

Ε 1 ΦΕΚ
Π. ΑΚΑΤΟΥ & Β. ΝΕΡΑΝΤΖΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ

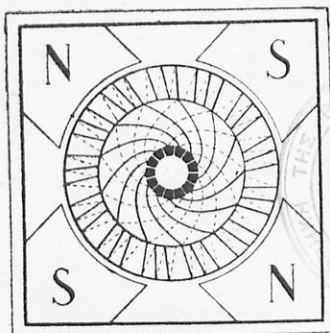
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΕΡΟΣ Β΄.

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ
ΤΩΝ ΕΞΑΤΑΞΙΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ

Συντεταγμένον κατὰ τὸ ἰσχύον ἀναλυτικὸν πρόγραμμα

Ἑκδόσις βελτιωμένη καὶ προσηρμοσμένη πρὸς τὰς
συντελεσθείσας προόδους.



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΤΗΣ "ΕΣΤΙΑΣ",
ΙΩΑΝΝΟΥ Δ. ΚΟΛΛΑΡΟΥ & ΣΙΑΣ Α. Ε.
38 - ΟΔΟΣ ΤΣΩΡΤΣΙΛ - 38
1950

002
ΚΛΣ
ΣΤ2Β
2229

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΡΩΤΗ



ΧΑΛΙ

ΕΚΔΟΣΗ 1998
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ

Ε

1

ΦΣΚ

Π. ΑΚΑΤΟΥ & Β. ΝΕΡΑΝΤΖΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ

Ημίστοιχος (Π) > Νεραντζή (Β.)

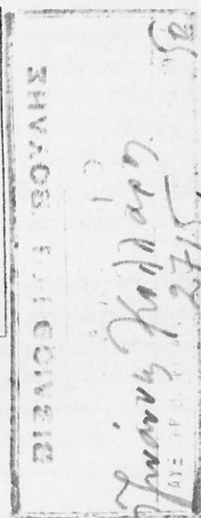
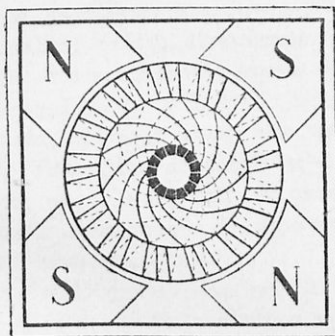
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΕΡΟΣ Β΄.

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε΄ ΤΑΞΙΝ
ΤΩΝ ΕΞΑΤΑΞΙΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ

Συντεταγμένον κατὰ τὸ ἰσχύον ἀναλυτικὸν πρόγραμμα

*Εκδόσις βελτιωμένη καὶ προσηρμοσμένη πρὸς τὰς
συντελεσθείσας προόδους.



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΤΗΣ "ΕΣΤΙΑΣ",
ΙΩΑΝΝΟΥ Δ. ΚΟΛΛΑΡΟΥ & ΣΙΑΣ Α.Ε.
38 - ΟΔΟΣ ΤΣΩΡΤΣΙΑ - 38
1950

008
ΚΛΣ
ΣΤ2Θ
2229

Τὰ γνήσια ἀντίτυπα φέρουν τὴν ὑπογραφὴν τῶν συγγραφέων
καὶ τὴν σφραγίδα τοῦ Βιβλιοπωλείου τῆς «Ἑστίας».



[Handwritten signatures and initials]

Τύποις : Ν. ΒΑΦΕΙΑΔΑΚΗ καὶ Σία ΣΑΜΟΥ 24 — ΑΘΗΝΑΙ

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Προβαίνοντες εις τὴν ἔκδοσιν τοῦ δευτέρου μέρους τῆς Φυσικῆς ἡμῶν, προωρισμένης κυρίως διὰ τὴν Ε' τάξιν τῶν Ἑμπορικῶν Σχολῶν, ὑπενθυμίζομεν ὅτι τὰ ὑπὸ τὸν τίτλον «Ἀντί προλόγου» εἰς τὸ πρῶτον μέρος ἀναφερόμενα ἀφοροῦν καὶ τὴν παροῦσαν ἔκδοσιν, τὴν περιλαμβάνουσιν μόνον τὰ κεφάλαια περὶ μαγνητισμοῦ καὶ ἡλεκτρισμοῦ. Πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην συνετελέσθησαν αἱ μεγαλύτεραι πρόοδοι καὶ ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐν στενῇ συναρτήσῃ πρὸς τὸν μαγνητισμὸν διέπει σήμερον τὰ πάντα. Ἐπειδὴ ἄνθρωπος μὴ κατέχων τὰς βασικὰς περὶ ἡλεκτρισμοῦ γνώσεις δέον νὰ θεωρηθῇ ἀπὸ ἀπόψεως μορφώσεως ἑλλιπὲς καὶ καθυστερημένος καὶ ἐπειδὴ ἔχομεν τὴν γνώμην ὅτι ζῶν ἐντὸς προοδευτικοῦ καὶ πολιτισμένου περιβάλλοντος καὶ ἀντικρύζων ἀνὰ πᾶν βῆμα τὰς πολλαπλὰς διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐξυπηρετήσεις τοῦ ἀνθρώπου καὶ συντελουμένας καταπληκτικὰς προόδους θὰ αἰσθάνεται δυσάρεστόν τινα ἀμηχανίαν καὶ ἐπιθυμίαν εἰ δυνατὸν νὰ ἀπαλλαγῇ ταύτης, ἐθεωρήσαμεν ἐπιβεβλημένον νὰ ἐξελέθωμεν κάπως περισσότερον τῶν στενῶν ὁρίων τῶν ὑπὸ τοῦ ἔτι ἰσχύοντος προγράμματος ὀριζομένων. Ὡς ἐκ τούτου εἰσηγάγομεν καὶ θέματα νέα, ἀφορῶντα ἰδίως τὴν πρόσφατον ἐξέλιξιν καὶ πρόοδον τῆς Ἐπιστήμης, ἀποβλέποντες εἰς τὴν ἱκανοποίησιν τοῦ ἐνδιαφέροντος τῆς πλειονότητος, ὡς φανταζόμεθα τῶν διδασκόμενων. Τῶν θεμάτων τούτων τὰς παραγράφους σημειοῦμεν πρὸς διάκρισιν δι' ἀστερίσκου (*).

Διὰ τῆς τῶν ἐνεργείας ἡμῶν ἐπιθυμοῦμεν νὰ τονώσωμεν καὶ νὰ ἐνισχύσωμεν τὸ συναίσθημα τῆς ἀνάγκης, ὅπως διατεθῇ γενικῶς διὰ τὰ σχολεῖα περισσότερος χρόνος διὰ τὴν διδασκαλίαν τῶν φυσικῶν μαθημάτων μὲ συγχρονισμένον ἀναλυτικὸν πρόγραμμα καὶ μὲ βιβλία, συμβαδίζοντα μετὰ τῶν συντελουμένων προόδων καὶ ἐξελίξεων πρὸς ἐξυπηρέτησιν ὅχι μόνον τῶν Ἑμπορικῶν καὶ Ἑπαγγελματικῶν Σχολῶν, ἀλλὰ τοῦ Πανελληνίου.

Αὐγούστος 1950

Π. Ἀκατος
Β. Νεράντζης

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

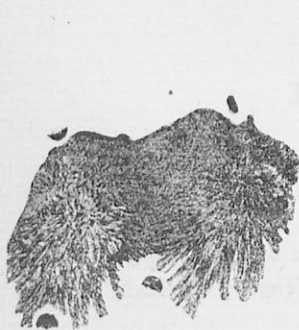
§ 1. *Πρώται ἔννοιαι. Μαγνήται λέγονται τὰ σώματα, τὰ ὅποια ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκουν τὸν σίδηρον. Ἡ ιδιότης αὕτη ὀνομάζεται μαγνητισμός. Καὶ παρατηρήθη τὸ πρῶτον εἰς ἓνα ὄρυκτον τοῦ σιδήρου, ἓνα ὀξείδιον τοῦ σιδήρου (Fe_2O_3), τὸ ὁποῖον λέγεται μαγνητίτης ἢ φυσικὸς μαγνήτης.*

Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς μαγνήτας ἔχομεν καὶ τοὺς *τεχνητοὺς μαγνήτας*. Αὐτοὶ εἶναι τεμάχια χάλυβος, τὰ ὅποια τεχνητῶς ἀποκτοῦν τὴν ιδιότητα τοῦ μαγνητισμοῦ, εἴτε διὰ τῆς καταλλήλου προστριβῆς αὐτῶν διὰ φυσικοῦ ἢ τεχνητοῦ μαγνήτου, εἴτε προτιμότερον διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὥς θὰ ἴδωμεν. Εἰς τοὺς τεχνητοὺς μαγνήτας δίδουν ποικίλα σχήματα. Μεταξὺ αὐτῶν διακρίνονται αἱ *μαγνητικαὶ ράβδοι*, οἱ *πεταλοειδεῖς μαγνήται*, αἱ *μαγνητικαὶ δέσμαι*, αἱ ὅποια ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλὰ μαγνητικὰ ἐλάσματα συγκροτούμενα ἐπ' ἀλλήλων διὰ κλοιῶν εἰς δέσμας καὶ αἱ *μαγνητικαὶ βελόναι*. Οἱ τεχνητοὶ μαγνήται παρουσιάζουν ἐντονωτέρας τὰς μαγνητικὰς ιδιότητας ἀπὸ τοὺς φυσικοὺς μαγνήτας.

Οἱ μαγνήται δὲν ἔλκουν μόνον τὸν σίδηρον, ἀλλ' ἀσθενέστερον αὐτοῦ ἔλκουν καὶ μερικὰ ἄλλα μέταλλα, ὅπως εἶναι τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον καὶ ἄλλα.

Ἡ ἑλκτική δύναμις ἑνὸς μαγνήτου, εἴτε φυσικοῦ εἴτε τεχνητοῦ, δὲν εἶναι ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἡ αὐτή. Ἄλλοῦ

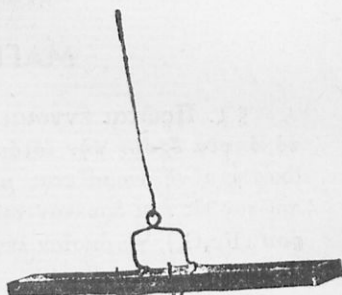
μὲν ἐκδηλοῦται ἐντονωτέρᾳ, ἀλλοῦ δὲ δὲν ὑπάρχει, εἶναι μηδέν. Τὰ μέρη τοῦ μαγνήτου, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τὴν μεγίστην ἑλκτικὴν δύναμιν λέγονται **πόλοι τοῦ μαγνήτου**. Εἰς τὰς μαγνητικὰς ράβδους οἱ πόλοι εὐρίσκονται εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν. Μεταξὺ τῶν πόλων ὑπάρχει περιοχὴ, ἡ ὁποία δὲν ἔλκει τὸν σίδηρον. Αὕτη ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην **οὐδετέραν ζώνην**. Ὅταν βυθίσωμεν οἷονδῆποτε μαγνήτην ἐντὸς ροισμάτων σιδήρου, θὰ παρατηρήσωμεν μετὰ τὴν ἐξαγωγήν, ὅτι ταῦτα ἑλκόμενα σχη-



Σχ. 1



Σχ. 2

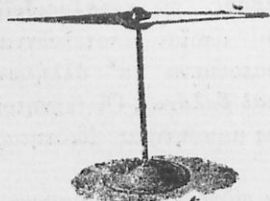


Σχ. 3

ματίζουν εἰς τοὺς πόλους θυσάνους, προδίδοντας τὴν θέσιν τούτων. (Βλ. φυσικὸς μ. σχ. 1 καὶ τεχν. μ. σχ. 2).

Ἡ μαγνητικὴ ράβδος καθὼς καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη, ὅταν εἶναι δυνατόν νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως (Σχ. 3 καὶ Σχ. 4) περὶ κατακόρυφον ἄξονα λαμβάνει ἐντελῶς ὠρισμένην διεύθυνσιν, ἡ ὁποία συμπύπτει μὲ τὴν διεύθυνσιν ἀπὸ Βορρᾶ πρὸς Νότον. Ὁ πόλος, ὁ ὁποῖος διευθύνεται πρὸς Βορρᾶν λέγεται **Βόρειος Πόλος** καὶ σημειοῦται διεθνῶς διὰ τοῦ γράμματος N (Nord = Βορρᾶς),

ἐνῷ ὁ πόλος, ὁ ὁποῖος δεικνύει τὸν Νότον, λέγεται **Νότιος Πόλος** καὶ σημειοῦται διεθνῶς διὰ τοῦ γράμματος S (Sud = Νότος).



Σχ. 4

Ἐπίσης τὸ πείραμα δεικνύει ὅτι: *οἱ δμώνυμοι πόλοι μαγνητῶν ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἐτερόνυμοι ἔλκονται*. Τοῦτο παρατηρεῖται ἐνκόλως, ὅταν εἰς τοὺς πόλους μαγνήτου στηριγμένον ἢ ἐξηρητημένον εἰς τρόπον ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον ἄξονα πλησιάζωμεν ἐναλλάξ τοὺς πόλους ἄλλου μαγνήτου.

Ὅταν *οἱ τεχνητοὶ μαγνήται* θερμανθοῦν μέχρις ἐντόνου ἐρυθροπυρώσεως χάνουν πλέον τὸν μαγνητισμὸν αὐτῶν.

§ 2. *Ἱστορικόν*. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ μαγνητισμοῦ ἀποδίδεται εἰς ἓνα ἐκ τῶν ἐπτὰ σοφῶν τῆς ἀρχαιότητος τὸν ἐκ Μιλήτου Θαλῆν (600 πρὸ Χρ.). Ἐν τούτοις τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἦτο πολὺ πρὶν γνωστὸν μεταξὺ τῶν ἀρχαίων, παρατηρηθὲν τὸ πρῶτον εἰς ὀρυκτὰ τοῦ σιδήρου καὶ ἰδίως εἰς τὸν φυσικὸν μαγνήτην, τὸ γνωστὸν ὀξείδιον ($\text{Fe}_3 \text{O}_4$), τὸ ὁποῖον καλοῦμεν *μαγνητίτην* καὶ τὸ ὁποῖον οἱ ἀρχαῖοι ἐκάλουν *μαγνήτην λίθον*. Ἡ ὀνομασία αὕτη ὀφείλεται κατὰ τοὺς μὲν εἰς τὴν Μαγνησίαν, ἀρχαίαν χώραν τῆς ἀνατολικῆς Θεσσαλίας, ἧς οἱ κάτοικοι ἐκαλοῦντο Μάγνητες· κατὰ τοὺς δὲ εἰς τὴν Μαγνησίαν τῆς Μικρᾶς Ἀσίας (νῦν Μανίσα), ἰδρυθεῖσαν ὑπὸ Μαγνήτων ἀποίκων ἐκ Θεσσαλίας, ὅπου καὶ ἐκεῖ ὑπάρχουν ὀρυκτὰ μαγνητικοῦ σιδήρου. Πάντως αἱ περὶ μαγνητισμοῦ γνώσεις τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων ἦσαν λίαν περιορισμέναι. Περισσότερας γνώσεις περὶ μαγνητισμοῦ πολὺ πρὸ τῶν Ἑλλήνων εἶχον οἱ Κινέζοι, οἱ ὁποῖοι εἶχον εφεύρει καὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, τὴν ὁποίαν ἐχρησιμοποίησεν ἐκ τῶν πρώτων ὁ Χριστόφορος Κολόμβος κατὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς Ἀμερικῆς.

§ 3. *Θραύσις μαγνήτου*. Ἐὰν μαγνήτην ἔχοντα σχῆμα ράβδου θραύσωμεν εἰς δύο μέρη, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἕκαστον τούτων ἀποτελεῖ τέλειον μαγνήτην, ὁ ὁποῖος εἰς τὸ μέρος τῆς



Σχ. 5

τομῆς ἐμφανίζει τὸν ἐτερόνυμον πρὸς τὸν εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον ὑπάρχοντα μαγνητικὸν πόλον (Σχ. 5.). Τὸ αὐτὸ θὰ παρατηρήσωμεν, ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν νὰ θραύωμεν τὰ θραυσθέντα τμήματα εἰς μικρότερα μέρη. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι, ἐὰν

θὰ ἦτο δυνατόν διὰ τῆς διαιρέσεως νὰ φθάσωμεν μέχρι διαχωρισμοῦ τῶν μορίων, ἕκαστον μόριον θὰ ἀπετέλει ἓνα ἀπειροστοῦ μεγέθους μαγνήτην.

§ 4. **Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν λάβωμεν μαγνήτην (Σχ. 6.) καὶ εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ φέρωμεν τεμάχιον ἐκ μα-



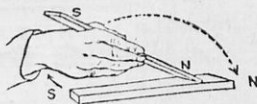
Σχ. 6

λακοῦ σιδήρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ μαγνήτης συγκρατεῖ τοῦτο. Ἐὰν εἰς τὸ ἄκρον τούτου φέρωμεν δεύτερον μικρότερον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου θὰ εἶδωμεν ὅτι καὶ τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ συγκρατηθῇ. Ἐντεῦθεν συνάγομεν ὅτι τὸ πρῶτον τεμάχιον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ἔγινε μαγνήτης. Ἡ τοιαύτη μαγνήτισις καλεῖται **μαγνήτις ἐξ ἐπιδράσεως**.

Τὸ αὐτὸ θὰ παρατηρήσωμεν, ἐὰν καὶ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ δευτέρου τεμαχίου τοῦ μαλακοῦ σιδήρου φέρωμεν τρίτον τεμάχιον ἀκόμη μικρότερον κ.ο.κ. Δυνάμεθα δὲ οὕτω νὰ σχηματίσωμεν εἶδος ἁλύσου, ἅλλ' ὁ μαγνητισμὸς ἀπὸ τεμαχίου εἰς τεμάχιον μειοῦται. Ἐὰν δὲ κρατήσωμεν τὸ πρῶτον τεμάχιον διὰ τῆς χειρός μας καὶ ἀπομακρύνωμεν ἀποτόμως τὸν μαγνήτην, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμέσως τὰ λοιπὰ τεμάχια ἀποχωρίζονται καὶ ὅτι ἀμέσως ἡ ἅλυσος διαλύεται. Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι ἡ μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως διαρκεῖ, ἔφ' ὅσον ὁ μαγνήτης εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ἢ ἀρκετὰ πλησίον αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ἀντὶ μαλακοῦ σιδήρου λάβωμεν τεμάχια χάλυβος, παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα καὶ μετὰ τὴν ἀπόσπασιν τοῦ μαγνήτου διατηροῦν μέρος τοῦ μαγνητισμοῦ αὐτῶν.

§ 5 **Κατασκευὴ μαγνητῶν.** —

Προχέριως δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν μαγνήτην, ἐὰν λάβωμεν ράβδον ἐκ βαμμένου χάλυβος καὶ κατόπιν προστρέψωμεν (Σχ. 7) αὐτὴν κατ'

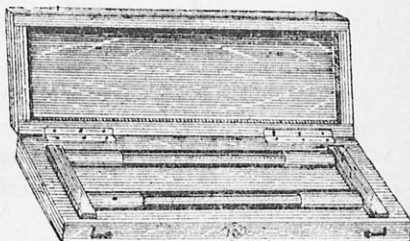
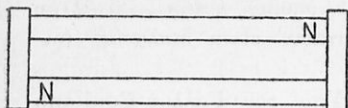


Σχ. 7

ἐπανάληψιν διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων ἰσχυροῦ μαγνήτου ἐκ τοῦ ἑνὸς ἄκρου, πρὸς τὸ ἕτερον πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ράβδος αὕτη γίνεται μαγνήτης

καὶ ὅτι εἰς τὸ ἄκρον, εἰς τὸ ὁποῖον τελειώνομεν τὴν προστροβήν, ἐμφανίζεται ὁ πόλος ὁ ἐτερώνυμος πρὸς τὸν προστροβόντα. Τὴν τοιαύτην μαγνήτισιν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν προστείβοντες ὁμοίως τὴν ἐκ χάλυβος ράβδον ἐκ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἐτερονύμων πόλων δύο μαγνητῶν.

§ 6. **Διατήσεις μαγνητῶν.** Αἱ μαγνητικαὶ ιδιότητες τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ὀφείλονται, ὡς εἶδομεν ἤδη, εἰς τὴν ἐπίδρασιν μαγνήτου ἢ ὡς θὰ ἴδωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ὅταν ἄρῳμεν τὴν τοιαύτην ἐπίδρασιν—π.χ. δι' ἀπομακρύνσεως τοῦ μαγνήτου—αἱ μαγνητικαὶ ιδιότητες τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ἐξαφανίζονται. Ἀντιθέτως ὁ βαμμένος χάλυψ μαγνητιζόμενος διατηρεῖ τὸν μαγνητισμόν του, διὸ καὶ οἱ μό-



Σχ. 8

νημοι μαγνήται κατασκευάζονται ἐκ βαμμένου χάλυβος. Ἀλλὰ καὶ αὐτοὶ μετὰ πάροδον μακροῦ χρόνου χάνουν τὸν μαγνητισμόν των. Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν τὴν τοιαύτην ἀπομαγνήτισιν, προκειμένου περὶ ραβδοειδῶν μαγνητῶν, τοποθετοῦμεν αὐτοὺς ἀνὰ δύο πλῆσιόν ἀλλήλων καὶ παραλλήλως εἰς τρόπον ὥστε οἱ ἐτερώνυμοι πόλοι νὰ ἀντικρῦζουν ἀλλήλους καὶ κατόπιν πρόσαρμόζομεν ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῶν δύο ἄκρων ἀνὰ ἓν πλακίδιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου Ο καὶ Ο' (Σχ. 8).

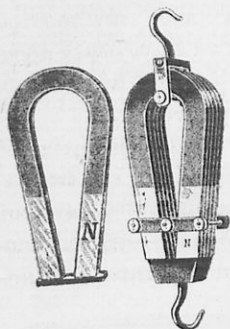
Τὰ οὕτω δι' ἑλξεως συγκρατούμενα τεμάχια ἐκ μαλακοῦ σιδήρου λέγονται **ὀπλισμοί**.

Ὅταν ὁ μαγνήτης εἶναι πεταλοειδοῦς μορφῆς, τότε διὰ τὴν διατήρησιν αὐτοῦ τοποθετεῖται εἰς ὀπλισμὸς Ο (Σχ. 9). Διὰ τῶν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ὀπλισμῶν διατηρεῖται ὁ μαγνητισμὸς τῶν μαγνητῶν χωρὶς νὰ ἐξαντλήται.

§ 7. **Ποσότης μαγνητισμοῦ.**—Ἐπειδὴ ὡς ἀποδεικνύε-



ται οἱ μαγνητικοὶ πόλοι τῶν διαφόρων μαγνητῶν δὲν ἐνεργοῦν μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν ἔλξεως ἢ ὥσεως δεχόμεθα ὅτι ἕκαστος ἐξ αὐτῶν ἐγκλείει ὠρισμένην **ποσότητα μαγνητισμοῦ** ἢ ὅτι ἔχει ὠρισμένην **μαγνητικὴν μᾶζαν**. Ἐπειδὴ δὲ εἰς ἕκαστον μαγνήτην ὑπάρχουν δύο εἰδῶν πόλοι διακρίνουν **βορείαν** καὶ **νοτίαν** μαγνητικὴν ποσότητα. Εἶναι δὲ αἱ ποσότητες αὗται ἰσοδύναμοι, ἔχουν δηλαδὴ τὴν αὐτὴν ἐλκτικὴν ἢ ὠστικὴν δύναμιν. Μαγνήτης μὲ ἓνα μόνον πόλον, βόρειον ἢ νότιον, δὲν ὑπάρχει. Λέγο-



Σχ. 9

μεν δὲ ὅτι ὁ μαγνητικὸς πόλος μαγνήτου τινὸς ἔχει διπλασίαν, τριπλασίαν κ.τ.λ. ποσότητα μαγνητισμοῦ τοῦ πόλου, ἄλλου μαγνήτου, ὅταν ἡ δύναμις μὲ τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἐπὶ ἄλλου τρίτου πόλου ἀπὸ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν εἶναι διπλασία, τριπλασία κ.τ.λ.

Νόμος τοῦ Coulomb. Ὑπὸ τοῦ Γάλλου Coulomb εὐρέθη ὅτι **ἡ δύναμις μὲ τὴν ὁποίαν ἐπενεργοῦν μεταξὺ τῶν δύο μαγνητικοὶ πόλοι εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν μαγνητικῶν ποσοτήτων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.**

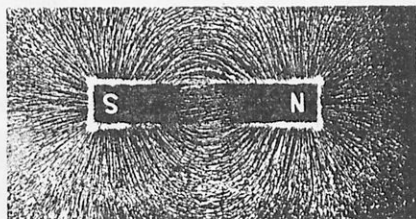
Ἡ τοιαύτη σχέσις ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου : $\Delta = \frac{M_1 M_2}{r^2}$

ὅπου Δ ἡ ἐλκτικὴ ἢ ὠστικὴ δύναμις, M_1 καὶ M_2 αἱ ποσότητες μαγνητισμοῦ τῶν δύο πόλων καὶ r ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασις.

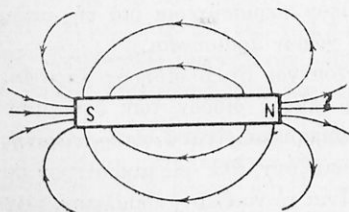
§ 8. Μαγνητικὰ φάσματα καὶ δυναμικαὶ γραμμαί.— Ἄν πάρωμεν μαγνήτην NS καὶ καλύψωμεν αὐτὸν μὲ μίαν ὑαλίνην πλάκα ἢ φύλλον χάρτου καὶ σκορπίσωμεν ἐπὶ τῆς πλακὸς λεπτά ρινίσματα σιδήρου καὶ κτυπήσωμεν κατόπιν ἐλαφρῶς τὴν πλάκα διὰ τοῦ δακτύλου μας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ ρινίσματα διατάσσονται καθ' ὠρισμένας γραμμάς ἢ νήματα (Σχ. 10). Αἱ γραμμαὶ αὗται συμπλησιάζουν πρὸς ἀλλήλας εἰς τοὺς πόλους καὶ ἀπομακρύνονται ἀλλήλων πέραν αὐτῶν, δεικνύουν δὲ τὴν διεύθυνσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τοῦ μα-

γνήτου. Αυτό δεικνύεται καὶ με μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἥ ὁποία ὅταν τοποθετηθῇ ὑπεράνω τῶν ρινισμάτων λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς γραμμῆς τῆς εὐρισκομένης κάτωθεν αὐτῆς. Τὰς γραμμὰς αὐτὰς καλοῦμεν **μαγνητικὰς δυναμικὰς γραμμὰς** (Σχ. 11 καὶ Σχ. 12).

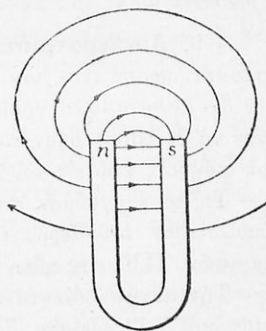
Ὁ χώρος ὁ περικυκλῶν τοῦ μαγνήτου εἰς τὸν ὁποῖον ἐπεκτείνονται αἱ δυναμικαὶ γραμमाὶ λέγεται **δυναμικὸν πεδῖον**, δηλ. τὸ μαγνητικὸν πεδῖον εἶναι ἡ περιοχὴ τοῦ χώρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἰς οἷονδήποτε σημεῖον αὐτοῦ καὶ ἂν εὗρεθῇ μαγνητικὸς πόλος, οὗτος θὰ ὑποστῇ τὴν ἐνέργειαν μαγνητικῆς δυνάμεως.



Σχ. 10



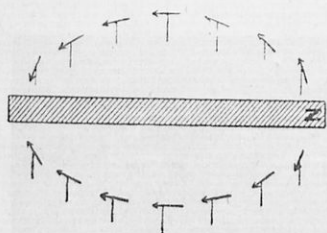
Σχ. 11



Σχ. 12

Πρὸς καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως δεχόμεθα ὅτι αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἐξέρχονται εἰς τὸν ἐλεύθερον χώρον ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου καὶ καταλήγουν εἰς τὸν νότιον πόλον αὐτοῦ. Ἡ συνέχισις τῶν δυναμικῶν γραμμῶν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι σαφής. Τὸ σύνολον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τῶν διερχομένων καθ' ἑκάστην διαμέτρου ἐπιφανείας ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην **μαγνητικὴν ροήν** τὴν διερχομένην τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην.

Ἐάν τοποθετήσωμεν ἄνωθεν ἐλευθέρας ἐπιφανείας ὕδατος εἰς μικράν ἀπόστασιν ὁριζοντίως μαγνητικὴν ράβδον καὶ ρίψωμεν ἐπὶ τοῦ



Σχ. 13

ὕδατος πλησίον τοῦ βορείου πόλου μικροὺς φελλοὺς διαπερασμένους ὑπὸ χαλυβδίνων βελόνων μαγνητισμένων, οὕτως ὥστε νὰ ἐπιπλέουν μετὰ τὴν βελόνην κατακόρυφον κατὸν βορείον πόλον εἰς τὸ ἄνω ἄκρον, τότε ἐπειδὴ οἱ βόρειοι πόλοι εἶναι πλησιέστερον πρὸς τὸν μαγνήτην τῶν νοτίων, αἱ βελόναι ἐπιπλέουσιν μετὰ τῶν φελλῶν θὰ κινήθουν ὡς ἐλεύθεροι βόρειοι πόλοι ἀκολουθοῦντες τὰς δυναμικὰς γραμμὰς

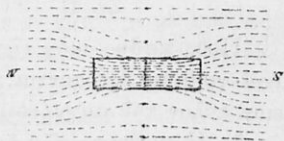
καὶ τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν. Ἐάν φέρωμεν πρὸς τὰ ἄνω τοὺς νοτίους πόλους θὰ ἔχωμεν ὁμοίαν κίνησιν ἐκ τοῦ νοτίου πόλου ἀλλ' ἀντιθέτως πρὸς τὴν καθορισμένην διεύθυνσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν (Σχ. 13).

Μαγνητικὸν πεδίον μετὰ δυναμικὰς γραμμὰς παραλλήλους, εὐθυγράμμους καὶ ἰσάζεις ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων καλεῖται *ὁμοιόμορφον* ἢ *ὁμοιογενές*.

§ 9. **Διαπερατικότητα.**—Ἐάν ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου τοποθετήσωμεν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου (Σχ. 14) παρατηροῦμεν ὅτι αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ καμπτόμεναι πυκνοῦνται καὶ τείνουν νὰ διέλθουν ὅσον τὸ δυνατόν περισσότεραι διὰ τῆς μάζης τοῦ σιδήρου, ἐνῶ εἰς τὸν πέριξ χώρον ἀραιοῦνται.

Τοῦτο ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὁ σίδηρος ἐπιτρέπει εὐκολώτερον τοῦ ἀέρος τὴν δι' αὐτοῦ διόδον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν. Ἡ ιδιότης αὕτη τοῦ σιδήρου καλεῖται **διαπερατικότητα**.

Τὴν αὐτὴν ιδιότητα παρουσιάζουν, ἀλλ' εἰς μικρότερον βαθμόν, καὶ ἄλλα σώματα, ὅπως εἶναι τὸ νικέλιον, κοβάλτιον, μαγνάνιον, χρώμιον, λευκόχρυσος κ.ἄ. Τὰ σώματα αὐτὰ λέγονται **παραμαγνητικά**. Ἀντιθέτους ιδιότητας παρουσιάζουν τὰ λεγόμενα **διαμαγνητικά σώματα**, ὅπως εἶναι τὸ βισμούθιον, τὸ ἀντιμόνιον, ὁ ψευδάργυρος, ὁ μόλυβδος, ὁ χαλκός, ὁ χρυσός, τὰ πλεῖστα τῶν ἀμετάλλων καὶ πλεῖστα χημικαὶ ἐνώσεις τῆς ἀνοργάνου καὶ ἰδίως τῆς ὁργανικῆς χημείας.



Σχ. 14

Ράβδοι ἐκ παραμαγνητικῶν σωμάτων λαμβάνουν, ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου θέσιν παράλληλον πρὸς τὰς δυναμικὰς γραμμὰς, ἐνῷ ράβδοι ἐκ διαμαγνητικῶν σωμάτων τοποθετοῦνται καθέτως.

ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

§ 10. **Γήινος μαγνητισμὸς καὶ γήινον μαγνητικὸν πεδίον.**—Εἵπομεν ὅτι, ὅταν ἡ μαγνητικὴ βελὼνη στηρίζεται οὕτως ὥστε νὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον ἄξονα, λαμβάνει ὠρισμένην διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἀποδίδεται εἰς μαγνητικὴν ἐπίδρασιν τῆς γῆς καὶ λέγεται **γήινος μαγνητισμὸς**. Ἐξ αὐτοῦ συμπεραίνομεν ὅτι πέριξ τῆς γῆς ὑπάρχει μαγνητικὸν πεδίον, τὸ ὁποῖον λέγεται **γήινον μαγνητικὸν πεδίον**. Τὸ πεδίον αὐτὸ εἶναι ἀσθενὲς καὶ δι' αὐτὸ δὲν ἠμποροῦμεν νὰ ἐπιτύχωμεν τὸ φάσμα αὐτοῦ. Ἔχει ὅμως τὴν ἱκανότητα νὰ προσανατολίξῃ τὴν μαγνητικὴν βελὼνην. Ἡ ἐπίδρασις τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ τῆς βελὼνης ἀνάγεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν **ζεύγους δυνάμεων** μὲ διευθύνσεις τῆς μὲν πρὸς βορρᾶν καὶ τῆς δὲ πρὸς νότον. Τὸ ζεῦγος αὐτὸ ἐνεργεῖ εἰς ἕκαστον τῶν ἰσοδυνάμων πόλων τῆς μαγνητικῆς βελὼνης καὶ προσανατολίζει αὐτήν. Δι' αὐτό, ὅταν ἐπὶ φελλοῦ, ὁ ὁποῖος ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ὕδατος, τοποθετήσωμεν ὀριζοντίως μαγνητικὴν ράβδον, αὕτη δὲν θὰ μετατεθῇ, ἀλλ' ἀπλῶς θὰ στραφῇ, ἵνα καταλάβῃ θέσιν ἀπὸ Β. πρὸς Ν.

§ * 11. **Ἡ γῆ μέγας μαγνήτης.**—Ἄν πάρωμεν μίαν βελὼνην ἀπὸ χάλυβα μὴ μαγνητισμένον καὶ τὴν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κ. βάρους αὐτῆς, ὥστε αὕτη νὰ δύναται νὰ περιστρέφεται καὶ περὶ ὀριζόντιον ἄξονα, τότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελὼνη ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως. Ἄν κατόπιν μαγνητίσωμεν τὴν βελὼνην αὐτήν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη θὰ λάβῃ μὲν κατὰ τὰ γνωστὰ τὴν κατεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, ἀλλὰ δὲν θὰ μένῃ ὀριζοντία. Ἄν τὸ πείραμα γίνῃ εἰς τὴν Ἑλλάδα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ βόρειος πόλος θὰ κλίνῃ πρὸς τὸ ἔδαφος, ἂν δὲ γίνῃ εἰς βορειότεραν χώραν ἢ κλίσις αὕτη θὰ εἶναι μεγαλυτέρα. Ἀντιθέτως εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον ἀντὶ τοῦ βορείου θὰ κλίνῃ πρὸς τὸ ἔδαφος ὁ νότιος πόλος τῆς βελὼνης, ἐνῷ εἰς τὸν Ἰσημερινὸν θὰ ἰσορροπῇ ὀριζοντίως. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι ὅμοιον πρὸς ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον παρουσιάζ-

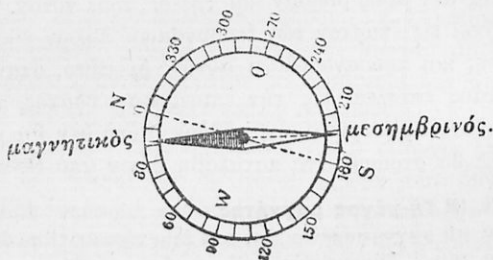
ζει μία μαγνητική βελόνη, όταν μετατίθεται πλησίον μακροῦ ραβδοειδοῦς μαγνήτου ἀπὸ τὸν ἓνα πόλον πρὸς τὸν ἄλλον. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται ὅτι δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἡ γῆ ἐγκλείει ἓνα μέγιστον μαγνήτην, τοῦ ὁποίου ὁ νότιος πόλος εὐρίσκεται πλησίον τοῦ Β. γεωγραφικοῦ πόλου καὶ ὁ βόρειος μαγνητικὸς πόλος πλησίον τοῦ Ν. γεωγραφικοῦ πόλου, ἐνῶ περὶ τὸν Ἰσημερινὸν εὐρίσκεται ἡ οὐδετέρη ζώνη.

§ 12. **Μαγνητικὴ ἀπόκλισις.**—Ὅταν μία μαγνητικὴ βελὼνη στρεφομένη ὁριζοντίως περὶ κατακόρυφον ἄξονα ἰσορροπήσῃ, τότε ἡ εὐθεΐα ἢ διερχομένη διὰ τῶν ἄκρων τῆς βελόνης ὁρίζει τὴν κατεύθυνσιν τοῦ καλουμένου μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται καὶ διὰ κοινῆς πυξίδος (Σχ. 15) μὲ σχετικὴν προσέγγισιν. Ἀπὸ τὸν ἀκριβῆ



Σχ. 15

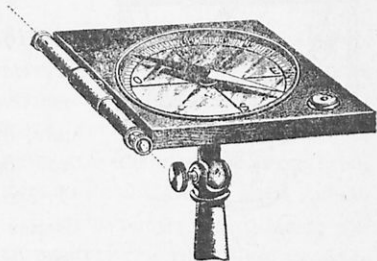
δὲ προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ προκύπτει, ὅτι, οὗτος συνήθως δὲν συμπίπτει μετὰ τοῦ ἀντιστοίχου γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, ἀλλ' ὅτι εἰς τὰ πλείεστα μέρη τῆς γῆς ἡ βόρειος κατεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ἀποκλίνει



Σχ. 16

εἴτε πρὸς ἀνατολάς, εἴτε, ὅπως π. χ. εἰς τὴν Ἑλλάδα, πρὸς δυσμὰς, δηλ. ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης εὐρίσκεται πρὸς δυσμὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ. Ἡ γωνία, ἢ ὁποία σχηματίζεται μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ καὶ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ λέγεται **μαγνητικὴ ἀπόκλισις** (Σχ. 16). Αὕτη δὲν παραμένει σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται. Εἶναι δὲ εἰς τὴν Εὐρώπην πρὸς τὸ παρὸν **δυτικὴ**, δηλ. τὸ βόρειον ἄκρον τῆς μαγνη-

τικῆς βελόνης ἀποκλίνει ὀλίγας μοίρας πρὸς δυσμὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, περισσότερον εἰς τὴν ἀνατολικὴν Εὐρώπην, ὀλιγώτερον εἰς τὴν δυτικὴν. Ἀπότομοι μεταβολαὶ τῆς μαγνητικῆς ἀποκλίσεως ἀποτελοῦν τὰς **μαγνητικὰς καταιγίδας**. Τὰ αἷτια τῶν μεταβολῶν αὐτῶν δὲν εἶναι πλήρως ἐξηκριβωμένα. Τοιαῦται διαταράξεις παρατηροῦνται κατὰ τοὺς σεισμούς, τὰς ἐμφανίσεις κηλίδων εἰς τὸν ἥλιον, τὰς ἐμφανίσεις τοῦ πολικοῦ σέλαος κ.τ.λ. Ἐπίσης ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται ὅτι οἱ μαγνητικοὶ πόλοι τῆς γῆς δὲν συμπίπτουν μὲ τοὺς γεωγρ. πόλους αὐτῆς.



Σχ. 17

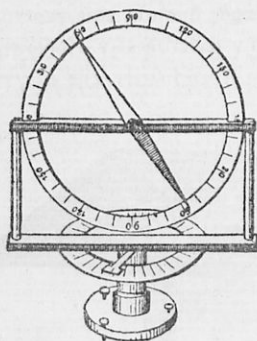
Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς γωνίας ἀποκλίσεως ἔν τινι τόπῳ ὑπάρχουν εἰδικὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **πυξίδες ἀποκλίσεως**. (Σχ. 17).

§ 13. **Μαγνητικὴ ἔγκλισις**.—Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι μαγνητικὴ βελὸνῃ ἐξηρητημένη ἀπὸ τὸ κ. βάρος αὐτῆς, ὥστε νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως, εἰς τοὺς πλείστους τόπους δὲν ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως.

Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου στρεφομένη περὶ ὀριζόντιον ἄξονα ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ λέγεται **γωνία ἐγκλίσεως** ἢ ἀπλῶς **ἐγκλισις**. Αὕτῃ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Περὶ τὸν γῆινον Ἰσημερινὸν εἶναι μηδὲν καὶ πρὸς τοὺς πόλους αὐξάνεται. Εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον κλίνει κάτωθεν τοῦ ὀριζοντος τὸ ἄκρον τοῦ βορρ. πόλου τῆς βελόνης. Ἀντιθέτως εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον κλίνει τὸ ἄκρον τοῦ νοτ. πόλου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ θέσις τῶν μαγνητικῶν πόλων τῆς γῆς μεταβάλλεται καὶ ἡ ἐγκλισις ἐμφανίζει εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἀναλόγους μεταβολάς.

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς γωνίας ἐγκλίσεως χρησιμοποιοῦνται αἱ καλούμεναι **πυξίδες ἐγκλίσεως** (Σχ. 18).

Ὁ νότιος πόλος τῆς γῆς εὐρίσκεται εἰς τὴν βόρειον παγωμένην περιοχὴν τῆς Ἀμερικῆς (πρὸς δυσμὰς τῆς χειρσονήσου Βουθίας) καὶ προσεγγίζει βραδέως πρὸς τὴν Εὐρώπην. Διὰ ταῦτα καὶ ἡ γωνία ἀποκλίσεως ἐν Εὐρώπῃ συνεχῶς μειοῦται.



Σχ. 18

Εἰς τὰς περιοχὰς τῶν μαγνητικῶν πόλων τῆς γῆς ἡ ἔγκλισις εἶναι 90° , ἀπόκλισις δὲ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξῃ.

§ 14. Προσανατολισμὸς καὶ πυξίδες, — Ὅταν εὐρισκώμεθα εἰς ἄγνωστα μέρη, παρίσταται πολλάκις ἀνάγκη νὰ προσανατολισθῶμεν, δηλ. νὰ ὁρίσωμεν τὰ σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος τοῦ τόπου αὐτοῦ. Τοῦτο εἶναι εὐκόλον, ὅταν γνωρίζωμεν τὴν ὥραν τῆς ἡμέρας, ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ ἡλίου ὑπεράνω τοῦ

ὁρίζοντος, ἢ κατὰ τὴν νύκτα ἀπὸ τὴν θέσιν τῶν ἀστέρων. Συχνότατα ὅμως, ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶναι νεφοσκεπὴς ὁ τοιοῦτος προσανατολισμὸς εἶναι ἀδύνατος. Τότε προσανατολιζόμεθα μετὰ τὴν βοήθειαν τῆς *πυξίδος*. Διακρίνομεν δὲ τὴν *κοινὴν πυξίδα* (Σχ. 15 καὶ 16) καὶ τὴν *ναυτικὴν πυξίδα* (Σχ. 19).

Ἡ *κοινὴ πυξίς* ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα κυκλικὸν δίσκον, τοῦ ὁποίου ἡ περιφέρεια δεικνύει τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος. Ὁ δίσκος αὐτὸς ὀνομάζεται *ἀνεμολόγιον*. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου αὐτοῦ εἶναι καθεστώς στερεωμένος ὁ ἄξων, περὶ τὸν ὁποῖον στρέφεται ἡ μαγνητικὴ βελόνη, τῆς ὁποίας ὁ βόρειος πόλος διὰ νὰ διακρίνεται εἶναι κυανομέλας. Μετὰ τὴν πυξίδα αὐτὴν εὐρίσκομεν τὰ σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος, ὅταν ἀφήσωμεν τὴν βελόνην νὰ ἰσορροπήσῃ ὁριζοντίως καὶ περιστρέψωμεν τὸ ἀνεμολόγιον, ὥστε ὁ βόρειος πόλος αὐτῆς νὰ συμπέσῃ ἄνωθεν τοῦ βορρᾶ (N) τοῦ ἀνεμολογίου.



Σχ. 19

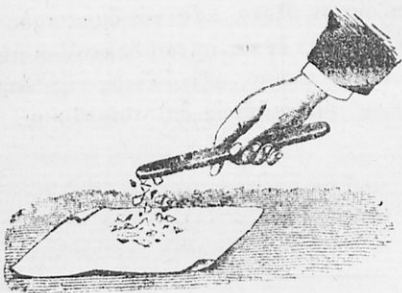
Εἰς τὴν ναυτιλίαν διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς πορείας τῶν πλοίων γίνεται χρῆσις τῆς *ναυτικῆς πυξίδος*. Εἰς αὐτὴν τὸ

ἀνεμολόγιον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐλαφρὸν δίσκον ἐκ χαρτου ἢ ἐκ μαρμαρυγίου, ὁ ὁποῖος εἶναι στερεωμένος ἄνωθεν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, οὕτως ὥστε νὰ περιστρέφεται μετ' αὐτῆς περὶ τὸν αὐτὸν κατακόρυφον ἄξονα. Τὸ ὅλον σύστημα κλείεται ἐντὸς ὀρειχαλκίνης θήκης, καλυπτομένης ὑπὸ ὑαλίνης πλακός, ἵνα διακρίνεται. Ἡ τοιαύτη πυξὶς δεικνύει ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν τὰ σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος καὶ ἐξασφαλίζει οὕτως εἰς τοὺς ναυτιλομένους τὴν τήρησιν τῆς γραμμῆς πλεύσεως. Ἵνα διατηρῇται ὀριζοντίως ἡ πυξὶς (Σχ. 19) μετὰ τοῦ ἀνεμολογίου, στηρίζεται διὰ τριῶν δακτυλίων κατὰ τὸ σύστημα τοῦ Cardan, κατὰ τρόπον ὥστε νὰ μὴ ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὰς ταλαντώσεις καὶ κλίσεις τοῦ πλοίου. Ὁ πρῶτος δακτύλιος συγκρατεῖ τὴν πυξίδα καὶ στρέφεται περὶ ὀριζόντιον ἄξονα ἐντὸς τοῦ δευτέρου δακτυλίου, ὅστις στρέφεται ἐπίσης περὶ ὀριζόντιον ἄξονα, κάθετον ὅμως πρὸς τὸν προηγούμενον, στερεωμένον, εἴτε ἐντὸς τρίτου δακτυλίου μετέχοντος ὅλων τῶν κινήσεων τοῦ πλοίου, εἴτε ἐντὸς τῆς θήκης τοῦ συνόλου ἐφηρμοσμένης ἀμεταθέτως ἐπὶ τοῦ πλοίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

Α' ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

§ 15. Ἡλεκτρισμός. Ὁ ἡλεκτρισμός εἶναι, ὅπως ἡ θερμότης καὶ ὁ μαγνητισμός, μορφή ἐνεργείας, ἐκδηλουμένη, ἐπὶ διαφόρων σωμάτων καταλλήλως προστρεβομένων, διὰ τῆς ιδιότητος, τὴν ὁποίαν ἀποκτοῦν νὰ ἔλκουν διάφορα ἐλαφρὰ σώματα. Οὕτω π. χ. ἂν λάβωμεν ράβδον σφραγιστικοῦ κηροῦ καὶ



Σχ. 20

τὴν τρίψωμεν μετὰ χύτητα διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, θὰ ἀποκτήσῃ τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκῃ ἐξ ἀποστάσεως τινος ἀποκόμματα χάρτου, τρίχας, τρίμματα φελουῦ, πτίλα κ.τ.τ. (Σχ. 20). Τὴν ιδιότητα αὐτὴν ἀποκτοῦν καὶ ἄλλα σώματα, ὡς ἡ ὕαλος, τὸ

θεῖον, ὁ ἔβονίτης, διάφορα εἶδη ρητινῶν κ.τ.λ. Τὴν διὰ τριβῆς ἡλέκτρισιν παρατήρησε πρῶτος ὁ σοφὸς Θαλῆς ὁ Μιλήσιος 600 ἔτη πρὸ Χρ. εἰς τὸ ἡλεκτρον (ὄρνυκτὴν, ρητίνην κ. κερχίμπάρι), ἐξ οὗ καὶ ἡ λέξις ἡλεκτρισμός. Μόλις ὅμως μετὰ τὸ 1600 μ. Χ. ἀνεκαλύφθη, ὅτι καὶ ἄλλα σώματα τριβόμενα ἀποκτοῦν ἡλεκτρισμόν, δηλ. *ἡλεκτρίζονται*, αἱ δὲ πρὸς τὸν ἡλεκτρισμόν ἔρρυναι ἤρχισαν κατὰ τὸν 18ον αἰῶνα ἐξελίχθησαν δὲ ἁλματωδῶς κατὰ τὸν 19ον.

§ 16. Καλοὶ καὶ κακοὶ ἄγωγοι (ἢ μονωτῆρες). — Ἐὰν κρατήσωμεν διὰ τῆς χειρὸς μας τεμάχιον μετάλλου καὶ προσπαθήσωμεν νὰ ἡλεκτρίσωμεν αὐτὸ διὰ τριβῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι ἀδύνατον νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν. Κατορθώνομεν ὅμως τὴν

ἡλέκτρισιν αὐτοῦ, ἐὰν κρατήσωμεν τὸ σῶμα οὐχὶ ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἀλλὰ διὰ λαβῆς ὑαλίνης ἢ δι' ἄλλου σώματος, τὸ ὁποῖον ἡλεκτρίζεται διὰ τριβῆς, ὥς ἀνωτέρω.

Ἐκ τῶν φαινομένων τούτων συμπεραίνωμεν ὅτι ἡ ὑαλος, ἡ ρητίνη, τὸ ἡλεκτρον κ.τ.λ. περιορίζουν τὸν ἡλεκτρισμὸν εἰς τὰ μέρη ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα διὰ τριβῆς ἀναπτύσσεται, ἐνῶ τὰ μέταλλα καθὼς καὶ ἄλλα σώματα, ὥς οἱ λίθοι, τὰ ξύλα, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, ἡ γῆ κ.τ.λ., μεταδίδουν αὐτὸν ἀπὸ μορίου εἰς μόριον καὶ τὸν διασκορπίζουν εἰς ὁλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν. Οὕτω δὲ ὁ ἡλεκτρισμὸς ὁ παραγόμενος διὰ τριβῆς ἐπὶ μετάλλου ἢ ἄλλου ὁμοίου σώματος κρατουμένου ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἐκφεύγει διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, διασκορπίζεται ἐπὶ τῆς γῆς καὶ ἐξαφανίζεται. Τὴν τοιαύτην ὁμῶς διαρροὴν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὴν γῆν δυνάμεθα νὰ ἐμποδίσωμεν διὰ παρεμβολῆς οὐσίας τινός, ὅπως εἶναι ἡ ὑαλος, ἡ ρητίνη κ.τ.λ., ἡ ὁποία ἐμποδίζει τὴν δι' αὐτῆς μετάδοσιν, δηλ. ἀγωγὴν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἀπομονώνει αὐτόν.

Ἔνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης τὰ σώματα διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας: εἰς *καλοὺς ἀγωγούς* (μέταλλα, λίθοι, νωπὰ ξύλα κ.λ.π.) καὶ εἰς *κακοὺς ἀγωγούς* ἢ *μονωτήρας* (ἡλεκτρον, ὑαλος, ρητίνη, μέταξα, καουτσούκ, γουταπέρκη κ.τ.λ.).

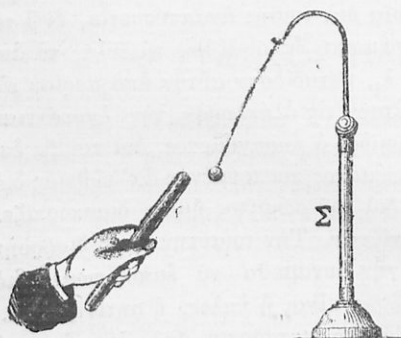
§ 17. **Ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές.**—Διὰ νὰ ἴδωμεν προχείρως ἂν σῶμά τι εἶναι ἡλεκτρισμένον ἢ ὄχι, χρησιμοποιοῦμεν τὸ καλούμενον *ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές*. Τοῦτο ἀποτελεῖται (Σχ. 21) ἀπὸ μικρὸν σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριώνης ἀκτέας, τὸ ὁποῖον εἶναι ἐξηρητημένον διὰ νήματος μετάξης ἐκ τοῦ ἄκρου στελέχους Σ, τὸ ὁποῖον πρὸς τελειωτέραν μόνωσιν ἀποτελεῖται συνήθως ἐξ ὑάλου ἢ ἐξ ἐβροντίου.

Ὅταν θέλωμεν νὰ ἴδωμεν ἂν σῶμά τι εἶναι ἡλεκτρισμένον ἢ ὄχι, τότε πλησιάζομεν τοῦτο εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἐκκρεμοῦς, ὁπότε ἂν τὸ σῶμα εἶναι ἡλεκτρισμένον τὸ σφαιρίδιον ἔλκεται ὑπ' αὐτοῦ.

§ 18. **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός.**—Ἄν ἡλεκτρίσωμεν διὰ τριβῆς μὲ μάλλινον ὕφασμα ὑαλίνην ράβδον καὶ τὴν πλησιάζωμεν εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τοῦτο πρὸς στιγμὴν ἔλκεται, ἀλλ' ἀφ' οὗ

ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ράβδον, κατόπιν ἀπωθεῖται.

Ἄν τώρα εἰς τὸ ἀπωθούμενον σφαιρίδιον πλησιάζωμεν ἑτέραν ράβδον ἐκ ρητίνης, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἠλεκτρίσει ἐπίσης διὰ τριβῆς μὲ μάλλινον ὕφασμα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ τῆς ταύτης τὸ σφαιρίδιον ἔλκεται.



Σχ. 21

Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς ὁ ἀναπτύχθεις εἰς τὴν ὕαλον καὶ τὴν ρητίνην δὲν εἶναι ὁ ἴδιος. Καὶ ὁ μὲν ἠλεκτρισμὸς τῆς ὕαλου καλεῖται **θετικὸς** καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ + ὁ δὲ ἠλεκτρισμὸς τῆς ρητίνης **ἀρνητικὸς** καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ —, Ἀποδεικνύεται δὲ ὅτι κατὰ τὴν προστρι-

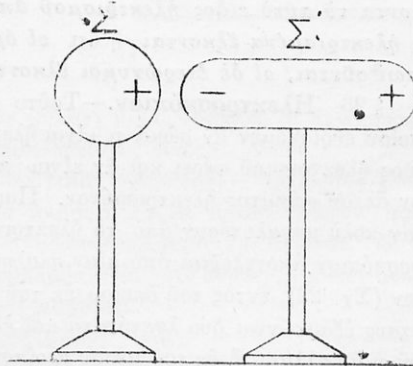
βὴν δύο σωμάτων τὸ ἓν τούτων ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δ' ἑτερον ἀρνητικῶς.

§ 19. **Ἐξήγησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** — Στοιχειωδῶς ἐξηγήσαν τὴν φύσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ κατὰ τὰ μέσα τοῦ 18ου αἰῶνος, παραδεχθέντες ὅτι εἰς ἕκαστον σῶμα μὴ ἠλεκτρισμένον, δηλ. οὐδέτερον, ὑπάρχουν ἴσης ποσότητος θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ ὅτι αἱ ποσότητες αὗται μὴ ἔχουσαι ὑλικὴν ὑπόστασιν εἶναι ἀνεξάντλητοι, ἀπεριόριστοι, ἀλλ' ὥς ἴσαι ἐξουδετερώνουν ἀλλήλας. Παραβάλλονται δὲ πρὸς ρευστά, ἥτοι διακρίνονται εἰς **θετικὸν** καὶ **ἀρνητικὸν** ρευστόν, τὰ ὁποῖα κατ' ἴσας ποσότητας ἐνούμενα ἀλληλεξουδετεροῦνται καὶ ἀποτελοῦν τὸ καλούμενον **οὐδέτερον ρευστόν**. Ὅταν προστρίβωμεν δύο σώματα, μέρος αὐτοῦ ἀποσυντίθεται εἰς θετικὸν καὶ εἰς ἀρνητικὸν ρευστόν, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓν εἶδος παραλαμβάνεται ὑπὸ τοῦ τρίβοντος σώματος, τὸ δ' ἑτερον ὑπὸ τοῦ τριβομένου. Ἐὰν ἐκ νέου ἐνωθοῦν τὰ δύο ταῦτα ἰσοδύναμα ρευστά, τότε τὰ σώματα ἐπανέρχονται εἰς τὴν προτέραν αὐτῶν οὐδέτεραν κατάστασιν.

Ἡ τοιαύτη ὑπόθεσις ἀποτελεῖ εὐκόλον μέσον πρὸς ἐξήγησιν πλείστων φαινομένων τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἀλλὰ δὲν ἀνταποκρίνεται πρὸς τὴν πραγματικότητα. Σήμερον δεχόμεθα ὅτι κατὰ τὴν προστριβὴν δύο σωμάτων ἀποχωρίζονται ἐκ τῶν ἀτόμων τοῦ ἐνὸς σώματος *ἡλεκτρόνια*, τὰ ὁποῖα μεταβαίνουν εἰς τὸ ἕτερον. Καὶ ἐπειδὴ τὰ ἡλεκτρόνια εἶναι ἀπειροελάχιστα σωματίδια ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένα, τὸ σῶμα ἐκ τοῦ ὁποίου φεύγουν ἡλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ σῶμα, εἰς τὸ ὁποῖον μεταβαίνουν ἀρνητικῶς. Ἐκαστον ἡλεκτρόνιον θεωρεῖται ὡς ὠρισμένη ποσότης (στοιχειώδης) ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία κατόπιν βαθείας ἐπιστημονικῆς ἐρεῦνης εὐρέθη, ὅτι ἐκπροσωπεῖ ἀπειροστήν ὕλικήν μᾶζαν ἴσην πρὸς $\frac{1}{1800}$ τῆς μάζης ἐνὸς ἀτόμου ὕδρογόνου.

§ 20. **Ἠλέκτρισις δι' ἐπαφῆς.**— Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν ἡλέκτρισιν σώματός τινος ἡλεκτραγωγοῦ καὶ μεμονωμένου καὶ δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς μὲ ἕτερον σῶμα ἡλεκτρισμένον. Τότε μέρος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τούτου μεταβαίνει εἰς τὸ ἕτερον σῶμα. Ἐὰν ὅμως τὸ δεύτερον σῶμα δὲν εἶναι μεμονωμένον, τότε ὁ ἡλεκτρισμὸς χάνεται, διότι μεταβαίνει εἰς τὴν γῆν, ἡ ὁποία καλεῖται κοινὸν δοχεῖον τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἡ τοιαύτη ἡλέκτρισις καλεῖται *ἡλέκτρισις δι' ἐπαφῆς*.

§ 21. **Ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως.**— Ἐπίσης τὴν ἡλέκτρισιν σώματός τινος εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχωμεν τῇ βοηθείᾳ ἄλλου ἡλεκτρισμένου σώματος εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν. Ἡ τοιαύτη ἡλέκτρισις καλεῖται *ἐξ ἐπιδράσεως*. Οὕτως, ἂν ἔχωμεν τὴν σφαῖραν Σ (Σχ. 22) ἡλεκτρισμένην ἔστω θετικῶς



Σχ. 22

καὶ πλησίον αὐτῆς φέρωμεν τὸν μεμονωμένον ἀγωγὸν Σ', παρατηροῦμεν τῇ βοηθείᾳ ἐκκρεμοῦς ὅτι τὸ πρὸς τὴν σφαῖραν ἑστραμμένον μέρος αὐτοῦ ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δ' ἕτερον

θετικῶς. Ἄν ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαῖραν Σ, τότε καὶ τὸ σῶμα Σ' παύει νὰ εἶναι ἠλεκτρισμένον, τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ποσοτήτων αὐτοῦ ἐνουμένων ἐκ νέου εἰς οὐδέτερον ρευστόν. Ἐὰν ὅμως πρὶν ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαῖραν Σ ἐγγίσωμεν τὸν δάκτυλον ἡμῶν εἰς τὸ σῶμα Σ', τότε ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς αὐτοῦ ἀπωθεῖται εἰς τὴν γῆν καὶ ἂν τώρα ἀπομακρύνωμεν πρῶτον τὸν δάκτυλον καὶ ἔπειτα τὴν σφαῖραν Σ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σῶμα Σ' παραμένει ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον.

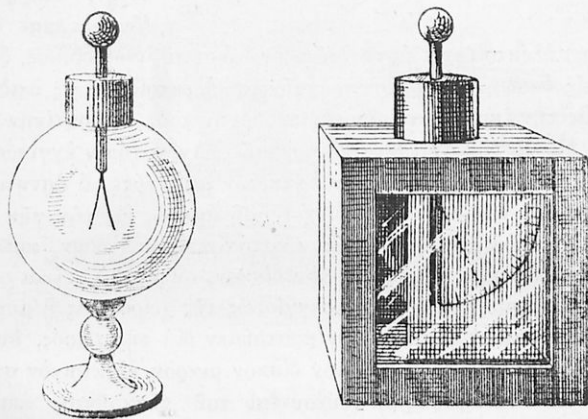
§ 22. **Ἡλεκτρικαὶ ἐλξεις καὶ ὤσεις.**— Εἶδομεν ὅτι τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, ἀπ' οὗ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἠλεκτρισμένην ράβδον, κατόπιν ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς, ἐνῷ ἔλκεται ὑπὸ ἐτέρας ράβδου ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένης. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ σφαιρίδιον διὰ τῆς ἐπαφῆς ἔλαβε μέρος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ράβδου καὶ ἠλεκτρίσθη ὁμοίως πρὸς τὴν ράβδον, δηλ. ὁμωνύμως. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ ἠλεκτρισμένον τοῦτο σφαιρίδιον παρουσιάζει τὸ φαινόμενον νὰ ἀπωθῇται ὑπὸ σωματίων ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένων καὶ νὰ ἔλκεται ὑπ' ἄλλων ἐτερόνυμως ἠλεκτρισμένων.

Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγεται ὅτι **δύο σώματα ἔχοντα τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθοῦνται, ἀντιθέτως δὲ ἠλεκτρισμένα ἔλκονται** ἢ ὅτι **οἱ ὁμώνυμοι ἠλεκτρισμοὶ ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἐτερόνυμοι ἔλκονται.**

§ 23. **Ἡλεκτροσκόπιον.**— Τοῦτο εἶναι ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου εὐρίσκομεν ἂν σῶμά τι εἶναι ἠλεκτρισμένον ἢ ὄχι, ποῖον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ φέρει καὶ ἂν εἶναι περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον ἄλλου σώματος ἠλεκτρισμένον. Παρουσιάζει δὲ εὐαισθησίαν πολὺ μεγαλυτέραν ἀπὸ τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν φιάλην ἢ ἀπὸ ὑάλινον κιβώτιον (Σχ. 23), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐκ τοῦ ἄκρου μεταλλικοῦ στελέχους ἔξαρτῶνται δύο λεπτότατα καὶ ἐλαφρότατα φύλλα χρυσοῦ ἢ ἀργυλλίου, ἢ ἐκ τοῦ μέσου περιῖπου τοῦ στελέχους ἔξαρτᾶται ἓν μόνον τοιοῦτον φύλλον. Τὸ στέλεχος τοῦτο εἶναι μεμονωμένον, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον αὐτοῦ ἐξέρχεται ἐκτὸς τοῦ δοχείου καὶ ἀπολήγει εἰς σφαῖραν ἢ δίσκον.

Ὅταν εἰς τὴν σφαῖραν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πλησιάσωμεν ἢ φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν σῶμά τι ἠλεκτρισμένον, τότε τὸ στέλεχος

ἡλεκρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως ἢ ἐξ ἐπαφῆς καὶ τὰ φύλλα ἡλεκρίζομενα ὁμωνύμως ἀπωθοῦν ἄλληλα καὶ διίστανται, ἢ προκειμένου περὶ ἐνὸς φύλλου ἀποκλίνει τοῦτο τοῦ στελέχους. Ἄν εἰς τὸ ἡλεκτρισμένον ἡλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν ἕτερον σῶμα ἐπίσης ἡλεκτρισμένον, τότε, ἂν μὲν τοῦτο φέρῃ, ὁμώνυμον ἡλεκτρισμόν, τὰ φύλλα ἀπομακρύνονται ἀκόμη περισσότερον ἀλλήλων, ἂν δὲ ἑτερόνυμον, τότε συμπλησιάζουν. Ἐκ δὲ τῆς



Σχ. 23

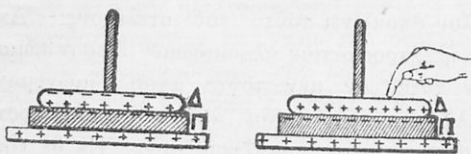
γωνίας ἀποκλίσεως τῶν φύλλων εἶναι δυνατόν νὰ ἐκτιμήσωμεν τὸ ποσὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ σώματός τινος.

§ 24. **Ἠλεκτροστατικά μηχαναί.**—Υπάρχουν εἰδικαὶ συσκευαί, αἱ ὁποῖαι διὰ τριβῆς ἢ καὶ δι' ἄλλων τρόπων παράγουν ἡλεκτρισμόν, ὁ ὁποῖος συσσωρεύεται ἐπὶ ἀγωγοῦ, ἐκ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ παραλαμβάνεται. Αἱ συσκευαί αὗται ὀνομάζονται **ἡλεκτροστατικά μηχαναί.**

Αἱ σπουδαιότεραι ἐξ αὐτῶν εἶναι :

α) **Τὸ ἡλεκτροφόρον τοῦ Volta.** Τοῦτο εἶναι ἡ ἀπλοστέρα ἐκ τῶν ἡλεκτροστατικῶν μηχανῶν. Ἀποτελεῖται, ἀπὸ κυκλικὸν πλακοῦντα (Π) ἀπὸ ρητίνην, ἢ ἀπὸ ἓνα δίσκον ἀπὸ ἐβονίτην (Σχ. 24), σώματα, τὰ ὁποῖα εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ πλακοῦς Π τίθεται ἐπὶ μεταλλίνῃς βάσεως καὶ ἡλε-

κτρίζεται προστριβόμενος διὰ μεταλλίνου ὑφάσματος (ἢ διὰ δο-
ρᾶς γαλῆς). Μετὰ τὴν ἡλέκτρισιν τίθεται ἐπ' αὐτοῦ δίσκος με-



Σχ. 24

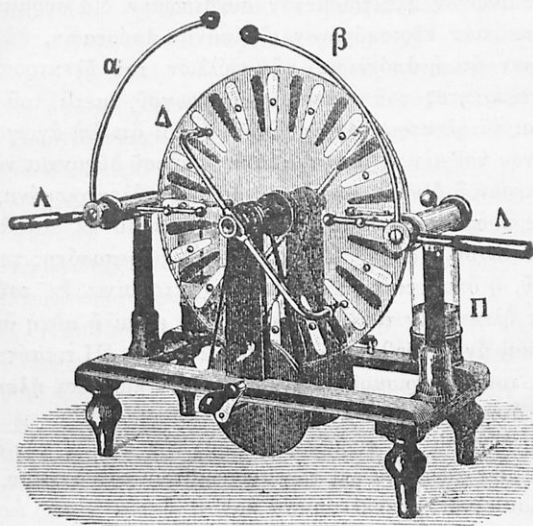
τάλλινος Δ, ὁ ὁ-
ποῖος φέρει λα-
βὴν ἀπὸ μονωτι-
κὴν οὐσίαν, ἀπὸ
ὑάλου ἢ ἀπὸ ἐβο-
νίτην. Ἡ ρητίνη
(ὁμοίως καὶ ὁ ἐ-

βονίτης) ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ἐνῶ ὁ μεταλλινὸς δίσκος, ὅταν
ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ πλακοῦντος ἡλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδρά-
σεως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τὴν εὐρισκομένην πρὸς τὴν ρητίνην θε-
τικῶς, εἰς δὲ τὴν ἀντίθετον ἀρνητικῶς. Ἄν κατόπιν ἐγγίσωμεν
τὸν μεταλλινὸν δίσκον μὲ τὸν δακτύλόν μας, τότε ὁ ἀρνητικὸς
ἡλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου θὰ διοχετευθῇ ἀμέσως εἰς τὴν γῆν διὰ
μέσου τοῦ σώματός μας καὶ ὅταν κατόπιν ἀποσύρωμεν πρῶτον
τὸν δακτύλόν μας καὶ ἔπειτα τὸν δίσκον, οὗτος θὰ εἶναι θε-
τικῶς ἡλεκτρισμένος. Διὰ προσεγγίσεως τῆς χειρός μας ἢ μεταλ-
λίνου ἀντικειμένου, τὸ ὅποιον κρατοῦμεν διὰ τῆς χειρός, δυνά-
μεθα νὰ ἀποσπάσωμεν ἀπὸ τὸν δίσκον μικρὸν ἡλεκτρικὸν σπιν-
θῆρα. Δι' ἐπαναφορᾶς δὲ τούτου ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέ-
σεως πάλιν τοῦ δακτύλου καὶ ἀποχωρισμοῦ τοῦ δίσκου μετὰ τὴν
ἀπομάκρυνσιν τοῦ δακτύλου, δυνάμεθα νὰ ἀποσπάσωμεν καὶ
δεύτερον σπινθῆρα καὶ νὰ ἐπαναλάβωμεν τοῦτο πολλάκις.

β) Τελειότεραι καὶ ἀποδοτικώτεραι εἶναι αἱ λεγόμεναι
περιστροφικαὶ ἡλεκτροστατικά μηχαναί. Μεταξὺ τούτων
σπουδαιοτέρα εἶναι ἡ *μηχανὴ τοῦ Wimshurst* (Σχ. 25).

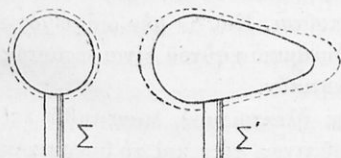
§ 25. *Διάταξις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ*.— Διὰ πειραμάτων δει-
κνύεται ὅτι, ὅταν σῶμά τι εἶναι ἡλεκτρισμένον, τότε ὁ ἡλεκρι-
σμὸς αὐτοῦ συσσωρεύεται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ
σώματος. Καὶ ἂν μὲν τὸ σῶμα ἔχῃ σχῆμα σφαίρας (Σχ. 26),
τότε ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται εἰς ὁλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν
αὐτοῦ κανονικῶς. Ἐὰν ὅμως ἔχῃ καὶ μέρη ὀξύτερα, τότε εἰς τὰ
μέρη ταῦτα γίνεται μεγαλυτέρα συγκέντρωσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.
Τὴν διάταξιν ταύτην τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ δυνά-
μεθα νὰ ἐξομοιώσωμεν πρὸς ὑγρὸν στρῶμα περιβάλλον τὸν

ἄγωγόν πανταχόθεν καὶ τὸ ὁποῖον εἰς τὰ ὀξύτερα μέρη γίνε-
ται παχύτερον. Ἐὰν δὲ ὁ ἄγωγός ἀπολήγῃ εἰς ἀκίδα, τότε

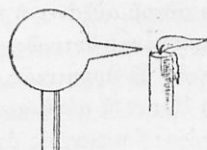


Σχ. 25

λόγω τῆς μεγάλης συγκεντρώσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸ ἄκρον
αὐτῆς, γίνεται ἐκροή τούτου. Αὕτη εἰς τὸν ἀέρα, ἐκδηλοῦται
διὰ φυσήματος ἀποδεικνυμένου διὰ φλογός (Σχ. 27).



Σχ. 26



Σχ. 27

§ 26. Δυναμικὸν ἢ ἡλεκτρικὴ τάσις. Ἡλεκτροχωρητι-
κότης.— Ἡ ἀνωτέρω περιγραφεῖσα διάταξις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ
ἐπὶ ἄγωγου δεικνύει εἰς ἡμᾶς ὅτι μεταξὺ τῶν μαζῶν ἐνὸς ἡλεκ-
τρικοῦ φορτίου ὑφίσταται μία ἀμοιβαία ἄπωση, συνεπεία τῆς

ὁποίας ὁ ἠλεκτρισμὸς τείνει νὰ ἐκφύγῃ καὶ νὰ διασκορπισθῇ ἐπὶ μεγαλυτέρας ἐπιφανείας.

Ἐὰν ἀγωγὸν ἠλεκτρισμένον συνδέσωμεν διὰ σύρματος μὲ ἠλεκτροσκόπιον εὐρισκόμενον εἰς ἱκανὴν ἀπόστασιν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σημείου τοῦ ἀγωγοῦ, μετὰ τοῦ ὁποίου συνδέεται τὸ ἠλεκτροσκόπιον. Τοῦτο δηλοῖ ὅτι ἐπὶ ἀγωγοῦ ἠλεκτρισμένου ναὶ μὲν τὰ διάφορα σημεία αὐτοῦ δύνανται νὰ εἶναι περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον ἢ καὶ καθόλου ἠλεκτρισμένα, ἢ τάσις ὅμως πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι πανταχοῦ ἡ αὐτή. Ὡς ἐκ τούτου καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία κατὰ τὴν σύνδεσιν μεταβαίνει ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ πρὸς ἠλέκτριον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, εἶναι ἡ αὐτὴ ὅποθεν-δήποτε καὶ ἂν συνδεθῇ τοῦτο ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ. Ἡ τοιαύτη τάσις ἐκφυγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐκ τινος ἀγωγοῦ καλεῖται *ἠλεκτρικὴ τάσις ἢ δυναμικόν*.

Αὕτη δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν τὰ ἀέρια ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἶναι ἐγκεκλεισμένα καὶ ἡ ὁποία εἶναι ὡσαύτως πανταχοῦ ἡ αὐτὴ καλεῖται τάσις τῶν αερίων.

Ἐκ τῆς παραβολῆς ταύτης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μὲ τὰ ἀέρια ἀγόμεθα εἰς τὰ ἐπόμενα συμπεράσματα, τὰ ὁποία ἐπαληθεύονται καὶ διὰ πειραμάτων.

α) Ὅταν ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τῆς ὁποίας εἶναι φορτισμένος ὁ ἀγωγὸς αὐξάνῃ ἢ ἐλαττωθῇ, τότε καὶ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ αὐξάνει ἢ ἐλαττωθῇ. Καὶ ἂν μὲν ὁ ἀγωγὸς εἶναι ἠλεκτρισμένος θετικῶς, τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ εἶναι ὡσαύτως θετικόν, ἂν δὲ ἀρνητικῶς, ἀρνητικόν.

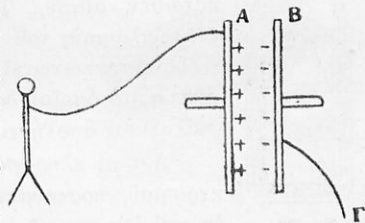
β) Ὅταν ἡ αὐτὴ ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, διανεμηθῇ ἐπὶ μεγαλυτέρας ἐπιφανείας ἀγωγοῦ τινος, τότε καὶ τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ γίνεται μικρότερον. Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι, ὅταν ποσὸν τι ἠλεκτρισμοῦ διασκορπισθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, λόγῳ τοῦ μεγέθους αὐτῆς τὸ δυναμικὸν αὐτῆς ἐλάχιστα μεταβάλλεται καὶ εἰς τὴν πρᾶξιν λαμβάνεται ἴσον μὲ τὸ μηδέν.

γ) Ὅταν ἐνώσωμεν διὰ σύρματος δύο ἀγωγοὺς διαφόρου δυναμικοῦ, τότε ὁ ἠλεκτρισμὸς ρέει ἐκ τοῦ ἔχοντος τὸ μεγαλύ-

τερον δυναμικὸν πρὸς τὸν ἔχοντα τὸ μικρότερον, μέχρῃς ὅτου ἀμφοτέρωι οἱ ἄγωγοι λάβουν τὸ αὐτὸ δυναμικόν.

Ἐπειδὴ ὅταν ἔχωμεν δύο μεταλλικὰς σφαῖρας μεμονωμένας διαφόρου μεγέθους καὶ τὰς ἠλεκτρίσωμεν μὲ τὸ αὐτὸ ποσὸν ἠλεκτρισμοῦ, ἡ τάσις δὲν εἶναι ἡ αὐτή, λέγομεν, ὅτι οἱ δύο σφαιρικοὶ ἄγωγοι ἔχουν διάφορον **ἠλεκτροχωρητικότητα** ἢ ἀπλῶς **χωρητικότητα**. Καὶ ἐπειδὴ ἡ μεγαλυτέρα σφαῖρα παρουσιάζει μικροτέραν τάσιν (ἢ δυναμικόν), καὶ διὰ τὰ ἐξισωθῇ αὕτη πρὸς τὴν τοιαύτην τῆς μικρᾶς, πρέπει νὰ αὐξηθῇ τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον αὐτῆς, λέγομεν ὅτι ἡ μεγαλυτέρα σφαῖρα ὡς δυναμένη νὰ δεχθῇ περισσότερον ἠλεκτρισμὸν ἔχει μεγαλυτέραν ἠλεκτροχωρητικότητα.

§ 27. **Πυκνωταί.**— Ἐὰν εἰς πλάκα μεταλλίνην Α ἠλεκτρίσμεν καὶ συγκοινωνοῦσαν μὲ ἠλεκτροσκόπιον (Σχ. 28) πλησιάσωμεν ἄλλην μεταλλίνην πλάκα Β συγκοινωνοῦσαν δι' ἄγωγου (π. χ. διὰ τῆς χειρὸς μας) μὲ τὴν γῆν, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο πλακῶν γίνεται μικροτέρα, ἐπὶ τοσοῦτον καὶ ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἐλαττοῦται. Ἴνα ἡ ἀπό-



Σχ. 28

κλισις τῶν φύλλων λάβῃ τὴν προτέραν αὐτῆς τιμὴν, πρέπει ἢ νὰ ἀπομακρύνωμεν τὴν πλάκα Β ἐκ τῆς Α ἢ νὰ αὐξήσωμεν τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον τῆς Α. Τοῦτο συμβαίνει διότι ἡ πλάξ Α ἠλεκτρίζει ἐξ ἐπιδράσεως τὴν πλάκα Β καὶ οἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ συσσωρεύονται εἰς τὰς ἀπέναντι ἀλλήλων ἐπιφανείας τῶν πλακῶν καὶ διὰ τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως συγκρατοῦν ἀλλήλους. Ἐκ τούτου προκαλεῖται πτώσις τοῦ δυναμικοῦ ἄγωγου Α, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει τὴν ἐπ' αὐτοῦ συσσώρευσιν μεγαλυτέρας ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ.

Ἡ τοιαύτη διάταξις δύο ἄγωγῶν, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει τὴν συσσώρευσιν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ εἰς ἐπιφάνειαν σχετικῶς μικράν, ἀποτελεῖ σύστημα, τὸ ὁποῖον καλεῖται **πυκνω-**

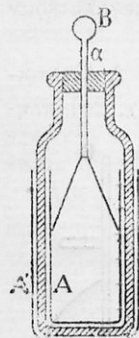
τῆς, Οἱ δύο ἄγωγοὶ καλοῦνται **ὄπλισμοι** καὶ ἔχουν συνήθως σχῆμα φύλλων ἢ πλακῶν. Μεταξὺ αὐτῶν παρεμβάλλεται συνήθως ὡς μονωτικὴ οὐσία πλάξ ὑαλίνη ἢ φύλλον χάρτου παραφινωμένον. Ἐφ' ὅσον λοιπὸν ἐπὶ τῶν πυκνωτῶν δύνανται νὰ συσσωρευθοῦν μεγάλα ποσὰ ἡλεκτρισμοῦ, συνάγομεν ὅτι οἱ ὄπλισμοὶ αὐτῶν ἔχουν μεγάλην **ἡλεκτροχωρητικότητα**.

Εἰς τὸν ἡλεκτρισμὸν γίνεται χρῆσις διαφόρων τύπων πυκνωτῶν. Τούτων θὰ ἀναφέρωμεν μόνον τοὺς σπουδαιότερους,

Λουγδουνικὴ λάγηνος. Τὸν παλαιότερον τύπον ἀποτελεῖ ὁ πυκνωτὴς ὁ ἔχων σχῆμα λαγῆνου, ὁ καλούμενος **λουγδουνικὴ**

λάγηνος. Αὕτη εἶναι φιάλη (Σχ. 29), ἣ ὁποία ἐσωτερικῶς καὶ ἐξωτερικῶς ἐπενδύεται μὲ λεπτὰ φύλλα κασσιτέρου, τὰ ὁποῖα δὲν φθάνουν μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ στομίου τῆς φιάλης, ἀλλ' ἀρκετὰ κάτωθεν αὐτοῦ. Τὰ φύλλα ταῦτα ἀποτελοῦν τοὺς ὄπλισμοὺς τοῦ πυκνωτοῦ. Τούτων τὸ ἐσωτερικὸν συγκοινωνεῖ δι' ἄγωγοῦ μετὰ τοῦ στελέχους **α**, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ σώματος τῆς φιάλης καὶ ἀπολήγει εἰς σφαῖραν **Β**.

Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν λάγηνον δι' ἡλεκτρισμοῦ, κρατοῦμεν αὐτὴν διὰ τῆς χειρὸς μας ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ καὶ κατόπιν πλησιάζομεν ἢ συνδέομεν τὸ στέλεχος **α** μὲ τὸν ἄγω-



Σχ. 29

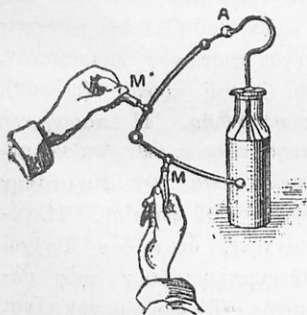
γὸν ἡλεκτρικῆς μηχανῆς.

Ἐὰν διὰ καταλλήλου ἄγωγοῦ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοὺς δύο ὄπλισμοὺς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ παραχθῇ ἰσχυρὸς σπινθὴρ μετὰ φύφου καὶ ὁ ἡλεκτρισμὸς τῆς λαγῆνου θὰ ἐξουδετερωθῇ, τουτέστι ἡ λάγηνος θὰ ἐκκενωθῇ. Ἐὰν κρατῶντες ὡς ἄνω τὴν λάγηνον προκαλέσωμεν τὴν ἐκκένωσιν διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν πλησιάζοντες τὸν δάκτυλον τῆς ἐτέρας χειρὸς εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ, θὰ αἰσθανθῶμεν στιγμιαίον δυσάρεστον τιναγμόν. Ἡ ἐκκένωσις αὕτη, ἂν ἡ λάγηνος εἶναι μεγάλη ἢ ἂν ἀντὶ μᾶς λαγῆνου λάβωμεν **συστοιχίαν λαγῆνων**, δηλ. πολλὰς λαγῆνους μὲ τοὺς ὄπλισμοὺς ἡνωμένους, χωριστὰ τοὺς ἐσωτερικοὺς καὶ χωριστὰ τοὺς ἐξωτερικοὺς, δύναται, ἔνεκα τῶν μεγάλων ποσῶν θετικοῦ καὶ ἀρνητι-

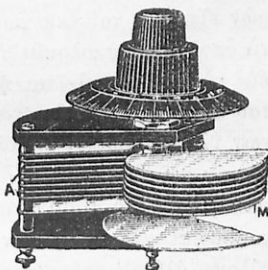
κοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ ἔχουν συσσωρευθῇ, νὰ προκαλέσῃ καὶ τὸν θάνατον.

Διὰ τοῦτο διὰ τὴν ἐκκένωσιν τῶν πυκνωτῶν γίνεται χρῆσις ἐιδικοῦ ὀργάνου, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἐκκενωτής**.

Οὗτος ἀποτελεῖται (Σχ. 30) ἀπὸ δύο ἀρθρωτὰ μέταλλινα τόξα, τὰ ὁποῖα ἀπολήγουν εἰς σφαίρας καὶ φέρουν μονωτικὰς λαβὰς M καὶ M' . Διὰ τὴν ἐκκένωσιν τῆς λαγίνου ἐγγίζομεν διὰ τῆς μιᾶς τῶν σφαιρῶν τοῦ ἐκκενωτοῦ τὸν ἐξωτερικὸν ὅπλισμόν τῆς λαγίνου, ἐνῶ τὴν ἑτέραν σφαῖραν πλησιάζομεν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ στελέχους A τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀπλισμοῦ, ὁπότε, ὅταν αὕτη πλησιάσῃ ἀρκετὰ, ἡ ἐκκένωσις γίνεται δι' ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος.



Σχ. 30

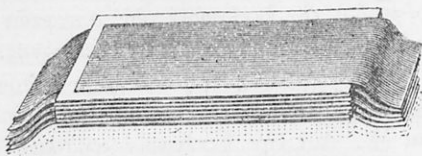


Σχ. 31

Μεταβλητοὶ πυκνωταί. (Σχ. 31).—Οἱ πυκνωταὶ οὗτοι μεγάλης χρήσεως σήμερον εἰς τὴν ἀσύρματον τηλεγραφίαν καὶ ραδιοφωνίαν ἀποτελοῦνται ἀπὸ σειρὰν παραλλήλων μὴ ἐφαπτομένων μεταλλίνων ἐλασμάτων M (μεταθετῶν), τὰ ὁποῖα ἔχουν σχῆμα ἡμικυκλικόν καὶ διὰ περιστροφῆς δύνανται νὰ εἰσέρχωνται ἐντὸς τῶν διακένων ἄλλης παρομοίας σειρᾶς ἐλασμάτων A (ἀμεταθετῶν). Αἱ δύο σειραὶ ἀποτελοῦν τοὺς ὀπλισμοὺς τοῦ πυκνωτοῦ, τοῦ ὁποῖου ἡ χωρητικότης μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ τῆς μεταξὺ ἀλλήλων διεισδύσεως τῶν ἐλασμάτων τῶν δύο ὀπλισμῶν.

Φυλλωτοὶ πυκνωταί. Μεγάλη χρῆσις γίνεται καὶ τῶν καλουμένων **φυλλωτῶν πυκνωτῶν**. Οὗτοι ἀποτελοῦνται (Σχ. 32) ἀπὸ φύλλα κασιτέρου, τὰ ὁποῖα τοποθετοῦνται τὰ μὲν ἐπὶ τῶν δέ, εἰς τρόπον ὥστε τὰ περιττῆς τάξεως νὰ ἔξέχουν εἰς τὴν μίαν πλευράν, τὰ δὲ ἀρτίας εἰς τὴν ἑτέραν. Μεταξὺ τῶν φύλλων τοῦ κασιτέρου παρεντίθεν-

ται φύλλα χάρτου παραφινωμένου ἐμποδίζοντα τὴν μεταξὺ τῶν πρώτων ἐπαφήν. Τὰ περιττῆς τάξεως φύλλα τοῦ κασιτέρου ἀποτελοῦν



Σχ. 32

τὸν ἓνα ὀπλισμόν, τὰ δὲ ἄρτίας τὸν ἕτερον. Οἱ πυκνῶνται οὗτοι τοποθετοῦνται ἐντὸς ξυλίνων κιβωτίων.

§ 28. **Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ**—Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι, ὅταν προκαλέσωμεν τὴν ἐκκένωσιν πυκνωτοῦ εἴτε διὰ τῶν χειρῶν εἴτε διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ παράγεται φωτεινὸν φαινόμενον, τὸ ὁποῖον παρακολουθεῖται καὶ ὑπὸ ξηροῦ κρότου (ψόφου), καὶ τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἡλεκτρικὸς σπινθήρ**. Ἡ παραγωγή τοῦ σπινθήρος προέρχεται ἐκ τῆς πυρακτώσεως τῶν ἀποσπασμένων ὑλικῶν μορίων ἐκ τῶν δύο ἀγωγῶν κατὰ τὴν ταχυτάτην ἔνωσιν τοῦ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρικοῦ φορτίου. Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ παράγεται σχεδὸν πάντοτε, ὅταν δύο ἀγωγοὶ παρουσιάζοντες διαφορὰν δυναμικοῦ συμπλησιάζουν πρὸς ἀλλήλους, ὀλίγον πρὸ τῆς πλήρους ἐπαφῆς. Τὸ φαινόμενον εἶναι τοσοῦτον ζωηρότερον ὅσον ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ καὶ τὰ ἐκκενούμενα φορτία εἶναι μεγαλύτερα.

Ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ δύναται νὰ προκαλέσῃ διάφορα φαινόμενα, π. γ. θερμαντικά, ὥς εἶναι ἡ ἀνάφλεξις εὐφλέκτων σωμάτων (αἰθέρος, οἶνοπνεύματος κ.τ.λ.) ἢ τῆξις εὐτήκτων σωμάτων, μηχανικά, ὥς εἶναι ἡ διάτρησις φύλλου χάρτου ἢ ἄλλων μονωτικῶν σωμάτων, χημικά, ὥς εἶναι ἡ ἀποσύνθεσις καὶ ἡ σύνθεσις διαφόρων οὐσιῶν κ.τ.λ.

§ 29 **Περιγραφή καὶ λειτουργία τῆς μηχανῆς** Wimshurst (βοϊμσχορστ) (Σχ. 25). Ἡ μηχανὴ αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο δίσκους Δ ἐξ ὕαλου βερνικωμένους¹, ἡ ἐξ ἐβονίτου. Οὗτοι εἶναι ὁμοάξονες καὶ

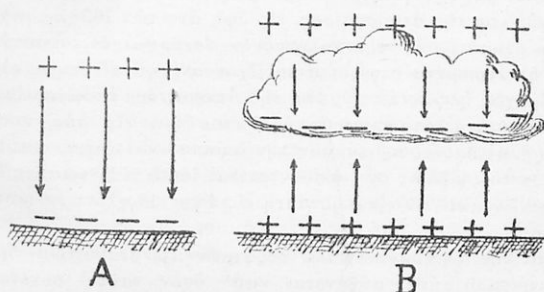
1. Ἵνα σχηματίσῃ λίαν δυσηλεκτραγωγὸν ἐπιφάνειαν.

μεταξὺ αὐτῶν διαλείμματα μακρότερα καὶ συνεπῶς ἡ συχνότης αὐτῶν μικροτέρα. Ἡ μηχανὴ Wimsburts εἶναι μηχανὴ αὐτοδιεγέρσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὅστις συγχρόνως ἐνισχύεται δι' ἀλληλεπιδράσεως τῶν ἡλεκτριζομένων ἐκ κασσιτέρου λωρίδων. Διὰ τῆς περιστροφῆς μεταβάλλεται τὸ συντελούμενον μηχανικὸν ἔργον εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν καὶ θερμότητα. Ὁ ἡλεκτρισμὸς καὶ ἄνευ σπινθήρων διαχέεται εἰς τὸν ἀέρα, δηλ. λαμβάνει χώραν μία βραδεῖα ἐκκένωσις, ἡ ὁποία συντελεῖται ταχύτερον, ἐὰν τοὺς πόλους ἐφοδιάσωμεν δι' ἀκίδων. Ἡ τοιαύτη διαρροὴ εἰς τὸ σκότος παρουσιάζει καὶ φωτεινὰ φαινόμενα, μίαν ἀμυδρὰν αἴγλην ὑπὸ μορφὴν φωτεινῶν θυσάνων. Ἀνάλογα φαινόμενα παρουσιάζονται καὶ εἰς τὴν φύσιν ἐν καιρῷ καταιγίδος. Ἐπίσης ἡ διαρροὴ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ συνοδεύεται καὶ ὑπὸ χαρακτηριστικοῦ ἤχου, ψιθύρου. Ὅταν ὁ ἀῆρ εἶναι ὑγρὸς, ἡ διαρροὴ εἶναι ἄμεσος καὶ ἡ ἡλέκτρισις ἐνίοτε καθίσταται ἀδύνατος.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

§ 30. Ἀτμοσφαιρικὸς ἡλεκτρισμός.— Ὁ ἀμερικανὸς Franklin θέλων νὰ δείξῃ ὅτι τὰ φαινόμενα τῆς ἀστραπῆς, τοῦ κεραυνοῦ καὶ τῆς βροντῆς εἶναι φαινόμενα ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων, αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εἰς ἡλέκτροισιν τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνύψωσεν τὸ 1753 καθ' ἡμέραν νεφελώδη καὶ ἐτοίμην διὰ βροχὴν χαρταετὸν φέροντα ἀκίδα. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ κανναβίνου σχοινίου, προσέδεσε μετάλλινον κλειδίον, τὸ ὁποῖον ἐκράτει διὰ μεταξωτοῦ ὑφάσματος, δηλ. διὰ σώματος μονωτικοῦ. Ὅταν ἤρχισε νὰ βρέχῃ, ὁπότε τὸ καννάβινον νῆμα διαβραχὲν κατέστη ἀγωγιμώτερον, κατώρθωσε νὰ ἀποσπᾷσῃ ἐκ τοῦ ἄκρου τοῦ κλειδίου ἰσχυροὺς ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας. Διὰ τοῦ πειράματος τούτου ἔδειξεν ὁ Frauklin, ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα ἦτο ἡλεκτρισμένη. Βραδύτερον τελειότερα πειράματα ἔδειξαν ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι πάντοτε ἡλεκτρισμένη εἴτε αἰθριὸς εἶναι ὁ καιρὸς εἴτε νεφελώδης. Σήμερον δὲ γνωρίζομεν ὅτι ὑπάρχει μία συνεχὴς ἡλεκτρικὴ ἀλληλεπίδρασις μεταξὺ ἐδάφους καὶ ἀτμοσφαίρας, ἡ ὁποία διαρκῶς μεταβάλλεται. Ἐν καιρῷ αἰθρίας τὸ ἔδαφος εἶναι ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον, ἐνῶ ἡ ἀτμόσφαιρα εἰς ὅχι πολὺ μελάλα ὕψη ἔχει ἐν διασπορᾷ θετικὸν ἡλεκτρισμὸν (Σχ. 33 Α). Ὅταν ὁ καιρὸς γίνεται νεφελώδης ἡ κατάστασις συνήθως ἀναστρέφεται (Σχ. 33 Β), δηλ. ἡλεκτρίζεται τὸ ἔδαφος θετικῶς, τὰ

δὲ νέφη κυρίως ἢ χαμηλοτέρα περιοχὴ αὐτῶν ἀρνητικῶς, ἐνῶ τὰ ὑψηλότερα μέρη αὐτῶν φέρουν κατὰ τὸ πλεῖστον θετικὸν ἠλεκτρισμόν. Τὸ τοιοῦτον ὀφείλεται κυρίως εἰς τὸ ὅτι διαρκούσης τῆς συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν τὰ κατ' αὐτὴν σχηματιζόμενα λεπτότατα σταγονίδια προσελκύουν κατὰ προτίμησιν



Σχ. 33

καὶ δεσμεύουν τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν τῆς ἀτμοσφαίρας (τὰ ἀρνητικὰ ἰόντα), τὰ ὁποῖα συγκρατούμενα διὰ τῶν ἀνοδικῶν ρευμάτων τοῦ ἀέρος εἰς τὰ ὕψη δημιουργοῦν μίαν περιοχὴν ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣτις ὅμως δὲν μένει ἀδιατάρακτος.

Αἱ ἀτμοσφαιρικαὶ ἀναστατώσεις ἰδίως ἐν καιρῷ καταγίδος προκαλοῦν σύγχυσιν καὶ μεταξὺ τῶν νεφῶν τῆς αὐτῆς περιοχῆς ἄλλα μὲν ἐμφανίζουσιν θετικὸν ἠλεκτρισμόν καὶ ἄλλα ἀρνητικόν, ἔχουν δὲ ἀνάλογον ἐπίδρασιν καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

§ 31 **Αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἰόντα καὶ ἰονισμός.** Ὁ ἠλεκτρισμός τῆς ἀτμοσφαίρας ὀφείλεται κυρίως εἰς τὴν παρουσίαν ἰόντων. Εἶναι δὲ τὰ ἰόντα ἄτομα ἢ συγκροτήματα ἀτόμων (προϊόντα διασπάσεως μορίων) ἠλεκτρισμένα εἴτε ἀρνητικῶς εἴτε θετικῶς. Ἡ ἀφαίρεσις ἠλεκτρονίων, δηλ. ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐξ ἐνὸς οὐδετέρου ἀτόμου μεταβάλλει αὐτὸ εἰς θετικὸν ἰόν. Ἀντιθέτως ἡ προσθήκη ἠλεκτρονίου εἰς ἓνα οὐδέτερον ἄτομον τὸ μεταβάλλει εἰς ἀρνητικὸν ἰόν. Ἐπίσης συγκροτήματα ἐξ ἀτόμων, εἰς τὰ ὁποῖα πλεονάζει ὁ θετικὸς ἢ ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός τῶν ἀτόμων, ἀποτελοῦν ἐπίσης ἰόντα. Ὁ σχηματισμός ἰόντων καθιστᾷ τὴν ἀτμόσφαιραν ἀγωγιμωτέραν καὶ καλεῖται *ιονισμός*. Οὗτος ὀφείλεται ἐν μέρει εἰς τὰ ραδιενεργὰ σώματα τοῦ ἐδάφους, τὰ ὁποῖα ἀφ' ἐνός

ἐκπέμπουν ἀφ' ἑτέρου δὲ δημιουργοῦν ἰόντα. Ὁ ἰονισμὸς αὐτῶν περιορίζεται εἰς τὰ χαμηλότερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἰονισμὸν προκαλοῦν ἐπίσης αἱ *υπεριώδεις ἀκτίνες* τοῦ ἡλίου, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ ἐκβάλλουν ἠλεκτρόνια ἐκ τῶν ατόμων τῶν σωμάτων. Πλὴν αὐτοῦ ὁ ἥλιος ἐκπέμπει καὶ ἀπ' εὐθείας ἠλεκτρόνια πρὸς τὴν γῆν. Αἱ τοιαῦται ὁμοῦς ἐπιδράσεις τοῦ ἡλίου, διὰ τῶν ὑπεριώδων ἀκτίνων καὶ τῶν ἠλεκτρονίων, περιορίζονται κυρίως εἰς τὰ ἀνώτατα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, εἰς ὕψη ἄνω τῶν 100 χλμ. μέχρι 400 χλμ. ὅπου σχηματίζουν τὴν καλουμένην *ιονόσφαιραν*, ἀποτελουμένην ἀπὸ ἠλεκτρισμένα στρώματα καὶ ἔχουσιν τὴν ιδιότητα νὰ ἀνακλᾷ τὰ βραχέα ἠλεκτρικὰ κύματα τῆς ἀσυρμάτου ἐπικοινωνίας. Τέλος ὁ ἰονισμὸς τῆς ἀτμοσφαίρας ὀφείλεται καὶ εἰς τὰς κοσμικὰς ἀκτίνας (1), αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν τὴν διάσπασιν ατόμων, κατὰ τὴν ὁποίαν σὺν τοῖς ἄλλοις σχηματίζονται καὶ ἰόντα. Ἡ τοιαύτη δράσις τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων εἶναι μεγίστη εἰς ὕψος 18 χλμ. ὑπεράνω τῆς θαλάσσης.

Κατὰ τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδατῶν εἰς σταγονίδια ἡ τάσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτῶν ἀυξάνεται καθ' ὅσον ταῦτα συνενούμενα σχηματίζουν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγαλυτέρας σταγόνας, διότι εἰς τὸν οὗτω συγκεντρούμενον ἠλεκτρισμὸν περιοριζόμενον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σταγόνων ἀντιστοιχεῖ ἕκτασις μικροτέρα, διὸ καὶ τὸ δυναμικὸν εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν διάμετρον τῆς σταγόνος.

§ 32. **Βραδεῖα ἐκκένωσις μεταξὺ ἐδάφους καὶ ἀτμοσφαίρας.**— Ἐν καιρῷ αἰθρίας μία βραδυτάτη διασπορά ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ χωρεῖ ἐκ τοῦ ἐδάφους κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ἀτμοσφαίρας. Τοῦτο ἀποτελεῖ μίαν βραδεῖαν ἐκκένωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἐξουδετερούμενος ἠλεκτρισμὸς ἀναπληροῦται πάλιν (διὰ τοῦ ἰονισμοῦ) καὶ οὕτω σταθεροποιεῖται ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ ἐδάφους καὶ ἀτμοσφαίρας. Πρὸς καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς τοιαύτης κινήσεως ἠλεκτρισμοῦ, ἀποτελούσης ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, δεχόμεθα συμβατικῶς, ὅτι θετικὸς ἠλεκτρισμὸς μεταβαίνει πρὸς ἐξουδετέρωσιν ἰσοδυνάμου ποσότητος ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἐπομένως εἰς τὴν παρούσαν περίπτω-

1. Αἱ κοσμικαὶ ἀκτίνες εἶναι μεγάλης διεισδυτικῆς δυνάμεως, ἀόρατοι ὅλκιαι ἀκτίνες ἐκσφενδονίζουσαι ὅλκια σωματίδια σὺνδέρτα, μᾶζης ἰσῆς πρὸς τὴν τοιαύτην ἐνός ατόμου ὕδρογόνου. Τὰ σωματίδια αὐτὰ καλοῦνται ν ε τ ρ ό ν ι α (neutron = σὺνδετερόνιον). Προέρχονται ἐκ τοῦ περιβάλλοντος τοῦ σύμπαντος. Τοιοῦτοτρόπως ἡ γῆ βάλλεται νυχθημερὸν πανταχόθεν ὑπὸ τῶν ἀοράτων αὐτῶν βλημάτων, τῶν ἐπειὴν ἡ παρουσία ἀνακαλύπτεται καὶ εἰς τὰ βαθύτερα φρέατα. Ἡ σύγκρουσις νετρονίου μετ' ατόμου προκαλεῖ διάσπασιν αὐτοῦ καὶ σχηματισμὸν ἰόντων.

σιν ἡ *δεύθυνσις τῶν δυνάμεων* (καὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν) εἶναι ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

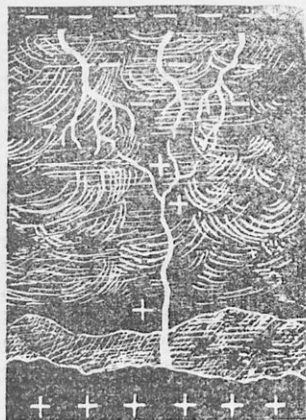
Ἐν καιρῷ νεφώσεως καὶ ἰδίως ἐν καιρῷ καταιγίδος ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἡλεκτρικῶν φορτίων τῶν νεφῶν καὶ μεταξὺ νεφῶν καὶ ἐδάφους εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλύτερα. Ἡ διαρροὴ ἡλεκτρισμοῦ ἀπὸ γωνίας, ἀκμᾶς, κορυφᾶς καὶ ἰδίως ἀπὸ αἰχμηρὰ μέρη τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων εἶναι ζωηρότερα, ἀνάλογος πρὸς τὴν τοιαύτην τῶν ἀκίδων.

Συχνότατα δὲ τὴν νύκτα τὸ φαινόμενον καθίσταται ὁρατὸν διὰ τοῦ σχηματισμοῦ ἀμυδρᾶς φωτεινῆς αἴγλης καὶ φωτεινῶν λοφίων. Πολλάκις ἀκούεται καὶ χαρακτηριστικὸς ἤχος, εἶδος τριγμοῦ. Τὸ φαινόμενον ἐκλήθη ὑπὸ τῶν ναυτιλλομένων «Κάστωρ καὶ Πολυδεύκης» ἢ «Διόσκουροι», ὡς παρατηρούμενον εἰς τοὺς ἰστούς τῶν πλοίων, οἵτινες ἦσαν συνήθως δύο. Ἐθεωρεῖτο δὲ ὡς σημεῖον ἀσφαλείας, ὡς θεῖα ἐκδήλωσις προστασίας ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ καὶ δικαίως λόγῳ ταχυτέρας ἐξουδετερώσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῶν νεφῶν καὶ μειώσεως τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ νεφῶν καὶ ἐδάφους.

§ 33 **Ἀστραπή. Βροντή. Κεραυνός.** Κατὰ τὰς καταιγίδας ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἡλεκτρισμένων νεφῶν ἐντείνεται μέχρι τοιοῦτου σημείου, ὥστε ἡ τάσις πρὸς ἔνωσιν τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν φορτίων νὰ δυνηθῇ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος καὶ νὰ προκαλέσῃ μίαν ἀπότομον ἔντονον ἐκκένωσιν ἐκδηλουμένην διὰ μιᾶς στιγμιαίας ἐκθαμβωτικῆς λάμψεως, τῆς *ἀστραπῆς*, ἀκολουθουμένης ὑπὸ ἰσχυροῦ παρατεταμένου κρότου, τῆς *βροντῆς*. Ἄλλ' ἡ ἀστραπή δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο εἰ μὴ εἰς παμμέγιστος ἡλεκτρικὸς σπινθήρ μήκους συνήθως πολλῶν χιλιόμετρων, ἡ δὲ βροντὴ εἶναι ὁ τὸν σπινθῆρα συνοδεύων κρότος, τοῦ ὁποῖου ἡ ἔντασις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ σπινθῆρος. Ἐνῷ ὁμως τὸ φῶς μεταδίδεται μὲ μεγίστην ταχύτητα καὶ τὰ εἰς τὰς γῆινους ἀποστάσεις συμβαίνοντα τὰ βλέπομεν αὐτοστιγμῇ, ὁ ἤχος μεταδίδεται μὲ πολὺ μικρότεραν ταχύτητα καὶ τὰ συμβαίνοντα εἰς ἀπόστασιν ἀκούονται ἀργότερον. Διὰ τοῦτο ὁ ἤχος ἐρχόμενος ἐξ ὅλων τῶν σημείων τῆς ἀστραπῆς δὲν φθάνει συγχρόνως μέχρις ἡμῶν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ βροντὴ ἀκούεται μετὰ τὴν ἀστραπὴν καὶ παρατεταμένην.

Ὅ,τι συμβαίνει μεταξὺ νεφῶν δύναται νὰ συμβῇ καὶ μεταξὺ νέφους καὶ ἐδάφους, τοῦ ὁποῖου ὁ ἡλεκτρισμὸς συσσωρεύεται πρὸς τὰ ὑψηλότερα, ἐξέχοντα, ἀγωγιμώτερα καὶ πλησιέστερα πρὸς τὸ ἀντιθέτως ἡλεκτρισμένον νέφος μέρη τῆς ὑπὸ καταιγίδα διατελούσης περιοχῆς. Πρὸς τοιαῦτα δὲ σημεία κατευθύνεται καὶ ἡ ἐκκένωσις, ἡ ὁποία καλεῖται *κεραυνός* (Σχ. 34). Ὁ σπινθήρ οὗτος εἶναι βραχύτερος καὶ ἡ βροντὴ βραχυτέρας διαρκείας. Ἐνῷ τὸ μήκος τῆς ἀστραπῆς δύναται νὰ εἶναι 10 - 40 χλμ. καὶ πλέον, τοῦ κεραυνοῦ τὸ μήκος

είναι συνήθως 2 - 3 χλμ. Τὸ σχῆμα συνήθως τῆς ἀστραπῆς καὶ τοῦ κεραυνοῦ ἐμφανίζεται ὡς μία στιγμιαία ἐκτυφλωτικὴ πολυκαμπὴς γραμμὴ (Σχ. 34) κατὰ τὸ πλεῖστον διακεκλαδισμένη.



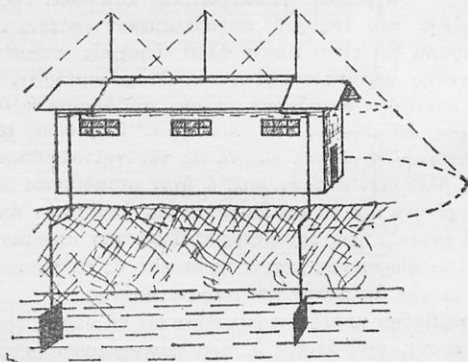
Σχ. 34

§ 34. Ἀλεξικέραυνον.

Τοῦτο εἶναι συσκευή, διὰ τῆς ὁποίας προφυλάσσονται ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ οἰκοδομαί, ἀποθήκαι, (ιδίως εὐφλέκτων ὑλῶν), ἐργοστάσια, πλοῖα κτλ.

Τὸ ἀλεξικέραυνον ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Franklin τὸ 1752. Τοῦτο ἀποτελεῖται (Σχ. 35) ἀπὸ κοντὸν μετάλλινον μήκους 6—9 μέτρων, ὃ ὁποῖος ἀπολήγει εἰς ἀκίδα ἐκ χρυσοῦ ἢ λευκοχρύ-

σου, ἵνα μὴ ὀξειδουῖται. Ὁ κοντὸς οὗτος στερεοῦται κατακορύφως εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς στέγης τῆς οἰκοδομῆς, ἥ δὲ



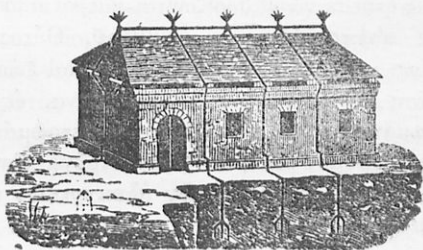
Σχ. 35

βάσις αὐτοῦ συνδέεται μετὰ ἀγωγὸν ἐκ παχέως σύρματος μετὰ τὰ μετάλλινα ἐξαρτήματα τῆς οἰκοδομῆς καὶ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καταλήγει εἰς τὸ ἔδαφος ἐντὸς φρεάτος ἢ ἐλ-

λείπει τοιούτου ἐντὸς ὑπογείου σωροῦ ὑγρῶν ἀνθράκων. Προτιμότερον εἶναι νὰ φθάνη ὁ ὑπόγειος ἀγωγὸς μέχρι τοῦ ὑδροφόρου στρώματος τῆς γῆς, ἐντὸς τοῦ ὁποίου νὰ καταλήγῃ εἰς μεταλλίνας πλάκας ἢ δικτυωτὰ συμπλέγματα κατὰ προτίμησιν ἐκ μολύβδου.

Ὅταν τὸ ἠλεκτρισμένον νέφος διέρχεται ἀνωθεν τῆς οἰκοδομῆς, ἠλεκτρίζει αὐτὴν καὶ τὸ ἔδαφος ἐξ ἐπιδράσεως καὶ ἔλκει πρὸς τὴν ἀκίδα τοῦ ἀλεξικεραύνου τὸν ἀντίθετον ἠλεκτρισμόν. Οὗτος ἐκρᾶει ἐξ αὐτῆς, ἀλλὰ δὲν ἐπαρκεῖ, ὥς ἐνομίζετο, πρὸς ἀποτελεσματικὴν ἐξουδετέρωσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ νέφους καὶ πρόληψιν τῆς πτώσεως τοῦ κεραυνοῦ. Πίπτων ὅμως ὁ κεραυνὸς θὰ προτιμή-

σῃ νὰ ἀχθῇ εἰς τὸ ἔδαφος διὰ τοῦ ἀλεξικεραύνου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ χωρὶς νὰ βλάβῃ τὴν οἰκοδομὴν. Ἄν ὅμως ἐντὸς αὐτῆς ὑπάρχουν ὑλικά (π.χ. σωλῆνες) μὲ ἀνωτέραν πρὸς τὸ ἔδαφος ἀγωγιμότητα,



Σχ. 36

ὁ κεραυνὸς θὰ εἰσορμήσῃ καὶ ἐντὸς τοῦ οἰκήματος καὶ θὰ ἐπιφέρῃ καταστροφὰς (πυρκαϊάν, ἠλεκτροπληξίαν ἀτόμων). Ἐκαστον ἀλεξικέραυνον ἐθεωρεῖτο ὅτι δύναται νὰ προφυλάξῃ ἐκ τοῦ κεραυνοῦ τὴν οἰκοδομὴν ἐντὸς περιοχῆς κώνου μὲ κορυφὴν τὴν ἀκίδα καὶ βάσιν ἀκτίνος ἴσης πρὸς τὸ ὕψος τοῦ κώνου. Διὰ τοῦτο εἰς μεγάλας οἰκοδομὰς τοποθετοῦνται περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἀλεξικέραυνα.

Πλὴν τῶν τοῦ ἀνωτέρου τύπου ἀλεξικεραύνων σήμερον χρησιμοποιοῦνται καὶ τελειότερου τύπου τοιαῦτα. Ταῦτα κατασκευάζονται ἐν εἶδη δικτύου ἐκ μετάλλου (Σχ. 36), τὸ ὁποῖον περιβάλλει ὁλόκληρον τὴν οἰκοδομὴν κατὰ τρόπον ὥστε σχεδὸν νὰ μὴ διακρίνεται. Τὸ δίκτυον τοῦτο εἰς τὰ ὑψηλότερα μέρη τῆς οἰκοδομῆς φέρει πολλὰς ἀκίδας καὶ ἀποτελεῖ εἶδος προφυλακτικοῦ κλωβοῦ (κλωβὸς τοῦ Faraday). Τὰ ἐναῖρια σύρματα

τῶν πόλεων συμβάλλουν κατ' ἀνάλογον τρόπον εἰς τὴν προφύλαξιν τῶν οἰκοδομῶν ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ. Ἀποθήκαι, τῶν ὁποίων τὸ ἐξωτερικὸν σύνολον εἶναι ἐκ μετάλλου, αὐτοκίνητα κλειστά μὲ μετάλλινον περίβλημα, αεροπλάνα τῶν ὁποίων ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια εἶναι μεταλλικὴ προστατεύουν καὶ ἐξασφαλίζουν τοὺς ἐντὸς αὐτοῦ ἀπολύτως ἀπὸ παντὸς ἐκ κεραυνοῦ κινδύνου. Διὰ τὴν ἀσφάλειαν τῶν κατοίκων ἰδίως τῆς ὑπαίθρου μεγίστην σημασίαν ἔχει καὶ ἡ ἐκλογή τοῦ τόπου ἐγκαταστάσεως τῶν οἰκημάτων, ἀποθηκῶν, σταύλων κ.τ.τ., διότι δὲν εἶναι πάνποτε τὰ χαμηλότερα τὰ ἀσφαλέστερα οὔτε τὰ ὑψηλότερα τὰ ἐπικινδυνωδέστερα. Ταῦτα ἐξαρτώμενα καὶ ἐκ τῆς ἀγωγιμότητος τοῦ ἐδάφους, θὰ ἔπρεπε νὰ καθορίζωνται καὶ νὰ ἀποφεύγωνται.

Ἀποτελέσματα κεραυνοῦ. Οὗτος πλὴν τῆς ἠλεκτροπληξίας καὶ τοῦ φόνου ἀνθρώπων καὶ ζώων δύναται νὰ προκαλέσῃ καὶ διάφορα ἄλλα φαινόμενα, ὡς ἀνάφλεξιν εὐφλέκτων σωμάτων, τῆξιν μετάλλων καὶ πετρωμάτων καὶ τὸν ἐξ αὐτῶν σχηματισμὸν σωλήνων (κεραυνιτῶν), τὴν διάρρηξιν τοίχων κτλ.

§ 35. **Σημασία τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων τῆς ἀτμοσφαίρας.** Κατὰ τὰς καταιγίδας αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις ἔχουν λίαν εὐεργετικὰ ἀποτελέσματα διὰ τὸν ἄνθρωπον. Ἀφ' ἐνὸς δεσμεύουν τὸ ἄζωτον τοῦ ἀέρος καὶ παράγουν νιτρικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον ἐπιδρᾷ καὶ ἐπὶ τῶν πετρωμάτων καὶ ἐμπλουτίζει τὸ ἔδαφος εἰς διάφορα θρεπτικά διὰ τὰ φυτὰ ἄλλατα. Ἀφ' ἑτέρου διὰ μετατροπῆς τοῦ ὀξυγόνου εἰς ὄζον ἀπολυμαίνουν καὶ ἐξυγιαίνουν τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ τὰς περιοχὰς καὶ θέτουν συνήθως τέρμα εἰς τὰς ὑπαρχούσας τυχὸν ἐπιδημίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

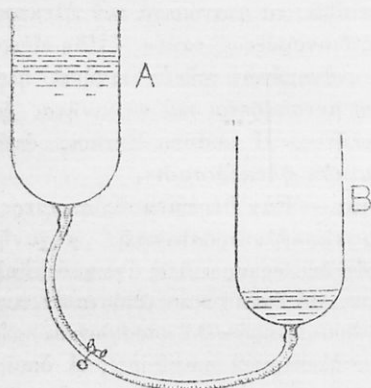
§ 36. **Δυναμικὸς ἡλεκτρισμός.**—Τὰ μέχρι τοῦδε ἐκτεθέντα περὶ ἡλεκτρισμοῦ ὑπάγονται εἰς τὸν καλούμενον **στατικὸν ἡλεκτρισμόν**, ὅστις ἐξετάζει τὰ φαινόμενα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐν ἰσορροπία καὶ τὰ τῆς διαταράξεως ταύτης. Ἦδη εἰσερχόμεθα εἰς τὴν ἐξέτασιν τῶν φαινομένων τοῦ ἐν κινήσει ἡλεκτρισμοῦ, ὃ ὁποῖος δύναται νὰ μεταφέρεται καὶ νὰ κινῆται δι' ἀγωγῶν ὡς ρευστὸν ἐντὸς σωλῆνος. Ἡ τοιαύτη ἐξέτασις ἀνήκει εἰς τὸν καλούμενον **δυναμικὸν ἡλεκτρισμόν**.

§ 37. **Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.**—Ἐὰν θέσωμεν εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τοὺς δίσκους τῆς ἡλεκτροστατικῆς μηχανῆς Wimshurst, πλησιάζοντες τοὺς δύο σφαιροειδεῖς ἀγωγούς, δηλ. τοὺς δύο πόλους, πρὸς ἀλλήλους, θὰ ἐπιτύχωμεν ἀπόστασιν τινα κατὰ τὴν ὁποίαν μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν θὰ παράγονται καθ' ὥρισμένα χρονικὰ διαστήματα ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες, οἱ ὁποῖοι θὰ ὀφείλωνται εἰς περιοδικὰς ἡλεκτρικὰς ἐκκενώσεις. Συμβατικῶς δὲ δεχόμεθα ὅτι κατὰ τὰς ἐκκενώσεις αὐτὰς ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς ἐκ τῆς μιᾶς σφαίρας μεταβαίνει καὶ ἐξουδετερώνει τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν τῆς ἄλλης. Πρὸ τῆς παραγωγῆς τοῦ σπινθῆρος ὑπάρχουν κεχωρισμένως εἰς ἐκάστην τῶν σφαιρῶν ἴσαι ἀλλ' ἀντίθετοι ποσότητες ἡλεκτρισμοῦ, αἱ ὁποῖαι τείνουν νὰ ἐξουδετερωθοῦν. Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ πρὸς ἐξουδετέρωσιν **τάσις**, δηλ. τὸ **δυναμικόν**, τῆς θετικῶς ἡλεκτρισμένης σφαίρας εἶναι $+V$ καὶ τῆς ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένης $-V$, τότε μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν θὰ ὑπάρχῃ **διαφορὰ δυναμικοῦ** ἴση πρὸς $2V$.

Ἄν ὅμως ἀπομακρύνωμεν ἀρκετὰ τὰς σφαίρας μεταξὺ τῶν καὶ τὰς συνδέσωμεν μὲ λεπτὸν σύρμα, τότε κατὰ τὴν περιστροφὴν τῆς μηχανῆς δὲν θὰ παραχθοῦν σπινθῆρες. Θὰ παρατηρήσω-

μεν όμως, ὅτι τὸ λεπτὸν σύρμα θερμαίνεται καὶ ἐξηγοῦμεν τὴν τοιαύτην θέρμανσιν δεχόμενοι ὅτι διὰ μέσου τοῦ σύρματος γίνεται μία συνεχὴς ἐξουδετέρωσις τῶν διὰ τῆς περιστροφῆς παραγομένων δύο ἀντιθέτων ποσοτήτων ἡλεκτρισμοῦ καὶ ὅτι θετικὸς ἡλεκτρισμὸς μεταβαίνει ἐκ τῆς μιᾶς σφαίρας διὰ τοῦ σύρματος, δηλ. ρέει, πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ ἀρνητικῷ τῆς ἄλλης, ἐνῷ συγχρόνως οἱ οὕτω ἐξουδετερούμενοι ἡλεκτρισμοὶ διαρκῶς ἀναπληροῦνται.

Ἡ διαρκὴς αὕτη ἡλεκτρικὴ ἐξουδετέρωσις μεταξὺ τῶν δύο ἡλεκτρισμένων σφαιρῶν ὑπὸ σταθερὰν διαφορὰν δυναμικοῦ, καλεῖται **ἡλεκτρικὸν ρεῦμα**.



Σχ. 37

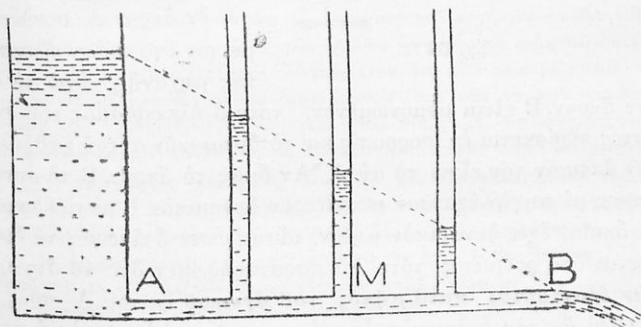
Διὰ τὴν καλυτέραν κατανόησιν τῶν ἀνωτέρω παραβάλλομεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα πρὸς τὸ ἐπόμενον φαινόμενον τῆς ὑδροδυναμικῆς. Ἄν ἔχωμεν δύο δοχεῖα A καὶ B (Σχ. 37), τὰ ὁποῖα νὰ συγκοινωνοῦν κατὰ βούλησιν μεταξὺ των διὰ σωλῆνος ἐκ καουτσούκ καὶ θέσωμεν εἰς τὸ A ὕδωρ καὶ ἀνοί-

ξωμεν κατόπιν τὸν σφικτήρα τοῦ σωλῆνος, τότε τὸ ὕδωρ θὰ ρεῖ διὰ μέσου τοῦ σωλῆνος ἐκ τοῦ A εἰς τὸ B, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον εἰς ἀμφότερα τὰ δοχεῖα. Ὅσον δὲ ἡ διαφορὰ ὕψους τῶν δύο ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν A καὶ B εἶναι μεγαλυτέρα, τόσον καὶ ἡ ταχύτης ροῆς εἶναι μεγαλυτέρα. Ἄν δὲ διὰ τινος μέσου κατορθώσωμεν νὰ διατηρῶμεν τὴν διαφορὰν ὕψους τῶν δύο αὐτῶν ἐπιφανειῶν σταθεράν, τότε ἡ ροὴ θὰ εἶναι μόνιμος, δηλ. διὰ τινος τομῆς τοῦ σωλῆνος θὰ διέρχωνται εἰς ἴσους χρόνους ἴσαι ποσότητες ὕδατος.

Παρόμοιον δεχόμεθα ὅτι συμβαίνει καὶ μεταξὺ τῶν δύο πόλων τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ὅταν οὗτοι συνδέωνται διὰ τοῦ

λεπτοῦ σύρματος· δηλ. ὅτι διὰ μέσον τοῦ σύρματος διέρχεται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ὁρισμένη ποσότης ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν. Εἶναι δὲ τὸ παραγόμενον ρεῦμα τοσοῦτον ἰσχυρότερον, ὅσον καὶ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἶναι μεγαλυτέρα. Ἐπομένως ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν διαφορὰν ὕψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὰ δοχεῖα Α καὶ Β, τὸ δὲ ποσὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τὸ διερχόμενον διὰ τῆς τομῆς τοῦ σύρματος ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος, τὸ διερχόμενον διὰ τῆς τομῆς τοῦ σωλῆνος, δηλαδή πρὸς τὴν παροχὴν.

§ 38. Πτώσις τοῦ δυναμικοῦ κατὰ μῆκος τοῦ ἀγω-

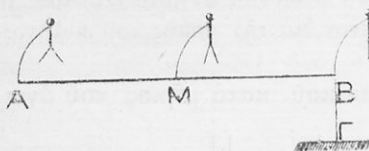


Σχ. 38

γού.—Ἄν πάρωμεν δοχεῖον Α (Σχ. 38), τὸ ὁποῖον πλησίον τῆς βάσεως αὐτοῦ φέρει μακρὸν ὁριζόντιον σωλῆνα ἐκροῆς ΑΒ, κατὰ μῆκος τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν κατακόρυφοι ἀνοικτοὶ καὶ ἰσοῦψεῖς σωλῆνες καὶ θέσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ, τότε θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι, ὅταν τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος ΑΒ εἶναι κλειστόν, τὸ ὕδωρ θὰ εὐρίσκεται εἰς ὅλους τοὺς κατακορύφους σωλῆνας καὶ εἰς τὸ δοχεῖον Α εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἄν ὅμως ἀνοίξωμεν τὸν σωλῆνα, οὕτως ὥστε τὸ ὑγρὸν νὰ ἐκρέη, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν κατακορύφων σωλῆνων, καθ' ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τὸ ἄκρον ἐκροῆς Β, ἐλαττοῦται. Ἄν δὲ φροντίζωμεν ὅπως τὸ ἐκρέον ὕδωρ ἀναπληροῦται εἰς τὸ δοχεῖον Α, καθιστῶντες οὕτω τὴν ροὴν μόνιμον, τὰ ὕψη τοῦ ὕδα-

τος ἐντὸς τῶν σωλήνων θὰ μένουν σταθερὰ καὶ θὰ παρέχουν εἰς τὰς διαφόρους θέσεις αὐτῶν τὴν κατὰ μῆκος τοῦ ὁριζοντίου σωλήνος πίεσιν τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων. Ἡ πίεσις αὕτη βαίνουσα ἐκ τοῦ A συνεχῶς μειουμένη γίνεται εἰς τὸ σημεῖον ἐκροῆς B μηδέν.

Ὅ,τι συμβαίνει μὲ τὴν πίεσιν τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλή-
νος ἐκροῆς AB συμβαίνει κατ' ἀνάλογον τρόπον καὶ μὲ τὸ



Σχ. 39

δυναμικὸν ἄγωγου AB
ἠλεκτρισμένου (Σχ. 39).

Ἄν ὁ ἄγωγὸς εἶναι λε-
πτὸν σύρμα, τοῦ ὁποῖου
τὸ ἓν ἄκρον A συνδέεται
μὲ τὸν ἓνα πόλον ἠλεκτρι-
κῆς μηχανῆς, ἐνῶ τὸ ἄλ-

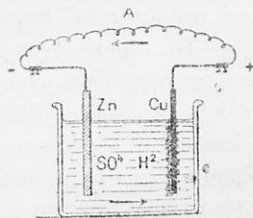
λον ἄκρον B εἶναι μεμονωμένον, τότε ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σύρ-
ματος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία καὶ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ κατ' ὅλην
τὴν ἔκτασίν του εἶναι τὸ αὐτό. Ἄν ὅμως τὸ ἄκρον B τὸ συνδέ-
σωμεν μὲ πηγὴν ἔχουσαν μικρότερον δυναμικὸν ἢ μὲ τὸ ἔδαφος,
τὸ ὁποῖον ἔχει δυναμικὸν μηδέν, οὕτως ὥστε ὁ ἄγωγὸς νὰ διαρ-
ρέεται ὑπὸ ρεύματος, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι **τὸ δυναμι-
κὸν ἐλαττοῦται κατὰ μῆκος τοῦ ἄγωγου** ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ
B. Καὶ ἂν μὲν ὁ ἄγωγὸς εἶναι ὁμοιογενὴς καὶ ἰσοπαχὴς **ἡ πτώ-
σις τοῦ δυναμικοῦ** εἶναι κανονικὴ ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B. Διὰ
τὴν ἐπίδειξιν τοῦ φαινομένου αὐτοῦ ἀρκεῖ νὰ συνδέσωμεν διά-
φορα σημεῖα τοῦ ἄγωγου AB μὲ ἀπλὰ ἠλεκτροσκόπια ἀποτε-
λούμενα ἐκ δύο φύλλων χάρτου, ὁπότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι
ἡ διάστασις τῶν φύλλων βαίνει ἐλαττουμένη ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ
B, εἰς δὲ τὸ B εἶναι μηδέν. Ἄν ὅμως τὸ B εἶναι μεμονωμένον,
τότε ὅλα τὰ φύλλα θὰ παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν διάστασιν. Ἄν
ὁ ἄγωγὸς AB συνδέῃ διὰ τῶν ἄκρων του τοὺς δύο πόλους ἠλεκ-
τροστατικῆς μηχανῆς, τότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διάστασις τῶν
φύλλων εἰς τὰ ἄκρα A καὶ B εἶναι ἡ αὐτὴ, ἐνῶ εἰς τὸ μέσον
εἶναι μηδέν. Καὶ τοῦτο, διότι τὸ δυναμικὸν εἰς τὸ A εἶναι +V
εἰς τὸ B εἶναι -V καὶ εἰς τὸ μέσον εἶναι μηδέν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

§ 39. **Ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον.**—*Ἱστορικόν.* Ὁ Ἰταλὸς ἰατρός καὶ καθηγητὴς τῆς ἀνατομίας ἐν Βολωνίᾳ Luigi Galvani, τὸ 1789, ἐνῶ ἐπειραματίζετο παρὰ γων ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας δι' ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, τυχαίως παρατήρησεν ὅτι τὰ κάτω ἄκρα βατράχων προσφάτως ἀποκοπέντα ἀπὸ τῆς ὀσφύος καὶ ἐκδαρέντα, τὰ ὅποια ἔκειντο πλησίον ἐπὶ τῆς τραπέζης, ἐκινεῖντο σπασμωδικῶς ὁσάκις ὑπὸ τῆς μηχανῆς παρήγετο ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ. Θέλων δὲ νὰ ἐξετάσῃ κατὰ πόσον καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἡλεκτρισμὸς θὰ παρεῖχε τὴν αὐτὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν σκελῶν προσφάτως φονευθέντων καὶ ἐκδαρέντων βατράχων, ἀνήρτησε τὰ ἀποκοπέντα ἄκρα διὰ χαλκίνου ἀγκίστρου ἐκ τῶν ὀσφυακῶν νέρων ἀπὸ τοῦ σιδηροῦ κιγκλιδώματος τοῦ ἐξώστου αὐτοῦ. Τότε παρατήρησεν ὅτι αἱ σπασμωδικαὶ κινήσεις αὐτῶν ἐπανελαμβάνοντο ὁσάκις τὰ ἄκρα τῶν ποδῶν ἤγγιζον τὸ σιδηροῦν κιγκλιδωμα. Ἐξ αὐτοῦ ὁ Galvani συνεπέρανεν ὅτι αἱ κινήσεις αὗται ὀφείλοντο εἰς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διερχόμενον διὰ τῶν νέρων αὐτῶν διὰ μέσου τοῦ σιδηροῦ κιγκλιδώματος καὶ τοῦ χαλκίνου ἀγκίστρου καὶ τὸ ὅποιον ρεῦμα ἀπέδωκεν εἰς ζωϊκὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ βατράχου.

Ὁ καθηγητὴς ὁμοῦς τῆς Φυσικῆς τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Παβίας A. Volta λαβὼν ἀφορμὴν ἐκ τῶν πειραμάτων καὶ ἐξηγήσεων τοῦ Galvani ἀπέδειξεν πειραματικῶς ὅτι πρὸς ἐπίτευξιν τῶν κινήσεων τοῦ βατράχου πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν δύο διάφορα μέταλλα καὶ ἀπέδωκε τὸ φαινόμενον τοῦτο εἰς τὴν ἀπλὴν ἐπαφὴν τῶν δύο διαφόρων μετάλλων. Σήμερον εἶναι γνωστὸν ὅτι αἱ συστολαὶ τῶν μυῶν τῶν ἄκρων τοῦ βατράχου ὀφείλονται εἰς τὸν ἡλεκτρισμὸν, ὁ ὁποῖος παράγεται κυρίως ἐκ τῆς χημικῆς ἐπιδράσεως τῶν ὑγρῶν τῶν μυῶν ἐπὶ τῶν μετάλλων.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρώρμησε τὸν Volta εἰς εὐρύτεραν καὶ βαθυτέραν ἐρευναν αὐτοῦ, τῆς ὁποίας ἀποτέλεσμα ὑπῆρξεν ἡ κατὰ τὸ 1800 γενομένη σπουδαιότατη διὰ τὸν ἡλεκτρισμὸν ἐπινόησις τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου καὶ ἡ δι' αὐτοῦ ἀνακάλυψις νέων μεγάλης σημασίας ιδιοτήτων τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.



Σχ. 40

§ 40. Στοιχεῖον τοῦ Volta.—

Ἐὰν ἐντὸς δοχείου (Σχ. 40) θέσωμεν ἄραιον διάλυμα θειικοῦ ὀξέος καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἔμβαπτίσωμεν δύο ἐλάσματα, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓν ἐκ χαλκοῦ, τὸ δ' ἕτερον ἐκ ψευ-

δαργύρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ *χαλκοῦ* ἠλεκτρίζεται *θετικῶς*, τὸ δὲ τοῦ *ψευδαργύρου ἀρνητικῶς*.

Ἐὰν τὰ ἄκρα τῶν δύο τούτων ἑλασμάτων συνδέσωμεν μεταξὺ τῶν δι' ἄγωγου, π. χ. δια σύρματος Α, τότε ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς θὰ μεταβῇ ἐκ τοῦ χαλκοῦ πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ ψευδαργύρου, ἀλλὰ συγχρόνως νέος ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς θὰ ἀναφανῇ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ψευδαργύρου καὶ νέος θετικὸς εἰς τὸ ἄκρον τοῦ χαλκοῦ. Τοιοῦτοτρόπως διὰ τοῦ ἄγωγου Α θὰ διέρχεται συνεχῶς θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἐκ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον, ὁπότε λέγομεν ὅτι παράγεται ἠλεκτρικὴ ροὴ ἐκ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον. Συγχρόνως ὅμως ἐντὸς τοῦ διαλύματος λαμβάνει χώραν χημικὴ ἀντίδρασις, κατὰ τὴν ὁποίαν παράγονται φουσαλίδες ὕδρογόνου. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, κατὰ τὴν ὁποίαν παράγονται θεϊκὸς ψευδάργυρος καὶ ὕδρογόνον. Ἡ χημικὴ αὕτῃ ἀντίδρασις διατηρεῖ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἑλασμάτων καὶ ὥς ἐκ τούτου ἡ ροὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι συνεχῆς. Ἐνταῦθα, ὡς βλέπομεν, παράγεται ἠλεκτρισμὸς ὄχι πλέον διὰ τριβῆς, ἀλλὰ διὰ χημικῆς δράσεως.

Τὸ δοχεῖον τοῦτο μετὰ τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν δύο ἑλασμάτων καλεῖται *ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον*. Τὸ ὑγρὸν καλεῖται *ἠλεκτρολύτης*. Τὰ δύο ἑλάσματα ἢ ράβδοι καλοῦνται *ἠλεκτροδία*, τὰ δὲ ἄκρα αὐτῶν *πόλοι*, *θετικὸς πόλος (+)* καὶ *ἀρνητικὸς πόλος (—)*.

Τὸ ἀνωτέρω στοιχεῖον καλεῖται *στοιχεῖον* τοῦ Volta, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτό.

Τὸ πείραμα δεικνύει εἰς ἡμᾶς ὅτι δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν παραγωγὴν ἠλεκτρισμοῦ καὶ ὅταν ἀντικαταστήσωμεν τὸ θεϊκὸν ὀξὺ δι' ἄλλου ὀξέος καθὼς καὶ τὰ δύο ἑλάσματα δι' ἄλλων ἑλασμάτων ἢ ράβδων ἐκ διαφόρων μετάλλων, ἐκ τῶν ὁποίων ὅμως τὸ ἐν νὰ προσβάλλεται χημικῶς ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ, τὸ δ' ἕτερον νὰ προσβάλλεται ὀλιγώτερον ἢ οὐδόλως.

§ 41. Μονὰς δυναμικοῦ. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις.— Κατὰ τὴν ἐμβάπτισιν τῆς ἐκ ψευδαργύρου ράβδου ἐντὸς τοῦ

ἄραιοῦ θεϊκοῦ ὀξέος, ἡ μὲν ράβδος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὑγρὸν θετικῶς. Ἡ ἐκ χαλκοῦ ράβδος χρησιμεύει ὡς ἀγωγός, ὁ ὅποιος παραλαμβάνει τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ὑγροῦ. Οὕτως εἰς τὰ ἄκρα τῶν δύο ράβδων γίνεται συγκέντρωσις δύο ἀντιθέτων φορτίων ἠλεκτρισμοῦ, τὰ ὅποια παρουσιάζουν **διαφορὰν δυναμικοῦ**, ἔνεκα τῆς ὁποίας κατὰ τὴν σύνδεσιν τῶν δύο πόλων διὰ σύρματος παράγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Τοῦτο ἐξακολουθεῖ νὰ ὑφίσταται ἐφόσον συνεχίζεται ἐντὸς τοῦ δοχείου ἡ χημικὴ ἐπίδρασις τοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων τοῦ στοιχείου πρὸ τῆς συνδέσεως αὐτῶν καλεῖται **ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις**. Εἶναι δὲ ἡ **ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἡ αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν κατὰ τὴν σύνδεσιν τῶν δύο πόλων διαρροὴν τοῦ κυκλώματος ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος**. Μετὰ τὴν σύνδεσιν ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ τῶν δύο πόλων εἶναι κατωτέρα. Ὡς **πρακτικὴ μονὰς** διὰ τὴν μέτρησιν **τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως** καθὼς καὶ **τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ** λαμβάνεται τὸ βόλτ (Volt), (πρὸς τιμὴν τοῦ Ἰταλοῦ φυσικοῦ Volta. Τοῦτο εἶναι περίπου ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ ὁποία ἐμφανίζεται μεταξὺ τῶν δύο πόλων τοῦ στοιχείου τοῦ Volta.

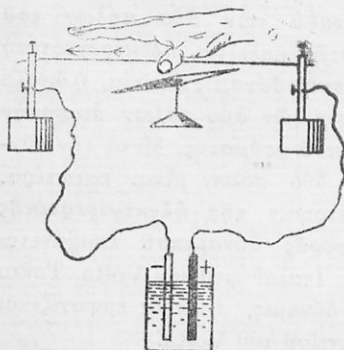
§ 42. **Ἐντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος**.—Οἷαν σημασίαν ἔχει διὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος, ἡ παροχὴ αὐτοῦ, τοιαύτην ἔχει διὰ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα **ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τινος τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, δηλ. εἰς 1 δλ'', καὶ τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν **ἐντασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος**,

Ὡς **πρακτικὴ μονὰς** μετρήσεως **τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ** λαμβάνεται τὸ **κουλὸμβ (coulomb)** (πρὸς τιμὴν τοῦ Γάλλου φυσικοῦ Coulomb). Ὡς **μονὰς δὲ μετρήσεως τῆς ἐντάσεως ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὠρίσθη τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον ἀγωγόν, διὰ τῆς τομῆς τοῦ ὁποίου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, δηλ. 1 δ'', διέρχεται ἡ μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, δηλ. 1 coulomb**. Ἡ **μονὰς αὕτη ἐκλήθη** (πρὸς τιμὴν ἐτέρου Γάλλου φυσικοῦ τοῦ Ampère) **ἄμπερ (ampère)**. (βλ. § 45).

Ὅπως δὲ κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διακρίνομεν φορὰν τῆς

ροῆς, οὕτω καὶ εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διακρίνομεν τοιαύτην. Ὡς φορὰ αὐτοῦ λαμβάνεται, ὥς εἴπομεν ἤδη κατὰ συνθήκην **ἡ διεύθυνσις ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον.**

§ 43. **Ἐπίδρασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ μαγνήτου. Γαλβανόμετρα.** Ἄν ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης ἰσορροπούσης ἐπὶ κατακορύφου ὀβελοῦ (Σχ. 41) τοποθετήσωμεν παραλλήλως καὶ πλησίον αὐτῆς ἄγωγόν καὶ συνδέσωμεν τὰ ἄκρα αὐτοῦ μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι διὰ τοῦ οὕτω



Σχ. 41

διερχομένου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἡ βελὸνῃ ἐκτρέπεται καὶ τείνει νὰ τοποθετηθῇ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄγωγου. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι **τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν καὶ ἐκτρέπει αὐτοὺς ἐφόσον εἶναι δυνατόν τῆς κανονικῆς θέσεως ἰσορροπίας αὐτῶν.**

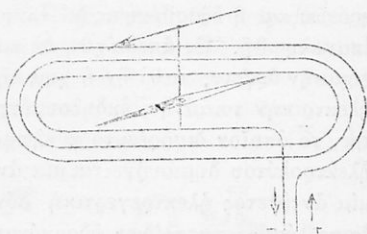
Ἄν ἀλλάξωμεν τὴν σύνδεσιν τῶν πόλων τοῦ στοιχείου μετὰ τῶν ἄκρων τοῦ ἄγωγου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης ἐκδηλοῦται πρὸς τὴν ἄλλην πλευρὰν τῆς ἀρχικῆς θέσεως αὐτῆς.

Ἄν δὲ αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, θὰ αὐξηθῇ καὶ ἡ ἐκτροπὴ. Ἐπομένως διὰ τοῦ τοιούτου πειράματος ἀνακαλύπτομεν ἂν ἄγωγός τις διαρρέεται ὑπὸ ἡλεκτρ. ρεύματος, πότε ἡ ἔντασις αὐτοῦ εἶναι ἰσχυροτέρα ἢ ἀσθενεστέρα καὶ πότε ἡ διεύθυνσις εἶναι ἡ αὐτὴ ἢ ἀντίθετος

Τὴν διεύθυνσιν ἐκτροπῆς τῆς μαγνητικῆς βελόνης εὐρίσκομεν, ἂν φαντασθῶμεν τὴν δεξιάν μας χεῖρα (Σχ. 41) τοποθετημένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος μὲ τὴν παλάμην πρὸς τὴν βελόνην, ὅποτε ὁ βόρειος πόλος αὐτῆς ἐκτρέπεται πρὸς τὸν μέγαν δάκτυλον, **καὶ τῆς δεξιᾶς χειρὸς.**

Γαλβανόμετρα. Ἐὰν ἄγωγόν ἐκ σώματος περιβεβλημένου

διὰ μονωτικῆς οὐσίας περιτυλίξωμεν περισσοτέρας φορὰς ἐπὶ πλαισίου (Σχ. 42) ἐντὸς τοῦ ὁποίου καὶ εἰς τὸ μέσον νὰ ἰσορροπῇ ὁριζοντίως μαγνητικὴ βελόνη, τότε ἡ ἐπίδρασις τοῦ ρεύματος ἐπ' αὐτῆς πολλαπλασιάζεται καὶ ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὴν ἐπίδρασιν ρεύματος μεγαλυτέρας ἐντάσεως, ἡ δὲ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης ἐπιτυγχάνεται καὶ δι' ἀσθενεστάτων ρευμάτων. Ἐπὶ τοῦ φαινομένου τούτου στηρίζεται ἡ κατασκευὴ ὁργάνων καλουμένων **γαλβανομέτρων**, διὰ τῶν ὁποίων εὐρίσκεται ἂν ἄγωγός τις διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος καθὼς καὶ ἡ φορὰ αὐτοῦ.



Σχ. 42

§ 44. **Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα.**—Ὅταν οἱ δύο πόλοι ἡλεκτρικοῦ στοιχείου ἢ οἵασδήποτε ἡλεκτρικῆς μηχανῆς συνδέωνται καταλλήλως δι' ἄγωγου, ὥστε νὰ παράγεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, λέγομεν ὅτι ἔχομεν **ἡλεκτρικὸν κύκλωμα**. Ἐφόσον δὲ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ ἄγωγου, λέγομεν ὅτι τὸ **κύκλωμα εἶναι κλειστὸν**. Εἰς τὴν περίπτωσιν ἐκείνην, κατὰ τὴν ὁποίαν διὰ τοῦ λεγομένου διακόπτου διεκόψαμεν τὸ ρεῦμα, λέγομεν ὅτι τὸ **κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν**. Κατὰ δὲ τὴν διὰ τοῦ κυκλώματος δίοδον τοῦ ρεύματος παραδέχονται ὅτι τοῦτο ἑξωτερικῶς μὲν βαίνει ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν, ἑσωτερικῶς δέ, δηλ. ἐντὸς τῆς πηγῆς ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πρὸς τὸν θετικόν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΟΛΩΣΙΣ

§ 45 **Πόλωσις τῶν ἡλεκτροδίων.**—Ἐὰν τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta (Σχ. 40) τὸ ἀφήσωμεν κλειστὸν ἐπὶ τινα χρόνον, οὕτως ὥστε ὁ ἄγωγός Α νὰ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν τῇ βοηθείᾳ γαλβανομέτρου, ὅτι μετὰ τινα χρόνον, τὸ ρεῦμα γίνεται ἀσθενέστερον καὶ τέλος μηδενίζεται. Συγχρόνως ὅμως θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ

στοιχείου τὸ παραγόμενον ὑδρογόνον ἐπικαθίηται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τοῦ χαλκοῦ ὑπὸ μορφὴν μικρῶν φουσαλίδων καὶ ὅτι τοῦτο γίνεται ἀφορμὴ τῆς ἐξασθένεως καὶ τῆς ἐκμηδενίσεως τοῦ ρεύματος, διότι, ἂν δι' ἀναταράξεως ἐκδιώξωμεν τὸ ὑδρογόνον, τὸ ἀρχικὸν ρεῦμα θὰ ἀποκατασταθῇ πάλιν, ἀλλὰ συγχρόνως καὶ ἡ ἐξασθένεισι δι' ἐπικαθήσεως νέων φουσαλίδων θὰ ἐπαναληφθῇ. Ὡς ἀπεδείχθη δὲ καὶ διὰ πειραμάτων κατὰ τὴν χημικὴν δρᾶσιν, καθ' ἣν ἡ χημικὴ ἐνέργεια μεταβάλλεται εἰς ἡλεκτρικὴν τοιαύτην, ἐκδηλουμένην διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διαορθεῖ τὸ κύκλωμα τοῦ στοιχείου, ἐντὸς τοῦ ἡλεκτρολύτου δημιουργεῖται μία ἀντίδρασις. Ἀναπτύσσεται δηλ. μία ἀντίθετος ἡλεκτρογενετική δύναμις, ἐκδηλουμένη διὰ τῆς ἐπικαθήσεως φουσαλίδων ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ, καὶ οὕτω παράγεται ἓνα ἀντίθετον δευτερογενὲς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἐνισχυόμενον φθάνει μέχρις ἐξουδετερώσεως τοῦ πρωτογενοῦς τοιούτου.

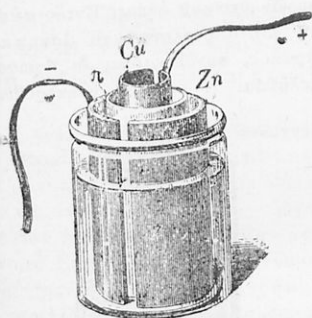
Ἡ τοιαύτη μείωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ὑπὸ τοῦ στοιχείου τοῦ Volta καλεῖται *πόλωση*.

Ὡς ἐκ τούτου τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta εἶναι μειονεκτικόν. Ἐξητήθη λοιπὸν ἡ κατασκευὴ στοιχείων μὴ πολουμένων. Ἡ κατασκευὴ τοιούτων στοιχείων ἐπετεύχθη διὰ χρησιμοποιήσεως ἐντὸς τοῦ ἡλεκτρολύτου καὶ ἐνὸς δευτέρου σώματος, ὑγροῦ ἢ στερεοῦ, ὑπὸ τοῦ ὁποῖου νὰ δεσμεύεται τὸ παραγόμενον ὑδρογόνον καὶ οὕτω ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ στοιχείου νὰ παραμένῃ σταθερά. Ἐκ τῶν στοιχείων τούτων, τῶν μὴ πολουμένων, θὰ ἐξετάσωμεν τὰ εὐχρηστότερα.

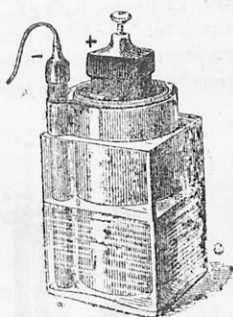
§ 46. *Μὴ πολούμενα ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα.*— *Στοιχεῖον τοῦ Daniell.* Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινον δοχεῖον (Σχ. 43) τὸ ὁποῖον περιέχει διάλυμα θειικοῦ ὀξέος ἐντὸς ὕδατος (περίπου 8 %). Ἐντὸς αὐτοῦ εἶναι ἐμβαπτισμένη πλάξ κεκαμμένη κυλινδρικῶς ἐκ ψευδαργύρου Zn ἀποτελοῦσα τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον καὶ πορῶδες δοχεῖον ἐξ ὀπτῆς ἀργίλλου π, τὸ ὁποῖον περιέχει ἐντὸς αὐτοῦ κεκορεσμένον διάλυμα ἐκ θειικοῦ χαλκοῦ (CuSO₄). Ἐντὸς αὐτοῦ εἶναι ἐμβαπτισμένη πλάξ ἐκ χαλκοῦ Cu, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον. Κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ θειικοῦ

ὀξέος (H_2SO_4) ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου (Zn) ἐκλυόμενον ὑδρογό-
νον, διέρχεται διὰ τῶν πόρων τοῦ πορώδους δοχείου διευθυ-
νόμενον πρὸς τὸν χαλκὸν καὶ ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ
(CuSO_4), ὁπότε σχηματίζεται θεϊκὸν ὀξὺ καὶ χαλκὸς (Cu),
ὁ ὁποῖος ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς χαλκίνης πλακός. Ἡ διαφορὰ δυνα-
μικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ στοιχείου τούτου, ὅταν τὸ κύκλωμα
εἶναι ἀνοικτόν, ἢ ὁποία καλεῖται εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην
καὶ **ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις**, εἶναι περίπου 1,08 βόлт.

Στοιχεῖον τοῦ Leclanché. Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (Σχ. 44)



Σχ. 43

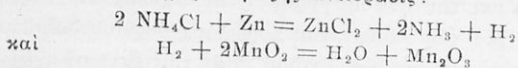


Σχ. 44

ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑάλινον δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται διά-
λυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος (NH_4Cl) (πυκνότητος 20 %), τὸ ὁποῖον
ἀποτελεῖ τὸν ἡλεκτρολύτην τοῦ στοιχείου. Ἐντὸς αὐτοῦ εἶναι
ἐμβαπτισμένη ράβδος ἐκ ψευδαργύρου ἀποτελοῦσα τὸ ἀρνητικὸν
ἡλεκτρόδιον καὶ πορώδες δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει πυ-
ρολουσίτης (MnO_2), ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ τὸ ἀντιπολωτικὸν σῶμα,
ἀναμεμιγμένος μετὰ κομποποιημένου ἄνθρακος. Εἰς τὸ μέσον
αὐτοῦ ὑπάρχει ράβδος ἐξ ἄνθρακος ἀποτελοῦσα τὸ θετικὸν ἡλεκ-
τρόδιον. Πολλὰκις ἀντὶ πορώδους δοχείου χρησιμοποιεῖται σάκ-
κος ἐξ ὑφάσματος.

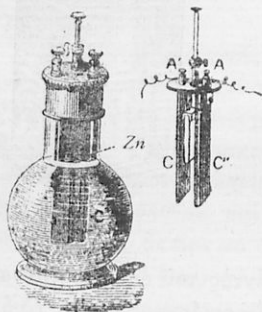
Κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου σχηματίζεται ἀφ' ἑνὸς
μὲν χλωριοῦχος ψευδάργυρος, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀμμωνία, ἢ ὁποία
ἀφίπταται, καὶ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον ὀξειδοῦται εἰς ὕδωρ ὑπὸ
τοῦ πυρολουσίτου.

Δηλ. λαμβάνει χώραν ἡ ἐξῆς ἀντίδρασις :



Ἡ ἡλεκτρογενετική δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι περίπου 1,5 βόλτ.

Στοιχεῖον τοῦ Grenet ἢ Poggendorf. Τὸ στοιχεῖον (Σχ. 45) συνίσταται ἀπὸ δοχεῖον ὑάλινον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὡς ἡλεκτρολύτης τίθεται διάλυμα θειικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον περιέχει διαλυμένον ἐντὸς αὐτοῦ διχρωμικὸν κάλι $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, ὡς ἀντιπολωτικὸν σῶμα. Τὸ διάλυμα τοῦτο παρασκευάζεται δι' ἀναμίξεως 100 μερῶν βάρους ὕδατος, 12 μερῶν $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ καὶ 25 μερῶν θειικοῦ ὀξέος. Ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβαπτίζεται πλάξ ἐκ ψευδαργύρου Zn ἀποτελούσα τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτροδίδιον καὶ δύο πλάκες ἐξ ἀνθρακος, συνδεδεμέναι δι' ἀγωγοῦ, ἐκατέρωθεν τοῦ ψευδαργύρου ἀποτελοῦσαι τὸ θετικὸν ἡλεκτροδίδιον.



Σχ. 45



Σχ. 46

*Ὅταν τὸ στοιχεῖον τοῦτο δὲν λειτουργῇ, ὁ ψευδάργυρος ἀνασύρεται ἐκτὸς τοῦ ὑγροῦ.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ στοιχείου τὸ παραγόμενον ὕδρογόνον ὀξειδοῦται ὑπὸ τοῦ διχρωμικοῦ καλίου καὶ μεταβάλλεται εἰς ὕδωρ. Ἡ ἡλεκτρογενετικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι 2 βόλτ.

Πλὴν τῶν στοιχείων τούτων ὑπάρχουν καὶ πολλοὶ ἄλλοι τύποι αὐτῶν.

Ξηρὰ στοιχεῖα. Ταῦτα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον στοιχεῖα Leclanché, τὰ ὁποῖα εἶναι τροποποιημένα οὕτως ὥστε νὰ εἶναι εὐμετακόμιστα. Εἰς ταῦτα (Σχ. 46) τὸ χλωριοῦχον ἀμμώνιον

ἐμποτίζει ἀδρανῆ τινά οὐσίαν π. χ. ρινίσματα ξύλου, ἵνας κοκκαρύων ἢ καὶ ἄλλας φυτικὰς ἵνας, ὥστε νὰ σχηματίζεται μία μᾶζα ὑφυγρὸς, ἀλλ' ὅχι ρευστή. Ἀντὶ δὲ πορώδους δοχείου χρησιμοποιεῖται σάκκος ἐξ υφάσματος καὶ ἀντὶ ράβδου ψευδαργύρου αὐτὸ τοῦτο τὸ δοχεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἀποτελεῖ συγχρόνως τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Ἡ ἠλεκτρογενετική δύναμις τῶν στοιχείων τούτων εἶναι ὀλίγον μικροτέρα τῆς τῶν ὑγρῶν στοιχείων Leclanché.

Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι εἰς πάντα τὰ ἀνωτέρω στοιχεῖα ὑγρὰ καὶ ξηρὰ τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίδιον εἶναι ἐκ ψευδαργύρου. Οὗτος πρέπει νὰ εἶναι χημικῶς καθαρὸς ἢ ἐφυδραργυρωμένος, διότι ἄλλως διαλύεται καὶ ὅταν τὸ στοιχεῖον δὲν λειτουργῇ.

§ 47. **Χρήσεις τῶν στοιχείων.** — Τὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως αὐτῶν (1800) μέχρι τοῦ 1832 ὑπῆρξαν αἱ μόναι πηγαὶ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Αἱ ὑπηρεσίαι, τὰς ὁποίας ταῦτα προσέφερον εἰς ἀνακαλύψεις ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων καὶ τὴν πρόοδον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὑπῆρξαν μέγισται, καθόσον δι' αὐτῶν ὁ Ampère, ὁ Faraday καὶ ἄλλοι ἔκαμαν τὰς σπουδαιότητας αὐτῶν ἀνακαλύψεις. Σήμερον ὅμως ἡ χρῆσις εἶναι λίαν περιορισμένη. Ἐξ αὐτῶν τὸ στοιχεῖον Leclanché χρησιμοποιεῖται ἀκόμη εἰς τοὺς κώδωνας τῶν οἰκιῶν. Μεγαλυτέραν σχετικῶς διάδοσιν λαμβάνουν τὰ ξηρὰ στοιχεῖα παρὰ τὸ μειονέκτημα αὐτῶν νὰ ὑφίστανται μετὰ τινα χρόνον ἀλλοιώσεις ἰδίως λόγῳ τῆς ξηρασίας καὶ νὰ καθίστανται ἄχρηστα.

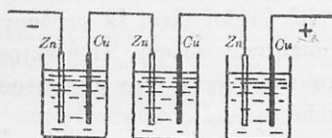
§ 48. **Ἡλεκτρικὴ στήλη.** — Συνήθως εἰς τὴν προᾶξιν παρίσταται ἀνάγκη χρησιμοποίησεως ρεύματος διαφορᾶς δυναμικοῦ ἢ ἐντάσεως μεγαλυτέρας ἐκείνης, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δώσῃ ἓν μόνον στοιχεῖον εἰς ὁρισμένον ἄγωγόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην χρησιμοποιοῦμεν περισσότερα τοῦ ἑνὸς στοιχεῖα συνήθως ὅμοια, τὰ ὁποῖα συνδέομεν μεταξὺ τῶν καταλλήλως. Τὸ σύνολον τῶν συνδεδεμένων τούτων στοιχείων καλεῖται **ἠλεκτρικὴ στήλη**. Ἡ σύνδεσις τῶν στοιχείων δύναται νὰ γίνῃ κατὰ τρεῖς τρόπους :

1) **Σύνδεσις τῶν στοιχείων ἐν σειρᾷ ἢ κατὰ τάσιν.**

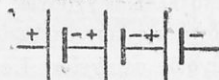
Κατὰ τὴν σύνδεσιν ταύτην θέτομεν τὰ στοιχεῖα κατὰ σειρὰν (Σχ. 47) καὶ κατόπιν συνδέομεν τὸν θετικὸν πόλον τοῦ α' στοιχείου μὲ τὸν ἀρνητικὸν τοῦ β', τὸν θετικὸν τοῦ β' μὲ τὸν ἀρ-

νητικὸν τοῦ γ' κ. ο. κ. μέχρι τοῦ τελευταίου. Οὕτω δὲ μένουσιν ἐλεύθεροι εἰς τὰ ἄκρα δύο ἀντίθετοι πόλοι,

Συντόμως παριστῶμεν τὴν στήλην ταύτην διὰ γραμμῶν (Σχ. 48), ἔνθα ἕκαστον στοιχεῖον παρίσταται διὰ δύο ἀνίσων



Σχ. 47

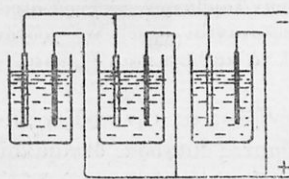


Σχ. 48

γραμμῶν, τῶν ὁποίων ἡ μία παριστᾷ τὸν θετικὸν πόλον, ἡ δὲ ἑτέρα τὸν ἀρνητικόν.

Κατὰ τὴν σύνδεσιν ταύτην ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν διαφορῶν δυναμικοῦ τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ στήλη συνίσταται. Π. γ. ἐὰν ἡ στήλη αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ 3 στοιχεῖα Leclanché, ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ αὐτῆς θὰ εἶναι $1,5 \times 3 = 4,5$ βόλτ.

2) Σύνδεσις τῶν στοιχείων ἐν παραλλήλῳ ἢ κατὰ πο-



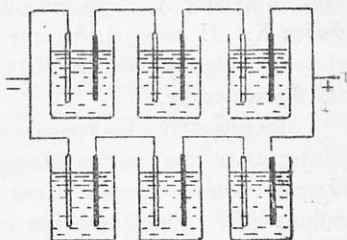
Σχ. 49

σότητα. Κατὰ τὴν σύνδεσιν ταύτην (Σχ. 49) συνδέομεν ὅλους τοὺς θετικούς πόλους τῶν στοιχείων μεταξύ των καθὼς καὶ ὅλους τοὺς ἀρνητικούς. Οὕτω δὲ προκύπτουν εἰς θετικὸς πόλος καὶ εἰς ἀρνητικός. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ τῆς στήλης ἰσοῦ-

ται μὲ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ ἑνὸς μόνον στοιχείου. Δύναται δὲ ἡ στήλη αὕτη νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς ἓν μόνον στοιχεῖον μεγάλης ἐπιφανείας καὶ ἐπομένως δύναται αὕτη νὰ παραγάγῃ μεγάλην ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ (μεγαλυτέρας διαρκείας).

3) Σύνδεσις μεικτῇ. Κατὰ τὴν σύνδεσιν ταύτην (Σχ. 50) χωρίζονται τὰ στοιχεῖα εἰς ομάδας ἀποτελουμένας ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων. Τὰ στοιχεῖα ἑκάστης ομάδος συνδέονται ἐν σειρᾷ καὶ κατόπιν αἱ ομάδες αὗται συνδέονται ἐν παραλλήλῳ.

Π. γ. υποθέσωμεν ὅτι ἔχομεν 6 στοιχεῖα Leclanché νὰ συνδέσωμεν μεικτῶς. Χωρίζομεν αὐτὰ ἔστω εἰς 2 ομάδας, ἐκάστη τῶν ὁποίων θὰ ἀποτελῇται ἀπὸ 3 στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα συνδέομεν ἐν σειρᾷ καὶ κατόπιν τῶν δύο τούτων ομάδων ἢ στηλῶν συνδέομεν τοὺς πόλους ἐν παραλλήλῳ.



Σχ. 50

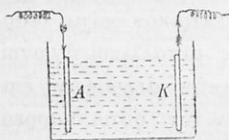
Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ τῆς στήλης ἰσοῦται μὲ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μιᾶς μόνοι ομάδος. Δηλ. εἰς τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα αὕτη θὰ εἶναι $1,5 \times 3 = 4,5$ βόλτ.

ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

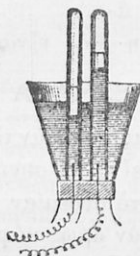
§ 49. **Ἡλεκτρόλυσις.**—Ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ στερεὸν ἄγωγόν, ὥς εἶναι οἱ συνήθεις μεταλλικοὶ ἄγωγοί, ὁ ἄνθραξ κ.τ.λ., τότε αὐτὸ οὐδεμίαν χημικὴν ἀλλοίωσιν ἐπιφέρει εἰς τὸν ἄγωγόν. Ἐὰν ὅμως κόψωμεν τὸν οὕτω διαρρεόμενον ἄγωγόν καὶ τὰ προκύπτοντα δύο ἄκρα αὐτοῦ ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὑγρὸν τι, τότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἢ θὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ παραμένῃ διακεκομμένον, ὁπότε τὸ ὑγρὸν ἐνεργεῖ ὡς μονωτικὸν σῶμα, ὥς συμβαίνει, ἂν ἐντὸς τοῦ δοχείου ἔχωμεν πετρέλαιον, αἰθέρα, οἶνόπνευμα κ.τ.λ., ἢ θὰ διέρχεται δι' αὐτοῦ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἂν μὲν τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶναι ἀπλοῦν σῶμα, ὥς συμβαίνει μὲ τὰ μέταλλα, ὅταν εἶναι ἐν τετηκεῖα καταστάσει, τότε οὐδεμίαν χημικὴ ἀλλοίωσιν, θὰ λάβῃ χώραν. Ἐὰν ὅμως τὸ ὑγρὸν εἶναι σύνθετον σῶμα, ὥς συμβαίνει μὲ τὰ ἅλατα, τὰ ὀξέα καὶ τὰς βάσεις, εἴτε ἐν διαλύσει εἴτε ἐν τήξει εὐρισκόμενα, τότε, ὅταν τὸ ρεῦμα διέρχεται, ταῦτα ἀποσυντίθενται καὶ ἐμφανίζουσιν προϊόντα χημικῶς διάφορα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἡλεκτρόλυσις**. Τὸ δὲ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον ὑφίσταται τὴν ἡλεκτρόλυσιν, καλεῖται **ἡλεκτρολύτης**. Τοιοῦτους ἡλεκτρολύτας ἐγνώρισamen καὶ εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα. Οἱ δύο ἄγωγοί, οἱ ὁποῖοι ἐμβαπτίζονται

εἰς τὸν ἠλεκτρολύτην διὰ νὰ εἰσέρχεται καὶ ἐξέρχεται τὸ ρεῦμα καλοῦνται καὶ ἐνταῦθα **ἠλεκτροόδια**. Καὶ τὸ μὲν συνδεδεμένον μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς καλεῖται **θετικὸν ἠλεκτροόδιον** ἢ **ἄνοδος** A, τὸ δὲ ἕτερον **ἀρνητικὸν ἠλεκτροόδιον** ἢ **καθόδος** K. Ἡ συσκευή, διὰ τῆς ὁποίας γίνεται ἡ ἠλεκτρολύσις (Σχ. 51), καλεῖται **βολτάμετρον**.

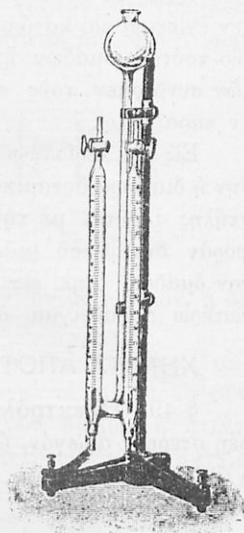
Βολτάμετρον ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος ἐπιτρέπον τὴν συλλογὴν τῶν ἠλεκτρολυομένων ποσῶν εἶναι τὸ τοῦ σχήματος 52. Καταλληλοτέρα συσκευή εἶναι τὸ βολτάμετρον τοῦ Hofmann (Σχ. 53).



Σχ. 51



Σχ. 52



Σχ. 53

§ 50. **Ἐξήγησις τῆς ἠλεκτρολύσεως. Ἡλεκτρολυτικὴ διάσπασις καὶ ἰόντα ἠλεκτρολυτῶν.** Πρὸς ἐξήγησιν τῶν χημικῶν φαινομένων, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν οἱ ἠλεκτρολύται κατὰ τὴν δι' αὐτῶν δίοδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, δεχόμεθα (συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Σουηδοῦ Svante Arrhenius), ὅτι μέρος τῶν μορίων τοῦ ἠλεκτρολύτου, ἀποτελοῦντος εἴτε διάλυμα εἴτε ὑγρὸν ἐν τετηκνίᾳ καταστάσει, διασπᾶται καὶ ἕκαστον μόριον αὐτοῦ χωρίζεται εἰς δύο ἀντιθέτως καὶ ἰσοδυνάμως ἠλεκτρισμένα μέρη, ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ἀτόμων καὶ τῶν ὁποίων ἡ παρουσία ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρολύτου, ἐφ' ὅσον δι' αὐτοῦ δὲν διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, δὲν εἶναι ἀντιληπτή. Δεχόμεθα πρὸς τούτοις ὅτι τὰ διασπώμενα μέρη ἐνοῦνται πάλιν καὶ ἀνασυνθέτουν τὸ ἀρχικὸν μόριον καὶ ὅτι ἡ τοιαύτη ἀποσύνθεσις καὶ ἀνασύνθεσις τῶν μορίων εἶναι συνεχῆς, οὕτως ὥστε ἐφ' ὅσον ἡ κατάστασις τοῦ ἠλεκτρολύτου (πυκνότης, θερμοκρασία) δὲν μεταβάλλεται, τὸ ποσοστὸν τῶν προϊόντων διασπάσεως τῶν μορίων εἶναι καθωρισμένον καὶ σταθερόν. Ὅσον δὲ τοῦτο εἶναι μεγαλύτερον τόσον ἀγω-

γνώτερος είναι καὶ ὁ ηλεκτρολύτης. Ἡ τοιαύτη ἐνυπάρχουσα ἀποσύνθεσις τῶν μορίων καλεῖται *ηλεκτρολυτικὴ διάσπασις*, τὰ δὲ ηλεκτρισμένα μέρη, εἰς τὰ ὁποῖα διασπᾶται τὸ μόριον, εἶναι τὰ καλούμενα *Ἴοντα*, οἷα ἐγνωρίσαμεν ἤδη ὅτι ὑπάρχουν καὶ εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν (§ 31).

Ὅταν ἐντὸς τοῦ ηλεκτρολύτου εἰσαχθοῦν τὰ ηλεκτρόδια μιᾶς ηλεκτρικῆς πηγῆς, τὰ μὲν θετικὰ ἰόντα ἔλκονται ὑπὸ τῆς καθόδου, καὶ ὡς ἐκ τούτου καλοῦνται *κατιόντα* τὰ δὲ ἀρνητικὰ ἔλκονται ὑπὸ τῆς ἀνόδου καὶ καλοῦνται *ἀνιόντα*. Μόλις τὰ ἰόντα ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἀντιστοίχων ηλεκτροδίων, ἀποβάλλουν τὸ ηλεκτρικὸν τὸν φορτίον, τὸ ὁποῖον ἐξουδετερώνει ἰσοδύναμον ἀντίθετον ηλεκτρισμὸν τοῦ ηλεκτροδίου καὶ μόνον μετὰ τὴν τοιαύτην ἐξουδετέρωσιν ἐμφανίζονται εἰς ἕκαστον τῶν δύο ηλεκτροδίων τὰ προϊόντα τῆς ηλεκτρολυτικῆς διασπάσεως. Πάντοτε δὲ τὸ κατιὸν θὰ εἶναι εἴτε ὕδρογόνον, εἴτε μέταλλον, τὸ δὲ ἀνιὸν εἴτε ἀμέταλλον, εἴτε ρίζα ἐπέχουσα θέσιν ἀμετάλλου. Οὕτω τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ (HCl) σχηματίζει ἰόντα ὕδρογόνου (+ H) καὶ χλωρίου (—Cl), τῶν ὁποίων μετὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν ἐνοῦνται ἀνὰ δύο ἄτομα καὶ σχηματίζουν μόρια ὕδρογόνου (H₂) καὶ χλωρίου (Cl₂). Πολλάκις τὰ ἰόντα ἀποβάλλοντα τὸ ηλεκτρικὸν τὸν φορτίον, ἐπιδροῦν χημικῶς εἴτε ἐπὶ τοῦ ηλεκτροδίου εἴτε ἐπὶ τοῦ διαλυτικοῦ μέσου. Π.χ. τὸ μόριον τοῦ θειικοῦ ὀξέος διασπώμενον εἰς ἰόντα σχηματίζει δύο κατιόντα ἄτομα ὕδρογόνου [2(+H)] καὶ ὡς ἀνιὸν μίαν ἰσοδυνάμωσ πρὸς τὰ δύο κατιόντα ἄτομα ηλεκτρισμένην ὀξύρριζαν (=SO₄). Αὕτη μὴ δυναμένη νὰ ὑπάρξῃ ὡς τοιαύτη ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει, ἐπιδρῶ ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ διαλύματος, καὶ σχηματίζει θειικὸν ὀξύ καὶ ὀξυγόνον [κατὰ τὴν ἀντίδρασιν: 2H₂O + 2(SO₄) = 2H₂SO₄ + O₂], τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται εἰς τὴν ἀνοδὸν. Ἡ τοιαύτη ἀντίδρασις, καλεῖται *δευτερογενής*. Οὕτω κατὰ τὰς τοιαύτας ἀντιδράσεις παρουσιάζονται προϊόντα ηλεκτρολύσεως διάφορα τὴν σύστασιν πρὸς τὰ ἰόντα τοῦ ηλεκτρολύτου.

Ὅπως τὸ θειικὸν ὀξύ κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν παράγῃ διὰ τῶν ἰόντων αὐτοῦ ὕδρογόνον καὶ ὀξυγόνον, δηλ. ηλεκτρολύνει τὸ ὕδωρ εἰς τὰ συστατικὰ του, οὕτω τοῦτο ἐπιτυγχάνεται καὶ δι' ἄλλων ηλεκτρολυτῶν, ὀξέων, βάσεων ἢ αλάτων εἰς ἀραιὰ διαλύματα.

Διὰ τῆς ηλεκτρολύσεως ἐπιτυγχάνεται ποικιλία προϊόντων, μετάλλων, ἀμετάλλων καὶ διαφόρων ἐνώσεων.

Οἱ ηλεκτρολύται, διὰ τῶν ὁποίων τὸ ηλεκτρικὸν ρεῦμα, ὡς εἶδομεν διέρχεται τῇ μεσολαμβάνει τῶν ἰόντων, καὶ οἱ ὁποῖοι ὑφίστανται διαρκούντος τοῦ ρεύματος χημικὰς ἀλλοιώσεις, καλοῦνται καὶ *ἀγωγοὶ δευτέρας τάξεως*, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς ἀγωγούς, οἱ ὁποῖοι, ὅπως τὰ μέταλλα καὶ ὁ ἄνθραξ, διὰ τῆς

διόδου τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος δὲν ἀποσυντίθενται καὶ οἱ ὁποῖοι καλοῦνται *ἀγωγοὶ πρώτης τάξεως*.

§ 51. **Μονὰς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρ. ρεύματος.** Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ μᾶζα προϊόντος τινὸς τῆς ηλεκτρολύσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς ποσότητος τοῦ ηλεκτρισμοῦ τῆς διελεύσεως διὰ τοῦ ηλεκτρολύτου. Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι *τὰ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ηλεκτρολυόμενα ποσὰ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος*.

Ὁ νόμος οὗτος ἐπιτρέπει εἰς ἡμᾶς τὸν πρακτικὸν καθορισμὸν τῆς μονάδος τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Οὕτως *ὡς μονὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος*, ὠρίσθη ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐκείνου, τὸ ὁποῖον κατὰ τὴν ηλεκτρολύσιν ὀξέος ἢ ὕδατος παράγει εἰς 1 δευτερόλεπτον $\frac{1}{96500} = 0,00001045$ γραμμάρια ὕδρογόνου. Ἡ μονὰς αὕτη, ὡς εἵπομεν ἤδη καλεῖται *ἀμπέρ* (ampere).

Ἐπομένως, ὅταν γνωρίζωμεν, τὸ βάρος τοῦ H, τὸ ὁποῖον ηλεκτρολύθη εἰς ὠρισμένον χρόνον ὑπὸ ρεύματος σταθερᾶς ἐντάσεως, εὐρίσκομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς ἀμπέρ, ἐὰν διαιρέσωμεν τὸ βάρος τοῦ ηλεκτρολυθέντος ὕδρογόνου ἐκπεφρασμένου εἰς γρ, διὰ τοῦ χρόνου εἰς δλ'' καὶ τοῦ ἀριθμοῦ 0,00001045.

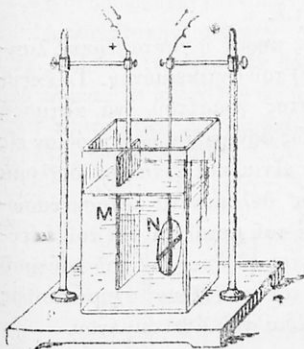
§ 52. **Ἐφαρμογαὶ τῆς ηλεκτρολύσεως.**—Τὸ φαινόμενον τῆς ηλεκτρολύσεως εὐρίσκει σπουδαιοτάτας ἐφαρμογὰς εἰς τὴν βιομηχανίαν. Οὕτως ἐφαρμόζεται :

1) *Εἰς τὴν ἐπιμετάλλωσιν.* Διὰ τῆς ηλεκτρολύσεως δυνάμεθα ἀντικείμενα ἐξ εὐτελῶν μετάλλων νὰ ἐπικαλύψωμεν διὰ στρώματος μετάλλων πολυτιμοτέρων καὶ εὐγενεστερῶν. Ἀναλόγως δὲ τοῦ εἶδους τοῦ μετάλλου, διὰ τοῦ ὁποίου γίνεται ἡ ἐπικάλυψις, ἡ ἐπιμετάλλωσις διακρίνεται εἰς ἐπιχάλκωσιν, ἐπαργύρωσιν, ἐπιχρύσωσιν κ.τ.λ.

Πρὸς τοῦτο τὸ ἀντικείμενον, τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ ἐπιμεταλλωθῇ, καθαρίζεται καλῶς καὶ κατόπιν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς δοχείου (Σχ. 54) περιέχοντος διάλυμα ἁλατος τοῦ μετάλλου ἐκείνου, ὑπὸ τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ ἐπικαλυφθῇ. Συγχρόνως συνδέομεν τὸ ἀντικείμενον μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον ἠλεκτρικῆς

στήλης, ὥστε τοῦτο νὰ ἀποτελῇ τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίου. Ὡς θετικὸν δὲ ἠλεκτροδίου χρησιμοποιοῦμεν τεμάχιον ἐξ αὐτοῦ τοῦ του τοῦ μετάλλου ἐπιμεταλλώσεως. Τὸ διάλυμα τοῦ ἁλατος καλεῖται *λουτρόν*.

Ἐπιχάλκωσις. Διὰ τὴν ἐπιχάλκωσιν ὁ ἠλεκτρολύτης, δηλ. τὸ λουτρόν εἶναι διάλυμα θεϊκοῦ χαλκοῦ (CuSO_4). Ὅταν τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ, τότε τὸ ἅλας τοῦτο διασπᾶται εἰς Cu καὶ SO_4 καὶ ὁ μὲν Cu ἀποτίθεται εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίου, δηλ. εἰς τὸ ὑπὸ ἐπιχάλκωσιν ἀντικείμενον, ἡ δὲ ρίζα SO_4 ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ (θετικοῦ ἠλεκτροδίου) καὶ σχηματίζει ἐκ νέου CuSO_4 .



Σχ. 54

Ὅσον μακρότερον χρόνον διαρκεῖ ἡ ἐπιχάλκωσις, τόσοι παχύτερον γίνεται καὶ τὸ σχηματιζόμενον στρώμα. Ἐπίσης διὰ

τὴν καλὴν συνοχὴν τοῦ στρώματος πρὸς τὸ ἀντικείμενον πρέπει ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος νὰ ἔχῃ κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον ὁρισμένην τιμὴν. Οὕτω διὰ πειραμάτων εὗρέθη ὅτι διὰ τὴν ἐπιχάλκωσιν πρέπει ἡ ἔντασις νὰ εἶναι περίπου 2 ἄμπερ ἀνὰ τετραγ. παλάμην τοῦ ἐπιχαλκούμενου σώματος.

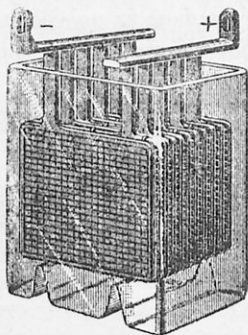
Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἐπιτυγχάνεται εἰς τὴν μεταλλουργίαν ὁ χημικὸς καθαρισμὸς τοῦ χαλκοῦ. Πρὸς τοῦτο τίθεται ὁ ἀκάθαρτος χαλκὸς εἰς τὸν θετικὸν πόλον καὶ λαμβάνεται ὡς χημικὸς καθαρὸς εἰς τὸν ἀρνητικόν.

Ἐπινικέλωσις. Διὰ τὴν ἐπινικέλωσιν χρησιμοποιεῖται ὡς λουτρόν διάλυμα (10 %) διπλοῦ θεϊκοῦ ἁλατος νικελίου καὶ ἁμμωνίου. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος κανονίζεται κατ' ἀρχὰς 1,25 ἄμπερ καὶ κατόπιν ἐλαττοῦται εἰς 0,25 ἄμπερ ἀνὰ τετρ. παλάμην.

Ἐπαργύρωσις. Διὰ τὴν ἐπαργύρωσιν τὸ λουτρόν ἀποτελεῖ διπλοῦν ἅλας κυανιοῦχου ἀργύρου καὶ καλίου. Ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος κανονίζεται 0,5 ἄμπερ ἀνὰ τετρ. παλάμην.

τρόπον τινά τὸν ἠλεκτρισμόν, ὃ ὁποῖος διαβιβάζεται δι' αὐτῶν καὶ τὸν ἀποδίδουν πάλιν, ὅταν τὰ ἠλεκτροδία αὐτῶν χρησιμοποιοῦμενα ὡς πόλοι στοιχείου συνδεθοῦν δι' ἄγωγόν.

Οἱ συσσωρευταὶ σήμερον κατασκευάζονται (Σχ. 56) ἐκ διακτυωτῶν διατρήτων πλακῶν, τῶν ὁποίων τὰ κενὰ πληροῦνται τῶν μὲν θετικῶν πλακῶν μὲ μίνιον (Pb_3O_4), τῶν δὲ ἀρνητικῶν μὲ λιθάργυρον (PbO). Τὸ ὅξυ εἶναι διάλυμα θεϊκοῦ ὀξέος 22° Bé (ἥτοι εἰδ. β. 1,18). Αἱ πλάκες εἶναι περισσότεραι τῶν δύο καὶ ἐνοῦνται χωριστὰ αἱ θετικαὶ καὶ χωριστὰ αἱ ἀρνητικαί. Ὅταν διὰ τοῦ συσσωρευτοῦ τούτου διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε τὸ μίνιον μετατρέπεται εἰς ὑπεροξείδιον μολύβδου (PbO_2), ὃ δὲ λιθάργυρος εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Λέγομεν τότε ὅτι ὁ συσσωρευτὴς πληροῦται ἠλεκτρισμοῦ.



Σχ. 56

Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ τοῦ συσσωρευτοῦ, ὅταν οὗτος εἶναι πεπληρωμένος εἶναι 2,2 βόλτ. Διὰ τῆς χρήσεως ὁμως αὕτη ἐλαττοῦται. Δὲν πρέπει δὲ νὰ ἀφίνεται ὁ συσσωρευτὴς νὰ ἐξαντληθῇ, ὥστε ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ αὐτοῦ νὰ γίνῃ κατωτέρα τῶν 1,8 βόλτ, ἀλλὰ νὰ πληροῦται ἐγκαίρως ἐκ νέου, διότι ἄλλως καταστρέφεται.

Οἱ συσσωρευταὶ χρησιμοποιοῦνται ἀντὶ τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν στοιχείων συνδεόμενοι μεταξὺ τῶν εἰς στήλας ὡς ταῦτα. Εἰς πλείστας μάλιστα ἐργασίας λόγῳ τῶν ἰδιαιτέρων πλεονεκτημάτων, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν, προτιμῶνται τῶν στοιχείων.

Συσσωρευταὶ τοῦ Edison. Τούτων ἡ ἄνοδος ἀποτελεῖται ἐξ ὑδροξειδίου τοῦ νικελίου καὶ ἡ κάθοδος ἐκ σιδήρου. Ὡς ἠλεκτρολύτης δὲ χρησιμοποιεῖται διάλυμα καυστικοῦ καλίου. Οἱ τοιοῦτοι συσσωρευταὶ εἶναι εὐσταθέστεροι καὶ ἀντέχουν εἰς κλονισμούς, ἐνδείκνυται δὲ ἡ χρῆσις αὐτῶν εἰς μεταφορικὰ μέσα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

§ 54. **Ἀντίστασις ἀγωγοῦ.**— Εἶναι γνωστὸν ὅτι κατὰ τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος διὰ σωλῆνος (Σχ. 38) ἡ παροχὴ τῆς ροῆς ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν ὕψους μεταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν, τὴν ὁποίαν εὐρίσκει τὸ ὕδωρ κατὰ τὴν ροὴν αὐτοῦ διὰ τοῦ σωλῆνος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ διαρρέον ἀγωγόν τινα. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγόν τινα ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἐκ τῆς εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ ὑπαρχούσης διαφορᾶς δυναμικοῦ, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ, ἐξαρτωμένης ἐκ τῆς φύσεως καὶ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ. Ἡ ἀντίστασις αὕτη καλεῖται *ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις*. Εἶναι δὲ ἐπόμενον, ὅτι ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει ὁ ἀγωγὸς τοσοῦτον ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι μικροτέρα.

Μονὰς ἀντιστάσεως. Ὡς μονὰς διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀντιστάσεως τῶν ἀγωγῶν λαμβάνεται ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει στήλη ὕδραργύρου μήκους 106 ἐκ. καὶ τομῆς 1 τ. χιλιοστομ. εἰς θερμοκρασίαν 0°Κ. Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται Ὡμ (ohm), (πρὸς τιμὴν τοῦ Γερμανοῦ φυσικοῦ Ohm).

§ 55. **Ἀντίστασις σύρματος. Εἰδικὴ ἀντίστασις.**— Πειραματικῶς εὐρίσκεται ὅτι ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ ἔχοντος μορφήν σύρματος ὁμοιογενοῦς καὶ ἰσοπαχοῦς ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἀγωγοῦ, τουτέστιν ἐκ τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ὁποίας συνίσταται ὁ ἀγωγός. Οὕτω π. χ. σύρμα χαλκοῦ παρουσιάζει μικροτέραν ἀντίστασιν σύρματος σιδήρου τῶν αὐτῶν διαστάσεων.

Προσέτι δὲ ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ τινος ἀκολουθεῖ τοὺς ἐπομένους δύο νόμους :

- 1) *Εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους τοῦ σύρματος καὶ*
- 2) *Εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τομῆς αὐτοῦ.*

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι προκειμένου νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀντίστασιν ἀγωγοῦ τινος, πρέπει προηγουμένως νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἀντίστασιν ἀγωγοῦ ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας, μήκους ἴσου πρὸς τὴν μονάδα τοῦ μήκους καὶ τομῆς ἴσης πρὸς τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας, Ἡ τοιαύτη ἀντίστασις καλεῖται *εἰδική*

ἀντίστασις τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ὁποίας συνίσταται ὁ ἄγωγος οὗτος. Ὅταν αὕτη εἶναι γνωστὴ (ἔστω $=\rho$), εὐρίσκεται ἡ ἀντίστασις R τοῦ ἄγωγου, ὅταν εἶναι γνωσταὶ αἱ διαστάσεις αὐτοῦ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω νόμων, δηλ. διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως ρ ἐπὶ τὸ μήκος μ καὶ διὰ διαιρέσεως διὰ τῆς τομῆς τ , δηλ. διὰ τοῦ τύπου: $R = \rho \frac{\mu}{\tau}$.

Πίναξ εἰδικῆς ἀντιστάσεως διαφόρων σωμάτων εἰς θερμοκρασίαν 18—20° μήκους 1 ἐκ. καὶ τομῆς 1 τετρ. ἐκ. εἰς ὧμ.

Ἀργυρος	$0,016 \times 10^{-4}$	Ὁρείχαλκος (Cu, Zn) (0,07 ἕως 0,09) $\times 10^{-4}$
Χαλκός	$0,017 \times 10^{-4}$	Νεάργυρος (Cu, Ni, Zn) (0,15 ἕως 0,40) $\times 10^{-4}$
Χρυσός	$0,023 \times 10^{-4}$	Constantan [Cu, Ni, (Zn)] $0,50 \times 10^{-4}$
Ἀργίλλιον	$0,032 \times 10^{-4}$	Σιδηρονικέλιον (Fe, Ni) $0,80 \times 10^{-4}$
Ψευδάργυρος	$0,061 \times 10^{-4}$	Γραφίτης 11×10^{-4}
Νικέλιον	$0,1 \times 10^{-4}$	Ἀνθραξ (5 ἕως 10) $\times 10^{-4}$
Λευκόχρυσος	$0,1 \times 10^{-4}$	Ὑαλος (ζοινή) 9×10^{13}
Σίδηρος (0,09 ἕως $0,15 \times 10^{-4}$)		Καουτσούκ ὑφαιστειωμένον 10^{15}
Μόλυβδος	$0,21 \times 10^{-4}$	Ὑδωρ (χημικῶς καθαρὸν) (3 ἕως 14) $\times 10^9$
Ὑδράργυρος	$0,96 \times 10^{-4}$	Πετρέλαιον 2×10^{16}

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου συνάγεται ὅτι ἐκ τῶν μετάλλων ἐλαχίστην ἀντίστασιν παρουσιάζουν κατὰ σειρὰν ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκός, ὁ χρυσός κ.τ.λ. τὴν μεγαλυτέραν δὲ τὰ κράματα νεάργυρος, constantan καὶ σιδηρονικέλιον. Μεγίστη εἶναι ἡ ἀντίστασις τῆς ὑάλου, τοῦ καουτσούκ καὶ ἰδίως τοῦ πετρελαίου.

Διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος χρησιμοποιοῦνται συνήθως ἄγωγοι ἐκ χαλκοῦ, διότι οὗτος ὡς εὐθηνότερος συμφέρει πολὺ περισσότερον τοῦ ἀργύρου, τοῦ ὁποίου ἡ εἰδ. ἀντίστασις ἐλάχιστα διαφέρει.

Προβλήματα. 1) Ποία εἶναι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις χαλκίνου σύρματος μήκους 650 μέτρων καὶ τομῆς 6 τ. χιλιοστομ.;

(ἀπ. 1,84 ὧμ.)

2) Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις σύρματος ἐκ χαλκοῦ μήκος 2 χιλιομέτρων καὶ τομῆς 3 τ. χιλιοστομ.;

(ἀπ. 11,33... ὧμ.)

3) Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις σύρματος μήκους 250 χιλιομέτρων καὶ διαμέτρου 4 χιλιοστομ., ὅταν τοῦτο εἶναι ἐκ σιδήρου; ($\rho = 0,104 \times 10^{-4}$)

(ἀπ. 2070 ὧμ.)

4) Σύρμα μετάλλινον μήκους 1 μέτρον καὶ διαμέτρου 3 χιλιοστομ. ἔχει ἀντίστασιν $0,04 \text{ ὤμ.}$ Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις αὐτοῦ; (ἀπ. $0,283 \times 10^{-4}$)

ΝΟΜΟΣ ΤΟ ΟΗΜ

§ 56. **Νόμος τοῦ Ohm.**—Ἐὰν εἰς ἀγωγόν, ὁ ὁποῖος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως I (ἀμπέρ) καὶ διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων αὐτοῦ ἔστω V (βόλτ), μεταβάλλωμεν τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ, τότε θὰ παρατηρήσωμεν, ἐκ τῆς ἀποκλίσεως μαγνητικῆς βελόνης, ὅτι καὶ ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος θὰ μεταβληθῇ ἀναλόγως. Διὰ μετρήσεως δὲ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ πρὸς τὴν ἐντασιν τοῦ ρεύματος εἶναι σταθερὸς ἀριθμὸς καὶ ἴσος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ. Ἦτοι εὐρίσκομεν τὴν σχέσιν :

$$\frac{V}{I} = R$$

Π. χ. ἐὰν $V = 50$ βόλτ καὶ $I = 10$ ἀμπ., τότε $R = 5 \text{ ὤμ.}$, ἦτοι $50 : 10 = 5 \text{ ὤμ.}$

$$I = \frac{V}{R}.$$

Αὕτη ἀποτελεῖ τὸν καλούμενον **νόμον τοῦ Ohm**. Κατὰ τοῦτον:

Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγόν τινα ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων αὐτοῦ διὰ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ τούτου.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως εἶναι φανερόν ὅτι, ἵνα εὕρωμεν μίαν ἐκ τῶν τιμῶν τῶν ποσῶν I , V καὶ R ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰς τιμὰς τῶν δύο ἄλλων, ὁπότε εὐρίσκομεν ταύτην δι' ἐφαρμογῆς τοῦ ἀντιστοίχου ἐκ τῶν τύπων :

$$I = \frac{V}{R}, \quad V = IR \quad \text{καὶ} \quad R = \frac{V}{I}.$$

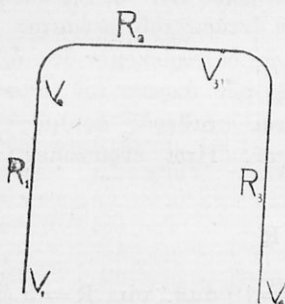
Οἱ τύποι οὗτοι ἰσχύουν μεταξὺ δύο οἰονδήποτε σημείων τοῦ ἀγωγοῦ. Οὔτω π. χ. ἐὰν ἀγωγὸς (Σχ. 57) εἰς διάφορα σημεία αὐτοῦ παρουσιάζει τὰς τιμὰς δυναμικοῦ V_1, V_2, V_3, V_4 , τότε

ἡ ἔντασις I τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγὸν θὰ εἶναι:

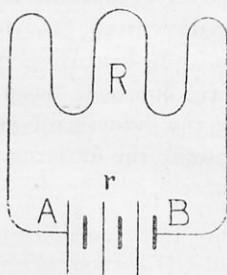
$$I = \frac{V_1 - V_4}{R} = \frac{V_1 - V_2}{R_1} = \frac{V_2 - V_3}{R_2} = \frac{V_1 - V_3}{R_1 + R_2} \text{ κτλ.}$$

ἐνθα R, R_1, R_2, R_3 , αἱ μεταξὺ τῶν σημείων τούτων ἀντιστοιχοῦσαι ἀντιστάσεις τοῦ ἀγωγοῦ.

Π. χ. ἐὰν $V_1 = +200\beta$. $V_2 = +120\beta$. $V_3 = +80\beta$. καὶ $V_4 = 0\beta$. τότε: $V_1 - V_2 = 200 - 120 = 80\beta = R \cdot I$ καὶ ἂν $R = 16 \text{ ὧμ.}$, τότε $I = 5 \text{ ἀμπ.}$ διότι: $(V_1 - V_2) : R_1 = 80 : 16 = 5 \text{ ἀμπ.}$, ὅτε $R_2 = \frac{120 - 80}{5} = 8 \text{ ὧμ.}$ καὶ $R_3 = \frac{80}{5} = 16 \text{ ὧμ.}$



Σχ. 57



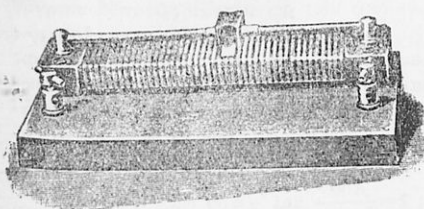
Σχ. 58

§ 57. Γενίκευσις τοῦ νόμου τοῦ Ohm.— Ἐὰν θεωρήσωμεν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἀποτελούμενον ἀπὸ ἡλεκτρικὴν πηγὴν (στοιχείον ἢ στήλην) (Σχ. 58) καὶ ἀπὸ ἀγωγόν, ὁ ὁποῖος συνδέει τοὺς δύο πόλους τῆς πηγῆς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα συναντᾷ δύο ἀντιστάσεις, τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τὴν ἀντίστασιν τοῦ στοιχείου ἢ τῆς στήλης r , ἡ ὁποία καλεῖται καὶ *ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος*. Πειραματικῶς δὲ εὐρίσκεται ὅτι εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ *έντασις τοῦ ρεύματος ἰσοῦται μὲ τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως τῆς πηγῆς διὰ τῆς ὁλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος*, Ἦτοι :

$$I = \frac{E}{R + r}.$$

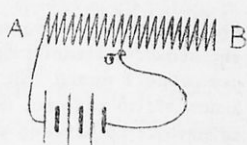
§ 58. Προστίθεται (ἢ ροοστίθεται).—Πολλάκις εἰς τὴν προᾶξιν, ὅταν πρόκηται νὰ διαβιβασθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τινος

ἀγωγού ἢ συσκευῆς, παρίσταται ἡ ἀνάγκη ἐλαττώσεως τῆς ἐνστάσεως αὐτοῦ. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ παρεμβολῆς εἰς τὸ κύκλωμα ἀντιστάσεώς τινος, διὰ τῆς ὁποίας ἀδξάνεται ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος ἀναλόγως τῆς ἐπιζητουμένης ἐλαττώσεως τῆς ἐντάσεως. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦνται εἰδικαὶ ἀντιστάσεις καλούμεναι *ρεοστᾶται* ἢ *ροοστᾶται* καὶ ἀποτελοῦμεναι ἐκ σύρματος ἀπὸ χρᾶμα μὴ ἀλλοιούμενον μεγάλῃς εἰδικῆς ἀντιστάσεως. Τοιαῦτα κοῤῥαματα παρασκευάζονται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων μετάλλων (Ni, Cu, Zn, Mn ἢ Fe) καὶ εἶναι γνωστὰ ὑπὸ τὰ ὀνόματα *maillachort*, *constantan*, *manganine*, *nickeline* κτλ. Τὸ σύρμα εἶναι ὁμοιομόρφως περιελιγμένον πέριξ



A

Σχ. 59



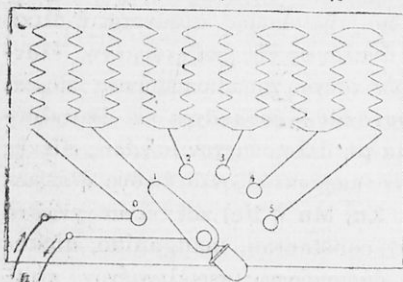
B

μονωτικοῦ στηρίγματος, οὕτως ὥστε αἱ σπεῖραι νὰ μὴ ἐφάπτονται ἀλλήλων (Σχ. 59). Οἱ ρεοστᾶται, ἔχουν ἀντίστασιν μεταβλητὴν καὶ ρυθμιζομένην κατὰ ποικίλους τρόπους. Οὔτω εἰς τὸν ρεοστᾶτην τοῦ σχήματος 59 τῇ βοηθείᾳ δρομέως σ μετατιθεμένου κατὰ μῆκος αὐτοῦ παρεμβάλλονται εἰς τὸ κύκλωμα περισσότεραι ἢ ὀλιγώτεραι σπεῖραι τοῦ σύρματος, δηλ. μεγαλυτέρα ἢ μικροτέρα ἀντίστασις. Πρὸς τοῦτο συνδέεται τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος μὲ τὸν ἓνα πόλον τῆς πηγῆς ὁ δὲ δρομεὺς μὲ τὸν ἕτερον. Μεταβάλλοντες οὕτω κατὰ βούλησιν τὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος μεταβάλλομεν ἢ μᾶλλον κανονίζομεν καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος αὐτοῦ.

Γραφικῶς τὰς ἀντιστάσεις τὰς παριστῶμεν διὰ τεθλασμένης προιονωτῆς γραμμῆς (Σχ. 59 B).

Βιομηχανικαὶ ἀντιστάσεις. Αἱ εἰς τὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιούμεναι ἀντιστάσεις ἀποτελοῦνται ἀπὸ μακρὸν σύρμα (Σχ. 60), τὸ ὁποῖον κατὰ τμήματα εἶναι σπειροειδῶς περιελιγμένον καὶ στερεωμέ-

νον ἐπὶ πλακὸς ἐκ μονωτικῆς οὐσίας. Ἐκ τοῦ σύρματος τούτου δυνάμεθα νὰ παρεμβάλλωμεν ὁλόκληρον τοῦτο εἰς τὸ κύκλωμα ἢ μέρος



Σχ. 60

μόνον αὐτοῦ, καθόσον τοῦτο κατὰ τμήματα συνδέεται μετὰ μεταλλικὰ κομβία 0, 1, 2, 3, 4, ..., ἀνωθεν τῶν ὁποίων φέρομεν εἰς ἐπαφὴν ἔλασμα μοχλοῦ, ὃ ὁποῖος συνδέεται μετὰ τὸν ἓνα πόλον τῆς πηγῆς τοῦ ἐτέρου συνδεομένου μετὰ τοῦ πρώτου κομβίου (0).

Παράδειγμα χρήσεως ἀντιστάσεως. Ὑποθέσωμεν

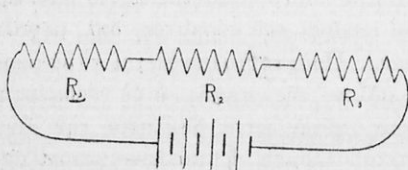
ὅτι μεταξὺ τῶν πόλων πηγῆς τινος πολὺ μικρὰς ἑσωτερι-

κῆς ἀντιστάσεως ὑπάρχει διαφορά δυναμικοῦ 100 βόλτ, ἡ ἀντίστασις τῆς συσκευῆς εἶναι 50 ὧμ καὶ ὅτι διὰ ταύτης θέλωμεν νὰ διαβιβάσωμεν ρεῦμα 1 ἀμπέρ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην πρέπει νὰ παρεμβάλλωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ὠρισμένην ἀντίστασιν, ἵνα ἐπιτύχωμεν τὸ ζητούμενον. Τὸ μέγεθος τῆς ἀντιστάσεως ταύτης χ εὐρίσκωμεν ἐκ τοῦ τύπου :

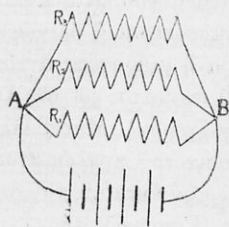
$$I = \frac{V}{R + \chi} \quad \text{ἤτοι} \quad 1 = \frac{100}{50 + \chi} \quad \text{καὶ} \quad \chi = 50 \text{ ὧμ.}$$

§ 59. **Σύνδεσις τῶν ἀγωγῶν.**—Ὅταν δύο ἢ περισσοτέρους ἀγωγοὺς ἢ συσκευὰς πρόκειται νὰ τροφοδοτήσωμεν διὰ μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τότε τοὺς ἀγωγοὺς τούτους δυνάμεθα νὰ συνδέσωμεν κατὰ δύο τρόπους :

α') **Σύνδεσις ἐν σειρᾷ.** Ὅταν εἰς ἓνα κύκλωμα παρεμβάλλονται εἰς μίαν σειρὰν δύο ἢ περισσότεροι ἀγωγοὶ (Σχ. 61)



Σχ. 61



Σχ. 62

παριστάμενοι διὰ τῶν ἀντιστάσεων αὐτῶν R_1 , R_2 , R_3 κτλ. ἡ τοιαύτη σύνδεσις καλεῖται ἐν σειρᾷ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἔαν R_1 , R_2 , R_3 εἶναι αἱ ἀντιστάσεις τῶν οὕτω συνδεομένων

ἀγωγῶν, τότε ἡ συνολικὴ ἀντίστασις R , τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν εἰς τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος, θὰ εἶναι τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Π. χ. ἐὰν $R_1=3$ ὤμ, $R_2=6$ ὤμ, $R_3=4$ ὤμ, τότε $R=13$ ὤμ. Ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς ἀγωγοὺς τούτους, θὰ παρέχεται ὑπὸ τοῦ νόμου τοῦ Ohm. ($I=\frac{V}{R}$).

β') **Σύνδεσις ἐν παραλλήλῳ.** Ἐὰν τοὺς ἀγωγοὺς $R_1, R_2, R_3 \dots$ συνδέσωμεν ἀπὸ κοινοῦ μὲ τοὺς πόλους τῆς πηγῆς (Σχ. 62), τότε θὰ ἔχωμεν τὴν καλουμένην σύνδεσιν ἐν παραλλήλῳ ἢ κατὰ διακλάδωσιν. Κατὰ τὴν σύνδεσιν ταύτην, ἐὰν V εἶναι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων A καὶ B , τότε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἕνα ἕκαστον τῶν ἀγωγῶν τούτων θὰ εἶναι :

$$I_1=\frac{V}{R_1}, \quad I_2=\frac{V}{R_2}, \quad I_3=\frac{V}{R_3}, \dots$$

Ἐπόμενον εἶναι ὅτι εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ ὑπὸ τῆς πηγῆς παρεχομένου εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τούτους θὰ εἶναι :

$$I=I_1+I_2+I_3+\dots$$

ἢτοι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων ἐνὸς ἑκάστου τῶν ἐν παραλλήλῳ συνδεδεμένων ἀγωγῶν. Ἐπομένως :

$$I_1+I_2+I_3+\dots=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}+\frac{V}{R_3}+\dots \text{ καὶ }$$

$$I=V\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\dots\right)$$

Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι τὰς ἀντιστάσεις, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν εἰς κύκλωμα πάντες οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι ὁμοῦ, δυνάμεθα νὰ ἀντικαταστήσωμεν διὰ τῆς ἀντιστάσεως R ἐνὸς μόνον ἀγωγοῦ, τῆς ὁποίας τὸ μέγεθος προσδιορίζεται ἐκ τῆς σχέσεως :

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\dots$$

Οὔτω π. χ. ἐν $R_1=3$ ὤμ, $R_2=10$ ὤμ, $R_3=6$ ὤμ, τότε θὰ ἔχωμεν :

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{3}+\frac{1}{10}+\frac{1}{6}=\frac{10+3+5}{30}=\frac{3}{5} \quad \text{καὶ}$$

$$R=\frac{5}{3}=1,66 \text{ ὤμ.}$$

Ἡ ἀντίστασις αὕτη R καλεῖται ἀντίστασις τοῦ **ισοδυνάμου ἀγωγοῦ**.

Προβλήματα. 1) Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν ἀγωγῶν τῶν συνδεδεμένων μὲ τὰ ἡλεκτροδία ἑνὸς βολταμέτρου εἶναι 110 βόλτ., ἡ δὲ ἀντίστασις τοῦ βολταμέτρου εἶναι 70 ὤμ. Ζητεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ βολταμέτρου.

Λύσις: ἐκ τοῦ τύπου $I = \frac{V}{R}$ λαμβάνομεν:

$$I = \frac{110}{70} = 1,57 \text{ ἀμπέρ.}$$

2) Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων ἡλεκτρικῆς λυχνίας εἶναι 200 βόλτ., ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ταύτην εἶναι 1,20 ἀμπέρ. Ζητεῖται ἡ ἀντίστασις τῆς λυχνίας.
(ἀρ. 166, 7 ὤμ).

3) Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτὸν εἶναι 1,80 βόλτ. Κλείομεν τὸ κύκλωμα δι' ἑνὸς ἀγωγοῦ ἀντιστάσεως 7 ὤμ. Τότε ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ τῶν πόλων τοῦ στοιχείου γίνεται 1,40 βόλτ. Ζητεῖται ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ στοιχείου καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

Λύσις: $I = \frac{1,40}{7} = 0,20 \text{ ἀμπέρ}$ καὶ $r = \frac{1,80 - 1,40}{0,20} = \frac{0,40}{0,20} = 2 \text{ ὤμ.}$

4) Λυχνία τις λειτουργεῖ διὰ ρεύματος 5 ἀμπέρ καὶ μὲ διαφορὰν δυναμικοῦ 40 βόλτ. Ἐὰν θελήσωμεν νὰ τροφοδοτήσωμεν ταύτην διὰ πηγῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ 60 βόλτ., πόση θὰ εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα.

Λύσις: Ἡ ἀντίστασις πρέπει νὰ προκαλέσῃ πτώσιν τοῦ δυναμικοῦ $60 - 40 = 20$ βόλτ καὶ ἐπομένως:

$$20 = RI \text{ ἢ } R = \frac{20}{5} = 4 \text{ ὤμ.}$$

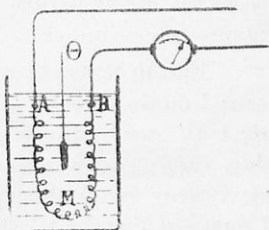
5) Κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνει δύο στοιχεῖα ὅμοια συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ καὶ ἐξωτερικὴν ἀντίστασιν 10 ὤμ. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐκάστου τῶν στοιχείων τούτων εἶναι 1,4 βόλτ καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις 2,5 ὤμ. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸ κύκλωμα;
(ἀπ. 0,18 ἀμπέρ).

6) Ἀγωγὸς τις μεταξὺ δύο σημείων αὐτοῦ α καὶ β διακλαδίζεται εἰς τρεῖς ἀγωγούς Α, Β καὶ Γ. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν σημείων α καὶ β εἶναι 220 βόλτ καὶ ὅτι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ Α εἶναι 60 ὤμ, τοῦ Β 75 ὤμ καὶ τοῦ Γ 90 ὤμ, νὰ εὐρεθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἐκαστον τῶν ἀγωγῶν τούτων, καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀπλοῦν ἀγωγόν, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἀντίστασις R, ἣν θὰ ἡδύνατο νὰ ἀντικαταστήσῃ τὰς τρεῖς ἀντιστάσεις Α, Β καὶ Γ.

(ἀπ. $I_1 = 3,66$, $I_2 = 2,93$, $I_3 = 2,44$, $I = 9,00$, $R = 24,3 \text{ ὤμ.}$)

ΘΕΡΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

§ 60. **Θέρμανσις ἀγωγού.**— Κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ εὐκόλως ἀντιλαμβανόμεθα ὅτι οὗτος θερμαίνεται. Τοῦτο ὅμως δυνάμεθα ἀκόμη καλύτερον νὰ δείξωμεν, ἐὰν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ ἐμβαπτίσωμεν σύρμα (Σχ. 63) καὶ διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τότε διὰ θερμομέτρου θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος σὺν τῷ χρόνῳ ἀνέρχεται.



Σχ. 63

§ 61. **Νόμοι τοῦ Joule.**— Διὰ παρεμοίων πειραμάτων, ὁ Ἀγγλος φυσικὸς Joule (1843), ἐξετάσας μετὰ προσοχῆς τὸ φαινόμενον τοῦτο καὶ προσδιορίσας τὸ ποσὸν τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, ἀνεκάλυψε τοὺς ἐπομένους νόμους, οἱ ὅποιοι διέπουν τὰς θερμαντικὰς ιδιότητας τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

1) *Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς ὥρισμένον χρόνον εἰς ἀγωγὸν διαρρεόμενον ὑπὸ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.* Δηλ. ὅταν ἡ ἐνταση τοῦ ρεύματος διπλασιασθῇ, τότε ἡ ποσότης τῆς θερμότητος τετραπλασιάζεται καὶ ὅταν ἡ ἐνταση τριπλασιασθῇ, ἐννεαπλασιάζεται κ.ο.κ.

2) *Ἡ ποσότης τῆς παραγομένης θερμότητος εἰς ὥρισμένον χρόνον εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγού.* Καὶ

3) *Ἡ ποσότης τῆς παραγομένης θερμότητος εἶναι ἀνάλογος τοῦ χρόνου.*

Οἱ τρεῖς οὗτοι νόμοι συγχωνεύονται εἰς ἓνα νόμον διατυπούμενον ὡς ἑξῆς:

Τὸ ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐκλυόμενον ποσὸν θερμότητος εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγού, τὴν διάρκειαν τοῦ ρεύματος καὶ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως.

Ἐπομένως, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Q τὴν ποσότητα

τῆς θερμότητος, τὴν ἀναπτυσσομένην εἰς τινὰ ἀγωγόν, αὕτη θὰ παρέρχεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \cdot k.$$

ἐνθα I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἀμπέρ, R ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ, εἰς τὸν ὁποῖον ἀναπτύσσεται τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς θερμότητος, εἰς ὧμ, t ὁ χρόνος, κατὰ τὸν ὁποῖον διῆλθε τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, εἰς δλ' καὶ k ὁ σταθερὸς συντελεστῆς ὁ καθορίζων τὴν σχέσιν μεταξὺ τῶν μονάδων θερμότητος καὶ τῶν ἡλεκτρικῶν τοιούτων.

Ἐπειδὴ δέ, ὥς ἐκ τοῦ πειράματος ἐξάγεται, ρεῦμα ἐντάσεως 1 ἀμπέρ διαρρέον ἀγωγὸν ἀντιστάσεως 1 ὧμ ἀναπτύσσει εἰς 1 δλ' ποσὸν θερμότητος ἴσον πρὸς *0,24 μικρὰς θερμίδας*, ἔπεται ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τῆς ἀναπτυσσομένης εἰς ἀγωγὸν ἀντιστάσεως R ὧμ καὶ διαρρέομενον ὑπὸ ρεύματος I ἀμπέρ εἰς χρόνον t' , θὰ εἶναι.

$$Q = 0,24 I^2 R t \text{ μικραὶ θερμίδες.}$$

Δηλ. ὁ σταθερὸς συντελεστὴν $k = 0,24$. Ὁ τύπος οὗτος τοῦ νόμου Joule ἰσχύει μόνον ἐφ' ὅσον δλόκληρος ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος μετατρέπεται εἰς θερμότητα καὶ δὲν χρησιμοποιεῖται πρὸς παραγωγὴν μηχανικοῦ τινος ἔργου οὔτε προκαλεῖ χημικὴν τινὰ ἀντίδρασιν (ἀποσύνθεσιν).

Φανερὸν εἶναι ὅτι ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς ἀγωγὸν διαρρέομενον ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν μέρει μὲν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀγωγοῦ, ἐν μέρει δὲ χάνεται δι' ἀκτινοβολίας ἢ καὶ δι' ἀγωγῆς. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀγωγοῦ θὰ ἀνυψοῦται, μέχρις ὅτου ἡ ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένη θερμότης καὶ ἡ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον χανομένη γίνουν ἴσαι, ὁπότε ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀγωγοῦ θὰ παραμένῃ σταθερά, διότι ἡ χανομένη θερμότης αὐξάνει, ἐφόσον αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀγωγοῦ. Ἄν θελήσωμεν νὰ ἀνυψώσωμεν ἀκόμη περισσότερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀγωγοῦ, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἀγωγὸν τοῦ αὐτοῦ μήκους, ἀλλὰ λεπτότερον, ἵνα παρουσιάσῃ μεγαλύτεραν ἀντίστασιν, ἢ ἀφίνοντες τὸν αὐτὸν ἀγωγὸν νὰ αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος.

§ 62. **Ἐφαρμογαί.**—Ἡ ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένη θερμότης εὐρίσκει πλείστας ἐφαρμογὰς εἰς τὴν πρᾶξιν. Ἐξ αὐτῶν θὰ ἀναφέρωμεν συντόμως τὰς σπουδαιοτέρας.

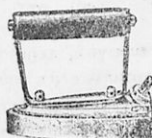
Ἡλεκτρικὴ θέρμανσις. Ἡ χρησιμοποίησις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος πρὸς θέρμανσιν ἐθεωρεῖτο ἄλλοτε ἀνεφάρμοστος, διότι ἦτο πολυδάπανος. Ἀφ' οὗτου ὁμως ἐπενοήθησαν εὐθυναί πηγαί ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ἠλεκτρικὴ θέρμανσις εὗρεν εὐρυτάτην διάδοσιν καὶ παρουσιάζει ποικιλίαν ἐφαρμογῶν, ἰδίως εἰς τὴν



Σχ. 64



Σχ. 65



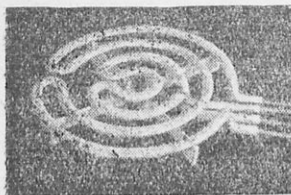
Σχ. 66

οἰκιακὴν οἰκονομίαν ἕνεκα τῶν πολλῶν πλεονεκτημάτων, ἰδίως ἀπὸ ἀπόψεως καθαριότητος, εὐκολιῶν, ταχύτητος καὶ ἀσφαλείας.

Σήμερον κατασκευάζονται διάφορα ἠλεκτρικὰ σκεύη μαγειρικῆς (ἠλεκτρικοὶ λέβητες, ἠλεκτρικαὶ χύτραι (Σχ. 64), τσαϊέροι, καφετιέροι (Σχ. 65), ἠλεκτρικαὶ ἐσχάραι, ἠλεκτρικοὶ κλίβανοι κ.τ.λ. Ἐπίσης κατασκευάζονται «σίδερα» «σιδερώματος» (Σχ. 66), ἠλεκτρικαὶ θερμάστραι καὶ μεγάλη ποικιλία θερμαντήρων, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ τὰ ἠλεκτροθερμαντικὰ ἑνδύματα τῶν ἀεροπόρων. Πάντα ταῦτα θερμαίνονται δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέοντος, λεπτὸν σύρμα ἢ ταινίαν συνήθως ἐκ χρωμονικελίου, τὸ ὁποῖον διπλοῦται ποικιλοτρόπως ἢ περιελίσσεται ἐλικοειδῶς ἐπὶ ἡ ἐντὸς μονωτικῆς οὐσίας. Ὡς τοιαύτη οὐσία χρησιμοποιοῦνται σήμερον ὁ μαρμαρυγίας καὶ ὁ ἀμίαντος, προσέτι ἡ μαγνησία (ὀξείδιον τοῦ μαγνησίου).

Ἡ μαγνησία εἶναι πολύτιμος μονωτικὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ οὐσία,

διότι ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς ἄλλους συνήθεις μονωτήρας εἶναι σῶμα εὐθερμαγωγόν, ἐπιτρέπον τὴν δι' αὐτοῦ δίοδον τῆς θερμότητος. Διὰ ταῦτα χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν *ἡλεκτρικῶν ἐστιῶν μαγειρικῆς* μὲ μίαν ἢ περισσοτέρας θέσεις (μάτια) μαγειρεύματος, αἱ ὁποῖαι περιλαμβάνουν συνήθως ἀνὰ μίαν πλάκα κυ-



Σχ. 67

κλικὴν ἐκ χυτοσιδήρου, ἡ ὁποία θερμαίνεται δι' ἀγωγοῦ περιβαλλομένου ὑπὸ μαγνησίας καὶ ἐλίσσομένου εἴτε ὑπὸ τὴν πλάκα εἴτε ἐντὸς τῆς μάξης αὐτῆς. Ἡ πλάξ χρησιμεύει πρὸς ἀποταμίευσιν θερμότητος καὶ ὥς ἐκ τούτου οὔτε θερμαίνεται οὔτε ψύχεται ἀμέσως, ἀλλὰ μετὰ πάροδον χρόνου. Πρὸς ἄμεσον θέρμανσιν χρησιμεύουν αἱ *ἡλεκτρικαὶ ἐσχάραι* (Σχ. 67), αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦνται ἐκ τοῦ θερμαί-

νοντος ἀγωγοῦ, περιβαλλομένου ὑπὸ μανδύου ἐκ μείγματος μαγνησίας καὶ δεχομένου ἀπ' εὐθείας τὰ μαγειρικά σκεύη. Οἱ *ἡλεκτρικοὶ βραστήρες* εἶναι μεταλλικοὶ κύλινδροι πλήρεις πεπιεσμένης μαγνησίας, ἐντὸς τῆς ὁποίας εἶναι ἐνεστρωμένη ἡ πυρουνένη σπείρα τοῦ ἀγωγοῦ.

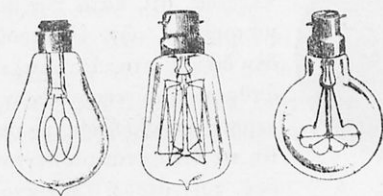
Εἰς τὴν ἱατρικὴν εὐεργετικωτάτας ὑπηρεσίας προσφέρουν οἱ *ἡλεκτρικοὶ θερμοκαυτήρες* ἢ *γαλβανοκαυτήρες*, οἱ ὁποῖοι θερμαίνονται μέχρι διαπυρώσεως καὶ χρησιμεύουν διὰ καυτηριάσεις πληγῶν καὶ διὰ τομὰς καὶ ἀφαιρέσεις μικρῶν σαρκωμάτων κτλ.

Ἀνάφλεξις διὰ διαπυρώσεως. Πρὸς ἀνατίναξιν ὑπονόμων ἐξ ἀποστάσεως χρησιμοποιοῦνται σύρματα λευκοχρύσου ἢ σιδήρου, τὰ ὁποῖα θερμαίνονται δι' ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μέχρι διαπυρώσεως καὶ ἀναφλέξεως τῆς ἐκρηκτικῆς ὕλης.

Σύρματα ἀσφαλείας. Ἐπειδὴ πολλάκις διὰ τῶν συρμάτων, διὰ τῶν ὁποίων γίνεται ἡ διανομὴ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, εἶναι δυνατόν νὰ διέλθῃ ρεῦμα ἐντάσεως μεγαλυτέρας τῆς κανονικῆς, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ ἰσχυρὰν θέρμανσιν τοῦ ἀγωγοῦ ἢ καὶ ἀνάφλεξιν ἢ καὶ πυρκαϊάν, διὰ τοῦτο παρεμβάλλουν εἰς τὰ κυκλώματα τὰς καλουμένας *ἀσφαλείας*. Αὗται ἀποτελοῦνται ἀπὸ εὐτήκτον σύρμα ἐκ μολύβδου ἢ κρᾶματος, τὸ ὁποῖον εἶναι ἐγκλεισμένον ἐντὸς θήκης ἐκ πορσελάνης καὶ τοῦ ὁποίου τὰ ἄκρα συνδέονται μὲ τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων τοῦ κυκλώματος ἐν σειρᾷ. Τὸ πάχος τῶν εὐτήκτων συρμάτων εἶναι οὕτω καθωρισμένον, ὥστε

νὰ τήκωνται μόλις ἢ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος τὸν ἄγωγόν, ὑπερβῇ τὴν ἐπιτρεπομένην τιμὴν, ἢ ὁποία πάλιν ἐξαρθᾷται ἐκ τῆς διαμέτρου τοῦ ἄγωγου καὶ τοῦ εἵδους αὐτοῦ.

Λαμπτήρες πυρακτώσεως. Λεπτὰ δύστηκτα σύρματα δύνανται θερμαινόμενα δι' ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέοντος αὐτὰ νὰ διαπυρρῶθουν, ὅτε ἐκπέμπουν φῶς, τοῦ ὁποίου ἢ ἔντασις ἐξαρτᾷται ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς διαπυρώσεως αὐτῶν. Ἐφαρμογὴν τούτου ἀποτελοῦν οἱ **ἡλεκτρικοὶ λαμπτήρες διαπυρώσεως**, οἱ ὁποῖοι ἀποτελοῦνται (Σχ. 68 β καὶ γ) ἀπὸ σφαιροειδῆς ἢ ἀπιοειδῆς τελείως κλειστὸν ὑάλινον δοχεῖον, τὸ ὁποῖον ἐγκλείει ἐν-



α

β

γ

Σχ. 68

τὸς αὐτοῦ τοιοῦτον λεπτὸν δύστηκτον σύρμα, συνήθως ἐκ κραμάτων ὁσμίου, τανταλίου, βολφραμίου κτλ.

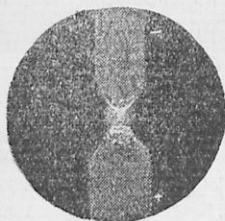
Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου συνδέονται δι' ἄγωγου μὲ τὸ ἐξωτερικὸν τοῦ δοχείου ἀπολήγοντα εἰς δύο κεχωρισμένους ἄγωγους διὰ νὰ δύνανται νὰ παρεμβάλλωνται εἰς τὸ κύκλωμα. Τὰ δοχεῖα ταῦτα εἶναι κενὰ ἀέρος ἢ περιέχουν ἐντὸς αὐτῶν ἀδρανῆς ἀέριον (ἄζωτον ἢ ἀργόν) διὰ νὰ μὴ καῖ τὸ σύρμα κατὰ τὴν διαπύρρῳσιν.

Οἱ ἀρχικοὶ λαμπτήρες διαπυρώσεως κατεσκευάζοντο ἐκ νημάτων ἄνθρακος καὶ ὠνομάζοντο λαμπτήρες τοῦ Edison (Σχ. 68α), διότι εἰς τοῦτον κατὰ μέγα μέρος ὀφείλεται ἡ ἐπινόησις καὶ ἡ τελειοποιήσις αὐτῶν. Οἱ λαμπτήρες οὗτοι, ἐπειδὴ καταναλίσκουν μεγάλην ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐπειδὴ εἶναι μειονεκτικώτεροι τῶν διὰ σύρματος, ἐγκατελείφθησαν καὶ δὲν χρησιμοποιοῦνται πλέον.

Οἱ λαμπτήρες διαπυρώσεως σὺν τῷ χρόνῳ ἐξαντλοῦνται, ἐξαερουμένου τοῦ μετάλλου καὶ ἐπικαθημένου ἐν λεπτοτάτῳ

διαμερισμῷ ἐπὶ τῆς ὑάλου, ἥ ὁποία οὕτως ἀμαυροῦται καὶ παρυσιάζει μικροτέραν διαφάνειαν, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὸ σύρμα πολ-
λάκις κόπτεται. Ὡς ἐκ τούτου ἐπιβάλλεται ἡ κατὰ καιροὺς ἀντι-
κατάστασις αὐτῶν.

Βολταϊκὸν τόξον. Κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ παρελθόντος αἰῶ-
νος ὁ Ἄγγλος χημικὸς Davy, ἐνῶ ἐπειραματίζετο δι' ἰσχυρο-
τάτου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρήγεν διὰ στήλης 2.000
στοιχείων τοῦ Volta, ἠθέλησε νὰ παρακολουθήσῃ τὰ φαινόμενα
τῆς ἀποκαταστάσεως καὶ διακοπῆς τοῦ ρεύματος μεταχειριζό-
μενος πρὸς τοῦτο ἠλεκτροδία ραβδοειδῆ
ἐξ ἄνθρακος. Τότε παρατήρησε μετ' ἐκ-
πλήξεως ὅτι κατὰ τὴν βαθμιαίαν ἀπο-
μάκρυνσιν τῶν ἠλεκτροδίων τὸ ρεῦμα
δὲν διεκόπτετο, ἀλλ' ὅτι, τῶν ἄκρων τῶν
ἀνθράκων διατηρουμένων εἰς τινα ἀπό-
στασιν ἀπ' ἀλλήλων, τὸ ρεῦμα ἐξηκολού-
θη νὰ διέρχεται ἀσθενέστερον διὰ μέ-
σου τοῦ ἀέρος, παράγον συγχρόνως
θερμότητα καὶ φῶς ἐκθαμβωτικὸν μὲ



Σχ. 69

πλουσίαν ἀκτινοβολίαν καὶ ὑπεριωδῶν ἀκτίνων. Ἡ φωτεινὴ
φλόξ, ἡ σχηματιζομένη μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν δύο ἠλεκτροδίων,
ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Davy **βολταϊκὸν τόξον** (Σχ. 69). Εἶναι
θερμοτάτη, ἀλλὰ τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον ἐκπέμπει, εἶναι σχε-
τικῶς ἀσθενές. Τὸ πλεῖστον τῆς φωταυγείας προέρχεται ἀπὸ
τὰς διαπύρους κορυφὰς τῶν ἠλεκτροδίων καὶ κυρίως τοῦ θετι-
κοῦ ἠλεκτροδίου, τὸ ὁποῖον φθείρεται ταχύτερον καὶ σχημα-
ζει εἰς τὸ ἄκρον εἶδος κρατήρος, ὁ ὁποῖος ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ
καὶ τῶν παρυφῶν αὐτοῦ ἐκπέμπει ἐντονώτατον λευκὸν φῶς,
τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὰ 85 % τῆς ὅλης φωτεινῆς ἀκτινοβολίας.
Ἡ θερμοκρασία τοῦ βολταϊκοῦ τόξου ὑπολογίζεται εἰς 4000° K.
Λόγῳ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τοῦ φωτὸς αὐτοῦ τὸ βολταϊκὸν τό-
ξον ἐχρησιμοποιεῖτο ἄλλοτε εὐρύτατα εἰς τοὺς προβολεῖς καὶ
τὸν φωτισμὸν μεγάλων διαμερισμάτων (πλατειῶν, ὁδῶν κ.τ.λ.)
Σήμερον οἱ διὰ βολταϊκοῦ τόξου λαμπτήρες ἀντεκατεστάθησαν
κατὰ τὸ πλεῖστον ὑπὸ τῶν τελειοποιηθέντων λαμπτήρων διαπυ-

ρώσεως, οἱ ὅποιοι καὶ αὐτοὶ ἀντικαθίστανται ἤδη διὰ τῶν φω-
τοβόλων σωλήνων φθορισμοῦ.

Λόγῳ ὅμως τῆς πολὺ μεγάλης θερμοκρασίας, ἡ ὁποία ἀνα-
πτύσσεται διὰ τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, εὗρίσκει τοῦτο εὐρυτάτην
ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ τὴν μεταλλουργίαν. Οὕτω
χρησιμοποιεῖται πρὸς τῆξιν καὶ συγκόλλησιν μεταλλίνων πλα-
κῶν, σιδηρῶν ράβδων κ.τ.τ., ἡ δὲ μέθοδος αὕτη ἀποτελεῖ τὴν
καλουμένην *αὐτογενῇ ἠλεκτρικῇ συντηξιν*. Κατ' αὐτὴν θε-
τικὸς πόλος πρέπει νὰ εἶναι τὸ πρὸς τῆξιν μέταλλον, διότι ἄλ-
λως δὲν παράγεται τόξον. Ἐπίσης κατασκευάζονται ποικίλοι
τύποι ἠλεκτρικῶν καμίνων, μὲ μεγάλα ἠλεκτροδία ἐξ ἀνθρακος,
μεταξὺ τῶν ὁποίων παράγεται ἰσχυρὸν καὶ θερμότατον ἠλε-
κτρικὸν τόξον. Ἐντὸς τοιούτων καμίνων, ἀφ' ἐνὸς μὲν διὰ τῆς
ὕψλης θερμοκρασίας, ἀφ' ἑτέρου δὲ διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως,
ἐπιτυγχάνονται εἰς τὴν βιομηχανίαν διάφοροι χημικαὶ συνθέ-
σεις καὶ ἀποσυνθέσεις μεγίστης σπουδαιότητος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

§ 63. *Ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια*. Ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε εἶναι γνω-
στὸν ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς δύναται νὰ ἐπιφέρῃ μηχανικά, θερμοαν-
τικὰ καὶ φωτεινὰ ἀποτελέσματα. Οὕτως εἶδομεν ὅτι ἔλκει ὑλικά
σώματα, διατρυνᾷ δυσηλεκτραγωγὰ τοιαῦτα, μετακινεῖ μαγνή-
τας, προκαλεῖ χημικὰς ἀποσυνθέσεις καὶ συνθέσεις, θερμαίνει,
διαπυρρώνει ἀγωγοὺς καὶ τοὺς καθιστᾷ φωτεινοὺς κ.τ.λ. Ἐπο-
μένως ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκδηλοῦται ὑπὸ διαφόρους μορφὰς ἐνερ-
γείας, δηλ. ὡς μηχανικὴ ἐνέργεια, ὡς θερμικὴ, ὡς χημικὴ ἐνέρ-
γεια κ.τ.λ. Ἐξ αὐτῶν ἔπεται ὅτι καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι μία
μορφή ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν *ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν*.
Αὕτη δύναται νὰ προέλθῃ ἐξ ἄλλων μορφῶν ἐνεργείας, εἰς τὰς
ὁποίας πάλιν εἶναι δυνατόν νὰ μετατραπῇ

§ 64. *Προσδιορισμὸς τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας*. — Εἴ-
ναι γνωστὸν ὅτι τὰ ρέοντα ὕδατα ἐγκλείουν μηχανικὴν ἐνέρ-
γειαν, ἡ ὁποία μετρεῖται διὰ τοῦ ὑπ' αὐτῶν παραγομένου ἔρ-
γου καὶ ὅτι, ὅταν ποσότης τῆς ὕδατος πίπτῃ ἐκ τινος σημείου
εἰς ἄλλο χαμηλότερον, παράγεται ἔργον, τὸ ὁποῖον εἶναι το-

σοῦτον μεγαλύτερον ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος εἶναι μεγαλότερα καὶ τὸ ὕψος, ἐκ τοῦ ὁποίου πίπτει μεγαλύτερον. Ἀνάλογόν τι συμβαίνει εἰς τὸν ἠλεκτρισμόν. Τὸ ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρ. ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἄγωγόν τινα παραγόμενον ἔργον εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἄγωγου τούτου καὶ πρὸς τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τινος τομῆς τοῦ ἄγωγου τούτου.

Ἐπομένως τὸ ὑπὸ τοῦ ρεύματος παραγόμενον ἔργον εἷς τινα ἄγωγόν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἰσοῦται μετὰ τὸ *γινόμενον τὴν διαφορὰς δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγου τούτου ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος*. Τὸ ἔργον τοῦτο παρέχει τὴν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου εἰς τὸν ἄγωγόν τοῦτον καταναλισκομένην *ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν*. Ἦτοι :

$$W = VI.$$

Ἐνθα W ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, V ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς βόλτ καὶ I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ἀμπέρ.

Ὡς μονὰς διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας λαμβάνεται τὸ watt (βάττ, πρὸς τιμὴν τοῦ Ἀγγλου μηχανικοῦ Watt 1736—1819). Τοῦτο *ἰσοδυναμεῖ μετὰ τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία δαπανᾶται εἰς ἄγωγόν διαρρέομενον ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1 ἀμπέρ καὶ διαφορὰς δυναμικοῦ 1 βόλτ εἰς 1 δλ'.* Π. χ. Ἐὰν ἄγωγός τις διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 3 ἀμπέρ ἡ δὲ διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ εἶναι 110 βόλτ, τότε ἡ καταναλισκομένη ἐνέργεια εἰς 1 δλ' θὰ εἶναι 330 βάττ.

Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια παρεχομένη ὑπὸ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου (δηλ. εἰς 1 δλ') καλεῖται ἰσχὺς τῆς πηγῆς. Ἐπειδὴ ἡ μονὰς βάττ διὰ τὴν πρᾶξιν εἶναι πολὺ μικρά, λαμβάνεται συνήθως ὡς μονὰς τὸ *χιλιοβάττ* (K.W) = 1000 βάττ. (1 χιλιοβάττ = 1,36 ἵπποι).

Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς καταναλισκομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ *ὠριαῖον χιλιοβάττ* (QXB). (kilowattheure) (k.w.h.), τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ ἐνέργεια ἡ παρεχομένη ὑπὸ πηγῆς ἰσχύος ἑνὸς χιλιοβάττ εἰς μίαν ὥραν. Ἐπίσης χρῆσις γίνεται καὶ τοῦ *ὠριαίου ἑκατομβάττ* (hecto-

wattheure) (h.w.h.), τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ κατανάλωσις ἑκατὸν βάττ εἰς μίαν ὥραν, δηλ. τὸ $\frac{1}{10}$ τοῦ ὠριαίου χιλιοβάττ.

§ 65. **Σχέσις ἡλεκτρικῆς καὶ θερμικῆς ἐνεργείας.**—Ὡς εἵπομεν, ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια παρέχεται ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$W=VI \text{ βάττ.}$$

Ἐπειδὴ ὁμως $V=IR$, ἔπεται ὅτι $W=I^2R$. Ἦτοι ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ. Τοῦτο ὁμως συμφωνεῖ πρὸς τοὺς νόμους τοῦ Joule, οἱ ὅποιοι παρέχουν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τῆς παραγομένης εἰς ἀγωγὸν διαρρεόμενον ὑπὸ ρεύματος, ὅταν τοῦτο δὲν προκαλῇ ἄλλα ἀποτελέσματα πλὴν τῶν θερμικῶν. Ἀλλὰ τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς θερμότητος εἶναι ἡ θερμικὴ ἐνέργεια, εἰς τὴν ὁποίαν μετατρέπεται ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια. (βλ. § 61).

Πειραματικῶς δεικνύεται ὅτι ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια 1 βάττ ἰσοδυναμεῖ πρὸς 0,24 μικρὰς θερμίδας καὶ ἔπειδὴ τὸ μηχανικὸν ἰσοδύναμον μιᾶς μικρᾶς θερμίδος εἶναι 0,426 χιλιογραμμαμόμετρα εὐρίσκομεν ὅτι 1 βάττ ἰσοδυναμεῖ πρὸς $0,24 \times 0,426$ χιλιογραμμαμόμετρα.

Ἦτοι 1 βάττ ἰσοδυναμεῖ πρὸς 0,24 μικρὰς θερμίδας

ἢ 1 > > > 0,1 χιλιογραμμαμόμετρα περίπου.

Προβλήματα: 1) Ἀγωγὸς ἀντιστάσεως 4 ὦμ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1,25 ἀμπέρ. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τῆς εἰς 1 λεπτὸν ἀναπτυσσομένης θερμότητος.

Λύσις: $Q=0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t=0,24 \cdot 1,25^2 \cdot 4,60=90 \mu.$ θερμίδες.

2) Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διέλθῃ ρεῦμα ἐντάσεως 5 ἀμπέρ, δι' ἀντιστάσεως 24 ὦμ, διὰ νὰ παραχθῇ ποσὸν θερμότητος 10 μεγάλων θερμίδων;

(ἀπ. 69 δλ'').

3) Λυχνία διαπυρώσεως τῶν 50 κηρίων καταναλίσκει 1,25 βάττ κατὰ κηρίον. Ἡ ἀντίστασις αὐτῆς εἶναι 250 ὦμ. Ζητεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος αὐτὴν καὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον αὕτη καθ' ὥραν παρέχει.

Λύσις: $W=50 \cdot 1,25=62,5$ βάττ.

$$I^2 = \frac{W}{R} = \frac{62,5}{250} = 0,25 \text{ καὶ } I=0,5 \text{ ἀμπέρ}$$

$$Q=0,24 \cdot W \cdot t=0,24 \cdot 62,5 \cdot 3600=54000 \text{ μικρ. θερμ.}$$

4) Ἡλεκτρικὴ λυχνία τῶν 50 κηρίων, καταναλίσκει 1,25 βάττ κατὰ κηρίον. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ λυχνία αὕτη λειτουργεῖ μὲ διαφορὰν δυναμικοῦ 120 βόλτ νὰ εὐρεθῇ: α) ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου δι' αὐτῆς καὶ β) πόσον στοιχίζει καθ' ὥραν ὁ φωτισμὸς

διὰ τῆς λυχνίας ταύτης, ὅταν τὸ ὥριαϊον χιλιοβάττ τιμᾶται 1600 δραχμᾶς.

Λύσις : α) $W=VI$, ἤτοι $1,25 \times 50 = 120 \times I$ ἤτοι $I=0,5$ ἀμπέρ περίπου.

β) ἡ ἀξία τῆς ἡλεκτρ. ἐνεργείας καθ' ὥραν εἶναι :

$$\frac{W}{1000} \times 1600 = \frac{1,25 \times 50}{1000} \times 1600 = 100 \text{ δραχμᾶς καθ' ὥραν.}$$

δ) Διὰ βολταϊκοῦ τόξου διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως 12 ἀμπέρ, ἡ δὲ διαφορά δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἀκροδεκτῶν αὐτοῦ εἶναι 50 βόλτ. Τοῦτο ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας παρέχει φῶς ἐντάσεως 800 κηρίων. Ζητεῖται νὰ εὐρεθῇ ἡ κατανάλωσις αὐτοῦ κατὰ κηρίον, καθὼς καὶ πόσον στοιχίζει ἡ λειτουργία αὐτοῦ καθ' ὥραν, ὅταν ὑπὸ τῆς πηγῆς παρέχεται ρεῦμα διαφορᾶς δυναμίζου 120 βόλτ (ὅποτε συνδέεται ἐν σειρᾷ ἀντίστασις) ἡ δὲ ἀξία τοῦ ὥριαίου χιλιοβάττ εἶναι 1500 δρχ.

(ἀπάντησις : ἡ κατανάλωσις κατὰ κηρίον εἶναι : 0,75 βάττ καὶ ἡ καθ' ὥραν λειτουργία στοιχίζει : 2.160 δρχ.).

6) Τρεῖς λαμπτήρες τελείως ὅμοιοι ἐν παραλλήλῳ συνδεδεμένοι εἰς τὸ κύκλωμα καταναλίσκουν εἰς 3 ὥρας καὶ 30' 320 ὥριατα βάττ. Ἡ διαφορά δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν εἶναι 220 βόλτ. Ζητεῖται α) ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου δι' ἐκάστων τῶν λαμπτήρων, β) ἡ ἀντίστασις ἐκάστου τῶν λαμπτήρων ἐν λειτουργίᾳ καὶ γ) πόσον στοιχίζει ἡ καθ' ὥραν λειτουργία αὐτῶν, ὅταν τὸ ὥριαϊον χιλιοβάττ τιμᾶται 1600 δραχμᾶς.

[ἀπ. α) $I=0,1385$ ἀμπ. (0,14 ἀμπ. περίπου), β) $R=1588$ ὦμ (1590 ὦμ περίπου), γ) 146 δρχ.].

7) Ἡλεκτρικὸν σίδηρο σιδερώματος καταναλίσκει καθ' ὥραν 400 βάττ. Πόσον στοιχίζει ἡ λειτουργία αὐτοῦ ἐπὶ 3 ὥρας, ὅταν τὸ ὥριαϊον χιλιοβάττ τιμᾶται 1200 δραχμᾶς.

(ἀπ. 1440 δρχ.).

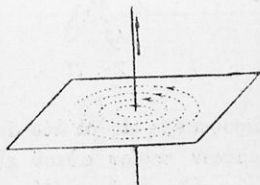
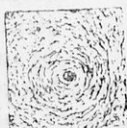
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

§ 66. Ἡλεκτρομαγνητισμός. — Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ φαινομένου τούτου, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὸν Δανὸν φυσικὸν Oersted (1820), παρώτρυνε τὸν Ampère καθὼς καὶ ἄλλους ἐπιστήμονας εἰς τὴν εὐρύτεραν σπουδὴν τῶν μαγνητικῶν φαινομένων τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία σήμερον ἀποτελεῖ σπουδαῖον κλάδον αὐτοῦ, ὁ ὅποιος καλεῖται ἡλεκτρομαγνητισμός.

§ 67. **Μαγνητικὸν πεδίον ρεύματος.**—Ἐκ τοῦ πειράματος τοῦ Oersted συνάγεται ὅτι περίξ ἀγωγοῦ διαρροεμένου ὑπὸ ρεύματος ἀναπτύσσονται **μαγνητικαὶ δυνάμεις**, τῶν ὁποίων τὴν διεύθυνσιν θὰ παρέχουν αἱ **δυναμικαὶ γραμμαί**, τὸ σύνολον δὲ αὐτῶν θὰ ἀποτελῇ τὸ **μαγνητικὸν πεδίον** τὸ ὑπὸ τοῦ ρεύματος παραγόμενον.

Τὸ μαγνητικὸν πεδίον τὸ παραγόμενον εἰς τὴν ἀνωτέρω περίπτωσιν τὸ εὐρίσκομεν εὐκόλως, ἐὰν διαπεράσωμεν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τούτου (Σχ. 70) καθέτως τεμάχιον χαρτονίου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὀριζοντίως

τοποθετουμένον σκορπίσωμεν ρινίσματα σιδήρου. Ἐὰν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διαβιβάζωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα (μεγάλης ἐντάσεως) καὶ κατόπιν κτυπήσωμεν



Σχ. 70

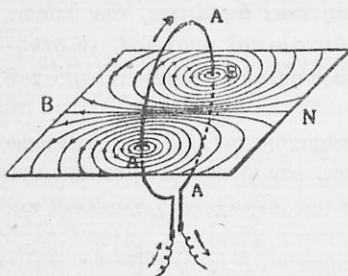
ἐλαφρῶς διὰ τοῦ δακτύλου τὸ χαρτόνιον, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ ρινίσματα διατάσσονται εἰς **ὁμοκέντρους κυκλικὰς γραμμὰς** περίξ τοῦ ἀγωγοῦ. Αἱ γραμμαὶ αὗται, ὡς γνωστόν, εἶναι αἱ **δυναμικαὶ γραμμαὶ** τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ παραγομένου περίξ τοῦ ἀγωγοῦ, τὴν διεύθυνσιν δὲ αὐτῶν λαμβάνει καὶ μαγνητικὴ βελόνη φερομένη πλησίον τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἐχοντες ὑπ' ὄψει τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς (§ 43 σχ. 41) καθορίζομεν καὶ ἐνταῦθα εἴτε τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν δυναμικῶν γραμμῶν ἐκ τῆς διεύθυνσεως τοῦ ρεύματος, εἴτε τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος ἐκ τῆς διεύθυνσεως τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, τὰς ὁποίας καθορίζει ἡ μαγνητικὴ βελόνη. Ἐπομένως:

Ἄν τοποθετήσωμεν τὴν δεξιὰν χεῖρα εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ διαρροεμένου ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μὲ τοὺς δακτύλους κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος, δηλ. ἀπὸ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς πρὸς τὸν ἀρνητικόν, τότε αἱ μαγνητικαὶ δυναμικαὶ γραμμαὶ, τὰς ὁποίας θὰ ἀντικρύξῃ ἡ παλάμη τῆς χειρὸς, θὰ ἔχουν διεύθυνσιν τὴν τοῦ ἀντίχειρος.

Ἐὰν ὁ ἀγωγός, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται τὸ ρεῦμα, εἶναι κυκλικός (Σχ. 71), παρατηροῦμεν ὅτι αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ

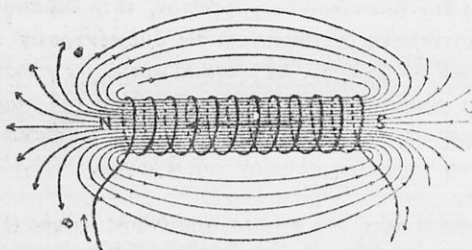
παραγομένου μαγνητικού πεδίου διέρχονται διὰ τοῦ ἔσωτερικοῦ τοῦ κύκλου τούτου καθέτως πρὸς αὐτόν.



Σχ. 71

Σωληνοειδές. Ἐὰν ὁ ἄγωγός εἶναι περιελιγμένος ἑλικοειδῶς (Σχ. 72), οὕτως ὥστε νὰ παρουσιάξῃ σειρὰν κυκλικῶν σπειρῶν καὶ νὰ σχηματίζῃ εἶδος σωλῆνος, ὁπότε ὁ ἄγωγός οὗτος καλεῖται **σωληνοειδές**, παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν οὗτος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ἐνεργεῖ ὡς **μαγνητικὴ ράβδος** καὶ

παρουσιάζει εἰς τὰ δύο ἄκρα τοὺς δύο πόλους μαγνήτου. Τὸ δυναμικὸν πεδίον αὐτοῦ εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ δυναμικὸν πεδίον τοῦ ραβδοειδοῦς μαγνήτου. Τὸ σωληνοειδές διασχίζεται καὶ εἰς τὸ ἔσωτερικὸν αὐτοῦ ὑπὸ δυναμικῶν γραμμῶν¹. Τούτων ἡ διεύθυν-



Σχ. 72

σις ὁρίζεται τοιαύτη, ὥστε νὰ εἰσέρχονται ἀπὸ τὸν νότιον πόλον τοῦ σωληνοειδοῦς καὶ νὰ ἐξέρχονται ἀπὸ τὸν βόρειον.

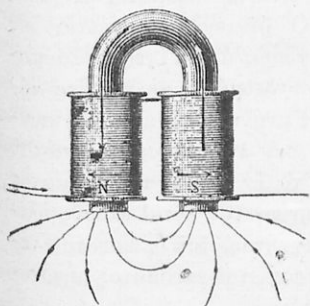
§ 68. **Ἡλεκτρομαγνήται.**—Ἐὰν ἐντὸς σωληνοειδοῦς εἰσαγάγωμεν ράβδον ἐκ σιδήρου, τότε παρατηροῦμεν ὅτι αἱ μαγνητικαὶ ιδιότητες αὐτοῦ ἐνισχύονται. Τὸ σύστημα τοῦτο καλεῖται **ἡλεκτρομαγνήτης**. Καὶ ἂν μὲν ἡ ἔσωτερικὴ ράβδος, ἡ ὁποία

1. Εἰς ἀντίθεσιν ἡ πορεία τῶν δυναμικῶν γραμμῶν εἰς τὸ ἔσωτερικὸν τῶν μονίμων μαγνητῶν δὲν εἶναι γνωστὴ. (Βλ. § 8).

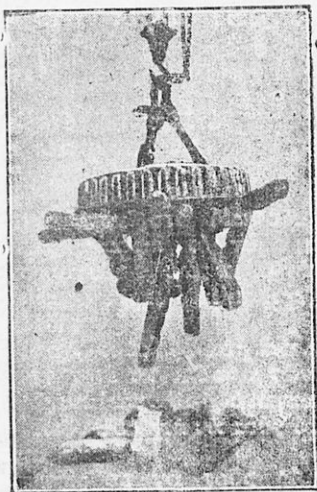
καλείται πυρήν, εἶναι ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, τότε τὸ σύστημα εἶναι μαγνήτης μόνον ἐφόσον διαρκεῖ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐὰν ὅμως ἡ ράβδος εἶναι ἐκ χάλυβος, τότε αὕτη μεταβάλλεται εἰς μόνιμον μαγνήτην. Οἱ ἐν χρήσει ἠλεκτρομαγνήται περιέχουν πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου.

Τὸ σύρμα τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, τὸ ὁποῖον περιβάλλει τὸν πυρῆνα εἶναι μεμονωμένον περιβαλλόμενον διὰ γουταπέρκης ἢ παραφινωμένου χάρτου, μετάξης κ.τ.τ. Περιτυλίσσεται δὲ περὶ τὴν ράβδον ἐν εἵδει **πηνίου**, οὕτως ὥστε αἱ σπείραι νὰ εἶναι πλησίον ἀλλήλων.

Καὶ εἰς τοὺς ἠλεκτρομαγνήτας δίδεται συχνότατα σχῆμα πεταλοειδὲς (Σχ. 73) πρὸς



Σχ. 73

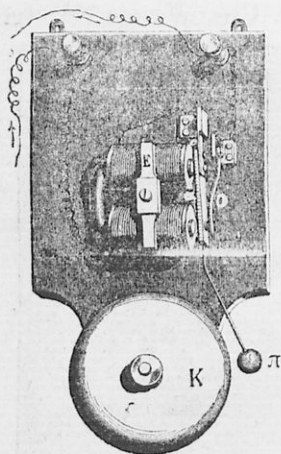


Σχ. 74

ἐπαύξει τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως αὐτῶν. Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν γίνεται μεγίστη, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου εἶναι μέγας καὶ ὅταν αὐξηθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

Ἐφαρμογαί. Οἱ ἠλεκτρομαγνήται χρησιμοποιοῦνται ποικιλοτρόπως εἰς τὴν πράξιν. Οὕτω χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἀνύψωσιν σιδηρῶν μαζῶν (ἠλεκτρομαγνητικοὶ γερανοὶ) (Σχ. 74) ὥς καὶ διὰ τὴν ἀπαλλαγὴν διαφόρων ὑλικῶν ἀπὸ τῶν σιδηρῶν προσμείξεων ὥς π. χ. τῶν σιτηρῶν πρὸ τῆς ἀλέσεως. Ὁμοίως

εἰς τὴν χειρουργικὴν πρὸς ἀφαίρεσιν σιδηρῶν ἀντικειμένων, π. χ. βελονῶν ἀπο τὰς σάρκας. Ἐφαρμογὴν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν ἔχομεν ἐπίσης εἰς τὸν ἡλεκτρικὸν κώδωνα, τὸν τηλέγραφον, τὸ ἡλεκτρικὸν ὥρολόγιον, εἰς μηχανήματα σημάτων σιδηροδρόμων εἰς τοὺς πίνακας ἐνδείξεως τῶν ἀριθμῶν τῶν δωματίων εἰς τὰ ξενοδοχεῖα, εἰς ὄργανα ἡλεκτρικῶν μετρήσεων κ.τ.λ. Ἐξ αὐτῶν θὰ ἐξετάσωμεν τινὰ μόνον.



Σχ. 75

§ 69. Ἡλεκτρικὸς κώδων.—

Οὗτος ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὸν ἡλεκτρομαγνήτην (Σχ. 75), ἔμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ ὁποίου ὑπάρχει πλακίδιον α ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, τὸ ὁποῖον καλεῖται ὀπλισμὸς καὶ τὸ ὁποῖον κρατεῖται εἰς ἀποστασιν τινὰ δι' ἐλάσματος ἐκ γάλυβος. Ὁ ὀπλισμὸς εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν πρὸς ἀκίδα ἐτέρου ἐλάσματος ο συνδεομένου μὲ τὸν ἕνα πόλον τῆς στήλης. Ἐξ ἄλλου δὲ συνδέεται διὰ τοῦ ἐλάσματος αὐτοῦ καὶ μὲ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος τῶν πηνίων τοῦ πεταλοειδοῦς ἡλεκτρομαγνήτου, τοῦ ὁποίου τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σύρματος συνδέε-

ται μὲ τὸν ἕτερον πόλον τῆς στήλης.

Ὅταν διὰ πίεσεως τοῦ κομβίου τοῦ διακόπτου κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, τότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ ὁ ὀπλισμὸς ἔλκεται, ἀλλὰ συγχρόνως τὸ ρεῦμα διακόπτεται. Τότε ὁμως ὁ ἡλεκτρομαγνήτης παύει νὰ εἶναι μαγνήτης καὶ ὁ μαλακὸς σίδηρος ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν του θέσιν. Ἀλλὰ τότε τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται ἐκ νέου καὶ οὕτω ἐφόσον τὸ κύκλωμα εἶναι κλειστόν, ὁ ὀπλισμὸς πάλλεται μεταξὺ ἀκίδος καὶ μαγνήτου καὶ μετ' αὐτοῦ πάλλεται καὶ τὸ πλῆκτρον π, τὸ ὁποῖον κτυπᾷ τὸν κώδωνα K καὶ παράγει τὸ γνωστὸν κωδώνισμα.

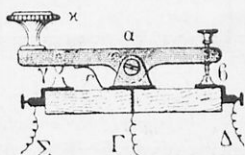
§ 70. Τηλέγραφος.—Ἱστορικόν. Ἀπ' ἀρχαιοτάτων χρόνων ἀνε-

ήτουν οί άνθρωποι τὰ μέσα τῆς ἐξ ἀποστάσεως συνεννοήσεως. Τοῦτο αὐτ' ἀρχὰς ἐπέτυχον διὰ διαφορῶν σημάτων. Τοιαῦτα δὲ σήματα ἔσαν οἱ ὑπὸ τοῦ Ὁμήρου ἀναφερόμενοι πυρσοί, ὁ καπνός, αἱ σημαῖαι κ.τ.λ. Ἡ τοιαύτη δι' ὁρατῶν σημάτων συνεννόησις, συστηματοποιή- νεισα τὸ πρῶτον ἐν Γαλλίᾳ ὑπὸ τῶν ἀδελφῶν Chappe τὸ 1794, ἀποτε- εῖ τὸν καλούμενον *ὀπτικὸν τηλέγραφον*, ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται ἀκόμη καὶ σήμερον. Πλὴν τῶν ὀπτικῶν τηλεγράφων λίαν περιορι- μένης χρήσεως ὑπῆρξαν καὶ οἱ καλούμενοι ἀκουστικοὶ τηλέγραφοι. Ἡ χρησιμοποίησις τοῦ *ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸν τηλέγραφον* ἐπροτάθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Σκώτου Marshall κατὰ τὸ 1753. Ὁ πρῶτος δὲ δι' ἡλεκτρομαγνητῶν λειτουργήσας τηλέγραφος ὑπῆρξεν ὁ κατὰ τὸ ἔτος 1833 ὑπὸ τῶν Gauss καὶ Weber κατασκευασθεὶς, ὁ ὁποῖος ἐκτελειοῦντος ἐξελίχθη εἰς τὸν καὶ σήμερον ἀκόμη χρησιμοποιούμε- νον *τηλέγραφον τοῦ Morse*, ἐπινοηθέντα τὸ 1840 ὑπὸ τοῦ Ἀμερικαν- οῦ ζωγράφου καὶ φυσικοῦ Samuel Morse.

Ὁ *τηλέγραφος τοῦ Morse*, ὅπως καὶ κάθε τηλεγραφικὴ ἐγκατάστασις, περιλαμβάνει τὸν *πομπόν*, δηλ. τὸ σύστημα ἀπο- στολῆς τῶν σημάτων, τὸν *δέκτην*, δηλ. τὸ σύστημα παραλαβῆς καὶ ἀποτυπώσεως αὐτῶν, καὶ τὴν *γραμμὴν*, δηλ. τὸ μέσον μεταδόσεως τῶν σημάτων. Ἐκαστος δὲ σταθμὸς περιλαμβάνει μίαν ἡλεκτρικὴν στήλην, ἓνα πομπὸν καὶ ἓνα δέκτην.

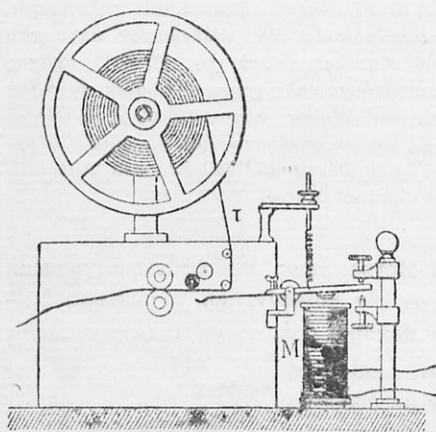
Ὁ *πομπὸς* ἢ *χειριστήριον* εἶ- ναι μοχλὸς μετάλλινος (Σχ. 76). ὁ ὁποῖος στηρίζεται ἐπὶ μονωτικῆς βά- σεως καὶ τοῦ ὁποῖου ὁ ἄξων *α* εἶναι διαρκῶς συνδεδεμένος μετὰ τῆς γραμμῆς *Γ*, τὸ ἄκρον *β* κρατεῖται εἰς ἐπικοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ δέκτου *Δ*, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον τοῦ μοχλοῦ φέρει κομβίον *κ*. Τοῦτο πιεζόμενον διακόπτει τὴν συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ δέκτου εἰς τὸ *β* καὶ συνδέει διὰ τῆς ἀκίδος *γ* τὴν γραμμὴν *Γ* μετὰ τῆς στήλης *Σ*.

Ἡ *γραμμὴ* ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀγωγὸν ἐκ σύρματος, ὁ ὁποῖος συνδέει τοὺς δύο πρὸς συνεννόησιν τόπους. Ἡ γραμμὴ δύναται νὰ εἶναι ἐναέριος, ὑπόγειος ἢ ὑποθαλασσία. Ὅταν εἶναι ἐναέ- ριος, ἀποτελεῖται ἀπὸ σιδηροῦν σύρμα ἐπιψευδαργυρωμένον. Ἡ



Σχ. 76

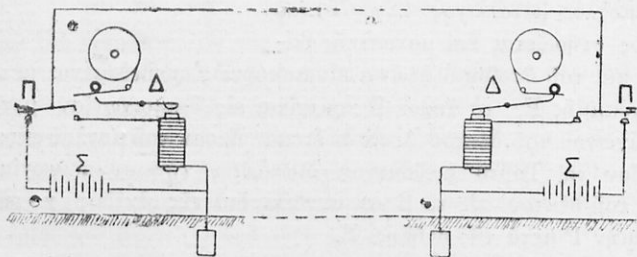
ὑπόγειος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ἢ περισσότερα χάλκινα σύρματα καλῶς μεμονωμένα. Οἱ ὑποθαλάσσιοι ἀγωγοὶ εἶναι τὰ καλούμενα **καλώδια**, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλὰ χάλκινα σύρματα μεμονωμένα καλῶς μεταξύ των διὰ γονταπέτρης καὶ διὰ πισσομένων κανναβίνων ἰνῶν καὶ προφυλαγμένα διὰ χαλυβδίνων ἰσχυρῶν συρμάτων πρὸς τὴν περιφέρειαν διατεταγμένων.



Σχ. 77

Ὁ δέκτης περιλαμβάνει ἓνα ἡλεκτρομαγνήτην M (Σχ. 77). Τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου τούτου συνδέεται διὰ τοῦ πομποῦ μετὴν γραμμῆν, τὸ δ' ἕτερον μετὴν γῆν, μετὰ τῆς ὁποίας συνδέεται διὰ μιᾶς μεταλλικῆς πλακὸς τοποθετημένης ἐντὸς ὑγροῦ ἐδάφους ἢ ἐντὸς φρέατος. Εἰς τὴν περι-

πτῶσιν ταύτην ἡ γῆ ὡς ἀγωγὸς κλείει τὸ κύκλωμα (Σχ. 78).



Σχ. 78

Λειτουργία. Κατὰ τὴν διαβίβασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τῆς γραμμῆς ἐκ τινος σταθμοῦ, ὁ ἡλεκτρομαγνήτης M ἔλ-

και διὰ τεμαχίου μαλακοῦ σιδήρου μοχλόν τινα καὶ προκαλεῖ τὴν ἐπὶ ἰσοταῶς συρομένης ταινίας χάρτου δι' ἑπαφῆς γραφίδος χάραξιν γραμμῶν, τῶν ὁποίων τὸ μῆκος ἔξαρκτάται ἀπὸ τὴν διάρκειαν τῆς πίεσεως τοῦ πομποῦ τοῦ ἑτέρου σταθμοῦ. Διὰ τοιούτων μακροτέρων καὶ βραχυτέρων γραμμῶν ἐν εἶδει στιγμῶν παρίστανται τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου συμβολικῶς καὶ οὕτως ἐπέρχεται ἡ συνεννόησις μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν. Τοιαῦτα σήματα διὰ τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου εἶναι π. χ. τὰ ἑξῆς: $\alpha = . -$, $\beta = - -$..., $\gamma = - - -$., $\delta = - -$.. κτλ.

Τηλέγραφος τοῦ Hughes. Νεώτερος καὶ πρακτικώτερος ἀλλὰ καὶ πολυπλοκώτερος εἰς τὴν σύνθεσιν αὐτοῦ εἶναι ὁ βραδύτερον τὸ 1867 ἐπινοηθεὶς ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Hughes τηλεγράφος διὰ γραμμάτων.

Τὸ μηχανήμα τοῦτο παρουσιάζει συστοιχίαν πλήκτρων ὁμοίαν πρὸς τὴν τῶν γραφομηχανῶν μὲ τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου. Κατὰ τὴν πίεσιν γραμμᾶτος τινος τίθεται εἰς κίνησιν τροχός, ὁ ὁποῖος φέρει περιφερειακῶς τὰ ἀντίστοιχα γράμματα. Ἐπὶ τοῦ οὕτω στρεφομένου τροχοῦ πιέζεται ἡ συρομένη ταινία καὶ ἀποτυπῶνται ἐπ' αὐτῆς τὸ ἀντίστοιχον γράμμα. Κατὰ τὴν ἀποστολὴν τῶν τηλεγραφημάτων στρέφονται συγχρόνως καὶ ἰσοταῶς δύο τροχοί, ὁ εἰς εἰς τὸν σταθμὸν ἀποστολῆς καὶ ὁ ἕτερος εἰς τὸν σταθμὸν παραλαβῆς. Οὕτω δὲ ἀποτυπώνονται ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῶν ταινιῶν αἱ τηλεγραφούμεναι λέξεις, αἱ ὁποῖαι ἐπιζολλῶνται ἐπὶ φύλλων χάρτου καὶ ἀποτελοῦν εἰς μὲν τὸν σταθμὸν ἀποστολῆς τὸ διὰ τὸν ἔλεγχον ἀπαιτούμενον ἀντίγραφον, εἰς δὲ τὸν σταθμὸν παραλαβῆς τὸ πρὸς ἐπίδοσιν τηλεγράφημα.

Μὲ τὴν πρόοδον τῶν ἐπιστημῶν τὰ συστήματα τῆς διὰ σύρματος καὶ καλωδίων τηλεγραφίας ἐτελειοποιήθησαν καὶ ἐπολλαπλασιάσθησαν. Προκειμένου περὶ μακρινῶν ὑπερωκεανίων ἐπικοινωνιῶν τὸ διὰ τῆς γραμμῆς ἐκ τοῦ σταθμοῦ ἐκπομπῆς διαβιβαζόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἶναι ἀσθενέστατον καὶ δὲν δύναται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ τοῦ δέκτου τοῦ σταθμοῦ λήψεως. Διὰ ταῦτα τὸ ἀσθενὲς αὐτὸ ρεῦμα χρησιμοποιεῖται μόνον πρὸς ἔλξιν ἐλαφροῦ ὀπλισμοῦ ἡλεκτρομαγνήτου στερεωμένου ἐπὶ εὐαίσθητου μοχλοῦ, διὰ τοῦ ὁποίου κλείεται τὸ κύκλωμα τοπικῆς στήλης τοῦ σταθμοῦ λήψεως, ἱκανῆς νὰ προκαλέσῃ τὴν λειτουργίαν τῶν μηχανημάτων τοῦ δέκτου. Τὸ τοιοῦτον σύστημα παρεμβολῆς ἐπικουρικῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς καλεῖται relais. Δι' ἑτέρων τελειοποιήσεων ἐπιτυγχάνεται ἡ σύγχρονος ταχυτάτη μεταβίβασις περισσοτέρων τηλεγραφημάτων διὰ μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς. Ἦδη ὁμως ἡ θαυμασία ἐξέλιξις τῆς ἀσυρμάτου ἐπικοινωνίας περιώρισεν αἰσθητῶς τὴν ἐνσύρματον τοιαύτην.

ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

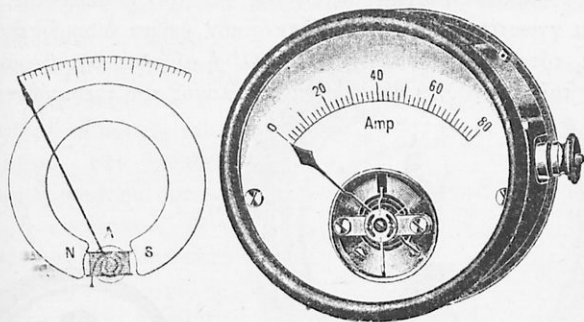
§ 71. **Γενικά.**— Πρὸς χρησιμοποίησιν τῶν διαφόρων ἡλεκτρικῶν πηγῶν κατὰ τρόπον ἐξασφαλίζοντα τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις καὶ τὰς διαφόρους συσκευὰς τῶν πολλαπλῶν ἐφαρμογῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, καθὼς ἐπίσης πρὸς ἐκτίμησιν, παρακολούθησιν καὶ ἔλεγχον τῆς λειτουργίας αὐτῶν καὶ πρὸς ἐξακρίβωσιν τῆς καταναλώσεως τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ἔχομεν ἀνάγκην διαφόρων μετρικῶν ὀργάνων, διὰ τῶν ὁποίων νὰ εὐρίσκωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ἢ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ ἢ αὐτὴν ταύτην τὴν καταναλισκομένην ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν. Ἐκ τῶν ὀργάνων τούτων θὰ περιγράψωμεν τὰ σπουδαιότερα.

§ 72. **Ἀμπερόμετρα.**— *Καλοῦνται οὕτω τὰ ὄργανα ἐκεῖνα, διὰ τῶν ὁποίων μετρεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.* Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι δυνατόν νὰ μετρηθῇ τῇ βοηθείᾳ βολταμέτρου διὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἡλεκτρολυομένου ὕδρογόνου. Εἰς τὴν προᾶξιν ὅμως ὁ προσδιορισμὸς οὗτος γίνεται ταχύτερον δι' ὀργάνων, τὰ ὁποῖα δι' ἀμέσου ἀναγνώσεως παρέχουν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος καὶ τὰ ὁποῖα καλοῦνται *ἀμπερόμετρα*.

Τὰ ἐν χρήσει ἀμπερόμετρα εἶναι γαλβανόμετρα, τὰ ὁποῖα εἶναι βαθμολογημένα, οὕτως ὥστε δι' ἀμέσου ἀναγνώσεως νὰ παρέχουν εἰς ἀμπέρ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸ κύκλωμα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παρεμβάλλονται. Μεταξὺ τῶν διαφόρων τύπων ἀμπερομέτρων, ἐκ τῶν μᾶλλον διαδεδομένων εἰς τὴν προᾶξιν εἶναι τὸ μετὰ *κινητοῦ πλαισίου* (τοῦ Chauvin καὶ Arroux).

Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἰσχυρὸν μαγνήτην τοξοειδῶς κεκαμμένον (Σχ. 79), μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ὁποίου ὑπάρχει κύλινδρος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, τὸν ὁποῖον περιβάλλει μικρὸν ὀρθογώνιον πλαίσιον, δυνάμενον νὰ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου. Τὸ πλαίσιον τοῦτο περιβάλλεται ὑπὸ περιστρεφόμενου μεμωνομένου σύματος, ἀποτελοῦντος πηνίον, τὸ ὁποῖον, ὅταν δὲν διέρχεται δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, κατέχει τὴν θέσιν Α, ἣν δεικνύει ἐν κατόψει τὸ σχῆμα 71 α. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν κρατεῖται διὰ δύο ἐλατηρίων, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν

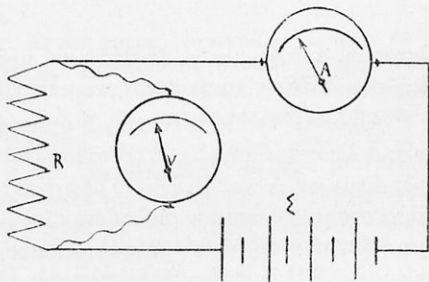
συγχρόνως καὶ ὡς ἄγωγοι τοῦ ρεύματος. Ἐὰν διαβιβάσωμεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ πηνίου, τότε τοῦτο γίνεται, ὡς εἶναι γνωστὸν, μαγνήτης καὶ τείνει νὰ περιστραφῇ καὶ νὰ τοποθετηθῇ καθέτως πρὸς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Ἡ γωνία περιστροφῆς



Σχ. 79

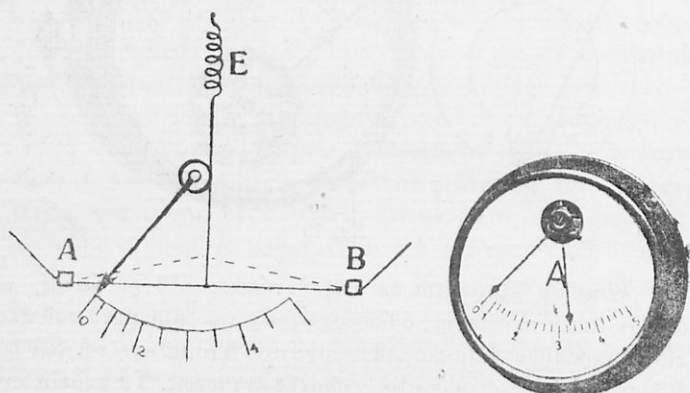
τοῦ πλαισίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, τὴν ὁποίαν δεικνύει δείκτης, ὁ ὁποῖος στρέφεται ὁμοῦ μετὰ τοῦ πλαισίου ἔμπροσθεν κλίμακος. Τὸ ὄργανον βαθμολογεῖται διὰ διαβίσεως δι' αὐτοῦ ρεύματος γνωστῆς ἐντάσεως. Τὰ σημεῖα συνδέσεως τοῦ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς πηγῆς εἶναι ὠρισμένα, διότι ἡ διεύθυνσις περιστροφῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος.

Σύνδεσις τῶν ἀμπερομέτρων. Τὰ ἀμπερόμετρα (A) παρεμβάλλονται εἰς τὸ κύκλωμα, τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ μετρηθῇ ἡ ἐντασις ἐν σειρᾷ (Σχ. 80). Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἀντίστασις αὐτῶν πρέπει νὰ εἶναι πολὺ μικρά, ἵνα μὴ ἐπιφέρουν αἰσθητὴν μεταβολὴν εἰς τὴν ἐντασιν τοῦ ρεύματος, ὅταν παρεμβάλλονται εἰς τὸ κύκλωμα.



Σχ. 80

Θερμικά ἀμπερόμετρα. Πλὴν τῶν ἀνωτέρω ἀμπερομέτρων, τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν φαινομένων λίαν ἐν χρήσει εἶναι καὶ τὰ καλούμενα **θερμικά ἀμπερόμετρα.** Τούτων ἡ κατασκευὴ στηρίζεται ἐπὶ τῶν θερμικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, διότι εἶναι γνωστὸν ὅτι, ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ ἀγωγόν τινα, τότε οὗτος θερμαίνεται. Ἄλλ' ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ ὁποία εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς

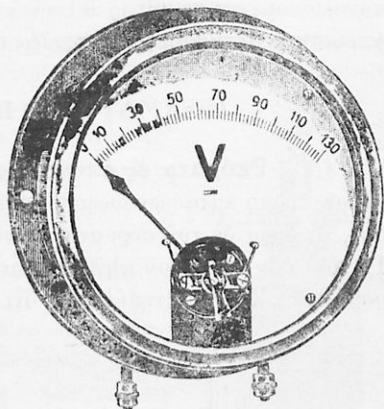


Σχ. 81

ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἐπιφέρει καὶ αὔξησιν τοῦ μήκους αὐτοῦ, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατόν νὰ μετρηθῇ ἡ ἔντασις.

Πρὸς τοῦτο εἰς τὰ θερμικά ἀμπερόμετρα ὑπάρχει λεπτὸν σύρμα λευκοχρόσου (Σχ. 81) στερεωμένον μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων A καὶ B. Εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ εἶναι συνδεδεμένον ἄλλο σύρμα, τὸ ὁποῖον, ἀφ' οὗ περιβάλλῃ τροχαλίαν, ἡ ὁποία φέρει δείκτην, συνδέεται κατόπιν μὲ ἐλατήριον E. Ὅταν διὰ τοῦ σύρματος AB διαβιβασθῇ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνυψώνεται καὶ τὸ σύρμα ἐπιμηκύνεται, ἐνῷ ἡ τροχαλία μετὰ τοῦ δείκτου περιστρέφεται. Ἡ γωνία περιστροφῆς τοῦ δείκτου παρέχει τὸ μέγεθος τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος. Ἡ φορὰ ἀποκλίσεως τῆς βελόνης ἐνταῦθα εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος.

§ 73. **Βολτόμετρα** (').—*Καλούνται οὕτω τὰ ὄργανα ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα παρέχουν τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων τοῦ ἀγωγοῦ.* Ταῦτα εἶναι ὄργανα ὁμοίας κατασκευῆς (Σχ. 82) πρὸς τὰ ἀμπερόμετρα, διαφέρουν ὅμως αὐτῶν, καθότι ἡ ἐσωτερικὴ αὐτῶν ἀντίστασις εἶναι πολὺ μεγάλη. Ταῦτα εἶναι βαθμολογημένα εἰς βόλτ καὶ συνδέονται ἐν διακλαδώσει (Σχ. 80) μετὰ τὰ σημεία τοῦ κυκλώματος, τῶν ὁποίων ζητεῖται ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ, ἢ συνδέονται ἀπ' εὐθείας μετὰ τοὺς πόλους τῆς πηγῆς, ὅταν ζητῆται ἡ ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις αὐτῆς. Τὸ διὰ τοῦ βολτομέτρου διερχόμενον ρεῦμα λόγῳ τῆς πολὺ μεγάλης ἀντιστάσεως αὐτοῦ εἶναι ἀσθενέστατον καὶ ὥς ἐκ τούτου δὲν ἔχει ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγόν.



Σχ. 82

§ 74. **Μέτρησις τῆς ἀντιστάσεως ἀγωγοῦ.**—Μεταξὺ τῶν ποικίλων μεθόδων, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀντιστάσεως ἀγωγοῦ τινος, ἡ προχειροτέρα εἶναι ἡ δι' *ἀμπερομέτρου καὶ βολτομέτρου*. Πρὸς τοῦτο σχηματίζομεν κύκλωμα (Σχ. 80), ἐντὸς τοῦ ὁποίου παρεμβάλλομεν ἐν σειρά τὸν ἀγωγόν τοῦτον R καθὼς καὶ τὸ ἀμπερόμετρον A. Τὸ ἀμπερόμετρον παρέχει τὴν ἐντάσιν τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγόν, ἐνῷ τὸ βολτόμετρον V, συνδεδεμένον ἐν παραλλήλῳ μετὰ τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ ἀντίστασις, παρέχει τὴν μεταξὺ τῶν ἄκρων αὐτοῦ διαφορὰν δυναμικοῦ. Κατόπιν ἐκ τῆς σχέσεως τοῦ νόμου τοῦ Ohm $R = V/I$ εὐρίσκεται ἡ ζητούμενη ἀντίστασις.

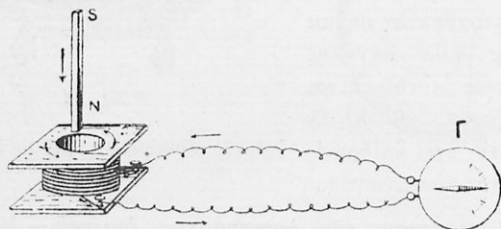
§ 75. **Βαττόμετρα καὶ μετρηταὶ ἠλεκτρικῆς ἐνεργ-**

1. Τὰ βολτόμετρα δὲν πρέπει νὰ συγχέωνται μετὰ τὰ βολτάμετρα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἠλεκτρολυτικὰ συσκευαί (βλ. § 49).

γείας.—Ἐπὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν φαινομένων στηρίζεται καὶ ἡ κατασκευὴ ὀργάνων, διὰ τῶν ὁποίων μετρεῖται ἡ ἰσχὺς ἠλεκτρικῆς τινος πηγῆς καὶ τὰ ὁποῖα καλοῦνται **βαττόμετρα**, καθὼς καὶ ὀργάνων χρησιμοποιουμένων εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν παρέχει πηγὴ τις, ἢ τῆς κατανάλισκομένης τοιαύτης καὶ τὰ ὁποῖα καλοῦνται **μετρηταὶ ἢ γινώμονες ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας** (κ. ὠρολόγια).

ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ

§ 76. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.**—Ἐὰν μὲ λεπτὸν μεμονωμένον σύρμα κατασκευάσωμεν πηνίον κοῖλον ἐσωτερικῶς (Σχ. 83), τὰ ἄκρα δὲ τοῦ σύρματος συνδέσωμεν μὲ γαλβανόμετρον Γ, τότε ἐὰν ἐντὸς τοῦ πηνίου εἰσαγάγωμεν ταχέως μαγνήτην ραβδοειδῆ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ γαλβανόμετρον ἀποκλί-



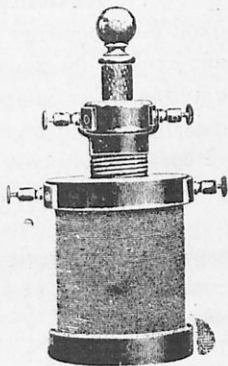
Σχ. 83

νει πρὸς στιγμὴν καὶ ἐκ νέου ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν τοῦ θέσιν, δηλ. δεικνύει στιγμιαίαν διὰ τοῦ σύρματος τοῦ πηνίου δίοδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐὰν τώρα ἐξαγάγωμεν ταχέως τὸν μαγνήτην ἐκ τοῦ πηνίου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ βελὸν τοῦ γαλβανομέτρου ἀποκλίνει πρὸς στιγμὴν ἐκ νέου, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγεται ὅτι κατὰ τὴν ταχείαν εἰσαγωγὴν καὶ ἐξαγωγὴν τοῦ μαγνήτου ἐντὸς τοῦ πηνίου παρὰγεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ ὁποῖον κατὰ τὴν ἐξαγωγὴν τοῦ μαγνήτου ἔχει ἀντίθετον διεύθυνσιν τοῦ κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν παραγομένου.

Τὰ οὕτω διὰ τῆς ἐπιδράσεως μαγνήτου εἰς κλειστὸν κύ-

κλώμα παραγόμενα ρεύματα καλοῦνται **ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς** ἢ **ἐπαγωγικά** (courants induits), τὸ δὲ φαινόμενον τοῦτο **ἐπαγωγή** (induction).

Ἐὰν ἀντὶ μαγνήτου λάβωμεν ἕτερον πηνίον, τὸ ὁποῖον χωρεῖ ἐντὸς τοῦ πρώτου (Σχ. 84) καὶ τὸ ὁποῖον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, τοῦτο ὡς εἶναι γνωστὸν θὰ ἐνεργῇ ὡς μαγνήτης καὶ ὡς εἶναι ἐπόμενον θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι παρουσιάζει τὰ αὐτὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα καὶ ὁ μαγνήτης. Τὰ διὰ τῆς εἰσαγωγῆς καὶ ἐξαγωγῆς τοῦ πηνίου παραγόμενα ἐπαγωγικά ἢ ηλεκτρικά ρεύματα θὰ εἶναι ἰσχυρότερα, ἔαν εἰσαγάγωμεν πηνίον μὲ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, δηλ. ἡλεκτρομαγνήτην, τοῦ ὁποῖου ὡς γνωστὸν αἱ μαγνητικαὶ ιδιότητες εἶναι ἰσχυρότερά.



Σχ. 84

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρουσιάζονται, ἔαν, ἀντὶ νὰ κινουῖμεν τὸ ἐν πηνίον ἐντὸς τοῦ ἄλλου, τοποθετήσωμεν μονίμως τὸ ἐν ἐντὸς τοῦ ἑτέρου καὶ ἀποκαθιστῶμεν ἢ διακόπτωμεν τὸ ρεῖμα τῆς πηγῆς. Θὰ παρατηρήσωμεν δὲ πάλιν ὅτι τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν παραγόμενον ἐπαγωγικὸν ρεῖμα εἶναι ἀντιθέτου διευθύνσεως τοῦ κατὰ τὴν ἀποκατάστασιν παραγομένου.

Τὸ πηνίον τὸ διαρρέομενον ὑπὸ τοῦ ρεύματος τῆς πηγῆς καλεῖται **πρωτεῦον**, ἐνῶ τὸ διαρρέομενον ὑπὸ τοῦ ἐπαγωγικοῦ καλεῖται **δευτερεῦον**.

Ἐκ τῶν πειραμάτων συνάγεται ὅτι :

Ἐπαγωγικὸν ρεῖμα παράγεται ἐντὸς κλειστοῦ κυκλώματος μόνον, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν μαγνητικῶν δυναμικῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι περικλείονται ὑπ' αὐτοῦ, δηλ. ἡ μαγνητικὴ ροή, μεταβάλλεται, ἡ δὲ διάρκεια τοῦ ρεύματος τοῦτου εἶναι ἴση πρὸς τὴν διάρκειαν τῆς μεταβολῆς ταύτης. Ὅταν ἡ μαγνητικὴ ροή, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τοῦ κυκλώματος, δὲν μεταβάλλεται, ρεῖμα ἐξ ἐπαγωγῆς δὲν παράγεται.

Ἡ ἔντασις τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος

τῆς μεταβολῆς της μαγνητικῆς ροῆς καὶ τῆς ταχύτητος τῆς μεταβολῆς ταύτης.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων ἐγένετο τὸ 1831 ὑπὸ τοῦ Ἀγγλοῦ φυσικοῦ Michael Faraday, εἰς τοῦτον δὲ ὀφείλεται καὶ ἡ θεωρητικὴ ἐξήγησις αὐτῶν. Ἀποτελοῦν δὲ ταῦτα, ὡς εἶναι φανερόν, νέον τρόπον παραγωγῆς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ ὁποῖος ἔδωσεν νέαν ὥθησιν εἰς τὴν πρόοδον τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

§ 77. **Αὐτεπαγωγή.**—Ἐὰν ἐγγίσωμεν πρὸς ἄλληλα τὰ ἄκρα δύο συρμάτων συνδεδεμένων μὲ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι δὲν παράγεται ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ. Ἐὰν ὅμως ἀποχωρίσωμεν ταῦτα, τότε θὰ παραχθῇ σπινθὴρ ἀρκετὰ ἰσχυρός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον ἀγωγὸν τινα παράγει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὅχι μόνον ἐπὶ ἐτέρου ἀγωγοῦ, ἀλλὰ καὶ εἰς αὐτὸν τὸν ἴδιον ἀγωγόν. Ὡς ἐκ τούτου, ὅταν εἰς τὴν ἀνωτέρω περίπτωσιν ἐνώσωμεν τὰ δύο σύρματα παράγεται εἰς τὸ ἴδιον κύκλωμα ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, ὁ ὁποῖος περικλείεται ὑπ' αὐτοῦ μεταβάλλεται. Τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς τοῦτο ρεῦμα ἔχει διεύθυνσιν ἀντίθετον τοῦ ρεύματος τῆς στήλης. Ὡς ἐκ τούτου δὲ ἡ αὔξησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος γίνεται βαθμιαία. Ἐνῶ ἀντιθέτως κατὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος παράγεται διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἐντὸς τοῦ ἰδίου ἀγωγοῦ ρεῦμα τῆς αὐτῆς διευθύνσεως, τὸ ὁποῖον προστίθεται εἰς τὸ ρεῦμα τῆς στήλης. Εἰς τὴν ἐνίσχυσιν δὲ ταύτην τοῦ διακοπτομένου ρεύματος ὀφείλεται καὶ ὁ σπινθὴρ ὁ παραγόμενος κατὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν δύο συρμάτων.

Τὸ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς αὐτὸν τὸν ἴδιον τὸν ἀγωγὸν καλεῖται **αὐτεπαγωγή**, τὸ δὲ παραγόμενον ρεῦμα καλεῖται **ρεῦμα ἐξ αὐτεπαγωγῆς**. Τὰ ἐξ αὐτεπαγωγῆς ρεύματα εἶναι ἰσχυρότερα, ὅταν εἰς τὸ κύκλωμα ὑπάρχῃ ἐν σειρᾷ συνδεδεμένον πηνίον, διότι τότε ἡ μεταβολὴ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, τὰς ὁποίας περικλείει τὸ κύκλωμα εἶναι μεγαλύτερα.

§ 78. **Διεύθυνσις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων καὶ νόμος τοῦ** *Lenz*.—Τὸ φαινόμενον τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων ὀφείλεται

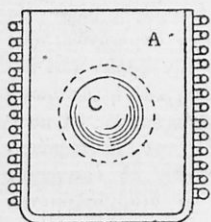
εις τὸ ὅτι εἰς πᾶσαν ἐπιφερομένην μεταβολὴν μᾶς μαγνητικῆς ἢ ἡλεκτρικῆς καταστάσεως, καθ' ἣν εἴτε δημιουργεῖται εἴτε μεταβάλλεται ἤδη ὑφιστάμενον μαγνητικὸν πεδῖον, ἐκδηλοῦται μία ἀντίδρασις, ἡ ὁποία τείνει νὰ ἐμποδίσῃ τὴν τοιαύτην μεταβολήν. Αὕτη ἡ ἀντίδρασις ἐκδηλοῦται διὰ τῆς παραγωγῆς ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς. Ὡς ἐκ τούτου, τὴν στιγμὴν καθ' ἣν, εἰσάγομεν εἰς ἓνα πηνίον τὸν βόρειον πόλον εἴτε μονίμου μαγνήτου, εἴτε σωληνοειδοῦς, εἴτε ἡλεκτρομαγνήτου, θὰ παραχθῇ εἰς τὸν ἄγωγόν τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, τὸ ὁποῖον τείνει νὰ ἐξωθήσῃ τὸν εἰσερχόμενον βόρειον πόλον ἀντιθέτως, καὶ τοῦ ὁποίου ρεύματος αἱ μαγνητικαὶ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἔχουν διεύθυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὴν τοιαύτην τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ εἰσερχομένου πόλου. Τὸ δὲ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς εἰσόδου βορείου πόλου θὰ ἔχῃ συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς (βλ. § 37 καὶ § 61) τὴν φορὰν τῶν βελῶν τοῦ σχ. 83. Ἀνάλογα φαινόμενα θὰ παρουσιάσῃ καὶ ἡ εἰσαγωγή τοῦ νοτίου πόλου. Ἄν ἔχωμεν τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 84, καθ' ἣν τὸ πρῶτον πηνίον εἶναι τοποθετημένον ἐντὸς τοῦ δευτερεύοντος, κατὰ τὴν διαβίβασιν τοῦ ρεύματος θὰ παραχθῇ ἐξ ἐπαγωγῆς τοιοῦτον ἀντιθέτου φορᾶς. Ἄν δὲ μειώσωμεν τὸ διαβιβαζόμενον ρεῦμα ἢ διακόψωμεν αὐτὸ ἢ προκειμένου περὶ εἰσαγωγῆς μαγνήτου ἐξαγάγωμεν τοῦτον, θὰ παραχθῇ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίθετον πρὸς τὸ διὰ τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ μαγνήτου ἢ τῆς διαβιβάσεως ρεύματος παραγόμενον καὶ τοῦ ὁποίου τὸ μαγνητικὸν πεδῖον τείνει νὰ ἀντικαταστήσῃ τὸ μειούμενον ἢ ἐξαφανιζόμενον τοιοῦτον. Τὰ αὐτὰ θὰ συμβοῦν, ἐὰν διαβιβάσωμεν τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου ἢ ἂν ἔχωμεν ἐν μόνον πηνίον, διὰ τοῦ ὁποίου διαβιβάζομεν τὸ ρεῦμα, ὅτε ἔχωμεν περίπτωσιν αὐτεπαγωγῆς.

Ἐξ ὧν εἵπωμεν περὶ ἐπαγωγῆς καὶ αὐτεπαγωγῆς συνάγεται ὁ ἐξῆς νόμος, καλούμενος *νόμος τοῦ Lenz*: *Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἔχει τοιαύτην φορὰν, ὥστε νὰ ἀνθίσταται κατὰ τοῦ αἰτίου, τὸ ὁποῖον γεννᾷ αὐτό.* Δηλ. παρουσιάζει μαγνητικὸν πεδῖον τείνον νὰ ἐμποδίσῃ τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς καὶ ἡλεκτρικῆς καταστάσεως τοῦ περιβάλλοντος ἐνὸς ἄγωγου.

* § 79. **Ρεύματα τοῦ Φουκῶ** (Foucault).—Ὅταν ἓνα συμπαγὲς σῶμα, τὸ ὁποῖον εἶναι καλὸς ἄγωγός τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἦτοι ἐκ μετάλλου ἢ ἀνθρακος, εὐρίσκεται ἐντὸς μεταβαλλομένου μαγνητικοῦ πεδίου ἐκδηλοῦται ὡς ἀντίδρασις αὐτοῦ ἢ ἐντὸς τοῦ σώματος παραγωγή στροβιλοειδῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων, τὰ ὁποῖα μετατρέπονται εἰς θερμότητα καὶ θερμαίνουν τὸ σῶμα. Τὰ ρεύματα ταῦτα, ἐξερευ-

νηθέντα τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Γάλλου Foucault, ἐκλήθησαν *ρεύματα Φουκῶ*. Ἐμφανιζόμενα εἰς τοὺς πυρῆνας τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν (τῶν γεννητριῶν) βλάπτουν. Πρὸς ἀποφυγὴν αὐτῶν χρησιμοποιοῦνται πυρῆνες μὲ σύστασιν φυλλοσιδῆ ἢ ἰνώδη, ἀποτελούμενοι ἀπὸ σύνολον ἐλασμάτων ἢ συρμάτων, ράβδων σιδήρου ἀπομεμονωμένων (βερνιζωμένων), ὅποτε τὰ τοιαῦτα ρεύματα δὲν παράγονται.

Διὰ διοχετεύσεως ἐναλλασσομένου ρεύματος ὑψηλῆς συχνότητος διὰ τῶν σπειρῶν πηνίου παράγονται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ, ἐντὸς ἀγωγοῦ ἀποτελοῦντος συμπαγῆ μάζαν, τοποθετημένην περὶ τὸ κέντρον τοῦ πηνίου, ρεύματα Foucault μεγάλης ἐντάσεως, ἀναπτύσσοντα



Σχ. 85

ὑψηλοτάτας θερμοκρασίας. Ἐὰν τὸ συμπαγὲς σῶμα (Σχ. 85) εἶναι σφαῖρα ἐξ ἀνθρακος C ἐντὸς ἄμμου A, περιεχομένης ἐντὸς δοχείου μὲ τοιχώματα ἐκ μονωτικῆς καὶ δυσθερμαγωγοῦ οὐσίας, περιβαλλομένου ὑπὸ τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου, διὰ τοῦ ὁποίου διαβιβάζεται τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος, ἡ σφαῖρα πυρουμενὴ θὰ τήξη τὴν ἄμμον καὶ θὰ σχηματίσῃ ρευστὸν πυριτικὸν ὀξὺ (Si O_2), δηλ. τετηγμένον χαλαζιαν (Quartz). Ἐξ αὐτοῦ κατασκευάζον-

ται βιομηχανικῶς διάφορα ἐξαρτήματα καὶ σκεύη ἀντέχοντα εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ εἰς ἀπότομον θέρμανσιν. Ἄν ἀντὶ σφαίρας καὶ ἄμμου τοποθετηθῇ καταλλήλως χωνευτήριον ἐκ γραφίτου, θὰ δυνάμεθα νὰ τήξωμεν ἐντὸς αὐτοῦ διάφορα δύστηκτα σώματα.

Ἐὰν ἀναρτήσωμεν μίαν πλάκα μεταλλίνην π. χ. ἐκ χαλκοῦ, ἡ ὁποία νὰ δύναται νὰ αἰωρεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν αὐτῆς μεταξὺ τῶν πόλων ἡλεκτρομαγνήτου, ἐφ' ὅσον διὰ τῶν πηνίων τοῦ μαγνήτου δὲν διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ἐπομένως οἱ πόλοι δὲν εἶναι μαγνητισμένοι, ἡ αἰώρησις συντελεῖται κανονικῶς. Ὅταν ὁμως διαβιβάσωμεν τὸ ρεῦμα, ἡ αἰώρησις σταματᾷ ἀποτόμως. Ἐὰν θελήσωμεν νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰς κινήσεις τῆς αἰώρησεως διὰ τῶν χειρῶν, θὰ συναντήσωμεν ἀντίστασιν καὶ θὰ καταβάλωμεν δύναμιν, συγχρόνως δὲ θὰ ἀντιληφθῶμεν ὅτι ἡ πλάξ θερμαίνεται, διότι θὰ παραχθοῦν ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῆς ρεύματα τοῦ Φουκῶ. Δηλ. ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τῶν χειρῶν μας μεταβάλλεται εἰς θερμότητα. Ἡ ἰδιότης αὐτὴ τῶν κινουμένων ἀγωγῶν ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς διάφορα ὄργανα μετρήσεως τῆς ἡλεκτρολογίας.

§ 80. Ἐναλασσόμενον ρεῦμα.—Ἐὰν εἰς σύστημα ἀποτελούμενον ἐκ δύο πηνίων, ἐκ πρωτεύοντος καὶ ἐκ δευτερεύοντος, οὕτως ὥστε τὸ πρῶτον νὰ εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ δευτέρου,

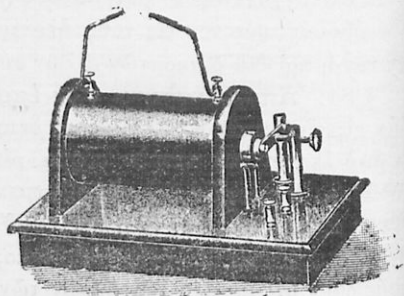
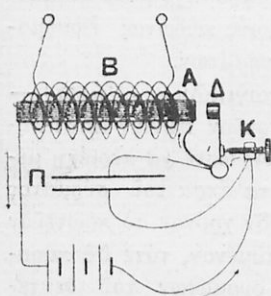
αβιβάζωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ πρωτεύοντος πηνίου περιδοικῶς, δηλ. διακόπτοντες καὶ ἀποκαθιστῶντες αὐτὸ ταχύτατα, τότε τὸ δευτερεῦον πηνίον, ἂν εἶναι κλειστὸν θὰ διαρρέεται ἀπὸ ἐπαγωγικὰ ρεύματα. Ἡ διεύθυνσις αὐτῶν θὰ ἀλλάσσεται ταχύτατα μετὰ τῶν ἀποκαταστάσεων καὶ τῶν διακοπῶν τοῦ διαβιβαζομένου ρεύματος. Τὸ ρεῦμα τὸ ὁποῖον ἀδιαρρέῃ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ δευτερεῦον πηνίον αλεῖται **ἐναλλασσόμενον ρεῦμα**.

Ἡ τοιαύτη ταχύτατη διακοπὴ καὶ ἀποκατάστασις τοῦ ρεύματος ἐπιτυγχάνεται δι' αὐτομάτου ἡλεκτρομαγνητικοῦ διακόπτου ὁμοίου πρὸς τὸν εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς κώδωνας ἐφαρμοζόμενον ἢ καὶ διὰ διακοπτῶν ἄλλων συστημάτων.

§ 81. **Ἀποτελέσματα τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων.**—
Εάν εἰς τὸ ἀνωτέρω σύστημα τὸ δευτερεῦον πηνίον ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα, οὕτως ὥστε νὰ περιέχῃ μέγαν ἀριθμὸν σπειρῶν καὶ πλησιάζωμεν τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου ἀρκετὰ πλησίον ἀλλήλων, καθ' ὃν χρόνον τὸ πρωτεῦον πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος διακοπτομένου, τότε θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι μετὰ τῶν ἁκρῶν τῶν συρμάτων τοῦ δευτερεύοντος πηνίου παράγονται ἰσχυροὶ ἡλεκτρικοὶ σπινθήρες. Ὄταν τοιαύτης μικρᾶς συσκευῆς τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος πηνίου κρατήσωμεν διὰ τῶν χειρῶν μας, θὰ αἰσθανθῶμεν πασμους καὶ πόνους εἰς τὰς ἀρθρώσεις τῶν ἄνω ἁκρῶν, ὁμοίους πρὸς τοὺς κατὰ τὴν ἐκκένωσιν πυκνωτοῦ παραγομένους. Ἐφόσον δὲ τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἐνισχύεται, εἴτε δι' αὐξήσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ πρωτεύοντος, εἴτε δι' εἰσαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πρωτεύοντος πηνίου πυρῆνος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐπὶ τοσούτον καὶ τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα γίνεται ἰσχυρότερον. Ἐνεκα τῆς διεγερτικῆς ἐπιδράσεως, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ ἐναλλασσόμενον τοῦτο ρεῦμα ἐπὶ τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων τοῦ ὁργανισμοῦ, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἰατρικὴν πρὸς θεραπείαν καὶ τόνωσιν βλαβέντων καὶ ἀτονισάντων νεύρων καὶ μυῶν.

§ 82. **Πηνίον τοῦ Ruhmkorff.** Πρὸς ἐπίτευξιν ἰσχυροῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ πρὸς παραγωγὴν ἰσχυρῶν σπινθήρων χρησιμοποιεῖται συσκευὴ ἐπινοηθεῖσα τὸ 1815 ἐν Παρισίοις ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ μηχανικοῦ Heinrich Ruhmkorff.

Αὕτη ἀποτελεῖται (Σχ. 86) ἀπὸ δύο πηνία, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἐσωτερικὸν Α, τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ τὸ πρῶτεον, συνίσταται ἐκ χονδροῦ σύρματος καὶ φέρει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ πυρῆνα ἐκ ράβδων μαλακοῦ σιδήρου, τὸ δὲ ἐξωτερικὸν Β ἐκ λεπτοῦ καὶ μακροτάτου σύρματος. Τὸ διὰ τοῦ πρῶτεοντος πηνίου διερχόμενον ρεῦμα διακόπτεται περιοδικῶς ταχύτατα, εἴτε δι' αὐτομάτου διακόπτου Δ εἴτε διὰ τοιούτου τελειοτέρου συστήματος καὶ μὲ μεγαλυτέραν συχνότητα. Ὁ διακόπτης συνδέεται ἑκατέρωθεν ἐν παραλλήλῳ μὲ πυκνωτὴν Π, ὁ ὁποῖος κατὰ



Σχ. 86

τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος φορτίζεται καὶ προλαμβάνει οὕτω τὴν διὰ σχηματισμοῦ τόξου ἐπιβράδυνσιν τῆς διακοπῆς.

Διὰ τοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff μετατρέπεται τὸ συνεχές ρεῦμα χαμηλῆς τάσεως εἰς *ἐναλλασσόμενον ὑψηλῆς τάσεως* (δηλ. μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ), τῆς ὁποίας τὰ μέγεθος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν τοῦ δευτερεύοντος πηνίου ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ πρῶτεοντος, ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ πρῶτεοντος ρεύματος καὶ ἐκ τῆς συχνότητος τῶν διακοπῶν.

Τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν παραγόμενον ἕξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι ἰσχυρότατον ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ κατὰ τὴν ἀποκατάστασιν παραγόμενον.

Χρήσεις. Τὰ πηνία Ruhmkorff χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἐργαστήρια φυσικῆς ποικιλοτρόπως. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν ἀκτίνων Röntgen, διὰ τὴν παρασκευὴν

τοῦ ὄζοντος καὶ τὰ μικρὰς σχετικῶς τάσεως πηνία εἰς τὴν λα-
τρικὴν, ὡς εἴπομεν καὶ ἀνωτέρω.

ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ

§ 83. **Τηλέφωνον.**—Σπουδαίαν ἐφαρμογὴν τῶν ἐπαγω-
γικῶν ρευμάτων ἀποτελεῖ τὸ **τηλέφωνον**. Τοῦτο ἐφευρέθη
ὑπὸ τοῦ Γερμανοῦ διδασκάλου Philpp Reis τὸ 1860, ἐτελειο-
ποιήθη ὅμως ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Graham Bell τὸ 1877,
οὕτως ὥστε νὰ εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῇ. Τὸ τηλέφω-
νον τοῦτο τοῦ Bell τελειοποιημένον χρησιμοποιεῖται σήμερον
ὡς **δέκτης**, διὰ τὴν λήψιν τῶν εἰς ἀπόστασιν παραγομένων



Σχ. 87

ἤχων. Ὡς πομπὸς χρησιμοποιεῖται τὸ καλούμενον **μικρόφωνον**
ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Hughes τὸ 1878.

Ἐκάστη τηλεφωνικὴ ἐγκατάστασις περιλαμβάνει τὸν
πομπόν, τὸν **δέκτην** καὶ τὴν **γραμμὴν**.

Πομπός. Πομπὸν τῆς φωνῆς εἶναι, ὡς εἴπομεν, τὸ **μικρό-
φωνον**. Τοῦτο ἀποτελεῖται σήμερον ἀπὸ δύο πλάκας ἐξ ἄνθρα-
κος συμπαγοῦς (Σχ. 87M καὶ 83Π), μεταξὺ τῶν ὁποίων πα-
ρεμβάλλονται χαλαρῶς τοποθετημένοι σφαιροειδεῖς κόκκοι ἐξ
ἄνθρακος, οἱ ὅποιοι περικλείονται ὡς ἐντὸς κυτίου ὑπὸ δακτυ-
λίου διαχωρίζοντος τὰς δύο πλάκας μονωτικῶς ἀπ' ἀλλήλων.
Ἡ μία τῶν πλακῶν τούτων εἶναι παχεῖα καὶ φέρει εἰς τὴν
ἐσωτερικὴν ὄψιν αὐτῆς ἐντομὰς, ἡ ἄλλη εἶναι λεπτή καὶ χρησι-
μεύει ὡς ἠχητικὸν διάφραγμα, τὸ ὁποῖον παλλόμενον μεταβάλ-
λει τὰ μεταξὺ τῶν κόκκων σημεῖα ἐπαφῆς καὶ ὡς ἐκ τούτου
καὶ τὴν ἀντίστασιν εἰς τὸ διὰ μέσου αὐτῶν διαβιβαζόμενον
ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

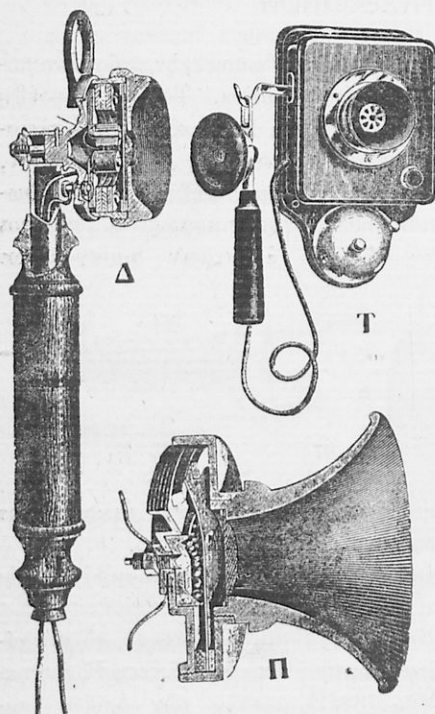
Τὰ παλαιότερου τύπου μικρόφωνα ἀπετελοῦντο ἀπὸ κυλινδρικοῦ



ραβδία ἐξ ἄνθρακος α (Σχ. 89) στηριζόμενα μεταξὺ δύο τεμαχίων συμπαγοῦς ἄνθρακος, διὰ τῶν ὁποίων διεβιάζεται τὸ ρεῦμα, καὶ τὰ ὁποῖα ἐστηρίζοντο ἐπὶ ξυλίνης βάσεως, διὰ τῆς ὁποίας μετεδίδοντο οἱ ἦχοι.

Τὸ μικρόφωνον, συνδεόμενον ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 89 μετὰ πη-

γῆς συνεχοῦς ἤλεκτρ. ρεύματος καὶ τηλεφώνου τοῦ Bell ὡς δέκτου ἀκουστικοῦ, ἐνισχύει τοὺς πρὸ αὐτοῦ ἢ ἐπ' αὐτοῦ παραγομένους, ἦχους (π. χ. ὥρολογίου) καὶ καθιστᾷ ἀκουστοὺς τοιούτους μὴ ἀκουομένους (π. χ. παραγομένους ὑπὸ ἐντόμων).



Σχ. 88

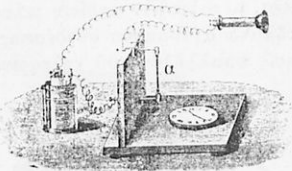
Δέκτης. Οὗτος ὑπὸ τὴν ἀπλουστεράν αὐτοῦ μορφήν, ὡς κατεσκευάσθη ὑπὸ τοῦ Bell, ἀποτελεῖται ἀπὸ μόνιμον μαγνήτην (Σχ. 87Δ καὶ 88Δ), ὁ ὁποῖος περιβάλλεται εἰς τὸ ἄκρον ὑπὸ πηνίου ἐκ λεπτοῦ μεμονωμένου σύρματος, ἔμπροσθεν δὲ ἀντικρούζει

εἰς πολὺ μικρὰν ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ λεπτὸν σιδηροῦν ἔλασμα Ε, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ εἶδος ἡχητικῆς μεμβράνης. Ὀλόκληρον τὸ σύστημα περικλείεται ἐντὸς θήκης ἐκ μονωτικῆς οὐσίας, ἥ ὁποία πρὸς τὸ μέρος τοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος φέρει ὀπὴν περιβαλλομένην ὑπὸ κυπελλοειδοῦς πλαισίου.

Λειτουργία. Ἐὰν σχηματίσωμεν κύκλωμα ἀποτελούμενον ἀπὸ στήλην Σ (Σχ. 87), τὸ μικρόφωνον Μ καὶ τὸν δέκτην Δ, τότε κατὰ τὴν πρὸ τοῦ μικροφώνου παραγωγὴν ἤχου παρὰ-

γονται λόγω τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως μεταβολαί τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, αἱ ὁποῖαι ἐπιδρῶσαι ἐπὶ τοῦ μαγνήτου τοῦ δέκτου Δ μεταβάλλουν τὴν ἐλκτικὴν δύναμιν αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος καὶ ἀναπαράγουν δι' αὐτοῦ τοὺς αὐτοὺς ἤχους. Ἡ ἀπόδοσις τῶν ἤχων ὑπὸ τοῦ δέκτου ἐνισχύεται ἀκόμη περισσότερο, ἂν (καθ' ὑπόδειξιν τοῦ Edison) (Σχ. 87) παρεμβληθῇ εἰς τὸ κύκλωμα ἐπαγωγικὸν πηνίον Π, τοῦ ὁποίου τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος πηνίου νὰ συνδεθῶν μετὰ τοῦ δέκτου, τὰ δὲ τοῦ πρωτεύοντος μετὰ τοῦ μικροφώνου καὶ τῆς στήλης.

Σύνδεσις σταθμῶν. Εἰς τοὺς διαφόρους τηλεφωνικοὺς σταθμοὺς τὰ τηλέφωνα ἀποτελοῦνται ἐκ συσκευῆς (Σχ. 88), ἡ ὁποία φέρει πομπὸν Π καὶ δέκτην Δ. Ὁ δέκτης ἐξαρτᾶται ἐξ ἀγκίστρου (σχ. Τ) ἢ στηρίξεως ἐπὶ στηρίγματος. Ταῦτα ἀποτελοῦν ἐξαρτήματα διακόπτου, ὁ ὁποῖος μόνον μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ δέκτου κλείει τὸ κύκλωμα τὸ συνδέον τοὺς δύο σταθμοὺς.



Σχ. 89

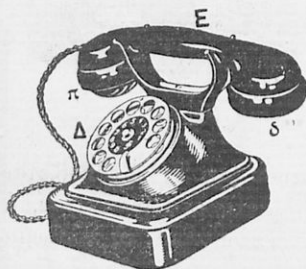
Εἰς τὰ νεωτάτου τύπου τηλέφωνα ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης εἶναι ἠνωμένοι εἰς μίαν συσκευήν, τῆς ὁποίας τὸ στόμιον τοῦ πομποῦ κατὰ τὴν χρῆσιν δὲν ἀντικρύζει τὸ στόμα τοῦ ὁμιλοῦντος, ἀλλ' εὐρίσκεται πλαγίως, ἵνα μὴ ψεκάζεται ὑπὸ σιέλου.

Ἡ σύνδεσις τῶν δύο σταθμῶν γίνεται διὰ δύο συρμάτων καὶ ὅχι δι' ἑνὸς ὥς εἰς τοὺς τηλεγράφους, πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ἐπιδράσεως διαταρακτικῶν ρευμάτων ὀφειλομένων εἰς τὴν γῆν.

Τηλεφωνικὰ κέντρα. Διὰ τὴν διὰ τοῦ τηλεφώνου εὐρυτέραν καὶ ὁμαδικὴν συνεννόησιν ἕκαστος τηλεφωνικὸς σταθμὸς συνδέεται μετὰ τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου. Εἰς τοῦτο ὑπάρχουν οἱ πίνακες μὲ τοὺς ἀριθμοὺς τῶν ἀντιστοιχῶν σταθμῶν, εἰς ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀντιστοιχεῖ ἀνά εἰς λύχνος καὶ μία ὀπή. Ὅσάκις ὁ τηλεφωνῶν ἀποτανθῇ πρὸς τὸ κέντρον, ἀνάπτει ὁ λύχνος τοῦ ἀντιστοιχοῦ ἀριθμοῦ, ἡ δὲ πρὸ τοῦ πίνακος τηλεφωνήτρια συνδέει τὸ τηλέφωνόν της, δηλ. τὸν δέκτην, τὸν ὁποῖον κρατεῖ πλησίον τοῦ ὠτός, μετὰ τοῦ σταθμοῦ τού-

του ἐνσφηνώνουσα τὸν γόμφον τοῦ ἐνὸς ἐκ τῶν δύο συρμάτων τοῦ δέκτου αὐτῆς ἐντὸς τῆς ὀπῆς, πρὸ τῆς ὁποίας ἀνέλαμψεν ὁ λύχνος. Ἀφ' οὗ δὲ ζητήσῃ καὶ πληροφορηθῇ τὸν ὑπὸ τοῦ τηλεφωνοῦντος ζητούμενον ἀριθμόν, συνδέει δι' ἀγωγοῦ τὰς ἀντιστοιχοῦς ὁπὰς τῶν δύο σταθμῶν καὶ θέτει οὕτω τοὺς σταθμοὺς τούτους εἰς ἐπικοινωνίαν. Ἡ εἰδοποίησις γίνεται πάντοτε δι' ἡλεκτρικοῦ κώδωνος, τοῦ ὁποῖον ἔχει ἐπὶ τῆς συσκευῆς ἕκαστος σταθμὸς καὶ διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ ὁποίου χρησιμοποιοῦνται τὰ αὐτὰ σύρματα.

Πλὴν τῶν συστημάτων διὰ λύχνων ὑπάρχουν καὶ ἄλλα συστήματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων τελειότερα καὶ πρακτικότερα εἶναι τὰ συστήματα αὐτομάτου συνδέσεως. Εἰς αὐτὰ δὲν ἀπαιτεῖται ἡ μεσολαβήσις ὑπαλλήλου τοῦ τηλεφωνικοῦ κέντρου. Ἡ σύνδεσις γίνεται διὰ



Σχ. 90

μέσου ειδικῶν συσκευῶν εὗρισκόμενων εἰς τὸ τηλεφωνικὸν κέντρον καὶ διὰ καταλλήλου χειρισμοῦ τῆς συσκευῆς τοῦ τηλεφώνου ὑπὸ τοῦ τηλεφωνοῦντος.

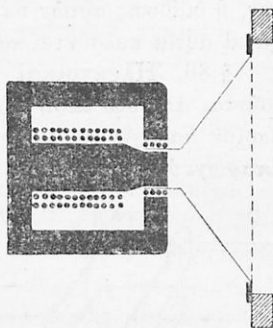
Εἰς τὸ αὐτόματον τηλεφώνημα (σύστημα Siemens & Halske) (Σχ. 90) τὸ κινητὸν ἑξάρτημα Ε, τοῦ ὁποῖου καλεῖται ἀκουστικόν, ἔχει εἰς τὸ ἓν ἄκρον τὸν δέκτην δ καὶ εἰς τὸ ἕτερον τὸν πομπὸν π καὶ ἐπὶ ὅσον εἶναι τοποθετημένον ἐπὶ τοῦ δι' αὐτὸ προωρισμένου στηρίγματος.

Τὸς, ἡ στήλη ἢ ἀνήκουσα εἰς τὸ σύστημα εἶναι ἀνοικτή. Ὁ θέλων νὰ τηλεφωνήσῃ θὰ ἀνασηκώσῃ τὸ ἀκουστικόν, ὁπότε τὸ στηρίγμα θὰ ἀνέλθῃ κατὰ τι, ὃ διακόπτει καὶ τὸ τηλεφώνημα θὰ συνδεθῇ μὲ τὰ δύο σύρματα καὶ δι' αὐτῶν μὲ τὸ κέντρον. Διὰ χαρακτηριστικοῦ δὲ ἤχου θὰ πληροφορηθῇ ἂν ἡ γραμμὴ εἶναι ἐλεύθερα ἢ ὄχι. Κατόπιν ἔχων ὑπ' ὄψιν τὸν ἀριθμὸν τοῦ τηλεφώνου μετὰ τοῦ ὁποῖου ζητεῖ τὴν σύνδεσιν, θὰ περιστρέψῃ καταλλήλως τὸν ἑλκὸς τῆς βάσεως ἠριθμημένον δίσκον Δ καὶ αὐτομάτως θὰ παρεμβάλλῃ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς στήλης καὶ τοῦ τηλεφώνου τοῦ τὸν κώδωνα τοῦ ἑτέρου τηλεφώνου, τοῦ ὁποῖου τὸ κωδώνισμα θὰ εἰδοποιήσῃ τὸν καλούμενον. Μόλις οὗτος ἀνασηκώσῃ τὸ τηλεφώνημα τοῦ ἀκουστικόν, αὐτομάτως θὰ ἀντικατασταθῇ εἰς τὸ κύκλωμα ὁ κώδων διὰ τοῦ δέκτου, τὸν ὁποῖον κρατεῖ, καὶ θὰ ἐπιτραπῇ ἡ συνεννόησις. Ὅταν κατόπιν εἰς ἐκ τῶν δύο, εἴτε ὁ καλέσας, εἴτε ὁ κληθεὶς, τοποθετήσῃ τὸ ἀκουστικὸν εἰς τὴν θέσιν του, τὸ κύκλωμα θὰ διακοπῇ.

§ 84. **Μεγάφωνα.** Ταῦτα εἶναι ἡλεκτρικαὶ συσκευαί, διὰ τῶν ὁποίων τὰ ὑπὸ τῶν ἤχων ἀλλοιούμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἀναπαράγουν καὶ ἀποδίδουν τοὺς αὐτοὺς ἤχους πάλιν ἐνισχυμένους, καθ' ὃν

τρόπον καὶ ὁ δέκτης τοῦ ἀκουστικοῦ τηλεφώνου, ἀλλ' ἀντὶ νὰ πάλ-
λεται μικρὸν λεπτὸν ἐκ σιδήρου ἔλασμα ὡς εἰς τὸ τηλεφώνον, κρα-
δαίνεται εὐμεγέθης ἐσκληρωσμένη χοανοειδὴς μεμβράνη, παράγουσα
ἐντονώτερον ἤχον καὶ ἐξυπηρετοῦσα ἀκροατήριον πολλῶν προσώπων.
Τὰ μεγάφωνα χρησιμοποιοῦνται εἰς ὁμιλίας, συναυλίας, φωνογράφους,
εἰς τὰ ραδιόφωνα καὶ τοὺς ἠχητικοὺς
κινηματογράφους.

Μεταξὺ τῶν ποικίλων συστημά-
των αὐτῶν, τὸ πλέον διαδεδομένον εἶ-
ναι τὸ καλούμενον *ἠλεκτροδυναμικὸν
μεγάφωνον*. Τοῦτο (Σχ. 91) ἀποτε-
λεῖται ἀπὸ ἠλεκτρομαγνήτην κυλινδρι-
κῆς μορφῆς, εἰς τὸν ὁποῖον ὁ εἰς τῶν
πόλων ἀποτελεῖ κύλινδρον συμπαγῇ
περιβαλλόμενον ὑπὸ πηνίου διαρρεομέ-
νου ὑπὸ συνεχοῦς ρεύματος, ὁ δὲ ἀντί-
θετος πόλος ἐν εἵδει κοίλου κυλίνδρου
περιβάλλει τὸν πρῶτον, οὕτως ὥστε
εἰς τὴν ἐμπροσθίαν βάσιν αὐτοῦ, ὅπου
καταλήγουν τὰ ἄκρα τῶν δύο πόλων,



Σχ. 91

ἀ σχηματίζεται δακτυλιοειδὴς σχισμὴ. Ἐντὸς τῆς σχισμῆς αὐτῆς
συγκρατεῖται ὑπὸ χοανοειδοῦς μεμβράνης ἐλαφρὸν πηνίον, διὰ
τῶν σπειρῶν, τοῦ ὁποῖου διαβιβάζονται τὰ ὑπὸ τοῦ μικροφώνου προ-
καλούμενα ἐπαγωγικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα ἀναγκάζουν τὸ πηνίον τῆς
σχισμῆς νὰ πάλλεται ἐντὸς αὐτῆς μὲ τὸν αὐτὸν ρυθμὸν, μὲ τὸν
ὁποῖον ἐναλλάσσονται καὶ τὰ δι' αὐτοῦ διερχόμενα ρεύματα. Μετὰ
τοῦ πηνίου ὁμως συμπάλλεται καὶ ἡ χοανοειδὴς μεμβράνη ὡς ἐν σύ-
νολον χωρὶς νὰ ἐνοχλῇται ἀπὸ ἰδίους παλμούς, παράγοντας ἀνεπι-
θυμήτους συνηχήσεις. Οὕτως ἀποδίδονται οἱ ἤχοι ὄχι μόνον ἰσχυρό-
τεροι, ἀλλὰ καὶ καθαρότεροι.

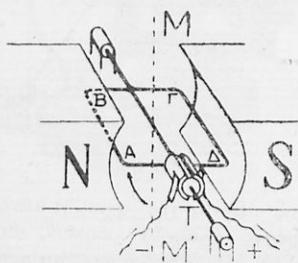
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

§ 85. *Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.*—Ἡ ὑπὸ τοῦ Faraday τὸ
1832 γενομένη ἀνακάλυψις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων προσ-
θέτει ἓνα ἀκόμη νέον τρόπον παραγωγῆς ἠλεκτρισμοῦ. Τοῦτο
ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τοὺς μὲ τὸν ἠλεκτρισμὸν ἀσχολουμένους
νὰ ἐπιδιώξουν τὴν κατασκευὴν μηχανῶν, αἵ ὁποῖαι νὰ παρά-
γουν ἠλεκτρισμὸν ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἡ κατασκευὴ τοιούτων μη-

χανῶν ἐστέφθη ὑπὸ πλήρους ἐπιτυχίας. Ἐνεκα δὲ τοῦ μεγάλου ποσοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὸν ὁποῖον δύνανται νὰ παραγάγουν αἱ μηχαναὶ αὗται, καὶ τοῦ ἀσυγκρίτως ὀλιγοδαπανωτέρου τρόπου παραγωγῆς ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν δι' ἡλεκτρικῶν στοιχείων τοιοῦτον, ἡ διάδοσις αὐτῶν ὑπῆρξεν ἀλματική καὶ τεραστία. Αἱ μηχαναὶ αὗται καλοῦνται καὶ **ἡλεκτρικαὶ γεννήτριαι**.

§ 86. **Ἑλεκτρικαὶ γεννήτριαι.**—Αὗται γενικῶς ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο μέρη· τὸ ἐν τούτων εἶναι τὸ μέρος ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον παράγει τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ καλεῖται **ἐπάγον** ἢ **ἐπαγωγέυς**, τὸ δ' ἕτερον εἶναι σύστημα ἀγωγῶν, τὸ ὁποῖον



Σχ. 92

ὁρίσεται τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ παράγει τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα. Τὸ σύστημα τοῦτο τῶν ἀγωγῶν καλεῖται **ἐπαγωγίμων**. Καὶ ἂν μὲν τὸ ἐπάγον εἶναι **μόνιμος μαγνήτης**, τότε αἱ μηχαναὶ καλοῦνται **μαγνητοηλεκτρικαὶ μηχαναὶ** (magnétos), ἂν δὲ τὸ ἐπάγον εἶναι **ἡλεκτρομαγνήτης**, καλοῦνται **δυναμοηλε-**

κτρικαὶ μηχαναὶ (dynamos).

Διὰ νὰ παραχθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ὑπὸ τῶν μηχανῶν τούτων, πρέπει τὸ ἐν τῶν μερῶν αὐτῶν, τὸ ἐπάγον ἢ τὸ ἐπαγωγίμων, νὰ τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν. Ἐπομένως διὰ τῶν μηχανῶν τούτων μετατρέπεται μηχανικὴ ἐνέργεια εἰς ἡλεκτρικὴν τοιαύτην.

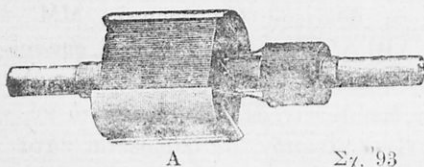
§ 87. **Ἀρχὴ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν.**—Ἐὰν μεταξὺ δύο μαγνητικῶν πόλων N καὶ S (Σχ. 92) τοποθετήσωμεν ἀγωγὸν κεκαμμένον ἐν εἴδει τετραπλεύρου ΑΒΓΔ, ὁ ὁποῖος νὰ εἶναι δυνατόν νὰ περιστρέφεται περὶ ἄξονα ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τότε κατὰ τὴν περιστροφὴν αὐτοῦ ὁ ἀριθμὸς τῶν μαγνητικῶν δυναμικῶν γραμμῶν, τῶν διερχομένων διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ αὐτοῦ μεταβάλλεται καὶ ὥς ἐκ τούτου, ἂν ὁ ἀγωγὸς οὗτος εἶναι κλειστός, θὰ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, τοῦ ὁποῖου ἡ ἔντασις καὶ ἡ φορὰ θὰ μεταβάλλονται περιοδικῶς. Τὸ ρεῦμα εἰς τὸν ἀγωγόν

γόν, ὥς συνάγεται ἐκ τοῦ πειράματος (διὰ γαλβανομέτρου), ἀλλάσσει φορὰν ὁσάκις τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ ΑΒΓΔ διέρχεται διὰ τῆς μέσης γραμμῆς ΜΜ', δηλ. ὁσάκις διέρχεται δι' ἐπιπέδου θέσεως καθέτου πρὸς τὰς δυναμικὰς γραμμὰς. Ἡ γραμμὴ αὕτη καλεῖται *γραμμὴ ἀναστροφῆς* ἢ *οὐδεδετέρα γραμμὴ*. Ἐπομένως εἰς μίαν ὁλόκληρον περιστροφὴν κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους τὸ ρεῖμα κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς περιστροφῆς, π. χ. ἐνὸς ἢ πλευρὰ ΑΒ εὐρίσκεται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς γραμμῆς ΜΜ', βαίνει κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΒΓΔ, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἥμισυ τῆς περιστροφῆς, δηλ. ἐνὸς ἢ πλευρὰ ΑΒ εὐρίσκεται πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς ΜΜ', κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΓΒΑ. Καὶ ἂν τὸ κύκλωμα τοῦ ἀγωγοῦ τούτου εἶναι κλειστόν, θὰ διαρρέεται κατὰ τὴν περιστροφὴν ὑπὸ ρεύματος ἐναλλασσομένου, τὸ ὁποῖον θὰ ἔχῃ περίοδον ἴσην πρὸς τὸν χρόνον μιᾶς περιστροφῆς. Ἐὰν ὅμως τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ τούτου συνδέωνται μὲ τὰ ἄκρα ἑξωτερικοῦ ἀγωγοῦ, οὕτως ὥστε τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν μεταβάλλεται ἡ διεύθυνσις τοῦ ρεύματος νὰ ἀλλάσσουν ἀμοιβαίως τὰ ἄκρα τῆς συνδέσεως, τότε τὸ ρεῖμα, τὸ ὁποῖον θὰ διαρρέῃ τὸν ἑξωτερικὸν ἀγωγόν, θὰ εἶναι τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ λέγεται συνεχές, διότι ὥς τοιοῦτον φέρεται καὶ χρησιμοποιεῖται.

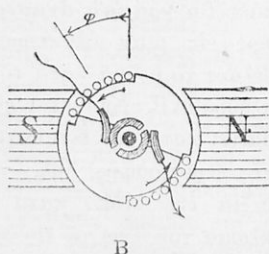
Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ καλουμένου *μεταγωγοῦ* Τ. Οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ μονωτικοῦ κυλίνδρου, ὃ ὁποῖος στρέφεται περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα περιστροφῆς καὶ ὃ ὁποῖος καλύπτεται ὑπὸ δύο ἡμικυλινδρικοῦν μεταλλίνων πλακῶν, εὐρισκομένων εἰς τινα ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων καὶ συνδεδεμένων μετὰ τῶν ἄκρων Α καὶ Δ τοῦ περιστρεφομένου ἀγωγοῦ. Τὰ ἄκρα τοῦ ἑξωτερικοῦ ἀγωγοῦ συνδέονται μὲ δύο ἐλάσματα εὐρισκόμενα ἑκατέρωθεν τοῦ κυλίνδρου καὶ εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ. Τὰ ἐλάσματα ταῦτα εὐρίσκονται εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ ἐναλλαγὴ τῶν ἐπαφῶν εἰς τοὺς ἡμικυλίνδρους νὰ γίνεται, ὅταν γίνεται ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος εἰς τὸν ἀγωγὸν ΑΒΓΔ. Τότε τὰ ρεύματα τὰ παραγόμενα εἰς τὸν ἀγωγὸν ΑΒΓΔ θὰ ἐξέρχονται πάντοτε ἀπὸ τὸ ἐν ἑλάσμα, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην θὰ ἀποτελῇ τὸν *θετικὸν πόλον*, καὶ θὰ εἰσέρχονται εἰς τὸ ἕτερον, τὸ ὁποῖον θὰ ἀποτελῇ τὸν *ἀρνητικὸν πόλον*. Τὸ οὕτω παραγόμενον ρεῖμα διαφέρει τοῦ συνεχοῦς τῶν στηλῶν, διότι εἶναι

μὲν τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀλλὰ παρουσιάζει περιοδικῶς μεταβλητὴν ἔντασιν.

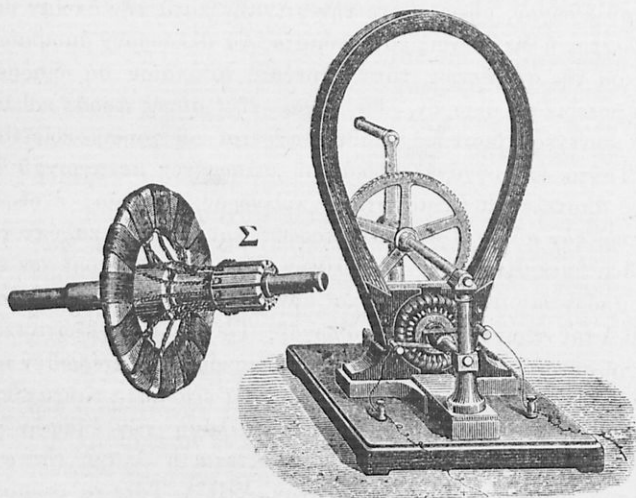
§ 88. **A.' Μαγνητοηλεκτρικαὶ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος.** Ἐν ἀντὶ ἀπλοῦ ἀγωγοῦ λάβωμεν πολλαπλῶς περιελγμένον ἀγωγὸν (Σχ. 93A καὶ B), χρησιμοποιοῦντες καὶ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, τότε τὸ παραγόμενον ρεῦμα θὰ εἶναι ἰσχυρότερον. Τοιοῦτον σύστημα ἀπετέλει ἡ ὑπὸ τοῦ



Σχ. 93



Werner von Siemens τὸ 1857 ἐπινοηθεῖσα μαγνητομηχανή. Νέαν πρόοδον ἐσημείωσεν ἡ ἐμφάνισις τῆς ὑπὸ τοῦ *Βέλγου*



Σχ. 94

μηχανικοῦ Gramme τὸ 1869 ἐπινοηθείσης μαγνητοηλεκτρικῆς μηχανῆς.

Αὕτη (Σχ. 94) μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ἔχει δι-

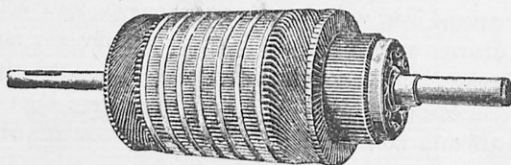
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἑκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

κύλιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν περιτυλιγμένα πλησίον ἀλλήλων καὶ κατὰ σειρὰν πολλὰ πηνία, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα συνδέονται μὲ τὰ ἄκρα τῶν παραπλεύρως εὐρισκομένων πηνίων καὶ συγχρόνως μὲ ἰσάριθμα πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν πηνίων πλακίδια μετάλλινα, τὰ ὁποῖα χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ μονωτικῆς ὕλης καὶ εἶναι τοποθετημένα κυλινδρικοῦς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς. Ταῦτα ἀποτελοῦν τὸν καλούμενον *συλλέκτην* Σ. Ἐπὶ τῶν πλακιδίων τούτων κατὰ τὴν περιστροφὴν αὐτῶν ἐφάπτονται καλῶς τὰ δύο ἐλάσματα ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *ψηκτραι*. Σήμερον αἱ ψηκτραι ἀποτελοῦνται συνήθως ἐκ προστριβομένων τεμαχίων συμπαγοῦς ἀνθρακος καὶ τοποθετοῦνται ἐπὶ τῆς γραμμῆς ἀναστροφῆς, τὴν ὁποίαν εἰς τὸ σχ. 92 ἐσημειώσαμεν διὰ τῶν γραμμάτων ΜΜ'. Αὕτη θεωρητικῶς κατέχει θέσιν κάθετον ἐπὶ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν εἰς τὸ μέσον μεταξὺ τῶν δύο μαγνητικῶν πόλων. Εἰς τὴν πρᾶξιν ὅμως μετατοπίζεται πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς περιστροφῆς τοῦ ἐπαγωγίμου κατὰ γωνίαν μεταβλητὴν φ (βλ. σχ. 93 Β), ἐξαρτωμένην ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἐπομένως καὶ ἐκ τῆς ταχύτητος περιστροφῆς. Ὡς ἐκ τούτου καὶ ἡ θέσις τῶν ψηκτρῶν πρέπει ἐκάστοτε νὰ ρυθμίζεται. Τοῦτο εἶναι εὐκολώτατον, διότι μεταξὺ συλλέκτου καὶ ψηκτρῶν, παράγονται σπινθῆρες, οἱ ὁποῖοι μόνον ἐπὶ τῆς γραμμῆς ἀναστροφῆς (καλουμένης καὶ οὐδετέρας) καταπαύουν. Διὰ τῶν ψηκτρῶν παραλαμβάνεται ὁ εἰς ὅλας τὰς σπείρας ἀναπτυσσόμενος ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρισμός.

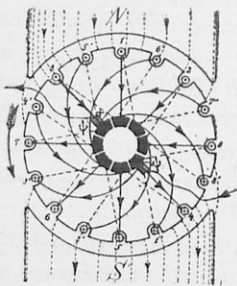
Ἀκόμη μεγαλυτέραν τελειοποίησιν ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον *τυμπανοειδὲς ἐπαγωγίμον τοῦ* Hefner Alteneck. Εἰς τὰς μηχανὰς ταύτας τὸ ἐπαγωγίμον ἀποτελεῖται ἀπὸ κύλινδρον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου (Σχ. 95 Α καὶ Β), ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου γίνεται ἡ περιτύλιξις τῶν ἀγωγῶν κατὰ τρόπον πολυπλοκώτερον ἢ εἰς τὸν δακτύλιον τοῦ Gramme. Ὁ συλλέκτης ἐνταῦθα εἶναι ὁ αὐτός. Αἱ τοιαῦται μηχαναὶ ἔχουν ἀκόμη μεγαλυτέραν ἀπόδοσιν τῶν προηγουμένων.

Εἰς πάντα τὰ συστήματα ταῦτα κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἐπαγωγίμου ὁ ἀριθμὸς τῶν διὰ τῶν σπειρῶν διερχομένων δυναμικῶν γραμμῶν μεταβάλλεται ἀπὸ μηδὲν μέχρι μεγίστης

τινὸς τιμῆς καὶ πάλιν ἐλαττοῦται καὶ γίνεται μηδέν. Οὕτω δὲ παράγεται ἐντὸς αὐτῶν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται ἐκ τῆς μιᾶς ψήκτρας τοῦ συλλέκτου (ὅπου ὁ θετικὸς πόλος) καὶ εἰσέρχεται διὰ τῆς ἐτέρας (ὅπου ὁ ἀρνητικὸς πόλος).



Σχ. 95 Α



Σχ. 95 Β

§ 89. Β'.
Δυναμομηχαναὶ
λεκτρικαὶ
μηχαναὶ
συνεχοῦς
ρεύματος.

Αὗται ἐπε-
νοήθησαν

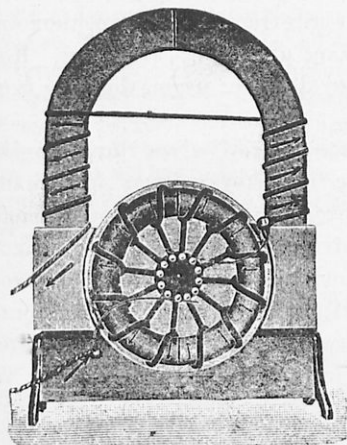
ὡσαύτως ὑπὸ τοῦ Werner von Siemens τὸ 1867, διαφέρουν δὲ τῶν μαγνητοηλεκτρικῶν μηχανῶν, διότι εἰς ταύτας ἀντὶ μονίμων μαγνητῶν χρησιμοποιοῦνται ἡλεκτρομαγνήται (Σχ. 96). Ὡς δὲ ὁ Siemens ἀνεκάλυψεν, δὲν ἀπαιτεῖται διὰ τὴν διεγερσιν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν ἰδιαίτερον ρεῦμα, ἀλλὰ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ αὐτὸ τοῦτο τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς παραγόμενον

ρεῦμα, διότι ὁ μαλακὸς σίδηρος ἅπαξ μαγνητισθεὶς διατηρεῖ πάντοτε ἔχνη μαγνητισμοῦ. Ἡ ὑπάρχουσα δὲ αὕτη μικρὰ ποσότης τοῦ μαγνητισμοῦ εἶναι ἐπαρκής, ἵνα διεγείρῃ εἰς τὰς στρεφόμενας σπείρας ἐπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διαβιβάζομενον ἐν μέρει ἢ ἐν ὅλῳ καὶ διὰ τῶν σπειρῶν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν ἐνισχύει αὐτοὺς καὶ ἐνισχύεται μέχρις ὁρίου τινός, ὁπότε πλέον ἢ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου διατηρεῖται σταθερά.

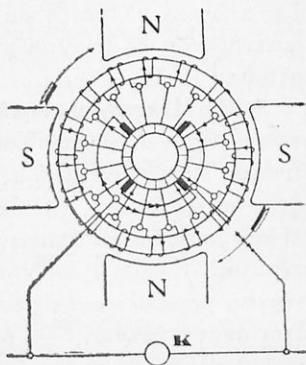
Αἱ τοιαῦται δυναμομηχαναὶ καλοῦνται καὶ **μηχαναὶ αὐτοδιεγέρσεως**.

§ 90. Πολυπολικαὶ μηχαναί.—Εἰς τὰς μέχρι τοῦδε περιγραφείσας μηχανὰς τὸ μαγνητικὸν πεδὸν παράγεται διὰ δύο πόλων. Αἱ τοιαῦται μηχαναὶ καλοῦνται **διπολικαί**. Πρὸς ἐπαύξησιν ὅμως τῆς ἀποδόσεως κατασκευάζονται μηχαναὶ με περισσότερούς τῶν δύο πόλους, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **πολυπολικαί**.

Εἰς ταύτας οἱ πόλοι εἶναι ἀρτίου ἀριθμοῦ, 4, 6, 8 κ.τ.λ., ἐναλ-
λάξ βόρειοι καὶ νότιοι, καὶ ἀποτελοῦν στεφάνην ἀκίνητον, ἐντὸς

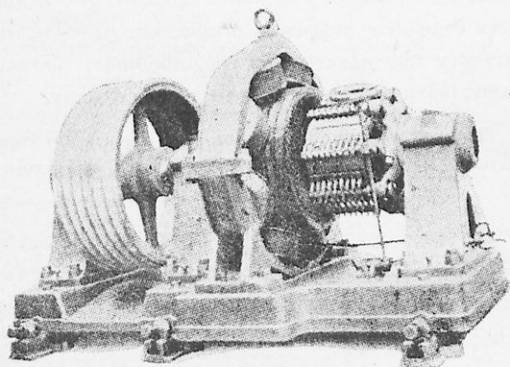


Σχ. 96



Σχ. 97

Τετραπολική γεννήτρια συνε-
χοῦς ρεύματος.



Σχ. 98

Ὀκταπολική γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος μετ' ἐπαγωγίμου
τυμπανοειδοῦς.

τῆς ὁποίας περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγίμον (Σχ. 97 καὶ 98). Ἰσά-
ριθμοι πρὸς τοὺς πόλους εἶναι καὶ αἱ ψῆκτραι, αἱ ὁποῖαι ἐνοῦν-
ται πρὸς ἀλλήλας, οὕτως ὥστε αἱ ἀρτίαι τάξεως ψῆκτραι ἡνω-

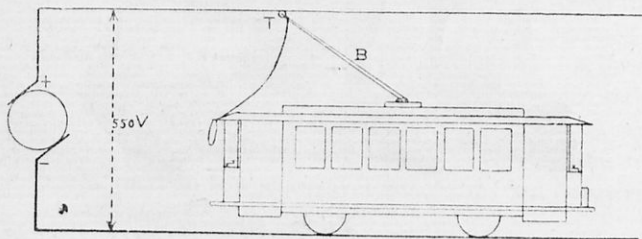
μέναι νὰ ἀποτελοῦν τὸν ἕνα πόλον τῆς μηχανῆς (+), αἱ δὲ πε-
ριττῆς ὁμοίως τὸν ἕτερον (—).

Εἰς τὰς δυναμομηχανὰς ἡ περιστροφή τοῦ ἐπαγωγίμου γί-
νεται τῇ βοήθειᾳ τῶν θερμοκινῶν μηχανῶν ἢ διὰ χρησιμοποιοῦ-
σεως πτώσεων ὑδάτων ἢ καὶ ἄλλης μηχανικῆς ἐνεργείας. Κα-
τασκευάζονται δὲ τοιαῦται μηχαναὶ ἰσχύος μέχρις ἑκα-
τοντάδων K. W.

§ 91. **Ἡλεκτροκινητῆρες.**—Οὗτοι εἶναι μαγνητοῦλε-
κτρικαὶ μηχαναί, εἰς τὰς ὁποίας διὰ διοχετεύσεως ἡλεκτρικοῦ
ρεύματος ἐπιτυγχάνεται ἡ περιστροφή τοῦ ἐπαγωγίμου, ἡ ὁποία
ὀφείλεται εἰς ἄπωσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίον
ἐπὶ τῶν σπειρῶν τοῦ ἐπαγωγίμου, τῶν διαρροεμένων ὑπὸ τοῦ
ρεύματος. Ἐπομένως εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἡλεκτρικὴ
ἐνέργεια μεταβάλλεται εἰς μηχανικὴν. Ὅτι αἱ μηχαναὶ αὗται
εἶναι **ἀναστρέψιμοι**, δηλ. μία καὶ ἡ αὐτὴ μηχανὴ δύναται νὰ
χρησιμοποιηθῇ ὥς **γεννήτρια** καὶ ὥς **κινητήρ**. Ἡ κατασκευὴ
τοῦ ἡλεκτροκινητήρος ἔπομένως εἶναι ἡ ἰδίᾳ μετὰ τὴν κατασκευὴν
τῆς γεννήτριας.

Οἱ ἡλεκτροκινητῆρες εὐρίσκουν εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς
τὴν κίνησιν διαφόρων μηχανῶν μικρᾶς καὶ μεγάλης ἰσχύος καὶ
εἰς τὴν κίνησιν τῶν ἡλεκτρικῶν τροχιοδρόμων, ἡλεκτρικῶν σι-
δηροδρόμων, ἡλεκτρικῶν αὐτοκινήτων καὶ πλοίων.

§ 92. **Ἡλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι.**—Οἱ ἡλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι
(Σχ. 99) εἶναι ἐφωδιασμένοι μετὰ ἡλεκτροκινητήρα, τοῦ ὁποίου τὸ ἐπα-



Σχ. 99

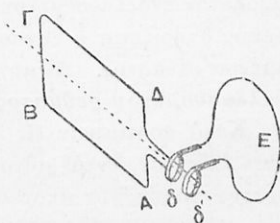
γωγίμον περιστρέφει τὸν ἕνα τῶν ἀξόνων τοῦ ὀχήματος. Ὁ εἰς ἐκ τῶν
δύο πόλων τῆς γεννήτριας, ἡ ὁποία παράγει τὸ πρὸς κίνησιν τοῦ ὀχή-
ματος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἐπικοινωνεῖ μετὰ μεμονωμένου ἀγωγοῦ, ὁ

ὁποῖος ἀποτελεῖται, εἴτε ἀπὸ χονδρὸν χάλκινον σύρμα ἀνηρτημένον ἄνωθεν τῆς σιδηροτροχιάς εἴτε ἀπὸ τρίτην σιδηρᾶν ράβδον τοποθετημένην μεταξὺ τῶν δύο σιδηρογραμμῶν ἢ πλευρικῶς. Ὁ ἕτερος τῶν πόλων τῆς γεννητηρίας ἐπικοινωνεῖ μετὰ τῆς σιδηροτροχιάς. Ἐκ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ παραλαμβάνεται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ βραχίονος B, ὁ ὁποῖος φέρει εἰς τὸ ἄκρον τροχαλίαν T, ἣ σχηματίζει τόξον ἢ πλάκα, τὰ ὁποῖα διολισθαίνουν κατὰ μῆκος τοῦ ἠλεκτροφόρου ἀγωγοῦ. Τὸ ρεῦμα τοῦτο, ἀφ' οὗ διέλθῃ διὰ διακόπτου καὶ σειρᾶς ἀνπιστάσεων, τὰς ὁποίας διὰ καταλλήλου στοροφάλου δύναται ὁ ὀδηγὸς νὰ παρεμβάλλῃ εἰς τὸ κύκλωμα, ρυθμίζων οὕτω τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, διέρχεται διὰ τοῦ ἠλεκτροκινητήρος, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται πλησίον τῆς βάσεως τοῦ ὀχήματος καὶ ἐκ τοῦ ὁποίου καταλήγει διὰ τῶν τροχῶν ἐπὶ τῆς σιδηροτροχιάς, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιστρέφει τρῶπον τινα εἰς τὴν μηχανήν. Ἀνάλογος εἶναι καὶ ἡ λειτουργία τῶν ἠλεκτρικῶν σιδηροδρόμων.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΕΣ

§ 93. Ἐναλλακτῆρες. — Εἵπομεν ἀνωτέρω (§ 87) ὅτι, ὅταν μεταξὺ τῶν δύο μαγνητικῶν πόλων περιστρέφεται ἀγωγὸς ἐν εἵδει σπείρας περὶ ἄξονα κάθετον πρὸς τὰς μαγνητικὰς δυναμικὰς γραμμάς, τότε, ἐὰν ὁ ἀγωγὸς οὗτος εἶναι κλειστός, θὰ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος *ἐναλλασσομένου*.

Τὸ ἐναλλασσόμενον τοῦτο ρεῦμα δυνάμεθα νὰ διαβιβάσωμεν καὶ εἰς ἑξωτερικὸν ἀγωγὸν διὰ δύο ψῆκτρων, αἱ ὁποῖαι νὰ εὐρίσκωνται εἰς ἐπαφὴν ὄχι μὲ μεταγωγὸν ἀλλὰ μὲ δύο μεμονωμένους δακτυλίους δ καὶ δ' (Σχ. 100), μὲ τοὺς ὁποῖους συνδέονται τὰ ἄκρα τῆς σπείρας.



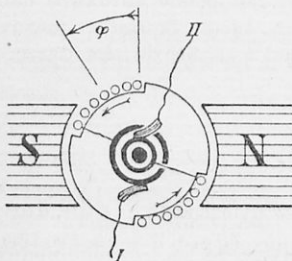
Σχ. 100

Καθ' ὅμοιον τρόπον δυνάμεθα οἰανδήποτε ἠλεκτρικὴν μηχανὴν παραγωγῆς συνεχοῦς ρεύματος νὰ μετατρέψωμεν εἰς τοιαύτην παραγωγῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ ἀντικαταστήσωμεν τὸν συλλέκτην διὰ τοῦ συστήματος τῶν ὁμοαξόνων δακτυλίων, ἐφ' ὧν προστρέβονται αἱ δύο ψῆκτραι, διὰ τῶν ὁποίων διαβιβάζεται τὸ παραγόμενον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς ἑξωτερικὸν κύκλωμα. Οὕτω π.χ. ἡ ἀπλουστερά γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος τοῦ σχήματος 93 (σελ. 104) μετατρέ-

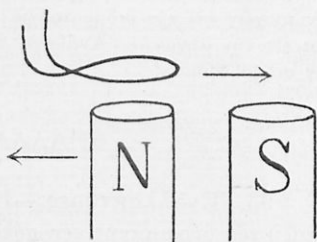
πεται εἰς τὴν ἀπλουστεράν μηχανὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος τοῦ σχήματος 101.

Τοιοῦτον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα παράγεται καὶ ἐντὸς κλειστής σπείρας, ἐὰν ἀπέναντι αὐτῆς ἐναλλάσσονται ὁ βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος μαγνήτου, εἴτε διὰ κινήσεως τῆς σπείρας πρὸ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, εἴτε διὰ κινήσεως τῶν μαγνητικῶν πόλων πρὸ τῆς σπείρας (Σχ. 102).

Ἐπόμενον εἶναι ὅτι καὶ εἰς τὰς περιπτώσεις ταύτας, ἐὰν αὐξήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν καὶ εἰσαγάγωμεν ἐντὸς αὐτῶν πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, τότε τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς πα-



Σχ. 101



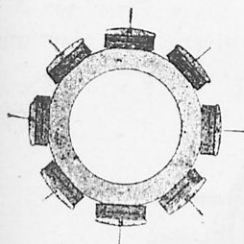
Σχ. 102

ραγόμενον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα θὰ εἶναι ἰσχυρότερον. Ἐπὶ τούτων στηρίζεται ἡ κατασκευὴ μηχανῶν παραγωγῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος. Αἱ μηχαναὶ αὗται καλοῦνται **γεννήτριαι ἐναλλασσομένου ρεύματος** ἢ **ἐναλλακτῆρες**.

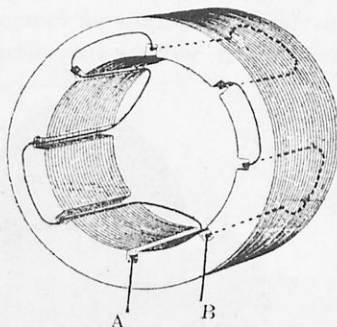
Κατὰ προτίμησιν εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας τὸ ἐπαγωγίμον μένει ἀκίνητον, ἐντὸς αὐτοῦ δὲ περιστρέφεται τὸ ἐπάγον. Εἰς τούτους τὸ ἐπάγον ἀποτελεῖται ἀπὸ δακτύλιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου (Σχ. 103), ὁ ὁποῖος περιφερειακῶς φέρει προεξοχάς, ἐν εἴδει ὀδόντων, αἱ ὁποῖαι περιβάλλονται ἀπὸ μεμονωμένον χάλκινον σύρμα, τὸ ὁποῖον εἶναι τοιουτοτρόπως περιελιγμένον, ὥστε, ὅταν δι' αὐτοῦ διαβιβασθῇ συνεχὲς ρεῦμα, αἱ προεξοχαὶ αὗται νὰ μαγνητίζονται καὶ νὰ παρουσιάζουν ἐναλλὰξ βορείους καὶ νοτίους πόλους. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου καταλήγουν εἰς δύο χάλκινους δακτυλίους, οἱ ὁποῖοι στρέφονται μετὰ τοῦ ἐπάγοντος περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Διὰ τῶν δακτυλίων δὲ τούτων τῇ βοηθείᾳ ψηκτρῶν διαβιβάζεται συνεχὲς ἠλεκτρικὸν

εἶμα, τὸ ὁποῖον προέρχεται, εἴτε ἐκ στήλης συσσωρευτῶν εἴτε
 συνηθέστερον ἐκ δυναμομηχανῆς συνεχοῦς ρεύματος, ἡ ὁποία
 συνήθως εἶναι προσηρμοσμένη ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος (Σχ. 105).

Τὸ ἐπαγωγίμιον τοῦ ἐναλλακτῆρος ἀποτελεῖται ἀπὸ στεφά-
 νου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου (Σχ. 104), ἡ ὁποία περιβάλλει τὸ ἐπά-
 γον καὶ ἡ ὁποία φέρει πρὸς τὰ ἑσω ὁμοίας καὶ ἰσαριθμούς (χα-
 μηλοτέρας) προεξῆς χωριζομένας ὑπὸ ἀντακοειδῶν ἐντομῶν.
 Ἡ ἐξ αὐτῶν περιελίσσεται κατ' ἀνάλογον πρὸς τοὺς πόλους



Σχ. 103

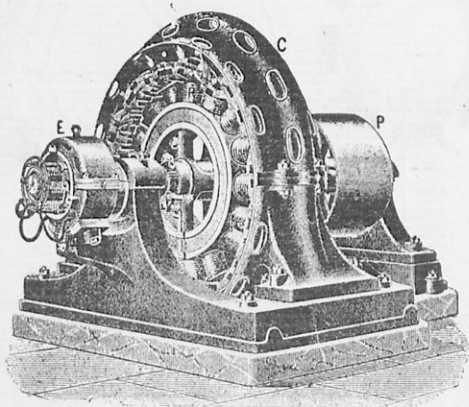


Σχ. 104

φόρον ἄγωγος ἐκ μεμονωμένου χαλκίνου σύρματος, ὁ ὁποῖος
 καταλήγει εἰς τὰ ἄκρα Α καὶ Β. Αἱ περιελίξεις περὶ
 καθεστὴν ὀρθογώνιον προεξοχὴν εἶναι πολλαπλαῖ καὶ σχηματί-
 ζουσιν χαμηλὰ τετράπλευρα πηνία μετὰ πυρῆνος.

Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἐπάγοντος, ἡ ὁποία γίνεται
 συνήθως τῇ βοηθείᾳ θερμοκῆς μηχανῆς, ἢ ὅπου εἶναι δυνατόν
 ὑδροκινητήρος, παράγεται ἐντὸς τοῦ ἄγωγου τοῦ ἐπαγωγί-
 μιου ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, τὸ ὁποῖον διὰ τῶν
 πόλων Α καὶ Β εἶναι δυνατόν νὰ διαβιβασθῇ εἰς ἑξωτερι-
 κὸν κύκλωμα ἢ δίκτυον καταναλώσεως. Ἡ **περίοδος** τοῦ ρεύ-
 ματος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πόλων καὶ ἐκ τῆς ταχύ-
 τητος περιστροφῆς, διότι τὸ ρεῦμα ἀλλάσσει φορὰν, ὅσά-
 ντες οἱ πόλοι τοῦ ἐπάγοντος διέρχονται διὰ τοῦ μέσου ἀντιστοι-
 χῶς πηνίων τοῦ ἐπαγωγίμιου, ὅπου τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἐκμη-
 νεύεται καὶ ἐντεινόμενον κατ' ἀντίθετον φορὰν ἀποκτᾷ τὴν

μεγίστην αὐτοῦ ἔντασιν, ὅταν τὰ μέσα τῶν πηνίων ἀντικρύζον
τὰ διάκενα τῶν πόλων τοῦ ἐπάγοντος. Ἐπομένως ἡ περίοδος
τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος διαρκεῖ, ὅσον χρόνον καὶ ἡ ἀντι-
κατάστασις τῶν ἀπέναντι τῶν πηνίων πόλων ὑπὸ τῶν ἀμέσως ἐπο-
μένων ὁμωνύμων τοιούτων. Εἰς μίαν δὲ περίοδον παράγονται εἰς
τὸ ἐπαγωγίμον δύο ἰσοδύναμα ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς ρεύματα. Εἰς
τὰς μηχανὰς ταύτας ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ἄκρων Α καὶ
Β (τοῦ σχ. 104) συνεχῶς μεταβάλλεται. Αὕτη ἀπὸ τοῦ μηδενὸς λαμ-
βάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν μὲ θετικὸν πόλον ἔστω τὸν Α καὶ
ἀρνητικὸν τὸν Β, κατόπιν ἐλαττοῦται γίνεται ἐκ νέου μηδέν



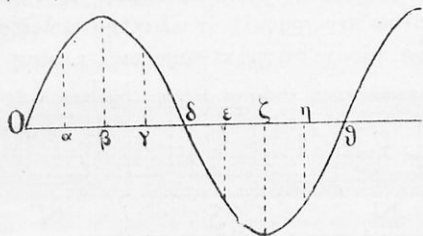
Σχ. 105

Ἐναλλακτὴρ ἐν συνδέσει μετὰ δυναμομηχανῆς συνεχοῦς ρεύματος
καὶ ἔπειτα αὐξάνεται ἐκ νέου μὲ θετικὸν τὸ ἄκρον Β καὶ ἀρ-
νητικὸν τὸ Α, δηλ. κατ' ἀντίθετον φορὰν μέχρι μεγίστης τιμῆς
τιμῆς κ.ο.κ. Ἀναλόγους μεταβολὰς ὑφίσταται καὶ ἡ ἔντασις τοῦ
ἐπαγωγικοῦ ρεύματος.

Διὰ τοῦτο εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὡς διαφορὰ δυνα-
μικοῦ λαμβάνεται ἡ καλουμένη **ἐνεργὸς διαφορὰ δυναμικοῦ**
ἡ ὁποία εἶναι ἡ διαφορὰ ἐκείνη τοῦ συνεχοῦς ρεύματος,
ὁποία θὰ παρῇγε εἰς τινὰ ἄγωγόν, τὸ αὐτὸ θερμικὸν ἀποτέλε-
σμα, τὸ ὁποῖον καὶ τὸ ἐναλλασσόμενον. Ὅμοίως ὁρίζεται
ἡ **ἐνεργὸς ἔντασις** τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Λέγοντες

τάσιν ἢ ἔντασιν εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον. ρεῦμα ἐννοοῦμεν τὴν ἐνεργὸν τάσιν ἢ ἐνεργὸν ἔντασιν αὐτοῦ.

§ 94. **Γραφικὴ παράστασις.**— Τὰς μετὰ τοῦ χρόνου μεταβολὰς ταύτας τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, πρὸς εὐκολωτέραν κατανόησιν καὶ σπουδὴν, παριστῶμεν γραφικῶς ὡς ἐξῆς: Ἐπὶ ὀριζοντίας εὐθείας γραμμῆς (Σχ. 106) ἔκ τινος σημείου αὐτῆς O , λαμβάνομεν ἀποστάσεις Oa , ab , bc ... παριστώσας χρονικὰ



Σχ. 106

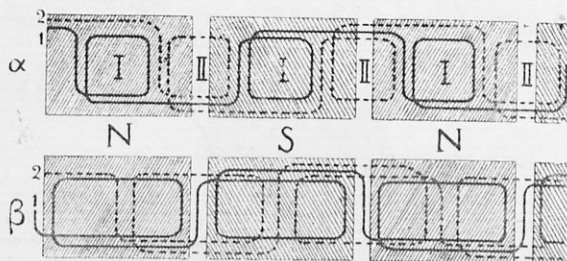
διαστήματα, οὕτως ὥστε ἕκαστον τῶν σημείων O , a , b , c ,... νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς ὠρισμένην χρονικὴν στιγμήν. Ἐπὶ τῶν σημείων τούτων φέρομεν καθέτους καὶ λαμβάνομεν ἐπ' αὐτῶν μήκη ἀνάλογα πρὸς τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ ρεῦμα τὰς στιγμὰς ταύτας. Θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σύνολον τῶν ἄκρων τῶν καθέτων τούτων θὰ εἶναι μία κυματοειδὴς γραμμὴ, ἡ ὁποία θὰ παριστᾷ τὴν μετὰ τοῦ χρόνου μεταβολὴν τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων τοῦ ἐπαγωγίμου. Αἱ ἐκάστοτε τιμαὶ τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καλοῦνται *φάσεις*, αἱ ὁποῖαι περιοδικῶς ἐπαναλαμβάνονται αἱ αὐταί. Κατὰ ἡμιπερίοδον διαδέχονται ἀλλήλας ἀντίθετοι φάσεις.

§ 95. **Ἰδιότητες τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.**— Τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα διαβιβαζόμενον δι' ὀξυνισθέντος ὕδατος ἠλεκτρολύει αὐτὸ ὅπως καὶ τὸ συνεχές, ἀλλὰ παράγει εἰς ἕκαστον τῶν ἠλεκτροδίων, ἴσους ὅγκους μείγματος ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Διερχόμενον δὲ δι' ἀγωγοῦ θερμαίνει αὐτὸν καὶ δύναται νὰ τὸν διαπυρώσῃ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὅμως τὸ παραγόμενον φῶς παρουσιάζει ἀξομειώσεις τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ. Αἱ ἀξομειώσεις δὲν γίνονται ἀντιληπταί, ὅταν ἡ συχνότης τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι μεγάλη. Διὰ τοῦτο τὸ ρεῦμα τὸ χρησιμοποιούμενον πρὸς φωτισμὸν πρέπει νὰ εἶναι ἄνω τῶν 40 περιόδων κατὰ δλ''. Ἡ ἔντασις καὶ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ δύνανται νὰ μετρηθοῦν διὰ θερμοκῶν ἁμπε-

ρομέτρων καὶ βολτομέτρων ἢ καὶ δι' ἄλλων εἰδικῶν ὀργάνων, οὐχὶ ὅμως διὰ τῶν περιγραφέντων ἡλεκτρομαγνητικῶν τοιούτων.

Τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα χρησιμοποιεῖται καὶ πρὸς κίνησιν. **Οἱ ἡλεκτροκινητῆρες συνεχοῦς** ρεύματος δύνανται νὰ λειτουργήσουν καὶ μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Κατασκευάζονται ὅμως καὶ εἰδικοί κινήτῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Ὁ ἀνωτέρω περιγραφεὶς ἐναλλακτῆρ καλεῖται **μονοφασικός**, διότι ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν παρουσιάζει μίαν μόνον φάσιν



Σχ. 107

καὶ ὥς ἐκ τούτου καὶ τὸ ὑπ' αὐτοῦ παραγόμενον ρεῦμα λέγεται **μονοφασικὸν ἐναλλασσόμενον ἢ ἀπλοῦν ἐναλλασσόμενον**.

§ 96. **Ἐναλλακτῆρες διφασικοὶ καὶ τριφασικοί.**—Φαντασθῶμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγίμου τοῦ ἀνωτέρω ἐναλλακτῆρος (Σχ. 104) ἔχομεν ἀντὶ ἐνὸς δύο ἀγωγοὺς σχηματίζοντας ἴσον ἀριθμὸν ὁμοίων πηνίων κατὰ τρόπον ὥστε τὰ πηνία τοῦ ἐνὸς ἀγωγοῦ νὰ παρεμβάλλονται μεταξὺ τῶν πηνίων τοῦ ἑτέρου (Σχ. 107 α). Ἐστω δὲ ὅτι διὰ συνεχοῦς γραμμῆς παρίσταται ὁ εἰς ἀγωγὸς 1, καὶ δι' ἐστιγμένης γραμμῆς ὁ ἕτερος ἀγωγὸς 2, διὰ ραβδωτῶν δὲ τετραπλεύρων οἱ πρὸ τῶν πηνίων τῶν ἀγωγῶν διερχόμενοι πόλοι. Τότε κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἐπάγοντος παράγονται εἰς ἀμφοτέρους τοὺς ἀγωγοὺς τὰ αὐτὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα, ἀλλ' ὅταν τὰ πηνία I τοῦ ἀγωγοῦ 1 ἀντικρῶν τοὺς μαγνητικούς πόλους, τότε τὰ πηνία II τοῦ ἀγωγοῦ 2 ἀντικρῶν τὰ διάκενα τῶν πόλων.

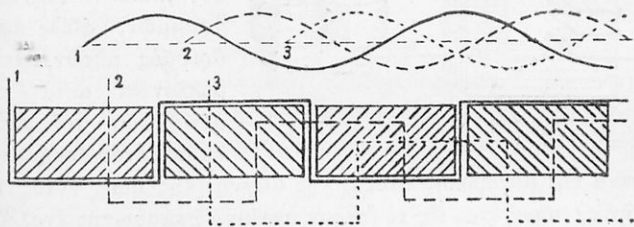
Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην λέγομεν ὅτι τὰ δύο ταῦτα ἐναλλασσόμενα ρεύματα ἔχουν **διαφορὰν φάσεων**. Ἀντιστοιχεῖ δὲ αὕτη πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς περιόδου. Τὸ σύστημα τῶν δύο τούτων

ἐναλλασσομένων ρευμάτων καλεῖται **διφασικόν**, οἱ δὲ τοιοῦτοι ἐναλλακτῆρες καλοῦνται **ἐναλλακτῆρες διφασικοί**.

Ἀντὶ ὧμος νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας τούτους τὰ πηνία τῶν δύο ἀγωγῶν μεταξὺ ἀλλήλων, ὁπότε αἱ σπείραι αὐτῶν θὰ εἶναι μικραί, δυνάμεθα νὰ περιελίξωμεν τοὺς δύο ἀγωγούς μεταξὺ καὶ ἐντὸς ἀλλήλων, οὕτως ὥστε οὗτοι νὰ παρουσιάζουν σπείρας ἀναλόγους πρὸς τὸ μέγεθος τῶν πόλων τοῦ ἐπάγοντος (Σχ. 107 β).

Ἐάν, ἀντὶ δύο ἀγωγῶν, ἔχωμεν περισσοτέρους τοιούτους ἀγωγούς περιελιγμένους κατὰ τρόπον ἀνάλογον, οὕτως ὥστε νὰ παρουσιάζουν διαφορὰς φάσεων, τότε ἔχομεν τὰ καλούμενα **πολυφασικά** συστήματα, τὰ ὁποῖα δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὡς προερχόμενα ἐξ ἰσαριθμῶν μονοφασικῶν ἐναλλακτῆρων.

Ἐκ τῶν πολυφασικῶν συστημάτων τὸ σπουδαιότερον εἶναι



Σχ. 108

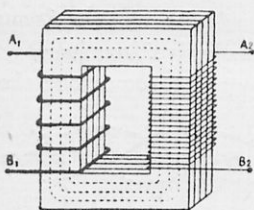
τὸ καλούμενον **τριφασικὸν σύστημα** (Σχ. 108). Εἰς τὸ τριφασικὸν σύστημα ἔχομεν τρεῖς ἀγωγούς, οὕτως ὥστε τὰ τρία ἐναλλασσόμενα ρεύματα νὰ διαφέρουν τὸ ἐν τοῦ ἄλλου κατὰ $\frac{1}{3}$ μιᾶς περιόδου. Ἐπειδὴ ὁ **τριφασικὸς ἐναλλακτῆρ** ἔχει τρεῖς ἀγωγούς, εὐνόητον εἶναι ὅτι θὰ ἔχη 6 ἄκρα. Ἐξ αὐτῶν συνδέονται τὰ τρία καταλλήλως μεταξύ των, οὕτως ὥστε ἡ μεταφορὰ τοῦ παραγομένου ἡλεκτρισμοῦ νὰ γίνεται διὰ τριῶν ἀγωγῶν. Αὐτῶν τῶν τριῶν ἀγωγῶν ἡ σύνδεσις εἰς τὸ δίκτυον καταναλώσεως γίνεται εἴτε ἀνὰ δύο μεταξύ των εἴτε ἐνὸς ἐκάστου μετὰ τῆς γῆς.

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΤΑΙ

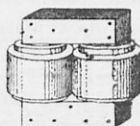
§ 97. **Μεταμορφῶται** ((transformateurs).— Πολλάκις εἰς τὴν πράξιν παρίσταται ἀνάγκη νὰ μεταβληθῇ ἡ **τάσις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος**, δηλ. εἴτε νὰ αὐξηθῇ εἴτε ἀντιθέτως νὰ

ἐλαττωθῇ. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ συσκευῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **μεταμορφωταὶ ἢ μετατροπεῖς ἢ μετασχηματισταί.**

Οἱ μεταμορφωταὶ ἀποτελοῦνται ἐκ δύο πηνίων (Σχ. 109), τὰ ὁποῖα περιβάλλουν πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ὁ ὁποῖος ἔχει σχῆμα κλειστοῦ πλαισίου ἢ δακτυλίου. Ἐκ τῶν δύο τούτων πηνίων τὸ ἐν $A_1 B_1$, ἔχει ὀλίγας σπείρας ἐκ χονδροῦ σύρματος, τὸ δ' ἕτερον $A_2 B_2$, ἔχει πολλὰς σπείρας ἐκ λεπτοῦ σύρματος. Ὅταν διὰ τῶν σπειρῶν τοῦ ἐνὸς τῶν πηνίων διαβιβάσωμεν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τότε ἀναπτύσσεται ὑπ' αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίου, τοῦ ὁποίου αἱ δυναμικαὶ γραμ-



Σχ. 109



110

μαὶ διασχίζουν κλεισταὶ τὸν σιδηροῦν πυρῆνα. Ἡ διεύθυνσις ὅμως τῶν δυναμικῶν τούτων γραμμῶν, καθὼς καὶ ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν, μεταβάλλονται μετὰ τῶν μεταβολῶν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Ἐνεκα τῆς μεταβολῆς ταύτης τῆς μαγνητικῆς ροῆς ἐντὸς τοῦ πυρῆνος, παράγεται εἰς τὸ ἕτερον πηνίον ἐξ ἐπαγωγῆς ἐναλλασσόμενον ρεῦμα τῆς αὐτῆς συχνότητος. Καὶ ἂν μὲν τὸ διαβιβαζόμενον, δηλ. τὸ **πρωτεῦον ρεῦμα**, διέρχεται διὰ τῶν ὀλίγων χονδρῶν σπειρῶν, τότε τὸ παραγόμενον **δευτερεῦον ρεῦμα εἶναι μεγαλυτέρας τάσεως**, ἂν δὲ τὸ πρωτεῦον διέρχεται διὰ τῶν πολλῶν καὶ λεπτῶν σπειρῶν, τότε τὸ **δευτερεῦον ρεῦμα εἶναι μικροτέρας τάσεως.**

Ἐὰν δὲ N_1 καὶ N_2 εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν, ἐκάστον τῶν δύο τούτων πηνίων καὶ V_1 καὶ V_2 αἱ ἀντίστοιχοι τάσεις τοῦ ρεύματος εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν, τότε ὑπάρχει ἡ σχέσις:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τὴν μετατροπὴν ταύτην δὲν ἔχομεν καθόλου ἀπώλειαν ἐνεργείας, μολονότι εἰς τὴν πρᾶξιν ὑπάρχει τοιαύτη, ἡ ὁποία εἶναι 5—10 %, καὶ καλέσωμεν διὰ W τὴν μετατροπομένην ἐνέργειαν, τότε θὰ ἔχωμεν:

$$W = V_1 I_1 = V_2 I_2 \quad \text{καὶ} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

ἤτοι *κατὰ τὰς μετατροπὰς τοῦ ρεύματος αἱ ἐντάσεις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τάσεων.*

Οἱ ἐν χρήσει μεταμορφωταὶ (Σχ. 110) ἀποτελοῦνται ἐκ διπλῶν πηνίων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἐσωτερικὸν εἶναι τὸ χαμηλῆς τάσεως καὶ τὸ ἐξωτερικὸν τὸ ὑψηλῆς τάσεως. Εὐρίσκονται δὲ ἐντὸς δοχείου μετ' ἐλαίου πρὸς πληρεστέραν μόνωσιν. Διὰ τὰ τριφασικὰ ρεύματα χρησιμοποιοῦνται μεταμορφωταὶ μὲ τρεῖς πυρῆνας παραλλήλους, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα συνεννοῦνται ἑκατέρωθεν διὰ κοινῶν βάσεων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Ἐκαστος πυρὴν περιβάλλεται ὑπὸ τῶν μεμονωμένων σπειρῶν τοῦ πρωτεύοντος καὶ τῶν τοιούτων τοῦ δευτερεύοντος ἀγωγοῦ καὶ ἀνήκει εἰς ἓνα ἐκ τῶν τριῶν κλάδων τοῦ τριφασικοῦ ρεύματος.

Ἐπειδὴ εἰς πολλὰς περιπτώσεις, ὅπως διὰ τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν, δι' ἡλεκτρολύσεις, γαλβανικὰς ἐπιμεταλλώσεις, διὰ τῆν κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν κ.λ. τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἶναι ἀκατάλληλον, προσέτι καὶ χάριν μεγαλυτέρας ἀσφαλείας, διότι τοῦτο εἶναι ἐπικινδυνότερον, ἐπιζητεῖται συχνότατα ἡ μετατροπὴ αὐτοῦ εἰς συνεχές. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ διοχετεύσεως τοῦ ἐναλλασσόμενου, εἴτε ἀπλοῦ, εἴτε τριφασικοῦ, εἰς ἡλεκτροκινητήρα, διὰ τοῦ ὁποίου τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸ ἐπαγωγίμον γεννητρίας συνεχοῦς ρεῦμα. Ἀλλὰ καὶ τὸ ἀντίθετον εἶναι δυνατόν καὶ ἐφαρμόζεται εἰς περιπτώσεις ὅπου τὸ ἐναλλασσόμενον εἶναι ἀπαραίτητον καὶ τὸ διαθέσιμον εἶναι συνεχές.

Ἄλλ' ὑπάρχουν καὶ γεννήτριαι, αἵτινες διὰ μεταγωγέως παρέχουν κατὰ βούλησιν συνεχές ἢ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

§ 98. *Παραγωγή ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας.*—Διὰ τὴν τροφοδότησιν τοῦ δικτύου διανομῆς δι' ἡλεκτρισμοῦ, πρὸς χρησιμοποίησιν αὐτοῦ ἰδίως διὰ φωτισμὸν καὶ κίνησιν κινητῶν, ὁ ἀπαιτούμενος ἡλεκτρισμὸς παράγεται διὰ δυναμομηχανῶν, αἱ ὁποῖαι κινοῦνται εἴτε διὰ μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως εἴτε δι' ἀτμοστροβίλων, ἢ ὅπου εἶναι διαθέσιμος ἡ ἐνέργεια ὕδατοπτώσεως (λευκὸς ἀνθραξ) δι' ὑδροστροβίλων, ὅπερ ἀποτελεῖ καὶ τὸν

εὐθηνότερον τρόπον. Περιορισμένη καὶ κυρίως διὰ μικρὰν ἢ συμπληρωματικὴν παραγωγὴν ἡλεκτρισμοῦ γίνεται χρῆσις καὶ τοῦ ἀνέμου.

Ὡς γεννήτρια, ἐὰν πρόκηται περὶ μικρᾶς παραγωγῆς, προτιμῶνται αἱ συνεχοῦς ρεύματος, αἱ παράγουσαι ἡλεκτρ. ρεῦμα διαφορᾶς δυναμικοῦ συνήθως 110 ἢ 220 βόλτ, διὰ μεγάλην ὅμως παραγωγὴν καθὼς καὶ διὰ διασκορπισμένην κατανάλωσιν χρησιμοποιοῦνται μηχαναὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ἰδίως οἱ τριφασικοὶ ἐναλλακτῆρες, οἱ ὅποιοι παράγουν ρεῦμα ὑψηλῆς τάσεως, συνήθως περισσοτέρων χιλιάδων βόλτ.

§ 99. **Μεταφορὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας.**— Διὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ παραγομένου ἡλεκτρισμοῦ εἰς τοὺς τόπους τῆς καταναλώσεως χρησιμοποιοῦνται ὑπόγειοι ἢ ἐναέριοι μεμονωμένοι ἄγωγοι ἐκ χαλκίνου σύρματος. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἀντίστασις τῶν ἄγωγῶν τούτων δὲν εἶναι ἀσήμαντος, μέρος τοῦ δι' αὐτῶν μεταφερομένου ἡλεκτρισμοῦ χάνεται μετατρεπόμενον εἰς θερμότητα. Οὕτω ἐὰν R εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἄγωγου καὶ I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἡ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἀπώλεια ἐνεργείας θὰ εἶναι $R \cdot I^2$. Ἰνα περιορίσωμεν εἰς τὸ ἐλάχιστον τὴν ἀπώλειαν ταύτην, ἡ πρέπει νὰ μεταχειρισθῶμεν πολὺ χονδροῦς ἄγωγους διὰ νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἀντίστασιν αὐτῶν R ἡ πρέπει νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν I τοῦ ρεύματος αὐξάνοντες ἀναγκαστικῶς τὴν τάσιν αὐτοῦ, διότι ἡ μεταφερομένη ἐνέργεια εἶναι $W = R I^2 = V I$. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται, ὡς ἀνωτέρω εἶπομεν, τῇ βοήθειᾳ τῶν μεταμορφωτῶν.

Διὰ τοῦτο σήμερον εἰς τὴν πρᾶξιν, ὅταν πρόκηται ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια νὰ μεταφερθῇ εἰς μεγάλην ἀπόστασιν πρὸς κατανάλωσιν, χρησιμοποιοῦνται ὡς γεννήτρια ἐναλλακτῆρες καὶ ἰδίως τριφασικοί, τῶν ὁποίων τὸ ρεῦμα εἶναι συνήθως ὑψηλῆς τάσεως καὶ μεταβάλλεται εἰς ἔτι ὑψηλοτέρας τοιοῦτον, μεταφέρεται δὲ δι' ἄγωγῶν καλῶς μεμονωμένων εἰς τοὺς τόπους καταναλώσεως, ἔνθα διὰ μετατροπῶν μετατρέπεται πάλιν εἰς ρεῦμα χαμηλῆς τάσεως.

Οὕτως ἐν Ἑλλάδι εἰς τὸ παρὰ τὴν Δραπετσῶνα (Πειραιῶς) ἐργοστάσιον τῆς ἡλεκτρικῆς ἐταιρείας (Power), τὸ διὰ τριφασικῶν ἐναλλακτῆρων παραγόμενον τριφασικὸν ρεῦμα τάσεως 6.600 βόλτ, μετατρέπόμενον εἰς ρεῦμα ὑπὸ τάσιν 22.000 βόλτ, μεταφέρεται εἰς τὰς δια-

φόρους περιφερείας καταναλώσεως εἰς τοὺς καλουμένους ὑποσταθμοὺς Πειραιῶς, Ἀθηνῶν καὶ περιχώρων, ὅπου ἡ τάσις μετατρέπεται εἰς 220 βόλτ διὰ τὸν φωτισμὸν καὶ εἰς 380 διὰ τὴν κίνησιν κινητήρων. Ἐπίσης τὸ ἐναλλασσόμενον μετατρέπεται εἰς συνεχὲς 550 βόλτ διὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σιδηροδρόμου καὶ τῶν τροχιοδρόμων.

§ 100. **Πώλησις τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.**—Ἡ πώλησις τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας διὰ τὸν φωτισμὸν ἢ τὴν κίνησιν κινητήρων γίνεται εἰς ὥριατα χιλιοβάττ (ἢ σπανιότερον εἰς ὥριατα ἑκατομβάττ). Ἡ κατανάλωσις τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς ὥριατα χιλιοβάττ προσδιορίζεται διὰ τῶν μετρητῶν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, οἱ ὅποιοι τοποθετοῦνται εἰς τὰς κατοικίας καὶ τοὺς λοιποὺς τόπους καταναλώσεως.

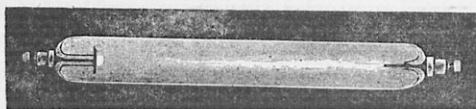
Ἡ τιμὴ πωλήσεως ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ποικίλλει μεταξὺ εὐρύτατων ὁρίων, καθόσον ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς χρησιμαποιομένης δυνάμεως πρὸς κίνησιν τῶν γεννητριῶν καὶ ἐκ τῶν τοπικῶν συνθηκῶν παραγωγῆς καὶ καταναλώσεως. Γενικῶς εἰς τὴν Ἑλλάδα ἡ τιμὴ τοῦ ὥριαίου χιλιοβάττ εἶναι μεγάλη. Διὰ τὴν κίνησιν κινητήρων ἐργοστασίων παρέχεται ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια πάντοτε εἰς μικροτέραν τιμὴν ἢ διὰ τὸν φωτισμόν. Ἐπίσης χαμηλοτέρα εἶναι ἡ τιμὴ προκειμένου περὶ μαγειρικῶν ἐγκαταστάσεων.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ ΕΝΤΟΣ ΑΕΡΙΩΝ ΥΠΟ ΜΕΓΑΛΗΝ ΠΡΑΙΩΣΙΝ

§ 101. **Σωλῆνες Geissler.**—Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι μονωτικὸν σῶμα. Ὅταν ὅμως δύο σῶματα ἠλεκτρισμένα, τὰ ὅποια παρουσιάζουν μεγάλην σχετικῶς διαφορὰν δυναμικοῦ ἐυρεθοῦν ἀρκετὰ πλησίον ἀλλήλων, τότε διὰ μέσου τοῦ ἀέρος διέρχεται ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, τοῦ ὁποίου τὸ ἀνώτατον μῆκος εἶναι τοσοῦτον μεγαλύτερον, ὅσον ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν εἶναι μεγαλυτέρα. Τοιοῦτους μακροὺς σπινθῆρας παρέχει εἰς ἡμᾶς τὸ πηνίον Ruhmkorff καὶ ἐν γένει τὰ ὑψηλῆς τάσεως ρεύματα, τὰ ὅποια ὡς ἐκ τούτου εἶναι ἐπικίνδυνα εἰς τὸν πλησιάζοντα αὐτά. Τοὺς μακροτέρους δὲ σπινθῆρας παρέχουν, ὡς εἶδομεν, αἱ ἀτμοσφαιρικαὶ ἐκκενώσεις (ἀστραπαὶ καὶ κεραυνοί).

Ἡ παραγωγή ἠλεκτρικῶν σπινθῆρων διευκολύνεται δι' ἀραιώσεως τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ αερίου τοῦ παρεμβαλλομένου μεταξὺ τῶν δύο ἠλεκτρισμένων ἀγωγῶν. Τοῦτο ἐπετεύχθη τὸ πρῶτον περὶ τὰ μέσα τοῦ 19ου αἰῶνος διὰ τῶν καλουμένων **σωλήνων** Geissler ἢ Plücker. Οἱ σωλῆνες αὐτοὶ εἶναι ὑάλινοι καὶ

φέρουν εἰς τὰ ἄκρα συντετηγμένα σύρματα ἐκ λευκοχρύσου ἀπολήγοντα ἐσωτερικῶς εἰς ἡλεκτρόδια ἐξ ἀργιλίου ὡς μακροτέρας ἀντοχῆς. Συνδέοντες τὰ ἡλεκτρόδια ἐνὸς τοιούτου σωλήνος μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτρικῆς πηγῆς ὑψηλῆς τάσεως καὶ ἀραιώνοντες τὸν ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὑπὸ κατάλληλον ἀραιώσιν κατὰ τὰς ἐκκενώσεις ὁ σωλὴν φωτοβολεῖ λαμπρῶς. Ἐὰν διὰ τοιούτων σωλήνων (Σχ. 111) περιεχόντων ἀερίον τι ἢ ἀέρα ὑπὸ πίεσιν ὀλίγων χιλιοστομέτρων στήλης ὑδροαργύρου διαβιβάσωμεν ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας δι' ἡλεκτροστατικῆς μηχανῆς, ἢ προτιμότερον δι' ἐπαγωγικοῦ πηνίου Ruhmkorff, θὰ ἐπιτύχωμεν ποικίλιαν φωτοβολιῶν, τῶν ὁποίων ἡ λαμπρότης καὶ τὸ χρῶμα θὰ ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ βαθμοῦ ἀραιώσεως καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἐγκλειομένου αερίου.



Σχ. 111

Ἐὰν π. χ. ἐγκλείῃ ἀέρα, παρουσιάζει φῶς ἰώδες, ἐὰν ἐγκλείῃ ὑδρογόνον, κυανοῦν κτλ,

* § 102. **Ἀκτινοβολίαι ἐπιτυγχανόμεναι δι' ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐντὸς ἀραιῶν αερίων.**—Ἡ ποικιλία τῶν ἐγχρώμων ἀκτινοβολιῶν τῶν σωλήνων Geissler ὤθησε τοὺς ἐπιστήμονας εἰς βαθυτέραν ἔρευναν τῶν φαινομένων ἀναλόγων ἐκκενώσεων ἐντὸς ποικίλης φύσεως αερίων καὶ ἀτμῶν καὶ ὑπὸ ποικίλας συνθήκας ὡς πρὸς τὴν ἀραιώσιν, τὸ εἶδος τῶν ἐκκενώσεων, τὸ εἶδος καὶ τοὺς συνδυασμοὺς τῶν χρησιμοποιουμένων ὑλικῶν κ.τ.λ., μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀνακάλυψιν μεγάλης ποικιλίας ἀγνώστων ἀκτινοβολιῶν μεγίστης σπουδαιότητος. Αἱ τοιαῦται ἀκτινοβολίαι εἶναι εἴτε φύσεως ὁμοίας πρὸς τὴν τοῦ φωτός, παραγόμεναι καὶ μεταδιδόμεναι διὰ κυμάνσεων τοῦ αἰθέρος, εἴτε εἶναι **ὕλικαι ἀκτινοβολίαι**, αποτελούμεναι ἐξ ὑλικῶν σωματιδίων ἀπειροστοῦ μεγέθους, τὰ ὁποῖα ἐκσφενδονίζονται ὡς ἀφανῆ βλήματα μετὰ μεγίστης ταχύτητος. Πάντως ὅμως μικροτέρας τῆς

τοῦ φωτός, ἥτις εἶναι 300.000.000 μ. κατὰ δευτερόλεπτον. Μεταξὺ ἄλλων ἐπετεύχθη καὶ ἡ παραγωγὴ φωτεινῶν ἀκτινοβολιῶν σχεδὸν ἀπηλλαγμένων ἀοράτων ἀκτίνων. Δηλ. ἡ μετατροπὴ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν ἐνεργεῖαν ἀπηλλαγμένην σχεδὸν θερμότητος (ὑπερερυθρῶν ἀκτίνων) καθὼς καὶ ὑπεριωδῶν (χημικῶν) ἀκτίνων. Ἐπειδὴ δὲ τὰ εἰς τὴν πρᾶξιν χρησιμοποιούμενα μέσα φωτισμοῦ (διὰ καύσεως ἢ διὰ διαπυρώσεως) καταναλίσκουν σχετικῶς μεγάλα ποσὰ ἐνεργείας, τῶν ὁποίων τὸ πλεῖστον ἐκδηλοῦται ὡς θερμότης, θεωρουμένη ὡς ἐνέργεια παρασιτικὴ καὶ ἀνεπιθύμητος, ἐλάχιστον δὲ ὡς φωτεινὴ ἐνέργεια, ἡ ἐπιτυγχανομένη μετατροπὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς φωτεινὴν, ἀπηλλαγμένην σχεδὸν ἀοράτων ἀκτίνων, ἀποτελεῖ ὡς πρὸς τὴν κατανάλωσιν ἐνεργείας τὸ **οἰκονομικώτερον φῶς**. Τοῦτο ἐπειδὴ στερεῖται σχεδὸν θερμότητος καλεῖται καὶ **ψυχρὸν φῶς**.

§ 103. **Φωσφορισμός καὶ φθορισμός.**— Πολλὰ σώματα ἔχουν τὴν ιδιότητα ὑπὸ τὴν ἐπ' αὐτῶν ἐπίδρασιν ὀρισμένων ἀκτινοβολιῶν νὰ ἐκπέμπουν ἴδιον χαρακτηριστικὸν φῶς, τὸ ὁποῖον εἴτε διαρκεῖ ὅσον καὶ ἡ προκαλοῦσα αὐτὸ ἀκτινοβολία, ἢ ἐπὶ τῶν σωμάτων ἐπιδρῶσα, εἴτε διατηρεῖται ἐπὶ τινα χρόνον καὶ μετὰ τὴν λήξιν τῆς τοιαύτης ἐπιδράσεως. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ φαινόμενον καλεῖται **φθορισμός**, εἰς τὴν δευτέραν **φωσφορισμός**. Τὰ οὕτω φθορίζοντα ἢ φωσφορίζοντα σώματα ἀποτελοῦν φωτεινὰς πηγὰς, τῶν ὁποίων αἱ ἐκπεμπόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες ὀφείλονται εἰς τὴν μετατροπὴν εἰς τοιαύτας ἀκτίνων μικροτέρου μήκους κύματος. Ἐπομένως ἡ προκαλοῦσα τὸν φθορισμὸν καὶ φωσφορισμὸν ἀκτινοβολία δύναται νὰ ἀποτελεῖται εἴτε ἀπὸ μικροτέρου μήκους κύματος φωτεινὰς ἀκτῖνας, εἴτε ἀπὸ ἀοράτους ἔτι μικροτέρου μήκους κύματος, οἷαι αἱ ὑπεριώδεις, αἱ ἀκτῖνες X (Röntgen) κ.τ.λ. οὐδέποτε ὅμως, ἀπὸ ἐρυθρὰς ἢ ὑπερερυθρῶς. Ἀλλὰ καὶ ἀκτινοβολίαι ὑλικά, ὡς εἶναι αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες, δύνανται ὡσαύτως νὰ προκαλέσουν τὸ φαινόμενον τοῦ φθορισμοῦ.

Φθορίζοντα σώματα εἶναι τὸ φθοριοῦχον ἀσβέστιον (CaF_2 = ἀργυροδάμας), ἡ φθορίζειν (ἐρυθρὰ χρωστικὴ οὐσία, παρουσιάζουσα ἐν διαλύσει κιτρινοπράσινον φθορισμόν), ἡ ὕαλος οὐρανίου, τὸ πετρέ-

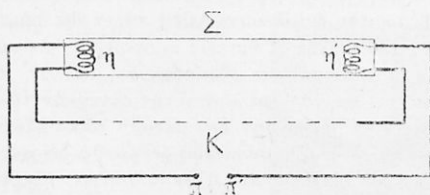
λαιον, διάλυμα θειϊκῆς κινίνης (μὲ ὥραϊον κυανοῦν φθορισμόν), ὁ κυανιοῦχος βαριολενωχόχρυσος κ.τ.λ. *Φωσφορίζοντα* σώματα εἶναι κυρίως αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις βαρίου, ἀσβεστίου, στρόντιου, ψευδαργύρου. Ὁ θειοῦχος ψευδαργυρος καταλλήλως προπαρασκευαζόμενος χρησιμεύει καὶ διὰ τὸν φωσφορισμὸν τῶν δεικτῶν ὥρολογίων. Φωσφορισμὸν παρουσιάζουν μόνον στερεὰ σώματα, μετὰξὺ αὐτῶν καὶ οἱ γνήσιοι πολῦτιμοι λίθοι, διακρινόμενοι οὕτω τῶν τεχνητῶν τοιούτων. Παρατηρήθη ὅτι ὁ φωσφορισμὸς προκαλεῖται ἢ ἐνισχύεται δι' ἰχνῶν ξένων προσμίξεων (μετάλλων) καλουμένων *φωσφορογενῶν*.

Ὁ φωσφορισμὸς τοῦ φωσφόρου ἐκδηλούμενος μόνον παρουσίᾳ ὀξυγόνου, ὀφείλεται εἰς βραδείαν ὀξειδωσιν, καὶ δὲν ἀνήκει εἰς τὰ φαινόμενα τὰ ὑπὸ τὴν ἀνωτέρω ἐννοιαν καθοριζόμενα. Ἀντιθέτως τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον ἐκπέμπουν ζῶντες τινὲς ὀργανισμοί, ἢ καλουμένη *φωτογένεια* ζῶων καὶ φυτῶν, εἶναι ψυχρὸν φῶς, εἰς τὸ ὁποῖον μετατρέπεται μέρος τῆς ζωϊκῆς ἐνεργείας τῶν φωτοβολούντων ὄντων. Τοιαύτην φωτογένειαν παρουσιάζουν τὰ διάφορα εἶδη τῶν λαμπηρίδων (πυγολαμπίδων), διάφορα θαλάσσια ζῷα, μέδουσαι, σκώληκες, μαλάκια, ὀστρακόδερμα, ἰχθεῖς καὶ ἰδίως ζῷα, ποὺ ζοῦν εἰς μεγάλα βάθη τῶν ὠκεανῶν. Ἐπίσης πρωτόζωα (νυκτιλύκαι), ποὺ προκαλοῦν συχνότατα τὸν φωσφορισμὸν τῆς θαλάσσης. Μετὰξὺ τῶν φυτῶν ὑπάρχουν βακτηρία φωτογόνα ἐμφανιζόμενα ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐπὶ πτωμάτων, ἐπὶ σαρκῶν θαλασσίων ζῶων (ἰχθύων κ.λ.) ἀλλὰ καὶ ἐπὶ κρεάτων τῶν σφαγίων. Ἐνίοτε εἰσέρχονται καὶ ἐντὸς ζώωντων ὀργανισμῶν καὶ καθίσταν αὐτοὺς φωτοβόλους. Ἐχομεν ἐπίσης μύκητας καὶ τινα τελειότερα φυτὰ παρουσιάζοντα τὸ φαινόμενον τῆς φωτογενείας.

* § 104. **Πρὸς ἀναζήτησιν τεχνητοῦ ψυχροῦ φωτός.**—**Φωτοβόλοι σωλήνες** Clande. **Δύχνοι, ἀτμῶν ὑδραργύρου.** **Φωτοβόλοι σωλήνες φθορισμοῦ.** **Τεχνητὸν φῶς ἡμέρας.** Εἰς τὴν προσπάθειαν πρὸς ἐξέυρεσιν καὶ κατασκευὴν ἀκτινοβόλων σωλήνων καθ' ὑπόδειγμα τῶν σωλήνων Geissler, δυναμένων νὰ χρησιμοποιηθῶν εἰς τὴν προᾶξιν, παρατηρήθη ὅτι αἱ λαμπρότεροι φωτοβολία ἐπετυγχάνοντο μὲ μικρὰν σχετικῶς ἔκλυσιν θερμότητος διὰ σωλήνων ἠλεκτρικῶν ἐκκενωσέων περιεχόντων ὑπὸ κατάλληλον ἀραίωσιν εἴτε εὐγενῆ ἀέρια (ἀργόν, νέον, ἥλιον, κρυπτόν, ξένον), εἴτε ἀτμοὺς μετάλλων, δηλ. στοιχείων, τῶν ὁποίων τὸ μόριον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς ἀτόμου. Οἱ τοιοῦτοι σωλήνες ἀκτινοβολοῦν μὲ ἐξαιρετικὴν λαμπρότητα, ποικιλίαν χρωμάτων καὶ μὲ σχετικῶς μικρὰν κατανάλωσιν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Οὕτω σωλήνες μὲ νέον παρέχουν ἐρυθρὸν φῶς, μὲ ἀργὸν κυανοῦν, μὲ ἥλιον ροδόχρουν, μὲ ἀτμοὺς νατρίου κίτρινον, μὲ

ἀτμούς υδροαργύρου λευκὸν μὲ ἀπόχρωσιν κυανοῖώδη. Οὗτοι χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ φωτεινὰς διαφημίσεις. Καλοῦνται δὲ **σωλήνες Claude**, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ Γάλλον ἐφευρέτου, ὅστις πρῶτος (κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ παρόντος αἰῶνος) ἐξο-
σιμοποίησε τὰ εὐγενῆ ἀέρια διὰ τὸν τοιοῦτον φωτισμόν.

Ὁλος ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν οἱ δι' ἀτμῶν υδροαργύρου φω-
τοβόλοι σωλήνες ἢ λύχνοι, τῶν ὁποίων τὸ φῶς εἶναι ψυχρὸν, μεγά-
λης ἐντάσεως καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ ὀλίγας μόνον ἐγχρόμους ἀκτίνας.
Ἐπειδὴ δὲ στερεῖται ἐρυθρῶν ἀκτίνων προξενεῖ αἰσθημα δυσάρεστον,
παγερόν. Εἶναι πλούσιον εἰς ὑπεριώδεις ἀκτίνας, τῶν ὁποίων ὁμως ἡ
ἐξοδος ἐκ τοῦ σωλήνος παρεμποδίζεται ὑπὸ τῆς ὑάλου. Κατασθενά-



Σχ. 112

ζονται ὁμως καὶ λύχνοι ἀντὶ ἐξ ὑάλου ἐκ χαλαζίου, διὰ τοῦ ὁποίου αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες διέρχονται καὶ ἐξέρχονται τοῦ σωλήνος. Οἱ τοιοῦτοι λύχνοι ἀπαιτοῦν προσοχήν, διότι τὸ ἀπ' εὐθείας φῶς αὐτῶν εἶναι πολὺ ἐπικίνδυνον καὶ καταστρεπτικὸν διὰ τοὺς ὀφθαλμούς. Χρησιμοποιοῦνται ὁμως διὰ θεραπευτικούς σκοποὺς παρέχοντες ὅπο-
τεδὴποτε λίαν ἀποτελεσματικὴν τεχνητὴν ἡλιοθεραπείαν. Εἰς τὸν ἀέρα μεταβάλλουν τὸ ὀξυγόνον εἰς ὄζον καὶ ἀπολυμαίνουσι αὐτόν, χρησιμο-
ποιοῦνται δὲ καὶ πρὸς ἀποστείρωσιν τοῦ ὕδατος.

Τὸν μεγαλύτερον ὁμως θορίαμβον μεταξὺ τῶν μέσων τεχνη-
τοῦ φωτισμοῦ παρουσιάζουν σήμερον οἱ φωτοβόλοι σωλήνες μετὰ
φθοριζούσης ὑάλου ἢ **λύχνοι φθορισμοῦ**, παρέχοντες **φῶς ἡμέ-
ρας**. Οὗτοι εἶναι σωλήνες ὑάλινοι ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων κατὰ
προτίμησιν δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐντὸς ἀτμῶν υδροαργύρου
ὑπὸ μεγίστην ἀραίωσιν (κατὰ τὴν λειτουργίαν ἡ πίεσις ἐντὸς
τοῦ σωλήνος εἶναι μόνον $\frac{1}{100}$ χιλιοστομέτρου υδροαργυ-
ρῆς στῆλης).

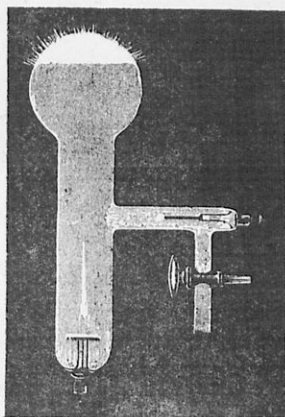
Ὁ σωλήν Σ (Σχ. 112), τοῦ ὁποίου τὸ ἐσωτερικὸν εἶναι σχεδὸν
τέλειον κενόν, φέρει εἰς τὰ ἅκρα αὐτοῦ ὡς ἠλεκτροδία (η καὶ η')

δύο σπείρας ἐκ σύρματος βολφραμίου, αἱ ὁποῖαι ἀφ' ἐνὸς συνδέονται μεταξύ των διὰ τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτῶν καὶ τοῦ κλάδου K καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τοῦ ἑτέρου ἄκρου μετὰ τῶν πόλων π καὶ π' ἠλεκτρικῆς πηγῆς ἐναλλασσομένον ρεύματος. Εἰς τὸ κύκλωμα αὐτὸ πηΚη'π' παρεμβάλλονται καὶ ἄλλαι συσκευαί. Ὅταν δὲ τὸ κλείσωμεν, τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ κλάδου K καὶ διὰ τῶν σπειρῶν η' η', τὰς ὁποίας θὰ διαπυρρώσῃ. Τὸ βολφράμιον διαπυρρούμενον θὰ ἐξαπολύσῃ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα θὰ αὐξήσουν τὴν ἀγωγιμότητα τοῦ χώρου, ἀλλὰ δὲν θὰ ἐπιτρέψουν ἀκόμη τὴν διὰ τοῦ σωλῆνος διόδον τοῦ ρεύματος. Μία αὐτόματος ὅμως διακοπὴ τοῦ ρεύματος εἰς τὸν κλάδον K διὰ *θερμικοῦ διακόπτου* μικρῶν διαστάσεων, καλουμένου starter, θὰ αὐξήσῃ πρὸς στιγμὴν ἐξ αὐτεπαγωγῆς τὴν μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τάσιν καὶ θὰ προκαλέσῃ τὴν διὰ τοῦ σωλῆνος Σ πρώτην ἐκκένωσιν. Αὕτη πάλιν θὰ ἐπιφέρῃ τὴν ἐξαέρωσιν τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ἐκ τῶν προτέρων ἐγκλεισθέντος ὕδατος γύρου, τοῦ ὁποίου οἱ ἀτμοὶ θὰ αὐξήσουν ἔτι μᾶλλον τὴν ἀγωγιμότητα τοῦ χώρου καὶ θὰ ἐξασφαλίσουν τὴν συνέχισιν τῶν ἐναλλασσομένων ἐκκενώσεων μὲ μειωμένην τὴν μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τάσιν. Τοιοῦτοτρόπως τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα θὰ διέρχεται μόνον διὰ τοῦ σωλῆνος Σ, διὰ ταχυτάτων ἀλλεπαλλήλων ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων.

Τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τοῦ σωλῆνος ἔχουν ἐπιχρισθῇ διὰ στιβάδος καταλλήλου μείγματος φθοριζουσῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι μεταβάλλουν ὅλην σχεδὸν τὴν ἀκτινοβολίαν τῶν ἀτμῶν ὕδραργύρου, ἀποτελουμένην ἐξ ὀλίγων φωτεινῶν καὶ ἐξ ἀφθόνων ὑπεριωδῶν ἀκτίνων, εἰς ἔντονον φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τῆς ὕαλου τοῦ σωλῆνος καὶ διαχέεται ἐκτὸς αὐτοῦ. Μεταξὺ τῶν διὰ φθορισμοῦ παρεχομένων ἀκτινοβολιῶν εὐρίσκομεν ὅλας τὰς ἐγγρόμους ἀκτίνας τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Διὰ καταλλήλων δὲ συνδυασμῶν καὶ μιγμάτων φθοριζουσῶν οὐσιῶν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν σωλῆνας φθορισμοῦ, παρέχοντας ἀκτινοβολίας ποικίλων χρωμάτων καὶ ἀποχρώσεων καὶ φῶς λευκόν, διὰ τοῦ ὁποίου ὅλα τὰ σώματα ἐμφανίζονται μὲ τὰ αὐτὰ χρώματα, μὲ τὰ ὁποῖα τὰ βλέπομεν καὶ ὑπὸ τὸ ἡλιακὸν φῶς. Τὸ οὕτω ἐπιτυγχανόμενον φῶς καλεῖται *τεχνητὸν φῶς ἡμέρας*. Ἡ ἐκλυομένη θερμότης τῶν τοιούτων ἀκτινοβολιῶν εἶναι μικρά, ἡ δὲ κατανάλωσις ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν τοιαύτην τῶν λύχνων πυρακτώσεως ἐλαχίστη. Διὰ νὰ γενικευθῇ ὅμως ἡ χρῆσις καὶ εἰσαχθῇ τὸ σύστημα καὶ εἰς τὰς κατοικίας, πρέπει νὰ κατασκευασθῶν καὶ λύχνοι μικροτέρας ἐντάσεως καὶ μικροτέρων διαστάσεων.

§ 105. Σωλῆνες Crookes. Καθοδικαὶ ἀκτίνες.—Ἐάν ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος ἡ ὑαλίνης φύσιγγος (ἀμπούλας) μετ'

ηλεκτροδίων επιφέρωμεν αραίωσιν τοῦ ἐντὸς αέρος ἢ αερίου μεγαλυτέραν τῆς τῶν σωλῆνων Geissler (περίπου πίεσεως 0,01 τοῦ χιλιοστομέτρου στήλης ὑδραργύρου) καὶ προκαλέσωμεν μεταξὺ τῶν ηλεκτροδίων ὁμοίαν ὡς ἀνωτέρω ηλεκτρικὰς ἐκκενώσεις, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ φῶς τοῦ σωλῆνος σχεδὸν ἐξαφανίζεται, ἐνῶ συγχρόνως τὸ ἀπέναντι τῆς καθόδου τοίχωμα τῆς ὑάλου ἐκπέμπει πράσινον φῶς καὶ θερμαίνεται, ἀνεξαρτήτως τῆς θέσεως τῆς ἀνόδου. Καταφανέστερον εἶναι τὸ φαινόμενον, ὅταν εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλῆνος δώσωμεν σχῆμα σφαιροειδές (Σχ. 113), ἀπέναντι δὲ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας τοποθετήσωμεν τὴν κάθodon, ἔχουσαν σχῆμα δίσκου, τὴν δὲ ἀνὸdon ἐντὸς πλαγίας ἀποφύσεως τοῦ σωλῆνος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀνεκάλυφθη ὑπὸ τοῦ Hittorf τὸ 1869 καὶ ἐμελετήθη ὑπὸ τοῦ Crookes τὸ 1879, ὁφείλεται δὲ εἰς ἀκτίνων πρὸερχομένων ἐκ τῆς καθόδου, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **καθοδικαὶ ἀκτῖνες** καὶ αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦνται ἀπὸ ηλεκτρονίων. Τὰ ηλεκτρόνια ταῦτα κινοῦνται μὲ μεγίστην ταχύτητα καὶ προσκρούοντα ἐπὶ τῆς ὑάλου προκαλοῦν τὸ πράσινον φῶς (φθορισμὸν) τῶν τοιχωμάτων αὐτῆς. Οἱ σωλῆνες οἱ ἔχοντες τοιοῦτον βαθμὸν αραίωσης καλοῦνται **σωλῆνες Crookes** (Κρούξ). Τοιαύτην αραίωσιν ἔχουν καὶ οἱ φωτοβόλοι σωλῆνες φθορισμοῦ (§ 104).

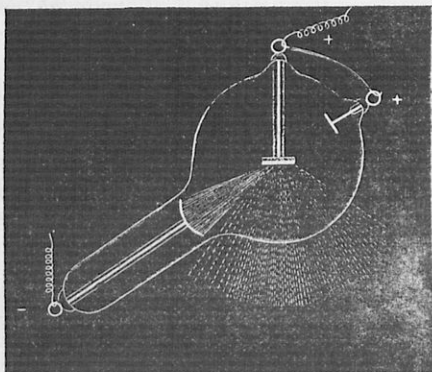


Σχ. 113

§ 106. **Ἀκτῖνες Röntgen.** Ὁ Γερμανὸς καθηγητὴς Röntgen τὸ 1895 ἀνεκάλυψεν ὅτι εἰς τοὺς σωλῆνας Crookes τὸ μέρος τῆς ὑάλου, εἰς τὸ ὁποῖον προσκρούουν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες, ἐκπέμπει **νέον εἶδος ἀοράτων ἀκτίνων**, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ προσβάλλουν τὰς φωτογραφικὰς πλάκας καὶ νὰ προκαλοῦν πλείστα ἄλλα φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα. Αἱ ἀκτῖνες αὗται, αἱ ὁποῖαι ἐκλήθησαν **ἀκτῖνες X** ἢ **ἀκτῖνες Röntgen**, παράγονται πάντοτε ὁσάκις αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες συναντοῦν

κόλυμά τι, ἐμποδίζον τὴν ἐξακολούθησιν τῆς πορείας αὐτῶν.

Πρὸς παραγωγὴν ἰσχυρῶν ἀκτίνων Röntgen χρησιμο-
ποιῶνται ὑάλινοι σωλήνες ἢ φύσιγγες ἰδιαίτερου τύπου (Σχ.
114). Εἰς τούτους ἡ ἀνόδος ἀποτελεῖται ἐκ σώματος ἐξ ἀργι-
λίου, ἡ δὲ κάθοδος φέρει δίσκον ἐξ ἀργιλίου κοίλον, ἐκ τοῦ



Σχ. 114

ὁποίου ἐξέρχονται αἱ
καθοδικαὶ ἀκτίνες,
αἱ ὁποῖαι συγκεν-
τρώνονται ἐπὶ πλα-
γίως τοποθετημένου
δίσκου ἐκ δυστήκτου
μετάλλου, ἐκ λευκο-
χρύσου ἢ βολφρα-
μίου. Ὁ δίσκος οὗ-
τος στηρίζεται ἐπὶ
ἀγωγοῦ συνδεομένου
ἐξωθεν διὰ σύρμα-
τος μετὰ τῆς ἀνόδου
καὶ καλεῖται **ἀντι-
κάθοδος**. Κατὰ τὴν

διαβίβασιν ρεύματος δι' ἰσχυροῦ πηνίου Ruhmkorff αἱ ἐπὶ τῆς
ἀντικαθόδου συγκεντρούμεναι καθοδικαὶ ἀκτίνες, παράγουν
ἰσχυρὰς ἀκτίνες Röntgen, αἱ ὁποῖαι προκαλοῦν ἐπὶ τῆς ὑάλου
ἀπέναντι τῆς ἀντικαθόδου ζώηρόν φθορισμὸν καὶ ἐξέρχονται δι'
αὐτῆς διασκορπιζόμεναι.

Αἱ ἀκτίνες Röntgen ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς καθοδικὰς τοιαύτας,
ὑπὸ τῶν ὁποίων γεννῶνται, καὶ αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν ἀκτινοβολίαν
ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἀποτελουμένην ἀπὸ ἀρνητικὰ ἡλεκτρόνια, δὲν
ἐπηρεάζονται, δὲν ἐκτρέπονται οὔτε ὑπὸ μαγνητῶν οὔτε ὑπὸ ἡλεκτρι-
κοῦ ρεύματος, ἀλλὰ μεταδίδονται διὰ κυμάνσεων τοῦ αἰθέρος, ὅπως
αἱ φωτεινὰ ἀκτίνες. Εἶναι δὲ τῆς αὐτῆς φύσεως, ἔχουν τὴν αὐτὴν
ταχύτητα (300.000.000 μ. κατὰ δλ') καὶ δύνανται νὰ ἀνακλασθοῦν
καὶ νὰ διαθλασθοῦν. Τὸ μῆκος κύματος ὅμως αὐτῶν εἶναι πολὺ μι-
κρότερον. Θεωροῦνται ὑπεριώδεις ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι συμπίπτουν μὲ
τὰς μικροτέρου μήκους κύματος τοιαύτας τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας
ἢ εἶναι ἀκόμη μικροτέρου μήκους κύματος. Αἱ μικροτέρου μήκους κύ-
ματος ἔχουν καὶ μεγαλυτέραν συχνότητα καὶ καλοῦνται **σκληραί**, αἱ
δὲ μεγαλυτέρου καλοῦνται **μαλακαί**. Ὅσον σκληρότεραι εἶναι αἱ ἀκτί-

νες, τοσοῦτον εὐκολώτερον, τοσοῦτον βαθύτερον εἰσδύουν ἐντὸς τῶν σωμάτων. Προκειμένου περὶ σωμάτων εἴτε ἀπλῶν εἴτε συνθέτων ἢ διείσδυσις τῶν ἀκτίνων εἶναι τοσοῦτον εὐκολωτέρα, ὅσον μικρότερον εἶναι τὸ βάρος (ἢ μᾶζα) τῶν ἀτόμων, ἐξ ὧν συνίστανται. Ἐπίσης ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀραιώσις τῶν σωλήνων καὶ ὑψηλότερα ἡ τάσις τοῦ ρεύματος ἐκκενώσεως, τόσον σκληρότεροι δηλ. διεισδυτικώτεροι, εἶναι αἱ παραγόμεναι ἀκτῖνες Röntgen. Ἐπειδὴ ἡ ἀραιώσις τῶν σωλήνων σὺν τῇ χρήσει ἀυξάνει καὶ ἡ ἐκπομπὴ ἠλεκτρονίων μειοῦται καὶ δύναται νὰ διακοπῇ, ἐπενοήθησαν διάφοροι τρόποι ρυθμίσεως καὶ σταθεροποιήσεως τῆς διεισδυτικῆς δυνάμεως τῶν ἀκτίνων. Μεταξὺ αὐτῶν ἄριστον μέσον εἶναι τὸ διὰ πυρακτωμένου νήματος βολφραμίου. Τὸ νῆμα τοῦτο ἐν εἵδει μικρᾶς σπείρας προσηρμοσμένης εἰς τὴν κάθοδον διαπυροῦται δι' ἰδιαιτέρου κυκλώματος καὶ καθίσταται οὕτω πηγὴ παραγωγῆς ἠλεκτρονίων, δι' ὧν ἡ ἐκκένωσις ἐπιτυγχάνεται καὶ ἐντὸς τελείου κενοῦ. Παράγονται δὲ οὕτω ἐκτάκτως σκληραὶ ἀκτῖνες.

Ἰδιότητες τῶν ἀκτίνων Röntgen. Πλὴν τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων αἱ ἀκτῖνες Röntgen ἔχουν ἐπὶ πλέον, ὡς γνωρίζομεν (§ 103), τὴν ἰδιότητα νὰ προκαλοῦν τὸν φθορισμὸν καὶ ἄλλων

οὐσιῶν καὶ νὰ τὰς καθιστοῦν ὁρατὰς εἰς τὸ σκότος, ὡς π.χ. τὸν κυανιοῦχον βαριολευκόχρυσον. Ἐὰν διὰ τοιαύτης οὐσίας καλύψωμεν διάφραγμα ἐκ χαρτοῦ καὶ ἐκθέσωμεν αὐτὸ εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἀκτίνων Röntgen ἐκ τῶν ὀπισθεν, τότε τὸ διάφραγμα θὰ παρουσιάξῃ ζωηρὸν πρασινοκίτρινον φθορισμόν. Ἐὰν τώρα παρεμβάλωμεν εἰς τὰς ἀκτῖνας τὴν χεῖρα μας, τοποθετοῦντες αὐτὴν ὀπισθεν τοῦ διαφράγματος, θὰ παρατηρήσωμεν ἐκ



Σχ. 115

τῶν ἔμπροσθεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ἀμυδροῦς τὴν σκιὰν τῆς χειρὸς, ἐντονώτερον τὴν σκιὰν τῶν ὀστέων καὶ ἀκόμη ἐντονώτερον τὴν σκιὰν μεταλλίνου δακτυλίου (Σχ. 115). Ἡ εἰκὼν αὕτη δύναται νὰ ἀποτυπωθῇ ὡς ἔχει ἐπὶ φωτογραφικῆς πλάκῃς.

Ἐκ τούτων βλέπομεν ὅτι αἱ ἀκτῖνες Röntgen διέρχονται διὰ πολλῶν ἀδιαφανῶν οὐσιῶν, ὥς εἶναι ὁ γάρτης, τὸ ξύλον, αἱ σάρκες κ.τ.λ., δὲν διέρχονται δὲ ἢ σχεδὸν δὲν διέρχονται διὰ τῶν ὀστέων καὶ ἰδίως διὰ τῶν βαρυτέρων μετάλλων καὶ ὀρυκτῶν. Διέρχονται π. χ. διὰ φύλλων Mg, Al ὅχι ὁμως καὶ Pb, Au, Pt.

Αἱ ἀκτῖνες αὗται ἔχουν καὶ χημικὰς ιδιότητες καὶ προσβάλλουν, ὥς εἶδομεν, τὰς φωτογραφικὰς πλάκας, καθὼς καὶ διαφόρους ἄλλας οὐσίας. Εἰς τὸν ἀέρα παράγουν ἰόντα καὶ καθιστοῦν αὐτὸν εὐηλεκτραγωγόν. Ἐπίσης ἐπιδροῦν ἐπὶ τῶν ζωϊκῶν ἰσθμῶν καὶ μάλιστα διὰ παρατεταμένης προσβολῆς προκαλοῦν φλόγωσιν ἢ καὶ διάλυσιν αὐτῶν. Ὡς ἐκ τούτου ἀπαιτεῖται ἰδιαίτερα προσοχὴ καὶ προφύλαξις κατὰ τοὺς πειραματισμοὺς δι' ἀκτίνων Röntgen.

Χρήσεις. Αἱ ἀκτῖνες Röntgen χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὥς μέσον διαγνωστικὸν καὶ θεραπευτικὸν ἐπὶ διαφόρων παθήσεων, νεοπλασιῶν κ.τ.λ.

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

* **107. Ραδιενέργεια.** *Ἱστορικόν.* Κατὰ τὸ ἐπόμενον ἔτος τῆς ἀνακαλύψεως τῶν ἀκτίνων X ὑπὸ τοῦ Röntgen, ἦτοι τῷ 1896, ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Γάλλου H. Becquerel, ὅτι αἱ ἐνώσεις τοῦ οὐρανίου ἐκπέμπουν αὐτομάτως ἀνάλογον ἀκτινοβολίαν πρὸς τὴν τῶν ἀκτίνων X, παρουσιάζουσιν παρόμοια φαινόμενα, ὥς τὸ φαινόμενον τοῦ φθορισμοῦ, τὴν προσβολὴν φωτογραφικῶν πλακῶν ἐντὸς τελείου σκότους καὶ κλειστῶν ἀκόμῃ ἐντὸς τῶν κυτίων των, τὸ νὰ καθιστῇ τὸν ἀέρα εὐηλεκτραγωγόν κ.τ.λ. Ἡ τοιαύτη ἀκτινοβολία ἐκλήθη **ραδιενέργεια**, τὰ δὲ παρουσιάζοντα ταύτην σώματα **ραδιενεργά**. Τὰ σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν ἀνεκαλύφθησαν καὶ διεχωρίσθησαν κατ' ἐλάχιστα ποσὰ κατόπιν μακρᾶς καὶ ἐπιπόνου ἐρεῦνης, εἰς τὴν ὁποίαν ἰδιαίτερος διεκρίθησαν τὸ ζεύγος Curie (Pierre καὶ Marie Curie), οὗτινες ἀνεκάλυψαν δύο νέα στοιχεῖα τὸ **πολώνιον** (Po) καὶ τὸ **ράδιον** (Ra), ἐμφανίζοντα ἰσχυρὰν ραδιενέργειαν. Ταῦτα μετὰ τῶν στοιχείων **οὐρανίου** (U), **θωρίου** (Th) καὶ τοῦ μετὰ τὸ ράδιον ἀνακαλυφθέντος **ἀκτινίου** (Ac) ἀποτελοῦν τὰ ἰσχυρότερα ἐκ τῶν ἐν τῇ φύσει ἐμφανιζομένων ραδιενεργῶν στοιχείων.

Μεταγενεστέρως κατὰ τὸ 1945 ἐπετεύχθη τὸ πρῶτον ὑπὸ νεοτέρου ζεύγους ἐπιστημόνων, τῆς Irène Curie Joliot καὶ τοῦ Frédéric Joliot, ἡ **τεχνητὴ παρασκευὴ ραδιενεργῶν στοιχείων**, ἣτις ἔλαβε

μεγίστην εξέλιξιν διὰ τῶν ἐργασιῶν καὶ μεθόδων τοῦ Ἰταλοῦ Fermi.

* **108 Φύσις τῆς ραδιενεργείας.**— Ἡ ἀνακάλυψις τῆς ραδιενεργείας ἐπροκάλεσε ἐν ἀρχῇ κατάπληξιν, διότι ἐφαίνετο ἀνατρέπουσα τὰς βασικὰς περὶ ὕλης καὶ ἐνεργείας θεωρίας. Τὰ ραδιενεργὰ σώματα ἐφαίνοντο ὡς ἀστείρευτος πηγὴ ἀκτινοβόλου ἐνεργείας, ἡ ὁποία περιοριζομένη ἐντὸς κλειστοῦ χώρου κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ παρεμποδίζεται ἢ περαιτέρω ἐπέκτασις καὶ μετάδοσις αὐτῆς, μεταβάλλεται εἰς θερμότητα καὶ ὑψώνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος τοῦ ραδιενεργοῦ σώματος.

Σήμερον ὁμως γνωρίζομεν ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενεργείας ὀφείλεται εἰς αὐτόματον ἀποσύνθεσιν καὶ διάσπασιν τῶν ατόμων, ἐκ τῶν ὁποίων προκύπτουν ἄτομα νέων στοιχείων μικροτέρου ἀτομικοῦ βάρους καὶ συγχρόνως ἐκλύεται ἀκτινοβόλος ἐνέργεια (δηλ. φανερὰ ἐνέργεια), ἡ ὁποία πρὸ τῆς ἀποσυνθέσεως τῶν ατόμων περιείχετο ἐντὸς αὐτῶν ὡς δυναμικὴ ἐνέργεια. Τὸ φαινόμενον τῆς μετατροπῆς τῶν ατόμων στοιχείου τινὸς εἰς ἄτομα ἐτέρων στοιχείων, τὸ ὄνειρον αὐτὸ τῶν ἀλχημιστῶν, χαρακτηριζόμενον πρὸ τινος ὡς οὐτοπία, ἐπεδείχθη διὰ τῆς ραδιενεργείας ὡς πραγματοποιήσιμον καὶ ἐξελίχθη εὐρύτατα. Τοιουτοτρόπως διὰ τῆς τεχνητῆς διασπάσεως τοῦ ατόμου ἐπετεύχθη καὶ ἡ τεχνητὴ μετατροπὴ ατόμων εἰς ἄτομα ἐτέρων στοιχείων, προσέτι δὲ καὶ εἰς ἄτομα βαρύτερα τῶν διασπομένων, καθὼς καὶ ἡ παρασκευὴ νέων στοιχείων μὴ εὗρισκομένων εἰς τὴν φύσιν. Ἡ τοιαύτη μετατροπὴ στοιχείου εἰς ἕτερον στοιχεῖον καλεῖται ὡς γνωστὸν μεταστοιχείωσις.

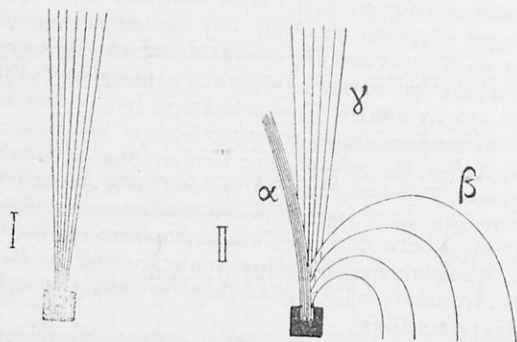
Τὰ ραδιενεργὰ σώματα π. χ. (ἄλλας ραδίου) τοποθετοῦνται ἐντὸς κοιλότητος πρίσματος ἐκ μολύβδου, ἀποτελοῦντος εἶδος θήκης μὲ παχέα τοιχώματα, τὰ ὁποῖα ἐμποδίζουν τὴν δι' αὐτῶν ἔξοδον τῶν ἀκτίνων (Σχ. 116, I). Τοιουτοτρόπως αἱ ἀόρατοι ἀκτίνες ἐξέρχονται μόνον ἐκ τῆς ὁπῆς εὐθυγράμμως καὶ ἐλαφρῶς ἀποκλίνουνσαι ὡς στενὸς θύσανος. Ἄν τὴν οὕτω σχηματιζομένην δέσμην τοποθετήσωμεν μεταξὺ τῶν πόλων ἰσχυροῦ ἡλεκτρομαγνήτου, αὕτη θὰ διαχωρισθῇ εἰς τρεῖς δέσμας, τῶν ὁποίων αἱ ἀκτίνες πρὸς διάκρισιν ὀνομάζονται ἀκτίνες **α**, **β** καὶ **γ** (Σχ. 116 II).

1) Αἱ ἀκτίνες **γ** δὲν ἐπηρεάζονται ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν ἐκκλίνουν τῆς ἀρχικῆς τῶν θέσεως καὶ κατευθύνσεως. Εἶναι κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος, ὅπως καὶ αἱ φωτειναί, ὅπως καὶ αἱ ἀκτίνες X, ἀλλὰ ἀκόμη μικροτέρου κύματος καὶ ἐπομένως εἶναι αἱ σκληρότεραι καὶ διεισδυτικώτεραι τῶν διὰ κυμάνσεων τοῦ αἰθέρος μεταδιδομένων ἀκτίνων, αἵτινες καλοῦνται ἡλεκτρομαγνητικαί.

2) Αἱ ἀκτίνες **β** εἶναι ὅμοιαι πρὸς τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας τῶν σωλῆνων Crookes ἤτοι ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἡλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα, ὡς εἴπομεν, εἶναι ὕλικά σωματίδια ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένα, μάξης ἴσης

πρὸς τὸ $\frac{1}{1840}$ ἑνὸς ἀτόμου ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ μικρότερον ἄτομον τῶν στοιχείων. Τὰ ἠλεκτρόνια ταῦτα ἐκσφενδονίζονται μετὰ μεγίστης καὶ ποικίλης ταχύτητος, προσεγγιζούσης τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός (150 - 280 ἑκατομμύρια μέτρα τὸ δευτερόλεπτον). Λόγῳ τῆς μηδαμινῆς μᾶξης τῶν ἠλεκτρονίων αἱ ἀκτῖνες **β** ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ὑφίστανται τὴν μεγίστην ἐκτροπήν.

3) *Αἱ ἀκτῖνες α* ἀποτελοῦνται ἐπίσης ἀπὸ ὁλικὰ βλήματα ἀσυγκρίτως μεγαλύτερα τῶν ἠλεκτρονίων. Εἶναι θετικῶς ἠλεκτρισμένα ἐκτρέπονται ἀσθενέστερον τούτων καὶ ἀντιθέτως. Κινοῦνται δὲ μετὰ



Σχ. 116.

μικροτέρας ταχύτητος (20 ἑκατομμύρια μέτρα περίπου κατὰ δευτερόλεπτον). Τὰ βλήματα ταῦτα εἶναι ἄτομα ἥλιου (He), τῶν ὁποίων ἕκαστον ἔχει μᾶζαν τετραπλάσιαν τῆς τοῦ ἑνὸς ἀτόμου ὑδρογόνου. Τὸ δὲ θετικὸν φορτίον, τὸ ὁποῖον φέρει, εἶναι ἰσοδύναμον πρὸς τὸ ἀρνητικὸν δύο ἠλεκτρονίων. Ἡ διεσδυτικότης τῶν ἀκτίνων **α** εἶναι μικρά.

Ἡ ραδιενέργεια καὶ τῶν τριῶν ἀκτινοβολιῶν ἔχει μεγίστην *βιολογικὴν ἐπίδρασιν* ἐπὶ τῶν ἰσθμῶν τῶν ζώων καὶ φυτῶν, τοὺς ὁποίους ἀλλοιώνει καὶ τῶν ὁποίων καταστρέφει βαθμὴδὸν τὰ κύτταρα, διὸ καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸς διάλυσιν νεοπλασμάτων. Κυρίως ὡς ραδιενεργὰ σώματα πρὸς καταπολέμεισιν τοῦ καρκίνου χρησιμοποιοῦνται τὸ *ράδιον* καὶ τὸ ραδιενεργὸν θόριον ἢ *μεσοθόριον*. Ἡ ἐπιτυχία τῆς μεθόδου ὅμως εἶναι σχετικὴ καὶ οὐχὶ πλήρης, ἰδίως ὅταν ἡ ἐπέμβασις παραμεληθῇ καὶ ζητηθῇ εἰς προεξεχωρισμένον στάδιον τῆς νόσου.

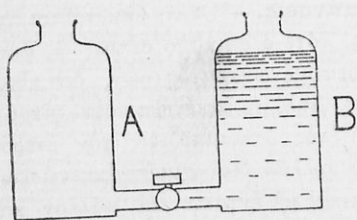
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΚΥΜΑΝΣΕΙΣ - ΑΣΥΡΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

§ 109. **Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις.**—Ὅταν ἐκκενοῦται πυκνωτὴς δι' ἰσχυροῦ σπινθῆρος, τότε ὁ σπινθὴρ οὗτος, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ ταχέως περιστρεφομένων κατόπτρων, δὲν εἶναι ἀπλοῦς, ἀλλ' εἶναι πολλαπλοῦς. Δηλ. ἡ ἐκκένωσις δὲν γίνεται διὰ μᾶς συνεχοῦς ροῆς ἐκ τοῦ ἑνὸς ὀπλισμοῦ εἰς τὸν ἕτερον διὰ μέσου τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ διὰ πολλῶν διαδοχικῶν ἐκκενώσεων μὲ ἐναλλασσομένην διεύθυνσιν καὶ μὲ ἔντασιν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐλαττουμένην. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι διὰ τῆς πρώτης ἐκκενώσεως δὲν γίνεται ἀμέσως ἡ ἠλεκτρικὴ ἐξουδετέρωσις τῶν δύο ὀπλισμῶν, ἀλλὰ εἰς ἕκαστον ὀπλισμὸν συσσωρεύεται περισσότερον ποσὸν ἠλεκτρισμοῦ, ἀφ' ὅ,τι χρειάζεται διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀντίθετον πρὸς τὸ ἐξουδετερωθὲν καὶ οὕτω προκαλεῖται δεύτερος σπινθὴρ, ὁ ὁποῖος, ἐπειδὴ μετὰ ἐκάστην ἐκκένωσιν ἕκαστος τῶν δύο πόλων ἠλεκτρίζεται ἀντιθέτως, θὰ ἔξη ἀντίθετον διεύθυνσιν πρὸς τὸν προηγούμενον. Τοῦτο ἐπαναλαμβάνεται μὲ φθίνουσαν ἔντασιν καὶ συντελεῖται ἐντὸς ἐκτάκτως βραχυτάτου χρονικοῦ διαστήματος.

Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον ἀντιδράσεως τοῦ Lenz κατὰ τὴν βραχυτάτην διάρκειαν τοῦ πρώτου ρεύματος ἐκκενώσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ περὶ αὐτὸ μαγνητικὸν πεδίου βαίνει πρὸς ἐξαφάνισιν, προστίθεται ρεῦμα ἐξ αὐτεπαγωγῆς τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἐνισχύον τὸ ἐξαφανιζόμενον τῆς ἐκκενώσεως. Δηλ. ἐκ τοῦ ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένου ὀπλισμοῦ τοῦ πυκνωτοῦ ἀφαιρεῖται περισσότερος ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς (περισσότερα ἠλεκτρόνια) καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ ὀπλισμὸς αὐτὸς ἀντὶ τῆς ἐξουδετερωθῆ ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ἐνῶ εἰς τὸν ἕτερον ὀπλισμὸν μεταβαίνει περίσσεια ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἥτις ἐξουδετερώνει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ καὶ τὸν ἠλεκτρίζει ἀρνητικῶς. Τοιοῦτοτρόπως ἐναλλάσσονται περιοδικῶς μὲ ἀφάνταστον ταχύτητα τὰ ἠλεκτρικὰ φορτία φθίνοντα μέχρις ὅτου ὅλη ἡ κυμαινομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μεταβληθῇ εἰς θερμότητα.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι ἀνάλογον μὲ τὸ ἐπόμενον φαινόμενον: Ἐὰν λάβωμεν δύο δοχεῖα (Σχ. 117) συγκοινωνοῦντα μεταξὺ τῶν δι' εὐρέος σωλήνος κλειομένου διὰ στρόφιγγος καὶ

ρίψωμεν εἰς τὸ ἐν ἑξ αὐτῶν ποσότητα ὕδατος καὶ κατόπιν ἀνοί-
ξωμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ θὰ εἰσορμήσῃ ἐντὸς τοῦ ἑτέρου
καὶ δὲν θὰ σταματήσῃ ἀμέσως εἰς τὸ ὕψος τῆς κατερχομένης
στάθμης τοῦ πρώτου πρὸς ἄμεσον ἰσορροπήσιν, ἀλλὰ συμφώ-



Σχ. 117

ως πρὸς τὸν νόμον τῆς
ἀδρανείας, λόγῳ κεκτημέ-
νης ταχύτητος, θὰ ἀνέλθῃ
ὕψηλότερον καὶ θὰ κυμαί-
νεται κατερχόμενον καὶ ἀ-
νερχόμενον μὲ μειουμένην
ἐντασιν. Ἐν τέλει δὲ θὰ
ἰσορροπήσῃ μὲ τὴν στά-
θμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸ

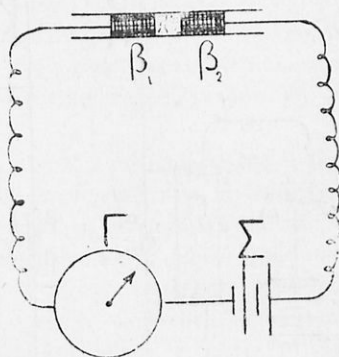
αὐτὸ ὕψος εἰς ἀμφοτέρω τὰ δοχεῖα. Ὅσον βραχύτερος εἶναι ὁ
σωλήν καὶ ὅσον εὐρύτερα ἡ δίοδος, δηλ. ὅσον μικροτέρα εἶναι
ἡ ἀντίστασις εἰς τὸν ροὴν τοῦ ὕδατος, τοσοῦτον ἐντονωτέρα εἴ-
ναι καὶ ἡ ταλάντωσις αὐτοῦ καὶ διαρχεστέρα.
Κατὰ τὴν ἀνωτέρω ἡλεκτρικὴν ἐκκένωσιν ὁ εἰς σπινθῆρα
διαδέχεται τὸν ἕτερον εἰς βραχύτατον χρόνον, ὁ ὁποῖος διὰ πᾶς
συνήθεις λαγήνους δύναται νὰ φθάσῃ μέχρις ἐνὸς ἑκατομμυριο-
στοῦ τοῦ δλ''. Δηλ. ἡ συχνότης τῶν ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων
ἢ ἡλεκτρικῶν παλμῶν ἀνέρχεται εἰς ἑκατοντάδας χιλιάδων κατὰ
δλ'. Τὸ φαινόμενον ἀποτελεῖ περίπτωσιν ἐναλλασσομένου ρεύ-
ματος μεγίστης συχνότητος. Τοιαῦτα ἐναλλασσόμενα ρεύματα
καλοῦνται **ὕψισυχνα ρεύματα**.

Ὡς δὲ ἀνεκάλυψεν ὁ Γερμανὸς Heinrich Hertz τὸ 1886
αἱ παλμικαὶ αὗται ἐκκενώσεις πυκνωτοῦ ἔχουν ἐπίδρασιν ἐπὶ
τοῦ αἰθέρος καὶ παράγουν πέρας τοῦ σπινθῆρος κυμάνσεις ἀνα-
λόγους πρὸς τὰς τοῦ φωτός. Αἱ κυμάνσεις αὗται πρὸς διάκρισιν
τῶν λοιπῶν καλοῦνται **ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις** ἢ **κυμάνσεις τοῦ**
Hertz (ἑρτσιανὰ κύματα) καὶ μεταδίδονται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύ-
τητα (300.000 χιλιομέτρων), μὲ τὴν ὁποίαν καὶ αἱ φωτειναὶ.
Τὰ δὲ μήκη κύματος αὐτῶν εἶναι πολὺ μεγαλύτερα τῶν φω-
τεινῶν καὶ θερμικῶν (ὑπερερῶν) τοιούτων.

Συνοχεὺς τοῦ Branly. Τὰ μέσα, τὰ ὁποῖα διέθετεν ὁ
Hertz πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς ὑπάρξεως τοιούτων κυ-

μάνσεων, δὲν ἦσαν εὐαίσθητα καὶ ὥς ἐκ τούτου ἡ παρουσία αὐτῶν ἐδεικνύετο εἰς μικρὰν σχετικῶς ἀκτίνα περὶ τὸν ἐκκενωτήν. Ὀλίγον βραδύτερον ὅμως ὁ Γάλλος φυσικὸς Edouard Branly (1890) ἔδειξε τὴν παρουσίαν τῶν κυμάνσεων τούτων καὶ εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Οὗτος ἀνεκάλυψεν ὅτι, ἐὰν ἐντὸς σωλῆνος ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν περικλείσωμεν μεταξὺ δύο χαλκίνων

ἐμβόλων συνδεδεμένων μετὰ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης μετάλλινά ψήγματα (νικελίου, ἀργύρου κτλ.) (Σχ. 118 β_1, β_2) ταῦτα θὰ παρουσιάσουν μεγάλην ἀντίστασιν καί, ὥς δύναται νὰ δείξῃ παρεμβαλλόμενον γαλβανόμετρον Γ , ρεῦμα δὲν θὰ διέρχεται. Ἐὰν ὅμως ὁ οὕτω συνδεδεμένος σωλὴν ἐκτεθῇ εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων ἐπέρχεται μεγαλυτέρα συνοχή



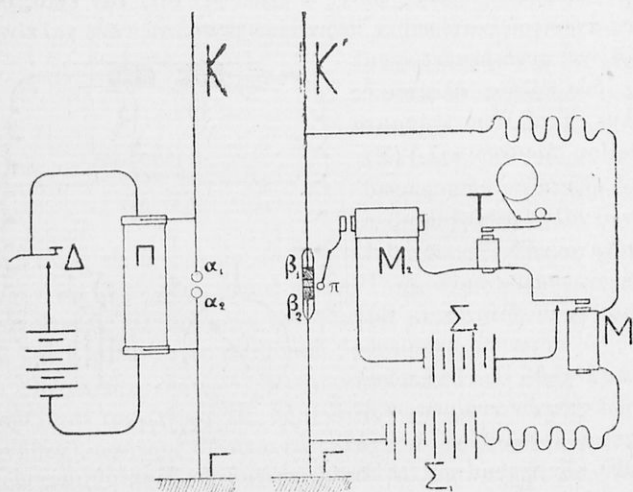
Σχ. 118

μεταξὺ τῶν ψηγμάτων, ἡ ἀντίστασις αὐτῶν ἐλαττοῦται καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται. Ἡ συσκευή αὕτη καλεῖται **συνοχεὺς τοῦ Branly**. Λέγεται καὶ **φωρατῆς** τοῦ Branly, διότι ἀποκαλύπτει τὴν παρουσίαν ἐρτσιανῶν κυμάνσεων. Διὰ τοῦ συνοχέως τὸ ρεῦμα θὰ ἐξακολουθῇ νὰ διέρχεται καὶ μετὰ τὴν κατάπαισιν τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων καὶ μόνον ὅταν διὰ πλήκτρον κτυπήσωμεν ἑλαφρῶς τὸν σωλῆνα θὰ ἐπέλθῃ διακοπή.

§ 110. **Ἀσύρματος τηλεγραφία.** Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων εἶναι εὐκόλον νὰ νοηθῇ ὅτι διὰ καταλλήλου συνδυασμοῦ συσκευῆς δυναμένης νὰ παράγῃ ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις καὶ συνοχέως τοῦ Branly εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῇ συνεννόησις ἐξ ἀποστάσεως. Τὸν συνδυασμὸν τοῦτον ἐφήρμοσεν ἀποτελεσματικῶς τὸ πρῶτον τὸ 1896 ὁ Ἰταλὸς G. Marconi, ὁ οἷτος οὕτω ἐφεῖρε τὸν **ἀσύρματον τηλεγραφον**.

Οὗτος μετεχειρίσθη ὥς **πομπὸν** διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων συσκευὴν (Σχ. 119) ἀποτελουμένην ἀπὸ ἐκκενωτῆν μετὰ δύο σφαίρας α_1 καὶ α_2 πλησίον ἀλλήλων εὐ-

ρισκομένας, ἐκ τῶν ὁποίων συνέδεσε τὴν μίαν σφαῖραν ἐκκενώ-
σεως α , μὲ τὸν ἓνα πόλον ἐπαγωγικοῦ πηνίου Π καὶ μὲ τὴν
γῆν Γ , τὴν δὲ ἑτέραν α_1 , μὲ τὸν ἕτερον πόλον τοῦ ἐπαγωγικοῦ
πηνίου Π καὶ μὲ ἄγωγὸν ἐκ σύρματος στηριζόμενον μεμονωμέ-



Σχ. 110

νως ἐπὶ ὑψηλοῦ ἴσου καὶ ἀποτελοῦντα τὴν καλουμένην **κεραίαν**
Κ. Διὰ τῆς τοιαύτης συνδέσεως ἠδυνήθη νὰ παραγάγῃ ἰσχυρὰς
ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις, τῶν ὁποίων τὴν διάρκειαν ἐρρῶνιζε διὰ
παρεμβολῆς εἰς τὸ πρῶτεῦν κύκλωμα τοῦ πηνίου ὡς διακόπτου
χειριστηρίου τοῦ Morse Δ.

Ὡς **δέκτην** ἐχρησιμοποίησε τὸν **συνοχέα τοῦ Branly**, τοῦ
ὁποίου τὰ δύο ἠλεκτροδία β_1 καὶ β_2 συνέδεσε μὲ τοὺς πόλους
ἠλεκτρικῆς στήλης Σ_1 , προσέτι δὲ τὸ β_2 μὲ τὴν γῆν Γ καὶ τὸ β_1
μὲ τὴν κεραίαν K' . Εἰς τὸ κύκλωμα τοῦτο μεταξὺ β_1 καὶ
στήλης Σ_1 παρενέβαλε ἓνα ἠλεκτρομαγνήτην M , ὁ ὁποῖος, μό-
λις διέλθῃ τὸ ρεῦμα διὰ τοῦ συνοχέως, ἔλκει τὸν ὀπλισμὸν αὐ-
τοῦ καὶ κλείει τὸ κύκλωμα ἑτέρας στήλης Σ_2 , μὲ ἰσχυρότερον
ρεῦμα καὶ μὲ ἕτερον ἠλεκτρομαγνήτην M_2 , ὁ ὁποῖος διὰ πλή-

κτρον ὁμοίου πρὸς τὸ τῶν ἡλεκτριζῶν κωδῶνων πλήττει τὸν συνοχέα καὶ διακόπτει τὸ ρεῦμα συγχρόνως μὲ τὴν κατάπαυσιν τῶν ἡλεκτριζῶν κυμάνσεων. Οὕτω δὲ τῇ παρεμβολῇ εἰς τὸ δεῦτερον κύκλωμα δέκτου τοῦ Morse T ἐλάμβανε τηλεγραφήματα διὰ τῶν γνωστῶν σημάτων, ὅπως καὶ εἰς τὸν μετὰ σύρματος τηλεγράφων.

Πρὸς κατανόησιν τῆς εὐρύτατα ἐξελιχθείσης ἀσυρμάτου ἐπικοινωνίας εἶναι ἀνάγκη νὰ συμπληρώσωμεν δι' ὀλίγων τὰς γνώσεις ἡμῶν εἰς τὰ κεφάλαια περὶ χωρητικότητος καὶ αὐτεπαγωγῆς, προσέτι δὲ νὰ διηγήσωμεν καὶ περὶ ἡλεκτρονικῶν σωλήνων.

§ 111. **Χωρητικότης καὶ μονὰς χωρητικότητος.**—Εὐνοοῦμεν ἤδη (βλ. § 26) ὅτι, ἂν ἡλεκτρίσωμεν ἓνα ἄγωγόν π. χ. μίαν μεταλλίνην σφαῖραν μὲ ποσότητα τινα ἡλεκτρισμοῦ Q , θὰ ἀναπτυχθῇ μία σχετικὴ τάσις διασπορᾶς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἄγωγου, ἡ ὁποία καλεῖται ἡλεκτρικὴ τάσις ἢ δυναμικόν. Ἐὰν μὲ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ Q ἡλεκτρίσωμεν μίαν μεγαλυτέραν σφαῖραν, ἡ τάσις θὰ εἶναι μικροτέρα καὶ ἵνα ἀνέλθῃ τὸ δυναμικὸν τῆς μεγάλης σφαίρας εἰς τὸ τῆς μικρᾶς, θὰ πρέπη νὰ προσθέσωμεν ἡλεκτρισμόν, νὰ φορτίσωμεν τὴν μεγάλην σφαῖραν μὲ μεγαλυτέραν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ. Λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ μεγαλυτέρα σφαῖρα ἔχει μεγαλυτέραν **ἡλεκτροχωρητικότητα**. **Αὕτη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον Q τοῦ ἡλεκτρισμένου ἄγωγου καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ V .** Ἐπομένως παριστῶντες τὴν χωρητικότητα διὰ τοῦ C , θὰ ἔχωμεν:

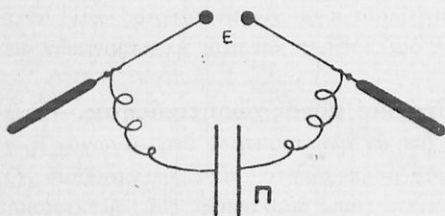
$$(α') \quad C = \frac{Q}{V} \text{ καὶ } Q = CV$$

Πρακτικὴ μονὰς χωρητικότητος εἶναι τὸ **φαραδ** (farad) δηλ. ἡ χωρητικότης ἄγωγου, εἰς τὸν ὁποῖον διὰ φορτίου 1 κουλόμβ ἀναπτύσσεται τάσις 1 βόλτ.

Ἐπειδὴ δὲ ἐκ τῆς γειτνιάσεως ἡλεκτρισμένων σωμάτων ἐπηρεάζεται τὸ δυναμικὸν τοῦ ἄγωγου, ἡ τοιαύτη γειτνίασις ἔχει ἐπίδρασιν καὶ ἐπὶ τῆς ἡλεκτροχωρητικότητος αὐτοῦ. Οὕτω προκειμένου περὶ πυκνωτῶν (βλ. § 27) ἡ χωρητικότης αὐτῶν εἶναι μεγίστη ὥστε ἀλλοεπιδράσεις τῶν ἀντιθέτως ἡλεκτρίζομένων ὀπλισμῶν αὐτῶν.

Ἡ χωρητικότης πυκνωτοῦ ἐκφράζεται διὰ τοῦ αὐτοῦ ὡς ἀνωτέρω τύπον (α), ἔνθα Q εἶναι τὸ φορτίον τοῦ ἑνὸς ἐκ τῶν δύο ὀπλισμῶν εἰς κουλόμβ καὶ V ἡ μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν διαφορὰ δυναμικοῦ εἰς βόλτ, ὅτε $\frac{Q}{V}$ παριστάνει φαραδ (farad).

Εἰς τὴν περίπτωσιν μεμονωμένου ἀγωγοῦ, ὡς τῆς ἀνωτέρω σφαίρας, V εἶναι ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ σφαίρας καὶ τοῦ περιβάλλοντος, τοῦ ὁποίου τὸ δυναμικὸν θεωροῦμεν ἴσον πρὸς τὸ 0.



Σχ. 120

Ἐπειδὴ 1 φαραδ, εἶναι τεραστία χωρητικότης, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν πρᾶξιν ὡς μόνως τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ φαραδ, τὸ ὁποῖον καλεῖται *μικροφαραδ*. (1 microfarad = 10^{-6} farad).

Ἐὰν εἰς τὴν ἠλεκτροστατικήν μηχανὴν Wimshurst (§ 29) συνδέσωμεν τοὺς δύο ἀγωγούς, τοὺς ἀπολήγοντας εἰς τοὺς πόλους ἐκκενώσεως, μὲ τοὺς ὀπλισμοὺς πυκνωτοῦ Π ὡς δεικνύει τὸ σχ. 120, ἡ χωρητικότης τῶν ἀγωγῶν θὰ αὐξηθῇ καὶ ὡς ἐκ τούτου κατὰ τὰς ἐκκενώσεις τὰ ἐκκενούμενα φορτία θὰ εἶναι μεγαλύτερα, οἱ σπινθῆρες ἀραιότεροι ἀλλ' ἐντονώτεροι, ἢ δὲ διάρκεια ἐκάστου σπινθῆρος, δηλ. ἡ διάρκεια τοῦ φθίνοντος ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐκκενώσεως, τὸ ὁποῖον εἶναι ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος, θὰ εἶναι ἐπίσης μακροτέρα. Αὕτη αὐξάνεται καὶ μὲ τὴν μείωσιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος εἰς ὧμ, ἔπομένως καὶ μὲ τὴν μείωσιν τῆς ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεως τῶν δύο πόλων, διότι οὕτω ἐπιβραδύνεται ἡ μετατροπὴ τῆς κυμαινομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμότητα.

§ 112. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτεπαγωγῆς καὶ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς.—Εἶδομεν ἤδη (§ 76, § 77) ὅτι πᾶσα μετοβολὴ τῆς ἐντάσεως ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρρέοντος ἀγωγόν τινα (μείωσις, αὔξεις, διακοπὴ, ἀποκατάστασις) μεταβάλλει τὸ περὶ τὸν ἀγωγὸν μαγνητικὸν πεδίου καὶ παράγει εἰς τὸν ἴδιον ἀγωγὸν ἐπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον καλεῖται *ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς*. Τοῦτο διαρκεῖ ὅσον καὶ ἡ συντελουμένη μεταβολή. Συμφώνως δὲ πρὸς τὸν νόμον τοῦ Lenz ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος αὐτεπαγωγῆς, ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ἐπάγοντος ρεύματος

αὐξάνῃ, εἶναι ἀντίθετος, ὅταν δὲ μειοῦται, εἶναι ἡ αὐτή. Ὡς ἐκ τούτου εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἔχομεν ἐπιβραδύνειν τῆς αὐξήσεως τῆς ἐντάσεως, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἐπιβραδύνειν τῆς μειώσεως ταύτης. Εἰς ἀμφοτέρας ὁμως τὰς περιπτώσεις, ἐφ' ὅσον ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος αὐξάνεται ἢ μειοῦται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ t κατὰ τὸ αὐτὸ ποσὸν i , ἡ **ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις** τοῦ ρεύματος αὐτεπαγωγῆς e εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ διαφέρει μόνον κατὰ τὴν φορὰν. Εἶναι δηλ. ἀρνητικὴ ἢ θετικὴ καὶ ὑπολογίζεται εἰς βόλτ. Ἡ τοιαύτη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτεπαγωγῆς e εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως i καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸν χρόνον διαρκείας τῆς μεταβολῆς t . Ἐξαο-
τᾶται ὁμως καὶ ἐκ τοῦ εἶδους καὶ τῆς μορφῆς τοῦ ἀγωγοῦ. Πα-
ρίσταται δὲ διὰ τοῦ τύπου:

$$e = L \frac{i}{t}$$

ἐνθα L σταθερὸς συντελεστὴς ἐξαρτώμενος ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἀγωγοῦ, ὁ ὁποῖος καλεῖται **συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς** ἢ ἀπλῶς **αὐτεπαγωγή**. Εἰς ἓνα κύκλωμα οἷονδήποτε τμήμα ἔχει καὶ τὴν αὐτεπαγωγήν του, ἡ ὁποία τὸ χαρακτηρίζει. Ἀγωγὸς σωληνο-
ειδοῦς ἢ πηνίου ἔχει τοσοῦτον μεγαλυτέραν αὐτεπαγωγήν, ὅσον περισσότεραι, εὐρύτεραι καὶ ἐγγύτεραι ἀλλήλων εἶναι αἰσπεῖραι αὐτοῦ.

Ἐὰν ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις e μετρηθῇ εἰς βόλτ, ὁ χρό-
νος t εἰς δλ' καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως i εἰς ἀμπέρ, ὁ συν-
τελεστὴς αὐτεπαγωγῆς ὑπολογιζόμενος διὰ τοῦ τύπου

$$L = \frac{et}{i}$$

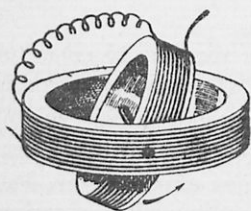
θὰ παρέχεται εἰς μονάδας **ἀνρὺ** (henry), αἱ ὁποῖαι ὁρίσθησαν ὡς πρακτικαὶ μονάδες μετρήσεως τῆς αὐτεπαγωγῆς.

**Ἀγωγὸς τις ἔχει αὐτεπαγωγήν (ἢ συντελεστήν αὐτε-
παγωγῆς) ἐνὸς ἀνρὺ, ὅταν διὰ μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως
κατὰ 1 ἀμπέρ εἰς χρονικὸν διάστημα ἐνὸς δευτερολέπτου
ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις 1 βόλτ.**

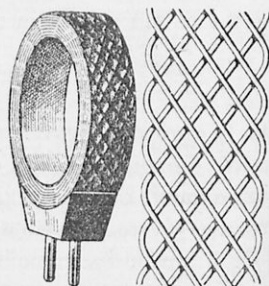
Ὅταν κλείωμεν ἓνα κύκλωμα λόγῳ τοῦ ὅτι, ὡς εἵπομεν, ἡ ἀπο-

κατάστασις τοῦ ρεύματος ἐπιβραδύνεται ἐξ αἰτίας τοῦ ἀντιθέτου ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματος, σπινθῆρ συνήθως δὲν παράγεται, ἰδίως ὅταν ἡ αὐτεπαγωγή εἶναι μεγάλη (π. χ. ὅταν τὸ κύκλωμα περιλαμβάνῃ πηνίον). Κατὰ τὸ ἄνοιγμα ὁμως τοῦ κυκλώματος, ὅτε τὸ ρεῦμα διακόπτεται στιγμιαίως, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι μεγίστη παράγουσα ἰσχυρὸν ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς πρὸς τὸ διακοπτόμενον καὶ προκαλεῖ ζωηρότατον σπινθῆρα, ὃ ὅποῖος ὅταν τὸ ρεῦμα εἶναι ἰσχυρὸν δύναται νὰ ἐπιφέρῃ βλάβην εἰς τὸ κύκλωμα.

Ἐὰν μεμονωμένος ἄγωγος διπλωθῇ εἰς τὸ μέσον καὶ περιελιχθῇ διπλοῦς σπειροειδῶς σχηματίζον σωληνοειδὲς ἢ πηνίον, τότε κατὰ τὰς ἐπερχομένας μεταβολὰς τοῦ δι' αὐτοῦ διαβιβαζομένου ρεύματος τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα τῶν δύο ἡμισέων τοῦ ἄγωγου, εὐρίσκόμενα πησίον ἀλλήλων καὶ ἔχοντα ἀντίθετον φορᾶν, ἀλληλοεξουδετεροῦνται. Ὁ οὕτω περιελιγμένος ἄγωγος ἔχει ἐπομένως αὐτεπαγωγὴν $L=0$.



Σχ. 121



Σχ. 122

Ὅταν ἄγωγος μεμονωμένος σχηματίζῃ περιελισσόμενος δύο πηνία ἐν σειρᾷ, ἐξ ὧν τὸ ἓν δύναται νὰ στρέφεται ἐντὸς τοῦ ἄλλου, ὡς δεικνύει τὸ σχ. 121, τότε ὅταν αἱ σπείραι ἀμφοτέρων τῶν πηνίων εἶναι παράλληλοι, ἀλλὰ τὸ διαβιβαζόμενον ρεῦμα διὰ τοῦ ἑνὸς πηνίου εἶναι ἀντιθέτου φορᾶς πρὸς τὸ διὰ τοῦ ἑτέρου, ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ ἑνὸς πηνίου εἶναι ἀντίθετος τοῦ ἑτέρου καὶ ὡς ἐκ τούτου τοῦ συνόλου ἡ αὐτεπαγωγὴ εἶναι ἡ ἐλάχιστη. Ἄν ὁμως τὸ ρεῦμα εἰς ἀμφοτέρα τὰ πηνία εἶναι τῆς αὐτῆς φορᾶς, τότε ἡ αὐτεπαγωγὴ τοῦ συνόλου εἶναι μεγίστη. Μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν τιμῶν ποικίλλει ἡ τιμὴ τῆς αὐτεπαγωγῆς τοῦ συστήματος εἰς τὰς διαφορὰς ἐνδιαμέσους θέσεις τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου. Τὸ τοιοῦτον σύστημα μεταβλητῆς αὐτεπαγωγῆς καλεῖται *βαριόμετρον* καὶ εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ραδιοφωνίαν.

Μείωσις τῆς χωρητικότητος τῶν πηνίων. Ἐπειδὴ αἱ μεμονωμένα σπείραι ἑνὸς πηνίου πλησίον ἀλλήλων ἐπιδροῦν ἐπ' ἀλλήλων

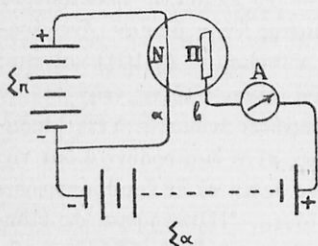
ὥς οἱ ὀπλισμοὶ ἐνὸς πυκνωτοῦ καὶ αὐξάνουν τὴν ἠλεκτροχωρητικότητα τοῦ πηνίου, εἰς ἓνα πηνίον μὲ πολλὰς σπείρας, ἢ χωρητικότης εἶναι αἰσθητὴ καὶ πολλάκις ἀνεπιθύμητος. Πρὸς περιορισμὸν ταύτης περιελίσσομεν τὸν ἀγωγὸν οὕτως ὥστε αἱ σπείραι νὰ εὐρίσκωνται εἰς ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων καὶ νὰ διασταυρῶνται μεταξύ των. Οὕτω κατασκευάζομεν *πηνία μικρᾶς χωρητικότητος*, τὰ ὁποῖα καὶ αὐτὰ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ραδιοφωνίαν (Σχ. 122).

§ 113. Ἠλεκτρονικοὶ σωλῆνες (ἢ ραδιοσωλῆνες). **Δίοδοι καὶ τρίοδοι λαμπτήρες.**—Ἡ ἔκπομπὴ ἠλεκτρονίων ὑπὸ πυρακτωμένου μεταλλικοῦ νήματος, τὴν ὁποίαν ἀνεφέρομεν εἰς τοὺς φωτοβόλους σωλῆνας φθορισμοῦ (§ 104) καὶ τοὺς νεωτέρου τύπου σωλῆνας Röntgen εἶναι ιδιότης, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν ὅλα τὰ ἐν λευκοπυρῶσει σώματα, εἴτε πυρακτοῦνται διὰ θερμάνσεως ἢ καύσεως, εἴτε διαπυρρῶνται διὰ τῆς δίοδου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἰς ἀντίθεσιν τὰ ἐν ἐρυθροπυρῶσει σώματα ἐκπέμπουν μόνον θετικὰ ἰόντα. Ἠλεκτρόνια, ὥς εἶδομεν, ἐκσφενδονίζονται καὶ διὰ τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων τῶν σωλῆνων Crookes καὶ τῶν ἀκτίνων β τῶν ραδιενεργῶν σωμάτων. Ἐπίσης αἱ ὑπεριώδεις ἀκτῖνες, ἰδίως αἱ σκληρότεραι ἐξ αὐτῶν, προσπίπτουσαι ἐπὶ μετάλλων προκαλοῦν τὴν ἐξ αὐτῶν ἀποβολὴν ἠλεκτρονίων καὶ τὴν ἠλέκτρισιν τοῦ μετάλλου θετικῶς. Ἐὰν ὁ ἀποχωρισμὸς ἠλεκτρονίων γίνεται παρουσίᾳ ἀερίων καὶ συνεπῶς καὶ παρουσίᾳ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τότε τὰ ἀέρια ἰονίζονται, δηλ. ἐμφανίζονται ἰόντα [ἀνίοντα (—) καὶ κατιόντα (+)]. Ταῦτα, ὥς εἶπομεν ἤδη, εἶναι ἄτομα ἢ συγκροτήματα ἀτόμων, τὰ μὲν ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένα, τὰ δὲ θετικῶς καθίστοῦν δὲ τὸν ἀέρα εὐηλεκτρωγὸν καὶ τὸ ὕδωρ ἐπίσης καλὸν ἀγωγὸν (ἠλεκτρολύτην).

Τὰ ἠλεκτρόνια κινούμενα ἐντὸς ἀεροκένων σωλῆνων ἢ φυσίγγων πρὸς κατεύθυνσίν τινα μετὰ ταχύτητος, ἀποτελοῦν φαινόμενον ροῆς ἠλεκτρονίων, τὸ ὁποῖον καλεῖται *ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα*. Τὰ δὲ εἰδικὰ κλειστὰ δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων παρὰγονται τὰ τοιαῦτα ρεύματα, καλοῦνται *ἠλεκτρονικοὶ σωλῆνες*¹,

1. Ὑπὸ τὴν εὐρύτεραν σημασίαν τῆς λέξεως καὶ οἱ φωτοβόλοι σωλῆνες Geissler, Claude, Crookes, Röntgen εἶναι ὡσάντως ἠλεκτρονικοὶ σωλῆνες, ἀλλὰ δὲν χρησιμοποιοῦνται πρὸς διαβίβασιν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς κυκλώματα.

(ἡ ἠλεκτρονικαὶ σφαῖραι, φύσιγγες) καὶ εἶναι σχεδὸν τελείως κενὰ ἀέρος. Ἐντὸς τοιούτου σωλῆνος (Σχ. 123) πυρακτοῦται μετάλλινον νήμα **N** (βολφραμίου) ὑπὸ ἐξωτερικῆς στήλης **Σπ** καλουμένης **στήλης πυρακτώσεως** (6 βόλτ). Ἐναντι τοῦ νήματος ὑπάρχει μεταλλίνη πλάξ **Π** (ἐκ νικελίου ἢ μολυβδαίνιου) ἀποτελοῦσα ἠλεκτρόδιον δυνάμενον νὰ συνδεθῇ διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἄκρου αὐτῆς β μετὸν θετικὸν πόλον ἰσχυροτέρας



Σχ. 123

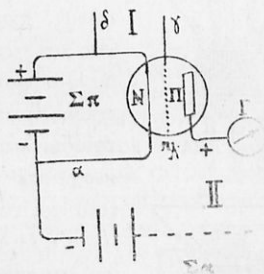
στήλης **Σα** καλουμένης **στήλης ἀνόδου**, διότι ἡ πλάξ **Π** θετικῶς ἠλεκτριζομένη ἀποτελεῖ τὴν ἄνοδον. Ἡ στήλη αὕτη εἶναι 50 - 100 βόλτ, ὁ δὲ ἀρνητικὸς πόλος αὐτῆς συνδέεται μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ τῆς στήλης **Σπ**. Διὰ παρεμβολῆς ἀμπερομέτρου **A** παρακολουθοῦμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τοῦ κυκλώματος τῆς στή-

λης **Σα**, τὸ ὁποῖον ἐπηρεάζεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ τοιούτου μεταξὺ **N** καὶ **Π**. Τοῦτο δὲ πάλιν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων τῆς στήλης ἀνόδου **Σα** καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τοῦ νήματος. Ἐν ὅσῳ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης **Σα** (τοῦ κυκλώματος τῆς ἀνόδου) μεταβάλλεται, μεταβάλλεται ὡς δεικνύει τὸ ἀμπερόμετρον **A** καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ κυκλώματος αὐτῆς καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ μεταξὺ πλακὸς **Π** καὶ τοῦ νήματος **N** ὑπὸ σταθερὰν πυράκτωσιν ἠλεκτρονικοῦ τριούτου. Αὐξανομένης τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ διὰ παρεμβολῆς εἰς τὸ κύκλωμα περισσοτέρων στοιχείων τῆς στήλης **Σα**, αὐξάνεται καὶ ἡ ἔντασις διὰ προσελκύσεως περισσοτέρων ἠλεκτρονίων ὑπὸ τῆς πλακὸς **Π**. Τοῦτο ὅμως θὰ συμβῇ μέχρις ὁρίου τινός, πέραν τοῦ ὁποίου τὸ νήμα ἀδυνατεῖ νὰ ἐκλύῃ περισσότερα ἠλεκτρόνια, ὅτε λέγομεν, ὅτι ἐπῆλθε κόρος καὶ τὸ ρεῦμα λέγεται **ρεῦμα κόρου**.

Ἄν συνδέσωμεν τὴν στήλην **Σα** ἀντιστρόφως, δηλ. τὸν ἀρνητικὸν πόλον μετὸ ἄκρον β (μετὴν πλάκα **Π**) καὶ τὸν θετικὸν μετὸ ἄκρον α, ρεῦμα τότε δὲν θὰ διέλθῃ. Ἐὰν τώρα τὰ

ἄκρα τοῦ ηλεκτρονικοῦ σωλήνος α καὶ β συνδέσωμεν μὲ τοὺς πόλους ηλεκτρικῆς πηγῆς ὅχι συνεχοῦς ρεύματος, ἀλλὰ ἐναλ-
σομένου τοιούτου, τότε τὸ ρεῦμα θὰ διέρχεται μόνον κατὰ τὰς
περιοδούς, καθ' ὧς ἡ πλάξ II θὰ ηλεκτρίζεται θετικῶς καὶ θὰ
ἔχῃ, συμφώνως πρὸς τὴν συμβατικῶς καθορισθεῖσαν φοράν,
διεῦθυνσιν ἐκ τῆς πλακὸς πρὸς τὸ νῆμα. Ὁ τοιοῦτος σωλήν
ἔχων μορφὴν λαμπτήρος καὶ δύο ηλεκτρόδια, τοῦ νήματος καὶ
τῆς πλακὸς, μὲ τρία ἐξωτερικὰ ἄκρα, καλεῖται **δίοδος λαμπτήρ**
ἢ ηλεκτρονικὴ βαλβίς. Οὗτος χρησιμοποιεῖται, ἵνα μεταβάλλῃ
ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς περιοδικῶς μεταβαλλόμενον τῆς αὐτῆς
φορᾶς, φερόμενον ὡς συνεχές καὶ κατάλληλον πρὸς πλήρωσιν
συσσωρευτῶν. Ἀποτελεῖ δηλ. ὁ δίοδος λαμπτήρ μετατροπέα,
ὅστις μεταβάλλει ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχές.

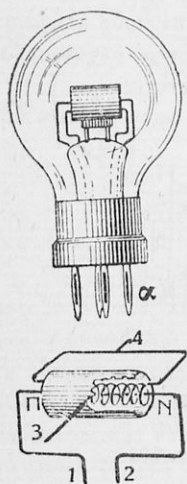
Ἐὰν εἰς τὸν δίοδον λαμπτήρα παρεμβάλωμεν μεταξὺ νή-
ματος καὶ πλακὸς καὶ τρίτον
ηλεκτρόδιον **πλ** αποτελούμε-
νον ἐκ μεταλλίνου πλέγματος
(ἐκ νικελίου ἢ μολυβδαινίου)
(Σχ. 124), τότε ὁ ηλεκτρονι-
κὸς σωλήν μεταβάλλεται εἰς
τὸν καλούμενον **τρίοδον λαμ-**
πτῆρα. Ἐὰν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ
γ ηλεκτρίσωμεν τὸ πλέγμα
ἀρνητικῶς, τοῦτο θὰ ἐξασκῇ
ἄψωσιν ἐπὶ τῶν ἐκ τοῦ νή-



Σχ. 124

ματος ἐκπορευομένων ηλεκτρονίων καὶ θὰ μειώσῃ τὸ ηλεκτρο-
νικὸν ρεῦμα τοῦ σωλήνος καὶ συνεπῶς καὶ τοῦ ὅλου κυκλώμα-
τος II. Δύναται δὲ καὶ ὁλοσχερῶς νὰ παρεμποδίσῃ τὴν δίοδον
τῶν ηλεκτρονίων πρὸς τὴν ἄνοδον II. Ἄν ἀντιθέτως τὸ πλέγμα
πλ ηλεκτρισθῇ θετικῶς, τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος II θὰ ἐνι-
σχυθῇ. Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τὰ ἀνωτέρω, συνδέομεν τὸν θετι-
κὸν πόλον τῆς στήλης πυρακτώσεως Σπ διὰ τοῦ ἀγωγοῦ δ καὶ
τὸ πλέγμα διὰ τοῦ ἀγωγοῦ γ μὲ τοὺς πόλους ἀσθενεστάτης
ηλεκτρικῆς πηγῆς, ὅτε ὅταν τὰ ηλεκτρικὰ ρεύματα ἐντὸς τοῦ
σωλήνος τῶν δύο κυκλωμάτων I καὶ II συμπίπτουν, μὲ διεύ-
θυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὸν ροῦν τῶν ηλεκτρονίων (δηλ. πρὸς

τὸ νῆμα), τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος II ἐνισχύεται αἰσθητῶς, ὅταν ἀντιθέτως δὲν συμπίπτουν καὶ εἶναι ἀντιθέτου φορᾶς τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος II μειοῦται σημαντικῶς. Ἐὰν δὲ τοιαῦται αὐξομειώσεις ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα I, τοῦ ὁποίου ἡ ἐντασις εἶναι μικρά, εἶναι ἀνεπαίσθητοι, εἰς τὸ κύκλωμα II, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖται ὑπὸ ἰσχυροτέρας ἡλεκτρικῆς πηγῆς, καθίστανται αἰσθηταὶ καὶ πολὺ ἐντονώτεροι, διότι διακυμαίνονται μεγαλύτερα ποσὰ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, παρεχομένης ὑπὸ τῆς πηγῆς Σα. Οὕτω π.χ. ἐὰν αἱ διακυμάνσεις εἰς τὸ κύκλωμα I



Σχ. 125

ὀφείλονται εἰς ἀσθενέστατον ποσὸν ἐνεργείας μεταδιδομένης διὰ τῆς ἐνσυρμάτου ἢ ἀσυρμάτου ἐπικοινωνίας ἐκ μεγάλων ἀποστάσεων, αὗται μεταβάλλονται εἰς τὸ κύκλωμα II ὑπὸ τὸν αὐτὸν ρυθμὸν καὶ τὰς αὐτὰς περιόδους εἰς κυμάνσεις ἐνισχυμένας καὶ γινομένας ἀντιληπτὰς εἴτε διὰ γαβανομέτρου εἴτε δι' ἄλλων συσκευῶν ἡχητικῶς ἢ ὁπτικῶς ἢ γραφικῶς. Συνεπῶς οἱ τριόδοι λαμπτήρες χρησιμοποιοῦνται ὡς **ἐνισχυταὶ** ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων καὶ ὡς τοιοῦτοι τυγχάνουν ποικίλων ἐφαρμογῶν.

Οἱ ἐν τῇ πράξει χρησιμοποιούμενοι τριόδοι λαμπτήρες δὲν παρουσιάζουν τὴν ἀπλὴν μορφήν, τὴν ὁποίαν δύναται τις νὰ συναγάγῃ ἐκ τοῦ σχήματος 124.

Σήμερον κατασκευάζονται ποικίλης μορφῆς καὶ διαφόρου μεγέθους τριόδοι λαμπτήρες καὶ ἐν γένει ραδιοσωλῆνες. Μεταξὺ αὐτῶν ὁ τοῦ σχ. 125 εἶναι ὁ ἀπλούστερος, ὁ κλασσικὸς τύπος, ὅστις ἐκχρησιμοποιήθη τὸ πρῶτον ἐν τῇ πράξει. Εἰς τὸν τύπον αὐτὸν τὸ πλέγμα διαμορφοῦται εἰς σπειροειδῶς ἐλίσσόμενον σύρμα ἐκ νικελίου ἢ μολυβδαινίου, τὸ ὁποῖον σχηματίζει κυλινδρικὴν ἐσχάραν περιβάλλουσαν τὸ πυρακτούμενον νῆμα βολφραμίου, καὶ ἡ ὁποία περιβάλλεται ὑπὸ κοίλου κυλίνδρου ἐπίσης ἐκ νικελίου ἢ μολυβδαινίου. Οὗτος ἀποτελεῖ τὴν πλάκα μετασχηματισθεῖσαν εἰς κύλινδρον. Τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ συγκροτήμα

συνδέεται μετὰ τεσσάρων ἀκροδεκτῶν, τοὺς ὁποίους βλέπομεν εἰς τὸ ἄνω ἐκ τῶν δύο ὑπ' ἀριθ. 125 σχημάτων κάτωθεν τοῦ λαμπτήρος, καὶ οἱ ὅποιοι διαχωρίζονται εἰς τὸ κάτω σχῆμα ὡς ἐξῆς: Δύο ἀκροδέκται, 1 καὶ 2, διὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ νήματος μὲ τὴν στήλην πυρακτώσεως, ὁ ὑπ' ἀριθ. 3 ἀκροδέκτης διὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ κυλίνδρου Π μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἐτέρας στήλης, τῆς καλουμένης ἀνοδικῆς, καὶ τέλος ὁ ὑπ' ἀριθ. 4 ἀκροδέκτης τῆς σπειροειδοῦς ἐσχάρας, ὅστις συνδέεται μεθ' ἐνὸς τῶν πόλων ἐξωτερικῆς πηγῆς μεταβαλλομένου συνήθως δυναμικοῦ καὶ μικρᾶς ἐντάσεως.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω κλασσικοῦ τύπου τριόδου λαμπτήρος ἐξελίχθησαν διάφοροι νεώτεροι τύποι ραδιοσωλήνων, ἐκπληροῦντες ὥρισμένους σκοποὺς καὶ παρουσιάζοντες ἰδιαίτερα πλεονεκτήματα.

Ἡ κατασκευὴ αὐτῶν εἶναι συνθετωτέρα καὶ πολυπλοκωτέρα. Οὕτω κατασκευάζονται λαμπτήρες, τῶν ὁποίων τὸ σῶμα πυρακτώσεως περικαλύπτεται διὰ καταλλήλων οὐσιῶν (ὀξειδίων ἄσβεστιου στροντίου), αἱ ὁποῖαι αὐξάνουν τὴν ἐκβολὴν ἡλεκτρονίων καὶ συνεπῶς καὶ τὴν ἡλεκτρονικὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Τότοιοντον ἐπιτυγχάνεται εὐκολώτερον διὰ συγκερασμοῦ τοῦ βολφραμίου μετὰ θορίου. Τὰ τοιαῦτα σώματα λέγομεν ὅτι ἐντείνουσι τὴν *θερμικὴν ἐκπομπὴν ἡλεκτρονίων*. — Πολλάκις παρίσταται ἡ ἀνάγκη πρὸς κατανάλωσιν μεγαλυτέρου ποσοῦ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, νὰ ὑποβληθῇ ἡ ἄνοδος εἰς ψύξιν. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν κατασκευάζονται λαμπτήρες, οἱ ὅποιοι ἐξωτερικῶς ἀποτελοῦνται ἐν μέρει ἐξ ὑάλου καὶ ἐν μέρει ἐκ μετάλλου. Τὸ μεταλλικὸν αὐτὸ περίβλημα ἀποτελεῖ συνέχειαν τῆς ἄνοδος τοῦ λαμπτήρος, εἶναι δηλ. τὸ ἐξωτερικὸν τμήμα αὐτῆς, τὸ ὁποῖον, εὐκόλως ψύχεται εἴτε δι' ὕδατος, εἴτε διὰ ρεύματος ἀέρος, ὅπερ προτιμᾶται. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὅμως τὸ ἐξωτερικὸν τμήμα περιβάλλεται ὑπὸ *θερμοβόλων περυσίων* (radiateurs), ὅπως εἰς τοὺς σωλήνας τῆς κεντρικῆς θερμάνσεως (calorifère).

Τὰ στερεὰ σώματα γενικῶς ἐγκλείουν συνήθως ἐντὸς τῆς μάξης αὐτῶν καὶ μόρια ἀερίων, τὰ ὅποια ἰδίως διὰ θερμάνσεως ἀποδεσμεύουν. Τὴν ιδιότητα αὐτὴν παρουσιάζουν καὶ τὰ μέταλλα καὶ αὐτὴ ἡ ὕαλος. Ὡς ἐκ τούτου καὶ ἐντὸς τῶν ραδιοσωλήνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων πρέπει νὰ διατηρῇται σχεδὸν τέλειον κενόν, διαρκούσης τῆς χρήσεως ἐλευθερώνονται τοιαῦτα ἀέρια κατ' ἐλάχιστα ποσά, ἀρκετὰ ὅμως διὰ νὰ αὐξήσουν τὴν ἐλαχίστην, τὴν μηδαμινὴν τάσιν τοῦ ἐσωτερικοῦ αἰσθητῶς. Τὰ ἀέρια αὐτὰ δύνανται νὰ εἶναι ὑδρογό-

νον, ὀξυγόνον, μονοξειδίου καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ἄζωτον. Ἡ τοιαύτη δυσάρεστος μεταβολὴ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν λαμπτήρων προλαμβάνεται καὶ ἐξουδετεροῦται δι' εἰσαγωγῆς ἐντὸς τῶν σωλῆνων καταλλήλων μετάλλων, τὰ ὁποῖα ὑποβαλλόμενα εἰς ἐξαέρωσιν ἐπικαθιῇται ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ὑαλίνων τοιχωμάτων τοῦ λαμπτήρος καὶ σχηματίζουν κάτοπτρον. Ἡ λεπτή αὐτὴ μεταλλίνη στιβὰς τῶν τοιχωμάτων πρέπει νὰ ἔχη τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ καὶ νὰ δεσμεύῃ τὰ κυρίως ἐκ τῶν ἡλεκτροδίων ἐλευθερούμενα ἀέρια. Τοιαῦτα μέταλλα εἶναι τὸ μαγνήσιον, τὸ βάριον, τὸ ἀσβέστιον, τὸ δημήτριον. Κυρίως χρησιμοποιεῖται τὸ μαγνήσιον. Ραδιοσωλῆνες δὲ τοιοῦτοι ἀναγνωρίζονται ἐκ τῆς κατοπτρικῆς αὐτῶν ἐπιφανείας καὶ χρησιμοποιῶνται κυρίως εἰς τὰ ραδιόφωνα λήψεως, τὰ δεχόμενα τὰς ἡλεκτρικὰς κυμάνσεις, τὰς ὁποίας καὶ μετατρέπουν εἰς ἤχους.

Τὸ πλέγμα τῶν λαμπτήρων, ἵνα μὴ ἀλλοιοῦται, ἐπιχρυσώνεται ἢ ἐπιλευκοχρυσώνεται.

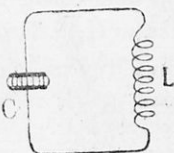
Κατασκευάζονται καὶ λαμπτήρες μὲ περισσότερα τοῦ ἐνὸς πλέγματα, μέχρις ἑξ. Οἱ ἔχοντες δύο λέγονται τετράοδοι, οἱ ἔχοντες ἑξ ὀκτάοδοι.

* § 114 **Ἱστορικὸν τῶν ἡλεκτρονικῶν σωλῆνων ἢ ραδιοσωλῆνων.**—Τὴν ιδιότητα, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν σύρματα ἐν λευκοπυρώσει νὰ ἀποβάλλουν ἡλεκτρόνια παρετήρησε πρῶτος ὁ Edison τὸ 1883, ὁ ὁποῖος κατεσκεύασεν ἡλεκτρικὸν λαμπτήρα περιέχοντα ἐντὸς τοῦ ἀεροκένου χώρου ἑναντι τοῦ σύρματος πυρακτώσεως μετάλλινον ἔλασμα, ἐπικοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ διὰ σύρματος καὶ διερχομένου διὰ τῶν τοιχωμάτων τοῦ λαμπτήρος. Κατῳρίθωσε δὲ δι' αὐτοῦ νὰ ἐπιτύχῃ ἡλεκτρονικὸν ρεῦμα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη *φαινόμενον τοῦ Edison* καὶ ἔτυχε πρώτης ἐφαρμογῆς εἰς τὸν δίοδον λαμπτήρα, τὸν ἐπινοηθέντα ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Flemming, ὅστις καλεῖται καὶ ἡλεκτρονικὴ βαλβίς. Ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς εἰσαγωγῆς μετὰ τῶν δύο ἡλεκτροδίων τοῦ πλέγματος ὡς τρίτου ἡλεκτροδίου ὑπὸ τοῦ ἐπίσης Ἀμερικανοῦ Forest (1907) προέκυψεν ὁ τρίδος λαμπτήρ, ὁ ὁποῖος ἔλαβεν, ὡς εἶπομεν ἤδη εὐρυτάτην ἐξέλιξιν, ἥτις δὲν πρόκειται νὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ περισσότερον.

ΕΞΕΛΙΞΙΣ ΤΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

§ 115. **Κύκλωμα κυμάνσεων τοῦ Thomson.** Ἐὰν ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 126 συνδέσωμεν ἐκκενωτήν τινα μετὰ πυκνωτοῦ χωρητικότητος C καὶ πηγίον μὲ αὐτεπαγωγὴν L, καὶ δι' ἡλεκτροστατικῆς μηχανῆς ἀρχίσωμεν νὰ φορτίζωμεν τοὺς ὀπίσθιους τοῦ πυκνωτοῦ, θὰ ἀρχίσῃ νὰ συσσωρεύεται ἐπ' αὐτῶν

ηλεκτρική ἐνέργεια εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, ὥς δυναμικὴ ἐνέργεια, αὐξανομένης τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ (τῆς ηλεκτρογενετικῆς δυνάμεως) μεταξὺ τῶν δύο ὀπλισμῶν καὶ συνεπῶς καὶ μεταξὺ τῶν σφαιρῶν τοῦ ἐκκενωτοῦ μέχρι τῆς στιγμῆς, κατὰ τὴν ὁποίαν θὰ ἐπέλθῃ ἐκκένωσις. Τότε θὰ παραχθῇ ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ, κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ὁποίου, καίτοι βραχυτάτην, ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια θὰ κυμαίνεται φθίνουσα (βλ. § 109), ὥς φθίνον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, συνοδευόμενον ὑπὸ ἀλλεπαλλήλων σπινθῆρων συνεχῶς ἐξασθενιζομένων μέχρις ἐξαφανίσεως. Τούτους ἀπ' εὐθείας δὲν διακρίνομεν, τοὺς διαχωρίζομεν μόνον διὰ ταχέως περιστρεφομένων κατόπτρων. Ἐκ τοῦ χρόνου μετατροπῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς θερμότητα (θερμικὴν ἐνέργειαν) καὶ ἀκτινοβόλον ἐνέργειαν ἐξαοτᾶται καὶ ἡ διάρκεια τοῦ συνθέτου σπινθῆρος καὶ τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων. Ὅταν ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἰς ὧμ εἶναι μικρά, μικρά θὰ εἶναι καὶ τὰ ποσὰ τῆς παραγομένης θερμότητος καὶ ἐπομένως ἡ διάρκεια τῶν κυμάνσεων μακροτέρα (βλ. νόμους τοῦ Joule § 61).



Σχ. 126

Ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ περίοδος τῶν κυμάνσεων T εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς χωρητικότητος C (εἰς φαραδ) καὶ τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς αὐτεπαγωγῆς L (εἰς ἀνρὴ), παρίσταται δὲ διὰ τοῦ τύπου:

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

Σημ. Δὲν πρέπει νὰ λησμονῶμεν, ὅτι ἡ χωρητικότης μετρεῖται εἰς μικροφαραδ καὶ ὅτι 1 φαραδ ἰσοδυναμεῖ πρὸς 1.000.000 μικροφαραδ.

Ἡ *συχρότης τῶν κυμάνσεων* F , δηλ. ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἰς δλ' εἶναι τὸ ἀντίστροφον τῆς περιόδου T καὶ ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου

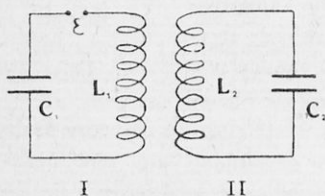
$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Ἐὰν θελήσωμεν νὰ μειώσωμεν τὴν συχρότητα τῶν ἐναλλασσομένων φθινουσῶν κυμάνσεων, τῶν παραγομένων εἰς μίαν

ἐκκένωσιν, δι' ἑνὸς συνθέτου σπινθήρος, πρέπει νὰ αὐξήσωμεν τὴν χωρητικότητα C ἢ τὴν αὐτεπαγωγὴν L ἢ ἀμφοτέρως.

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ἐναλλασσομένων ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων ἐναλλάσσονται καὶ τὰ ὑπ' αὐτῶν παραγόμενα μαγνητικά πεδία.

§ 116. **Συντονισμὸς καὶ σύζευξις κυκλωμάτων.** Ἐὰν εἰς τὸ κύκλωμα Thomson I (Σχ. 127) προσεγγίσωμεν ἕτερον κύκλωμα II, κλειστὸν καὶ ἄνευ ἐκκενωτοῦ, τὸ ὁποῖον νὰ παρουσιάζῃ τὴν αὐτὴν περίοδον, καθοριζομένην διὰ τοῦ τύπου $T = 2\pi \sqrt{LC}$, τότε αἱ εἰς τὸ κύκλωμα I παραγόμεναι κυμάνσεις ἡλεκτρικῆς



Σχ. 127

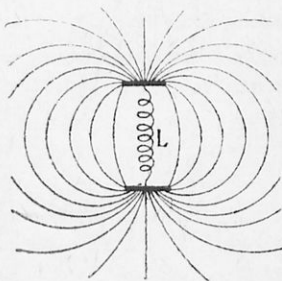
ἐνεργείας (ἐναλλασσομένου ρεύματος, φθίνοντος, προκαλουμένου διὰ μιᾶς ἐκκενώσεως μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἐκκενωτοῦ) δύνανται νὰ διεγείρουν εἰς τὸ κύκλωμα II παρομοίας κυμάνσεις (παρόμοιον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα). Τὸ φαινόμενον εἶναι ἀνά-

λογον πρὸς τοιοῦτον τῆς ἀκουστικῆς, κατὰ τὸ ὁποῖον, ὅταν ἔχωμεν πλησίον ἀλλήλων δύο χορδὰς, αἱ ὁποῖαι πληττόμεναι παράγουν τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἦχον, καὶ πλήξωμεν μόνον τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν, οἱ παλμοὶ αὐτῆς θὰ διεγείρουν διὰ τοῦ ἀέρος καὶ τὴν ἄλλην χορδὴν, ἥτις θὰ τεθῇ ὡσαύτως εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ θὰ παραγάγῃ τὸν αὐτὸν ἦχον. Αἱ τοιαῦται χορδαί, παράγουν τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἦχον, λέγονται ὡς γνωστὸν **συντονισμέναι**, τὸ δὲ φαινόμενον τῆς διεγέρσεως τῶν παλμῶν ἐκ τῆς μιᾶς χορδῆς εἰς τὴν ἑτέραν λέγεται **συνήχησις** (résonance). Οὕτω καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν κυκλωμάτων I καὶ II, παρουσιάζονται κατὰ τὴν διέγερσιν αὐτῶν τὴν αὐτὴν περίοδον κυμάνσεων T καὶ συνεπῶς τὴν αὐτὴν συχνότητα F , λέγομεν ὅτι τὰ κυκλώματα εἶναι **συντονισμένα**. Τὸ δὲ φαινόμενον τῆς διεγέρσεως τοιούτων κυμάνσεων εἰς τὸ κύκλωμα II ὑπὸ τοῦ κυκλώματος I καλεῖται **ἡλεκτρικὴ συνήχησις**.

Ἵνα ἐκδηλωθῇ ἡ τοιαύτη διέγερσις ἐντονώτερον, προσεγγίζομεν τὰ δύο πηνία τῶν κυκλωμάτων εἴτε ἑναντι ἀλλήλων ὥς εἰς τὸ σχῆμα, εἴτε ἐν συνεχείᾳ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, εἴτε

θέτομεν τὸ ἓνα πηνίον (τὸ ὑπὸ μικροτέραν διάμετρον) ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Εἰς τὰς περιπτώσεις ταύτας λέγόμεν ὅτι τὰ κυκλώματα εὐρίσκονται ἐν *συζεύξει*. Σύζευξις γίνεται ἐπίσης ὅταν δύο κυκλώματα συνδεθοῦν διὰ κοινοῦ πηνίου ἢ καὶ διὰ κοινοῦ πυκνωτοῦ. Ἄν ἡ ἀντίστασις εἰς ὦμ τοῦ κυκλώματος II εἶναι μικροτέρα τῆς τοῦ κυκλώματος I, αἱ ἐκ μιᾶς ἐκκενώσεως προκύπτουσαι φθίνουσαι κυμάνσεις θὰ εἶναι μὲν τῆς αὐτῆς συχνότητος, ἀλλὰ θὰ εἶναι ὀλιγότερον φθίνουσαι, δηλ. μακροτέρας διαρκείας.

Ἐὰν εἰς τὸ κύκλωμα II ἀπομακρύνωμεν ἀπ' ἀλλήλων τοὺς δύο ὀπλισμοὺς τοῦ πυκνωτοῦ C_2 εἰς μεγαλυτέραν ἀπόστασιν, ἡ κυμαινομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια φθίνει ταχύτερον, διότι μέγα μέρος αὐτῆς διασκορπίζεται ὡς ἀκτινοβόλος ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς τὸ διάστημα (ὑπὸ μορφὴν ἐρρυσιασμένων κυμάτων). Ἀκόμη ἰσχυρότερον φθίνουσαι κυμάνσεις ἐπιτυγχάνονται, ὅταν οἱ ὀπλισμοὶ ἀπομακρυνθῶν εἰς τὰ δύο ἄκρα ἐκατέρωθεν τοῦ πηνίου, ὡς δεικνύει

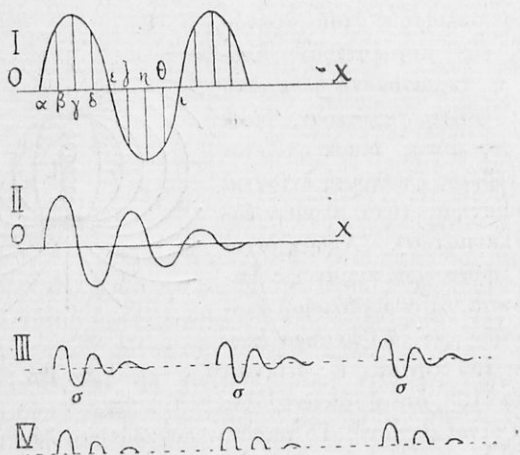


Σχ. 128

τὸ σχῆμα 128, ὅτε ἡ ἀκτινοβόλος ἐνέργεια εἶναι μεγίστη. Τὸ τοιοῦτον συγκρότημα λέγεται *ἀνοικτὸν κύκλωμα κυμάνσεων* ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ κύκλωμα II τοῦ σχήματος 127, τὸ ὁποῖον λέγεται *κλειστὸν κύκλωμα κυμάνσεων*.

§ 117. Περιπτώσεις ἠλεκτρ. κυμάνσεων καὶ γραφικὴ παράστασις αὐτῶν.—Λαμβάνομεν μίαν ὁριζοντίαν γραμμὴν OX (σχ. 129 I) καὶ χωρίζομεν τμήμα αὐτῆς εἰς ἴσα διαστήματα (αβ, βγ, γδ...), τὰ ὁποῖα παριστάνουν ἴσα ἐλάχιστα χρονικὰ διαστήματα, διαδεχόμενα ἐν συνεχείᾳ ἀλλήλα. Ἐὰν κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα *αι* συντελῇται μία περίοδος ἐναλλασσομένου ρεύματος (ἢ ἐναλλασσομένων κυμάνσεων κυκλώματος) καὶ ἐπὶ καθέτων ἐπὶ τῆς εὐθείας OX εἰς τὰ σημεῖα α, β, γ, δ...., τὰ ὁποῖα παριστάνουν χρονικὰς στιγμὰς, λάβωμεν ἀποστάσεις ἀνα-

λόγους πρὸς τὸ ἐκάστοτε ἀντιστοιχοῦν δυναμικὸν σημεῖον τινὸς τοῦ ἄγωγου ἢ πρὸς τὴν ἐκάστοτε ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὰς τοιαύτας στιγμὰς, καὶ ἐνώσωμεν τὰ ἄκρα τῶν τοιούτων καθέτων, θὰ λάβωμεν τὴν καμπύλην αει, ἡ ὁποία θὰ παριστάνῃ μίαν περιόδον ἐναλλασσομένου ρεύματος ἢ ἐναλλασσομένων κυμάνσεων. Εἰς τὴν στιγμὴν α ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι 0, εἰς τὴν γ γίνεται μεγίστη, κατόπιν ἐλαττοῦται καὶ τὴν στιγμὴν ε γίνεται πάλιν 0. Κατόπιν ἀλλάσσει φορὰν καὶ παρίσταται ὡς ἀρνητικὴ ὑπὸ τὴν OX, ὅπου πάλιν λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν εἰς τὸ σημεῖον η. Εἰς τὸ ι γίνεται πάλιν 0 καὶ ἐπαναλαμβάνονται κατόπιν αἱ αὐταὶ περίοδοι, αἱ αὐταὶ καμπύλαι, αἱ αὐταὶ φάσεις, ἐν ὅσῳ ἡ ἔντασις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἢ τῶν ἐναλλασσομένων κυμάνσεων παραμένει σταθερά. Δηλ. προκειμένου περὶ κυκλώματος, ἐφ' ὅσον ἡ κυμαινομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια παραμένει ἡ αὐτὴ καὶ δὲν μειοῦται μεταβαλλομένη εἰς θερμότητα ἢ εἰς ἀκτινοβολίαν ἐνέργειαν. Ἐάν ὅμως αἱ κυμάνσεις εἶναι φθίνουσαι καὶ ἡ ἐναλλασσομένη ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις συνεχῶς μειοῦται μέχρις ἐκμηδενίσεως, τότε μία σειρά τοιούτων φθίνουσων κυ-



Σχ. 129

λιν λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν εἰς τὸ σημεῖον η. Εἰς τὸ ι γίνεται πάλιν 0 καὶ ἐπαναλαμβάνονται κατόπιν αἱ αὐταὶ περίοδοι, αἱ αὐταὶ καμπύλαι, αἱ αὐταὶ φάσεις, ἐν ὅσῳ ἡ ἔντασις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἢ τῶν ἐναλλασσομένων κυμάνσεων παραμένει σταθερά. Δηλ. προκειμένου περὶ κυκλώματος, ἐφ' ὅσον ἡ κυμαινομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια παραμένει ἡ αὐτὴ καὶ δὲν μειοῦται μεταβαλλομένη εἰς θερμότητα ἢ εἰς ἀκτινοβολίαν ἐνέργειαν. Ἐάν ὅμως αἱ κυμάνσεις εἶναι φθίνουσαι καὶ ἡ ἐναλλασσομένη ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις συνεχῶς μειοῦται μέχρις ἐκμηδενίσεως, τότε μία σειρά τοιούτων φθίνουσων κυ-

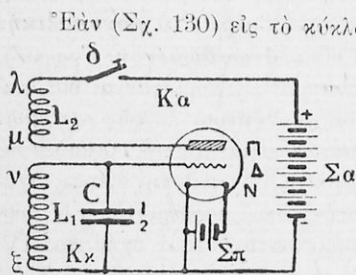
μάνσεων παρίσταται ἰδιὰ τῆς καμπύλης II τοῦ σχήματος 129 καὶ λέγεται **συρμὸς κυμάνσεων**. Ἐὰν δὲ αἱ φθίνουσαι κυμάνσεις ἐπαναλαμβάνονται ρυθμικῶς, ὅπως κατὰ τὰς ἐκκενώσεις μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἐκκενωτοῦ ἐπαγωγικοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff. ἢ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος, τότε πλὴν τῆς περιόδου τῶν κυμάνσεων θὰ ἔχωμεν καὶ περίοδον συρμῶν, ὁποῖαν παριστάνει τὸ σχῆμα III. Ἐὰν εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος ἢ ἐναλλασσομένων κυμάνσεων παρεμβάλωμεν ἠλεκτρονικὴν βαλβίδα (§ 113), τότε τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα θὰ μεταβληθῇ εἰς μεταβαλλόμενον τῆς αὐτῆς κατευθύνσεως. Λέγομεν δὲ τότε ὅτι ἡ βαλβὶς ἔχει **μονοπολικὴν ἀγωγιμότητα** καὶ ὅτι τὸ ρεῦμα εἶναι **ἀνωρθωμένον**. Γραφικῶς τὸ τοιοῦτον ρεῦμα ἢ αἱ τοιαῦται κυμάνσεις παρίστανται διὰ διακεκομμένων καμπυλῶν, αἱ ὁποῖαι προκύπτουν ἐκ τῶν γραφικῶν παραστάσεων τῶν ἐναλλασσομένων κυμάνσεων δι' ἀφαιρέσεως τῶν τμημάτων τῶν καμπυλῶν τῶν κειμένων πρὸς τὴν ἐτέραν πλευρὰν τῆς εὐθείας OX. (π.χ. ὑπ' αὐτήν), ὅπως προκειμένου περὶ συρμῶν αἱ μονοπολικαὶ κυμάνσεις παρίστανται διὰ τοῦ σχήματος IV.

Εἰς τὰς περιπτώσεις κυμάνσεων, κατὰ τὰς ὁποίας ἡ ἐναλλασσομένη ἠλεκτρογενετική δύναμις παραμένει ἡ αὐτὴ καὶ ἡ κυμαινομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια δὲν μειοῦται, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν I, ὅπου τὸ πλάτος τῶν κυμάνσεων δὲν μεταβάλλεται καὶ αἱ κυμάνσεις δὲν φθίνουσιν, δὲν ἀποσβέννυνται, αἱ τοιαῦται κυμάνσεις λέγονται **ἀμειῶτοι**. Ἡ παραγωγή ἀμειώτων κυμάνσεων ἐπετεύχθη διὰ καταλλήλου συστήματος ἠλεκτρικοῦ τόξου, καθὼς ἐπίσης καὶ δι' ἐναλλακτῆρων ὑψηλῆς συχνότητος· ἀκόμη δὲ εὐκολώτερον καὶ τελειότερον, ὥς θὰ ἴδωμεν, διὰ τῆς χρήσεως τοῦ τριόδου λαμπτήρος.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΜΕΙΩΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΜΑΝΣΕΩΝ

§ 118. **Σύζευξις αὐτοδιεγέρσεως**.— Εἰς τὸ περὶ ἠλεκτρονικῶν σωλῆνων κεφάλαιον (§ 113 σελ. α) εἶδομεν κατὰ ποῖον τρόπον ὁ τριόδος λαμπτήρ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς ἐνίσχυσιν μεταβαλλομένων ἢ ἐναλλασσομένων ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων. Ἦδη θὰ ἐξηγήσωμεν τρόπον συζεύξεως πρὸς παραγωγὴν ἀμειώτων ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων.

ΣΗΜ. Ἵνα μὴ ἐπέρχεται σύγχυσις ὑπενθυμίζομεν ὅτι, λέγοντες *ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα*, ἐννοοῦμεν ρεῦμα ἐξ ἠλεκτρονίων (δηλ. ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ) ἔχον καὶ τὴν φορὰν τῆς κινήσεως αὐτῶν, δηλ. πρὸς θετικῶς ἠλεκτρισμένον πόλον ἢ ἠλεκτρόδιον, ἐνῶ ἀντιθέτως λέγοντες *ἠλεκτρικὸν ρεῦμα*, ἐννοοῦμεν τὴν συμβατικῶς καθορισθεῖσαν κίνησιν θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν πρῶτην. Ἐπίσης ὅτι, ὅταν ἐξ οὐδετέρου σώματος ἀφαιροῦνται ἠλεκτρόνια, τὸ σῶμα ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ὅταν δὲ προστίθενται, ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Θετικὸν ἠλεκτρόδιον δεχόμενον ἠλεκτρόνια τείνει ἢ δύναται νὰ ἐξουδετερωθῇ. Ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἀπωθεῖ κατὰ τὸ δυνατόν τὰ ἠλεκτρόνια.



Σχ. 130

Εὰν (Σχ. 130) εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἀνόδου Κα συνδέσωμεν τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης Σα καὶ μετὰ τοῦ πλέγματος Δ τοῦ λαμπτήρος διὰ παρεμβολῆς κυκλώματος κυμάνσεων Κκ, αποτελουμένου ἐκ πυκνωτοῦ C καὶ πηνίου L_1 ἀντικρούζοντος ἑτερον πηνίου L_2 παρεμβεβλημένον εἰς τὸ ἀνοδικὸν κύκλωμα Κα, θὰ

ἔχωμεν τὴν περίπτωσιν, ἣτις καλεῖται *σύζευξις αὐτοδιεγέρσεως*, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιτυγχάνεται ἡ παραγωγή ἀμειώτων κυμάνσεων ὡς ἐξῆς :

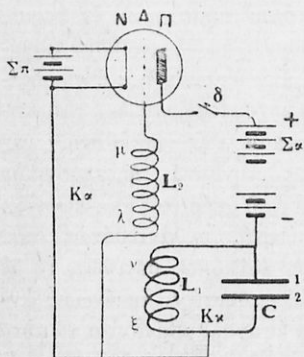
Φροντίζομεν προηγουμένως νὰ πυρακτωθῇ τὸ νῆμα N καὶ κλείομεν τὸν διακόπτην δ. Τότε θὰ παραχθῇ ἓνα ἀσθενὲς ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα ἐκ τοῦ νήματος N πρὸς τὴν πλάκα Π καὶ ἐκεῖθεν διὰ τοῦ πηνίου L_2 θὰ καταλήξῃ εἰς τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης Σα. Τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν παράγεται τὸ ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα, διερχόμενον διὰ τοῦ πηνίου L_2 κατὰ τὴν διεύθυνσιν μλ, εἰς τὸ πηνίον L_1 παράγεται ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς μὲ διεύθυνσιν ἀντίθετον νξ, τὸ ὁποῖον ἐπιδροῇ ἐπαγωγικῶς πάλιν ἐπὶ τοῦ πηνίου L_2 . Τοῦτο ἐνισχύεται καὶ ἐνισχύει πάλιν μὲ τὴν σειρὰν του ἐξ ἐπαγωγῆς τὸ ρεῦμα τοῦ πηνίου L_1 . Τοῦτο, ἐπειδὴ ὡς ἠλεκτρονικὸν ἔχει διεύθυνσιν νξ, ἀφαιρεῖ ἠλεκτρόνια ἀφ' ἑνὸς ἐκ τοῦ πλέγματος Δ καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐκ τοῦ ὀπισμοῦ 1 τοῦ πυκνωτοῦ, τὰ ὁποῖα ὡς ἐκ τούτου ἠλεκτρίζονται θετικῶς.

Τὸ πλέγμα ὁμῶς ἠλεκτροῦζόμενον θετικῶς ἐνισχύει ὥς γνωστὸν καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀνοδικοῦ κύκλωματος, τὸ ὁποῖον διέρχεται καὶ διὰ τοῦ πηνίου L_2 κατὰ τὴν αὐτὴν ἐπίσης φορὰν μλ. Ἡ τοιαύτη ὁμῶς συνεχὴς ἀλληλοενίσχυσις θὰ φθάσῃ μέχρ' ὅριον τινός, ὅτε ἡ ἔντασις τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος θὰ σταθεροποιηθῇ, ὁπότε εἰς τὸ πηνίον L_1 τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα δὲν θὰ ὑφίστανται πλέον. Ἀλλὰ τότε θὰ δοθῇ ἡ εὐκαιρία εἰς τοὺς ὀπλισμοὺς τοῦ πυκνωτοῦ, ἐξ ὧν ὁ 1 εἶναι θετικῶς ἠλεκτροισμένος καὶ ὁ 2 ἀρνητικῶς, νὰ ἐκκενωθῶν διὰ τοῦ πηνίου L_1 κατὰ τὴν ἀντίθετον φορὰν. Μετὰ τῶν ἠλεκτρονίων ὁμῶς τῆς πλακὸς 2, θὰ κινηθῶν καὶ ἠλεκτρόνια τοῦ πυρακτωμένου νήματος N ἐν περισσειᾷ καὶ θὰ τείνουν νὰ ἐξουδετερώσουν ἢ νὰ ἠλεκτρίσουν ἀρνητικῶς καὶ τὸ πλέγμα μὲ ἀποτέλεσμα τὴν μείωσιν ἢ καὶ τὴν διακοπὴν τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου καὶ διὰ τοῦ πηνίου L_2 καὶ ἔχοντος ὥς ἠλεκτρονικοῦ τὴν κατεύθυνσιν μλ. Ἡ τοιαύτη ὁμῶς μείωσις προκαλεῖ εἰς τὸ πηνίον L_1 ἠλεκτρονικὸν ρεῦμα μὲ κατεύθυνσιν ἐν ἐνισχυτικὸν τοῦ ρεύματος ἐκκενώσεως. Τοιουτοτρόπως ὁ μὲν πυκνωτὴς φορτίζεται ἀντιθέτως, δηλ. ὁ ὀπλισμὸς 1 ἠλεκτροῦζεται ἀρνητικῶς καὶ ὁ 2 θετικῶς, τὸ δὲ πλέγμα ἀρνητικῶς μέχρ' ὅτου ἐπέλθῃ δευτέρω ἐκκένωσις ἀντίθετος τῆς πρώτης, μετὰ τὴν ὁποίαν ἐπαναλαμβάνονται τὰ αὐτὰ ἀρχικὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα ἐπηκολούθησαν τὸ κλείσιμον τοῦ διακόπτου. Τοιουτοτρόπως ἐν ὅσῳ τὸ ἀνοδικὸν κύκλωμα μένει κλειστόν, θὰ συνεχίζονται μὲ μεγάλην συχνότητα αἱ ἐναλλασσόμεναι ἐνισχυμέναι κυμάνσεις σταθεροῦ πλάτους, αἱ ὁποῖαι εἶναι αἱ καλούμεναι **ἀμειῶτοι κυμάνσεις**.

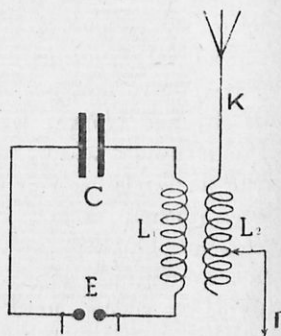
Ἡ τοιαύτη αὐτοδιέγερσις τῶν τοιούτων κυμάνσεων ὑπενθυμίζει τὴν αὐτοδιέγερσιν τοῦ μαγνητισμοῦ εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς γεννητορίας καὶ ὥς ἐκ τούτου καὶ τὸ συγκρότημα, διὰ τοῦ ὁποίου παράγονται ἀμειῶτοι, δηλ. διατηρούμεναι κυμάνσεις, καλεῖται **γεννήτρια ἀμειώτων κυμάνσεων**. Πλὴν τῆς ἀνωτέρω περιγραφείσης διατάξεως ἀμειώτων κυμάνσεων ὑπάρχουν καὶ ἄλλαι, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ τοῦ σχήματος 131 εἶναι ἐκ τῶν μᾶλλον συνηθιζομένων.

§ 119. **Ἀσύρματος τηλεπικοινωνία δι' ἀμειώτων κυμάνσεων.**— **Πομπός.** Ἄλλοτε, εἰς τὰς ἀρχὰς τῆς δι' ἀσυρμάτου τηλεγραφικῆς ἐπικοινωνίας ἡ παραγωγὴ τῶν ἐρρσιανῶν κυ-

μάνσεων ἐπετυγχάνετο δι' ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων (σπινθήρων), παραγομένων, ὡς εἵπομεν ἤδη, δι' ἰσχυρῶν ἐπαγωγικῶν πηνίων (§ 110) ἢ δι' ἰσχυρῶν ἐναλλακτῆρων καὶ διὰ τῆς κεραίας διεδίδοντο ὡς ἀόρατοι ἀκτῖνες εἰς τὸ διάστημα. Διὰ παρεμβολῆς κυκλώματος Thomson καὶ ἐπαγωγικῆς συζεύξεως (Σχ. 132) τοῦ πηνίου L_1 μετὰ συντονιζομένου πηνίου L_2 ἀνοικτοῦ κυκλώματος, τοῦ ὁποίου τὸ ἓνα ἄκρον συνδέεται μετὰ τῆς κεραίας καὶ τὸ ἕτερον μὲ τὴν γῆν Γ , παράγονται ἰσχυρὰ ἐρτσιανὰ κύματα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ἐνισχυθοῦν ἔτι μᾶλλον διὰ τῆς χρησιμοποιοῦσεως τριόδων λαμπτήρων κατὰ τὰ γνωστά. Αἱ κυ-



Σχ. 131



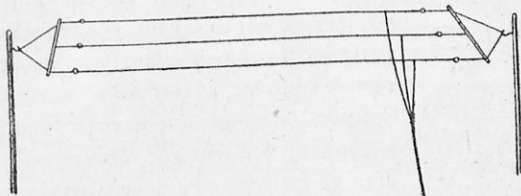
Σχ. 132

μάνσεις, αἱ ὁποῖαι διεβιβάζοντο ἀρχικῶς, ἦσαν φθίνουσai, σήμερον χρησιμοποιοῦνται **κυμάνσεις ἀμειώτοι**. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ γεννήτρια ἀμειώτων κυμάνσεων, ὡς αἱ τῶν διατάξεων τῶν σχ. 130 καὶ 131, τῶν ὁποίων τὸ πηνίον (L_1) τοῦ κυκλώματος κυμάνσεων συνδέεται, ὡς εἵπομεν ἀνωτέρω, δι' ἐπαγωγικῆς συζεύξεως μετὰ πηνίου τοῦ ἀνοικτοῦ κυκλώματος τῆς κεραίας ὅπως εἰς τὸ σχῆμα 132.

Αἱ **κεραῖαι**, δι' ὧν μεταδίδεται ἡ ἀκτινοβόλος ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια τῶν ἐρτσιανῶν κυμάνσεων εἰς τὸ διάστημα, ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ περισσότερα μεμονωμένα σύρματα διατεταγμένα ποικιλοτρόπως καὶ στηριζόμενα ἐπὶ ἰστῶν (σχ. 133). Τὰ σύρματα ταῦτα συνδέονται δι' ἐνὸς ἀγωγοῦ μὲ τὸ ἓνα ἄκρον

τοῦ ἀνοικτοῦ κυκλώματος, τοῦ ὁποίου τὸ ἕτερον προσγειοῦται. Τὸ ἀνοικτὸν κύκλωμα, ὡς εἶπομεν, εὐρίσκεται εἰς ἐπαγωγικὴν σύζευξιν μὲ τὸ ὅλον συγκρότημα τοῦ σταθμοῦ ἐκπομπῆς. — Αἱ κεραῖαι ἔχουν χωρητικότητα καὶ αὐτεπαγωγὴν. Ἡ ἔκτασις τοῦ συγκροτήματος τῶν συρμάτων σκοπὸν ἔχει τὴν αὐξήσιν τῆς χωρητικότητος καὶ ὡς ἐκ τούτου τὴν ἐνίσχυσιν τῆς ἐκπομπῆς. Ἡ οὕτω διαχεομένη ἀκτινοβολὸς ἐνεργεῖα ἐντείνεται ἔτι μᾶλλον διὰ συντονισμοῦ τῶν συχνοτήτων τοῦ ἀνοικτοῦ κυκλώματος τῆς κεραίας μετὰ τοῦ ἐν συζεύξει κυκλώματος τοῦ πομποῦ.

Σύστημα δέκτου. Ἡ λήψις τῶν δι' ἑρτσιανῶν κυμάτων ἐκπεμπομένων σημάτων δὲν γίνεται πλέον διὰ τοῦ συνοχῆς ἢ



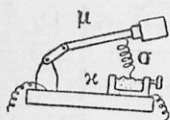
Σχ. 133

φωρατοῦ τοῦ Branly καὶ τοῦ δέκτου τοῦ Morse, τοῦ ὁποίου ἡ λειτουργία ρυθμίζεται ὑπὸ τοῦ πρώτου (§ 110). Σήμερον αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις μεταβάλλονται εἰς ἤχον καὶ γίνονται αἰσθηταὶ δι' ἀκουστικὸν ὄργανον ὁμοίου πρὸς τὸ τῶν τηλεφώνων. Πρὸς τοῦτο πρέπει προηγουμένως αἱ ὑψηλῆς συχνότητος ἐναλλασσόμεναι κυμάνσεις νὰ ὑποστοῦν τὴν καλουμένην **ἀνόρθωσιν** (§ 117), δηλ. τὰ μεγάλῃς συχνότητος ἐναλλασσόμενα ρεύματα, οἷα εἶναι καὶ αἱ ἐντὸς κυκλώματος, εἴτε κλειστοῦ, εἴτε ἀνοικτοῦ, ἐναλλασσόμεναι κυμάνσεις ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, νὰ μεταβληθῶν εἰς ρεύματα μᾶς κατευθύνσεως παρεμποδίζομένης τῆς διόδου αὐτῶν ἀντιθέτως. Αἱ πρὸς τοῦτο χρησιμοποιούμεναι συσκευαί, χάρις εἰς τὰς ὁποίας εἰς τοὺς σταθμοὺς λήψεως αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις γίνονται ἀντιληπταί, ἔχουν μονοπολικὴν ἀγωγιμότητα καὶ καλοῦνται ὡσαύτως **φωραταί**.

Εἶδομεν ἤδη ὅτι τοιαύτη ἀνόρθωσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ διόδου λαμπτήρος, ὅστις ὡς ἐκ τούτου ἐκλήθη καὶ ἠλεκτρονικὴ βαλβίς. Ἀντ' αὐτοῦ ὁμως προτιμῶνται ὡς φωραταὶ ὁ καλούμε-

νος **κρυσταλλικός φωρατής** καὶ ὁ **τρίοδος λαμπτήρ** ἐν καταλήλῳ συνδυασμῷ μετ' ἄλλων ὀργάνων.

Ὁ **κρυσταλλικός φωρατής** (Σχ. 134) ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὸν σύρμα συνεστραμμένον ὡς ἐλατήριο καὶ συγκροτούμενον ὑπὸ ἀρθρωτοῦ μοχλοῦ μ. Τὸ σύρμα ἀκουμβᾷ διὰ τῆς ἐλευθέρας αἰχμῆς του ἐπὶ καταλλήλῳ κρυσταλλικῷ σώματι. Ὡς τοιοῦτον χρησιμοποιεῖται συνήθως ὁ γαληνίτης (θειοῦχος μόλυβδος). Διὰ τοῦ τοιούτου συνδυασμοῦ τὸ ρεῦμα διέρχεται μόνον κατὰ μίαν διεύθυνσιν κατὰ τὴν ἀντίθετον δὲν διέρχεται ἢ σχεδὸν δὲν διέρχεται. Εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων προτιμᾶται ὡς φωρατὴς ὁ **τρίοδος λαμπτήρ**, εἰς τὸν ὁποῖον ὁμοίως



Σχ. 134

τὸ πλέγμα ἠλεκτρίζεται προηγουμένως ἀρνητικῶς μὲ δυναμικὸν ἴσον περίπου πρὸς τὸ τοῦ νήματος, οὕτως ὥστε κατὰ τὰς ἠλεκτρικὰς διακυμάνσεις μεταξὺ νήματος καὶ πλέγματος ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τούτου εἴτε νὰ ἐνισχύεται εἴτε νὰ μειοῦται, ὁπότε τὰ ἐκ τοῦ νήματος ἠλεκτρόνια μόνον εἰς τὴν τελευταίαν περιπτῶσιν θὰ διέρχονται διὰ τοῦ πλέγματος πρὸς τὴν ἄνοδον καὶ μόνον τότε εἰς τὸ ἀνοδικὸν κύκλωμα θὰ ὑπάρχῃ ρεῦμα καὶ πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν.

Ἄνευ τῆς λεγομένης ἀνορθώσεως τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, αἱ ὁποῖαι καταφθάνουν εἰς τὸν σταθμὸν λήψεως, ἤχοι διὰ τοῦ ἀκουστικοῦ δὲν ἀκούονται. Παρ' ὅλον ὅτι τὰ ὑψίσυχνα ἔρτσιανὰ κύματα διεγείρουν εἰς τὰ κυκλώματα τοῦ δέκτου τῆς αὐτῆς συχνότητος κυμάνσεις καὶ ἐνισχύονται κατὰ βούλησιν καὶ ἐναλλάσσουν μὲ τὸν αὐτὸν ρυθμὸν τὴν ἔντασιν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου τοῦ ἀκουστικοῦ, ἢ ἔναντι τοῦ μαγνήτου ἐκ σιδήρου μεμβρᾶνα, λόγῳ τῆς ἀδρανείας τῆς ὑλικῆς μάζης αὐτῆς, δὲν δύναται νὰ ἀνταποκριθῇ πρὸς τὴν ὑψηλὴν συχνότητα τῶν μαγνητικῶν μεταβολῶν καὶ δὲν πάλλεται. Ἀλλὰ καὶ ἐὰν ἐπάλλετο πάλιν ἤχοι δὲν θὰ ἠκούοντο, διότι οἱ ἀκουστοὶ ἤχοι περιλαμβάνονται κυρίως μεταξὺ ὁρίων συχνότητος 15—30.000 παλμῶν ἢ δὲ συχνότητος τῶν ἔρτσιανῶν κυμάνσεων εἶναι ἀσυγκρίτως ἀνωτέρα.

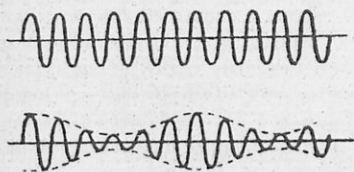
Διὰ τῆς ἐκπομπῆς συρμῶν ἔρτσιανῶν κυμάνσεων, τῶν ὁποίων συρμῶν ἡ συχνότης εἶναι ἴση πρὸς τὴν συχνότητα τῶν προκαλουσῶν

αὐτοὺς ἐκκενώσεων, εἶναι δυνατόν νὰ παραχθοῦν εἰς τὸν σταθμὸν λήψως ἀκουστοὶ ἤχοι διὰ τῆς ἀνορθώσεως τῶν κυμάνσεων. Εἰς τὴν μεμβρᾶναν τοῦ ἀκουστικοῦ ἕκαστος συρμὸς ὑποστὰς τὴν ἀνόρθωσιν προκαλεῖ ἀνὰ ἓνα παλμὸν καὶ ἐπομένως ἡ μεμβρᾶνα πάλλεται μὲ συχνότητα ἴσην πρὸς τὴν συχνότητα τῶν συρμῶν.

Ἐὰν μεταδοθοῦν σήματα τηλεγραφικὰ δι' ἀμειώτων κυμάνσεων, μεταβάλλεται καὶ τὸ σύστημα τοῦ δέκτου εἰς σύστημα παραγωγῆς ἀμειώτων κυμάνσεων. Πρὸς τοῦτο τίθεται ἡ κεραία εἰς ἐπαγωγικὴν σύζευξιν μετὰ κυκλώματος ἀμειώτων κυμάνσεων ἀναλόγου πρὸς τὸ τοῦ σταθμοῦ ἐκπομπῆς καὶ ρυθμίζεται ἡ συχνότης αὐτῶν, οὕτως ὥστε νὰ διαφέρει ὀλίγον μόνον τῆς συχνότητος τῶν συλλαμβανομένων κυμάνσεων. Τοιοῦτοτρόπως εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δέκτου ἀναπτύσσονται καὶ κυμαίνονται καὶ τὰ δύο εἶδη κυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος μὲ ἀποτελεσματὴν τὴν περιοδικὴν μεταβολὴν τοῦ πλάτους κύματος, τῆς ἐκ δύο κυμάνσεων σχηματιζομένης συνθέτου κυμάνσεως. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ τῆς συνυπάρξεως δύο κυμάνσεων καλεῖται *συμβολή*. Ἀνάλογον φαινόμενον ἔχομεν εἰς τὴν ἀκουστικὴν κατὰ τὸ χορδισμὸν δύο χορδῶν. Ὅταν τὸ ὕψος τοῦ ἤχου δὲν εἶναι ἀκριβῶς τὸ αὐτὸ καὶ τεθοῦν ἀμφοτέραι αἱ χορδαὶ εἰς παλμικὴν κίνησιν, θὰ ἀντιληφθῶμεν τὰς ἐκ συμβολῆς περιοδικὰς αὐξομειώσεις τῆς ἐντάσεως τοῦ συνθέτου ἤχου, ὀφειλομένας εἰς περιοδικὰς αὐξομειώσεις τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν καὶ τῶν ὁποίων ἡ συχνότης εἶναι μικροτέρα τῆς τῶν παλμῶν, ἐκάστης χορδῆς. Κατ' ἀναλογίαν αἱ ἐκ συμβολῆς τῶν κυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος περιοδικαὶ αὐξομειώσεις τοῦ πλάτους αὐτῶν εἶναι χαμηλῆς συχνότητος καὶ μετὰ τὴν ἀνόρθωσιν παρέχουν διὰ τοῦ ἀκουστικοῦ μουσικὸν ἤχον ὕψους ρυθμιζομένου κατὰ βούλησιν.

§ 120. **Ραδιοφωνία.**—Ἡ ἐξέλιξις τῆς ἀσυρμάτου τηλεγραφίας καὶ ἰδίως αἱ μεγάλαι ὑπηρεσίαι, τὰς ὁποίας προσέφερον ἡ χρῆσις τῶν ἠλεκτρονικῶν σωλῆνων, συνετέλεσαν εἰς τὴν ἐπινόησιν τῆς *ἀσυρμάτου τηλεφωνίας* καὶ τῆς *ραδιοφωνίας*. Εἰς ἀμφοτέρας αὐτὰς τὰς περιπτώσεις γίνεται χρῆσις τοῦ *μικροφώνου*, τὸ ὁποῖον παρεμβάλλεται ἐντὸς κυκλώματος κυμάνσεων εὐρισκομένου εἰς ἐπαγωγικὴν σύζευξιν μετὰ τῆς ἐγκαταστάσεως ἐκπομπῆς ἀμειώτων ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων σταθεροῦ πλάτους. Οἱ πρὸ τοῦ μικροφώνου παραγόμενοι ἤχοι, τῶν ὁποίων οἱ παλμοὶ εἶναι χαμηλῆς συχνότητος μεταβάλλουν μὲ τὴν αὐτὴν συχνότητα καὶ ἔντασιν τὸ πλάτος τῶν ἀμειώτων ὑψηλῆς συχνότητος ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων καὶ ἐμφανίζουν *περιοδικὴν διαμόρφωσιν* (Σχ. 135) ἀντιστοιχοῦσαν πρὸς τὰς

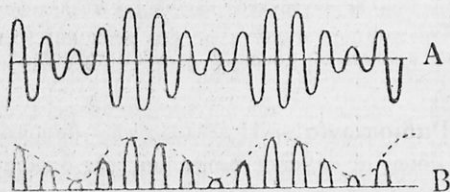
περιόδους τῶν προκαλούντων ταύτην ἤχων. Οὕτω **διαμορφω-
μέναι** αἱ κυμάνσεις διαβιβάζονται εἰς τὸ διάστημα καὶ παρὰ-
λαμβάνονται ὑπὸ τῶν δεκτῶν, τῶν ὁποίων τὰ κυκλώματα κυ-
μάνσεων εἶναι συντονισμένα μετὰ τὴν συχνότητα τῶν ὑψισύχων
κυμάνσεων τοῦ σταθμοῦ ἐκπομπῆς. Διὰ φωρατοῦ μονοπολικῆς



Σχ. 135

ἀγωγιμότητος αἱ διαμορ-
φωμένα κυμάνσεις Α τοῦ
σχήματος 136 μεταβάλλον-
ται εἰς τὰς ἀνωρθωμένας
κυμάνσεις Β μετὰ τὴν ἀντί-
στοιχον διαμόρφωσιν καὶ
μεταβάλλουν μετὰ τὴν αὐτὴν
χαμηλὴν συχνότητα καὶ
ἀνάλογον ἔντασιν τὴν ἑλ-

κτικὴν δύναμιν τοῦ μαγνήτου τοῦ ἀκουστικοῦ. Ἡ πρὸ τοῦ
μαγνήτου μεμβράνη, ἀποτελουμένη ἐξ ἐλάσματος σιδήρου, ἀν-
ταποκρινομένη πρὸς τὰς αὐξομειώσεις τῆς ἑλκτικῆς δυνάμεως
τοῦ μαγνήτου, τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ ἀναπαράγει
αὐτοστιγμὴ τοὺς αὐτοὺς ἤχους, τοὺς παραγομένους πρὸ τοῦ



Σχ. 136

μικροφώνου εἰς τὸν σταθμὸν ἐκπομπῆς. Εἰς τὴν θέσιν τοῦ
ἀκουστικοῦ δυνάμεθα νὰ θέσωμεν μεγάφωνον, ὅποτε οἱ ἤχοι
ἀποδίδονται ἐντονώτεροι καὶ γίνονται ἀκουστοὶ εἰς μεγάλην
ἐκτασιν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰ ὑψίσυχνα ἡλεκτρικὰ κύ-
ματα, διαμορφούμενα ὡς ἀνωτέρω, γίνονται φορεῖς τῶν ἡχο-
γόνων κυμάνσεων.

Τὸ ἀνοικτὸν κύκλωμα τῆς κεραίας καὶ ἰδίως τὰ ἐν συζεύ-
ξει πρὸς αὐτὸ κυκλώματα πρέπει νὰ συντονίζονται ἐκάστοτε

ρὸς τὴν συχνότητα τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων τοῦ σταθμοῦ
πομπῆς. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν ἀφ' ἑνὸς πηνία μετα-
λητῆς αὐτεπαγωγῆς διὰ σωληνοειδοῦς μετὰ δρομέως ἐπιτρέ-
οντος τὴν εἰσαγωγὴν εἰς τὸ κύκλωμα περισσοτέρων ἢ ὀλιγω-
έρων σπειρῶν, καθὼς ἐπίσης καὶ διὰ βαριομέτρου, (§ 111), ἀφ'
τέρου καὶ διὰ πυκνωτῶν μεταβλητῆς χωρητικότητος (§ 27),
οἷτι, ὥς γνωρίζομεν (§ 115), ἂν ἡ αὐτεπαγωγὴ ἢ ἡ χωρητικό-
της ἑνὸς κυκλώματος ἐλαττωθῇ, ἡ συχνότης αὐξάνεται.

Προκειμένου να αυξήσωμεν τὴν συχνότητα τῆς κεραίας, ἢ ὅποια ὡς εἶπομεν ἔχει ἰδίαν αὐτεπαγωγὴν καὶ ἰδίαν χωρητικότητα, ἐπειδὴ τὴν αὐτεπαγωγὴν δὲν δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν ἐπαρκῶς, πρέπει νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν χωρητικότητα. Τοῦτο θὰ τὸ κατορθώσωμεν, ἐὰν εἰς τὸν ἄγωγόν, τὸν συνδέοντα τὴν κεραίαν μὲ τὸ πηνίον συζεύξωμεν, παρεμβάλωμεν πυκνωτὴν μεταβλητῆς χωρητικότητος, διότι *ὅταν συνδέωμεν ἐν σειρᾷ δύο πυκνωτάς, ἡ ὅλική χωρητικότης αὐτῶν θὰ εἶναι μικρότερα τῆς μικρότερας χωρητικότητος τῶν δύο πυκνωτῶν.*

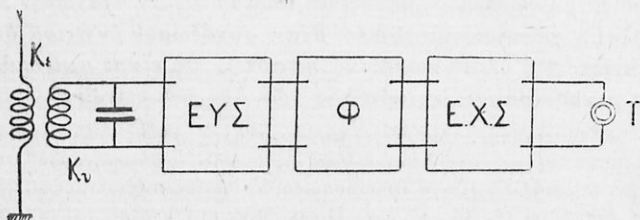
[illegible]

Ἔστω λοιπὸν ὅτι τὸ τοιοῦτον σύστημα ἔχει τὸ κυκλῶμα τῆς ζε-
ραίας συντονισμένον καὶ εἰς ἐπαγωγικὴν σύζευξιν μὲ κλειστὸν κύ-
κλωμα κυμάνσεων τοῦ δέκτου, ἐπίσης συντονισμένον, καὶ ὅτι ἡ σύ-
ζευξις συνίσταται εἰς τὴν τοποθέτησιν τοῦ πηγίου αὐτεπαγωγῆς τοῦ
ἐνὸς κυκλώματος ἀπέναντι καὶ πλησίον τοῦ τοιούτου πηγίου τοῦ
ἐτέρου κυκλώματος. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι δι' ἀπομακρύνσεως
τῶν πηγίων ἀπ' ἀλλήλων εἰς ἀπόστασιν τινὰ αἱ κυμάνσεις τοῦ κλει-
στοῦ κυκλώματος περιορίζονται εἰς τὰς κυμάνσεις τὰς συντονιζομέ-
νας πρὸς τὰς τοῦ προτιμηθέντος σταθμοῦ ἐκπομπῆς καὶ διὰ τοῦ

ἀκουστικοῦ ἀκούεται ἡ ἐκπομπὴ ἀπηλλαγμένη τῶν συνηχήσεων ἐτέ-
ρων σταθμῶν. Τοῦτο δὲ ἐπιτυγχάνεται καὶ ὅταν ἀκόμη τὸ ἀνοικτὸν
κύκλωμα τῆς κεραίας δὲν εἶναι συντονισμένον καὶ συλλαμβάνῃ τὰς
κυμάνσεις διαφόρων σταθμῶν, ἐξ ὧν τὸ κλειστὸν κύκλωμα ἐκλέγει
τὰς κυμάνσεις τοῦ σταθμοῦ, πρὸς ὃν τυγχάνει συντονισμένον.

Εἰς τοὺς ραδιοφωνικοὺς δέκτας ἡ σύνδεσις τῶν διαφόρων
ὀργάνων καὶ οἱ συνδυασμοὶ καὶ ἡ συγκρότησις τῶν κυκλωμά-
των διὰ τὴν ἀπόδοσιν καὶ ἀναπαραγωγὴν τῶν ἡχῶν σταθμοῦ
τινὸς ἐκπομπῆς, διὰ τῶν ὁποίων ἡχῶν διαμορφώνονται ἐκάστοτε
αἱ ἠλεκτροικαὶ κυμάνσεις ὑψηλῆς συχνότητος, αἱ ὁποῖαι διὰ τῆς
κεραίας διαβιβάζονται ὡς ἀόρατοι ἀκτινοβολίαι πρὸς πᾶσαν κα-
τεύθυνσιν εἰς τὸ διάστημα, εἶναι περίπου οἱ αὐτοὶ πρὸς τοὺς
τοῦ πομποῦ.

Λόγῳ ὅμως τῆς ἀνάγκης ἐνισχύσεως τῶν συλλαμβανομέ-



Σχ. 137

νων κυμάνσεων καὶ ἀπαλλαγῆς ἀπὸ ἀνεπιθυμήτους συνηχήσεις,
συριγμοὺς καὶ παρασιτικούς ἡχους (τὰ λεγόμενα παράσιτα),
ὀφειλομένους εἰς καιρικὰς ἀνωμαλίας καὶ εἰς ἠλεκτρομαγνητι-
κὰς παρεμβολὰς συχνοτάτας ἰδίως ἐντὸς τῶν πόλεων καὶ ἐντὸς
βιομηχανικῶν περιοχῶν, τὰ συστήματα ἐκπομπῆς, καὶ κυρίως
τὰ συστήματα λήψεως τῶν ραδιοφωνικῶν ἐκπομπῶν ἐξειρίχθη-
σαν ἐπὶ τὸ συνθετώτερον καὶ πολυπλοκώτερον.

Ἡ ἐνίσχυσις τῶν κυμάνσεων εἰς τοὺς δέκτας ἐπιτυγχάνε-
ται ποικιλοτρόπως εἴτε πρὸ τῆς ἀνορθώσεως, ὅτε ἔχομεν ἐνί-
σχυσιν κυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος, εἴτε μετὰ τὴν ἀνόρθω-
σιν, ὅτε ἔχομεν ἐνίσχυσιν κυμάνσεων χαμηλῆς συχνότητος. Τὸ
σχῆμα 137 μᾶς παρουσιάζει συνοπτικῶς τὰ κυριώτερα μέρη
ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ δέκτου, τὰ ὁποῖα εἶναι τὰ ἑξῆς: Ἡ κε-

αία (Κε), ἡ δεχομένη τὰ ἐρσιανὰ κύματα τῶν διαφόρων σταθμῶν, τὸ εἰς ἐπαγωγικὴν σύζευξιν τιθέμενον **κύκλωμα κυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος** (Κυ), τὸ **σύστημα ἐνισχύσεως ὑψηλῆς συχνότητος κυμάνσεων** (Ε.Υ.Σ.), τὸ **σύστημα φωράσεως** (δηλ. ἀνορθώσεως τῶν κυμάνσεων) (Φ), τὸ **σύστημα ἐνισχύσεως κυμάνσεων χαμηλῆς συχνότητος** (Ε.Χ.Σ.) ἀνωρ-
θωμένων κυμάνσεων καὶ τέλος τὸ σύστημα ἀποδόσεως τῶν ἡχων Τ, ἀκουστικὸν τηλεφώνου ἢ μεγάρφωνον.

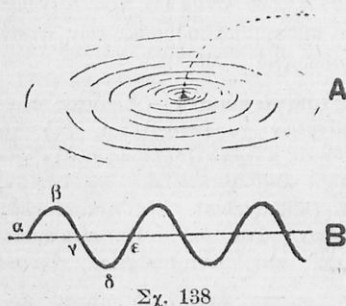
§ 121. **Μακρὰ καὶ βραχέα ἐρσιανὰ κύματα.**—Ἐκαστος σταθμὸς ἐκπομπῆς ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸν μῆκος κύματος αὐτῶν ἐκπεφρασμένον εἰς **μέτρα**. Πολλὰκις πάλιν χαρακτηρίζεται ὑπὸ τῆς συχνότητος τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἐκπεφρασμένης εἰς **χιλιοκύκλους** (Kilocycles). Εἰς χιλιόκυκλος δὲ εἶναι ἡ συχνότης 1000 περιόδων ἀνὰ δλ". Ἡ μετατροπὴ μῆκους κύματος εἰς χιλιοκύκλους καὶ ἀντιστρόφως γίνεται δι' ἐφαρμογῆς τοῦ τύπου: $\lambda = \frac{V}{N}$, ὅπου λ τὸ μῆκος κύματος εἰς μέτρα, V ἡ ταχύτης μεταδόσεως τῶν κυμάνσεων (300.000.000 μ.) καὶ N ἡ συχνότης. Οὕτως ἂν $\lambda = 5,000$ μέτρων, τότε $N = \frac{300.000.000}{5000} = 60.000$ ἥτοι 60 χιλιόκυκλοι.

Τὰ κύματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μῆκος κύματος μεγαλύτερον τῶν 899 μ. λέγονται **μακρὰ μήκη**, ἐνῶ ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μῆκος κύματος μικρότερον τῶν 100 μ., λέγονται **βραχέα μήκη**. Μεταξὺ αὐτῶν εὐρίσκονται τὰ λεγόμενα **μεσαῖα μήκη κύματος**.

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

* § 122. **Φωτεινὴ ἀκτινοβολία.**—Εἶναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν ὀπτικήν, ὅτι τὸ φῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὁμογενὲς καὶ διαφανὲς μέσον διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν. Ἡ εὐθεῖα γραμμὴ, κατὰ τὴν ὁποίαν διαδίδεται τὸ φῶς ἀποτελεῖ **φωτεινὴν ἀκτῖνα**. Ἐπίσης εἶναι γνωστὸν ὅτι διὰ νὰ ἐξηγήσουν οἱ φυσικοὶ τὴν γένεσιν καὶ τὴν μετάδοσιν τοῦ φωτός κατέφυγον εἰς θεωρίας, καὶ ὅτι προσεπάθησαν νὰ ἐξηγήσουν αὐτὰ κατ' ἀναλογίαν πρὸς τὰ ἡχητικὰ φαινόμενα. Οὕτω δὲ διεμόρφωσαν μίαν σπουδαιότατην θεωρίαν, τὴν **θεωρίαν τῶν κυμάνσεων** (Huygens 1678), κατὰ τὴν ὁποίαν δέχονται ὅτι τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων εὐρίσκονται εἰς ταχυτάτην παλμικὴν κίνησιν, πολὺ ταχυτέραν ἐκείνης, εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκονται τὰ μόρια τῶν ἡχογόνων σωμάτων. Ἡ παλμικὴ αὕτη κίνησις μεταδίδεται εἰς τὸ περιβάλλον καὶ δημιουργεῖ τὴν αἴσθησιν τοῦ φωτός. Ὡς φορέα ὁμως τῶν φωτεινῶν κυμάνσεων δέχονται τὸν αἰθέρα. Στοιχειώδη ἔννοιαν τῆς μεταδόσεως :

μάνσεων παρέχουν εις ἡμᾶς τὰ κυκλικά κύματα, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἡρεμοῦντος ὕδατος, ὅταν εἰς ἓν σημεῖον διαταράξωμεν τὴν ἰσορροπίαν αὐτοῦ, π. χ. ὅταν ρίψωμεν λίθον ἐκ τῶν ἄνω (Σχ. 138A). Πᾶσα ὀριζόντιος εὐθεῖα ἀγομένη ἐκ τοῦ κέντρου τῶν ὁμοκέντρων κύκλων ἀποτελεῖ ἀκτῖνα μεταδόσεως τῶν κυμάνσεων. Μία δὲ ἐγκαρσία τομὴ τῆς ἐπιφάνειας κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος



Σχ. 138

ταύτης, ὀρίζει μίαν κυματοειδῆ γραμμὴν (Σχ. B), ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑψώματα καὶ κοιλώματα, διαδεχόμενα ἀλλήλα. τὰ ὁποῖα ὁμως καθ' ἐκάστην χρονικὴν στιγμὴν ἔχουν ὀρισμένην θέσιν. Τὸ μῆκος ἐνὸς ὑψώματος καὶ ἐνὸς κοιλώματος ἀγ+γε ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀκτίνος μεταδόσεως ἀποτελεῖ τὸ **μῆκος τοῦ κύματος** τῶν κυμάνσεων (λ). Ἐνῷ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας ἔκτε-

λεῖ ἕκαστον μόριον εἰς ἓνα δευτερόλεπτον, ἀποτελεῖ τὴν **συχνότητα** τῶν κυμάνσεων (N). Ἐάν λοιπὸν V εἶναι ἡ ταχύτης μεταδόσεως τῶν κυμάνσεων κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος, θὰ ὑπάρχῃ ἡ ἑξῆς σχέσις :

$$V = \lambda N$$

Ἐνῷ ὁμως τὰ κύματα αὐτὰ διαδίδονται ἐπὶ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὕδατος, τὰ κύματα, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται περὶ τοῦ ἠχογόνου σώματος, ὅταν τοῦτο εὐρίσκεται ἐντὸς ἀπεριορίστου ὁμογενοῦς μέσου, ἀποτελοῦνται ἀπὸ πυκνώματα καὶ ἀραιώματα, τὰ ὁποῖα ἐπεκτείνονται κατὰ ὁμοκέντρους σφαῖρας. Αἱ ἀκτῖνες ἐκ τοῦ κέντρου τῶν σφαιρῶν αὐτῶν ἀποτελοῦν τὰς λεγομένας ἠχητικὰς ἀκτῖνας. Εἰς τὴν περίπτωση αὐτὴν ἓνα πύκνωμα καὶ ἓνα ἀραιώμα ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀκτίνος μετρούμενα ἀποτελοῦν τὸ **μῆκος κύματος**. Τὰ πυκνώματα καὶ τὰ ἀραιώματα τοῦ ἀέρος ὀφείλονται εἰς τὰς παλμικὰς κινήσεις τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, αἱ ὁποῖαι γίνονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν μεταδόσεως τῶν παλμικῶν ἀκτίνων καὶ αἱ ὁποῖαι ὀνομάζονται **ἐπιμήκεις παλμικαὶ κινήσεις**. Παριστάνονται δὲ ἐπίσης ὑπὸ κυματοειδοῦς γραμμῆς, ὡς ἡ τοῦ σχήματος 138B ἔνθα τὰ ὑψώματα παριστάνουν πύκνωσιν καὶ τὰ κοιλώματα ἀραιώσιν.

Ἀνάλογον φαινόμενον δεχόμεθα ὅτι συμβαίνει καὶ κατὰ τὴν γένεσιν καὶ κατὰ τὴν μετάδοσιν τοῦ φωτός, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι αἱ φωτεινὰ κυμάνσεις δὲν διαδίδονται διὰ παλμικῶν κινήσεων τῶν μορίων ὑλικοῦ μέσου, ἀλλὰ διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ ἀβαροῦς μέσου, τοῦ λεγο-

μένου *αἰθέρος*. Δεχόμεθα δὲ ὅτι αἱ παλμικαὶ κινήσεις τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος εἶναι *ἐγκάρσιοι*, δηλ. τὰ μόρια, πάλλονται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν μεταδόσεως τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος. Ὅπως δὲ εἰς κάθε ἤχον ὠρισμένου ὕψους ἀντιστοιχεῖ ὠρισμένη συχνότης καὶ ἐπομένως καὶ ὠρισμένον μῆκος κύματος, οὕτω καὶ εἰς κάθε μονόχρουν φῶς ἀντιστοιχεῖ ἰδίᾳ συχνότης καὶ ἴδιον μῆκος κύματος. Ἀπὸ τὰς παρατηρήσεις ὁμως νεωτέρων φυσικῶν, ἰδίως τοῦ Faraday καὶ τοῦ Maxwell, εὗρέθη ὅτι ὑπάρχει σχέσις μεταξὺ τοῦ φωτός, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ τοῦ μαγνητισμοῦ. Διὰ τοῦτο οὗτοι διεμόρφωσαν νεωτέραν θεωρίαν, τὴν λεγομένην *ἡλεκτρομαγνητικὴν θεωρίαν τοῦ φωτός*. Κατὰ τὴν θεωρίαν αὐτὴν δέχονται ὅτι τὰ *φωτεινὰ κύματα εἶναι περιοδικὰ μεταβολαὶ τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς καταστάσεως τοῦ αἰθέρος*.

* § 123. **Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβολία ἐνέργεια.** — Αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες, τὰς ὁποίας ἐκπέμπει φωτοβόλον σῶμα, ἀποδεικνύεται ὅτι περιέχουν ἐνέργειαν, διότι μεταξὺ ἄλλων ἐξασκοῦν πίεσιν ἐπὶ τῶν σωμάτων ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπίπτουν καὶ δύνανται νὰ δημιουργήσουν κίνησιν. Ἐπομένως τὸ φωτοβόλον σῶμα ἀποτελεῖ πηγὴν ἐνεργείας τῆς λεγομένης *φωτεινῆς ἐνεργείας*.

Ὡς ὁμως εἶναι γνωστὸν καὶ ἡ θερμότης διαδίδεται δι' ἀκτίνων, τῶν λεγομένων *θερμικῶν ἀκτίνων*. Αἱ θερμικαὶ ἀκτίνες ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα μεταδόσεως μὲ τὸ φῶς (300.000.000 μ. κατὰ δλ'') καὶ ἀκολουθοῦν τοὺς αὐτοὺς νόμους. Διαδίδονται διὰ τοῦ κενοῦ ὅπως καὶ αἱ φωτειναί, μὲ τὴν διαφορὰν ὁμως ὅτι εἶναι ἀόρατοι καὶ γίνονται αἰσθηταὶ ὡς θερμότης. Ἐπομένως καὶ αἱ θερμικαὶ ἀκτίνες διαδίδονται διὰ τοῦ αἰθέρος, μὲ συχνότητα ὁμως μικροτέραν τῆς συχνότητος τοῦ φωτός. Μεγαλυτέραν συχνότητα τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἔχουν αἱ *υπεριώδεις ἢ χημικαὶ ἀκτίνες*. Ἀκόμη μεγαλυτέραν συχνότητα ἔχουν αἱ ἀκτίνες Röntgen ἢ ἀκτίνες X, καὶ αἱ ἀκτίνες γ αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τῶν ραδιενεργῶν σωμάτων. Μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα διαδίδονται καὶ τὰ ἐρτσιανὰ ἢ ἡλεκτρικὰ κύματα, τὰ ὁποῖα ὑπακούουν εἰς τοὺς αὐτοὺς νόμους. Ἐπομένως καὶ αἱ ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις δεχόμεθα ὅτι διαδίδονται διὰ τοῦ αὐτοῦ μέσου, δηλ. τοῦ αἰθέρος. Ἐχουν ὁμως συχνότητα μικροτέραν τῶν θερμικῶν ἀκτίνων.

Εἰς ὅλας τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας τὰ σώματα ἐκπέμπουν διάφορα εἶδη ἀκτινοβολιῶν, αἱ ὁποῖαι διαδίδονται διὰ κυμάνσεων τοῦ αἰθέρος εἰς τὸ περιβάλλον ὑπὸ μορφὴν ὁρατῶν ἢ ἀορατῶν ἀκτίνων, ἀποδίδεται ἐνέργεια, ἡ ὁποία λέγεται *ἀκτινοβόλος ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια*.

Ὁ ἐπόμενος πίναξ παρέχει τὴν συχνότητα καὶ τὸ μῆκος κύματος τῶν διαφόρων ἀκτινοβολιῶν, τὰς ὁποίας ἀνεφέρομεν ἀνωτέρω :

Ἀκτινοβολία	Συχνότης N	Μήκος κύματος λ.
Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις	ἀπὸ 10.000 μέχρι 3×10^{12}	ἀπὸ 30 χλ. μέχρι 0,1 mm
Ὑπερέρυθροὶ ἀκτίνες (θερμικαὶ)	ἀπὸ 3×10^{12} μέχρι 37×10^{13}	ἀπὸ 0,1 mm μέχρι 0,8 μ.
Φωτεινὰ ἀκτίνες	ἀπὸ 37×10^{13} μέχρι 75×10^{13}	ἀπὸ 0,8 μ. μέχρι 0,4 μ.
Ὑπεριώδεις ἀκτίνες κοινὰ	ἀπὸ 75×10^{13} μέχρι 15×10^{14}	ἀπὸ 0,4 μ. μέχρι 0,2 μ.
Ὑπεριώδεις ἀκτίνες βραχεῖαι	ἀπὸ 15×10^{14} μέχρι 3×10^{16}	ἀπὸ 0,2 μ. μέχρι 0,01 μ.
Ἀκτίνες X πολὺ μαλακαὶ	ἀπὸ 3×10^{16} μέχρι 3×10^{18}	ἀπὸ 0,01 μ. μέχρι 1 Angström ^o
Ἀκτίνες X ἐν χρήσει	ἀπὸ 3×10^{18} μέχρι 6×10^{19}	ἀπὸ 1 Å ^o μέχρι 0,05 Å ^o
Ἀκτίνες γ	ἀπὸ 6×10^{19} μέχρι 3×10^{21}	ἀπὸ 0,05 Å ^o μέχρι 0,001 Å ^o

Σημ. χμ = χιλιόμετρον = 1000 μέτρα — mm = χιλιοστόμετρον 1 : 1000 μέτρα — μ = μικρόν = 1 : 1000 mm — Å^o = Angström^o = 1 : 10.000 μ.

* § 124. **Ὑλικά ἀκτινοβολία.** Ὀνομάσαμεν ἤδη ὑλικὰς ἀκτίνας τὰς καθοδικὰς ἀκτίνας τῶν ἀεροκένων ἡλεκτρονικῶν σωλήνων καὶ τὰς ἀκτίνας β τῶν ραδιενεργῶν σωμάτων, διότι ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀπειροελάχιστα ὑλικά σωματίδια, τὰ **ἡλεκτρόνια**, τὰ ὅποια κινοῦνται συνήθως μετὰ μεγάλης ταχύτητος καὶ ἐκδηλώνονται ὡς ἀκτινοβολία. Ἐκαστον ἡλεκτρόνιον, ὡς γνωρίζομεν, ἔχει μᾶζαν ἴσην πρὸς $\frac{1}{1840}$ τῆς μάζης ἐνὸς ἀτόμου ὕδρογόνου, εἶναι ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον, τὸ δὲ φορτίον αὐτοῦ εἶναι ὀρισμένον καὶ λέγεται **στοιχειῶδες** (—e). Ἀνεκαλύφθησαν καὶ σωματίδια τῆς αὐτῆς μάζης μὲ ἰσοδύναμον θετικὸν φορτίον (e), δηλ. θετικὰ ἡλεκτρόνια. Πρὸς διάκρισιν τὰ μὲν πρῶτα λέγονται **ἡλεκτρόνια** ἢ **νεγκάτονια** (négatons), τὰ δὲ δευτέρω **ποζιτόνια** (positons).

Ἐγνωρίσαμεν ὡσαύτως καὶ τὰς **ἀκτίνας α**, ἐπίσης ὑλικὰς, ἀποτελούμενας ἀπὸ μεγαλύτερα βλήματα, τὰ ὅποια εἶναι ἄτομα ἡλίου He θετικῶς ἡλεκτρισμένα, μάζης τετραπλασίας τῆς τοιαύτης τοῦ ὕδρογόνου. Ἐκαστον ἐξ αὐτῶν ἔχει φορτίον ἴσον πρὸς 2 στοιχειῶδη θετικὰ φορτία (δηλ. 2 e). Πλὴν αὐτῶν ἐπετεύχθησαν καὶ ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἄλλαι **θετικαὶ ἀκτινοβολίαι** ἀτόμων ἢ καὶ μορίων.

Κοσμικαὶ ἀκτίνες. Εἰς τὰς ὑλικὰς ἀκτίνας ὑπάγονται καὶ αἱ μεγίστης διεσδυτικῆς δυνάμεως ἀόρατοι **κοσμικαὶ ἀκτίνες**, αἱ ἀποτελούμεναι ἀπὸ μάζας ἴσας περίπου πρὸς τὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογόνου, ἀλλ' ὅχι ἡλεκτρισμένας. Τὰ ὑλικά αὐτὰ βλήματα καλοῦνται **νετρό-**

νια (neutrons), δηλ. οὐδετερόνια. Προέρχονται ἀπὸ ἀγνώστους μακρινούς κόσμους, διὸ καὶ αἱ τοιαῦται ἀκτίνες ἐκλήθησαν κοσμικαί. Δι' αὐτῶν βομβαρδίζεται ἡ γῆ νυχθημερόν. Τὰ νετρόνια δὲ συγκρουόμενα μὲ μόρια καὶ ἄτομα δύνανται νὰ προκαλέσουν ἀτομικὴν διάσπασιν. Τοιαύτην διάσπασιν προκαλοῦν καὶ κατὰ τὴν δίοδον διὰ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ὥς ἐκ τούτου συνοδεύονται καὶ ὑπὸ τῶν προϊόντων τῆς τοιαύτης *διασπάσεως*. Τὰ νετρόνια, τῶν ὁποίων ὁ ἀποχωρισμὸς ἐκ τῶν ἀτόμων ἐπιτυγχάνεται καὶ τεχνητῶς, ἀποτελοῦν τὰ ἰσχυρότερα μέσα ταχείας διασπάσεως τῶν ἀτόμων. Διὰ τῆς ἐνώσεως ἐνὸς νετρονίου μεθ' ἐνὸς ποζιτονίου σχηματίζεται ἓνα *πρωτόνιον*, ὕλικὸν σωματίδιον μάζης ἴσης πρὸς ἓν ἄτομον ὕδρογόνου φέρον ἓνα στοιχειῶδες φορτίον θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ (e).

Τὰ πρωτόνια, τὰ νετρόνια καὶ τὰ ἡλεκτρόνια ἀποτελοῦν τοὺς οἰκοδομικοὺς λίθους, ἐκ τῶν ὁποίων συγκροτοῦνται τὰ οὐδέτερα ἄτομα τῶν στοιχείων, τῶν ὁποίων ἡ διαφορὰ μεταξύ τῶν ἐξαρτάται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πρωτονίων.

ΦΩΤΟΗΛΕΚΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΑΙ ΕΠΙΝΟΗΣΕΙΣ

* § 125. **Φωτοηλεκτρισμός.**—Πολλὰ σώματα ἰδίως μέταλλα ἔχουν τὴν ιδιότητα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς νὰ ἡλεκτρίζωνται θετικῶς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *φωτοηλεκτρισμός* καὶ ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ τοιαῦτα σώματα ἀποβάλλουν ἡλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπουν ὑπὸ μορφήν *καθοδικῆς ἀκτινοβολίας*, ἣτις ἐκδηλοῦται σαφέστερον ἐντὸς τοῦ κενοῦ. Τὰ σώματα ἐπομένως ἐφ' ὅσον χάνουν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν, ἡλεκτριζοῦνται θετικῶς. Τοιαῦτα σώματα εἶναι ὁ ψευδάργυρος, τὰ ἀλκάλια (κάλιον, νάτριον, ρουβίδιον, καίσιον, λίθιον) καὶ τὰ μέταλλα τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν (ἀσβέστιον, στρόντιον, βάριον, βερούλλιον, μαγνήσιον). Ἐπίσης διάφοροι ἐνώσεις ὥς τὸ φθοριοῦχον ἀσβέστιον, ὁ ἰωδιούχος μόλυβδος, διάφορα θειοῦχα μέταλλα, χρώματά τινα ἀνηλίνης ὑπὸ κρυσταλλικὴν μορφήν κτλ.

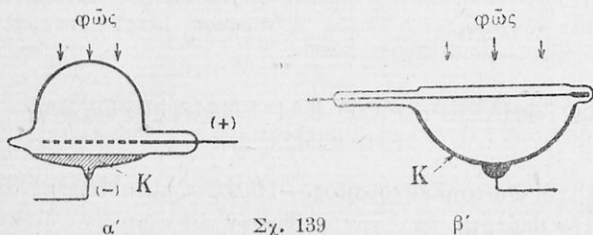
Τὸ φαινόμενον δὲν προκαλοῦν μόνον φωτειναὶ ἀκτίνες, ἀλλὰ καὶ ἀόρατοι ὑπεριώδεις ἀκτίνες, ἀκτίνες X καὶ γ τῶν ραδιενεργῶν σωμάτων.

* § 126. **Φωτοηλεκτρικὰ κύτταρα ἢ φωτοκύτταρα.**—Ταῦτα εἶναι ἰδιαιτέρα ὄργανα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν ἔναντι μεταβολῶν φωτισμοῦ μεγάλην εὐαισθησίαν, τὴν ὁποίαν ἐκδη-

λώνουν διὰ παραγωγῆς ἢ μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

Οὕτω π. χ. ὑπάρχουν σώματα (ἁμέταλλα), τῶν ὁποίων ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις τῇ ἐπιδράσει τοῦ φωτὸς μεταβάλλεται καὶ ἐλαττοῦται, ὅταν τὰ σώματα αὐτὰ φωτίζονται ἰσχυρότερον, αὐξάνεται δηλ. ἡ ἀγωγιμότης αὐτῶν. Τοιοῦτον σῶμα εἶναι καὶ τὸ **σελήνιον**, μὲ τὸ ὁποῖον κατεσκευάσθησαν τὰ πρῶτα φωτοκύτταρα (φωτοκύτταρα ἀντιστάσεως). Ἡ αὐξήσις τῆς ἀγωγιμότητος ἀποδίδεται εἰς τὴν ἀπελευθέρωσιν ἡλεκτρονίων ἐντὸς τοῦ σώματος.

Ὑπάρχουν ἐπίσης μέταλλα (ἁλκάλια), τὰ ὁποῖα τῇ ἐπιδρά-



Σχ. 139

σει φωτεινῶν καὶ ἰδίως κυανῶν, ἰωδῶν καὶ ὑπεριωδῶν ἀκτίνων ἐκπέμπουν ἡλεκτρόνια καὶ παράγουν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.

Τὰ διὰ τοιούτων μετάλλων κατασκευαζόμενα φωτοκύτταρα, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀερόκενον φύσιγγα (amproule) διαφύρου σχήματος ὑαλίνην ἢ ἐκ χαλαζίου (Σχ. 139 α' καὶ β'), ἔχουσιν ἐσωτερικῶς μίαν ἐπίστρωσιν ἐκ τοῦ εὐαισθήτου μετάλλου, συνήθως καλίου (K), ἀποτελοῦσαν τὴν κάθοδον καὶ ἔναντι ταύτης τὴν ἄνοδον, ἀποτελουμένην ἐκ μεταλλίνου πλέγματος ἢ δακτυλίου, ἐπικοινωνοῦσαν ὅπως καὶ ἡ κάθοδος διὰ σύρματος λευκοχρύσου μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Ἄν τὸ μεταλλινὸν στρῶμα ἀποτελῇται ἀπὸ καΐσιον, τότε ἡ μεγαλυτέρα εὐαισθησία ἐκδηλοῦται εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ἐνῶ ὅταν ἀποτελῇται ἀπὸ καλίου, εἰς τὰς κυανᾶς. Τὸ ἐσωτερικὸν κενὸν ἀέρος περιέχει ἴχνη ἀδρανοῦς ἀερίου (ἀργόν, νέον, ἥλιον).

Ἄν συνδέσωμεν δι' ἀγωγοῦ τὰ ἡλεκτρόδια, θὰ παραχθῇ εἰς τὸ φῶς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐντεινόμενον μὲ τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ

φωτισμοῦ, ἀλλὰ τὸ ὁποῖον θὰ εἶναι πάντως ἀσθενέστατον. Εἰς τὴν προᾶξιν ὅμως χρησιμοποιοῦμεν συνήθως καὶ ἠλεκτρικὴν στήλην, ἣτις αὐξάνει τὴν μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τάσιν, καθὼς ἐπίσης τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος καὶ τὰς μεταβολὰς τῆς ἐντάσεως, τὰς ὁποίας προκαλοῦν αἱ ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου ἐπιδρῶσαι ἐλάχισται μεταπτώσεις φωτισμοῦ. Τὰς μεταβολὰς αὐτὰς δυνάμεθα, ὡς γνωρίζομεν ἤδη, νὰ ἐνισχύσωμεν καὶ διὰ τριόδου λαμπτήρος. Ἡ εὐαισθησία τοῦ φωτοκυττάρου, τὸ ὁποῖον καλεῖται καὶ **ἠλεκτρικὸς ὀφθαλμός**, εἶναι ἀσυγκρίτως ἀνωτέρα τῆς τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ ἀνθρώπου.

Αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ φωτοκυττάρου εἶναι πάμπολλαι, ὅπως εἰς τὸν ἡχητικὸν κινηματογράφον, εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν, εἰς τὴν τηλεόρασιν καὶ ἰδίως εἰς τὸν αὐτοματισμόν, δηλ. εἰς τὴν ἐν κατ'ὧ τῷ δέοντι αὐτόματον λειτουργίαν πλείστων ὅσων συσκευῶν καὶ μηχανημάτων ἐπιστημονικοῦ, βιομηχανικοῦ καὶ κοινωνικοῦ ἐνδιαφέροντος.

* § 127. **Ἡχητικὸς κινηματογράφος.** — Οὗτος διαφέρει τοῦ ἀρχικῶς βωβοῦ κινηματογράφου ἐκ τοῦ ὅτι μετὰ τῶν εἰκόνων ἀποδίδονται καὶ οἱ σχετικοὶ ἦχοι. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται σήμερον διὰ τῆς αὐτῆς διαφανοῦς ταινίας, ἣ ὁποία περιλαμβάνει τὰς διαδοχικῶς προβαλλομένας εἰκόνας, παρὰ τὰς ὁποίας ἐπὶ μιᾷ στενῇ λωρίδῃ ἔχουν ἀποτυπωθῇ οἱ σχετικοὶ ἦχοι ὑπὸ μορφὴν ἐγκαρσίων γλωσσοειδῶν ραβδώσεων (Σχ. 140).

Ἀποτύπωσης ἤχων. Οἱ πρὸς ἀποτύπωσιν ἦχοι παράγονται πρὸ μικροφώνου, διὰ τοῦ ὁποίου ἐπιδροῦν ἐπὶ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, τοῦ ὁποίου μεταλλάσσουν ποικιλοτρόπως τὴν ἔντασιν καὶ τὴν συχνότητα τῶν ἐναλλαγῶν ἢ κυμάνσεων συμφώνως πρὸς τὴν ἔντασιν καὶ τὸ ὕψος τῶν παραγομένων ἤχων. Αἱ τοιαῦται κυμάνσεις ἐνισχύονται διὰ τριόδων λαμπτήρων καὶ τὸ οὕτω ἰσχυρότερον κυμαινόμενον ρεῦμα διέρχεται δι' ἰδιαίτερας μορφῆς **παλμογράφου ἠλεκτρομαγνητικοῦ** (καλεῖται καὶ γαλβανόμετρον τοῦ Blondel ἢ τοῦ Dudell), εἰς τὸν ὁποῖον μικρὸν ἐλαφρότατον κάτοπτρον



Σχ. 140

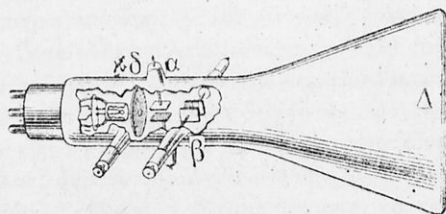
στρέφεται περὶ ἄξονα μεταξύ δύο μαγνητικῶν πόλων κατὰ μικρὰν γωνίαν πρὸς μίαν πλευρὰν ἢ τὴν ἐτέραν ἀναλόγως τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος. Λόγω τῆς μικρᾶς μᾶξης τοῦ μετὰ τοῦ κατόπτρου στρεφομένου τμήματος, δύναται τὸ κάτοπτρον νὰ παρακολουθήσῃ τὰς κυμάνσεις τοῦ ρεύματος παλλόμενον μὲ τὴν συχνότητα αὐτῶν, ἢ ὁποία εἶναι ἴση πρὸς τὴν συχνότητα τῶν ἀντιστοίχων ἡχητικῶν παλμῶν. Ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κατευθύνεται φωτεινὴ δέσμη εὐθυγραμμίου διαπύρου νήματος ἡλεκτρικῆς λυχνίας, ἢ ὁποία ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ στενῆς σχισμῆς διαφράγματος καὶ προσπίπτει ἐπὶ τῆς ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου ἐκτυλισσομένης φωτοπαθοῦς ταινίας, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀποτυπώνονται γλωσσοειδεῖς προεξοχαί, τῶν ὁποίων τὸ μῆκος ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ἔντασιν καὶ ἡ πυκνότης τῶν κορυφῶν πρὸς τὴν συχνότητα τῶν παλμῶν, δηλ. τὸ ὕψος τῶν ἤχων. Ἡ φωτογράφησις τῶν τοιούτων φωτεινῶν κυμάνσεων καὶ διακυμάνσεων καὶ τῶν ἀντιστοίχως ἐξελισσομένων εἰκόνων γίνονται συγχρόνως, ἀλλὰ ἐπὶ χωριστῶν ταινιῶν, ἐκτυλισσομένων μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Κατὰ τὴν ἐμφάνισιν ὅμως τῆς θετικῆς εἰκόνης ἐνώνονται.

Ἀπόδοσις τῶν ἤχων. Διὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν τῶν ἤχων ἡ ταινία ἐκτυλίσσεται ἐνώπιον φωτεινῆς πηγῆς σταθερᾶς ἐντάσεως καὶ στενῆς δέσμης φωτὸς διερχομένη διὰ τῆς ταινίας ἐξέρχεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἐξησθενημένη καὶ ἐπιδοῶ ἐπὶ φωτοκυττάρου, διὰ τοῦ ὁποίου ἐπιτυγχάνεται μεταλλασσομένης ἐντάσεως καὶ συχνότητος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀνταποκρινόμενον πιστῶς πρὸς τοὺς ἤχους τοῦς ἀποτυπωθέντας εἰς τὴν ταινίαν. Τὸ ρεῦμα τοῦτο ἐνισχυόμενον διὰ τριόδων λαμπτήρων μεταβάλλεται διὰ παρεμβالιομένου μεγαφώνου εἰς τοὺς ἀντιστοίχους ἤχους τοὺς συνοδεύοντας τὴν προβολὴν τῶν κινηματογραφικῶν εἰκόνων.

Κατασκευάζονται σήμερον καὶ φωνογράφοι, οἱ ὁποῖοι λειτουργοῦν διὰ ταινιῶν καὶ τῶν ὁποίων ἡ ἀπόδοσις δύναται νὰ εἶναι μακροτάτης διαρκείας.

* § 128. **Καθοδικὸς παλμογράφος** (Σωλὴν τοῦ Braun).— Ὁ σωλὴν οὗτος (Σχ. 141) ἔχει σχῆμα κυλινδρικόν καὶ ἐπεκτεινόμενος διευρύνεται εἰς σχῆμα κώνου μὲ βάσιν

ἐπίπεδον, τῆς ὁποίας ἡ ἐπιφάνεια εἶναι κεκαλυμμένη ὑπὸ οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν καθοδικῶν ἀκτίνων παρουσιάζουν φθορισμόν. Εἰς τὸ ἀπέναντι τῆς βάσεως ἀντίθετον ἄκρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑπάρχει ἡ κάθοδος, ἀποτελουμένη ἐκ σύρματος βολφραμίου πυρακτουμένου διὰ διαβιβάσεως ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ ἐξαπολύοντος ἡλεκτρόνια (δηλ. ἐνέργειαν ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ). Τὰ ἡλεκτρόνια ἀπομακρυνόμενα τῆς καθόδου διέρχονται διὰ βραχέος κυλινδρικοῦ μεταλλίνου σωλῆνος κ, ὁ ὁποῖος ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς καὶ ἀναγκάζει τὰ ἡλεκτρόνια νὰ κινουν-



Σχ. 141

ται συγκεντρωμένα περὶ τὸν κεντρικὸν ἄξονα αὐτοῦ. Κατόπιν ἔναντι τοῦ κυλίνδρου κ ὑπάρχει μεταλλινὸν διάφραγμα δ ἐν εἴδει κυκλικοῦ δίσκου φέροντος εἰς τὸ κέντρον ὀπήν. Τὸ διάφραγμα τοῦτο ἡλεκτρίζεται ἰσχυρῶς θετικῶς καὶ ἀποτελεῖ ἀνόδον, ἡ ὁποία ἔλκει καὶ ἐπιταχύνει τὴν πρὸς αὐτὴν κίνησιν τῶν ἡλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα προσκρούοντα ἐπ' αὐτῆς ἀπορροφοῦνται καὶ ἐξουδετεροῦνται, ἀλλ' ὅχι ὁλοσχερῶς. Διὰ τῆς κεντρικῆς ὁπῆς τῆς ἀνόδου ἐξέρχεται ἓνα μέρος τῶν ἡλεκτρονίων εὐθυγραμμῶς μετὰ τὴν κεκτημένην ταχύτητα αὐτῶν καὶ σχηματίζει λεπτὴν δέσμην ἡλεκτρονικῶν ἀκτίνων, ἡ ὁποία ὡς εὐθυτενὲς νῆμα πρόσπίπτει ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου βάσεως τοῦ σωλῆνος, ἐπὶ τῆς ὁποίας σχηματίζει μικρὰν κηλίδα φθορισμοῦ. Ὁ σωλὴν εἶναι κενὸς ἀέρος, ἀλλὰ περιέχει ἱχνη αερίων, τὰ ὁποῖα μεταβάλλονται εἰς ἰόντα, ἅτινα παρεμποδίζουν τὴν διέλευσιν τῆς ἡλεκτρονικῆς δέσμης καὶ διατηροῦν αὐτὴν λεπτὴν, οὕτως ὥστε καὶ ἡ φθορίζουσα κηλὶς νὰ ἐμφανίζεται μικρὰ ὡς σημεῖον. Ἡ ἐπίπεδος βᾶσις τοῦ κώνου ἀποτελεῖ διάφραγμα ἐπιτρέπον νὰ βλέ-

πομεν τὴν φθορίζουσαν κηλίδα καὶ ἐκ τῶν ὀπισθεν.

Ἐὰν ἐκατέρωθεν τῆς τοιαύτης δέσμης θέσωμεν τοὺς πόλους ἡλεκτρομαγνήτου, ἡ δέσμη θὰ ἐκτραπῇ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἐὰν π. γ. ἡ διεύθυνσις τῶν μαγνητικῶν δυναμικῶν γραμμῶν, εἶναι ὀριζοντία, ἡ ἐκτροπὴ θὰ ἐκδηλωθῇ ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω. Ἡ δὲ κηλὶς θὰ ὑποστῇ ἐπίσης τὴν ἀντίστοιχον μετάθεσιν. Ὅμοίως ἂν ἐκατέρωθεν τῆς δέσμης τοποθετήσωμεν παραλλήλως ἀνὰ ἓν πλακίδιον μετάλλινον καὶ ἡλεκτρίσωμεν αὐτὰ ἀντιθέτως, τὰ πλακίδια αὐτὰ θὰ ὑπέχουν θέσιν ὀπλισμῶν πυκνωτῶν καὶ ἡ δέσμη θὰ ἐκτραπῇ πρὸς τὸ μέρος τοῦ θετικῶς ἡλεκτρισμένου πλακιδίου. Ἐὰν τὰ ἡλεκτρικὰ φορτία τῶν τοιούτων ὀπλισμῶν ἐναλλάσσονται περιοδικῶς ἡ φωτεινὴ κηλὶς θὰ πάλλεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος μὲ τὴν αὐτὴν περίοδον. Διὰ δὲ στρεφομένου κατόπτρου θὰ φαίνεται ὥς κυματοειδὴς γραμμὴ, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα καὶ νὰ φωτογραφίσωμεν. Λόγω δὲ τοῦ ὅτι ἡ ὕλική μᾶζα τῶν ἡλεκτρονίων εἶναι μηδαμνὴ, ἡ συχνότης τῶν παλμῶν δύναται νὰ εἶναι μεγίστη.— Ἐὰν εἰς τὸν σωλῆνα εἰσαγάγωμεν δύο τοιαῦτα ζευγὴ πλακιδίων καθέτως πρὸς ἄλληλα, τὰ α καὶ β, τότε θὰ δυνάμεθα ἡλεκτρίζοντες αὐτὰ καταλλήλως νὰ μεταθέτωμεν τὴν κηλίδα ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ὅπου θελήσωμεν.

* § 129. Τηλεόρασις.— Ἡ *τηλεόρασις* εἶναι καὶ αὕτη περίπτωσις τηλεπικοινωνίας, σύστημα, τὸ ὁποῖον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ βλέπωμεν πράγματα, πρόσωπα, γεγονότα ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως. Ἡ μετάδοσις τῶν τοιούτων ζωντανῶν εἰκόνων ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ καλωδίου εἴτε δι' ἑρσιανῶν κυμάνσεων. Τὸ σύστημα εἶναι πολυσύνθετον, ἀποτελεῖται ἀπὸ ὄργανα λεπτεπίλεπτα καὶ εὐπαθῆ, εἶναι δὲ ἐν συνόλῳ προῖον μακρᾶς, ἐπιμόνου καὶ προσεκτικῆς πειραματικῆς καὶ θεωρητικῆς μελέτης. Παρουσίασε διαφόρους φάσεις προοδευτικῆς ἐξελίξεως καὶ μόλις τελευταίως ἔφθασεν εἰς στάδιον ἱκανοποιούν τὰς ἀπαιτήσεις τοῦ κοινοῦ. Τοῦτο ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τῆς ἀπὸ ἔτους εἰς ἔτος εὐρυτέρας διαδόσεως αὐτοῦ. Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ τηλεόρασις, κατὰ τὸ διάστημα τῶν ἐξελίξεων ἔμεινεν ἡ αὐτή. Οὕτω μία εἰκὼν οἰαδίποτε, εἴτε ζωγραφισμένη ἢ φωτογραφισμένη, εἴτε ἀποτελοῦσα προβολὴν γεγονότων ἢ σκηνῶν ἐξελισσομένων εἰς τὴν

κοινωνίαν ἢ εἰς τὴν φύσιν ἢ ἐπὶ τούτῳ ἐκτελουμένης παραστάσεως, δύναται νὰ μεταδοθῇ σήμερον διὰ τῶν μέσων, τὰ ὅποια παρέχει ἡ ἐπιστήμη, πρὸς πᾶσαν κατεύθυνσιν καὶ νὰ ἀναπαρασταθῇ αὐτοστιγμει εἰς τοὺς τόπους, ὅπου θὰ ὑπάρχῃ ὁ κατάλληλος δέκτης καὶ ἐφ' ὅσον θὰ τὸ ἐπιτρέπῃ ἡ ἐμβέλεια τοῦ πομποῦ ἑρτσιανῶν κυμάνσεων ἢ προκειμένου περὶ ἐνσυρμάτου ἐκπομπῆς τὸ μῆκος τοῦ καλωδίου. Τὴν ὑπὸ ἐκπομπὴν εἰκόνα θὰ τὴν θεωρήσωμεν αποτελουμένην ἀπὸ παραλλήλους στενὰς εὐθυγραμμίους λωρίδας, τὴν μίαν παραπλεύρως τῆς ἄλλης, καὶ ἐκάστην λωρίδα αποτελουμένην ἐκ σειρᾶς τετραγωνιδίων, τῶν ὁποίων ἕκαστον εὐρίσκεται ἐπίσης παραπλεύρως τοῦ ἄλλου. Εἰς ἕκαστον τετραγωνίδιον ἀντιστοιχεῖ ὠρισμένος φωτισμός, ὁ ὁποῖος διὰ φωτοηλεκτρικῆς μεθόδου ἐπιδρᾷ ἐπὶ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τοῦ ἐποίου μεταβάλλει τὴν ἔντασιν ἢ ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος καὶ διαμορφώνει αὐτὰς ἀναλόγως τῆς ἐντάσεως φωτισμοῦ τοῦ τετραγωνιδίου. Ἡ τοιαύτη ἐπίδρασις συντελεῖται ἀπὸ τετραγωνιδίου εἰς τετραγωνίδιον καὶ ἀπὸ λωρίδος εἰς λωρίδα καὶ δύναται, ὅπως εἵπομεν, νὰ μεταδοθῇ ἢ διὰ τῆς ἐνσυρμάτου ἐπικοινωνίας ἢ διὰ τῆς ἀσυρμάτου τοιαύτης, ὅποτε εἰς τοὺς δέκτας αἱ διαμορφώσεις τῶν κυμάνσεων θὰ μεταβληθοῦν εἰς φῶς, ὅπως μεταβάλλονται εἰς τὴν ραδιοφωνίαν εἰς ἤχους. Ἐπὶ διαφράγματος εἰς θέσεις ἀντιστοίχους πρὸς τὰ τετραγωνίδια καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν σειρὰν θὰ ἐμφανισθοῦν διαφόρου ἐντάσεως φωτειναὶ κηλίδες ἢ μᾶλλον φωτεινὰ στίγματα ἀναλόγου ἐντάσεως πρὸς τὴν τοῦ ἀντιστοίχου τετραγωνιδίου. Ἄλλ' ἢ τοιαύτη διαδοχικὴ μετάδοσις ἐξ ὅλων τῶν τετραγωνιδίων πρέπει νὰ συντελῇται καὶ νὰ ἐπαναλαμβάνεται εἰς ἕνα χρονικὸν διάστημα μικρότερον τῆς διαρκείας τοῦ μετασθήματος τῆς ὁράσεως, ὅποτε αἱ παραστάσεις καὶ τὰ γεγονότα ἐμφανίζονται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος λήψεως κινηματογραφικῶς τὴν αὐτὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἐξελίσσονται εἰς τὴν πραγματικότητα. Πρέπει δέ, ἵνα ἔχωμεν τὴν ἐντύπωσιν συνεχιζομένης ἐξελέξεως γεγονότων, εἰς 1 δλ' νὰ διαδέχονται ἀλλήλας εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοὐλάχιστον 16 εἰκόνες, ἥτοι τὸ χρονικὸν διάστημα ἀπὸ τῆς συμπληρώσεως τῆς ἀναπαραστάσεως μιᾶς εἰκόνης μέχρι τῆς τοιαύτης συμπληρώσεως τῆς ἀμέσως ἐπομένης νὰ εἶναι τὸ πολὺ

$\frac{1}{16}$ δλ''. Σήμερον ἡ περίοδος τῆς τοιαύτης διαδοχῆς τῶν εικόνων περιορίζεται εἰς $\frac{1}{24}$ δλ''. Ἡ εἰκὼν, ἡ ὁποία ἀναπαριστᾶται



Σχ. 142

κατὰ τὴν λῆψιν εἶναι ἀσυνεχῆς, ἀποτελεῖται ἀπὸ στίγματα σκοτεινότερα καὶ φωτεινότερα, ἔχει ὅψιν κοκκώδη ραβδωτὴν περιορίζουσαν τὴν εὐκρίνειαν. Τὸ μειονέκτημα τοῦτο χαρακτηρίζει ἰδίως τὰς εἰκόνας παλαιότερας ἐποχῆς (Σχ. 142).

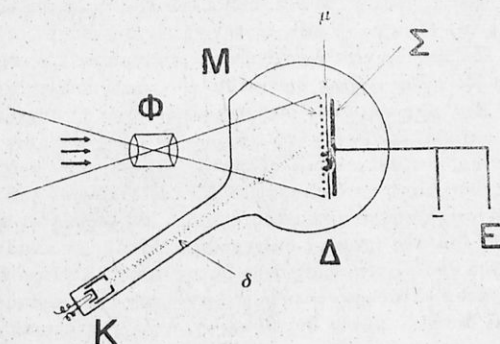
Σήμερον διὰ τῶν τελειότερων ὁργάνων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται, ἐπιτυγχάνεται πύκνωσις τῶν τε κόκκων καὶ γραμμώσεων καὶ αἱ εἰκόνες ἐμφανίζονται εὐκρινέστεραι, φωτεινότεραι συγχρόνως δὲ καὶ μεγαλύτεραι ἐπιτρέπουσαι τὴν παρακολού-

θησιν ὑπὸ πολλῶν θεατῶν. Ἐπιτυγχάνεται δὲ ἐπίσης καὶ ὁ συγχρονισμὸς ἀντιστοίχου ραδιοφωνικῆς ἐκπομπῆς, οὕτως ὥστε αἱ παραστάσεις, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται, νὰ μὴ εἶναι μόνον ὁπτικά ἀλλὰ καὶ ἠχητικά. Τὰ ἐμφανιζόμενα πρόσωπα νὰ ἀκούωνται ὁμιλοῦντα, ἄδοντα, παίζοντα μουσικὴν, τοῦ ὅχλου νὰ ἀκούεται καὶ ἡ ὀχλοβοή, τῶν ζώων ἡ χαρακτηριστικὴ αὐτῶν φωνὴ κ. ο. κ.

Περιγραφή τελειότερας μεταδόσεως. Ἐκπομπή. Μεγάλως προήγαγε τὴν βελτίωσιν τῆς ἐκπομπῆς καὶ ἀναπαραγωγῆς εἰκόνων τὸ σύστημα τοῦ Ρώσσου Τοβορύνιν (Zworykin), τὸ ὁποῖον περιγράφομεν χωρὶς νὰ εἰσέλθωμεν εἰς λεπτομερείας.

Ἐντὸς σωλήνος τοῦ Braun *B* (βλ. παλμόμετρον) (Σχ. 143) τοποθετεῖται διάφραγμα κατακόρυφον *A*, ἀποτελούμενον ἀπὸ μίαν λεπτὴν πλάκα μαρμαρυγίου *μ*, ἡ ὁποία ἐπὶ τῆς μιᾶς ὀψευ-

φέρει μικροσκοπικούς κόκκους ὡς στερεοποιηθέντα σταγονίδια φωτοπαθοῦς ἀργύρου. Ἡ φωτοπάθεια τοῦ ἀργύρου ἐπιτυγχάνεται διὰ προσμίξεως καισίου. Τὰ σταγονίδια αὐτὰ εὗρισκονται τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου καὶ ἀποτελοῦν τὴν καλουμένην *μωσαϊκὴν στιβάδα* M , ἡ ὁποία ἀποτελεῖ φωτοπαθὴ ἐπίστρωσιν. Εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν ἐπὶ τοῦ μαρμαρυγίου εὗρίζεται μία συνεχὴς ἐπίστρωσις ἀργύρου, ἡ ὁποία καλεῖται *στιβάς* ἢ *πλάξ σήματος* Σ . Τὸ συγκρότημα αὐτὸ τῶν δύο στιβάδων ἀποτελεῖ πυκνωτὴν, τοῦ ὁποίου ἡ πλάξ Σ ἀποτελεῖ τὸν ἓνα ὀπλισμόν, τὸν ὁποῖον ἠλεκτρίζομεν ἀρνητικῶς, ἡ δὲ μωσαϊκὴ στιβάς ἀποτελεῖ τὸν ἕτερον ὀπλισμόν, ὅστις ὁμῶς εἶναι συγκρότημα



Σχ. 143

πολλῶν ἀνεξαρτήτων ἀπ' ἀλλήλων μικροσκοπικῶν ὀπλισμῶν (τῶν σταγονιδίων). Ὅταν διὰ συστήματος φακῶν Φ προβληθῇ ἐπὶ τῆς τοιαύτης φωτοπαθοῦς στιβάδος ὀπτικῶς ἢ εἰκῶν, τὴν ὁποίαν θέλομεν νὰ μεταδώσωμεν, ἕκαστον σταγονίδιον θὰ ἀποβάλλῃ φωτιζόμενον ἠλεκτρόνια καὶ θὰ ἠλεκτρισθῇ θετικῶς μὲς δυναμικὸν ἀνάλογον πρὸς τὸ ποσὸν τοῦ φωτός, τὸ ὁποῖον δέχεται, δηλ. ἀνάλογον πρὸς τὴν ἔντασιν καὶ τὴν διάρκειαν φωτισμοῦ, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται. Οὕτω διὰ τῆς τοιαύτης προβολῆς ἐπὶ τῆς μωσαϊκῆς στιβάδος μετατρέπεται ἡ φωτεινὴ εἰκὼν εἰς ἠλεκτρικὴν τοιαύτην. Ἐπ' αὐτῆς κατευθύνομεν λεπτὴν δέσμη δ καθοδικῶν ἀκτίνων (ἠλεκτρονίων), ὁμοίαν πρὸς τὴν τοιαύτην τοῦ παλμογράφου, καὶ δι' ἠλεκτρομαγνητικῶν μεθόδων ἀναγκάζομεν αὐτὴν νὰ κινηθῇ ευθυγράμμως ἀπὸ σταγονίδιον εἰς σταγονίδιον μὲς ὑψηλῆν συχνότητα καὶ ἀπὸ γραμμὴν εἰς γραμμὴν μὲς χαμηλοτέραν συχνότητα. Ἡ τοιαύτη κίνησις τῆς καθοδικῆς δέσμης καλεῖται *σάρωσις*. Διὰ ταύτης κινεῖται ἡ καθοδικὴ δέσμη κατὰ πυκνὰς παραλλήλους γραμμὰς ἐπὶ τῆς ἠλεκτρισμένης εἰκόνης ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου αὐτῆς εἰς τὸ ἕτερον, σαρώουσα οὕτως εἰπεῖν ὅλην τὴν εἰκόνα εἰς βραχύτατον

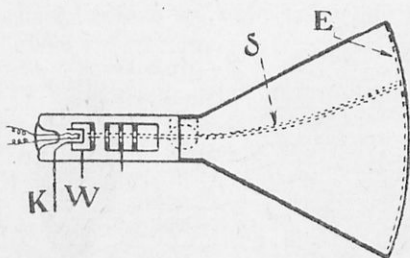
χρονικὸν διάστημα. Τὴν στιγμὴν ποὺ διέρχεται διὰ τῶν σταγονιδίων ἐξουδετερώνει ἑκάστου ἐξ αὐτῶν τὸ θετικὸν ἠλεκτρικὸν φορτίον μεταβάλλουσα ἀπὸ σταγονίδιον εἰς σταγονίδιον μὲ ὑψηλὴν συχνότητα τὸ δυναμικὸν τῆς μωσαϊκῆς στιβάδος καὶ ἐπομένως καὶ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ὀπλισμῶν τοῦ πυκνωτοῦ Μ καὶ Σ. Ἡ τοιαύτη διὰ τῆς καθοδικῆς δέσμης συνεχιζομένη ἐξουδετέρωσις τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων τῶν σταγονιδίων καλεῖται *ἐξερεύνησις*. Ὁ ὀπλισμὸς σήματος Σ συνδέεται ἀφ' ἐνὸς μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἠλεκτρικῆς στήλης καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τοῦ κλάδου Ε μετὰ τῆς ἐσχάρας τριόδου λαμπτήρος, διὰ τοῦ ὁποίου κατὰ τὰ γνωστὰ ἐντὸς τοῦ καλουμένου ἀνοδικοῦ κυκλώματος (βλ. § 113 σελ. 142) ἀναλόγως πρὸς τὰς ἀσθενεῖς διακυμάνσεις τοῦ δυναμικοῦ καὶ μὲ τὴν αὐτὴν συχνότητα τοῦ ὀπλισμοῦ σήματος Σ παράγονται ἐνισχυμένα διακυμάνσεις, τὰς ὁποίας διὰ σειρᾶς τριόδων λαμπτήρων δυνάμεθα νὰ ἐνισχύσωμεν ἀκόμη περισσότερον. Διὰ τῶν τοιούτων διακυμάνσεων ὑψηλῆς συχνότητος δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν ἐν τῷ αὐτῷ ρυθμῷ τὴν ἔντασιν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαβιβαζομένου διὰ σύρματος ἢ καλωδίου πρὸς διαφόρους σταθμοὺς λήψεως ἢ νὰ διαμορφώσωμεν τὰς σταθεροῦ πλάτους ἀμειώτους κυμάνσεις ραδιοπομποῦ, τοῦ ὁποίου, ὡς εὐνόητον εἶναι, ἡ συχνότης τῶν διὰ τῆς κεραίας διαχεομένων ἐρτσιανῶν κυμάνσεων, πρέπει νὰ εἶναι ἀνωτέρα, τοῦλάχιστον δεκαπλασία. Τούτου ἕνεκα ἡ διὰ τοῦ ἀσυρμάτου μετάδοσις διακυμάνσεων ἢ σημάτων πομποῦ τηλεοράσεως εἶναι δυνατὴ μόνον διὰ βραχέων, δηλ. ὑψηλοτέρας συχνότητος ἐρτσιανῶν κυμάνσεων.

Ἡ περιλαμβάνουσα τὴν φωτοπαθῆ μωσαϊκὴν στιβάδα ἀερόκενος φύσις τοῦ Zworykin καλεῖται *εἰκονοσκοπίον*. Ἡ δὲ διαίρεσις τῆς εἰκόνος εἰς μωσαϊκὸν συγκρότημα ἐκ μικροτάτων τμημάτων αὐτῆς καλεῖται *ἀνάλυσις*.

Αἴψις. Εἰς τὸν δέκτην αἱ ὡς ἀνωτέρω μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς καταφθάνουσαι ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις διαμορφωμένα συμφώνως πρὸς τὰς διακυμάνσεις τοῦ δυναμικοῦ τῶν ὀπλισμῶν τοῦ εἰκονοσκοπίου διὰ τῆς ἠλεκτρονικῆς σαρώσεως, ἐνισχύονται καὶ ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ δέκτου, τοῦ ὁποίου τὸ κυριώτερον ὄργανον εἶναι τὸ καλούμενον *κινεσκοπίον* ἢ *κινηματοσκοπίον* (Σχ. 144).

Τοῦτο εἶναι ἠλεκτρονικὸς σωλὴν οἷος καὶ ὁ παλμογράφος (σωλὴν τοῦ Braun) καὶ ἀνάλογος ἐπίσης πρὸς τὸ εἰκονοσκοπίον τοῦ Τοβορζκιν. Ὅπως εἰς τοὺς τοιούτους ἀερόκενους σωλῆνας οὕτω καὶ εἰς τὸν ἀερόκενον σωλῆνα τοῦ κινεσκοπίου εἰς τὸ κυλινδρικὸν ἄκρον αὐτοῦ εὐρίσκεται ἡ διαπυρουμένη κάθοδος Κ, ἐκ τῆς ὁποίας ἐκτοξεύονται τὰ ἠλεκτρόνια, ἐκ τῶν ὁποίων σχηματίζεται ὁμοία λεπτὴ δέσμη καθοδικῶν ἀκτίνων δ κατευθυνομένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ κωνικοῦ τμήματος τοῦ κινεσκοπίου. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς τοιαύτης βάσεως συντελεῖται ὁμοία σάρωσις πρὸς τὴν τοιαύτην ἐπὶ τῆς μω-

σαϊκῆς στιβάδος τοῦ εἰκονοσκοπίου. Ἡ ὑαλίνη βάσις ὁμῶς τοῦ κινεσκοπίου, ἡ ὁποία ὑφίσταται τὴν ρηθεῖσαν σάρωσιν, εἶναι κεκαλυμμένη ὑπὸ φθοριζούσης οὐσίας, ὅπως καὶ εἰς τὸν καθοδικὸν παλμογράφον. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἐπὶ τῆς τοιαύτης ἐπιφανείας E προσπίπτουσα ἠλεκτρονικὴ δέσμη ἐμφανίζει φωτεινὴν κηλίδα φθορισμοῦ, ἡ ὁποία μετατίθεται ἐν συγχρονισμῷ μὲ τὸ ἄκρον τῆς δέσμης τοῦ εἰκονοσκοπίου ἐπὶ τῆς ἠλεκτρομένης εἰκόνης τῆς μωσαϊκῆς στιβάδος καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον. Ἡ τοιαύτη συγχρονισμένη μετάθεσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῶν αὐτῶν ἠλεκτροστατικῶν ἢ μαγνητικῶν μέσων. Ἐπὶ πλέον ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ κινεσκοπίου ὑπάρχει ἓνα εἰδικὸν ἠλεκτρικὸν διάφραγμα, ὁ καλούμενος *κύλινδρος τοῦ Wehnelt W*. Οὗτος ἀποτελεῖ πρόσθετον ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίου εὐρισκόμενον ἔναντι τῆς διαπύρου καθόδου τῆς συσκευῆς,



Σχ. 144

τοῦ ὁποίου μεταβάλλεται τὸ δυναμικὸν συμφώνως πρὸς τὰς διακυμάνσεις τῶν ἐκ τοῦ πομποῦ ἀφικνουμένων ἠλεκτρικῶν κυμάτων, αἱ ὁποῖαι ἐνισχυόμεναι ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροδίου Wehnelt κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἐμποδίζουν περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον τὴν διόδον τῶν ἠλεκτρονίων καὶ νὰ ἐμφανίζουν τὴν κηλίδα ἀμυδρότεραν ἢ φωτεινότεραν συμφώνως πρὸς τὰ σκοτεινότερα ἢ φωτεινότερα σημεῖα τῆς διαβιβαζομένης εἰκόνης. Τοιοιτοτρόπως ἀναπαριστῶνται αἱ εἰκόνες μὲ τὴν αὐτὴν ἐξέλιξιν, ὅπως προβάλλονται εἰς τὸν σταθμὸν ἐκπομπῆς καὶ μὲ ἱκανοποιητικὴν εὐκρίνειαν. Ἡ διάμετρος τῆς βάσεως τῶν διαφόρων κινεσκοπίων ποικίλλει μεταξύ 5 καὶ 50 ἐκ. καὶ τῆς ἀντιστοίχου ἐκτάσεως ἓνα τμήμα μόνον καταλαμβάνει ἡ ὀρθογώνιον σχῆμα ἔχουσα εἰκόν. Ἐπιτυγχάνονται δὲ εἰκόνες τοιαύτης λαμπρότητος, ὥστε νὰ ἐπιτρέπουν τὴν προβολὴν αὐτῶν ὑπὸ μεγέθυνσιν.

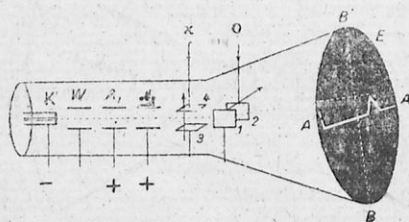
Νεώτεραι βελτιώσεις συνετελέσθησαν εἰς τὰ συστήματα τῆς ἐκπομπῆς καὶ τῆς λήψεως, ἐπετεύχθη δὲ ἐπίσης καὶ ἡ ἔγχρωμος τηλεόρασις (διὰ τῆς καλουμένης τριχρωμικῆς μεθόδου).

* § 130. **Τὸ ραντάρ (radar).**—Μία ἐκ τῶν σπουδαιότερων τελευταίων ἐφευρέσεων, εἶναι τὸ ραντάρ, σύστημα ἐξελιγθὲν



καὶ τελειοποιηθὲν διὰ τῆς συνεργασίας Ἀγγλῶν καὶ Ἀμερικανῶν ἐπιστημόνων. Ἡ λέξις radar συνετέθη ἐκ τῶν ἀρχικῶν γραμμάτων τῶν λέξεων Radio Detectio and Ranging=φω-
ρασις καὶ τηλεμετρία διὰ ραδιοκυμάνσεων.

Τὸ ραντάρ εἶναι σύστημα ἐπισήμανσεως ἀντικειμένων, εὐ-
ρισκομένων καὶ εἰς πολὺν μεγάλην ἀπόστασιν, διὰ βραχέων ἡλεκ-
τρικῶν κυμάτων. Δὲν παρεμποδίζεται δὲ ἡ τοιαύτη ἐπισήμανσις
οὔτε ὑπὸ τῆς ὥρας τῆς ἡμέρας ἢ νυκτός, οὔτε ὑπὸ τῆς θερμο-
κρασίας, οὔτε ὑπὸ τῆς νεφώσεως, ομίχλης, βροχῆς ἢ χιόνος. Διὰ
καταλλήλου πομποῦ ἐκπέμπεται διὰ βραχέων ἐρτσιανῶν κυμά-
των βραχυτάτης διαρκείας **σῆμα**, τὸ ὁποῖον προσκροῖον ἐπὶ τοῦ



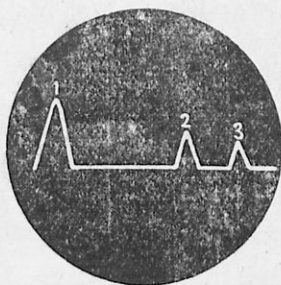
Σχ. 145

ἀντικειμένου, τὸ ὁποῖον συναντᾷ, ἀνακλᾶται, ὅπως ἀνακλᾶται
καὶ ὁ ἥχος, ὅταν συναντᾷ ἐμπόδιόν τι, βράχον, τοῖχον, δάσος,
καὶ ἐπιστρέφει μετὰ πάροδον χρόνου ἐξαρθωμένου ἐκ τῆς ἀπο-
στάσεως ὡς ἡχώ. Ἀλλ' ἐνῶ τὸ χρονικὸν διάστημα μεταξύ πα-
ραγωγῆς τοῦ ἤχου καὶ ἡχοῦς μετρεῖται εἰς δευτερόλεπτα ἢ δέ-
κατα δευτερολέπτου, τὸ διάστημα μεταξύ σήματος τοῦ ραντάρ
καὶ **ἡλεκτρομαγνητικῆς** οὕτως εἰπεῖν **ἡχοῦς** μετρεῖται εἰς χι-
λιοστά καὶ δεκάκις χιλιοστά τοῦ δευτερολέπτου. Μία ἐγκατά-
στασις ραντάρ εἶναι συγχρόνως πομπὸς καὶ δέκτης. Κατάλληλον
δὲ ὄργανον διὰ τὴν μέτρησιν τόσον βραχέων χρονικῶν διαστη-
μάτων εἶναι καὶ ἐνταῦθα ὁ καθοδικὸς παλμογράφος ἢ σωλὴν
τοῦ Braun, ὅπως χρησιμοποιεῖται περίπου εἰς τὴν τηλεόρασιν.
Τοιοῦτον σωλῆνα συστήματος ραντάρ δεικνύει τὸ σχῆμα 145.
(ἐνθα K ἡ ἐκ πυρακτουμένου βολφραμίου κάθοδος, W ὁ κύλιν-
δρος τοῦ Wehnelt, A₁ καὶ A₂ κύλινδροι ἀνοδικοί, o τὰ πλακίδια

(1 καὶ 2), ἐπιτρέποντα ὀριζοντίαν σάρωσιν τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης ἐπὶ τοῦ φθοριζόντος διαφράγματος E κατὰ τὴν διεύθυνσιν A A' καὶ κ τὰ πλακίδια (3 καὶ 4), ἐπιτρέποντα κάθετον πρὸς τὴν προηγουμένην σάρωσιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν B B'. (Βλ. § 128).

Διὰ μιᾶς συσκευῆς ραντάρ διερευνᾶται τὸ διάστημα ὑπὸ δέσμης ἔρτσιανῶν κύμάνσεων κατευθυνομένης πρὸς διάφορα σημεία τοῦ περιβάλλοντος. Συγχρόνως ἐκπέμπονται περιοδικῶς ἀνά ἴσα χρονικὰ διαστήματα βραχυτάτης διαρκείας *σήματα* (παλμοί).

Διὰ τῶν πλακιδίων 1 καὶ 2 ἀνεν σημάτων συντελεῖται μία ὀριζοντία σάρωσις ἐκδηλουμένη ὡς φωτεινὴ εὐθεῖα γραμμὴ ἐκ τοῦ A μέχρι τοῦ A'. Ἄν εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς σαρώσεως ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐκπέμφωμεν βραχυτάτης διαρκείας σήμα, προκαλούμενον διὰ βραχυτάτης λειτουργίας τῶν πλακιδίων 3 καὶ 4, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ πλακίδιον 3 ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς καὶ τὸ 4 θετικῶς, ἡ ἠλεκτρονικὴ δέσμη κινουμένη ἐπὶ τῆς φθοριζούσης ἐπιφανείας E κατὰ τὴν διεύθυνσιν AA', θὰ ἀνέλθῃ πρὸς στιγμὴν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ



Σχ. 146

σήματος πρὸς τὰ ἄνω καὶ θὰ σχηματίσῃ φωτεινὴν προεσχὴν ἐν εἶδι A, τοσοῦτον ὑψηλοτέραν, ὅσον μεγαλύτερας ἐντάσεως θὰ εἶναι ὁ παλμὸς τοῦ σήματος (Σχ. 146). Τοιαύτη προεσχὴ σήματος εἶναι ἡ ὑπ' ἀριθ. 1. Ἐὰν ἡ δέσμη ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων συναντήσῃ ἐμπόδιον τι (π. χ. ἀεροπλάνον), τὸ ἐμπόδιον αὐτὸ μεταβάλλεται εἰς πηγὴν ἐκπομπῆς ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων τῆς αὐτῆς συχνότητος, ἐκ τῆς ὁποίας ἐπιστρέφει ἓνα μέρος τῆς ἐκπεμφθείσης ἀκτινοβολοῦ ἐνεργείας καὶ παραλαμβάνεται ὑπὸ τῆς κεραίας ἡ ὁποία ἔχει συνήθως σχῆμα δικτυωτοῦ πλαισίου, στρεφομένου μετὰ τοῦ πομποῦ οὕτως ὥστε τὸ πλαῖσιον νὰ εἶναι πάντοτε κάθετον πρὸς τὴν κατευθύνσιν τῶν ἀκτίνων. Αἱ οὕτω ἐπιστρέφουσαι ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις, ἀποτελοῦσαι τὴν ἐπίσης βραχυτάτης διαρκείας ἠλεκτρικὴν ἡχώ, ἐπιδροῦν ὡσαύτως στιγμιαίως ἐπὶ τῶν πλακιδίων κ καὶ ἐμφανίζουσιν ἐπὶ τῆς φθοριζούσης ἐπιφανείας τὴν ὑπ' ἀριθ. 2 προεσχὴν. Ἄν δὲ πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ὑπάρχῃ εἰς μακροτέραν ἀπόστασιν καὶ ἕτερον ἐμπόδιον, θὰ ἐμφανισθῇ καὶ ἕτερον προεσχὴ ἀπέχουσα περισσότερον τῆς ὑπ' ἀριθ. 1, ἡ ὑπ' ἀριθ. 3 τοιαύτη. Συνήθως διερευνῶνται μεγαλύτεραι περιοχαὶ τοῦ περιβάλ-

λοντος διὰ κυμάτων μεγαλυτέρου μήκους καὶ καθορίζεται περίπου ἡ θέσις τοῦ ἀνακαλυπτομένου σώματος καὶ κατόπιν διὰ συσκευῆς ἐκπομπῆς κυμάνσεων μικροτέρου μήκους καθορίζεται ἐπακριβῶς ἡ θέσις καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ.

Τὸ σύστημα, τοῦ ὁποίου περιγράφομεν μόνον τὴν ἀρχήν, ἔλαβε μεταπολεμικῶς τεραστίαν ἐξέλιξιν καὶ ἐπιτρέπει δι' εἰδικῶν συσκευῶν ὄχι μόνον τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν σωμάτων, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος αὐτῶν καὶ παρέχει τρόπον τινὰ *πανοραματικὴν* εἰκόνα τῶν ἐξεταζομένων περιοχῶν.

ΤΕΛΟΣ

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίς

Μαγνητισμός

Ισώται ἔννοια	5
Ιστορικόν. Θραῦσις μαγνήτου	7
Μαγνήτις ἐξ ἐπιδράσεως. Κατασκευὴ μαγνητῶν	8
Διατήρησις μαγνητῶν. Ποσότης μαγνητισμοῦ	9
Μαγνητικά φάσματα καὶ δυναμικαὶ γραμμαὶ	10
Διαπερατικότης	12

Γήϊνος μαγνητισμός

Γήϊνος μαγνητισμός καὶ γήϊνον μαγνητικὸν πεδίον. Ἡ Γῆ μέγας μαγνήτης	13
Μαγνητικὴ ἀπόκλισις	14
Μαγνητικὴ ἑγκλισις	15
Προσανατολισμός καὶ πυξίδες	16

Στατικὸς ἠλεκτρισμός

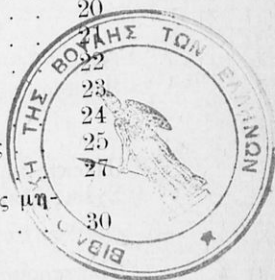
Ἡλεκτροισμός. Καλοὶ καὶ κακοὶ ἄγωγοι	18
Ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές. Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός. Εἰσῆγησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ	19
Ἡλεκτρισμοὶ δι' ἐπαφῆς. Ἡλεκτρισμοὶ ἐξ ἐπιδράσεως	20
Ἡλεκτρικαὶ ἑλξεις καὶ ὤσεις. Ἡλεκτροσκόπιον	21
Ἡλεκτροστατικαὶ μηχαναὶ	22
Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ	23
Δυναμικὸν ἢ ἠλεκτρικὴ τάσις. Ἡλεκτροζωητικότης	24
Πυκνωταί.	25
Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Περιγραφή καὶ λειτουργία τῆς μηχανῆς Wimshurst	27

Ἀτμοσφαιρικὸς Ἡλεκτρισμός

Ἀτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμός.	32
Αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἴοντα καὶ ἰονισμός. Βραδεῖα ἐκκένωσις μεταξύ ἐδάφους καὶ ἀτμοσφαίρας	33
Ἀστραπή. Βροντὴ. Κεραυνός	34
Ἀλεξικέραυνον	35
Σημασία τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων	36
	38

Δυναμικὸς ἠλεκτρισμός

Δυναμικὸς ἠλεκτρισμός. Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα	39
Πτώσις δυναμικοῦ κατὰ μῆκος τοῦ ἄγωγου	41
Ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἱστορικόν. Στοιχεῖον τοῦ Volta	43
Μονάς δυναμικοῦ. Ἡλεκτρογεωμετρικὴ δύναμις	44
Ἐντάσις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος	45



	Σελίς
Ἐπίδρασις ἡλεκτρ. ρεύματος ἐπὶ μαγνήτου. Γαλβανόμετρα . . .	46
Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα. Πόλωσις τῶν ἡλεκτροδίων . . .	47
Μὴ πωλούμενα ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα. Στοιχεῖον τοῦ Daniell . . .	48
Στοιχεῖον τοῦ Leclanché . . .	49
Στοιχεῖον τοῦ Grenet. Ξηρὰ στοιχεῖα . . .	50
Χρήσεις στοιχείων. Ἡλεκτρικὴ στήλη . . .	51

Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ρεύματος

Ἡλεκτρολύσις. . .	53
Ἐξήγησις τῆς ἡλεκτρολύσεως. Ἡλεκτρολυτικὴ διάστασις καὶ ἰόντα ἡλεκτρολυτῶν . . .	54
Μονὰς ἐντάσεως ἡλεκτρ. ρεύματος. Ἐφαρμογαὶ τῆς ἡλε- κτρολύσεως . . .	56
Συσσωρευταὶ	
Συσσωρευταὶ . . .	59

Ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις

Ἀντίστασις ἀγωγοῦ. Ἀντίστασις σύρματος. Εἰδικὴ ἀντίστασις	61
Νόμος τοῦ Ohm . . .	63
Γενίκευσις τοῦ νόμου τοῦ Ohm. Ρεοστάτα ἢ Ροοστάτα)	64
Σύνδεσις ἀγωγῶν . . .	66

Θερμικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ρεύματος

Θέρμανσις ἀγωγοῦ. Νόμοι τοῦ Joule . . .	69
Ἐφαρμογαὶ τῶν θερμαντικῶν ιδιοτήτων τοῦ ἡλ. ρεύματος	71

Ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια

Ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια. Προσδιορισμὸς τῆς ἡλεκτρ. ἐνεργείας	75
Σχέσις ἡλεκτρικῆς καὶ θερμικῆς ἐνεργείας . . .	77

Ἡλεκτρομαγνητισμὸς

Ἡλεκτρομαγνητισμὸς. . .	78
Μαγνητικὸν πεδίον . . .	79
Ἡλεκτρομαγνητῆται. . .	80
Ἡλεκτρικὸς κώδων. Τηλέγραφος. . .	82

Ὅργανα μετρήσεως

Γενικά. Ἀμπερόμετρα. . .	86
Βολτόμετρα. Μέτρησις ἀντιστάσεως ἀγωγοῦ. Βαττόμετρα καὶ μετρηταὶ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας. . .	89

Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς

Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς. . .	90
Αὐτεπαγωγή. Διεύθυνσις τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων καὶ νόμος τοῦ Lenz. . .	92

	Σελίς
Ρεύματα τοῦ Φουκῶ (Foucault).	93
Ἐναλλασσόμενον ρεῖμα.	94
Ἀποτελέσματα τῶν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων. Πηνίον τοῦ Ruhmkorff.	95
Τηλέφωνον.	97
Μεγάφωνα.	100

Ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος

Ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ.	101
Ἡλεκτρικαὶ γεννήτριαι. Ἀρχὴ τῶν ἡλεκτρ. μηχανῶν.	102
Μαγνητοηλεκτρικαὶ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος.	104
Δυναμοηλεκτρικαὶ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος. Πολυπολι- καὶ μηχαναὶ.	106
Ἡλεκτροκινητῆρες. Ἡλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι.	108

Ἐναλλακτῆρες

Ἐναλλακτῆρες.	109
Γραφικὴ παράστασις ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ἰδιότητες τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.	113
Ἐναλλακτῆρες διφασικοὶ καὶ τριφασικοί.	114

Μεταμορφωταί

Μεταμορφωταί.	115
---------------	-----

Παραγωγή καὶ διανομὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας

Παραγωγή ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας.	117
Μεταφορὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας.	118
Πώλησις τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας.	119

Ἀκτινοβολία ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐντὸς ἀερίων ὑπὸ μεγάλην ἀραίωσιν

Σωλῆνες Geissler.	119
Ἀκτινοβολία δι' ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐντὸς ἀερίων ἀερίων.	120
Φωσφορισμὸς καὶ φθορισμός.	121
Πρὸς ἀναζήτησιν τεχνικοῦ ψυχροῦ φωτός. Φωτοβόλοι σω- λῆνες Claude. Λύχναι ἀτμῶν ὑδροαργύρου. Φωτοβόλοι σωλῆνες φθορισμοῦ. Τεχνητὸν φῶς ἡμέρας.	122
Σωλῆνες Crookes. Καθοδικαὶ ἀκτῖνες.	124
Ἀκτῖνες Röntgen.	125

Ραδιενέργεια

Ραδιενέργεια. Ἱστορικόν.	128
Φύσις τῆς ραδιενεργείας.	129

Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις. Ἀσύρματος τηλεπικοινωνία

Ἡλεκτρικαὶ κυμάνσεις.	131
Ἀσύρματος τηλεγραφία.	133
Χωρητικότης καὶ μονὰς χωρητικότητος.	135
Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτεπαγωγῆς καὶ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς.	136
Ἡλεκτροσωλήτες (ἢ ραδιοσωλήνες). Δίοδοι καὶ τριόδοι λαμπτήρες.	139
Ἱστορικὸν τῶν ἠλεκτρονικῶν σωλήνων.	144

Ἐξέλιξις τῆς ἀσυρμάτου ἐπικοινωνίας

Κύκλωμα κυμάνσεων τοῦ Thomson.	144
Συντονισμὸς καὶ σύζευξις κυκλωμάτων.	146
Περιπτώσεις ἠλεκτρονικῶν κυμάνσεων καὶ γραφικὴ παρά- στασις αὐτῶν.	147

Παραγωγή ἀμειώτων ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων

Σύζευξις αὐτοδιεγέρσεως.	149
Ἀσύρματος τηλεπικοινωνία δι' ἀμειώτων κυμάνσεων.	151
Ραδιοφωνία.	155
Μακρὰ καὶ βραχέα ἐρτσιανὰ κύματα.	159

Ἀκτινοβόλος ἐνέργεια

Φωτεινὴ ἀκτινοβολία.	159
Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοβόλος ἐνέργεια.	161
Ὑλικαὶ ἀκτινοβολία.	162

Φωτοηλεκτρισμὸς καὶ ἐνδιαφέρουσαι ἐπινοήσεις

Φωτοηλεκτρισμὸς. Φωτοηλεκτρικὰ κύτταρα.	163
Ἡχητικὸς κινηματογράφος.	165
Καθοδικὸς παλμογράφος.	166
Τηλεόρασις.	168
Τὸ ραντάρ.	173



0020558639

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΤΗΣ "ΕΣΤΙΑΣ,"
 ΙΩΑΝΝΟΥ Δ. ΚΟΛΛΑΡΟΥ & ΣΙΑΣ Α. Ε.
 ΟΔΟΣ ΤΣΩΡΤΣΙΑ 38 — ΑΘΗΝΑΙ
 ΤΗΛΕΦ. 23.136

ΒΙΒΛΙΑ ΔΙΑ ΤΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΑΣ ΣΧΟΛΑΣ

- Ἀκάτου Π.—Νεράντζη Β. Στοιχεῖα Φυσικῆς. Μέρους Α'. Β'. τάξεως
 » » » » Β'. Γ'. »
 » » » » Γ'. Δ'. »
 » » » » Δ'. Ε'. »
 » » » Ἀνοργάνου Χημείας
 » » » Ὄργανικῆς Χημείας
 » » »
 Γιαννιοῦ Ν. Ἐμπορ. Γαλλικὰ Τόμ. Γ'. (Ἐμπορικὰ Ἀναγνώσματα).
 Δημοπούλου Δ. Ἀρχαῖα Ἀναγνώσματα διὰ τὴν Β'. τάξιν.
 Ἐφταλιώτη Ἀργύρη. Μετάφρασις Ὁμήρου Ὀδυσσεύς.
 Κυλίμη Π. Οἰκονομικὴ γεωγραφία τῆς Ἑλλάδος καὶ τῶν γειτόνων τῆς.
 Κυπριωτέλη Γρ. Ἀγγλικὴ Γραμματικὴ.
 » » Μέθοδος.
 Κυπρίου Θ. Ἐμπορ. Μέθοδος τῆς Γαλλικῆς γλώσσης (μετὰ κλειδός).
 » Γαλλικὴ Ἐμπορικὴ Ἐπιστολογραφία.
 Λαμπίρη Κωνστ. Στοιχεῖα Ἀλγέβρας.
 » Ἐμπορικὴ Ἀριθμητικὴ. Μέρους Πρώτου.
 » Στοιχεῖα Οἰκονομικῶν μαθηματικῶν.
 Λιβαδᾶ Αἰκ. Ἀγγλικὰ Ἐμπορικὰ Ἀναγνώσματα καὶ Θέματα Συνθέσεων ἐν τῇ
 Ἀγγλικῇ γλώσσῃ, διὰ τὰς τρεῖς ἀνωτέρας τάξεις.
 Λιβαδᾶ Ν. Ἐμπορ. Ἀναγνώσματα τόμ. Γ'. διὰ τὴν Γ'. τάξιν.
 » » Ε'. » Ε'. »
 » Ὁρησκευτικὰ Ἀναγνώσματα διὰ τὴν Α'. καὶ Β'. τάξιν.
 » Ὄδηγός Συνθέσεων διὰ πάσας τὰς τάξεις.
 Λογαριθμικοὶ πίνακες τῶν ἀριθμῶν δι' ἔμπορ. Σχολάς.
 Μούντριχα Θεμ. Ἐμπορικὴ ἀλληλογραφία (Ἑλληνικὴ).
 Παπαζαχαρίου Κ. Λογιστικὴ θεωρητικὴ καὶ ἐφηρμοσμένη. Μέρους 2ου.
 Σαχίνη Ι. Γ. Λογιστικὴ θεωρητικὴ καὶ Ἐφηρμοσμένη. Τόμ. Α'.
 » » Β'. Τεύχη Α' & Β'.
 » Ἐμπορολογία, τόμος Α'. (Ἐκδ. Β').
 » » Β'.
 Σμάιλς Βοήθει σαυτὸν.
 Σπυράκη Ἀλεξ. Φυσικὴ Ἱστορία διὰ τὴν Α'. τάξιν.
 » » » » Β'. »
 Σταματελάτου Ἄννας Γενικὴ Ἱστορία. Τόμος Β'.
 Τσίριμπα Δημ. Ἄνδρ. Ἐκλογαὶ ἐκ τῆς Κύρου Παιδείας τοῦ Ξενοφῶντος.
 Τζαρτζάνου Ἀχιλ. Λουκιανοῦ Νεκρικοὶ διάλογοι ἀρχαῖο κείμενο κ.τ.λ.