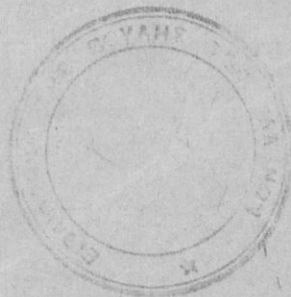


Ε 4 458
ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ

Λεονταρίου (Διον. Π.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1950

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΦΥΣΙΚΗ ΕΤ/Γ = 240

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Ε

1

ΦΣΚ

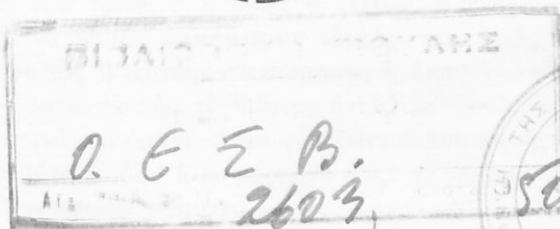
ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ

Λεονταρίτου (Δ.Π.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ

ΟΕΣΒ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

1960

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

002
47E
ET2B
1888

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΡΓΑ

ΕΡΓΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΦΩΣ - ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ - ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ

1. Ὅρισμοί.— Ὅπτικὴ λέγεται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει τὴν σπουδὴν τῶν **φωτεινῶν φαινομένων**, δηλ. τῶν φαινομένων, τὰ ὁποῖα διεγείρουν τὴν ὄρασιν. **Φῶς** δὲ καλοῦμεν τὸ αἷτιον, τὸ ὁποῖον παράγει τὰ φαινόμενα ταῦτα.

2. Σώματα φωτεινά, διαφανῆ, διαφώτιστα, σκιερά.— **Σώματα φωτεινά.** Ὁ ἥλιος μᾶς φωτίζει κατὰ τὴν ἡμέραν· λαμπτήρ ἀνημμένος, εὐρισκόμενος ἐντὸς σκοτεινοῦ δωματίου, φωτίζει τοὺς τοίχους τοῦ δωματίου καὶ τὰ ἐντὸς αὐτοῦ ἀντικείμενα. Τὰ τοιοῦτοτρόπως φωτιζόμενα ἀντικείμενα, οἱ λευκοὶ τοῖχοι, ὁ λευκὸς κατανασστήρ (ἀμπαζοῦρ) λαμπτήρος κτλ., δύνανται καὶ αὐτὰ νὰ φωτίζουν ἄλλα ἀντικείμενα. Λέγομεν τότε, ὅτι ὁ ἥλιος, ὁ ἀνημμένος λαμπτήρ, ὁ λευκὸς τοῖχος, ὁ λευκὸς κατανασστήρ, εἶναι **σώματα φωτεινά**.

Ὡστε τὰ διάφορα σώματα δύνανται νὰ εἶναι φωτεινά, δηλ. νὰ φαίνωνται, κατὰ δύο τρόπους· ἢ ὅπως ὁ ἥλιος, ἢ φλῶξ κηρίου, ἢ φλῶξ λαμπτήρος, τὰ ὁποῖα **ἐκπέμπουν ἰδικόν των φῶς** καὶ καλοῦνται **πηγαὶ φωτός ἢ αὐτόφωτα σώματα**, ἢ ὅπως οἱ τοῖχοι δωματίου, ὁ λευκὸς κατανασστήρ, τὰ διάφορα ἀντικείμενα κτλ., τὰ ὁποῖα καθίστανται φωτεινὰ καὶ ὁρατά, ὅταν φωτίζονται ὑπὸ πηγῆς φωτός, διότι ἐκπέμπουν τότε ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον δέχονται, καὶ καλοῦνται **ἑτερόφωτα σώματα**.

Τὰ μὴ φωτεινὰ σώματα εἶναι **σκοτεινά**.

Τὸ φῶς, ὡς θὰ μάθωμεν κατωτέρω, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἐξόχως ταχειῶν παλμικῶν κινήσεων, μετρομένων εἰς τρισεκατομμύρια

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

Σώματα διαφανῆ. Τὰ διάφορα ἀντικείμενα φαίνονται διὰ μέσου τῆς ἀτμοσφαιράς. Ἄλλὰ βλέπομεν αὐτά, καὶ ἐὰν μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ παρενθῆσωμεν λεπτὴν ὑαλίνην πλάκα· ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν τοὺς χάλικας εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποταμοῦ. Ὁ αἶθρ, ἢ ὕαλος, τὸ διαυγὲς ὕδωρ, τὰ ὁποῖα ἀφήνουν νὰ διέρχεται δι' αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα διαφανῆ.

Διαφώτιστα σώματα. Ἡ γαλακτόχρους ὑαλίνη σφαῖρα, ἢ ὁποία περικαλύπτει τοὺς ηλεκτρικοὺς λαμπτήρας, ἐπιτρέπει νὰ διέρχεται δι' αὐτῆς τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς. Ἐπίσης τὸ φῶς τῆς ἡμέρας εἰσέρχεται εἰς τὸ δωμάτιον διὰ μέσου λεπτῶν πλακῶν ἐκ πορσελάνης ἢ διὰ μέσου λευκοῦ χάρτου· ἐν τούτοις παρατηροῦντες διὰ μέσου αὐτῶν δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὸ σχῆμα τῶν ἀντικειμένων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ὀπισθεν αὐτῶν. Ἡ γαλακτόχρους ὕαλος, ἢ πορσελάνη, τὸ φύλλον τοῦ χάρτου κτλ., τὰ ὁποῖα ἀφήνουν νὰ διέρχεται δι' αὐτῶν τὸ φῶς, ἀλλὰ διὰ μέσου τῶν ὁποίων δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν εὐκρινῶς τὸ σχῆμα τῶν ὀπισθεν αὐτῶν εὐρισκομένων ἀντικειμένων, λέγονται σώματα διαφώτιστα.

Σκιερὰ σώματα. Τέλος, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τοὺς ὑαλοπίνακας δωματίου διὰ πλακῶν ἐκ μετάλλου ἢ ξύλου ἢ χαρτονίου ἀρκετοῦ πάχους ἢ διὰ μέλανος χάρτου, θὰ ἴδωμεν, ὅτι τὸ δωμάτιον δὲν φωτίζεται. Τὰ μέταλλα, τὸ ξύλον, ὁ μέλας χάρτης, οἱ τοῖχοι, τὰ ὁποῖα δὲν ἀφήνουν νὰ διέλθῃ δι' αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα σκιερὰ.

Σημείωσις. Ἐν τῇ πραγματικότητι, ἐκτὸς τοῦ κενοῦ, δὲν ὑπάρχουν σώματα ἀπολύτως διαφανῆ. Σῶμά τι ἀπορροφᾷ πάντοτε ὀλίγον φῶς καὶ ἢ ἀπορρόφησις αὕτη, ἢ ὁποία ἀδξάνεται μετὰ τοῦ πάχους τοῦ σώματος, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται τὸ φῶς, δύναται νὰ γίνῃ ὀλικὴ διὰ πάχος ἐπαρκῶς μέγα. Διὰ τοῦτο τὸ ἡλιακὸν φῶς δὲν φθάνει εἰς τὰ μεγάλα ὑποβρύχια βάθη, ἢ δὲ σκιερότης αὐτῶν ἀραιοῦται μόνον ἀπὸ τὸ φῶς, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἀπὸ ὠρισμένους ἰχθύς.

Ἀντιστρόφως σῶμά τι συνήθως σκιερὸν δύναται νὰ καταστῇ διαφανὲς ὑποβάθρον, ὅταν ληφθῇ εἰς φύλλα ἐπαρκῶς λεπτά· οὕτω φύλ-

λον χρυσοῦ, πάχους ἑνὸς χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου, διατηροῦμενον μεταξὺ δύο θαλίων πλακῶν, ἀφήνει νὰ εἰσδῆ ἔντὸς αὐτοῦ πρᾶσινω-
πὸν φῶς.

3. Φωτεινὰ ἀκτῖνες. Φωτεινὰ δέσμαι.— Ἐντὸς τῶν ὁμοιομερῶν (*) διαφανῶν σωμάτων, τοῦ ἀέρος π.χ., ἢ ἔντὸς τοῦ κενοῦ, τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν. Δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν τοῦτο ἔντὸς τοῦ ἀέρος διὰ τῶν ἑξῆς παρατηρήσεων :

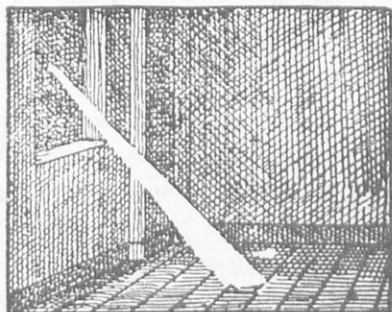
α') Ἐπὶ ὀριζοντίου τεμαχίου χαρτονίου στερεώνομεν δύο καρφίδας A καὶ B εἰς ἀπόστασιν 15 ἑκατοστομέτρων τὴν μίαν ἀπὸ τῆς ἄλλης· κατόπιν παρατηροῦμεν κατὰ τὴν διεύθυνσιν BA καὶ ἀνορθοῦμεν τὰς καρφίδας μέχρις ὅτου ἡ B καλύψῃ τὴν A· παρενθέτομεν ἔπειτα τρίτην καρφίδα Γ μεταξὺ τῶν δύο ἄλλων καὶ τὴν τοποθετοῦμεν οὕτως, ὥστε ἡ B νὰ καλύψῃ τὴν A καὶ τὴν Γ. Ἐφαροῦμεν τὰς καρφίδας ταύτας καὶ διαπιστοῦμεν διὰ κανόνος, ὅτι τὰ ἴχνη τῶν καρφίδων ἐπὶ τοῦ χαρτονίου εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας.

β') Ἐὰν τὸ ἡλιακὸν φῶς ἢ τὸ φῶς βολταϊκοῦ τόξου εἰσέρχεται ἔντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς ὀπῆς, φωτίζει κατὰ τὴν δίοδόν του τὸν ἐλαφρὸν κοινότρον, ὃ ὁποῖος αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ἡ δίοδος αὕτη σημειοῦται τοιουτοτρόπως ὑπὸ φωτεινοῦ κώνου λίαν ἐπιμήκους μὲ γενετειρας τελείως εὐθύγραμμος (σχ. 1).

Καλοῦμεν **φωτεινὴν ἀκτῖνα** πᾶσαν εὐθεῖαν, ἢ ὁποία ἄρχεται ἐξ οἰουδήποτε σημείου τοῦ φωτεινοῦ σώματος καὶ ἢ ὁποία φαίνεται, ὅτι εἶναι ἡ τροχιά, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς. Σημειωτέον, ὅτι ἡ εὐθεῖα αὕτη παριστᾷ μόνον τὴν διεύθυνσιν, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ ἡ φωτεινὴ ἐνέργεια κατὰ τὴν διάδοσίν της.

Ἐν τῇ πράξει, θεωροῦμεν πολλάκις ὁμάδα φωτεινῶν ἀκτῖνων, τὸ σύνολον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ **φωτεινὴν δέσμη**. Δέσμη τις δύνα-

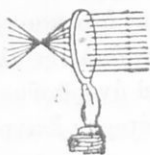
(*) Ὅμοιομερῆ λέγονται τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα καθ' ὅλα τὰ μέρη αὐτῶν παρουσιάζουν τὰς αὐτὰς ιδιότητας.



Σχ. 1

ται νὰ ἀποτελήται ἀπὸ ἀκτῖνας παραλλήλους, συγκλινούσας ἢ ἀποκλινούσας.

Σημείωσις. Ὑποθέσωμεν, ὅτι δεχόμεθα ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐπὶ συγκλίνοντος φακοῦ (σχ. 2). Αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἥλιου, δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι. Ἀφοῦ διέλθουν διὰ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνες αὗται τείνουν νὰ συναντηθοῦν εἰς



Σχ. 2

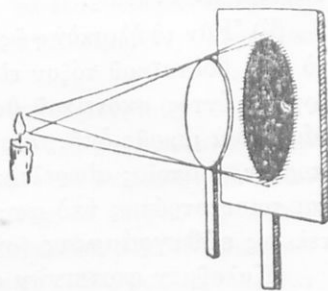
ἐν σημείῳ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται πλησίον τοῦ φακοῦ, σχηματίζουσαι οὕτω δέσμην συγκλίνουσαν. Τέλος, αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἀφοῦ διαστανρωθοῦν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, βαίνουν πάντοτε ἀπομακρυνόμεναι ἀπ' ἀλλήλων. Σχηματίζουν τότε δέσμην ἀποκλίνουσαν.

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

Ὅταν σκιερὸν σῶμα εὐρίσκεται ἔμπροσθεν φωτεινῆς πηγῆς, σχηματῶν ὅλας τὰς ἐπ' αὐτοῦ προσπιπτούσας ἀκτῖνας καὶ ἀφήνει ὀπισθεν αὐτοῦ ὠρισμένον διάστημα, εἰς τὸ ὁποῖον δὲν εἰσέρχεται τὸ φῶς· τὸ διάστημα τοῦτο καλεῖται **σκιά τοῦ σώματος**.

Ἐὰν ἡ φωτεινὴ πηγὴ ἔχη αἰσθητὰς διαστάσεις, ὅπερ 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 νὰ παρατηρήσωμεν ἐν κοινῶς τὸν σχηματισμὸν τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος,



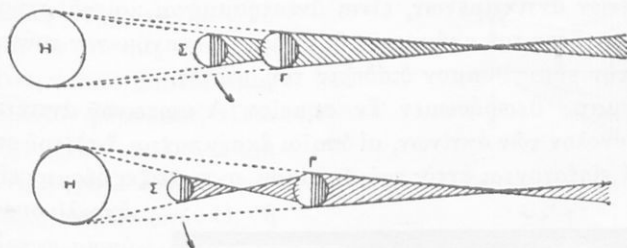
Σχ. 3

λαυβάνοντες ὡς φωτεινὴν πηγὴν τὴν φλόγα κηρίου καὶ ὡς σκιερὸν σῶμα δίσκον ἐκ χονδροῦ χάρτου, τὸν ὁποῖον διατηροῦμεν κατακόρυφον εἰς ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ τοίχου σκοτεινοῦ δωματίου (σχ. 3) μεταξὺ τούτου καὶ τοῦ κηρίου. Παρατηροῦμεν τότε ἐπὶ τοῦ τοίχου τρεῖς χώρας, μίαν κεντρικὴν **τελείως σκοτεινὴν**, τοῦ αὐτοῦ σχήματος μετὰ τὸν δίσκον· περὶ ἐντὸς σκιᾶν ταύτης ἐν ὑποσκίασμα

εἰς τὸ ὁποῖον ἡ^ε ἔντασις τοῦ φωτός ἀδξάνεται βαθμηδὸν ἀπὸ τῆς σκιᾶς πρὸς τὴν περιφέρειαν^δ τέλος, ἐκτὸς τῶν δύο τούτων χωρῶν, μίαν χωρᾶν φωτιζομένην ὑπὸ τῆς φλογὸς ὀλοκλήρου.

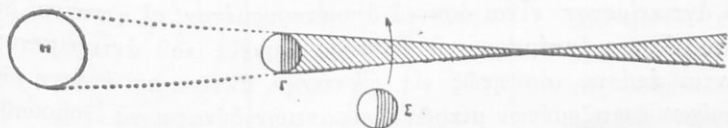
Ἐφαρμογαί: Α') Ἐκλείψεις. Ἡ θεωρία τῶν σκιῶν ἐξηγεῖ τὸ φαινόμενον τῶν ἐκλείψεων.

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



Σχ. 4

σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης συναντήσουν τὴν Γῆν, ὑπάρχει ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου διὰ τοὺς τόπους τοὺς εὐρισκομένους ἐντὸς τῶν κώνων τούτων τῆς σκιᾶς (σχ. 4). Ἡ ἔκλειψις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ εἶναι **μερικὴ, ὀλικὴ ἢ δακτυλιοειδῆς** εἰς τινὰ τόπον, καθ' ὅσον ὁ τόπος οὗτος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὑποσκιάσματος, ἐντὸς τοῦ κώνου τῆς σκιᾶς ἢ ἐντὸς τῆς προεκτάσεως τοῦ κώνου τούτου τῆς σκιᾶς.



Σχ. 5

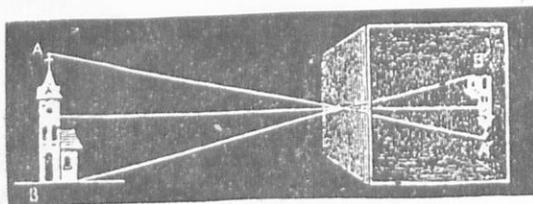
Ἐκλείψεις τῆς Σελήνης. Ἐὰν κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς πανσελήνου ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς συναντήσῃ τὴν Σελήνην, ὑπάρχει ἔκλειψις τῆς Σελήνης, ὀλικὴ ἢ μερικὴ (σχ. 5).

Β') Προσδιορισμὸς τοῦ ὕψους διαφόρων ἀντικειμένων. Τὸ ὕψος ἀντικειμένου τινὸς φωτιζομένου ὑπὸ τοῦ Ἡλίου δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν κατὰ προσέγγισιν, μετροῦντες τὸ μῆκος τῆς ὑπ' αὐτοῦ ὀριζομένης σκιᾶς καὶ συγκρίνοντες αὐτὸ πρὸς τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς

τῆς ριπτομένης κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ὑπὸ κατακορύφου κανόνος γνωστοῦ μήκους

Γ') Εἰκόνες διδόμεναι ὑπὸ τῶν μικρῶν ὀπῶν. Ἐὰν ἀνοίξωμεν μικρὰν ὀπὴν εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν θαλάμου κλειστοῦ πανταχόθεν καὶ σκοτεινοῦ (σχ. 6), παρατηροῦμεν, ὅτι σχηματίζονται αἱ εἰκόνες τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος, τοποθετημένου ἀπέναντι τῆς ὀπῆς. Αἱ εἰκόνες αὗται διατηροῦν τὰ χρώματα τῶν παριστωμένων ἀντικειμένων, εἶναι ἀνεστραμμένα καὶ τὸ σχῆμά των εἶναι ἀνεξάρτητον τοῦ σχήματος τῆς ὀπῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός.

Πράγματι, θεωρήσωμεν ἓν σημεῖον Α φωτεινοῦ ἀντικειμένου ΑΒ. Τὸ σύνολον τῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ σημείου



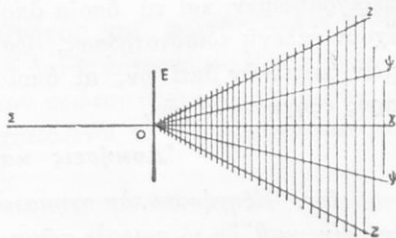
Σχ. 6

ἀποκλίνουσιν, ἢ ὁποῖα φωτίζει μικρὰν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ Α' τοῦ διαφράγματος. Εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ ἀντιστοιχεῖ μία ἀνάλογος μικρὰ φωτισμένη ἐπιφάνεια. Ἐὰν λοιπὸν ἡ ὀπὴ εἶναι ἄρκετὰ μικρὰ καὶ τὸ ἀντικείμενον εἶναι ἄρκετὰ ἀπομακρυσμένον, αἱ φωτεινὰ δέσματα, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουν τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου, ἀνάγονται ἐκάστη αἰσθητῶς εἰς φωτεινὴν ἀκτῖνα καὶ ἐκάστη τῶν ἀντιστοίχων φωτιζομένων μικρῶν ἐπιφανειῶν δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς σημεῖον. Τὸ σύνολον λοιπὸν τῶν σημείων τούτων θὰ ἀναπαραγάγῃ τὸ σχῆμα καὶ τὴν ὄψιν τοῦ ἀντικειμένου.

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

Σημείωσις. Ἐὰν ἡ ὀπὴ εἶναι μεγάλη, ἢ τομὴ τοῦ διαφράγματος καὶ τῆς κωνικῆς δέσμης, τῆς ἐχούσης κορυφὴν σημεῖόν τι τοῦ ἀντικειμένου, ἔχει αἰσθητὰς διαστάσεις· συνεπῶς καὶ αἱ φωτιζόμεναι μικρὰ ἐπιφάνεια αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου ἐπιτίθενται ἐπ' ἀλλήλων καὶ καθιστῶσι τὴν εἰκόνα συγκεχυμένην.

5. Ἐξαιρέσεις εἰς τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός. **Παράθλασις.**— Ἡ φωτεινὴ δέσμη, ἡ ὁποία ἐκπέμπεται ὑπὸ τῆς πηγῆς Σ καὶ διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς Ο, φαίνεται ὅτι ἔχει ὡς ὅριον τὴν φωτεινὴν ἀκτίνα, ὅταν τὰ Σ καὶ Ο τείνουν ἕκαστον πρὸς σημεῖον. Φαίνεται λοιπὸν ἐκ πρώτης ὄψεως, ὅτι θὰ δυνηθῶμεν πειραματικῶς νὰ πλησιάσωμεν ὅσον θέλομεν πρὸς τὴν φωτεινὴν ἀκτίνα, ἐὰν ἐλαττώσωμεν βαθμηδὸν τὴν διάμετρον τῆς ὀπῆς καὶ τὰς διαστάσεις τῆς πηγῆς. Τὸ πείραμα ἐν τούτοις δὲν ἐπιτυγχάνει, καὶ τὸ ἀποτέλεσμα, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνομεν, εἶναι τὸ ἑξῆς: Ἐὰν πολὺ μικρὰ φωτεινὴ πηγὴ Σ (σχ. 7) φωτίζει πολὺ στενὴν ὀπὴν Ο, ἡ φωτεινὴ δέσμη πέραν τοῦ Ο

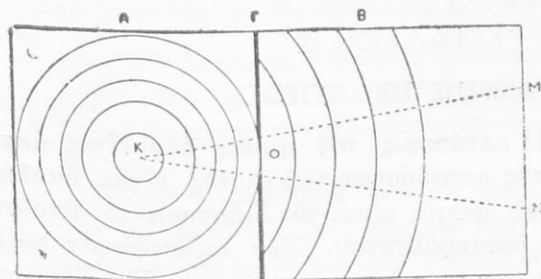


Σχ. 7

δὲν ἀκολουθεῖ ἀποκλειστικῶς τὴν ὁδὸν Οχ, ἥτις θὰ ἦτο ἡ προέκτασις τῆς ΣΟ, ἀλλ' ἐξαπλοῦται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις Οψ, Οz κτλ., ὡσεὶ τὸ σημεῖον Ο ἦτο κέντρον ἐκπομπῆς φωτός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐκτροπῆς τοῦ φωτός ἐκ τῆς διευθύνσεως, τὴν ὁποίαν ἐθεωροῦμεν ὡς κανονικὴν, καλεῖται **παράθλασις τοῦ φωτός.**

Ἡ παράθλασις τοῦ φωτός ἔχει ὡς αἰτίαν τὸν τρόπον τῆς διαδόσεώς του διὰ κυμάτων.

Ἐστω λεκάνη πλήρης ὕδατος ζω-



Σχ. 8

ριζομένη διὰ διαφράγματος Γ εἰς δύο διαμερίσματα. Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ τὸ διάφραγμα φέρει ὀπὴν Ο (σχ. 8). Δι' ἐνὸς διαπασῶν παλλομένου πλήττομεν περιοδικῶς τὸ κέντρον Κ τῆς ὑγρᾶς ἐπιφανείας τοῦ διαμερίσματος Α. Παράγονται τότε διαδοχικὰ κύματα, τὰ ὁποῖα φθάνου εἰς τὴν ὀπὴν Ο. Τὰ κύματα ταῦτα διέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς Ο· ἀλλ' ἀντὶ νὰ περιορίζωνται ἐντὸς τῆς γωνίας ΜΚΝ,

ἥτις ἔχει ὡς ἄνοιγμα ὀπὴν Ο, σχηματίζονται εἰς τὸ διαμέρισμα Β, ὥσει μὴ ὑπῆρχε καθόλου τὸ διάφραγμα καὶ ὥσει τὰ κύματα ἐξεπορεύοντο ἐκ τοῦ σημείου Κ.

Ἡ παράθλασις εἶναι γενικὸν φαινόμενον καὶ εὐθύγραμμοι φωτεινὰ ἀκτῖνες ἀποτελοῦν παράστασιν πολὺ ἀπλοποιημένην τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός. Ἐν τούτοις τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα θὰ περιγράψωμεν καὶ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὴν Γεωμετρικὴν Ὀπτικὴν, ἔχουν ἐκλεγῆ τοιουτοτρόπως, ὥστε ἡ ὑπόθεσις αὕτη τῶν εὐθύγραμμων φωτεινῶν ἀκτῖνων, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὰς δέσμας, νὰ ἀρκῆ πρὸς ἐξήγησιν αὐτῶν.

Ἀσκήσεις καὶ προβλήματα.

1ον. Ἐξηγήσατε τὸν σχηματισμὸν τῆς σκιᾶς: α') εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ σκιερὸν σῶμα καὶ ἡ φωτεινὴ πηγὴ εἶναι δύο ἴσαι σφαῖραι β') εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαῖρα καὶ ἡ φωτεινὴ πηγὴ σφαῖρα μεγαλυτέρας ἀκτῖνος.

2ον. Ποῖον τὸ ὕψος πύργου ῥίπτοντος σκιὰν μήκους 38 μέτρων, καθ' ἣν στιγμὴν κατακόρυφος κανὼν ὕψους 1,50 μετρ. ῥίπτει σκιὰν μήκους 95 ἑκατοστομέτρων;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

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

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

Ἐκ τοῦ ὁρισμοῦ τούτου προκύπτει, ὅτι, διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, πρέπει κατ' ἀνάγκην νὰ προσδιορίσωμεν ἓν

διάστημα καὶ τὸν χρόνον, καθ' ὃν τὸ διάστημα τοῦτο διηνήθη ὑπὸ τοῦ φωτός.

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

7. Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.—Α') **Μέθοδος ἀστρονομική.** Κατὰ τὸ 1675 ὁ Δανὸς ἀστρονόμος Roemer ἐκ παρατηρήσεων ἐπὶ τῶν ἐκλείψεων τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διὸς ὑπέλογισε τὸν χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τὸ φῶς, διὰ νὰ διανύσῃ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς.

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

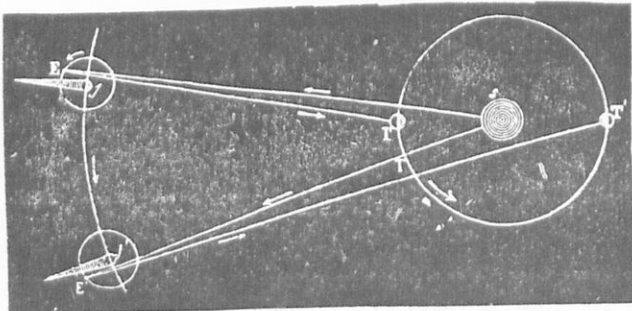
α') Μέθοδος τοῦ Roemer. Ὁ πλανήτης Ζεὺς χρειάζεται περίπου 12 ἔτη διὰ νὰ ἐκτελέσῃ τὴν περὶ τὸν ἥλιον περιφορὰν του, ἐνῶ ἡ Γῆ ἐκτελεῖ ταύτην εἰς ἓν ἔτος. Συνεπῶς εἰς 6 μῆνας ἡ μὲν Γῆ διανύει τὸ ἥμισυ τῆς τροχιάς της, ἐνῶ ὁ Ζεὺς τὸ $\frac{1}{24}$ περίπου τῆς τροχιάς του. Ἐὰν λοιπὸν τὰ δύο ταῦτα σώματα, κατὰ τινα χρονικὴν στιγμήν, εὐρίσκονται εἰς συζυγίαν, μετὰ 6 μῆνας θὰ εὐρεθοῦν εἰς ἀντιζυγίαν, δηλ. ἡ ἀπόστασις των θὰ αὐξηθῇ σχεδὸν κατὰ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς 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. Ὁ πλησιέστερός εἰς τὸν Δία δορυφόρος (πρῶτος δορυφόρος) διασχίζει εἰς ἑκάστην περιφορὰν του τὸν κῶνον τῆς σκιᾶς τοῦ Διὸς καὶ ἐξαφανίζεται ἐπὶ τινα

(*). Εἰς τὰς ἀστρονομικὰς μεθόδους, ὁ χρόνος λαμβάνεται μετ' ἀκριβείας, ἀλλὰ τὸ διάστημα εἶναι ὀλιγώτερον ὀρισμένον. Εἰς τὰς φυσικὰς μεθόδους ἡ ἀπόστασις εἶναι ἀκριβῶς ὀρισμένη, ἀλλ' ὁ χρόνος, ἐκτάκτως βραχύς, μετρεῖται ὀλιγώτερον ἀκριβῶς.

χρόνον. Ὁ χρόνος θ , ὁ ὁποῖος χωρίζει δύο διαδοχικὰς καταδύσεις εἰς τὴν σκιάν (ἐνάρξεις δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων), ἢ ἡ διάρκεια τῆς περιὸν τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου τούτου εἶναι $42 \text{ ὥρ. } 22' \ 35''$.

Ἐὰν λοιπὸν μία κατάδυσις συμβῇ κατὰ τὸν χρόνον χ , ὅταν ἡ $\Gamma\eta$ T εὑρίσκεται σχεδὸν εἰς συζυγίαν μετὰ τοῦ Διὸς εὑρισκομένου εἰς τὸ j (σχ. 9), δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν χρόνον τῆς $n+1$ καταδύσεως, ἣτις θὰ συμβῇ μετὰ δ περίπου μῆνας, ὅταν ἡ $\Gamma\eta$ θὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ T' , ἐν ἀντιζυγίᾳ μετὰ τοῦ Διὸς εὑρισκομένου εἰς τὸ j' . Ὁ χρόνος οὗτος θὰ ἦτο $\chi+n\theta$, ἂν ἡ $\Gamma\eta$ παρέμενεν εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ Διὸς, εἰς ἣν καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς πρώτης καταδύσεως. Ἄλλ' ἡ παρατήρησις διεπίστωσεν ἐπιβράδυνσιν κατὰ 16 πρῶτα λεπτὰ



Σχ. 9

καὶ 26 δευτερόλεπτα. Ἡ ἐπιβράδυνσις αὕτη μετρεῖ προφανῶς τὸν χρόνον, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὴν διάμετρον TT' τῆς τροχιάς τῆς $\Gamma\eta$ s. Διότι, ἂν ἡ πρώτη κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον κ , ὅτε ἡ $\Gamma\eta$ 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 φωτός (δηλ. $\frac{\Delta}{T}$ ὁ χρόνος καθ' ὃν τὸ φῶς διήνυσεν τὴν ἀπόστασιν Tj). Ἡ δευτέρα κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον $\kappa+\theta$, ἐγένετο δὲ ὄρατὴ εἰς χρόνον $\kappa+\theta + \frac{\Delta+\delta}{T}$, ἔνθα δ ἡ ἀΐξισις τῆς ἀποστάσεως Tj εἰς χρόνον θ . Ἡ τρίτη κατάδυσις συνέβη εἰς χρόνον $\kappa+2\theta$, ἐγένετο δὲ ὄρατὴ εἰς χρόνον $\kappa+2\theta + \frac{\Delta+\delta'}{T}$, ἔνθα δ' ἡ

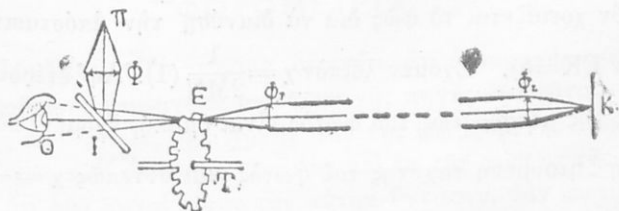
αύξεις της απόστασεως, και η $v+1$ κατάδυσις (ἀντιζυγία), ήτις ἐγένετο εἰς χρόνον $\kappa + v\theta + \frac{\Delta + \Delta'}{T}$, ἔνθα Δ' ἡ διάμετρος τῆς τροχιᾶς τῆς Γ ἦς.

Ἐρα μεταξὺ τῆς πρώτης καταδύσεως και τῆς $v+1$ παρήλθε χρόνος $\chi' - \chi = \kappa + v\theta + \frac{\Delta + \Delta'}{T} - \kappa - \frac{\Delta}{T} = v\theta + \frac{\Delta'}{T}$, ἐνῶ ἔπρεπε νὰ παρέλθῃ χρόνος $v\theta$. Ἡ ἐπιβράδυνσις $\frac{\Delta'}{T}$ ἰσοῦται, ὡς εἴπομεν, μὲ $16''$ και $26''$ ἢ $986''$. Και ἐπειδὴ ἡ Δ' εἶναι γνωστή, ἔχομεν $\frac{\Delta'}{T} = 986$ ἢ $T = \frac{\Delta'}{986}$.

Σημείωσις: Ἐὰν θέσωμεν κατὰ προσέγγισιν $\frac{\Delta'}{T} = 1000''$ και $\Delta' = 300 \cdot 10^6$ χιλιόμετρα, θὰ ἔχομεν $T = \frac{300 \cdot 10^6}{10^3} = 300 \cdot 10^3$ χμ.

β') Μέθοδος φυσικῆ τοῦ Fizeau. Τὰ πειράματα τοῦ Fizeau ἐξετελέσθησαν κατὰ τὸ 1848 μεταξὺ Suresnes και Montmartre ἢ ἀπόστασις τῶν δύο σταθμῶν ἦτο ἀκριβῶς γνωστή.

Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς Suresnes φωτεινὴ δέσμη ἐκπεμπομένη ὑπὸ πηγῆς Π (σχ. 10) και ἀνακλωμένη ἐπὶ ὑαλίνης πλακῶς διαφανοῦς Γ ἀποστέλλεται ὀριζοντιῶς, διερχομένη διὰ κενοῦ Ε περιλαμβανομένου



Σχ. 10

μεταξὺ δύο ὀδόντων ὀδοντωτοῦ τροχοῦ T . Ἡ δέσμη αὕτη διαδίδεται ἐλευθέρως μέχρι τοῦ σταθμοῦ τῆς Montmartre.

Ἐκεῖ ἡ δέσμη ἀνακλᾶται καθέτως ἐπὶ κατόπτρον K και διανεῖ κατά τὴν ἐπιστροφὴν τὴν αὐτὴν τροχιάν, ἣν και κατὰ τὴν μετάβασιν. Ἐὰν ὁ τροχὸς μένη ἀκίνητος, ἡ δέσμη διερχομένη διὰ τοῦ αὐτοῦ κενοῦ, δι' οὗ διήλθε και κατὰ τὴν ἀναχώρησιν, θὰ φθάσῃ εἰς παρατηρητὴν εὐρισκόμενον ὀπισθεν τῆς ὑαλίνης πλακῶς. Ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ

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

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

Ἐὰν κατὰ τὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται ἡ φωτεινὴ δέσμη διὰ νὰ μεταδοθῆ ἐκ τοῦ Ε εἰς τὸ Κ καὶ νὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὸ Ε, τὸ πλήρες ἐνὸς ὀδόντος ἀντικαταστήσῃ ἀκριβῶς τὸ κενόν, ἡ δέσμη ἐμποδίζεται κατὰ τὴν ἐπιστροφήν. Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῆ δι' ὅλας τὰς δέσμας, αἱ ὁποῖαι 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 2Μ ὁ ἀριθμὸς τῶν διαστημάτων (πλήρων καὶ κενῶν), τὰ ὁποῖα διαδέχονται ἀλλήλα κατὰ μίαν στροφήν τοῦ τροχοῦ. Εἰς ἓν δευτερόλεπτον διέρχονται 2ΜΝ διαστήματα διὰ τοῦ Ε. Ἀφοῦ λοιπὸν 2ΜΝ διαστήματα διέρχονται διὰ τοῦ Ε εἰς ἓν δευτερόλεπτον, ἡ διάρκεια χ τῆς διόδου ἐνὸς διαστήματος θὰ εἶναι $\frac{1}{2ΜΝ}$. Ἄλλ' ἡ διάρκεια αὕτη ἰσοῦται μὲ τὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν 2.ΕΚ = 2δ (ἐὰν ΕΚ = δ). Ἔχομεν λοιπὸν $\chi = \frac{1}{2ΜΝ}$ (1). Ἀφ' ἑτέρου, ἐπειδὴ ἡ κίνησις τῆς μεταδόσεως τοῦ φωτός εἶναι ὁμαλὴ, ἔχομεν $2\delta = T \cdot \chi$, ἔνθα Τ ἡ ζητούμενη ταχύτης τοῦ φωτός καὶ συνεπῶς $\chi = \frac{2\delta}{T}$ (2). Ἐκ τῶν (1) καὶ (2) λαμβάνομεν $\frac{1}{2ΜΝ} = \frac{2\delta}{T}$, ἔξ ἧς $T = 4ΜΝ\delta$.

Σημείωσις. Ὁ ὀπτικὸς κανονισμὸς πειράματος χρησιμοποιοῦντος τόσοσιν μεγάλας ἀποστάσεις παρουσιάζει εἰδικὰς δυσκολίας. Τὸ σχῆμα 10 δεικνύει, ὅτι ἡ φωτεινὴ πηγὴ Η, τοποθετημένη πλαγίως, ἐκπέμπει δέσμη, τὴν ὁποῖαν ὁ φακὸς Φ συγκεντρώνει, καὶ ἡ πλάξ Ι ἐνεργοῦσα ὡς κάτοπτρον φέρει εἰς τὸ Ε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ τροχοῦ. Τὸ φωτεινὸν λοιπὸν σημεῖον Ε εἶναι πράγματι εἰδωλόν. Οἱ φακοὶ Φ₁ καὶ Φ₂ ἐμποδίζουν τὰς ἀκτῖνας νὰ ἀπομακρυνθοῦν—καὶ κατὰ τὴν μετάβασιν καὶ

κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν—ἀπὸ τὴν διεύθυνσιν ΕΚ· τέλος ἡ πλάξ, ἥτις εἶναι κοινὴ ὕαλος, ἐπιτρέπει νὰ διέλθουν ἐπαρκεῖς ἀκτῖνες κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν.

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

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

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

1ον. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον χρειάζεται τὸ φῶς διὰ νὰ φθάσῃ εἰς ἡμᾶς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου, τῆς ἀποστάσεως τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ Ἡλίου οὕσης 150.000.000 χιλιόμετρα.

2ον. Ποία ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τῆς Γῆς ἀστέρου, τοῦ ὁποῖου τὸ φῶς χρειάζεται 1 ἔτος διὰ νὰ φθάσῃ μέχρις ἡμῶν;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

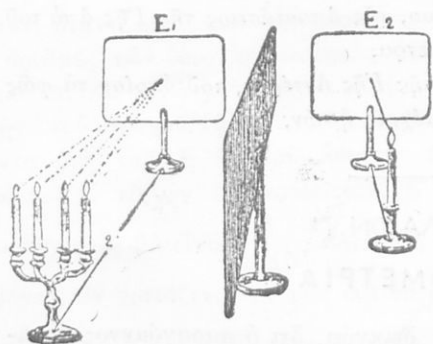
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

8. Ὅρισμοί.—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ὁ παραγόμενος φωτισμὸς ἐπὶ δοθείσης ἐπιφανείας ὑπὸ φωτεινῆς πηγῆς ἐξαρτᾶται συγχρόνως ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς ἀπὸ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας, ἐκ τῆς κλίσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς πηγῆς. Λέγομεν, ὅτι δύο πηγαὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν **ἐντάσιν**, ἐὰν φωτίζουν ἐξ ἴσου ἀπὸ τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως δύο ἐπιφανείας ἴσας, δεχομένας τὰς ἀκτῖνας καθέτως. Ὁ ὀφθαλμὸς δύναται νὰ ἐκτιμῆσῃ μὲ ἀρκετὴν ἀκρίβειαν τὴν ἰσότητά των φωτισμῶν, ἐὰν αἱ πρὸς σύγκρισιν πηγαὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ χροῦμα. **Κατὰ συνθήκην**, αἱ ἐντάσεις δύο πηγῶν ὁμοίως διατεταγμένων ὡς πρὸς διαφράγματα ὅμοια εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς φωτισμοὺς τῶν διαφραγμάτων τούτων.

Ἡ φωτομετρία ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως

τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν καὶ τῶν φωτισμῶν, τοὺς ὁποίους αὐτὰ παράγουν.

9. Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς.— Λαμβάνομεν δύο ἴσα διαφώτιστα διαφράγματα, τὰ ὁποῖα τοποθετοῦμεν κατακορύφως, τὰ E_1 καὶ E_2 (σχ. 11). Πρὸ τοῦ E_2 καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ ἑνὸς μέτρου θέτομεν 1 κηρίον· πρὸ δὲ τοῦ E_1 καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ 2 μέτρων θέτομεν 4 ὅμοια κηρία, τὰ ὁποῖα 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 διαφραγμάτων εἶναι ἴσοι. Ἐπειδὴ ἕκαστον τῶν 4 κηρίων δίδει φωτισμὸν ἴσον πρὸς τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ ὀλίκοῦ φωτισμοῦ τοῦ προερχομένου ἐκ τῶν 4 κηρίων, συνάγομεν, ὅτι ὁ φωτισμὸς τοῦ ἑνὸς κηρίου εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 2 μέτρων ἐγένετο 4 φορές μικρότερος ἀπὸ ὅσος ἦτο εἰς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἑνὸς μέτρου.



Σχ. 11

Θὰ εὑρωμεν, ἐπίσης, ὅτι πρέπει νὰ θέσωμεν 9 κηρία εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων, διὰ νὰ παραγάγωμεν τὸν αὐτὸν φωτισμὸν, τὸν ὁποῖον παράγει ἓν κηρίον εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου.

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν, ὅτι ὁ ὑπὸ τινος φωτεινῆς πηγῆς ἐπὶ ἐπιφανείας δεχομένης καθέτως τὸ φῶς παραγόμενος φωτισμὸς 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 a καὶ a' , θὰ ἔχωμεν $\frac{\phi'}{\phi} = \frac{a^2}{a'^2}$.

Αἱ μονάδες ἐντάσεως καὶ φωτισμοῦ ἔχουν ἐκλεγεῖν οὕτως, ὥστε φωτεινὴ πηγὴ ἐντάσεως 1 (δηλ. ἴσης μὲ τὴν μονάδα τῆς ἐντάσεως) νὰ παράγῃ φωτισμὸν 1 (δηλ. τὴν μονάδα τοῦ φωτισμοῦ) ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἑκατοστομέτρου.

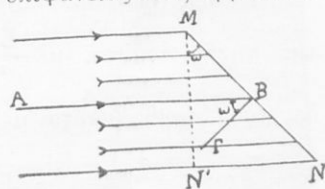
Συνεπῶς πηγὴ ἐντάσεως E θὰ παράγῃ φωτισμὸν E ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἑκατοστομέτρου.

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

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

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

10. Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς κλίσεως τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.—Θεωρήσωμεν δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων προσπίπτουσαν πλάγιως ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας MN , ἔμβραδου ϵ' (σχ. 12), καὶ ἔστω MN' ἡ κάθετος τομὴ, ἔμβραδου ϵ , τοῦ κυλίνδρου τοῦ σχηματιζομένου ὑπὸ τῆς φωτεινῆς δέσμης. Ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς Φ , τὴν ὁποίαν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια MN , εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν ποσότητα, τὴν ὁποίαν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια MN' . Συνεπῶς ἡ ποσότης φ' τοῦ φωτὸς, τὴν ὁποίαν δέχεται ἑκάστη μονὰς ἐπιφανείας τῆς MN , θὰ εἶναι $\varphi' = \frac{\Phi}{\epsilon'}$, καὶ ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς φ , τὴν ὁποίαν δέ-



Σχ. 12

χεται ἑκάστη μονὰς ἐπιφανείας τῆς MN' , θὰ εἶναι $\varphi = \frac{\Phi}{\epsilon}$. Διαφορῶντες κατὰ μέλη, λαμβάνομεν $\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\epsilon}{\epsilon'}$.

Ἄλλ' ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου MNN' ἔχομεν $\epsilon = \epsilon' \sin \omega$. Συνεπῶς $\frac{\epsilon}{\epsilon'} = \sin \omega$ καὶ ἔπομένως $\frac{\varphi'}{\varphi} = \sin \omega$ καὶ $\varphi' = \varphi \sin \omega$ (2).

Ἄρα ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς, τὴν ὁποίαν δέχεται πλάγιως μία ἐπιφάνεια, καὶ συνεπῶς ὁ φωτισμὸς τῆς, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ συνημίτονον τῆς γωνίας, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες μετὰ τῆς καθέτου ἐπὶ τὴν

ἐπιφάνειαν (διότι γωνία $N'MN = \gamma$ ωνία $AB\Gamma$, ὡς ὀξεῖα ἔχουσαι τὰς πλευρὰς καθέτους).

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

11. Σχέσις τῶν ἐντάσεων δύο φωτεινῶν πηγῶν.— Ὑποθέσωμεν, ὅτι φωτεινὴ πηγὴ ἐντάσεως E , τοποθετημένη εἰς ἀπόστασιν a ἀπὸ διαφράγματος, παράγει ἐπ' αὐτοῦ καθέτως τὸν αὐτὸν φωτισμόν, ὃν καὶ δευτέρα πηγὴ ἐντάσεως E' παράγει καθέτως ἐπίσης, ἀλλὰ τοποθετημένη εἰς ἀπόστασιν a' .

Καθὼς ἐμάθομεν, ὁ φωτισμὸς ὁ παραγόμενος ὑπὸ τῆς πρώτης πηγῆς ἰσοῦται μὲ $\frac{E}{\alpha^2}$, ὁ δὲ φωτισμὸς ὁ παραγόμενος ὑπὸ τῆς δευτέρας πηγῆς ἰσοῦται μὲ $\frac{E'}{\alpha'^2}$. Καὶ ἐπειδὴ οἱ δύο φωτισμοὶ εἶναι ἴσοι, ἔχομεν $\frac{E}{\alpha^2} = \frac{E'}{\alpha'^2}$ ἢ $\frac{E}{E'} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2}$.

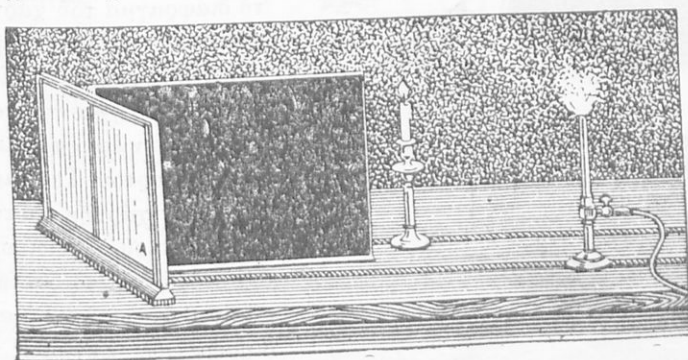
Παρατηροῦμεν λοιπόν, ὅτι αἱ ἐντάσεις δύο φωτεινῶν πηγῶν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, τὴν ὁποίαν ἐξ ἴσου φωτίζουν.

Σημείωσις. Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ σχέσις αὕτη ἐφαρμόζεται καὶ εἰς δύο ἴσας ἐπιφανείας, φωτιζόμενας ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίσιν, διότι αἱ ἐπιφάνειαι αὗται ἔχουν ὡς προβλὰς ἐπιφανείας ἴσας, φωτιζόμενας καθέτως καὶ δεχομένης τὴν αὐτὴν μὲ αὐτὰς ποσότητα φωτός.

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

Σημείωσις. Ἐὰν $a'=1$ καὶ $E'=1$, δηλ. ἐὰν θέσωμεν τὴν πηγὴν, τῆς ὁποίας τὴν φωτεινὴν ἔντασιν χρησιμοποιοῦμεν ὡς μονάδα ἐντάσεως, εἰς ἀπόστασιν ἴσην μὲ τὴν μονάδα, θὰ ἔχωμεν $E=a^2$.

Φωτόμετρον τοῦ Bouguer. Τὸ φωτόμετρον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ κατακορύφου ἡμιδιαφανοῦς ὑαλίνης πλακῶς A , ἣτις διὰ διαφράγματος σκιεροῦ, στερεωμένου καθέτως εἰς τὸ μέσον αὐτῆς, χωρίζεται εἰς δύο ἴσα μέρη (σχ. 13). Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦνται αἱ δύο φωτεινὰ πηγαί, εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακῶς, ὥστε τὰ δύο τμήματα αὐτῆς νὰ φωτίζονται ἕξ ἴσου.



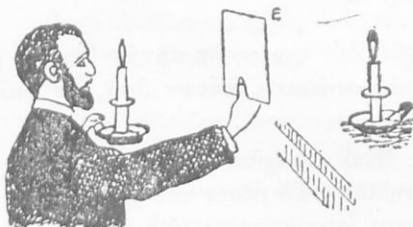
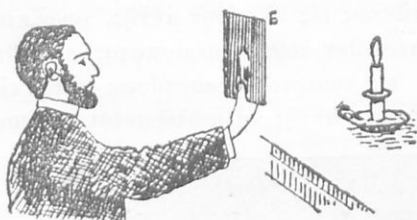
Σχ. 13

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

Φωτόμετρον τοῦ Bunsen. Ἐπὶ τεμαχίου λευκοῦ χάρτου σχηματίζομεν διὰ σταγόνης ἐλαίου κηλίδα. Τὸ μέρος τοῦ χάρτου, εἰς τὸ ὁποῖον ἐγένετο ἡ κηλὶς, καθίσταται περισσότερον διαφώτιστον ἀπὸ τὸ ἄλλο. Ἐάν, κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς τὸν χάρτην κατακορύφον, ὥστε ἡ κηλὶς νὰ εὐρίσκεται εἰς τὸ ὕψος τῶν ὀφθαλμῶν, φωτίσωμεν διὰ κηρίου ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου τὴν ἀντίθετον πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ὄψιν τοῦ χάρτου (σχ. 14), ἡ κηλὶς φαίνεται φωτεινὴ, ὁ δὲ λοιπὸς χάρτης σκιερὸς, διότι ἡ κηλὶς φωτίζεται περισσότερον ὑπὸ τοῦ διερχομένου φωτός. Ἐὰν φωτίσωμεν τὴν ὄψιν τοῦ χάρτου τὴν ἐστραμμένην πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν, ἡ κηλὶς φαίνεται σκοτεινὴ, ἐνῶ ὁ λοιπὸς χάρτης φωτεινός, διότι οὗτος ἀνακλᾷ τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ προσπί-

πτοντος φωτός, ἐνῶ διὰ τῆς κηλίδος διέρχεται τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτοντος φωτός.

Ἐὰν φωτίσωμεν ἐξ ἴσου τὰς δύο ὀψεις τοῦ χάρτου, ἡ κηλὶς ἐξαφανίζεται. Διότι τότε ἡ κηλὶς φωτίζεται ἀπὸ τὸ ἐν μέρος τόσον, ὅσον φωτίζεται ὁ ὑπόλοιπος χάρτης ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος.



Σχ. 14

ἐπιτυγχάνομεν νὰ ἐξαφανισθῇ ἡ κηλὶς. Τότε ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων τῶν δύο πηγῶν ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων ἀπὸ τοῦ χάρτου.

13. Φωτομετρικαὶ μονάδες.—*α)* Φωτεινῆς ἐντάσεως. Ἐάν, ἀντὶ νὰ συγκρίνωμεν τὰς ἐντάσεις δύο φωτεινῶν πηγῶν, θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν τὰς ἐντάσεις ταύτας κατ' ἀπόλυτον τιμὴν, πρέπει νὰ τὰς

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

Διὰ νὰ κατασκευάσωμεν τὸ διάφραγμα τοῦ χάρτου τὸ φέρον τὴν κηλίδα, διαβρέχομεν τὴν κεφαλὴν κοχλίου (βίδας) διὰ τετηγμένης παραφίνης καὶ τὴν ἐφαρμόζομεν ἐπὶ φύλλου χάρτου. Τείνομεν κατόπιν τὸν χάρτην τοῦτον ἐντὸς πλαισίου ἐφωδιασμένου διὰ στελέχους, τὸ ὁποῖον ὀλισθαίνει κατὰ μῆκος κανόνος διηρημένου. Συνήθως τοποθετοῦν ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος δύο μικρὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα ὑπὸ κλίσιν 45° , ὥστε ὁ παρατηρητὴς νὰ βλέπῃ συγχρόνως καὶ τὰς δύο ὀψεις τοῦ χάρτου, αἱ ὁποῖαι φωτίζονται ὑπὸ τῶν δύο φωτεινῶν πηγῶν, τὰς ὁποίας πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν. Μετακινουῦντες τὴν μίαν τούτων,

συγκρίνωμεν πρὸς τὴν ἔντασιν ὀρισμένης πηγῆς, ἡ ὁποία παραμένει ἀμετάβλητος καὶ ἡ ὁποία λαμβάνεται ὡς μονάς.

Ἡ μόνη σταθερὰ μονάς εἶναι τὸ πρότυπον Violle. Τὸ Violle εἶναι ἡ φωτεινὴ ἔντασις (μετρούμενη κατὰ τὴν κάθετον διεύθυν-
σιν) ἑνὸς τε-

τραγωνικοῦ
ἑκατοστοῦ
τῆς ἐπιφανεί-
ας τετηγμέ-
νου λευκο-
χρῶσου. Ἐ-
πειδὴ ἡ μονάς
αὕτη εἶναι πο-
λὸν μεγάλη,
λαμβάνεται ὡς

πρακτικὴ μονάς τὸ δεκαδικὸν κηρίον, τὸ ὁποῖον ἰσοῦται μὲ τὸ $\frac{1}{20}$ τοῦ violle. Ἄλλοτε ἐχρησιμοποιοῦν ὡς μονάδα ἐντάσεως τὸ carcel, τὸ ὁποῖον ἰσοῦται μὲ 10 κηρία περίπου.

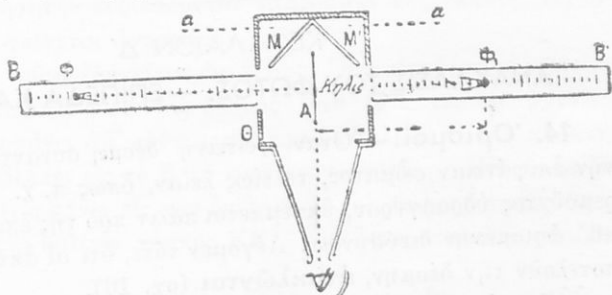
β) **Φωτισμοῦ.** Ὡς ἀπόλυτος μονάς φωτισμοῦ λαμβάνεται ὁ φωτισμός, τὸν ὁποῖον παράγει ἐν violle ἀπὸ ἀποστάσεως 1 ἑκατοστομέτρου ἐπὶ ἐπιφανείας καθέτου πρὸς τὰς ἀκτῖνας (violle cm.). Πρακτικὴ μονάς φωτισμοῦ εἶναι τὸ lux ἢ κηρίον-μέτρον (bougie-mètre). Τοῦτο εἶναι ὁ φωτισμός, τὸν ὁποῖον παράγει ἐν δεκαδικὸν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

Προβλήματα

1ον. Εἰς τὰς τρεῖς κορυφὰς ἰσοπλεύρου τριγώνου εὐρίσκονται φωτεινὰ σημεῖα ἴσης ἐντάσεως. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ τριγώνου καὶ παραλλήλως πρὸς τὴν μίαν τῶν πλευρῶν, εὐρίσκεται ἐν πολὺ μικρὸν διάφραγμα. Νὰ ὑπολογισθοῦν οἱ φωτισμοὶ τῶν δύο ὄψεων τοῦ διαφράγματος.

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

3ον. Ἐν ὀμοεικῇ θαλάμῳ λαμπτῆρ καὶ κηρίον εὐρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 9 μ. ἀπ' ἀλλήλων. Εἰς ποίαν θέσιν μεταξὺ τῶν δύο τούτων



Σχ. 15

φώτων και ἐπὶ τῆς ἐνούσης ταῦτα εὐθείας πρόχει νὰ τεθῆ πείασμα, ἵνα αἱ δύο αὐτοῦ ἐπιφάνειαι φωτίζονται ἐξ ἴσου ὑφ' ἐκατέρου τῶν φώτων, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ λαμπτήρος εἶναι 64 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς τοῦ κηρίου;

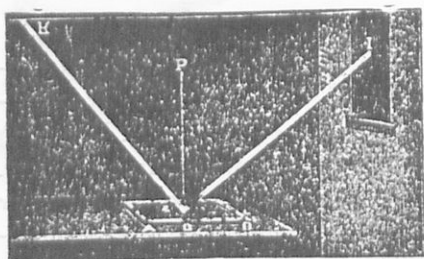
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. — ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

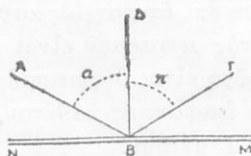
14. Ὅρισμοί.—Ὅταν φωτεινὴ δέσμη συναντᾷ πλαγίως στυλπήν ἐπιφάνειαν σώματος, τελείως λείαν, ὅπως π. χ. τὴν ἐπιφάνειαν ἡρεμοῦντος ὕδατος, ἐκπέμπεται πάλιν πρὸς τῆς ἐπιφανείας ταύτης καθ' ὀρισμένην διεύθυνσιν. Λέγομεν τότε, ὅτι αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὴν δέσμην, **ἀνακλῶνται** (σχ. 16).

Ὅλα τὰ στυλπνὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἀνακλῶσι τὸ φῶς, λέγονται **κάτοπτρα**.

Ἐστω NM ἐπίπεδος ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια (σχ. 17). Καλοῦμεν **προσπίπτουσαν ἀκτῖνα** τὴν διεύθυνσιν ΓΒ, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ φῶς πίπτει ἐπὶ τῆς ΝΜ, καὶ **ἀνακλωμένην ἀκτῖνα** τὴν νέαν διεύθυνσιν ΒΑ, τὴν



Σχ. 16

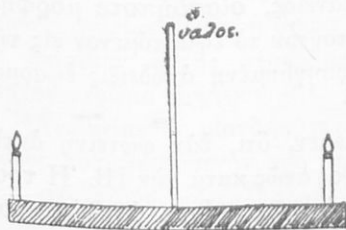


Σχ. 17

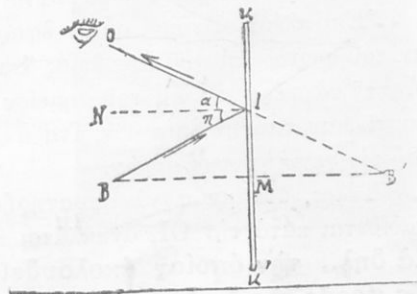
ὁποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς μετὰ τὴν ἀνάκλασίν του. Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Β νοήσωμεν τὴν κάθετον ΔΒ ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, αὕτη μετὰ τῆς προσπίπτουσας ἀκτίνος ὀρίζει ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, τὸ **ἐπίπεδον προσπτώσεως**. Ἡ γωνία, ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ τῆς προσπίπτουσας ἀκτίνος ΓΒ καὶ τῆς καθέτου ΔΒ, εἶναι ἡ **γωνία τῆς προσπτώσεως**. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλωμένης ἀκτίνος ΒΑ μετὰ τῆς καθέτου ΔΒ εἶναι ἡ **γωνία τῆς ἀνακλάσεως**.

15. Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως.—Τοποθετοῦμεν δύο ὅμοια κη-
ρία τοῦ αὐτοῦ μήκους ἐκατέρωθεν διαφανοῦς ὑαλίνης πλακὸς κατα-
κορύφου καὶ συμμετρικῶς ὡς πρὸς ταύτην (σχ. 18). Ἐὰν ἀνάψωμεν
τὸ κηρίον, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμπροσθεν τῆς πλακός, τὸ δεῦτερον
κηρίον εἰς παρατηρητὴν εὐρισκόμενον ἔμπροσθεν τῆς πλακός, εἰς οἰ-
ανδήποτε θέσιν, φαίνεται ἀνημμένον.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς: Ἐν οἰονδήποτε σημεῖον
B τοῦ κηρίου ἐκπέμπει φωτεινὰς δέσμας καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.
Μία ἐκ τούτων φθάνει ἀπ' εὐθείας εἰς τὸν ὀφθαλμὸν O τοῦ παρατη-
ρητοῦ, ὁ ὁποῖος βλέπει εἰς τὸ B τὸ φωτεινὸν σημεῖον. Μία ἄλλη δέ-
σμη ΒΙΟ (σχ. 19) φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, ἀφοῦ
ἀνακλασθῆ ἑπὶ τῆς ὑαλίνης πλακός ΚΚ'. Καὶ ὁ παρατηρητὴς νομίζει,



Σχ. 18



Σχ. 19

ὅτι βλέπει φωτεινὸν σημεῖον εἰς τὸ B', διότι ἡ ἀνακλωμένη δέσμη
φαίνεται, ὅτι προέρχεται ἀπὸ τὸ B', τὸ ὁποῖον ἐλήφθη συμμετρικὸν
τοῦ B ὡς πρὸς τὴν πλάκα.

Συνεπῶς: πᾶσα φωτεινὴ ἀκτὶς ἐκπεμπομένη ἀπὸ τὸ ση-
μεῖον B ἀνακλάται οὕτως, ὥστε νὰ φαίνεται ὅτι προέρχεται
ἀπὸ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ B' ὡς πρὸς τὴν ἀνακλώσαν ἐπι-
φάνειαν.

Ἐκ τῆς ιδιότητος ταύτης συνάγομεν εὐκόλως τοὺς νόμους τῆς
ἀνακλάσεως. Ἄγομεν εἰς τὸ I τὴν κάθετον IN ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν
ΚΚ'. Τὸ τρίγωνον ΒΙΒ' εἶναι ἰσοσκελές, διότι τὰ σημεῖα Β καὶ Β'
εἶναι συμμετρικὰ ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ΚΚ', συνεπῶς αἱ εἰς τὸ Β
καὶ Β' γωνίαι εἶναι ἴσαι. Ἄφ' ἑτέρου ἡ μὲν γωνία IBM ἰσοῦται μὲ
τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως π (ἐντὸς ἐναλλάξ κλπ.), ἡ δὲ γωνία IB'M

ισούται με τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως α (ἐντὸς ἐκτὸς τῶν παραλλήλων κτλ.). Καὶ ἐπειδὴ αἱ γωνίαι $IB'M$ καὶ IBM εἶναι ἴσαι, ἔχομεν $\alpha = \pi$.

Ἡ ἀνάκλασις ἀκολουθεῖ λοιπὸν τοὺς ἐξῆς δύο νόμους :

α) Ἡ 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 παράλληλος τῆς BB' , ἣτις εὐρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ.

β) Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως εἶναι ἴση μετὰ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως.

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

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

Τέλος, δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι, ἐὰν φωτεινὴ ἀκτίς διαδίδεται κατὰ τὴν OI , ἀνακλᾶται προφανῶς κατὰ τὴν IB . Ἡ τροχιά δηλ., τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς, εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς φορᾶς τῆς διαδόσεως αὐτοῦ (ἀρχὴ τῆς ἀντιστροφῆς ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός).

16. Ἀκανόνιστος ἀνάκλασις ἢ διάχυσις.— Ὄταν τὸ φῶς, ἀντὶ νὰ συναντήσῃ ἐπιφάνειαν τελειῶς λείαν, προσπίπτῃ ἐπὶ ἐπιφανείας μᾶλλον ἢ ἦττον τραχείας, π. χ. ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοίχου ἢ φύλλου χάρτου, ἀνακλᾶται ἐπὶ πολυαριθμῶν προεξοχῶν πολὺ μικρῶν, τὰς ὁποίας παρουσιάζει μία τοιαύτη ἐπιφάνεια, καὶ αἱ ἀνακλωμένα 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 ἐπιφανείαν σωματίων, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι πηγὰί φωτός. Τοιοῦτοτρόπος πλᾶξ υἰαλίνη, τελειῶς λεία, τοποθετημένη εἰς φωτιζόμενον μέρος, εἶναι ἀόρατος εἰς παρατηρητήν, ὅστις τὴν παρατηρεῖ ἀπὸ ἀπέναντι, ἐκτὸς

ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακῶς ταύτης φέρῃ κόνιν κατάλληλον νὰ διαχέῃ μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτός.

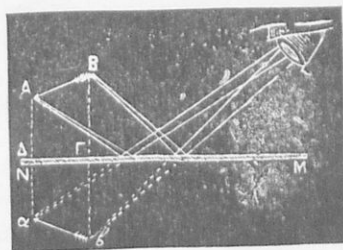
Διακρίνομεν πλαγίως δέσμην ἠλιακῶν ἀκτίνων, ἡ ὁποία εἰσέρχεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς ὀπῆς, ἕνεκα τοῦ κοινοροτοῦ, ὅστις αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα· ἄνευ τοῦ κοινοροτοῦ τούτου ὁ παρατηρητὴς θὰ ἔβλεπε τὴν δέσμην, μόνον ἐὰν ἔθετε τὸν ὀφθαλμὸν κατὰ τὴν προέκτασίν της.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

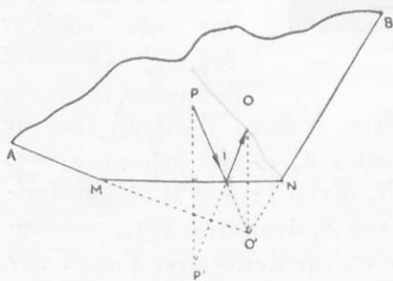
17. Εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων.
— Ἐπίπεδον λέγεται τὸ κάτοπτρον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀνακλῶσα

ἐπιφάνεια εἶναι ἐπίπεδος. Τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ διαφανοῦς ὑαλίνης πλακῶς, τελείως λείας, ἡ ὁποία εἰς τὸ ὀπίσθιον αὐτῆς μέρος φέρει λεπτὸν στρώμα ἀργύρου.

Ἀντικείμενον, οἰοῦδήποτε σχήματος, τοποθετούμενον πρὸ ἐπιπέδου κατόπτρου, δίδει εἶδωλον (δηλ. εἰκόνα αὐτοῦ), τὸ ὁποῖον δὲν ὑφίσταται πραγματικῶς εἰς τὸ διάστημα καὶ δὲν δύναται νὰ ληφθῇ ἐπὶ διαφράγματος· τὸ εἶδωλον τοῦτο καλεῖται **φανταστικὸν ἢ κατ' ἔμφασιν**, εἶναι δὲ συμμετρικὸν τοῦ ἀντικειμένου ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον, διότι ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ συνόλου τῶν εἰδώλων ὅλων τῶν σημείων του, τὰ ὁποῖα, ὡς ἐμάθομεν, εἶναι συμμετρικὰ τῶν σημείων τούτων ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον (σχ. 20).



Σχ. 20



Σχ. 21

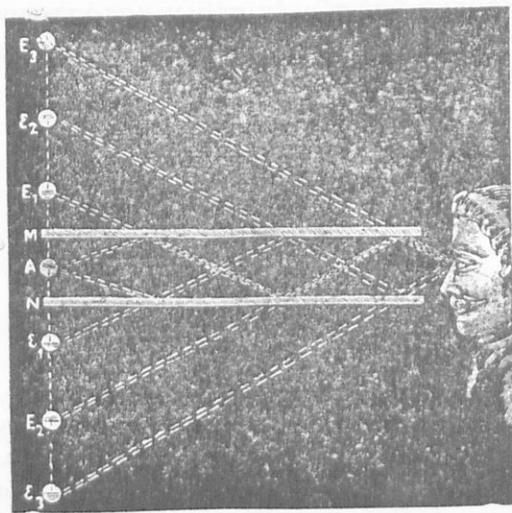
ὀφθαλμοῦ O (σχ. 21) εἶναι τὸ μέρος τοῦ διαστήματος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ εὐρίσκειται φωτεινὸν σημεῖον, ἵνα τὸ εἶδωλὸν του εἶναι ὄρατὸν ὑπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὰ ὄρια τοῦ πεδίου κατόπτρου MN προσ-

Πεδίον ἐπιπέδου κατόπτρου διὰ δοθεῖσαν θέσιν τοῦ

διορίζομεν εὐκόλως διὰ δοθεῖσαν θέσιν τοῦ ὀφθαλμοῦ O , ἐὰν ἀναζητήσωμεν τὰς τελευταίας ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι, προσπίπτουσαι ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ κατόπτρου, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται διὰ τοῦ O .

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντιστροφῆς ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός, αἱ ἀκτῖνες αὗται εἶναι αἱ ἀνακλώμεναι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰς προσπιπτούσας ἀκτῖνας OM καὶ ON . Αὗται, ὡς ἐμάθομεν, φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ τὸ O' , συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον.

Τὸ πεδίον λοιπὸν θὰ περιορίζεται ὑπὸ τῆς πρὸ τοῦ κατόπτρου κωνικῆς ἐπιφανείας, ἡ ὁποία ἔχει ὡς κορυφὴν τὸ σημεῖον O' καὶ ὡς διευθυντηρίαν τὴν περίμετρον τοῦ κατόπτρου.



Σχ. 22

ἀπωλείας τοῦ φωτός διὰ τῆς διαχύσεως, ἡ ὁποία συνοδεύει ἐκάστην ἀνάκλασιν. Π. χ. τὸ φωτεινὸν σημεῖον A , τὸ εὐρισκόμενον μεταξύ τῶν παραλλήλων κατόπτρων M καὶ N , ὀρῖται ἐπὶ τοῦ M δέσμη ἀκτῖνων, ἡ ὁποία ἀνακλᾶται, πίπτει ἐπὶ τοῦ N , ἀνακλᾶται πάλιν, ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ M κτλ. Εἰς τὴν δέσμη ταύτην ἀντιστοιχεῖ ἡ σειρά τῶν εἰδώλων E_1, E_2, E_3 κτλ. (σχ. 22).

Ἡ ἄλλη ὄψις τοῦ A ἐκπέμπει δέσμη, ἡ ὁποία συναντᾷ κατὰ πρῶτον τὸ N , ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ M κτλ. Εἰς τὴν δέσμη ταύτην ἀντιστοιχεῖ δευτέρα σειρά εἰδώλων e_1, e_2, e_3 κτλ.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σημεῖον A διὰ φωτεινοῦ ἀντικειμένου
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

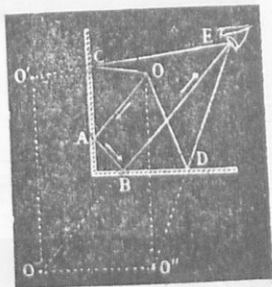
18. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων.

— Πᾶν σημεῖον φωτεινόν, εὐρισκόμενον μεταξύ δύο ἐπιπέδων παραλλήλων κατόπτρων, δίδει ὀπίσθεν ἐκάστου τούτων ἄπειρον σειράν εἰδώλων. Ἡ λαμπρότης τῶν εἰδώλων τούτων ἔξασθενεῖ βαθμηδόν, ἔνεκα τῆς

νου, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει μίαν κυρίαν ὄψιν καὶ μίαν ἀντίθετον (ἀνάποδην), τὰ διαδοχικὰ εἰδῶλα θὰ παρουσιάζουν ἀλληλοδιαδόχως τὴν ἀντίθετον καὶ τὴν κυρίαν ὄψιν. Τοιαῦτα εἰδῶλα παρατηροῦνται εἰς αἰθούσας, τῶν ὁποίων οἱ ἀπέναντι τοῖχοι καλύπτονται ὑπὸ κατόπτρων.

19. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων.—Ὁταν φωτεινὸν σημεῖον εὐρίσκεται μεταξὺ δύο κατόπτρων, τῶν ὁποίων τὰ ἐπίπεδα ἀποτελοῦν γωνίαν, παράγεται ὠρισμένος ἀριθμὸς εἰδῶλων.

Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν ταῦτα ἀποτελοῦν γωνίαν ὀρθήν. Αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ φωτεινοῦ σημείου O (σχ. 23), ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου A , δίδουν εἶδωλον O' , συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον τοῦτο. Αἱ ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου B δίδουν εἶδωλον O'' , συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον τοῦτο. Ἐκτὸς τῶν δύο τούτων εἰδῶλων, τῶν παραγομένων ὑπὸ τῶν ἀκτῖνων, αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται μίαν μόνον ἀνάκλασιν, σχηματίζεται καὶ εἶδωλον O''' , παραγόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτῖνων, αἱ ὁποῖα φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ μετὰ δύο διαδοχικὰς ἀνακλάσεις ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν κατόπτρων.

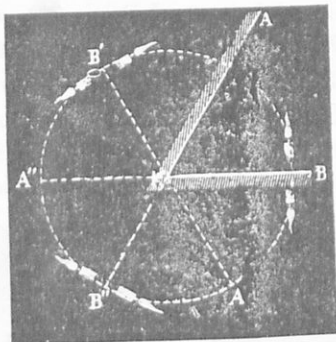


Σχ. 23

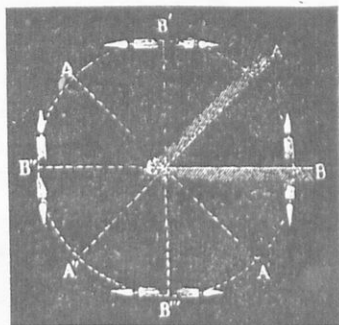
Θεωρήσωμεν πράγματι μικρὰν δέσμη ἐκπεμπομένην ἀπὸ τοῦ O καὶ προσπίπτουσαν κατὰ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου A . Ἡ δέσμη αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασίν της φαίνεται, ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου O' ἐπὶ τοῦ κατόπτρου B . Ἀνακλᾶται κατόπιν ἐπὶ τούτου καὶ φαίνεται, ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου O'' , συμμετρικοῦ τοῦ O' ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον B . Ἐπίσης μικρὰ δέσμη ἢ ὁποῖα ὑφίσταται πρῶτην ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ B , δίδει ἓν πρῶτον εἶδωλον O'' , κατόπιν, μετὰ ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ A , θὰ δώσῃ δεύτερον εἶδωλον εἰς ἓν σημεῖον συμμετρικὸν τοῦ O'' ὡς πρὸς τὸ A . Ἐπειδὴ ἡ γωνία τῶν κατόπτρων εἶναι 90° , τὸ σημεῖον τοῦτο ταυτίζεται μετὰ τοῦ σημείου O''' . Τέλος, αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖα ὑπέστησαν δύο διαδοχικὰς ἀνακλάσεις, δὲν δύναται πλέον νὰ δώσωσιν εἰδῶλα, διότι δὲν συναντοῦν πλέον τὰ κατόπτρα.

Γενικῶς, ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδῶλων αὐξάνεται μετὰ τῆς κλίσεως τῶν κατόπτρων. Οὕτω σχηματίζονται πέντε εἰδῶλα, ἐὰν ἡ γωνία τῶν κα-

τόπτρων είναι 60° (σχ. 24), ἑπτὰ δὲ εἶναι 45° (σχ. 25). Ὅλα τὰ εἶδωλα ταῦτα σχηματίζονται κατ' ἔμφασιν καὶ ἀπέχουν ἀπὸ τῆς τομῆς



Σχ. 24



Σχ. 25

τῶν κατόπτρων ὅσον ἀπέχει τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον ἀπὸ ταύτης.

20. Ἐφαρμογή.—Καλειδοσκοπίον. Τὸ ἀπλούστερον ὑπόδειγμα καλειδοσκοπίου ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς σωλήνος ἐκ χάρτου, ἐντὸς



Σχ. 26

τοῦ ὁποίου εἶναι στερεωμένα δύο κάτοπτρα ὑπὸ κλίσειν 60° , τῶν ὁποίων ἡ τομὴ διευθύνεται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος. Μεταξὺ τῶν κατόπτρων τούτων εὐρίσκονται χρωματιστὰ τεμάχια ὕαλου, σχηματίζοντα πέντε εἶδωλα ὅμοια, τὰ ὁποῖα μετὰ τῶν ἀντικειμένων ἀποτελοῦν ἑξαγωνικὸν ρόδακα (σχ. 26), λαμβάνοντα ὄψιν διακοσμητικὴν λόγῳ τῆς συμμετρίας. Τὸ καλειδοσκοπίον χρησιμοποιεῖται ὡς παίγνιον τῶν παιδίων. Οἱ σχεδιάζοντες ἐπὶ ὑφασμάτων τὸ χρησιμοποιοῦν διὰ νὰ λαμβάνουν συνδυασμοὺς σχεδίων καὶ χρωμάτων.

Προβλήματα

1ον. Νὰ κατασκευασθῇ γεωμετρικῶς: α) τὸ εἶδωλον ὀριζοντίας εὐθείας κειμένης πρὸς ἐπιπέδου κατόπτρου σχηματίζοντος γωνίαν 45°

μετὰ τοῦ ὁρίζοντος, β) τὸ εἶδωλον κατακορύφου εὐθείας κειμένης πρὸ τοῦ ἀνωτέρω κατόπτρου.

2ον. Ἐπίπεδον κατόπτρον στρέφεται κατὰ γωνίαν α . Νὰ εὐρεθῇ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ δύο ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες κατὰ τὰς δύο θέσεις τοῦ κατόπτρου, δεδομένου ὄντος, οὗ ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς παραμένει σταθερά.

3ον. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ ὕψος ἐπιπέδου κατόπτρου τοποθετημένον κατακορύφως, ἵνα παρατηρητὴς πρὸ αὐτοῦ ἰστάμενος δυνηθῇ νὰ ἴδῃ ὁλόκληρον τὸ εἶδωλόν του.

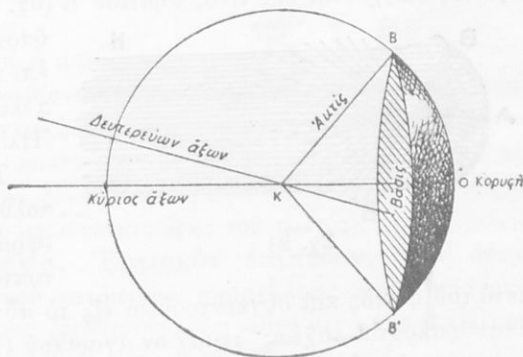
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄

ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

21. Ὅρισμοί.— Σφαιρικὰ λέγονται τὰ κατόπτρα, τῶν ὁποίων ἡ ἀνακλώσα ἐπιφάνεια εἶναι μέρος σφαιρικῆς ἐπιφανείας. Καὶ εἶναι κοῖλα μὲν, ἂν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ τῆς σφαίρας, κυρτὰ δέ, ἂν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἔξωτερικὴ τῆς σφαίρας. Συνήθως ἔχουν σχῆμα σφαιρικῆς ζώνης μὲ μίαν βάσιν.

Κέντρον καμπυλότητος τοῦ

σφαιρικοῦ κατόπτρου καλεῖται τὸ κέντρον K τῆς σφαίρας, εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει τὸ κατόπτρον, ἀκτῖς δὲ καμπυλότητος ἡ ἀκτὶς τῆς



Σχ. 27

σφαίρας ταύτης (σχ. 27). Ἡ εὐθεῖα, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τοῦ κέντρον καμπυλότητος καὶ εἶναι κάθετος εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς βάσεως τῆς σφαιρικῆς ζώνης, εἶναι ὁ κύριος ἄξων τοῦ κατόπτρου. Τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ κύριος ἄξων συναντᾷ τὴν ἀνακλώσαν ἐπιφάνειαν, λέ-

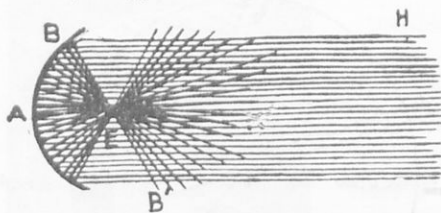
γεται κορυφή τοῦ κατόπτρου. Πᾶσα εὐθεῖα, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, χωρὶς νὰ διέρχεται διὰ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι δευτερεύων ἄξων. Τέλος, πᾶσα ἐπίπεδος τομὴ διερχομένη διὰ τοῦ κυρίου ἄξονος καλεῖται **κυρία τομὴ** τοῦ κατόπτρου.

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

Σημείωσις. Οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Ἐπειδὴ μία σφαιρικὴ ἐπιφάνεια δύναται νὰ θεωρηθῆ, ὅτι ἀποτελεῖται ἐξ ἀπείρων μικρῶν στοιχείων ἐπιπέδων, πᾶσα ἀκτὶς προσπίπτουσα ἐπὶ τιοιούτης ἐπιφανείας ἀνακλᾶται, ὥσει προσέπιπεν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐπιπέδου στοιχείου τοῦ ἐφαπτομένου τῆς ἐπιφανείας ταύτης εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.

ΚΟΙΛΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

22. Ἀνάκλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—Ἐὰν δεχθῶμεν ἐπὶ κοίλου κατόπτρου, καταλλήλως τοποθετημένου, δέσμην ἠλιακῶν ἀκτίνων (1), παρατηροῦμεν, ὅτι πᾶσαι αἱ ἀνακλόμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀκτῖνες διέρχονται διὰ τινος σημείου Ε (σχ. 28), πάντοτε τοῦ αὐτοῦ,



Σχ. 28

ὅπου δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν ἐπὶ λευκοῦ χαρτονίου μικρὸν πολὺ λαμπρὸν εἶδωλον τοῦ Ἥλιου.

Τὸ εἶδωλον τοῦτο εἶναι πολὺ θερμὸν, διότι ἡ ἠλιακὴ θερμότης, ἣν δέχεται τὸ κάτοπτρον, ἀνακλᾶται ἐπίσης μετὰ τοῦ φωτὸς καὶ συγκεντροῦται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, τὸ χαρτόνιον ἀπανθρακοῦται ταχέως· τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας) καθὼς καὶ ἡ κεφαλή πτερείου ἀναφλέγονται τιθέμενα εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο.

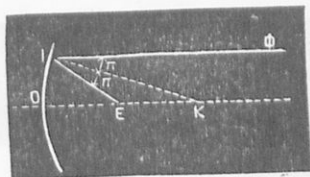
Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται **κυρία ἐστία** τοῦ κατόπτρου καὶ εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ

1. Αἱ ἀκτῖνες αὗται ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἥλιου δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι.

κατόπτρου Α αίσθητῶς ἴσην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτίνος καμπυλότη-
τος. Ἡ ἀπόστασις αὕτη $AE = \frac{a}{2}$ ($a =$ ἀκτίς καμπυλότητος) καλεῖται

ἔστιακὴ ἀπόστασις καὶ παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος φ.

Σημείωσις. Ἐστω φωτεινὴ ἀκτίς παράλληλος πρὸς τὸν κύ-
ριον ἄξονα, προσπίπτουσα ἐπὶ κοίλου κατόπτρου εἰς τὸ σημεῖον I
(σχ. 29). Ἡ κάθετος εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ ἀκτίς καμπυλότη-
τος KI. Ἐὰν σχηματίσωμεν γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην μὲ τὴν γωνίαν
τῆς προσπίπτουσας λαμβάνομεν τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα IE, ἣτις τέμνει
τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ E. Αἱ γωνίαι IKE καὶ ΦIK εἶναι ἴσαι (ὡς
ἐντὸς ἐναλλάξ κτλ.), καὶ ἐπειδὴ $\Phi IK = KIE$, ἔχομεν $KIE = IKE$. Τὸ
τρίγωνον IKE εἶναι λοιπὸν ἰσοσκελὲς καὶ $IE = EK$. Ἀλλὰ διὰ κά-
τοπτρον μικροῦ πλάτους ἡ IE εἶναι αἰσθητῶς ἴση τῇ OE διὰ πᾶσαν
προσπίπτουσαν ἀκτῖνα καὶ δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν, ὅτι $OE = EK$, τόσοον
δὲ ἀκριβέστερον, ὅσον τὸ σημεῖον I εἶναι
πλησιέστερον εἰς τὴν κορυφὴν O. Ἐπο-
μένως, πᾶσαι αἱ παράλληλως πρὸς τὸν
κύριον ἄξονα προσπίπτουσαι ἀκτῖνες
διέρχονται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διὰ τοῦ
σημεῖου E, οἷονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ
σημεῖον τῆς προσπίπτουσας.



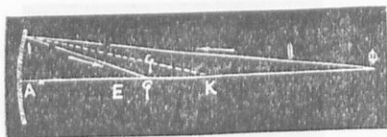
Σχ. 29

Ἡ κυλινδρική δέσμη ἢ παράλληλος
πρὸς τὸν κύριον ἄξονα καθίσταται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν κωνικὴ δέσμη
κορυφῆς E (σχ. 28). Ἀντιστρόφως, ἂν φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ
E, πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ σημείου τούτου καὶ
συναντῶσαι τὸ κάτοπτρον ἀνακλῶνται παράλληλως πρὸς τὸν κύριον
ἄξονα (ἀρχὴ τῆς ἀντιστρόφου ἐπιστροφῆς τοῦ φωτός).

Δευτερεύουσα ἔστια. Ἐστιακὸν ἐπίπεδον. Ἐὰν δέσμη
ἀκτίνων προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου παράλληλως πρὸς δευτερεύ-
οντα ἄξονα, ἀποδεικνύεται, ὡς ἀνωτέρω, ὅτι αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασιν
δίδει κωνικὴν δέσμη, τῆς ὁποίας ἡ κορυφὴ E_1 κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξο-
νος τούτου εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ κατόπτρου ἴσην πρὸς
 $\frac{a}{2}$. Τὸ σημεῖον E_1 καλεῖται **δευτερεύουσα ἔστια**. Εἰς δευτερεύοντα
ἄξονα ὀλίγον κεκλιμένους ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, αἱ δευτερεύουσαι
ἔστια εὗρισκονται ἐπὶ μικρᾶς σφαιρικῆς ζώνης κέντρου K καὶ ἀκτίνος

$\frac{\alpha}{2}$. Ἀντὶ τῆς ζώνης ταύτης λαμβάνομεν τὸ ἐφαπτόμενον εἰς αὐτὴν ἐπίπεδον εἰς τὸ σημεῖον Ε. Τὸ ἐπίπεδον τοῦτο, τὸ κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἀγόμενον διὰ τῆς κυρίας ἐστίας, καλεῖται **ἐστιακὸν ἐπίπεδον**. Ἡ τομὴ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος καὶ τοῦ ἐστιακοῦ ἐπίπεδου ὀρίζει τὴν ἐστίαν τοῦ ἄξονος τούτου.

23. Εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρου.—Ἐστω φωτεινὸν σημεῖον Φ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρου κέντρον Κ καὶ κορυφῆς Α, πέραν τοῦ κέντρον Κ (σχ. 30) καὶ ΦΙ οἰαδήποτε προσπίπτουσα ἀκτίς ΚΙ εἶναι ἢ κάθετος ἐπὶ τὸ κάτοπτρον εἰς τὸ σημεῖον Ι. Γωνία προσπτώσεως εἶναι ἢ γωνία ΦΙΚ. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς Ιφ ὀρίζεται ὑπὸ τῆς ἰσότητος, ἢ ὁποία πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταξὺ τῆς γωνίας ἀνακλάσεως ΚΙφ καὶ τῆς γωνίας προσπτώσεως ΦΙΚ. Αὕτη τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον φ, τὸ ὁποῖον κεῖται μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κέντρον καμπυλότητος, διότι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ΦΙΚ εἶναι μικροτέρα τῆς γωνίας, ἢν σχηματίζει ἢ προσπίπτουσα εἰς τὸ Ι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 30

Συνεπῶς καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ΚΙφ θὰ εἶναι μικροτέρα τῆς ΚΙΕ. Συνεπῶς τὸ φ θὰ εὐρίσκηται ἐντεῦθεν τοῦ Ε καὶ οὐχὶ πέραν τοῦ Κ (διότι ἄλλως αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως θὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς καθέτου). Εἰς τὸ τρίγωνον ΦΙφ ἢ ΙΚ διχοτομεῖ τὴν γωνίαν τῆς κορυφῆς Ι· συνεπῶς διαιρεῖ τὴν πλευρὰν φΦ εἰς μέρη ἀνάλογα πρὸς τὰς προσκειμένας εἰς ταῦτα πλευρὰς αὐτῆς, ἤτοι

$$\frac{\Phi I}{\phi I} = \frac{K\Phi}{K\phi} \quad (1)$$

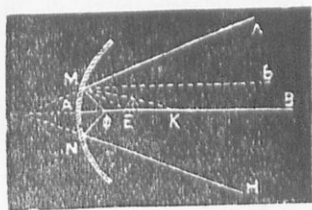
Ἐπειδὴ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι πολὺ μικρὸν, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν αἰσθητῶς $\Phi I = \Phi A$ καὶ $\phi I = \phi A$. Καὶ ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (1), λαμβάνομεν:

$$\frac{\Phi A}{\phi A} = \frac{K\Phi}{K\phi} \quad \eta \quad \frac{\Phi A}{K\Phi} = \frac{\phi A}{K\phi} \quad (2)$$

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

εἶναι σταθερά), πρέπει καὶ ὁ λόγος $\frac{\varphi A}{K\varphi}$ νὰ εἶναι σταθερός. Οὕτω ἡ θέσις τοῦ σημείου φ εἶναι ἄσχετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς προσπίπτουσας καὶ σταθερά, ἐπομένως πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ Φ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου διέρχονται αἰσθητῶς διὰ τοῦ σημείου φ , τὸ ὁποῖον συνεπῶς εἶναι εἶδωλον τοῦ Φ καὶ καλεῖται **συζυγῆς ἐστία** αὐτοῦ. Καλεῖται δὲ οὕτω, διότι ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ φ , τὸ εἶδωλον, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντιστροφῆς τοῦ φωτὸς ἐπιστροφῆς, θὰ σχηματισθῇ εἰς τὸ Φ . Δηλ. ἕκαστον τῶν σημείων Φ καὶ φ εἶναι συζυγῆς ἐστία τοῦ ἄλλου.

Διερεύνησις τῆς θέσεως τοῦ εἰδώλου. Ἐὰν τὸ σημεῖον Φ πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον K , ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἐλαττοῦται. Συνεπῶς, ἐλαττοῦται καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως καὶ τὸ εἶδωλον πλησιάζει πρὸς τὸ κέντρον K . Ἐὰν τὸ σημεῖον Φ ἀπομακρύνεται τοῦ κέντρου, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως αὐξάνεται, ἐπομένως αὐξάνεται καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως καὶ τὸ εἶδωλον ἀπομακρύνεται τοῦ κέντρου, διαμένον πάντοτε μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῆς κυρίας ἐστίας. Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ συμπέσῃ μετὰ τοῦ κέντρου, ἡ γωνία προσπτώσεως μηδενίζεται, μηδενίζεται ἐπομένως καὶ ἡ γωνία ἀνακλάσεως καὶ τὸ εἶδωλον σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ κέντρου.



Σχ. 31

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ ὑπερβῇ τὸ κέντρον καὶ πλησιάσῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, τὸ εἶδωλον σχηματίζεται πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κέντρου, ἀπομακρυνόμενον τούτου ἐφ' ὅσον τὸ Φ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν.

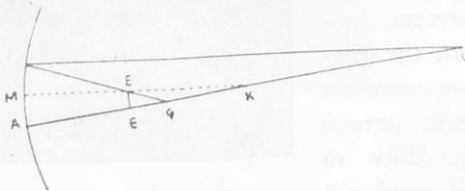
Ὅταν τὸ Φ συμπέσῃ μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας, αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐμάθομεν, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα καὶ συνεπῶς τὸ εἶδωλον ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον.

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ὑπερβῇ τὴν κυρίαν ἐστίαν καὶ τεθῇ μεταξὺ ταύτης καὶ τοῦ κατόπτρου, τότε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ΦMK , τὴν ὁποίαν σχηματίζει τυχούσα ἀκτίς ΦM (σχ. 31), εἶναι μεγαλύτερα τῆς γωνίας EMK , ἣν σχηματίζει ἡ ἐκ τῆς κυρίας ἐστίας προσπίπτουσα ἀκτίς EM . Συνεπῶς καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως

ΚΜΑ θὰ εἶναι μεγαλύτερα τῆς ΚΜΘ καὶ ἐπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς βγαίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου ἄξονος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ Φ ἐκπεμπομένην καὶ προσπίπτουσαν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῆ τὰς ἀνακλωμένας ταύτας ἀκτῖνας, νομίζει, ὅπως καὶ εἰς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα, ὅτι προέρχονται ἐκ τινος σημείου φ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς τὸ ὁποῖον τέμνονται αἱ προεκτάσεις τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων. Τὸ σημεῖον φ λοιπὸν εἶναι εἶδωλον **κατ' ἔμφασιν τοῦ Φ**, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὰ ἄλλα εἶδωλα, τὰ ὁποῖα ἐγνωρίσαμεν (κυρία ἐστία, συζυγεῖς ἐστία φωτεινῶν σημείων, κειμένων πέραν τῆς κυρίας ἐστίας), τὰ ὁποῖα, ὡς θὰ ἴδωμεν, εἶναι **πραγματικά**.

Σημείωσις. Εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα θὰ μάθωμεν, ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ (σχ. 31) τεθῆ εἰς τὸ φ, τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον σχηματίζεται εἰς τὸ Φ. Διὰ τοῦτο τὸ σημεῖον φ εἰς τὴν ἀνωτέρω περι-

πτωσιν καλεῖται **κατ' ἔμφασιν συζυγῆς ἐστία τοῦ Φ**.



Σχ. 32

24. Εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου οἴουδήποτε.—Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον δὲν εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος,

ἀλλ' ἀπέχει ὀλίγον τούτου, τὸ εἶδωλόν του θὰ σχηματισθῆ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ φωτεινοῦ τούτου σημείου. Ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ὅστις γεωμετρικῶς οὐδόλως διαφέρει τοῦ κυρίου ἄξονος, δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰ αὐτὰ ἀκριβῶς, τὰ ὁποῖα εἴπομεν καὶ διὰ τὸν κύριον ἄξονα.

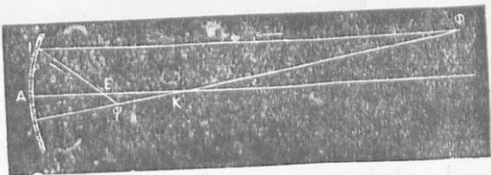
Σημείωσις. Τὴν συζυγῆ ἐστίαν φωτεινοῦ σημείου δυνάμεθα νὰ εὑρωμεν διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς, προσδιορίζοντες τὸ σημεῖον συναντήσεως δύο μόνον ἐκ τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, ὡς ἐξῆς:

α) Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, φέρομεν τυχούσαν προσπίπτουσαν, τὴν ΦΙ (σχ. 32), καὶ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΚΜ, τὸν παράλληλον πρὸς τὴν ΦΙ. Ὑψοῦντες τὸ ἐστιακὸν ἐπίπεδον ΕΕ₁, προσδιορίζομεν τὴν ἐστίαν Ε, τοῦ ἄξονος τούτου, διὰ τῆς ὁποίας θὰ διέλθῃ ἡ ἀνακλωμένη. Ἡ τομὴ φ τῆς ΙΕ₁ μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος ὀρίζει τὴν συζυγῆ ἐστίαν τοῦ Φ.

β) Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εὐρίσκεται ἔκτος τοῦ κυρίου ἄξονος (σχ. 33), ἄγομεν τὴν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν ἀκτῖνα ΦI . Αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E . Τὸ σημεῖον φ τῆς τομῆς τῆς IE καὶ τῆς κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΦK προσπίπτουσης (ἣτις ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν) ὀρίζει τὴν συζυγῆ ἐστίαν τοῦ Φ .

25. Εἶδωλα ἀντικειμένων.— Τὰ κοῖλα κάτοπτρα δίδουν εἶδωλα τῶν πρὸ αὐτῶν εὐρισκομένων ἀντικειμένων εἴτε **πραγματικά** εἴτε **φανταστικά**. Τὰ πραγματικά εἶδωλα σχηματίζονται ὑπ' αὐτῶν τούτων τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, δυνάμεθα δὲ νὰ δεχθῶμεν ταῦτα ἐπὶ διαφράγματος. Τὰ φανταστικά εἶδωλα σχηματίζονται ὑπὸ τῶν προεκτάσεων τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, δὲν δυνάμεθα δὲ νὰ δεχθῶμεν ταῦτα ἐπὶ διαφράγματος, ἀλλὰ τὰ βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου.

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

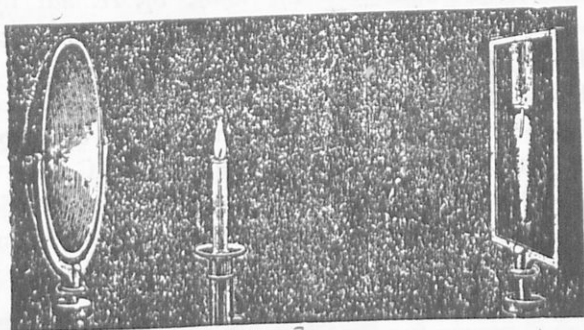


Σχ. 33

κηρίον ἀνημμένον ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον τῆς φλογὸς νὰ εὐρίσκεται περίπου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος. Διὰ μικροῦ δὲ λευκοῦ διαφράγματος, τὸ ὁποῖον μετακινοῦμεν καταλλήλως, ζητοῦμεν τὴν θέσιν εἰς τὴν ὁποίαν τὸ εἶδωλον σχηματίζεται εὐκρινέστερον.

α') Ὄταν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας. Τοποθετοῦμεν κατὰ πρῶτον τὸ κηρίον εἰς μεγάλην σχετικῶς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου· παρατηροῦμεν τότε, ὅτι σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος (μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος) εἶδωλον τοῦ κηρίου ἀνεστραμμένον, πολὺ μικρὸν καὶ πολὺ λαμπρὸν. Ἐφ' ὅσον πλησιάζομεν τὸ κηρίον πρὸς τὸ κάτοπτρον, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ εἶδωλον ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ κατόπτρου μεγεθυνόμενον, καὶ ὅταν τὸ κηρίον φθάσῃ εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος, ἢ φλὸξ καὶ τὸ εἶδωλόν της εἶναι ἴσα καὶ εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον. Ὄταν τὸ κηρίον ὑπερβῇ τὸ κέντρον, τὸ εἶδωλον εἶναι ἀκόμη ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ

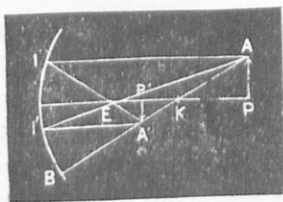
σχηματίζεται πέραν τοῦ κέντρου (σχ. 34). Ἐὰν τὸ κηρίον φθάσῃ εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν, τὸ εἶδωλον ἐξαφανίζεται, διότι ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον.



Σχ. 34

Σημείωσις. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος συνάγομεν, ὅτι τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου κάθετου πρὸς τὸν ἄξονα εἶναι ἐπίσης κάθετον πρὸς αὐτόν.

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐξετάσωμεν τὴν ἀπλουστέραν περίπτωση, 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 εἶδωλον θὰ εἶναι κάθετον ἐπ' αὐτόν. Συνεπῶς ἀρκεῖ νὰ προσδιορίσωμεν, ὡς ἐμάθομεν ἀνωτέρω, τὴν συζυγῆ ἐστίαν A' τοῦ φωτεινοῦ σημείου A . Ἄγομεν τότε κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἶδωλον $A'P'$, ἀνεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος (διότι τὸ ἀντικείμενον



Σχ. 35

εὐρίσκεται πέραν τοῦ κέντρου) καὶ μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κέντρου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ εἰς ἐπίπεδον κάθετον διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, ἀνάλογος κατασκευὴ θὰ μᾶς δείξῃ, ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι ἀκόμη πραγματικόν, ἀνεστραμμένον ἀλλὰ ἴσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ἐὰν τέλος τὸ ἀντικείμενον AP τοποθετηθῇ μεταξὺ κέντρου καμπυλότητος καὶ ἐστίας εὐρίσκομεν εὐκόλως, ὅτι τὸ εἶδωλον

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

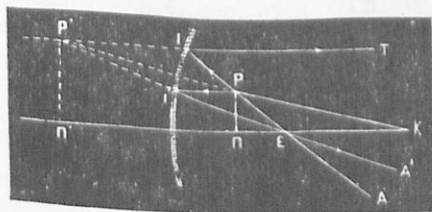
β') Ὄταν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κορυφῆς τοῦ κατόπτρου. Ὄταν, εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα, τὸ κηρίον ὑπερβῇ τὴν ἐστίαν (σχ. 36), δὲν δεχόμεθα πλέον εἶδωλον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος, ἀλλὰ βλέπομεν ἐντὸς τοῦ κατόπτρου εἶδωλον φανταστικόν τῆς φλογὸς ὄρθιον καὶ μεγαλύτερον ταύτης, τὸ ὁποῖον σμικρύνεται πλησιάζον πρὸς τὸ κάτοπτρον, ἐφ' ὅσον τὸ κηρίον ἀπομακρύνεται τῆς κυρίας ἐστίας πλησιάζον πρὸς τὸ κάτοπτρον.



σχ. 36

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐστω ΡΠ τὸ ἀντικείμενον μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας (σχ. 37). Προσδιορίζομεν τὴν συζυγῆ ἐστίαν Ρ' τοῦ φωτεινοῦ σημείου Ρ καὶ ἄγομεν ἐκ τοῦ Ρ' τὴν Ρ'Π' κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα. Ἐχομεν τότε τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου φανταστικόν, ὄρθιον καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐφαρμογαὶ τῶν κοίλων κατόπτρων. Τὰ κοῖλα κάτοπτρα χρησιμοποιούμεν εἴτε διὰ νὰ προβάλωμεν τὸ φῶς εἰς ἀπόστασιν (φάροι αὐτοκινήτων), εἴτε διὰ νὰ φωτίσωμεν ἰσχυρῶς πλησίον κείμενα ἀντικείμενα (προβολεῖς). Κατὰ τὰς δύο ταύτας περιπτώσεις, ἡ φωτεινὴ πηγὴ τίθεται εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ κατόπτρου. Τὰ κοῖλα κάτοπτρα χρησιμεύουν ἐπίσης εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν τηλεσκοπιῶν.

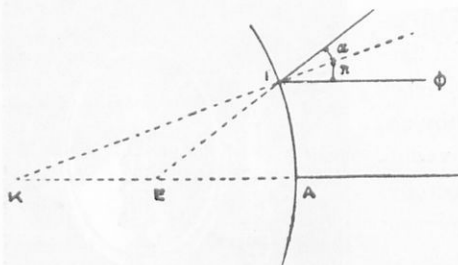


σχ. 37

Ἐπιπλέον, ἀκόμη χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὸν καλλωπισμὸν. Ὁ παρατηρητὴς τοποθετηθεὶς μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς ἐστίας τοῦ βλέπει εἶδωλον τοῦ προσώπου του φανταστικόν καὶ ἐν μεγεθύνσει.

ΚΥΡΤΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

26. Κυρία έστια.—Φωτειναι άκτινες προσπίπτουσαι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον άξονα κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, μετὰ τὴν ανάκλασίν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου βαίνουν ἀποκλίνουσαι τοῦ κυρίου άξονος

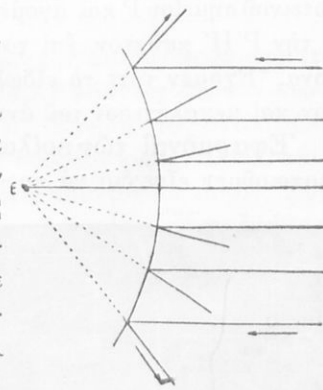


Σχ. 38

καὶ φαίνεται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ ἓν σταθερὸν σημεῖον E, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ **κυρία έστια** τοῦ κατόπτρου τούτου (σχ. 38).

Ἐστω φωτεινὴ άκτις ΦΙ προσπίπτουσα παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον άξονα. Ἡ ἀνακλωμένη άκτις σχηματίζει μετὰ τῆς

καθέτου ΚΙ γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως, συνεπῶς βαίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου άξονος· ἡ προέκτασίς της ὁμως συναντᾷ αὐτὸν ⁽¹⁾ εἰς τὸ σημεῖον E (σχ. 38). Ἡ γωνία K τοῦ τριγώνου ΚΙΕ καὶ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἰς τὸ I εἶναι ἴσαι λόγω τῶν παραλλήλων ἀφ' ἐτέρου, ἡ γωνία ΚΙΕ καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως εἰς τὸ I εἶναι ἴσαι ὡς κατὰ κορυφήν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἰσοῦται μὲ τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως καὶ αἱ γωνίαι K καὶ ΚΙΕ εἶναι ἴσαι. Τὸ τρίγωνον λοιπὸν ΚΕΙ εἶναι ἰσοσκελὲς καὶ $ΚΕ = ΕΙ$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι πολὺ μικρόν, ἡ ΕΙ εἶναι αἰσθητῶς ἴση τῇ ΕΑ καὶ ἔχομεν $ΚΕ = ΕΑ$.

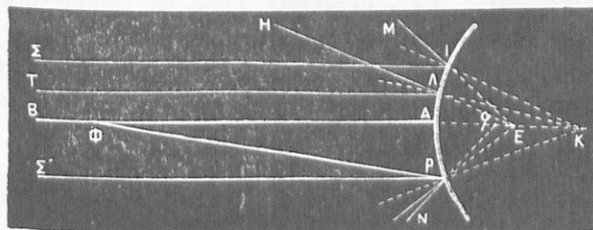


Σχ. 39

Δηλ. ἡ κυρία έστια ἀπέχει ἕξ ἴσου ἐκ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι δὲ **φανταστικὴ**.

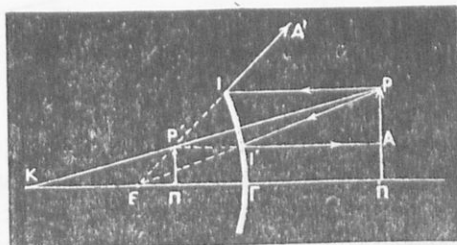
(1) Διότι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς προσπιπτούσης καὶ τοῦ κυρίου άξονος περιέχει τὴν κάθετον, συνεπῶς εἶναι τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως, τὸ ὁποῖον περιέχει καὶ τὴν ἀνακλωμένην.

Τοιοτοτρόπως δέσμη ἀκτίνων προσπίπτουσα παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα σχηματίζει μετὰ τὴν ἀνάκλασιν κωνικὴν δέσμη ἀποκλίνουσαν, κορυφῆς E (σχ. 39). Ἀντιστρόφως, δέσμη ἀκτίνων, αἱ ὁποῖα προσπίπτουν διευθυνόμεναι πρὸς τὸ E , καθίστανται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 40

27. Συζυγεῖς ἑστίαι. — Ἐργαζόμενοι ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων, εὐκόλως εὐρίσκομεν: α) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ (σχ. 40) κείται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἑστία ϕ σχηματίζεται μετὰξὺ E καὶ A' β) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον P (σχ. 41) εὐρίσκεται ἐκτὸς τοῦ κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἑστία P' σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος PK , ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου, ἡ κατ' ἔμφασιν (φανταστικῇ).



Σχ. 41

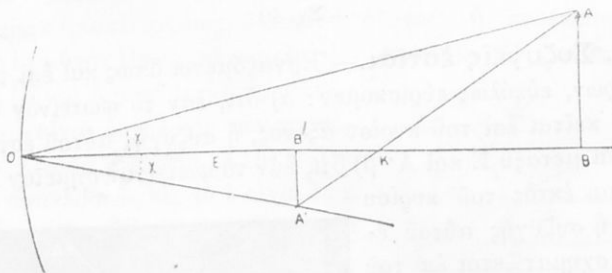
28. Εἶδωλα ἀντικει-

μένων. — Ἐὰν ἔμπροσθεν σφαιρικοῦ δοχείου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐπιφάνεια εἶναι λεία καὶ στίλβνῃ (φιάλης π. χ. σφαιρικῆς περιεχοῦσης μέλαν ὑγρὸν), θέσωμεν ἀντικείμενόν τι, βλέπομεν ἐντὸς αὐτοῦ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ὄρθιον καὶ πολὺ μικρόν. Τὰ κυρτὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα δίδουν λοιπὸν πάντοτε εἶδωλα κατ' ἔμφασιν, ὄρθια καὶ μικρότερα τοῦ ἀντικειμένου.

Σημείωσις. Διὰ τὰ σχηματίζομεν τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου τινός, π.χ. τῆς εὐθείας PH καθέτου ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα, σχηματίζομεν κατὰ πρῶτον τὸ εἶδωλον τοῦ P (σχ. 41). Πρὸς τοῦτο ἄγομεν τὴν κατὰ

τὸν δευτερεύοντα ἄξονα PK προσπίπτουσιν ἀκτῖνα, ἣτις ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· κατόπιν δὲ τὴν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσιν, ἣτις μετὰ τὴν ἀνάκλασιν λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν IA' , ὥστε ἡ προέκτασίς της νὰ διέρχεται διὰ τῆς κυρτίας ἐστίας. Αἱ δύο αὗται ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ σημείου τι P' , τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ P . Τέλος ἐκ τοῦ P' φέρομεν κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἶδωλον $P\Pi'$ τοῦ $P\Pi$. Τὸ εἶδωλον τοῦτο εἶναι φανταστικόν, ὄρθιον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ εὐρίσκεται μεταξὺ κυρτίας ἐστίας καὶ κορυφῆς τοῦ κατόπτρου.

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



Σχ. 42.

πτρου πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, προσδιορίζομεν τὴν συζυγῆ ἐστίαν A' τοῦ σημείου A διὰ τῆς τομῆς δύο ἀνακλωμένων: τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν καθέτως προσπίπτουσαν AK , ἡ ὁποία ἀνακλᾶται κατὰ τὴν εὐθεῖαν διεύθυνσιν, καὶ τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν προσπίπτουσαν εἰς τὴν κορυφὴν O , ἣτις ἀνακλωμένη θὰ σχηματίσῃ μετὰ τῆς καθέτου OK γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως. Ἐκ τοῦ A' ἄγομεν τὴν κάθετον $A'B'$ ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν τὸ εἶδωλον τοῦ AB . Καλοῦμεν π τὴν ἀπόστασιν OB τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, π' τὴν ἀπόστασιν OB' τοῦ εἰδώλου καὶ 2φ τὴν ἀκτῖνα OK . Ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων KAB καὶ $KA'B'$ ἔχομεν :

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

Ἐπίσης ἐκ τῶν ὁμοίων τριγῶνων ABO καὶ $A'B'O$ ἔχομεν :

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

ἐκ τῆς (1) καὶ (2) λαμβάνομεν :


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

$$\frac{2\varphi - \pi'}{\pi - 2\varphi} = \frac{\pi'}{\pi}, \quad \xi \quad \eta \quad 2\varphi\pi - \pi' \pi = \pi\pi' - 2\varphi\pi' \quad \eta \quad 2\varphi\pi + 2\varphi\pi' = 2\pi\pi'$$

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

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

Ὁ τύπος οὗτος εἶναι γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ κοῖλα καὶ εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα, ἀρκεῖ νὰ θεωρήσωμεν τὰς τιμὰς τῶν π , π' καὶ φ ὡς ἀρνητικὰς, ὅταν ἀντιστοιχοῦν εἰς φανταστικὰς ἐστίας ἢ εἰδῶλα. Τότε θὰ ἔχομεν διὰ τὰ **φανταστικὰ εἰδῶλα τῶν κοίλων κατόπτρων** τὸν τύπον $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ (4), διότι π' ἀρνητικόν.

Ἐπίσης διὰ τὰ **κυρτὰ κάτοπτρα** θὰ ἔχομεν π' ἀρνητικόν καὶ φ ἀρνητικόν, διότι καὶ τὸ εἰδῶλον καὶ ἡ ἐστία εἶναι φανταστικά. Συνεπῶς ὁ τύπος γίνεται $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = -\frac{1}{\varphi}$ ἢ $-\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$.  (5)

Σημείωσις. Ἀντιστρόφως, ἐὰν κατὰ τὸν ὑπολογισμὸν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου (3) εὑρωμεν ἀρνητικὴν τιμὴν διὰ τὸ π' , τοῦτο δεικνύει ὅτι τὸ εἰδῶλον εἶναι φανταστικόν.

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

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

Ὁ τύπος οὗτος εἶναι γενικὸς καὶ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ κοῖλα κάτοπτρα καὶ εἰς τὰ κυρτὰ.

Σημείωσις. α') Τὸ εἰδῶλον εἶναι ἀεστραμμένον, ὅταν $\frac{\pi'}{\pi}$ εἶναι θετικόν ὄρθιον δέ, ὅταν $\frac{\pi'}{\pi}$ εἶναι ἀρνητικόν.

β') Το φωτεινὸν σημεῖον καὶ τὸ εἶδωλὸν του κινουῦνται σταθερῶς κατ' ἀντίθετον φορᾶν. Συναντῶνται δὲ δὶς, εἰς τὸ κέντρον καὶ εἰς τὴν κορυφὴν.

Ἀριθμητικαὶ ἐφαρμογαί. — Α) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 30 ἐκ. πρέπει νὰ τεθῆ ἀντικείμενον, ἵνα τὸ εἶδωλὸν του σχηματισθῆ εἰς ἀπόστασιν 50 ἐκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρου;

Ἡ ἀπόστασις π τοῦ ἀντικειμένου δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου

$$\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}, \quad \text{ἔξ οὗ λαμβάνομεν } \frac{1}{\pi} = \frac{1}{\varphi} - \frac{1}{\pi'} \quad \eta \quad \frac{1}{\pi} = \frac{\pi' - \varphi}{\pi' \varphi}$$

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

α') Ἐὰν τὸ εἶδωλον εἶναι πραγματικόν, θὰ ἔχωμεν:

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

β') Ἐὰν τὸ εἶδωλον εἶναι φανταστικόν, θὰ ἔχωμεν:

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

Ὅστε τὸ ἀντικείμενον πρέπει νὰ τεθῆ ἢ εἰς ἀπόστασιν 75 ἐκ. ἢ εἰς ἀπόστασιν 19 ἐκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρου.

Β) Εἰς ἀπόστασιν 30 ἐκ. ἀπὸ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου εὐρίσκεται φωτεινὸν ἀντικείμενον, τοῦ ὁποίου τὸ κάτοπτρον δίδει εἶδωλον τρεῖς φορὰς μικρότερον. Ζητεῖται τὸ εἶδος καὶ ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου.

Ὁ τύπος τῶν σχετικῶν μεγεθῶν δίδει:

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

$$\text{ἔξ οὗ λαμβάνομεν: } \pi' = \frac{\pi}{3} = \frac{30}{3} = 10.$$

α') Ἐὰν τὸ εἶδωλον εἶναι πραγματικόν, θὰ ἔχωμεν:

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

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

Τὸ κάτοπτρον δηλ. εἶναι κοῖλον καὶ ἡ ἐστιακὴ του ἀπόστασις εἶναι 7,5 ἐκ.

β') Ἐὰν τὸ εἶδωλον εἶναι φανταστικόν, θὰ ἔχωμεν :

$$\rho' = -10 \text{ καὶ } \varphi = \frac{-10 \cdot 30}{-10 + 30} = \frac{-30}{2} = -15 \text{ ἐκ.}$$

Τὸ κάτοπτρον τότε εἶναι κυρτὸν καὶ ἡ ἐστιακὴ του ἀπόστασις εἶναι 15 ἐκ.

Προβλήματα

1ον. Ποία ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος κοίλου κατόπτρου, εἰς τὸ ὁποῖον φωτοβόλον σημεῖον τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν 0,5 μ. ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλόν του εἰς ἀπόστασιν 12,5 μ. ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας ;

2ον. Φωτοβόλον σημεῖον κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου κατόπτρου, εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ τετραπλασίαν τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος. Ποῖος ὁ λόγος τῆς ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀποστάσεως τοῦ εἰδωλου αὐτοῦ πρὸς τὴν ἐστιακὴν ἀπόστασιν ;

3ον. Δίδεται κάτοπτρον σφαιρικόν κοῖλον, ἀκτίνος 5 μ. Εἰς ποίαν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου τούτου ἀπόστασιν πρέπει νὰ θέσωμεν φωτοβόλον ἀντικείμενον, διὰ νὰ ἔχωμεν πραγματικὸν εἶδωλον : α) τετράκις μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου, β) τετράκις μικρότερον ;

4ον. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις κοίλου κατόπτρου, γνωστοῦ ὄντος ὅτι μικρὰ φωτεινὴ εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ 15 ἐκ. ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπέχουσα παρέχει εἶδωλον φανταστικὸν 6 φορές μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου.

5ον. Δύο κοῖλα κάτοπτρα, ὧν αἱ ἀκτῖνες εἶναι 1 μ. καὶ 1,50 μ., κεῖνται ἀπέναντι ἀλλήλων οὔτως ὥστε οἱ ἄξονες αὐτῶν νὰ συμπίπτουν. Ἡ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασις τῶν κατόπτρων τούτων εἶναι 3 μ. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ σημεῖον τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ τεθῇ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἵνα τὰ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλα τὰ ὑπὸ τῶν ἐν λόγῳ κατόπτρων παρεχόμενα εἶναι ἴσα.

6ον. Ἐχομεν ἔναντι ἀλλήλων δύο κάτοπτρα κοῖλα, τῆς αὐτῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως φ ἐκ., ὧν οἱ κύριοι ἄξονες συμπίπτουν. Αἱ κορυφαὶ τῶν κατόπτρων τούτων ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων δ ἐκ. Νὰ εὐρεθῇ ἡ θέσις, εἰς ἣν πρέπει νὰ τεθῇ φωτεινὸν σημεῖον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἵνα τὰ δύο αὐτοῦ εἶδωλα τὰ σχηματιζόμενα ὑπὸ τῶν δύο τούτων κατόπτρων συμπίπτωσιν.

7ον. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ κυρτοῦ κατόπτρου πρέπει νὰ τεθῇ

φωτεινὸν ἀντικείμενον, ἵνα τὸ εἶδωλόν του εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἡμισυ τοῦ ἀντικειμένου;

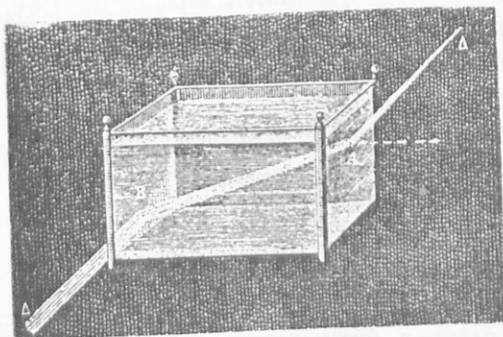
8ον. Ἀντικείμενον ὕψους 4 ἑκατ. τίθεται καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα κυρτοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 30 ἑκατ. εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ 10 ἑκατ. Νὰ εὐρεθῇ ἡ θέσις καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

30. Προκαταρκτικαὶ ἔννοιαι.—Ὅταν φωτεινὴ ἀκτίς διέρχεται πλαγίως ἐξ ἐνὸς διαφανοῦς μέσου εἰς ἄλλο διαφόρου φύσεως, ἀλλάσσει ἀποτόμως διεύθυνσιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο μέσων. Αἱ δύο πορεῖαι τοῦ φωτός, αἱ ὁποῖαι εἰς ἕκαστον μέσον εἶναι κεχωρισμένως εὐθύγραμμοι, δὲν εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας.

Ἡ ἀπότομος μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως, ἣν ὑφίσταται φωτεινὴ ἀκτίς, ὅταν διέρχεται διὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ δύο διαφανῶν μέσων, καλεῖται διάθλασις.



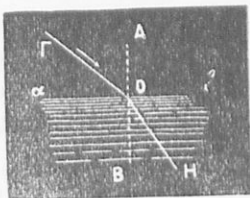
Σχ. 43

Διὰ νὰ δεῖξωμεν τὸ φαινόμενον τῆς διάθλασεως, ἀφήνομεν νὰ εἰσέλθῃ δέσμη ἀκτίνων προερχομένων ἐκ τοῦ ἡλίου ἢ ἐκ βολταϊκοῦ τόξου ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου. Παρενθέτομεν δὲ εἰς τὴν πορείαν τῆς δέσμης ταύτης ὑαλίνην

λεκάνην πλήρη ὕδατος· οὕτως, ὥστε ἡ δέσμη νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ ταύτης πλαγίως (σχ. 43). Ἡ δέσμη φωτίζει τὸν αἰωρούμενον εἰς τὸν ἀέρα κοινοροτὸν καὶ σημειώνει τοιοῦτοτρόπως τὴν ὁδὸν τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι αὕτη εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ δια-

θλάται· κατόπιν, εξερχομένη ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, διαθλάται κατ' ἀντίστροφον φορὰν καὶ λαμβάνει διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὴν ἀρχικὴν.

Ἐστω αβ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ χωρισμοῦ δύο διαφανῶν μέσων διαφόρου φύσεως, π. χ. ἀέρος καὶ ὕδατος (σχ. 44). Ἀκτίς τις προσπίπτουσα, π.χ. ἡ ΓΟ, ἡ ὁποία συναντᾷ πλαγίως τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην, εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ πλησιάζουσα πρὸς τὴν προέκτασιν τῆς καθέτου ΑΟ. Καλοῦμεν **ἐπίπεδον προσπτώσεως** τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος ΓΟ καὶ τῆς καθέτου ΑΟ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.

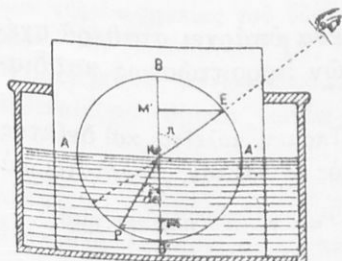


Σχ. 44

Γωνία προσπτώσεως εἶναι ἡ γωνία ΓΟΑ τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος μετὰ τῆς καθέτου.

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

31. Ἀντίστροφος 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 ὁποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς, δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φορᾶς τῆς διαδόσεως καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἀντιστροφῆς ἐπανόδου τοῦ φωτός ἐφαρμόζεται εἰς τὴν διάθλασιν, ὅπως καὶ εἰς τὴν ἀνάκλασιν.



Σχ. 45

32. Νόμοι τῆς διαθλάσεως.—Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως ὑπόκειται εἰς δύο νόμους.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τοὺς νόμους τούτους χρησιμοποιοῦμεν ἓν φύλλον χαρτονίου λευκοῦ ἐφηρμοσμένου ἐπὶ σανίδος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου χαράσσομεν

περιφέρειαν μὲ δύο διαμέτρους καθέτους πρὸς ἀλλήλας ΑΑ' καὶ ΒΒ'. Προσηλώνομεν μίαν καρφίδα εἰς τὸ κέντρον Κ καὶ ὁμοίαν καρφίδα εἰς ἓν οἰονδήποτε σημεῖον Ρ τῆς περιφερείας (σχ. 45) κάτωθεν τῆς διαμέτρου ΑΑ'. Βυθίζομεν κατόπιν τὴν σανίδα ἐντὸς τοῦ ὕδατος

λεκάνης, μέχρις ὅτου ἡ διάμετρος AA' εὐρεθῆ εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

Ὁ ὀφθαλμός, τοποθετηθεὶς ἐντὸς τῆς γωνίας BKA' , βλέπει τὴν καρφίδα P εἰς τὴν **φαινομένην** θέσιν τῆς. Προσηλώνομεν τότε ὁμοίαν καρφίδα εἰς τὸ σημεῖον E , εἰς τὸ ὅποιον ἡ εὐθεῖα ἡ ἐνοῦσα τὸν ὀφθαλμὸν μετὰ τῆς καρφίδος P τέμνει τὴν περιφέρειαν.

Αἱ κεφαλαὶ τῶν καρφίδων K καὶ E καθὼς καὶ ἡ γραμμὴ KP εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καὶ φαίνονται, ὅτι εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας. Ἐξάγομεν κατόπιν τὴν σανίδα ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι αἱ κεφαλαὶ τῶν τριῶν καρφίδων P , K καὶ E δὲν εὐρίσκονται ἐπ' εὐθείας. Σύρομεν τὴν ἀκτίνα EK (προσπίπτουσα ἀκτίς) καὶ τὴν ἀκτίνα PK (διαθλωμένη ἀκτίς). Ἡ γωνία BKE εἶναι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως π , ἡ δὲ γωνία PKB' εἶναι ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως δ . Ἐὰν φέρομεν ἐκ τῶν σημείων E καὶ P καθέτους ἐπὶ τὴν BB' , διαπιστοῦμεν, ὅτι τὰ μήκη $M'E$ καὶ PM τῶν καθέτων τούτων (ἡμίτονα τῶν δύο γωνιῶν) εὐρίσκονται ὑπὸ τὴν σχέσιν $4:3$. Ἡ σχέσηὶς αὕτη καλεῖται **δείκτης διαθλάσεως** τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (εἶναι δὲ ἡ αὐτὴ, οἰονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον P τῆς περιφερείας).

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως:

Α' νόμος.—Ἡ διαθλωμένη ἀκτίς εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως.

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

Ἡ σταθερὰ αὕτη σχέσηὶς, ἥτις, ὡς εἵπομεν, καλεῖται καὶ **δείκτης διαθλάσεως** τοῦ δευτέρου μέσου ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος v . Ἐχομεν λοιπὸν $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = v$ ἢ $\eta\mu\pi = v \cdot \eta\mu\delta$.

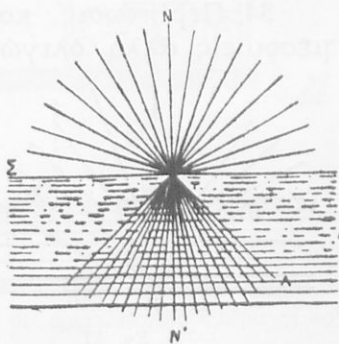
33. Περίπτωσης, καθ' ἣν τὸ φῶς διέρχεται ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο διαθλαστικώτερον.—Ὄταν μία φωτεινὴ ἀκτίς διέρχεται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕαλον ἢ εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι μεγαλυτέρα τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ δεύτερον μέσον

είναι **διαθλαστικότερον** τοῦ πρώτου. Ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως n εἶναι ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ μεγαλύτερος τῆς μονάδος. Τοῦτο π.χ. συμβαίνει, ὅταν τὸ φῶς διέρχεται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ ($n = \frac{4}{3}$) ἢ ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕalon ($n = \frac{3}{2}$).

Ἐκ τῶν ὑγρῶν τὰ διαθλαστικότερα εἶναι: ὁ τετηγμένος φωσφόρος, ὁ θειοῦχος ἀνθραξ, ἡ ἀνιλίνη, ἡ φαινόλη, ἡ βενζόλη, τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθέρ καὶ τέλος τὸ ὕδωρ.

Ἐκ τῶν στερεῶν, τὰ διαθλαστικότερα εἶναι: ὁ ἀδάμας, ὁ φωσφόρος, τὸ θεῖον καὶ οἱ πολύτιμοι λίθοι (ρουβίνιον, τοπάζιον κτλ.), τελευταῖος δὲ ὁ πάγος.

Τὸ σχῆμα 46 παριστᾷ τὴν διάθλασιν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι διέρχονται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτίς NI, κάθετος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ, συνεχίζει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν της. Πᾶσα ἀκτίς πλαγία ἀνακλᾶται ἐν μέρει καὶ τὸ μὴ ἀνακλώμενον φῶς διαθλάται πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ ἀκτίς ΣΙ, ἡ ὁποία εἶναι πολὺ πλησίον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΙΑ, ἥτις, καθὼς θὰ μάθωμεν βραδύτερον, ἀντιστοιχεῖ εἰς γωνίαν διαθλάσεως περίπου 48° . Ἡ γωνία αὕτη τῶν 48° καλεῖται **ὄρικὴ γωνία** τῶν ἀκτίνων, αἵτινες εἰσέρχονται εἰς τὸ ὕδωρ.

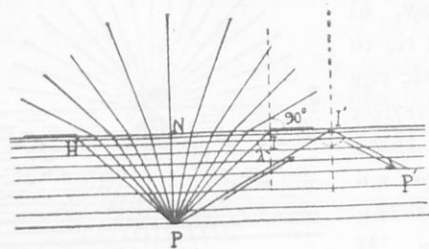


Σχ. 46

Μὲ ἄλλους λόγους, τὸ εἰς τὸ σημεῖον I προσπίπτον φῶς, τὸ ὁποῖον εἰς τὸν ἀέρα περιλαμβάνεται ἐντὸς τῆς ὀρθῆς γωνίας ΝΙΣ, ἀνακλᾶται ἐν μέρει καὶ ἐν μέρει διαθλάται· τὸ τελευταῖον τοῦτο μέρος συγκεντρώνεται ἐντὸς τῆς ὀξείας γωνίας Ν'ΙΑ, ἥτις ἰσοῦται μὲ 48° . Ἐὰν στρέψωμεν τὸ σχῆμα περὶ τὴν κάθετον NN', τὰ αὐτὰ 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 ὀρικῆς γωνίας Ν'ΙΑ.

Σημείωσις. Ἡ ὀρικὴ γωνία Δ ἀντιστοιχεῖ εἰς γωνίαν προσπτώσεως 90° , τῆς ὁποίας τὸ ἡμίτονον εἶναι 1. Ἐχομεν λοιπὸν $\frac{1}{\eta\mu\Delta} = \nu$, ἔξ ἧς $\eta\mu\Delta = \frac{1}{\nu}$. Εἰς τὴν προηγουμένην μερικὴν περίπτωσιν διαθλάσεως ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, $\nu = \frac{4}{3}$ καὶ συνεπῶς $\eta\mu\Delta = \frac{3}{4}$, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡμίτονον τῆς γωνίας 48° . Διὰ τὴν διάθλασιν ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕαλον, $\nu = \frac{3}{2}$ καὶ $\eta\mu\Delta = \frac{2}{3}$, ὅπερ εἶναι ἡμίτονον τῆς γωνίας 42° .

34. Περίπτωσης, καθ' ἣν τὸ φῶς διέρχεται ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον διαθλαστικόν.—Ὀλικὴ ἀνάκλασις.



Σχ. 47

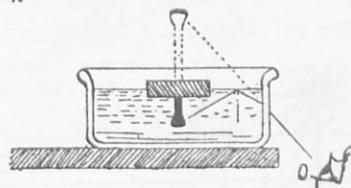
Ἐκ τῆς ἀνάκλασις. Ὄταν μία φωτεινὴ ἀκτὶς διέρχεται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα ἢ ἐκ τῆς ὕαλου εἰς τὸν ἀέρα, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι μικροτέρα τῆς γωνίας διαθλάσεως καὶ αἱ ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος ἢ τῆς ὕαλου, ἀπομακρύνονται τῆς καθέτου. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ δεύτερον μέσον, δηλ. ὁ ἀήρ, εἶναι ὀλιγώτερον διαθλαστικὸν ἀπὸ τὸ πρῶτον.

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

Μία ἀκτὶς, ὡς π. χ. ἡ PI, ἡ ὁποία σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν 48° , ἐξέρχεται ἐφαπτομένη τῆς ἐπιφάνειας τοῦ χωρισμοῦ. Πᾶσα ἀκτὶς PI', πέραν τῆς PI, προσπίπτει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως μεγαλυτέραν τῶν 48° . Αὕτη δὲν δύναται νὰ διαθλασθῇ εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἀνακλᾶται ἔξ ὀλοκλήρου, ὅπως ἐπὶ τελείως ἐπιπέδου κατόπτρου, ἀκολουθοῦσα τοὺς νόμους τῆς

κανονικῆς ἀνακλάσεως· λέγομεν τότε, ὅτι αὐτὴ ὑφίσταται **ὀλικὴν ἀνάκλασιν**, διότι ὅλον τὸ φῶς τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος PI' ἀνευρίσκειται εἰς τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα $I'P'$.

Πείραμα. Τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν δεικνύομεν διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος: Κάτωθεν δίσκου ἐκ φελλοῦ ἔχοντος ἀκτῖνα 45 περίπου χιλιοστῶν ἐμπηγνύομεν ἧλον κατακορύφως εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου οὕτως, ὥστε τὸ ἐκτὸς τοῦ φελλοῦ μέρος τοῦ ἧλου νὰ ἔχη μῆκος περίπου 35 χιλιοστῶν, καὶ ἀφήνομεν τὸν φελλὸν νὰ ἐπιπλέῃ ἐπὶ ὕδατος περιεχομένου εἰς ὑαλίνην λεκάνην (σχ. 48). Συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω διαστάσεις (ὑπολογιζομένου εἰς 5 χιλιοστά τοῦ πάχους τοῦ βυθιζομένου μέρους τοῦ φελλοῦ) αἱ ἀκτῖνες, αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ ἧλου καὶ συναντῶσαι τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκτὸς τοῦ δίσκου, σχηματίζουν γωνίας προσπτώσεως μεγαλύτερας τῆς ὀρικῆς (48°)· συνεπῶς εἶναι ἀδύνατον νὰ ἴδωμεν τὸν ἧλον διὰ διαθλάσεως, ὅποιαδήποτε



Σχ. 48

καὶ ἂν εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ ἐὰν φέρωμεν τὸν ὀφθαλμὸν κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας ταύτης, π.χ. εἰς τὸ O , θὰ δεχθῶμεν τὰς ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν, καὶ θὰ ἴδωμεν δι' ἀνακλάσεως ὑπεράνω τοῦ δίσκου εἶδωλον τοῦ ἧλου κατ' ἔμφασιν.

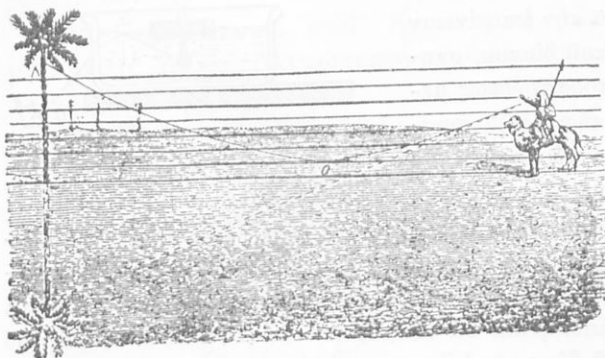
35. Ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός.—Ὁ ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός εἶναι ὀπτική ἀπάτη, ἔνεκα τῆς ὁποίας βλέπομεν τὰ εἶδωλα ἀπομεμακρυσμένων ἀντικειμένων ἀνεστραμμένα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται συνήθως εἰς τὰς θερμὰς χώρας καὶ ἰδίως εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου· τὸ ἔδαφος φαίνεται τότε ὡς λίμνη, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀνακλῶνται τὰ δένδρα καὶ τὰ πέριξ τοπία.

Τὸ φαινόμενον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ κατοπτρισμοῦ προέροχεται ἐξ ὀλικῆς ἀνακλάσεως, παραγομένης ἐπὶ τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται πλησίον τοῦ ἐδάφους καὶ τὰ ὁποῖα ἔχουν ἰσχυρῶς θερμανθῆ ὑπὸ τοῦ ἡλίου.

Ὅταν ὁ ἀήρ εἶναι ἥρεμος, τὰ ἀεριώδη στρώματα, θερμαινόμενα ὑπὸ τοῦ καυστικοῦ ἐδάφους, δύνανται νὰ λάβουν μέχρις ὀρισμένου

ὑψους πυκνότητα καὶ διαθλαστικότητα, αἱ ὁποῖαι εἶναι μικρότεροι τῆς τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων καὶ αἱ ὁποῖαι **ἐλαττοῦνται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.**

Παρατηρητῆς εὐρισκόμενος εἰς τοιοῦτον μέρος βλέπει ἐν σημείῳ Α ἀντικειμένον τινὸς ἀπ' εὐθείας (σχ. 49). Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ σημείου τούτου Α, αἱ ὁποῖαι προσπίπτουν πλαγίως ἐπὶ τῶν ὀλιγώτερον διαθλαστικῶν στρωμάτων ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἀπομακρύνονται βαθμηδὸν τῶν καθέτων εἰς τὰ σημεία τῆς προοπτικῆς. Ἔνεκα τούτου ἡ τροχιά τῆς δέσμης γίνεται καμπύλη, ἔχουσα τὴν κοιλότητα ἐστραμμένην πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπὶ στρώματος εὐρισκομένου πλησίον τοῦ ἐδάφους ἡ πρόσπτωσις εἶναι ἀρκετὰ πλαγία, ὥστε νὰ συμβῇ



Σχ. 49

ὀλικὴ ἀνάκλασις εἰς τὸ Ο. Τότε ἡ ἀνακλασθεῖσα δέσμη ἀνορθοῦται, ἀκόλουθοῦσα τροχίαν σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς πρώτης ὡς πρὸς τὴν κατακόρυφον τοῦ σημείου Ο.

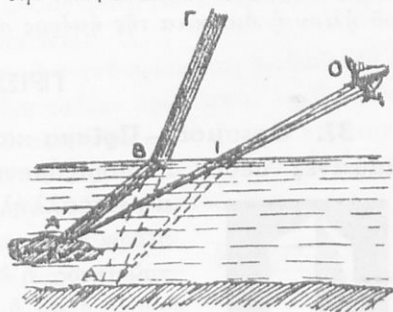
Τοιοῦτοτρόπως φθάνει εἰς τὸν παρατηρητὴν, τὸν ὁποῖον ἡ θεὰ τοῦ σημείου Α καὶ τοῦ συμμετρικοῦ εἰδώλου του Α' κάμνει νὰ πιστεύσῃ, ὅτι εὐρίσκεται πρὸ ὑγρᾶς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας.

Ὁ κατοπτρισμὸς παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ὅταν ἀῆρ ἡρεμὸς θερμαίνεται ἐξ ἐπαφῆς μετὰ τοῦ ὕδατος.

36. Κυριώτερα φαινόμενα ὀφειλόμενα εἰς τὴν διάθλασιν.—α) **Φαινομένη ἀνύψωσις τῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐμβαπτισμένων σωμάτων.** Συνεπεία τῆς διαθλάσεως, ἀντικειμένον τι, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, φαίνεται γενικῶς πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἀπὸ ὅσον εἶναι πραγματικῶς.

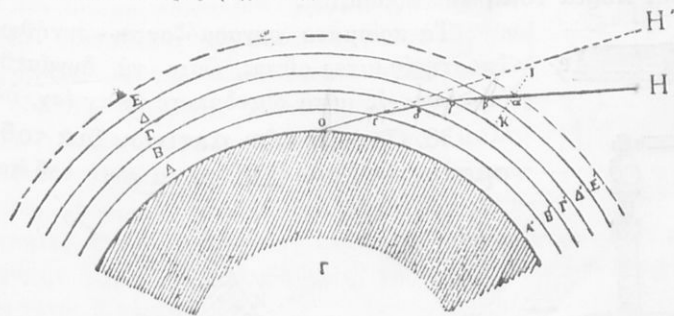
Ἔστω π.χ. ράβδος βυθισμένη εἰς τὸ ὕδωρ (σχ. 50) καὶ θεωρή-

σωμεν δέσμη φωτεινήν εκπεμπομένην ἐκ σημείου Α τοῦ βυθισμένου αὐτῆς μέρους. Αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τὴν δέσμην ταύτην, ἐξερχόμεναι ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ἀπομακρύνονται τῆς καθέτου καὶ αἱ προεκτάσεις τῶν διαθλωμένων ἀκτῖνων τέμνονται εἰς τὸ σημεῖον Α', τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν ὀλιγώτερον ἀπὸ τὸ σημεῖον Α. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον σημεῖον τοῦ βυθισμένου μέρους φαίνεται καθ' ὅμοιον τρόπον εὐρισκόμενον πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἢ ῥάβδος φαίνεται ὡς θραυσμένη εἰς τὸ σημεῖον, κατὰ τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὸ ὕδωρ.



Σχ. 50

β) **Ἀτμοσφαιρική διάθλασις.** Εἶναι γνωστόν, ὅτι τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὴν ἀτμόσφαιραν, εἶναι τόσον πυκνότερα, ὅσον πλησιέστερον εὐρίσκονται πρὸς τὸ ἔδαφος καὶ ὅτι ἡ διάθλασις αἰξάνεται μετὰ τῆς πυκνότητος τοῦ ἀερίου. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἀκτῖς τις ἐκπεμπομένη ὑπὸ ἀστέρος (σχ. 51), ὑφίσταται, διαδιδομένη ἐντὸς τῆς



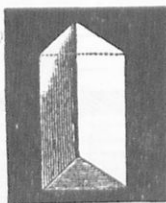
Σχ. 51

ἀτμοσφαίρας, σειρὰν ἐκτροπῶν, αἱ ὁποῖαι τὴν πλησιάζουν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὴν κάθετον. Ἔνεκα τούτου παρατηρητῆς εὐρισκόμενος εἰς τὸ Ο βλέπει τὸν ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν Οε τῆς τελευταίας διαθλωμένης ἀκτῖνος. Οἱ ἀστέρες ἐμφανίζονται λοιπὸν ἀνυψωμένοι ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα περισσότερο ἀπὸ ὅ,τι πράγματι εἶναι.

Σημειώσεις. Ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως βλέπομεν κατὰ τὴν ἀνατολὴν τὸν ἥλιον ὀλόκληρον, προτοῦ ἀκόμη τὸ ἀνώτερον μέρος του ἀναδύσῃ ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ κατὰ τὴν δύσιν, ἐνῶ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα, φαίνεται ἐπὶ ὠρισμένον χρόνον ὑπεράνω αὐτοῦ. Διὰ τῶν δύο τούτων ἀννυώσεων τοῦ ἡλίου ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας αὐξάνεται.

ΠΡΙΣΜΑΤΑ

37. Ὅρισμοί.—Πρίσμα καλοῦμεν εἰς τὴν Ὀπτικὴν πᾶν διαφανὲς μέσον, περιοριζόμενον ὑπὸ δύο ἐπιπέδων ἐδρῶν μὴ παραλλήλων. Ἡ τομὴ τῶν δύο τούτων ἐπιπέδων ἐδρῶν εἶναι ἡ διαθλαστικὴ ἀκμὴ τοῦ πρίσματος, ἢ δὲ ὑπ' αὐτῶν σχηματιζομένη διεδρος γωνία εἶναι ἡ διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος. Ἡ τρίτη ἕδρα, κατασκευαζομένη παράλληλος πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκμὴν, εἶναι ἡ βᾶσις τοῦ πρίσματος. Δύο ἕδραι κάθετοι πρὸς τὰς ἀκμὰς περατοῦν τὸ πρίσμα (σχ. 52).



Σχ. 52

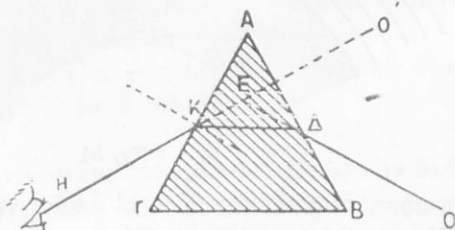
Πᾶσα τομὴ κάθετος ἐπὶ τῆς διαθλαστικῆς ἀκμῆς τοῦ πρίσματος καλεῖται κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος.



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.



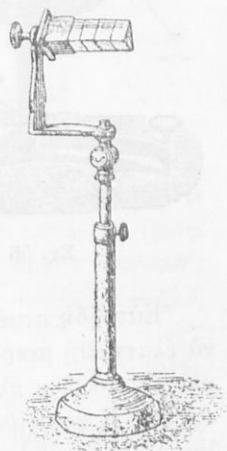
Σχ. 54

τος (σχ. 54) καὶ $ΟΔ$ προσπίπτουσα ἀκτίς. Ἡ ἀκτίς αὕτη, εἰσδύουσα εἰς τὴν ὑάλον, ἡ ὁποία εἶναι διαθλαστικωτέρα τοῦ ἀέρος, διαθλάται

πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΔΚ.

Εἰς τὸ Κ, ἐὰν ἡ ἀκτίς σχηματίξῃ μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν μικροτέραν τῆς ὀρικῆς (42°), ὑφίσταται νέαν διάθλασιν· καὶ ἐπειδὴ διέρχεται εἰς μέσον ὀλιγώτερον διαθλαστικόν, ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΚΗ.

Αἱ ἀκτίνες λοιπὸν διερχόμεναι διὰ τοῦ πρίσματος διαθλῶνται δις πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ὁ ὀφθαλμός, ὅστις θὰ δεχθῇ τὰς ἐξερχομένας ἀκτίνας, 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** εἶδωλον τοῦ σημείου Ο. Ἡ γωνία ΟΕΟ' ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῆς προεκτάσεως τῆς ἐξερχομένης ἀκτίνος ΚΗ μετὰ τῆς προεκτάσεως τῆς προσπιπτούσης ΟΔ καλεῖται **ἐκτροπή**.

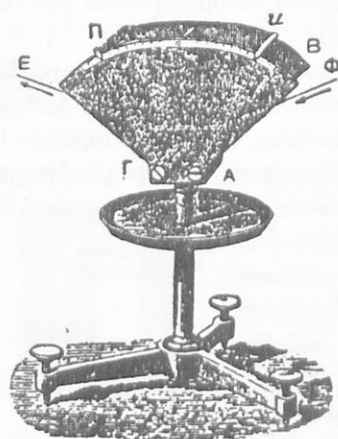


Σχ. 55

39. Μεταβολαὶ τῆς ἐκτροπῆς.—α) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως. **Πολύπρισμα**. Οὗτο καλεῖται πρίσμα, τὸ ὁποῖον συνίσταται ἐκ πολλῶν μικρῶν πρισμάτων τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς γωνίας, ἠνωμένων διὰ τῶν κυρίων αὐτῶν τομῶν (σχ. 55). Τὰ πρίσματα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐξ οὐδαῖων ἀνίσως διαθλαστικῶν: **ύάλου, μολυβδύαλου, ὀρείας κρυστάλλου** κτλ. Παρατηροῦντες εὐθεῖαν γραμμὴν διὰ μέσου τοῦ πολυπρίσματος, βλέπομεν τὰ μέρη αὐτῆς εἰς ὕψη διάφορα. Τὴν μεγίστην ἐκτροπὴν παρέχει ἡ μολυβδύαλος, τῆς ὁποίας καὶ ὁ δείκτης διαθλάσεως εἶναι ὁ μέγιστος.

β) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος. **Πρίσμα μεταβλητῆς γωνίας**. Ἐπιποδὸς φέροντος ἰσοπεδωτικὸς κοχλίας στηρίζονται δύο ὀρειχάλκινα τριγωνικὰ ἐλάσματα Β καὶ Γ (σχ. 56), παράλληλα, μεταξὺ τῶν ὁποίων δύνανται γὰ ὀλισθαίνειν καλῶς ἐφαρμοζόμεναι δύο ὑάλινοι πλάκες Π καὶ κ. Χύνοντες μεταξὺ τῶν δύο τούτων πλακῶν διαφανές τι ὑγρὸν καὶ κλίνοντες αὐτὰς περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον, λαμβάνομεν **πρίσμα μεταβλητῆς γωνίας**. Ἐὰν δεχθῶμεν φωτεινὴν

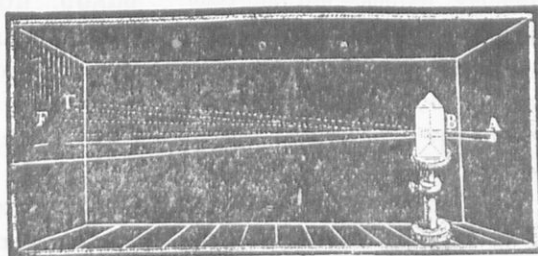
τινα ἀκτίνα Φ ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν δύο τούτων πλακῶν, κλίνωμεν δὲ περισσότερον ἢ ὀλιγότερον τὴν ἄλλην, βλέπομεν, ὅτι ἡ γωνία τοῦ πρίσματος τοιοῦτοτρόπως ἀυξάνεται, καὶ ἡ ἐκτροπὴ συναυξάνεται.



Σχ. 56

γ) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ κατακορύφου σχισμῆς δέσμη ἀκτίνων μονοχρόου φωτὸς AB (φωτὸς π. γ. ἡλιακοῦ διαπερῶντος ἔρουθρῶν ὕαλον) (σχ. 57), αὕτη σχηματίζει ἐπὶ πετάσματος εἶδωλον τῆς σχισμῆς εἰς τὸ Γ . Ἐὰν ὅμως παρενθέσωμεν εἰς τὴν δίοδον αὐτῆς κατακόρυφον πρίσμα, ἡ δέσμη ἐξερχομένη τοῦ πρίσματος ἐκτρέπεται πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ, σχηματίζουσα τὸ εἶδωλον τῆς ὀπῆς εἰς τὸ Δ . Ἡ ἀπόστασις $\Gamma\Delta$ παριστᾷ ἐνταῦθα τὴν ἐκτροπὴν.

Ἐὰν ἤδη στρέψωμεν τὸ ὑποστήριγμα τοῦ πρίσματος οὕτως, ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ μικρὸν κατὰ μικρὸν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὸ εἶδωλον πλησιάζον βαθμηδὸν πρὸς τὸ Γ . Ἐὰν ὅμως ἀπὸ τινος θέσεως E τοῦ εἰδώλου ἐξακολουθήσωμεν ἐλαττοῦντες τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὴν δέσμην ἐπιστρέφουσαν πάλιν πρὸς τὸ σημεῖον Δ . Ἡ ἐκτροπὴ λοιπὸν γίνεται ἐλάχιστη δι' ὀρισμένην τιμὴν τῆς γωνίας προσπτώσεως. Εὐρίσκεται δὲ καὶ πειραματικῶς καὶ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ, ὅτι ἡ ἐκτροπὴ γίνεται ἐλάχιστη, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως π ἐξίσωθῃ πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἀναδύσεως π' (σχ. 58). Ἡ



Σχ. 57

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

θέσις, τὴν ὁποίαν λαμβάνει τότε τὸ πρῖσμα, καλεῖται **Νευτωνικὴ θέσις τοῦ πρῖσματος.**

40. Τύποι τοῦ πρῖσματος.—Ἡ ἐκτροπὴ ἀκτίνος διερχομένης διὰ πρῖσματος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν γωνιῶν τῆς προσπτώσεως (π) καὶ ἀναδύσεως (π') ἡλαττωμένον κατὰ τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρῖσματος (A). Διότι ἡ γωνία $I'KZ$ (σχ. 58) καὶ ἡ γωνία A εἶναι ἴσαι ὡς ὀξείαι ἔχουσαι τὰς πλευράς των καθέτους. Ἀλλ' ἡ γωνία $I'KZ$ ὡς ἐξωτερικὴ γωνία τοῦ τριγώνου IKI' ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα $\delta + \delta'$ τῶν δύο ἐντὸς καὶ ἀπέναντι γωνιῶν. Ἐπομένως ἔχομεν

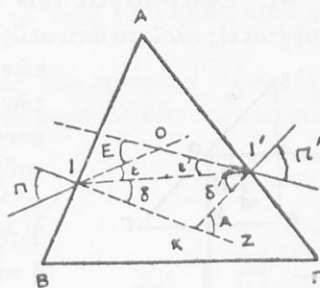
$$A = \delta + \delta' \quad (1)$$

Ἐπειδὴ ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς E , ὡς ἐξωτερικὴ τοῦ τριγώνου IOI' , ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα $\varepsilon + \varepsilon'$ τῶν δύο ἐντὸς καὶ ἀπέναντι γωνιῶν, ἢτοι $E = \varepsilon + \varepsilon'$ (2). Ἀλλὰ $\varepsilon = OIK - \delta$ ἢ $\varepsilon = \pi - \delta$ (διότι $OIK = \pi$ ὡς κατὰ κορυφήν). Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ $\varepsilon' = \pi' - \delta'$. 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 πρῖσματος, καθὼς καὶ ἡ γωνία προσπτώσεως, εἶναι ὀλίγων μοιρῶν, αἱ γωνίαι δ , δ' καὶ π' θὰ εἶναι ἐπίσης πολὺ μικραὶ. 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 ἔχομεν $\frac{\pi}{\delta} = v$ 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 ἐξίσωσιν (3), λαμβάνομεν $E = vA - A$ ἢ $E = A(v - 1)$. (Τύποι τῶν μικρῶν περισμάτων).

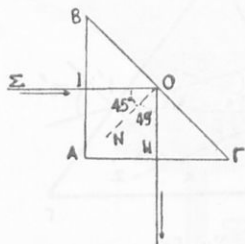
Ἡ ἔκφρασις αὕτη δεικνύει, ὅπως ἔχομεν μάθει, ὅτι διὰ πρῖσματα τῆς αὐτῆς φύσεως καὶ διὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν προσπτώσεως ἡ



Σχ. 58

ἐκτροπή αὐξάνεται μετὰ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος. Δεικνύει ἐπίσης, ὅτι, διὰ πρίσματα τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς γωνίας καὶ διὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν προσπτώσεως, ἡ ἐκτροπή αὐξάνεται μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως.

41. Ἐφαρμογαὶ τῶν πρισμάτων.—Τὰ πρίσματα χρησιμοποιοῦνται εἰς πλείστα ὀπτικά ὄργανα· ἀποτελοῦν π. χ. τὸ οὐσιῶδες μέρος



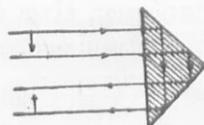
Σχ. 59

τῶν **φωτεινῶν θαλάμων** τῶν σχεδιαστῶν, τῶν **φασματοσκοπίων**, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν μελέτην τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ φωτὸς διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν κτλ.

Πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως.

Ταῦτα εἶναι πρίσματα ἐξ ὑάλου, τῶν ὁποίων ἡ κυρία τομὴ εἶναι τρίγωνον ὀρθογώνιον ἰσοσκελές (σχ. 59). Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτῖνα ΣΙ προσπίπτουσαν καθέτως ἐπὶ τῆς ἔδρας AB. Αὕτη εἰσέρχεται εἰς τὸ πρίσμα

ἄνευ ἐκτροπῆς καὶ συνεχίζει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν της μέχρι τῆς ὑποτεινούσης ΒΓ. Ἐκεῖ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ON γωνίαν προσπτώσεως 45° (διότι ἡ γωνία προσπτώσεως $\Sigma ON = B = 45^\circ$, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευρὰς καθέτους καὶ οὖσαι ἀμφοτέραι ὀξείαι), ἡ ὁποία εἶναι μεγαλύτερα τῆς **ὀρικῆς** γωνίας τῶν δυναμένων νὰ διαθλασθοῦν εἰς τὸν ἀέρα ἀκτίνων, ἧτις εἶναι περίπου 42° . Ἡ ἀκτὶς ὑφίσταται συνεπῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν· καὶ ἐπειδὴ λαμβάνει διεύθυνσιν OH κάθετον ἐπὶ τὴν ἔδραν AG (διότι γωνία IOH = 90°), ἐξέρχεται ἄνευ ἐκτροπῆς. Συνεπῶς βλέπομεν τὸ εἶδωλον τοῦ Σ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς HO εἰς σημεῖον συμμετρικὸν σχεδὸν τοῦ Σ ὡς πρὸς τὴν ἔδραν ΒΓ τοῦ πρίσματος.



Σχ. 60

Παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τοιοῦτον πρίσμα τὸ ἐπίπεδον τῆς ἔδρας ΒΓ χρησιμεύει ὡς **ἐπίπεδον** κάτοπτρον.

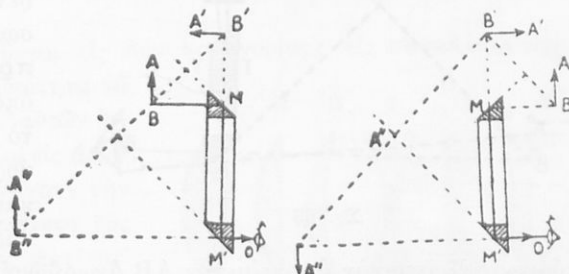
Τὸ σχῆμα 60 δεικνύει πῶς ἐνεργεῖ τοιοῦτον πρίσμα διὰ διπλῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως ἀναστρέφον τὸ εἶδωλον.

Τὰ πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως ἀντικαθιστοῦν ἐποφελῶς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα εἰς τοὺς φάρους, εἰς τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα προβάλλουν τὰ εἶδωλα διαφανῶν εἰκόνων τοποθετουμένων ὀριζοντίως κτλ.

ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟΝ

Τὸ **περισκόπιον** εἶναι ἐφαρμογὴ τοῦ πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως καὶ ἀποτελεῖ τρόπον τινὰ τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ ὑποβρυχίου. Πρῶτον γὰρ, διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης δύνανται οἱ ἐντὸς τοῦ ὑποβρυχίου, ἐν καταδύσει εὐρισκομένοι, νὰ βλέπουν τὰ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης συμβαίοντα.

Τὸ περισκόπιον περιλαμβάνει κυρίως δύο πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως M καὶ M' (σχ. 61), τοποθετημένα κατὰ τὰ δύο ἄκρα κατακόρυφου σωλήνος, ὕψους 6 περίπου μέτρων καὶ τομῆς 10 περίπου τετρ. ἑκατοστομέτρω ν ,



Σχ. 61.

Σχ. 62

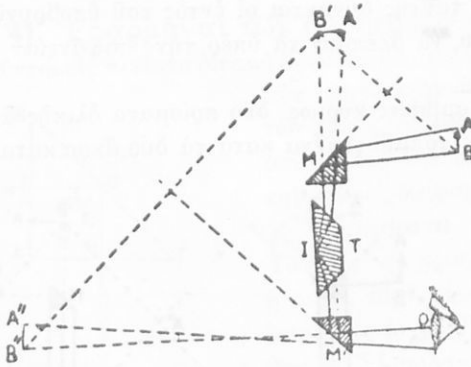
τοῦ ὁποίου τὸ μὲν ἄνωτατον ἄκρον ἐξέρχεται ἐκτὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, τὸ δὲ κατώτατον κα-

ταλήγει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑποβρυχίου. Ὁ σωλὴν οὗτος δύναται συμπτυσσόμενος, ὅπως οἱ σωλῆνες τῶν τηλεσκοπίων, νὰ ἀποκρύψῃ τὴν κορυφὴν αὐτοῦ, οὕτω δὲ ἀποκρύπτεται καὶ τοῦ ὅλου ὑποβρυχίου ἡ παρουσία.

Ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον, ὅτι τὰ δύο ταῦτα πρίσματα ἀποτελοῦν τὸν ὅλον ὀπτικὸν μηχανισμόν τοῦ περισκοπίου. Ἀντικείμενον τι κατακόρυφον AB (εἰς τὸ σχῆμα εὐρίσκεται τοῦτο πολὺ πλησιέστερον παρὰ εἰς τὴν πραγματικότητα) θὰ παρεῖχε διαδοχικῶς τὰ εἰδῶλα $A'B'$, $A''B''$, τὸ τελευταῖον τῶν ὁποίων θὰ ἴδῃ ὁ παρατηρητής, ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ ὁποίου τίθεται κατὰ τὸ O .

Παρίσταται ὅμως ἀνάγκη νὰ κατοπτρευθῇ ὅλος ὁ ὀρίζων. Πρὸς τοῦτο, ἂν μόνῃ ἢ ἀνωτέρω συσκευῇ διετίθεται, θὰ ἔπρεπε νὰ μετακινήται αὕτη ὀλόκληρος, τῆς κινήσεως δὲ ταύτης νὰ μετέχῃ καὶ ὁ παρατηρητής. Ἀντὶ τούτου ὅμως ἐθεωρήθη πρακτικώτερον νὰ στρέφεται μόνον τὸ ἄνωτερον μέρος περὶ τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος, τὸ δὲ κατώτερον πρίσμα M' νὰ παραμένῃ ἀκίνητον. Καὶ ὁ παρατηρητής δὲ ὁμοίως δύναται τότε νὰ παραμένῃ ἀκίνητος. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει τὰ εἰ-

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



Σχ. 63

κόρυφον ἐξωτερικὸν ἀντικείμενον AB ἀνωρθωμένον κατὰ τὸ $A'B'$.

Τέλος, διὰ καταλλήλου προσθήκης φακῶν ἀπετελέσθη ἡ **περισκοπικὴ διόπτρα**, διὰ τῆς ὁποίας δύνανται νὰ κατοπτρεύουν εἰς μεγάλην ἀπόστασιν.

Προβλήματα

1ον. Πρῶσμα διαθλαστικῆς γωνίας 60° ἔχει δείκτην διαθλάσεως $\sqrt{2}$. Φωτεινὴ ἀκτὶς προσπίπτει ἐπὶ τῆς μιᾶς ἑδρας τοῦ πρίσματος τούτου ὑπὸ γωνίαν προσπίπτειας 45° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία τῆς ἀναδύσεως καὶ ἡ ἐκτροπὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος.

2ον. Ζητεῖται ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς οὐσίας πρίσματος, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ διαθλαστικὴ γωνία εἶναι 60° καὶ ἡ γωνία τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς (διὰ προσπίπτουσαν φωτ. ἀκτῖνα) ἰσοῦται μὲ 30° .

3ον. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐλαχίστη ἐκτροπὴ πρίσματος ἐξ ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ διαθλαστικὴ γωνία $A=60^\circ$ καὶ ὁ δείκτης διαθλάσεως $n = \frac{3}{2}$ (Δίδεται $\frac{3}{4} = \eta\mu. 48,5$).

4ον. Πρῶσμα $AB\Gamma$, τοῦ ὁποίου ἡ διαθλαστικὴ γωνία εἶναι 33° , δέχεται καθέτως ἐπὶ μιᾶς τῶν ἑδρῶν τοῦ AB φωτεινὴν ἀκτῖνα ΦI . Ἡ ἐξιούσα ἀκτὶς σχηματίζει μετὰ τῆς προσπιπούσης γωνίαν

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

5ον. Εἰς τὴν κυρτὴν τομὴν πρίσματος διαθλαστικῆς γωνίας 60^ο προσπίπτει δέσμη φωτεινῶν ἀκτίνων ὑπὸ γωνίαν 45^ο. Ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς οὐσίας τοῦ πρίσματος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $\sqrt{2}$. Πόσων μοιρῶν θὰ εἶναι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ;

Φ Α Κ Ο Ι

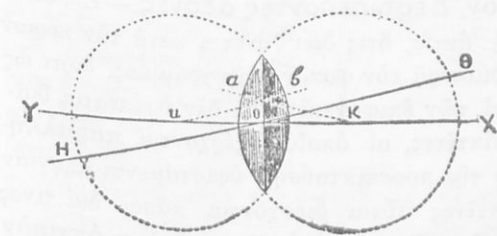
42. Ὅρισμοί.—Πᾶν σῶμα διαφανές, τὸ ὁποῖον περατοῦται εἰς δύο σφαιρικὰς ἐπιφανείας ἢ εἰς μίαν σφαιρικὴν καὶ μίαν ἐπίπεδον, καλεῖται **φακός**.

Οἱ φακοὶ διαίρουσιν εἰς δύο κατηγορίας: εἰς **συγκλίνοντας**, οἱ ὁποῖοι ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρῶνουν τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καὶ εἰς **ἀποκλίνοντας**, οἱ ὁποῖοι ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἀποκεντρῶνουν τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας.

Οἱ συγκλίνοντες εἶναι παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα, περι-

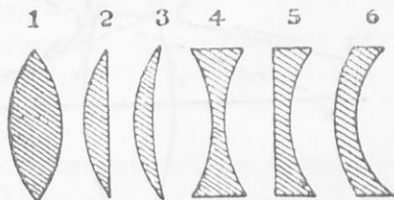
λαμβάνουν δὲ τρεῖς τύπους (σχ. 64): τὸν **ἀμφίκυρτον** (1), τὸν **ἐπιπεδόκυρτον** (2) καὶ τὸν **συγκλίνοντα μηνίσκον** (3).

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



Σχ. 65

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



Σχ. 64

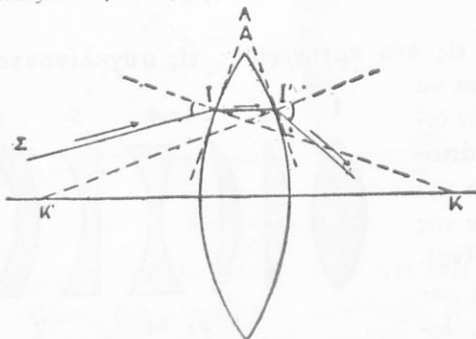
Κύριος ἄξων τοῦ φακοῦ καλεῖται ἡ εὐθεῖα, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ (σχ. 65, εὐθεῖα γχ).

Κυρία τομή τοῦ φακοῦ καλεῖται πᾶσα τομή αὐτοῦ διερχομένη διὰ τοῦ κυρίου ἄξονος.

ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΕΣ ΦΑΚΟΙ

43. Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ συγκλίνοντος φακοῦ.

—Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτῖνα ΣΙ προσπίπτουσαν ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ καὶ εὐρισκομένην ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ τοῦ φακοῦ (σχ. 66). Ἡ ἀκτίς αὕτη εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ φακοῦ διαθλάται πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον ΙΚ· ἀναδυομένη δὲ εἰς τὸ Ι' διαθλάται καὶ πάλιν καὶ ἀπομακρύνεται τῆς κάθετου Ι'Κ'.



Σχ. 66

Αἱ δύο αὗται διαδοχικαὶ διαθλάσεις πλησιάζουν συνεπῶς τὴν διαθλωμένην ἀκτῖνα πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Ὁ φακὸς παράγει λοιπὸν ἐπὶ τῆς ἀκτίνος ΣΙ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ τὸ πρῖσμα ΙΑΙ' (σχ.

66). Ἐὰν εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος, ἢ προσπίπτουσα ἀκτίς καταλήγη κάτωθεν τοῦ κυρίου ἄξονος, ἢ ἀναδυομένη ἐκτρέπεται ἐπίσης πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, δηλ. κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῆς πρώτης.

44. Ὀπτικὸν κέντρον. Δευτερεύοντες ἄξονες.

—Εἰς οἶον δῆποτε φακὸν ἢ φωτεινὴ ἀκτίς, ἥτις διευθύνεται κατὰ τὸν κύριον ἄξονα, εἶναι ἢ μόνη, ἥτις διαπερᾷ τὸν φακὸν εὐθυγράμμως, διότι ὡς προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν του δὲν ὑφίσταται διάθλασιν. Ὑπάρχουν ἐπίσης ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται **παραλλήλως** πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς προσπίπτουσης, ὑφιστάμεναι πλαγίαν μόνον μετατόπισιν. Αἱ ἀκτῖνες αὗται διέρχονται πᾶσαι διὰ τινὸς σταθεροῦ σημείου τοῦ κυρίου ἄξονος, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ὀπτικὸν κέντρον**.

Εἰς ἀμφικύρτου ἢ ἀμφικύλιου φακόν, τοῦ ὁποίου αἱ ἀκτῖνες κυρτοῦς εἶναι ἴσαι, τὸ ὀπτικὸν κέντρον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν.

Πᾶσα εὐθεῖα, ἣτις διέρχεται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, ἔκτος τοῦ κυρίου ἄξονος, καλεῖται **δευτερεύων ἄξων** τοῦ φακοῦ.

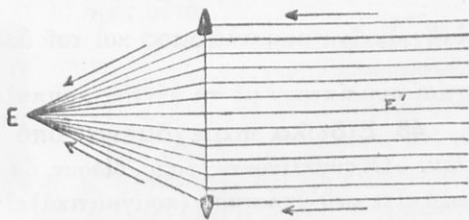
Κατὰ τὴν σπουδὴν τῶν φακῶν παραδεχόμεθα, ὅτι οὗτοι εἶναι **ἀπείρως λεπτοί**, δηλ. ἄνευ πάχους, καὶ ὅτι προσπίπτουν ἐπ' αὐτῶν **ἀκτίνες κεντρικαί**, δηλ. ἀκτίνες ἀπέχουσαι ὀλίγον ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ὑπὸ μικρὰν κλίσιν πρὸς αὐτόν. Εἰς τοὺς φακοὺς τούτους ἡ πλαγία μετατόπισις ἀκτίνος διερχομένης διὰ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



Σχ. 67

Σημειώσεις. Τὸν λεπτὸν συγκλίνοντα φακὸν θὰ παριστῶμεν δι' ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς περατουμένης εἰς δύο αἰχμὰς βέλους, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα (σχ. 67), καὶ θὰ σημειώσωμεν εἰς τὸ μέσον αὐτῆς τὸ ὀπτικὸν κέντρον O .

45. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—Ὅταν συγκλίνων φακὸς δεχθῆ δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι αὐταὶ μετὰ τὴν διάθλασιν συνέρχονται εἰς τι σημεῖον E τοῦ κυρίου ἄξονος (σχ. 68). Τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ **κυρία ἐστία**, καὶ ἡ ἀπόστασις τῆς ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου εἶναι ἡ **ἐστιακὴ ἀπόστασις**. Ἐπειδὴ αἱ παράλληλοι ἀκτίνες δύνανται νὰ προσπίπτουν ἐπὶ τῆς μιᾶς ἢ τῆς ἄλλης ἐπιφανείας τοῦ φακοῦ, ὑπάρχουν **δύο κύρια ἐστία**. Αἱ ἐστία αὐταὶ εἶναι καθ' ὑπόστασιν (πραγματικαί) καὶ εὐρίσκονται ἑκατέρωθεν τοῦ φακοῦ εἰς τὴν αὐτὴν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν.



Σχ. 68

Ἀντιστρόφως, ἐὰν τεθῆ φωτεινὸν σημεῖον εἰς τὸ E ἢ τὸ E' , αἱ ἀκτίνες, αἵτινες προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ, ἀναδύονται ἐκ τοῦ ἀντιθέτου πρὸς τὸ φωτεινὸν σημεῖον μέρους καὶ σχηματίζουν δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.

46. Ἴσχυς φακοῦ.—Καλοῦμεν ἰσχύον ἢ συγκεντρωτικὴν δύναμιν φακοῦ τὸ ἀντίστροφον $\frac{1}{\varphi}$ τῆς ἔστιακῆς αὐτοῦ ἀποστάσεως.

Ἡ ἰσχύς αὕτη ὑπολογίζεται εἰς **διοπτρίας**.

Διοπτρία εἶναι ἡ ἰσχύς φακοῦ ἔχοντος ἔστιακὴν ἀπόστασιν 1 μέτρου. Κατὰ ταῦτα, ἡ ἰσχύς συγκλίνοντος φακοῦ ἔχοντος 0,10 μ. ἔστιακὴν ἀπόστασιν εἶναι $\frac{1}{0,10} = 10$ διοπτριῶν. Ἐὰν $\varphi = 0,5 \mu.$,

ἡ ἰσχύς εἶναι $\frac{1}{0,5} = 2$ διοπτριῶν κτλ.

47. Τύπος τῆς ἔστιακῆς ἀποστάσεως φακοῦ.—Ἀποδεικνύεται, ὅτι μεταξὺ τῆς κυρίας ἔστιακῆς ἀποστάσεως φ φακοῦ, τοῦ δείκτου τῆς οὐσίας αὐτοῦ ν καὶ τῶν ἀκτίνων τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν a καὶ a' , ὑπὸ τῶν ὁποίων περιορίζεται, ἰσχύει ἡ σχέση:

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

Ἐὰν $a = a'$, ὁ τύπος γίνεται $\frac{1}{\varphi} = (\nu - 1) \cdot \frac{2}{a}$, ἄρα $\varphi = \frac{a}{2(\nu - 1)}$.

Ἐὰν $\nu = \frac{3}{2}$, ἔχομεν $\varphi = \frac{a}{2 \cdot \frac{1}{2}} = a$.

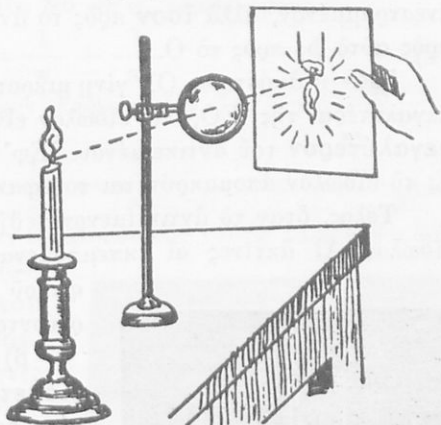
ἦτοι εἰς φακὸν ἀμφίκυρτον, τοῦ ὁποίου αἱ ἐπιφάνειαι ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀκτῖνα καμπυλότητος καὶ τοῦ ὁποίου ὁ δείκτης εἶναι $\frac{3}{2}$, αἱ ἔστια συμπίπτουν μὲ τὰ κέντρα καμπυλότητος.

48. Εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ δίδουν, ὅπως καὶ τὰ κοίλα κάτοπτρα, εἶδωλα εἴτε καθ' ὑπόστασιν (πραγματικά) εἴτε κατ' ἔμφασιν (φανταστικά).

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

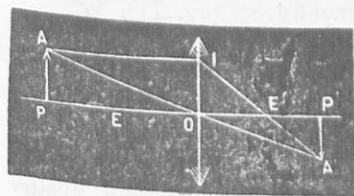
α) Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας. Ἀφοῦ τοποθετήσωμε τὴν φλόγα κηρίου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλίνοντος φακοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον αὐτῆς νὰ εὐρίσκεται αἰσθητῶς ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀναζητοῦμεν, μετακί-

νοῦντες τὸ διάφραγμα πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, τὴν θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν σχηματίζεται τὸ εἶδωλον εὐκρινέστατον (σχ. 69). Παρατηροῦμεν οὕτω ὅτι, ἐὰν ἡ φλόξ ἀπέχη ἀρκετὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ, τὸ εἶδωλον τὸ σχηματιζόμενον ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἶναι μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον. Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν φλόγα μέχρι τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι ἰσομέγεθες 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 τὰ ἔχωμεν εἶδωλον εὐκρινές, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυμένον.



Σχ. 69

Σημείωσις. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος συνάγομεν, ὅτι τὸ εἶδωλον ἀντικείμενον καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα εἶναι ἐπίσης κάθετον πρὸς αὐτόν.



Σχ. 70

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

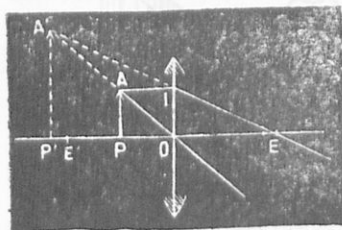
φέροντες κατὰ πρῶτον τὸν δευτερεύοντα ἄξονα AO, ἔπειτα δὲ τὴν ἐκ τοῦ A παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν ἀκτῖνα AI. Αὕτη μετὰ διάθλασιν διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E'. Ἡ τομὴ αὐτῆς A' μετὰ τοῦ ἄξονος AO εἶναι τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου A. Φέροντες ἐκ τοῦ A' κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα,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

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

Ἐὰν ἡ ἀπόστασις OP εἶναι ἴση μὲ $2.EO$, κατασκευὴ ἀνάλογος πρὸς τὴν προηγουμένην δεικνύει, ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ ἴσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον καὶ **συμμετρικόν** πρὸς αὐτὸ ὡς πρὸς τὸ O .

Ἐὰν ἡ ἀπόστασις OP γίνῃ μικροτέρα τῆς $2.EO$, ἀλλὰ παραμένῃ μεγαλυτέρα τῆς EO , τὸ εἶδωλον εἶναι πάλιν ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ **μεγαλύτερον** τοῦ ἀντικειμένου. Ἐφ' ὅσον ἡ AP πλησιάζει πρὸς τὸ E , τὸ εἶδωλον ἀπομακρύνεται τοῦ φακοῦ μεγεθυνόμενον.

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



Σχ. 71

εἶδωλον **κατ' ἔμφασιν** ὄρθιον καὶ ἐν μεγεθύνσει (σχ. 71). ✂

49. Τύποι τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Διὰ τοὺς συγκλίνοντας φακοὺς λαμβάνομεν τύπους ὁμοίους πρὸς τοὺς εὐρεθέντας 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 :

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

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

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

Ἐὰν πρόκειται περὶ εἰδώλου κατ' ἔμφασιν (σχ. 71) ἀναλόγως ἐργαζόμενοι εὐρίσκομεν :

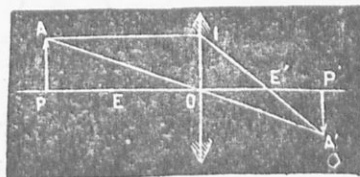
$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} \quad (4)$$

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

Σχέσις τῶν μεγεθῶν τοῦ εἰδώλου καὶ τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐκ τῆς σχέσεως (2), παριστῶντες διὰ M' καὶ M δύο ὁμολόγους διαστάσεις εἰδώλου καὶ ἀντικειμένου,

λαμβάνομεν $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$.



Σχ. 72

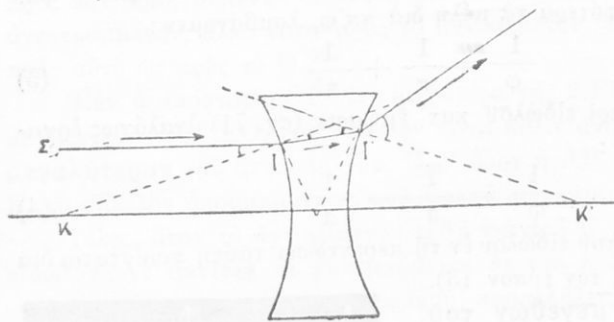
50. Ἐφαρμογαὶ τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ ἀποτελοῦν τὸ οὐσιῶδες μέρος ὄλων σχεδὸν τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων (μικροσκόπια, διόπτρα, ὕλοι ὑπερμετωπικαὶ καὶ πρεσβυπικαὶ, προβολεῖς, μηχαναὶ φωτογραφικαὶ κτλ.). Χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης διὰ τὴν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον συγκέντρωσιν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καὶ εἰς τοὺς φάρους διὰ τὴν ἀποστολὴν παραλλήλων ἀκτίνων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

ΦΑΚΟΙ ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΕΣ

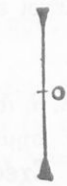
51. Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος.—Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτῖνα ΣΙ προσπίπτουσαν ἐπὶ ἀποκλίνοντος φακοῦ καὶ εὐρίσκομένην ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ τοῦ φακοῦ (σχ. 73). Ἡ ἀκτὶς αὕτη εἰσερχομένη εἰς τὸν φακὸν διαθλάται πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον ΚΙ, ἐξερχομένη δὲ εἰς τὸν ἀέρα διαθλάται καὶ πάλιν ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου Κ'Γ'. Αἱ δύο αὗται διαδοχικαὶ διαθλάσεις ἀπομακρύνουν τὴν ἀκτῖνα ἀπὸ τοῦ κυρίου ἄξονος. Δηλ. ὁ φακὸς παράγει ἐπὶ τῆς ἀκτίνος ΣΙ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ τὸ πρῖσμα τὸ

σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἐφαπτομένων εἰς τὰ σημεῖα I καὶ I' ἐπιπέδων.

Σημείωσις. Τὸν λεπτὸν ἀποκλίνοντα φακὸν θὰ παριστώμεν δι' ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 74.

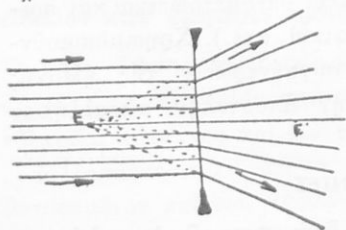


Σχ. 73



Σχ. 74

52. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—Ὅταν ἀποκλίνων φακὸς δεχθῇ δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, αὐταὶ μετὰ τὴν διάθλασιν ἐξέρχονται ἐκ τοῦ φακοῦ ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τοῦ ἄξονος τούτου (σχ. 75). Αἱ προεκτάσεις τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων συναντοῦν τὸν κύριον ἄξονα εἰς τι σημεῖον E, εὐρισκόμενον εἰς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον καὶ αἱ προσπίπτουσαι. Τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ **κατ' ἔμφασιν κυρία ἐστία**. Ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι ἡ **ἐστιακὴ ἀπόστασις**.



Σχ. 75

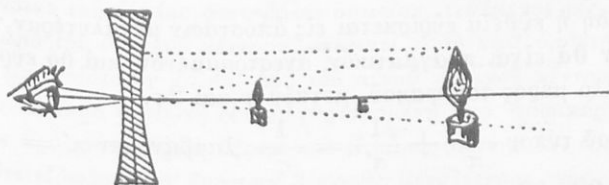
βλέπομεν μικρὸν κύκλον πολὺ λαμπρὸν πρὸς τὸ μέρος τῆς εισόδου τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ἡ ἰσχύς τῶν ἀποκλινόντων φακῶν ὀρίζεται ὅπως καὶ τῶν συγκλινόντων, ἀλλὰ θεωροῦμεν τὴν ἐστιακὴν ἀπόστασιν ὡς ἀρνητικὴν. Οὕτω π. χ. φακὸς ἀποκλίνων ἐστιακῆς ἀποστάσεως ἴσης

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

Ὁ τύπος τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως εἶναι ὁ αὐτὸς πρὸς τὸν τῶν συγκλινόντων φακῶν, $\frac{1}{\varphi} = (n-1) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} \right)$. Ἀλλά, διὰ νὰ ἔξωμεν ἀρνητικὴν τιμὴν τοῦ φ , πρέπει εἰς τὰ a καὶ a' νὰ δώσωμεν ἀρνητικὰς τιμάς.

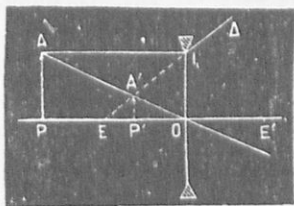
53. Εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἀποκλινόντων φακῶν.—Πᾶν φωτεινὸν ἀντικείμενον τοποθετούμενον πρὸ ἀποκλινόντος



Σχ. 76

φακοῦ δίδει εἶδωλον κατ' ἔμφασιν, ὄρθιον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Τὸ εἶδωλον τοῦτο φαίνεται, ὅτι σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς ἐστίας τῆς εὐρισκομένης πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος μετὰ τοῦ ἀντικειμένου. Διὰ νὰ ἴδωμεν δὲ τὸ εἶδωλον, πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν ὀφθαλμὸν εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων (σχ. 76). Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἶδωλόν του πλησιάζει ἐπίσης.

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐστω AP εὐθεῖα κάθετος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα (σχ. 77). Ἐκ τοῦ σημείου A φέρομεν τὸν δευτερεύοντα ἄξονα AO , κατόπιν δὲ ἀκτῖνα παράλληλον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, τὴν AI , ἢ ὁποῖα μετὰ τὴν διάθλασιν ἀποκλίνει ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα, οὕτως, ὥστε ἡ προέκτασις τῆς νὰ συναντᾷ αὐτὸν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν E . Ἡ τομὴ A' τῆς IE καὶ τῆς AO εἶναι τὸ εἶδωλον τοῦ A . Φέροντες κατόπιν τὴν κάθετον $A'P'$ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, λαμβάνομεν τὸ εἶδωλον $A'P'$ τῆς AP .



Σχ. 77

54. Τύποι.—Ἐὰν δεχθῶμεν κατὰ συνθήκην τὴν ἀπόστασιν τοῦ

ειδώλου και την έστιακήν απόστασιν ὡς ἀρνητικῆς, δηλ. $(-π')$ και $(-φ)$, λαμβάνομεν ἐκ τοῦ τύπου τῶν συγκλινόντων φακῶν τὸν τύπον τῶν ἀποκλινόντων: $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = -\frac{1}{\varphi}$ ἢ $-\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$.

Ἐπίσης εἰς τοὺς ἀποκλινόντας φακοὺς ἰσχύει ἡ σχέσηις $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$.

Ἐφαρμογαί. α) Εὐθεῖα μήκους 10 ἐκ. κάθετος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλινόντος φακοῦ ἀπέχει ἀπ' αὐτοῦ 90 ἐκ. Ζητεῖται ἡ θέσις τοῦ ειδώλου και τὸ μέγεθος αὐτοῦ. Ἡ έστιακή απόστασις τοῦ φακοῦ εἶναι 30 ἐκ.

Ἐπειδὴ ἡ εὐθεῖα εὐρίσκεται εἰς απόστασιν μεγαλυτέραν τοῦ 2φ, τὸ εἶδωλον θὰ εἶναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, και θὰ εὐρίσκεται πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, μεταξὺ φ και 2φ.

Ἐκ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ λαμβάνομεν $\pi' = \frac{\pi\varphi}{\pi - \varphi}$

και $\pi' = \frac{90 \cdot 30}{90 - 30} = 45$ ἐκ.

Και ἐκ τοῦ τύπου $\frac{M'}{M} = \frac{\pi'}{\pi}$ ἔχομεν $\frac{M'}{10} = \frac{45}{90}$ ἢ $M' = 5$ ἐκ.

β) Ἡ έστιακή απόστασις ἀποκλινόντος φακοῦ εἶναι 25 ἐκ. Πόῦ πρέπει νὰ θέσωμεν μικρὰν εὐθεῖαν καθέτως πρὸς τὸν κ. ἄξονα, ἵνα τὸ εἶδωλόν της ἔχη μῆκος ἴσον μὲ τὸ $\frac{1}{6}$ τοῦ μήκους της;

Θὰ ἔχομεν $\frac{\pi'}{\pi} = \frac{M'}{M} = \frac{1}{6}$, συνεπῶς $\pi' = \frac{\pi}{6}$.

Ἀντικαθιστῶντες δὲ εἰς τὸν τύπον $-\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$

ἔχομεν $-\frac{1}{\pi} + \frac{6}{\pi} = \frac{1}{25}$ ἢ $\frac{5}{\pi} = \frac{1}{25}$ και $\pi = 125$ ἐκ.

55. Ἐφαρμογαί τῶν ἀποκλινόντων φακῶν.—Οἱ ἀποκλινόντες φακοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τινὰ ὀπτικά ὄργανα, ὅπως εἶναι ἡ διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου, αἱ διπλαῖ διόπτραι τοῦ θεάτρου, ὡς ἐπίσης και εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν διοπτρῶν διὰ τοὺς μύωπας. Τοὺς ἀποκλινόντας φακοὺς προσκολλοῦν μὲ τοὺς συγκλινόντας, διὰ νὰ σχηματίσονται συστήματα, καλούμενα **ἀντιχρωστικά**, διὰ τῶν ὁποίων διερχόμενα αἱ λευκαὶ ἀκτῖνες διαθλῶνται, χωρὶς νὰ ὑποστοῦν ἀνάλυσιν. Τέλος

χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν διόρθωσιν διαφόρων ἀτελειῶν τῶν ἀπλῶν φακῶν.

Προβλήματα

1ον. Εἰς ποίαν θέσιν ἐνώπιον ἀμφικύρτου φακοῦ, συγκεντρωτικῆς δυνάμεως 10 διοπτριῶν, πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν ὄρθιον φωτοβόλον ἀντικείμενον, ὕψους 5 ἐκ., διὰ σχηματισθῆ τὸ εἶδωλόν του πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, εἰς ἀπόστασιν 50 ἐκ. ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ αὐτοῦ κέντρου; Καὶ ποῖον θὰ εἶναι τὸ μέγεθος τοῦ εἶδωλου;

2ον. Νὰ προσδιορισθῆ ἡ συγκεντρωτικὴ δύναμις ἀμφικύρτου φακοῦ, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου φωτοβόλον σημεῖον, τιθέμενον εἰς ἀπόστασιν 7,5 ἐκ. ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, σχηματίζει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλόν του εἰς ἀπόστασιν 15 ἐκ. ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ὀπτικοῦ κέντρου.

3ον. Μικρὰ φωτεινὴ εὐθεῖα εὐρισκομένη πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα καὶ εἰς ἀπόστασιν 3 ἐκ. ἀπὸ τοῦ φακοῦ δίδει εἶδωλον καθ' ἔμφασιν 3 φορὰς μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου. Ποία ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τούτου;

4ον. Κηρίον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν δ ἀπὸ σταθεροῦ διαφράγματος. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν χ ἀπὸ τοῦ κηρίου πρέπει νὰ τεθῆ φακὸς συγκλίνων, διὰ νὰ λάβωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εὐκρινὲς εἶδωλον τοῦ κηρίου;

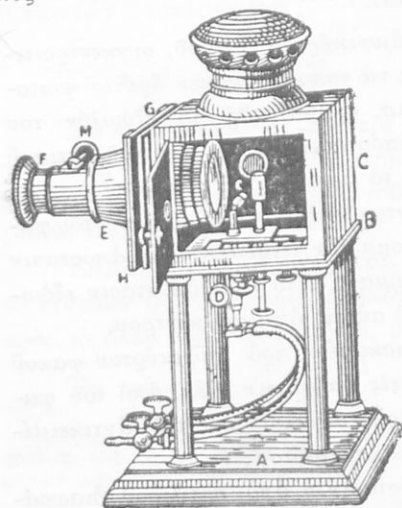
5ον. Κηρίον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν Δ ἀπὸ διαφράγματος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου σχηματίζομεν τὸ εἶδωλόν του διὰ συγκλίνοντος φακοῦ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι αἱ δύο θέσεις τοῦ φακοῦ, διὰ τὰς ὁποίας ἐπιτυγχάνομεν εὐκρινὲς εἶδωλον τοῦ κηρίου, ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων a . Ποία εἶναι ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

56. Προβολεύς.—Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην (σχ. 78) τὸ οὐσιῶδες μέρος εἶναι συγκλίνων φακὸς O (σχ. 79), ὁ ὁποῖος δίδει ἐπὶ διαφράγματος εἶδωλον μικροῦ διαφανοῦς ἀντικειμένου καθ' ὑπόστασιν, ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυμένον. Τὸ ἀντικείμενον τίθεται εἰς τὸ

AB, εις απόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ O μικροτέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς του ἀποστάσεως, ἵνα δώσῃ εἶδωλον μεγεθυμένον. Ὁ φακὸς O δύναται νὰ μετατίθεται διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ οὕτως ὥστε τὸ εἶδωλον νὰ σχηματίζεται ἐνκρινῆς ἐπὶ τοῦ διαφράγματος.

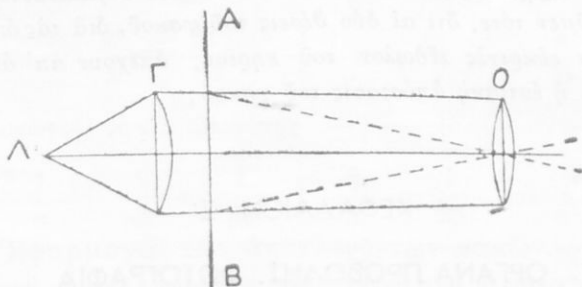


Σχ. 78

Ὁ φωτισμὸς τοῦ εἰδώλου ἐξασθενεῖ, διότι τὸ φῶς τοῦ ἀντικειμένου διανέμεται ἐπὶ εἶδωλον μεγαλύτερου. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται καὶ δεύτερος συγκλίνων φακὸς Γ, ὁ ὁποῖος συγκεντρώνει ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τὰς ἀκτῖνας ἰσχυρῶς φωτεινῆς πηγῆς Λ. Τὸ πρὸς προβολὴν ἀντικείμενον (φωτογραφία ἐπὶ ὑάλου) τίθεται ἀνεστραμμένον, ἵνα τὸ εἶδωλόν του σχηματισθῇ ὀρθιον.

Θάλαμος φωτογραφικῆς μεγεθύνσεως. Αἱ συσκευαὶ προβολῆς χρησιμοποιοῦνται συνήθως

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

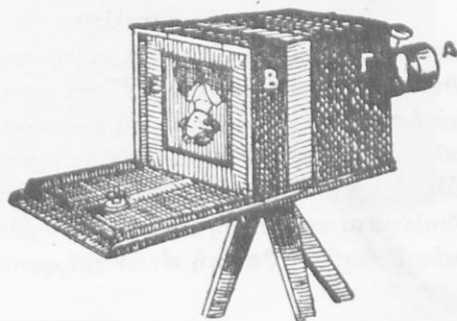


Σχ. 79

χάρτου προσβαλλομένου ὑπὸ τοῦ φωτός. Ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου προσβάλλεται ἐπὶ ὠρισμένον χρόνον τὸ μεγεθυμένον εἶδωλον τῆς φωτογραφικῆς πλακός. Ὁ ὑπὸ τοῦ φωτός προσβληθεὶς χάρτης ὑποβάλλεται

κατόπιν εἰς σειρὰν χημικῶν κατεργασιῶν, πρὸς ἐμφάνισιν καὶ στερεώσιν τῆς εἰκόνοσ.

57. **Φωτογραφικὴ συσκευή.**—Ἡ φωτογραφικὴ συσκευὴ συνίσταται ἐκ τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ὃ ὁποῖος φέρει πρὸς τὰ ἔμπροσθεν (σχ. 80) ὄρειχάλκινον στόμιον Α. Ἐπὶ τοῦ στομίου τούτου ἐφαρμόζεται φακὸς συγκλίνων, ὅστις σχηματίζει τὰ εἶδωλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ ἡμιδιαφανοῦς ὑαλίνης πλακός, εὐρισκομένης ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ πλευρᾶς τοῦ θαλάμου. Ἡ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακός δύναται νὰ μεταβάλλεται, μετακινουμένου τοῦ φακοῦ διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζεται ἐπὶ τῆς πλακός τὸ εἶδωλον εὐκρινές. Ἐπειδὴ τὰ πρὸς φωτογράφησιν ἀντικείμενα τοποθετοῦνται πάντοτε πέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ, τὰ εἶδωλα εἶναι πάντοτε μικρότερα τῶν ἀντικειμένων τούτων.



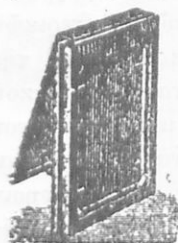
Σχ. 80

Φωτογραφία. Ὅταν ἐπιτευχθῇ ἡ εὐκρίνεια τοῦ εἰδώλου, ἀντικαθίσταται ἡ ἡμιδιαφανὴς ὑαλίνη πλάξ διὰ τῆς φωτογραφικῆς πλακός. Αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες παρασκευάζονται ἐπιχρισμένων εἰς τὸ σκότος

ὑαλίνων πλακῶν διὰ ζελατινο-βρωμιούχου ἀργύρου. Αἱ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες προσβάλλουν τὸ ἅλας τοῦτο τοῦ ἀργύρου. Ἐπειδὴ αἱ ἀκτίνες αὗται δὲν εἶναι ἴσης ἐντάσεως, προσβάλλουν διαφόρως τὴν πλάκα κατὰ τὰ ἀντίστοιχα μέρη αὐτῆς, περισσότερο μὲν τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ φωτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου, ὀλιγότερον δὲ τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ σκοτεινότερα. Ἐὰν μετὰ τινα χρόνον ἀφαιρεθῇ ἡ πλάξ ἐκ τῆς συσκευῆς καὶ ἐξετασθῇ οὐδόλως διακρίνεται ἐπ' αὐτῆς ἡ ὡς ἀνωτέρω προσβολὴ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ φωτός. Ἐν τούτοις τὸ ἅλας τοῦ ἀργύρου ἐτροποποιήθη ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ φωτός. Πράγματι, ἐὰν ἡ πλάξ βυθισθῇ ἐντὸς διαλύματος οὐσίας ἀναγωγικῆς, τὸ ἅλας τοῦ ἀργύρου ἀποσυντίθεται εἰς ὅλα τὰ ση-

μεία, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσέπεσαν φωτεινὰ ἀκτίνες, καὶ σχηματίζεται ἐπ' αὐτῶν μεταλλικὸς ἄργυρος ἀδιαφανής.

Ἡ εἰκὼν αὕτη λέγεται **ἀρνητική**, διότι εἰς αὐτὴν τὰ μὲν φωτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου φαίνονται σκοτεινά, τὰ δὲ ὀλιγώτερον φωτεινὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου, φωτεινὰ καὶ ἡμιδιαφανῆ. Τοιοῦτοτρόπως ἐγένετο ἡ **ἐμφάνισις τῆς εἰκόνας**.



Σχ. 81

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

Προσαρμόζεται ἔπειτα ἐπὶ τῆς πλευρᾶς τῆς πλακός, ἐπὶ τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν, ἓν καταλλήλῳ πλαισίῳ (σχ. 81) φύλλον χάρτου κεκαλυμμένον ὑπὸ εὐπαθοῦς στρώματος ἄλατος τοῦ ἀργύρου καὶ ἐκτίθεται εἰς τὸ ἥλιακὸν φῶς. Εἶναι φανερόν, ὅτι τὰ μέρη τοῦ χάρτου, τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ φωτεινότερα καὶ ἡμιδιαφανῆ μέρη τῆς πλακός, θὰ προσβληθοῦν περισσότερον, τὰ δὲ εἰς τὰ σκοτεινὰ μέρη ὀλιγώτερον. Ἐὰν τότε ἐμβαπτισθῇ ὁ χάρτης εἰς τὰ αὐτὰ ἀναγωγικὰ διαλύματα καὶ πλυσθῇ κατόπιν δι' ἀφθόνου ὕδατος, θὰ ἐμφανισθῇ ἐπ' αὐτοῦ πιστὴ ἡ **θετικὴ** εἰκὼν τοῦ φωτογραφηθέντος ἀντικειμένου.

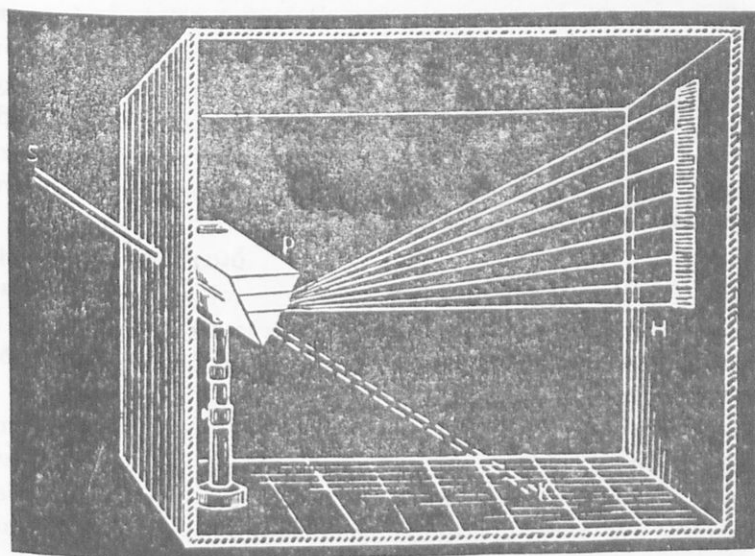
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

58. Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. Ἡλιακὸν φάσμα. —

Ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ διὰ στενῆς κυκλικῆς ὀπῆς κυλινδρικήν δέσμη ἥλιακῶν ἀκτίνων (σχ. 82), ἡ δέσμη αὕτη θὰ δώσῃ ἐπὶ διαφράγματος κυκλικὸν καὶ λευκὸν εἶδωλον Κ. Ἐὰν ὅμως παρενθέσωμεν ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῶν ἀκτίνων ὑάλινον πρίσμα Ρ οὕτως, ὥστε ἡ ἀκμὴ του νὰ εἶναι ὀριζοντία καὶ νὰ διαθλῆ τὴν δέσμην ἐν τῇ κυρίᾳ αὐτοῦ τομῇ, θὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἶδωλον ἐκτρεπόμενον πρὸς τὴν βᾶσιν τοῦ πρίσματος καὶ ἐπιμηκυνόμενον κατακορυφῶς, δηλ. καθέτως πρὸς τὴν διαθλαστικὴν **Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς**

ἀκμὴν τοῦ πρίσματος. Τὸ εἶδωλον τοῦτο, καλούμενον ἡλιακὸν φάσμα, παρουσιάζει χρώματα, τὰ ὁποῖα ἐμπλέκονται ἀνεπαισθήτως τὰ μὲν μετὰ τῶν δέ, ὥστε νὰ μὴ φαίνονται χωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων. Ἐκ

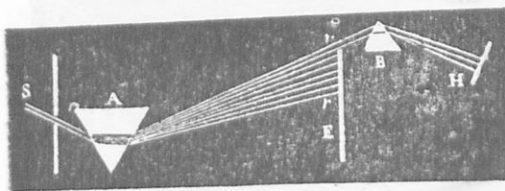


Σχ. 82

τούτων διακρίνονται ἑπτὰ κύρια, τὰ ὁποῖα διαδέχονται ἄλληλα κατὰ τὴν ἑξῆς σειρὰν (ἐὰν ἀρχίσωμεν ἀπὸ τὸ μαῖλλον ἐκτροπέμενον): ἰώδες, βαθὺ κυανοῦν ἢ ἰνδικόν, κυανοῦν, πράσινον, κίτρινον, πορτοκάλι-νον, ἔρυθρόν.

59. Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστά.—Τὸ λευκὸν φῶς εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμπτώσεως ἀπλῶν ἀκτίνων διαφόρων κεχρωσμένων καὶ ἀνίσως διὰ τοῦ αὐτοῦ διαφανοῦς μέσου διαθλαστῶν. Πράγματι, ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ προσπέσῃ ἐπὶ πρίσματος Α ἔχοντος ἀκμὴν ὀριζοντίαν δέσμη παραλλήλων ἡλιακῶν ἀκτίνων, λαμβάνομεν φάσμα, τὸ ὁποῖον ἐκτείνεται καταγορῦφος ἐπὶ διαφράγματος Ε. Μέρος ἕξ ἐνὸς χρώματος τοῦ φάσματος τούτου ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ διὰ στενῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος Ε καὶ δεχόμεθα τὰς ἀκτῖνας ταύτας ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Β

ἔχοντος ἐπίσης ἀκμὴν ὀριζοντίαν (σχ. 83). Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι συμβαίνει νέα ἐκτροπή. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ πρῖσμα A περὶ τὴν ἀκμὴν τοῦ οὕτως, ὥστε νὰ δεχθῶμεν διαδοχικῶς ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος, τὰ χρώματα ταῦτα φθάνουν ἐπὶ τοῦ δευτέρου πρίσματος B ὑπὸ τὴν αὐτὴν πρόσπτωσιν.



Σχ. 83

Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ δευτέρου διαφράγματος λαμβανόμενον εἶδωλον μετὰ τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ πρίσματος B **διατηρεῖ τὸ χρῶμα** τοῦ μέρους τοῦ φάσμα-

τος, τὸ ὁποῖον ἔχει προσπέσει ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E. Συνεπῶς, ἕκαστον χρῶμα τοῦ φάσματος **εἶναι ἀπλοῦν**, δηλ. δὲν δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς ἄλλα.

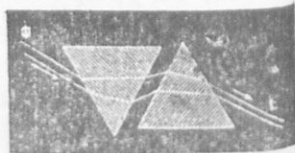
Ἡ ἐκτροπὴ ἀφ' ἑτέρου ἢ παραγομένη ὑπὸ τοῦ πρίσματος B, αὐξάνεται, ὅταν τὰ χρώματα τὰ προσπίπτοντα ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E διαδέχονται ἀλλήλα ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ ἰώδες· συνεπῶς διὰ τῆς αὐτῆς διαφανοῦς οὐσίας ἀκτίνες διαφόρων χρωμάτων **ὑφίστανται ἀνίσους ἐκτροπὰς**.

Ἐν διαφανῆς μέσον παρουσιάζει δι' ἕκαστον χρῶμα ἰδιαίτερον δείκτην διαθλάσεως, ὃ ὁποῖος αὐξάνεται, ὅπως καὶ ἡ ἐκτροπὴ, ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ ἰώδες.

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

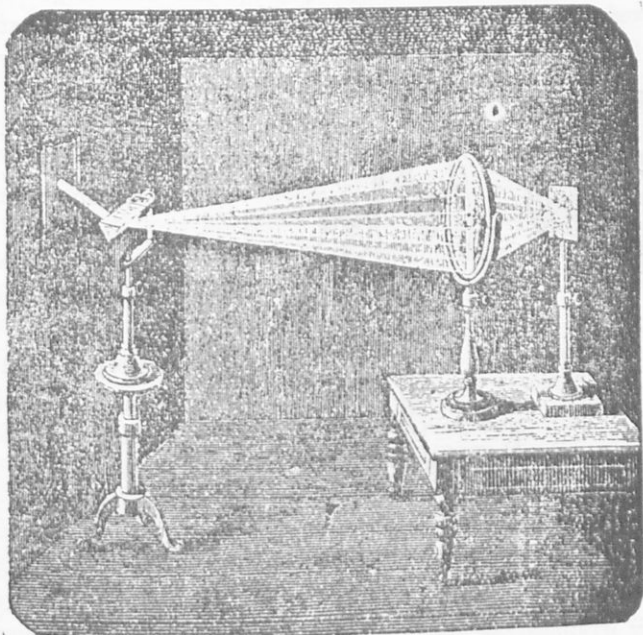
60. **Σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.**—Ἐὰν ἐπαναφέρωμεν εἰς παραλληλισμὸν τὰς διασκεδασθείσας ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ ἡλιακὸν φάσμα, ἢ ἐὰν τὰς συγκεντρώσωμεν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἢ σύμπτωσις τῶν ἐντυπώσεων δίδει τὸ αἶσθημα τοῦ λευκοῦ.

α) **Σύνθεσις διὰ πρίσματος.** Δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων, διασκεδασθεῖσα ὑπὸ τινος πρίσματος, δεχόμεθα ἐπὶ δευτέρου πρίσματος



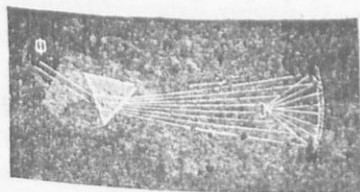
Σχ. 84

γωνίας, ἀλλὰ τοποθετημένου ἀντιστρόφως (σχ. 84). Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ δέσμη, ἡ ὁποία ἐξέρχεται ἐκ τοῦ δευτέρου πρίσματος, δίδει



Σχ. 85

ἐπὶ διαφράγματος εἶδωλον λευκόν, πλὴν τοῦ ἀνωτέρου καὶ κατωτέρου μέρους τοῦ εἰδώλου, τὰ ὁποῖα εἶναι κεχρωσμένα.



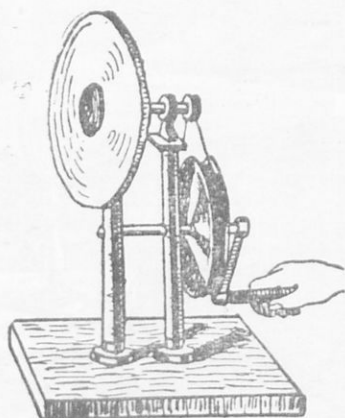
Σχ. 86

β) **Σύνθεσις διὰ συγκλίνοντος φακοῦ ἢ κοίλου κατόπτρου.** Ἐὰν διὰ συγκλίνοντος φακοῦ ἢ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου συγκεντρώσωμεν ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος τὰς κεχρωσμένας ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ πρίσματος,

παρατηροῦμεν, ὅτι σχηματίζεται εἶδωλον λευκόν (σχ. 85 καὶ 86).

γ) **Σύνθεσις διὰ τοῦ δίσκου τοῦ Νεύτωνος.** Οὗτος εἶναι δίσκος κυκλικός, ἐπὶ ᾧ ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τοῦ Ἰνστιτούτου Ἐκκλησιαστικῆς Πολιτικῆς

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



Σχ. 87

διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του, φαίνεται λευκός. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἐπέρχεται, ἕνεκα τῆς ἐπὶ τινα χρόνον παραμονῆς τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων (μεταίσθημα). Ἐπομένως, εἰὰν τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος διέρχονται ταχέως ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὗτος δέχεται συγχρόνως τὰς ἐντυ-

πώσεις τῶν ἑπτὰ χρωμάτων καὶ ὁ δίσκος φαίνεται λευκός.

61. Κατάταξις τῶν χρωμάτων.—Χρώματα ἀπλά. Χρῶμα τι καλεῖται ἀπλοῦν, ὅταν ἡ διόδός του διὰ πρίσματος οὐδόλως τὸ μεταβάλλῃ.

Χρώματα σύνθετα. Χρῶμα τι, τὸ ὁποῖον ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ πρίσματος, λέγεται σύνθετον. Τὰ φυσικὰ χρώματα ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἶναι σύνθετα.

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

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

62. Χρῶμα τῶν σωμάτων.—Σῶμα τι φαίνεται κεχρωσμένον διὰ τοῦ χρώματος, τὸ ὁποῖον τὸ καθιστᾷ ὄρατόν, εἴτε τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ σώματος εἴτε ἀνακλάται ἐπ' αὐτοῦ. Τὸ χρῶμα σώματος διαφανοῦς προκύπτει ἐκ τῆς ἀπορροφήσεως, τὴν ὁποίαν τοῦτο ἐξασκεῖ ἐπὶ τοῦ δι' αὐτοῦ διερχομένου φωτός. Εἶναι ἄχρουν ἐὰν ἀφήνη νὰ διέλθουν δι' αὐτοῦ ἐξ ἴσου ὅλα τὰ χρώματα. Εἶναι κεχρωσμένον, ἐὰν ἀφήνη νὰ διέλθουν δι' αὐτοῦ ὀρισμένα χρώματα, ἀπορροφᾷ δὲ τὰ ἄλλα. Οὕτως ὕαλος πρασίνῃ ἢ κυανῇ παρατηρούμενη διὰ ἐρυθρᾶς ὕαλου φαίνεται μέλαινα, διότι ἡ ἐρυθρὰ ὕαλος ἀφήνει καὶ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτίνες, ἀπορροφᾷ δὲ τὰς λοιπὰς.

Σῶμα τι ἀδιαφανὲς φαίνεται λευκόν, ἐὰν διαχέη ἐξ ἴσου ὅλας τὰς φωτεινὰς ἀκτίνες, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ λευκόν φῶς. Εἶναι ἄόρατον, ἐὰν ἀπορροφᾷ ὅλας. Φαίνεται δὲ κεχρωσμένον διὰ τῶν χρωμάτων, τὰ ὁποῖα διαχέει.

Εἰς τὸ ἐρυθρὸν φῶς, ὕφασμα λευκὸν ἢ ἐρυθρὸν φαίνεται ἐρυθρὸν, ἐνῶ πράσινον ὕφασμα φαίνεται μέλαν, διότι τοῦτο ἀπορροφᾷ τὸ ἐρυθρὸν (*). Ὅπως τὰ τεχνητὰ φῶτα παρουσιάζουν μεγαλύτεραν ἔντασιν εἴτε τοῦ ἐρυθροῦ (λαμπτήρες δι' ἐλαίου ἢ φωταερίου) εἴτε τοῦ κυανοῦ (ἠλεκτρικὸν τόξον), οὕτω καὶ τὰ κεχρωσμένα ὑφάσματα δὲν παρουσιάζουν εἰς τὰ τεχνητὰ φῶτα τὰς αὐτὰς ἀποχρώσεις, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν εἰς τὸ φῶς τῆς ἡμέρας.

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

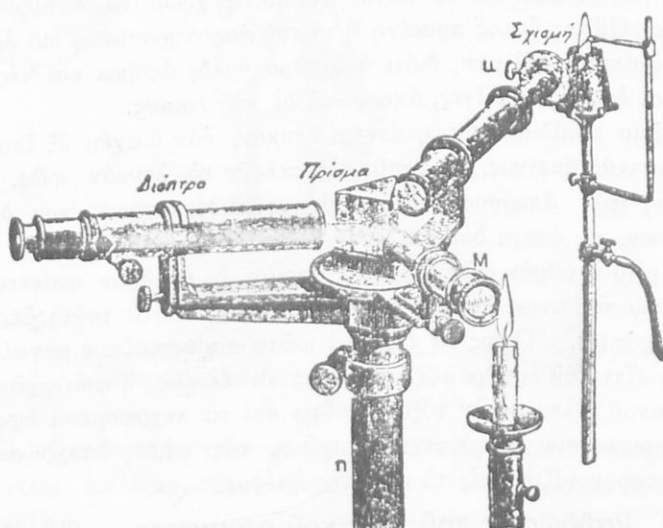
Ὁ Fraunhofer διέκρινε 10 ὁμάδας κυριωτέρων ραβδώσεων, αἱ ὁποῖα σημειοῦνται διὰ τῶν γραμμάτων Α, Β, C, D, E, F, G, H καὶ α, β.

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

(*) Τὰ πειράματα γίνονται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου.

θὲν ὑπὸ τῶν φυσικῶν Bunsen καὶ Kirchoff, εἶναι ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν ἀκριβῆ παρατήρησιν τοῦ φάσματος. Ἀποτελεῖται ἐκ τεσσάρων κυρίως μερῶν, ἴτιοι ἐξ ἑνὸς ὑαλίνου πρίσματος P καὶ τριῶν διοπτρῶν A, B, Γ (σχ, 89).

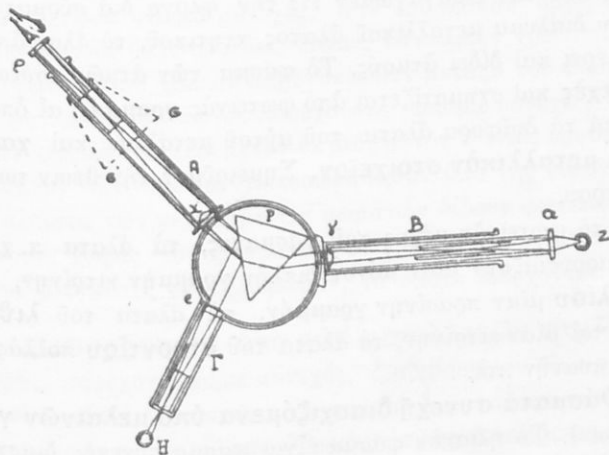
Ἡ δίοπτρα B εἶναι σωλήν, ὅστις φέρει εἰς τὸ ἓν ἄκρον του σχισμὴν α φωτιζομένην ὑπὸ τῆς πηγῆς Z, τῆς ὁποίας πρόκειται νὰ ἐξετασθῇ τὸ φάσμα. Ἡ σχισμὴ αὕτη εὐρίσκεται εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν συγκλίνοντος φακοῦ γ, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σω-



Σχ. 88

λήνος. Αἱ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ ἐξέρχονται παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ καὶ προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ πρίσματος P, τοῦ ὁποῖου αἱ ἀκμαὶ εἶναι παράλληλοι πρὸς τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς. Αἱ διαθλασθεῖσαι ὑπὸ τοῦ πρίσματος ἀκτῖνες προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ (γ) εὐρισκομένου εἰς τὸ ἄκρον τῆς δίοπτρας A. Ὁ φακὸς οὗτος παρέχει πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ φάσματος τῆς πηγῆς Z ἐντὸς τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ ρ (εὐρισκομένου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς δίοπτρας A), διὰ τοῦ ὁποῖου παρατηροῦμεν τὸ εἶδωλον τοῦτο μεγεθυμένον εἰς τὸ σ'.

Ἡ τρίτη διόπτρα Γ φέρει εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς μικρόμετρον ἀποτελούμενον ἐξ ὑαλίνης πλακῶς, ἐπὶ τῆς ὁποίας εἶναι κεκαραγμένη κλίμαξ γλιοστομέτρων. Τὸ μικρόμετρον τοῦτο, κείμενον εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ ε, φωτίζεται ὑπὸ τῆς πηγῆς Η, αἱ δὲ ὑπ' αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ ε καὶ ἀνακλόμεναι ἐν μέρει ἐπὶ τῆς ἑδρας τοῦ πρίσματος τῆς ἐστραμμένης



Σχ. 89

πρὸς τὴν διόπτραν Ἀ, προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ x τῆς διόπτρας Ἀ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν καὶ αἱ διὰ τοῦ πρίσματος διαθλασθεῖσαι ἀκτῖνες αἱ προερχόμεναι ἐκ τῆς πηγῆς Ζ. Ὁ παρατηρητής συνεπῶς βλέπει συγχρόνως, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὸ μικρόμετρον καὶ τὸ φάσμα τῆς πηγῆς Ζ καὶ σημειώνει τὰς διαρρέσεις τοῦ μικρομέτρου, αἱ ὁποῖαι ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰς ραβδώσεις τοῦ φάσματος.

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

α) **Φάσματα συνεχῆ ἄνευ ραβδώσεων.** Τοιαῦτα εἶναι τὰ φάσματα τῶν διαπύρων στερεῶν καὶ ὑγρῶν. Οἱ διάπυροι ἄνθρακες τοῦ βολταϊκοῦ-τόξου, τὰ διάπυρα σύρματα τῶν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων παρέχουν φάσματα συνεχῆ. Ἡ φλόξ τοῦ φωταερίου, τοῦ ἐλαίου, τοῦ κηρίου δίδει φάσμα συνεχές, τὸ ὁποῖον ὀφείλεται εἰς τὸν διάπυρον ἄνθρακα, ὅστις αἰωρεῖται ἐντὸς τῆς φλογός.

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

στερεά μόρια παρουσιάζουν φάσμα μὴ συνεχές, ἀποτελούμενον ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν χωριζομένων διὰ σκοτεινῶν διαστημάτων. Τοιαῦτα εἶναι τὰ φάσματα τῶν ἠραιωμένων αερίων διασχιζομένων ὑπὸ ἠλεκτρικῶν σπινθήρων καὶ τὰ φάσματα τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν. Ἐὰν π. χ. φωτίσωμεν τὴν σχισμὴν τοῦ φασματοσκοπίου διὰ τῆς ἐξόχως θερμῆς καὶ ὀλίγον ὄρατῆς φλογὸς τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen, δὲν παρατηροῦμεν φάσμα. Ἄλλ' ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν φλόγα διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου διάλυμα μεταλλικοῦ ἄλατος πτητικοῦ, τὸ ἅλας ἀποσπντίζεται ἐν μέρει καὶ δίδει ἀτμούς. Τὸ φάσμα τῶν ἀτμῶν τούτων δὲν εἶναι **συνεχές** καὶ σχηματίζεται ἀπὸ φωτεινὰς γραμμάς, αἱ ὁποῖαι εἶναι ὅμοιαι διὰ τὰ διάφορα ἄλατα τοῦ αὐτοῦ μετάλλου καὶ **χαρακτηρίζουν τὸ μεταλλικὸν στοιχεῖον**. Σημειοῦμεν τὴν θέσιν των διὰ τοῦ μικρομέτρου.

Εἰς τὸ φωτεινὸν μέρος τοῦ φάσματος, τὰ ἄλατα π. χ. τοῦ **νατρίου** παρουσιάζουν μίαν μόνον διπλὴν γραμμὴν κιτρινήν, τὰ ἄλατα τοῦ **θαλλίου** μίαν πρασίνην γραμμὴν, τὰ ἄλατα τοῦ **λιθίου** μίαν ἐρυθρὰν καὶ μίαν κιτρινήν, τὰ ἄλατα τοῦ **στρόντιου** πολλὰς ἐρυθρὰς καὶ μίαν κυανὴν κτλ.

γ) **Φάσματα συνεχῆ διασχιζόμενα ὑπὸ μελαινῶν γραμμῶν** (ραβδώσεων). Τὸ ἠλιακὸν φάσμα εἶναι φάσμα συνεχές, διασχιζόμενον ὑπὸ λεπτῶν μελαινῶν καὶ πολυπληθῶν γραμμῶν. Τὸ φῶς τῆς Σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν εἶναι τὸ ἠλιακὸν φῶς ἀνακλώμενον ἐπὶ τῶν σωμάτων τούτων, παρέχον τὸ ἠλιακὸν φάσμα μετὰ τῶν ραβδώσεων του. Οἱ ἀστέρες, ἀκριβῶς εἰπεῖν, παρουσιάζουν φάσματα συνεχῆ, διασχιζόμενα ὑπὸ σκιερῶν γραμμῶν ἀναλόγων πρὸς τὰς ἠλιακάς, ἀλλὰ διαφόρων θέσεων.

Τὸ φάσμα τῶν μὴ διαλυτῶν νεφελωμάτων σχηματίζεται ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι ἐμφαίνονται διάπτρα αἴερα.

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

Ἡ ἐμφάνισις ἀγνώστων γραμμῶν ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὴν ἀναψηφιοποίηθῆκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

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

67. Φάσματα ἀπορροφήσεως.—Ὅταν λευκὸν φῶς παρέχον φάσμα συνεχῆς διαβιβάσωμεν διὰ σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἀπορροφῶντι τινὰ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων αὐτοῦ, λαμβάνομεν φάσμα **ἀπορροφήσεως.** Τοῦτο εἶναι φάσμα συνεχῆς, ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ὅμως ἐλλείπουν αἱ ἀπορροφηθεῖσαι ἀκτινοβολαί. Οὕτως ἐὰν ὑάλον χρωσθεῖσαν ἐρυθρὰν δι' ὀξειδίον τοῦ χαλκοῦ παρενθέσωμεν μεταξὺ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ πηγῆς λευκοῦ φωτὸς παρεχούσης φάσμα συνεχῆς, θὰ παρατηρήσωμεν φάσμα ἀποτελούμενον ἐκ μιᾶς μόνον ταινίας ἐρυθρᾶς, καθ' ὅσον αἱ λοιπαὶ ἀκτινοβολαὶ ἀπερροφήθησαν ὑπὸ τῆς ὑάλου.

Τὰ πλεῖστα τῶν κεχρωσμένων σωμάτων δίδουν φωτεινὰς ταινίας εἰς διαφόρους χώρας τοῦ φάσματος: τὸ χροῶμα τῆς ταινίας εἶναι τὸ χροῶμα τοῦ μείγματος τῶν χρωμάτων, τὰ ὁποῖα διέρχονται.

68. Ἀπορρόφησις ὑπὸ τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν.—Ἐὰν λευκὸν φῶς, παρέχον φάσμα συνεχῆς, διαβιβάσωμεν διὰ μεταλλικῶν ἀτμῶν καὶ κατόπιν ἐξετάσωμεν τὸ φάσμα διὰ τοῦ φασματοσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ **μεταλλικὸς ἀτμὸς ἀπορροφᾷ τὰς ἀκτῖνας, τὰς ὁποίας ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἐκπέμπῃ,** ἀφήνει δὲ τὰς λοιπὰς νὰ διέλθουν (ἀρχὴ τοῦ Kirchhoff). Διὰ νὰ δεῖξωμεν τοῦτο, σχηματίζομεν ἐπὶ διαφράγματος τὸ συνεχῆς φάσμα σχισμῆς φωτιζομένης διὰ φωτὸς τοῦ Drummond. Ἐὰν ἐντὸς φλογὸς Bunsen τοποθετήσῃς πρὸ τῆς σχισμῆς καύσωμεν τεμάχιον νατρίου (ὁπότε ἡ φλὸξ παρέχει ζωηρὸν κίτρινον φῶς), παρατηροῦμεν, ὅτι ἐμφανίζεται εἰς τὸ συνεχῆς φάσμα μία μέλαινα γραμμὴ εἰς τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἐμφανίζεται ἡ κίτρινη γραμμὴ τοῦ νατρίου, τὴν ὁποίαν λαμβάνομεν ὅταν φωτίσωμεν τὴν σχισμὴν διὰ φλογὸς νατρίου. Δηλ. μεταξὺ ὄλων τῶν ἀκτινοβολιῶν, τὰς ὁποίας ἐκπέμπει τὸ λευκὸν φῶς, ὁ ἀτμὸς τοῦ νατρίου ἀπερρόφησε τὴν κίτρινην, ἡ ὁποία εἶναι ἀκριβῶς ἡ ἀκτινοβολία τῆς φλογός.

Τὸ πείραμα τοῦτο πραγματοποιεῖ τὸ φαινόμενον, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν **ἀντιστροφήν τῆς ραβδώσεως τοῦ νατρίου.**

69. Ἐξηγήσις τῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος

τος.—Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παραδεχόμεθα, ὅτι ὁ ἥλιος ἀποτελεῖται ἐκ διαπύρου πυρῆνος (φωτοσφαίρας), ὅστις ἐκπέμπει ὅλας τὰς ἀκτινοβολίας, αἱ ὁποῖαι παρέχουν φάσμα συνεχές. Ὁ πυρὴν οὗτος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας (τῆς **χρωμοσφαίρας**), τῆς ὁποίας ἡ θερμοκρασία εἶναι ταπεινότερα τῆς θερμοκρασίας τοῦ πυρῆνος καὶ περιέχει διαπύρους ἀτμούς διαφόρων σωμάτων.

Ἡ χρωμόσφαιρα, παρατηρουμένη μεμονωμένως (π. χ. κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις τοῦ Ἡλίου, ὁπότε ἀποκρύπτεται ὁ λαμπρὸς πυρῆν), δίδει φάσμα μὲ φωτεινὰς γραμμάς, αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εἰς τοὺς ἀτμούς, τοὺς ὁποίους περιέχει. Οἱ ἀτμοὶ οὗτοι ἀπορροφοῦν ἐκείνας τῶν ἀκτινοβολιῶν τοῦ πυρῆνος, τὰς ὁποίας αὐτοὶ οὗτοι ἐκπέμπουν. Τοιοῦτοτρόπως ἀναφαίνονται εἰς τὸ φάσμα μέλαινα ραβδώσεις εἰς τὴν θέσιν ἀκριβῶς τῶν φωτεινῶν γραμμῶν, τὰς ὁποίας παρέχει τὸ φάσμα τῆς χρωμοσφαίρας.

Ἐκ τῆς συμπτώσεως, λοιπόν, ραβδώσεων τινων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος μετὰ διαφόρων φωτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζουν ὠρισμένον ἕριωδες σῶμα, δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν περὶ τῆς παρουσίας τοῦ σώματος τούτου εἰς τὴν χρωμόσφαιραν. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἡλίου ὑπάρχουν πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς στοιχείων, π. χ. ὕδρογονον, νικέλιον, ἀσβέστιον, χαλκὸς κτλ.

70. Ἰδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.—Ἡ φωτεινὴ ἔντασις τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ φάσματος εἶναι μεταβλητὴ· τὸ μέγιστον τοῦ φωτισμοῦ εὐρίσκεται περὶ τὸ μέσον τοῦ κατρίνου. Ἐὰν κατὰ μῆκος τοῦ φάσματος περιφέρωμεν εὐαίσθητον θερμομετρικὴν συσκευὴν, παρατηροῦμεν εἰς τὸ ὄρατὸν φάσμα ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἡ ὁποία αὐξάνεται ἐκ τοῦ ἰώδους πρὸς τὸ ἐρυθρὸν. Τὸ θερμαντικὸν ἀποτέλεσμα ἐπεκτείνεται εἰς τὸ πρὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέρος τοῦ φάσματος δι' **ἀόρατων ἀκτίνων**, ὀλιγώτερον διαθλαστῶν τῶν ἐρυθρῶν. Ἐπίσης ἀνευρίσκομεν εἰς τὸ μέρος τοῦτο (θερμικὸν φάσμα) **πλήθος ραβδώσεων**, χωρῶν δηλ. ἄνευ θερμαντικοῦ ἀποτελέσματος.

Ἄφ' ἐτέρου αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προκαλοῦν **ἀντιδράσεις χημικὰς** ἐπὶ διαφόρων οὐσιῶν. Οὕτω τὸ ἡλιακὸν φῶς προκαλεῖ τὴν σύνθεσιν τοῦ ὕδρογονου μετὰ τοῦ χλωρίου, μετατρέπει τὸν λευκὸν φωσφόρον εἰς ἐρυθρὸν, ἀποσυνθῆτει τὰ ἄλατα τοῦ ἀργύρου· φύλλον χάρτου κεκαλυμμένον διὰ λεπτοῦ στρώματος χλωριούχου ἀργύρου με-

λανοῦται ὑπὸ τοῦ φάσματος ἀπὸ τοῦ κίτρινου μέχρι τοῦ ἰώδους, ἐνῶ αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες καὶ αἱ πρὸ τοῦ ἐρυθροῦ (ὑπερέρυθροι) οὐδόλως ἐπιδροῦν ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ἄλατος τοῦ ἀργύρου ἐπεκτείνεται πέραν τοῦ ἰώδους, εἰς μέρος **ἀόρατον** τοῦ φάσματος, καλούμενον **ὑπεριώδες**. Τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φάσματος (**χημικὸν φάσμα**) παρουσιάζει **ραβδώσεις**, αἱ ὁποῖαι διαγράφονται **λευκαὶ** ἐπὶ μέλανος βάθους, ἀλλοιωθέντος ὑπὸ τῶν ἐνεργῶν ἀκτίνων.

Φυσιολογικαὶ ιδιότητες τοῦ φωτός. Τὸ φῶς ἐπισπεύδει τὰς ἀναπνευστικὰς καύσεις τῶν ζώων. Ἡ στέρησις φωτός ἐπιβραδύνει τὴν θρέψιν, προκαλεῖ πολυσαρκίαν κλπ.

Ἡ **μικροβιοκτόνος δράσις** τῶν λίαν διαθλαστικῶν ἀκτίνων χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φωτοθεραπείαν καὶ εἰς τὴν ἀποστείρωσιν τοῦ ὕδατος.

Ἡ **ἀφομοίωσις τῶν φυτῶν** γίνεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ φωτός κλπ.

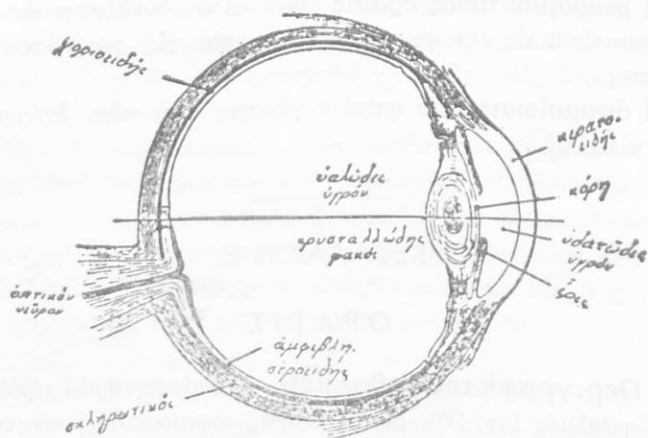
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΟΡΑΣΙΣ

71. Περιγραφή τοῦ ὀφθαλμοῦ.—Τὸ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως, δηλ. ὁ ὀφθαλμὸς (σχ. 90), εἶναι βολβὸς σφαιροειδῆς, κινήτος ἐντὸς ὀστεώδους κοιλότητος τοῦ κρανίου, ἣτις καλεῖται **κόγχη**. Ἐξωτερικῶς περιβάλλεται ὁ ὀφθαλμὸς ὑπὸ λευκῆς μεμβράνης ἀδιαφανοῦς, ἣ ὁποία καλεῖται **σκληρωτικὸς χιτῶν**. Ἐπὶ τῆς μεμβράνης ταύτης παρεμβάλλονται οἱ μύες οἱ παράγοντες τὰς κινήσεις τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ σκληρωτικὸς χιτῶν πρὸς τὰ ὀπίσω μὲν παρουσιάζει ὀπὴν, διὰ τῆς ὁποίας διέρχεται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, πρὸς τὰ ἔμπροσ δὲ καθίσταται κυρτότερος καὶ διαφανῆς κατὰ τὸ μέρος τοῦτο καὶ καλεῖται **κερατοειδῆς χιτῶν**. Ἐσωθεν τοῦ σκληρωτικοῦ κεῖται ὁ **χοριοειδῆς χιτῶν**, λίαν ἀγγειοβριθῆς καὶ μέλας. Ἐπὶ τούτου δὲ ἐξαπλοῦται λεπτὴ μεμβράνη διαφανῆς, ὁ **ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν**, ἀποτελούμενος ἐκ τῶν διακλαδώσεων τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου. Οὗτος παρουσιάζει, εἰς ὃ σημεῖον εἰσέρχεται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, προεξοχὴν καλουμένην **τυφλὸν σημεῖον**, τελείως ἀναίσθητον εἰς τὸ φῶς. Πλησίον τοῦ σημείου τού-

του εϋρίσκεται μικρά χώρα, ἡ ὁποία ἔχει τὴν μεγαλυτέραν εὐπάθειαν καὶ καλεῖται **ὠχρὰ κηλὶς**. Εἰς τὸ μέσον δὲ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ὑπάρχει τὸ **κεντρικὸν βοθρίον**, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει τὴν μεγίστην εὐπάθειαν. Ὁ χοριοειδῆς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσ σχηματίζει διάφραγμα κυκλικόν, τὴν **ἴριδα**, ποικίλως χρωματισμένην, ἣτις φέρει εἰς τὸ μέσον ὀπήν, τὴν **κόρην**, διὰ τῆς ὁποίας εἰσέρχονται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες. Ἡ κόρη εὐρύνεται ἢ σμικρύνεται διὰ κυκλικῶν καὶ ἀκτινοειδῶν ἰνῶν τῆς ἴριδος, οὕτω δὲ ρυθμίζεται ἐκάστοτε ἡ ποσότης τῶν εἰσερχομένων ἀκτίνων.

Τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῆς ἴριδος καὶ τοῦ κε-



Σχ. 90

ρατοειδοῦς χιτῶνος, ἔχον σχῆμα συγκλίνοντος μηνίσκου, εἶναι ὁ **πρόσθιος θάλαμος** τοῦ ὀφθαλμοῦ. Οὗτος εἶναι πλήρης διαφανοῦς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει σχεδόν, ὅπως καὶ ὁ κερατοειδῆς, τὸν δείκτην διαθλάσεως τοῦ ὕδατος καὶ τὸ ὁποῖον καλεῖται **ὑδατώδες ὑγρὸν**.

Ἀμέσως ὀπισθεν τῆς ἴριδος εὐρίσκεται ὁ **κρυσταλλώδης φακός**, ἀμφίκυρτος καὶ διαφανής, διαθλαστικώτερος τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ. Ὁ κρυσταλλώδης φακός ἔχει τὴν προσθίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν ὀλιγώτερον κυρτὴν ἀπὸ τὴν ὀπισθίαν καὶ συγκρατεῖται διὰ τῆς περὶ αὐτὸν **ἀκτινοειδοῦς ζώνης**, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ ἐξωτερικὴ προέκτασις τοῦ χοριοειδοῦς. Ὅλον τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον

μεταξὺ τοῦ κρυσταλλώδους φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τὸ ὁποῖον εἶναι ὁ ὀπίσθιος θάλαμος τοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶναι πλήρης ὑγροῦ πηκτώδους καὶ διαφανοῦς, τοῦ ὁποῖου ὁ δείκτης ὀλίγον διαφέρει ἀπὸ τὸν δείκτην τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ καὶ τὸ ὁποῖον καλεῖται **ὕαλῳδες ὑγρόν**. Ἡ εὐθειᾶ, ἡ ὁποία συνδέει τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ φακοῦ μὲ τὸ κεντρικὸν βοθρίον, ὀνομάζεται **ὀπτικὸς ἄξων** τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν φωτογραφικὸν θάλαμον, τοῦ ὁποῖου τὸν συγκλίνοντα φακὸν ἀποτελοῦν τὰ διαθλαστικὰ μέσα τοῦ ὀφθαλμοῦ. Αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουν τὰ ἐξωτερικὰ ἀντικείμενα, εἰσερχόμενα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ὑφίστανται μίαν πρῶτην ἐκτροπὴν πρὸς τὸν ἄξονα, διερχόμενα διὰ τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον εἶναι διαθλαστικώτερον τοῦ ἀέρος. Αἱ μᾶλλον ἀποκλίνουσαι ἀκτῖνες ἐμποδίζονται ὑπὸ τῆς ἰριδος 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. Ὁ χιτῶν οὗτος, ὅστις εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, δέχεται τρόπον τινὰ φωτογραφικὴν ἀποτύπωσιν, ἡ ὁποία παράγει τὸ φωτεινὸν αἴσθημα.

72. Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.—Κατὰ τὰ προηγούμενα, ὁ ὀφθαλμὸς πρέπει νὰ δώσῃ εἰδῶλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων πραγματικὰ καὶ ἀνεστραμμένα, τὰ ὁποῖα θὰ σχηματισθοῦν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς εἶναι καλῶς διαμορφωμένος. Τοῦτο ἐπαληθεύεται διὰ τοῦ πειράματος. Ἐὰν τοποθετήσωμεν κηρίον ἀνημμένον ἀπέναντι ὀφθαλμοῦ βοός, ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ἀφηρέσαμεν τὸν σκληρωτικὸν καὶ χοριοειδῆ εἰς τὸ ὀπίσθιον ἡμῶν, παρατηροῦμεν, ὅτι διαγράφεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τὸ ἀνεστραμμένον εἶδωλον τοῦ κηρίου. Διὰ νὰ εἶναι τὰ εἰδῶλα εὐκρινῆ, πρέπει νὰ σχηματίζονται **ἀκριβῶς** ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι ἀμετάβλητος, ἔπρεπε τὸ εἶδωλον νὰ σχηματίζεται εὐκρινῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς μόνον ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται εἰς τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, πάντοτε τὴν

αὐτὴν διὰ τὸ αὐτὸ ἄτομον. Ἐπομένως εἰς μικροτέραν ἀπόστασιν τὸ εἶδωλον ἔπρεπε νὰ σχηματισθῇ ὀπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἰς μεγαλυτέραν δὲ ἔμπροσθεν αὐτοῦ, ὁπότε κατ' ἀμφοτέρας ταύτας τὰς περιπτώσεις τὸ εἶδωλον δὲν θὰ εἶναι εὐκρινές. Οὐδὲν ὅμως ἐκ τούτων συμβαίνει, καθ' ὅσον ὁ ὀφθαλμὸς ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ **προσαρμόζεται** πρὸς τὰς διαφόρους ἀποστάσεις τῶν ἀντικειμένων. Ἡ προσαρμογὴ δὲ αὕτη συνίσταται εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς καμπυλότητος τῆς ἔμπροσθίας ἐπιφανείας τοῦ φακοῦ, ἡ ὁποία ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον προσεγγίζῃ, αὕτη συστέλλεται, τότε δὲ ὁ φακὸς καθίσταται κυρτότερος καὶ τὸ εἶδωλον πλησιάζον πίπτει ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.

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

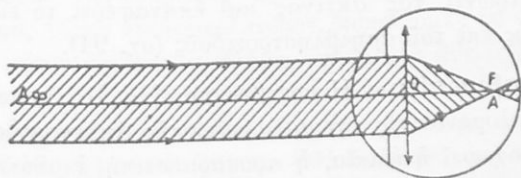
Οὕτω διὰ κανονικὸν ὀφθαλμόν, τοῦ ὁποίου ὁ φακὸς ἔχει τὴν συνήθη κυρτότητα, τὰ λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀντικείμενα φαίνονται μὲ σαφῆ ὄρια, οἱ δὲ ἀστέρες ὡς λαμπρὰ σημεῖα. Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει, ἡ ἔμπροσθία ἔδρα τοῦ φακοῦ βαθμηδὸν κυρτουταὶ διὰ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν μετάθεσιν τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, καὶ τὸ ἀντικείμενον ἐξακολουθεῖ νὰ φαίνεται εὐκρινές. Ἄλλ' ὑπάρχει ὄριον εἰς τὴν προσαρμογὴν. Ἡ κυρτότης τοῦ φακοῦ δὲν δύναται νὰ υπερβῇ ὀρισμένην τιμὴν, καὶ ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὐρεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ μικροτέραν τῶν 25 περίπου ἑκατ. ὁ ὀφθαλμὸς δὲν δύναται νὰ τὸ διακρίνῃ εὐκρινῶς. Ἡ ὀρικὴ αὕτη ἀπόστασις τῶν 25 ἑκατ. καλεῖται **ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινουῦς ὁράσεως**.

74. Μυωπία.—Λέγομεν, ὅτι ὀφθαλμὸς τις εἶναι **μύωψ**, ὅταν δὲν βλέπῃ εὐκρινῶς πέραν μέτρων τινῶν. Ἀφ' ἑτέρου ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινουῦς ὁράσεως εἶναι διὰ τὸν μύωπα μικροτέρα τῶν 15 ἑκατ.

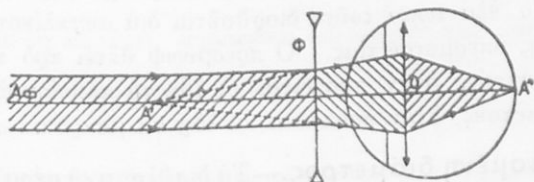
Ἡ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἄξων τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι ὑπὲρ τὸ δέον μακρός. Τὸ εἶδωλον Α ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου σχηματίζεται διὰ τοῦτο πρὸ καὶ ὀπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (Πολιτικῆς). Τὸ

ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος, διὰ τοῦ ὁποίου ἐκτρεπόμενα αἱ ἀκτῖνες συνάγονται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς,

Σχ. 91



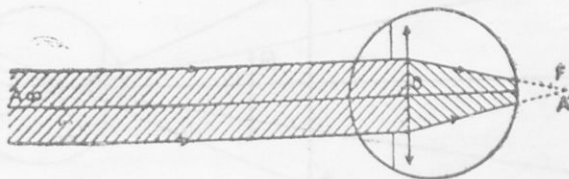
Σχ. 92



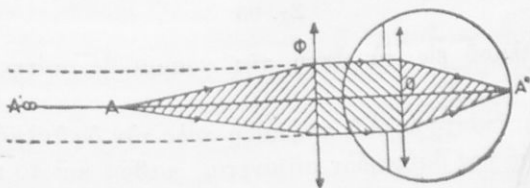
ἐὰν ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τούτου ἐκλεγῆ καταλλήλως (σχ. 92).

75. Ὑπερμετρωπία.—Ἡ ὑπερμετρωπία εἶναι τὸ ἀντίστροφον τῆς μυωπίας. Ὁ ἄξων τοῦ ὑπερμέτρωπος ὀφθαλμοῦ εἶναι ὑπὲρ τὸ δέον βραχύς, ἔνεκα τούτου δὲ τὸ εἶδωλον A' ἀπομεμακρυσμένον ἀντικειμένον σχηματίζεται ὀπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 93). Ἡ

Σχ. 93



Σχ. 94



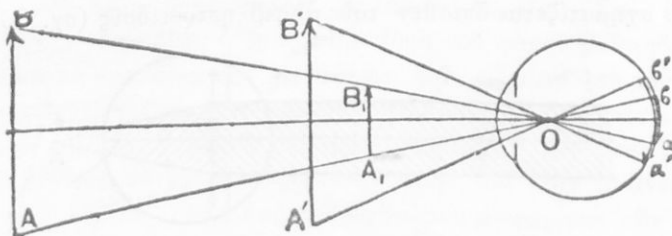
ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως εἶναι τότε μεγαλύτερα τῆς τοῦ κανονικοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ ἡ θέα ἀπομεμακρυσμένων ἀντικει-

μένων απαιτεῖ ἰσχυρὰν προσαρμογὴν. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ καταλλήλου ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὁ φακὸς οὗτος συγκεντρώνει τὰς ἀκτῖνας καὶ ἐπαναφέρει τὸ εἶδωλον (Α'') πρὸς τὰ ἐμπρὸς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 94).

76. Πρεσβυωπία.—Ἡ πρεσβυωπία εἶναι ἐλάττωμα τῆς προσαρμογῆς, ὀφειλόμενον εἰς τὴν χαλάρωσιν τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. Καθ' ὅσον προχωρεῖ ἡ ἡλικία, ἡ προσαρμοστικὴ ἰκανότης ἐλαττοῦται, ἔνεκα τούτου δὲ ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως ἀυξάνεται. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ, ὅπως καὶ τῆς ὑπερμετρωπίας. Ὁ πρεσβύωψ θέτει πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν τοὺς φακοὺς, ὅταν πρόκειται νὰ ἴδῃ τὰ πλησίον ἀντικείμενα, καὶ ἀφαιρεῖ αὐτοὺς, ὅταν πρόκειται νὰ ἴδῃ τὰ μακρὰν.

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

Καλοῦμεν **φαινομένην διάμετρον** γραμμικῆς διαστάσεως AB ἀντικειμένου τινός, εἰς ὠρισμένην θέσιν, τὴν γωνίαν, ἡ ὁποία σχηματίζεται ὑπὸ τῶν εὐθειῶν, αἵτινες ἄγονται ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου



Σχ. 95

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

Ὅταν ἡ διάστασις AB πλησιάζῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμόν, ἡ φαινομένη διάμετρος τῆς βαθμηδὸν ἀυξάνεται, καθὼς καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς σχηματιζομένου εἰδώλου, αἱ δὲ λεπτομέρειαι τῆς AB καθίστανται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον εὐκρινεῖς. Κατὰ ταῦτα, διὰ νὰ παρατηρήσωμεν ἀντικείμενόν τι ὠρισμένου μεγέθους,

ὅσον τὸ δυνατόν λεπτομερέστερον, πρέπει νὰ τὸ θέσωμεν εἰς τὴν ἐλάχιστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινουῦς ὁράσεως. Ὅσον ἢ ἀπόστασις αὕτη εἶνε μικροτέρα, τόσον λεπτομερέστερον διακρίνομεν τὸ ἀντικείμενον. Διὰ τοῦτο ὁ μύωψ ὀφθαλμὸς βλέπει τὰ μικρὰ ἀντικείμενα μεγαλύτερα ἀπὸ ὅσον τὰ βλέπει ὀφθαλμὸς κανονικὸς.

78. Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντύπώσεων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἢ μεταίσθημα.—Ἡ ἐπίδρασις τοῦ φωτὸς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς δύναται νὰ εἶναι πολὺ βραχεῖα ἢ ἐντύπωσις ὅμως, τὴν ὁποίαν αὕτη παράγει, παραμένει ἐπὶ $\frac{1}{12}$ τοῦ δευτερολέπτου μετὰ τὴν ἔκλειψιν τοῦ φωτεινοῦ σώματος.

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

πτου θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπωσιν φωτὸς συνεχοῦς. Ἐὰν π. χ. διάπυρον ἄνθρακα περιστρέψωμεν ταχέως, βλέπομεν ὀλόκληρον φωτεινὴν περιφέρειαν. Τροχὸς, ὁ ὁποῖος φέρει ἀκτῖνας, στρεφόμενος ταχέως φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰ ὑδατίνων νημάτων. Ἐὰν κινῶμεν τὴν χεῖρά μας ταχέως καὶ ὀριζοντίως ἔμπροσθεν βιβλίου, δυνάμεθα νὰ ἀναγινώσκωμεν αὐτὸ ἄνευ διακοπῆς κτλ.

Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης στηρίζεται ὁ κινηματογράφος.

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

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

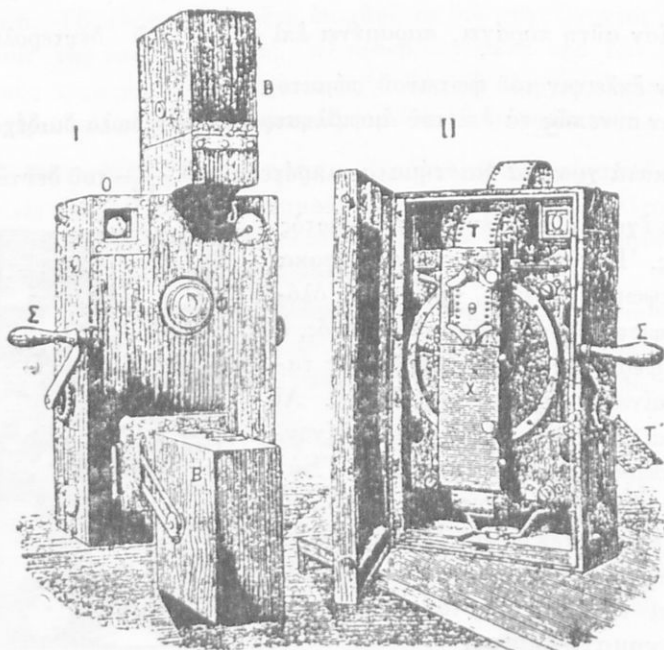


Σχ. 96

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

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

Πρὸς τοῦτο αἱ εἰκόνες λαμβάνονται ἐπὶ εὐκάμπτου ταινίας ἐκ κυτταρινοῖδης (σχ. 96). Ἡ ταινία αὕτη (φίλμ) τίθεται ἐντὸς προβολέως (T, σχ. 97, II) καὶ κινεῖται οὕτως, ὥστε αἱ εἰκόνες νὰ διέρχονται



Σχ. 97

πρὸ μικρᾶς ὀπῆς Θ, ἥτις ἀνοίγεται στιγμιαίως, ὅταν ἡ εἰκὼν φθάσῃ πρὸ αὐτῆς, καὶ οὕτω φωτιζομένη ἰσχυρῶς προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος. Κατόπιν ἡ ὀπή κλείεται στιγμιαίως, κατὰ τὸν χρόνον δὲ τοῦτον ἡ εἰκὼν ἀντικαθίσταται διὰ τῆς ἀμέσως ἐπομένης κ. ο. κ.

Ἡ ταινία ἴσεται ἀκίνητος ἐπὶ ἐλάχιστον χρόνον, ὡσάκις προβάλλεται ἐκάστη εἰκὼν τῆς.

Σημείωσις. Πρὸ ἐτῶν εἰσῆχθη ὁ ἠχητικὸς καὶ ὁ ὀμι-

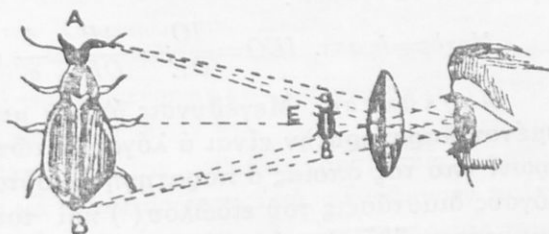
λῶν κινηματογράφος, ὁ ὁποῖος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀποδίδει συγχρόνως καὶ ἤχον ἢ ὁμιλίαν. Ἡ σύγχρονος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀπόδοσις τοῦ ἤχου ἐπιτυγχάνεται κατὰ δύο τρόπους: α) διὰ συνδυασμοῦ κινηματογράφου καὶ φωνογράφου, β) δι' εἰδικῆς ταινίας, ἐπὶ τῆς ὁποίας πλαγίως τῶν εἰκόνων ἀποτυποῦνται ὑπὸ μορφὴν γραμμῶν διαφόρου σκιερότητος αἱ ἤχητικαὶ κυμάνσεις, ἀφοῦ μετατραποῦν καταλλήλως εἰς φωτεινάς. (*)

Κατὰ τὴν προβολὴν τῆς ταινίας ταύτης, αἱ μὲν εἰκόνες προβάλλονται ἐπὶ τῆς οὐθόνης, τὸ δὲ ἤχητικὸν μέρος αὐτῶν, φωτιζόμενον ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς, προκαλεῖ, διερχόμενον πρὸ καταλλήλου ἠλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως, αὔξησιν ἢ ἐλάττωσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἀναλόγως τῆς σκιερότητος τῶν γραμμῶν τοῦ διερχομένου μέρους τῆς ταινίας. Αἱ αὐξομειώσεις αὗται τοῦ ρεύματος προκαλοῦν τὴν ἀναπαγωγὴν τοῦ ἤχου εἰς μεγάφονον καταλλήλως παρεμβεβλημένον εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

79. Ἄπλοῦν μικροσκόπιον.—Τὸ ἄπλοῦν μικροσκόπιον εἶναι φακὸς συγκλίνων μὲ βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, διὰ τοῦ ὁποίου λαμβάνομεν μεγεθυ-
 σμένα φανταστικὰ εἴδωλα μικρῶν ἀντικειμένων, καὶ δυνάμεθα οὕτω νὰ διακρίνωμεν καλύτερον τὰς λεπτομερείας τῶν ἀντικειμένων τούτων.



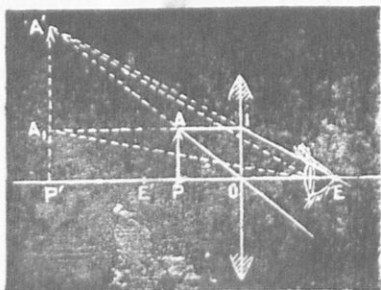
Σχ. 98

Τὸ ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ μᾶς τῶν ἐστιῶν του (σχ. 98), ὅποτε, καθὼς ἐμάθομεν, δίδει εἶδωλον φανταστικόν, μεγεθυμένον καὶ ὄρθιον.

* Βλ. «φωτοκύτταρον», § 249, καὶ σημειώσεις.

Διὰ νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον, τὸ θέτομεν πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, κατόπιν δὲ ἐλαττοῦμεν βαθμηδὸν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ μικροσκοπίου, ἕως ὅτου τὸ εἶδωλον φανῆ ὅσον τὸ δυνατὸν εὐκρινέστερον. Ἡ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι τότε ἐπαισθητῶς ἴση πρὸς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως (τὴν ὁποίαν θὰ παριστῶμεν διὰ τοῦ δ).

Ἰσχύς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Ἰσχύς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου καλεῖται ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν δι' αὐτοῦ τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου ἔχοντος μῆκος ἴσον μετὰ τὴν μονάδα.



Σχ. 99

Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς εὐρίσκειται ἀκριβῶς εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν E (σχ. 99) τοῦ φακοῦ, ἡ ἰσχύς τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου θὰ ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{\phi}$.

Σημειώσεις. Διότι, ἐὰν $AP = l$, ἰσχύς = γωνία $A'EP' =$ γωνία IEO .

Ἄλλ' ἀντὶ τῆς γωνίας IEO , λόγῳ τῆς σμικρότητός της, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν τὴν ἐφαπτομένην της, ὁπότε θὰ ἔχωμεν :

$$\text{Ἰσχύς} = \text{ἐφαπτ. } IEO = \frac{IO}{OE} = \frac{AP}{OE} = \frac{l}{\phi} \quad (\text{διότι } IO = AP).$$

Μεγέθυνσις. Μεγέθυνσις ἀπλοῦ μικροσκοπίου δι' ὠρυσμένον παρατηρητὴν εἶναι ὁ λόγος M τῶν φαινομένων διαμέτρων, ὑπὸ τὰς ὁποίας ὁ παρατηρητὴς οὗτος βλέπει δύο ὁμολόγους διαστάσεις τοῦ εἰδώλου (*) καὶ τοῦ ἀντικειμένου (**), ἀμφοτέρων ἐξεταζομένων εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως ($\delta = 25$ ἐκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ = EP' εἰς τὸ σχῆμα). Ἦτοι $M = \frac{A'EP'}{A_1EP'} = \frac{\delta}{\phi}$.

* Δηλ. διὰ τοῦ φακοῦ.

** Δηλ. διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

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

Ἐπίσης γωνία $A_1EP' = \varepsilon\varphi A_1EP' = \frac{A_1P'}{P'E} = \frac{AP}{\delta}$ (2)
(διότι $A_1P' = AP$).

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

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

Ἦτοι ἡ μεγέθυνσις ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς ἰσχύος $\frac{1}{\varphi}$ ἐπὶ τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν δ τῆς εὐκρινοῦς δράσεως.

Ἄρ ι θ μ. ἔ φ α ρ μ ο γ ή. Ἐὰν $\delta = 0,30 \mu.$ καὶ $\varphi = 0,10 \mu.$,
 $M = \frac{30}{10} = 3$. Ἐὰν $\delta = 0,30 \mu.$ καὶ $\varphi = 0,05$, $M = \frac{30}{5} = 6$.

Σημείωσις. Παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ μεγέθυνσις εἶναι ἴσων μεγάλυτέρα, ὅσον τὸ δ εἶναι μεγαλύτερον. Ἐπομένως ὀφθαλμὸς ὑπερμετρῶφ κερδίζει περισσότερον ἀπὸ ὀφθαλμὸν ἐμμέτρῶφ ἢ μύωπα χρησιμοποιῶν τὸ μικροσκόπιον.

Ἐ φ α ρ μ ο γ α ί. Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον χρησιμοποιεῖται πολὺ εἰς τὴν Βοτανικὴν καὶ τὴν Ὄρνυτολογίαν. Ἐπίσης εἰς τὴν ὥρολογιοποιίαν καὶ τὴν χαρακτηριστικὴν τῶν μετάλλων, καθὼς καὶ διὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν χαρτῶν, διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν μικρογραφιῶν, διὰ τὴν μέτρησιν τῶν νημάτων τῶν ὑφασμάτων κτλ.

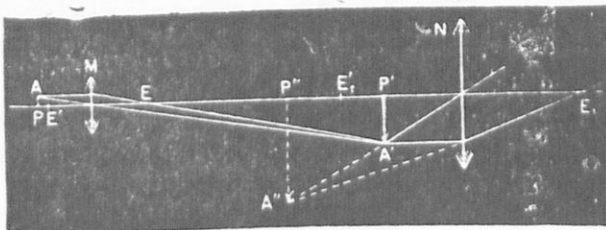
80. Σύνθετον μικροσκόπιον.—Τοῦτο χρησιμεύει, καθὼς καὶ τὸ ἀπλοῦν, διὰ νὰ παρατηρῶμεν ὑπὸ μεγέθυνσιν πολὺ μικρὰ ἀντικείμενα καὶ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας τῶν καλύτερον παρὰ διὰ τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου.

Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον συνίσταται κυρίως ἀπὸ δύο ὀπτικὰ συστήματα :

α) Τὸ ἀντικειμενικόν, τὸ ὁποῖον εἶναι σύστημα συγκλίνον βραχείας ἑστιακῆς ἀποστάσεως, δίδον εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου πραγματικὸν καὶ πολὺ μεγεθυμένον.

β) Τὸ **προσοφθάλμιον**, τὸ ὁποῖον εἶναι ἄπλοῦν μικροσκόπιον, διὰ τοῦ ὁποῖου ἐξετάζομεν τὸ εἶδωλον τοῦτο.

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



Σχ. 100

ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ Μ ὀλίγον μεγαλύτεραν τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεώς του, δίδει εἶδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον P'A' πολὺ μεγεθυσμένον ἐντὸς τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ προσοφθαλμοῦ συστήματος. Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα, λειτουργοῦν τότε ὡς ἄπλοῦν μικροσκόπιον, μεταφέρει τὸ εἶδωλον εἰς τὸ P''A'', μεγεθῦνον αὐτό. Μεταθέτοντες τὸν σωλῆνα δόλοκληρον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ἐπιτυγχάνομεν ὥστε τὸ φανταστικὸν εἶδωλον P''A'' νὰ σχηματισθῇ εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, ὅποτε καθίσταται εὐκρινέστατον. Ἴνα δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ ὅσον τὸ δυνατόν περισσοτέρας ἀκτῖνας, πρέπει νὰ τεθῇ εἰς τὴν ἐστίαν E₁ τοῦ προσοφθαλμοῦ.

Τὸ σχῆμα 101 παριστᾷ σύνθετον μικροσκόπιον.

Σημείωσις. Ἡ μεγέθυνσις τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου δι' ὠρισμένον παρατηρητὴν ὁρίζεται ὅπως καὶ ἡ τοῦ ἄπλοῦ, δηλ. ὡς ἡ σχέσις τῶν φαινομένων διαμέτρων, ὑπὸ τὰς ὁποίας ὁ παρατηρητὴς οὗτος βλέπει τὸ εἶδωλον καὶ τὸ ἀντικείμενον, ἀμφοτέρων ἐξεταζομένων εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως.

Ἡ μεγέθυνσις αὕτη ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς μεγεθύνσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἐπὶ τὴν μεγέθυνσιν τοῦ προσοφθαλμοῦ.

Ἐφαρμογαί. Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον χρησιμοποιεῖται εἰς



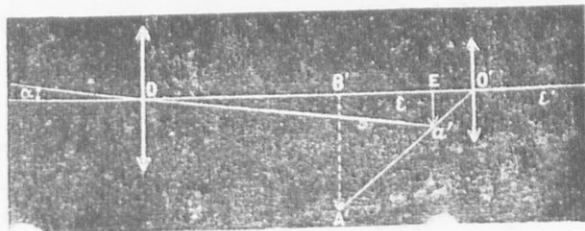
Σχ. 101

όλας τὰς συνήθεις ἐρεύναι τῆς Βοτανικῆς, τῆς Ἱστολογίας καὶ τῆς Ἱατροδικαστικῆς. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν μελέτην τῶν βακτηριδίων καὶ τὴν παρατήρησιν τῶν ἐντόμων καὶ ζουφίων ὡς καὶ διὰ τὴν ἀνεύρεσιν τῶν νοθητῶν τῶν ἀλεύρων, τοῦ ἀμύλου, τοῦ τεύου κτλ. Οἱ μεταλλουργοὶ τὸ χρησιμοποιοῦν ἀπὸ τινων ἐτῶν διὰ νὰ ἐξάγουν συμπεράσματα περὶ τῆς ποιότητος τοῦ χάλυβος.

81. Τηλεσκόπια.—Τὰ τηλεσκόπια εἶναι ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων παρατηροῦμεν ἀντικείμενα πολὺ ἀπομακρυσμένα. Διαικρίνονται 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. Διοπτρικά τηλεσκόπια.—**Ἀστρονομικὴ διόπτρα.** Ἡ ἀστρονομικὴ διόπτρα, χρησιμοποιουμένη 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 ἐχόντων **τὸν αὐτὸν κύριον ἄξονα**. Τὸ ἀντικειμενικὸν O (σχ. 102) ἔχει μεγάλην ἐπιφανείαν καὶ μακρὰν ἐστιακὴν ἀπόστασιν.

Ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεώς του, εἰς ἀστίην AB (ὅστις δὲν παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα) δίδει εἰς τὸ ἐστιακὸν ἐπίπεδον τοῦ ἀντικειμενικοῦ



Σχ. 102

συστήματος εἶδωλον $A'E$, πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον. Τὸ προσοφθαλμικὸν σύστημα O' , βραχείας ἐστιακῆς ἀποστάσεως καὶ συνεπῶς διαμέτρου πολὺ μικροτέρας τῆς τοῦ ἀντικειμενικοῦ, ἐνεργεῖ ὡς ἄπλουτον μικροσκόπιον (διότι ἡ κυρία ἐστία του εὐρίσκεται ὀλίγον πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς κυρίας ἐστίας E τοῦ ἀντικειμενικοῦ) καὶ παρέχει νέον εἶδωλον τοῦ $A'E$, φανταστικὸν καὶ μεγεθυμένον, τὸ $A''B''$, ἀνεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

Σημείωσις. Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα εὐρίσκεται εἰς τὸ ἄκρον σωλήνος, ὅστις δύναται νὰ μετατίθεται ἐντὸς ἐτέρου εὐρύτερου σωλήνος, φέροντος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα. Πλησιάζοντες ἢ ἀπομακρύνοντες τὸ προσοφθάλμιον σύστημα ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ, ἐπιτυγχάνομεν τὸν σχηματισμὸν τοῦ εἰδώλου εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινουῆς ὁράσεως.

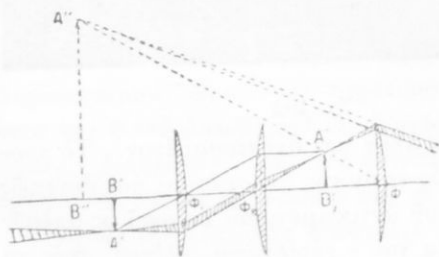
Μεγέθυνσις. Ἡ μεγέθυνσις M ἀστρονομικῆς διόπτρας εἶναι ὁ λόγος τῆς φαινομένης διαμέτρου β μιᾶς γραμμικῆς διαστάσεως $A'B'$ τοῦ εἰδώλου ὁρωμένου ἐντὸς τῆς διόπτρας πρὸς τὴν φαινομένην διάμετρον α τῆς ὁμολόγου διαστάσεως AB τοῦ ἀντικειμένου ὁρωμένου διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Ἡ μεγέθυνσις αὕτη ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν ἐστιακῶν ἀποστάσεων τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος καὶ τοῦ προσοφθαλμίου. Ἦτοι $M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\Phi}{\varphi}$, ἔνθα Φ καὶ φ αἱ ἐστιακαὶ ἀποστάσεις τοῦ ἀντικειμενικοῦ καὶ τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος.

Διότι $\beta = \gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha B'O'A' = \gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha E O' a'$ (σχ. 102). Συνεπῶς $\beta = \epsilon\varphi\beta = \frac{a'E}{EO'} = \frac{a'E}{\Phi}$ (διότι τὸ εἶδωλον $a'E$, εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινουῆς ὁράσεως, εὐρίσκεται σχεδὸν εἰς τὴν ἐστίαν τοῦ προσοφθαλμίου). Ἐπίσης $\alpha = \gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha a'OE = \epsilon\varphi a'OE = \frac{a'E}{EO} = \frac{a'E}{\Phi}$.

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

83. Διόπτρα τῶν ἐπιγείων.—Ἡ οὐσιώδης διαφορὰ ἀπὸ ὀπτικῆς ἀπόψεως μεταξὺ τῆς διόπτρας τῶν ἐπιγείων καὶ τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας ἔγκειται εἰς τὸ προσοφθάλμιον σύστημα. Τὸ προσοφθάλμιον τῆς διόπτρας τῶν ἐπιγείων εἶναι μικροσκόπιον μικρᾶς μεγεθύνσεως. Ὁ κύριος προορισμὸς του εἶναι ἡ ἀνόρθωσις



Σχ. 103

τῶν εἰδώλων, τὸ ὁποῖον εἶναι οὐσιώδες διὰ τὰ ἐπὶ Γῆς ἀντικείμενα. Τὸ σχῆμα 103 παριστᾷ διόπτραν τῶν ἐπιγείων, ἡ ὁποία φέρει

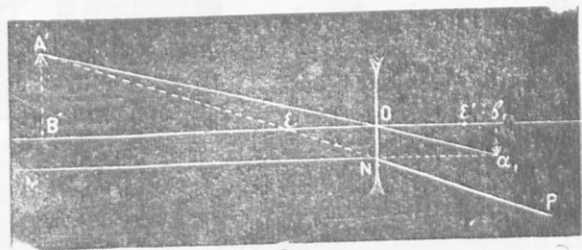
μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἀνορθωτικὸν σύστημα ἀποτελούμενον ἐκ δύο συγκλινόντων φακῶν Φ_1 καὶ Φ_2 , οἱ ὁποῖοι μετὰ τοῦ προσοφθαλμίου Φ ἀποτελοῦν ἓν σύστημα.

Τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον $A'B'$ τὸ παρεχόμενον ὑπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος σχηματίζεται σχεδὸν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν αὐτοῦ, ἢ ὁποία συμπίπτει μὲ τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ Φ_1 . Ἐπομένως αἱ ἀκτῖνες, μετὰ τὴν διόδόν των διὰ τοῦ φακοῦ Φ_1 , καθίστανται παράλληλοι καὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ φακοῦ Φ_2 , τοῦ ὁποίου ἡ κυρία ἐστία εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ Φ_1 , σχηματίζουν τὸ ἀνορθωμένον εἶδωλον A_1B_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 ἀνορθωσις τοῦ εἰδώλου ἐπιτυγχάνεται δι' ἀπλοῦ προσοφθαλμίου συστήματος ἀποκλίνοντος.

Αὕτη (σχ. 104) συνίσταται ἐξ ἀντικειμενικοῦ συστήματος συγκλίνοντος, μεγάλης ἐστιακῆς ἀποστάσεως, καὶ τοῦ προσοφθαλμίου O ἀποκλίνοντος, εὐρισκομένων εἰς τὰ δύο ἄκρα μεταλλικοῦ σωλῆνος, οὕτως ὥστε οἱ κύριοι ἄξονές των νὰ συμπίπτουν.

Τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα θὰ δώσῃ εἰς τὸ $\alpha_1\beta_1$ εἶδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνστραμμένον ἀντικειμένου τινὸς AB , ἂν αἱ συγκλίνουσαι εἰς τὸ



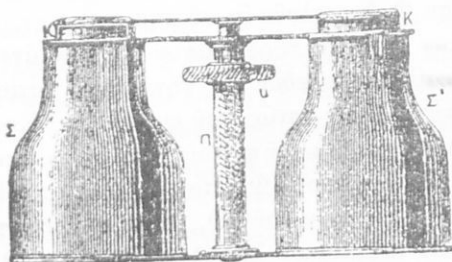
Σχ. 104

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

Ἐὰν ὅμως παρεντεθῇ ὁ φακὸς O οὕτως, ὥστε τὸ εἶδωλον $\alpha_1\beta_1$ νὰ τεῖνῃ νὰ σχηματισθῇ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ ϵ' , τότε αἱ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ O ἀποκλίνουν τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ ὁ ὀφθαλμὸς δεχόμενος ταύτας βλέπει φανταστικὸν εἶδωλον $A'B'$ ὄρθιον καὶ μεγεθυμένον.

Σημείωσις. Αἱ διόπτραι αὗται σπανίως χρησιμοποιοῦνται διὰ

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

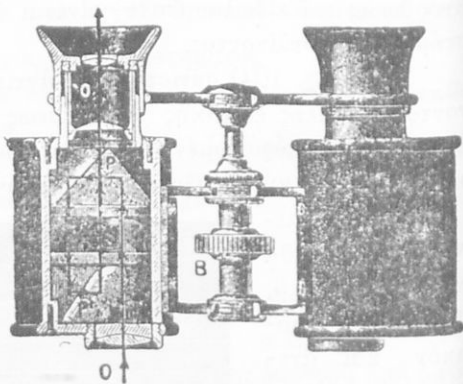


Σχ. 105

ίστανται ἀπὸ δύο διόπτρας τοῦ Γαλιλαίου (σχ. 105), μεγεθύνουν αἱ μὲν τῆς θαλάσσης 10—20 φορές, αἱ δὲ τοῦ θεάτρον 3—5 φορές μόνον.

Ἡ διόπτρα τῶν ἐπιγείων παρουσιάζει τὸ μειονέκτημα, ὅτι εἶναι πολὺ μακρὰ καὶ δύσχορητος.

Ἀπὸ τοῦ 1850 ὁ ὀπτικός Ρογγο ἐσκέφθη νὰ ἐπιδιώξη τὴν ἀνόρθωσιν τοῦ εἰδώλου τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας διὰ δύο καταλλήλως τοποθετημένων πρισμάτων ὀλικῆς ἀνακλάσεως. Διὰ τὸ μέσον τούτου καὶ τὸ μήκος τῆς ὅλης διόπτρας θὰ περιορίζετο σημαντικῶς. Ἡ ἰδέα αὕτη τοῦ Ρογγο ἠδυνήθη κατὰ τὰ τελευταῖα ταῦτα ἔτη νὰ πραγματοποιηθῇ κατὰ τὸν τρόπον θαναμάσιον (σχ. 106).



Σχ. 106

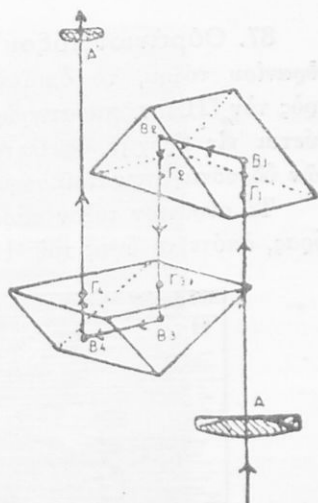
85. Ἀρχὴ τῶν πρισματικῶν διοπτρῶν.—

Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, διερχομένη διὰ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ Α (σχ. 107), προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τῆς ὑποτεινούσης ἑδρᾶς τοῦ ἀνωτέρου πρίσματος· ἀνακλωμένη δὲ ὀλικῶς ἐπὶ τῶν ἑδρῶν αὐτοῦ Β₁ καὶ Β₂, προσπίπτει ἐπὶ τῶν ἑδρῶν Β₃ καὶ Β₄ τοῦ κατωτέρου πρίσματος, ἐφ' ὧν καὶ πάλιν ἀνακλᾶται ὀλικῶς, ἐπιτυγχανομένης οὕτω τῆς ἀνορθώσεως τοῦ εἰδώλου. Ἐξερχομένη τέλος ἐκ τοῦ δευτέρου πρίσματος ἡ φωτεινὴ ἀκτίς καταλήγει εἰς τὸν προσοφθάλμιον φακὸν Α'.

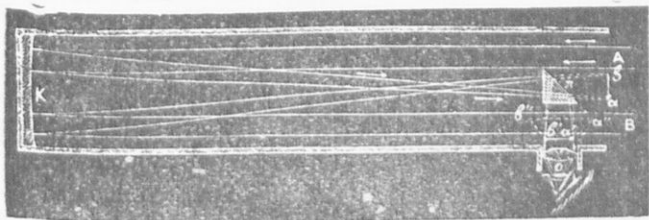
86. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.—Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτων

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

Εἰς τὸ τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος (σχ. 108) σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον K , τὸ ὁποῖον εἶναι στερεωμένον εἰς τὸν πυθμένα σωλῆνος ἀνοικτοῦ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, στρέφεται πρὸς τὸ παρατηρούμενον μέρος τοῦ διαστήματος. Αἱ ἀκτῖνες ἀπομακρυσμένου ἀντικειμένου AB , καθέτου πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, ἀνακλασθεῖσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K θὰ ἐσχημάτιζον εἰδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον ab μεταξὺ τοῦ κέντρου καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ, πολὺ πλησίον πρὸς τὴν ἐστίαν. Ἐπὶ τῆς τροχιάς τῶν συγκλινουσῶν ἀνακλωμένων ἀκτῖνων παρεντίθεται ἐπίπεδον κάτοπτρον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν 45° , τὸ ὁποῖον δίδει εἰς τὸ $a'b'$ εἰδωλον πραγματικὸν καὶ συμμετρικὸν τοῦ ab ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀντικαθίσταται συνήθως διὰ τῆς ὑποτεινύσης ἑδρας πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ὁπότε ἡ ἀπώλεια τοῦ φω-



Σχ. 107



Σχ. 108

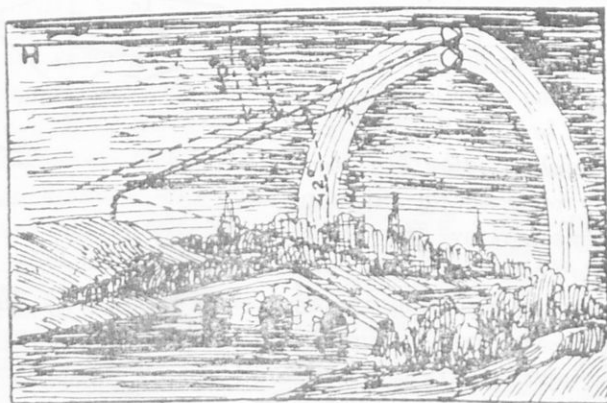
τὸς ἢ ὀφειλομένη εἰς τὴν δευτέραν ταύτην ἀνάκλασιν εἶναι μικρά. Τέλος, τὸ πραγματικὸν εἰδωλον $a'b'$, παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου O , παρέχει εἰδωλον $a''b''$ κατ' ἔμφασιν καὶ μεγεθυμένον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ΄

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

87. Ουράνιον τόξον ἢ Ἴρις.—Τὸ γνωστὸν φαινόμενον τοῦ οὐρανόυ τόξου, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται, ὅταν, στρέφοντες τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἥλιον, παρατηρῶμεν νέφος, καθ' ἣν στιγμὴν τοῦτο ἀναλύεται εἰς βροχὴν, ὀφείλεται εἰς τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν ὑδροσταγόνων τοῦ νέφους.

Τὸ οὐράνιον τόξον παρατηρεῖται κατὰ τὰς πρωϊνὰς ἢ ἑσπερινὰς ὥρας, ὅποτε τὸ ὕψος τοῦ ἥλιου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα δὲν ὑπερβαίνει



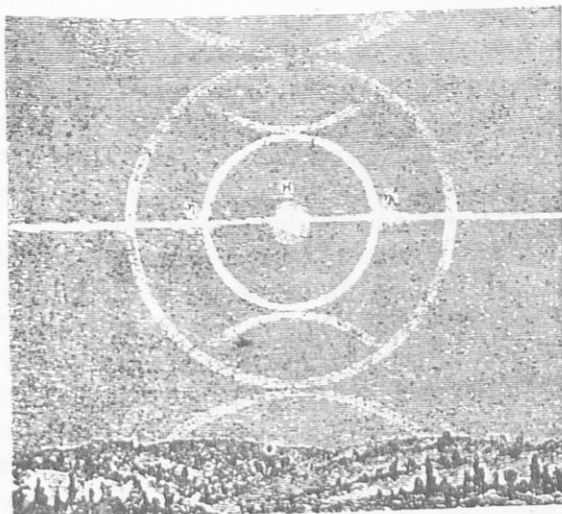
Σχ. 109

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

Ἐνίοτε παρατηρεῖται καὶ δεύτερον τόξον ὀλιγότερον φωτεινόν, ἐξωτερικῶς ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, τοῦ ὁποῖου τὰ χρώματα εἶναι διατεθειμένα κατ' ἀντίστροφον φορὰν, δηλ. τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔσω καὶ τὸ ἰώδες πρὸς τὰ ἔσω.

88. Ἄλωγ.—Αἱ ἄλωγ (σχ. 110) εἶναι δακτύλιοι χρωματιστοί, οἱ ὁποῖοι ἀναφαίνονται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον ἢ τὴν Σελήνην καὶ εἶναι

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



Σχ. 110.

Αἱ ἄλφ προέρχονται ἐξ ἀναλύσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς διερχομένου διὰ μικρῶν παγοκρυστάλλων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται νέφη τινά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

89. Φύσις τοῦ φωτός.—Τὴν φύσιν τοῦ φωτὸς δὲν τὴν γνωρίζομεν. Ἐπειδὴ ὅμως, ὡς θὰ μάθωμεν, πραγματοποιοῦνται **φωτεινὰ συμβολαὶ** ὑπὸ συνθήκας ἀναλόγουις πρὸς ἐκείνας, αἱ ὁποῖαι παράγουν τὰς ἡχητικὰς συμβολάς, διὰ τοῦτο παραδεχόμεθα, ὅτι τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων εὐρίσκονται εἰς παλμικὴν κίνησιν περιοδικήν, ἀνάλογον πρὸς τὴν κίνησιν τῶν μορίων τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Τοῦτο εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εἶναι μία **ὑπόθεσις**, διότι ἡ

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

90. Ὑπόθεσις περὶ τοῦ αἰθέρος.—Ὅπως πᾶσα παλμική κίνησις, οὕτω καὶ ἡ φωτεινὴ κίνησις, διὰ νὰ διαδοθῇ, ἔχει ἀνάγκην ἑνὸς μέσου, τὸ ὁποῖον 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 μικρότερα ἀπὸ τὴν πυκνότητα καὶ τῶν ἀραιότερων ἀερίων.

Τὸ μέσον τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἐκλήθη **αἰθήρ** καὶ τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει ὅλον τὸ διάστημα, θὰ διέρχεται δι' ὅλων τῶν σωμάτων, διότι σώματά τινα, τὰ ὁποῖα εἶναι σκιερὰ διὰ τὰς ἀκτινοβολίας, τὰς ὁποίας δέχεται ὁ ὀφθαλμὸς 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 ὑγρά κύματα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦνται ὑπὸ τῆς πτώσεως λίθου ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ἐνῶ αἱ ἠχητικαὶ παλμικαὶ κινήσεις γίνονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεώς των, αἱ φωτειναὶ παλμικαὶ κινήσεις εἶναι κάθετοι πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως. Αὗται διαδίδονται ὅπως τὰ ὑγρά κύματα, τὰ ὁποῖα 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 ὁποῖαι ὀνομάζονται **ἀκτινοβολίαι**, εἶναι, ὡς ἔμαθόμεν, ἑπτὰ κυρίως διάφορα χρώματα, τοποθετημένα πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν: ἐρυθρὸν, πορτοκάλινον, κίτρινον, πράσινον, κυανοῦν, βαθὺν κυανοῦν, ἰώδες.

Μία δέσμη λευκοῦ φωτὸς ὀφείλεται εἰς τὴν σύμπτωσιν **ἀπλῶν (μονοχρώμων) ἀκτινοβολιῶν**. Ὁ ὀφθαλμὸς διεγείρεται συγχρόνως ὑφ' 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 ἑνὸς μορίου, αἱ διαδοχικαὶ αὐτοῦ κινήσεις μεταδίδονται κατὰ

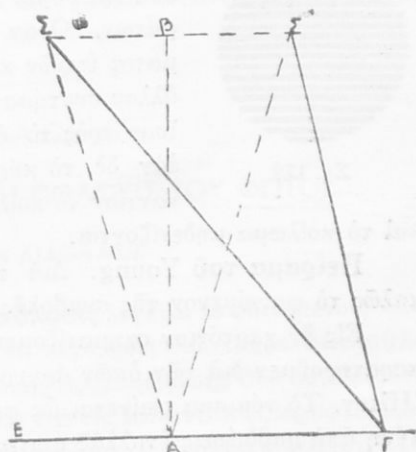
τὴν φορὰν τῆς διαδόσεως εἰς ἓν νῆμα μορίων, τὸ μῆκος τοῦ ὁποίου καλεῖται **μῆκος κύματος**. Τὸ μῆκος τοῦτο λ εἶναι τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον ὑπὸ τῆς παλμικῆς κινήσεως κατὰ τὴν διάρκειαν τ ἐνὸς πλήρους πάλμου.

Ἐκάστη τῶν ἀκτινοβολιῶν, αἱ ὁποῖαι ἠνωμένα ἀποτελοῦν τὸ λευκὸν φῶς, ἔχει διάφορον μῆκος κύματος, ἀπείρως μικρόν, μικρότερον ἀπὸ ἓν **μικρόν** (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 ὁποῖαι φθάνουν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, διασταυροῦνται· λέγομεν τότε, ὅτι **συμβάλλουν**. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως θὰ παραχθῇ ἐνίσχυσις τοῦ φωτὸς ἢ σκότος. Αἱ συνθήκαι συμβολῆς εἶναι διὰ τὸ φῶς αἱ αὐταὶ μὲ τὰς συνθήκας, αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται διὰ τὰ ὑγρά κύματα καὶ τὰ ἠχητικά.

Θεωρήσωμεν π.χ. δύο φωτεινάς πηγὰς Σ καὶ Σ' , τῶν ὁποίων αἱ κυμάνσεις προσπίπτουν ἐπὶ διαφράγματος E παραλλήλου πρὸς αὐτάς. Ἐνώσωμεν 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 συμφῶνους περιοδικὰς κινήσεις, ἐπεὶδὴ ἀναχωροῦντα σύμφωνα ἀπὸ τὰ Σ καὶ Σ' διανύουν τὸ αὐτὸ διάστημα (τρίγωνον $\Sigma A \Sigma'$ ἰσοσκελές).



Σχ. 111

Λέγομεν, ὅτι δύο κύματα εἶναι **σύμφωνα**, ὅταν τὰ διαστήματα, τὰ ὁποῖα διανύουν, εἶναι ἴσα ἢ διαφέρουν εἴτε κατὰ ἀκέραιον ἀριθμὸν κύματος εἴτε κατὰ ἄρτιον ἀριθμὸν ἡμιμικρῶν κύματος. Ἄλλως εἶναι **ἀσύμφωνα**.

Θεωρήσωμεν ἓν σημεῖον Γ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ A , ὅπου φθάνουν

κύματα ἀναχωροῦντα ἐκ τῶν Σ καὶ Σ'. Ἐπειδὴ ἡ ΣΓ εἶναι μεγαλύτερα τῆς Σ'Γ ὑπάρχει μεταξύ τῶν κυμάτων διαφορὰ πορείας.

Ἐὰν ἡ διαφορὰ πορείας τῶν δύο ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι συμβάλλουν εἰς τὸ σημεῖον Γ, εἶναι ἴση μὲ ἀκέραιον ἀριθμὸν μηκῶν κύματος, αἱ μετατοπίσεις, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται καθ' ἐκάστην στιγμὴν εἰς τὸ μόριον Γ, προστίθενται καὶ ὁ φωτισμὸς ἐκεῖ γίνεται ἐντατικώτερος. Ἐὰν ἡ διαφορὰ εἶναι ἴση μὲ περιττὸν ἀριθμὸν ἡμιμηκῶν κύματος, αἱ μετατοπίσεις, αἱ ὁποῖαι μεταδίδονται εἰς τὸ Γ, εἶναι ἀντίθετοι καὶ ἐξουδετεροῦνται. Συνεπῶς τὸ μόριον Γ τοῦ αἰθέρος ἔ παραμένει ἀκίνητον. Ἐπομένως εἰς τὸ Γ **παράγεται σκότος**. Τοῦτο κυρίως καλεῖται **συμβολή**.

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



Σχ. 112

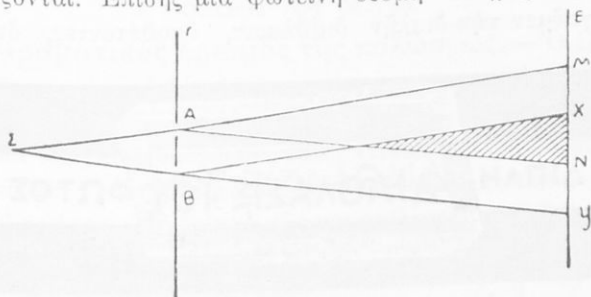
Δηλ. ἀνευρίσκομεν κάποιαν ἀναλογίαν, μὲ ὅσα ἐμάθομεν διὰ τὴν συμβολὴν τῶν ὑγρῶν κυμάτων. Ὅταν κύρτωμα τοῦ κύματος ἑνὸς συστήματος ὑγρῶν κυμάτων συναντᾷ κύρτωμα κύματος ἄλλου συστήματος, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται εἰς ὕψος ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο κυρτωμάτων· ἐὰν δὲ τὸ κύρτωμα ἑνὸς κύματος συναντᾷ τὸ ὑναντίον τὸ κοίλωμα ἄλλου κύματος, τὸ κύρτωμα καὶ τὸ κοίλωμα μηδενίζονται.

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

Εἰς ἕν χαρτόνιον σχηματίζομεν δύο ὀπὰς πλησίον ἀλλήλων καὶ παρατηροῦμεν διὰ τῶν ὀπῶν ἀργυροῦν νόμισμα ἐκτεθειμένον εἰς τὸν ἥλιον. Τὸ νόμισμα φαίνεται ὡς φωτεινὴ κηλὶς (σχ. 112), ἀποτελουμένη ἀπὸ ραβδώσεις ἐναλλάξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς. Εἶναι οἱ θύσανοι, περὶ τῶν ὁποίων εἶπομεν, οἱ ὀφειλόμενοι εἰς τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι συμβάλλουν, διότι αἱ δύο φωτειναὶ δέσμαι αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ ἐκάστης ὀπῆς ἐπιτίθενται ἢ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης. Ὁ κεντρικὸς λαμπρὸς θύσανος εἶναι ὁ ζωηρότερος ὄλων.

Ἐὰν καλύψωμεν τὴν μίαν ὀπὴν καὶ παρατηρήσωμεν τὸ νόμισμα ἀπὸ τὴν ἄλλην ὀπὴν, τὸ νόμισμα φαίνεται ὁμαλῶς φωτισμένον, διότι δὲν παράγεται πλέον συμβολή, ἐπειδὴ ὑπάρχει μία μόνον φωτεινὴ πηγὴ.

Ἐστω Σ φωτεινὴ πηγὴ (σχ. 113) τοποθετημένη ἔμπροσθεν τοῦ χαρτονίου Γ διατρυπημένου εἰς τὰ Α καὶ Β. Αἱ ὀπαὶ Α καὶ Β συνεπῶς φωτίζονται. Ἐπίσης μία φωτεινὴ δέσμη ἀναχωρεῖ ἀπὸ ἐκάστην



Σχ. 113

τῶν ὀπῶν τούτων καὶ προσπίπτει εἰς διάφραγμα Ε. Ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, ἡ δέσμη ΜΑΝ ἐπιτίθεται καθαρὰ ἐπὶ τῆς δέσμης ΧΒΥ. Ἐπίσης παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τὸ διάφραγμα ἐμφανίζονται εἰς τὸ ΧΝ ραβδώσεις ἐναλλάξ φωτειναὶ καὶ σκοτειναί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ι. ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ

93. Ὅρισμοί.—**Διπλῆ διάθλασις** λέγεται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον πολυάριθμοι κρύσταλλοι, λεγόμενοι διὰ τοῦτο **διπλοθλαστικοί**, παρέχουν ἐκ μιᾶς καὶ μόνης προσπιπτούσης δύο διαθλωμένας ἀκτῖνας. Τοῦτο π.χ. παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς **ἰσλανδικῆς κρυστάλλου**, διὰ μέσου τῆς ὁποίας ὁρώμενα τὰ ἀντικείμενα φαίνονται διπλᾶ (σχ. 114).

Ἡ ιδιότης αὕτη παρατηρεῖται εἰς βαθμοὺς ἀνίσους εἰς πάντας τοὺς κρυστάλλους τοὺς μὴ ἀνήκοντας εἰς τὸ κυβικὸν σύστημα. Τοῦναντίον τὰ κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα κρυσταλλούμενα σώματα, καθὼς καὶ πᾶσαι αἱ οὐσαὶ αἱ ἄμορφοι, ὡς ἡ ὕαλος, δὲν παρουσιάζουν τὸ φαινόμενον τῆς διπλῆς διαθλάσεως.

Τὰ ἀπλοθλαστικά εἶναι σώματα **ἰσότροπα**, δηλ. εἰς ἕκαστον σημεῖον ἔχουν τὰς αὐτὰς φυσικὰς ιδιότητες κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, τὰ

δὲ διπλοθλαστικά εἶναι **ἀνισότροπα**, δηλ. αἱ φυσικαὶ ιδιότητες δὲν παραμένουν αἱ αὐταὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις περὶ σημείου τινὸς τοῦ σώματος.

Ἐξηγοῦμεν τὴν διπλὴν διάθλασιν, ὑποθέτοντες, ὅτι εἰς τὰ

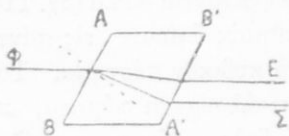


Σχ. 114

ἀνισότροπα σώματα ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διευθύνσεως τῶν φωτεινῶν κρυσταλλῶν, ἐνῶ εἰς τὰ ἰσότροπα ἡ ταχύτης δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ ταύτης.

94. Κρύσταλλοι μονάξονες.—Εἰς διπλοθλαστικὸν κρύσταλλον ὑπάρχουν πάντοτε μία ἢ δύο διευθύνσεις, κατὰ τὰς ὁποίας παρατηρεῖται μόνον ἀπλὴ διάθλασις, καθ' ἃς δηλονότι τὰ διὰ τοῦ κρυστάλλου ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἀπλᾶ. Αἱ διευθύνσεις αὗται καλοῦνται **ὀπτικοὶ** τοῦ κρυστάλλου **ἄξονες**. Καὶ οἱ μὲν μίαν μόνον τοιαύτην διεύθυνσιν παρουσιάζοντες κρύσταλλοι καλοῦνται **μονάξονες**, οἱ δὲ δύο **διάξονες**. Οἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι ἐν τῇ ὀπτικῇ μονάξονες κρύσταλλοι εἶναι ἡ **ἰσλανδικὴ κρύσταλλος**, ἡ **ὄρεϊα 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

ἄκολουθεῖ πάντοτε τοὺς νόμους τῆς ἀπλῆς διαθλάσεως, ἢ ἄλλῃ ὁμοῦ δὲν ὑπακούει εἰς τοὺς νόμους τούτους. Ἡ πρώτη τούτων καλεῖται

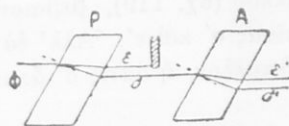
συνήθους ἀκτίς, ἢ ἑτέρα ἔκτακτος. Καὶ τὰ ἀντιστοιχοῦντα δὲ εἰς αὐτὰς εἶδωλα διακρίνονται εἰς τὸ σύνηθες καὶ τὸ ἔκτακτον (σχ. 115):

2. ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

96. Πειραματικὸς ὀρισμὸς τῆς πολώσεως. — Ὁ Huygens πρῶτος ἀπέδειξεν, ὅτι αἱ δύο ἀκτῖνες, αἱ προσερχόμεναι ἐκ τῆς διαθλάσεως μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς προσπιπτούσης ἐπὶ ἰσλανδικῆς κρυστάλλου ἀκτῖνος, ἔχουν ἰδιώτητας διαφόρους τῶν ἀκτῖνων τοῦ συνήθους φωτός.

Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἀφήνομεν νὰ προσπέσῃ φωτεινὴ ἀκτίς Φ (σχ. 116) ἐπὶ πρώτης τινὸς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου P καὶ ὅτι κατὰ τὴν ἔξοδον σταματῶμεν τὴν ἔκτακτον ἀκτῖνα ϵ διὰ διαφράγματος. Ἄς ἀφήσωμεν δὲ κατόπιν νὰ προσπέσῃ ἡ συνήθους ἀκτίς σ ἐπὶ δευτέρας ἰσλανδικῆς κρυστάλλου A. Καὶ αὕτη ἐπίσης θὰ δώσῃ μίαν συνήθη ἀκτῖνα σ' καὶ μίαν ἔκτακτον ϵ' , τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ρίψωμεν ἐπὶ πετάσματος. Ἀντιθέτως ὅμως πρὸς ὅ,τι συμβαίνει διὰ τὸ φυσικὸν φῶς, τὰ δύο εἶδωλα σ' καὶ ϵ' δὲν ἔχουν ἓν γένει τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ὅταν ἡ κύρια τομὴ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου A εἶναι τοποθετημένη κατὰ τρόπον εἰσδηλίποτε. Ἄν στρέψωμεν τὴν ἰσλανδικὴν κρυστάλλου A περὶ τὴν ἀκτῖνα σ , ὁ φωτισμὸς τῶν εἰδώλων σ' καὶ ϵ' ἀλλάσσει.

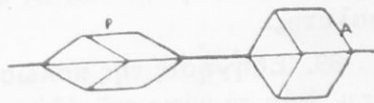
Ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ τῶν δύο ἰσλανδικῶν κρυστάλλων εἶναι παράλληλοι (σχ. 117), τὸ μὲν εἶδωλον σ' ἀποκτᾷ τὴν



Σχ. 116



Σχ. 117



Σχ. 118

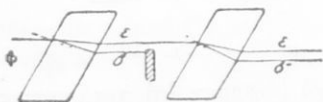
μεγίστην αὐτοῦ λαμπρότητα, ἐνῶ τὸ ϵ' σβέννυται. Τοῦναντίον, ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ τῶν δύο κρυστάλλων εἶναι κάθετοι (σχ. 118), τὸ μὲν εἶδωλον σ' ἀποσβέννυται, τὸ δὲ ϵ' φθάνει εἰς τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός του.

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

97. Πεπολωμένον φῶς.—Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι τὸ συνιστῶν τὴν ἀκτῖνα σ φῶς δὲν εἶναι φῶς φυσικόν. Λέγομεν, ὅτι εἶναι φῶς πεπολωμένον.

Καλεῖται δὲ ἐπίπεδον πολώσεως τῆς συνήθους ἀκτίνος σ τὸ ἐπίπεδον τῆς κυρίας τομῆς τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου P, ἐκ τῆς ὁποίας ἡ ἀκτίς αὕτη προέρχεται.

98. Πόλωσις τῆς ἐκτάκτου ἀκτίνος.—Ἄν ἀντιστρόφως εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα ἐμποδίσωμεν τὴν συνήθη ἀκτῖνα σ καὶ ἀφήσωμεν τὴν ἑκτακτον ε νὰ πέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας ἰσλανδικῆς κρυστάλλου (σχ. 119), βεβαιούμεθα, ὅτι καὶ αὕτη παρέχει ὁμοίως δύο ἀκτῖνας σ' καὶ ε'. Ἄλλ' ἐὰν περιστρέψωμεν τὴν δευτέραν ἰσλανδικὴν κρυστάλλου, ἡ ἀκτίς σ' ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην αὐτῆς λαμπρότητα, ἐνῶ ἡ ε' σβέννυται, ὅταν αἱ δύο κύριαι τομαὶ εἶναι κάθετοι. Τοῦναντίον, ἡ συνήθης ἀκτίς σ' σβέννυται καὶ ἡ ἑκτακτος ε' παρουσιάζει τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητος, ὅταν αἱ δύο κύριαι τομαὶ εἶναι παραλλήλοι.



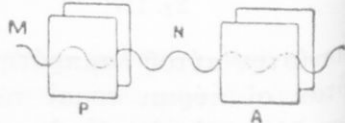
Σχ. 119

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου δέον νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι καὶ ἡ ἑκτακτος ἀκτίς ε εἶναι ἀκτίς φωτὸς πεπολωμένον, ἀλλ' ὅτι τὸ ἐπίπεδον πολώσεως αὐτῆς εἶναι κάθετον πρὸς τὸ τῆς σ.

Πολωτῆς καὶ ἀναλύτης. Ἡ πρώτη ἰσλανδικὴ κρυστάλλος P, ἣτις ἐπόλωσε τὸ φῶς, καλεῖται **πολωτῆς**· ἡ δὲ δευτέρα A, ἣτις ἀπέδειξεν, ὅτι τὸ φῶς τῶν ἀκτίνων σ καὶ ε εἶναι πεπολωμένον, καλεῖται **ἀναλύτης**.

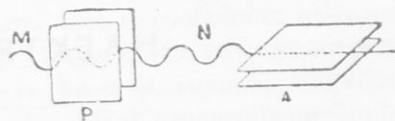
99. Ἐξήγησις τῆς πολώσεως.—Ἡ πόλωσις τοῦ φωτὸς παράγεται, διότι τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος ἐκτελοῦν παλμικὰς κινήσεις ἐγκαρσίως, καθέτους δηλ. πρὸς τὴν ἀκτῖνα.

Δυνάμεθα νὰ παραβάλωμεν πεπολωμένην φωτεινὴν ἀκτῖνα πρὸς χορδὴν ἐκτελοῦσαν κραδασμοὺς ἐγκαρσίως εἰς δεδομένον ἐπίπεδον. Ὑποθέσωμεν λοιπόν, ὅτι διαβιβάζομεν τὴν χορδὴν μεταξὺ δύο ἐλασμάτων παραλλήλων P (σχ. 120), κατακορυφῶν, καὶ κραδαίνομεν αὐτὴν κατὰ τὸ M διὰ τῆς χειρὸς. Τοιοῦτο



Σχ. 120

τρόπως οἱ κραδασμοί, μετὰ τὴν διάβασιν αὐτῶν ἐκ τοῦ P, συνεχίζονται κατ' ἀνάγκην εἰς ἐπίπεδον κατακόρυφον. Ἐάν ἤδη διαβιβάσωμεν τὴν χορδὴν διὰ δευτέρου ὁμοίου συστήματος A, τοῦτο θὰ ἀφήσῃ μὲν ἐλευθέραν τὴν δίοδον τῶν κραδασμῶν, ἀν' ἐπίσης εἶναι κατακόρυφον, παράλληλον δηλ. πρὸς τὸ P (σχ. 120), θὰ ἀποσβέσῃ δὲ τοῦναντίον τούτους ἀν' εἶναι ὀριζόντιον (σχ. 121), δηλ. κάθετον πρὸς τὸ P.



Σχ. 121

Διὰ νὰ ἐξηγήσωμεν τὰς ἰδιότητες τοῦ φυσικοῦ φωτός,

παραδεχόμεθα, ὅτι εἰς τοῦτο αἱ παλμικαὶ κινήσεις εἶναι μὲν κάθετοι πρὸς τὴν ἀκτῖνα, ἀλλὰ τὸ ἐπίπεδον, εἰς τὸ ὁποῖον παράγονται, ἀλλάσσει διαρκῶς διεύθυνσιν. Ἐνῶ διὰ τὸ πεπολωμένων φῶς τὸ ἐπίπεδον τοῦτο, εἴπομεν, διατηρεῖ ὠρισμένην διεύθυνσιν.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

100. Ὁ ἠλεκτρισμός εἶναι μορφή τῆς ἐνεργείας. — Ὅλα τὰ συνήθη ἠλεκτρικά φαινόμενα, τὰ ὁποῖα εἶναι εἰς ὅλους γνωστά, παρουσιάζουν ἓνα κοινὸν χαρακτῆρα: Εἶναι δηλ. πάντα μορφαὶ τῆς ἐνεργείας. Οὕτω π. χ.:

α') Λέγομεν, ὅτι τὰ θυελλώδη νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα, ὅταν ἀναπηδοῦν ἀπὸ αὐτὰ ἀστραπαί, αἱ ὁποῖαι φωτίζουν τὸν οὐρανόν, ἀκούωνται βρονταί, αἱ ὁποῖαι συνταράσσουν τὴν ἀτμόσφαιραν, πίπτουν κεραυνοί, οἱ ὁποῖοι σχίζουσιν τὰ δένδρα, καταστρέφουσιν τὰς οἰκοδομάς κλπ. Τὰ φαινόμενα ταῦτα εἶναι προφανῶς ἐκδηλώσεις τῆς ἐνεργείας.

β') Ἐάν προστρίψωμεν τὸν ἐκ σκληροῦ καουτσούκ κοινδυλοφόρον μας διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, οὗτος ἠλεκτρίζεται. Ἀποκτῆ τότε τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκη καὶ νὰ ἀνυψώνη μικρὰ σώματα παρὰ τὸ βάρος των, δηλ. νὰ ἐκτελῇ μηχανικὸν ἔργον.

Ὁ ἠλεκτρισμένος λοιπὸν κοινδυλοφόρος μας κατέστη πηγὴ ἐνεργείας.

γ') Ὁ ἠλεκτρισμός, τὸν ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν εἰς τοὺς ἠλεκτρικοὺς τηλεγράφους καὶ τοὺς ἠλεκτρικοὺς κώδωνας τῶν οἰκιῶν μας, παράγεται, ὅπως ὅλοι γνωρίζομεν, διὰ στηλῶν. Ὅπως θὰ μάθωμεν κατωτέρω, εἰς τὰς στηλάς δαπανᾶται χημικὴ ἐνέργεια διὰ τὴν παραγωγὴν ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ παραγόμενος ἠλεκτρισμός μεταφέρεται μὲ σώματα εἰς τὸν κώδωνα, ὅπου κινεῖ τὸ ρόπτρον αὐτοῦ, παρέχει δηλ. μηχανικὴν ἐνέργειαν.

δ') Τέλος, εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια δαπανᾶται θερμοαντικὴ ἢ

Διον. Π. Λεονταρίτου

μηχανικὴ ἐνέργεια διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι παρέχουν τὸν ἠλεκτρισμόν.

Καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς αὐτός, ὁ ὁποῖος διαπυρῶνει τὰ σύρματα τῶν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων, ὅταν διέρχεται δι' αὐτῶν, ἢ ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ εἰς τὰ συστατικά του ἢ κινεῖ τοὺς τροχιοδρόμους κτλ., παρέχει προφανῶς **ἐνέργειαν** (φωτεινὴν, θερμομαντικὴν, χημικὴν, μηχανικὴν).

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ εἰδικῶς ὁ ἐν κινήσει ἠλεκτρισμὸς (ἠλεκτρικὸν ρεῦμα) παρουσιάζεται ὡς μία δύναμις **μετατροπῆς καὶ μεταφορᾶς τῆς ἐνεργείας**.

Οὕτω π. γ. μία πτώσις ὕδατος (μηχανικὴ ἐνέργεια) χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη ἐνέργεια διὰ συρμάτων μεταφέρεται εἰς διαφόρους συσκευάς, ὅπου καταναλίσκεται καὶ παρέχει τὴν ἐπιθυμητὴν ἐνέργειαν (φωτεινὴν, θερμομαντικὴν, χημικὴν, μηχανικὴν).

101. Πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ (γεννήτριαι).—Τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἱκανὰ νὰ παραγάγουν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, καλοῦνται **πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ**. Διὰ νὰ θέσωμεν μίαν πηγὴν ἠλεκτρισμοῦ εἰς λειτουργίαν, πρέπει νὰ δαπανήσωμεν ἐνέργειαν. Τοιαῦται πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι αἱ ἠλεκτρικαὶ μηχαναί, αἱ ἠλεκτρικαὶ στήλαι, καθὼς καὶ οἱ συσσωρευταί.

Οἱ συσσωρευταὶ εἶναι στήλαι εἰδικοῦ τύπου, τὰς ὁποίας πληροῦμεν ἠλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν.

Πᾶσα πηγὴ ἔχει **δύο πόλους**, μὲ τοὺς ὁποίους συνδέονται τὰ ἄκρα τοῦ δικτύου (ἄγωγου), τὸ ὁποῖον τὸ ρεῦμα πρέπει νὰ διατρέξῃ.

Διὰ νὰ ἐκδηλωθοῦν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ δίκτυον δὲν πρέπει νὰ εἶναι διακεκομμένον· πρέπει νὰ ἀποτελῇ ἓν **κύκλωμα κλειστόν**. Ἄφ' ἑτέρου ἢ ὕλη, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἀποτελεῖται τὸ δίκτυον, πρέπει νὰ ἄγῃ καλῶς τὸν ἠλεκτρισμόν. Νὰ δύναται δηλ. ἐπ' αὐτῆς ὁ ἠλεκτρισμὸς νὰ κινῆται (**καλὸς ἄγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**).

Τὰ μέταλλα καὶ εἰδικῶς ὁ χαλκὸς εἶναι καλοὶ ἄγωγοί. Τὸ ξύλον, ἢ πορσελάνη, ἢ ὕαλος δὲν ἄγουν καλῶς τὸν ἠλεκτρισμόν (**κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**) καὶ χρησιμοποιοῦνται ὡς **μονωτήρες**.

102. Μονάδες ἐνεργείας.—Ὅπως ἐμάθομεν κατὰ τὸ προηγούμενον ἔτος, λέγομεν, ὅτι ἐν σῶμα ἢ σύστημα σωμάτων ἐνέχει ἐνέργειαν, ὅταν εἶναι ἱκανὸν νὰ ἐκτελέσῃ μηχανικὸν ἔργον.

Ἡ ἐνέργεια ἐνὸς συστήματος μετρεῖται διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ἔργου, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παράσχη 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 ὁποῖον ἐκτελεῖ μία δύνη, μεταθέτουσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ ἐν ἑκατοστόμετρον.

Ἐπίσης, εἰς τὸ αὐτὸ σύστημα μονὰς ἐνεργείας εἶναι ἡ joule, ἣτις ἰσοδυναμεῖ μὲ 10⁷ ergs.

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

103. Μονάδες ἰσχύος.—Ἴσχυς μιᾶς μηχανῆς εἶναι ἡ ποσότης τῆς ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν αὐτὴ παρέχει εἰς ἓν δευτέρον λεπτόν.

Ἡ μονὰς C.G.S. τῆς ἰσχύος εἶναι τὸ **κατὰ δευτερόλεπτον** erg. Ἐπίσης τὸ watt, δηλ. ἡ ἰσχύς μηχανῆς, ἡ ὁποία ἐκτελεῖ ἔργον μιᾶς joule κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ τὸ πολλαπλάσιόν τῆς kilowatt = 1000 watts.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς ἰσχύος εἶναι ὁ **ἵππος**, δηλ. ἡ ἰσχύς μηχανῆς, ἡ ὁποία ἐκτελεῖ ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρον κατὰ δευτέρον λεπτὸν καὶ ἰσοδυναμεῖ μὲ 735,75 watts.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

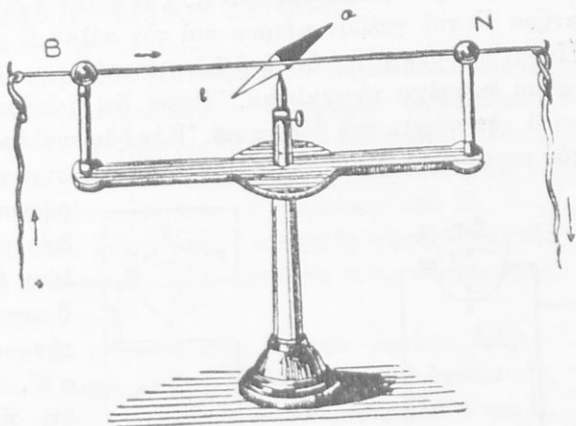
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

104. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν τὸ ἀντιλαμβανόμεθα, ὅπως ἀντιλαμβανόμεθα ἓν ρεῦμα ὕδατος ἢ ἓν ρεῦμα ἀέρος. Δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὴν ὑπαρξίν του **ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων του.**

α) Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα **θερμαίνει τοὺς ἀγωγούς, διὰ τῶν ὁποίων διέρχεται.** Πράγματι, ἐὰν συνδέσωμεν τοὺς δύο πόλους μιᾶς ξηρᾶς στήλης (στήλης λάμπας τῆς τσέπης) μὲ σιδηροῦν σύρμα λεπτὸν καὶ βραχύ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ σύρμα τοῦτο θερμαίνεται τόσον πολὺ, ὥστε νὰ μὴ δυνάμεθα νὰ τὸ ἐγγίσωμεν διὰ τῶν δακτύλων.

β) Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα **ἐκτρέπει τοὺς μαγνήτας.** Πρά-

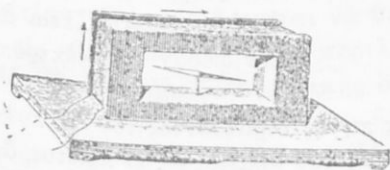
γματι, ἐὰν ἄνωθεν μαγνητικῆς βελόνης τείνωμεν χάλκινον σύρμα, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ βελόνη δὲν ἐκτρέπεται τῆς θέσεώς της. Ἐὰν ὅμως συνδέσωμεν τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος μὲ τοὺς δύο πόλους τῆς ὡς ἄνωτέρω στήλης, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ βελόνη ἐκτρέπεται τῆς θέσεώς της καὶ τείνει νὰ διασταυρωθῇ μετὰ τοῦ σύρματος (σχ. 122).



Σχ. 122

Σημείωσις. Ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης θὰ εἶναι πολὺν μεγαλυτέρα, ἐὰν περιτυλίξωμεν τὸ σύρμα περὶ τὴν μαγνητι-

κὴν βελόνην, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 123. Τὸ σύνολον τότε ἀποτελεῖ ὄργανον, τὸ ὁποῖον λέγεται **γαλβανόμετρον**. Μὲ τὸ ὄργανον αὐτὸ ἀναγνωρίζομεν ἡν δίοδον ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ.



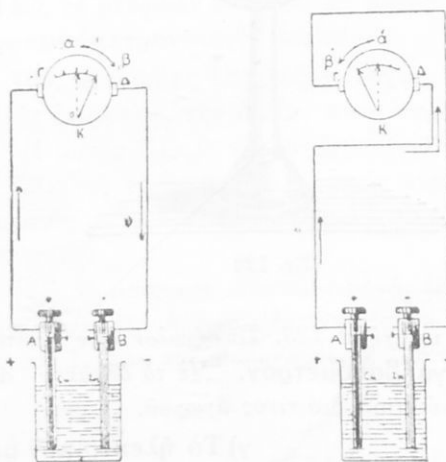
Σχ. 123

γ) Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παράγει χημικὰς ἀποσυνθέσεις. Πράγματι, ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα νὰ διέλθῃ διὰ διαλύματος ἁλατὸς τινος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο ἀποσυντίθεται.

Τὰ τρία ταῦτα ἀποτελέσματα: **θερμαντικά, μαγνητικά, χημικά**, προσδιορίζουν τὴν δίοδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ.

105. Φορὰ τοῦ ρεύματος. Διάκρισις τῶν πόλων.—Ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου (σχ. 124) ῥίπτομεν ὕδωρ ὠξιμισμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος. Βυθίζομεν δὲ ἐντὸς τοῦ ὕδατος αὐτοῦ ἓν ἔλασμα Α ἐκ χαλκοῦ καὶ ἓν ἄλλο Β ἐκ σιδήρου. Ἐγνοομεν τριουτοπότως παρασκευά-

σει μίαν ηλεκτρικήν πηγήν, ἔν στοιχείον στήλης τοῦ Βόλτα, εἰς τὸ ὁποῖον τὰ ἐλάσματα Α καὶ Β ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου. Συνδέομεν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου διὰ σύρματος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου παρεμβάλλομεν γαλβανόμετρον Κ. Τὸν πόλον Α συνδέομεν μὲ τὸν συναπτήρα Γ τοῦ γαλβανομέτρου καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτήρα Δ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ βελὸν ἔκτροπέται, συνεπῶς ηλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τὸ κύκλωμα. Ἐστω, ὅτι ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης ἐγίνε κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους αβ. Ἐὰν ἤδη συνδέσωμεν τὸν πόλον Α μὲ τὸν συναπτήρα Δ καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτήρα Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα διέρχεται ἀκόμη, ἀλλ' ἡ βελὸν ἔκτροπέται κατ' ἀντίθετον φορὰν, δηλ. κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους α'β'. Θὰ εἴπωμεν τότε, ὅτι ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος μετεβλήθη.



Σχ. 124

τοῦ γαλβανομέτρου.

Διακρίνομεν τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς σημειοῦντες τὸν μὲν ἔνα διὰ τοῦ σημείου +, τὸν δὲ ἄλλον διὰ τοῦ σημείου—Ο πρώτος, ἀπὸ τὸν ὁποῖον φαίνεται ὅτι ἐξέρχεται ρεῦμα, λέγεται **θετικὸς πόλος**, ὁ ἄλλος **ἀρνητικὸς**.

Σημείωσις. Εἴπομεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι μιᾶς πηγῆς εὐρίσκονται εἰς διάφορον ηλεκτρικὴν κατάστασιν. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διαφορὰν ταύτην, λέγομεν, ὅτι ὁ μὲν πόλος Α φέρει θετικὸν ηλεκτρισμὸν ἢ θετικὸν ηλεκτρικὸν φορτίον, ὁ δὲ πόλος Β ἴσην ποσότητα ἀρνητικοῦ ηλεκτρισμοῦ ἢ ἴσον ἀρνητικὸν ηλεκτρικὸν φορτίον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ

106. Διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων.— Λέγομεν, ὅτι δύο σημεία Α καὶ Β παρουσιάζουν **διαφορὰν δυναμικοῦ**, ἔάν, ὅταν τὰ συνδέσωμεν διὰ σύρματος, διέρχεται διὰ τούτου ρεῦμα. Ἐάν τὸ ρεῦμα διευθύνεται ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β, θὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦ Α εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δυναμικὸν τοῦ Β.

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

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

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

107. Ἐλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἠλεκτρικῆς πηγῆς.— Γνωρίζομεν, ὅτι **δύναμις** καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἣ ὁποία δύναται νὰ παραγάγῃ τὴν κίνησιν μιᾶς μάζης. Κατ' ἀναλογίαν, θὰ καλέσωμεν **ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν** μιᾶς οἰασδήποτε ἠλεκτρικῆς πηγῆς τὴν αἰτίαν, ἣ ὁποία δύναται νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸν ἠλεκτρισμὸν εἰς κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνον τὴν πηγὴν.

Μονὰς τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. Ὡς μονὰς τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως λαμβάνεται ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑνὸς στοιχείου τῆς στήλης τοῦ Βόλτα. Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται volt.

Ἐλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ διαφορὰ δυναμικοῦ. Ὅταν οἱ πόλοι μιᾶς πηγῆς δὲν εἶναι συνδεδεμένοι δι' ἀγωγοῦ, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔχει ἀποκλειστικῶς ὡς ἀποτέλεσμα νὰ διατηρῇ μίαν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξύ τῶν πόλων τούτων. Ἐπειδὴ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ ἐξαρτᾶται προφανῶς ἐκ τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ ἀντιστρόφως ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μετροῦνται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ εἰς volts. Λέγομεν ἀδιαφόρως, ὅτι

μεταξὺ δύο σημείων ἢ ἠλεκτρογερετικῆ δύνάμις ἢ ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἶναι π. χ. 7 volts.

Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ, ὅπως καὶ ἡ ἠλεκτρογερετικὴ δύνάμις, μετρεῖται δι' εἰδικῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα λέγονται **βολτόμετρα**.

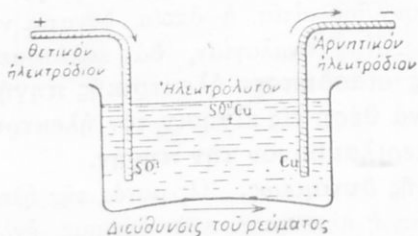
Σημείωσις. Ἡ «ἠλεκτρογερετικὴ δύνάμις» δὲν εἶναι δύνάμις, δὲν δύναται νὰ ὑπολογισθῇ εἰς δύνας ἢ χιλιόγραμμα. Εἶναι ἐν ἠλεκτρικὸν ποσόν, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ ἐκφράσωμεν διὰ ποσοῦ μηχανικοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

108. Ἡλεκτρόλυσις.—Ἡλεκτρόλυσις εἶναι ἡ διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος χημικὴ ἀποσύνθεσις ὠρισμένων ὑγρῶν, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ἠλεκτρολύται**.

Ὁ ἠλεκτρολύτης περιέχεται εἰς δοχεῖον μὲ τοιχώματα δυσηλεκτραγωγὰ (σχ. 125), ἐντὸς αὐτοῦ δὲ βυθίζονται δύο μέταλλα ἐλάσματα ἢ σύρματα ἢ καὶ ράβδοι ἐξ ἀνθρακος, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ἠλεκτρόδια**.



Σχ. 125

κὸν ἠλεκτρόδιον ἢ **κάθοδος**.

Τὰ προϊόντα τῆς ἀποσυνθέσεως καλοῦνται **ἰόντα**. Ταῦτα ἀναφαίνονται εἰς τὰ σημεία τῆς ἐπαφῆς τῶν ἠλεκτροδίων μετὰ τοῦ ἠλεκτρολύτου, τὸ μὲν **ἀνιόν** εἰς τὴν ἀνοδον, τὸ δὲ **κατιόν** εἰς τὴν κάθοδον.

Οἱ μόνοι γνωστοὶ ἠλεκτρολύται εἶναι τὰ **ἅλατα**, τὰ **ὄξεα** καὶ αἱ **βάσεις**, ἐν ὑγρῇ καταστάσει, τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνεται διὰ διαλύσεως αὐτῶν εἰς τὸ ὕδρον ἢ καὶ διὰ τήξεως. Λιὰ τῶν σημείων τούτων διέφυ

ζεται ευκόλως τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ προκαλεῖ πάντοτε τὴν ἀποσύνθεσιν αὐτῶν.

Νόμος. Τὸ μόριον τοῦ ἠλεκτρολύτου κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος ἀποσυντίθεται εἰς δύο ἰόντα: ἀφ' ἑνὸς εἰς τὸ μέταλλον ἢ τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου (κατίον), ἀφ' ἑτέρου εἰς τὸ ὑπόλοιπον τοῦ μορίου, τὸ ὁποῖον ἀναφαίνεται ἐπὶ τῆς ἀνόδου (ἀνίον).

Πολλάκις ὁμως παράγονται δευτερεύουσαι ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι καλύπτουν τὴν ἀπλότητα τῆς ἀνωτέρω ἀρχικῆς ἀντιδράσεως.

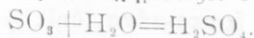
109. Θεωρία τῶν ἰόντων.—Παραδεχόμεθα, ὅτι ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι διάλυμα, τὸ ὁποῖον περιέχει μόρια ἀκέραια (ὀλόκληρα) καὶ μόρια ἰοντωμένα, δηλ. χωρισμένα εἰς δύο μέρη, τὰ ἰόντα. Τὰ ἰόντα εἶναι φορτισμένα μὲ ἴσα καὶ ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ φορτία. Τὸ ἄθροισμα τῶν θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν φορτίων ἰσοῦται μὲ τὸ μηδέν· οὕτω ἐξηγεῖται διατὶ ἠλεκτρολύτης, ὁ ὁποῖος δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, δὲν φανερῶνει κανέν φορτίον ἐλεύθερον.

Ἄς διαλύσωμεν π.χ. χλωριούχον νάτριον, διὰ νὰ σχηματίσωμεν ἠλεκτρολύτην. Ἐκτὸς τῶν ὀλοκλήρων μορίων NaCl , τὸ διάλυμα περιέχει ἐπίσης ἰόντα Na καὶ ἰόντα Cl χωρισμένα. Τὰ ἰόντα Na εἶναι φορτισμένα διὰ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ ἰόντα Cl δι' ἀρνητικοῦ. Ὄταν διέρχεται τὸ ρεῦμα, τὰ ἰόντα Na διευθύνονται πρὸς τὴν κάθodon, τὰ ἰόντα Cl πρὸς τὴν ἀνοδον. Ὄταν τὰ ἰόντα ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἠλεκτροδίων, ἀπαλλάσσονται τοῦ φορτίου των καὶ συνεπῶς ἐξουδετερῶνουν ἴσον καὶ ἀντίθετον φορτίον, τὸ ὁποῖον ἢ ἠλεκτρικὴ πηγὴ ἀνανεώνει πάραυτα. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, τὰ ἠλεκτρόδια δέχονται διαρκῶς ἠλεκτρικὰ φορτία ἀντίθετα. Τὰ ἰόντα εἶναι φορεῖς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὄταν τὰ ἰόντα ἀπαλλαγῶν τοῦ φορτίου των, γίνονται πάλιν ἐλεύθερα, μεταπίπτουν εἰς τὴν κατάστασιν χημικῶν στοιχείων καὶ ἀποτίθενται ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων. Ἄλλα μόρια τοῦ ἠλεκτρολύτου διαλύονται τότε, διὰ νὰ σχηματίσουν ἄλλα ἰόντα, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

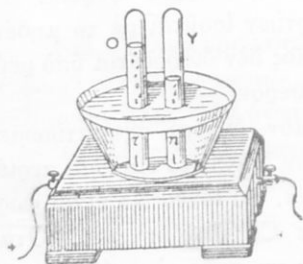
110. Παράδειγμα ἠλεκτρολύσεως.—*α)* Ἐλεκτρολύσις τοῦ τετηγμένου χλωριούχου νατρίου. Ἐὰν τήξωμεν χλωριούχον νάτριον καὶ διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ χλωριούχον νάτριον ἀποσυντίθεται εἰς χλώριον, τὸ ὁποῖον ἀναδίδεται περὶ τὴν ἀνοδον, καὶ εἰς νάτριον, τὸ ὁποῖον συναθροίζεται τετηγμένον περὶ τὴν κάθodon, $\text{NaCl} = \text{Na} + \text{Cl}$.

Σ η μ ε ί ω σ ι ς. Προηγούμενος όμως πρέπει να διατάξωμε κατ'αλλήλως την συσκευήν, ὥστε να μὴ δύνανται τὰ ἰόντα να ἐνωθοῦν, ὁπότε οὐδεμία δευτερεύουσα ἀντίδρασις θὰ παραχθῇ. Ὡς ἄνοδον χρησιμοποιοῦμεν ράβδον ἐξ ἄνθρακος, ὡς κάθοδον δὲ ἔλασμα σιδηροῦν.

β) **Ἀποσύνθεσις τῶν ἰόντων. Ἠλεκτρολύσις τοῦ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος.** Ὡς ἠλεκτρόδια χρησιμοποιοῦμεν σύρματα ἐκ λευκοχρῶσου καὶ ὡς ἠλεκτρολύτην ὕδωρ ὠξινισμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος. Τὸ θεικὸν ὀξύ ἀποσυντίθεται εἰς τὸ κατιὸν H_2 (τὸ ὁποῖον ἐκλύεται εἰς τὴν κάθοδον) καὶ εἰς τὸ ἀνιὸν SO_4 , τὸ ὁποῖον ἀποσυντίθεται εἰς SO_2 καὶ O . Τὸ O ἐκλύεται περὶ τὴν ἄνοδον. Συνεπεία ἐτέρας δευτερευούσης ἀντιδράσεως τὸ SO_2 μετὰ τοῦ ὕδατος ἀνασχηματίζει θεικὸν ὀξύ



Τοιοιουτρόπως συλλέγομεν H εἰς τὴν κάθοδον καὶ O εἰς τὴν ἄνοδον (σχ. 126). Ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου. Τελικῶς πράγματι ἀποσυντίθεται τὸ ὕδωρ καὶ μὲ ὠρισμένην ποσότητα θεικοῦ ὀξέος δυνάμεθα να ἀποσυνθέσωμεν ἄπειρον ποσότητα ὕδατος.



Σχ. 126

γ) **Προσβολὴ τῶν ἠλεκτροδίων. Ἠλεκτρολύσις τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ μετὰ ἄνοδον ἐκ χαλκοῦ.** Διαβιβάζομεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ ἐντὸς ὕδατος. Ὁ θεικὸς χαλκὸς ἀποσυντίθενται εἰς τὰ ἰόντα SO_4 καὶ Cu . $CuSO_4 = Cu + SO_4$. Τὸ ἰὸν Cu ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου, ἀλλὰ τὸ ἰὸν SO_4 προσβάλλει τὴν ἄνοδον καὶ ἀνασυνιστᾷ θεικὸν χαλκὸν $SO_4 + Cu = CuSO_4$ (σχ. 125).

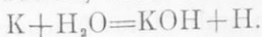
Ὁ θεικὸς χαλκὸς ἀποσυντίθεται κ.ο.κ., ὥστε τελικῶς φαίνεται, ὅτι γίνεται μεταφορὰ τοῦ χαλκοῦ ἀπὸ τῆς ἀνόδου εἰς τὴν κάθοδον.

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

Ἐπιχάλκωσις - Ἐπαργύρωσις - Ἐπιχρῶσις - Ἐπινικέλωσις. Ἐὰν ὡς κάθοδον θέσωμεν ἀντικείμενόν τι εὐηλεκτραγωγόν, τὸ ἀντικείμενον τοῦτο θὰ καλυφθῇ ὑπὸ στρώματος χαλκοῦ ἢ ἀργύρου ἢ χρυσοῦ ἢ νικελίου κτλ. Ἐννοεῖται, ὅτι ἡ ἐργασία αὕτη εἶναι

πολύ λεπτή. Διὰ νὰ λάβωμεν στρωμα κανονικὸν καὶ ὁμογενές, πρέπει ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ἀντικειμένου νὰ ὑποστῇ εἰδικὸν καθαρισμὸν, ἢ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἢ σύνθεσις καὶ ἢ θερμοκρασία τοῦ ἠλεκτρολύτου νὰ ἐκπληροῦν λεπτὰς συνθήκας, τὰς ὁποίας ὑποδεικνύει ἡ πείρα.

δ) **Προσβολὴ τοῦ διαλυτικοῦ.** Ἡλεκτρόλυσις διαλύματος καυστικοῦ κάλεως ἐν ὕδατι. Εὐθύς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, τὸ καυστικὸν κάλι ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ἰόντα του: $\text{KOH} = \text{K} + \text{OH}$. Τὸ ἰὸν K φέρεται εἰς τὴν κάθοδον, ὅπου ἀποσυνθίεται τὸ ὕδωρ:



Τὸ H ἐκλύεται. Εἰς τὴν ἀνοδον παράγεται ἄλλη δευτερεύουσα ἀντίδρασις: Τὸ ἰὸν OH ἀποσυντίθεται κατὰ τὸν τύπον $\text{OH} = \frac{1}{2} \text{O} + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ καὶ ἐκλύεται ὀξυγόνον.

Τελικῶς λαμβάνομεν ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον, ἀποσυντίθεται δηλ. τὸ ὕδωρ. Ὡς ἠλεκτρόδια χρησιμοποιοῦμεν ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου.

ε) **Τὰ ἰόντα ἀντιδρῶν πρὸς ἄλληλα.** Ἡλεκτρόλυσις τοῦ χλωριούχου καλίου. Ὑποβάλλομεν εἰς ἠλεκτρολύσιν διάλυμα χλωριούχου καλίου ἐντὸς ὕδατος, χρησιμοποιοῦντες ἠλεκτρόδια ἐξ ἀνθρακος ἢ ἐκ λευκοχρύσου. Εὐθύς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, τὸ χλωριούχον κάλιον ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ἰόντα 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 χλώριον καὶ τὸ καυστικὸν κάλι ἀντιδρῶν καὶ σχηματίζουν ὑποχλωριούχον ἢ χλωρικὸν κάλιον.

111. Ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.—Ἐντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Coulomb - Ampère. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ συγκριθῇ πρὸς ρεῦμα ὕδατος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ ἐντὸς σωλῆνος. Ὅπως ἐν ρεῦμα ὕδατος χαρακτηρίζεται διὰ τῆς ἀποδόσεώς του, δηλ. διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, ἢ ὁποία διέρχεται διὰ τινος κυρίας τομῆς τοῦ σωλῆνος ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου, τοιοῦτοτρόπως καὶ ἐν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα χαρακτηρίζεται διὰ τῆς ἐντάσεώς του, δηλ. διὰ τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ ὁποία διέρχεται διὰ τινος κυρίας τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ εἰς 1 δευτερόλεπτον.

Ἡ ἠλεκτρόλυσις, τῆς ὁποίας τὰ ἀποτελέσματα παρατηροῦνται εὐκόλως καὶ μετροῦνται μετ' ἀκριβείας, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετρήσωμεν

τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ συνεπῶς τὴν ἔντασιν ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Εἰς κύκλωμα παρεμβάλλομεν συσκευὴν ἠλεκτρολύσεως περιέχουσαν ὕδωρ ὠξιμισμένον διὰ θεϊκοῦ ὀξέος (βολτάμετρον) καὶ συλλέγομεν τὸ ἐκλυόμενον ὑδρογόνον.

Ὅταν ἡ ποσότης τοῦ συλλεγέντος ὑδρογόνου εἶναι $\frac{1}{96600}$ γρ. λέγομεν, ὅτι ἡ **ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**, ἡ ὁποία διήλθε διὰ τῆς συσκευῆς, εἶναι ἓν coulomb. Ὅταν ἡ ποσότης τοῦ συλλεγέντος ὑδρογόνου εἶναι $\frac{2}{96600}$ γρ., $\frac{3}{96600}$ γρ., κλπ., λέγομεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣτις διήλθε διὰ τῆς συσκευῆς, εἶναι 2, 3... κλπ. coulombs.

Τὸ πηλίκον τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ χρόνου (εἰς δευτερόλεπτα), τὸν ὁποῖον ἐχρειάσθη αὕτη διὰ νὰ διέλθῃ, παριστᾷ κατὰ τὰ ἀνωτέρω τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος.

Τὸ ρεῦμα ἔχει ἔντασιν ἴσην μὲ τὴν μονάδα, ὅταν διὰ τῆς κυρίας τομῆς τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ἓν coulomb κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται ampère.

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

Ἐφαρμογή. Ποία ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία διήλθε διὰ τοῦ νήματος λαμπτήρος, διατρεχομένου ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,5 ampères, μετὰ 4 ὥρας φωτισμοῦ: —

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

$$\Pi = 0,5 \cdot 14400 = 7200 \text{ coulombs.}$$

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, **μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τὸ coulomb**, ἥτοι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἡ ὁποία ἐκλύει $\frac{1}{96600}$ γρ. ὑδρογόνου.

(Ὅθεν ἀπαιτοῦνται 96600 coulombs πρὸς ἐκλυσιν 1 γρ. ὑδρογόνου).

Μονὰς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος εἶναι τὸ *ampère*, ἥτοι ἡ ἐνταση ρεύματος, τὸ ὁποῖον ἐκλύει $\frac{1}{96600}$ γρ. ὑδρογόνου εἰς ἓν δευτερόλεπτον.

Τὰς ἐντάσεις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων μετροῦμεν δι' εἰδικῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα λέγονται **ἀμπερόμετρα**.

Σημείωσις. Ἐὰν εἰς διάφορα σημεῖα κυκλώματος ἄνευ διακλαδώσεων παρεμβάλωμεν περισσότερα βολτάμετρα περιέχοντα ὕδωρ μετὰ θεικοῦ ὀξέος, διαπιστοῦμεν, δι' ἡ ἐνταση τοῦ ρεύματος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα εἶναι ἡ αὐτή. Ἐὰν ὑπάρχουν διακλαδώσεις, ἡ ἐνταση τοῦ κυρίου ρεύματος εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων εἰς τὰς διαφόρους διακλαδώσεις.

Νόμος τοῦ Faraday. Ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἥτις ἐκλύει ἓν γραμμάριον ὑδρογόνου (δηλ. τὸ γραμμοάτομον αὐτοῦ), ἐλευθερώνει βάρος οἰουδήποτε μετάλλου ἴσον πρὸς τὸ γραμμοάτομον τοῦ μετάλλου τούτου διαιρηθὲν διὰ τοῦ σθένους του.

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

Πράγματι, ἂν παρεμβάλωμεν εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα διαλύματα ἄραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, νιτρικοῦ ἀργύρου, θεικοῦ χαλκοῦ (ὁ ἀργυρὸς εἶναι μονοθενὴς καὶ τὸ ἀτομικὸν αὐτοῦ βάρος εἶναι 108, ὁ χαλκὸς δισθενὴς καὶ τὸ ἀτομικὸν του βάρος 63,6), βεβαιωνόμεθα, ὅτι, ἂν τὸ ρεῦμα διατηρηθῇ, ἐφ' ὅσον χρόνον ἀπαιτεῖται ἵνα ἐκλυθῇ 1 γρ. ὑδρογόνου, θὰ ἔχουν κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποτεθῇ ἀργύρου μὲν

108 γρ., χαλκοῦ δὲ $\frac{63,6}{2} = 31,8$ γρ. Κατὰ ταῦτα 96600 coulombs

καθιστῶσιν ἐλεύθερα 1 γρ. ὑδρογόνου, 108 γρ. ἀργύρου, 31,8 γρ.

χαλκοῦ, κτλ.. Ἡ: 1 coulomb ἐκλύει $\frac{1}{96600} = 0,00001035$ γραμμ.

ὑδρογόνου, $0,00001035 \times 108 = 0,001118$ γρ. ἀργύρου, $0,00001035 \times 31,8$ γρ. = 0,00033 χαλκοῦ.

Ἡλεκτροχημικὰ ἰσοδύναμα. Καλοῦμεν ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον σώματός τινος οἰουδήποτε τὸ βάρος τοῦ σώματος τούτου, τὸ ὁποῖον κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ἐλευθερώνεται διὰ τῆς δίοδου ἑνὸς coulomb.

Π.χ. τὸ ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀργύρου εἶναι 0,001118, τοῦ χαλκοῦ 0,00033, τοῦ ὕδρογόνου 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 ὕδρογόνου. Διὰ τοῦ βάρους δὲ τοῦ ἐκλυομένου ἀργύρου εἶναι πολὺ εὐκόλον νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ἐνεργήσαντος ρεύματος.

Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ παρεμβάλωμεν εἰς τὸ ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαρροόμενον κύκλωμα διάλυμα νιτρικοῦ ἀργύρου καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος τοῦ ἀργύρου τὸ ἀποτεθὲν εἰς ὠρισμένον χρόνον. Ἄν εἰς διάστημα χ δευτερολέπτων ἀπετέθησαν M γραμ. ἀργύρου, δέον νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι διήλθον $\frac{M}{0,001118}$ coulombs. Ἔχομεν λοιπόν:

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

Σημείωσις. Τὸ ρεῦμα ὑποτίθεται, ὅτι διατηρεῖ ἔντασιν σταθεράν.

[Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α]

1ον. Πόσα coulombs χρειάζονται διὰ τὴν δι' ἠλεκτρολύσεως παρασκευὴν 1 κυβ. μέτρον ὕδρογόνου; Πόσος δὲ χρόνος θὰ χρειασθῇ πρὸς τοῦτο, ἂν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 100 ampères; (Μία κυβ. παλάμη ὕδρογόνου ἔχει βάρος 0,1 γρ. περίπου).

2ον. Ρεῦμα διακλαδίζεται εἰς δύο βραχίονας, εἰς ἕκαστον τῶν ὁποίων παρεμβάλλεται βολτάμετρον. Συλλέγονται δὲ εἰς 10 πρῶτα λεπτὰ εἰς μὲν τὸ πρῶτον βολτάμετρον 100 κυβ. ἑκατοστὰ ὕδρογόνου, εἰς δὲ τὸ δεύτερον 150 κυβ. ἑκατοστὰ. Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ ἐντάσεις τοῦ ρεύματος εἰς τοὺς δύο βραχίονας καὶ εἰς τὸ κύριον κύκλωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

Σ Τ Η Λ Α Ι

113. Αἰ στῆλαι εἶναι, ὅπως εἶπομεν, πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ. Ὅντως μάζονται δὲ στῆλαι ἀπὸ τὴν πρῶτην συσκευὴν τοῦ εἶδους αὐτοῦ, ἢ

ὅποια ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Volta κατὰ τὸ ἔτος 1800. Ἡ αὕτη συνίσταται ἀπὸ σειρὰν στοιχείων, τὰ ὅποια ἔκιντο τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν ἴδιαν τάξιν (σχ. 127). Ἐκαστον στοιχεῖον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δίσκου ἐκ χαλκοῦ, ἑνὸς δίσκου ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἑνὸς κυκλικοῦ τεμαχίου ἐριούχου (τσόχας) ἐμποτισμένου δι' ὕδατος ὠξινομένου διὰ θεικοῦ ὀξέος.

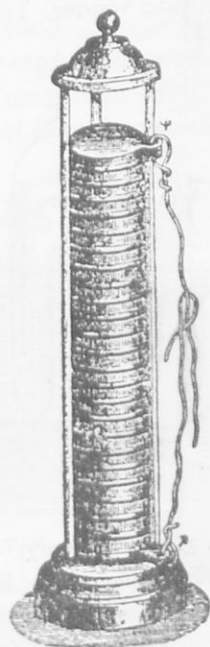
Ἔνεκα τῆς τοιαύτης διατάξεως ἔλαβεν ἡ ὅλη συσκευή τὸ ὄνομα **στήλη**, τὸ ὁποῖον διετήρησεν, ἂν καὶ μετὰ ταῦτα τὸ σχῆμά της μετεβλήθη ριζικῶς.

Στήλη τοῦ Βόλτα. Γενικῶς, ἕκαστον στοιχεῖον στήλης συνίσταται ἐκ δοχείου ὑαλίνου, περιέχοντος ἠλεκτρολύτην, ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζονται δύο διάφορα ἐλάσματα εὐηλεκτραγωγὰ, τὰ ὅποια καλοῦνται **ἠλεκτροδία**. Δύο σύρματα ἐκ χαλκοῦ προσκολλημένα ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων ἀποτελοῦν **τοὺς πόλους** τοῦ στοιχείου.

Διὰ τοῦ **βολτομέτρου** βεβαιωνόμεθα, ὅτι μεταξὺ τῶν δύο πόλων ὑπάρχει διαφορὰ δυναμικοῦ. Ἡ τιμὴ τῆς διαφορᾶς ταύτης, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν, ἐκφράζει τὴν **ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τοῦ στοιχείου**.

Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑνὸς στοιχείου εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος καὶ τῶν διαστάσεων αὐτοῦ, ἐξαρτᾶται δὲ μόνον ἀπὸ τὴν χημικὴν φύσιν τῶν οὐσιῶν, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται τὸ στοιχεῖον. Ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, δηλ. ὅταν συνδέσωμεν τοὺς πόλους διὰ σύρματος, διέρχεται δι' αὐτοῦ ρεῦμα. Διὰ τὴν ὑπάρξιν ὁμοῦ διαφορᾶς δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων, πρέπει τὰ ἠλεκτροδία νὰ εἶναι διαφόρου φύσεως. Ἄν ἦσαν καὶ τὰ δύο π. χ. ἐκ ψευδαργύρου, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις θὰ ἦτο ἴση μὲ τὸ μηδὲν καὶ τὸ στοιχεῖον δὲν θὰ παρεῖχε ρεῦμα.

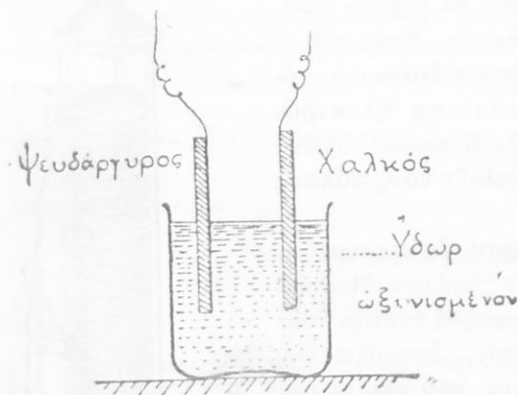
Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta (σχ. 128) ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι ὕδωρ ὠξινομένον διὰ θεικοῦ ὀξέος. Τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον ἀποτελεῖται ἐκ χαλκοῦ, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐκ ψευδαργύρου. Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτοῦ εἶναι 1 volt.



Σχ. 127

114. Χημικά φαινόμενα ἐντὸς τῶν στοιχείων.—Όταν συνδέσωμεν διὰ σύρματος τοὺς πόλους ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον 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 θετικόν καὶ τοιοῦτοτρόπως 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 ἐκλύεται



Σχ. 128

ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τῆς ἐξόδου ἐκ τοῦ στοιχείου (δηλ. ἐνταῦθα ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλου, ὅστις καθίσταται **κάθodos**), τὸ δὲ ὑπόλοιπον τοῦ ἀποσυντεθέντος μορίου ἐκλύεται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τῆς εἰσόδου (δηλ. ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ὅστις καθίσταται **ἀνοδος**). Οὕτω

π. χ. εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦ Βόλτα, ὅταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, τὸ ρεῦμα διέρχεται, διαπερᾶ τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκὸν καὶ ἀποσυνθέτει τὸ θεικὸν ὀξύ.

Τὸ ἰὸν H_2 φέρεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ, ὅπου ἐκλύεται.

Τὸ δὲ ἰὸν SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου καὶ προσβάλλει αὐτὸν παρέχον θεικὸν ψευδάργυρον, ὅστις διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὠξινοσμένου ὕδατος (*).

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

(*) Πράγματι, τὸ φαινόμενον δὲν 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 ὁποῖον μετὰ τοῦ H_2SO_4 δίδει $ZnSO_4$ καὶ H_2O .

115. Πόλωσις τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα.— Εἶναι εὐκόλον νὰ ἐπαληθεύσωμεν (π.χ. μὲ ἓνα ἠλεκτρικὸν κώδωνα), ὅτι τὸ ρεῦμα τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα ἐξασθενεῖ τάχιστα. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ στοιχεῖον **ἐπολώθη**.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς ἐπιπολαίαν ἀλλοίωσιν τοῦ ἠλεκτροδίου ἐκ χαλκοῦ.

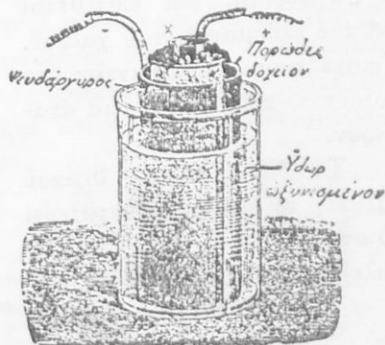
Τὸ διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως δηλ. παραχθὲν ὑδρογόνον προσφύεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χαλκοῦ καὶ τοιουτοτρόπως ἡ σειρὰ τῶν ἀγωγῶν τοῦ στοιχείου ἀντὶ νὰ εἶναι: ψευδάργυρος - ὕδωρ ὠξινοσμένον - χαλκός, γίνεται: ψευδάργυρος-ὕδωρ ὠξινοσμένον-ὑδρογόνον-χαλκός, τῆς ὁποίας ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι πολὺ μικροτέρα. Διότι ἡ παρουσία τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ δημιουργεῖ ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ἡ ὁποία, ἂν ἦτο μόνη, θὰ παρήγε ρεῦμα ἀντιθέτου φορῆς πρὸς τὸ τοῦ στοιχείου (**ἀντι-ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις**).

Πράγματι, ἐὰν προστρέψωμεν μὲ ξυλίνην ἢ ὑαλίνην ράβδον τὸ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ, διὰ νὰ ἐξαφανίσωμεν τὰς φυσαλλίδας τοῦ ὑδρογόνου, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα ἀναλαμβάνει τὴν προηγουμένην ἰσχύν του.

Ἔνεκα τῆς ἐξασθενήσεως ταύτης τὸ στοιχεῖον τοῦ Βόλτα εἶναι ἀκατάλληλον διὰ τὰς πρακτικὰς χρήσεις.

Διὰ τοῦτο κατασκευάζονται στοιχεῖα μὲ σταθερὰν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ἀποσοβουμένης τῆς ἐκλύσεως τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλου. Πρὸς τοῦτο ἡ χρησιμοποιεῖται ἄλλας τι ἀντὶ ὀξέος ἢ περιβάλλεται ὁ θετικὸς πόλος δι' ὀξειδωτικοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ἐξαφανίζει τὸ ὑδρογόνον. Θὰ ἐξετάσωμεν 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 ἐξωτερικὸν διαμερίσμα περιέχει ὕδωρ ὠξινοσμένον, ἐν αὐτῷ δὲ ἐμβαπτίζεται κυλινδρικὸν ἔλασμα ψευδαργύρου,



Σχ. 129

τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον. Τὸ πορῶδες δοχεῖον περιέχει διάλυμα **θεικοῦ χαλκοῦ**, τὸ ὁποῖον διατηροῦμεν κεκορεσμένον προσθέτοντες εἰς αὐτὸ κρυστάλλους τοῦ αὐτοῦ ἄλατος. Τέλος, ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ ἐμβαπτίζεται χαλκοῦν ἔλασμα χ ἀποτελοῦν τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον.

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. Ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, οἱ δύο ἠλεκτρολύται H_2SO_4 καὶ $CuSO_4$ ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος. Τὸ H_2SO_4 δίδει τὰ ἰόντα SO_4 καὶ H_2 . Τὸ SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, μετὰ τοῦ ὁποῖου παράγει $ZnSO_4$. Τὸ H_2 φέρεται πρὸς τὸ πορῶδες δοχεῖον. Ἀφ' ἑτέρου ἐντὸς τοῦ πορῶδους δοχείου ὁ $CuSO_4$ δίδει τὰ δύο ἰόντα SO_4 καὶ Cu . Τὸ SO_4 φέρεται πρὸς τὸ πορῶδες δοχεῖον, ὅπου συντίθεται μετὰ τοῦ H_2 καὶ παράγεται θεικὸν ὀξύ, ὁ δὲ Cu φέρεται καὶ ἐπιτίθεται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ. Τοιοῦτοτρόπως τὸ στοιχεῖον δὲν πολοῦται καὶ δίδει ρεῦμα σταθερόν.

Τὸ διάλυμα τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ, τὸ ὁποῖον προστατεύει τὸ στοιχεῖον ἀπὸ τῆς πολώσεως, καλεῖται **ἀντιπολωτικὸν ὑγρὸν**.

Ἡ ἠλεκτρογενετική δύναμις τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell εἶναι περίπου 1 volt.

β') **Στοιχεῖον Bunsen.** Τὸ

στοιχεῖον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τεσσάρων μερῶν, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ τεθῶσι τὸ ἓν ἐντὸς τοῦ ἄλλου. Τὰ μέρη ταῦτα εἶναι τὰ ἑξῆς:

α) ἓν ἐξωτερικὸν δοχεῖον (σχ. 130) ἐξ ὑάλου, περιέχον ὕδωρ ὠξινισμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος (10 : 1).

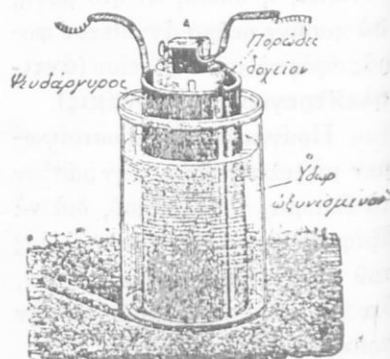
β) εἷς κοῖλος κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου.

γ) ἓν πορῶδες δοχεῖον Π, περιέχον ἀγοραῖον νιτρικὸν ὀξύ, καὶ

δ) μία πρισματικὴ ράβδος Α ἐξ ἀνθρακος τῶν ἀποστακτήρων.

Θέτομεν πρῶτον ἐν τῇ ὑάλινῃ δοχείῳ τὸν ψευδάργυρον, κατόπιν τὸ πορῶδες δοχεῖον καὶ εἰς τὸ κέντρον τὸν ἀνθρακα, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα.

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο, ἀντιπολωτικὸν



Σχ. 130

είναι τὸ νιτρικὸν ὀξύ. Ὄταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, ἀποσυντίθεται ἐν μόριον H_2SO_4 καὶ δύο μόρια HNO_3 . Τὸ ἰὸν SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, μετὰ τοῦ ὁποίου συντίθεται. Τὰ δύο ἰόντα H καὶ 2NO_3 συντίθενται ἐπὶ τοῦ πορώδους δοχείου διὰ νὰ ἀνασχηματίσουν νιτρικὸν ὀξύ. Τέλος τὰ δύο ἰόντα H τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος φέρονται ἐπὶ τοῦ ἀνθρακος, ὅπου ἀνάγουν τὸ νιτρικὸν ὀξύ καὶ παρέχουν ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου καὶ ὕδωρ: $\text{H} + \text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

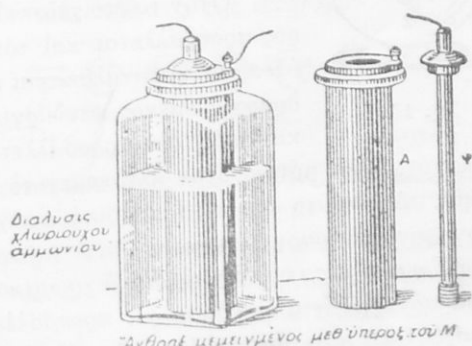
Τὸ στοιχείον τοῦτο ἀφήνει λοιπὸν νὰ ἐκλύωνται νιτροῦδη ἀέρια δυσάρεστα εἰς τὴν ἀναπνοὴν καὶ ἐπιβλαβῆ εἰς τὴν ὑγείαν.

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

116. Ἄλλα στοιχεῖα.—Στοιχείον Leclanché (σχ. 131).

Κατὰ τὴν τελευταίαν μορφήν τοῦ στοιχείου τούτου, τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον εἶναι ράβδος ἐκ ψευδαργύρου διατηρουμένη διὰ μονωτήρων εἰς τὸν ἄξονα κοίλου κυλίνδρου. Ὁ κύλινδρος οὗτος, ὁ ὁποῖος εἶναι τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον, ἀποτελεῖται ἐξ ἀνθρακος τῶν ἀποστακτῆρων ζυμωθέντος ἐν καταστάσει κόνεως μετὰ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ ἀντιπολωτικόν. Ὁ ἠλεκτρολύτης 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 ὁποίου σχηματίζει χλωριούχον ψευδάργυρον, ὅστις 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 ὁποῖον ὀξειδουται ὑπὸ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου εἰς ὕδωρ.



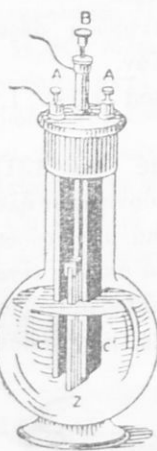
Σχ. 131

Ἡ ὀξειδωσις ὁμως αὕτη, συντελουμένη ὑπὸ σώματος στερεοῦ, προβαίνει βραδέως. Διὰ τοῦτο τοῦ στοιχείου τούτου γίνεται χοῆσις,

ὅταν δὲν ἀπαιτῆται ἀδιαλείπτως συνεχές ρεῦμα, ὅπως π. χ. διὰ τοὺς ἠλεκτρικοὺς κώδωνας, τὰ τηλέφωνα, τὸν τηλέγραφον.

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

117. Στοιχεῖον διὰ διχρωμικοῦ καλίου.— Τὸ στοιχεῖον τοῦτο περιέχει ἓν μόνον ὑγρὸν. Τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶναι ὤξιςισμένον ὕδωρ περιέχον διχρωμικὸν κάλιον, τὸ ὁποῖον εἶναι σῶμα ὀξειδωτικὸν καὶ χρησιμεύει ὡς ἀντιπολωτικόν.



Σχ. 132

Τὸ θετικὸν ἠλεκτροδίου συνίσταται (σχ. 132) ἐκ δύο πλακῶν ἐξ ἀνθρακος, μεταξὺ τῶν ὁποίων εὐρίσκεται τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτροδίου ἐκ ψευδαργύρου.

Ἡ ἠλεκτρογερετική δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι περίπου 2 volts.

118. Χρῆσις ἐφυδραργυρωμένου ψευδαργύρου*.— Ἐν ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον κλειστὸν καταναλίσκει ψευδάργυρον καὶ παρέχει ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Ὅταν τὸ στοιχεῖον εἶναι ἀνοικτόν, ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται καὶ τότε ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος καὶ καταναλίσκεται ματαίως. Τοῦναντίον ὁ ἐφυδραργυρωμένος ψευδάργυρος, καθὼς καὶ ὁ χημικῶς καθαρὸς, δὲν προσβάλλεται, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν, ἀλλὰ μόνον ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα καὶ διέρχεται τὸ ρεῦμα. Διὰ τοῦτο εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα χρησιμοποιοῦμεν ψευδάργυρον ἐφυδραργυρωμένον.

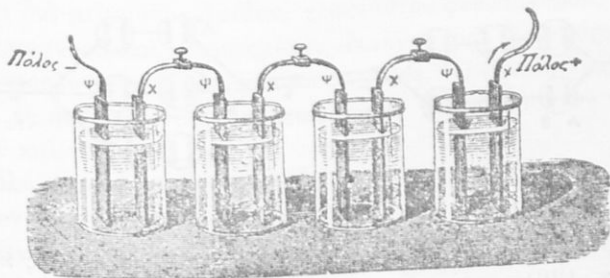
Σημείωσις. Εἰς τὸ διὰ διχρωμικοῦ καλίου στοιχεῖον καὶ ὁ ἐφυδραργυρωμένος ψευδάργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξίνου διαλύματος. Διὰ τοῦτο, ὅταν τὸ στοιχεῖον δὲν λειτουργῇ, πρέπει ὁ ψευδάργυρος νὰ σῦρειται πρὸς τὰ ἄνω διὰ τὰ ἐξάγεται ἐκ τοῦ διαλύματος.

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

* Διὰ νὰ ἐφυδραργυρώσωμεν τὸν ψευδάργυρον, τὸν βυθίζομεν ἐντὸς ὕδαργύρου κεκαλυμμένου με σιρῶμα ἰδρωχλωρικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον καθαρίζει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ψευδαργύρου κατὰ τὴν ἐμβάπτισιν.

δι' ἀγωγῶν (σχ. 133). Ἡ σύνδεσις αὕτη δύναται νὰ γίνη κατὰ τρεῖς τρόπους:

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



Σχ. 133

χεῖα διὰ τῶν ἑτερονόμων αὐτῶν πόλων (σχ. 134). Ὁ θετικὸς πόλος τοῦ πρώτου στοιχείου καὶ ὁ ἀρνητικὸς τοῦ τελευταίου, οἱ ὁποῖοι ἀφήνονται ἐλεύθεροι, ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς στήλης.

Ἐάν προσδιορίσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης ταύ-

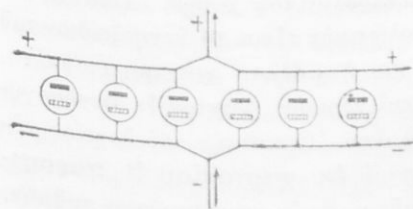


Σχ. 134

της, θὰ ἴδωμεν, ὅτι αὕτη εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων. Ἐάν δηλ. ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἶναι 1 volt μεταξύ τῶν πόλων τοῦ ἑνὸς στοιχείου, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους στήλης ἀποτελουμένης ἐκ n στοιχείων τῆς αὐτῆς συστάσεως θὰ εἶναι n volts.

β) Κατὰ ποσότητα.

Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον συνδέομεν ἀφ' ἑνὸς μὲν ὅλους τοὺς θετικοὺς πόλους, ἀφ'

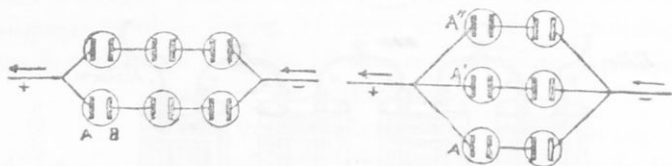


Σχ. 135

ἑτέρου δὲ ὅλους 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) **Μεικτῶς.** Κατὰ τὸν τρόπον τούτον σχηματίζομεν ομάδας ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων καὶ ἐνοῦμεν τὰ στοιχεῖα ἐκάστης ὁμάδος κατὰ τάσιν οὕτως, ὥστε ἐκάστη ὁμάς νὰ ἀποτελεῖ μίαν στήλην



Σχ. 136

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

Κατὰ τὸν συνδυασμὸν τούτον, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης ἰσοῦται μὲ τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ μίας τῶν συνιστωσῶν στηλῶν.

ΞΗΡΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

120. Ξηρὰς λέγομεν τὰς στήλας, εἰς τὰς ὁποίας τὸ ἠλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν **παραμένει ἀκίνητον**, τῇ βοηθειᾷ οὐσιῶν τινῶν, αἱ ὁποῖαι δίδουν εἰς αὐτὸ σύστασιν πηκτώδη.

Δηλ. τὸ ὑγρὸν μέσον δὲν παραλείπεται καὶ ἡ οὐσία, ἡ ὁποία τὸ καθιστᾷ ἀκίνητον, πρέπει νὰ εἶναι **χημικῶς ἀδρανὴς** ὡς πρὸς τὸ ἠλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν, συγκρατοῦσα μόνον αὐτὸ ὡς σπόγγος.

Αἱ μετὰ στερεοῦ ἀντιπολωτικοῦ στηλαὶ εἶναι αἱ μόναι κατάλληλοι διὰ τὴν ἀκίνητοποίησιν τοῦ ἠλεκτρολυτικοῦ ὑγροῦ. Τοιαύτη εἶναι ἡ στήλη, εἰς τὴν ὁποίαν ἀντιπολωτικὸν εἶναι τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου. Ἡ στήλη αὕτη εἶναι καὶ ἡ μᾶλλον χρησιμοποιουμένη. Εἰς αὐτὴν ἀρνητικὸς πόλος εἶναι κυλινδρικὸν δοχεῖον ἐκ ψευδαργύρου Α (σχ. 137), ἀνοικτὸν πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ πυθμὴν τοῦ δοχείου αὐτοῦ καλύπτεται ἐσωτερικῶς διὰ δίσκου ἐκ χαρτονίου Β παραφινωμένου, διὰ τοῦ ὁποίου ἀπομονοῦται ὁ ἐκ ψευδαργύρου πυθμὴν.

Ὡς ἀντιπολωτικὸν σῶμα χρησιμεύει δεύτερος κύλινδρος Γ ἀποτελούμενος ἐξ ὁμοιομεροῦς μείγματος ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου, ἀνθρακος, ἀνθρακικοῦ μολύβδου, γραφίτου καὶ χλωριούχου ἀμμωνίου. Ὁ κύλινδρος οὗτος περιβάλλεται διὰ ἀραιῶν βαμβακεροῦ ὑφάσματος (τὸ ὑφάσμα εἰς τὸ σχῆμα παρίσταται διὰ ἐστιγμένης γραμμῆς)

καὶ εἶναι τοποθετημένοι ἐντὸς τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κυλίνδρου, χωρὶς νὰ ἐφάπτεται αὐτοῦ. Μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων ἀφήνεται μικρὸν διάστημα (ὅπου αἱ κατακόρυφοι γραμμαὶ εἰς τὸ σχῆμα), τὸ ὁποῖον πληροῦται διὰ μείγματος ἀμύλου, χλωριούχου ψευδαργύρου, διχλωριούχου ὕδραργύρου καὶ κεκορεσμένου διαλύματος χλωριούχου ἀμμωνίου (ἤλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν ἀκίνητοποιηθέν). Ὁ θετικὸς πόλος εἶναι ῥάβδος Κ ἐξ ἄνθρακος τῶν ἀποστακτῆρων, τοποθετομένη κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου Γ.

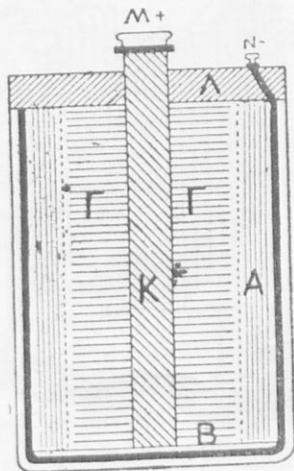
Ἡ ὅλη συσκευή εἰσάγεται εἰς θήκην ὀλίγον ὑψηλοτέραν καὶ φράσσεται ἄνωθεν διὰ στρώματος κηροῦ Λ.

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

Μία ξηρὰ στήλη καλῶς κατεσκευασμένη εἶναι τελείως ἀδρανῆς, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν. Δύναται ἐπομένως νὰ διατηρηθῇ ἐπ' ἄρκετόν. Ὄταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωριούχου ἀμμωνίου καὶ ἡ στήλη παρέχει ρεῦμα.

Αἱ ξηραὶ στήλαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς τηλεγράφους, τὰ τηλεφῶνα καὶ ἐνίοτε διὰ τὴν ἀνάφλεξιν εἰς τοὺς δι' ἐκρήξεων κινητήρας.

Ἡ ξηρὰ στήλη ἢ προωρισμένη πρὸς φωτισμὸν (στήλη λάμπας τῆς στέπης) εἶναι πεπλατυσμένη, ἀποτελεῖται δὲ ἐκ τριῶν στοιχείων ἠνωμένων κατὰ τάσιν. Ἡ στήλη αὕτη παρέχει ρεῦμα 4,5 volts, τὸ ὁποῖον διαρρέον μικρὸν λαμπτήρα δύναται νὰ παράγῃ συνεχῆ φωτισμὸν ἐπὶ τρεῖς περίπου ὥρας.

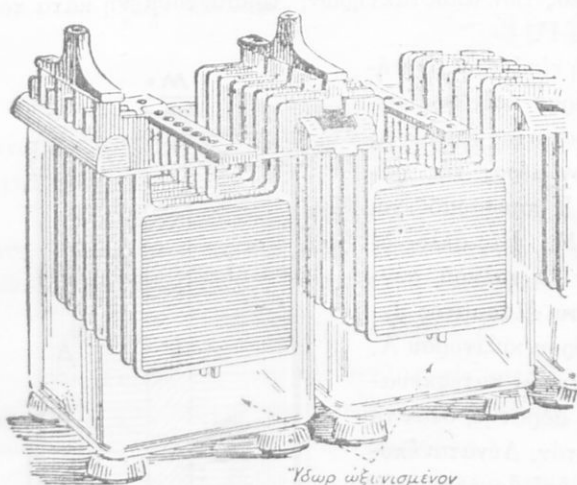


Σχ. 137

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ

121. Ἀρχὴ τῶν συσσωρευτῶν.—Ὁ συσσωρευτῆς (σχ. 138) εἶναι πηγὴ ἠλεκτρισμοῦ, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ πραγματοποιήσωμεν ὡς ἐξῆς :



Σχ. 138

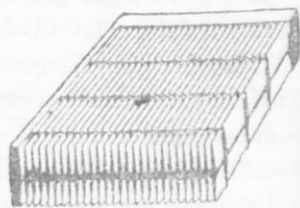
εἶναι ὅμοια, κατ' ἀρχὰς οὐδεμίαν διαφορὰν δυναμικοῦ παρουσιάζουν. Ἴνα τὸ ὄργανον καταστῆ πηγὴ ἠλεκτρισμοῦ, πρέπει νὰ πληρωθῆ.

Πλήρωσις. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὸν συσσωρευτὴν, παρεμβάλλομεν αὐτὸν εἰς κύκλωμα περιέχον ἠλεκτρικὴν πηγὴν. Τότε τὸ ὄργανον λειτουργεῖ ὡς ἠλεκτρολυτικὴ συσκευή. Τὸ διὰ θεικοῦ ὀξέος ὠξεισιμένον ὕδωρ ἀποσυντίθεται, ἀλλὰ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον δὲν ἐκλύονται· τὰ ἀέρια ταῦτα ἀντιδρῶν ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων καὶ πολοῦσιν αὐτά.

Καὶ τὸ μὲν ὑδρογόνον φέρεται εἰς τὴν κάθοδον καὶ ἐκεῖ ἀνάγει τὸ PbO εἰς μεταλλικὸν Pb: $(\text{PbO} + \text{H}_2 = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O})$, τὸ δὲ ὀξυγόνον

Ἐντὸς δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ ὠξεισιμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος (10:1), ἐμβαπτίζομεν δύο ἠλεκτρόδια ἐξ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου (PbO), συγκρατομένου διὰ σκελετοῦ ἐκ μολύβδου (σχ. 139 καὶ 140).

Ἐπειδὴ τὰ ἠλεκτρόδια ταῦτα



Σχ. 139

φερόμενον εις την άνοδον σχηματίζει μετα του PbO διοξειδίου του μολύβδου PbO_2 ($PbO + O = PbO_2$).

Την άλλοίωσιν ταύτην των ηλεκτροδίων δυνάμεθα να διακρίνωμεν δια της άλλαγής της χροιάς των. Το θετικόν ηλεκτρόδιον λαμβάνει την υπέρυθρον χροιάν του διοξειδίου του μολύβδου, το δε έτερον την φαιοκυανήν χροιάν του μολύβδου.

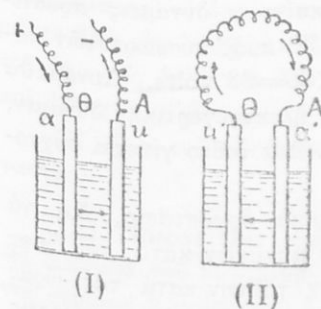
Έννοούμεν, ότι συνετελέσθη ή πλήρωσις, όταν το ύδρογόνον και το όξυγόνον, μηδόλωσ πλέον έπιδρώντα, εκλύωνται έν αφθονία.

Ένεκα της ως άνω άλλοιώσεως, την όποιαν υπέστησαν τα ηλεκτρόδια, τα όποια αρχικώς ήσαν όμοια, κατέστησαν διάφορα και τοιουτοτρόπως έσχηματίσθη

ηλεκτρικόν στοιχείον, του όποιου ή ηλεκτρεγερτική δύναμις είναι περίπου 2 volts. Θετικός πόλος είναι ο πόλος, όστις αντιστοιχεί εις το διοξειδίου του μολύβδου.

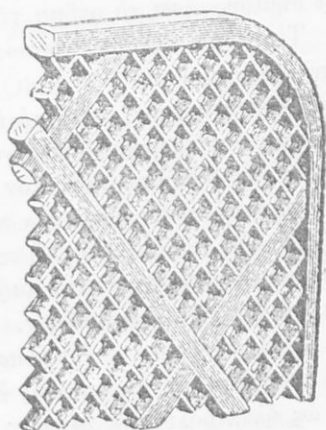
Έφεξις το όργανον δύναται να λειτουργήσ η ως πηγή ηλεκτρική.

Έκκένωσις. Έάν συνδέσωμεν δια σύματος τους πόλους πεπληρωμένου συσσωρευτού, ή ηλεκτρεγερτική του δύναμις παράγει ηλεκτρικόν ρεύμα φορᾶς αντιθέτου προς την φοράν του ρεύματος, το όποιον εχρησίμευσε δια την πλήρωσιν, και ο συσσωρευτής εκκενοῦται (σχ. 141).



Σχ. 141

Το ρεύμα της εκκένωσης παράγει έντός του συσσωρευτού δράσεις χημικάς όμοιάς προς τας παραγομένας έντός ενός ηλεκτρικού στοιχείου. Το μόριον του ύδατος αποσυντίθεται. Και το μὲν ύδρογόνον φέρεται εις το ηλεκτρόδιον της **έξόδου** και εκεί ανάγει το διοξειδίου του μολύβδου εις όξειδιον: $PbO_2 + H_2 = PbO + H_2O$, το δε όξυ-



Σχ. 140

γόνον φέρεται εἰς τὸ ἠλεκτροδίδιον τῆς εἰσόδου, ὀξειδώνει τὸν μόλυβδον καὶ μετατρέπει αὐτὸν εἰς ὀξειδίδιον: $Pb+O=PbO$.

Δηλ. τὰ ρεῦμα τῆς ἐκκενώσεως καταστρέφει ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον εἶχε δημιουργήσει τὸ ρεῦμα τῆς πλήρωσεως.

Τὸ ρεῦμα τῆς ἐκκενώσεως σταματᾷ, ὅταν τὰ δύο ἠλεκτροδία γίνωνται πάλιν ὅμοια.

Εἶναι φανερόν, κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν coulombs, τὰ ὅποια ἀποδίδονται κατὰ τὴν ἐκκένωσιν, εἶναι, θεωρητικῶς τοῦλάχιστον, ἀκριβῶς ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν coulombs, τὰ ὅποια ἐχρησιμοποιήθησαν κατὰ τὴν πλήρωσιν.

Εἰς τὴν προᾶξιν ὅμως, ἡ πλήρης θεωρία τῆς πλήρωσεως καὶ ἐκκενώσεως τοῦ συσσωρευτοῦ παρεμβάλλει καὶ τὸ θεικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον ἀντιδρᾷ ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων.

Συμπέρασμα. Ὁ συσσωρευτὴς εἶναι, ὅπως καὶ τὸ ἠλεκτροκὸν στοιχεῖον, μεταμορφωτῆς ἐνεργείας. Κατὰ τὴν πλήρωσιν λειτουργεῖ ὡς ἠλεκτρολυτικὸς δέκτης· ἀπορροφᾷ ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν τοῦ παρέχει ἑξωτερικὴ ἠλεκτρικὴ πηγὴ, καὶ τὴν μετατρέπει εἰς ἐνέργειαν χημικὴν. Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν λειτουργεῖ ὡς πηγὴ ἠλεκτρισμοῦ καὶ ἐκτελεῖ τὴν ἀντίθετον μετατροπὴν.

Χρήσεις τῶν συσσωρευτῶν. Γενικῶς συνδέουν τοὺς συσσωρευτὰς κατὰ τάσιν, ὅποτε αἱ ἠλεκτρογεγενηθεῖσιν δυνάμεις προστίθενται. Οὕτω μία συστοιχία (batterie) ἐκ 30 π. χ. συσσωρευτῶν παρῴσιάζει ἠλεκτρογεγενηθεῖσιν δυνάμιν $2,1 \times 30 = 63$ volts. Δυνάμεθα οὕτω νὰ πραγματοποιήσωμεν οἰανδήποτε ἠλεκτρογεγενηθεῖσιν δυνάμιν, ἣτις ἔχει τὸ πλονέκτημα νὰ μὲνη σταθερά. Διὰ τοῦτο γίνεται συχνὸτάτη χρῆσις τῶν συσσωρευτῶν.

Οὕτω χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια, διὰ νὰ ἀπορροφῶσιν τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν τῶν μηχανῶν κατὰ τὰς ὥρας τῆς μικρῆς καταναλώσεως καὶ νὰ ἀποδίδουν ταύτην κατὰ τὰς ὥρας τῆς ἀνάγκης. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται εἰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις διὰ τὸν φωτισμὸν ἢ ὡς κινήτριος δυνάμιν ἐν περιπτώσει διακοπῆς τοῦ ρεῦματος τοῦ παρεχομένου ὑπὸ τοῦ ἐργοστασίου. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἔλξιν· π. χ. εἰς τὰ ὑποβρύχια, εἰς τροχιοδρόμους, ἠλεκτρικὰ αὐτοκίνητα κτλ. Τέλος χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἐκκίνησιν καὶ τὸν φωτισμὸν τῶν αὐτοκινήτων κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΟΗΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

122. Σκοπὸς τῶν νόμων τοῦ Ohm.—Ἐὰν μεταξύ δύο σημείων ἀποκαταστήσωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ B , ποία θὰ εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς ἄγωγόν, ὃ ὁποῖος συνδέει τὰ σημεία ταῦτα;

Ἐξήγησις: Ἡ ἀνάλογος ἐρώτησις εἰς τὴν ὑδροδυναμικὴν εἶναι ἡ ἐξῆς: Ἡ ἔλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος εἰς δύο δεξαμενάς παρουσιάζει διαφορὰν ὕψους π. χ. 10 μέτρων. Ἐὰν συνδέσωμεν τὰς δεξαμενάς ταύτας διὰ σωλήνος, ποίαν ἀπόδοσιν θὰ ἔχωμεν; (δηλ. ποῖον ποσὸν ὕδατος θὰ διέρχεται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διὰ τῆς κυρίας τομῆς τοῦ σωλήνος;)

Εἶναι γνωστόν, ὅτι εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἀπόδοσις δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸν σωλήνα καὶ εἰδικῶς ἀπὸ τὸ μήκος καὶ τὴν τομὴν του.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἠλεκτρισμόν. Δηλ. ἡ ἔντασις E τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὸν ἄγωγόν, δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν B τοῦ δυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ μήκος μ τοῦ ἀγωγοῦ, τὴν τομὴν του e καὶ ἀπὸ τὴν φύσιν του.

Οἱ νόμοι τοῦ Ohm σκοπὸν ἔχουν νὰ ὑπολογίσουν τὰς σχέσεις ταύτας.

123. Νόμοι τοῦ Ohm.—Πειραματικὴ ἔρευνα. Νόμος Α'. Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο πόλων συσσωρευτοῦ εἶναι περίπου 2 volts, καὶ ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι 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 ὁποῖον μᾶς δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι διαδοχικῶς π. χ. 1, 2, 3... ampères, ὅταν παρεμβάλλομεν εἰς τὸ κύκλωμα 1, 2, 3... συσσωρευτάς. Δηλαδή ἡ ἔντασις καθίσταται 2, 3... φορές τοῦ ἀμπεροῦ τοῦ συσσωρευτοῦ.

εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ γίνεται 2,3... φορές μεγαλύτερα. Ἄρα:
Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ.

Νόμος Β'. Συνδέομεν τοὺς δύο πόλους ἑνὸς συσσωρευτοῦ διὰ σύρματος μήκους 0,50 μέτρων καὶ σημειώνομεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Ἐστω π. χ. αὕτη 2 ampères. Ἐπαναλαμβάνομεν κατόπιν τὸ πείραμα ἀντικαθιστῶντες τὸ σύρμα δι' ἄλλου σύρματος ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου καὶ τῆς αὐτῆς τομῆς, ἀλλὰ διπλασίου μήκους, δηλ. ἑνὸς μέτρου. Παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 1 ampère. Δηλ. ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ὑποδιπλασιάζεται, ὅταν τὸ μήκος τοῦ ἀγωγοῦ διπλασιάζεται. Ἄρα:

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μήκος τοῦ ἀγωγοῦ.

Νόμος Γ'. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα διατηροῦντες τὸ μήκος τοῦ σύρματος εἰς 1 μέτρον, ἀλλὰ χρησιμοποιοῦμεν κατὰ πρῶτον ἓν μόνον σύρμα, κατόπιν δύο ὅμοια σύρματα ὁμοῦ, ἔπειτα τρία ὅμοια σύρματα ὁμοῦ καὶ οὕτω καθεξῆς, τὸ ὁποῖον διπλασιάζει, τριπλασιάζει κτλ. τὴν τομῆν. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι αἱ ἔντασεις θὰ εἶναι διαδοχικῶς 1,2,3... ampères. Ἄρα:

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τομῆν τοῦ ἀγωγοῦ.

Νόμος Δ'. Ἐπαναλαμβάνομεν ἅπαξ ἔτι τὸ ἀνωτέρω πείραμα, χρησιμοποιοῦντες σύρματα τῶν αὐτῶν διαστάσεων, ἀλλ' ἐκ διαφόρων μετάλλων. Θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι:

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μετάλλου.

124. Ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Ohm.—Ἐκ τῶν ἀνωτέρω νόμων ἐξάγομεν τὸν τύπον:

$$E = \frac{B}{\rho \frac{\mu}{\epsilon}} = \frac{B\epsilon}{\rho\mu}, \quad (1)$$

ὅστις ἐκφράζει, ὅτι ἡ ἔντασις E τοῦ ρεύματος (εἰς ampères) εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν B τοῦ δυναμικοῦ (εἰς volts), ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος πρὸς τὸ μήκος μ (εἰς ἑκατοστόμετρα) τοῦ ἀγωγοῦ, ἀνάλογος πρὸς τὴν τομῆν ϵ (τετραγωνικὰ ἑκατ.) καὶ ὅτι μεταβάλλεται

μετά τοῦ ἀριθμητικοῦ συντελεστοῦ ρ , ὅστις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μετάλλου.

125. Ἀντίστασις ἀγωγοῦ.— Ἀντίστασις ἀγωγοῦ εἶναι ὁ ἀριθμὸς A , διὰ τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ διαιρέσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ B , διὰ νὰ ἔχωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Ἦτοι:

$$E = \frac{B}{A} \quad (2)$$

Συνεπῶς ἐκ τοῦ τύπου (1) προκύπτει ὅτι:

$$A = \rho \frac{\mu}{\varepsilon} \quad (3)$$

Δηλ. διὰ τὴν αὐτὴν τιμὴν τοῦ B ἢ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ ἀντίστασις αὐξάνεται.

Ὁ 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 ἑλασμάτων.

Ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος ἐξαρτᾶται προσέτι καὶ ἐκ τοῦ μετάλλου, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τοῦτο ἔχει κατασκευασθῆ. Τοῦτο ἐκφράζει ὁ συντελεστὴς ρ .

Ὁ συντελεστὴς οὗτος καλεῖται **εἰδικὴ ἀντίστασις** τοῦ μετάλλου, παριστᾷ 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 $E = \frac{B}{A}$ λαμβάνομεν $A = \frac{B}{E}$. Ἐὰν $B=1$ volt καὶ $E=1$ ampère, θὰ ἔχωμεν $A=1$.

Μονὰς ἀντιστάσεως εἶναι λοιπὸν ἡ ἀντίστασις ἀγωγοῦ, ὅστις διαρρεόμενος ὑπὸ ρεύματος ἑνὸς ampère παρουσιάζει μεταξὺ τῶν δύο αὐτοῦ ἄκρων διαφορὰν δυναμικοῦ 1 volt. Ἡ μονὰς αὕτη ἐκλήθη Ohm.

Ἡ μονὰς αὕτη παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν

παρουσιάζει εις 0° στήλη ύδραργύρου τομῆς 1 τετρ. χλσ. καὶ μήκους 106,3 ἑκατ.

Ὁ νόμος τοῦ Ohm δύναται λοιπὸν νὰ γραφῆι:

$$E = \frac{B}{A} \quad \eta \quad B = E \cdot A, \quad \eta \tau \omicron \iota:$$

Ἡ ἔντασις (εις ampères) τοῦ ρεύματος, τοῦ διαρρέοντος ἄγωγόν τινα, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ (εις volts), ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἄγωγου τούτου, καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἄγωγου (εις ohms). (Νόμος τοῦ Ohm δι' ἄγωγόν).

Ἀριθμητικαὶ ἐφαρμογαί. 1) Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις σύρματος ἐκ χαλκοῦ μήκους ἑνὸς μέτρου καὶ διαμέτρου $\delta=1$ χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου. Εἰδικὴ ἀντίστασις χαλκοῦ $= 1,6 \cdot 10^{-8}$ ohms.

$$\text{Ἐφαρμόζομεν τὸν τύπον } A = \rho \frac{\mu}{\varepsilon} \quad \rho = 1,6 \cdot 10^{-8} = \frac{1,6}{10^8} \text{ ohms,}$$

$$\mu = 1 \text{ μέτρ.} = 100 = 10^2 \text{ ἑκατοστόμ.}$$

$$\varepsilon = \pi \frac{\delta^2}{4} \quad \pi = 3,14 \quad \delta = 1 \text{ χλσ.} = 0,1 \text{ ἑκατ.} \quad \varepsilon = 3,14 \cdot \frac{0,01}{4}$$

$$A = \frac{1,6 \cdot 10^2 \cdot 4}{10^8 \cdot 3,14 \cdot 0,01} = \frac{1,6 \cdot 10^4 \cdot 4}{10^8 \cdot 3,14} = \frac{1,6 \cdot 4}{10^2 \cdot 3,14} = \\ = \frac{6,4}{314} = \frac{64}{3140} = \frac{16}{785} = \frac{1}{50} \text{ ohms περίπου.}$$

Ἀπαιτοῦνται λοιπὸν 50 μέτρα τοιοῦτου σύρματος διὰ νὰ πραγματοποιηθῆι ἀντίστασις ἑνὸς ohm περίπου.

2) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις τοῦ ὑδραργύρου, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι στήλη ὑδραργύρου, τομῆς ἑνὸς τετρ. χιλιοστοῦ καὶ ὕψους 106,3 ἑκατ., ἔχει ἀντίστασιν ἑνὸς ohm.

$$\text{Ἐκ τοῦ τύπου } A = \rho \frac{\mu}{\varepsilon} \text{ λαμβάνομεν } \rho = \frac{A \cdot \varepsilon}{\mu}$$

$$A = 1 \text{ ohm}$$

$$\varepsilon = 1 \text{ τετρ. χλσ.} = 0,01 \text{ τετρ. ἑκατ.}$$

$$\mu = 106,3 \text{ ἑκ.}$$

$$\rho = \frac{1 \cdot 0,01}{106,3} = \frac{100}{106,3 \cdot 10^4} = \frac{100}{1,063 \cdot 10^6} = \frac{94}{10^6} \text{ ohms} = \\ = 94 \text{ microhms περίπου.}$$

Τὸ microohm εἶναι τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ ohm.

126. Νόμος τοῦ Ohm διὰ κλειστὸν κύκλωμα.—Εἰς κλειστὸν κύκλωμα, τὸ ὁποῖον δὲν περιλαμβάνει δέκτην (δηλ. ἀποτελούμενον μόνον ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς καὶ τοῦ ἀγωγοῦ), ἡ ἔντασις **E** τοῦ ρεύματος (εἰς ampères) ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως **H** τῆς πηγῆς (εἰς volts) διὰ τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως **A** (εἰς ohms) τοῦ κυκλώματος.

$$E = \frac{H}{A} \quad \eta \quad H = E \cdot A$$

Διότι γνωρίζομεν, ὅτι, εἰς κλειστὸν κύκλωμα, τὸ ρεῦμα δὲν διαρρέει μόνον τὸ ἐξωτερικὸν σύρμα· διαρρέει ἐπίσης τὴν πηγὴν ἀπὸ τὸν ἀρνητικὸν πόλον πρὸς τὸν θετικὸν καὶ κλείει ἀφ' ἑαυτοῦ τὸ κύκλωμα.

Ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις λοιπὸν λαμβάνεται, ἐὰν προστεθοῦν ἡ ἀντίστασις τῆς πηγῆς a' (ἐσωτερικὴ ἀντίστασις) καὶ ἡ ἀντίστασις a τοῦ ἐκτὸς τῆς πηγῆς ἀγωγοῦ, ὅστις συνδέει τοὺς δύο πόλους (ἐξωτερικὴ ἀντίστασις), ἥτοι $A = a' + a$.

Παραδείγματα. Α') Οἱ δύο πόλοι συσσωρευτοῦ συνδέονται διὰ σύρματος ἀντιστάσεως 1 ohm. Γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν 2 ἄκρων τοῦ σύρματος εἶναι 2 volts, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

ἔχομεν $B = 2$ volts, $A = 1$ ohm. Συνεπῶς $E = \frac{2}{1} = 2$ ampères.

Β') Οἱ δύο πόλοι συσσωρευτοῦ, τοῦ ὁποῖου ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι 0,05 ohms, συνδέονται ἐξωτερικῶς διὰ σύρματος ἀντιστάσεως 1 ohm. Γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ συσσωρευτοῦ εἶναι 2,1 volts, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

ἔχομεν $H = 2,1$ volts, $A = 1 + 0,05 = 1,05$ ohms.

Συνεπῶς $E = \frac{2,1}{1,05} = 2$ ampères.

Σημείωσις. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων παρατηροῦμεν, ὅτι συσσωρευτῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 2,1 volts παράγει μεταξὺ τῶν πόλων του διαφορὰν δυναμικοῦ 2 volts ἕνεκα τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως.

Ἄν ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἦτο 0, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων θὰ ἦτο ἴση πρὸς τὴν ἠλεκτρεγερτικὴν του δύναμιν.

Γ') Συστοιχία (batterie) 60 συσσωρευτῶν συννηαμένων κατὰ τάσιν τροφοδοτεῖ λαμπτήρα, τοῦ ὁποῖου ἡ ἀντίστασις εἶναι 240 ohms.

Γνωστού ὄντος, ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ συσσωρευτοῦ δὲν ὑπολογίζεται ἀπέναντι τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ λαμπτήρος, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος. Ἔχομεν:

$$H=B=2,1.60=126 \text{ volts} \quad A=240 \text{ ohms.}$$

$$\text{Συνεπῶς } E = \frac{126}{240} = 0,525 \text{ ampères.}$$

Ἐφαρμογὴ τοῦ νόμου τοῦ Ohm εἰς ἠλεκτρικὴν στήλην ἐκ ν στοιχείων. — α) **Συνδυασμὸς κατὰ τάσιν.** Ἐὰν H ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἑνὸς στοιχείου, ἡ ὀλικὴ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς στήλης θὰ εἶναι $\nu \cdot H$. Ἐὰν δὲ a' ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστου στοιχείου καὶ a ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις θὰ εἶναι:

$$\nu a' + a \text{ καὶ } E = \frac{\nu \cdot H}{\nu a' + a}.$$

β) **Συνδυασμὸς κατὰ ποσότητα.** Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται (κατὰ τὸν συνδυασμὸν τοῦτον) ἐξ ὄλων τῶν στοιχείων τῆς στήλης, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἐλασμάτων. Ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εἶναι ἐνταῦθα ν φορὰς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἐλασμάτων ἑνὸς ἀπλοῦ στοιχείου, τοῦ ὁποῖου ἡ ἀντίστασις εἶναι a' , ἡ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἶναι $\frac{a'}{\nu}$. Ἐὰν δὲ a ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις,

ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἶναι $\frac{a'}{\nu} + a$ καὶ συνεπῶς:

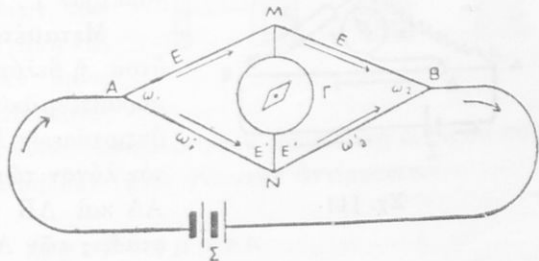
$$E = \frac{H}{\frac{a'}{\nu} + a} = \frac{\nu H}{a' + \nu a}$$

γ) **Συνδυασμὸς μεικτῶς.** Ἐὰν ν ὁ ὀλικὸς ἀριθμὸς τῶν στοιχείων, μ ὁ ἀριθμὸς τῶν ομάδων, ἐκάστης τῶν ὁποίων τὰ στοιχεία ἠνώθησαν κατὰ τάσιν, καὶ κ ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων ἐκάστης ομάδος, τοιοῦτος ὥστε $\kappa \cdot \mu = \nu$, τότε ἡ ὀλικὴ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν μιᾶς ομάδος, ἡ ὁποία εἶναι $\kappa \cdot H$, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστης ομάδος εἶναι $\kappa a'$. Συνεπῶς: κατὰ τὸν ἄνω τύπον, ἔαν a ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, θὰ ἔχωμεν:

$$E = \frac{\kappa \cdot H}{\kappa a' + a} = \frac{\mu \cdot \kappa \cdot H}{\kappa a' + \mu a} = \frac{\nu H}{\kappa a' + \mu a} \quad (\text{διότι } \kappa \mu = \nu).$$

127. Μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων.—Γέφυρα τοῦ Wheatston. Ἡ μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων γίνεται συνήθως διὰ τῆς συσκευῆς, ἣτις εἶναι γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα «γέφυρα τοῦ Wheatston». Ἡ συσκευὴ αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀκολουθοῦντος ἀρχῆς :

Φαντασθῶμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα στήλης τινὸς Σ (σχ. 142) κατανέμεται μεταξὺ δύο διακλαδώσεων AMB καὶ ANB. Ἄν ἐνώσωμεν δύο σημεῖα M καὶ N, τὰ ὁποῖα λαμβάνομεν ἀνὰ ἓν ἐφ' ἑκατέρας τῶν διακλαδώσεων, διὰ κυκλώματος ἢ γεφύρας MN περιλαμβανούσης καὶ γαλβανόμετρον, τὸ κύκλωμα τοῦτο θὰ διαρρέεται βεβαίως ὑπὸ



Σχ. 142

ρεύματος καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ παρουσιάσῃ ἐκτροπὴν. Δὲν θὰ διέλθῃ ὁμοῦ ρεῦμα, ἂν ὁ λόγος τῶν ἀντιστάσεων τῶν τμημάτων AM, MB ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀντιστάσεων AN, NB.

Ἀπόδειξις. Ὑποθέσωμεν, ὅτι δὲν διέρχεται ρεῦμα ἐκ τοῦ M πρὸς τὸ N, τότε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὸ AM καὶ κατὰ τὸ MB, ἔστω δὲ E ἡ ἔντασις αὕτη. Ἐπίσης ἔστω E' ἡ ἔντασις ἐπὶ τῶν δύο τμημάτων AN καὶ NB. Ἐστῶσαν πρὸς τούτοις $\omega_1, \omega_2, \omega'_1$ καὶ ω'_2 αἱ ἀντιστάσεις τῶν τεσσάρων τμημάτων τοῦ κυκλώματος AM, MB, AN καὶ NB. Ἀφοῦ οὐδὲν ρεῦμα ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ MN, τὸ δυναμικὸν τοῦ M εἶναι ἴσον μὲ τὸ δυναμικὸν τοῦ N. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ A καὶ M ἰσοῦται λοιπὸν πρὸς τὴν μεταξὺ A καὶ N. Ὅθεν ἔχομεν $\omega_1 \cdot E = \omega'_1 \cdot E'$ (ἐδ. 125).

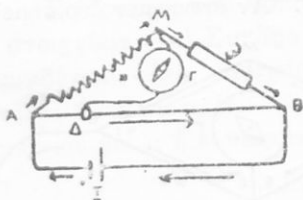
Ὅμοίως ἢ μεταξὺ M καὶ B διαφορὰ δυναμικοῦ ἰσοῦται μὲ τὴν μεταξὺ N καὶ B. Ἐπομένως ἔχομεν :

$$\omega_2 \cdot E = \omega'_2 \cdot E'$$

Διαιροῦντες τὰς ἰσότητας αὐτὰς κατὰ μέλη ἔχομεν :

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega'_1}{\omega'_2}, \quad \text{ὅ.ἔ.δ.}$$

Χρήσις τῆς γεφύρας τοῦ Wheatston.—Τὸ τμήμα AM (σχ. 143) ἀποτελεῖται ἐκ τῆς μετρητέας ἀντιστάσεως x . Εἰς τὸ MB θέτομεν γνωστὴν ἤδη ἀντίστασιν ω . Τὸ AB εἶναι σύρμα μεταλλικόν, ἰσοπαχὲς καὶ ὁμοιομερές. Κατὰ τὸ Δ τοποθετοῦμεν δρομέα, ὅστις δύναται νὰ ὀλισθαίνη κατὰ μῆκος τοῦ σύρματος. Συνδέομεν δὲ τὰ M καὶ Δ διὰ σύρματος περιλαμβάνοντος καὶ γαλβανόμετρον Γ.



Σχ. 143

Μεταθέτομεν τὸν δρομέα Δ, ἕως ὅτου ἡ βελὸν τῶν γαλβανόμετρον παραμείνη ἀκίνητος. Τότε ὁ λόγος τῶν ἀντιστάσεων AM καὶ MB ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν μηκῶν τῶν τμημάτων ΑΔ καὶ ΔΒ τοῦ σύρματος (αἱ ἀντιστάσεις τῶν ΑΔ καὶ ΔΒ εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ μήκη αὐτῶν). Ἔχομεν δηλαδή :

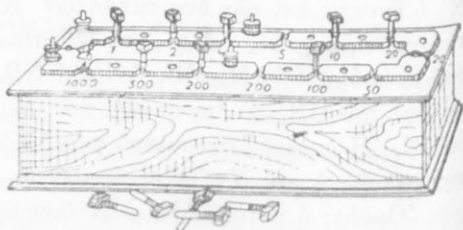
$$\frac{x}{\omega} = \frac{ΑΔ}{ΔΒ}.$$

$$\text{Ὅθεν } x = \omega \cdot \frac{ΑΔ}{ΔΒ}.$$

Πρὸς μέτρησιν τῶν μηκῶν ΑΔ καὶ ΔΒ, θέτομεν ὑπὸ τὸ σύρμα κανόνα διηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα.

Κιβώτια ἀντιστάσεων. Αἱ γνωσταὶ ἀντιστάσεις, τὰς ὁποίας θέτομεν κατὰ τὸ MB (σχ. 143), περιέχονται εἰς τὰ «κιβώτια ἀντιστάσεων». Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ ξυλίνου κυτίου, τοῦ ὁποίου τὸ κάλυμμα εἶναι πλάξ ἐξ ἔβονίτου.

Ἐπὶ τῆς πλακῆς ταύτης εἶναι προσκολλημένα πλακίδια ἐξ ὀρειγάλκου (σχ. 144), τὰ ὁποῖα εἶναι μὲν χωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων, ἀλλ' ἂν δύναται νὰ τεθοῦν εἰς συγκοινωνίαν διὰ μεταλλικῶν σφηνῶν Σ (σχ. 145), οἱ ὁποῖοι εἰσέρχονται εἰς κυκλικὰς ὀπὰς εὐρισκομένας μεταξὺ τῶν πλακιδίων.



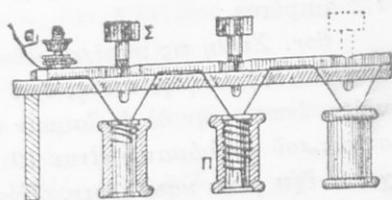
Σχ. 144

Εἰς τὰ πλακίδια ταῦτα προσκολλῶνται κάτωθεν τὰ ἄκρα συνόλων λεπτῶν, τῶν ὁποίων ἡ φύσις καὶ αἱ διαστάσεις εἶναι τοιαῦται,

ώστε νὰ παρουσιάξουν ἀντιστάσεις ἴσας πρὸς 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 100, 200, 200 κτλ. μονάδας ohms.

Ἐὰν διαβιβασθῇ τὸ ρεῦμα, ἀφοῦ προηγουμένως εἰσαχθῶσιν εἰς ὅλας τὰς ὁπὰς οἱ σφῆνες, θὰ διέλθῃ ἄνευ αἰσθητῆς ἀντιστάσεως διὰ τῶν πλακιδίων, τῶν ὁποίων ἡ τομὴ εἶναι μεγάλη καὶ τὸ μῆκος μικρόν. Ἄν ὅμως ἀφαιρέσωμεν ἓνα ἢ περισσοτέ-

ρους σφῆνας, τὸ ρεῦμα εἶναι ὑποχρεωμένον νὰ διέλθῃ διὰ τῶν συμμάτων, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τότε γνωστὴν ἀντίστασιν.



Σχ. 145

Προβλήματα

1ον. Ποῖον μῆκος σύρματος πλατίνης, διαμέτρου 1 χμ., ἀπαιτεῖται δι' ἀντίστασιν 1 ohm;

Ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις τῆς πλατίνης εἶναι $11 \cdot 10^{-6}$ ohms.

2ον. Οἱ πόλοι στοιχείου συνδέονται διὰ σύρματος, ἀντιστάσεως 30 ohms, ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι 15 ampères. Ἀντικαθίστων τὸ σύρμα τοῦτο δι' ἄλλον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀντίστασις εἶναι 1,5 ohms, καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι τότε 40 ampères. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ στοιχείου.

3ον. Στήλη ἐκ 10 στοιχείων ὁμοίων, συνδυασμένων κατὰ τάσιν, παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως 0,75 ampères. Εἰσάγομεν εἰς τὸ κύκλωμα συμπληρωματικὴν ἀντίστασιν 5 ohms καὶ τὸ ρεῦμα ἔχει τότε ἔντασιν 0,60 ampères. Νὰ προσδιορισθῇ: α') ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τοῦ ἀρχικοῦ κυκλώματος, β') ἡ ἠλεκτρογεωτρικὴ δύναμις ἐκάστου στοιχείου.

4ον. Στήλη τις ἀποτελεῖται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκάστου τῶν στοιχείων τούτων ἡ μὲν ἠλεκτρογεωτρικὴ δύναμις εἶναι 1,8 volts, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις 0,5 ohms. Ποία ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος, ἂν ἡ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τῆς ἐν λόγω στήλης παραγομένου ρεύματος εἶναι 1,2 ampères;

5ον. Στήλη τις σύγκειται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκαστον στοιχείον τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἠλεκτρογεωτρικὴν δύναμιν 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 ampères ;

8ον. Στήλη τις παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως 1,8 ampères. Ἐκαστον στοιχεῖον τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἠλεκτρογεφυρικὴν μὲν δύναμιν 1,8 volts, ἐσωτερικὴν δὲ ἀντίστασιν 0,5 ohms, ἐνῶ ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἶναι 10 ohms. Ὁ συνδυασμὸς τῶν στοιχείων ἔχει γίνεαι κατὰ τάσιν. Πόσα τὰ στοιχεῖα τὰ ἀποτελοῦντα τὴν στήλην ;

7ον. Στήλη ἔχει 120 στοιχεῖα. Ἀποτελεῖται δὲ ἐκ δύο ομάδων συνηνωμένων κατὰ ποσότητα. Ἐκατέρα τῶν ομάδων τούτων ἔχει 60 στοιχεῖα συνδυασμένα κατὰ τάσιν. Ποία εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς στήλης, τῆς ἀντιστάσεως ἐκάστου στοιχείου οὔσης 1,5 ohms ;

8ον. Κύκλωμα, τοῦ ὁποίου ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις εἶναι 1 ohm, διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος 5 στοιχείων ὁμοίων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἂν ἡ μὲν ἀντίστασις ἐκάστου στοιχείου εἶναι 0,4 ohms, ἡ δὲ διαφορὰ δυναμικοῦ 1,8 volts ;

9ον. Ἐν τῷ ἀνωτέρῳ προβλήματι ποία θὰ εἶναι ἡ ἔντασις, ἂν τὰ στοιχεῖα εἶναι συνδυασμένα κατὰ ποσότητα ;

10ον. Τὸ ρεῦμα στήλης σταθερᾶς εἶναι 10 ampères, ὅταν διαρρέῃ ἐξωτερικὸν κύκλωμα 20 ohms, 8 ampères μὲ ἀντίστασιν 40 ohms, καὶ 9 ampères διὰ μέσον σύρματος ἀντιστάσεως ἀγνώστου.

Εὗρεῖν τὴν ἀντίστασιν α' τῆς στήλης καὶ τὴν ἀντίστασιν χ τοῦ τρίτου σύρματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

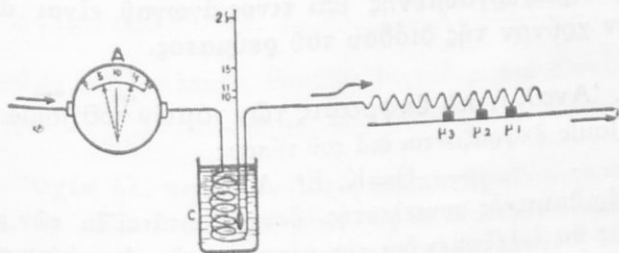
ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ JOULE — ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

128. Θερμαντικὴ ἐνέργεια παραγομένη ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. — Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸν ἀγωγόν, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται : Οὕτω π. χ. εἶναι γνωστόν, ὅτι οἱ κοινὸι ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες φωτοβολοῦν, ὅταν διαβιβάσωμεν δι' αὐτῶν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα· παύουν δὲ νὰ ἐκπέμπουν φῶς, εὐθύς ὡς διακόψωμεν τὸ ρεῦμα.

Ἐὰν ἐντὸς ὑαλίνου ποτηρίου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ, θέσωμεν σπεῖραν μεταλλικὴν καὶ διαβιβάζωμεν διὰ τῆς σπεῖρας ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ θερμαίνεται. Δύναται δὲ νὰ τεθῇ εἰς βρασμὸν ἐντὸς ὀλίγων λεπτῶν, ἐὰν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος καὶ ἡ ἀντίστασις τῆς σπεῖρας εἶναι ἐπαρκῶς μεγάλα.

Διὰ τῶν νόμων τοῦ Joule μανθάνομεν πῶς ἡ ποσότης τῆς ἐκλυομένης θερμότητος ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ.

129. Πειραματικὴ ἔρευνα.—Νόμοι τοῦ Joule. α') Ἐντὸς τοῦ ὕδατος θερμοδομέτρου βυθίζομεν σπεῖραν μεταλλικὴν (σχ. 146) καὶ θερμομέτρον. 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 θερ-



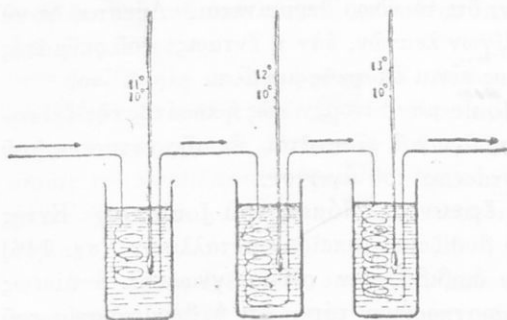
Σχ. 146

μοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 4° . Ἐὰν διαβιβάζωμεν ρεῦμα τριπλασίας ἐντάσεως ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 9° κ.ο.κ. Συνεπῶς:

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία δημιουργεῖται εἰς ὥρισμένον χρόνον ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

β') Ἐντὸς τριῶν ὁμοίων θερμοδομέτρων (σχ. 147) βυθίζομεν τρεῖς σπεῖρας ἀντιστάσεως 1, 2, 3 ohms καὶ θερμομέτρα. Αἱ σπεῖραι συνδέονται μεταξύ των ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Ἐὰν κατόπιν διαβιβάζωμεν τὸ ρεῦμα δι' αὐτῶν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι, ὅταν τὸ πρῶτον θερμομέτρον δείξῃ ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1° , τὸ δεύτερον θὰ δείξῃ ἀνύψωσιν κατὰ 2° καὶ τὸ τρίτον κατὰ 3° , ἴητοι: ἡ πο-

σότης τῆς θερμότητος ἢ δημιουργουμένη εἰς ὠρισμένον χρόνον ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ.



Σχ. 147

γ') Ἐὰν ὁ χρόνος τῆς διόδου τοῦ ρεύματος εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ. παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ποσότης τῆς δημιουργουμένης θερμότητος γίνεται διπλασία, τριπλασία κτλ. Ἐπομένως: ἡ ποσότης τῆς θερμότη-

τος τῆς δημιουργουμένης ἐπὶ 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:

$$\Theta = K \cdot E^2 \cdot A \cdot \chi.$$

ἐνθα K ἀριθμητικὸς συντελεστής, ὅστις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν μονάδων, τὰς ὁποίας 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**.

Ἀκριβεῖς μετρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ διόδος ἐπὶ ἓν δευτερόλεπτον ρεύματος ἐντάσεως ἑνὸς ampère δι' ἀντιστάσεως ἑνὸς ohm δαπανᾷ ὑπὸ μορφήν θερμότητος ποσότητα ἐνεργείας μίᾳ joule, δηλ. ἐκλύει ποσότητα θερμότητος ἴσην μὲ $\frac{1}{4,18}$ θερμίδας (4,18=μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμίδος).

Ἐχομεν λοιπὸν $K = \frac{1}{4,18}$ καὶ συνεπῶς:

$$\Theta = \frac{E^2 \cdot A \cdot \chi}{4,18} \text{ θερμίδες.}$$

Δυνάμεθα λοιπόν νὰ εἰπωμεν, ὅτι ἡ θερμοαντικὴ ἐνέργεια ἡ πα-
ραγομένη εἰς χ δευτέρα λεπτά ὑπὸ E ampères εἰς A ohms ἰσοῦται μὲ
 $\frac{E^2 A \chi}{4,18}$ θερμίδας ἢ $AE^2 \chi$ joules.

Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ εἰπωμεν, ὅτι ἡ ἰσχύς, τὴν ὁποίαν τὸ ρεῦμα
δαπανᾷ εἰς θερμότητα (διὰ $\chi=1$), ἰσοῦται μὲ AE^2 watts.

Ἀριθμητικὴ ἐφαρμογή. Ἐντὸς θερμοδομέτρου περιέ-
χοντος 200 γρ. ὕδατος βυθίζεται σύρμα μεταλλικόν, διὰ τοῦ ὁποίου
διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως ἑνὸς ampère ἐπὶ 2 λεπτά. Ἡ ἀρχικὴ θερ-
μοκρασία θ_a τοῦ ὕδατος εἶναι 17,8, ἡ δὲ τελικὴ $\theta_\tau = 18,8$ βαθμῶν.
Ποία ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος; Ἴσodύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμο-
δομέτρου = 30 γρ.

Ἡ ποσότης Θ τῆς ἐκλυθείσης θερμότητος εἶναι:

$$\Theta = (B + \beta)(\theta_\tau - \theta_a) = (200 + 30)(18,8 - 17,8) = 230 \cdot 1 = 230 \text{ θερμίδες.}$$

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
 $\chi = 2.60 = 120$ δευτέρα λεπτά, $\Theta = 230$ θερμίδες καὶ $E = 1$ ampère,
ἔχομεν: $A = \frac{4,18 \cdot 230}{120 \cdot 1} = 8$ ohms περίπου.

131. Ἴσχύς ἡλ. πηγῆς.—Ἴσχύς ἡλ. πηγῆς εἶναι τὸ ποσὸν τῆς
ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον παρέχει αὕτη εἰς ἓν δευτέρον λεπτόν. Αὕτη
ἐκφράζεται εἰς watts, δηλ. εἰς joules κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ ἰσοῦται
μὲ τὸ γινόμενον τῆς ἡλεκτρογ. δυνάμεως τῆς πηγῆς ἐπὶ τὴν ἔντασιν
τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει. Ἦτοι:

$$\text{Ἴσχύς (εἰς watts)} = B \text{ volts} \cdot E \text{ ampères.} \quad (1)$$

Π. γ. Ἠλεκτρικὴ πηγὴ, ἣτις παρέχει 50 ampères ὑπὸ τάσιν
(διαφορὰν δυναμικοῦ) 100 volts, ἔχει ἰσχὴν $50 \cdot 100 = 5000$ watts =
= 5 kilowatts.

Ἡ ἔκφρασις αὕτη τῆς ἰσχύος ἀποδεικνύεται εὐκόλως εἰς τὴν
περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κύκλωμα δὲν περιέχει δέκτην. Τότε
ὅλη ἡ ἰσχύς δαπανᾶται ὑπὸ μορφὴν θερμότητος εἰς τὸ κύκλωμα.
Συνεπῶς κατὰ τὰ ἀνωτέρω θὰ ἔχομεν:

$$\text{Ἴσχύς} = AE^2 \text{ watts}$$

Καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ohm:

$$B = A \cdot E, \text{ ἔπεται ὅτι } BE = AE^2$$

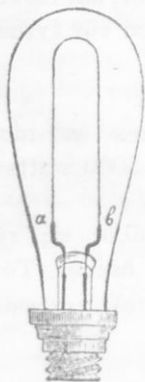
$$\text{Συνεπῶς ἰσχύς} = BE.$$

132. Ἐφαρμογαί.—Ἀσφάλεια. Πρὸς ἀποσόβησιν τῶν κινδύνων πυρκαϊᾶς ἐκ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ ἐξασφάλισιν τῶν συσκευῶν, παρεισάγεται εἰς τὸ κύκλωμα σύρμα ἐξ εὐτήκτου κράματος μολύβδου καὶ κασσιτέρου ἢ καὶ ἐκ καθαροῦ κασσιτέρου ἐντὸς θήκης ἀκαύστου ἐκ πορσελάνης, τὸ ὁποῖον τίθεται, ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος αὐξηθῇ ὑπερβολικῶς. Ἡ τῆξις τῆς ἀσφαλείας συνεπάγεται ἄμεσον διακοπὴν τοῦ ρεύματος.

Ἡλεκτρικὴ θέρμανσις. Ἡ διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέρμανσις εἶναι ἢ μᾶλλον ὑγιεινὴ, διότι κατὰ ταύτην οὐδὲν ἐκλύεται ἀέριον. Τοιαύτη θέρμανσις γίνεται :

1ον) **Εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς θερμάστρας.** Αὗται περιέχουν μεταλλικὰς ἀντιστάσεις, τὰς ὁποίας διαπερᾷ τὸ ρεῦμα.

2ον) **Εἰς διαφόρους συσκευὰς οἰκιακῆς χρήσεως** (ἠλεκτρικὰ μαγειρεῖα, συσκευαὶ παρασκευῆς τείνου, 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 μαρμαρυγίου ἢ ἀμιάντου· ἄλλαι δὲ εἶναι κυλινδρिकाὶ (συσκευὴ π. χ. παρασκευῆς τείνου) περιέχουσαι σύρμα περιτυλιγμένον ἑλικοειδῶς ἐπὶ μεταλλικοῦ κυλίνδρου μεμονωμένου διὰ μαρμαρυγίου, φέρον δὲ ἐξωτερικῶς περίβλημα ἐπίσης ἀπομονωτικόν.



Σχ. 148

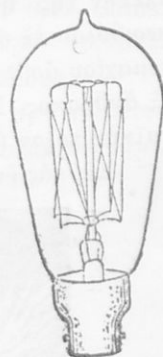
133. Φωτισμός.—Λαμπτήρ διὰ διαπυρρῶσεως. Ὁ λαμπτήρ οὗτος, ἐφευρεθεὶς ὑπὸ τοῦ Edison, συνίσταται ἐκ νήματος ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἔχει καμφθῆ εἰς σχῆμα ἱππείου πετάλου καὶ εὐρίσκεται ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου κενοῦ ἀέρος. Τὸ νῆμα τοῦτο, ὅταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, λευκοπυρρῶνται, ἔνεκα ὅμως τῆς ἐλλείψεως ὀξυγόνου δὲν δύναται νὰ καῖ (σχ. 148).

Λαμβάνομεν τοιαῦτα νήματα ἀνθρακος διαπυρρῶντες λεπτοτάτας ἴνας ἰνδικοῦ καλάμου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς χώρου κλειστοῦ.

Εἰς τὸν λαμπτήρα τοῦ Edison τὸ ἀπηνθρακωμένον νῆμα, τὸ ὁποῖον ἔχει τὸ πάχος τριχῶς ἱππου, προσκολλᾶται κατὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἐπὶ δύο λε-

πτῶν συρμάτων ἐκ λευκοχρόσου. Τὰ σύρματα ταῦτα διαπεροῦν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ καταλήγουν εἰς δύο μεταλλικοὺς κοιλίας. Ἐπὶ τούτων στερεοῦνται τὰ σύρματα, τὰ ὁποῖα φέρουν τὸ ρεῦμα.

Λαμπτήρες μετὰ νήματος μεταλλικοῦ. Ἀπὸ τινων ἐτῶν ἀντικατεστάθησαν σχεδὸν παντοῦ οἱ δι' ἀνθρακος λαμπτήρες δι' ἄλλων, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ νῆμα ἀποτελεῖται ἐκ μετάλλου λίαν δυστήκτου, τοῦ **βολφραμίου** (σχ. 149). Ἡ ἀπόδοσις τῶν λαμπτήρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀπόδοσιν τῶν μετὰ νήματος ἀνθρακος.



Σχ. 149

134. Βολταϊκὸν τόξον.—Τὸ φαινόμενον τοῦ βολταϊκοῦ τόξου παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Davy. Προσδέσας οὗτος δύο μικρὰς ράβδους ἐξ ἀνθρακος (σχ. 150) εἰς τοὺς πόλους στήλης ἐκ 2000 στοιχείων καὶ ἀπομακρύνας αὐτούς, ἀφοῦ πρῶτον τοὺς ἔθεσεν εἰς ἐπαφήν, εἶδε νὰ ἀναλάμψη μεταξὺ αὐτῶν ζωηρότατον φωτεινὸν τόξον, τὸ ὁποῖον ὠνόμασε **βολταϊκὸν τόξον**. Τὸ φῶς τοῦτο διατηρεῖτο μέχρι 10 ἑκατοστομέτρων· πέραν ὅμως τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἐσβέννυτο. Διὰ νὰ παραχθῇ ἐκ νέου, ἔπρεπε νὰ ἀχθοῦν καὶ πάλιν οἱ ἀνθρακες εἰς ἐπαφήν.



Σχ. 150

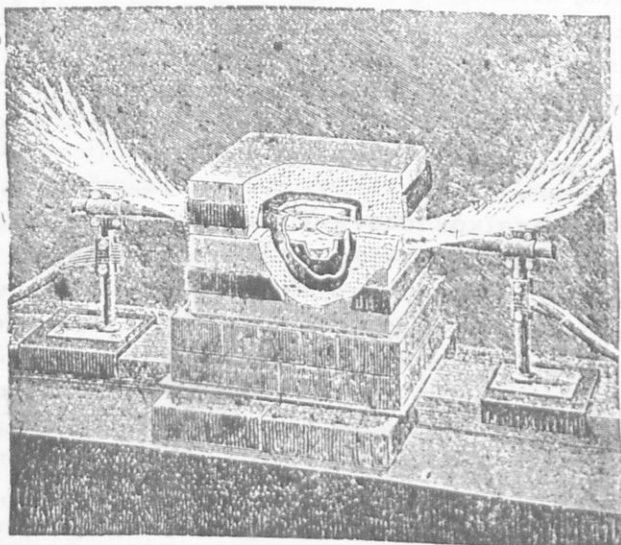
Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν ὡς ἐξῆς: Καθ' ἣν στιγμήν οἱ ἀνθρακες ἐφάπτονται διὰ τινων μόνων σημείων, διαπυροῦνται ἰσχυρῶς εἰς τὰ σημεία ταῦτα τῆς ἐπαφῆς, ὅπου μεγίστη παρουσιάζεται ἀντίστασις· ὡς ἐκ τούτου καὶ ὁ περιβάλλων ἀήρ ὑπερβολικῶς θερμαίνεται. Ἐπειδὴ δὲ ὁ θερμὸς ἀήρ εὐηλεκτραγωγός, τὸ ρεῦμα ἐξακολουθεῖ νὰ διέρχεται καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀνθράκων, ἐφ' ὅσον ἡ ἀπόστασις αὐτῶν διατηρεῖται μικρά.

Πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τούτου ἀπαιτεῖται ρεῦμα 35-80 volts, ἐντάσεως 10 περίπου ampères.

Ἡλεκτρικὴ κάμινος. Ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, ἡ μεγίστη ἀπὸ τῶν θερμοκρασιῶν, τὰς οποίας ἠδυνήθησαν νὰ παραγάγουν (ὡτὲρ τῶν 3000°), ἐχρησιμοποίηθη ἀπὸ τὸ Ἰνστιτοῦτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς ἀτα-

σκευὴν τῆς ἠλεκτρικῆς καμίνου. Ἡ κάμινος αὕτη συνίσταται ἐκ περιβόλου ἕξ ἄνθρακος, ὅστις εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς ὀγκώδους τεμαχίου ἄσβεστολίθου καὶ διαπερᾶται ὑπὸ δύο παχέων ἠλεκτροδίων ἕξ ἄνθρακος. Μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τούτων σχηματίζεται τὸ βολταϊκὸν τόξον (σχ. 151).

Εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας τὰς παρεχομένας ὑπὸ τῆς ἠλεκτρι-



Σχ. 151

κῆς καμίνου, αἱ μᾶλλον δύστηκτοι οὐσίαι, τὸ πυριτικὸν ὀξύ καὶ αὐτὴ ἢ ἄσβεστος, τήκονται καὶ ἐξαεριοῦνται· τὰ ὀξειδία τὰ μᾶλλον μόνιμα, ὡς τὰ τοῦ χρωμίου καὶ τοῦ μαγνησίου, ἀνάγονται ὑπὸ τοῦ ἄνθρακος· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐπὶ τοῦ ἄσβεστολίθου, ὅστις μετατρέπεται εἰς ἀνθρακασβέστιον, χρησιμοποιούμενον, ὡς γνωστόν, πρὸς παραγωγὴν τοῦ ὀξυλενίου (ἀσετυλίνης).

Προβλήματα

1ον. Ρεύμα 1,5 ampères διέρχεται ἐπὶ 15 λεπτά διὰ μεταλλικοῦ σύρματος ἀντιστάσεως 3 ohms, βυθισμένου ἐντὸς 300 γρ. ὕδατος. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἀνύφωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος;

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

2ον. Ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ ἐπὶ 5 λεπτά ρεῦμα 0,75 ampères διὰ στήλης ὑδροαργύρου, τῆς ὁποίας ἡ ἀντίστασις εἶναι 0,47 ohms. Βάρος ὑδροαργύρου=20,25 γρ. Εἰδικὴ θερμότης ὑδροαργύρου=0,0322.

Ποία θὰ εἶναι ἡ ὑψοσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑδροαργύρου;

3ον. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διέλθῃ ρεῦμα 4,8 ampères δι' ἀντιστάσεως 24 ohms, διὰ νὰ φέρῃ μίαν κυβικὴν παλάμην ὕδατος εἰς τὸ σημεῖον τῆς ζέσεώς του; Ἀρχικὴ θερμοκρασία ὕδατος 15°.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΜΑΓΝΗΤΑΙ—ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

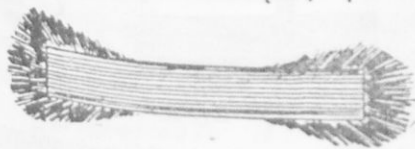
135. Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνήται. — Μαγνήται λέγονται σώματά τινα, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκουν τὸν σίδηρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **σώματα μαγνητικά**. Τοιαῦτα εἶναι τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ μαγγάνιον καὶ τὸ χρώμιον. Τὴν ιδιότητα ταύτην ἔχουν καὶ τινὰ ὄρυκτὰ καὶ ἰδίως εἶδος τι σιδηρολίθου, ὅστις καλεῖται **φυσικὸς μαγνήτης**. Ἡ δὲ αἰτία τῆς ἔλξεως ταύτης ἐκλήθη **μαγνητισμός**.

Οἱ **τεχνητοὶ μαγνήται** εἶναι ράβδοι ἐκ βαμμένου χάλυβος, διαφόρων σχημάτων (σχ. 152), εἰς τὰς ὁποίας μεταδίδουν διὰ διαφόρων μεθόδων τὰς ιδιότητας τῶν φυσικῶν μαγνητῶν.



Σχ. 152

136. Πόλοι τῶν μαγνητῶν. — Ἐάν βυθίσωμεν μαγνήτην ἐντὸς ροισμάτων σιδήρου καὶ κατόπιν τὸν ἐξαγάγωμεν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἔχουν προσκολληθῆ ἄφθονα ροισμάτα, σχηματίζοντα θυσάνους (σχ. 153) καὶ ὅτι ἡ προσ-

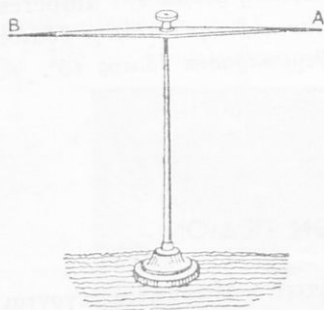


Σχ. 153

κόλλησις αὕτη τῶν ροισμάτων ἐλαττοῦται ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου, ἐκλείπει δὲ σχεδὸν τελείως εἰς τὸ μέσον.

ρος τοῦ μαγνήτου, εἰς τὸ ὁποῖον οὐδεμία παρατηρεῖται ἑλκτική δύναμις, καλεῖται **οὐδετέρα χώρα**, αἱ δὲ δύο χώραι, εἰς τὰς ὁποίας ἐκδηλοῦται τὸ μέγιστον τῆς ἔλξεως, καλοῦνται **πόλοι** τοῦ μαγνήτου.

Διάκρισις τῶν πόλων. Ἐὰν ἐξαρθήσωμεν μαγνήτην ἀπὸ τοῦ



Σχ. 154

μέσου του οὗτως, ὥστε γὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν ἐπιπέδῳ ὀριζοντίῳ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οὗτος μετὰ σειρὰν ταλαντεύσεων ἡρεμεῖ, λαμβάνων ὀρισμένην διεύθυνσιν, ἡ ὁποία εἶναι σχεδὸν ἡ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης, ἐπανέρχεται πάλιν μόνος του εἰς αὐτήν.

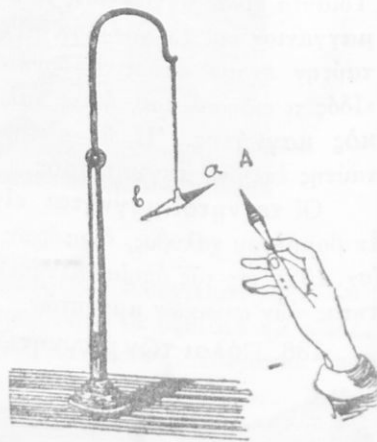
Παρατηροῦμεν πρὸς τοῦτους, ὅτι τὸ αὐτὸ ἄκρον τοῦ μαγνήτου στρέφεται πάντοτε πρὸς βορρᾶν, ὅπερ ἀπο-

δεικνύει, ὅτι τὰ δύο ἄκρα τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως.

Καλοῦμεν **βόρειον πόλον** τὸ ἄκρον τοῦ μαγνήτου, τὸ ὁποῖον στρέφεται πρὸς βορρᾶν. Τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον καλοῦμεν **νότιον πόλον**.

Τὸ ἀνωτέρω πείραμα γίνεται πολὺ εὐκόλως μὲ μαγνήτην ἑλαφρὸν καὶ ἐπιμήκη, κινητὸν περὶ κατακόρυφον ὑποστήριγμα, ὃ ὁποῖος καλεῖται **μαγνητικὴ βελόνη** (σχ. 154). Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνοῦσα τοῦς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης, καλεῖται **ἄξων** αὐτῆς.

Νόμος τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν πόλων. Ἐὰν ἐξαρθήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην αβ (σχ.



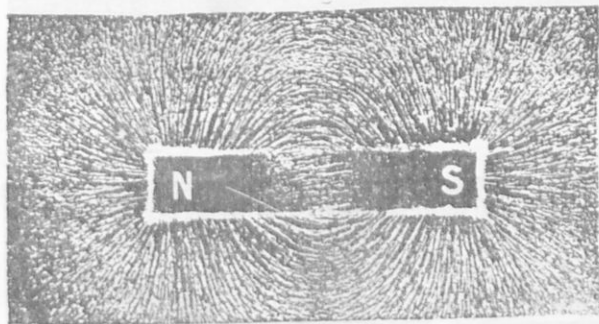
Σχ. 155

155) διὰ νήματος ἐκ μεταξῆς καὶ πλησιάζωμεν εἰς τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς α τὸν βόρειον πόλον Α ἄλλης τινὸς μαγνητικῆς βελόνης, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι ἀπωθοῦνται ζωηρῶς. Ἐπίσης ἀποσιν θὰ παρατηρήσωμεν καὶ ἐὰν πλησιάζωμεν τοῦς νοτίους πόλους.

Ἐὰν ὁμῶς προσεγγίσωμεν τὸν βόρειον πόλον Α εἰς τὸν νότιον πόλον β τῆς κινήτης βελόνης, παρατηροῦμεν ζωηρὰν ἔλξιν. Ἄρα:

Δύο πόλοι ὁμώνυμοι ἀπωθοῦνται, δύο πόλοι ἐτερόνυμοι ἔλκονται.

137. Μαγνητικὸν πεδίου.—Μαγνητικὸν φάσμα. Ἐπὶ μαγνήτου εὐθυγράμμου θέτομεν ὀριζοντίως φύλλον χάρτου καὶ ἐπ' αὐτοῦ διασκορπίζομεν ὁμαλῶς τῇ βοήθειᾳ μικροῦ κοσκίνου ρινίσματα σιδήρου. Ἐὰν κτυπήσωμεν ἐλαφρῶς τὸν χάρτην, διὰ νὰ καταστήσωμεν τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου εὐκίνητα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ταῦτα διατίθενται κατὰ γραμμάς, αἱ ὁποῖαι ἄρχονται 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 ὁποῖον σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ χάρτου, καλεῖται **μαγνητικὸν φάσμα**. Τὰ σχήματα 156, 157, 158 παριστοῦν διάφορα φάσματα. Τὸ μαγνη-



Σχ. 156

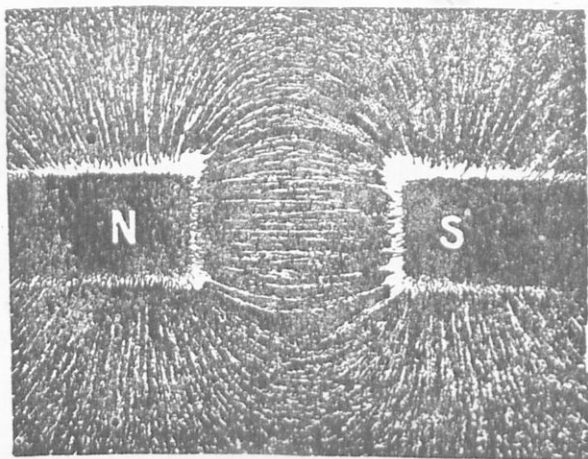
τικὸν φάσμα, ὀφειλόμενον εἰς τὴν παρουσίαν μαγνήτου, δεικνύει κατὰ ποῖον τρόπον ἢ ἑλκτική ιδιότης τοῦ μαγνήτου ἐκτείνεται εἰς τὸ περιβάλλον αὐτὸν διάστημα καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι αὕτη ἐξασκεῖται καὶ διὰ μέσον τοῦ χάρτου.

Σημείωσις. Ἡ ἐνέργεια αὕτη τοῦ μαγνήτου ἐξασκεῖται ἐπίσης καὶ διὰ μέσον οἰουδήποτε ἄλλου σώματος ἐκτὸς τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυβος.

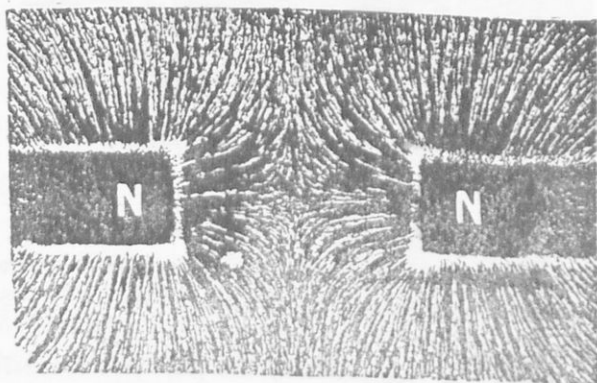
Μαγνητικὸν πεδίου τοῦ μαγνήτου καλεῖται τὸ διάστημα, εἰς τὸ ὁποῖον ἐκτείνεται ἡ ἐνέργεια τοῦ μαγνήτου τούτου. Τοῦτο ἀποκαλύπτεται ἐνταῦθα διὰ τὸν ποσοανατολισμὸν τῶν ρινισμάτων τοῦ σιδήρου.

Αἱ γραμμαί, ἐπὶ τῶν ὁποίων διατίθενται τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου, καλοῦνται **δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου**.

Εἰς τὸ σχῆμα 156 παρατηροῦμεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι παράγουν



Σχ. 157



Σχ. 158

ἀκριβῶς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπὶ τῶν ρινισμάτων καὶ ὅτι τὸ φάσμα εἶναι συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου.

Τὸ σχῆμα 157 δίδει τὸ φάσμα δύο ἑτερονόμων πόλων. Αἱ δυ-

ναμικαὶ γραμμαὶ ἀναχωροῦν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς πόλου καὶ φθάνουν εἰς τὸν ἄλλον.

Τὸ σχῆμα 158 δίδει τὸ φάσμα δύο πόλων ὁμωνύμων. Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ αἱ ἐκπορευόμεναι ἐκ τοῦ ἐνὸς πόλου φαίνονται, ὅτι ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ ἄλλου πόλου.

Τὸ σύνολον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι ἀναχωροῦν ἐξ ἐνὸς πόλου, καλεῖται **μαγνητικὴ ροή**.

Ἐὰν θέσωμεν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην κινητὴν εἰς τὴν χώραν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν καὶ διαδοχικῶς εἰς διάφορα σημεῖα αὐτῶν, ὁ ἄξων τῆς βελόνης θὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν ἢ, ἀκριβέστερον, θὰ ἐφάπτεται τῶν δυναμικῶν γραμμῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

138. Νόμος τοῦ Coulomb.—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι: ἡ ἔλξις ἢ ἡ ἀπωσις, ἣτις ἐξασκεῖται μεταξὺ δύο πόλων μαγνητῶν, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Δηλ. ἐὰν ἡ ἀπόστασις δύο μαγνητικῶν πόλων γίνῃ δύο, τρεῖς... φορὰς μεγαλυτέρα, ἡ ἐλκτικὴ ἢ ἡ ὠστικὴ δύναμις, τὴν ὁποῖαν ὁ εἶς ἐξασκεῖ ἐπὶ τοῦ ἄλλου, γίνεται τέσσαρας, ἑννέα. . . φορὰς μικροτέρα.

139. Ἔντασις πόλου. Μονὰς πόλου.—Λέγομεν, ὅτι δύο πόλοι εἶναι ἴσοι ἢ ὅτι αἱ ἐντάσεις των εἶναι ἴσαι ἢ ὅτι κατέχουν τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν μᾶζαν, ὅταν ἐξασκοῦν τὴν αὐτὴν ἔλξιν ἢ ἀπωσιν διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ τρίτου πόλου, ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀποστάσεως.

Μονὰς πόλου. Εἰς τὸ σύστημα C.G.C. ἐλήφθη ὡς μονὰς πόλου (ἢ μονὰς μαγνητικῆς μᾶζης), ὁ πόλος (ἢ ἡ μαγνητικὴ μᾶζα), ὅστις ἀπωθεῖ ἴσον πόλον ἀπὸ ἀποστάσεως ἐνὸς ἑκατοστομέτρου διὰ δυνάμεως μιᾶς δύνης.

Τύπος. Γενικῶς, ἐὰν δύο πόλοι ἴσοι μὲ μ καὶ μ' μονάδας ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων α ἑκατοστομέτρα, ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται μετὰ δυνάμεως:

$$\delta = \frac{\mu \cdot \mu'}{\alpha^2} \text{ δυνῶν.}$$

Μεταξὺ πόλων ὁμωνύμων ἡ δύναμις εἶναι ὠστική καὶ τὸ δ θετικόν. Μεταξὺ ἑτερονύμων πόλων ἡ δύναμις εἶναι ἑλκτική καὶ τὸ δ ἀρνητικόν.

Σημείωσις : Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι δύο πόλοι τοῦ αὐτοῦ μαγνήτου ἐξασκοῦν πάντοτε ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἐπὶ τῶν ἄλλων μαγνητῶν δυνάμεις τοῦ αὐτοῦ μεγέθους, ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς. Ἡ ἔντασις λοιπὸν τοῦ ἐνὸς πόλου μαγνήτου εἶναι ἴση κατ' ἀπόλυτον τιμὴν ἀλλὰ μὲ ἀντίθετον σημεῖον πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ ἄλλου πόλου του. Σημειοῦμεν τὴν ἔντασιν τοῦ βορείου πόλου μὲ τὸ + καὶ τὴν τοῦ νοτίου μὲ τὸ -.

140. Ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου. Μονάς.—Ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου εἷς τι σημεῖον A εἶναι ἡ ἔντασις εἰς δύναμις τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐξασκεῖται ἐπὶ βορείου μαγνητικοῦ πόλου ἴσου πρὸς τὴν μονάδα, εὐρισκομένου εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο.

Σημείωσις. Ἡ διεύθυνσις καὶ φορὰ τῆς δυνάμεως ταύτης εἶναι διεύθυνσις καὶ φορὰ τοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον A .

Μονὰς ἐντάσεως. Μονὰς ἐντάσεως μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σύστημα C.G.S. εἶναι ἡ ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ ὁποῖον ἐξασκεῖ δύναμιν μᾶς δύνης ἐπὶ βορείου πόλου ἴσου μὲ τὴν μονάδα.

Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται gauss.

Ἐὰν λοιπὸν ἡ ἐξασκουμένη δύναμις ἐπὶ τῆς μονάδος τοῦ πόλου εἶναι Δ δύναμις, θὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου εἶναι ἴση μὲ Δ μονάδας gauss.

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

1ον. Ποία ἡ δύναμις, ἣτις ἐξασκεῖται μεταξὺ δύο πόλων μαγνητικῶν μαζῶν 32 καὶ 40 ἐξ ἀποστάσεως 10 ἑκατοστομέτρων;

2ον. Πόλος μᾶζης μαγνητικῆς 90 ἔλκει ἕτερον πόλον τοποθετημένον εἰς ἀπόστασιν δύο ἑκατοστομέτρων μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 1 γραμμάριον. Ποία ἡ μᾶζα τοῦ δευτέρου πόλου;

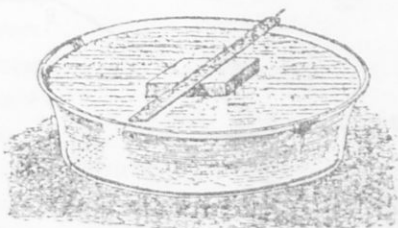
3ον. Ποῖον τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν μονάδων πόλου, ὅστις ἀπωθεῖται μετὰ δυνάμεως 9 δυνῶν, ὅταν τοποθετῆται ἐν μαγνητικῷ πεδίῳ ἐντάσεως 0,18;

ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

141. Γήινον μαγνητικὸν πεδίον.—Ἐὰν κρεμάσωμεν χαλυβδίνην ράβδον μὴ μαγνητισμένην ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της θὰ ἴδωμεν, ὅτι μένει ἀκίνητος εἰς ὅλας τὰς θέσεις, τὰς ὁποίας θὰ δώσωμεν εἰς αὐτήν, διότι τὸ βάρος της ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως. Ἐὰν ὁμως κρεμάσωμεν κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον μαγνητισμένην ράβδον, αὕτη, μετὰ τινος αἰωρήσεως, στρέφει πάντοτε τὸ αὐτὸ ἄκρον της πρὸς βορρᾶν, δηλ. προσανατολίζεται. Ἡ μαγνητισμένη ράβδος ὑφίσταται λοιπὸν τὴν ἐνέργειαν καὶ ἄλλων δυνάμεων ἐκτὸς τῆς βαρύτητος. Αἱ δυνάμεις αὗται ἀποδίδονται εἰς τὴν μαγνητικὴν ἐνέργειαν τῆς Γῆς.

Ἡ ἐνέργεια τῆς Γῆς δὲν ὀφείλεται εἰς μίαν μόνην δύναμιν, διότι ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ δύναμις αὕτη θὰ ἠδύνατο νὰ ἀναλυθῆ εἰς δύο ἄλλας συνιστώσας, μίαν ὀριζοντίαν καὶ μίαν κατακόρυφον.

Ἵριζοντία συνιστώσα δὲν ὑπάρχει. Διότι, ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος τεμάχιον φελ-



Σχ. 159

λοῦ (σχ. 159) καὶ ἐπ' αὐτοῦ μαγνήτην, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ φελλὸς στρέφεται ἀπλῶς περὶ τὴν κατακόρυφον τὴν διερχομένην διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε ὁ μαγνήτης νὰ λάβῃ διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου, ἀλλὰ ὁ φελλὸς οὐδεμίαν ὑφίσταται μετάθεσιν κατὰ τὴν ὀριζοντίαν φορᾶν.

Κατακόρυφος συνιστώσα δὲν ὑπάρχει. Διότι δι' ἀκριβῶν σταθμίσεων ἔχει ἀποδειχθῆ, ὅτι τὸ βάρος ράβδου ἐκ χαλύβος εἶναι τὸ αὐτὸ καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτήν. Ἄν ἐπὶ τῆς μαγνητισμένης ράβδου ἐπέδρα δύναμις κατακόρυφος, ἔπρεπεν αὕτη νὰ προστεθῆ εἰς τὸ βάρος τῆς ράβδου ἢ νὰ ἀφαιρεθῆ ἀπ' αὐτοῦ καὶ ἐπομένως τοῦτο νὰ μεταβληθῆ μετὰ τὴν μαγνήτισιν.

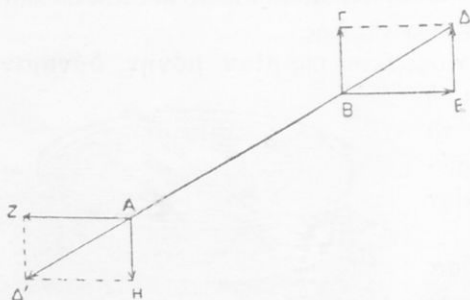
142. Γήινον ζεῦγος.—Ἀφοῦ λοιπὸν ἡ μαγνητισμένη ράβδος

στρέφεται, χωρίς να υφίσταται μετάθεσιν, τοῦτο σημαίνει, ὅτι υφίσταται τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων, ἴσων καὶ ἀντιρροπῶν, δηλ. τὴν ἐνέργειαν **ζεύγους**. Ἡ ἐνέργεια λοιπὸν τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι μόνον **διευθυντηρία**.

Ἐποθέσωμεν, ὅτι ἐκρεμάσαμεν εἰς τὸ διάστημα μαγνητισμένην ράβδον ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της. Θὰ δυνηθῇ τότε αὕτη νὰ λάβῃ ὅλας τὰς διευθύνσεις, διότι εἶναι ἐλευθέρα. Ἀφοῦ αἰωρηθῇ ἐπὶ τινὰς στιγμᾶς, θὰ λάβῃ μίαν τελικὴν διεύθυνσιν, ἣτις θὰ μᾶς δώσῃ τὴν **διεύθυνσιν τοῦ γήινου ζεύγους**.

Ἐστω AB (σχ. 160) ἡ θέσις αὕτη τῆς ἰσορροπίας.

Αἱ δυνάμεις ΒΔ καὶ ΑΔ' τοῦ γήινου μαγνητικοῦ ζεύγους εὐρίσκονται κατ' ἀνάγκην ἐπ' εὐθείας γραμμῆς μετὰ τῆς ράβδου, διότι ἄλλως αὕτη δὲν θὰ ἰσορροποῦσε. Τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, τὸ περιέχον τὴν AB, λέγεται ἐπίπεδον τοῦ **μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ**.



Σχ. 160

ῥάβδος μένει εἰς τὴν ἰδίαν θέσιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ γήινου πεδίου εἶναι **παραλλήλοι**.

Ἄς ἀναλύσωμεν τὴν δύναμιν ΒΔ εἰς δύο ἄλλας: μίαν κατακόρυφον ΒΓ καὶ ἄλλην ὀριζοντίαν ΒΕ. Ἀναλύομεν ἐπίσης καὶ τὴν ΑΔ' εἰς τὴν ΑΗ κατακόρυφον καὶ τὴν ΑΖ ὀριζοντίαν. Θὰ ἔχωμεν τότε δύο ζεύγη: ἓν κατακόρυφον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ΒΓ καὶ τῆς ΑΗ, καὶ ἓν ὀριζόντιον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ΒΕ καὶ τῆς ΑΖ. Τὸ κατακόρυφον ζεύγος τείνει νὰ στρέψῃ τὴν ράβδον οὕτως ὥστε νὰ κλίνη αὕτη ὡς πρὸς τὸν ὀριζόντιον· ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ μηδενίσωμεν τὴν ἐνέργειάν του ταύτην, καθιστῶντες τὸ ἓν ἡμῶν τῆς ράβδου AB βαρύτερον ἀπὸ τὸ ἄλλο, ὥστε ἡ ράβδος νὰ διατηρῆται πάντοτε ὀριζοντία. Τότε ἡ ράβδος θὰ διευθύνεται μόνον ἀπὸ τὸ ὀριζόντιον ζεύγος καὶ θὰ ἰσορροπήσῃ, ὅταν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων τοῦ ζεύγους.

δηλ. ὅταν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ.

143. Μαγνητικὴ ἀπόκλισις.—Μαγνητικὴ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου λέγεται ἡ διέδρος γωνία, ἡ ὁποία 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 ρηθεῖσαν διέδρον, δηλ. ὑπὸ τῆς γωνίας MOB (σχ. 161).

Ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, ἐφ' ὅσον τὸ βόρειον μέρος τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ εὐρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ βορείου μέρους τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ.

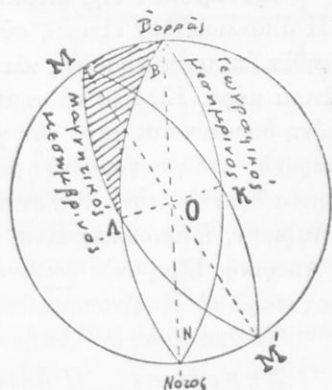
Μέτρησις τῆς ἀποκλίσεως.

Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιεῖται ἡ **πυξὶς ἀποκλίσεως**. Αἱ συνήθεις πυξίδες ἀποτελοῦνται ἐκ

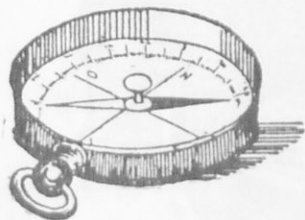
μαγνητικῆς βελόνης, ἡ ὁποία στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος, περὶ τὸν ὁποῖον δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ. Διὰ καταλλήλου ἀντιβάρου τὸ πρὸς βορρᾶν ἄκρον τῆς δὲν κλίνει κάτω τοῦ ὀριζοντος. Ὁ ἄξων οὗτος εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον ὀριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου, τοῦ ὁποίου ἡ περιφέρεια εἶναι ὑποδιηρημένη εἰς μοίρας (σχ. 162). Στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὴν πυξίδα οὕτως, ὥστε ἡ διάμετρος 0° — 180° τοῦ δίσκου νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, τοῦ ὁποίου ζητοῦμεν τὴν ἀπόκλισιν. Τὸ βόρειον ἄκρον τῆς βελόνης (τὸ ὁποῖον συνήθως ἔχει χροῶμα βαθὺ κυανοῦν) σταματᾷ ἐπὶ τῆς διαρέσεως, ἣτις δίδει τὴν ἀπόκλισιν.

Ὑπάρχουν πίνακες, οἱ ὁποῖοι δίδουν τὰς ἀποκλίσεις τῶν κυριωτέρων τόπων τῆς Γῆς.

Ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου εἶναι 30° δυτικὴ. Διὰ



Σχ. 161



Σχ. 162

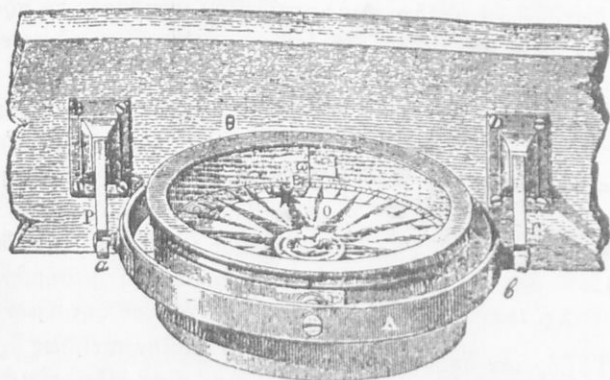
να εὔρωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ βορρᾶ, θέτομεν τὴν πυξίδα οὕτως ὥστε ἡ διάμετρος 0° — 180° νὰ σχηματίζη μετὰ τῆς βελόνης γωνίαν 30° πρὸς δυσμάς. Τότε ἡ διεύθυνσις τῆς διαμέτρου 0° — 180° εἶναι ἡ διεύθυνσις ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον.

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 ὁποία διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἄνισα μέρη. Εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γραμμῆς ταύτης ἡ μαγνητικὴ βελόνη διευθύνεται κατὰ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβριὸν καὶ δεικνύει ἀκριβῶς τὸν γεωγραφικὸν βορρᾶν. Ἐντὸς τῆς γραμμῆς ταύτης, ἡ ὁποία ἐγκλείει τὸν Ἀτλαντικὸν ὠκεανόν, τὴν Εὐρώπην καὶ τὴν Ἀφρικὴν, ἡ ἀπόκλισις εἶναι δυτικὴ. Ἐκτὸς αὐτῆς εἶναι ἀνατολικὴ (Ἀμερικὴ, Εἰρηνικὸς ὠκεανός, Ἀσία, πλὴν ἑλλειψοειδοῦς τινος χώρας παρὰ τὸ Πεκίνον περιλαμβανούσης καὶ τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους).

Ἡ ἀπόκλισις ἐν Ἀθήναις εἶναι δυτικὴ — $2^{\circ} 13', 6$.

Σημείωσις. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται πάντοτε μεταβολάς, ἐκ τῶν ὁποίων ἄλλαι μὲν εἶναι αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι.

144. Ναυτικὴ πυξίς.—Ἡ ναυτικὴ πυξίς εἶναι πυξίς ἀποκλίσεως, τὴν ὁποίαν μεταχειρίζονται οἱ ναυτιλλόμενοι, ὅπως δι' αὐτῆς



Σχ. 163

κανονίζουσαν τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως τῶν πλοίων.

Ἡ ναυτικὴ πυξίς συνίσταται ἐκ κυλινδρικήσ χαλκίνης θήκης

Θ (σχ. 163) ἐρματισμένης κατὰ τὸ κατώτερον μέρος αὐτῆς διὰ μολύβδου καὶ ἐξαρημένης κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Cardan. Διὰ τῆς τοιαύτης ἐξαρθήσεως ἡ πυξίς, ταλαντευομένη περὶ δύο καθέτως διασταυρουμένους ἄξονας, διατηρεῖται ὀριζοντία, ὅσονδήποτε σαλευομένου τοῦ πλοίου. Εἰς τὸ βάθος τῆς θήκης εἶναι προσηλωμένος κατακόρυφος ἄξων, ἐπὶ τοῦ ὁποίου στηρίζεται (σχ. 164) μικρὰ μαγνητικὴ ράβδος, ἡ βελόνη τῆς πυξίδος. Ἡ βελόνη αὕτη



Σχ. 164

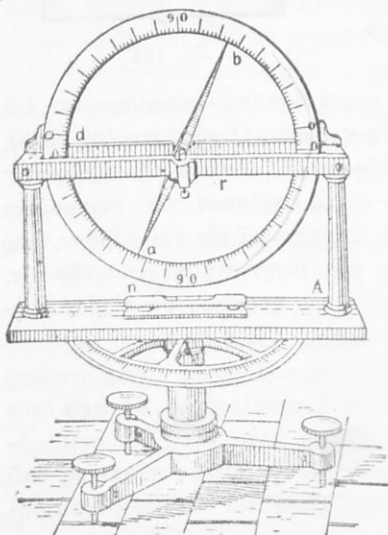
ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας αὐτῆς ἐπιφανείας φέρει δίσκον ἐκ μαρμαρυγίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι προσκολλημένος ἕτερος δίσκος Ο χάρτινος (σχ. 163), ὁ ὁποῖος φέρει χαραγμένα ἀκτινοειδῶς τὰ 32 σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. Μία τῶν ἀκτίνων τούτων καταλήγει εἰς ἀστερίσκον καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ γράμματος Β. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ράβδον, ἣτις ὑπάρχει ὑπὸ τὸν δίσκον καὶ δεικνύει τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν.

Χρῆσις. Ἡ πυξίς τοποθετεῖται ἐπὶ τῆς γεφύρας τοῦ πλοίου ἐνώπιον τοῦ πηδαλιούχου. Ἀναζητεῖ κατὰ πρῶτον ὁ πλοίαρχος ἐπὶ ναυτικοῦ τινος χάρτου καὶ ὀρίζει κατὰ ποίαν ἀκτίνα τοῦ δίσκου (ἀνεμολογίου) δέον νὰ διευθυνθῇ τὸ πλοῖον. Τότε δὲ ὁ πηδαλιούχος στρέφει τὸν μοχλὸν τοῦ πηδαλίου, ἕως ὅτου ἡ ὀρισθεῖσα ἀκτίς, ἣτις καὶ σημειοῦται ἐπὶ τοῦ ἀνεμολογίου, συμπέσῃ μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως τοῦ πλοίου. Οὕτω καλεῖται ἡ γραμμὴ, ἣτις διέρχεται δι' ὀρισμένου 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 ἄξονος τῆς βελόνης διερχόμενον νὰ εἶναι παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ πλοίου. ✕

145. Μαγνητικὴ ἔγκλισις.—Μαγνητικὴ βελόνη κρεμαμένη ἐλευθέρως ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς προσανατολίζεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ὁ βόρειος πόλος τῆς (ὁ ὁποῖος διευθύνεται πρὸς βορρᾶν) κατέρχεται—εἰς τὰς χώρας μας—κάτωθεν τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς βελόνης. Τοῦναντίον, ὁ νότιος πόλος τῆς βελόνης (ὁ ὁποῖος διευθύνεται πρὸς νότον) ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν τότε σχηματίζει ὁ ἄξων τῆς βελόνης μετὰ τῆς προβολῆς του ἐπὶ τοῦ ὡς ἄνω ὀριζοντίου ἐπιπέ-

δου, είναι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως. Αὕτη μετρεῖται ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος ἀπὸ 0° ἕως $+90^\circ$, ὅταν τὸ βόρειον ἄκρον εἶναι κάτωθεν τοῦ ὀρίζοντος· καὶ ἀπὸ 0° ἕως -90° , ὅταν τοῦτο εὐρίσκεται ἀνωθεν.

Μέτρησις τῆς ἐγκλίσεως. Ἡ ἐγκλισις μετρεῖται διὰ μαγνητικῆς βελόνης κρεμασμένης ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς ἐν κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ἐλευθέρως, ἐναντι κατακο-



Σχ. 165

ρύφου κύκλου βαθμολογημένου (σχ. 165). Ὁ κύκλος οὗτος στηρίζεται ἐπὶ ἐνὸς ἄλλου κύκλου ὀριζοντίου. Ὁ κατακορύφος κύκλος προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζῃ μετὰ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβρινὸν τοῦ τόπου γωνίαν ἴσην μετὰ τὴν ἀπόκλισιν τοῦ τόπου. Ἡ βελόνη εὐρίσκεται τότε εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινὸν καὶ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν ὁ ἄξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου τοῦ κατακορύφου κύκλου, εἶναι ἡ μαγνητικὴ ἐγκλισις τοῦ τόπου.

Ἡ ἐγκλισις εἶναι μεταβλητή, ὅπως καὶ ἡ ἀπόκλισις, κατὰ πρῶτον εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἀναλόγως τῆς ἐποχῆς καὶ κατόπιν εἰς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν.

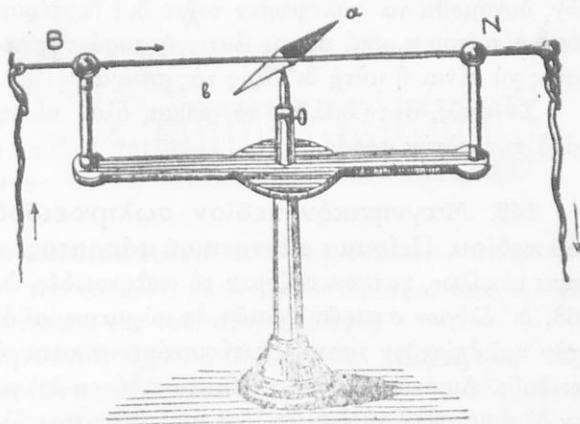
Ἡ ἐγκλισις ἐν Ἀθήναις εἶναι $52^\circ 54', 7$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

146. Πείραμα τοῦ Oersted.—Ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης κινητῆς περὶ κατακορύφον ἄξονα τείνομεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ σύρμα ἐκ χαλκοῦ (σχ. 166). Ἐφ'

ὅσον τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ἡ βελὸνὴ παραμένει παράλληλος πρὸς αὐτό· μόλις ὁμως διαβιάσωμεν διὰ τοῦ σύρματος ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, βλέπομεν τὴν βελὸνὴν ἐκτροπομένην καὶ λαμβάνουσαν διεύθυνσιν τοσοῦτω μᾶλλον πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον εἰς τὸ ρεῦμα, ὅσῳ μεγαλύτερα εἶναι τοῦ ρεύματος τοῦτου ἡ ἔντασις.

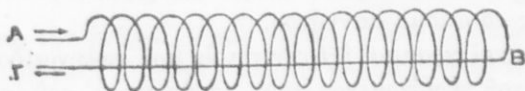


Σχ. 166

Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει, ὅτι τὸ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα δημιουργεῖ περὶ αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐνέργεια ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν τοῦ γήινου πεδίου.

147. Φορὰ τοῦ πεδίου. Κανὼν τοῦ Ampère.—Ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης ἐκτρέπεται πάντοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, δηλ. πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηρητοῦ, τὸν ὁποῖον φανταζόμεθα ἐξηπλωμένον ἐπὶ τοῦ σύρματος οὕτως, ὥστε νὰ βλέπῃ πρὸς τὴν βελότην καὶ τὸ ρεῦμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς (παρατηρητῆς τοῦ Ampère).

148. Πηνίον ἢ σωληνοειδές.—Εἰς τὴν πρᾶξιν πολλάκις τυλίσσομεν σπειροειδῶς εἰς πηνία τὰ κυκλώματα, τὰ ὁποῖα χρησιμο-



Σχ. 167

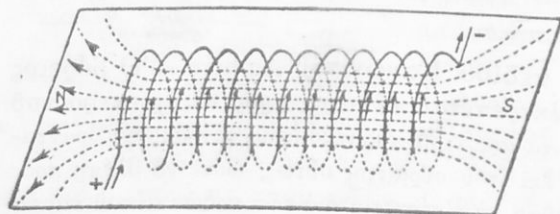
ποιῶμεν διὰ τὴν παραγωγὴν μαγνητικῶν πεδίων, καὶ αὐτὴν μόνον τὴν περίπτωσιν θὰ ἐξετάσωμεν (σχ. 167).

Πραγματοποιῶμεν πηνίον ἢ σωληνοειδές, τυλίσσοντες εἰς στενάς

σπείρας ἐπὶ σωλῆνος ὑαλίνου, ξυλίνου κτλ., σύρμα μεμονωμένον. Ὅταν ὁ κύλινδρος καλυφθῇ οὕτω δι' ἐνὸς πρώτου στρώματος σπειρῶν, δυνάμεθα νὰ καλύψωμεν τοῦτο διὰ δευτέρου στρώματος, κατόπιν διὰ τρίτου κ.ο.κ., οὕτως ὥστε, ἡ φορὰ τῆς περιελίξεως τοῦ σύρματος νὰ εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλας τὰς σπείρας.

Συνεπῶς, ὅταν διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὅλαι αἱ σπείραι διαρρέονται κατὰ τὴν αὐτὴν φορᾶν.

149. Μαγνητικὸν πεδίου σωληνοειδοῦς. — Διεύθυνσις τοῦ πεδίου. Πείραμα μαγνητικοῦ φάσματος. Διὰ νὰ γίνῃ τὸ πείραμα εὐκόλως, κατασκευάζομεν τὸ σωληνοειδές, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 168, δι' ὀλίγων σπειρῶν ἀραιῶν ἐκ σύρματος, αἱ ὅποια διαπεροῦν λεπτὸν καὶ ἐπίπεδον χαρτόνιον εὐρισκόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωληνοειδοῦς. Διασκορπίζομεν ρινίσματα σιδήρου ἐπὶ τοῦ χαρτονίου, κατόπιν δὲ ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ἐπιφέρομεν ἑλαφρὰ κτυπήματα ἐπὶ τοῦ χαρτονίου. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὰ ρινίσματα ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς διατίθενται κατὰ γραμμὰς παραλλήλους πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ σωληνοειδοῦς. Συνεπῶς :



Σχ. 168

Ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ πεδίου εἶναι ὁμαλὸν καὶ διευθύνεται κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ.

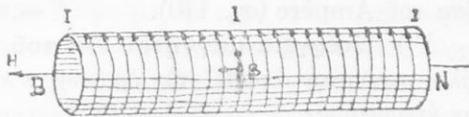
Παρατηροῦμεν ἐπίσης, ὅτι πλησίον τῶν ἄκρων τοῦ σωληνοειδοῦς αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ παύουν νὰ εἶναι εὐθύγραμμοι καὶ ἀνοίγονται, ἐξερχόμενα ἐξ αὐτοῦ, καὶ ὅτι τὸ ἐξωτερικὸν φάσμα σωληνοειδοῦς δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὸ φάσμα μαγνήτου.

Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἐξέρχονται ἐκ τοῦ σωληνοειδοῦς ἀπὸ τοῦ ἄκρου αὐτοῦ τοῦ εὐρισκόμενου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ καὶ εἰσέρχονται διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ ἄκρου αὐτοῦ. Ἐπομένως τὸ σωληνοειδές ἔχει ἓνα βόρειον πόλον καὶ ἓνα νότιον.

Ἡ φορὰ τοῦ πεδίου δίδεται ὑπὸ τοῦ κανόνος τοῦ Ampère. Εἰδικῶς, ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ πεδίου διευθύνεται πρὸς τὰ ἀρι-

στερὰ παρατηρητοῦ ἐξηπλωμένου ἐπί τινος σπείρας κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος καὶ βλέποντος πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωληνοειδοῦς.

Εἰς τὸ σχῆμα 169 ὁ παρατηρητὴς τοῦ Ampère, παρατηρῶν πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωληνοειδοῦς, ἐκτείνει τὸν ἀριστερὸν βραχίονα καὶ δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου H .

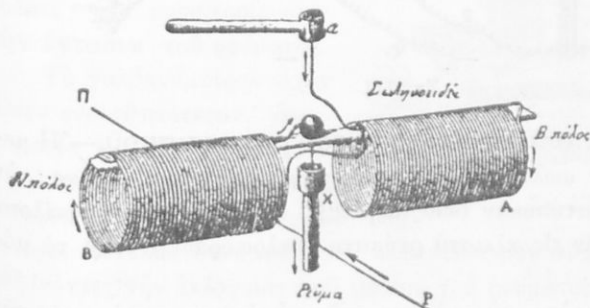


Σχ. 169

Ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν κατὰ ἑκατοστόμετρον μήκους τοῦ σωληνοειδοῦς (μετρουμένου ἐπὶ τοῦ ἄξονος αὐτοῦ).

150. Τὰ σωληνοειδῆ ἔχουν ὅλας τὰς ιδιότητες τῶν μαγνητῶν.—Ἐξαρτῶντες σωληνοειδῆς οὕτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον ἄξονα, δυνάμεθα νὰ βεβαιώσωμεν, ὅτι τοῦτο πράγματι ἔχει ὅλας τὰς ιδιότητες τῶν μαγνητῶν.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον μεταχειρίζομεθα τὴν ἐν σχ. 170 παριστωμένην συσκευίην. Ἐν αὐτῇ τὸ σωληνοειδῆς δύναται νὰ στραφῇ



Σχ. 170

περὶ ἄξονα ἀποτελούμενον ἐκ δύο χαλυβδίνων ἀκίδων, συνδεομένων μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης.

Α') Ἐνεργεῖται τῆς Γῆς ἐπὶ σωληνο-

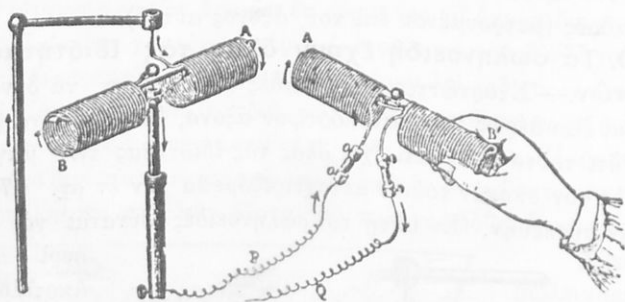
ειδοῦς. Ὑπὸ τὴν ἐνεργεῖαν τοῦ γήινου πεδίου τὸ σωληνοειδῆς προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον ἐκάστου ρεύματος νὰ τίθεται καθέτως πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνοειδοῦς διευθυνομένου κατὰ τὸν μεσημβρινόν τοῦτον.

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.

Β') **Ἐνέργεια ρεύματος ἐπὶ σωληνοειδοῦς.** Τὸ κινητὸν σωληνοειδὲς τείνει νὰ τοποθετηθῇ σταυροειδῶς μετὰ προσεγγιζομένου εὐθυγράμμου ρεύματος ΠΡ, τοῦ βορείου πόλου Α τοῦ σωληνοειδοῦς φερομένου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, συμφώνως μὲ τὸν κανόνα τοῦ Ampère (σχ. 170).

Γ') **Ἐνέργεια μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς.** Ὁ βόρειος πόλος μαγνήτου ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον πόλον σωληνοειδοῦς, ἔλκει δὲ τὸν ἑτερόνυμον.

Δ') **Ἀμοιβαία ἐνέργεια δύο σωληνοειδῶν.** Τὰ ὁμώνυμα ἄκρα τῶν δύο σωληνοειδῶν ἀπωθοῦνται (σχ. 171), ἐνῶ τὰ ἑτερόνυμα ἔλκονται.



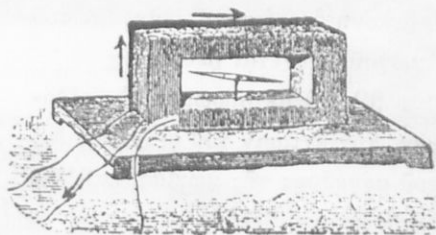
Σχ. 171

151. **Θεωρία τοῦ Ampère περὶ τοῦ μαγνητισμοῦ.**—Ἡ μεγάλη ὁμοιότης τῶν σωληνοειδῶν πρὸς τοὺς μαγνήτας ἤγαγε τὸν Ampère εἰς τὴν διατύπωσιν θεωρίας, καθ' ἣν οἱ μαγνήται ὀφείλουν τὰς ιδιότητας αὐτῶν εἰς κλειστὰ ρεύματα κυκλοφοροῦντα περὶ τὰ μόριά των.

Κατὰ τὸν Ampère, τὰ ρεύματα ταῦτα ὑφίστανται καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως, καὶ εἰς τὸν μαλακὸν σίδηρον καὶ εἰς τὸν χάλυβα, ἀλλὰ προσανατολισμένα κατὰ διευθύνσεις διαφόρους. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὅμως μαγνήτου ἢ ἰσχυροῦ ρεύματος, τὰ στοιχειώδη ταῦτα ρεύματα λαμβάνουν προσανατολισμὸν ὄρισμένον, καθ' ὃν οἱ ἄξονες αὐτῶν ἔχουν πάντες μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Ἀποτελοῦνται οὕτω στενωτάτα σωληνοειδῆ παρουσιάζοντα πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ μαγνήτου τοὺς βορείους αὐτῶν πόλους, τοὺς πόλους δηλονότι ἐκείνους, καθ'

οὗς βλέπομεν τὸ ρεῦμα κυκλοφοροῦν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου.

152. Γαλβανόμετρον.—Τὸ γαλβανόμετρον συνίσταται κυρίως ἐκ κατακορύφου πλαισίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τυλίσσεται πολλάκις σύρμα μεμονωμένον (σχ. 172). Εἰς τὸ κέντρον τοῦ πλαισίου, τοποθετουμένον κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, εὐρίσκεται μαγνητικὴ βελόνη κινητὴ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα. Ὄταν τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ ἄξων τῆς βελόνης εὐρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Εὐθὺς ὅμως ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ἡ βελόνη ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν ὄχι μόνον τοῦ γηίνου πεδίου, ἀλλὰ καὶ τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργουμένου ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ συνεπῶς ἐκτρέπεται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῶν δύο τούτων δυνάμεων. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης αὐξάνεται **μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος**· τὸ μέγεθος συνεπῶς τῆς ἐκτροπῆς μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προσδιορίσωμεν **τὴν ἔντασιν** τοῦ ρεύματος.



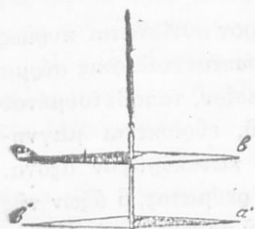
Σχ. 172

Τὸ γαλβανόμετρον εἶναι τόσο εὐαίσθητότερον, ὅσον ἡ γωνία καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη εἶναι διὰ τὴν αὐτὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος μεγαλύτερα. Συνεπῶς δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν αὐτὸ εὐαίσθητότερον αὐξάνοντες τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ ρεύματος καὶ ἐλαττοῦντες τὴν ἐνέργειαν τοῦ γηίνου πεδίου.

Τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργουμένου ὑπὸ τοῦ ρεύματος αὐξάνομεν, αὐξάνοντες τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ σύρματος. Διότι ὅλα τὰ τὰ ρεύματα τὰ διατρέχοντα τὰς σπείρας τείνουν νὰ ἐκτρέψουν τὴν βελόνην, συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τοῦ Ampère, κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Τὴν ἐνέργειαν τοῦ γηίνου πεδίου ἐλαττοῦμεν ἀντικαθιστῶντες τὴν μαγνητικὴν βελόνην διὰ **συστήματος ἀστατικοῦ**.

Ἄστατικὸν σύστημα καλεῖται σύστημα δύο μαγνητικῶν βελόνων σχεδὸν ὁμοίων αβ καὶ α'β' (σχ. 173), συνηνωμένων ἀμεταθέτως μὲ τοὺς ἀντιθέτους πόλους ἀπέναντι ἀλλήλων. Ἐπειδὴ οἱ δύο οὔτοι

μαγνήται είναι σχεδόν ὅμοιοι, αἱ κατ' ἀντίθετον φοράν ἐνέργειαι τοῦ γήινου πεδίου ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πόλων ἔχουν πολὺ μικρὰν ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ συνόλου.



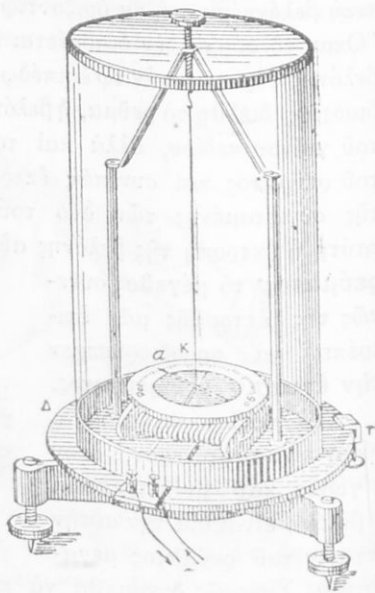
Σχ. 173

Ἐκ τῶν βελονῶν τούτων ἡ μὲν μία τίθεται ἐντὸς τοῦ πλαισίου, ἡ δὲ ἄλλη ὑπεράνω ταύτης καὶ ἐκτὸς τοῦ πλαισίου (σχ. 174).

Διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου δυνάμεθα: α') νὰ ἐγνωθῆσωμεν, ἐὰν διὰ ἀγωγοῦ τινος διέρχεται ἢλεκτρικὸν ρεῦμα. Πρὸς τοῦτο παρεμβάλλομεν τὸ γαλβανόμετρον εἰς τὸν ἐξεταζόμενον ἀγωγόν, ὅποτε ἡ βελὸνῃ ἐκτρέπεται, ἐὰν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ διέρχεται ρεῦμα.

β') Νὰ μετρήσωμεν, ὡς εἶδομεν, τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελὸνῃ.

γ') Νὰ εὔρωμεν τὴν φοράν τοῦ ρεύματος σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φοράν καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελὸνῃ, ὅταν διοχετεύωμεν εἰς τὸ γαλβανόμετρον ρεῦμα γνωστῆς φορᾶς, π. γ. τὸ ρεῦμα ἢλεκτροκὸυ στοιχείου.



Σχ. 174

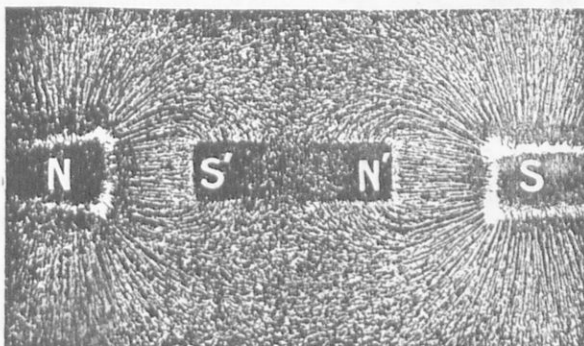
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

153. Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου.— Ὁ μαλακὸς σίδηρος τιθέμενος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μαγνητίζεται, δηλ. καθίσταται ἱκανὸς νὰ ἔλκῃ ρινίσματα σιδήρου.

Μαγνήτισις τοῦ σιδήρου διὰ τῶν μαγνητῶν. Ἐὰν μεταξὺ δύο ἑτερονόμων 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 μα-

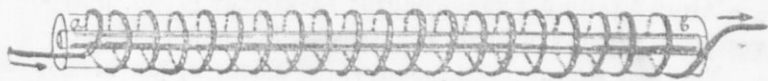
γνητικοὶ πόλοι, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα παρουσιάζονται πρὸ πάντων τὰ ἐκρινισμάτων νήματα. Αἱ δυναμικαὶ γραμμαί, αἱ ὁποῖαι ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ βόρειου πόλου N, εἰσέρχονται



Σχ. 175

κατὰ τὸ S' εἰς τὸν σίδηρον, ὅπως ἀκριβῶς εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον ἄλλου μαγνήτου· συνεπῶς εἰς τὸ S' ἐσχηματίσθη νότιος πόλος. Ἐξερχόμενα ἐκ τοῦ σιδήρου αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ καταλήγουν εἰς τὸν νότιον πόλον S τοῦ δευτέρου μαγνήτου· ἐπομένως εἰς τὸ N' σχηματίσθη βόρειος πόλος.

Μαγνήτισις τοῦ σιδήρου διὰ σωληνοειδοῦς. Ἐὰν θέσωμεν ἐντὸς σωληνοειδοῦς ράβδον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου καὶ διαβιβάσωμεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος τοῦ σωληνοειδοῦς, θὰ παρα-



Σχ. 176

τηρήσωμεν, πλησιάζοντες μαγνητικὴν βελόνην, ὅτι ἡ ράβδος τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ἐμαγνητίσθη καὶ ὅτι ὁ βόρειος πόλος της εὑρίσκεται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ τοῦ Ampère, δηλ. κατὰ τὴν ἕξοδον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν (σχ. 176).

Όταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διακοπῇ, ὁ μαλακὸς σίδηρος ἀκαριαίως ἀπομαγνητίζεται. Συνεπῶς οἱ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου μαγνῆται εἶναι μαγνῆται πρόσκαιροι.

Ἐὰν ὅμως ἡ ράβδος εἶναι ἐκ βαμμένου χάλυβος βεβαιούμεθα, ὅτι εἰς ταύτην παραμένει μέγα μέρος τοῦ μαγνητισμοῦ καὶ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης μαγνητίζονται σήμερον αἱ βελόνας τῶν πυξίδων καὶ αἱ ράβδοι, τὰς ὁποίας χρῆσιμοποιοῦμεν εἰς τὰ πειράματα.

Σημείωσις. α) Δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν, ὅτι ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ σιδήρου ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς, ἣτις δὲν μετέβαλε τὴν φορὰν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, ἠῤῥησε σημαντικῶς τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου. Πράγματι, ἐὰν πλησιάσωμεν μαγνητικὴν βελόνην, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αὕτη ταλαντεύεται πολὺ ταχύτερον, ὅταν τὸ σωληνοειδὲς περιέχῃ τὸν σίδηρον. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ δύναμις, ἣτις παράγει τὴν ταλάντευσιν ταύτην, ἠῤῥηθήη κατὰ πολὺ.

β) Εἰς τὰ πειράματα τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος οἱ κόκκοι τῶν ρινομάτων προσανατολίζονται, διότι μαγνητίζονται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς ὃ τίθενται. Σχηματίζουν τότε νήματα συγκολλώμενα πρὸς ἄλληλα διὰ τῶν ἑτερόνυμων 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 ἑτερόνυμον, ὅστις ἔλκεται.

154. Ἡλεκτρομαγνῆται.—Ὁ ἠλεκτρομαγνήτης εἶναι μαγνήτης πρόσκαιρος, ὅστις ἀποτελεῖται ἀπὸ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τυλίσσεται σύρμα χάλκινον μεμωμένον.

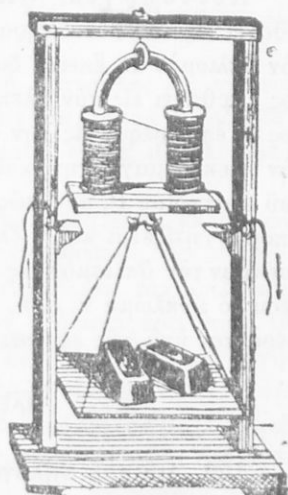
Όταν διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὁ πυρὴν μαγνητίζεται· ἀπομαγνητίζεται δέ, εὐθύς ὡς διακοπῇ τὸ ρεῦμα.

Συνήθως εἰς τοὺς ἠλεκτρομαγνήτας δίδουν σχῆμα ἰσπίου πετάλου (σχ. 177). Τὸ σύρμα τυλίσσεται ἐπὶ ἐκάστου βραχίονος καὶ μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ ἑνὸς βραχίονος εἰς τὸν ἄλλον, χωρὶς νὰ καλύψῃ τὸ κυριῶν μέρος. Ἡ περιτύλιξις τοῦ σύρματος γίνεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὅστε εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ πυρῆνος νὰ σχηματίζωνται πόλοι ἑτερόνυμοι.

Οι ηλεκτρομαγνήται μαγνητίζονται ισχυρότερον τῶν ἐκ χάλυβος μαγνητῶν καὶ δημιουργοῦν ισχυρότερα μαγνητικά πεδία. Τὸν μαγνητισμὸν των δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν κατὰ βούλησιν, ἀνοίγοντες ἢ κλείοντες ἢ ἐλαττοῦντες ἢ αὐξάνοντες ἢ ἀναστρέφοντες τὸ ρεῦμα.

Τὴν ἰσχὺν τῶν ηλεκτρομαγνητῶν δεικνύομεν ἐφαρμοζόντες ἐπὶ τῶν δύο πόλων τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου (ὄπλισμὸν), ἐπὶ τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νὰ προσθέσωμεν κατὰ τὴν μαγνήτισιν διάφορα βάρη (σχ. 177).

155. Ἐφαρμογαὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν. — Ἔνεκα τῆς ιδιότητος, τὴν ὁποίαν ἔχουν οἱ ηλεκτρομαγνήται νὰ μαγνητίζονται κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος καὶ νὰ ἀπομαγνητίζονται κατὰ τὴν



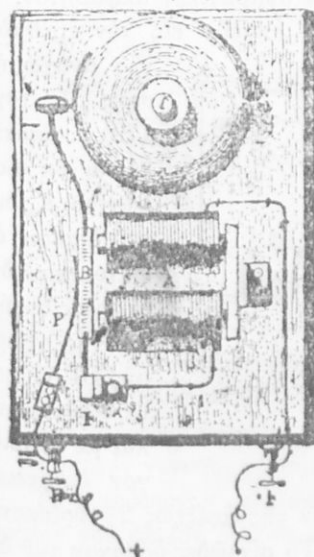
Σχ. 177

διακοπὴν αὐτοῦ, χρησιμοποιοῦνται εἰς πλῆθος πρακτικῶν ἐφαρμογῶν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΩΔΩΝ

Ὁ ἠλεκτρικὸς κώδων ἀποτελεῖται ἐξ ηλεκτρομαγνήτου καὶ ὄπλιμοῦ μετὰ σφύρας, ἥτις δύναται νὰ κτυπᾷ κώδωνα (σχ. 178). Ὁ ηλεκτρομαγνήτης Α εἶναι προσηλωμένος ἐπὶ μικρᾷ σανίδος. Ἀπέναντι τῶν πόλων του εὐρίσκειται ὄπλισμός ἐκ σιδήρου Β, ὅστις φέρεται ἐπὶ ἐλαστικοῦ μεταλλικοῦ ἐλάσματος. Ὁ ὄπλισμός προεκτείνεται διὰ στελέχους ἐφωδιασμένου με σφῦραν. Κατὰ τὴν ἠρεμίαν τὸ ἐλαστικὸν ἔλασμα διατηρεῖ τὸν ὄπλισμὸν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐλατηρίου Ρ, τὸ ὁποῖον συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων στήλης. Τὸ δὲ ἐλαστικὸν ἔλασμα συγκοινωνεῖ

κατὰ τὸ Ι μετὰ τοῦ ἄλλου πόλου διὰ τοῦ σύρματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου.



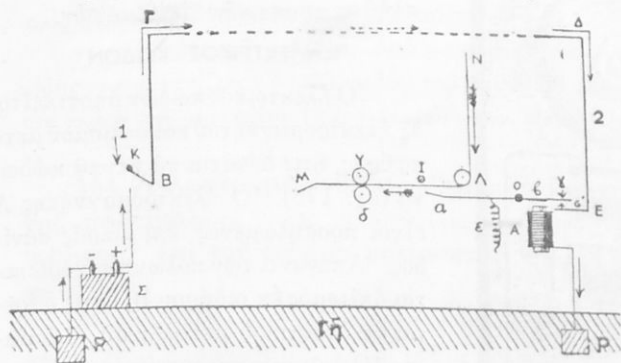
Σχ. 178

Λειτουργία. Όταν κλεισθῆ τὸ κύκλωμα τῆς στήλης, τὸ ρεῦμα φθάνει εἰς τὸν συναπτήρα Ε, διαρρέει τὸ ἐλατήριο P, διέρχεται εἰς τὸν ὄπλισμὸν Β, ἔπειτα διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ ἐλάσματος καὶ τοῦ σύρματος I φθάνει εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην Α, μεθ' ὃ διὰ τοῦ συναπτῆρος F ἐπιστρέφει εἰς τὴν στήλην. Ἡ δίοδος τοῦ ρεύματος διεγείρει τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, καὶ ὁ ὄπλισμὸς Β ἐλκόμενος ἀπομακρύνεται τοῦ ἐλατηρίου P, συνεπῶς τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἀπομαγνητίζεται καὶ ἡ ἔλξις παύει. Τότε τὸ ἐλαστικὸν ἔλασμα, ἐπαναφέρον τὸν ὄπλισμὸν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐλατηρίου P, κλείει ἐκ νέου τὸ κύκλωμα κ. ο. κ. Τοιοῦτοτρόπως διαδοχικὰ κτυπήματα ἐπιφέρονται ὑπὸ τῆς σφύρας ἐπὶ τοῦ κώδωνος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

156. Διὰ τοῦ τηλεγράφου ἀποκαθιστῶμεν συνεννόησιν μεταξὺ δύο ἀπομακροσμένων ἀπ' ἀλλήλων σταθμῶν διὰ σημείων, τὰ ὁποῖα μεταβιβάζονται ἠλεκτρικῶς καὶ παριστοῦν συμβατικὸν ἀλφάβητον.

Ἄρχῃ. Ὁ πομπός, ὅστις παράγει τὰ σημεῖα εἰς τὸν σταθμὸν



Σχ. 179

τῆς ἀναχωρήσεως 1 (σχ. 179), ἀποτελεῖται ἐκ διακόπτου K, διὰ τοῦ ὁποῖου ἀφίνομεν νὰ διέλθῃ εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς BPAE κατὰ διαστήματα καὶ μὲ ἀνάλογον διάρκειαν

τὸ ρεῦμα τῆς στήλης Σ. Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀρίξεως 2 εὑρίσκεται δέκτης, ὅστις δέχεται τὰ σημεῖα ταῦτα. Τὸ οὐσιῶδες ὄργανον τοῦ δέκτου τούτου εἶναι ἠλεκτρομαγνήτης Α, ὅστις δύναται νὰ ἔλκῃ τὸν ὄπλισμὸν β. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς εἶναι συνδεδεμένα μὲ μεταλλικὰς πλάκας P ἐγκλωσμένως βαθέως εἰς τὸ ἔδαφος, οὕτω δὲ

τὸ κύκλωμα κλείεται διὰ τοῦ ἐδάφους. Χάρις εἰς τὴν διάταξιν ταύτην ἡ γραμμὴ περιλαμβάνει ἓν μόνον σύρμα ἀντὶ δύο, ὅπερ ἐλαττώνει εἰς τὸ ἥμισυ τὴν ἀντίστασίν του.

Λειτουργία. Ὄταν καταβιβασθῇ ὁ διακόπτης K, γίνεται ἔκπομπή ρεύματος. Ἡ ἔκπομπή δύναται νὰ εἶναι μακρὰ ἢ βραχεῖα. Ἡ μακρὰ ἔκπομπή ἔχει διάρκειαν τρεῖς περίπου φορὰς μεγαλύτεραν τῆς βραχείας.

Διὰ καταλλήλου συνδυασμοῦ μακρῶν καὶ βραχειῶν ἔκπομπῶν δύναται νὰ παρασταθοῦν ὅλα τὰ γράμματα συμβατικῶς.

Εἰς ἐκάστην ἔκπομπὴν ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν ὄπλισμόν του, τὸν ὁποῖον ἀνταγωνιστικὸν ἐλατήριο εἰς ἐπαναφέρει πρὸς τὰ ὀπίσω εἰς ἐκάστην διακοπὴν τοῦ ρεύματος. Τὴν διπλὴν ταύτην κίνησιν τοῦ ὄπλισμοῦ χρησιμοποιοῦν διὰ νὰ δεχθοῦν τὰ σημεῖα. Π. χ. εἰς τὸν δέκτην τοῦ Morse ὁ ὄπλισμὸς εἶναι συνδεδεμένος μὲ μοχλὸν αὐθιγὸν περὶ τὸ σημεῖον O' εἰς ἐκάστην ἔλξιν, τὸ ἄκρον α ἀνυψούμενον πιέζει ἐπὶ μελανωτικοῦ κυλίνδρου ἰ ταινίαν ἐκ χάρτου NAM, τὴν ὁποίαν ἐκτυλίσσει ὠρολογιακῶς μηχανισμός. Αἱ βραχεῖαι καὶ μακροὶ ἔκπομπαι ἐκφράζονται διὰ διαδοχῆς στιγμῶν καὶ γραμμῶν.

Σημείωσις. Εἰς τὴν πρῶτην ἕκαστος σταθμὸς ἔχει πομπὴν καὶ δέκτην καὶ αἱ συνδέσεις ἔχουν ἀποκατασταθῆ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὰ τηλεγραφήματα νὰ δύναται νὰ ἀποστέλλωνται καὶ κατὰ τὰς δύο φορὰς ἐπὶ τῆς γραμμῆς.

ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ

157. Τὸ **τηλέφωνον** εἶναι συσκευὴ μεταβιβάζουσα ἠλεκτρικῶς τὴν φωνὴν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

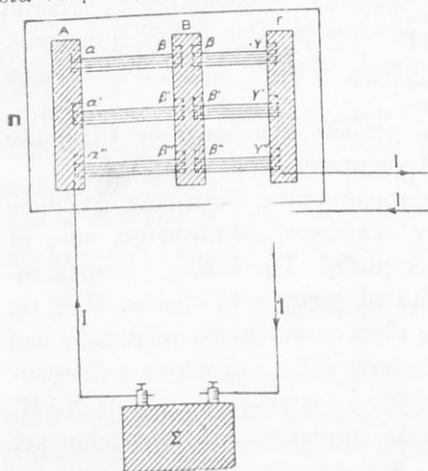
Ἀρχή. Οἱ δύο σταθμοὶ συνδέονται διὰ κλειστοῦ κυκλώματος. Τὸ κύκλωμα τοῦτο περιλαμβάνει στήλην καὶ **πομπὸν** εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως, **δέκτην** δὲ εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως.

Σήμερον γενικῶς χρησιμοποιεῖται ὡς πομπὸς τὸ **μικρόφωνον**.

Τὸ μικρόφωνον περιλαμβάνει κυρίως ἔλασμα ἐκ ξύλου ἐλάτης Π, ἐνώπιον τοῦ ὁποῖου ὀμιλοῦμεν.

Ὄπισθεν τοῦ ἐλάσματος τούτου (σχ. 180) εἶναι στερεωμένα δύο ἢ τρεῖς πλάκες ἐξ ἄνθρακος Α, Β, Γ, αἱ ὁποῖαι φέρουν πλάγιως μικρὰς κοιλότητας, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσέρχονται τελείως ἐλεύθερα τὰ ἄκρα

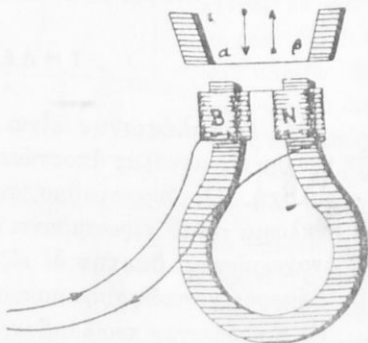
ραβδίων ἐξ ἄνθρακος (αβ, α'β' κτλ.) διαφόρου ἀριθμοῦ. Ἡ συσκευή αὕτη παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τῆς στήλης Σ οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα, διὰ νὰ μεταβῇ εἰς τὸ σύρμα τῆς γοαμμῆς, πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ τῶν ἐξ ἄνθρακος ραβδίων.



Σχ. 180

ἀντιστάσεως, αἱ ὁποῖαι ἀκολουθοῦν τὰς μεταβολὰς τῆς φωνῆς, παράγουν ἀντιστοίχους μεταβολὰς εἰς τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία αὐξάνεται μὲν ὅταν ἡ ἀντίστασις ἐλαττωθῆ, ἐλαττωθῆ δὲ ὅταν ἡ ἀντίστασις αὐξάνεται.

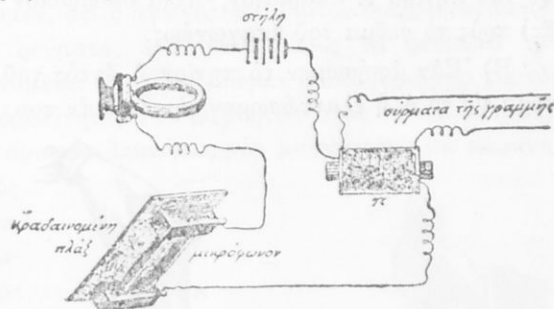
Ὁ δέκτης, ὅστις δέχεται τὸ ρεῦμα, ἀποτελεῖται ἐκ πεταλοειδοῦς ἠλεκτρομαγνήτου (σχ. 181), τοῦ ὁποίου ὁ πυρῆν εἶναι χάλυψ μαγνητισμένος. Αἱ μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος, μεταβιβαζόμεναι διὰ τοῦ σύρματος τῆς γοαμμῆς εἰς τὰ πηνία Ν καὶ Β τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου τούτου, ἐπιφέρουν μεταβολὰς εἰς τὸν μαγνητισμὸν τοῦ πυρῆνος. Ἐμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου εὐρίσκεται λεπτὸν ἔλασμα αβ ἐκ ἰσιδήρου, στερεωμένον εἰς τὸν πυθμῆνα μικροῦ ὀλμου, τοῦ ὁποίου τὸ ἄνοιγμα ἐφαρμόζεται εἰς τὸ οὖς. Ἐνεκα τῶν μεταβολῶν, τὰς ὁποίας, ὡς εἶδομεν, ἐφίσταται ὁ μα-



Σχ. 181

γνητισμός του πυρήνος, τὸ λεπτὸν ἔλασμα ὑφίσταται ἑλξεις μεταβλητάς, συνεπεία τῶν ὁποίων τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν. Ἡ παλμικὴ αὕτη κίνησις ρυθμίζεται ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ συνεπῶς ἐκ τῆς φωνῆς τοῦ ὁμιλοῦντος εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως· ἀναπαράγει ἐπομένως τὴν φωνὴν ταύτην.

Εἰς τὴν πράξιν ἕκαστος σταθμὸς ἔχει μικρόφωνον καὶ δέκτην εἰς τρόπον, ὥστε νὰ δύναται καὶ νὰ ἐκπέμπῃ τηλεφωνήματα καὶ νὰ δέχεται τοιαῦτα. Αἱ συνδέσεις γίνονται τοιοῦτοτρόπως, ὥστε τὸ κύκλωμα νὰ κλείε-



Σχ. 182

ται καὶ συνεπῶς ἡ στήλη νὰ λειτουργῇ μόνον ἀπὸ τῆς στιγμῆς καθ' ἣν θὰ ἀποκρεμασθῇ ὁ δέκτης ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ἀπὸ τοῦ ὁποίου κρέματαί.

Διὰ τὴν ἀπὸ μεγάλας ἀποστάσεις ἐπικοινωνίαν χρησιμοποιοῦνται εἰδικαὶ διατάξεις, διὰ τῶν ὁποίων ἐνισχύεται σημαντικῶς ἡ ἔντασις τοῦ τηλεφωνικοῦ ρεύματος (σχ. 182).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'

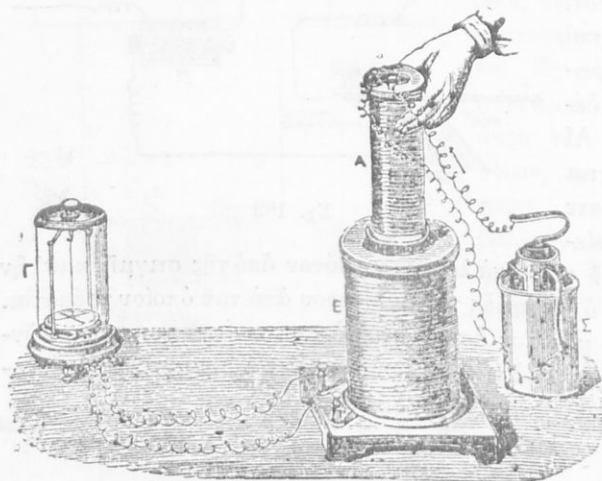
Ε Π Α Γ Ω Γ Η

158. Ἐπαγωγὴ.—Ἡλεκτρικὰ ρεύματα δύναται νὰ παραχθοῦν εἰς ἄγωγόν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνητικῶν συστημάτων μεταβλητῶν (ρευματῶν ἢ μαγνητῶν). Τὸ μαγνητικὸν σύστημα, τὸ ὁποῖον παράγει ρεῦμα, καλεῖται ἐπαγωγεὺς, τὸ δὲ παραγόμενον ρεῦμα καλεῖται ἐπαγωγικόν.

159. Ἐπαγωγὴ διὰ τῶν ρευμάτων.—Λάβωμεν δύο πηνία Α καὶ Ε (σχ. 183) καὶ τὰ μὲν πέρατα τοῦ ἄγωγου τοῦ πηνίου Α συνάψωμεν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τὰ δὲ τοῦ πηνίου Ε μετὰ τῶν συναπτῶν γαλβανομέτρου Γ.

Α) Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ταχέως τὸ πηνίον Α ἐντὸς τοῦ πηνίου Ε, παρατηροῦμεν, ὅτι παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου Ε ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον (δηλ. ἀντιθέτου φορᾶς) πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως. Ἐὰν ἐξαγάγωμεν ταχέως τὸ πηνίον Α, παρατηροῦμεν, ὅτι παράγεται πάλιν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου Ε ἀκαριαῖον, ἀλλὰ ὁμόρροπον (δηλ. τῆς αὐτῆς φορᾶς) πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως.

Β) Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ πηνίον Α ἐντὸς τοῦ Ε καὶ διακόψωμεν τὸ ρεῦμα εἰς τὸ Α ἢ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασίν του, θὰ παρατηρήσωμεν,



Σχ. 183

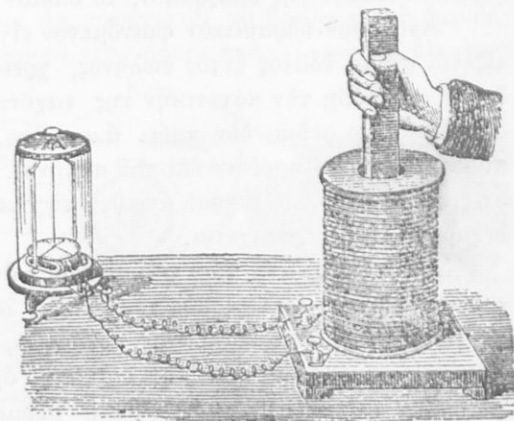
ὅτι ρεῦμα ἐπαγωγικὸν θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου Ε, βραχύτατον καὶ ὁμόρροπον πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως. Ἐὰν δὲ κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ Α, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου Ε, ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ ἐκτραπῇ στιγμιαίως καὶ θὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὸ 0, ὅπου θὰ παραμείνῃ ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως θὰ παραμένῃ **σταθερὸν** εἰς τὸ κύκλωμα Α. Τὰ αὐτὰ θὰ παρατηρήσωμεν, καὶ ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ Α.

Δηλαδή: **Πάν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἄρχεται ἢ ἐνισχύεται ἢ πλησιάζει, γεννᾷ εἰς γειτονικὸν κύκλωμα ρεῦμα ἐπαγωγικὸν ἀντίρροπον πρὸς ἑαυτό. Πάν δὲ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παύει ἢ ἐξασθενεῖ ἢ ἀπομακρύνεται, γεννᾷ εἰς τὸ γειτονικὸν κύκλωμα ρεῦμα ἐπαγωγικὸν ὁμόρροπον.**

160. Ἐπαγωγή διὰ μαγνητῶν.—Ἐπειδὴ ὁ μαγνήτης ἐνεργεῖ ὡς σωληνοειδές, εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ ἐπαγωγή δύναται νὰ γίνη καὶ διὰ μαγνητῶν.

Α) Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἀποτόμως μαγνήτην εἰς κοῖλον πηνίον, τοῦ ὁποίου τὸ κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνει γαλβανόμετρον (σχ. 184), θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἄγωγὸς τοῦ πηνίου διαρρέεται ἀκαριαίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἀντιρροποῦ πρὸς τὰ ρεύματα τοῦ Ἀμπέρε, τὰ ὁποῖα δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν κυκλοφοροῦντα εἰς τὸν μαγνήτην (λόγῳ τῆς ὁμοιότητος τῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ σωληνοειδῆ). Τοῦναντίον, ἐὰν ἐξαγάγωμεν ἀποτόμως τὸν μαγνήτην, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἄγωγὸς τοῦ πηνίου διαρρέεται ἀκαριαίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ὁμορροποῦ πρὸς τὸ τοῦ μαγνήτου.

Β) Ἐπαγωγικὸν ρεῦμα γεννᾶται, ὅταν μαγνητίζωμεν πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ὁ ὁποῖος καταλαμβάνει τὸν ἄξονα πηνίου. Ὁ πυρῆν δύναται νὰ μαγνητισθῇ, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς ἓν τῶν ἄκρων του ἓνα ἐκ τῶν πόλων μαγνήτου· τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα θὰ εἶναι ἀντίρροπον πρὸς τὰ ὑποθετικὰ ρεύματα τοῦ πυρῆνος. Τοῦναντίον, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν μαγνήτην, γεννᾶται ρεῦμα ἐπαγωγικὸν ὁμόρροπον.



Σχ. 184

Γ) Ἐὰν ἐντὸς κοίλου πηνίου, τοῦ ὁποίου τὸ κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνει γαλβανόμετρον, θέσωμεν μαγνήτην καὶ πλησιάσωμεν ταχέως εἰς τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου μέχρις ἐπαφῆς, ὁ μαλακὸς σίδηρος μαγνητίζεται καὶ ὁ μαγνητισμὸς του ἐνισχύει δι' ἀντιδράσεως τὸν μαγνητισμὸν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου. Ἐκ τούτου γεννᾶται εἰς τὸ πηνίον ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἀντίρροπον πρὸς τὰ ρεύματα τοῦ μαγνήτου. Τοῦναντίον, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν ταχέως ἐκ τοῦ βόρειου πόλου τοῦ μαγνήτου τὸν μαλακὸν σίδηρον,

παράγεται εἰς τὸ πηνίον ἑπαγωγικὸν ρεῦμα ὁμόροπον. Τὰ ρεύματα ταῦτα, τὰ ὁποῖα σημειοῖ τὸ γαλβανόμετρον, εἶναι πολὺ βραχέα, ὅπως καὶ αἱ κινήσεις ἐκ τῶν ὁποίων γεννῶνται.

161. Αὐτεπαγωγή.—Ὅταν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἔντασιν, ἔξασκεῖ ἑπαγωγὴν ὄχι μόνον εἰς γειτονικὸν κύκλωμα, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου κυκλώματος.

Ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἄρχεται, γεννᾷ δι' ἑπαγωγῆς εἰς τὸ κύκλωμά του ρεῦμα ἀντίροπον, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς**. Τὸ ρεῦμα τοῦτο ἐπιβραδύνει τὴν ἀποκατάστασιν τοῦ κυρίου ρεύματος.

Ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διακόπτεται, παράγει εἰς τὸ κύκλωμά του ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς ὁμόροπον, τὸ ὁποῖον ἐνισχύει τὸ κύριον ρεῦμα.

Ἐνάλογον ὑδραυλικὸν φαινόμενον εἶναι τὸ ἑξῆς: Ὅταν σχηματίζεται ρεῦμα ὕδατος ἐντὸς σωλῆνος, χρειάζεται ὥρισμένος χρόνος ἵνα ἡ ροὴ λάβῃ τὴν κανονικὴν τῆς ταχύτητα. Ἐὰν ἡ ροὴ διακοπῇ ἀποτόμως, τὸ ρεῦμα δὲν παύει ἀκαριαίως, ἡ δὲ κτηθεῖσα ταχύτης παράγει ἰσχυρὰν κροῦσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος. Ἡ κροῦσις αὕτη ἀνυψοῖ στιγμιαίως μέρος τοῦ ὑγροῦ ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ ἕξ ἧς προέρχεται.

Ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων αὐτεπαγωγῆς. Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ σπινθῆρος ἢ ὁ κλονισμὸς τὸν ὁποῖον αἰσθανόμεθα, ὅταν διακόπτομεν κύκλωμα περιλαμβάνον πηνίον, ὀφείλεται εἰς τὸ ἕξ αὐτεπαγωγῆς παραγόμενον κατὰ τὴν διακοπὴν ὁμόροπον ρεῦμα.

Ἐὰν τὸ κύκλωμα περιλαμβάνῃ σύρμα τεταμένον μεταξὺ τῶν πόλων στήλης, ὁ σπινθῆρ τῆς διακοπῆς εἶναι ἀνεπαίσθητος. Ἐὰν ὅμως τὸ σύρμα ἔχῃ **τυλιχθῆ** σπειροειδῶς, ἢ ἀντίστασις του δὲν μεταβάλλεται, ἀλλ' ὁ σπινθῆρ τῆς διακοπῆς εἶναι ἐνισχυμένος.

Ἐὰν μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἀνωτέρου κυκλώματος λάβωμεν διὰ τῶν χειρῶν τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος καί, ἀφοῦ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφήν, τὰ ἀπομακρύνωμεν ἀποτόμως, αἰσθανόμεθα κλονισμόν, ὁ ὁποῖος εἶναι ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ σύρμα δὲν ἔχῃ τυλιχθῆ σπειροειδῶς.

Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ σπινθῆρος καὶ ὁ κλονισμὸς κατὰ τὴν διακοπὴν εἶναι μεγαλύτερα ὅταν ἐντὸς τῆς σπείρας ἔχῃ τεθῆ πυρὴν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου.

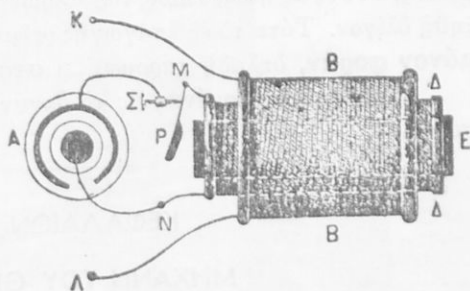
162. Ἐπαγωγικὸν πηνίον ἢ πηνίον τοῦ Ruhmkorff.—Τὸ

πηνίον τοῦ Rumkorff εἶναι πηγὴ ἐπαγωγικῶν ρευμάτων ὑψηλοῦ δυναμικοῦ, ὀφειλομένων εἰς τὰς ταχεῖας μεταβολὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἠλεκτρομαγνήτου. Ἀποτελεῖται ἐκ δύο πηνίων ΔΔ καὶ ΒΒ (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.

Περίξ τοῦ κεντρικοῦ τούτου πηνίου καὶ χωριζόμενον ἀπὸ τούτου διὰ σωλήνος ἕξ ἔβονίτου, περιελίσσεται σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον, μεμονωμένον, μεγάλου μήκους, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΒΒ.

Τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΔΔ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος στήλης Α, τὸ ὁποῖον διακόπτεται καὶ ἀποκαθίσταται τῇ βοηθείᾳ τοῦ διακόπτου ΜΡ, τοῦ ὁποῖου ἡ λειτουργία εἶναι ὁμοία πρὸς τὴν τῶν ἠλεκτρικῶν κωδῶνων.

Εἰς ἐκάστην ἀποκατάστασιν τοῦ ρεύματος τούτου γεννᾶται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ρεῦμα ἕξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον πρὸς τὸ ἐπιδρῶν, εἰς ἐκάστην δὲ διακοπὴν γεννᾶται ρεῦμα ἕξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον. Τὰ ρεύματα ταῦτα ἐνισχύονται ὑπὸ τοῦ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρήνος.



Σχ. 185

Τοιοιουτρόπως διὰ τῶν διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων καὶ διακοπῶν τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος παράγονται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ρεύματα ἐπαγωγικά, ἕκαστον τῶν ὁποίων εἶναι πολὺ βραχύ.

Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ δύο ἄκρα Κ 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 ρευμάτων, ἀντιθέτου φορᾶς, αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῶν ὁποίων εἶναι ἴσαι. Διότι τὰ δύο ταῦτα ρεύματα ὀφείλονται εἰς τὴν ἐμφάνισιν καὶ ἐξαφάνισιν τῆς αὐτῆς αἰτίας.

Ἀμφότερα τὰ διαδοχικά ταῦτα ρεύματα, δηλ. καὶ τὸ ἀντίρροπον καὶ τὸ ὁμόρροπον, παράγουν κωχωρισμένως ἐκτροπὰς τοῦ γαλβανο-

μέτρου ἴσας καὶ ἀντιθέτους, ἢ διαφορὰ ὅμως τοῦ μεγίστου δυναμικοῦ εἶναι **μεγαλύτερα** διὰ τὸ ὁμόρροπον ρεῦμα. Διότι ἡ ἀποκατάστασις τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος ἐπιβραδύνεται, ὅταν κλείεται τὸ κύκλωμα, λόγῳ τῆς αὐτεπαγωγῆς, παρατείνεται δὲ οὕτω τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα. Ἐνῶ τὸ κατὰ διακοπὴν (ὁμόρροπον) παραγόμενον ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι πολὺ σύντομον.

Ἐὰν πλησιάζωμεν τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου, χωρὶς νὰ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφήν, βλέπομεν νὰ ἀναπηδῶσι μεταξὺ αὐτῶν εἰς ἐκάστην διακοπὴν καὶ ἀποκατάστασιν τοῦ ρεύματος **σπινθῆρες ἤλεκτρικοί**. Ἐν τούτοις ἔνεκα τῆς σχετικῆς μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ τῶν ἀντιρρόπων ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων, οἱ **σπινθῆρες παράγονται μόνον κατὰ τὰς διακοπὰς τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος**, εὐθὺς ὡς ἡ ἀπόστασις τῶν ἄκρων Κ καὶ Λ τοῦ σύρματος αὐξηθῆ ὀλίγον. Τότε τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα διέρχεται κατὰ τὴν **μίαν μόνον φορὰν**, δηλαδὴ παρουσιάζει **σταθερὰν διεύθυνσιν**.

Διακρίνομεν ἐπομένως εἰς τὸ ὄργανον **θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν πόλον**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΕ'

ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ GRAMME

163. Σκοπὸς τῆς μηχανῆς τοῦ Gramme.—Ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme εἶναι ὁ τύπος τῶν βιομηχανικῶν μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι παρέχουν ρεύματα συνεχῆ (σχ. 186).

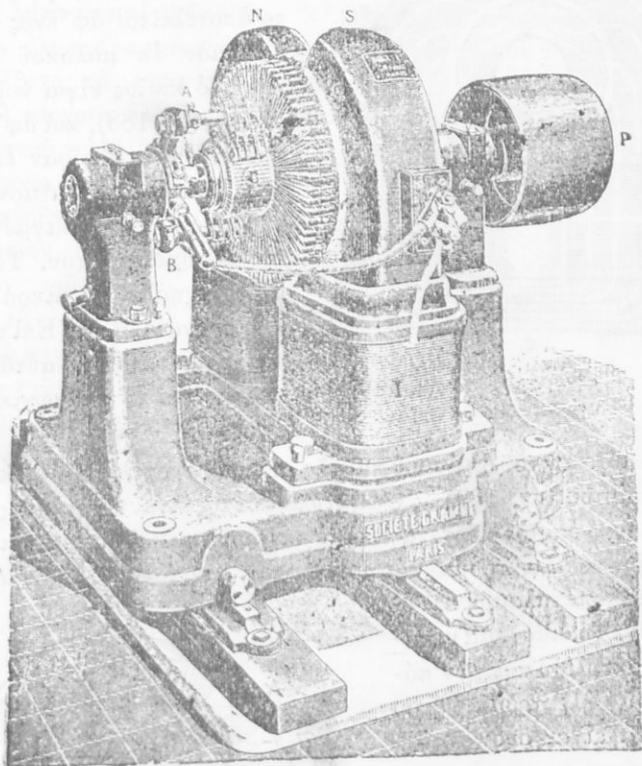
Σκοπὸς ταύτης εἶναι νὰ μετατρέπη τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικὴν, καὶ ἀντιστρόφως τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν.

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν, ὅτι ἡ μηχανὴ εἶναι **δέκτρια**, διότι δέχεται ρεῦμα, ἢ ὅτι ἀποτελεῖ **κινητῆρα**, διότι παρέχει ἔργον.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ αὐτὴ μηχανὴ **καταναλίσκει** τὸ μηχανικὸν ἔργον τὸ παραγόμενον ὑπὸ οἰουδήποτε κινητῆρος καὶ **παρέχει** ρεῦμα. Λέγομεν τότε, ὅτι αὐτὴ λειτουργεῖ ὡς **γεννήτρια** ἠλεκτρισμοῦ.

Ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme περιλαμβάνει δύο κυρίως συστήματα :
α) τὸν **ἐπαγωγέα**, ὅστις χρησιμεύει διὰ τὴν παραγωγὴν σταθεροῦ

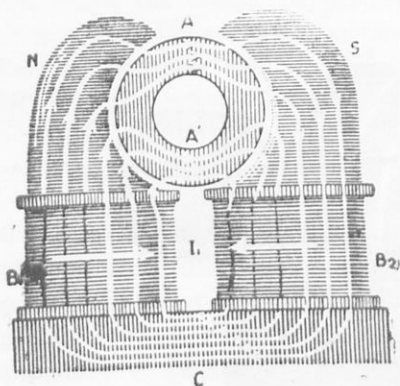
μαγνητικού πεδίου, β') τὸ ἐπαγωγίμον. Τοῦτο εἶναι πηνίον στρεφόμενον ἐντὸς τοῦ ὡς ἄνω μαγνητικοῦ πεδίου, ὁπότε παράγονται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ἐπαγωγικά ρεύματα.



Σχ. 186

164. Ἐπαγωγεύς.—Οὗτος δύναται νὰ εἶναι μαγνήτης, ὁπότε ἡ μηχανὴ λέγεται **μαγνητοηλεκτρικὴ** ἢ *magneto*· ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὅμως ὁ ἐπαγωγεύς εἶναι ἠλεκτρομαγνήτης καὶ ἡ μηχανὴ τότε λέγεται **δυναμοηλεκτρικὴ** ἢ *dynamo*. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ ἐπαγωγεύς 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 **συνδετήρα** C καὶ προεκτεινόμενοι πρὸς τὰ ἄνω ἀπο-

τελοῦν τὰ **πολικὰ** τεμάχια N και S, τὰ ὁποῖα ἀφήνουν μεταξὺ των κυλινδρικὸν ἄνοιγμα.

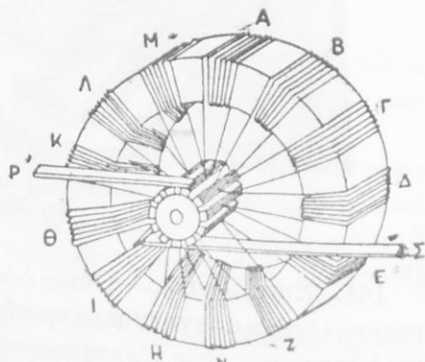


Σχ. 187

Τὸ σύνολον τοῦ ὄπλισμοῦ και τῆς σπείρας ἀποτελεῖ τὸν **δακτύλιον** τοῦ Gramme (σχ. 189). Ὁ δακτύλιος οὗτος εἶναι κινητὸς περὶ ἄξονα ὀριζόντιον, ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον του και εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐντὸς τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνοιγματος, τὸ ὁποῖον και καταλαμβάνει ὀλόκληρον. Τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ δακτυλίου και τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου πρέπει νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατὸν ἐλάχιστον.

Λόγω τῆς μεγάλης διαπερατότητος τοῦ μαλακοῦ σιδήρου, σχεδὸν ὅλαι αἱ δυναμικαὶ γραμμαί, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, διχάζονται οὕτως, ὥστε τὸ ἥμισυ αὐτῶν νὰ διαρρῆ τὸ ἄνω μέρος τοῦ δακτυλίου και τὸ ἄλλο ἥμισυ τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ. Κατόπιν εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον.

165. Ἐπαγωγίμον.—Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπὸ ὄπλισμόν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου AA', ὃ ὁποῖος εἶναι κοῖλος κύλινδρος (σχ. 188), και ἀφ' ἑτέρου ἀπὸ ἀτέρμονα σπείραν ἐκ χαλκίμου λεπτοῦ και μεμονωμένου σύρματος, περιτυλιγμένην ἐπὶ τοῦ ὄπλισμοῦ τούτου. Τὸ σύρμα τούτο σχηματίζει μικρὰ πηνία χωρισμένα A, B, Γ.. Ἐπὶ τοῦ σύρματος τῶν πηνίων αὐτῶν ἀναπτύσσονται τὰ ἐπαγωγικὰ ρεύματα.

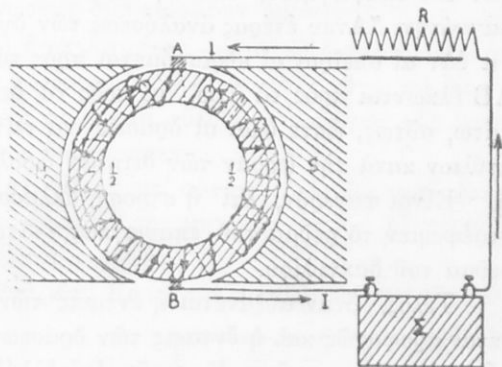


Σχ. 188

Ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸν κενὸν τοῦ δακτυλίου καμμία δυναμικὴ γραμμὴ δὲν διέρχεται (σχ. 187).

Εἰς τὸ διάστημα λοιπὸν μεταξὺ τοῦ δακτυλίου καὶ τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ὑπάρχει ἰσχυρὸν μαγνητικὸν πεδίου.

Συλλέκται καὶ ψήκτραι. Ὁ συλλέκτης περιλαμβάνει σειρὰν χαλκίνων ἐλασμάτων μεμονωμένων ἀπ' ἀλλήλων καὶ τοποθετημένων ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς τοῦ δακτυλίου κατὰ τὰς γενετείρας αὐτοῦ. Ὑπάρχουν δὲ τόσα ἐλάσματα ὅσα καὶ πηνία (σχ. 188). Τὰ ἐλάσματα τοῦ συλλέκτου καὶ τὰ πηνία τοῦ δακτυλίου εὐρίσκονται εἰς ἐπικοινωνίαν ὡς ἐξῆς: Τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος, εἰς τὸ ὁποῖον τελειώνει τὸ πηνίον Α, καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀρχεται τὸ πηνίον Β, εἶναι στερεωμένα ἐπὶ ἐλάσματος. Τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος,



Σχ. 189

εἰς τὸ ὁποῖον τελειώνει τὸ πηνίον Β, καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀρχίζει τὸ πηνίον Γ, εἶναι στερεωμένα εἰς τὸ ἐπόμενον ἐλάσμα καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Τοιοῦτοτρόπως τὰ πηνία καὶ τὰ ἐλάσματα ἀποτελοῦν συνεχῆς κύκλωμα.

Αἱ ψήκτραι εἶναι ἐλάσματα Ρ καὶ Σ (σχ. 188) (Α καὶ Β, εἰς τὸ σχ. 189) ἐκ μετάλλου ἢ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ραβδία ἐξ ἄνθρακος, τὰ ὁποῖα συνδέονται μεταλλικῶς μὲ δύο συναπτήρας, οἱ ὁποῖοι ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Αἱ δύο ψήκτραι προστριβόνται ἐπὶ τοῦ συλλέκτου εἰς τὰ ἄκρα διαμέτρου κατακορύφου.

166. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας.— Ἐστω, ὅτι ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβαζόμενον εἰς τὰ πηνία Β₁ καὶ Β₂ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου δημιουργεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίου καὶ ὅτι οἱ συναπτήρες τῆς μηχανῆς ἠνώθησαν δι' ἀγωγῶν μὲ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς πηγῆς Σ (σχ. 189). Τὸ ρεῦμα τῆς πηγῆς ταύτης φθάνει εἰς τὸν δακτύλιον διὰ τῆς ψήκτρας Α π. χ. καὶ ἐξέρχεται διὰ τῆς ψήκτρας Β, ἀφοῦ

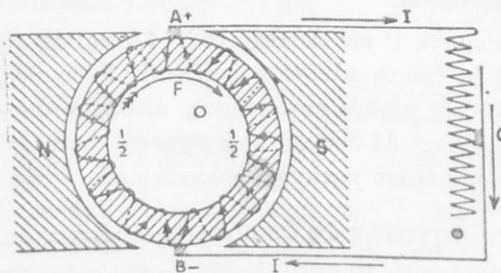
διανεμηθῆ ἕξ ἴσου μεταξὺ τῶν σπειρῶν τῶν πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς διαμέτρου AB καὶ τῶν πρὸς τὰ ἀριστερά. Ὁ δακτύλιος τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, τὴν ὁποίαν μεταδίδει εἰς τὸν ἄξονά του, καὶ ἡ μηχανὴ εἶναι **κινητήρ**, τοῦ ὁποίου κανονίζομεν τὴν ἰσχύν, μεταβάλλοντες καταλλήλως τὸ ρεῦμα.

Ἡ περιστροφή τοῦ δακτυλίου παράγεται ὑπὸ τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐξασκοῦνται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἐπαγωγέως καὶ τῶν σπειρῶν τοῦ ἐπαγωγίμου, ἐκάστη τῶν ὁποίων ἰσοδυναμεῖ πρὸς τέλειον μαγνήτην. Ἄνευ ἐτέρας ἀναλύσεως τῶν δυνάμεων τούτων ἐννοοῦμεν, ὅτι ἐὰν αἱ σπεῖραι αἱ εὐρισκόμεναι πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς διαμέτρου AB ἔλκωνται πρὸς τὰ ἄνω, αἱ πρὸς τὰ δεξιὰ θὰ ἔλκωνται πρὸς τὰ κάτω, οὕτως, ὥστε ὅλαι αἱ δράσεις νὰ τείνουν νὰ στρέφουν τὸν δακτύλιον κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου.

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ στροφή ἀλλάσσει φορὰν, εἴτε ὅταν ἀναστρέφωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, εἴτε ὅταν ἀναστρέφωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ δακτυλίου.

Τέλος, ὅταν ἀξάνεται ἡ ἔντασις τῶν ρευμάτων τούτων, ἀξιάνεται προφανῶς καὶ ἡ ἔντασις τῶν δράσεων, τὰς ὁποίας οἱ διάφοροι οὔτοι ἠλεκτρομαγνήται ἐξασκοῦν ἐπ' ἀλλήλων, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἰσχύς τοῦ κινητήρος καθίσταται μεγαλυτέρα.

167. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς γεννητρίας.— Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme ὡς γεννήτρια, ἐξαποστέλλομεν ρεῦμα εἰς τὸν ἐπαγωγέα, ἵνα δημιουργηθῆ τὸ μαγνητικὸν πεδίου· θέ-



Σχ. 190

τομεν διὰ τινος κινητήρος εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸ ἐπαγωγίμον κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους F π.χ. (σχ. 190) καὶ συνδέομεν τοὺς πόλους A καὶ B τοῦ ἐπαγωγίμου διὰ τινος ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ. Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ὁ

ἀγωγὸς οὗτος διαρρέεται τότε ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντάσεως E.

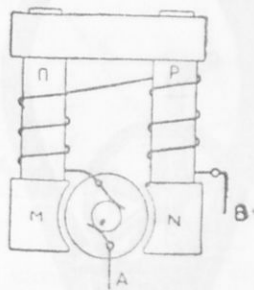
Τὸ ρεῦμα τοῦτο ὑφίσταται εἰς δύο ἐπαγωγικά ρεύματα ἐντάσεως $\frac{E}{2}$,

τὰ ὁποῖα γεννῶνται εἰς τὰ δύο ἡμίση τοῦ δακτυλίου καὶ τὰ ὁποῖα προστίθενται εἰς τὸν ἐξωτερικὸν ἄγωγόν, ὅπου ἡ ἔντασις λαμβάνει τὴν τιμὴν E . Διότι εἶναι φανερόν, ὅτι τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι ἀντίρροπον τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον θὰ ἔπρεπε νὰ τροφοδοτήσῃ τὴν μηχανὴν, ὅταν αὕτη λειτουργῇ ὡς κινητήρ, διὰ νὰ στραφῇ ὁ δακτύλιος κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν F . Ὡς δὲ ἐμάθομεν, τὸ ρεῦμα τοῦτο διανέμεται ἐξ ἴσου μεταξὺ τῶν σπειρῶν τῶν δύο ἡμίσεων τοῦ δακτυλίου· συνεπῶς καὶ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς παραγόμενα ἤδη ρεύματα θὰ ἀποτελοῦνται ἐκ τῆς συνενώσεως δύο τοιούτων ἡμίσεων.

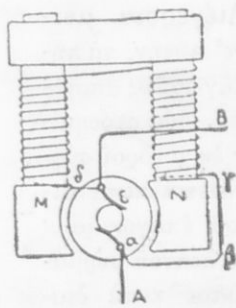
168. Διέγερσις τοῦ ἐπαγωγέως.—Διὰ νὰ δημιουργηθῇ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, πρέπει νὰ διεγερθῇ ὁ ἐπαγωγεὺς, δηλ. νὰ διοχετευθῇ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὰ πηνία αὐτοῦ. Ἀναλόγως τῆς προσεύσεως τοῦ ρεύματος τούτου διακρίνομεν:

α') **Διέγερσιν ἀνεξάρτητον.** Κατ' αὐτὴν, τὸ ρεῦμα προέρχεται ἐκ πηγῆς οἰαοδήποτε, ξένης ὡς πρὸς τὴν μηχανὴν, π. χ. ἠλεκτρικῆς στήλης ἢ συσσωρευτοῦ ἢ ἄλλης μηχανῆς.

β') **Διέγερσιν κατὰ σειρὰν.** Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον τῆς διε-



Σχ. 191

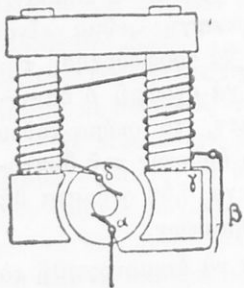


Σχ. 192

γέσεως, συνδέομεν τὴν μίαν ψήκτραν μὲ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου. Τότε τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα περιλαμβάνεται μεταξὺ τοῦ ἄλλου ἄκρου B τοῦ σύρματος (σχ. 191) καὶ τῆς ἄλλης ψήκτρας A . Πόλοι τῆς μηχανῆς εἶναι οἱ A καὶ B . Ἡ διέγερσις τότε γίνεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἐπαγωγίμου, τὸ ὁποῖον διαρρέει τὰ πηνία τοῦ ἐπαγωγέως.

γ') **Διέγερσιν κατὰ διακλάδωσιν.** Κατ' αὐτὴν, τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου συνδέονται ἕκαστον μὲ μίαν ἀπὸ

τάς 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 ρεύματος τοῦ ἐπαγωγίμου.

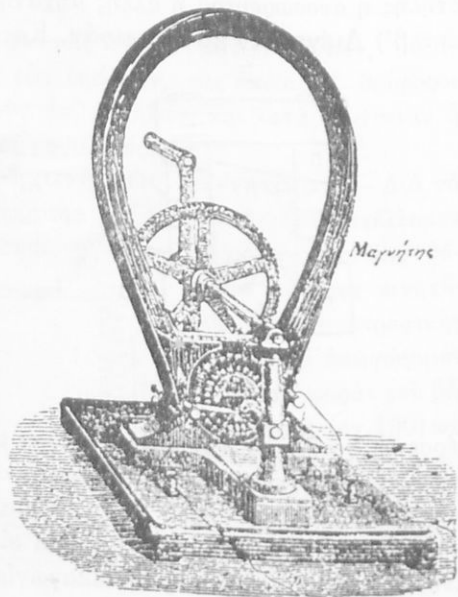


Σχ. 193

Κατὰ τοὺς δύο τούτους τελευταίους τρόπους διεγέρσεως ἡ μηχανὴ ἐνεργοῦσα ὡς γεννήτρια πρέπει νὰ διεγερθῇ μόνη της, ὁπότε λέγομεν, ὅτι λειτουργεῖ δι' **αὐτοδιέγερσεως**. Ἡ αὐτοδιέγερσις ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι οἱ πυρῆνες τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν, ἀπαξ μαγνητισθέντες δι' ἔξωτερικοῦ ρεύματος, διατηροῦν πάντοτε ἴσχη μαγνητισμοῦ, τὰ ὁποῖα ἀρκοῦν νὰ δημιουργήσουν εἰς τὸ ἐπαγωγίμον ἀσθενὲς ρεῦμα. Τοῦτο δέ, διερχόμενον ὀλόκληρον ἢ ἐν μέρει διὰ τοῦ ἐπαγωγέως, αὔξάνει τὸ μαγνητικὸν πεδίου· τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως αὔξάνεται τότε καὶ οὕτω ἡ μηχανὴ διεγείρεται.

δ') **Διέγερσιν μεικτὴν.** Κατ' αὐτήν, τὰ πηνία τοῦ ἐπαγωγέως ἀποτελοῦνται ἐκ δύο στρωμάτων· τὸ ἓν ἐκ χονδροῦ σύρματος συνδέεται κατὰ σειρὰν μετὰ τοῦ ἐπαγωγίμου· τὸ ἄλλο ἐκ λεπτοῦ σύρματος συνδέεται κατὰ διακλάδωσιν ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγίμου (σχ. 193).

ε') Εἰς τὰ ἐργαστήρια χορησιμοποιοῦν μικρὰς μηχανὰς τοῦ Gramme μαγνητοηλεκτρικὰς (magneto), εἰς τὰς ὁποίας δηλαδὴ ὁ ἐπαγωγεὺς εἶναι **μόνιμος μαγνήτης**.



Σχ. 194

Τὸ σχῆμα 194 παριστᾷ συνήθη μαγνητο-ηλεκτρικὴν μηχανήν.

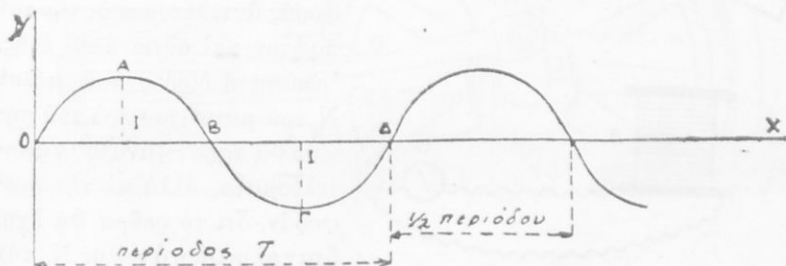
Ὁ δακτύλιος, ὅστις στρέφεται μεταξύ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, τίθεται εἰς κίνησιν διὰ στροφάλου καὶ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΣΤ'

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

169. Ὅρισμοί.—Ἐν μεταβλητὸν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα λέγεται **περιοδικόν**, ἐὰν ἡ ἔντασις τοῦ ἀναλαμβάνη τὴν αὐτὴν τιμὴν κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα. **Περίοδος τοῦ ρεύματος** καλεῖται ὁ χρόνος T , ὅστις χωρίζει δύο ἴσας τιμὰς τῆς ἐντάσεως. Ὁ δὲ ἀριθμὸς N τῶν περιόδων κατὰ δευτερόλεπτον καλεῖται **συχνότης**. Ἐχομεν λοιπὸν τὴν σχέσιν $N \cdot T = 1$, ἔξ ἧς $N = \frac{1}{T}$.

Τὸ περιοδικὸν ρεῦμα εἶναι **ἐναλλασσόμενον**, ἐὰν ἔχη ὁρισμέ-



Σχ. 195

νην φορὰν κατὰ τὸ ἓν μέρος τῆς περιόδου καὶ τὴν ἀντίθετον φορὰν κατὰ τὸ ὑπόλοιπον.

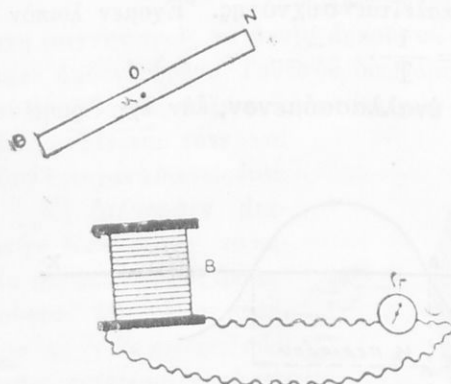
Λάβωμεν δύο ἄξονας ὀρθογωνίους (σχ. 195): τὸν OX , ὅστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν χρόνων, καὶ τὸν OY , ὅστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν ἐντάσεων.

Τὸ ρεῦμα μεταβαίνειν κατὰ μίαν φορὰν ἔχει ἔντασιν, ἡ ὁποία ἀρχεται ἐκ τοῦ μηδενὸς (ἀρχὴ O), 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 ἔντασις τοῦ θεωρεῖται ὡς ἀρνητικὴ. Αὕτη διέρχεται διὰ τῶν αὐτῶν ἀπολύτων τιμῶν, διὰ τῶν ὁποίων καὶ πρὸ ὀλίγου, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα παράγονται διὰ δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ἐναλλακτῆρες.

170. Ἀρχὴ τῶν ἐναλλακτῆρων.—Θεωρήσωμεν μαγνήτην BN (σχ. 196) τοποθετημένον εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος καὶ κινήτὸν περὶ ἄξονα O διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του, τοῦ ἄξονος ὄντος καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος. Ὁ μαγνήτης οὗτος εὐρίσκεται ὑπεράνω πηνίου B μὲ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου οὕτως, ὥστε, ὅταν στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα, οἱ πόλοι του νὰ ψαύουν ἐναλλάξ τὸ πηνίον.

Ἐφ' ὅσον ὁ πόλος B πλησιάζει πρὸς τὸ πηνίον, ἡ μαγνήτισις τοῦ πυρῆνος βαίνει αὐξανομένη. Συνεπῶς παράγεται εἰς τὸν ἄγωγὸν τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐπαγωγικὸν κατὰ τινὰ φορᾶν. Ὅταν ὁ πόλος B ἀπομακρύνεται, τὸ ἀντίθετον φαινόμενον παράγεται, καὶ εἰς τὸν ἄγωγὸν παράγεται ρεῦμα ἐπαγωγικὸν φορᾶς ἀντιθέτου πρὸς τὴν τοῦ πρώτου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.



Σχ. 196

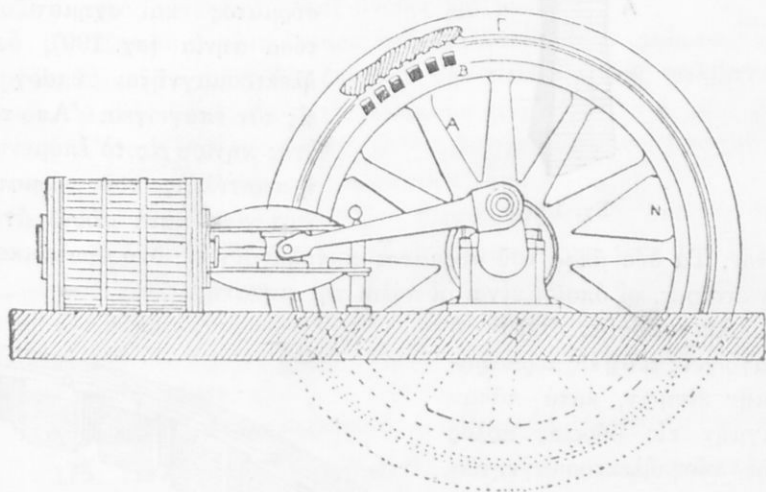
Ἐπίσης ἡ διόδος τοῦ πόλου N τοῦ μαγνήτου πρὸ τοῦ πηνίου θὰ παράγῃ ἀνάλογα ἀποτελέσματα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορᾶν, ὅτι τὸ ρεῦμα θὰ ἔχη, ὅταν πλησιάσῃ ὁ πόλος N, τὴν φορᾶν ἣν εἶχεν ὅτε ἀπεμακρύνετο ὁ πόλος B. Ἐὰν τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἄγωγου τοῦ πηνίου συνδεθοῦν μετὰ τῶν συναπτήρων γαλβανομέτρου Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ βελὸνῃ αὐτοῦ αἰωρεῖται κατὰ τὰς δύο φορᾶς, ἔφ' ὅσον ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι μεγάλη. Εἰς τὴν περίπτωσιν πολὺ ταχείας στροφῆς, ἡ βελὸνῃ δὲν θὰ ἔχη τὸν χρόνον νὰ μετατίθεται οὔτε κατὰ τὴν μίαν φορᾶν οὔτε κατὰ τὴν ἄλλην.

Ἡ περίοδος τοῦ ἐναλλασσομένου οεύματος εἶναι ἡ διάρκεια τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου καὶ ἡ συχνότης εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν στρωφῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

Σημείωσις. Ἀντὶ νὰ στρέφεται ὁ μαγνήτης, δύναται νὰ στρέ-

φεται τὸ πηνίον. Ἐπίσης, ἀπὲς ἑνὸς πηνίου καὶ ἑνὸς μαγνήτου, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν πολλὰ πηνία καὶ ἰσορῖθμοι μαγνήται.

171. Ἐναλλακτὴρ μετ' ἐπαγωγίμου ἀκινήτου.— Εἰς τοὺς βιομηχανικοὺς ἐναλλακτῆρας γίνεται κανονικὴ σχετικὴ μετὰθεσις ἐνὸς ἐπαγωγικοῦ συστήματος καὶ ἑνὸς συστήματος ἐπαγωγίμου. Εἶναι ἀδιάφορον ποῖον ἐκ τῶν δύο μετατίθεται· εἰς τὰς μηχανὰς ὅμως μεγάλῃς ἰσχύος προτιμῶνται σταθερὰ ἐπαγωγίμα, ἵνα ἐπιτυγχάνωνται πολὺ ὑψηλὰ δυναμικὰ μετὰ μεγαλυτέρας ἀσφαλείας διὰ τὴν ἀπομόνωσιν. Τὸ ἐπαγωγίμον οὐδὲν ἔχει τότε τεμάχιον κωητόν καὶ τὰ ρεύματα συλλέγονται ἐπὶ δύο σταθερῶν συναπτήρων.

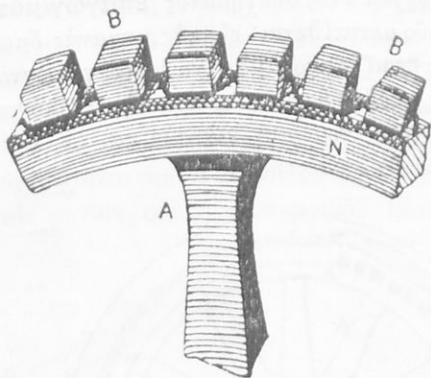


Σχ. 197

Ἐπαγωγεύς. Οὗτος συνίσταται ἐκ τροχοῦ A, ἐπὶ τῆς περιφερείας N τοῦ ὁποίου εἶναι προσηρμοσμένοι ἠλεκτρομαγνήται μετὰ πυρήνων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου διευθυνόμενοι κατὰ ἀκτῖνας ἰσάκις ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων (σχ. 197). Ὁ τροχὸς οὗτος στρέφεται διὰ κινητήρος. Ἐπὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ἔχει περιτυλιχθῆ ὁ αὐτὸς μεμονωμένος ἄγωγός. Ἡ δὲ φορὰ τῆς περιτυλίξεως εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἐπὶ διαδοχικῶν πυρήνων οἱ ἐξωτερικοὶ πόλοι νὰ εἶναι ἐναλλάξ βόρειοι καὶ νότιοι (σχ. 198). Ὁ ἄγωγός τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν τούτων διαρρέεται ὑπὸ συνεχοῦς ρεύματος παρεχομένου ὑπὸ ἀνεξαρτήτου δυναμοηλεκτρι-

κῆς μηχανῆς. Τὸ ρεῦμα τοῦτο φθάνει διὰ δύο ψηκτρῶν, αἱ ὁποῖαι προστρίβονται ἐπὶ δύο μεμονωμένων ραβδίων στερεωμένων ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ καὶ συνδεδεμένων εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν.

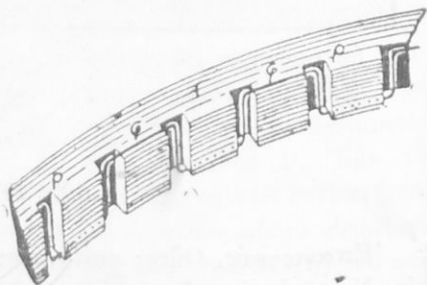
Ἐπαγωγίμον. Πέριξ τοῦ κινητοῦ τούτου τροχοῦ εὐρίσκεται ἀκίνητος αἰδηροῦς δακτύλιος Γ ὁμόκεντρος μετὰ τοῦ τροχοῦ, φέρων ἐσωτερικῶς ἐσκαμμένης ἐγκοπᾶς Ρ ἰσάκεις ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων, αἱ ὁποῖαι ἐπιτρέπουν τὴν περιτύλιξιν σύρματος καὶ σχηματίζουν τόσα πηνία (σχ. 199), ὅσοι ἠλεκτρομαγνητῆται ὑπάρχουν εἰς τὸν ἐπαγωγέα. Ἀπὸ τοῦ ἑνὸς πηνίου εἰς τὸ ἐπόμενον, ἡ περιτύλιξις τοῦ σύρματος ἔχει γίνεαι κατὰ φορᾶν ἀντί-



Σχ. 198

θετον. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος καταλήγουν εἰς δύο ἐξωτερικοὺς συναπτήρας, οἱ ὁποῖοι εἶναι οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς.

Λειτουργία. Ὅταν ὁ ἐπαγωγὲς τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, κατὰ πᾶσαν στιγμὴν εἰς βόρειος πόλος ἑνὸς τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν του θὰ πλησιάζῃ πρὸς ἓν οἰονδήποτε πηνίον τοῦ ἐπαγωγίμου καὶ εἰς νότιος θὰ ἀπομακρύνεται τούτου καὶ ἀντιστρόφως. Ἔνεκα τούτου θὰ παράγονται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ



Σχ. 199

τοῦ πηνίου δύο ρεύματα, τὰ ὁποῖα προστίθενται. Εἰς τὸν ἀγωγὸν δύο διαδοχικῶν πηνίων θὰ παράγονται ρεύματα ἀντιθέτων φορῶν, ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ περιτύλιξις τοῦ ἀγωγοῦ ἐπὶ τῶν δύο τούτων πηνίων ἔχει γίνεαι κατ' ἀντιθέτους φορᾶς, ἔπεται, ὅτι ὅλον τὸ ἐπαγωγίμον κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος τῆς αὐτῆς φορᾶς.

Τὸ ρεῦμα τοῦτο ἀλλάσσει φορᾶν, ὅταν ἐν πηνίον διέρχεται ἀπὸ ἐνὸς βορείου πόλου πρὸ τοῦ ἐπομένου νοτίου καὶ τἀνάπαλιν.

172. Ἰδιότητες τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων.—Δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰ πειράματα, τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦμεν συνήθως διὰ συνεχῶς ρεύματος:

α') Ὄταν κλείωμεν τὸ κύκλωμα ἐναλλακτῆρος διὰ μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ ἢ δι' ἠλεκτρικοῦ λαμπτήρος, ὁ ἀγωγὸς θερμαίνεται ἢ ὁ λαμπτήρ φωτίζει, ἀνεξαρτήτως τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος.

Τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον δύναται ἐπίσης νὰ λειτουργῇ δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος. Οἱ δύο ἄνθρακες φθείρονται τότε συμμετρικῶς, διότι ἕκαστος γίνεται ἐναλλὰξ ἄνοδος καὶ κάθοδος.

β') Ἐπειδὴ ἡ μέση ἔντασις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι μηδέν, τὸ ρεῦμα τοῦτο δὲν ἐκτρέπει τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου. Ἀπλῶς θέτει αὐτὴν εἰς παλμικὴν κίνησιν.

γ') Ὄταν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ὁ πυρὴν αὐτοῦ μαγνητίζεται.

δ') Τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἀποσυνθέτει τὰς ἐνώσεις, δι' ὧν διέρχεται, ἀλλὰ δὲν χωρίζει εἰς τὰ συστατικά των· δὲν δύναται λοιπὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν, τὴν γαλβανοπλαστικὴν, τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν. Κατὰ τὴν δίοδον τοιοῦτου ρεύματος διὰ τοῦ ὕδατος, τὸ ἀέριον τῆς ἀποσυνθέσεως εἶναι μείγμα ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου.

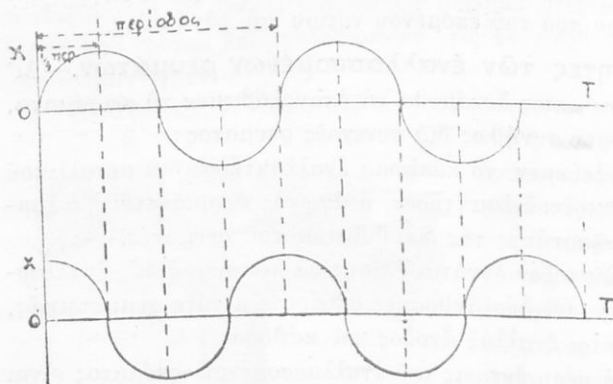
ε') Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα παράγουν ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς.

173. Πολυφασικὰ ρεύματα.—Καλοῦμεν πολυφασικὰ ρεύματα σύνολον περιοδικῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων τῆς αὐτῆς περιόδου καὶ τῆς αὐτῆς μεγίστης ἐντάσεως, ἀλλὰ τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορὰν φάσεως, διὰ τὰ ὁποῖα δηλ. αἱ ἐντάσεις π.χ. δὲν μηδενίζονται κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν, ἀλλὰ κατὰ χρονικὰ διαστήματα ἴσα πρὸς τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον κλπ. περιόδου.

Θεωρήσωμεν δύο ἐναλλασσόμενα ρεύματα τῆς αὐτῆς περιόδου καὶ τῆς αὐτῆς μεγίστης ἐντάσεως· ἐὰν ἡ διαφορὰ των φάσεως εἶναι τέταρτον περιόδου, λέγονται διφασικά.

*Ἐστῶσαν ΟΤ καὶ Ο'Τ' (σχ. 200) οἱ ἄξονες τῶν χρόνων, ΟΧ δὲ καὶ Ο'Χ' οἱ ἄξονες τῶν ἐντάσεων. Σύρομεν τὰς γραμμὰς, αἱ ὁποῖαι φανερόντων τὰς μεταβολὰς τῶν ἐντάσεων. Ὡς εἶναι φανερόν ἐκ τοῦ

σχήματος, όταν τὸ πρῶτον ρεῦμα εἰς δοθεῖσαν στιγμήν ἔχη ἔντασιν



Σχ. 200

ἴση πρὸς τὸ μηδέν, τὸ δεύτερον ρεῦμα θὰ ἔχη τὴν μεγίστην του ἔντασιν κατ' ἀπόλυτον τιμήν καὶ τὰνάπαλιν μετὰ $\frac{1}{4}$ περιόδου.

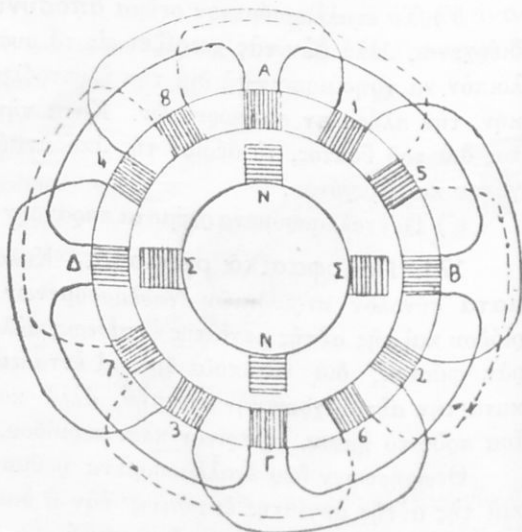
Εἰς τὰ **τριφασικά** ρεύματα ἡ διαφορὰ

φάσεως εἶναι ἴση πρὸς τρίτον περιόδου. Τότε ὑπάρχουν τρία ρεύματα.

174. Ἐναλλακτῆρες μὲ τριφασικά ρεύματα.— Διὰ νὰ με-

τατρέψωμεν ἓνα ἑναλλακτῆρα μονοφασικὸν εἰς τριφασικόν, ἀρκεῖ νὰ τριπλασιάσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγίμου τὸν ἀριθμὸν τῶν πηνίων κατὰ πόλον τοῦ ἐπαγωγέως. Θὰ ἔχωμεν τότε τρεῖς σειρὰς πηνίων μὲ τρία διαφορὰ σύρματα :

α') Τὴν σειρὰν ΑΒΓΔ (σχ. 201) ἀποτελουμένην ἐκ τοῦ αὐτοῦ σύρματος, τοῦ ὁποίου ἡ περιτύλιξις, ὡς ἔχομεν ἤδη εἶπει, ἀλλάσσει φορὰν εἰς ἕκαστον πηνίον, 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 ὁποίου 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, ὁμοίαν πρὸς τὰς δύο προηγουμένας. Καὶ τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τῆς σειρᾶς ταύτης συνδέονται ὁμοίως μὲ τὰ σύρματα τῆς γραμμῆς.

Ἐπειδὴ ἐκάστη σειρὰ πηνίων ἔχει ἐν σύρμα διὰ νὰ διαβιβάζῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὸν κινητήρα καὶ ἐν ἄλλο διὰ νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν γεννήτριαν, θὰ ἔχωμεν ἕξι σύρματα. Ἄλλ' ὡς ἀποδεικνύεται, τρία σύρματα ἀρκοῦν, διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ μεταβίβασις. Παραλείπονται λοιπὸν τὰ τρία σύρματα τῆς ἐπιστροφῆς καὶ τὸ ἐν ἐκ τῶν τριῶν συρμάτων τῆς μεταβιβάσεως χρησιμεύει διὰ τὴν ἐπιστροφήν τῶν δύο ἄλλων.

175. Μεταμορφωταί.—Ἐν ρεῦμα ἐναλλασσόμενον παράγει ἔνεκα τῶν μεταβολῶν του, ἄνευ διακόπτου, ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς ἐπὶ γειτονικοῦ κυκλώματος.

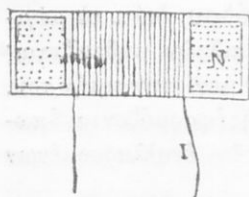
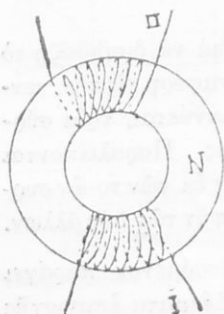
Αὐτὸ τοῦτο τὸ ἕξι ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι **ἐναλλασσόμενον** καὶ τῆς **αὐτῆς περιόδου** μὲ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα, ἀλλὰ παρουσιάζει μετ' αὐτοῦ **διαφορὰν φάσεως ἐνὸς τετάρτου περιόδου**, διότι τὸ μέγιστον αὐτοῦ ἐμφανίζεται καθ' ἣν στιγμὴν τὸ ἐπιδρῶν μηδενίζεται καὶ μηδενίζεται, ὅταν τὸ ἐπιδρῶν παρουσιάσῃ τὴν μεγίστην τιμὴν του. Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα τῆς **ἀμοιβαίας** ἐπαγωγῆς ἐφαρμόζονται ἐπιφελῶς εἰς τοὺς **μεταμορφωτὰς** διὰ τὴν διὰ τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων μεταβίβασιν τῆς ἐνεργείας.

Ὁ **μεταμορφωτὴς** εἶναι ἐπαγωγικὸν πηνίον ἄνευ διακόπτου, ἀποτελούμενον ἐκ δύο διακεκριμένων κυκλωμάτων περιτυλιγμένων ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος. Πολλάκις ἡ περιτύλιξις γίνεται ἐπὶ πυρῆνος Ν ἀποτελουμένου ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἄλλοτε μὲν τὸ ἐν κύκλωμα εὗρισκεται ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὅπως εἰς τὰ συνήθη πηνία ἐπαγωγῆς, ἄλλοτε δὲ ἕκαστον κύκλωμα καλύπτει διάφορον μέρος τοῦ πυρῆνος (σχ. 202).

Τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπαγωγέως καλεῖται **πρωτεῦον**, τὸ δὲ τοῦ ἐπαγωγίμου **δευτερεῦον**.

Εἰς τὸν πυρήνα τοῦ ἀνωτέρω μεταμορφωτοῦ, ὅταν τὸ πρωτεύον κύκλωμα I διαρρέεται ὑπὸ περιοδικοῦ ρεύματος, ἀναπτύσσεται μαγνητικὴ ροὴ μεταβλητῆ τῆς αὐτῆς περιόδου, ἡ ὁποία παράγει εἰς τὸ δευτερεύον κύκλωμα II ἠλεκτρογεωμετρικὴν ἐξ ἐπαγωγῆς δύναμιν τῆς αὐτῆς περιόδου.

Τρόποι ἐνεργείας τῶν μεταμορφωτῶν. α') Ὅταν τὸ πρωτεύον κύκλωμα εἶναι παχὺ καὶ βραχὺ σύρμα καὶ τὸ δευτερεύον λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον τὸ πρωτεύον, παράγει εἰς τὸ δευτερεύον κύκλωμα ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, ὅπως εἰς τὸ πηνίον τοῦ Ruhmkorff.



Σχ. 202

β') Ὅταν πρωτεύον κύκλωμα εἶναι τὸ λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον αὐτό, παράγει εἰς τὸ δευτερεύον κύκλωμα ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπίσης ἐναλλασσόμενον, μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ. Διότι τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα, ὀφειλόμενα εἰς τὰς πολυπληθεῖς σπειράς τοῦ μακροῦ σύρματος, προστίθενται εἰς ἐκάστην σπείραν τοῦ βραχείου σύρματος, ὅπερ παράγει σπουδαίαν ἀπόδοσιν. Ἄλλ' ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς ἠλεκτρογεωμετρικὴ δύναμις εἶναι μικρά, διότι αὐτὴ εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν διαφορῶν τοῦ δυναμικοῦ εἰς μικρὸν ἀριθμὸν σπειρῶν.

Κατὰ τοὺς δύο τούτους τρόπους, τὸ αὐτὸ κύκλωμα ὑπῆρξε διαδοχικῶς πρωτεύον καὶ δευτερεύον.

Ὁ μεταμορφωτὴς χρησιμεύει λοιπὸν διὰ νὰ μεταβάλλῃ τὰ δύο χαρακτηριστικὰ H καὶ E (ἠλεκτρογεωμετρικὴν δύναμιν καὶ ἔντασιν) ἐνὸς πρωτεύοντος ἐναλλασσομένου ρεύματος εἰς δύο ἄλλα H' καὶ E' ἐνὸς δευτερεύοντος ἐναλλασσομένου ρεύματος, χωρὶς ἢ ἐνέργεια νὰ μεταβληθῇ ἐπαισθητῶς.

176. Ἐφαρμογαὶ τῶν μεταμορφωτῶν.—Μεταφορὰ τῆς ἐνεργείας. Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια, ἡ παραγομένη ὑπὸ μιᾶς θερμοκῆς μηχανῆς ἢ ὑπὸ μιᾶς φυσικῆς δυνάμεως, π. χ. ἀνέμου, πτώσεως ὕδατος, δὲν χρησιμοποιεῖται πάντοτε εἰς τὸν τόπον τῆς παραγωγῆς. Πολλὰκις μεταφέρουν τὴν ἐνέργειαν ταύτην εἰς πολὺν μεγάλην ἀποστάσει. Ἡ μεταφορὰ γίνεται διὰ δύο δυναμοηλεκτρικῶν μηχανῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία ἐνεργοῦσα ὡς γεννήτρια εἰς τὸν τόπον τῆς παραγωγῆς μετατρέπει τὴν μηχανικὴν αὐτὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν. Ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη ἐνέργεια δι' ἀγωγοῦ φέρεται εἰς τὸν τόπον τῆς χρησιμοποιήσεώς της, ὅπου ἡ ἄλλη δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή, ἐνεργοῦσα ὡς δέκτρια, τὴν μετατρέπει πάλιν εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Ἄλλὰ, ὅπως ἐμάθομεν, τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα διαρρέουν τοὺς ἀγωγούς, θερμαίνουσι αὐτοὺς μᾶλλον ἢ ἦττον. Ἡ οὕτω ἐπὶ τῶν τοιούτων ἀγωγῶν παραγομένη θερμότης, ἐπειδὴ δὲν χρησιμοποιεῖται, ἀποτελεῖ ἐνέργειαν ἢ ὁποῖα χάνεται. Κατὰ τὴν μεταφορὰν λοιπὸν τῆς ἐνεργείας ἀπὸ τῆς γεννητρίας μηχανῆς μέχρι τῆς δεκτρίας, μέρος ταύτης ἀπόλλυται ἐπὶ τῆς γραμμῆς ὑπὸ μορφὴν θερμότητος.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Joule (ἔδ. 130) ἡ ἀπώλεια αὕτη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν A τῆς γραμμῆς καὶ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως E τοῦ ρεύματος. Πρέπει λοιπὸν νὰ καταστήσωμεν τὰ A καὶ E ὅσον τὸ δυνατόν μικρότερα.

Ἀυξάνοντες τὴν τομὴν τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς ἢμποροῦμεν νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ A . Ἄλλ' εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν αὐξάνεται τὸ βάρος τοῦ σύρματος καὶ ἡ ἀξία αὐτοῦ. Πρέπει λοιπὸν πρὸ πάντων νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν E .

Ἐὰν καταστήσωμεν τὴν ἔντασιν 10 φορὰς π.χ. μικροτέραν, ἡ ἀπώλεια κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς καθίσταται 100 φορὰς μικροτέρα. Ἄφ' ἐτέρου ὅταν ἡ ἔντασις E γίνῃ 10 φορὰς μικροτέρα, διὰ νὰ διατηρήσωμεν τὴν ἰσχὺν τοῦ ρεύματος, ἡ ὁποία ἰσοῦται μὲ $E \cdot B$ (ἔδ. 131), πρέπει νὰ δεκαπλασιάσωμεν τὸ B , δηλ. τὴν τάσιν τοῦ ρεύματος (διαφορὰ ἠλεκτροδυναμικοῦ).

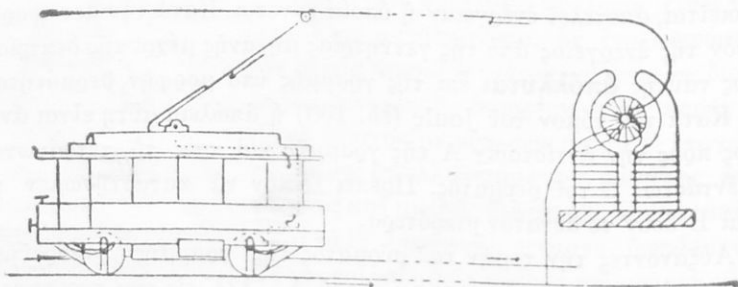
Ἐκ τούτων προκύπτει, ὅτι κατὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας πρέπει νὰ δίδωμεν εἰς αὐτὴν μικρὰν ἔντασιν καὶ μεγάλην τάσιν.

Ἄλλ' ἡ τάσις τῶν μηχανῶν τοῦ Gramme μὲ συνεχῆς ρεῦμα δὲν

δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ 500 περίπου volts ἄνευ βλάβης τοῦ συλλέκτου, ἐνῶ οἱ ἐναλλακτῆρες μὲ σταθερὸν ἐπαγωγίμον ὑπερβαίνουν σημαντικῶς τὴν τάσιν ταύτην.

Παράγεται λοιπὸν εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως ρεῦμα ὑψηλῆς τάσεως, εἴτε ἀμέσως ὑπὸ ἐναλλακτῆρος, εἴτε διὰ τῆς μεσολαβήσεως μεταμορφωτοῦ, ἀνυψοῦντος ἐπὶ τόπου τὴν τάσιν τοῦ ρεύματος τοῦ ἐναλλακτῆρος. Τὸ ρεῦμα τοῦτο μεταβιβάζεται δι' ἀγωγοῦ μικρᾶς τομῆς, τελειῶς ἀπομονωμένου.

Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως τὸ ρεῦμα τοῦτο, τὸ ὁποῖον εἶναι ἐπικίνδυνον, λόγῳ τῆς μεγάλης τάσεώς του, διαβιβάζεται εἰς τὸ λεπτὸν καὶ μακρὸν σύρμα μεταμορφωτοῦ καὶ λαμβάνεται εἰς τοὺς συναπτήρας τοῦ παχέος καὶ βραχέος σύρματος ρεῦμα ἐναλλασσόμενον μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς τάσεως, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ.



Σχ. 203

Σημείωσις α'. Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον σχεδὸν πάντοτε διὰ τὰς μεταφορὰς τῆς ἐνεργείας καὶ παρέχονται εἰς τοὺς καταναλωτὰς διὰ τὸν φωτισμὸν. Ἀλλὰ διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν κινητῶρων προτιμῶνται τὰ συνεχῆ ρεύματα. Ἀφ' ἐτέρου ἢ πλήρωσις τῶν συσσωρευτῶν καὶ αἱ διάφοροι ἐφαρμογαὶ τῆς ἠλεκτρολύσεως ἀπαιτοῦν ρεῦμα συνεχῆς ἢ τοῦλάχιστον ρεῦμα σταθερᾶς φορᾶς. Διὰ τοῦτο κατασκευάζουν εἰδικoὺς μεταμορφωτὰς, οἵτινες μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχῆς.

Σημείωσις β'. Τὰ ἠλεκτρικὰ τρᾶμ κινοῦνται διὰ μεταφορᾶς ἐνεργείας. Μία ἰσχυρὰ δυναμοηλεκτρικὴ μηχανὴ εἰς τὸν κεντρικὸν σταθμὸν διανέμει τὴν ἐνέργειαν εἰς τὰ ὄχηματα, τὰ ὁποῖα κυκλοφοροῦν ἐπὶ τῶν διαφόρων γραμμῶν. Ἐκαστὸν ὄχημα ἔχει μίαν ἢ δύο δυναμοηλε-

κινητὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιεῖται ὡς δέκτριαι (κινητήρες) καὶ αἱ ὁποῖαι στρέφουν τοὺς ἄξονας τῶν τροχῶν. Εἰς ἕκ τῶν ἀγωγῶν, ὁ ὁποῖος συνδέει τὴν γεννήτριαν μὲ τὴν δέκτριαν, εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐναέριος καὶ φέρεται ἐπὶ στύλων. Μία διαρκῆς ἐπαφὴ ὑπάρχει μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ καὶ τοῦ κινητήρος τοῦ ὀχήματος, διὰ τῆς τριβῆς τροχαλίας ἐξ ὀρειχάλκου (τρολλές) τοποθετημένης εἰς τὸ ἄκρον μεταλλίνου ἱστοῦ μεμονωμένου, τὸν ὁποῖον τὸ ὄχημα παρασύρει κατὰ τὴν κίνησιν (σχ. 203).

Κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον κινεῖται καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ σιδηροδρομοί. Ἐπίσης τὰ πλεῖστα τῶν ἐργοστασίων δέχονται κατὰ τὴν ἰδίαν μέθοδον τὴν ἐνέργειαν, τῆς ὁποίας ἔχουν ἀνάγκην.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ

177. Ἡλεκτροδυναμική - Ἡλεκτροστατική.—Εἰς τὰ προηγουόμενα κεφάλαια ἐγνωρίσαμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν, ὅστις κυκλοφορεῖ εἰς τοὺς ἀγωγοὺς παράγων ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, καὶ ἐσπουδάσαμεν τὰς ιδιότητας τοῦ ρεύματος χωρὶς νὰ ζητήσωμεν νὰ ἀπομονώσωμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦτον. Ἡ οὕτω γενομένη σπουδὴ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἀποτελεῖ τὴν **ἠλεκτροδυναμικήν**. Εἰς τὸ μέρος τοῦτο θὰ δεῖξωμεν, ὅτι δυνάμεθα νὰ ἀκίνητοποιήσωμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ νὰ τὸν κἀνωμεν νὰ ρεῦσῃ κατόπιν κατὰ βούλησιν, διὰ νὰ ἀνεύρωμεν καὶ πάλιν τὰς ιδιότητας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡ σπουδὴ τῶν νέων ἰδιοτήτων τοῦ οὕτω ἀκίνητοποιηθέντος ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ τὴν **ἠλεκτροστατικήν**.

178. Κυριώτεραι μέθοδοι ἠλεκτρίσεως.—Αἱ κυριώτεραι μέθοδοι ἠλεκτρίσεως εἶναι αἱ ἑξῆς :

α') Ἡλέκτρισις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς.

β') Ἡλέκτρισις δι' ἐπιδράσεως.

γ') Ἡλέκτρισις διὰ τριβῆς.

Αἱ δύο πρῶται μέθοδοι ἐπιτυγχάνουν κυρίως ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Ἡ τρίτη, ἣτις ἐπιτυγχάνει καὶ ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν, χρησιμοποιεῖται κυρίως ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων.

179. Ἡλέκτρισις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς.—Συνδέομεν μεταλλικῶς τὸν πρὸς ἠλέκτρισιν ἀγωγὸν μετὰ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων μιᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἐνῶ τὸν ἄλλον πόλον αὐτῆς φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸ ἔδαφος. Ἄν ὁ ἀγωγὸς συνδεθῇ μὲ τὸν

θετικὸν πόλον, ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἡ ἠλεκτρισις δὲ εἶναι τόσον ἀξιολογώτερα καὶ παράγει μηχανικὰ ἀποτελέσματα τόσον αἰσθητότερα, ὅσον ἢ ἠλεκτρογεωτρικὴ δύναμις τῆς πηγῆς εἶναι σημαντικωτέρα. Συνήθως εἰς τὰ πειράματα τῶν μαθημάτων χρησιμοποιοῦμεν διὰ τὴν ἠλεκτρισιν τῶν ἀγωγῶν τὰς **ἠλεκτρικὰς μηχανάς**, τὰς ὁποίας θὰ γνωρίσωμεν κατωτέρω, ὡς καὶ συστοιχίας πολλῶν μικρῶν συσσωρευτῶν.

180. Ἡλεκτρισις δι' ἐπιδράσεως.— Εἰς ἀγωγὸς ἠλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως, ὅταν τὸν θέσωμεν πλησίον σώματος ἠλεκτρισμένου. Θὰ μελετήσωμεν λεπτομερῶς τὸ φαινόμενον τοῦτο κατωτέρω.

181. Ἡλεκτρισις διὰ τριβῆς.— Ὅταν προστρίβωμεν ράβδον ἐξ ὑάλου ἢ ἰσπανικοῦ κηροῦ ἢ ρητίνης ἢ θείου ἢ ἠλεκτροῦ κτλ. διὰ δέρματος γαλῆς ἢ καὶ διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ ράβδος αὕτη ἠλεκτρίζεται. Πράγματι, ἐὰν τὴν πλησιάσωμεν εἰς ἔλαφρά σώματα, π.χ. εἰς τεμάχια χάρτου, τρίχας κλπ., ἠλεκτρίζει ταῦτα ἐξ ἐπιδράσεως καὶ τὰ ἔλκει (σχ. 204). Ἐπειδὴ δὲ τὰ σώματα ταῦτα, τὰ ὁποῖα προσετρίψαμεν, εἶναι δυσῆλεκτραγωγὰ, ὁ ἠλεκτρισμὸς μένει ἐντοπισμένος ἐκεῖ ὅπου ἀνεπτύχθη διὰ τῆς τριβῆς. Δὲν δυνάμεθα νὰ τὸν διαβιάσωμεν διὰ σύρματος εἰς γαλβανόμετρον.

Σημείωσις. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρήρθη διὰ πρῶ-



Σχ. 204

την φοράν ὁ Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (600 π. Χ.) εἰς τὸ ἠλεκτρον (ἐξ οὗ καὶ ἠλεκτρισμός).

Δυνάμεθα ἐπίσης νὰ ἠλεκτρίσωμεν ράβδον μεταλλικὴν προστρίβοντες αὐτὴν διὰ δέρματος γαλῆς, ὑπὸ τὸν ὅρον ὅμως νὰ κρατῶμεν τὸ μέταλλον δι' ὑαλίνης λαβῆς.

Μεταλλικὴ ράβδος κρατουμένη διὰ τῆς χειρὸς δὲν ἠλεκτρίζεται.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ μέταλλον εἶναι εὐηλεκτραγωγὸν καὶ συνεπὼς ὁ ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς διασκορπίζεται εἰς ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν, κατόπιν δὲ διανέμεται εἰς τὸ σῶμα τοῦ πειραματιζομένου καὶ εἰς τὸ ἔδαφος, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐπίσης εὐηλεκτραγωγὰ.

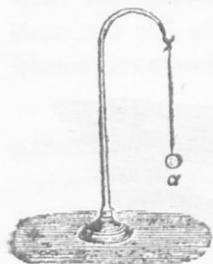
Εἰς τὴν πρᾶξιν ἠλεκτριζομεν πρὸ πάντων τοὺς καλοὺς ἀγωγούς (εὐηλεκτραγωγὰ σώματα). Ἵνα ἡ ἠλέκτρισις ἐνὸς ἀγωγοῦ διαρκῆ, πρέπει ὁ ἀγωγὸς οὗτος νὰ εἶναι ἀπομονωμένος, δηλ. νὰ χωρίζεται ἀπὸ τὸ ἔδαφος, τὸ ὁποῖον εἶναι εὐηλεκτραγωγόν, διὰ καταλλήλου μονωτήρος.

Πλάξ ἐκ καθαρᾶς παραφίνης, ἐπὶ τῆς ὁποίας τίθεται ὁ ἀγωγός, ἀποτελεῖ τέλειον μονωτήρα.

Στήλη ἐκ καθαρεᾶς καὶ ξηρᾶς ὑάλου, πλάξ ἐκ πορσελάνης ἢ ἐξ ἔβονίτου, πλακοῦς ἐκ ρητίνης ἢ κηροῦ, νῆμα ἐκ μετάξης, εἶναι ἐπίσης καλοὶ μονωτήρες.

Ὁ ἀῆρ ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας εἶναι ἐπίσης ἐξαίρετος μονωτήρ.

182. Ἐλεκτρικὸν ἔκκρεμὲς συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους.—Τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο χρησιμεύει, ὅπως διακρίνωμεν δι' αὐτοῦ ἂν σῶμα τι εἶναι ἠλεκτρισμένον. Συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιριδίου α ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας, κουφοτάτου, ἐξηρητημένου ἀπὸ μεταλλικοῦ ὑποστηρίγματος διὰ μακροῦ καὶ λεπτοῦ λινοῦ νήματος.



Σχ. 205

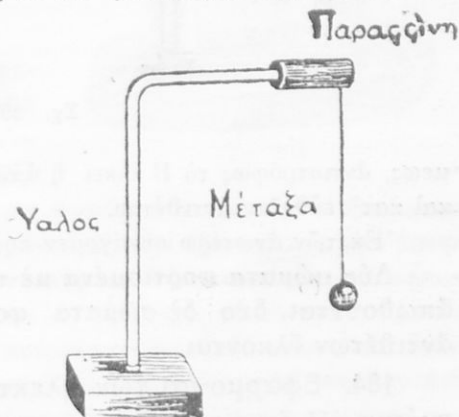
Ἡ συσκευή αὕτη εἶναι λίαν εὐαίσθητος, διότι ἡ ἐλαχίστη ὀριζοντία δύναμις εἶναι ἱκανὴ νὰ ἀπομακρύνῃ τὸ σφαιρίδιον ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας. Τὸ ἐξ ἐντεριώνης σφαιρίδιον διὰ τοῦ λινοῦ νήματος καὶ τοῦ μεταλλικοῦ ὑποστηρίγματος εὐρίσκεται εἰς διαρκῆ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν (σχ. 205).

Τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο ἔλκεται πάντοτε ὑπὸ τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων, τὰ ὁποῖα φέρομεν πλησίον αὐτοῦ· ὅταν δὲ ἡ ἀπόστασις γίνῃ ἱκανῶς μικρά, ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τούτων. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἐὰν μὲν τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα τυγχάνουν εὐηλεκτραγωγὰ, ὅς τιθέμενα εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, χάνουν ὀλόκληρον αὐτῶν τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, καὶ τὸ ἔκκρεμὲς τότε καταπίπτει ἐκ νέου· ἐὰν δὲ εἶναι δυσηλεκτραγωγὰ, ὁ ἠλεκτρισμὸς μόνον ἀπὸ τοῦ

ἐπιψαυσθέντος σημείου ἔξαφανίζεται· τὸ σφαιρίδιον ὅμως τοῦ ἔκκρεμοῦς, ἐλκόμενον ὑπὸ τῶν παρακειμένων σημείων, παραμένει ἐπὶ μακρὸν προσκεκολλημένον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος.

183. Ἐκκρεμὲς μεμονωμένον.— Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς. Τὸ ἔκκρεμὲς τοῦτο συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιριδίου ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας ἐξηρητημένον διὰ μεταξίνου νήματος ἀπὸ μικροῦ κυλίνδρου παραφίνης, ὃ ὁποῖος εἶναι προσηρητημένος εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνου στηρίγματος (σχ. 206).

Ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην ὑαλίνην ράβδον προστριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ σφαιρίδιον κατ' ἀρχὰς μὲν **ἔλκεται**· μόλις ὅμως ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῆς καὶ συνεπῶς λάβῃ μέρος ἐκ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς, **ἀπωθεῖται** ζωηρῶς. Τὰ αὐτὰ ἀποτελέ-



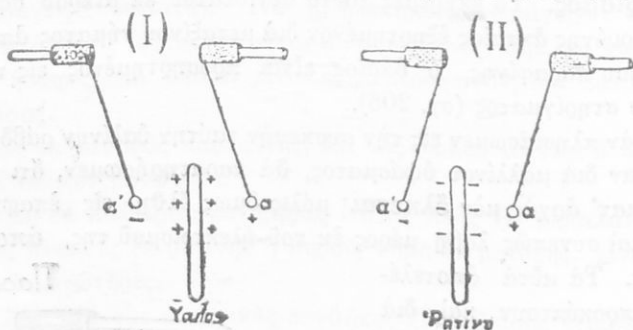
Σχ. 206

σματα προκύπτουν καὶ διὰ ράβδου ἐκ ρητίνης, ἣ ὁποία κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον προστριβῆ. Ἐκ πρώτης λοιπὸν ὄψεως φαίνεται, ὅτι ὃ ἐπὶ τῆς ὑάλου ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς εἶναι ὅμοιος μὲ τὸν ἐπὶ τῆς ρητίνης· ἀλλ' ἔάν, ἐνῶ τὸ σφαιρίδιον ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης ὑάλου, πλησιάσωμεν πρὸς αὐτὸ τὴν προστριβεῖσαν ρητίνην παρατηροῦμεν ζωηρὰν ἔλξιν· ἐπίσης, ἐὰν εἰς τὸ ὑπὸ ἠλεκτρισμένης ρητίνης ἀπωθούμενον σφαιρίδιον α' τῆς ἐντεριώνης πλησιάσωμεν τὴν προστριβεῖσαν ὑάλου, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν (σχ. 207).

Ἡ ἠλεκτρικὴ ἄρα κατάστασις τῆς ὑάλου εἶναι διάφορος ἀπὸ τῆς ρητίνης, ἀφ' οὗ ἡ ἐνέργεια αὐτῆς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτρισμένου ἔκκρεμοῦς εἶναι ἀντίθετος. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διαφορὰν ταύτην καλοῦμεν **θετικὸν** μὲν τὸν ἠλεκτρισμὸν τὸν ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς λείας ὑάλου προστριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, **ἀρνητικὸν** δὲ τὸν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς ρητίνης.

Ἐκ δὲ τῶν λοιπῶν σωμάτων ἄλλα μὲν ἀποκοτῶν διὰ τῆς τριβῆς τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν τῆς ὑάλου, ἄλλα δὲ τὴν τῆς ρητίνης, εἰς τρόπον ὅστε μόνον δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχουν.

Αἱ ἐνέργειαι τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων εἶναι πάντοτε ἀμοιβαῖαι. Ἐὰν δηλ. τὸ σῶμα Α ἔλκη ἢ ἀπωθῆ τὸ Β μετὰ τινος δυνά-



Σχ. 207

μεως, ἀντιστρόφως τὸ Β ἔλκει ἢ ἀπωθεῖ τὸ Α μετὰ δυνάμεως ἴσης καὶ κατ' εὐθείαν ἀντιθέτου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν πρὸς τούτοις, ὅτι:

Δύο σώματα φορτισμένα μετὰ τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθοῦνται, δύο δὲ σώματα φορτισμένα δι' ἠλεκτρισμῶν ἀντιθέτων ἔλκονται.

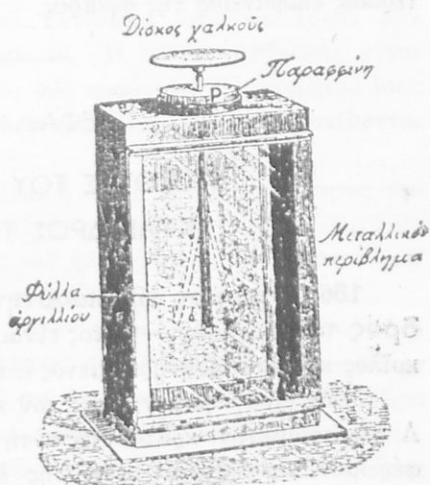
184. Ἐφαρμογαὶ τῶν ἠλεκτρικῶν ὤσεων.—Ἠλεκτροσκόπια. Ἡ ἀποσις μετὰξὺ δύο σωμάτων φορτισμένων μετὰ τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ ἐφηρομόσθη εἰς τὴν κατασκευὴν ἀπλουστάτων καὶ εὐαισθητοτάτων ὀργάνων, διὰ τῶν ὁποίων βεβαιούμεθα, ἂν σῶμα τι εἶναι ἠλεκτρισμένον. Τὰ ὄργανα ταῦτα λέγονται ἠλεκτροσκόπια.

Ἠλεκτροσκόπιον μετὰ φύλλων. Ἡ συσκευή αὕτη (σχ. 208) συνίσταται ἐκ χαλκίνου στελέχους μεμονωμένου διὰ πλακοῦντος ἐκ παραφίνης, τὸ ὁποῖον εἰς τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον φέρει ἐξηρημαμένα δύο στενά, μακρὰ καὶ ἐξόχως λεπτὰ φύλλα ἐκ χρυσοῦ ἢ ἐξ ἀργιλίου. Τὰ φύλλα ταῦτα εὐρίσκονται ἐντὸς μεταλλικῆς θήκης, ἥτις ἐκτὸς τῶν ἄλλων ἀποτελεσμάτων, προστατεύει αὐτὰ ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ὁ ἀπομονωτικὸς ἐκ παραφίνης πλακοῦς εἶναι προσηρμοσμένος εἰς τὸ κάλυμμα τῆς θήκης, ἢ ὁποία κλείεται ἔμπροσθεν δι

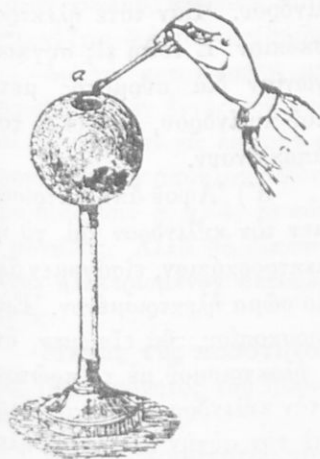
υαλίνης πλακός. Τέλος, τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ χαλκίνου στελέχους φέρει μικρὸν δίσκον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

Ὅταν φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ δίσκου ἐν ἠλεκτρισμένον σῶμα, ὁ ἠλεκτρισμὸς του μεταδίδεται εἰς τὸν δίσκον καὶ ἐκεῖθεν διαχέεται ἐπὶ τῶν φύλλων· ταῦτα δέ, ἠλεκτριζόμενα διὰ τοῦ αὐτοῦ εἴδους ἠλεκτρισμοῦ, ἀπωθοῦνται καὶ ἀποκλί- νουν, πίπτουν δὲ ἐκ νέου κατακόρυφα, ἐὰν ἐγγίσωμεν τὸν δίσκον διὰ τοῦ δακτύλου.

185. Ὁ ἠλεκτρισμὸς φέ- ρεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν.— Πᾶν ἠλεκτραγωγὸν σῶμα, πλῆ-



Σχ. 203



Σχ. 209

ρες ἢ κοῖλον, φορτίζεται δι' ἠλεκτρισμοῦ μόνον εἰς τὴν ἐξωτερικὴν του ἐπιφάνειαν, τὸ δὲ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ παραμένει εἰς οὐδετέραν κατάστασιν. Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ κοίλης μεταλλίνης σφαίρας μεμονωμένης δι' υαλίνου ποδός (σχ. 209). Ἀφοῦ ἠλεκτρίσωμεν τὴν σφαῖραν, εἰσάγομεν ἐντὸς αὐτῆς δι' ὀπῆς α ἐν δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον. Τοῦτο εἶναι μικρὸς δίσκος μεταλλίνος προσηλωμένος εἰς τὸ ἄκρον μονωτικῆς λαβῆς. Ἀφοῦ φέρωμεν τὸ ἐπίπεδον τοῦτο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, τὸ πλησιάζομεν εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὸ σφαιρίδιον μένει

ἀκίνητον. Ἐὰν ὁμοίως φέρωμεν τὸ ἐπίπεδον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας καὶ πλησιάσωμεν αὐτὸ εἰς τὸ ἠλε-

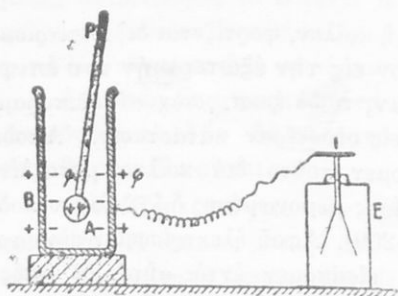
κτρικόν ἐκκρεμές, θὰ παρατηρήσωμεν ἔλξιν. Συνεπῶς τὸ δοκιμαστικόν ἐπίπεδον ἠλεκτρίζεται, ἂν τεθῆ εἰς ἔπαφὴν μόνον μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαιρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΟΣΟΤΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΟΥ FARADAY

186. Ὅρισμός τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. **Κύλινδρος τοῦ Faraday.**—Οὗτος εἶναι μεταλλικὸς κύλινδρος Β (σχ. 210), κοῖλος καὶ βαθύς, στηριζόμενος ἐπὶ πλακὸς ἐκ παραφίνης.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τούτου μικρὰν σφαῖραν Α ἠλεκτρισμένην, κρατοῦντες αὐτὴν διὰ λαβῆς ἀπομονωτικῆς, καὶ τὴν φέρωμεν εἰς ἔπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς παρεῖας τοῦ κυλίνδρου, ὅλος ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς σφαιρας φέρεται, ὡς ἐμάθομεν, εἰς τὴν **ἐξωτερικὴν** ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν τότε ἠλεκτροσκόπιον Ε τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν διὰ σύρματος μετὰ τοῦ κυλίνδρου, τὰ φύλλα του ἀποκλίνουν.



Σχ. 210

λάβωμεν τὴν αὐτὴν ἀπόκλισην τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, θὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ μὲ τὸ πρῶτον.

β') Ἐάν, χωρὶς νὰ ἀηλεκτρίσωμεν τὸν κύλινδρον, εἰσαγάγωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἄλλο σῶμα ἠλεκτρισμένον μὲ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ἡ δευτέρα αὕτη ποσότης φέρεται μετὰ τὴν ἔπαφὴν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ προστίθεται εἰς τὴν πρῶτην, διανεμομένη ὅπως ἐκεῖνη. Ἡ νέα ἀπόκλιση τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀντιστοιχεῖ εἰς **διπλὴν** ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίν-

δρου. Δυνάμεθα τὴν πρώτην ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου νὰ τριπλασιάσωμεν, τετραπλασιάσωμεν κτλ.

γ') Δύο ποσότητες ἠλεκτρισμοῦ ἀντίθετοι λέγονται ἴσαι, ἐὰν παράγουν χωριστὰ τὴν αὐτὴν ἀπόκλισιν. Ἡ τελικὴ ἀπόκλισις εἶναι μηδέν, ἐὰν εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς δύο ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ ἴσας ἀλλ' ἀντιθέτους. Αἱ ποσότητες λοιπὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ προστίθενται ἀλγεβρικῶς.

δ') Ἡ τελικὴ ἀπόκλισις θὰ εἶναι ἡ αὐτή, εἴτε αἱ ποσότητες πᾶν ἠλεκτρισμοῦ εἶναι διαδοχικαί, εἴτε εἶναι σύγχρονοι.

Σημείωσις. Αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὀνομάζονται καὶ ἠλεκτρικαὶ μᾶζαι ἢ ἠλεκτρικὰ φορτία.

187. Μέτρησις τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.— Ἐὰν λάβωμεν ὡς μονάδα τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὴν ὁποίαν φέρει ἢ ὡς ἀνωτέρω σφαῖρα Α, βαθμολογοῦμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἰσάγοντες εἰς τὸν κύλινδρον διαδοχικῶς ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ ἴσας πρὸς τὴν τῆς σφαίρας Α. Λαμβάνομεν τοιουτοτρόπως τὰς ἀποκλίσεις τὰς ἀντιστοιχοῦσας εἰς 1, 2, 3. . . μονάδας ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Τόξον κύκλου, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου ἀποκλίνουν τότε τὰ φύλλα, βαθμολογεῖται διὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3. . .

Διὰ νὰ μετρήσωμεν μίαν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ οἰανδήποτε, καταβιβάζομεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον φέρει αὐτὴν, καὶ τὸ θέτομεν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου φθάσῃ εἰς τὴν διαίρεσιν π. χ. 4, τὸ σῶμα φέρει ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην μὲ 4 μονάδας. Ἀλλὰ θὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ ποσότης εἶναι +4, ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι ἠλεκτρισμένον θετικῶς—4 δέ, ἐὰν εἶναι ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς.

Μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ θεωρητικὴ μονὰς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὸ σύστημα C.G.S. ὀρίζεται ὡς ἑξῆς:

Μονὰς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἡ ποσότης, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ ἔχῃ ἑκατέρω ἐκ δύο ὁμοίων μικρῶν σφαιρῶν ἀβαρῶν, ἵνα τιθέμεναι εἰς ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων ἴσην μὲ ἓν ἑκατοστόμετρον ἀπωθῶνται (εἰς τὸ κενὸν) μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς μίαν δύννην.

Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται **ἠλεκτροστατικὴ μονὰς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ μονὰς αὕτη εἶναι πολὺ μικρά, εἰς τὴν πρᾶξιν λαμβάνεται ἡ coulomb (ἐδ. 111), ἣτις ἰσοδυναμεῖ με 3×10^9 ἠλεκτροστατικὰς μονάδας.

188. Νόμος τοῦ Coulomb.—Ὁ νόμος οὗτος ἀνεκαλύφθη πειραματικῶς ὑπὸ τοῦ Γάλλου φυσικοῦ Coulomb. Κατ' αὐτόν :

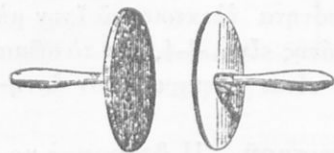
Δύο ἠλεκτρισμένα σημεῖα (δηλ. σώματα, τῶν ὁποίων αἱ διαστάσεις δὲν ὑπολογίζονται) ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐνούσης ταῦτα εὐθείας, ἀναλόγως τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ των καὶ κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεώς των.

Ἐὰν Δ δύναμι εἶναι ἡ ἐλκτικὴ ἢ ὠστικὴ δύναμις, π καὶ π' αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῶν δύο σωμάτων εἰς ἠλεκτροστατικὰς μονάδας καὶ α ἑκατοστόμετρα ἡ ἀπόστασις των ὁ νόμος τοῦ Coulomb ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου :

$$\Delta = \frac{\pi\pi'}{\alpha^2} \text{ δύναμι.}$$

Ἐὰν αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ὁμόσημοι, τὸ Δ εἶναι θετικὸν καὶ ἡ δύναμις ὠστικὴ. Ἐὰν εἶναι ἐτερόσημοι, τὸ Δ εἶναι ἀρνητικὸν καὶ ἡ δύναμις ἐλκτικὴ.

189. Σύγχρονος ἀνάπτυξις τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμου.—Ὅταν προστρίβωμεν δύο σώματα ἐκ διαφόρων οὐσιῶν τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὰ δύο εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀναφαίνονται εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμου. Ἡ μία τότε ἐκ τῶν δύο οὐσιῶν ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ἡ ἄλλη ἀρνητικῶς.



Σχ. 211

Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ διόσκου ξυλίνου κεκάλυμμένου δι' ὑφάσματος καὶ ἑτέρου δίσκου ὑάλινου, τοὺς ὁποίους προστρίβωμεν τὸν ἓνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου, κρατοῦντες αὐτοὺς ἀπὸ τὰς μονωτικὰς λαβὰς (σχ. 211). Ἡ

ὑάλος τότε ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ ὑφασμα ἀρνητικῶς. Πράγματι, πλησιάζοντες τὸν ὑάλινον δίσκον εἰς τὸ σφαιρίδιον ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, τὸ ὁποῖον ἠλεκτρίσαμεν προηγουμένως θετικῶς, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐνῶ τοῦναντίον, ἂν πλησιάσωμεν τὸ ὑφασμα, παρατηροῦμεν ἔλξιν.

Τὸ φαινόμενον παράγεται πάντοτε, ὅταν τὰ δύο προστριβόμενα σώματα εἶναι διαφόρου φύσεως. Τὸ ἐν ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ ἄλλο ἀρνητικῶς.

Ἐπισημαίνεται δὲ τὰ δύο ταῦτα εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἰσοδύναμα, ἀποδεικνύομεν ὡς ἐξῆς: Ἄφ' οὗ προστριψόμεν τοὺς δίσκους, θέτομεν κατὰ πρῶτον τὸν ἓνα ἐξ αὐτῶν, π.χ. τὸν ἀποτελούμενον ἐξ ὑάλου, ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου. Τὰ φύλλα τότε ἀποκλίνουν. Καταπίπτουν ὅμως πάλιν ἀμέσως, μόλις θέσωμεν καὶ τὸν δεύτερον δίσκον πλησίον τοῦ πρώτου. Ἐκ τούτου λοιπὸν συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ φορτία τὰ ἀναπτυσσόμενα ἐπὶ δύο προστριβομένων σωμάτων εἶναι ἀκριβῶς ἰσοδύναμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ — ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΩΝ ΑΚΙΔΩΝ

190. Ἡλεκτρικὴ πυκνότης.—Ἐπὶ σφαίρας μεμονωμένης ἡ ἠλεκτρικὴ πυκνότης, δηλ. ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον, εἶναι σταθερά. Ἡ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ ἐπιφανείας σφαίρας εἶναι ὁμαλή.

Ἐὰν Π ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς σφαίρας, α ἑκατ. ἡ ἀκτίς τῆς καὶ σ ἡ πυκνότης τῆς, θὰ ἔχωμεν $\Pi = 4\pi\alpha^2 \cdot \sigma$, ἐξ ἧς

$$\sigma = \frac{\Pi}{4\pi\alpha^2}$$

Ἐπὶ ἀγωγοῦ μὴ σφαιρικοῦ ἡ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δὲν εἶναι ὁμαλή. Καλοῦμεν τότε **πυκνότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἷς τι ση-**



Σχ. 212

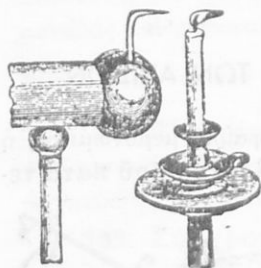
μεῖον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος τὸν λόγον $\frac{\Pi}{\epsilon}$ τῆς ποσότητος Π τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μιᾶς πολὺ μικρᾶς ἐπιφανείας περὶ τὸ σημεῖον τοῦτο πρὸς τὴν ἔκτασιν ϵ τῆς ἐπιφανείας ταύτης.

Τὴν πυκνότητα προσδιορίζομεν πειραματικῶς διὰ ἰδιαίτερου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου καὶ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday. Τὸ δοκιμαστικὸν τοῦτο ἐπίπεδον εἶναι δίσκος μεταλλικὸς μικρῶν διαστάσεων, π.χ. 1 τετρ. ἐκ. (σχ. 212), κρατούμενος διὰ λαβῆς ἀπομονωτικῆς καθέτου ἐπ' αὐτόν.

Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγωγοῦ, οὗτος ὑποκαθίσταται εἰς τὸ στοιχεῖον τῆς ἐπιφανείας, τὸ ὅποιον 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 ἕκαστον σημεῖον ἠλεκτρισμένου ἀγωγοῦ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἀποθεῖται ὑπὸ τοῦ ὁμοσήμου ἠλεκτρισμοῦ τῶν παρακειμένων σημείων καὶ τείνει νὰ ἐγκαταλείψῃ τὸν ἀγωγόν. Διατηρεῖται ὅμως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγωγοῦ διὰ τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, ὅστις, ὅταν εἶναι ξηρός, εἶναι πολὺ καλὸς μονωτήρ. Ἄλλ' ἢ ἀντίστασις αὕτη δὲν εἶναι ἀπεριόριστος, διότι, ὡς δεικνύει τὸ πείραμα, ὅταν πολὺς ἠλεκτρισμὸς συσσωρεύεται ἐπὶ ἀκίδων ἀγω-

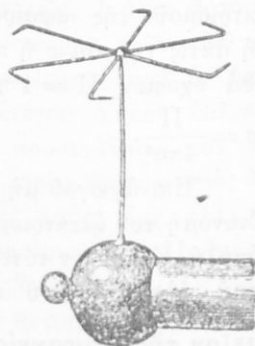


Σχ. 213

γοῦ τινος, ἐκφεύγει μεταπηδῶν εἰς τὰ πέριξ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια, ὡς ἠλεκτριζόμενα ὁμωνύμως, ἀποθιοῦνται ζωηρῶς.

Οὕτω, ἐὰν θέσωμεν ἀκίδα ἐπὶ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς (σχ. 213), ἥτις παρέχει διαρκῶς ἠλεκτρισμόν, καὶ πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα εἰς τὴν ἀκίδα ταύτην, αἰσθανόμεθα ἐλαφρὰν πνοὴν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἄπωσιν τῶν ἐξ ἐπαφῆς ὁμωνύμως ἠλεκτριζομένων μορίων τοῦ ἀέρος. Ἡ πνοὴ αὕτη, καλουμένη ἠλεκτρικὸς ἄνεμος, δύναται νὰ κλίνη ἢ καὶ νὰ σβέσῃ τὴν φλόγα λαμπάδος (σχ. 213).

Τὸ πείραμα ἐπιτυγχάνει, πρὸ πάντων, ὅταν ἡ ἀκὴ παρέχῃ θετικὸν ἠλεκτρισμόν. Μὲ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν,



Σχ. 214

ἢ φλόξ ἐνίοτε ἔλκεται, διότι περιέχει ἔλευθέρας ποσότητας θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ἄλλα καὶ ἡ ἀκίς ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ ὁμωνύμως ἠλεκτριζομένου ἀέρος. Τοῦτο ἐξηγεῖ τὸ πείραμα τοῦ **ἠλεκτρικοῦ στροβίλου**, ὅστις στρέφεται κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῶν ἀκίδων του (σχ. 214).

Ἡ ἀπώλεια αὕτη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἀκίδων συνοδεύεται ὑπὸ φωτεινῶν λοχρῶων θυσάνων, ὄρατῶν εἰς τὸ σκότος.

Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ἀκίδων, νὰ ἀφήνουν νὰ ἐκρέη δι' αὐτῶν ὁ ἠλεκτρισμός, καλεῖται **δύναμις τῶν ἀκίδων**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

192. Ἡλεκτρικὸν πεδίων.—Γνωρίζομεν, ὅτι ἡ ἠλέκτρισις σώματός τινος ἐκδηλοῦται διὰ τῶν μηχανικῶν δράσεων, τὰς ὁποίας τὸ σῶμα παράγει περὶ αὐτό. Π. χ. τὰ οὐδέτερα σώματα ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, τὰ ἐτερονύμως ἠλεκτρισμένα ἔλκονται ἐπίσης, τὰ δὲ ὁμωνύμως ἀπωθοῦνται.

Καλοῦμεν **ἠλεκτρικὸν πεδίων** τὸ σύνολον τῶν σημείων τοῦ διαστήματος, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ δράσεις αὗται γίνονται αἰσθηταί.

193. Δυναμικόν.—Ἐν ἠλεκτρισμένον σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐγκλείει **ποσότητά τινα ἠλεκτρισμοῦ**, δύναται νὰ παραβληθῇ μὲ σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐγκλείει **ποσότητά τινα θερμότητος**. Ἄλλα, ὡς ἐμάθομεν, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος δὲν ἀρκεῖ διὰ νὰ χαρακτηρίσῃ τὴν θερμοαντικὴν κατάστασιν τοῦ σώματος· πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἐπίσης καὶ τὴν **θερμοκρασίαν του**. Καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ δι' ἓν ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἐκτὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ του, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν καὶ τὸ **δυναμικόν αὐτοῦ**.

Ἡ ἔννοια τοῦ **δυναμικοῦ** εἰσάγεται πειραματικῶς.

Ὅταν ἠλεκτρισμένος ἀγωγὸς τεθῇ εἰς **συγκοινωνίαν ἀπὸ ἀποστάσεως** μετὰ ἠλεκτροσκοπίου διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, τὸ ἠλεκτροσκόπιον φορτίζεται δι' ἠλεκτρισμοῦ καὶ ἡ **ἀπόκλισις του** παραμένει σταθερά, ὅποιονδῆποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον τοῦ

ἄγωγου, εἰς τὸ ὁποῖον προσεδέθη τὸ σύρμα. Τότε, ἐπειδὴ ἡ ἠλεκτρικὴ πυκνότης **δύναται νὰ μεταβάλλεται** εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἄγωγου, ἡ σταθερὰ ἀπόκλισις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου καθιστᾷ φανεράν μίαν **ἠλεκτρικὴν κατάστασιν**, κοινὴν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ἄγωγου. Ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη κατάστασις καλεῖται **δυναμικόν**. Τὸ δυναμικὸν εἶναι **θετικόν** μὲν, ἂν τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἶναι θετικόν· **ἀρνητικόν** δέ, ἂν τὸ φορτίον εἶναι ἀρνητικόν.

α) Δύο ἄγωγοί, τῶν ὁποίων αἱ διαστάσεις καὶ τὰ ἠλεκτρικὰ φορτία δύνανται νὰ εἶναι πολὺ διάφορα, ἔχουν τὸ αὐτὸ δυναμικόν, ἂν δίδουν χωριστὰ φορτία **ἴσα καὶ ὁμόσημα** εἰς ἠλεκτροσκόπιον, μετὰ τοῦ ὁποῖου ἐτέθησαν διαδοχικῶς **ἀπὸ ἀποστάσεως** εἰς συγκοινωνίαν.

Ἐὰν τοὺς ἄγωγούς τούτους συνδέσωμεν διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, ἀφοῦ προηγουμένως θέσωμεν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ἠλεκτροσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αἱ ἀποκλίσεις τῶν ἠλεκτροσκοπίων τούτων δὲν μεταβάλλονται. Ἐὰν μετρήσωμεν ἐπίσης τὰς πυκνότητας εἰς δύο διάφορα σημεῖα τοῦ ἑνὸς ἄγωγου καὶ εἰς δύο διάφορα σημεῖα τοῦ ἄλλου, **πρὸ τῆς συγκοινωνίας καὶ μετ' αὐτήν**, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ταῦτα δὲν μεταβάλλονται.

Ἐπίσης καὶ τὰ φορτία τῶν μετρούμενα πρὸ τῆς συγκοινωνίας τῶν ἄγωγῶν τούτων καὶ μετ' αὐτήν δὲν μεταβάλλονται.

β) Τὸ δυναμικὸν ἑνὸς ἄγωγου A εἶναι μεγαλύτερον τοῦ δυναμικοῦ ἄλλου ἄγωγου B, ἂν τὸ φορτίον ἠλεκτροσκοπίου συνδεθέντος ἀπὸ ἀποστάσεως μετὰ τοῦ A εἶναι **μεγαλύτερον** τοῦ φορτίου τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτροσκοπίου συνδεθέντος μὲ τὸ B (ὑπολογιζομένου καὶ τοῦ σημείου, π. χ. $5 > 2, -2 > -5$).

Ὄταν συνδεθοῦν οἱ ὡς ἀνωτέρω ἄγωγοί A καὶ B διὰ σύρματος, **θετικὸς ἠλεκτρισμὸς** διέρχεται ἀπὸ τοῦ A εἰς τὸ B, αἱ πυκνότητες ἐλαττοῦνται ἐπὶ τοῦ A καὶ αὐξάνονται ἐπὶ τοῦ B. Οἱ δύο ἄγωγοί λαμβάνουν **κοινὸν δυναμικόν**, ἐνδιάμεσον μεταξὺ τῶν δύο ἀρχικῶν δυναμικῶν.

Τὰ φορτία τῶν δύο τούτων ἄγωγῶν, μετρούμενα διὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday, **πρὸ τῆς συγκοινωνίας τῆς καὶ μετ' αὐτήν**, ἔχουν χωριστὰ μεταβληθῆ, ἀλλὰ τὸ ἄθροισμὰ τῶν μένει σταθερόν.

194. Σύγκρισις τῶν δυναμικῶν.—Πᾶς ἄγωγὸς ἠλεκτρισμένος, τιθέμενος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἀπὴλεκτροῖζεται,

καθώς και τὸ ἠλεκτροσκόπιον μετὰ τοῦ ὁποίου εἶναι συνδεδεμένος. **Τὸ δυναμικὸν του τότε καθίσταται ἴσον μετὰ τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους** καὶ τῶν μὴ ἠλεκτρισμένων σωμάτων. Τὸ δυναμικὸν τοῦτο ἐλήφθη κατὰ συνθήκην ὡς δυναμικὸν μηδέν.

Διὰ νὰ ὑπολογίσουν τὰ δυναμικά, ἐξέλεξαν μονάδα, ἣτις, ὡς ἐμάθομεν, καλεῖται volt. Δι' ἄγωγὸν δυναμικοῦ B volts, ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ δυναμικοῦ του καὶ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἐδάφους εἶναι B volts.

Ἐπειδὴ ἡ μονὰς αὕτη εἶναι πολὺ μικρὰ ὡς πρὸς τὰ δυναμικά τοῦ διὰ τριβῆς ἀναπτυσσομένου ἠλεκτρισμοῦ, λαμβάνεται ὡς ἠλεκτροστατικὴ μονὰς δυναμικοῦ τὸ δυναμικὸν σφαίρας ἀκτίνος ἑνὸς ἑκατοστομέτρου, ἐχούσης ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην πρὸς τὴν μονάδα τῆς ποσότητος.

Ἡ μονὰς αὕτη ἰσοδυναμεῖ μετὰ 300 volts.

195. Βαθμολογία τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἰς volts.—Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἰς volts, συνδέομεν τὸν δίσκον αὐτοῦ διαδοχικῶς μετὰ τὸν θετικὸν πόλον στήλης 100, 200, 300 volts, (τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης καὶ τῆς θήκης τοῦ ἠλεκτροσκοπίου 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 ἠλεκτροσκόπιον δίδει εἰς volts τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ, μετὰ τοῦ ὁποίου θὰ τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν ἀπὸ ἀποστάσεως.

196. Ἡ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ των.—Διὰ νὰ γίνῃ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν, πρέπει οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι νὰ ἔχουν διάφορον δυναμικόν. Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ καλεῖται, ὡς ἐμάθομεν, ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις. Τὸ σύστημα δύο ἀγωγῶν, οἱ ὁποιοὶ ἔχουν διαφορὰν δυναμικοῦ, ἐγκλείει ἐνέργειαν δυναμικὴν, διότι ἡ ἀποκατάστασις των εἰς κοινὸν δυναμικὸν ἀναπτύσσει ἔργον.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

197. Ὅρισμός.—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς

τὸν αὐτὸν μεμονωμένον ἄγωγὸν φορτία π, 2π, 3π... τὸ δυναμικὸν τοῦ ἄγωγου τούτου λαμβάνει τὰς τιμὰς B, 2B, 3B... Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι τὸ δυναμικὸν ἄγωγου μεμονωμένου εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φορτίον του.

Ἐὰν συνεπῶς Π τὸ φορτίον τοῦ ἄγωγου καὶ B τὸ δυναμικὸν του, θὰ ἔχωμεν $\frac{\Pi}{B} = X$ ἢ $\Pi = X \cdot B$.

Ἡ σταθερὰ X καλεῖται ἠλεκτροχωρητικότης τοῦ ἄγωγου.

Ἡλεκτροχωρητικότης, λοιπόν, ἄγωγου μεμονωμένου καλεῖται ἡ σταθερὰ σχέσις, ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ τοῦ φορτίου του καὶ τοῦ δυναμικοῦ του.

Ἐὰν εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον θέσωμεν $B=1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X=\Pi$. Δηλ. ἠλεκτροχωρητικότης ἄγωγου εἶναι τὸ φορτίον, ὅπερ ἀνυψοῖ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ κατὰ 1 volt.

Μονὰς ἠλεκτροχωρητικότητος. Ἐὰν εἰς τὸν τύπον $\Pi = X \cdot B$ θέσωμεν $\Pi=1$ coulomb καὶ $B=1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X=1$.

Μονὰς ἠλεκτροχωρητικότητος εἶναι λοιπόν ἡ ἠλεκτροχωρητικότης ἄγωγου, ὅστις ὑπὸ φορτίον ἑνὸς coulomb λαμβάνει δυναμικὸν ἑνὸς volt. Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται

$$\text{farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} = \frac{3 \cdot 10^9}{1} = 3^9 \cdot 10^{11} \text{ ἠλεκτροστατικὰς μονάδας.}$$

Πολλάκις χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ microfarad, τὸ ὁποῖον ἰσοῦται μὲ τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ farad. Ἐν microfarad $= 3^2 \cdot 10^8$ ἠλεκτροστατικὰς μονάδας.

Σημείωσις. Ὡς ἠλεκτροστατικὴ μονὰς χωρητικότητος λαμβάνεται ἡ χωρητικότης σφαίρας, ἀκτῖνος ἑνὸς ἑκατοστομέτρου. Συνεπῶς ἡ χωρητικότης σφαίρας εἰς ἠλεκτροστατικὰς μονάδας εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτῖνα αὐτῆς, δηλ. μετρεῖται διὰ τῆς ἀκτῖνος αὐτῆς ἐκπεφρασμένης εἰς ἑκατοστά.

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

1ον. Ποῖον φορτίον πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς σφαῖραν διαμέτρου 3 ἑκατοστομέτρων, διὰ νὰ εἶναι ἡ πυκνότης αὐτῆς 7;

2ον. Δύο μικρὰ σφαῖραι ἔχουν ἠλεκτρικὰ φορτία + 12 καὶ - 8. Μετὰ ποίας δυνάμεως αἱ δύο αὗται σφαῖραι ἔλκονται ἐξ ἀποστάσεως 2 ἑκατοστομέτρων;

3ον. Σφαῖρα ἀκτίνος 14 ἑκατοστομέτρων εἶναι ἠλεκτρισμένη καὶ ἡ πυκνότης αὐτῆς εἶναι 10. Ποῖον εἶναι τὸ δυναμικὸν τῆς σφαίρας ταύτης ;

4ον. Δύο σφαῖραι, πεφορτισμένα ἑκατέρα δι' ἐνὸς coulomb θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἀφίστανται ἀλλήλων κατὰ 10 μείρα. Ποία ἡ ἀμοιβαία ὠστική δύναμις ;

5ον. Ποῖον φορτίον πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς χωρητικότητα 100 microfarads, ἵνα ὑψώσωμεν τὸ δυναμικὸν αὐτῆς εἰς 50 volts ;

6ον. Ἀγωγὸς χωρητικότητος 10 ἤχθη εἰς δυναμικὸν 30. Ποῖον τὸ φορτίον αὐτοῦ ;

7ον. Ποία ἡ ἀκτίς σφαίρας, ἣς ἡ χωρητικότης εἶναι 1 microfarad ;

8ον. Δύο σφαῖραι μεμονωμένα, ὧν αἱ ἀκτίνες εἶναι μεταξὺ των ὡς 7 καὶ 11, φέρουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς ποίαν σχέσιν εὐρίσκονται αἱ πυκνότητες αὐτῶν ;

9ον. Σφαῖρα ἠλεκτρισμένη ἀκτίνος 120 δακτύλων ἔχει δυναμικὸν 19. Ἄλλη σφαῖρα ἠλεκτρισμένη ἀκτίνος 20 δακτύλων ἔχει δυναμικὸν 4. Θέτομεν αὐτὰς εἰς συγκοινωνίαν διὰ σύρματος λεπτοῦ καὶ μακροῦ, χωρητικότητος ἀσημάντου. Ποῖον τὸ τελικὸν δυναμικὸν τοῦ συστήματος ;

10ον. Μικρὰ σφαῖρα ἠλεκτρισμένη τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ ἴσης σφαίρας ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει εὐρισκομένης, κατόπιν δὲ ἀποχωρίζεται ταύτης. Ἐξ ἀποστάσεως τότε 10 ἑκατοστομέτρων αἱ δύο σφαῖραι ἐξασκοῦν ἐπ' ἀλλήλων ἄψωσιν 9 δυνῶν. Ποῖον τὸ ἀρχικὸν φορτίον τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας ;

11ον. Δύο μικρὰ σφαῖραι ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων κατὰ 5 ἑκατοστόμετρα. Ἡ μία ἐξ αὐτῶν ἔχει φορτίον 40 μονάδων. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ φορτίον τῆς ἐτέρας, ἵνα μεταξὺ αὐτῶν ἀσκήται ἄψωσις ἴση πρὸς 5 χιλιοστόγραμμα ;

12ον. Δύο σφαῖραι, ἔχουσαι ἡ μὲν μία ἀκτίνα 1 ἑκατοστομέτρον, ἡ δὲ ἄλλη 2, συνεδέθησαν πρὸς σιγμὴν διὰ μακροῦ σύρματος καὶ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δυναμικὸν 40. Ἡ ὠστικὴ δύναμις, ἣτις ἀσκεῖται νῦν μεταξὺ τούτων, εἶναι 4 δυνῶν. Ποία ἡ χωρίζουσα ταύτας ἀπόστασις ;

13ον. Δύο σφαῖραι ἐηλεκτραγωγοί, ἠλεκτρισμένα, ἔχουσαι ἀκτίνας 5 χ. μ. καὶ 1 ἐκ., συνεδέθησαν διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, ἠλεκτροχωρητικότητος ἀσημάντου. Τῆς συγκοινωνίας διακοπείσης αἱ

δύο σφαιραι ετέθησαν εις απόστασιν 5 εκατοστομέτρων ἀπ' ἀλλήλων. Παρατηρεῖται τότε ἄπωσις 8 δυνῶν. Ποῖον τὸ κοινὸν δυναμικὸν τῶν δύο σφαιρῶν ;

14ον. Σφαιρα εὐηλεκτραγωγός, ἀκτῖνος 5 εκατοστομέτρων, ἔχει δυναμικὸν 5. Ἐτέρα σφαιρα ἀκτῖνος 10 ἐκ., ἔχει δυναμικὸν 10. Συνδέομεν αὐτὰς διὰ σύματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ. Ποῖον γίνεται τὸ κοινὸν δυναμικὸν τῶν δύο σφαιρῶν ;

15ον. Σφαιρα εὐηλεκτραγωγός, ἀκτῖνος 50 εκατοστομέτρων, εἶναι ἠλεκτρισμένη εἰς δυναμικὸν 200. Θέτομεν αὐτὴν εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἄλλου ἀγωγοῦ, χωρητικότητος ἀγνώστου. Τὸ δυναμικὸν πίπτει εἰς 20. Ποία ἡ χωρητικότης τοῦ δευτέρου τούτου ἀγωγοῦ ;

16ον. Δύο σφαιραι ἴσαι, ἠλεκτρισμέναι καὶ μεμονωμέναι, ἀπέχουσαι ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν χ , ἀπωθοῦνται μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 1. Ἐάν τὰς φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν καὶ κατόπιν τὰς ἀπομακρύνωμεν ἀπ' ἀλλήλων εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς τὸ ἡμῖσι τῆς προηγουμένης, ἀπωθοῦνται μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 4,5. Ζητεῖται ὁ λόγος τῶν ἀρχικῶν ἠλεκτρικῶν μαζῶν τῶν δύο σφαιρῶν.

17ον. Δύο μικραὶ χάλκιναι σφαιραι A καὶ B , ἀκίνητοι καὶ ἴσαι, εὐρίσκονται ἐπὶ μεμονωμένου ἐπιπέδου εἰς τὰ ἄκρα εὐθείας AB , μήκους 10 ἐκ. Ἐκ τούτων ἡ μὲν A εἶναι ἠλεκτρισμένη, ἡ δὲ B ἀνηλεκτριστος.

Φέρομεν εἰς ἐπαφὴν τὴν A μετ' τρίτην ἴσην χαλκίνην καὶ μεμονωμένην σφαιραν Γ , εἶτα δὲ φέρομεν εἰς ἐπαφὴν καὶ τὴν B πρὸς τὴν Γ .

Εἰς ποῖον σημεῖον τῆς εὐθείας AB δεόν νὰ θέσωμεν τὴν Γ , ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ἨΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

198. Ἠλεκτρικὴ ἐπίδρασις.— Πᾶς ἀγωγός τιθέμενος ἐντὸς ἠλεκτρικοῦ πεδίου ἠλεκτρίζεται καὶ τροποποιεῖ τὸ πεδίου περὶ αὐτόν. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς ἠλεκτρίσεως καλεῖται ἠλεκτρισίς δι' ἐπίδρασεως.

Πείραμα. Ἐάν εἰς μεταλλικὴν σφαιραν μεμονωμένην καὶ ἠλεκτρισμένην π . χ . θετικῶς πλησιάσωμεν μεταλλικὸν κύλινδρον AB

μεμονωμένον καὶ ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει, ὁ κύλινδρος ἠλεκτρίζεται (σχ. 215).

Ἐὰν ὁ κύλινδρος φέρῃ διπλῶ ἔκκρεμῇ ἀποτελούμενα ἀπὸ σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνης, ἐξηρητημένα δι' εὐηλεκτραγωγῶν νημάτων, τὰ ἔκκρεμῇ ταῦτα ἀποκλίνουν. Τὸ ἄκρον δὲ Α, τὸ πλησιέστερον πρὸς τὴν σφαιραν, παρουσιάζει ἠλεκτρισμὸν ἑτερόσημον πρὸς τὸν τῆς σφαίρας. Πράγματι, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς τὸ παρὰ τὸ Α ἔκκρεμῆς ράβδον ἐκ ρητίνης, τριβείσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ ράβδος αὕτη τὸ ἀπωθεῖ. Ἡ αὐτὴ ράβδος ἔλκει τὸ ἔκκρεμῆς τοῦ ἄκρου Β. Τὸ ἄκρον λοιπὸν τοῦ κυλίνδρου τὸ μᾶλλον ἀπομακρυσμένον ἀπὸ τὴν σφαιραν ἠλεκτρίσθη ὁμοσήμως πρὸς αὐτήν.

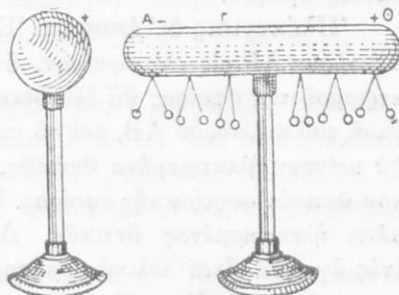
Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαιραν ὅλα τὰ ἔκκρεμῇ τοῦ κυλίνδρου καταπίπτουν. Οἱ ἀντίθετοι λοιπὸν ἠλεκτρισμοὶ οἱ ἀναπτυσθέντες ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου εὐρίσκοντο εἰς ἴσας ποσότητας, διότι ἐξουδετερώθησαν μόλις ἔπαυσεν ἡ ἐπίδρασις.

Τὰ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενα φορτία αὐξάνονται, ὅταν αὐξάνεται τὸ φορτίον τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος καὶ ὅταν ἡ ἀπόστασις του ἀπὸ τοῦ δεχομένου τὴν ἐπίδρασιν σώματος ἐλαττοῦται.

Ἡ ἐπίδρασις ἐξασκεῖται ἐπὶ σώματος ἠλεκτρισμένου, ὅπως ἐπὶ σώματος οὐδετέρου· ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς προστίθεται εἰς ἕκαστον σημεῖον εἰς τὸν ἠλεκτρισμὸν, τὸν ὁποῖον κατεῖχεν ἤδη ὁ δεχόμενος τὴν ἐπίδρασιν ἀγωγός.

Ἐξ ἡ γ η σ ις. Ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος χωρίζεται ἐπὶ τοῦ δεχομένου τὴν ἐπίδρασιν σώματος ἴσας ποσότητας ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν. Ὁ ἀρνητικός, ἐλκόμενος, φέρεται πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ κυλίνδρου τὸ πλησιέστερον πρὸς τὴν σφαιραν, ὁ δὲ θετικός, ἀπωθούμενος, ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἄκρον τὸ μᾶλλον ἀπομακρυσμένον ἀπὸ τῆς σφαίρας.

Συγκοινωνία τοῦ κυλίνδρου μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ δι' ἐνὸς ἄλλου ἀγωγοῦ, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἔκκρεμοῦς αὐξάνεται εἰς τὸ Α. Ἐὰν συνδέσωμεν μετὰ τοῦ ἐδά-



Σχ. 215

φους οίονδῆποτε σημείον τοῦ κυλίνδρου AB, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἔκκρεμὲς τοῦ ἄκρου B καταπίπτει.

Ἡλέκτρισις δι' ἐπίδρασεως. Ἐὰν διακόψωμεν, διαρκούσης τῆς ἐπίδρασεως, τὴν συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου AB μετὰ τοῦ ἔδαφους καὶ ἀπομακρύνωμεν ἔπειτα τὴν ἐπίδρωσαν σφαῖραν ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς, ὅστις μόνος ὑφίσταται ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου AB, διαχέεται ἐπ' αὐτοῦ ἐλευθέρως· ὅλα τὰ ἔκκρεμῆ διίστανται· ράβδος δὲ ἐκ ρητίνης τριβεῖσα διὰ μαλλίνου ὑφάσματος τὰ ἀπωθεῖ. **Ἡλεκτρίσαμεν τοιοῦτοτρόπως δι' ἐπίδρασεως ἀγωγὸν μεμονωμένον, ἄνευ τριβῆς καὶ ἄνευ ἐπαφῆς,** δι' ἐπίδρωστος ἀγωγοῦ, τοῦ ὁποίου τὸ φορτίον ἔχει μείνει σταθερόν. Ὁ τὴν ἐπίδρασιν δεχθεὶς ἀγωγὸς ἠλεκτρίσθη δι' ἠλεκτρισμοῦ ἀντιθέτου πρὸς τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἐπίδρασαντος ἀγωγοῦ.

Ἡλέκτρισις δι' ἐπαφῆς. Ἐὰν πλησιάσωμεν μέχρις ἐπαφῆς τὸν κύλινδρον AB εἰς τὴν σφαῖραν, ἔν μέρους μόνον τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς σφαίρας θὰ ἐξουδετερωθῇ ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου AB, καὶ τὸ σύνολον, σφαῖρα δηλ. καὶ κύλινδρος, θὰ μείνουν ἠλεκτρισμένα θετικῶς. Τὸ ὅλικόν φορτίον εἶναι τὸ ἀρχικὸν θετικὸν φορτίον τῆς σφαίρας. Ἐὰν ὁ κύλινδρος AB ἀπομακρυνθῇ, μένει ἠλεκτρισμένος θετικῶς. **Δι' ἐπαφῆς,** λοιπόν, ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ εἶναι τελικῶς ὁμόσημος πρὸς τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ σώματος, ὅπερ τὸν ἠλεκτρίζει.

199. Ἡλεκτρικὰ διαφράγματα.— Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐπίδρασις ἐξασκεῖται διὰ μέσου τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων, διὰ μέσου τοῦ ἀέρος π.χ., ὅπως εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα. Τοῦναντίον τοίχωμα εὐηλεκτραγωγὸν κλειστῆς κοιλότητος σταματᾷ τελείως τὴν ἐπίδρασιν καὶ ἀποτελεῖ ἀληθὲς **διάφραγμα** μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ καὶ ἐξωτερικοῦ ὑπὸ τὰς ἐξῆς συνθήκας:

α') Τὸ τοίχωμα πρέπει νὰ εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἔδαφους, ἐὰν θέλωμεν νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐξωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπίδρασεως ἠλεκτρικοῦ φορτίου εὐρισκομένου εἰς τὸ ἐσωτερικόν.

β') Τὸ τοίχωμα δύναται νὰ εἶναι μεμονωμένον, ἐὰν πρόκειται νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐσωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπίδρασεως ἐξωτερικῶν φορτίων.

Ἡ πρώτη ιδιότης ἀποδεικνύεται, ἐὰν θέσωμεν εἰς τὸ ἔδαφος

κύλινδρον τοῦ Faraday καὶ ἐντὸς αὐτοῦ εἰσαγάγωμεν σῶμα ἠλεκτρι-
σμένον καὶ μεμονωμένον, τοῦ ὁποίου τὸ φορτίον ἔστω $+π$. Ὁ κύλιν-
δρος ἠλεκτρίζεται ἔξ ἐπιδράσεως, ἀλλὰ χάνει τὸ ἐξωτερικόν του φορ-
τίον, τὸ ὁποῖον ἐξαφανίζεται εἰς τὸ ἔδαφος, καὶ διατηρεῖ μόνον τὸ
ἔσωτερικόν — $π$, τὸ ὁποῖον συγκρατεῖται διὰ τῆς ἔλξεως τοῦ ἠλεκτρι-
σμένου σώματος. Τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου καταπίπτουν καὶ τί-
ποτε δὲν φανερώνει πλέον πρὸς τὰ ἐκτὸς τὸ ἐσωτερικόν ἠλεκτρικόν
φορτίον τοῦ κυλίνδρου.

Ἡ περίπτωσις αὕτη πραγματοποιεῖται ὑπὸ τῶν εὐηλεκτραγω-
γῶν τοιχωμάτων αἰθούσης, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐγκαθιστῶμεν ἠλεκτρι-
σμένα σώματα.

Ἡ δευτέρα ιδιότης προκύπτει ἐκ τοῦ ἀποδειχθέντος ἤδη, ὅτι,
ἐὰν ἠλεκτρίσωμεν ἐξωτερικῶς εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα μεμονωμένον ἢ
μή, τὸ ἠλεκτρικὸν πεδῖον εἰς τὸ ἐσωτερικόν εἶναι μηδέν.

200. Ἐφαρμογαὶ τῆς ἐπιδράσεως.—α') **Ἐλξις τῶν ἐλα-
φρῶν σωμάτων.** Τὰ ἐλαφρὰ σώματα ἔλκονται ὑπὸ ἠλεκτρισμένου
σώματος, διότι ἠλεκτρίζονται δι' ἐπιδράσεως καὶ παρουσιάζουν εἰς τὸ
μέρος των τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα ἠλεκτρισμὸν
ἑτερώνυμον πρὸς τὸν ἐπιδρῶντα.

β') **Λειτουργία τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.** Ἐὰν πλησιάσωμεν
ἠλεκτρισμένον σῶμα εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὁ ἄγωγός
ὁ ἀποτελούμενος ὑπὸ τοῦ δίσκου, τοῦ στελέχους καὶ τῶν φύλλων
ἠλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως; ὁ ἑτερώνυμος ἠλεκτρισμὸς ἔλκεται πρὸς
τὸν δίσκον καὶ ὁ ὁμώνυμος ἀπωθεῖται εἰς τὰ φύλλα. Ταῦτα δὲ ὡς
φορτιζόμενα διὰ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀποκλίνουν.

Ἐάν, κρατοῦντες τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα πλησίον τοῦ δίσκου,
ἐγγίσωμεν αὐτὸν διὰ τοῦ δακτύλου, τὰ φύλλα καταπίπτουν, διότι
ἀηλεκτρίζονται· ὁ δίσκος μόνος μένει ἠλεκτρισμένος. Ἐὰν ἤδη ἀπο-
σύρωμεν τὸν δάκτυλον καὶ κατόπιν ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐπιδρῶν σῶμα,
ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου διαχέεται καὶ εἰς τὰ φύλλα, τὰ ὁποῖα πά-
λιν ἀποκλίνουν.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν τὸ ἠλεκτρο-
σκόπιον διὰ γνωστοῦ εἴδους ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ τοιοῦτοτρόπως ἠλεκτρι-
σθὲν ἠλεκτροσκόπιον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τοῦ
εἴδους τοῦ ἠλεκτρισμοῦ οἰουδήποτε σώματος.

Υποθέσωμεν π.χ., ὅτι εἰς ἠλεκτροσκόπιον, τὸ ὁποῖον ἠλεκτρίσθη θετικῶς, πλησιάζομεν σῶμα ἠλεκτρισμένον, ἐπίσης θετικῶς. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτριζέται ἕξ ἐπιδράσεως· ὁ οὕτω ἀναπτυσσόμενος θετικὸς ἠλεκτρικὸς ἀπωθεῖται πρὸς τὰ φύλλα, ὅπου προστίθεται εἰς τὸν ὑπάρχοντα ἐκεῖ θετικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ αὐξάνει τὴν ἀπόκλι-
σιν τῶν φύλλων.

Σῶμα ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς παράγει ἀντίθετον ἀποτέλεσμα, δηλ. ἐλαττώνει τὴν ἀπόκλισιν, διότι ὁ ἠλεκτρισμὸς, τὸν ὁποῖον ἡ ἐπίδρασις ἀναπτύσσει εἰς τὰ φύλλα, εἶναι ἑτερόνυμος πρὸς τὸν ὑπάρχοντα ἐκεῖ θετικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ συνεπῶς ἐξουδετερώνει αὐτὸν μερικῶς.

Σημείωσις. Εἰς τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν πρέπει τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα νὰ πλησιάζῃ βραδέως, διὰ νὰ ἀντιληφθῶμεν τὴν πρώτην κίνησιν τῶν φύλλων. Ἐὰν πλησιάζῃ πολὺ ταχέως ἢ ἐὰν τὸ σῶμα ἔλθῃ πολὺ πλησίον, ὁ δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος εἰς τὰ φύλλα ἠλεκτρισμὸς δύναται νὰ φθάσῃ εἰς πολὺ μεγάλην ποσότητα, ἀρκοῦσαν ὄχι μόνον διὰ νὰ ἐξουδετερώσῃ τὴν ὑπάρχουσαν ἐκεῖ θετικὴν ποσότητα, ἀλλὰ καὶ νὰ παραχωρήσῃ εἰς τὰ φύλλα ἀντίθετον φορτίον ἰσχυρότερον, τὸ ὁποῖον αὐξάνει τὴν ἀπόκλισιν τῶν φύλλων καὶ μᾶς ἀπατᾷ εἰς τὴν ἐξήγησιν τοῦ ἀποτελέσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

201. Πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ.— Αἱ πηγαὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δια-
ροῦνται εἰς τρεῖς κλάσεις :

α') Εἰς ἠλεκτροστατικὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν καὶ δίδουν ποσότητας ἠλεκτρι-
σμοῦ μικράς, ἀλλὰ δυναμικοῦ ὑψηλοῦ.

β') Εἰς στήλας, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν χημικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν καὶ δίδουν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ εἰς πλὴν μικρὸν δυναμικόν.

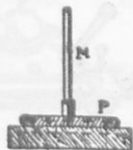
γ') Τὰς δι' ἐπαγωγῆς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρικὴν καὶ δίδουν γενικῶς μεγάλην πο-
σότητα ἠλεκτρισμοῦ εἰς δυναμικὸν μεταβλητὸν ἀπὸ 0 μέχρι χιλιά-
δων βόλτ.

202. Ἡλεκτροστατικά μηχαναί.—Αἱ μηχαναὶ αὗται ἀποσυνθέτουν τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν εἰς ἴσας ποσότητας θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς φέρεται ἐπὶ ἀγωγοῦ καλουμένου **θετικοῦ πόλου** τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ ἀρνητικὸς φέρεται ἐπὶ δευτέρου ἀγωγοῦ καλουμένου **ἀρνητικοῦ πόλου**.

Ἐνίοτε ὁ εἰς τῶν πόλων συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους, ὅπου διοχετεύεται ὁ ἀντίστοιχος ἠλεκτρισμὸς.

Αἱ ἠλεκτροστατικαὶ μηχαναὶ διακρίνονται εἰς μηχανὰς διὰ **τριβῆς** καὶ μηχανὰς **δι' ἐπίδρασεως**. Πράγματι ὅμως, ἡ ἐπίδρασις ἐξασκεῖται εἰς ὅλας τὰς ἠλεκτροστατικὰς μηχανὰς.

203. Ἡλεκτροφόρος.—Ἡ ἀπλουστέρα τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν εἶναι ἡ **ἠλεκτροφόρος**, ἐν συνδυασμῷ μετὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday. Αὕτη συνίσταται ἐκ δίσκου ἐξ ἔβρονίτου καὶ ἐξ ἐλαφροῦ μεταλλικοῦ δίσκου (τὸν ὁποῖον σήμερον κατασκευάζουν ἐξ ἀργιλίου) φέροντος μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 216). Ἐὰν ὁ ἔβρονίτης προστριβῇ διὰ δέρματος γαλῆς, ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Ἐπὶ τοῦ οὕτω ἠλεκτρισθέντος ἔβρονίτου ἐφαρμόζομεν τὸν μεταλλικὸν δίσκον. Ἐπειδὴ πολὺ λεπτὸν στρώμα ἀέρος χωρίζει τὸν ἔβρονίτην ἀπὸ τοῦ μετάλλου, ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἔβρονίτου ἐνεργεῖ **δι' ἐπίδρασεως** ἐπὶ τοῦ δίσκου καὶ ἔλκει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐνῶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἀπωθεῖται ὁ ἀρνητικὸς. Ἐπιθέτοντες τότε τὸν δάκτυλον ἐπὶ τοῦ δίσκου, διοχετεύομεν τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν εἰς τὸ ἔδαφος. Τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην εἶναι μηδέν. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν δάκτυλον καὶ ἀνυψώσωμεν τὸν δίσκον κρατοῦντες αὐτὸν διὰ τῆς μονωτικῆς λαβῆς, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς του διαχέεται ἐλευθέρως ἐπὶ τῶν δύο ὄψεων τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος, τοῦ ὁποῖου ἡ χωρητικότης ἠλαττώθη (μετὰ τὴν διακοπὴν τῆς συγκοινωνίας μετὰ τοῦ ἐδάφους), λαμβάνει δυναμικὸν B , τὸ ὁποῖον κατὰ τὴν σχέσιν $\Pi = X \cdot B$ (ἐδ. 197) αὐξάνεται καὶ δύναται τότε νὰ ἀσκήσῃ ἐπίδρασιν ἐπὶ ἄλλου ἀγωγοῦ. Πράγματι, πλησιάζοντες τὸν δάκτυλον εἰς τὸν δίσκον ἀποσπῶμεν σπινθῆρα.



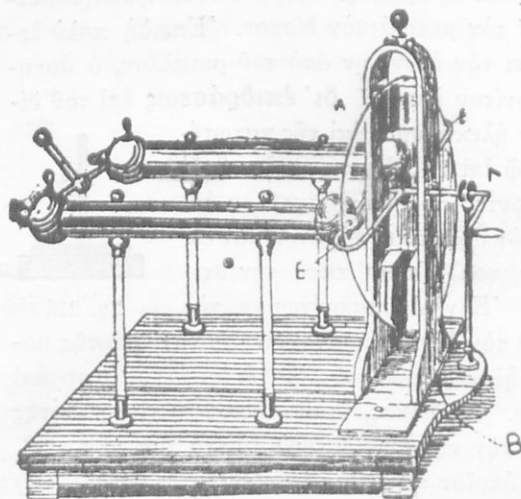
Σχ. 216

Ἐὰν, πρὶν ἀποσπῶμεν τὸν σπινθῆρα, μεταφέρωμεν τὸν δίσκον ἐγγὺς τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday καὶ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἐπαφὴν

μετὰ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ, ὅτις ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου διαχέεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν 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.

Σημείωσις. Ὅταν ἀνυψῶμεν τὸν δίσκον, ἐκτὸς τοῦ ἀναγκαίου μηχανικοῦ ἔργου διὰ τὴν ἀνύψωσιν αὐτοῦ, δαπανῶμεν ἔργον διὰ νὰ υπερνικήσωμεν τὴν ἔλξιν, ἣτις ἐξασκεῖται μεταξὺ τῶν ἀντιθέτων φορτίων τοῦ ἐβονίτου καὶ τοῦ δίσκου. Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἔργον, ἀνυψοῦν τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου, μετατρέπεται εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἣτις ἐξαφανίζεται κατόπιν κατὰ τὴν ἐκκένωσιν.

204. Μηχανὴ τοῦ Ramsden.—Ἡ μηχανὴ τοῦ Ramsden (σχ. 217) συνίσταται ἐκ μεγάλου ὑαλίνου δίσκου Α, ὅστις φέρεται μεταξὺ δύο κατακορύφων σανίδων καὶ διὰ στροφάλου Ν δύναται νὰ τεθῆ εἰς



Σχ. 217

κίνησιν περὶ τὸν ἄξονά του. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ δίσκος προστριβέται ἐπὶ δύο ζευγῶν δερματίνων προσκεφαλαίων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἓν κεῖται 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 ὁποίου φέρονται ταῦτα. Κατὰ

τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον ὁ δίσκος διέρχεται μεταξὺ δύο ὄρειχαλκίνων σωλῆνων ὑοειδῶν Ε, οἱ ὁποῖοι καλοῦνται κτένες, ἕνεκα τῶν ἀκίδων, τὰς ὁποίας φέρουσι ἐσωτερικῶς. Τέλος, οἱ κτένες συνδέονται μὲ δύο

μεγάλους κοίλους ὀρειχαλκίλους κυλίνδρους. Οἱ δύο οὔτοι κύλινδροι, παράλληλοι μεταξύ των, εἶναι μεμονωμένοι διὰ ὑαλίνων ποδῶν στερεωμένων ἐπὶ τῆς τραπέζης, ἣ ὁποία φέρει τὸ βᾶθρον τῶν προσκεφαλαίων. Τὰ δύο ἄκρα τῶν κυλίνδρων συνδέονται μεταξύ των διὰ σωλῆνος ὀριζοντίου ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

Λειτουργία. Ἡ διάμετρος τῶν προσκεφαλαίων καὶ ἡ τῶν κενῶν διαιροῦν τὸν δίσκον εἰς τέσσαρα τεταρτοκύκλια.

Ὅταν ὁ δίσκος στραφῇ κατὰ τέταρτον στροφῆς, τὸ πρῶτον καὶ τὸ τρίτον τεταρτοκύκλιον ἠλεκτρίζονται θετικῶς, ἐνῶ τὸ δεύτερον καὶ τὸ τέταρτον μένουσιν εἰς οὐδέτεραν κατάστασιν. Συνεχιζομένης τῆς στροφῆς ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου καὶ τρίτου τεταρτοκυκλίου διερχόμενος πρὸ τῶν κενῶν ἀναλύει τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν τῶν κυλίνδρων, ἔλκει τὸν ἀρνητικόν, ὁ ὁποῖος ἐκρέων διὰ τῶν ἀκίδων ἐνοῦται μετὰ τοῦ θετικοῦ τοῦ δίσκου, καὶ ἀπωθεῖ τὸν θετικὸν ἐπὶ τῶν κυλίνδρων. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι τὸ μέρος τοῦ δίσκου, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ κενός, μεταπίπτει εἰς τὴν οὐδέτεραν κατάστασιν. Ὁ δίσκος, συνεχίζων τὴν στροφὴν του, ἠλεκτρίζεται ἐκ νέου καὶ νέα ποσότης θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθεῖται ἐπὶ τῶν κυλίνδρων καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Κατὰ τὴν στροφὴν, τὰ προσκεφάλαια ἠλεκτρίζονται ἀρνητικῶς· ἀλλ' ἐπειδὴ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ὁ ἠλεκτρισμὸς οὗτος διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος.

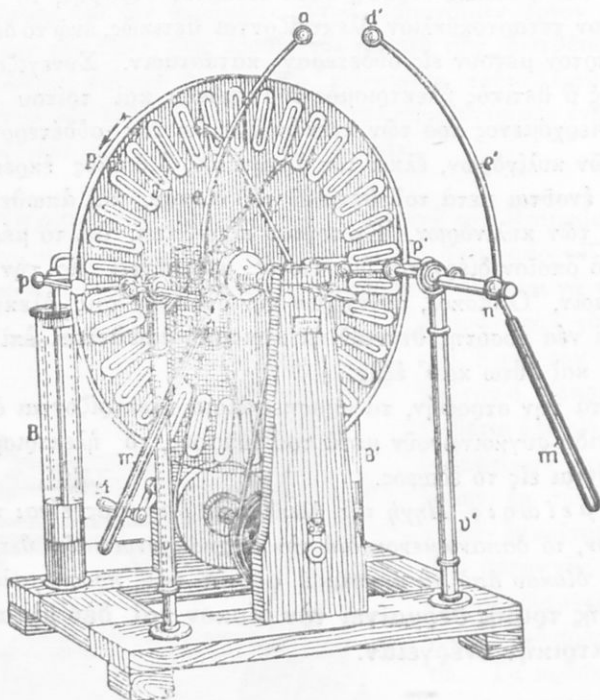
Σημείωσις. Πηγὴ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι τὸ μηχανικὸν ἔργον, τὸ δαπανώμενον διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ δίσκου ἀπὸ τὰ ἀρνητικὰ φορτία τῶν προσκεφαλαίων. Τὸ ἔργον τῆς τριβῆς θερμαίνει τὸν δίσκον καὶ δὲν μετατρέπεται εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

205. Μηχανὴ τοῦ Wimshurst.—Ἡ μηχανὴ αὕτη συνίσταται ἐκ δύο δίσκων ὁμοίων καὶ παραλλήλων PP' (σχ. 218), ἐξ ὑάλου ἢ ἐξ ἔβονίτου. Οἱ δίσκοι οὔτοι δέχονται διὰ μέσου λωρίων καὶ τροχαλιῶν τὴν κίνησιν τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου Μ. Ἐκαστος δηλ. δίσκος εἶναι στερεωμένος διὰ τοῦ κέντρου του ἐπὶ τοῦ ἄξονος τροχαλίας, διὰ τῆς αὐλακὸς τῆς ὁποίας διέρχεται λωρίον, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐπίσης διὰ μεγαλυτέρας τροχαλίας ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ στροφάλου. Οἱ δίσκοι στρέφονται κατ' ἀντιθέτους

φοράς, διότι τὸ ἐν τῶν λωρίων, ἀντὶ νὰ παρουσιάσῃ δύο κλάδους παραλλήλους ὅπως τὸ ἄλλο, διασταυροῦνται, παρουσιάζει δηλ. τὸ σχῆμα τοῦ ἀριθμοῦ ὀκτώ (8).

Ἐκαστος δίσκος φέρει προσκολλημένας ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας του καὶ πλησίον τῆς περιφερείας μικροὺς λεπτοὺς τομεῖς ἐκ κασιτέρου.

Ὅταν οἱ δίσκοι στρέφονται, δύο τομεῖς ἐκ κασιτέρου, ἐκ δια-



Σχ. 218

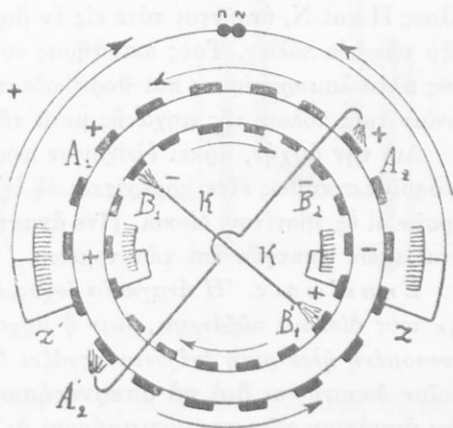
μέτρου ἀντίθετοι, τίθενται εἰς συγκοινωνίαν ἐπὶ βραχύτατον χρόνον διὰ διαμετρικῶν ἀγωγῶν φέροντος εἰς ἕκαστον τῶν ἄκρων του μεταλλικὴν ψήκτραν.

Ἐκαστος δίσκος ἔχει τὸν διαμετρικόν του ἀγωγὸν μετὰ τῶν ψήκτρων του. Οἱ δύο ἀγωγοὶ εἶναι κεκλιμένοι ὁ μὲν εἰς πρὸς τὰ δεξιὰ, ὁ δὲ ἄλλος πρὸς τὰ ἀριστερὰ περίπου κατὰ 45° ἐπὶ τῆς κατακορύφου οὕτως, ὥστε νὰ διασταυρῶνται. Εἰς τὰ δύο ἄκρα τῆς ὀριζοντίας δια-

μέτρου του. οἱ δίσκοι διέρχονται μεταξύ δύο ὑοειδῶν κτενῶν pp' . Οἱ κτένες οὗτοι συνδέονται μετὰ δύο μεταλλικῶν τόξων καταληγόντων εἰς μικρὰς σφαίρας a καὶ a' , αἱ ὁποῖαι εἶναι οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς. Τὰ τόξα ταῦτα, ἀρθρούμενα πλησίον τῶν κτενῶν, φέρουν μονωτικὰς λαβὰς m καὶ m' εἶναι δὲ οὕτω διευθετημένα, ὥστε αἱ σφαῖραι a καὶ a' νὰ δύνανται τῇ βοήθειᾳ τούτων νὰ πλησιάζουν ἢ νὰ ἀπομακρύνονται κατὰ βούλησιν.

(Ἡ χωρητικότης τῶν πόλων αὐξάνεται διὰ δύο λουγδουρικῶν λαγῆων B καὶ B' , περὶ τῶν ὁποίων θὰ ὁμιλήσωμεν κατωτέρω καὶ τῶν ὁποίων οἱ ἐξωτερικοὶ ὄπλισμοι συγκοινωνοῦν μεταξύ των, ἐνῶ οἱ ἐσωτερικοὶ δύνανται νὰ συνδεθοῦν διὰ χαλκίνων στελεχῶν μὲ τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς).

206. Λειτουργία τῆς μηχανῆς.—Τὴν λειτουργίαν τῆς μηχανῆς ἐξηγεῖ τὸ σχῆμα 219, εἰς τὸ ὁποῖον οἱ δίσκοι παρίστανται ὑπὸ δύο συγκεντρικῶς περιστρεφομένων τυμπάνων. Ὑποθέτομεν κατ' ἀρχάς, ὅτι τὸ ἐξωτερικὸν τύμπανον ἠρεμεῖ καὶ ὅτι ὁ τομεὺς A_1 ἔχει, ἔνεκα οἰασδήποτε αἰτίας, φορτίον θετικόν. Εἰς τομεῖς B_1 , διερχόμενος κάτωθεν αὐτοῦ, ηλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως ἀρνητικῶς, ἐνῶ διὰ τοῦ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ K διέρχεται ἐπὶ τοῦ B' , φορτίον θετικόν. Ὁ τομεὺς B_1 μένει τότε ἀρνητικῶς ηλεκτρισμένος, μέχρις ὅτου φθάσῃ μετὰ τῶν σκελῶν τοῦ κτενὸς z , τὸν ὁποῖον ηλεκτρίζει ἐξ ἐπιδράσεως. Καὶ τὸν μὲν ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν αὐ-



Σχ. 219

τοῦ ἀπωθεῖ πρὸς τὸν πόλον N , τὸν δὲ θετικὸν ἔλκει πρὸς τὰς ἀκίδας, διὰ τῶν ὁποίων ἐκρέων οὗτος κατὰ πρῶτον μὲν ἐξουδετεροῖ τὸν ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν τοῦ τομέως, ἔπειτα δὲ πληροῖ τούτον διὰ θετικοῦ ηλεκτρισμοῦ. Ὅμοίως φθάνει ὁ θετικῶς ηλεκτρισμένος τομεὺς B' , εἰς

τὸν κτένα z' , ἐκφοροῦται ἐκεῖ καὶ πληροῦται δι' ἀρνητικοῦ ἠλεκτρι-
σμοῦ, ἐνῶ ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυχθεὶς θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἀπω-
θεῖται πρὸς τὸν πόλον Π.

Ἐὰν ὅμως περιστρέφεται ἐπίσης καὶ ὁ ὀπίσθιος δίσκος (ἐξωτε-
ρικὸν τύμπανον) κατ' ἀντίθετον φοράν, ὁ τομεὺς A_2 ἠλεκτρίζεται θε-
τικῶς δι' ἐπιδράσεως τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ τομέως B_2 , ἐνῶ
διὰ τοῦ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ K' τὸ ἀρνητικὸν φορτίον μεταβιβάζεται
ἐπὶ τοῦ A'_2 . Ὁ τομεὺς A_2 μένει θετικῶς ἠλεκτρισμένος, μέχρις ὅτου
φθάσῃ εἰς τὸν κτένα z' , ὅπου παράγονται τὰ αὐτά, ὅπως πρὸ ὀλίγου
διὰ τοῦ B'_1 . Ὁ ἄλλος τομεὺς, δηλ. ὁ A'_2 , μένει ἀρνητικῶς ἠλεκτρι-
σμένος, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸν κτένα z , ὅπου παράγει τὴν αὐτὴν
ἐνέργειαν, ἣν πρὸ ὀλίγου ὁ B_1 . Ἐνεκα τούτου τὸ ὅλον ἐν αὐξανόμε-
νον φορτίον τῶν τομέων φθάνει μέχρις ἐνὸς ὁρίου, ἐξαρτωμένου ἐκ
τῆς ἀπομονωτικῆς ἰκανότητος τῶν δίσκων καὶ ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν
συνθηκῶν. Ὅταν τοιουτοτρόπως ἐπιτευχθῇ ἰσχυρὸν φορτίον τῶν
τομέων, δύνανται οἱ πόλοι Π καὶ Ν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπ' ἀλλήλων.
Τὰ ἀντίθετα φορτία, τὰ ὅποια ὠθοῦνται ἀπὸ τῶν κτενῶν πρὸς τοὺς
πόλους Π καὶ Ν, ἐνοῦνται τότε εἰς ἓν βομβοῦν ρεῦμα σπινθήρων με-
ταξὺ τῶν δύο πόλων. Τοὺς σπινθήρας τούτους καθιστῶμεν ἀραιότε-
ρους ἀλλὰ λαμπροτέρους καὶ θορυβωδεστέρους, θέτοντες εἰς συγκοι-
νωσίαν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς μετὰ τῶν λουγδουρικῶν λαγήνων.

Διὰ τὴν ἀρχὴν, ἀρκεῖ ἐλάχιστον φορτίον ἐπὶ ἐνὸς τῶν τομέων,
τὸ ὁποῖον συνήθως εἶτε προέρχεται ἐξ ἰχθῶν φορτίου, τὸ ὁποῖον δια-
τηροῦν οἱ ἐξ ἐβονίτου δίσκοι, εἶτε ἀναπτύσσεται διὰ τῆς τριβῆς τῶν
μεταλλικῶν ψηκτρῶν ἐπὶ τῶν τομέων.

Σημείωσις. Ἡ ἀναγκαία ἰσχὺς διὰ νὰ θέσωμεν εἰς περιστρο-
φὴν τοὺς δίσκους ἀξάνεται, ὅταν ἡ μηχανὴ λειτουργῇ· διότι ἡ ἀνα-
πτυσσομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια πηγάζει ἐκ τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, τὸ
ὁποῖον δαπανῶμεν διὰ νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἀμοιβαίαν ἔλξιν
τῶν ὀργάνων τῶν πεφορτισμένων δι' ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν.

207. Ἀντιστρεπτικότητα τῆς μηχανῆς. — Ἐὰν συνδέσωμεν
μὲ τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς λειτουργούσης τοὺς πόλους ἄλλης μηχαν-
ῆς μικροτέρας (ἀπαλλαγείσης τῶν λωρίων της διὰ νὰ εἶναι μᾶλλον εὐ-
κίνητος), οἱ δίσκοι τῆς δευτέρας ταύτης μηχανῆς τίθενται εἰς κίνησιν.
Οἱ πόλοι τῆς πρώτης ἐκφορτίζονται θέτοντες εἰς κίνησιν τὴν δευτέ-

ραν. Ἡ πρώτη μετατρέπει τὸ ἔργον εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ δευτέρα μετατρέπει ταύτην εἰς ἔργον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

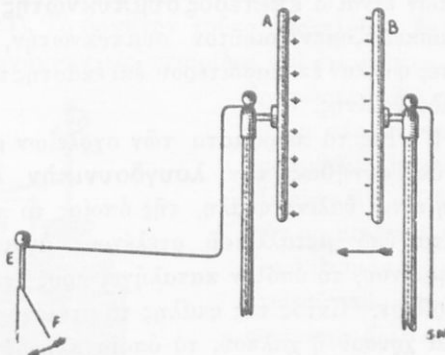
ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

208. Μεταβολαὶ τῆς χωρητικότητος ἀγωγῶν.—Πείραμα.

Ὁ ἀγωγὸς Α (σχ. 220), ὅστις εἶναι π.χ. μεταλλικὴ πλάξ, ἠλεκτρίζεται θετικῶς δι' ἐπαφῆς μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἠλεκτρικῆς πηγῆς. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον Ε μετρεῖ τὸ δυναμικόν, τὸ ὁποῖον τοιοῦτοτρόπως ἀπέκτησεν ὁ Α. Ἐστω τοῦτο Δ.

Ἀφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ Α μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, πλησιάζομεν πρὸς αὐτὸν δίσκον Β, ὅστις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους.

Διαπιστοῦμεν τότε ἐκ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦ Α καταπίπτει. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ δίσκος Β, ὅστις ἠλεκτρίσθη ἀρνητικῶς δι' ἐπιδράσεως, ἔλκει μέγα μέρος τοῦ φορτίου Α καὶ τοῦ Ε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ Α τῆς πρὸς τὸν Β.



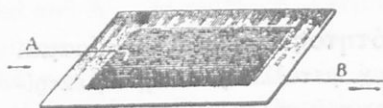
Σχ. 220

Ἐὰν θέσωμεν τότε πάλιν τὸν Α εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία ἀποκαθιστᾷ ἐπὶ τοῦ Α τὸ δυναμικὸν Δ, ὁ ἀγωγὸς Α παραλαμβάνει ἀπὸ τὴν πηγὴν νέαν ποσότητα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διὰ τὸ αὐτὸ λοιπὸν δυναμικὸν Δ, ὁ ἀγωγὸς Α λαμβάνει μεγαλύτερον φορτίον ἐπὶ παρουσίᾳ τοῦ ἀγωγῶν Β παρὰ ὅταν ἦτο μόνος. Ἄρα ἡ χωρητικότης αὐτοῦ ἠὺξήθη. Διότι ἐκ τῆς σχέσεως $\Pi = X \cdot \Delta$ (ἐδ. 197) εἶναι φανερόν, ὅτι, διὰ τὴν αὐξήθησιν τοῦ Π , τοῦ Δ μένοντος σταθεροῦ, πρέπει νὰ αὐξήθῃ τὸ X .

Εἶναι φανερόν, ὅτι αὐξάνεται ἡ ἐπίδρασις καὶ συνεπῶς τὸ φορτίον ἐπὶ τοῦ Α, αὐξανομένης τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀγωγῶν Α καὶ Β καὶ ἐλαττουμένης τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Ἐπίσης ἡ ἐπίδρασις αὐξάνεται περισσότερο, ἐὰν μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν παρεντεθῇ σῶμα στερεὸν δυσηλεκτραγωγόν.

209. Συμπυκνωταί.—Ὁ συμπυκνωτὴς εἶναι συσκευή μεγάλης ἡλεκτροχωρητικότητος, ἀποτελουμένη ἐκ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐπιφανειῶν παραλλήλων, χωρισμένων διὰ λεπτοῦ ἐλάσματος ἀπομονωτικοῦ.



Σχ. 221

Αἱ δύο εὐηλεκτραγωγοὶ ἐπιφάνειαι λέγονται **ὄπλισμοι** τοῦ συμπυκνωτοῦ.

Παραδείγματα συμπυκνωτῶν. α') Ὁ ἀπλούστατος τῶν συμπυκνωτῶν εἶναι ὁ **ἐπίπεδος συμπυκνωτὴς** (σχ. 221). Κατασκευάζομεν τοιοῦτον συμπυκνωτὴν, προσκολλῶντες φύλλον ἐκ κασιτέρου ἐπὶ ἐκάστης τῶν ὀψεων πλακὸς ὑαλίνης.

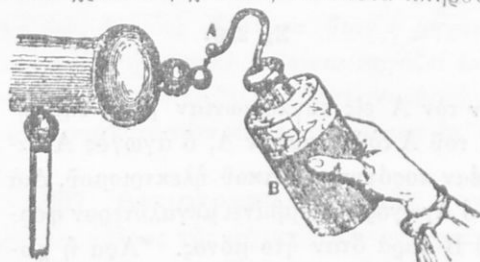
β') Εἰς τὰ πειράματα τῶν σχολείων μεταχειρίζομεθα συνήθως τὴν **λουγδουνικὴν λάγηνον**. Αὕτη εἶναι ὑαλίνη φιάλη, τῆς ὁποίας τὸ πῶμα διαπερᾶται ὑπὸ μεταλλικοῦ στελέχους ἀγκιστροειδῶς κεκαμμένον, τὸ ὁποῖον καταλήγει πρὸς τὰ ἔξω εἰς σφαιρίδιον. Ἐντὸς τῆς φιάλης τὸ στέλεχος τοῦτο βυθίζεται εἰς λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ ἢ χαλκοῦ, τὰ ὁποῖα πληροῦν



Σχ. 222

ταύτην καὶ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸν **ἔσωτερικὸν ὄπλισμόν** τοῦ πυκνωτοῦ (σχ. 222).

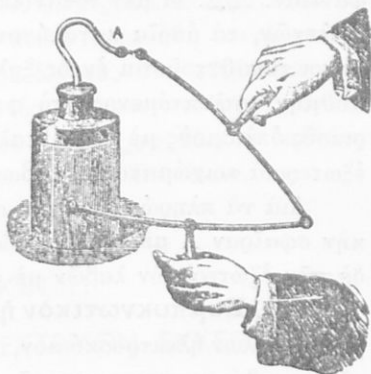
Ὁ **ἔξωτερικὸς ὄπλισμός** ἀποτελεῖται ἐκ φύλλου κασιτέρου, τὸ ὁποῖον καλύπτει ἔξωτερικῶς τὸν πυθμένα καὶ τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν



Σχ. 223

τῆς φιάλης μέχρις ὀρισμένης ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ στομίου.

Πλήρωσις τῆς λαγῆνου. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν λαγῆνον, τὴν λαμβάνομεν διὰ τῆς χειρὸς ἀπὸ τὸ μέρος τὸ καλυπτόμενον ὑπὸ τοῦ κασσιτέρου. Τοιοῦτοτρόπως ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμὸς διὰ τοῦ σώματός μας συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Φέρομεν κατόπιν εἰς ἐπαφὴν τὸ σφαιρίδιον μὲ ἠλεκτρικὴν τινα μηχανὴν λειτουργοῦσαν (σχ. 223). Ὁ ἐσωτερικὸς ὄπλισμὸς φορτίζεται τότε π. χ. διὰ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃ ὁποῖος τῷ παρέχει τὸ δυναμικὸν τῆς μηχανῆς, ἐνῶ ὁ ἐξωτερικὸς φορτίζεται ἐξ ἐπιδράσεως δι' ἴσης ποσότητος ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.



Σχ. 224

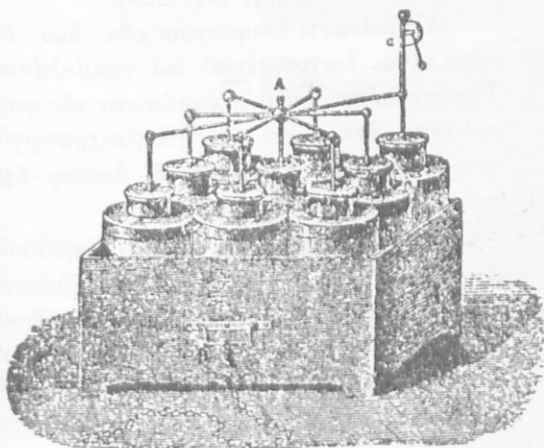
Ἐκκένωσις τῆς λαγῆνου. Ἡ ἐκκένωσις τῆς λαγῆνου γίνεται διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ (σχ. 224). Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὀρειχαλκίνων τόξων, καταληγόντων εἰς σφαιρίδια καὶ ἐνουμένων διὰ

ἀρθρώσεως. Τὰ τόξα ταῦτα φέρουν ὑαλίνας λαβὰς. Ἐὰν ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν σφαιριδίων τὸν ἕνα ὄπλισμὸν τοῦ πυκνωτοῦ καὶ πλησιάσωμεν τὸ ἄλλο σφαιρίδιον εἰς τὸν δεύτερον ὄπλισμόν, πρὸ τῆς ἐπαφῆς ἐκρήγνυται σπινθὴρ καὶ ὁ πυκνωτὴς ἐκκενουῖται ἀκαριαίως.

Δυνάμεθα ὁμοίως

νὰ ἐκκενώσωμεν βραδέως τὴν λαγῆνον θέτοντες αὐτὴν ἐπὶ μονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ ἐγγίζοντες ἐναλλάξ διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμὸν καὶ τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ.

210. Ἡλεκτρικὴ συστοιχία.—Πολλάκις, ἀντὶ μιᾶς μεγάλης
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

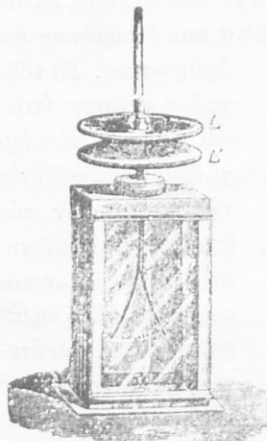


Σχ. 225

λουγδονικῆς λαγίηνου, ἡ ὁποία θὰ ἦτο δύσχρηστος, προτιμῶμεν συστοιχίαν ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν λαγίηνων συνδεομένων κατ' ἐπιφάνειαν. Δηλ. οἱ μὲν ἐσωτερικοὶ ὀπλισμοὶ συνδέονται διὰ μεταλλικῶν στελεχῶν, τὰ ὁποῖα καταλήγουν εἰς κεντρικὴν σφαιρίαν Α, αἱ δὲ λάγηνοι τοποθετοῦνται ἐντὸς ξυλίνου κιβωτίου (σχ. 225), τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν, κάλυπτόμενος ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου, συνδέει τοὺς ἐξωτερικοὺς ὀπλισμοὺς μὲ δύο μεταλλικὰς λαβὰς (Β) προσηλωμένας εἰς τὰ ἐξωτερικὰ τοιχώματα τοῦ κιβωτίου.

Διὰ νὰ πληρῶσωμεν τὴν συστοιχίαν, συνδέομεν τὴν μὲν κεντρικὴν σφαιρίαν Α μὲ τὸν ἓνα τῶν πόλων ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, τὴν μίαν δὲ τῶν ἐξωτερικῶν λαβῶν μὲ τὸν ἄλλον πόλον ἢ μετὰ τοῦ ἐδάφους.

211. Συμπυκνωτικὸν ἠλεκτροσκόπιον.—Τοῦτο εἶναι κοινὸν μετὰ φύλλων ἠλεκτροσκόπιον, τὸ ὁποῖον κατέστη πολὺ εἰδαισθητὸν 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 ὁποίου δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ δευτέρως δίσκος μετάλλινος τῆς αὐτῆς διαμέτρου φέρον μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 226).



Σχ. 226

Αἱ ἀπέναντι ἐπιφάνειαι τῶν δύο δίσκων εἶναι ἐπιχρισμένα διὰ γομμαλάκας. Τοιοῦτοτρόπως τὰ δύο στρώματα τῆς γομμαλάκας ἀποτελοῦν τὸ δυσηλεκτραγωγὸν στερεὸν τοῦ συμπυκνωτοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει τοὺς δύο δίσκους ὡς ὀπλισμοὺς.

Χρησις. Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει ὅπως ἐξελέγχωμεν δι' αὐτοῦ τὴν ἠλεκτρικὴν τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα, μολονότι ἔχουν ἀσθενὲς δυναμικόν, δύναται ἐν τούτοις νὰ παρέχουν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ εἰδαισθησία δ' αὐτοῦ διὰ τὴν τοιαύτην χρῆσιν εἶναι πολὺ ἀνωτέρα τῆς τοῦ κοινοῦ ἠλεκτροσκοπίου.

Ἀφοῦ ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἀνώτερον δίσκον, θέτομεν τὸν κατώτερον εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τινος σώματος, τοῦ ὁποῖου τὸ δυναμικὸν εἶναι ἀνεπαίσθητον, ἀλλὰ τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παράσῃ σημαντικὰς ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ. Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας τὰ φύλλα θὰ παραμείνουν εἰς τὸ μηδέν.

Ἐὰν ὅμως, ἀφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος, ἀνυψώσωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, τὸ μὲν φορτίον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου μένει τὸ αὐτό, ἀλλ' ἡ ἠλεκτροχωρητικότης αὐτοῦ καθίσταται ἤδη κατὰ πολὺ μικροτέρα ἐκείνης, τὴν ὁποίαν εἶχε πρὸ ὀλίγου, ὅτε εὐρίσκετο τόσον πλησίον εἰς τὸν μεταλλικὸν δίσκον τὸν συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἐδάφους. Τὸ δυναμικὸν ἐπομένως τοῦ κατωτέρου δίσκου αὐξάνεται κατὰ πολὺ καὶ προκαλεῖ ἰσχυρὰν τῶν φύλλων ἀπόκλισιν.

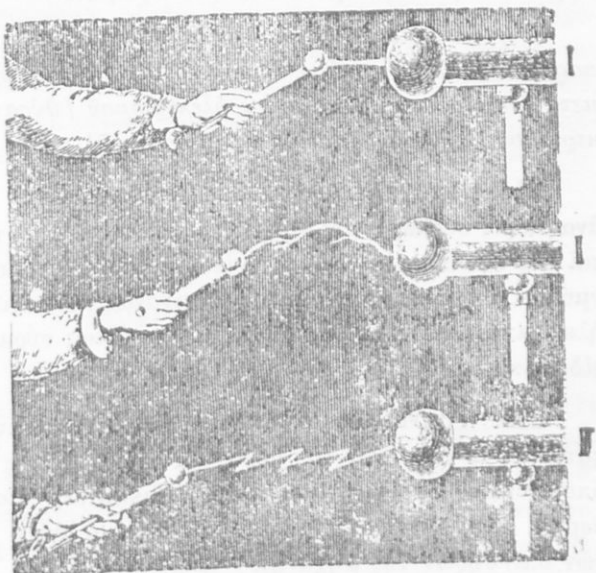
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

212. Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς ἐκκενώσεως.—Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία δαπανᾶται κατὰ τὴν ἠλεκτρισιν ἐνὸς ἀγωγοῦ, μετατρέπεται ἐπ' αὐτοῦ εἰς δυναμικὴν ἐνέργειαν. Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἡ ἐνέργεια αὕτη παράγει διάφορα ἀποτελέσματα: φωτεινὰ, θερμαντικά, χημικά, μηχανικά, φυσιολογικά.

213. Ἀποτελέσματα φωτεινὰ.—Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ εἶναι φωτεινὸν ἀποτέλεσμα.

Ἐὰν πλησιάσωμεν ἀρκετὰ δύο ἀγωγοὺς φορτισμένους δι' ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν ἢ ἀπλούστερον παρουσιάζοντας διαφορὰν δυναμικοῦ ἢ ἀμοιβαία ἔλξις



Σχ. 227

τῶν δύο ἠλεκτρισμῶν δύναται νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, οἱ δύο ἠλεκτρισμοὶ συντίθενται παράγοντες φωτεινὴν γραμμὴν καὶ μικρὸν ξηρὸν κρότον. Ὁ σπινθὴρ ὀφείλεται εἰς τὴν διὰ τῆς ἐκκενώσεως θερμανσιν τοῦ χωρίζοντος τοὺς δύο ἀγωγοὺς ἀέρος, εἶναι δηλ. ἀποτέλεσμα τῆς μετατροπῆς τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς φῶς καὶ θερμότητα.

Τὸ μῆκος τοῦ σπινθῆρος αὐξάνεται μετὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ τῶν ἀγωγῶν. Μεταξὺ ἀγωγῶν μεγάλης χωρητικότητος ὁ σπινθὴρ ἔχει τὴν μορφήν εὐθυγράμμου χονδροῦ σχοινίου (σχ. 227 I). Ἐφ' ὅσον ἡ χωρητικότης τῶν ἀγωγῶν ἐλαττοῦται τὸ σχοινίον καθίσταται λεπτόν, ἑλικοειδὲς καὶ διακλαδισμένον (σχ. 227 II, III).

Ἡ διάρκεια τοῦ σπινθῆρος εἶναι ἀπείρως μικρά, τὸ δὲ χρῶμα αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἐκ τῶν ἀγωγῶν ἀποσπασμένων 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. Ὁ ἠλεκτρισμός, ὅστις ἐκρέει ἐκ τινος ἀκίδος, παρουσιάζει εἰς τὸ σκότος ἰώδη χροιάν μὲ μορφήν μεταβαλλομένην μετὰ τοῦ εἶδους τοῦ ἐκρέοντος ἠλεκτρισμοῦ (θύσανοι ἐπὶ θεϊκοῦ ἠλεκτρισμοῦ, λαμπρὸν σημεῖον ἐπὶ ἀσθητικοῦ).

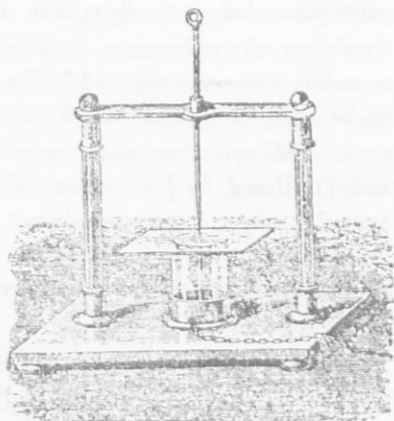
214. Ἀποτελέσματα θερμαντικά.—Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἀναφλέγει οὐσίας τινὰς ἐξόχως εὐφλέκτους. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνάφλεξιν τῆς πυρίτιδος τῶν ὑπονόμων ἢ ἀεριοδῶν μειγμάτων, ὅπως π. χ. μείγματος ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Ἐπίσης ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις θερμαίνει μέχρι τήξεως σύρμα συνδέον τὰ σφαιρίδια ἐκκενωτοῦ.

215. Ἀποτελέσματα χημικά.—Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις μετατρέπει τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος εἰς ὄζον. Ἐντὸς αἰθούσης, εἰς τὴν ὁποίαν λειτουργεῖ μηχανὴ τοῦ Wimshurst, αἰσθανόμεθα εἰδικὴν ὀσμήν, ὀφειλομένην εἰς μικρὰν ποσότητα ὄζοντος παραγομένου ὑπὸ τῶν σπινθῆρων τῆς μηχανῆς.

216. Ἀποτελέσματα μηχανικά.—Τὰ μηχανικὰ ἀποτελέσματα ἐκδηλοῦνται πρὸ πάντων ἐπὶ τῶν δυσηλεκτρωγῶν σωμάτων. Ἐὰν παρενθέσωμεν ὑαλίνην πλάκα μεταξὺ δύο ἀκίδων, ἐξ ὧν ἡ μὲν μία

συγκοινωνεῖ μετὰ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ἢ δὲ ἄλλη μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἢ ἐκκένωσις δύναται νὰ διατηρηθῆσιν τὴν πλάκα (σχ. 228).

217. Ἀποτελέσματα φυσιολογικὰ.—Ἐὰν πλησιάζωμεν τὴν χεῖρα εἰς ἠλεκτροσμένον ἄγωγόν, ἐκρήγνυται σπινθήρ μετὰ τὸν ἄγωγόν καὶ τῆς χειρὸς μας. Αἰσθανόμεθα τότε μικρὸν νυγμόν. Ἐὰν θέσωμεν τὴν μίαν χεῖρα ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ λουγδονικῆς



Σχ. 228

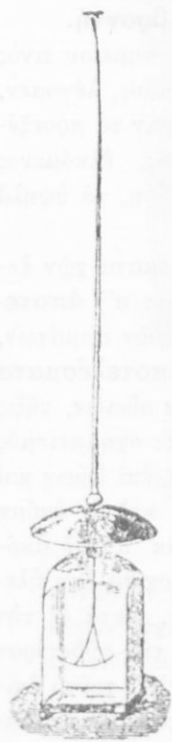
λαγῆνον πεπληρωμένης καὶ ἐγγίσωμεν διὰ τῆς ἄλλης χειρὸς τὸ σφαιρίδιον, αἰσθανόμεθα κλονισμόν ἀρκετὰ ἰσχυρόν. Τὸ πείραμα τοῦτο καθίσταται ἐπικίνδυνον ἐπαναλαμβανόμενον διὰ συστοιχίας συμπακνωτῶν.

Οἱ ἰατροὶ χρησιμοποιοῦν τὸν στατικὸν ἠλεκτρισμὸν διὰ τὴν θεραπείαν ὀρισμένων ἀσθενειῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

218. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἠλεκτρικὸν πεδῖον.—Ἐὰν, ἐν καιρῷ αἰθρίας, τοποθετήσωμεν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ μακρὸν μεταλλικὸν στέλεχος καταλήγον εἰς ἀκίδα καὶ μεμονωμένον, συνδέσωμεν δ' αὐτὸ μεταλλικῶς μετὰ τοῦ δίσκου ἠλεκτροσκοπίου, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὰ φύλλα διίστανται (σχ. 229), δυνάμεθα δὲ νὰ βεβαιωθῶμεν, ὅτι ταῦτα ἔχουν φορτισθῆ διὰ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι λοιπὸν ἠλεκτρικὸν πεδῖον, διότι ὁ ἄγωγός ὑφίσταται ἐντὸς αὐτῆς ἠλεκτρικὴν ἐπίδρασιν. Τὸ πεδῖον τοῦτο



Σχ. 229

παράγεται ὑπὸ τῶν **θετικῶν φορτίων** τῆς ἀτμοσφαιρας. Ταῦτα ἀναλύουν τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ἔλκουν πρὸς τὴν ἀκίδα τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ ἀποθοῦν πρὸς τὰ φύλλα τὸν θετικόν.

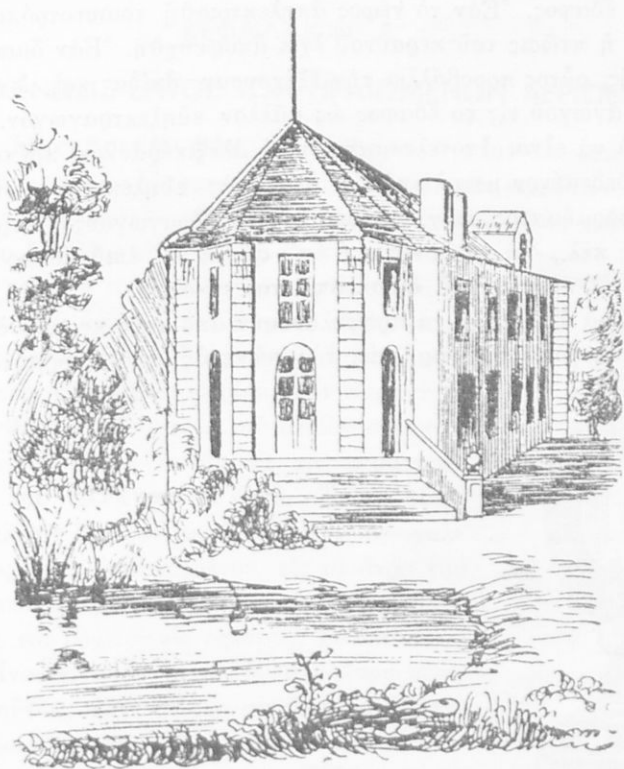
Ἀνάλογα πειράματα ἐγένοντο διὰ πρώτην φορὰν τῷ 1852 ὑπὸ τοῦ Dalibard ἐν Γαλλίᾳ καὶ ὑπὸ τοῦ Franklin ἐν Ἀμερικῇ. Ὁ τελευταῖος οὗτος ἐχρησιμοποίησε χαρταετὸν μὲ πλάσιον μεταλλικόν.

219. Ἄστραπὴ — Βροντὴ — Κεραυνός. — Χρησιμοποιοῦντες ὡς ἀνωτέρω τὸ ἠλεκτροσκοπίον, βεβαιούμεθα, ὅτι κατὰ τὰς θυέλλας τὰ νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα, ἄλλα μὲν θετικῶς, ἄλλα δὲ ἀρνητικῶς. Τότε, ἐὰν δύο νέφη ἠλεκτρισμένα, μὲ ἠλεκτρισμοὺς ἑτερονύμους, εὐρεθοῦν εἰς κατάλληλον ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, οἱ ἠλεκτρισμοὶ τῶν συντίθενται παράγοντες ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν σπινθήρα καὶ δυνατόν κρότον. Ὁ σπινθήρ εἶναι ἡ **ἀστραπή**, ὁ κρότος δὲ ἡ **βροντὴ**.

Ὅταν ὁ σπινθήρ ἐκρήγνυται μεταξὺ νέφους καὶ σημείου τινὸς τοῦ ἐδάφους ἠλεκτρισμένων μὲ ἑτερονύμους ἠλεκτρισμοὺς, λέγομεν, ὅτι **πίπτει κεραυνός**. Οὗτος προσβάλλει κατὰ προτίμησιν τὰ προεξέχοντα σημεῖα, ἔνθα συσσωρεύεται ἀντίθετος ἠλεκτρισμός, ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ νέφους, ὅπως π. χ. εἶναι τὰ ὄρη, τὰ ὑψηλά οἰκοδομήματα, αἱ κορυφαὶ τῶν δένδρων κτλ.

Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐκκενώσεων τῶν συστοιχιῶν, ἀλλ' ἀσυγκρίτως ἰσχυρότερα: α') **ἀποτελέσματα μηχανικά**: εἰδικῶς ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων, κατακρήμνις οἰκιῶν, θραῦσις δένδρων κτλ., β') **ἀποτελέσματα θερμαντικά**: πυρκαϊαὶ δι' ἀναφλέξεως ἀναφλεξίμων οὐσιῶν, τήξις καὶ ἐξαερίωσις μετάλλων, γ') **ἀποτελέσματα χημικά**: σχηματισμὸς νιτρικοῦ ὀξέος, ὄζοντος, δ') **κλονισμοὶ** θανατηφόροι ἐπὶ ζώων καὶ ἀνθρώπων. Οἱ κλονισμοὶ οὗτοι δύνανται γὰ ἐπέλθουν, καὶ ἂν ἀκόμη ὁ κεραυνὸς δὲν πέσῃ ἐπὶ τοῦ ζώου, ἀλλὰ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν. Διότι πρὸ τῆς πτώσεως τοῦ κεραυνοῦ τὸ ζῶον θὰ ἔχῃ ἠλεκτριθῆ ἕξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρισμένου νέφους, μετὰ δὲ τὴν πτῶσιν τοῦ κεραυνοῦ τοῦτο ἐπανερχεται ἀποτόμως εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν, διότι ἐξέλιπεν ἡ αἰτία τῆς ἠλεκτρίσεως· ἀλλὰ τοῦτο ἐπιφέρει ἰσχυρὸν κλονισμόν, πολλὰκις θανατηφόρον (πλήγμα ἕξ ἐπιτροφῆς).

220. Ἀλεξικέραυνον.—Τὸ ἀλεξικέραυνον χρησιμεύει διὰ τὴν προφύλαξιν τῶν οἰκοδομημάτων ἀπὸ τῶν κεραυνῶν· στηρίζεται δὲ ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ἀκίδων. Ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρᾶς ράβδου, μήκους 5—10 μέτρων, ἣ ὁποία τοποθετεῖται ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ οἰκοδομήματος κατακορύφως καὶ καταλήγει πρὸς τὰ ἄνω εἰς κωνικὴν ἀκίδα ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρυσωμένον. Ἡ ράβδος αὕτη τίθεται εἰς συγ-



Σχ. 230

κοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους 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 ἐλαττώνει τὸν ἀριθμὸν τῶν κεραυνῶν ἐπὶ τοῦ οἰκοδομήματος καὶ δεῦτερον καθιστᾷ αὐτοὺς ἀβλαβεῖς. Πράγματι, ἐὰν νέφος ἠλεκτρισμένον

π. χ. θετικῶς διέλιθη ἄνωθεν τοῦ οἰκοδομήματος τοῦ προστατευομένου ὑπὸ τοῦ ἀλεξικεραυνου, ἠλεκτρίζει τρυτο ἐξ ἐπιδράσεως. Ὁ ἀρνητικὸς τότε ἠλεκτρισμὸς, ὅστις συρρέει πρὸς τὴν ἀκίδα, ἐκρέει δι' αὐτῆς συνεχῶς πρὸς τὸ νέφος καὶ ἐξουδετεροῖ ὀλίγον κατ' ὀλίγον μερικῶς τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ νέφους, ἐνῶ ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ οἰκοδομήματος, δηλ. ὁ ὁμώνυμος πρὸς τὸν τοῦ νέφους, ἀπωθεῖται πρὸς τὸ ἔδαφος. Ἐὰν τὸ νέφος ἀηλεκτρισθῇ τοιοῦτοτρόπως ἀρκετὰ ταχέως, ἡ πτώσις τοῦ κεραυνοῦ ἔχει ἀποφευχθῆ. Ἐὰν ὅμως πέσῃ ὁ κεραυνός, οὗτος 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 ὅλας τὰς εὐηλεκτραγωγὸν μάζας τοῦ οἰκοδομήματος, π. χ. σιδηρᾶς δοκοῦς, ὑδραγωγὸν ἢ ἀεριογωγὸν σωλῆνας κτλ., διὰ νὰ δύναται ὁ ἐπ' αὐτῶν δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς νὰ διασκορπίζεται εὐκόλως.

Εἰδικὰ ἀλεξικέραυνα προφυλάσσουν ἀπὸ τοὺς κεραυνοὺς τὰς συνήθεις τηλεγραφικὰς γραμμάς, τὰς συσκευὰς τῆς ἀσυρμάτου τηλεγραφίας κτλ.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΗΡΑΙΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

221. Ἡλεκτρικὸν φῶν.—Γνωρίζομεν, ὅτι ἐὰν ἀποκαταστήσωμεν ἐπαρκῆ διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν κειμένων πλησίον ἀλλήλων, παράγεται ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις ὑπὸ μορφὴν σπινθήρος. Ὁ σπινθήρ δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἀποστάσεως, ἣτις χωρίζει τοὺς δύο ἀγωγούς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ αἰερίου, ὅπερ περιβάλλει τοὺς ἀγωγούς. Οὕτω, ὅταν ἡ ἐκκένωσις γίνεται ἐντὸς ἠραιωμένου αἰερίου, δὲν παράγεται πλέον σπινθήρ, ἀλλὰ λάμψις τοῦ αἰερίου συνεχῆς. Τὰ φαινόμενα ταῦτα δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ **ἠλεκτρικοῦ φῶς**. Τοῦτο εἶναι φθοειδὲς ὑάλινον δοχεῖον φερόμενον ἐπὶ ὄρειχαλκίνου ποδὸς καὶ διαπερόμενον εἰς τὰ ἄκρα του ὑπὸ δύο μεταλλικῶν στελεχῶν, τὰ ὅποια καταλήγουν ἐντὸς τοῦ δοχείου εἰς σφαίρας. Τὸ ἀνώτερον στέλεχος εἶναι κινητὸν ἐντὸς ὄρειχαλκίνου περιβλήματος οὕτως, ὥστε αἱ δύο σφαῖραι νὰ δύναται νὰ πλησιάζουν ἢ νὰ ἀπομακρύνονται ἀπ' ἀλλήλων. Ὁ ποὺς φέρει στρόφιγγα καὶ δύναται νὰ κοχλιωθῇ εἰς ἀεραντλίαν, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀέρα (σχ. 231). Μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν προκαλοῦμεν τὴν ἐκκένωσιν συνδέοντες τὰ μεταλλικὰ στελέχη μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς μηχανῆς τοῦ Wimshurst ἢ καλλίτερον μὲ τοὺς πόλους πηνίου τοῦ Ruhmkorff. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι:

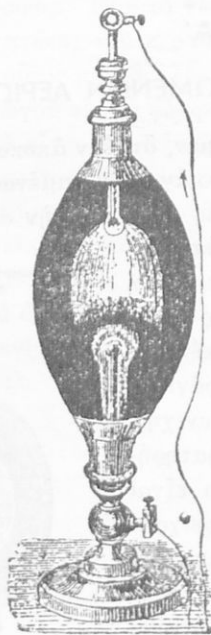


Σχ. 231

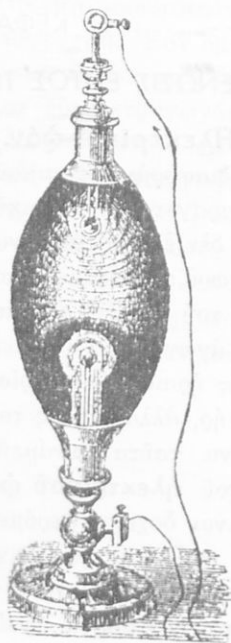
α') Ὅταν ὁ ἀῆρ τῆς συσκευῆς εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ὀλίγον

μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, οἱ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἀπὸ ἀποστάσεως μεγαλυτέρας, ὑπὸ μορφὴν ἑνὸς ἢ περισσοτέρων φωτεινῶν νημάτων περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον κυματοειδῶν, τὰ ὅποια βαίνουν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἠλεκτροδίου εἰς τὸ ἄλλο.

β') Ὄταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρι 4 ἢ 5 ἑκατοστομέτρων ὑδραργύρου, ἡ ἐκκένωσις ἐκδηλοῦται ὑπὸ μορφὴν ἐρυθροχρόου καὶ συνε-



Σχ. 232



Σχ. 233

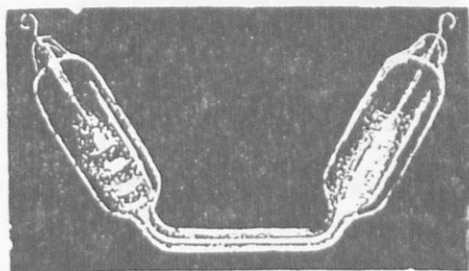
χοῦς φωτός, τὸ ὅποιον πληροῖ τὸν σωλῆνα καὶ καλεῖται **θετικὴ στήλη** (σχ. 232).

γ') Ὄταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρις ἑνὸς ἑκατοστομέτρου ὑδραργύρου, ἡ θετικὴ στήλη δὲν εἶναι πλέον ὁμογενής· διαιρεῖται εἰς ζώνας παραλλήλους ἐναλλὰξ φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς. Ἡ στήλη συμπίεζεται πρὸς τὴν ἀνοδὸν καὶ ἀφήνει μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς καθόδου σκοτεινὸν διάστημα. Ἡ δὲ κάθοδος περιβάλλεται ὑπὸ φωτεινοῦ περιβλήματος (σχ. 233).

δ') Ὄταν ἡ πίεσις κατέλθῃ ἀκόμη περισσότερον, μέχρις $\frac{1}{10}$

τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραργύρου, τὸ φωτεινὸν περίβλημα τῆς καθόδου ἐγκαταλείπει ταύτην καὶ μετασχηματίζεται εἰς φωτεινὴν ζώνην μεμονωμένην μεταξὺ δύο σκιερῶν διαστημάτων. Συγχρόνως ἡ θετικὴ στήλη συγκεντρῶται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὴν ἀνοδὸν καὶ ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐξαφανίζεται.

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 συντήξεως, οἵτινες περιέχουν ἀέρια περισσότερον ἢ ὀλιγότερον ἠραιωμένα. Ἐκαστὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος διαπερᾶται κατὰ τὴν σύντηξιν ὑπὸ σύρματος ἐκ λευκοχρῦσου, τοῦ ὁποίου τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἄκρον ἀποτελεῖ εἰς ἐκάστην πλευρὰν ἓν ἠλεκτρόδιον. Τὰ ἐξωτερικὰ ἄκρα τῶν δύο τούτων συρμάτων συνδέονται μὲ τοὺς πόλους τοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff ἢ τῆς μηχανῆς τοῦ Wimshurst, διὰ τῶν ὁποίων παράγονται αἱ ἠλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις.



Σχ. 234

Οἱ σωλῆνες οὗτοι, διαφόρων σχημάτων, εἶναι πεπληρωμένοι ἕκαστος διὰ διαφόρου ἀερίου, τὸ ὁποῖον δίδει εἰς τὸ καταγάζον αὐτὸν φῶς εἰδικὸν χρωματισμόν.

Τὸ ὑδρογόνον π. χ. δίδει ἐρυθρὸν χρωματισμόν, τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος ὑποκύανον.

Οἱ χρωματισμοὶ οὗτοι εἶναι λαμπρότεροι εἰς τὰ στενὰ μέρη τοῦ σωλῆνος.

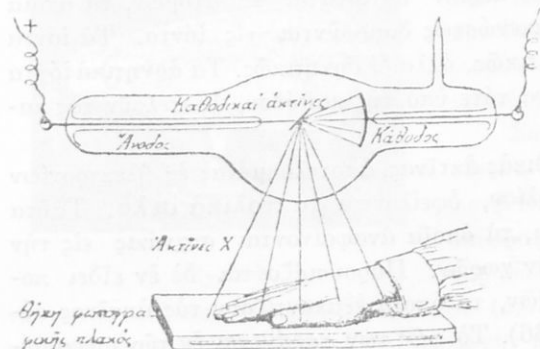
Οἱ χρωματισμοὶ οὗτοι εἶναι λαμπρότεροι εἰς τὰ στενὰ μέρη τοῦ σωλῆνος.

223. Σωλῆνες τοῦ Crookes.—Ἐὰν ἡ ἀραιώσις παραταθῇ σχεδὸν μέχρι χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραργύρου, ἡ λάμψις ἢ καταγάζουσα τὸν σωλῆνα ἐκλείπει τελείως, ἐκτὸς ἀσθενοῦς τινος αἴγλης περὶ τὴν ἀνοδὸν.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ σωλῆν καλεῖται **σωλῆν τοῦ Crookes.**

224. Καθοδικαὶ ἀκτίνες.—Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἠλεκτρόδια ἑνὸς τοιοῦτου σωλῆνος μετὰ τῶν πόλων πηνίου τοῦ Ruhmkorff, θὰ

Ἐπίσης διέρχονται ἄνευ ἐκτροπῆς διὰ τοῦ ξύλου, τοῦ χάρτου, τῶν σαρκῶν, ἀλλὰ δὲν διαπεροῦν τὰ σκληρὰ σώματα, ὅπως π. χ. τὰ ὀστᾶ, τὰ μέταλλα κτλ. Διαδίδονται δὲ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς καὶ τὸ φῶς.



Σχ. 237

Ὅταν αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες συναντήσουν οἰονδήποτε σῶμα, μετατρέπονται εἰς ἀκτίνες X. Τὰς ἀκτίνες ταύτας παράγομεν ἐντὸς εἰδικοῦ σωλήνος ὑαλίνου, ἐν τῷ ὁποίῳ αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες προσπίπτουν ἐπὶ μικροῦ ἐλάσματος ἐκ λευκοχρύσου (σχ. 237) κεκλιμένου κατὰ 45° ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ σωλή-

νος. Τὸ ἔλασμα τοῦτο καλοῦμεν **ἀντικαθόδον**.

Αἱ ἀκτίνες X γεννῶνται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἀντικαθόδου καὶ προβάλλονται ἐπὶ τοῦ μέρους τοῦ σωλήνος τοῦ εὐρισκομένου ἀπέναντι ταύτης. Διαδίδονται δὲ κατόπιν εὐθυγράμμως ἄνευ διαθλάσεως ἢ ἀνακλάσεως.

226. Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία.—Ἡ ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία εἶναι μέθοδοι ἐφαρμογῆς τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀκτίνων X. Ἐὰν παρενθέσωμεν τὴν παλάμην ἀνοικτὴν μεταξὺ τοῦ σωλήνος καὶ ἐνὸς διαφράγματος ἐκ κυανιοῦχου βαριολευκοχρύσου, παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τὴν σκιὰν τῆς παλάμης (σχ. 238). Ἡ σκιά αὕτη παρουσιάζει μέρη σκιερὰ, τὰ ὁποῖα διαγράφουν τὰ ὀστᾶ, καὶ φωτεινὰ μέρη, τὰ ὁποῖα δορίζουν τὰς σάρκας. Ἔχομεν τοιοῦτοτρόπως **τὴν ἀκτινοσκοπίαν**. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ φθορίζον διάφραγμα διὰ φωτογραφικῆς πλακῆς, ἀφοῦ προηγουμένως τὴν περιτυλίξωμεν διὰ μέλανος χάρτου, ὅστις θὰ τὴν προφυλάξῃ ἀπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, ἀλλὰ θὰ ἀφήσῃ νὰ διέλθουν αἱ ἀκτίνες, καὶ ἐφαρμόσωμεν ἐπ' αὐτῆς τὴν παλάμην, μετὰ τινα χρόνον ἢ πλάξ θὰ ἔχῃ προσβληθῆ, δηλ. θὰ ἔχῃ σχηματισθῆ ἐπ' αὐτῆς ἡ εἰκὼν τῆς παλάμης. Ἔχομεν οὕτω μίαν

φωτογραφίαν, εις τὴν ὁποίαν διακρίνονται τὰ ὀστᾶ καὶ αἱ σάρκες. Αὕτη εἶναι ἡ ἀκτινογραφία.

227. Φυσιολογικὴ ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων X.— Οἱ ἀκτινογράφοι εἶναι ἐκτεθειμένοι ἕνεκα τῶν ἀκτίνων X εἰς σοβαροὺς κινδύνους. Ἐντὸς ὀλίγων μηνῶν δύνανται αἱ τρίχες καὶ οἱ ὄνυχές των νὰ γίνουν εὐθραστοὶ καὶ νὰ πέσουν. Τὸ δέριμα ἐπίσης δύναται νὰ



Σχ. 238

προσβληθῆ. Πόσοι πειραματισταὶ κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἐφαρμογῆς τῶν ἀκτίνων X δὲν ἔχασαν τοὺς δακτύλους καὶ αὐτὴν ἀκόμη τὴν ὄρασιν! Σήμερον λαμβάνουν αὐστηρὰς προφυλάξεις· πειραματίζονται διὰ μέσου διαφράγματος, καλύπτουν τοὺς ὀφθαλμοὺς διὰ διοπτρῶν καὶ φοροῦν χειρόκτια ἐκ καουτσούκ.

228. Οὐσίαι ἀκτινενεργοί.— Ὁρισμένα μέταλλα, τὸ οὐράνιον, τὸ θόριον καὶ πρὸ πάντων τὸ ράδιον, ἐκπέμπουν καθοδικὰς ἀκτῖνας καὶ ἀκτῖνας X ἄνευ μεσολαβήσεως ἡλεκτρικῆς πηγῆς, ἧτις εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ σωλῆνος τοῦ Crookes. Αἱ οὐσίαι αὗται καλοῦνται ἀκτινενεργοί.

229. Φωτισμὸς διὰ ἠραιωμένων ἀερίων.— Φωτεινὴ ἐνέργεια. Μέχρι τινὸς ἐφαίνετο, ὅτι ὁ φωτισμὸς ἠδύνατο νὰ πραγματο-

ποιηθῆ ἴσως μόνον διὰ τῆς καύσεως ἢ καὶ διὰ τῆς ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας σωμάτων τινῶν. Καὶ ἐφρόνουν εὐλόγως, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ φωτισμοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας τοῦ φωτίζοντος σώματος. Ἄλλὰ τὸ φῶς καταπονεῖ τὴν ὄρασιν τόσον περισσότερον, ὅσον ἡ θερμοκρασία τοῦ φωτίζοντος σώματος εἶναι ὑψηλοτέρα. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς τοιαύτης καταπονήσεως περιβάλλουν τὴν φωτεινὴν πηγὴν διὰ σφαιρᾶς διαφωτίστου. Ἄλλὰ τοιοῦτοτρόπως χάνονται περίπου τὰ $\frac{40}{100}$ τοῦ παραγομένου φωτός.

Ἄντι λοιπὸν νὰ ἀφήσουν νὰ διαιρεθῆ ἡ δαπανωμένη ἐνέργεια εἰς θερμότητα καὶ εἰς φῶς, ἐξήτησαν νὰ τὴν συγκεντρώσουν ὀλοκληρωτικῶς ἐπὶ τοῦ φωτός. Ὁ Ἀμερικανὸς σοφὸς Moore πρῶτος ἐσκέφθη, ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις εἰς τὰ ἠραιωμένα ἀέρια παράγει φωτεινὰ φαινόμενα, ἐνῶ ὁ σωλὴν μένει σχετικῶς ψυχρὸς, ἡ λύσις τοῦ προβλήματος ἔπρεπε νὰ ζητηθῆ πρὸς τὸ μέρος τοῦτο. Παρατήρησεν, ὅτι, ὅταν αἱ ἀκτινοβολαίαι αἱ ὁποῖαι φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας, συμβαίνει νὰ εὐρίσκωνται ὅλαι εἰς τὸ ὄρατὸν φάσμα, ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις τοῦ ἀερίου, διὰ τοῦ ὁποίου πειραματιζόμεθα, εἶναι καλύτερα, ὅπως π. χ. εἰς τὸ ἄζωτον. Ἐὰν τοῦναντίον τὸ πλεῖστον τῶν ἀκτινοβολιῶν εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀόρατον φάσμα, δηλ. ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ καὶ πέραν τοῦ λεύκου, ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις εἶναι μικρά, ὅπως συμβαίνει εἰς τὸ ὕδρογόνον.

230. Φωτισμὸς δι' ἄζωτου.—Ὁ φωτισμὸς Moore πραγματοποιεῖται ὡς ἑξῆς: Πλησίον τῆς ὀροφῆς τοποθετοῦνται μακροὶ σωλῆνες ὑάλινοι, διαμέτρου 3—4 ἑκατ., πλήρεις ἄζωτου, ὑπὸ πίεσιν 0,1 χλσ. ὕδραργύρου. Εἰς ἕκαστον ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἶναι συντετηγμένα ἠλεκτροδία ἐκ γραφίτου, μήκους 15—20 ἐκ. ἕκαστον. Ὁ λαμπτήρ εἶναι ἐγκατεστημένος ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος μεταμορφωτοῦ, ὅστις ἀνυψοῖ τὴν τάσιν.

Τὸ ἄζωτον δίδει φῶς χρυσοκίτρινον.

Τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος παράγει φῶς προσομοιάζον πρὸς τὸ τῆς ἡμέρας. Μὲ ἀέρα λαμβάνομεν φῶς ροδόχρουν.

231. Φωτισμὸς διὰ νέου.—Οἱ σωλῆνες εἶναι πλήρεις νέου ὑπὸ πίεσιν 0,1 χλσ. Ὁ λαμπτήρ εἶναι ἐγκατεστημένος, καθὼς ὁ σωλὴν Moore, ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος μεταμορφωτοῦ, ὅστις ἀνυ-

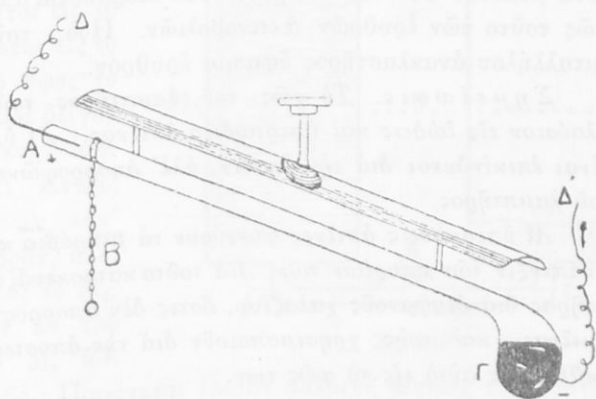
ψοῖ τὴν τάσιν. Τὰ ἠλεκτροδία, μήκους 20 ἑκατ., εἶναι ἐκ χαλκοῦ. Οἱ σωλῆνες δύνανται νὰ ἔχουν μῆκος τὸ πολὺ μέρῳ 5 μέτρων. Τὸ διὰ νέου φῶς εἶναι ἐρυθρόν. Τὸ φάσμα παρουσιάζει ὡραίας γραμμὰς ἐρυθρὰς καὶ κιτρίνας, ἀλλ' οὐδεμίαν ἄλλην ἀκτινοβολίαν. Οὔτε κυανὴν οὔτε λώδη. Δύνανται νὰ ἐλαττωθῇ ἡ ἔλλειψις αὕτη, ἐὰν πλησίον τοῦ σωλῆνος τοῦ περιέχοντος τὸ νέον τεθῇ σωλὴν μὲ ἀτμοὺς ὕδραργύρου. Ὁ διὰ νέου φωτισμὸς εἶναι ἐξαιρετος διὰ τὴν ὄρασιν.

232. Φωτισμὸς διὰ λαμπτήρος μὲ ἀτμοὺς ὕδραργύρου.—

Ὁ λαμπτήρ οὗτος συνίσταται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος (σχ. 239), ἐξωγκωμένου κατὰ τὸ ἄκρον του Γ. Εἰς τὸ ἐξωγκωμένον τοῦτο ἄκρον περιέχεται μικρὰ ποσότης ὕδραργύρου, ἣτις ἀποτελεῖ τὴν κάθοδον. Σύρμα Δ', τὸ ὁποῖον συγκοινωνεῖ μὲ τὴν κάθοδον, εἶναι συντετηγμένον εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος. Εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον Α τοῦ σωλῆνος εἶναι συντετηγμένον ἔλασμα ἐκ σιδήρου συνδεδεμένον μὲ σύρμα Δ. Τὸ ἔλασμα τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν ἀνοδον.

Ὁ σωλὴν εἶναι ἐξηρητημένος ἀπὸ τῆς ὀροφῆς, ὅπου διατηρεῖται εἰς θέσιν πλαγίαν, μὲ τὸ ἐξωγκωμένον ἄκρον πρὸς τὰ κάτω.

Τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται διὰ



Σχ. 239

τοῦ σύρματος Δ, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι κλειστόν, καὶ ἐξέρχεται διὰ τοῦ σύρματος Δ'. Διὰ νὰ διεγείρωμεν τὸν λαμπτήρα τοῦτον, κλείομεν τὸ κύκλωμα καί, ἀφοῦ διὰ τῆς ἀλύσεως Β θέσωμεν εἰς αἰώρησιν τὸν λαμπτήρα, τὸν ἀφήνομεν νὰ ἀναλάβῃ μόνος τὴν θέσιν του. Νῆμα ἐξ ὕδραργύρου κυλίστα τότε ἐκ τῆς καθόδου πρὸς τὴν ἀνοδον καὶ παρὰ γαί βραχὺ κύκλωμα, ὅπερ διαρκεῖ ἐφ' ὅσον ὁ λαμπτήρ εὐρίσκειται εἰς θέσιν συμμετρικὴν πρὸς τὴν τοῦ σχήματος. Ὅταν ὁ λαμπτήρ

ἀναλάβῃ τὴν θέσιν του, τὸ ἐξ ὑδραργύρου νῆμα θραύεται καὶ τόξον ἀναπηδᾷ μεταξὺ τῆς τομῆς. Ὁ σχηματιζόμενος μεταλλικὸς ἀτμὸς θερμαίνεται, καθίσταται ἀγωγὸς καὶ τὸ τόξον πληροῖ ὅλον τὸν σωλῆνα.

Ἐφ' ὅσον ὁ λαμπτήρ λειτουργεῖ, δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου τῆς καθόδου μικρὸν κρατῆρα, ἔνθα ὁ ὑδραργύρος ἐξατμίζεται, συμπυκνοῦται ἔπειτα εἰς τὰ ψυχρότερα μέρη τοῦ σωλῆνος καὶ κατέρχεται πάλιν πρὸς τὴν κάθodon.

Ὁ σχηματισμὸς τοῦ τόξου ἔχει σκοπὸν νὰ παραγάγῃ τὴν **ἰόντωσιν** τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ὑδραργύρου. Ὅταν ἀερίον τι καθίσταται εὐηλεκτραγωγόν, λέγομεν, ὅτι ἔχει **ἰοντωθῆ**, δηλ. τὰ ἄτομα αὐτοῦ θραύονται ὑπὸ τοῦ σπινθῆρος εἰς **ἰόντα** θετικὰ καὶ ἀρνητικὰ.

Τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος τούτου εἶναι σταθερόν, δὲν καταπονεῖ δὲ τὴν ὄρασιν. Τὸ μόνον μειονέκτημα, τὸ ὁποῖον ἔχει, εἶναι, ὅτι, ἐπειδὴ στερεῖται ἐρυθρῶν ἀκτίνων, παρουσιάζει τὰ ἐρυθρὰ ἀντικείμενα μέλανα. Τὸ μειονέκτημα τοῦτο διορθοῦται ἀποδιδομένων εἰς τὸ φῶς τοῦτο τῶν ἐρυθρῶν ἀκτινοβολιῶν. Πρὸς τοῦτο τίθεται ἐντὸς καταλλήλου ἀνακλαστήρος ὕφασμα ἐρυθρόν.

Σημείωσις. Τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος τούτου δίδει φάσμα πλούσιον εἰς ἰώδεις καὶ ὑπεριώδεις ἀκτῖνας. Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτῖνες εἶναι ἐπικίνδυνοι διὰ τὴν ὄρασιν, ἀλλ' ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῆς ὑάλου τοῦ λαμπτήρος.

Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτῖνες φονεύουν τὰ μικρόβια καὶ ἐμποδίζουν τὴν ἀνάπτυξιν τῶν σπορίων των. Διὰ τοῦτο κατασκευάζουν τοιοῦτους λαμπτήρας διὰ διαφανοῦς χαλαζίου, ὅστις δὲν ἀπορροφᾷ τὰς ὑπεριώδεις ἀκτῖνας, καὶ τοὺς χρησιμοποιοῦν διὰ τὴν ἀποστείρωσιν τοῦ ὕδατος, ἐκθέτοντες αὐτὸ εἰς τὸ φῶς των.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΡΕΥΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ

233. Μέγιστον τῆς συχνότητος εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας.—

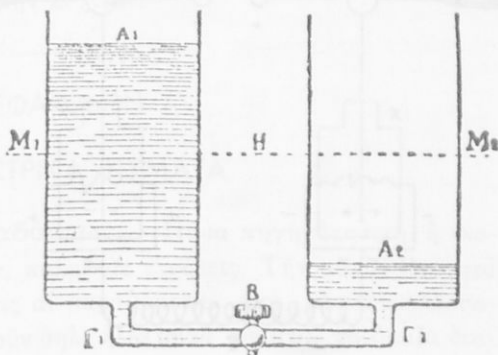
Οἱ βιομηχανικοὶ ἐναλλακτῆρες ἔχουν συχνότητα μεταβαλλομένην μόνον μεταξὺ 10 καὶ 100 περιόδων κατὰ δευτερόλεπτον, ὠρισμένοι δὲ ἐναλλακτῆρες τῶν ἐργαστηρίων φθάνουν τὰς 1000 περιόδους. Καὶ τοῦτο

διότι ἀφ' ἑνὸς μὲν δὲν δυνάμεθα νὰ ἀυξήσωμεν πέραν ὀρισμένου ὄριου τὸν ἀριθμὸν τῶν πόλων ἐναλλακτῆρος, ἀφ' ἑτέρου δὲ ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ δευτερόλεπτον στροφῶν δὲν δύναται νὰ εἶναι μεγαλύτερος τῶν 50 περίπου, χωρὶς νὰ κινδυνεύσῃ νὰ θραυσθῇ ὁ ἐναλλακτῆρ, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.

Διὰ νὰ λάβουν ὑψηλὰς συχνότητας, χρησιμοποιοῦν νέαν μέθοδον, τῆς ὁποίας τὴν ἀρχὴν θὰ ἐννοήσωμεν εὐκόλως χάρις εἰς τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν πρὸς φαινόμενον ὑδραυλικόν :

234. Παλμικὴ κίνησις ὑγροῦ.—Θεωρήσωμεν δύο δοχεῖα, M_1 καὶ M_2 (σχ. 240), συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος ὀριζοντίου μεγάλης διαμέτρου, παρουσιάζοντος ἐπομένως μικρὰν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος ἀπὸ τοῦ ἑνὸς δοχείου εἰς τὸ ἄλλο. Κλείομεν τὴν στροφίγγα Β τοῦ σωλῆνος καὶ χύνομεν ὕδωρ εἰς τὸ M_1 , μέχρις ὀρισμένου ὕψους. Ἀνοίγοντες ἔπειτα ἀποτόμως τὴν στροφίγγα τοῦ σωλῆνος,

παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ κατέρχεται εἰς τὸ M_1 καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ M_2 εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος· τὸ ὑπερβαίνει ὅμως ὀλίγον ἔνεκα τῆς κτηθείσης ἐνεργείας. Ἡ κίνησις γίνεται κατόπιν κατ' ἀντίθετον φοράν, δηλ. ἐκ τοῦ M_2 πρὸς τὸ M_1 , κατόπιν πάλιν ἐκ τοῦ M_1 πρὸς τὸ M_2 , καὶ



Σχ. 240

οὕτω κατ' ἐξῆς. Παράγεται λοιπὸν παλμικὴ κίνησις τοῦ ὕδατος, τῆς ὁποίας τὸ πλάτος ἐλαττοῦται ταχέως, ἔνεκα τῶν τριβῶν τῶν ὑγρῶν μορίων ἐπ' ἀλλήλων καὶ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου.

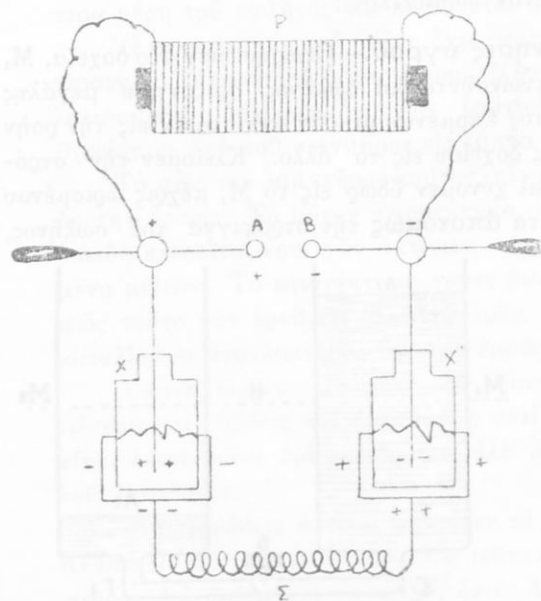
Ἐὰν ἀνοίξωμεν βραδέως τὴν στροφίγγα, τὸ ὕδωρ ρέον εὐρίσκει μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν στροφίγγα καὶ ἡ ἐπιφάνειά του A_2 φθάνει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος μὲ τὴν A_1 , ἄνευ παλμικῆς κινήσεως.

235. Ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις παλμικῆ.—Παράγομεν παλμικὰς ἠλεκτρικὰς ἐκκενώσεις ἀναλόγους πρὸς τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν ὑγρῶν, ἀλλὰ πολὺ μεγάλης συχνότητος, ὡς ἐξῆς :

Τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος σύρματος τοῦ πηνίου τοῦ Ruhmkorff P συγκοινωνοῦμεν κατὰ πρῶτον μετὰ τοῦ σπινθηριστοῦ AB (σχ. 241), κατόπιν δὲ μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν ὄπλισμῶν δύο συμπυκνωτῶν XX', π. γ. λουγδονικῶν λαγῆνων. Τοὺς δὲ ἐξωτερικοὺς ὄπλισμοὺς συνδέομεν πρὸς ἀλλήλους διὰ σωληνοειδοῦς Σ, τὸ ὁποῖον καλεῖται πηνίον αὐτεπαγωγῆς.

Ὅταν ἡ διαφορά τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ A καὶ B καταστῇ ἀρκετὰ

μεγάλῃ διὰ τὴν ἀπόστασιν AB, ἐκρήγνυται σπινθήρ μεταξὺ A καὶ B. Τὸ νῆμα τοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον χωρίζει τὰ A καὶ B, δύναται τότε νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς ἄγωγόν καί, ἐὰν ἡ ἀντίστασις του δὲν εἶναι πολὺ μεγάλη, ρεύματα παλμικὰ πολὺ μεγάλης συχνότητος παράγονται μεταξὺ A καὶ B. Ἐκ τῶν δύο ὄπλισμῶν ἑκατέρου τῶν συμπυκνωτῶν ἐκεῖνος, ὁ ὁποῖος ἦτο κατ' ἀρχὰς θετικός, καθίσταται ἀρνητικός, κατόπιν πάλιν



Σχ. 241

θετικός καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ σημείου τοῦ ἤλεκτρισμοῦ γίνονται τόσον ταχέως ὥστε δὲν διακρίνομεν τὴν διαδοχὴν τῶν σπινθηρῶν κατὰ τὴν μίαν φορὰν καὶ κατόπιν κατὰ τὴν ἄλλην. Φαίνονται ὡς εἷς μόνον σπινθήρ. Αἱ παλμικαὶ ἐκκενώσεις φθάνουν μέχρι τοῦ ἑκατομμυρίου. Ἐὰν μεταξὺ τῶν A καὶ B περάσωμεν ἀστραπιαίως τεμάχιον χαρτοῦ, τοῦτο διατρύπεται εἰς πλῆθος μικροτάτων ὀπῶν πλησιέστατα πρὸς ἀλλήλας κειμένων. Αἱ ὀπαὶ αὗται εἶναι τὰ ἴχνη τῶν διελθόντων σπινθηρῶν.

236. Ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότη-

τος.—Ἐὰν ἐγγίσωμεν τὸ πηνίον αὐτεπαγωγῆς, οὐδὲν αἰσθανόμεθα ἄλλως, ἢ καὶ διὰ τοῦ σώματός μας διήλθε ρεῦμα, τοῦ ὁποίου ἢ τάσις εἶναι ἐκτάκτως ὑψηλή: π. χ. 50.000 volts. Τοιαῦτα ρεύματα ὑπὸ μικρὰν συχνότητα θὰ ἦσαν κεραυνοβόλα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι, ὅτι τὰ αἰσθητικά νεῦρα δὲν ἐρεθίζονται ὑπὸ συχνότητος ὑπερβαίνουσας τὸν ἀριθμὸν 50.000, ὅπως τὰ ἀκουστικά νεῦρα δὲν ἐρεθίζονται, ὅταν αἱ ἠχητικαὶ κυμάνσεις ἔχουν συχνότητα ἀνωτέραν τῶν 40.000, ἢ ὅπως τὰ ὀπτικά νεῦρα ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας εἶναι ἀναισθητα διὰ τὰς κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος συχνότητος ἀνωτέρας τῶν 700 τρισεκατομμυρίων (ιώδεις ἀκτίνες).

Πλησίον τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων αἱ μεταβολαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι τάχιστα καὶ συνεπῶς πολὺ μεγάλα τὰ ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς· ὅλα τὰ πέριξ μεταλλικὰ ἀντικείμενα ἠλεκτρίζονται καὶ δυνάμεθα νὰ ἀποσπάσωμεν ἀπ' αὐτῶν σπινθηράς. Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἀνάψωμεν ἠλεκτρικὴν λυχνίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

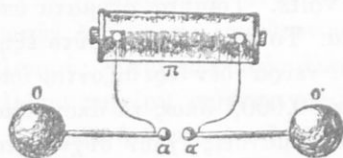
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

237. Ταχύτης τῆς διαδόσεως.— Πᾶσα πηγὴ ἠχητικὴ ἢ φωτεινὴ παράγει, ὡς ἐμάθομεν, παλμικὰς κινήσεις. Τὴν αὐτὴν ιδιότητα ἔχουν αἱ παλμικαὶ ἐκκενώσεις αἱ παραγόμεναι ὑπὸ τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων. Δημιουργοῦν δηλ. ἠλεκτρικὰ κύματα, τὰ ὁποῖα διαδίδονται κατόπιν ὅπως μία παλμικὴ κίνησις.

Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάτων εἶναι ἴση πρὸς τὴν τοῦ φωτός, δηλ. 300.000 χιλιόμετρα κατὰ δεῦτερον λεπτόν.

238. Διεγέρτης τοῦ Hertz (σπινθηριστής).— Ἐὰν ἐλαττώσωμεν τὴν χωρητικότητα τῶν πυκνωτῶν $X X'$ εἰς τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον ἐχρησίμευσε 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 μὲ στελεχῆ μεταλλικά, τὰ ὁποῖα καταλήγουν ἕκαστον ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς πυκνωτὴν O καὶ O' (πλάκας ἢ σφαίρας μεταλλικάς), ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς μικρὸν σφαι-

ρίδιον α, α' . Όταν τὸ πηνίον τεθῆ εἰς ἐνέργειαν, ἐκρήγγονται παλμοκοὶ σπινθήρες κατὰ τρόπον συνεχῆ μεταξὺ τῶν σφαιριδίων α καὶ α' .

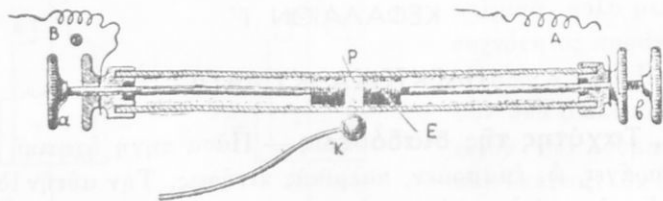


Σχ. 242

Τὸ διάστημα α, α' καθίσταται τότε κέντρον ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, αἱ ὁποῖα διαδίδονται ἄνευ διακοπῆς καθ' ὅλας 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.— Ὁ Γάλλος φυσικὸς Branly ἀπέδειξεν, ὅτι, ἐὰν εἰς κύκλωμα, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει στήλην καὶ γαλβανόμετρον, παρενθέσωμεν μικρὰν μᾶζαν μεταλλικῶν ρινισμάτων P ἐλαφρῶς πιεσμένων ἐντὸς σωλῆνος μεταξὺ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐμβόλων (σχ. 243), τὸ ρεῦμα διακόπτεται ὑπὸ τῶν ρινισμάτων. Τοῦτο συμβαίνει, διότι



Σχ. 243

ταῦτα παρουσιάζουν σημαντικὴν ἀντίστασιν. Εὐθὺς ὁμως ὡς τὰ ρινίσματα διαπεραστοῦν ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ κύματος, ἡ ἀντίστασις των παύει ἢ τοῦλάχιστον ἐλαττοῦται, οὕτω δὲ τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ γαλβανομέτρου.

Διὰ τὰ ἀποδοθῆ τότε εἰς τὰ ρινίσματα ἡ ἀντίστασις των καὶ νὰ διακοπῆ ἐκ νέου τὸ ρεῦμα, ἀρκεῖ ἐλαφρὰ κρούσις ἐπὶ τοῦ σωλῆνος.

240. Ἀσύρματος τηλεγραφία.— Σταθμὸς ἐκπομπῆς. Ὁ σταθμὸς ἐκπομπῆς περιλαμβάνει κυρίως ἠλεκτρικὴν πηγὴν E , σπινθηριστήν, χειριστήριον (διακόπτην) Morse καὶ κεραίαν A .

Ὁ θετικὸς πόλος τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς E (σχ. 244) εἶναι συνδε-

δεμένος με τὸ πηνίον Ruhmkorff, ὃ δὲ ἀρνητικὸς πόλος με τὸν συναπτῆρα Σ τοῦ χειριστήριου. Ὁ πὸς τοῦ κοιλίου Ν, ὅστις ἐφάπτεται τῆς σφύρας Μ, συνδέεται με τὸ χειριστήριον. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, ὅταν τὸ χειριστήριον εἶναι ἀνυψωμένον, τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται. Ὅταν ὁμως τὸ χειριστήριον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν με τὸν συναπτῆρα Σ, τὸ κύκλωμα ἀποκαθίσταται.

Τὸ ρεῦμα, ἀναχωροῦν ἐκ τῆς πηγῆς, διαπερᾷ τὸ πηνίον, τὸν κοιλίαν, τὸ χειριστήριον καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὴν πηγὴν.

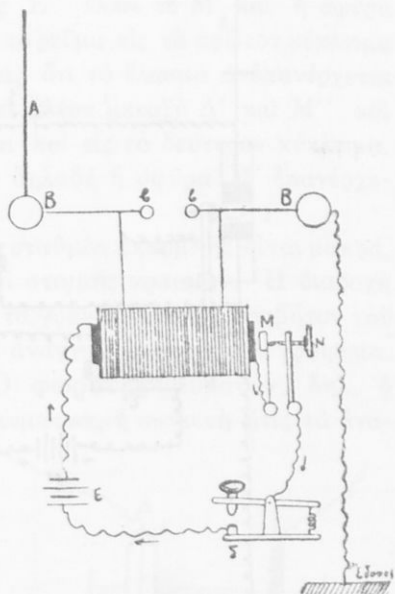
Ὅταν διέρχεται τὸ ρεῦμα, ἐκρήγνυνται οἱ παλμικοὶ σπινθῆρες μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ββ'. Ἐναλλασσόμενα ρεύματα ἐκδηλοῦνται εἰς τὴν κεραίαν Α καὶ προκαλοῦν εἰς τὸ περίεξ διάστημα ἠλεκτρικὰ κύματα. Τὰ κύματα ταῦτα, τὰ ὁποῖα διαδίδονται μέχρις ἑκατοντάδων τινῶν χιλιομέτρων, φθάνουν μέχρι τοῦ συνοχέως τοῦ σταθμοῦ τῆς λήψεως. Ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων διαρκεῖ ἐφ' ὅσον διέρχεται τὸ ρεῦμα· συνεπῶς αἱ ἐκπομπαὶ εἶναι μακροαὶ ἢ βραχεαὶ κατὰ τὴν βούλησιν τοῦ ἐνεργοῦντος αὐτάς.

Σταθμὸς λήψεως. Ἐπειδὴ τὸ ρεῦμα τὸ προωρισμένον νὰ θέσῃ εἰς λειτουργίαν τὸν δέκτην τοῦ Morse πρέπει νὰ εἶναι πολὺ ἰσχυρόν, δὲν πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ συνοχέως, ὅστις εἶναι συσκευὴ εὐαίσθητος. Διὰ τοῦτο διαθένται δύο κυκλώματα, τὸ ἓν διὰ τὸν συνοχέα, τὸ δὲ ἕτερον διὰ τὸν δέκτην Morse.

Τὸ πρῶτον κύκλωμα περιλαμβάνει μικρὰν ἠλεκτρικὴν πηγὴν Σ (σχ. 245), τὸν συνοχέα Γ καὶ ἠλεκτρομαγνήτην Ε.

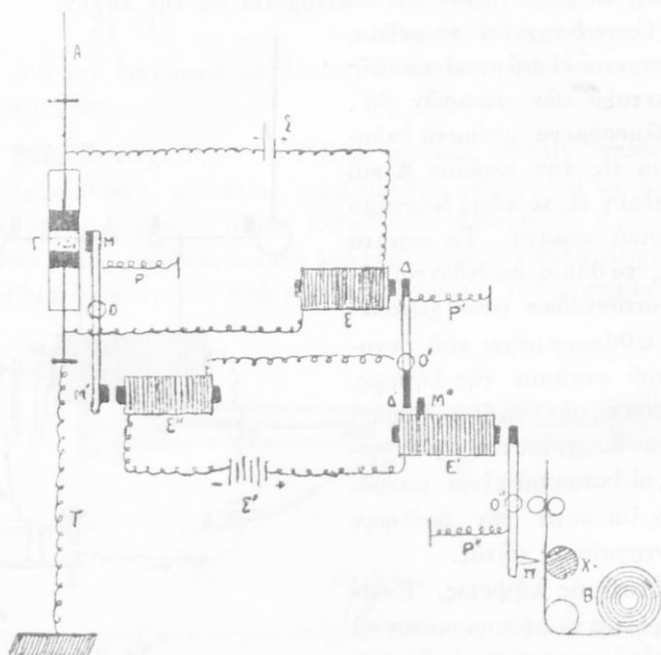
Τὸ δεύτερον κύκλωμα περιλαμβάνει ἠλεκτρικὴν πηγὴν Σ' ἰσχυροτέραν τῆς πρώτης καὶ δύο ἠλεκτρομαγνήτας Ε' καὶ Ε''.

Μεταξὺ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου Ε τοῦ πρώτου κυκλώματος καὶ τοῦ



Σχ. 244

ηλεκτρομαγνήτου E' τοῦ δευτέρου κυκλώματος, εὐρίσκεται ἔλασμα ἐξ ἔβονίτου κινητὸν περὶ τὸ O' , διατηρούμενον εἰς τὴν θέσιν του δι' ἀνταγωνιστικὸν ἔλαττηριον P' . Εἰς τὸ ἄκρον Δ τοῦ ἔλασματος εἶναι προσηλωμένον μικρὸν τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου δυνάμενον νὰ ἔλκεται ὑπὸ τοῦ E , ὅταν διέρχεται ρεῦμα. Ἀπὸ τοῦ σημείου O' μέχρι τοῦ ἄλλου ἄκρου Δ' τὸ ἔλασμα περιβάλλεται διὰ χαλκοῦ. Ὄταν τὸ Δ ἔλκεται ὑπὸ τοῦ E , τὸ Δ' ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ συναπτήρος M''



Σχ. 245

ὅστις συνδέεται μὲ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου E' .

Ὁ ηλεκτρομαγνήτης E' ἀποτελεῖ μέρος τοῦ δέκτου τοῦ Morse. Εἰς τὸ ἄκρον μοχλοῦ κινητοῦ περὶ τὸ O' εὐρίσκεται ἀκίς Π . Ταινία ἐκ χάρτου ἐκτυλίσσεται ἐκ τοῦ B ἔμπροσθεν ὀδοντωτοῦ τροχίσκου X . Ὁ μοχλὸς διατηρεῖται εἰς τὴν θέσιν του ὑπὸ τοῦ ἀνταγωνιστικοῦ ἔλαττηριου P' .

Ὑποθέσωμεν ἤδη, ὅτι σταθμὸς τις ἐκπομπῆς ἐκτελεῖ βραχεῖαν

έκπομπήν κυμάτων. Ἡ κεραία τοῦ σταθμοῦ λήψεως, δεχομένη τὸ κῆμα, μεταδίδει τὰς ἠλεκτρικὰς δονήσεις εἰς τὸν συνοχέα, ὅστις ἀφήνει νὰ διέλθῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα ΣΕΓ. Ἀλλὰ τότε ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Ε ἔλκει τὸν ὄπλισμὸν Δ. Συνεπῶς τὸ Δ' ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ Μ'' καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται εἰς τὸ δεύτερον κύκλωμα Σ'Ο'Ε''. Τότε ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Ε' ἔλκει τὸν μοχλὸν τοῦ δέκτου τοῦ Morse, ἡ ἀκίς Π πιέζει τὴν ἐκτυλισσομένην ταινίαν τοῦ χάρτου καὶ τοιουτοτρόπως σημειοῦται ἐπ' αὐτῆς στιγμή.

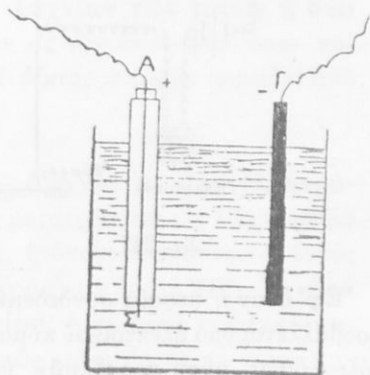
Ἀφ' ἐτέρου ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Ε'' ἔλκει τὸ Μ' καὶ ἡ σφῆρα Μ κτυπᾷ τὸν συνοχέα. Ἀμέσως τότε τὸ ρεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα διακόπτεται. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι τὸ ἔλασμα Δ ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν του, ἐπαφὴ δὲν ὑπάρχει πλέον μεταξὺ Δ' καὶ Μ'' καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ εἰς τὸ δεύτερον κύκλωμα. Συνεπῶς τὸ Μ' ἐγκαταλείπει τὸ Ε'', δηλαδή ἡ σφῆρα Μ ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν της.

Ὅταν ἡ ἐκπομπὴ κυμάτων εἰς τὸν σταθμὸν ἐκπομπῆς εἶναι μακρά, ἡ ἀκίς Π γράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀντὶ στιγμῆς γραμμὴν. Ἡ διαδοχὴ τῶν στιγμῶν καὶ γραμμῶν ἀποτελεῖ τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου τοῦ Morse, διὰ τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νὰ ἀναγνώσωμεν τὸ τηλεγράφημα.

241. Φωραταὶ κυμάτων.—Ὁ **φωρατὴς** κυμάτων, δηλ. ὁ συλλέκτης, τὸ ὄργανον λήψεως τῶν κυμάτων, ἡ συσκευὴ ἣτις τὰ ἀνακαλύπτει κατὰ τὴν διάβασίν των, δύναται νὰ εἶναι ὁ **συνοχεὺς τοῦ Branly** δι' ἀποστάσεις μικροτέρας τῶν 1000 χιλιομέτρων. Διὰ μεγάλας ὁμως ἀποστάσεις οὗτος εἶναι ἀνεπαρκής. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει γίνεται προσφυγὴ εἰς ἄλλους φωρατάς.

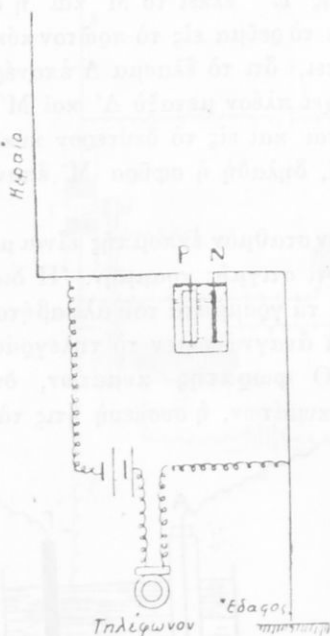
Ἡλεκτρολυτικὸς φωρατὴς. Οὗτος συνίσταται ἐξ ὑποδοχέως περιέχοντος ὕδωρ ὠξινισμένον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἶναι ἐμβαπτισμένα δύο ἠλεκτρόδια Α καὶ Γ (σχ. 246).

Τὸ ἐν τούτων, ἡ κάθοδος, εἶναι ἔλασμα ἐκ μολύβδου ἢ ἐκ λευκοχρῶσου Γ. Ἡ δὲ ἀνοδος εἶναι λεπτὸν σύρμα ἐκ λευκοχρῶσου Α. Τὸ

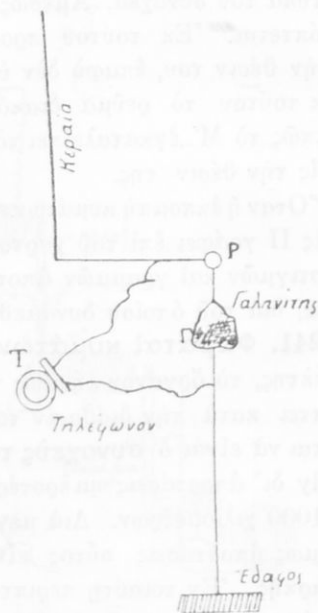


Σχ. 246

σύρμα τοῦτο περιβάλλεται ὑπὸ μικροῦ ὑαλίνου σωλήνος, τὸν ὁποῖον ὑπερβαίνει κατὰ τὸ ἄκρον του, εἰς τὸ Σ, κατὰ 0,5 χμ. περίπου. Τὸ ὄργανον παρεμβάλλεται εἰς ἔξωτερικὸν κύκλωμα, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει στήλην, τῆς ὁποίας ἡ ἠλεκτρογεωρητικὴ δύναμις μόλις ὑπερβαίνει τὴν ἀντιηλεκτρογεωρητικὴν. Ἔνεκα τούτου παράγεται ἀσθενεστάτη ἠλεκτρόλυσις. Ὁ φωρατὴς 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 συνδεδεμένη μετὰ τὸ σύρμα Σ (βλ. σχ. 246) δὲν προσβάλλεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ κύματος, τὸ σύρμα Σ μένει πεπολωμένον. Μόλις ὅμως αὐτὴ προσβληθῇ ὑπὸ σειρᾶς ἠλεκτρικῶν κυμάτων, ἡ πόλωσις διακόπτεται καὶ εἰς τηλέφωνον παρεμβεβλημένον εἰς τὸ κύκλωμα ἀκούεται τότε ἦχος. Ὅταν τὰ ἠλεκτρικὰ κύματα δὲν ἐκδηλοῦνται πλέον, ἡ πόλωσις τοῦ Σ ἐπανέρχεται καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐὰν ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων εἶναι βραχεῖα, ὁ ἦχος εἶναι βραχύς· ἐὰν ἡ

ἐκπομπὴ εἶναι μακρά, ὁ ἤχος εἶναι μακρός. Τοιοῦτοτρόπως, ἀντὶ νὰ ἀναγινώσκωμεν τὸ ἀλφάβητον εἰς τὴν ταινίαν, ἀκούομεν αὐτὸ εἰς τὸ τηλέφωνον.

Κρυσταλλικὸς φωρατῆς. Οὗτος εἶναι ἀπλούστατα ἐν τεμάχιον κρυσταλλικοῦ γαληνίτου Γ (θειούχου μολύβδου) τοποθετημένον οὕτως, ὥστε μία ἀκμὴ του φυσικῆ (ὄχι ρῆγμα) νὰ εὐρίσκειται εἰς ἐλαφρὰν ἐπαφὴν μετὰ αἰχμῆς ἐκ λευκοχρόσου Ρ. Ὅπως δὲ καὶ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν, εἰς τὸ κύκλωμα εἶναι παρεμβεβλημένον τηλέφωνον (σχ. 248).

Ἄν καὶ δὲν ὑπάρχει ἐνταῦθα στήλη ἠλεκτρικῆ, ὁσάκις ὁ φωρατῆς οὗτος προσβάλλεται ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ κύματος, ἐκδηλοῦται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ἀκούεται ἤχος εἰς τὸ τηλέφωνον.

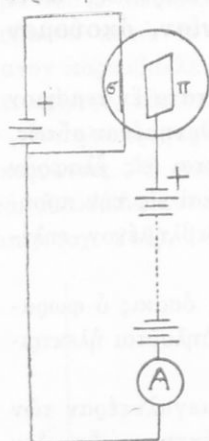
Ὁ κρυσταλλικὸς φωρατῆς παρουσιάζει πολὺ μεγαλυτέραν τῶν ἄλλων φωρατῶν εὐαισθησίαν. Ἔχει ὅμως τὸ μειονέκτημα, ὅτι δὲν ρυθμίζεται εὐκόλως. Τὸ σημεῖον δηλ. τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἐκ λευκοχρόσου σύρματος μετὰ τῆς ἀκμῆς δὲν δύναται νὰ εἶναι οἰονδήποτε, ἀλλὰ πρέπει κάθε φοράν νὰ ἀναζητῆται διὰ δοκιμῶν.

Σημείωσις. Αἱ εἰς τὰ προηγουμένα ἐδάφια ἀναφερόμεναι διατάξεις ἐκπομπῆς καὶ λήψεως, δηλ. ὁ διεγέρτης τοῦ **Hertz**, ὁ συνοχεὺς τοῦ **Branly** καὶ ὁ ἠλεκτρολυτικὸς φωρατῆς ἐχρησιμοποιοῦντο κατὰ τὰ πρῶτα εἶη τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ ἀσυρμάτου. Σήμερον ἔχουν πλήρως ἀντικατασταθῆ ἀπὸ τὴν **λυχνίαν τῶν τριῶν** ἢ **δύο ἠλεκτροδίων**, χρησιμοποιουμένην τόσον εἰς τὴν ἐκπομπὴν ὅσον καὶ εἰς τὴν λήψιν· διὰ τοὺς πολὺ μικροὺς δὲ δέκτας τοπικῶν πομπῶν ἀπὸ τὸν κρυσταλλικὸν φωρατῆν.

242. Ἠλεκτρονικοὶ σωλῆνες.— **Λυχνία** μετὰ δύο ἠλεκτρόδια. Μία ἠλεκτρικὴ λυχνία διαπυρώσεως μετατρέπεται εἰς **λυχνίαν** μετὰ δύο ἠλεκτρόδια διὰ μεταλλικῆς πλακός, ἢ ὁποία τοποθετεῖται ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου δοχείου, ὅπως καὶ τὸ νῆμα (σύρμα) αὐτῆς (σχ. 249). Τὸ νῆμα τοῦτο ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ **βολφραμίου**, ἢ δὲ πλάξ ἐκ **νικελίου**.

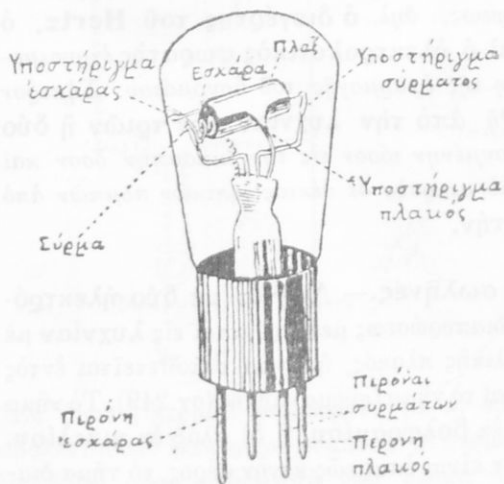
Ἄν τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον εἶναι ἐπαρκῶς κενὸν ἀέρος, τὸ νῆμα διαπυρούμενον διὰ τῆς διόδου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια. Συνεπῶς, ἐὰν ἠλεκτρισηθῆ ἢ πλάξ θετικῶς ἐξῶθεν τοῦ δοχείου ὑπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου στήλης, ἣς ὁ ἀρνητικὸς εἶναι συνδεδεμένος μετὰ τὸ νῆμα, θὰ ἔλξη τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα, ὡς γνωστόν, εἶναι ἀρνητικὰ ἠλε-

πράτομα. Τοιουτοτρόπως τὸ κενὸν τοῦ δοχείου, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξύ τῆς πλακῆς καὶ τοῦ νήματος, φέρεται ὡς ἀγωγὸς μεγάλης ἀντιστάσεως, τὸν ὁποῖον διαρρέει ρεῖμα διευθυνόμενον ἀπὸ τῆς πλακῆς πρὸς τὸ νήμα. Ἀντιθέτως, ἂν ἡ πλάξ ἠλεκτρισηθῇ ἀρνητικῶς, ἐπειδὴ τότε ἀπωθεῖ τὰ ἠλεκτρόνια, οὐδὲν ρεῖμα θὰ διέλθῃ μεταξύ πλακῆς καὶ νήματος.

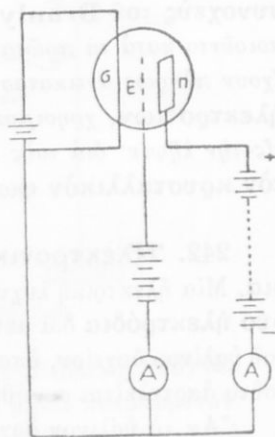


Σχ. 249

Ἐὰν ἤδη ἀντικαταστήσωμεν τὴν στήλην, ἣτις φορτίζει τὴν πλάκα δι' ἠλεκτρισμοῦ, διὰ πηγῆς παρεχούσης ρεῖμα ἐναλλασσόμενον, εἶναι φανερόν ὅτι (ὅταν τὸ νήμα εἶναι διαπυρωμένον), τὸ κενὸν τοῦ δοχείου μεταξύ πλακῆς καὶ νήματος θὰ διαπεράτῃ ὑπὸ ρεύματος μόνον κατὰ τὴν ἐναλλαγὴν ἐκείνην, ἣ ὁποία φορτίζει τὴν πλάκα θετικῶς. Ἡ λυχνία μὲ δύο ἠλεκτρόδια ἐνεργεῖ τότε ὡς ἀνορθωτής, μετατρέπει δηλ. τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῖμα εἰς συνεχές. Δύναται ἐπομένως, ἐκτὸς τῶν ἄλλων αὐτῆς χρήσεων, νὰ χρησιμοποιηθῇ καὶ διὰ τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν (δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος).



Σχ. 250



Σχ. 251

Λυχνία μὲ τρία ἠλεκτρόδια (σχ. 250). Αἱ ἐφαρμογαὶ τῆς μετὰ δύο ἠλεκτροδίων λυχνίας ἐπεξετάθησαν διὰ τῆς εἰσαγωγῆς ἐντὸς τοῦ

τοῦ κενοῦ τοῦ δοχείου καὶ τρίτου ἠλεκτροδίου μεταξὺ νήματος καὶ πλακός. Τὸ ἠλεκτρόδιον τοῦτο παρουσιάζει κενὰ διαστήματα, διὰ μέσου τῶν ὁποίων ἡ θετικῶς ἠλεκτρισμένη πλάξ ἔξακολουθεῖ νὰ ἔξασκῆ τὴν εἰδικὴν αὐτῆς δραῖσιν ἐπὶ τοῦ νήματος. Διὰ τοῦτο καλεῖται **ἐσχάρα** (ἢ **πλέγμα** ἢ **διάφραγμα**) (σχ. 251, Ε).

Ἐὰν ἡ ἐσχάρα μένη ἐντὸς τοῦ δοχείου ἐλευθέρα, μεμονωμένη ἀπὸ παντὸς ἔξωτερικοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου, ἡ λυχνία ἔξακολουθεῖ νὰ λειτουργῇ ὡς λυχνία μὲ δύο ἠλεκτρόδια. Ἄν ὅμως συνδεθῆ μετὸν θετικὸν πόλον ἔξωτερικῆς στήλης, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος πλακὸς νήματος αὐξάνεται.

Τοῦναντίον, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τούτου ἐλαττοῦται, ἐὰν ἡ ἐσχάρα φορτισθῆ ἀρνητικῶς. Εἰς **ἀνεπαισθήτους** μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας ἀντιστοιχοῦν **σημαντικαὶ** μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος πλακὸς-νήματος. Ἐπειδὴ οὕτω μικραὶ μεταβολαὶ τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας προκαλοῦν σημαντικὰς μεταβολὰς τοῦ ρεύματος πλακός, λέγομεν, ὅτι τὸ ρεῦμα τῆς πλακός ἐνισχύεται ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρας.

Ἀφαιρέσωμεν ἤδη τὴν στήλην τῆς ἐσχάρας καὶ ἀντ' αὐτῆς θέσωμεν πηνίον, τοῦ ὁποίου ὁ εἷς πόλος συνδέεται μετὴν ἐσχάραν, ὁ δὲ ἄλλος μετὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης τοῦ νήματος, καὶ θέσωμεν τὸ πηνίον τοῦτο ὑπὸ τὴν ἐπαγωγικὴν ἐπίδρασιν ἄλλου πηνίου, τὸ ὁποῖον συνδέεται μετὴν κεραίαν. Ὅταν ἡ κεραία προσβληθῆ ὑπὸ ἠλεκτρικῶν κυμάτων, γεννᾶται ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς τὸ πηνίον τῆς ἐσχάρας ρεῦμα ἐναλλασσόμενον. Συνεπῶς ἡ ἐσχάρα φορτίζεται ἐναλλάξ διὰ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ φορτίου, ἐπομένως καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος πλακὸς νήματος μεταβάλλεται ἀναλόγως.

Ἡ μεταβαλλομένη αὕτη ἔντασις τοῦ ρεύματος τῆς πλακός (τὸ ὁποῖον εἶναι συνεχές) παράγει ἀνάλογον παλμικὴν κίνησιν εἰς τὸ ἔλασμα τηλεφώνου (τὸ ὁποῖον ἔχει παρεμβληθῆ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακός) καὶ ἀκούεται οὕτω ἤχος.

Σημείωσις. Ἡ λυχνία αὕτη ὡς φωρατῆς εἶναι ἀσυγκρίτως **περισσότερον** τοῦ κρυσταλλικοῦ φωρατοῦ εὐαίσθητος.

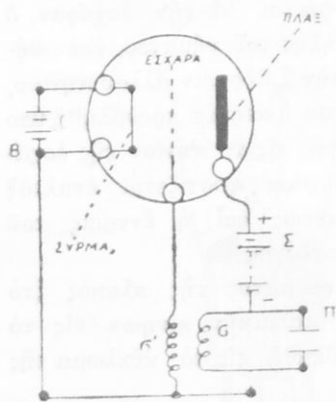
ΑΣΥΡΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΔΙΑ ΛΥΧΝΙΩΝ

243. Ὁ πρῶτος ἀσύρματος τηλέγραφος, τὸν ὁποῖον περιεγράψαμεν ἀνωτέρω, ἦτο **τηλέγραφος διὰ σπινθήρων**.

Εἰς τὸν τηλέγραφον αὐτὸν δὲν ἐκπέμπονται συνεχῶς ἠλεκτρικὰ κύματα, ἀλλὰ ομάδες κυμάτων, μεταξύ τῶν ὁποίων μεσολαβοῦν χρονικὰ διαστήματα, κατὰ τὰ ὁποῖα οὐδεμία ἐκπομπὴ κυμάτων γίνεται. Ἐκτὸς τούτου, καὶ ἐκάστης ομάδος τὰ κύματα δὲν εἶναι ἐξ ἴσου ἰσχυρά, ἀλλ' εὐθὺς ἀπὸ τοῦ δευτέρου κύματος ἀρχίζει κάποια ἐξασθένησις, ἣτις βαθμηδὸν μηδενίζει τὰ κύματα (κύματα ἀποσβεννόμενα ἢ φθίνοντα). Διὰ τοῦτο ἤχθησαν νὰ προκαλέσουν εἰς τὰς κεραίας ταλαντώσεις συνεχεῖς, ὁμοίας μὲ τὰς ταλαντώσεις ἤχου σταθερᾶς ἐντάσεως καὶ τοιαύτας, ὥστε ἡ μέση ἰσχύς τῆς ἐκπομπῆς νὰ εἶναι πολὺ ἠϋξημένη (κύματα συντηρούμενα).

Πρὸς τοῦτο ἐχρησιμοποιοῦν παλαιότερον τοὺς ἐναλλακτῆρας ὑψηλῆς συχνότητος, οἱ ὁποῖοι παράγουν ἀπ' εὐθείας συντηρούμενα κύματα. Σήμερον εἰς ὅλους τοὺς σταθμοὺς χρησιμοποιοῦν τὰς λυχνίας τῶν τριῶν ἠλεκτροδίων.

244. Λυχνία γεννήτρια συντηρουμένων κυμάτων.—Διὰ νὰ καταστήσωμεν τὴν λυχνίαν ταύτην πηγὴν ἠλεκτρικῶν κυμάτων, παρεμβάλλομεν εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακὸς κύκλωμα πυκνωτήν Π , καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας αὐτεπαγωγῆν σ καὶ πυκνωτήν Π , καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας αὐτεπαγωγῆν σ' τοποθετημένην οὕτως, ὥστε αἱ δύο αὐτεπαγωγαὶ σ καὶ σ' νὰ ἐνεργοῦν ἢ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης δι' ἐπαγωγῆς (σχ. 252).



Σχ. 252

Ὅταν τὸ νῆμα διαπυρωθῆ, τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα τοῦτο ἐκπέμπει, ἐλκόμενα ὑπὸ τῆς πλακὸς (τῆς ὁποίας τὸ δυναμικὸν πρέπει νὰ εἶναι ἀνώτερον τοῦ δυναμικοῦ τοῦ νήματος), γεννοῦν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακὸς, ὁπότε τὸ κύκλωμα $\Pi\sigma$ πάλλεται. Ρεῦμα μεταβλητὸν συνεπῶς

διέρχεται διὰ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ καὶ ἐνεργεῖ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ' . Δημιουργεῖται τότε εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς, ἢ ὁποῖα διὰ τῆς μεσολαβήσεως τῆς ἐσχάρας τροποποιεῖ τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων πρὸς τὴν πλάκα

καὶ συνεπὲς καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος τῆς πλακὸς. Αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ ρεύματος τῆς πλακὸς παράγουν αὐξήσιν τῶν παλμικῶν ρευμάτων εἰς τὸ Πσ, μέχρις ὅτου ἐπιτευχθῆ ὁ μόνιμος κατάστασις.

Τὸ κύκλωμα Πσ δύναται νὰ ἀντικατασταθῆ διὰ κεραίας μετ' αὐτεπαγωγῆς καταλλήλου, καὶ ἡ διάταξις ἠμπορεῖ τότε νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν ἐκπομπὴν συντηρουμένων κυμάτων. Διὰ νὰ λάβουν δὲ κύματα ἀρκούντως ἔντονα, συνδέουν παραλλήλως πολλὰς λυχνίας.

245. Δέκτης.—Ὁ δέκτης τοῦ μετὰ λυχνιῶν ἀσύρματος ἀποτελεῖται:

α') Ἐκ τοῦ κυκλώματος κεραίας, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει τὴν κεραίαν, τὸ πηνίον αὐτεπαγωγῆς καὶ τὴν γῆν.

β') Ἐκ τοῦ κυκλώματος φωρατοῦ καὶ ἀκουστικῶν. Ὡς φωρατῆς χρησιμοποιεῖται συνήθως ἡ λυχνία τῶν τριῶν ἠλεκτροδίων ἢ κρύσταλλος γαληνίτου.

γ') Ἐκ τοῦ κυκλώματος ἐνισχύσεως. Τοῦτο περιλαμβάνει μίαν ἢ περισσοτέρας λυχνίας τῶν τριῶν ἠλεκτροδίων.

δ') Ἐκ τῶν κυκλωμάτων συντονισμοῦ. Ταῦτα περιλαμβάνουν πηνία αὐτεπαγωγῆς καὶ μεταβλητοὺς συμπυκνωτάς. Τῇ βοήθειᾳ τούτων τὸ σύστημα τῆς κεραίας συντονίζεται, ἥτοι ρυθμίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ δέχεται τὰς ἐκπομπὰς τοῦ ἀνταποκρινομένου σταθμοῦ, αἵτινες ἔχουν ὀρισμένον μῆκος κύματος, νὰ ἀποκλείῃ δὲ ὅσον τὸ δυνατόν τὰς ἐκπομπὰς τῶν ἄλλων σταθμῶν, ὧν τὸ μῆκος κύματος διαφέρει κατὰ τι.

ΑΣΥΡΜΑΤΟΝ ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ

246. Ἡ ἀσύρματος τηλεφωνία (ραδιοτηλεφωνία) διακρίνεται ἀπὸ τὴν ἀσύρματος τηλεγραφίαν (ραδιοτηλεγραφίαν) διὰ τοῦ τρόπου, κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ πλάτος τῶν παλμικῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότητος τροποποιεῖται εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἐκπομπῆς.

Εἰς τὴν ραδιοτηλεγραφίαν διακόπτομεν καὶ κλείομεν πάλιν τὸ κύκλωμα κατὰ βούλησιν καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐπιτυγχάνομεν νὰ ἀποστέλλωμεν τμήματα χωρισμένα παλμικῶν ρευμάτων σταθεροῦ πλάτους, μικρᾶς ἢ μεγάλης διαρκείας, δηλ. στιγμᾶς ἢ γραμμῆς, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ ἀλφάβητον τοῦ Μόρς. Ἡ στιγμὴ ἀκούεται εἰς τὸν δέκτην ὡς στιγμιαῖος βόμβος, ἐνῶ ἡ γραμμὴ διαρκεῖ τριπλάσιον χρόνον. Εἰς τὴν ραδιοηλε-

φωνίαν ἐν μικρόφωνον τροποποιεῖ, χωρὶς νὰ διακόπτη, τὸ πλάτος τῶν παλμῶν, ἀναμικγνῶν μὲ αὐτοὺς μεταβολὰς ὀφειλομένης εἰς τὴν φωνήν.

Εἰς τὴν ραδιοτηλεφωνίαν χρησιμοποιεῖται ἡ λυχνία τῶν τριῶν ἤλεκτροδίων ὡς πηγὴ συντηρουμένων κυμάτων. Ἡ κεραία τῆς ἐκπομπῆς φέρει αὐτεπαγωγὴν συνδυασμένην ἐπαγωγικῶς μὲ ἄλλην αὐτεπαγωγὴν, εἰς τὴν ὁποίαν κυκλοφορεῖ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος, διατηρούμενον καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς συνδιαλέξεως. Τὸ μικρόφωνον εἶναι τοποθετημένον κατὰ διακλάδωσιν ἐπὶ τινων σπειρῶν τῆς αὐτεπαγωγῆς τῆς κεραίας. Ἐὰν τὸ μικρόφωνον ἡρεμῇ, τὰ παλμικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα κυκλοφοροῦν εἰς τὴν κεραίαν, διατηροῦν ἀμετάβλητον τὴν περιόδον των καὶ τὰ πλάτη των. Ἄν ὅμως ὀμιλῶμεν πρὸ τοῦ μικροφώνου, τοῦτο διὰ τῆς τρομῶδους κινήσεώς του τροποποιεῖ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς παλμικὰ ρεύματα εἰς τὴν κεραίαν τῆς ἐκπομπῆς. Αἱ τροποποιήσεις αὗται εἰσαχθεῖσαι εἰς τὴν ἐκπομπὴν ὑπὸ τοῦ μικροφώνου συνοδεύουν τὰς ἠλεκτρικὰς ταλαντώσεις, αἱ ὁποῖαι τὰς φέρουν κατὰ πρῶτον μὲν εἰς τὴν κεραίαν τοῦ σταθμοῦ λήψεως, κατόπιν δὲ εἰς τὸ κύκλωμα λήψεως, ὅπου εὐρίσκεται τὸ ἀκουστικόν. Ὁ σταθμὸς λήψεως εἶναι ὅμοιος μὲ τὸν σταθμὸν λήψεως δι' ἤχου εἰς τὸν ἀσύρματον τηλεγραφον. Αἱ μεταβολαὶ λήψεως μουσικῆς συχνότητος μετατρέπονται διὰ τινος φωρατοῦ εἰς ρεῦμα χαμηλῆς συχνότητος, τὸ ὁποῖον ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ. Ἀκούομεν τότε εἰς τὸ ἀκουστικὸν τὰς ὀμιλίας, αἱ ὁποῖαι ἀπηγγέθησαν πρὸ τοῦ μικροφώνου ἐκπομπῆς.

ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΝ

247. Τὸ ραδιόφωνον εἶναι δέκτης τηλεφωνικός, ὁ ὁποῖος ἐπὶ πλέον εἶναι ἐφωδιασμένος μὲ μεγάλφωνον. Τὸ μεγάλφωνον εἶναι ὅμοιον μὲ τὸ ἀκουστικὸν τοῦ τηλεφώνου, ἀποτελεῖται δηλ. ἀπὸ ἓνα πεταλοειδῆ ἠλεκτρομαγνήτην, ἔμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ ὁποῖου εὐρίσκεται μεταλλικὴ μεμβράνη. Τὸ σύρμα τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου συνδέεται μὲ τὸν φωρατὴν. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τότε τοῦ ρεύματος μεταβλητῆς ἐντάσεως τῆς κεραίας, ἡ μαγνητικὴ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἀξομειοῦται ἀναλόγως καὶ θέτει τὴν μεμβράνην εἰς παλμικὴν κίνησιν, ὁμοίαν μὲ τὴν παλμικὴν κίνησιν, τὴν ὁποίαν προεκάλεσε τὸ μικρόφωνον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς φωνῆς εἰς τὸν πομπόν. Παράγει συνεπῶς ἤχους ὁμοίους μὲ τοὺς παραχθέντας πρὸ τοῦ μικροφώνου εἰς τὸν πομπόν.

Ἐκαστον ραδιόφωνον περιλαμβάνει τὰ ἐξῆς ὄργανα :

α) **Τὴν κεραίαν.** Αὕτη ἀποτελεῖται: 1) **Ἀπὸ τὸν ἀγωγόν,** δηλ. ἀπὸ ἓν ἢ περισσότερα σύρματα, τὰ ὁποῖα τείνονται ὀριζόντως μεταξὺ δύο ὑποστηριγμάτων ξυλίνων, ἀπομονούμενα ἀπ' αὐτῶν διὰ μονωτήρων ἐκ πορσελάνης. Ἐπὶ τῶν συρμάτων τούτων προσκρούοντα τὰ ἠλεκτρικὰ κύματα τὰ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ τοῦ πομποῦ δημιουργοῦν ἐναλλασσόμενα ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος. 2) **Ἀπὸ τὴν κάθοδον,** δηλ. ἀπὸ σύρμα μεμονωμένον, διὰ τοῦ ὁποίου φέρονται εἰς τὸν δέκτην (ραδιόφωνον) τὰ δημιουργηθέντα εἰς τὸν ἀγωγὸν ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος. 3) **Ἀπὸ τὴν προσγειώσιν,** δηλ. ἀπὸ τὸ σύρμα, τὸ ὁποῖον συνδέει τὸν δέκτην μὲ τὴν γῆν (συνήθως τὸ σύρμα τοῦτο συνδέεται μὲ τοὺς ὑδραγωγούς σωλήνας τῆς οἰκίας).

β') **Τὸ κύκλωμα συντονισμοῦ.** Δι' αὐτοῦ κατορθώνομεν νὰ εἰσέλθουν εἰς τὸν δέκτην κύματα ὀρισμένου μήκους, δηλ. νὰ συνδεθῶμεν μὲ ὀρισμένον σταθμὸν ἐκπομπῆς.

Ἐκαστος ραδιοφωνικὸς σταθμὸς ἐκπέμπει κύματα διαφόρου μήκους, τὸ ὁποῖον, ὡς ἐμάθομεν, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς συχνότητός του καὶ τῆς ταχύτητος τῆς μεταδόσεως τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάτων ($\lambda = \frac{T}{N}$).

Οὕτω π. χ. ἡ συχνότης τοῦ σταθμοῦ Ἀθηνῶν ἦτο μέχρι τινὸς 601000 (601 χιλιοπερίοδοι ἢ 601 χιλιόκυκλοι). Συνεπῶς τὸ μήκος κύματος $\lambda = \frac{300.000.000}{601.000} = 499$ μέτρα περίπου. Ἐπειδὴ δὲ οἱ ραδιοφωνικοὶ σταθμοὶ εἶναι πολλοί, κατατάσσουν 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 μεγαπερίοδοι ἢ 21—6 χιλιόκυκλοι).

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ κεραία θὰ δεχθῇ συγχρόνως ἠλεκτρικὰ κύματα πολλῶν σταθμῶν. Συνεπῶς καὶ ἐπ' αὐτῆς θὰ κυκλοφορήσουν ἐναλλασσόμενα ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος διαφόρων συχνοτήτων, τὰ ὁποῖα ἐδημιουργήθησαν ἀπὸ τὰ προσκρούσαντα ἐπ' αὐτῆς κύματα τῶν διαφόρων σταθμῶν. Ἀλλὰ καὶ ἐκάστη κεραία ἔχει ὀρισμένην συχνό-

τητα, ἥτις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν καὶ τὸν πυκνωτὴν της. Ὄταν λοιπὸν ἡ συχνότης τῆς κεραίας εἶναι ἴση μὲ τὴν συχνότητα ὁρισμένου σταθμοῦ, τότε ἐνισχύει τὰ κύματα μόνον τοῦ σταθμοῦ τούτου, συνεπῶς τὸν σταθμὸν αὐτὸν θὰ ἀκούσωμεν ἰσχυρότερον ἀπὸ ὅλους τοὺς ἄλλους.

Ἐπομένως πρέπει ἐκάστοτε νὰ δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν τὴν συχνότητα τῆς κεραίας, ὥστε νὰ καθιστῶμεν αὐτὴν ἴση μὲ τὴν συχνότητα τοῦ σταθμοῦ, μετὰ τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ συνδεθῶμεν. Τοῦτο κατορθοῦται μὲ ἀπλούστατον χειρισμὸν (στροφὴ ἑνὸς ἢ δύο κομβίων), διὰ καταλλήλου διατάξεως ὀργάνων (πηνία αὐτεπαγωγῆς, μεταβλητοὶ πυκνωταί).

γ) **Τὰς λυχνίας ἐνισχύσεως τῶν ρευμάτων τῆς ὑψηλῆς συχνότητος**, διὰ τῶν ὁποίων ἐνισχύεται τὸ εἰσελθὸν εἰς τὸ ραδιοφῶνον ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος. Αὗται εἶναι λυχνίαι τῶν τριῶν ἤλεκτροδίων, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι μεταβλητὸς (κανονίζων καὶ τὴν ἀξίαν τοῦ ραδιοφώνου). Σήμερον ὑπάρχουν ραδιοφῶνα μὲ 8—9 ἐνισχυτριάς λυχνίας. Μὲ ἀπλούστατον χειρισμὸν (στροφὴν ἑνὸς κομβίου) δυνάμεθα νὰ αὐξομειώσωμεν τὸ δυναμικὸν τῶν ἐσχαρῶν τῶν λυχνιῶν καὶ συνεπῶς καὶ τὴν ἐνισχυτικὴν δύναμιν τοῦ μηχανήματος (αὐξομείωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου).

δ') **Τὴν λυχνίαν φωράσεως**. Αὕτη ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἶναι λυχνία τῶν δύο ἤλεκτροδίων, διὰ τῆς ὁποίας τὸ ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος μετατρέπεται εἰς ρεῦμα χαμηλῆς συχνότητος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἐπιδράσῃ εἰς τὸ megάφωνον.

ε') **Τὰς λυχνίας ἐνισχύσεως τῶν ρευμάτων χαμηλῆς συχνότητος**. Αὗται εἶναι μία ἢ περισσότεραι λυχνίαι τῶν τριῶν ἤλεκτροδίων, διὰ τῶν ὁποίων τὸ ρεῦμα γίνεται ἐντατικώτερον καὶ οὕτω ἐπιτυγχάνεται καλυτέρα λειτουργία τοῦ megάφωνου.

στ') **Τὸ megάφωνον ἢ τὰ ἀκουστικά**. Τὸ megάφωνον ἢ εὐρίσκειται εἰς τὸ αὐτὸ κυτίον μετὰ τοῦ δέκτου ἢ συνδέεται μετ' αὐτοῦ διὰ σύρματος καὶ οὕτω μεταφέρεται εὐκόλως εἰς ἄλλο δωμάτιον. Δύνανται ἐπίσης νὰ τοποθετηθοῦν καὶ δύο megάφωνα εἰς τὸν αὐτὸν δέκτην.

ΤΗΛΕΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΤΗΛΕΟΡΑΣΙΣ

248. Ἐὰν ἐξετάσωμεν διὰ φακοῦ εἰκόνα τινά, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ μέγαν ἀριθμὸν σημείων διαφόρου φωτει-

νότητα, λευκῶν, φαιοχρόων, μελανῶν κτλ., τὸ σύνολον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὴν εἰκόνα.

Τόσον ἡ **τηλεφωτογραφία**, ὅσον καὶ ἡ **τηλεόρασις**, σκοπὸν ἔχουν τὴν δι' ἠλεκτρικῆς ὁδοῦ ἀνάλυσιν τῆς εἰκόνης εἰς τὰ σημεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων αὕτη συντίθεται, τὴν μεταφορὰν ἐκάστου ἐξ αὐτῶν ἐκ τοῦ τόπου ἐκπομπῆς εἰς τὸν τόπον λήψεως καὶ τὴν ἀνασύνθεσιν ἔπειτα ἐκεῖ τῶν οὕτω μεταφερομένων σημεῖων εἰς ἓν πλήρες σύνολον, ὅμοιον ἀκριβῶς πρὸς τὸ ἀρχικόν.

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν καλλίτερον τὸ σύστημα τῆς τηλεδιαβίβασεως, ἃς χρησιμοποιήσωμεν τὸ κάτωθι παράδειγμα :

Εἶναι γνωστόν, ὅτι αἱ ψηφιδωταὶ εἰκόνες ἀποτελοῦνται ἀπὸ πλῆθος ἰσομεγέθων περιπυ καὶ ποικιλοχρόμων ψηφίδων.

Ἐστὼ, ὅτι ἐπιθυμοῦμεν ν' ἀναπαραστήσωμεν ἐν Θεσσαλονίκῃ ψηφιδωτόν, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐξ ἰσομεγέθων καὶ τετραγώνων ψηφίδων καὶ τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ Βυζαντινὸν Μουσεῖον τῶν Ἀθηνῶν. Πρὸς τοῦτο συνδεόμεθα τηλεφωνικῶς μετὰ εἰδικοῦ περὶ τὴν κατασκευὴν ψηφιδωτῶν καλλιτέχνου εὐρισκομένου ἐν Θεσσαλονίκῃ, ὅστις προειδοποιηθεὶς ἔχει ἅπαντα τὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὑλικά, τετραγώνους δηλ. ψηφίδας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ ἐν Ἀθῆνας μωσαϊκοῦ κτλ. Ἡ ἐργασία θὰ ἀρχίσῃ ἐκ τῆς ἄνω ἀριστερᾶς γωνίας τοῦ ψηφιδωτοῦ καὶ ἀφοῦ τελειώσωμεν τὴν ψηφίδα πρὸς ψηφίδα περιγραφὴν τῆς πρώτης σειρᾶς, ἀρχίζομεν τὴν ἰδίαν ἐργασίαν διὰ τὴν δευτέραν σειρὰν καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας σειρᾶς καὶ ψηφίδος.

Αἱ ὁδηγίαι δηλαδὴ αἱ διδόμεναι τηλεφωνικῶς πρὸς τὸν ἐν Θεσσαλονίκῃ καλλιτέχνην θὰ εἶναι περιπυ τοιαύτης μορφῆς :

«Πρώτη σειρὰ, πρώτη ψηφίς : μελανή. Δευτέρα ψηφίς : μελανή. Τρίτη ψηφίς : φαιόχρους. Τετάρτη ψηφίς : λευκή» καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας ψηφίδος τῆς πρώτης σειρᾶς. Ἐπειτα : «Δευτέρα σειρὰ, πρώτη ψηφίς : μελανή» κ.ο.κ. ὡς ἄνω.

Ὁ καλλιτέχνης, συμφώνως πρὸς τὰς ὁδηγίας ἡμῶν, τοποθετεῖ ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου πλαισίου τὰς ψηφίδας, μίαν πρὸς μίαν.

Εἶναι φανερόν, ὅτι εὐθύς ὡς ἡ ἐργασία περατωθῆ, ἡ ἐν Θεσσαλονίκῃ οὕτω πως κατασκευασθεῖσα εἰκὼν θὰ εἶναι πανομοιότυπος μὲ τὴν ἐν Ἀθῆναις εὐρισκομένην.

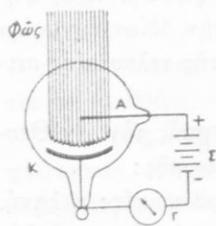
Ὁ αὐτὸς τρόπος ἀναλύσεως καὶ συνθέσεως τῶν διαφόρων εἰκό-

νων ακολουθεῖται καὶ εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν καὶ τηλεόρασιν. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τηλεφωταγραφίας καὶ τηλεοράσεως ἔγκειται εἰς τὸ ὅτι κατὰ μὲν τὴν τηλεφωτογραφίαν διαβιβάζονται εἰκόνες, ἐνῶ κατὰ τὴν τηλεόρασιν ζῶσαι πλέον σκηναὶ τοῦ καθ' ἡμᾶς βίου. Σημειωτέον μάλιστα, ὅτι κατὰ τελευταῖα μόνον ἔτη κατορθώσαν νὰ διαβιβάσουν ζώσας εἰκόνας, καθόσον τὰ πρότερον ὡς «συσκευαὶ τηλεοράσεως» χαρακτηριζόμενα μηχανήματα δὲν διεβίβαζον παρὰ κινηματογραφικὴν ταινίαν (πάλιν ἐπομένως εἰκόνας), ἢ ὁποῖα ἐλαμβάνετο καὶ ἐνεφανίζετο ἀμέσως. Ἐπήρχετο ἐπομένως, ὅσονδήποτε ταχεῖα καὶ ἂν ἐγίνετο ἢ λήψις καὶ ἐμφάνισις τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας, κάποια καθυστέρησις μεταξὺ τῶν συμβαινόντων καὶ τῆς ἀναπαρουστάσεως αὐτῶν ἐπὶ τοῦ δέκτου τῆς τηλεοράσεως.

ΕΚΠΟΜΠΗ

249. Τὸ εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν καὶ τηλεόρασιν χρησιμοποιούμενον βασικὸν μηχανήμα εἶναι κυρίως τὸ «φωτοηλεκτρικὸν στοιχεῖον» ἢ ἀπλῶς «φωτοκύτταρον».

Τοῦτο μετατρέπει τὸ φῶς εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῖμα, τὸ ἀντίστροφον δηλαδὴ ἀπὸ ὅ,τι γίνεται εἰς τὰς συνήθεις ἠλεκτρικὰς λυχνίας, εἰς τὰς ὁποίας γίνεται μετατροπὴ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς φῶς.



Σχ. 253

Τὸ φωτοκύτταρον (σχ. 253) ἀποτελεῖται ἐξ υἰαλίνης σφαίρας κενῆς ἀέρος, ἐντὸς τῆς ὁποίας εὐρίσκονται δύο μεταλλικαὶ πλάκες K καὶ A, συνδεόμεναι ἐξωτερικῶς μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης Σ. Ἡ πλάξ K (κάθοδος), κοίλη κατὰ τὸ σχῆμα φέρει ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας αὐτῆς στρωμὰ ἐκ καλίου, συνδέεται δὲ μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης Σ.

Ἡ πλάξ A (ἀνόδος) συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς ἰδίας στήλης.

Ὅταν προσπέσουν ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας τῆς καθόδου φωτειναὶ ἀκτίνες, τὸ ὑπ' αὐτῶν προσβαλλόμενον κάλιον ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἐλευθερώη μέρος τῶν ἠλεκτρονίων του, ὅπως ἀκριβῶς τὸ ἐν πυρὰ κτώσει εὐρισκόμενον νῆμα λυχνίας τῶν δύο ἢ τριῶν ἠλεκτροδίων.

Τὰ ἠλεκτρόνια 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 ἐξ ἠλεκτρονίων γέφυραν ταύτην, καὶ ρεῦμα διαρρέει αὐτό, ὅπως δεικνύει τὸ παρεμβαλλόμενον γαλβανόμετρον Γ.

Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τούτου εἶναι ἀνάλογος τῆς φωτεινῆς ἐντάσεως τῶν ἐπὶ τῆς καθόδου Κ προσπιπτουσῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ἐὰν διὰ καταλλήλου διατάξεως τὰ ἀπειροπληθῆ σημεῖα μιᾶς εἰκόνης ἐπιδράσουν ἀλληλοδιαδόχως διὰ τῆς διαφόρου φωτεινότητός των ἐπὶ τῆς καθόδου τοῦ φωτοκυττάρου, θὰ δημιουργήσουν ἐπ' αὐτοῦ διαδοχικὰ ρεύματα ἐντάσεως ἀναλόγου ἐκάστοτε πρὸς τὴν φωτεινότητα. Δηλαδή τὰ σκοτεινὰ σημεῖα τῆς εἰκόνης θὰ δημιουργήσουν ρεύματα ἐλαχίστης ἐντάσεως, τὰ φαιόχροα μεγαλυτέρας, τὰ δὲ λευκά, ὡς φωτεινά, ἔτι μεγαλυτέρας.

Τὰ οὕτω πως λοιπὸν δημιουργούμενα ρεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως δυνάμεθα νὰ διαβιβάσωμεν εἰς κεραίαν ἐκπομπῆς παλμικῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότητος καὶ νὰ τροποποιήσωμεν τὰ ἐν αὐτῇ συντηρουμένου πλάτους ρεύματα, ὅπως τροποποιούμεν ταῦτα καὶ διὰ τῶν μικροφωνικῶν ρευμάτων εἰς τοὺς ραδιοφωνικοὺς πομπούς.

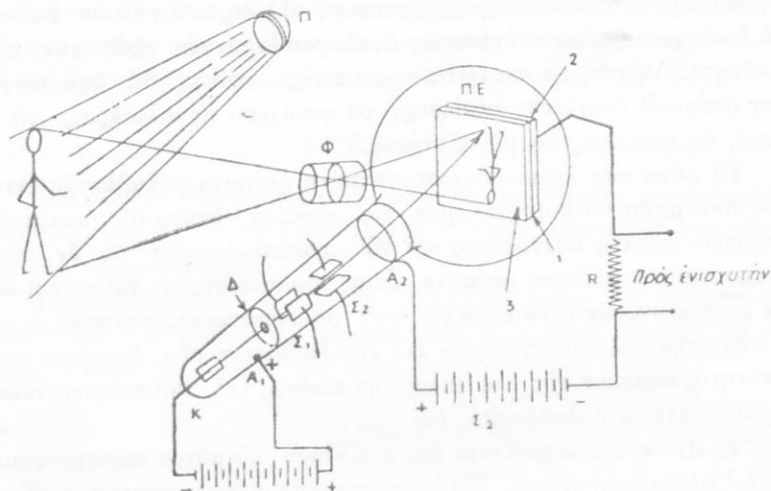
Εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῶν διαφόρου φωτεινότητος σημείων τῆς ὑπὸ ἐκπομπὴν εἰκόνης ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου χρησιμοποιεῖται ἡ ἀκόλουθος διάταξις:

Ἡ εἰκὼν προσαρμύζεται ἐπὶ κυλίνδρου οὐ μόνον περιστρεφομένου δι' ἠλεκτροκινητήρος, ἀλλὰ καὶ προωθούμενου συγχρόνως. Κατὰ τὴν περιστροφὴν καὶ προώθησιν ταύτην τοῦ κυλίνδρου, ἄρα καὶ τῆς ἐπ' αὐτοῦ εἰκόνης, ἅπαντα τὰ σημεῖα ταύτης διέρχονται πρὸ φωτεινῆς δέσμης λεπτοτάτης, ἀλλὰ ἐντατικῆς, παραγομένης ὑπὸ προβολέως. Οὕτω τὰ διάφορα σημεῖα, ἀναλόγως τοῦ χρωματισμοῦ των, ἀπορροφῶσιν ἢ ἀνακλῶσι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς. Πρὸ αὐτῶν ὅμως εὐρίσκεται τὸ φωτοκύτταρον, τὸ ὁποῖον ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν φωτεινότητα τῶν σημείων τούτων καὶ δημιουργεῖ ἐπομένως ρεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως, ἅτινα, ὅπως εἶπομεν ἀνωτέρω, τροποποιοῦν τὰ ρεύματα τῆς κεραίας ἐκπομπῆς.

Εἰς τὴν τηλεόρασιν διὰ τὴν ἐκπομπὴν ἐχρησιμοποιεῖτο κατ' ἀρχὰς τὸ φωτοκύτταρον ἐν συνδυασμῷ μὲ τὸν «δίσκον τοῦ Νίπκωβ», ὅστις ἐχρησίμευε διὰ τὴν ἀνάλυσιν τῆς εἰκόνης εἰς σημεῖα.

Μεγάλην όμως ὄφθησιν εἰς τὴν ἐξέλιξιν τοῦ τρόπου ἐκπομπῆς ἐν τῇ τηλεοράσει ἔδωσε τὸ ὑπὸ τοῦ Ρώσου Ντζβόρουκιν ἐπινοηθὲν «**εἰκονοσκόπιον**».

Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος κενοῦ ἀέρος καταλήγοντος εἰς σφαιραν (σχ. 254), ἐντὸς τῆς ὁποίας ὑπάρχει πλάξ ΠΕ (πλάξ εἰδώλου), ἣτις ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ τριῶν στρωμάτων. Τὸ ἐξ αὐτῶν ὑπ' ἀριθ. 1 εἶναι πλάξ ἐκ μαρμαρυγίου. Τὸ ὑπ' ἀριθ. 2 εἶναι λεπτότατον μεταλλικὸν ἐπίχρισμα ἐπὶ τῆς ὀπισθίας πλευρᾶς τοῦ μαρμαρυγίου· ἐπὶ τῆς ἐμπροσθίας δὲ πλευρᾶς αὐτοῦ εἶναι τὸ ὑπ' ἀριθ. 3



Σχ. 254

στρῶμα, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροσκοπικώτατα ἐπιμελῶς μεμονωμένα ἀπ' ἀλλήλων σταγονίδια ἐξ ὀξειδίου τοῦ καισίου. Τὰ σταγονίδια αὐτὰ ἀποτελοῦν ἐν ἑκαστον μικροσκοπικὰ φωτοκύτταρα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐπὶ τῆς ὠς ἄνω πλακῶς (15×15 ἑκατ.) σταγονιδίων αὐτῶν δύναται νὰ φθάσῃ τὰ τρία ἑκατομμύρια.

Εἰς ὄρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς πλακῶς εἰδώλου ὑπάρχει ἡ ἄνοδος Α₁. Μεταξὺ ταύτης καὶ τῆς πλακῶς εἰδώλου ὑπάρχει ὑψηλὴ τάσις χορηγούμενη ὑπὸ τῆς στήλης Σ₁. Εἰς τὸ οὕτω σχηματιζόμενον κύκλωμα παρεμβάλλεται ἐν σειρᾷ καὶ ἡ ἀντίστασις R.

Ἡ διάταξις αὕτη λειτουργεῖ ὡς ἑξῆς :

Ἡ πρὸς διαβίβασιν εἰκῶν, φωτιζομένη ἰσχυρῶς ὑπὸ τοῦ προβο-

λέως II, προβάλλεται τῇ βοηθείᾳ φακοῦ Φ ἐπὶ τοῦ στρώματος τῶν φωτοκυττάρων τῆς πλακῶς εἰδώλου. Ὡς ἐκ τούτου ἕκαστον φωτοκύτταρον προσβάλλεται ἀπὸ ὠρισμένην ποσότητα φωτός, ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν φωτεινότητα τοῦ προσβαλλομένου σημείου τῆς εἰκόνης. Τὰ ἐλευθερούμενα ὑφ' ἑνὸς ἑκάστου τῶν φωτοκυττάρων ἠλεκτρόνια φέρονται πρὸς τὴν ἀνοδὸν A_2 , ἥτις εἶναι συνδεδεμένη μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης S_2 .

Τὰ σταγονίδια ὅμως τοῦ ὀξειδίου τοῦ καισίου τοῦ στρώματος β ἀποτελοῦν, μὲ τὸ μεταλλικὸν ἐπίστρωμα 2 καὶ μὲ τὸ μονωτικὸν στρώμα τοῦ μαρμαγυρίου 1, σμικροτάτους πυκνωτάς. Λόγω τῆς ὑπὸ τῆς ἀνόδου A_2 ἔλξεως τῶν ἠλεκτρονίων τὸ κύκλωμα τῆς στήλης S_2 κλείεται καὶ οἱ πυκνωταὶ πληροῦνται. Εἶναι δὲ εὐνόητον, ὅτι τὸ φορτίον αὐτῶν θὰ εἶναι τόσον μεγαλύτερον, ὅσον περισσότερον φῶς προσβάλλει τὰ φωτοκύτταρα. Τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν ἑκάστοτε φωτεινότητα τῆς εἰκόνης ἀνομοιόμορφα ταῦτα φορτία τῶν πυκνωτῶν ἐξακολουθοῦν ὑφιστάμενα, ἐφ' ὅσον δὲν ἐκκενοῦμεν τοὺς πυκνωτάς, καὶ ἂν ἔτι ἀποτρέψωμεν τὴν προβολὴν τῆς εἰκόνης. Ὅπως ἀντιλαμβανόμεθα, τὸ φῶς «ἐναποθηκεύεται» ὑπὸ μορφὴν ἠλεκτρικῶν φορτίων ἐντὸς τῶν πυκνωτῶν.

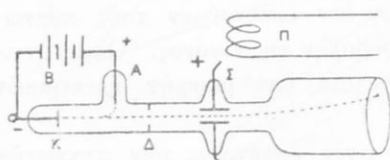
Ἀπομένει τώρα ἡ διὰ τρόπου τινὸς ἐκκένωσις τῶν πυκνωτῶν αὐτῶν καὶ ἡ διὰ τῶν ρευμάτων ἐκκενώσεώς των τροποποίησις τῶν ὑψηλῆς συχνότητος παλμικῶν ρευμάτων τῆς κεραίας. Ὁ τρόπος οὗτος εἶναι καὶ πάλιν ἠλεκτρικῆς φύσεως. Πρὸς κατανόησιν ὁμοίως αὐτοῦ, δεόν v ἀναφέρωμεν τὴν ἀρχὴν, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ λειτουργία τῆς λυχνίας, ἣν ἐπενόησεν ὁ Γερμανὸς Μπράουν. Ἡ ἐξέτασις τῆς ἀρχῆς ταύτης τυγχάνει ἐξ ἄλλου ἀπαραίτητος, διότι εἰς τοὺς συγχρόνους δέκτας τηλεοράσεως χρησιμοποιεῖται ἡ ἴδια λυχνία τοῦ Μπράουν.

Σημείωσις. Ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου στηρίζονται καὶ αἱ ἠχητικαὶ ταινίαι τοῦ κινηματογράφου. Κατὰ τὴν λήψιν δηλ. τῆς ταινίας, τὰ ρεύματα τῶν μικροφώνων, ἐνώπιον τῶν ὁποίων ὁμιλοῦμεν ἢ ἀδομεν, ἐπενεργοῦσιν ἐπὶ τῆς φωτιστικῆς ἐντάσεως εἰδικῆς λυχνίας. Λόγω τῆς μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ταύτης σχηματίζονται ἐπὶ τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας κατὰ τὴν λήψιν τῆς γραμματῆ ἀνομοιομόρφου φωτεινότητος καὶ μεγέθους. Κατὰ τὴν προβολὴν τῆς ταινίας αἱ γραμματῆ αὐταὶ, ἐπενεργοῦσαι ἐπὶ φωτοκυττάρου, δημιουργοῦν ρεύματα μεταβλητῆς

ἐντάσεως, ἅτινα μεταβιβάζονται εἰς μεγάφωνον καὶ ἀναπαράγουν οὕτω τοὺς διαφόρους ἤχους.

250. Λυχνία τοῦ Μπράουν.—Ἐντὸς λυχνίας, ἐν τῇ ὁποία ἐδημιουργήθη ὑψηλὸν κενόν, ὑπάρχουν δύο ἠλεκτροδία K καὶ A (σχ. 255), εὐρισκόμενα ὑπὸ λίαν ὑψηλῆν τάσιν χορηγουμένην ὑπὸ πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος B. Ἐν τῷ οὕτω σχηματιζομένῳ κυκλώματι ῥεεῖ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, καθόσον τὸ κύκλωμα θεωρεῖται κλειόμενον ἐντὸς τοῦ κενοῦ τῆς λυχνίας ὑπὸ δέσμης ἠλεκτρονίων κατευθυνομένων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου K (καθόδου) πρὸς τὸ θετικὸν A (ἄνοδον).

Μέρος ὅμως τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων κατευθύνεται παραδόξως πῶς καὶ πρὸς τὸ δεξιὰ εὐρισκόμενον ὑάλινον τοίχωμα τῆς λυχνίας, ἐφ' οὗ προσπίπτον προκαλεῖ φωσφορισμόν. Ἐάν νῦν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαιμοῦ τῆς λυχνίας μεταλλικὸν δίσκον Δ (διάφραγμα), φέροντα εἰς τὸ μέσον ὀπλήν, ὁ δίσκος οὗτος ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς ὀπλῆς διόδον μίαν λεπτοτάτην μόνον ἀκτῖνος ἐξ ἠλεκτρονίων, ἣτις προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου τοιχώματος δημιουργεῖ φωσφορίζουσαν κηλίδα πάχους ἀναλόγου μὲ τὸ τῆς ἀκτῖνος.



Σχ. 255

ὡς καὶ τὸ διαρρέον τοὺς ἀγωγοὺς ρεῦμα, τὰς συνεπείας τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐπιδράσεως μαγνητικοῦ ἢ ἠλεκτρικοῦ πεδίου.

Πράγματι, ἐάν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαιμοῦ καὶ πυκνωτήν Σ κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ ὡς ἄνω ἠλεκτρονικὴ ἀκτῖς νὰ διαπερῇ τὸ διηλεκτρικὸν αὐτοῦ, τότε φορτίζοντες τὸν πυκνωτὴν ἀναγκάζομεν τὴν ἠλεκτρονικὴν ἀκτῖνα νὰ ἀποκλίνη. Ἄν ὁ κάτω ὀπλισμὸς τοῦ πυκνωτοῦ συνεδέθη μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς φορτιζούσης τὸν πυκνωτὴν πηγῆς καὶ ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς μὲ τὸν θετικὸν πόλον, τότε ἡ ἠλεκτρονικὴ ἀκτῖς, ὡς ἀποτελουμένη ἐκ τῶν φύσει ἀρνητικῶν ἠλεκτρονίων, ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ κάτω ἀρνητικοῦ ὀπλισμοῦ τοῦ πυκνωτοῦ, ἔλκεται δὲ ὑπὸ τοῦ θετικοῦ. Ἄρα ἀποκλίνει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ὡς ἐν τῷ σχήματι 255 φαίνεται.

Παρομοίαν ἀπόκλισιν ἐπιτυγχάνομεν διὰ μαγνητικοῦ πεδίου προκαλουμένου ὑπὸ πηγίου Π διαρροεμένου ὑπὸ ρεύματος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἀπόκλισις θὰ ἐπιτευχθῆ, ἐὰν τοῦ πηνίου εὐρισκομένου ὀπισθεν ἀκριβῶς τοῦ λαιμοῦ τῆς λυχνίας παρουσιασθῆ, λόγῳ τῆς φορᾶς τῶν σπειρῶν τούτου καὶ τῆς ἐν αὐτῷ διευθύνσεως τοῦ ρεύματος, ὁ βόρειος πόλος πρὸς ἡμᾶς.

Ἐὰν τόσον ὁ πυκνωτὴς ὅσον καὶ τὸ πηνίον ἀλλάξωσι ποικίλοτητα, τότε ἡ ἀκτὶς θὰ κατευθυνθῆ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Εἶναι εὐνόητον, ὅτι ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἔντασιν τῶν πεδίων αὐτῶν.

Δια τοποθετήσεως ἐπὶ τοῦ λαιμοῦ καὶ δευτέρου πυκνωτοῦ, οὕτινος ὅμως τὸ πεδίον νὰ εἶναι κάθετον εἰς τὸ πεδίον τοῦ πρώτου, ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀπόκλισις τῆς ἀκτίνος καθ' ὀριζοντίαν πλέον καὶ οὐχὶ κατακόρυφον φορᾶν.

Οὕτω διὰ τοποθετήσεως δύο πυκνωτῶν καθέτων πρὸς ἀλλήλους καὶ διὰ καταλλήλου φορτίσεως αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ μετατοπίσωμεν τὴν ἠλεκτρικὴν ἀκτῖνα κατὰ βούλησιν.

Καὶ νῦν ἐπανέλθωμεν εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον (σχ. 254).

Ἐπὶ τοῦ κυλινδρικοῦ ὀπισθίου του μέρους τὸ εἰκονοσκόπιον εἶναι καθ' ὅλα ὅμοιον μὲ τὴν λυχνίαν τοῦ Μπράουν. Ἡ ἠλεκτρονικὴ ὅμως ἀκτὶς προσπίπτει οὐχὶ ἐπὶ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ εὐρισκομένου ὑαλίνου τοιχώματος, ἀλλὰ ἐπὶ τῆς πλακῶς εἰδώλου, διότι αὕτη εὐρίσκεται πρὸ τοῦ τοιχώματος.

Ἀναγκάζοντες διὰ τοῦ ἐκ τῶν δύο πυκνωτῶν Σ_1 καὶ Σ_2 (σχ. 254) συστήματος τὴν ἠλεκτρονικὴν ἀκτῖνα νὰ περιτρέξῃ τοὺς ἐπὶ τῆς πλακῶς εἰδώλου πεπληρωμένους πυκνωτὰς ἐκκενοῦμεν τῇ βοθηθεῖα ταύτης αὐτούς. Τὸ κύκλωμα ἐπομένως: πλάξ εἰδώλου—στήλη Σ_2 —ἄνοδος A_2 διαρρέεται ὑπὸ μεταβλητῶν ρευμάτων ἀναλόγων πρὸς τὰ ἐκκενούμενα φορτία τῶν μικροσκοπικῶν πυκνωτῶν τῆς πλακῶς εἰδώλου, τὰ ρεύματα δὲ ταῦτα προκαλοῦν ἀντιστοιχοὺς πτώσεις τάσεως κατὰ μῆκος τῆς ἀντιστάσεως R . Ἐκ τῶν συναπτήρων ταύτης πλέον διαβιβάζομεν τὰς τάσεις αὐτὰς πρὸς ἐνίσχυσιν εἰς ἐνισχυτὰς καὶ εἶτα εἰς κεραίαν ἐκπομπῆς παλμικῶν ρευμάτων, τροποποιούντες οὕτω τὰ συντηρούμενα ρεύματά της.

Λ Η Ψ Ι Σ

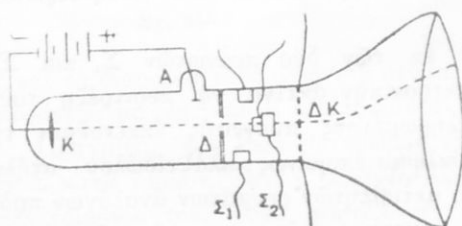
251. Τὰ ὑπὸ τῆς κεραίας λήψεως λαμβανόμενα ρεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως τῶν πομπῶν τηλεφωτογραφίας διαβιβάζονται μετὰ

τήν φώρασιν αὐτῶν εἰς εἰδικὴν λυχνίαν, ἧς ἀύξομειοῦσι τὴν φωτιστικὴν ἔντασιν. Δέσμη τις ἐκπορευομένη ἐκ τῆς λυχνίας ταύτης προσβάλλει διὰ καταλλήλου διατάξεως χάρτην εὐαίσθητον εἰς τὸ φῶς, φερόμενον ἐπὶ κυλίνδρου ὁμοίου πρὸς τὸν διὰ τὴν ἐκμπομπὴν χρησιμοποιούμενον καὶ οὐ μόνον περιστρεφόμενον ἀλλὰ καὶ προωθούμενον κατὰ τρόπον, ὥστε ἅπαντα τὰ σημεῖα τοῦ ἐπ' αὐτοῦ χάρτου νὰ προσβάλλωνται κατὰ σειρὰν ἓν πρὸς ἓν ὑπὸ τῆς δέσμης.

Εἶναι εὐνόητον, ὅτι ἀναλόγως τῆς φωτεινότητος τῆς δέσμης ταύτης θὰ δημιουργηθοῦν, ὡς καὶ ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακός, σημεῖα ἀνομοιομόρφου φωτισμοῦ. Ὁ χάρτης οὗτος ὑφιστάμενος εἶτα τὴν σχετικὴν κατεργασίαν καὶ ἐμφάνισιν μᾶς παρέχει τὴν διαβιβασθεῖσαν εἰκόνα.

252. Διὰ τὴν λήψιν εἰς τὴν τηλεόρασιν χρησιμοποιεῖται, ὡς προελέχθη, ἡ λυχνία τοῦ Μπράουν. Εἰς αὐτὴν τὸ τοιχώμα, ἐφ' οὗ προσκρούει ἡ ἠλεκτρονικὴ ἀκτίς, ἐπαλείφεται ἐσωτερικῶς διὰ καταλλήλου οὐσίας καθιστώσης τὸν ἐκ τῆς προσπτώσεως τῆς ἀκτίνος προκαλούμενον φωσφορισμὸν ἐντατικώτερον.

Ἐπὶ πλεόν ἐντὸς τοῦ λαμποῦ τῆς ἰδίας λυχνίας καὶ μεταξὺ τοῦ συστήματος τῶν πυκνωτῶν τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν



Σχ. 256

τῆς ἀκτίνος καὶ τοῦ τοιχώματος παρεντίθεται διάφραγμα ΔΚ (σχ. 256), ὁμοιον πρὸς τὸ διάφραγμα Δ, εἰς ὃ διαβιβάζονται τὰ ἐκ τῆς κεραίας λήψεως λαμβανόμενα ρεύματα, ἀφ' οὗ κατὰ πρῶτον ἐνισχυθοῦν δι' ἐνισχυτικῶν λυ-

χνιῶν. Τὸ διάφραγμα ἐπομένως ΔΚ φορτίζεται ἀντιστοίχως. Ἐὰν τὸ φορτίον αὐτοῦ εἶναι θετικόν, ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὑπαρχούσης ὀπῆς διόδον περισσοτέρων ἠλεκτρονίων. Ἡ ἐπὶ τοῦ τοιχώματος ἐπομένως παρουσιαζομένη ὡς φωσφορίζουσα κηλὶς εἶναι φωτεινότερα. Ἐὰν τοῦναντίον τὸ φορτίον γίνῃ ἀρνητικόν, τὸ διάφραγμα ΔΚ ἀποτρέπει τὴν ἐξ αὐτοῦ διόδον πολλῶν ἠλεκτρονίων· ἡ ἀκτίς λοιπὸν καθίσταται ἀσθενεστέρα, ἄρα καὶ ἡ κηλὶς μᾶλλον σκοτεινή.

Οὕτω ἀναλόγως τοῦ φορτίου τοῦ διαφράγματος ἔχομεν διαφόρου φωτεινότητος σημεία ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου τοιχώματος, ἅτινα μᾶς παρέχουν καὶ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐκπεπομένων παραστάσεων.

Εἶναι αὐτονόητον, ὅτι μεταξὺ τῶν ἐκ πυκνωτῶν συστημάτων τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν τῆς ἠλεκτρονικῆς ἀκτίνος, τόσον εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον τοῦ Ντζβόρουν, ὅσον καὶ εἰς τὴν διὰ τὴν λήψιν χρησιμοποιουμένην λυχνίαν τοῦ Μπράουν, δέον νὰ ὑπάρχη, καὶ ὑπάρχει, ἀπόλυτος συγχρονισμός. Οὗτος ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλου τροφοδοτήσεως τῶν πυκνωτῶν αὐτῶν.

Ὁ αὐτὸς συγχρονισμὸς δέον ὡσαύτως νὰ ὑφίσταται καὶ εἰς τοὺς μετακινουῦντας τὰς εἰκόνας ἢ τὸν χάρτην ἐφ' οὗ ἐμφανίζονται αὗται κυλίνδρους, εἰς τὰ μηχανήματα τῆς ἐκπομπῆς τηλεφωτογραφίας.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια προσπάθεια να διερευνηθεί ο ρόλος της οικογένειας στην ανάπτυξη των μαθητών. Η έρευνα βασίζεται σε μια σειρά από ερωτηματολόγια που απηχούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών και των γονιών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η οικογένεια παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Η συνεργασία μεταξύ σχολείου και οικογένειας είναι απαραίτητη για την επίτευξη των καλύτερων αποτελεσμάτων. Η μελέτη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς πρέπει να επικοινωνούν συχνά και να συνεργάζονται στενά για να βοηθήσουν τα παιδιά να πετύχουν στην εκπαίδευση.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα μαθητών και εκπαιδευτικών. Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά και απαιτούν περαιτέρω έρευνα. Η μελέτη υποδηλώνει ότι η οικογένεια παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Η συνεργασία μεταξύ σχολείου και οικογένειας είναι απαραίτητη για την επίτευξη των καλύτερων αποτελεσμάτων. Η μελέτη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς πρέπει να επικοινωνούν συχνά και να συνεργάζονται στενά για να βοηθήσουν τα παιδιά να πετύχουν στην εκπαίδευση.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα μαθητών και εκπαιδευτικών. Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά και απαιτούν περαιτέρω έρευνα. Η μελέτη υποδηλώνει ότι η οικογένεια παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Η συνεργασία μεταξύ σχολείου και οικογένειας είναι απαραίτητη για την επίτευξη των καλύτερων αποτελεσμάτων. Η μελέτη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς πρέπει να επικοινωνούν συχνά και να συνεργάζονται στενά για να βοηθήσουν τα παιδιά να πετύχουν στην εκπαίδευση.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα μαθητών και εκπαιδευτικών. Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά και απαιτούν περαιτέρω έρευνα. Η μελέτη υποδηλώνει ότι η οικογένεια παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών, ιδιαίτερα στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Η συνεργασία μεταξύ σχολείου και οικογένειας είναι απαραίτητη για την επίτευξη των καλύτερων αποτελεσμάτων. Η μελέτη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς πρέπει να επικοινωνούν συχνά και να συνεργάζονται στενά για να βοηθήσουν τα παιδιά να πετύχουν στην εκπαίδευση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΟΠΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'.—ΦΩΣ. ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ

	Σελ.
Όρισμοί	5
Σώματα φωτεινά, διαφανή, διαφώτιστα, σκιερὰ	5-7
Φωτειναι άκτινες. Φωτειναι δέσμαι	7
Σκιαί: Έκλείψεις (σ. 9), προσδιορισμός του ύψους διαφόρων αντικει- μένων (σ. 9), είκόνες διδόμεναι υπό των μικρών όπών (σ. 10).	8-10
Έξαιρέσεις εις την εύθύγραμμον διάδοσιν του φωτός	11
Προβλήματα	12

ΚΕΦ. Β'.—ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Όρισμός	12
Μέτρησις της ταχύτητος του φωτός: Μέθοδος άστρονομική (σ. 13), μέθοδοι φυσικαι (σ. 13)	13-17
Προβλήματα	17

ΚΕΦ. Γ'.—ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

Όρισμοί	17
Μεταβολή του φωτισμού μετά της άποστάσεως της πηγής	18
Μεταβολή του φωτισμού μετά της κλίσεως της φωτιζόμενης έπιφα- νειας	19
Σχέσις των έντάσεων δύο φωτεινών πηγών	20
Φωτόμετρα: Φωτομετρικαι μονάδες (σ. 22), προβλήματα (σ. 24)	20-24

ΚΕΦ. Δ'.—ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Όρισμοί	24
Νόμοι της ανάκλασεως	25
Άκανόνιστος ανάκλασις ή διάχυσις	26
Έπιπεδα κάτοπτρα: ΕΥδωλα παρεχόμενα υπό έπιπέδων κατόπτρων (σ. 27), πεδίων έπιπέδου κατόπτρου (σ. 27), ανάκλασις επί δύο	
Στοιχειά Φυσικης ΣΤ' (Έκδοσις 1950)	18

παραλλήλων κατόπτρων (σ.28), ανάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων (σ. 29), καλειδοσκόπιον (σ. 30), προβλήματα (σ.30) 27-31

ΚΕΦ. Ε'.—ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Ὅρισμοί	31
Κοίλα κάτοπτρα: Ἀνάκλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 32), εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος (σ. 34), εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου οἰουδήποτε (σ. 35), εἶδωλα ἀντικειμένων (σ. 37), ἐφαρμογαί (σ. 39)	32-39
Κυρτὰ κάτοπτρα: Κυρία ἐστία (σ. 40), συζυγεῖς ἐστίαί (σ. 41), εἶδωλα 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' ἣν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο διαθλαστικώτερον	48
Περίπτωσις, καθ' ἣν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον διαθλαστικὸν	50
Ἄτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμὸς	51
Κυριώτερα φαινόμενα ὀφειλόμενα εἰς τὴν διάθλασιν	52
Πρίσματα: Ὅρισμοί (σ. 54), πορεία τῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ πρίσματος (σ. 54), μεταβολαὶ τῆς ἐκτροπῆς (σ. 55), τύποι τοῦ πρίσματος (σ. 57), ἐφαρμογαὶ τῶν πρισμάτων, πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως (σ. 58), περισκόπιον (σ. 59), προβλήματα (σ. 60)	54-61
Φακοί: Ὅρισμοί (σ. 61), συγκλίνοντες φακοὶ (σ. 62), ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες (σ. 62), διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 63), ἰσχὺς φακοῦ (σ. 64), τύπος τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως φακοῦ (σ. 64), εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν συγκλινόντων φακῶν (σ. 64), τύποι τῶν συγκλινόντων φακῶν (σ. 66), ἐφαρμογαὶ (σ. 67)	61-67
Φακοὶ ἀποκλίνοντες: Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος (σ. 67), διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων (σ. 68), εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ ἀποκλινόντων φακῶν (σ. 69), τύποι (σ. 69), ἐφαρμογαὶ (σ. 70), προβλήματα (σ. 71)	67-71

ΚΕΦ. Ζ'.—ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ, ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Προβολεὺς	71
Φωτογραφικὴ συσκευὴ	73

Σελ.

ΚΕΦ. Η'.—ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός: Ἡλιακὸν φάσμα (σ. 76), τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλὰ καὶ ἀνίσως διαθλαστά (σ. 75), σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός (σ. 76), κατατάξεις τῶν χρωμάτων (σ. 78), χρῶμα τῶν σωμάτων (σ. 79), ραβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος (σ. 79), φασματοσκόπιον (σ. 79), διάφοροι τύποι φασμάτων (σ. 81), φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις (σ. 82), φάσματα ἀπορροφήσεως (σ. 83), ἀπορρόφησις ὑπὸ τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν (σ. 83), ἐξήγησις τῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος (σ. 83), ιδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος (σ. 84)	74-85
--	-------

ΚΕΦ. Θ'.—ΟΡΑΣΙΣ

Περιγραφή τοῦ ὀφθαλμοῦ	85
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς: Κανονικὸς ὀφθαλμὸς (σ. 88), μυωπία (σ. 88), ὑπερμετρωπία (σ. 89), πρεσβυωπία (σ. 90), φαινομένη διάμετρος (σ. 90)	87-91
Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς: Κινηματογράφος (σ. 91)	91-93

ΚΕΦ. Ι'.—ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ὈΡΓΑΝΑ

Ἀπλοῦν μικροσκόπιον: Ἴσχυς αὐτοῦ (σ. 94), μεγέθυνσις (σ. 94)	93-95
Σύνθετον μικροσκόπιον	95
Τηλεσκόπια: Διοπτρικά τηλεσκόπια (σ. 97), διόπτρα τῶν ἐπιγείων (σ. 93), διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου (σ. 99), ἀρχὴ τῶν πρισματικῶν διοπτρῶν (σ. 100), κατοπτρικά τηλεσκόπια (σ. 100)	97-101

ΚΕΦ. ΙΑ'.—ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

Οὐράνιον τόξον	102
Ἄλωξ	102

ΚΕΦ. ΙΒ'.—ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

Φύσις τοῦ φωτός: Ὑπόθεσις περὶ τοῦ αἰθέρος (σ. 104), μήκος κύματος (σ. 104), φαινόμενα συμβολῆς (σ. 105)	103-107
--	---------

ΚΕΦ. ΙΓ'.—ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἵριμοι	107
Κρύσταλλοι μονάξονες: Ἄκτις συνήθης καὶ ἄκτις ἐκτακτος	108
Πόλωσις τοῦ φωτός: Πεπολωμένον φῶς (σ. 110), πόλωσις τῆς ἐκτακτου ἄκτινος (σ. 110), ἐξήγησις τῆς πολώσεως (σ. 110)	109-111

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦ. Α'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι μορφή ἐνεργείας: Πηγαὶ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας (σ. 113.), μονάδες ἐνεργείας (σ. 113), μονάδες ἰσχύος (σ. 114) 112-144

ΚΕΦ. Β'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα: Φορὰ τοῦ ρεύματος (σ. 115) 114-116

ΚΕΦ. Γ'.—ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ

Διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων: Ἡλεκτρογενετική δύναμις ἠλεκτρικῆς] πηγῆς (σ. 117) 117-118

ΚΕΦ. Δ'.—ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

Ἡλεκτρόλυσις: Θεωρία τῶν ἰόντων (σ. 119) παραδείγματα ἠλεκτρολύσεως (σ. 119) 118-121

Ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ: Μονὰς ἐντάσεως (σ. 123), ἠλεκτροχημικὰ ἰσοδύναμα (σ. 123), ἠλεκτρολυτική μέτρησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος (σ. 124) 121-124

ΚΕΦ. Ε'.—ΣΤΗΛΑΙ

Ἡλεκτρικαὶ στήλαι: Στήλη τοῦ Βόλτα (σ. 125), χημικὰ φαινόμενα ἐντὸς τῶν στοιχείων (σ. 126), πόλωσις τοῦ στοιχείου τοῦ Βόλτα (σ. 127), στοιχείον Daniell (σ. 127), στοιχείον Bunsen (σ. 128), στοιχείον Leclanché (σ. 129), στοιχείον διχρωμικοῦ καλίου (σ. 130), χρῆσις ἐφυδραγωγμένου ψευδαργύρου (σ. 130), ἠλεκτρικὴ στήλη (σ. 130), ξηραὶ στήλαι (σ. 132) 124-133

ΚΕΦ. ΣΤ'.—ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ

Συσσωρευταὶ 134-136

ΚΕΦ. Ζ'.—ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΟΗΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

Σκοπὸς τῶν νόμων τοῦ Ohm: Νόμοι τοῦ Ohm, πειραματικὴ ἐρευνα (σ. 137), ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Ohm (σ. 138), ἀντίστασις ἀγωγοῦ (σ. 139), νόμος τοῦ Ohm διὰ κλειστὸν κύκλωμα (σ. 141), μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων (γέφυρα τοῦ Wheatston) (σ. 143), προβλήματα (σ. 145) 137-146

Σελ.

ΚΕΦ. Η'.—ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ JOULE

Θερμαντικὴ ἐνέργεια παραγομένη ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος: Πειραματικὴ ἔρευνα (σ. 147), ἀναλυτικὴ ἔκφρασις τῶν νόμων τοῦ Joule (σ. 148), ἰσχύς τοῦ ρεύματος (σ. 149), ἐφαρμογαί (ἀσφάλεια, ἠλεκτρικὴ θέρμανσις) (σ. 150)	146-150
Φωτισμός, Λαμπτήρες. (σ. 150), βολταϊκὸν τόξον (σ. 151), ἠλεκτρικὴ κάμινος (σ. 151), προβλήματα (σ. 152)	150-153

ΚΕΦ. Θ'.—ΜΑΓΝΗΤΑΙ, ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνήται: Πόλοι τῶν μαγνητῶν (σ. 153), ἀμοι- βαῖαι ἐνέργειαι τῶν πόλων (σ. 154), μαγνητικὸν πεδίου (σ. 155)	153-157
---	---------

ΚΕΦ. Ι'.—ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Νόμος τοῦ Coulomb: Ἐντασις πόλου (σ. 157), μονὰς πόλου (σ. 157), ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου (σ. 158), μονὰς ἐντάσεως (σ. 158), προβλήματα (σ. 158)	157-158
---	---------

ΚΕΦ. ΙΑ'.—ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Γήινον μαγνητικὸν πεδίου: Γήινον ζευγὸς (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 πεδίου σωληνοειδοῦς (σ. 166), τὰ σωληνο- ειδῆ ἔχουν ὅλας τὰς ιδιότητες τῶν μαγνητῶν (σ. 167), θεωρία τοῦ Ampère περὶ τοῦ μαγνητισμοῦ (σ. 168), γαλβανόμετρον (σ. 169)	165-170

ΚΕΦ. ΙΓ'.—ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου: Ἠλεκτρομαγνήται (σ. 172), ἐφαρ- μογαί τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν (ἠλεκτρικὸς κώδων, ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος, τηλέφωνον)	170-177
--	---------

ΚΕΦ. ΙΔ'.—ΕΠΑΓΩΓΗ

Ἐπαγωγή: Ἐπαγωγή διὰ τῶν ρευμάτων (σ. 177), ἐπαγωγή διὰ μα- γνητῶν (σ. 179), αὐτεπαγωγή (σ. 180), πηνίον τοῦ Ruhmkorff (σ. 180)	177-182
---	---------

ΚΕΦ. ΙΕ'.—ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ GRAMME

Σκοπὸς τῆς μηχανῆς τοῦ Gramme: Ἐπαγωγεὺς (σ. 183), ἐπαγωγίμιον (σ. 184), λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας (σ. 185), λειτουρ- γία τῆς μηχανῆς ὡς γεννητρίας (σ. 186), διέγερσις τοῦ ἐπαγω- γέως (σ. 187)	182-189
--	---------

ΚΕΦ. ΙΣΤ.—ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Ὅρισμοί	189
Αρχὴ τῶν ἐναλλακτῆρων: Ἐναλλακτὴρ μετ' ἐπαγωγίμου ἀκινήτου (σ. 191), ιδιότητες τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων (σ. 193), πολυφασικά ρεύματα (σ. 193), ἐναλλακτῆρες μετ' τριφασικά ρεύματα (σ. 194), μεταμορφωταί (σ. 195), ἐφαρμογαί τῶν μεταμορφωτῶν (σ. 196)	190-199

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'.—ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ

Ἠλεκτροδυναμικὴ — Ἠλεκτροστατικὴ: Κυριώτεραι μέθοδοι ἡλεκτρίσεως (σ. 200), ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους (σ. 202), ἔκκρεμές μεμονωμένον, θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς (σ. 203), ἡλεκτροσκόπιον (σ. 204), ὁ ἡλεκτρισμὸς φέρεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν (σ. 205)	200-206
---	---------

ΚΕΦ. Β'. — ΠΟΣΟΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΟΥ FARADAY

Ὅρισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ: Μέτρησις τῆς ποσότητος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ (σ. 207), Νόμος τοῦ Coulomb (σ. 208), σύγχρονος ἀνάπτυξις τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ (σ. 208)	206-209
--	---------

ΚΕΦ. Γ'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ. ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΩΝ ΑΚΙΔΩΝ

Ἠλεκτρικὴ πυκνότης: Δύναμις τῶν ἀκίδων (σ. 210)	209-211
---	---------

ΚΕΦ. Δ'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

Ἠλεκτρικὸν πεδίων: Δυναμικὸν (σ. 211), σύγκρισις τῶν δυναμικῶν (σ. 112), βαθμολογία τοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἰς volts (σ. 213), ἡ κίνησις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μεταλὸν δύο ἀγωγῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμιμοῦ των (σ. 213), ἡλεκτροχωρητικότης (σ. 214), προβλήματα (σ. 214)	211-216
--	---------

ΚΕΦ. Ε'.—ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

Ἠλεκτρικὴ ἐπίδρασις: Ἠλεκτρικὰ διαφράγματα (σ. 218), ἐφαρμογαί τῆς ἐπίδράσεως (σ. 219)	216-220
--	---------

Σελ.

ΚΕΦ. ΣΤ'.—ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

Πηγαί ηλεκτρισμοῦ: Ἐλεκτροστατικά μηχαναί (σ.221), ηλεκτροφόρος (σ. 221) μηχανή τοῦ Ramsden (σ. 222), μηχανή τοῦ Wimshurst (σ. 223)	220-227
---	---------

ΚΕΦ. Ζ'. — ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Μεταβολαί τῆς χωρητικότητος ἀγωγοῦ: Συμπυκνωταί (σ. 227), ηλεκτρική συστοιχία (σ. 229), συμπυκνωτικὸν ηλεκτροσκόπιον (σ. 231)	227-231
---	---------

ΚΕΦ. Η'. — ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς ἐκκενώσεως: Ἀποτελέσματα φωτεινά (σ. 231), ἀποτελέσματα θερμαντικά (σ. 232), ἀποτελέσματα χημικά (σ. 232), ἀποτελέσματα μηχανικά (σ. 232), ἀποτελέσματα φυσιολογικά (σ. 233)	231-233
---	---------

ΚΕΦ. Θ'. — ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ηλεκτρικὸν πεδίον: Ἀστραπή, βροντή, κεραυνός (σ. 234), ἀλεξικέραυνον (σ. 235)	233-236
--	---------

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΚΕΦ. Α'. — ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΗΡΑΙΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Ἐλεκτρικὸν φῶν	237
Σωλήνες τοῦ Geissler	239
Σωλήνες τοῦ Crookes: Καθοδικαὶ ἀκτίνες (σ. 239), ἀκτίνες Röntgen (σ. 241), ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία (σ. 242), φυσιολογικὴ ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων X (σ. 243)	239-243
Οὐσίαι ἀκτινεργοὶ	243
Φωτισμὸς δι' ἠραιωμένων ἀερίων: Φωτεινὴ ἐνέργεια (σ. 243), φωτισμὸς δι' ἀζώτου (σ. 244), φωτισμὸς διὰ νέου (σ. 244), φωτισμὸς διὰ λαμπτήρος με ἀτμούς υδραργύρου (σ. 245)	243-246

ΚΕΦ. Β'. — ΡΕΥΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ

Μέγιστον τῆς συχνότητος εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας: (σ. 246), Παλμικὴ κίνησις ὑγροῦ (σ. 247), ηλεκτρικὴ ἐκκένωσις παλμικὴ (σ. 247), ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότητος (σ. 248)	246-249
---	---------

ΚΕΦ. Γ'. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Ταχύτης τῆς διαδόσεως	246
Διεγέρτης τοῦ Hertz: Συνοχεύς (σ. 250)	249-250
Ἄσύρματος τηλεγραφία	250-253
Φωραταὶ κυμάτων: (ἠλεκτρολυτικὸς φωρατῆς-κρυσταλλικὸς φωρατῆς)	253-255
Ἡλεκτρονικοὶ σωλῆνες: Λυχνία μὲ δύο ἠλεκτρόδια (σ. 255), λυχνία μὲ τρία ἠλεκτρόδια (σ. 256)	255-257
Ἄσύρματος τηλεγράφος διὰ λυχνιῶν (σ. 257): Λυχνία γεννήτρια συντηρουμένων κυμάτων (σ. 258), δέκτης (σ. 259)	257-259
Ἄσύρματον τηλέφωνον	259
Ραδιόφωνον	260
Τηλεγραφία· Τηλεόρασις (σ. 262): Ἐκπομπή (φωτοκύτταρον) (σ. 264), εἰκονοσκόπιον (σ. 266), λυχνία τοῦ Μπράουν (σ. 268), λήψις (σ. 269)	264-272



