

E
ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΕΝ ΤΟ ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤΙΓΜΑΣ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΛΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



1931
n. 4

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1947

002
ΚΛΣ
ΣΤ2Β
1589

$\phi \times \Sigma_{\text{KH}} \cdot \sigma T / r = 240$

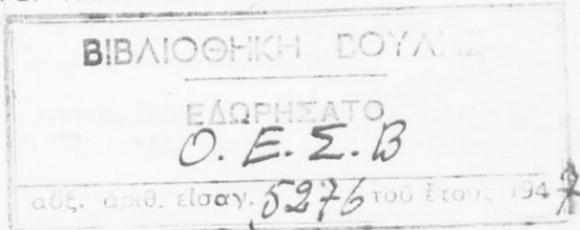
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

E 1 φΕΚ.
ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΕΝ ΤΩ ΠΡΑΚΤΙΚΩ ΛΥΚΕΙΩ ΑΘΗΝΩΝ

Διονταρίτου (Φίλος Ηγ.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



Οργανισμός Έκδοσεως Σχολικών Βιβλίων
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

1947

002
ΗΛΕ
ΕΤ2Β
1989

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΦΩΣ - ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ -

ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ

1. Ὁρισμοί.—Οπτικὴ λέγεται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ δποῖον περὶ λαμβάνει τὴν σπουδὴν τῶν φωτεινῶν φαινομένων, δηλ. τῶν φαινομένων, τὰ δποῖα διεγείρουν τὴν δρασιν. Φῶς δὲ καλοῦμεν τὸ αἴτιον, τὸ δποῖον παράγει τὰ φαινόμενα ταῦτα.

2. Σώματα φωτεινά, διαφανῆ, διαφώτιστα, σκιερά.—Σώματα φωτεινά. Ο Ἡλιος μᾶς φωτίζει κατὰ τὴν ἡμέραν λαμπτήρα ἀνημμένος, εὐρισκόμενος ἐντὸς σκοτεινοῦ δωματίου, φωτίζει τὸν τοίχον τοῦ δωματίου καὶ τὰ ἐντὸς αὐτοῦ ἀντικείμενα. Τὰ τοιούτα τρόπως φωτίζομενα ἀντικείμενα, οἱ λευκοὶ τοῖχοι, δὲ λευκὸς καταγαστήρας (λαμπτήρος) λαμπτῆρος κτλ. δύνανται καὶ αὐτὰ νὰ φωτίζουν ἄλλα ἀντικείμενα. Λέγομεν τότε ὅτι ὁ Ἡλιος, ὁ ἀνημμένος λαμπτήρος, δὲ λευκὸς τοῖχος, δὲ λευκὸς καταγαστήρος, εἶναι σώματα φωτεινά.

Ὄστε τὰ διάφορα σώματα δύνανται νὰ εἰναι φωτεινά, δηλ. νὰ φαίνωνται, κατὰ δύο τρόπους· ἢ ὅπως ὁ Ἡλιος, ἢ φλόξ κηρίου, ἢ φλόξ λαμπτῆρος, τὰ δποῖα ἐκπέμποντα ἴδιον τῶν φῶς καὶ καλοῦνται πηγαὶ φωτὸς ἢ αὐτόφωτα σώματα, ἢ ὅπως οἱ τοῖχοι δωματίου, δὲ λευκὸς καταγαστήρος, τὰ διάφορα ἀντικείμενα κτλ. τὰ δποῖα καθίστανται φωτεινὰ καὶ δραστά, ὅταν φωτίζωνται ὑπὸ πηγῆς φωτός, διότι ἐκπέμποντα τότε ἐν ὅλῳ ἢ ἐν μέρει τὸ φῶς, τὸ δποῖον δέχονται, καὶ καλοῦνται ἔτερόφωτα σώματα.

Τὰ μὴ φωτεινὰ σώματα εἶναι σκοτεινά.

Τὸ φῶς, ὃς θὰ μάθωμεν κατωτέρω, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἔξοχῶς ταχειῶν παλικιῶν κινήσεων, μετρουμένων εἰς τρισεκατομμύρια

κατὰ δευτερόλεπτον, τὰς ὅποιας ἔκτελοῦν τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων. Ἡ περιοδικὴ παλμικὴ κίνησις φωτεινοῦ σώματος γεννᾷ φωτεινὰ κύματα, διαδιδόμενα διὰ μέσου ἀβαροῦς ορευστοῦ, τοῦ αἰθέρος ὅστις πληροῖ τὸ διάστημα, τοὺς μοριακοὺς πόρους τῶν σωμάτων καὶ αὐτὸ τὸ κενόν.

Σώματα διαφανῆ. Τὰ διάφορα ἀντικείμενα φαίνονται διὰ μέσου τῆς ἀτμοσφαίρας.³ Άλλὰ βλέπομεν αὐτά, καὶ ἐάν μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ παρενθέσωμεν λεπτὴν ὑαλίνην πλάκα⁴ ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν τοὺς χάλικας εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποταμοῦ. Οἱ ἀηρ, ἡ ὑαλος, τὸ διαυγὲς ὕδωρ, τὰ δοποῖα ἀφήνουν νὰ διέρχεται διὰ αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα διαφανῆ.

Διαφώτιστα σώματα. Ἡ γαλακτόχορους ὑαλίνη σφαῖρα, ἡ δοποία περικαλύπτει τοὺς ἥλεκτρικοὺς λαμπτῆρας, ἐπιτρέπει νὰ διέρχεται διὰ αὐτῆς τὸ ἥλεκτρικὸν φῶς. Ἐπίσης τὸ φῶς τῆς ἡμέρας εἰσέρχεται εἰς τὸ δωμάτιον διὰ μέσου λεπτῶν πλακῶν ἐκ πορσελλάνης ἢ διὰ μέσου λευκοῦ χάρτου⁵ ἐν τούτοις παρατηροῦντες διὰ μέσου αὐτῶν δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὸ σχῆμα τῶν ἀντικειμένων, τὰ δοποῖα εὑρίσκονται δηπισθεν αὐτῶν. Ἡ γαλακτόχορους ὑαλος, ἡ πορσελλάνη, τὸ φύλλον τοῦ χάρτου κτλ. τὰ δοποῖα ἀφήνουν νὰ διέρχεται διὰ αὐτῶν τὸ φῶς, ἀλλὰ διὰ μέσου τῶν δοποίων δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν εὐχρινῶς τὸ σχῆμα τῶν δηπισθεν αὐτῶν εὑρίσκομένων ἀντικειμένων, λέγονται σώματα διαφώτιστα.

Σκιερὰ σώματα. Τέλος, ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τοὺς ὑαλοπίνακας δωματίουν διὰ πλακῶν ἐκ μετάλλου ἢ ἔγλου ἢ χαρτονίου ἀρκετοῦ πάχους ἢ διὰ μέλανος χάρτου, θὰ ἴδωμεν, ὅτι τὸ δωμάτιον δὲν φωτίζεται. Τὰ μέταλλα, τὸ ἔγλον, διάλειτας χάρτης, οἱ τοῖχοι, τὰ δοποῖα δὲν ἀφήνουν νὰ διέλθῃ διὰ αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα σκιερά.

Σημείωσις. Ἐν τῇ πραγματικότητι, ἐκτὸς τοῦ κενοῦ, δὲν ὑπάρχουν σώματα ἀπολύτως διαφανῆ. Σῶμά τις ἀπορροφᾷ πάντοτε δλιγον φῶς καὶ ἡ ἀπορρόφησις αὔτη, ἡ δοποία αὐξάνεται μετὰ τοῦ πάχους τοῦ σώματος, διὰ τοῦ δοποίου διέρχεται τὸ φῶς, δύναται ωὲ γίνη δλιγον διὰ πάχος ἐπαρκῶς μέγα. Διὰ τοῦτο τὸ γλιακὸν φῶς δὲν φθάνει εἰς τὰ μεγάλα ὑποδρύγια βάθη, ἡ δὲ σκιερότης αὐτῶν θολοῦται μένον ἀπὸ τὸ φῶς, τὸ δοποῖον προέρχεται ἀπὸ ὠρισμένους ἵχθυς.

Ἀντιστρέψως σῶμά τι συνήθως σκιερὸν δύναται νὰ καταστῇ διαφανὲς ἡ διαφώτιστον, ὅταν ληφθῇ εἰς φύλλα ἐπαρκῶς λεπτά· οὕτω φύλ-

λον χρυσοῦ, πάχους ἐνδὲ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου, διατηρούμενον μεταξὺ δύο οὐαλίγων πλακῶν, ἀφίνει γὰ εἰσδύῃ ἐντὸς αὐτοῦ πρασινωπὸν φῶς.

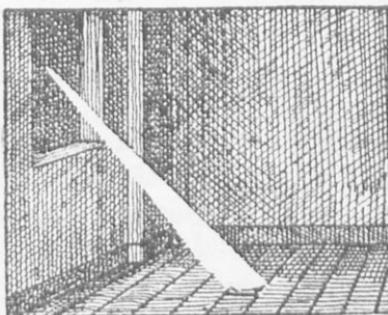
* 3. Φωτειναὶ ἀκτῖνες. Φωτειναὶ δέσμαι.—Ἐντὸς τῶν ὁμοιομερῶν (*) διαφανῶν σωμάτων, τοῦ ἀέρος π.χ. ἡ ἐντὸς τοῦ κενοῦ, τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθεῖαν γραμμήν. Δυνάμεθα νὰ ἔπαιληθεύσωμεν τοῦτο ἐντὸς τοῦ ἀέρος διὰ τῶν ἔξης παρατηρήσεων:

α') Ἐπὶ δριζοντίου τεμαχίου χαρτονίου στερεώνομεν δύο καρφίδας Α καὶ Β εἰς ἀπόστασιν 15 ἑκατοστομέτρων τὴν μίαν ἀπὸ τῆς ἀλληληστής κατόπιν παρατηροῦμεν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΑ καὶ ἀνορθοῦμεν τὰς καρφίδας μέχρις ὅτου ἡ Β καλύψῃ τὴν Α· παρενθέτομεν ἔπειτα τρίτην καρφίδα Γ μεταξὺ τῶν δύο ἄλλων καὶ τὴν τοποθετοῦμεν οὕτως, ὥστε ἡ Β νὰ καλύψῃ τὴν Α καὶ τὴν Γ. Ἀφαιροῦμεν τὰς καρφίδας ταύτας καὶ διαπιστοῦμεν διὰ κανόνος ὅτι τὰ ἵχνη τῶν καρφίδων ἐπὶ τοῦ χαρτονίου εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας.

β') Ἐὰν τὸ ἡλιακὸν φῶς ἡ τὸ φῶς βολταϊκοῦ τύξου εἰσέρχεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς δύῆς, φωτίζει κατὰ τὴν δίοδόν του τὸν ἔλαφρὸν κονιορτόν, δ ὅποιος αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ἡ δίοδος αὕτη σημειοῦται τοιουτορόπως ὑπὸ φωτεινοῦ κώνου λίαν ἐπιμήκους μὲ γενετείρας τελείως εὐθυγράμμους (σχ. 1).

Καλοῦμεν φωτεινὴν ἀκτῖνα πᾶσαν εὐθεῖαν, ἡ ὅποια ἀρχεται ἐξ οἰουδήποτε σημείου τοῦ φωτεινοῦ σώματος, καὶ ἡ ὅποια φαίνεται, ὅτι εἶναι ἡ τροχιά, τὴν δούιαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς. Σημειωτέον ὅτι ἡ εὐθεῖα αὕτη παριστᾶ μόνον τὴν διεύθυνσιν, τὴν δούιαν ἀκολουθεῖ ἡ φωτεινὴ ἐνέργεια κατὰ τὴν διάδοσίν της.

Ἐν τῇ πράξει, θεωροῦμεν πολλάκις διμάδα φωτεινῶν ἀκτίνων, τὸ σύνολον τῶν δούιων ἀποτελεῖ φωτεινὴν δέσμην. Λέσμη τις δύνα-



Σχ. 1

(*) Ὁμοιομερῆ λέγονται τὰ σώματα, τὰ ὅποια καθ' ὅλα τὰ μέρη αὐτῶν παρουσιάζουν τὰς αὐτὰς ιδιότητας.

ται νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ ἀκτῖνας παραλλήλους, συγκλινούσας ἢ ἀποκλινούσας.

Σημείωσις. Υποθέσωμεν, ότι δεχόμεθα γήλιακάς ἀκτῖνας ἐπὶ συγκλινοντος φακοῦ (σχ. 2). Αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἔγειρα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου, δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς **παραλλήλοι**. Ἀφοῦ διέλθουν διὰ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνες αὗται τείγουν γὰ συγαντηθοῦν εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὅποῖον εὑρίσκεται πλησίον τοῦ φακοῦ, σχηματίζουσαι οὕτω δέσμην **συγκλίνουσαν**. Τέλος, αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἀφοῦ διασταυρωθοῦν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, βαίγουν πάντοτε ἀπομακρυόμεναι ἀπὸ ἄλληλων. Σχηματίζουν τότε δέσμην **ἀποκλίνουσαν**.

Σχ. 2

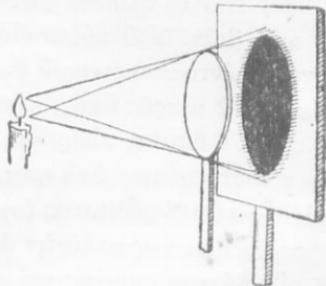
4. Σκιαί.—Συνέπεια τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτὸς εἶναι ὁ σχηματισμὸς τῶν σκιῶν ὑπὸ τῶν σκιερῶν σωμάτων.

Όταν σκιερὸν σῶμα εὐδίσκεται ἐμπροσθεν φωτεινῆς πηγῆς, σταματᾶ ὅλας τὰς ἐπὶ αὐτοῦ προσπιπτούσας ἀκτῖνας, καὶ ἀφίνει δημιουργίαν διάστημα, εἰς τὸ ὅποῖον δὲν εἰσέρχεται τὸ φῶς· τὸ διάστημα τοῦτο καλεῖται **σκιὰ τοῦ σώματος**.

Ἐὰν ἡ φωτεινὴ πηγὴ ἔχῃ αἰσθητὰς διαστάσεις, διπερ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον συμβαίνει, ἡ μετάβασις ἐκ τῆς σκιᾶς εἰς τὸ φῶς δὲν γίνεται ἀποτόμως· ὑπάρχει τότε περὶ τὴν σκιὰν χῶρος, ὅστις φωτίζεται ὑπὸ μέρους μόνον τῆς φωτεινῆς πηγῆς· ὁ χῶρος οὗτος καλεῖται **ὑποσκίασμα**.

Σημείωσις. Δυνάμεθα γὰ παρατηρήσωμεν εὐκρινῶς τὸν σχηματισμὸν τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος,

λαμβάνοντες ὡς φωτεινὴν πηγὴν τὴν φλόγα κηρίου καὶ ὡς σκιερὸν σῶμα δίσκον ἐκ χονδροῦ χάρτου, τὸν ὅποῖον διατηροῦμεν κατακόρυφον εἰς ὥρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ τοίχου σκοτεινοῦ δωματίου (σχ. 3), μεταξὺ τούτου καὶ τοῦ κηρίου. Παρατηροῦμεν τότε ἐπὶ τοῦ τοίχου τρεῖς χώρας, μίαν κεντρικὴν **τελείως σκοτεινήν**, τοῦ αὐτοῦ σχήματος μὲ τὸ δίσκον· περὶ τὴν σκιὰν ταύτην ἐν **ὑποσκίασμα**, εἰς τὸ ὅποῖον ἡ

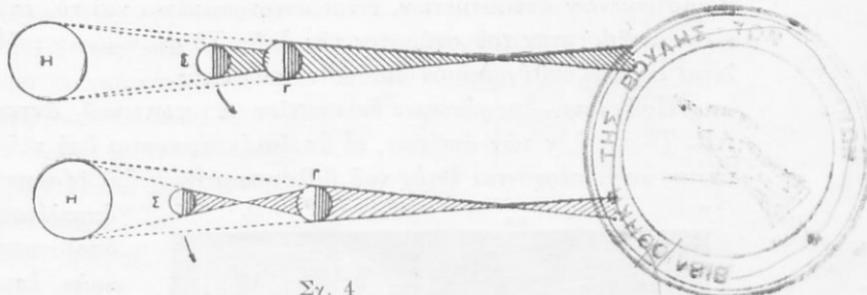


Σχ. 3

ἔντασις τοῦ φωτὸς αὐξάνεται βαθμηδὸν ἀπὸ τῆς σκιᾶς πρὸς τὴν περιφέ-
ρειαν· τέλος, ἐκτὸς τῶν δύο τούτων χωρῶν, μίαν χώραν φωτιζομένην
ὑπὸ τῆς φλογὸς διοκλήρου.

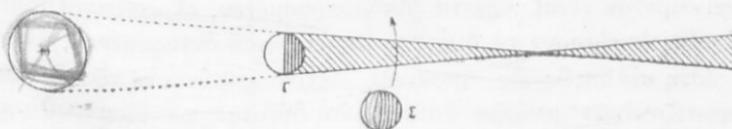
Ἐφαρμογαὶ Α') **Ἐκλείψεις.** Ηθεωρία τῶν σκιῶν ἔξηγεται
τὸ φαινόμενον τῶν ἐκλείψεων.

Ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου. Εάν κατὰ τινα τῶν διαβάσεων τῆς
Σελήνης μεταξὺ τοῦ Ἡλίου καὶ τῆς Γῆς (Νέα Σελήνη), οἱ κῶνοι τῆς



Σχ. 4

σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης συναγτήσουν τὴν Γῆν, ὑπάρ-
χει ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου διὰ τοὺς τόπους τοὺς εὑρισκομένους ἐντὸς τῶν
κώνων τούτων τῆς σκιᾶς (Σχ. 4). Η ἐκλειψις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ
είναι μερική, ὀλικὴ ἢ δακτυλιοειδὴς εἰς τινα τόπον, καθὸς ὅσον ὁ
τόπος οὗτος εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὑποσκιάσματος, ἐντὸς τοῦ κώνου
τῆς σκιᾶς ἢ ἐντὸς τῆς προεκτάσεως τοῦ κώνου τούτου τῆς σκιᾶς.



Σχ. 5

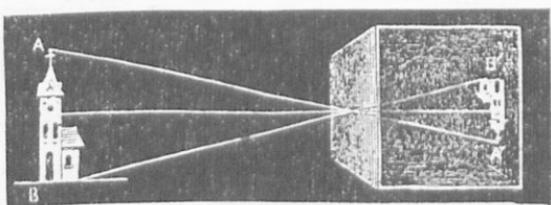
Ἐκλείψεις τῆς Σελήνης. Εάν κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς πανσε-
λήνου ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς συναντήσῃ τὴν Σελήνην, ὑπάρχει
ἐκλειψις τῆς Σελήνης, ὀλικὴ ἢ μερικὴ (σχ. 5).

Β') **Προσδιορισμὸς τοῦ ὑψους διαφόρων ἀντικειμένων.** Τὸ
ὑψός ἀντικειμένου τινὸς φωτιζομένου ὑπὸ τοῦ Ἡλίου δυνάμεθα νὰ
προσδιορίσωμεν κατὰ προσέγγισιν, μετροῦντες τὸ μῆκος τῆς ὑπὸ αὐ-
τοῦ φτιομένης σκιᾶς καὶ συγκρίνοντες αὐτὸν πρὸς τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς

τῆς φιλτρούμένης κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ὑπὸ κατακορύφου κανόνος γνωστοῦ μήκους.

Γ') Εἰκόνες διδόμεναι ὑπὸ τῶν μικρῶν ὁπῶν.—Ἐὰν ἀνοίξουμεν μικρὰν ὅπῃν εἰς μίαν τῶν ἔδρων θαλάμου κλειστοῦ πανταχόθεν καὶ σκοτεινοῦ (σχ. 6), παρατηροῦμεν, ὅτι σχηματίζονται αἱ εἰκόνες τῶν ἔξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος, τοποθετημένου ἀπέναντι τῆς ὁπῆς. Αἱ εἰκόνες αὗται διατηροῦν τὰ χρώματα τῶν παριστωμένων ἀντικειμένων, εἶναι ἀνεστραμμέναι καὶ τὸ σχῆμα τῶν εἶναι ἀνεξάρτητον τοῦ σχήματος τῆς ὁπῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός.

Πρόγραμματι, θεωρήσωμεν ἐν σημείον Α φωτεινοῦ ἀντικειμένου AB. Τὸ σύνολον τῶν ἀκτίνων, αἱ δόποια ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ σημείου τούτου καὶ εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ θαλάμου σχηματίζει δέσμην εὐθεῖαν



Σχ. 6

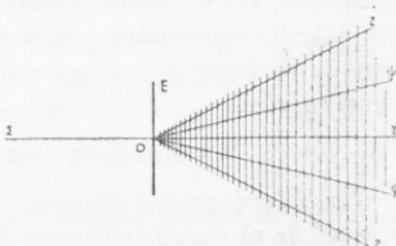
ἀποκλίνουσαν, ἡ δοπία φωτίζει μικρὰν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ Α' τοῦ διαφράγματος. Εἰς ἕκαστον σημείον τοῦ ἀντικειμένου AB ἀντιστοιχεῖ μία ἀνάλογος μι-

κοῦ φωτισμένη ἐπιφάνεια. Ἐὰν λοιπὸν ἡ ὁπὴ εἶναι ἀρκετὰ μικρὰ καὶ τὸ ἀντικείμενον εἶναι ἀρκετὰ ἀπομακρυσμένον, αἱ φωτειναὶ δέσμαι, τὰς δόποιας ἐκπέμπον τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου, ἀνάγονται ἐκάστη αἰσθητῶς εἰς φωτεινὴν ἀκτῖνα καὶ ἐκάστη τῶν ἀντιστοίχων φωτιζούμενων μικρῶν ἐπιφανειῶν δύναται νὰ ἔξομοιωθῇ πρὸς σημεῖον. Τὸ σύνολον λοιπὸν τῶν σημείων τούτων θὰ ἀναπαραγάγῃ τὸ σχῆμα καὶ τὴν ὅψιν τοῦ ἀντικειμένου.

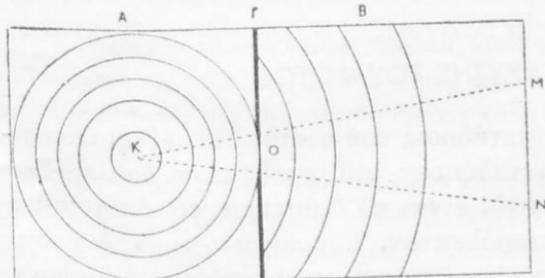
Κατὰ ταῦτα, ἡ εἰκὼν εἶναι τόσον εὐκρινεστέρα, ὅσον τὸ ἀντικείμενον εἶναι ἀπομακρυσμένον, καὶ ὅσον ἡ ὁπὴ εἶναι μικροτέρα.

Σημείωσις. Ἐὰν ἡ ὁπὴ εἶναι μεγάλη, ἡ τομὴ τοῦ διαφράγματος καὶ τῆς κωνικῆς δέσμης, τῆς ἔχούσης κορυφὴν σημειέδον τι τοῦ ἀντικειμένου ἔχει αἰσθητὰς διαστάσεις· συγεπῶς καὶ αἱ φωτιζόμεναι μικραὶ ἐπιφάνειαι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου ἐπιτίθενται ἐπ' ἀλλήλων καὶ καθιστῶσι τὴν εἰκόνα συγκεχυμένην.

5. Έξαιρέσεις είς τὴν εύδύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός. Παράδλασις.—Ἡ φωτεινὴ δέσμη, ἡ δοία ἐκπέμπεται ὑπὸ τῆς πηγῆς Σ καὶ διέρχεται διὰ τῆς δπῆς O , φαίνεται ὅτι ἔχει διὰ δριῶν τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα, ὅταν τὰ Σ καὶ O τείνουν ἐκαστον πρὸς σημεῖον. Φαίνεται λοιπὸν ἐκ πρώτης ὄψεως, ὅτι θὰ δυνηθῶμεν πειραματικῶς νὰ πλησιάσωμεν ὅσον θέλομεν πρὸς τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα, ἐὰν ἐλαττώνωμεν βαθμηδὸν τὴν διάμετρον τῆς δπῆς καὶ τὰς διαστάσεις τῆς πηγῆς. Τὸ πείραμα ἐν τούτοις δὲν ἐπιτυγχάνει, καὶ τὸ ἀποτέλεσμα, εἰς τὸ δοῖον φθάνομεν, εἶνε τὸ ἔξης: Ἐὰν πολὺ μικρὰ φωτεινὴ πηγὴ Σ (σχ. 7) φωτίζῃ πολὺ στενὴν δπήν O , ἡ φωτεινὴ δέσμη πέραν τοῦ O δὲν ἀκολουθεῖ ἀποκλειστικῶς τὴν δδὸν $O\chi$, ἢτις θὰ ἦτο ἡ προέκτασις τῆς ΣO , ἀλλ᾽ ἔξαπλοῦται καθὸ δλας τὰς διευθύνσεις $O\psi$, Oz κτλ., ὡσεὶ τὸ σημεῖον O ἦτο κέντρον ἐκπομπῆς φωτός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐκτροπῆς τοῦ φωτὸς ἐκ τῆς διευθύνσεως, τὴν ὅποιαν ἐθεωροῦμεν ὡς κανονικὴν καλεῖται παράθλασις τοῦ φωτός.



Σχ. 7



Σχ. 8

οιζομένη διὰ διαφράγματος Γ εἰς δύο διαμερίσματα. Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ τὸ διάφραγμα φέρει δπήν O (σχ. 8). Λι' ἐνὸς διαπασῶν παλλομένου πλήττομεν περιοδικῶς τὸ κέντρον K τῆς ὑγρᾶς ἐπιφανείας τοῦ διαμερίσματος A . Παραγόνται τότε διαδοχικὰ κύματα, τὰ δοία φθάνοντα εἰς τὴν κορυφὴν O . Τὰ κύματα ταῦτα ὑπερπιηδοῦν τὴν δπήν O : ἀλλ' ἀντὶ νὰ περιορίζωνται ἐντὸς τῆς γωνίας MKN ,

ητις ἔχει ὡς ἄνοιγμα δπὴν Ο, σχηματίζονται εἰς τὸ διαμέρισμα Β, ώσει μὴ ὑπῆρχε καθόλου τὸ διάφραγμα καὶ ώσεὶ τα κύματα ἔξεπορεύοντο ἐκ τοῦ σημείου Ο.

Ἡ παράθλασις εἶναι γενικὸν φαινόμενον καὶ αἱ εὐθύγραμμοι φωτειναὶ ἀκτῖνες ἀποτελοῦν παράστασιν πολὺ ἀπλοποιημένην τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός. Ἐν τούτοις τὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια θὰ περιγράψωμεν, καὶ τὰ ὅποια ἀποτελοῦν τὴν Γεωμετρικὴν Ὁπτικήν, ἔχοντας ἐκλεγῆ τοιουτούρπως, ὥστε ἡ ὑπόθεσις αὗτη τῶν εὐθυγράμμων φωτεινῶν ἀκτίνων, αἱ δοποῖαι ἀποτελοῦν τὰς δέσμας, νὰ ἀρκῇ πρὸς ἔξιγγησιν αὐτῶν.

Ἄσκησεις καὶ προβλήματα.

Ior. Ἐξηγήσατε τὸν σχηματισμὸν τῆς σκιᾶς α') εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ σκιερὸν σῶμα καὶ ἡ φωτεινὴ πηγὴ εἴραι δύο σφαῖδας β') εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ σκιερὸν σῶμα εἴραι σφαῖδα καὶ ἡ φωτεινὴ πηγὴ σφαῖδα μεγαλυτέρας ἀκτίνος.

2or. Ποῖον τὸ ὕψος πύργου ωπίτοντος σκιὰν μήκους 38 μέτρων, καθ' ἣν στυγμὴν κατακόρυφος κανὼν ὕψους 1,50 μετρ. ωπίτε σκιὰν μήκους 95 ἔκατοστο μέτρων;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β' ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

6. Ὁρισμός.—Ἡ μετάδοσις τοῦ φωτὸς δὲν εἶναι ἀκαριαία. Ἡ κίνησις τῆς μεταδόσεως τοῦ φωτὸς εἶναι ὁμαλή. Συνεπῶς: ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι τὸ διάστημα, τὸ ὅποιον διανύει τοῦτο εἰς ἓν δευτερόλεπτον. Εὰν παραστήσωμεν διὰ δ τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον εἰς χ δευτερόλεπτα, ἡ ταχύτης τὸ δίδεται τότε ὑπὸ τοῦ τύπου ($\tau = \frac{\delta}{\chi}$).

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν ὅτι ἡ ταχύτης εἶναι τὸ πηλίκον τοῦ διανυθέντος διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου, καθ' ὃν τοῦτο διηγεύθη.

Ἐκ τοῦ ὄρισμοῦ τούτου προκύπτει ὅτι, διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχέτητα τοῦ φωτός, πρέπει κατ' ἀνάγκην νὰ προσδιορίσωμεν ἐν

διάστημα καὶ τὸν χρόνον, καθ' ὃ γὰρ τὸ διάστημα τοῦτο διηγεῖται ὑπὸ τοῦ φωτός.

Αἱ συνήθεις παρατηρήσεις δὲν μᾶς βοηθοῦν εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς τιμῆς τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, διότι ἔνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος αὐτοῦ αἱ ἐπὶ τῆς Γῆς ἀποστάσεις διανύονται σχεδὸν ἀκαριαίως. Διὰ τοῦτο ἐπενόησαν μεθόδους εἰδικὰς, διὰ τῶν ὅποιών ἡδυνήθησαν νὰ προσδιορίσουν ταύτην.

7. Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.—A') Μέθοδος ἀστρονομική. Κατὰ τὸ 1675 ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Roemer ἐκ παρατηρήσεων ἐπὶ τῶν ἐκλείψεων τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διὸς ὑπελόγισε τὸν χρόνον, τὸν ὅποιον χρειάζεται τὸ φῶς, διὰ νὰ διανύῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς.

B') Μέθοδοι φυσικαί. Διὰ τῶν μεθόδων τούτων δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸν ἐκτάκτως μικρὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ διανύῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀπόστασιν χιλιομέτρων τινῶν (*).

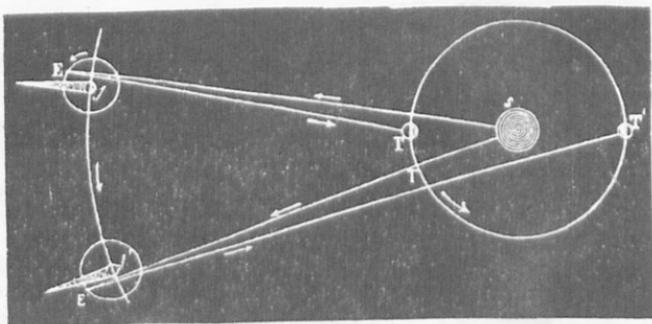
a') Μέθοδος τοῦ Roemer. Οἱ πλανήτης Ζεὺς χρειάζεται περίπου 12 ἥτη διὰ νὰ ἐκτελέσῃ τὴν περὶ τὸν Ἡλιον περιφοράν του, ἐνῷ ἡ Γῆ ἐκτελεῖ ταύτην εἰς ἓν ἔτος. Συνεπῶς εἰς 6 μῆνας ἡ μὲν Γῆ διανύει τὸ ἥμισυ τῆς τροχιᾶς τῆς, ἐνῷ ὁ Ζεὺς τὸ $\frac{1}{24}$ περίπου. τῆς τροχιᾶς του. Ἐὰν λοιπὸν τὰ δύο ταῦτα σώματα, κατά τινα χρονικὴν στιγμὴν, εὐρίσκωνται εἰς συζυγίαν, μετὰ 6 μῆνας θὰ εὑρεθοῦν εἰς ἀντιζυγίαν, δηλ. ἡ ἀπόστασίς των θὰ ανέηθῇ σχεδὸν κατὰ τὴν διάμετρον τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς.

Ἄφ' ἑτέρου εἶναι γνωστόν, ὅτι οἱ δορυφόροι στρέφονται περὶ τὸν Δία, ὅπως ἡ Σελήνη περὶ τὴν Γῆν. Τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τοῦ Διὸς καὶ τῶν δορυφόρων του σχεδὸν συμπίπτουν. Οἱ πλησιέστερος εἰς τὸν Δία δορυφόρος (πρῶτος δορυφόρος) διασχίζει εἰς ἑκάστην περιφοράν του τὸν κῶνον τῆς σκιᾶς τοῦ Διὸς καὶ ἐξαφανίζεται ἐπὶ τινα

(*) Εἰς τὰς ἀστρονομικὰς μεθόδους, ὃ χρόνος λαμβάνεται μετ' ἀκριβείας, ἀλλὰ τὸ διάστημα εἶναι ὀλιγώτερον ὠρισμένον. Εἰς τὰς φυσικὰς μεθόδους ἡ ἀπόστασίς εἶναι ἀκριβῶς ὠρισμένη, ἀλλ' ὃ χρόνος, ἐκτάκτως βραχύς, μετρεῖται ὀλιγώτερον ἀκριβῶς.

χρόνον. Ό χρόνος θ, δ' ὅποιος χωρίζει δύο καταδύσεις εἰς τὴν σκιὰν (ἐνάρξεις δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων), ἢ ἡ διάρκεια τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ διορυφόδου τούτου εἶναι 42 ὥρ. 22' 35''.

Ἐὰν λοιπὸν μία κατάδυσις συμβῇ κατὰ τὸν χρόνον χ, δταν ἡ Γῆ Τ εὑρίσκεται σχεδὸν εἰς συζυγίαν μετὰ τοῦ Διὸς ενδισκομένου εἰς τὸ j (σχ. 9), δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν χρόνον τῆς n+1 καταδύσεως, ἦτις θὰ συμβῇ μετὰ 6 περίπου μῆνας, δταν ἡ Γῆ θὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ T', ἐν ἀντιζυγίᾳ μετὰ τοῦ Διὸς ενδισκομένου εἰς τὸ j'. Ό χρόνος οὗτος θὰ ἦτο χ+nθ, ἢν ἡ Γῆ παρέμενεν εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ Διός, εἰς δὲ καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς πρώτης καταδύσεως. "Αλλά" ἡ παρατήρησις διεπίστωσεν ἐπιβράδυνσιν κατὰ 16 πρῶτα λεπτὰ



Σχ. 9

καὶ 26 δευτερόλεπτα. Ή ἐπιβράδυνσις αὕτη μετρεῖ προφανῶς τὸν χρόνον, τὸν ὃποιον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὴν διάμετρον TT' τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς. Διότι, ἢν ἡ πρώτη κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον κ, δτε ἡ Γῆ εὑρίσκετο εἰς τὸ T καὶ ὁ Ζεὺς εἰς τὸ j (συζυγία), αὕτη ἐγένετο ὄρατὴ εἰς χρόνον $\chi = \kappa + \frac{\Delta}{T}$, ἔνθα Δ ἡ ἀπόστασις Tj καὶ T ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς (δηλ. $\frac{\Delta}{T}$) δ' χρόνος καθ' ὃν τὸ φῶς διήνυσε τὴν ἀπόστασιν Tj. Ή δευτέρα κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον κ+θ, ἐγένετο δὲ ὄρατὴ εἰς χρόνον $\kappa + \theta + \frac{\Delta + \delta}{T}$, ἔνθα δ ἡ αὔξησις τῆς ἀποστάσεως Tj εἰς χρόνον θ. Ή τρίτη κατάδυσις συνέβη εἰς χρόνον κ+2θ, ἐγένετο δὲ ὄρατὴ εἰς χρόνον $\kappa + 2\theta + \frac{\Delta + \delta'}{T}$, ἔνθα δ' ἡ

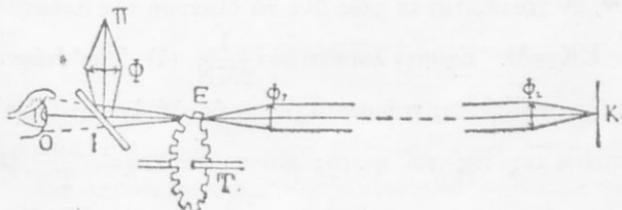
αῦξησις τῆς ἀποστάσεως, καὶ ἡ $v+1$ κατάδυσις (ἀντιευγία), οἵτις ἐγένετο εἰς χρόνον $\kappa+v\theta$, ἐγένετο δρατὴ εἰς χρόνον $\chi'=\kappa+v\theta+\frac{\Delta+\Delta'}{T}$, ἔνθα Δ' ἡ διάμετρος τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς.

⁷ Αρα μεταξὺ τῆς πρώτης καταδύσεως καὶ τῆς $v+1$ παρῆλθε χρόνος $\chi'-\chi=\kappa+v\theta+\frac{\Delta+\Delta'}{T}-\kappa-\frac{\Delta}{T}=v\theta+\frac{\Delta'}{T}$, ἐνῷ ἔπειτε νὰ παρέλθῃ χρόνος $v\theta$. Ἡ ἐπιβράδυνσις $\frac{\Delta'}{T}$ ἴσοῦται, ως εἴπομεν, μὲ 16' καὶ 26'' ἢ 986''. Καὶ ἐπειδὴ ἡ Δ' εἶναι γνωστή, ἔχουμεν $\frac{\Delta'}{T}=986$ ἢ $T=\frac{\Delta'}{986}$.

Σημεῖωσις. Εάν θέσωμεν κατὰ προσέγγισι $\frac{\Delta'}{T}=1000''$ καὶ $\Delta'=300 \cdot 10^6$ χιλιόμετρα, θὰ ἔχωμεν $T=\frac{300 \cdot 10^6}{10^3}=300 \cdot 10^3$ χμ.

β') Μέθοδος φυσικὴ τοῦ Fizeau. Τὰ πειράματα τοῦ Fizeau ἔχετελέσθησαν κατὰ τὸ 1848 μεταξὺ Suresnes καὶ Montmartre⁸ ἡ ἀπόστασις τῶν δύο σταθμῶν ἦτο ἀκριβῶς γνωστή.

Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς Suresnes φωτεινὴ δέσμη ἐκπεμπομένη ὑπὸ πηγῆς Π (σχ. 10) καὶ ἀνακλωμένη ἐπὶ ὑαλίνης πλακὸς διαφανοῦς I ἀποστέλλεται δριζοντίως, διερχομένη διὰ κενοῦ E περιλαμβανομένου



Σχ. 10

μεταξὺ δύο ὁδόντων ὁδοντωτοῦ τροχοῦ T. Η δέσμη αὕτη διαδίδεται ἐλευθέρως μέχρι τοῦ σταθμοῦ τῆς Montmartre.

Ἐκεῖ ἡ δέσμη ἀνακλᾶται καθέτως ἐπὶ κατόπτρου K καὶ διανύει κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τὴν αὐτὴν τροχιάν, ἥν καὶ κατὰ τὴν μετάβασιν. Εάν ὁ τροχὸς μένη ἀκίνητος, ἡ δέσμη διερχομένη διὰ τοῦ αὐτοῦ κενοῦ, διὸ οὖ διῆλθε καὶ κατὰ τὴν ἀναχώρησιν, θὰ φθάσῃ εἰς παρατηρητὴν εὑρισκόμενον ὅπισθεν τῆς ὑαλίνης πλακός. Ο δρυθαλμὸς τοῦ

παρατηρητοῦ Ο θὰ δεχθῇ τὸ τῆς ἐπιστροφῆς φῶς, χωρὶς νὰ ἴδῃ εἰς τὸ Ε τὰς ἀκτῖνας τῆς ἀναχωρήσεως.

Διὰ ὡρολογιακοῦ μηχανισμοῦ, ὁ τροχὸς στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά του.

Ἐὰν κατὰ τὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται ἡ φωτεινὴ δέσμη διὰ νὰ μεταδοθῇ ἐκ τοῦ Ε εἰς τὸ Κ καὶ νὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὸ Ε, τὸ πλῆρες ἐνὸς ὀδόντος ἀντικαταστήσῃ ἀκριβῶς τὸ κενόν, ἡ δέσμη ἐμποδίζεται κατὰ τὴν ἐπιστροφήν. Τὸ αὐτὸν θὰ συμβῇ διὸ ὅλας τὰς δέσμας, αἱ δποῖαι θὰ διέλθουν διὰ τῶν ἐπομένων κενῶν, διότι τὰ κενὰ καὶ τὰ πλήρη τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ εἶναι τετράγωνα τοῦ αὐτοῦ πλάτους. Μὲ τὴν ταχύτητα λοιπὸν ταύτην τοῦ τροχοῦ ὁ παρατηρητὴς δὲν δέχεται τὸ φῶς τῆς ἐπιστροφῆς.

Ἐστω Ν ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν τοῦ τροχοῦ κατὰ δευτερόλεπτον, ὅταν ἐπιτύχωμεν τὴν περιγραφεῖσαν **ἔκλειψιν** τοῦ φωτός, Μ ὁ ἀριθμὸς τῶν ὀδόντων, συνεπῶς $2M$ ὁ ἀριθμὸς τῶν διαστημάτων (πλήρων καὶ κενῶν), τὰ δποῖα διαδέχονται ἄλληλα κατὰ μίαν στροφὴν τοῦ τροχοῦ. Εἰς ἓν δευτερόλεπτον διέρχονται $2MN$ διαστήματα διέρχονται διὰ τοῦ Ε. Ἀφοῦ λοιπὸν $2MN$ διαστήματα διέρχονται διὰ τοῦ Ε εἰς ἓν δευτερόλεπτον, ἡ διάρκεια χ τῆς διόδου ἐνὸς διαστήματος θὰ εἴναι $\frac{1}{2MN}$. Ἄλλος ἡ διάρκεια αὐτῆς ίσονται μὲ τὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν $2.EK = 2\delta$ (ἐὰν $EK = \delta$). Ἐχομεν λοιπὸν $\chi = \frac{1}{2MN}$ (1). Ἀφ' ἑτέρου, ἐπειδὴ ἡ κίνησις τῆς μεταδόσεως τοῦ φωτός εἶναι ὅμαλή, ἔχομεν $\Sigma\delta = T.\chi$, ἐνθα T ἡ ξητουμένη ταχύτης τοῦ φωτός καὶ συνεπῶς $\chi = \frac{2\delta}{T}$ (2) ἐκ τῶν (1) καὶ (2) λαμβάνομεν $\frac{1}{2MN} = \frac{2\delta}{T}$, ἐξ ἣς $T = 4MN\delta$.

Σημεῖωσις. Ὁ δπτικὸς κανονισμὸς πειράματος χρησιμοποιοῦντος τόσον μεγάλας ἀποστάσεις παρουσιάζει εἰδικὰς δυσκολίας. Τὸ σχῆμα 10 δεικνύει, ὅτι ἡ φωτεινὴ πηγὴ Η, τοποθετημένη πλαγίως, ἐκπέμπει δέσμην τὴν δποῖαν ὁ φακὸς Φ συγκεντρώνει, καὶ ἡ πλάξ Ι ἐνεργοῦσα φῶς κάτοπτρον φέρει εἰς τὸ Ε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ τροχοῦ. Τὸ φωτεινὸν λοιπὸν σημεῖον Ε είγαται πράγματι εἰδωλον. Οἱ φακοὶ Φ₁ καὶ Φ₂ ἐμποδίζουν τὰς ἀκτῖνας γὰρ ἀπομακρυνθοῦσαν—καὶ κατὰ τὴν μετάβασιν καὶ

κατὰ τὴν ἐπιστροφήν—ἀπὸ τὴν διεύθυνσιν ΕΚ· τέλος ἡ πλάξ, ἣτις εἶναι κοινὴ ὑπόλοιπος, ἐπιτρέπει νὰ διέλθουν ἐπαρκεῖς ἀκτίγες κατὰ τὴν ἐπιστροφήν.

Αποτελέσματα. Αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι, καὶ ἄλλαι, ἔδωσαν ὡς ταχύτητα τοῦ φωτὸς εἰς τὸν ἀέρα 300.000 χιλιόμετρα περίπου κατὰ δεύτερον λεπτόν.

Εἰς τὸ κενόν, ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι ἡ αὐτή. Εἰς τὸ ὕδωρ ἡ ταχύτης εἶναι τὰ $\frac{3}{4}$ ταύτης, δηλ. 225.000 χιλιόμετρα. Εἰς τὴν ὑπόλοιπην εἶναι τὰ $\frac{2}{3}$ τῆς εἰς τὸν ἀέρα, δηλ. 200.000 χιλιόμετρα.

Προβλήματα

1ον. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ χρόνος τὸν δροῦντον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ τὰ φθάση εἰς ἡμᾶς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου οὖσης 150.000.000 χιλιόμετρα.

2ον. Ποία ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τῆς Γῆς ἀστέρος, τοῦ δροῦντον τὸ φῶς χρειάζεται 1 ἔτος διὰ τὰ φθάση μέχρις ἡμῶν;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

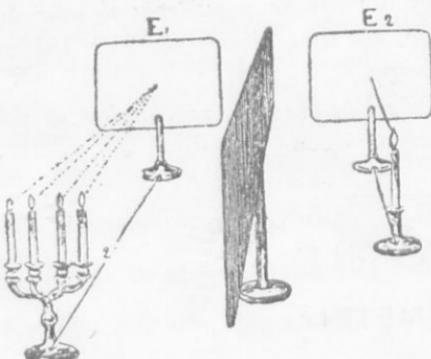
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

8. **Όρισμοί.**—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ὁ παραγόμενος φωτισμὸς ἐπὶ δομείσης ἐπιφανείας ὑπὸ φωτεινῆς πηγῆς ἔξαρταται συγχρόνως ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς ἀπὸ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας, ἐκ τῆς κλίσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς πηγῆς. Λέγομεν ὅτι δύο πηγαὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐντασιν, ἐὰν φωτίζουν ἔξισον ἀπὸ τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως δύο ἐπιφανείας ἴσας, δεχομένας τὰς ἀκτίνας καθέτως. Οἱ δομαλμὸς δύναται νὰ ἐκτιμήσῃ μὲ ἀρκετὴν ἀκρίβειαν τὴν ισότητα τῶν φωτισμῶν, ἐὰν αἱ πρὸς σύγκρισιν πηγαὶ ἔχουν τὸ αὐτὸν χρῶμα. **Κατὰ συνθήκην**, αἱ ἐντάσεις δύο πηγῶν διμοίως διατεταγμένων ὡς πρὸς διαφράγματα δομοι εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς φωτισμοὺς τῶν διαφράγμάτων τούτων.

Η φωτομετρία ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως

τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν καὶ τῶν φωτισμῶν, τοὺς διοίους αὗται παράγουν.

9. Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς.—Λαμβάνομεν δύο ἵσα διαφώτιστα διαφράγματα, τὰ διοῖα τοποθετοῦμεν κατακορύφως, τὰ E_1 καὶ E_2 (σχ. 11). Πρὸ τοῦ E_2 καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ ἐνὸς μέτρου θέτομεν 1 κηρίον¹ πρὸ δὲ τοῦ E_1 καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ 2 μέτρων θέτομεν 4 ὅμοια κηρία, τὰ διοῖα χωρίζομεν ἀπὸ τοῦ πρώτου διὰ μέλανος σκιεροῦ διαφράγματος, καθέτου ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῶν E_1 καὶ E_2 . Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι οἱ φωτισμοὶ τῶν δύο διαφράγμάτων εἶναι ἵσοι. Ἐπειδὴ ἔκαστον τῶν 4 κηρίων δίδει φωτισμὸν ἵσον πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ διλικοῦ φωτισμοῦ τοῦ προερχομένου ἐκ τῶν 4 κηρίων, συνάγομεν, ὅτι ὁ φωτισμὸς τοῦ ἐνὸς κηρίου εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 2 μέτρων ἐγένετο 4 φορᾶς μικρότερος ἀπὸ ὅσος ἦτο εἰς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἐνὸς μέτρου.



Σχ. 11

Θὰ εὑρωμεν ἐπίσης, ὅτι πρέπει νὰ θέσωμεν 9 κηρία εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων, διὰ νὰ παραγάγωμεν τὸν αὐτὸν φωτισμόν, τὸν διοῖον παράγει ἐν κηρίον εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου.

Ἐκ τοῦ πειρήματος τούτου συνάγομεν, ὅτι ὁ ὑπό τινος φωτεινῆς πηγῆς ἐπὶ ἐπιφανείας δεκομένης καθέτως τὸ φῶς παραγόμενος φωτισμός, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς ἀπὸ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.

Κατὰ ταῦτα, ἐὰν φ καὶ φ' οἱ παραγόμενοι φωτισμοὶ ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἀπὸ τῶν ἀποστάσεων α καὶ α', θὰ ἔχωμεν $\frac{\phi'}{\phi} = \frac{a^2}{a'^2}$.

Αἱ μονάδες ἐντάσεως καὶ φωτισμοῦ ἔχουν ἐκλεγῆ οὕτως, ὥστε φωτεινὴ πηγὴ ἐντάσεως 1 (δηλ. ἵσης μὲ τὴν μονάδα τῆς ἐντάσεως) νὰ παράγῃ φωτισμὸν 1 (δηλ. τὴν μονάδα τοῦ φωτισμοῦ) ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἔκατον μέτρου.

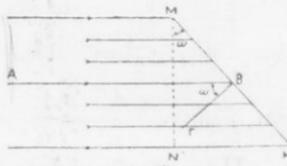
Συνεπῶς πηγὴ ἐντάσεως Ε θὰ παράγῃ φωτισμὸν Ε ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἑκατοστομέτρου.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν, δτὶ ἡ αὐτὴ πηγὴ παράγει φωτισμὸν φ ἀπὸ ἀποστάσεως α ἑκατ., θὰ ἔχωμεν κατὰ τὸν ἀνωτέρῳ νόμον $\frac{\Phi}{E} = \frac{1}{a^2}$, ὅθεν

$$\varphi = \frac{E}{a^2}. \quad (1).$$

Ἐκ τούτου ἔπειται, δτὶ ὁ φωτισμὸς ὁ παραγόμενος καθέτως ἀπὸ ἀποστάσεως α ὑπὸ τῆς πηγῆς ἐντάσεως Ε μετρεῖται ὑπὸ τοῦ πηλίκου $\frac{E}{a^2}$.

10. Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς κλίσεως τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.—Θεωρήσωμεν δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων προσπίπτουσαν πλαγίως ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας MN, ἐμβαδοῦ ε' (σχ. 12), καὶ ἔστω MN' ἡ κάθετος τομή, ἐμβαδοῦ ε, τοῦ κυλίνδρου τοῦ σχηματίζουμένου ὑπὸ τῆς φωτεινῆς δέσμης. Ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς Φ, τὴν δποίαν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια MN, εἶναι ἡ παντὶ μὲ τὴν ποσότητα, τὴν δποίαν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια MN'. Συνεπῶς ἡ ποσότης φ' τοῦ φωτός, τὴν δποίαν δέχεται ἑκάστη μονάς ἐπιφανείας τῆς MN, θὰ εἴναι $\varphi' = \frac{\Phi}{\varepsilon}$. καὶ ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς φ, τὴν δποίαν δέχεται ἑκάστη μονάς ἐπιφανείας τῆς MN', θὰ εἴναι $\varphi = \frac{\Phi}{\varepsilon'}$. Διαιροῦντες κατὰ μέλη, λαμβάνομεν $\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'}$.



Σχ. 12

Ἄλλ' ἐκ τοῦ δρυμογωνίου τριγώνου MNN' ἔχομεν $\varepsilon = \varepsilon'$ συν ω. Συνεπῶς $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'} =$ συν ω καὶ ἐπομένως $\frac{\varphi'}{\varphi} =$ συν ω καὶ $\varphi' = \varphi$ συν ω (2).

"Αρα ἡ ποσότης τοῦ φωτός, τὴν δποίαν δέχεται πλαγίως μία ἐπιφάνεια, καὶ συνεπῶς ὁ φωτισμὸς τῆς, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ συνημίτονον τῆς γωνίας, τὴν δποίαν σχηματίζουν αἱ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτῖνες μετὰ τῆς καθέτου ἐπὶ τὴν

έπιφανειαν (διότι γωνία $N'MN = \gamma$ ωνία ABG , ώς δέξεται έχουσα τὰς πλευρὰς καθέτους).

Θέτοντες εἰς τὴν (2) ἀντὶ φ τὴν τιμήν του ἐκ τῆς (1), λαμβάνομεν τὸν γενικὸν τύπον $\varphi' = \frac{E}{a^2}$ συν ω, ὅστις ἔκφραζει ἀμφοτέρους τὸν νόμους τοῦ φωτισμοῦ ἐπιφανείας τινὸς (διότι διὰ $\omega=0$ έχουμεν συν $\omega=1$ καὶ συνεπῶς $\varphi' = \frac{E}{a'^2}$).

11. Σχέσις τῶν ἐντάσεων δύο φωτεινῶν πηγῶν.—^{Υποθέσωμεν, ὅτι φωτεινὴ πηγὴ ἐντάσεως E, τοποθετημένη εἰς ἀπόστασιν α ἀπὸ διαφράγματος, παράγει ἐπ’ αὐτοῦ καθέτως τὸν αὐτὸν φωτισμόν, ὃν καὶ δευτέρᾳ πηγὴ ἐντάσεως E' παράγει καθέτως ἐπίσης ἀλλὰ τοποθετημένη εἰς ἀπόστασιν α'.}

Καθὼς ἔμαθόμεν, ὁ φωτισμὸς ὁ παραγόμενος ὑπὸ τῆς πρώτης πηγῆς ἰσοῦται μὲν $\frac{E}{a^2}$, ὁ δὲ φωτισμὸς ὁ παραγόμενος ὑπὸ τῆς δευτέρας πηγῆς ἰσοῦται μὲν $\frac{E'}{a'^2}$. Καὶ ἐπειδὴ οἱ δύο φωτισμοὶ εἶναι ἴσοι, έχομεν $\frac{E}{a^2} = \frac{E'}{a'^2}$ η̄ $\frac{E}{E'} = \frac{a^2}{a'^2}$.

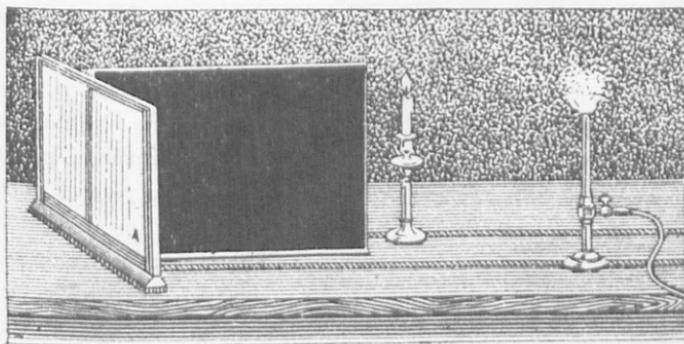
Παρατηροῦμεν λοιπόν, ὅτι αἱ ἐντάσεις δύο φωτεινῶν πηγῶν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, τὴν ὅποιαν ἔξ ἴσου φωτίζουν.

Σημεῖον, ὅτι η σχέσις αὗτη ἐφαρμόζεται καὶ εἰς δύο ἴσας ἐπιφανείας, φωτίζομένας ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίσιν, διότι αἱ ἐπιφάνειαι αὐται ἔχουν ως προσολάς ἐπιφανείας ἴσας, φωτίζομένας καθέτως καὶ δεχομένας τὴν αὐτὴν μὲν αὐτὰς ποσότητα φωτός.

12. Φωτόμετρα.—Τὰ φωτόμετρα εἶναι ὅργανα, τὰ δοποῖα κοηστιμένουν διὰ τὴν σύγκρισιν τῶν φωτεινῶν ἐντάσεων διαφόρων πηγῶν φωτός. Τὰ ὅργανα ταῦτα στηρίζονται ἐπὶ τῆς προηγουμένης σχέσεως. Τοποθετοῦμεν τὰς πρὸς σύγκρισιν δύο φωτεινὰς πηγὰς οὕτως, ὥστε νὰ φωτίζουν κεχωρισμένως καὶ ἔξ ἴσου (ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίσιν) δύο δομοίας ἐπιφανείας κειμένας πλησίον ἀλλήλων· κατόπιν μετροῦμεν τὰς ἀποστάσεις α καὶ α' ἐκάστης τῶν πηγῶν τούτων ἀπὸ τὰς φωτίζομένας ταύτας ἐπιφανείας τέλος δὲ ἐφαρμόζομεν τὴν σχέσιν $\frac{E}{E'} = \frac{a^2}{a'^2}$.

Σημείωσις. Ἐάν $\alpha'=1$ καὶ $E'=1$, δηλ. ἐάν θέσωμεν τὴν πηγήν, τῆς ἀποίας τὴν φωτεινὴν ἔντασιν χρησιμοποιοῦμεν ώς μονάδα ἐντάσεως, εἰς ἀπόστασιν ἵσην μὲ τὴν μονάδα, θὰ σχωμεν $E=\alpha^2$.

Φωτόμετρον τοῦ Bouguer. Τὸ φωτόμετρον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ κατικορύφου νήμαδιαφανοῦς ὑαλίνης πλακός Α, ἥτις διὰ διαφράγματος σκιεροῦ, στερεωμένου καθέτως εἰς τὸ μέσον αὐτῆς, χωρίζεται εἰς δύο ἵσα μέρη (σχ. 13). Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦνται αἱ δύο φωτειναὶ πηγαί, εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακός, ὥστε τὰ δύο τμήματα αὐτῆς νὰ φωτίζωνται ἐξ ἕσου.



Σχ. 13

Τότε ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν ἴσονται μὲ τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακός.

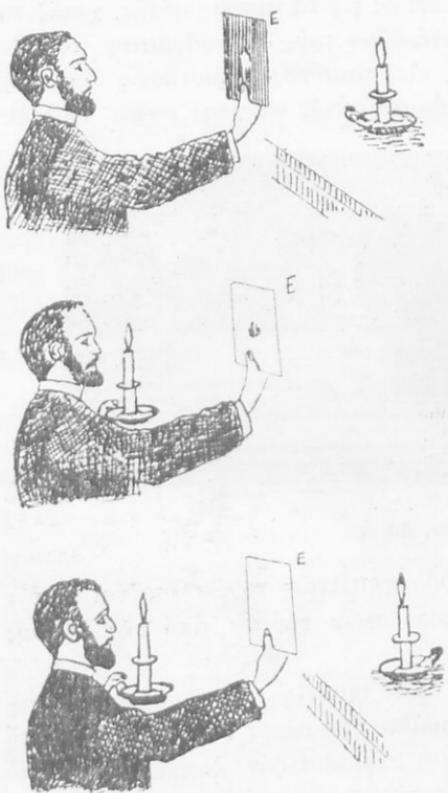
Φωτόμετρον τοῦ Bunsen. Ἐπὶ τεμαχίου λευκοῦ χάρτου σχηματίζομεν διὰ σταγόνος ἔλαιου κηλίδα. Τὸ μέρος τοῦ χάρτου, εἰς τὸ διποῖον ἐγένετο ἡ κηλίς, καθίσταται περισσότερον διαφώτιστον ἀπὸ τὸ ἄλλο. Ἐάν, κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς τὸν χάρτην κατακόρυφον, ὥστε ἡ κηλίς νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ ὑψος τῶν δφθαλμῶν, φωτίσωμεν διὰ κηρίου ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου τὴν ἀντίθετον πρὸς τὸν δφθαλμὸν ὅψιν τοῦ χάρτου (σχ. 14), ἡ κηλίς φαίνεται φωτεινή, ὁ δὲ λοιπὸς χάρτης σκιερός, διότι ἡ κηλίς φωτίζεται περισσότερον ὑπὸ τοῦ διερχομένου φωτός. Ἐάν φωτίσωμεν τὴν ὅψιν τοῦ χάρτου τὴν ἐστραμμένην πρὸς τὸν δφθαλμόν, ἡ κηλίς φαίνεται σκοτεινή, ἐνῷ ὁ λοιπὸς χάρτης φωτεινός, διότι οὗτος ἀνακλᾷ τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ προσπί-

πτοντος φωτός, ἐνῷ διὰ τῆς κηλίδος διέρχεται τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ ἐπ^τ αὐτῆς προσπίπτοντος φωτός.

Ἐάν φωτίσωμεν ἐξ ἵσου τὰς δύο ὅψεις τοῦ χάρτου, οὐ κηλίς ἔξαφανίζεται. Διότι τότε η κηλίς φωτίζεται ἀπὸ τὸ ἐν μέρος τόπον, ὃν φωτίζεται ὁ ὑπόλοιπος χάρτης ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος.

Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζεται τὸ φωτόμετρον τοῦ Bunsen (σχ. 15).

Διὰ νὰ κατασκευάσωμεν τὸ διάφραγμα τοῦ χάρτου τὸ φέρδον τὴν κηλίδα, διαβρέχομεν τὴν κεφαλὴν ποζίλιον (βίδας) διὰ τετηγμένης παραφίνης καὶ τὴν ἐφαρμόζομεν ἐπὶ φύλλου χάρτου. Τείνομεν κατόπιν τὸν χάρτην τοῦτον ἐντὸς πλαισίου ἐφωδιασμένου διὰ στελέχους, τὸ δποῖον διαστιαίνει κατὰ μῆκος κανόνος διηρημένου. Συνήθως τοποθετοῦν ἕκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος δύο μικρὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα ὑπὸ κλίσιν 45° , ὥστε ὁ παρατηρητὴς νὰ βλέπῃ συγχρόνως καὶ τὰς δύο ὅψεις τοῦ χάρτου, αἱ δποῖαι φωτίζονται ὑπὸ τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν, τὰς δποῖας πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν. Μετακινοῦντες τὴν μίαν τούτων,



Σχ. 14

ἐπιτυγχάνομεν νὰ ἔξαφανισθῇ η κηλίς. Τότε ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων τῶν δύο πηγῶν ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων ἀπὸ τοῦ χάρτου.

13. Φωτομετρικαὶ μονάδες.—*a) Φωτεινῆς ἐντάσεως.* Ἐάν, ἀντὶ νὰ συγκρίνωμεν τὰς ἐντάσεις δύο φωτεινῶν πηγῶν, θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν τὰς ἐντάσεις ταύτας κατ^τ ἀπόλυτον τιμήν, πρέπει νὰ τὰς

συγκρίνωμεν πρὸς τὴν ἔντασιν ὁρισμένης πηγῆς, ἡ ὅποια παραμένει ἀμετάβλητος, καὶ ἡ ὅποια λαμβάνεται ὡς μονάς.

Ἡ μόνη σταθερὰ μονάς εἶναι τὸ πρότυπον *Violle*. Τὸ violle εἶναι ἡ φωτεινὴ ἔντασις (μετρουμένη κατὰ τὴν κάθετον διεύθυνσιν) ἐνὸς τε-

τραγωνικοῦ ἔκατοστοῦ τῆς ἐπιφανείας τετηγμένου λευκοχρύσου. Ἐπειδὴ ἡ μονάς αὐτῆς εἶναι πολὺ μεγάλη, λαμβάνεται ὡς

πρακτικὴ μονάς τὸ δεκαδικὸν κηρίον, τὸ ὅποιον ἰσοῦται μὲ τὸ $\frac{1}{20}$ τοῦ violle. Ἀλλοτε ἐχοησιμοποίουν ὡς μονάδα ἔντάσεως τὸ carcel, τὸ ὅποιον ἰσοῦται μὲ 10 κηρία περίπου.

β) **Φωτισμοῦ.** Ὡς ἀπόλυτος μονάς φωτισμοῦ λαμβάνεται ὁ φωτισμός, τὸν ὅποιον παράγει ἐν violle ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἑκατοστομέτρου ἐπὶ ἐπιφανείας καθέτου πρὸς τὰς ἀκτῖνας (violle cm.). Πρακτικὴ μονάς φωτισμοῦ εἶναι τὸ lux ἡ κηρίον - μέτρον (bougie - mètre). Τοῦτο εἶναι ὁ φωτισμός, τὸν ὅποιον παράγει ἐν δεκαδικὸν κηρίον ἐπὶ ἐπιφανείας καθέτου πρὸς τὰς ἀκτῖνας, τοποθετημένης εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου.

Προβλήματα

1ον. Εἰς τὰς τρεῖς κορυφὰς ἴσοπλεύρου τριγώνου ενδίσκονται φωτεινὰ σημεῖα ἵσης ἔντάσεως. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ τριγώνου καὶ παραλήγως πρὸς τὴν μίαν τῶν πλευρῶν, ενδίσκεται ἐν πολὺ μικρὸν διάφραγμα. Νὰ ὑπολογισθοῦν οἱ φωτισμοὶ τῶν δύο δύφεων τοῦ διαφράγματος.

2ον. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ διαφράγματος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν κηρίον, ἵνα λαμπτήρος τριπλασίας ἔντάσεως, τοποθετούμενος 0,6 μ. ἀπωτέρω, παράγῃ τὸν αὐτὸν φωτισμό;

3ον. Ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ λαμπτήρος καὶ κηρίον ενδίσκονται εἰς ἀπόστασιν 9 μ. ἀπὸ ἀλλήλων. Εἰς ποίαν θέσιν μεταξὺ τῶν δύο τούτων

φώτων καὶ ἐπὶ τῆς ἔνούσης ταῦτα εὐθείας πρόπει τὰ τεθῆ πέτασμα, ἵνα αἱ δύο αὐτοῦ ἐπιφάνειαι φωτίζωνται ἐξ ἵσου ὑφὲ ἐκατέρου τῶν φώτων, γρωστοῦ δύντος, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ λαμπτῆρος εἴραι 64 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς τοῦ κηροῦ;

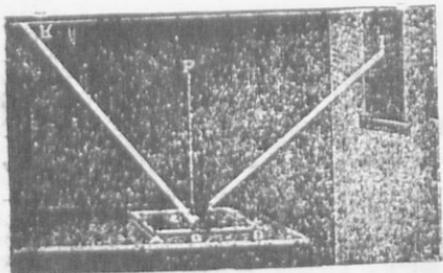
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. — ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

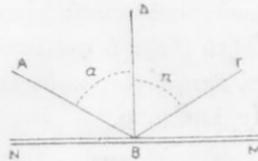
14. Ὁρισμοί.—Οταν φωτεινὴ δέσμη συναντᾷ πλαγίως στιλπνὴν ἐπιφάνειαν σώματος, τελείως λείαν, δπως π.χ. τὴν ἐπιφάνειαν ἥρεμοιοντος ὑδραργύρου, ἐκπέμπεται πάλιν πρὸ τῆς ἐπιφανείας ταύτης καθ' ὀρισμένην διεύθυνσιν. Λέγομεν τότε, ὅτι αἱ ἀκτῖνες, αἱ δποῖαι ἀποτελοῦν τὴν δέσμην, ἀνακλῶνται (σγ. 16).

Ολα τὰ στιλπνὰ σώματα, τὰ δποῖα ἀνακλῶσι τὸ φῶς, λέγονται κάτοπτρα.

Ἐστω NM ἐπίπεδος ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια (σγ. 17). Καλοῦμεν προσπίπτουσαν ἀκτῖνα τὴν διεύθυνσιν GB, κατὰ τὴν δποίαν τὸ φῶς πίπτει ἐπὶ τῆς NM, καὶ ἀνακλωμένην ἀκτῖνα τὴν νέαν διεύθυνσιν BA, τὴν



Σγ. 16

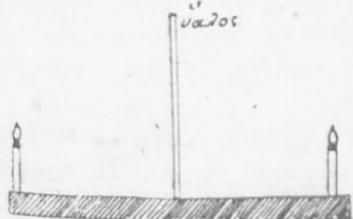


Σγ. 17

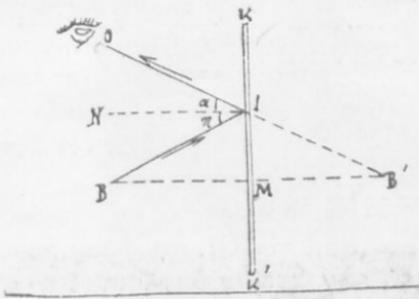
δποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς μετὰ τὴν ἀνάκλασίν του. Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως B νοήσωμεν τὴν κάθετον ΔB ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, αἵτη μετὰ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος δρᾶσις ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, τὸ ἐπίπεδον προσπτώσεως. Ἡ γωνία, ἡ σγηματίζομένη ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος ΓB καὶ τῆς καθέτου ΔB, είναι ἡ γωνία προσπτώσεως. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλωμένης ἀκτῖνος BA μετὰ τῆς καθέτου ΔB είναι ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως.

15. Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως.—Τοποθετοῦμεν δύο ὅμοια κηρία τοῦ αὐτοῦ μήκους ἐκατέρῳθεν διαφανοῦς ὑαλίνης πλακὸς κατακορύφου καὶ συμμετρικῶς ὡς πρὸς ταύτην (σχ. 18). Ἐὰν ἀνάφωμεν τὸ κηρίον, τὸ δποῖον εὑρίσκεται ἐμπροσθεν τῆς πλακός, τὸ δεύτερον κηρίον εἰς παρατηρητὴν εὑρισκόμενον ἐμπροσθεν τῆς πλακός, εἰς οἰανδήποτε θέσιν, φαίνεται ἀνακλασμένον.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἔξηγεται ὡς ἔξης: "Ἐν οἰονδήποτε σημεῖον Β τοῦ κηρίου ἐκπέμπει φωτεινὰς δέσμας καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Μία ἐκ τούτων φθάνει ἀπὸ εὐθείας εἰς τὸν διφθαλιμὸν Ο τοῦ παρατηρητοῦ, δ ὁ δποῖος βλέπει εἰς τὸ Β τὸ φωτεινὸν σημεῖον. Μία ἄλλη δέσμη ΒΙΟ (σχ. 19) φθάνει εἰς τὸν διφθαλιμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, ἀφοῦ ἀνακλασθῇ ἐπὶ τῆς ὑαλίνης πλακὸς ΚΚ'. Καὶ ὁ παρατηρητὴς νομίζει,



Σχ. 18



Σχ. 19

ὅτι βλέπει φωτεινὸν σημεῖον εἰς τὸ Β', διότι ἡ ἀνακλασμένη δέσμη φαίνεται ὅτι προέρχεται ἀπὸ τὸ Β', τὸ δποῖον ἐλήφθη συμμετρικὸν τοῦ Β ὡς πρὸς τὴν πλάκα.

Συνεπῶς: πᾶσα φωτεινὴ ἀκτὶς ἐκπεμπομένη ἀπὸ τὸ σημεῖον Β ἀνακλᾶται οὕτως, ὥστε νὰ φαίνεται ὅτι προέρχεται ἀπὸ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ Β' ὡς πρὸς τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.

"Ἐκ τῆς ἴδιότητος ταύτης συνάγομεν εὐκόλως τοὺς νόμους τῆς ἀνακλάσεως. Ἀγομεν εἰς τὸ Ι τὴν κάθετον ΙΝ ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ΚΚ'. Τὸ τοίγονον ΒΙΒ' εἶναι ἴσοσκελές, διότι τὰ σημεῖα Β καὶ Β' εἶναι συμμετρικά ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ΚΚ', συνεπῶς αἱ εἰς τὸ Β καὶ Β' γωνίαι εἶναι ἴσαι. Ἀφ' ἑτέρου ἡ μὲν γωνία ΙΒΜ ἴσοῦται μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως π (ἐντὸς ἐναλλάξ κλπ.), ἡ δὲ γωνία ΙΒ' Μ

ίσουται μὲ τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως α (έντὸς ἐκτὸς τῶν παραλλήλων κτλ.). Καὶ ἐπειδὴ αἱ γωνίαι IB'M καὶ IBM εἶναι ἵσαι, ἔχομεν $\alpha = \pi$.

‘Η ἀνάκλασις ἀκολουθεῖ λοιπὸν τοὺς ἔξης δύο νόμους:

α) ‘Η προσπίπτουσα ἀκτίς, ἡ κάθετος καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον.

Διότι ἡ κάθετος IN εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο ἀκτίνων, ὡς παραλληλος τῆς BB', ἥτις εὐρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ.

β) ‘Η γωνία τῆς ἀνακλάσεως εἶναι ἵση μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως.

Σημειωτέον ὅτι, ἐὰν δοθοῦν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς καὶ ἡ κάθετος εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως, οἱ δύο οὗτοι νόμοι δρᾶσσον τελείωσι εἰς τὸ διάστημα τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀνακλωμένης ἀκτίνος.

Ἐπὶ πλέον οἱ νόμοι οὗτοι ἐφαρμόζονται ἐπίσης εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ φωτὸς ἐπὶ σημείου λείας ἐπιφανείας, οίασδήποτε μορφῆς. Ἀρκεῖ νά φέρωμεν διὰ τοῦ σημείου τούτου τὸ ἐφαπτόμενον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην ἐπίπεδον, ἵνα ἡ προηγουμένη ἀπόδειξις ἐφαρμοσθῇ εἰς γενικὴν περίπτωσιν.

Τέλος, δυγάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐὰν φωτεινὴ ἀκτίς διαδίδεται κατὰ τὴν OI, ἀνακλᾶται προφανῶς κατὰ τὴν IB. ‘Η τροχιὰ δηλ., τὴν όποιαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς, εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς φορᾶς τῆς διαδόσεως αὐτοῦ (ἀφοῦ τῆς ἀντιστρόφου ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός).

16. Ἀκανόνιστος ἀνάκλασις ἢ διάχυσις.—“Οταν τὸ φῶς, ἀντὶ νὰ συναντήσῃ ἐπιφάνειαν τελείως λείαν, προσπίπτη ἐπὶ ἐπιφανείας μᾶλλον ἢ ἦπτον τραχείας, π.χ. ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοίχου ἢ φύλλου χάρτου, ἀνακλᾶται ἐπὶ πολυαριθμῶν προεξοχῶν πολὺ μικρῶν, τὰς δοποίας παρουσιάζει μία τοιαύτη ἐπιφάνεια, καὶ αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτίνες διασπείρονται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τῆς διασπορᾶς ταύτης τοῦ φωτὸς καλεῖται διάχυσις ἢ ἀκανόνιστος ἀνάκλασις.

Ἐνεκα τῆς διαχύσεως ταύτης τοῦ φωτὸς διακρίνομεν τὴν ἐπιφάνειαν σωμάτων, τὰ δοποῖα δὲν εἶναι πηγαὶ φωτός. Τοιουτούρποτε πλάξ ὑαλίνη τελείως λεία τοποθετημένη εἰς φωτιζόμενον μέρος εἶναι ἀδόπιος εἰς παρατηρητήν, ὅστις τὴν παρατηρεῖ ἀπὸ ἀπέναντι, ἐκτὸς

εὰν ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακός ταύτης φέρῃ κόνιν κατάλληλον νὰ διαχέψῃ μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτός.

Διακρίνομεν πλαγίως δέσμην ἥλιακῶν ἀκτίνων, ἡ ὅποια εἰσέρχεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς δύῆς, ἔνεκα τοῦ κονιορτοῦ, ὅστις αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ τοῦ κονιορτοῦ τούτου ὁ παρατηρητὴς θὰ ἔβλεπε τὴν δέσμην, μόνον εἴαν ἔθετε τὸν ὀφθαλμὸν κατὰ τὴν προέκτασίν της.

~~ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ~~

17. Εἰδώλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων.

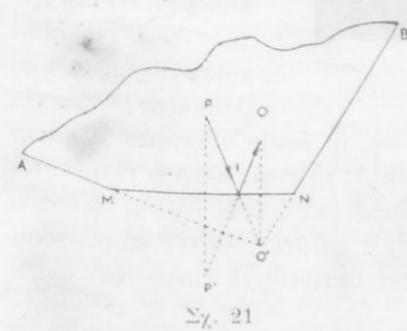
—Ἐπίπεδον λέγεται τὸ κάτοπτρον, τοῦ ὅποίου ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εἶναι ἐπίπεδος. Τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ διαφανοῦς ὑαλίνης πλακός, τιλείως λείας, ἡ ὅποια εἰς τὸ δρίσθιον αὐτῆς μέρος φέρει λεπτὸν στρῶμα ἀργύρου.

Ἀντικείμενον, οἷονδήποτε σχήματος, τοποθετούμενον πρὸς ἐπιπέδου κατόπτρου, δίδει εἰδώλον (δηλ. εἰκόνα αὐτοῦ), τὸ ὅποιον δὲν ὑφί-

σταται πραγματικῶς εἰς τὸ διάστημα καὶ δὲν δύναται νὰ ληφθῇ ἐπὶ διαφράγματος τὸ εἰδώλον τοῦτο καλεῖται φανταστικὸν ἢ κατ' ἔμ-

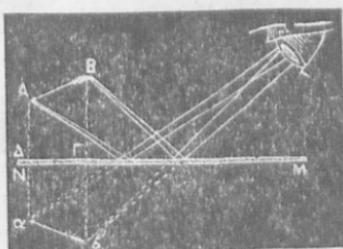
φασιν, εἶναι δὲ συμμετρικὸν τοῦ ἀντικειμένου ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον, διότι ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ συνόλου τῶν εἰδώλων ὃλων τῶν σημείων του, τὰ δόποια, ὡς ἐμάθημεν, εἶναι συμμετρικά τῶν σημείων τούτων ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον (σχ. 20).

Πεδίον ἐπιπέδου κατόπτρου διὰ δοθεῖσαν θέσιν τοῦ



Σχ. 21

ὀφθαλμοῦ Ο (σχ. 21) εἶναι τὸ μέρος τοῦ διαστήματος, ἐντὸς τοῦ ὅποίου πρέπει νὰ εὑρίσκεται φωτεινὸν σημεῖον, ἵνα τὸ εἰδώλον του εἶναι δρατὸν ὑπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὰ δρια τοῦ πεδίου κατόπτρου MN προσ-



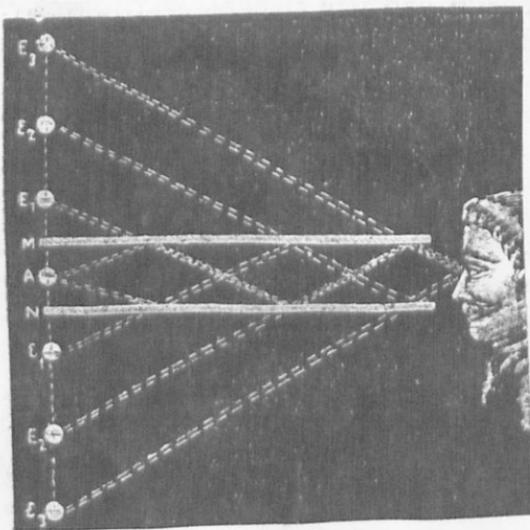
Σχ. 20

διορίζομεν εύκολως διὰ δοθεῖσαν θέσιν τοῦ ὄφιμαλμοῦ Ο, ἐὰν ἀναζητήσωμεν τὰς τελευταίας ἀκτίνας, αἱ δόποιαι προσπίπτουσαι ἐπὶ τῶν ζειλέων τοῦ κατόπτρου μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται διὰ τοῦ Ο.

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντιστρόφου ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός, αἱ ἀκτίνες αὗται εἰναι αἱ ἀνακλώμεναι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰς προσπίπτουσας ἀκτίνας ΟΜ καὶ ΟΝ. Αὗται, ὡς ἐμάθομεν, φαίνονται ὅτι προέρχονται ἀπὸ τὸ Ο' συμμετρικὸν τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον.

Τὸ πεδίον λοιπὸν θὰ περιορίζεται ὑπὸ τῆς πρὸς τοῦ κατόπτρου κωνικῆς ἐπιφανείας, ἢ δοπία ἔχει ὡς κορυφὴν τὸ σημεῖον Ο' καὶ ὡς

διευθυντηρίαν τὴν περίμετρον τοῦ κατόπτρου.



Σχ. 22

ἀπωλείας τοῦ φωτὸς διὰ τῆς διαχύσεως, ἢ δοπία συνοδεύει ἔκαστην ἀνάκλασιν. Π.χ. τὸ φωτεινὸν σημεῖον Α, τὸ εὐρισκόμενον μεταξὺ τῶν παραλλήλων κατόπτρων Μ καὶ Ν, φίπτει ἐπὶ τοῦ Μ δέσμην ἀκτίνων, ἢ δοπία ἀνακλᾶται, πίπτει ἐπὶ τοῦ Ν, ἀνακλᾶται ἄλιν, ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ Μ κτλ. Εἰς τὴν δέσμην ταύτην ἀντιστοιχεῖ ἡ σειρὰ τῶν εἰδώλων E_1, E_2, E_3 κτλ. (σχ. 22).

Ἡ ἄλλη ὄψις τοῦ Α ἐκπέμπει δέσμην, ἢ δοπία συναντᾷ κατὰ προτὸν τὸ Ν, ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ Μ κτλ. Εἰς τὴν δέσμην ταύτην ἀντιστοιχεῖ δευτέρᾳ σειρᾷ εἰδώλων e_1, e_2, e_3 κτλ.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σημεῖον Α διὰ φωτειγοῦ ἀντικειμέ-

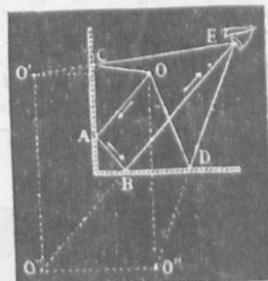
νου, τὸ δποῖον παρουσιάζει μίαν, κυρίαν ὅψιν καὶ μίαν ἀντίθετον (ἀνάποδην), τὰ διαδοχικὰ εἴδωλα θὰ παρουσιάζουν ἀλληλοδιαδόχως τὴν ἀντίθετον καὶ τὴν κυρίαν ὅψιν. Τοιαῦτα εἴδωλα παρατηροῦνται εἰς αἰθούσας, τῶν δποίων οἱ ἀπέναντι τοῖχοι καλύπτονται ὑπὸ κατόπτρων.

19. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων.—“Οταν φωτεινὸν σημεῖον εὑρίσκεται μεταξὺ δύο κατόπτρων, τῶν δποίων τὰ ἐπίπεδα ἀποτελοῦν γωνίαν, παράγεται ωρισμένος ἀριθμὸς εἰδώλων.

Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, καθ’ ἣν ταῦτα ἀποτελοῦν γωνίαν δρυμήν. Αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ φωτεινοῦ σημείου Ο (σχ. 23) ἀνακλώμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Α δίδουν εἴδωλον Ο' συμμετρικὸν τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον τοῦτο. Αἱ ἀνακλώμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Β δίδουν εἴδωλον Ο'' συμμετρικὸν τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον τοῦτο. Ἐκτὸς τῶν δύο τούτων εἰδώλων, τῶν παραγόμενων ὑπὸ τῶν ἀκτίνων, αἱ δποῖαι ὑφίστανται μίαν μόνον ἀνάκλασιν, σχηματίζεται καὶ εἴδωλον Ο''' παραγόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων, αἱ δποῖαι φθάνουν εἰς τὸν δρυμὸν τοῦ παρατηροτοῦ μετὰ δύο διαδοχικὰς ἀνακλάσεις ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν κατόπτρων.

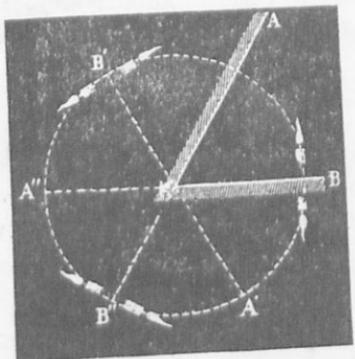
Θεωρήσωμεν πράγματι μικρὰν δέσμην ἐκπεμπομένην ἀπὸ τοῦ Ο καὶ προσπίπτουσαν κατὰ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Α. Ἡ δέσμη αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασίν της φαίνεται ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου Ο' ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Β. Ἀνακλᾶται κατόπιν ἐπὶ τούτου καὶ φαίνεται ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου Ο''' συμμετρικοῦ τοῦ Ο' ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον Β. Ἐπίσης μικρὰ δέσμη, ἡ δποίαι ὑφίσταται πρώτην ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ Β, δίδει ἐν πρῶτον εἴδωλον Ο'', κατόπιν μετὰ ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ Α θὰ δώσῃ δεύτερον εἴδωλον εἰς ἐν σημεῖον συμμετρικὸν τοῦ Ο'' ὡς πρὸς τὸ Α. Ἐπειδὴ ἡ γωνία τῶν κατόπτρων είναι 90° , τὸ σημεῖον τοῦτο ταυτίζεται μετὰ τοῦ σημείου Ο'''. Τέλος, αἱ ἀκτῖνες, αἱ δποῖαι ὑπέστησαν δύο διαδοχικὰς ἀνακλάσεις, δὲν δύνανται νὰ δώσωσιν εἴδωλα, διότι δὲν συναντοῦν πλέον τὰ κάτοπτρα.

Γενικῶς, δ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων αὐξάνεται μετὰ τῆς κλίσεως τῶν κατόπτρων. Οὕτω σχηματίζονται πέντε εἴδωλα, ἐὰν ἡ γωνία τῶν κα-

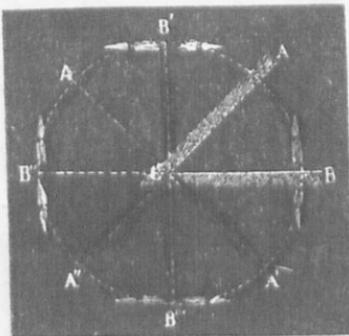


Σχ. 23

τόπορων είναι 60° (σχ. 24), έπειτα δὲ έπειτα είναι 45° (σχ. 25). "Όλα τὰ εἴ-
δώλα ταῦτα σχηματίζονται κατ' ἔμφασιν καὶ ἀπέχουν ἀπὸ τῆς τομῆς



Σχ. 24



Σχ. 25

τῶν κατόπτρων δύον ἀπέχει τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον ἀπὸ ταύτης.

20. Έφαρμογή.—Καλειδοσκόπιον. Τὸ ἀπλούστερον ὑπόδειγμα καλειδοσκοπίου ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς σωλῆνος ἐκ ζάρτου, ἐντὸς τοῦ ὅποιον είναι στερεωμένα δύο κάτοπτρα ὑπὸ κλίσιν 60° , τῶν δοπιών ἡ τομὴ διευθύνεται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος. Μεταξὺ τῶν κατόπτρων τούτων εὑρίσκονται χρωματιστὰ τεμάχια ὑάλου, σχηματίζοντα πέντε εἴδωλα ὅμοια, τὰ δοπιᾶ μετὰ τῶν ἀντικειμένων ἀποτελοῦν ἔξαγώνικὸν ρόδακα (σχ. 26), λαμβάνοντα ὄψιν διακοσμητικὴν λόγῳ τῆς συμμετρίας. Τὸ καλειδοσκόπιον χρησιμεύει ὡς παίγνιον τῶν παιδίων. Οἱ σχεδιάζοντες ἐπὶ ὑφασμά-



Σχ. 26

τῶν τὸ χοητιμοτοιοῦν διὰ νὰ λαμβάνουν συνδυασμοὺς σχεδίων καὶ χρωμάτων.

Προβλήματα

1ον. Νὰ κατασκευασθῇ γεωμετρικῶς : a) τὸ εἴδωλον ὁριζοτίας εὐθείας κειμένης πρὸ ἐπιπέδου κατόπτρου σχηματίζοντος γωνίαν 45°

μειά τοῦ δρίζοντος, β) τὸ εἴδωλον κατακορύφου εὐθείας κειμένης πρὸ τοῦ ἀριστέων κατόπτρου.

Ζορ. Ἐπίπεδον κάτοπτρον στρέφεται κατὰ γωρίαν α. Νὰ ενδεθῇ ἡ γωρία, τὴν δποὶαν σχῆματίζονταν αἱ δύο ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες κατὰ τὰς δύο θέσεις τοῦ κατόπτρου, δεδομένου ὅτος ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς παραμένει σταθερά.

Ζορ. Ποῦντον πρέπει νὰ εἶναι τὸ ὑψος ἐπιπέδου κατόπτρου τοποθετημένου κατακορύφως, ἵνα παρατηρητής πρὸ αὐτοῦ ίσταμενος δωμῆθῇ νὰ ἴδῃ ὀδόκληρον τὸ εἴδωλον του.

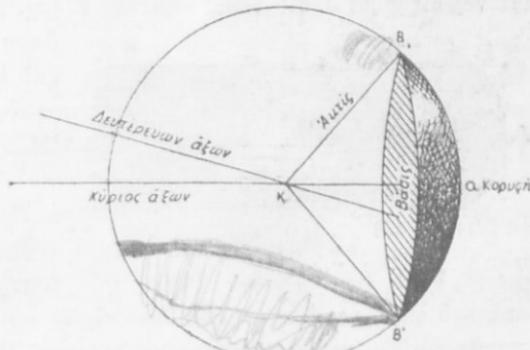
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

21. Ὁρισμοί. — Σφαιρικὰ λέγονται τὰ κάτοπτρα, τῶν ὁποίων ἡ ἀνακλώσα ἐπιφάνεια εἶναι μέρος σφαιρικῆς ἐπιφανείας. Καὶ εἶναι κοῖλα μὲν, ἐὰν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἔξωτερη τῆς σφαίρας, κυρτὰ δέ, ἐὰν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἔξωτερη τῆς σφαίρας. Συνήθως ἔχουν σχῆμα σφαιρικῆς ζώνης μὲ μίαν βάσιν.

Κέντρον καμπυλότητος τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου καλεῖται τὸ κέντρον Κ τῆς σφαίρας, εἰς τὴν δποίαν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον, ἀκτὶς δὲ καμπυλότητος ἡ ἀκτὶς τῆς

σφαίρας ταύτης (σχ. 27). Ἡ εὐθεία, ἡ δποία διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ εἶναι κάθετος εἰς τὸ ἐπιπέδον τῆς βάσεως τῆς σφαιρικῆς ζώνης, εἶναι ὁ κύριος ἄξων τοῦ κατόπτρου. Τὸ σημεῖον, εἰς τὸ δποῖον δένδροις ἀξιών συναντῆ ἡνὶ ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, λέ-



Σχ. 27

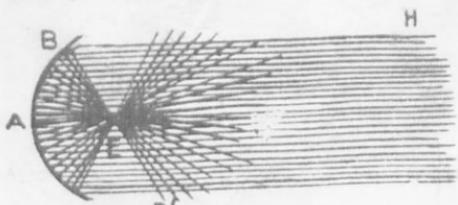
γεται κορυφὴ τοῦ κατόπτρου. Πᾶσα εὐθεῖα, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου καιρυλότητος, χωρὶς νὰ διέρχεται διὰ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι δευτερεύων ἄξων. Τέλος, πᾶσα ἐπίπεδος τομὴ διερχομένη διὰ τοῦ κυρίου ἄξονος καλεῖται κυρία τομὴ τοῦ κατόπτρου.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τὰς ἴδιότητας τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων, ὑποθέτομεν ὅτι τὸ ἄνοιγμα ἢ πλάτος ΒΚΒ' τοῦ κατόπτρου εἶναι ὀλίγων μοιρῶν καὶ ὅτι τὸ κάτοπτρον δέχεται ἀκτίνας ὀλίγον πεκλιμένας πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.

Σημεῖωσις. Οἱ γόμοι τῆς ἀνακλάσεως ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Ἐπειδὴ μία σφαιρικὴ ἐπιφάνεια δύναται γὰρ θεωρηθῆναι ὅτι ἀποτελεῖται ἐξ ἀπείρων μικρῶν στοιχείων ἐπιπέδων, πᾶσα ἀκτίς προσπίπτουσα ἐπὶ τοιαύτης ἐπιφανείας ἀνακλάται, ὃσει προσέπιπτεν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐπιπέδου στοιχείου τοῦ ἐφαπτομένου τῆς ἐπιφανείας ταύτης εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.

~~X~~ ΚΟΙΛΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

22. Ἀνάκλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—Ἐάν δεχθῶμεν ἐπὶ κοίλου κατόπτρου καταλλήλως τοποθετημένου δέσμην ἡλισκῶν ἀκτίνων (¹), παρατηροῦμεν ὅτι πᾶσαι αἱ ἀνακλώμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀκτίνες διέρχονται διὰ τίνος σημείου Ε (σχ. 28) πάντοτε τοῦ αὐτοῦ,



Σχ. 28

μετὰ τοῦ φωτὸς καὶ συγκεντροῦται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον· τὸ χαρτόνιον ἀπανθρακοῦται ταχέως· τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ίσκας) καθὼς καὶ ἡ κεφαλὴ πυρείου ἀναφλέγονται τιθέμενα εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο.

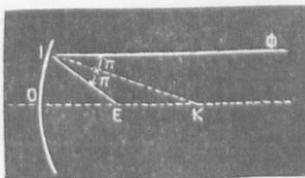
Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου καὶ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ

1. Αἱ ἀκτίνες αὗται ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι.

κατόπτρου Α αἰσθητῶς ἵσην πρὸς τῷ ὥμισυ τῆς ἀκτῖνος καμπυλότητος. Η ἀπόστασις αὗτη $AE = \frac{a}{2}$ ($a = \text{ἀκτίς καμπυλότητος}$) καλεῖται κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις καὶ παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος φ.

Σημεῖος. Ἐστω φωτεινὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, προσπίπτουσα ἐπὶ κοίλου κατόπτρου εἰς τὸ σημεῖον I (σχ. 29). Η κάθετος εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ ἀκτίς καμπυλότητος KI. Ἐὰν σχηματίσωμεν γωνίαν ἀνακλάσεως ἵσην μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως λαμβάνομεν τὴν ἀνακλωμένην ἀκτίνα IE, γῆτις τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ E. Αἱ γωνίαι IKE καὶ ΦIK εἶναι ἵσαι (ὡς ἐντὸς ἐναλλάξ κτλ.), καὶ ἐπειδὴ $\PhiIK = KIE$, ἔχομεν $KIE = IKE$. Τὸ τρίγωνον IEK εἶναι λοιπὸν ἴσοσκελὲς καὶ $IE = EK$. Ἀλλὰ διὰ κάτοπτρου μικροῦ πλάτους ἡ IE εἶναι αἰσθητῶς ἵση τῇ OE διὰ πᾶσαν προσπίπτουσαν ἀκτίνα καὶ δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν ὅτι $OE = EK$, τόσον δὲ ἀκριβέστερον, δοσον τὸ σημεῖον I εἶναι πληγιεστερον εἰς τὴν κορυφὴν O. Ἐπομένως, πᾶσαι αἱ παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαι ἀκτίνες διέρχονται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διὰ τοῦ σημείου E, οἷονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.

Σχ. 29

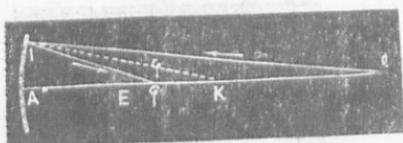


Η κυλινδρικὴ δέσμη ἡ παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα καθίσταται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν κωνικὴ δέσμη κορυφῆς E (σχ. 28). Ἀντιστόφως, ἐν φωτεινὸν σημεῖον τεθῆ εἰς τὸ E, πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ σημείου τούτου καὶ συναντῶσαι τὸ κάτοπτρον ἀνακλῶνται παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα (λόγῳ τῆς ἀντιστρόφου ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός).

Δευτερεύουσα ἐστία. Ἐστιακὸν ἐπίπεδον. Ἐὰν δέσμη ἀκτίνων προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου παραλλήλως πρὸς δευτερεύοντα ἄξονα, ἀποδεικνύεται, ὡς ἀνωτέρω, ὅτι αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασιν δίδει κωνικὴν δέσμην, τῆς δοπίας ἡ κορυφὴ E, κείται ἐπὶ τὸν ἄξονα τούτου εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ κατόπτρου ἵσην πρὸς $\frac{a}{2}$. Τὸ σημεῖον E, καλεῖται δευτερεύουσα ἐστία. Εἰς δευτερεύοντας ἄξονας διλίγον κεκλιμένους ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, αἱ δευτερεύουσαι ἐστίαι εὑρίσκονται ἐπὶ μικρᾶς σφαιρικῆς ζώνης κέντρου K καὶ ἀκτῖνος

$\frac{a}{2}$. Άντι τῆς ζώνης ταύτης λαμβάνομεν τὸ ἐφαπτόμενον εἰς αὐτὴν ἐπίπεδον εἰς τὸ σημεῖον E. Τὸ ἐπίπεδον τοῦτο, τὸ κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἀγόμενον διὰ τῆς κυρίας ἑστίας, καλεῖται ἔστιακὸν ἐπίπεδον. Ἡ τομὴ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος καὶ τοῦ ἔστιακοῦ ἐπιπέδου δρᾷζει τὴν ἑστίαν τοῦ ἄξονος τούτου.

23. Εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρου.—"Εστω φωτεινὸν σημεῖον Φ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρου κέντρου K καὶ κορυφῆς A, πέραν τοῦ κέντρου K (σχ. 30) καὶ ΦΙ οἰαδήποτε προσπίπτουσα ἀκτίς· KΙ εἶναι ἡ κάθετος ἐπὶ τὸ κάτοπτρον εἰς τὸ σημεῖον I. Γωνία προσπτώσεως εἶναι ἡ γωνία ΦΙΚ. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς Iφ δρᾷζεται ὑπὸ τῆς ισότητος, ἡ ὁποία πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταξὺ τῆς γωνίας ἀνακλάσεως KΙφ καὶ τῆς γωνίας προσπτώσεως ΦΙΚ. Αὕτη τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον φ, τὸ διόπτον κεῖται μεταξὺ κυρίας ἑστίας καὶ κέντρου καμπυλότητος, διότι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ΦΙΚ εἶναι μικροτέρα τῆς γωνίας, ἢν σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα εἰς τὸ Ι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 30

Συνεπῶς καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως KΙφ θὰ εἶναι μικροτέρα τῆς KΙΕ. Συνεπῶς τὸ φ θὰ εὑρίσκεται ἐντεῦθεν τοῦ E καὶ οὐχὶ πέραν τοῦ K (διότι ἄλλως αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως θὰ εὑρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸν μέρος τῆς καθέτου). Εἰς τὸ τρίγωνον ΦΙφ ἡ ΙΚ διχοτομεῖ τὴν γωνίαν τῆς κορυφῆς I· συνεπῶς διαιρεῖ τὴν πλευρὰν φΦ εἰς μέρη ἀνάλογα πρὸς τὰς προσκειμένας εἰς ταῦτα πλευρὰς αὐτῆς,

$$\text{ἵπτοι } \frac{\Phi I}{\varphi I} = \frac{K \Phi}{K \varphi} \quad (1)$$

"Ἐπειδὴ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι πολὺ μικρόν, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν αἰσθητῶς $\Phi I = \Phi A$ καὶ $\varphi I = \varphi A$. Καὶ ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (1), λαμβάνομεν :

$$\frac{\Phi A}{\varphi A} = \frac{K \Phi}{K \varphi} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Phi A}{K \Phi} = \frac{\varphi A}{K \varphi} \quad (2)$$

Καὶ ἐπειδὴ ὁ λόγος $\frac{\Phi A}{K \Phi}$ εἶναι σταθερὸς (διότι τὰ σημεῖα Φ, K, A,

είναι σταθερά), πρέπει καὶ ὁ λόγος $\frac{\Phi A}{K \varphi}$ νὰ είναι σταθερός. Ούτω η

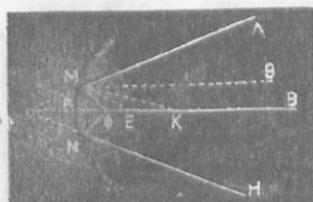
θέσις τοῦ σημείου φ είναι αἰσχετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς προσπίπτου-
σης καὶ σταθερά, ἐπομένως πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ
τοῦ Φ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου διέρχονται αἰσθητῶς
διὰ τοῦ σημείου φ, τὸ δοῦλον συνεπῶς είναι εἴδωλον τοῦ Φ καὶ κα-
λεῖται **συζυγὴς ἔστια** αὐτοῦ. Καλεῖται δὲ οὗτο, διότι ἐὰν τὸ φω-
τεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ φ, τὸ εἴδωλον, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντι-
στρόφου τοῦ φωτὸς ἐπιστροφῆς, θὰ σχηματισθῇ εἰς τὸ Φ. Δηλ. ἔκα-
στον τῶν σημείων Φ καὶ φ είναι η συζυγὴς ἔστια τοῦ ἄλλου.

Διερεύνησις τῆς θέσεως τοῦ εἴδωλου. Ἐὰν τὸ σημεῖον Φ
πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον K, η γωνία τῆς προσπτώσεως ἔλαττοῦται.
Συνεπῶς, ἔλαττοῦται καὶ η γωνία ἀνακλάσεως καὶ τὸ εἴδωλον πλησι-
ᾶσει πρὸς τὸ κέντρον K. Ἐὰν τὸ ση-
μεῖον Φ ἀπομακρύνεται τοῦ κέντρου, η
γωνία τῆς προσπτώσεως αὐξάνεται, ἐπο-
μένως αὐξάνεται καὶ η γωνία τῆς ἀνα-
κλάσεως καὶ τὸ εἴδωλον ἀπομακρύνεται
τοῦ κέντρου, διαμένον πάντοτε μεταξὺ
αὐτοῦ καὶ τῆς κυρίας ἔστιας. Ἐὰν τὸ
φωτεινὸν σημεῖον Φ συμπέσῃ μετὰ τοῦ
κέντρου, η γωνία προσπτώσεως μηδενί-
ζεται, μηδενίζεται ἐπομένως καὶ η γωνία ἀνακλάσεως, καὶ τὸ εἴδωλον
σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ κέντρου.

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ ὑπερβῇ τὸ κέντρον καὶ πλησιάζῃ
πρὸς τὴν κυρίαν ἔστιαν, τὸ εἴδωλον σχηματίζεται πρὸς τὸ ἔτερον μέ-
ρος τοῦ κέντρου, ἀπομακρυνόμενον τούτου ἐφ³ ὅσον τὸ Φ πλησιάζει
πρὸς τὴν κυρίαν ἔστιαν.

Οταν τὸ Φ συμπέσῃ μετὰ τῆς κυρίας ἔστιας, αἱ ἀκτῖνες, ὡς
ἐμάθομεν, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον
ἀξονα καὶ συνεπῶς τὸ εἴδωλον ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον.

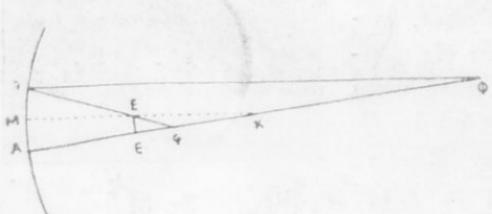
Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ὑπερβῇ τὴν κυρίαν ἔστιαν καὶ τεθῇ
μεταξὺ ταύτης καὶ τοῦ κατόπτρου, τότε η γωνία τῆς προσπτώσεως
ΦMK, τὴν δούλον σχηματίζει τυχοῦσα ἀκτὶς ΦΜ (σχ. 31), είναι με-
γαλυτέρα τῆς γωνίας EMK, ην σχηματίζει η ἐκ τῆς κυρίας ἔστιας
προσπίπτουσα ἀκτὶς EM. Συνεπῶς καὶ η γωνία τῆς ἀνακλάσεως



Σχ. 31

ΚΜΛ θὰ είνε μεγαλυτέρα τῆς ΚΜΘ καὶ ἐπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς βαίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου ἄξονος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ Φ ἐκπεμπομένην καὶ προσπίπτουσαν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Εάν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ τὸς ἀνακλωμένας ταύτας ἀκτῖνας, νομίζει, ὅπως καὶ εἰς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα, ὅτι προέρχονται ἐκ τινος σημείου φ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς τὸ δποῖον τέμνονται αἱ προεκτάσεις τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων. Τὸ σημεῖον φ λοιπὸν εἶναι εἴδωλον **κατ' ἔμφασιν τοῦ Φ**, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὰ ἄλλα εἴδωλα, τὰ δποῖα ἔγνωρίσαμεν (κυρία ἐστία, συζυγεῖς ἐστίαι φωτεινῶν σημείων, κειμένων πέραν τῆς κυρίας ἐστίας), τὰ δποῖα, ὃς θὰ ἴδωμεν, εἶναι **πραγματικά**.

Σημεῖος. Εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα θὰ μάθωμεν ὅτι, ἐάν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ (σχ. 31) τεθῇ εἰς τὸ φ, τὸ **κατ' ἔμφασιν εἴδωλον σχηματίζεται εἰς τὸ Φ**. Διὰ τοῦτο τὸ σημεῖον φ εἰς τὴν ἀγωτέρω περίπτωσιν καλεῖται **κατ' ἔμφασιν συζυγῆς ἐστία τοῦ Φ**.



Σχ. 32

24. Εἴδωλον φωτεινοῦ σημείου οίουδήποτε.—

Ἐάν τὸ φωτεινὸν σημεῖον δὲν εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀλλὰ

ἀπέχει διλίγον τούτου, τὸ εἴδωλόν του θὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ φωτεινοῦ τούτου σημείου. Ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ὅστις γεωμετρικῶς οὐδόλως διαφέρει τοῦ κυρίου ἄξονος, δινάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰ αὐτὰ ἀκοιβῶς, τὰ δποῖα εἴπομεν καὶ διὰ τὸν κύριον ἄξονα.

Σημεῖος. Τὴν συζυγῆν ἐστίαν φωτεινοῦ σημείου δυνάμεθα γὰ εὕρωμεν διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς, προσδιορίζοντες τὸ σημεῖον συγχρήσεως δύο μόνον ἐκ τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, ὡς ἔξῆς:

α) Έάν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, φέρομεν τυχοῦσαν προσπίπτουσαν, τὴν ΦΙ (σχ. 32), καὶ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΚΜ, τὸν παράλληλον πρὸς τὴν ΦΙ. Υψοῦντες τὸ ἐστιακὸν ἐπίπεδον ΕΕ₁, προσδιορίζομεν τὴν ἐστίαν Ε₁ τοῦ ἄξονος τούτου, διὰ τῆς δποίας θὰ διέλθῃ ἡ ἀνακλωμένη. Ή τομὴ φ τῆς ΙΕ₁ μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος δρίζει τὴν συζυγῆν ἐστίαν τοῦ Φ.

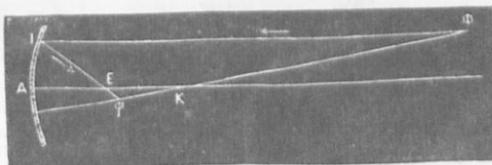
β) Έάν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εύρισκεται: ἐκτὸς τοῦ κυρίου ἀξονος (σχ. 33), ἄγομεν τὴν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἀξονα προσπίπτουσαν ἀκτίνα ΦΙ. Αὕτη μετὰ τὴν ἀνακλασιν διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Ε. Τὸ σημεῖον φ τῆς τομῆς τῆς ΙΕ καὶ τῆς κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἀξονα ΦΚ προσπιπτούσης (ἥτις ἀνακλάται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν) δρίζει: τὴν συζυγὴν ἑστίαν τοῦ Φ.

25. Εἰδωλα ἀντικειμένων.—Τὰ κοῖλα κάτοπτρα δίδουν εἰδωλα τῶν πρὸ αὐτῶν εὑρισκομένων ἀντικειμένων εἴτε **πραγματικὰ** εἴτε **φανταστικά**. Τὰ πραγματικὰ εἰδωλα σχηματίζονται ὑπὸ αὐτῶν τούτων τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, δυνάμεθα δὲ νὰ δεχθῶμεν ταῦτα ἐπὶ διαφράγματος. Τὰ φανταστικὰ εἰδωλα σχηματίζονται ὑπὸ τῶν προεκτάσεων τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, δὲν δυνάμεθα δὲ νὰ δεχθῶμεν ταῦτα ἐπὶ διαφράγματος, ἀλλὰ τὰ βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τῶν σχηματισμὸν τῶν εἰδώλων εἰς ἓν κοῖλον κάτοπτρον, τοποθετοῦμεν ἐντὸς σκοτεινοῦ δωματίου

κηρίον ἀνημμένον ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἀξονα αὐτοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον τῆς φλογὸς νὰ εὑρίσκεται περίπου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἀξονος. Διὰ μικροῦ δὲ λευκοῦ διαφράγματος, τὸ διποῖον μετακινοῦμεν καταλλήλως, ζητοῦμεν τὴν θέσιν, εἰς τὴν δοιάν τὸ εἰδωλον σχηματίζεται εὐκρινέστερον.

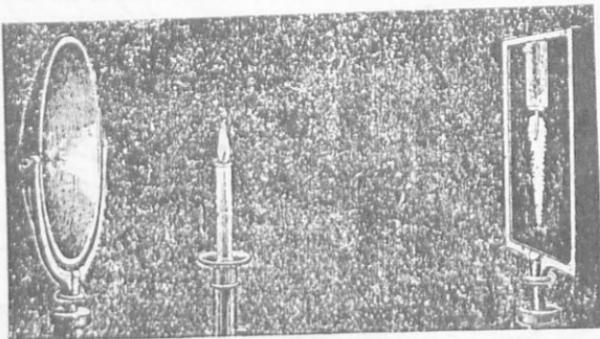
“Οταν τὸ ἀντικείμενον εύρισκεται πέραν τῆς κυρίας ἑστίας. Τοποθετοῦμεν κατὰ πρῶτον τὸ κηρίον εἰς μεγάλην σχετικῶς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου· παρατηροῦμεν τότε, ὅτι σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος (μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος) εἰδωλον τοῦ κηρίου ἀνεστραμμένον, πολὺ μικρὸν καὶ πολὺ λαμπρόν. Ἐφ’ ὅσον πλησιάζομεν τὸ κηρίον πρὸς τὸ κάτοπτρον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ εἰδωλον ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ κατόπτρου μεγεθυνόμενον, καὶ ὅταν τὸ κηρίον φθάσῃ εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος, ἡ φλόξ καὶ τὸ εἰδωλόν της εἶναι ἵσα καὶ εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον. Ὁταν τὸ κηρίον ὑπερβῇ τὸ κέντρον, τὸ εἰδωλον εἶναι ἀκόμη ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ



Σχ. 33

συγηματίζεται πέραν τοῦ κέντρου (σχ. 34). Ἐὰν τὸ κηρίον φθάσῃ εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν, τὸ εἴδωλον ἔξαφανίζεται, διότι ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον.

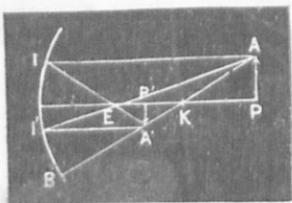
Σημείωσις. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρῳ πειράματος συγάγομεν, ὅτι τὸ



Σχ. 34

εἴδωλον ἀντικειμένου κάθετου πρὸς τὸν ἄξονα εἶναι ἐπίσης κάθετον πρὸς αὐτόν.

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐξετάσωμεν τὴν ἀπλουστέραν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ ἀντικείμενον εἶναι εὐθεῖα AP κάθετος ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ φθάνει μέχρις αὐτοῦ (σχ. 35). Ἐπειδὴ τὸ ἀντικείμενον εἶναι κάθετον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, καὶ τὸ εἴδωλον θὰ εἶναι κάθετον ἐπ' αὐτόν. Συνεπῶς ἀρχεῖ νὰ προσδιορίσωμεν, ὡς ἐμάθομεν ἀνωτέρῳ, τὴν συζυγὴν ἑστίαν A' τοῦ φωτεινοῦ σημείου A. Ἀγομεν τότε κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἴδωλον A' P', ἀνεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον, μηκότερον τοῦ ἀντικειμένου εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος (διότι τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται πέραν τοῦ κέντρου) καὶ μεταξὺ κυρίας ἑστίας καὶ κέντρου.



Σχ. 35

Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ εἰς ἐπίπεδον κάθετον διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, ἀνάλογος κατασκευὴ θὰ μᾶς δεῖξῃ, ὅτι τὸ εἴδωλον εἶναι ἀκόμη πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ ἵσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ἐὰν τέλος τὸ ἀντικείμενον AP τοποθετηθῇ μεταξὺ κέντρου καμπυλότητος καὶ ἑστίας ενδίσκομεν εὐκόλως, ὅτι τὸ εἴδωλον εἶναι

πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ πέραν τοῦ κέντρου.

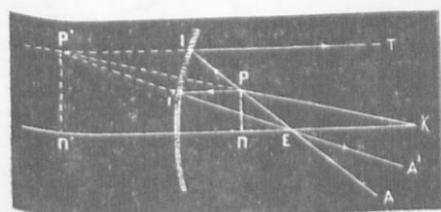
(β) Όταν τὸ ἀντικείμενον εύρισκεται μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κορυφῆς τοῦ κατόπτρου. Όταν, εἰς τὸ ἀνωτέρῳ πείραμα, τὸ κηρίον ὑπερβῇ τὴν ἐστίαν (σχ. 36), δὲν δεχόμεθα πλέον εἴδωλον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος, ἀλλὰ βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου εἴδωλον φανταστικὸν τῆς φλογὸς ὅρθιον καὶ μεγαλύτερον ταύτης, τὸ δποῖον συμκρύνεται πλησιάζον ποδὸς τὸ κάτοπτρον, ἐφ' ὃσον τὸ κηρίον ἀπομακρύνεται τῆς κυρίας ἐστίας πλησιάζον ποδὸς τὸ κάτοπτρον.

Προεία τῶν ἀκτίνων. Εστω ΡΠ τὸ ἀντικείμενον μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας (σχ. 37). Προσδιορίζομεν τὴν συζυγὴν ἐστίαν Ρ' τοῦ φωτεινοῦ σημείου Ρ καὶ ἀγομεν ἐκ τοῦ Ρ' τὴν Ρ'Π' κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα. Έχομεν τότε τὸ εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου φανταστικόν, ὅρθιον καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐφαρμογὴ τῶν κοίλων κατόπτρων. Τὰ κοῖλα κάτοπτρα χρησιμοποιοῦμεν εἴτε διὰ νὰ προβάλωμεν τὸ φῶς εἰς ἀπόστασιν (φάροι αὐτοκινήτων), εἴτε διὰ νὰ φωτίσωμεν ἴσχυρῶς πλησίον κείμενα ἀντικείμενα (προβολεῖς). Κατὰ τὰς δύο ταύτας περιπτώσεις, ἡ φωτεινὴ πηγὴ τίθεται εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ κατόπτρου. Τὰ κοῖλα κάτοπτρα χρησιμεύονταν ἐπίσης εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν τηλε-



Σχ. 36

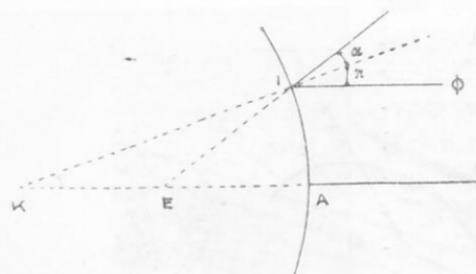


Σχ. 37

σκοπίων. Ακόμη χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὸν καλλωπισμόν. Ο παθητηρίης τοποθετηθεὶς μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς ἐστίας τοῦ βλέπει εἴδωλον τοῦ προσώπου του φανταστικὸν καὶ ἐν μεγεθύνσει.

KYPTA KATOPTRA

26. Κυρία ἔστια.—Φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα κυροῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου βαίνουν ἀποκλίνουσαι τοῦ κυρίου ἄξο-



Σχ. 38

νος, καὶ φαίνονται ὅτι προσέρχονται ἀπὸ ἐν σταθερὸν σημεῖον E, τὸ δόποιον εἶναι ἡ κυρία ἔστια τοῦ κατόπτρου τούτου (σχ. 38).

Ἐστω φωτεινὴ ἀκτὶς ΦΙ προσπίπτουσα παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς σχηματίζει μετὰ τῆς καθέ-

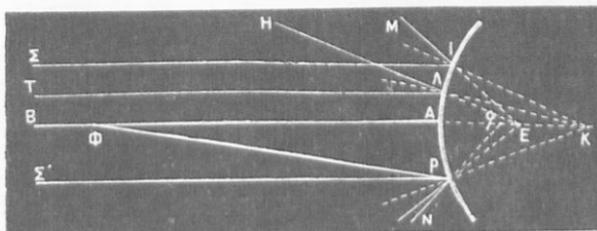
τοῦ KΙ γωνίαν ἀνακλάσεως ἵσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως, συνεπῶς βάίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου ἄξονος⁽¹⁾ ἢ προέκταοις τῆς ὅμως συναντῷ αὐτὸν⁽¹⁾ εἰς τὸ σημεῖον E (σχ. 38). Ἡ γωνία K τοῦ τοιγάνου KΙΕ καὶ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἰς τὸ I εἶναι ἵσαι λόγῳ τῶν παραλλήλων ἀφ' ἑτέρου, ἡ γωνία KΙΕ καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως εἰς τὸ I εἶναι ἵσαι ὡς κατὰ κορυφήν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἰσοῦται μὲ τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως, καὶ αἱ γωνίαι K καὶ KΙΕ εἶναι ἵσαι. Τὸ τοιγάνον λοιπὸν KEI εἶναι ἰσοσκελὲς καὶ KE=EI. Ἐπειδὴ δὲ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι πολὺ μικρόν, ἡ EI εἶναι αἰσθητῶς ἵση τῇ EA καὶ ἔχομεν KE=EA.

Δηλ. ἡ κυρία ἔστια ἀπέχει ἐξ ἵσου ἐκ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι δὲ φανταστική.

Σχ. 39

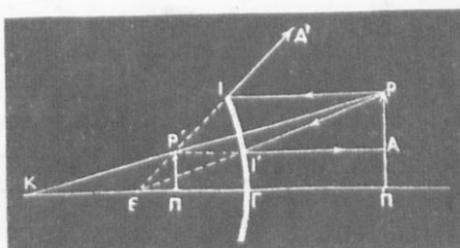
(1) Διότι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς προσπιπτούσης καὶ τοῦ κυρίου ἄξονος περιέχει τὴν κάθετον, συνεπῶς εἶναι τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως τὸ δόποιον περιέχει καὶ τὴν ἀνακλωμένην.

Τοιουτορόπως δέσμη ἀκτίνων προσπίπτουσα παφαλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα σχηματίζει μετὰ τὴν ἀνάκλασιν κωνικὴν δέσμην ἀποκλίνουσαν, κορυφῆς Ε (σχ. 39). Ἀντιστρόφως, δέσμη ἀκτίνων, αἱ διποῖαι προσπίπτουν διευθυνόμεναι πρὸς τὸ Ε, καθίστανται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 40

27. Συζυγεῖς ἔστιαι. — Ἐργαζόμενοι ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων, εὐκόλως εὑρίσκομεν: α) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ (σχ. 40) κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἔστια φ σχηματίζεται μεταξὺ E καὶ A ; β) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον P (σχ. 41) εὑρίσκεται ἐκτὸς τοῦ κυρίου κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἔστια P' σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος PK , ὅπισθεν τοῦ κατόπτρου, κατ' ἔμφασιν (φανταστικῇ).



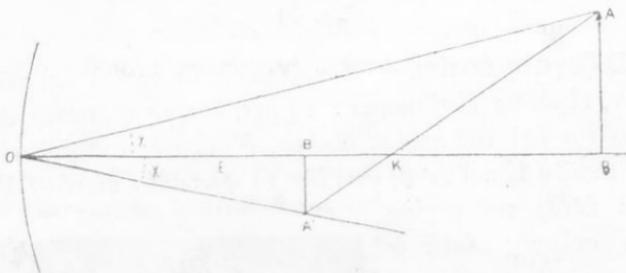
Σχ. 41

28. Εἴδωλα ἀντικειμένων. — Ἐὰν ἔμπροσθεν σφαιρικοῦ δοχείου, τοῦ δποίου ἡ ἐπιφάνεια εἶναι λεία καὶ στιλπνὴ (φιάλης π.χ. σφαιρικῆς περιεχούσης μέλαν ὑγρόν), θέσωμεν ἀντικειμένον τι, βλέπομεν ἐντὸς αὐτοῦ εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου δρθιον καὶ πολὺ μικρόν. Τὰ κυρτὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα δίδουν λοιπὸν πάντοτε εἴδωλα κατ' ἔμφασιν, δρθια καὶ μικρότερα τοῦ ἀντικειμένου.

Σημεῖοι τοιοῦται. Διὰ γὰρ σχηματίσωμεν τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου τινὸς π.χ. τῆς εὐθείας PP' καθέτου ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα, σχηματίζομεν κατὰ πρῶτον τὸ εἴδωλον τοῦ P (σχ. 41). Πρὸς τοῦτο ἀγοριεύει τὴν κατά

τὸν δευτερεύοντα ἄξονα PK προσπίπτουσαν ἀκτίνα, ητὶς ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· κατόπιν δὲ τὴν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν, ητὶς μετὰ τὴν ἀνάκλασιν λαμβάνεται τοιαύτην διεύθυνσιν IA', ὥστε ἡ προέκτασίς της νὰ διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας. Αἱ δύο αὗται ἀνακλώμεναι ἀκτίνες φαίνονται ἔτι προέρχονται ἀπὸ σημείου τοῦ P', τὸ ὅποιον εἶγεται τὸ φανταστικὸν εἴδωλον τοῦ P. Τέλος ἐκ τοῦ P' φέρομεν κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἴδωλον P'' τοῦ PII. Τὸ εἴδωλον τοῦτο εἶγεται φανταστικόν, ὅρθιον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ εὑρίσκεται μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κορυφῆς τοῦ κατόπτρου.

29. Τύποι τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων.— Εστω AB (σχ. 42) ἀντικείμενον κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα κοίλου σφαιρικοῦ κατό-



Σχ. 42

πρὸς πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἴδωλον αὐτοῦ, προσδιορίζομεν τὴν συζυγὴν ἐστίαν A' τοῦ σημείου A διὰ τῆς τομῆς δύο ἀνακλωμένων: τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν καθέτως προσπίπτουσαν AK, ἡ ὅποια ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν προσπίπτουσαν εἰς τὴν κορυφὴν O, ητὶς ἀνακλωμένη θὰ σχηματίσῃ μετὰ τῆς καθέτου OK γωνίαν ἀνακλάσεως ἵσην μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως. Έκ τοῦ A' ἄγομεν τὴν κάθετον A'B' ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἴδωλον τοῦ AB.

Καλοῦμεν π τὴν ἀπόστασιν OB τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, π' τὴν ἀπόστασιν OB' τοῦ εἴδωλου, καὶ 2φ τὴν ἀκτίνα OK. Έκ τῶν ὁμοίων τριγώνων KAB καὶ KA'B' ἔχομεν:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'K}{BK} \quad (1)$$

Έπισης ἐκ τῶν διμοίων τριγώνων ABO καὶ A'B'O ἔχουμεν:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB} \quad (2)$$

ἐκ τῆς (1) καὶ (2) λαμβάνομεν:

$$\frac{B'K}{BK} = \frac{OB'}{OB} \quad \text{ἢ} \quad \frac{OK - OB'}{OB - OK} = \frac{OB'}{OB} \quad \text{ἢ}$$

$$\frac{2\varphi - \pi'}{\pi - 2\varphi} = \frac{\pi'}{\pi}, \quad \text{ἢ} \quad 2\varphi\pi - \pi'\pi = \pi\pi' - 2\varphi\pi' \quad \text{ἢ} \quad 2\varphi\pi + 2\varphi\pi' = 2\pi\pi'$$

καὶ διαιροῦντες ἀμφότερα τὰ μέλη διὰ $2\pi'\varphi$, λαμβάνομεν:

$$\frac{1}{\pi'} + \frac{1}{\pi} = \frac{1}{\varphi}. \quad (3)$$

Ο τύπος οὗτος εἶναι γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ κοῖλα καὶ εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα, ἀρκεῖ νὰ θεωρήσωμεν τὰς τιμᾶς τῶν π , π' καὶ φ ὡς ἀρνητικάς, διαν ἀντιστοιχοῦ εἰς φανταστικάς ἔστιας ἢ εἴδωλα. Τότε θὰ ἔχωμεν διὰ τὰ φανταστικὰ εἴδωλα τῶν κοῖλων κατόπτρων τὸν τύπον $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ (4), διότι π' ἀρνητικόν.

Ἐπίσης διὰ τὰ κυρτὰ κάτοπτρα θὰ ἔχωμεν π' ἀρνητικὸν καὶ φ ἀρνητικόν, διότι καὶ τὸ εἴδωλον καὶ ἡ ἔστια εἶναι φανταστικά. Συνεπὸς διά τύπος γίνεται $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = -\frac{1}{\varphi} \quad \text{ἢ} \quad -\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ (5)

Σημείωσις. Αὐτιστρόφως, ἐὰν κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου (3) εὑρώμενον ἀρνητικὴν τιμὴν διὰ τὸ π' , τοῦτο δειχνύει διὰ τὸ εἴδωλον εἶγαι φανταστικόν.

Σχέσις τῶν μεγεθῶν εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου. Έκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως (2), θέτοντες $A'B' = M'$ καὶ $AB = M$ (ενθα M καὶ M' παριστοῦν δύο διμολόγους διαστάσεις τοῦ εἴδωλου καὶ ἀντικειμένου), ἔχομεν:

$$\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi} \quad (6)$$

Ο τύπος οὗτος εἶναι γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ κοῖλα κάτοπτρα καὶ εἰς τὰ κυρτά.

Σημείωσις. α') Τὸ εἴδωλον εἶναι ἀνεστραμμένον, ὅταν $\frac{\pi'}{\pi}$ εἶναι θετικόν· δρυθιού δέ, ὅταν $\frac{\pi'}{\pi}$ εἶναι ἀρνητικόν.

β) Τὸ φωτεινὸν σγμεῖον καὶ τὸ εἰδωλόν του κιγοῦνται σταθερῶς κατ' ἀντίθετον φοράν. Συγκατῶνται δὲ δίς, εἰς τὸ κέντρον καὶ εἰς τὴν κερυφήν.

Ἄριθμητικαὶ ἐφαρμογαί.—Α) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 30 ἑκ. πρέπει νὰ τεθῇ ἀντικείμενον, ἵνα τὸ εἴδωλόν του σχηματισθῇ εἰς ἀπόστασιν 50 ἑκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρου;

Ἡ ἀπόστασις π τοῦ ἀντικειμένου δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου

$$\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}, \text{ ἐξ οὐ λαμβάνομεν } \frac{1}{\pi} = \frac{1}{\varphi} - \frac{1}{\pi'} \text{ η } \frac{1}{\pi} = \frac{\pi' - \varphi}{\pi' \varphi}$$

$$\eta \quad \pi = \frac{\pi' \varphi}{\pi' - \varphi}$$

α') Εὰν τὸ εἴδωλον εἶναι πραγματικόν, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi' = +50 \text{ καὶ } \pi = \frac{50 \cdot 30}{50 - 30} = \frac{150}{2} = 75 \text{ ἑκ.}$$

β') Εὰν τὸ εἴδωλον εἶναι φανταστικόν, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi' = -50 \text{ καὶ } \pi = \frac{-50 \cdot 30}{-50 - 30} = \frac{-150}{-8} = +19 \text{ ἑκ. περίπου.}$$

Ωστε τὸ ἀντικείμενον πρέπει νὰ τεθῇ η εἰς ἀπόστασιν 75 ἑκ. η εἰς ἀπόστασιν 19 ἑκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρου.

Β) Εἰς ἀπόστασιν 30 ἑκ. ἀπὸ σφαιρικοῦ κατόπτρου εύρισκεται φωτεινὸν ἀντικείμενον, τοῦ ὅποιου τὸ κάτοπτρον δίδει εἴδωλον τρεῖς φορᾶς μικρότερον. Ζητεῖται τὸ εἶδος καὶ ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου.

Ο τύπος τῶν σχετικῶν μεγεθῶν δίδει:

$$\frac{\pi'}{\pi} = \frac{M'}{M} = \frac{1}{3}, \text{ (διότι } M' = \frac{M}{3}, \text{ συνεπῶς } \frac{M'}{M} = \frac{1}{3}),$$

Ἐξ οὐ λαμβάνομεν: $\pi' = \frac{\pi}{3} = \frac{30}{3} = 10$.

α') Εὰν τὸ εἴδωλον εἶναι πραγματικόν, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi' = +10, \text{ καὶ ἐκ τοῦ τύπου } \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} \text{ λαμβάνομεν}$$

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{\pi' + \pi}{\pi' \pi} \text{ η } \varphi = \frac{\pi \pi'}{\pi + \pi'} = \frac{30 \cdot 10}{30 + 10} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ ἑκ.}$$

Τὸ κάτοπτρον δηλ. εἶναι κοῖλον καὶ η ἐστιακὴ του ἀπόστασις εἶναι 7,5 ἑκ.

β') Εὰν τὸ εἴδωλον εἶναι φανταστικόν, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi' = -10 \quad \text{καὶ} \quad \varphi = \frac{-10 \cdot 30}{-10 + 30} = \frac{-30}{2} = -15 \text{ ἑκ.}$$

Τὸ κάτοπτρον τότε εἶναι κυρτὸν καὶ ἡ ἐστιακή τού ἀπόστασις εἶναι 15 ἑκατ.

Προβλήματα

1ον. Ποία ἡ ἀκτίς καμπυλότητος κοίλου κατόπτρον, εἰς τὸ διοῖον φωτοβόλον σημεῖον τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν 0,5 μ. ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλόν του εἰς ἀπόστασιν 12,5 μ. ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας;

2ον. Φωτοβόλον σημεῖον κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρον, εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτοῦ τετραπλάσιαν τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος. Ποῖος δὲ λόγος τῆς ἀπὸ τοῦ κατόπτρον ἀποστάσεως τοῦ εἴδωλον ἀπὸ τοῦ πρὸς τὴν ἐστιακὴν ἀπόστασιν;

3ον. Μέδεται κάτοπτρον σφραγικὸν κοίλον, ἀκτίνος 5 μ. Εἰς ποίαν ἀπὸ τοῦ κατόπτρον τούτου ἀπόστασιν πρέπει νὰ θέσωμεν φωτοβόλον ἀντικείμενον, διὰ νὰ ἔχωμεν πραγματικὸν εἴδωλον, α) τετράκις μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου, β) τετράκις μικρότερον;

4ον. Νὰ δηλογισθῇ ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις κοίλου κατόπτρον, γνωστοῦ ὅντος ὅτι μικρὰ φωτεινὴ εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ 15 ἑκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρον ἀπέχοντα παρέχει εἴδωλον φαντασικὸν 6 φορᾶς μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

5ον. Λύο κοῖλα κάτοπτρα, ὡς αἱ ἀκτίνες εἶναι 1 μ. καὶ 1.50 μ., κεῖνται ἀπέναντι ἀλλήλων οὕτως, ώστε οἱ ἄξονες αὐτῶν νὰ συμπίπτουν. Η ἀπὸ ἀλλήλων ἀπόστασις τῶν κατόπτρων τούτων εἶναι 3 μ. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ σημεῖον τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς τὸ διοῖον πρέπει νὰ τεθῇ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἵνα τὰ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλα τὰ ὑπὸ τῶν ἐν λόγῳ κατόπτρων παρεχόμενα εἶναι ἴσα.

6ον. Ἐχομεν ἔργαντι ἀλλήλων δύο κάτοπτρα κοῖλα, τῆς αὐτῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως φ. ἑκ., ὡς οἱ κύριοι ἄξονες συμπίπτουν. Αἱ κορυφαὶ τῶν κατόπτρων τούτων ἀπέχουν ἀπὸ ἀλλήλων δ. ἑκ. Νὰ ενδεθῇ η θέσις, εἰς ἣν πρέπει νὰ τεθῇ φωτεινὸν σημεῖον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἵνα τὰ δύο αὐτοῦ εἴδωλα τὰ σχηματιζόμενα ὑπὸ τῶν δύο τούτων κατόπτρων συμπίπτωσιν.

7ον. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ κυριοῦ κατόπτρον πρέπει νὰ τεθῇ

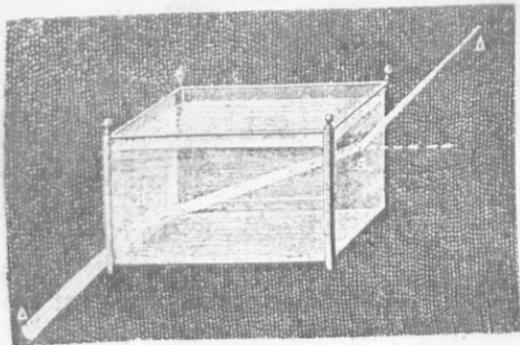
φωτεινὸν ἀντικείμενον, ὅταν τὸ εἰδώλον του εἴηται ἵσος πρὸς τὸ ἡμισυνοῦ
τοῦ ἀντικείμενου;

Σον. Ἀντικείμενον ὑψους 4 ἑκατ. τίθεται παθέτως πρὸς τὸν κύ-
ριον ἀξοναν κνητοῦ κατόπιτον ἑστιακῆς ἀποστάσεως 30 ἑκατ. εἰς ἀπό-
στασιν ἀπ' αὐτοῦ 10 ἑκατ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ θέσης καὶ τὸ μέγεθος τοῦ
εἰδώλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ' ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

30. Προκαταρκτικαὶ ἔννοιαι.—“Οταν φωτεινὴ ἀκτὶς μεταβαίνῃ
πλαγίως ἔξι ἐνδὸς διαφανοῦς μέσου εἰς ἄλλο διαφόρου φύσεως, ἀλλάσσει
ἀποτόμως διεύθυνσιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο μέ-
σων. Αἱ δύο πορεῖαι τοῦ φωτός, αἱ δόποια εἰς ἕκαστον μέσουν εἶναι
κεχωρισμένως εὐθύγραμμοι, δὲν εὑρίσκονται ἐπ' εὐθείας.

Ἡ ἀπότομος μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως, ἢν ὑφίσταται
φωτεινὴ ἀκτὶς, ὅταν διέρχεται διὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρι-
σμοῦ δύο διαφανῶν μέσων, καλεῖται διά-
θλασις.



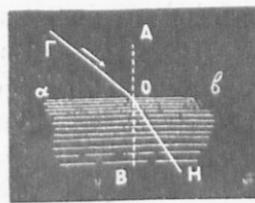
Σχ. 43

λεκάνην πλήρη ὑδατος οὕτως, ὥστε ἡ δέσμη νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ ταύ-
της πλαγίως (σχ. 43). Ἡ δέσμη φωτίζει τὸν αἰωρούμενον εἰς τὸν ἀέρα
κνοιορτὸν καὶ σημειώνει τοιουτούρως τὴν ὁδὸν τὴν δόποιαν ἀκολου-
θεῖ. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι αὕτη εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ δια-
θεῖ.

θλάται κατόπιν, ἔξερχομένη ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἄέρα, διαθλάται κατ' ἀντίστροφον φορὰν καὶ λαμβάνει διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀρχικήν.

Ἐστω αὖτις ἡ ἐπιφάνεια τοῦ χωρισμοῦ δύο διαφανῶν μέσων διαφόρου φύσεως, π. χ. ἀέρος καὶ ὕδατος (σχ. 44). Ακτίς τις προσπίπτουσα, π. χ. ἡ ΓΟ, ἡ ὅποια συναντᾷ πλαγίως τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην, εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ πλησιάζουσα πρὸς τὴν προέκτασιν τῆς καθέτου ΑΟ. Καλοῦμεν ἐπίπεδον προσπτώσεως τὸ ἐπίπεδον, τὸ δόποιον προσδιορίζεται ὑπὸ τῆς προσπτούσης ἀκτίνος ΓΟ καὶ τῆς καθέτου ΑΟ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως. Γωνία προσπτώσεως εἶναι ἡ γωνία ΓΟΑ τῆς προσπτούσης ἀκτίνος μετὰ τῆς καθέτου.

Γωνία δὲ διαθλάσεως εἶναι ἡ γωνία ΗΟΒ τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος ΟΗ μετὰ τῆς καθέτου ΟΒ.



Σχ. 44

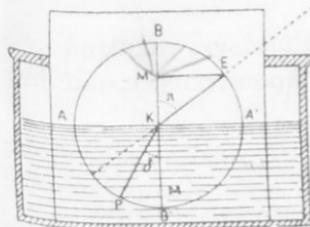
31. Αντίστροφος ἐπάνοδος τοῦ φωτός.—Ἐὰν δι' ἐπιπέδου κατόπτρου ἀποστείλωμεν πάλιν τὴν φωτεινὴν δέσμην ἐντὸς τοῦ δευτέρου μέσου κατὰ τὴν ΗΟ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη ἀκολουθεῖ εἰς τὸ πρῶτον μέσον τὴν διεύθυνσιν ΟΓ. Δηλ. ἡ τροχιά, τὴν ὅποιαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς, δὲν ἔξαρτάται ἐκ τῆς φορᾶς τῆς διαδόσεως

καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἀντίστροφου ἐπανόδου τοῦ φωτὸς ἐφαρμόζεται εἰς τὴν διάθλασιν, ὅπως καὶ εἰς τὴν ἀνάκλασιν.

32. Νόμοι τῆς διαθλάσεως.

Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως ὑπόκειται εἰς δύο νόμους.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τοὺς νόμους τούτους χρησιμοποιοῦμεν ἐν φύλλον καρτονίου λευκοῦ ἐφηρμοσμένου ἐπὶ σανίδος, ἐπὶ τοῦ ὅποίου καράσσομεν περιφέρειαν μὲ δύο διαμέτρους καθέτους πρὸς ἄλλήλας ΑΑ' καὶ ΒΒ'. Προσηλώνομεν μίαν καρφίδα εἰς τὸ κέντρον Κ καὶ δύοις καρφίδαις εἰς ἐν οιονδήποτε σημεῖον Ρ τῆς περιφερείας (σχ. 45) κάτωθεν τῆς διαμέτρου ΑΑ'.



Σχ. 45

Βυθίζομεν κατόπιν τὴν σανίδα ἐντὸς τοῦ ὕδατος περιφέρειαν μὲ δύο διαμέτρους καθέτους πρὸς ἄλλήλας ΑΑ' καὶ ΒΒ'. Προσηλώνομεν μίαν καρφίδα εἰς τὸ κέντρον Κ καὶ δύοις καρφίδαις εἰς ἐν οιονδήποτε σημεῖον Ρ τῆς περιφερείας (σχ. 45) κάτωθεν τῆς διαμέτρου ΑΑ'.

λεκάνης, μέχρις ότου ή διάμετρος ΑΑ' ενδεθῇ εἰς τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὄντος.

Ο δρομαλιός, τοποθετηθεὶς ἐντὸς τῆς γωνίας ΒΚΑ', βλέπει τὴν καρφίδα Ρ εἰς τὴν φαινομένην θέσιν της. Προσηλώνομεν τότε διοιαν καρφίδα εἰς τὸ σημεῖον Ε, εἰς τὸ δροῦον ή εὐθεῖα ή ἐνοῦσα τὸν δρομαλιὸν μετὰ τῆς καρφίδος Ρ τέμνει τὴν περιφέρειαν.

Αἱ κεφαλαὶ τῶν καρφίδων Κ καὶ Ε καθὼς καὶ ή γραμμὴ ΚΡ ενδίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καὶ φαίνονται ὅτι ενδίσκονται ἐπ' εὐθείας. Ἐξάγομεν κατόπιν τὴν σανίδα ἐκ τοῦ ὄντος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι αἱ κεφαλαὶ τῶν τριῶν καρφίδων Ρ, Κ καὶ Ε δὲν ενδίσκονται ἐπ' εὐθείας. Σύρομεν τὴν ἀκτίνα ΕΚ (προσπίπτουσα ἀκτίς) καὶ τὴν ἀκτίνα PK (διαθλωμένη ἀκτίς). Η γωνία BKE εἶναι ή γωνία τῆς προσπτώσεως π., ή δὲ γωνία PRK' εἶναι ή γωνία τῆς διαθλάσεως δ. Ἐὰν φέρωμεν ἐκ τῶν σημείων Ε καὶ Ρ καθέτους ἐπὶ τὴν BB', διαπιστοῦμεν ὅτι τὰ μήκη Μ'Ε καὶ ΡΜ τῶν καθέτων τούτων (ἡμίτονα τῶν δύο γωνιῶν) ενδίσκονται ὑπὸ τὴν σχέσιν 4 : 3. Η σχέσις αὗτη καλεῖται δείκτης διαθλάσεως τοῦ ὄντος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (εἶναι δὲ ή αὐτή, οἰονδίποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον Ρ τῆς περιφερείας).

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως :

Α' νόμος.—Η διαθλωμένη ἀκτίς ενδίσκεται εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως.

Β' νόμος.—Διὰ δύο ώρισμένα μέσα ὑπάρχει σταθερὰ σχέσις μεταξὺ τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

Η σταθερὰ αὕτη σχέσις, ἥτις, ὡς εἴπομεν, καλεῖται καὶ δείκτης διαθλάσεως τοῦ δευτέρου μέσου ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος ν. Ἐχομεν λοιπὸν $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu$ ή $\eta\mu\pi = \nu.\eta\mu\delta$.

33. Περίπτωσις, καθ' ἥν τὸ φῶς διέρχεται ἀπὸ ἑνὸς μέσου εἰς ὄλλο διαδλαστικότερον.—Οταν μία φωτεινὴ ἀκτίς διέρχεται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὄπλον ἥ εἰς τὸ ὄντος, ή γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι μεγαλυτέρα τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως καὶ ή διαθλωμένη ἀκτίς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον. Λέγομεν τότε ὅτι τὸ δεύτερον μέσον εἶναι

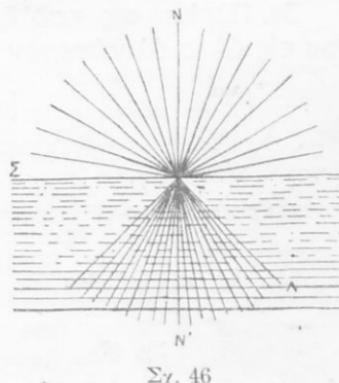
διαθλαστικώτερον τοῦ πρώτου. Ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως ν είναι ἐν τῇ περιπτώσει ταύτη μεγαλύτερος τῆς μονάδος. Τοῦτο π.χ. συμβαίνει, ὅταν τὸ φῶς διέρχεται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ ($\nu = \frac{4}{3}$), ή ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑαλὸν ($\nu = \frac{3}{2}$).

⁷Ἐκ τῶν ὑγρῶν τὰ διαθλαστικώτερα είναι: ὁ τετηγμένος φωσφόρος, ὁ θειοῦχος ἀνθρακή, ἡ ἀνιλίνη, ἡ φαινόλη, ἡ βενζόλη, τὸ οινόπνευμα, ὁ αἰθήρ καὶ τέλος τὸ ὕδωρ.

⁸Ἐκ τῶν στερεῶν, τὰ διαθλαστικώτερα είναι: ὁ ἀδάμας, ὁ φωσφόρος, τὸ θεῖον καὶ οἱ πολύτιμοι λίθοι (ρουβίδιον, τοπάζιον κτλ.), τελευταῖος δὲ ὁ πάγος.

Τὸ σχῆμα 46 παριστᾶ τὴν διάθλασιν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων, αἵ δποιαι διέρχονται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς NI, κάθετος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ, συνεχίζει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν τῆς. Πᾶσα ἀκτὶς πλαγία ἀνακλᾶται ἐν μέρει καὶ τὸ μὴ ἀνακλώμενον φῶς διαθλᾶται πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ ἀκτὶς SI, ἡ δποία είναι πολὺ πλησίον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν IL, ἥτις, καθὼς θὰ μάθωμεν βραδύτερον, ἀντιστοιχεῖ εἰς γωνίαν διαθλάσεως περίπου 48°. Ἡ γωνία αὗτη τῶν 48° καλεῖται ὁρικὴ γωνία τῶν ἀκτίνων, αὕτινες εἰσέρχονται εἰς τὸ ὕδωρ.

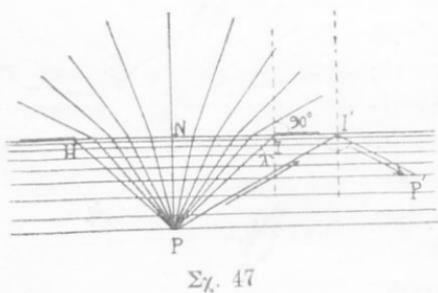
Μὲ ἄλλους λόγους, τὸ εἰς τὸ σημεῖον I προσπίπτον φῶς, τὸ δποίον εἰς τὸν ἀέρα περιλαμβάνεται ἐντὸς τῆς ὁρθῆς γωνίας NIΣ, ἀνακλᾶται ἐν μέρει καὶ ἐν μέρει διαθλᾶται τὸ τελευταῖον τοῦτο μέρος συγκεντρώνεται ἐντὸς τῆς ὁρείας γωνίας N'IL, ἥτις ἰσοῦται μὲ 48°. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ σχῆμα περὶ τὴν κάθετον NN', τὰ αὗτὰ ἀποτελέσματα ἐπαναλαμβάνονται εἰς ὅλας τὰς θέσεις καὶ δυνάμεθα νὰ συναγάγωμεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ φωτός, τοῦ προσπίπτοντος εἰς τὸ I καὶ εἰσδύοντος εἰς τὸ ὕδωρ, συγκεντρώνεται εἰς τὸν κῶνον τὸν γραφόμενον ὑπὸ τῆς ὁρικῆς γωνίας N'IL.



Σχ. 46

Σημείωσις. Η δρική γωνία Δ αντιστοιχεῖ εἰς γωνίαν προσπέρσεως 90° , τῆς όποιας τὸ ήμιτονον εἶναι 1. Έχομεν λοιπὸν $\frac{1}{\eta\mu\Delta} = \gamma$, ἐξ τῆς $\eta\mu\Delta = \frac{1}{\gamma}$. Εἰς τὴν προηγουμένην μερικὴν περίπτωσιν διαθλάσεως ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὑδωρ, $\gamma = \frac{4}{3}$ καὶ συγεπῶς $\eta\mu\Delta = \frac{3}{4}$, τὸ όποιον εἶναι ήμιτονον τῆς γωνίας 48° . Διὰ τὴν διάθλασιν ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν υαλον, $\gamma = \frac{3}{2}$ καὶ $\eta\mu\Delta = \frac{2}{3}$, διότε εἶναι ήμιτονον τῆς γωνίας 42° .

34. Περίπτωσις, καθ' ἥν τὸ φῶς διέρχεται ἀπὸ ἑνὸς μέσου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον διαθλαστικόν.—Ολικὴ ἀνάκλασις.



Σχ. 47

Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ δεύτερον μέσον, δηλ. ὁ ἀέρος, εἶναι ὀλιγώτερον διαθλαστικὸν ἀπὸ τὸ πρῶτον.

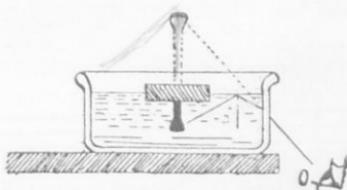
Ἐστω φωτεινὸν σημεῖον P (σχ. 47) ἐντὸς τοῦ ὄχατος. Ἐκ τῶν ἀκτίνων τῶν ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ P, ἡ ἀκτὶς PN, ἦτις ἀκολουθεῖ τὴν κάθετον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ τοῦ ὄχατος καὶ τοῦ ἀέρος, ἔξερχεται ἀνευ ἐκτροπῆς. Αἱ ἀκτίνες αἱ ὀλίγον πλαγίως προσπίπτουσαι ὑφίστανται συγχρόνως μερικὴν ἀνάκλασιν ἐντὸς τοῦ ὄχατος καὶ μερικὴν διάθλασιν εἰς τὸν ἀέρα μετὰ ἐκτροπῆς.

Μία ἀκτὶς, ὡς π. χ. ἡ PI, ἡ ὅποια σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν 48° , ἔξερχεται ἐφαπτομένη τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ. Ήσσα ἀκτὶς PI', πέραν τῆς PI, προσπίπτει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ ὑπὸ γωνίαν προσπέρσεως μεγαλυτέραν τῶν 48° . Αὗτη δὲν δύναται νὰ διαθλασθῇ εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἀνακλᾶται ἐξ ὀλοκλήρου, διπλῶς ἐπὶ τελείως ἐπιπέδου κατόπτρου, ἀκολουθῶς τὸν νόμους τῆς

“Οταν μία φωτεινὴ ἀκτὶς διέρχεται ἐκ τοῦ ὄχατος εἰς τὸν ἀέρα ἢ ἐκ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα, ἡ γωνία τῆς προσπέρσεως εἶναι μικροτέρα τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως καὶ αἱ ἀκτίνες, αἱ ὅποιαι ἔξερχονται ἐκ τοῦ ὄχατος ἢ τῆς ὑάλου, ἀπομακρύνονται τῆς καθέτου.

κανονικῆς ἀνακλάσεως· λέγομεν τότε, ὅτι αὕτη ὑφίσταται ὄλικὴν ἀνάκλασιν, διότι ὅλον τὸ φῶς τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος PI' ἀνευρίσκεται εἰς τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα I'P'.

Πείρα ματος: Κάτωθεν δίσκου ἐκ φελλοῦ ἔχοντος ἀκτῖνα 45 περίου χιλιοστῶν ἐμπηγγύομεν ἥλον κατακορύφως εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου οὕτως, ὥστε τὸ ἔκτος τοῦ φελλοῦ μέρος τοῦ ἥλου νὰ ἔχῃ μῆκος περίου 35 χιλιοστῶν, καὶ ἀφίνομεν τὸν φελλὸν νὰ ἐπιπλέῃ ἐπὶ ὕδατος περιεχόμενου εἰς ὕαλίνην λεκάνην (σχ. 48). Συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω διαστάσεις (ὑπολογιζομένου εἰς 5 χιλιοστὰ τοῦ πάχους τοῦ βυθίζομένου μέρους τοῦ φελλοῦ) αἱ ἀκτῖνες, αἱ ἔκπεμπτόμεναι ὑπὸ τοῦ ἥλου καὶ συναντῶσαι τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἔκτος τοῦ δίσκου, σχηματίζουν γωνίας προσπτώσεως μεγαλυτέρας τῆς δορικῆς (48°) συνεπῶς εἰναι ἀδύνατον νὰ ἰδωμεν τὸν ἥλον διὰ διαθλάσεως, ὅποιαδήποτε καὶ ἀν εἰναι



Σχ. 48

ἡ θέσις τοῦ ὁρθαλμοῦ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἄλλος ἐὰν φέρωμεν τὸν ὁρθαλμὸν κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας ταύτης, π. χ. εἰς τὸ O, θὰ δεχθῶμεν τὰς ἀκτῖνας, αἱ ὅποιαι ὑφίστανται τὴν ὄλικὴν ἀνακλασιν, καὶ θὰ ἰδωμεν δι' ἀνακλάσεως ὑπεράνω τοῦ δίσκου εἴδωλον τοῦ ἥλου καὶ ἔμφασιν.

35. Ἀτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμός.—Ο ἀτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμὸς εἰναι ὀπτικὴ ἀπάτη, ἔνεκα τῆς ὅποιας βλέπομεν τὰ εἴδωλα ἀπομεμαρυσμένων ἀντικειμένων ἀνεστραμμένα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται συνήθως εἰς τὰς θερμὰς χώρας καὶ ἴδιως εἰς τὰς ἀμμόδεις πεδιάδας τῆς Αιγύπτου· τὸ ἔδαφος φαίνεται τότε ὡς λίμνη, ἐπὶ τῆς ὅποιας ἀνακλῶνται τὰ δένδρα καὶ τὰ πέριξ τοπία.

Τὸ φαινόμενον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ κατοπτρισμοῦ προέρχεται ἐξ ὄλικῆς ἀνακλάσεως, παραγομένης ἐπὶ τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια ενδίσκονται πλησίον τοῦ ἔδαφους καὶ τὰ ὅποια ἔχουν ισχυρῶς θερμανθῆ ὑπὸ τοῦ ἥλιου.

“Οταν δὲ ἡ ἀήρ εἰναι ἥρεμος, τὰ ἀεριώδη στρῶματα, θερμαινόμενα ὑπὸ τοῦ καυστικοῦ ἔδαφους, δύνανται νὰ λάβουν μέχρις ὀρισμένου

νῦψους πυκνότητα καὶ διαθλαστικότητα, αἱ δποῖαι εἶναι μικρότεραι τῆς τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων καὶ αἱ δποῖαι ἐλαττοῦνται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Παρατηρήσεις εὑρισκόμενος εἰς τοιοῦτον μέρος βλέπει ἐν σημεῖον Α ἀντικειμένου τινὸς ἀπὸ εὐθείας (σγ. 49). Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ σημείου τούτου Α, αἱ δποῖαι προσπίπτουν πλαγίως ἐπὶ τῶν ὀλιγώτερον διαθλαστικῶν στρωμάτων ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἀπομακρύνονται βαθμηδὸν τῶν καθέτων εἰς τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως. Ἐνεκα τούτου ἡ τροχιὰ τῆς δέσμης γίνεται καμπύλη, ἔχουσα τὴν κοιλότητα ἐστραμμένην πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπὶ στρώματος εὑρισκομένου πλησίον τοῦ ἔδαφους ἡ πρόσπτωσις εἶναι ἀρκετὰ πλαγία, ὥστε νὰ συμβῇ δική ἀνακλασίς εἰς τὸ Ο. Τότε ἡ ἀνακλασθεῖσα δέσμη ἀνορθοῦται, ἀκολούθησα τὴν κοιλιὰν σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς πρώτης ὡς πρὸς τὴν κατακόρυφον τοῦ σημείου Ο. Τοιουτοτρόπος



Σγ. 49

πως φθάνει εἰς τὸν παρατηρήσην, τὸν δποῖον ἡ θέα τοῦ σημείου Α καὶ τοῦ συμμετρικοῦ εἰδώλου του Α' κάμνει νὰ πιστεύσῃ, ὅτι εὑρίσκεται πρὸς ὑγρᾶς ἀνακλώσης ἐπιφανείας.

‘Ο κατοπτρισμὸς παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ὅταν ἀλλή θερμαίνεται εἴς ἐπαφῆς μετὰ τοῦ ὕδατος.

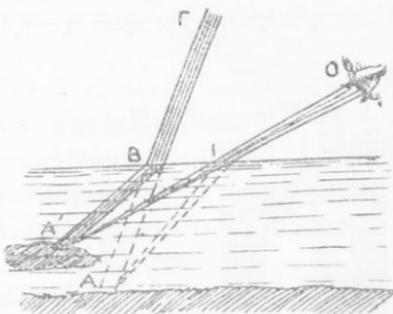
36. Κυριώτερα φαινόμενα όφειλόμενα εἰς τὴν διάδλασιν.—
α) Φαινομένη ἀνύψωσις τῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐμβαπτισμένων σωμάτων. Συνεπείᾳ τῆς διαθλάσεως, ἀντικειμένον τι, τὸ δποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, φαίνεται γενικῶς πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἀπὸ ὅσον εἶναι πραγματικῶς.

Ἐστω π.χ. οάρδος βυθισμένη εἰς τὸ ὕδωρ (σγ. 50) καὶ θεωρή-

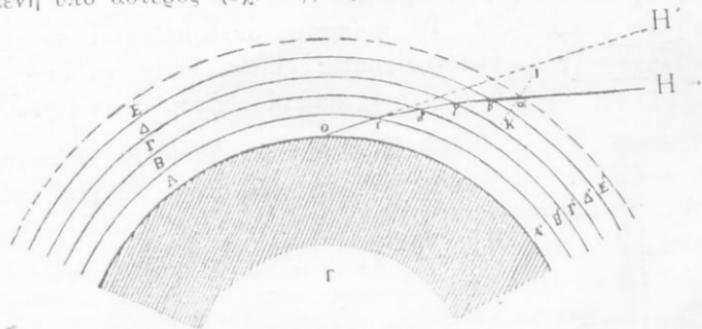
σωμεν δέσμην φωτεινήν ἐκπεμπομένην ἐκ σημείου Α τοῦ βυθισμένου αὐτῆς μέρους. Αἱ ἀκτῖνες, αἱ δύοιαι συνιστοῦν τὴν δέσμην ταύτην, ἔξερχόμεναι ἐκ τοῦ ὄντος εἰς τὸν ἀέρα, ἀπομακρύνονται τῆς καθέτου καὶ αἱ προεκτάσεις τῶν διαθλωμάτων ἀκτίνων τέμνονται εἰς τι σημείον Α', τὸ δόποιον ἀπέχει ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν διλιγνώτερον ἀπὸ τὸ σημείον Α. Ἐπειδὴ δὲ ἔκαστον σημείον τοῦ βυθισμένου μέρους φαίνεται καθ' ὅμοιον τρόπον ενδισκόμενον πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὄντος, ἡ ορθόδος φαίνεται ὡς ὅμωσμένη εἰς τὸ σημείον, κατὰ τὸ δόποιον εἰσέρχεται εἰς τὸ ὄντο.

β) Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. Εἶναι γνωστὸν ὅτι τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ δόποια

συνιστοῦν τὴν ἀτμόσφαιραν, εἶναι τόσον πυκνότερα, ὅσον πλησιέστερον ενδισκοῦνται πρὸς τὸ ἔδαφος καὶ ὅτι ἡ διάθλασις αὐξάνεται μετὰ τῆς πυκνότητος τοῦ ἀερίου. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἀκτίς τις, ἐκπεμπομένη ὑπὸ ἀστέρος (σχ. 51), ὑφίσταται, διαδιδομένη ἐντὸς τῆς



Σχ. 50



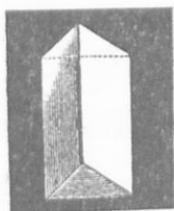
Σχ. 51

ἀτμοσφαιρίας, σειρὰν ἐκτροπῶν, αἱ δόποιαι τὴν πλησιάζουν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὴν κάθετον. Ἔνεκα τούτου παρατηρητὴς ενδισκόμενος εἰς τὸ Ο βλέπει τὸν ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν Οε τῆς τελευταίας διαθλωμάτης ἀκτίνος. Οἱ ἀστέρες ἐμφανίζονται λοιπὸν εἰς τὸν δορίζοντα μᾶλλον ἀνύψωμένοι ἀπὸ διτι πράγματι εἶναι.

Σημείωσις. "Ενεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως βλέπομεν κατὰ τὴν ἀνατολὴν τὸν ἥλιον δόξαληρον, προτοῦ ἀκόμη τὸ ἀνώτερον μέρος του ἀναδύσῃ ὑπὲρ τὸν ὄρεῖσοντα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ κατὰ τὴν δύσιν, ἐνῷ δὲ ἥλιος εὑρίσκεται ὑπὸ τὸν ὄρεῖσοντα, φαίνεται ἐπὶ δύρισμένον χρόνον ὑπεράγω αὐτοῦ. Διὰ τῶν δύο τούτων ἀνυψώσεων τοῦ ἥλιου ή διάρκεια τῆς ἡμέρας αὐξάνεται.

ΠΡΙΣΜΑΤΑ

37. Όρισμοί.—Πρᾶσμα καλοῦμεν εἰς τὴν Ὀπτικὴν πᾶν διαφανὲς μέσον, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο ἐπιπέδων ἑδρῶν μὴ



Σχ. 52

παραλλήλων. Ἡ τομὴ τῶν δύο τούτων ἐπιπέδων ἑδρῶν εἶναι ή διαθλαστικὴ ἀκμὴ τοῦ πρίσματος, ή δὲ ὑπὸ αὐτῶν σχηματιζομένη δίεδρος γωνία εἶναι ή διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος. Ἡ τοίτη ἔδρα, κατασκευαζομένη παραλληλος πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκμήν, εἶναι ή βάσις τοῦ πρίσματος. Δύο ἔδραι κάθετοι πρὸς τὰς ἀκμὰς περατοῦν τὸ πρίσμα (σχ. 52).

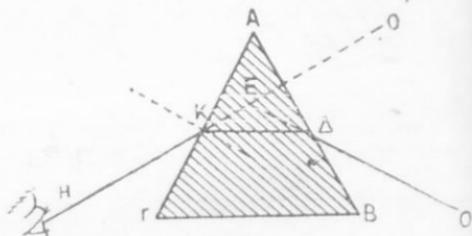
Πᾶσα τομὴ κάθετος ἐπὶ τῆς διαθλαστικῆς ἀκμῆς τοῦ πρίσματος καλεῖται **κυρία τομὴ** τοῦ πρίσματος.



Σχ. 53

Τὰ πρίσματα συναρμόζονται συνήθως ἐπὶ ὑποστηρίγματος οὕτως, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὰ οἰανδήποτε θέσιν (σχ. 53).

38. Πορεία τῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ πρίσματος.—Ἐστω ΑΒΓ κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος



Σχ. 54

(σχ. 54) καὶ ΟΔ προσπίπτουσα ἀκτίς. Ἡ ἀκτίς αὗτη, εἰσδύνουσα εἰς τὴν ὕαλον, ή δποία εἶναι διαθλαστικωτέρα τοῦ ἀέρος, διαθλάτα

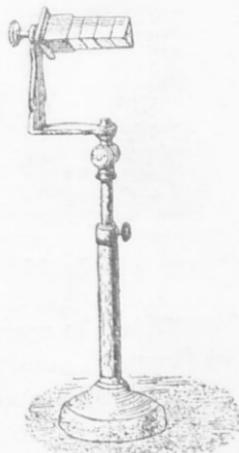
πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΔΚ.

Εἰς τὸ Κ, ἐὰν ἡ ἀκτὶς σχηματίζῃ μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν μηκοτέραν τῆς ὁρικῆς (42°), ὑφίσταται νέαν διάθλασιν· καὶ ἐπειδὴ διέρχεται εἰς μέσον ὀλιγώτερον διαθλαστικόν, ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΚΗ.

Αἱ ἀκτῖνες λοιπὸν διερχόμεναι διὰ τοῦ πρίσματος διαθλῶνται δὶς πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι δὲ ὁ φθαλμός, ὃς τις θὰ δεχθῇ τὰς ἔξερχομένας ἀκτῖνας, θὰ ἴδῃ τὸ σημεῖον Ο εἰς τὸ Ο' ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων καὶ ἀνυψωμένον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκμὴν τοῦ πρίσματος. Τὸ σημεῖον Ο' εἶναι τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον τοῦ σημείου Ο. Ἡ γωνία ΟΕΟ' ἡ σχηματίζομένη ὑπὸ τῆς προεκτάσεως τῆς ἔξερχομένης ἀκτίνος ΚΗ μετὰ τῆς προεκτάσεως τῆς προσπιπτούσης ΟΔ καλεῖται ἐκτροπή.

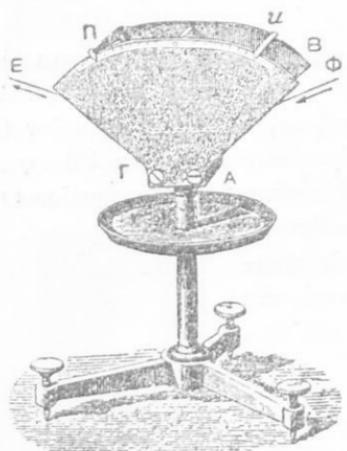
39. Μεταβολαι τῆς ἐκτροπῆς.—α) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως. Πολύπορισμα. Οὗτῳ καλεῖται πρᾶσμα, τὸ διποίον συνίσταται ἐκ πολλῶν μικρῶν πρισμάτων τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς γωνίας, ἦνωμένων διὰ τῶν κυρίων αὐτῶν τομῶν (σχ. 55). Τὰ πρίσματα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐξ οὐσιῶν ἀνίσως διαθλαστικῶν: ύάλου, μολυβδυάλου, ὀρείας κρυστάλλου κτλ. Παρατηροῦντες εὑνθεῖαν γραμμὴν διὰ μέσου τοῦ πολυπρίσματος, βλέπομεν τὰ μέρη αὐτῆς εἰς ὥψη διάφορα. Τὴν μεγίστην ἐκτροπὴν παρέχει ἡ μολυβδύαλος, τῆς δοπίας καὶ δείκτης διαθλάσεως εἶναι δὲ μέγιστος.

β) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος. Πρᾶσμα μεταβλητῆς γωνίας. Ἐπὶ ποδὸς φέροντος ἵσοπεδωτικοὺς κοχλίας στηρίζονται δύο δοειχάλκινα τριγωνικὰ ἐλάσματα Β καὶ Γ (σχ. 56) παράλληλα, μεταξὺ τῶν διποίων δύνανται νὰ ὀλισθαίνουν καλῶς ἐφαρμοζόμεναι δύο ὑάλιναι πλάκες Π καὶ Σ. Χύνοντες μεταξὺ τῶν δύο τούτων πλακῶν διαφανές τι ὑγρὸν καὶ κλίνοντες αὐτὰς περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον, λαμβάνομεν πρᾶσμα μεταβλητῆς γωνίας. Ἐὰν δεχθῶμεν φωτεινήν



Σχ. 55

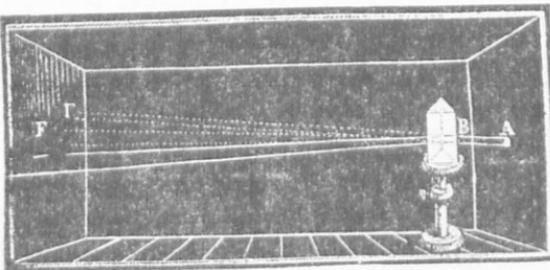
τίνα ἀκτῖνα Φ ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν δύο τούτων πλακῶν, κλίνωμεν δὲ περισσότερον ἢ διλιγότερον τὴν ἄλλην, βλέπομεν δτι, ὅταν ἡ γωνία τοῦ πρίσματος τοιουτορόπως αὐξάνεται, καὶ ἡ ἐκτροπὴ συναυξάνεται.



Σχ. 56

Ἐὰν ἡδη στρέψωμεν τὸ ὑποστήριγμα τοῦ πρίσματος οὕτως, ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ μικρὸν κατὰ μικρὸν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὸ εἰδώλον πλησιάζον βαθμηδὸν πρὸς τὸ Γ. Ἐὰν δημος ἀπό τινος θέσεως Ε τοῦ εἰδώλου ἔξακολουθήσωμεν ἐλαττοῦντες τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὴν δέσμην ἐπιστρέψουσαν πάλιν πρὸς τὸ σημεῖον Δ. Ἡ ἐκτροπὴ λοιπὸν γίνεται ἐλαχίστη διώροισμένην τιμὴν τῆς γωνίας προσπτώσεως. Εὑρίσκεται δὲ καὶ πειραματικῶς καὶ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ δτι ἡ ἐκτροπὴ γίνεται ἐλαχίστη, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως π ἔξισισθῇ πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἀναδύσεως π'.

γ) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Ἐὰν ἀφῆσωμεν νὰ εἰσέλθῃ εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ κατακορύφου σχισμῆς δέσμη ἀκτίνων μονοχρόδου φωτὸς ΑΒ (φωτὸς π. χ. ἥλιακοῦ διαπερῶντος ἐρυθρὰν ὄντα) (σχ. 57), αὗτη σχισματίζει ἐπὶ πετάσματος εἰδώλον τῆς σχισμῆς εἰς τὸ Γ. Ἐὰν δημος παρενθέσωμεν εἰς τὴν δίοδον αὐτῆς κατακόρυφον πρίσμα, ἡ δέσμη ἔξερχομένη τοῦ πρίσματος ἐκτοπέται πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ, σχηματίζουσα τὸ εἰδώλον τῆς δύπης εἰς τὸ Δ. Ἡ ἀπόστασις ΓΔ παριστᾶ ἐνταῦθα τὴν ἐκτροπήν.



Σχ. 57

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

δποίαν λαμβάνει τότε τὸ πρᾶσμα, καλεῖται Νευτωνικὴ θέσις τοῦ πρίσματος.

40. Τύποι τοῦ πρίσματος.—Ἡ ἑκτροπὴ ἀκτῖνος διερχομένης διὰ πρίσματος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν γωνιῶν τῆς προσπτώσεως (π) καὶ ἀναδύσεως (π') ἡλιαττωμένον κατὰ τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος (Α). Διότι ἡ γωνία Ι'ΚΖ (σχ. 58) καὶ ἡ γωνία Α εἶναι ἵσαι ὡς ὅξειαι ἔχουσαι τὰς πλευράς των καθέτους. Ἀλλ ἡ γωνία Ι'ΚΖ ὡς ἔξωτερικὴ γωνία τοῦ τριγώνου Π'Κ ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα $\delta + \delta'$ τῶν δύο ἐντὸς καὶ ἀπέναντι γωνιῶν. Ἐπομένως ἔχομεν

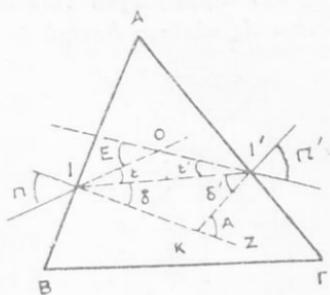
$$A = \delta + \delta' \quad (1)$$

Ἀφ ἑτέρου, ἡ γωνία τῆς ἑκτροπῆς Ε, ὡς ἔξωτερικὴ τοῦ τριγώνου ΙΟΙ', ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα $\epsilon + \epsilon'$ τῶν δύο ἐντὸς καὶ ἀπέναντι γωνιῶν, ἥτοι $E = \epsilon + \epsilon'$ (2). Ἀλλὰ $\epsilon = OIK - \delta$ ἢ $\epsilon = \pi - \delta$ (διότι $OIK = \pi$ ὡς κατὰ κορυφήν). Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ $\epsilon' = \pi' - \delta'$. Ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (2), λαμβάνομεν $E = \pi - \delta + \pi' - \delta'$ ἢ $E = \pi + \pi' - (\delta + \delta')$. Καὶ ἐπειδὴ $\delta + \delta' = A$, ἔχομεν

$$E = \pi + \pi' - A. \quad (3)$$

Ἐὰν ἡ διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος, καθὼς καὶ ἡ γωνία προσπτώσεως, εἶναι δὲλγιγάντια, αἱ γωνίαι δ , δ' καὶ π' θὰ εἶναι ἐπίσης πολὺ μικραί. Δυνάμεθα τότε νὰ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὰς σχέσεις $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = v$ καὶ $\frac{\eta\mu\pi'}{\eta\mu\delta'} = v'$ τὰ ἡμίτονα διὰ τῶν γωνιῶν καὶ θὰ ἔχωμεν $\frac{\pi}{\delta} = v$ ἢ $\pi = \delta \cdot v$ καὶ $\frac{\pi'}{\delta'} = v'$ ἢ $\pi' = \delta' \cdot v'$. Ἐπομένως $\pi + \pi' = \delta v + \delta' v'$ ἢ $\pi + \pi' = v(\delta + \delta')$ ἢ $\pi + \pi' = v \cdot A$, (ἐπειδὴ $\delta + \delta' = A$). Εἰσάγοντες τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ $\pi + \pi'$ εἰς τὴν ἔξισωσιν (3), λαμβάνομεν $E = vA - A$ ἢ $E = A(v - 1)$. (Τύποι τῶν μικρῶν πρίσματων).

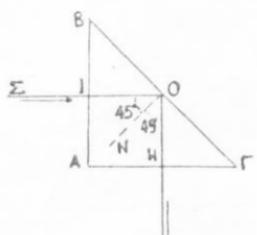
Ἡ ἔκφραστς αὗτη δεικνύει, ὅπως ἔχομεν μάθει, ὅτι διὰ πρίσματα τῆς αὐτῆς φύσεως καὶ διὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν προσπτώσεως ἡ



Σχ. 58

έκτροπη ανέγνεται μετά της διαθλαστικής γωνίας τοῦ πρίσματος. Δευτέρης έχει σημασία, ότι, διὰ πρίσματα της αυτῆς διαθλαστικής γωνίας καὶ διὰ τὴν αυτὴν γωνίαν προσπτώσεως, ή έκτροπή ανέγνεται μετά τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως.

41. Έφαρμογαὶ τῶν πρισμάτων.— Τὰ πρίσματα χρησιμοποιοῦνται εἰς πλεῖστα δύτικὰ ὅργανα· ἀποτελοῦν π. χ. τὸ οὖσιῶδες μέρος τῶν φωτεινῶν θαλάμων τῶν σχεδιαστῶν, τῶν φασματοσκοπίων, τὰ δόποια χρησιμεύονταν διὰ τὴν μελέτην τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ φωτὸς διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν κτλ.



Σχ. 59

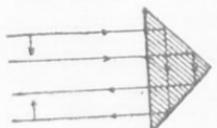
Πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως. Ταῦτα εἶναι πρίσματα ἐξ ὑάλου, τῶν δόποιν τοιούτων η κυρία τομὴ εἶναι τρίγωνον δρομογόνιον ισοσκελές (σχ. 59). Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτίνα ΣΙ προσπίπτουσαν καθέτως ἐπὶ τῆς ἔδρας ΑΒ. Αὕτη εἰσέρχεται εἰς τὸ πρίσμα

ἄνευ ἔκτροπῆς καὶ συνεχίζει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν τῆς μέχρι τῆς ὑποτεινούσης ΒΓ. Ἐκεῖ σηματίζει μετά τῆς καθέτου ΟΝ γωνίαν προσπτώσεως 45° (διότι ἡ γωνία προσπτώσεως $\Sigma ON = B = 45^{\circ}$, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευρὰς καθέτους καὶ οὖσαι ἀμφότεραι ὁρίζεται), ἡ δόποια εἶναι μεγαλύτερα τῆς ὀρικῆς γωνίας τῶν δυναμένων νὰ διαθλασθοῦν εἰς τὸν ἀέρα ἀκτίνων, ἥτις εἶναι περίπου 42° . Ἡ ἀκτὶς ὑφίσταται συνεπῶς ὀλικὴν ἀνακλασιν' καὶ ἐπειδὴ λαμβάνει διεύμηνσιν ΟΗ κάθετον ἐπὶ τὴν ἔδραν ΑΓ (διότι γωνία $IOH = 90^{\circ}$), ἔξερχεται ἄνευ ἔκτροπῆς. Συνεπῶς βλέπομεν τὸ εἴδωλον τοῦ Σ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ΗΟ εἰς σημεῖον συμμετρικὸν σχεδὸν τοῦ Σ ὡς πρὸς τὴν ἔδραν ΒΓ τοῦ πρίσματος.

Παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τοιοῦτον πρίσμα τὸ ἐπίπεδον τῆς ἔδρας ΒΓ χορηγεύει ὡς ἐπίπεδον κάτοπτρον.

Τὸ σχῆμα 60 δεικνύει πῶς ἐνεργεῖ τοιοῦτον πρίσμα διὰ διπλῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως ἀναστρέφον τὸ εἴδωλον.

Τὰ πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως ἀντικαθιστοῦν ἐπωφελῶς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα εἰς τὸν φάρον, εἰς τὰ ὅργανα, τὰ δόποια προβάλλοντα τὰ εἴδωλα διαφανῶν εἰκόνων τοποθετούμενων δριζοντίως κτλ.

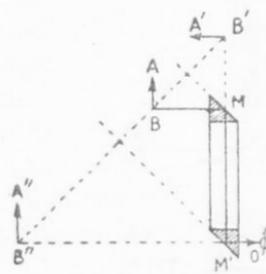


Σχ. 60

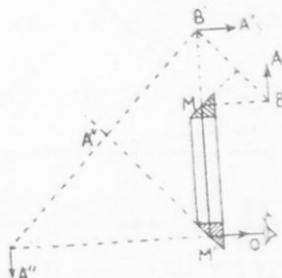
ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟΝ

Τὸ περισκόπιον εἶναι ἐφαρμογὴ τοῦ πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως καὶ ἀποτελεῖ τρόπον τινὰ τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ ὑποβρυχίου. Πράγματι, διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης δύναται τὸ ὑποβρυχίον ἐν καταδύσει εὑρισκόμενον νὰ βλέπῃ τὰ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης συμβάνοντα.

Τὸ περισκόπιον περιλαμβάνει κυρίως δύο πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως M καὶ M' (σχ. 61), τοποθετημένα κατὰ τὰ δύο ἄκρα κατακορύφου σωλῆνος, ὃν φονεῖ τὸ περίπου μέτρων καὶ τομῆς 10 περίπου ἑκατοστομέτρων, τοῦ δροίου τὸ μὲν ἀνώτατον ἄκρον ἔξερχεται ἐκτὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, τὸ δὲ κατώτατον καταλήγει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑποβρυχίου. Οἱ σωλὴν οὗτος δύναται συμπινσόμενος, ὅπως οἱ σωλῆνες τῶν τηλεσκοπίων, νὰ ἀποκρύψῃ τὴν κορυφὴν αὐτοῦ, οὗτοι δὲ ἀποκρύπτεται καὶ τοῦ ὅλου ὑποβρυχίου ή παροντούσια.



Σχ. 61.

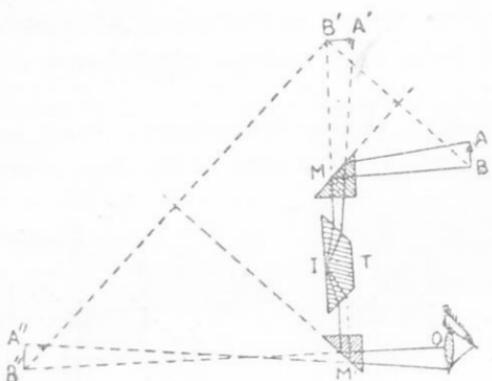


Σχ. 62

Ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον, ὅτι τὰ δύο ταῦτα πρίσματα ἀποτελοῦν τὸν ὅλον ὀπτικὸν μηχανισμὸν τοῦ περισκοπίου. Ἀντικείμενόν τι κατακόρυφον AB (εἰς τὸ σχῆμα εὑρίσκεται τοῦτο πολὺ πλησιέστερον παρὰ εἰς τὴν πραγματικότητα) θὰ παρεῖχε διαδοχικῶς τὰ εἶδωλα $A'B', A''B''$, τὸ τελευταῖον τῶν δροίων θὰ ἔδῃ δὲ παρατηρητής, ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ δροίου τίθεται κατὰ τὸ O .

Παρίσταται ὅμως ἀνάγκη νὰ κατοπτευθῇ ὅλος δὲ δρίζων. Πρὸς τοῦτο, ἂν μόνη ἡ ἀνωτέρω συσκευὴ διετίθετο, θὰ ἔπειτε νὰ μετακινήσῃ τὴν ὀλόκληρος, τῆς κινήσεως δὲ ταύτης νὰ μετέχῃ καὶ δὲ παρατηρητής. Ἀντὶ τούτου ὅμως ἐμεωρῷθη πρακτικώτερον νὰ στρέφεται μόνον τὸ ἀνώτερον μέρος περὶ τὸν ἀξονα τοῦ σωλῆνος, τὸ δὲ κατώτερον πρίσμα M' νὰ παραμένῃ ἀκίνητον. Καὶ δὲ παρατηρητής δὲ ὅμοιώς δύναται τότε νὰ παραμένῃ ἀκίνητος. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει τὰ εἴ-

δωλα τῶν ἀντικειμένων στρέφονται κατὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν μετὰ τοῦ Μ. Διὰ περιστροφὴν 90° , ἡ γραμμὴ τοῦ δρίζοντος ἐμφανίζεται κατακόρυφος· διὰ περιστροφὴν 180° , τὰ κατακόρυφα ἀντικείμενα ἐμφανίζονται ἀνεστραμμένα, ὅπως εἰς τὸ σχ. 62 φαίνεται.



Σχ. 63

κόρυφον ἔξωτερικὸν ἀντικείμενον AB ἀνωρθωμένον κατὰ τὸ A''B''.

Τέλος, διὰ καταλλήλου προσπίπτει ἐπὶ τῆς μᾶς ἔδρας τοῦ πρόσματος τούτου ὑπὸ γωνίαν προσπιώσεως 45° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία τῆς ἀναδύσεως καὶ ἡ ἐκτροπὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτῖνος.

Προβλήματα.

1ον. Πρόσμα διαθλαστικῆς γωνίας 60° ἔχει δείκητρ διαθλάσεως $\frac{1}{2}$. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει ἐπὶ τῆς μᾶς ἔδρας τοῦ πρόσματος τούτου ὑπὸ γωνίαν προσπιώσεως 45° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία τῆς ἀναδύσεως καὶ ἡ ἐκτροπὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτῖνος.

2ον. Ζητεῖται ὁ δείκητρ τῆς διαθλάσεως τῆς οὐσίας πρόσματος, γρωστοῦ δόντος, διὰ ἡ διαθλαστικὴ τὸν γωνία εἶναι 60° καὶ ἡ γωνία τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς (διὰ προσπίπτουσαν φωτ. ἀκτῖνα) ἰσοῦται μὲ 30° .

3ον. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐλαχίστη ἐκτροπὴ πρόσματος ἐξ ὑάλου, τοῦ δούλου ἡ διαθλαστικὴ γωνία $A=60^\circ$ καὶ ὁ δείκητρ διαθλάσεως

$$r = \frac{3}{2} \quad (\text{Λίδεται } \frac{3}{4} = \text{ημ. } 48,5).$$

4ον. Πρόσμα $ABΓ$, τοῦ δούλου ἡ διαθλαστικὴ γωνία εἶναι 33° , δέχεται καθέτος ἐπὶ μᾶς τῶν ἔδρῶν τὸν AB φωτεινὴν ἀκτῖνα $ΦΙ$. Η ἐξιοῦσα ἀκτὶς $ΗΛ$ σχηματίζει μετὰ τῆς προσπιώσης $ΦΚ$ γωνίαν

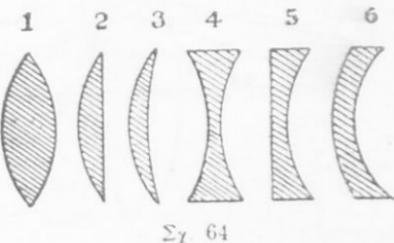
13^ο. Ποῖος εἶναι ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς ὑλῆς τοῦ πρόσματος;

5ον. Εἰς τὴν κυρίαν τομήν πρόσματος διαθλαστικῆς γωνίας 60° προσπίπτει δέσμη φωτεινῶν ἀκτίγρων ὑπὸ γωνίαν 45° . Ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς οὐσίας τοῦ πρόσματος ως πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $\sqrt{2}$. Πόσων μοιδῶν θὰ εἶναι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς;

ΦΑΚΟΙ

42. Ὀρισμοί.—Πᾶν σῶμα διαφανές, τὸ δποῖον περατοῦται εἰς δύο σφαιρικὰς ἐπιφανείας ἢ εἰς μίαν σφαιρικὴν καὶ μίαν ἐπίπεδον, καλεῖται φακός.

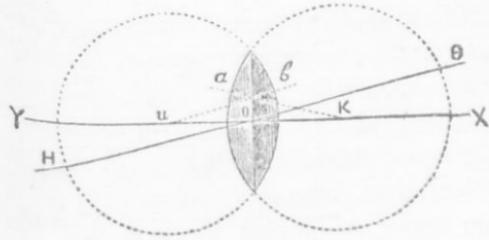
Οἱ φακοὶ διαιροῦνται εἰς δύο κατηγορίας: εἰς συγκλίνοντας, οἱ δποῖοι ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ συγκεντρώνουν τὰς διερχομένας ἀκτίνας, καὶ εἰς ἀποκλίνοντας, οἱ δποῖοι ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀποκεντρώνουν τὰς διερχομένας ἀκτίνας.



Σχ. 64

Οἱ συγκλίνοντες εἶναι παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα, περὶ λαμβάνουν δὲ τρεῖς τύπους (σχ. 64): τὸν ἀμφίκυρτον (1), τὸν ἐπιπεδόκυρτον (2) καὶ τὸν συγκλίνοντα μηνίσκον (3).

Οἱ ἀποκλίνοντες εἶναι παχύτεροι πρὸς τὰ ἄκρα καὶ λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον, περὶ λαμβάνουν δὲ ἐπίσης τρεῖς τύπους: τὸν ἀμφίκοιλον (4), τὸν ἐπιπεδόκοιλον (5) καὶ τὸν ἀποκλίνοντα μηνίσκον (6).



Σχ. 65

τὸν ἐπιπεδόκυρτον καὶ τὸν ἐπιπεδόκοιλον φακὸν κύριος ἄξων εἶναι ἡ κάθετος ἐπὶ τὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν ἡ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας.

Κύριος ἄξων τοῦ φακοῦ καλεῖται ἡ εὐθεῖα, ἡ δποία διέρχεται διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ (σχ. 65, εὐθεῖα γχ). Εἰς

Κυρία τομὴ τοῦ φακοῦ καλεῖται πᾶσα τομὴ αὐτοῦ διεργομένη διὰ τοῦ κυρίου ἀξονος.

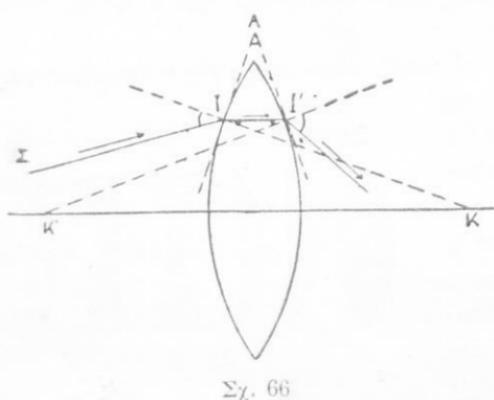
ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΕΣ ΦΑΚΟΙ

43. Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ συγκλίνοντος φακοῦ.—Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτίνα ΣΙ προσπίπτουσαν ἐπὶ ἀμφικύροτου φακοῦ καὶ εὑρισκομένην ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ τοῦ φακοῦ (σχ. 66). ‘Η ἀκτίς αὗτη εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ φακοῦ διαδλᾶται πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον ΙΚ’ ἀναδυομένη δὲ εἰς τὸ Ι' διαδλᾶται καὶ πάλιν καὶ ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου Ι'Κ'. Αἱ δύο αὗται διαδοχικαὶ διαδλάσεις πλησιάζουσι τὴν διαδλωμένην ἀκτίνα πρὸς τὸν κύριον ἀξόνα. ‘Ο φακὸς παράγει λοιπὸν ἐπὶ τῆς ἀκτίνος ΣΙ τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα, δῆρος καὶ τὸ ποῖσμα ΙΑΙ’ (σχ. 66).

Ἐάν εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος, ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς καταλήγῃ κάτωθεν τοῦ κυρίου ἀξονος, ἡ ἀναδυομένη ἐκτρέπεται ἐπίσης πρὸς τὸν κύριον ἀξόνα, δηλ. κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῆς πρώτης.

44. Ὁπτικὸν κέντρον. Δευτερεύοντες ἄξονες.—Εἰς οἷον δήποτε φακὸν ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἥτις διευθύνεται κατὰ τὸν κύριον ἀξόνα, εἶναι ἡ μόνη ἥτις διαπερᾷ τὸν φακὸν εὐθυγράμμως, διότι ὡς προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν του δὲν ὑφίσταται διάθλασιν. ‘Υπάρχουν ἐπίσης ἀκτίνες, αἱ δοῦλαι ἔξερχονται παραλλήλως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς προσπιπτούσης, ὑφιστάμεναι πλαγίαν μόνον μετατόπισιν. Αἱ ἀκτίνες αὗται διέρχονται πᾶσαι διά τινος σταθεροῦ σημείου τοῦ κυρίου ἀξονος, τὸ δοῦλον καλεῖται ὥπτικὸν κέντρον.

Εἰς ἀμφίκυροτον ἡ ἀμφίκοιλον φακόν, τοῦ δούλου αἱ ἀκτίνες καμπυλότητος εἶναι ἵσαι, τὸ ὥπτικὸν κέντρον ενδίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἀξονος καὶ εἰς ἵσας ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν.



Σχ. 66

Πᾶσα εὐθεῖα, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, ἐκτὸς τοῦ κυρίου ἄξονος, καλεῖται δευτερεύων ἄξων τοῦ φακοῦ.

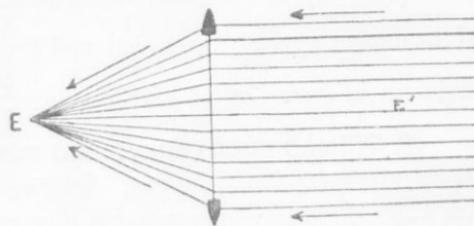
Κατὰ τὴν σπουδὴν τῶν φακῶν παραδεχόμεθα, ὅτι οὗτοι εἰναι ἀπείρως λεπτοί, δηλ. ἄνευ πάχους, καὶ ὅτι προσπίπτουν ἐπ' αὐτῶν ἀκτῖνες κεντρικαί, δηλ. ἀκτῖνες ἀπέχουσαι διάγονον ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ὑπὸ μικρὰν κλίσιν πρὸς αὐτόν. Εἰς τοὺς φακοὺς τούτους ἡ πλαγία μετατόπισις ἀκτῖνος διερχομένης διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου εἰναι ἀνεπαίσθητος. Ἐπομένως παραδεχόμεθα, ὅτι πᾶσα ἀκτὶς διευθυνομένη κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ἔξερχεται ἐκ τοῦ φακοῦ ἄνευ ἐκτροπῆς, δηλ. ὅτι ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ ἀναδυομένη κείνται ἐπ' εὐθείας.



Σχ. 67

Σημείωσις. Τὸν λεπτὸν συγκλίνοντα φακὸν θὰ παριστῶμεν διὸ ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς περατουμένης εἰς δύο αἱχμὰς βέλους, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα (σχ. 67), καὶ θὰ σημειώνωμεν εἰς τὸ μέσον αὐτῆς τὸ ὀπτικὸν κέντρον Ο.

45. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—“Οταν συγκλίνων φακὸς δεχθῇ δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, τὸ πείρωμα δεικνύει, ὅτι αὗται μετὰ τὴν διάθλασιν συνέρχονται εἰς τι σημεῖον Ε τοῦ κυρίου ἄξονος (σχ. 68). Τὸ σημεῖον τοῦτο εἰναι ἡ κυρία ἐστία, καὶ ἡ ἀπόστασίς της ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου εἰναι ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις. Ἐπειδὴ αἱ παραλλήλοι ἀκτῖνες δύνανται νὰ προσπίπτουν ἐπὶ τῆς μιᾶς ἢ τῆς ἄλλης ἐπιφανείας τοῦ φακοῦ, ὑπάρχουν δύο κύριαι ἐστίαι. Αἱ ἐστίαι αὗται εἰναι καθ' ὑπόστασιν (πραγματικαὶ) καὶ εὑρίσκονται ἐκατέρωθεν τοῦ φακοῦ εἰς τὴν αὐτὴν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν.



Σχ. 68

Αντιστρόφως, ἐὰν τεθῇ φωτεινὸν σημεῖον εἰς τὸ Ε ἢ τὸ Ε', αἱ ἀκτῖνες, αἵτινες προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ, ἀναδύονται ἐκ τοῦ ἀντιθέτου πρὸς τὸ φωτεινὸν σημεῖον μέρους καὶ σχηματίζουν δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.

46. Ισχὺς φακοῦ.—Καλούμεν *ισχὺν* ή συγκεντρωτικήν δύναμιν φακοῦ, τὸ ἀντίστροφον $\frac{1}{\varphi}$ τῆς ἐστιακῆς αὐτοῦ ἀποστάσεως.

Η *ισχὺς* αὗτη ὑπολογίζεται εἰς διοπτρίας.

Διοπτρία εἶναι ή *ισχὺς* φακοῦ ἔχοντος κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν 1 μέτρου. Κατὰ ταῦτα, ή *ισχὺς* συγκλίνοντος φακοῦ ἔχοντος 0,10 μ. ἐστιακὴν ἀπόστασιν εἶναι $\frac{1}{0,10} = 10$ διοπτριῶν.

[°]Εὰν $\varphi = 0,5$ μ., *ισχὺς* εἶναι $\frac{1}{0,5} = 2$ διοπτριῶν κτλ.

47. Τύπος τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως φακοῦ.—[°]Αποδεικνύεται ότι μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως φ φακοῦ, τοῦ δείκτου τῆς οὖσίας αὐτοῦ ν καὶ τῶν ἀκτίνων τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν καὶ α' , ὑπὸ τῶν δποίων περιορίζεται, *ισχύει* ή σχέσις:

$$\frac{1}{\varphi} = (v-1) \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha'} \right).$$

[°]Εὰν $\alpha = \alpha'$, δ τύπος γίνεται $\frac{1}{\varphi} = (v-1) \cdot \frac{2}{\alpha}$, ἢντα $\varphi = \frac{\alpha}{2(v-1)}$.

[°]Εὰν $v = \frac{3}{2}$, ἔχομεν $\varphi = \frac{\alpha}{2 \cdot \frac{1}{2}} = \alpha$.

ἵτοι εἰς φακὸν ἀμφίκυρτον, τοῦ δποίου αἱ ἐπιφάνειαι ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀκτῖνα καμπυλότητος, καὶ τοῦ δποίου δ δείκτης εἶναι $\frac{3}{2}$, αἱ ἐστίαι συμπίπτουν μὲ τὰ κέντρα καμπυλότητος.

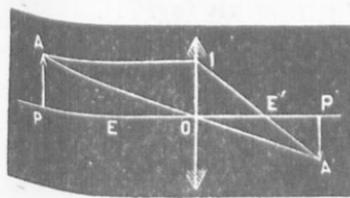
48. Εἰδώλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ δίδουν, δπως καὶ τὰ κοῖλα κάτοπτρα, εἰδώλα εἴτε καθ' ὑπόστασιν (πραγματικά) εἴτε κατ' ἔμφασιν (φαντασικά).

Διὰ νὰ ἔξετάσωμεν τὸν σχηματισμὸν τῶν εἰδώλων, χρησιμοποιοῦμεν λευκὸν σκιερὸν διάφραγμα καὶ φωτεινὴν πηγὴν οἰανδήποτε ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου.

α) *Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εύρισκεται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας.* [°]Αφοῦ τοποθετήσωμεν τὴν φλόγα κηρίου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλίνοντος φακοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον αὐτῆς νὰ εύρισκεται αἰσθητῶς ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀναζητοῦμεν, μετακι-

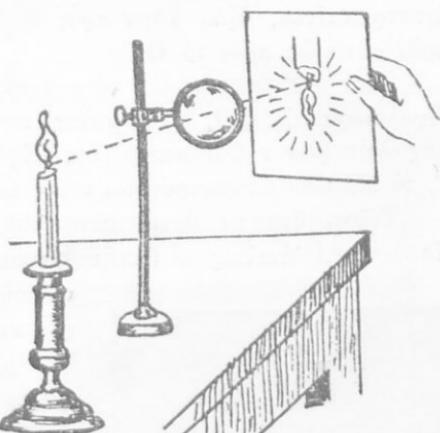
νοῦντες τὸ διάφραγμα πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, τὴν θέσιν, εἰς τὴν δόποίαν σχηματίζεται τὸ εἴδωλον εὐκρινέστατον (σχ. 69). Παρατηροῦμεν τοιουτορόπως ὅτι, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν ἀρκετὰ τὴν φλόγα, τὸ εἴδωλον τὸ σχηματιζόμενον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἶναι μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν φλόγα μέχρι τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ εἴδωλον εἶναι ἰσομέγεμος μὲ τὸ ἀντικείμενον καὶ συμμετρικὸν αὐτῷ ὡς πρὸς τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ φακοῦ. Πλησιάζοντες κατόπιν βραδέως τὴν φλόγα πρὸς τὴν ἐστίαν, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἀπόστασις τοῦ διαφράγματος ἀπὸ τοῦ φακοῦ πρέπει νὰ εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, διὰ νὰ ἔχωμεν εἴδωλον εὐκρινές, τὸ δῶμαν εἶναι ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυσμένον.

Σημείωσις. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρῳ πειράματος συνάγομεν, ὅτι τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα εἶναι ἐπίσης κάθετον πρὸς αὐτόν.



Σχ. 70

φέροντες κατὰ πρῶτον τὸν δευτερεύοντα ἄξονα AO, ἔπειτα δὲ τὴν ἐκ τοῦ A παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν ἀκτῖνα AI. Αὕτη μετὰ διάθλασιν διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E'. Ήτομὴ αὐτῆς A' μετὰ τοῦ ἄξονος AO εἶναι τὸ εἴδωλον τοῦ σημείου A. Φέροντες ἐκ τοῦ A' κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα, λαμβάνομεν τὸ



Σχ. 69

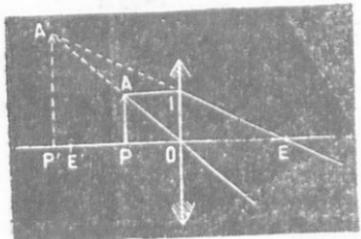
Πορεία τῶν ἀκτίνων. Θεωροῦμεν τὴν ἀπλουστέραν περίπτωσιν, καθ' ἥν τὸ ἀντικείμενον εἶναι μικρὰ εὐθεῖα AP κάθετος ἐπὶ τὸν κ. ἄξονα (σχ. 70) καὶ περατουμένη εἰς τοῦτον ($OP > 2.OE$). Λαμβάνομεν εὐκόλως τὸ εἴδωλον τῆς AP,

εϊδωλον $A'P'$ τῆς εὐθείας AP . Τὸ εϊδωλον τοῦτο εἶναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τῆς AP .

Ἐὰν δὲ ἀπόστασις OP εἶναι ἵση μὲ 2.ΕΟ, κατασκευὴ ἀνάλογος πρὸς τὴν προηγουμένην δεικνύει ὅτι τὸ εϊδωλον εἶναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ ἵσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον καὶ συμμετρικὸν πρὸς αὐτὸν ὡς πρὸς τὸ O .

Ἐὰν δὲ ἀπόστασις OP γίνη μικρότερα τῆς 2.ΕΟ, ἀλλὰ παραμένῃ μεγαλύτερα τῆς ΕΟ, τὸ εϊδωλον εἶναι πάλιν ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐφ' ὅσον δὲ AP πλησιάζει πρὸς τὸ E , τὸ εϊδωλον ἀπομακρύνεται τοῦ φακοῦ μεγεθυνόμενον.

Τέλος, ὅταν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ ἐπὶ τοῦ E , δὲν ὑπάρχει πλέον εϊδωλον. Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ A ἀναδύονται ἐκ τοῦ φακοῦ παραλλήλως πρὸς τὸν δευτερεύοντα ἄξονα τοῦ σημείου τούτου.



Σχ. 71

εϊδωλον κατ' ἔμφασιν, ὅρθιον καὶ ἐν μεγεθύνσει (σχ. 71).

49. Τύποι τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Διὰ τοὺς συγκλίνοντας φακοὺς λαμβάνομεν τύπους ὁμοίους πρὸς τοὺς εὑρεθέντας διὰ τὰ κοῖλα κάτοπτρα καὶ διὰ τῆς αὐτῆς μεθόδου.

Παραστήσωμεν διὰ π καὶ π' τὰς ἀποστάσεις OP καὶ OP' τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου του ἀπὸ τοῦ φακοῦ καὶ φ τὴν κυρίαν τοῦ φακοῦ ἐστιακὴν ἀπόστασιν (σχ. 72). Ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων IOE' καὶ $E'P'A'$ ἔχομεν :

$$\frac{A'P'}{IO} = \frac{E'P'}{OE'} \quad \text{ἢ (διότι } IO = AP) \quad \frac{A'P'}{AP} = \frac{E'P'}{OE'} \quad (1)$$

Ἐπίσης ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων OAP καὶ $OA'P'$ ἔχομεν :

$$\frac{A'P'}{AP} = \frac{OP}{OP'} \quad (2)$$

Έξι τῶν (1) καὶ (2) λαμβάνομεν $\frac{E'P'}{OE'} = \frac{OP'}{OP}$ ή $\frac{\pi' - \varphi}{\varphi} = \frac{\pi'}{\pi}$
 (διότι $E'P' = OP' - OE'$) ή $\pi' - \varphi = \varphi\pi'$ καὶ $\pi' = \varphi\pi' + \varphi\pi$.
 Διαιροῦντες δὲ ἀμφότερα τὰ μέλη διὰ $\pi\pi'\varphi$, λαμβάνομεν:

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} \quad (3)$$

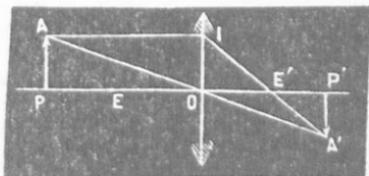
Έὰν πρόκειται περὶ εἰδώλου κατ' ἔμφασιν (σχ. 71) ἀναλόγως ἐργαζόμενοι εὑρίσκομεν:

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} \quad (4)$$

Δηλ. ή ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ παρίσταται διὰ τοῦ σημείου — εἰς τὸν τύπον (3).

Σχέσις τῶν μεγεθῶν τοῦ εἰδώλου καὶ τοῦ ἀντικειμένου.

Έκ τῆς σχέσεως (2), παριστῶντες διὰ M' καὶ M δύο διμολόγους διαστάσεις εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου, λαμβάνομεν $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$.



Σχ. 72

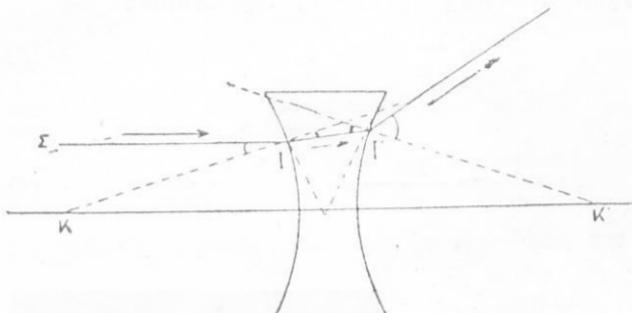
50. Έφαρμογαὶ τῶν συγκλινόντων φακῶν.— Οἱ συγκλίναντες φακοὶ ἀποτελοῦν τὸ οὐσιῶδες μέρος ὅλων σχεδὸν τῶν ὅπτικῶν δοργάνων (μικροσκόπια, διόπτραι, ὕαλοι ὑπερμετρωπικαὶ καὶ πρεσβυωπικαί, προβολεῖς, μηχαναὶ φωτογραφικαὶ κτλ.). Χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης διὰ τὴν εἰς τὸ αὐτὸν σημεῖον συγκέντρωσιν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καὶ εἰς τοὺς φάρους διὰ τὴν ἀποστολὴν παραλλήλων ἀκτίνων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

ΦΑΚΟΙ ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΕΣ

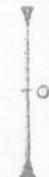
51. Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος.— Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτίνα ΣI προσπίπτουσαν ἐπὶ ἀποκλίνοντος φακοῦ καὶ εὑρίσκομένην ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ τοῦ φακοῦ (Σχ. 73). Ἡ ἀκτὶς αὕτη εἰσερχομένη εἰς τὸν φακὸν διαθλᾶται πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον KI , ἔξερχομένη δὲ εἰς τὸν ἀέρα διαθλᾶται καὶ πάλιν ἀπομακρύνοντα τὴν καθέτον $K'I'$. Αἱ δύο αὗται διαδοχικαὶ διαθλάσσεις γει ἐπὶ τῆς ἀκτίνος ΣI τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ τὸ πρᾶσμα τὸ

σηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἐφαπτομένων εἰς τὰ σημεῖα Ι καὶ Ι' ἐπιπέδων.

Σημείος οὗτος. Τὸν λεπτὸν ἀποκλίγοντα φακὸν θὰ παριστῆμεν διὸ ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς, ώς δεικνύει τὸ σχῆμα 74.



Σχ. 73

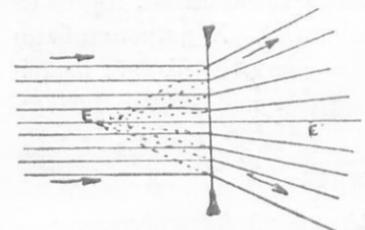


Σχ. 74

52. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—“Οταν ἀποκλίνων φακὸς δεχθῇ δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, αὐτὰ μετὰ τὴν διάθλασιν ἔξερχονται ἐκ τοῦ φακοῦ ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τοῦ ἄξονος τούτου (σχ. 75). Αἱ προεκτάσεις τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων συναντοῦν τὸν κύριον ἄξονα εἴς τι σημεῖον Ε, ενδισκόμενον εἰς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, εἴς τὸ δόποιον καὶ αἱ προσπίπτουσαι. Τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ κατ’ ἔμφασιν κυρία ἑστία. Ἡ δὲ ἀπόστασίς

τῆς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι ἡ κυρία ἑστίακὴ ἀπόστασις.

Διὰ νὰ διαπιστώσωμεν τὴν ὅπαρ-
ξιν τῶν κυρίων φαντασικῶν ἑστίων,
στρέφομεν τὸν φακὸν οὔτως, ὥστε ὁ
κύριος ἄξων του νὰ διέρχεται αἰσθη-
τῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου. Ἐὰν
τότε θέσωμεν τὸν διρθαλμὸν ἐντὸς τῆς
δέσμης, ἥτις ἔξερχεται ἐκ τοῦ φακοῦ,



Σχ. 75

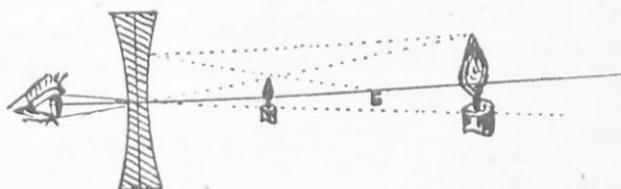
βλέπομεν μικρὸν κύκλον πολὺ λαμπρὸν πρὸς τὸ μέρος τῆς εἰσόδου τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

‘Η ἴσχυς τῶν ἀποκλινόντων φακῶν δρίζεται ὅπως καὶ τῶν συγ-
κλινόντων, ἀλλὰ θεωροῦμεν τὴν κυρίαν ἑστίακὴν ἀπόστασιν ως ἀρνη-
τικήν. Οὕτω π. χ. φακὸς ἀποκλίνων κυρίας ἑστίακῆς ἀποστάσεως

τις ίσης πρὸς 0,1 μέτρα ἔχει ίσχὺν $\frac{1}{\varphi} = -\frac{1}{0,1} = -10$ διοπτριῶν.

Ο τύπος τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως εἶναι διάφορος τὸν τῶν συγκλινόντων φακῶν, $\frac{1}{\varphi} = (v-1) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} \right)$. Άλλα διὰ νὰ ἔχω μεν ἀργητικὴν τιμὴν τοῦ φ., πρέπει εἰς τὰ a καὶ a' νὰ δώσωμεν ἀργητικὰς τιμάς.

53. Εἰδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἀποκλινόντων φακῶν.— Πᾶν φωτεινὸν ἀντικείμενον τοποθετούμενον πρὸς ἀποκλίνοντος φακοῦ

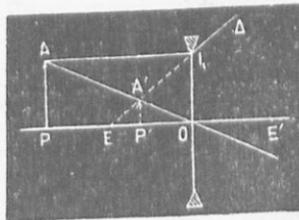


Σχ. 76

δίδει εἰδωλον κατ' ἔμφασιν, δρυμιον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Τὸ εἰδωλον τοῦτο φαίνεται ὅτι σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς ἐστίας τῆς ενδισκομένης πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος μετὰ τοῦ ἀντικειμένου. Διὰ νὰ ἴδωμεν δὲ τὸ εἰδωλον, πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν δρυμαλὸν εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων (σχ. 76). Εφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἰδωλόν του πλησιάζει ἐπίσης.

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐστω AP εὐθεῖα κάθετος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα (σχ. 77). Εκ τοῦ σημείου A φέρομεν τὸν δευτερεύοντα ἄξονα AO , κατόπιν δὲ ἀκτίνα παραλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, τὴν AI , ἡ ὁποία μετὰ τὴν διάθλασιν ἀποκλίνει ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα οὕτως, ὥστε ἡ προέκτασίς της νὰ συναντᾷ αὐτὸν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν E . Η τομὴ A' τῆς IE καὶ τῆς AO εἶναι τὸ εἰδωλον τοῦ A . Φέροντες κατόπιν τὴν κάθετον $A'P'$ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, λαμβάνομεν τὸ εἰδωλον $A'P'$ τῆς AP .

54. Τύποι.— Εὰν δεκθῶμεν κατὰ συνθήκην τὴν ἀπόστασιν τοῦ



Σχ. 77

εἰδώλου καὶ τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν ὡς ἀρνητικάς, δηλ. $(-\pi)$ καὶ $(-\varphi)$, λαμβάνομεν ἐκ τοῦ τύπου τῶν συγκλινόντων φακῶν τὸν τύπον τῶν ἀποκλινόντων: $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ ή $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$.

[°]Επίσης εἰς τοὺς ἀποκλίνοντας φακοὺς ἴσχύει ἡ σχέσις $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$.

[°]Ἐφαρμογή μογιαί. α) Εὐθεῖα μήκους 10 ἑκ. κάθετος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλίνοντος φακοῦ ἀπέχει ἀπὸ αὐτοῦ 90 ἑκ. Ζητεῖται ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου καὶ τὸ μέγεθος αὐτοῦ. Ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ ἔιναι 30 ἑκ.

[°]Ἐπειδὴ ἡ εὐθεῖα εὐδίσκεται εἰς ἀπόστασιν μεγαλυτέραν τοῦ 2φ , τὸ εἰδώλον θὰ εἴναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, καὶ θὰ εὐδίσκεται πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, μεταξὺ φ καὶ 2φ .

[°]Ἐκ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ λαμβάνομεν $\pi' = \frac{\pi\varphi}{\pi - \varphi}$ καὶ $\pi' = \frac{90 \cdot 30}{90 - 30} = 45$ ἑκ.

Καὶ ἐκ τοῦ τύπου $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$ ἔχομεν $\frac{M'}{10} = \frac{45}{90}$ ή $M' = 5$ ἑκ.
^{β)} Ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις ἀποκλίνοντος φακοῦ ἔιναι 25 ἑκ. Ποῦ πρέπει νὰ θέσωμεν μικρὰν εὐθεῖαν καθέτως πρὸς τὸν κ. ἄξονα, ἵνα τὸ εἰδώλον της ἔχῃ μῆκος ἵσον μὲ τὸ $\frac{1}{6}$ τοῦ μήκους της;

Θὰ ἔχωμεν $\frac{\pi'}{\pi} = \frac{M'}{M} = \frac{1}{6}$, συνεπῶς $\pi' = \frac{\pi}{6}$.
[°]Αντικαθιστῶντες δὲ εἰς τὸν τύπον $-\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ ἔχομεν $-\frac{1}{\pi} + \frac{6}{\pi} = \frac{1}{25}$ ή $\frac{5}{\pi} = \frac{1}{25}$ καὶ $\pi = 125$ ἑκ.

55. Ἐφαρμογαὶ τῶν ἀποκλινόντων φακῶν.— Οἱ ἀποκλίνοντες φακοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τινα ὅπτικὰ ὅργανα, ὅπως εἴναι ἡ διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου, αἱ διπλαῖ διόπτραι τοῦ θεάτρου, ὡς ἐπίσης καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν διοπτρῶν διὰ τὸν μύωπας. Τοὺς ἀποκλίνοντας φακοὺς προσκολλοῦν μὲ τὸν συγκλίνοντας, διὰ νὰ σχηματίσουν συστήματα, καλούμενα ἀντιχρωστικά, διὰ τῶν διοίων διερχόμενα αἱ λευκαὶ ἀκτῖνες διαθλῶνται, χωρὶς νὰ ὑποστοῦν ἀνάλυσιν. Τέλος

χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν διόρθωσιν διαφόρων ἀτελειῶν τῶν ἐπλῶν φακῶν.

Προβλήματα.

1ον. Εἰς ποίαν θέσιν ἐνώπιον ἀμφικυρότου φακοῦ, συγκεντρωτικῆς δυνάμεως 10 διοπτριῶν, πρέπει νὰ ταποθετήσωμεν ὅρθιον φωτοβόλον ἀντικείμενον, ὥψους 5 ἑκ., διὰ νὰ σχηματισθῇ τὸ εἴδωλόν του πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, εἰς ἀπόστασιν 50 ἑκ. ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ αὐτοῦ κέντρου; Καὶ ποῖον ὅταν εἶναι τὸ μέγεθος τοῦ εἴδωλου;

2ον. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ συγκεντρωτικὴ δύναμις ἀμφικυρότου φακοῦ, ἐνώπιον τοῦ δούλου φωτοβόλον σημεῖου, τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν 7,5 ἑκ. ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλόν του εἰς ἀπόστασιν 15 ἑκ. ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ὀπτικοῦ κέντρου.

3ον. Μικρὰ φωτεινὴ εὐθεῖα ενδισκομένη πρὸς ἀμφικυρότου φακοῦ παθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα καὶ εἰς ἀπόστασιν 3 ἑκ. ἀπὸ τοῦ φακοῦ δίδει εἴδωλον κατ' ἔμφασιν 3 φορὰς μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου. Ποία ἡ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τούτου;

* 4ον. Κηρίον ενδίσκεται εἰς ἀπόστατιν δὲ ἀπὸ σταθεροῦ διαφράγματος. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν χάπι τοῦ κηρίου πρέπει νὰ τεθῇ φακὸς συγκλίνων, διὰ νὰ λάβωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εὔκρινὲς εἴδωλον τοῦ κηρίου;

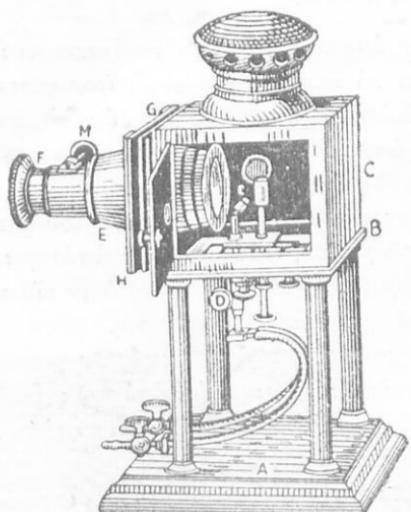
* 5ον. Κηρίον ενδίσκεται εἰς ἀπόστασιν 4 ἀπὸ διαφράγματος, ἐπὶ τοῦ δούλου σχηματίζομεν τὸ εἴδωλόν του διὰ συγκλίνοντος φακοῦ. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι αἱ δύο θέσεις τοῦ φακοῦ, διὰ τὰς δοπίας ἐπιτυγχάνομεν εὐκρινὲς εἴδωλον τοῦ κηρίου, ἀπέχοντες ἀπ' ἄλληλον a. Ηοία εἶναι ἡ ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

56. Προβολεύς.—Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην (σχ. 78) τὸ οὐσιώδες μέρος εἶναι συγκλίνων φακὸς O (σχ. 79), δὲ δούλος δίδει ἐπὶ διαφράγματος εἴδωλον μικροῦ διαφανοῦς ἀντικειμένου καθ' ὑπόστασιν, ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυσμένον. Τὸ ἀντικείμενον τίθεται εἰς τὸ

ΑΒ, εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ Ο μικροτέραν τοῦ διπλασίου τῆς στιακῆς του ἀποστάσεως, ἵνα δώσῃ εἰδώλον μεγεθυσμένον. Ο φακὸς Ο δύναται νὰ μετατίθεται διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ οὕτως, ὥστε τὸ εἰδώλον νὰ σχηματίζεται εὐκρινὲς ἐπὶ τοῦ διαφράγματος.

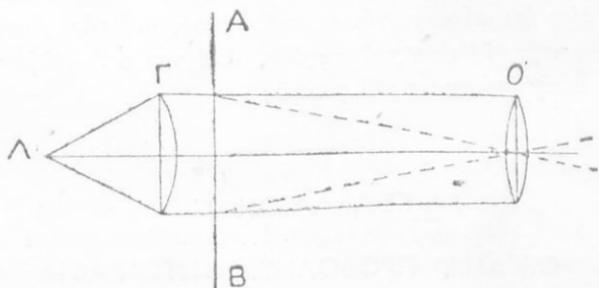


Σχ. 78

Ο φωτισμὸς τοῦ εἰδώλου ἔξασθενεῖ, διότι τὸ φῶς τοῦ ἀντικειμένου διανέμεται ἐπὶ εἰδώλον μεγαλυτέρου. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται καὶ δεύτερος συγχλίνων φακὸς Γ, δ ὁ δοποῖος συγκεντρώνει ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τὰς ἀκτίνας ἰσχυρᾶς φωτεινῆς πτυχῆς Λ. Τὸ πρὸς προβολὴν ἀντικείμενον (φωτογραφία ἐπὶ ὑάλου) τίθεται ἀνεστραμμένον, ἵνα τὸ εἰδώλον του σχηματισθῇ ὅρθιον.

Θάλαμος φωτογραφικῆς μεγεθύνσεως. Αἱ συσκευαὶ προβολῆς χρησιμοποιοῦνται συνήθως

διὰ τὴν μεγέθυνσιν τῶν φωτογραφιῶν. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ ἀντικατασταθῇ τὸ σύνηθες διάφραγμα δι᾽ εἰδικοῦ εὐπαθοῦς χάρτου, δηλ.



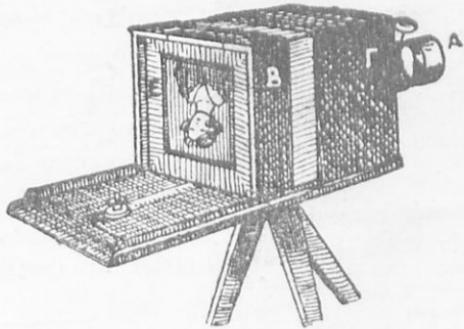
Σχ. 79

χάρτου προσβαλλομένου ὑπὸ τοῦ φωτός. Ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου προβάλλεται ἐπὶ δρισμένον χρόνον τὸ μεγεθυσμένον εἰδώλον τῆς φωτογραφικῆς πλακός. Ο ὑπὸ τοῦ φωτός προσβληθεὶς χάρτης ὑποβάλλεται

κατόπιν εἰς σειράν χημικῶν κατεργασιῶν, πρὸς ἐμφάνισιν καὶ στερέω-
σιν τῆς εἰκόνος.

57. Φωτογραφική συσκευή.—‘Η φωτογραφική συσκευὴ συν-
ίσταται ἐκ σκοτεινοῦ θαλάμου, δὲ διοῖς φέρει πρὸς τὰ ἐμπρὸς (σχ.
80) δρειχάλκινον στόμιον Α. Ἐπὶ τοῦ στομίου τούτου ἐφαρμόζεται
φακὸς συγκλίνων, διτις σχηματίζει τὰ εἴδωλα τῶν ἔξωτερικῶν ἀντι-
κειμένων ἐπὶ ἡμιδιαφανοῦς ὑαλίνης πλακός, εὐρισκομένης ἐπὶ τῆς
ἀπέναντι τοῦ φακοῦ πλευρᾶς τοῦ θαλάμου. Ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ
ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακός δύναται νὰ μεταβάλλεται, μετακινούμενον τοῦ
φακοῦ διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ οὗτος, ὥστε νὰ σχηματίζεται ἐπὶ
τῆς πλακός τὸ εἴδωλον εὐκρινές. Ἐπειδὴ τὰ πρὸς φωτογράφησιν ἀν-
τικείμενα τοποθετοῦνται πάντοτε πέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς
ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ,
τὰ εἴδωλα εἶναι πάντοτε
μικρότερα τῶν ἀντικειμέ-
νων τούτων.

Φωτογραφία.—‘Οταν
ἐπιτευχθῇ ἡ εὐκρίνεια τοῦ
εἰδώλου, ἀντικαθίσταται ἡ
ἡμιδιαφανής ὑαλίνη πλάξ
διὰ τῆς φωτογραφικῆς
πλακός. Ἄι φωτογραφικαὶ
πλάκες παρασκευάζονται
ἐπιχοιριμένων εἰς τὸ σκότος

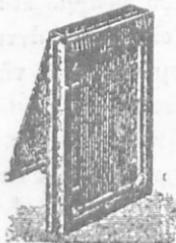


Σχ. 80

ὑαλίνων πλακῶν διὰ ζελατινο-βρωμιούχου ἀργύρου. Άι ἐκ τοῦ ἀντι-
κειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες προσβάλλουν τὸ ἄλας τοῦτο τοῦ
ἀργύρου. Ἐπειδὴ αἱ ἀκτῖνες αὗται δὲν εἶναι ἵσης ἐντάσεως, προσβάλ-
λουν διαφόρως τὴν πλάκα κατὰ τὰ ἀντίστοιχα μέρη αὐτῆς, περισσό-
τερον μὲν τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ φωτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμέ-
νου, διλγύτερον δὲ τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ σκοτεινότερα. Ἐὰν μετά
τινα χρόνον ἀφαιρεθῇ ἡ πλάξ ἐκ τῆς συσκευῆς καὶ ἐξετασθῇ, οὐδόλως
διακρίνεται ἐπ’ αὐτῆς ἡ ὁψ ἀνωτέρω προσβολὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ φω-
τός. Ἐν τούτοις τὸ ἄλας τοῦ ἀργύρου ἐτροποποιήθη ἐκ τῆς ἐπιδρά-
σεως τοῦ φωτός. Πρόγματι, ἐὰν ἡ πλάξ βυθισθῇ ἐντὸς διαλύματος οὐ-
σίας ἀναγωγικῆς, τὸ ἄλας τοῦ ἀργύρου ἀποσυντίθεται εἰς ὅλα τὰ ση-

μεῖα, ἐπὶ τῶν διοίων προσέπεσαν φωτειναὶ ἀκτῖνες καὶ σχηματίζεται ἐπ' αὐτῶν μεταλλικὸς ἄργυρος ἀδιαφανῆς.

Ἡ εἰκὼν αὕτη λέγεται **ἀρνητική**, διότι εἰς αὐτὴν τὰ μὲν φωτεῖνά τοῦτο μέρη μέρη φωτεινά, τὰ δὲ διαλύτερα φωτεινὰ μέρη τοῦτον φωτεινὰ καὶ ἡμιδιαφανῆς. Τοιουτορθόπως ἐγένετο ἡ ἔμφαντισις τῆς εἰκόνος.



Σχ. 81

Κατόπιν ἐμβαπτίζεται ἡ πλάξ ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, τὸ διοίων διαλύει καὶ ἀφαιρεῖ τὸ μὴ προσβληθὲν ὑπὸ τοῦ φωτὸς μέρος τοῦ ἀλατος τοῦ ἀργύρου. Ἡ ἐργασία αὕτη ἀποτελεῖ τὴν **στερέωσιν** τῆς εἰκόνος.

Προσαρμόζεται ἔπειτα ἐπὶ τῆς πλευρᾶς τῆς πλακός, ἐπὶ τῆς δοπίας ὑπάρχει ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν,

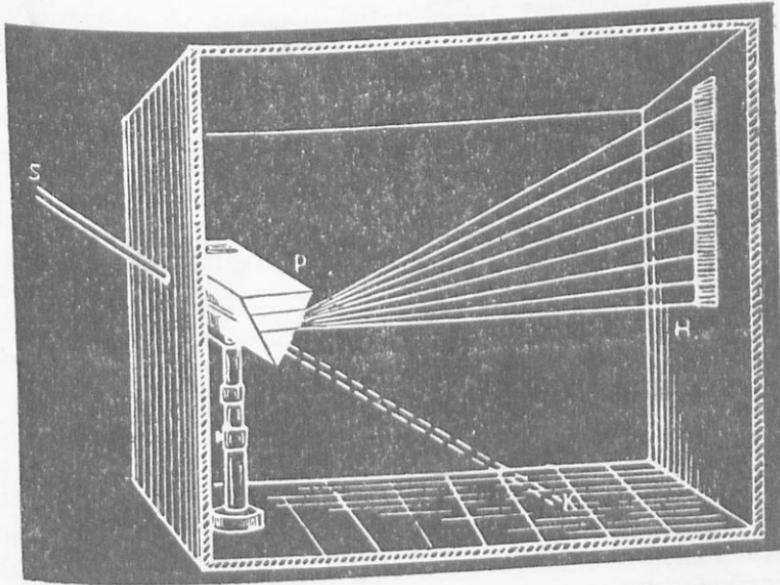
ἐν καταλλήλῳ πλαισίῳ (σχ. 81) φύλλον χάρτου κεκαλυμμένου ὑπὸ εὐπαθοῦς στρώματος ἀλατος τοῦ ἀργύρου καὶ ἐκτίθεται εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς. Εἶναι φανερὸν ὅτι τὰ μέρη τοῦ χάρτου, τὰ δοπία ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ φωτεινότερα καὶ ἡμιδιαφανῆ μέρη τῆς πλακός, θὰ προσβληθοῦν περισσότερον, τὰ δὲ εἰς τὰ σκοτεινὰ μέρη διαλύτερον. Ἔὰν τότε ἐμβαπτισθῇ ὁ χάρτης εἰς τὰ αὐτὰ ἀναγωγικὰ διαλύματα καὶ πλυνθῇ κατόπιν δι² ἀφθόνου ὕδατος, θὰ ἐμφανισθῇ ἐπ' αὐτοῦ πιστὴ ἡ **θετικὴ** εἰκὼν τοῦ φωτογραφηθέντος ἀντικειμένου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

58. Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. Ἡλιακὸν φάσμα.— Εἳναι ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ διὰ στενῆς κυκλικῆς δηπῆς κυλινδρικὴ δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων (σχ. 82), ἡ δέσμη αὕτη θὰ δώσῃ ἐπὶ διαφράγματος κυκλικὸν καὶ λευκὸν εἴδωλον Κ. Ἔὰν δύως παρενθέσωμεν ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῶν ἀκτίνων ὑάλινον πρόσμα Ρ οὕτως, ὅστε ἡ ἀκμή του νὰ εἴναι δριζοντία καὶ νὰ διαθλᾶ τὴν δέσμην ἐν τῇ κυρίᾳ αὐτοῦ τομῇ, θὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἴδωλον ἐκτρεπόμενον πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρόσματος καὶ ἐπιμηκυνόμενον κατακορύφως, δηλ. καθέτως πρὸς τὴν διαθλαστικὴν

ἀκμὴν τοῦ φάσματος. Τὸ εἴδωλον τοῦτο, καλούμενον ἡλιακὸν φάσμα, παρουσιάζει χρώματα, τὰ δποῖα ἐμπλέκονται ἀνεπαισθήτως τὰ μὲν μετὰ τῶν δέ, ὥστε νὰ μὴ φαίνωνται χωρισμένα ἀπ' ἄλληλων. Ἐκ

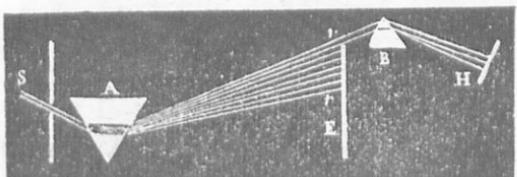


Σχ. 82

τούτων διακρίνονται ἑπτὰ κύρια, τὰ δποῖα διαδέχονται ἄλληλα κατὰ τὴν ἔξης σειρὰν (ἕὰν ἀρχίσωμεν ἀπὸ τὸ μᾶλλον ἐκτρεπόμενον): Ἰδες, βαθὺ χυανοῦν ἢ ἵνδικόν, χυανοῦν, πράσινον, κίτρινον, πορτοκάλινον, ἐρυθρόν.

59. Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλὰ καὶ ἀνίσως διαδλαστά.—Τὸ λευκὸν φῶς εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμπτώσεως ἀπλῶν ἀκτίνων διαφόρως πεχρωσμένων καὶ ἀνίσως διὰ τοῦ αὐτοῦ διαφανοῦς μέσου διαδλαστῶν. Πράγματι, ἕὰν ἀφήσωμεν νὰ προσπέσῃ ἐπὶ πρόσματος Α ἔχοντος ἀκμὴν δριζοντίαν δέσμη παραλήλων ἡλιακῶν ἀκτίνων, λαμβάνομεν φάσμα, τὸ δποῖον ἐκτείνεται κατακόρυφως ἐπὶ διαφράγματος Ε. Μέρος ἔξι ἐνδὸς χρώματος τοῦ φάσματος τούτου ἀφίνομεν νὰ διέλθῃ διὰ στενῆς ὁπῆς τοῦ διαφράγματος Ε καὶ δεχόμεθα τὰς ἀκτίνας ταύτας ἐπὶ δευτέρου πρόσματος Β

ἔχοντος ἐπίσης ἀκμὴν δοιζοντίαν σχ. 83). Παρατηροῦμεν τότε ὅτι συμβαίνει νέα ἐκτροπή. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ πρόσμα Α περὶ τὴν ἀκμὴν τοῦ οὔτως, ὡστε νὰ δεχθῶμεν διαδοχικῶς ἐπὶ τῆς ὁπῆς τοῦ διαφράγματος Ε τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος, τὰ χρώματα ταῦτα φθάνουν ἐπὶ τοῦ δευτέρου πρόσματος Β ὑπὸ τὴν αὐτὴν πρόσπτωσιν.



Σχ. 83

τὸ ὅποιον ἔχει προσπέσει ἐπὶ τῆς ὁπῆς τοῦ διαφράγματος Ε. Συνεπῶς, ἔκαστον χρῶμα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλοῦν, δηλ. δὲν δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς ἄλλα.

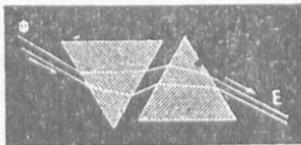
‘Η ἐκτροπὴ ἀφ’ ἑτέρου ἡ παραγομένη ὑπὸ τοῦ πρόσματος Β αὐξάνεται, ὅταν τὰ χρώματα τὰ προσπίπτοντα ἐπὶ τῆς ὁπῆς τοῦ διαφράγματος Ε διαδέχωνται ἄλληλα ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ λαΐδες· συνεπῶς διὰ τῆς αὐτῆς διαφανοῦς οὖσίας ἀκτῖνες διαφράγμων χρωμάτων ὑφίστανται ἀνίσους ἐκτροπάς.

Ἐν διαφανὲς μέσον παρουσιάζει δι’ ἔκαστον χρῶμα ἴδιαίτερον δείκτην διαθλάσεως, ὃ δποῖος αὐξάνεται, δπως καὶ ἡ ἐκτροπὴ, ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ λαΐδες.

Ἐνεκα λοιπὸν τῆς διαφράγμου αὐτῶν διαθλαστικότητος τὰ χρώματα ταῦτα χωρίζονται, ὅταν τὸ λευκὸν φῶς διαπερᾷ τὸ πρόσμα.

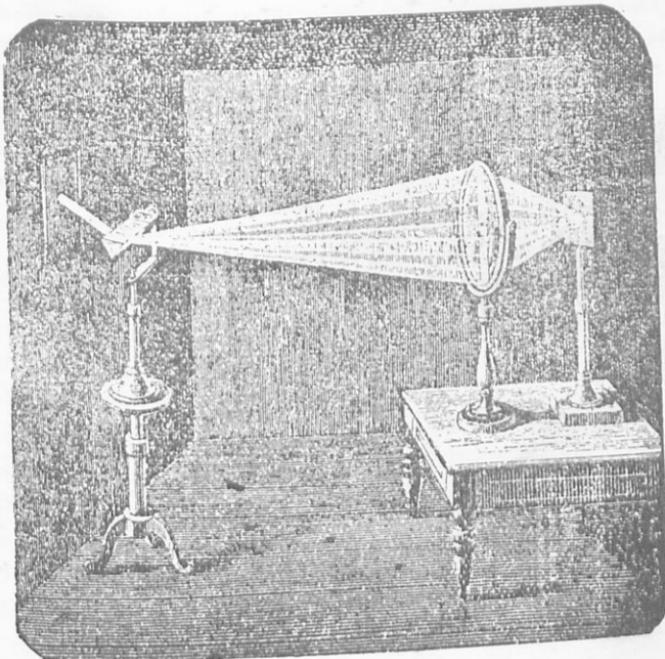
60. Σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.—Ἐὰν ἐπαναφέρωμεν εἰς παραλληλισμὸν τὰς διασκεδασθείσας ἀκτῖνας, αἱ ὅποιαι ἀποτελοῦν τὸ ἥλιακὸν φάσμα, ἡ ἐὰν τὰς συγκεντρώσωμεν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἡ σύμπτωσις τῶν ἐντυπώσεων δίδει τὸ αἴσθημα τοῦ λευκοῦ.

a) **Σύνθεσις διὰ πρόσματος.** Δέσμην ἥλιακῶν ἀκτίνων, διασκεδασθεῖσαν ὑπὸ τίνος πρόσματος, δεχόμεθα ἐπὶ δευτέρου πρόσματος ἐκ τῆς αὐτῆς οὖσίας καὶ τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς



Σχ. 84

γνωνίας, ἀλλὰ τοποθετημένου ἀντίστροφως (σχ. 84). Παρατηροῦμεν τότε ὅτι η δέσμη, η ὁποία ἔξερχεται ἐκ τοῦ δευτέρου πρίσματος, δίδει

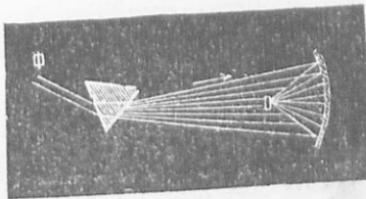


Σχ. 85

ἐπὶ διαφράγματος εἰδώλον λευκόν, πλὴν τοῦ ἀνωτέρου καὶ κατωτέρου μέρους τοῦ εἰδώλου, τὰ δποῖα εἶναι κεχρωσμένα.

β) Σύνθεσις διὰ συγκλίνοντος φακοῦ ή κοίλου κατόπτρου.
Ἐάν διὰ συγκλίνοντος φακοῦ ή κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου συγκεντρώσωμεν ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος τὰς κεχρωσμένας ἀκτῖνας, αἱ δποῖαι ἔξερχονται ἐκ τοῦ πρίσματος,

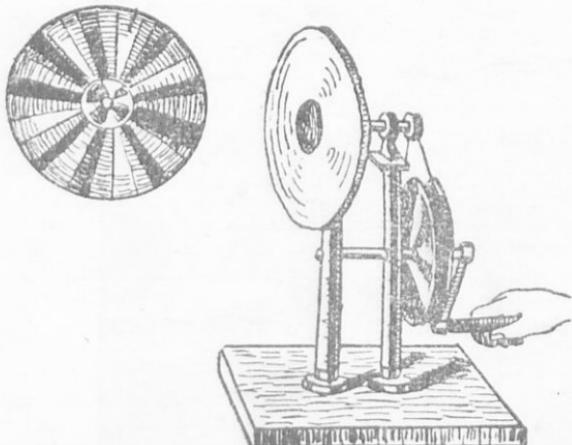
παρατηροῦμεν ὅτι σηματίζεται εἰδώλον λευκὸν (σχ. 85 καὶ 86).
γ) Σύνθεσις διὰ τοῦ δίσκου τοῦ Νεύτωνος. Οὗτος εἶναι δίσκος κυκλικός, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι προσκολλημένοι τομεῖς κεχρω-



Σχ. 86

σμένοι μὲ τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ φάσματος, ὅσον τὸ δυνατὸν προσεγγίζοντα πρὸς τὰ φυσικὰ (σχ. 87). Ἡ σχετικὴ ἔκτασις τῶν διαφόρων τομέων ἔχει ληφθῆ σχεδὸν ἵση πρὸς τὴν τῶν ἀντιστοιχούντων χρωμάτων τοῦ φάσματος. Ὅταν δὲ δίσκος οὗτος, φωτιζόμενος ὑπὸ λευκοῦ φωτός, στρέφεται ταχέως περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδόν του καὶ

διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του, φαίνεται λευκός. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἐπέρχεται, ἐνεκα τῆς ἐπίτινα χρόνον παραμονῆς τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων (μετασθήμα). Ἐπομένως, ἐὰν τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος διέρχωνται ταχέως ἐνώπιον τοῦ διφταλίου, οὗτος δέχεται συγχρόνως τὰς ἐντυ-



Σχ. 87

πώσεις τῶν ἑπτὰ χρωμάτων καὶ δὲ δίσκος φαίνεται λευκός.

61. Κατάταξις τῶν χρωμάτων.—Χρώματα ἀπλᾶ. Χρῶμά τι καλεῖται ἀπλοῦν, ὅταν ἡ δίοδος του διὰ πρίσματος οὐδόλως τὸ μεταβάλλῃ

Χρώματα σύνθετα. Χρῶμά τι, τὸ ὅποιον ἀποσυνίθεται ὑπὸ τοῦ πρίσματος, λέγεται σύνθετον. Τὰ φυσικὰ χρώματα ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἶναι σύνθετα.

Χρώματα συμπληρωματικά. Δύο χρώματα, τῶν δοιών ἡ σύμπτωσις δίδει τὸ λευκόν, λέγονται συμπληρωματικά. Ἐὰν κατὰ τὴν σύνθεσιν τοῦ λευκοῦ φωτὸς παραλείψωμεν χρώματά τινα, ἡ ἔνωσις τῶν διατηρουμένων χρωμάτων παρουσιάζει χροιάν σύνθετον. Ἡ ἔνωσις ἀφ' ἑτέρου τῶν παραλειφθέντων χρωμάτων παρουσιάζει ἄλλην σύνθετον χροιάν. Ἐὰν ἀναμείξωμεν τὰς δύο ταύτας συνθέτους χροιάς, λαμβάνομεν χρῶμα λευκόν, διότι αὗται περιλαμβάνουν ὅλα τὰ στοιχεῖα τοῦ φάσματος. Παράγεται ἐπίσης τὸ αἰσθῆμα τοῦ λευκοῦ διὰ τῆς

ενώσεως δύο χρωμάτων καταλλήλως ἐκλεγέντων, π. χ. πρασίνου καὶ ἐρυθροῦ.

62. Χρῶμα τῶν σωμάτων.—Σῶμά τι φαίνεται κεχρωσμένον διὰ τοῦ χρώματος, τὸ δποῖον τὸ καθιστᾶ δρατόν, εἴτε τοῦτο διέχεται διὰ τοῦ σώματος εἴτε ἀνακλᾶται ἐπ' αὐτοῦ. Τὸ χρῶμα σώματος διαφανοῦς προκύπτει ἐκ τῆς ἀπορροφήσεως, τὴν δποίαν τοῦτο ἔξασκει ἐπὶ τοῦ δι' αὐτοῦ διέρχομένου φωτός. Εἶναι ἄχρονν, ἐὰν ἀφίνη νὰ διέλθουν δι' αὐτοῦ ἐξ ἵσου ὅλα τὰ χρώματα. Εἶναι κεχρωσμένον, ἐὰν ἀφίνη νὰ διέλθουν δι' αὐτοῦ δρισμένα χρώματα, ἀπορροφᾶ δὲ τὰ ἄλλα. Οὐτως, ὥναλος πρασίνη ἢ κυανή παρατηρούμενη διὰ ἐρυθρᾶς ὑάλου φαίνεται μέλαινα, διότι ἡ ἐρυθρὰ ὥναλος ἀφίνει καὶ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες, ἀπορροφᾶ δὲ τὰς λοιπάς.

Σῶμά τι ἀδιαφανὲς φαίνεται λευκόν, ἐὰν διαχέῃ ἐξ ἵσου ὅλας τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, αἱ δποῖαι ἀποτελοῦν τὸ λευκὸν φῶς. Εἶναι ἀδρατον, ἐὰν ἀπορροφᾶ ὅλας. Φαίνεται δὲ κεχρωσμένον διὰ τῶν χρωμάτων, τὰ δποῖα διαχέει.

Εἰς τὸ ἐρυθρὸν φῶς, ὑφασμα λευκὸν ἢ ἐρυθρὸν φαίνεται ἐρυθρόν, ἐνῷ πράσινον ὑφασμα φαίνεται μέλαν, διότι τοῦτο ἀπορροφᾶ τὸ ἐρυθρόν (*). Ὁπως τὰ τεχνητὰ φῶτα παρουσιάζουν μεγαλυτέραν ἔντασιν εἴτε τοῦ ἐρυθροῦ (λαμπτῆρες δι' ἑλαίου ἢ φωταερίου) εἴτε τοῦ κυανοῦ (ἡλεκτρικὸν τόξον), οὕτω καὶ τὰ κεχρωσμένα ὑφάσματα δὲν παρουσιάζουν εἰς τὰ τεχνητὰ φῶτα τὰς αὐτὰς ἀποχρώσεις, τὰς δποίας παρουσιάζουν εἰς τὸ φῶς τῆς ἡμέρας. ✓

63. Ραβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.—Τὸ ἡλιακὸν φάσμα δὲν εἶναι συνεχές. Παρουσιάζει διαστήματα μέλανα, πολὺ στενὰ καὶ πολυπληθῆ, εὐρισκόμενα εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων, τὰ δποῖα καλοῦνται ραβδώσεις τοῦ Fraunhofer, ἐκ τοῦ δύοματος τοῦ φυσικοῦ, ὅστις πρῶτος κατέδειξε τὴν σημασίαν αὐτῶν.

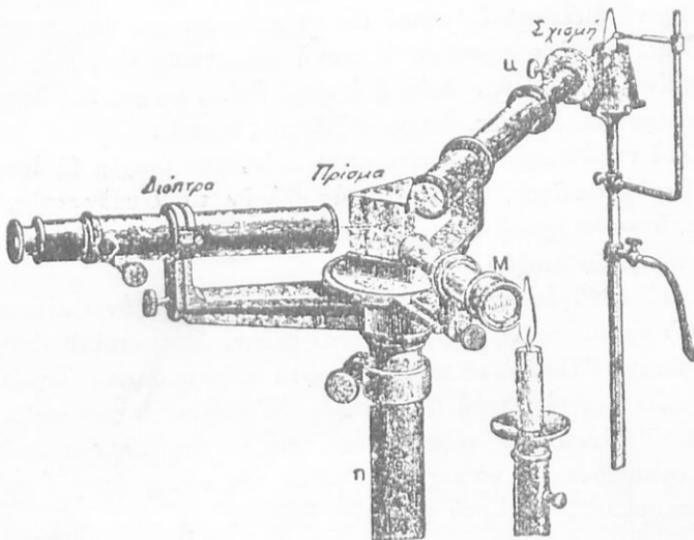
Ο Fraunhofer διέκρινε 10 δμάδας κυριωτέρων ραβδώσεων, αἱ δποῖαι σημειοῦνται διὰ τῶν γραμμάτων A, B, C, D, E, F, G, H καὶ α., β.

64. Φασματοσκόπιον.—Τὸ φασματοσκόπιον (σχ. 88), ἐπινοη-

(*) Τὰ πειράματα γίνονται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου.

θὲν ὑπὸ τῶν φυσικῶν Bunsen καὶ Kirchoff, εἶναι ὅργανον, τὸ δόποιον χρησιμεύει διὰ τὴν ἀκριβῆ παρατήρησιν τοῦ φάσματος. Ἀπὸ τελεῖται ἐκ τεσσάρων κυρίως μερῶν, ἣτοι ἐξ ἑνὸς ὑαλίνου πρίσματος P καὶ τριῶν διοπτρῶν A, B, Γ (σγ. 89).

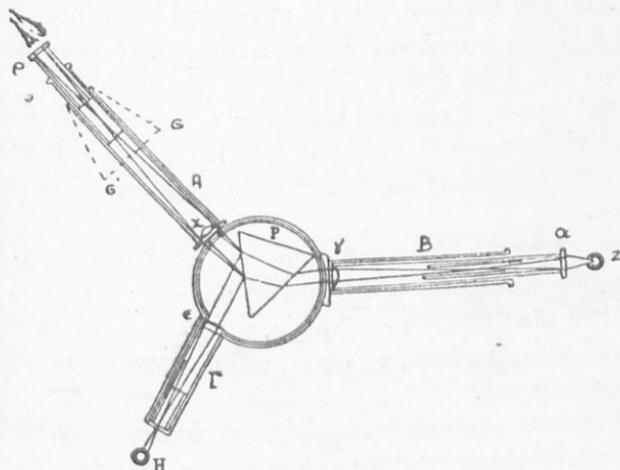
Ἡ διόπτρα B εἶναι σωλήν, δστις φέρει εἰς τὸ ἐν ἀκρον τοῦ σχήματος αφωτιζομένην ὑπὸ τῆς πηγῆς Z, τῆς δόποίας πρόκειται νὰ ἐξετασθῇ τὸ φάσμα. Ἡ σχισμὴ αὐτῇ εὑρίσκεται εἰς τὴν κυρίαν ἔστιαν συγκλίνοντος φακοῦ γ, δ δόποιος εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄλλο ἀκρον τοῦ σω-



Σγ. 88

λῆνος. Αἱ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ ἐξέρχονται παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ καὶ προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ πρίσματος P, τοῦ δόποιου αἱ ἀκμαὶ εἶναι παράλληλοι πρὸς τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς. Αἱ διαθλασθεῖσαι ὑπὸ τοῦ πρίσματος ἀκτῖνες προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ (χ) εὑρισκομένου εἰς τὸ ἄκρον τῆς διόπτρας A. Ὁ φακὸς οὗτος παρέχει πραγματικὸν εἴδωλον τοῦ φάσματος τῆς πηγῆς Z ἐντὸς τῆς κυρίας ἔστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ θ (εὑρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς διόπτρας A), διὰ τοῦ δόποιου παρατηροῦμεν τὸ εἴδωλον τοῦτο μεγεθυσμένον εἰς τὸ σσ'.

Ἡ τρίτη διόπτρα Γ φέρει εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς μικρόμετρον ἀποτελούμενον ἐξ ὑαλίνης πλακός, ἐπὶ τῆς ὁποίας εἶναι κεχαραγμένη κλῖμαξ χιλιοστομέτρων. Τὸ μικρόμετρον τοῦτο, κείμενον εἰς τὴν κυρίου ἔστιαν τοῦ φακοῦ ε, φωτίζεται ὑπὸ τῆς πηγῆς Η, αἵ δὲ ὑπὸ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ ε καὶ ἀνακλώμεναι ἐν μέρει ἐπὶ τῆς ἔδρας τοῦ πρίσματος τῆς ἐστραμμένης



Σχ. 89

πρὸς τὴν διόπτραν Α, προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς διόπτρας Α κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν καὶ αἱ διὰ τοῦ πρίσματος διαθλασθεῖσαι ἀκτῖνες αἱ προερχόμεναι ἐκ τῆς πηγῆς Ζ. Οἱ παρατηρητὴς συνεπῶς βλέπει σιγχρόνως, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὸ μικρόμετρον καὶ τὸ φάσμα τῆς πηγῆς Ζ καὶ σημειώνει τὰς διαιρέσεις τοῦ μικρομέτρου, αἱ δποῖαι ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὸς φαβδώσεις τοῦ φάσματος.

65. Διάφοροι τύποι φασμάτων.—Διακρίνομεν τρεῖς κυρίως τύπους φασμάτων:

α) **Φάσματα συνεχῆ ἄνευ φαβδώσεων.** Τοιαῦτα εἶναι τὰ φάσματα τῶν διαπύρων στεφεῶν καὶ ὑγρῶν. Οἱ διάπυροι ἀνθρακες τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, τὰ διάπυρα σύρματα τῶν ἡλεκτρικῶν λαμπτήρων παρέχουν φάσματα συνεχῆ. Ἡ φλόξ τοῦ φωταερίου, τοῦ ἔλαιου, τοῦ κηρίου δίδει φάσμα συνεχές, τὸ δποῖον δφείλεται εἰς τὸν διάπυρον ἀνθρακα, δστις αἰωρεῖται ἐντὸς τῆς φλογός.

β) **Φάσματα μὴ συνεχῆ.** Αἱ φλόγες, αἱ δποῖαι δὲν περιέχουν

στερεὰ μόρια, παρουσιάζουν φάσμα μὴ συνεχές, ἀποτελούμενον ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν χωρίζομένων διὰ σκοτεινῶν διαστημάτων. Τοιαῦτα εἶναι τὰ φάσματα τῶν ἡραιωμένων ἀερίων διασχίζομένων ὑπὸ ἡλεκτρικῶν σπινθήρων καὶ τὰ φάσματα τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν. Ἐὰν π. χ. φωτίσωμεν τὴν σχισμὴν τοῦ φασματοσκοπίου διὰ τῆς ἔξοχως θερμῆς καὶ ὀλίγον δρατῆς φλογὸς τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen, δὲν παρατηροῦμεν φάσμα. Ἀλλ ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν φλόγα διὰ σύρματος ἐκ λευκοχούνσου διάλυμα μεταλλικοῦ ἄλατος πτητικοῦ, τὸ ἄλας ἀποσυντίθεται ἐν μέρει καὶ δίδει ἀτμούς. Τὸ φάσμα τῶν ἀτμῶν τούτων δὲν εἶναι συνεχὲς καὶ σχηματίζεται ἀπὸ φωτεινᾶς γραμμᾶς, αἱ δποῖαι εἰναι δμοιαι διὰ τὰ διάφορα ἄλατα τοῦ αὐτοῦ μετάλλου καὶ **χαρακτηρίζουν τὸ μεταλλικὸν στοιχεῖον.** Σημειοῦμεν τὴν θέσιν των διὰ τοῦ μικροτέρου.

Εἰς τὸ φωτεινὸν μέρος τοῦ φάσματος, τὰ ἄλατα π. χ. τοῦ νατριού παρουσιάζουν μίαν μόνον διπλῆν γραμμὴν κιτρίνην, τὰ ἄλατα τοῦ θαλλίου μίαν πρασίνην γραμμήν, τὰ ἄλατα τοῦ λιθίου μίαν ἔρυθρὰν καὶ μίαν κιτρίνην, τὰ ἄλατα τοῦ στροντίου πολλὰς ἔρυθρὰς καὶ μίαν κνανῆν κτλ.

γ) Φάσματα συνεχῆ διασχίζομενα ὑπὸ μελαινῶν γραμμῶν (φαβδώσεων). Τὸ ἥλιακὸν φάσμα εἶναι φάσμα συνεχές, διασχίζομένον ὑπὸ λεπτῶν μελαινῶν καὶ πολυπληθῶν γραμμῶν. Τὸ φῶς τῆς Σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν εἶναι τὸ ἥλιακὸν φῶς ἀνακλώμενον ἐπὶ τῶν σωμάτων τούτων, παρέχον τὸ ἥλιακὸν φάσμα μετὰ τῶν φαβδώσεων τοῦ Οἴ αστέρες, ἀκριβῶς εἰπεῖν, παρουσιάζουν φάσματα συνεχῆ, διασχίζομενα ὑπὸ σκιερῶν γραμμῶν ἀναλόγων πρὸς τὰς ἥλιακάς, ἀλλὰ διφόρων θέσεων.

Τὸ φάσμα τῶν μὴ διαλυτῶν νεφελωμάτων σχηματίζεται ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν, τὸ δποῖον ἐμφαίνει διάπυρα ἀέρια.

66. Φασματοσκοπική ἀνάλυσις.—Μεῖγμα ἀλάτων πολλῶν μετάλλων παρέχει φάσμα, τὸ δποῖον περιέχει ὅλας τὰς γραμμὰς τῶν μετάλλων τούτων, τὰς παρατηρουμένας κεχωρισμένως. Ἡ ἐντὸς τοῦ φλογὸς παρουσία μικρᾶς ποσότητος μεταλλικοῦ ἄλατος προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν εἰς τὸ φάσμα τῶν χαρακτηριστικῶν γραμμῶν τοῦ μεταλλικοῦ τούτου στοιχείου. Ἐκ τούτου προκύπτει μέθοδος ἀναλύσεως καλούμενη φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.

Ἡ ἐμφάνισις ἀγνώστων γραμμῶν ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὴν ὁμοίωσιν

κάλυψιν τῶν νέων μετάλλων: καισίου, ρουβιδίου, θαλλίου, γαλλίου. Τὸ δάδιον ἔχει εἰδικὸν φάσμα· τὰ ἀέρια ἀργόν, νέον, ἥλιον διαπυρούμενα ἔχοντα ἐπίσης χαρακτηριστικὰ φάσματα.

67. Φάσματα ἀπορροφήσεως.—Οταν λευκὸν φῶς παρέχον φάσμα συνεχὲς διαβιβάσωμεν διὰ σωμάτων, τὰ δποῖα ἀπορροφοῦντιν τῶν ἀπλῶν χωμάτων αὐτοῦ, λαμβάνομεν φάσμα ἀπορροφήσεως. Τοῦτο εἶναι φάσμα συνεχές, ἀπὸ τοῦ δποίου διμως ἐλλείπονταί ἀπορροφηθεῖσαι ἀκτινοβολίαι. Οὗτως ἐὰν ὕαλον χρωσθεῖσαν ἐρυθρὸν δι' ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ παρενθέσωμεν μεταξὺ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ πηγῆς λευκοῦ φωτὸς παραχούσης φάσμα συνεχές, θὰ παρατηρήσωμεν φάσμα ἀποτελούμενον ἐκ μιᾶς μόνον ταινίας ἐφυθρᾶς, καθ' ὃσον αἱ λοιπαὶ ἀκτινοβολίαι ἀπερροφήθησαν ὑπὸ τῆς πλακός.

Τὰ πλεῖστα τῶν κεχρωσμένων σωμάτων δίδειν φωτεινὰς ταινίας εἰς διαφόρους χώρους τοῦ φάσματος· τὸ χρῶμα τῆς ταινίας εἶναι τὸ χρῶμα τοῦ μείγματος τῶν χωμάτων, τὰ δποῖα διέρχονται.

68. Ἀπορρόφησις ὑπὸ τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν.—Ἐὰν λευκὸν φῶς, παρέχον φάσμα συνεχές, διαβιβάσωμεν διὰ μεταλλικῶν ἀτμῶν καὶ κατόπιν ἔξετάσωμεν τὸ φάσμα διὰ τοῦ φασματοσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ μεταλλικὸς ἀτμὸς ἀπορροφᾷ τὰς ἀκτινὰς, τὰς δποίας ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ ἐκπέμπῃ, ἀφίνει δὲ τὰς λοιπὰς νὰ διέλθουν (ἀρχὴ τοῦ Kirchhoff). Διὰ νὰ δειξωμεν τοῦτο, σχηματίζομεν ἐπὶ διαφράγματος τὸ συνεχὲς φάσμα σχισμῆς φωτιζούμενης διὰ φωτὸς τοῦ Drummond. Ἐὰν ἐντὸς φλογὸς Bunsen τοποθετηθείσης πρὸ τῆς σχισμῆς καύσωμεν τεμόχιον νατρίου (διπότε ἡ φλὸξ παρέχει ζωηρὸν κίτρινον φῶς), παρατηροῦμεν ὅτι ἐμφανίζεται εἰς τὸ συνεχές φάσμα μία μέλαινα γραμμὴ εἰς τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς θέσιν, εἰς τὴν δποίαν ἐμφανίζεται ἡ κιτρίνη γραμμὴ τοῦ νατρίου, τὴν δποίαν λαμβάνομεν ὅταν φωτίσωμεν τὴν σχισμὴν διὰ φλογὸς νατρίου. Δηλ. μεταξὺ ὅλων τῶν ἀκτινοβολιῶν, τὰς δποίας ἐκπέμπει τὸ λευκὸν φῶς, ὁ ἀτμὸς τοῦ νατρίου ἀπερροφησε τὴν κιτρίνην, ἡ δποία εἶναι ἀκριβῶς ἡ ἀκτινοβολία τῆς φλογός.

Τὸ πείραμα τοῦτο πραγματοποιεῖ τὸ φαινόμενον, τὸ δποῖον καλοῦ· μεν ἀντιστροφὴν τῆς φαβδώσεως τοῦ νατρίου.

69. Ἔξήγησις τῶν ραβδώσεων τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος.—

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παραδεχόμεθα, διὰ τοῦ Ἡλίου ἀποτελεῖται ἐκ διαπύρου πυροῦνος (φωτοσφαίρας), διτὶς ἐκπέμπει ὅλας τὰς ἀκτινοβολίας, αἵ διποῖαι παρέχουν φάσμα συνεχές. Ὁ πυρὸν οὗτος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας (τῆς χρωμοσφαίρας), τῆς διποίας ἡ θερμοκρασία εἶναι ταπεινοτέρα τῆς θερμοκρασίας τοῦ πυροῦνος καὶ περιέχει διαπύρους ἀτμοὺς διαφόρων σωμάτων.

Ἡ χρωμόσφαιρα, παρατηρουμένη μεμονωμένως (π.χ. κατὰ τὰς διλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, διόπτες ἀποκρύπτεται ὁ λαμπρὸς πυρὸν), δίδει φάσμα μὲ φωτεινὰς γραμμάς, αἱ διποῖαι ὀφείλονται εἰς τοὺς ἀτμούς, τοὺς διποίους περιέχει. Οἱ ἀτμοὶ οὗτοι ἀπορροφοῦν ἔκεινας τῶν ἀκτινοβολιῶν τοῦ πυροῦνος, τὰς διποίας αὐτοὶ οὗτοι ἐκπέμπουν. Τοιουτορόπως ἀνυφαίνονται εἰς τὸ φάσμα μέλιναι φαβδώσεις εἰς τὴν θέσιν ἀκριβῶς τῶν φωτεινῶν γραμμῶν, τὰς διποίας παρέχει τὸ φάσμα τῆς χρωμοσφαίρας.

Ἐκ τῆς συμπτώσεως, λοιπόν, φαβδώσεών τινων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος μετὰ διαφόρων φωτεινῶν γραμμῶν, αἱ διποῖαι χαρακτηρίζουν ὕδρισμένον ἀεριῶδες σῶμα, δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν περὶ τῆς παρουσίας τοῦ σώματος τούτου εἰς τὴν χρωμόσφαιραν. Οὕτως εὐρέθη διὰ ἐπὶ τοῦ Ἡλίου ὑπάρχουν πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς στοιχείων, π.χ. ὑδρογόνον, νικέλιον, ἀσβέστιον, χαλκὸς κτλ.

70. Ἰδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.—¹Η φωτεινὴ ἔντασις τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ φάσματος εἶναι μεταβλητή: τὸ μέγιστον τοῦ φωτισμοῦ εὑρίσκεται περὶ τὸ μέσον τοῦ κιτρίνου. ²Ἐὰν κατὰ μῆκος τοῦ φάσματος περιφέρωμεν εὐαίσθητον θερμομετρικὴν συσκευήν, παρατηροῦμεν εἰς τὸ δρατὸν φάσμα ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἥδιποία αὐξάνεται ἐκ τοῦ ἴώδους πρὸς τὸ ἐρυθρόν. Τὸ θερμαντικὸν ἀποτέλεσμα ἐπεκτείνεται εἰς τὸ πρὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέρος τοῦ φάσματος δι' ἀօράτων ἀκτίνων ὀλιγάτερον διαθλαστῶν τῶν ἐρυθρῶν. ³Ἐπίσης ἀνευρίσκομεν εἰς τὸ μέρος τοῦτο (θερμικὸν φάσμα) πλῆθος φαβδώσεων, χωρῶν δηλ. ἄνευ θερμαντικοῦ ἀποτελέσματος.

¹Αφ' ἐτέρου αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες προκαλοῦν ἀντιδράσεις χημικὰς ἐπὶ διαφόρων ουσιῶν. Οὕτω τὸ ἡλιακὸν φῶς προκαλεῖ τὴν σύνθεσιν τοῦ ὑδρογόνου μετὰ τοῦ χλωρίου, μετατρέπει τὸν λευκὸν φωσφόρον εἰς ἐρυθρόν, ἀποσυνθέτει τὰ ἀλατα τοῦ ἀργύρου φίλλον χάρτου κεκαλυμμένον διὰ λεπτοῦ στρῶματος χλωριούχου ἀργύρου με-

λανοῦται ὑπὸ τοῦ φάσματος ἀπὸ τοῦ κιτρίνου μέχρι τοῦ λίθου, ἐνῷ
αἱ ἐρυθραὶ ἀκτίνες καὶ αἱ πρὸ τοῦ ἐρυθροῦ (ὑπερέρυθροι) οὐδόλως ἐπι-
δροῦν ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ἄλατος τοῦ ἀργύρου ἐπεκτείνε-
ται πέραν τοῦ λίθου, εἰς μέρος ἀόρατον τοῦ φάσματος, καλούμε-
νον ὑπεροιῶδες. Τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φάσματος (**χημικὸν φάσμα**)
παρουσιάζει ραβδώσεις, αἱ δοποῖαι διαγράφονται λευκαὶ ἐπὶ μέλα-
νος βάθους ἀλλοιωθέντος ὑπὸ τῶν ἐνεργῶν ἀκτίνων.

Φυσιολογικαὶ ἴδιότητες τοῦ φωτός. Τὸ φῶς ἐπισπεύδει
τὰς ἀναπνευστικὰς καύσεις τῶν ζῴων· ἡ στέρησις φωτὸς ἐπι-
βραδύνει τὴν θρέψιν, προκαλεῖ πολυσαρκίαν κτλ.

Ἡ μικροβιοτόνος δρᾶσις τῶν λίαν διαθλαστικῶν ἀκτίνων
χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φωτοθεραπείαν καὶ εἰς τὴν ἀποστείρωσιν
τοῦ βδατος.

Ἡ ἀφομοίωσις τῶν φυτῶν γίνεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ
φωτὸς κλπ.

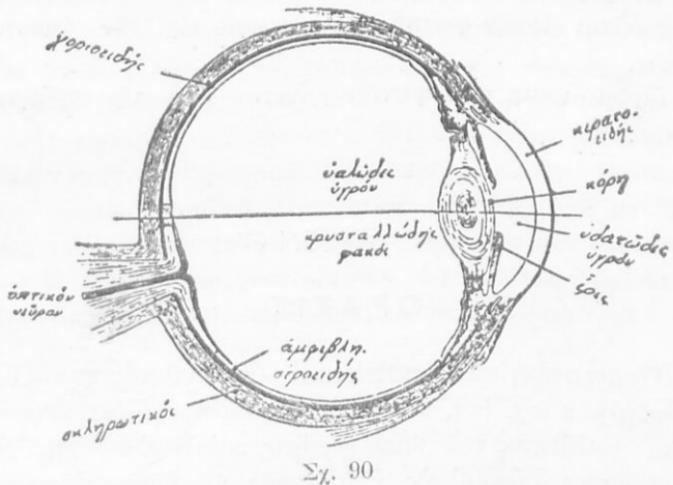
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΟΡΑΣΙΣ

71. **Περιγραφὴ τοῦ ὄφθαλμοῦ.**—Τὸ αἰσθητήριόν τῆς δράσεως,
δηλ. ὁ ὄφθαλμὸς (σχ. 90), εἶναι βολβὸς σφαιροειδῆς, κινητὸς ἐντὸς
διστεώδους κοιλότητος τοῦ κρανίου, ἥτις καλεῖται **κόγχη**. Ἔξωτερο-
κῶς περιβάλλεται ὁ ὄφθαλμὸς ὑπὸ λευκῆς μεμβράνης ἀδιαφανοῦς, ἣ
δοποίᾳ καλεῖται **σκληρωτικὸς χιτών**. Ἐπὶ τῆς μεμβράνης ταύτης
παρεμβάλλονται οἱ μύες οἱ παράγοντες τὰς κινήσεις τοῦ ὄφθαλμοῦ. Ὁ
σκληρωτικὸς χιτών πρὸς τὰ δόπισμα μὲν παρουσιάζει δπήν, διὰ τῆς
δοποίας διέρχεται τὸ δόπτικὸν νεῦρον, πρὸς τὰ ἐμπρόδος δὲ καθίσταται
κυρτότερος καὶ διαφανῆς κατὰ τὸ μέρος τοῦτο καὶ καλεῖται **κερατο-
ειδῆς χιτών**. Ἔσωθεν τοῦ σκληρωτικοῦ κεῖται ὁ **χοριοειδῆς χιτών**,
λιαν ἀγγειοβοιδῆς καὶ μέλας. Ἐπὶ τούτου δὲ ἔξαπλοῦται λεπτὴ μεμ-
βράνα διαφανῆς, ὁ **ἀμφιβληστροειδῆς χιτών**, ἀποτελούμενος ἐκ
τῶν διακλαδώσεων τοῦ δόπτικον νεῦρου. Οὗτος παρουσιάζει, εἰς ὁ
σημεῖον εἰσέρχεται τὸ δόπτικὸν νεῦρον, προεξοχὴν καλούμενην **τυφλὸν**
σημεῖον, τελείως ἀναίσθητον εἰς τὸ φῶς. Πλησίον τοῦ σημείου τού-

του ενδίσκεται μικρὰ χώρα, ἡ δποία ἔχει τὴν μεγαλυτέραν εὐπάθειαν καὶ καλεῖται ωχρὰ ηηλίς. Εἰς τὸ μέσον δὲ τῆς ωχρᾶς κηλῖδος ὑπάρχει τὸ κεντρικὸν βισθόιν, τὸ δποῖον παρουσιάζει τὴν μεγίστην εὐπάθειαν. Ὁ χοριοειδῆς χιτῶν πρὸς τὰ ἐμπρόστια σχηματίζει διάφραγμα κυκλικόν, τὴν ἵριδα, ποικίλως χρωματισμένην, ἵτις φέρει εἰς τὸ μέσον δπήν, τὴν πόρην, διὰ τῆς δποίας εἰσέρχονται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες. Ἡ κόρη εὐδύνεται ἢ σμικρόνεται διὰ κυκλικῶν καὶ ἀκτινοειδῶν ἴνῶν τῆς ἵριδος, οὕτω δὲ ρυθμίζεται ἐκάστοτε ἡ ποσύτης τῶν εἰσερχομένων ἀκτίνων.

Τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῆς ἵριδος καὶ τοῦ κε-



ρατοειδοῦς χιτῶνος, ἔχον σχῆμα συγκλίνοντος μηνίσκου, εἶναι δ πρόσθιος θάλαμος τοῦ δφθιαλμοῦ. Οὕτος εἶναι πλήρης διαφανοῦς ὑγροῦ, τὸ δποῖον ἔχει σχεδόν, δπως καὶ δ κερατοειδῆς, τὸν δείκτην διαθλάσεως τοῦ ὕδατος, καὶ τὸ δποῖον καλεῖται ὕδατωδες ὑγρόν.

Αμέσως δπισθεν τῆς ἵριδος ενδίσκεται δ πρυταλλώδης φακός, ἀμφίκυνθος καὶ διαφανής, διαθλαστικώτερος τοῦ ὕδατώδοντος ὑγροῦ. Ὁ κρυσταλλώδης φακὸς ἔχει τὴν προσθίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν διλιγώτερον κυρτήν ἀπὸ τὴν δπισθίαν καὶ συγκρατεῖται διὰ τῆς περιαύτον ἀκτινοειδοῦς ζώνης, τὴν δποίαν σχηματίζει ἡ ἔξωτερικὴ προέκτασις τοῦ χοριοειδοῦς. Ὁλον τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον

μετοξὺ τοῦ κρυσταλλώδους φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τὸ δόποιον εἶναι ὁ ὄπισθιος θάλαμος τοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶναι πλῆρες ὑγροῦ πηκτώδους καὶ διαφανοῦς, τοῦ δόποιου ὁ δείκτης δὲ λίγον διαφέρει ἀπὸ τὸν δείκτην τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ καὶ τὸ δόποιον καλεῖται υαλώδες ὑγρόν. Ἡ εὐθεῖα, ἡ δόποια συνδέει τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ φακοῦ μὲ τὸ κεντρικὸν βιοθρίον, δονομάζεται ὀπτικὸς ἄξων τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Οἱ ὀφθαλμὸι διμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν φωτιγραφικὸν θάλαμον, τοῦ δόποιου τὸν συγκλίνοντα φακὸν ἀποτελοῦν τὰ διαθλαστικὰ μέσα τοῦ ὀφθαλμοῦ. Αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, τὰς δόποιας ἐκπέμπουν τὰ ἔξωτεροικὰ ἀντικείμενα, εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ὑφίστανται μίαν πρώτην ἐκτροπὴν πρὸς τὸν ἄξονα, διερχόμεναι διὰ τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ, τὸ δόποιον εἶναι διαθλαστικῶτερον τοῦ ἀέρος. Αἱ μᾶλλον ἀποκλίνονται ἀκτῖνες ἐμποδίζονται ὑπὸ τῆς ἵριδος νὰ εἰσέλθουν, αἱ δὲ ὑπόλοιποι διέρχονται διὰ τῆς κόρης, συναντοῦν τὸν κρυσταλλώδη φακόν, ὅστις αὐξάνει ἀκόμη περισσότερον τὴν συγκέντρωσίν των, ὑφίστανται μίαν τελευταίαν ἐκτροπὴν ἐντὸς τοῦ ὑαλώδους ὑγροῦ καὶ τέλος προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐὰν δὲ ὀφθαλμὸς εἴναι εὐαίσθητος εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, δέχεται τρόπον τινὰ φωτιγραφικὴν ἀποτύπωσιν, ἡ δόποια παράγει τὸ φωτεινὸν αἴσθημα.

72. Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.—Κατὰ τὰ προηγούμενα, δὲ ὀφθαλμὸς πρέπει νὰ δώσῃ εἰδωλα τῶν ἔξωτεροικῶν ἀντικειμένων πραγματικὰ καὶ ἀνεστραμμένα, τὰ δόποια θὰ σχηματισθοῦν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐὰν δὲ ὀφθαλμὸς εἴναι καλῶς διαμορφωμένος. Τοῦτο ἐπαληθεύεται διὰ τοῦ πειράματος. Ἐὰν τοποθετήσωμεν κηρίον ἀνημμένον ἀπέναντι ὀφθαλμοῦ βούς, ἀπὸ τοῦ δόποιου ἀφηρέσσαμεν τὸν σκληρωτικὸν καὶ κοριοειδῆ εἰς τὸ δύπισθιον ἥμισυ, παρατηροῦμεν δὲ τὸ διαγράφεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τὸ ἀνεστραμμένον εἰδωλον τοῦ κηρίου. Διὰ νὰ εἴναι τὰ εἰδῶλα εὐχρινῆ, πρέπει νὰ σχηματίζωνται ἀκριβῶς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἴναι ἀμετάβλητος, ἐπρεπε τὸ εἰδωλον νὰ σχηματίζεται εὐχρινές ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς μόνον ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκεται εἰς ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, πάντοτε τὴν

αὐτὴν διὰ τὸ αὐτὸν ἄτομον. Ἐπομένως εἰς μικροτέραν ἀπόστασιν τὸ εἶδωλον ἔπειτε νὰ σχηματισθῇ ὅπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, εἰς μεγαλυτέραν δὲ ἐμπροσθεν αὐτοῦ, διπότε κατ' ἀμφοτέρας ταύτας τὰς περιπτώσεις τὸ εἶδωλον δὲν θὰ είναι εὐκρινές. Οὐδὲν ὅμως ἐκ τούτων συμβαίνει, καθ' ὃσον δὲ ὁ ὄφθαλμὸς ἔχει τὴν ἴδιοτητα **νὰ προσαρμόζεται** πρὸς τὰς διαφόρους ἀποστάσεις τῶν ἀντικειμένων. Ἡ προσαρμογὴ δὲ αὕτη συνίσταται εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς καμπυλότητος τῆς ἐμπροσθίας ἐπιφανείας τοῦ φακοῦ, ἡ δοποίᾳ ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. “Οταν τὸ ἀντικείμενον προσεγγίζῃ, αὗτη συστέλλεται, τότε δὲ ὁ φακὸς καθίσταται κυρτότερος καὶ τὸ εἶδωλον πλησιάζον πίπτει ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.

73. Κανονικὸς ὄφθαλμός.—Ο ὄφθαλμὸς καλεῖται **κανονικὸς** ἢ ἐμμέτρωψ, ὅταν δίδῃ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, **ἄνευ προσαρμογῆς**, εὐκρινές εἶδωλον ἀντικειμένου **ἀπομεμακρυσμένου**, μετὰ προσαρμογῆς δὲ δύναται **νὰ ἴδῃ** εὐκρινῶς ἀντικείμενα ἀπέχοντα περίπου 25 ἑκατοστόμετρα.

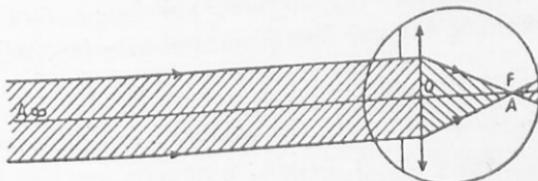
Οὗτο διὰ κανονικὸν ὄφθαλμόν, τοῦ δοποίου ὁ φακὸς ἔχει τὴν συνήθη του κυρτότητα, τὰ λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀντικείμενα φαίνονται μὲ συφῆ ὅρια, οἵ δὲ ἀστέρες ὡς λαμπρὰ σημεῖα. Ἐφ' ὃσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει, ἡ ἐμπροσθία ἔδρα τοῦ φακοῦ βαθμηδὸν κυρτοῦται, διὰ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν μετάθεσιν τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, καὶ τὸ ἀντικείμενον ἔξακολουθεῖ νὰ φαίνεται εὐκρινές. Ἀλλ' ὑπάρχει ὅριον εἰς τὴν προσαρμογήν. Ἡ κυρτότης τοῦ φακοῦ δὲν δύναται **νὰ ὑπερβῇ** ὡρισμένην τιμήν, καὶ ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὄφθαλμοῦ μικροτέραν τῶν 25 περίπου ἔκατ. ὁ ὄφθαλμὸς δὲν δύναται **νὰ τὸ διακρίνῃ** εὐκρινῶς. Ἡ δρικὴ αὕτη ἀπόστασις τῶν 25 ἔκατ. καλεῖται **ἔλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως**.

74. Μυωπία.—Λέγομεν ὅτι ὄφθαλμός τις εἶναι **μύωψ**, ὅταν δὲν βλέπῃ εὐκρινῶς πέραν μέτρων τινῶν. Ἀφ' ἑτέρου ἡ **ἔλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως** εἶναι διὰ τὸν μύωπα μικροτέρα τῶν 15 ἔκατ.

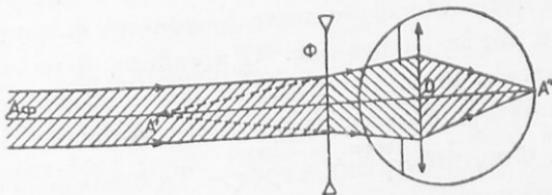
Ἡ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἄξων τοῦ ὄφθαλμοῦ εἶναι ὑπὲρ τὸ δέον μακρός. Τὸ εἶδωλον Α ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου σχηματίζεται διὰ τοῦτο πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 91). Τὸ

έλαττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος, διὰ τοῦ ὅποίου
ἐκτρεπόμεναι αἱ ἀκτῖνες συνάγονται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς,

Σχ. 91



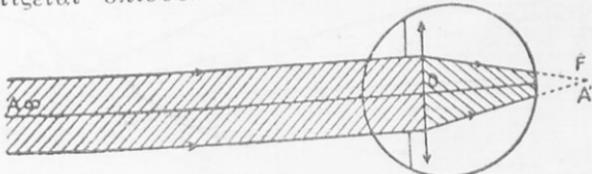
Σχ. 92



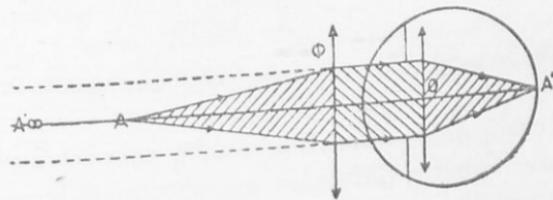
ἔὰν ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τούτου ἐκλεγῇ καταλλήλως
(σχ. 92).

75. ‘Υπερμετρωπία.—‘Η ὑπερμετρωπία εἶναι τὸ ἀντίστροφον
τῆς μυωπίας. ‘Ο ἀξων τοῦ ὑπερμέτρωπος δφθαλμοῦ εἶναι ὑπὲρ τὸ
δέον βραχύς, ἔνεκα τούτου δὲ τὸ εἴδωλον A' ἀπομεμακρυσμένου ἀντι-
κείμένου σχηματίζεται ὅπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 93). ‘Η

Σχ. 93



Σχ. 94



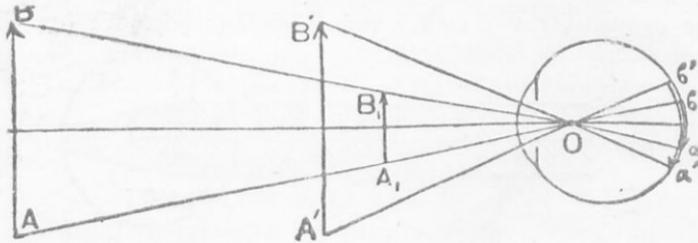
έλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως εἶναι τότε μεγαλυτέρα
τῆς τοῦ κανονικοῦ δφθαλμοῦ καὶ ἡ θέα ἀπομεμακρυσμένων ἀντικει-
τῆς

μένων ἀπαιτεῖ ισχυρὰν προσαρμογήν. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ καταλλήλου ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὁ φακὸς οὗτος συγκεντρώνει τὰς ἀκτῖνας καὶ ἐπαναφέρει τὸ εἴδωλον (Α") πρὸς τὰ ἐμπρός ἐπὶ τοῦ ἀμφιβλητοειδοῦς (σχ. 94).

76. Πρεσβυωπία.—Ἡ πρεσβυωπία εἶναι ἐλάττωμα τῆς προσαρμογῆς, ὁφειλόμενον εἰς τὴν χαλάρωσιν τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. Καθ' ὅσον προγωρεῖ ἡ ἡλικία, ἡ προσαρμοστικὴ ἴκανότης ἐλαττούται, ἔνεκα τούτου δὲ ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς δράσεως αὐξάνεται. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ, ὅπως καὶ τῆς ὑποφρενωπίας. Ὁ πρεσβύτωψ θέτει πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν τοὺς φακούς, δταν πρόκειται νὰ ἴδῃ τὰ πλησίον ἀντικείμενα, καὶ ἀφαιρεῖ αὐτούς, δταν πρόκειται νὰ ἴδῃ τὰ μακράν.

77. Φαινομένη διάμετρος.—Τὰ διαθλαστικὰ μέσα τοῦ ὀφθαλμοῦ ἐν τῷ συνόλῳ των ισοδυναμοῦ πρὸς ἐν σύστημα συγκλίνον, ἔχον τὸ ὀπτικὸν κέντρον του εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς διπισθίας ἐπιφανείας τοῦ κρυσταλλώδους φακοῦ.

Καλοῦμεν φαινομενικὴν διάμετρον γραμμικῆς διαστάσεως ΑΒ ἀντικειμένου τινός, εἰς ὁρισμένην θέσιν, τὴν γωνίαν, ἡ δποία σχηματίζεται ὑπὸ τῶν εὐθειῶν, αἵτινες ἀγονται ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου



Σχ. 95

Ο τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς τὰ ἀκρα τῆς γραμμικῆς ταύτης διαστάσεως (σχ. 95).

Ὅταν ἡ διάστασις ΑΒ πλησιάζῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμόν, ἡ φαινομένη διάμετρος της βαθμηδὸν αὐξάνεται, καθὼς καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβλητοειδοῦς σχηματιζομένου εἰδώλου, αἱ δὲ λεπτομέρειαι τῆς ΑΒ καθίστανται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον εὐκρινεῖς. Κατὰ ταῦτα, διὰ νὰ παρατηρήσωμεν ἀντικείμενόν τι ὁρισμένου μεγέθους,

δσον τὸ δυνατὸν λεπτομερέστερον, πρέπει νὰ τὸ θέσωμεν εἰς τὴν ἑλαγίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς δράσεως. "Οσον ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶνε μικρότερα, τόσον λεπτομερέστερον διακρίνομεν τὸ ἀντικείμενον. Διὰ τοῦτο ὁ μύωψ ὁφθαλμὸς βλέπει τὰ μικρὰ ἀντικείμενα μεγαλύτερα ἀπὸ δσον τὰ βλέπει ὁφθαλμὸς κανονικός.

78. Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἢ μεταίσθημα. — Ἡ ἐπίδρασις τοῦ φωτὸς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς δύναται νὰ εἶναι πολὺ βραχεῖα· ἡ ἐντύπωσίς ὅμως, τὴν δρόποιαν αὕτη παραγάγει, παραμένει ἐπὶ $\frac{1}{12}$ τοῦ δευτερολέπτου μετὰ τὴν ἔκλειψιν τοῦ φωτεινοῦ σώματος.

Ἐὰν συνεπῶς τὰ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἴδωλα διαδέχωνται ἄλληλα κατὰ χρονικὰ διαστήματα μικρότερα τοῦ $\frac{1}{12}$ τοῦ δευτερολέ-

πτου θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπωσιν φωτὸς συνεχοῦς. Ἐὰν π. χ. διάτυρον ἀνθρακα περιστρέψωμεν ταχέως, βλέπομεν δλόκληρον φωτεινὴν περιφέρειαν. Τροχός, ὁ δρόποιος φέρει ἀκτῖνας, στρεφόμενος ταχέως φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰς ὑδατίνων νημάτων. Ἐὰν κινῶμεν τὴν χειρά μας ταχέως καὶ δριζούντος ἔμπροσθεν βιβλίον, δυνάμεθα νὰ ἀναγιγνώσκωμεν αὐτὸ ἀνευ διακοπῆς κτλ.

Ἐπὶ τῆς ἴδιοτητος ταύτης στηοίζεται ὁ κινηματογράφος.

Κινηματογράφος. Οὗτος εἶναι συσκευή, διὰ τῆς δρόποιας προβάλλονται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος φωτογραφικαὶ εἰκόνες ἀντικειμένων εύρισκομένων ἐν κινήσει καὶ ἐν κινήσει ἀπεικονιζομένων.

Ἐὰν λάβωμεν σειρὰν φωτογραφικῶν εἰκόνων ἐκ τοῦ φυσικοῦ κατὰ πολὺ μικρὰ χρονικὰ διαστήματα, π. χ. τῆς χειρός, ἐνῷ πίπτει (σχ. 96), καὶ τὰς προβάλωμεν διαδοχικῶς ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος, διακόπτοντες τὸν φωτισμὸν κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀντικαταστάσεως τῆς μᾶς εἰκόνος διὰ τῆς ἄλλης (τοῦ χρόνου τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως

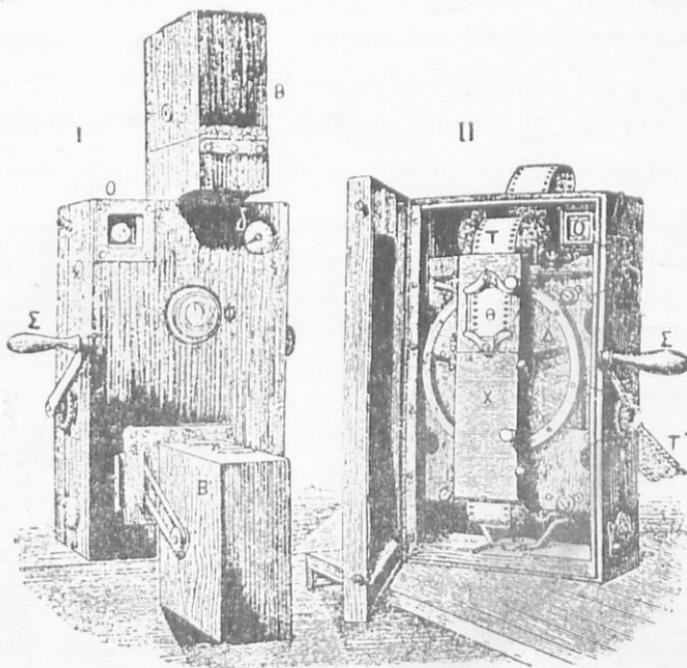


Σχ. 96

δόντος μικροτέρου τοῦ $\frac{1}{12}$ τοῦ δευτερολέπτου), θὰ βλέπωμεν τὴν χεῖρα πίπτουσαν, ὅπως εἰς τὴν πραγματικότητα.

Πρέπει δηλ. νὰ γίνεται ταχυτάτη διαδοχικῶς ἀλλαγὴ τῶν εἰκόνων καὶ ἔκλειψις τοῦ φωτὸς κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀλλαγῆς τῆς εἰκόνος.

Πρὸς τοῦτο αἱ εἰκόνες λαμβάνονται ἐπὶ εὐκάμπτου ταινίας ἐκ κυτταρινοῖδης (σχ. 96). Ἡ ταινία αὕτη (φὶλμ) τίθεται ἐντὸς προβολέως (Τ, σχ. 97, ΙΙ) καὶ κινεῖται οὕτως, ὥστε αἱ εἰκόνες νὰ διέρχωνται πρὸ



Σχ. 97

μικρᾶς ὁπῆς Θ, ἵτις ἀνοίγεται στιγμαίως, ὅταν ἡ εἰκὼν φθάσῃ πρὸ αὐτῆς, καὶ οὕτω φωτιζομένη ἴσχυρῶς προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος. Κατόπιν ἡ διπλὴ κλείεται στιγμαίως, κατὰ τὸν χρόνον δὲ τοῦτον ἡ εἰκὼν ἀντικαθίσταται διὰ τῆς ἀμέσως ἐπομένης κ.ο.κ.

Ἡ ταινία ἴσταται ἀκίνητος ἐπὶ ἐλάχιστον χρόνον, δισάκις προβάλλεται ἔκαστη εἰκὼν τῆς.

Σημείωσις. Πρὸ διέγων ἐτῶν εἰσγύγθη ὁ ἡχητικὸς καὶ ὁ ὄμι-

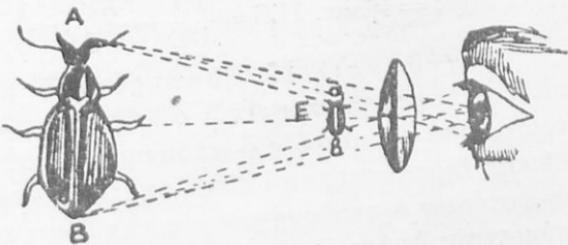
λῶν κινηματογράφος, ὁ δποίος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀποδίδει συγχρόνως καὶ τὴν ἡ δημιύλιαν. Ἡ σύγχρονος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀπόδοσις τοῦ τῆχου ἐπιτυγχάνεται κατὰ δύο τρόπους: α) Διὰ συγδιασμοῦ κινηματογράφου καὶ φωνογράφου, β) δι' εἰδικῆς ταινίας, ἐπὶ τῆς δποίας πλαγίων τῶν εἰκόνων ἀποτυπούνται ὑπὸ μορφὴν γραμμῶν διαφόρου σκιερότητος αἱ τὴχητικαὶ κυμάνσεις, ἀφοῦ μετατραποῦν καταλλήλως εἰς φωτεινά. (*)

Κατὰ τὴν προσολήὴν τῆς ταινίας ταύτης, αἱ μεγάλαι προσολές λογοταὶ ἐπὶ τῆς ὁθόνης, τὸ δὲ γῆχι τικὸν μέρος αὐτῶν, φωτιζόμενον ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πυγῆς, προκαλεῖ, διερχόμενον πρὸ καταλήγου γλεκτρικῆς ἔγκαταστάσεως, αὔξησιν ἡ ἐλάττωσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἀναλόγως τῆς σκιερότητος τῶν γραμμῶν τοῦ διερχομένου μέρους τῆς ταινίας. Αἱ αὔξομειώσεις αὗται τοῦ ρεύματος προκαλοῦν τὴν ἀγαπατηγίας. Αἱ γωγὴν τοῦ γῆχου εἰς μεγάρων καταλήγως παρεμβεδλημένον εἰς τὸ γλεκτρικὸν κύκλωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

79. Ἀπλοῦν μικροσκόπιον.—Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον εἶναι φακὸς συγχλίνων μὲ βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, διὰ τοῦ ὅποιον λαμβάνομεν μεγεθυ- σμένα φανταστικὰ εἴδωλα μικρῶν ἀντι- κειμένων, καὶ δυνά- μεθα οὕτῳ νὰ δια- κρίνωμεν καλλίτερον τὰς λεπτομερείας τῶν ἀντικειμένων τού- των.



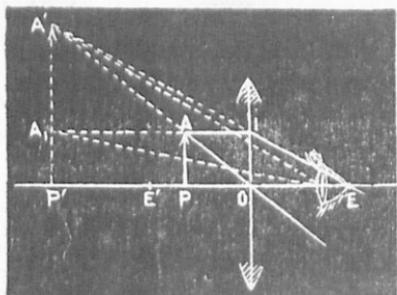
Σχ. 98

Τὸ ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ μιᾶς τῶν ἐστιῶν του (σχ. 98), δπότε, καθὼς ἐμάθομεν, δίδει εἴδωλον φανταστικόν, μεγεθυνσμένον καὶ ὅρθιον.

* Βλ. «μωτοκύτταρον», § 249, σημείωσιν.

Διὰ νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον, τὸ θέτομεν πρὸ τοῦ ὁφθαλμοῦ, κατόπιν δὲ ἐλαττοῦμεν βαθμηδὸν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ μικροσκοπίου, ἔως ὅτου τὸ εἴδωλον φανῆ ὅσον τὸ δυνατὸν εὐχρινέστερον. Ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ ὁφθαλμοῦ εἶναι τότε ἐπαισθητῶς ἵση πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐχρινοῦς ὁράσεως (τὴν ὅποιαν θὰ παριστῶμεν διὰ τοῦ δ).

Ἴσχὺς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Ἰσχὺς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου καλεῖται ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὅποιαν βλέπομεν δι' αὐτοῦ τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου ἔχοντος μῆκος ἵσον μὲ τὴν μονάδα.



Σχ. 99

Ἐὰν δὲ ὁ ὁφθαλμὸς Κ εὐρίσκεται ἀκριβῶς εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε (σχ. 99) τοῦ φακοῦ, ἥτις ἴσχὺς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου θὰ ισοῦται πρὸς $\frac{1}{\varphi}$.

Σημείωσις. Διότι, ἐὰν $AP=I$, ἴσχὺς = γωνία $A'EP'=$ γωνία ΙΕΟ.

Ἄλλο ἀντὶ τῆς γωνίας ΙΕΟ, λόγῳ τῆς σμικρότητός της, δυνάμεθα γὰ λάθωμεν τὴν ἐφαπτομένην τηγις, ὅπότε θὰ ἔχωμεν :

$$\text{Ίσχὺς} = \text{ἐφαπτ. } \text{ΙΕΟ} = \frac{IO}{OE} = \frac{AP}{OE} = \frac{1}{\varphi} \quad (\text{διότι } IO=AP).$$

Μεγέθυνσις ἀπλοῦ μικροσκοπίου δι' ὠρισμένον παρατηρητὴν εἶναι ὁ λόγος Μ τῶν φαινομένων διαμέτρων, ὑπὸ τὰς ὅποιας ὁ παρατηρητὴς οὗτος βλέπει δύο ὁμολόγους διαστάσεις τοῦ εἰδώλου (*), καὶ τοῦ ἀντικειμένου (**), ἀμφοτέρων ἔξεταζομένων εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐχρινοῦς ὁράσεως ($\delta=25$ ἑκ. ἀπὸ τοῦ ὁφθαλμοῦ=EP' εἰς τὸ σχῆμα). Ἡτοι $M = \frac{A'EP'}{A_1EP'} = \frac{\delta}{\varphi}$.

* Δηλ. διὰ τοῦ φακοῦ.

** Δηλ. διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

Διότι ή γωνία $A'EP' = \text{γωνία } IEO = \frac{IO}{OE}$ (λαμβανομένης, αντὶ τῆς γωνίας IEO , τῆς ἐφαπτομένης της). Καὶ ἐπειδὴ $IO = AP$ καὶ $OE = \varphi$, ἔχομεν γωνία $A'EP' = \frac{AP}{\varphi}$. (1)

^οΕπίσης γωνία $A_1EP' = \epsilon\varphi$ $A_1EP' = \frac{A_1P'}{P'E} = \frac{AP}{\delta}$ (2)

(διότι $A_1P' = AP$).

Διαιροῦντες κατὰ μέλη τὰς (1) καὶ (2), λαμβάνομεν :

$$M = \frac{A'EP'}{A_1EP'} = \frac{AP}{\varphi} : \frac{AP}{\delta} = \frac{AP}{\varphi} \cdot \frac{\delta}{AP} = \frac{\delta}{\varphi}.$$

^οΗτοι ή μεγέθυνσις ίσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς ίσχύος $\frac{1}{\varphi}$ ἐπὶ τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν δ τῆς εὐκρινοῦς δράσεως.

^οΑριθμ. ἐφαρμογή. Εὰν $\delta = 0,30$ μ. καὶ $\varphi = 0,10$ μ., $M = \frac{30}{10} = 3$. Εὰν $\delta = 0,30$ μ. καὶ $\varphi = 0,05$, $M = \frac{30}{5} = 6$.

Σημεῖωσις. Παρατηροῦμεν ὅτι ή μεγέθυνσις εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, όσον τὸ δ εἰναι μεγαλύτερον. Επομένως διφθαλμὸς ὑπερμέτρωψ κερδίζει περισσότερον ἀπὸ διφθαλμὸν ἐμμέτρωπα ἢ μύωπα, χρησιμοιώντων τὸ μικροσκόπιον.

^οΕφαρμογαί. Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον χοησίμοποιεῖται πολὺ εἰς τὴν Βοτανικὴν καὶ τὴν Ορυκτολογίαν. Επίσης εἰς τὴν ὁρολογοποιίαν καὶ χαρακτικὴν τῶν μετάλλων, καθὼς καὶ διὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν χαρτῶν, διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν μικρογραφιῶν, διὰ τὴν μέτρησιν τῶν νημάτων τῶν ὑφασμάτων κτλ.

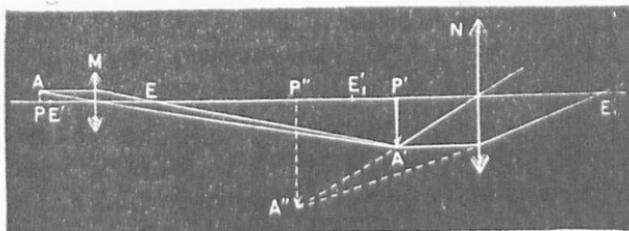
80. Σύνδετον μικροσκόπιον.—Τοῦτο χρησιμεύει, καθὼς καὶ τὸ ἀπλοῦν, διὰ νὰ παρατηρῶμεν ὑπὸ μεγέθυνσιν πολὺ μικρὰ ἀντικείμενα καὶ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας των καλύτερον παρὰ διὰ τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου.

Τὸ σύνδετον μικροσκόπιον συνίσταται κυρίως ἀπὸ διπτικὰ συστήματα :

α) Τὸ ἀντικειμενικόν, τὸ διοῖον εἶναι σύστημα συγκλίνον βραχίέας ἔστιακῆς ἀποστάσεως, δίδον εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου πραγματικὸν καὶ πολὺ μεγεθυσμένον.

β) Τὸ προσοφθάλμιον, τὸ ὅποῖον εἶναι ἀπλοῦν μικροσκόπιον, διὰ τοῦ ὅποίου ἔξετάζομεν τὸ εἴδωλον τοῦτο.

Τὸ ἀντικειμενικὸν καὶ τὸ προσοφθάλμιον σύστημα φέρονται εἰς τὰ δύο ἄκρα σωλῆνος σταμεδοῦ μήκους καὶ ἔχουν τὸν αὐτὸν κύριον ἀξονα.



Σχ. 100

ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ Μ δλίγον μεγαλυτέραν τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεώς του, δίδει εἴδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον Ρ'Α' πολὺ μεγεθυσμένον ἐντὸς τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος. Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα, λειτουργοῦν τότε ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον, μεταφέρει τὸ εἴδωλον εἰς τὸ Ρ''Α'' μεγεθῦνον αὐτό. Μεταθέτοντες τὸν σωλῆνα δλόκληρον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ἐπιτυγχάνομεν ὥστε τὸ φανταστικὸν εἴδωλον Ρ''Α'' νὰ σχηματισθῇ εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς δράσεως, δπότε καθίσταται εὐκρινέστατον. "Ινα δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ ὅσον τὸ δυνατὸν περισσοτέρας ἀκτίνας, πρόπει νὰ τεθῇ εἰς τὴν ἑστίαν Ε₁ τοῦ προσοφθαλμίου.

Τὸ σχῆμα 101 παριστά σύνθετον μικροσκόπιον.

Σημείωσις. Η μεγέθυνσις τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου δι' ὧρισμένον παρατηρητὴν δρίεται ὅπως καὶ ἡ τοῦ ἀπλοῦ, δηλ. ὡς ἡ σχέσις τῶν φαινομένων διαμέτρων, ὑπὸ τὰς ὅποιας ὁ παρατηρητῆς οὗτος βλέπει τὸ εἴδωλον καὶ τὸ ἀντικείμενον, ἀμφοτέρων ἔξεταζομένων εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς δράσεως.

Η μεγέθυνσις αὕτη ἴσωται μὲ τὸ γινόμενον τῆς μεγεθύνσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἐπὶ τὴν μεγέθυνσιν τοῦ προσοφθαλμίου.

Ἐφαρμογαί. Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον χρησιμοποιεῖται εἰς



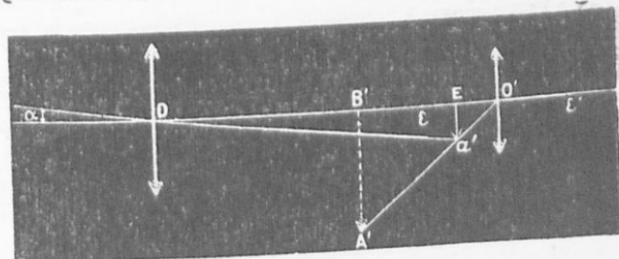
Σχ. 101

ὅλας τὰς συνήθεις ἔρεύνας τῆς Βοτανικῆς, τῆς Ἰστολογίας καὶ τῆς Ἱατροδικαστικῆς. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν μελέτην τῶν βακτηριδίων καὶ τὴν παρατήρησιν τῶν ἐντόμων καὶ ζωνφίων ὡς καὶ διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν νοθειῶν τῶν ἀλεύρων, τοῦ ἀμύλου, τοῦ τεῖνος κτλ. Οἱ μεταλλουργοὶ τὸ χρησιμοποιοῦν ἀπό τινων ἐτῶν διὰ νὰ ἔξαγουν συμπεράσματα περὶ τῆς ποιότητος τοῦ χάλυβος.

81. Τηλεσκόπια.—Τὰ τηλεσκόπια εἰναι ὅργανα, διὰ τῶν ὁποίων παρατηροῦμεν ἀντικείμενα πολὺ ἀπομεμακρυσμένα. Διακρίνονται δὲ εἰς διοπτρικά, τῶν ὁποίων τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα συνίσταται ἐκ συγκλινόντων φακῶν, καὶ εἰς κατοπτρικά, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιρικοῦ (ἢ παραβολικοῦ) κατόπτρου.

82. Διοπτρικὰ τηλεσκόπια.—*Ἄστρονο μικὴ διόπτρα.* Ἡ ἀστρονομικὴ διόπτρα, χρησιμοποιούμενη διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν ἀστέρων, συνίσταται ἐκ τῶν αὐτῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων καὶ τὸ σύνθετον μικροσκόπιον. Δηλ. ἐξ ἑνὸς ἀντικειμενικοῦ συστήματος καὶ ἑνὸς προσοφθαλμίου, ἀμφοτέρων συγκλινόντων καὶ ἔχόντων τὸν αὐτὸν κύριον ἄξονα. Τὸ ἀντικειμενικὸν Ο (σχ. 102) ἔχει μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ μακρὰν ἐστιακὴν ἀπόστασιν.

Ἐνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς του, εἰς ἀστὴρο ΑΒ (ὅστις δὲν παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα) δίδει εἰς τὸ κύριον ἐστιακὸν ἐπίπεδον τοῦ ἀντικει-



Σχ. 102

μενικοῦ συστήματος εἶδωλον α'Ε, πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον. Τὸ προσοφθαλμίον σύστημα Ο', βραχείας ἐστιακῆς ἀποστάσεως καὶ συνεπῶς διαμέτρου πολὺ μικροτέρας τῆς τοῦ ἀντικειμενικοῦ, ἐνεργεῖ ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον (διότι ἡ κυρία ἐστία του ε εύρισκεται ὀλίγον πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς κυρίας ἐστία. Ε τοῦ ἀντικειμενικοῦ) καὶ παρέχει νέον εἶδωλον τοῦ α'Ε, φανταστικὸν καὶ μεγεθυσμένον, τὸ Α'Β', ἀνεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

Σημείωσις. Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄκρον σωληνοῦ, δοτις δύναται νὰ μετατίθεται ἐντὸς ἑτέρου εὑρυτέρου σωληνοῦ, φέροντος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον του τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα. Πλησιάζοντες ἢ ἀπομακρύνοντες τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ, ἐπιτυγχάνομεν τὸ σχηματισμὸν τοῦ εἰδώλου εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκριγοῦς δράσεως.

Μεγέθυνσις. Ἡ μεγέθυνσις Μ ἀστρονομικῆς διόπτρας εἶναι δὲ λόγος τῆς φαινομένης διαμέτρου β μιᾶς γραμμικῆς διαστάσεως Α'Β' τοῦ εἰδώλου δρωμένου ἐντὸς τῆς διόπτρας πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον α τῆς διολόγου διαστάσεως ΑΒ τοῦ ἀντικειμένου δρωμένου διὰ γυμνοῦ ὁφθαλμοῦ.

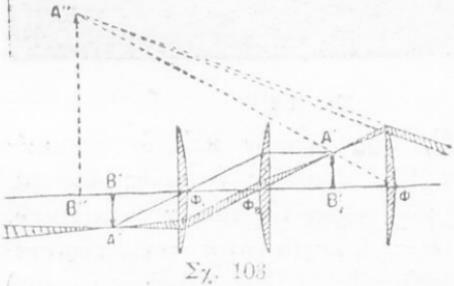
Ἡ μεγέθυνσις αὗτη ἴσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν ἔστιακῶν ἀποστάσεων τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος καὶ τοῦ προσοφθαλμίου. Ἡτοι $M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\Phi}{\varphi}$, ἐνθα Φ καὶ ϕ αἱ ἔστιακαὶ ἀποστάσεις τοῦ ἀντικειμενικοῦ καὶ τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος.

Διότι $\beta = \text{γωνία } B'O'A' = \text{γωνία } EO'a'$. Συνεπῶς $\beta = \epsilon\varphi$ $\beta = \frac{a'E}{EO} = \frac{a'E}{\varphi}$ (διότι τὸ εἰδώλον $a'E$, εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς δράσεως, εὑρίσκεται σχεδὸν εἰς τὴν ἔστιαν τοῦ προσοφθαλμίου). Ἐπίσης $a = \text{γωνία } a'OE = \epsilon\varphi$ $a'OE = \frac{a'E}{EO} = \frac{a'E}{\varphi}$.

$$\text{Συνεπῶς } M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{a'E}{\varphi} : \frac{a'E}{\varphi} = \frac{a'E}{\varphi} \cdot \frac{\Phi}{a'E} = \frac{\Phi}{\varphi}.$$

83. Διόπτρα τῶν ἐπιγείων. — Ἡ οὐσιώδης διαφορὰ ἀπὸ διόπτρῆς ἀπόψεως μεταξὺ τῆς διόπτρας τῶν ἐπιγείων καὶ τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας ἔγκειται εἰς τὸ προσοφθαλμίον σύστημα. Τὸ προσοφθαλμίον τῆς διόπτρας τῶν ἐπιγείων εἶναι μικροσκόπιον μικρᾶς μεγεθύνσεως. Ὁ κύριος προορισμός του εἶναι ἡ ἀνόρθωσις τῶν εἰδώλων, τὸ δοποῖον εἶναι οὐσιώδες διὰ τὰ ἐπὶ Γῆς ἀντικείμενα.

Τὸ σχῆμα 103 παριστᾷ διόπτραν τῶν ἐπιγείων, ἡ δοπία φέρει



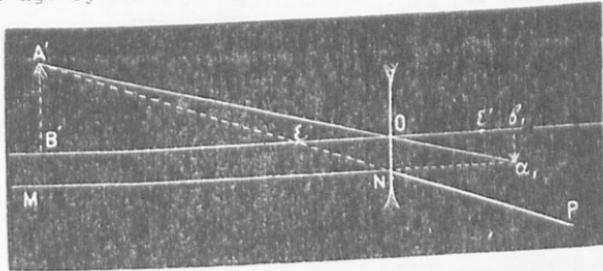
μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἀνορθωτικὸν σύστημα ἀποτελούμενον ἐκ δύο συγκλινόντων φακῶν Φ_1 καὶ Φ_2 , οἱ δοῦλοι μετὰ τοῦ προσοφθαλμίου Φ ἀποτελοῦν ἐν σύστημα.

Τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον $A'B'$ τὸ παρεχόμενον ὑπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος σχηματίζεται σχεδὸν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν αὐτοῦ, ἡ δούλα συμπίπτει μὲ τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ Φ_1 . Ἐπομένως αἱ ἀκτῖνες, μετὰ τὴν δίοδον των διὰ τοῦ φακοῦ Φ_1 , καθίστανται παράλληλοι καὶ διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ Φ_2 , τοῦ δούλου ἡ κυρία ἐστία εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ Φ_1 , σχηματίζουν τὸ ἀνωρθωμένον εἶδωλον $A'_1 B'_1$ εἰς τὸ ἐστιακὸν ἐπίπεδον τοῦ φακοῦ Φ_2 . Τὸ εἶδωλον τοῦτο παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Φ παρέχει τὸ τελικὸν εἶδωλον $A''B''$.

84. Διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου.—Εἰς τὴν διόπτραν ταύτην, ἡ ἀνόρθωσις τοῦ εἶδώλου ἐπιτυγχάνεται δι^o ἀπλοῦ προσοφθαλμίου συστήματος ἀποκλίνοντος.

Αὕτη (σχ. 104) συνίσταται ἐξ ἀντικειμενικοῦ συστήματος συγκλίνοντος, μεγάλης ἐστιακῆς ἀποστάσεως, καὶ τοῦ προσοφθαλμίου οὐτως ὥστε οἱ κύριοι ἀξονές των νὰ συμπίπτουν.

Τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα θὰ δώσῃ εἰς τὸ $\alpha_1 \beta_1$ εἶδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἀντικειμενόν τινὸς AB , ἐὰν αἱ συγκλίνουσαι εἰς τὸ



Σχ. 104

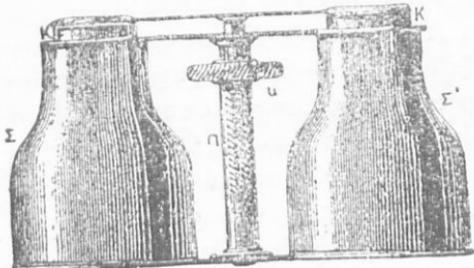
$\alpha_1 \beta_1$ ἀκτῖνες δὲν συναντήσουν τὸν ἀποκλίνοντα φακὸν O .

Ἐὰν δημιουργεῖται ὁ φακὸς O οὕτως, ὥστε τὸ εἶδωλον $\alpha_1 \beta_1$ νὰ τείνῃ νὰ σχηματισθῇ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ ϵ' , τότε αἱ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ O ἀποκλίνονταν τοῦ κυρίου ἀξονος καὶ ὁ ὄφθαλμὸς δεχόμενος ταύτας βλέπει φανταστικὸν εἶδωλον $A'B'$ ὅρθιον καὶ μεγεθυσμένον.

Σημείωσις. Αἱ διόπτραι αὗται σπαγίως χρησιμοποιοῦνται διὰ

τὴν παρατήρησιν τῶν ἀστέρων. Ἡ μεγέθυνσίς των εἶναι πάντοτε μικρά.
Αἱ διόπτραι τῆς θαλάσσης καὶ αἱ διόπτραι τοῦ θεάτρου, αἱ ὅποιαι συν-

ιστανται ἀπὸ δύο διόπτρας
τοῦ Γαλιλαίου (σχ. 105),
μεγεθύνουσιν αἱ μὲν τῆς θα-
λάσσης 10—20 φοράς, αἱ
δὲ τοῦ θεάτρου 3-5 φοράς
μόνον.



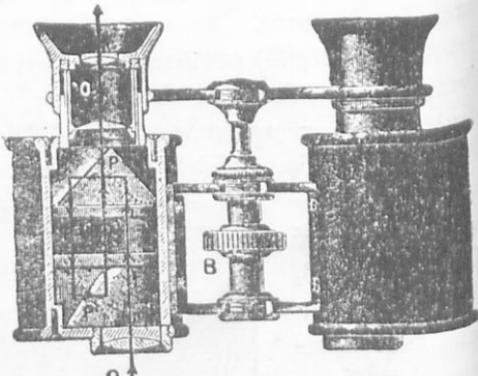
Σχ. 105

Απὸ τοῦ 1850 ὁ ὀπτικὸς Porro ἐσκέφθη γὰρ ἐπιδιώξῃ τὴν ἀνόρ-
θωσιν τοῦ εἰδώλου τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας διὰ δύο καταλλήλων
τοποθετημένων πρισμάτων
διλικῆς ἀνακλάσεως. Διὰ τοῦ
μέσου τούτου καὶ τὸ μῆκος
τῆς ὅλης διόπτρας θὰ πε-
ριωρίζετο σημαντικῶς. Ἡ
ἰδέα αὕτη τοῦ Porro ἡδυ-
νήθη κατὰ τὰ τελευταῖα
ταῦτα ἔτη νὰ πραγματο-
ποιηθῇ κατὰ τρόπου θαυ-
μάσιον (σχ. 106).

85. Ἀρχὴ τῶν πρι- σματικῶν διοπτρῶν.—

Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, διερχομένη διὰ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ A (σχ.
107), προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τῆς ὑποτεινούσης ἔδρας τοῦ ἀνωτέρου
πρίσματος ἀνακλωμένη δὲ διλικῶς ἐπὶ τῶν ἔδρῶν αὐτοῦ B₁ καὶ B₂,
προσπίπτει ἐπὶ τῶν ἔδρῶν B₃ καὶ B₄ τοῦ κατωτέρου πρίσματος, ἐφ' ᾧ
καὶ πάλιν ἀνακλᾶται διλικῶς, ἐπιτυγχανομένης οὕτω τῆς ἀνορθώσεως
τοῦ εἰδώλου. Ἐξερχομένη τέλος ἐκ τοῦ δευτέρου πρίσματος ἡ φωτεινὴ
ἀκτίς καταλήγει εἰς τὸν προσοφθάλμιον φακὸν A'.

86. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.—Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος



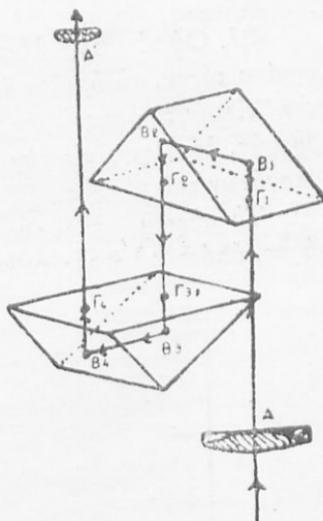
Σχ. 106

Τὰ τηλεσκόπια ταῦτα συνίστανται ἐξ ἑνὸς κοίλου κατόπτρου καὶ ἑνὸς προσοφθαλμίου συστήματος.

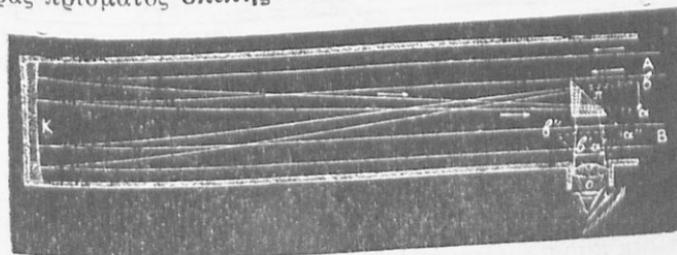
Εἰς τὸ τηλεσκόπιον τὸῦ Νεύτωνος (σχ. 108), σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον Κ, τὸ δόποιον εἶναι

στερεωμένον εἰς τὸν πυθμένα σωλῆλος ἀνοικτοῦ εἰς τὸ ἔτερον ἄκρον, στρέφεται πρὸς τὸ παρατηρούμενον μέρος τοῦ διαστήματος. Αἱ ἀκτίνες ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου ΑΒ, καθέτου πρὸς τὸν κύριον ἀξονα, ἀνακλασθεῖσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Κ θὰ ἐσχηματίζονται εἴδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον αβ μεταξὺ τοῦ κέντρου καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ, πολὺ πλησίον πρὸς τὴν ἐστίαν. Ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῶν συγκλινουσῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων παρεντίθεται ἐπίπεδον κάτοπτρον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν 45° , τὸ δόποιον δίδει εἰς τὸ α'β' εἴδωλον πραγματικὸν καὶ συμμετρικὸν τοῦ αβ ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον.

Τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀντικαθίσταται συνήθως διὰ τῆς ὑποτεινούσης ἔδρας πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως, διότε ἡ ἀπώλεια τοῦ φω-



Σχ. 107



Σχ. 108

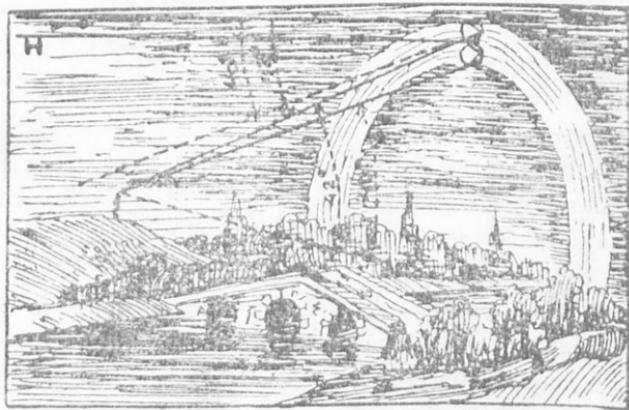
τὸς ἡ ὀφειλομένη εἰς τὴν δευτέραν ταύτην ἀνάκλασιν εἶναι μικρά. Τέλος, τὸ πραγματικὸν εἴδωλον α'β', παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Ο, παρέχει εἴδωλον α''β'' κατ' ἔμφασιν καὶ μεγεθυνμένον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

87. Ούρανιον τόξον ἡ Ἱρις.—Τὸ γνωστὸν φαινόμενον τοῦ οὐρανίου τόξου, τὸ δποῖον ἐμφανίζεται ὅταν στρέφοντες τὰ νῶτα πρὸς τὸν Ἡλιον παρατηρῶμεν νέφος, καθ' ἥν στιγμὴν τοῦτο ἀναλύεται εἰς βροχήν, ὅφελεται εἰς τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν ὑδροσταγόνων τοῦ νέφους.

Τὸ οὐράνιον τόξον παρατηρεῖται κατὰ τὰς πρωινὰς ἢ ἐσπερινὰς ώρας, δπότε τὸ ὑψος τοῦ Ἡλίου ὑπὲρ τὸν δρίζοντα δὲν ὑπερβαίνει



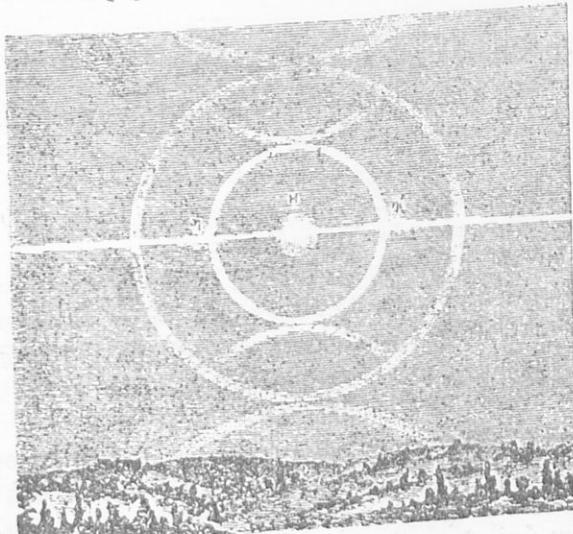
Σχ. 109

τὰς 40°. Φαίνεται τότε ἐπὶ τοῦ νέφους φωτεινὴ ταινία ἀποτελουμένη ἐκ συγκεντρικῶν τόξων, τῶν δποίων τὰ χρώματα ἔχουν τὴν τάξιν τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, μὲ τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔξω καὶ τὸ ἵδης πρὸς τὰ ἕσω (σχ. 109).

Ἐνίστε παρατηρεῖται καὶ δεύτερον τόξον ὀλιγώτερον φωτεινόν, ἔξωτεροικῶς ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, τοῦ δποίου τὰ χρώματα εἶναι διατεμειμένα κατ' ἀντίστροφον φοράν, δηλ. τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἕσω καὶ τὸ ἵδης πρὸς τὰ ἔξω.

88. "Αλως.—Αἱ ἄλφ (σχ. 110) εἶναι δακτύλιοι χρωματιστοί, οἱ δποῖοι ἀναφαίνονται ἐνίστε περὶ τὸν Ἡλιον ἢ τὴν Σελήνην καὶ εἶναι

διμόκεντροι πρὸς τὰ σώματα ταῦτα. Οἱ δακτύλιοι οὗτοι ἄλλοτε μὲν εἶναι εἴς, ἄλλοτε δὲ δύο. Εἰς ἀμφοτέρας ὅμως τὰς περιπτώσεις, τὸ ἐρυθρὸν εἶναι πρὸς τὰ ἔσω καὶ τὸ ἵδες πρὸς τὰ ἔξω.



Σχ. 110

Αἱ ἀλλοί προέρχονται ἐξ ἀναλύσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς διερχομένου διὰ μικρῶν παγοκονστάλλων, ἐκ τῶν δποίων ἀποτελοῦνται νέφη τινά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

89. Φύσις τοῦ φωτός.—Τὴν φύσιν τοῦ φωτὸς δὲν τὴν γνωρίζουμεν. Ἐπειδὴ ὅμως, ὡς θὰ μάθωμεν, πραγματοποιοῦνται φωτειναὶ συμβολαὶ ὑπὸ συνθήκας ἀναλόγους πρὸς ἐκείνας, αἱ δποῖαι παράγουν τὰς ἥχητικὰς συμβολάς, διὰ τοῦτο παραδεχόμεθα, ὅτι τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων εὑρίσκονται εἰς παλμικὴν κίνησιν περιοδικήν, ἀνάλογον πρὸς τὴν κίνησιν τῶν μορίων τῶν ἥχογόνων σωμάτων. Τοῦτο εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εἶναι μία ὑπόθεσις, διότι ἡ

παλμικὴ κίνησις τῶν φωτεινῶν μορίων εἶναι πάρα πολὺ ταχεῖα, συνεπῶς δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρηθῇ. Παραδεχόμεθα ὅμως ταύτην, διότι ὅλαι αἱ συνέπειαι αὐτῆς ἐπαληθεύονται ὑπὸ τοῦ πειράματος.

90. Ὑπόδεσις περὶ τοῦ αἰδέροις.—“Οπως πᾶσα παλμικὴ κίνησις, οὕτω καὶ ἡ φωτεινὴ κίνησις, διὰ νὰ διαδοθῇ, ἔχει ἀνάγκην ἐνὸς μέσου, τὸ δποῖον νὰ τίθεται καὶ αὐτὸ εἰς παλμικὴν κίνησιν. Ἐπειδὴ τὸ φῶς διασχίζει τὸ κενὸν καὶ τὰ οὐράνια διαστήματα, ἡ πυκνότης τοῦ μέσου τῆς διαδόσεώς του πρέπει νὰ εἶναι πολὺ μικροτέρᾳ ἀπὸ τὴν πυκνότητα καὶ τῶν ἀραιοτέρων ἀερίων.

Τὸ μέσον τοῦτο, τὸ δποῖον ἐκλήμθη αἰδήρῳ καὶ τὸ δποῖον καταλαμβάνει ὅλον τὸ διάστημα, θὰ διέρχεται δι’ ὅλων τῶν σωμάτων, διότι σώματά τινα, τὰ δποῖα εἶναι σκιερὰ διὰ τὰς ἀκτινοβολίας, τὰς δποῖας δέχεται δ ὀφθαλμός μας, εἶναι διαφανῆ δι’ ἄλλας ἀκτινοβολίας τῆς αὐτῆς φύσεως.

Αἱ παλμικαὶ κινήσεις τῶν φωτεινῶν μορίων μεταδίδονται εἰς τὸν αἰθέρα καὶ ἡ διάδοσις γίνεται ἐντὸς τοῦ μέσου τούτου διὰ κυμάτων, χωρὶς μεταφορὰν ὕλης, ὅπως διαδίδονται τὰ ὑγρὰ κύματα, τὰ δποῖα προκαλοῦνται ὑπὸ τῆς πτώσεως λίθου ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ἐνῷ αἱ ἡχητικαὶ παλμικαὶ κινήσεις γίνονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεώς των, αἱ φωτειναὶ παλμικαὶ κινήσεις εἶναι κάθετοι πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως. Αὗται διαδίδονται ὅπως τὰ ὑγρὰ κύματα, τὰ δποῖα προκαλοῦνται ὑπὸ τῆς πτώσεως λίθου ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Τὸ λευκὸν φῶς δὲν ὀφείλεται εἰς μίαν παλμικὴν κίνησιν, ἀλλ’ εἰς τὴν ἔνωσιν παλμικῶν κινήσεων διαφόρων συχνοτήτων. Αἱ παλμικαὶ αὐταὶ κινήσεις, αἱ δποῖαι δνομάζονται ἀκτινοβολίαι, εἶναι, ὡς ἐμάθομεν, ἐπτὰ κυρίως διάφορα χρώματα, τοποθετημένα πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν: ἐρυθρόν, πορτοκαλλίν, κίτρινον, πράσινον, κυανοῦν, βαθὺ κυανοῦν, ἵωδες.

Μία δέσμη λευκοῦ φωτὸς ὀφείλεται εἰς τὴν σύμπτωσιν ἀπλῶν (μονοχρώμων) ἀκτινοβολιῶν. Ο δφθαλιὸς διεγέρεται συγχρόνως ὑπὸ ὅλων τῶν ἀκτινοβολιῶν. Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ φωτὸς εἶναι ἡ αὐτὴ δι’ ὅλας τὰς ἀκτινοβολίας.

91. Μῆκος κύματος.—Κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς παλμικῆς κινήσεως ἐνὸς μορίου, αἱ διαδοχικαὶ αὐτοῦ κινήσεις μεταδίδονται κατὰ

τὴν φορὰν τῆς διαδόσεως εἰς ἐν νῆμα μορίων, τὸ μῆκος τοῦ δποίου καλεῖται **μῆκος κύματος**. Τὸ μῆκος τοῦτο λέγεται τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον ὑπὸ τῆς παλμικῆς κινήσεως κατὰ τὴν διάρκειαν τὸ ἐνὸς πλήρους παλμοῦ.

Ἐκάστη τῶν ἀκτινοβολιῶν, αἱ δποῖαι ἡνωμέναι ἀποτελοῦν τὸ λευκὸν φῶς, ἔχει διάφορον μῆκος κύματος, ἀπείρως μικρόν, μικρότερον ἀπὸ ἐν μικρὸν (χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου). Οὕτω τὸ μῆκος κύματος τῆς ἐρυθρᾶς ἀκτινοβολίας εἶναι περίπου 0,8 τοῦ μικροῦ, τοῦ δὲ ἰώδους 0,4 τοῦ μικροῦ. Τὰ μήκη κύματος τῶν μεταξὺ τοῦ ἐρυθροῦ καὶ τοῦ ἰώδους ἀκτινοβολιῶν παρίστανται δι' ἀριθμῶν ἐνδιαμέσων.

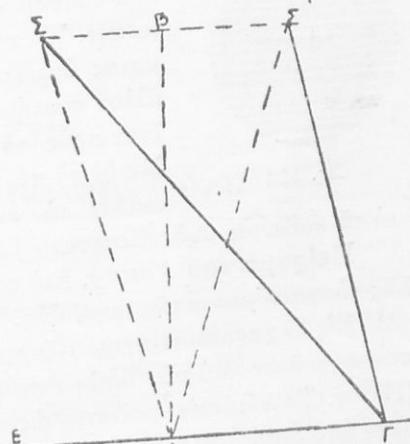
92. Φαινόμενα συμβολῆς.—Δύο φωτεινὰ κυμάνσεις, αἱ δποῖαι φθάνονταν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, διασταυροῦνται λέγομεν τότε, ὅτι **συμβάλλουν**. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως θὰ παραχθῇ ἐνίσχυσις τοῦ φωτὸς ἢ σκότος. Αἱ συνθῆκαι συμβολῆς εἶναι διὰ τὸ φῶς αἱ ἀνταὶ μὲ τὰς συνθήκας, αἱ δποῖαι ὑφίστανται διὰ τὰ ὑγρὰ κύματα καὶ τὰ ἥχητικά.

Θεωρήσωμεν π.χ. δύο φωτεινὰς πηγὰς Σ καὶ Σ' , τῶν δποίων αἱ κυμάνσεις προσπίπτουν ἐπὶ διαφράγματος E παραγαλῆλου πρὸς αὐτάς. Ἐγώσωμεν τὰ Σ καὶ τὰ Σ' καὶ ἀπὸ τὸ μέσον B τῆς $\Sigma\Sigma'$ καταβιβάσωμεν κάθετον BA ἐπὶ τοῦ E (σχ. 111).

Εἰς τὸ σημεῖον A τὰ κύματα διαδίδονται μὲ συμφώνους περιοδικὰς κινήσεις, ἐπειδὴ ἀναχωροῦντα σύμφωνα ἀπὸ τὰ Σ καὶ Σ' διανύουν τὸ αὐτὸ διάστημα (τρίγωνον $\Sigma A \Sigma'$ ἴσοσκελές).

Λέγομεν ὅτι δύο κύματα εἶναι **σύμφωνα**, ὅταν τὰ διαστήματα, τὰ δποῖα διανύουν, εἶναι ἵσα ἢ διαφέρουν εἴτε κατὰ ἀκέραιον ἀριθμὸν κύματος εἴτε κατὰ ἀριθμὸν ἡμιμηκῶν κύματος. Ἀλλως εἶναι **ἀσύμφωνα**.

Θεωρήσωμεν ἐν σημεῖον G πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ A , δπον φθάνουν



Σχ. 111

κύματα ἀναχωροῦντα ἐκ τῶν Σ καὶ Σ'. Ἐπειδὴ ή ΣΓ εἶναι μεγαλυτέρα τῆς Σ'Γ, ὑπάρχει μεταξὺ τῶν κυμάτων διαφορὰ πορείας.

Ἐὰν ή διαφορὰ πορείας τῶν δύο ἀκτίνων, αἱ δόποιαι συμβάλλουν εἰς τὸ σημεῖον Γ, εἶναι ἵση μὲ ἀκέραιον ἀριθμὸν μηκῶν κύματος, αἱ μετατοπίσεις, αἱ δόποιαι μεταδίδονται καθ' ἔκάστην στιγμὴν εἰς τὸ μόριον Γ, προστίθενται καὶ δι φωτισμὸς ἐκεῖ γίνεται ἐντατικώτερος. Ἐὰν ή διαφορὰ εἶναι ἵση μὲ περιττὸν ἀριθμὸν ἡμιμηκῶν κύματος, αἱ μετατοπίσεις, αἱ δόποιαι μεταδίδονται εἰς τὸ Γ, εἶναι ἀντίθετοι καὶ ἔξουδετεροῦνται. Συνεπῶς τὸ μόριον Γ τοῦ αἰθέρος παραμένει ἀκίνητον. Ἐπομένως εἰς τὸ Γ παραγέται σκότος. Τοῦτο κυρίως καλεῖται συμβολὴ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω λοιπὸν προκύπτει ὅτι εἰς μὲν τὸ Α θὰ βλέπωμεν ἔνα θύσανον λάμποντα, ἐναλλὰξ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ τοῦ σημείου τούτου θυσάνους φωτεινοὺς καὶ σκοτεινούς.



Σχ. 112

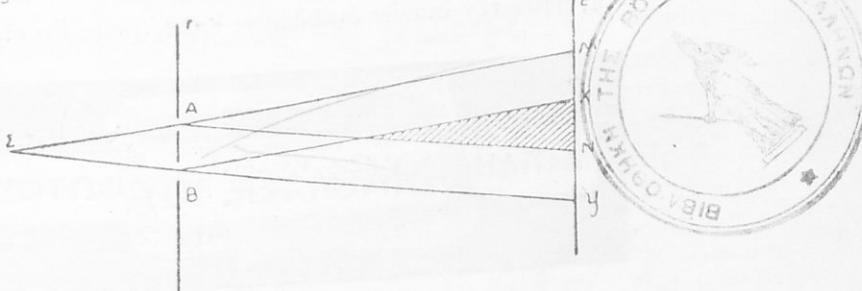
Δηλ. ἀνευρίσκομεν κάποιαν ἀναλογίαν μὲ δσα ἐμάθομεν διὰ τὴν συμβολὴν τῶν ὑγρῶν κυμάτων. Ὁταν κύρτωμα τοῦ κύματος ἐνὸς συστήματος ὑγρῶν κυμάτων συναντᾷ κύρτωμα κύματος ἄλλου συστήματος, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται εἰς ὑψος ἵσον πρὸς τὸ ἄρθροισμα τῶν δύο κυρτωμάτων· ἐὰν δὲ τὸ κύρτωμα ἐνὸς κύματος συναντᾷ τοῦντίον τὸ κοίλωμα ἄλλου κύματος, τὸ κύρτωμα καὶ τὸ κοίλωμα μηδενίζονται.

Πείραμα τοῦ Young. Διὰ τοῦ πειράματος τούτου φαίνεται καλῶς τὸ φαινόμενον τῆς συμβολῆς.

Εἰς ἓν χαρτόνιον σχηματίζομεν δύο δπάς πλησίον ἀλλήλων καὶ παρατηροῦμεν διὰ τῶν δπῶν ἀργυροῦν νόμισμα ἐκτείνειμένον εἰς τὸν Ἡλιον. Τὸ νόμισμα φαίνεται ὡς φωτεινὴ κηλίς (σχ. 112) ἀποτελουμένη ἀπὸ φαβδώσεις ἐναλλὰξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς. Εἶναι οἱ θύσαι, περὶ τῶν δποίων εἴπομεν, οἱ ὀφειλόμενοι εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας, αἱ δόποιαι συμβάλλουν, διότι αἱ δύο φωτειναὶ δέσμαι αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ ἔκάστης δπῆς ἐπιτίθενται ή μία ἐπὶ τῆς ἀλλῆς. Ὁ κεντρικὸς λαμπρὸς θύσανος εἶναι δι ζωηρότερος ὅλων.

Ἐὰν καλύψωμεν τὴν μίαν δπήν καὶ παρατηρήσωμεν τὸ νόμισμα ἀπὸ τὴν ἀλλήν δπήν, τὸ νόμισμα φαίνεται διμαλῶς φωτισμένον, διότι δὲν παραγέται πλέον συμβολή, ἐπειδὴ ὑπάρχει μία μόνον φωτεινὴ πηγὴ.

"Εστω Σ φωτεινὴ πηγὴ (σχ. 113) τοποθετημένη ἔμπροσθεν τοῦ χαρτονίου Γ διατρυπημένου εἰς τὰ Α καὶ Β. Αἱ δύο Α καὶ Β συνεπῶς φωτίζονται. Ἐπίσης μία φωτεινὴ δέσμη ἀναχωρεῖ ἀπὸ ἐκάστου



Σχ. 113

τῶν δύο τούτων καὶ προσπίπτει εἰς διάφραγμα Ε. Ὁπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, ἡ δέσμη ΜΑΝ ἐπιτίθεται καθαρὸν ἐπὶ τῆς δέσμης ΧΒΨ. Ἐπίσης παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τὸ διάφραγμα ἐμφανίζονται εἰς τὸ ΧΝ ραβδώσεις ἐναλλάξ φωτειναὶ καὶ σκοτειναὶ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

I. ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ

93. Ὁρισμοί.— Διπλῆ διάθλασις λέγεται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ δποῖον πολυάριθμοι κρύσταλλοι, λεγόμενοι διὰ τοῦτο διπλοθλαστικοί, παρέχουν ἐκ μιᾶς καὶ μόνης προσπιπτούσης δύο διαθλωμένας ἀκτίνας. Τοῦτο π.χ. παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, διὰ μέσου τῆς δποίας δρώμενα τὰ ἀντικείμενα φαίνονται διπλά (σχ. 114).

Ἡ ἴδιότης αὕτη παρατηρεῖται εἰς βαθμοὺς ἀνίσους εἰς πάντας τοὺς κρυστάλλους τοὺς μὴ ἀνήκοντας εἰς τὸ κυβικὸν σύστημα. Τούναντίον, τὰ κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα κρυστάλλουμενα σώματα, καθὼς καὶ πᾶσαι αἱ οὐσίαι αἱ ἀμορφοί, ὡς ἡ ὄντας, δὲν παρουσιάζουν τὸ φαινόμενον τῆς διπλῆς διαθλάσεως.

Τὰ ἀπλοθλαστικὰ εἶναι σώματα **ἰσότροπα**, δηλ. εἰς ἕκαστον οημείον ἔχουν τὰς αὐτὰς φυσικὰς ἴδιότητας κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν: τὰ

δε διπλοθλαστικά είναι **άνισότροπα**, δηλ. αἱ φυσικαὶ ἰδιότητες δὲν παραμένουν αἱ αὐταὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις πέριξ σημείου τινὸς τοῦ σώματος.

Ἐξηγοῦμεν τὴν διπλῆν διάθλασιν, ὑποθέτοντες ὅτι εἰς τὰ ἀνισό-

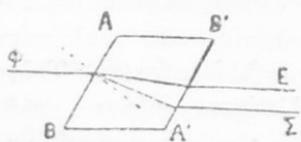


Σχ. 114

τροπα σώματα ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἔξαρταται ἐκ τῆς διευθύνσεως τῶν φωτεινῶν κραδασμῶν, ἐνῷ εἰς τὰ ἴσότροπα ἡ ταχύτης δὲν ἔξαρταται ἐκ ταύτης.

94. Κρύσταλλοι μονάξονες.—Εἰς διπλοθλαστικὸν κρύσταλλον ὑπάρχουν πάντοτε μία ἢ δύο διευθύνσεις, κατὰ τὰς δποίας παρατηρεῖται μόνον ἀπλῆ διάθλασις, καθ' ἃς δηλονότι τὰ διὰ τοῦ κρυστάλλου δρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἀπλῶ. Αἱ διευθύνσεις αὗται καλοῦνται **όπτικοὶ τοῦ κρυστάλλου ἄξονες**. Καὶ οἱ μὲν μόνον τοιαύτην διεύθυνσιν παρουσιάζοντες κρύσταλλοι καλοῦνται **μονάξονες**, οἱ δὲ δύο διάξονες. Οἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι ἐν τῇ Ὀπτικῇ μονάξονες κρύσταλλοι είναι ἡ ἴσλανδικὴ κρύσταλλος, ἡ ὁρεία κρύσταλλος καὶ ὁ τουρμαλίνης.

Κυρία τομὴ μονάξονος κρυστάλλου. Οὕτω καλοῦμεν πᾶν ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος τοῦ κρυστάλλου ἢ ἀπλῶς παράλληλον πρὸς αὐτόν.



Σχ. 115

95. Ἄκτις συνήμης καὶ ἄκτις ἔκτακτος.—Ἐκ τῶν δύο διαθλωμένων ἀκτίνων, τὰς δποίας παρέχουν οἱ μονάξονες κρύσταλλοι, ἡ μία ἀκολουθεῖ πάντοτε τοὺς νόμους τῆς ἀπλῆς διαθλάσεως, ἡ ἄλλη δὲν ὑπακούει εἰς τοὺς νόμους τούτους. Ἡ πρώτη τούτων καλεῖται **συν-**

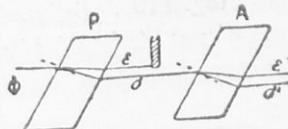
ἥθης ἀκτίς, ή ἔτερα ἔκτακτος. Καὶ τὰ ἀντιστοιχοῦντα δὲ εἰς αὐτὰς εἶδωλα διακρίνονται εἰς τὸ σύνηθές καὶ τὸ ἔκτακτον (σχ. 115).

2. ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

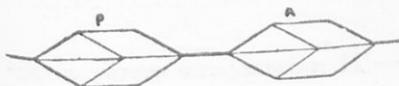
96. Πειραματικός δρισμός τῆς πολώσεως.—Ο Huygens πρῶτος ἀπέδειξεν, ὅτι αἱ δύο ἀκτῖνες αἱ προερχόμεναι ἐκ τῆς διαθλάσεως μᾶς καὶ τῆς αὐτῆς προσπιπτούσης ἐπὶ ισλανδικῆς κρυστάλλου ἀκτῖνος ἔχουν ἴδιότητας διαφόρους τῶν ἀκτίνων τοῦ συνήθους φωτός.

Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἀφίνομεν νὰ προσπέσῃ φωτεινὴ ἀκτὶς Φ (σχ. 116) ἐπὶ πρώτης τινὸς ισλανδικῆς κρυστάλλου P καὶ ὅτι κατὰ τὴν ἔξοδον σταματῶμεν τὴν ἔκτακτον ἀκτῖνα ε διὰ διαφράγματος. Ἀς ἀφήσωμεν δὲ κατόπιν νὰ προσπέσῃ ἡ συνήθης ἀκτὶς σ ἐπὶ δευτέρας ισλανδικῆς κρυστάλλου A. Καὶ αὕτη ἐπίσης θὰ δώσῃ μίαν συνήθη ἀκτῖνα σ' καὶ μίαν ἔκτακτον ε', τὰς δύοις δινάμεθα νὰ φίψωμεν ἐπὶ πετάσματος. Ἀντιθέτως ὅμως πρὸς δ, τι συμβαίνει διὰ τὸ φυσικὸν φῶς, τὰ δύο εἶδωλα σ' καὶ ε' δὲν ἔχουν ἐν γένει τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ὅταν ἡ κυρία τομὴ τῆς ισλανδικῆς κρυστάλλου A εἴναι τοποθετημένη κατὰ τρόπον οἷονδήποτε. Ἄν στρέψωμεν τὴν ισλανδικὴν κρυστάλλου A περὶ τὴν ἀκτῖνα σ, δ φωτισμὸς τῶν εἰδώλων σ' καὶ ε' ἀλλάσσει.

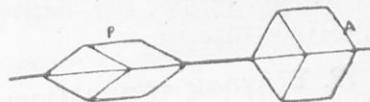
Οταν αἱ κύριαι τομαὶ τῶν δύο ισλανδικῶν κρυστάλλων είναι παράλληλοι (σχ. 117), τὸ μὲν εἶδωλον σ' ἀποκτᾷ τὴν με-



Σχ. 116



Σχ. 117



Σχ. 118

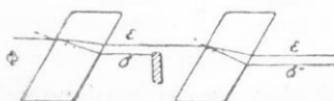
γίστην αὐτοῦ λαμπρότητα, ἐνῷ τὸ ε' σβέννυται. Τοῦναντίον, ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ τῶν δύο κρυστάλλων είναι κάθετοι (σχ. 118), τὸ μὲν εἶδωλον σ' ἀποσβέννυται, τὸ δὲ ε' φθάνει εἰς τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός του.

Διὰ τὰς θέσεις τὰς συμμετρικὰς πρὸς τὰς δύο ἀνωτέρω ἑκάτερον τῶν εἰδώλων ἀποκτᾷ τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

97. Πεπολωμένον φῶς.—^αΕκ τοῦ ἀνωτέρῳ πειράματος πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, δτὶ τὸ συνιστῶν τὴν ἀκτῖνα σ φῶς δὲν εἶναι φῶς φυσικόν. Λέγομεν δτὶ εἶναι φῶς πεπολωμένον.

Καλεῖται δὲ ἐπίπεδον πολῶσεως τῆς συνήθους ἀκτῖνος σ τὸ ἐπίπεδον τῆς κυρίας τομῆς τῆς ἴσλανδικῆς κρυστάλλου P, εἰ τῆς ὅποιας ἡ ἀκτὶς αὗτη προέρχεται.

98. Πόλωσις τῆς ἔκτακτου ἀκτῖνος.—^αΑν ἀντιστρόφως εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα ἐμποδίσωμεν τὴν συνήθη ἀκτῖνα σ καὶ ἀφήσωμεν τὴν ἔκτακτον ε νὰ πέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας ἴσλανδικῆς κρυστάλλου (σχ. 119), βεβαιούμεθα, δτὶ καὶ αὕτη παρέχει δομίως δύο ἀκτῖνας σ' καὶ ε'. Ἀλλ' ἐὰν περιστρέψωμεν τὴν δευτέραν ἴσλανδικὴν κρύσταλλον, ἡ ἀκτὶς σ' ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην αὐτῆς λαμπρότητα, ἐνῷ



Σχ. 119

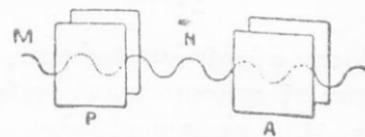
ἡ ε σβέννυται, δταν αὶ δύο κύριαι τομαὶ εἶναι κάθετοι. Τοῦναντίον, ἡ συνήθης ἀκτὶς σ' σβέννυται καὶ ἡ ἔκτακτος ε παρουσιάζει τὸ μεγιστὸν τῆς λαμπρότητος, δταν αὶ δύο κύριαι τομαὶ εἶναι παράλληλοι.

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου δέον νὰ συμπεράνωμεν δτὶ καὶ ἡ ἔκτακτος ἀκτὶς ε εἶναι ἀκτὶς φωτὸς πεπολωμένον, ἄλλ' δτὶ τὸ ἐπίπεδον πολῶσεως αὐτῆς εἶναι κάθετον πρὸς τὸ τῆς σ.

Πολωτής καὶ ἀναλύτης. Ἡ πρώτη ἴσλανδικὴ κρύσταλλος P, ἡτις ἐπόλωσε τὸ φῶς, καλεῖται πολωτής· ἡ δὲ δευτέρα A, ἡτις ἀπέδειξεν δτὶ τὸ φῶς τῶν ἀκτίνων σ καὶ ε εἶναι πεπολωμένον, καλεῖται ἀναλύτης.

99. Ἐξήγησις τῆς πολῶσεως.—^αΗ πόλωσις τοῦ φωτὸς παράγεται, διότι τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος ἐκτελοῦν παλμικὰς κινήσεις ἐγκαρσίας, καθέτους δηλ. πρὸς τὴν ἀκτῖνα.

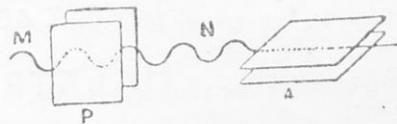
Δυνάμειθα νὰ παραβάλωμεν πεπολωμένην φωτεινὴν ἀκτῖνα πρὸς χορδὴν ἐκτελοῦσαν κραδασμοὺς ἐγκαρσίους εἰς δεδομένον ἐπίπεδον. Ὅποθέσωμεν λοιπόν, δτὶ διαβιβάζομεν τὴν χορδὴν μεταξὺ δύο ἔλασμάτων παραλλήλων P (σχ. 120), κατακορύφων, καὶ κραδαίνομεν αὐτὴν κατὰ τὸ M διὰ τῆς χειρός. Τοιουτο-



Σχ. 120

τρόπως οἱ κραδασμοὶ μετὰ τὴν διάβασιν αὐτῶν ἐκ τοῦ P συνεχίζονται καὶ ἀνάγκην εἰς ἐπίπεδον κατακόρυφον. Ὅτι δηλαβιθάσωμεν τὴν κορδὴν διὰ δευτέρου δόμοιου συστήματος A, τοῦτο θὰ ἀφήσῃ μὲν ἔλευθεραν τὴν δίσοδον τῶν κραδασμῶν, ἢν ἐπίσης εἶναι κατακόρυφον, παράλληλον δηλ. πρὸς τὸ P (σχ. 120), θὰ ἀποσβέσῃ δὲ τούναντίον τούτους, ἢν εἶναι δοιξόντιον (σχ. 121), δηλ. κάθετον πρὸς τὸ P.

Διὰ νὰ ἔξηγήσωμεν τὰς ἴδιότητας τοῦ φυσικοῦ φωτός, παραδεχόμεθα ὅτι εἰς τοῦτο αἱ παλμικὰ κινήσεις εἶναι μὲν κάθετοι πρὸς τὴν ἀκτῖνα, ἀλλὰ τὸ ἐπίπεδον, εἰς τὸ δόμον παράγονται, ἀλλάσσει διαρκῶς διεύθυνσιν. Ἐνῷ διὰ τὸ πεπολωμένον φῶς τὸ ἐπίπεδον τοῦτο, ὡς εἴπομεν, διατηρεῖ δόμισμένην διεύθυνσιν.



Σχ. 121

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

100. 'Ο ήλεκτρισμός είναι μορφή της ένεργειας.—"Όλα τὰ συνήθη ήλεκτρικὰ φαινόμενα, τὰ δποῖα είναι εἰς ὅλους γνωστά, παρουσιάζουν ἔνα κοινὸν χαρακτῆρα: Είναι δηλ. πάντα μορφαὶ τῆς ένεργειας. Οὗτω π. χ. :

α') Λέγομεν διτι τὰ θυελλώδη νέφη είναι ήλεκτρισμένα, διταν ἀναπηδοῦν ἀπὸ αὐτὰ ἀστροπαί, αἱ δποῖαι φωτίζουν τὸν Οὐρανόν, ἀκούωνται βρονταί, αἱ δποῖαι συνταράσσουν τὴν ἀτμόσφαιραν, πίπτουν κεραυνοί, οἱ δποῖοι σχίζουν τὰ δένδρα, καταστρέφουν τὰς οἰκοδομὰς κλπ. Τὰ φαινόμενα ταῦτα είναι προφανῶς μορφαὶ τῆς ένεργειας.

β') Ἐὰν προστρίψωμεν τὸν ἐκ σκληροῦ καοντσούκη κονδυλοφόρον μας διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, οὗτος ήλεκτριζεται. Ἀποκτᾷ τότε τὴν ἴδιοτητα νὰ ἔλκῃ καὶ νὰ ἀνυψώνῃ μικρὰ σώματα παρὰ τὸ βάρος των, δηλ. νὰ ἔκτελῃ μηχανικὸν ἔργον.

'Ο ήλεκτρισμένος λοιπὸν κονδυλοφόρος μας κατέστη πηγὴ ένεργειας.

γ') 'Ο ήλεκτρισμός, τὸν δποῖον χρησιμοποιοῦμεν εἰς τοὺς ήλεκτρικοὺς τηλεγράφους καὶ τοὺς ήλεκτρικοὺς κώδωνας τῶν οἰκιῶν μας, παράγεται, ὅπως ὅλοι γνωρίζομεν, διὰ στηλῶν. "Οπως θὰ μάθωμεν κατωτέρω, εἰς τὰς στήλας δαπανᾶται χημικὴ ἐνέργεια διὰ τὴν παραγωγὴν ήλεκτρισμοῦ. 'Ο παραγόμενος ήλεκτρισμός μεταφέρεται μὲ σύρματα εἰς τὸν κώδωνα, ὅπου κινεῖ τὸ φόπτερον αὐτοῦ, παρέχει δηλ. μηχανικὴν ἐνέργειαν.

δ') Τέλος, εἰς τὰ ήλεκτρικὰ ἔργοστάσια δαπανᾶται θερμαντικὴ ἡ

μηχανικὴ ἐνέργεια διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν, αἱ ὅποιαι παρέχουν τὸν ἡλεκτρισμόν.

Καὶ δὲ ἡλεκτρισμὸς αὐτός, δὲ ὅποῖς διαπυρώνει τὰ σύρματα τῶν ἡλεκτρικῶν λαμπτήρων, δταν διέρχεται δι’ αὐτῶν, ἢ ἀποσυνθέτει τὸ θόρυβον εἰς τὰ συστατικά του ἢ κινεῖ τοὺς τροχιοδρόμους κτλ., παρέχεται προφανῶς ἐνέργειαν (φωτεινήν, θερμαντικήν, χημικήν, μηχανικήν).

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν, δτι δὲ ἡλεκτρισμὸς καὶ εἰδικῶς δὲ ἐν κινήσει ἡλεκτρισμὸς (ἡλεκτρικὸν οεῦμα) παρουσιάζεται ὡς μία δύναμις μετατροπῆς καὶ μεταφορᾶς τῆς ἐνέργειας.

Οὕτω π.χ. μία πτῶσις ὑδατος (μηχανικὴ ἐνέργεια) χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παραγωγὴν ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας. Ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτὴ ἐνέργεια διὰ συρμάτων μεταφέρεται εἰς διαφόρους συσκευάς, δπου καταναλίσκεται καὶ παρέχει τὴν ἐπιθυμητὴν ἐνέργειαν (φωτεινήν, θερμαντικήν, χημικήν, μηχανικήν).

101. Πηγαὶ ἡλεκτρισμοῦ (γεννήτριαι).—Τὰ δργανα, τὰ ὅποια εἶναι ἵκανὰ νὰ παράγουν τὸ ἡλεκτρικὸν οεῦμα, καλοῦνται πηγαὶ ἡλεκτρισμοῦ. Διὰ νὰ θέσωμεν μίαν πηγὴν ἡλεκτρισμοῦ εἰς λειτουργίαν, πρέπει νὰ δαπανήσωμεν ἐνέργειαν. Τοιαῦται πηγαὶ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναί, αἱ ἡλεκτρικαὶ στῆλαι, καθὼς καὶ οἱ συσσωρευταί.

Οἱ συσσωρευταὶ εἶναι στῆλαι εἰδικοῦ τύπου, τὰς ὅποιας πληροῦμεν ἡλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν.

Πᾶσα πηγὴ ἔχει δύο πόλους, μὲ τοὺς δρποίους συνδέονται τὰ δικρα τοῦ δίκτυου (ἀγωγοῦ), τὸ δρποῖον τὸ οεῦμα πρέπει νὰ διατρέξῃ.

Διὰ νὰ ἔκδηλωθοῦν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὸ δίκτυον δὲν πρέπει νὰ εἶναι διακεκομένον πρέπει νὰ ἀποτελῇ ἐν κύκλῳ πλειστόν. Ἀφ’ ἑτέρου ἡ ὑλη, ἀπὸ τὴν δρποίαν ἀποτελεῖται τὸ δίκτυον, πρέπει νὰ ἄγῃ καλῶς τὸν ἡλεκτρισμόν. Νὰ δύναται δηλ. ἐπ’ αὐτῆς δὲ ἡλεκτρισμὸς νὰ κινῆται (καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ).

Τὰ μέταλλα καὶ εἰδικῶς δὲ χαλκὸς εἶναι καλοὶ ἀγωγοί. Τὸ ξύλον, ἡ πορσελλάνη, ἡ υαλος δὲν ἄγονται καλῶς τὸν ἡλεκτρισμὸν (κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ) καὶ χρησιμοποιοῦνται ὡς μονωτῆρες.

102. Μονάδες ἐνέργειας.—“Οπως ἐμάθομεν κατὰ τὸ προηγούμενον ἔτος, λέγομεν, δτι ἐν σῶμα ἡ σύστημα σωμάτων ἐνέχει ἐνέργειαν, δταν εἶναι ἵκανὸν νὰ ἔκτελέσῃ μηχανικὸν ἔργον.

‘Η ἐνέργεια ἑνὸς συστήματος μετρεῖται διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ἔργου, τὸ δποῖον δύναται νὰ παράσχῃ τὸ σύστημα αὐτό.

Αἱ μονάδες ἐνεργείας εἶναι λοιπὸν αἱ αὐταὶ μὲ τὰς μονάδας τοῦ ἔργου.

Μονὰς C.G.S. ἐνεργείας εἶναι τὸ erg, δηλ. τὸ ἔργον, τὸ δποῖον ἐκτελεῖ μία δύνη, μεταθέτουσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ ἐν ἑκατοστόμετρον.

Ἐπίσης, εἰς τὸ αὐτὸν σύστημα μονὰς ἐνεργείας εἶναι ἡ joule, ητις ίσοδυναμεῖ μὲ 10^7 ergs.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα ὡς μονὰς ἐνεργείας λαμβάνεται τὸ χιλιογραμμόμετρον=9,81 joules.

103. Μονάδες ίσχύος.—’Ισχὺς μιᾶς μηχανῆς εἶναι ἡ ποσότης τῆς ἐνεργείας, τὴν δποίαν αὐτῆς παρέχει εἰς ἓν δεύτερον λεπτόν.

‘Η μονὰς C. G. S. τῆς ίσχύος εἶναι τὸ κατὰ δευτερόλεπτον erg. Ἐπίσης τὸ watt, δηλ. ἡ ίσχὺς μηχανῆς, ἡ δποία ἐκτελεῖ ἔργον μιᾶς joule κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ τὸ πολλαπλάσιόν της kilowatt=1000 watts.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς ίσχύος εἶναι ὁ ιππος, δηλ. ἡ ίσχὺς μηχανῆς, ἡ δποία ἐκτελεῖ ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρον κατὰ δεύτερον λεπτὸν καὶ ίσοδυναμεῖ μὲ 735,75 watts.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

104. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν τὸ ἀντιλαμβανόμεθα, δπως ἀντιλαμβανόμεθα ἐν ρεῦμα ὕδατος ἡ ἐν ρεῦμα ἀέρος. Δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὴν ὑπαρξίν του ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων του.

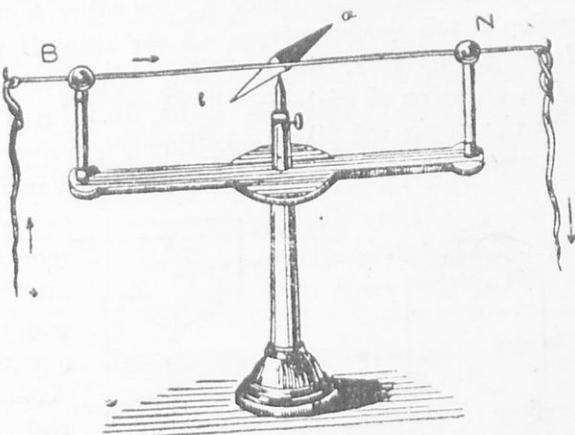
α) **Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα θεοριαίνει τοὺς ἀγωγούς, διὰ τῶν ὁποίων διέρχεται.** Πράγματι, ἐὰν συνδέσωμεν τοὺς δύο πόλλους μιᾶς ἔνορᾶς στήλης (στήλης λάμπας τῆς τσέπης) μὲ σιδηρούν σύρμα λεπτὸν καὶ βραχύ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ σύρμα τοῦτο θεοριαίνεται τόσον πολύ, ὥστε νὰ μὴ δυνάμεθα νὰ τὸ ἐγγίσωμεν διὰ τῶν δακτύλων.

β) **Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκτρέπει τοὺς μαγνήτας.** Πράγματι οἴηθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

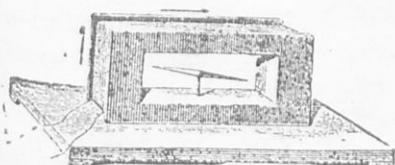
γματι, ἐὰν ἀνωθεν μαγνητικῆς βελόνης τείνωμεν χάλκινον σύρμα, παρατηροῦμεν ὅτι η βελόνη δὲν ἔκτρέπεται τῆς θέσεώς της. Ἐὰν δημοσιεύσωμεν τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος μὲ τοὺς δύο πόλους τῆς ὡς ἀνωτέρῳ στήλῃς, παρατηροῦμεν, ὅτι η βελόνη ἔκτρέπεται τῆς θέσεώς της καὶ τείνει νὰ διασταυρωθῇ μετὰ τοῦ σύρματος (σχ. 122).

Σημεῖος. Η ἔκτροπή τῆς βελόνης θὰ είναι πολὺ μεγαλύτερα, ἐὰν περιτυλίξωμεν τὸ σύρμα περὶ τὴν μαγνητι-

κήν βελόνην, ὥπως δεικνύει τὸ σχῆμα 123. Τὸ σύνολον τότε ἀποτελεῖ ὅργανον, τὸ ὅποιον λέγεται γαλβανόμετρον. Μὲ τὸ ὅργανον αὐτὸν ἀναγνωρίζομεν τὴν δίοδον ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ.



Σχ. 122



Σχ. 123

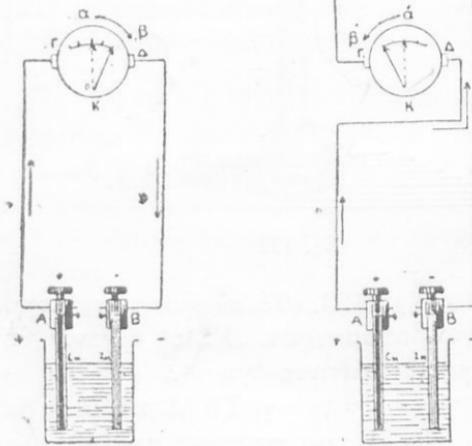
Τὰ τρία ταῦτα ἀποτελέσματα: θερμαντικά, μαγνητικά, χημικά, προσδιορίζουν τὴν δίοδον ἡλεκτρικοῦ συρμάτου διὰ τινος ἀγωγοῦ.

105. Φορὰ τοῦ ρεύματος. Διάκρισις τῶν πόλων. — Εντὸς ὑαλίνου δόχείου (σχ. 124) φίπτομεν ὕδωρ ὡς ξυνισμένον διὰ θεικοῦ δέξιος. Βυθίζομεν δὲ ἐντὸς τοῦ ὕδατος αὐτοῦ ἐν ἔλασμα Α ἐκ χαλκοῦ καὶ ἐν ἄλλῳ Β ἐκ ψευδαργύρου. Ἐχομεν τοιουτορόπτως παρασκευά-

γ) Τὸ ἡλεκτρικὸν οεῦμα παράγει χημικὰς ἀποσυνθέσεις. Πράγματι, ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ ἡλεκτρικὸν οεῦμα νὰ διέλθῃ διὰ διαλύματος ἀλατός τινος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο ἀποσυντίθεται.

σει μίαν ήλεκτρικήν πηγήν, ἐν στοιχεῖον στήλης τοῦ Βόλτα, εἰς τὸ δόποῖον τὰ ἑλάσματα Α καὶ Β ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου. Συνδέομεν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου διὰ σύρματος, ἐπὶ τοῦ δόποίου παρεμβάλλομεν γαλβανόμετρον Κ. Τὸν πόλον Α συνδέομεν μὲ τὸν συν-
απτῆρα Γ τοῦ γαλβανομέτρου καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτῆρα Δ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ βελόνη ἔκτρεπεται συνεπῶς ἡλεκτρικὸν
ρεῦμα διατρέχει τὸ κύκλωμα. Ἔστω, ὅτι ἡ ἔκτροπή τῆς βελόνης ἔγινε κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους αβ. Ἐὰν ἥδη συνδέσωμεν τὸν πόλον Α μὲ τὸν συναπτῆρα Δ καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτῆρα Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα διέρχεται ἀκόμη, ἀλλ' ἡ βελόνη ἔκτρεπεται κατ² ἀντίθετον φοράν, δηλ. κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους α'β'. Θὰ εἴπωμεν τότε, ὅτι ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος μετεβλήθη.

Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει: α) ὅτι οἱ πόλοι μᾶς πηγῆς δὲν εὑρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν, β) ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχει φοράν, ἡ δοία χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν φορὰν τῆς ἔκ-



Σχ. 124

τροπῆς τοῦ γαλβανομέτρου.

Διακρίνομεν τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς σημειοῦντες τὸν μὲν ἐναδιὰ τοῦ σημείου +, τὸν δὲ ἄλλον διὰ τοῦ σημείου —. Ὁ πρῶτος, ἀπὸ τὸν δόποῖον φαίνεται ὅτι ἔξερχεται ρεῦμα, λέγεται θετικὸς πόλος, ὁ ἄλλος ἀρνητικός.

Σημείωσις. Εἰπόμεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι μιᾶς πηγῆς εύρεσκονται εἰς διάφορον ἡλεκτρικὴν κατάστασιν. Διὰ γὰ τὸ φρέσσωμεν τὴν διαφορὰν ταύτην, λέγομεν, ὅτι ὁ μὲν πόλος Α φέρει θετικὸν ἡλεκτρισμὸν ἡ θετικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον, ὁ δὲ πόλος Β ίσην ποσότητα ἀργητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἡ ίσον ἀργητικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'
ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ



106. Διαφορά δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων.—Λέγομεν, ότι δύο σημεῖα Α καὶ Β παρουσιάζουν διαφορὰν δυναμικοῦ, ἐάν, ὅταν τὰ συνδέσωμεν διὰ σύρματος, διέρχεται διὰ τούτου φεῦμα. Ἐάν τὸ φεῦμα διευθύνεται ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β, θὰ εἴπωμεν, ότι τὸ δυναμικόν τοῦ Α εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δυναμικὸν τοῦ Β.

Παραδείγματα : 1) Δύο πόλοι μιᾶς ἡλεκτρικῆς πηγῆς ἀνοικτῆς παρουσιάζουν διαφορὰν δυναμικοῦ, διότι ἀρκεῖ νὰ τοὺς συνδέσωμεν διὰ νὰ σχηματισθῇ φεῦμα.

2) Δύο σημεῖα Α καὶ Β τοῦ σύρματος, διὰ τοῦ δποίου διέρχεται τὸ φεῦμα π. χ. στήλης, παρουσιάζουν ἐπίσης διαφορὰν δυναμικοῦ, διότι φεῦμα διέρχεται εἰς τὸ σύρμα τοῦτο μεταξύ τῶν σημείων Α καὶ Β.

Ἐάν τὸ φεῦμα διευθύνεται κατὰ τὴν φορὰν ΑΒ, τὸ δυναμικὸν τοῦ Α εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δυναμικὸν τοῦ Β.

107. Ἡλεκτρεγερτική δύναμις ἡλεκτρικῆς πηγῆς.—Γνωρίζομεν, ότι δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἥ δποία δύναται νὰ παραγάγῃ τὴν κίνησιν μιᾶς μάζης. Κατ' ἀναλογίαν, θὰ καλέσωμεν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν μιᾶς οἰασδήποτε ἡλεκτρικῆς πηγῆς τὴν αἰτίαν, ἥ ὅποια δύναται νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸν ἡλεκτρισμὸν εἰς κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνον τὴν πηγήν.

Μονάς τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. Ὡς μονάς τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως λαμβάνεται ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐνὸς στοιχείου τῆς στήλης τοῦ Βόλτα. Ή μονάς αὕτη καλεῖται volt.

Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ διαφορὰ δυναμικοῦ. Ὄταν οἱ πόλοι μιᾶς πηγῆς δὲν εἶναι συνδεδεμένοι διὸ ἀγωγοῦ, ἥ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔχει ἀποκλειστικῶς ὃς ἀποτέλεσμα νὰ διατηρῇ μίαν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων τούτων. Ἐπειδὴ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ ἔξαρτᾶται προφανῶς ἐκ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, καὶ ἀντιστρόφως ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ, ἥ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεροῦνται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ εἰς volts. Λέγομεν ἀδιαφόρως, ότι

μεταξὺ δύο σημείων ἡ ἡλεκτρεγερτική δύναμις ἢ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἶναι π.χ. 7 volts.

Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ, ὅπως καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, μετρεῖται δι᾽ εἰδικῶν δογάνων, τὰ δόποια λέγονται βολτόμετρα.

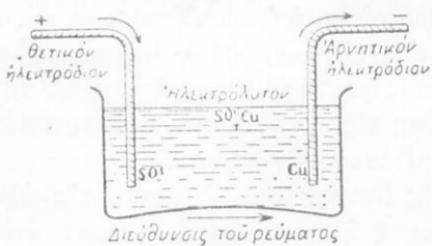
Σημεῖωσις. Ἡ «ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις» δὲν εἶναι δύναμις, δὲν δύναται γὰρ ὑπολογισθῆναι εἰς δύναμην ἡ χιλιόγραμμα. Εἶναι ἐν ἡλεκτρούχῳ ποσόν, τὸ δόποιον δὲν δυγάμεθα γὰρ ἐκφράσωμεν διὰ ποσοῦ μηχανικοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

108. Ἡλεκτρόλυσις.—**Ἡλεκτρόλυσις** εἶναι ἡ διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φεύγοντος χημικὴ ἀποσύνθεσις ὁρισμένων ὑγρῶν, τὰ δόποια καλοῦνται ἡλεκτρολύται.

Οἱ ἡλεκτρολύτης περιέχεται εἰς δοχεῖον μὲ τοιχώματα δυσηλεκτραγωγὰ (σχ. 125), ἐντὸς αὐτοῦ δὲ βυθίζονται δύο μετάλλινα ἔλασματα ἢ σύρματα ἢ καὶ ράβδοι ἢ ἄνθρακος, αἱ δόποια καλοῦνται ἡλεκτροδίδια. Τὰ



Σχ. 125

κὸν ἡλεκτροδίδιον ἢ κάθοδος.

Τὰ προϊόντα τῆς ἀποσύνθεσεως καλοῦνται **Ιόντα**. Ταῦτα ἀναφαίνονται εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπαφῆς τῶν ἡλεκτροδίδων μετὰ τοῦ ἡλεκτρολύτου, τὸ μὲν **ἀνιόν** εἰς τὴν ἀνοδον, τὸ δὲ **κατιόν** εἰς τὴν κάθοδον.

Οἱ μόνοι γνωστοὶ ἡλεκτρολύται εἶναι τὰ ἄλατα, τὰ ὀξέα καὶ αἱ βάσεις, ἐν ὑγρῷ καταστάσει, τὸ δόποιον ἐπιτυγχάνεται διὰ διαλύσεως αὐτῶν εἰς τὸ ὕδωρ ἢ καὶ διὰ τήξεως. Διὰ τῶν σωμάτων τούτων διέρ-

ται μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτροκεκτῆς πηγῆς, καὶ τὸ μὲν ἡγωμένον μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου (διὰ τοῦ δόποίου εἰσέρχεται τὸ φεῦγον) καλεῖται **θετικὸν ἡλεκτρόδιον** ἢ **ἄνοδος**, τὸ δὲ ἡγωμένον μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου (διὰ τοῦ δόποίου ἔξερχεται τὸ φεῦγον) **ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον** ἢ **ἀνοδος**.

χεται εύκολως τὸ ἡλεκτρικὸν οεῦμα καὶ προκαλεῖ πάντοτε τὴν ἀποσύνθεσιν αὐτῶν.

Νόμος. Τὸ μόριον τοῦ ἡλεκτρολύτου κατὰ τὴν δίοδον τοῦ οεύματος ἀποσυντίθενται εἰς δύο ίόντα: ἀφ' ἐνὸς εἰς τὸ μέταλλον ἡ τὸ ύδρογόνον, τὸ ὅποιον ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου (κατιόν), ἀφ' ἑτέρου εἰς τὸ ύπόλοιπον τοῦ μορίου, τὸ ὅποιον ἀναφαίνεται ἐπὶ τῆς ἀνόδου (ἀνιόν).

Πολλάκις ὅμως παράγονται δευτερεύουσαι ἀντιδράσεις, οἱ διοῖαι καλύπτουν τὴν ἀπλότητα τῆς ἀνωτέρῳ ἀρχικῆς ἀντιδράσεως.

109. Θεωρία τῶν ιόντων.—Παραδεχόμεθα, ὅτι ὁ ἡλεκτρολύτης εἶναι διάλυμα, τὸ δόποιον περιέχει μόρια ἀκέραια (δλόκληρα) καὶ μόρια ιοντωμένα, δηλ. χωρισμένα εἰς δύο μέρη, τὰ ίόντα. Τὰ ίόντα εἶναι φορτισμένα μὲν ἵσα καὶ ἀντίθετα ἡλεκτρικὰ φορτία. Τὸ ἄθροισμα τῶν θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν φορτίων ισοῦται μὲν τὸ μηδέν· οὗτος ἔξηγεται διατὶ ἡλεκτρολύτης, διότιος δὲν διαρρέεται ὑπὸ οεύματος, δὲν φανερώνει κανὲν φορτίον ἐλεύθερον.

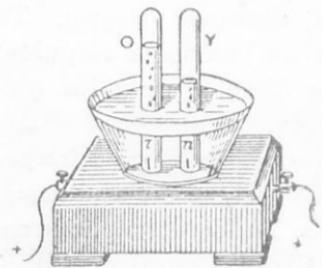
"Ας διαλύσωμεν π.χ. χλωριούχον νάτριον, διὰ νὰ σχηματίσωμεν ἡλεκτρολύτην. "Εκτὸς τῶν δλόκλήρων μορίων NaCl, τὸ διάλυμα περιέχει ἐπίσης ίόντα Na καὶ ίόντα Cl χωρισμένα. Τὰ ίόντα Na εἶναι φορτισμένα διὰ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὰ ίόντα Cl δι' ἀρνητικοῦ. "Οταν διέρχεται τὸ οεῦμα, τὰ ίόντα Na διευθύνονται πρὸς τὴν κάθεδον, τὰ ίόντα Cl πρὸς τὴν ἄνοδον. "Οταν τὰ ίόντα ἐλθουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἡλεκτροδίων, ἀπαλλάσσονται τοῦ φορτίου των καὶ συνεπῶς ἔξουδετερούν τοὺς καὶ ἀντίθετον φορτίον, τὸ δόποιον ἡ ἡλεκτρικὴ πηγὴ ἀνανεώνει πάραντα. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, τὰ ἡλεκτροδία δέχονται ἀνανεώνει πάραντα. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, τὰ ἡλεκτροδία δέχονται τὸν διαρκῶς ἡλεκτρικὰ φορτία ἀντίθετα. Τὰ ίόντα εἶναι οἱ φορεῖς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. "Οταν τὰ ίόντα ἀπαλλαγοῦν τοῦ φορτίου των, γίνονται πάλιν ἐλεύθερα, μεταπίπτουν εἰς τὴν κατάστασιν χημικῶν στοιχείων καὶ ἀποτίθενται ἐπὶ τῶν ἡλεκτροδίων. "Άλλα μόρια τοῦ ἡλεκτρολύτου διαλύονται τότε, διὰ νὰ σχηματίσουν ἄλλα ίόντα, καὶ οὕτω καθ' ἔξης.

110. Παράδειγμα ἡλεκτρολύσεως.—a) Ἡλεκτρολυσίς τοῦ τετηγμένου χλωριούχου νατρίου. "Ἐὰν τήξωμεν χλωριούχον νάτριον καὶ διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν οεῦμα, τὸ χλωριούχον νάτριον ἀποσυντίθεται εἰς χλώριον, τὸ δόποιον ἀναδίδεται περὶ τὴν ἄνοδον, καὶ εἰς νάτριον, τὸ δόποιον συναθροίζεται τετηγμένον περὶ τὴν κάθεδον, $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na} + \text{Cl}$.

Σημείωσις. Προηγουμένως ζμως πρέπει νὰ διατάξωμεν καταλλήλως τὴν συσκευήν, ώστε νὰ μὴ δύγανται τὰ ίόντα νὰ έγωθον, δπότε οὐδεμία δευτερεύουσα ἀγτίδρασις θὰ παραχθῇ. Ως ἀγοδὸν χρησιμοποιοῦμεν ράβδον ἐξ ἄγθρακος, ως κάθοδον δὲ ἔλασμα σιδηροῦν.

β) Ἀποσύνθεσις τῶν ίόντων. Ἡλεκτρόλυσις τοῦ ἀραιοῦ θειικοῦ ὁξέος. Ως ἡλεκτρούδια χρησιμοποιοῦμεν σύμματα ἐκ λευκοχρύσου καὶ ὡς ἡλεκτρολύτην ὅδωρ ὁξυνισμένον διὰ θειικοῦ ὁξέος. Τὸ θειικὸν δὲ ἀποσυντίθεται εἰς τὸ κατιὸν H_2 (τὸ δποῖον ἐκλύεται εἰς τὴν κάθοδον) καὶ εἰς τὸ ἀνιὸν SO_4 , τὸ δποῖον ἀποσυντίθεται εἰς SO_3 καὶ O . Τὸ O ἐκλύεται περὶ τὴν ἄνοδον. Συνεπείᾳ ἑτέρας δευτερεύουσης ἀντιδράσεως τὸ SO_3 μετὰ τοῦ ὅδατος ἀνασχηματίζει θειικὸν ὁξέον

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$



Σχ. 126

Τοιουτοτρόπως συλλέγομεν H εἰς τὴν κάθοδον καὶ O εἰς τὴν ἄνοδον. (σχ. 126). Ο δύκος τοῦ ὅδογόνου εἶναι διπλάσιος τοῦ δύκου τοῦ ὁξεγόνου. Τελικῶς πρόγματι ἀποσυντίθεται τὸ ὅδωρ καὶ μὲ ὀδισμένην ποσότητα θειικοῦ δέξεος δυνάμεθα νὰ ἀποσυνθέσωμεν ἀπειρον ποσότητα ὅδατος.

γ) Προσβολὴ τῶν ἡλεκτροδίων. Ἡλεκτρόλυσις τοῦ θειικοῦ

χαλκοῦ μὲ ἄνοδον ἐκ χαλκοῦ. Διαβιβάζομεν τὸ ἡλεκτρικὸν φεῦμα διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐντὸς ὅδατος. Ο θειικὸς χαλκὸς ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ίόντα SO_4 καὶ Cu . $CuSO_4 = Cu + SO_4$. Τὸ $lōn$ Cu ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου, ἀλλὰ τὸ $lōn$ SO_4 προσβάλλει τὴν ἄνοδον καὶ ἀνασυνιστᾷ θειικὸν χαλκὸν $SO_4 + Cu = CuSO_4$ (σχ. 125).

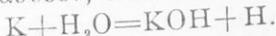
Ο θειικὸς χαλκὸς ἀποσυντίθεται κ.ο.κ., ὥστε τελικῶς φαίνεται, ὅτι γίνεται μεταφορὰ τοῦ χαλκοῦ ἀπὸ τῆς ἄνόδου εἰς τὴν κάθοδον.

Τοῦ αὐτοῦ εἴδους φαινόμενον παράγεται, ἐὰν ἡλεκτρολύσωμεν ἄλλας τοῦ ἀργύρου μετὰ ἄνόδου ἐξ ἀργύρου ἢ ἄλλας τοῦ χρυσοῦ μετὰ ἄνόδου ἐκ χρυσοῦ ἢ ἄλλας νικελίου μετὰ ἄνόδου ἐκ νικελίου κτλ.

Ἐπιχάλκωσις - Ἐπαργύρωσις - Ἐπιχρύσωσις - Ἐπινικέλωσις. Εὰν ὡς κάθοδον θέσωμεν ἀντικείμενόν τι εὐηλεκτραγωγόν, τὸ ἀντικείμενον τοῦτο θὰ καλυψθῇ ὑπὸ στρώματος χαλκοῦ ἢ ἀργύρου ἢ χρυσοῦ ἢ νικελίου κτλ. Ἔννοεῖται ὅτι ἡ ἐργασία αὕτη εἶναι

πολὺ λεπτή. Διὰ νὰ λάβωμεν στρῶμα κανονικὸν καὶ δμογενές, πρέπει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἀντικειμένου νὰ ὑποστῇ εἰδικὸν καθαρισμόν, ἢ δὲ ἔντασις τοῦ φεύγαντος, ἢ σύνθεσις καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλεκτρολύτου νὰ ἐκπληροῦν λεπτὰς συνθήκας, τὰς ὃποιας ὑποδεικνύει ἡ πεῖρα.

δ) Προσβολὴ τοῦ διαλυτικοῦ. Ἡλεκτρόλυσις διαλύματος κανονικοῦ κάλεως ἐν ὕδατι. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ φεῦμα, τὸ κανονικὸν κάλι ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ίόντα του: $\text{KOH} = \text{K} + \text{OH}$. Τὸ ίὸν K φέρεται εἰς τὴν κάθοδον, ὅπου ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ:



Τὸ H ἔκλυεται. Εἰς τὴν ἄνοδον παράγεται ἄλλη δευτερεύουσα ἀντίδρασις: Τὸ ίὸν OH ἀποσυντίθεται κατὰ τὸν τύπον $\text{OH} = \frac{1}{2}\text{O} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ καὶ ἔκλυεται δξυγόνον.

Τελικῶς λαμβάνομεν δξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, ἀποσυντίθεται δηλ. τὸ ὕδωρ. Ὡς ἡλεκτρόδια χρησιμοποιοῦμεν ἔλασματα ἐκ λευκοχρύσου.

ε) Τὰ ίόντα ἀντιδροῦν πρὸς ἄλληλα. Ἡλεκτρόλυσις τοῦ χλωριούχου καλίου. Υποβάλλομεν εἰς ἡλεκτρόλυσιν διάλυμα χλωριούχου καλίου ἐντὸς ὕδατος, χρησιμοποιοῦντες ἡλεκτρόδια ἐξ ἀνθρακοῦ ἢ ἐκ λευκοχρύσου. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ φεῦμα, τὸ χλωριούχον καλίον ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ίόντα του: $\text{KCl} = \text{K} + \text{Cl}$. Εἰς τὴν κάθοδον παράγεται δευτερεύουσα ἀντίδρασις: $\text{K} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}$.

Ἐὰν ἀποκαταστήσωμεν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ κατάλληλον κυκλοφορίαν, τὸ χλωρίον καὶ τὸ κανονικὸν κάλι ἀντιδροῦν καὶ σχηματίζουν ὑποχλωριούχον ἢ χλωρικὸν κάλιον.

111. Ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. — "Εντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ φεύγαντος. Coulomb - Ampère. Τὸ ἡλεκτρικὸν φεῦμα δύναται νὰ συγκριθῇ πρὸς φεῦμα ὕδατος, τὸ ὃποῖον κυκλοφορεῖ ἐντὸς σωλῆνος. Οπως ἐν φεῦμα ὕδατος χαρακτηρίζεται διὰ τῆς ἀποδόσεώς του, δηλ. διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, ἢ ὃποια διέρχεται διά τινος κυρίας τομῆς τοῦ σωλῆνος ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου, τοιουτοφόρως καὶ ἐν ἡλεκτρικὸν φεῦμα χαρακτηρίζεται διὰ τῆς ἐντάσεώς του, δηλ. διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἢ ὃποια διέρχεται διά τινος κυρίας τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ εἰς 1 δευτερόλεπτον.

"Ἡ ἡλεκτρόλυσις, τῆς ὃποιας τὰ ἀποτελέσματα παρατηροῦνται εὐκόλως καὶ μετρῶνται μετ' ἀκριβείας, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετρήσωμεν

τὴν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ συνεπῶς τὴν ἔντασιν ἐνὸς ἡλεκτροῦ κοῦ φεύματος.

Εἰς κύκλωμα παρεμβάλλομεν συσκευὴν ἡλεκτρολύσεως περιέχουσαν ὑδωρ ὀξυνισμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος (βολτάμετρον) καὶ συλλέγομεν τὸ ἐκλύσμαν ὑδρογόνον.

“Οταν ἡ ποσότης τοῦ συλλεγέντος ὑδρογόνου εἴναι $\frac{1}{96600}$ γρ. λέγομεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ δοία διῆλθε διὰ τῆς συσκευῆς, εἴναι ἐν coulomb. “Οταν ἡ ποσότης τοῦ συλλεγέντος ὑδρογόνου εἴναι $\frac{2}{96600}$ γρ., $\frac{3}{96600}$ γρ... κλπ., λέγομεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἥτις διῆλθε διὰ τῆς συσκευῆς, εἴναι 2,3... κλπ. coulombs.

Τὸ πηλίκον τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ χρόνου (εἰς δευτερόλεπτα), τὸν δόποιον ἐχοειάσθη αὕτη διὰ νὰ διέλθῃ, παριστᾶ κατὰ τὰ ἀνωτέρω τὴν ἔντασιν τοῦ φεύματος.

Τὸ φεῦμα ἔχει ἔντασιν ἵσην μὲ τὴν μονάδα, ὅταν διὰ τῆς κυρίας τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ἐν coulomb κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ μονὰς αὗτὴ καλεῖται ampère.

Ἐὰν π. χ. 1 coulomb διέρχεται εἰς 30 δευτερόλεπτα, ἡ ἔντασις θὰ εἴναι $\frac{1}{30}$ τοῦ ampère. Καὶ γενικῶς, ἐὰν E ἡ ἔντασις εἰς ampères, χό χρόνος εἰς δευτερόλεπτα καὶ Π ἡ ποσότης εἰς coulombs, θὰ ἔχωμεν $E = \frac{\Pi}{\chi}$ καὶ $\Pi = E\chi$.

Ἐφαρμόγη ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ δοία διῆλθε διὰ τοῦ νήματος λαμπτῆρος, διατρέχομένον ὑπὸ φεύματος ἔντάσεως 0,5 ampères, μετὰ 4 ὥρας φωτισμοῦ;

$$\text{Έχομεν } \Pi = E\chi \quad E = 0,5 \quad \chi = 4.60.60 = 14400.$$

$$\Pi = 0,5.14400 = 7200 \text{ coulombs.}$$

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἴναι τὸ coulomb, ἥτοι ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἡ δοία ἐκλύει $\frac{1}{96600}$ γρ. ὑδρογόνου.

(Οὐθενὶ ἀπαιτοῦνται 96600 coulombs πρὸς ἔκλυσιν 1 γρ. ὑδρογόνου).

Μονάς έντασεως τοῦ ρεύματος εἶναι τὸ *ampère*, ἢτοι ἡ
έντασις ρεύματος, τὸ ὅποιον ἐκλύει $\frac{1}{96600}$ γρ. ίνδρογόνου εἰς
ἕν δευτερόλεπτον.

Τὰς έντασεις τῶν ήλεκτρικῶν ρευμάτων μετροῦμεν δι' εἰδικῶν
δογάνων, τὰ δόποια λέγονται ἀμπερόμετρα.

Σημεῖος. Ἐάν εἰς διάφορα σημεῖα κυκλώματος ἄγει δια-
κλαδώσεων παρεμβάλωμεν περισσότερα βολτάμετρα περιέχοντα· ίδωρ
μετὰ θεικοῦ δξέος, διαπιστοῦμεν, ὅτι ἡ έντασις τοῦ ρεύματος εἰς
ὅλα τὰ σημεῖα εἶναι ἡ αὐτή. Ἐάν ινάρχουν διακλαδώσεις, ἡ έν-
τασις τοῦ κυρίου ρεύματος εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν έντασεων
τῶν ρευμάτων εἰς τὰς διαφόρους διακλαδώσεις.

Νόμος τοῦ Faraday. Ἡ ποσότης τοῦ ήλεκτρισμοῦ, ἢτις
ἐκλύει ἔν γραμμάριον ίνδρογόνου (δηλ. τὸ γραμμοάτομον αύ-
τοῦ), ἐλευθερώνει βάρος οίουδήποτε μετάλλου ἵσον πρὸς τὸ
γραμμοάτομον τοῦ μετάλλου τούτου διαιρεθὲν διὰ τοῦ συνέ-
νοντος του.

Αἱ μετρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ ποσότης αὐτὴ τοῦ ήλεκτρισμοῦ
εἶναι περίπου 96600 coulombs.

Πράγματι, ἂν παρεμβάλωμεν εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα διαλύματα
ἀραιοῦ θεικοῦ δξέος, νιτρικοῦ ἀργύρου, θεικοῦ χαλκοῦ (ὁ ἄργυρος
εἶναι μονοσθενής καὶ τὸ ἀτομικὸν αὐτοῦ βάρος εἶναι 108, ὁ χαλκὸς
δισθενής καὶ τὸ ἀτομικόν του βάρος 63,6), βεβαιωνόμεθα ὅτι, ἂν τὸ
ρεῦμα διατηρηθῇ, ἐφ' ὅσον χορόν ἀπαιτεῖται ἵνα ἐκλυθῇ 1 γρ. ίνδρο-
γόνου, θὰ ἔχουν κατὰ τὸν αὐτὸν χορόν ἀποτελθῇ ἀργύρου μὲν 108 γρ.,
γόνου, θὰ ἔχουν κατὰ τὸν αὐτὸν χορόν ἀποτελθῇ ἀργύρου μὲν 108 γρ.,
χαλκοῦ δὲ $\frac{63,6}{2} = 31,8$ γρ. Κατὰ ταῦτα 96600 coulombs καθιστῶ-
σιν ἐλεύθερα 1 γρ. ίνδρογόνου, 108 γρ. ἀργύρου 31,8 γρ. χαλκοῦ,
κατὰ $\frac{1}{96600} = 0,00001035$ γραμμ. ίνδρο-
γόνου, $H : 1$ coulombs ἐκλύει $0,00001035 \times 31,8$
 $= 0,00033$ γρ. χαλκοῦ.

Ηλεκτροχημικὰ ίσοδύναμα. Καλοῦμεν ήλεκτροχημικὸν ίσο-
δύναμον σώματός τινος οίουδήποτε, τὸ βάρος τοῦ σώματος τούτου,
τὸ δόποιον κατὰ τὴν ήλεκτρούσιν ἐλευθερώνεται διὰ τῆς διόδου ἐνδὲ
coulomb.

Π.χ. τὸ ἡλεκτροχημικὸν ίσοδύναμον τοῦ ἀργύρου εἶναι 0,001118, τοῦ χαλκοῦ 0,00033, τοῦ ὑδρογόνου 0,00001035.

112. Ἡλεκτρολυτικὴ μέτρησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.—Τὸ βάρος τοῦ ἀργύρου τοῦ ἐκλυομένου ὑπὸ ρεύματος ἐπὶ χρόνον δεδομένον εἶναι εὐκολώτερον νὰ προσδιορισθῇ, παρὰ τὸ ἀντίστοιχον βάρος τοῦ ὑδρογόνου. Διὰ τοῦ βάρους δὲ τοῦ ἐκλυομένου ἀργύρου εἶναι πολὺ εὐκολὸν νὰ προσδιορισθῇ ἢ ἐντασις τοῦ ἐνεργήσαντος ρεύματος.

Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ παρεμβάλωμεν εἰς τὸ ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαρρεόμενον κύκλῳμα διάλυμα νιτρικοῦ ἀργύρου καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος τοῦ ἀργύρου τὸ ἀποτεθὲν εἰς ὠρισμένον χρόνον. ²Αν εἰς διάστημα χ δευτερολέπτων ἀπετέθησαν M γραμ. ἀργύρου, δέον νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι διῆλθον $\frac{M}{0,001118}$ coulombs. ³Εχομεν λοιπόν :

$$(εδ. 111) \quad E. \chi = \frac{M}{0,001118}, \quad \text{ὅθεν} \quad E = \frac{M}{0,001118. \chi}$$

Σημείωσις. Τὸ ρεῦμα ὑποτίθεται ὅτι διατηρεῖ ἔγτασιν σταθεράν.

Προβλήματα.

1ον. Πόσα coulombs χρειάζονται διὰ τὴν δι' ἡλεκτρολύσεως παρασκευὴν 1 κυβ. μέτρου ὑδρογόνου; Πόσος δὲ χρόνος θὰ χρειασθῇ πρὸς τοῦτο, ἢν ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 100 ampères; (*Mία κυβ. παλάμη ὑδρογόνου ἔχει βάρος 0,1 γρ. περίπου.*)

2ον. Ρεῦμα διακλαδίζεται εἰς δύο βραχίονας, εἰς ἕκαστον τῶν δύοιων παρεμβάλλεται βολτάμετρον. Συλλέγονται δὲ εἰς 10 πρῶτα λεπτὰ εἰς μὲν τὸ πρῶτον βολτάμετρον 100 κυβ. ἐκατοστά ὑδρογόνου, εἰς δὲ τὸ δεύτερον 150 κυβ. ἐκατοστά. Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ ἐντάσεις τοῦ ρεύματος εἰς τὸν δύο βραχίονας καὶ εἰς τὸ κύριον κέντρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΣΤΗΛΑΙ

113. Αἱ στήλαι εἶναι, ὅπως εἴπομεν, πηγαὶ ἡλεκτρισμοῦ. Ονομάζονται δὲ στῆλαι ἀπὸ τὴν πρώτην συσκευὴν τοῦ εἴδους αὐτοῦ, ἡ

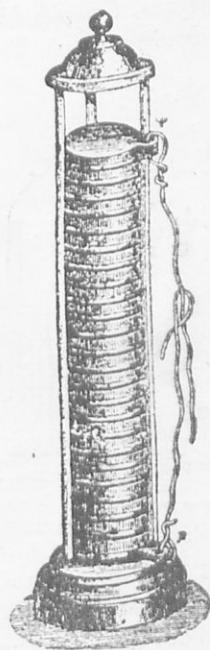
ὅποια ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Volta κατὰ τὸ ἔτος 1800. Αὕτη συνίστατο ἀπὸ σειρὰν στοιχείων, τὰ ὅποια ἔκειντο τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν ἴδιαν τάξιν (σχ. 127). Ἐκαστὸν στοιχεῖον ἀπετελεῖτο ἐξ ἑνὸς δίσκου ἐκ χαλκοῦ, ἑνὸς δίσκου ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἑνὸς κυκλικοῦ τεμαχίου ἐριού-χου (τσόχας) ἐμποτισμένου δι᾽ ὕδατος ὥξυνισμένου διὰ θεικοῦ ὁξέος.

Ἐνεκα τῆς τοιαύτης διατάξεως ἐλαβεν ἡ ὅλη συσκευὴ τὸ ὄνομα στήλη, τὸ ὅποιον διετήρησεν, ἵνα καὶ μετὰ ταῦτα τὸ σχῆμα μετεβλήθῃ οἰζικῶς.

Στήλη τοῦ Βόλτα. Γενικῶς, ἐκαστὸν στοιχεῖον στήλης συνίσταται ἐκ δοχείου ὑαλίνου, περιέχοντος ἡλεκτρολύτην, ἐντὸς τοῦ ὅποιου βυθίζονται δύο διάφορα ἐλάσματα εὐ-ἡλεκτραγωγά, τὰ ὅποια καλοῦνται ἡλεκτρόδια. Δύο σύρματα ἐκ χαλκοῦ προσκολλημένα ἐπὶ τῶν ἡλεκτροδίων ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου.

Διὰ τοῦ βολτομέτρου βεβαιωνόμεθα, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο πόλων ὑπάρχει διαφορὰ δυνα-μικοῦ. Ἡ τιμὴ τῆς διαφορᾶς ταύτης, ὅταν τὸ κύκλωμα εἴναι ἀνοικτόν, ἐκφράζει τὴν ἡλε-κτρεγερτικὴν δύναμιν τοῦ στοιχείου. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑνὸς στοιχείου εἴναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος καὶ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ, ἔκαρτάται δὲ μόνον ἀπὸ τὴν κημικὴν φύσιν τῶν οὐσιῶν, ἐκ τῶν ὅποιών συνίσταται τὸ στοιχεῖον. Ὁταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, δηλ. ὅταν συνδέσωμεν τοὺς πόλους διὰ σύρμα-τος, διέρχεται δι᾽ αὐτοῦ οεῦμα. Διὰ νὰ ὑπάρ-χῃ ὅμως διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων, πρέπει τὰ ἡλε-κτρόδια νὰ εἴναι διαφόρου φύσεως. Ἀν ἡσαν καὶ τὰ δύο π.χ. ἐκ ψευδαργύρου, η ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις θὰ ἦτο ἵση μὲ τὸ μηδὲν καὶ τὸ στοιχεῖον δὲν θὰ παρεῖχε οεῦμα.

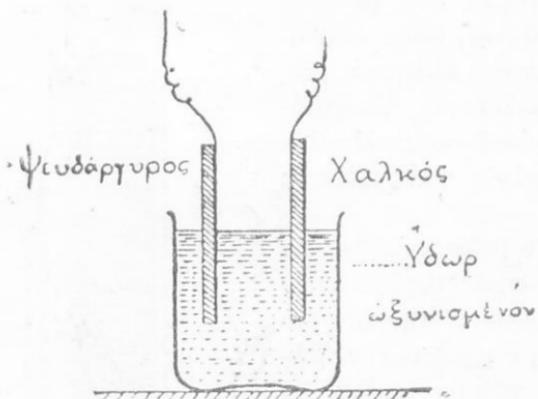
Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta (σχ. 128) ὁ ἡλεκτρολύτης εἴναι ὕδωρ ὥξυνισμένον διὰ θεικοῦ ὁξέος. Τὸ θεικὸν ἡλεκτρόδιον ἀποτελεῖται ἐκ χαλκοῦ, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐκ ψευδαργύρου. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύνα-μις αὐτοῦ εἴναι 1 volt.



Σχ. 127

114. Χημικά φαινόμενα ἐντὸς τῶν στοιχείων.—"Οταν συνδέσωμεν διὰ σύρματος τοὺς πόλους ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, τὸ φεῦμα, τὸ δόποιον διέρχεται ἐξωτερικῶς διὰ τοῦ σύρματος, μεταβαῖνον ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου εἰς τὸν ἀρνητικόν, συνεχίζει τὴν κίνησίν του καὶ ἐντὸς τοῦ στοιχείου ἀπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου πρὸς τὸν θετικὸν καὶ τοιούτοις τρόποις τὸ κύκλωμα κλείεται.

Πράγματι, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ὑγρὰ τοῦ στοιχείου ἀποσυντίθενται, ὅπως ὁ ἡλεκτρολύτης ἡλεκτρολυτικῆς συσκευῆς καὶ κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους. Τὸ ὑδρογόνον ἢ τὸ ἐλευθερούμενον μέταλλον ἔκλύεται



Σχ. 128

ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τῆς ἔξοδου ἐκ τοῦ στοιχείου (δηλ. ἐνταῦθα ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλου, ὅστις καθίσταται κάθοδος), τὸ δὲ ὑπόλοιπον τοῦ ἀποσυντεθέντος μορίου ἔκλύεται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τῆς εἰσόδου (δηλ. ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ὅστις καθίσταται ἄνοδος). Οὕτω π.χ.

εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦ Βόλτα, ὅταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, τὸ φεῦμα διέρχεται, διαπερᾶ τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χάλκον καὶ ἀποσυνθέτει τὸ θεικὸν δέσμον.

Τὸ ἵδρινον H_2 φέρεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ, ὅπου καὶ ἔκλύεται.

Τὸ δὲ ἵδρινον SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου καὶ προσβάλλει αὐτὸν παρέχον θεικὸν ψευδαργυρόν, ὅστις διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος μένον ὑδατος (*).

Σημείωσις. Αὐτὴ ἀκριβῶς ἡ χημικὴ ἐνέργεια διατηρεῖ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ καὶ μετατρέπεται εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

(*) Πράγματι, τὸ φαινόμενον δέν εἶναι τόσον ἀπλοῦν. Τὸ SO_4 μετὰ τοῦ H_2O δίδει H_2SO_4 μετ' ἐκλύσεως O. Τὸ O μετὰ τοῦ Zn παράγει ZnO , τὸ δόποιον μετὰ τοῦ H_2SO_4 δίδει $ZnSO_4$ καὶ H_2O .

115. Πόλωσις τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα.—Εἶναι εὐκολὸν νὰ ἐπαληθεύσωμεν (π.χ. μὲ ἔνα ἡλεκτρικὸν κώδωνα), διτὶ τὸ οεῦμα τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα ἔξασθενεῖ τάχιστα. Λέγομεν τότε, διτὶ τὸ στοιχεῖον ἐπολῶθη.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς ἐπιπολαίαν ἄλλοισισιν τοῦ ἡλεκτροδίου ἐκ χαλκοῦ.

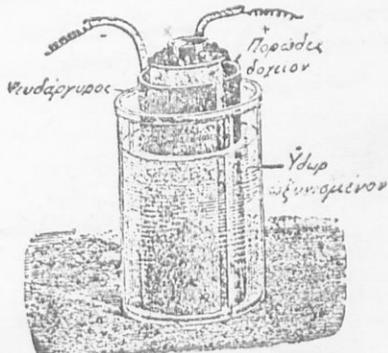
Τὸ διὰ τῆς ἡλεκτρολύσεως δηλ. παραχθὲν ὑδρογόνον προσφύεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χαλκοῦ καὶ τοιουτορόπως ἡ σειρὰ τῶν ἀγωγῶν τοῦ στοιχείου ἀντὶ νὰ εἴγαι : φυεδάργυρος-ὑδωρ ὠξυνισμένον-χαλκός, χαλκός, γίνεται : φυεδάργυρος-ὑδωρ ὠξυνισμένον-ὑδρογόνον-χαλκός, τῆς δόποιας ἡ ἡλεκτρογεροτικὴ δύναμις εἶναι πολὺ μικροτέρᾳ. Διότι ἡ παρουσία τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ δημιουργεῖ ἡλεκτρογεροτικὴν δύναμιν, ἡ δόποια, ἀν ἥτο μόνη, θὰ παρηγε ὁεῦμα ἀντιθέτου φορᾶς πρὸς τὸ τοῦ στοιχείου (ἀντι-ἡλεκτρογεροτικὴ δύναμις).

Πρόγιματι, ἐὰν προστρίψωμεν μὲ ἔνλινην ἡ ὑαλίνην φάβδον τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ, διὰ νὰ ἔξαφανθωμεν τὰς φυσαλλίδας τοῦ ὑδρογόνου, παρατηροῦμεν διτὶ τὸ οεῦμα ἀναλαμβάνει τὴν προηγουμένην ἴσχυν του.

Ἐνεκα τῆς ἔξασθενήσεως ταύτης τὸ στοιχεῖον τοῦ Βόλτα εἶναι ἀκατάλληλον διὰ τὰς πρακτικὰς λογῆσεις.

Διὰ τοῦτο κατασκευάζονται στοιχεῖα μὲ σταθερὰν ἡλεκτρογεροτικὴν δύναμιν, ἀποσοβιουμένης τῆς ἐκλύσεως τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλον. Πρὸς τοῦτο ἡ χρησιμοποιεῖται ἀλας τι ἀντὶ δέξεος ἡ περιθιάλλεται ὁ θετικὸς πόλος δι' ὅξειδωτικοῦ σώματος, τὸ δόποιον ἔξαφανίζει τὸ ὑδρογόνον. Θὰ ἔξετάσωμεν τὴν ἀρχὴν τῶν στοιχείων τούτων ἐπὶ τῶν ἐπομένων παραδειγμάτων :

α) **Στοιχεῖον Daniell.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 129) συνίσταται ἐξ ὑαλίνου δοχείου χωριζομένου εἰς δύο διαμερίσματα δι' ἑτέρου δοχείου πορώδους. Τὸ ἔξωτερικὸν διαμέρισμα περιέχει ὑδωρ ὠξυνιδοχείου, σμένον, ἐν αὐτῷ δὲ ἐμβαπτίζεται κυλινδρικὸν ἔλασμα φυεδαργύρου,



Σχ. 129

τὸ δποῖον ἀποτελεῖ τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον. Τὸ πορῶδες δοχεῖον περιέχει διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ, τὸ δποῖον διατηροῦμεν κεκορεσμένον προσθέτοντες εἰς αὐτὸν κρυστάλλους τοῦ αὐτοῦ ἄλατος. Τέλος, ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ ἐμβαπτίζεται χαλκοῦν ἔλασμα χάπτοντος τὸ θειικὸν ἡλεκτρόδιον.

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. ⁷ Οταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, οἱ δύο ἡλεκτροιλύται H_2SO_4 καὶ $CuSO_4$ ἀποσυνίθενται ὑπὸ τοῦ φευγαργύρου, μετὰ τοῦ δποῖον παράγει $ZnSO_4$. Τὸ H_2 , φέρεται ἐπὶ τοῦ φευγαργύρου, μετὰ τοῦ δποῖον παράγει $ZnSO_4$. Τὸ H_2 , φέρεται πρὸς τὸ πορῶδες δοχεῖον. ⁸ Αφ' ἐτέρου ἐντὸς τοῦ πορῶδον δοχείου δὲ $CuSO_4$ δίδει τὰ δύο ιόντα SO_4 καὶ Cu . Τὸ SO_4 φέρεται πρὸς τὸ πορῶδες δοχεῖον, ὅπου συντίθεται μετὰ τοῦ H_2 , καὶ παράγεται θειικὸν δέξι, δὲ Cu φέρεται καὶ ἐπιτίθεται ἐπὶ τοῦ ἔλασματος τοῦ χαλκοῦ. Τοιουτορόπως τὸ στοιχεῖον δὲν πολοῦται καὶ δίδει φεῦμα σταθερόν.

Τὸ διάλυμα τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ, τὸ δποῖον προστατεύει τὸ στοιχεῖον ἀπὸ τῆς πολώσεως, καλεῖται ἀντιπολωτικὸν ὑγρόν.

Τὸ ἡλεκτρογεφετικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell εἶναι περίπου 1 volt.

β) Στοιχεῖον Bunsen. Τὸ

στοιχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τεσσάρων μερῶν, τὰ δποῖα δύνανται νὰ τεθῶσι τὸ ἐν ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Τὰ μέρη ταῦτα εἶναι τὰ ἔξης:

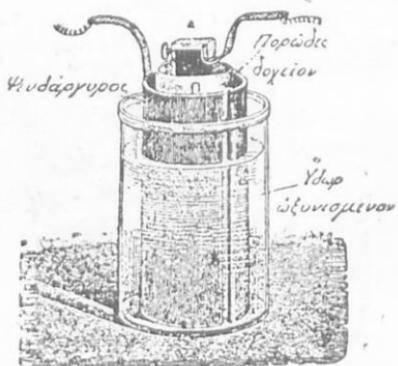
α) ἐν ἔξωτερικὸν δοχεῖον (σχ. 130) ἐξ ὑάλου, περιέχον ὕδωρ δέξνυτισμένον διὰ θειικοῦ δέξιος (10:1).

β) εἷς κοῖλος κύλινδρος ἐκ φευγαργύρου.

γ) ἐν πορῶδες δοχεῖον Π, περιέχον ἀγοραῖνον νιτρικὸν δέξι, καὶ δ) μία πρισματικὴ φάβδος Α ἐξ ἄνθρακος τῶν ἀποστακτήρων.

Θέτομεν πρῶτον ἐν τῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ τὸν φευδάργυρον, κατόπιν τὸ πορῶδες δοχεῖον καὶ εἰς τὸ κέντρον τὸν ἄνθρακα, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα.

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο, ἀντιπολωτικὸν



Σχ. 130

είναι τὸ νιτρικὸν δξύ. Ὅταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, ἀποσυντίθεται ἐν μόριον H_2SO_4 καὶ δύο μόρια HNO_3 . Τὸ ἵὸν SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, μετὰ τοῦ δποίου συντίθεται. Τὰ δύο ἵόντα H_2 καὶ $2NO_3$ συντίθενται ἐπὶ τοῦ πορώδους δοχείου διὰ νὰ ἀνασκηματίσουν νιτρικὸν δξύ. Τέλος, τὰ δύο ἵόντα H τοῦ νιτρικοῦ δξέος φέρονται ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος, ὅπου ἀνάγουν τὸ νιτρικὸν δξὺ καὶ παρέχουν ὑπεροξείδιον τοῦ ἀζώτου καὶ ὕδωρ: $H + HNO_3 = NO_2 + H_2O$.

Τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἀφήνει λοιπὸν νὰ ἔκλινωνται νιτρώδη ἀέρια δυσάρεστα εἰς τὴν ἀναπνοὴν καὶ ἐπιβλαβῆ εἰς τὴν ὑγείαν.

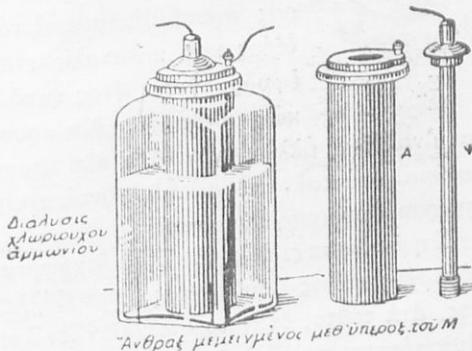
Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τοῦ Bunsen εἶναι 1,8 volts.

116. "Άλλα στοιχεῖα.—Στοιχεῖον Leclanché (σχ. 131). Κατὰ τὴν τελευταίαν μορφὴν τοῦ στοιχείου τούτου, τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον εἶναι φάρδος ἐκ ψευδαργύρου διατηρουμένη διὰ μονωτῆρων εἰς τὸν ἀξονα κοίλου κυλίνδρου. Ο κύλινδρος οὔτος, δ ὅποιος εἶναι τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον, ἀποτελεῖται ἐξ ἀνθρακος τῶν ἀποστατήρων ζυμώντος ἐν καταστάσει κόνεως μετὰ ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανίου, τὸ δποίον εἶναι τὸ ἀντιπολωτικόν. Ο ἡλεκτρόδολύτης δὲ ἀποτελεῖται ἐκ διαλύματος χλωριούχου ἀμμωνίου (NH_4Cl).

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. Κλειομένου τοῦ κυκλώματος, τὸ NH_4Cl ἀποσυντίθεται εἰς NH_3 καὶ Cl . Καὶ τὸ μὲν Cl φέρεται πρὸς τὸν ψευδάργυρον, μετὰ τοῦ δποίου σκηματίζει χλωριούχον ψευδάργυρον, ὃστις διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ NH_3 φέρεται ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος, ὅπου ἀποσυντίθεται εἰς ἀμμωνίαν (NH_3), ἣτις διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ εἰς H , τὸ δποίον δξειδοῦται ὑπὸ τοῦ ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανίου εἰς ὕδωρ.

Ἡ δξειδωσίς ὅμως αὕτη, συντελουμένη ὑπὸ σώματος στερεοῦ, προβαίνει βραδέως. Διὰ τοῦτο, τοῦ στοιχείου τούτου γίνεται χρῆσις,

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Σχ. 131

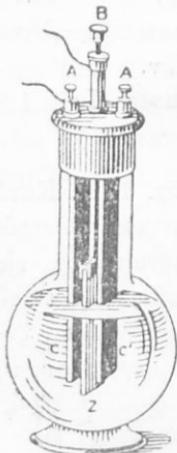
ὅταν δὲν ἀπαιτήται ἀδιαλείπτως συνεχὲς ρεῦμα, ὅπως π. χ. διὰ τοὺς ἡλεκτρικοὺς κώδωνας, τὰ τηλέφωνα, τὸν τηλέγραφον.

Ἡ ἡλεκτρεγετικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι 1,46 volts.

117. Στοιχεῖον διὰ διχρωμικοῦ καλίου.—Τὸ στοιχεῖον τοῦτο περιέχει ἐν μόνον ὑγρόν. Τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶναι ὠξυνισμένον ὕδωρ περιέχον διχρωμικὸν κάλιον, τὸ ὅποιον εἶναι σῶμα δξειδωτικὸν καὶ χρησιμεύει ὡς ἀντιπολωτικόν.

Τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον συνίσταται (σχ. 132) ἐκ δύο πλακῶν ἐξ ἀνθρακος, μεταξὺ τῶν δοπίων εὑρίσκεται τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον ἐκ ψευδαργύρου.

Ἡ ἡλεκτρεγετικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι περίπου 2 volts.



Σχ. 132

118. Χρῆσις ἐφυδραργυρωμένου ψευδαργύρου*.—Ἐν ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον κλειστὸν καταναίσκει ψευδάργυρον καὶ παρέχει ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Οταν τὸ στοιχεῖον εἶναι ἀνοικτόν, ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται καὶ τότε ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ θειικοῦ δξέος καὶ καταναίσκεται ματαίως. Τούναντίον ὁ ἐφυδραργυρωμένος ψευδάργυρος, καθὼς καὶ ὁ χημικῶς καθαρός, δὲν προσβάλλεται, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν, ἀλλὰ μόνον ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα καὶ διέρχεται τὸ ρεῦμα. Διὰ τοῦτο εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα χρησιμοποιοῦμεν ψευδάργυρον ἐφυδραργυρωμένον.

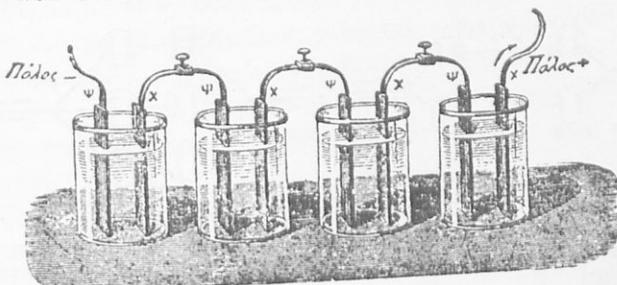
Σημείωσις. Εἰς τὸ διὰ διχρωμικοῦ καλίου στοιχεῖον καὶ διφυδραργυρωμένος ψευδάργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ δξίγου διαλύματος. Διὰ τοῦτο, ὅταν τὸ στοιχεῖον δὲν λειτουργῇ, πρέπει ὁ ψευδάργυρος νὰ σύρεται πρὸς τὰ ἄνω διὰ νὰ ἔξαγεται ἐκ τοῦ διαλύματος.

119. Ἡλεκτρικὴ στήλη.—Ἡλεκτρικὴ στήλη λέγεται τὸ σύνολον δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων, τῶν δοπίων οἱ πόλοι ήνωθησαν

* Διὰ νὰ ἐφυδραργυρώσωμεν τὸν ψευδάργυρον, τὸν βυθίζομεν ἐντὸς ὕδραργύρου κεκαλυμμένου μὲ στρῶμα ὕδρογλωβικοῦ δξέος, τὸ ὅποιον καθαρίζει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ψευδαργύρου κατὰ τὴν ἐμβάπτισιν.

δι^ο ἀγωγῶν (σχ. 133). Η σύνδεσις αὐτή δύναται γὰρ γίνη κατὰ τρεῖς τρόπους:

α) **Κατὰ τάσιν.** Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον συνδέομεν τὰ στοι-



Σχ. 133

χεῖα διὰ τῶν ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων (σχ. 134). Ο θετικὸς πόλος τοῦ πρώτου στοιχείου καὶ δ ἀρνητικὸς τοῦ τελευταίου, οἱ διποῖοι ἀφίνονται ἐλεύθεροι, ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς στήλης.

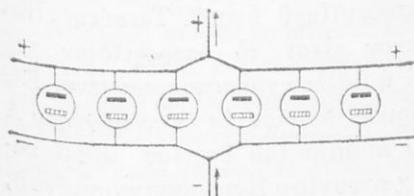
Ἐὰν προσδιορίσω-
μεν τὴν διαφορὰν τοῦ
δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο
πόλους τῆς στήλης ταύ-

της, θὰ ἴδωμεν, διτὶ αὐτῇ εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων.
Ἐὰν δηλ. ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἶναι 1 volt μεταξὺ τῶν πόλων
τοῦ ἑνὸς στοιχείου, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πό-

λους στήλης ἀποτελουμέ-
νης ἐκ ν στοιχείων τῆς
αὐτῆς συστάσεως θὰ εἶναι
ν volts.

β) **Κατὰ ποσότητα.**

Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον συν-
δέομεν ἀφ' ἑνὸς μὲν δλους
τοὺς θετικοὺς πόλους, ἀφ'

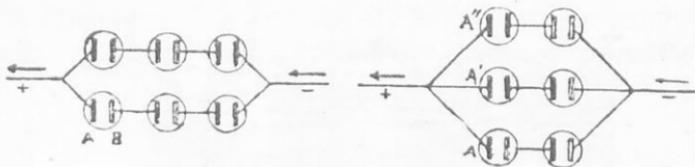


Σχ. 135

ἕτερου δὲ δλους τοὺς ἀρνητικοὺς (σχ. 135).

Κατὰ τὸν τοιοῦτον συνδυασμὸν ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ
εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν
τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου.

γ) Μεικτώς. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον σχηματίζομεν διμάδας ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων καὶ ἔνοῦμεν τὰ στοιχεῖα ἑκάστης διμάδος κατὰ τάσιν οὕτως, ὥστε ἑκάστη διμάδας νὰ ἀποτελῇ μίαν στήλην κατὰ



Σχ. 136

τάσιν. Ἐπειτα ἔνώνομεν τὰς σχηματισθείσας στήλας κατὰ ποσότητα (σχ. 136).

Κατὰ τὸν συνδυασμὸν τοῦτον, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης ἴσουται μὲ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ μᾶς τῶν συνιστωσῶν στηλῶν.

ΞΗΡΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

120. Ξηρὰς λέγομεν τὰς στήλας, εἰς τὰς διποίας τὸ ἡλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν παραδομένει ἀκίνητον, τῇ βοηθείᾳ οὖσιῶν τινων, αἱ διποίαι δίδουν εἰς αὐτὸν σύστασιν πηκτώδη.

Δηλ. τὸ ὑγρὸν μέσον δὲν παραλείπεται καὶ ἡ ουσία, ἡ διποία τὸ καθιστᾶ ἀκίνητον, πρέπει νὰ εἶναι χημικῶς ἀδρανῆς ὡς πρὸς τὸ ἡλεκτρολυτικὸν ὑγρόν, συγκρατοῦσα μόνον αὐτὸν ὡς σπόγγος.

Αἱ μετὰ στερεοῦ ἀντιπολωτικοῦ στῆλαι εἶναι αἱ μόναι κατάλληλοι διὰ τὴν ἀκινητοποίησιν τοῦ ἡλεκτρολυτικοῦ ὑγροῦ. Τοιαύτη εἶναι ἡ στήλη, εἰς τὴν διποίαν ἀντιπολωτικὸν εἶναι τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανίου. Ἡ στήλη αὗτη εἶναι καὶ ἡ μᾶλλον χρησιμοποιουμένη. Εἰς αὐτὴν ἀρνητικὸς πόλος εἶναι κυλινδρικὸν δοχεῖον ἐκ ψευδαργύρου Α (σχ. 137), ἀνοικτὸν πρὸς τὰ ἄνω. Ο πυθμὴν τοῦ δοχείου αὐτοῦ καλύπτεται ἐσωτερικῶς διὰ δίσκου ἐκ χαρτονίου Β παραφιννωμένου, διὰ τοῦ διποίου ἀπομονοῦται δὲ ἐκ ψευδαργύρου πυθμήν.

‘Ως ἀντιπολωτικὸν σῶμα χρησιμεύει δεύτερος κύλινδρος Γ ἀποτελούμενος ἐξ διμοιομεροῦς μείγματος ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανίου, ἀνθρακοῦ, ἀνθρακικοῦ μολύβδου, γραφίτου καὶ χλωριούχου ἀμμωνίου. Ο κύλινδρος οὗτος περιβάλλεται διὰ ἀραιοῦ βαμβακεροῦ ὑφάσματος (τὸ ὑφασμα εἰς τὸ σχῆμα παρίσταται διὰ ἐστιγμένης γραμμῆς)

καὶ εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου, οὐδὲν διάστημα (ὅπου αἱ κατακόρυφοι γραμμαὶ εἰς τὸ σχῆμα), τὸ δποῖον πληροῦνται διὰ μείγματος ἀμύλου, χλωριούχου ψευδαργύρου, διχλωριούχου νήλευτοιολυτικὸν υγρὸν ἀκινητοποιηθέν). Ὁ θετικὸς πόλος εἶναι οὐρανός Κ ἐξ ἄνθρακος τῶν ἀποστακτήρων, τοποθετούμενη κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου Γ.

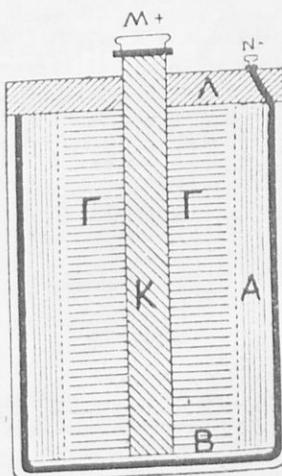
Ἡ δῆλη συσκευὴ εἰσάγεται εἰς θήλην ὀλίγον υψηλοτέραν καὶ φράσσεται ἀνωθεν διὰ στρώματος ηροῦ Λ.

Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς οὐρανοῦ τοῦ ἄνθρακος Κ προσαρμόζεται χάλκινος συναπτήρος Μ. Εἴς ἄλλος δὲ συναπτήρος Ν, ἐπίσης ἐκ χαλκοῦ, συγκοινωνεῖ διὰ χαλκίνου ἐλάσματος μετὰ τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου Α.

Μία ξηρὰ στήλη καλῶς κατεσκευασμένη εἶναι τελείως ἀδρανής, διατηρούμενης στὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν. Δύναται ἐπομένως νὰ διατηρηθῇ ἐπ' ἀρκετόν. Ὅταν αἱ εισισθῆται τὸ κύκλωμα, ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωριούχου ἀμμωνίου καὶ ἡ στήλη παρέχει οεῦμα.

Αἱ ηροὶ στήλαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς τηλεγράφους, τὰ τηλεφωνα καὶ ἐνίστε διὰ τὴν ἀνάφλεξιν εἰς τοὺς διῆκοντες κινητῆρας.

Ἡ ξηρὰ στήλη ἡ προωρισμένη πρὸς φωτισμὸν (στήλη λάμπας τῆς τσέπτης) εἶναι πεπλατυσμένη, ἀποτελεῖται δὲ ἐκ τριῶν στοιχείων ἥνωμένων κατὰ τάσιν. Ἡ στήλη αὕτη παρέχει οεῦμα 4,5 volts, τὸ δποῖον διαρρέον μικρὸν λαμπτῆρα δύναται νὰ παράγῃ φωτισμὸν ἐπὶ τρεῖς περίπου ὥρας.

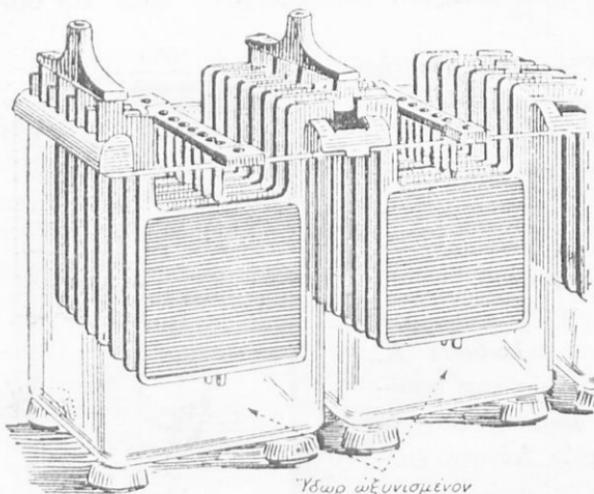


Σχ. 137

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ

121. Ἀρχὴ τῶν συσσωρευτῶν.—Ο συσσωρευτὴς (σγ. 138) εἶναι πηγὴ ἡλεκτρισμοῦ, τὴν ὅποίαν δυνάμεθα νὰ πραγματοποιήσωμεν ὡς ἔξῆς :

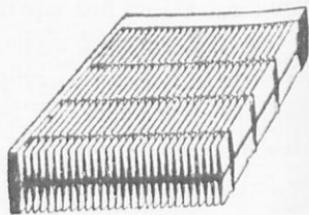


Σγ. 138

εἶναι ὅμοια, κατ’ ἀρχὰς οὐδεμίαν διαφορὰν δυναμικοῦ παρουσιάζουν. Ινα τὸ ὄργανον καταστῇ πηγὴ ἡλεκτρισμοῦ, πρέπει νὰ πληρωθῇ.

Πλήρωσις. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὸν συσσωρευτὴν, παρεμβάλλομεν αὐτὸν εἰς κύκλωμα περιέχον ἡλεκτρικὴν πηγὴν. Τότε τὸ ὄργανον λειτουργεῖ ὡς ἡλεκτρολυτικὴ συσκευή. Τὸ διὰ θεικοῦ ὁξέος ὠξυνισμένον ὕδωρ ἀποσυντίθεται, ἀλλὰ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον δὲν ἔκλυονται· τὰ ἀέρια ταῦτα ἀντιδροῦν ἐπὶ τῶν ἡλεκτροδίων καὶ πολοῦσιν αὐτά.

Καὶ τὸ μὲν ὑδρογόνον φέρεται εἰς τὴν κάθιδον καὶ ἐκεῖ ἀνάγεται PbO εἰς μεταλλικὸν Pb: ($PbO + 2H = Pb + H_2O$), τὸ δὲ ὀξυγόνον



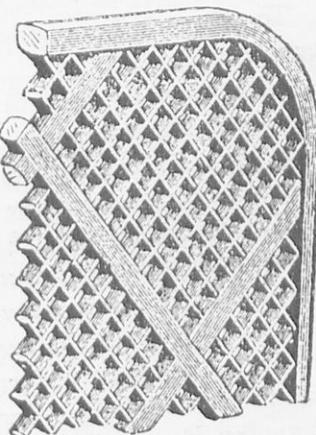
Σγ. 139

φερόμενον εἰς τὴν ἄνοδον σχηματίζει μετὰ τοῦ PbO διοξείδιον τοῦ μολύβδου PbO_2 . ($PbO + O = PbO_2$).

Τὴν ἀλλοιώσιν ταύτην τῶν ἡλεκτροδίων δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν διὰ τῆς ἀλλαγῆς τῆς χροιᾶς των. Τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον λαμβάνει τὴν ὑπέρουθρον χροιὰν τοῦ διοξείδιου τοῦ μολύβδου, τὸ δὲ ἔτερον τὴν φαιοκυανῆν χροιὰν τοῦ μολύβδου.

Ἐννοοῦμεν, ὅτι συνετελέσθη ἡ πλήρωσις, δταν τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ διξυγόνον, μηδόλως πλέον ἐπιδρῶντα, ἐκλύωνται ἐν ἀφθονίᾳ.

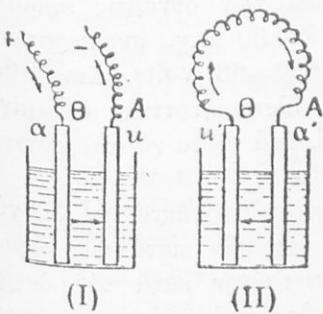
Ἐνεκα τῆς ὡς ἄνω ἀλλοιώσεως, τὴν διποίαν ὑπέστησαν τὰ ἡλεκτρόδια, τὰ διποῖα ἀσχικῶς ἦσαν ὅμοια, κατέστησαν διάφορα καὶ τοιουτορόπως ἐσχηματίσθη ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, τοῦ διποίου ἡ ἡλεκτρογερτικὴ δύναμις εἶναι περίπου 2 volts. Θετικὸς πόλος εἶναι ὁ πόλος, δστις ἀντίστοιχεῖ εἰς τὸ διοξείδιον τοῦ μολύβδου.



Σχ. 140

Ἐφεξῆς τὸ ὄργανον δύναται νὰ λειτουργήσῃ ὡς πηγὴ ἡλεκτρική.

Επικένωσις. Ἐὰν συνδέσωμεν διὰ σύρματος τοὺς πόλους πεπληρωμένου συσσωρευτοῦ, ἡ ἡλεκτρογερτικὴ του δύναμις παράγει ἡλεκτρικὸν οεῦμα φορᾶς ἀντιθέτου πρὸς τὴν φορὰν τοῦ οεύματος, τὸ διποῖον ἔχοησίμευσε διὰ τὴν πλήρωσιν, καὶ ὁ συσσωρευτὴς ἐκκενοῦται (σχ. 141).



Σχ. 141

Τὸ οεῦμα τῆς ἐκκενώσεως παράγει ἐντὸς τοῦ συσσωρευτοῦ δράσεις χημικὰς ὅμοιας πρὸς τὰς παραγομένας ἐντὸς ἐνὸς ἡλεκτροικοῦ στοιχείου. Τὸ μόριον τοῦ ὑδατος ἀποσυντίθεται. Καὶ τὸ μὲν ὑδρογόνον φέρεται εἰς τὸ ἡλεκτρόδιον τῆς ἔξοδου καὶ ἐκεῖ ἀνάγει τὸ διοξείδιον τοῦ μολύβδου εἰς δξείδιον: $PbO_2 + H_2 = PbO + H_2O$, τὸ δὲ διξυ-

γόνον φέρεται εἰς τὸ ἡλεκτρόδιον τῆς εἰσόδου, δξειδώνει τὸν μόλυβδον καὶ μετατρέπει αὐτὸν εἰς δξείδιον: Pb+O=PbO.

Δηλ. τὸ οεῦμα τῆς ἐκκενώσεως καταστρέφει ἐκεῖνο, τὸ δποῖον εἶχε δημιουργήσει τὸ οεῦμα τῆς πληρώσεως.

Τὸ οεῦμα τῆς ἐκκενώσεως σταματᾷ, ὅταν τὰ δύο ἡλεκτρόδια γίνουν πάλιν ὄμοια.

Εἶναι φανερόν, κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν coulombs, τὰ δποῖα ἀποδίδονται κατὰ τὴν ἐκκένωσιν, εἶναι, θεωρητικῶς τούλαχιστον, ἀκριβῶς ἵσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν coulombs, τὰ δποῖα ἔχοντιμοποιήθησαν κατὰ τὴν πλήρωσιν.

Εἰς τὴν πρᾶξιν ὄμως, ἡ πλήρης θεωρία τῆς πληρώσεως καὶ ἐκκενώσεως τοῦ συσσωρευτοῦ παρεμβάλλει καὶ τὸ θεικὸν δξύ, τὸ δποῖον ἀντιδρῷ ἐπὶ τῶν ἡλεκτροδίων.

Συμπέρασμα. Ο συσσωρευτὴς εἶναι, ὅπως καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, μεταμορφωτὴς ἐνεργείας. Κατὰ τὴν πλήρωσιν λειτουργεῖ ὡς ἡλεκτρολυτικὸς δέκτης ἀπορροφῆ ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, τὴν δποῖαν τοῦ παρέχει ἔξωτερικὴ ἡλεκτρικὴ πηγή, καὶ τὴν μετατρέπει εἰς ἐνέργειαν χημικήν. Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν λειτουργεῖ ὡς πηγὴ ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐκτελεῖ τὴν ἀντίθετον μετατροπήν.

Χρήσεις τῶν συσσωρευτῶν. Γενικῶς συνδέουν τοὺς συσσωρευτὰς κατὰ τάσιν, δπότε αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ τῶν δυνάμεις προστίθενται. Οὕτω μία συστοιχία (batterie) ἐκ 30 π.χ. συσσωρευτῶν παρουσιάζει ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν $2,1 \times 30 = 63$ volts. Δυνάμεθα οὕτω νὰ πραγματοποιήσωμεν οἶανδήποτε ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ήτις ἔχει τὸ πλεονέκτημα νὰ μένῃ σταθερά. Διὰ τοῦτο γίνεται συχνοτάτη χρήσις τῶν συσσωρευτῶν.

Οὕτω χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ ἐργοστάσια, διὰ νὰ ἀπορροφοῦν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν τῶν μηχανῶν κατὰ τὰς ὕρας τῆς μικρᾶς καταναλώσεως καὶ νὰ ἀποδίδουν ταύτην κατὰ τὰς ὕρας τῆς ἀνάγκης. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται εἰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις διὰ τὸν φωτισμὸν ἢ ὡς κινητήριος δύναμις ἐν περιπτώσει διακοπῆς τοῦ οεύματος τοῦ παρεχομένου ὑπὸ τοῦ ἐργοστασίου. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἔλξιν π.χ. εἰς τὰ ὑποβρύχια, εἰς τροχιοδρόμους, ἡλεκτρικὰ αὐτοκίνητα κτλ. Τέλος χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἐκκίνησιν καὶ τὸν φωτισμὸν τῶν αὐτοκινήτων κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'
ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΟΗΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

122. Σκοπός τῶν νόμων τοῦ Ohm.—^o Εὰν μεταξὺ δύο σημείων ἀποκαταστήσωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ B, ποία θὰ εἴναι ἡ ἔντασις τοῦ φεύγαντος, τὸ δποῖον θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς ἄγωγόν, ὁ δποῖος συνδέει τὰ σημεῖα ταῦτα;

^o Ανάλογος ἐρώτησις εἰς τὴν ὑδροδυναμικὴν εἴναι ἡ ἔξῆς: Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδατος εἰς δύο δεξαμενὰς παρουσιάζει διαφορὰν ὑψους π. χ. 10 μέτρων. Εὰν συνδέσωμεν τὰς δεξαμενὰς ταῦτας διὰ σωλῆνος, ποίαν ἀπόδοσιν θὰ ἔχωμεν; (δηλ. ποῖον ποσὸν ὑδατος θὰ διέρχεται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διὰ τῆς κυρίας τομῆς τοῦ σωλῆνος;)

Είναι γνωστόν, ὅτι εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἀπόδοσις δὲν ἔξαρταται μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν τοῦ ὑψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδατος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸν σωλῆνα καὶ εἰδικῶς ἀπὸ τὸ μῆκος καὶ τὴν τομήν του.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἥλεκτροισμόν. Δηλ. ἡ ἔντασις Ε τοῦ φεύγαντος, τὸ δποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὸν ἄγωγόν, δὲν ἔξαρταται μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν B τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἀκρων τοῦ ἄγωγοῦ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος μ τοῦ ἄγωγοῦ, τὴν τομήν του ε καὶ ἀπὸ τὴν φύσιν του.

Οἱ νόμοι τοῦ Ohm σκοπὸν ἔχουν νὰ ὑπολογίσουν τὰς σχέσεις ταύτας.

123. Νόμοι τοῦ Ohm.—Πειραματικὴ ἔρευνα. Νόμος A'. Η διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων συσσωρευτοῦ εἴναι περίπου 2 volts, καὶ δταν τὸ κύκλωμα είναι κλειστόν.

Ἐὰν ἀντὶ ἐνὸς συσσωρευτοῦ λάβωμεν 2, 3... κτλ. καὶ συνδέσωμεν αὐτοὺς κατὰ τάσιν, θὰ ἔχωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ 4 volts, 6 volts... κτλ.

Παρεμβάλλομεν εἰς τὸ κύκλωμα καὶ ἀμπερόμετρον, τὸ δποῖον μᾶς δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ φεύγαντος. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ φεύγαντος είναι διαδοχικῶς π. χ. 1, 2, 3... ampères, δταν παρεμβάλλωμεν εἰς τὸ κύκλωμα 1, 2, 3... συσσωρευτάς. Δηλαδὴ ἡ ἔντασις καθίσταται 2, 3... φοράς μεγαλυτέρα, δταν ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ καθίσταται 2, 3...

εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ γίνεται 2, 3... φορὰς μεγαλυτέρα. Ἀρα:

‘Η ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ.

Νόμος Β'. Συνδέομεν τοὺς δύο πόλους ἐνὸς συσσωρευτοῦ διὰ σύρματος μήκους 0,50 μέτρων καὶ σημειώνομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Ἐστω π.χ. αὗτη 2 ampères. Ἐπαναλαμβάνομεν κατόπιν τὸ πείραμα ἀντικαθιστῶντες τὸ σύρμα δι' ἄλλου σύρματος ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου καὶ τῆς αὐτῆς τομῆς, ἀλλὰ διπλασίου μήκους, δηλ. ἐνὸς μετρου. Παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 1 ampère. Δηλ. ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ὑποδιπλασιάζεται, ὅταν τὸ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ διπλασιάζεται. Ἀρα :

‘Η ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ.

Νόμος Γ'. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα διατηροῦντες τὸ μῆκος τοῦ σύρματος εἰς 1 μέτρον, ἀλλὰ χοησιμοποιοῦμεν κατὰ πρῶτον ἐν μόνον σύρμα, κατόπιν δύο ὅμοια σύρματα ὅμοι, ἐπειτα τοία ὅμοια σύρματα ὅμοι καὶ οὕτω καθεξῆς, τὸ δποῖον διπλασιάζει, τριπλασιάζει κτλ. τὴν τομήν. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι αἱ ἐντάσεις θὰ εἶναι διαδοχικῶς 1, 2, 3... ampères. Ἀρα :

‘Η ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τομὴν τοῦ ἀγωγοῦ.

Νόμος Δ'. Ἐπαναλαμβάνομεν ἀπαξ ἔτι τὸ ἀνωτέρῳ πείραμα, χοησιμοποιοῦντες σύρματα τῶν αὐτῶν διαστάσεων, ἀλλ᾽ ἐκ διαφόρων μετάλλων. Θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι :

‘Η ἔντασις τοῦ ρεύματος ἔξαρταται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μετάλλου.

124. Ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Ohm.—Ἐκ τῶν ἀνωτέρων νόμων ἔξαγομεν τὸν τύπον :

$$E = \frac{B}{\frac{\mu}{\epsilon}} = \frac{Be}{\mu}. \quad (1)$$

ὅστις ἔκφραζει, ὅτι ἡ ἔντασις E τοῦ ρεύματος (εἰς ampères) εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν B τοῦ δυναμικοῦ (εἰς volts), ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος μ (εἰς ἑκατοστόμετρα) τοῦ ἀγωγοῦ, ἀνάλογος πρὸς τὴν τομὴν ε (εἰς τετραγωνικὰ ἑκατ.) καὶ ὅτι μεταβάλλεται

μετὰ τοῦ ἀριθμητικοῦ συντελεστοῦ οὐ, ὅστις ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μετάλλου.

125. Ἀντίστασις ἀγωγοῦ.—Ἀντίστασις ἀγωγοῦ εἶναι ὁ ἀριθμὸς A, διὰ τοῦ ὅποίσυ πρέπει νὰ διαιρέσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ B, διὰ νὰ ἔχωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ θεύματος. Ἡτοι:

$$E = \frac{B}{A} \quad (2)$$

Συνεπῶς ἐκ τοῦ τύπου (1) προκύπτει, ὅτι:

$$A = \rho \frac{\mu}{\epsilon} \quad (3)$$

Δηλ. διὰ τὴν αὐτὴν τιμὴν τοῦ B ή ἔντασις τοῦ θεύματος ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ ἀντίστασις αὐξάνεται.

Ο τύπος (3) δεικνύει, ὅτι ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος αὐξάνεται, ὅταν αὐξάνεται τὸ μῆκός του καὶ ὅταν ἡ τομὴ ἐλαττοῦται. Πραγματοποιοῦμεν λοιπὸν μεγάλας μὲν ἀντιστάσεις διὰ συρμάτων μακρῶν καὶ λεπτῶν, μικρὰς δὲ διὰ χονδρῶν καὶ βραχέων ἐλασμάτων.

Ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος ἔξαρτᾶται προσέτι καὶ ἐκ τοῦ μετάλλου, ἀπὸ τὸ ὅποῖον τούτο συνίσταται. Τοῦτο ἐκφράζει ὁ συντελεστὴς ο.

Ο συντελεστὴς οὗτος καλεῖται εἰδικὴ ἀντίστασις τοῦ μετάλλου, παριστᾶ δὲ τὴν ἀντίστασιν ἀγωγοῦ ἐκ τοῦ μετάλλου τούτου ἔχοντος μῆκος 1 ἑκατ. καὶ τομὴν 1 τετρ. ἑκατ.

Ἐξ ὅλων τῶν χρησιμοποιουμένων μετάλλων, ὁ χαλκὸς ἔχει τὴν μικροτέραν εἰδικὴν ἀντίστασιν.

Μονὰς ἀντιστάσεως. Ohm. Ἐκ τοῦ τύπου $E = \frac{B}{A}$ λαμβά-

νουμεν $A = \frac{B}{E}$. Ἐὰν $B=1$ volt καὶ $E=1$ ampère, θὰ ἔχωμεν $A=1$.

Μονὰς ἀντιστάσεως εἶναι λοιπὸν ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ, ὅστις διαιρεόμενος ὑπὸ θεύματος ἐνὸς ampère παρουσιάζει μεταξὺ τῶν δύο αὐτοῦ ἄκρων διαφορὰν δυναμικοῦ 1 volt. Ἡ μονὰς αὕτη ἐκλήθη Ohm.

Ἡ μονὰς αὕτη παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὅποίαν

παρουσιάζει εις 0° στήλη ένδραργύρου τομῆς 1 τετρ. χλσ. καὶ μήκους 106,3 έκατ.

Ο νόμος τοῦ Ohm δύναται λοιπὸν νὰ γραφῇ :

$$E = \frac{B}{A} \quad \text{ἢ} \quad B = E \cdot A, \quad \text{ἢτοι :}$$

Η ἔντασις (εἰς ampères) τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος ἀγωγόν τινα εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ (εἰς volts), ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ τούτου, καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ (εἰς ohms). (Νόμος τοῦ Ohm διὸ ἀγωγόν).

Ἄριθμητικὰ ἐφαρμογαί. 1) Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις σύρματος ἐκ χαλκοῦ μήκους ἐνὸς μέτρου καὶ διαμέτρου $\delta=1$ χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου. Εἰδικὴ ἀντίστασις χαλκοῦ $= 1,6 \cdot 10^{-6}$ ohms

$$\text{Ἐφαρμόζομεν τὸν τύπον } A = \rho \frac{\mu}{\epsilon} \quad \rho = 1,6 \cdot 10^{-6} = \frac{1,6}{10^6} \text{ ohms}$$

$$\mu = 1 \quad \mu = 100 = 10^2 \text{ ἔκατοστομ.}$$

$$\epsilon = \pi \frac{\delta^2}{4} \quad \pi = 3,14 \quad \delta = 1 \text{ χλσ.} = 0,1 \text{ ἔκατ.} \quad \epsilon = 3,14 \cdot \frac{0,01}{4}$$

$$A = \frac{1,6 \cdot 10^2 \cdot 4}{10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,01} = \frac{1,6 \cdot 10^4 \cdot 4}{10^6 \cdot 3,14} = \frac{1,6 \cdot 4}{10^2 \cdot 3,14} = \\ = \frac{6,4}{314} = \frac{64}{3140} = \frac{16}{785} = \frac{1}{50} \text{ ohms περίπου.}$$

Ἀπαιτοῦνται λοιπὸν 50 μέτρα τοιούτου σύρματος διὰ νὰ πραγματοποιηθῇ ἀντίστασις ἐνὸς ohm περίπου.

2) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις τοῦ ένδραργύρου, γνωστοῦ ὅντος, ὅτι στήλη ένδραργύρου τομῆς ἐνὸς τετρ. χλσ. καὶ ὕψους 106,3 έκατ. ἔχει ἀντίστασιν ἐνὸς ohm.

$$\text{Ἐκ τοῦ τύπου } A = \rho \frac{\mu}{\epsilon} \text{ λαμβάνομεν } \rho = \frac{A \cdot \epsilon}{\mu}$$

$$A = 1 \text{ ohm}$$

$$\epsilon = 1 \text{ τετρ. χλσ.} = 0,01 \text{ τετρ. ἔκατ.}$$

$$\mu = 106,3 \text{ ἔκ.}$$

$$\rho = \frac{1,001}{106,3} = \frac{100}{106,3 \cdot 10^4} = \frac{100}{1,063 \cdot 10^6} = \frac{94}{10^6} \text{ ohms}$$

$$= 94 \text{ microohms περίπου.}$$

Τὸ microhm εἶναι τὸ ἔκατομμυριοστὸν τοῦ ohm.

126. Νόμος τοῦ Ohm διάκλειστὸν κύκλωμα.—Εἰς κλειστὸν κύκλωμα, τὸ δποῖον δὲν περιλαμβάνει δέκτην (δηλ. ἀποτελουμένον μόνον ἐκ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς καὶ τοῦ ἀγωγοῦ), ἡ ἔντασις Ε τοῦ ρεύματος (εἰς ampères) ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως H τῆς πηγῆς (εἰς volts) διὰ τῆς ὀλικῆς ἀντίστασεως A (εἰς ohms) τοῦ κυκλώματος.

$$E = \frac{H}{A} \quad \text{ἢ} \quad H = E \cdot A$$

Διότι γνωρίζομεν, ὅτι εἰς κλειστὸν κύκλωμα τὸ ρεῦμα δὲν διαρρέει μόνον τὸ ἔξωτερικὸν σύρμα· διαρρέει ἐπίσης τὴν πηγὴν ἀπὸ τὸν ἀρνητικὸν πόλον πρὸς τὸν θετικὸν καὶ κλείει ἀφ' ἑαυτοῦ τὸ κύκλωμα.

Ἡ διλικὴ ἀντίστασις λοιπὸν λαμβάνεται, ἐὰν προστεθοῦν ἡ ἀντίστασις τῆς πηγῆς α' (ἔξωτερικὴ ἀντίστασις) καὶ ἡ ἀντίστασις α τοῦ ἔκτος τῆς πηγῆς ἀγωγοῦ, ὅστις συνδέει τοὺς δύο πόλους (ἔξωτερικὴ ἀντίστασις), ἥτοι $A = a' + a$.

Παραδείγματα. Α') Οἱ δύο πόλοι συσσωρευτοῦ συνδέονται διὰ σύρματος ἀντίστασέως 1 ohm. Γνωστοῦ ὅντος, ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν 2 ἄκρων τοῦ σύρματος εἶναι 2 volts, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

"Εχομεν $B = 2$ volts, $A = 1$ ohm. Συνεπῶς $E = \frac{2}{1} = 2$ ampères.

Β') Οἱ δύο πόλοι συσσωρευτοῦ, τοῦ δποίου ἡ ἔξωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι 0,05 ohms, συνδέονται ἔξωτερικῶς διὰ σύρματος ἀντίστασέως 1 ohm. Γνωστοῦ ὅντος, ὅτι ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ συσσωρευτοῦ εἶναι 2,1 volts, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

"Εχομεν $H = 2,1$ volts, $A = 1 + 0,05 = 1,05$ ohms.

Συνεπῶς $E = \frac{2,1}{1,05} = 2$ ampères.

Σημείωσις. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων παρατηροῦμεν, ὅτι συσσωρευτής ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 2,1 volts παράγει μεταξὺ τῶν πόλων του διαφορὰν δυναμικοῦ 2 volts ἔνεκα τῆς ἔξωτερικῆς ἀντίστασέως.

"Αν ἡ ἔξωτερικὴ ἀντίστασις ἦτο 0, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων θὰ ἦτο ἴση πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικήν του δύναμιν.

Γ') Συστοιχία (batterie) 60 συσσωρευτῶν συνηνωμένων κατὰ τάσιν τροφοδοτοῦ λαμπτῆρα, τοῦ δποίου ἡ ἀντίστασις εἶναι 240 ohms.

Γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ συσσωρευτοῦ δὲν ὑπολογίζεται ἀπέναντι τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ λαμπτῆρος, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ζεύματος. Ἐχομεν :

$$H=B=2,160=126 \text{ volts} \quad A=240 \text{ ohms.}$$

$$\text{Συνεπῶς } E = \frac{126}{240} = 0,525 \text{ ampères.}$$

Ἐφαρμογὴ τοῦ νόμου τοῦ Ohm εἰς ἡλεκτρικὴν στήλην ἐκ ν στοιχείων.— α) Συνδυασμὸς κατὰ τάσιν. Ἐὰν H ἡ ἡλεκτροεγερτικὴ δύναμις ἐνὸς στοιχείου, ἡ δὲν αὐτὴ ἡλεκτροεγερτικὴ δύναμις τῆς στήλης θὰ εἴναι v.H. Ἐὰν δὲ α' ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστου στοιχείου καὶ α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, ἡ δὲν αὐτὴ ἀντίστασις θὰ εἴναι :

$$va' + a \text{ καὶ } E = \frac{v.H}{va' + a}.$$

β) Συνδυασμὸς κατὰ ποσότητα. Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ ἐνὸς καὶ μόνου στοιχείου, τὸ δοποῖον ἀποτελεῖται (κατὰ τὸν συνδυασμὸν τοῦτον) ἐξ ὅλων τῶν στοιχείων τῆς στήλης, εἴναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἔλασμάτων. Ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εἴναι ἔνταῦθα ν φοράς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἔλασμάτων ἐνὸς ἀπλοῦ στοιχείου, τοῦ δοποίου ἡ ἀντίστασις εἴναι α', ἡ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἴναι $\frac{a'}{v}$. Ἐὰν δὲ α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, ἡ δὲν αὐτὴ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἴναι $\frac{a'}{v} + a$ καὶ συνεπῶς :

$$E = \frac{H}{\frac{a'}{v} + a} = \frac{vH}{a' + va}$$

γ) Συνδυασμὸς μεικτός. Ἐὰν ν ὁ δὲν αὐτὸς ἀριθμὸς τῶν στοιχείων, μ ὁ ἀριθμὸς τῶν διμάδων, ἐκάστης τῶν δοποίων τὰ στοιχεῖα ἥνωθησαν κατὰ τάσιν, καὶ κ ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων ἐκάστης διμάδος, τοιοῦτος ὥστε $\kappa \cdot \mu = v$, τότε ἡ δὲν αὐτὴ ἡλεκτροεγερτικὴ δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἡλεκτροεγερτικὴν δύναμιν μιᾶς διμάδος, ἡ δοπία εἴναι $\kappa.H$, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστης διμάδος εἴναι κα'. Συνεπῶς, κατὰ τὸν ἄνω τύπον, ἐὰν α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, θὰ ἔχωμεν :

$$E = \frac{\kappa.H}{\frac{\kappa a'}{\mu} + a} = \frac{\mu \cdot \kappa \cdot H}{\kappa a' + \mu a} = \frac{vH}{\kappa a' + \mu a} \quad (\text{διότι } \kappa \mu = v).$$

127. Μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων.—Γέφυρα τοῦ Wheatstone. Ἡ μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων γίνεται συνήθως διὰ τῆς συσκευῆς, ἣντις εἶναι γνωστὴ ὑπὸ τῷ ὀνόμα «γέφυρα τοῦ Wheatstone». Ἡ συσκευὴ αὐτὴ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀκολούθου ἀρχῆς:

Φαντασθῶμεν, ὅτι τὸ φεῦμα στήλης τινὸς Σ (σχ. 142) κατανέμεται μεταξὺ δύο διακλαδώσεων AMB καὶ ANB. Ἀν ἐνώσωμεν δύο σημεῖα, M καὶ N, τὰ δόποια λαμβάνομεν ἀνὰ ἐν ἐφ' ἔκατέρας τῶν διακλαδώσεων διὰ κυκλώματος ἡ γεφύρας MN περιλαμβανούσης καὶ γαλβανόμετρον, τὸ κύκλωμα τοῦτο θὰ διαρρέεται βεβαίως ὑπὸ φεύματος καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ παρουσιάσῃ ἐκτροπήν. Δὲν θὰ διέλθῃ ὅμως φεῦμα, ἀν ὁ λόγος τῶν ἀντιστάσεων τῶν τμημάτων AM, MB ισοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀντιστάσεων AN, NB.

Απόδειξις. Υποθέσωμεν, ὅτι δὲν διέρχεται φεῦμα ἐκ τοῦ M πρὸς τὸ N, τότε ἡ ἔντασις τοῦ φεύματος θὰ εἴναι ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὸ AM καὶ κατὰ τὸ MB, ἐστω δὲ E ἡ ἔντασις αὐτη. Ἐπίσης ἐστω E' ἡ ἔντασις ἐπὶ τῶν δύο τμημάτων AN καὶ NB. Ἐστωσαν πρὸς τούτοις ω_1 , ω_2 , ω'_1 καὶ ω'_2 , αἱ ἀντιστάσεις τῶν τεσσάρων τμημάτων τοῦ κυκλώματος AM, MB, AN καὶ NB. Ἀφοῦ οὐδὲν φεῦμα ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ MN, τὸ δυναμικὸν τοῦ M εἴναι ὕσον μὲ τὸ δυναμικὸν τοῦ N. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ A καὶ M ισοῦται λοιπὸν πρὸς τὴν μεταξὺ A καὶ N. Οὐδεν ἔχομεν ω_1 . E = ω'_1 . E' (έδ. 125).

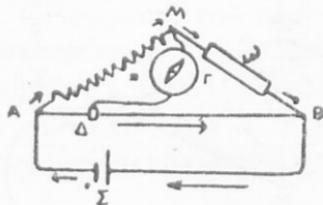
Ομοίως ἡ μεταξὺ M καὶ B διαφορὰ δυναμικοῦ ισοῦται μὲ τὴν μεταξὺ N καὶ B. Ἐπομένως ἔχομεν:

$$\omega_2 E = \omega'_2 E'.$$

Διαιροῦντες τὰς ἴσοτητας αὐτὰς κατὰ μέλη ἔχομεν:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega'_1}{\omega'_2}, \quad \text{δ.ε.δ.}$$

Χρήσις τῆς γεφύρας τοῦ Wheatston.—Τὸ τμῆμα ΑΜ (σχ. 143) ἀποτελεῖται ἐκ τῆς μετρητέας ἀντιστάσεως χ. Εἰς τὸ MB θέτομεν γνωστὴν ἥδη ἀντίστασιν ω. Τὸ AB εἶναι σύρμα μεταλλικόν, ἵσοπαχὲς καὶ διμοιομερές. Κατὰ τὸ Δ τοποθετοῦμεν δρομέα, δστις δύναται νὰ δὲλισθαίνῃ κατὰ μῆκος τοῦ σύρματος. Συνδέομεν δὲ τὰ M καὶ Δ διὰ σύρματος περιλαμβάνοντος καὶ γαλβανόμετρον Γ.



Σχ. 143

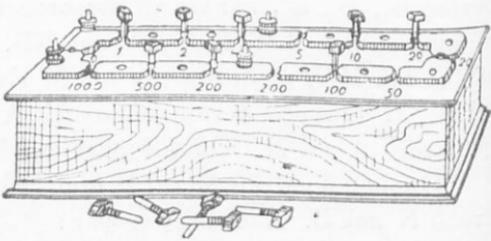
γοι πρὸς τὰ μήκη αὐτῶν). Έχομεν δηλαδή: $\frac{x}{\omega} = \frac{\Delta \Delta}{\Delta B}$.

$$\text{Οθεν } x = \omega \cdot \frac{\Delta \Delta}{\Delta B}.$$

Πρὸς μέτρησιν τῶν μηκῶν $\Delta \Delta$ καὶ ΔB , θέτομεν ὑπὸ τὸ σύρμα κανόνα διηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα.

Κιβώτια ἀντιστάσεων. Αἱ γνωσταὶ ἀντιστάσεις, τὰς δοποίας θέτομεν κατὰ τὸ MB (σχ. 143), περιέχονται εἰς τὰ «κιβώτια ἀντιστάσεων». Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ ἔντινου κυτίου, τοῦ δοποίου τὸ κάλυμμα εἶναι πλαξὲ ἢ ἔβονίτου.

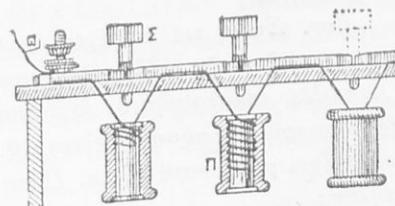
Ἐπὶ τῆς πλακὸς ταύτης εἶναι προσκολλημένα πλακίδια ἢ ὅρειχαλκού (σχ. 144), τὰ δοποῖα εἶναι μὲν χωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων, ἀλλὰ δύνανται νὰ τεθοῦν εἰς συγκοινωνίαν διὰ μεταλλικῶν σφηνῶν Σ (σχ. 145), οἵ δοποῖοι εἰσέρχονται εἰς κυκλικὰς ὅπλας εύρισκομένας μεταξὺ τῶν πλακιδίων. Εἰς τὰ πλακίδια ταῦτα προσκολλῶνται κάτωθεν τὰ ἄκρα συρμάτων λεπτῶν, τῶν δοποίων ἡ φύσις καὶ αἱ διαστάσεις εἶναι τοιαῦται,



Σχ. 144

ώστε νὰ παρουσιάζουν ἀντιστάσεις τοσας πρὸς 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 100, 200, 200 κτλ. μονάδας ohms.

¹ Εὰν διαβιβασθῇ τὸ οεῦμα, ἀφοῦ προηγουμένως εἰσαχθῶσιν εἰς ὅλας τὰς ὄπας οἱ σφῆνες, θὰ διέλθῃ ἀνευ αἰσθητῆς ἀντιστάσεως διὰ τῶν πλακιδίων, τῶν ὄποιων ἡ τομὴ εἶναι μεγάλη καὶ τὸ μῆκος μικρόν. ² Αν δικαίως ἀφαιρέσωμεν ἔνα ἢ περισσοτέρους σφῆνας, τὸ οεῦμα εἶναι ὑποχρεωμένον νὰ διέλθῃ διὰ τῶν σύρμάτων, τὰ ὄποια παρουσιάζουν τότε γνωστὴν ἀντίστασιν.



Σχ. 145

Προβλήματα

Ior. Ποῖον μῆκος σύρματος πλατύνης, διαμέτρου 1 χμ., ἀπαιτεῖται δι' ἀντίστασιν 1 ohm;

Η εἰδικὴ ἀντίστασις τῆς πλατύνης εἶναι $11 \cdot 10^{-6}$ ohms.
2ον. Οἱ πόλοι στοιχείου συνδέονται διὰ σύρματος, ἀντιστάσεως 30 ohms, ἡ δὲ ἔντασις τοῦ οεύματος εἶναι 15 ampères. Αντικαθιστῶμεν τὸ σύρμα τοῦτο δι' ἄλλου, τοῦ ὄποιον ἡ ἀντίστασις εἶναι 1,5 ohms, καὶ ἡ ἔντασις τοῦ οεύματος εἶναι τότε 40 ampères. Νὰ ενθεθῇ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ στοιχείου.

3ον. Στήλη ἐκ 10 στοιχείων δμοίων, συνδυασμένων κατὰ τάσιν, παρέχει οεῦμα ἐντάσεως 0,75 ampères. Εἰσάγομεν εἰς τὸ κύκλωμα συμπληρωματικὴν ἀντίστασιν 5 ohms καὶ τὸ οεῦμα ἔχει τότε ἔντασιν 0,60 ampères. Νὰ προσδιορισθῇ: α') ἡ διλκὴ ἀντίστασις τοῦ ἀρχικοῦ κυκλώματος, β') ἡ ἡλεκτρογερατικὴ δύναμις ἐκάστου στοιχείου.

4ον. Στήλη τις ἀποτελεῖται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκάστου τῶν στοιχείων τούτων ἡ μὲν ἡλεκτρογερατικὴ δύναμις εἶναι 1,8 volts, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις 0,5 ohms. Ποία ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος, ἀν ἡ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τῆς ἐν λόγῳ στήλης παραγομένου οεύματος εἶναι 1,2 ampères;

5ον: Στήλη τις σύγκειται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκάστου στοιχείου τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἡλεκτρογερατικὴ δύναμις 1,8 volts. Ποία ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστου τῶν στοιχείων

τούτων, ἂν ἡ μὲν ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἶναι 10 ohms , ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τῆς στήλης ταύτης παρεχομένου ρεύματος εἶναι $1,2 \text{ amperes}$;

6ον. Στήλη τις παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως $1,8 \text{ amperes}$. Ἐκαστον στοιχεῖον τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἡλεκτρογερακήν μὲν δύναμιν $1,8 \text{ volts}$, ἐσωτερικὴν δὲ ἀντίστασιν $0,5 \text{ ohms}$, ἐνῷ ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἶναι 10 ohms . Ο συνδυασμὸς τῶν στοιχείων ἔχει γίνει κατὰ τάσιν. Πόσα τὰ στοιχεῖα τὰ ἀποτελοῦντα τὴν στήλην;

7ον. Στήλη ἔχει 120 στοιχεῖα. Αποτελεῖται δὲ ἐκ δύο διαδόχων συνηγραμένων κατὰ ποσότητα. Ἐκατέρα τῶν διαδῶν τούτων ἔχει 60 στοιχεῖα συνδυασμένα κατὰ τάσιν. Ποία εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τῆς στήλης, τῆς ἀντιστάσεως ἐκάστου στοιχείου οὖσης $1,5 \text{ ohms}$;

8ον. Κύκλωμα, τοῦ δποίου ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι 1 ohm , διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 5 στοιχείων διοίων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἂν ἡ μὲν ἀντίστασις ἐκάστου στοιχείου εἶναι $0,4 \text{ ohms}$, ἡ δὲ διαφορὰ δυναμικοῦ $1,8 \text{ volts}$;

9ον. Ἐν τῷ ἀριθμῷ προβλήματι ποία θὰ εἶναι ἡ ἔντασις, ἢ τὰ στοιχεῖα εἶναι συνδυασμένα κατὰ ποσότητα;

10ον. Τὸ ρεῦμα στήλης σταθερᾶς εἶναι 10 amperes , δταν διαρρέη ἐξωτερικὸν κύκλωμα 20 ohms , 8 amperes μὲ ἀντίστασιν 40 ohms , καὶ 9 amperes διὰ μέσου σύρματος ἀντιστάσεως ἀγράστου.

Ἐνδρεῦν τὴν ἀντίστασιν α' τῆς στήλης καὶ τὴν ἀντίστασιν χ τοῦ τρίτου σύρματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

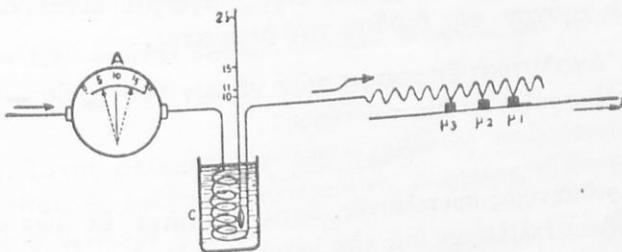
NOMOI TOY JOULE—ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

128. Θερμαντικὴ ἐνέργεια παραγομένη ὑπὸ τοῦ ἡλεκτροῦ κοῦ ρεύματος.—Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα θεομαίνει τὸν ἀγωγόν, διὰ τοῦ δποίου διέρχεται: Οὗτω π. χ. εἶναι γνωστόν, δτι οἱ κοινοὶ ἡλεκτρικοὶ λαμπτῆρες φωτοβιολοῦν, δταν διαβιβάσωμεν δι' αὐτῶν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα· παύουν δὲ νὰ ἐκπέμπουν φῶς, εὐθὺς ὡς διακόψωμεν τὸ ρεῦμα.

Ἐὰν ἐντὸς ὑαλίνου ποτηρίου, τὸ ὅποιον περιέχει ὕδωρ, θέσωμεν σπεῖραν μεταλλικὴν καὶ διαβιβάσωμεν διὰ τῆς σπείρας ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ θερμαίνεται. Δύναται δὲ νὰ τεθῇ εἰς βρασμὸν ἐντὸς δλίγων λεπτῶν, ἐὰν ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος καὶ ἡ ἀντίστασις τῆς σπείρας εἶναι ἐπαρκῶς μεγάλαι.

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Joule μανθάνομεν πῶς ἡ ποσότης τῆς ἐκλυομένης θερμότητος ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ ἔξαρται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ.

129. Πειραματικὴ ἔρευνα.—Νόμοι τοῦ Joule. α') Ἐντὸς τοῦ ὕδατος θερμιδομέτρου βυθίζομεν σπεῖραν μεταλλικὴν (σχ. 146) καὶ θερμόμετρον. Κατόπιν διαβιβάζομεν ρεῦμα γνωστῆς ἐντάσεως ἐπὶ ὥρισμένον χρόνον. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται π.χ. κατὰ 1° . Διαβιβάζομεν κατόπιν ρεῦμα διπλασίας ἐντάσεως ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία



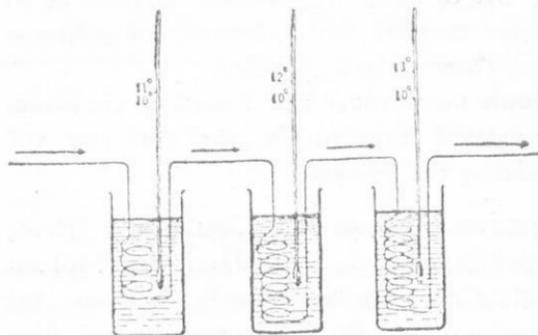
Σχ. 146

ἀνέρχεται κατὰ 4° . Ἐὰν διαβιβάσωμεν ρεῦμα τριπλασίας ἐντάσεως ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 9° κ.ο.κ. Συνεπῶς:

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὅποια δημιουργεῖται εἰς ὥρισμένον χρόνον ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

β') Ἐντὸς τριῶν διμοίων θερμιδομέτρων (σχ. 147) βυθίζομεν τρεῖς σπείρας ἀντιστάσεων 1, 2, 3 ohms καὶ θερμόμετρα. Αἱ σπείραι συνδέονται μεταξύ των ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Ἐὰν κατόπιν διαβιβάσωμεν τὸ ρεῦμα δι' αὐτῶν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι, ὅταν τὸ πρῶτον θερμόμετρον δείξῃ ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1° , τὸ δεύτερον θὰ δείξῃ ἀνύψωσιν κατὰ 2° καὶ τὸ τρίτον κατὰ 3° , ἦτοι: ἡ πο-

σότης τῆς θερμότητος ἡ δημιουργούμενη εἰς ώρισμένον χρόνον ἐπί τινος ἀγωγοῦ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ.



Σχ. 147

γ') Ἐὰν δὲ χρόνος τῆς διόδου τοῦ ρεύματος εἰς τὰ προηγούμενα περιόδατα διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ. παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ποσότης τῆς δημιουργούμενης θερμότητος γίνεται διπλασία, τριπλασία κτλ. Ἐπομένως: ἡ ποσότης τῆς θερμότη-

τος τῆς δημιουργούμενης ἐπί τινος ἀγωγοῦ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν χρόνον τῆς διόδου τοῦ ρεύματος.

130. Ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Joule.—Οἱ νόμοι τοῦ Joule ἐκφράζονται διὰ τοῦ τύπου:

$$\Theta = K \cdot E^2 \cdot A \cdot \chi.$$

ἔνθα K ἀριθμητικὸς συντελεστής, ὅστις ἔξαρτᾶται ἐκ τῶν μονάδων, τὰς διοίας θὰ ἐκλέξωμεν διὰ τὴν μέτρησιν τῶν διαφόρων ποσῶν, Θ ἡ ποσότης τῆς θερμότητος εἰς θερμίδας, E ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς ampères, A ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ εἰς ohms καὶ χ ὁ χρόνος τῆς διόδου τοῦ ρεύματος εἰς δεύτερα λεπτά.

Ἄκριβεῖς μετρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ δίοδος ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον ρεύματος ἔντασεως ἐνὸς ampère διὸ ἀντιστάσεως ἐνὸς ohm δημιουργεῖ ὑπὸ μօρφὴν θερμότητος ποσότητα ἐνεργείας μιᾶς joule, δηλ. ἐκλύει ποσότητα θερμότητος ἵσην μὲ $\frac{1}{4,18}$ θερμίδας ($4,18 = \mu\text{J}$ ζανικὸν 1σοδύναμον τῆς θερμίδος).

*Ἐχομεν λοιπὸν $K = \frac{1}{4,18}$ καὶ συνεπῶς:

$$\Theta = \frac{E^2 \cdot A \cdot \chi}{4,18} \text{ θερμίδες.}$$

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ θερμαντικὴ ἐνέργεια ἡ παραγόμενη εἰς χ δεύτερα λεπτὰ ὑπὸ E ampères εἰς A ohms ισοῦται μὲ $E^2 A \chi$ θερμίδας ἢ $A E^2 \chi$ joules.

Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ ίσχὺς, τὴν ὅποιαν τὸ ορεῦμα δαπανᾷ εἰς θερμότητα (διὰ $\chi=1$), ισοῦται μὲ $A E^2$ watts.

Ἄριθμητικὴ ἐφαρμογή. Ἐντὸς θερμιδομέτρου περιέχοντος 200 γρ. ὕδατος βυθίζεται σύρμα μεταλλικόν, διὰ τοῦ ὅποιου διέρχεται ορεῦμα ἐντάσεως ἑνὸς ampère ἐπὶ 2 λεπτά. Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία θ_α τοῦ ὕδατος εἶναι 17,8, ἡ δὲ τελικὴ θ_τ = 18,8 βαθμῶν. Ποία ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος; Ισοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου = 30 γρ.

Ἡ ποσότης Θ τῆς ἐκλυθείσης θερμότητος εἶναι:
 $\Theta = (B + \beta)(\theta_t - \theta_\alpha) = (200 + 30)(18,8 - 17,8) = 230 \cdot 1 = 230$ θερμίδες.

Ἐκ τοῦ τύπου $\Theta = \frac{E^2 \cdot A \cdot \chi}{4,18}$ λαμβάνομεν $A = \frac{4,18 \cdot \Theta}{E^2 \cdot \chi}$. Διὰ $\chi = 2,60 = 120$ δεύτερα λεπτά, $\Theta = 230$ θερμίδες καὶ $E = 1$ ampère, ἔχομεν: $A = \frac{4,18 \cdot 230}{120 \cdot 1} = 8$ ohms περίπου.

131. Ισχὺς ρεύματος.— Ισχὺς ορέματος διαρρέοντος ἀγωγόν τινα καλεῖται, ὡς ἐμάθομεν, τὸ ποσὸν τῆς ἐνέργειας, τὸ ὅποιον παρέχει τοῦτο εἰς ἐν δεύτερον λεπτόν.

Ἡ ίσχὺς ισοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς διαφορᾶς B τοῦ δυναμικοῦ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ ἐπὶ τὴν ἔντασιν E τοῦ ορέματος "Ητοι: (1)

$$\text{Ισχὺς} = B \cdot E \text{ watts.}$$

Π.χ. Ἡλεκτρικὴ πηγή, ἥτις παρέχει 50 ampères ὑπὸ τάσιν (διαφορὰν δυναμικοῦ) 100 volts, ἔχει ίσχὺν $50 \cdot 100 = 5000$ watts = 5 kilowatts.

Ἡ ἔκφρασις αὗτη τῆς ίσχύος ἀποδεικνύεται εὐκόλως εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὅποιαν τὸ κύκλωμα δὲν περιέχει δέκτην. Τότε ὅλη ἡ ίσχὺς δαπανᾶται ὑπὸ μορφὴν θερμότητος εἰς τὸ κύκλωμα. Συνεπῶς κατὰ τὰ ἀνωτέρω θὰ ἔχωμεν:

$$\text{Ισχὺς} = A E^2 \text{ watts.}$$

Καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ohm:

$$B = A \cdot E, \text{ ἔπειται ὅτι } BE = AE^2.$$

$$\text{Συνεπῶς } \text{Ισχὺς} = BE.$$

132. Έφαρμογαί.—Ασφάλειαι. Πρὸς ἀποσόβησιν τῶν κινδύνων πυρκαϊᾶς ἐκ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φεύγοντος καὶ ἔξασφάλισιν τῶν συσκευῶν, παρεισάγεται εἰς τὸ κύκλωμα σύρμα ἐξ εὐτήκτου κράματος μολύβδου καὶ κασσιτέρου ἢ καὶ ἐξ καθαροῦ κασσιτέρου ἐντὸς θήκης ἀκαύστου ἐκ πορσελάνης, τὸ δόποῖον τήκεται, ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ φεύγοντος αὐξῇθῇ ὑπερβολικῶς. Ἡ τῆξις τῆς ἀσφαλείας συνεπάγεται ἀμεσον διακοπὴν τοῦ φεύγοντος.

Ἡλεκτρικὴ θέρμανσις. Ἡ διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ θέρμανσις εἶναι ἡ μᾶλλον ὑγιεινή, διότι κατὰ ταύτην οὐδὲν ἐκλύεται ἀέριον. Τοιαύτη θέρμανσις γίνεται:

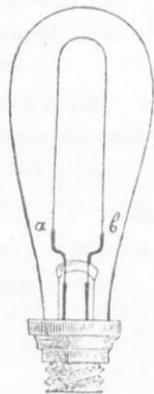
1ον) **Εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς θερμάστρας.** Αὗται περιέχουν μεταλλικὰς ἀντιστάσεις, τὰς δόποιας διαπερᾶς τὸ φεῦγοντος.

2ον) **Εἰς διαφόρους συσκευὰς οἰκιακῆς χρήσεως.** (Ἡλεκτρικὰ μαγιευτή, συσκευαὶ παρασκευῆς τεῖν, σίδηρα σιδηρώματος κτλ.). Αἱ θερμαινόμεναι συσκευαὶ εἶναι δύο εἰδῶν: "Ἄλλαι μὲν ἐκ τούτων εἶναι πεπλατυσμέναι καὶ περιέχουν λεπτὸν μεταλλικὸν σύρμα περιτυλιγμένον σπειροειδῶς καὶ πεπιεσμένον μεταξὺ δύο ἀπομονωτικῶν πλακῶν ἐκ μαρμαριγίου ἢ ἀμιάντου" ἄλλαι δὲ εἶναι κυλινδρικαὶ (συσκευὴ π.χ. παρασκευῆς τεῖν) περιέχουσαι σύρμα περιτυλιγμένον ἐλικοειδῶς ἐπὶ μεταλλικοῦ κυλίνδρου μεμονωμένου διὰ μαρμαριγίου, φέρον δὲ ἔξωτεροις περίβλημα ἐπίσης ἀπομονωτικόν.

133. Φωτισμός.—Λαμπτήρος διὰ διαπυρώσεως. Οἱ λαμπτήροι οὕτοις, ἐφευρεθεὶς ὑπὸ τοῦ Edison, συνίσταται ἐκ νήματος ἀνθρακος, τὸ δόποῖον ἔχει καμφθῆ εἰς σχῆμα ἵππείου πετάλου καὶ εὑρίσκεται ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου κενοῦ ἀέρος. Τὸ νῆμα τοῦτο, ὅταν διαρρέεται ὑπὸ φεύγοντος, λευκοπυροῦται, ἔνεκα δύμως τῆς ἐλλείψεως διεγόνου δὲν δύναται νὰ καῆ (σχ. 148).

Λαμβάνομεν τοιαῦτα νήματα ἀνθρακος διαπυροῦντες λεπτοτάτας ἵνας ἴνδικον καλάμου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς χώρου κλειστοῦ.

Εἰς τὸν λαμπτήρον τοῦ Edison τὸ ἀπηνθρακωμένον νῆμα, τὸ δόποῖον ἔχει τὸ πάχος τοιχὸς ἵππου, προσκολλᾶται κατὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἐπὶ δύο λεπτῶν

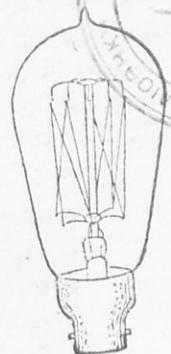


Σχ. 148



συρμάτων ἐκ λευκοχρόους. Τὰ σύρματα ταῦτα διαπε-
ραῦν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ καταλήγουν εἰς
δύο μεταλλικοὺς κοχλίας. Ἐπὶ τούτων στερεοῦνται
τὰ σύρματα, τὰ δύοīα φέρουν τὸ ρεῦμα.

Λαμπτήρες μετὰ νήματος μεταλλικοῦ. Ἀπό
τινων ἐτῶν ἀντικατεστάθησαν σχεδὸν παντοῦ οἱ δι'
ἄνθρακος λαμπτήρες δι' ἄλλων, εἰς τὸν δύοīος τὸ
νῆμα ἀποτελεῖται ἐκ μετάλλου λίαν δυστήκτου, τοῦ
βιολφραμίου (σχ. 149). Ἡ ἀπόδοσις τῶν λαμπτή-
ρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀπόδοσιν
τῶν μετὰ νήματος ἄνθρακος.



Σχ. 149

134. Βολταϊκὸν τόξον.—Τὸ φαινόμενον τοῦ
βολταϊκοῦ τόξου παρετηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Davy. Προσ-
δέσας οὗτος δύο μικρὰς οάβδους ἔξει ἄνθρακος (σχ. 150) εἰς τοὺς
πόλους στήλης ἐκ 2000 στοιχείων καὶ ἀπομακρύνας αὐτούς, ἀφοῦ
πρῶτον τοὺς ἔθεσεν εἰς ἐπαφήν, εἰδε τὰ ἀναλάμψῃ μεταξὺ αὐτῶν

ζωηρότατον φωτεινὸν τόξον, τὸ δύοīον ὡνόμασε
βολταϊκὸν τόξον. Τὸ φῶς τοῦτο διετηρεῖτο μέχρι
10 ἑκατοστομέτρων πέραν ὅμως τῆς ἀποστάσεως
ταύτης ἐσβέννυτο. Διὰ τὰ παραχθῆ ἐκ νέου, ἔπειτε
νὰ ὀχθοῦν καὶ πάλιν οἱ ἄνθρακες εἰς ἐπαφήν.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἔξηγοῦμεν ὡς ἔξης: Καθ'
ην στιγμὴν οἱ ἄνθρακες ἐφάπτονται διά τινων μόνον
σημείων, διαπυροῦνται ἰσχυρῶς εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα
τῆς ἐπαφῆς, δύον μεγίστη παρουσιάζεται ἀντίστασις.
ὅς ἐκ τούτου καὶ ὁ περιβάλλων ἀήρ ὑπερβολικῶς θεο-
μαίνεται. Ἐπειδὴ δὲ ὁ θερμός ἀήρ εἶναι εὐηλεκτρο-
γωγός, τὸ ρεῦμα ἔξακολουθεῖ τὰ διέρχεται καὶ μετὰ
τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ἄνθρακων, ἐφ' ὅσον ἡ ἀπό-
στασις αὐτῶν διατηρεῖται μικρά.

Πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τούτου ἀπαιτεῖ-
ται ρεῦμα 35-80 volts, ἐντάσεως 10 περίπου ampères.

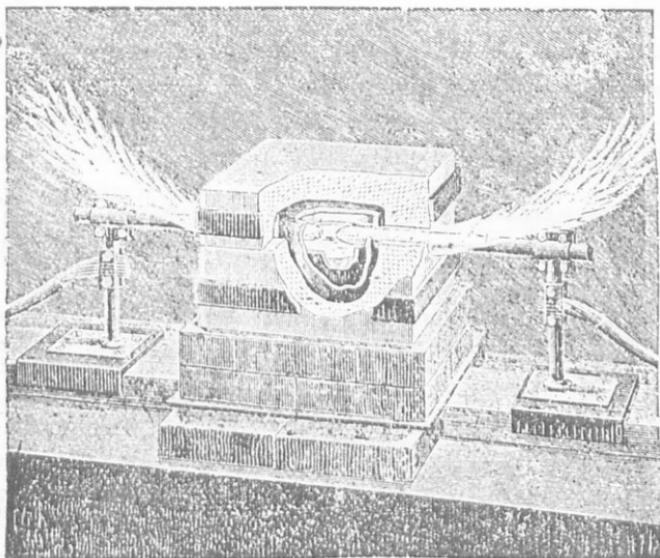
Ἡλεκτρικὴ κάμινος. Ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία τοῦ βολταϊκοῦ
τόξου, ἡ μεγίστη ἀπὸ ὅλας τὰς θερμοκρασίας, τὰς δύοīας ὥδυνήθη-
σαν νὰ παραγάγουν (ὑπὲρ τοὺς 3000°), ἔχοντι μοποιήθη εἰς τὴν κατα-



Σχ. 150

σκευὴν τῆς ἡλεκτρικῆς καμίνου. Ἡ κάμινος αὗτη συνίσταται ἐκ περιβόλου ἐξ ἀνθρακος, ὃστις εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς ὅγκωδον τεμαχίου ἀσβεστολίθου καὶ διαπερᾶται ὑπὸ δύο παχέων ἡλεκτροδίων ἐξ ἀνθρακος. Μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων τούτων σχηματίζεται τὸ βολταϊκὸν τόξον (σχ. 151).

Εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας τὰς παρεχομένας ὑπὸ τῆς ἡλεκτρι-



Σχ. 151

κῆς καμίνου, αἱ μᾶλλον δύστηκτοι οὖσίαι, τὸ πυριτικὸν ὄξυν καὶ αὗτὴ ἡ ἀσβεστος, τήκονται καὶ ἐξαεριοῦνται τὰ ὄξείδια τὰ μᾶλλον μόνιμα, ὡς τὰ τοῦ χρωμίου καὶ τοῦ μαγνησίου, ἀνάγονται ὑπὸ τοῦ ἀνθρακος τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐπὶ τοῦ ἀσβεστολίθου, ὃστις μετατρέπεται εἰς ἀνθρακασβέστιον, χρησιμοποιώμενον, ὡς γνωστόν, πρὸς παραγωγὴν τοῦ ὄξυλενίου (ἀσετυλίνης).

Προβλήματα

1ον. Ρεῦμα $1,5$ amperes διέρχεται ἐπὶ 15 λεπτὰ διὰ μεταλλικοῦ σύρματος ἀρτιστάσεως 3 ohms, βυθίσμενου ἐντὸς 300 γρ. ὕδατος. Ποία θὰ εἴται ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος;

Σον. ^o Αφήρομεν νὰ διέλθῃ ἐπὶ 5 λεπτὰ φεῦμα 0,75 amperes διὰ στήλης ὑδραγγύδου, τῆς ὀποίας ἡ ἀντίστασις εἶναι 0,47 ohms. Βάρος ὑδραγγύδου = 20,25 γρ. Εἰδικὴ θερμότης ὑδραγγύδου = 0,0322. Ποία θὰ εἴραι ἡ ὑψωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑδραγγύδου;

Ζον. ^o Επὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διέλθῃ φεῦμα 4,8 amperes διὰ ἀντιστάσεως 24 ohms, διὰ νὰ φέρῃ μίαν κυβικὴν παλάμην ὑδατος εἰς τὸ σημεῖον τῆς ζέσεώς του; ^o Αρχικὴ θερμοκρασία ὑδατος 15°.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΜΑΓΝΗΤΑΙ—ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

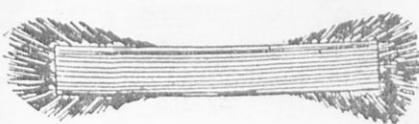
135. Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνήται.—Μαγνῆται λέγονται σώματα τινα, τὰ ὅποια ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἔλκουν τὸν σίδηρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα, τὰ ὅποια καλοῦνται σώματα μαγνητικά. Τοιαῦτα εἰναι τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ μαγγάνιον καὶ τὸ χρώμιον. Τὴν ἰδιότητα ταύτην ἔχουν καὶ τινα ὀρυκτὰ καὶ ἴδιως εἰδός τι σιδηρολίθου, ὅστις καλεῖται φυσικὸς μαγνήτης. ^o Η δὲ αἰτία τῆς ἔλξεως ταύτης ἐκλήμη μαγνητισμός.



Οἱ τεχνητοὶ μαγνῆται εἰναι φάρδοι ἐκ βαμμένου χάλυβος, διαφόρων σχημάτων (σχ. 152), εἰς τὰς ὅποιας μεταδίδουν διὰ διαφόρων μεθόδων τὰς ἰδιότητας τῶν φυσικῶν μαγνητῶν.

Σχ. 152

136. Πόλοι τῶν μαγνητῶν.—Ἐάν βυθίσωμεν μαγνήτην ἐντὸς οινισμάτων σιδήρου καὶ κατόπιν τὸν ἔξαγάγωμεν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἔχουν προσκολληθῆ ἄφθονα οινίσματα, σχηματίζοντα θυσάνους (σχ. 153) καὶ ὅτι ἡ προσ-

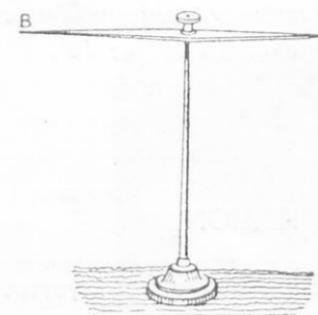


Σχ. 153

κόλλησις αὕτη τῶν οινισμάτων ἐλαττοῦται ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου, ἐκλείπει δὲ σχεδὸν τελείως εἰς τὸ μέσον. Τὸ μέ-

οος τοῦ μαγνήτου, εἰς τὸ δόποιον οὐδεμία παρατηρεῖται ἐλκτικὴ δύναμις, καλεῖται οὐδετέρα χώρα, αἱ δὲ δύο χῶραι, εἰς τὰς δόποιας ἐκδηλοῦνται τὸ μέγιστον τῆς ἔλξεως, καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου.

Διάκρισις τῶν πόλων. Ἐὰν ἔξαρτήσωμεν μαγνήτην ἀπὸ τοῦ μέσου του οὔτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν ἐπιπέδῳ ὁρίζοντιφ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οὗτος μετὰ σειρὰν ταλαντεύσεων ἡρεμεῖ, λαμβάνων ωρισμένην διεύθυνσιν, ἡ δόποια εἶναι σχεδὸν ἡ ἀπὸ βιορᾶ πρὸς νότον. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης, ἐπανέρχεται πάλιν μόνος του εἰς αὐτήν.



Σχ. 154

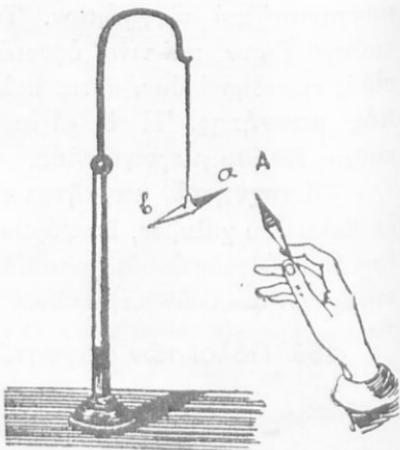
δεικνύει ὅτι τὰ δύο ἄκρα τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως.

Καλοῦμεν βόρειον πόλον τὸ ἄκρον τοῦ μαγνήτου, τὸ δόποιον στρέφεται πρὸς βιορᾶν. Τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον καλοῦμεν **νότιον πόλον**.

Τὸ ἀνωτέρῳ πείραμα γίνεται πολὺ εὐκόλως μὲν μαγνήτην ἐλαφρὸν καὶ ἐπιμήκη, κινητὸν περὶ κατακόρυφον ὑποστήριγμα, ὃ δόποιος καλεῖται μαγνητικὴ βελόνη (σχ. 154). Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνοῦσα τοὺς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης, καλεῖται ἄξων αὐτῆς.

Νόμος τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν πόλων. Ἐὰν ἔξαρτήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην αβ (σχ.

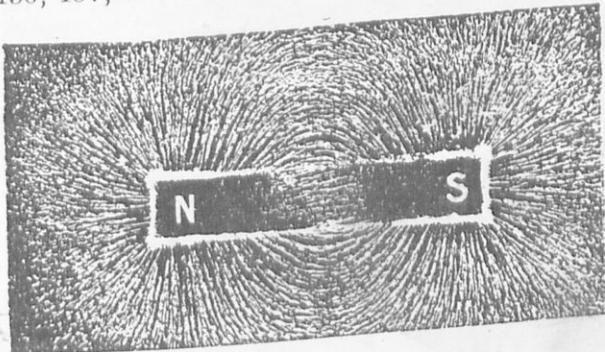
155) διὰ νήματος ἐκ μετάξης καὶ πλησιάσωμεν εἰς τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς α τὸν βόρειον πόλον Α ἄλλης τινὸς μαγνητικῆς βελόνης, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι ἀπωθοῦνται ζωηρῶς. Ἐπίσης ἀπωσιν θὰ παρατηρήσωμεν καὶ ἐὰν πλησιάσωμεν τοὺς νοτίους πόλους.



Σχ. 155

³ Εὰν ὅμως προσεγγίσωμεν τὸν βόρειον πόλον Α εἰς τὸν νότιον πόλον
β τῆς κινητῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ζωηρὰν ἐλξιν. ² Αρα :
Δύο πόλοι ὁμώνυμοι ἀπωθοῦνται, δύο πόλοι ἔτερον-
μοι ἔλκονται.

137. Μαγνητικὸν πεδίον.—Μαγνητικὸν φάσμα. Ἐπὶ μα-
γνήτου εὐθυγράμμου θέτομεν δριζοντίως φύλλον χάρτου καὶ ἐπ' αὐ-
τοῦ διασκορπίζομεν διμάλῶς τῇ βοηθείᾳ μικροῦ κοσκίνου φινίσματα
σιδήρου. ³ Εὰν κτυπήσωμεν ἐλαφρῶς τὸν χάρτην, διὰ νὰ καταστήσω-
μεν τὰ φινίσματα τοῦ σιδήρου εὐκίνητα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ταῦτα
διατίθενται κατὰ γραμμάς, αἱ δύοιαι ἀρχονται ἀπὸ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ
μαγνήτου καὶ καταλήγουν εἰς τὸ ἄλλο, καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι ἐπὶ τοῦ
χάρτου διαγράφεται ἡ εἰκὼν τοῦ μαγνήτου. Τὸ διάγραμμα τοῦτο, τὸ
δύοιον σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ χάρτου, καλεῖται μαγνητικὸν φάσμα. Τὰ
σχήματα 156, 157, 158 παριστοῦν διάφορα φάσματα. Τὸ μαγνητικὸν



Σχ. 156

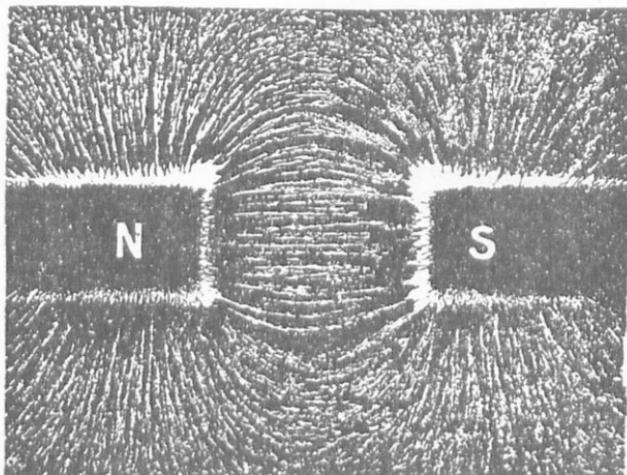
φάσμα, ὀφείλομενον εἰς τὴν παρουσίαν μαγνήτου, δεικνύει κατὰ ποῖον
τρόπον ἡ ἐλκτικὴ ἴδιότης τοῦ μαγνήτου ἐκτείνεται εἰς τὸ περιβάλλον
αὐτὸν διάστημα καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι αὕτη ἔξασκεται καὶ διὰ μέσου
τοῦ χάρτου.

Σημείωσις. Ἡ ἐνέργεια αὕτη τοῦ μαγνήτου ἔξασκεται ἐπί-
σης καὶ διὰ μέσου σίουδήποτε ἄλλου σώματος ἐκτὸς τοῦ σιδήρου καὶ
τοῦ χάλυβος.

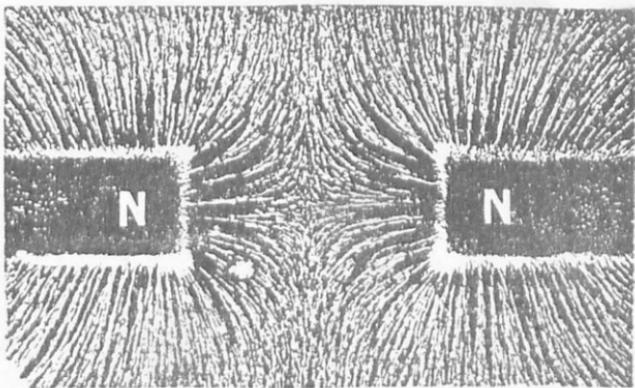
Μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου καλεῖται τὸ διάστημα, εἰς
τὸ δύοιον ἐκτείνεται ἡ ἐνέργεια τοῦ μαγνήτου τούτου. Τοῦτο ἀποκαλύπτε-
ται ἐνταῦθα διὰ τοῦ προσανατολισμοῦ τῶν φινίσμάτων τοῦ σιδήρου.
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Αἱ γραμμαί, ἐπὶ τῶν διοίων διατίθενται τὰ οινίσματα τοῦ στ-
δήρου, καλοῦνται δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου.

Εἰς τὸ σχῆμα 156 παρατηροῦμεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι παράγουν ἀκρ-



Σχ. 157



Σχ. 158

βῶς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπὶ τῶν οινισμάτων καὶ ὅτι τὸ φάσμα εἶναι
συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸν ἔξονα τοῦ μαγνήτου.

Τὸ σχῆμα 157 δίδει τὸ φάσμα δύο ἑτερονύμων πόλων. Αἱ δυ-

ναμικαὶ γραμμαὶ ἀναχωροῦν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς πόλου καὶ φθάνουν εἰς τὸν ἄλλον.

Τὸ σχῆμα 158 δίδει τὸ φάσμα δύο πόλων διμονύμων. Αἱ δυνα-
μικαὶ γραμμαὶ αἱ ἐκπορευόμεναι ἐκ τοῦ ἐνὸς πόλου φαίνονται, ὅτι
ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ ἄλλου πόλου.

Τὸ σύνολον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, αἱ ὅποιαι ἀναχωροῦν ἐξ
ἐνὸς πόλου, καλεῖται μαγνητικὴ οοή.

Ἐὰν θέσωμεν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην κινητὴν εἰς τὴν χώ-
ραν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν καὶ διαδοχικῶς εἰς διάφορα σημεῖα ἀν-
τῶν, ὃ ἔξων τῆς βελόνης θὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυναμικῶν γραμ-
μῶν ἥ, ἀκοιβέστερον, θὰ ἐφάπτεται τῶν δυναμικῶν γραμμῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

~~138. Νόμος τοῦ Coulomb.~~ Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι: ἡ ἔλ-
ξις ἥ ἡ ἀπωσίς, ἥτις ἔξασκεται μεταξὺ δύο πόλων μαγνητῶν,
μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς
ἀποστάσεως αὐτῶν.

Δηλ. ἐὰν ἡ ἀπόστασις δύο μαγνητικῶν πόλων γίνῃ δύο, τρεῖς...
φορᾶς μεγαλύτερα, ἥ ὁλτικὴ ἥ ὁλτικὴ δύναμις, τὴν ὅποιαν ὃ εἰς
ἔξασκε ἐπὶ τοῦ ἄλλου, γίνεται τέσσαρας, ἐννέα... φορᾶς μικροτέρα.

~~139. Ἐντασίς πόλου. Μονάς πόλου.~~ — Λέγομεν, ὅτι δύο πό-
λοι εἶναι ἴσοι ἥ ὅτι αἱ ἐντάσεις των εἴναι ἴσαι ἥ ὅτι κατέχουν τὴν
αὐτὴν μαγνητικὴν μᾶζαν, ὅταν ἔξασκον τὴν αὐτὴν ἔλξιν ἥ ἀπωσιν
διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ τρίτου πόλου, ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀποστάσεως.

Μονάς πόλου. Εἰς τὸ σύστημα C.G.S. ἐλήφθη ὡς μονάς πό-
λου (ἥ μονάς μαγνητικῆς μᾶζης), ὁ πόλος (ἥ μαγνητικὴ μᾶζα), ὅστις
ἀπωθεῖ ἴσον πόλον ἀπὸ ἀποστάσεως ἐνὸς ἔκατοστομέτρου διὰ δυνά-
μεως μιᾶς δύνης.

Τύπος. Γενικῶς, ἐὰν δύο πόλοι ἴσοι μὲ μ καὶ μ' μονάδας ἀπέ-
χουν ἀπὸ ἄλλήλων α ἔκατοστόμετρα, ἔλχονται ἥ ἀπωθοῦνται μετὰ δυ-
νάμεως: $\delta = \frac{\mu \cdot \mu'}{a^2}$ δυνῶν.

Μεταξὺ πόλων διμωνύμων ή δύναμις είναι ώστική καὶ τὸ διθετικόν. Μεταξὺ ἑτερωνύμων πόλων ή δύναμις είναι ἐλκτική καὶ τὸ διἀρχητικόν.

Σημεῖωσις. Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι δύο πόλοι τοῦ αὐτοῦ μαγνήτου ἔξασκοιν πάντοτε ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἐπὶ τῶν ἀλλων μαγνητῶν δυνάμεις τοῦ αὐτοῦ μεγέθους, ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς. Ἡ ἔντασις λοιπὸν τοῦ ἑνὸς πόλου μαγνήτου εἶναι ἵση κατ' ἀπόλυτον τιμῆγα ἀλλὰ μὲ ἀντιθέτου σημείου πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ ἀλλού πόλου του. Σημειοῦμεν τὴν ἔντασιν τοῦ βορείου πόλου μὲ τὸ + καὶ τὴν τοῦ γοτίου μὲ τὸ —.

140. Ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου. Μονάς.—Ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου εἴς τι σημεῖον Α είναι ή ἔντασις εἰς δύνας τῆς δυνάμεως, ή δοπία ἔξασκεῖται ἐπὶ βορείου μαγνητικοῦ πόλου ἵσου πρὸς τὴν μονάδα, εὑρισκομένου εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο.

Σημεῖωσις. Ἡ διεύθυνσις καὶ φορὰ τῆς δυνάμεως ταύτης εἶναι διεύθυνσις καὶ φορὰ τοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον Α.

Μονάς ἐντάσεως. Μονὰς ἐντάσεως μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σύστημα C.G.S. είναι ή ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δοπίον ἔξασκεῖ δύναμιν μᾶς δύνης ἐπὶ βορείου πόλου ἵσου μὲ τὴν μονάδα.

Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται gauss.

Ἐὰν λοιπὸν ή ἔξασκουμένη δύναμις ἐπὶ τῆς μονάδος τοῦ πόλου είναι Δ δύναι, θὰ εἴπωμεν, ὅτι ή ἔντασις τοῦ πεδίου είναι ἵση μὲ Δ μονάδας gauss.

Προβλήματα

1ορ. Ποία ή δύραμις, ὅτις ἔξασκεῖται μεταξὺ δύο πόλων μαγνητικῶν μαζῶν 32 καὶ 40 ἐξ ἀποστάσεως 10 ἑκατοστομέτρων;

2ορ. Πόλος μάζης μαγνητικῆς 90 ἔλκει ἑτερον πόλον τοποθετημένον εἰς ἀπόστασιν δύο ἑκατοστομέτρων μετὰ δυνάμεως ἵσης πρὸς 1 γραμμάριον. Ποία ή μᾶζα τοῦ δευτέρου πόλου;

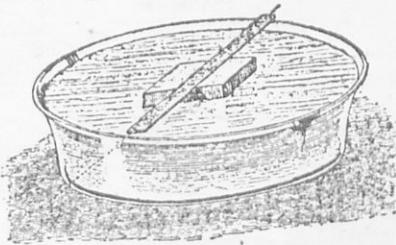
3ορ. Ποῖον πλῆθος τῶν μαγνητικῶν μονάδων πόλου, ὅστις ἀποδεῖται μετὰ δυνάμεως 9 δυνῶν, διαταραχήται ἐν μαγνητικῷ πεδίῳ ἐντάσεως 0,18;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'

ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

141. Γήινον μαγνητικὸν πεδίον.—^οΕὰν κρεμάσωμεν χαλυβδίνην φύσιον μὴ μαγνητισμένην ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της θάτιδωμεν, ὅτι μένει ἀκίνητος εἰς δλας τὰς θέσεις, τὰς δποίας θὰ δώσωμεν εἰς αὐτήν, διότι τὸ βάρος της ἔξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σημείου τῆς ἔξαρτήσεως. ^οΕὰν δῆμως κρεμάσωμεν κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον μαγνητισμένην φύσιον, αὐτῇ, μετά τινας αἰωρήσεις, στρέφει τάντοτε τὸ αὐτὸν ἄκρον της πρὸς βορρᾶν, δηλ. προσανατολίζεται. ^οΗ μαγνητισμένη φύσιος ὑφίσταται λοιπὸν τὴν ἐνέργειαν καὶ ἄλλων δυνάμεων ἔκτος τῆς βαρύτητος. Αἱ δυνάμεις αὗται ἀποδίδονται εἰς τὴν μαγνητικὴν ἐνέργειαν τῆς Γῆς.

^οΗ ἐνέργεια τῆς Γῆς δὲν δφείλεται εἰς μίαν μόνην δύναμιν, διότι ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ δύναμις αὕτη θὰ ἥδυνατο νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας συνιστώσας, μίαν δριζοντίαν καὶ μίαν κατακόρυφον.



Σχ. 159

Οριζοντία συνιστῶσα δὲν ὑπάρχει. Διότι, ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὑδατος τεμάχιον φελλοῦ (σχ. 159) καὶ ἐπ' αὐτοῦ μαγνήτην, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ φελλὸς στρέψεται ἀπλῶς περὶ τὴν κατακόρυφον τὴν διερχομένην διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ προσανατολίζεται οὖτως, ὥστε ὁ μαγνήτης νὰ λάβῃ διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου, ἀλλὰ ὁ φελλὸς οὐδεμίαν ὑφίσταται μετάθεσιν κατὰ τὴν δριζοντίαν φοράν.

Κατακόρυφος συνιστῶσα δὲν ὑπάρχει. Διότι δι' ἀκριβῶν σταθμίσεων ἔχει ἀποδειχθῆ ὅτι τὸ βάρος φύσιον ἐκ χάλιβος εἶναι τὸ αὐτὸν καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτήν. ^οΑν ἐπὶ τῆς μαγνητισμένης φύσιον ἐπέδρα δύναμις κατακόρυφος, ἐπρεπεν αὕτη νὰ προστεθῇ εἰς τὸ βάρος τῆς φύσιον ἢ νὰ ἀφαιρεθῇ ἀπ' αὐτοῦ καὶ ἐπομένως τοῦτο νὰ μεταβληθῇ μετὰ τὴν μαγνήτισιν.

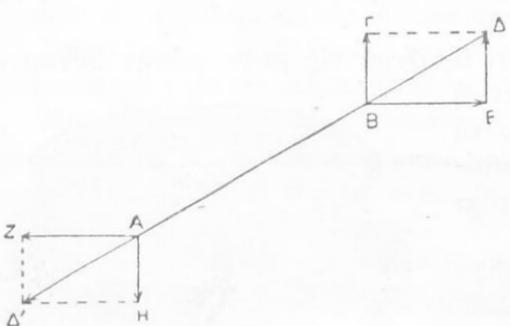
142. Γήινον ζεῦγος.—^οΑφοῦ λοιπὸν ἡ μαγνητισμένη φύσιος

στρέφεται, χωρὶς νὰ ὑφίσταται μετάθεσιν, τοῦτο σημαίνει, ὅτι ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων, ὡσων καὶ ἀντιρρόπων, δηλ. τὴν ἐνέργειαν **ζεύγους**. Ἡ ἐνέργεια λοιπὸν τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι μόνον **διευθυντηρία**.

Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἐκρεμάσαμεν εἰς τὸ διάστημα μαγνητισμένην φάσιν ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της. Θὰ δυνηθῇ τότε αὕτη νὰ λάβῃ ὅλας τὰς διευθύνσεις, διότι εἶναι ἐλευθέρα. Ἀφοῦ αἰωνιθῆ ἐπὶ τινας στιγμάς, θὰ λάβῃ μίαν τελικὴν διεύθυνσιν, ἥτις θὰ μᾶς δώσῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γηίνου **ζεύγους**.

Ἐστω AB (σχ. 160) ἡ θέσις αὕτη τῆς ἴσορροπίας.

Αἱ δυνάμεις $B\Delta$ καὶ $A\Delta'$ τοῦ γηίνου μαγνητικοῦ ζεύγους εὑρίσκονται κατ' ἀνάγκην ἐπ' εὐθείας γραμμῆς μετὰ τῆς φάσης, διότι



Σχ. 160

ἄλλως αὕτη δὲν θὰ ἴσορροποῦσε. Τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, τὸ περιέχον τὴν AB , λέγεται ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ.

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα εἰς διάφορα σημεῖα κείμενα πλησίον ἀλλήλων, ἡ

φάσις μένει εἰς τὴν ἰδίαν θέσιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι αἱ δυνάμικαι γραμμαὶ τοῦ γηίνου πεδίου εἶναι παραλληλοί.

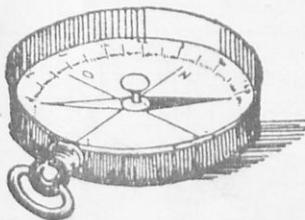
Ἄς ἀναλύσωμεν τὴν δύναμιν $B\Delta$ εἰς δύο ἄλλας: μίαν κατακόρυφον BG καὶ ἄλλην δριζοντίαν BE . Ἀναλύομεν ἐπίσης καὶ τὴν $A\Delta'$ εἰς τὴν AH κατακόρυφον καὶ τὴν AZ δριζοντίαν. Θὰ ἔχωμεν τότε δύο ζεύγη: ἐν κατακόρυφον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς BG καὶ τῆς AH , καὶ ἐν δριζόντιον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς BE καὶ τῆς AZ . Τὸ κατακόρυφον ζεῦγος τείνει νὰ στρέψῃ τὴν φάσην AB βαρύτερον ἀπὸ τὸ ἄλλο, ὥστε ἡ φάσης AB νὰ διατηρῆται πάντοτε δριζοντία. Τότε ἡ φάσης AB διευθύνεται μόνον ἀπὸ τὸ δριζόντιον ζεῦγος καὶ θὰ ἴσορροπήσῃ, ὅταν θὰ εὑρεθῇ εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων τοῦ ζεύγους,

δηλ. ὅταν θὰ εὑρεθῇ εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ.

143. **Μαγνητική ἀπόκλισις.** Μαγνητικὴ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου λέγεται ἡ διεδρος γωνία, ἡ ὅποια σχηματίζεται ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου. Δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις μετρεῖται ὑπὸ τῆς ἐπιπέδου γωνίας τῆς ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν οῃθεῖσαν διεδρον, δηλ. ὑπὸ τῆς γωνίας MOB (σχ. 161).

Ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, ἐφ' ὅσον τὸ βόρειον μέρος τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ εὐδίσκεται πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ βορείου μέρους τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ.

Μέτρησις τῆς ἀποκλίσεως. Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιεῖται ἡ πυξίς ἀποκλίσεως. Αἱ συνήθεις πυξίδες ἀποτελοῦνται ἐκ μαγνητικῆς βελόνης, ἡ ὅποια στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἀξονος, περὶ τὸν διποῖον δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν δριζοντίῳ ἐπιπέδῳ. Διὰ καταλλήλου ἀντιβάρου τὸ πρὸς βιορᾶν ἄκρον τῆς δὲν κλίνει κάτω τοῦ δριζοντος.

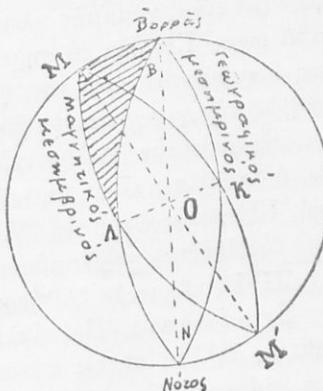


Σχ. 162

Οἱ διποῖοι διηγοῦνται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ δίσκου, τοῦ διποίου ἡ περιφέρεια εἶναι ὑποδιηγημένη εἰς μοίρας (σχ. 162). Στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὴν πυξίδα οὗτως, ὥστε ἡ διάμετρος 0° — 180° τοῦ δίσκου νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ τόπου, τοῦ διποίου ζητοῦμεν τὴν ἀπόκλισιν. Τὸ βόρειον ἄκρον τῆς βελόνης (τὸ διποῖον συνήθως ἔχει χρῶμα βαθὺ κυανοῦν) σταματᾷ ἐπὶ τῆς διαιρέσεως, ἡτις δίδει τὴν ἀπόκλισιν.

Ὑπάρχουν πίνακες, οἵ διποῖοι δίδουν τὰς ἀποκλίσεις τῶν κυριωτέρων τόπων τῆς Γῆς.

Ὑποθέσωμεν ψῆμα ἡ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου εἶναι 30° δυτική. Διὰ



Σχ. 161

εἰς τὸ κέντρον δριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου, τοῦ διποίου ἡ περιφέρεια εἶναι ὑποδιηγημένη εἰς μοίρας (σχ. 162). Στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὴν πυξίδα οὗτως, ὥστε ἡ διάμετρος 0° — 180° τοῦ δίσκου νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, τοῦ τόπου, τοῦ διποίου ζητοῦμεν τὴν ἀπόκλισιν. Τὸ διποῖον σταματᾷ ἐπὶ τῆς διαιρέσεως, ἡτις δίδει τὴν ἀπόκλισιν.

Ὑπάρχουν πίνακες, οἵ διποῖοι δίδουν τὰς ἀποκλίσεις τῶν κυριωτέρων τόπων τῆς Γῆς.

Ὑποθέσωμεν ψῆμα ἡ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου εἶναι 30° δυτική. Διὰ

Ὑποθέσωμεν ψῆμα ἡ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου εἶναι 30° δυτική. Διὰ

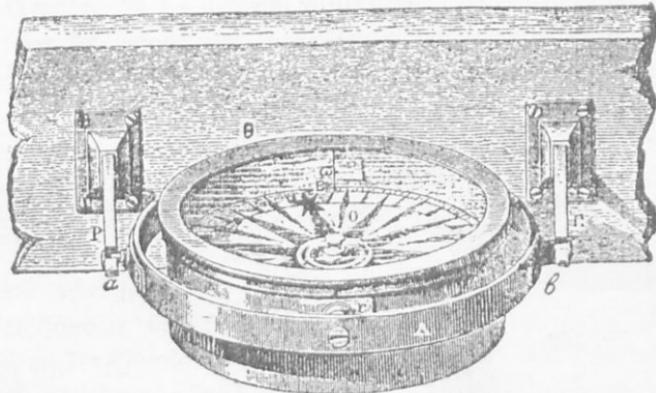
νὰ εὔρωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ βιορρᾶ, θέτομεν τὴν πυξίδα οὕτως ὥστε ἡ διάμετρος 0° — 180° νὰ σχηματίζῃ μετὰ τῆς βελόνης γωνίαν 30° πρὸς δυσμάς. Τότε ἡ διεύθυνσις τῆς διαμέτρου 0° — 180° εἶναι ἡ διεύθυνσις ἀπὸ βιορρᾶ πρὸς νότον.

Μεταβολαὶ τῆς ἀποκλίσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.
Ἡ ἀπόκλισις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Οὕτως, εἶναι μηδὲν ἐπὶ τινος γραμμῆς κλειστῆς, ἡ δοποίᾳ διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἄνισα μέρη. Εἰς δλα τὰ σημεῖα τῆς γραμμῆς ταύτης ἡ μαγνητικὴ βελόνη διευθύνεται κατὰ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβρινὸν καὶ δεικνύει ἀκριβῶς τὸν γεωγραφικὸν βιορρᾶν. Ἐντὸς τῆς γραμμῆς ταύτης, ἡ δοποίᾳ ἔγκλειει τὸν Ἀτλαντικὸν ὥκεανόν, τὴν Εὐρώπην καὶ τὴν Ἀφρικήν, ἡ ἀπόκλισις εἶναι δυτική. Ἐκτὸς αὐτῆς εἶναι ἀνατολικὴ (Ἀμερική, Εἰρηνικὸς ὥκεανός, Ἀσία, πλὴν ἐλλειψοειδοῦς τινος χώρας παρὰ τὸ Πεκίνον περιλαμβανούσης καὶ τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους).

Ἡ ἀπόκλισις ἐν Ἀθήναις εἶναι δυτικὴ — $2^{\circ}13',6$.

Σημεῖωσις. ቩ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται πάντοτε μεταβολάς, ἐκ τῶν δοποίων ἄλλαι μὲν εἶναι αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι.

144. Ναυτικὴ πυξίς.—Ἡ ναυτικὴ πυξίς εἶναι πυξίς ἀποκλίσεως, τὴν δοποίαν μεταχειρίζονται οἱ ναυτιλλόμενοι, δπως δι' αὐτῆς

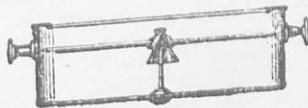


Σχ. 163

κανονίζουν τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως τῶν πλοίων.

Ἡ ναυτικὴ πυξίς συνίσταται ἐκ κυλινδρικῆς χαλκίνης θήκης

Θ (σκ. 163) ἔρματισμένης κατὰ τὸ κατώτερον μέρος αὐτῆς διὰ μολύβδου καὶ ἔξηρημένης κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Cardan. Διὰ τῆς τοι-
αύτης ἔξαρτήσεως ἡ πυξίς, ταλαντευόμενη περὶ δύο καθέτως δια-
σταυρουμένους ἀξονας, διατηρεῖται ὅριζοντία, δύσονδήποτε σαλευομέ-
νου τοῦ πλοίου. Εἰς τὸ βάθμος τῆς θή-
κης εἶναι προσηλωμένος κατακόρυφος
ἀξων, ἐπὶ τοῦ δποίου στηρίζεται (σκ.
164) μικρὰ μαγνητικὴ ράβδος, ἡ βε-
λόνη τῆς πυξίδος. Ἡ βελόνη αὕτη



Σκ. 164

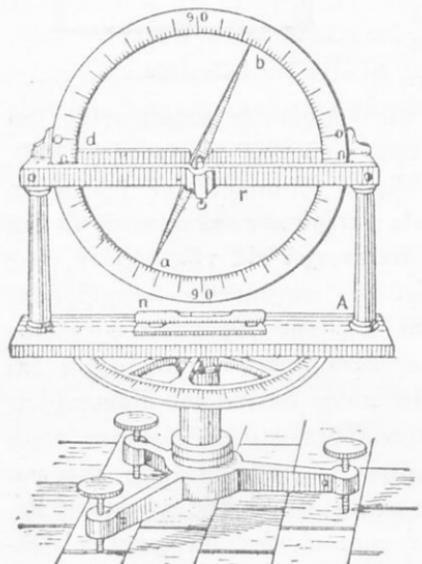
ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας αὐτῆς ἐπιφανείας φέρει δίσκον ἐκ μαρμαρυγίου, ἐπὶ τοῦ δποίου εἶναι προσκολλημένος ἔτερος δίσκος ο χάρτινος (σκ. 163), ὃ δποῖος φέρει χαραγμένα ἀκτινοειδῶς τὰ 32 σημεῖα τοῦ ὅριζοντος. Μία τῶν ἀκτίνων τούτων καταλήγει εἰς ἀστερίσκον καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ γράμματος Β. Ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ράβδον, ἣτις ὑπάρχει ὑπὸ τὸν δίσκον καὶ δεικνύει τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν.

Χρησις. Ἡ πυξίς τοποθετεῖται ἐπὶ τῆς γεφύρας τοῦ πλοίου ἐνώπιον τοῦ πηδαλιοῦχου. Ἀναζητεῖ κατὰ πρῶτον ὁ πλοιάρχος ἐπὶ ναυτικοῦ τινος χάρτου καὶ ὁρίζει κατὰ ποίαν ἀκτῖνα τοῦ δίσκου (ἀνεμολογίου) δέον νὰ διευθυνθῇ τὸ πλοῖον. Τότε δὲ ὁ πηδαλιοῦχος στρέψει τὸν μοχλὸν τοῦ πηδαλίου, ἥως ὅτου ἡ ὁρισθεῖσα ἀκτὶς, ἣτις καὶ σημειοῦται ἐπὶ τοῦ ἀνεμολογίου, συμπέσῃ μετὰ τῆς γραμμῆς πέστεως τοῦ πλοίου. Οὕτω καλεῖται ἡ γραμμή, ἣτις διέρχεται διὰ ὧδι-
σμένου σημείου π σημειουμένου ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοιχώματος τῆς θήκης Θ εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ ἐπίπεδον τὸ διὰ τῆς γραμμῆς ταύτης καὶ τῆς αἰχμῆς τοῦ κατακορύφου ἀξονος τῆς βελόνης διερχόμε-
νον νὰ εἶναι παράλληλον πρὸς τὸν ἀξονα τοῦ πλοίου.

145. Μαγνητικὴ ἔγκλισις.—Μαγνητικὴ βελόνη κρεμαμένη ἐλευ-
θέρως ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της προσανατολίζεται ἐν τῷ ἐπι-
πέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ὁ βόρειος πόλος της (ὅ-
δποῖος διευθύνεται πρὸς βορρᾶν) κατέρχεται—εἰς τὰς χώρας μας—κά-
τωθεν τοῦ ὅριζοντίου ἐπιπέδου, τὸ δποῖον διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς βελόνης. Τούναντίον, ὁ νότιος πόλος τῆς βελόνης (ὅ δποῖος διευθύνεται πρὸς νότον) ἀνυψώνεται ἀνοιθεν τοῦ αὐτοῦ ὅρι-
ζοντίου ἐπιπέδου. Ἡ γωνία, τὴν δποίαν τότε σχηματίζει ὁ ἀξων τῆς
βελόνης μετὰ τῆς προβολῆς του ἐπὶ τοῦ ὧδι ἀνω ὅριζοντίου ἐπιπέ-
βελόνης

δου, εἶναι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως. Αὕτη μετρεῖται ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος ἀπὸ 0° ἕως $+90^{\circ}$, ὅταν τὸ βόρειον ἄκρον εἶναι κάτωθεν τοῦ ὁρίζοντος· καὶ ἀπὸ 0° ἕως -90° , ὅταν τοῦτο εὑρίσκεται ἄνωθεν.

Μέτρησις τῆς ἐγκλίσεως. Ἡ ἐγκλισίς μετρεῖται διὰ μαγνητικῆς βελόνης κρεμαμένης ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς ἐν κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν τῷ δυτίῳ κινεῖται ἐλευθέρως, ἔναντι κατακορύφου κύκλου βαθμολογημένου (σχ. 165). Ὁ κύκλος οὗτος στηρίζεται ἐπὶ ἐνὸς ἄλλου κύκλου ὁρίζοντίου. Ὁ κατακόρυφος κύκλος προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζῃ μὲ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβρινὸν τοῦ τόπου γωνίαν ἵσην μὲ τὴν ἀπόκλισιν τοῦ τόπου. Ἡ βελόνη εὑρίσκεται τότε εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινὸν καὶ ἡ γωνία τὴν δυτίαν ὃ ἀξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὁρίζοντίας διαμέτρου τοῦ κατακορύφου κύκλου, εἶναι ἡ μαγνητικὴ ἐγκλισίς τοῦ τόπου.



Σχ. 165

ὅπως καὶ ἡ ἀπόκλισις, κατὰ πρῶτον εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἀναλόγως τῆς ἐποχῆς καὶ κατόπιν εἰς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχήν.

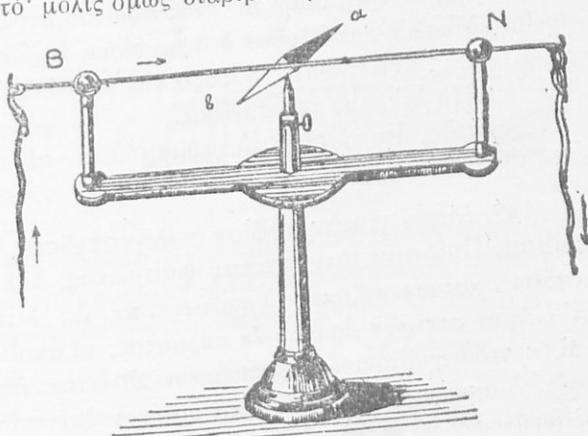
Ἡ ἐγκλισίς ἐν Ἀθήναις εἶναι $52^{\circ} 54', 7$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

146. Πείραμα τοῦ Oersted.— Ὅπεράνω μαγνητικῆς βελόνης κινητῆς περὶ κατακόρυφον ἀξονα τείνομεν ὁρίζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ σύρμα ἐκ χαλκοῦ (σχ. 166). Ἐφ-

ὅσον τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ φεύματος, ή βελόνη παραμένει παράλληλος πρὸς αὐτό· μόλις ὅμως διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ σύρματος ἡλεκτρικὸν φεῦμα, βλέπομεν τὴν βελόνην ἐκτρεπομένην καὶ λαμβάνονταν διεύθυνσιν τοσούτῳ μᾶλλον πληγιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον εἰς τὸ φεῦμα, ὅσῳ μεγαλυτέρᾳ εἶναι τοῦ φεύματος τούτου ἡ ἔντασις.

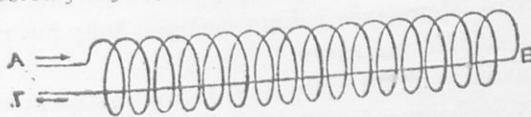


Σχ. 166

Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει, ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν φεῦμα δημιουργεῖ πέριξ αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον, τοῦ δποίου ἡ ἐνέργεια ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν τοῦ γηίνου πεδίον.

147. Φορὰ τοῦ πεδίου. Κανὼν τοῦ Ampère.—Ο βόρειος πόλος τῆς βελόνης ἐκτρέπεται πάντοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ φεύματος, δηλ. πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηροῦ τὸν δποῖον φανταζόμενον ἐπὶ τοῦ σύρματος οὐτως, ὥστε νὰ βλέπῃ πρὸς τὴν βελόνην καὶ τὸ φεῦμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς (παρατηρητής τοῦ Ampère).

148. Πηνίον ἡ σωληνοειδές.—Εἰς τὴν πρᾶξιν πολλάκις τυλίσομεν σπειροειδῶς εἰς πηνία τὰ κυκλώματα, τὰ δποῖα χρησιμοποιοῦ-



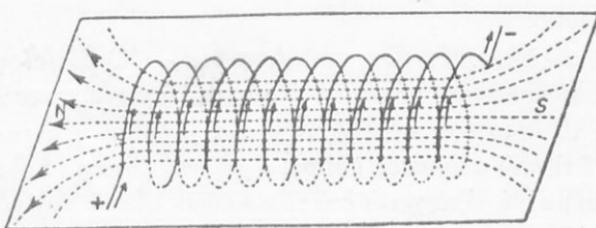
Σχ. 167

μεν διὰ τὴν παραγωγὴν μαγνητικῶν πεδίων, καὶ αὐτὴν μόνην τὴν περίπτωσιν θὰ ἐξετάσωμεν (σχ. 167).
Πραγματοποιοῦμεν πηνίον ἡ σωληνοειδές, τυλίσσοντες εἰς στενὰς

σπείρας ἐπὶ σωληνούς ὑαλίνου, ξυλίνου κτλ., σύρμα μεμονωμένον. Ὅταν δὲ κύλινδρος καλυφθῇ οὕτω δι' ἕνὸς πρώτου στρῶματος σπειρῶν, δυνάμεθα νὰ καλύψωμεν τοῦτο διὰ δευτέρου στρῶματος, κατόπιν διὰ τρίτου κ.ο.κ., οὕτως ὥστε, ἡ φορὰ τῆς περιελίξεως τοῦ σύρματος νὰ εἴναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλας τὰς σπείρας.

Συνεπῶς, ὅταν διέλθῃ τὸ φῦμα, ὅλαι αἱ σπεῖραι διαρρέονται κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν.

149. Μαγνητικὸν πεδίον σωληνοειδοῦς.—Διεύθυνσις τοῦ πεδίου. Πείραμα μαγνητικοῦ φάσματος. Διὰ νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εὐκόλως, κατασκευάζομεν τὸ σωληνοειδές, ὃς δεικνύει τὸ σχῆμα 168, δι' ὅλιγων σπειρῶν ἀραιῶν ἐκ σύρματος, αἱ δοποῖαι διαπεροῦν λεπτὸν καὶ ἐπίπεδον χαρτούνιον εὐρισκόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωληνοειδοῦς. Διασκορπίζομεν φινίσματα σιδήρου ἐπὶ τοῦ χαρτούνιου, κατόπιν δὲ ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἡλεκτρικὸν φεῦμα καὶ ἐπιφέρομεν ἐλαφρὰ κτυπήματα ἐπὶ τοῦ χαρτούνιου. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὰ φινίσματα ἔντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς διατίθενται κατὰ γραμμὰς παραλλήλους πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ σωληνοειδοῦς. Συνεπῶς:



Σχ. 168

Ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ πεδίον ἔειναι ὁμαλὸν καὶ διεύθυνεται κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ.

Παρατηροῦ-

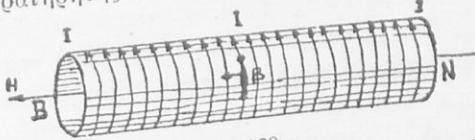
μεν ἐπίσης, ὅτι πλησίον τῶν ἄκρων τοῦ σωληνοειδοῦς αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ παύουν νὰ εἰναι εὐθύγραμμοι καὶ ἀνοίγονται, ἔξερχόμεναι ἐξ αὐτοῦ, καὶ ὅτι τὸ ἔξωτερικὸν φάσμα σωληνοειδοῦς δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὸ φάσμα μαγνήτου.

Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἔξερχονται ἐκ τοῦ σωληνοειδοῦς ἀπὸ τοῦ ἄκρου αὐτοῦ τοῦ εὐρισκομένου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηροῦντος καὶ εἰσέρχονται διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ ἄκρου αὐτοῦ. Επομένως τὸ σωληνοειδὲς ἔχει ἔνα βόρειον πόλον καὶ ἔνα νότιον.

Ἡ φορὰ τοῦ πεδίου δίδεται ὑπὸ τοῦ κανόνος τοῦ Ampère-Eldikow, ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ πεδίον διευθύνεται πρὸς τὰ ἀρ-

στεργὰ παρατηρητοῦ ἔξηπλωμένου ἐπὶ τινος σπείρας κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος καὶ βλέποντος πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωληνοειδοῦς.

Εἰς τὸ σχῆμα 169 δὲ παρατηρητὴς τοῦ Ampère, παρατηρῶν πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωληνοειδοῦς, ἔκτείνει τὸν ἀριστερὸν βραχίονα καὶ δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου H.



Σχ. 169

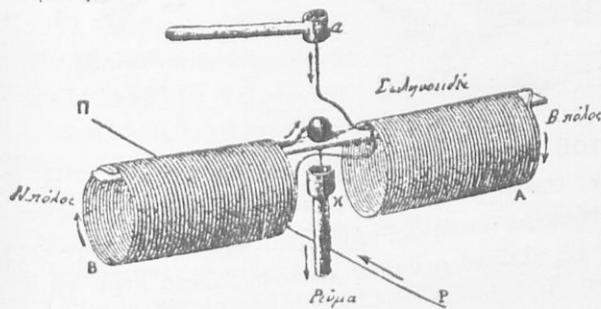
Ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν κατὰ ἑκατοστόμετρον μήκους τοῦ σωληνοειδοῦς (μετρουμένου ἐπὶ τοῦ ἀξονος αὐτοῦ).

150. Τὰ σωληνοειδῆ ἔχουν ὅλας τὰς ἰδιότητας τῶν μαγνητῶν.—Ἐξαρτῶντες σωληνοειδὲς οὕτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον ἄξονα, δυνάμεθα νὰ βεβαιώθωμεν, ὅτι τοῦτο πρόγματι ἔχει ὅλας τὰς ἰδιότητας τῶν μαγνητῶν.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον μεταχειρίζομεθα τὴν ἐν σχ. 170 παρατωμένην συσκευὴν. Ἐν αὐτῇ τὸ σωληνοειδὲς δύναται νὰ στραφῇ

περὶ ἄξονα ἀποτελούμενον ἐκ δύο καλυβδίνων ἀκιδῶν, συνδεομένων μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης.

A') Ἐνέργειαι τῆς Γῆς ἐπὶ σωληνο-



Σχ. 170

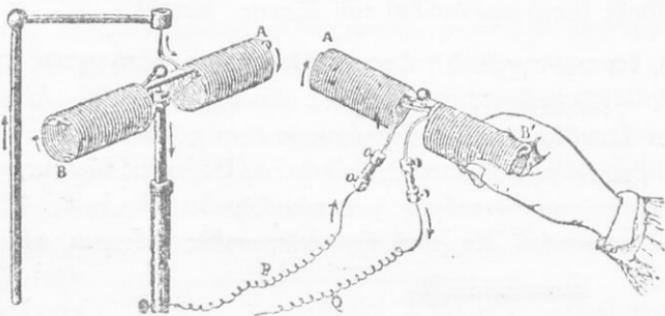
ειδοῦς. Ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ γηίνου πεδίου τὸ σωληνοειδὲς προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον ἐκάστου ρεύματος νὰ τίθεται καθέτως πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, τοῦ ἀξονος τοῦ σωληνοειδοῦς διευθυνομένου κατὰ τὸν μεσημβρινὸν τοῦτον.

Τὸ ἄκρον τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ διευθυνόμενον πρὸς βορρᾶν καλοῦμεν, ὅπως καὶ εἰς τοὺς μαγνήτας, βόρειον πόλον, τὸ δὲ διευθυνόμενον πρὸς νότον νότιον πόλον τοῦ σωληνοειδοῦς.

B') Ἐνέργειαι φεύματος ἐπὶ σωληνοειδοῦς. Τὸ κινητὸν σωληνοειδὲς τείνει νὰ τοποθετηθῇ σταυροειδῶς μετὰ προσεγγιζομένου εὐθυγράμμου φεύματος ΠΡ, τοῦ βορείου πόλου Α τοῦ σωληνοειδοῦς φερομένου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ φεύματος, συμφώνως μὲ τὸν κανόνα τοῦ Ampère (σχ. 170).

G') Ἐνέργειαι μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς. Ὁ βόρειος πόλος μαγνήτου ἀπωθεῖ τὸν διμώνυμον πόλον σωληνοειδοῦς, ἐλκεῖ δὲ τὸν ἔτερόνυμον.

Δ') Ἀμοιβαία ἐνέργεια δύο σωληνοειδῶν. Τὰ διμώνυμα ἄκρα δύο σωληνοειδῶν ἀπωθοῦνται (σχ. 171), ἐνῷ τὰ ἔτεράνυμα ἐλκονται,



Σχ. 171

151. Θεωρία τοῦ Ampère περὶ τοῦ μαγνητισμοῦ.—[‘]Η μεγάλη διμούρης τῶν σωληνοειδῶν πρὸς τοὺς μαγνήτας ἥγαγε τὸν Ampère εἰς τὴν διατύπωσιν θεωρίας, καθ’ ἣν οἱ μαγνῆται ὀφείλουν τὰς ἴδιότητας αὐτῶν εἰς κλειστὰ φεύματα κυκλοφοροῦντα περὶ τὰ μόριά των.

Κατὰ τὸν Ampère, τὰ φεύματα ταῦτα ὑφίστανται καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως, καὶ εἰς τὸν μαλακὸν σίδηρον καὶ εἰς τὸν χάλυβα, ἀλλὰ προσανατολισμένα κατὰ διευθύνσεις διαφόρους. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως διμῶς μαγνήτου ἡ ἴσχυροῦ φεύματος, τὰ στοιχειώδη ταῦτα φεύματα λαμβάνοντα προσανατολισμὸν δρισμένον, καθ’ ὃν οἱ ἄξονες αὐτῶν ἔχουν πάντες μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Ἀποτελοῦνται οὕτω στενώτατα σωληνοειδῆ παρουσιάζοντα πρὸς τὸ αὐτὸν μέρος τοῦ μαγνήτου τοὺς βορείους αὐτῶν πόλους, τοὺς πόλους δηλονότι ἔκείνους, καθ’

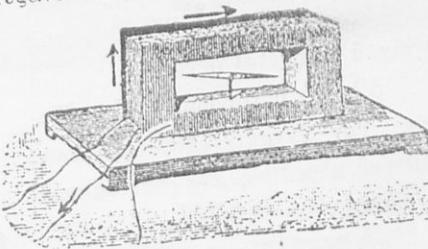
οὓς βλέπομεν τὸ ορεῖμα κυκλοφοροῦν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῶν δεικτῶν τοῦ ὁρολογίου.

152. Γαλβανόμετρον.—Τὸ γαλβανόμετρον συνίσταται κυρίως ἐκ κατακορύφου πλαισίου, ἐπὶ τοῦ ὅποίου τυλίσσεται πολλάκις σύρμα μεμονωμένον (σχ. 172). Εἰς τὸ κέντρον τοῦ πλαισίου, τοποθετούμενον κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβριοῦ, εὑρίσκεται μαγνητικὴ βελόνη κινητὴ ἐν δοιξοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα. Ὅταν τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ορεύματος, δὲ ἔχει τῆς βελόνης εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβριοῦ. Εὐθὺς ὅμως ὁ διέλθῃ τὸ ορεῖμα, ἢ βελόνη ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν ὃχι μόνον τοῦ γηίνου πεδίου, ἀλλὰ καὶ τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργούμενου ὑπὸ τοῦ ορεύματος καὶ συνεπῶς ἐκτρέπεται λαμβάνοντα τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῶν δύο τούτων δυνάμεων. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης αὐξάνεται μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ορεύματος· τὸ μέγεθος συνεπῶς τῆς ἐκτροπῆς μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ορεύματος.

Τὸ γαλβανόμετρον εἶναι τόσον εὐαισθητότερον, ὅσον ἡ γωνία καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη εἶναι διὰ τὴν αὐτὴν ἔντασιν τοῦ ορεύματος μεγαλυτέρα. Συνεπῶς δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν αὐτὸν εὐαισθητότερον αὐξάνοντες τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ ορεύματος καὶ ἐλαττοῦντες τὴν ἐνέργειαν τοῦ γηίνου πεδίου.

Τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργούμενου ὑπὸ τοῦ ορεύματος αὐξάνομεν, αὐξάνοντες τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ σύρματος. Διότι ὅλα τὰ ορεύματα τὰ διατρέχοντα τὰς σπείρας τείνουν νὰ ἐκτρέψουν τὴν βελόνην, συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τοῦ Ampère, κατὰ τὴν αὐτὴν φρογάν. Τὴν ἐνέργειαν τοῦ γηίνου πεδίου ἐλαττοῦμεν ἀντικαθιστῶντες τὴν μαγνητικὴν βελόνην διὰ συστήματος ἀστατικοῦ.

Ἀστατικὸν σύστημα καλεῖται σύστημα δύο μαγνητικῶν βελοῦν σχεδὸν ὄμοιών αἱ καὶ α'β' (σχ. 173), συνηνωμένων ἀμεταθέτως μὲ τοὺς ἀντιθέτους πόλους ἀπέναντι ἀλλήλων. Ἐπειδὴ οἱ δύο οὗτοι

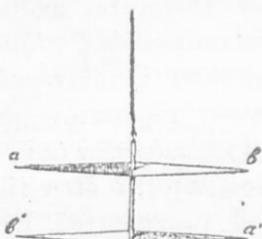


Σχ. 172

μαγνήται είναι σχεδὸν ὅμοιοι, αἱ κατ' ἀντίθετον φορὰν ἐνέργειαι τοῦ γηίνου πεδίου ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πόλων ἔχουν πολὺ μικρὰν ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ συνόλου.

Ἐκ τῶν βελονῶν τούτων ἡ μὲν μία τίθεται ἐντὸς τοῦ πλαισίου, ἡ δὲ ἄλλη ὑπερόπλωτη ταύτης καὶ ἐκτὸς τοῦ πλαισίου (σχ. 174).

Διὰ τοῦ δργάνου τούτου δυνάμεθα: α') νὰ



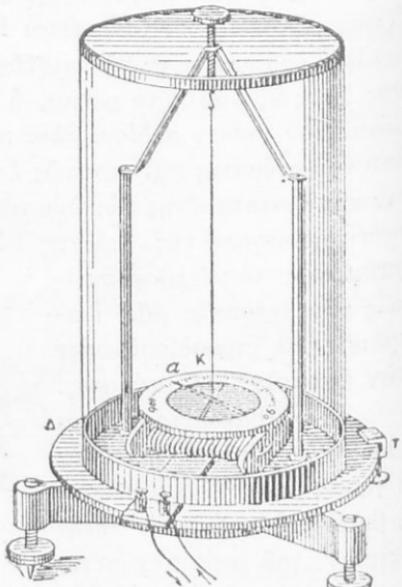
Σχ. 173

ἐν νοήσω-
μεν, ἐὰν διὰ
ἀγωγοῦ τι-
νος διέρχε-

ται ἡλεκτρικὸν οεῦμα. Πρὸς τοῦτο παρεμβάλλομεν τὸ γαλβανόμετρον εἰς τὸν ἔξεταζόμενον ἀγωγόν, δπότε ἡ βελόνη ἐκτρέπεται, ἐὰν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται οεῦμα.

β') Νὰ μετρήσωμεν, ὡς εἴδομεν, τὴν ἔντασιν τοῦ οεύματος διὰ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας καθ' ἥν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη.

γ') Νὰ εῦωμεν τὴν φορὰν τοῦ οεύματος, σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φορὰν καθ' ἥν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ὅταν διοχετεύωμεν εἰς τὸ γαλβανόμετρον οεῦμα γνωστῆς φορᾶς, π.χ. τὸ ζεῦμα ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.



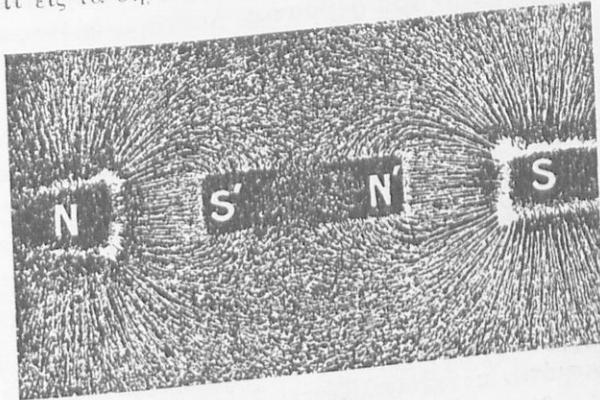
Σχ. 174.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

153. Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου.—Ο μαλακὸς σίδηρος τιθέμενος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μαγνητίζεται, δηλ. καθίσταται ἵκανὸς νὰ ἔλκῃ οινίσματα σιδήρου.

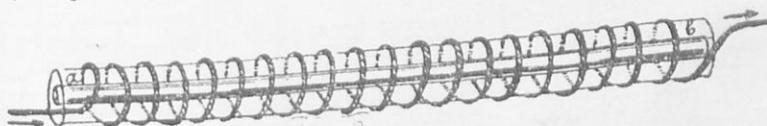
Μαγνήτισις τοῦ σιδήρου διὰ τῶν μαγνητῶν. Ἐὰν μεταξὺ ἑτερωνύμων μαγνητικῶν πόλων N καὶ S θέσωμεν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου καὶ σχηματίσωμεν τὸ μαγνητικὸν φάσμα τοῦ συνόλου (σχ. 175), τὸ σχῆμα τοῦ φάσματος τούτου δεικνύει, ὅτι ὁ σίδηρος ἐμαγνητίσθη καὶ ὅτι εἰς τὰ σημεῖα S' καὶ N' ἐσχηματίσθησαν μαγνητικοὶ πόλοι, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα παρουσιάζονται πρὸ πάντων τὰ ἐκ δινησμάτων νήματα. Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ, αἱ δόποιαι ἀναγρῳδοῦν ἐκ τοῦ βροχείου πόλου



Σχ. 175

N, εἰσέρχονται κατὰ τὸ S' εἰς τὸν σίδηρον, ὅπως ἀκοιβῶς εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον ἄλλου μαγνήτου· συνεπῶς εἰς τὸ S' ἐσχηματίσθη νότιος πόλος. Ἐξερχόμεναι ἐκ τοῦ σιδήρου αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ καταλίγουν εἰς τὸν νότιον πόλον S τοῦ δευτέρου μαγνήτου· ἐπομένως εἰς τὸ N' ἐσχηματίσθη βόρειος πόλος.

Μαγνήτισις τοῦ σιδήρου διὰ σωληνοειδοῦς. Ἐὰν θέσωμεν ἐντὸς σωληνοειδοῦς ωρίδον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου καὶ διαβιβάσωμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος τοῦ σωληνοειδοῦς, θὰ παρατηρήσωμεν, πλησιάζοντες μαγνητικὴν βελόνην, ὅτι ἡ ωρίδος τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ἐμαγνητίσθη καὶ ὅτι ὁ βόρειος πόλος της εὑρίσκεται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηροῦτον τοῦ Ampère, δηλ. κατὰ τὴν ἔξοδον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν (σχ. 176).



Σχ. 176

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

“Οταν τὸ ἡλεκτρικὸν οεῦμα διακοπῇ, ὁ μαλακὸς σίδηρος ἀκαριαίως ἀπομαγνητίζεται. Συνεπῶς οἱ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου μαγνῆται εἶναι μαγνῆται πρόσκαιροι.

Ἐὰν δομῶς ἡ φάσις εἴναι ἐκ βαμμένου χάλυβος βεβαιούμεθα, ὅτι εἰς ταύτην παραμένει μέγα μέρος τοῦ μαγνητισμοῦ καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ οεῦματος. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης μαγνητίζονται σήμερον αἱ βελόναι τῶν πυξίδων καὶ φάσις, τὰς δοποίας χοηστοποιοῦμεν εἰς τὰ πειράματα.

Σημείωσις. α) Δυνάμεις γὰρ διαπιστώσωμεν, ὅτι ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ σιδήρου ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς, ἥτις δὲν μετέβαλε τὴν φορὰν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, ηὗξησε σημαντικῶς τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου. Πράγματι, ἐὰν πλησιάσωμεν μαγνητικὴν βελόγηην, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αὕτη ταλαντεύεται πολὺ ταχύτερον, ὅταν τὸ σωληνοειδὲς περιέχῃ τὸν σίδηρον. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ δύναμις, ἥτις παράγει τὴν ταλάντευσιν ταύτην, ηὗξηθη κατὰ πολὺ.

β) Εἰς τὰ πειράματα τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος οἱ κόκκοι τῶν ριγισμάτων προσαγαποῦνται, διότι μαγνητίζονται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς δὲ τίθενται. Σχηματίζουν τότε νήματα συγκολλώμενα πρὸς ἀλλήλα διὰ τῶν ἑτερωνύμων πόλων των.

γ) Ἡ ἔλξις τοῦ σιδήρου ὑπὸ μαγνήτου προκύπτει ἐκ τοῦ ὅτι ὁ σίδηρος μαγνητίζεται ἐν τῷ πεδίῳ τοῦ μαγνήτου καὶ παρουσιάζει πρὸς τὸν πόλον τοῦ μαγνήτου πόλον ἑτερώνυμον, ὅστις ἔλκεται.

154. Ἡλεκτρομαγνῆται.—Οἱ ἡλεκτρομαγνήτης εἶναι μαγνῆτης πρόσκαιρος, διστις ἀποτελεῖται ἀπὸ πυρηναίας διακοπῆς τὸ οεῦμα, ὅποιον τοῦ σιδήρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τυλίσσεται σύρμα χάλκινον μεμονωμένον.

“Οταν διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἡλεκτρικὸν οεῦμα, ὁ πυρήνης μαγνητίζεται ἀπομαγνητίζεται δέ, εὐθὺς ὡς διακοπῆς τὸ οεῦμα.

Συνήθως εἰς τοὺς ἡλεκτρομαγνῆτας δίδουν σχῆμα ἱππείου πετάλου (σχ. 177). Τὸ σύρμα τυλίσσεται ἐπὶ ἐκάστου βραχίονος καὶ μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ ἑνὸς βραχίονος εἰς τὸν ἄλλον, χωρὶς νὰ καλύψῃ τὸ κυρτὸν μέρος. Ἡ περιτύλιξις τοῦ σύρματος γίνεται κατ’ τοιοῦτον τρόπον, ὅπει εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ πυρηνοῦ νὰ σχηματίζωνται πόλοι ἑτερώνυμοι.

Οἱ ἡλεκτρομαγνῆται μαγνητίζονται ἰσχυρότερον τῶν ἐκ γάλιβος μαγνητῶν καὶ δημιουργοῦν ἰσχυρότερα μαγνητικὰ πεδία. Τὸν μαγνητισμὸν τῶν δυνάμεων νὰ μεταβάλωμεν κατὰ βούλησιν, ἀνοίγοντες ἢ κλείοντες ἢ ἐλαττοῦντες ἢ αὐξάνοντες ἢ ἀναστρέφοντες τὸ οεῖμα.

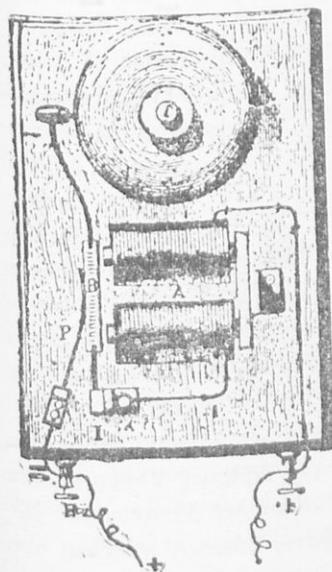
Τὴν ἴσχυν τῶν μαγνητῶν δεικνύομεν ἐφαρμόζοντες ἐπὶ τῶν δύο πόλων τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου (όπλισμόν), ἐπὶ τοῦ δποίου δυνάμεων νὰ προσθέσωμεν κατὰ τὴν μαγνητισιν διάφορα βάρον (σχ. 177).

155. Ἐφαρμογαι τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν.—“Ενεκα τῆς ἴδιοτητος, τὴν δποίαν ἔχουν οἱ ἡλεκτρομαγνῆται νὰ μαγνητίζωνται κατὰ τὴν δίοδον τοῦ οεύματος καὶ νὰ ἀπομαγνητίζωνται κατὰ τὴν

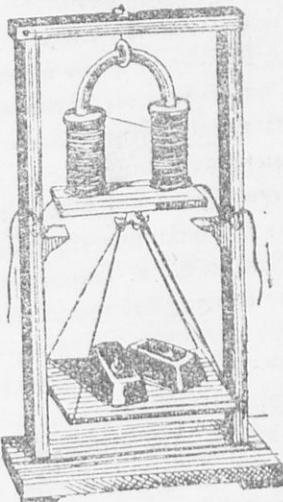
διακοπὴν αὐτοῦ, χρησιμοποιοῦνται εἰς πλῆθος πρακτικῶν ἐφαρμογῶν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΩΔΩΝ

‘Οἱ ἡλεκτροικὸς κώδων ἀποτελεῖται ἐξ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ δπλισμοῦ μετὰ σφύρας, ἣτις δύναται νὰ κτυπᾷ κώδωνα (σχ. 178). ‘Οἱ ἡλεκτρομαγνήτης Α είναι προσηλωμένος ἐπὶ μικρᾶς σανίδος. Απέναντι τῶν πόλων του ενδίσκεται δπλισμὸς ἐκ σιδήρου’ Β, δστις φέρεται ἐπὶ ἐλαστικοῦ μεταλλικοῦ ἐλάσματος. ‘Ο δπλισμὸς προεκτείνεται διὰ στελέχους ἐφωδιασμένου μὲ σφῦραν. Κατὰ τὴν ἥρεμίαν τὸ ἐλαστικὸν ἐλασμα διατηρεῖ τὸν δπλισμὸν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐλατηρίου Ρ, τὸ δποίον συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐνὸς τῶν πόλων στήλης. Τὸ δὲ ἐλαστικὸν ἐλασμα συγκοινωνεῖ



Σχ. 178



Σχ. 177

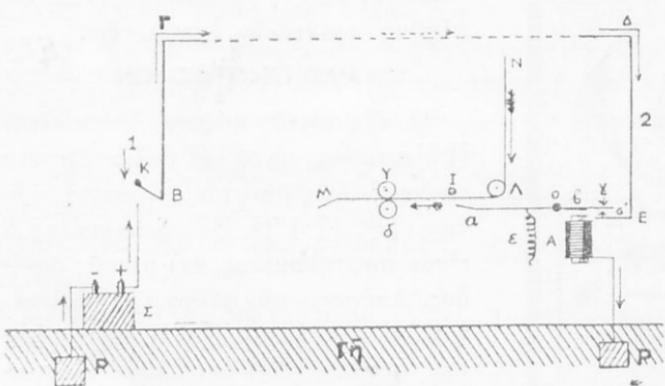
κατὰ τὸ I μετὰ τῷ γύναιο τόλου διὰ τοῦ σύδματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου. Ηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Λειτουργία. "Οταν κλεισθή τὸ κύκλωμα τῆς στήλης, τὸ οεῦμα φθάνει εἰς τὸν συναπτῆρα E, διαρρέει τὸ ἐλατήριον P, διέρχεται εἰς τὸν δόπλισμὸν B, ἔπειτα διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ ἐλάσματος καὶ τοῦ σύρματος I φθάνει εἰς τὸν ἡλεκτρομαγγήτην A, μεθ' ὃ διὰ τοῦ συναπτῆρος F ἐπιστρέφει εἰς τὴν στήλην. Ή δίοδος τοῦ οεῦματος διεγείρει τὸν ἡλεκτρομαγγήτην, καὶ ὃ δόπλισμὸς B ἐλκόμενος ἀπομακρύνεται τοῦ ἐλατηρίου P, συνεπῶς τὸ οεῦμα διακόπτεται, ὃ ἡλεκτρομαγγήτης ἀπομαγγητίζεται καὶ ἡ ἔλξις παύει. Τότε τὸ ἐλαστικὸν ἔλασμα, ἐπαναφέρον τὸν δόπλισμὸν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐλατηρίου P, κλείει ἐκ νέου τὸ κύκλωμα κ.ο.κ. Τοιουτούροπως διαδοχικὰ κτυπήματα ἐπιφέρονται ὑπὸ τῆς σφύρας ἐπὶ τοῦ κώδωνος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

156. Διὰ τοῦ τηλεγράφου ἀποκαθιστῶμεν συνεννόησιν μεταξὺ δύο ἀπομακρυσμένων ἀπὸ ἄλλήλων σταθμῶν διὰ σημείων, τὰ δόποια μεταβιβάζονται ἡλεκτρικῶς καὶ παριστοῦν συμβατικὸν ἀλφάριθμον.

*Αρχή. Όποιος, ὅστις παράγει τὰ σημεῖα εἰς τὸν σταθμὸν



Σχ. 179

τῆς ἀναγωρῆσεως 1 (σχ. 179), ἀποτελεῖται ἐκ διακόπτου K, διὰ τοῦ δοπίου ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς ΒΓΔΕ κατὰ διαστήματα καὶ μὲ ἀνάλογον διάρκειαν

τὸ οεῦμα τῆς στήλης Σ. Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως 2 εὑρίσκεται δέκτης, ὅστις δέχεται τὰ σημεῖα ταῦτα. Τὸ οὖσιδες ὅργανον τοῦ δέκτου τούτου εἶναι ἡλεκτρομαγγήτης A, ὅστις δύναται νὰ ἔλκῃ τὸν δόπλισμὸν β. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς εἶναι συνδεδεμένα μὲ μεταλλικάς πλάκας P ἐγκεκωσμένας βαθέως εἰς τὸ ἔδαφος, οὕτω δὲ

τὸ κύκλωμα κλείεται διὰ τοῦ ἐδάφους. Χάρις εἰς τὴν διάταξιν ταύτην ἡ γραμμὴ περιλαμβάνει ἐν μόνον σύρμα ἀντὶ δύο, ὅπερ ἐλαττώνει εἰς τὸ ἥπισυ τὴν ἀντίστασίν του.

Λειτουργία." Οταν καταβιβασθῇ ὁ διακόπτης Κ, γίνεται ἐκπομπὴ φεύγατος. Ἡ ἐκπομπὴ δύναται νὰ εἴναι μακρὰ ἢ βραχεῖα. "Ἡ μακρὰ ἐκπομπὴ ἔχει διάρκειαν τοεῖς περίπου φορᾶς μεγαλυτέραν τῆς βραχείας.

Διὰ καταλλήλου συνδυασμοῦ μακρῶν καὶ βραχεῶν ἐκπομπῶν δύνανται νὰ παρασταθοῦν ὅλα τὰ γράμματα συμβατικῶς.

Εἰς ἑκάστην ἐκπομπὴν ὁ ἡλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν δρπλισμόν του, τὸν ὃποιον ἀνταγωνιστικὸν ἔλατήριον εἶπαναφέρει πρὸς τὰ δρπίσω εἰς ἑκάστην διακοπὴν τοῦ φεύγατος. Τὴν διπλῆν ταύτην κίνησιν τοῦ δρπλισμοῦ χρησιμοποιοῦν διὰ νὰ δεχθοῦν τὰ σημεῖα. Π.χ. εἰς τὸν δέκτην τοῦ Morse ὁ δρπλισμὸς εἴναι συνδεδεμένος μὲ μοχλὸν αοβ κινητὸν περὶ τὸ σημεῖον Ο' εἰς ἑκάστην ἔλξιν, τὸ ἄκρον α ἀνυψούμενον πιέζει ἐπὶ μελανωτικοῦ κυλίνδρου τανινίαν ἐκ χάρτου ΝΛΜ, τὴν δρποίαν ἐκτυλίσσει ὠδοιογιακὸς μηχανισμός. Αἱ βραχεῖαι καὶ μακραὶ ἐκπομπαὶ ἐκφράζονται διὰ διαδοχῆς στιγμῶν καὶ γραμμῶν.

Σημείωσις. Εἰς τὴν πρᾶξιν ἔκχαστος σταθμὸς ἔχει πομπὸν καὶ δέκτην καὶ αἱ συγδέσεις ἔχουν ἀποκατασταθῆ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὰ τηλεγραφήματα νὰ δύνανται νὰ ἀποστέλλωνται καὶ κατὰ τὰς δύο φορὰς ἐπὶ τῆς γραμμῆς.

ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ

157. Τὸ τηλέφωνον εἴναι συσκευὴ μεταβιβάζουσα ἡλεκτρικῶς τὴν φωνὴν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

Άρχη. Οἱ δύο σταθμοὶ συνδέονται διὰ κλειστοῦ κυκλώματος. Τὸ κύκλωμα τοῦτο περιλαμβάνει στήλην καὶ πομπὸν εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως, δέκτην δὲ εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως.

Σήμερον γενικῶς χρησιμοποιεῖται ὡς πομπὸς τὸ μικρόφωνον. Τὸ μικρόφωνον περιλαμβάνει κυρίως ἔλασμα ἐκ ξύλου ἐλάτης Π, ἐνώπιον τοῦ δρποίου διμιοῦμεν.

"Οπισθεν τοῦ ἐλάσματος τούτου (σχ. 180) εἴναι στερεωμέναι δύο ἡ τρεῖς πλάκες ἐξ ἄνθρακος Α,Β,Γ, αἱ δρποῖαι φέρουν πλαγίως μικρὰ κοιλότητας, ἐντὸς τῶν δρποίων εἰσέρχονται τελείως ἐλεύθερα τὰ ἄκρα

ραβδίων ἐξ ἄνθρακος (αβ, α'β' κτλ.) διαφόρου ἀφιθμοῦ. Ἡ συσκευὴ αὕτη παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τῆς στήλης Σ οὔτως, ὥστε τὸ ρεῦμα, διὰ νὰ μεταβῇ εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς, πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ τῶν

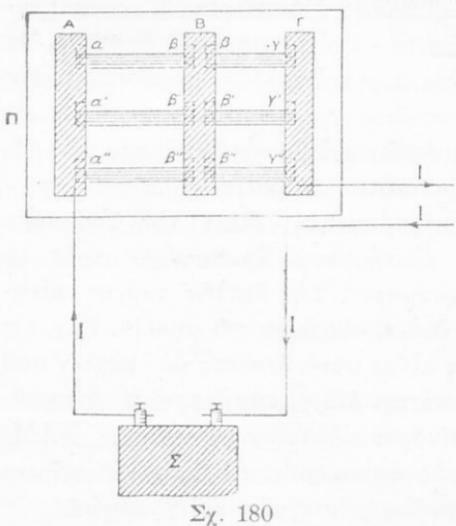
ἐξ ἄνθρακος ραβδίων.

Όταν διμιλῶμεν πρὸ τοῦ ἔλασματος Π, αἱ παλιμκαὶ κινήσεις αὐτοῦ μεταβιβάζονται εἰς τὰ ἐξ ἄνθρακος ραβδία, ἐνεκα τούτου δὲ προκύπτουν σημαντικὰ μεταβολὰὶ εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος, καθὸ δοσον τὰ ἄκρα τῶν ἐξ ἄνθρακος ραβδίων, τὰ δοπιὰ εἶναι ἔλευθερα, μετακινούμενα μεταβάλλουν τὰ σημεῖα τῆς ἐπαφῆς των ἐντὸς τῶν κοιλοτήτων.

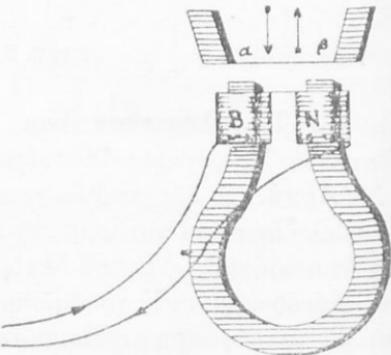
Αἱ μεταβολαὶ αὗται τῆς ἀντί-

στάσεως, αἱ δοποὶ αἱ ἀκολουθοῦν τὰς μεταβολὰς τῆς φωνῆς, παράγονται ἀντιστοίχους μεταβολὰς εἰς τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ἡ δοπία αὐξάνεται μὲν ὅταν ἡ ἀντίστασις ἐλαττοῦται, ἐλαττοῦται δὲ ὅταν ἡ ἀντίστασις αὐξάνεται.

Ο δέκτης, ὃστις δέχεται τὸ ρεῦμα, ἀποτελεῖται ἐκ πεταλοειδοῦς ἡλεκτρομαγγήτου (σχ. 181), τοῦ δοπού δ πυρὸν εἶναι χάλυψ μαγνητισμένος. Αἱ μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος, μεταβιβάζομεναι διὰ τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς εἰς τὰ πηνία Ν καὶ Β τοῦ ἡλεκτρομαγγήτου τούτου, ἐπιφέρουν μεταβολὰς εἰς τὸν μαγνητισμὸν τοῦ πυρῆνος. Ἐμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ ἡλεκτρομαγγήτου ενδρίσκεται λεπτὸν ἔλαισμα αβ ἐπὶ σιδήρου, στερεωμένον εἰς τὸν πυρῆνα μικροῦ δλμοῦ, τοῦ δοπού τὸ ἄνοιγμα ἐφαρμόζεται εἰς τὸ οὐς. Ἐνεκα τῶν μεταβολῶν, τὰς δοπίας, ὡς εἴδομεν, ὑφίσταται ὁ μα-



Σχ. 180



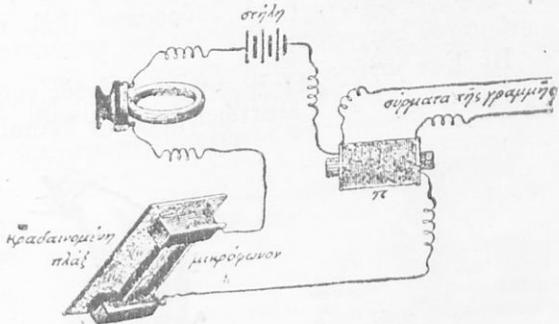
Σχ. 181

γνητισμὸς τοῦ πυρῆνος, τὸ λεπτὸν ἔλασμα ὑφίσταται ἐλέις μεταβλητάς, συνεπείᾳ τῶν δποίων τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν. Ή παλμικὴ αὐτὴ κίνησις ρυθμίζεται ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ συνεπῶς ἐκ τῆς φωνῆς τοῦ διμιλοῦντος εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως· ἀναπαράγει ἐπομένως τὴν φωνὴν ταύτην.

Εἰς τὴν πρᾶξιν ἔκαστος σταθμὸς ἔχει μικρόφωνον καὶ δέκτην εἰς τρόπον, ὃστε νὰ δύναται καὶ νὰ ἐκπέμπῃ τηλεφωνήματα καὶ νὰ δέχεται τοιαῦτα. Αἱ συνδέσεις γίνονται τουτορόπως, ὃστε τὸ κύκλωμα νὰ κλείεται

καὶ συνεπῶς ἡ στήλη νὰ λειτουργῇ μόνον ἀπὸ τῆς στιγμῆς καθ’ ἥν θὰ ἀποκρεμασθῇ ὁ δέκτης ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ἀπὸ τοῦ δποίου κρέμαται.

Διὰ τὴν ἀπὸ μεγάλας ἀποστάσεις ἐπικοινωνίαν χρησιμοποιοῦνται εἰδικὰ διατάξεις, διὰ τῶν δποίων ἐνισχύεται σημαντικῶς ἡ ἐντασίς τοῦ τηλεφωνικοῦ ρεύματος (σχ. 182).



Σχ. 182

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'

ΕΠΑΓΩΓΗ

158. Ἐπαγωγὴ.— Ἡλεκτρικὰ ρεύματα δύνανται νὰ παραχθοῦν εἰς ἀγωγόν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνητικῶν συστημάτων μεταβλητῶν (ρεύμάτων ἢ μαγνητῶν). Τὸ μαγνητικὸν σύστημα, τὸ δποῖον παράγει ρεῦμα, καλεῖται ἐπαγωγεύς, τὸ δὲ οὗτο παραγόμενον ρεῦμα καλεῖται ἐπαγωγικόν.

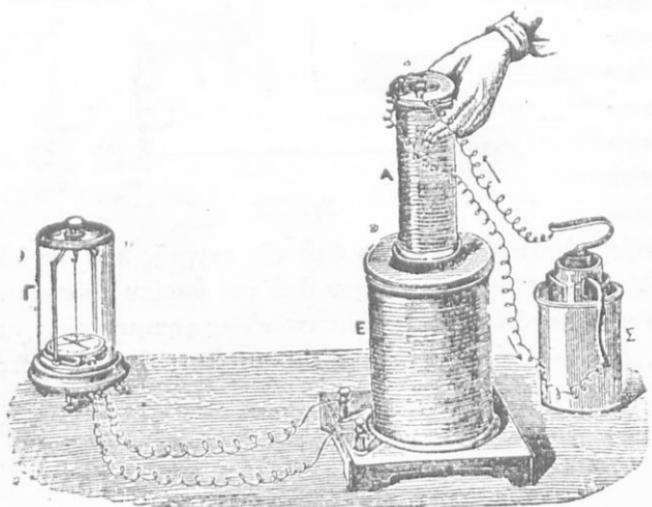
159. Ἐπαγωγὴ διὰ τῶν ρευμάτων.— Λάβωμεν δύο πηγία Α καὶ Ε (σχ. 183) καὶ τὰ μὲν πέρατα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηγίου Α συνάψωμεν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τὰ δὲ τοῦ πηγίου Ε μετὰ τῶν συναπτήρων γαλβανομέτρου Γ.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

A) Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ταχέως τὸ πηνίον Α ἐντὸς τοῦ πηνίου Ε, παρατηροῦμεν, ὅτι παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου Ε οεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον (δηλ. ἀντιμέτου φορᾶς) πρὸς τὸ οεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως. Ἐὰν ἐξαγάγωμεν ταχέως τὸ πηνίον Α, παρατηροῦμεν, ὅτι παράγεται πάλιν οεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου Ε ἀκαριαῖον, ἀλλὰ διμόρροπον (δηλ. τῆς αὐτῆς φορᾶς) πρὸς τὸ οεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως.

B) Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ πηνίον Α ἐντὸς τοῦ Ε καὶ διακόψωμεν τὸ οεῦμα εἰς τὸ Α ἥ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασίν του, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οεῦμα ἐπαγωγικὸν θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου Ε, βραχύτατον καὶ διμόρροπον πρὸς τὸ οεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως. Ἐὰν δὲ κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ Α, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου Ε, ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον πρὸς τὸ οεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ ἐκτραπῇ στιγμαίως καὶ θὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὸ Ο, ὅπου θὰ παραμένῃ, ἐφ' ὅσον τὸ οεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως θὰ παραμένῃ σταθερὸν εἰς τὸ κύκλωμα Α. Τὰ αὐτὰ θὰ παρατηρήσωμεν, καὶ ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ οεύματος εἰς τὸ Α.

Δηλαδή: Πᾶν οεῦμα, τὸ ὅποιον ἄρχεται ἥ ἐνισχύεται ἥ πλησιάζει, γεννᾷ εἰς γειτονικὸν κύκλωμα οεῦμα ἐπαγωγικὸν ἀντίρροπον πρὸς ἑαυτό. Πᾶν δὲ οεῦμα, τὸ ὅποιον παύει ἥ ἐξασθενεῖ ἥ ἀπομακρύνεται, γεννᾷ εἰς τὸ γειτονικὸν κύκλωμα οεῦμα ἐπαγωγικὸν διμόρροπον.



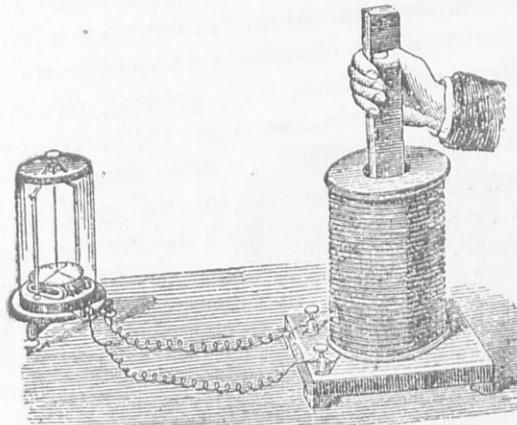
Σχ. 183

160. Ἐπαγωγὴ διὰ μαγνητῶν.—Ἐπειδὴ ὁ μαγνήτης ἐνεργεῖ ὡς σωληνοειδές, εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ ἐπαγωγὴ δύναται νὰ γίνῃ καὶ διὰ μαγνητῶν.

A) Έάν είσαγάγωμεν ἀποτόμως μαγνήτην εἰς κοῖλον πηνίου, τοῦ διόπιου τὸ κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνει γαλβανόμετρον (σχ. 184), θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἄγωνδς τοῦ πηνίου διαρρέεται ἀκαρι- αίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ φεύγαντος ἀντιρρόπου πρὸς τὰ φεύγαματα τοῦ Ampère, τὰ διοῖα δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν κυκλοφοροῦντα εἰς τὸν μαγνήτην (λόγῳ τῆς δμοιότητος τῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ σωληνο- ειδῆ). Τοῦναντίον, ἔάν εἴσαγάγωμεν ἀποτόμως τὸν μαγνήτην, θὰ πα- ρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἄ- γωνδς τοῦ πηνίου διαρ- ρέεται ἀκαριαίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ φεύγαντος δμορρόπου πρὸς τὸν μαγνήτου.

Β) Ἐπαγωγικὸν
θεῦμα γεννᾶται, ὅταν
μαγνητίζωμεν πυρῆνα
ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, δ
ὅποιος καταλαμβάνει
τὸν ἄξονα πηνίου. Ὁ
πυρῆνὴ δύναται νὰ μα-
γνητισθῇ, ἐὰν πλησιά-
σωμεν εἰς ἐν τῶν ἄ-
κρων τοῦ ἔνα ἐκ τῶν π
ἀντίօροπον πρὸς τὰ ὑπ
ἀπομακούνωμεν τὸν μα-

Γ) Ἐὰν ἐντὸς κοίλου πηνίου, τοῦ δόποιου τὸ κένειον περιλαμβάνει γαλβανόμετρον, θέσωμεν μαγνήτην καὶ πλησιάσωμεν ταχέως εἰς τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου μέχρι ἐπαφῆς, διὰ μαλακὸς σίδηρος μαγνητίζεται καὶ διὰ μαγνητισμὸς του ἐνισχύει δι' ἀντιδράσεως τὸν μαγνητισμὸν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου. Ἐκ τούτου γεννᾶται εἰς τὸ πηνίον ἐπαγωγικὸν φεῦμα ἀντιθροπον πρὸς τὰ φεύματα τοῦ μαγνήτου. Τούναντίον, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν ταχέως ἐκ τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου τὸν μαλακὸν σίδηρον,



Σχ. 184

παράγεται εἰς τὸ πηνίον ἐπαγωγικὸν οεῦμα διόρροπον. Τὰ οεύματα ταῦτα, τὰ διοῖα σημειοῖ τὸ γαλβανόμετρον, εἶναι πολὺ βραχέα, ὅπως καὶ αἱ κινήσεις ἐκ τῶν διοίων γεννῶνται.

161. Αὐτεπαγωγή.—“Οταν ἡλεκτρικὸν οεῦμα μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἔντασιν, ἔξασκει ἐπαγωγὴν δχι μόνον εἰς γειτονικὸν κύκλωμα, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου κυκλώματος.

Ρεῦμα, τὸ διοῖον ἄρχεται, γεννᾶ δι’ ἐπαγωγῆς εἰς τὸ κύκλωμά του οεῦμα ἀντίρροπον, τὸ διοῖον καλεῖται **οεῦμα αὐτεπαγωγῆς**. Τὸ οεῦμα τοῦτο ἐπιβραδύνει τὴν ἀποκατάστασιν τοῦ κυρίου οεύματος.

Ρεῦμα, τὸ διοῖον διακόπτεται, παράγει εἰς τὸ κύκλωμά του οεῦμα αὐτεπαγωγῆς διόρροπον, τὸ διοῖον ἐνισχύει τὸ κύριον οεῦμα.

Ανάλογον ὑδραυλικὸν φαινόμενον εἶναι τὸ ἔξης: “Οταν σχηματίζεται οεῦμα ὕδατος ἐντὸς σωλῆνος, χρειάζεται ώρισμένος χρόνος ἵνα ἡ ροὴ λάβῃ τὴν κανονικήν της ταχύτητα. Ἐὰν ἡ ροὴ διακοπῇ ἀποτόμως, τὸ οεῦμα δὲν παύει ἀκαριαίως, ἡ δὲ κτημεῖσα ταχύτης παράγει ἴσχυρὰν κροῦσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος. Ἡ κροῦσις αὗτη ἀννψοῖ στιγμαίως μέρος τοῦ ὑγροῦ ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δεξαμενῇ ἔξ ής προέρχεται.

‘Αποτελέσματα τῶν οευμάτων αὐτεπαγωγῆς. Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ σπινθῆρος ἡ δικλονισμὸς τὸν διοῖον αἰσθανόμεθα, ὅταν διακόπτωμεν κύκλωμα περιλαμβάνον πηνίον, διφείλεται εἰς τὸ ἔξ αὐτεπαγωγῆς παραγόμενον κατὰ τὴν διακοπὴν διόρροπον οεῦμα.

Ἐὰν τὸ κύκλωμα περιλαμβάνῃ σύρμα τεταμένον μεταξὺ τῶν πόλων στήλης, δι σπινθῆρος τῆς διακοπῆς εἶναι ἀνεπαίσθητος. Ἐὰν δῆμος τὸ σύρμα ἔχῃ τυλιχθῆ σπειροειδῶς, ἡ ἀντίστασίς του δὲν μεταβάλλεται, ἀλλ’ δι σπινθῆρος τῆς διακοπῆς εἶναι ἐνισχυμένος.

Ἐὰν μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἀνωτέρῳ κυκλώματος λάβωμεν διὰ τῶν χειρῶν τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος καί, ἀφοῦ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφήν, τὰ ἀπομακρύνωμεν ἀποτόμως, αἰσθανόμεθα κλονισμόν, δι διοῖος εἶναι ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ σύρμα δὲν ἔχῃ τυλιχθῆ σπειροειδῶς.

Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ σπινθῆρος καὶ δικλονισμὸς κατὰ τὴν διακοπὴν εἶναι μεγαλύτερα, ὅταν ἐντὸς τῆς σπείρας ἔχῃ τεθῆ πυρὶ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου.

162. Ἐπαγωγικὸν πηνίον ἢ πηνίον τοῦ Ruhmkorff.—Τὸ

πηνίον τοῦ Ruhmkorff εἶναι πηγὴ ἐπαγωγικῶν οευμάτων ὑψηλοῦ δυναμικοῦ, ὅφειλομένων εἰς τὰς ταχείας μεταβολὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἡλεκτρομαγνήτου. Ἀποτελεῖται ἐκ δύο πηνίων ΔΔ καὶ BB (σχ. 185). Τὸ πηνίον ΔΔ, μικρᾶς διαμέτρου, φέρει κατὰ τὸν ἄξονά του δέσμην συρμάτων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένην ὑπὸ χαλκίνου σύρματος παχέος, μεμονωμένου καὶ μικροῦ μήκους.

Πέριξ τοῦ κεντρικοῦ τούτου πηνίου καὶ χωριζόμενον ἀπὸ τούτου διὰ σωλῆνος ἔξ έβονίτου, περιελίσσεται σύρμα χαλκοῦ λεπτότατον, μεμονωμένον, μεγάλου μήκους, τὸ διόποιον ἀποτελεῖ τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον BB.

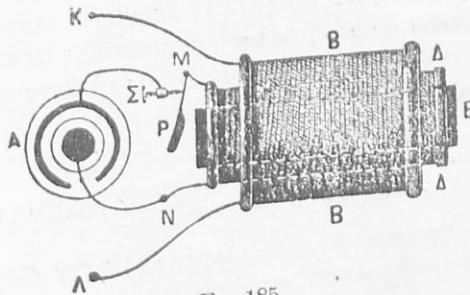
Τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΔΔ διαρρέεται ὑπὸ οεύματος στήλης A, τὸ διόποιον διακόπτεται καὶ ἀποκαθίσταται τῇ βοηθείᾳ τοῦ διακόπτου MP, τοῦ διόποιου ἡ λειτουργία εἶναι δμοία πρὸς τὴν τῶν ἡλεκτρικῶν κωδώνων.

Εἰς ἑκάστην ἀποκατάστασιν τοῦ οεύματος τούτου γεννᾶται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον οεῦμα ἔξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον πρὸς τὸ ἐπιδρῶν, εἰς ἑκάστην δὲ διακοπὴν γεννᾶται οεῦμα ἔξ ἐπαγωγῆς διμόρροπον. Τὰ οεύματα ταῦτα ἔνισχύενται ὑπὸ τοῦ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆνος.

Τοιουτορόπως διὰ τῶν διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων καὶ διακοπῶν τοῦ ἐπιδρῶντος οεύματος παράγονται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον οεύματα ἐπαγωγικά, ἔκαστον τῶν διόποιων εἶναι πολὺ βραχύ.

Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ δύο ἄκρα K καὶ Λ τοῦ σύρματος τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου καὶ, ἀφοῦ κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ἀμέσως διακόψωμεν αὐτό, τὸ σύρμα τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου διαρρέεται διαδοχικῶς ὑπὸ δύο παροδικῶν οευμάτων, ἀντιθέτου. Φορᾶς, ἵνι ποσότητες τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῶν διόποιων εἶναι ἵσαι. Διότι τὰ δύο ταῦτα οεύματα ὅφείλονται εἰς τὴν ἐμφάνισιν καὶ ἐξαφάνισιν τῆς αὐτῆς αἰτίας.

Ἀμφότερα τὰ διαδοχικὰ ταῦτα οεύματα, δηλ. καὶ τὸ ἀντίρροπον καὶ τὸ διμόρροπον, παράγονται κεχωρισμένως ἐκτροπὰς τοῦ γαλβανο-



Σχ. 185

μέτρου ἵσας καὶ ἀντιθέτους, ἡ διαφορὰ ὅμως τοῦ μεγίστου δυνάμικοῦ εἶναι μεγαλυτέρα διὰ τὸ ὁμόρροπον οεῦμα. Διότι ἡ ἀποκατάστασις τοῦ ἐπιδρῶντος οεύματος ἐπιβραδύνεται, ὅταν κλείεται τὸ κύκλωμα, λόγῳ τῆς αὐτεπαγωγῆς, παρατείνεται δὲ οὕτω τὸ ἔξ ἐπαγωγῆς οεῦμα. Ἐνῷ τὸ κατὰ διακοπὴν (ὁμόρροπον) παραγόμενον ἔξ ἐπαγωγῆς οεῦμα εἶναι πολὺ σύντομον.

Ἐὰν πλησιάσωμεν τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τοῦ ἔξωτερικοῦ πηνίου, χωρὶς νὰ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφήν, βλέπομεν νὰ ἀναπηδῶσι μεταξὺ αὐτῶν εἰς ἑκάστην διακοπὴν καὶ ἀποκατάστασιν τοῦ οεύματος *σπινθῆρες* ἡλεκτρικοί. Ἐν τούτοις ἔνεκα τῆς σχετικῶς μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ τῶν ἀντιρρόπων ἔξ ἐπαγωγῆς οευμάτων, οἱ σπινθῆρες παράγονται μόνον κατὰ τὰς διακοπὰς τοῦ ἐπιδρῶντος οεύματος, εὐθὺς ὡς ἡ ἀπόστασις τῶν ἄκρων Κ καὶ Λ τοῦ σύρματος αὐτῆς ὅλιγον. Τότε τὸ ἔξ ἐπαγωγῆς οεῦμα διέρχεται κατὰ τὴν μίαν μόνον φοράν, δηλαδὴ παρουσιάζει σταθερὰν διεύθυνσιν.

Διακρίνομεν ἐπομένως εἰς τὸ ὅργανον θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν πόλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΕ'

ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ GRAMME

163. Σκοπὸς τῆς μηχανῆς τοῦ Gramme.—Ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme εἶναι δ τύπος τῶν βιομηχανικῶν μηχανῶν, αἱ δποῖαι παρέχουν οεύματα συνεχῆ (σχ. 186).

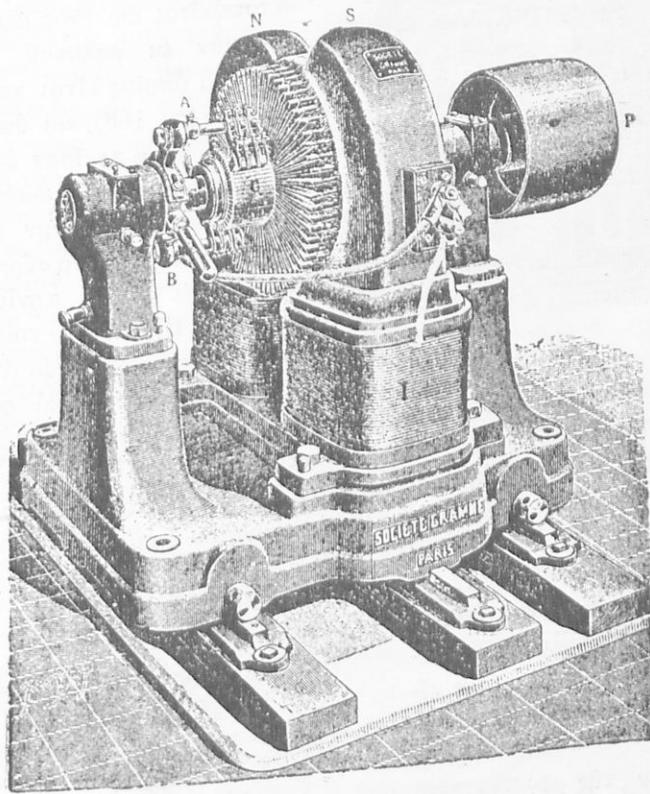
Σκοπὸς ταύτης εἶναι νὰ μετατρέπῃ τὴν ἡλεκτρικὴν ἔνέργειαν εἰς μηχανικήν, καὶ ἀντιστρόφως τὴν μηχανικὴν ἔνέργειαν εἰς ἡλεκτρικήν.

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν, ὅτι ἡ μηχανὴ εἶναι **δέκτραια**, διότι δέχεται οεῦμα, ἢ ὅτι ἀποτελεῖ **κινητήρα**, διότι παρέχει ἔργον.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ αὐτὴ μηχανὴ **καταναλίσκει** τὸ μηχανικὸν ἔργον τὸ παραγόμενον ὑπὸ οἰουδήποτε κινητῆρος καὶ παρέχει οεῦμα. Λέγομεν τότε, ὅτι αὗτη λειτουργεῖ ὡς **γεννήτραια** ἡλεκτρισμοῦ.

Ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme περιλαμβάνει δύο κυρίως συστήματα: α') τὸν ἐπαγωγέα, ὃστις χρησιμεύει διὰ τὴν παραγωγὴν σταθεροῦ

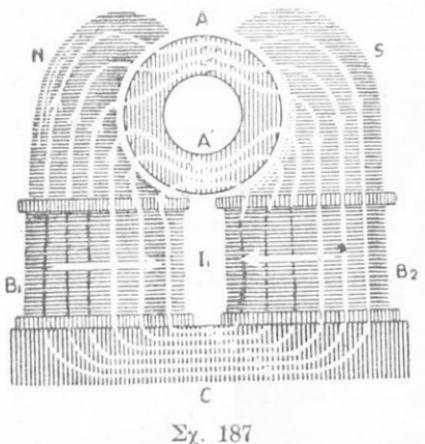
μαγνητικοῦ πεδίου, β') τὸ ἐπαγώγιμον. Τοῦτο εἶναι πηνίον στρεφό-
μενον ἐντὸς τοῦ ὡς ἄνω μαγνητικοῦ πεδίου, ὅπότε παράγονται ἐπὶ
τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ἐπαγωγικὰ ρεύματα.



Σχ. 186

164. Ἐπαγωγεύς.—Οὗτος δύναται νὰ εἶναι μαγνήτης, ὅπότε ἡ μηχανὴ λέγεται μαγνητολεκτρικὴ ἢ magneto· ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὅμως ὁ ἐπαγωγεὺς εἶναι ἡλεκτρομαγνήτης καὶ ἡ μηχανὴ τότε λέγεται δυναμολεκτρικὴ ἢ dynamo. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ ἐπαγωγεὺς συνίσταται ἐκ δύο πηνίων κατακορύφων B_1 καὶ B_2 , (σχ. 187) μὲ πυρῆνας ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οἱ πυρῆνες οὗτοι εἶναι συνδεδεμένοι μὲ τὸν σιδηροῦν συνδετῆρα C καὶ προεκτεινόμενοι πρὸς τὰ ἄνω ἀπό-

τελοῦν τὰ πολικὰ τεμάχια N καὶ S, τὰ δποῖα ἀφήνουν μεταξύ των κυλινδρικὸν ἄνοιγμα.

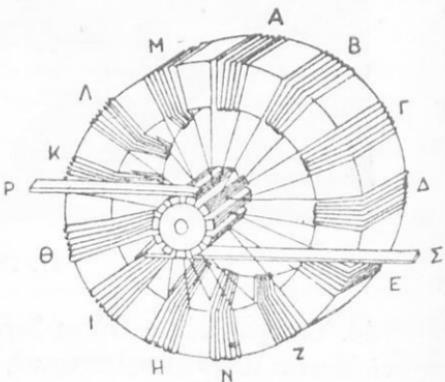


Σχ. 187

Τὸ σύνολον τοῦ ὁπλισμοῦ καὶ λιον τοῦ Gramme (σχ. 189). Ο δακτύλιος οὗτος εἶναι κινητὸς περὶ ἄξονα δριζόντιον, δ δποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον του καὶ ενῷσκεται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἐντὸς τοῦ κυλινδρικοῦ ἀνοίγματος, τὸ δποῖον καὶ καταλαμβάνει δόλκηρον. Τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ δακτυλίου καὶ τῶν πόλων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου πρέπει νὰ εἴναι ὅσον τὸ δυνατὸν ἐλάχιστον.

Λόγῳ τῆς μεγάλης διαπερατότητος τοῦ μαλακοῦ σιδήρου, σχεδὸν δλαι αἱ δυναμικαὶ γραμμαί, αἱ δποῖαι ἔξερχονται ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου, διχάζονται οὕτως, ὥστε τὸ ἥμισυ αὐτῶν νὰ διαρρέῃ τὸ ἄνω μέρος τοῦ δακτυλίου καὶ τὸ ἄλλο ἥμισυ τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ. Κατόπιν εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον.

165. Ἐπαγώγιμον.—Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπὸ δπλισμὸν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου AA', δ δποῖος εἶναι κοῦλος κύλινδρος (σχ. 188), καὶ ἀφ' ἑτέρου ἀπὸ ἀτέρμονα σπεῖραν ἐκ χαλκίνου λεπτοῦ καὶ μεμονωμένου σύρματος, περιτυλιγμένην ἐπὶ τοῦ δπλισμοῦ τούτου. Τὸ σύρμα τοῦτο σχηματίζει μικρὰ πηνία χωρισμένα A, B, Γ... Επὶ τοῦ σύρματος τῶν πηνίων αὐτῶν ἀναπτύσσονται τὰ ἐπαγώγικὰ φεύγατα.



Σχ. 188

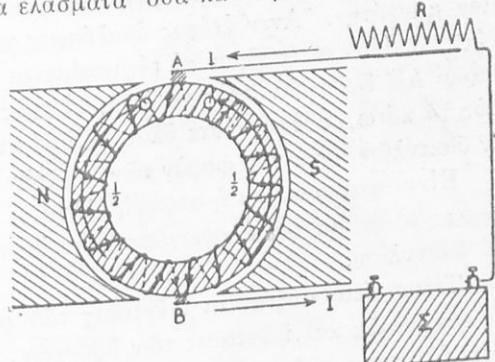
Από τὸ ἐσωτερικὸν κενὸν τοῦ δακτυλίου καμία δυναμικὴ γραμμὴ δὲν διέχεται (σχ. 187).¹

Εἰς τὸ διάστημα λοιπὸν μεταξὺ τοῦ δακτυλίου καὶ τῶν πόλων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ὑπάρχει ἵσχυρὸν μαγνητικὸν πεδίον.

Συλλέκται καὶ ψήκτραι. Ο συλλέκτης περιλαμβάνει σειρὰν χαλκίνων ἐλασμάτων μεμονωμένων ἀπὸ ἄλλήλων καὶ τοποθετημένων ἐπὶ τοῦ ἀξονος τῆς περιστροφῆς τοῦ δακτυλίου κατὰ τὰς γενετείρας αὐτοῦ. Υπάρχουν δὲ τόσα ἐλάσματα ὅσα καὶ πηνία (σχ. 188). Τὰ ἐλάσματα τοῦ συλλέκτου καὶ τὰ πηνία τοῦ δακτυλίου εύρισκονται εἰς ἐπικοινωνίαν ὡς ἔξης: Τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος εἰς τὸ δόποιον τελειώνει τὸ πηνίον Α καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος ἀπὸ τὸ δόποιον ἀρχεται τὸ πηνίον Β εἶναι στερεωμένα ἐπὶ ἐλάσματος. Τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος εἰς τὸ δόποιον τελειώνει τὸ πηνίον Β καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος ἀπὸ τὸ δόποιον ἀρχεται τὸ πηνίον Γ εἶναι στερεωμένα εἰς τὸ ἐπόμενον ἐλασμα καὶ οὕτω καθ' ἔξης. Τοιουτορόπως τὰ πηνία καὶ τὰ ἐλάσματα ἀποτελοῦν συνεχὲς κύκλωμα.

Αἱ ψήκτραι εἶναι ἐλάσματα Ρ καὶ Σ (σχ. 188) (Α καὶ Β, εἰς τὸ σχ. 189) ἐκ μετάλλου ἢ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον φαβδία ἐξ ἀνθρακος, τὰ ὁποῖα συνδέονται μεταλλικῶς μὲ δύο συναπτήρας, οἱ δόποιοι ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Αἱ δύο ψήκτραι προστρίβονται ἐπὶ τοῦ συλλέκτου εἰς τὰ ἄκρα διαμέτρου κατακορύφου.

166. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας. — Εστω, ὅτι ἡλεκτρικὸν φεῦμα διαβιβαζόμενον εἰς τὰ πηνία Β₁ καὶ Β₂ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου δημιουργεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ὅτι οἱ συναπτήρες τῆς μηχανῆς ἡγώθησαν διὸ ἀγωγῶν μὲ τοὺς δύο πόλους ἡλεκτρικῆς πηγῆς Σ (σχ. 189). Τὸ φεῦμα τῆς πηγῆς ταύτης φθάνει εἰς τὸν δακτύλιον διὰ τῆς ψήκτρας Α π.χ. καὶ ἔρχεται διὰ τῆς ψήκτρας Β, ἀφοῦ διανε-



Σχ. 189

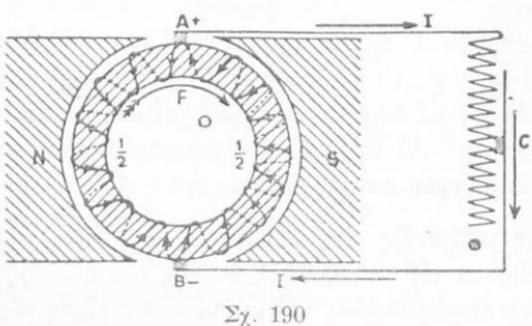
μηθῷ ἔξι οὐ μεταξὺ τῶν σπειρῶν τῶν πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς διαμέτρου ΑΒ καὶ τῶν πρὸς τὰ ἀριστερά. Ὁ δακτύλιος τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, τὴν δούλων μεταδίδει εἰς τὸν ἄξονά του, καὶ ἡ μηχανὴ εἶναι κινητήρ, τοῦ δούλου κανονίζομεν τὴν ίσχύν, μεταβάλλοντες καταλλήλως τὸ ορεῦμα.

Ἡ περιστροφὴ τοῦ δακτυλίου παράγεται ὑπὸ τῶν δυνάμεων, αἵ δούλαι ἔξασκοῦνται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἐπαγωγέως καὶ τῶν σπειρῶν τοῦ ἐπαγωγίμου, ἐκάστη τῶν δούλων ίσοδυναμεῖ πρὸς τέλειον μαγνήτην. Ἀνευ ἑτέρας ἀναλύσεως τῶν δυνάμεων τούτων ἔννοοῦμεν, ὅτι ἐὰν αἱ σπεῖραι αἱ ενδισκόμεναι πρὸς τὰ ἀριστερά τῆς διαμέτρου ΑΒ ἔλκωνται πρὸς τὰ ἄνω, αἱ πρὸς τὰ δεξιά θὰ ἔλκωνται πρὸς τὰ κάτω, οὕτως, ὅστε ὅλαι αἱ δράσεις νὰ τείνουν νὰ στρέψουν τὸν δακτύλιον κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν ὁρολογίου.

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ στροφὴ ἀλλάσσει φοράν, εἴτε ὅταν ἀναστρέφωμεν τὸ ορεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, εἴτε ὅταν ἀναστρέψει τὸ ορεῦμα τοῦ δακτυλίου.

Τέλος, ὅταν αὐξάνεται ἡ ἔντασις τῶν ορεμάτων τούτων, αὐξάνεται προφανῶς καὶ ἡ ἔντασις τῶν δράσεων, τὰς δούλας οἱ διάφοροι οὗτοι ἡλεκτρομαγνῆται ἔξασκοῦν ἐπ' ἀλλήλων, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ίσχὺς τοῦ κινητῆρος καθίσταται μεγαλύτερα.

167. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ως γεννητρίας.—Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme ως γεννήτρια, ἔξαποστέλλομεν ορεῦμα εἰς τὸν ἐπαγωγέα, ἵνα δημιουργηθῇ τὸ μαγνητικὸν πεδίον θέτομεν



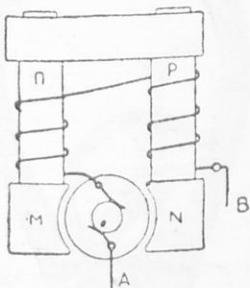
οὗτος διαρρέεται τότε ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ορεύματος ἐντάσεως E. Τὸ ορεῦμα τοῦτο ὀφείλεται εἰς δύο ἐπαγωγικὰ ορεύματα ἐντάσεως $\frac{E}{2}$, τὰ

διά τινος κινητῆρος εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸ ἐπαγώγιμον κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους F π.χ. (σχ. 190) καὶ συνδέομεν τοὺς πόλους A καὶ B τοῦ ἐπαγωγίμου διά τινος ἔξωτεροικοῦ ἀγωγοῦ. Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ὁ ἀγωγὸς

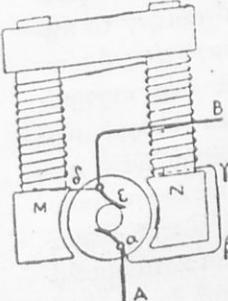
δποια γεννῶνται εἰς τὰ δύο ἡμίση τοῦ δακτυλίου καὶ τὰ δύο σ-
τίθενται εἰς τὸν ἔξωτερικὸν ἀγώνυ, ὅπου ἡ ἔντασις λαμβάνει τὴν τι-
μὴν E. Διότι εἶναι φανερόν, ὅτι τὸ ἔξ επαγωγῆς οεῦμα εἶναι ἀντίρρο-
πον τοῦ οεύματος, τὸ δύοιον θὰ ἔπειρε νὰ τροφοδοτήσῃ τὴν μηχανήν,
ὅταν αὐτὴ λειτουργῇ ὡς κινητήρ, διὰ νὰ στραφῇ δακτυλίος κατὰ τὴν
αὐτὴν φοράν F. Ως δὲ ἐμάθομεν, τὸ οεῦμα τοῦτο διανέμεται ἐξ ἵσου
μεταξὺ τῶν σπειρῶν τῶν δύο ἡμίσεων τοῦ δακτυλίου· συνεπῶς καὶ τὰ
ἔξ επαγωγῆς παραγόμενα ἥδη οεύματα θὰ ἀποτελοῦνται ἐκ τῆς συν-
νώσεως δύο τοιούτων ἡμίσεων.

168. Διέγερσις τοῦ ἐπαγωγέως.—Διὰ νὰ δημιουργηθῆ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, πρέπει νὰ διεγερθῇ ὁ ἐπαγωγεύς, δηλ. νὰ διοχετευθῇ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὰ πηγάδια αὐτοῦ.³ Αναλόγως τῆς προελεύσεως τοῦ ρεύματος τούτου διακρίνομεν:

σεως του ορεύματος τουτού διακρίνομεν :
α') Διέγερσιν ἀνεξάρτητον . Κατ' αὐτήν , τὸ ορεῖμα προσέρχεται
ἐκ πηγῆς οἰασδήποτε , ένεντις ως πόδις τὴν μηχανήν , π. χ. ἡλεκτρικῆς
στήλης ή συσσωρευτοῦ ή ἄλλης μηχανῆς . Καὶ τὸν τούπον τούτον τῆς διε-



Σχ. 191

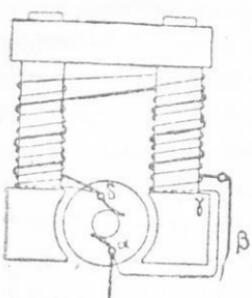


Σγ. 192

Σχ. 191
γέρσεως, συνδέομεν τὴν μίαν ψήκτραν μὲ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου. Τότε τὸ ἔξωτερικὸν κύκλωμα περιλαμβάνεται μεταξὺ τοῦ ἄλλου ἄκρου Β τοῦ σύρματος (σχ. 191) καὶ τῆς ἀλλης ψήκτρας Α. Πόλοι τῆς μηχανῆς εἰναι οἱ Α καὶ Β. Ἡ διέγερσις τότε γίνεται υπὸ τοῦ ορεύματος τοῦ ἐπαγωγίμου, τὸ δυτικὸν διαρρέει τὰ πηγία τοῦ ἐπαγωγέως.

γ') Διέγερσιν κατὰ διακλάδωσιν. Κατ' αὐτήν, τὰ δύο αἱρα
τοῦ σύρματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου συνδέονται ἔκαστον μὲν ἀπὸ

τὰς ψήκτρας. Δύο ἄλλα σύρματα Α καὶ Β (σχ. 192) ἀναχωροῦν ἀπὸ τὰς ψήκτρας καὶ ἀποτελοῦν τὸ ἔξωτερικὸν κύκλωμα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ ἐπαγωγεὺς τροφοδοτεῖται ὑπὸ μέρους τοῦ φεύγοντος τοῦ ἐπαγωγίμου.



Σχ. 193

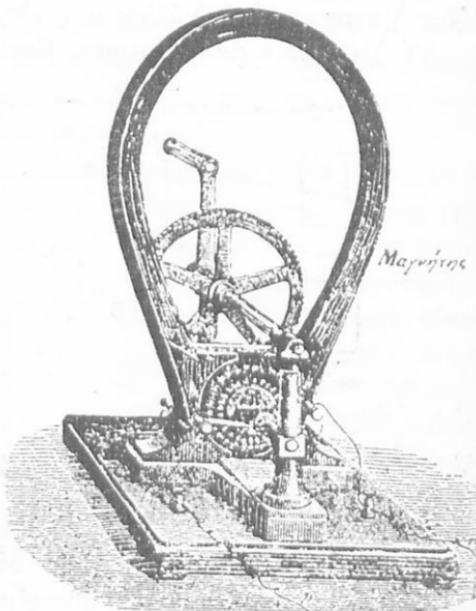
Κατὰ τοὺς δύο τούτους τελευταίους τρόπους διεγέρεσθαι ἡ μηχανὴ ἐνεργοῦσα ὡς γεννήτρια πρέπει νὰ διεγερθῇ μόνη της, δόπτε λέγομεν, ὅτι λειτουργεῖ δι' αὐτοδιεγέρσεως. Ἡ αὐτοδιεγέρσις ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι οἱ πυρῆνες τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν, ἀπαξ μαγνητισθέντες δι' ἔξωτερικοῦ φεύγοντος, διατηροῦν πάντοτε

ἴχνη μαγνητισμοῦ, τὰ δόποια ἀρχοῦνται νὰ δημιουργήσουν εἰς τὸ ἐπαγώγιμον ἀσθενὲς φεῦγον. Τοῦτο δέ, διερχόμενον δλόκληρον ἢ ἐν μέρει διὰ τοῦ ἐπαγωγέως, αὐξάνει τὸ μαγνητικὸν πεδίον· τὸ φεῦγον τοῦ ἐπαγωγέως αὐξάνεται τότε καὶ οὕτω ἡ μηχανὴ διεγείρεται.

δ') Διέγερσιν μειτήν. Κατ' αὐτήν, τὰ πηνία τοῦ ἐπαγωγέως ἀποτελοῦνται ἐκ δύο στρωμάτων· τὸ ἐν ἐκ τοῦ διακλάδωσιν ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγίμου· τὸ ἄλλο ἐκ λεπτοῦ σύρματος συνδέεται κατὰ σειρὰν μετὰ τοῦ ἐπαγωγίμου· τὸ διακλάδωσιν ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγίμου (σχ. 193).

ε') Εἰς τὰ ἐργαστήρια χρησιμοποιοῦν μικρὰς μηχανὰς τοῦ Gramme μαγνητολεκτρικὰς (magneto), εἰς τὰς ὁποίας δηλαδὴ ὁ ἐπαγωγεὺς εἶναι μόνιμος μαγνήτης.

Τὸ σχῆμα 194 παριστᾶ συνήμη μαγνητο-ἡλεκτρικὴν μηχανήν.



Σχ. 194

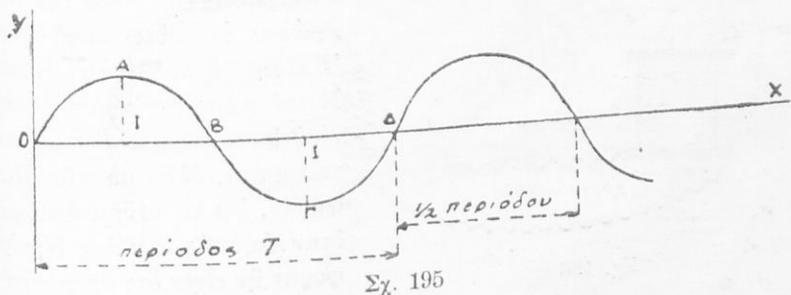
‘Ο δακτύλιος, δστις στρέφεται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, τίθεται εἰς κίνησιν διὰ στροφάλου καὶ δὸντωτοῦ τροχοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΣΤ'

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

169. Όρισμοί.—Ἐν μεταβλητὸν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα λέγεται περιοδικόν, ἐὰν ἡ ἔντασίς του ἀναλαμβάνῃ τὴν αὐτὴν τιμὴν κατὰ ἵσα χρονικὰ διαστήματα. Περίοδος τοῦ ρεύματος καλεῖται ὁ χρόνος T , ὃστις χωρίζει δύο ἴσας τιμὰς τῆς ἐντάσεως. Ο δὲ ἀριθμὸς N τῶν περιόδων κατὰ δευτερόλεπτον καλεῖται συχνότης. Εχομεν λοιπὸν τὴν σχέσιν $N \cdot T = 1$, ἢ $N = \frac{1}{T}$.

Τὸ περιοδικὸν ρεῦμα εἶναι ἐναλλασσόμενον, ἐὰν ἔχῃ μίαν ώρη-



σμένην φορὰν κατὰ τὸ ἐν μέρος τῆς περιόδου καὶ τὴν ἀντίθετον φορὰν κατὰ τὸ ὑπόλοιπον.

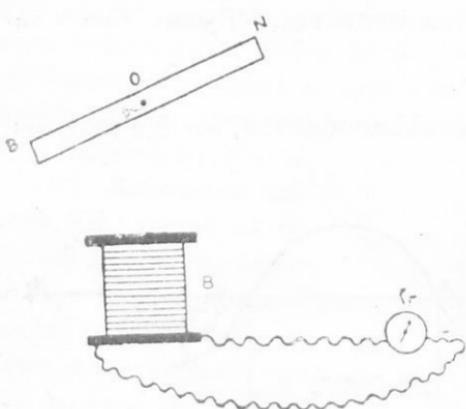
Λάβωμεν δύο ἄξονας δροθιγωνίους (σχ. 195): τὸν OY , ὃστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν χρόνων, καὶ τὸν OP ; ὃστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν ἐντάσεων.

Τὸ ρεῦμα μεταβαίνον κατὰ μίαν φορὰν ἔχει ἔντασιν, ἡ ὅποια ἀρχεται ἐκ τοῦ μηδενὸς (ἀρχὴ 0), αὐξάνεται βαθμηδὸν καὶ φθάνει εἰς μίαν τιμὴν μεγίστην (σημεῖον A). Κατόπιν ἐλαττοῦται καὶ μηδενίζεται (σημεῖον B). Μετὰ ταῦτα, τοῦ ρεύματος μεταβαίνοντος κατ’ ἀντίθετον φορὰν, ἡ ἔντασίς του θεωρεῖται ὡς ἀρνητική. Αὕτη διέρχεται διὰ τῶν ἀντῶν ἀπολύτων τιμῶν, διὰ τῶν δποίων καὶ πρὸ δλίγουν, καὶ οὕτω καθ’ ἔξης.

Τὰ ἐναλλασσόμενα ορεύματα παράγονται διὰ δυναμιολεκτρικῶν μηχανῶν, αἱ δοῦλαι καλοῦνται ἐναλλακτῆρες.

170. Ἀρχὴ τῶν ἐναλλακτήρων.—Θεωρούσωμεν μαγνήτην BN (σχ. 196) τοποθετημένον εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος καὶ κινητὸν περὶ ἄξονα Ο διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του, τοῦ ἄξονος ὅντος καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος. Ὁ μαγνήτης οὗτος εὑρίσκεται ὑπεράνω πηνίου B μὲ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου οὔτως, ὡστε, ὅταν στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα, οἱ πόλοι του νὰ φαύουν ἐναλλάξ τὸ πηνίον.

Ἐφ' ὅσον ὁ πόλος B πλησιάζει πρὸς τὸ πηνίον, ἡ μαγνήτισις τοῦ πυρῆνος βαίνει αὐξανομένη. Συνεπῶς παράγεται εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου ορεῦμα ἐπαγωγικὸν κατά τινα φοράν. Ὅταν ὁ πόλος



Σχ. 196

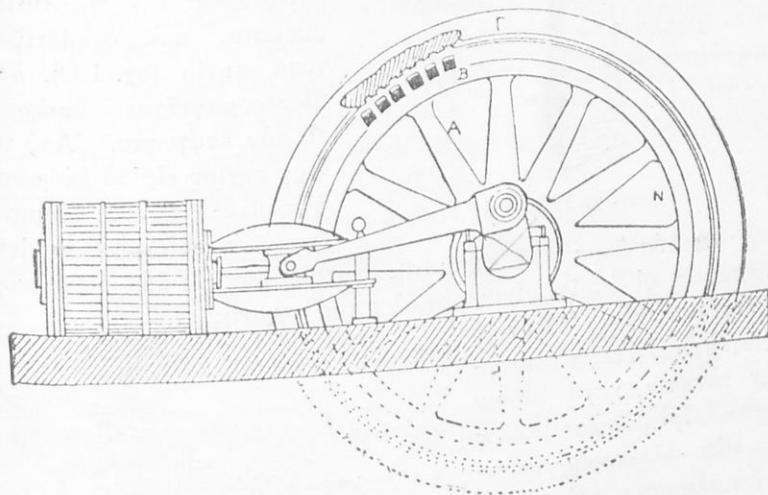
δύο ἄκοα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου συνδεθοῦν μετὰ τῶν συναπτήρων γαλβανομέτρου Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ βελόνη αὐτοῦ αἰωρεῖται κατὰ τὰς δύο φοράς, ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι μεγάλη. Εἰς τὴν περίπτωσιν πολὺ ταχείας στροφῆς, ἡ βελόνη δὲν θὰ ἔχῃ τὸν χρόνον νὰ μετατίθεται οὕτε κατὰ τὴν μίαν φορὰν οὔτε κατὰ τὴν ἄλλην.

Ἡ περίοδος τοῦ ἐναλλασσομένου ορεύματος εἶναι ἡ διάρκεια τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου καὶ ἡ συχνότης εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

Σημείωσις. Ἐγείρεται δὲ μαγνήτης, δύγκαται γὰρ στρέ-

φεται τὸ πηγίον. Ἐπίσης, ἀντὶ ἑνὸς πηγίου καὶ ἑνὸς μαγνήτου, δύνανται γὰρ χρησιμοποιηθοῦν πολλὰ πηγία καὶ ισάριθμοι μαγνῆται.

171. Ἐναλλακτήρ μετ' ἐπαγωγίμου ἀκίνητου.—Εἰς τοὺς βιομηχανικοὺς ἐναλλακτῆρας γίνεται κανονικὴ σχετικὴ μετάθεσις ἑνὸς ἐπαγωγικοῦ συστήματος καὶ ἑνὸς συστήματος ἐπαγωγίμου. Εἶναι ἐπαγωγικοῦ ποιὸν ἐκ τῶν δύο μετατίθεται· εἰς τὰς μηχανὰς ὅμως με- ἄδιάφορον ποῖον ἐκ τῶν δύο μετατίθεται· εἰς τὰς μηχανὰς ὅμως με- γάλης ισχύος προτιμῶνται σταθερὰ ἐπαγώγιμα, οὐαὶ ἐπιτυγχάνονται πολὺ ὑψηλὰ δυναμικὰ μετὰ μεγαλειτέρας ἀσφαλείας διὰ τὴν ἀπομό- νωσιν. Τὸ ἐπαγώγιμον οὐδὲν ἔχει τότε τεμάχιον κινητὸν καὶ τὰ θεύ- ματα συλλέγονται ἐπὶ δύο σταθερῶν συναπτήρων.

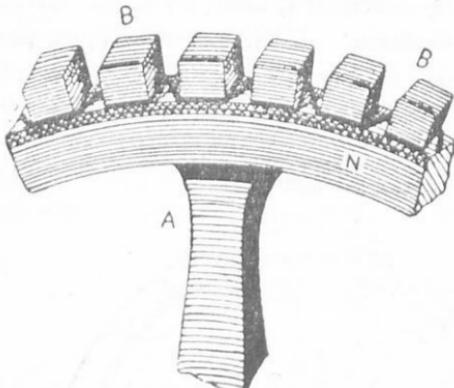


Σχ. 197

Ἐπαγωγεύς. Οὗτος συνίσταται ἐκ τροχοῦ Α, ἐπὶ τῆς περιφε-
ρείας Ν τοῦ δποίου εἶναι προσηρμοσμένοι ἡλεκτρομαγνῆται μετὰ πυ-
ρήνων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου διευθυνόμενοι κατὰ ἀκτῖνας ισάκις ἀπε-
κούσας ἀπὸ ἀλλήλων (σχ. 197). Ο τροχὸς οὗτος στρέφεται διὰ κινη-
τῆρος. Ἐπὶ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν ἔχει περιτυλιχθῆ δ αὐτὸς μεμονω-
μένος ἀγωγός. Ή δὲ φορὰ τῆς περιτυλίξεως εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἐπὶ
διαδοχικῶν πυρήνων οἱ ἔξωτεροι πόλοι νὰ εἶναι ἐναλλάξ βόρειοι καὶ
νότιοι (σχ. 198). Ο ἀγωγὸς τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν τούτων διαρρέεται
νπὸ συνεχοῦς θεύματος παρεκκομένου ὑπὸ ἀνεξαρτήτου δυναμοηλεκτρι-

κῆς μηχανῆς. Τὸ οεῦμα τοῦτο φθάνει διὰ δύο ψηκτρῶν, αἱ ὅποιαι προστρίβονται ἐπὶ δύο μεμονωμένων φαβδίων στερεωμένων ἐπὶ τοῦ ἀξονος τοῦ τροχοῦ καὶ συνδεδεμένων εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν.

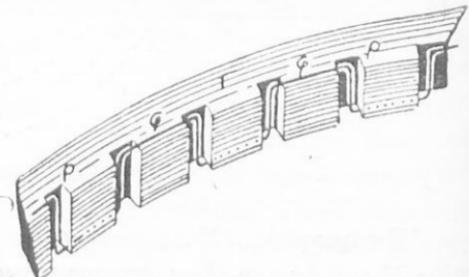
Ἐπαγώγιμον. Πέριξ τοῦ κινητοῦ τούτου τροχοῦ εὑρίσκεται ἀκί-



Σχ. 198

θετον. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος καταλήγουν εἰς δύο ἔξωτερικοὺς συναπτῆρας, οἱ δοποῖοι εἶναι οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς.

Λειτουργία. Ὅταν ὁ ἐπαγωγὲνς τεθῇ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, κατὰ πᾶσαν στιγμὴν εἰς βόρειος πόλος ἐνὸς τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν του θὰ πλησιάζῃ πρὸς ἓν οἰονδήποτε πηνίον τοῦ ἐπαγωγίμου καὶ εἰς νότιος θὰ ἀπομακρύνεται τούτου καὶ ἀντιστροφόφως. Ἔνεκα τούτου θὰ παράγωνται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου δύο φεύγατα, τὰ δοποῖα προστίθενται. Εἰς τὸν ἀγωγὸν δύο διαδοχικῶν πηνίων θὰ παράγωνται φεύγατα ἀντιθέτων φορῶν, ἀλλ᾽ ἐπειδὴ ἡ περιτύλιξις τοῦ ἀγωγοῦ ἐπὶ τῶν δύο τούτων πηνίων ἔχει γίνει κατ᾽ ἀντιθέτους φοράς, ἐπεται, διὰ ὃλον τὸ ἐπαγώγιμον κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διαρρέεται ὑπὸ φεύγατος τῆς αὐτῆς φορᾶς.



Σχ. 199

Τὸ δεῦμα τοῦτο ἀλλάσσει φοράν, ὅταν ἐν πηγίον διέρχεται ἀπὸ ἑνὸς βορείου πόλου πρὸ τοῦ ἐπομένου νοτίου καὶ τάναπαλιν.

172. Ἰδιότητες τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων.—Δι^ο
ἐναλλασσομένου δεύματος δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰ πειράματα,
τὰ ὅποια ἔκτελοῦμεν συνήθως διὰ συνεχοῦς δεύματος:

α') "Οταν κλείωμεν τὸ κύκλωμα ἐναλλακτῆρος διὰ μεταλλικοῦ
ἄγωγοῦ ἢ δι^ο ἡλεκτρικοῦ λαμπτῆρος, ὁ ἄγωγὸς θερμαίνεται ἢ ὁ λαμ-
πτῆρος φωτίζει, ἀνεξαρτήτως τῆς διευθύνσεως τοῦ δεύματος.

Τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον δύναται ἐπίσης νὰ λειτουργῇ δι^ο ἐναλλασσο-
μένου δεύματος. Οἱ δύο ἄνθρακες φθείρονται τότε συμμετρικῶς, διότι
ἔκαστος γίνεται ἐναλλάξ ἀνοδος καὶ κάθοδος.

β') "Επειδὴ ἡ μέση ἔντασις τοῦ ἐναλλασσομένου δεύματος εἶναι
μηδέν, τὸ δεῦμα τοῦτο δὲν ἔκτεπε τὴν βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου.
Απλῶς θέτει αὐτὴν εἰς παλμικὴν κίνησιν.

γ') "Οταν ἐναλλασσόμενον δεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ ἄγωγοῦ ἡλε-
κτρομαγγήτου, δι πρὸν αὐτοῦ μαγνητίζεται.

δ') Τὸ ἐναλλασσόμενον δεῦμα ἀποσυνθέτει τὰς ἐνώσεις, δι^ο ὡν
διέρχεται, ἀλλὰ δὲν τὰς χωρίζει εἰς τὰ συστατικά των· δὲν δύναται
λοιπὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν, τὴν γαλβανοπλαστι-
κήν, τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν. Κατὰ τὴν δίοδον τοιούτου δεύματος
διὰ τοῦ ೦δατος, τὸ ἀέριον τῆς ἀποσυνθέσεως εἶναι μεῖγμα ὑδρογό-
νου καὶ δξυγόνου.

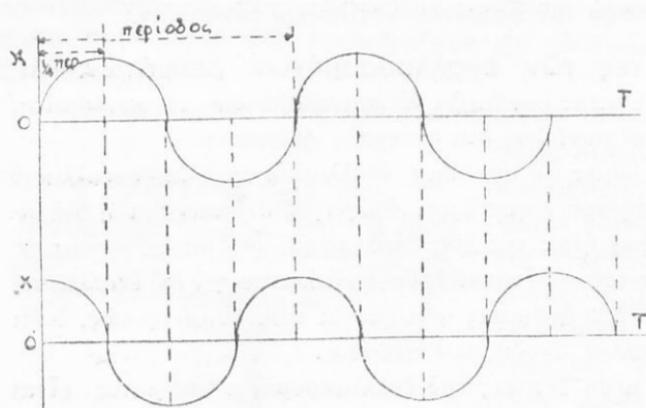
ε') Τὰ ἐναλλασσόμενα δεύματα παράγουν ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς.

**173. Πολυφασικὰ ρεύματα.—Καλοῦμεν πολυφασικὰ δεύ-
ματα σύνολον περιοδικῶν ἐναλλασσομένων δεύματων τῆς αὐτῆς περι-
όδου καὶ τῆς αὐτῆς μεγίστης ἐντάσεως, ἀλλὰ τὰ ὅποια ἔχουν διαφορὰν
φάσεως, διὰ τὰ ὅποια δηλ. αἱ ἐντάσεις π.χ. δὲν μηδενίζονται κατὰ τὴν
αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν, ἀλλὰ κατὰ χρονικὰ διαστήματα ἵσα πρὸς τὸ
ῆμισυ, τὸ τρίτον κλπ. περιόδου.**

Θεωρῷσθωμεν δύο ἐναλλασσόμενα δεύματα τῆς αὐτῆς περιόδου καὶ
τῆς αὐτῆς μεγίστης ἐντάσεως^ε ἐὰν ἡ διαφορά των φάσεως εἶναι τέ-
ταρτον περιόδου, λέγονται διφασικά.

"Εστωσαν ΟΤ καὶ ΟΤ' (σχ. 200) οἱ ἀξονες τῶν χρόνων, ΟΧ δὲ
καὶ Ο'Χ' οἱ ἀξονες τῶν ἐντάσεων. Σύρομεν τὰς γραμμάς, αἱ ὅποιαι
φανερώνουν τὰς μεταβολὰς τῶν ἐντάσεων. Ως εἶναι φανερὸν ἐκ τοῦ

σχήματος, όταν τὸ πρῶτον φεῦγα εἰς δοθεῖσαν στιγμὴν ἔχῃ ἔντασιν



Σχ. 200

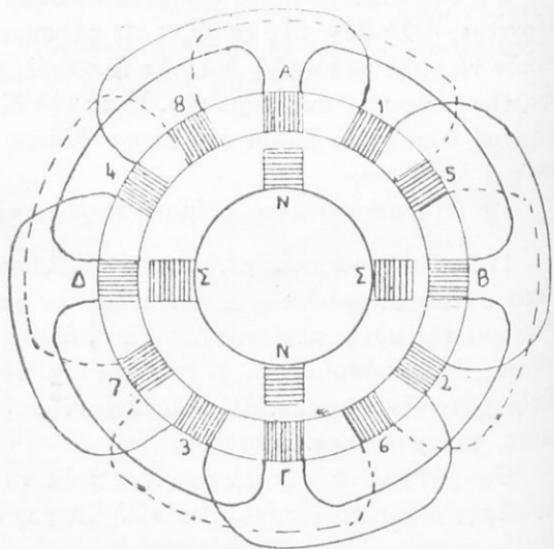
ἴσην πρὸς τὸ
μηδέν, τὸ δεύ-
τερον φεῦγα θὰ
ἔχῃ τὴν μεγί-
στην του ἔν-
τασιν κατ' ἀπό-
λυτον τιμὴν καὶ
τάναπαλιν μετὰ
 $\frac{1}{4}$ περιόδου.

Εἰς τὰ τρε-
φασικὰ φεύ-
ματα ἡ διαφορὰ

φάσεως εἶναι ἴση πρὸς τρίτον περιόδου. Τότε ὑπάρχουν τρία φεῦγα.

174. Έναλλακτῆρες μὲ τριφασικά φεύγα.— Διὰ νὰ μετα-
τρέψωμεν ἔνα ἔναλ-
λακτῆρα μονοφασι-
κὸν εἰς τριφασικόν,
ἀρκεῖ νὰ τριπλασιά-
σωμεν ἐπὶ τοῦ ἑπα-
γωγίμου τὸν ἀρι-
θμὸν τῶν πηγίων
κατὰ πόλον τοῦ ἑπα-
γωγέως. Θὰ ἔχωμεν
τότε τρεῖς σειρὰς πη-
γίων μὲ τρία διάφο-
ρα σύρματα:

a') Τὴν σειρὰν
ΑΒΓΔ (σχ. 201),
ἀποτελουμένην ἐκ
τοῦ αὐτοῦ σύρματος,
τοῦ δοπίου ή περι-
τύλιξις, ὡς ἔχομεν
ἥδη εἴπει, ἀλλάσσει φορὰν εἰς ἔκαστον πηγίον, ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ Β,



Σχ. 201

ἐκ τοῦ Β εἰς τὸ Γ καὶ ἐκ τοῦ Γ εἰς τὸ Δ. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου συνδέονται μὲ τὰ σύρματα τῆς γραμμῆς.

β') Τὴν σειρὰν 1, 2, 3, 4, ἀποτελουμένην ἐπίσης ἐκ τοῦ αὐτοῦ σύρματος, τοῦ δποίου ἡ περιτύλιξις ἀλλάσσει ἐπίσης φορὰν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς πηνίου εἰς τὸ ἄλλο. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου συνδέονται ἐπίσης μὲ τὰ σύρματα τῆς γραμμῆς.

γ') Τὴν σειρὰν 5, 6, 7, 8, δμοίαν πρὸς τὰς δύο προηγουμένας. Καὶ τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τῆς σειρᾶς ταύτης συνδέονται δμοίως μὲ τὰ σύρματα τῆς γραμμῆς.

Ἐπειδὴ ἔκάστη σειρὰ πηνίων ἔχει ἐν σύρμα διὰ νὰ διαβιβάζῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὸν κινητῆρα καὶ ἐν ἄλλῳ διὰ νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν γενήτριαν, θὰ ἔχωμεν ἕξ σύρματα. Ἀλλ' ὡς ἀποδεικνύεται, τρία σύρματα ἀρχοῦν, διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ μεταβίβασις. Παραλείπονται λοιπὸν τὰ τρία σύρματα τῆς ἐπιστροφῆς καὶ τὸ ἐν ἐκ τῶν τριῶν συρμάτων τῆς μεταβιβάσεως χρησιμεύει διὰ τὴν ἐπιστροφὴν τῶν δύο ἄλλων.

175. Μεταμορφωταὶ.— Ἐν ρεῦμα ἐναλλασσόμενον παράγει ἐνεκατῶν μεταβολῶν του, ἀνευ διακόπτου, ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς ἐπὶ γειτονικοῦ κυκλώματος.

Αὐτὸ τοῦτο τὸ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι ἐναλλασσόμενον καὶ τῆς αὐτῆς περιόδου μὲ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα, ἀλλὰ παρουσιάζει μετ' αὐτοῦ διαφορὰν φάσεως ἐνὸς τετάρτου περιόδου, διότι τὸ μέγιστον αὐτοῦ ἐμφανίζεται καθ' ἥν στιγμὴν τὸ ἐπιδρῶν μηδενίζεται· καὶ μηδενίζεται, ὅταν τὸ ἐπιδρῶν παρουσιάζῃ τὴν μεγίστην τιμήν του. Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα τῆς ἀμοιβαίας ἐπαγωγῆς ἐφαρμόζονται ἐπωφελῶς εἰς τοὺς μεταμορφωτὰς διὰ τὴν διὰ τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων μεταβίβασιν τῆς ἐνεργείας.

Ο μεταμορφωτὴς εἶναι ἐπαγωγικὸν πηνίον ἀνευ διακόπτου, ἀποτελούμενον ἐκ δύο διακεκριμένων κυκλωμάτων περιτυλιγμένων ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἀξονος. Πολλάκις ἡ περιτύλιξις γίνεται ἐπὶ πυρῆνος Ν ἀποτελουμένου ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἄλλοτε μὲν τὸ ἐν κύκλωμα εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὅπως εἰς τὰ συνήθη πηνία ἐπαγωγῆς, ἄλλοτε δὲ ἔκαστον κύκλωμα καλύπτει διάφορον μέρος τοῦ πυρῆνος (σχ. 202).

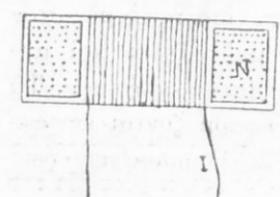
Τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπαγωγέως καλεῖται πρωτεῦον, τὸ δὲ τοῦ ἐπαγωγήμου δευτερεῦον.

Εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ἀνωτέρῳ μεταμορφωτοῦ, ὅταν τὸ πρωτεῖον κύκλωμα Ι διαρρέεται ὑπὸ περιοδικοῦ φεύγατος, ἀναπτύσσεται μᾶγνητικὴ φοή μεταβλητὴ τῆς αὐτῆς περιόδου, ἡ δούλια παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον κύκλωμα II ἡλεκτρογενετικὴν ἐξ ἐπαγωγῆς δύναμιν τῆς αὐτῆς περιόδου.

Τρόποι ἐνεργείας τῶν μεταμορφωτῶν. α') "Οταν τὸ πρωτεῖον κύκλωμα εἶναι παχὺ καὶ βραχὺ σύρμα καὶ τὸ δευτερεῦον λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον φεῦγα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς δια-

φορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον τὸ πρωτεῖον, παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον κύκλωμα ἐναλλασσόμενον φεῦγα ἐξ ἐπαγωγῆς μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, ὅπως εἰς τὸ πηνίον τοῦ Ruhmkorff.

β') "Οταν πρωτεῖον κύκλωμα εἶναι τὸ λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον φεῦγα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον αὐτό, παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον κύκλωμα φεῦγα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπίσης ἐναλλασσόμενον, μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ. Διότι τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς φεύγατα, διφειλόμενα εἰς τὰς πολυπληθεῖς σπείρας τοῦ μακροῦ σύρματος, προστίθενται εἰς ἕκαστην σπείραν τοῦ βραχέος σύρματος, διεργάζει σπουδαίαν ἄποδοσιν. Ἀλλ' ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρογενετικὴ δύναμις εἶναι μικρά, διότι αὐτῇ εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν διαφορῶν τοῦ δυναμικοῦ εἰς μικρὸν ἀριθμὸν σπειρῶν.



Σχ. 202

Κατὰ τοὺς δύο τούτους τρόπους, τὸ αὐτὸν κύκλωμα ὑπῆρξε διαδοχικῶς πρωτεῖον καὶ δευτερεῦον.

"Ο μεταμορφωτὴς χορηγεῖ λοιπὸν διὰ νὰ μεταβάλῃ τὰ δύο καρακτηριστικὰ Η καὶ Ε (ἡλεκτρογενετικὴν δύναμιν καὶ ἐντασιν) ἐνδεξ πρωτεύοντος ἐναλλασσόμενον φεῦγα μεγάλης εἰς δύο ἄλλα Η' καὶ Ε', ἐνδεξ δευτερεύοντος ἐναλλασσόμενον φεῦγα μεγάλης, χωρὶς ἡ ἐνέργεια νὰ μεταβληθῇ ἐπαισθητῶς.

176. Ἐφαρμογαὶ τῶν μεταμορφωτῶν.—Μεταφορὰ τῆς

ένεργειας. Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια ἡ παραγομένη ὑπὸ μιᾶς θερμικῆς μηχανικῆς ἢ ὑπὸ μιᾶς φυσικῆς δυνάμεως, π.χ. ἀνέμου, πτώσεως ὕδατος, δὲν χοησιμοποιεῖται πάντοτε εἰς τὸν τόπον τῆς παραγωγῆς. Πολλάκις μεταφέρουν τὴν ἐνέργειαν ταύτην εἰς πολὺ μεγάλας ἀποστάσεις. Ἡ μεταφορὰ γίνεται διὰ δύο δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν, ἐκ τῶν δυοίων ἡ μία ἐνεργοῦσα ὡς γεννήτρια εἰς τὸν τόπον τῆς παραγωγῆς μετατρέπει τὴν μηχανικὴν αὐτῆν ἐνέργειαν εἰς ἥλεκτρικήν. Ἡ ἥλεκτρικὴ αὕτη ἐνέργεια διὸ ἀγωγοῦ φέρεται εἰς τὸν τόπον τῆς χοησιμοποιήσεως της, διότου ἡ ἄλλη δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή, ἐνεργοῦσα ὡς δέκτρια, τὴν μετατρέπει πάλιν εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Ἄλλα, δπως ἐμάθομεν, τὰ ἥλεκτρικὰ οεύματα, τὰ δυοῖς διαφέροντα τοὺς ἀγωγούς, θερμαίνουν αὐτοὺς μᾶλλον ἢ οὔτε. Ἡ οὔτω ἐπὶ τῶν τοιούτων ἀγωγῶν παραγομένη θερμότης, ἐπειδὴ δὲν χοησιμοποιεῖται, ἀποτελεῖ ἐνέργειαν ἡ δυοίᾳ χάνεται. Κατὰ τὴν μεταφορὰν λοιπὸν τῆς ἐνέργειας ἀπὸ τῆς γεννητρίας μηχανῆς μέχρι τῆς δεκτρίας, μέρος ταύτης ἀπόλλυται ἐπὶ τῆς γραμμῆς ὑπὸ μορφὴν θερμότητος.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Joule (εδ. 130) ἡ ἀπώλεια αὐτῇ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν A τῆς γραμμῆς καὶ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως E τοῦ οεύματος. Πρέπει λοιπὸν νὰ καταστήσωμεν τὰ A καὶ E ὅσον τὸ δυνατὸν μικρότερα.

Αὐξάνοντες τὴν τοιμὴν τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς ἡμιποροῦμεν νὰ ἔλαττώσωμεν τὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ A. Ἄλλο εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆν αὐξάνεται τὸ βάρος τοῦ σύρματος καὶ ἡ ἀξία αὐτοῦ. Πρέπει λοιπὸν πρὸ πάντων νὰ ἔλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν E.

Ἐὰν καταστήσωμεν τὴν ἔντασιν 10 φορὰς π.χ. μικροτέραν, ἡ ἀπώλεια κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς καθίσταται 100 φορὰς μικροτέρα. Ἐφ' ἐτέρον ὅταν ἡ ἔντασις E γίνῃ 10 φορὰς μικροτέρα, διὰ γὰ διατηρησώμεν τὴν ἵσχυν τοῦ οεύματος, ἡ δυοίᾳ ισοῦται μὲ E.B (εδ. 131), πρέπει νὰ δεκαπλασιάσωμεν τὸ B, δηλ. τὴν τάσιν τοῦ οεύματος (διαφορὰ ἥλεκτροδυναμικοῦ).

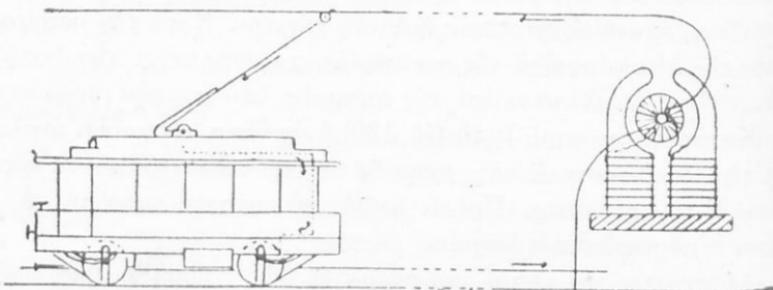
Ἐκ τούτων προκύπτει, ὅτι κατὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἥλεκτρικῆς ἐνέργειας πρέπει νὰ δίδωμεν εἰς αὐτὴν μικρὸν ἔντασιν καὶ μεγάλην τάσιν.

Ἄλλο ἡ τάσις τῶν μηχανῶν τοῦ Gramme μὲ συνεχὲς οεῦμα δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ 500 περίπου volts ἀνευ βλάβης τοῦ συλλέκτου,

ἐνῷ οἱ ἐναλλακτῆρες μὲ σταθερὸν ἐπαγώγιμον ὑπερβαίνουν σημαντικῶς τὴν τάσιν ταύτην.

Παράγεται λοιπὸν εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως οεῦμα ὑψηλῆς τάσεως, εἴτε ἀμέσως ὑπὸ ἐναλλακτῆρος, εἴτε διὰ τῆς μεσολαβήσεως μεταμορφωτοῦ, ἀνυψοῦντος ἐπὶ τόπου τὴν τάσιν τοῦ οεύματος τοῦ ἐναλλακτῆρος. Τὸ οεῦμα τοῦτο μεταβιβάζεται διὸ ἀγωγοῦ μικρᾶς τομῆς, τελείως ἀπομονωμένου.

Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως τὸ οεῦμα τοῦτο, τὸ δποῖον εἶναι ἐπικίνδυνον, λόγῳ τῆς μεγάλης τάσεώς του, διαβιβάζεται εἰς τὸ λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα μεταμορφωτοῦ καὶ λαμβάνεται εἰς τοὺς συναρπῆρας τοῦ παχέος καὶ βραχέος σύρματος οεῦμα ἐναλλασσόμενον μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς τάσεως, τὸ δποῖον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ.



Σχ. 203

Σημείωσις α'. Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον σχεδὸν πάντοτε διὰ τὰς μεταφορὰς τῆς ἐνέργειας καὶ παρέχονται εἰς τοὺς καταναλωτὰς διὰ τὸν φωτισμόν. Ἀλλὰ διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν κινητήρων προτιμῶνται τὰ συνεχῆ ρεύματα. Αφ' ἔτέρου γη πλήρωσις τῶν συσσωρευτῶν καὶ αἱ διάφοροι ἐφαρμογαὶ τῆς ἡλεκτρολύσεως ἀπαιτοῦντα ρεῦμα συνεχές η τούλαχιστον ρεῦμα σταθερᾶς φορᾶς. Διὰ τοῦτο κατασκευάζουν εἰδικοὺς μεταμορφωτάς, οἵτινες μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχές.

Σημείωσις β'. Τὰ ἡλεκτρικὰ τράμι κινοῦνται διὰ μεταφορᾶς ἐνέργειας. Μία ἴσχυρὰ δυναμοηλεκτρικὴ μηχανὴ εἰς τὸν κεντρικὸν σταθμὸν διανέμει τὴν ἐνέργειαν εἰς τὰ δχήματα, τὰ δποῖα κυκλοφοροῦν ἐπὶ τῶν διαφόρων γραμμῶν. Ἐκαστον δχῆμα ἔχει μίαν η δύο δυναμοηλεκτρικὰς μηχανάς, αἱ δποῖαι χρησιμεύουν ὅς δέκτραις (κινητῆρες) καὶ

αἱ ὁποῖαι στρέφουν τοὺς ἀξονας τῶν τροχῶν. Εἰς ἐκ τῶν ἀγωγῶν, δὲ ὁποῖος συγδέει τὴν γεννήτριαν μὲν τὴν δέκτριαν, εἶναι ως ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἔναέριος καὶ φέρεται ἐπὶ στύλων. Μία διαρκῆς ἐπαφῆς ὑπάρχει στον μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ καὶ τοῦ κινητῆρος τοῦ διχήματος, διὰ τῆς μεταξύ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ καὶ τοῦ κινητῆρος τοῦ διχήματος, εἰς τὸ ἄκρον τριβῆς τροχαλίας ἐξ ὀρειχάλκου (τρολλές) τοποθετημένης εἰς τὸ ἄκρον μεταλλίγου ἴστοις μεμονωμένου, τὸ δόποιον τὸ διχημα παρασύρει κατὰ τὴν κίνησιν (σχ. 203).

Κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον κινοῦνται καὶ οἱ ἡλεκτρικοὶ σιδηρόδρομοι.
Ἐπίσης τὰ πλεῖστα τῶν ἔργοστασίων δέχονται κατὰ τὴν ἴδιαν μέθοδον τὴν ἐνέργειαν, τῆς δοποίας ἔχουν ἀνάγκην.



ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ

177. Ήλεκτροδυναμική - Ήλεκτροστατική.— Εἰς τὰ προηγούμενα κεφάλαια ἐγνωρίσαμεν τὸν ἡλεκτρισμόν, ὅστις κυκλοφορεῖ εἰς τοὺς ἀγωγοὺς παράγων ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, καὶ ἐσπουδάσαμεν τὰς ἴδιοτητας τοῦ ρεύματος, χωρὶς νὰ ζητήσωμεν νὰ ἀπομονώσωμεν τὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦτον. Ἡ οὕτω γενομένη σπουδὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἀποτελεῖ τὴν ἡλεκτροδυναμικήν. Εἰς τὸ μέρος τοῦτο θὰ δείξω μεν, ὅτι δυνάμεθα νὰ ἀκινητοποιήσωμεν τὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ νὰ τὸν κάμωμεν νὰ ρεύσῃ κατόπιν κατὰ βούλησιν, διὰ νὰ ἀνεύρωμεν καὶ πάλιν τὰς ἴδιοτητας τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡ σπουδὴ τῶν νέων ἴδιοτήτων τοῦ οὕτω ἀκινητοποιηθέντος ἡλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ τὴν ἡλεκτροστατικήν.

178. Κυριώτεραι μέθοδοι ἡλεκτρίσεως.— Αἱ κυριώτεραι μέθοδοι ἡλεκτρίσεως εἶναι αἱ ἔξης:

- α') Ἡλέκτρισις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἡλεκτρικῆς πηγῆς.
- β') Ἡλέκτρισις δι᾽ ἐπιδράσεως.
- γ') Ἡλέκτρισις διὰ τριβῆς.

Αἱ δύο πρῶται μέθοδοι ἐπιτυγχάνουν κυρίως ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Ἡ τρίτη, ἡτις ἐπιτυγχάνει καὶ ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν, χρησιμοποιεῖται κυρίως ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων.

179. Ἡλέκτρισις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἡλεκτρικῆς πηγῆς.— Συνδέομεν μεταλλικῶς τὸν πρὸς ἡλέκτρισιν ἀγωγὸν μετὰ τοῦ ἐνὸς τῶν πόλων μιᾶς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, ἐνῷ τὸν ἄλλον πόλον αὐτῆς φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸ ἔδαφος. Ἀν δὲ ἀγωγὸς συνδεθῇ μὲ τὸν θετικὸν

πόλον, ήλεκτροίζεται θετικῶς. Ἡ ήλεκτροισις δὲ εἶναι τόσον ἀξιολογωτέρα καὶ παράγει μηχανικὰ ἀποτελέσματα τόσον αἰσθητότερα, όσον ἡ ήλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς πηγῆς εἶναι σημαντικωτέρα. Συνήθως εἰς τὰ πειράματα τῶν μαθημάτων χοησμοτοιοῦμεν διὰ τὴν ήλεκτροισιν τῶν ἀγωγῶν τὰς ήλεκτρικὰς μηχανάς, τὰς δποίας θὰ γνωρίσωμεν κατωτέρω, ὡς καὶ συστοιχίας πολλῶν μικρῶν συσσωρευτῶν.

180. Ἡλέκτρισις δι' ἐπιδράσεως.—Εἰς ἀγωγὸς ήλεκτροίζεται δι' ἐπιδράσεως, δταν τὸν θέσωμεν πλησίον σώματος ήλεκτροισμένου. Θὰ μελετήσωμεν λεπτομερῶς τὸ φαινόμενον τοῦτο κατωτέρω.

181. Ἡλέκτρισις διὰ τριβῆς.—Οταν προστρίψωμεν οάβδον ἐξ ὑάλου ἢ ισπανικοῦ κηροῦ ἢ ρητίνης ἢ θείου ἢ ήλεκτρον κτλ. διὰ δέρματος γαλῆς ἢ καὶ διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἢ οάβδος αὐτῇ ήλεκτροίζεται. Πράγματι, ἐὰν τὴν πλησιάσωμεν εἰς ἔλαφοδα σώματα, π.χ. εἰς τεμάχια χάρτου, τρίχας κλπ., ήλεκτροίζει ταῦτα ἐξ ἐπιδράσεως καὶ τὰ ἔλκει (σχ. 204). Ἐπειδὴ δὲ τὰ σώματα ταῦτα, τὰ δποῖα προσετεί-ψωμεν, εἶναι δυσ-ηλεκτροαγωγά, ὁ ήλεκτροισμὸς μένει ἐντοπισμένος ἐκεῖ ὅπου ἀνεπτύχθη διὰ τῆς τριβῆς. Δὲν δυνάμεθα νὰ τὸν διαβιβάσωμεν διὰ σύρματος εἰς γαλβανόμετρον.

Σημεῖος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρετήρησε διὰ πρώτην φορὰν ὁ Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (600 π.Χ.) εἰς τὸ ηλεκτρον (ἐξ οὗ καὶ ήλεκτροισμός).

Δυνάμεθα ἐπίσης νὰ ηλεκτρίσωμεν οάβδον μεταλλικὴν προστρίβοντες αὐτὴν διὰ δέρματος γαλῆς, ὑπὸ τὸν ὄρον ὅμως νὰ κρατῶμεν τὸ μέταλλον διὸ ὑαλίνης λαβῆς.

Μεταλλικὴ οάβδος κρατουμένη διὰ τῆς χειρὸς δὲν ηλεκτροίζεται.



Σχ. 204

Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ μέταλλον εἶναι εὐηλεκτραγωγὸν καὶ συνεπῶς ὁ ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς διασκορπίζεται εἰς ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν, κατόπιν δὲ διανέμεται εἰς τὸ σῶμα τοῦ πειραματιζομένου καὶ εἰς τὸ ἔδαφος, τὰ δποῖα εἶναι ἐπίσης εὐηλεκτραγωγά.

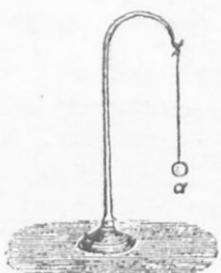
Εἰς τὴν πρᾶξιν ἡλεκτρούμομεν πρὸ πάντων τοὺς καλοὺς ἀγωγοὺς (εὐηλεκτραγωγὰ σώματα). "Ινα ἡ ἡλεκτροῖσις ἐνὸς ἀγωγοῦ διαρκῆ, πρέπει ὁ ἀγωγὸς οὗτος νὰ εἶναι ἀπομονωμένος, δηλ. νὰ χωρίζεται ἀπὸ τὸ ἔδαφος, τὸ δποῖον εἶναι εὐηλεκτραγωγόν, διὰ καταλλήλου μονωτῆρος.

Πλάξ ἐκ καθαρᾶς παραφίνης, ἐπὶ τῆς δποίας τίθεται ὁ ἀγωγός, ἀποτελεῖ τέλειον μονωτῆρα.

Στήλη ἐκ καθαρᾶς καὶ ἔηρᾶς ὑάλου, πλάξ ἐκ πορσελάνης ἢ ἔξι ἔβονίτου, πλακοῦς ἐκ ορτίνης ἢ κηροῦ, νῆμα ἐκ μετάξης, εἶναι ἐπίσης καλοὶ μονωτῆρες.

Ο ἀήρ ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας εἶναι ἐπίσης ἔξαιρετος μονωτήρος.

182. Ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους.—Τὸ ἐκκρεμές τοῦτο χρησιμεύει, ὅπως διακρίνωμεν δι' αὐτοῦ ἀν σῶμά τι εἶναι ἡλεκτρισμένον. Συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιροίδιου α ἔξι ἐντεριώνης ἀκταίας, κουφοτάτου, ἔηροτημένου ἀπὸ μεταλλικοῦ ὑποστηρίγματος διὰ μακροῦ καὶ λεπτοῦ λινοῦ νήματος.



Σχ. 205

Ἡ συσκευὴ αὕτη εἶναι λίαν εὐαίσθητος, διότι ἡ ἐλαχίστη δριζοντία δύναμις εἶναι ἵκανη νὰ ἀπομακρύνῃ τὸ σφαιροίδιον ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ισορροπίας. Τὸ ἔξι ἐντεριώνης σφαιροίδιον διὰ τοῦ λινοῦ νήματος καὶ τοῦ μεταλλικοῦ ὑποστηρίγματος ενδρίσκεται εἰς διαρκῆ μετὰ τοῦ ἔδαφους συγκοινωνίαν (σχ. 205).

Τὸ ἐκκρεμὲς τοῦτο ἔλκεται πάντοτε ὑπὸ τῶν ἡλεκτρισμένων σωμάτων, τὰ δποῖα φέρομεν πλησίον αὐτοῦ ὅταν δὲ ἡ ἀπόστασις γίνῃ ἵκανῶς μικρά, ἔρχεται εἰς παφῆν μετὰ τούτων. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἐὰν μὲν τὰ ἡλεκτρισμένα σώματα τυγχάνουν εὐηλεκτραγωγά, ὃς τιθέμενα εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἔδαφους, χάνουν δόλοκληδον αὐτῶν τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον, καὶ τὸ ἐκκρεμὲς τότε καταπίπτει ἐκ νέου· ἐὰν δὲ εἶναι δυσηλεκτραγωγά, ὁ ἡλεκτρισμὸς μόνον ἀπὸ τοῦ

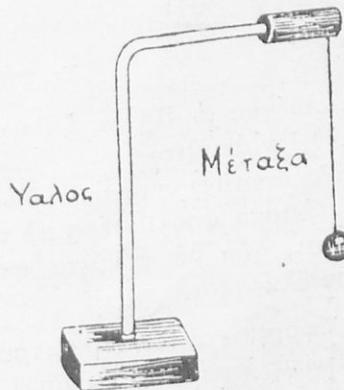
ἐπιψαυσθέντος σημείου. ἔξαφανίζεται τὸ σφαιρίδιον δικαὶος τοῦ ἐκκρεμοῦ ἐλλόμενον ὑπὸ τῶν παρακείμενων σημείων παραμένει ἐπὶ μακρῷ προσκεκολλημένον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλεκτρισμένου σώματος.

183. Ἐκκρεμές μεμονωμένον. — **Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός.** Τὸ ἐκκρεμές τοῦτο συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιρίδιου ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίς ἔξηρτημένον διὰ μεταξίνου νήματος ἀπὸ μικροῦ κυλίνδρου παραφθίνης, δ ὅποιος εἶναι προσηρτημένος εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνου στηρίγματος (σχ. 206).

Ἐάν πλησιάσωμεν εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην ὑαλίνην φάβδον προστριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ σφαιρίδιον κατ’ ἀρχὰς μὲν ἔλκεται μόλις δικαὶος ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ’ αὐτῆς καὶ συνεπῶς λάβῃ μέρος ἐκ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς, ἀπωθεῖται ζωηρῶς. Τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα προκύπτουν καὶ διὰ φάβδου ἐκ οητίνης, ἢ διποίᾳ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον προστριβίθη. Ἐκ πρώτης λοιπὸν ὅψεως φαίνεται, ὅτι δὲπὶ τῆς ὑάλου ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς εἶναι ὅμοιος μὲ τὸν ἐπὶ τῆς οητίνης ἀλλ’ ἐάν, ἐνῷ τὸ σφαιρίδιον απωθεῖται ὑπὸ τῆς ἡλεκτρισμένης ὑάλου, πλησιάσωμεν πρὸς αὐτὸν τὴν προστριβεῖσαν οητίνην, παρατηροῦμεν ζωηρὰν ἔλξιν ἐπίσης, ἐὰν εἰς τὸ ὑπὸ ἡλεκτρισμένης οητίνης ἀπωθούμενον σφαιρίδιον αἱ τῆς ἐντεριώνης πλησιάσωμεν τὴν προστριβεῖσαν ὑάλον, παρατηροῦμεν ἴσχυρὰν ἔλξιν (σχ. 207).

Ἡ ἡλεκτρικὴ ἄρα κατάστασις τῆς ὑάλου εἶναι διάφορος ἀπὸ τὴν τῆς οητίνης, ἀφ’ οὗ ἡ ἐνέργεια αὐτῆς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἡλεκτρισμένου ἐκκρεμοῦ εἶναι ἀντίθετος. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διαφορὰν ταύτην καλοῦμεν **θετικὸν** μὲν τὸν ἡλεκτρισμὸν τὸν ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς λείας ὑάλου προστριβούμενης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, **ἀρνητικὸν** δὲ τὸν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς οητίνης.

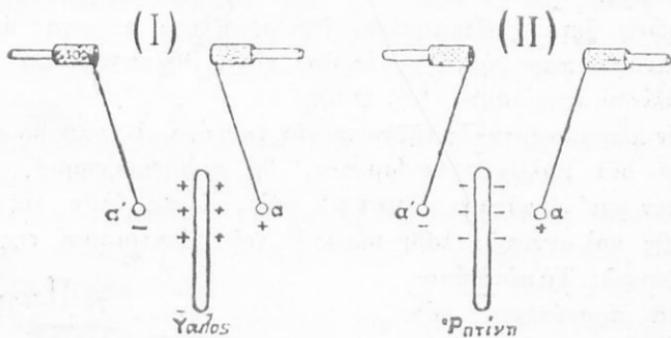
Παραγγίνη



Σχ. 206

Ἐκ δὲ τῶν λοιπῶν σωμάτων ἄλλα μὲν ἀποκτοῦν διὰ τῆς τοιβῆς τὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν τῆς θάλου, ἄλλα δὲ τὴν τῆς οητίνης, εἰς τρόπον ὥστε μόνον δύο εἶδος ἡλεκτρισμοῦ ὑπάρχουν.

Αἱ ἐνέργειαι τῶν ἡλεκτρισμένων σωμάτων εἰναι πάντοτε ἀμοιβαῖαι. Τὸν δηλ. τὸ σῶμα Α ἔλκει ἡ ἀπωθῆ τὸ Β μετά τυνος δυνά-



Σχ. 207

μεως, ἀντιστροφώς τὸ Β ἔλκει ἡ ἀπωθεῖ τὸ Α μετὰ δυνάμεως τῆς καὶ κατ' εὐθεῖαν ἀντιθέτου.

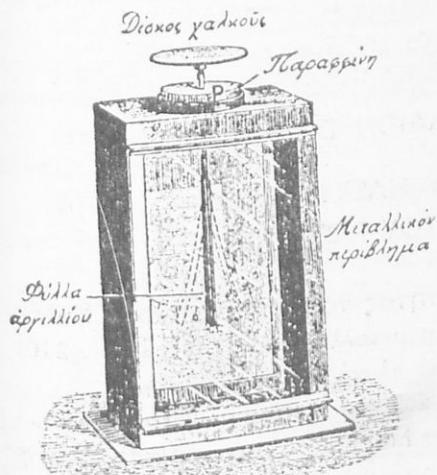
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν πρὸς τούτοις, διτ:

Δύο σώματα φορτισμένα μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος ἡλεκτρισμοῦ ἀπωθοῦνται, δύο δὲ σώματα φορτισμένα δι' ἡλεκτρισμῶν ἀντιθέτων ἔλκονται.

184. Ἐφαρμογαὶ τῶν ἡλεκτρικῶν ὕσεων.—Ἡλεκτροσκόπια. Ἡ ἀπωσις μεταξὺ δύο σωμάτων φορτισμένων μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος ἡλεκτρισμοῦ ἐφηρμόσθη εἰς τὴν κατασκευὴν ἀπλουστάτων καὶ εὐαισθητοτάτων δογάνων, διὰ τῶν δποίων βεβαιούμεθα, ἂν σῶμά τι εἰναι ἡλεκτρισμένον. Τὰ δργανα ταῦτα λέγονται ἡλεκτροσκόπια.

Ἡλεκτροσκόπιον μετὰ φύλλων. Ἡ συσκευὴ αὕτη (σχ. 208) συνίσταται ἐκ χαλκίνου στελέχους μεμονωμένου διὰ πλακοῦντος ἐκ παραφφίνης, τὸ δποίον εἰς τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἀκρον φέρει ἐξηρτημένα δύο στενά, μακρὰ καὶ ἔξοχως λεπτὰ φύλλα ἐκ χρυσοῦ ἢ ἐξ ἀργιλίου. Τὰ φύλλα ταῦτα ενδίσκονται ἐντὸς μεταλλικῆς θήκης, ηγιεις, ἐκτὸς τῶν ἄλλων ἀποτελεσμάτων, προστατεύει αὐτὰ ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Οἱ ἀπομονωτικὸς ἐκ παραφφίνης πλακοῦς εἰναι προσηρμοσμένος εἰς τὸ κάλυμμα τῆς θήκης, ἢ δποία κλείεται ἐμπροσθεν δι-

ναλίνης πλακός. Τέλος, τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ χαλκίνου στελέχους φέρει μικρὸν δίσκον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

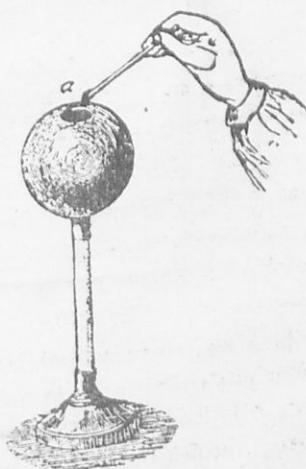


Σχ. 208

QEς ἡ κοίλον, φορτίζεται δι¹ ἡλεκτρισμοῦ μόνον εἰς τὴν ἔξωτερικήν του ἐπιφάνειαν, τὸ δὲ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ παραμένει εἰς οὐδετέραν κατάστασιν. Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ κοίλης μεταλλίνης σφαιρίδας, μεμονωμένης δι¹ ναλίνου ποδὸς (σχ. 209). Ἀφοῦ ἡλεκτρίσωμεν τὴν σφαιρίδαν, εἰσάγομεν ἐντὸς αὐτῆς δι¹ ὅπῆς αἱ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον. Τοῦτο εἴναι μικρὸς δίσκος μετάλλινος προσηλωμένος εἰς τὸ ἄκρον μονωτικῆς λαβῆς. Ἀφοῦ φέρωμεν τὸ ἐπίπεδον τοῦτο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἔξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαιρίδας, τὸ πλησιάζομεν εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἔκκρεμοῦς. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὸ σφαιρίδιον μένει ἀκίνητον. Ἐὰν δημως φέρωμεν τὸ ἐπίπεδον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἔξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαιρίδας καὶ πλησιάσωμεν αὐτὸς εἰς τὸ ἡλε-

"Οταν φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ δίσκου ἐν ἡλεκτρισμένον σῶμα, ὁ ἡλεκτρισμός του μεταδίδεται εἰς τὸν δίσκον καὶ ἔκειθεν διαχέεται ἐπὶ τῶν φύλων· ταῦτα δέ, ἡλεκτριζόμενα διὰ τοῦ αὐτοῦ εἴδοντος ἡλεκτρισμοῦ, ἀπωθοῦνται καὶ ἀποκλίνουν, πίπτουν δὲ ἐκ νέου κατακόρυφα, ἐὰν ἐγγίσωμεν τὸν δίσκον διὰ τοῦ δακτύλου.

185. Ο ἡλεκτρισμός φέρεται εἰς τὴν ἔξωτερικήν ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν.— Πᾶν ἡλεκτραγωγὸν σῶμα, πλη-



Σχ. 209

πτοικὸν ἐκκρεμές, θὰ παρατηρήσωμεν ἔλξιν. Συνεπῶς τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον ἡλεκτροίζεται, ἢν τεθῇ εἰς ἐπαφὴν μόνον μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας.

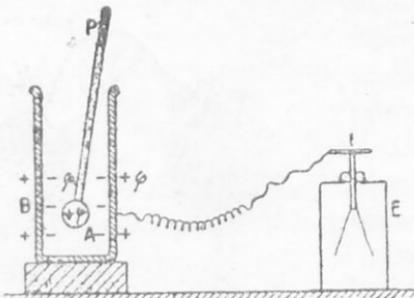
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΟΣΟΤΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΟΥ FARADAY

186. Ὁρισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Κύλινδρος τοῦ Faraday.—Οὗτος εἶναι μεταλλικὸς κύλινδρος Β (σχ. 210), κοῖλος καὶ βαθύς, στηριζόμενος ἐπὶ πλακὸς ἐκ παραφίνης.

Ἐάν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τούτου μικρὰν σφαῖραν Α ἡλεκτρισμένην, κρατοῦντες αὐτὴν διὰ λαβῆς ἀπομονωτικῆς, καὶ τὴν φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς παρειᾶς τοῦ κυλίνδρου, ὅλος ὁ ἡλεκτρισμὸς τῆς σφαίρας φέρεται, ὡς ἐμάθομεν, εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐάν τότε ἡλεκτροσκόπιον Ε τεθῇ εἰς συγκονιώναν διὰ σύρματος μετὰ τοῦ κυλίνδρου, τὰ φύλλα του ἀποκλίνουν.

α') Ἀφοῦ ἀπηλεκτρίσωμεν τὸν κύλινδρον καὶ τὸ ἡλεκτροσκόπιον, ἐίσαγομεν ἄλλο σῶμα ἡλεκτρισμένον. Ἐάν



Σχ. 210

λάβωμεν τὴν αὐτὴν ἀπόκλισιν τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, θὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τὴν αὐτὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ μὲ τὸ πρῶτον.

β') Ἐάν, χωρὶς νὰ ἀπηλεκτρίσωμεν τὸν κύλινδρον, εἰσαγάγωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἄλλο σῶμα ἡλεκτρισμένον μὲ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ, καὶ ἡ δευτέρᾳ αὐτῇ ποσότης φέρεται μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ προστίθεται εἰς τὴν πρώτῃν διανεμομένη ὅπως ἔκεινη. Ἡ νέα ἀπόκλισις τοῦ ἡλεκτροσκοπίου ἀντιστοιχεῖ εἰς διπλῆν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίν-

δρου. Δυνάμει μα τὴν πρώτην ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῷ κυλίνδρου νὰ τριπλασιάσωμεν, τετραπλασιάσωμεν κτλ.

γ') Δύο ποσότητες ἡλεκτρισμοῦ ἀντίθετοι λέγονται ἵσαι, ἐὰν παράγουν χωριστὰ τὴν αὐτὴν ἀπόκλισιν. Η τελικὴ ἀπόκλισις εἶναι μηδέν, ἐὰν εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς δύο ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ ἵσας ἀλλ' ἀντιθέτους. Αἱ ποσότητες λοιπὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ προστίθενται ἀλγεβρικῶς.

δ') Η τελικὴ ἀπόκλισις θὰ εἶναι ἡ αὐτή, εἴτε αἱ ποσότητες τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι διαδοχικά, εἴτε εἶναι σύγχρονοι.

Σημείωσις. Αἱ ποσότητες τοῦ ἡλεκτρισμοῦ δυομάζονται καὶ ἡλεκτρικαὶ μᾶζαι ἡ ἡλεκτρικὰ φορτία.

187. Μέτρησις τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.—Ἐὰν λάβωμεν ὡς μονάδα τὴν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τὴν δύοιαν φέρει ἡ ὁς ἀνωτέρῳ σφαιρα A, βαθμολογοῦμεν τὸ ἡλεκτροσκόπιον εἰσάγοντες εἰς τὸν κύλινδρον διαδοχικῶς ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ ἵσας πρὸς τὴν τῆς σφαιράς A. Λαμβάνομεν τοιουτοτόπως τὰς ἀποκλίσεις τὰς ἀντιστοιχούσας εἰς 1, 2, 3... μονάδας ποσότητος ἡλεκτρισμοῦ. Τόξον κύκλου, ἐνώπιον τοῦ δύοιου ἀποκλίνουν τότε τὰ φύλλα, βαθμολογεῖται διὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3...

Διὰ νὰ μετρήσωμεν μίαν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ οἰανδήποτε, καταβιβάζομεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τὸ σῶμα, τὸ δύοιον φέρει αὐτήν, καὶ τὸ θέτομεν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἡλεκτροσκοπίου φθάσῃ εἰς τὴν διαιρεσιν π. χ. 4, τὸ σῶμα φέρει ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ ἵσην μὲ 4 μονάδας. Ἀλλὰ θὰ εἴπωμεν, διτι ἡ ποσότης εἶναι +4, ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι ἡλεκτρισμένον θετικῶς· —4 δέ, ἐὰν εἶναι ἡλεκτρισμένον ἀρνητικῶς.

~~Μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.~~ Η θεωρητικὴ μονάς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σύστημα C.G.S. δριζεται ὡς ἔξης:

Μονὰς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι ἡ ποσότης, τὴν δύοιαν πρέπει νὰ ἔχῃ ἑκατέρα ἐκ δύο ὁμοίων μικρῶν σφαιρῶν ἀβαρῶν, ἵνα τιθέμεναι εἰς ἀπόστασιν ἀπ' ἄλληλων ἵσην μὲ ἐν ἑκατοστόμετρον ἀπωθῶνται (εἰς τὸ κενὸν) μετὰ δυνάμεως ἵσης πρὸς μίαν δύνην.

‘Η μονάς αὗτη καλεῖται ήλεκτροστατική μονάς ποσότητος τοῦ ήλεκτρισμοῦ. Ἐπειδὴ δμως ἡ μονάς αὗτη εἶναι πολὺ μικρά, εἰς τὴν πρᾶξιν λαμβάνεται ἡ coulomb (έδ. 111), ἥτις ἵσοδυναμεῖ μὲ 3×10⁹ ήλεκτροστατικὰς μονάδας.

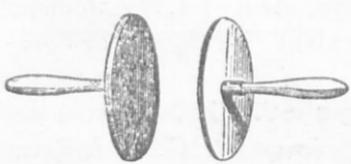
188. Νόμος τοῦ Coulomb.—Ο νόμος οὗτος ἀνεκαλύφθη περι-
ραματικῶς ὑπὸ τοῦ Γάλλου φυσικοῦ Coulomb. Κατ’ αὐτόν,

Δύο ήλεκτροισμένα σημεῖα (δηλ. σώματα, τῶν δποίων αἱ δια-
στάσεις δὲν ὑπολογίζονται) ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται κατὰ τὴν δι-
εύθυνσιν τῆς ἐνούσης ταῦτα εύθείας, ἀναλόγως τῶν ποσοτή-
των τοῦ ήλεκτροισμοῦ των καὶ κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ
τετραγώνου τῆς ἀποστάσεώς των.

Ἐὰν Δ δύναι εἶναι ἡ ἐλκτικὴ ἢ ὁστικὴ δύναμις, π καὶ π' αἱ
ποσότητες τοῦ ήλεκτροισμοῦ τῶν δύο σωμάτων εἰς ήλεκτροστατικὰς
μονάδας καὶ α ἕκατοστόμετρα ἢ ἀπόστασίς των, δ νόμος τοῦ Coulomb
ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου : $\Delta = \frac{\pi\pi'}{a^2}$ δύναι.

Ἐὰν αἱ ποσότητες τοῦ ήλεκτροισμοῦ εἶναι ὅμοσημοι, τὸ Δ εἶναι
θετικὸν καὶ ἡ δύναμις ὁστική. Ἐὰν εἶναι ἐτερόσημοι, τὸ Δ εἶναι
ἀρνητικὸν καὶ ἡ δύναμις ἐλκτική.

189. Σύγχρονος ἀνάπτυξις τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ήλεκτρι-
σμοῦ εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμους.—Οταν προστρίβωμεν δύο
σώματα ἐκ διαφόρων οὐσιῶν τὸ ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὰ δύο εἰδη τοῦ
ήλεκτροισμοῦ ἀναφαίνονται εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμους. Ἡ
μία τότε ἐκ τῶν δύο οὐσιῶν ήλεκτροίζεται θετικῶς, ἡ ἄλλη ἀρνητι-
κῶς.



Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ δί-
σκου ξυλίνου κεκαλυμμένου δι' ὑφά-
σματος καὶ ἐνὸς δίσκου ναλίνου, τοὺς
δποίους προστρίβωμεν τὸν ἐπὶ¹
τοῦ ἄλλου, κρατοῦντες αὐτοὺς ἀπὸ
τὰς μονωτικὰς λαβὰς (σχ. 211). Ἡ

ὕαλος τότε ηλεκτροίζεται θετικῶς, τὸ δὲ ὑφασμα ἀρνητικῶς. Πράγματι,
πλησιάζοντες τὸν ὕαλινον δίσκον εἰς τὸ σφαιρίδιον ηλεκτρικοῦ ἐκκρε-
μοῦς, τὸ δποῖον ηλεκτροίσαμεν προηγουμένως θετικῶς, παρατηροῦμεν
ἄπωσιν, ἐνῷ τούναντίον, ἀν πλησιάσωμεν τὸ ὑφασμα, παρατηροῦμεν
ἔλξιν.

Τὸ φαινόμενον παράγεται πάντοτε, ὅταν τὰ δύο προστριβόμενα σώματα εἶναι διαφόρου φύσεως. Τὸ ἐν ἡλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ ἄλλο ἀρνητικῶς.

Οὐδὲ τὰ δύο ταῦτα εἴδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι ἰσοδύναμα, ἀποδεικνύομεν ὡς ἔξης: Ἐφ' οὖς προστριψόμεν τοὺς δίσκους, θέτομεν κατὰ πρῶτον τὸν ἔνα ἐξ αὐτῶν, π. χ. τὸν ἀποτελούμενον ἐξ ὑάλου, ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροσκοπίου. Τὰ φύλλα τότε ἀποκλίνουν. Καταπίπτον τὸν δίσκον πάλιν ἀμέσως, μόλις θέσωμεν καὶ τὸν δεύτερον δίσκον πλησίον τοῦ πρώτου. Ἐκ τούτου λοιπὸν συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ φορτία τὰ ἀναπτυσσόμενα ἐπὶ δύο προστριβόμενων σωμάτων εἶναι ἀκριβῶς ἰσοδύναμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

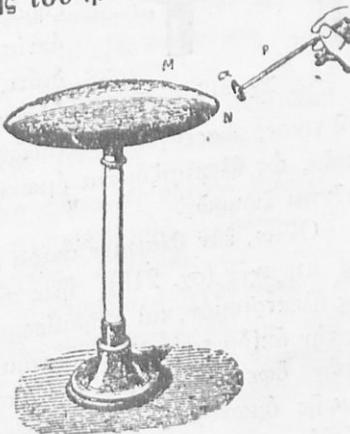
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ—ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΩΝ ΑΚΙΔΩΝ

190. Ηλεκτρική πυκνότης.—Ἐπὶ σφαίρας μεμονωμένης ἡ ἡλεκτρικὴ πυκνότης, δηλ. ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ πατὰ τεραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον, εἶναι σταθερά. Η διανομὴ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ ἐπιφανείας σφαίρας εἶναι ὁμαλή.

Ἐάν Π ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς σφαίρας, α ἔκατ. ἡ ἀκτίς της καὶ σ ἡ πυκνότης τῆς θὰ ἔχωμεν $\Pi = 4 \text{ πα}^2 \cdot \sigma$, ἐξ ἣς

$$\sigma = \frac{\Pi}{4\pi a^2}.$$

Ἐπὶ ἀγωγοῦ μὴ σφαιρικοῦ ἡ διανομὴ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ δὲν εἶναι ὁμαλή. Καλοῦμεν τότε πυκνότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τι σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος τὸν λόγον $\frac{\Pi}{\epsilon}$ τῆς ποσότητος Π τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μιᾶς πολὺ μικρᾶς ἐπιφανείας περὶ τὸ σημεῖον τοῦτο πρὸς τὴν ἔκτασιν ε τῆς ἐπιφανείας ταύτης.

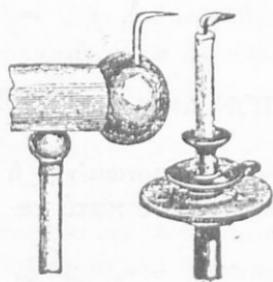


Σχ. 212

Τὴν πυκνότητα προσδιορίζομεν πειραματικῶς διὰ ἴδιαιτέρου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου καὶ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday. Τὸ δοκιμαστικὸν τοῦτο ἐπίπεδον εἶναι δίσκος μεταλλικὸς μικρῶν διαστάσεων, π.χ. 1 τετρ. ἑκ. (σχ. 212), κρατούμενος διὰ λαβῆς ἀπομονωτικῆς καθέτου ἐπὶ αὐτόν.

Ἐὰν ἔφαρμόσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγωγοῦ, οὗτος ὑποκαθίσταται εἰς τὸ στοιχεῖον τῆς ἐπιφανείας, τὸ δοποῖον καλύπτει, καὶ συναποφέρει τὸ φορτίον τοῦ στοιχείου τούτου, ὅταν τὸν ἀπομακρύνωμεν ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ. Τὸ φορτίον τοῦτο μετροῦμεν κατόπιν διὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday.

191. Δύναμις τῶν ἀκίδων.—Εἰς ἔκαστον σημεῖον ἡλεκτρισμένου ἀγωγοῦ ὃ ἡλεκτρισμὸς ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ δμοσήμου ἡλεκτρισμοῦ τῶν παρακειμένων σημείων καὶ τείνει νὰ ἐγκαταλείψῃ τὸν ἀγωγόν. Διατηρεῖται δύμας ἐπὶ τῆς ἔξωτερης ἀκίδας τοῦ ἀγωγοῦ διὰ τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, δστις, ὅταν εἶναι ξηρός, εἶναι πολὺ καλὸς μονωτήρ. Ἄλλο ἡ ἀντίστασις αὕτη δὲν εἶναι ἀπειροίστος, διότι, ὡς δεικνύει τὸ πείραμα, ὅταν πολὺς

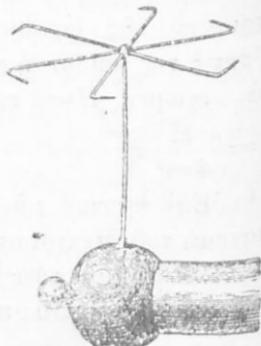


Σχ. 213

ἡλεκτρισμὸς συσσωρεύεται ἐπὶ ἀκίδων ἀγωγοῦ τίνος, ἔκφερνει μεταπηδῶν εἰς τὰ πέριξ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ δοποῖα, ὡς ἡλεκτριζόμενα δμωνύμως, ἀπωθοῦνται ζωηρῶς.

Οὕτω, ἐὰν θέσωμεν ἀκίδα ἐπὶ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς (σχ. 213), ἥτις παρέχει διαρκῶς ἡλεκτρισμόν, καὶ πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα εἰς τὴν ἀκίδα ταύτην, αἰσθανόμεθα ἐλαφρὰν πνοὴν ὅφειλομένην εἰς τὴν ἄπωσιν τῶν ἐξ ἐπαφῆς δμωνύμως ἡλεκτριζομένων μορίων τοῦ ἀέρος. Ἡ πνοὴ αὕτη, καλουμένη ἡλεκτρικὸς ἄνεμος, δύναται νὰ κλίνῃ ἢ καὶ νὰ σβέσῃ τὴν φλόγα λαμπάδος (σχ. 213).

Τὸ πείραμα ἐπιτυγχάνει, πρὸ πάντων, ὅταν ἡ ἀκίδα παρέχῃ θετικὸν ἡλεκτρισμόν. Μὲ ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν,



Σχ. 214

ἢ φάλξ ἐνίοτε ἔλκεται, διότι περιέχει ἔλευθέρας ποσότητας θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

Ἄλλα καὶ ἡ ἀκίς ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ διμωνύμως ἡλεκτριζομένου ἀέρος. Τοῦτο ἔξηγεῖ τὸ πείραμα τοῦ ἡλεκτρικοῦ στροβίλου, διτις προέφεται κατὰ φοράν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῶν ἀκίδων τού (σχ. 214).

Ἡ ἀπώλεια αὗτη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἀκίδων συνοδεύεται ὑπὸ φωτεινῶν ἰοχρόων μυσάνων, δρατῶν εἰς τὸ σκότος.

Ἡ ἴδιότης αὗτη τῶν ἀκίδων, νὰ ἀφήνουν νὰ ἔκρει δι^ο αὐτῶν ὁ ἡλεκτρισμός, καλεῖται δύναμις τῶν ἀκίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

192. Ήλεκτρικὸν πεδίον.—Γνωρίζομεν, ὅτι ἡ ἡλεκτρισις σώματός τινος ἔκδηλοῦται διὰ τῶν μηχανικῶν δράσεων, τὰς δοπίας τὸ σῶμα παράγει περὶ αὐτό. Π. χ. τὰ οὐδέτερα σώματα ἔλκονται, τὰ ἔτερωνύμως ἡλεκτρισμένα ἔλκονται ἐπίσης, τὰ δὲ διμωνύμως ἀπωθοῦνται.

Καλοῦμεν ἡλεκτρικὸν πεδίον τὸ σύνολον τῶν σημείων τοῦ διαστήματος, εἰς τὰ δοπῖα αἱ δράσεις αὗται γίνονται αἰσθηταί.

193. Δυναμικόν.—Ἐν ἡλεκτρισμένον σῶμα, τὸ δοπῖον ἔγκλείει ποσότητά τινα ἡλεκτρισμοῦ, δύναται νὰ παραβληθῇ μὲ σῶμα, τὸ δοπῖον ἔγκλείει ποσότητά τινα θερμότητος. Ἀλλά, ὃς ἐμάθομεν, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος δὲν ἀρκεῖ διὰ νὰ χαρακτηρίσῃ τὴν θερμαντικὴν κατάστασιν τοῦ σώματος· πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἐπίσης καὶ τὴν θερμοκρασίαν του. Καθ' διμοιον τρόπον καὶ δι^ο ἐν ἡλεκτρισμένον σῶμα, ἐκτὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ του, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν καὶ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ.

Ἡ ἔννοια τοῦ δυναμικοῦ εἰσάγεται πειραματικῶς.

Οταν ἡλεκτρισμένος ἀγωγὸς τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν ἀπὸ ἀποστάσεως μετὰ ἡλεκτροσκοπίου διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, τὸ ἡλεκτροσκόπιον φορτίζεται δι^ο ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἡ ἀπόκλισίς του παραμένει σταθερά, διποιονδήποτε καὶ ἄν εἶναι τὸ σημεῖον τοῦ



άγωγοῦ, εἰς τὸ δόποιον προσεδέθη τὸ σύρμα. Τότε, ἐπειδὴ ἡ ἡλεκτρικὴ πυκνότης δύναται νὰ μεταβάλλεται εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ σταθερὰ ἀπόκλισις τοῦ ἡλεκτροσκοπίου καθιστᾷ φανερῶς μίαν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν, κοινὴν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ. Ἡ ἡλεκτρικὴ αὕτη κατάστασις καλεῖται **δυναμικόν**. Τὸ δυναμικὸν εἶναι θετικὸν μὲν, ἐὰν τὸ φορτίον τοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἶναι θετικόν· ἀρνητικὸν δέ, ἐὰν τὸ φορτίον εἶναι ἀρνητικόν.

α) Δύο ἀγωγοί, τῶν δόποιών αἱ διαστάσεις καὶ τὰ ἡλεκτρικὰ φορτία δύνανται νὰ εἶναι πολὺ διάφορα, ἔχουν τὸ αὐτὸ δυναμικόν, ἐὰν δίδουν χωριστὰ φορτία **ἴσα καὶ δύμοσημα** εἰς ἡλεκτροσκόπιον, μετὰ τοῦ δόποιον ἐτέθησαν διαδοχικῶς ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς συγκοινωνίαν.

Ἐὰν τοὺς ἀγωγοὺς τούτους συνδέσωμεν διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, ἀφοῦ προηγουμένως θέσωμεν ἔκαστον ἐξ αὐτῶν ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ἡλεκτροσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, διὰ αἱ ἀποκλίσεις τοῦ ἡλεκτροσκοπίου τούτου δὲν μεταβάλλονται. Ἐὰν μετρήσωμεν ἐπίσης τὰς πυκνότητας εἰς δύο διάφορα σημεῖα τοῦ ἄλλου, πρὸ τῆς συγκοινωνίας καὶ μετ' αὐτήν, θὰ παρατηρήσωμεν, διὰ αὐταὶ δὲν μεταβάλλονται.

Ἐπίσης καὶ τὰ φορτία των, μετρούμενα πρὸ τῆς συγκοινωνίας τῶν ἀγωγῶν τούτων καὶ μετ' αὐτήν, δὲν μεταβάλλονται.

β) Τὸ δυναμικὸν ἐνὸς ἀγωγοῦ Α εἶναι μεγαλύτερον τοῦ δυναμικοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ Β, ἐὰν τὸ φορτίον ἡλεκτροσκοπίου συνδεθέντος ἀπὸ ἀποστάσεως μετὰ τοῦ Α εἶναι **μεγαλύτερον** τοῦ φορτίου τοῦ αὐτοῦ ἡλεκτροσκοπίου συνδεθέντος μὲ τὸ Β (ὑπολογιζομένου καὶ τοῦ σημείου, π.χ. $5 > 2$, $-2 > -5$).

Όταν συνδεθοῦν οἱ ὡς ἀνωτέρῳ ἀγωγοὶ Α καὶ Β διὰ σύρματος, θετικὸς ἡλεκτρισμὸς διέρχεται ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β, αἱ πυκνότητες ἐλαττοῦνται ἐπὶ τοῦ Α καὶ αὐξάνονται ἐπὶ τοῦ Β. Οἱ δύο ἀγωγοὶ λαμβάνουν κοινὸν δυναμικόν, ἐνδιάμεσον μεταξὺ τῶν δύο ἀρχικῶν δυναμικῶν.

Τὰ φορτία τῶν δύο τούτων ἀγωγῶν, μετρούμενα διὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday, πρὸ τῆς συγκοινωνίας των καὶ μετ' αὐτήν, ἔχουν χωριστὰ μεταβληθῆ, ἀλλὰ τὸ ἀθροισμά των μένει σταθερόν.

194. Σύγκρισις τῶν δυναμικῶν.—Πᾶς ἀγωγὸς ἡλεκτρισμένος, τιθέμενος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἀπηλεκτρίζεται, καθὼς

αι τὸ ἡλεκτροσκόπιον μετὰ τοῦ ὅποίου εἶναι συνδεδεμένος. Τὸ δυναμικόν του τότε καθίσταται ἵσον μὲ τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν μὴ ἡλεκτρισμένων σωμάτων. Τὸ δυναμικὸν τοῦτο ἐλήφθη κατὰ συνθήκην ὡς δυναμικὸν μηδέν.

Διὰ νὰ ὑπολογίσουν τὰ δυναμικά, ἔξελεξαν μονάδα, ἥτις, ὡς μάθομεν, καλεῖται volt. Διὸ ἀγωγὸν δυναμικοῦ B volts, ἢ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ δυναμικοῦ του καὶ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἐδάφους εἶναι B volts.

Ἐπειδὴ ἡ μονὰς αὕτη εἶναι πολὺ μικρὰ ὡς πρὸς τὰ δυναμικὰ τοῦ διὰ τοιβῆς ἀναπτυσσομένου ἡλεκτρισμοῦ, λαμβάνεται ὡς ἡλεκτροστατικὴ μονὰς δυναμικοῦ τὸ δυναμικὸν σφαιράς ἀκτίνος ἐνὸς ἑκατοστομέτρου, ἔχουσης ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ ἵσην πρὸς τὴν μονάδα τῆς ποσότητος.

Ἡ μονὰς αὕτη ἴσοδυναμεῖ μὲ 300 volts.

195. Βαθμολογία τοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἰς volts.—Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν τὸ ἡλεκτροσκόπιον εἰς volts, συνδέομεν τὸν δίσκον αὐτοῦ διαδοχικῶς μὲ τὸν θετικὸν πόλον στήλης 100, 200, 300 volts, τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης καὶ τῆς θήκης τοῦ ἡλεκτροσκοπίου τιθεμένων εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ θετικοῦ πόλου ἑκάστης στήλης καὶ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἐδάφους εἶναι 100, 200, 300.... volts. Σημειοῦμεν δὲ 100, 200, 300.... ἐπὶ τόξου πρὸ τῶν διαδοχικῶν θέσεων τῶν φύλλων.

Τὸ οὕτω βαθμολογούμενον ἡλεκτροσκόπιον δίδει εἰς volts τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ, μετὰ τοῦ ὅποίου θὰ τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν ἀπὸ ἀποστάσεως.

196. Ἡ κίνησις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ των. — Διὰ νὰ γίνῃ κίνησις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν, πρέπει οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι νὰ ἔχουν διάφορον δυναμικόν. Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ καλεῖται, ὡς ἔμάθομεν, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις. Τὸ σύστημα δύο ἀγωγῶν, οἱ δόποιοι ἔχουν διαφορὰν δυναμικοῦ, ἐγκλείει ἐνέργειαν δυναμικήν, διύτι ἡ ἀποκατάστασίς του εἰς κοινὸν δυναμικὸν ἀναπτύσσει ἔργον.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΣ

197. Ὁρισμός.—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι, ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς

τὸν αὐτὸν μεμονωμένον ἀγωγὸν φορτία π, 2π, 3π... τὸ δυναμὶκὸν τοῦ ἀγωγοῦ τούτου λαμβάνει τὰς τιμὰς Β, 2Β, 3Β... Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι τὸ δυναμικὸν ἀγωγοῦ μεμονωμένον εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φορτίον του.

Ἐὰν συνεπῶς Π τὸ φορτίον τοῦ ἀγωγοῦ καὶ Β τὸ δυναμικόν του, θὰ ἔχωμεν $\frac{\Pi}{B} = X$ ή $\Pi = X \cdot B$

Ἡ σταθεῖται ηλεκτροχωρητικότης τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἡλεκτροχωρητικότης, λοιπόν, ἀγωγοῦ μεμονωμένου καλεῖται ἡ σταθερὰ σχέσις, ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ τοῦ φορτίον του καὶ τοῦ δυναμικοῦ του.

Ἐὰν εἰς τὸν ἀνωτέρῳ τύπον θέσωμεν $B=1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X=\Pi$. Δηλ. ηλεκτροχωρητικότης ἀγωγοῦ εἶναι τὸ φορτίον, ὅπερ ἀνυψοῖ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ κατὰ 1 volt.

Μονὰς ηλεκτροχωρητικότητος. Ἐὰν εἰς τὸν τύπον $\Pi=X \cdot B$ θέσωμεν $\Pi=1$ coulomb καὶ $B=1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X=1$.

Μονὰς ηλεκτροχωρητικότητος εἶναι λοιπὸν ἡ ηλεκτροχωρητικότης ἀγωγοῦ, ὅστις ὑπὸ φορτίον ἐνδὸς coulomb λαμβάνει δυναμικὸν ἐνδὸς volt. Ἡ μονὰς αὗτη καλεῖται farad = $\frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} = \frac{3 \cdot 10^9}{1 \overline{300}} = 3 \cdot 10^{11}$ ηλεκτροστατικὰς μονάδας.

Πολλάκις χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ microfarad, τὸ ὅποιον ίσοῦται μὲ τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ farad. Ἐν microfarad = $3 \cdot 10^{-12}$ ηλεκτροστατικὰς μονάδας.

Σημεῖωσις. Ως ηλεκτροστατικὴ μονὰς χωρητικότητος λαμβάνεται ἡ χωρητικότης σφαίρας, ἀκτίνος ἐνδὸς ἑκατοστομέτρου. Συνεπόκει ἡ χωρητικότης σφαίρας εἰς ηλεκτροστατικὰς μονάδας εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴν ἀκτίνα αὐτῆς, δηλ. μετρεῖται διὰ τῆς ἀκτίνος αὐτῆς ἑκπεφρογής εἰς ἑκατοστά.

Προβλήματα

1ον. Ποῖον φορτίον πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς σφαῖραν διαμέτρου 3 ἑκατοστομέτρων, διὰ νὰ εἴται ἡ πυκνότης αὐτῆς 7;

2ον. Λένο μικρὰ σφαῖραι ἔχουν ηλεκτροίκα φορτία +12 καὶ -8. Μετὰ ποιάς δυνάμεως αἱ δύο αὗται σφαῖραι ἔλκονται ἐξ ἀποστάσεως 2 ἑκατοστομέτρων;

3ον. Σφαῖρα ἀκτῖνος 14 ἐκατοστομέτρων εἶναι ἡλεκτρισμένη καὶ ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι 10. Ποῦν εἶναι τὸ δυναμικὸν τῆς σφαίρας ταύτης;

4ον. Λένο σφαῖραι, πεφορτισμέναι ἐκατέρα δι' ἑνὸς *coulomb* θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἀφίστανται ἄλλήλον κατὰ 10 μέτρα. Ποία ἡ ἀμοιβαία ὀστικὴ δύναμις;

5ον. Ποῦν φορτίον πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς χωρητικότητα 100 *microfarads*, ἵνα ὑψόσωμεν τὸ δυναμικὸν αὐτῆς εἰς 50 *voltis*;

6ον. Ἀγωγὸς χωρητικότητος 10 ἥχθη εἰς δυναμικὸν 30. Ποῦν τὸ φορτίον αὐτοῦ;

7ον. Ποία ἡ ἀκτὶς σφαίρας, ἵνες ἡ χωρητικότης εἶναι 1 *microfarad*;

8ον. Λένο σφαῖραι μεμονωμέναι, ὅντα ἀκτῖνες εἶναι μεταξύ των ὡς 7 καὶ 11, φέρουσι τὴν αὐτὴν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ. Εἰς ποίαν σχέσιν ενδικοῦται αἱ πυκνότητες αὐτῶν;

9ον. Σφαῖρα ἡλεκτρισμένη ἀκτῖνος 120 δακτύλων ἔχει δυναμικὸν 10. Ἄλλη σφαῖρα ἡλεκτρισμένη ἀκτῖνος 20 δακτύλων ἔχει δυναμικὸν 4. Θέτομεν αὐτὰς εἰς συγκοινωνίαν διὰ σύρματος λεπτοῦ καὶ μακροῦ, χωρητικότητος ἀσημάντου. Ποῦν τὸ τελικὸν δυναμικὸν τοῦ μακροῦ, χωρητικότητος ἀσημάντου.

10ον. Μικρὰ σφαῖρα ἡλεκτρισμένη τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ ἴσης σφαίρας ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει ενδισκομένης, κατόπιν δὲ ἀποχωρίζεται ταύτης. Ἐξ ἀποστάσεως τότε 10 ἐκατοστομέτρων αἱ δύο σφαῖραι εξασκοῦν ἐπ' ἄλλήλων ἀπωσιν 9 δυνῶν. Ποῦν τὸ ἀρχικὸν φορτίον τῆς ἡλεκτρισμένης σφαίρας;

11ον. Λένο μικραὶ σφαῖραι ἀπέχοντα ἀπ' ἄλλήλων κατὰ 5 ἐκατοστόδιμης ἡ μία ἐξ αὐτῶν ἔχει φορτίον 40 μονάδων. Ποῦν πρέπει νὰ μετρηται τὸ φορτίον τῆς ἐτέρας, ἵνα μεταξὺ αὐτῶν ἀσκῆται ἀπωσις ἴση ποὺς 5 χιλιοστόγραμμα;

12ον. Λένο σφαῖραι, ἔχουσαι ἡ μὲν μία ἀκτῖνα 1 ἐκατοστομέτρου, ἡ δὲ ἄλλη 2, συνεδέθησαν ποὺς συγμήρη διὰ μακροῦ σύρματος καὶ εὗνονται εἰς τὸ αὐτὸν δυναμικὸν 40. Ἡ ὀστικὴ δύναμις, ἢντις ἀσκεῖται νῦν μεταξὺ τούτων, εἶναι 4 δυνῶν. Ποία ἡ χωρητικότητα ταύτας ἀπόστασις;

13ον. Λένο σφαῖραι εὐηλεκτραγωγοί, ἡλεκτρισμέναι, ἔχουσαι ἀκτῖνας 5 χ. μ. καὶ 1 χ., συνεδέθησαν διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, ἡλεκτροχωρητικότητος ἀσημάντου. Τῆς συγκοινωνίας διακοπείσης,

αἱ δύο σφαιραὶ εἰέθησαν εἰς ἀπόστασιν 5 ἑκατοστομέτρων ἀπ' ἀλλήλων.
Παρατηρεῖται τότε ἄπωσις 8 δυνῶν. Ποῖον τὸ κοινὸν δυναμικὸν τῶν
δύο σφαιρῶν;

14ον. Σφαιραὶ εὐηλεκτραγωγός, ἀκτῖνος 5 ἑκατοστομέτρων, ἔχει
δυναμικὸν 5. Ἐπέρα σφαιραὶ, ἀκτῖνος 10 ἑκ., ἔχει δυναμικὸν 10. Συν-
δέομεν αὐτὰς διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ. Ποῖον γίνεται τὸ κοι-
νὸν δυναμικὸν τῶν δύο σφαιρῶν;

15ον. Σφαιραὶ εὐηλεκτραγωγός, ἀκτῖνος 50 ἑκατοστομέτρων, εἶναι
ἡλεκτρισμένη εἰς δυναμικὸν 200. Θέτομεν αὐτὴν εἰς συγκοινωνίαν μετ'
ἄλλου ἀγωγοῦ, χωρητικότητος ἀγνώστου. Τὸ δυναμικὸν πάπτει εἰς 20.
Ποία ἡ χωρητικότης τοῦ δευτέρου τούτου ἀγοροῦ;

16ον. Λόγοι σφαιρῶν ἵσαι, ἡλεκτρισμέναι καὶ μεμονωμέναι, ἀπέ-
χουσαι ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν χ., ἀπωθοῦνται μετὰ δυνάμεως ἵσης
πρὸς 1. Ἀν τὰς φέρομεν εἰς ἐπαφὴν καὶ κατόπιν τὰς ἀπομακρύνω-
μεν τὰς ἀπ' ἀλλήλων εἰς ἀπόστασιν ἵσην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς προηγουμένης,
ἀπωθοῦνται μετὰ δυνάμεως ἵσης πρὸς 4,5. Ζητεῖται ὁ λόγος τῶν ἀφ-
χικῶν ἡλεκτρικῶν μαζῶν τῶν δύο σφαιρῶν.

17ον. Λόγοι μικροὶ χάλκιναι σφαιραὶ A καὶ B, ἀκίνητοι καὶ ἵσαι,
ενδρίσκονται ἐπὶ μεμονωμένου ἐπιπέδου εἰς τὰ ἄκρα εὐθείας AB, μή-
κους 10 ἑκ. Ἐκ τούτων ἡ μὲν A εἶναι ἡλεκτρισμένη, ἡ δὲ B ἀνηλέ-
κτοιστος.

Φέρομεν εἰς ἐπαφὴν τὴν A μὲ τούτην ἵσην χαλκίνην καὶ μεμονω-
μένην σφαιραν Γ, εἴτα δὲ φέρομεν εἰς ἐπαφὴν καὶ τὴν B πρὸς τὴν Γ.

Ἐίτε ποῖον σημεῖον τῆς εὐθείας AB δέοντα θέσωμεν τὴν Γ, ἵνα
νπάρξῃ ἴσορροπία;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

198. Ηλεκτρική ἐπίδρασις.—Πᾶς ἀγωγὸς τιθέμενος ἐντὸς
ἡλεκτρικοῦ πεδίου ἡλεκτρίζεται καὶ τροποποιεῖ τὸ πεδίον
περὶ αὐτόν. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς ἡλεκτρίσεως καλεῖται ἡλέκτρισις
δι' ἐπιδράσεως.

Πείραμα. Εὰν εἰς μεταλλικὴν σφαιρὰν μεμονωμένην καὶ
ἡλεκτρισμένην π.χ. θετικῶς πλησιάσωμεν μεταλλικὸν κύλινδρον AB

μεμονωμένον καὶ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει, ὁ κύλινδρος ἡλεκτρίζεται (σχ. 215).

Ἐὰν ὁ κύλινδρος φέρῃ δίπλα ἐκκρεμῆ ἀποτελούμενα ἀπὸ σφαιρίδια ἢς ἐντεριώντος, ἔχοτημένα δι' εὐηλεκτραγωγῶν νημάτων, τὰ ἐκκρεμῆ ταῦτα ἀποκλίνουν. Τὸ ἄκρον δὲ Α, τὸ πλησιέστερον πρὸς τὴν σφαιρίδαν, παρουσιάζει ἡλεκτρισμὸν πρὸς τὸν τὴν σφαιρίδας. Πράγματι, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς τὸ παρὰ τὸ Α ἐκκρεμές φάρδον ἐκ ρητίνης, τοιβέσσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥραβδος αὗτη τὸ ἀπωθεῖ. Ἡ αὗτὴ φάρδος ἔλκει τὸ ἐκκρεμές τοῦ ἄκρου Β. Τὸ ἄκρον λοιπὸν τοῦ κυλίνδρου τὸ μᾶλλον ἀπομακρυσμένον ἀπὸ τὴν σφαιρίδαν ἡλεκτρίσθη ὁμοσήμως πρὸς αὐτήν.

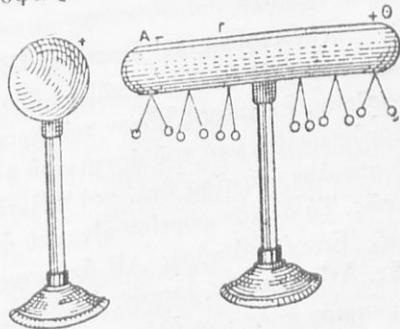
Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαιρίδαν διὰ τὰ ἐκκρεμῆ τοῦ κυλίνδρου καταπίπτουν. Οἱ ἀντίθετοι λοιπὸν ἡλεκτρισμοὶ οἱ ἀναπτυχθέντες ἔξι ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ενδίσκοντο εἰς ἵσας ποσότητας, διότι ἔξουδετερώθησαν μόλις ἔπιασεν ἥ ἐπίδρασις.

Τὰ ἔξι ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενα φορτία αὐτάνονται, δταν αὐξάνεται τὸ φορτίον τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος καὶ δταν ἡ ἀπόστασίς των ἀπὸ τοῦ δεχομένου τὴν ἐπίδρασιν σώματος ἐλατοῖται.

Ἡ ἐπίδρασις ἔξασκεται ἐπὶ σώματος ἡλεκτρισμένου, ὅπως ἐπὶ σώματος οὐδετέρου· δι' ἔξι ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς προστίθεται εἰς ἕκαστον σημεῖον εἰς τὸν ἡλεκτρισμόν, τὸν ὅποιον κατεῖχεν ἡδη ὁ δεχόμενος τὴν ἐπίδρασιν ἀγωγός.

Ἐξ γησις. Ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος χωρίζει ἐπὶ τοῦ δεχομένου τὴν ἐπίδρασιν σώματος ἵσας ποσότητας ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν. Ὁ ἀρνητικός, ἔλκομενος, φέρεται πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ κυλίνδρου τὸ πλησιέστερον πρὸς τὴν σφαιρίδαν, ὃ δὲ θετικός, ἀπωθούμενος, ἀναφραίνεται εἰς τὸ ἄκρον τὸ μᾶλλον ἀπομακρυσμένον ἀπὸ τῆς σφαιρίδας.

Συγκοινωνία τοῦ κυλίνδρου μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ δι' ἐνὸς ἄλλου ἀγωγοῦ, ἥ ἀπόκλισις τοῦ ἐκκρεμοῦς αὐξάνεται εἰς τὸ Α. Ἐὰν συνδέσωμεν μετὰ τοῦ ἐδά-



Σχ. 215.

φους οίονδήποτε σημεῖον τοῦ κυλίνδρου AB, ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἐκκρεμὲς τοῦ ἄκρου Β καταπίπτει.

‘**Ἡλέκτρισις δι’ ἐπιδράσεως.**’ Εὰν διακόψωμεν, διαρκούσῃς τῆς ἐπιδράσεως, τὴν συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου AB μετὰ τοῦ ἔδαφους καὶ ἀπομακρύνωμεν ἔπειτα τὴν ἐπιδρῶσαν σφαῖραν ὁ ἀρνητής ἡλεκτρισμός, ὅστις μόνος ὑφίσταται ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου AB, διαχέεται ἐπ’ αὐτοῦ ἐλευθέρως· ὅλα τὰ ἐκκρεμῆ διίστανται· φάβδος δὲ ἐκ οητίνης τριβεῖσα διὰ μαλλίνου ὑφάσματος τὰ ἀπωθεῖ. ‘**Ἡλεκτρίσαμεν τοιουτορόπως δι’ ἐπιδράσεως** ἀγωγὸν μεμονωμένον, ἄνευ τριβῆς καὶ ἄνευ ἐπαφῆς, δι’ ἐπιδρῶντος ἀγωγοῦ, τοῦ δποίου τὸ φορτίον ἔχει μείνει σταθερόν. ‘Ο τὴν ἐπίδρασιν δεχθεὶς ἀγωγὸς ἡλεκτρίσθη δι’ ἡλεκτρισμοῦ ἀντιθέτου πρὸς τὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ ἐπιδράσαντος ἀγωγοῦ.

‘**Ἡλέκτρισις δι’ ἐπαφῆς.**’ Εὰν πλησιάσωμεν μέχρις ἐπαφῆς τὸν κύλινδρον AB (φέροντα καὶ τὰ δύο εἴδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ) εἰς τὴν σφαῖραν, ἐν μέρος μόνον τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς σφαῖρας θὰ ἔξουδετερωθῇ ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου AB, καὶ τὸ σύνολον, σφαῖρα δηλ. καὶ κύλινδρος, θὰ μείνουν ἡλεκτρισμένα θετικῶς. Τὸ διλικὸν φορτίον εἶναι τὸ ἀρχικὸν θετικὸν φορτίον τῆς σφαῖρας. Εὰν δὲ κύλινδρος AB ἀπομακρυνθῇ, μένει ἡλεκτρισμένος θετικῶς. **Δι’ ἐπαφῆς,** λοιπόν, δὲ ἡλεκτρισμὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ εἶναι τελικῶς διμόσημος πρὸς τὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ σώματος, ὅπερ τὸν ἡλεκτροῖσει.

199. Ἡλεκτρικά διαφράγματα.—‘Η ἡλεκτρικὴ ἐπίδρασις ἔξασκεῖται διὰ μέσου τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων, διὰ μέσου τοῦ ἀέρος π.χ. ὅπως εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα. Τούναντίον τοίχωμα εὐηλεκτραγωγὸν κλειστῆς κοιλότητος σταματᾷ τελείως τὴν ἐπίδρασιν καὶ ἀποτελεῖ ἀληθῆς διάφραγμα μεταξὺ τοῦ ἐσωτερικοῦ καὶ ἐξωτερικοῦ ὑπὸ τὰς ἔξης συνθήκας:

α’) Τὸ τοίχωμα πρέπει νὰ εύρισκεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἔδαφους, ἐὰν θέλωμεν νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐξωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως ἡλεκτρικοῦ φορτίου εὑρισκομένου εἰς τὸ ἐσωτερικόν.

β’) Τὸ τοίχωμα δύναται νὰ εἴναι μεμονωμένον, ἐὰν πρόκειται νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐσωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως ἐξωτερικῶν φορτίων.

‘Η πρώτη ἰδιότης ἀποδεικνύεται, ἐὰν θέσωμεν εἰς τὸ ἔδαφος

κύλινδρον τοῦ Faraday καὶ ἐντὸς αὐτοῦ εἰσαγάγωμεν σῶμα ἡλεκτρο-
σμένον καὶ μεμονωμένον, τοῦ δόποίου τὸ φορτίον ἔστω $+x$. Ο κύλιν-
δρος ἡλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως, ἀλλὰ χάνει τὸ ἔξωτερικόν του φορ-
τίον, τὸ δόποίον ἔξαφανίζεται εἰς τὸ ἔδαφος, καὶ διατηρεῖ μόνον τὸ
ἔσωτερικὸν $-x$, τὸ δόποίον συγκρατεῖται διὰ τῆς ἔλεως τοῦ ἡλεκτρο-
σμένου σώματος. Τὰ φύλλα τοῦ ἡλεκτροσκοπίου καταπίπτουν καὶ τί-
ποτε δὲν φανερώνει πλέον πρὸς τὰ ἔκτος τὸ ἔσωτερικὸν ἡλεκτρο-
φορτίον τοῦ κυλίνδρου.

Ἡ περίπτωσις αὕτη πρωγματοποιεῖται ὑπὸ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν
τοιχωμάτων αἰθουσῆς, ἐντὸς τῆς δόποίας ἐγκαθιστᾶμεν ἡλεκτροισμένα
σώματα.

Ἡ δευτέρᾳ ἴδιότης προκύπτει ἐκ τοῦ ἀποδειχθέντος ἥδη, ὅτι, ἐὰν
ἡλεκτροίσωμεν ἔξωτερικῶν εὐηλεκτραγωγῶν σῶμα μεμονωμένον ἢ μή,
τὸ ἡλεκτρο-ικὸν πεδίον εἰς τὸ ἔσωτερικὸν εἶναι μηδέν.

200. Ἐφαρμογαὶ τῆς ἐπιδράσεως.—α') "Ἐλεῖς τῶν ἑλα-
φρῶν σωμάτων. Τὰ ἑλαφρὰ σώματα ἔλκονται ὑπὸ ἡλεκτροισμένου
σώματος, διότι ἡλεκτρίζονται δι' ἐπιδράσεως καὶ παρουσιάζουν εἰς τὸ
μέρος των τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ ἡλεκτροισμένον σῶμα ἡλεκτροισμὸν
ἐτερόνυμον πρὸς τὸν ἐπιδρῶντα.

β') **Λειτουργία τοῦ ἡλεκτροσκοπίου.** Ἔὰν πλησιάσωμεν
ἡλεκτροισμένον σῶμα εἰς τὴν σφαῖδαν τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, ὁ ἀγωγὸς
ὁ ἀποτελούμενος ὑπὸ τῆς σφαίδας, τοῦ στελέχους, καὶ τῶν φύλλων
ἡλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως, ὁ ἐτερόνυμος ἡλεκτροισμὸς ἔλκεται πρὸς
τὴν σφαῖδαν καὶ ὁ διμόνυμος ἀπωθεῖται εἰς τὰ φύλλα. Ταῦτα δὲ ὡς
φορτιζόμενα διὰ τοῦ αὐτοῦ ἡλεκτροισμοῦ ἀποκλίνουν.

Ἐάν, κρατοῦντες τὸ ἡλεκτροισμένον σῶμα πλησίον τῆς σφαίδας,
ἐγγίσωμεν αὐτὴν διὰ τοῦ δάκτυλου, τὰ φύλλα καταπίπτουν, διότι ἀπη-
λεκτρίζονται· ἡ σφαῖδα μόνη μένει ἡλεκτροισμένη. Ἐὰν ἥδη ἀποσύρω-
μεν τὸν δάκτυλον καὶ κατόπιν ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐπιδρῶν σῶμα, ὁ
ἡλεκτροισμὸς τῆς σφαίδας διαχέεται καὶ εἰς τὰ φύλλα, τὰ δοποῖα πάλιν
ἀποκλίνουν.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης δυνάμεθα νὰ ἡλεκτρίσωμεν τὸ ἡλεκτρο-
σκόπιον διὰ γνωστοῦ εἴδους ἡλεκτροισμοῦ. Τὸ τοιουτούρπος ἡλεκτρο-
σκόπιον δύναται νὰ χοησιμεύσῃ διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τοῦ
εἴδους τοῦ ἡλεκτροισμοῦ οἰουδήποτε σώματος.

Τὸ ποιθέσωμεν π.χ., ὅτι εἰς ἡλεκτροσκόπιον, τὸ δποῖον ἡλεκτρίσθη θετικῶς, πλησιάζομεν σῶμα νὰ ἡλεκτροισμένον, ἐπίσης θετικῶς. Τὸ ἡλεκτροσκόπιον ἡλεκτροίζεται ἐξ ἐπιδράσιως δούτω ἀναπτυσσόμενος θετικὸς ἡλεκτροισμὸς ἀπωθεῖται πρὸς τὰ φύλλα, ὅπου προστίθεται εἰς τὸν ὑπάρχοντα ἔκει θετικὸν ἡλεκτροισμὸν καὶ αὐξάνει τὴν ἀπόκλισιν τῶν φύλλων.

Σῶμα ἡλεκτροισμένον ἀρνητικῶς παραγει ἀντίθετον ἀποτέλεσμα, δηλ. ἐλαττώνει τὴν ἀπόκλισιν, διότι δούτω ἡλεκτροισμός, τὸ δποῖον η ἐπίδρασις ἀναπτύσσει εἰς τὰ φύλλα, εἶναι ἑτερόνυμος πρὸς τὸν ὑπάρχοντα ἔκει θετικὸν ἡλεκτροισμὸν καὶ συνεπῶς ἔξουδετερώνει αὐτὸν μερικῶς.

Σημεῖος. Εἰς τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν πρέπει τὸ ἡλεκτροισμένον σῶμα νὰ πλησιάζῃ βραδέως, διὰ νὰ ἀγτιληφθῶμεν τὴν πρώτην κίνησιν τῶν φύλλων. Εάν πλησιάζῃ πολὺ ταχέως η ἐὰν τὸ σῶμα ἔλθῃ πολὺ πλησίον, δούτω ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος εἰς τὰ φύλλα ἡλεκτροισμὸς δύναται νὰ φθάσῃ εἰς πολὺ μεγάλην ποσότητα, ἀρκοῦσαν ὅχι μόνον διὰ νὰ ἔξουδετερώσῃ τὴν ὑπάρχουσαν ἔκει θετικὴν ποσότητα, ἀλλὰ καὶ νὰ παραχωρήσῃ εἰς τὰ φύλλα ἀντίθετον φορτίον ἰσχυρότερον, τὸ δποῖον αὐξάνει τὴν ἀπόκλισιν τῶν φύλλων καὶ μᾶς ἀπατᾷ εἰς τὴν ἔξηγησιν τοῦ ἀποτελέσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

201. Πηγαὶ ἡλεκτροισμοῦ.—Αἱ πηγαὶ τοῦ ἡλεκτροισμοῦ διαιροῦνται εἰς τρεῖς κλάσεις :

α') Εἰς ἡλεκτροστατικὰς μηχανάς, αἱ δποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν ποσότητας ἡλεκτροισμοῦ μικράς, ἀλλὰ δυναμικοῦ ύψηλοῦ.

β') Εἰς στήλας, αἱ δποῖαι μετατρέπουν, ὡς ἐμάθωμεν, τὴν κημικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτροισμοῦ εἰς πολὺ μικρὸν δυναμικόν.

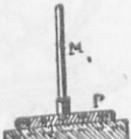
γ') Τὰς δι' ἐπαγωγῆς μηχανάς, αἱ δποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν γενικῶς μεγάλην ποσότητα ἡλεκτροισμοῦ εἰς δυναμικὸν μεταβλητὸν ἀπὸ οἱ μέχρι χιλιάδων βόλτ.

202. Ἡλεκτροστατικαὶ μηχαναί.—Αἱ μηχαναὶ αὗται ἀπό συνθέτουν τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν εἰς ἵσας ποσότητας θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς φέρεται ἐπὶ ἀγωγοῦ καλουμένου **θετικοῦ πόλου** τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ ἀρνητικὸς φέρεται ἐπὶ δευτέρου ἀγωγοῦ καλουμένου **ἀρνητικοῦ πόλου**.

Ἐνίστε ὁ εἰς τῶν πόλων συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἑδάφους, ὅπου διοχετεύεται ὁ ἀντίστοιχος ἡλεκτρισμός.

Αἱ ἡλεκτροστατικαὶ μηχαναὶ διακρίνονται εἰς μηχανὰς **διὰ τριβῆς** καὶ μηχανὰς **δι' ἐπιδράσεως**. Ποάγματι ὅμως, ἡ ἐπίδρασις ἔξαστεῖται εἰς ὅλας τὰς ἡλεκτροστατικὰς μηχανάς.

203. Ἡλεκτροφόρος.—Ἡ ἀπλουστέρα τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν εἴναι ἡ **ἡλεκτροφόρος**, ἐν συνδυασμῷ μετὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday. Αὕτη συνίσταται ἐκ δίσκου ἐξ ἔβονίτου καὶ ἐξ ἥλαφροῦ μεταλλικοῦ δίσκου (τὸν δόποιον σήμερον κατασκευάζουν ἐξ ἀργιλίου) φέροντος μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 216). Ἐάν ὁ ἔβονίτης προστεψθῇ διὰ δέρματος γαλῆς, ἡλεκτροίζεται ἀρνητικῶς. Ἐπὶ τοῦ οὗτο ἡλεκτρισθέντος ἔβονίτου ἐφαρμόζομεν τὸν μεταλλικὸν δίσκον. Ἐπειδὴ πολὺ λεπτὸν στρῶμα ἀρέος χωρίζει τὸν ἔβονίτην ἀπὸ τοῦ μετάλλου, ὁ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἔβονίτου ἐνεργεῖ δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ δίσκου καὶ ἔλκει τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν ἐπὶ τῆς κατωτέρους ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐνῷ ἐπὶ τῆς ἀγωτέρας ἀπωθεῖται δὲ ἀρνητικός. Ἐπιθέτοντες τότε τὸν δάκτυλον ἐπὶ τοῦ δίσκου, διοχετεύομεν τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν εἰς τὸ ἑδαφός. Τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην εἴναι μηδέν. Ἐάν ἀπομακρύνωμεν τὸν δάκτυλον καὶ ἀνυψώσωμεν τὸν δίσκον κρατοῦντες αὐτὸν διὰ τῆς μονωτικῆς λαβῆς, ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ διαχέεται ἐλευθέρως ἐπὶ τῶν δύο ὅψεων τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος, τοῦ δόποιου ἡ χωρητικότης ἥλαττον ὅψεων τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος, τοῦ δόποιου ἡ χωρητικότης ἥλαττον ὅψεων τοῦ δίσκου, τὸ δόποιον κατὰ τὴν σχέσιν $\Pi = X.B$ (εδ. 197) αὐτιστική (μετὰ τὴν διακοπὴν τῆς συγκοινωνίας μετὰ τοῦ ἑδάφους), λαμβάνει δυναμικὸν B, τὸ δόποιον κατὰ τὴν σχέσιν $\Pi = X.B$ (εδ. 197) αὐτιστική (μετὰ τὴν διακοπὴν τῆς συγκοινωνίας μετὰ τοῦ δίσκου) λαμβάνει καὶ δύναται τότε νὰ ἀσκήσῃ ἐπίδρασιν ἐπὶ ἄλλου ἀγωγοῦ. Ποάγματι, πλησιάζοντες τὸν δάκτυλον εἰς τὸν δίσκον ἀποσπῶμεν σπινθῆρα.



Σχ. 216

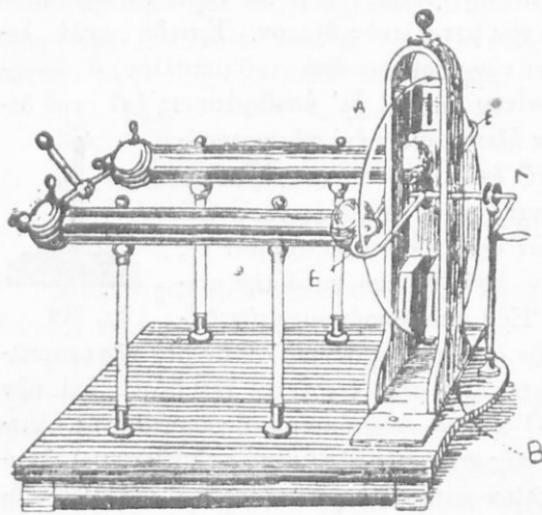
Ἐάν, ποὺν ἀποσπάσωμεν τὸν σπινθῆρα, μεταφέρωμεν τὸν δίσκον ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday καὶ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἐπαφὴν

μετὰ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ, ὅλος ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου διαχέεται εἰς τὴν ἔξωτερην ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα πολλάκις, δυνάμεθα θεωρητικῶς νὰ συσσωρεύσωμεν μέγα φορτίον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου. Ἀλλὰ πραγματικῶς τὸ φορτίον τοῦ κυλίνδρου χάνεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον εἰς τὸν περιβάλλοντα ἀέρα.

Σημεῖωσις. Ὅταν ἀνυψώμεν τὸν δίσκον, ἐκτὸς τοῦ ἀναγκαίου μηχανικοῦ ἔργου διὰ τὴν ἀνύψωσιν αὐτοῦ, δικτυωθεῖσεν ἔργον διὰ γὰρ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἔλξιν, γῆτις ἔξασκεται μεταξὺ τῶν ἀντιθέτων φορτίων τοῦ ἔθοντος καὶ τοῦ δίσκου. Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἔργον, ἀνυψώσυν τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου, μετατρέπεται εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, γῆτις ἔξαφανίζεται κατόπιν κατὰ τὴν ἐκκένωσιν.

204. Μηχανὴ τοῦ Ramsden.—Η μηχανὴ τοῦ Ramsden (σχ. 217) συνίσταται ἐκ μεγάλου ὑαλίνου δίσκου Α, δστις φέρεται μεταξὺ δύο κατακορύφων σανίδων καὶ διὰ στροφάλου Ν δύναται νὰ τεθῇ εἰς

κίνησιν περὶ τὸν ἄξονά του. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ δίσκος προστρίβεται ἐπὶ δύο ζευγῶν δερματίνων προσκεφαλαίων, ἐκ τῶν δποίων τὸ μὲν ἐν κείται πρὸς τὸ ἄνω ἄκρον τῆς κατακορύφου διαμέτρου του, τὸ δὲ ἄλλο πρὸς τὸ κάτω. Τὰ προσκεφάλαια συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλικῆς ἀλύσεως συνδεδεμένης μετὰ τοῦ ξυλίνου βάθρου, ἐπὶ τοῦ δποίου φέρονται ταῦτα. Κατὰ



σχ. 217

τὴν ὁρίζοντίαν διάμετρον ὁ δίσκος διέρχεται μεταξὺ δύο ὁρειχαλκίνων σωλήνων ὕοειδῶν Ε, οἵ δποῖοι καλοῦνται κτένες ἐνεκα τῶν ἀκίδων, τὰς δποίας φέρουν ἐσωτερικῶς. Τέλος, οἵ κτένες συνδέονται μὲ δύο

μεγάλους κοίλους δρειχαλκίνους κυλίνδρους. Οἱ δύο οὗτοι κύλινδροι, παραλληλοι μεταξύ των, εἰναι μεμονωμένοι διὰ ὑαλίνων ποδῶν στεφωμένων ἐπὶ τῆς τραπέζης, ἡ δούια φέρει τὸ βάθρον τῶν προσκεφαλαίων. Τὰ δύο ἄκρα τῶν κυλίνδρων συνδέονται μεταξύ των διὰ σωλῆνος ὁρίζοντιον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

Λειτούργια. Η διάμετρος τῶν προσκεφαλαίων καὶ ἡ τῶν κτενῶν διαιροῦν τὸν δίσκον εἰς τέσσαρα τεταρτοκύκλια.

Οταν δὲ δίσκος στραφῇ κατὰ τέταρτον στροφῆς, τὸ πρῶτον καὶ τὸ τρίτον τεταρτοκύκλιον ἥλεκτροίζονται θετικῶς, ἐνῷ τὸ δεύτερον καὶ τὸ τέταρτον μένουν εἰς οὐδετέραν κατάστασιν. Συνεχίζομένης τῆς στροφῆς δὲ θετικὸς ἥλεκτροισμὸς τοῦ πρώτου καὶ τρίτου τεταρτοκύκλιου διερχόμενος πρὸ τῶν κτενῶν ἀναλύει τὸν οὐδετέρον ἥλεκτροισμὸν τῶν τῶν ἀκίδων ἐνοῦται μετὰ τοῦ θετικοῦ τοῦ δίσκου, καὶ ἀπωθεῖ τὸν θετικὸν ἐπὶ τῶν κυλίνδρων. Ἐκ τούτου προκύπτει ὅτι τὸ μέρος τοῦ δίσκου, τὸ δοιον διέρχεται διὰ κτενός, μεταπίπτει εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν. Οἱ δίσκοι, συνεχίζων τὴν στροφήν του, ἥλεκτροίζεται ἐκ νέου καὶ νέα ποσότης θετικοῦ ἥλεκτροισμοῦ ἀπωθεῖται ἐπὶ τῶν κυλίνδρων καὶ οὕτω καθ' ἔξης.

Κατὰ τὴν στροφήν, τὰ προσκεφάλαια ἥλεκτροίζονται ἀρνητικῶς ἀλλ' ἐπειδὴ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἔδαφους, δὲ ἥλεκτροισμὸς οὔτος διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος.

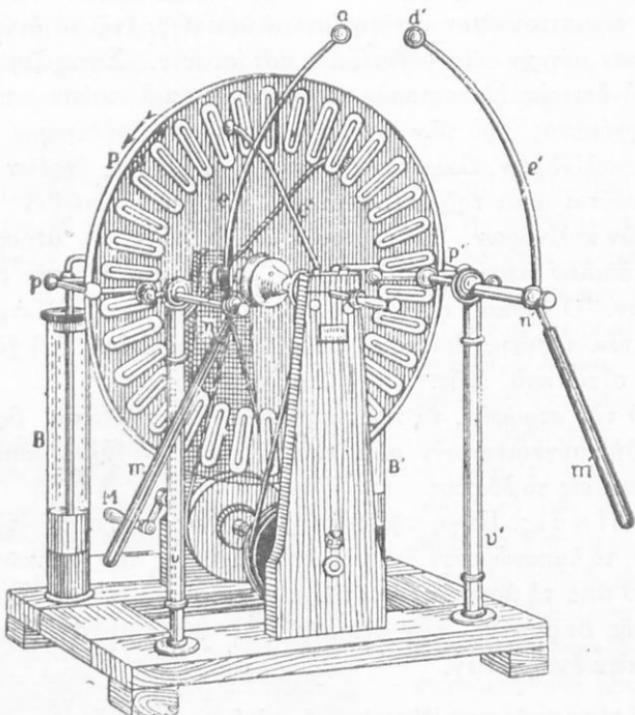
Σημείωσις. Πηγὴ τῆς ἥλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι τὸ μηχανικὸν ἔργον, τὸ δαπανώμενον διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ δίσκου ἀπὸ τὰ ἀρνητικὰ φορτία τῶν προσκεφαλαίων. Τὸ ἔργον τῆς τριβῆς θερμαίνει τὸν δίσκον καὶ δὲν μετατρέπεται εἰς ἥλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

205. Μηχανὴ τοῦ Wimshurst.—Η μηχανὴ αὕτη συνίσταται ἐκ δύο δίσκων δημοίων καὶ παραλλήλων PP' (σχ. 218), ἢ εἴς ὑάλου ἢ ἐξ ἔβονίτου. Οἱ δίσκοι οὗτοι δέχονται διὰ μέσου λωρίων καὶ τροχαλιῶν τὴν κίνησιν τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, στρεφομένον διὰ τοῦ στροφάλου M. Ἐκαστος δηλ. δίσκος εἶναι στρεφομένος διὰ τοῦ κέντρου του ἐπὶ τοῦ ἄξονος τροχαλίας, διὰ τῆς αὐλακος τῆς δούιας διέρχεται λωρίον, τὸ δοιον διέρχεται ἐπίσης διὰ μεγαλειτέρας τροχαλίας ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ στροφάλου. Οἱ δίσκοι στρέφονται κατ' ἀντιθέτους

φοράς, διότι τὸ ἐν τῶν λωρίων, ἀντὶ νὰ παρουσιάζῃ δύο κλάδους παραλλήλους ὅπως τὸ ἄλλο, διασταυροῦται, παρουσιάζει δηλ. τὸ σχῆμα τοῦ ἀριθμοῦ ὁκτώ (8).

Ἐκαστος δίσκος φέρει προσκολλημένας ἐπὶ τῆς ἑξωτερικῆς ἐπιφανείας του καὶ πλησίον τῆς περιφερείας μικροὺς λεπτοὺς τομεῖς ἐκκαστιτέρουν.

Οταν οἱ δίσκοι στρέφονται, δύο τομεῖς ἐκ καστιτέρουν, ἐκ δια-



Σχ. 218

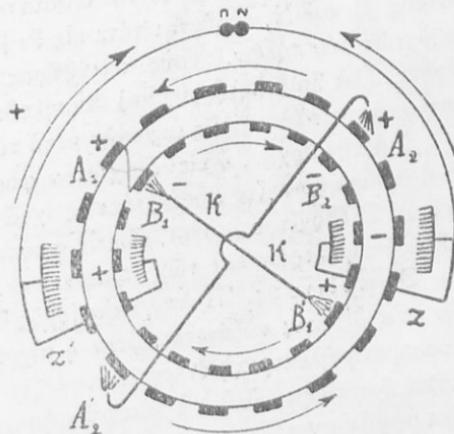
μέτρον ἀντίθετοι, τίθενται εἰς συγκοινωνίαν ἐπὶ βραχύτατον χρόνον διὰ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ φέροντος εἰς ἔκαστον τῶν ἀκρων του μεταλλικὴν ψήκτραν.

Ἐκαστος δίσκος ἔχει τὸν διαμετρικὸν του ἀγωγὸν μετὰ τῶν ψηκτρῶν του. Οἱ δύο ἀγωγοὶ εἰναι κεκλιμένοι ὁ μὲν εἰς πρὸς τὰ δεξιά, ὁ δὲ ἄλλος πρὸς τὰ ἀριστερὰ περίπου κατὰ 45° ἐπὶ τῆς κατακορύφου συντως, ὥστε νὰ διασταυρῶνται. Εἰς τὰ δύο ἀκρα τῆς δριζοντίας δια-

μέτρου των οἵ δίσκοι διέρχονται μεταξύ δύο ύποιδῶν κτενῶν pp'. Οἱ κτένες οὗτοι συνδέονται μετά δύο μεταλλικῶν τόξων καταληγόντων εἰς μικρὰς σφαῖρας α καὶ α', αἱ δύο ταῦτα εἶναι οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς. Τὰ τόξα ταῦτα, ἀρθρούμενα πλησίον τῶν κτενῶν, φέρουν μονωτικὰς λαβᾶς ταῦτα, καὶ τῷ εἶναι δὲ οὕτω διευθετημένα, ὥστε αἱ σφαῖραι α καὶ α' νὰ δύνανται τῇ βοηθείᾳ τούτων νὰ πλησιάζουν ἢ νὰ ἀπομακρύνωνται κατὰ βούλησιν.

(Ἡ χωρητικότης τῶν πόλων αὗτῶν εὑρίσκεται διὰ δύο λουγδουνικῶν λαγήνων B καὶ B', περὶ τῶν δυοῖν θὰ διμιλήσωμεν κατωτέρῳ καὶ τῶν δυοῖν οἱ ἔξωτερικοὶ δύλισμοὶ συγκοινωνοῦν μεταξύ των, ἐνῷ οἱ ἔσωτερικοὶ δύνανται νὰ συνδεθοῦν διὰ χαλκίνων στελεχῶν μὲ τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς).

206. Λειτουργία τῆς μηχανῆς.—Τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς ἔξηγει τὸ σχῆμα 219, εἰς τὸ δυοῖν οἱ δίσκοι παρίστανται ὑπὸ δύο συγκεντρωτικῶς περιστρεφομένων τυμπάνων. ‘Υποθέτομεν κατ’ ἀρχὰς ὅτι τὸ ἔξωτερικὸν τύμπανον ἡρεμεῖ καὶ ὅτι ὁ τομεὺς A₁ ἔχει ἔνεκα οἰασδήποτε αἰτίας φορτίον θετικόν. Εἰς τομεὺς B₁, διερχόμενος κάτωθεν αὐτοῦ, ἡλεκτροίζεται δι’ ἐπιδράσεως ἀρνητικῶς, ἐνῷ διὰ τοῦ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ K διέρχεται ἐπὶ τοῦ B'₁ φορτίον θετικόν. Ο τομεὺς B₁ μένει τότε ἀρνητικῶς ἡλεκτροισμένος, μέχρις δτού φθάσῃ μεταξύ τῶν σκελῶν τοῦ κτενὸς Z, τὸν δυοῖν ἡλεκτροίζει ἐξ ἐπιδράσεως. Καὶ τὸν μὲν ἀρνητικὸν ἡλεκτροισμὸν αὐτοῦ ἀπωθεῖ πρὸς τὸν πόλον N, τὸν δὲ θετικὸν ἔλκει πρὸς τὰς ἀκίδας, διὰ τῶν δυοῖν ἐκρέων οὕτως κατὰ πρῶτον μὲν ἔξουδετεροῖ τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτροισμὸν τοῦ τομέως, ἐπειτα δὲ πληροῖ τοῦτον διὰ θετικοῦ ἡλεκτροισμοῦ. Ομοίως φθάνει ὁ θετικῶς ἡλεκτροισμένος τομεὺς B'₁ εἰς



Σχ. 219

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τὸν κτένα z', ἐκφορτοῦται ἔκεī καὶ πληροῦται δι' ἀρνητικοῦ ἡλεκτρο-
σμοῦ, ἐνῷ δὲ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυχθεὶς θετικὸς ἡλεκτροισμὸς ἀπωθεῖ-
ται πρὸς τὸν πόλον Π.

Ἐὰν δῶμας περιστρέφεται ἐπίσης καὶ δὲ δισκος (ἐξωτε-
ρικὸν τύμπανον) κατὸν ἀντίθετον φοράν, δὲ τομεὺς A₂ ἡλεκτροῖζεται θε-
τικῶς δι' ἐπιδράσεως τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροισμοῦ τοῦ τομέως B₂, ἐνῷ
διὰ τοῦ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ K' τὸ ἀρνητικὸν φορτίον μεταβιβάζεται
ἔπι τοῦ A'. Ὁ τομεὺς A₂ μένει θετικῶς ἡλεκτροισμένος, μέχρις ὅτου
φθάσῃ εἰς τὸν κτένα Z', ὅπου παράγονται τὰ αὐτά, διπλαὶ πρὸς διλίγον
διὰ τοῦ B'. Ὁ ἄλλος τομεὺς, δηλ. δὲ A', μένει ἀρνητικῶς ἡλεκτρο-
σμένος, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸν κτένα z, ὅπου παράγει τὴν αὐτὴν
ἐνέργειαν, ἣν πρὸς διλίγον δὲ B₁. Ἐνεκα τούτου τὸ δλονὲν αὐξανόμε-
νον φορτίον τῶν τομέων φθάνει μέχρις ἐνὸς δρίου, ἐξαρτωμένου ἐκ
τῆς ἀπομονωτικῆς ἵκανότητος τῶν δίσκων καὶ ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν
συνθηκῶν. Ὅταν τοιουτορόπως ἐπιτευχθῇ ἴσχυρὸν φορτίον τῶν το-
μέων, δύνανται οἱ πόλοι Π καὶ N νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπὸ ἀλλήλων.
Τὰ ἀντίθετα φορτία, τὰ δποῖα ὀδυοῦνται ἀπὸ τῶν κτενῶν πρὸς τοὺς
πόλοις Π καὶ N, ἐνοῦνται τότε εἰς ἐν βομβοῦν ρεῦμα σπινθήρων με-
ταξὺ τῶν δύο πόλων. Τοὺς σπινθήρας τούτους καθιστῶμεν ἀραιο-
τέρους ἀλλὰ λαμπροτέρους καὶ θορυβωδεστέρους, θέτοντες εἰς συγκοι-
νωνίαν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς μετὰ τῶν λογδουνικῶν λαγήνων.

Διὰ τὴν ἀρχήν, ἀρχεὶ ἐλάχιστον φορτίον ἔπι ἐνὸς τῶν τομέων, τὸ
δποῖον συνήθως εἴτε προέρχεται ἐξ ἵχνων φορτίου, τὸ δποῖον διατη-
ροῦν οἱ ἐξ ἐβονίτου δίσκοι, εἴτε ἀναπτύσσεται διὰ τῆς τριβῆς τῶν με-
ταλλικῶν ψηκτρῶν ἐπὶ τῶν τομέων.

Σημείωσις. Ἡ ἀναγκαία ἴσχυς διὰ νὰ θέσωμεν εἰς περιστρο-
φὴν τοὺς δίσκους αὐξάνεται, ὅταν ἡ μηχανὴ λειτουργῇ διότι ἡ ἀνα-
πτυσσομένη ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια πηγάζει ἐκ τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, τὸ
δποῖον δαπαγῶμεν διὰ νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἀμοιβαίαν ἔλειν
τῶν ὄργάνων τῶν πεφορτισμένων δι' ἀντιθέτων ἡλεκτροισμῶν.

207. Ἀντιστρεπτικότης τῆς μηχανῆς.—Ἐὰν συνδέσωμεν μὲ
τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς λειτουργούσης τοὺς πόλους ἄλλης μηχανῆς
μικροτέρας (ἀπαλλαγείσης τῶν λωρίων της, διὰ νὰ εἶναι μᾶλλον εὐκί-
νητος), οἱ δίσκοι τῆς δευτέρας ταύτης μηχανῆς τίθενται εἰς κίνησιν.
Οἱ πόλοι τῆς πρώτης ἐκφορτίζονται θέτοντες εἰς κίνησιν τὴν δευτέ-

ον. Ἡ πρώτη μετατρέπει τὸ ἔργον εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ δευτέρα μετατρέπει τὴν ἐνέργειαν ταύτην εἰς ἔργον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

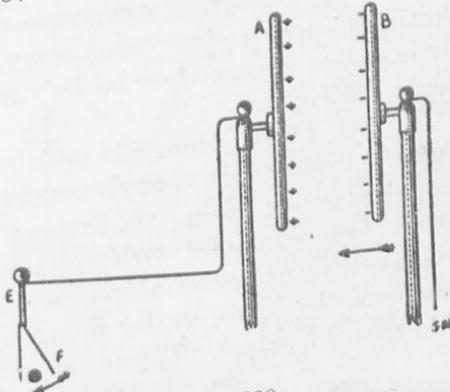
ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

208. Μεταβολαι τῆς χωρητικότητος ἀγωγοῦ.—Πείραμα. Ο ἀγωγὸς A (σχ. 220), δοτις εἶναι π. χ. μεταλλικὴ πλάτε, ἡλεκτρίζεται θετικῶς δι᾽ ἐπαφῆς μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἡλεκτρικῆς τινος πηγῆς. Τὸ ἡλεκτροσκόπιον E μετρεῖ τὸ δυναμικόν, τὸ δόποιον τοιουτορόπως ἀπέκτησεν δ. A. Ἐστω τοῦτο Δ.

Αφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ A μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς, πλησιάζομεν πρὸς αὐτὸν τὸν δίσκον B, δοτις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἑδάφους.

Διαπιστοῦμεν τότε ἐκ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, διτὶ τὸ δυναμικὸν τοῦ A καταπίπτει. Τοῦτο συμβαίνει, διότι δ. δίσκος B, δοτις ἡλεκτρίσθη ἀρνητικῶς δι᾽ ἐπιδράσεως, ἔλκει μέγα μέρος τοῦ φορτίου τοῦ A καὶ τοῦ E ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ A τῆς πρὸς τὸν B.

Ἐὰν θέσωμεν τότε πάλιν τὸν A εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς πηγῆς, ἡ δοπία ἀποκαθιστᾶ ἐπὶ τὸν A τὸ δυναμικὸν Δ, δ ἀγωγὸς A παραλαμβάνει ἀπὸ τὴν πηγὴν νέαν ποσότητα θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Διὰ τὸ αὐτὸν λοιπὸν δυναμικὸν Δ, δ ἀγωγὸς A λαμβάνει μεγαλύτερον φορτίον ἐπὶ παρουσίᾳ τοῦ ἀγωγοῦ B παρὰ ὅταν ᾧτο μόνος. Ἀρα δὴ χωρητικότης αὐτοῦ ηὗξηθῇ. Διότι ἐκ τῆς σχέσεως $P = X \cdot D$ (ἐδ. 197) εἶναι φανερόν, διτὶ διὰ νὰ αὐξηθῇ τὸ P, τὸν Δ μένοντος σταθεροῦ, πρέπει νὰ αὐξηθῇ τὸ X.



Σχ. 220

Είναι φανερόν, ότι αὐξάνεται ή ἐπίδρασις καὶ συνεπῶς τὸ φορτίον ἐπὶ τοῦ Α, αὐξανομένης τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀγωγῶν Α καὶ Β καὶ ἐλαττουμένης τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Ἐπίσης ή ἐπίδρασις αὐξάνεται περισσότερον, ἐὰν μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν παρεντεθῇ σῶμα στερεὸν δυσηλεκτραγωγόν.

209. Συμπυκνωταί.—Ο συμπυκνωτὴς είναι συσκευὴ μεγάλης ἡλεκτροχωρητικότητος, ἀποτελουμένη ἐκ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐπιφανειῶν παραλλήλων, χωρίζομένων διὰ λεπτοῦ ἐλάσματος ἀπομονωτικοῦ.

Σχ. 221

Αἱ δύο εὐηλεκτραγωγοὶ ἐπιφάνειαι λέγονται ὄπλισμοὶ τοῦ συμπυκνωτοῦ.

Παραδείγματα συμπυκνωτῶν. α') Ο ἀπλούστατος τῶν συμπυκνωτῶν είναι ὁ ἐπίπεδος συμπυκνωτὴς (σχ. 221).

Κατασκευάζομεν τοιοῦτον συμπυκνωτήν, προσκολλῶντες φύλλον ἐκ κασσιτέρου ἐπὶ ἑκάστης τῶν ὅψεων πλακὸς ὑαλίνης.

β') Εἰς τὰ πειράματα τῶν σχολείων μεταχειρίζόμεθα συνήθως τὴν λουγδουνικὴν λάγηνον. Αὕτη είναι ὑαλίνη φιάλη, τῆς δοπίας τὸ πῶμα διαπερᾶται ὑπὸ μεταλλικοῦ στελέχους ἀγκιστροειδῶς κεκαμμένου, τὸ δοπίον καταλήγει πρὸς τὰ ἔξω εἰς σφαιρίδιον. Ἐντὸς τῆς φιάλης τὸ στέλεχος τοῦτο βυθίζεται εἰς λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ ἢ χαλκοῦ, τὰ δοπῖα πληροῦν ταύτην καὶ τὰ δοπῖα ἀποτελοῦν τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμὸν τοῦ πυκνωτοῦ (σχ. 222).



Σχ. 221



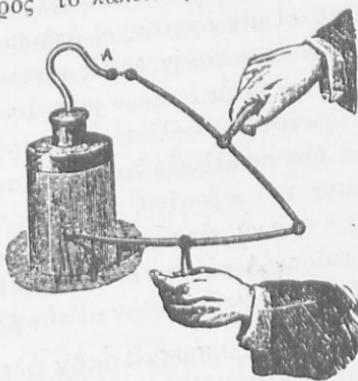
Σχ. 222

τῆς φιάλης μέχρις ωρισμένης ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ στομίου.

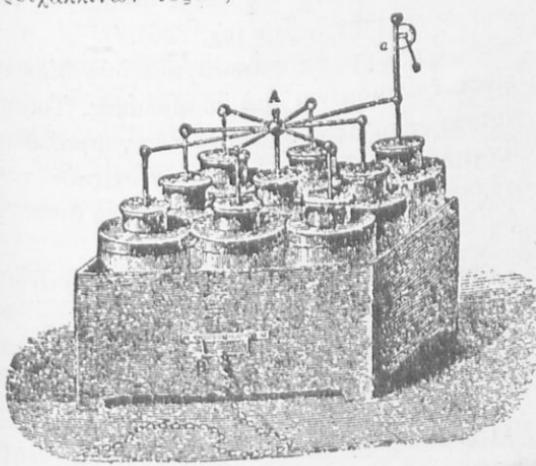
· Ο ἔξωτερικὸς ὄπλισμὸς ἀποτελεῖται ἐκ φύλλου κασσιτέρου, τὸ δοπίον καλύπτει ἔξωτερικῶς τὸν πυθμένα καὶ τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν

Πλήρωσις τῆς λαγῆνου. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν λάγηνον, τὴν λαμβάνομεν διὰ τῆς χειρὸς ἀπὸ τὸ μέρος τὸ καλυπτόμενον ὑπὸ τοῦ κασσιτέρου. Τοιουτούρθιας ὁ ἔξωτερικὸς ὅπλισμὸς διὰ τοῦ σώματός μας συγχοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Φέρομεν κατόπιν εἰς ἐπαφὴν τὸ σφαιρίδιον μὲ ἡλεκτρικὴν τινὰ μηχανὴν λειτουργοῦσαν (σχ. 223). Ο ἔσωτερικὸς ὅπλισμὸς φορτίζεται τότε π.χ. διὰ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὁ ὅποιος τῷ παρέχει τὸ δυναμικὸν τῆς μηχανῆς, ἐνῷ ὁ ἔξωτερικὸς φορτίζεται ἐξ ἐπιδράσεως δι᾽ ἵσης ποσότητος ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

Ἐκκένωσις τῆς λαγῆνου. Η ἐκκένωσις τῆς λαγῆνου γίνεται διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ (σχ. 224). Τὸ ὅγανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὅρειχαλκίνων τόξων, καταληγόντων εἰς σφαιρίδια καὶ ἐνουμένων διὰ



Σχ. 224



Σχ. 225

νὰ ἐκκενώσωμεν βραδέως τὴν λάγηνον θέτοντες αὐτὴν ἐπὶ μονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ ἐγγίζοντες ἐναλλὰξ διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἔξωτερικὸν ὅπλισμὸν καὶ τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἐσωτερικοῦ ὅπλισμοῦ.

210. **Ἡλεκτρικὴ συστοιχία.**—Πολλάκις, ἀντὶ μιᾶς μεγάλης λου-

ἀρθρώσεως. Τὰ τόξα ταῦτα φέρουν ὑαλίνας λαβάς. Εἳνα ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ ἐνὸς τῶν σφαιρίδιων τὸν ἔνα ὅπλισμὸν τοῦ πυκνωτοῦ καὶ πλησιάσωμεν τὸ ἄλλο σφαιρίδιον εἰς τὸν δεύτερον ὅπλισμόν, πρὸ τῆς ἐπαφῆς ἐκρήγγνυται σπινθήρ καὶ ὁ πυκνωτὴς ἐκκενοῦται ἀκαριαίως.

Δυνάμεθα ὅμως

γδουνικῆς λαγήνου, ἡ ὅποια θὰ ἔτο δύσοχρηστος, προτιμῶμεν συστοιχίαν ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν λαγήνων συνδεομένων κατ' ἐπιφάνειαν. Δηλ. οἱ μὲν ἔσωτεροι δόπλισμοὶ συνδέονται διὰ μεταλλικῶν στελεχῶν, τὸ δόποια καταλήγουν εἰς κεντρικὴν σφαῖραν Α, αἱ δὲ λάγηνοι τοποθετοῦνται ἐντὸς ἔξιλίνου κιβωτίου (σχ. 225), τοῦ ὅποιου ὁ πυθμῆν, καλυπτόμενος ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου, συνδέει τοὺς ἔξωτεροικοὺς δόπλισμοὺς μὲ δύο μεταλλικὰς λαβᾶς (Β) προστηλωμένας εἰς τὰ ἔξωτερικὰ τοιχώματα τοῦ κιβωτίου.

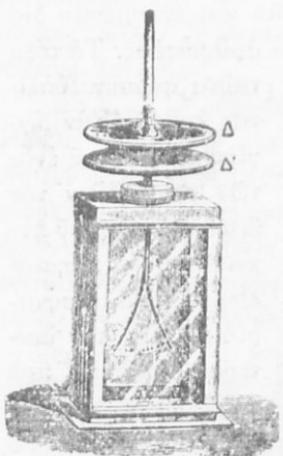
Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν συστοιχίαν, συνδέομεν τὴν μὲν κεντρικὴν σφαῖραν Α μὲ τὸν ἕνα τῶν πόλων ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, τὴν μίαν δὲ τῶν ἔξωτεροικῶν λαβῶν μὲ τὸν ἄλλον πόλον ἡ μετὰ τοῦ ἐδάφους.

211. Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον.—Τοῦτο εἶναι κοινὸν μετὰ φύλλων ἡλεκτροσκόπιον, τὸ δόποιον κατέστη πολὺ εὐαίσθητον διὰ τῆς προσθήκης συμπυκνωτοῦ. Τὸ στέλεχος δηλ. τὸ φέρον τὰ φύλλα καταλήγει εἰς τὸ ἀνώτερον αὐτοῦ ἄκρον εἰς πλατὺν δίσκον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ἐπὶ τοῦ δόποιου δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ δεύτερος δίσκος μετάλλινος τῆς αὐτῆς διαμέτρου φέρον μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 226).

Αἱ ἀπέναντι ἐπιφάνειαι τῶν δύο δίσκων εἶναι ἐπιχρισμέναι διὰ γομμαλάκας. Τοιούτοις πάροπες τὰ δύο στρώματα τῆς γομμαλάκας ἀποτελοῦν τὸ δυστηλεκτραγωγὸν στερεὸν τοῦ συμπυκνωτοῦ, δ δόποιος ἔχει τοὺς δύο δίσκους ὡς δόπλισμούς.

Χρῆσις. Τὸ ὅργανον τοῦτο χρησιμεύει ὅπως ἔξελέγχωμεν δι' αὐτοῦ τὴν ἡλεκτροιστικὴν σωμάτων, τὰ δόποια, μολονότι ἔχουν ἀσθενὲς δυναμικόν, δύνανται ἐν τούτοις νὰ παρέχουν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτροισμοῦ. ‘Η εὐαίσθησία δ' αὐτοῦ διὰ τὴν τοιαύτην χρῆσιν εἶναι πολὺ ἀνωτέρα τῆς τοῦ κοινοῦ ἡλεκτροσκοπίου.

‘Αφ' οὖ ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἀνώτερον δίσκον, θέτομεν τὸν κατώτερον εἰς συγκοινωνίαν μετά τινος σώματος, τοῦ δόποιον τὸ δυναμικὸν εἶναι ἀνεπαίσθητον, ἀλλὰ τὸ δόποιον δύναται νὰ παράσχῃ σημαντικὰς ποσότητας ἡλεκτροισμοῦ. ‘Υπὸ τὰς συνθήκας ταύτας τὰ φύλλα θὰ παραμείνουν εἰς τὸ μηδέν.



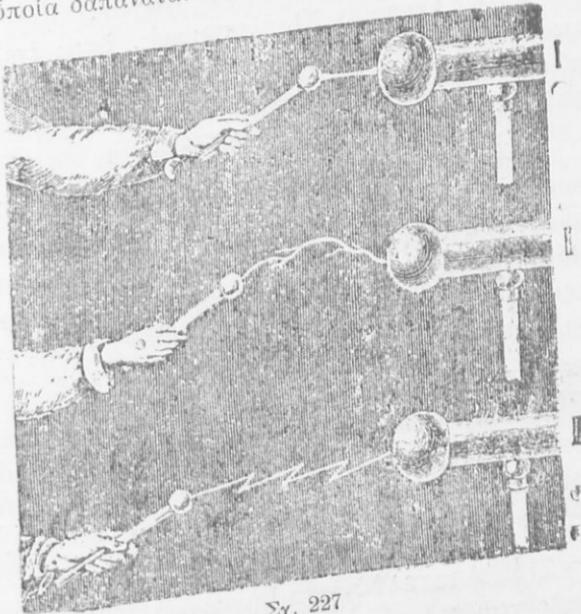
Σχ. 226

Ἐὰν ὅμως, ἀφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ τοῦ ἡλεκτροσμένου σώματος ἀνυψώσωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, τὸ μὲν φορτίον τοῦ ἡλεκτροσκοπίου μένει τὸ αὐτό, ἀλλ’ ἡ ἡλεκτροχωρητικότης αὐτοῦ καθίσταται ἥδη κατὰ πολὺ μικρότερα ἐκείνης, τὴν δποίαν εἶχε πρὸ διάγου, δτε εὑρίσκετο τόσον πλησίον εἰς τὸν μεταλλικὸν δίσκον τὸν συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἑδάφους. Τὸ δυναμικὸν ἐπομένως τοῦ κατωτέρου δίσκου αὖξάνεται κατὰ πολὺ καὶ προκαλεῖ ἴσχυρὰν τῶν φύλλων ἀπόκλισιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

212. Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς ἐκκενώσεως.—**Η μηχανικὴ ἐνέργεια,** ἡ δποία δαπανᾶται κατὰ τὴν ἡλεκτροσιν. ἐνὸς ἀγωγοῦ, μετατρέπεται ἐπ’ αὐτοῦ εἰς δυναμικὴν ἐνέργειαν. Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἡ ἐνέργεια αὐτῇ παράγει διάφορα ἀποτελέσματα: φωτεινά, θερμαντικά, χημικά, μηχανικά, φυσιολογικά.



Σχ. 227

213. Ἀποτελέσματα φωτεινά.—**Ο ἡλεκτρικὸς σπινθήρ** εἶναι φωτεινὸν ἀποτέλεσμα.

Ἐὰν πλησιάσωμεν ἀρκετὰ δύο ἀγωγοὺς φορτισμένους δι’ ἀντιμέτων ἡλεκτροισμῶν ἥπαιπούστερον παρουσιάζοντας διαφορὰν δυναμικοῦ, ἡ ἀμοιβαία ἔλεις

τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν δύναται νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, οἱ δύο ἡλεκτρισμοὶ συντίθενται παράγοντες φωτεινὴν γραμμὴν καὶ μικρὸν ἔνδρον κρότον. Ὁ σπινθῆ ὅρειλεται εἰς τὴν διὰ τῆς ἐκκενώσεως θέρμανσιν τοῦ χωρίζοντος τοὺς δύο ἄγωγοὺς ἀέρος, εἶναι δηλ. ἀποτέλεσμα τῆς μετατροπῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς φῶς καὶ θερμότητα.

Τὸ μῆκος τοῦ σπινθῆρος αὐξάνεται μετὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ διναμικοῦ τῶν ἀγωγῶν. Μεταξὺ ἀγωγῶν μεγάλης χωρητικότητος ὁ σπινθὴρ ἔχει τὴν μορφὴν εὐθυγράμμου χονδροῦ σχοινίου (σχ. 227 I). Ἐφ' ὅσον ἡ χωρητικότης τῶν ἀγωγῶν ἐλαττούνται, τὸ σχοινίον καθίσταται λεπτόν, ἐλικοειδές καὶ διακλαδισμένον (σχ. 227 II, III).

‘Η διάρκεια τοῦ σπινθῆρος εἶναι ἀπέιρως μικρά, τὸ δὲ χρῶμα αὐτοῦ ἔξαρταί εἰναι φύσεως τῶν ἐκ τῶν ἀγωγῶν ἀποσπωμένων καὶ διὰ τῆς ἐκκενώσεως διαπυρουμένων μορίων. Τὸ φάσμα τοῦ σπινθῆρος παρουσιάζει συγχρόνως τὰς γραμμὰς τοῦ ἀέρος καὶ τὰς γραμμὰς τῶν ἀτμῶν τοῦ μετάλλου τῶν ἀγωγῶν.

Σημείωσις. Ο γλεκτρισμός, δύσις έκρεει ἔκ τινος ἀκίδος, παρουσιάζει εἰς τὸ σκότος λώδη χροιὰν μὲ μορφὴν μεταβαλλομένην μετὰ τοῦ εἶδους τοῦ ἐκρέοντος γλεκτρισμοῦ (θύσανοι ἐπὶ θετικοῦ γλεκτρισμοῦ, λαμπρὸν σημείου ἐπὶ ἀρνητικοῦ).

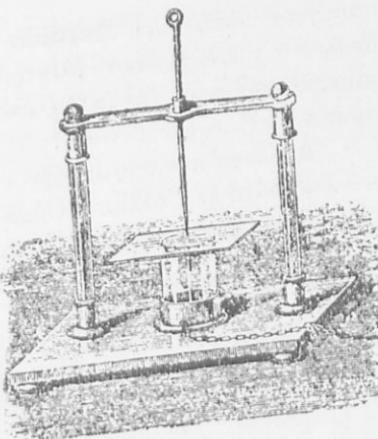
214. Ἀποτελέσματα δερμαντικά.—Ο ἡλεκτρικὸς σπινθῆρ ἀναφλέγει οὐσίας τινὰς ἔξόχως εὐφλέκτους. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνάφλεξιν τῆς πυρίτιδος τῶν ὑπονόμων ἢ ἀεριωδῶν μεταγμάτων, ὅπως π. χ. μείγματος ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Ἐπίσης ἡ ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις θερμαίνει μέχρι τήξεως σύρμα συνδέον τὰ σφαιρίδια ἐκκενωτοῦ.

215. Ἀποτελέσματα χημικά.—*Ἡ ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις μετατρέπει τὸ δέξιγόνον τοῦ ἀέρος εἰς δέζον.* Ἐντὸς αἱθουσῆς, εἰς τὴν δοποίαν λειτουργεῖ μηχανὴ τοῦ Wimshurst, αἰσθανόμεθα εἰδικὴν δσμήν, δφειλομένην εἰς μικρὰν ποσότητα δέζοντος παραγομένου ὑπὸ τῶν σπινθήρων τῆς μηχανῆς.

216. Ἀποτελέσματα μηχανικά.—Τὰ μηχανικὰ ἀποτελέσματα ἐκδηλοῦνται πρὸ πάντων ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Ἐὰν παρενθέσωμεν ὑαλίνην πλάκα μεταξὺ δύο ἀκίδων, ἔξ οὗ η μὲν μία

συγκοινωνεῖ μετὰ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ηδὲ ἄλλη μετὰ τοῦ ἐδάφους, η δικένωσις δύναται τὰ διατρυπήσῃ τὴν πλάκα (σχ. 228).

217. Ἀποτελέσματα φυσιολογικά. — Εἳναν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα εἰς ἡλεκτρισμένον ἀγωγόν, ἐκρήγνυται σπινθήρ μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τῆς χειρὸς μας. Αἰσθανόμεθα τότε μικρὸν νυγμόν. Εἳναν θέσωμεν τὴν μίαν χεῖρα ἐπὶ τοῦ ἔξωτερικοῦ διπλισμοῦ λουγδουνικῆς λαγήνου



Σχ. 228

πεπληρωμένης καὶ ἐγγίσωμεν διὰ τῆς ἄλλης χειρὸς τὸ σφαιρίδιον, αἰσθανόμεθα κλονισμὸν ἀρκετὰ ἰσχυρόν. Τὸ πείραμα τοῦτο καθίσταται ἐπικίνδυνον ἐπαναλαμβανόμενον διὰ συστοιχίας συμπυκνωτῶν.

Οἱ λατροὶ χρησιμοποιοῦν τὸν στατικὸν ἡλεκτρισμὸν διὰ τὴν θεραπείαν ὀρισμένων ἀσθενειῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

218. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἡλεκτρικὸν πεδίον. — Εἳναν ἐν καιρῷ αἰθρίας τοποθετήσωμεν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ μακρὸν μεταλλικὸν στέλεχος καταληγον εἰς ἀκίδα καὶ μεμονωμένον, συνδέσωμεν δ' αὐτὸν μεταλλικῶς μετὰ τῆς σφαιρίας ἡλεκτροσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, διτὶ τὰ φύλλα διίστανται (σχ. 229), δυνάμεθα δὲ νὰ βεβαιωθῶμεν, διτὶ ταῦτα ἔχουν φροτισθῆ διὰ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι λοιπὸν ἡλεκτρικὸν πεδίον, διότι δὲ ἀγωγὸς ὑφίσταται ἐντὸς αὐτῆς ἡλεκτρικὴν ἐπίδρασιν. Τὸ πεδίον τοῦτο



Σχ. 229

παράγεται ύπο τῶν **θετικῶν φορτίων** τῆς ἀτμοσφαίρας. Ταῦτα ἀναλύουν τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ ἄγωγοῦ καὶ τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, ἔλκουν πρὸς τὴν ἀκίδα τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ ἀπωθοῦν πρὸς τὰ φύλλα τὸν θετικόν.

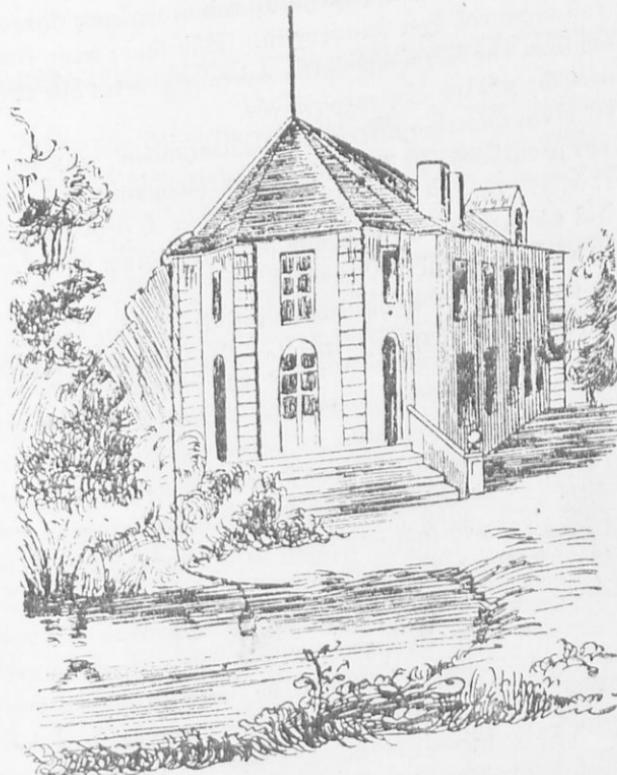
³Ανάλογα πειράματα ἐγένοντο διὰ πρώτην φορὰν τῷ 1852 ὑπὸ τοῦ Dalibard ἐν Γαλλίᾳ καὶ ὑπὸ τοῦ Franklin ἐν Ἀμερικῇ. Ὁ τελευταῖος οὗτος ἔχοντιμοποίησε χαρταετὸν μὲ πλαίσιον μεταλλικόν.

219. Ἀστραπὴ—Βροντή—Κεραυνός.—Χρησιμοποιοῦντες ὡς ἀνωτέρῳ τὸ ἡλεκτροσκόπιον, βεβαιούμεθα, ὅτι κατὰ τὰς θυέλλας τὰ νέφη εἶναι ἡλεκτρισμένα, ἀλλα μὲν θετικῶς, ἀλλα δὲ ἀρνητικῶς. Τότε, ἐὰν δύο νέφη ἡλεκτρισμένα μὲ ἡλεκτρισμοὺς ἑτερωνύμους εὑρεθοῦν εἰς κατάλληλον ἀπὸ ἀλλήλων ἀπόστασιν, οἱ ἡλεκτρισμοί των συντίθενται παράγοντες ἴσχυρὸν ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα καὶ δυνατὸν κρότον. Ὁ σπινθῆρος εἶναι **ἡ ἀστραπή**, δοκότος δὲ **ἡ βροντή**.

Οταν δὲ σπινθῆρος ἐκφηγγύεται μεταξὺ νέφους καὶ σημείου τινὸς τοῦ ἐδάφους ἡλεκτρισμένων μὲ ἑτερωνύμους ἡλεκτρισμούς, λέγομεν, ὅτι **πίπτει κεραυνός**. Οὗτος προσβάλλει κατὰ προτίμησιν τὰ προεξήχοντα σημεῖα, ἔνθα συσσωρεύεται ἀντίθετος ἡλεκτρισμός, ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ νέφους, ὅπως π.χ. εἶναι τὰ ὄοη, τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα, αἵ κορυφαὶ τῶν δένδρων κτλ.

Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐκκενώσεων τῶν συστοιχιῶν, ἀλλ' ἀσυγκρίτως ἴσχυρότερα: α') **ἀποτελέσματα μηχανικά**: εἰδικῶς ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων, κατακοήμινισις οἰκιῶν, θραυσίς δένδρων κτλ., β') **ἀποτελέσματα θερμαντικά**: πυροκαϊαὶ διὰ ἀναφλέξεως ἀναφλεξίμων οὐσιῶν, τῆξις καὶ ἔξαερίσεις μετάλλων, γ') **ἀποτελέσματα χημικά**: σχηματισμὸς νιτρικοῦ δέξιος, διζοντος, δ') **κλονισμοὶ** θανατηφόροι ἐπὶ ζώων καὶ ὄνθρωπων. Οἱ κλονισμοὶ οὗτοι δύνανται νὰ ἐπέλθουν, καὶ ἀν ἀκόμη δοκότος δὲν πέσῃ ἐπὶ τοῦ ζώου, ἀλλὰ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν. Διότι πρὸ τῆς πτώσεως τοῦ κεραυνοῦ τὸ ζῶον θὰ ἔχῃ ἡλεκτρισμῆς ἔξι ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμένου νέφους, μετὰ δὲ τὴν πτῶσιν τοῦ κεραυνοῦ τοῦτο ἐπανέρχεται ἀποτόμως εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν, διότι ἔξειπνεν ἡ αἰτία τῆς ἡλεκτρίσεως ἀλλὰ τοῦτο ἐπιφέρει ἴσχυρὸν κλονισμόν, πολλάκις θανατηφόρον (πλῆγμα ἔξι ἐπιστροφῆς).

220. Ἀλεξικέραυνον.— Τὸ ἀλεξικέραυνον χρησιμεύει διὰ τὴν προφύλαξιν τῶν οἰκοδομημάτων ἀπὸ τῶν κεραυνῶν· στηρίζεται δὲ ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ἀκίδων. Ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρᾶς οάβδου, μήκους τῆς 5—10 μέτρων, ἡ δοπία τοποθετεῖται ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ οἰκοδομήματος κατακούφως καὶ καταλήγει πρὸς τὰ ἄνω εἰς κωνικὴν ἀκίδα ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρυσωμένου. Η οάβδος αὗτη τίθεται εἰς συγκαινονίαν



Σχ. 230

μετὰ τοῦ ἑδάφους διὰ παχέος ἀγωγοῦ ἐκ σιδηρῶν συρμάτων (σχ. 230), ὅστις κατέρχεται κατὰ μῆκος τοῦ οἰκοδομήματος καὶ εἰσδύει εἰς τὸ ὕδωρ φρέατος.

Τὸ ἀλεξικέραυνον ἐπιφέρει διπλοῦν ἀποτέλεσμα: πρῶτον μὲν ἔλαττώνει τὸν ἀριθμὸν τῶν κεραυνῶν ἐπὶ τοῦ οἰκοδομήματος καὶ δεύτερον καθιστᾶ αὐτοὺς ἀβλαβεῖς. Πράγματι, ἐὰν νέφος ἥλεκτροισμένον

π. χ. θετικῶς διέλθη ἄνωθεν τοῦ οἰκοδομήματος τοῦ προστατευομένου ὑπὸ τοῦ ἀλεξικεραύνου, ἡλεκτρίζει τοῦτο ἐξ ἐπιδράσεως. Ὁ ἀρνητικὸς τότε ἡλεκτρισμός, ὅστις συρρέει πρὸς τὴν ἀκίδα, ἐκρέει δι' αὐτῆς συνεχῶς πρὸς τὸ νέφος καὶ ἐξουδετεροῖ δλίγον κατ' δλίγον μερικῶς τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ νέφους, ἐνῷ δὲ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ οἰκοδομήματος, δηλ. δὲ δμώνυμος πρὸς τὸν τοῦ νέφους, ἀπωθεῖται πρὸς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν τὸ νέφος ἀπηλεκτρισθῇ τοιουτορόπως ἀρκετὰ ταχέως ἥ πτῶσις τοῦ κεραυνοῦ ἔχει ἀποφευχθῆ. Ἐὰν δὲ πέσῃ δὲ κεραυνός, οὕτος προσβάλλει τὴν ἐξέχουσαν ἀκίδα καὶ διοχετεύεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ εἰς τὸ ἔδαφος ὡς μᾶλλον εὐηλεκτραγωγόν.

Διὰ νὰ εἶναι ἀποτελεσματικὸν τὸ ἀλεξικέραυνον, πρέπει νὰ εἶναι συνδεδεμένον μεταλλικῶς μὲ δλας τὰς εὐηλεκτραγωγοὺς μάζας τοῦ οἰκοδομήματος, π. χ. σιδηρᾶς δοκούς, ὑδραγωγούς ἢ ἀεριαγωγούς σωλῆνας κτλ., διὰ νὰ δύναται δὲ πέπ' αὐτῶν δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς νὰ διασκορπίζεται εὐκόλως.

Εἰδικὰ ἀλεξικέραυνα προφυλάσσονται ἀπὸ τοὺς κεραυνοὺς τὰς συνήθεις τηλεγραφικὰς γραμμάς, τὰς συσκευὰς τῆς ἀσυρμάτου τηλεγραφίας κτλ.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΗΡΑΙΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Προατροῦντεν τότε, ὅτι:

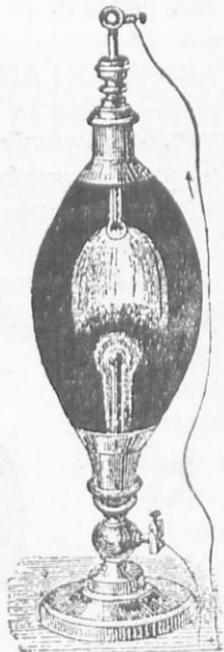
ατηροῦμεν τότε, δτι: α') "Οταν δ ἀηδὸν τῆς συσκευῆς εὑρίσκεται ὑπὸ πίεσιν δλίγον



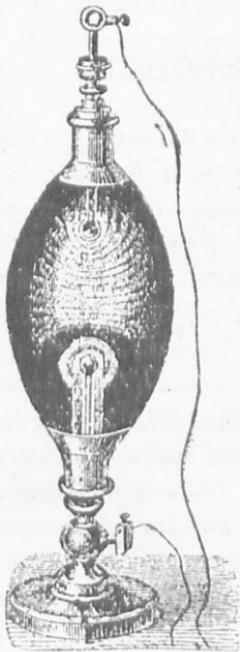
Σγ. 231

μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, οἵ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἀπὸ ἀποστάσεως μεγαλυτέρας, ὑπὸ μορφὴν ἐνὸς ἢ περισσότερων φωτεινῶν νημάτων περισσότερον ἢ διλιγώτερον κυματοειδῶν, τὰ διοῖς βαίνουν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἡλεκτροδίου εἰς τὸ ἄλλο.

β') "Οταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρι 4 ἢ 5 ἑκατοστομέτρων ὑδραργύρου, ἡ ἐκκένωσις ἐκδηλοῦται ὑπὸ μορφὴν ἐρυθροχρόνου καὶ συνεχοῦς



Σχ. 232



Σχ. 233

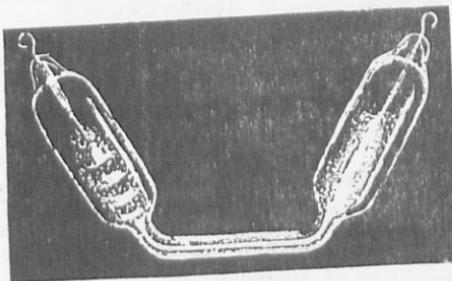
φωτός, τὸ διοῖς πληροῦ τὸν σωλῆνα καὶ καλεῖται θετικὴ στήλη (σχ. 232).

γ') "Οταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρις ἐνὸς ἑκατοστομέτρου ὑδραργύρου, ἡ θετικὴ στήλη δὲν εἶναι πλέον δμογενῆς διαιρεῖται εἰς ζώνας παφαλλήλους ἐναλλὰξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινάς. Ἡ στήλη συμπλέζεται πρὸς τὴν ἄνοδον καὶ ἀφήνει μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς καθόδου σκοτεινὸν διάστημα. Ἡ δὲ κάθοδος περιβάλλεται ὑπὸ φωτεινοῦ περιβλήματος (σχ. 233).

δ') "Οταν ἡ πίεσις κατέλθῃ ἀκόμη περισσότερον, μέχρις $\frac{1}{10}$

τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραογύρου, τὸ φωτεινὸν περίβλημα τῆς καθόδου ἐγκαταλείπει ταύτην καὶ μετασχηματίζεται εἰς φωτεινὴν ζώην μεμονωμένην μεταξὺ δύο σκιερῶν διαστημάτων. Συγχρόνως ἡ θετικὴ στήλη συγκεντροῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὴν ἄνοδον καὶ διλύγον κατ' ὅλιγον ἔξαφανίζεται.

222. Σωλῆνες τοῦ Geissler.—Τὰς ἀνωτέρω μορφὰς τῆς ἐκκενώσεως παρατηροῦμεν εἰς τοὺς σωλῆνας τοῦ Geissler (σχ. 234). Οὗτοι εἶναι σωλῆνες ὑάλινοι κλεισθέντες εἰς τὰ δύο ἄκρα των διὰ συντηξεως, οἵτινες περιέχουν ἀέρια περισσότερον ἢ ὅλιγάτερον ἥραιωμένα. Ἐκαστον ἄκρον τοῦ σωλῆνος διαπεργάται κατὰ τὴν σύντηξιν ὑπὸ σύρματος ἐκ λευκοχρόου σου, τοῦ δποίου τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἄκρον ἀποτελεῖ εἰς ἑκάστην πλευράν ἐν ἥλεκτροδιον. Τὰ ἔξωτερικὰ ἄκρα τῶν δύο τούτων συρμάτων συνδέονται μὲ τοὺς πόλους τοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff ἢ τῆς μηχανῆς τοῦ Wimhurst, διὰ τῶν δποίων παράγονται αἱ ἥλεκτρικαὶ ἔκκενώσεις.



Σχ. 234

Οἱ σωλῆνες οὗτοι, διαφόρων σχημάτων, εἶναι πεπλήρωμένοι ἑκατοσ διὰ διαφόρου ἀερίου, τὸ δποῖον δίδει εἰς τὸ καταυγάζον αὐτὸν φῶς εἰδικὸν χρωματισμόν.

Τὸ ὑδρογόνον π. χ. δίδει ἐρυθρὸν χρωματισμόν, τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ὑποκύανον.

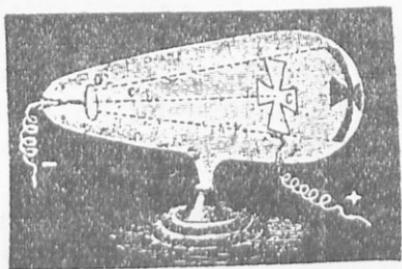
Οἱ χρωματισμοὶ οὗτοι εἶναι λαμπρότεροι εἰς τὰ στενὰ μέρη τοῦ σωλῆνος.

223. Σωλῆνες τοῦ Crookes.—Ἐὰν ἡ ἀραιώσις παραταθῇ σχεδὸν μέχρι χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραογύρου, ἡ λάμψις ἡ καταυγάζουσα τὸν σωλῆνα ἐκλείπει τελείως, ἐκτὸς ἀσθενοῦς τινος αἴγλης περὶ τὴν ἄνοδον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην δ σωλὴν καλεῖται σωλὴν τοῦ Crookes.

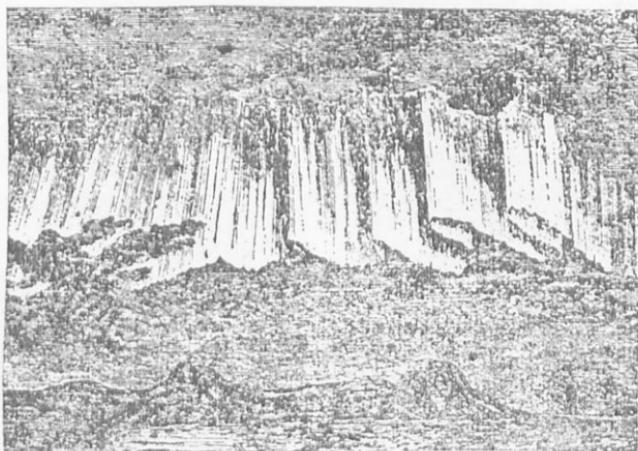
224. Καθοδικαὶ ἀκτῖνες.—Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἥλεκτροδιαένδος τοιούτου σωλῆνος μετὰ τῶν πόλων πηνίου τοῦ Ruhmkorff, θὰ

παρατηρήσωμεν, ότι τὸ τοίχωμα τοῦ σωλῆνος τὸ εύρισκόμενον ἀπέναντι τῆς καθόδου καθίσταται φθορίζων, ἐμφανίζον ὡραῖον πράσινον χρῶμα. Ἐκ τῆς καθόδου δηλ. ἐκπέμπονται ἀκτῖνες ἀόρατοι, αἱ δοποὶ διαδίδονται εὐθυγράμμῳς ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ συναντῶσαι τὴν ὕαλον προκαλοῦν τὸν φθορισμὸν αὐτῆς. Αἱ ἀκτῖνες αὗται καλοῦνται καθοδικαὶ.



Σχ. 235

τῆς καθόδου σταυρὸν ἐξ ἀργιλίου (σχ. 235), θὰ παρατηρήσωμεν τὴν σκιὰν τοῦ σταυροῦ διαγραφομένην μέλαιναν ἐπὶ τοῦ φθορίζοντος τοιχώματος τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 236

επίδιαφράστων Αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες προκαλοῦν ὡραίους φθορισμοὺς ἐπὶ διαφόρων ἀνοργάνων οὖσιῶν, π.χ. ἀδάμαντος, μεταλλικῶν ὅξειδίων, θειούχου ψευδαργύρου, κιμωλίας κτλ., ὅταν προσπίπτουν ἐπ' αὐτῶν. Ὁ φθορισμὸς οὗτος, τοῦ διποίου τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ

σώματος, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ παρακολουθήσωμεν τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας.

Ἐπίσης αἱ καθοδικὰ ἀκτῖνες ἐκτρέπονται ὑπὸ μαγνητικοῦ καὶ ἡλεκτρικοῦ πεδίου.

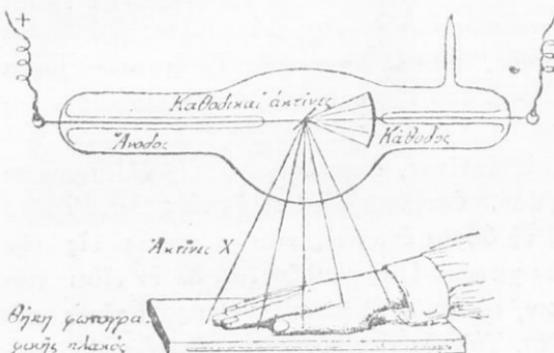
Ἡ ὑπαρξίας τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων ἔξηγεῖται διὸ ἔξῆς: Τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος περιεχόμενον ἀέριον συνίσταται ἐξ ἀτόμων, τὰ δοποῖα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκενώσεως διαιροῦνται εἰς ἴοντα. Τὰ ἴοντα φορτίζονται ἄλλα μὲν θετικῶς, ἄλλα δὲ ἀρνητικῶς. Τὰ ἀρνητικὰ ἴοντα (ἡλεκτρόνια), ἀποθούμενα τότε ὑπὸ τῆς καθόδου, ἀποτελοῦν τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας.

Εἰς τοιαύτας καθοδικὰς ἀκτῖνας, ἀποτελουμένας ἐξ ἡλεκτρονίων ἐκπεμπομένων ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ὀφείλονται τὰ πολικὰ σέλα. Ταῦτα εἶναι φωτεινὰ φαινόμενα, τὰ δοποῖα ἀναφαίνονται συχνάκις εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῶν πολικῶν χωρῶν. Παρουσιάζονται δὲ ἐν εἴδει πολυαρίθμων φωτεινῶν τρέχων, τὰ δοποῖα ἔξακοντίζουν τὰς ἀκτῖνας αὐτῶν πρὸς τὴν γῆν (σχ. 236). Τὸ φῶς των παραγέται ἐκ τῶν συγκρούσεων τῶν ἡλεκτρονίων ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος.

225. Ἀκτῖνες Röntgen ἢ ἀκτῖνες X.—Κατὰ τὸ ἔτος 1895, ὁ φυσικὸς Röntgen παρετήρησεν, ὅτι διάφραγμα κεκαλυμμένον διὰ κυανιούχου βαριολευκοχρόύσου καθίστατο φθορίζον, ὅτε ενδίσκετο πλησίον σωλῆνος τοῦ Crookes λειτουργοῦντος ἐντὸς κυτίου ἐκ χαρτονίου. Εἶναι φαινερόν, ὅτι αἱ ἀκτῖνες, αἱ δοποῖαι παροήγον, τὸν φθορισμὸν τοῦτον, δὲν ἥσαν αἱ καθοδικαί, διότι αὗται δὲν διέρχονται διὰ τῆς ὑάλου, τὸ δὲ πράσινον φῶς, μὲ τὸ δοποῖον λάμπει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σωλῆνος ἡ ἀπέναντι τῆς καθόδου, ἐμποδίζεται ὑπὸ τοῦ χαρτονίου νὰ διέλθῃ. Πρόκειται λοιπὸν προφανῶς περὶ μιᾶς νέας ἀκτινοβολίας ἀσφάτου, ἣτις προκαλεῖ τὸν φθορισμὸν τοῦ διαφοράγματος.

Πράγματι, τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς εἰδικὰς ἀκτῖνας, αἱ δοποῖαι ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ τοιχώματος τοῦ σωλῆνος τοῦ Crookes, ἐπὶ τοῦ δοποίου προσπίπτουν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες. Αἱ ἀσφάτοι αὗται ἀκτῖνες, καλούμεναι ἀκτῖνες Röntgen ἢ ἀκτῖνες X, διαδίονται ἀπὸς τὰ ἔξω καὶ διέρχονται διὰ τοῦ χαρτονίου. Αἱ ἀκτῖνες X διεγείπρὸς τὰ ἔξω καὶ διέρχονται διὰ τοῦ χαρτονίου, προσβάλλουν τὰς φωτογραφικὰς πλάκας, ἀπηλεκτρίζουν τὰ ἡλεκτροσύνενα σώματα, διότι καθιστοῦν εὐηλεκτραγωγὸν τὸν ἀέρα. Δὲν ἐκτρέπονται δὲ ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ ἢ ἡλεκτρικοῦ πεδίου (διαφορὰ ἀπὸ τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας).

Ἐπίσης διέρχονται ἄνευ ἐκτροπῆς διὰ τοῦ ξύλου, τοῦ χάρτου, τῶν σαρκῶν, ἀλλὰ δὲν διαπεροῦν τὰ σκληρὰ σώματα, ὅπως π. χ. τὰ ὅστα, τὰ μέταλλα κτλ. Διαδίδονται δὲ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, μεθ' ἵς καὶ τὸ φῶς.



Σχ. 237

νος. Τὸ ἔλασμα τοῦτο καλοῦμεν ἀντικάθοδον.

Αἱ ἀκτῖνες X γεννῶνται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἀντικαθόδου καὶ προβάλλονται ἐπὶ τοῦ μέρους τοῦ σωλῆνος τοῦ εὑρισκομένου ἀπέναντι ταύτης. Διαδίδονται δὲ κατόπιν εὐμυγράμμως ἄνευ διαθλάσεως ἢ ἀνακλάσεως.

226. Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία.— 'Η ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία εἶναι μέθοδοι ἐφαρμογῆς τῶν ἴδιοτήτων τῶν ἀκτίνων X. Ἐὰν παρενθέσωμεν τὴν παλάμην ἀνοικτὴν μεταξὺ τοῦ σωλῆνος καὶ ἑνὸς διαφράγματος ἐκ κυανιούχου βαριολευκοχρύσου, παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τὴν σκιὰν τῆς παλάμης (σχ. 238). 'Η σκιὰ αὕτη παρουσιάζει μέρη σκιερά, τὰ δποῖα διαγράφουν τὰ ὅστα, καὶ φωτεινὰ μέρη, τὰ δποῖα δρᾶζουν τὰς σάρκας. Ἐχομεν τοιουτορόπως τὴν ἀκτινοσκοπίαν. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ φθοροῦζον διάφραγμα διὰ φωτογραφικῆς πλακός, ἀφοῦ προηγούμενως τὴν περιτυλίξωμεν διὰ μέλανος χάρτου, δστις θὰ τὴν προφυλάξῃ ἀπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, ἀλλὰ θὰ ἀφήσῃ νὰ διέλθουν αἱ ἀκτῖνες, καὶ ἐφαρμόσωμεν ἐπ' αὐτοῦ τὴν παλάμην, μετά τίνα χρόνον ἡ πλάξ θὰ ἔχῃ προσβληθῇ, δηλ. θὰ ἔχῃ σχηματισθῇ ἐπ' αὐτῆς ἡ εἰκὼν τῆς παλάμης. Ἐχομεν οὕτω μίαν

Ὀταν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες συναντήσουν οἰονδήποτε σῶμα, μετατρέπονται εἰς ἀκτῖνας X. Τὰς ἀκτῖνας ταύτας παράγομεν ἐντὸς εἰδίκου σωλῆνος ὑαλίνου, ἐν τῷ δποίῳ αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουν ἐπὶ μικροῦ ἔλασματος ἐκ λευκοχρύσου (σχ. 237) κεκλιμένου κατὰ 45° ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆ-

φωτογραφίαν, εἰς τὴν ὁποίαν διακοίνονται τὰ δυτικά καὶ αἱ σάρκες.
Αὕτη εἶναι ἡ ἀκτινογραφία.

227. Φυσιολογική ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων X.—Οἱ ἀκτινογάφοι εἶναι ἔκτεινεμένοι ἕνεκα τῶν ἀκτίνων X εἰς σοβαρὸὺς κινδύνους. Ἐντὸς ὅλιγων μηνῶν δύνανται αἱ τρίχες καὶ οἱ ὄνυχες των νὰ γίνουν εὐθραυστοὶ καὶ νὰ πέσουν. Τὸ δέρμα ἐπίσης δύναται νὰ



Σχ. 238

προσβληθῆ. Πόσοι πειραματισταὶ κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἐφαρμογῆς τῶν ἀκτίνων X δὲν ἔχασαν τοὺς δακτύλους καὶ αὐτὴν ἀκόμη τὴν ὅρασιν! Σήμερον λαμβάνουν αὐστηρὰς προφυλάξεις πειραματίζονται διὰ μέσου διαφράγματος, καλύπτονταν τοὺς δραματικοὺς διὰ διοπτρῶν καὶ φρούνη χειρόκτια ἐκ καυτσούν.

228. Οὔσιαι ἀκτινενεργοί.—Ωρισμένα μέταλλα, τὸ ούρανιον, τὸ θόριον καὶ πρὸ πάντων τὸ ράδιον, ἐκπέμπουν καθοδικὰς ἀκτῖνας καὶ ἀκτῖνας X ἄνευ μεσολαβήσεως ἡλεκτρικῆς πηγῆς, ήτις εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ σωλῆνος τοῦ Crookes. Αἱ ούσιαι αὗται καλοῦνται ἀκτινενεργοί.

229. Φωτισμὸς-διὰ ἡραιωμένων ἀερίων.—Φωτεινὴ ἐνέργεια. Μέχρι τινὸς ἐφαίνετο, ὅτι ὁ φωτισμὸς ἥδύνατο νὰ πραγματο-

ἀναλάβῃ τὴν θέσιν του, τὸ ἔξ νδραργύρου νῆμα θραύεται καὶ τό-
ξον ἀναπηδᾷ μεταξὺ τῆς τομῆς. Ὁ σχηματιζόμενος μεταλλικὸς ἀτμὸς
θεομαίνεται, καθίσταται ἀγωγὸς καὶ τὸ τόξον πληροῖ δλον τὸν
σωλῆνα.

Ἐφ' ὅσον δ λαμπτήρος λειτουργεῖ, δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν
εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ νδραργύρου τῆς καθόδου μικρὸν κρατῆρα,
ἔνθα δ ὑδράργυρος ἔξατμίζεται, συμπυκνοῦται ἔπειτα εἰς τὰ ψυχρό-
τερα μέρη τοῦ σωλῆνος καὶ κατέρχεται πάλιν πρὸς τὴν κάθοδον.

Ο σχηματισμὸς τοῦ τόξου ἔχει σκοπὸν νὰ παραγάγῃ τὴν **ιόντωσιν**
τοῦ ἀτμοῦ τοῦ νδραργύρου. Ὅταν ἀέριον τι καθίσταται εὐη-
λεκτραγωγόν, λέγομεν, ὅτι ἔχει **ιοντωθῆ**, δηλ. τὰ ἄτομα αὐτοῦ θραύ-
ονται ὑπὸ τοῦ σπινθῆρος εἰς **ιόντα** θετικὰ καὶ ἀρνητικά.

Τὸ φῶς τοῦ λαμπτῆρος τούτου εἶναι σταθερόν, δὲν καταπονεῖ
δὲ τὴν ὁρασίν. Τὸ μόνον μειονέκτημα, τὸ ὅποιον ἔχει, εἶναι, ὅτι, ἐπειδὴ
στερεῖται ἐρυθρῶν ἀκτίνων, παρουσιάζει τὰ ἐρυθρὰ ἀντικείμενα μέλανα.
Τὸ μειονέκτημα τοῦτο διοφθοῦται ἀποδιδομένων εἰς τὸ φῶς τοῦτο
τῶν ἐρυθρῶν ἀκτινοβολιῶν. Πρὸς τοῦτο τίθεται ἐντὸς καταλλήλου ἀνα-
κλαστῆρος ὑφασμα ἐρυθρόν.

Σημεῖωσις. Τὸ φῶς τοῦ λαμπτῆρος τούτου δίδει φάσμα πλούσιον
εἰς ἡώδεις καὶ ὑπεριώδεις ἀκτίγας. Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες εἶγαι ἐπικίνδυ-
γοι διὰ τὴν δρασιν, ἀλλ' ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῆς θάλασσης τοῦ λαμπτῆρος.

Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες φονεύουν τὰ μικρόβια καὶ ἐμποδίζουν τὴν
ἀγάπτυξιν τῶν σπορίων των. Διὰ τοῦτο κατασκευάζουν τοιούτους λαμ-
πτῆρας διὰ διαφανοῦς χαλαζίου, διστις δὲν ἀπορροφᾷ τὰς ὑπεριώδεις
ἀκτίγας, καὶ τοὺς χρησιμοποιοῦν διὰ τὴν ἀποστέρωσιν τοῦ ὕδατος,
ἐκθέτοντες αὐτὸς εἰς τὸ φῶς των.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΡΕΥΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ

233. Μέγιστον τῆς συχνότητος εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας.—
Οἱ βιομηχανικοὶ ἐναλλακτῆρες ἔχουν συχνότητα μεταβαλλομένην μόνον
μεταξὺ 10 καὶ 100 περιόδων κατὰ δευτερόλεπτον, ὀδισμένοι δὲ ἐναλ-
λακτῆρες τῶν ἐργαστηρίων φθάνουν τὰς 1000 περιόδους. Καὶ τοῦτο

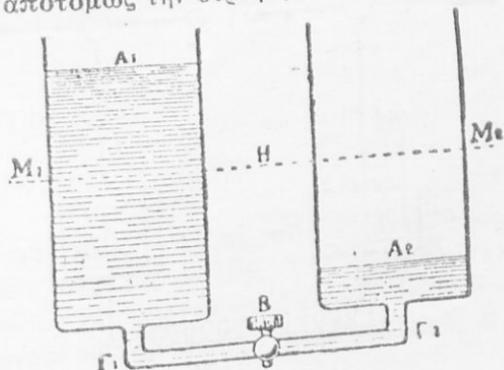
διότι ἀφ' ἐνὸς μὲν δὲν δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν πέραν ώρισμένου δορίου τὸν ἀριθμὸν τῶν πόλων ἐναλλακτῆρος, ἀφ' ἑτέρου δὲ δὲ οὐδιθμὸς τῶν κατὰ δευτερόλεπτον στροφῶν δὲν δύναται νὰ εἶναι μεγαλύτερος τῶν 50 περίπου, χωρὶς νὰ κινδυνεύσῃ νὰ θραυσθῇ ὁ ἐναλλακτήρος, ὅποια τὴν ἐπίδρασιν τῆς φυγοκέντρου δυνάμειως.

Διὰ νὰ λάβουν ὑψηλὰς συχνότητας, χοησιμοποιοῦν νέαν μέθοδον, τῆς διοίσιας τὴν ἀρχὴν θὰ ἐννοήσωμεν εὐχόλως χάρις εἰς τὴν ἔξῆς ἀναλογίαν πρὸς φαινόμενον ὑδραυλικόν:

234. Παλμική κίνησις ύγρου.—Θεωρήσωμεν δύο δοχεῖα M_1 , καὶ M_2 (σχ. 240) συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος δοιζοντίου μεγάλης διαμέτρου, παρουσιάζοντος ἐπομένως μικρὰν ἀντίστασιν εἰς τὴν ορὴν τοῦ ὕδατος ἀπὸ τοῦ ἐνὸς δοχείου εἰς τὸ ἄλλο. Κλείομεν τὴν στροφήν γραμμῆς A_1 τοῦ σωλήνου M_1 καὶ κύνομεν ὕδωρ εἰς τὸ M_1 , μέχρις ὠρισμένου ύψους. Ἀνοίγοντες ἔπειτα ἀποτόμως τὴν στροφήν γραμμῆς τοῦ σωλήνου, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ κατέρχεται εἰς τὸ M_2 καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ M_1 εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος· τὸ ὑπερβαίνει ὅμως ὀλίγον ἐνεκα τῆς κτηματικῆς ἐνεργείας. Η κίνησις γίνεται κατόπιν κατ' ἀντίθετον φρονάν, δηλ. ἐκ τοῦ M_2 πρὸς τὸ M_1 , κατόπιν πάλιν ἐκ τοῦ M_1 πρὸς τὸ M_2 , καὶ οὕτω καθ' ἔξῆς. Παράγεται λοιπὸν παλική κίνησις τοῦ ὕδατος, τῆς διοίσιας τὸ πλάτος ἔλαττοῦται ταχέως, ἐνεκα τῶν τριβῶν τῶν ὑγρῶν μορίων ἐπ' ἄλλήλων καὶ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου.

Ἐὰν ἀνοίξωμεν βραδέως τὴν στροφήν γραμμῆς, τὸ ὕδωρ ρέον εὐρίσκει μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν στροφήν γραμμῆς καὶ ἡ ἐπιφάνειά του A_2 φθάνει εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος μὲ τὴν A_1 ἀνευ παλικῆς κινήσεως.

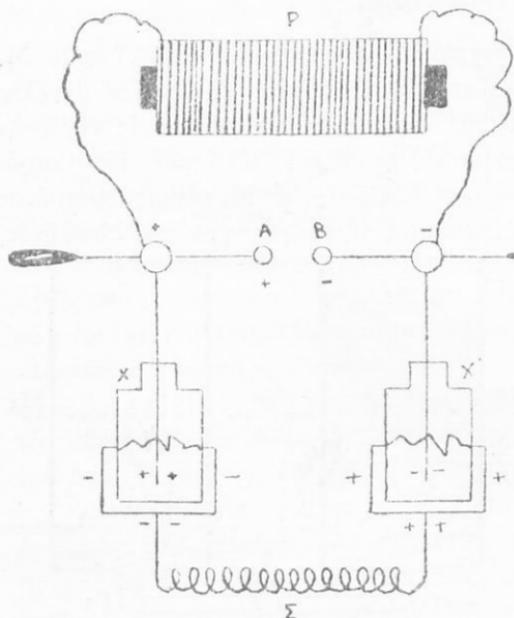
235. Ἡλεκτρική ἔκκενωσις παλμική.—Παράγομεν παλικὰς ἥλεκτρικὰς ἔκκενώσεις ἀναλόγους πρὸς τὴν παλικήν κίνησιν τῶν ὑγρῶν, ἄλλὰ πολὺ μεγάλης συχνότητος, δις ἔξῆς:



σχ. 240

Τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος σύρματος τοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff P συγκοινωνοῦμεν κατὰ πρῶτον μετὰ τοῦ σπινθηριστοῦ AB (σχ. 241), κατόπιν δὲ μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν διπλισμῶν δύο συμπυκνωτῶν XX', π. χ. λογγδουνικῶν λαγήνων. Τοὺς δὲ ἐξωτερικοὺς διπλισμοὺς συνδέομεν πρὸς ἀλλήλους διὰ σωληνοειδοῦς Σ, τὸ δποῖον καλεῖται πηνίον αὐτεπαγγῆς.

Όταν ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ A καὶ B καταστῇ ἀρκετά μεγάλῃ διὰ τὴν ἀπόστασιν AB, ἐκρήγνυνται σπινθήροι μεταξὺ A καὶ B. Τὸ νῆμα τοῦ ἀέρος, τὸ δποῖον χωρίζει τὰ A καὶ B, δύναται τότε νὰ ἔξομοιωθῇ πρὸς ἀγωγὸν καί, ἐὰν ἡ ἀντίστασίς του δὲν εἴναι πολὺ μεγάλη, οεύματα παλμικὰ πολὺ μεγάλης συχνότητος παράγονται μεταξὺ A καὶ B. Ἐκ τῶν δύο διπλισμῶν ἑκατέρου τῶν συμπυκνωτῶν ἐκεῖνος, δόποιος ἦτο κατ' ἀρχὰς θετικός, καθίσταται ἀρνητικός, κατόπιν πάλιν θετικός καὶ οὕτω



Σχ. 241

καθ' ἔξης. Αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ σημείου τοῦ ἡλεκτρισμοῦ γίνονται τόσον ταχέως, ὥστε δὲν διακρίνομεν τὴν διαδοχὴν τῶν σπινθήρων κατὰ τὴν μίαν φορὰν καὶ κατόπιν κατὰ τὴν ἄλλην. Φαίνονται δέ τις μόνον σπινθήρ. Αἱ παλμικὰ ἑκκενώσεις φθάνουν μέχρι τοῦ ἑκατομμυρίου. Ἐὰν μεταξὺ τῶν A καὶ B περάσωμεν ἀστραπιαίς τεμάχιον χάρτου, τοῦτο διατρυπᾶται εἰς πλῆθος μικροτάτων ὅπων πλησιέστατα πρὸς ἄλλήλας κειμένων. Αἱ δπαὶ αὗται εἴναι τὰ ἵχνη τῶν διελθόντων σπινθήρων.

236. Ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότη-

τος.—Έαν έγγίσωμεν τὸ πηνίον αὐτεπαγωῆς, οὐδὲν αἰσθανόμεθα
ἄλγος, ἀν καὶ διὰ τοῦ σώματός μας διῆλθε φεῦμα, τοῦ δποίου ή τά-
σις εἶναι ἐκτάκτως ὑψηλή : π. χ. 50.000 volts. Τοιαῦτα φεύματα ὑπὸ^{το}
μικρὰν συχνότητα θὰ ἥσαν περανυνθόβλα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἔη-
γοῦμεν παραδεχόμενοι, ὅτι τὰ αἰσθητικὰ νεῦρα δὲν ἐφεδίζονται ὑπὸ^{το}
συχνότητος ὑπερβαινούσης τὸν ἀριθμὸν 50.000, ὅπως τὰ ἀκουστικὰ
νεῦρα δὲν ἐφεδίζονται, ὅταν αἱ ἡχητικαὶ κυμάνσεις ἔχουν συχνότητα
ἀνωτέραν τῶν 40.000, ἢ ὅπως τὰ δπτικὰ νεῦρα ὑπὸ τὰς κανονικὰς
συνθήκας εἶναι ἀναίσθητα διὰ τὰς κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος συχνότητος
ἀνωτέρας τῶν 700 τοισεκατομμυρίων (ἰώδεις ἀκτίνες).

Πλησίον τῶν ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων αἱ μεταροκαὶ τοῦτον
τικοῦ πεδίου εἶναι τάχισται καὶ συνεπῶς πολὺ μεγάλα τὰ ἀποτελέ-
σματα ἐπαγωγῆς· δὸς τὰ πέριξ μεταλλικὰ ἀντικείμενα ἡλεκτροίζονται
καὶ δυνάμεθα νὰ ἀποσπάσωμεν ἀπ' αὐτῶν σπινθῆρας· Ἐπίσης δυνά-
μεθα νὰ ἀνάψωμεν ἡλεκτρικὴν λυχνίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

237. Ταχύτης τῆς διαδόσεως.— Πᾶσα πηγὴ ὥχητικὴ ἢ φωτεινὴ παράγει, ὡς ἐμάθομεν, παλμικὰ κινήσεις. Τὴν αὐτὴν ἰδιότητα ἔχουν αἱ παλμικαὶ ἐκκενώσεις αἱ παραγόμεναι ὑπὸ τῶν ἐναλλασσομένων φευμάτων. Δημιουργοῦν δηλ. ὥλεκτρικὰ κύματα, τὰ διαδίδονται κατόπιν ὅπως μία παλμικὴ κίνησις.

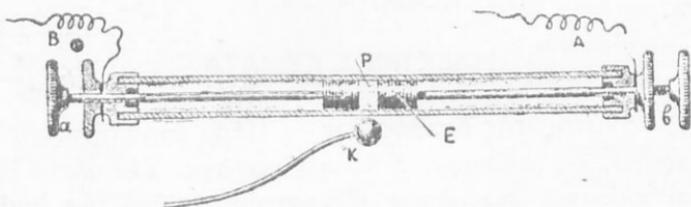
238. ΔΙΕΓέΡΤης τΟῦ Hertz (σπινθηριστής). — Εἳναν ἐλαττώσωμεν τὴν χωρητικότητα τῶν πυκνωτῶν X X' εἰς τὸ δόγανον, τὸ δποῖον ἔχοντι μευσεῖ διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν παλμικῶν ἐκκενώσεων (σχ. 241) καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸ πηνίον αὐτεπαγωγῆς Σ, ἡ συχνότης αὐξάνεται. Εἰς τὸν διεγέρτην τοῦ Hertz τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος τοῦ πηνίου Ruhmkorff (σχ. 242) συνδέονται μὲν στελέχη μεταλλικά, τὰ δποῖα καταλήγουν ἐκαστον ἀφ' ἐνὸς μὲν εἰς πυκνωτὴν Ο καὶ Ο' (πλάκας ἢ σφράγις μεταλλικάς), ἀφ' ἐτέρου δὲ εἰς μικρὸν σφαι-

ρίδιον α , α' . "Όταν τὸ πηνίον τεθῇ εἰς ἐνέργειαν, ἐκφύγουνται παλμικοὶ σπινθῆρες κατὰ τῷ πόπον συνεχῇ μεταξὺ τῶν σφαιριδίων α καὶ α' .

Τὸ διάστημα α , α' καθίσταται τότε κέντρον ἡλεκτρικῶν κυμάνσεων, αἱ δόποια διαδίδονται ἀνευ διακοπῆς καθ' δλας τὰς διευθύνσεις. Τὰ κύματα ταῦτα διαδίδονται καὶ διὰ μέσου τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Τοῖχος ἐκ λίθων οὐδόλως σταματᾷ αὐτά.

Διὰ τοῦ διεγέρτου τοῦ Hertz ἡ συχνότης φθάνει μέχρι τοῦ δισεκατομμυρίου.

239. Συνοχεύς.—Ο Γάλλος φυσικὸς Branly ἀπέδειξεν, ὅτι, ἐὰν εἰς κύκλωμα, τὸ δόποιον περιλαμβάνει στήλην καὶ γαλβανόμετρον, παρενθέσωμεν μικρὸν μᾶζαν μεταλλικῶν οινισμάτων P ἐλαφρῶς πιεσμένων ἐντὸς σωλῆνος μεταξὺ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐμβόλων (σχ. 243), τὸ ρεῦμα διακόπτεται ὑπὸ τῶν οινισμάτων. Τοῦτο συμβαίνει, διότι



Σχ. 243

ταῦτα παρουσιάζουν σημαντικὴν ἀντίστασιν. Εὖθὺς ὅμως ὡς τὰ οινίσματα διαπερασθοῦν ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ κύματος, ἡ ἀντίστασίς των παύει ἥ τονλάχιστον ἐλατοῦται, οὕτω δὲ τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ γαλβανομέτρου.

Διὰ νὰ ἀποδοθῇ τότε εἰς τὰ οινίσματα ἡ ἀντίστασίς των καὶ νὰ διακοπῇ ἐκ νέου τὸ ρεῦμα, ἀρκεῖ ἐλαφρὰ **κροῦσις** ἐπὶ τοῦ σωλῆνος.

240. Ἀσύρματος τηλεγραφία.—**Σταθμὸς ἐκπομπῆς.** Ο σταθμὸς ἐκπομπῆς περιλαμβάνει κυρίως ἡλεκτρικὴν πηγὴν E , σπινθῆριστήν, χειριστήριον (διακόπτην) Morse καὶ κεραίαν A .

Ο θετικὸς πόλος τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς E (σχ. 244) εἶναι συνδε-

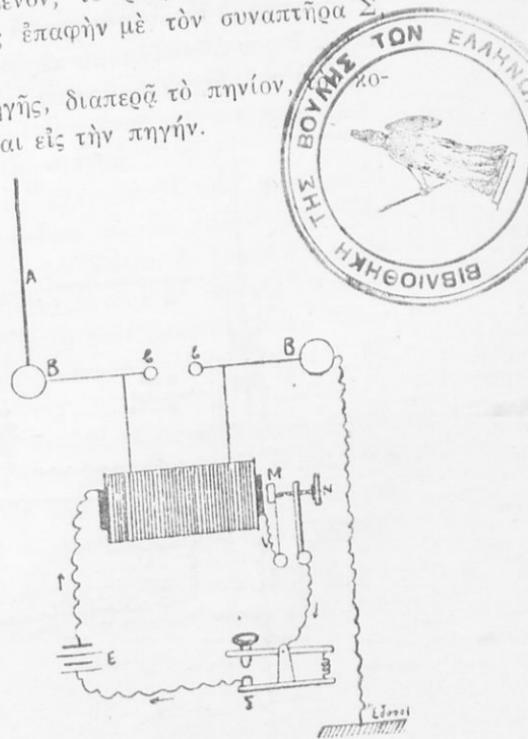
δεμένος μὲ τὸ πηνίον Ruhmkorff, ὁ δὲ ἀρνητικὸς πόλος μὲ τὸν συναπῆγα Σ τοῦ χειριστηρίου. Ὁ ποὺς τοῦ κοχλίου Ν, ὅστις ἐφάπτεται τῆς σφύρας Μ, συνδέεται μὲ τὸ χειριστήριον. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, ὅταν τὸ χειριστήριον εἶναι ἀνυψωμένον, τὸ φεῦμα δὲν διέρχεται. "Οταν δμως τὸ χειριστήριον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν συναπῆγα Σ, τὸ κύκλωμα ἀποκαθίσταται.

Τὸ φεῦμα, ἀναχωροῦν ἐκ τῆς πηγῆς, διαπερᾷ τὸ πηνίον, γλίαν, τὸ χειριστήριον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὴν πηγήν.

"Οταν διέρχεται τὸ φεῦμα, ἐκρήγνυνται οἱ παλμικοὶ σπινθῆρες μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ββ'. Ἐναλλασσόμενα φεῦματα ἐκδηλοῦνται εἰς τὴν κεραίαν Α καὶ προκαλοῦν τὸ πέριξ διάστημα ἡλεκτρικὰ κύματα. Τὰ κύματα ταῦτα, τὰ δόποια διαδίδονται μέχρις ἐκατοντάδων τινῶν χιλιομέτρων, φθάνουν μέχρι τοῦ συνοχέως τοῦ σταθμοῦ τῆς λήψεως. Ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων διαρκεῖ ἕφδον διέρχεται τὸ φεῦμα· συνεπῶς αἱ ἐκπομπαὶ εἶναι μαραζαὶ ἥ βραχεῖαι κατὰ τὴν βούλησιν τοῦ ἐνεργοῦντος αὐτάς.

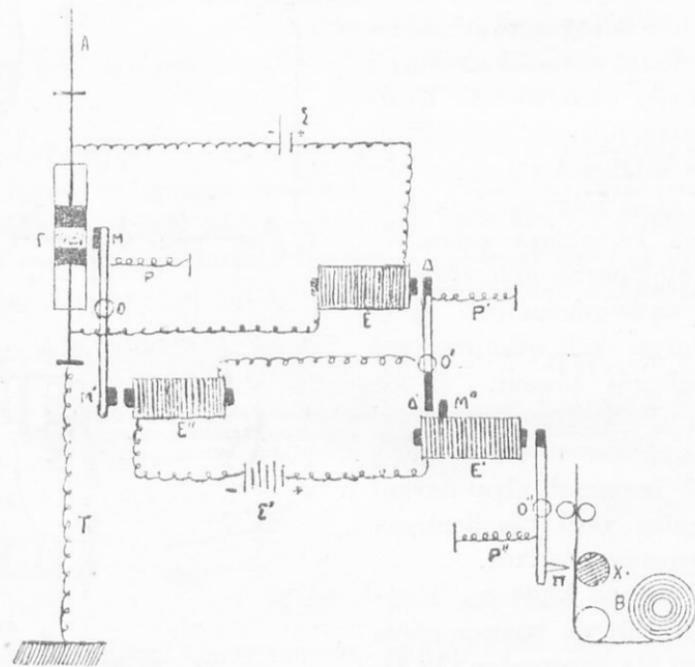
Σταθμὸς λήψεως. Ἐπειδὴ τὸ φεῦμα τὸ προωρισμένον νὰ θέσῃ εἰς λειτουργίαν τὸν δέκτην τοῦ Morse πρέπει νὰ εἶναι πολὺ ἵσχυρόν, δὲν πρέπει νὰ διέλθῃ τοῦ συνοχέως, ὅστις εἶναι συσκευὴ ενάισμητος. Διὰ τοῦτο διαδιὰ τὸν συνοχέως, δέκτην δύο κυκλώματα, τὸ δὲν διὰ τὸν συνοχέα, τὸ δὲ ἔτερον διὰ τὸν δέκτην Morse.

Τὸ πρῶτον κύκλωμα περιλαμβάνει μικρὰν ἡλεκτρικὴν πηγὴν Σ (σχ. 245), τὸν συνοχέα Γ καὶ ἡλεκτρομαγνήτην Ε. Τὸ δεύτερον κύκλωμα περιλαμβάνει ἡλεκτρικὴν πηγὴν Σ' ἵσχυροτέραν τῆς πρώτης καὶ δύο ἡλεκτρομαγνήτας Ε' καὶ Ε''. Μεταξὺ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου Ε τοῦ πρῶτου κυκλώματος καὶ τοῦ



Σχ. 244

ἡλεκτρομαγνήτου Ε' τοῦ δευτέρου κυκλώματος, ενῷσκεται ἔλασμα ἐξ ἑβονίτου κινητὸν περὶ τὸ Ο', διατηρούμενον εἰς τὴν θέσιν του δι' ἀνταγωνιστικοῦ ἑλατηρίου Ρ'. Εἰς τὸ ἄκρον Δ τοῦ ἔλασματος εἶναι προσηλωμένον μικρὸν τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου δυνάμενον νὰ ἔλκεται ὑπὸ τοῦ Ε, ὅταν διέρχεται ψεῦδα. Ἀπὸ τοῦ σημείου Ο' μέχρι τοῦ ἄλλου ἄκρου Δ' τὸ ἔλασμα περιβάλλεται διὰ χαλκοῦ. Ὅταν τὸ Δ ἔλκεται ὑπὸ τοῦ Ε, τὸ Δ' ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ συναπτῆρος Μ'',



Σχ. 245

ὅστις συνδέεται μὲ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου Ε'.

Οἱ ἡλεκτρομαγνήτης Ε' ἀποτελεῖ μέρος τοῦ δέκτου τοῦ Morse. Εἰς τὸ ἄκρον μοχλοῦ κινητοῦ περὶ τὸ Ο'' ενῷσκεται ἀκίς Π. Τανία ἐκ χάρτου ἐκτυλίσσεται ἐκ τοῦ Β ἔμπροσθεν ὁδοντωτοῦ τροχίσκου Χ. Οἱ μοχλὸι διατηρεῖται εἰς τὴν θέσιν του ὑπὸ τοῦ ἀνταγωνιστικοῦ ἑλατηρίου Ρ''.

Ὑποθέσωμεν ἡδη, ὅτι σταθμός τις ἐκπομπῆς ἐκτελεῖ βραχεῖαν

έκπομπήν κυμάτων. Ἡ κεραία τοῦ σταθμοῦ λήψεως, δεχομένη τὸ κῦμα, μεταδίδει τὰς ήλεκτρικὰς δονήσεις εἰς τὸν συνοχέα, ὅστις ἀφήνει νὰ διέλθῃ τὸ φεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα ΣΕΓ. Ἀλλὰ τότε ὁ ήλεκτρομαγνήτης Ε ἔλκει τὸν όπλισμὸν Δ. Συνεπῶς τὸ Δ' ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ Μ'' καὶ τὸ φεῦμα διέρχεται εἰς τὸ δεύτερον κύκλωμα Σ' Ο' Ε''. Τότε ὁ ήλεκτρομαγνήτης Ε' ἔλκει τὸν μοχλὸν τοῦ δέκτου τοῦ Morse, ἡ ἀκίς Π πιέζει τὴν ἐκτυλισσομένην ταινίαν τοῦ χάρτου καὶ τοιουτορόπως σημειοῦται ἐπ' αὐτῆς στιγμή.

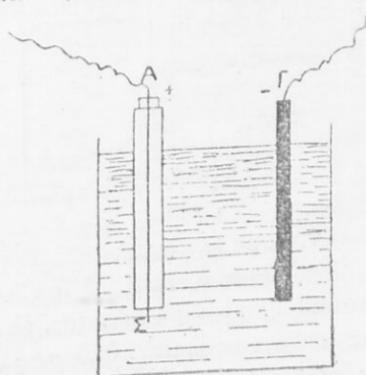
“Αφ’ ἑτέρου δὲ οὐδὲν δὲ ηλεκτρομαγνήτης Ε'' ἔλκει τὸ Μ' καὶ ἡ σφῦρα Μ κτυπᾷ τὸν συνοχέα. Ἀμέσως τότε τὸ φεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα διακόπτεται. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι τὸ ἔλασμα Δ ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν του, ἐπαφὴ δὲν ὑπάρχει πλέον μεταξὺ Δ' καὶ Μ'' καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ φεῦμα διακόπτεται καὶ εἰς τὸ δεύτερον κύκλωμα. Συνεπῶς τὸ Μ' ἔγκαταλείπει τὸ Ε'', δηλ. ἡ σφῦρα Μ ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν της.

“Οταν ἡ ἔκπομπὴ κυμάτων εἰς τὸν σταθμὸν ἔκπομπῆς εἶναι μακρά, ἡ ἀκίς Π γράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀντί στιγμῆς γραμμήν. Ἡ διαδοχὴ τῶν στιγμῶν καὶ γραμμῶν ἀποτελεῖ τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαριθμοῦ τοῦ Morse, διὰ τοῦ ὅποιον δυνάμεθα νὰ ἀναγνώσωμεν τὸ τηλεγράφημα.

241. Φωραταὶ κυμάτων.—Ο φωρατὴς κυμάτων, δηλ. ὁ συλλέκτης, τὸ ὅργανον λήψεως τῶν κυμάτων, ἡ συσκευὴ ἥτις τὰ ἀνακαλύπτει κατὰ τὴν διάβασίν των, δύναται νὰ εἶναι ὁ συνοχεὺς τοῦ Branly διὸ ἀποστάσεις μικροτέρας τῶν 1000 χιλιομέτρων. Διὰ μεγάλας ὅμως ἀποστάσεις οὕτος εἶναι ἀνεπαρκής. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει γίνεται προσφυγὴ εἰς ἄλλους φωρατάς.

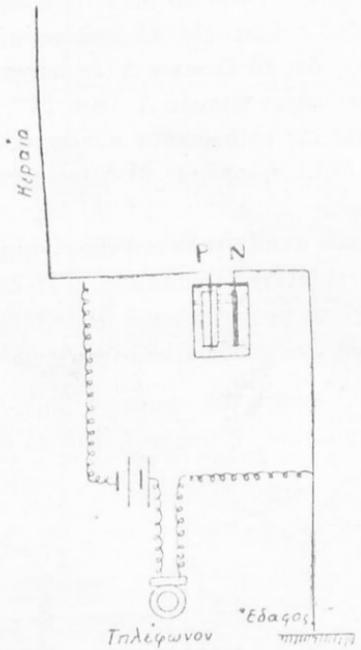
Ηλεκτρολυτικὸς φωρατής.

Οὗτος συνίσταται ἐξ ὑποδοχέως περιέχοντος ὕδωρ ὡξυτομένον, ἐντὸς τοῦ ὅποιον εἶναι ἐμβαπτισμένα δύο ηλεκτρόδια Α καὶ Γ (σχ. 246). Τὸ ἐν τούτων, ἡ κάθοδος, εἶναι, ἔλασμα ἐκ μολύβδου ἢ ἐκ λευκοτομένου Γ. Ἡ δὲ ἀνοδος εἶναι λεπτὸν σύρμα ἐκ λευκοχρόύσου Α. Τὸ

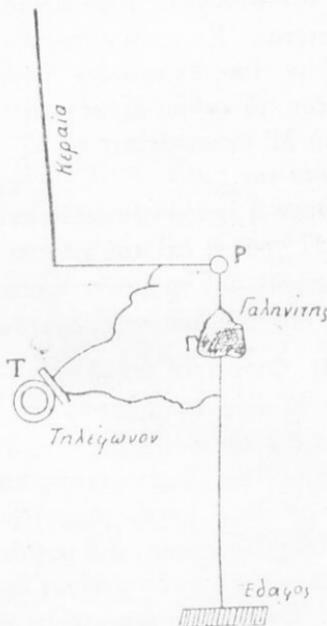


Σχ. 246

σύδμα τοῦτο περιβάλλεται υπὸ μικροῦ ναλίνου σωλῆνος, τὸν ὃποῖον ὑπερβαίνει κατὰ τὸ ἀκρον του, εἰς τὸ Σ, κατὰ 0,5 χμ. περίπου. Τὸ δόργανον παφεμβάλλεται εἰς ἔξωτερικὸν κύκλωμα, τὸ ὃποῖον περιλαμβάνει στήλην, τῆς ὃποίας ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις μόλις ὑπερβαίνει τὴν ἀντιηλεκτρεγερτικήν. Ἔνεκα τούτου παράγεται ἀσθενεστάτη ἡλεκτρόλυσις. Ὁ φωρατής οὗτος διατίθεται εἰς τὸν σταθμὸν λήψεως κατὰ διακλάδωσιν ἐπὶ τῶν συρμάτων P, N, ὅπως ὁ δέκτης τοῦ Branly (σχ. 247).



Σχ. 247



Σχ. 248

Ἐφ' ὅσον ἡ κεραία ἡ συνδεδεμένη μὲ τὸ σύδμα Σ δὲν προσβάλλεται υπὸ ἡλεκτρικοῦ κύματος, τὸ σύδμα Σ μένει πεπολωμένον. Μόλις ὅμως αὕτη προσβληθῇ υπὸ σειρᾶς ἡλεκτρικῶν κυμάτων, ἡ πόλωσις διακόπτεται καὶ εἰς τηλέφωνον παφεμβεβλημένον εἰς τὸ κύκλωμα ἀκούεται τότε ἥχος. Ὄταν τὰ ἡλεκτρικὰ κύματα δὲν ἐκδηλοῦνται πλέον, ἡ πόλωσις τοῦ Σ ἐπανέρχεται καὶ οὕτω καθεξῆται. Ἐάν ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων εἴναι βραχεῖα, ὁ ἥχος εἴναι βραχύς· ἐάν ἡ ἐκπομπὴ εἴναι

μακρά, ὁ ἵχος εἶναι μακρός. Τοιωτορόπως, ἀντὶ νὰ ἀναγινώσκωμεν τὸ ἀλφάβητον εἰς τὴν ταινίαν, ἀκούομεν αὐτὸς εἰς τὸ τηλέφωνον.

Κρυσταλλικὸς φωρατής. Οὗτος εἶναι ἀπλούστατα ἐν τεμάχιον κρυσταλλικοῦ γαληνίτου Γ (θειούχου μολύβδου) τοποθετημένον οὕτως, ὅτε μία ἀκμή του φυσικὴ (δχι οῆγμα) νὰ εὑρίσκεται εἰς ἔλαφρὸν ἐπαφὴν μετὰ αἰχμῆς ἐκ λευκοχρόύσου Ρ. "Οπως δὲ καὶ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν, εἰς τὸ κύκλωμα εἶναι παρεμβεβλημένον τηλέφωνον (σζ. 248).

⁷ Αν καὶ δὲν ὑπάρχει ἐνταῦθα στήλη ἡλεκτρική, δοσάκις ὁ φωτισμὸς οὗτος προσβάλλεται ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ κύματος, ἐκδηλοῦται ἡλεκτρικὸν οεῦμα καὶ ἀκούεται ἦχος εἰς τὸ τηλέφωνον.

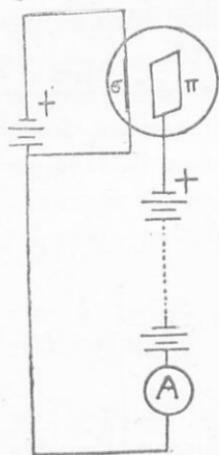
“Ο κρυσταλλικός φωρατής παρουσιάζει πολὺ μεγαλυτέραν τῶν ἄλλων φωρατῶν εὐαισθησίαν. Ἐχει ὅμως τὸ μειονέκτημα, διτὶ δὲν ουθμίζεται εὐκόλως. Τὸ σημεῖον δηλ. τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἐκ λευκοχορύσου σύρματος μετὰ τῆς ἀκμῆς δὲν δύναται νὰ εἰναι οἰονδήποτε, ἀλλὰ πρέπει κάθε φοράν νὰ ἀναζητήται διὰ δοκιμῶν.

Σημείωσις. Αἱ εἰς τὰ προγόύμενα ἐδάφια ἀναφερόμεναι στάξεις ἔκπομπῆς καὶ λήψεως, δηλ. ὁ διεγέρτης τοῦ Hertz, ὁ συνοχεὺς τοῦ Branly καὶ ὁ ἡλεκτροδολυτικὸς φωρατῆς ἔχρησιμος ποιοῦντο κατὰ τὰ πρῶτα ἔτη τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ ἀσυρμάτου. Τώρα ἔχουν πλήρως ἀντικατασταθῆ ἀπὸ τὴν λυχνίαν τῶν τριῶν ἢ δύο ἡλεκτροδιών, χρησιμοποιουμένην τόσον εἰς τὴν ἔκπομπήν ὅσον καὶ εἰς τὴν λήψιν· διὰ τούς πολὺ μικρούς δὲ δέκτας τοπικῶν πομπῶν ἀπὸ τὸν κρυσταλλικὸν φωρατήν.

242. Ἡλεκτρονικοὶ σωλῆνες.—**Λυχνία** μὲ δύο ἡλεκτρόδια.
Μία ἡλεκτρικὴ λυχνία διαπυρώσεως μετατρέπεται εἰς λυχνίαν μὲ δύο
ἡλεκτρόδια διὰ μεταλλικῆς πλακός, ή δοποίᾳ τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ
ὑαλίνου δοχείου, δπως καὶ τὸ νῆμα (σύρμα) λαύτης (σχ. 249). Τὸ νῆμα
τοῦτο ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ βολφραμίου, ή δὲ πλάξ ἐκ νικελίου.

"Αν τὸ ὑάλινον δοχεῖον εἶναι ἐπαρκῶς κενὸν αερός, πυρούμενον διὰ τῆς διόδου ἡλεκτρικοῦ οεύματος ἐκπέμπει ἡλεκτρόνια. Συνεπῶς, ἐὰν ἡλεκτροισθῇ ἡ πλάξ θετικῶς ἔξωθεν τοῦ δοχείου ὑπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου στύλης, ἡς ὁ ἀρνητικὸς εἶναι συνδεδεμένος μὲ τὸ νῆμα, θὰ ἔλειπε τὰ ἡλεκτρόνια, τὰ δοποῖα, ὡς γνωστόν, εἶναι ἀρνητικὰ ἡλε-

τράτουμα. Τοιουτορόπως τὸ κενὸν τοῦ δοχείου, τὸ περιλαμβανό-

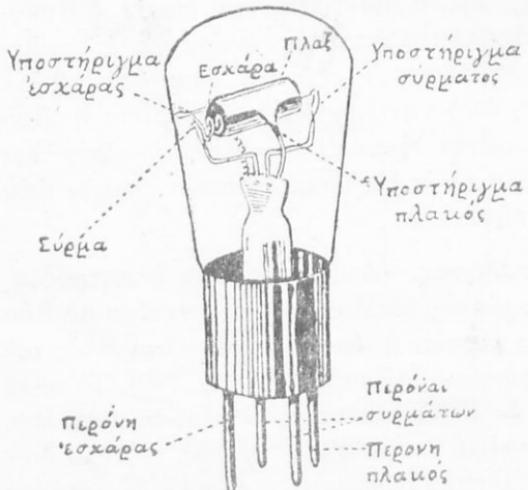


Σχ. 249

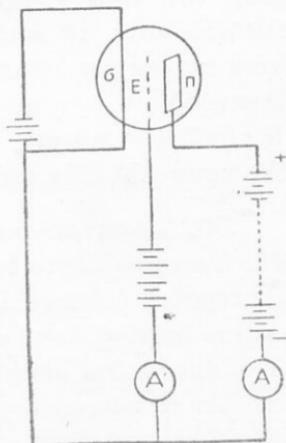
μενον μεταξὺ τῆς πλακὸς καὶ τοῦ νήματος, φέρεται ὡς ἀγωγὸς μεγάλης ἀντιστάσεως, τὸν ὅποιον διαρρέει οεῦμα διευθυνόμενον ἀπὸ τῆς πλακὸς πρὸς τὸ νῆμα. Ἀντιθέτως, ἂν ἡ πλάκη ἡλεκτρισθῇ ἀρνητικῶς, ἐπειδὴ τότε ἀπωθεῖ τὰ ἡλεκτρόνια, οὐδὲν οεῦμα θὰ διέλθῃ μεταξὺ πλακὸς καὶ νήματος.

Ἐὰν ἡδη ἀντικαταστήσωμεν τὴν στήλην, ἡτις φορτίζει τὴν πλάκα δι' ἡλεκτρισμοῦ, διὰ πιγῆς παρεχούσης οεῦμα ἐναλλασσόμενον, εἶναι φανερὸν ὅτι (ὅταν τὸ νῆμα εἴναι διαπυρωμένον), τὸ κενὸν τοῦ δοχείου μεταξὺ πλακὸς καὶ νήματος θὰ διαπερᾶται ὑπὸ οεύματος μόνον κατὰ τὴν ἐναλλαγὴν ἔκεινην, ἡ δούια φορτίζει τὴν πλάκα θετικῶς. Ἡ λυχνία μὲ δύο ἡλεκτρόδια ἐνεργεῖ τότε ὡς ἀνορ-

θωτής, μετατρέπει δηλ. τὸ ἐναλλασσόμενον οεῦμα εἰς συνεχές. Δύναται ἐπομένως, ἐκτὸς τῶν ἄλλων αὐτῆς χοήσεων, νὰ χοησιμοποιηθῇ καὶ διὰ τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν (δι' ἐναλλασσόμενον οεύματος).



Σχ. 250



Σχ. 251

Λυχνία μὲ τρία ἡλεκτρόδια (σχ. 250). Αἱ ἐφαρμογαὶ τῆς μετὰ δύο ἡλεκτροδίων λυχνίας ἐπεξετάθησαν διὰ τῆς εἰσαγωγῆς ἐντὸς

τοῦ κενοῦ τοῦ δοχείου καὶ τοίτου ἡλεκτροδίου μεταξὺ νήματος καὶ πλακός. Τὸ ἡλεκτρόδιον τοῦτο παρουσιάζει κενὰ διαστήματα, διὰ μέσου τῶν δποίων ἡ θετικῶς ἡλεκτρισμένη πλάξ ἔξακολουθεῖ νὰ ἔξασκῃ τὴν εὐδικὴν αὐτῆς δρᾶσιν ἐπὶ τοῦ νήματος. Διὰ τοῦτο καλεῖται ἐσχάρα (ἢ πλέγμα ἢ διάφραγμα) (σχ. 251, E).

⁷Ἐὰν ἡ ἐσχάρα μένη ἔντος τοῦ δοχείου ἐλευθέρα, μεμονωμένη ἀπὸ παντὸς ἔξωτερικοῦ ἡλεκτρικοῦ φορτίου, ἡ λυχνία ἔξακολουθεῖ νὰ λειτουργῇ ὡς λυχνία μὲ δύο ἡλεκτρόδια. ⁸Αν δύναται συνδεθῆ μὲ τὸν θετικὸν πόλον ἔξωτερης στήλης, ἡ ἔντασις τοῦ φεύγοντος πλακός-νήματος αὐξάνεται.

Τούναντίον, ἡ ἔντασις τοῦ φεύγοντος τούτου ἐλαττοῦται, ἐὰν ἡ ἐσχάρα φορτισθῇ ἀρνητικῶς. Εἰς ἀνεπαισθήτους μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας ἀντιστοιχοῦ σημαντικαὶ μεταβολαὶ τοῦ φεύγοντος πλακός-νήματος. ⁹Επειδὴ οὕτω μικραὶ μεταβολαὶ τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας προκαλοῦν σημαντικὰς μεταβολὰς τοῦ φεύγοντος πλακός, λέγομεν, ὅτι τὸ φεῦγοντος πλακός ἐνισχύεται ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας.

¹⁰Αφαιρέσωμεν ἥδη τὴν στήλην τῆς ἐσχάρας καὶ ἀντ' αὐτῆς θέσωμεν πηνίον, τοῦ δποίου δὲ εἰς πόλος συνδέεται μὲ τὴν ἐσχάραν, δὲ ἀλλοὶ μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης τοῦ νήματος, καὶ θέσωμεν ἄλλοι μὲ τὴν ἀρνητικῶν πόλων τῆς στήλης τοῦ νήματος, καὶ ἀλλοὶ μὲ τὴν κεραίαν, προσβληθῆν πηνίον, τὸ δποίον συνδέεται μὲ τὴν κεραίαν. ¹¹Οταν ἡ κεραία προσβληθῆν ὑπὸ τῆς ἡλεκτρικῶν κυμάτων, γεννᾶται ἔξι ἐπαγωγῆς εἰς τὸ πηνίον τῆς ἐσχάρας φορτιζεται ἐναλλάξ φεύγοντος φορτίου, ἐπομένως καὶ ἡ ἔντασις τοῦ φεύγοντος πλακός-νήματος μεταβάλλεται ἀναλόγως.

¹²Η μεταβαλλομένη αὕτη ἔντασις τοῦ φεύγοντος τῆς πλακός (τὸ δποίον εἶναι συνεχὲς) παράγει ἀνάλογον παλμικὴν κίνησιν εἰς τὸ ἔλασμα τηλεφώνου (τὸ δποίον ἔχει παρεμβληθῆν εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακός) καὶ ἀκούεται οὕτω ἵχος.

¹³Σημεῖωσις. Η λυχνία αὕτη ὡς φωρατής εἶγαι ἀσυγκρίτως περισσότερον τοῦ κρυσταλλικοῦ φωρατοῦ εὐαίσθητος.

ΑΣΥΡΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΔΙΑ ΛΥΧΝΙΩΝ

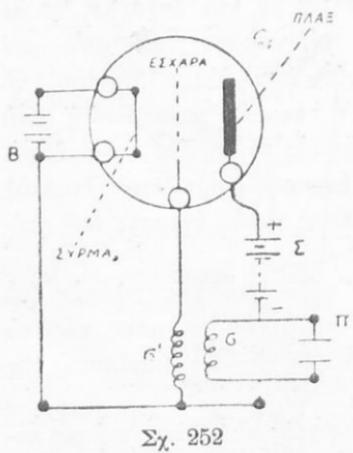
243. Ο ποῶτος ἀσύρματος τηλέγραφος, τὸν δποίον περιεγράψαμεν ἀνωτέρω, ἵτο τηλέγραφος διὰ σπινθήρων.

Εἰς τὸν τηλέγραφον αὐτὸν δὲν ἔκπεμπονται συνεχῶς ἡλεκτρικὰ κύματα, ἀλλὰ διάδεις κυμάτων, μεταξὺ τῶν διποίων μεσολαβοῦν χρονικὰ διαστήματα, κατὰ τὰ διποῖα οὐδεμία ἔκπομπὴ κυμάτων γίνεται. Ἐκτὸς τούτου, καὶ ἐκάστης διμάδος τὰ κύματα δὲν εἶναι ἔξι ἵσου ἰσχυρά, ἀλλ᾽ εὐθὺς ἀπὸ τοῦ δευτέρου κύματος ἀρχίζει κάποια ἔξασθένησις, ἥτις βαθμηδὸν μηδενίζει τὰ κύματα (κύματα ἀποσβεννύμενα ἢ φθίνοντα). Διὰ τοῦτο ἥχθησαν νὰ προκαλέσουν εἰς τὰς κεραίας ταλαντώσεις συνεχεῖς, διμοίας μὲ τὰς ταλαντώσεις ἥχου σταθερᾶς ἐντάσεως καὶ τοιαύτας, ὥστε ἡ μέση ἰσχὺς τῆς ἔκπομπῆς νὰ εἴναι πολὺ ηὑξημένη (κύματα συντηρούμενα).

Πρὸς τοῦτο ἔχονται μοποίουν παλαιότερον τοὺς ἑναλλακτῆρας ψυφηλῆς συχνότητος, οἱ διποῖοι παράγοντες ἀπὸ εὐθείας συντηρούμενα κύματα. Σήμερον εἰς δύο τοὺς σταθμοὺς χρησιμοποιοῦν τὰς λυχνίας τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων.

244. Λυχνία γεννήτρια συντηρουμένων κυμάτων.—Διὰ νὰ καταστήσωμεν τὴν λυχνίαν ταύτην πηγὴν ἡλεκτρικῶν κυμάτων, παρεμβάλλομεν εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακὸς κύκλωμα παλλόμενον περιλαμβάνον αὐτεπαγωγὴν σ καὶ πυκνωτὴν Π, καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας αὐτεπαγωγὴν σ' τοποθετημένην οὕτως, ὥστε αἱ δύο αὐτεπαγωγαὶ σ καὶ σ' τὸ ἐνεργοῦν ἡ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης δι' ἐπαγωγῆς (σχ. 252).

Οταν τὸ νῆμα διαπυρωθῇ, τὰ ἡλεκτρόνια, τὰ διποῖα τοῦτο ἔκπεμπει, ἐλκόμενα ὑπὸ τῆς πλακὸς (τῆς διποίας τὸ δυναμικὸν πρέπει νὰ εἴναι ἀνώτερον τοῦ δυναμικοῦ τοῦ νήματος), γεννοῦν ἡλεκτρικὸν οεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακός, διότε τὸ κύκλωμα Π σ πάλλεται. Ρεῦμα μεταβλητὸν συνεπῶς



διέρχεται διὰ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ καὶ ἐνεργεῖ ἔξι ἐπαγωγῆς ἐπὶ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ'. Δημιουργεῖται τότε εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι ἐπαγωγῆς, ἡ διποία διὰ τῆς μεσολαβήσεως τῆς ἐσχάρας τροποποιεῖ τὴν φοήν τῶν ἡλεκτρονίων πρὸς τὴν πλάκα

καὶ συνεπῶς καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος τῆς πλακός. Αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ ρεύματος τῆς πλακός παράγουν αὔξησιν τῶν παλμικῶν ρευμάτων εἰς τὸ Πσ., μέχοις ὅτου ἐπιτευχθῇ ιόνιμος κατάστασις.

Τὸ κύκλωμα Πσ δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ διὰ κεραίας μετ' αὐτεπαγωγῆς καταλλήλου, καὶ ἡ διάταξις ἥμπορεῖ τότε νὰ χοησιμεύσῃ διὰ τὴν ἐκπομπὴν συντηρουμένων κυμάτων. Διὰ νὰ λάβουν δὲ κύματα ἀρχούντως ἔντονα, συνδέουν παραλλήλως πολλὰς λυχνίας.

245. Δέκτης.—*Ο δέκτης τοῦ μετὰ λυχνιῶν ἀσυρμάτου ἀποτελεῖται :*

α') *Ἐκ τοῦ κυκλώματος κεραίας, τὸ ὅποιον περιλαμβάνει τὴν κεραίαν, τὸ πηνίον αὐτεπαγωγῆς καὶ τὴν γῆν.*

β') *Ἐκ τοῦ κυκλώματος φωρατοῦ καὶ ἀκουστικῶν. Ως φωρατῆς χοησιμοποιεῖται συνήθως ἡ λυχνία τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων ἢ κορύσταλλος γαληνίτου.*

γ') *Ἐκ τοῦ κυκλώματος ἐνισχύσεως. Τοῦτο περιλαμβάνει μίαν ἢ περισσοτέρας λυχνίας τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων.*

δ') *Ἐκ τῶν κυκλωμάτων συντονισμοῦ. Ταῦτα περιλαμβάνονται πηνία αὐτεπαγωγῆς καὶ μεταβλητοὺς συμπυκνωτάς. Τῇ βοηθείᾳ τούτων τὸ σύστημα τῆς κεραίας συντονίζεται, ἵτοι ωθημίζεται κατὰ τρόπον, ὃστε νὰ δέχεται τὰς ἐκπομπὰς τοῦ ἀνταποκρινομένου σταθμοῦ, αἵτινες ἔχουν ὠρισμένον μῆκος κύματος, νὰ ἀποκλείῃ δὲ ὅσον τὸ δυνατὸν τὰς ἐκπομπὰς τῶν ἄλλων σταθμῶν, ὃν τὸ μῆκος κύματος διαφέρει κατά τι.*

ΑΣΥΡΜΑΤΟΝ ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ

246. *Η ἀσύρματος τηλεφωνία (φαδιοτηλεφωνία) διακρίνεται ἀπὸ τὴν ἀσύρματον τηλεγραφίαν (φαδιοτηλεγραφίαν) διὰ τοῦ τρόπου, κατὰ τὸν ὅποιον τὸ πλάτος τῶν παλμῶν τῶν παλμικῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συγχόντητος τροποποιεῖται εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἐκπομπῆς.*

Εἰς τὴν φαδιοτηλεγραφίαν διακόπτομεν καὶ κλείομεν πάλιν τὸ κύκλωμα κατὰ βούλησιν καὶ τοιουτοτρόπως ἐπιτυγχάνομεν νὰ ἀποστέλλωμεν τμήματα χωρισμένα παλμικῶν ρευμάτων σταθεροῦ πλάτους, μικρᾶς ἢ μεγάλης διαφορείας, δηλ. στιγμᾶς ἢ γραμμάς, αἱ ὅποιαι ἀποτελοῦν τὸ ἀλφάβητον τοῦ Μόρσ. Η στιγμὴ ἀκούεται εἰς τὸν δέκτην ὃς στιγματίος βόρμιος, ἐνῷ ἡ γραμμὴ διαφέρει τριπλάσιον χρόνον. Εἰς τὴν φαδιοτηλεβόρμιον ἐν μικρόφωνον τροποποιεῖ, χωρὶς νὰ διακόπῃ, τὸ πλάτος τῶν φωνίαν

παλιῶν, ἀναμιγνύον μὲ αὐτοὺς μεταβολὰς διφειλομένας εἰς τὴν φωνήν.

Εἰς τὴν οραδιοτηλεφωνίαν χρησιμοποιεῖται ἡ λυχνία τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων ὃς πηγὴ συντηρουμένων κυμάτων. Ἡ κεραία τῆς ἐκπομπῆς φέρει αὐτεπαγωγὴν συνδυασμένην ἐπαγωγικῶς μὲ ἄλλην αὐτεπαγωγήν, εἰς τὴν διποίαν κυκλοφορεῖ παλμικὸν θεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος, διατηρούμενον καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς συνδιαλέξεως. Τὸ μικρόφωνον εἶναι τοποθετημένον κατὰ διακλάδωσιν ἐπὶ τινῶν σπειρῶν τῆς αὐτεπαγωγῆς τῆς κεραίας. Εἳν τὸ μικρόφωνον ἡρεμῇ, τὰ παλμικὰ θεύματα, τὰ δποῖα κυκλοφοροῦν εἰς τὴν κεραίαν, διατηροῦν ἀμετάβλητον τὴν περίοδόν των καὶ τὰ πλάτη των. Ἀν δημοσίου διμιλῶμεν πρὸ τοῦ μικροφώνου, τοῦτο διὰ τῆς τρομάδους κινήσεώς του τροποποιεῖ τὰ ἔξι ἐπαγωγῆς παλμικὰ θεύματα εἰς τὴν κεραίαν τῆς ἐκπομπῆς. Αἱ τροποποιήσεις αὗται εἰσαγθεῖσαι εἰς τὴν ἐκπομπὴν ὑπὸ τοῦ μικροφώνου συνοδεύουν τὰς ἡλεκτρικὰς ταλαντεύσεις, αἱ δποῖαι τὰς φέρουν κατὰ πρῶτον μὲν εἰς τὴν κεραίαν τοῦ σταθμοῦ λήψεως, κατόπιν δὲ εἰς τὸ κύκλωμα λήψεως, ὃπου ενδίσκεται τὸ ἀκουστικόν. Ο σταθμὸς λήψεως εἶναι δημοιος μὲ τὸν σταθμὸν λήψεως δι' ἥχου εἰς τὸν ἀσύρματον τηλέγραφον. Αἱ μεταβολαὶ λήψεως μουσικῆς συχνότητος μετατρέπονται διά τινος φωρατοῦ εἰς θεῦμα χαμηλῆς συχνότητος, τὸ δποῖον ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ. (Τὰ παλμικὰ θεύματα ὑψηλῆς συχνότητος δὲν ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ λόγῳ τῆς ἀδρανείας τῆς μεμβράνης). Ἀκούομεν τότε εἰς τὸ ἀκουστικὸν τὰς διμίλias, αἱ δποῖαι ἀπηγγέλθησαν πρὸ τοῦ μικροφώνου ἐκπομπῆς.

ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΝ

247. Τὸ οραδιόφωνον εἶναι δέκτης τηλεφωνικός, δ δποῖος ἐπὶ πλέον εἶναι ἐφωδιασμένος μὲ μεγάφωνον. Τὸ μεγάφωνον εἶναι δημοιος μὲ τὸ ἀκουστικὸν τοῦ τηλεφώνου, ἀποτελεῖται δηλ. ἀπὸ ἕνα πεταλοειδῆ ἡλεκτρομαγνήτην, ἔμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ δποίου ενδίσκεται μεταλλικὴ μεμβράνη. Τὸ σύρμα τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου συνδέεται μὲ τὸν φωρατήν. Υπὸ τὴν ἐπίδρασιν τότε τοῦ θεύματος μεταβλητῆς ἐντάσεως τῆς κεραίας, ἡ μαγνητικὴ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου αὔξομενοῦται ἀναλόγως καὶ θέτει τὴν μεμβράνην εἰς παλμικὴν κίνησιν, δημοιαν μὲ τὴν παλμικὴν κίνησιν, τὴν δποίαν προεκάλεσε τὸ μικρόφωνον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς φωνῆς εἰς τὸν πομπόν. Παράγει συνεπῶς ἥχους δημοίους μὲ τοὺς παραχθέντας πρὸ τοῦ μικροφώνου εἰς τὸν πομπόν.

“Εκαστον οραδιόφωνον περιλαμβάνει τὰ ἔξης ὅργανα:

α') **Τὴν κεραίαν.** Αὕτη ἀποτελεῖται: 1) **Ἀπὸ τὸν ἄγωγόν**, δηλ. ἀπὸ ἐν ᾧ περισσότερα σύρματα, τὰ δποῖα τείνονται δριζοντίως μεταξὺ δύο ὑποστηριγμάτων ξυλίνων, ἀπομονούμενα ἀπ' αὐτῶν διὰ μονωτήρων ἐκ πορσελάνης. Ἐπὶ τῶν συρμάτων τούτων προσκρούοντα τὰ ἥλεκτρικὰ κύματα τὰ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ τοῦ πομποῦ δημιουργοῦν ἐναλλασσόμενα ορεύματα ὑψηλῆς συχνότητος. 2) **Ἀπὸ τὴν κάθοδον**, δηλ. ἀπὸ σύρμα μεμονωμένον, διὰ τοῦ δποίου φέρονται εἰς τὸν δέκτην (οραδιόφωνον) τὰ δημιουργηθέντα εἰς τὸν ἄγωγόν ορεύματα ὑψηλῆς συχνότητος. 3) **Ἀπὸ τὴν προσγείωσιν**, δηλ. ἀπὸ τὸ σύρμα, τὸ δποῖον συνδέει τὸν δέκτην μὲ τὴν γῆν (συνήθως τὸ σύρμα τοῦτο συνδέεται μὲ τοὺς ὑδραγωγοὺς σωλῆνας τῆς οἰκίας).

β') **Τὸ κύκλωμα συντονισμοῦ.** Δι' αὐτοῦ κατορθώνομεν νὰ εἰσέλθουν εἰς τὸν δέκτην κύματα ωρισμένου μήκους, δηλ. νὰ συνδεθῶμεν μὲ ωρισμένον σταθμὸν ἐκπομπῆς.

“Εκαστος οραδιόφωνικὸς σταθμὸς ἐκπέμπει κύματα διαφόρου μήκους, τὸ δποῖον, ὡς ἐμάθομεν, ἔξαρταται ἐκ τῆς συχνότητος του καὶ τῆς ταχύτητος τῆς μεταδόσεως τῶν ἥλεκτρικῶν κυμάτων ($\lambda = \frac{T}{N}$). Οὕτω π. κ. ἡ συχνότης τοῦ σταθμοῦ Ἀθηνῶν εἶναι 601000 (601 χιλιοπερίσσοιοι ἢ 601 χιλιόκυκλοι). Συνεπῶς τὸ μήκος κύματος $\lambda = \frac{300.000.000}{601.000} = 499$ μέτρα περίπου. Ἐπειδὴ δὲ οἱ οραδιόφωνι καὶ σταθμοὶ εἶναι πολλοί, κατατάσσονται αὐτοὺς εἰς τρεῖς κατηγορίας:

Πρῶτον, εἰς σταθμοὺς ἐκπέμποντας κύματα μεγάλου μήκους, δηλ. 2000—666 μέτρων (συχνότης 150—450 χιλιόκυκλοι).

Δεύτερον, εἰς σταθμοὺς ἐκπέμποντας κύματα μεσαίου μήκους, δηλ. 600—200 μέτρων (συχνότης 500—1500 χιλιόκυκλοι).

Τρίτον, εἰς σταθμοὺς ἐκπέμποντας κύματα βραχέος μήκους, δηλ. 13—49 μέτρων (συχνότης 21.000.000—6.000.000 περιόδων ἢ 21—6 μεγαπερίσσοιοι ἢ 21—6 μεγάκυκλοι).

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ κεραία θὰ δεχθῇ συγχρόνως ἥλεκτρικὰ κύματα πολλῶν σταθμῶν. Συνεπῶς καὶ ἐπ' αὐτῆς θὰ κυκλοφορήσουν ἐναλλασσόμενα ορεύματα ὑψηλῆς συχνότητος διαφόρων συγνοτήτων, τὰ δποῖα ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τὰ προσκρούσαντα ἐπ' αὐτῆς κύματα τῶν διαφόρων σταθμῶν. Άλλα καὶ ἐκάστη κεραία ἔχει ωρισμένην συγνό-

τητα, ήτις εξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν καὶ τὴν χωρητικότητά της. Ὅταν λοιπὸν ἡ συχνότης τῆς κεραίας εἴναι ἵση μὲ τὴν συχνότητα ὀρισμένου σταθμοῦ, τότε ἐνισχύει τὰ κύματα μόνον τοῦ σταθμοῦ τούτου, συνεπῶς τὸν σταθμὸν αὐτὸν θὰ ἀκούσωμεν ἵσχυρότερον ἀπὸ ὅλους τοὺς ἄλλους.

Ἐπομένως πρόπει ἑκάστοτε νὰ δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν τὴν συχνότητα τῆς κεραίας, ὥστε νὰ καθιστᾶμεν αὐτὴν ἵσην μὲ τὴν συχνότητα τοῦ σταθμοῦ, μετὰ τοῦ ὅποίου θέλομεν νὰ συνδεθῶμεν. Τοῦτο κατορθοῦται μὲ ἀπλούστατον χειρισμὸν (στροφὴ ἐνὸς ἢ δύο κομβίων), διὰ καταλλήλου διατάξεως ὁργάνων (πηγία αὐτεπαγωγῆς, μεταβλητοὶ συμπυκνωταί).

γ') Τὰς λυχνίας ἐνισχύσεως τῶν φευμάτων τῆς ὑψηλῆς συχνότητος, διὰ τῶν ὅποίων ἐνισχύεται τὸ εἰσελθὸν εἰς τὸ φαδιόφωνον φεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος. Αὕται εἴναι λυχνίαι τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων, τῶν ὅποίων ὁ ἀριθμὸς εἴναι μεταβλητὸς (κανονίζων καὶ τὴν ἀξίαν τοῦ φαδιοφώνου). Σήμερον ὑπάρχουν φαδιόφωνα μὲ 8—9 ἐνισχυτρίας λυχνίας. Μὲ ἀπλούστατον χειρισμὸν (στροφὴν ἐνὸς κομβίου) δυνάμεθα νὰ αὐξομειώσωμεν τὸ δυναμικὸν τῶν ἐσχαρῶν τῶν λυχνιῶν καὶ συνεπῶς καὶ τὴν ἐνισχυτικὴν δύναμιν τοῦ μηχανήματος (αὐξομείωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἥχου).

δ') Τὴν λυχνίαν φωράσεως. Αὕτη ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἴναι λυχνία τῶν δύο ἡλεκτροδίων, διὰ τῆς ὅποίας τὸ φεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος μετατρέπεται εἰς φεῦμα χαμηλῆς συχνότητος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ἐπιδράσῃ εἰς τὸ μεγάφωνον.

ε') Τὰς λυχνίας ἐνισχύσεως τῶν φευμάτων χαμηλῆς συχνότητος. Αὕται εἴναι μία ἡ περισσότεραι λυχνίαι τῶν τριῶν ἡλεκτροδίων, διὰ τῶν ὅποίων τὸ φεῦμα γίνεται ἐντατικώτερον καὶ οὕτω ἐπιτυγχάνεται καλυτέρα λειτουργία τοῦ μεγαφώνου.

στ') Τὸ μεγάφωνον ἡ τὰ ἀκουστικά. Τὸ μεγάφωνον ἡ εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν κυτίον μετὰ τοῦ δέκτου ἡ συνδέεται μετ' αὐτοῦ διὰ σύρματος καὶ οὕτω μεταφέρεται εὐκόλως εἰς ἄλλο δωμάτιον. Δύνανται ἐπίσης νὰ τοποθετηθοῦν καὶ δύο μεγάφωνα εἰς τὸν αὐτὸν δέκτην.

ΤΗΛΕΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΤΗΛΕΟΡΑΣΙΣ

248. Ἐὰν εξετάσωμεν διὰ φακοῦ εἰκόνα τινά, θὰ διαπιστώσωμεν, δτι αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ μέγαν ἀριθμὸν σημείων διαφόρου φωτει-

νότητος, λευκῶν, φαιροχρόων, μελανῶν κτλ., τὸ σύνολον τῶν ὅποιων
ἀποτελεῖ τὴν εἰκόνα.

Τόσον ἡ τηλεφωτογραφία, ὅσον καὶ ἡ τηλεόρασις, σκοπὸν
ἔχουν τὴν δι^ι ἡλεκτρικῆς ὁδοῦ ἀνάλυσιν τῆς εἰκόνος εἰς τὰ σημεῖα,
ἐκ τῶν ὅποιων αὕτη συντίθεται, τὴν μεταφορὰν ἐκάστου ἐξ αὐτῶν ἐκ
τοῦ τόπου ἐκπομπῆς εἰς τὸν τόπον λήψεως καὶ τὴν ἀνασύνθεσιν ἔπειτα
ἔκει τῶν οὕτω μεταφερομένων σημείων εἰς ἐν πλῆρες σύνολον, ὅμοιον
ἄκριβῶς πρὸς τὸ ἀρχικόν.

Διὰ νῦν ἐννοήσωμεν καλλίτερον τὸ σύστημα τῆς τηλεδιαβιβάσεως,
ἄς χρησιμοποιήσωμεν τὸ κάτωθι παράδειγμα:

Εἶναι γνωστόν, ὅτι αἱ ψηφιδωταὶ εἰκόνες ἀποτελοῦνται ἀπὸ πλῆ-
θος ἴσομεγέθων περίπου καὶ ποικιλοχρώμων ψηφίδων.

Ἐστω, ὅτι ἐπιθυμοῦμεν ^ν ἀναπαραστήσωμεν ἐν Θεσσαλονίκῃ
ψηφιδωτόν, τὸ δρόπον ἀποτελεῖται ἐξ ἴσομεγέθων καὶ τετραγώνων
ψηφίδων καὶ τὸ δρόπον ενδίσκεται εἰς τὸ Βυζαντινὸν Μουσεῖον τῶν
Ἀθηνῶν. Πρὸς τοῦτο συνδεόμεθα τηλεφωνικῶς μετὰ εἰδικοῦ περὶ
τὴν κατασκευὴν ψηφιδωτῶν καλλιτέχνουν εὐρισκομένουν ἐν Θεσσαλονί-
κῃ, δοτις προειδοποιηθεὶς ἔχει ἄπαντα τὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν ἐογα-
σίαν ταύτην ὑλικά, τετραγώνους δηλ. ψηφίδας ὅμοίας πρὸς τὰς τοῦ ἐν
Ἀθήναις μωσαϊκοῦ κτλ. Ἡ ἐργασία θὰ ἀρχίσῃ ἐκ τῆς ἀνω ἀριστερᾶς
γωνίας τοῦ ψηφιδωτοῦ καὶ ἀφοῦ τελειώσωμεν τὴν ψηφίδα πρὸς ψη-
φίδα περιγραφὴν τῆς πρώτης σειρᾶς, ἀρχίζομεν τὴν ἰδίαν ἐργασίαν
διὰ τὴν δευτέραν σειρᾶν καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας σει-
ρᾶς καὶ ψηφίδος.

Αἱ ὁδηγίαι δηλαδὴ αἱ διδόμεναι τηλεφωνικῶς πρὸς τὸν ἐν Θεσ-
σαλονίκῃ καλλιτέχνην θὰ εἰναι περίπου τοιαύτης μορφῆς:

«Πρώτη σειρά, πρώτη ψηφίς : μελανή. Δευτέρα ψηφίς : μελανή.
Τρίτη ψηφίς : φαιρόχρονης. Τετάρτη ψηφίς : λευκὴ» καὶ οὕτω καθεξῆς
μέχρι τῆς τελευταίας ψηφίδος τῆς πρώτης σειρᾶς. Ἐπειτα : «Δευτέρᾳ
σειρά, πρώτη ψηφίς : μελανή» κ.ο.κ. ὃς ἀνω.

Ο καλλιτέχνης, συμφώνως πρὸς τὰς ὁδηγίας ἡμῶν, τοποθετεῖ
ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου πλαισίου τὰς ψηφίδας, μίαν πρὸς μίαν.

Εἶναι φανερόν, ὅτι εὐθὺς ὅς ἡ ἐργασία περατωθῇ, ἡ ἐν Θεσσα-
λονίκῃ οὕτω πως κατασκευασθεῖσα εἰκὼν θὰ εἴναι πανομοιότυπος μὲ
τὴν ἐν Ἀθήναις εὐρισκομένην.

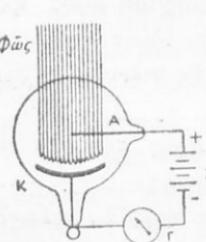
Ο αὐτὸς τρόπος ἀναλύσεως καὶ συνθέσεως τῶν διαφόρων εἰκό-

νων ἀκολουθεῖται καὶ εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν καὶ τηλεόρασιν. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τηλεφωτογραφίας καὶ τηλεοράσεως ἔγχειται εἰς τὸ διτί κατὰ μὲν τὴν τηλεφωτογραφίαν διαβιβάζονται εἰκόνες, ἐνῷ κατὰ τὴν τηλεόρασιν ζῶσαι πλέον σκηναὶ τοῦ καθ' ἡμᾶς βίου. Σημειωτέον μάλιστα, διτί κατὰ τὰ τελευταῖα μόνον ἔτη κατώρθωσαν νὰ διαβιβάζουν ζώσας εἰκόνας, καθόσον τὰ πρότερον ὡς «συσκευαὶ τηλεοράσεως» χαρακτηρίζομενα μηχανήματα δὲν διεβίβαζον παρὰ κινηματογραφικὴν ταινίαν (πάλιν ἐπομένως εἰκόνας), ἡ δποία ἐλαμβάνετο καὶ ἐνεφανίζετο ἀμέσως. Ἐπήρχετο ἐπομένως, δισονδήποτε ταχεῖα καὶ ἄντε γίνετο ἡ λῆψις καὶ ἐμφάνισις τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας, κάποια καθυστέρησις μεταξὺ τῶν συμβαινόντων καὶ τῆς ἀναπαραστάσεως αὐτῶν ἐπὶ τοῦ δέκτου τῆς τηλεοράσεως.

ΕΚΠΟΜΠΗ

249. Τὸ εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν καὶ τηλεόρασιν χρησιμοποιούμενον βασικὸν μηχάνημα εἶναι κυρίως τὸ «φωτοηλεκτρικὸν στοιχεῖον» ἢ ἀπλῶς «φωτοκύτταρον».

Τοῦτο μετατρέπει τὸ φῶς εἰς ἡλεκτρικὸν ορεῦμα, τὸ ἀντίστροφον δηλαδὴ ἀπὸ διτί γίνεται εἰς τὰς συνήμεις ἡλεκτρικὰς λυγνίας, εἰς τὰς δποίας γίνεται μετατροπὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ορεύματος εἰς φῶς.



Σχ. 253

Τὸ φωτοκύτταρον (σχ. 253) ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνης σφαίρας κενῆς δέρος, ἐντὸς τῆς δποίας ενδύσκονται δύο μεταλλικαὶ πλάκες Κ καὶ Α, συνδέομεναι ἔξωτερικῶς μὲ τοὺς πόλους ἡλεκτρικῆς στήλης Σ. Ἡ πλάξ Κ, κοίλη κατὰ τὸ σχῆμα (κάθοδος), φέρει ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας αὐτῆς στρῶμα ἐκ καλίου, συνδέεται δὲ μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης Σ.

Ἡ πλάξ Α (ἀνοδος) συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς ιδίας στήλης.

“Οταν προσπέσουν ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας τῆς καθόδου φωτειναὶ ἀκτῖνες, τὸ ὑπὸ αὐτῶν προσβαλλόμενον καλίον ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ ἐλευθερώνῃ μέρος τῶν ἡλεκτρονίων του, ὅπως ἀκριβῶς τὸ ἐν πυρακτώσει εὑρισκόμενον νῆμα λυγνίας τῶν δύο ἡ τριῶν ἡλεκτροδίων.

Τὰ ἡλεκτρόνια ταῦτα, ἐλκόμενα ὑπὸ τῆς ἀνόδου, κατευθύνονται

πρὸς αὐτήν, ἀναπληρούμενα συνεχῶς ἐν τῇ καθόδῳ λόγῳ τῆς συνδέσεως ταύτης μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης Σ, καὶ οὕτω τὸ κύκλωμα τῆς στήλης κλείεται ἐντὸς τοῦ φωτοκυττάρου χάρις εἰς τὴν ἔξηλεκτρονίων γέφυραν ταύτην, καὶ φεῦμα διαρρέει αὐτό, ὅπως δεινύει τὸ παρεμβαλλόμενον γαλβανόμετρον Γ.

‘Ἡ ἐντασίς τοῦ φεύματος τούτου εἶναι ἀνάλογος τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως τῶν ἐπὶ τῆς καθόδου Κ προσπιπτούσῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ἐὰν διὰ καταλλήλου διατάξεως τὰ ἀπειροπληθῆ σημεῖα μᾶς εἰκόνος ἐπιδράσουν ἀλληλοδιαδόχως διὰ τῆς διαφόρου φωτεινότητὸς των ἐπὶ τῆς καθόδου τοῦ φωτοκυττάρου, θὰ δημιουργήσουν ἐπ’ αὐτοῦ διαδοχικὰ φεύματα ἐντάσεως ἀναλόγου ἑκάστοτε πρὸς τὴν φωτεινότητα. Δηλαδὴ τὰ σκοτεινὰ σημεῖα τῆς εἰκόνος θὰ δημιουργήσουν φεύματα ἐλαχίστης ἐντάσεως, τὰ φαιόχροα μεγαλυτέρας, τὰ δὲ λευκά, ὡς φωτεινά, ἔτι μεγαλυτέρας.

Τὰ οὕτω πως λοιπὸν δημιουργούμενα φεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως δυνάμεια νὰ διαβιβάσωμεν εἰς κεραίαν ἐκπομπῆς παλμικῶν φεύματων ἑψηλῆς συχνότητος καὶ νὰ τροποποιήσωμεν τὰ ἐν αὐτῇ συντηρουμένου πλάτους φεύματα, ὅπως τροποποιοῦμεν ταῦτα καὶ διὰ τῶν μικροφωνικῶν φεύματων εἰς τοὺς φαδιοφωνικοὺς πομπούς.

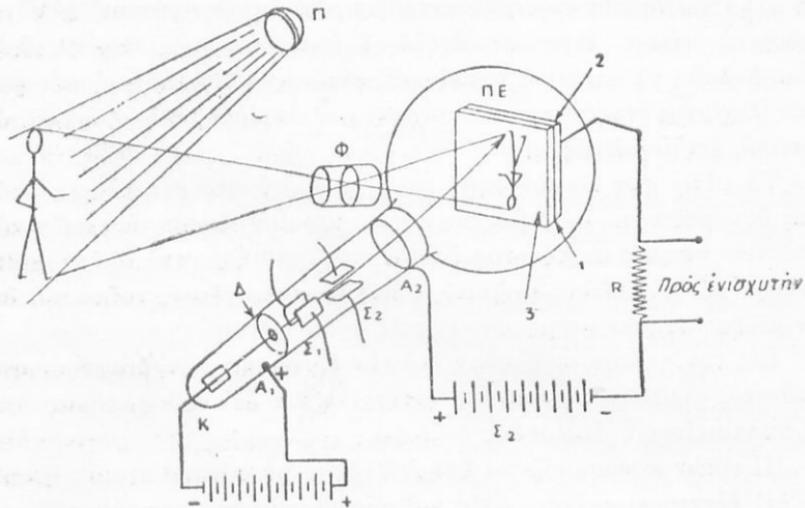
Εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῶν διαφόρου φωτεινότητος σημείων τῆς ὑπὸ ἐκπομπὴν εἰκόνος ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου χρησιμοποιεῖται ἡ ἀκόλουθος διάταξις :

‘Ἡ εἰκὼν προσαρμόζεται ἐπὶ κυλίνδρου οὐ μόνον περιστρεφομένου δι’ ἡλεκτροκινητῆρος, ἀλλὰ καὶ προωθουμένου συγχρόνως. Κατὰ τὴν περιστροφὴν καὶ προώθησιν ταύτην τοῦ κυλίνδρου, ἄρα καὶ τῆς ἐπ’ αὐτοῦ εἰκόνος, ἀπαντα τὰ σημεῖα ταύτης διέρχονται πρὸς φωτεινῆς ἀκτίνος λεπτοτάτης, ἀλλὰ ἐντατικῆς, παραγομένης ὑπὸ προβολέως. Οὕτω τὰ διάφορα σημεῖα, ἀναλόγως τοῦ χρωματισμοῦ των, ἀπορροφῶσιν ἢ ἀνακλῶσι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥπτον τὸ ἐπ’ αὐτῶν προσπίπτον φῶς. Πρὸς αὐτῶν διμος ενδισκεται καὶ φωτοκύτταρον, τὸ δποῖον ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν φωτεινότητα τῶν σημείων τούτων καὶ δημιουργεῖ φεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως, ἀτινα, ὅπως εἴπομεν ἀνωτέρω, τροποποιοῦν τὰ φεύματα τῆς κεραίας ἐκπομπῆς.

Εἰς τὴν τηλεόρασιν διὰ τὴν ἐκπομπὴν ἐχοησιμοποιεῖτο κατ’ ἀρχὰς τὸ φωτοκύτταρον ἐν συνδυασμῷ μὲ τὸν «δίσκον τοῦ Νίπκωβ», ὃστις ἐχοησίμευε διὰ τὴν ἀνάλυσιν τῆς εἰκόνος εἰς σημεῖα.

Μεγάλην δμως ὥθησιν εἰς τὴν ἔξελιξιν τοῦ τρόπου ἐκπομπῆς ἐν τῇ τηλεοράσει ἔδωσε τὸ ὑπὸ τοῦ Ρώσου Ντεζβόρουκιν ἐπινοηθὲν «εἰκονοσκόπιον».

Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου σωλήνου κενοῦ ἀέρος καταλήγοντος εἰς σφαῖραν (σχ. 254), ἐντὸς τῆς δοπίας ὑπάρχει πλάξις ΠΕ (πλάξις εἰδώλου), ἣτις ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ τριῶν στρωμάτων. Τὸ ἐξ αὐτῶν ὅπ' ἀριθ. 1 εἶναι πλάξις ἐκ μαρμαρογύρου. Τὸ ὅπ' ἀριθ. 2 εἶναι λεπτότατον μεταλλικὸν ἐπίχρισμα ἐπὶ τῆς δοπισθίας πλευρᾶς τοῦ μαρμαρογύρου· ἐπὶ τῆς ἐμπροσθίας δὲ πλευρᾶς αὐτοῦ εἶναι τὸ ὅπ' ἀριθ. 3



Σχ. 254

στρῶμα, τὸ δοπίον ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροσκοπικώτατα ἐπιμελῶς μεμονωμένα ἀπὸ ἀλλήλων σταγονίδια ἐξ ὀξειδίου τοῦ καισίου. Τὰ σταγονίδια ταῦτα ἀποτελοῦν ἐν ἔκαστον μικροσκοπικὰ φωτοκύτταρα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐπὶ τῆς ώς ἀνω πλακὸς (15×15 ἑκατ.) σταγονίδιων αὐτῶν δύναται νὰ φθάσῃ τὰ τρία ἑκατομμύρια.

Εἰς ώρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς πλακὸς εἰδώλου ὑπάρχει ἡ ἀνοδος A_2 . Μεταξὺ ταύτης καὶ τῆς πλακὸς εἰδώλου ὑπάρχει ὑψηλὴ τάσις χορηγουμένη ὑπὸ τῆς στήλης Σ_2 . Εἰς τὸ οὕτω σχηματιζόμενον κύκλωμα παρεμβάλλεται ἐν σειρᾷ καὶ ἡ ἀντίστασις R .

Ἡ διάταξις αὗτη λειτουργεῖ ώς ἔξῆς:

Ἡ πρὸς διαβίβασιν εἰκόνων, φωτιζομένη ἵσχυρῶς ὑπὸ τοῦ προβο-

λέως Π, προβάλλεται τῇ βοηθείᾳ φακοῦ Φ ἐπὶ τοῦ στρώματος τῶν φωτοκυττάρων τῆς πλακὸς εἰδώλου. Ὡς ἐκ τούτου ἔκαστον φωτοκύτταρον προσβάλλεται ἀπὸ ὀδισμένην ποσότητα φωτός, ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν φωτεινότητα τοῦ προβαλλομένου σημείου τῆς εἰκόνος. Τὰ ἐλευθερούμενα ὑφ' ἐνὸς ἐκάστου τῶν φωτοκυττάρων ἡλεκτρόνια φέρονται ποδὸς τὴν ἀνοδὸν Α₂, ἣτις εἶναι συνδεδεμένη μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης Σ₂.

Τὰ σταγονίδια δύμως τοῦ δξειδίου τοῦ καισίου τοῦ στρώματος 3 ἀποτελοῦν, μὲ τὸ μεταλλικὸν ἐπίστρωμα 2 καὶ μὲ τὸ μονωτικὸν στρώμα τοῦ μαρμαρυγίου 1, σμικροτάτους συμπυκνωτάς. Λόγῳ τῆς ὑπὸ τῆς ἀνοδού Α₂ ἔλεως τῶν ἡλεκτρονίων τὸ κύκλωμα τῆς στήλης Σ₂ κλείεται καὶ οἱ συμπυκνωταὶ πληροῦνται. Εἶναι δὲ εὐνόητον, ὅτι τὸ φορπροσβάλλει τὰ φωτοκύτταρα. Τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν Ἑκάστοτε φωτεινότητα τῆς εἰκόνος ἀνομοιόμορφα ταῦτα φορτία τῶν συμπυκνωτῶν ἔξακολουθοῦν ὑφιστάμενα, ἐφ' ὅσον δὲν ἐκκενοῦμεν τοὺς συμπυκνωτάς, καὶ ἂν ἔτι ἀποτρέψωμεν τὴν προβολὴν τῆς εἰκόνος. "Οπως ἀντιλαμβάνομεθα, τὸ φῶς «ἐναποθηκεύεται» ὑπὸ μορφὴν ἡλεκτρικῶν φορτίων ἐντὸς τῶν συμπυκνωτῶν.

"Απομένει τώρα ἡ διὰ τρόπου τινὸς ἐκκένωσις τῶν συμπυκνωτῶν αὐτῶν καὶ ἡ διὰ τῶν ρευμάτων ἐκκενώσεώς των τροποποίησις τῶν ὑψηλῆς συγχόνοτητος παλμικῶν ρευμάτων τῆς κεραίας. Ο τρόπος οὗτος, εἶναι καὶ πάλιν ἡλεκτρικῆς φύσεως. Πρὸς κατανόησιν δύμως αὐτοῦ, δέον ν' ἀναφέρωμεν τὴν ἀρχήν, ἐφ' ἣς στηρίζεται ἡ λειτουργία τῆς λυχνίας, ἥν ἐπενόησεν ὁ Γερμανὸς Μπράουν. "Η ἐξέτασις τῆς ἀρχῆς ταύτης τυγχάνει ἐξ ἄλλου ἀπαραίτητος, διότι εἰς τοὺς συγχρόνους δεκταῖς τηλεοράσεως χοησιμοποιεῖται ἡ ίδια λυχνία τοῦ Μπράουν.

Σημέίωσις. Ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου στηρίζονται καὶ αἱ ἡχητικαὶ ταινίαι τοῦ κινηματογράφου. Κατὰ τὴν λῆψιν δηλ. τῆς ταινίας, τὰ ρεύματα τῶν μικροφώνων, ἔνώπιον τῶν δόποίων δμιλοῦμεν ἢ φδομεν, ἐπενεργοῦσιν ἐπὶ τῆς φωτιστικῆς ἐντάσεως εἰδικῆς λυχνίας. Λόγῳ τῆς μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ταύτης σχηματίζονται ἐπὶ τῆς κινηματογραφηκῆς ταινίας κατὰ τὴν λῆψιν τῆς γραμμαὶ ἀνομοιομόρφου φωτεινότητος καὶ μεγέθους. Κατὰ τὴν προβολὴν τῆς ταινίας αἱ γραμμαὶ αὕται, ἐπενεργοῦσαι ἐπὶ φωτοκυττάρου, δημιουργοῦν ρεύματα μεταβλητῆς ἐντά-

σεως, οτιγα διαδιέδασται εις μεγάφωνον και ἀναπαράγουν εύτω τους διαφόρους γήχους.

250. Λυχνία τοῦ Μπράουν.—¹Εντὸς λυχνίας, ἐν τῇ δοίᾳ ἑδημιουργήθη ὑψηλὸν κενόν, ὑπάρχουν δύο ἡλεκτρόδια Κ και Α (σχ. 255), ενδισκόμενα ὑπὸ λίαν ὑψηλὴν τάσιν χορηγουμένην ὑπὸ πηγῆς συνεχοῦς φεύγομένης Β. ²Ἐν τῷ οὕτῳ σχηματιζομένῳ κυκλώματι φέει ἡλεκτρικὸν φεῦγον, καθόσον τὸ κύκλωμα θεωρεῖται κλειόμενον ἐντὸς τοῦ λενοῦ τῆς λυχνίας ὑπὸ δέσμης ἡλεκτρονίων κατευθυνομένων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου Κ (καθόδου) πρὸς τὸ θετικόν Α (ἀνοδον).

Μέρος δικαὶος τῆς δέσμης τῶν ἡλεκτρονίων κατευθυνόμενον παραδόξως πως καὶ πρὸς τὸ δεξιὰ ενδισκόμενον ὑάλινον τοίχωμα τῆς λυχνίας, ἐφ' οὐ προσπῖστον προκαλεῖ φωσφορισμόν. ³Ἐὰν νῦν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαμποῦ τῆς λυχνίας μεταλλικὸν δίσκον Δ (διάφραγμα), φέροντα εἰς τὸ μέσον ὅπην, διάσκος οὗτος ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς ὅπης δίοδον μᾶς λεπτοτάτης μόνον ἀκτίνος ἐξ ἡλεκτρονίων,

ἥτις προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ὑάλινου τοιχώματος δημιουργεῖ φωσφορίζουσαν κηλῖδα πάχους ἀναλόγου μὲ τὸ τῆς ἀκτίνος.

⁴Ἐπειδὴ ή ἀκτὶς αὕτη δὲν εἶναι παρὰ ἡλεκτρικὸν φεῦγον ἐκτὸς παντὸς ἀγωγοῦ, ὑφίσταται,

ὅς καὶ τὸ διαρρέον τοὺς ἀγωγοὺς φεῦγον, τὰς συνεπείας τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐπιδράσεως μαγνητικοῦ ή ἡλεκτρικοῦ πεδίου.

Πρόγματι, ἐὰν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαμποῦ καὶ συμπυκνωτὴν Σ κατὰ τρόπον, ὥστε ή ὡς ἄνω ἡλεκτρονικὴ ἀκτὶς νὰ διαπερῇ τὸ διηλεκτρικὸν αὐτοῦ, τότε φορτίζοντες τὸν συμπυκνωτὴν ἀναγκάζομεν τὴν ἡλεκτρονικὴν ἀκτίνα νὰ ἀποκλίνῃ. ⁵Αν διάτομος τοῦ συμπυκνωτοῦ συνεδέθη μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς φορτίζουσῆς τὸν συμπυκνωτὴν πηγῆς καὶ δέετος διάτομος μὲ τὸν θετικὸν πόλον, τότε ή ἡλεκτρονικὴ ἀκτίς, ὡς ἀποτελούμενη ἐκ τῶν φύσει ἀρνητικῶν ἡλεκτρονίων, ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ κάτω ἀρνητικοῦ διάτομοῦ τοῦ συμπυκνωτοῦ, ἔλεται δὲ ὑπὸ τοῦ θετικοῦ. ⁶Αρα ἀποκλίνει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ὡς ἐν τῷ σχήματι 255 φαίνεται.

Παρομοίαν ἀπόκλισιν ἐπιτυγχάνομεν διὰ μαγνητικοῦ πεδίου προκαλούμενου ὑπὸ πηγίου Π διαρρεομένου ὑπὸ φεύγομένης.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἀπόκλισις θὰ ἐπιτευχθῆ, ἐὰν τοῦ πηνίου εὐρισκομένου δπισθεν ἀκριβῶς τοῦ λαιμοῦ τῆς λυχνίας παρουσιασθῇ, λόγῳ τῆς φορᾶς τῶν σπειρῶν τούτου καὶ τῆς ἐν αὐτῷ διευθύνσεως τοῦ ρεύματος, διόρειος πόλος πρὸς ἡμᾶς.

Ἐὰν τόσον διαμπυκνωτής ὅσον καὶ τὸ πηνίον ἀλλάξωσι πολικότητα, τότε ἡ ἀκτὶς θὰ κατευθυνθῇ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Είναι εὐνόητον, ὅτι ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἔντασιν τῶν πεδίων αὐτῶν.

Διὰ τοποθετήσεως ἐπὶ τοῦ λαιμοῦ καὶ δευτέρου συμπυκνωτοῦ, οὗτινος ὅμως τὸ πεδίον νὰ εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸ πεδίον τοῦ πρώτου, ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀπόκλισις τῆς ἀκτῖνος καθ' ὅριοντιαν πλέον καὶ οὐχὶ κατακόρυφον φρούριον.

Οὕτω διὰ τοποθετήσεως δύο συμπυκνωτῶν καθέτων πρὸς ἄλλη λους καὶ διὰ καταλλήλου φροτίσεως αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ μετατοπισθομεν τὴν ἥλεκτρονικὴν ἀκτῖνα κατὰ βούλησιν.

Καὶ νῦν ἐπανέλθωμεν εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον (σχ. 254).

Ἐπὶ τοῦ κυλινδρικοῦ δπισθεν τοῦ μέρους τὸ εἰκονοσκόπιον εἶναι καθ' ὅλα ὅμοιον μὲ τὴν λυχνίαν τοῦ Μπράουν. Ἡ ἥλεκτρονικὴ ἡδμως ἀκτὶς προσπίπτει οὐχὶ ἐπὶ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ εὐρισκομένου ναλίνου τοιχώματος, ἀλλὰ ἐπὶ τῆς πλακὸς εἰδώλου, διότι αὕτη ενδίσκεται πρὸ τοῦ τοιχώματος.

Ἀναγκάζοντες διὰ τοῦ ἐκ τῶν δύο συμπυκνωτῶν Σ₁ καὶ Σ₂ (σχ. 254) συστήματος τὴν ἥλεκτρονικὴν ἀκτῖνα νὰ περιτρέξῃ τοὺς ἐπὶ τῆς πλακὸς εἰδώλου πεπληρωμένους συμπυκνωτὰς ἐκκενοῦμεν τῷ βοηθείᾳ ταύτης αὐτούς. Τὸ κύκλωμα ἐπομένως: πλὸξ εἰδώλου—στήλη Σ₂—ἀνοδος Α₂ διαρρέεται ὑπὸ μεταβλητῶν ρευμάτων ἀναλόγων πρὸς τὰ ἐκκενοῦμενα φροτία τῶν μικροσκοπικῶν συμπυκνωτῶν τῆς πλακὸς εἰδώλου, τὰ ρεύματα δὲ ταῦτα προκαλοῦν ἀντιστοίχους πιώσεις τάσεως κατὰ μῆκος τῆς ἀντιστάσεως R. Ἐκ τῶν συναπτήρων ταύτης πλέον διαβιβάζομεν τὰς τάσεις αὐτὰς πρὸς ἐνίσχυσιν εἰς ἐνισχυτὰς καὶ εἴτα εἰς κεραίαν ἐκπομπῆς παλμικῶν ρευμάτων, τροποποιοῦντες οὕτω τὰ συντηρούμενα ρεύματά της.

ΛΗΨΙΣ

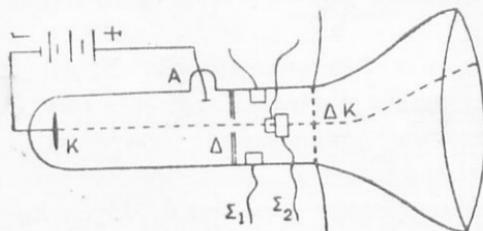
251. Τὰ ὑπὸ τῆς κεραίας λήψεως λαμβανόμενα ρεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως τῶν ποιητῶν τηλεφωτογραφίας διαβιβάζονται μετὰ

τὴν φώρασιν αὐτῶν εἰς εἰδικὴν λυχνίαν, ἵσ ταῦθεν οὐκέτι φωτιστικὴν ἔντασιν.⁷ Ακτίς τις ἐκπορφυρομένη ἐκ τῆς λυχνίας ταύτης προσβάλλει διὰ καταλλήλου διατάξεως χάρτην εὐαίσθητον εἰς τὸ φῶς, φερόμενον ἐπὶ κυλίνδρου δμοίου πρὸς τὸν διὰ τὴν ἐκπομπὴν χρησιμοποιούμενον καὶ οὐ μόνον περιστρεφόμενον ἀλλὰ καὶ προωθούμενον κατὰ τρόπον, ὥστε ἅπαντα τὰ σημεῖα τοῦ ἐπί αὐτοῦ χάρτου νὰ προσβάλλωνται κατὰ σειρὰν ἐν πρὸς ἐν ὑπὸ τῆς ἀκτίνος.

Εἶναι εὐνόητον, ὅτι ἀναλόγως τῆς φωτεινότητος τῆς ἀκτίνος ταύτης ὡς δημιουργηθοῦν, ὡς καὶ ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακός, σημεῖα ἀνομοιομόρφου φωτισμοῦ. Ο χάρτης οὗτος ὑφιστάμενος εἴτα τὴν σχετικὴν κατεργασίαν καὶ ἐμφάνισιν μᾶς παρέχει τὴν διαβιβασθεῖσαν εἰκόνα.

252. Διὰ τὴν λῆψιν εἰς τὴν τηλεόρασιν χρησιμοποιεῖται, ὡς προελέχθη, ἡ λυχνία τοῦ Μπράουν. Εἰς αὐτὴν τὸ τοίχωμα, ἐφ' οὐ προσκρούει ἡ ἡλεκτρονικὴ ἀκτίς, ἐπαλείφεται ἐσωτερικῶς διὰ καταλλήλου οὐσίας καθιστώσης τὸν ἐκ τῆς προσπτώσεως τῆς ἀκτίνος προκαλούμενον φωσφορισμὸν ἐντατικώτερον.

Ἐπὶ πλέον ἐντὸς τοῦ λαμποῦ τῆς ἴδιας λυχνίας καὶ μεταξὺ τοῦ συστήματος τῶν συμπυκνωτῶν τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν



Σχ. 256

τῆς ἀκτίνος καὶ τοῦ τοιχώματος παρεντίθεται διάφραγμα ΔK (σχ. 256), διμοιον πρὸς τὸ διάφραγμα Δ , εἰς δὲ διαβιβάζονται τὰ ἐκ τῆς κεραίας λύψεως λαμβανόμενα ορεύματα, ἀφ' οὐ κατὰ πρῶτον ἐνισχυθοῦν διὸ ἐνισχυτικῶν λυχνιῶν. Τὸ διάφραγμα ΔK φορτίζεται ἀντιστοίχως. Εάν τὸ φορτίον αὐτοῦ εἶναι θετικόν, ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὑπαρχούσης δύνης δίοδον περισσοτέρων ἡλεκτρονίων. Η ἐπὶ τοῦ τοιχώματος ἐπομένως παρουσιαζομένη ὡς φωσφορίζουσα κηλίς εἶναι φωτεινοτέρα. Εάν τούναντίον τὸ φορτίον γίνῃ ἀρνητικόν, τὸ διάφραγμα ΔK ἀποτρέπει τὴν ἐξ αὐτοῦ δίοδον πολλῶν ἡλεκτρονίων· ή ἀκτίς λοιπὸν καθίσταται ἀσθενεστέρα, ἄρα καὶ ή κηλίς μᾶλλον σκοτεινή.

Τὸ διάφραγμα ΔK φορτίζεται ἀντιστοίχως. Εάν τὸ φορτίον αὐτοῦ εἶναι θετικόν, ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὑπαρχούσης δύνης δίοδον περισσοτέρων ἡλεκτρονίων. Η ἐπὶ τοῦ τοιχώματος ἐπομένως παρουσιαζομένη ὡς φωσφορίζουσα κηλίς εἶναι φωτεινοτέρα. Εάν τούναντίον τὸ φορτίον γίνῃ ἀρνητικόν, τὸ διάφραγμα ΔK ἀποτρέπει τὴν ἐξ αὐτοῦ δίοδον πολλῶν ἡλεκτρονίων· ή ἀκτίς λοιπὸν καθίσταται ἀσθενεστέρα, ἄρα καὶ ή κηλίς μᾶλλον σκοτεινή.

Ούτω ἀναλόγως τοῦ φρεστίου τοῦ διαφράγματος ἔχομεν διαφόρου φωτεινότητος σημεῖα ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου τοιχώματος, ἅτινα μᾶς παρέχουν καὶ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐκπευπομένων παραστάσεων.

Εἶναι αὐτονόητον, ὅτι μεταξὺ τῶν ἐκ συμπυκνωτῶν συστημάτων τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν τῆς ἡλεκτρονικῆς ἀκτίνος, τόσον εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον τοῦ Ντζέρουκιν, ὅσον καὶ εἰς τὴν διὰ τὴν λῆψιν χοησιμοποιουμένην λυχνίαν τοῦ Μπράουν, δέον νὰ ὑπάρχῃ, καὶ ὑπάρχει, ἀπόλυτος συγχρονισμός. Οὕτος ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλου τροφοδοτήσεως τῶν συμπυκνωτῶν αὐτῶν.

“Ο αὐτὸς συγχρονισμὸς δέον δισαύτως νὰ ὑφίσταται καὶ εἰς τοὺς μετακινοῦντας τὰς εἰκόνας ἢ τὸν χάρτην ἐφ’ οὓς ἐμφανίζονται αὗται κυλίνδροις, εἰς τὰ μηχανήματα τῆς ἐκπομπῆς τηλεφωτογραφίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'.—ΦΩΣ. ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.
ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ

	Σελ.
Όρισμοί	5
Σώματα φωτεινά, διαφανή, διαφώτιστα, σκιερά	7
Φωτειναί άκτινες. Φωτειναί δέσμαι	8-10
Σκιαί : 'Εχλεύψεις (σ. 9), προσδιορισμός του υψους διαφόρων άντι- κειμένων (σ. 9), είκονες διδόμεναι ύπό των μικρῶν ὥπον (σ. 10)	11
'Εξαιρέσεις εἰς τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός	12
Προβλήματα	12

ΚΕΦ. Β'.—ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Όρισμὸς	13-17
Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός: Μέθοδος ἀστρονομικὴ (σ. 13), μέθοδοι φυσικαὶ (σ. 13)	17
Προβλήματα	17

ΚΕΦ. Γ'.—ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

Όρισμοί	17
Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς	18
Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς κλίσεως τῆς φωτιζομένης ἐπι- φανείας	19
Σχέσις τῶν ἐντάσεων δύο φωτεινῶν πηγῶν	20
Φωτομετρα: Φωτομετρικαὶ μονάδες (σ. 22), προβλήματα (σ. 24),	20-24
ΚΕΦ. Δ'.—ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ	24

Όρισμοί	25
Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως	26
'Ακανόγυιστος ἀνάκλασις ἢ διάγνωσις	26
'Επιπέδα κάτοπτρα: Εἰδωλα παρεχόμενα δότε ἐπιπέδων κατόπιδουν (σ. 27), πεδίον ἐπιπέδου κατόπιδου (σ. 27), ἀνάκλασις ἐπὶ	18

δύο παραλλήλων κατόπτρων (σ. 28), ἀνάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων (σ. 29), καλειδοσκόπιον (σ. 30), προβλήματα (σ. 30)

27-31

ΚΕΦ. Ε'.—ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Όρισμοί	31
Κοῖλα κάτοπτρα : Ἀνάκλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 32), εἰδωλον φωτεινοῦ σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος (σ. 34), εἰδωλον φωτεινοῦ σημείου οίσυδήποτε (σ. 36), ἐιδωλα ἀντικειμένων (σ. 37), ἐφαρμογαὶ (σ. 39)	32-39
Κυρτὰ κάτοπτρα : Κυρία ἑστία (σ. 40), συζυγεῖς ἑστίαι (σ. 41), εἰδωλα ἀντικειμένων (σ. 41), τύποι τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων (σ. 42), προβλήματα (σ. 45).	40-46

ΚΕΦ. ΣΤ'.—ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Προκαταρκτικαὶ ἔννοιαι	46
Νόμοι τῆς διαθλάσεως	47
Περίπτωσις, καθ' ἥν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἑνὸς μέσου εἰς ἄλλο διαθλαστικόν	48
Περίπτωσις, καθ' ἥν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἑνὸς μέσου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον διαθλαστικόν	50
Ἄτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμός	51
Κυριώτερα φαινόμενα ὄφειλόμενα εἰς τὴν διάθλασιν	52
Πρόσματα : Ὄρισμοὶ (σ. 54), πορεία τῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ πρίσματος (σ. 54), μεταβολαὶ τῆς ἐπτροπῆς (σ. 55), τύποι τοῦ πρίσματος (σ. 57), ἐφαρμογαὶ τῶν πρίσμάτων, πρόσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως (σ. 58), περισκόπιον (σ. 59), προβλήματα (σ. 60)	54-61
Φακοί : Ὄρισμοὶ (σ. 61), συγκλίνοντες φακοὶ (σ. 62), ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες (σ. 62), διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 63), ἴσχὺς φακοῦ (σ. 64), τύπος τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως φακοῦ (σ. 64), εἰδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν συγκλινόντων φακῶν (σ. 64), τύποι τῶν συγκλινόντων φακῶν (σ. 66), ἐφαρμογαὶ (σ. 67)	61-67
Φακοί ἀποκλίνοντες : Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος (σ. 67), διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 68), εἰδωλα παρεχόμενα ὑπὸ ἀποκλινόντων φακῶν (σ. 69), τύποι (σ. 69), ἐφαρμογαὶ (σ. 70), προβλήματα (σ. 71)	67-71

ΚΕΦ. Ζ'.—ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Προβολεύς	71
Φωτογραφικὴ συσκευὴ	73

ΚΕΦ. Η'.—ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

- Αποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός : Ἡλιακὸν φάσμα (σ. 76), τὰ χωῶ-
ματα τοῦ φάσματος είναι ἀπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστὰ (σ. 75),
σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός (σ. 76), κατάταξις τῶν χρωμάτων
(σ. 78), χρῶμα τῶν σωμάτων (σ. 79), φαβδώσεις τοῦ ἥλιακοῦ
(σ. 79), φασματοσκόπιον (σ. 79), διάφοροι τύποι
φάσματος (σ. 81), φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις (σ. 82), φάσματα
φασμάτων (σ. 81), φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις (σ. 82), φάσματα
ἀπορροφήσεως (σ. 83), ἀπορρόφησις ὑπὲ τῶν μεταλλικῶν ἀτιῦν
(σ. 83), ἔξηγησις τῶν φαβδώσεων τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος (σ. 83),
ἰδιότητες τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος (σ. 84)

74-85

ΚΕΦ. Θ'.—ΟΡΑΣΙΣ

85

- Περιγραφὴ τοῦ ὄφθαλμοῦ
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς : Κανονικὸς
ὀφθαλμὸς (σ. 88), μυωπία (σ. 88), ὑπερμετωπία (σ. 89), πρε-
σβυωπία (σ. 90), φανομένη διάμετρος (σ. 90)

87-91

- Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς :
Κινηματογράφος (σ. 91)

91-93

ΚΕΦ. Ι'.—ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

93-95

95

- Απλοῦν μικροσκόπιον : Ἰσχὺς αὐτοῦ (σ. 94), μεγέθυνσις (σ. 94)
Σύνθετον μικροσκόπιον
Τηλεσκόπια : Διοπτρικὰ τηλεσκόπια (σ. 97), διόπτρα τῶν ἐπιγείων
(σ. 98), διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου (σ. 99), ἀρχὴ τῶν προσματι-
κῶν διοπτρῶν (σ. 100), κατοπτρικὰ τηλεσκόπια (σ. 100)

97-101

ΚΕΦ. ΙΑ'.—ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

102

102

- Οὐράνιον τόξον
Ἄλως

ΚΕΦ. ΙΒ'.—ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

103-107

- Φύσις τοῦ φωτός : Ὑπόθεσις περὶ τοῦ αἰθέρος (σ. 104), μῆκος κύμα-
τος (σ. 104), φαινόμενα συμβολῆς (σ. 105)

- ΚΕΦ. ΙΓ'.—ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

107

108

- Ορισμοί
Κρύσταλλοι μονάξενες : Ἀκτὶς συνήθης καὶ ἀκτὶς ἔκτακτος
Πόλωσις τοῦ φωτός : Πεπολωμένον φῶς (σ. 110), πόλωσις τῆς ἐκ-
τάκτου ἀκτῖνος (σ. 110), ἔξηγησις τῆς πολώσεως (σ. 110)

109-111

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦ. Α'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο ήλεκτρισμός είναι μορφή ένεργειας : Πηγαὶ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας (σ. 113), μονάδες ένεργειας (σ. 113), μονάδες ισχύος (σελ. 114) 112-114

ΚΕΦ. Β'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

Ηλεκτρικὸν ρεῦμα : Φορὰ τοῦ ρεύματος (σ. 115) 114-116

ΚΕΦ. Γ'.—ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ

Διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων : Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἡλεκτρικῆς πηγῆς (σ. 117) 117-118

ΚΕΦ. Δ'.—ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

Ηλεκτρόλυσις : Θεωρία τῶν ιόντων (σ. 119), παραδείγματα ἡλεκτρολύσεως (σ. 119) 118-121

Ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ : Μονὰς ἐντάσεως (σ. 123), ἡλεκτροχημικὰ ισοδύναμα (σ. 123), ἡλεκτρολυτικὴ μέτρησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος (σ. 124) 121-124

ΚΕΦ. Ε'.—ΣΤΗΛΑΙ

Ηλεκτρικαὶ στήλαι : Στήλῃ τοῦ Βόλτα (σ. 125), χημικὰ φαινόμενα ἐντὸς τῶν στοιχείων (σ. 126), πόλωσις τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα (σ. 127), στοιχεῖον Daniell (σ. 127), στοιχεῖον Bunsen (σ. 128), στοιχεῖον Leclanché (σ. 129), στοιχεῖον διὰ διχρωμικοῦ καλίου (σ. 130), χρῆσις ἐφυδραργυρωμένου ψευδαργύρου (σ. 130), ἡλεκτρικὴ στήλη (σ. 130), ξηραὶ στήλαι (σ. 132) 124-133

ΚΕΦ. ΣΤ'.—ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ

Συσσωρευταί 134 - 136

ΚΕΦ. Ζ'.—ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΟΗΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

Σκοπὸς τῶν νόμων τοῦ ΟΗΜ : Νόμοι τοῦ ΟΗΜ, πειραματικὴ ἔρευνα (σ. 137), ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ ΟΗΜ (σ. 138), ἀντίστασις ἀγωγοῦ (σ. 139), νόμος τοῦ ΟΗΜ διὰ κλειστὸν κύκλωμα (σ. 141), μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων (γέφυρα τοῦ Wheatston) (σ. 143), προβλήματα (σ. 145) 137-146

ΚΕΦ. Η'.—ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ JOULE

Θερμαντική ἐνέργεια παραγομένη ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φεύγματος :	
Πειραματικὴ ἔρευνα (σ. 147), ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Joule (σ. 148), ἰσχὺς τοῦ φεύγματος (σ. 149), ἐφαρμογαὶ ἀσφάλεια, ἡλεκτρικὴ θέρμανσις (σ. 150)	146-150
Φωτισμός. Λαμπτήρες (σ. 150), βολταῖκὸν τόξον (σ. 151), ἡλεκτρικὴ κάμινος (σ. 151), προβλήματα (σ. 152)	150-153

ΚΕΦ. Θ'.—ΜΑΓΝΗΤΑΙ. ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνῆται : Πόλοι τῶν μαγνητῶν (σ. 153), ἀμοι- βαῖαι ἐνέργειαι τῶν πόλων (σ. 154), μαγνητικὸν πεδίον (σ. 155)	153-157
---	---------

ΚΕΦ. Ι'.—ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Νόμος τοῦ Coulomb : "Ἐντασίς πόλου (σ. 157), μονὰς πόλου (σ. 157), ἐντασίς μαγνητικοῦ πεδίου (σ. 158), μονὰς ἐντάσεως (σ. 158), προβλήματα (σ. 158)	157-158
---	---------

ΚΕΦ. ΙΑ'.—ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Γήινον μαγνητικὸν πεδίον : Γήινον ζεῦγος (σ. 159), μαγνητικὴ ἀπό- κλισις (σ. 161), ναυτικὴ πυξίς (σ. 162), μαγνητικὴ ἔγκλισις (σ. 163)	159-164
--	---------

ΚΕΦ. ΙΒ'.—ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Πείραμα τοῦ Oersted	164
Φορὰ τοῦ πεδίου	165

Σωληνοειδές : Μαγνητικὸν πεδίον σωληνοειδοῦς (σ. 166), τὰ σωληνοειδῆ ἔχουν δῆλας τὰς ἴδιότητας τῶν μαγνητῶν (σ. 167), θεωρία τοῦ Αμπέρε περὶ τοῦ μαγνητισμοῦ (σ. 168), γαλβανόμετρον (σ. 169).	165-170
--	---------

ΚΕΦ. ΙΓ'.—ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου : Ἡλεκτρομαγνῆται (σ. 172), ἐφαρ- μογαὶ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν (ἡλεκτρικὸς κώδων, ἡλεκτρικὸς τιμέλεγχαφος, τηλέφωνον)	170-177
---	---------

ΚΕΦ. ΙΔ'.—ΕΠΑΓΩΓΗ

'Επαγωγὴ : 'Επαγωγὴ διὰ τῶν φεύγμάτων (σ. 177), ἐπαγωγὴ διὰ μαγνη- τῶν (σ. 179), αὐτεπαγωγὴ (σ. 180), πηνίον τοῦ Ruhmkorff (σ. 180)	177-182
---	---------

ΚΕΦ. ΙΕ'.—ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ GRAMME

Σκοπὸς τῆς μηχανῆς τοῦ Gramme : 'Επαγωγεὺς (σ. 183), ἐπαγώγιμον (σ. 185), λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας (σ. 185), λει- τουργία τῆς μηχανῆς ὡς γεννητρίας (σ. 186), διέγερσις τοῦ ἐπαγωγέως (σ. 187)	182-189
--	---------

ΚΕΦ. ΙΣΤ'—ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

'Ορισμοί	189
'Αεχή τῶν ἐναλλακτήρων: Ἐναλλακτήριο μετ' ἐπαγωγήμου ἀκινήτου (σ. 191), ἰδιότητες τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων (σ. 193), πολυφασικά ρεύματα (σ. 193), ἐναλλακτῆρες μὲ τριφασικά ρεύματα (σ. 194), μεταμορφωταί (σ. 195), ἐφαρμογαὶ τῶν μεταμορφωτῶν (σ. 196)	190-199

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'.—ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ

'Ηλεκτροδυναμικὴ—'Ηλεκτροστατική: Κυριώτεραι μέθοδοι ἡλεκτρίσεως (σ. 200), ἡλεκτρικὸν ἔκχρεμές συγκοινωνοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους (σ. 202), ἔκχρεμές μεμονωμένον, θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτροστιμός (σ. 203), ἡλεκτροσκόπιον (σ. 204), δ ἡλεκτροστιμός φέρεται εἰς τὴν ἔξτερην ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν (σ. 205) .	200-206
---	---------

ΚΕΦ. Β'.—ΠΟΣΟΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΟΥ FARADAY

'Ορισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτροστιμοῦ: Μέτρησις τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτροστιμοῦ (σ. 207), Νόμος τοῦ Coulomb (σ. 208), σύγχρονος ἀνάπτυξις τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ἡλεκτροστιμοῦ (σ. 208)	206-209
---	---------

ΚΕΦ. Γ'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ. ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΩΝ ΑΚΙΔΩΝ

'Ηλεκτρικὴ πυκνότης: Δυναμικὲς τῶν ἀκίδων (σ. 210)	209-211
--	---------

ΚΕΦ. Δ'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΝ.
ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

'Ηλεκτρικὸν πεδίον: Δυναμικὸν (σ. 211), σύγκρισις τῶν δυναμικῶν (σ. 212), βαθμολογία τοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἰς volts (σ. 213), ἡ πίνησις τοῦ ἡλεκτροστιμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν ἔξαρταται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ τῶν (σ. 213), ἡλεκτροχωρητικότης (σ. 214), προβλήματα (σ. 214)	211-216
--	---------

ΚΕΦ. Ε'.—ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

'Ηλεκτρικὴ ἐπίδρασις: Ἡλεκτρικὰ διαφράγματα (σ. 218), ἐφαρμογαὶ τῆς ἐπιδράσεως (σ. 219)	216-220
---	---------



0020557686

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΒΟΥΛΕΤΗ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Επιστημονικής Βιβλιογραφίας

