενόν τι φωτεινὸν ΑΒ (σχ. 25), θὰ ἴδωμεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου τὸ εἶδωλον Α'Β' τοῦ σώματος τούτου. Ἐκάστου σημείου τοῦ ἀντικείμενου ΑΒ σχηματίζεται τὸ εἶδωλόν του συμμετρικῶς ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον καὶ τοιοῦτοτρόπως τὸ σύνολον τῶν εἰδώλων τῶν δια-

φόρων σημείων ἀποτελεῖ εἶδωλον ὁμοίωμορον πρὸς τὸ ἀντικείμενον καὶ συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον.

Τὰ εἶδωλα ταῦτα καλοῦνται φανταστικά, διότι δὲν ὑπάρχουσι πραγματικῶς, ἐπειδὴ δὲν συνέρχονται αἱ ἀνακλῶμεναι ἀκτίνες, ἀλλ' αἱ προεκτάσεις αὐτῶν. Ὅταν αἱ ἀνακλῶμεναι ἀκτίνες συνέρχωνται πράγματι, ὡς θὰ ἴδωμεν εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, τότε τὸ εἶδωλον καλεῖται πραγματικόν.

33. Σφαιρικὰ κάτοπτρα. — Σφαιρικῶν κατόπτρων διακρίνομεν δύο εἶδη: τὰ κοίλα καὶ τὰ κυρτά. Κοίλα μὲν καλοῦνται ἐκεῖνα, εἰς ἃ ἡ ἀνάκλασις γίνεται ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας, κυρτά δὲ ἐκεῖνα, εἰς ἃ ἡ ἀνάκλασις γίνεται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας των.

Πᾶν σφαιρικὸν κάτοπτρον MN (σχ. 26 καὶ 27) ἀποτελεῖ μέρος σφαίρας τινός. Τὸ κέντρον Κ τῆς σφαίρας, εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον, καλεῖται κέντρον καμπυλότητος ἢ δὲ εὐθεῖα ΚΑ, ἢ διερχομένη διὰ τούτου καὶ τοῦ μέσου Α τοῦ κατόπτρου, καλεῖται κύριος ἄξων. Πᾶσα ἄλλη εὐθεῖα, διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου Κ, συναντῶσα τὸ κάτοπτρον καὶ μὴ συμπίπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι, καλεῖ-

¹⁾ Ἐν τοῖς ἐπομένοις ὑποτίθενται τὰ ἀντικείμενα πραγματικῶς ὑπάρχοντα καὶ φωτεινά.

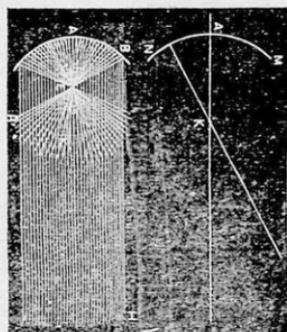
ται δευτερεύων ἄξων. Τὸ μέσον O τοῦ κατόπτρου καλεῖται κορυφή αὐτοῦ.

Κοῖλα σφαιρικά κάτοπτρα ¹⁾. — α') Εἶδωλον σημείου. Ὅταν φωτεινὸν σημεῖον ῥίπτῃ τὰς ἀκτῖνάς του ἐπὶ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, τί εἶδωλον σχηματίζεται καὶ εἰς ποίαν θέσιν; Πρὸς πειραματικὴν ἐξέτασιν τούτου θὰ λάβωμεν ὡς φωτεινὸν σημεῖον π. χ. μικρὰν ὀπὴν ἐπὶ μεταλλίνου φύλλου, φωτιζομένου ὀπισθεν καταλλήλως.

Τὸ φωτεινὸν σημεῖον θὰ θέσωμεν εἰς διαφόρους ἀποστάσεις καὶ θέσεις ἀπὸ τοῦ κατόπτρου. Καὶ ἐν πρώτοις, ἐὰν ὑποθέσωμεν αὐτὸ κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος εἰς ἀπόστασιν παμμεγίστην ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αἱ ἀκτῖνες τοῦ σημείου μετὰ τὴν ἀνάκλασιν των διέρχονται διὰ τοῦ μέσου E τῆς KO . Τὸ σημεῖον τοῦτο E καλεῖται ἐστία τοῦ κατόπτρου ὡς πρὸς τὸν ἄξονα KO , ἐφ' οὗ καὶ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου A .

Ἐνεκα τῆς παμμεγίστης ἀποστάσεως τοῦ A ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, αἱ ἀκτῖνες τοῦ A δύνανται πρακτικῶς νὰ θεωρηθῶσιν ὡς παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι AO . Ἐν γένει δὲ ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου διέρχονται ἅπασαι διὰ τῆς κυρίας ἐστίας. Αἰσθητῶς παράλληλοι εἶναι αἱ ἥλιακαὶ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι, προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ κυρίου ἄξονος, διέρχονται πᾶσαι διὰ τῆς ἐστίας E , ἔνθα, θέτοντες τεμάχιον χάρτου, βλέπομεν, ὅτι σχηματίζεται φωτεινότατον σημεῖον ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ ἀπόστασις OE καλεῖται ἐστιακὴ ἀπόστασις.

Ἐὰν τὸ σημεῖον A , κείμενον πάντοτε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον O (σχ. 28), τότε αἱ ἀκτῖνές του, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν των, δὲν διέρχονται διὰ τοῦ E , ἤτοι τὸ εἶδωλόν του δὲν σχη-

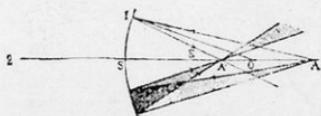


Σχ 26.

Σχ. 27.

¹⁾ Ἐν τοῖς ἐφεξῆς ὑποτίθεται, ὅτι τὰ σφαιρικά κάτοπτρα εἶναι μικροῦ ἀνοίγματος, τὰ φωτεινὰ σημεῖα οὐχὶ πολὺ ἀπέχοντα τοῦ κυρίου ἄξονος. αἱ δὲ ἀκτῖνές των μὴ σχηματίζουσαι μεγάλας μετὰ τούτου γωνίας καὶ ὀλίγον ἀπέχουσαι αὐτοῦ.

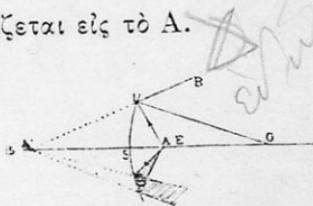
ματίζεται εις τὸ E, ἀλλ' εἰς ἄλλο σημεῖον A' (σχ. 28), εὐρισκόμενον μεταξὺ E καὶ O, τὸ ὅποιον πλησιάζει τὸ O, ἐφόσον καὶ τὸ A ποιεῖ τὸ αὐτό. Τὸ σημεῖον A', δι' οὗ διέρχονται αἱ ἀκτῖνες τοῦ A μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των, καλεῖται συζυγῆς ἐστία τοῦ A.



Σχ. 28.

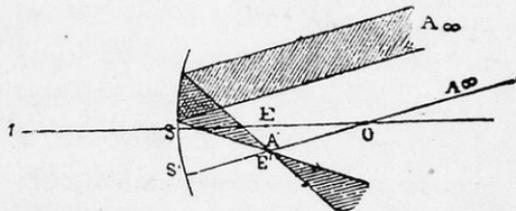
Ὅταν τὸ A εὐρίσκηται εἰς τὸ κέντρον O, καὶ ἡ συζυγῆς ἐστία του εἶναι ἐπίσης εἰς τὸ O. Ἐὰν νῦν τὸ A προχωρήσῃ ἀκόμη πρὸς τὴν ἐστίαν E, τὸ εἶδωλόν του σχηματίζεται πέραν τοῦ O καὶ εἰς ἄς θέσεις ἀκριβῶς εὐρίσκετο πρὶν τὸ A. Οὕτως, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῆ εἰς τὸ A', τὸ εἶδωλόν του σχηματίζεται εἰς τὸ A.

Πάντα τὰ εἶδωλα ταῦτα εἶναι πραγματικά. Τοῦναντίον, ἐὰν τὸ σημεῖον A (σχ. 29) τεθῆ μεταξὺ τῆς ἐστίας E καὶ τῆς κορυφῆς S τοῦ κατόπτρου, αἱ ἀκτῖνες AI... μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των βαίνουν ἀποκλίνουσαι IB... καὶ σχηματίζεται ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἶδωλον A' φανταστικόν, τὸ ὅποιον φαίνεται ἐντὸς αὐτοῦ.



Σχ. 29.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦνται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον A (σχ. 30) τεθῆ εἰς διαφόρους θέσεις οὐχὶ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος SO, ἀλλ' ἐπὶ ἄλλου ἄξονος οἰουδήποτε S'O. Ἄνευρι-

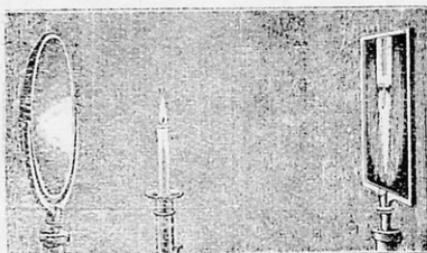


Σχ. 30.

σκομεν ὁμοίως ἐστίαν καὶ συζυγεῖς ἐστίας εἰς τὰς διαφόρους θέσεις τοῦ νέου ἄξονος, ἀναλόγους πρὸς τὰς ἐπὶ τοῦ κυρίου εὐρεθείσας.

β') Εἶδωλον ἀντικειμένου.— Ἐστω νῦν, ἔτι ἐνώπιον τοῦ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου θέτομεν φωτεινὸν ἀντικείμενον, π. χ. κηρίον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον τίθηται μεταξὺ τῆς ἐστίας E καὶ τοῦ κέντρου O σχηματίζεται: πραγματικὸν εἶδωλον αὐτοῦ, μεγαλύτερον τοῦ ἀντι-

κειμένου, ανεστραμμένον και εδρισκόμενον πέραν τοῦ O (σχ. 31).
 Τὸ εἶδωλον τοῦτο δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐπὶ λευκοῦ πετάσμα-
 τος, τιθεμένου εἰς ὄρισμαμένην
 θέσιν. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον
 τεθῆ πέραν τοῦ κέντρου O , τὸ
 εἶδωλόν του σχηματίζεται με-
 ταξὺ τοῦ E καὶ τοῦ O καὶ
 εἶναι πραγματικόν, μικρότερον
 τοῦ ἀντικειμένου καὶ ἀνε-
 στραμμένον.



Σχ. 31.

Ὅταν ὁμως τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκηται μεταξὺ τῆς κορυφῆς O
 τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς ἐστίας E , σχη-
 ματίζεται ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἶδω-
 λον φανταστικόν μεγαλύτερον τοῦ ἀντι-
 κειμένου καὶ ὀρθόν (σχ. 32).



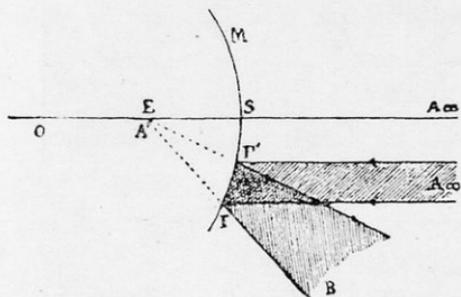
Σχ. 32.

Κυρτὰ κάτοπτρα. — α') Εἶδωλον
 σημείου. — Τὸ εἶδωλον φωτεινοῦ ση-
 μείου, εὐρισκομένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξο-
 νος καὶ εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ
 κατόπτρου, εἶναι φανταστικόν καὶ εὐρί-
 σκεται εἰς τὴν ἐστίαν E (σχ. 33). Αἱ
 ἀκτίνες εἶναι τότε αἰσθητῶς παράλλη-
 λοι τῷ κυρίῳ ἄξονι καὶ μετὰ τὴν ἀνά-
 κλασίν των βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι, αἱ
 δὲ προεκτάσεις των διέρχονται διὰ τοῦ E .

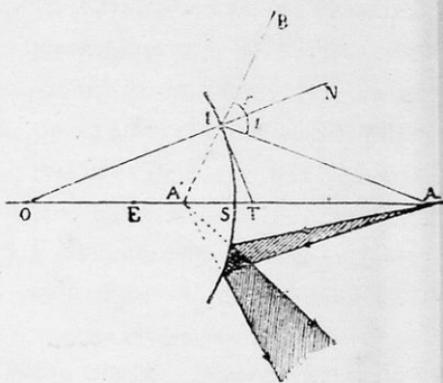
Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον πλησιάσῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ
 εἶδωλόν του, ἦτοι ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία, ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἐστίας E
 καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω τὰ μεταξὺ τοῦ κατόπτρου
 καὶ τοῦ ἀπέριου σημεία, π. χ. τὸ A (σχ. 34), ἔχουσιν εἶδωλα φαν-
 ταστικά A' καὶ κείμενα μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παράγονται, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῆ
 αὐχὶ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀλλ' ἐπὶ ἄλλου οἰουδήποτε. Ἄνευ-
 ρίσκομεν ὁμοίως ἐστίαν καὶ συζυγεῖς ἐστίας εἰς τὰς διαφόρους θέσεις

τοῦ νέου ἄξονος, ἀναλόγους πρὸς τὰς ἐπὶ τοῦ κυρίου εὐρεθείσας.
β') Εἶδωλον ἀντικειμένου.— Ἐὰν ἐνώπιον τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ



Σχ. 33.



Σχ. 34.

κατόπτρου τεθῆ ἀντικείμενόν τι, σχηματίζεται εἶδωλον (σχ. 33) φανταστικόν, ὀρθόν καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον λαμβάνη θέσεις ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πλησιέστερας πρὸς τὸ κάτοπτρον, τὸ εἶδωλον πλησιάζει ἐπίσης πρὸς τὸ κάτοπτρον καὶ μεγεθύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅν πάντοτε μεταξὺ τῆς ἐστίας E καὶ τοῦ κατόπτρου καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.



Σχ. 35.

34. Θερμαντικαὶ ἀκτῖνες. — Αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτὸς εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον θερμαντικαί. Αἱ θερμαντικαὶ ὅμως ἀκτῖνες δὲν εἶναι ὅλαι καὶ φωτειναί. Ὅμοίως πρὸς τὰς φωτεινάς ἀνακλῶνται καὶ αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες καὶ σχηματίζουσιν ἀναλόγως τὰς ἐστίας των. Πηράλληλοι π. χ. θερμαντικαὶ ἀκτῖνες, ὡς αἱ ἡλιακαί, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ

κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, διέρχονται διὰ τῆς σχετικῆς ἐστίας, εἰς ἣν ἢ θερμοκρασία εἶναι τότε μεγαλυτέρα καὶ σώματα, ὡς τὰ ξύλα, ἢ ὕδα, τιθέμενα ἐκεῖ, δύνανται νὰ αναφλεγῶσιν.

35. **Ὀπτικά ἀπάται.** — Πλεῖστοι ὀπτικά ἀπάται ἐπενοήθησαν, βασιζόμεναι ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν κατόπτρων. Δι' ἐπιπέδων κατόπτρων παράγονται π.χ. τὰ φάσματα τῶν θεάτρων. Διὰ πλακὸς ὑαλίνης εὐρισκομένης ἔμπροσθεν τῆς σκηνῆς τοῦ θεάτρου σχηματίζεται τὸ εἶδωλον γυναικός, κεκρυμμένης κάτωθεν τῆς σκηνῆς καὶ φωτιζομένης ἰσχυρῶς. Τοιοῦτοτρόπως τὸ φάσμα, τὸ ὁπεῖον φαίνεται ἐντὸς τῆς σκηνῆς, εἶναι ἀπλῶς τὸ εἶδωλον τῆς γυναικός.

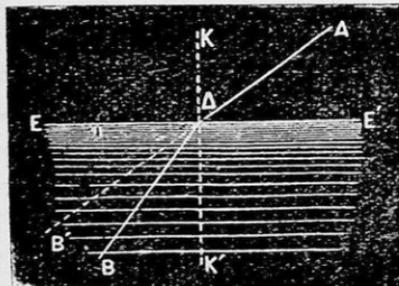


Σχ. 36.

Ἐπίσης ἡ ἀσώματος κεφαλῇ (σχ. 36) ἀνήκει εἰς ἄνθρωπον, τοῦ ὁποῦ το εἶδος τὸ ἐπίλοιπον σῶμα δὲν φαίνεται, ἕνεκα ἐπιπέδων κατόπτρων, ἅτινα καλύπτουσι τὰ μεταξὺ τῶν ποδῶν τῆς τραπέζης διαστήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ', ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

36. **Διάθλασις.** — Τὸ φῶς, ὡς εἶδομεν, βαίνει κατ' εὐθείαν



Σχ. 37.

γραμμῆν ἐντὸς τῶν ὁμοιομερῶν διαφανῶν σωμάτων. Ὄταν ἕμως ἀκτὶς φωτὸς διέλθῃ πλαγίως ἐξ ἑνὸς διαφανοῦς σώματος εἰς ἄλλο, ἔχον λείαν ἐπιφάνειαν, τότε δὲν ἐξακολουθεῖ τὴν αὐτὴν εὐθύγραμμον πορείαν τῆς, ἀλλὰ μεταβάλλει διεύθυνσιν. Οὕτως, εἰ ἀκτὶς ἀπλοῦ φωτὸς ΑΔ (σχ. 37), βαίνουσα ἐν τῷ ἀέρι, φθάσῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ΕΕ' ἠρεμοῦντος ὕδατος, ἢ

ἀκτὶς αὕτη δὲν θὰ ἐξακολουθήσῃ τὴν πορείαν τῆς καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδα-

τὸς κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ΔΒ', ἀλλὰ θὰ διευθυνθῆ κατὰ τὴν ΔΒ, ὡς ἐὰν ἐθραύσθη εἰς τὸ σημεῖον Δ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάθλασις*. Ὅταν ἕμωσ ἡ ἀκτίς ΑΔ εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΕΕ', ἐξακολουθεῖ καὶ ἐν τῷ ὕδατι τὴν πορείαν τῆς κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Ἡ ἀκτίς ΑΔ καλεῖται *προσπίπτουσα*, ἡ δὲ ΔΒ *διαθλωμένη*. Ἄγοντες τὴν κάθετον ΚΚ' ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ σημεῖον Ι ἔχομεν δύο γωνίας τὴν ΑΔΚ καὶ ΒΔΚ', ἐκ τῶν ὁποῖαν ἡ μὲν πρώτη καλεῖται *γωνία προσπίπτσεως*, ἡ δὲ *δευτέρα γωνία διαθλάσεως*.

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

37. Νόμοι γεωμετρικοὶ τῆς διαθλάσεως. — Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους :

1ον Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπίπτσεως καὶ διαθλάσεως εἶναι σταθερὸς ἐν ταῖς αὐταῖς οὐδαίαις καὶ διὰ τὸ αὐτὸ μονόχρουν φῶς.

2ον Τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τῆς προσπίπτουσῆς καὶ τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος, εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν διαθλῶσαν ἐπιφάνειαν καὶ ἐπομένως περιέχει καὶ τὴν κάθετον ΚΚ' ἐπὶ ταύτης.

Ἐὰν π. χ. ὑποθέσωμεν, ὅτι ἀκτίς φωτός μονοχρόου κιτρίνου διέρχεται ὑπὸ γωνίαν προσπίπτσεως π ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, κατὰ τὸν πρῶτον νόμον θὰ ἔχωμεν πάντοτε $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu$, ἔνθα ν εἶναι σταθερὸς ἀριθμὸς, ἦτοι ἐὰν ἡ γωνία π λάβῃ ἄλλας τιμὰς π₁, π₂, . . . ἡ γωνία δ θὰ λάβῃ τιμὰς δ₁, δ₂ . . . τοιαύτας, ὥστε νὰ ἔχωμεν :

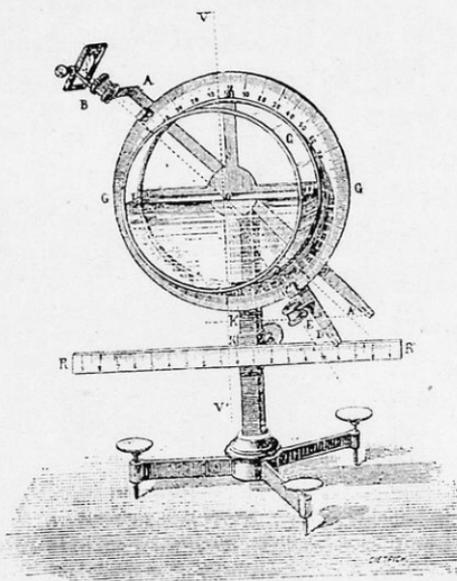
$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \frac{\eta\mu\pi_1}{\eta\mu\delta_1} = \frac{\eta\mu\pi_2}{\eta\mu\delta_2} = \dots = \nu$$

Ὁ ἀριθμὸς ν ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ εἶναι ἴσος πρὸς 1,33289. Ἐὰν ἀντὶ τοῦ ὕδατος ληφθῆ στεφανύαλος, τὸ ν εἶναι ἴσον πρὸς 1,5386, ἦτοι μεγαλύτερον τοῦ προηγουμένου.

Ὁ ἀριθμὸς οὗτος ν, ὅστις εἶναι χαρακτηριστικὸς διὰ τὸ σῶμα,

καλεῖται δείκτης διαθλάσεως αὐτοῦ. Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως ἐσπούδασε πρῶτος ὁ Πτολεμαῖος πειραματικῶς.

Ἐπαλήθευσις πειραματικῆ τῶν νόμων. — Τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν πειραματικῶς καὶ κατὰ προσέγγισιν διὰ τοῦ αὐτοῦ ὄργανου, ὅπερ ἐχρησιμοποιήθη καὶ διὰ τοὺς νόμους τῆς ἀνακλάσεως. Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 38) νῦν ἀντὶ τοῦ εἰς τὸ κέντρον μικροῦ κατόπτρου ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ δίσκου τοῦ GG' κυλινδρικὸν κυκλικὸν δοχεῖον C ὑάλινον καὶ οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων τοῦ δοχείου τούτου νὰ εἶναι κάθετος εἰς τὸ κέντρον O τοῦ δίσκου.



Σχ. 38.

Τὸ δοχεῖον πληροῦται τοσούτου ὕδατος, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τούτου νὰ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου O. Ἀκτίνες φωτὸς ἡλιακοῦ ῥίπτονται τῇ βοήθειᾳ μικροῦ κατόπτρου M, διὰ μέσου τῶν ὀπῶν τοῦ σωλήνος B, πρὸς τὸ κέντρον O, ἤτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἀκτίνος τοῦ δίσκου. Τὸ φῶς τοῦτο, προσπίπτων κηθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑαλίνου κυλίνδρου, δὲν ὑφίσταται διάθλασιν, ἀλλὰ φθάνει εἰς τὸ O κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτὸς, διερχόμεναι διὰ τοῦ ὕδατος, λαμβάνουσι νέαν διεύθυνσιν OE, ἣν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν διὰ τοῦ δείκτη D, ὃν τοποθετοῦμεν διὰ δοκιμῶν τοιουτοτρόπως, ὥστε αἱ ἀκτίνες νὰ διέρχωνται διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ σωλήνος τοῦ E. Ἐὰν μετρήσωμεν τὰς δύο γωνίας VOB καὶ V'OE, εὐρίσκομεν, ὅτι ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων αὐτῶν εἶναι ἀριθμὸς σταθερὸς, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ γωνία προσπτώσεως VOB. Ἀλλὰ τὸν λόγον τοῦτον τῶν ἡμιτόνων δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ὡς ἐξῆς. Ἡ γωνία SOV εἶναι ἴση τῇ VOB, ὡς κατὰ κορυφήν,

ἐπομένως, ἐὰν διὰ τοῦ ὀριζοντίου κανόνος RR' μετρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις, SK καὶ EK' , ὁ λόγος τούτων θὰ εἶναι ἴσος πρὸς τὸν λόγον τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

Καὶ ὁ δεῦτερος νόμος ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἰδίου πειράματος, δι' ὃν λόγον εἶδομεν καὶ διὰ τὸν δεῦτερον νόμον τῆς ἀνακλάσεως.

38. **Ἐξαγόμενα.**— Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα ἐπὶ τῆς διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων εὐρέθη, ὅτι συνήθως, ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς, ἐξερχομένη ἐξ ἐνὸς σώματος, π. χ. τοῦ ἀέρος, εἰσέλθῃ εἰς ἄλλο πυκνότερον, π. χ. τὸ ὕδωρ, ἡ διαθλωμένη ἀκτίς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον καὶ ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι ἐπομένως μεγαλύτερος τῆς μονάδος. Καὶ ἀντιθέτως ὁ δείκτης σώματός τινος ὡς πρὸς ἄλλο πυκνότερον εἶναι μικρότερος τῆς μονάδος. Ἐν τούτοις ὑφίστανται περιπτώσεις ἐξαιρετικά, καθ' ἃς συμβαίνει τὸ ἀντίθετον, ὅπως ὅταν τὸ φῶς μεταβαίῃ ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸ οἰνόπνευμα.

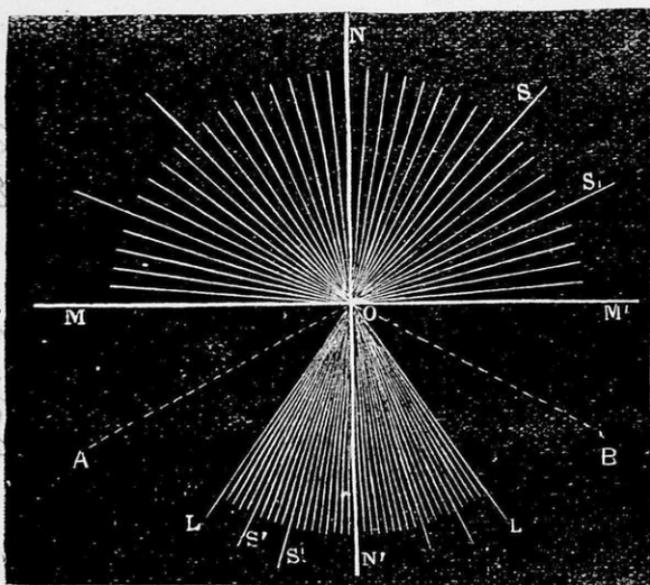
Σημειωτέον, ὅτι ἡ ἀκτίς τοῦ φωτός διαθλάται οὐ μόνον, ὅταν μεταβαίῃ ἐκ τινος σώματος εἰς ἄλλο διαφόρου οὐσίας, ἀλλὰ καὶ ὅταν διέρχεται εἰς σῶμα τῆς αὐτῆς φύσεως, ἀλλ' ὑπὸ διαφόρου δρους. Τοιαύτην περίπτωσιν ἔχομεν π. χ. κατὰ τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων ἐκ τμήματος ἀέρος εἰς ἄλλο τμήμα πυκνότερον τοῦ προηγούμενου.

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

39. **Ὀλικὴ ἀνάκλασις.**— Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἀκτίς SO (σχ. 39) μονοχρόου φωτός βαίνει ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαθλάται κατὰ τὴν OS' . Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὴν γωνίαν προσπτώσεως SON πάσας τὰς δυνατὰς τιμὰς, ἦτοι ἂν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς AO λάβῃ πάσας τὰς θέσεις $M'O, S_1O, SO \dots$, τότε ἡ διαθλωμένη OS' θὰ λάβῃ ἐπίσης πάσας τὰς δυνατὰς θέσεις OL, OS', \dots Εἰς τὰς προσπιπτούσας λοιπὸν ἀκτίνας, τὰς περιεχομένας εἰς τὴν γωνίαν $M'NM = 180^\circ$, ἀντιστοιχοῦσιν ἀκτίνες διαθλώμεναι, περιεχόμεναι ἐντὸς τῆς γωνίας $L'OL$. Καὶ ἡ μὲν διαθλωμένη ἀκτίς OS' προέρχεται ἐκ

τῆς SO , ἢ δὲ μᾶλλον μεμικρυσμένη τῆς καθέτου LO προέρχεται ἐκ τῆς OM' , ἥτις ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

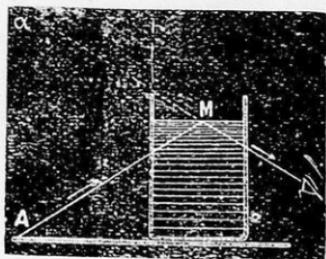
Τοῦναντίον, ὅταν τὸ φῶς βαίνει ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, θὰ ἔχωμεν διὰ τὴν προσπίπτουσαν $S'O$, τὴν OS ὡς διαθλωμένην. Καὶ ἐν γένει αἱ ἐντὸς τῆς γωνίας LOL' περιεχόμεναι προσπίπτουσαι ἔχουσιν ὡς διαθλωμένας τὰς ἐντὸς τῆς γωνίας $M'NM$ περιεχομένας. Ἡ γωνία LON' καλεῖται *ὄρικὴ γωνία*.



Σχ. 39.

Τοιαῦτα ἀποτελέσματα παρέχει τὸ πείραμα διὰ τοῦ ὄργανου τοῦ σχ. 38. Ὅταν ὅμως κατὰ τὴν μετάβασιν τοῦ φωτὸς ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα δώσωμεν εἰς τὴν προσπίπτουσαν ἀκτῖνα γωνίαν προσπτώσεως AON' μεγαλυτέραν τῆς ὄρικῆς LON' , τότε θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀκτὶς αὕτη δὲν διαθλάται πλέον, ἀλλ' ἀνακλᾶται εἰς τὸ O κατὰ τὴν διεύθυνσιν OB καὶ ἐπιστρέφει εὐτῷ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, ὡς ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια MM' ἦτο κάτοπτρον. Πᾶσαι αἱ προσπίπτουσαι εἰς τὸ O ἀκτῖνες, αἱ ἐκτὸς τῆς γωνίας LOL' εὐρισκόμεναι, ἦτοι αἱ σχηματίζουσαι γωνίαν προσπτώσεως μείζονα τῆς ὄρικῆς ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας MM' . Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ὄλικὴ ἀνάκλασις*.

Ἔνεκα ὀλικῆς ἀνακλάσεως νόμισμά τι Α (σχ. 40), πλησίον ποτηρίου μεθ' ὕδατος εὐρισκόμενον, φαίνεται ἐκ τοῦ Ο εἰς τὸ σημεῖον α. Αἱ ἀκτίνες βαίνουσιν ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Μ καὶ ἀνακλῶμεναι φθάνουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΜΟ.



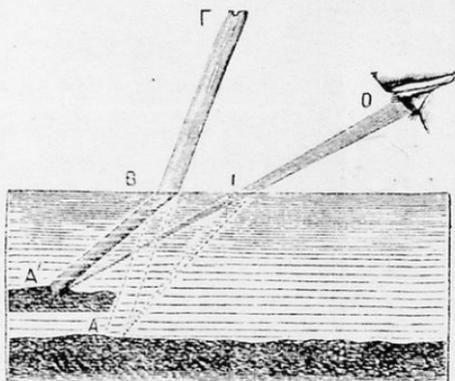
Σχ. 40.

Ἀποτελέσματα διαθλάσεως.

40. Ἀποτελέσματα διαθλάσεως. — 1ον Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος βυθίσωμεν πλαγίως βάρβδον εὐθείαν, θὰ ἴδωμεν αὐτὴν τεθλασμένην (σχ. 41).

Ἡ ἀπάτη αὕτη προέρχεται ἐκ τῆς διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων, τῶν ἐκπεπομένων ὑπὸ τῆς βάρβδου καὶ αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα.

Ἐὰν π. γ. ΑΙ εἶναι μία τῶν ἀκτίνων τούτων, ἐξερχομένη εἰς τὸν ἀέρα, διχθᾶται κατὰ τὴν ΙΟ, ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς Ο, δεχόμενος τὰς τοιαύτας ἀκτίννας νομίζει, ὅτι προέρχονται οὐχὶ ἐκ τοῦ σημείου Α, ἀλλ' ἐκ τινος σημείου Α', κειμένου



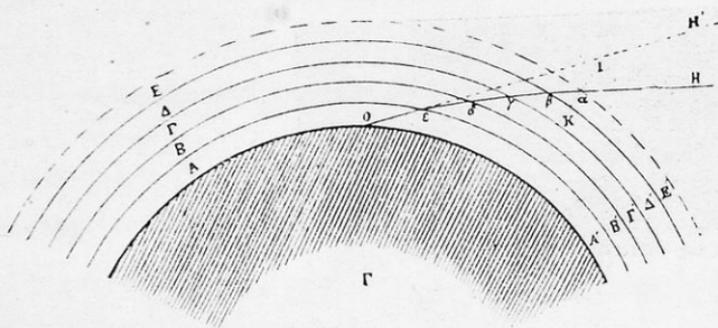
Σχ. 41.

ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ΟΙ καὶ ἐπομένως ὑψηλότερον τοῦ Α. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ πάντα τὰ σημεῖα τοῦ τμήματος τῆς βάρβδου, ὅπερ κεῖται ἐν τῷ ὕδατι καὶ τοιοῦτοτρόπως φαίνεται τὸ τμήμα τοῦτο κείμενον ὑψηλότερον, ἢ δὲ βάρβδος τεθραυσμένη.

2ον Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν βυθὸν τῆς θαλάσσης θὰ τὸν ἴδωμεν ὑψηλότερον κείμενον καὶ ἐπομένως τὴν θάλασσαν ἀβαθεστέραν ἢ ὅσον πράγματι εἶναι.

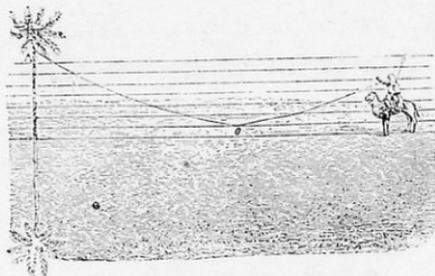
3ον Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. — Ἡ ἀτμόσφαιρα σύγκεται ἐκ στρωμάτων ΑΑ', ΒΒ,.. (σχ. 42), ὧν ἡ πυκνότης δὲν εἶναι ἡ αὐτή. Τὰ στρώματα, τὰ κείμενα πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἶναι

πυκνότερα τῶν ὑπεράνω αὐτῶν εὐρισκομένων· ἀνερχόμενοι δὲ εἰς



Σχ. 42.

τὴν ἀτμόσφαιραν ἀνευρίσκομεν ἐν γένει στρώματα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερα. Ὄταν λοιπὸν ὁ ἥλιος H ἀνατέλλῃ, αἱ ἀκτῖνες τοῦ Hα, προχωροῦσαι πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς διὰ τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος, διαθλῶνται καὶ πλησιάζουσι πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ ἀκτίς π. χ. Hα ἀκολουθεῖ τὴν πορείαν αβγδεο. Ὁ δὲ παρατηρητής, ὁ εὐρισκόμενος εἰς τὸ ο, βλέπει τὸν ἥλιον οὐχὶ εἰς τὴν ἀληθῆ θέσιν H, ἀλλ' εἰς τὸ H', κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς διευθύνσεως OE, ἣν εἶχεν ἡ ἀκτίς, ὅταν ἔφθασεν εἰς τὸ ο.

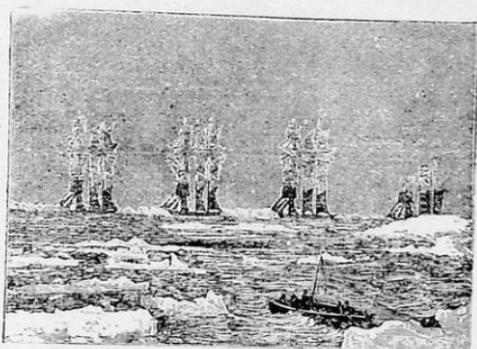


Σχ. 43.

Ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ταύτης διαθλάσεως, κατὰ τὴν ἀνατολήν, ἐνῷ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα εἰσέει, ἐν τούτοις φαίνεται ὑπεράνω αὐτοῦ, ὡς ἐὰν εἶχεν ἀνατείλῃ. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, κατὰ τὴν δύσιν, ἐνῷ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἐν τούτοις φαίνεται ἐπὶ τινα χρόνον ὑπεράνω αὐτοῦ. Διὰ τῶν δύο τούτων ἀनुψώσεων τοῦ ἡλίου ἀυξάνει ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας.

4ον Φαινόμενον ἀντικατοπτρισμοῦ. — Ἀποτέλεσμα τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως εἶναι τὸ ἐξῆς· φαινόμενον ἀντικατοπτρισμοῦ. Πολλάκις εἰς τὸν ὀρίζοντα καὶ ὑπεράνω τῆς θαλάσσης φαίνονται τὰ εἶδωλα τῶν πλοίων ὡς ἐν κατόπτρῳ (σχ. 44). Ἐπίσης εἰς τὴν ξηρὰν παρατηροῦν-

ται τὰ εἰδῶλα ἀντικειμένων, ὡς δένδρων, οἰκιῶν, πόλεων ὀλοκλήρων



Σχ. 44.

κ.λ.π., ὡς ἐὰν εὐρίσκητόπου λίμνη ἢ μέγα κάτοπτρον. Ταῦτα προέρχονται ἐξ ὀλικῆς ἀνακλάσεως τῶν ἀκτίων εἰς τὸ Ο (σχ. 43) κατόπιν ἀλληλοδιαδόχων διαθλάσεων ἐντὸς ἀνισοπύκνων καὶ συνήθως ὑπερθερμανθέντων κατωτέρων στρωμάτων τοῦ ἀέρος.

Εἰς ὁμοίαν αἰτίαν ὀφείλονται καὶ τὰ συνήθη ὡς τὸ τοῦ σχ. 45 φαινόμενα τῶν παραλίων

μας. Τὰ μακρὰν εὐρισκόμενα ἄκρα τῆς ξηρᾶς (ἀκρωτήρια, νῆσοι) φαίνονται ἀνυψωμένα ἄνωθεν τῆς θαλάσσης ἢ καὶ τετμημένα εἰς μέρη, τὰ ὅποια αἰωροῦνται ὑπὲρ ταύτην. Ἐνίοτε φαίνονται σχηματιζόμενα σήραγγες, διὰ τῶν ὁποίων νομίζει τις, ὅτι



Σχ. 45.

διέρχεται ἢ θάλασσα. Ἡ ἀπάτη αὕτη εἶναι ἀποτέλεσμα τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ εἰδῶλου τοῦ ἀνωτέρου μέρους τῆς ξηρᾶς καὶ τοῦ οὐρανοῦ συμμετρικῶς ὡς πρὸς ἐπίπεδον, διαχωρίζον ὀριζοντίως καὶ εἰς τὸ μέσον τὰ αἰωρούμενα μέρη τῆς ξηρᾶς.

41. **Διπλῆ διαθλάσις.** — Καλεῖται διπλῆ διάθλασις ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχουσι κρύσταλλοὶ τινες, ὡς ἡ ἰσλανδική, τοῦ νὰ παρέχουσι δύο ἀκτῖνας διαθλωμένας διὰ μίαν καὶ μόνην προσπίπτουσαν. Δηλαδή, ἐὰν π. χ. δέσμη παραλλήλων ἀκτίνων τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς AB προσπέσῃ ἐπὶ τοιοῦτου κρυστάλλου Φ, ἐξέρχεται ἐκ τούτου ἐν γένει διπλῆ ΓΔ καὶ ΓΔ'. Ἐνεκα τῆς ἰδιότητος ταύτης τὰ διάφορα ἀντικείμενα φαίνονται διὰ μέσου τῶν τοιούτων κρυστάλλων διπλᾶ (σχ. 46).

Ἐκτὸς τῶν διπλοθλαστικῶν κρυστάλλων καὶ τὰ ἄμορφα σώματα δύνανται ἐνίοτε νὰ καταστῶσι διπλοθλαστικὰ εἴτε διὰ μὴ συμμετρι-

κῆς συμπίεσεως, εἴτε ὑπὸ ἄλλας τινὰς περιστάσεις, ὡς συμβαίνει εἰς τὴν ὕαλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄.

ΠΡΙΣΜΑ.—ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

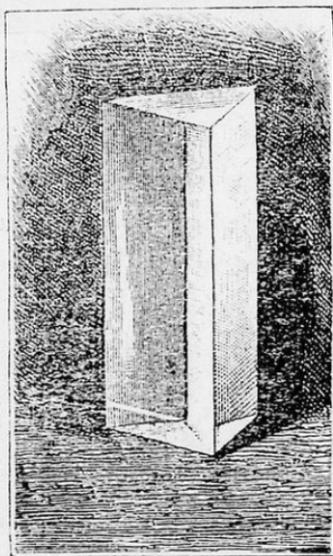
42. **Πρίσμα.** — Εἰς τὴν ὀπτικὴν καλεῖται *πρίσμα* πᾶν σῶμα διαφανές, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο ἐπιπέδων, σχηματιζόντων γωνίαν



Σχ. 46.

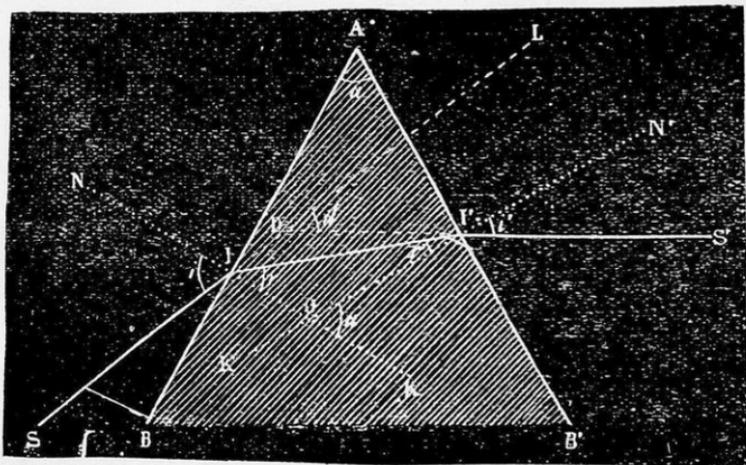
σχ. 47). Ἄκμῃ καὶ γωνία τοῦ πρίσματος καλεῖται ἡ ἀκμὴ καὶ ἡ γωνία τῆς σχηματιζομένης ὑπὸ τῶν δύο ἐπιπέδων διέδρου γωνίας. Ἐν γένει τὸ πρίσμα περατοῦται καὶ ὑπὸ τρίτης ἐπιπέδου ὄψεως παραλλήλου τῇ ἀκμῇ καὶ ἥτις καλεῖται βᾶσις τοῦ πρίσματος καὶ ὑπὸ δύο ἐπιπέδων καθέτων τῇ ἀκμῇ.

Πᾶσα τομὴ τοῦ πρίσματος, κάθετος τῇ ἀκμῇ του, καλεῖται κυρία τομὴ. Ἐν τοῖς ἐπομένοις αἱ ἐπὶ τοῦ πρίσματος προσπίπτουσαι ἀκτῖνες ὑποτίθενται μονόχροοι καὶ εὐρισκόμεναι ἐντὸς τῆς κυρίας τομῆς αὐτοῦ. Προσέτι ἡ οὐσία, ἐξ ἧς συνίσταται τοῦτο, εἶναι θλαστικώτερα τοῦ περιβάλλοντος, π. χ. πρίσμα ὑάλινον ἐν τῷ ἀέρι.



Σχ. 47.

43. Πειραματική σπουδή τοῦ πρίσματος.— Πορεία τῶν ἀκτίνων.— Ἐὰν ἐντὶς σκοτεινοῦ θαλάμου εἰσαγάγωμεν δέσμηγν λεπτήν ἀκτίνων παραλλήλων (σχ. 48) μονοχρόου φωτός SI, αἱ ἀκτίνες αὗται θὰ πορευθῶσι κατ' εὐθείαν γραμμὴν καὶ θὰ σχηματίσωσιν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου φωτεινὴν κηλίδα L. Ἡ διεύθυνσις τῆς δέσμης μεταβάλλεται, ἐὰν παρεντεθῇ ἐν αὐτῇ πρίσμα τι. Πράγματι, παρεντιθεμένου τοῦ πρίσματος ABB' εἰς τὴν δέσμηγν λαμβάνει αὐτὴ νέαν



Σχ. 48.

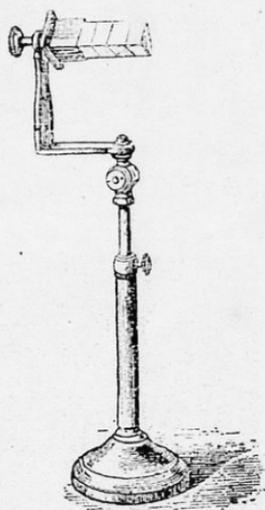
διεύθυνσιν I'S'. Ἡ ἐκτροπὴ αὕτη εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς I'S' πλησιάζει πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος.

Ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ἡ διεύθυνσις SI τῶν προσπίπτουσῶν ἀκτίνων μετὰ τῆς διεύθυνσεως I'S' τῶν ἐξιοῦσῶν καλεῖται γωνία ἐκτροπῆς ἢ ἀπλῶς ἐκτροπή. Θὰ ζητήσωμεν νὰ ἴδωμεν πῶς μεταβάλλεται ἡ ἐκτροπή, ὅταν ἀλλοιωταὶ ὁ δείκτης διαθλάσεως τοῦ πρίσματος, ἡ γωνία αὐτοῦ καὶ ἡ γωνία προσπτώσεως.

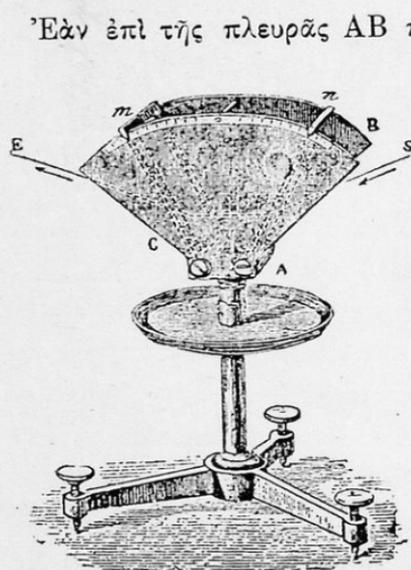
1^{ον} Ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ δείκτη διαθλάσεως τοῦ πρίσματος. Πράγματι, λάβωμεν πρίσμα (σχ. 49), ἀποτελούμενον ἐκ πλειόνων τοιαύτων διαφόρου δείκτη διαθλάσεως συγκεκολλημένων κατὰ προέκτασιν κοινῆς ἀκμῆς καὶ ἐχόντων τὴν αὐτὴν κυρίαν τομὴν. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ πολυπρίσματος τούτου ρίψωμεν τὴν δέσμηγν τῶν ἀκτίνων ἐπὶ δύο προσκειμ ἔνωιστ ὡεὰ των μισ ρτω,ς ὑπο

ἄλλαι μὲν νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ ἑνὸς καὶ ἄλλαι διὰ τοῦ ἑτέρου, θὰ ἴδωμεν, ὅτι αἱ ἐκ τῶν δύο πρίσμάτων ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες δὲν εἶναι παράλληλοι, ἤτοι ὑπέστησαν ἐκτροπὴς 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. 50), σχηματίζοντος δοχείον. Τὸ δοχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὑαλίνων πλακῶν ΑΒ καὶ Α'Β', αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ πλησιάσωσιν ἢ νὰ ἀπομακρυνθῶσι καὶ τοιούτοτρόπως νὰ μεταβληθῇ ἡ ὑπ' αὐτῶν σχηματιζομένη γωνία. Ὁ μεταξὺ τῶν πλακῶν γῶρος κλείεται ἐκατέρωθεν διὰ μονίμων μεταλλίνων πλακῶν.



Σχ. 49.



Σχ. 50.

Ἐὰν ἐπὶ τῆς πλευρᾶς ΑΒ προσπέσῃ κυλινδρική δέσμη παράλληλος τῇ κυρίᾳ τομῇ, θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ διαφράγματος, τιθεμένου ὀπισθεν, φωτεινὴ κηλὶς Ο. Ὅταν τὸ πρίσμα ἀφαιρῆται, ἡ κηλὶς σχηματίζεται εἰς τὸ Ο'.

Διὰ μεταθέσεως τῆς πλευρᾶς Α'Β' τοῦ πρίσματος δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος, ὅτε παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ κηλὶς Ο μετατίθεται, ἀπομακρυνομένη τῆς θέσεως Ο', ἤτοι ἡ ἐκτροπὴ αὐξάνει μετὰ τῆς γωνίας τοῦ πρίσματος.

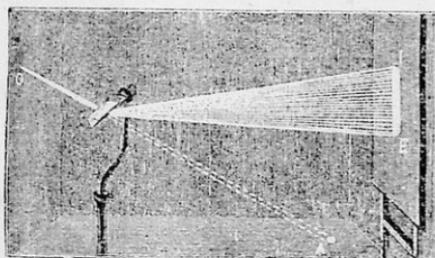
3ον Ἡ ἐκτροπὴ μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας προσπίψεως.

Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου θέτομεν τὸ πρίσμα ὡς πρὸς τὰς προσπιπτούσας ἀκτῖνας εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε αὐταὶ μὲν νὰ εὐρίσκων-

ται ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ, αἱ δὲ ἐξιῶσαι νὰ εἶναι σχεδὸν ἐφαπτόμε-
 ναι τῆς ἑδρας AB' . Αἱ ἐξιῶσαι δίδουσι τότε φωτεινὴν κηλίδα ἐπὶ
 τοῦ διαφράγματος. Μετὰ τοῦτο στρέφομεν τὸ πρίσμα συνεχῶς καὶ
 κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε φορᾶν, ὡς δεικνύει τὸ βέλος τοῦ σχήματος,
 ὅτε ἡ γωνία προσπτώσεως αὐξάνει. Ἐὰν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς
 στροφῆς ταύτης παρατηρῶμεν τὴν κηλίδα, θὰ ἴδωμεν, ὅτι πρῶ-
 τον κατέρχεται συνεχῶς (ἦτοι ἡ ἐκτροπὴ ἐλαττοῦται) φθάνει μέχρι
 θέσεώς τινος, ὅπου φαίνεται ἀκίνητος ἐπὶ τινα στιγμήν καὶ τέλος
 ἄρχεται ἀνερχομένη (ὅτε ἡ ἐκτροπὴ, τὸναντίον, αὐξάνει). Ὅταν ἡ
 κηλὶς κατὰ τὴν ἀνοδὸν ταύτην φθάσῃ πάλιν εἰς τὴν πρώτην τῆς
 θέσιν, αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες εἶναι ἐφαπτόμεναι τῆς ἑδρας. Ὅθεν,
 ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως αὐξάνῃ συνεχῶς, ἡ ἐκτροπὴ ἐλατ-
 τοῦται, λαμβάνει ἐλαχίστην τινὰ τιμὴν, ἣτις καλεῖται ἐλαχίστη
 ἐκτροπὴ καὶ εἶτα αὐξάνει ἐκ νέου.

Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

44. **Φάσμα ἡλιακόν.** — Ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ θωματίου



Σχ. 51.

εἰσέλθῃ διὰ τινος ὀπῆς O (σχ. 51) δέσμη ἡλιακοῦ φωτός, ἡ δέσμη αὕτη θὰ προχωρήσῃ εὐ-
 θυγράμμως καὶ θὰ σχηματίσῃ
 ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι λευκοῦ τοί-
 χου φωτεινὸν δίσκον A λευκόν.
 Ἐὰν ὁμως ἡ δέσμη αὕτη διέλθῃ

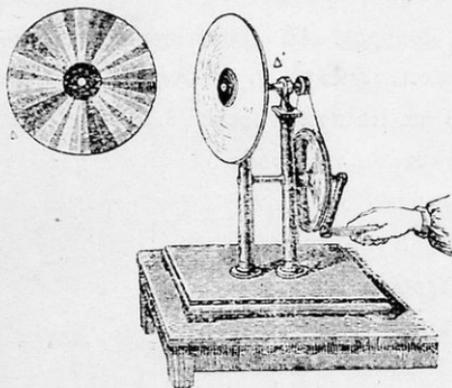
διὰ τινος πρίσματος ὑαλίνου

Π , θὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ

ἀπέναντι τοίχου οὐχὶ πλέον λευκὸν φωτεινὸν δίσκον, ἀλλ' ἐπι-
 μήκη καὶ συνεχῇ φωτεινὴν λωρίδα EI , ἀποτελουμένην ἐκ πολ-
 λῶν χρωμάτων σχ. 52. Ἐκ τῶν χρωμάτων τούτων, ἅτινα εἶναι ὅμοια
 πρὸς τὰ τοῦ οὐρανοῦ τόξευ, διακρίνομεν τὰ ἑξῆς κύρια : τὸ ἐρυ-
 θρόν, τὸ πορτογαλλιοχρὸν, τὸ κίτρινον, τὸ πράσινον, τὸ ἀνοιχτὸν
 κυανοῦν, τὸ βαθὺ κυανοῦν καὶ τὸ ἰσοειδὲς ἢ ἰόχρουν. Τὸ φαινόμενον
 τοῦτο καλεῖται ἀνάλυσις τοῦ φωτός, ἡ ἐπτάχρους ταινία καλεῖται
 φάσμα ἡλιακόν.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι τὸ λευκὸν ἡλιακὸν φῶς δὲν εἶναι ἀπλοῦν, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐξ ἐπτὰ κυρίως χρωμάτων, ἅτινα ἐμφανίζονται ἰδιαίτερος, ὅταν τὸ φῶς διέλθῃ διὰ τοῦ πρίσματος. Ἐὰν ἐν ἐκ τῶν 7 τούτων χρωμάτων διαδιχασθῇ διὰ νέου πρίσματος Μ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ χρῶμα τοῦτο δὲν ἀναλύεται εἰς ἄλλα διάφορα.

Ἡ αἰτία τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτός εἶναι ἡ ἐξῆς. Αἱ διάφοροι ἀκτίνες δὲν διαθλῶνται ὁμοίως, ἤτοι δὲν ἔχουσι τὸν αὐτὸν δείκτην διαθλάσεως, ἀλλ' αἱ μὲν ἐρυθραὶ Ε (σχ. 51) εἶναι αἱ ὀλιγώτερον πλησιάζουσαι πρὸς τὴν κάθετον, αἱ δὲ ἰώδεις αἱ περισσότερον ὄλων, διὸ καὶ ἀπομακρύνονται τῶν ἄλλων. Ἐνεκα τούτου αἱ διάφοροι ἀκτίνες εἰσέρχονται μὲν εἰς τὸ πρίσμα συνηνωμένοι, ἐξέρχονται ὅμως ἐξ αὐτοῦ κεχωρισμένοι ἀλλήλων.



Σχ. 53.

45. **Σύνθεσις τοῦ φωτός.** — Ὁ Νεύτων ἐξήτησε νὰ ἴδῃ, ἐὰν τὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀνασυντιθέμενα, ἀναπαράγουσι τὸ λευκόν. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε δίσκον κυκλικὸν Δ (σχ. 53), κεχρωματισμένον ἀκτινοειδῶς διὰ τῶν κυρίων χρωμάτων τοῦ φάσματος.

Τὰ χρώματα τίθενται κατὰ τὴν αὐτὴν ὡς ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι σειρὰν καὶ ἔχουσι σχετικὴν ἔκτασιν Σχ. 52.

Στοιχεῖα Φυσικῆς καὶ Χημείας διὰ τὴν Δ' τάξιν τῶν γυμνασίων 4

ὁμοίως ὡς ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι. Ὅταν ὁ δίσκος οὗτος περιστρέφηται ταχέως, περὶ τὸ κέντρον τοῦ φαίνεται λευκὸς Δ' (σχ. 53). Τοῦτο δέ, διότι βλέπομεν σχεδὸν συγχρόνως καὶ τὰ 7 χρώματα, ἕνεκα διαρκείας τοῦ αἰσθήματος τῆς ὁράσεως.

Χρώματα συμπληρωματικά.— Ἐὰν ἐκ τοῦ φάσματος τοῦ λευκοῦ φωτὸς ἀφαιρεθῶσιν αἱ ἀκτίνες χρωμάτων τινων, αἱ ὑπολειπόμεναι, ὁμοῦ λαμβανόμεναι, ἀποτελοῦσι δέσμηγ ἰδίου χρώματος. Αἱ οὕτω σχηματιζόμεναι δύο ἴδιαι δέσμαι φωτεινῶν ἀκτίνων ἔχουσι χρώματα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται συμπληρωματικά· διότι λαμβανόμεναι ὁμοῦ παρέχουσι δέσμηγ λευκοῦ χρώματος.

46. **Χρῶμα τῶν σώματων.**— Τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὅποσον φαίνεται σῶμά τι, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ λευκοῦ καθαροῦ φωτὸς, π. χ. ἡλιακοῦ, καλεῖται φυσικὸν χρῶμα. Κατὰ τὸν Νεύτωνα σῶμά τι φαίνεται π. χ. ἐρυθρόν, διότι ἐκ τῶν διαφόρων ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτὸς, διὰ τοῦ ὁποίου φωτίζεται, ἀπορροφᾷ τὸ πλεῖστον τῶν συμπληρωτικῶν τῶν ἐρυθρῶν οὕτως, ὥστε ἐν τῷ διαχρισμένῳ ὑπὸ τοῦ σώματος φωτὶ πλεονάζει τὸ ἐρυθρόν. Τὰ λευκὰ σώματα, ὅπως ἡ χιών, ἐκπέμπουσιν ὅλας τὰς ἀκτίνας κατὰ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, καθ' ἣν καὶ τὰς ἐδέχθησαν, ἐνῶ τὰ μελανὰ ἀπορροφῶσιν ὅλας τὰς ἀκτίνας. Τὰ διαφανῆ ἄχροα σώματα, ὡς ἡ ἄχρους ὕαλος, ἀφήνουσι πάσας τὰς ἀκτίνας νὰ διέλθωσι δι' αὐτῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν τῆς εἰσόδου των. Τοῦναντίον, ἡ ἐρυθρὰ ὕαλος ἀφήνει καὶ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτίνες καὶ ἀπορροφᾷ τὰς λοιπὰς. *Εἰς αὐτὴν*

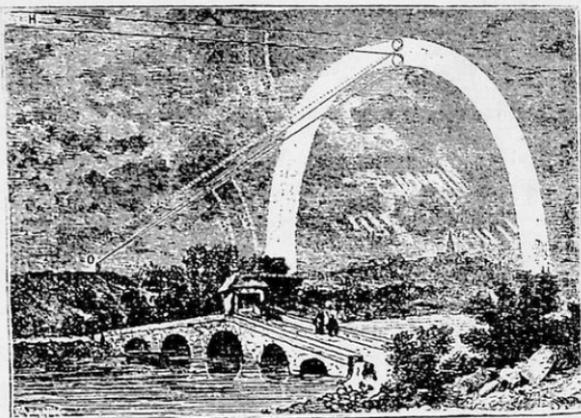
47. **Φωτεινὰ μετέωρα.**— 1^{ον} Οὐράνιον τόξον.— Τὸ οὐράνιον τόξον καὶ ἄλλα τινὰ ὀπτικά μετεωρολογικὰ φαινόμενα προέρχονται ἐκ τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτὸς τοῦ ἡλίου ἢ τῆς σελήνης. Ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες διέρχωνται διὰ τῶν ὑδροσταγόνων, τῶν αἰωρουμένων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἕνεκα διαθλάσεως καὶ ὀλικῆς ἀνακλάσεως τῶν ἀκτίνων εἰς αὐτάς, ἐπέρχεται ἀνάλυσις τοῦ φωτὸς καὶ σχηματίζεται τὸ οὐράνιον τόξον (σχ. 54). Τὸ οὐράνιον τόξον ἀποτελεῖται ἐκ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος καὶ παρατηρεῖται, ὅταν ἴσταται τις μεταξὺ νέφους, ἀναλυομένου εἰς βροχὴν καὶ ταῦ ἡλίου, ἔχων ἐστραμμένα τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἥλιον.

Ὁ Πλούταρχος καὶ ὁ Ἀριστοτέλης ἐξήγησαν τὸ οὐράνιον τόξον

καὶ μάλιστα ὁ πρῶτος κατῴρθωσε νὰ τὸ ἀναπαράγῃ ἀποπτύων ποσότητά τινα ὕδατος οὕτως, ὥστε νὰ διαλυθῇ εἰς σταγόνας.

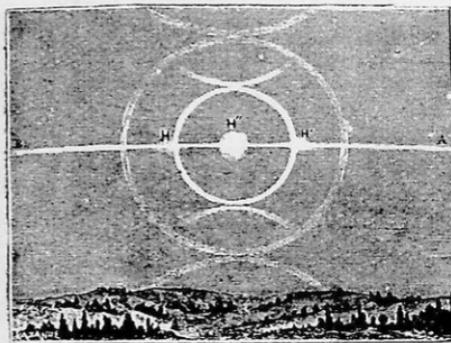
Πολλάκις σχηματίζεται δεύτερον ἢ καὶ τρίτον οὐράνιον τόξον. Ἐνίοτε δὲ καὶ διὰ τοῦ φωτός τῆς σελήνης παρατηρεῖται ἡ παραγωγή τοῦ οὐρανόβου τόξου.

2ον Ἄλωσ. Στέμμα. Ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶναι κεκαλυμμένος διὰ νεφῶν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον λε-



Σχ. 54.

πτῶν, σχηματίζεται περὶ τὸν ἥλιον ἢ τὴν σελήνην κυκλικὸι δακτύλιοι χρωματιστοί. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτίς τῶν δακτυλίων τούτων εἶναι μεγάλη ($22^{\circ} - 46^{\circ}$), τὸ φαινόμενον καλεῖται ἄλωσ, ἐὰν δὲ εἶναι μικρὰ καλεῖται στέμμα. Οἱ δακτύλιοι οὗτοι προέρχονται ἐπίσης ἐξ ἀναλύσεως τοῦ φωτός τοῦ ἡλίου ἢ τῆς σελήνης εἰς μὲν τὴν ἄλω ὑπὸ τῶν παγοκρυστάλλων τῶν νεφῶν, εἰς δὲ τὸ στέμμα ὑπὸ τῶν ὑδροσταγόνων.



Σχ. 55.

Ἐνδείξεις τῶν φωτεινῶν μετεώρων ἐπὶ τοῦ καιροῦ. Τὰ φωτεινὰ μετέωρα παρέχουσιν ἐνδείξεις πρὸς πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Ἄλωσ μετ' ἀνέμου καὶ βαρομέτρου κατερχομένου εἶναι σημεῖον σχεδὸν βέβαιον, ὅτι θὰ ἐπέλθῃ κακοκαιρία. Ἄλωσ ἄνευ ἀνέμου καὶ μετὰ βυρομέτρου σιασίμου σημαίνει μόνον βροχήν.

Μεγάλα στέμματα παράγονται ὑπὸ ὑδροσταγόνων μικρῶν καὶ

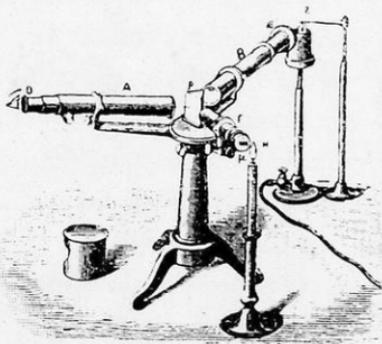
επομένως βροχή δὲν εἶναι πιθανή· τούναντίον, μικρὰ στέμματα παράγονται ὑπὸ μεγάλων ὑδροσταγόνων καὶ ἡ βροχή εἶναι πιθανή.

Φασματοσκοπία.

48. **Φασματοσκοπία.** — Ἡ ἔρευνα τοῦ φωτός τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν παρέσχε σπουδαιότατα ἐξαχόμενα καὶ ἀπετέλεσεν ἴδιον μέγαν κλάδον τῆς Φυσικῆς, καλούμενον φασματοσκοπία.

Τὸ φῶς ὄλων τῶν φωτεινῶν πηγῶν εἶναι ἀράγε τὸ αὐτό; περιέχει τοῦ αὐτοῦ εἶδους ἀκτίνας; Πρὸς ἔρευναν τοῦ ζητήματος τούτου τὸ ἐξεταζόμενον φῶς διαδιβάζεται συνήθως πρῶτον διὰ στενωπότης σχισμῆς καὶ εἶτα ἀναλύεται διὰ πρίσματος· σχηματίζεται τότε τὸ καθαρὸν φάσμα τῆς πηγῆς. Ἐὰν τὸ φῶς δὲν περιέχῃ εἶδος τι ἀκτίνων, π. χ. κυανᾶς, τότε καὶ τὸ φάσμα τοῦτο θὰ στερηθῆται κυανῶν ἀκτίνων. Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα ἀπεδείχθη, ὅτι ὅλαι αἱ πηγαὶ δὲν ἐκπέμπουσι τὸ αὐτὸ φῶς, ἀλλ' εἰς ἄλλας μὲν ἐξ αὐτῶν ἀποτελεῖται τοῦτο ὑπὸ μικροῦ ἀριθμοῦ χρωμάτων ἀκτίνας, εἰς ἄλλας δὲ ὑπὸ μεγάλου. Τὸ φῶς π. χ. τῆς καλουμένης φλογὸς διὰ νατρίου ἀποτελεῖται ἀπὸ κίτρινας ἀκτίνας.

49. **Φασματοσκόπιον.** — Τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμοποιούμενα εἰς τὴν προηγουμένην ἔρευναν τοῦ φωτός, καλοῦνται φασματοσκόπια. Τοιοῦτον εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος ὄβ παριστώμενον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ σωλῆνος Β, οὗτινος τὸ ἓν τῶν ἄκρων φέρει σχισμὴν, δι' ἧς διέρχεται τὸ φῶς τῆς πηγῆς, τὸ ἀναλύμενον διὰ τοῦ πρίσματος Ρ. Τὸ παραγόμενον καθαρὸν φάσμα ἐξετάζεται δι' ὄργανου ΟΑ, καλουμένου διό-



Σχ. 56.

πτρα, τὸ ὁποῖον θὰ περιγράψωμεν περαιτέρω. Τρίτος σωλὴν Γ φέρει κατὰ τὸ ἓν ἄκρον του μ κλίμακα, ἐπὶ ὕαλου κεχαραγμένην καὶ φωτισομένην διὰ φλογὸς π. χ. κηρίου Η. Ἡ κλίμαξ αὕτη χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς θέσεως τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος.

50. **Φάσματα τῶν διαφόρων στοιχείων.**— Ἐκ τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων τὰ ἐν ἀερώδει καταστάσει, καθιστάμενα φωτογόνα, ὑπὸ μικρὰς σχετικῶς πιέσεις παρέχουσι φάσμα μὴ συνεχές, δηλαδή ἀποτελούμενον συνήθως ἐκ γραμμῶν φωτεινῶν, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται εἰς ὠρισμένην πάντοτε θέσιν καὶ ἐπὶ βάθους σκοτεινοῦ. Αἱ φωτειναὶ γραμμαὶ δὲν εἶναι αἱ ἴδιαι δι' ὅλα τὰ στοιχεῖα· αἱ τοῦ ὕδρογόνου διαφέρουσι τῶν τοῦ ὀξυγόνου, αἱ ὁποῖαι πάλιν διαφέρουσι τῶν τῶν ἀτμῶν τοῦ χαλκοῦ ἢ τοῦ σιδήρου κ. λ. π.

Κατὰ τὰς ἐρεῦνας ταύτας παρετηρήθη, ὅτι τὸ φάσμα ἐκάστου στοιχείου εἶναι πάντοτε τὸ αὐτὸ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις οὕτως, ὥστε χαρακτηρίζει τὸ στοιχεῖον, ἐξ οὗ προέρχεται. Τοιουτοτρόπως διὰ τοῦ εἶδους τοῦ φάσματος δυνάμεθα νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει τὸ φῶς.

Ἐὰν ἡ πηγὴ ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἢ πλειόνων στοιχείων, τὸ φάσμα τοῦ φωτὸς αὐτῆς δύναται νὰ περιέχῃ ὅλα τὰ φάσματα τῶν στοιχείων τούτων. Τοιουτοτρόπως ἀγόμεθα εἰς τὸ ἀντίθετον πείραμα. Δηλαδή, ἐξετάζοντες τὸ φάσμα πηγῆς τινος, εὐρίσκομεν ἐκ τίνος εἶδους στοιχείων ἀποτελεῖται. Οὕτω διὰ τῆς ἐξετάσεως τῶν ἀτμῶν μίγματος μετάλλων 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 εἶναι συνεχές.

51. **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 ὑπαρξίς τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν, δηλαδή ἡ ἔλλειψις τῶν ἀντιστοιχουσῶν εἰς ταύτας ἀκτίνων, ἐξηγεῖται διὰ τοῦ ἐξῆς φαινομένου. Ἐὰν λευκὸν φῶς σώματος στερεοῦ φωτογόνου, τοῦ ὁποίου τὸ φάσμα εἶναι συνεχές, διαβιβάσθῃ διὰ διαπύρου τινος ἀερίου καὶ εἶτα ἐξετασθῇ διὰ τοῦ φασματοσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ φάσμα τοῦ δὲν εἶναι πλέον συνεχές, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐκ σκοτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι μάλιστα κατέχουσι τὰς αὐτὰς θέσεις, ἃς καὶ αἱ φωτειναὶ τοῦ διαπύρου ἀερίου, ὅταν τοῦτο εἶναι φωτογόνον.

Ἐκ τῶν τοιούτων πείραμάτων ὁ Kirchhoff ἐξήνεγκε τὴν ἐξῆς θεμελιώδη ἀρχήν: μεταξὺ τῶν ἀκτίνων, ἃς διάπυρα ἀέρια ἀπορροφῶσιν ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ξένου φωτός, ἀπορροφῶσι κυρίως τὸ εἶδος τῶν ἀκτίνων, ἃς ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐκπέμπουσι.

Εἰς τὸ φαινόμενον λοιπὸν τοῦτο ἀποδίδεται ἡ ὑπαρξίς τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Οἱ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου ἀτμοὶ τῶν διαφόρων στοιχείων ἀπορροφῶσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας σχετικὰς ἀκτίννας τοῦ φωτός τοῦ ἡλίου. Ὅθεν ἐκ τῆς φύσεως τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν διαγιγνώσκομεν καὶ τὴν φύσιν τῶν ἀτμῶν τούτων. Τοιουτοτρόπως ἀνευρέθη, ὅτι ἐπὶ τοῦ ἡλίου ὑπάρχουσι πολλὰ τῶν ἐπὶ τῆς γῆς στοιχείων, ὡς ὁ σίδηρος, τὸ ὑδρογόνον, τὸ νικέλιον, τὸ ἀσβέστιον, ὁ χαλκός, ὁ ψευδάργυρος κ. λ. π.

Ἄορατοι ἀκτίνες.

52. Ἄορατοι ἀκτίνες. — Τὸ φάσμα τὸ ἡλιακὸν ἢ τῶν ἄλλων πηγῶν περιορίζεται ἄρ' ἂν γε μεταξὺ τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ ἰώδους ἢ ἐκτείνεται καὶ πέραν αὐτῶν, ἤτοι ὑπάρχουσι καὶ ἄλλαι ἀκτίνες;

Διὰ θερμομέτρων εὐπαθεστάτων εὐρέθη, ὅτι τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐκτείνεται καὶ ἐντεῦθεν τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ἤτοι ὑφίστανται θερμομαντικαὶ ἀκτίνες, ἔχουσαι τὴν ιδιότητα νὰ θερμαίνωσι τὰ σώματα, ἐφ' ὧν προσπίπτουσι καὶ αἱ ὁποῖαι εἶναι ἄορατοι.

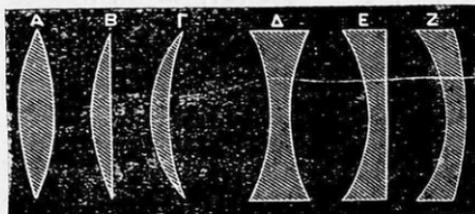
Ἐπίσης ἀνεκαλύφθη, ὅτι καὶ πέραν τοῦ ἰώδους ὑφίστανται ἀκτίνες ἄορατοι. Ἡ παρουσία τῶν ἀκτίνων τούτων ἀπεκαλύφθη τῇ βοήθειᾳ οὐσιῶν τινῶν, φωτολαθῶν καλουμένων, αἱ ὁποῖαι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἀλλοιῶνται χημικῶς, ὅταν ἐπ' αὐτῶν προσπέσωσιν ὠρισμένα ἀκτίνες, ὡς π. χ. ἰόχροσι. Τοιαῦτα οὐσίαι, τιθέμεναι κατὰ μῆκος τοῦ φάσματος παρατηροῦμεν ὅτι προσβάλλονται οὐ μόνον εἰς τὰ μέρη, εἰς ἃ εὐρίσκονται ὁραταὶ ἀκτίνες, ἀλλὰ καὶ εἰς μέρη, εὐρισκόμενα πέραν τοῦ ἰώδους, ὅπου οὐδεμία ἀκτίς εἶναι ὁρατὴ. Ἐπομένως ὑφίστανται ἀκτίνες καὶ πέραν τῶν ἰωδῶν, κληθεῖσαι ὑπεριώδεις. Ἐν γένει δὲ αἱ ἀκτίνες, αἱ προκαλοῦσαι τὰς ἀλλοιώσεις τῶν ῥηθεισῶν οὐσιῶν, ἐκλήθησαν χημικαί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΦΑΚΟΙ

53. **Φακοί.**— Πάν τῶμα διαφανές, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο καμπύλων ἐπιφανειῶν ἢ ὑπὸ μιᾶς καμπύλης καὶ μιᾶς ἐπιπέδου καλεῖται φακός. Εἰς τοὺς φακοὺς, τοὺς ἐξεταζομένους ἐνταῦθα, αἱ καμπύλαι ἐπιφάνειαι εἶναι σφαιρικαί. Ἀναλόγως τῆς σχετικῆς διατάξεως

τῶν ἐπιφανειῶν τούτων, οἱ φακοὶ διακρίνονται εἰς τὰ ἑξῆς εἶδη: τὸν ἀμφίκυρτον Α (σχ. 57), τὸν ἐπιπεδόκυρτον Β, τὸν κοιλόκυρτον ἢ μηνίσκον συγκλίνοντα Γ, τὸν ἀμφίκοιλον Δ, τὸν ἐπιπεδόκοιλον Ε καὶ τὸν κοι



Σχ. 57.

λόκυρτον ἢ μηνίσκον ἀποκλίνοντα Ζ. Ἡ εὐθεῖα, ἢ ἐνοῦσα τὰ δύο κέντρα τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ, καλεῖται κύριος ἄξων αὐτοῦ. Εἰς τὸν ἐπιπεδόκυρτον καὶ τὸν ἐπιπεδόκοιλον κύριος ἄξων εἶναι ἡ εὐθεῖα, ἢ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου καὶ καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας.

Ἐκ τῶν προηγουμένων φακῶν οἱ τρεῖς πρῶτοι εἶναι παχύτεροι εἰς τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι εἰς τὰ ἄκρα καὶ καλοῦνται συγκλίνοντες ἢ συγκεντρωτικοί· διότι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ πλησιάζωσι τὰς παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι προσπιπτούσας ἀκτῖνας πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Τὸναντίον, οἱ λοιποὶ τρεῖς εἶναι παχύτεροι εἰς τὰ ἄκρα καὶ λεπτότεροι εἰς τὸ μέσον καὶ καλοῦνται ἀποκλίνοντες ἢ ἀποκεντρωτικοί· διότι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἀπομακρύνωσι τοῦ κυρίου ἄξονος τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας¹⁾.

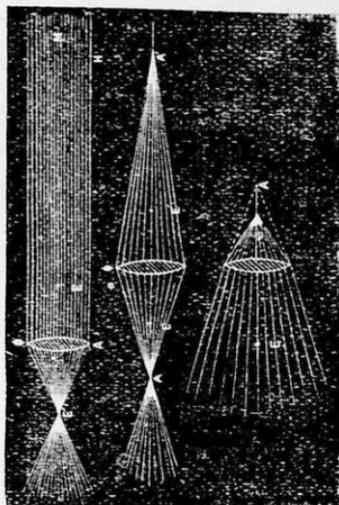
54. **Συγκλίνοντες φακοί.**— Εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου. — Ἐὰν ἀκτῖνες φωτός, παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι (σχ. 58), προσ-

¹⁾ Ἐν τῇ ἐπομένῃ σπουδῇ τῶν φακῶν ὑποτίθεται: 1ον ὅτι οἱ φακοὶ εἶναι λίαν λεπτοὶ καὶ 2ον) ὅτι αἱ προσπίπτουσαι ἐπ' αὐτῶν ἀκτῖνες σχηματίζουσι μικρὰν γωνίαν μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ 3ον) ἀπέχουσι πολὺ ἀπ' αὐτοῦ.

πέσωσιν ἐπὶ συγκλίνοντος φακοῦ Φ , διαθλῶνται καὶ διέρχονται πᾶσα σχεδὸν δι' ἑνὸς σημείου E' , ὅπερ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ φακοῦ. Τοῦτο παρατηρεῖται, ὅταν π. χ. στρέψωμεν τὸν φακὸν πρὸς τὸν ἥλιον, τοῦ ὁποῦ αἱ ἀκτῖνες εἶναι αἰσθητῶς παράλληλοι.

Τοῦναντίον, ἂν εἰς τὴν ἐστίαν E' τεθῆ σημεῖον φωτεινόν, αἱ ἀκτῖνες αὐτοῦ, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ, διαθλῶνται καὶ ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους παράλληλοι πρὸς ἀλλήλας.

Ἐπίσης ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι, προσπίπτουσαι ἀντιθέτως ἐπὶ τῆς ἐτέρας ὀφθως τοῦ φακοῦ, διαθλῶνται καὶ σχηματίζουσιν ἐτέραν κυρίαν ἐστίαν E' .



Σχ. 58. Σχ. 59. Σχ. 60.

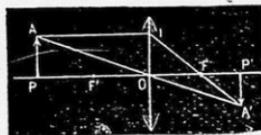
Ἡ ἀπόστασις τῆς ἐστίας E' ἀπὸ τοῦ φακοῦ καλεῖται κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις καὶ εἶναι ἴση πρὸς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν τῆς ἐτέρας ἐστίας E . Πᾶσα εὐθεῖα, διερχομένη διὰ τοῦ σημείου, εἰς ὃ τέμνει ὁ φακὸς τὸν κύριον ἄξονα, καλεῖται δευτερεύων ἄξων.

Θέσωμεν νῦν φωτεινὸν σημεῖον A' ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Ἐὰν ἐν πρώτοις τεθῆ εἰς ἀπόστασιν λίαν μεγάλην, αἱ ἀκτῖνες τοῦ $M\Phi$ (σχ. 58) θὰ εἶναι αἰσθητῶς παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι καὶ θὰ διέλθωσι διὰ τῆς ἐστίας E' , ἢ ὁποῖα θὰ ἀποτελῆ τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ σημείου. Ὅταν τὸ σημεῖον A' (σχ. 59), κείμενον πάντοτε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πλησιάζῃ πρὸς τὴν ἐτέραν ἐστίαν E' , τότε αἱ ἀκτῖνες του, μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον των, διέρχονται διὰ τινος σημείου A τοῦ κυρίου ἄξονος, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ εἶδωλον τοῦ A' καὶ καλεῖται συζυγῆς ἐστία τοῦ A' . Ὅταν τὸ σημεῖον A' φθάσῃ εἰς τὴν ἐστίαν E' , αἱ ἀκτῖνες του μετὰ τὴν διάθλασίν των καθίστανται παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ὅθεν τὰ εἶδωλα τῶν σημείων, τῶν εὐρισκομένων μεταξὺ τοῦ ἀπείρου καὶ τῆς ἐστίας E , εἶναι πραγματικὰ καὶ σχηματίζονται μεταξὺ τῆς ἐτέρας ἐστίας E' καὶ πέραν ταύτης μέχρι τοῦ ἀπείρου.

Πάντα τὰ εἰδῶλα ταῦτα εἶναι πραγματικά. Τὸ ὑναντίον, ἔαν τὸ φωτεινὸν σημεῖον A' (σχ. 60) τεθῆ μεταξὺ τῆς ἐστίας E' καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνες του, μετὰ τὴν διάθλασίν των, βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι καὶ αἱ προεκτάσεις των διέρχονται διὰ τινος σημείου A , κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ μετὰ τοῦ A' καὶ τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τούτου.

Εἰδῶλα παρόμοια σχηματίζονται, ἔαν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῆ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ φακοῦ. Τὰ αὐτὰ δὲ φαινόμενα παρατηροῦνται, ἔαν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῆ εἰς διαφόρους θέσεις ἐπὶ ἄλλου ἄξονος οἰουδήποτε, ὅτε ἀνευρίσκομεν ἐστίας καὶ εἰδῶλα, ὡς καὶ προηγουμένως ἐπὶ τοῦ νέου ἄξονος.

Εἰδῶλον φωτεινοῦ ἀντικειμένου. — Ἔστω νῦν ὅτι ἐνώπιον τοῦ φακοῦ τίθεται φωτεινὸν ἀντικείμενον, π. χ. κηρίον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον AP (σχ. 61) εὐρίσκηται μεταξὺ τῆς ἐστίας E καὶ τοῦ ἀπέριου, σχηματίζεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τοῦ φακοῦ εἶδωλον πραγματικὸν $A'P'$, ἀνστρομμένον καὶ κείμενον πέραν τῆς ἐστίας E' . Τὸ εἶδωλον τοῦτο, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ λάβω-

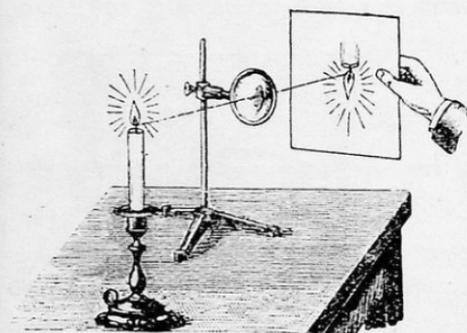


Σχ. 61.

μεν ἐπὶ πετάσματος, τιθεμένου εἰς ὀρισμένην θέσιν (σχ. 62), μεγεθύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει πρὸς

τὴν ἐστίαν E . Τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου, ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τῆς ἐστίας E , δύναται νὰ εἶναι μικρότερον, ἴσον ἢ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκηται μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ, σχηματίζεται εἶδωλον, ὅπερ εἶναι φαντασι-

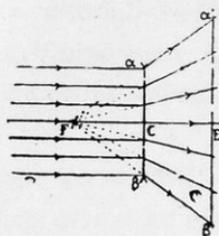


Σχ. 62.

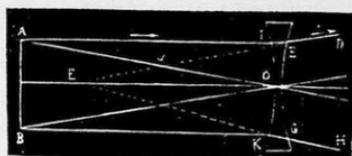
κόν, ὀρθὸν καὶ πάντοτε μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ δὴ τόσῳ μεγαλύτερον, ὅσῳ πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐστίαν κεῖται τὸ ἀντικείμενον.

55. Ἄποκλίνοντες φακοί. — Εἶδωλον σημείου. — Ἀκτῖνες

παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι φακοῦ ἀποκλίνοντες αβ (σχ. 63) μετὰ τὴν διάθλασιν των ἀφίστανται ἀλλήλων καὶ αἱ προεκτάσεις των διέρ-



Σχ. 63.



Σχ. 64.

χονται διά τινος περίπου σημείου F, ὅπερ καλεῖται κυρία ἐστία. Ἡ ἐστία αὕτη εἶναι φανταστική. Ὁμοία ἐστία σχηματίζεται καὶ ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ καὶ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ, τὴν καλουμένην ἐστιακὴν ἀπόστασιν.

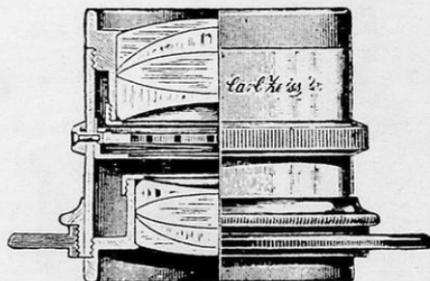
Σημεῖον φωτεινόν, εὐρισκόμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ, σχηματίζει εἰς τὴν ἐστίαν φανταστικὸν εἶδωλόν του. Ἐὰν τὸ σημεῖον πλησιάσῃ πρὸς τὴν ἐστίαν, σχηματίζεται εἶδωλον φανταστικόν, τὸ ὅποιον ἀπομακρύνεται τῆς ἐστίας καὶ πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν.

Εἶδωλον ἀντικειμένον. — Ἐὰν ἀντικείμενόν τι AB (σχ. 64) εὐρίσκηται ἔμπροσθεν φακοῦ ἀποκλίνοντος, σχηματίζεται εἶδωλόν του αβ φανταστικόν καὶ ὀρθόν.

Τὸ εἶδωλον τοῦτο εἶναι μικρότερον, ἴσον ἢ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεως, ἣν ἔχει τοῦτο ἀπὸ τοῦ φακοῦ.

56. Σύνθετοι φακοί. —

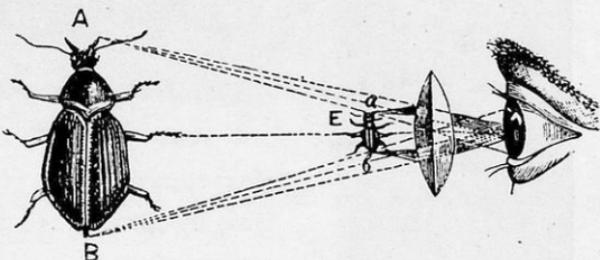
Ἐν γένει οἱ φακοὶ παρουσιάζουσι πολλὰς ἀτελείας. Ἐνεκα τῆς ἀναλύσεως τοῦ δι' αὐτῶν διερχομένου φωτός τὰ εἶδωλα εἶναι κεχρωματισμένα. Ἐκτός τούτου ἄλλα πολλὰ αἴτια καθιστῶσι τὰ εἶδωλα οὐχὶ εὐκρινῆ καὶ ἀκριβῆ. Πρὸς ὅσον τὸ δυνατὸν καλυτέραν διόρθωσιν τῶν τοιούτων ἐλαττωμάτων κατασκευάζονται φακοὶ σύνθετοι (σχ. 65), ἧτοι ἀποτελούμενοι ἐκ πλειοτέρων ἀπλῶν φακῶν.



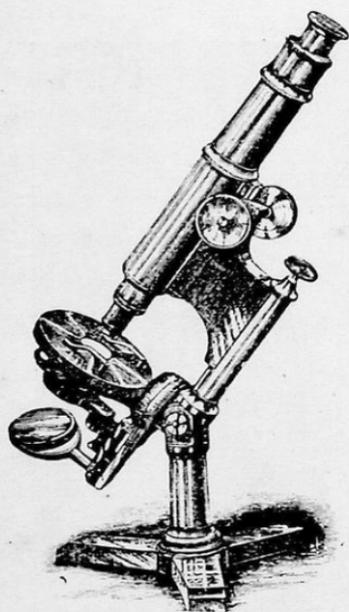
Σχ. 65.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ΄. ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ.

57. Ἄπλοῦν μικροσκόπιον. — Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον σύγκειται ἐξ ἐνὸς φακοῦ λίαν συγκεντρωτικοῦ, ἧτοι λίαν βραχείας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὡς εἶδομεν προηγουμένως, ὅταν μεταξὺ ἀμφοτέρου φακοῦ καὶ τῆς ἐστίας τοῦ τετῆ ἀντικείμενον τι, σχηματίζεται τὸ εἶδωλόν του μεγαλύτερον, ὀρθὸν καὶ φανταστικόν (σχ. 66). Παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον αβ μεγαλύτερον εἰς AB. Οὕτω δυνάμεθα διὰ τοιοῦτου ὀργάνου νὰ διακρίνωμεν καὶ νὰ ἐξετάσωμεν ἀντικείμενα, π. χ. τὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὰρολογίου, ἅτινα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ δὲν εἶναι εὐδιάκριτα.



Σχ. 66.

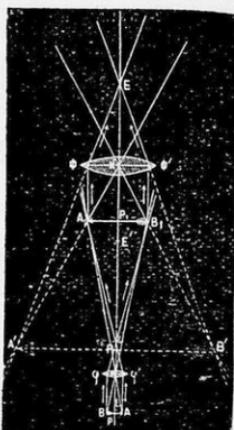


Σχ. 67.

58. Σύνθετον μικροσκόπιον. — Ἐκτὸς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου ὑπάρχει καὶ τὸ καλούμενον σύνθετον μικροσκόπιον (σχ. 67). Διὰ τούτου τὸ ὀρωμένον ἀντικείμενον φαίνεται πολὺ μεγαλύτερον ἢ διὰ τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυρίως φακῶν συγκλινόντων φ καὶ Φ (σχ. 68), ἐξ ὧν ὁ μὲν πρῶτος φ σχηματίζει τὸ πραγματικόν εἶδωλον A, B, μεγαλύτερον τοῦ ἀντικείμενου AB, ὁ δὲ δεύτερος Φ μεγεθύνει ἔτι μᾶλλον τὸ εἶδωλον τοῦτο A, B, σχηματίζων δεύτερον εἶδωλον A' B'.

Διὰ τοῦ μικροσκοπίου σήμερον τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ὑπὸ

μεγέθυνσιν 2000 καὶ πλέον. Διὰ τοῦ πολυτίμου τούτου ὄργάνου ἠρευ-
νήθησαν σώματα τελείως ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

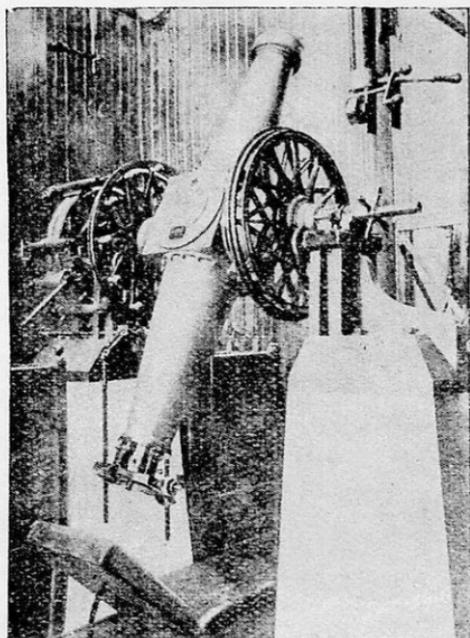


Σχ. 68.

μεταξὺ τοῦ δευτέρου φακοῦ Φ' καὶ τῆς κυρίας ἐστίας του οὕτως, ὥστε
μεγεθύνεται διὰ τοῦ φακοῦ
τούτου, ὅστις χρησιμεύει
τοιουτοτρόπως ὡς ἀπλοῦν
μικροσκόπιον.

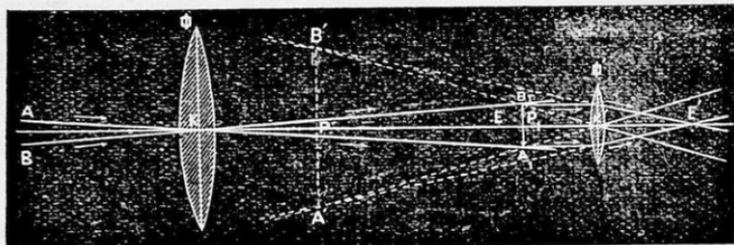
Διὰ τῶν ἀστρονομικῶν
τηλεσκοπίων τὰ ἀντικείμενα
φαίνονται ἀνεστραμμένα.
Πρὸς παρατήρησιν ὅμως
τῶν γηγένων ἀντικειμένων
κατασκευάζονται τηλεσκό-
πια, ἀποτελούμενα ἐκ πλειό-
νων φακῶν, δι' ὧν τὰ ἀντι-
κείμενα φαίνονται ὀρθά.

60. **Διόπτρα ὀλλαν-
δικῆ ἢ τοῦ Γαλι-
λαίου.** — Ἡ διόπτρα αὕτη
ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν,
ἐξ ἑνὸς ἀνοφθαλμοῦ συγ-
κλίνοντος Φ (σχ. 71) καὶ ἐξ ἑνὸς ἀποκλίνοντος προσοφθαλμοῦ. Ὁ



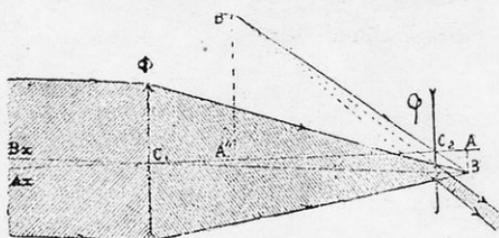
Σχ. 69.

ἀντοφθάλμιος Φ θὰ ἐσχημάτιζε τὸ πραγματικὸν εἶδωλον $A'B'$ ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ μακρὰν εὐρισκομένου ἀντικειμένου AB , ἐὰν



Σχ. 70.

δὲν ὑπῆρχεν ὁ ἀποκλίνων φακὸς ϕ . Ἀλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων A καὶ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συνέλθωσιν εἰς τὰ σημεία $αβ$, διερχόμεναι διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ϕ , διαθλῶνται καὶ ἀποκλίνουσι τῶν δευτερευόντων ἀξόνων ὡς εἰ ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων A'' καὶ B'' .

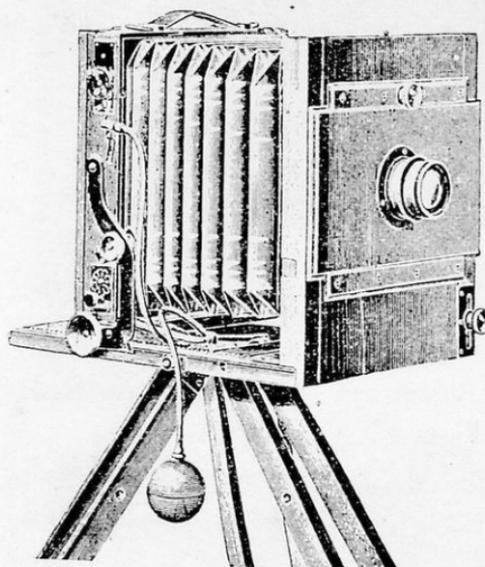


Σχ. 71.

Ὅπως ὁ ὀφθαλμὸς, δεχόμενος τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινοῦσας ταύτας δέσμας προεκβάλλει αὐτὰς ἀντιθέτως τῇ διευθύνσει των καὶ νομίζει, ὅτι προέρχονται ἐκ τοῦ $A'' B''$. Ἡ τοιαύτη διόπτρα εἶναι ἐν κοινοτάτῃ χρήσει.

61. **Συσκευὴ προβολῆς εἰκόνων.**— Ἡ συσκευὴ αὕτη, καλουμένη προβολεὺς, χρησιμεύει πρὸς σχηματισμὸν ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος τοῦ εἰδώλου εἰκόνων, σχεδιασθεισῶν συνήθως ἐπὶ ὑαλίνων πλακῶν. Ὁ προβολεὺς ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ φωτεινῆς πηγῆς, εὐρισκομένης ἐντὸς κιβωτίου κλειστοῦ πανταχόθεν καὶ ἀδιαφανοῦς καὶ τῆς ὁποίας αἱ ἀκτῖνες συγκεντροῦνται διὰ φακοῦ ἐπὶ τῆς προβληθησομένης εἰκόνας. Ἡ εἰκὼν αὕτη τοποθετεῖται κατὰ τὴν δίοδον τῶν συγκεντροῦμένων ἀκτίνων καὶ οὕτω φωτίζεται ἰσχυρῶς. Δεύτερος συγκλίνων φακός, τιθέμενος πρὸ τῆς εἰκόνας καὶ πλησίον αὐτῆς, σχηματίζει ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τὸ εἶδωλον τῆς φωτεινῆς εἰκόνας μεγαλύτερον ταύτης.

62. **Φωτογραφική μηχανή.** — Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 72) σύγκεται ἐκ θαλάμου κλειστοῦ πανταχόθεν, σκοτεινοῦ καὶ φέροντος ὀπὴν ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν πλευρῶν του. Ἐπὶ τῆς ὀπῆς ταύτης ἐφαρμόζεται φακὸς συγκλίνων, ὅστις σχηματίζει τὰ εἶδωλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ πλευρᾶς τοῦ θαλάμου παραλλήλου πρὸς τὴν συγκρατοῦσαν τὸν φακόν. Ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ ἀπὸ τῆς ἀπέναντι πλευρᾶς δύναται νὰ μεταβάλληται, ἵνα ἐπὶ ταύτης σχηματίζεται εὐκρινῶς τὸ εἶδωλον.



Σχ. 72.

Φωτογραφία. — Ἡ φωτογραφικὴ τέχνη βασίζεται ἐπὶ τῶν χημικῶν ἰδιοτήτων τοῦ φωτός. Αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός, ἐκτὸς τῶν θερμαντικῶν καὶ φωτεινῶν ἰδιοτήτων, κέχτηνται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ τὴν ἰδιότητα τοῦ νὰ προκαλῶσιν ἀντιδράσεις χημικὰς καὶ νὰ τροποποιῶσι τὴν κατάστασιν σώματός τινος. Προκαλοῦσι π. χ. τὴν ἔνωσιν ὕδρογόνου καὶ χλωρίου πρὸς σχηματισμὸν ὕδροχλωρίου, καθιστῶσιν ἄλατά τινα τοῦ ἀργύρου (βρωμιούχου ἢ χλωριούχου ἀργύρου κλπ.) ἀπασυνθέσιμα ὑπὸ τῶν ἀναγωγικῶν οὐσιῶν. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἀνήκει ἰδίως εἰς τὰς ὀρατὰς ἀκτίνας τὰς περιλαμβανομένας μεταξὺ τοῦ πρασίνου καὶ τοῦ ἰοχρόου καὶ τὰς ἀοράτους ὑπεριώδεις ἀκτίνας.

Διὰ τῆς ἰδιοτήτος ταύτης ζητεῖται νὰ σχηματισθῇ μονίμως ἢ εἰκῶν ἀντικειμένου τινός. Πρὸς τοῦτο λαμβάνεται συνήθως πλάξ ὑαλίνη, κεκαλυμμένη κατὰ τὴν μίαν ὀψιν της διὰ ἀδιαφανοῦς λεπτοῦ στρώματος ἐκ μίγματος κολλωδίου ἢ πηκτῆς καὶ βρωμιούχου ἀργύρου καὶ καλουμένη φωτογραφικὴ πλάξ. Ἡ πλάξ αὕτη τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου καὶ εἰς τὴν θέσιν, εἰς ἣν σχηματίζεται διὰ τοῦ φακοῦ τὸ εἶδωλον τῶν ἀντικειμένων.

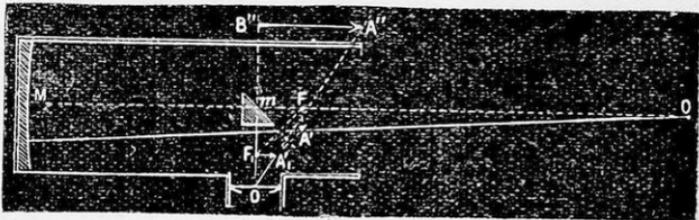
Ἐὰν μετὰ τινα χρόνον ἐκθέσεως τῆς πλακῶς εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ εἰδώλου ἀφαιρεθῇ αὕτη ἐκ τοῦ ὄργανου, οὐδὲν ἰδιαιτερον διακρίνει τις ἐπ' αὐτῆς. Ἐν τούτοις ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἐτροποποιήθη ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ φωτός. Πράγματι, ἐὰν νῦν βυθισθῇ ἡ πλάξ ἐντὸς διαλύματος ἀναγωγικῆς οὐσίας, ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται εἰς ὅλα τὰ σημεῖα, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσέπεσαν ἀκτῖνες τοῦ φωτός καὶ σχηματίζεται ἐπ' αὐτῶν μέλας ἄργυρος ἀδιαφανής. Ἐμφανίζεται δὲ τότε ἐπὶ τῆς πλακῶς ἢ εἰκῶν τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων, ἀλλ' ἔχει τὰ μέρη τῆς τόσον μελανώτερα, ὅσον τὰ ἀντιστοιχοῦντα μέρη τῶν ἀντικειμένων εἶναι λαμπρότερα καὶ καλεῖται ἀρνητικῇ. Ἡ πλάξ αὕτη ὑπέστη τὴν καλουμένην ἐμφάνισιν καὶ πλύνεται ὀλίγον διὰ καθαροῦ ὕδατος.

Μετὰ τοῦτο ἐμβαπτίζεται ἡ πλάξ ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, τὸ ὁποῖον ἀφαιρεῖ τὸν μὴ ἀποσυντεθέντα βρωμιούχον ἄργυρον τῆς πλακῶς. Ἰοιαύτη εἶναι ἡ καλουμένη στερεώσις τῆς πλακῶς. Ἡ πλάξ νῦν πλύνεται καλῶς δι' ἀφθόνου ὕδατος καὶ ἐπὶ γίμσειαν περίπου ὥραν.

Διὰ τῆς ἀρνητικῆς πλακῶς ἐπιτυγχάνομεν εἰκόνα θετικῆν καλουμένην, ἐπὶ φύλλου χάρτου ἢ πλακῶς ὑαλίνης, κεκαλυμμένων ὑπὸ εὐπαθοῦς στρώματος βρωμιούχου ἀργύρου. Πρὸς τοῦτο ὁ χάρτης ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς ὄψεως τῆς πλακῶς, ἐφ' ἧς ὑπάρχει ἡ ἀρνητικῇ εἰκῶν καὶ εἶτα ἐκτίθεται τὸ ὅλον εἰς τὸ φῶς. Αἱ ἀκτῖνες τούτου, διερχόμεναι διὰ τῆς ὑάλου καὶ τῶν διαφανῶν μερῶν τοῦ στρώματός τῆς, ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ οὕτω, ὀπισθεν τῶν μὲν διαφανῶν μερῶν μελανοῦται οὗτος, τῶν δὲ ἀδιαφανῶν παραμένει λευκός. Ἡ σχηματιζομένη τότε ἐπὶ τοῦ χάρτου θετικῇ εἰκῶν δύναται νὰ στερεωθῇ δι' ἀπλῆς ἐμβαπτίσεως τούτου ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, καὶ εἶτα πλύσεως ἐν ἀφθόνῳ ὕδατι.

63. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια. — Ὡς εἶδομεν, διὰ τῶν κοίλων κατόπτρων δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν τὰ εἰδῶλα τῶν ἀντικειμένων. Ἐστω ΑΒ (σχ. 73) ἀντικείμενον λίαν μεμακρυσμένον, π.χ. ἀστήρ, ΓΔ τὸ κοῖλον κάτοπτρον καὶ Α'Β' τὸ πραγματικὸν εἶδῶλον τοῦ ἀντικειμένου. Τὸ εἶδῶλον τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἐξετάσωμεν τῇ βοηθείᾳ μικροσκοπίου Ο, ὡς καὶ εἰς τὰ προηγούμενα τηλεσκόπια, τὸ

ὅποιον παρέχει εἶδωλον $A''B''$ μεγαλύτερον τοῦ $A'B'$. Τὰ τοιαῦτα τηλεσκόπια, εἰς ἃ γίνεται χρῆσις κοίλων κατόπτρων, καλοῦνται

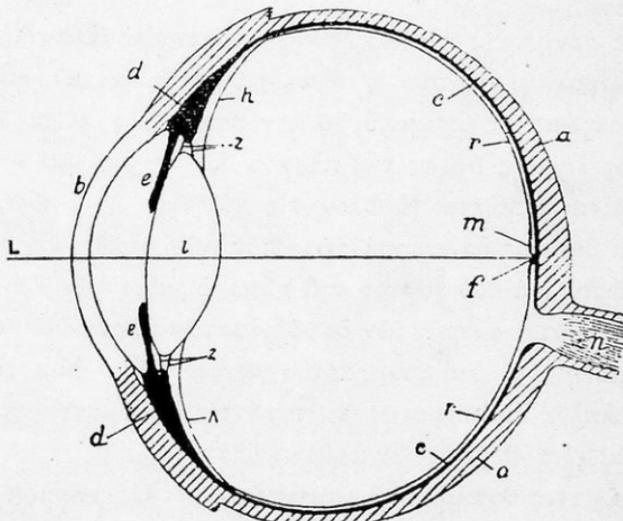


Σχ. 73.

κατοπτρικά, ἐνῶ τὰ διὰ φάκων καλοῦνται διοπτρικά ἢ ἀπλῶς διόπτροι

Ὁφθαλμός.

64. **Περιγραφή τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ ἀνθρώπου.**— Τὸ αἰσθητήριον τῆς δράσεως εἶναι ὁ ὀφθαλμὸς (σχ. 74), ὅστις εἶναι βολ-



Σχ. 74.

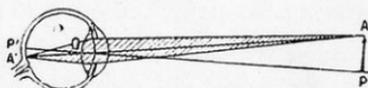
δὸς σφαιρικός, εὐρισκόμενος ἐντὸς κόγχης, κλεισμένης ἢ ἀνοιγομένης διὰ τῶν βλεφάρων. Ὁ βολδὸς κινεῖται δι' ἕξ μικρῶν μῦων. Ἀποτελεῖται δ' ἐξωτερικῶς ὑπὸ τεσσάρων χιτῶνων ἢ μεμβρανῶν· τούτων ὁ ἐξωτερικὸς

A (σχ. 74), σκληρωτικός χιτών καλούμενος, είναι υπόλευκος, περικαλύπτει τὸν βολβὸν μέχρι τοῦ προσθίου μέρους καὶ ἐκεῖ ἀφήνει μικρὸν ἄνοιγμα. Ἐτερος χιτῶν K, λεπτὸς καὶ διαφανής, κερατοειδῆς καλούμενος, καλύπτει τὸ ἄνοιγμα τοῦτο.

ὑπὸ τὸν σκληρωτικὸν χιτῶνα ὑπάρχει ὁ χοριοειδῆς χιτῶν X, ὅστις εἶναι μέλας καὶ ὑπ' αὐτὸν ἡ υπόλευκος καὶ λεπτοτάτη μεμβράνη, ὁ ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν B, ὅστις σχηματίζεται διὰ τῆς ἐξαπλώσεως τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου N, εἰσερχομένου ἐκ τῶν ὀπισθεν δι' ὀπῆς τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος.

Ἐσωθεν τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος κείται κεχρωματισμένον διάφραγμα I, ἡ ἴρις, ἣτις χωρίζει τὸν ἐσωτερικὸν χῶρον τοῦ βολβοῦ εἰς πρόσθιον καὶ εἰς ὀπίσθιον θάλαμον πολὺ μεγαλύτερον. Ὁ πρόσθιος θάλαμος Θ, μεταξὺ ἱριδος καὶ κερατοειδοῦς, πληροῦται ὑδατώδους ὑγροῦ, ὁ δὲ ὀπίσθιος Θ₂ πληροῦται ὑγροῦ πυκνορρεύστου, καλουμένου ὑαλώδους. Ἡ ἴρις φέρει ἐν τῷ μέσῳ μικρὰν κυκλικὴν ὀπῆν, τὴν κόρην τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἣτις δύναται νὰ στενωπῶται ἢ εὐρύνηται, ἕνα ρυθμίζῃ τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου ἐν τῷ ὀφθαλμῷ φωτός. Ὁπισθεν τῆς ἱριδος εὐρίσκεται ὁ κρυσταλλώδης φακὸς E διαφανῆς καὶ συγκλίνων.

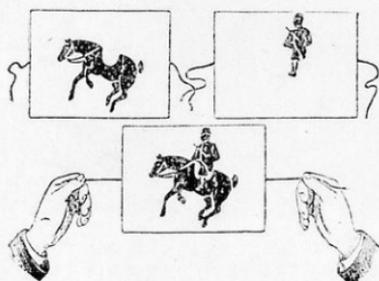
65. **Πορεία τῶν ἀκτίνων.** — Τὰ πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ φωτεινὰ ἀντικείμενα ἐκπέμπουσιν ἀκτίνας, αἵτινες, εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν διὰ τοῦ κερατοειδοῦς, συναντῶσι τὸν φακόν. Οὗτος σχηματίζει τότε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος (σχ. 75) τὸ εἶδωλον A' P' τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων AP. Τὸ ὀπτικὸν νεῦρον τότε ἐρεθίζεται καὶ μεταβιβάζει τὸν ἐρεθισμὸν τοῦτον εἰς τὸν ἐγκέφαλον καὶ οὕτω βλέπομεν.



Σχ. 75.

66. **Μεταίσθημα.** — Ἐὰν λάβωμεν πυρετὸν ἀνημμένον καὶ τὸ περιστρέψωμεν ταχέως, θὰ ἴδωμεν ὀλόκληρον πυρίνην περιφέρειαν κύκλου. Ἐπίσης, ἂν κινήσωμεν ὀριζοντίως καὶ ταχέως τὴν χεῖρά μας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, δυνάμεθα ν' ἀναγνώσωμεν βιβλίον ἄνευ διακοπῆς, ἐνῶ ἔπρεπε νὰ μὴ τὸ βλέπομεν, ὅταν ἡ κινουμένη χεῖρ μας διέρχεται ἔμπροσθεν τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα προέρχονται ἐκ

τοῦ ὅτι ἢ ἐπὶ τῶν ὀφθαλμῶν μας ἐντύπωσης δὲν ἐξαλείφεται συγχρό-
 νως μετὰ τῆς ἐκλείψεως τοῦ φωτός, ὕπερ προὐκάλεισεν αὐτήν, ἀλλὰ
 διαρκεῖ καὶ κατόπιν ταύτης ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον ($\frac{1}{30}$ τοῦ δευτερολέ-



Σχ. 76.

πτου). Ἐὰν λοιπὸν ἐξαφανίσωμεν
 εἰκόνα τινὰ καὶ ταχέως ἀντικατα-
 στήσωμεν αὐτήν δι' ἄλλης. θὰ νο-
 μίσωμεν, ὅτι ὑφίστανται καὶ αἱ
 δύο εἰκόνας ὁμοῦ. Ἐὰν π. χ. λά-
 βωμεν τεμάχιον χάρτου (σχ. 76),
 ἐφ' οὗ ἔχει παρασταθῆ ἐπὶ μὲν
 τῆς μιᾶς ὄψεως ἵππος, ἐπὶ δὲ τῆς
 ἄλλης ἵππεύς, καὶ περιστρέψωμεν

αὐτὸ ταχέως τῇ βοηθείᾳ δύο νημάτων, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, θὰ ἴδω-
 μεν καὶ τὰς δύο εἰκόνας ὁμοῦ, ἤτοι τὸν ἵππεά ἐπὶ τοῦ ἵππου.

Κινηματογράφος.—Ἐπὶ τῆς προηγουμένης
 ἰδιότητος τοῦ ὀφθαλμοῦ στηρίζεται ἡ λειτουργία
 τοῦ κινηματογράφου, ὅστις εἶναι συσκευή, προ-
 βάλλουσα εἰκόνας ἐν κινήσει παριστώσας συμ-
 βάντα, ὡς ταῦτα φαίνονται ἐκ τοῦ φυσικοῦ.

Ἐὰν λάβωμεν διαφόρους εἰκόνας, αἱ ὁποῖαι
 ν' ἀντιστοιχῶσιν εἰς διαφόρους ἀλληλοδιαδόχους
 μετασχηματισμοὺς τοῦ αὐτοῦ ἀντικειμένου καὶ
 τὰς φέρωμεν ἐπίσης ἀλληλοδιαδόχως ἔμπροσθεν
 τῶν ὀφθαλμῶν μας, θὰ νομίσωμεν, ἕνεκα τῆς
 διαρκείας τῆς ἐντύπωσης, ὅτι ἡ αὐτὴ εἰκὼν
 μεταμορφοῦται. Τιοιοῦτόν τι συμβαίνει δι' εἰκό-
 νων, ὡς αἱ τοῦ σχήματος 77, τὰς ἐποίας, ἐὰν φέ-
 ρωμεν ταχέως καὶ ἀλληλοδιαδόχως πρὸ τῶν
 ὀφθαλμῶν μας, θὰ νομίσωμεν, ὅτι ὁ παριστάμε-
 νος ἵππος βαδίζει συνεχῶς.

Ὅμοίως καὶ εἰς τὸν κινηματογράφον, ἐπὶ
 ταινίας ἐκ κυτταρινσειδοῦς, εὐκάμπτου καὶ μα-
 κρᾶς, ἔχουσιν ἀπεικονισθῆ φωτογραφικῶς αἱ
 διάφοροι μεταβολαὶ εἰκόνων εἰληγμένων ἐκ τοῦ φυσικοῦ. Ἡ ταινία



Σχ. 77.

αὕτη διέρχεται ἐνώπιον μικρᾶς ὀπῆς, ἣτις ἀνοίγει στιγμιαίως, ὅταν ἐκάστη τῶν εἰκόνων τῆς ταινίας φθάνη ἐνώπιόν της. Πηγῆ φωτὸς ὀπισθεν τῆς ὀπῆς φωτίζει ἰσχυρῶς τὴν ταινίαν, φακὸς δὲ συγκλινῶν ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους προβάλλει ἐπὶ πετάσματος λευκοῦ τὰς εἰκόνας της. Ἡ ταινία ἴσταται ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον, ὡσάκις προβάλλεται ἐκάστη εἰκὼν της.

67. **Προσαρμοστία τοῦ ὀφθαλμοῦ.**—“Ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἀνθρώπου καλῶς λειτουργῇ, ἡ ὄρασις εἶναι εὐκρινῆς ἐπίσης διὰ τὰ μακρὰν, ὡς καὶ διὰ τὰ πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ (μέχρις 13—14 ἑκατοστομέτρων) εὐρισκόμενα ἀντικείμενα. Τοῦτο κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς κυρτότητος τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ, ὅπως τὸ εἶδωλον σχηματίζεται πάντοτε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εὐκρινῶς, εἴτε μακρὰν εἴτε πλησίον εὐρίσκεται τὸ δρώμενον ἀντικείμενον. Ὁ τοιοῦτος ὀφθαλμὸς καλεῖται ἐμμέτρως.

Εἰς τοὺς μύωπας ὅμως ἡ ὄρασις εἶναι εὐκρινῆς μόνον διὰ τὰ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν (μέχρις 8 ἕως 10 ἑκατοστ.) εὐρισκόμενα ἀντικείμενα. Διότι τὰ εἶδωλα τῶν μακρὰν εὐρισκομένων ἀντικειμένων δὲν σχηματίζονται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἀλλὰ πρὸ αὐτοῦ· καθόσον ὁ βολβὸς εἶναι σχετικῶς λίαν ἐπιμήκης. Διὰ τοῦτο οἱ μύωπες φέρουσι διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν μακρὰν ἀντικειμένων διοπτήρας μετὰ φακῶν ἀποκλινόντων, τοὺς ὁποίους ἀφαιροῦσιν, ὅταν πρόκειται νὰ ἀναγνώσῃ καὶ ἐν γένει νὰ ἴδωσι τὰ λίαν πλησίον.

Τοῦναντίον, οἱ προεσβύωπες βλέπουσιν εὐκρινῶς μόνον τὰ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μακρὰν εὐρισκόμενα ἀντικείμενα. Οἱ προεσβύωπες φέρουσι διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν πλησίον ἀντικειμένων διοπτήρας μετὰ φακῶν συγκλινόντων, τοὺς ὁποίους ἀφαιροῦσιν, ὅταν πρόκειται νὰ ἴδωσι μακρὰν. Ἡ προεσβυπία ἐμφανίζεται προϋούσης τῆς ἡλικίας τοῦ ἀνθρώπου καὶ ἄρχεται συνήθως ἐν ἡλικίᾳ 45 περίπου ἐτῶν, ὅτε ἡ ἐλάχιστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς δράσεως εἶναι 30 ἑκατοστ. περίπου καὶ βαίνει αὐξάνουσα σὺν τῷ χρόνῳ.

Εἰς τοὺς υπερμέτρως ἡ ὄρασις δ' αὐξάνει ἀπόστασιν εἶναι εὐκρινῆς. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ διοπτήρων μετὰ φακῶν συγκλινόντων.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

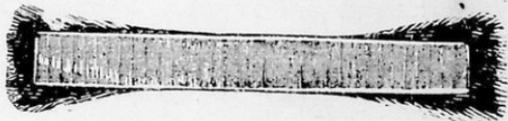
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΜΑΓΝΗΤΑΙ

68. **Μαγνήται.** — Ὑπάρχει ἐν τῇ Φύσει ὄρυκτόν τι, εἶδος σιδηρολίθου, ἕπερ ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκη τεμάχια σιδήρου καὶ ἄλλων μετάλλων. Τὸ ὄρυκτόν τοῦτο καλεῖται φυσικὸς μαγνήτης, ἢ δὲ ιδιότης του μαγνητισμός. Τὴν αὐτὴν ιδιότητα κέκτηνται εἰς ἐλάσσονα βαθμὸν καὶ ἄλλα τινὰ ὄρυκτά.

Ἐκτὸς ὅμως τῶν φυσικῶν μαγνητῶν κατασκευάζονται τοιοῦτοι (σχ. 78) ἐκ ράβδων χάλυθος καὶ καλοῦνται τεχνητοὶ μαγνήται.

69. **Πόλοι.** — Ἐὰν βυθίσωμεν μαγνήτην ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου καὶ κατόπιν τὸν ἀνασύρωμεν θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς μὲν



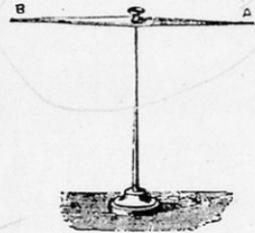
Σχ. 78.

τὰ ἄκρα του προσκολλῶνται πολλὰ ῥινήματα εἰς θυσάνους (σχ. 78), ἐνῶ ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὸ μέσον τὰ προσκολληθέντα ῥινήματα εἶναι ὀλιγώτερα καὶ τέλος εἰς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου δὲν ὑπάρχουσι συνήθως τοιαῦτα. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ μαγνήτου, ἐνθα ἡ ἑλκτική του δύναμις εἶναι οὕτω μεγίστη, καλοῦνται πόλοι, τὸ δὲ μέσον του, ἐνθα δὲν ὑφίσταται ἑλκτική δύναμις, καλεῖται οὐδετέρα γραμμὴ.

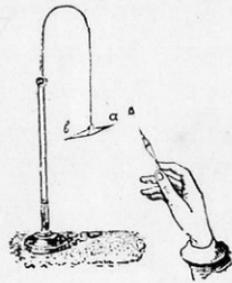
Ἐὰν λάβωμεν μαγνήτην ΒΑ (σχ. 79) ἐλαφρὸν καὶ ἐπιμήκη καὶ τὸν στηρίξωμεν περὶ τὸ μέσον του ἐπὶ ὀβελίσκου κατακορύφου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ μὲν ἐν τῶν ἄκρων του Β, ἦτοι ὁ εἰς τῶν πόλων του, στρέφεται πάντοτε πρὸς βορρᾶν, ὁ δὲ ἕτερος πόλος Α πρὸς νότον. Καθ' οἷανδήποτε διεύθυνσιν καὶ ἂν τοποθετήσωμεν τὸν μαγνήτην ἐπὶ τοῦ ὀβελίσκου ὁ μαγνήτης θὰ στραφῇ περὶ τοῦτον καὶ

θα λάβη περίπου την από βορρᾶ πρὸς νότον διεύθυνσιν. Ἐνεκα τούτου ὁ πόλος τοῦ μαγνήτου, ὁ διευθυνόμενος πάντοτε πρὸς βορρᾶν, ἐκλήθη βόρειος πόλος, ὁ δὲ ἄλλος νότιος πόλος.

Οἱ διὰ τοιαῦτα πειράματα χρησιμοποιούμενοι μαγνήται ἔχουσι συνήθως σχῆμα βόμβου, εἶναι ἕλαφροὶ καὶ καλοῦνται μαγνητικαὶ βελόναι. Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνούσα τοὺς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης, καλεῖται ἄξων αὐτῆς.

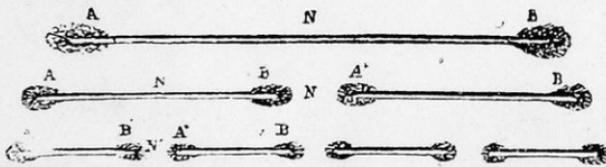


Σχ. 79.



Σχ. 80.

70. Ἀλληλεπίδρασις μαγνητῶν. — Ἐὰν διὰ νήματος ἐξαρτήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην αβ (σχ. 80) ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς καὶ πλησιάσωμεν εἰς αὐτὴν τὸν βόρειον πόλον Α μαγνήτου τινός, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ μὲν βόρειος πόλος β τῆς βελόνης ἀπωθεται ὑπὸ τοῦ βορείου πόλου Α τοῦ ἄλλου μαγνήτου, ἐνῶ ὁ νότιος πόλος α τῆς βελόνης ἔλκεται ὑπ' αὐτοῦ. Τοῦναντίον, ἐὰν φέρωμεν τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου παρὰ τὴν βελόνην, θὰ ἴδωμεν, ὅτι οὗτος ἔλκει μὲν τὸν βόρειον πόλον τῆς βελόνης, ἀπωθεῖ δὲ τὸν νότιον αὐτῆς. Ἐκ τούτου ἐπεταί, ὅτι οἱ ὁμώνυμοὶ πόλοι τῶν μαγνητῶν ἀπωθοῦνται, ἐνῶ οἱ ἐτερόνυμοι ἔλκονται μεταξύ των.

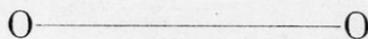


Σχ. 81.

71. Θραύσις μαγνήτου. — Ἐὰν ράβδος μαγνητικὴ Ν (σχ. 81) θραυσθῇ εἰς δύο μέρη, Α καὶ Β, ἕκαστον τῶν μερῶν τούτων ἀποτελεῖ τέλειον μαγνήτην, ἔχοντα τοὺς ἐτερονύμους δύο πόλους του εἰς τὰ δύο ἄκρα του. Καὶ ἕκαστον τῶν δύο μερῶν θραυόμενον ἐκ νέου παρέχει δύο μαγνήτας τελείους καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

72. **Νόμοι τοῦ Coulomb.**— Ὁ Coulomb, ἐξετάζων τὴν ἀλληλεπίδρασιν τῶν μαγνητῶν, διετύπωσε τὸν ἐξῆς νόμον: Ἡ ἀλληλεπίδρασις δύο μαγνητικῶν πόλων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Ἦτοι, ἐὰν ἡ ἀπόστασις δύο πόλων καταστῆ δῖς, τρις κλπ. μεγαλυτέρα, ἢ μεταξὺ τῶν πόλων τούτων ἑλκτικὴ ἢ ὠστικὴ δύναμις, καθίσταται τετράκις, ἑνεάκις κλπ. μικροτέρα.

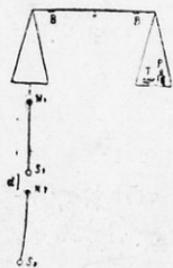
Τὸν νόμον τοῦτον δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν πειραματικῶς ὡς ἐξῆς. Λαμβάνομεν δύο μαγνήτας, ἕκαστος τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἐκ



Σχ. 82.

μακρᾶς βελόνης (σχ. 82), ἀποληγούσης κατὰ τὰ δύο ἄκρα τῆς εἰς δύο σφίρας. Τοιοῦτοτρόπως οἱ πόλοι εὐρίσκονται ἀισθητῶς εἰς τὸ κέντρον τῶν σφαιρῶν τούτων.

Ὁ εἰς τῶν μαγνητικῶν $N_1 S_1$ κρέμαται (σχ. 83) κατακορύφως ὑπὸ τὸν δίσκον ζυγοῦ, ἰσορροπηθέντος διὰ σταθμῶν T. Θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δίσκου καὶ ἄλλα σταθμὰ P, ὅτε ἡ φάλαγξ στηρίζεται ἐπὶ στηρίγματος B'. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν εἰς τὸν νότιον πόλον S_1 τὸν βόρειον πόλον N_2 τοῦ ἑτέρου μαγνήτου, ἡ φάλαγξ θὰ κλίνη πρὸς τὸν μαγνήτην ἅμα ὡς ἡ ἑλξις μεταξὺ τῶν δύο τούτων πόλων καταστῆ ἀρκούντως ἰσχυρά. Μετροῦμεν τότε τὴν ἀπόστασιν $S_1 N_2 = \theta$, δι' ἣν συμβαίνει τοῦτο.



Σχ. 83.

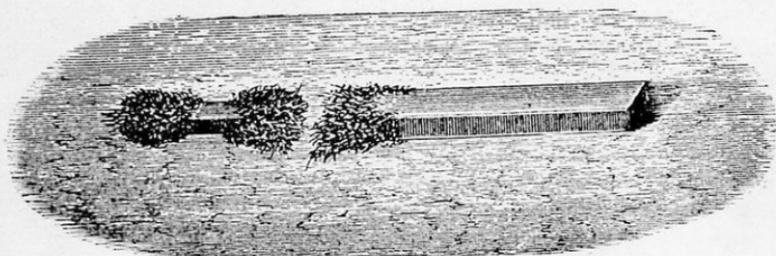
Μετὰ τοῦτο ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ P καὶ ἀντ' αὐτῶν θέτομεν ἄλλα.

Οὕτως εὐρίσκομεν π. χ. ὅτι ἡ ἑλξις εἶναι μόνον $\frac{P}{4}$, ὅταν ἡ ἀπόστασις τῶν πόλων εἶναι διπλασία τῆς προηγούμενης, ἦτοι 2θ , τοῦθ' ἕπερ ἐπαληθεύει τὸν νόμον τοῦ Coulomb

Ἐντασις πόλου. Ὑποθέσωμεν, ὅτι δύο πόλοι P_1 καὶ P_2 ἐξασκοῦσιν ἀλληλοδιαδόχως καὶ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐπὶ τρίτου πόλου N τὴν αὐτὴν δύναμιν λέγομεν τότε, ὅτι οἱ δύο πόλοι P_1 καὶ P_2 εἶναι ἴσοι ἢ ὅτι αἱ ἐντάσεις αὐτῶν εἶναι ἴσαι. Ἐὰν ἡ ὑπὸ τοῦ πόλου P_1 ἐξα-

σκουμένη δύναμις ἐπὶ τοῦ N εἶναι διπλασία τῆς ὑπὸ τοῦ πόλου P_2 ἐξασκουμένης, λέγομεν, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ πόλου P_1 εἶναι διπλασία τῆς τοῦ P_2 .

Κατὰ συνθήκην ὡς μονὰς πόλου λαμβάνεται ὁ πόλος, ὅστις ἀπω-



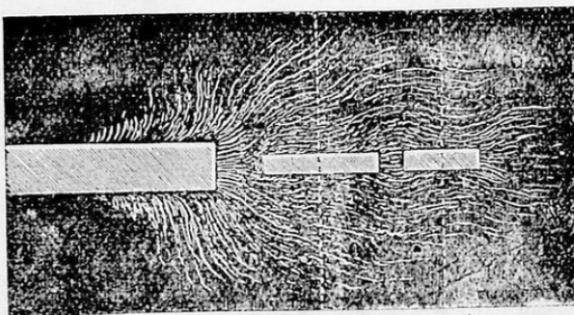
Σχ. 84.

θεῖ δεύτερον πόλον ἴσον καὶ τεθειμένον εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 1 ἑκατοστόμ. μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὴν μονάδα. Ἐὰν ἡ ἔντασις τοῦ πρώτου πόλου εἶναι ἴση πρὸς 2, 3, κ.λ.π. ἡ ἀπώσις θὰ εἶναι δῖς, τρὶς κ.λ.π. μεγαλυτέρα, ἥτοι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τοῦ πόλου. Καὶ ἐν γένει ἡ μεταξὺ δύο πόλων ἀμοιβαία ἐπίδρασις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τῶν πόλων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

ὡς ὑπόδειξι

73. **Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.**— Ἐὰν πλησιάσωμεν

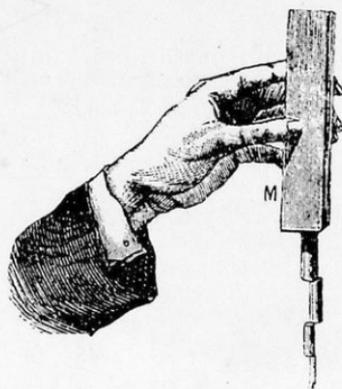
μαγνήτην εἰς τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου (σχ. 85 καὶ 86), ὁ σιδηρὸς αὗτος καθίσταται ἐπίσης μαγνήτης καὶ ἔλκει βινήματα ἢ ἄλλα τεμάχια σιδήρου. Ἐνεκα τούτου, ἐὰν τεθῶσι μικροὶ κύλινδροι ἐκ μαλακοῦ



Σχ. 85.

σιδήρου ὁ εἰς κατόπιν τοῦ ἄλλου καὶ πλησιάσωμεν μαγνήτην εἰς τὸν πρῶτον (σχ. 86), πάντες οἱ κύλινδροι προσκολλῶνται ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἐν εἴδει ἀλύσου. Ἡ μαγνήτισις ὁμοῦς αὕτη τῶν διαφόρων τεμα-

χίλων τοῦ μαλακοῦ σιδήρου διαρκεῖ, ἐφόσον εὐρίσκονται ταῦτα ἐνώπιον τοῦ μαγνήτου. Ἐὰν ἀποσύρωμεν τὸν μαγνήτην, τότε ὁ μαλακὸς



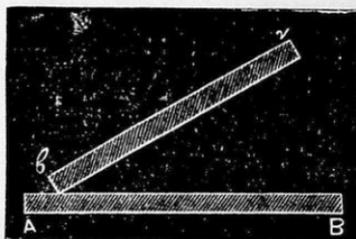
Σχ. 86.

σίδηρος χάνει τὴν μαγνητικὴν του δύναμιν. Τοῦτο ὁμοίως δὲν συμβαίνει εἰς τὸν χάλυβα, ὅστις παραμένει μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν πέριξ αὐτοῦ μαγνητῶν.

74. **Κατασκευὴ μαγνητῶν.** — Πρὸς κατασκευὴν μαγνήτου

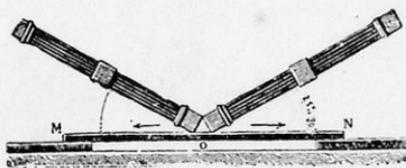
λαμβάνομεν ῥάβδον AB (σχ. 87) ἐκ χάλυβος καὶ προστρίβομεν αὐτὴν διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων ἰσχυροῦ μαγνήτου ὡς ἐξῆς. Φέρομεν τὸν πόλον τοῦτον β ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἄκρου A τῆς

ῥάβδου AB καὶ κατόπιν τὸν σύρομεν μέχρι τοῦ ἑτέρου ἄκρου B τῆς ῥάβδου. Μετὰ τοῦτο ἀνασύρωμεν τὸν μαγνήτην, ἐπαναφέρομεν τὸν αὐτὸν πόλον β ἐπὶ τοῦ ἄκρου A καὶ σύρομεν ἐκ νέου τὸν β μέχρι τοῦ B. Μετὰ τινὰς τοιαύτας τριβὰς ἡ ῥάβδος AB καθίσταται μαγνήτης, τοῦ ὁποῦ τοῦ ἄκρον A, ἐξ οὗ ἤρξατο ἡ τριβή, εἶναι πόλος ὁμώνυμος τοῦ πόλου β τοῦ μαγνήτου, δι' οὗ εἰργάσθημεν. Ἐὰν π. χ. ὁ β εἶναι βόρειος, ὁ A εἶναι βόρειος ἐπίσης.



Σχ. 87.

Ἐὰν κατέχωμεν δύο μαγνήτας, πρὸς μαγνήτισιν τῆς ῥάβδου MN (σχ. 88) προβαίνομεν ὡς ἐξῆς. Συννοοῦμεν, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 88 τοὺς δύο ἑτερωνύμους πόλους B καὶ N τῶν δύο μαγνητῶν καὶ φέρομεν αὐτοὺς εἰς τὸ μέσον O τῆς ῥάβδου. Εἶτα ἀπομακρύνομεν ἀλλήλων τοὺς δύο πόλους B καὶ N, σύρον-



Σχ. 88.

τες αὐτοὺς ἐπὶ τῆς ῥάβδου MN μέχρι τῶν ἄκρων τῆς. Μετὰ τοῦτο, ἀφοῦ ἀνασύρωμεν τοὺς δύο μαγνήτας καὶ ἐπαναφέρωμεν τοὺς αὐτοὺς

πόλους ὁμοίως εἰς τὸ μέσον Ο τῆς βάρδου, ἐπαναλαμβάνομεν τὴν προστριβὴν καὶ οὕτω καθεξῆς.

75. **Μαγνητικαὶ δέσμαι.**—Οἱ μαγνήται διατηροῦνται συνήθως ἀνά δύο ἰσομήκεις ἐντὸς θηκῶν (σχ. 89), ἐν ταῖς ὁποίαις τίθενται παραλλήλως καὶ οὕτως, ὥστε τὰ προσκείμενα ἄκρα των νὰ εἶναι ἑτερωνύμων πόλων. Δύο τεμάχια



Σχ. 89.

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

Εἰς τοὺς μαγνήτας δίδεται ἐπίσης συνήθως σχῆμα πετάλου, ἵνα χρησιμοποιῶνται ταῦτογρόνως καὶ οἱ δύο πόλοι. Οἱ τοιοῦτοι πεταλοειδεῖς μαγνήται ἀποτελοῦνται πολλάκις ἐκ πολλῶν πεταλοειδῶν μαγνητῶν (σχ. 90) μικροῦ πάχους, συνηνωμένων καὶ ἐχόντων τοὺς ὁμωνύμους πόλους κατὰ τὸ αὐτὸ ἄκρον. Ἡ μαγνητικὴ ἰσχύς τῶν τοιούτων μαγνητῶν εἶναι ἀνωτέρα ἄλλου, ἔχοντος τὸ αὐτὸ βάρος καὶ ἀποτελουμένου ἐξ ἐνὸς τεμαχίου.



Σχ. 90.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

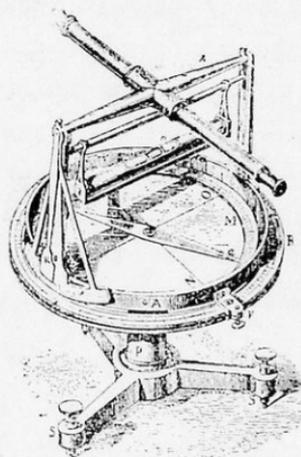
ΓΗΓΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

76. **Ὅρισμοί.**—Ἐὰν ἐξαρτηθῇ διὰ νήματος ἀκλώστου μαγνητικὴ βελόνη ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι λαμβάνει ὠρισμένην διεύθυνσιν περίπου ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, οἷανδῆποτε διεύθυνσιν ἀρχικὴν καὶ ἂν δώσωμεν εἰς αὐτήν. Ἐὰν δὲ θεωρήσωμεν τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους, ἢ βελόνη δὲν τοποθετεῖται ἐν γένει ἐν αὐτῷ, ἀλλὰ σχηματίζει γωνίαν καὶ ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης εἰς μὲν τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τῆς γῆς εὐρίσκεται ὑπὸ τὸ ῥηθὲν ἐπίπεδον, εἰς δὲ τὸ νότιον ἡμισφαίριον τοποθετεῖται ἄνωθεν αὐτοῦ.

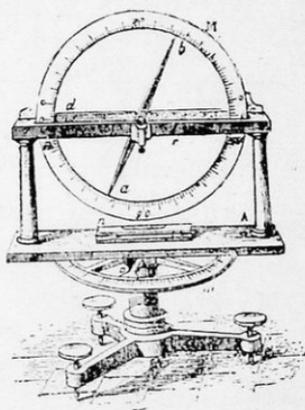
Τὰ δύο σημεῖα, εἰς ἃ συναντᾶ τὴν εὐράνιον σφαῖραν ἢ διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τῆς βελόνης, ἠρεμούσης εἰς τινὰ τόπον ἐλευθέρως, καλοῦν-

ται μαγνητικοὶ πόλοι. Τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ ἄξονος τῆς βελόνης, καλεῖται ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ διέρχεται διὰ τῶν δύο πόλων α καὶ β , ὁ δὲ μέγας κύκλος ZMN . καθ' ὃν τέμνεται ἡ οὐράνιος σφαῖρα ὑπὸ τούτου καλεῖται μαγνητικὸς μεσημβρινός. Ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίπεδον τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ OX' μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ OX καλεῖται γωνία ἀποκλίσεως ἢ ἀπλῶς ἀπόκλισις. Ἡ δὲ γωνία TOH τοῦ ἄξονος τῆς βελόνης μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καλεῖται γωνία ἐγκλίσεως ἢ ἀπλῶς ἐγκλισις.

77. Μέτρησις ἐγκλίσεως καὶ ἀποκλίσεως. — Καλεῖται



Σχ. 91.



Σχ. 92.

πυξίς ἐγκλίσεως τὸ ὄργανον, τὸ χρησιμεῦον πρὸς μέτρησιν τῆς ἐγκλίσεως. Ἡ πυξίς ἐγκλίσεως (σχ. 92) ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ μαγνητικῆς βελόνης Γ κινητῆς ἐνώπιον ὑποδιηρημένου κυκλικοῦ δίσκου καὶ παραλλήλως αὐτῷ. Ἡ κίνησις τῆς βελόνης γίνεται περὶ ὀριζόντιον ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου τῆς καὶ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου.

Ἐὰν κατευθύνωμεν τὸν κύκλον οὕτως, ὥστε νὰ εὑρίσκηται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ βελόνη τότε σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου τοῦ κύκλου, τὴν ἐγκλισιν εἰς τὸν τόπον τοῦτον, ἣν μετροῦμεν ἐπὶ τοῦ ὑποδιηρημένου κύκλου.

Πρὸς εὑρεσιν τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιεῖται ἡ πυξίς ἀποκλί-

σεως (σχ. 91). Αἱ συνήθεις πυξίδες, αἱ περιλαμβάνουσαι μαγνητικὴν βελόνην, κινητὴν ἐντὸς ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ὑπεράνω κύκλου ὑποδιηρημένου, εἶναι πυξίδες ἀποκλίσεως λίαν ἠπλοποιημένα. Ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ἡ βελόνη μετὰ τῆς ὀριζοντίας διευθύνσεως τοῦ γεωγραφικοῦ βορρᾶ, παρέχει τὴν ἀπόκλισιν. Αἱ ἀκριβεῖς πυξίδες ἀποκλίσεως εἶναι πολυπλοκώτεραι.

74. Μεταβολαὶ ἐγκλίσεως καὶ ἀποκλίσεως. — Ἡ ἐγκλισις καὶ ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Ὅταν βαίνωμεν πρὸς τὸν βόρειον πόλον τῆς γῆς ἡ ἐγκλισις αὐξάνει ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ἡ βελόνη καθίσταται κατακόρυφος, ἔχουσα τὸν βόρειόν της πόλον πρὸς τὰ κάτω, εἰς τινα τόπον πλησίον τοῦ βορείου γεωγραφικοῦ πόλου τῆς γῆς, πρὸς βορρᾶν τῆς Ἀμερικῆς, καλούμενον βόρειον μαγνητικὸν πόλον τῆς γῆς. Τοῦναντίον, 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 τῆς γῆς.

Ἐπίσης ἡ ἀπόκλισις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς πάντας τοὺς τόπους καὶ καλεῖται ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, καθόσον ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος τῆς βελόνης ἐκτρέπεται πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Ὁ χάρτης παριστᾷ τὴν ἀπόκλισιν εἰς διαφόρους τόπους. Κατὰ τοῦτον ἡ ἀπόκλισις εἶναι μηδὲν κατὰ μῆκος γραμμῆς τινος κλειστῆς, χωριζούσης τὴν γῆν εἰς δύο ἄνισα μέρη. Εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γραμμῆς ταύτης ἡ βελόνη εὐρίσκεται ἐν τῷ γεωγραφικῷ μεσημβρινῷ.

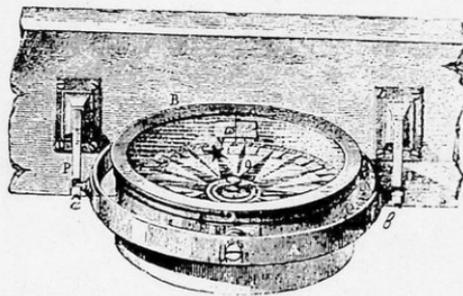
Καὶ εἰς μὲν τὸ ἐσωτερικὸν τῆς γραμμῆς ταύτης, ἣτις περιέχει τὸν Ἀτλαντικόν, τὴν Εὐρώπην καὶ τὴν Ἀμερικὴν, ἡ ἀπόκλισις εἶναι δυτικὴ, εἰς δὲ τὸ ἐξωτερικὸν αὐτῆς (ἐκτὸς τμήματός τινος παρὰ τὸ Πεκίνον) εἶναι ἀνατολική.

Ἡ ἐγκλισις 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 ἐγένετο δυτικὴ· νῦν ἐλαττοῦται, ἀφοῦ διήλθε διὰ μεγίστης τινος 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 παρατηρήθησαν καὶ ἄλλαι ἀπότομοι, ἔχουσαι φαίνεται σχέσιν μετὰ φαινομένων, παραγομένων ἐπὶ τοῦ Ἡλίου ἢ μετὰ τοῦ πολικοῦ σέλαος κ.τ.τ.

Ἐν Ἀθήναις εἰς τὸ Ἀστεροσκοπεῖον, κατὰ τὰς ἐν αὐτῷ γενομένας παρατηρήσεις, ἡ μὲν ἀπόκλισις νῦν (1912) εἶναι δυτικὴ καὶ ἴση περίπου πρὸς $4^{\circ} 30'$ ἐλαττουμένη ἐτησίως κατὰ $7',36$ κατὰ μέσον ὄρον, ἡ δὲ ἔγκλισις ἴση πρὸς $52''$ περίπου.

79. **Κοινὴ πυξίς.** — Ἡ κοινὴ πυξίς ἀποτελεῖται (σχ. 93) ἐκ



Σχ. 93.

κιβωτίου, ἐντὸς τοῦ οὗοιου ὑπάρχει μαγνητικὴ βελόνη, στηριζομένη ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος. Ἐπειδὴ ἡ βελόνη ἔχει, ὡς εἶδομεν, τὴν πολὺτιμον ἰδιότητα νὰ δεικνύη πάντοτε ὠρισμένην διεύθυνσιν, τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει ἰδίως εἰς τοὺς ναυτικούς πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς τοὺς πλόας. Οὕτω δύναται

τις διὰ τῆς πυξίδος νὰ διευθυνθῇ πρὸς βορρᾶν, καθόσον ἡ διεύθυνσις αὕτη ὑποδεικνύεται ὑπὸ τῆς βελόνης. Ἐπίσης δύναμεθα νὰ βαδίσωμεν καὶ πρὸς ἄλλας διευθύνσεις, ὅταν γνωρίζωμεν ποίαν γωνίαν σχηματίζει ἡ βελόνη μετὰ τῆς διευθύνσεως ταύτης.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

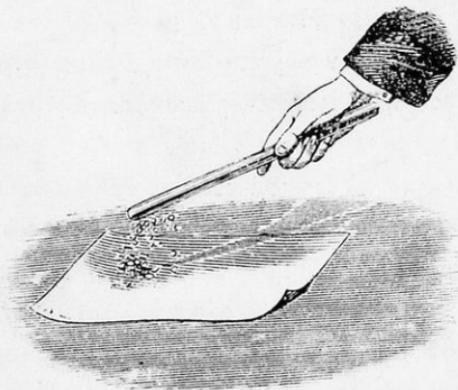
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Α'. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α.'

ΓΕΝΙΚΑ

80. **Γενικά.** — Είναι γνωστόν εις πάντας, ὅτι σώματά τινα, ὡς τὸ ἤλεκτρον (κ. κιχριμπάρι), ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τριβόμενα δι' ὑφάσματος ἢ δέρματος, ἀποκτῶσι τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκωσι μικρὰ τεμάχια χάρτου, τρίχας ἢ ἄλλα σωματῖα (σχ. 94). Ἡ αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου, ἔπερ διὰ πρῶτην φοράν παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Θαλοῦ τοῦ Μιλησίου εἰς τὸ ἤλεκτρον, καλεῖται ἠλεκτροισμός· τὰ ἔλκοντα σώματα λέγομεν τότε, ὅτι ἠλεκτροίσθησαν. Τὰ ῥηθέντα σώματα ἠλεκτριζονται μόνον εἰς τὰ μέρη των, τὰ ὁποῖα προσετριβήσαν.



Σχ. 94.

81. **Διαίρεσις τῶν σωμάτων.** — Πολλὰ σώματα, ὡς τὰ μέταλλα, τριβόμενα διὰ μαλλίνου ὑφάσματος δὲν φαίνονται ἠλεκτριζόμενα, ἐὰν κρατῶμεν αὐτὰ ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρός μας. Ὅταν ὅμως τοποθετήσωμεν σῶμά τι ἐκ τούτων, π. χ. μεταλλινόν, ἐπὶ ράβδου ὑαλίνης (σχ. 95) ἢ ἐκ ῥητίνης ἢ ἐξ ἄλλου τινος ἐκ τῶν ἠλεκτριζομένων διὰ τριβῆς, ὡς εἶδομεν, σωμάτων, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἠλεκτριζεῖται καὶ μάλι-



Σχ. 95.

στα ολόκληρος ή επιφάνεια του μετάλλου, ἔστω και ἂν προστριβῆ μέρος τι αὐτῆς· ἐνῶ, ὡς εἶδομεν, ή βητίνη, ή ὕαλος και τὰ ὅμοια τούτοις σώματα, προστριβόμενα, ήλεκτρίζονται· μόνον εἰς τὸ μέρος, ὅπερ προσετριβή. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι εἰς τὰ τελευταῖα ταῦτα σώματα ὁ ήλεκτρισμὸς δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ και εἰς τὰ ἄλλα μέρη των, ἅτινα δὲν προσειρίθησαν, ἐνῶ εἰς τὰ λοιπὰ σώματα, ὡς τὰ μέταλλα, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, τὴν γῆν, ὁ ήλεκτρισμὸς μεταδίδεται εἰς ολόκληρον τὴν ἐπιφάνειάν των. Ἐνεκα τῆς αἰτίας ταύτης πᾶν μέταλλον, τριβόμενον, δὲν φαίνεται ήλεκτρίζομενον, ὅταν τὸ κρατῶμεν διὰ τῆς χειρός μας, καθόσον ὁ ήλεκτρισμὸς του μεταδίδεται διὰ ταύτης εἰς τὸ ἔδαφος και οὕτως ἐξαφανίζεται. Ὅταν ὅμως τὸ τοιοῦτον σῶμα τεθῆ ἐπὶ ὕαλου, ἦτοι ἀπομονωθῆ ἀπὸ τῆς γῆς, ὁ ήλεκτρισμὸς παραμένει ἐπὶ τοῦ σώματος, διότι δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ διὰ τῆς ὕαλου. Ἐκ τῆς ιδιότητος ταύτης τὰ μὲν σώματα, ὡς ή ὕαλος, ή βητίνη, ἐκλήθησαν κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ήλεκτρισμοῦ ἢ δυσηλεκτραγωγὰ, τὰ δὲ λοιπὰ καλοὶ ἄγωγοὶ ἢ εὐηλεκτραγωγὰ.

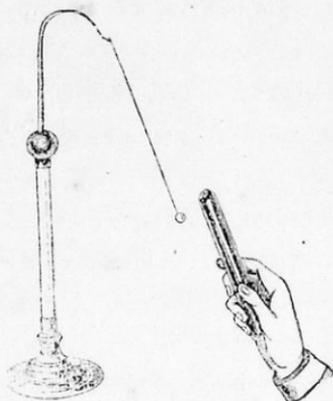
Οἱ κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ήλεκτρισμοῦ, ὡς ἐκ τῶν ιδιοτήτων των, χρησιμοποιῶνται πρὸς διατήρησίν του ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων, διὸ καλοῦνται και ἀπομονωτικὰ σώματα. Κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ήλεκτρισμοῦ εἶναι πάντα τὰ ἀέρια και οἱ ἀτμοί.

82. Μετάδοσις τοῦ ήλεκτρισμοῦ δι' ἐπαφῆς — Ἐὰν τεθῶσιν εἰς ἐπαφὴν δύο σώματα, ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι ήλεκτρισμένον, μέρος τοῦ ήλεκτρισμοῦ τούτου μεταδίδεται και εἰς τὸ ἄλλο σῶμα. Ἐὰν π.χ. τὰ δύο σώματα εἶναι δύο ἴσαι σφαῖραι μετάλλιναι, τότε ὁ ήλεκτρισμὸς τῆς μιᾶς διαμοιράζεται ἐξ ἴσου και εἰς τὰς δύο. Ὅταν σῶμα εὐηλεκτραγωγὸν ήλεκτρισμένον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς γῆς, ὁ ήλεκτρισμὸς του, ὡς εἶδομεν, ἐκρέει εἰς τὴν γῆν, ἢ ὅποια ἐκλήθη ἔνεκα τούτου κοινὸν δοχεῖον. Ἐν γένει, σῶμα οἷονδῆποτε ήλεκτρισμένον, ἐρχόμενον εἰς ἐπαφὴν μετ' ἄλλου σώματος, ήλεκτρίζει τοῦτο κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον.

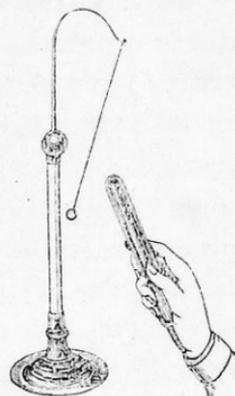
83. Ηλεκτρικὸν ἐκκρεμές. — Εἶδομεν, ὅτι τὰ ήλεκτρισμένα σώματα ἔλκουσι τεμάχια χάρτου ἢ ἄλλα σώματα. Ἡ ιδιότης αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἀναγνώρισιν, ἐὰν σῶμά τι εἶναι ήλεκτρισμένον ἢ οὐ.

Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐξ υαλίνης ῥάβδου διὰ νήματος μετάξης καθὸ ἀπομονωτικῆς (σχ. 96) ἐλαφρὸν σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας

(κ. κουφοξυλιᾶς). Τὸ ὄργανον τοῦτο καλεῖται ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές. Ἐὰν πλησιάσωμεν σῶμά τι, π. χ. υαλίνην ῥάβδον, εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐὰν μὲν ἡ ῥάβδος εἶναι ἠλεκτρισμένη, θὰ ἔλκη τὸ σφαιρίδιον, ἐὰν δὲ δὲν εἶναι ἠλεκτρισμένη, τοῦτο παραμένει ἀκίνητον.



Σχ. 96.



Σχ. 97.

84. **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς.** — Ἐὰν κατὰ τὸ προηγούμενον πείραμα ἀφήσωμεν νὰ ἔλθῃ εἰς ἐπαφήν τὸ σφαιρίδιον μετὰ ἠλεκτρισμένης υαλίνης ῥάβδου διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, τότε τὸ σφαιρίδιον ἠλεκτρίζεται ἐπίσης καὶ ταυτοχρόνως παρατηροῦμεν, ὅτι μετὰ τὴν ἐπαφήν ἀπωθεῖται ζωηρῶς (σχ. 97). Ἐὰν ὁμως νῦν πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον, τὸ ἀπωθούμενον ὑπὸ τῆς ὑάλου, τεμάχιον ῥητίνης, ἠλεκτρισμένον δι' ὁμοίας τριβῆς, θὰ ἴδωμεν, ὅτι τοῦτο, τὸναντίον, ἔλκει τὸ σφαιρίδιον. Ἀντιστρόφως, ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν τὸ σφαιρίδιον οὐχὶ διὰ τῆς ὑάλου, ἀλλὰ διὰ τῆς ῥητίνης, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι νῦν ἡ ὑαλος ἔλκει τὸ διὰ τῆς ῥητίνης ἠλεκτρισμένον σφαιρίδιον, ἐνῶ ἡ ῥητίνη τὸ ἀπωθεῖ.

Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συνήγαγον, ὅτι ὑπάρχει δύο εἰδῶν ἠλεκτρισμὸς, ὁ κληθεὶς θετικὸς, ὁ ὅποτος ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς λείας ὑάλου, τριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, καὶ ὁ ἀρνητικὸς, ὁ ἀναπτυσσόμενος ἐπὶ τῆς ῥητίνης, τριβομένης ὁμοίως. Δύο σώματα, ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι ἠλεκτρισμένον διὰ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τὸ ἄλλο δι' ἀρνητικοῦ, ἔλκονται ἀμοιβαίως. Τὸναντίον, δύο σώματα, ἠλεκτρισμένα ἀμφοτέρωθεν διὰ τοῦ αὐτοῦ εἶδους ἠλεκτρικοῦ, ἀπωθοῦνται. Οὕτως ἡ ἠλεκτρισμένη ὑαλος ἀπώθει προηγούμενως τὸ σφαιρίδιον, τὸ

ἠλεκτρισμένον ἐξ ἐπαφῆς δι' ὁμοίου ἠλεκτρισμοῦ, ἐνῶ εἶλκεν αὐτό, ὅταν ἦτο ἠλεκτρισμένον διὰ τῆς ῥητίνης.

Τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ ἀναπτυσσομένου διὰ τριβῆς ἐπὶ τινος σώματος, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως καὶ καταστάσεως ἐν γένει τοῦ δευτέρου σώματος, δι' οὗ ἐτριβῆ.

84. **Ῥόθοις τῶν ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν.** — Πρὸς ἐξηγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων παρεδέχθησαν, ὅτι πάντα τὰ σώματα περιέχουσιν εἰς ἴσας ποσότητας καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ ὅποια, εὐρισκόμενα συνηνωμένα, ἀποτελοῦσι τὸ οὐδέτερον ῥευστόν. Ὅταν τὸ σῶμα προστριβῆται, τὸ οὐδέτερον ῥευστόν ἀποσυντίθεται εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν, ἐξ ὧν ὁ μὲν εἰς παραμένει ἐπὶ τοῦ τριβομένου σώματος, ὁ δ' ἕτερος ἐπὶ τοῦ τρίβοντος. Ἡ ἔνωσις τῶν δύο ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν σώματός τινος εἰς οὐδέτερον ἐπαναφέρει τὸ σῶμα εἰς τὴν φυσικὴν του κατάστασιν (οὐδετέρα).

85. **Μᾶζα.** — **Νόμοι τοῦ Coulomb.** — Λάβωμεν δύο σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας καὶ ἠλεκτρισμένα. Ἡ δύναμις, μεθ' ἧς ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται τὰ σφαιρίδια ταῦτα, ἐαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποστάσεώς των. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Coulomb, ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο σφαιριδίων, ἦτοι διπλασιαζομένης, τριπλασιαζομένης π. χ. τῆς ἀποστάσεως, ἡ δύναμις καθίσταται τετράκις, ἐννεάκις μικροτέρα.

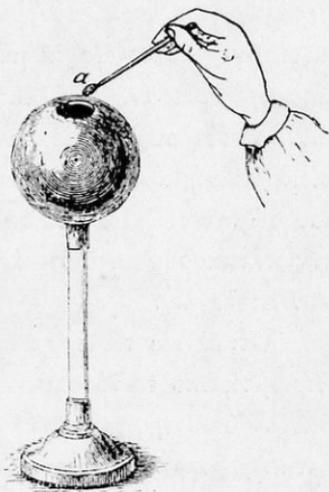
Ἐὰν αὐξήσωμεν τὸν ἠλεκτρισμόν τῆς μᾶς τῶν σφαιρῶν, διατηροῦντες τὴν αὐτὴν ἀπόστασίν των, ἡ δύναμις, μεθ' ἧς ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται: αἱ σφαῖραι, μεταβάλλεται ἐπίσης. Λέγομεν, ὅτι ἡ σφαῖρα ἀπέκτησε ποσότητα ἢ μᾶζαν ἠλεκτρισμοῦ διπλασίαν, τριπλασίαν κλπ. ἐκείνης, ἣν εἶχε προηγουμένως, ὅταν ἡ δύναμις αὕτη καταστῆ δίς, τρίς κλπ. μεγαλυτέρα. Λαμβάνομεν ὡς μονάδα ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ ἐκείνην, ἣν ὀφείλει νὰ ἔχῃ μικρά τις σφαῖρα, ἵνα ἐνεργοῦσα ἐν τῷ ἀέρι ἐπὶ ἴσης σφαῖρας ὁμοίως ἠλεκτρισμένης καὶ θεθειμένης εἰς τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως, ἀπωθεῖ ταύτην μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.

Τοιοῦτρόπως ἡ δύναμις, ἡ ἐξασκουμένη μεταξὺ δύο σημείων ἠλεκτρισμένων διευθύνεται κατὰ τὴν εὐθεῖαν, τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα

ταῦτα, καὶ εἶναι ἀνάλογος τῶν ἠλεκτρικῶν μαζῶν των καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεώς των. Τοιοῦτος εἶναι ὁ νόμος τοῦ Coulomb.

86. **Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** — Ὁ ἐν ἰσορροπίᾳ ἠλε-

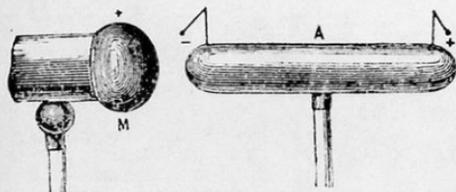
κτρισμὸς σώματος εὐηλεκτραγωγοῦ καὶ ὁμοιομεροῦς εὐρίσκεται πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας του. Πράγματι, ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν σφαῖραν μεταλλίνην κοίλην καὶ ἐντὸς αὐτῆς εἰσγάγωμεν δι' ὀπῆς (σχ. 98) σῶμά τι α εὐηλεκτραγωγὸν μεμονωμένον, ἀφοῦ δὲ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς σφαίρας τὸ ἀνασύρωμεν ἐκτὸς αὐτῆς, θὰ εὕρωμεν διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς, ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο δὲν εἶναι ἠλεκτρισμένον. Ἐὰν ὅμως τὸ αὐτὸ σῶμα ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μεθ' οἴουδ' ἕποτε σημείου τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, ἀμέσως ἠλεκτρίζεται, ὡς θυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν πλησιάζοντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές. Τὸ πείραμα τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς σφαίρας δὲν ὑφίσταται ἠλεκτρισμὸς.



Σχ. 98.

Ἡλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως.

87. **Ἡλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως.** — Σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν δύναται νὰ ἠλεκτρισθῇ οὐ μόνον διὰ τριβῆς ἢ ἐξ ἐπαφῆς



Σχ. 99.

μετ' ἄλλου ἠλεκτρισμένου σώματος, ἀλλὰ καὶ δι' ἐπιδράσεως τούτου μακρόθεν. Ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν π. χ. θετικῶς σφαῖραν μεταλλίνην M (σχ. 99) καὶ πλησιάσωμεν αὐτὴν πρὸς ἄλλο σῶμα, π. χ. κύλινδρον,

μετάλλινον A μεμονωμένον, τὸ σῶμα τοῦτο ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς

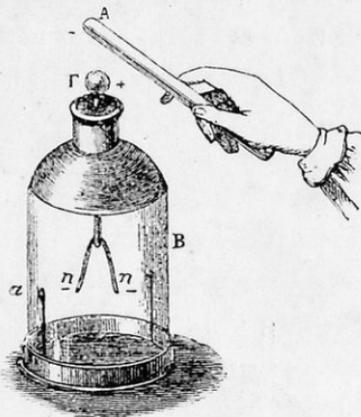
μὲν εἰς τὰ μέρη του, τὰ κείμενα πλησίον τῆς σφαίρας, θετικῶς δὲ εἰς τὰ μέρη του τὰ μακρὰν τῆς σφαίρας εὐρισκόμενα. Ἡ παρουσία τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας ἀνέλυσε τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ σώματος· καὶ τὸν μὲν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν, ὡς ἀντίθετον, ἔφερε πρὸς τὴν σφαῖραν δι' ἔλξεως, τὸν δὲ θετικόν, ὡς ὁμώνυμον, ἀπώθησε, διὸ καὶ κατέφυγεν οὗτος εἰς τὰ μέρη τοῦ σώματος τὰ μᾶλλον μεμακρυσμένα ἀπὸ τὴν σφαῖραν. Ἡ ἠλέκτρισις αὕτη καταφαίνεται διὰ μικρῶν ἐκκρεμῶν, ἀποτελουμένων ἐκ μεταλλίνων στελεχῶν, ἐξ ὧν κρέμανται σφαιρίδια διὰ νήματος κωνάδεως (καλοῦ ἀγωγοῦ) καὶ τοποθετουμένων ἐπὶ τοῦ σώματος. Ὅταν τὸ σῶμα ἠλεκτριζῆται, τὰ ἐκκρεμῆ ἀποκλίνουν εἰς τῆς κατακορύφου, διότι ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν ὁμώνυμης ἠλεκτρισμένων στελεχῶν.

Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου Α ὑπάρχουσιν ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι, ἐὰν εἰς ἀμφοτέρωτα πλησιάσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην, τριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος (ὅτε ἠλεκτριζέται θετικῶς) παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ μὲν πρὸς τὴν σφαῖραν Μ ἐκκρεμῆς ἔλκεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου, ἐνῶ τὸ ἄλλο ἀπωθεῖται.

Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν (σχ. 98), τὸ σῶμα Α ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν του κατὰστασιν, τῶν δύο ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν ἐνουμένων ἐκ νέου εἰς οὐδέτερον. Τοῦτο καταδεικνύεται ὑπὸ τῶν ἐκκρεμῶν, τὰ ὁποῖα τότε καταπίπτουσιν. Ἐὰν ὅμως, πρὶν ἢ ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαῖραν, συνδέσωμεν τὸ σῶμα Α μετὰ τῆς γῆς διὰ σύρματος, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς του ἀπωθούμενος ἐκρέει εἰς τὸ ἐδάφος, ἐνῶ ὁ ἀρνητικὸς, ἐπειδὴ ἔλκεται ὑπὸ τοῦ θετικοῦ τῆς σφαίρας, παραμένει ἐπὶ τοῦ σώματος. Διακοπτομένης νῦν τῆς συγκοινωνίας τοῦ Α μετὰ τοῦ ἐδάφους, παραμένει τὸ σῶμα τοῦτο Α ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς, ἔστω καὶ ἂν μετὰ τοῦτο ἀπομακρυνθῇ ἢ σφαῖρα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως.

88. **Ἡλεκτροσκόπιον.**— Ἐφαρμογὴ τῶν προηγουμένων ἰδιοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ τὸ ὄργανον, τὸ καλούμενον ἠλεκτροσκόπιον, δι' οὗ διαγιγνώσκωμεν, ἐὰν σῶμά τι εἶναι ἠλεκτρισμένον καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ φέρει. Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 100) ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου στελέχους, ἀπολήγοντος εἰς τὸ κατώτερον

ἄκρον του εἰς δύο ἐλαφρότατα φύλλα χρυσοῦ η, η. Τὸ στέλεχος μετὰ τῶν φύλλων καλύπτεται διὰ κώδωνος βυλίνου, 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, ἀπομακρύνονται ἀλλήλων καὶ σχηματίζουσι γωνίαν, ἣτις εἶναι τοσοῦτω μεγαλύτερα, ὅσῳ περισσότερον εἶναι ἠλεκτρισμένα.

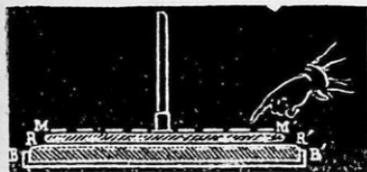


Σχ. 100.

Διὰ νὰ ἴδωμεν λοιπόν, ἐὰν σῶμά τι εἶναι ἠλεκτρισμένον, ἀρκεῖ νὰ πλησιάσωμεν αὐτὸ εἰς ἠλεκτροσκόπιον μὴ ἠλεκτρισμένον· τὰ φύλλα τούτου διῆστανται μὲν, ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι ἠλεκτρισμένον, παραμένουσι δὲ ἀκίνητα καὶ κατακόρυφα, ἐὰν τὸ σῶμα δὲν εἶναι ἠλεκτρισμένον. Τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σώματός τινος εὐρίσκεται ὡς ἐξῆς. Ἐλεκτρίζομεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον δι' ὠρισμένου εἴδους ἠλεκτρισμοῦ. Μετὰ τοῦτο φέρομεν ἄνωθεν τοῦ ἠλεκτρισμένου στελέχους τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα A. Ὅταν μὲν ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ στελέχους εἶναι ὁμώνυμος πρὸς τὸν τοῦ σώματος, ἀπωθεῖται πρὸς τὰ φύλλα καὶ ἡ γωνία τούτων αὐξάνει, ὅταν δὲ εἶναι ἑτερόνυμος ἔλκεται πρὸς τὸ σῶμα καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν. Οὕτω διαγιγνώσκομεν καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ φέρει σῶμά τι.

89. **Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.** 1ον Ἡλεκτροφόρον. — Αἱ ἠλε-

κτρικαὶ μηχαναὶ χρησιμεύουσι πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρισμοῦ. Τοιαῦται εἶναι τὸ ἠλεκτροφόρον (σχ. 101), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ πλακοῦντος ῥητίνης BB, ἠλεκτρισμένου π.χ. διὰ μαλλίνου ὑφάσματος. Ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρισθέντος πλακοῦντος τοποθετεῖται

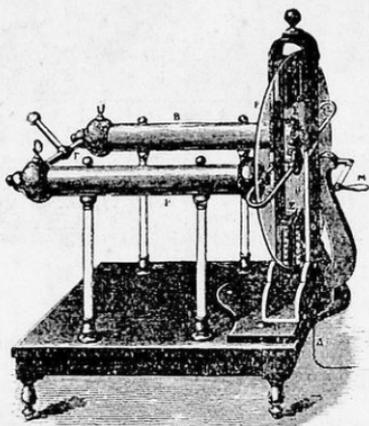


Σχ. 101.

δίσκος μετάλλινος RR', φέρων βυλίνην λαβὴν. Ὁ δίσκος οὗτος ἠλε-

κτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως καὶ ἐὰν τεθῆ πρὸς στιγμὴν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους π.χ. διὰ τοῦ δακτύλου ἡμῶν καὶ εἶτα ἀνασυσθῆ, θὰ φέρῃ ἠλεκτρισμόν ἀντίθετον ἐκείνου, ὃν ἔχει ὁ πλακοῦς. Τὸν ἠλεκτρισμόν τοῦ δίσκου χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰ διάφορα πειράματα ἡμῶν.

2^{ον} **Μηχανὴ τοῦ Βάμσδεμ.** — Ἡ μηχανὴ αὕτη (σχ. 102)



Σχ. 102.

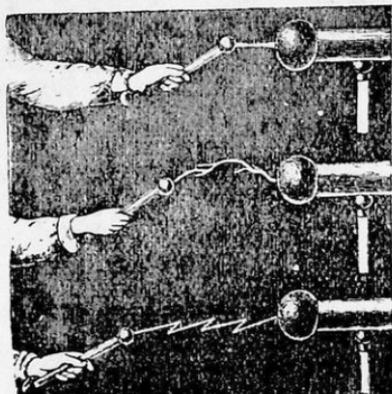
σύγκειται ἐκ μεγάλου δίσκου P θαλάσσιου, ὅστις, περιστρεφόμενος διὰ στροφάλου M, τριβεται μεταξὺ τεσσάρων δερμάτων EE, ἐξ ὧν δύο μὲν κείνται πρὸς τὸ ἄνω μέρος τοῦ δίσκου, δύο δὲ πρὸς τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ. Ἐκ τῆς τριβῆς ταύτης ὁ ὑάλινος δίσκος ἠλεκτρίζεται. Ἐμπροσθεν τοῦ θαλάσσιου δίσκου ὑπάρχουσι δύο σωληνοειδεῖς μετάλλιναι ἀγωγοὶ BB, στηριζόμενοι ἐπὶ θαλάσσιων ποδῶν.

Ὅταν ὁ δίσκος P, περιστραφεῖς, ἠλεκτρισθῆ, τότε ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίζει τοὺς ἀγωγοὺς BB καὶ τὸν μὲν θετικὸν ἠλεκτρισμόν των ἀπωθεῖ, τὸν δὲ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν των ἔλκει. Ὁ ἀρνητικὸς οὗτος ἠλεκτρισμὸς τῶν ἀγωγῶν BB ἐκρέει διὰ τῶν ἀκίδων, τὰς ὁποίας φέρουσιν οὗτοι εἰς τὰ πλησίον τοῦ θαλάσσιου δίσκου μέρος των. Οὕτως οἱ ἀγωγοὶ BB θὰ ἔχωσιν ἠλεκτρισμόν θετικόν, τοῦ ὁποίου ἢ ποσότης θὰ αὐξάνη μέχρι τινὸς διὰ συνεχοῦς περιστροφῆς τοῦ δίσκου.

Πλείσται ἄλλαι μηχαναὶ ἐπενοήθησαν, ἐξ ὧν μία ἀρίστη εἶναι καὶ ἡ ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Wimshurst.

90. **Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ.** — Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς τοὺς ἀγωγοὺς λειτουργοῦσης ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, θὰ παρατηρήσωμεν μεταξὺ τούτων καὶ τῆς χειρὸς μας φωτεινὸν φαινόμενον, τὸ ὁποῖον συνοδεύεται καὶ ὑπὸ κρότου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Εἰς τὸ μέρος τῆς χειρὸς μας, ἔνθα ἐκρήγνυται ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, αἰσθανόμεθα νυγμόν τινα. Ἡλεκτρικοὶ σπινθήρες ἐκρήγνυνται ἐν γένει, ὅταν πλησιάζωμεν ἀρκούντως δύο σώματα, ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι ἠλεκτρισμένον. Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθήρα

διακρίνομεν ιδίως λαμπράν τινα γραμμὴν (σχ. 103), ἣς τὸ σχῆμα μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῶν σωμάτων, μεταξύ τῶν ὁποίων ἐκρήγνυται ὁ σπινθήρ. Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ ἔχει ἀποτελέσματα θερμαντικά, μηχανικά καὶ ἄλλα. Οὕτως ἀναφλέγει σώματα εὐφλεκτα, ὅταν διέρχεται δι' αὐτῶν (αἰθήρ). Χάρτης, παρεντιθέμενος εἰς τὴν δίοδον τοῦ σπινθήρος, διατρύπεται ὑπ' αὐτοῦ.



Σχ. 103.

Διὰ τῶν μηχανῶν τούτων δύνανται νὰ ἐκτελεσθῶσι, πλὴν τῶν διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος μνημονευθέντων πειραμάτων, καὶ ἕτερα διάφορα τοιαῦτα. Α. χ. θύσανος ἐκ φύλλων χαρτίνων ἢ ἐκ τριχῶν διανοίγεται. Μεταλλικὸν σφαιρίδιον, ἀνηρημένον διὰ νήματος ἐκ μετάξης μεταξὺ κωδῶνων, ἐξ ὧν ὁ εἰς συγκοινωνεῖ μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ὁ δὲ ἕτερος μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἔλκεται καὶ ἀπωθεῖται ἀλληλοδιαδόχως ὑπὸ τῶν κωδῶνων κροῦσον αὐτοῦς. Φύλλα κασιτέρου, ἐπικεκολλημένα ἐπὶ ὑαλίνου κυλίνδρου ἢ ὑαλίνης πλακῶς καὶ ἔχοντα λεπτὰς διακοπὰς συνεχείας, φωτοβολοῦσι διὰ τῶν κατὰ τὰς διακοπὰς ἐκρηγνυμένων σπινθήρων. Ἄνθρωπος, τοποθετούμενος ἐπὶ θρανίου, ἔχοντος ἀπομονωτικούς πόδας, καὶ συγκοινωνῶν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἠλεκτρίζεται, ἀνορθουμένων τῶν τριχῶν τῆς κεφαλῆς του καὶ ἀποσπωμένων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας του ἠλεκτρικῶν σπινθήρων. Καὶ ἄλλα δὲ πολλὰ πειράματα δύνανται διὰ τῶν μηχανῶν τούτων νὰ ἐκτελεσθῶσιν, ἐν οἷς καὶ τὰ ἐν τῷ κεφαλαίῳ ΣΤ' τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ περιγραφόμενα (φαινόμενα σωλῆνων Geissler, καθοδικαὶ ἀκτῖνες).

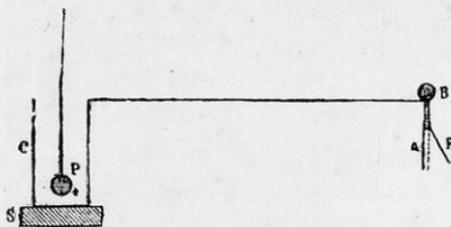
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΟΣΟΤΗΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

91. **Ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** — Ἡ μέτρησις τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δύναται νὰ γίνῃ διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου,

συγκαινωοντος μετὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ *Faraday* (σχ. 104), ὅστις εἶναι δοχεῖον κυλινδρικόν, μεμονωμένον π.χ. ἐπὶ πλακὸς ἐκ παραφφίνης S. Ὁ κύλινδρος οὗτος συγκαινωεῖ διὰ σύρματος μετὰ τοῦ στελέχους τοῦ ἠλεκτροσκοπίου B.

Ἐὰν σῶμά τι P εὐήλεκτραγωγὸν καὶ ἠλεκτρισμένον εἰσαχθῆ ἔντος τοῦ κυλίνδρου, ὥστε νὰ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν παρεῖων τούτου, ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀφίστανται. Τὸ σῶμα P, ἀνασυρόμενον μετὰ τοῦτο ἀνευρίσκειται, ὅτε δὲν



Σχ. 104.

εἶναι πλέον ἠλεκτρισμένον· ὁ ἠλεκτρισμὸς μετεδόθη εἰς τὸν κύλινδρον καὶ τὸ ἠλεκτροσκόπιον.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὁμοίως τὸ σῶμα, ἠλεκτρισμένον ἐκ νέου διὰ τοῦ αὐτοῦ εἴδους ἠλεκτρισμοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου αὐξάνει· ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος μετεδόθη πάλιν εἰς τὸν κύλινδρον καὶ οὕτως ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τούτου ἠῤῥησεν. Ἡ αὐξήσις αὕτη ἀποδεικνύεται ἐκ τῆς αὐξήσεως τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

Προσδιορισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.— Διὰ τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει σῶμά τι. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν ποσότητά τινα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐντελῶς ὠρισμένην ὡς μονάδα, π. χ. τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει σφαῖρα μεταλλίνη μεμονωμένη, ὅταν ἠλεκτρίζηται θετικῶς δι' ἐπαφῆς μετὰ ὠρισμένης καὶ σταθερᾶς πηγῆς ἠλεκτρισμοῦ.

Διὰ τῆς μονάδος ταύτης βαθμολογοῦμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον ὡς ἐξῆς. Εἰσάγομεν τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὡς ἐξετέθη προηγουμένως, καὶ σημειοῦμεν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν ἀπόκλισιν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου. Μετὰ τοῦτο ἐξάγομεν τὴν σφαῖραν ἐκ τοῦ κυλίνδρου καὶ ἀφοῦ ἠλεκτρίσωμεν αὐτὴν ὁμοίως διὰ τῆς σταθερᾶς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πείραμα. Σημειοῦμεν τὴν νέαν ἀπόκλισιν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἥτις εἶναι νῦν μεγαλύτερα. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πείραμα πολλάκις καὶ σχηματίζομεν κλίμακα ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὰς διαφόρους ποσότητας, τὰς

προσθεθείσας ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου διὰ τῆς σφαίρας. Ἡ σφαῖρα, ἠλεκτριζομένη ὁμοίως, λαμβάνει πάντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ἴσην πρὸς τὴν μονάδα οὕτως, ὥστε αἱ προστιθέμεναι ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἴσαι. Ἐχομεν τοιοῦτοτρόπως τὰς ἀποκλίσεις, τὰς ἀντιστοιχοῦσας εἰς 1, 2, 3, ... μονάδας ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Τόξον κύκλου, πρὸ τοῦ ὁποίου ἀποκλίνουναι τὰ φύλλα, βαθμολογεῖται διὰ τῶν ἀριθμῶν τούτων.

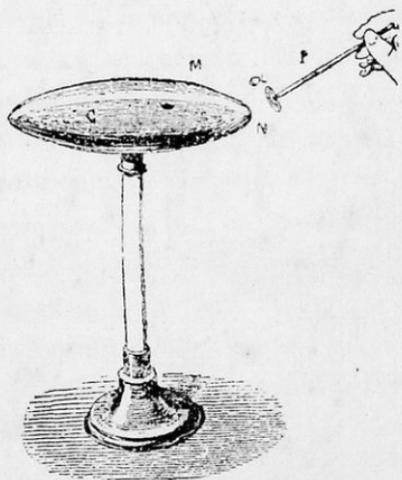
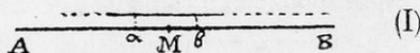
Ἴνα προσδιορίσωμεν λοιπὸν τὴν ποσότητα τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ σώματός τινος, φέρομεν πρῶτον τὸ ὄργανον εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν, ἐγγίζοντες διὰ τοῦ δακτύλου π. χ. τὸν κύλινδρον. Κατόπιν εἰσάγομεν τὸ σῶμα ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὡς ἐξετέθη, καὶ παρατηροῦμεν τὴν ἀπόκλισιν τῶν φύλλων· ἐὰν ἡ ἀπόκλισις σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν ν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τὸ σῶμα φέρει ν μονάδας θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ἡ αὐτὴ ὅμως βαθμολογία ἰσχύει καὶ δι' ἀρνητικὰς ποσότητας τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διότι ἡ ἀπόκλισις, ἣν παρέχουσι ν μονάδες ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἴση πρὸς τὴν τῶν ν μονάδων θετικοῦ. Πράγματι, ἐὰν εἰσυχθῶσιν ἐν τῷ κυλίνδρῳ δύο ἴσαι ποσότητες θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ $+ \nu$ καὶ $- \nu$, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις εἶναι μηδέν.

92. Ἡλεκτρικὴ πυκνότης.

— Ὁ ἐν ἰσορροπία ἠλεκτρισμὸς σώματος εὐηλεκτραγωγοῦ καὶ ὁμοιομεροῦς ὑφίσταται μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τούτου. Ἐστω $\alpha\beta$ (σχ. 105, I) μικρὸν τμήμα τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος περὶ τι σημεῖον M καὶ π ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει.

Ἡ πυκνότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σημεῖον M τοῦ σώματος εἶναι ἴση πρὸς τὸν λόγον $\frac{\pi}{\alpha\beta}$, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια $\alpha\beta$ γίνῃ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικροτέρα.

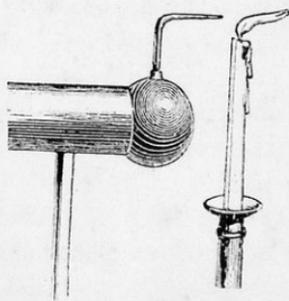


Σχ. 105.

93. **Διανομή τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.** — Ἡ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ποσότης ἐπὶ τῶν διαφόρων σημείων τῆς ἐπιφανείας ἀγωγοῦ τινος δύναται νὰ εὑρεθῇ διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου τοῦ Coulomb, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ καὶ λεπτοῦ μεταλλικοῦ δίσκου α (σχ. 105, II) προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μονωτικῆς ράβδου. Ἐὰν ὁ δίσκος τοῦ δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου ἐπιτεθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας MN τοῦ ἀγωγοῦ, θὰ ἀντικαταστήσῃ, οὕτως εἰπεῖν, τὸ τμήμα τῆς ἐπιφανείας, ὅπερ καλύπτει, καὶ θὰ λάβῃ τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτοῦ. Ἐὰν τότε ἀποσύρωμεν τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον καθέτως ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, παραλαμβάνει μεθ' ἑαυτοῦ καὶ τὸν ἡλεκτρισμὸν, ὃν εἶχε ὕεχθῃ.

Πρὸς εὑρεσιν νῦν τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σημεῖον M ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν τὴν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον. Πρὸς τοῦτο εἰσάγομεν αὐτὸ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday καὶ προσδιορίζομεν τὸ ἄνοιγμα τῶν φύλλων τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, ὡς εἶδομεν προηγουμένως.

Τὰ γενόμενα πειράματα ἐπὶ τῆς πυκνότητος εἰς τὰ διάφορα σημεία τῆς ἐπιφανείας ἀγωγοῦ τινος ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται κατὰ τρόπον, ὅστις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος. Ἐπὶ σφαίρας μεταλλίνης ἢ πυκνότης εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ. Ἐὰν τὸ σῶμα ἔχῃ αἰχμηρὰ μέρη, εἰς ταῦτα συσσωρεύεται πάν-



Σχ. 106.

τοτε ὁ ἡλεκτρισμὸς καὶ ἡ πυκνότης εἶναι μεγαλυτέρα. Ἐὰν δὲ σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν φέρῃ ἀκίδα, ὁ ἡλεκτρισμὸς του συσσωρευόμενος εἰς αὐτήν, κατορθοῖ νὰ ἐκρεύσῃ ἐκεῖθεν εἰς τὸν πέριξ ἀέρα. Οὕτω σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν δύναται νὰ ἀπολέσῃ τὸν ἡλεκτρισμὸν του, ἐὰν προσαρμοσθῶσιν ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ἀκίδες. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἐκλήθη δύναμις τῶν ἀκίδων. Κατὰ τὴν διὰ τῶν ἀκίδων ἐκροήν

τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸν ἀέρα, παράγεται συγχρόνως φύσημα, ἕνεκα τοῦ ὁποῖου δύναται νὰ σβεσθῇ φλόξ κηρίου (σχ. 106).

94. **Ἡλεκτροδυναμικόν.** — Ἐὰν ἀγωγὸν ὁμοιομερῆ καὶ ἐν ἡλεκτρικῇ ἰσορροπίᾳ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ μακροῦ καὶ

λεπτοῦ σύρματος μετὰ ἠλεκτροσκοπίου, εὐρισκομένου εἰς μεγάλην ἀπόστασιν, ἵνα μὴ ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἀγωγοῦ, εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων μένει ἡ αὐτή, οἷονδῆποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον τοῦ ἀγωγοῦ, τὸ ὁποῖον συνεδέσαμεν μετὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου. Εἴτε συνδέσομεν τοῦτο μετὰ σημείων, ὅπου ἡ πυκνότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι μεγάλη, εἴτε μετὰ σημείων, ὅπου ἡ πυκνότης εἶναι μικρά, ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων μένει ἡ αὐτή, ἤτοι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν δέχεται τὸ ἠλεκτροσκόπιον, παραμένει σταθερά.

Ἐὰν ὁμως διπλασιάσωμεν, τριπλασιάσωμεν κλπ. τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου αὐξάνει. Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ ἐξῆς. Ἐντὸς λέβητος Λ (σχ. 107) ὑπάρχει ἀήρ ὑπὸ ὠρισμένην πίεσιν. Ἐὰν συγκοινωνήσωμεν διὰ σωλῆνος κοίλην στερεὰν σφαῖραν Σ μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ λέβητος δι' οἴασδῆποτε ὀπῆς τῶν τοιχωμάτων του, θὰ συναχθῆ ἔντὸς τῆς σφαίρας ὠρισμένη καὶ σταθερὰ ποσότης ἀέρος. Ἐὰν ὁμως αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ ἀέρος, αὐξάνοντες τὴν ποσότητα αὐτοῦ (ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὄρους), θὰ ἔχωμεν καὶ ἐν τῇ σφαίρα ποσότητα ἀέρος μεγαλυτέραν.



Σχ. 107.

Διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ἀέρος τῆς σφαίρας Σ δυνάμεθα μάλιστα νὰ εὐρωμεν καὶ τὴν πίεσιν τοῦ ἐν τῷ λέβητι ἀέρος.

Ὅμοίως, ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὡς καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ, χαρακτηρίζει τὴν πίεσιν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος τούτου. Τὴν πίεσιν ταύτην καλοῦμεν ἠλεκτροδυναμικὸν ἢ ἀπλῶς δυναμικὸν ἢ καὶ τάσιν ἢ πίεσιν ἠλεκτρικὴν.

Τὸ ἠλεκτροσκόπιον χρησιμεύει καὶ πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ ἀγωγοῦ τινος. Ἐὰν τὸ ἠλεκτροσκόπιον συγκοινωνῆ μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὰ φύλλα δὲν ἀποκλίνουν καθόλου. Τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους λαμβάνεται ὡς μηδέν. Ὡς μονάδα δὲ δυναμικοῦ λαμβάνεται τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τινὰ ἀπόκλισιν καὶ εἶτα καλεῖται δυναμικὸν 2, 3, 4, κλπ. ἐκεῖνο, ὅπερ ἀντιστοιχεῖ εἰς ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ τοῦ

ἀγωγού διπλασίαν, τριπλασίαν κλπ. ἐκείνης, ἤς τὸ δυναμικὸν ἐλήφθη ὡς μονάς.

Τοιαύτη μονάς πίεσεως ἢ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἶναι ἡ καλουμένη βόλτειος (volt). Τὸν τρόπον τοῦ καθορισμοῦ τῆς μονάδος ταύτης θὰ ἴδωμεν περαιτέρω. Ὡς μονάς δὲ ποσότητος λαμβάνεται συνήθως ἡ καλουμένη κουλόμβειος (Coulomb), ἥτις εἶναι ἡ ποσότης ἢ ἀναγκαία, ἵνα σφαῖρα μεταλλίνη ὠρισμένης ἀκτίνος ($3^2 \times 10^{11}$ ἐκ.) λάβῃ ἠλεκτροδυναμικὸν ἴσον πρὸς μίαν βόλτειον μονάδα. Αἱ μονάδες αὗται ἐκλήθησαν οὕτω πρὸς τιμὴν τῶν δύο μεγάλων φυσικῶν Volta καὶ Coulomb.

95. **Ἡλεκτροχωρητικότης.** — Ὅταν μία καὶ ἡ αὐτὴ ποσότης θερμότητος παρέχεται εἰς διάφορα σώματα, ἡ θερμοκρασία αὐτῶν δὲν εἶναι ἐν γένει ἡ αὐτή, διότι ἡ θερμοχωρητικότης τῶν σωμάτων τούτων εἶναι διάφορος. Ὅμοιως ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, διδομένη εἰς διαφόρους ἀγωγούς, φέρει αὐτοὺς ἐν γένει εἰς ἠλεκτροδυναμικὸν διάφορον. Λέγομεν τότε, ὅτι οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι ἔχουσι διάφορον ἠλεκτροχωρητικότητα.

Ἐὰν εἷς τινα ἀγωγὸν μεμονωμένον δώσωμεν διαφόρους ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ $\Pi_1, \Pi_2 \dots$ κλπ., θὰ εὕρωμεν ἐκάστοτε διὰ τὸ ἠλεκτροδυναμικὸν διαφόρους τιμὰς $V_1, V_2 \dots$ κλπ. Ὁ λόγος τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ πρὸς τὸ ἀντιστοιχοῦν δυναμικὸν εἶναι πάντοτε ὁ αὐτὸς ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, ἥτοι ἔχομεν :

$$\frac{\Pi_1}{V_1} = \frac{\Pi_2}{V_2} = \dots = C$$

Ἡ σταθερὰ ποσότης C καλεῖται ἠλεκτροχωρητικότης τοῦ ἀγωγού. Ὡς μονάς ἠλεκτροχωρητικότητος ἐλήφθη ἡ ἠλεκτροχωρητικότης ἀγωγού (ὑπὸ ὠρισμένας περιστάσεις) ὅστις, δεχόμενος ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην πρὸς τὴν μονάδα, ἦτοι μίαν κουλόμβειον, λαμβάνει ἠλεκτροδυναμικὸν ἴσον ἐπίσης πρὸς τὴν μονάδα, ἦτοι μίαν βόλτειον. Ἡ μονάς ἠλεκτροχωρητικότητος ἐκλήθη, πρὸς τιμὴν τοῦ Faraday, φαραδέιος (farad). Ἡ μονάς αὕτη εἶναι λίαν μεγάλη, διὸ γίνεται χρῆσις πρακτικῆς μονάδος, ἥτις ἴσεται πρὸς τὸ ἑκατομμυριοστὸν ἐκείνης καὶ καλεῖται μικροφαραδέιος.

96. **Ἡλεκτρωτάς.** — Ἡ ἠλεκτροχωρητικότης ἀγωγού τινος μετα-

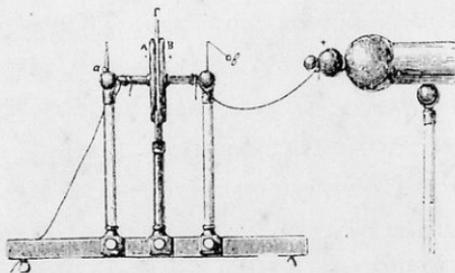
βάλλεται ἐν γένει μετὰ τῶν περιστάσεων, ὑπὲρ τὰς ὁποίας εὐρίσκεται. Ἐὰν π.χ. λάβωμεν σφαῖραν μεταλλίνην μεμονωμένην καὶ ἠλεκτρισμένην καὶ θέσωμεν αὐτὴν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ἠλεκτροσκοπίου, θὰ ἔχωμεν ὠρισμένην ἀπόκλιτιν καὶ θὰ εὕρωμεν τιμὴν τινα ὠρισμένην τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ. Ἡ ἠλεκτροχωρητικότης ἴσούται, ὡς εἶδομεν, πρὸς τὸ πηλίκον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ.

Ἐὰν μετὰ ταῦτα πλησιάσωμεν εἰς τὴν σφαῖραν ἄλλον ἀγωγόν, ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει, ἢ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἐλαττοῦται, ἤτοι τὸ δυναμικὸν τῆς σφαίρας ἠλαττώθη, χωρὶς νὰ μειαβληθῇ ἢ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει. Ἄρα ἡ ἠλεκτροχωρητικότης τῆς σφαίρας ἠδῆξήθη. Ὅσον δὲ πλησιάζει περισσότερον ὁ ἀγωγὸς πρὸς τὴν σφαῖραν, ἐπὶ τοσοῦτον ἐλαττοῦται καὶ ἡ ἀπόκλισις, ἐπομένως ἐπὶ τοσοῦτον καὶ ἡ ἠλεκτροχωρητικότης τῆς σφαίρας αὐξάνει.

Διὰ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν μεταξὺ τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἢ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἐλαττοῦται ἀκόμη περισσότερον καὶ ἐπομένως ἡ ἠλεκτροχωρητικότης αὐξάνει ἔτι μᾶλλον, ἐὰν μεταξὺ σφαίρας καὶ ἀγωγοῦ παρεντεθῇ πλάξ ἐξ ὑάλου ἢ παραφφίνης ἢ καὶ ἄλλων δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων.

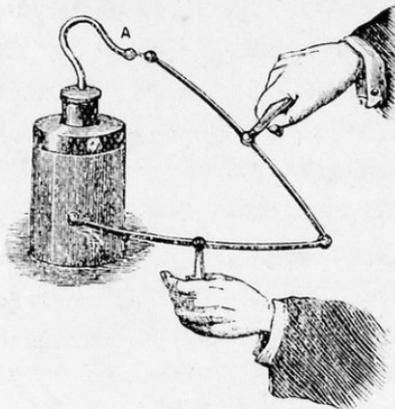
Ἄρα ἡ ἠλεκτροχωρητικότης ἀγωγοῦ τινος δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν φέρει, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ὄρων, ὑφ' οἷς εὐρίσκεται.

Πυκνωτὴς καλεῖται ὄργανον, ἀποτελούμενον ἐκ μεταλλίνων σωμάτων, διατεταγμένων οὕτως, ὥστε ἡ ἠλεκτροχωρητικότης αὐτοῦ νὰ εἶναι μεγαλυτέρα ἐκείνης, ἣν θὰ εἶχεν ἕκαστον τῶν μεταλλικῶν σωμάτων, ἐὰν ἦτο μόνον. Ἐστω π.χ. δίσκος Β (σχ. 108) μετάλλινος, στηριζόμενος ἐπὶ ὑαλίνου ποδῶς καὶ φέρων ποσότητά τινα ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ ἠλεκτροχωρητικότης τοῦ δίσκου τούτου αὐξάνει, ἐὰν πλησιάσωμεν καὶ δεῦτερον δίσκον Α μετάλλινον καὶ συγκοινωνοῦντα



Σχ. 108.

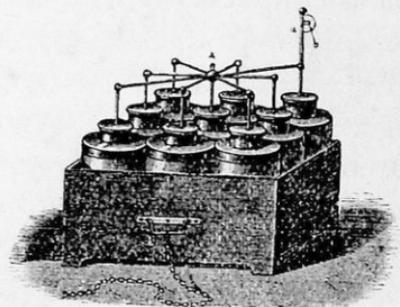
μετά τοῦ ἐδάφους. Ἡ αὐξησις αὐτῆ τῆς χωρητικότητος γίνεται ἔτι μεγαλύτερα, ἐάν μεταξὺ τῶν δύο δίσκων τεθῆ πλάξ ὑαλίνη. Αἱ δύο μετάλλιναι πλάκες A καὶ B καλοῦνται ὀπλισμοὶ τοῦ πυκνωτοῦ.



Σχ. 109.

μετὰ σφαίρας μεταλλίνης, ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ πώματος τῆς φιάλης. Ὁ τοιοῦτος πυκνωτὴς καλεῖται *λουγδουνικὴ λάγηνος*.

Πλήρωσις καὶ ἐκκένωσις πυκνωτοῦ.— Συνήθως ἡ πλήρωσις πυκνωτοῦ γίνεται διὰ συγκοινωνίας τοῦ μὲν ἑνὸς ὀπλισμοῦ B (σχ. 108) μετὰ τῆς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ δὲ ἄλλου A μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἡ ἐκκένωσις τοῦ πυκνωτοῦ κατορθοῦται, ἐάν ἐνωθῶσι δι' ἀγωγοῦ (σχ. 109) οἱ δύο ὀπλισμοὶ του. Ὁ ἀγωγὸς δι' οὗ γίνεται ἡ ἐκκένωσις, φέρει λαβὰς ὑαλίνας, χάριν προφυλάξεως τοῦ σώματος μας.



Σχ. 110.

Ἠλεκτρικὴ συστοιχία.— Πολλάκις, διὰ νὰ συσσωρευθῆ ἔτι μεγαλύτερα ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, λαμβάνομεν πολλὰς λουγδουνικὰς λαγῆνους (σχ. 110) καὶ ἐνοῦμεν τὰς μεταλλίνας σφαίρας των δι' ἀγωγῶν καὶ τὰ ἐξωτερικὰ φύλλα τοῦ κασσιτέρου των φέρομεν εἰς ἐπαφήν. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὰς φιάλας ταύτας δι' ἠλεκτρισμοῦ, συνδέομεν συνήθως τὰ μὲν ἐξωτερικὰ ἐκ κασσιτέρου φύλλα των μετὰ τοῦ ἐδά-

φους, τὰ δὲ ἐσωτερικὰ φύλλα μετὰ τῆς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

97. **Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἐκκένωσης.**— Ἡ ἐκκένωσις πυκνωτῶν, ἐντὸς τῶν ὁποίων συσσωρεύεται μεγάλη ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, δύναται νὰ ἐπιφέρῃ τὸν θάνατον καὶ εἰς μεγάλα ζῷα, ἐὰν ἡ ἐκκένωσις γίνῃ διὰ μέσου τοῦ σώματος αὐτῶν. Ἐὰν λάβωμεν διὰ τῆς μιᾶς χειρὸς ἡμῶν τὸν ἓνα ἐκ τῶν δύο ὄπλισμων πυκνωτοῦ, πλησιάζωμεν δὲ τὴν ἄλλην χεῖρα εἰς τὸν ἕτερον ὄπλισμὸν αὐτοῦ, ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἐκρήγνυται καὶ συγχρόνως αἰσθανόμεθα εἰς τὸ σῶμά μας τιναγμόν, ὅστις εἶναι τόσον ζωηρότερος, ὅσον μεγαλύτεραν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ περιέχει ὁ πυκνωτής. Ἐὰν ἡ ποσότης αὕτη εἶναι μεγάλη, ἡ τοιαύτη ἐκκένωσις τοῦ πυκνωτοῦ διὰ τοῦ σώματός μας δύναται νὰ ἀποθῆ θανατηφόρος ἢ νὰ προκαλέσῃ παράλυσιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

98. **Ἡλέκτρισις τῆς ἀτμοσφαιράς.**— Ἡ ἀτμόσφαιρα, ἥτις περιβάλλει τὴν γῆν, εἶναι πάντοτε ἠλεκτρισμένη θετικῶς, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων. Ἐὰν π. χ. ἀνυψωθῆ κατακορύφως μακρὰ βάρδος μεταλλίνη (σχ. 111), ἀπολήγουσα κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς εἰς ἀκίδα, θὰ παρατηρήσωμεν δι' ἠλεκτροσκοπίου, εὐρισκομένου εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τῆς, ὅτι τοῦτο ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τῆς ἀτμοσφαιράς, ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βρυστοῦ τῆς βάρδου, ἀναλύει αὐτὸ εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Καὶ ὁ μὲν θετικὸς ἀπωθεῖται καὶ φθάνει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς βάρδου, ὁ δὲ ἀρνητικὸς, ἐλκόμενος, φέρεται πρὸς τὴν ἀκίδα, δι' ἧς καὶ ἐκρέει.

Τοῦναντίον, τὸ ἔδαφος εἶναι ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον.

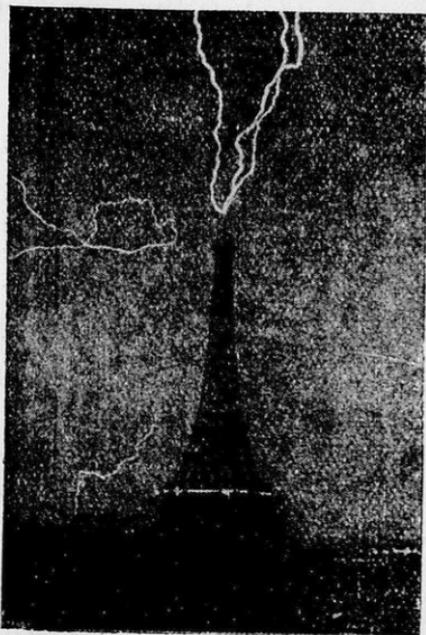
99. **Ἡλέκτρισις τῶν νεφῶν.**— Τὰ νέφη ἐπίσης εἶναι ἠλεκτρισμένα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Φραγκλῖνος διὰ χαρταετοῦ, τὸν ὁποῖον ἀνύψωσε μέχρις αὐτῶν.



Σχ. 111.

100. **Ἀστραπή καὶ βροντή.**— Ἡ ἀστραπή εἶναι μέγας ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅστις ἐκρήγνυται μεταξύ δύο νεφῶν, ἠλεκτρισμένων ἀντιθέτως. Ἡ δὲ βροντή εἶναι ὁ ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς παραγόμενος κρότος. Ἡ βροντή καὶ ἡ ἀστραπή παράγονται μὲν συγχρόνως, ἀλλὰ πρῶτον βλέπομεν τὴν ἀστραπήν καὶ μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινὸς ἀκούομεν τὴν βροντήν. Διότι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός εἶναι πολὺ μεγαλύτερα τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου. Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν χρόνον, ὁ ὅποιος παρέρχεται μεταξύ ἀστραπῆς καὶ βροντῆς, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς τὴν ὁποίαν παρήχθη ἡ ἀστραπή. Ἐὰν π. χ. ὁ χρόνος εἶναι 5'', ἡ ἀπόστασις εἶναι ἴση πρὸς $5 \times 340 = 1700$ μέτρα.

Τὸ μῆκος τῆς ἀστραπῆς εἶναι μέγιστον καὶ φθάνει ἐνίοτε τὰ 5 ἢ 6 χιλιόμετρα. Ἐκτὸς τούτου ἡ ἀστραπή, ὡς καὶ ἡ βροντή, σπανίως εἶναι μία καὶ μόνη. Τοῦτο δέ, διότι τὸ ἠλεκτρισμένον νέφος ὁμοιάζει πρὸς



Σχ. 112.

πλήθος ἀγωγῶν, μεταξύ τῶν ὁποίων συμβαίνουσιν ἀλλεπάλληλοι σπινθήρες. Ὅταν εἰς τινὰ τόπον ἀστράπτη καὶ βροντᾶ, λέγομεν, ὅτι εἰς τὸν τόπον τοῦτον διέρχεται καταιγίς.

101. **Κεραυνός.**— Ὁ κεραυνός εἶναι ἐπίσης μέγας ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὁ ὅποιος ἐκρήγνυται μεταξύ νέφους καὶ ἐδάφους (σχ. 112). Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι ὅμοια πρὸς τὰ τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων. Ὁ κεραυνός δύναται π. χ. νὰ θερμάνῃ καὶ νὰ τήξῃ βάρδους μεταλλικὰς ἢ ἄλλα σώματα, νὰ ἀναφλέξῃ εὐφλεκτα σώματα, νὰ θραύσῃ

ἢ μεταθέσῃ τὰ δυσηλεκτραγωγὰ σώματα, ὡς τὰ ξένδρα, τοὺς τοίχους κλπ. Διὰ τῆς τήξεως τῆς ἄμμου παράγονται βάρδοι σωλη-

νοεῖσθε, καλούμεναι κεραυνῖται. Τέλος ὁ κεραυνὸς φονεῖ ζῶα 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 ζῶον ἠλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως, ὅταν δὲ πέσῃ ὁ κεραυνός, τοῦτο χάνει ἀποτόμως τὸν ἠλεκτρισμὸν του. Τοῦτο δὲ ἀρκεῖ πολλάκις διὰ νὰ φονευθῇ τὸ ζῶον.

Συνήθως ὁ κεραυνὸς πίπτει ἐπὶ τῶν ὑψηλοτέρων ἀντικειμένων, ὡς εἶναι π. χ. αἱ πύργοι, τὰ δένδρα. Εἶναι ἐπομένως λίαν ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ δένδρον ἐν καιρῷ καταιγίδος.

102. **Ἀλεξικέραυνον.** — Τὸ ἀλεξικέραυνον χρησιμεύει πρὸς προφύλαξιν τῶν οἰκοδομημάτων ἀπὸ τῶν κεραυνῶν καὶ ἀποτελεῖται ἐκ ράβδου σιδηρᾶς μήκους π. χ. 6 μέτρων, τοποθετουμένης ἐπὶ τῆς στέγης κατακορύφως (σχ. 113).

Ἡ ράβδος αὕτη ἀπολήγει εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς εἰς ἀκίδα Α ἐκ χαλκοῦ ἐπικεχρυσωμένου ἢ ἐκ λευκοχρύσου καὶ συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ χονδρῶν σύρματος Γ, χαλκίνου ἢ ἐκ καλωδίου, συγκειμένου ἐκ πολλῶν σιδηρῶν ἐπιψευδαργυρωμένων συρμάτων ἢ τέλος ἐκ χονδρῶν μεταλλικοῦ στελέχους. Ἡ συγκοινωνία αὕτη πρέπει νὰ εἶναι ἀρίστη, διὸ τὸ σύρμα βυθίζεται ἐντὸς φρέατος ἢ ἐδάφους ὑγροῦ. Ὅταν νέφος τι ἠλεκτρισμένον π. χ. θετικῶς διέλθῃ ὑπεράνω τοῦ ἀλεξικεραύνου, ἔλκει τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἐδάφους καὶ φέρει αὐτὸν μέχρι τῆς ἀκίδος τοῦ ἀλεξικεραύνου. Ὁ ἀρνητικὸς οὗτος ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει τότε συνεχῶς ἐκ τῆς ἀκίδος πρὸς τὸ νέφος καὶ ἐξουδετεροῖ ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸν θετικὸν αὐτοῦ ἠλεκτρισμὸν. Οὕτω προλαμβάνεται ἡ πτώσις τοῦ κεραυνοῦ. Ἐν τούτοις ἐνίοτε ἡ ἐξουδετέρωσις δὲν προφθάνει νὰ συμβῇ καὶ ὁ κεραυνὸς πίπτει. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ὁ κεραυνὸς πρῶτον τὸ πλησιέστερον σῶμα, ἤτοι τὸ ἀλεξικέραυνον, καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει διὰ τοῦ σύρματος εἰς τὸ ἐδαφος ἄνευ μεγάλων δυστυχημάτων.

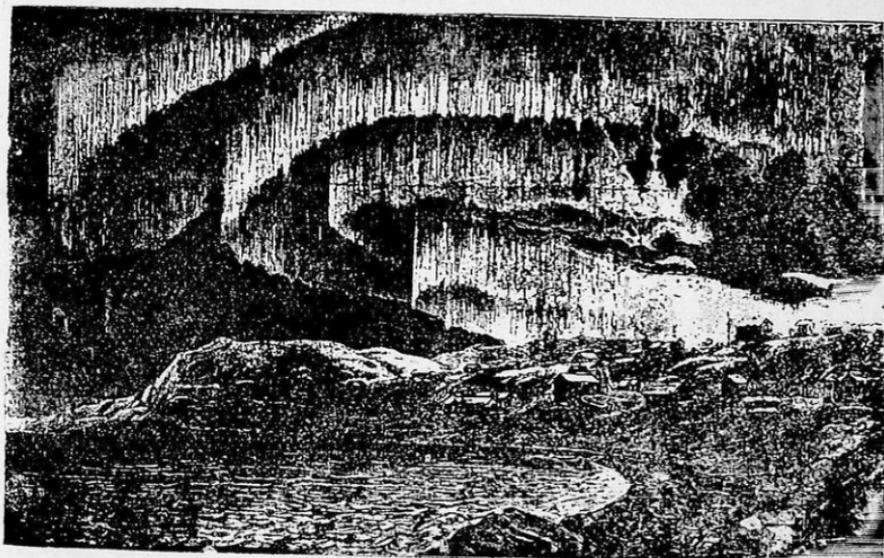


Σχ. 113.

103. **Πολικὸν σέλας.** — Εἰς τὰς παρὰ τοῦ πολικῆς ὑ: κύλους

ψυχρὰς χώρας παρατηρεῖται συνήθως εἰς τὸν οὐρανὸν φωτεινὸν φαινόμενον ἐν εἴδει μεγάλων παραπετασμάτων ἢ τόξων ἐξ ἀκτίων φωτεινῶν, ποικίλων μορφῶν καὶ χρωμάτων (σχ. 114) Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πολικὸν σέλας βόρειον ἢ νότιον, καθόσον παρατηρεῖται πρὸς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἢ πρὸς τὸ νότιον.

Τὸ πολικὸν σέλας παράγεται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ εἰς ὕψος, τὸ



Σχ. 114.

ὅποσον ἐνλίπε φθάνει τὰ 100 χιλιόμετρα, ἐν ᾧ εἰς τινὰς περιπτώσεις παράγεται πλησίον τοῦ ἐδάφους. Αἰτία τῆς παραγωγῆς καὶ αὐτοῦ εἶναι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός. Κατὰ τὴν γνώμην πολλῶν φυσικῶν, αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις μεταξὺ τῶν νεφῶν, τῶν καλουμένων θυσάνων, τὰ ὅποια εἶναι ἠλεκτρισμένα θετικῶς, καὶ τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος τοῦ ἠλεκτρισμένου ἀρνητικῶς, προκαλοῦσι τὸ φαινόμενον τοῦτο.

Β'. ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΓΕΝΙΚΑ

104. Ἡλεκτρικὸν ῥεῦμα. — Ὅταν συνδέωμεν διὰ σύρματος ἢ ἄλλου ἀγωγοῦ σῶμά τι εὐηλεκτραγωγὸν Α (σχ. 115), ἠλε-

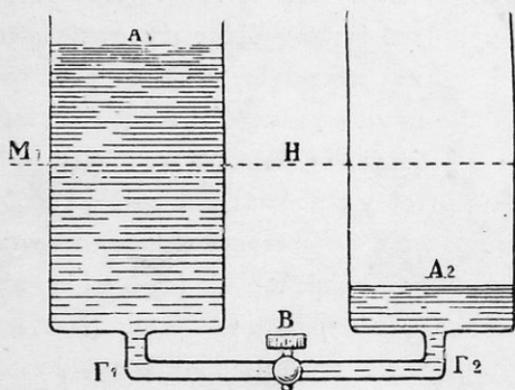
κτρισμένον θετικῶς, μετ' ἄλλου ἄγωγου Β, μὴ ἠλεκτρισμένου, τότε ποσότης τῆς ἠλεκτρισμοῦ μεταβαίνει ἐκ τοῦ πρώτου σώματος εἰς τὸ δεύτερον διὰ μέσου τοῦ σύρματος, ἐν τῷ ὁποίῳ σχηματίζεται τοιουτοτρόπως εἰδός τι ρεύματος ἡ'εκτρικοῦ. Τὸ σύρμα ἐμιαίξει τότε πρὸς σωλήνα, διὰ τοῦ ὁποίου



Σχ. 115.

διέρχεται ὕδωρ ἐξ ἐνὸς δοχείου εἰς ἄλλο. Ὅπως δὲ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην σχηματίζεται ρεῦμα ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλήνος, οὕτω καὶ κατὰ τὴν μετάδασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐκ τινος σώματος εἰς ἄλλο διὰ μέσου ἄγωγου τινος σώματος λέγομεν ὅτι σχηματίζεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἡ ὕπαρξις τοῦ ρεύματος τούτου καταφαίνεται ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων, τὰ ὁποῖα ἐπιφέρει, ὡς τὴν θέρμανσιν τοῦ σύρματος, τὴν ἐκτροπὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, τὴν μαγνήτισιν τοῦ σιδήρου, ἅτινα θὰ ἐξετάσωμεν ἐν ἐκτάσει περαιτέρω.

Ἐν γένει, ὅταν δύο ἄγωγοι ἔχωσι τὸ αὐτὸ δυναμικὸν καὶ συνδεθῶσι διὰ σύρματος, ἡ



Σχ. 116.

κατάστασις αὐτῶν δὲν μεταβάλλεται καὶ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν παράγεται. Ὁμοίως, ὅταν δύο δοχεῖα, περιέχοντα ὕδωρ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, συνδεθῶσι διὰ σωλήνος, ρεῦμα δὲν σχηματίζεται. Ἐὰν ὁμοίως οἱ ἄγωγοι ἔχωσι δυναμικὸν διάφορον, ἤτοι παρουσιάζουσι διαφορὰν δυναμικοῦ, σχηματίζεται

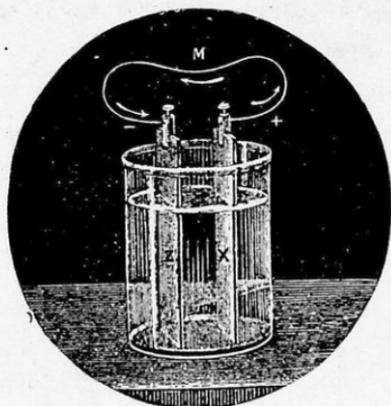
ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκ τοῦ σώματος, τοῦ ἔχοντος μείζον δυναμικόν, πρὸς τὸ ἔχον τὸ μικρότερον δυναμικόν. Ἀναλόγως συμβαίνει καὶ εἰς τὰ δοχεῖα τοῦ ὕδατος, εἰς τὰ ὁποῖα παράγεται ρεῦμα ὕδατος διὰ μέσου τοῦ σωλήνος μόνον ἐὰν τὸ ὕδωρ εἰς τὰ δύο δοχεῖα δὲν εἶναι εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος (σχ. 116) καὶ τὸ ὁποῖον βαίνει ἐκ τοῦ δοχείου, τοῦ

ἔχοντος ὕδωρ εἰς μεγαλύτερον ὕψος πρὸς τὸ ἕτερον. Καὶ τὰ δύο ρεύματα τότε, ἦτοι τὸ ἠλεκτρικὸν καὶ τὸ τοῦ ὕδατος, καταπαύουσιν, ὅταν τὸ δυναμικὸν ἢ τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος καταστῆ τὸ αὐτὸ καὶ εἰς τοὺς δύο ἀγωγοὺς ἢ τὰ δύο δοχεῖα.

Ἐν γένει δὲ πᾶσα μεταθέσις ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ὁ ἠλεκτρισμὸς, εὐρισκόμενος ἐν κινήσει καλεῖται δυναμικὸς, ἐνῶ, ὅταν εὐρίσκηται ἐν στάσει, ὡς εἶδομεν προηγουμένως, καλεῖται στατικὸς.

Ἡλεκτρικὴ στήλη.

104. Ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. — Ἡλεκτρισμὸς δύναται νὰ



Σχ. 117.

παραχθῆ οὐ μόνον διὰ τριβῆς, ἀλλὰ καὶ δι' ἄλλων μέσων. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς διαλύματος θειϊκοῦ ὀξέος ἐν ὕδατι βυθισθῆ πλάξ ἐκ ψευδαργύρου Z (σχ. 117), παρατηρήθη, ὅτι ὁ μὲν ψευδάργυρος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ θειϊκὸν ὀξὺ θετικῶς. Ἐὰν ἐντὸς τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἐμβαπίσωμεν καὶ ἄλλο ἀγωγὸν σῶμα, π. χ. τεμάχιον χαλκοῦ X, τοῦτο ἠλεκτρίζεται θετικῶς.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὸ δυναμικὸν τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ψευδαργύρου, εὐρίσκομεν, ὅτι ἐν εἶναι τὸ αὐτό, ἦτοι ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ· διό, ἐὰν ἐνώσωμεν ἐξωτερικῶς διὰ σύρματος M (σχ. 117) τὸν χαλκὸν μετὰ τοῦ ψευδαργύρου παράγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα συνεχές, ἐνῶ συγχρόνως συμβαίνει χημικὴ δρᾶσις τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου. Τὸ ἠλεκτρικὸν τοῦτο ρεῦμα μεταβαίνει ἐντὸς τοῦ σύρματος ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ εἰς τὸν ψευδάργυρον καὶ λειτουργεῖ, ἐφόσον χρόνον συμβαίνει καὶ ἡ χημικὴ δρᾶσις. Ἐὰν τὸ σύρμα διακοπῆ που, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παύει.

Τὸ ὄργανον τοῦτο, τὸ ἀποτελούμενον ἐκ τοῦ ψευδαργύρου, τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ὕγρου καλεῖται ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἐπὶ τοῦ ἐκτὸς τοῦ ὕγρου μέρους τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ χαλκοῦ προσαρμόζονται

δύο λαβαὶ μετάλλιναι, δι' οὐ στερεοῦται τὸ σύρμα, τὸ συνδέον τὰ δύο μέταλλα. Καὶ ἡ μὲν λαβὴ ἢ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου καλεῖται ἀρνητικὸς πόλος, ἢ δὲ ἄλλη ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ θετικὸς πόλος.

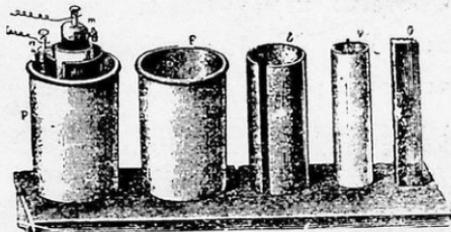
Μονὰς δυναμικοῦ.— Ὡς μονὰς πίεσεως ἢ δυναμικοῦ ἐλήφθη ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τοῦ προηγουμένου στοιχείου καὶ ἐκλήθη, ὡς εἶδομεν, βόλταιος (volt).

Ἡ αἰτία, ἢ προκαλοῦσα τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους, καλεῖται ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις καὶ μετρεῖται διὰ τῆς αὐτῆς μονάδος.

105. Πόλωσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.— Ἐὰν τὸ προηγούμενον ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον ἀφεθῆ ἐπὶ τινα χρόνον, ἔχον συνδεδεμένους τοὺς δύο πόλους του διὰ σύρματος, παρατηρήθη, ὅτι ὀλίγον κατ' ὀλίγον αἱ ἰδιότητές του ἀλλοιοῦνται ἢ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους του ἐλαττοῦται καὶ τὸ στοιχεῖον ἐξασθενίζει. Ἡ ἐξασθένεισις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ παραγομένου κατὰ τὰς χημικὰς δράσεις ὑδρογόνου, τὸ ὅποτον συσσωρεύεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται πόλωσις τοῦ στοιχείου.

Πρὸς ἐλάττωσιν τῆς πολώσεως καὶ ὅπως καταστή τὸ στοιχεῖον ὅσον τὸ δυνατόν σταθερόν, ἐκλέγονται καταλλήλως τὰ ὑγρά καὶ οἱ ἐν ταῦταις βυθιζόμενοι ἀγωγοί, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ ἐξῆς εἶδη στοιχείων.

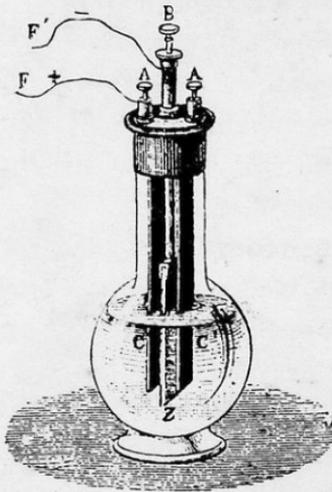
Στοιχεῖον Bunsen.— Τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται (σχ. 118) ἐκ δύο διαφόρων ὑγρῶν χωριζομένων διὰ πορώδους διαφράγματος V. Τὸ ἐν τῶν ὑγρῶν εἶναι ἀραιὸν θετικὸν ὀξύ καὶ τὸ ἄλλο ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξύ. Καὶ βυθίζεται ἐν μὲν τῷ πρώτῳ ὑγρῷ πλάξ ψευδαργύρου Z¹⁾ ἀποτελοῦσα τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ἐν δὲ τῷ δευτέρῳ πλάξ συμπαγοῦς ἀνθράκος C, ἀποτελοῦσα τὸν θετικὸν πόλον.



Σχ. 118.

¹⁾ Ὁ ἀγωγὸς ψευδαργύρος τῶν στοιχείων ἐψευδαργυροῦται.

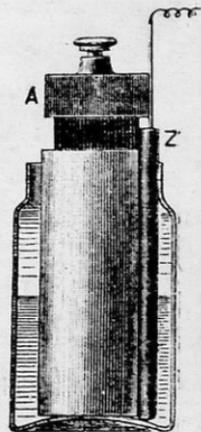
Τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου παραγόμενον ὑδρογόνον, διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους διαφράγματος, εἰσέρχεται ἐν τῶνιτρικῷ ὀξεῖ. Μεταξὺ τούτου καὶ τοῦ ὑδρογόνου συμβαίνει χημικὴ δρασίς, ἐξ ἧς παράγεται ἀφ' ἑνὸς ὕδωρ (H_2O) καὶ ἀφ' ἑτέρου ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου (N_2O_4), ἕνεκα τοῦ ὁποίου ὁ περιτὸ στοιχεῖον ἀήρ πληροῦται ἐρυθρῶν πνιγρῶν ἀτμῶν.



Σχ. 119.

Στοιχεῖον Grenet. — Εἰς τοῦτο (σχ. 119) ὁ θετικὸς πόλος ἀποτελεῖται ἐκ συμπαγοῦς ἄνθρακος, ὁ δὲ ἀρνητικὸς ἐκ ψευδαργύρου, τὸ δὲ ὑγρὸν του εἶναι μίγμα θειικοῦ ὀξέος, διχρωμικοῦ καλίου καὶ ὕδατος. Τὸ παραγόμενον ὑδρογόνον εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο μετατρέπεται ὑπὸ τοῦ διχρωμικοῦ καλίου εἰς ὕδωρ καὶ ταυτοχρόνως παράγεται στυπτηρία διὰ χρωμίου.

Στοιχεῖον Leclanché. — Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 120) σύγκειται ἐκ δοχείου, περιέχοντος διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος ἐν ὕδατι. Ἐντὸς τοῦ διαλύματος τούτου βυθίζεται ἀφ' ἑνὸς μὲν βάρδος ἐκ ψευδαργύρου Z (ἀρνητικὸς πόλος) καὶ ἀφ' ἑτέρου πορώδες δοχεῖον, περιέχον τεμάχιον συμπαγοῦς ἄνθρακος (θετικὸς πόλος) A, περιβαλλομένου διὰ μίγματος μικρῶν τεμαχίων ἐκ συμπαγοῦς ἄνθρακος καὶ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου. Κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου τούτου παράγεται ἐπίσης ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον μετατρέπεται ὑπὸ τοῦ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου εἰς ὕδωρ.

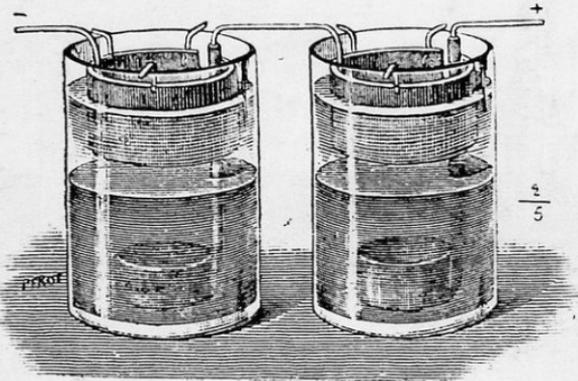


Σχ. 120.

Στοιχεῖον Callaud. — Δοχεῖον ὑάλινον (σχ. 121) πληροῦται κατὰ τὸ ἥμισυ διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐν ὕδατι. Τὸ ἀνώτερον ἥμισυ τοῦ δοχείου πληροῦται δι' ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου τίθεται ταινία χαλκοῦ (θετικὸς πόλος), συγκοινωνουσα μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ διὰ

σύρματος, κεκαλυμμένου διὰ γούταπέρκης. Ἐκ τῶν χειλέων τοῦ δοχείου κρέματι δι' ἀγκίστρων κύλινδρος ψευδαργύρου (ἀρνητικὸς πόλος), βυθιζόμενος ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ στοιχείου.

106. **Διαφορὰ δυναμικοῦ τῶν στοιχείων.**— Εἰς τι ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ δυναμικὸν ἐκάστου τῶν δύο πόλων του δὲν εἶναι τὸ αὐτό, ἤτοι ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ. Εἰς τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου π. χ. Bunsen ἀνευρίσκειται δυναμικὸν ἴσον πρὸς +0,9 βολταίους μονάδας καὶ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον — 0,9 βολ-



Σχ. 121.

ταίους μονάδας καὶ ἐπομένως μεταξὺ τῶν δύο πόλων ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ ἴση πρὸς

$$(+0,9) - (-0,9) = 1,8 \text{ βολταίους μονάδας.}$$

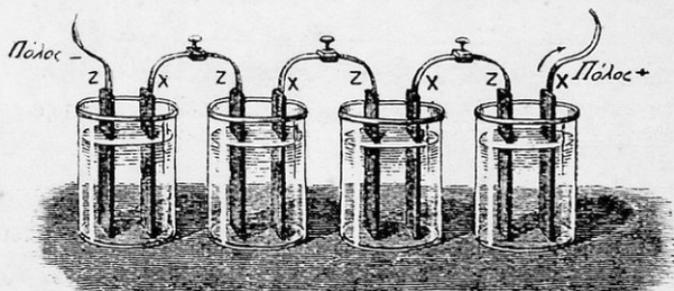
Ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου, μετρουμένη εἰς βολταίους μονάδας, ἴσουςται ἐπίσης πρὸς 1,8.

Πάντα τὰ στοιχεῖα δὲν παρουσιάζουσι τὴν αὐτὴν διαφορὰν δυναμικοῦ (καὶ ἠλεκτρογενετικὴν δύναμιν) εἰς τοὺς δύο πόλους των. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἰς βολταίους μονάδας εἶναι εἰς τὸ στοιχεῖον Leclanché 1,5, εἰς τὸ τοῦ Grenet 2, εἰς τὸ τοῦ Callaud 1,1 κλπ. Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ εἶναι σταθερὰ δι' ἕκαστον εἶδος στοιχείου καὶ χαρακτηρίζει αὐτό. Ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις ἐκάστου στοιχείου ἴσουςται πρὸς τὴν διαφορὰν ταύτην. Ἡ μεταβολὴ τῶν διαστάσεων ἢ τοῦ σχήματος τοῦ στοιχείου δὲν μεταβάλλει τὴν ἠλεκτρογενετικὴν δύναμιν ἢ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ.

Ἐὰν συγκοινωνήσωμεν ἀγωγὸν μεμνωμένον καὶ ἐν οὐδετέρῳ

καταστάσει μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου, π. χ. τοῦ στοιχείου Bunsen, ὁ ἄγωγός ἠλεκτροῖζεται θετικῶς καὶ εἰς τὸ αὐτὸ δυναμικόν, εἰς ὃ καὶ ὁ πόλος, ἦτοι $+0,9$. Ἐὰν ὁ ἄγωγός συνδεθῆ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἠλεκτροῖζεται ἀρνητικῶς καὶ τὸ δυναμικόν του θὰ εἶναι $-0,9$.

Ἐὰν ὅμως ὁ ἄγωγός εἶναι ἠλεκτρισμένος, τότε τὸ δυναμικόν τοῦ πόλου, μεθ' οὗ συνδέεται, δύναται νὰ μεταβληθῆ. Παρατηρεῖται ὅμως συγχρόνως τὸ ἐξῆς φαινόμενον· τὸ δυναμικόν τοῦ ἑτέρου πόλου γίνεται τοιοῦτον, ὥστε ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο πόλων νὰ



Σχ. 122.

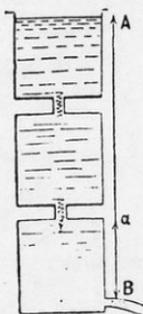
μείνῃ ἡ αὐτή. Ἐὰν π. χ. τὸ δυναμικόν τοῦ θετικοῦ πόλου τοῦ στοιχείου Bunsen κατέστη $+10$, τὸ δυναμικόν τοῦ ἑτέρου πόλου γίνεται $+8,2$ ὥστε νὰ ἔχωμεν πάλιν $10 - 8,2 = 1,8$, ἦτοι τὴν αὐτὴν σταθερὰν ἠλεκτροεργητικὴν δύναμιν καὶ διαφορὰν δυναμικῶς. Ὅταν δὲ εἰς τῶν πόλων συγκοινωνῆ μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ δυναμικόν του γίνεται ἴσον τῷ μηδενί. Τὸ δυναμικόν τοῦ θετικοῦ πόλου, π. χ. στοιχείου Bunsen, διὰ τῆς τοιαύτης συγκοινωνίας καθίσταται ἴσον τῷ μηδενί· ἀλλὰ τότε τὸ δυναμικόν τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου γίνεται $-1,8$ οὕτως, ὥστε πάλιν ἡ διαφορὰ μετὰ τοῦ δυναμικῶν τῶν δύο πόλων εἶναι $0 - (-1,8) = 1,8$, ἦτοι παραμένει ἡ αὐτή.

107. **Ἡλεκτρικὴ στήλη.**—Τὸ σύνολον δύο ἢ πλειόνων στοιχείων, ὧν οἱ πόλοι ἠνώθησαν δι' ἄγωγῶν (σχ. 122), καλεῖται ἠλεκτρικὴ στήλη. Ἡ συνένωσις τῶν πόλων τῶν στοιχείων δύναται νὰ γίνῃ κατὰ τοὺς ἐξῆς τρόπους:

1ον Ἐνοῦμεν τὸν θετικὸν πόλον X (σχ. 122) ἑνὸς τῶν στοιχείων μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου Ψ ἄλλου στοιχείου, τοῦ ὁποῦ πάλιν τὸν θετικὸν πόλον X ἐνοῦμεν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ τρίτου στοιχείου καὶ

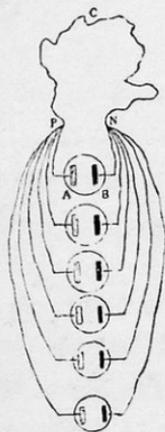
οὕτω καθεξῆς. Παράγεται οὕτως ἡλεκτρικὴ στήλη, τῆς ἐποίας ὁ εἰς ἐλεύθερος πόλος Z τοῦ πρώτου στοιχείου εἶναι ἀρνητικός, ὁ δὲ ἄλλος ἐλεύθερος πόλος X τοῦ τελευταίου στοιχείου εἶναι θετικός. Ἡ συνένωσις αὕτη λέγομεν, ὅτι εἶναι κατὰ τάσιν ἢ σειρᾶν.

Ποία ἔμως εἶναι ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων πόλων τῆς ἡλεκτρικῆς ταύτης στήλης; Ἐὰν ἡ στήλη ἀποτελεῖται ἐξ ὁμοειδῶν στοιχείων, π. χ. Bunsen, ἀνευρίσκειται, ὅτι ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων. Ἦτοι, ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης εἶναι π. χ. 4, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο πόλων τῆς εἶναι $4 \times 1,8 = 7,2$ βολτείων μονάδων.



Σχ. 123.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ ἐξῆς. Ἐὰν θέσωμεν διάφορα ὅμοια δοχεῖα πλήρη ὕδατος τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 123, καὶ ἐνώσωμεν αὐτὰ διὰ σωλήνων, ἡ διαφορὰ πίεσεως μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς τὸ ἀνώτερον δοχεῖον καὶ τοῦ πυθμένος εἰς τὸ τελευταῖον εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑπερτεθέντων δοχείων.



Σχ. 124.

2ον Ἡ ἔνωσις δύναται νὰ γίνῃ διὰ τῶν ὁμωνύμων πόλων τῶν στοιχείων (σχ. 124), ἦτοι οἱ ὁμώνυμοι πόλοι τῶν στοιχείων συνδέονται δι' ἀγωγῶν, ὧν τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα εἶναι οἱ δύο ἀντίθετοι πόλοι τῆς στήλης. Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τῆς στήλης ταύτης, ἀποτελουμένης ἐξ ὁμοειδῶν στοιχείων, ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου τῆς.

Ἡ συνένωσις αὕτη λέγομεν, ὅτι εἶναι κατὰ ποσότητα.

3ον Ἡ ἡλεκτρικὴ στήλη δύναται νὰ σχηματισθῇ, ἐνεχυμένων τῶν στοιχείων ἄλλων μὲν κατὰ τάσιν, ἄλλων δὲ κατὰ ποσότητα, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 125 καὶ 126.

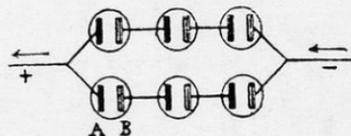
Ἰδιότητες ἡλεκτρικῆς στήλης. — Ἡ ἡλεκτρικὴ στήλη παρουσιάζει ἰδιότητας ἀναλόγους πρὸς τὰς ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου. Ἐὰν π. χ.

συγκοινωνήσῃ ὁ εἰς τῶν πόλων τῆς στήλης μετὰ τῆς γῆς, τὸ δυναμικὸν τοῦ γίνεται ἴσον τῷ μηδενί, τὸ δὲ δυναμικὸν τοῦ ἑτέρου πόλου γίνεται τοιοῦτον, ὥστε νὰ διατηρηθῇ ἡ ἀρχικὴ διαφορά τοῦ δυναμικοῦ τῶν δύο ἄκρων πόλων σταθερὰ κλπ.

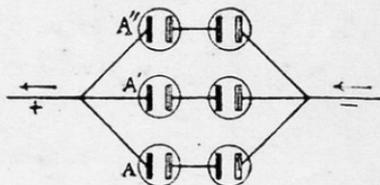
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

108. **Παραβολὴ ὑδραυλικῶν καὶ ηλεκτρικῶν φαινομένων.** — Ἐξετάσωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος διὰ μέσου ὀριζοντιοῦ σωλήνος MB (σχ. 131), συνδεδεμένου μετὰ δοχείου A. Τὸ ὕδωρ, προερχόμενον ἐκ τοῦ δοχείου, διέρχεται διὰ τοῦ σωλήνος καὶ ἐκρέει διὰ τοῦ ἐλευθέρου ἄκρου τοῦ B. Ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἡ διερχομένη εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διὰ τινος τομῆς τοῦ σωλήνος, καλεῖται ἔντασις τοῦ ρεύματος κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.



Σχ. 125.



Σχ. 126.

Ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἡ διερχομένη εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διὰ τινος τομῆς τοῦ σωλήνος, καλεῖται ἔντασις τοῦ ρεύματος κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην.

Εἰς τὸ ρεῦμα τοῦτο διακρίνομεν ὁμοίως ἐκτὸς τῆς ἐντάσεώς του καὶ τὴν πίεσιν, ἣν ἔχει εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ σωλήνος. Ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ εἰς τὸ σημεῖον M εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ ὕψος u τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδατος εἶναι μεγαλύτερον. Εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ σωλήνος MB ἡ πίεσις ἐλαττοῦται, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸ ἄκρον B. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν, ἐὰν ἀνοιχθῶσιν ὄπαί εἰς τὸν σωλήνα MB καὶ ἐφαρμοσθῶσιν εἰς ταύτας κατακόρυφοι σωλήνες u , u' ... κλπ. Τὸ ὕψος, εἰς ὃ φθάνει τὸ ὕδωρ ἐντὸς τῶν σωλήνων τούτων, ἐλαττοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸ β.

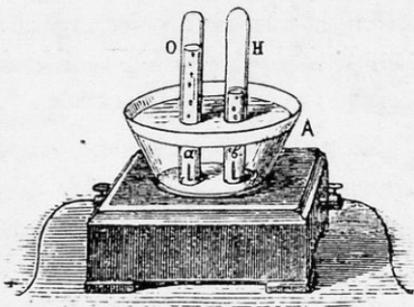
Τὸ ρεῦμα τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν διὰ τοῦ σωλήνος δίοδόν του εὐρίσκει ἀντίστασιν, προερχομένην ἐκ τῆς τριβῆς μετὰ τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν παρεῖων τοῦ σωλήνος, ὡς καὶ μετὰ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ

ρέοντος ὕδατος. Ἐνεκα τῆς ἀντιτάσεως ταύτης ἡ ροή καθίσταται τὸσον δυσχερεστέρα, ὅσον ὁ σωλὴν εἶναι στενωτέρως καὶ ἐπιμηκέστερος.

Καὶ εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῖμα, τὸ διερχόμενον διὰ μέσου ἀγωγοῦ τινος, διακρίνομεν ἐπίσης ἔντασιν καὶ πίεσιν ἢ δυναμικόν. Ἐπίσης δὲ ὁ ἀγωγὸς παρουσιάζει καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἀνίστασιν εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὴν ἔντασιν, τὴν πίεσιν καὶ τὴν ἀντίστασιν ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος θὰ ἐξετάσωμεν τῇ βοήθειᾳ τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων, τὰ ὁποῖα τοῦτο προκαλεῖ.

109. **Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.**— Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῖμα, διερχόμενον διὰ τινων σωμάτων, προκαλεῖ τὴν ἀποσύνθεσιν αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. διαβιδάσωμεν ἠλεκτρικὸν

ρεύμα δι' ὕδατος, ἐν ᾧ προσετέθη μικρὰ ποσότης ὀξέος (σχ. 127) κατὰ τὴν δίοδον ταύτην τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ὑγροῦ τούτου τὸ ὕδωρ ἀποσυνιθεται εἰς τὰ δύο ἀέρια, ἐξ ὧν σύγκειται, ἴτιοι τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον. Πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τούτου τίθεται τὸ ὀξυνισθὲν ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου (σχ. 127) φέρον-



Σχ. 127.

τος εἰς τὸν πυθμένα δύο ὀπὰς, δι' ὧν διέρχονται δύο ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου. Τὰ ἐλάσματα ταῦτα ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπολήγουσιν ἐν τῷ ὑγρῷ τοῦ δοχείου, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὰ δύο ἐξωτερικὰ ἄκρα των συνδέονται διὰ συρμάτων μετὰ τῶν δύο ἀντιθέτων πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης. Τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος μέρη τῶν δύο ἐλασμάτων καλύπτονται διὰ δύο κατακρούφων ὑαλίνων σωλήνων O καὶ H, πεπληρωμένων ἐκ τοῦ ἰδίου ὑγροῦ καὶ κλειστῶν κατὰ τὰ ἄνω ἄκρα των.

Ἄμα ὡς συνδεθῶσι τὰ ἐλάσματα τοῦ λευκοχρύσου μετὰ τῶν πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἄρχονται ἐμφανιζόμενοι ἐπὶ τούτων φυσαλίδες ἀερίων, αἱ ὁποῖαι, ἀνερχόμεναι ἐντὸς τῶν σωλήνων, καταλαμβάνουσι τὸ ἀνώτερον μέρος των. Τὸ ἀέριον, τὸ ἐκλύμενον ἐκ τοῦ ἐλάματος, τοῦ συνδεομένου μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, εἶναι ὑδρογόνον H καὶ

ἔχει ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν ὄγκον διπλάσιον τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου O, τοῦ ἐκλυομένου ἐκ τοῦ ἐτέρου ἐλάσματος τοῦ θετικοῦ καὶ ὄπερ εἶναι ὀξυγόνον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἠλεκτρολύσις, ἢ δὲ συσκευὴ A, ἐν ἣ ἔξετελέσθη, 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 ἐπομένων νόμων, οὓς ἀκολουθεῖ.

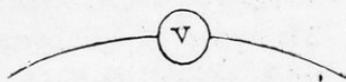
Ἐὰν διὰ τοῦ βολταμέτρου διακλιθῶμεν ὠρισμένην ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὕδρογόνου εἶναι πάντοτε τὸ αὐτό, ὁσάκις διέλθῃ ἢ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρισμοῦ. Διπλασιαζομένης, τριπλασιαζομένης κλπ. τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣτις διέρχεται διὰ τοῦ βολταμέτρου, τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὕδρογόνου εἶναι διπλάσιον, τριπλάσιον κλπ. Δηλαδή, τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὕδρογόνου εἶναι ἀνάλογον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τῆς διελεύσεως διὰ τοῦ βολταμέτρου.

Διὰ πολλῶν πειραμάτων ἀνευρέθη, ὅτι ἡ μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν ἐκαλέσαμεν κυκλομβεῖον, προκαλεῖ τὴν ἔκλυσιν βάρους ὕδρογόνου ἴσου πρὸς $\frac{1}{96600}$ γραμμάρια. Ἐπομένως, ἐὰν εὐρεθῇ, ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἐκλυθέντος ὕδρογόνου εἶναι $\frac{2}{96000}$ ἢ $\frac{3}{96000}$ κλπ. γραμ. ἔπεται, ὅτι διήλθε ποσότης ἠλεκτρισμοῦ ἴση πρὸς 2 ἢ 3 κλπ. μονάδας κυκλομβείους πρὸς ἔκλυσιν αὐτοῦ.

110. Ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.— Καλεῖται ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος συνεχοῦς καὶ σταθεροῦ, τοῦ διαρρέοντος ἀγωγόν τινα, ἢ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ διερχομένη διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ τούτου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου (δευτερόλεπτον). Τὴν ἔντασιν ταύτην ρεύματος δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ὡς ἐξῆς.

Ἐὰν διὰ τινος σύρματος λεπτοῦ καὶ μακροῦ συνδέσωμεν τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης, σχηματίζεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ μέσου τοῦ σύρματος τούτου, βαίνον ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν (σχ. 128). Ἔστω, ὅτι κόπτωμεν τὸ σύρμα εἰς τι σημεῖον καὶ παρεμβάλλωμεν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο βολτάμετρον V μεθ' ὕδατος

δξυνισθέντος. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ καὶ προκαλεῖ τὴν ἐκλυσιν ὑδρογόνου. Ἐὰν διαιρέσωμεν τὸ βάρος τοῦ ἐκλυθέντος ὑδρογόνου διὰ τοῦ χρόνου (εἰς δευτερόλεπτα), καθ' ὃν ἐγένετο ἡ ἐκλυσις, θὰ εὑρωμεν πόσον βάρος ὑδρογόνου ἐκλύεται εἰς ἓν δευτερόλεπτον. Ἐκ τοῦ βάρους τούτου τοῦ ὑδρογόνου θὰ ἔχωμεν καὶ τὸ ποσὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ ὁποῖον διήλθε διὰ τοῦ βολταμέτρου ἐντὸς 1'', ἧτοι τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος.



Σχ. 128.

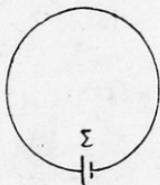
Τοιοιουτρόπως, μετροῦντες τὸ βάρος τοῦ ἐκλυομένου ὑδρογόνου, εὐρίσκομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ σημεῖον τοῦ ἀγωγοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται τὸ βολτάμετρον. Ἐὰν τὸ βολτάμετρον παρεντεθῇ οὐχὶ εἰς τὸ σημεῖον Α (σχ. 129) τοῦ ἀγωγοῦ, ἀλλ' εἰς ἄλλο οἰονδήποτε, εὐρίσκομεν πάντοτε τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὸ σπουδαιότατον συμπέρασμα, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι ἡ αὐτή.



Σχ. 129.

Ὡς μονὰς ἐντάσεως ἐλήφθη ἡ καλυμένη ἀμπέρειος (ampère), δι' ἧς ἐκλύεται περίπου $\frac{1}{100000}$ γρ. ὑδρογόνου ἐντὸς ἑνὸς δευτερολέπτου. Καλοῦνται δὲ ἀμπεριόμετρα ὄργανα χρησιμεύοντα, ὡς τὸ βολτάμετρον, πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων.

111. Ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ. — Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγὸν (σχ. 130), ὅστις συνδέει τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης Σ, εἶναι πάντοτε ἡ ἴδια, ἔταν ὁ ἀγωγὸς εἶναι ὁ αὐτός. Ὅταν ἕμως ἀντὶ τοῦ προηγουμένου ληφθέντος σύρματος ληφθῇ ἄλλο σύρμα εἴτε ἔχον ἄλλας διαστάσεις, εἴτε ἀποτελούμενον ἐκ διαφόρου οὐσίας καὶ δι' αὐτοῦ συνδεθῶσιν οἱ πόλοι τῆς αὐτῆς στήλης Σ, εὐρίσκομεν διὰ τοῦ βολταμέτρου, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος μεταβάλλεται μετὰ τῶν μεταβολῶν τούτων τοῦ σύρματος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγομεν, ὅτι προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ἡ ἀντίστασις, ἢ τὴν παρουσιάξουσιν οἱ διάφοροι ἀγωγοὶ εἰς τὴν δι' αὐ-



Σχ. 130.

τῶν δίοδον τοῦ ρεύματος δὲν εἶναι ἢ αὐτὴ καὶ ὅτι ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἢ ἀντίστασις αὐτῆ ἀγωγοῦ τινος, τόσον ἢ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος αὐτόν, εἶναι μικροτέρα.

Δύο ἀγωγοὶ λέγονται, ὅτι ἔχουσιν ἴσας ἀντιστάσεις, ὅταν ἢ ἔντασις τοῦ δι' αὐτῶν διερχομένου ρεύματος εὐρίσκηται, ὡς προηγουμένως, ἢ αὐτὴ. Ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ τινος εἶναι διπλασία, τριπλασία κ. λ. π. τῆς ἀντιστάσεως ἄλλου ἀγωγοῦ, ὅταν ἢ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, διερχομένου διὰ τοῦ πρώτου ἀγωγοῦ, γίνεται δῖς, τρῖς κλπ. μικροτέρα ἐκείνης, ἣν ἔχει τὸ ρεῦμα, διερχόμενον διὰ τοῦ δευτέρου ἀγωγοῦ ὁμοίως.

Ὡς μονὰς ἀντιστάσεως ἐλήφθη ἢ κληθεῖσα ὤμειος (ohm), ἣτις εἶναι ἢ ἀντίστασις στήλης ὕδαργύρου τομῆς ἐνὸς τετραγ. χιλιοστομ. καὶ μήκους 106 ἑκατοστῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°. Τὴν τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως ἀγωγοῦ τινος δυνάμεθα, κατὰ τὰ προηγούμενα, νὰ εὕρωμεν ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ διαρρέοντος αὐτὸ ρεῦματος.

Σχέσεις μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως καὶ τῶν ἰδιοτήτων ἀγωγοῦ. — Ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ τινος μεταβάλλεται μετὰ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ. Ἐὰν λάβωμεν ἀγωγὸν ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ἀλλὰ διαφόρου μήκους, εὐρίσκομεν¹⁾, ὅτι ἢ ἀντίστασις εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους, ἢτοι διπλασιαζομένου, τριπλασιαζομένου κλπ. τοῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ, ἢ ἀντίστασις γίνεται διπλασία, τριπλασία κλπ.

Ἄγωγοι ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τοῦ αὐτοῦ μήκους, ἀλλὰ τῶν ὁποίων ἢ τομὴ εἶναι διπλασία, τριπλασία κλπ. ἐνὸς ἐξ αὐτῶν, ἔχουσιν ἀντίστασιν δῖς, τρῖς κλπ. μικροτέραν, ἢτοι ἢ ἀντίστασις ἀγωγοῦ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τομῆς αὐτοῦ.

Τέλος δύο ἀγωγοί, διαφέροντες μόνον κατὰ τὴν οὐσίαν, ἐξ ἧς συνίστανται, ἔχουσιν ἐν γένει διάφορον ἀντίστασιν. Οὕτω σύρματα τομῆς ἐνὸς τετραγ. χιλιοστομ., διὰ νὰ ἔχωσιν ἀντίστασιν μιᾶς μονάδος, ἀπαιτεῖται νὰ ἔχωσι τὰ ἐξῆς μήκη διὰ τὰς διαφόρους οὐσίας:

Hg...106 ἑκατ.	Cu...63 ἐκ.	Al...30
Ag... 67 »	Or...50 »	Fe..10,4...

¹⁾ Οἱ ἀγωγοὶ ὑποτίθενται ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

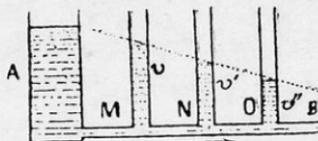
Τριουτοτρόπως ἡ ἀντίστασις R ἀγωγοῦ τινος συνδέεται μετὰ τοῦ μήκους μ καὶ τῆς τομῆς τ αὐτοῦ διὰ τῆς σχέσεως :

$$R = \rho \frac{\mu}{\tau}$$

ἐνθα ρ εἶναι ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας, ἔχοντος τομὴν ἴσην πρὸς 1 τετραγ. ἑκατοστ. καὶ μήκος ἴσον πρὸς 1 ἑκατοστομ.

112. Διαφορὰ δυναμι-

κοῦ. — Ὡς εἶδομεν, κατὰ μήκος σωλῆνος (σχ. 131), διαρρομένου ὑπὸ ρεύματος ὕδατος, ἡ πίεσις τοῦ του εἰς τὰ διάφορα σημεῖα δὲν εἶναι ἡ αὐτή. Μεταξὺ δύο σημείων ὑφίσταται διαφορὰ πίεσεως, ἕνεκα τῆς ὁποίας τὸ ὕδωρ ῥέει ἐν τῷ σωλῆνι.



Σχ. 131.

Ὅμοίως, κατὰ μήκος τοῦ σύρματος, τοῦ συνδέοντος τοὺς δύο πόλους στήλης καὶ διαρρομένου ὑπὸ ρεύματος, ἡ πίεσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἦτοι τὸ δυναμικόν, δὲν εἶναι τὸ αὐτό. Μεταξὺ δύο σημείων τοῦ ἀγωγοῦ ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ, ἕνεκα τῆς ὁποίας σχηματίζεται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐν τῷ ἀγωγῷ. Τὸ δυναμικὸν βλίνει ἐλαττούμενον ἀπο τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν κατὰ μήκος τοῦ ἀγωγοῦ.

Νόμος τοῦ Ohm.

113. Θεμελιώδης σχέσις. — Ἐὰν E εἶναι ἡ σταθερὰ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ (εἰς μονάδας βολταίους) μεταξὺ δύο σημείων τμήματός τινος $\alpha\beta$ οἰουδήποτε τοῦ ἀγωγοῦ (σχ. 129), εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ διαφορὰ αὕτη E ἰσοῦται πάντοτε πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως I τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν ἀντίστασιν τοῦ τμήματος τοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ περιλαμβανομένου μεταξὺ τῶν δύο θεωρουμένων σημείων, ἦτοι

$$E = I \cdot R \quad (1)$$

Ἐν γένει, ὅταν εἰς τὰ δύο ἄκρα ἀγωγοῦ τινος ὑφίσταται διαφορὰ δυναμικοῦ E σταθερὰ, μεταξὺ τῆς ἐντάσεως I τοῦ πραγματοποιήσαντος ρεύματος καὶ τῆς ἀντιστάσεως R τοῦ ἀγωγοῦ ὑφίσταται ἡ σχέσις (1).

114. Νόμος τοῦ Ohm. — Θεωρήσωμεν στήλην ἠλεκτρικὴν (σχ. 117), τῆς ἑποίας εἰς δύο πόλοι συνεδέθησαν εἰς ἀγωγοῦ. Τὸ ἠλ

κτρικόν ρεύμα ἐν διαρρέει μόνον τὸν ἀγωγόν, ἀλλὰ καὶ τὴν 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. Τοιοῦτοτρόπως τὸ ρεύμα διαρρέον τὸ κλειστὸν τοῦτο κύκλωμα, ἀπαντᾷ δύο ἀντιστάσεις, τὴν τοῦ ἀγωγοῦ R καὶ τὴν τῆς στήλης r .

Εἰς πᾶν κύκλωμα κλειστὸν, ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἢ ἔντασις I τοῦ ρεύματος εἶναι ἴση πρὸς τὸ πηλίκον τῆς σταθερᾶς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως E τῆς πηγῆς διὰ τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως $R+r$ τοῦ κυκλώματος, ἦτο :

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (2)$$

Τοιοῦτος εἶναι ὁ νόμος τοῦ Ohm. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν ὡς ἠλεκτρικὴν πηγὴν ἐν στοιχείῳ Bunsen, τοῦ ὁποῦ ἡ μὲν ἠλεκτρεγερτικὴ δύνამις εἶναι, ὡς εἶδομεν, 1,8 βολτ, ἡ δὲ ἀντίστασις 0,1 ὤμ. καὶ ἐνώσωμεν τοὺς πόλους τοῦ δι' ἀγωγοῦ ἀντιστάσεως ἴσης π.χ. πρὸς 4,9 ὤμ. ἡ ἔντασις I τοῦ παραγομένου ρεύματος εὐρίσκεται ἴση πρὸς :

$$I = \frac{1,8}{4,9+0,1} = 0,36 \text{ ἀμπέρ.}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ .

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

α') Χημικὰ ἀποτελέσματα.

115. Ἡλεκτρολύσις. — Ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεύμα διέρχεται διὰ τινων σωμάτων, προκαλεῖ τὴν ἀμίσην ἀποσύνθεσιν αὐτῶν. Οὕτως ἐὰν διὰ διαλύματος θεϊκοῦ χαλκοῦ ἐν ὕδατι διέλθῃ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεύμα, ἐπέρχεται ἀποσύνθεσις τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ καὶ εἰς μὲν τὸν θετικὸν πόλον ἐκλύεται ὀξυγόνον καὶ ἐμφανίζεται θεϊκὸν ὄξύ, εἰς δὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον ἐμφανίζεται μεταλλικὸς χαλκός. Συνήθως τὸ ρεύμα διακιδιάζεται ἐν τῷ διαλύματι διὰ καταβύθσεως

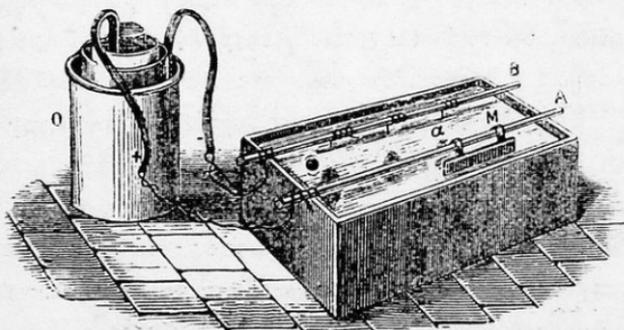
ἐν τούτῳ δύο ἐλασμάτων (πόλων) ἐκ λευκοχρύσου, τὰ ὁποῖα συνδέονται μετὰ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης διὰ συρμάτων. Ἐν τῷ προηγούμενῳ πειράματι ὁ ἐμφανιζόμενος μεταλλικὸς χαλκὸς ἐπικάθεται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, τοῦ συνδεμένου μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη ἠλεκτρόλυσις.

Τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἠλεκτρολύονται, εἶναι μόνον τὰ ἅλατα, τὰ ὀξεῖα καὶ τὰ βρασικὰ ὑδροξειδία καὶ καλοῦνται ἠλεκτρολύται. Ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ ὀξυνοσθέντος ὕδατος, ἦν ἐξητάσαμεν ἤδη, τὸ ἠλεκτρολύομενον σῶμα εἶναι τὸ ἐν τῷ ὕδατι ὀξύ.

Ἴνα συμβῇ ἠλεκτρόλυσις, δεόν ὁ ἠλεκτρολύτης νὰ εἶναι ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, τοῦθ' ὕπερ κατορθοῦται π. χ. εἴτε διὰ διαλύσεως, εἴτε διὰ τήξεως, ὅταν οὗτος εἶναι στερεός. Ἐν τῇ στερεᾷ καταστάσει μόλις ἴχνη ἀποσυνθέσεως παρατηρήθησαν. Εἰς τὰ ἀέρια κατωρθώθη ἡ ἀποσύνθεσις διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων.

116. **Ἐφαρμογαί.** — Τῆς ἠλεκτρολύσεως γίνεται χρῆσις πρὸς κάλυψιν τῆς ἐπιφανείας διαφόρων ἀντικειμένων διὰ λεπτοῦ μεταλλικοῦ στρώματος. Οὕτω κοχλιάρια καὶ εὐκακὰ σκευῆ καλύπτονται διὰ λεπτοῦ στρώματος ἀργύρου ἢ χρυσοῦ. Πρὸς τοῦτο τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ καλυφθῶσιν, ἐξαρτώμενα ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, βυθίζονται (σχ. 132) ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος ἁλατος,

π. χ. ἀργύρου, ἐὰν πρόκειται νὰ καλυφθῶσιν δι' ἀργύρου. Ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου ἐξαρτᾶται τεμάχιον M ἐκ τοῦ ἰδίου μετάλλου,



Σχ. 132.

ἢτοι ἀργύρου, καὶ βυθίζεται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ διαλύματος. Ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διέρχεται, τὸ διάλυμα ἀποσυντίθεται καὶ ὁ ἀργυρος ἐπικάθεται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἦτοι ἐπὶ τῶν ἀντικειμένων.

Ἡ ἐργασία αὕτη καλεῖται ἐπαργύρωσις. Ὁμοίως γίνεται διὰ χρυσοῦ ἢ ἐπιχρυσώσεως, διὰ νικελίου ἢ ἐπινικέλωσης κλπ.

Γαλβανοπλαστική.— Ἐπίσης διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως δυνάμεθα νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα ἀναγλύφων, νομισμάτων ἢ ἄλλων ἀντικειμένων. Πρὸς τοῦτο διὰ γουταπέρκης ἢ καὶ γύψου ἢ κηροῦ κατασκευάζεται ἐν κοίλῳ ἀντίτυπον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐἴτα καλύπτεται τὸ ληφθὲν ἀντίτυπον δι' ὀλίγης κόψεως γραφίτου, οὐσίας εὐηλεκτραγωγῆς. Τέλος κρέματα τὸ ἀντίτυπον ἐντὸς τοῦ διαλύματος ἁλματος π. χ. χαλκοῦ, ἐὰν πρόκειται νὰ κατασκευασθῇ γάλκινον πανομοιότυπον, ἀφοῦ πρῶτον συνδέσωμεν διὰ σύρματος τὸν ἀρνητικὸν πόλον στήλης μετὰ τοῦ λεπτοῦ στρώματος ἐκ γραφίτου. Ἐν τῷ διαλύματι τίθεται ἐπίσης πλᾶξ χαλκίνη, συγκοινωνήσασα μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης.

Ἡ δίοδος τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ διαλύματος προκαλεῖ τὴν ἐπίθεσιν στρώματος χαλκοῦ ἐπὶ τοῦ ἀντιτύπου, τοῦ κρεμαμένου ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου. Μετὰ παρέλευσιν τοῦ ἀναγκαίου χρόνου, ὅπως τὸ σχηματιζόμενον γάλκινον στρώμα γίνῃ ἀρκούντως παχύ, ἀποσπᾶται τοῦτο εὐχερῶς ἐκ τοῦ ἀντιτύπου.

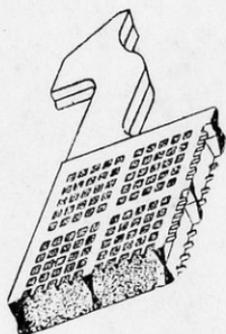
117. Συσσωρευταὶ ἢ ἀποδόται.— Ἐὰν ἐντὸς μίγματος θεϊκοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος τεθῶσι δύο ἐλάσματα μολύβδου, συνδεμένα δι' ἀγωγῶν μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ θεϊκὸν ὀξύ ἠλεκτρολύεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἀρνητικοῦ ἐλάσματος ἐμφανίζεται ὑδρογόνον, ἐνῶ τὸ ἄλλο ὀξειδοῦται.

Ἐὰν νῦν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τῶν μολυβδίνων ἐλασμάτων μετὰ τῆς στήλης καὶ ἐνώσωμεν αὐτὰ ἐξωτερικῶς διὰ σύρματος, παράγεται ἐντὸς τούτου ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὡς ἐὰν τὸ σύστημα τῶν δύο ἐλασμάτων μετὰ τοῦ μίγματος θεϊκοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος ἦτο στοιχεῖον ἠλεκτρικόν, ἔχον ὡς θετικὸν πόλον τὸ ἔλασμα, τὸ συνδεθὲν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐκλήθη ἀποδότης ἢ συσσωρευτής.

Μετὰ τινα χρόνον λειτουργίας τοῦ ἀποδότου τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα καταπαύει. Ἴνα ὁ ἀποδότης δυνηθῇ νὰ λειτουργήσῃ ἐκ νέου, δεόν νὰ συνδεθῇ πάλιν μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἥτοι νὰ πληρωθῇ, ὅτε ἡ διαφορά δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους του δύναται νὰ γίνῃ

2,4 βόλτ. Δι' ἀποδοτῶν σχηματίζονται καὶ στήλαι, ὅπως διὰ τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν στοιχείων.

Ἐντὶ τῶν μολυβδίνων πλακῶν συνήθως πλέγμα μολύβδινον (σχ. 133), τοῦ ὁποῦ τοῦ τὰ κενὰ πληροῦνται εἰς μὲν τὴν θετικὴν πλάκα διὰ μινίου καὶ λιθαργύρου, εἰς δὲ τὴν ἀρνητικὴν πλάκα διὰ πρωτοξειδίου τοῦ μολύβδου. Ὅταν πληρῶται τὸ στοιχεῖον, ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου παράγεται ὑπεροξειδίν τῶ μολύβδου, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μεταλλικὸς μολύβδος. Ὅταν τὸ στοιχεῖον ἐκκενωθῆται, καὶ οἱ δύο πόλοι μετατρέπονται εἰς θεϊκὸν μολύβδον.



Σχ. 133.

β') Θερμαντικὰ καὶ φωτεινὰ ἀποτελέσματα.

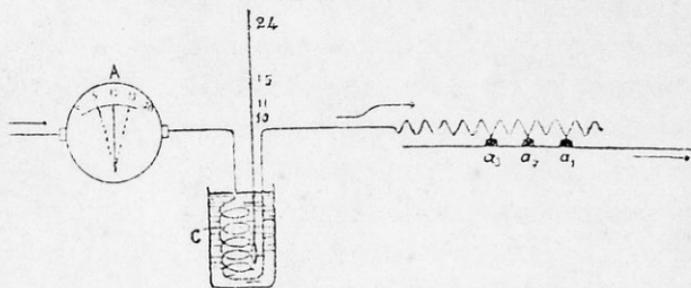
118. **Θέρμανσις τῶν ἀγωγῶν.**—Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸν ἀγωγόν, δι' οὗ διέρχεται. Ὅταν δὲ ἡ ἔντασις αὐξάνῃ, καὶ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγωγοῦ καθίσταται ἰσχυροτέρα. Ἐὰν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διέλθῃ διὰ συρμάτων χαλκοῦ, σιδήρου καὶ ἄλλων μετάλλων, δύναται νὰ τὰ θερμάνῃ τόσον, ὥστε νὰ τακῶσιν ἢ καὶ νὰ ἐξαερῶσιν ἀκόμη μετὰ λαμπροῦ φωτός.

119. **Νόμοι τοῦ Joule.**—Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀναπτύσσεται κατὰ τὴν διάβασιν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος δι' ἀγωγῶν, μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, τῆς ἀντιτάσεως τοῦ ἀγωγῶν κλπ.

1ος Νόμος. Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ἀναπτυσσόμενον ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ ἐπὶ τινος ἀγωγῶν, εἶναι ἀνάλογον τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

Ὁ νόμος οὗτος δύναται νὰ ἐπαληθευθῇ ὡς ἑξῆς. Ἐντὸς τοῦ ὕδατος δοχείου C (σχ. 134) βυθίζομεν ἀφ' ἐνὸς λεπτοῦ σύρμα τοῦ ὁποῦ τοῦ τὰ ἄκρα συγκοινωνοῦσι μετὰ τῶν δύο πόλων στήλης καὶ ἀφ' ἐτέρου θερμομέτρον πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, οὗτινος γνωρίζομεν τὸ βάρος. Διαβιδάζομεν ρεῦμα γνωστῆς ἐντάσεως ἐπὶ ὀρισμένον χρόνον π. χ. 10". Τὴν ἔντασιν δὲ ταύτην αὐξάνομεν εἰτα εἰς διπλασίαν, τριπλασίαν κλπ. διατηροῦντες αὐτὴν

σταθεράν ἐκάστην φοράν ἐπὶ 10". Θὰ εὕρωμεν, ὅτι ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας διὰ τῆς διπλασίας ἐντάξεως εἶναι τετραπλασία τῆς

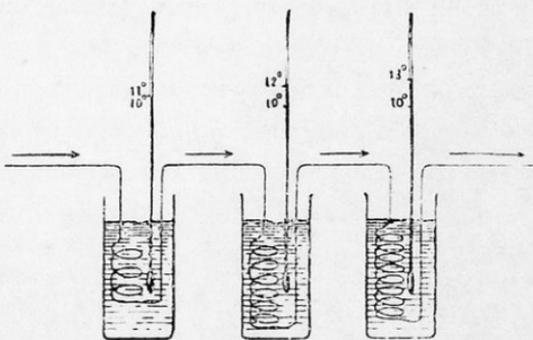


Σχ. 134.

ἐπελθούσης διὰ τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος, διὰ τῆς τριπλασίας ἐντάξεως ἐννεαπλασία κλπ. Ἐπομένως καὶ αἱ ποσότητες θερμότητος μεταβάλλονται ὁμοίως, ἤτοι εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἐντάξεων.

2^{ος} Νόμος. Ἡ ποσότης τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ ἐντὸς ἀγωγοῦ εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τούτου.

Πρὸς ἐπαλήθευσιν τούτου λαμβάνομεν πολλὰ δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ τοῦ αὐτοῦ βάρους (σχ. 135), καὶ ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐβυθίσθησαν σύρματα διαφόρων ἀντιστάσεων καὶ θερμομέτρα. Τὰ σύρματα συνδέονται πρὸς ἄλληλα ἐν συνεχείᾳ καὶ μετὰ τῶν δύο πόλων



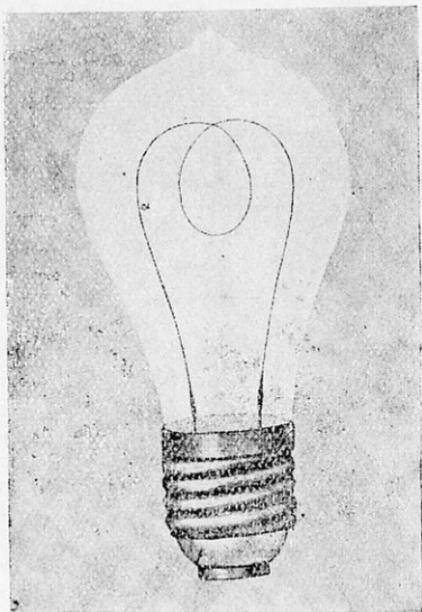
Σχ. 135.

στήλης. Τὸ διερχόμενον ρεῦμα διὰ τῶν ἀντιστάσεων ἔχει τὴν αὐτὴν ἐντασιν· ἐὰν μετὰ ὀρισμένον χρόνον προσδιορίσωμεν τὰς θερμοκρασίας εἰς τὰ διάφορα δοχεῖα, εὕρισκομεν ἀνυψώσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς ἀντιστάσεις τῶν ἐν αὐτοῖς συρμάτων, τοῦθ' ὕπερ ἐπαληθεύει τὸν νόμον.

Ἡ ποσότης τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος εἰς τὰ προηγούμενα

πειράματα γίνεται διπλασία, τριπλασία κλπ., όταν ο χρόνος της διάδοσης του ρεύματος διπλασιασθῆ, τριπλασιασθῆ κλπ.

120. **Ἐφαρμογὰί.** 1^{ον} *Λαμπτήρ Edison.* — Ἐπὶ τῶν προηγουμένων αποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος βασίζεται ὁ τοῦ Edison ἠλεκτρικὸς λαμπτήρ, δι' οὗ φωτίζονται αἱ οἰκίαι, τὰ καταστήματα κλπ. Ὁ λαμπτήρ οὗτος (σχ. 136) ἀποτελεῖται ἐκ κοίλης υαλίνης σφαίρας κενῆς ἀέρος καὶ ἐν τῇ ὁποίᾳ ὑπάρχει ἀγωγὸς α εἰς σχῆμα συνήθως ἰππείου πετάλου, ἀποτελούμενος ἐξ ἀπνηθρακωμένης ἰνὸς Ἰνδοκαλάμου. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, διαδιδόμενον διὰ τοῦ νήματος θερμαίνει αὐτὸ τόσο, ὥστε πυρακτοῦται καὶ ἐκπέμπει λευκὸν φῶς. Τὸ νῆμα τότε δὲν καίεται, διότι ἐντὸς τῆς υαλίνης σφαίρας, κενῆς οὖσης ἀέρος, δὲν ὑπάρχει ὀξυγόνον.

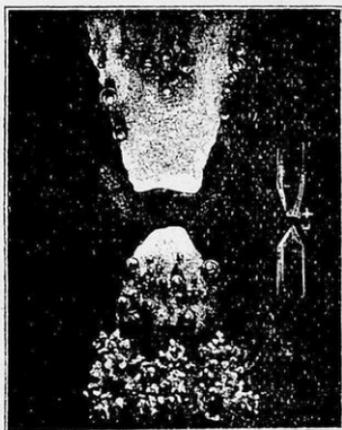


Σχ. 136.

Ἐσχάτως ἀντὶ τοῦ τῆς ἀπνηθρακωμένης ἰνὸς λαμβάνεται λεπτὸν σύρμα μετάλλινον (τανταλίνου, ὀσμίου κλπ). Οἱ λαμπτήρες οὗτοι καλούμενοι μεταλλικοὶ εἶναι πολὺ οἰκονομικώτεροι τῶν τοῦ Edison.

2^{ον} *Βολταικὸν τόξον.* Ἐὰν ἐνώσωμεν τοὺς δύο πόλους ἰσχυρᾶς στήλης δι' ἀγωγῶν μετὰ δύο ἀνθρώκων συμπαγῶν, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα εὐρίσκονται εἰς ἐπαφὴν καὶ διαδιδάσωμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τὰ ἄκρα τῶν ἀνθρώκων θερμίνονται ἰσχυρῶς καὶ τέλος, ἀπομακρυνόμενων τούτων ἀπ' ἀλλήλων, σχηματίζεται μεταξύ των ζωηρότατον φωτεινὸν τόξον (σχ. 137), ὅπερ καλεῖται βολταικὸν τόξον. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου κατασκευάζονται ἐπίσης λαμπτήρες δι' ὧν φωτίζονται οἰκίαι, ὁδοὶ κλπ. Ἐπίσης τὸ φῶς τῶν προβολέων τῶν πλοίων ἢ τὸ τῶν μεγάλων φάρων εἶναι τιαύτης φύσεως. Εἰς τοὺς

τελευταίους τούτους μέγα βολταϊκόν τόξον εὑρίσκεται παρὰ τὴν ἐστίαν φακῶν καὶ κατοπτρῶν, συγκεντρούντων τὸ φῶς πρὸς ὠρισμένας διευθύνσεις.



Σχ. 137.

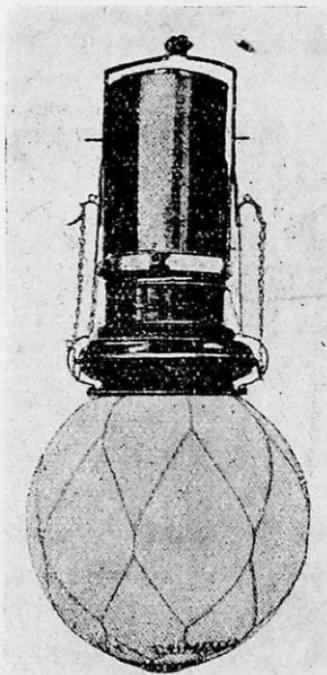
139) ἐκ διαφόρων μετάλλων, π. χ. χαλκοῦ καὶ σιδήρου καὶ συγκολλησῶμεν ἀνά δύο τὰ ἄκρα αὐτῶν ἀποτελεῖται κύκλωμα ἐν τῷ ὁποίῳ, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ τοῦ κυκλώματος, οὐδὲν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παρατηρεῖται. Ἐὰν ὅμως ἡ θερμοκρασία κατὰ τὰ σημεῖα τῆς μιᾶς συνεπαφῆς τῶν δύο μετάλλων εἶναι διάφορος τῆς θερμοκρασίας τῆς ἄλλης παράγεται ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διατρέχει τὸ κύκλωμα. Τὸ ρεῦμα τοῦτο ὑφίσταται καὶ ἔχει τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ἐφ' ὅσον διατηροῦνται σταθεραὶ καὶ αἱ θερμοκρασίαι τῶν δύο ἐπαφῶν τοῦ θερμοηλεκτρικοῦ στοιχείου, ὡς καλεῖται τὸ κύκλωμα $CuFe$.

Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο ἔχομεν μετατροπὴν τῆς θερμαντικῆς ἐνεργείας εἰς ἠλεκτρικὴν κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὸ προηγουμένως ἐξετασθέν, καθ' ὃ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετετρέπετο εἰς θερμαντικὴν.

Αἱ ιδιότητες (ἐντασις κλπ.) τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς τὸ θερμοηλεκτρικὸν στοιχεῖον μεταβάλλονται, ὅταν μετα-

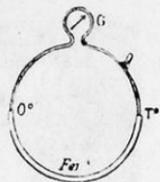
3ον Ἡλεκτρικὴ κάμινος. Ἡ θερμοκρασία, ἡ ἀναπτυσσομένη ταυτοχρόνως διὰ τοῦ βολταϊκοῦ τόξου εἶναι μεγίστη (3000° καὶ ἄνω), διὸ καὶ δι' ὁμοίας μεθόδου τήκονται σώματα δυστηκτότατα, ἅτινα παρεντίθεται εἰς τοὺς ἄνθρακας.

121. **Θερμοηλεκτρικὰ φαινόμενα.**— Ἐὰν λάβωμεν δύο σύρματα ἢ ράβδους Cu καὶ Fe (σχ.



Σχ. 138.

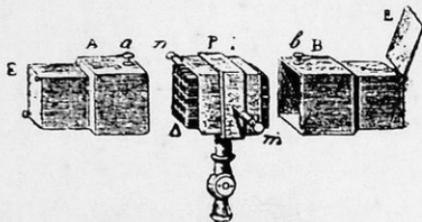
δληθῆ ἢ φύσις τῶν συνιστῶντων αὐτὸ μετάλλων καὶ ἡ θερμοκρασία τῶν ἐπαφῶν. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τῆς μιᾶς ἐπαφῆς αὐξάνῃ συνεχῶς, τῆς ἄλλης διατηρουμένης σταθερᾶς, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τινὰ στοιχεῖα αὐξάνει ἐπίσης. Εἰς τὰς περισσοτέρας ὁμως περιπτώσεις, π. χ. χαλκοῦ—σιδήρου, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος φθάνει εἰς μεγίστην τινὰ τιμὴν, κατόπιν ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ τέλος τὸ ρεῦμα μεταβάλλει διεύθυνσιν.



Σχ. 139

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν θερμοηλεκτρικῶν τούτων ρευμάτων κατασκευάζονται καὶ στήλαι, ἀποτελούμεναι ἐκ πλείστων θερμοηλεκτρικῶν στοιχείων. Τοιαύτη εἶναι ἡ στήλη τοῦ *Melloni*, συνισταμένη ἐκ πολλῶν μικρῶν ραβδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλώ-

μενα ἀποτελοῦσι κύβον P (σχ. 139B). Εἰς τοῦτον αἱ ἐπαφαὶ τάξεως ἀρτίας κείνται πρὸς μίαν ἔδραν αὐτοῦ, αἱ δὲ ἐπαφαὶ m τάξεως περιττῆς πρὸς τὴν ἀντίθετον ἔδραν αὐτοῦ. Ἡ στήλη αὕτη καλεῖται καὶ θερμοπολλαπλασιαστικῆς, εἶναι δὲ τόσοσιν εὐαίσθητος, ὥστε ἐὰν πλησιάζωμεν πρὸς τὴν



Σχ. 139B.

μίαν τῶν δύο τούτων ἐδρῶν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἢ βελόνην εὐπιθουῶς γαλβανομέτρου, συνδεομένη μετὰ τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ, ἀποκλίνει αἰσθητῶς.

γ') Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.

122. **Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.**— Ἐὰν λάδωμεν ἀνὰ χεῖρας τοὺς δύο πόλους στήλης ἰσχυρᾶς, αἰσθανόμεθα ζωηρὸν τινὰ γμόν, ἰδίως ἐὰν αἱ χεῖρες ἡμῶν ἐδράχησαν προηγουμένως, ὅτε ὁ ἠλεκτρισμὸς διέρχεται δι' αὐτῶν εὐκόλως. Ὁ τινὰ γμὸς οὗτος καθίσταται ἀνυπόφορος καὶ δύναται νὰ ἀποβῆ θανατηφόρος, ἐὰν ἡ στήλη σύγκεται ἐκ 200 καὶ πλέον στοιχείων κατὰ τάσιν.

Ἡ δίοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ σώματος ζῆου προκαλεῖ συστολὰς καὶ διαστολὰς τῶν μυῶν του. Ἐπίσης ἐπέρχεται ἠλεκτρόλυσις τοῦ αἵματος, ἀποτελοῦσα τὸ πρωτεῖον αἷτιον τῶν δυστυχημάτων, ὡς καὶ ἐγκαύματα συμβαίνουσι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον σοβαρὰ ἐπὶ τοῦ σώματος, ἰδίως κατὰ τὰς ἐπαφὰς τούτου μετὰ τῶν ἀγωγῶν.

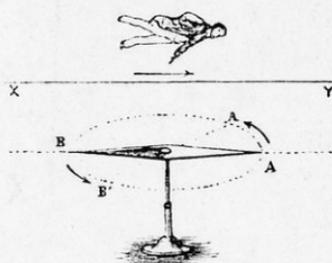
Ἐκτός τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων τὸ ρεύμα προκαλεῖ καὶ μηχανικὰ ὡς καὶ μαγνητικά. ἅτινα θὰ ἐξετάσωμεν ἀμέσως ἰδιαιτέρως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

123. Μαγνητικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ρεύματος. —

Τὰ ρεύματα, ἐκτός τῶν προηγουμένων ἀποτελεσμάτων των, ἐπιδρῶσι



Σχ. 140.

καὶ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν καὶ ἀντιστρόφως, οἱ μαγνήται ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τῶν ρευμάτων. Ἐὰν λάβωμεν μαγνητικὴν βελόνην, δυναμένην νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ ἄξονα κατακόρυφον (σχ. 140), ἡ βελόνη αὕτη θὰ τοποθετηθῇ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Ὅταν ὅμως ὑπεράνω αὐτῆς καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσίν της φέρωμεν ἄγωγόν ΧΨ, διαρρεόμενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἡ βελόνη ἀμέσως ἀλλάσσει διεύθυνσιν καὶ ἀποκλίνει τῆς ἀρχικῆς θέσεώς της.

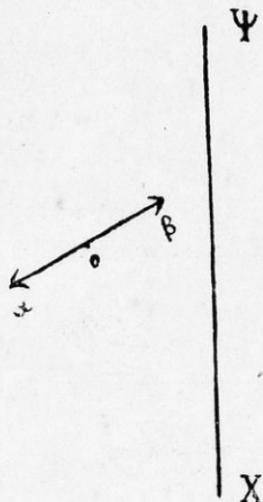
Ἐὰν φαντασθῶμεν ἄνθρωπον, παρατηροῦντα τὴν βελόνην καὶ κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ οὕτως, ὥστε τὸ ρεύμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν του καὶ νὰ ἐξέρχεται ἐκ τῆς κεφαλῆς του (σχ. 140), ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης στρέφεται πάντοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ τούτου. Ἐὰν μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος, ἡ βελόνη ἀποκλίνει ἀντιθέτως. Ἡ ἀπόκλισις τῆς βελόνης παραμένει ἡ αὐτή, ὅταν καὶ τὸ ρεύμα ἐν τῷ ἀμεταθέτῳ ἀγωγῷ ΧΨ διατηρηθῇ σταθερὸν κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν. Ἀὑξανομένης ἢ ἐλαττωμένης τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἡ ἀπόκλισις τῆς βελόνης αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται.

Μεταβολαὶ μετὰ τῆς σχετικῆς θέσεως ἀγωγοῦ καὶ βελόνης. — Ἡ ἀπόκλισις τῆς βελόνης δὲν εἶναι ἡ αὐτή διὰ διαφόρους θέσεις τοῦ ρεύματος ὡς πρὸς τὴν βελόνην. Ἀπομακρυνομένου τοῦ ρεύματος ἀπὸ τῆς βελόνης ἡ ἀπόκλισις ταύτης ἐλαττοῦται. Ἐὰν τὸ ρεύμα τεθῇ

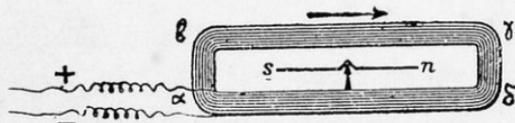
καὶ ἐπὶ τῆς βελόνης, ἡ ἀπόκλισις αὐτῆς ἐλαττοῦται. Ἐὰν τὸ ρεύμα τεθῇ

κατακόρυφως ΧΨ (σχ. 141) και παρά τὸν ἓνα τῶν πόλων τῆς βελόνης, παρατηρεῖται ἀπόκλισις, ἀκολουθεῖσα τὸν αὐτὸν μὲν κανόνα, ἐὰν ὁ παρατηρούμενος ὑπὸ τοῦ παρατηρητοῦ πόλος εἶναι ὁ βόρειος, ἀντίθετον δὲ ἐὰν εἶναι ὁ νότιος. Ἔνεκα τούτου, ἐὰν ἀγωγὸς περιτυλιχθῇ ἐφάπαξ περὶ τὴν βελόνην (σχ. 142), ἡ ἐνέργεια τῶν τμημάτων αβ, βγ, γδ, δα συμβάλλει πρὸς αὔξησιν τῆς ἀποκλίσεως.

Γαλβανόμετρον. — Δοθέντος, ὅτι ὠρισμένη ἔντασις ρεύματος ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐπιφέρει ἀπόκλισιν ὠρισμένην τῆς μαγνητικῆς βελόνης, δυνάμεθα ἀντιστρόφως νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, γνωρίζοντας τὴν ἀπόκλισιν, ἣν προκαλεῖ ὑπὸ ὠρισμένους ὅρους. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζονται τὰ ὄργανα, τὰ καλούμενα γαλβανόμετρα (σχ. 143). Ταῦτα ἀποτελοῦνται κυρίως ἐκ μαγνητικῆς βελόνης BB (σχ. 143), δυναμένης νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα



Σχ. 141.



Σχ. 142.

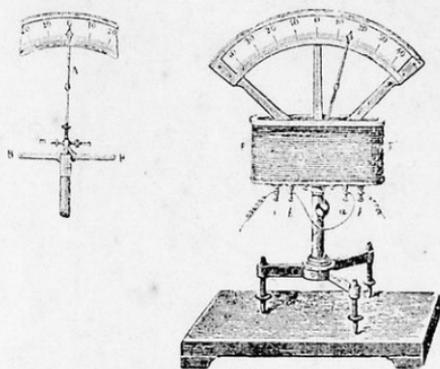
κατακόρυφον ἢ ὀριζόντιον καὶ περὶ τὴν ὁποῖαν περιτυλίσσεται πολλάκις κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν ἀγωγὸς FF', περιβεβλημένος δι' ἀπομονωτικῆς οὐ-

σίας καὶ ἔχων τὰ ἄκρα του εἰς τὸ α καὶ β. Τοιοῦτοτρόπως πολλαπλασιάζεται ἡ ἐπίδρασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγὸν τοῦτον τοῦ γαλβανομέτρου, ἐπὶ τῆς βελόνης. Δείκτης Α, ἐστερεωμένος ἐπὶ τῆς βελόνης, κινεῖται ἐνώπιον ὑποδιηρημένου τόξου κύκλου. Τὸ τόξον τοῦτο βαθμολογεῖται π. χ. ἐν συγκρίσει μετὰ βολταμέτρου.

Διὰ τοῦ γαλβανομέτρου διαγιγνώσκομεν οὐ μόνον τὴν ὑπαρξίν ρεύματος, ἀλλὰ καὶ τὴν ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν αὐτοῦ. Πρὸς τοῦτο

παρεντίθεται τὸ γαλβανόμετρον εἰς τὸ ρεῦμα, τῇ βοήθειᾳ τῶν ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ του.

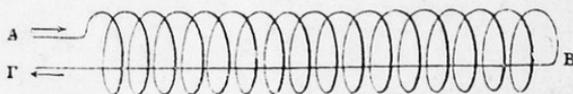
124. **Πηνία.** — Ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ρεύματος τινος περιτυλιχθῇ



Σχ. 143.

σπειροειδῶς, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 144, σχηματίζεται τὸ καλούμενον ἠλεκτρικὸν πηνίον¹⁾. Τὰ πηνία ταῦτα παρουσιάζουσι τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ὡς καὶ οἱ μαγνήται. Ἐὰν π.χ. πλησιάσωμεν τὸ ἐν τῶν ἄκρων τοιοῦτου πηνίου εἰς τοὺς πόλους μαγνητικῆς βελόνης, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἔλκει μὲν τὸν ἕνα τῶν πόλων της, τὸ δὲ

ἕτερον ἀπωθεῖ, ὡς θὰ συνέβαινεν, ἐὰν τὸ πηνίον ἦτο μαγνήτης. Καὶ ἀντιστρόφως, ἐὰν εἰς πηνίον κινητὸν περὶ ἄξονα κατακόρυφον καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου του, πλησιάσωμεν τὸν ἕνα τῶν πόλων μαγνήτου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ



Σχ. 144.

μὲν ἐν τῶν ἄκρων τοῦ πηνίου ἔλκεται, ἐνῶ τὸ ἄλλο ἀπωθεῖται. Τὸ αὐτὸ πηνίον λαμβάνει ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς γῆς, ὡς ἡ βελόνη, διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον καὶ διακρίνομεν ἐξ ὄλων τῶν πειραμάτων δύο πόλους εἰς αὐτό, ὡς καὶ εἰς μαγνήτην.

Τὰ ρεύματα λοιπὸν παρουσιάζουσι μαγνητικὰς ἐξωτερικὰς ιδιότητας κατ' οὐδὲν διαφερούσας τῶν μαγνητῶν. Τὸ σχῆμα 145 παριστᾷ διατάξεις ῥινημάτων σιδήρου τῇ ἐπιδράσει ρευμάτων, ἀναλόγους πρὸς τὰς διὰ μαγνητῶν παραγομένας. Ἐὰν λάβωμεν δύο πηνία, ὡς τὰ AB καὶ A'B' (σχ. 146), θὰ παρατηρήσωμεν ἐπίσης ἕλξεις καὶ ὤσεις μεταξὺ αὐτῶν ὁμοίας πρὸς τὰς μεταξὺ δύο μαγνητῶν.

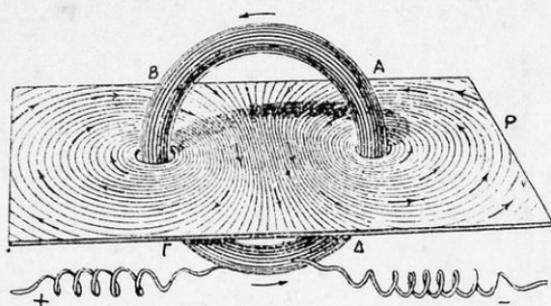
¹⁾ Τὸ τοιοῦτοτρόπως περιτυλισσόμενον σύρμα κλεῖται συνήθως σωληνοειδὲς πρὸς διάκρισιν τῶν πηνίων, τὰ ὅποια ἐν γένει συνίστανται ἐκ πολλῶν στρωμάτων σύρματος.

125. **Μαγνήτισις διὰ ρευμάτων.** — Ἡλεκτρομαγνή-
της. — Ἐάν ἐντὸς πηνίου εἰσαγάγωμεν ῥάβδον αβ (σχ. 147) ἐκ μα-

λακοῦ σιδήρου καὶ
διαδιδάσωμεν διὰ τοῦ
ἄγωγου τοῦ πηνίου
ἠλεκτρικὸν ρεύμα, ἡ
ῥάβδος μαγνητίζεται.

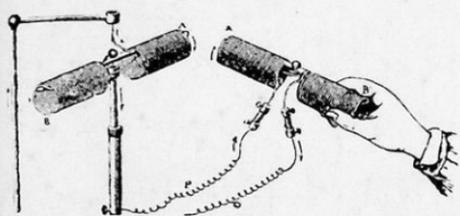
Ὅταν ὅμως τὸ ἠλε-
κτρικὸν ρεύμα διακο-
πῆ, καὶ ὁ σίδηρος χά-
νει τότε τὴν μαγνη-

τικὴν του ἰδιότητα. Τοιοῦτον ὄργανον ἀποτελούμενον ἐκ μαλακοῦ
σιδήρου, περιβαλλομένου ὑπὸ σπειροειδοῦς ἄγωγου, καλεῖται ἠλε-



Σχ. 145.

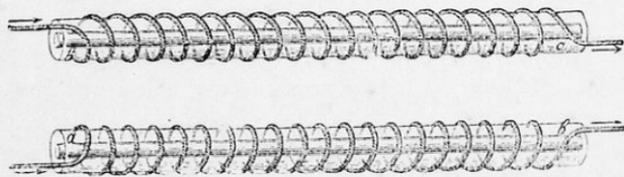
κτρομαγνήτης. Εἰς τοὺς ἠλε-
κτρομαγνήτας δίδεται πολλά-
κις σχῆμα ἰπείου πετάλου
(σχ. 148). Ὅταν τὸ ρεύμα διέρ-
χεται διὰ τοῦ ἄγωγου τοῦ πη-
νίου, ὁ μαλακὸς σίδηρος μετα-
βάλλεται εἰς μαγνήτην, τοῦ
ὁποῦ ἡ δύναμις δύναται νὰ



Σχ. 146.

καταστῆ λίαν μεγάλη.

Ὅταν ἀντὶ μαλακοῦ σιδήρου λάβωμεν χάλυβα καὶ τὸν εἰσαγά-
γωμεν ἐντὸς τοῦ πηνίου, ὁ χάλυψ μαγνηρίζεται καὶ διατηρεῖ τὴν

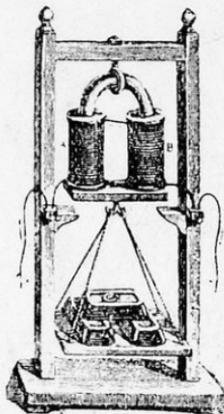


Σχ. 147.

μαγνητικὴν του δύναμιν καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύ-
ματος. Οὕτω κατασκευάζονται σήμερον οἱ μαγνήται.

126. **Ἐφαρμογαί.** — Τηλέγραφος. Τὰ ἀποτελέσματα, τὰ

ὅποια ἐπιφέρει τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. ἐχρησιμοποιήθησαν εἰς τὴν ἐξ ἀποστάσεως συνεννόησιν. Ἐὰν συνδέσωμεν δύο τόπους A καὶ B (σχ.

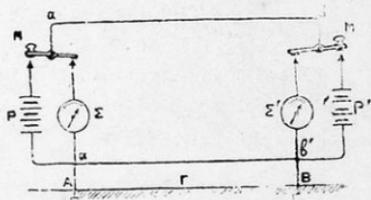


Σχ. 148.

149) διὰ διπλοῦ σύρματος αβ καὶ α'β' καὶ ἐγκαταστήσωμεν εἰς τὸν τόπον A ἠλεκτρικὴν στήλην P, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἐκπεμπόμενον ἐκ τοῦ τόπου A, θν φθάσῃ εἰς τὸν τόπον B, ὅπου ἡ παρουσία του δύναται νὰ καταστή αἰσθητή, π.χ. διὰ γαλβανομέτρου Σ. Ὅταν θὰ διερχῆται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ μαγνητικὴ βελόνη θὰ ἀποκλίνει· ὅταν δὲ ἐκεῖνο θὰ παύῃ διερχόμενον, ἡ βελόνη θὰ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν.

Τοιοῦτοτρόπως δυνάμεθα νὰ συνεννοηθῶμεν ἐξ ἀποστάσεως διὰ συνημάτων, ἀποτελουμένων ἐξ ἀριθμοῦ τινος διακοπῶν τοῦ ρεύματος, ἀντιπροσωπευσῶν τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου.

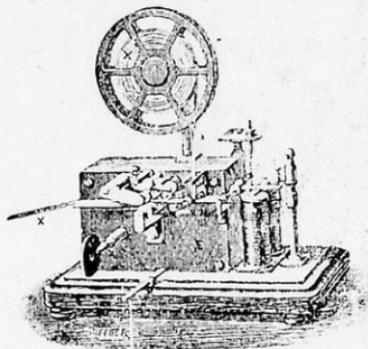
Εἰς τὸν συνηθὴ τηλεγράφον τοῦ Morse τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὸν σταθμὸν B διέρχεται οὐχὶ διὰ γαλβανομέτρου, ἀλλὰ δι' ἐνὸς ἠλεκτρομαγνήτου E (σχ. 150), ὅστις ἔλκει τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου A, ὁσάκις τὸ ρεῦμα διέρχεται. Ὁ σίδηρος οὗτος συνδέεται μετὰ δείκτου α, ὁ ὅποιος γράφει ἐπὶ ταινίας X γραμμὰς καὶ στιγμὰς, ἀντιπροσωπεύουσαι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, π.χ. α = —, β = — . . ., γ = — — . κλπ. Ὅταν διαρκῆ σχετικῶς πολὺ τὸ ρεῦμα, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης E ἔλκει τὸν σίδηρον A καὶ κρατεῖ αὐτὸν κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον καὶ οὕτω γράφεται ἡ παύλα γραμματός τινος. Διὰ τὰς στιγμὰς τὸ ρεῦμα διαρκεῖ ἐλάχιστον χρόνον.



Σχ. 149.

Ὁ ἀγωγὸς ὅμως, ὁ συνδέων τούς δύο τόπους A καὶ B, δὲν εἶναι διπλοῦς ἀλλ' ἀπλοῦς, διότι ἀντὶ τοῦ ἐνὸς ἐξ αὐτῶν α'β' (σχ. 149) ἐχρησιμοποιήθη ἡ γῆ. Οὕτω τὸ ρεῦμα ἀναχωρεῖ ἐκ τοῦ A, διέρχεται διὰ τοῦ ἐνὸς ἀγωγοῦ αβ, φθάνει εἰς τὸν σταθμὸν B καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸν σταθμὸν A διὰ τῆς γῆς BA.

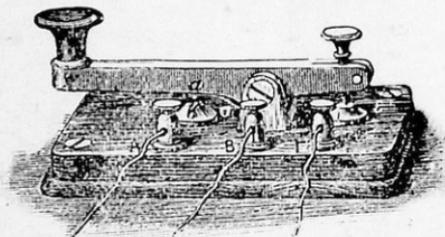
Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑπάρχουσι κυρίως στήλη ἠλεκτρική, μηχανήμα, περιλαμβάνον τὸν ἠλεκτρομαγνήτην καὶ καλούμενον δέκτης (σχ. 150) καὶ ὄργανόν τι, χρησιμεύον πρὸς διακοπὴν τοῦ ρεύματος, ὁ πομπὸς (σχ. 151). Μεταξὺ τῶν σταθμῶν ἐκτείνεται τὸ σύρμα, ὅπερ στηρίζεται ἐπὶ ἀπομονωτικῶν σωμάτων, προσηρμοσμένων ἐπὶ ξυλίνων στύλων.



Σχ. 150.

Ἡλεκτρικὸς κώδων. — Ὁ ἠλεκτρικὸς κώδων ἀποτελεῖται ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου Ε (σχ. 152), ἀπέναντι τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τε-

μάχιον μαλακοῦ σιδήρου α, προσκεκολλημένον εἰς τὸ ἄκρον ἐλάσματος. Ὁ μαλακὸς σίδηρος φέρει μικρὰν σφύραν Ρ, ἔμπροσθεν τῆς ὁποίας ὑπάρχει κώδων Τ. Ἐὰν διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διέλθῃ ρεῦμα, ὁ μαλακὸς σίδηρος, ἐλκόμενος, κρούει τὸν κώδωνα διὰ τῆς σφύρας ἅπαξ. Συνήθως ὅμως τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, πρὶν ἢ μεταθῆ εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, διέρχεται πρῶτον δι'

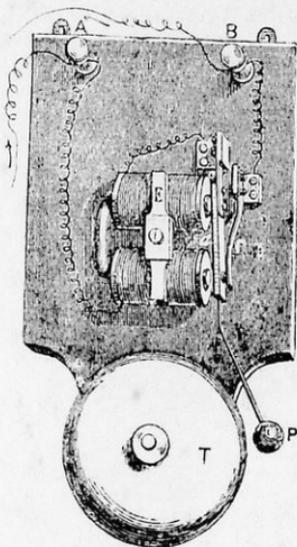


Σχ. 151.

ἀγωγῷ Γ, ὅστις ἐφάπτεται τοῦ ἐλατηρίου καὶ κατόπιν μεταβαίνει εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην. Οὕτως, ὅταν τὸ ρεῦμα διέλθῃ, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν μαλακὸν σίδηρον καὶ τὸν ἀποσύρει ἀπὸ τοῦ ἀγωγῷ, μεθ' οὗ εὐρίσκειται εἰς ἐπαφὴν. Τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἀφήνει τὸν μαλακὸν σίδηρον νὰ επιστρέψῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Ἄλλ' ἀμέσως ἢ ἐπαφὴ ἀποκαθίσταται ἐκ νέου καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται, προκαλοῦν νέαν ἔλξιν τοῦ μαλακοῦ σιδήρου καὶ οὕτω καθεξῆς.

127. Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ρεύματος. — Ὡς εἶδομεν, μεταξὺ δύο πηγῶν, ὡς τὰ ΑΒ καὶ Α'Β', ὑφίστανται ἔλξεις καὶ ὄψεις ὅμοια: πρὸς τὰς μεταξὺ δύο μαγνητῶν. Ἔνεκα τῶν ἔλξεων

καὶ ὡσεων τούτων μεταξύ τῶν δύο πηνίων εἶναι δυνατόν νὰ κινηθῶσι ταῦτα, ὅπως καὶ ἐν τῇ περιπτώσει τῶν μαγνητῶν.



Σχ. 152.

Ἀλλὰ καὶ ὅταν ἀκόμη τὸ ρεῦμα διατρέχει κλειστὸν ἀπλοῦν ἀγωγὸν παρατηροῦνται 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 ρεῦμα διαρρέῃ ἀμφοτέρους, 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.

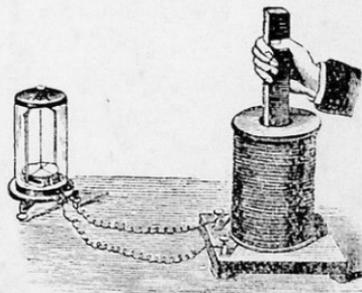
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ

128. **Ῥεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.**— Ἡλεκτρικὰ ρεύματα εἶναι δυνατόν νὰ παραχθῶσι καὶ κατ'ἴδιον τινὰ τρόπον, ἀνακαλυφθέντα ὑπὸ τοῦ Faraday, ὅτε καλοῦνται ἐξ ἐπαγωγῆς. Περιπτώσεις τοῦ τρόπου τούτου εἶναι αἱ ἐπόμεναι.

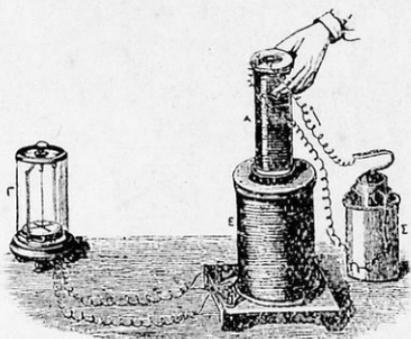
1ον Ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ μαγνήτου.—

Ἐστω Π (σχ. 153) πηνίον τι, συνδεδεμένον διὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ σύρματός του μετὰ γαλβανόμετρου Γ. Τὸ γαλβανόμετρον οὐδεμίαν ἀποκλίσιν δεικνύει καὶ τὸ πηνίον δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος. Ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν ἐν τῇ πηνίῳ μαγνήτην Μ θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ γαλβανόμετρον ἀποκλίνει,



Σχ. 153.

υποδεικνύον, ὅτι κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ μαγνήτου ἐν τῷ πηνίῳ παρήχθη ἐν τούτῳ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ρεῦμα τοῦτο διαρκεῖ καθ' ὅν χρόνον εἰσάγεται ἐν τῷ πηνίῳ ὁ μαγνήτης καὶ καταπαύει, ὅταν ὁ μαγνήτης σταθῇ.



Σχ. 154.

Ἐὰν νῦν ἐξαγάγωμεν τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηνίου, τὸ σύρμα τούτου διαρρέεται, ὡς δεικνύει τὸ γαλβανόμετρον, ὑπὸ ρεύματος ἀντιθέτου τοῦ προηγουμένου καὶ διαρκεῖ ὅσον καὶ ἡ κίνησις τοῦ μαγνήτου.

Ἄλλὰ καὶ εἰς ἀπλοῦν ἀγωγὸν κλειστὸν, ἐὰν πλησιάσωμεν ἢ ἀπομακρύνωμεν μαγνήτην, παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς.

2ον Ἐπαγωγή διὰ ῥευμάτων. α') Ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγεται ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ πηνίου E (σχ. 154) ἐὰν ἐντὸς τούτου εἰσαχθῇ ἀντὶ τοῦ μαγνήτου ἕτερον πηνίον A, διαρροέμενον ὑπὸ ῥεύματος. Κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν ταύτην παράγεται ρεῦμα καὶ εἰς τὸ πηνίον E. Ἐὰν ἐξαγάγωμεν τὸ πηνίον A, παράγεται πάλιν ρεῦμα ἐν τῷ E ἀντιθέτου ὅμως φοράς πρὸς τὸ προηγουμένως παραχθέν.

β') Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ πηνίον E ἐντὸς τοῦ A, ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς δὲν παράγεται ἐν τῷ E ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα, τὸ διαρρέον τὸ A εἶναι σταθερόν. Ἐὰν ὅμως διακόψωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ A ἢ μεταβάλωμεν τὴν ἔντασίν του, τότε εἰς τὸ E παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ὅπωςδήποτε καὶ ἂν μεταβληθῇ τὸ ρεῦμα τοῦ A, θὰ παραχθῇ εἰς τὸ E ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς.

Ἐπίσης παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ὅταν ἀποκαθιστῶμεν ἐκ νέου τὸ διακοπὴν ρεῦμα τοῦ πηνίου A.

γ') Δὲν ἀπαιτεῖται τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα A νὰ διαρρέῃ ὀλόκληρον πηνίον, ἵνα παραχθῇ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐν γένει, ἀγωγὸς οἰοσδήποτε AB διαρροέμενος ὑπὸ ρεύματος, δύναται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ ἑτέρου οἰοσδήποτε DE καὶ νὰ παραγάγῃ ἐν τούτῳ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς εἴτε διὰ διακοπῆς ἢ ἄλλης μεταβολῆς τοῦ ρεύματος τοῦ ἀγωγοῦ AB, εἴτε διὰ μεταθέσεως τούτου κ.τ.τ.

3ον Αὐτεπαγωγή. — ῥεῦμά τι, διαρρέον ἀγωγόν, δὲν προκαλεῖ μόνον ἐπὶ ἐτέρου ἀγωγοῦ ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου του ἀγωγοῦ, ὃν διαρρέει. Ἔστω π. χ. ὅτι σύρμα τι κλειστόν, διαρρέομενον ὑπὸ ῥεύματος, κόπτεται εἰς τι σημεῖον καὶ τὸ ῥεῦμα διακόπτεται. Ἡ διακοπὴ αὕτη τοῦ ῥεύματος δὲν προκαλεῖ μόνον εἰς τοὺς πέριξ ἀγωγούς ῥεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἀλλὰ καὶ ἐντὸς τοῦ κοπέντος ἀγωγοῦ τοῦ ῥεύματος. Τὸ τοιοῦτον ἐξ ἐπαγωγῆς ῥεῦμα, τὸ παραγόμενον ἐντὸς τοῦ ἰδίου ἀγωγοῦ ῥεύματός τινος, καλεῖται ἐπίρρουμα, καὶ λέγομεν, ὅτι προσέρχεται ἐξ αὐτεπαγωγῆς. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὰ ἄκρα δύο συρμάτων, τῶν ὁποίων τὰ ἕτερα δύο ἄκρα ἠνώθησαν μετὰ τῶν δύο πόλων ἤλεκτρικῆς στήλης ἐκ 10 π. χ. στοιχείων κατὰ τάσιν, οὐδεὶς σπινθήρ παράγεται, ὅσονδ' ἴποτε πλησίον καὶ ἀ' τεθῶσιν. Ἐν τούτοις ἀν φέρωμεν πρῶτον εἰς ἐπαφὴν τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα τῶν συρμάτων καὶ εἶτα ἀπομακρύνωμεν αὐτά, παράγεται ἕνεκα τοῦ ἐπιρρέουματος, σπινθήρ κατὰ τὴν διακοπὴν τῆς συνεπαφῆς.

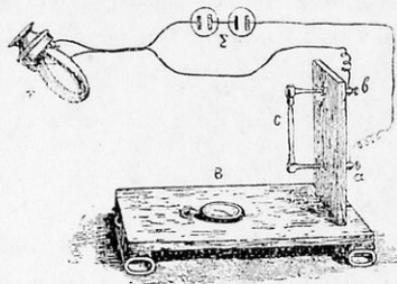
Ἡ αὐτεπαγωγή ἐμποδίζει τὸ ἀρχόμενον ῥεῦμα νὰ λάθῃ ἀμέσως τὴν κανονικὴν του ἔντασιν, τοῦναντίον ὅμως αὐξάνει τὸ ῥεῦμα, ὅπερ λήγει. Ἡ αὐτεπαγωγή εὐθυγράμμου κυκλώματος εἶναι πολὺ μικρά, ἐνῶ τοῦναντίον ἀποβαίνει μεγάλη, ὅσον τὸ σύρμα περιελίσσεται ἐλικοειδῶς. Ἡ αὐτεπαγωγή πηλίου καὶ δὴ περιέχοντος πυρῆνα μαλακοῦ σιδήρου, εἶναι πολὺ μεγάλη.

129. **Ἡλεκτρογερετική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.** — Ἔστω ἀγωγός τις, διαρρέομενος ὑπὸ ῥεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντάσεως I. Καλεῖται ἠλεκτρογερετική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἢ ἠλεκτρογερετική δύναμις πηγῆς ἠλεκτρικῆς, ἢ ὁποῖα θὰ παρήγεν ἐν τῇ ἀγωγῇ ἄνευ φαινομένων ἐπαγωγῆς τὸ αὐτὸ ῥεῦμα ἐντάσεως I.

Ἡ ἠλεκτρογερετική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς μεταβάλλεται ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγωγοῦ. Εἰς τὰ πειράματα τοῦ σχήματος 154 ἢ ἠλεκτρογερετική δύναμις αὐξάνει, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγίου Π₂ αὐξάνῃ.

130. **Τηλέφωνον.** — Τὸ *τηλέφωνον* (ἀνακαλυφθὲν τῷ 1871 ὑπὸ τοῦ *Graham Bell*) χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν ἠλεκτρικῶς τῆς φωνῆς εἰς μεγάλας ἀποστάσεις καὶ βασίζεται ἐπὶ τῆς ἐξῆς ἀρχῆς. Κύκλωμα κλειστὸν συνδέει δύο σταθμά, εἰς τὸ ἓνα τῶν ὁποίων ὑπάρ-

χει στήλη καὶ φωνοπομπὸς καὶ εἰς τὸν δευτέρον φωνοδέκτης. Ὁ φωνοπομπὸς εἶναι συνήθως τὸ ὄργανον, τὸ καλούμενον μικρόφωνον (ἀνακαλυφθὲν ὑπὸ τοῦ *Hughes*, τῷ 1878), τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ πλακῶς P (σχ. 155) παλλομένης, ὅταν ὁμιλῶμεν πρὸ αὐτῆς. Ὅπισθεν τῆς πλακῶς ταύτης ὑφίστανται ἐστερεωμέναι πλάκες ἐξ ἄνθρακος A, B, C καὶ φέρουσαι μικρὰς κοιλότητας, ἐντὸς τῶν δικαίων εἰσέρχονται τελείως ἐλευ-

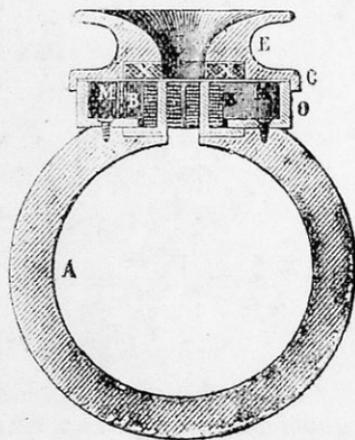


Σχ. 155.

θέρως τὰ ἄκρα ραβδίων ἐξ ἄνθρακος αβ, α' β' κλπ. Τὸ μικρόφωνον παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τῆς στήλης Σ διὰ τὴν κυκλοφορήσῃ δέον νὰ διέλθῃ διὰ τῶν ἐξ ἄνθρακος ραβδίων τοῦ μικροφώνου.

Ὅταν ὁμιλῶμεν πρὸ τοῦ μικροφώνου ἡ πλάξ P πάλλεται καὶ μετ' αὐτῆς καὶ τὰ ἐξ ἄνθρακος ραβδία. Ὡς ἐκ τῶν παλμῶν τούτων τῶν ραβδίων, τὸ δι' αὐτῶν διερχόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν εὐρίσκει πάντοτε τὴν αὐτὴν ἀντίστασιν (ὡς ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τῶν σημείων ἐπα-

φῆς τῶν ἐξ ἄνθρακος ραβδίων ἐν ταῖς κοιλότησι) καὶ ἐπομένως μεταβάλλεται κατ' ἔντασιν. Οὕτω τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ δέκτου τοῦ ἐτέρου σταθμοῦ μεταβάλλεται κατ' ἔντασιν, ἕνεκα τῆς ὁμιλίας, τῆς γινομένης πρὸ τοῦ πομποῦ.



Σχ. 156.

τος. Πρὸ τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ὑφίσταται λεπτή σιδηρᾶ πλάξ XX, ἐστερεωμένη εἰς τὸν πυθμὲνα μικροῦ ὄλμου, τοῦ ὁποῖου τὸ ἄνοιγμα φέρεται εἰς τὸ οὖς. Ἡ πλάξ τοῦ ὄλμου τούτου ἔλγεται

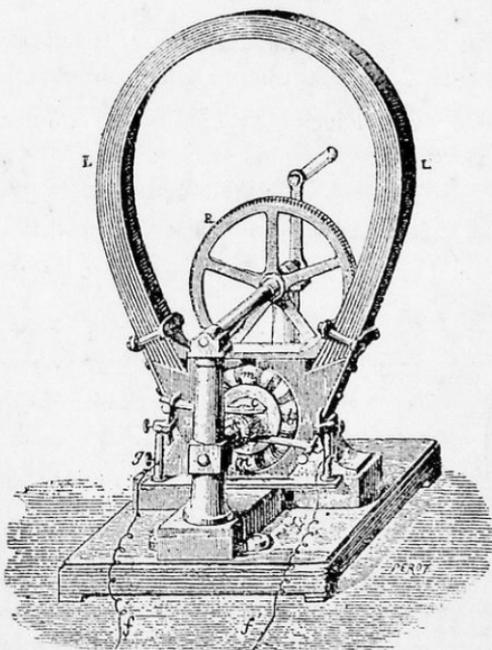
Ὁ φωνοδέκτης τοῦ δευτέρου σταθμοῦ ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου A (σχ. 156) ἐν σχήματι ἰσπίσιου πετάλου, τοῦ ὁποῖου ὁ πυρῆν δὲν εἶναι ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἀλλ' ἐκ χάλυβος μαγνητισθέν-

ὕπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Τὸ ρεῦμα τοῦ πρώτου σταθμοῦ διέρχεται διὰ τῶν πηνίων Β τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου καὶ ἐπειδὴ μεταβάλλεται, ὡς εἶδομεν, κατ' ἔντασιν, προκαλεῖ μεταβολὰς τῆς μαγνητίσεως τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Ὡς ἐκ τῶν μεταβολῶν τούτων καὶ ἡ δύναμις, μεθ' ἧς ἔλκεται ἡ πλάξ αβ τοῦ ὄλμου δὲν μένει σταθερὰ καὶ ἀναγκάζεται ταύτην νὰ ἐκτελῇ παλμικὰς κινήσεις, αἱ ὁποῖαι ῥυθμίζονται ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἐπομένως ἐκ τῆς φωνῆς τοῦ ὀμιλοῦντος εἰς τὸν πρῶτον σταθμὸν. Αἱ παλμικαὶ κινήσεις τῆς πλακῆς αβ ἀναπαράγουσι τὴν φωνὴν ταύτην¹⁾.

Αἱ τηλεφωνικαὶ γραμμαὶ ἀποτελοῦνται ἐκ δύο συρμάτων λίαν πλησίον εὐρισκομένων καὶ οὐχὶ ἐξ ἑνός, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν τηλεγραφον. Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑφίσταται ἐκτὸς τῆς στήλης, εἰς πομπὸς καὶ εἰς δέκτης, ὡς καὶ ἄλλα τινὰ ἐξαρτήματα δευτερεύοντα.

² Ἠλεκτρομηχαναὶ καὶ ἠλεκτρικοὶ κινητήρες.

131. ³ Ἠλεκτρομηχαναί. — Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν φαινομένων



Σχ. 157.

τῆς ἐπαγωγῆς κατεσκευάσθησαν πηνιαὶ ἠλεκτρικοῦ, καλούμεναι ἠλεκτρομηχαναί. Καὶ ἂν μὲν ἡ ἐπαγωγή γίνεται διὰ μαγνητῶν, ὀνομάζονται μαγνητοηλεκτρικαί, ἂν δὲ δι' ἠλεκτρομαγνητῶν δυναμοηλεκτρικαί. Ὡς παραδείγματα τῶν δύο τούτων εἰδῶν, ἐξ ὧν σημειωτέον αἱ μαγνητοηλεκτρικαὶ δὲν εἶναι πλέον ἐν χρήσει, περιγράφομεν τὰς ἑξῆς.

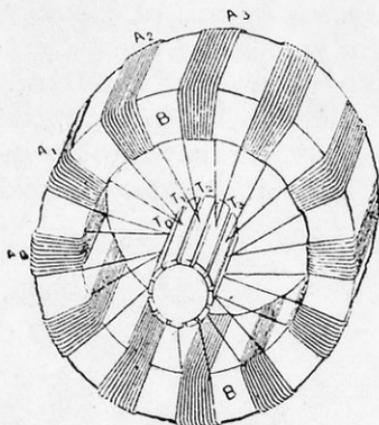
1ον Μαγνητοηλεκτρικὴ μηχανή. — Ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ἰσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου L (σχ. 157), μεταξύ τῶν δύο πόλων τοῦ

ὁποῦ δύναται νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα σύστημα ἐξ ἀγωγῶν. Τὸ σύστημα τοῦτο σύγκεται ἐκ δακτυλίου Β (σχ. 158) ἐκ μαλακοῦ σιδήρου περὶ τὸν

¹⁾ Τὸ μὴχάνημα τοῦτο δύναται νὰ συνδεθῇ ἀπ' εὐθείας μεθ' ἑτέρου ὁμοίου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν, οὕτως ὥστε νὰ ἀποτελεσθῇ κλειστὸν κύκλωμα μὴ

ὅποιον περιτυλίσσεται ἀγωγὸς οὕτως, ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἀριθμὸς τις ἀλλεπαλλήλων πηνίων $A_1, A_2 \dots$ ἐχόντων διακεκομμένα τὰ δύο ἄκρα $T_1, T_2 \dots$ τοῦ σύρματός των. Τὰ ἄκρα ταῦτα προσκολλῶνται ἐπὶ δύο χαλκίνων πλακιδίων Γ_1, Γ_2 , ἐστερεωμένων παραλλήλως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου ἐκ δυσηλεκτραγωγῦ σώματος, ἵνα εἶναι μεμονωμένα. Τὸ σύνολον τῶν χαλκίνων πλακιδίων μετὰ τῆς ἀπομονωτικῆς οὐσίας ἀποτελεῖ τὸν καλούμενον συλλέκτην.

Ὁ συλλέκτης ὡς καὶ ὁ δακτύλιος ἐφαρμόζονται ἐπὶ σιδηροῦ ἄξονος. Ἐπὶ δύο σημείων διαμετρικῶς ἀντικειμένων καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῷ καθέτῳ εἰς τὴν γραμμὴν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ἐφάπτονται δύο τεμάχια συνήθως ἐξ ἀνθρακος $\Lambda\Lambda$ συμπαγοῦς, συγκοινωνοῦντα διὰ συμμάτων μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ κυκλώματος C (σχ. 156) ἐντὸς τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ ἀποσταλῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.



Σχ. 158.

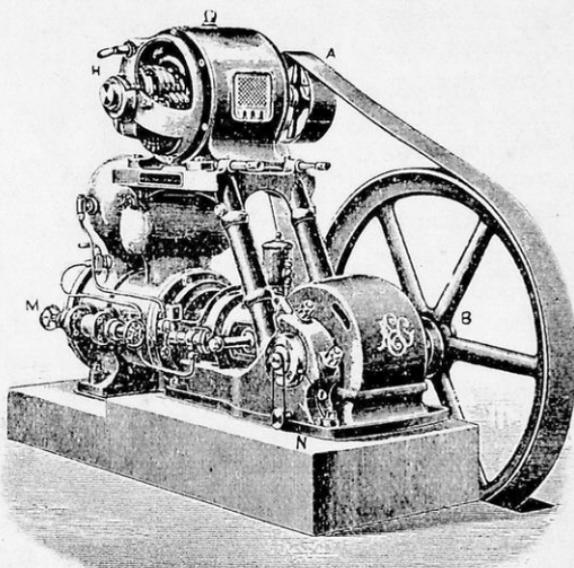
Πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἀρκεῖ νὰ τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁ δακτύλιος μετὰ τῶν πηνίων. Ἐντὸς τούτων γεννᾶται τότε ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, τὸ ὅποιον διὰ τῶν τεμαχίων ἐξ ἀνθρακος $\Lambda\Lambda$ διαρρέει τὸν ἀγωγὸν C .

2ον Δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή. — Εἰς ταύτην ἀντὶ τοῦ μαγνήτου ὑφίσταται ἡλεκτρομαγνήτης, μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ὁποίου περιστρέφεται δακτύλιος ὅμοιος π. χ. πρὸς τὸν προηγουμένως περιγραφέντα. Τὸ παραγόμενον ρεῦμα διέρχεται ὁλόκληρον ἢ ἐν μέρει διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου EE . Ἐπειδὴ ὁ σίδηρος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διατηρεῖ πάντα ἐλάχιστον μαγνητισμόν, διὰ τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁ δακτύλιος, παράγεται κατ' ἀρχὰς ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς λίαν ἀσθενές, τὸ ὅποιον, διεργόμενον διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου, ἐνισχύει τὴν μαγνήτισίν του. Ἐκ τῆς ἐνισχύσεως ταύτης καὶ τὸ ρεῦμα ἐξ ὑπαγωγῆς γίνεται ἰσχυρότερον καὶ οὕτω φθάνει εἰς τὴν κανονικὴν του ἔντασιν.

περιέχον ἡλεκτ. πηγὴν. Ἐὰν δὲ τις ὁμιλήσῃ πρὸ τῆς λεπτῆς σιδηρᾶς πλακῶς τοῦ ἐνός ἐξ αὐτῶν, ἕτερός τις δὲ θέσῃ τὸ δεύτερον μηχανήμα εἰς τὸ οὖς του, ἀκούει εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν τοῦ πρώτου. Ὅστε τοῦτο δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ ὡς φωνοπομπός. Τοιοῦτο ἦτο τὸ ἀρχικὸν τηλέφωνον τοῦ Bell, πρὸ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ μικροφώνου. Τὸ τοιοῦτο τηλέφωνον δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν εὐκρινῆ συνεννόησιν πέραν ὀλίγων ἑκατονταδῶν μέτρων.

Τὸ ρεῦμα τῶν μηχανῶν τούτων χρησιμοποιεῖται πρὸς φωτισμὸν καὶ ἄλλας ἐφαρμογὰς τοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Οἱ δακτύλιοι τῶν ἤλεκτρομηχανῶν τίθενται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν εἴτε δι' ἀτμομηχανῶν. εἴτε χρησιμοποιουμένης τῆς δυνάμεως βρόντων ὑδάτων (ποταμῶν, καταρρακτῶν κλπ.) εἴτε ἄλλως. Εἰς τὸ σχῆμα 159 παρίσταται ἤλεκτρομηχανὴ ΑΑ κινουμένη διὰ θερμομηχανῆς ΜΝ.

132. Ἡλεκτρικοὶ κινητήρες. — Ἐστω, ὅτι ἤλεκτρομηχανὴ τις Μ, ὡς αἰ περιγραφεῖσαι, παρέχει ρεῦμα ἐντὸς ἀγωγοῦ ΑΒΓΔ. Εἰς τὸν



Σχ. 159.

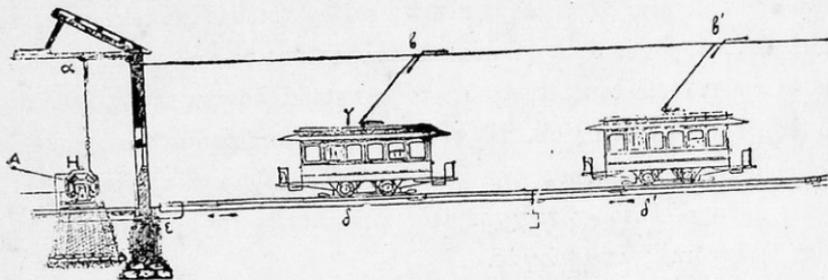
ἀγωγὸν τοῦτον ἄς παρενθῶμεν δευτέραν ὁμοίαν μηχανὴν Μ', οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν ἀνθράκων τοῦ συλλέκτου καὶ νὰ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου. Θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἐκ τῆς διόδου ταύτης τοῦ ρεύματος ἢ δευτέρα μηχανὴ Μ₂ τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνη-

σιν. Ἐπίσης δύναται νὰ τεθῆ εἰς κίνησιν ἢ Μ₂ δι' ὁμοίου ρεύματος ἄλλης πηγῆς, π. χ. ἤλεκτρικῆς στήλης. Ἡ κίνησις διαρκεῖ ὅσον καὶ τὸ ρεῦμα.

Ἡ μηχανὴ Μ₂ καλεῖται τότε ἤλεκτρικὸς κινητῆρ καὶ μετατρέπει τὴν ἤλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς κινήτικὴν. Διὰ τοῦ ἤλεκτρικοῦ κινητήρος δυνάμετα τῇ βοθηαίᾳ τροχῶν καὶ ἀξόνων νὰ θέσωμεν εἰς κίνησιν τὰ μηχανήματα διαφόρων ἐργοστασίων. Ἐπίσης δι' ἤλεκτρικῶν κινητήρων κινεῦνται οἱ ἤλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι (σχ. 158). Εἰς τὴν ἄμαξαν τοῦ σχήματος 153 τὸ ρεῦμα λαμβάνεται ἐξ ἑναερίων χονδρῶν συμμάτων διὰ σιδηρᾶς ράβδου, εὐρισχομένης ἀνωθέν τῆς. Τὸ ρεῦμα, παραγόμενον δι' ἤλεκτρομηχανῆς Η (σχ. 160), διέρχεται διὰ τοῦ ἑναερίου ἀγωγοῦ αββ', τῆς ράβδου βγ, τοῦ ἤλεκτρικοῦ κινητήρος, τοῦ εὐρισχομένου κάτωθεν τῆς ἀμάξης, καὶ ἐδάφους δε.

Ἐναλλασσόμενα ρεύματα. Μεταμορφωταί.

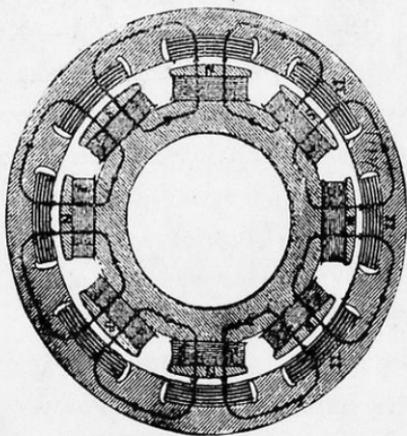
133. Ἐναλλασσόμενα ρεύματα. — Ἐν τοῖς προηγουμένοις ὑπεθέσαμεν, ὅτι τὰ ρεύματα ἦσαν σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, ὡς παράγονται ὑπὸ τῶν ἠλεκτρικῶν στηλῶν. Ἐκτὸς



Σχ. 160.

ὅμως τῶν ρευμάτων τούτων δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν καὶ ἄλλα, τῶν ὁποίων ἡ ἔντασις καὶ ἡ διεύθυνσις νὰ μεταβάλληται ὁμοίως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου, ὅστις καλεῖται περίοδος. Τὰ ρεύματα ταῦτα καλοῦνται ἔναλλασσόμενα καὶ παράγονται δι' ἰδιαίτερων ἠλεκτρομηχανῶν.

Ἡ κατασκευὴ τῶν ἠλεκτρομηχανῶν τούτων γίνεται ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἐξῆς ἀρχῆς. Δακτύλιος μέγας σιδηροῦς (σχ. 161) φέρει προεξοχὰς B, N, B, N... ἐν εἴδει μεγάλων ὀδόντων, πέριξ τῶν ὁποίων ἔχει περιτυλιχθῆ ἀγωγὸς οὕτως, ὥστε ἕκαστος ὀδοῦς ἀποτελεῖ ἠλεκτρομαγνήτην. Οἱ ὀδόντες ἀπέχουσι ἴσον ἀλλήλων, ὁ δὲ δακτύλιος δύναται νὰ τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁμαλῆν περὶ ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του.



Σχ. 61.

Περὶ τὸν δακτύλιον B, N, B, N..., τοποθετεῖται μονίμως δευτε-

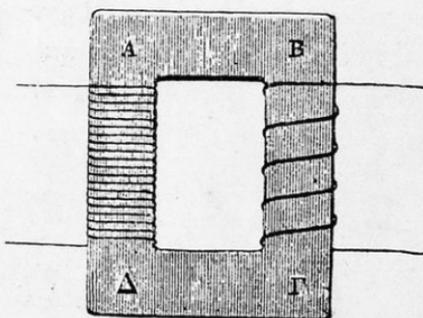
ρος δακτύλιος σιδηροῦς καὶ φέρων ἐσωτερικῶς πηνία Π, Π... , εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ὁποίων εἰσέρχονται ὀδόντες τοῦ δευτέρου τούτου δακτύλιου.

Διὰ τοῦ σύρματος τῶν διαφόρων ὀδόντων τοῦ ἐσωτερικοῦ δακτυ-

λίου διαβιδάζεται ρεύμα ούτως, ὥστε τὰ ἄκρα δύο ἀλληλοδιαδόχων ὀδόντων νὰ εἶναι μαγνητικοὶ πόλοι ἀντίθετοι. Ἐὰν τότε τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν ὁ ἐσωτερικὸς δακτύλιος, οἱ ἐναλλάξ ἀντίθετοι πόλοι Β, Ν, Β, Ν, ... θὰ διέρχωνται πρὸς ἑκάστου ὀδόντος τοῦ ἐξωτερικοῦ δακτυλίου καὶ θὰ μαγνητίζωσιν αὐτὸν τοιοῦτοτρόπως, ὥστε τὸ ἐσωτερικὸν ἄκρον του νὰ γίνηται ἐναλλάξ βόρειος καὶ νότιος πόλος. Ὡς ἐκ τούτου εἰς τοὺς ἀγωγούς, τοὺς περιβάλλοντας τοὺς ὀδόντας τοῦ ἐξωτερικοῦ δακτυλίου, θὰ γεννῶνται ἐπίσης ρεύματα ὅτε κατὰ μίαν διεύθυνσιν, ὅτε κατὰ τὴν ἀντίθετον. Τὰ ρεύματα ταῦτα συλλέγονται διὰ συλλέκτου καὶ χρησιμεύουσιν ἐπίσης πρὸς φωτισμὸν καὶ ἄλλας ἠλεκτρικὰς ἐφαρμογὰς.

Στοιχεῖα ἐναλλασσομένου ρεύματος.—Ὅταν ἀγωγὸς διαρρέηται ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος, θερμαίνεται ὑπὸ τούτου. Ἡ πραγματικὴ ἔντασις καὶ ἡ πραγματικὴ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι ἴσαι πρὸς τὴν ἔντασιν καὶ τὴν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν συνεχοῦς ρεύματος, τὸ ὅποσον, διαρρέον τὸν αὐτὸν ἀγωγόν, θὰ παρήγε τὴν αὐτὴν θέρμανσιν τούτου, ἣν παράγει καὶ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

134. **Μετατροπεῖς.**—Χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα ρεύματός τινος εἶναι ἡ ἔντασις καὶ ἡ πίεσις ἢ τάσις αὐτοῦ. Πολλάκις παρίσταται ἀνάγκη νὰ ἀλλοιωθοῦν τὰ στοιχεῖα ταῦτα ρεύματός τινος. Οἱ μετατροπεῖς εἶναι ὄργανα, τὰ ὁποῖα δέχονται ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς πίεσεως (πρωτεύου ρεῦμα) καὶ ἀποδίδουσιν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα τῆς αὐτῆς περιόδου, ἀλλὰ ἐντάσεως μικρᾶς καὶ πίεσεως μεγάλης (δευτερεύου ρεῦμα) καὶ ἀντιστροφῶς. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν τετράπλευρον ΑΒΓΔ (σχ. 162) ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων καὶ περὶ μὲν τὴν πλευρὰν ΒΓ τυλιχθῆ σπειροειδῆς χονδρὸς ἀγωγός, περὶ δὲ τὴν πλευρὰν ΑΔ λεπτὸς ἀγωγός καὶ μετὰ πολὺ περισσοτέρων σπειρῶν ἢ ὁ προηγούμενος, σχηματίζεται

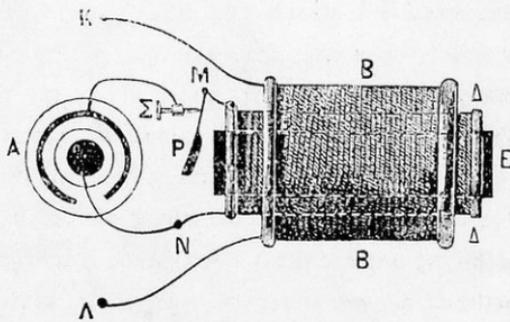


Σχ. 162.

ὄργανον δυνάμενον νὰ χρησιμεύσῃ εἰς τὸν προηγούμενον σκοπὸν ἔταν διὰ τοῦ χονδροῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς τάσεως, ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ ἀγωγοῦ παράγεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μικρᾶς μὲν ἐντάσεως, ἀλλὰ μεγάλης τάσεως. 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 μεγαλύτερα.

Τοῦναντίον, ἐὰν διὰ τοῦ λεπτοῦ ἀγωγοῦ διαδιδασθῇ ρεῦμα ἐναλλασσόμενον μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης τάσεως, ἐπὶ τοῦ χονδροῦ ἀγωγοῦ παράγεται ρεῦμα μεγάλης μὲν ἐντάσεως, ἀλλὰ μικρᾶς τάσεως. Αἱ μεταβολαὶ αὗται εἶναι τοιαῦται, ὥστε τὸ γινόμενον τῆς ἡλεκτρογενετικῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ἐνὸς τῶν ρευμάτων δεῖν νὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ γινόμενον τῶν αὐτῶν στοιχείων τοῦ ἐτέρου ρεύματος.

Οἱ μετατροπεῖς εἶναι λίαν χρήσιμοι εἰς τὴν μεταδίδοσιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ὅταν οἱ κεντρικοὶ σταθμοί, ἐν οἷς πρᾶγονται 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 πίεσεως καὶ μεγάλης ἐντάσεως. Τοῦτο δὲ γίνεται, διότι τὰ ρεύματα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης πίεσεως δὲν θερμαίνουσι σχετικῶς πολὺ τοὺς ἀγωγούς, δι' ὧν διέρχονται, καὶ τοιοῦτοτρόπως δὲν ἀπόλλυται μεγάλη ποσότης ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, τοῦθ' ὅπερ δὲν συμβαίνει διὰ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τῶν ρευμάτων.



Σχ. 163.

Πηρίον τοῦ *Ruhmkorff*. — Εἶδος μετατροπέως εἶναι τὸ ἐπαγωγικὸν πηρίον τοῦ *Ruhmkorff* (σχ. 163). Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο πηνίων ΔΔ καὶ ΒΒ, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ΒΒ σύγκεται ἐκ πολλῶν σπειρῶν λεπτοῦ σύρματος¹⁾, τὸ δὲ ΔΔ ἐκ μικροῦ σχετικῶς ἀριθμοῦ

¹⁾ Εἰς πάντα τὰ ὄργανα ταῦτα τὸ σύρμα εἶναι περιβεβλημένον διὰ μονωτικῆς οὐσίας.

σπειρών χονδρού σύρματος, περιβάλλοντος βρόδον μαλακού σιδήρου, και εύρίσκεται εις τὸ ἐσωτερικόν τοῦ πρώτου. Ὄταν τὸ πηνίον Δ Δ διαρρέηται ὑπὸ ρεύματος τῆς στήλης Α, διευκολυμένον τῇ βοήθειά τῆς σφύρας Μ Ρ, τὸ δεύτερον πηνίον Β Β διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος μεγάλης πίεσεως και μικρᾶς ἐντάσεως. Ἡ λειτουργία τοῦ διακόπτου Μ Ρ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τῶν ἠλεκτρικῶν κωδῶνων.

Ὄταν τὸ ὄργανον λειτουργῆ, παράγονται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων Κ και Δ τοῦ σύρματος τοῦ πηνίου Β Β ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες, τῶν ὁποίων τὸ μήκος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν τῶν δύο πηνίων και τῆς φύσεως τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος τῆς στήλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ΄.

ΕΚΚΕΝΩΣΕΙΣ ΕΝΤΟΣ ΑΕΡΙΩΝ

135. **Τάσις ἐκκενώσεως.**— Ὁ ἀέρ, ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις, ὡς κακὸς ἀγωγός, δὲν ἐπιτρέπει τὴν μετάδοσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ μέσου τῆς μάζης του. Οὕτω πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος 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 και διὰ μέσου τοῦ κοινοῦ ἀέρος, ὅτε παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Πρὸς τοῦτο μεταχειριζόμεθα εἴτε ἠλεκτροστατικὴν μηχανήν, εἴτε μεταμορφωτὴν (π. χ. πηνίον Ruhmkorff), εἴτε και στήλην ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἠνωμένων κατὰ τάσιν· εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις ταύτας ἡ ἠλεκτρικὴ πίεσις δύναται νὰ καταστῆ μεγίστη. Διὰ τῆς πίεσεως ταύτης δύναμεθα νὰ σχηματίσωμεν ρεῦμα ἠλεκτρικόν διὰ μέσου τοῦ κοινοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον συνοδεύεται ὑπὸ ἠλεκτρικῶν σπινθήρων.

Ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις ὅμως, ἡ ἀπαιτούμενη ἵνα γίνῃ ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη ἐκκένωσις διὰ μέσου τοῦ ἀέρος, εἶναι τόσον μικροτέρα, ὅσον ἡ

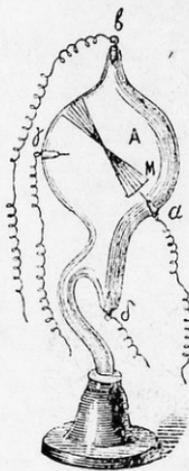
πίεσις τούτου καθίσταται μικροτέρα. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν σωλήνα κλειστὸν πανταχόθεν καὶ περιέχοντα ἀέρα ἡραιωμένον (ὑπὸ πίεσιν λ. χ. ἴσην πρὸς $\frac{1}{1000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς) δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ μέσου τοῦ ἀέρος τοῦ σωλήνος τῇ βοθηεῖα ἠλεκτρικῆς τάσεως πολὺ μικροτέρας ἐκείνης, ἣτις ἀπαιτεῖται διὰ τὸν κοινὸν ἀέρα, ἵνα σχηματισθῇ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ τοῦ αὐτοῦ μήκους. Πρὸς παραγωγὴν τοῦ ρεύματος ἐν τῷ σωλήνῳ τὰ δύο ἄκρα τούτου φέρουσι δύο μικρὰ σύρματα ἐκ λευκοχρύσου, συντετηγμένα ἐν τῇ ὑάλη, καὶ τὰ ὅποια συνδέονται μετὰ τῶν δύο πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, π. χ. πηγίου Ruhmkorff.

136. **Φαινόμενα ἐκκενώσεως.** — Κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος διὰ μέτου τοῦ ἐν τῷ σωλήνῳ ἡραιωμένου ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου παράγονται ποικίλα φαινόμενα. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξαρτῶνται ἰδίως ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἐν τῷ σωλήνῳ ἀερίου καὶ τῆς φύσεως αὐτοῦ. Ἐὰν ἡ πίεσις αὕτη εἶναι 4—5 ἑκατοστῶν ὑδραργυρικῆς στήλης, ὀλόκληρον σχεδὸν τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλήνος διαχέει ἐρυθρόχρουν φῶς. Ἐὰν τὸ ἀέριον ἀραιωθῇ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ ἠλεκτρικὴ πίεσις, ἢ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἐν αὐτῷ ἐκκένωσιν, αὐξάνει, ἐνῶ 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 σωλήνες καλοῦνται σωλήνες *Geissler*. Οἱ ὑπὸ ἔτι μικροτέραν πίεσιν $\frac{1}{1000000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς σωλήνες καλοῦνται σωλήνες *Crookes* εἰς τούτους δίδεται συνήθως σχῆμα σφαιρικόν.

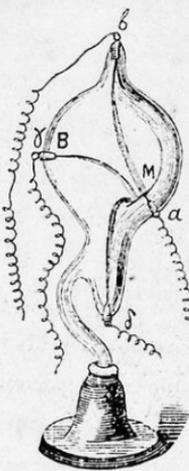
Διὰ τελείως κενοῦ σωλήνος τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται.

137. **Καθοδικαὶ ἀκτῖνες.** — Ἐξετάσωμεν ἰδιαίτερος τὰς δύο περιπτώσεις, καθ' ἃς ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι περίπου $\frac{1}{1000}$ (σωλήν *Geissler*) καὶ $\frac{1}{1000000}$ (σωλήν *Crookes*) τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλήνων τούτων ἀπολήγουσι τρία σύρματα ἐκ λευκοχρύσου α, β καὶ γ, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἐν φέρει μικρὸν κοῖλον δίσκον Μ (σχ. 164). Ἐὰν ἐνώσωμεν τὸν μὲν ἀρνητικὸν πόλον

της ηλεκτρικής πηγής μετά το α του σωλήνος Geissler, τὸν δὲ θετικὸν πόλον εἴτε μετά το β , εἴτε μετά το γ , θὰ παρατηρήσωμεν



Σχ. 164.



Σχ. 165.

κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ ρεύματος φωτεινὴν δέσμη, ἐνώνουσαν τὸ σημεῖον α εἴτε μετά το β , εἴτε μετά το γ (σχ. 165).

Ἐὰν τὸ αὐτὸ πράξωμεν διὰ σωλήνος Crookes, ἢ φωτεινὴ δέσμη δὲν ὑφίσταται, ἀλλὰ μόνον τὸ ἀπέναντι τοῦ δίσκου μέρος τοῦ σφαιροειδοῦς σωλήνος φωτοβολεῖ, ἐν εἶδει φωσφορισμοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παραμένει ἀναλλοίωτον εἴτε τὸ σημεῖον β ἐνώθη μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου, εἴτε τὸ γ (σχ. 165).

Ἡ φωτοβολία (φθορισμὸς) τῆς ὑάλου προκαλεῖται ἐξ ἀόρατων ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι προσκρούουσιν ἐπ' αὐτοῦ· αἱ ἀκτίνες αὗται ἐκλήθησαν καθοδικαὶ καὶ ἡ φύσις αὐτῶν εἶναι ἕλως διέφορος τῶν τοῦ φωτός. Αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες βαίνουσι κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν καὶ δύνανται νὰ ἐπιφέρωσι ποικίλα ἀποτελέσματα ὡς μηχανικὰ, χημικὰ καὶ θερμαντικὰ. Προσπίπτουσαι ἐπὶ τινῶν σωμάτων προκαλοῦσι τὸν φθορισμὸν αὐτῶν.

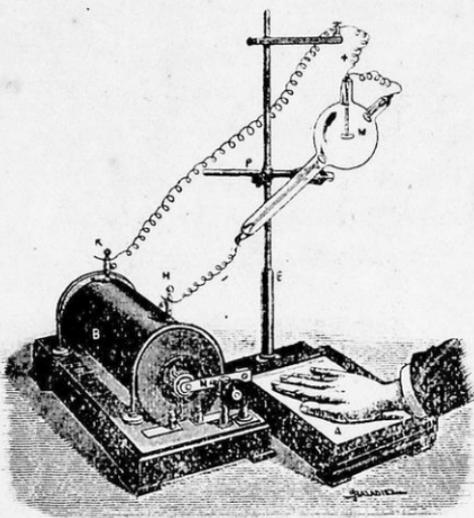
Κατὰ τὰς γενομένας ἐρεῦνας αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς *θεῦμα* ἐξ ἀπείρου μικρῶν σωματίων (ηλεκτροίων) καὶ τῶν ἀτόμων μικροτέρων, ηλεκτροισμένων ἀρνητικῶς καὶ ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου.

138. **Ἀκτίνες τοῦ Röntgen.**—Μία τῶν σπουδαιότερων ἰδιότητων τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων εἶναι ἡ ἐξῆς: "Ὅταν αὗται συναντῶσιν οἰονδήποτε σῶμα, καθιστῶσιν αὐτὸ πηγὴν ἀκτίνων τοῦ Röntgen.

Αἱ ἀκτίνες τοῦ Röntgen ἢ ἀκτίνες X γεννῶνται ἐκεῖ, ἔνθα προσπίπτουσιν αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες, π.χ. εἰς τὸ ἀπέναντι τοῦ δίσκου M (σχ. 166) μέρος τῆς ὑάλου. Αἱ ἀκτίνες αὗται εἶναι ἀόρατοι καὶ προσβάλλουσι τὰς φωτογραφικὰς πλάκας. Προσπίπτουσαι ἐπὶ τινῶν

σωμάτων, ὡς ἔκλυαν ὁχλοῦς βαριολευκόχρυσος καθιπτῶσιν αὐτὰ φωτεινὰ ἀσθενῶς (φθορίζοντα). Διὰ τῶν ἰδιοτήτων τούτων δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὴν πορείαν τῶν ακτίνων X.

Ἡ μᾶλλον ἀξιοπαρατήρητος ἰδιότης τῶν ακτίνων X εἶναι, ὅτι διέρχονται διὰ μέσου πολλῶν σωμάτων (χωρὶς νὰ ἀπορροφηθῶσι πολύ), ὡς ὁ χάρτης, τὰ ξύλα, τὸ μέταλλον ἀργίλλιον (ἰλουμίνιον) ἢ καὶ ἄλλα μέταλλα ὑπὸ μικρὸν πάχος, τὰ ὅποια εἶναι ἀδιαφανῆ διὰ τὸ κοινὸν φῶς. Αἱ ακτίνες X βαίνουνσιν εὐθυγράμμως καὶ δὲν ὑφίστανται οὔτε ἀνάκλασιν, οὔτε διάθλασιν.



Σχ. 166.

Ἐκ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος ἄλλα μὲν, ὡς αἱ σάρκες, διαπερῶνται εὐχερῶς ὑπὸ τῶν ακτίνων X, ἄλλα δέ, ὡς τὰ ὀστά, δὲν διαπερῶνται. Ἐὰν ἐπομένως θέσωμεν π.χ. τὴν χεῖρά μας ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακῶς A (σχ. 166), κεκαλυμμένης καλῶς διὰ μέλανος χάρτου, ἵνα μὴ προσβληθῇ ὑπὸ τοῦ κοινοῦ φωτός, καὶ θέσωμεν σωλήνα Crookes ὑπεράνω τῆς χειρὸς οὕτως, ὥστε νὰ πίπτωσιν ἐπὶ ταύτης αἱ ακτίνες X, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν φωτογραφίαν τῶν ὀστέων αὐτῆς. Διότι αἱ ακτίνες X διέρχονται μὲν διὰ τῶν σαρκῶν εὐκόλως, οὐχὶ δὲ καὶ διὰ τῶν ὀστέων καὶ ἐπομένως θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τῆς πλακῶς ἡ σκιά τῶν ὀστέων, ἡ ὁποία θὰ ἀποτελεῖ καὶ τὴν εἰκόνα αὐτῶν. Εἰς τὸ σχῆμα 167 τοιαύτη φωτογραφία ποδός.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐὰν ἡ χεῖρ παρεντεθῇ εἰς τὴν διάβασιν τῶν ακτίνων X καὶ μετὰ ταύτην τεθῇ διάφραγμα, κεκαλυμμένον διὰ στρώματος κυανούχου βαριολευκοχρύσου, θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ἡ σκιά τῶν ὀστέων τῆς χειρὸς, τὸ δὲ ἐπίλοιπον μέρος αὐτοῦ θὰ φθορίζῃ.

139. Ἀκτινοβολία ραδίου. — Τὸ ράδιον εἶναι μέταλλον, τασσόμενον μεταξὺ τῶν μετάλλων, τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ προσομοιάζον πρὸς τὸ βάρυν. Ἐπ' ἐσχάτων ἀπεμονώθη δι' ἠλεκτρολύσεως τὸ ράδιον, τὰ ἄλατα ὅμως αὐτοῦ χλωριοῦχον καὶ βρωμιοῦχον ράδιον παρεσκευάστησαν τὸ πρῶτον τῷ 1898 ὑπὸ τοῦ Curie καὶ τῆς συζύγου του, ἐξαχθέντα ἐξ ὀρυκτοῦ τινος τοῦ οὐρανίου (πισσουρανίου), εὑρισκομένου ἐν Βοημίᾳ.

Τὸ ράδιον ἐκπέμπει ἀκτίνας, αἵτινες διέρχονται δι' οὐσιῶν ἀδια-



Σχ. 167.

φανῶν, ὡς εἶναι ὁ χάρτης ἢ ἐλάσματα μεταλλικά, καὶ δύνανται νὰ προκαλέσωσι φθορισμὸν σωματίων τινῶν ἢ καὶ νὰ ἐπιδράσωσιν ἐπὶ φωτογραφικῶν πλακῶν, καθ' ὃν τρόπον καὶ αἱ ἀκτίνες X. Διακρίνουσιν ἀκτίνας τοῦ ραδίου τριῶν εἰδῶν· τὰς α, τὰς β καὶ τὰς γ. Ἐκ τούτων αἱ ἀκτίνες α συγκροτοῦνται ἐξ ἐλαχίστων ὕλικῶν σωματίων θετικῶς ἠλεκτρισμένων. Αἱ ἀκτίνες β ἐκ σωματίων πολὺ μικροτέρων τῶν προηγουμένων καὶ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένων καὶ αἱ ἀκτίνες γ, αἵτινες εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀκτίνας X.

Ἄλλ' ἐκτὸς τῶν ἀκτίνων τούτων τὸ ράδιον εἶναι καὶ πηγὴ ἐκπομπῆς τινος (emanation), ἣτις εἶναι ἀναλόγος πρὸς ἀτμὸν ἐλαχίστης τάσεως καὶ κατεδείχθη, ὅτι ἡ ἐκπομπὴ αὕτη εἶναι ἐπιδεικτικὴ συμπυκνώσεως εἰς -150° . Ἡ ἐκπομπὴ αὕτη εἶναι φωτεινὴ καὶ

κέκτηται επίσης ραδιοενέργειαν, ἀλλ' ἥτις ἐλαττοῦται ταχέως καὶ ἐντὸς τετραημέρου μεταπίπτει εἰς τὸ ἥμισυ. Ἡ ἐκπομπὴ αὕτη παρατηρήθη, ὅτι διὰ τοῦ χρόνου μεταστοιχειοῦται εἰς τὸ εὐγενές ἀέριον καὶ ἀπλοῦν σῶμα, τὸ καλούμενον ἥλιον.

Ἐκτὸς τοῦ ραδίου ραδιοενεργὰ σώματα εἶναι καὶ τὸ οὐράνιον, τὸ θόριον, τὸ ἀκτίνιον, τὸ μεσοθόριον, δύνανται δὲ νὰ προσκτιθῶνται τὴν ιδιότητα τῆς ραδιοενεργείας καὶ ἄλλα σώματα, ὡς μέταλλα, ξύλα. χάρτης, ἀρκεῖ νὰ ἐκτεθῶσιν ἐπὶ τινὰς ὥρας ταῦτα εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ραδίου.

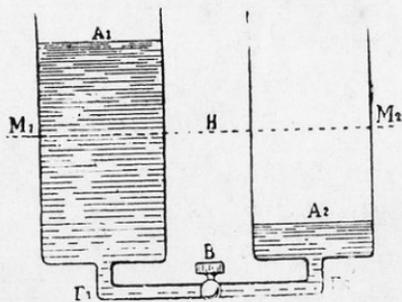
Τὸ ράδιον εὖρεν ἐφαρμογὴν ἐν τῇ θεραπευτικῇ καὶ ἐχρησιμοποιεῖσθαι πρὸς ραδιοθεραπείαν τὰ ἄλλα αὐτοῦ, περιεχόμενα ἐντὸς ὑαλίνου σωλήνος, καθόσον κρατούμενα ταῦτα πλησίον τοῦ δέρματος, προκαλοῦσιν, ὅπως καὶ αἱ ἀκτίνες X, δερματίτιδας, αἵτινες κατὰ βούλησιν κανονίζονται καὶ ἐπισταμένως ἐπωφελοῦμενα: δύνανται νὰ παράσχωσι θεραπευτικὰ ἀποτελέσματα.

Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ραδίου ἀπεδόθη ὑπὸ πολλῶν καὶ ἡλαματικῇ ἐνέργεια τῶν μεταλλικῶν ὑδάτων καὶ εἰς τὴν ραδιοενέργειαν αὐτῶν. Τοιαύτην ραδιοενέργειαν κέκτηται πράγματι καὶ πολλαὶ τῶν ἐν Ἑλλάδι πηγῶν, δυνάμεναι νὰ παραβληθῶσι πρὸς τὰς μᾶλλον πεφημισμένας ξένας τοιαύτας.

Ῥεύματα ὑψίσουχα.

140. Ἐκκένωσις πυκνωτοῦ. — Ἐστωσαν M_1 καὶ M_2 (σχ. 168) δύο δοχεῖα, συγκοινωνοῦντα διὰ σωλήνος αβ μετὰ στρόφιγγος

B καὶ ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον M_1 περιέχει ὕδωρ. Ἐὰν ἀνοιχθῇ ἀποτόμως ἢ στρόφιγγ B, τὸ ὕδωρ βέει ἐκ τοῦ δοχείου M_1 εἰς τὸ M_2 . Ἐν τούτοις ἢ ῥοῇ αὕτη δὲν καταπαύει, ὅταν ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον $M_1 M_2$, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ, λόγῳ κτηθείσης ταχύτητος, εἰσερεῖν εἰς τὸ M_2 , υπερβαίνει



Σχ. 168.

ἐν αὐτῇ 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 ῥοή αὕτη ἐξακολουθεῖ τόσον, ὥστε τὸ ὕδωρ ὑπερβαίνει πάλιν τὴν ἐπιφάνειαν $M_1 M_2$. Μετὰ τοῦτο ἄρχεται νέα ῥοή ἐκ τοῦ δοχείου M_1 πρὸς τὸ M_2 καὶ οὕτω καθεξῆς. Τέλος τὸ ὕδωρ μετὰ πολλὰς τοιαύτας μεταγίσεις, ἐξασθενουμένας ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἡρεμεῖ καὶ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά του καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εὐρίσκεται τότε εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Ἐὰν 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 ὁμοιάζουσι πρὸς τὰς κινήσεις τῶν δίσκων ζυγοῦ αἰωρουμένου, ἧτοι ἀνέρχονται καὶ κατέρχονται ἐναλλάξ.

Παρόμοιον φαινόμενον δύναται νὰ παραχθῇ, ἐὰν ἐνώσωμεν δι' ἀγωγῶν χονδρῶ καὶ βραχέως π. χ. τοὺς δύο ὀπλισμοὺς πυκνωτοῦ τινος ἠλεκτρισμένου. Τὰς ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἐναλλαγὰς δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἔχη διακοπὴν τινα οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζονται ἐν αὐτῇ ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες. Ἐξετάζοντες τοὺς σπινθήρας τούτους καταλλήλως ἀνευρίσκομεν, ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ μερικῶν σπινθήρων ἐκρηγνυμένων ὅτε κατὰ τὴν μίαν διεύθυνσιν, ὅτε κατὰ τὴν ἀντίθετον ἐναλλάξ. Ἦτοι ὁ ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐναλλασσομένου. Ἡ συχνότης τῶν ἐναλλαγῶν εἶναι ταχυτάτη.

Τὸ αὐτὸ φαινόμενον δύναται νὰ παραχθῇ, ὅταν δύο ἀγωγοὺς Α καὶ Β (σχ. 167), ἠλεκτρισμένους ὑπὸ διάφορον δυναμικόν, ἐνώσωμεν ἀποτόμως δι' ἀγωγῶν χονδρῶ καὶ βραχέως. Διὰ τοιούτων μέσων τὸ σχηματιζόμενον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐν τῷ ἀγωγῷ δύ-



Σχ. 169.

ναται νὰ φθάσῃ τὰς 100.000 ἑκατομμυρίων ἐναλλαγὰς κατὰ δευτερόλεπτον. Τὰ ρεύματα ταῦτα καλοῦνται ὑψίσυχνα. Τὰ διὰ τῶν ἠλεκτρομηχανῶν ἐναλλασσόμενα ρεύματα δυσκόλως δύνανται νὰ ὑπερβῶσι κατὰ πολὺ τὴν συχνότητα 1000, ἧτοι τὰς 1000 ἐναλλαγὰς κατὰ 1".

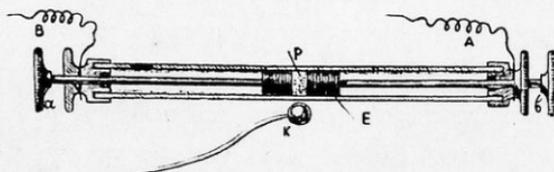
Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις.

141. **Πειράματα τοῦ Hertz.** — Πρῶτος ὁ Hertz κατώρθωσε νὰ σπουδάσῃ τὰ φαινόμενα ἐξ ἐπαγωγῆς, τὰ παραγόμενα εἰς τὸ διάστημα ὑπὸ τῶν λίαν ὑψισύχων ρευμάτων. Διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ Hertz κατεδείχθη, ὅτι τὰ ρεύματα ταῦτα προκαλοῦσι 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 μέτρων κατὰ 1". Ἐχομεν τοιοῦτοτρόπως νέον εἶδος κυμάνσεων ἢ ἀκτίνων, αἷτινες ἐκλήθησαν ἠλεκτρικαί.

Τὴν παρουσίαν τῶν κυμάνσεων τούτων κατεδείκνυν ὁ Hertz δι' ὄργανου, ἀποτελουμένου ἐκ μεταλλικοῦ δακτυλίου, ἔχοντος διακοπὴν εἰς σημεῖον του. Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐφέρετο εἰς τὸ διάστημα καὶ ἔμπροσθεν τῆς ἐγκαταστάσεως τῶν συσκευῶν. Ὅταν ὁ δακτύλιος μετεφέρετο κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς παρήγοντο σπινθήρες μεταξὺ τῶν δύο σφαιριδίων του.

Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Hertz, αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτίνες ἀνακλῶνται, διαθλῶνται καὶ ἐν γένει παρουσιάζουσιν ἰδιότητα ἀναλόγουσ πρὸς τὰς τοῦ φωτὸς.

Σωλὴν τοῦ Branly. — Ὁ Branly ἀνεῦρεν, ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτίνες, συναντῶσαι ῥινήματα μεταλλικά, μεταβάλλουσι τὴν ἀντίστασιν αὐτῶν. Ἐὰν ῥινήματα μεταλλικά, περιεχόμενα ἐντὸς ὑαλίνου σωλήνος P (σχ. 170), συνδεθῶσι διὰ συρμάτων μετὰ τῶν

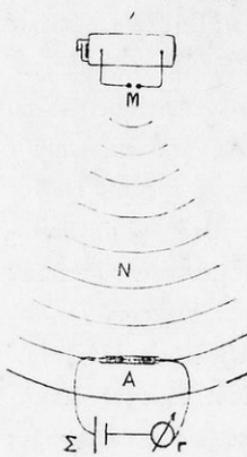


Σχ. 170.

δύο πόλων στήλης Σ (σχ. 171) καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τοῦτο παρεντεθῆ γαλβανόμετρον Γ, ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τῶν ῥινημάτων, ῥεῦμα δὲν σχηματίζεται. Ἐὰν ὁμοῦς ὁ σωλὴν μετὰ τῶν ῥινημάτων ἐρεθθῆ ἐντὸς ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἢ ἀντίστασις τούτων μεταβάλλεται τόσον, ὥστε τὸ ῥεῦμα διέρχεται δι' αὐτῶν, ὡς δεικνύει τὸ γαλβανόμετρον. Ἡ δίοδος αὕτη τοῦ ῥεύματος ἐξακολουθεῖ καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων. Ἐὰν ὁμοῦς κρουσθῆ ἐλαφρῶς ὁ σωλὴν, τὰ ῥινήματα

ἀναλαμβάνουσι τὴν πρώτην ιδιότητά των καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται.

142. **Τηλέγραφος ἀσύρματος.** — Ἐφαρμογὴ τῶν προη-



Σχ. 171.

γουμένων εἶναι ὁ ἀσύρματος τηλέγραφος ἢ αἰθερογράφος. Ἐὰν εἰς τινὰ σταθμὸν ἐγκατασταθῇ συσκευή παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων δι' ὀφισύχων ρευμάτων καὶ εἰς δεῦτερον σταθμὸν ἐγκαταστήσωμεν κύκλωμα ἠλεκτρικῆς στήλης, περιλαμβάνον σωλῆνα τοῦ Branly καὶ ἠλεκτρικὸν κώδωνα ἤ, καὶ δέκτην Morse, αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀκτίνες τοῦ πρώτου σταθμοῦ ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τοῦ Branly καὶ δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τούτου τὸ ρεῦμα στήλης. Τὸ ρεῦμα τοῦτο χρησιμοποιοῦνται, ἵνα π.χ. λειτουργήσῃ κοινὸς δέκτης Morse. Τὰ ρινημάτα ἐπανέρχονται εἰς τὴν προτέραν των κατάστασιν διὰ μικρᾶς σφύρας, λειτουργούσης τῇ βοήθειᾳ ἠλεκτρομαγνήτου, δι' οὗ διέρχεται τὸ αὐτὸ ρεῦμα, ὅπερ διέρχεται καὶ διὰ τῶν ρινημάτων. Ὅταν παράγῃται εἰς καὶ μόνος

σπινθήρ, τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ τῶν ρινημάτων, ἀλλὰ ταυτοχρόνως ἡ σφύρα τύπτει τὸν σωλῆνα καὶ διακόπτει αὐτὸ ἀμέσως, ὃ δὲ δέκτης τοῦ Morse καταγράφει μίαν μόνην στιγμὴν. Ἡ παραγωγὴ ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων θὰ προκαλέσῃ καταγραφὴν παύλας εἰς τὸν δέκτην.

Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ἀσύρματος τηλεγράφου ὑφίσταται εἰς πομπός, ἀποτελούμενος ἐκ τῆς ἐγκαταστάσεως, δι' ἧς παράγονται σπινθήρες, καὶ εἰς δέκτης, περιλαμβάνων τὸν σωλῆνα Branly. Εἰς ἕκαστον σταθμὸν ὑπάρχει ὑψωμένος κατακορύφως συνήθως ἰστός μετὰ συρμάτων συγκοινωνούντων μετὰ τοῦ σωλῆνος μὲν Branly κατὰ τὴν λήψιν μετὰ δὲ τοῦ πομποῦ κατὰ τὴν ἀποστολὴν. Διότι παρετηρήθη, ὅτι ἡ ἀπόστασις, εἰς ἣν δύναμεθα νὰ συνεννοηθῶμεν, αὐξάνει τοιοῦτοτρόπως.

Σημειωτέον, ὅτι πλὴν τοῦ σωλῆνος τοῦ Branly, ἔχομεν καὶ ἐτέρους δέκτας, ὡς ὁ μαγνητικὸς, οὐτινος χρῆσις γίνεται καὶ ἐν τῇ ἑλληνικῇ ἀσύρματῃ τηλεγραφίᾳ.

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΓΕΝΙΚΑ

1. **Όργανική Χημεία.** — Καλείται Όργανική Χημεία τὸ μέρος τῆς Χημείας, τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν ενώσεων τοῦ ἀνθρακός· τοιαῦται ενώσεις εἶναι π.χ. τὸ οἶνόπνευμα, τὸ σάκχαρον, ἡ βενζίνη, τὸ φωταέριον καὶ πλείσται ἄλλαι.

Αἱ ὀργανικαὶ ενώσεις ἀπαντῶνται ἀφθόνως ἐν τῇ φύσει καὶ δὴ εἰς τὰ ὄργανα τοῦ ἀνθρώπου, τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν καὶ ἐν γένει εἰς τὸ ζωϊκὸν καὶ φυτικὸν βασίλειον, ἤτοι τὸν ἐνόργανον κόσμον· ἐκ τούτου δὲ καὶ Όργανική Χημεία ἐκλήθη ἡ χημεία, ἡ ἐρευνῶσα αὐτάς, θεωρηθέντος, ὅτι ἐνῷ αἱ ἀνόργανοι ενώσεις δύνανται νὰ παρασκευασθῶσιν ἐν τοῖς χημείοις, αἱ ὀργανικαὶ μόνον ἐν τοῖς ὀργανισμοῖς τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν δύνανται νὰ σχηματισθῶσιν. Ἡ δοξασία ὁμως αὕτη κατέπεσε, καθόσον κατωρθώθη νὰ παρασκευάζωνται καὶ τεχνητῶς ἐν τοῖς χημείοις οὐ μόνον ὀργανικαὶ ενώσεις εἰς τὸν ἐνόργανον κόσμον ἀπαντῶμεναι, ἀλλὰ καὶ ἄλλαι, μὴ ὑπάρχουσαι εἰς αὐτόν, αἱ ὁποῖαι ἐπίσης ἀναγράφονται καὶ ἐρευνῶνται ἐν τῇ Όργανικῇ Χημείᾳ. Σήμερον εἶναι ἐκτὸς πάσης ἀμφιβολίας, ὅτι ἐν τῷ ἀνοργάνῳ καὶ τῷ ὀργανικῷ κόσμῳ ὁρῶσιν αἱ αὐταὶ χημικαὶ δυνάμεις καὶ οἱ αὐτοὶ θεμελιώδεις χημικοὶ νόμοι διέπουσι πάντα τὰ χημικὰ φαινόμενα.

Τὰ ὀργανικὰ σώματα δὲν πρέπει νὰ συγγέωνται πρὸς τὰ ἐνόργανα ἢ ὀργανωμένα, ὡς εἶναι τὰ φύλλα, τὰ ἄνθη, τὰ νεῦρα κλπ., ἅτινα ἐξετάζει ἡ Φυσιολογία καὶ ἡ Φυσιολογικὴ Χημεία.

2. **Συστατικὰ τῶν ὀργανικῶν ενώσεων.** — Εἰς πάσας τὰς ζωϊκὰς καὶ φυτικὰς οὐσίας ὁ ἀνθραξ ἀνευρίσκειται πάντοτε. Μέγας ἀριθμὸς ἐκ τῶν ενώσεων τούτων περιέχουσι μόνον ἀνθρακα καὶ ὕδρογονον, ὡς τὸ πετρέλαιον, τὸ τερεβινθέλαιον (κ. νέφτι), τὸ δξυλένιον (κ. ἀσετυλίνη), τὸ αἰθυλένιον. Ἄλλαι, ὡς τὸ οἶνόπνευμα καὶ τὸ σάκχαρον, περιέχουσιν ἀνθρακα, ὕδρογονον καὶ δξυγόνον καὶ

ἄλλαι, ὡς ἡ κινίνη, ἐκτὸς τῶν τριῶν τούτων στοιχείων περιλαμβά-
νουσι καὶ τέταρτον, τὸ ἄζωτον.

Ἐν γένει δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν, ὅτι τῶν ἐν τῇ φύσει ἀπαντωμέ-
νων ὀργανικῶν ἐνώσεων οὐσιῶδες χαρακτηριστικὸν συστατικὸν εἶναι
ὁ ἄνθραξ, μεθ' οὗ εὗρηγται συνηγμένα συνήθως τὸ ὕδρογόνον, τὸ
ὀξυγόνον καὶ τὸ ἄζωτον· σπανιώτερον ἀνευρίσκεται καὶ τὸ θεῖον
καὶ ὁ φωσφόρος.

Αἱ τεχνητῶς ὅμως παρασκευαζόμεναι ὀργανικαὶ ἐνώσεις δύνανται
νὰ περιέχωσι μείζονα ἀριθμὸν στοιχείων· οὕτω παρεσκευάσθησαν
ἐνώσεις μετὰ χλωρίου, ἀρσενικοῦ, πυριτίου ἢ καὶ μετὰ μετάλλων, ὡς
ὀψευδάργυρος, τὸ μαγνήσιον, ὁ ὕδράργυρος, ὁ καοσίτερος.

Ποιοτικὴ ἀνάλυσις. — Ὅτι πᾶσαι αἱ ὀργανικαὶ καὶ φυτικαὶ οὐσίαι
περιέχουσιν ἄνθρακα δύνανται νὰ ἀποδειχθῇ πολλάκις διὰ πυρώσεως
τῆς ἐξεταζομένης οὐσίας ἐν ὑαλίνῃ σωλῆνι ἢ δι' ἐπιχύσεως θεϊκοῦ
ὀξεὸς πυκνοῦ, ὅτε ἀποβάλλεται ἄνθραξ. Μετὰ μείζονος ὅμως ἀσφα-
λείας καταδεικνύται ἡ παρουσία τοῦ ἄνθρακος διὰ πυρώσεως τῆς ἐξε-
ταζομένης οὐσίας μετ' ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἢ, ἂν αὕτη εἶναι ὑγρά, διὰ
διοχετεύσεως τῶν ἀτμῶν αὐτῆς ἀνωθεν διαπύρου ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ,
ὅτε ὁ ἄνθραξ, προσλαμβάνων τὸ ἀναγκαιῶν ὀξυγόνον σχηματίζει
διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἀναγνωριζόμενον ἐκ τῆς θολώσεως, ἣτις
ἐπέρχεται εἰς τὸ ἀσδέστιον ὕδωρ, ἂν διοχετευθῇ ἐκεῖνο διὰ τούτου.

3. **Κατάταξις τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων.** — Αἱ ὀργανικαὶ
ἐνώσεις, ὡς ἐκ τῶν ἰδιοτήτων, ἅς παρουσιάζουσι, τάσσονται εἰς δύο
μεγάλας κλάσεις:

1ον Τὰ λιπαρὰ σώματα, κληθέντα οὕτω, διότι εἰς ταῦτα περι-
λαμβάνονται καὶ τὰ συστατικὰ τῶν ζωικῶν λιπῶν.

2ον Τὰ ἀρωματικά σώματα, ἅτινα ὠνομάσθησαν οὕτω, διότι τὸ
πρῶτον σπουδασθέντα ἐκ τούτων εἶχον ὁσμὴν ἀρωματικὴν.

Πλὴν τούτων ὑπάρχει ἐν τῇ Ὀργανικῇ Χημείᾳ σειρὰ σωμάτων,
ὡς αἱ ῥητῖναι, τὸ λεύκωμα κλπ., ἅτινα δὲν ἔχουσι καταταχθῆ εἰσέτι
εἰς τὰς προηγουμένας κλάσεις, καθόσον δὲν ἔχουσι καθορισθῆ εἰσέτι
καλῶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΔΙΠΑΡΑ ΣΩΜΑΤΑ

4. **Υποδιαίρεσις λιπαρῶν σωμάτων.** — Αί εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν λιπαρῶν σωμάτων ἀνήκουσαι ἐνώσεις ὑποδιαίρουνται εἰς διαφόρους τάξεις, ἐκ τῶν ὁποίων σπουδαιότεραι εἶναι αἱ ἑξῆς:

- 1) Ἡ τῶν ὑδρογονανθράκων,
- 2) Ἡ τῶν πνευμάτων,
- 3) Ἡ τῶν αἰθέρων,
- 4) Ἡ τῶν λιπῶν,
- 5) Ἡ τῶν ἀλδεΐδων καὶ τῶν ὀξέων,
- 6) Ἡ τῶν ὑδατανθράκων καὶ
- 7) Ἡ τῶν ἐνώσεων τοῦ κνανίου καὶ τῶν παραγῶγων τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος.

Ὁ θεμελιώδης ὑδρογονάνθραξ, ἐξ οὗ θεωρητικῶς παρήχθησαν ἅπαντα τὰ λιπαρὰ σώματα, εἶναι τὸ μεθάνιον CH_4 , ἐξ οὗ καὶ καλοῦνται παράγωγα τοῦ μεθανίου τὰ σώματα ταῦτα.

Ὁ θεμελιώδης δὲ ἀρωματικὸς ὑδρογονάνθραξ, οὐτινος παράγωγα δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ἅπασαι αἱ ἀρωματικαὶ ἐνώσεις, εἶναι τὸ βενζόλιον C_6H_6 , διὸ καὶ παράγωγα τοῦ βενζολίου καλοῦνται ἐπίσης αὐταί.

Ἐξετάσωμεν νῦν ἰδιαιτέρως ἐκάστην τῶν τάξεων τῶν λιπαρῶν σωμάτων.

Ἵδρογονάνθρακες.

5. **Ἵδρογονάνθρακες.** — Οἱ ὑδρογονάνθρακες εἶναι ἐνώσεις, συνιστάμεναι μόνον ἐξ ἀνθρακος καὶ ὑδρογόνου, ὡς τὸ μεθάνιον CH_4 , τὸ αἰθυλένιον C_2H_4 , τὸ ὀξυλένιον C_2H_2 . Εἶναι σώματα οὐδέτερα, εὐρισκόμενα καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς καταστάσεις, ὡς ἀέρια, ὑγρὰ καὶ στερεά, καίονται δὲ διὰ φλογὸς κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον φωτεινῆς· εἰς τὰ σώματα ταῦτα τὸ ὑδρογόνον περιέχεται πάντοτε κατ' ἄρτιον ἀριθμὸν ἀτόμων.

Οἱ ὑδρογονάνθρακες τάσσονται εἰς τρεῖς κυριώδεις σειράς, ἦτοι:

- 1) Τὴν τοῦ μεθανίου ἢ ἐλώδους ἀερίου CH_4 ,

2) Τὴν τοῦ αἰθυλενίου C_2H_4 καὶ

3) Τὴν τοῦ δξυλενίου C_2H_2 .

Σειρὰ τοῦ μεθανίου. — Τὰ σώματα, τὰ ἀνήκοντα εἰς τὴν σειρὰν τοῦ μεθανίου, περιέχουσιν ἄνθρακα καὶ ὕδρογόνον ὑπὸ τὸν τύπον C_nH_{2n+2} . Τοιαῦτα εἶναι τὸ μεθάνιον CH_4 ($n=1$), τὸ αἰθάνιον C_2H_6 ($n=2$), τὸ προπάνιον C_3H_8 ($n=3$) κλπ. Καὶ τὰ μὲν πτωχότερα εἰς ἄνθρακα σώματα τῆς σειρᾶς ταύτης εἶναι ἐν συνήθει θερμοκρασίχ ἄερια, τὰ δὲ ἐνέχοντα ἄτομα ἄνθρακος περισσότερα τῶν 4 εἶναι ὑγρά καὶ τὰ ἐνέχοντα ἄνω τῶν 16 ἀτόμων ἄνθρακος εἶναι στερεὰ καὶ καλοῦνται παραφῖναι.

Σειρὰ τοῦ αἰθυλενίου. — Οἱ ὕδρογονάνθρακες τῆς σειρᾶς τοῦ αἰθυλενίου περιέχουσιν ἄνθρακα καὶ ὕδρογόνον ὑπὸ τὸν γενικὸν τύπον C_nH_{2n} . Τοιοῦτοι εἶναι τὸ αἰθυλένιον C_2H_4 ($n=2$), τὸ προπυλένιον C_3H_6 ($n=3$), τὸ βουτυλένιον C_4H_8 ($n=4$) κλπ. Τὸ CH_2 ($n=1$) δὲν ὑπάρχει.

Σειρὰ τοῦ δξυλενίου. — Τὰ σώματα τῆς σειρᾶς τοῦ δξυλενίου εἶναι τοῦ γενικοῦ τύπου C_nH_{2n-2} , ὡς τὸ δξυλένιον C_2H_2 ($n=2$), τὸ ἀλλυλένιον C_3H_4 ($n=3$) κλπ. Οἱ ὕδρογονάνθρακες οὗτοι μέχρι τοῦ C_4H_6 εἶναι ἄερια, οἱ ἀνώτεροι τούτου ὑγρά καὶ οἱ ἀνώτατοι στερεὰ.

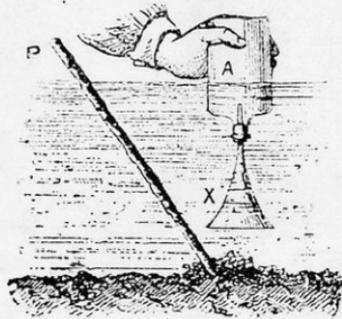
Ἐκ τῶν ὕδρογονανθράκων θὰ ἐξετάσωμεν ἰδιαιτέρως μόνον τὸν θεμελιώδη, ἦτοι τὸ μεθάνιον CH_4 καὶ τὰ δύο ἀρχικὰ τῶν δύο ἄλλων ὁμολόγων σειρῶν, τὸ αἰθυλένιον C_2H_4 καὶ τὸ δξυλένιον C_2H_2 .

6. **Μεθάνιον** CH_4 . — Ὁ ὕδρογονάνθραξ οὗτος εἶναι κέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἀναφλέγεται, καίον δι' ἠπίας φωτεινῆς φλόγος μετ' ὀξυγόνου καὶ ἀέρος παρέχει μίγμα ἐκπυροσχοστικόν. Ἔχει εἰδ. βάρ. 0,559, ὑγροποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῆς — 81°,8 καὶ στερεοποιεῖται εἰς — 186° ὑπὸ πίεσιν 80 χιλιοστών. Ἀποσυντίθεται ὑπὸ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παρέχον δξυλένιον (ἀσετυλίνη) καὶ ὕδρογόνον.

Ἐν τῇ φύσει εὔρηται ὡς ἀναθυμίασις εἰς τινὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ὡς εἰς τὰ πέριξ τῆς Κασπίας θαλάσσης πλησίον τοῦ Baku, παρὰ τὸ Pittsburg, ὅπου ὑφίστανται μεγάλαι πηγαὶ σχεδὸν χημικῶς καθαρῷ μεθανίου. Παράγεται δὲ ἐκ τῆς σήψεως ὀργανικῶν οὐσιῶν, εὔρισκομένων ἐντὸς ὕδατος καὶ ἐν ἀποκλεισμῷ ὀξυγόνου.

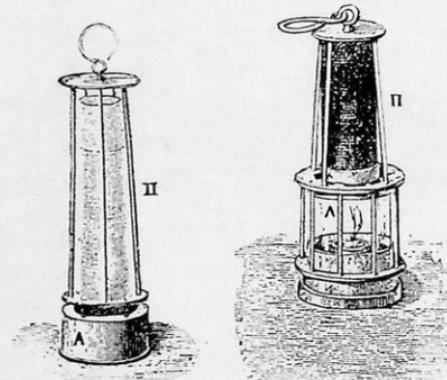
Οὕτως ἀνευρίσκομεν αὐτὸ ἀναδιδόμενον κατὰ φυσαλίδας εἰς τὰ ἐλώδη μέρη, προερχόμενον ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τῶν ἐν τῷ πυθμένι εὐρίσκομένων φυτικῶν οὐσιῶν, διὸ καὶ ἐλειογενὲς ἀέριον καλεῖται. Ἐπίσης ἀνευρίσκεται εἰς τὰ ἀνθρακωρυχεῖα, ὅπου, ὁσάκις τυχὸν ἀναφλεθῆ, προκαλεῖ καταστρεπτικὰς ἐκπυρσοκροτήσεις.

Πρὸς πρόληψιν τῶν ἀναφλέξεων τούτων αἱ λυχνίαι τῶν ἐργατῶν εἶναι ἰδίου συστήματος (σχ. 173), ἐπινοηθέντος ὑπὸ τοῦ Davy. Ἡ λυχνία αὕτη ἐργάζεται δι' ἐλαίου καὶ ἡ φλόξ αὐτῆς περιβάλλεται διὰ σιδηροῦ συρματοπλέγματος. Ἐὰν ταύτη λυχνία εὑρεθῆ ἐντὸς χώρου, περιέχοντος μεθάνιον, τὸ ἀέριον τοῦτο, εἰσερχόμενον διὰ τοῦ συρματοπλέγματος ἐντὸς τῆς λυχνίας, ἀναφλέγεται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἐνῶ συγχρόνως ἡ φλόξ σβέννυται. Ἡ



Σχ. 172. Συλλογὴ ἐλώδους ἀερίου.

ἀνάφλεξις ὅμως αὕτη δὲν μεταδίδεται καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς τῆς λυχνίας ἀέριον, ἀλλὰ περιορίζεται ἐν αὐτῇ, διότι τὸ συρματοπλέγμα εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος. Ἡ λυχνία αὕτη ἐτροποποιήθη ἀρκούντως, ὥστε νὰ καίη χωρὶς νὰ σβέννυται καὶ ὅταν ἀκόμη ὑφίστανται ταχέα ρεύματα ἀέρος (λύχνος Fumat).



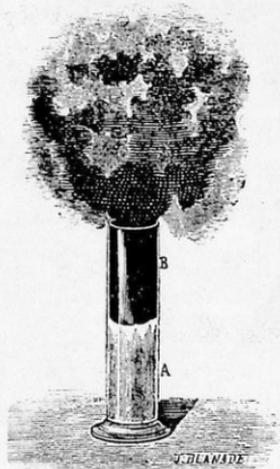
Σχ. 173.

Δοῦσιν τοῦ χλωρίου. — Τὸ χλώριον, παρουσίᾳ φωτός, ἀποσυνθέτει τὸ μεθάνιον καί, ἐνούμενον μετὰ τοῦ ὑδρογόνου, σχηματίζει ὑδροχλωρικὸν ὀξύ HCl καὶ ταυτοχρόνως παράγονται

ἐνώσεις, ὡς τὸ CH_3Cl (χλωριοῦχον μεθύλιον), CH_2Cl_2 , CHCl_3 , CCl_4 .

7. **Αἰθυλένιον.** $\text{C}_2\text{H}_4=28$. — Τὸ αἰθυλένιον ἢ ἐλαιογόνον ἀέριον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, εἰδ. βάρ. 0,97, ὑγροποιούμενον εἰς 0°

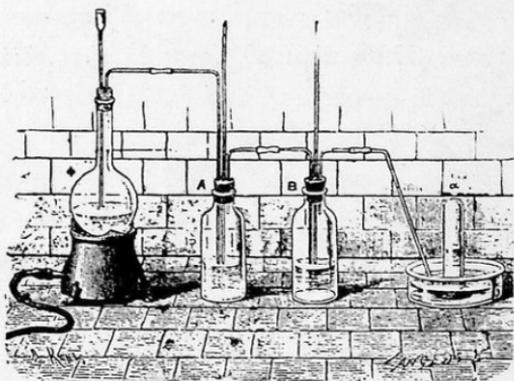
ὕπὸ πίεσιν 44 ἀτμοσφ. Καίεται μετὰ φλογὸς κίανθης λαμπρᾶς καὶ ἀποτελεῖ μετ' ὀξυγόνου ἐκρηκτικὸν μίγμα. Διὰ τῆς θερμότητος ἀποσυντίθεται εἰς ὀξυλένιον καὶ ὕδρογόνον. Μιγνυόμενον μετὰ διπλασίου ὄγκου χλωρίου καὶ ἀναφλεγόμενον καίεται διὰ φλογὸς σκοτεινῶς ἐρυθρᾶς (σχ. 174), ἐνῶ συγχρόνως σχηματίζεται ὕδροχλωρικὸν ὀξύ HCl καὶ ἀποβάλλεται αἰθάλη. Ἐν ὕδατι καὶ οἴνοπνεύματι ἐλάχιστα διαλύεται· εἰσπνεόμενον δὲ ἐπιδρᾷ ἀναισθητικῶς.



Σχ. 174.

Τὸ αἰθυλένιον εὐρίσκεται ἐν τῷ φωταερίῳ, ὅπερ περιέχει 4--5^ο%, ἐξ αὐτοῦ παρασκευάζεται δὲ διὰ θερμάνσεως (160^ο περίπου) οἴνοπνεύματος μετὰ περισσεΐας πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐντὸς φιάλης (σχ. 175), περιεχοῦσης καὶ ἄμμων. Ἵνα ληφθῆ καθαρόν, διαβιδιάζεται τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ἀναπτυσσόμενον αἰθυλένιον πρῶτον διὰ καυστικοῦ νάτρου καὶ εἶτα διὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος.

8. Ὁξυλένιον.
 $\text{C}_2\text{H}_2 = 26$. — Τὸ ὀξυλένιον (κ. ἀσετυλίνη), παρασκευασθὲν τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Davy τῷ 1839, εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἔχον χαρακτη-



Σχ. 175.

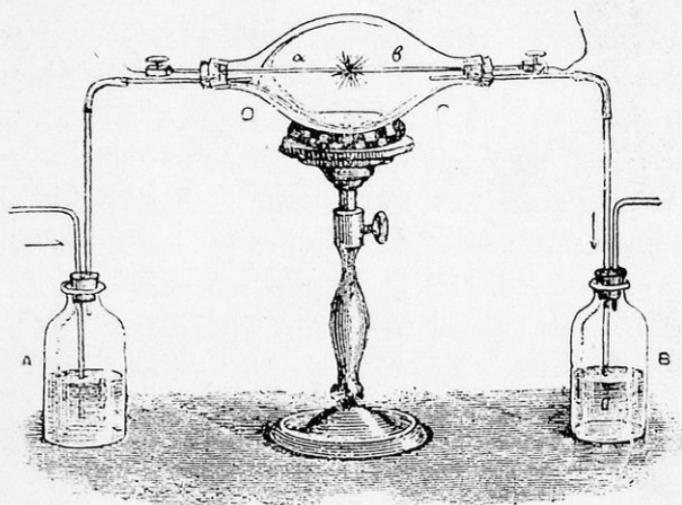
ριστικὴν ὄσμήν, ὑγροποιούμενον εἰς 0^ο καὶ ὑπὸ πίεσιν 26 ἀτμοσφ. Ἔχει εἰδ. β. 0,92 καὶ εἶναι δηλητηριώδες· ἀήρ, ἐνέχων 1^ο% ὀξυλενίου προκαλεῖ νάρκωσιν. Καίεται διὰ φλογὸς λιανῶς φωτεινῆς καὶ αἰθαλιζούσης.

Τὸ ὀξυλένιον παρασκευάζεται νῦν κατὰ μεγάλα ποσὰ ἐκ τοῦ

άνθρακασβεστίου CaC_2 , τὸ ὁποῖο παρουσιάζεται ὑδατοῦς ἐκλύει αὐτό¹⁾. Χρησιμοποιεῖται δὲ οὕτω πρὸς φωτισμὸν ἀντὶ τοῦ φωταερίου. Ὁ Berthelot παρεσκευάσεν συνθετικῶς τὸ ὀξυλένιον, διαβιβάζων ρεῦμα ὑδρογόνου ἐντὸς ὑαλίνης σφάιρας O (σχ. 176), ἐν τῇ ὁποίᾳ ἐσχηματίζετο ἠλεκτρικὸν τόξον μεταξὺ δύο ραβδίων ἄνθρακος.

Τὸ ὀξυλένιον μετ' αἰέρος ἐκπυρροκροτεῖ ἐντόνως· ὑγροποιεῖται δὲ εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 26 ἀτμοσφαιρῶν.

9. **Πετρέλαιον.** — Οἱ πλεῖστοι τῶν ἐν τῇ φύσει ὑδρογοναν-



Σχ. 176.

θράκων τῶν προηγουμένων σειρῶν εὗρηται εἰς τὸ πετρέλαιον, ὑγρὸν ἐλαιῶδες καὶ εὐφλεκτον. Τὸ πετρέλαιον ἢ ὀρυκτὸν ἔλαιον εὐρίσκεται εἰς διάφορα μέρη τῆς Ἀμερικῆς, τῆς Ῥωσσίας καὶ τῆς Ῥουμανίας, ἀντλούμενον ἐκ φρεάτων. Τὸ ἐκ τῶν φρεάτων εἴτε δι' ἀντλιῶν ἀναρροφώμενον πετρέλαιον εἶναι ὑγρὸν ἐλαιῶδες, ἀκάθαρτον, ἔχον χρῶμα σκοτεινόν· ἐν τῷ αἰέρι ἐκτιθέμενον χάνει τὰ πτητικώτερα τῶν συστατικῶν του καὶ καθίσταται πυκνότερον καὶ τέλος παρέχει τὴν ἄσφαλτον.

Ἡ γένεσις τοῦ πετρελαίου ὀφείλεται, κατὰ τινα θεωρίαν, εἰς τὴν

1) Τὸ **άνθρακασβεστίνιον** παράγεται διὰ συμπύρωσεως ἀσβέστου μετ' ἄνθρακος ἐν τῇ ἠλεκτρικῇ καμίνῳ, ἀποτελεῖ τεφρὰν κρυσταλλικὴν μάζαν, ἣτις μεθ' ὕδατος ἐκλύει τὸ ὀξυλένιον μετὰ ζωηροῦ ἀναδρῶμοῦ.

ἀπόσταξιν τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν, τῶν εὐρισκομένων βαθέως ἐντὸς τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς. Ἡ Ἀξιοσημείωτον δὲ εἶναι, ὅτι τὰ διάφορα πετρέλαια δὲν εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως. Οὕτω τὸ ἀμερικανικὸν ἀποτελεῖται σχεδὸν μόνον ἐκ παραφινῶν, ἐνῶ τὸ τοῦ Καυκάσου συνίσταται ἰδίως ἐξ ἄλλων ὑδρογονανθράκων, τῶν ναφ' ενῶν, αἵτινες ἀνήκουσιν εἰς τὴν σειρὰν τοῦ αἰθυλενίου.

Δι' ἀποστάξεως τοῦ ἐκ τῶν πηγῶν λαμβανομένου ἀκαθάρτου πετρελαίου χωρίζονται ἀπ' αὐτοῦ τὰ ἐξῆς διάφορα μέρη, ἀποτελούμενα ἐκ μιγμάτων ὑδρογονανθράκων.

1) Δι' ἀποστάξεως ἀπὸ 50° ἕως 120° λαμβάνονται διαδοχικῶς πρῶτον ὁ πετρελαϊκὸς αἰθήρ (50°—60°), εἶτα ἡ βενζίνη (60°—80°) καὶ τέλος ἡ λιγροΐνη (80°—120°), σώματα ὑγρά, ἀποτελούμενα ἐξ ὑδρογονανθράκων τῆς σειρᾶς τοῦ μεθανίου.

2) Δι' ἀποστάξεως ἀπὸ 150°—250° λαμβάνεται τὸ ἰδίως πετρελαίον ἢ φωτισικὸν πετρελαίον, ἧτοι τὸ χρησιμεῖον συνήθως πρὸς φωτισμὸν καὶ τὸ ὅσον δέον νὰ στερηθῆται τῶν προηγουμένων ὑγρῶν, ἵνα μὴ εἶναι ἐπικίνδυνον ἐκ τῶν ἐκ τούτων ἐκρήξεων. Τὸ καθαρὸν ἀμερικανικὸν πετρελαίον ἔχει εἶδ. βάρ. 0,79—0,81.

3) Δι' ἀποστάξεως ἀπὸ 250°—450° λαμβάνονται πρῶτον τὸ ἠφαισιτέλαιον καὶ τὸ παραφινέλαιον (250°—300°) ὑγρά ἐλαιώδη, χρησιμεύοντα πρὸς ἐπάλειψιν τῶν μηχανῶν διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς μεταξὺ τῶν μερῶν τῶν τριβῆς καὶ εἶτα οἱ στερεοὶ ὑδρογονάνθρακες, παραφίνη καὶ βαζελίνη.

Ἡ παραφίνη εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, κλειόμενον μεταξὺ 45° καὶ 80° καὶ χρησιμεῖ εἰς τὴν κατασκευὴν λαμπάδων καὶ εἰς ἠλεκτρικὰς ἐργασίας ὡς ἄριστον ἀπομονωτικόν. Ἡ βαζελίνη, ἔχουσα σύστασιν βουτυρώδη, εἶναι χρήσιμος εἰς τὴν φαρμακευτικὴν.

10. **Φωταέριον.**—Τὸ φωταέριον λαμβάνεται δι' ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων καὶ περιέχει πλείστους ὑδρογονάνθρακας, ἐξ οὗ καὶ ἐξετάζομεν αὐτὸ ἐνταῦθα.

Ἡ ἐντὸς κλειστῶν δοχείων ἀπόσταξις τῶν λιθανθράκων παρέχει τὰς ἐξῆς οὐσίας:

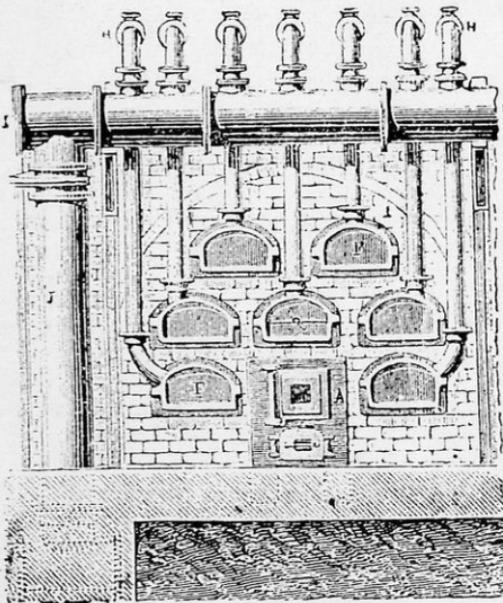
1ον Τὸ ἀκίθαρτον φωταέριον, ἀέριον καύσιμον καὶ χρήσιμον πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν.

2ον Τὴν πίσσαν, ἣτοι προϊόντα ὑγρά ἢ στερεὰ χρησιμοποιούμενα ὑπὸ τῆς βιομηχανίας πρὸς κατασκευὴν τῶν χρωμάτων τῆς ἀνιλί- νης καὶ ἄλλων εἰδῶν.

3ον Τὴν ἀμμωνίαν, ἣτις, πα- ραμένουσα ἐν τῷ ὕδατι τῶν πλυν- τηρίων τοῦ φωταερίου, παρέχει τὸ ἀμμωνιαῶδες ὕδωρ, τὸ χρησι- μεῖον πρὸς παρασκευὴν ἀμμωνια- κῶν ἁλάτων.

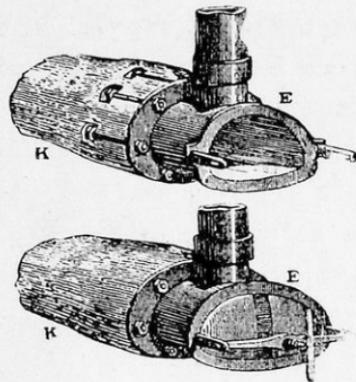
4ον Τὸν ὀπιάνθρακα (κ. κώκ), στερεὸν ὑπόλειμμα, τὸ ὅποιο, ἀπο- μένει ἐν τοῖς δοχείοις τῆς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων καὶ χρησι- μεῖται ὡς καύσιμος ὕλη.

Ἀπόσταξις.— Ἡ ἀπόσταξις τῶν λιθανθράκων γίνεται ἐντὸς



Σχ. 178.

κεράτων διὰ ὀπιανθράκων μέχρι 1200" περίπου καὶ διαρκεῖ 4 ὥρας κατὰ μέσον ὄρον.

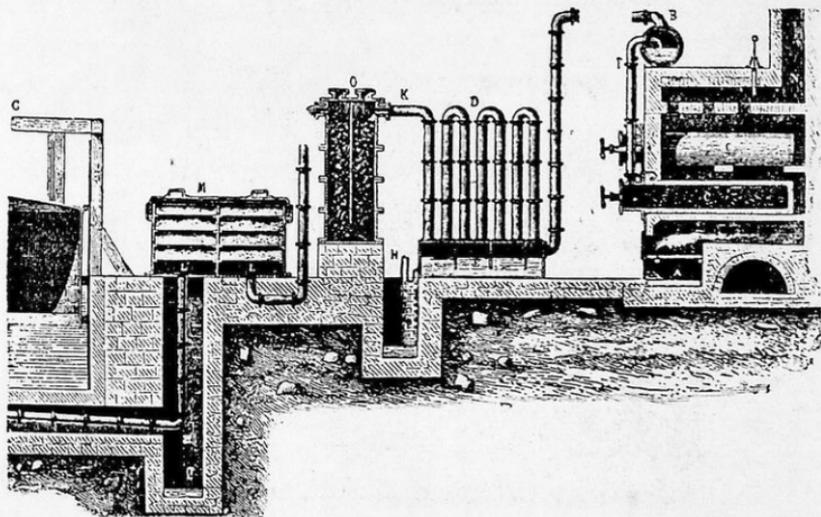


Σχ. 177.

δοχείων ἡμικυλινδρικών (σχ. 177) ἐκ πυριμάχου ἀργίλλου καὶ τῶν ὁποίων τὸ ἐν τῶν ἄκρων ἀπολή- γει εἰς ἐπιστόμιον σιδη- ροῦν, κλειόμενον ἐπίσης διὰ πώματος σιδηροῦ. Διὰ τῶν ἄκρων τούτων εἰσάγονται οἱ λιθάνθρα- κες ἐν τοῖς δοχείοις ἢ ἐξάγονται οἱ ὀπιάνθρα- κες μετὰ τὸ πέρας τῆς ἀποστάξεως. Συνήθως τὰ δοχεῖα ταῦτα ἢ κέρατα θερμαίνονται ἀνὰ 7 ὑπὸ τῆς αὐτῆς ἐστίας (σχ. 178). Ἡ θέρμανσις τῶν

Τὸ κατὰ τὴν ἀπόσταξιν παραγόμενον ἀέριον δι' ἀπαγωγῶν σωλήνων φέρεται πρὸς καθαρισμόν πρῶτον φυσικὸν καὶ εἶτα χημικόν.

Φυσικὸς καθαρισμὸς.—Τὸ ἐκ τῆς ἀποστάξεως λαμβανόμενον ἀέριον διοχετεύεται διὰ κατακορύφων μεγάλων σωλήνων R (σχ. 179) ψυχόμενων ἐξωτερικῶ· διὰ βρέματος ὕδατος καὶ εἶτα ἐντὸς μεγάλων κυλίνδρων, πεπληρωμένων διὰ ὀπτανθράκων. Διὰ τῆς πρώτης κατα-



Σχ. 179.

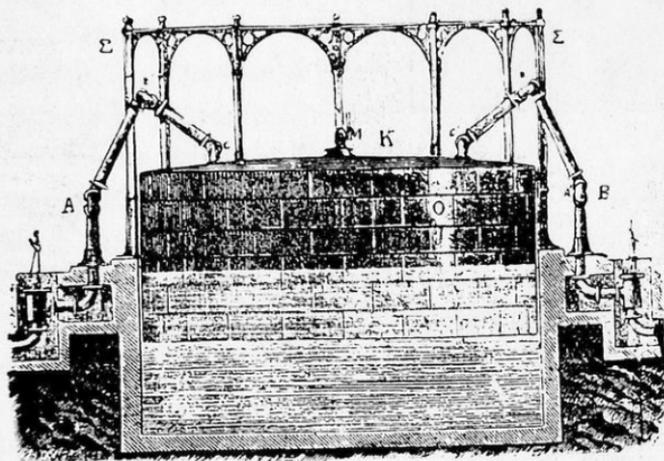
ψύξεως τοῦ ἀερίου ἐντὸς τῶν σωλήνων συμπυκνοῦνται αἱ ὀλιγώτερον πτητικαὶ οὐσίαι καὶ λαμβάνεται ἢ πίσσα· διὰ τῆς διόδου δὲ τοῦ ἀερίου διὰ τῶν κυλίνδρων ἀπομένουσιν ἐν τούτοις καὶ ἕτερα προσμίγματα (μηχανικῶς παρασυσθηθεὶς πίσσα, ὑδρόθειον, θειοῦχον ἀμμώνιον, θειοῦχος ἄνθραξ).

Χημικὸς καθαρισμὸς.—Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ἀέριον δὲν εἶναι εἰσέτι ἀρκούντως καθαρὸν, καθόσον περιέχει οὐσίας, ὡς τὸ ὑδρόθειον, τὸ θειοῦχον ἀμμώνιον, τὸ CO_2 κλπ, αἵτινες ἐλαττώνουσι τὴν φωτιστικὴν του δύναμιν. Διὰ τοῦτο διοχετεύεται τὸ ἀέριον ἐντὸς κυδωτίων, περιεχόντων μίγμα ἐσβεσμένης ἀσβέστου, θειικοῦ ὑποξειδίου τοῦ σιδήρου καὶ πριονιδίων, τὸ ὅποιον συγκρατεῖ τὰς προσμίξεις τοῦ ἀερίου.

Τὸ οὕτω καθαρισθὲν ἀέριον ἀπάγεται διὰ σωλήνων ἐντὸς μεγά-

λων αεριοφυλακείων (σχ. 180) ἐκ σιδηρῶν ἐλασμάτων ἐν σχήματι μεγάλων κωδῶνων, τοποθετημένων ἐντὸς δεξαμενῶν μεθ' ὕδατος. Τὸ τοιοῦτον φωταέριον τῶν αεριοφυλακείων εἶναι κατάλληλον πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν καὶ διὰ σωλῆνων διανέμεται εἰς τὰ μέρη τῆς καταναλώσεως (οἰκίαι, καταστήματα κλπ).

Σύντασις τοῦ φωταερίου. — Τὸ φωταέριον περιέχει εἰς 100 ὀγκοῦς 50 ὕδρογόνου, 35 μεθανίου, 8,3 ὀξειδίου τοῦ ἄνθρακος,



Σχ. 180.

1,7 διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, 0,96 βενζολίου, 4 ὕδρογονανθράκων αέριων, ὡς τὸ αἰθυλένιον καὶ τὸ δξυλένιον. Ἔχει εἰδ. β. 0,399.

Τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ μεθάνιον, ἅτινα ἐπικρατοῦσιν εἰς τὸ φωταέριον, καίονται μὲν, ἀλλὰ διὰ φλογὸς ὀλίγον φωτεινῆς· ἡ φωτιστικὴ δύναμις τοῦ φωταερίου ὀφείλεται σχεδὸν ὀλόκληρος εἰς τὴν παρουσίαν τοῦ βενζολίου καὶ τῶν ἀναλόγων αερίων. Τὸ φωταέριον διαπίδουε εὐκόλως διὰ τῶν πορωδῶν σωμάτων, μετὰ τοῦ ἀέρος ἀποτελεῖ μίγμα ἐκπυρσοκροτικόν, εἶναι δὲ ναρκωτικόν δηλητήριον, ἔνεκα τῆς ἐν αὐτῷ παρουσίας τοῦ ὀξειδίου τοῦ ἄνθρακος CO .

Ἡ φλόξ τοῦ φωταερίου ὡς πηγὴ θερμότητος καὶ φωτός. — Ὅταν ἀναφλέγηται τὸ φωταέριον, τὸ ἐξερχόμενον ἐξ ὀπῆς σωλῆνος, σχηματίζεται φλόξ φωτεινῆ (σχ. 181), ἧς ὅμως ἡ θερμαντικὴ δύναμις δὲν εἶναι μεγάλη σχετικῶς. Ἐὰν ὅμως τὸ φωταέριον ἀναμιχθῇ μετ'

ἀρκετοῦ ἀέρος οὕτως, ὥστε ἡ καύσις νὰ γίνηται τελειότερα (ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος), ἡ φλόξ καθίσταται μὲν θερμοτέρα, ἀλλὰ δὲν εἶναι πλέον λαμπρὰ καὶ σχεδὸν εἶναι ἄνευ φωτός. Ὑπὸ τοιοῦτους ὄρους λειτουργεῖ ὁ λύχνος Bunsen, οὗ γίνονται χρήσις εἰς τὰ ἐργαστήρια ὡς πηγῆς θερμότητος.

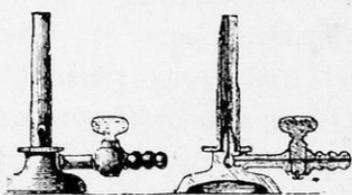


Σχ. 181.

Ἐκ μικροῦ σωλήνος μετὰ στρόφιγγος καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶναι κωνικὸν καὶ περιβάλλεται ὑπὸ δευτέρου σωλήνος κατακορύφου. Ὁ δεῦτερος οὗτος σωλήν φέρει εἰς τὸ

κατώτερον μέρος δύο ὀπὰς. ἅς δυνάμεθα νὰ ἀνοίξωμεν ἢ κλείσωμεν διὰ δακτυλίου. Ὅταν εἰς τὸν πρῶτον σωλήνα διοχετεύηται φωταέριον καὶ αἱ ὀπὰὶ τοῦ δευτέρου σωλήνος εἶναι ἀνοικταί, ῥεῦμα ἀέρος εἰσέρχεται διὰ τῶν ὀπῶν τούτων εἰς τὸν κατακόρυφον σωλήνα, τὸ ὅποιον μίγνυται μετὰ τοῦ φωταερίου. Οὕτως, ἐὰν ἀναφλέξωμεν τὸ φωταέριον, τὸ ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου τοῦ κατακορύφου σωλήνος, σχηματίζεται φλόξ λίαν θερμῆ, ὡς ἐκ τῆς παρουσίας τοῦ ἀέρος.

Ἐπι θερμοτέρα φλόξ ἐπιτυγχάνεται δι' ὀξυγόνου, διοχετευομένου δι' ἰδίου σωλήνος. Τὸ πρὸς τοῦτο χρησιμεῖον ὄργανον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ δύο ὁμοκέντρων σωλήνων (σχ. 183), καὶ διὰ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ διοχετεύεται φωταέριον, διὰ δὲ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀξυγόνου.



Σχ. 182.



Σχ. 183.

Τὸ φωταέριον καίεται διὰ φλογὸς λευκῆς, ὅταν ἡ ὀπή, ἐξ ἧς ἐξέρχεται, εἶναι στενὴ· δι' ὀπῆς μεγαλυτέρας ἡ φλόξ καθίσταται ὑπερῦθρος. Πρὸς ἐπιτυχίαν φωτὸς μείζονος ἐντάσεως διὰ τοῦ φωταερίου ἐχρησιμοποιήθη τοῦτο πρὸς διαπύρωσιν στερεῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα

ἀποτελεῦσι τότε κυρίως τὴν φωτεινὴν πηγὴν. Ὄστω τὸ σύστημα Auer εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸν λύχνον Bunsen καὶ χρησιμοποιεῖ δι' ἑκάστον ὄγκον φωταερίου 3 περίπου ὄγκους ἀέρος· ἡ σχηματιζομένη θερμὴ φλόξ διαπυρῶνει κωνικὸν πλέγμα ἐξ ὀξειδίων θορίου ἢ λαυθανίου ἢ δημητρίου κλπ., τὸ ὅποσον οὕτως ἐκπέμπει λαμπρὸν φῶς λευκὸν (σχ. 181).

Πνεύματα.

11. **Πνεύματα.** — Ὀλίγα ἐκ τῶν πνευμάτων παράγονται ἐκ φυτικῶν οὐσιῶν, δύνανται ὅμως νὰ παρασκευασθῶσι καὶ τεχνητῶς. Παράγονται δὲ θεωρητικῶς ἐκ τῶν ὑδρογονανθράκων δι' ἀντικαταστάσεως ἐνὸς ἢ πλειόνων ἀτόμων ὑδρογόνου, ὑφ' ἐνὸς ὕδροξυλίου OH ἢ πλειοτέρων τοιούτων ἠνωμένων μετ' ἰσαριθμῶν ἀτόμων ἄνθρακος. Τὰ πνεύματα ἐνούμενα μετὰ ὀξέων παρέχουσι τοὺς καλουμένους ἐστέρας.

Τὰ πνεύματα διαιροῦνται εἰς μονατομικά, διατομικά κλπ., καθόσον παρήχθησαν ἐκ τῶν ὑδρογονανθράκων δι' ἀντικαταστάσεως ἐνὸς ἢ δύο κλπ. ἀτόμων ὑδρογόνου δι' ἐνός, δύο κλπ. ὕδροξυλίων. Ἐκ τῶν σπουδαιότερων πνευμάτων εἶναι τὸ ξυλόπνευμα ἢ μεθυλικὸν πνεῦμα, τὸ οἰνόπνευμα ἢ αἰθυλικὸν πνεῦμα καὶ ἡ γλυκερίνη. ἄλλα θὰ περιγράψωμεν ἀμέσως.

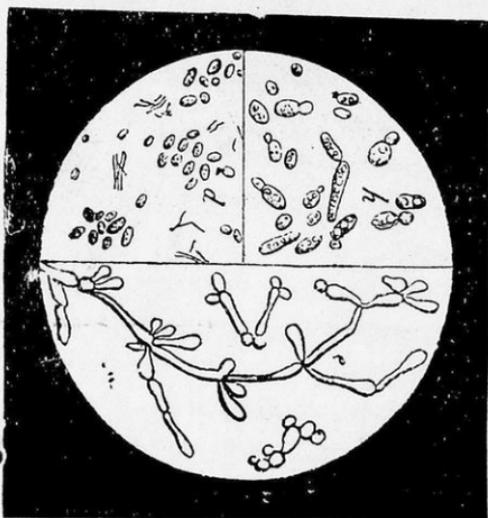
12. **Μεθυλικὸν πνεῦμα** CH_3OH . — Τὸ μεθυλικὸν πνεῦμα ἢ ξυλόπνευμα λαμβάνεται κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν τῶν ξύλων ἐν κλειστοῖς δοχεῖσις. Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, λίαν εὐκίνητον, ὁσμῆς εὐαρέστου καὶ μεθυστικῆς, εἰδ. β. 0,814 καὶ ζέον εἰς 66° . Διαλύει τὰ παχέα σώματα, τὰ ἔλαια καὶ τὰς ῥητίνας καὶ καίεται διὰ φλογὸς ὑποκυάνου ὀλίγον φωτεινῆς. Χρησιμεῖ εἰς τὴν παρασκευὴν βερνικίων, τῆς μεθυλαμίνης, ἣτις εἶναι βᾶσις πολλῶν χρωστικῶν οὐσιῶν καὶ τοῦ νέου ἐξαιρέτου ἀπολυμαντικοῦ τῆς φορμόλης.

13. **Αἰθυλικὸν πνεῦμα** $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. — Τὸ αἰθυλικὸν πνεῦμα ἢ οἰνόπνευμα δύναται νὰ ληφθῇ δι' ἀποστάξεως οἴνου καὶ παράγεται ἐν γένει κατὰ τὴν ζύμωσιν σκυχρῶν ὑγρῶν. Παρ' ἡμῖν παρασκευάζονται μεγάλα ποσὰ διὰ κατεργασίας τῆς σταφίδος.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, εὐκίνητον, εὐαρέστου ὁσμῆς,

βράζει εις 78', πήγνυται εις — 140" και ἔχει ειδ. β. Ο. 809. Ἀποτελεῖ οὐσιώδες συστατικὸν τοῦ ζύθου, τοῦ οἴνου και τῶν οἰνοπνευματωδῶν ποτῶν, ὡς τὸ κανιάκ, ἡ μαστίχη, τὸ βρώμι κλπ. Καίεται διὰ φλογὸς ὑποκυάνου θερμοτάτης και μίγνυται μεθ' ὕδατος κατὰ πᾶσαν ἀναλογίαν. Χρησιμεύει ὡς δικλυτικὸν μέσον τῶν αἰθερίων ἐλαίων και τῶν ῥητινῶν. ὡς κύσιμος και φωτιστικὴ ὕλη, πρὸς διατήρησιν ἀνατομικῶν παρασκευασμάτων, εις τὴν μυροποιεῖαν κλπ.

Οἰνοπνευματικὴ ζύμωσις. — Ἡ ζύμωσις τῶν σακχαρούχων



Σχ. 184.

ποτῶν, καθ' ἣν παράγεται οἰνόπνευμα, γίνεται τῇ ἐπιδράσει μικροοργανισμῶν και καλεῖται οἰνοπνευματικὴ ζύμωσις. Ἐν γένει δὲ φυράματα εἶναι σώματα ὀργανικὰ ἀζωτοῦχα (σχ. 184) ἔχοντα τὴν ἰκανότητα νὰ ἐνεργῶσι διὰ τῆς παρουσίας αὐτῶν ἀποσυνθέσεις ὀρισμένων τινῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, χωρὶς ταῦτα νὰ πάσχωσιν ἀποσύνθεσιν ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως

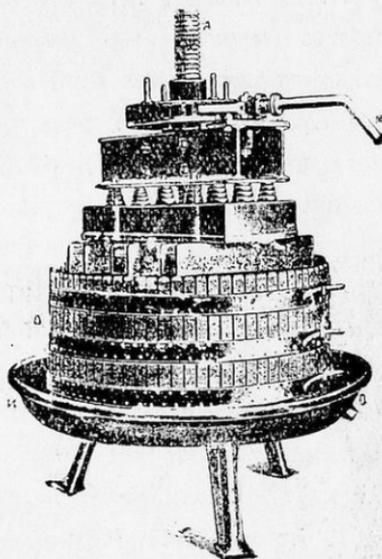
τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων. Τὰ κυριώτερα φυράματα εἶναι ἡ ζύμη (κ. μαγιά) και ὁ ἀφροζυθος και ἄλλα εἶδη μηκύτων.

Οἶνος. — Ὁ οἶνος εἶναι ὑγρὸν οἰνοπνευματοῦχον, προερχόμενον ἐκ τῆς ζύμωσης τοῦ ὄπου τῶν σταφυλῶν, λαμβανομένου διὰ συμπίεσεως τούτων ἐντὸς δεξαμενῶν ἢ δι' εἰδικῶν πιεστηρίων (σχ. 185). Ὁ οὔτω λαμβανόμενος ὄπος, γλεῦκος (κ. μούστος) καλούμενος, τίθεται ἐντὸς βαρελίων και ἐπαφίεται πρὸς ζύμωσιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μικροοργανισμῶν (σχιζομηκύτων), εὑρισκομένων εις τὸν φλοιὸν τῶν σταφυλῶν και εις τὸν ἀέρα ἀκόμη. Κατὰ τὴν ζύμωσιν παράγεται διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἐκλύεται και πληροῖ τὸν χῶρον, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου εὑρίσκονται βαρέλια, διὸ εἶναι ἐπικίνδυνος ἡ εἴσο-

δος και παραμονή εις τὸν χώρον τούτον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζυμώσεως. Μετὰ τὴν πρώτην ζω-
ρὰν ζύμωσιν τὸ ὑγρὸν ὑφίσταται
καὶ δευτέραν βραδείαν καὶ τελικὴν.

Τὸ χρῶμα τοῦ οἴνου ἐξαρτᾶ-
ται ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ φλοιοῦ
τῶν σταφυλῶν.

Τὸ κοινὰ λαμβάνεται δι' ἀπο-
στάξεως τοῦ οἴνου, γι' μαστίχη δι'
ἀποστάξεως τοῦ οἴνοπνεύματος
μετὰ τῆς γνωστῆς ἐκ Χίου μαστί-
χης καὶ τὸ οἶζον δι' ἀποστάξεως
οἴνοπνεύματος μετὰ γλυκανίσου.
Τὸ ροῦμι λαμβάνεται δι' ἀποστά-
ξεως ζυμωθέντος ὑπολείμματός τι-
νος τῆς σακχαροποιίας, καλουμέ-
νου μελάσσας (Ἰνδία). Τὰ ἡδύ-
ποτα εἶναι σακχαροῦχα οἴνοπνευματώδη ποτά.



Σχ. 185.

14. **Γλυκερίνη.** $C_3H_8O_3$ ἢ $C_3H_5(OH)_3$. — Εἰς τὰ πνεύματα
ἀνήκει καὶ ἡ γλυκερίνη καὶ δὴ εἰς τὰ τριατομικά, ἐνῶ τὸ μεθυλικὸν
καὶ τὸ αιθυλικὸν, ἅτινα ἐξητάσαμεν προηγουμένως, ἀνήκουσιν εἰς τὰ
μονατομικά.

Ἡ γλυκερίνη ἀποτελεῖ κυριῶδες συστατικὸν πλείστων λιπῶν
(8—9^ο/₁₀), ἐξ ὧν καὶ λαμβάνεται τῇ ἐπιδράσει βάσεων, π. χ. ἀσβε-
στου ἢ ὀξέων, ἢ υπερθέρμων ἀτμῶν (300^ο)· πλὴν τούτου σχηματίζε-
ται κατὰ τὴν οἴνοπνευματικὴν ζύμωσιν καὶ παράγεται κατὰ μεγάλα
ποσὰ ὡς δευτερευόν προῖόν τῆς σαπωνοποιίης καὶ στεατοποιίης,
αἵτινες χρησιμοποιοῦσι τὰ σχετικὰ λίπη καὶ ἔλαια. Εἶναι ὑγρὸν
πυκνόρρευστον, ἄχρουν καὶ ἄοσμον, γεύσεως γλυκείας (ἐξ οὗ καὶ τὸ
ὄνομά της) καὶ μίγνυται μεθ' ὕδατος καὶ οἴνοπνεύματος εἰς πᾶσαν
ἀναλογίαν· εἰς τὸν αἰθέρα εἶναι ἀδιάλυτος. Ἔχει εἶδ. β. 1,265, ζεεὶ
εἰς 290^ο καὶ ἀποσυντίθεται εἰς 310^ο.

Χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν σαπῶνων εἰδικῶν, ὡς κοσμητικῶν
πρὸς συντήρησιν μπλακῆς ἐπιερμίδος, εἰς τὴν κατασκευὴν χρωμά-

των, και ιδίως πρὸς κατασκευὴν τῆς νιτρογλυκερίνης, ὡς ἔπεται.

Νιτρογλυκερίνη $C_3H_5(NO_2)_3$. — Ἡ νιτρογλυκερίνη ἢ ἀκριβέστερον ὁ νιτρικὸς ἐσθῆρ γλυκερίνης λαμβάνεται προστιθεμένης τῆς γλυκερίνης κατὰ μικρὰ ποσὰ ἐντὸς ψυχροῦ μίγματος νιτρικοῦ ὀξέος καὶ θεϊκοῦ ὀξέος. Εἶναι σῶμα πυκνὸν ἐλαιῶδες, ὑπόλευκον ἢ ὑποκίτρινον, δηλητηριῶδες, εἰδ. βάρ. 1,6, διαλυόμενον ἐν οἴνοπνεύματι καὶ αἰθέρι. Εἶναι λίαν ἐκρηκτικὸν σῶμα, καιόμενον οὐ μόνον διὰ θερμάνσεως, ἀλλὰ καὶ διὰ κρούσεως ἢ ὤσεως εὐκολώτατα καὶ αἰφνιδίως ἄνευ ἐπιδράσεως τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, καθότι ἐνέχει ἐν ἑαυτῷ τὸ πρὸς καθῆσιν ἀναγκαιοῦν ποσὸν ὀξυγόνου. Οὕτως ἡ νιτρογλυκερίνη διαφέρει τῆς γλυκερίνης τελείως κατὰ τὰς ιδιότητας· ἡ γλυκερίνη, στερουμένη ἐκρηκτικῶν ιδιοτήτων καὶ μόνον δυσκόλως καὶ προυνσία ἀέρος καιομένη, οὐ μόνον δὲν εἶναι δηλητηριώδης, ἀλλὰ καὶ εἶναι κατάλληλος τροφή διὰ τὰ φυτά.

Ἡ νιτρογλυκερίνη οὔτε τὸν κυανοῦν χάρτην τοῦ ἡλιοτροπίου ἐπιτρέπεται νὰ ἐρυθραίνῃ, οὔτε τὸν ἐν διαλύματι ἰωδιούχου καλλίου καὶ ἀμύλου ἐμβαπτισθέντα χάρτην νὰ καθιστᾷ κυανοῦν· εἶναι ἀδιάλυτος ἐν ὕδατι καὶ κατάλληλον διαλυτικὸν ὑγρὸν διὰ τὸν κολλοδιοβάμβακα. Πήγνυται εἰς $+8^\circ$.

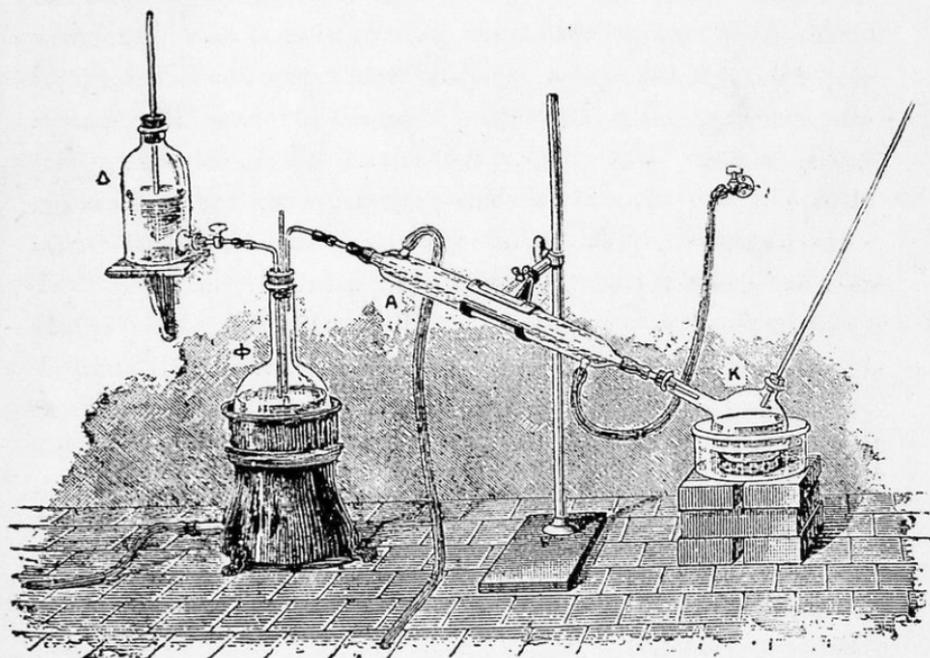
ΣΗΜ. Ἄν ἐν τινι ὀργανικῇ ἐνώσει ἄτομά τινα ὕδρογόνου ἢ ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ τοῦ καλουμένου νιτροξυλίου NO_2 (ρίζα μονοδύναμος) λαμβάνονται τὰ νιτροπαράγωγα, ὡς εἶναι τὸ νιτρομεθάνιον CH_3NO_2 , τὸ νιτροαιθάνιον $C_2H_5NO_2$.

Δυναμίτις. — Ἡ δυναμίτις λαμβάνεται δι' ἐμποτίσεως πορώδους τινὸς σώματος, ὡς ξυλάνθρακος ἢ πυριτιακῆς γῆς, διὰ νιτρογλυκερίνης. Συνήθως δὲ ἀποτελεῖται ἡ δυναμίτις ἐξ 75 μερῶν νιτρογλυκερίνης καὶ 25 μερῶν πυριτιακῆς γῆς (δυναμίτις διὰ πυριτιακῆς γῆς) ἢ ἐξ 75 μερῶν νιτρογλυκερίνης καὶ 25 μερῶν κυτταρίνης (πεφρυγμένου καὶ κονιοποιοιθέντος ξύλου). Εἶναι μᾶζα ζυμώδης, λιπώδους συστάσεως, τεφρωδῶς φαιὰ ἢ ἐρυθρωπή, ἄσμος, εἰδ. β. 1,6 (πεπιεσμένη) ἀναφλέγεται καὶ καίεται ὁμαλῶς. Ἐκπυρσοκροτεῖ ὅμως οὐχὶ δι' ἀπλῆς ὤσεως ὡς ἡ νιτρογλυκερίνη, ἀλλὰ δι' ἐκρήξεως ἐμπυρίου ἐκ βροντώδους ὕδραργύρου. Εἶναι λίαν χρήσιμος εἰς τὴν διάρρηξιν πετρωμάτων καὶ ἔταν ἀκόμη εὐρίσκωνται ταῦτα ὑπὸ τὸ ὕδωρ, καθό-

σον εκπυρσοκροτεί και λειτουργεί και υπ' αυτό. Χρησιμεύει προς γόμωσιν τῶν τορπιλλῶν, πῶν ὀδίδων κλπ.

Αἰθέρες.

15. **Αἰθέρες.** — Συγγενῆ πρὸς τὰ πνεύματα σώματα εἶναι οἱ αἰθέρες, οἵτινες λαμβάνονται ἐξ ἐκείνων δι' ἀφαιρέσεως ὕδατος. τοῦθ'



Σχ. 186.

ἔπερ κατορθοῦται πολλάκις διὰ θερμάνσεως μετὰ θεικοῦ ὀξέος. Ὁ σπουδαιότερος τῶν αἰθέρων εἶναι ὁ αἰθυλικὸς ἢ κοινὸς αἰθήρ $(C_2 H_5)_2 O$, ὁ καλούμενος καταχρηστικῶς και θεικὸς αἰθήρ, λαμβάνεται (σχ. 186) δι' ἐπιδράσεως πυκνοῦ θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ οἶνοπνεύματος περὶ τοῦς 140° . Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, εὐχρέστου και ἀναφυκτικῆς ὀσμῆς. λίαν εὐανάφλεκτον και ἐκ τούτου ἐπικίνδυνον, βράζει εἰς 35° και ἔχει εἰδ. β. 0,72 εἰς θερμοκρ. $17^{\circ},4$. Λίαν πτητικὸν και ἐκ τούτου φυκτικόν, ἄριστον δὲ διαλυτικὸν μέσον τῶν λιπῶν, ῥητινῶν και ἐλαίων μετὰ τοῦ οἶνοπνεύματος μίγνύμενον διαλύει τὴν βαμ-

δακοπυρίτιδα και πηρέχει τὸ ἐν τῇ φωτογραφίᾳ και ἰατρικῇ χρησιμώ-
τατον κολλόδιον. Καίεται διὰ φλογὸς λευκῆς και εἶναι ἰσχυρὸν ἀναι-
σθητικόν, λίαν χρήσιμον εἰς τὴν χειρουργικὴν. Μίγμα ἀτμῶν αἰθέρος
μετ' ὀξυγόνου ἢ ἀέρος ἐκπυρσοκροτεῖ.

Ἄλδεϋδαί και ὀξέα.

16. Ἄλδεϋδαί και ὀξέα. — Αἱ ἀλδεϋδαί παράγονται διὰ
μερικῆς ὀξειδώσεως τῶν πνευμάτων. Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀλδεϋδὴ τοῦ ὀξι-
κοῦ ὀξέος, ἥτι: εἰ ἐπιδράσεως ὑποχλωριώδους ἀσβεστίου μετατρέπεται
εἰς χλωριάλην ἢ χλωριάλην δὲ διὰ βραχισμοῦ μετ' ἀλκαλίων παρέχει
τὸ χλωροφόρμιον CHCl_3 ὑγρὸν ἄχρουν, τοῦ ὁποῖου οἱ ἀτμοί, εἰς-
πνεόμενοι, προκαλοῦσιν ἀναισθησίαν χρήσιμον κατὰ τὰς ἐγχειρήσεις.

17. Λιπαρὰ ὀξέα. — Δι' ὀξειδώσεως τῶν ἀλδεϋδῶν ἢ τῶν
πνευμάτων (μείζονος τῆς πρὸς παραγωγὴν ἀλδεϋδῶν) παράγονται τὰ
λιπαρὰ ὀργανικὰ ὀξέα. ἅτινα κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτῶν ὁμοιά-
ζουσι πρὸς τὰ ἀνόργανα ὀξέα. Οὕτω θεμελιώδης ἰδιότης τῶν λιπαρῶν
ὀξέων εἶναι ἡ παραγωγὴ ἀλάτων ἢ ἐστέρων δι' ἐπιδράσεως ἐπι-
βάσεων ἢ πνευμάτων. Τοιαῦτα εἶναι τὰ λιπαρὰ ὀξέα, τὰ ἀποτε-
λοῦντα τὰ κυριώτερα συστατικὰ τῶν ζωϊκῶν λιπῶν και τῶν φυτικῶν
ἐλαίων, ἦτοι: τὸ στεατικὸν ὀξύ, τὸ φοινικικὸν ὀξύ και τὸ ἐλαϊκὸν
ὀξύ· ἐπίσης εἰς αὐτὰ τάσσονται και τὸ ὀξικὸν ὀξύ, τὸ μυρμηκικὸν
ὀξύ, τὸ ὀξαλικὸν ὀξύ και πλεῖστα ἄλλα. Ἐκ τῶν ὀργανικῶν τούτων
ὀξέων θὰ ἐξετάσωμεν τὸ ὀξικὸν και τὸ τρυγικόν.

Ἄξικὸν ὀξύ. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. — Τὸ ὀξικὸν ὀξύ εἶναι τὸ κυριώτερον
συστατικὸν τοῦ ὄξους και ἀποτελεῖ ἐν τῷ σπουδαιότερων λιπαρῶν
ὀξέων. Παράγεται διὰ τελείας ὀξειδώσεως τοῦ οἴνοπνεύματος τῇ ἐπι-
δράσει εἰδικοῦ βακτηριδίου· ἐπίσης σχηματίζεται κατὰ τὴν ξηρὰν
ἀπόστασιν τοῦ ξύλου και τοῦ σακχάρου.

Καλεῖται ὀξικὴ ζύμωσις ἢ μεταβολὴ τοῦ οἴνοπνεύματος εἰς ὀξι-
κὸν ὀξύ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν εἰδικοῦ βακτηριδίου, τοῦ ὀξικοῦ μυκο-
δέρματος, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ παραλαμβάνῃ ὀξυγόνον
ἐκ τοῦ ἀέρος και νὰ προσδίδῃ αὐτὸ εἰς τὸ οἴνοπνευμα. Κατὰ τὴν
βιομηχανικὴν ἐξ οἴνου παρασκευὴν ὄξους προστίθεται ἐντὸς τῶν
μετ' οἴνου δοχείων μικρὰ ποσότης ὀξικοῦ μυκοδέρματος, τὸ ὁποῖον

πολλαπλασιάζεται καταπληκτικῶς. Τὸ ἐπιτραπέζιον ὄξος (κ. ξύδι) ἐνέχει ὀξικὸν ὀξύ ἐν ἀραιᾷ καταστάσει (μέχρι 5 % περίπου).

Τὸ ὀξικὸν ὀξύ εὐρηται εἰς τὰ φυτὰ ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων (ὀξικὸν κάλιον, ὀξικὸν νάτριον κλπ.). Εἶναι δὲ τὸ ἀνυδρὸν ὀξικὸν ὀξύ ἐν ταπεινῇ θερμοκρασίᾳ λευκὴ κρυσταλλικὴ μᾶζα, ἥτις εἰς 16° τήκεται καὶ ἀποτελεῖ ὑγρὸν διαπεραστικῆς ὁσμῆς (τὸ πηγνύμενον ὀξικὸν ὀξύ), ὅπερ ζέει εἰς 118° καὶ μίγνυται μεθ' ὕδατος εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Τὸ ὀξικὸν ὀξύ σχηματίζει μετὰ βάσεων ἄλατα, τὰ καλούμενα ὀξικά, ὡς τὸ ὀξικὸν κάλιον, ὀξικὸν ἀσβέστιον, ὀξικὸς μόλυβδος, ὅστις καλεῖται μολυβδόσακχαρον καὶ ἔχει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν παρασκευὴν μολυβδόχων χρωμάτων, π. χ. κιτρίνου χρωμίου κλπ., ὁ βασικὸς ὀξικὸς μόλυβδος (κ. μολυβδόνηρο) κλπ.

Τρυγικὸν ὀξύ $C_4H_6O_6$.—Εἰς τὰ λιπαρὰ ὀξέα ὑπάγεται καὶ τὸ τρυγικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον εὐρηται ἐντὸς τοῦ ὀποῦ ἰδίως τῶν σταφυλῶν καὶ κρυσταλλοῦται εἰς ἀχρόους πρισματικοὺς κρυστάλλους, ὀξίνους τὴν γεῦσιν. Διαλύεται ἐν ὕδατι καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν βαφικὴν, τὴν σακχαροπλαστικὴν κλπ. Ἄλας αὐτοῦ εἶναι ἡ τρυξ (κ. τρυγιά), ἥτις ἀποτίθεται ἀκάθαρτος εἰς τὸν πυθμένα τῶν οἴνοβυτίων.

Δ ί π η .

18. **Λίπη.**—Τὰ λίπη εὐρηται ἀφθόνως εἰς τὸ ζωικὸν καὶ τὸ φυτικὸν βασίλειον· καθαρὰ εἶναι ἄοσμα, μὴ πτητικά, ἄχροα ἢ ἀσθενῶς κεχρωσμένα καὶ ἀδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ. Διαλύονται εἰς τὸν αἰθέρα, τὸν θειοῦχον ἄνθρακα, τὴν βενζίνην κ.λ.π., ἐκτιθέμενα δὲ εἰς τὸν ἀέρα ὑφίστανται ὀξειδῶσιν καὶ ταγγίζουσι.

Διαιροῦνται εἰς στερεὰ λίπη ἢ στέατα (λίπος προβάτων, βοῶν, βούτυρον κλπ.) καὶ εἰς ἔλαια ἢ ὑγρὰ λίπη (ἔλαιον ἐλαιῶν, λινέλαιον κλπ.). Τὰ ἔλαια εἶναι συνήθως φυτικά· ἔλαια ζωϊκὰ πολὺ ὀλίγα ὑπάρχουσι (ἔλαιον τῆς φαλαίνης, ἔλαιον τοῦ ἥπατος τοῦ ὀνίσκου κλπ.), καθόσον εἰς τὰ ζῶα ἐπικρατοῦσιν ἡ στεατίνη καὶ ἡ μαργαρίνη. Τὰ στερεὰ λίπη ὑγροποιοῦνται δι' ἠπίας θερμάνσεως.

Τὰ ἔλαια ἢ ρευστὰ λίπη διακρίνονται :

1ον Εἰς ἔλαια μὴ ξηραίνόμενα, ὡς τὸ ἔλαιον τῶν ἐλαιῶν, τὸ κρημβέλαιον, τὸ ἀμυγδαλέλαιον καὶ τὸ ἰχθυέλαιον, καὶ

2ον Εἰς ἔλαια ξηραίνόμενα (χρήσιμα διὰ βερνίκια), ὡς τὸ λινέλαιον, κανναβέλαιον, τὸ καρυέλαιον κλπ.

Γενικῶς τὰ λίπη εἶναι μίγματα συνήθως μὲν τῆς στεατίνης, τῆς φοινικίνης καὶ τῆς εἰλαίνης, ἐν γένει δὲ ἐστέρων. Τὰ πλουσιώτερα εἰς στεατίνην εἶναι καὶ στερεώτερα, τοῦναντίον τὰ πλουσιώτερα εἰς εἰλαίνην εἶναι ῥωδέστερα· εἰς τὰ ζωϊκὰ λίπη ἐπικρατεῖ ἡ στεατίνη καὶ ἡ μαργαρίνη.

Τὰ λίπη χρησιμεύουσιν ὡς τροφή, πρὸς φωτισμόν, πρὸς ἐπάλειψιν τῶν μηχανῶν, εἰς τὴν σαπωνοποιίαν κλπ. Ἰσχυρῶς δὲ θερμαινόμενα ἀποσυντίθενται εἰς ὕδρογονάνθρακα, διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ἀκρελαίνην καὶ αὐταναφλέγονται.

Βούτυρον. — Καλεῖται βούτυρον ἡ λιπαρὰ οὐσία, ἡ ἐξαγομένη ἐκ τοῦ γάλακτος δι' ἀποδάρσεως τούτου ἐντὸς κἀδων. Κατὰ τὴν ἀπόδαρσιν ταύτην τὰ λιποσφαιρίδια συνεννοῦνται καὶ ἀποτελοῦσι μεγαλύτερα θρομβία βουτύρου. Τὸ ἀγνὸν βούτυρον ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ λοιπὰ ζωϊκὰ λίπη, ἅτινα ἀποτελοῦνται ἀποκλειστικῶς σχεδὸν ἐκ φοινικίνης, στεατίνης καὶ εἰλαίνης, περιέχει ἐκτὸς τούτων καὶ βουτυρίνην, καπρορίνην, καπρυλίνην καὶ καπρινίνην. Τὸ χρῶμα τοῦ βουτύρου εἶναι λευκὸν μὲν τὸ ἐκ τῆς αἰγὸς καὶ ἐκ τῆς ἀμνάδος, κίτρινον δὲ τὸ ἐκ τῆς ἀγελάδος. Ἡ ὄσμη τοῦ εἶναι εὐάρεστος καὶ ἀρωματικὴ, ἡ δὲ γεῦσις γλυκεῖα καὶ ἡ ἀντίδρασις ὄξινης.

Τὸ πρόσφατον καὶ ἄναλον βούτυρον διατηρεῖται ἐπὶ 3—14 ἡμέρας καὶ μετὰ παρέλευσιν τούτων ταγγίζει καὶ ἀποκτᾷ ὄσμην καὶ γεῦσιν δυσάρεστον. Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου καὶ μακροτέραν διατήρησιν προστίθεται τῷ βουτύρῳ ἅλας (2—8 %) μαγειρικόν, εἶτα δὲ ἀφοῦ τακῆ διηθεῖται διὰ λινοῦ ὑφάσματος καὶ κατορθοῦται οὕτως ἡ ἀφαίρεσις τοῦ προσμεμιγμένου ὕδατος τοῦ ἐγκλεισθέντος ἀέρος καὶ τῆς συνυπαρχούσης τυρίνης. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον βούτυρον καλεῖται χυτὸν (ἀλατισμένον) καὶ διατηρεῖται ἐπὶ μακρόν.

Ἄλλὰ καὶ τὸ χυτὸν βούτυρον δύναται νὰ ταγγίσῃ μεγάλη ποσότης ὕδατος ἐνεχομένου καὶ τυρίνης, ἡλιακὸν φῶς, πολὺς ἀερισμὸς καὶ ὑψηλὴ θερμοκρασία ἐπισπεύδουσι τὴν τάγγισιν τοῦ βουτύρου.

Μαργαρίνη. — Πλὴν τοῦ φυσικοῦ ἐκ γάλακτος βουτύρου φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον καὶ τεχνητὸν βούτυρον ἢ μαργαρίνη, ὅπερ δὲν περιέ-

χει τὰς λιπαρὰς οὐσίας τοῦ γάλακτος, ἀλλὰ κατασκευάζεται: ἐξ ἄλλων τοιούτων εὐωνοτέρων. Συνήθως λαμβάνονται: πρόσφατα ζωικά λίπη, ἐξ ὧν διὰ πλύσεως μετὰ ὕδατος, περιέχοντος πιτύαν, καὶ εἶτα τήκονται εἰς ταπεινὴν θερμοκρασίαν. Διὰ βραδείας ψύξεως αὐτῶν κατορθοῦται ἡ ἀφαίρεσις τοῦ μεγαλύτερου ποσοῦ τῆς στεατίνης. Τὰ ἐναπομείναντα συστατικά, ἤτοι ἡ φοινικίνη, ἡ ἐλαΐνη μετὰ ὀλίγης στεατίνης τήκονται καὶ ἀναταράσσονται μετὰ γάλακτος, ἵνα προσλάβωσι τὴν ὁσμὴν καὶ τὴν γεῦσιν ἀγνοῦ βουτύρου.

Τυρός. — Καλεῖται τυρός τὸ προϊόν τῆς πήξεως τοῦ γάλακτος διὰ τῆς πιτύας, τὸ ὁποῖον, ἀφοῦ ἀποχωρισθῇ ἡ τυρίνη τῶν λιπῶν οὐσιῶν, ἀφέεται πρὸς ὠρίμανσιν. Ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ τυροῦ ἀπὸ τοῦ λοιποῦ ὄρου γίνεται διὰ λινῶν ὑφασμάτων καὶ συμπίεσεως. Μετὰ ταῦτα ὁ τυρός μίγνυται μεθ' ἄλατος, ἐνίοτε δὲ καὶ ἀρτυμάτων καὶ μορφοῦται διὰ καταλλήλων τύπων. Εἶτα ξηραίνεται ἐπὶ 15 ἡμέρας, καθ' ἑκάστην ἀναστρεφόμενος, καὶ τέλος φέρεται εἰς τὰς ἀποθήκας πρὸς ὠρίμανσιν, ἥτις ἀπαιτεῖ 4—5 ἑβδομάδας περίπου.

Κατὰ τὴν ὠρίμανσιν ὁ τυρός ἀλλοιοῦται ὡς ἐκ τῆς ἐπιδράσεως φυραμάτων, ἅτινα ποικίλλουσι δι' ἕκαστον εἶδος τυροῦ.

Τὰ διάφορα εἶδη τυροῦ διακρίνονται γενικῶς εἰς :

- 1) Τυροὺς διὰ πιτύας,
- 2) Τυροὺς ἐκ γάλακτος ὀξίνου ληφθέντας καὶ
- 3) Τυροὺς, λαμβανομένους δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὄρου.

Οἱ διὰ πιτύας λαμβανόμενοι τυροὶ ὑποδιαίρουσιν εἰς :

α') *Παχυτάτους τυροὺς ἐξ ἀφρογάλακτος*, εἰς οὓς τὸ ποσὸν τοῦ πάχους εἶναι πολὺ ἀνώτερον τοῦ τῆς τυρίνης ¹⁾). Τοιοῦτοι εἶναι ὁ Neuchâtel, ὁ Gervais, ὁ Brie· πρὸς ἡμῖν δύναται νὰ καταχθῶσιν εἰς αὐτοὺς τὰ γαλακτοτύρια ἢ γαλοτύρια, τὰ γινόμενα τὸν Ἰούλιον περὶ τὸ τέλος τῆς γαλακτικῆς περιόδου, ὅτε φυσιολογικῶς ἡ σχέσις τῶν ἀζωτούχων οὐσιῶν πρὸς τὸ βούτυρον εἶναι ἐν τῷ γάλακτι σχεδὸν 1 : 1,6. Προσομοίαν σχέσιν τοῦ βουτύρου πρὸς τὰς ἀζωτούχους οὐσίας παρουσιάζουσιν αἱ μυζήθραι καὶ τὰ μανούρια.

β') *Παχεῖς τυροὺς*, λαμβανομένους ἐκ γάλακτος μὴ ἀφρογα-

¹⁾ Ἡ Τυρίνη εἶναι οὐσίαν ἀζωτούχου τοῦ γάλακτος λευκῆ ἢ ὑπολευκῆ.

λακτισθέντος και εις οὗς αἱ ποσότητες τοῦ πάχους και τῆς τυρίνης εἶναι αἱ αὐταὶ περίπου. Τοιοῦτοι εἶναι ὁ Ὀλλανδικός, ὁ Edamer, ὁ Ἑλβετικός, ὁ Roquefort, ὁ Gorgonzola, ὁ Chester κλπ. Παρ' ἡμῖν δὲ τὸ καλὸν τουλουμοτύριον, ὁ τυρὸς τῆς κάδδης (φέτα βαρελλίου), τὰ κεφαλοτύρια (ἄβραστα νησιώτικα), ὁ τυρὸς τῶν Ἀγραφῶν, ἡ κοπανιστή.

γ') Ἡμιπαχεῖς τυρούς, λαμβανομένους ἐξ ἴσων μερῶν γάλακτος ἀπαφρογαλακτισθέντος και μὴ τοιούτου. Ἐνταῦθα τάσσονται ὁ Gruyère (βίτσερης), ὁ Parmesan κλπ. Παρ' ἡμῖν τοιοῦτοι δὲν ὑφίστανται· κατασκευάζονται ὁμως σχεδὸν παχεῖς τυροὶ (1 : 0,75) ἐκ φυσικοῦ γάλακτος ἀπωλέσαντος διὰ θερμάνσεως μέρος τοῦ βουτύρου αὐτοῦ, ὡς τὸ κεφαλοτύριον, τὸ κασκαβάλιον, ἡ φρομαγέλλα τοῦ Παρνασσοῦ, τὸ σκληρὸν τουλουμοτύριον κλπ.

δ') Τυρούς σχεδὸν ἀπαχεῖς, ὡς τὸ δαρμένον τουλουμοτύριον, τὸ ξυνοτύρι (ἐκ δαρμένου ὀξίνου και αὐτομάτως πῆξαντος γάλακτος), ἡ γκίζα ἢ φιστίνα κλπ. Ἰκ τῶν ξένων τυρῶν δύναται νὰ ταχθῇ ἐνταῦθα ὁ δανικός.

Κατὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ἐξ ὀξίνου γάλακτος τυρῶν καθιζάνεται ἡ τυρίνη οὐχὶ διὰ πιτύας, ἀλλὰ διὰ θερμάνσεως (40°—50°) τοῦ ὀξινοθέντος γάλακτος. Εἶδη τοιούτου τυροῦ εἶναι ὁ Mainzer, ὁ Nieheimer, ὁ Harherz κλπ.

19. **Σάπωνες.**—Διὰ ζέσεως τῶν λιπῶν μετὰ ἀλκαλικῶν βάσεων (ὡς καυστικοῦ κάλεως ἢ νάτρου) σαπωνοποιοῦνται ταῦτα, ἤτοι παράγουσιν ἄλατα, σάπωνας καλούμενα, ἡ δὲ γλυκερίνη ἀποχωρίζεται ὡς δευτερευόν προϊόν. Οἱ διὰ καυστικοῦ κάλεως παραγόμενοι σάπωνες εἶναι οἱ μαλακοί, οἱ δὲ διὰ καυστικοῦ νάτρου εἶναι οἱ σκληροί, ἤτοι οἱ κοινοὶ σάπωνες, οὔτινες εἶναι, ὡς και οἱ μαλακοί, διαλυτοὶ εἰς τὸ ὕδωρ.

Οἱ σκληροὶ σάπωνες, διαλυόμενοι ἐν ὕδατι, ἀποσυντίθενται ἐν μέρει· εἰς τοῦτο ὀφείλεται δὲ και ἡ ἀπορροπαντικὴ των ιδιότης, καθόσον τὸ ἐλευθερούμενον ἄλκαλι διαλύει τὰς λιπώδους φύσεις ἀκαθαρσίας. Τοὺς σάπωνας πολυτελείας ἀρωματίζουν δι' αἰθερίων ἐλαίων και χρωματίζουν διὰ χρωμάτων ἀνιλίνης. Διὰ θερμάνσεως

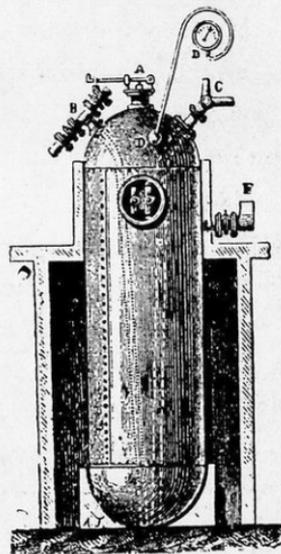
τοῦ σάπωνος μετὰ γλυκερίνης λαμβάνεται ὁ διαφανῆς τῆς γλυκερίνης σάπων.

20. **Στεατικά κηρία.**— Πρὸς κατασκευὴν τῶν κηρίων τούτων ἐχρησιμοποιοῦντο ἄλλοτε τὰ λίπη· τὴν σήμερον ὁμως τὰ κηρία κατασκευάζονται ἐξ ἀκαθάρτου στεατικοῦ ὀξέος ἢ παραφίνης.

Ἡ κατασκευὴ τῶν στεατοκηρίων περιλαμβάνει δύο ἐργασίας: 1ον) τὴν σαπωνοποίησιν ἢ ἀποσύνθεσιν τῶν παχέων σωμάτων εἰς γλυκερίνην καὶ λιπαρὰ ὀξέα (φοινικικόν, στεατικόν, ἐλαϊκόν) καὶ 2ον) τὸν ἀποχωρισμὸν τοῦ στεατικοῦ ὀξέος ἀπὸ τῶν λοιπῶν. Ἡ σαπωνοποίησις γίνεται εἴτε δι' ἀσβέστου, εἴτε διὰ θειικοῦ ὀξέος, εἴτε δι' ὑδρατμῶν ὑπερθέρμων (ὑπὸ πίεσιν). Ὡς πρώτη βλῆ προτιμᾶται τὸ βόειον στέαρ τοῦ προβαίου ὡς εὐωδέτερον.

Ἡ σαπωνοποίησις γίνεται ἐντὸς κλειστῶν δοχείων (σχ. 187) χαλκίνων ὃ μέτρων ὕψους καὶ 1 μ. διαμέτρου, εἰς τὴν θερμοκρασίαν 172° καὶ ὑπὸ πίεσιν 8 ἀτμοσφ. ὑδρατμοῦ, διοχετευομένη ἐν τῇ δοχείῳ, ἐν ᾗ ἔχει εἰσαχθῆ τὸ στέαρ μετ' ἀσβεστίου γάλακτος καὶ ὕδατος. Τοιοῦτοτρόπως λαμβάνεται σάπων δι' ἀσβέστου, περιέχων στεατικόν, ἐλαϊκόν καὶ φοινικικόν ἀσβέστιον. Διὰ θειικοῦ ὀξέος ἀποσυντίθεται ὁ σάπων ἴσως καὶ ἐλευθεροῦνται τὰ λιπαρὰ ὀξέα στεατικόν, ἐλαϊκόν καὶ φοινικικόν.

Ὅπως ἔχομεν μίγμα τριῶν λιπαρῶν ὀξέων, τὰ ὅποια χωρίζονται ἀπὸ τοῦ ἐλαϊκοῦ διὰ πίεσεως τῇ βοήθειᾳ ὑδραυλικῶν πιεστηρίων (σχ. 188] καὶ 189) πρῶτον ἐν ψυχρᾷ καὶ εἶτα ἐν θερμῇ καταστάσει. Τὸ λαμβανόμενον μίγμα ἐκ στεατικοῦ καὶ φοινικικοῦ ὀξέος πλύνεται καλῶς, ἀναμιγνύεται μετ' ὀλίγης παραφίνης κατόπιν τήξεως καὶ τέλος χύνεται εἰς ἐπιμήκεις τύπους, περιέχοντας τὴν θρυαλλίδα (σχ. 190), ἣτις ἔχει προηγουμένως ἐμβαπτισθῆ εἰς διάλυμα βορικοῦ ὀξέος, ὅπως

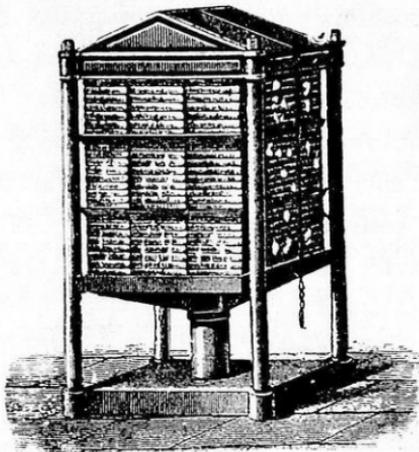


Σχ. 187.

καίηται τελείως και μὴ ἀπομένη τέφρα, ζημιούσα τὴν λάμπην τῆς φλογός.

Ὑδατάνθρακες.

21. Ὑδατάνθρακες. — Οἱ ὑδατάνθρακες εὐρηγται ἀφθόνως



Σχ. 188.

ἐν τῇ φύσει (φυτικὸν βασίλειον) και εἶναι ἐνώσεις ἀνθρακος, ὑδρογόνου και ὀξυγόνου. Τὸ ὑδρογόνον και τὸ ὀξυγόνον εἰς τοὺς ὑδατάνθρακες ὑφίστανται, καθ' ἣν ἀναλογίαν τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἀποτελοῦσι τὸ ὕδωρ, διὸ και ἐκλήθησαν ὑδατάνθρακες. Οὕτω τὸ σταφυλοσάκχαρον ἔχει $C_6H_{12}O_6$, τὸ ἄμυλον $C_6H_{10}O_5$ κλπ. Ἀπὸ τῆς κατηγορίας τῶν ὑδατανθράκων πρέπει ὅμως νὰ ἀποκλεισθῶσιν ὀξέα τινά, πα-

ρουσιάζοντα κατὰ σύμπτωσιν τὴν αὐτὴν σχέσιν.

Οἱ ὑδατάνθρακες διαιροῦνται εἰς τρεῖς κατηγορίας, ἦτοι:

1ον Εἰς τὰς γλυκόζας ἢ μονόζας $C_6H_{12}O_6$, ἐν αἷς κατατάσσονται τὸ σταφυλοσάκχαρον, τὸ ὀπωροσάκχαρον και ἡ γαλακτόζη.

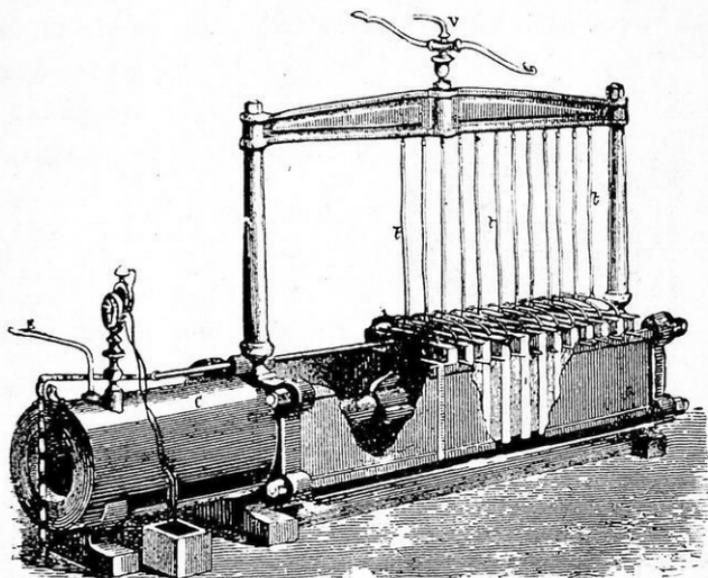
2ον Εἰς τὰς διγλυκόζας ἢ διόζας $C_{12}H_{22}O_{11}$, ἐν αἷς κατατάσσονται τὸ καλαμοσάκχαρον, τὸ γαλακτοσάκχαρον και τὸ βυνοσάκχαρον.

3ον Εἰς τὰς πολυγλυκόζας ἢ πολυόζας (τριόζαι $C_{18}H_{32}O_{16}$ και ἐν γένει $vC_6H_{12}O_6 - (v-1)H_2O$), ἐν αἷς κατατάσσονται τὸ ἄμυλον, ἡ δεξτρίνη και ἡ κυτταρίνη.

22. Σταφυλοσάκχαρον $C_6H_{12}O_6 + H_2O$. — Τὸ σταφυλοσάκχαρον ἢ γλυκόζη ἢ ἄμυλοσάκχαρον ἢ γλύκωμα εὐρηγται ἀφθόνως ἐν τῇ φύσει εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον και ἰδίως εἰς τοὺς γλυκεῖς καρπούς, ὡς αἱ σταφυλαί, τὰ σῦκα, τὰ κεράσια, τὰ βερούκοκκα κλπ. Μικρὰ ποσὰ γλυκόζης εὐρηγται πάντοτε εἰς τὸ αἷμα, καθὼς και εἰς ἅπαντα τὰ ὄργανα και τοὺς ἰστούς τοῦ ζῳικοῦ σώματος. Τὰ οὖρα τῶν

ἐκ διαδήτου πασχόντων ἀνθρώπων ἐνέχουσι μεγάλην ποσότητα (μέχρι 10 ‰).

Τεχνητῶς κατασκευάζεται διὰ ζέσεως ἀμύλου μετ' ἀραιῶν ὀξέων,



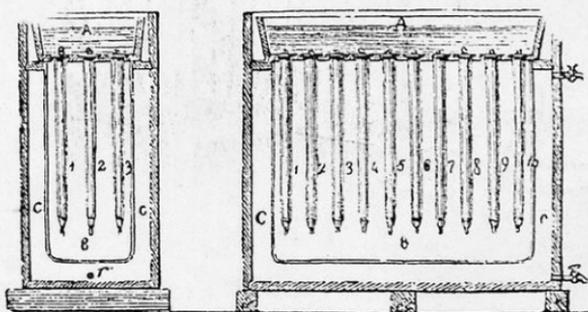
Σχ. 189.

π.χ. θεικοῦ ὀξέος. Τὸ σταφυλοσάκχαρον εἶναι μᾶζα κρυσταλλική, εὐδιάλυτος ἐν ὕδατι, τρίς ὀλιγώτερον γλυκεῖα τοῦ κοινοῦ σκκχάρου καὶ εἶδ. βάρ. 1,55. Διάλυμα σταφυλοσκκχάρου ζυμοῦται εὐκόλως, ὅτε παράγεται οἶνονπνευμα καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$. Εἶναι εὐοξειδωτον σῶμα καὶ ἐπομένως ἔχει ἀναγωγικὰς ιδιότητας· χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν ποτῶν, πρὸς νόθουσιν τοῦ μέλιτος, πρὸς ἐπαύξεισιν τοῦ ποσοῦ τοῦ οἶνονπνεύματος εἰς τοὺς πτωχοὺς οἶνους κλπ.

Ἐντὸς τῶν σταφυλῶν καὶ ἄλλων ὀπωρῶν ὡς καὶ τοῦ μέλιτος τὸ σταφυλοσάκχαρον εὑρηται μετὰ ὀπωροσάκχαρου ($C_6H_{12}O_6$), μίγμα δὲ τούτων εἶναι τὸ καλούμενον ἰνθερτοσάκχαρον. Τὸ ὀπωροσάκχαρον εἶναι πυκνόρρευστον γλυκύτατον ὑγρὸν, δυνάμενον νὰ κρυσταλλωθῇ εἰς λεπτὰς βελόνας· ἀνάγει τὰ ἀλκκαλικά διαλύματα τοῦ χαλκοῦ, ὅπως

καὶ τὸ σταφυλοσάκχαρον. Ἡ γεῦσις τοῦ ὀπωροσακχάρου εἶναι καὶ τῆς τοῦ καλαμοσακχάρου γλυκυτέρα.

23. **Καλαμοσάκχαρον.** $C_{12}H_{22}O_{11}$.—Τὸ καλαμοσάκχαρον ἢ κοινὸν σάκχαρον ἢ σακχαρόζη εἶναι τὸ κοινὸν σάκχαρον καὶ εὑρηται λίαν διαδεδομένον εἰς τὸ φυτικὸν βασιλεῖον, ὡς εἰς τὸ σακχαροκάλαμον (16—18%), εἰς τὰ τεύτλα (10—12%), εἰς τὸν ἀραβόσιτον (6—7%) καὶ ἐντὸς πολλῶν καρπῶν (κάστανα, βερύκοκκα, ἀνανά κλπ. Μετὰ σταφυλοσακχάρου καὶ ὀπωροσακχάρου ὑπάρχει εἰς τὸ



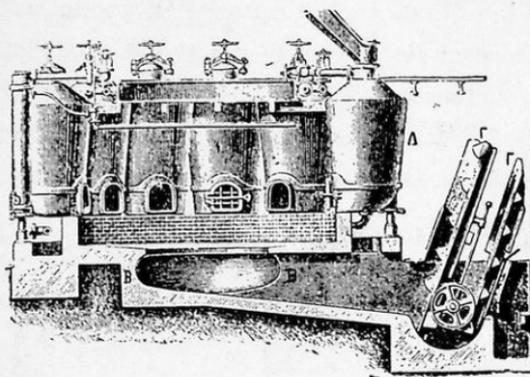
Σχ. 190.

μέλι. Ἐξάγεται δὲ ἐν Ἀμερικῇ καὶ Ἰνδίαῖς ἐκ τοῦ σακχαροκάλαμου, ἐν Εὐρώπῃ καὶ παρ' ἡμῖν ἐν Θεσσαλίᾳ (μέχρις ἐσχάτων) ἐκ τῶν τεύτλων (κοκκινोगουλίων).

Ἐξαγωγή ἐκ τῶν τεύτλων. — Πρὸς ἐξαγωγήν τοῦ σακχάρου ἐκ τῶν τεύτλων τέμνονται ταῦτα εἰς λεπτοὺς δίσκους, οἵτινες φέρονται ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος (56°—75°), ὅτε ἐπέρχεται διαπίδυσις τοῦ καλαμοσακχάρου διὰ τῶν τοιχωμάτων τῶν κυττάρων τῶν τεύτλων καὶ λαμβάνεται διάλυμα σακχαροῦχον. Ἴνα δὲ ἡ ἐργασία αὕτη κατορθωθῇ δι' ὅσον ἔνεστιν ὀλίγου ὕδατος, τὰ τεύτλα διαβιβάζονται διὰ διαφόρων κυλινδροκωνικῶν δοχείων (σχ. 191) μεθ' ὕδατος τοιοῦτοτρόπως, ὥστε τὰ σχεδὸν ἀκατέργαστα τεύτλα κατεργάζονται διὰ τῶν διαλυμάτων, ἐνῶ τὰ κατεργασθέντα ὑποβάλλονται εἰς νέαν κατεργασίαν διὰ νέου ὕδατος, μέχρις ὅτου τελείως ἐξαντληθῶσι.

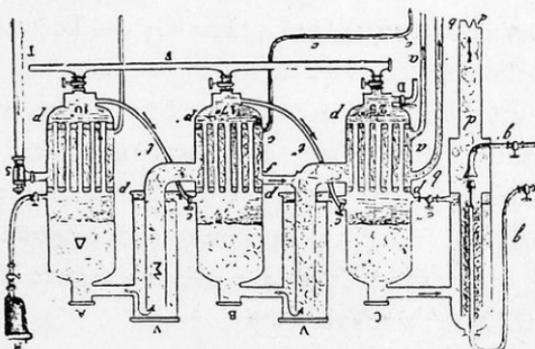
Τὸ οὕτω λαμβανόμενον σακχαροῦχον διάλυμα περιέχει καὶ ἄλλας οὐσίας, ὡς ἅλατα, ὀξεῖα ὀργανικὰ (ὀξαλικόν, κιτρικόν κλπ.), ἄζω-

τούχους ούσιας κλπ. Όπως αφαιρεθώσιν αὐται, προστίθενται ἀμέσως εἰς τὸ θερμὸν διάλυμα περίσσεια ἀσβέστου, ὅτε ἐξουδετεροῦνται τὰ ἐλεύθερα ὀξέα καὶ κατακρημνίζονται, ἐνῶ συγχρόνως παράγεται ἀσβεστοσάκχαρον.



Σχ. 191.

Μετὰ ταῦτα γίνεται διήθησις καὶ τὸ λαμβανόμενον ὑγρὸν, τιθέμενον ἐντὸς νέου δοχείου ὑφίσταται τὴν ἐπίδρασιν ρεύματος ἐκ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, διοχετευομένου ἐντὸς τῆς μάζης του. Τὸ ἀσβε-



Σχ. 192.

στοζάκχαρον ἀποσυντίθεται τότε καὶ παράγεται ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον. Ἐπεταί νέα διήθησις διὰ πίεσεως, καὶ τὸ λαμβανόμενον ὑγρὸν ἀποχρωματίζεται διαδιθαζόμενος διὰ μέσου στρώματος ὄστεάνθρακος Κ.

Μετὰ ταῦτα ὁ ὀπὸς συμπυκνοῦται δι' ἐξατμίσεως (σχ. 192), καὶ μετὰ αὐτόματον ψύξιν λαμβάνεται τὸ κρυσταλλικὸν σάκχαρον καὶ

ἀπομένει σιροπιῶδες ὑγρὸν, ἢ καλουμένη μέλασσα. Ἡ μέλασσα αὕτη ἐνέχει εἰσέτι σάκχαρον, τὸ ὅποιον ὅμως δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐξαχθῆ διὰ κρυσταλλώσεως· χρησιμεύει δὲ πρὸς παρασκευὴν οἴνο-
πνεύματος.

Ἐξαγωγή ἐκ τοῦ σακχαροκαλάμου. — Οἱ κορμοὶ τοῦ σακχαροκαλάμου, ὑποβαλλόμενοι εἰς βαθμιαίαν πίεσιν διὰ κυλίνδρων, παρέχουσι τὸν σακχαροῦχον ὀπὸν. Σήμερον ὅμως προτιμᾶται μέθοδος ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπὶ τῶν τεύτλων ἐφαρμοζομένην, καθόσον αὕτη παρέχει μείζονα ἀπόδοσιν. Οἱ κορμοὶ τοῦ καλαμοσακχάρου κόπτονται εἰς τεμάχια καὶ ἡ μέθοδος τῆς κατεργασίας τούτων δὲν διαφέρει οὐσιωδῶς τῆς προηγουμένης ἀναπτυχθείσης.

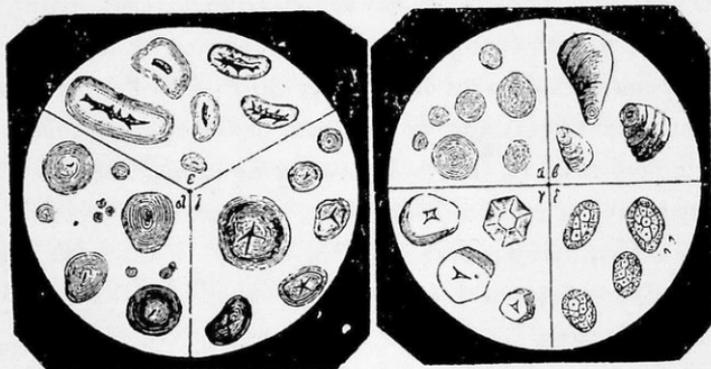
Ἰδιότητες. — Τὸ καλαμοζάκχαρον λαμβάνεται εἰς ὠραίους κρυστάλλους, εἶναι εὐδιάλυτον ἐν ὕδατι, τήκεται εἰς 160° καὶ ἐν ταπεινοτέρᾳ θερμοκρασίᾳ στερεοποιεῖται πάλιν εἰς ἄμορφον ὑελώδη μᾶζαν, ἣτις χρησιμεύει εἰς τὴν ζαχαροπλαστικὴν πρὸς κατασκευὴν ζακχαροπήκτων (bombons). Ἐντονώτερον θερμαινόμενον τὸ ζάκχαρον παρέχει τὴν κίρραμελαν, ἣτις εἶναι μίγμα διαφόρων προϊόντων ἀποσυνθέσεως. Ἐχει τὸ σάκχαρον εἰδ. βάρ. 1,6 καὶ ἀπανθρακοῦται διὰ θεϊκοῦ ὀξέος.

24. **Γαλακτοσάκχαρον** $C_{12}H_{22}O_{11}$. — Τὸ γαλακτοζάκχαρον ἢ λακτόζη εὐρίσκεται εἰς τὸ γάλα τῶν θηλαστικῶν καὶ παρέχει αὐτῷ τὴν γλυκειαν γεῦσίν του. Εἶναι δευτερευον προϊόν τῆς τυροποιΐας καὶ παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἀπομένει μετὰ τὴν ἐκ τοῦ γάλακτος ἀφαίρεσιν τοῦ βουτύρου (δι' ἀποδάρσεως), εἶτα τῆς πιτυρίνης (διὰ πιτύας) καὶ τέλος τοῦ λευκώματος (διὰ βρασμοῦ). Ὁ οὕτω λαμβανόμενος ὀρρός, ἐξατμιζόμενος, παρέχει γαλακτοζάκχαρον, ὅπερ δι' ἀνακρυσταλλώσεως ἀποκαθαίρεται.

Τὸ γαλακτοσάκχαρον κρυσταλλοῦται εἰς μεγάλους σκληροὺς κρυστάλλους, ἢ γεῦσίν του εἶναι πολὺ ὀλιγώτερον γλυκεῖα ἢ ἡ τοῦ καλαμοσακχάρου. Ἐν τῷ γάλακτι ὑφίσταται ζύμωσιν, μεταβαλλόμενον εἰς γαλακτικὸν ὀξύ, ὅπερ εἶναι ἡ αἰτία τῆς ὀξυνίσεως τοῦ γάλακτος.

25. **Ἄμυλον**. $C_6H_{10}O_5$. — Τὸ ἄμυλον εὐρηται ἐν ἀφθονίᾳ εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον, ὡς εἰς τὰ γεώμηλα, τοὺς κόκκους τῶν σιτηρῶν, τῆς ὀρύζης, εἰς τὰς ὀπώρας κλπ. Ἐξάγεται δὲ ἰδίως ἐκ τῶν γεωμή-

λων (σχ. 193) και τοῦ σίτου. Πρὸς τοῦτο τὰ γεώμηλια μεταβάλλονται εἰς πολτόν, ὃ ὁποῖος εἶτα πλύνεται δι' ὕδατος ἐπὶ κοσκίνων, ὅτε οἱ κόκκοι τοῦ ἄμυλου συμπαρασύρονται καὶ καθιζάνουσιν εἰς τὰ ὕδατα τῆς ἀποπλύσεως. Ἐκ τοῦ σίτου τὸ ἄμυλον ἐξάγεται δυσκολώτερον. Ἐν γένει ὡς ἐκ τῶν οὐσιῶν, ἐξ ὧν ἐξήχθη, διακρίνομεν διάφορα εἶδη ἄμυλου, ὡς τὸ ἄμυλον γεωμηήλων, ἄμυλον ὀρούζης, ἄμυλον ἄρα σίτου, ἄμυλον σίτου, ἄμυλον βρώμης κλπ. Ἡ θρεπτικὴ ἰκανότης τῶν διαφόρων φυτικῶν τροφῶν ἐξαρτᾶται τὸ μὲν ἐκ τῆς ἐνεχομένης ποσότητος ἄμυλου, τὸ δὲ ἐκ τοῦ ποσοῦ τῶν λευκωματωδῶν, λιπῶν κλπ.



Σχ. 193. Κόκκοι ἄμυλου: α σίτου, β γεωμηήλων, γ ἄραβοσίτου, δ βρώμης, ε ὀσπριωδῶν, ζ σηκάλως, στ κριθῆς.

Τὸ ἄμυλον εἶναι κόνις λευκή, ἀποτελουμένη ἐκ κόκκων, τῶν ἀμυλοκόκκων, ἄσμος, ἀδιάλυτος ἐν ψυχρῷ ὕδατι καὶ διαλυτὴ ἐν μέρει εἰς ὕδωρ ζέον. Ἐντὸς ὕδατος 70° ἕως 80° οἱ ἄμυλόκοκκοι ἐξογκοῦνται γινόμενοι 30άκις ὀγκωδέστεροι καὶ τὸ σύνολον αὐτῶν ἀποτελεῖ μάζαν πηκτωματώδη καὶ διαφανῆ, τὴν καλουμένην ἀμυλόκολλαν. Ὑπὸ τῶν ἀραιῶν ἀνοργάνων ὀξέων μεταβάλλεται εἰς διαλυτὸν ἄμυλον, εἶτα εἰς δεξτρίνην καὶ τέλος εἰς σταφυλοσακχαρον. Χρησιμεῖ εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ σταφυλοσακχαροῦ καὶ τῆς δεξτρίνης, εἰς σκλήρυνσιν (κολλάρισμα) τῶν λιπῶν καὶ βαμβακερῶν ὑφασμάτων καὶ τῶν ἀσπρορρούχων, πρὸς κατασκευὴν κόλλας κλπ. Δι' ἰωδίου τὸ ἄμυλον χρῶννεται ἰόχρουν.

Ἄρτος. — Παρ' ἡμῖν κατασκευάζεται ἄρτος διαφόρων εἰδῶν, ὡς ὁ ἐκ σίτου, ὁ ἐκ κριθῆς, ὁ ἐξ ἄραβοσίτου κλπ. Ὁ θρεπτικώτερος πάντων εἶναι ὁ ἐκ σίτου παρασκευαζόμενος.

Ὁ οἶτος φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον εἰς διάφορα εἶδη, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ συνηθέστερα εἶναι τὰ μαλακά, τὰ σκληρὰ καὶ τὰ μέτρια. Ἐκ τῶν μαλακῶν παράγονται τὰ λευκὰ ἄλευρα, ἐκ τῶν σκληρῶν ὑποκίτρινα ἄλευρα καὶ ἐκ τῶν μετρίων λαμβάνονται τὰ καλύτερα εἶδη τῶν ἀλεύρων, τὰ ὅποια χρησιμεύουσι πρὸς κατασκευὴν πρώτης ποιότητος ἄρτου.

Καλοῦνται ἄλευρα τὰ ἐν λεπτιστάτῃ κόνει διὰ τῆς ἀλέσεως ἀπὸ τοῦ φλοιοῦ ἀποχωρισθέντα συστατικὰ τῶν σιτηρῶν καὶ ὀσπριωδῶν. Αἱ ἐκ τῶν ἀλεύρων ἀποχωριζόμεναι μετὰ τὴν ἄλεσιν φλοιοὶ τῶν σιτηρῶν καλοῦνται πίτυρα. Ἐκ τῶν ἀλεύρων κατασκευάζεται ὁ ἄρτος. Πρὸς τοῦτο τὸ ἄλευρον προηγουμένως, μεθ' ὕδατος, ἄλατος καὶ ζυμεγέρτου μιγνύμενος ὑφίσταται ὀπτησιν εἰς 200°—300°, ὅτε οἱ κόκκοι τοῦ ἀμύλου διασπῶνται καὶ τὸ ἄλευρον, προσλαμβάνον ὕδωρ μεταπίπτει εἰς ἀμυλόκολλαν. Τοῦτο δὲ εἶναι ἀναγκαῖον, καθόσον οἱ ἀμυλόκοκκοι δυσκόλως προσβάλλονται ὑπὸ τῶν πεπτικῶν ὑγρῶν.

26. **Εἶδη κόμμεως** $\nu(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$. — Καλοῦνται γενικῶς κόμμεα ἄμορφοι, διαφανεῖς, ἐν τῇ φυτικῇ βασιλείῃ πολλαχῶς ἀπαντῶσαι οὐσίαι, αἵτινες διὰ ψυχροῦ ὕδατος παρέχουσι κολλώδη ὑγρὰ καὶ δι' οἴνουπνεύματος καθιζάνουσιν. Ἐν ὕδατι διαλύονται, παρέχοντα διηθήσιμα ὑγρὰ (πραγματικὸν κόμμι) ἢ ἐξειοδαίνονται μόνον δι' ὕδατος καὶ ὡς ἐκ τοῦ διαμερισμοῦ αὐτῶν ἐν τῇ ὑγρῇ δὲν εἶναι διηθήσιμα (φυτικά βλέναι). Εἶδη κόμμεως εἶναι τὸ ἀραβικὸν κόμμι, τὸ τραγακάνθινον κόμμι, τὸ κόμμι τῆς ἀμυγδαλῆς κλπ.

Τὸ ἀραβικὸν κόμμι ἐκρέει ἐκ τοῦ φλοιοῦ εἰδῶν τινων ἀκκιῶν τῆς Ἀφρικῆς· εἶναι ἄμορφον, εὐαλύεται ἐν ὕδατι.

27. **Κυτταρίνη** $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$. — Ἡ κυτταρίνη ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν τῶν φυτικῶν κυττάρων· ὁ βάμβαξ, τὸ λίνον, ὁ χάρτης ἀποτελοῦνται σχεδὸν καθ' ὅλοκληρίαν ἐκ κυτταρίνης. Καθαρὰ λαμβάνεται διὰ κατεργασίας τῶν φυτικῶν ἰνῶν ἐν πρώτοις μὲν μετ' ἀραιοῦ καυστικοῦ κάλεως, εἶτα ἀλληλοδιαδόχως διὰ χλωρίου, ὀξεικοῦ ὀξέος, οἴνουπνεύματος καὶ τέλος δι' ὕδατος. Εἶναι λευκῆ, στερεά, ἄμορφος μᾶζα εἰδ. βάρ. 1,25 - 1,45, ἀδιάλυτος ἐν οἴνουπνεύματι, ὕδατι καὶ αἰθέρι. Ὁ πεογαμηρὸς χάρτης λαμβάνεται δι' ἐμβαπτίσεως ἐπ'

ὀλίγον χάρτου (ἄνευ κόλλας) ἐντὸς πυκνοῦ θεϊκοῦ ὀξέος καὶ εἶτα ἐκπλύσεως δι' ἀφθόνου ὕδατος.

Ἡ κυτταρίνη, ἢ ἐκ ξύλου λαμβανομένη, ἔχει μεγάλην ἐφαρμογὴν ἐν τῇ χαρτοποιίᾳ, ὅπου τὸ ξύλον καταμερίζεται εἰς μεμονωμένας ἴνας, αἵτινες παραμένουσιν ἀκέραιαι, ὥστε ὁ ἐξ αὐτῶν λαμβανόμενος χάρτης ἐνέχει τὰς ξυλώδεις ἴνας συμπεπιεσμένας ἐν εἰδῇ πιλήματος, οὔτινος ὁ μεσάζων χῶρος πολλάκις, ἵνα μὴ ὁ χάρτης «ποτίσῃ», πληροῦται δι' ἄλλων σωμάτων. Ἡ κυτταρίνη χρησιμεύει ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν τῆς *νυτροκυτταρίνης*, ὡς ἔπεται.

Νιτροκυτταρίνη $C_6H_7[NO_2]_3$. Ἡ *νιτροκυτταρίνη* ἢ *βαμβακοπυρίτις* λαμβάνεται ἐκ τῆς κυτταρίνης, ἐμβαπτιζομένης ταύτης ἐντὸς μίγματος νιτρικοῦ καὶ θεϊκοῦ ὀξέος· ἐκλήθη δὲ οὕτω καθόσον συνήθως παρασκευάζεται ἐκ βάμβακος καθ' ὅμοιον τρόπον. Δι' ἀραιῶν ὀξέων λαμβάνεται ὡς διαλυτὴ *βαμβακοπυρίτις*, ἢ *ἄκαπνος πυρίτις* ἣτις διαλύεται ἐντὸς μίγματος αἰθέρος καὶ οἰνοπνεύματος καὶ παρέχει τότε τὸ *κολλόδιον* διὰ πυκνῶν δὲ ὀξέων παράγεται ἢ ἀδιάλυτος *βαμβακοπυρίτις* ἢ μὴ διαλυομένη ἐντὸς μίγματος αἰθέρος καὶ οἰνοπνεύματος. Τὸ τελευταῖον τοῦτο εἶδος ἀποτελεῖ ἐκρηκτικὴν ὕλην, κζίεται ἀκαριαίως χωρὶς νὰ ἀφίγη ὑπόλοιπον καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν πλήρωσιν τῶν τορπιλλῶν κλπ. Ἀναφλεγόμενη ἐν κλειστῷ χώρῳ ὑπὸ πίεσιν παράγει ὕδρατμούς, διοξειδίον καὶ ὀξειδίον τοῦ ἀνθρακος, ὕδρογόνον καὶ ἄζωτον.

Διὰ διαλύσεως τῆς πρώτης βμβακοπυρίτιδος ἐντὸς μίγματος οἰνοπνεύματος καὶ αἰθέρος λαμβάνεται τὸ *κολλόδιον*, ὅπερ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φωτογραφίαν τῶν χειρουργικῶν κλπ. Κατεργαζομένη διὰ συνθλίψεως μετὰ καφουράς καὶ οἰοπνεύματος λαμβάνεται μάζα λίαν πλαστικὴ, ὁμοειδῆς, χρησιμεύουσα πρὸς κατασκευὴν σιγαροθηκῶν, κτενῶν κλπ. γνωστὴ δὲ ἐν τῷ ἐμπορίῳ ὑπὸ τὸ ὄνομα *κυτταροποιΐδη* (Celluloïd). Καθ' ὅμοιον τρόπον παράγεται καὶ τεχνητὴ μέταξα.

Ἐνώσεις κυανίου καὶ παράγωγα ἀνθρακικοῦ ὀξέος.

28. **Ἐνώσεις κυανίου.**—Τὸ *κυάνιον* CN, ἀποτελούμενον ἐξ ἀνθρακος καὶ ἄζωτου, ἐνοῦται μετὰ πλείστων σωμάτων καὶ παρουσιάζει ἰδιότητάς τινας ἀναλόγους πρὸς τὰς τοῦ χλωρίου. Ἐνώσεις

τοῦ μανιού εἶναι τὸ ὑδροκυανικὸν ὀξὺ HCN , ὑγρὸν γεύσεως καὶ ὀσμῆς τῶν πικρῶν ἀμυγδάλων, ἰσχυρὸν δὲ δηλητήριον, τὸ κυανιοῦχον κάλιον, ἄλλας λευκὸν ἐπίσης ἰσχυρὸν δηλητήριον καὶ ὀσμῆς τῶν πικρῶν ἀμυγδάλων.

Ἐκ τῶν παραγῶγων τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἶναι ἡ οὐρία $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, ἡ εὐρισκομένη εἰς τὰ οὐρα τῶν θηλαστικῶν ζώων, τῶν πτηνῶν κλπ. Ὁ ἄνθρωπος ἀποβάλλει καθ' ἑκάστην 30 γραμμ. περίπου οὐρίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑΙ.

29. **Διαίρεσις ἀρωματικῶν ἐνώσεων.** — Ἐξητάσαμεν ἤδη τὴν πρώτην σειρὰν τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἦτοι τὰ λιπαρὰ σώματα. Νῦν προβαίνομεν εἰς τὴν περιγραφὴν τῆς δευτέρας σειρᾶς, ἣτις περιλαμβάνει τὰς ἀρωματικὰς ἐνώσεις ἢ τὰ παράγωγα τοῦ βενζολίου. Καὶ τὸ μὲν ὄνομα «ἀρωματικαὶ ἐνώσεις» ἔχει πλέον μόνον ἱστορικὴν σημασίαν καὶ εἶναι ἐσφαλμένον, διότι εἰς ἀμφοτέρας τὰς σειράς, τῆς τε λιπαρᾶς καὶ τῆς ἀρωματικῆς, ἀπαντῶνται σώματα καὶ εὐαρέστοι καὶ δυσαρέστοι ὀσμῆς. Τὸ δὲ δεύτερον ὄνομα «παράγωγα τοῦ βενζολίου» ἐκφράζει, ὅτι τὰ ἐν τῷ κεφαλαίῳ τούτῳ κατατασσόμενα σώματα, παράγονται ἅπαντα ἐκ τοῦ ὑδρογονάνθρακος C_6H_6 , βενζολίου ἢ βενζόλης καλουμένου (καὶ τῶν πολυπλοκωτέρων ὑδρογονανθράκων, οἵτινες πάλιν εἶναι παράγωγα τοῦ βενζολίου, ὡς ναφθαλίνη, ἀνθρακένιον κλπ.), ὅπως τὰ παράγωγα τοῦ μεθανίου (λιπαρὰ ἐνώσεις ἐκ τοῦ μεθανίου).

Τὸ βενζόλιον εἶναι, ὡς ὁ τύπος αὐτοῦ C_6H_6 δεικνύει ἐγώσις πολὺ πτωχότερα εἰς ὑδρογόνον H ἢ παραφίνας καὶ ἐπομένως κατ' ἀναλογίαν ἅπαντα τὰ παράγωγα τοῦ βενζολίου εἶναι πτωχότερα εἰς H , ἦτοι πλουσιώτερα εἰς ἄνθρακα τῶν ἀντιστοίχων παραγῶγων τοῦ μεθανίου.

Ἡ σειρὰ τῶν ἀρωματικῶν ἐνώσεων διαιρεῖται ὡς καὶ ἡ τῶν λιπαρῶν εἰς διαφόρους τάξεις, ἐξ ὧν σπουδαιότεραι εἶναι αἱ ἐξῆς:

- 1) Ἡ τῶν ὑδρογονανθράκων.
 - 2) Ἡ τῶν φαινολῶν καὶ τῶν ἀρωματικῶν πνευμάτων.
 - 3) Ἡ τῶν ἀλδεϋδῶν καὶ τῶν ὀξέων.
 - 4) Ἡ τῶν νιτροενώσεων καὶ τῶν ἀμιδρενώσεων. Μετὰ τὰς τάξεις ταύτας θὰ παραθέσωμεν καὶ τὰς ἐξῆς :
- 1) Τὴν τῶν ἀλκαλοειδῶν
 - 2) Τὴν τῶν γλυκωματογόνων καὶ
 - 3) Τὴν τῶν αἰθερίων ἐλαίων καὶ τῶν ῥητινῶν¹⁾. Ἐκ τῶν τάξεων τούτων θὰ ἐξετάσωμεν ἐνώσεις τινάς.

Ἵδρογονάνθρακες.

30. **Ἵδρογονάνθρακες.** — Οἱ ἀρωματικοὶ ὑδρογονάνθρακες, ὡς καὶ οἱ λιπαροί, εἶναι ἐνώσεις μόνον ὑδρογόνου καὶ ἀνθρακος. Τοιοῦτοι εἶναι τὸ βενζόλιον ἢ βενζόλη C_6H_6 , ἢ τολονόλη C_7H_8 , ἢ ξυλόλη C_8H_{10} , ἢ ναφθαλίνη $C_{10}H_8$, τὸ ἀνθρακένιον $C_{14}H_{10}$ καὶ ἄλλοι πλείστοι, οἵτινες παράγονται κατὰ τὴν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων καὶ εὐρίσκονται εἰς τὴν ἐκ τούτων λαμβανομένην πίσσαν τῶν ἐργοστασίων τοῦ φωταερίου. Ἡ βιομηχανία ἀσχολεῖται εἰς τὴν ἐκ τῆς πίσσης ἀπομόνωσιν τῶν ὑδρογονανθράκων τούτων πρὸς παρασκευὴν ποικίλων σπουδαιωτάτων προϊόντων τῆς (ναφθαλίνης, χρώματα ἀνιλίνης, ριζαρίνης κλπ.).

Οἱ ὑδρογονάνθρακες τοῦ βενζολίου εἶναι ὑγρὰ ἄχρσα, ἀδιάλυτα ἐν ὕδατι, εὐδιάλυτα ἐν αἰθέρι καὶ οἶνοπνεύματι καὶ ἀναλλοιώτως ἀποστάξιμα, κέκτηνται ἰδιάζουσαν εὐάρεστον πῶς αἰθερώδη ὁσμήν, καίονται δὲ διὰ φλογὸς ἐντόνως αἰθαλιζούσης.

31. **Βενζόλιον** C_6H_6 . — Τὸ βενζόλιον ἐνέχεται ἐν τῇ πίσσει τῶν λιθανθράκων καὶ λαμβάνεται ἐκ τοῦ μεταξὺ 80° καὶ 85° ζέοντος μέρους αὐτῆς δι' ἀποστάξεως καὶ ψήξεως τοῦ ἀποστάγματος, ὅτε τὸ βενζόλιον πηγνύμενον ἀποχωρίζεται. Καθαρὸν παράγεται δι' ἀποστάξεως μίγματος βενζοϊκοῦ ὀξέος καὶ CaO .

Τὸ βενζόλιον εἶναι ὑγρὸν διαυγές, ἄχρουν, εὐκίνητον καὶ ἴδια

1) Ἐκτός τῶν τάξεων τούτων ὑφίστανται καὶ ἄλλαι, ὡς ἡ τῶν λευκωματοειδῶν ἐπίσης σπουδαίαι.

αιθεριώδους ευαρέστου όσμης. Έχει ειδ. βάρ. 0,9, βράζει εις 80°, ε και εις αδιαλυτος εις τὸ ὕδωρ και ευδιάλυτος εις τὸν αιθέρα και τὸ οινόπνευμα και τὸν θειουχον άνθρακα. Αναφλεγόμενον καίεται διὰ λευκής αιθαλιζούσης φλογός και εις λίαν ευανάφλεκτον. Είναι άριστον διαλυτικόν ὑγρόν διὰ τὰς ρητίνας και τὰ λίπη (χρησιμεύει ὡς ἐκ τούτου πρὸς καθαρισμόν τῶν ένδυμάτων ἐκ κηλίδων), τὸ θεϊον, τὸ ἰώδιον, τὸν φωσφόρον και τὴν γουταπέρκαν. Χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν άνιλίνης, νιτροβενζόλης, βερνικίων κλπ. Καλεῖται δὲ και βενζίνη συνήθως· δὲν πρέπει ὅμως ἐκ τούτου νὰ συγχέηται πρὸς τὴν βενζίνην, τὴν ἐξαγομένην ἐκ τοῦ άρχικοῦ πετρελαίου, ἣτις ἀποτελεῖται ἐκ λιπαρῶν ὑδρογονανθράκων τῆς σειρᾶς τοῦ μεθανίου. Τὸ βενζόλιον μόνον δυσκόλως ὀξειδοῦται και εις δηλητηριώδες· ἐν τῷ ὀργανισμῷ δὲ εἰσαγόμενον ὀξειδοῦται πρὸς φαινόλην.

32. **Τολονόλιον** C_6H_6 , CH_3 . — Τὸ τολονόλιον ἢ τολονόλη σχηματίζεται κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν ρητινῶν τινων, π. χ. βαλσάμου τοῦ τολοῦ (ἐξ οὗ και τὸ ὄνομα) και λαμβάνεται συνήθως ἐκ τοῦ ἀποστάγματος τῆς πίσεως τῶν λιθανθράκων, ὅπου ἐνέχεται ἐντὸς τῶν ἐλαφρῶν ἐλαίων και ἀποχωρίζεται τῆς βενζόλης διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως. Είναι ὑγρόν ἄχρουν, ειδ. βάρ. 0,85, ζέει εις 110°, ε, εις αὐτὸν και παραμένει ὑγρόν εις λίαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, διὸ χρησιμεύει και εις τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων διὰ λίαν χαμηλᾶς θερμοκρασίας.

33. **Ναφθαλίνη** $C_{10}H_8$. — Ἡ ναφθαλίνη ἐνέχεται εις τὴν πίσσαν τῶν λιθανθράκων και κρυσταλλοῦται ἐκ τοῦ μεταξὺ 180° και 200° ζέοντος ἀποστάγματος αὐτῆς. Σχηματίζεται δὲ κατὰ τὴν ἔρμανσιν πολλῶν άνθρακούχων οὐσιῶν, ὡς διὰ διοχετεύσεως μεθανίου, αιθυλενίου, ὀξυλενίου κλπ. διὰ σωλῆνων διαπύρων. Είναι μᾶζα λευκὴ κρυσταλλικὴ, όσμης χαρακτηριστικῆς και ειδ. βάρ. 1,15. Χρησιμεύει πρὸς προφύλαξιν τῶν ένδυμάτων ἐξ έντόμων, καθόσον εις αὐτὸν εἰς ἄριστον ἐντομοκτόνον, και πρὸς συντήρησιν συλλογῶν φυσικῆς ιστορίας κλπ.

Φαινόλαι και πνεύματα.

34. **Φαινόλαι.** — Αἱ φαινόλαι εις αὐτὸν εἰς ὀξυγονοῦχα παράγωγα τοῦ βενζολίου, αὐτὰ ὡς ἐκ τῶν χημικῶν αὐτῶν ἰδιοτήτων ἴστανται μεταξὺ

πνευμάτων και ὀξέων. Είναι υγρὰ ἢ στερεὰ πολλάκις χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς (φαινόλη, θυμόλη), συνήθως ἄνευ ἀλλοιώσεως ἀποστάξιμα σώματα, ἅτινα ἐν ὕδατι μὲν εἶναι εὐδιάλυτα ἢ δυσδιάλυτα, ἐν οἴνοπνεύματι δὲ και αἰθέρι συνήθως λίαν εὐδιάλυτα. Πολλὰ τῶν φαινολῶν ἐπιδρῶσιν ἀντισηπτικῶς (φαινόλη, κρεσόλη, βεσορκίνη). Αἱ φαινόλαι, ὅπως και τὰ πνεύματα, παρέχουσιν αἰθέρας, σαπωνοποιησίμους ἐστέρας κλπ. και παρουσιάζουσι χαρακτῆρα ἀσθενοῦς ὀξέος.

Φαινόλη ἢ φαινικὸν ὀξύ. C_6H_5OH . — Τὸ σῶμα τοῦτο εὐρίσκεται εἰς τὴν πίσσαν τῶν λιθανθράκων, εἰς τὰ οὖρα τῶν φυτοφάγων ζῴων, εἰς τὴν ἐξ ὀστῶν πίσσαν κλπ. Ἡ πίσσα τῶν λιθανθράκων περιέχει 5 — 6% φαινόλης, ἣτις και ἐξάγεται κατὰ μεγάλα ποσὰ ἐξ ἐκεῖνης δι' ἀποστάξεως (158°—280°) μετὰ NaOH πρὸς ἀποχωρισμὸν τῶν συνυπαρχόντων ὕδρογονανθράκων.

Ἡ καθαρωτάτη φαινόλη C_6H_5OH ἀποτελεῖται ἐκ βελονοειδῶν κρυστάλλων, εἰδ. βάρ. 1,08, τήκεται εἰς 42° και ζέει εἰς 180°, διαλύεται εἰς 15 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας 16°, ἐν θερμοκρασίᾳ δὲ 80° μίγνυται μεθ' ὕδατος εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Είναι εὐδιάλυτος ἐν οἴνοπνεύματι, αἰθέρι, γλυκερίνῃ και ἐλαίῳ, καθίσταται ἐρυθρόχρους εἰς τὸν ἀέρα, ἔχει ὁσμὴν χαρακτηριστικὴν και γεῦσιν καυστικὴν και εἶναι δηλητηριώδης. Ἡ φαινόλη ἀποτελεῖ δραστικὸν ἀντισηπτικὸν και ἀπολυμαντικόν. Ἐπὶ τῆς ἐπιδερμίδος προκαλεῖ ἐγκαύματα.

35. **Πνεύματα.** — Αἱ ιδιότητες τῶν φαινολῶν ὑπενθυμίζουσι μὲν τὰ πνεύματα τὰ λιπαρά, ἀλλ' εἰς πολλὰ σημεῖα διαφέρουσιν ἐκείνων οὐσιωδῶς. Πλὴν τούτων ὅμως ὑφίστανται πραγματικὰ πνεύματα, ἣτοι ἐνώσεις παρουσιάζουσαι τέλειον χαρακτῆρα πνεύματος. Τὰ πνεύματα ταῦτα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ λιπαρά, παρέχοντα, ὅπως και ἐκεῖνα, πνευματικὰς ἐνώσεις αἰθέρος, ἐστέρος κλπ.

Τὸ οὐσιωδέστερον ἀρωματικὸν πνεῦμα εἶναι τὸ βενζυλικὸν C_7H_7OH , τὸ ὁποῖον εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν μετατρέπομενον δι' ὀξειδώσεως κατ' ἀρχὰς μὲν εἰς βενζυλδεϋδην C_6H_5COH , εἶτα δὲ εἰς βενζοϊκὸν ὀξύ C_6H_5COOH , ἰδιότης ἀναλόγος πρὸς τὴν τῶν λιπαρῶν πνευμάτων. Εὐρηται ἐν τῷ περουβιανῷ βαλσάμῳ και ἐν τῷ ὑγρῷ στύρακι, εἶναι δυσδιάλυτον ἐν ὕδατι, ζέει εἰς 206° και ἔχει ὁσμὴν ἀσθενῶς ἀρωματικὴν.

Ἄλδεῦσαι καὶ ὀξέα.

36. **Ἄλδεῦσαι καὶ ὀξέα.** — Ὅπως τὰ ἀρωματικά πνεύματα ὡς πρὸς τὰ λιπαρά, οὕτω καὶ αἱ ἀρωματικαὶ ἀλδεῦσαι παρουσιάζουσι μέγιστην ἀναλογίαν πρὸς τὰς λιπαράς. Οἱ τρόποι τοῦ σχηματισμοῦ αὐτῶν εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀνάλογοι πρὸς τοὺς τῶν λιπαρῶν οὕτω δι' ὀξειδώσεως μερικῆς τοῦ βενζυλικοῦ πνεύματος C_7H_7OH λαμβάνεται ἡ βενζαλδεῦδη C_6H_5COH . Αἱ ἀρωματικαὶ ἀλδεῦσαι παρουσιάζουσι καὶ ιδιότητας ἐντελῶς ἀναλόγους πρὸς τὰς λιπαράς.

Ἐπίσης τὰ ἀρωματικά ὀξέα εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον ἐντελῶς ἀνάλογα πρὸς τὰ λιπαρά: οὕτω δύνανται νὰ παραγάγωσιν ἅλατα, ἐστέρας κλπ. Καὶ αἱ μέθοδοι δὲ σχηματισμοῦ τῶν ἀρωματικῶν ὀξέων εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον ἀνάλογοι πρὸς τὰς τῶν λιπαρῶν. Δι' ὀξειδώσεως π.χ. τῆς βενζαλδεύδης ἢ τοῦ βενζυλικοῦ πνεύματος λαμβάνομεν τὸ βενζοϊκὸν ὀξύ C_6H_5COOH .

Τὰ ἀρωματικά ὀξέα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ στερεὰ κρυσταλλικαὶ οὐσίαι συνήθως δυσδιάλυτοι ἐν ὕδατι καὶ διαλυταὶ ἐν οἴνοπνεύματι καὶ αἰθέρι. Τὰ ἀπλούστερα τῶν ἀρωματικῶν ὀξέων ἐξαχνοῦνται ἢ ἀποστάζονται ἀναλλοίωτα, τὸναντίον τὸ πολυπλοκώτερα διὰ θερμάνσεως παρέχουσι διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος CO_2 .

Εἰς τὰ ὀξέα ταῦτα τάσσεται τὸ κημιδικὸν ὀξύ $C_{11}H_{10}O_2$ ἢ δεμικὸν (τανίνη), ἕπερ λαμβάνεται ἐκ τῶν δεμικῶν οὐσιῶν τοῦ φυτικού βασιλείου, τῶν χρησιμοποιουμένων εἰς τὴν κατασκευὴν δερμάτων (βυρσοδεψία).

Βενζαλδεῦδη. — Αὕτη ἄλλοτε ἐλαμβάνετο ἐκ τῆς ἀμυγδαλίνης, τῆς περιεχομένης εἰς τὰ πικραμύδαλα. Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, λίαν φωτοθλαστικόν, ὀσμῆς εὐαρέστου πικραμυγδαλοειδοῦς, ζεεὶ εἰς 179° καὶ εὐδιάλυτον ἐν οἴνοπνεύματι καὶ αἰθέρι καὶ πολὺ ὀλίγον διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν βενζοϊκοῦ ὀξέος, κινναμωμικοῦ καὶ πολλῶν χρωστικῶν οὐσιῶν.

Βενζοϊκὸν ὀξύ. — Εὐρῆται ἐν τῇ ῥητίνῃ τῆς βενζόης, ἐξ ἧς δύνανται νὰ ληφθῇ δι' ἐξαχνώσεως. Παράγεται δι' ὀξειδώσεως τοῦ τολουόλιου βιομηχανικῶς καὶ ὡς δευτερεῖον προῖόν τῆς παρασκευῆς τοῦ πικραμυγδαλελαίου¹⁾. Ἀποτελεῖ λευκὰ στιλπνὰ φυλλίδια ἢ βελόνας,

1) Παρασκευὴ ἐκ χλωριούχου βενζοΐλου.

τήκεται εἰς 121°, ζέει εἰς 250° καὶ εἶναι πτητικὸν μεθ' ὕδρατμῶν. Οἱ ἄτμοι αὐτοῦ ἔχουσιν ἰδιάζουσαν ὄσμήν, προκαλοῦσαν τὸν πταρτισμὸν καὶ τὸν βήχα. Διαλύεται ἐν θερμῷ ὕδατι εὐκόλως, δυσκόλως δὲ ἐν ψυχρῷ, καὶ χρησιμεύει ἐν τῇ θεραπευτικῇ καὶ ἐν τῇ βιομηχανικῇ παρασκευῇ κυανοῦ ἀνιλίνης.

Νιτροπαράγωγα καὶ ἀμιδοπαράγωγα.

37. **Νιτροπαράγωγα.** — Διὰ κατεργασίας τῶν παραγώγων τοῦ βενζολίου μετὰ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξεῖος διαλύονται ταῦτα συνήθως μετ' εὐκολίας, μετατρέπομενα εἰς νιτροενώσεις, αἵτινες προσθήκῃ ὕδατος ἀποβάλλονται. Πολλάκις ἡ νίτρωσις ἐκτελεῖται διὰ μίγματος θεικοῦ καὶ νιτρικοῦ ὀξεῖος.

Αἱ νιτροενώσεις εἶναι συνήθως ἀσθενοῦς κίτρινου χρώματος ἀποστάξιμα καὶ δι' ὕδρατμῶν πτητικὰ ὑγρά ἢ ἄχροα σχεδὸν πρίσματα ἢ βελόναι. Πολλὰ ἐξ αὐτῶν θερμαινόμενα ἐκπυρσοκροτοῦσιν, εἶναι βαρύτερα τοῦ ὕδατος καὶ ἀδιάλυτα ἐν αὐτῷ, ἐνῶ τοῦναντίον ἐν οἶνοπνεύματι, αἰθέρι καὶ πυκνοτάτῳ ὀξεικῷ ὀξει διαλύονται. Τοιοῦτον εἶναι π. χ. τὸ νιτροβενζόλιον, τὸ νιτροτολουόλιον κλπ.

Ἐπίσης ἐκ τῶν φαινολῶν δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν τὴν τρινιτροφαινόλην ἢ πικρικὸν ὀξύ.

Νιτροβενζόλιον $C_6H_5NO_2$. — Τὸ νιτροβενζόλιον λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως καπνίζοντος νιτρικοῦ ὀξεῖος ἐπὶ βενζόλης. Εἶναι ὑγρὸν κίτρινον ἐλαιῶδες, ὀσμῆς ἰσχυρᾶς καὶ παρομοίας πρὸς τὴν τῶν πικραμυγδάλων, ἔχει γεῦσιν γλυκεῖαν, πήγνυται εἰς + 5° καὶ εἶναι δηλητηριῶδες. Χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τῆς ἀνιλίνης καὶ ἀντικαθιστᾷ εἰς σαπωνοποιῖαν καὶ μυροποιῖαν τὸ βαρύτεμον πικραμυγδαλέλιον.

Πικρικὸν ὀξύ $C_6H_5(NO_2)_3$. — Τὸ πικρικὸν ὀξύ ἢ τρινιτροφαινόλη λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως νιτρικοῦ ὀξεῖος ἐπὶ φαινόλης. Εἶναι σῶμα στερεόν, κίτρινον, κρυσταλλικόν, γεύσεως πικροτάτης καὶ ἀποτόμως θερμαινόμενον κροτεῖ ζωηρῶς. Διαλύεται ἐν οἶνοπνεύματι καὶ αἰθέρι καὶ τήκεται εἰς 122°. Ἀποτελεῖ κίτρινην χρωστικὴν οὐσίαν διὰ τὴν βαφήν ἐρίου καὶ μετάξης. Τηχόμενον καὶ κλειόμενον ἐντὸς ἰσχυροῦ περιδιλήματος (ὀβίδες) ἐκρήγνυται διὰ βροντώδους ὕδραργύρου ἢ βαμβακοπυρίτιδος ξηρᾶς, προκαλοῦν ἀποτελέσματα ἀνώτερα τῶν τῆς

δυναμίτιδος. Ὑπὸ τοιαύτην μορφήν καλεῖται *μελινίτις* (Γαλλία) ἢ *λυδίτις* (Ἀγγλία). Πικρικά ἄλατα ἐχρησιμοποιήθησαν πρὸς παρασκευὴν διαφόρων πυριτίδων.

38. **Ἀμιδοπαράγωγα.** — Δι' ἀναγωγῆς τῶν νιτροενώσεων λαμβάνονται *ἀμιδοενώσεις*· ἡ τοιαύτη δὲ ἀναγωγή καλεῖται *ἀμίδωσις*. Οὕτω ἐκ τῶν νιτροφαινολῶν δι' ἀναγωγῆς λαμβάνονται αἱ ἀμιδοφαινόλαι.

Ἀμιδοβενζόλιον $C_6H_5 - NH_2$. — Τὸ ἀμιδοβενζόλιον ἢ *ἀνιλίνη* ἢ *φαινιλαμίνη* εἶναι ἀπλουστάτη ἀρωματικὴ βάσις, ἣτις δύναται νὰ θεωρηθῇ εἴτε ὡς βενζόλιον C_6H_6 , εἰς τὸ ὁποῖον ἐν ἄτομον ὑδρογόνου H ἀντικατεστάθη διὰ NH_2 εἴτε ὡς ἀμμωνία NH_3 , ἐν ἣ ἐν H ἀντικατεστάθη διὰ C_6H_5 . Εὗρηται εἰς τὴν πίσσαν τῶν λιθανθράκων, ἐξ ἧς καὶ ἐξήγητο ἄλλοτε. Σήμερον ὅμως παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ νιτροβενζολίου ἐπιδράσει: ῥιניσμάτων σιδηρῶν μετ' ὀλίγου ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ ἀποστάξεως εἶτα μεθ' ὕδατῶν.

Ἡ ἀνιλίνη εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἐλαιῶδες, ὀσμῆς δυσαρέστου καὶ γεύσεως καυστικῆς, εἰδ. βάρ. 1,036 καὶ λίαν φωτοθλαστικόν. Ἐν τῷ ἀέρι καθίσταται ταχέως κιτρινωπὸν μέχρι καστανοῦ καὶ τέλος ἀπορρητινοῦται. Διαλύεται εἰς 31 μέρη ὕδατος, εἶναι εὐδιάλυτος ἐν τῷ οἴνῳ πνεύματι καὶ τῇ βενζόλῃ, καίεται διὰ φλογὸς αἰθαλιζούσης καὶ εἶναι δηλητηριώδης.

Ἡ ἀνιλίνη χρησιμεύει ὡς ἀρχικὴ ὕλη πρὸς παρασκευὴν τῶν ὀραίων χρωμάτων τῆς ἀνιλίνης, καὶ τοῦτο δι' ὀξειδώσεως ταύτης. Οὕτω δι' ἀρσενικοῦ ὀξέος ὀξειδουμένη ἢ ἀνιλίνη παρέχει ἰδίᾳ ἰόχρουν χρωστικὴν οὐσίαν τὴν καλουμένην *βιολανιλίνη*. Τὸ μέλαν τῆς ἀνιλίνης λαμβάνεται ὡς ἕζημα διὰ $K_2Cr_2O_7$. Μίγμα ἀνιλίνης καὶ τολουιδίνης ὀξειδούμενον παράγει τὴν *φουξίνη*ν κλπ.

Ἀλκαλοειδῆ.

39. **Ἀλκαλοειδῆ.** — Τὰ ἀλκαλοειδῆ εὐρίσκονται ἕτοιμα εἰς τινὰ φυτὰ καὶ εἶναι ἄζωτουχοὶ ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι ἐνούμεναι μετ' ὀξέων παρέχουσιν ἄλατα. Εἶναι ἐν γένει στερεὰ καὶ σταθερά· ἐν τούτοις τινὰ εἶναι ὑγρά καὶ πτητικά, ὡς ἡ *νικοτίνη*, ἅτινα καὶ δὲν περιέχουσιν ὀξυγόνον. Εἶναι ὀλίγον διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ λίαν διαλυτὰ εἰς τὸ

ζέον οινόπνευμα. Τοιαῦτα ἀλκαλοειδῆ εἶναι ἢ κινίνη, ἢ στριχνίνη, ἢ μορφίνη κλπ. Ἀλκαλοειδῆ τινα, ὡς ἢ καφεΐνη καὶ ἢ χολίνη ἀνήκουσιν εἰς ἐτέρας σειρὰς (λιπαρῶν) σωμάτων.

40. **Κινίνη** $C_{20}H_{24}N_2O_2$. — Αὕτη ἐξάγεται ἐκ τῶν φλοιῶν τῆς κίνας (κιγγχονοειδῶν), τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὸ κυριωδέστερον συστατικὸν ἀλκαλοειδές. Εἶναι λευκῆ, ἄοσμος, κρυσταλλικῆ καὶ λίαν πικρά.

41. **Στριχνίνη** $C_{21}H_{22}N_2O_2$. — Περιέχεται εἰς τὰ στριχνοειδῆ φυτὰ καὶ ἰδίως εἰς τὰ ἐμετικὰ κάρυα. Εἶναι σῶμα κρυσταλλικόν, ἄχρουν πικροτάτης γεύσεως.

42. **Μορφίνη** $C_{17}H_{19}NO_3 + H_2O$. — Ἡ μορφίνη εἶναι τὸ κυριῶδες συστατικὸν τοῦ ὀπίου (κ. ἀφίονι) καὶ εἶναι σῶμα κρυσταλλικόν ἄχρουν.

43. **Νικοτίνη** $C_{10}H_{14}N_2$. — Αὕτη εὐρίσκεται εἰς τὸν καπνὸν καὶ εἶναι ὑγρὸν ἐλαϊῶδες, ἄχρουν, ζέον εἰς 250 καὶ λίαν δηλητηριῶδες, ἐνεργοῦν ἰδίως ἐπὶ τοῦ νευρικοῦ συστήματος.

Ἐν γένει τὰ ἀλκαλοειδῆ ἔχουσι γεῦσιν πικρὰν καὶ εἶναι δραστήρια δηλητήρια· ἔχουσι δὲ μεγίστην ἐν τῇ θεραπευτικῇ σημασίαν.

Γλυκωματογόνα.

44. **Γλυκωματογόνα.** — Καλοῦνται γλυκωματογόνα πολλαὶ φυτικαὶ οὐσίαι, αἵτινες δι' ἀλκαλίων ἢ ὀξέων ἢ καταλλήλων ζυμεγερωτῶν διασπῶνται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὸ μὲν ἐν προῖόν τῆς διασπάσεως ταύτης εἶναι μία γλυκόζη (συνήθως σταφυλοσάκχαρον), τὸ δὲ ἕτερον πνεῦμα, φαινόλη ἢ ἀλδεΐδη. Ἐπομένως σχηματίζονται τινα συνθετικῶς ἐξ ὕδατανθράκων καὶ πνευμάτων δι' HCl , ἐνῶ ἀποσπᾶται ὕδωρ.

Τὸ σπουδαιότερον τῶν γλυκωματογόνων εἶναι ἢ ἀμυγδαλίνη $C_{20}H_{27}NO_{11}$ ἣτις εὐρίσκεται εἰς τὰ πικραμύγδαλα καὶ ἀποτελεῖ ἄχροα πρίσματα τηκόμενα εἰς 206° καὶ εὐδιάλυτα ἐν ὕδατι. Εὐρηγεται ἐντὸς τῶν πικραμυγδάλων, τῶν φύλλων τῆς δαφνοκεράσου, τῶν πυρίνων τῶν ῥοδακίνων, τῶν κερασίων κλπ.

Ἡ ἱεΐνη $C_{13}H_{18}O_7$ ἐνέχεται ἐντὸς τῶν εἰδῶν τῆς ἱτέας, ἢ αἰσουλίνη $C_{15}H_{19}O_9$ ὑπάρχουσα εἰς τὴν ἵπποκαστανέαν καὶ πολλὰ ἄλλα.

Αιθέρια έλαια και ρητίναι.

45. **Αιθέρια έλαια.**—Τὰ αιθέρια έλαια εϋρηγται αφθόνως εις τὸ φυτικὸν βασίλειον και ιδίως εις τὰ άνθη και τοὺς καρποὺς και παρασκευάζονται δι' ἀποστάξεως τούτων μεθ' ὕδατος. Είναι ὑγρά έλαιώδη, πηκτικὰ και καταλείπουν ἐπὶ τοῦ χάρτου κηλίδα, ἣτις ὅμως μετὰ τινα χρόνον εξαφανίζεται ἐντελῶς. Τοιαῦτα είναι τὸ ροδόλαιον, λαμβανόμενον ἐκ τῶν φύλλων τῶν ρόδων, τὸ κιστέλαιον ἐκ τοῦ φλοιοῦ τῶν κίτρων, τὸ έλαιον τοῦ θύμου, τὸ καρνοφύλλειον ἐκ τῶν καρυφύλλων τὸ ἡδυσμέλαιον, τερεβινθέλαιον (κ. νέφτι) ὑγρὸν κίτρινον, λαμβανόμενον δι' ἀποστάξεως τῆς τερεβινθίνης (ρητίνης) μεθ' ὕδατος και χρησιμοποιούμενον εις τὴν κατασκευὴν βερνικίων, τεχνητοῦ καουτσούκ κλπ.

46. **Ψητίναι.**—Αἱ ρητίναι είναι κολλώδεις ἐκκρίσεις διαφόρων φυτῶν, αἵτινες ἐν τῷ ἀέρι σκληρύνονται και ἔχουσιν ἰδίαν ὁσμὴν. Διακρίνονται δὲ εις μαλακὰς ρητίνας (βάλασμα), εις στερεὰς ρητίνας, εις κομμιορητίνας και εις ελαστικορητίνας.

Μαλακαὶ ρητίναι είναι ἡ τερεβινθίνη, τὸ βάλαμον τοῦ Καναδά, ὁ σιύραξ κλπ.

Αἱ στερεαὶ ρητίναι είναι κίτριναὶ ἢ καστανόχροοι, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον διαφανεῖς και προκύπτουσιν ἐκ τῆς βραδείας ὀξειδώσεως τῶν αιθερίων ελαίων ἐν τῷ ἀέρι. Διαλυταὶ ἐν οἶνοπνεύματι και αιθέρι και ἀδιάλυτοι ἐν ὕδατι, καίονται ἐν τῷ ἀέρι διὰ παχείας και αἰθαλιζούσης φλογός. Θερμαινόμενοι ἀποσυντίθενται και παρέχουσιν ὕδρογονάνθρακας, δυναμένους να χρησιμοποιηθῶσι πρὸς φωτισμόν. Μετὰ τῶν ἀλκαλίων παράγουσι σάπωνας (ρητινοσάπωνας) χρησίμους εις τὴν κατασκευὴν τοῦ χάρτου τοῦ στιλπνοῦ (κολλάρισμα). Τοιαῦτα είναι ἡ σανδαράχη, τὸ λάκκειον κόμμι (γομαλάκα), ἡ μασίχη (λαμβανομένη ἐκ τοῦ ἐν Χίω καλλιεργουμένου σχοίνου) και αἱ δρυκταὶ ρητίναι (ἤλεκτρον, ἄσφαλτος). Τὸ κολοφώνιον παράγεται κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ τερεβινθελαίου, ὡς ὑπόλοιπον.

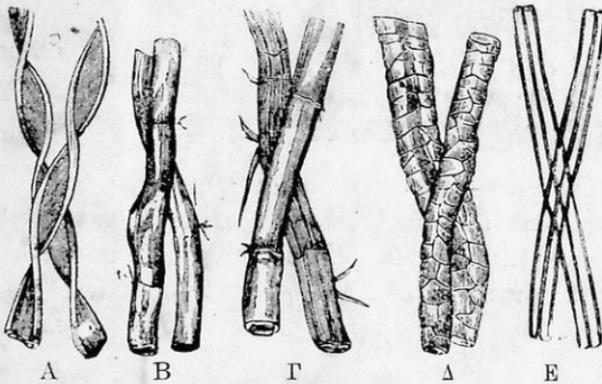
Αἱ κομμιορητίναι ἐκτὸς τοῦ ρητινώδους συστατικοῦ περιέχουσι και κόμμι. Τοιαῦτα είναι τὸ μηδικὸν σὺλφιον, τὸ δλίβανον τὸ χυσοπον κλπ.

Αἱ ελαστικορητίναι διακρίνονται διὰ τὴν ελαστικότητά των. Τοι-

αυτα είναι τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, ὅπερ εἶναι ἀπεξηραμμένους γαλακτώδης ὁπὸς δένδρων τῶν Ἰνδιῶν καὶ τῆς Βραζιλίας. Εἶναι σῶμα στερεόν, εἰδ. βάρ. 0,93, εὐκαμπτον καὶ ἐλαστικώτατον. Διαλύεται εἰς μίγμα οἰνοπνεύματος καὶ θειούχου ἄνθρακος καὶ τήκεται εἰς 180°. Μετὰ θείου (25 - 30%) παρέχει τὸν ἐβονίτην, λίαν χρήσιμον εἰς ἠλεκτρικὰ ὄργανα. Ἡ γουτιαπέροκα, παρόμοιος ὁπὸς δένδρου τῶν ἀνατολικῶν Ἰνδιῶν. Εἶναι σῶμα στερεόν, ἀδιάλυτον ἐν ὕδατι, διαλυτὸν ἐν θειούχῳ ἄνθρακι, εἰδ. βάρ. 0,98. Μαλακύνεται ἄνωθεν τῶν 60° καὶ καθίσταται πλαστικῆ.

Ἵφαντικαὶ ὕλαι.

47. Ἵφαντικαὶ ὕλαι. — Αἱ πρὸς κατασκευὴν νημάτων καὶ ὄφασμάτων χρησιμεύουσαι ὕλαι εἶναι προϊόντα τοῦ φυτικοῦ καὶ τοῦ



Σχ. 194.

ζωϊκοῦ βασιλείου, ἅτινα κέκτηνται στερεότητα, λεπτότητα καὶ εὐκαμψίαν. Τισαὺται φυτικὰ ὕλαι εἶναι ὁ βάμβαξ, τὸ λίνον καὶ τὸ καννάβιον, αἵτινες συνίστανται κυρίως ἐκ κυτταρίνης. Ζωϊκαὶ δὲ εἶναι τὸ ἔριον καὶ ἡ μέταξα, αἵτινες ἀποτελοῦνται ἐξ ὀργανικῶν ἀζωτούχων ἐνώσεων.

Φυτικαὶ ἴνες.

48. Βάμβαξ. — Ὁ βάμβαξ εἶναι τὸ τριχῶδες περίβλημα τοῦ εἶδους τῶν φυτῶν (βαμβακιά), ἅτινα καλλιεργοῦνται ἰδίᾳ εἰς τὰς ἀνατολικὰς Ἰνδίας καὶ τὰς νοτίους χώρας τῆς Βορείου Ἀμερικῆς. Παρ' ἡμῶν καλλιεργεῖται ἐπίσης εἰς τινὰ μέρη ἐπιτυχῶς (Λεβάδεια κλπ.).

Αἱ τοῦ βάμβακος ἴνες, συγκείμεναι ἐξ ἐπιμήκων κυττάρων, εἶναι κοίλαι ἐσωτερικῶς καὶ ἐξεταζόμεναι διὰ μικροσκοπίου φαίνονται (σχ. 194A) ταινιοειδεῖς καὶ περιστραμμέναι ἐλικοειδῶς. Ὁ βάμβαξ εἶναι λευκὸς φύσει.

49. **Λίνον.** — Τὸ λίνον συνίσταται ἐξ ἰνῶν τοῦ ἐσωτερικοῦ φλοιοῦ ἰδίου φυτοῦ, καλλιεργουμένου ἐν Ἰταλίᾳ, Ἰρλανδίᾳ, Ῥωσίᾳ, Ὀλλανδίᾳ καὶ ἀλλαχοῦ. Αἱ ἴνες τοῦ λίνου ἔχουσι μῆκος 2 - 3 ἑκατοστομ., παχέα τοιχώματα καὶ στενὴν ἐσωτερικὴν κοιλότητα· εἶναι δὲ λείαι, στιλπναί, ταινιοειδεῖς. Αἱ ἴνες τοῦ λίνου εἶναι ἥττον ἐλαστικά, ὀλιγώτερον εὐθερμαγωγοὶ τῶν ἰνῶν τοῦ βάμβακος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀφή τῶν λινῶν ὑφασμάτων εἶναι ψυχρά. Τὸ λίνον χρώννεται δυσκολώτερον τοῦ βάμβακος. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου φαίνονται τὰ κύτταρα τοῦ λίνου ὁμοιομερῶς κατεσκευασμένα (σχ. 194B).

50. **Καννάβιον.** — Τὸ καννάβιον προέρχεται ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ φλοιοῦ ὁμωνύμου φυτοῦ, φυομένου ἐν τῇ μέσῃ καὶ βορείῃ Εὐρώπῃ, ἐν Τουρκίᾳ καὶ ἐν Ἰνδίαις. Αἱ ἴνες αὐτῆς ἔχουσι χρῶμα τεφρόν, εἶναι ὀλιγον στιλπναὶ καὶ φέρουσι πάντοτε παραλλήλους ῥαβδώσεις. Μικροσκοπικῶς αἱ ἴνες τοῦ κανναβίου παρουσιάζουσι μεγάλην πρὸς τὰς τοῦ λίνου ἑμοιότητα (σχ. 194Γ). Τὰ κύτταρα τοῦ κανναβίου ὅμως παρουσιάζουσι παραλλήλους ῥαβδώσεις καὶ εἶναι περιφερικῶς πολυγωνικά.

Ζωϊκαὶ ἴνες.

51. **Ἐριον.** — Τὸ ἔριον (κ. μαλλί) συνίσταται ἐκ τριχῶν τῶν προβάτων, αἱ ὁποῖαι εἶναι λεπίδωταί, ὡς φαίνονται διὰ τοῦ μικροσκοπίου (σχ. 194Δ) καὶ λίαν ἐλαστικά. Ἐκ τοῦ εἴδους δὲ καὶ τῆς διαίτης τῶν προβάτων ἐξαρτᾶται ἡ λεπτότης καὶ τὸ μαλακὸν τῶν τριχῶν τοῦ ἐρίου· ἄριστον βραχύτριχον ἔριον παρέχει τὸ «μερινόν» ὕφασμα.

Τὸ ἔριον, τοῦ ἐποίου αἱ τρίχες ἔχουσι μῆκος τοῦλάχιστον 9 ἑκατοστ. καλεῖται ἔριον μακρότριχον καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν λείων καὶ λεπτῶν ὑφασμάτων· τὰ βραχυτέραν τρίχα ἔχοντα ἔρια χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν χονδρῶν ὑφασμάτων. Πλεῖστα αἷτια συμβάλλουσιν εἰς διάκρισιν πληθῆος ποιότητων ἐρίου.

52. **Μέταξα.** — Ἡ μέταξα ἀποτελεῖται ἐκ λεπτοῦ καὶ στερεοῦ νήματος, παραγομένου ὑπὸ τοῦ μεταξοσκόληκος, ὅστις δι' αὐτοῦ κατασκευάζει τὸ βομβύκιον (κουκοῦλι). Τὸ κάλλιστον εἶδος μετάξης προέρχεται ἐκ τοῦ μεταξοσκόληκος τῆς μωρέας. Ἡ μέταξα εἶναι ὑγροσκοπικὴ καὶ κέκτῃται μεγάλην δύναμιν ἀπορροφητικὴν χρωστικῶν οὐσιῶν. Τὰ νήματα τῆς μετάξης συνίστανται ἐκ στιλπνῶν, διπλῶν ταινιοειδῶν νημάτων, ἄνευ ἐσωτερικῆς κοιλότητος. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἕκαστον τῶν δύο νημάτων φαίνεται (σχ. 194E) ὡς πεπλατυσμένος κύλινδρος ἄνευ ἄλλης τινος ἀφῆς καὶ ἄνευ ῥαβδώσεων.

S



024000028397

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

