

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ (ΙΤΥΣΣΕ)

ΦΥΣΙΚΗ ΣΤ/Γ

Ε

1

ΦΣΚ

ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ

Λεονταριτου (ΔΙΟΝ Π)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ

4



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1951

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

4



ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ

Ε Ι ΦΕΚ

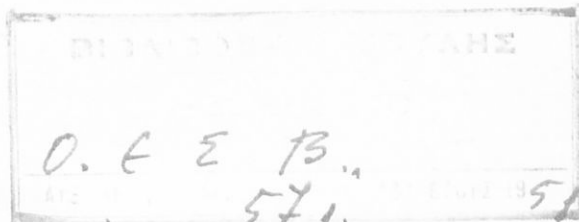
Λεονταριτου {Διον. Π}

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ



ΟΕΣΒ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ 1951

002
41E
ET2B
1586

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 ὅποια διεγείρουσιν τὴν ὄρασιν. **Φῶς** δὲ καλοῦμεν τὸ αἴτιον, 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 καταυγαστήρ (ἀμπαζοῦρ) λαμπτήρος κτλ., δύνανται καὶ αὐτὰ νὰ [φωτίζουν] ἄλλα ἀντικείμενα. Λέγομεν τότε, ὅτι ὁ ἥλιος, ὁ ἀνημμένος λαμπτήρ, ὁ λευκὸς τοῖχος, ὁ λευκὸς καταυγαστήρ, εἶναι **σώματα φωτεινά**.

Ὅστε τὰ διάφορα σώματα δύνανται νὰ εἶναι φωτεινά, δηλ. νὰ φαίνονται, κατὰ δύο τρόπους· ἢ ὅπως ὁ ἥλιος, ἢ φλόξ [κηρίου], ἢ φλόξ λαμπτήρος, τὰ ὅποια **ἐκπέμπουν ἰδικόν των φῶς** καὶ καλοῦνται **πηγαὶ φωτός** ἢ **αὐτόφωτα σώματα**, ἢ ὅπως οἱ τοῖχοι δωματίου, ὁ λευκὸς καταυγαστήρ, τὰ διάφορα ἀντικείμενα κτλ., τὰ ὅποια καθίστανται φωτεινά καὶ ὄρατά, ὅταν φωτίζονται ὑπὸ πηγῆς φωτός, διότι ἐκπέμπουν τότε ἐν ὅλῳ 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, μετρούμενων εἰς τρισεκατημύρια

κατὰ δευτερόλεπτον, τὰς ὁποίας ἐκτελοῦν τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων. Ἡ περιοδικὴ παλμικὴ κίνησις φωτεινοῦ σώματος γεννᾷ φωτεινά 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 ἀτμοσφαίρας. Ἀλλὰ βλέπομεν αὐτά, καὶ ἐὰν μεταξὺ αὐτῶν καὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ παρενθῶμεν λεπτὴν ὑαλίνην πλάκα· ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν τοὺς γάλικας εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποταμοῦ. Ὁ ἀήρ, ἡ ὕαλος, τὸ διαυγὲς ὕδωρ, τὰ ὅποια ἀφήνουν νὰ διέρχεται δι' αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα **διαφανῆ**.

Διαφώτιστα σώματα. Ἡ γαλακτόχρους ὑαλίνη σφαῖρα, ἡ ὁποία περικαλύπτει τοὺς ἠλεκτρικοὺς 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 ταῦτοις παρατηροῦντες διὰ μέσου αὐτῶν δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὸ σχῆμα τῶν ἀντικειμένων, τὰ ὅποια εὐρίσκονται ὀπισθεν αὐτῶν. Ἡ γαλακτόχρους ὕαλος, ἡ πορσελάνη, τὸ φύλλον τοῦ χάρτου κτλ., τὰ ὅποια 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 ὅποια δὲν ἀφήνουν νὰ διέλθῃ δι' αὐτῶν τὸ φῶς, λέγονται σώματα **σκιερὰ**.

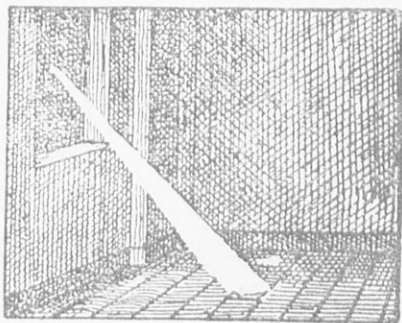
Σημείωσις. Ἐν τῇ πραγματικότητι, ἐκτὸς τοῦ κενοῦ, δὲν ὑπάρχουν σώματα ἀπολύτως διαφανῆ. Σῶμά τι ἀπορροφᾷ πάντοτε ὀλίγον φῶς καὶ ἢ ἀπορρόφησις αὕτη, ἢ ὁποία ἀεξάνεται μετὰ τοῦ πάχους τοῦ σώματος, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται τὸ φῶς, δύναται νὰ γίνῃ ὀλικὴ διὰ πάχος ἐπαρκῶς μέγα. Διὰ τοῦτο τὸ ἡλιακὸν φῶς δὲν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

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

λον χρυσοῦ, πάχους ἐνὸς χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου, διατηρούμενον μεταξὺ δύο ὑαλίνων πιακῶν, ἀφήνει νὰ εἰσδύῃ ἐντὸς αὐτοῦ πρᾶσινωπὸν φῶς.

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

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



Σχ. 1

β') Ἐὰν τὸ ἡλιακὸν φῶς ἢ τὸ φῶς βολταϊκοῦ τόξου εἰσέρχεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς ὀπῆς, φωτίζει κατὰ τὴν δίοδόν του τὸν ἐλαφρὸν κονιορτόν, ὁ ὁποῖος αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ἡ δίοδος αὕτη σημειοῦται τοιοῦτοτρόπως ὑπὸ φωτεινοῦ κώνου λίαν ἐπιμήκους με γεωμετρίας τελείως εὐθυγράμμους (σχ. 1).

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

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

(*) Ὅμοιομερῆ λέγονται τὰ σώματα, τὰ ὅποια καθ' ἓνα τὰ μέρη αὐτῶν παρουσιάζουσιν τὰς αὐτὰς ιδιότητας.

ται νὰ ἀποτελῆται 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 Ἡλίου, δέονται νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι. Ἀφοῦ διέλθουν διὰ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνες αὗται τείνουν νὰ συναντηθοῦν εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εὐθίσκεται πλησίον τοῦ φακοῦ, σχηματίζουσαι οὕτω δέσμην συγκλίνουσαν. Τέλος, αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἀφοῦ διασταυρωθοῦν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, βαίνουν πάντοτε ἀπομακρυνόμεναι ἀπ' ἀλλήλων. Σχηματίζουσι τότε δέσμην ἀποκλίνουσαν.



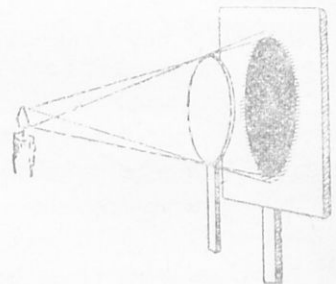
Σχ. 2

4. Σκιὰ. — Συνέπεικ τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτός εἶναι ὁ σχηματισμὸς τῶν σκιῶν ὑπὸ τῶν σκιερῶν σωμάτων.

Ὅταν σκιερὸν σῶμα εὐρίσκεται ἔμπροσθεν φωτεινῆς πηγῆς, σταματᾷ ἕλας 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, ὑπερ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον συμβαίνει, ἡ μετάβασις ἐκ τῆς σκιᾶς εἰς τὸ φῶς δὲν γίνεται ἀποτόμως· ὑπάρχει τότε περὶ τὴν σκιάν χάρος, ὅστις φωτίζεται ὑπὸ μέρος μόνον τῆς φωτεινῆς πηγῆς· ὁ χάρος οὗτος καλεῖται **ὑποσκίασμα**.

Σημείωσις. Δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ἐδρωτικῶς τὸν σχηματισμὸν τῆς σκιᾶς καὶ τοῦ υποσκιάσματος, λαμβάνοντες ὡς φωτεινὴν πηγὴν τὴν φλόγα κηρίου καὶ ὡς σκιερὸν σῶμα δίσκον ἐκ χονδροῦ χάρτου, τὸ 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 μὲ τὸν δίσκον· περὶ τὴν σκιάν ταύτην ἐν ὑποσκίασμα,

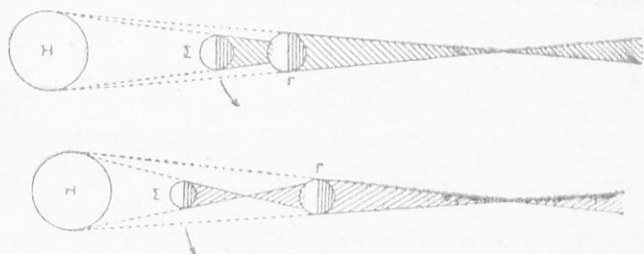


Σχ. 3

εις τὸ ὅποιον ἡ ἔντασις τοῦ φωτός αὐξάνεται βαθμηδὸν ἀπὸ τῆς σκιᾶς πρὸς τὴν περιφέρειαν· τέλος, ἐκτὸς τῶν δύο τούτων χωρῶν, μίαν χῶραν φωτιζομένην ὑπὸ τῆς φλογὸς ὀλοκλήρου.

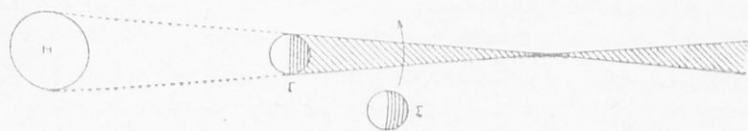
Ἐ φ α ρ μ ο γ α ί : Α') Ἐκλείψεις. Ἡ θεωρία τῶν σκιῶν ἐξηγεῖ τὸ φαινόμενον τῶν ἐκλείψεων.

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



Σχ. 4.

σκιᾶς καὶ τοῦ ὑποσκιάσματος τῆς Σελήνης συναντήσουν τὴν Γῆν, ὑπάρχει ἐκλείψις τοῦ Ἡλίου διὰ τοὺς τόπους τοὺς εὐρισκομένους ἐντὸς τῶν κῶνων τούτων τῆς σκιᾶς (σχ. 4). Ἡ ἐκλείψις τοῦ Ἡλίου δύναται νὰ εἶναι μερική, ὀλική ἢ δακτυλιοειδῆς εἰς τινὰ τόπον, καθ' ὅσον ὁ τόπος αὗτος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὑποσκιάσματος, ἐντὸς τοῦ κώνου τῆς σκιᾶς ἢ ἐντὸς τῆς προεκτάσεως τοῦ κώνου τούτου τῆς σκιᾶς.



Σχ. 5.

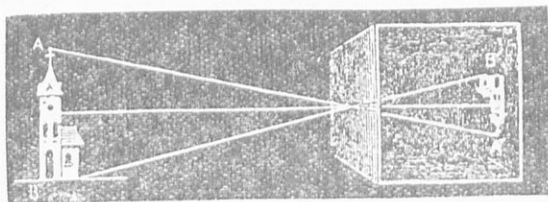
Ἐκλείψεις τῆς Σελήνης. Ἐὰν κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς πανσελήνου ὁ κῶνος τῆς σκιᾶς τῆς Γῆς συναντήσῃ τὴν Σελήνην, ὑπάρχει ἐκλείψις τῆς Σελήνης, ὀλική ἢ μερική (σχ. 5).

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 ριπτομένης σκιᾶς καὶ συγκρίνοντες αὐτὸ πρὸς τὸ μῆκος τῆς σκιᾶς

τῆς ριπτομένης κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ὑπὸ κατακρούρου 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 παριστοιχῶν 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 ἐν σημείον Α φωτεινοῦ ἀντικειμένου ΑΒ. Τὸ σύνολον τῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ σημείου τούτου καὶ εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ θαλάμου, σχηματίζει δέσμην εὐθεῖαν



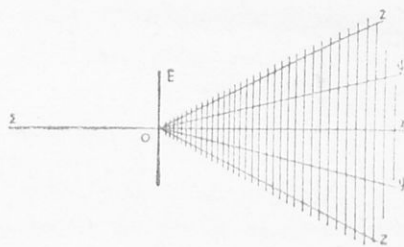
Σχ. 6

ἀποκλίνουσαν, ἣ 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 ἀρκετὰ μικρὰ καὶ τὸ ἀντικείμενον εἶναι ἀρκετὰ ἀπομακρυσμένον, αἱ φωτεινὰ δέσμαι, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουν τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου, ἀνάγονται ἐκάστη αἰσθητῶς εἰς φωτεινὴν ἀκτῖνα καὶ ἐκάστη τῶν ἀντιστοιχῶν φωτιζομένων μικρῶν ἐπιφανειῶν δύναται νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς σημεῖον. Τὸ σύνολον λοιπὸν τῶν σημείων τούτων θὰ ἀναπαράγῃ 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, ἡ τομὴ τοῦ διαφράγματος καὶ τῆς κωνικῆς δέσμης, τῆς ἐχοῦσης κορυφὴν σημείον τι τοῦ ἀντικειμένου, ἔχει αἰσθητὰς διαστάσεις· συνεπῶς καὶ αἱ φωτιζόμεναι μικρὰ ἐπιφάνειαι 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 ὄριον τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα, ὅταν τὰ Σ καὶ Ο τείνουν ἕκαστον πρὸς σημείον. Φαίνεται λοιπὸν ἐκ πρώτης ὕψεως, ὅτι θὰ δυνηθῶμεν πειραματικῶς νὰ πλησιάσωμεν ὅσον θέλομεν πρὸς τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα, 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



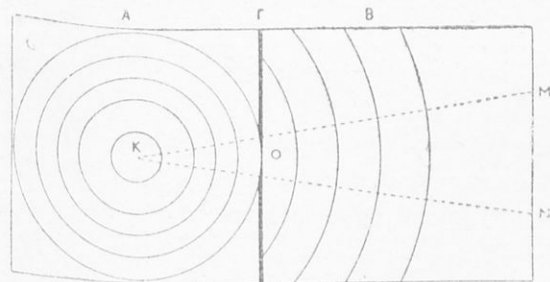
Σχ. 7

δὲν ἀκολουθεῖ ἀποκλειστικῶς τὴν ὁδὸν Οχ, ἥτις θὰ ἦτο ἡ προέκτασις τῆς ΣΟ, ἀλλ' ἐξαπλοῦται καθ' ἕνας 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 ἐθε-

ωροῦμεν ὡς κανονικὴν, καλεῖται **παράθλασις τοῦ φωτός.**

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

Ἐστω λεκάνη πλήρης ὕδατος χω-



Σχ. 8

ριζομένη διὰ διαφράγματος Γ εἰς δύο διαμερίσματα. Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ τὸ διάφραγμα φέρει ὀπὴν Ο (σχ. 8). Δι' ἑνὸς διαπεσῶν παλλομένου πλήττομεν περιοδικῶς τὸ κέντρον Κ τῆς ὑγρᾶς ἐπιφανείας τοῦ διαμερίσματος Α. Παράγονται τότε διαδοχικὰ κύματα, τὰ ὁποῖα φθάνουν 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 διχμέρισμα Β, ὥστε μὴ ὑπῆρχε καθόλου τὸ διάφραγμα καὶ ὥστε τὰ κύματα ἐξεπερέβοντο ἐκ τοῦ σημείου Κ.

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

Ἐρωτήσεις καὶ προβλήματα.

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

6. Ὅρισμός. — 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 χ δευτερόλεπτα, ἡ ταχύτης τ δίδεται τότε ὑπὸ τοῦ τύπου:
$$τ = \frac{δ}{χ}$$

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

Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ 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 διηλύθη 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 ἀκριβῶς. Διὰ τοῦτο ἐπενόησαν μεθόδους εἰδικάς, διὰ τῶν ὑποίων ἡδυνήθησαν 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 ὑποῖον 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 τινῶν (*).

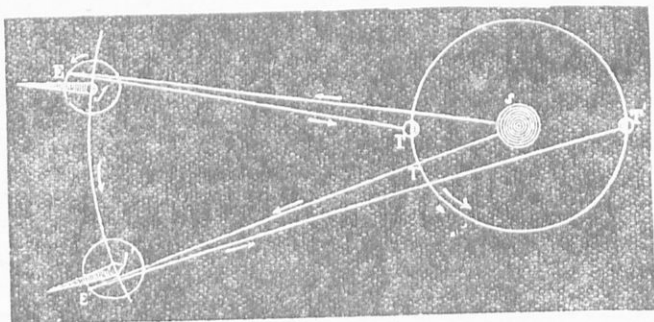
α') Μέθοδος τοῦ Roemer. Ὁ πλανήτης Ζεὺς χρειάζεται περίπου 12 ἔτη, διὰ νὰ ἐκτελέσῃ τὴν περὶ τὸν Ἥλιον περιφορὰν του, ἐνῶ ἡ Γῆ ἐκτελεῖ ταύτην εἰς ἓν ἔτος. Συνεπῶς εἰς 6 μῆνας ἢ μὲν Γῆ διακύσει τὸ ἥμισυ τῆς τροχιάς της, ἐνῶ ὁ Ζεὺς τὸ $\frac{1}{24}$ περίπου τῆς τροχιάς του. Ἐὰν λοιπὸν τὰ δύο ταῦτα σώματα, κατὰ τινὰ χρονικὴν στιγμήν, εὑρισκῶνται εἰς συζυγίαν, μετὰ 6 μῆνας θὰ εὑρεθοῦν εἰς ἀντιζυγίαν, δηλ. ἡ ἀπόστασις των θὰ αὐξήθῃ σχεδὸν κατὰ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς.

Ἄφ' ἐτέρου εἶναι γνωστὸν, 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 πλησιέστερος εἰς τὸν Δία δορυφόρος (πρῶτος δορυφόρος) διασχίζει εἰς ἐκάστην περιφορὰν του τὸν κῶνον τῆς σκιᾶς τοῦ Διὸς καὶ ἐξαφανίζεται ἐπὶ τινὰ

(*) 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 σκιὰν (ἐνάρξεις δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων), ἢ ἡ διάρκεια τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου τούτου εἶναι 42 ὥρ. 22' 35".

Ἐὰν λοιπὸν μία κατάδυσις συμβῆ κατὰ τὸν χρόνον χ , ὅταν ἡ Γῆ Τ εὑρίσκεται σχεδὸν εἰς συζυγίαν μετὰ τοῦ Διὸς εὑρισκομένου εἰς τὸ j (σχ. 9), δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν χρόνον τῆς $n+1$ καταδύσεως, ἣτις θὰ συμβῆ μετὰ θ περίπου μῆνας, ὅταν ἡ Γῆ θὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ Τ', ἐν ἀντιζυγίᾳ μετὰ τοῦ Διὸς εὑρισκομένου εἰς τὸ j' . Ὁ χρόνος οὗτος θὰ ἦτο $\chi+n\theta$, ἀν ἡ Γῆ 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 ΤΤ' τῆς τροχιαῖς τῆς Γῆς. Διότι, ἀν ἡ πρώτη κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον κ , ὅτε ἡ Γῆ εὑρίσκετο εἰς τὸ Τ καὶ ὁ Ζεὺς εἰς τὸ j (συζυγία), αὕτη ἐγένετο ὁρατὴ εἰς χρόνον $\chi = \kappa + \frac{\Delta}{T}$, ἔνθα Δ ἡ ἀπόστασις Τ j καὶ Τ ἡ ταχύτης τοῦ φωτός (δηλ. $\frac{\Delta}{T}$ ὁ χρόνος καθ' ὃν τὸ φῶς διήνυσεν τὴν ἀπόστασιν Τ j). Ἡ δευτέρα κατάδυσις ἐγένετο εἰς χρόνον $\kappa + \theta$, ἐγένετο δὲ ὁρατὴ εἰς χρόνον $\kappa + \theta + \frac{\Delta + \delta}{T}$, ἔνθα δ ἡ ἀύξησις τῆς ἀποστάσεως Τ j εἰς χρόνον θ . Ἡ τρίτη κατάδυσις συνέβη εἰς χρόνον $\kappa + 2\theta$, ἐγένετο δὲ ὁρατὴ εἰς χρόνον $\kappa + 2\theta + \frac{\Delta + \delta'}{T}$, ἔνθα δ' ἡ

αύξεις τῆς ἀποστάσεως, καὶ ἡ $n+1$ κατάδυσις (ἀντιζυγία), ἣτις ἐγένετο εἰς χρόνον $x+n\theta$, ἐγένετο ὁρατὴ εἰς χρόνον $x' = x+n\theta + \frac{\Delta + \Delta'}{T}$

ἔνθα Δ' ἡ διάμετρος τῆς τροχιάς τῆς Γῆς.

Ἄρα μεταξὺ τῆς πρώτης καταδύσεως καὶ τῆς $n+1$ παρήλθε χρόνος

$$x' - x = x + n\theta + \frac{\Delta + \Delta'}{T} - x - \frac{\Delta}{T} = n\theta + \frac{\Delta'}{T}, \text{ ἐνῶ ἔπρεπε νὰ παρέλθῃ}$$

χρόνος $n\theta$. Ἡ ἐπιβράδυνσις $\frac{\Delta'}{T}$ ἰσοῦται, ὡς εἴπομεν, μὲ 16' καὶ 26'' ἢ

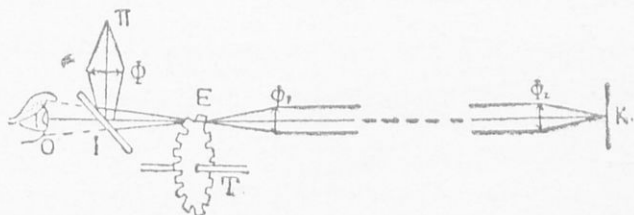
$$986''. \text{ Καὶ ἐπειδὴ ἡ } \Delta' \text{ εἶναι γνωστὴ, ἔχομεν } \frac{\Delta'}{T} = 986 \text{ ἢ } T = \frac{\Delta'}{986}.$$

Σημείωσις. Ἐὰν θέσωμεν κατὰ προσέγγισιν $\frac{\Delta'}{T} = 1000$ καὶ

$$\Delta' = 300 \cdot 10^6 \text{ χιλιόμετρα, θὰ ἔχομεν } T = \frac{300 \cdot 10^6}{10^3} = 300 \cdot 10^3 \text{ χμ.}$$

β') Μέθοδος φυσικῆ τοῦ Fizeau. Τὰ περάματα τοῦ Fizeau ἐξετελέσθησαν κατὰ τὸ 1848 μεταξὺ Suresnes καὶ Montmartre ἢ ἀποστάσις τῶν δύο σταθμῶν ἦτο ἀκριβῶς γνωστὴ.

Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς Suresnes φωτεινὴ δέσμη ἐκπεμπομένη ὑπὸ πηγῆς Π (σχ. 10) καὶ ἀνακλωμένη ἐπὶ ὑαλίνης πλακῆς διαφανοῦς I ἀποστέλλεται ὀριζοντίως, διερχομένη διὰ κενοῦ E 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 κατόπτρου K καὶ διανύει κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τὴν αὐτὴν τροχίαν, ἣν καὶ κατὰ τὴν μετάβασιν. Ἐὰν ὁ τροχὸς μένῃ ἀκίνητος, ἡ δέσμη διερχομένη διὰ τοῦ αὐτοῦ κενοῦ, δι' αὐτὸ διήλθε καὶ κατὰ τὴν ἀναχώρησιν, θὰ φθάσῃ εἰς παρατηρητὴν εὐρισκόμενον ὀπισθεν τῆς ὑαλίνης πλακῆς. Ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ

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

Διὰ τοῦ ὥρολογιακοῦ 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 πλῆρες ἑνὸς 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 δικδέχονται ἄλληλα 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 ἑνὸς 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). Ἐχομεν λοιπὸν $χ = \frac{1}{2ΜΝ}$ (1). Ἀφ' ἐτέρου, ἐπειδὴ ἡ κίνησις τῆς μεταδόσεως τοῦ φωτός εἶναι ὁμαλὴ, ἔχομεν 2δ = Τ.χ, ἔνθα Τ ἡ ζητουμένη ταχύτης τοῦ φωτός καὶ συνεπῶς $χ = \frac{2δ}{Τ}$ (2).

Ἐκ τῶν (1) καὶ (2) λαμβάνομεν $\frac{1}{2ΜΝ} = \frac{2δ}{Τ}$, ἐξ ἧς $Τ = 4ΜΝδ$.

Σημείωσις. Ὁ ὀπτικὸς κανονισμὸς πειράματος χρησιμοποιοῦντος τόσοσιν μεγάλας ἀποστάσεις παρουσιάζει εἰδικὰς δυσκολίας. Τὸ σχῆμα 10 δεικνύει, ὅτι ἡ φωτεινὴ πηγὴ Π, τοποθετημένη πλάγιως, 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 εἰδωλον. Οἱ φακοὶ Φ₁ καὶ Φ₂ ἐμποδίζουν τὰς ἀκτῖνας νὰ ἀπομακρυνθοῦν—καὶ κατὰ τὴν μετάβασιν καὶ

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

Ἀποτελέσματα. Αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι, καὶ ἄλλαι, ἔδωσαν ὡς ταχύτητα τοῦ φωτός εἰς τὸν ἀέρα 300.000 χιλιόμετρα περίπου κατὰ δευτερόλεπτον.

Εἰς τὸ κενὸν ἡ ταχύτης τοῦ φωτός εἶναι ἡ αὐτή. Εἰς τὸ ὕδωρ ἡ ταχύτης εἶναι τὰ $\frac{3}{4}$ ταύτης, δηλ. 225.000 χιλιόμετρα. Εἰς τὴν ὑαλον 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 οὖσης 150.000.000 χιλιόμετρα.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

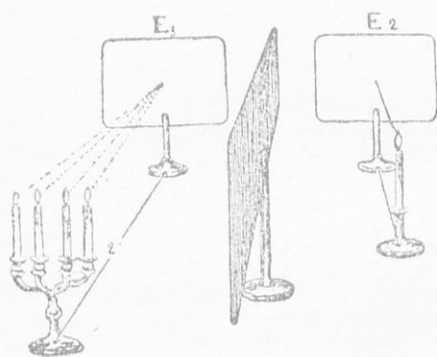
Φ Ω Τ Ο Μ Ε Τ Ρ Ι Α

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 ἀκτίνων καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς πηγῆς. Λέγομεν, ὅτι δύο πηγαὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ἐὰν φωτίζουν ἐξ ἴσου ἀπὸ τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως δύο ἐπιφανείας ἴσας, δεχομένης τὰς ἀκτῖνας καθέτως. Ὁ ὀφθαλμὸς δύναται νὰ ἐκτιμῆσῃ μὲ ἀρκετὴν ἀκριβείαν τὴν ἰσότητά των φωτισμῶν, ἐὰν αἱ πρὸς σύγκρισιν πηγαὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ χρῶμα. 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 αὐταὶ παράγουν.

9. Μεταβολὴ τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς. — Λαμβάνομεν δύο ἴσα διαφώτιστα διαφράγματα, τὰ ὁποῖα τοποθετοῦμεν κατακόρυφως, 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 ὁμοῖα 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 ὅλικοῦ φωτισμοῦ τοῦ προερχομένου ἐκ τῶν 4 κηρίων,



Σχ. 11

συνάγομεν, ὅτι ὁ φωτισμὸς τοῦ ἑνὸς κηρίου εἰς τὴν ἀπόστασιν τῶν 2 μέτρων ἐγένετο 4 φορές μικρότερος ἀπὸ ὅσας ἦτο εἰς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἑνὸς μέτρου.

Θὰ εὐρωμεν 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' εἶναι οἱ παραγόμενοι φωτισμοὶ ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἀπὸ τῶν ἀποστάσεων α καὶ α' , ὅθ' ἔχομεν $\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2}$.

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

Συνεπώς πηγή έντάσεως E θά παράγη φωτισμόν E από απόστασεως 1 εκατοστομέτρου.

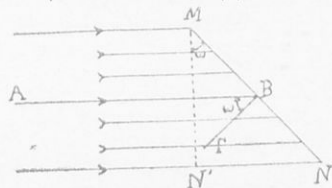
Εάν υποθέσωμεν, ότι ή αυτή πηγή παράγει φωτισμόν φ από απόστασεως α εκατ., θά έχωμεν κατά τόν άνωτέρω νόμον $\frac{\varphi}{E} = \frac{1}{\alpha^2}$, ήθεν:

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

Εκ τούτου έπεται, ότι ο φωτισμός ο παραγόμενος καθέτως από απόστασεως α υπό τής πηγής έντάσεως E μετρεΐται υπό του πηλίκου $\frac{E}{\alpha^2}$.

10. Μεταβολή του φωτισμού μετά της κλίσεως τής φωτιζομένης επιφανείας.— Θεωρήσωμεν δέσμην παραλλήλων ακτί-

νων προσπίπτουσιν πλαγίως επί επιπέδου επιφανείας MN , έμβραδού ϵ' (σχ. 12), και έστω MN' ή κάθετος τομή, έμβραδού ϵ , του κυλίνδρου του σχηματιζομένου υπό τής φωτεινής δέσμης. Η ποσότης του φωτός Φ , τήν οποίαν δέχεται ή επιφάνεια MN , είναι ή αυτή με την ποσότητα, τήν οποίαν δέχεται ή επιφάνεια MN' . Συνεπώς ή ποσότης φ' του φωτός, τήν οποίαν δέχεται έκάστη μονάς επιφανείας τής



Σχ. 12

MN , θά είναι $\varphi' = \frac{\Phi}{\epsilon'}$, και ή ποσότης του φωτός φ , τήν οποίαν δέ-

χεται έκάστη μονάς επιφανείας τής MN' , θά είναι $\varphi = \frac{\Phi}{\epsilon}$. Διαιρου-

τες κατά μέλη, λαμβάνομεν $\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\epsilon}{\epsilon'}$.

Αλλ' εκ του ορθογωνίου τριγώνου MNN' έχομεν $\epsilon = \epsilon' \sin \omega$.

Συνεπώς $\frac{\epsilon}{\epsilon'} = \sin \omega$ και έπομένως $\frac{\varphi'}{\varphi} = \sin \omega$ και $\varphi' = \varphi \sin \omega$. (2)

Αρα ή ποσότης του φωτός, τήν οποίαν δέχεται πλαγίως μία επιφάνεια, και συνεπώς ο φωτισμός της, είναι ανάλογος προς τò συνημίτονον τής γωνίας, τήν οποίαν σχηματίζουν αι προσπίπτουσαι φωτειναι ακτίνες μετά τής καθέτου επί τήν

ἐπιφάνειαν (διότι γωνία $N'MN = \text{γωνία } AB\Gamma$, ὡς ὀξεῖται ἔχουσαι τὰς πλευρὰς καθέτους).

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

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

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 αἱ δύο φωτισμοὶ εἶναι ἴσοι, ἔχομεν $\frac{E}{\alpha^2} = \frac{E'}{\alpha'^2}$ ἢ $\frac{E}{E'} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2}$.

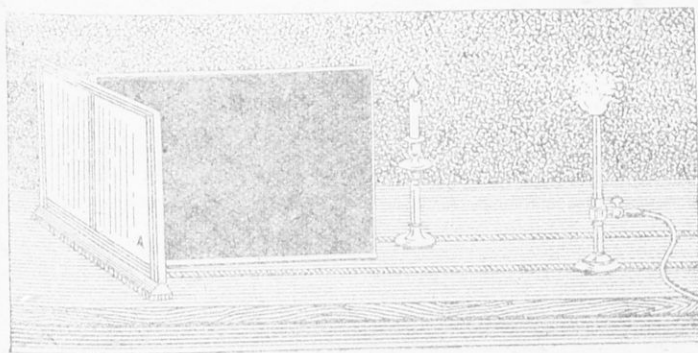
Παρατηροῦμεν λοιπὸν, ὅτι αἱ ἐντάσεις δύο φωτεινῶν πηγῶν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, τὴν ὁποίαν ἐξ ἴσου φωτίζουν.

Σημείωσις. Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ σχέσις αὕτη ἐφαρμόζεται καὶ εἰς δύο ἴσας ἐπιφάνειας, φωτιζομένας ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίσιν, διότι αἱ ἐπιφάνειαι αὗται ἔχουν ὡς προβολὰς ἐπιφάνειας ἴσας, φωτιζομένας καθέτως καὶ δεχομένας τὴν αὐτὴν μὲ αὐτὰς ποσότητα φωτός.

12. Φωτόμετρα.— Τὰ φωτόμετρα εἶναι ὄργανα, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν σύγκρισιν τῶν φωτεινῶν ἐντάσεων διαφόρων 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 ἐπιφάνειας κειμένας πλησίον ἀλλήλων· κατόπιν μετροῦμεν τὰς ἀποστάσεις α καὶ α' ἐκάστης τῶν πηγῶν τούτων ἀπὸ τὰς φωτιζομένας ταύτας ἐπιφάνειας· τέλος δὲ ἐφαρμόζομεν τὴν σχέσιν $\frac{E}{E'} = \frac{\alpha^2}{\alpha'^2}$.

Σημειώσεις. 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 κατακόρυφου ἡμιδιαφανοῦς ὑαλίνης πλακῆς Α, ἣτις διὰ διαφράγματος σκιεροῦ, σπερσωμένου καθέτως εἰς τὸ μέσον αὐτῆς, χωρίζεται εἰς δύο ἴσα μέρη (σχ. 13). Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦνται αἱ δύο φωτειναὶ πηγαὶ εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακῆς, ὥστε τὰ δύο τμήματα αὐτῆς νὰ φωτίζωνται ἐξ ἴσου.



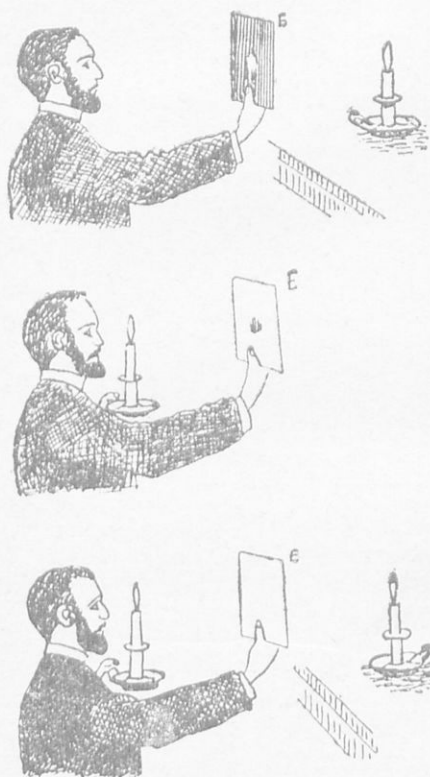
Σχ. 13

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

Φωτόμετρον τοῦ Bunsen. Ἐπὶ τεμαχίου λευκοῦ χάρτου σχηματίζομεν διὰ σταγόνας ἐλαίου κηλῖδα. Τὸ μέρος τοῦ χάρτου, εἰς τὸ ὁποῖον ἐγένετο ἡ κηλὶς, καθίσταται περισσότερο διαφωτιστόν ἀπὸ τὸ ἄλλο. Ἐὰν, κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς τὸν χάρτην κατακόρυφον, ὥστε ἡ κηλὶς νὰ εὑρίσκηται 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 περισσότερο 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 ἀνακλιθὲν τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ προσπί-

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

Ἐάν φωτίσωμεν ἐξ ἴσου τὰς δύο ὕψεις 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 ἴσουςται 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

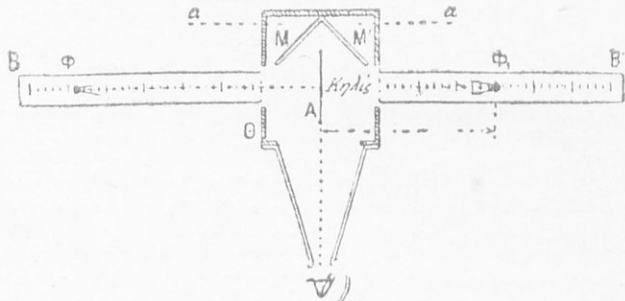
Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζεται τὸ φωτόμετρον τοῦ Bunsen (σχ. 15).

Διὰ νὰ κατασκευάσωμεν τὸ διάφραγμα τοῦ χάρτου τὸ φέρον τὴν κηλίδα, διαβρέχομεν τὴν κεφαλὴν κοχλίου (βίδας) διὰ τετηγμένης παραφίνης καὶ τὴν ἐφαρμόζομεν ἐπὶ φύλλον χάρτου. Τείνομεν κατόπιν τὸν χάρτην τοῦτον ἐντὸς πλαισίου ἐφωδισμένου 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 ὕψεις 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 τετραγωνικοῦ ἑκατοστοῦ τῆς ἐπιφανείας τετηγμένου λευκοχρύσου. Ἐπειδὴ ἡ μονάς αὕτη εἶναι πολὺ μεγαλύτερη, λαμβάνεται ὡς



Σχ. 15

πρακτικὴ μονάς τὸ δεκαδικὸν κηρίον, τὸ ὁποῖον ἰσοῦται μὲ τὸ 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 ἀπόστασιν 1 μέτρον.

Προβλήματα

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

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

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

φώτων καὶ ἐπὶ τῆς ἐνούσης ταῦτα εὐθείας πρέπει νὰ τεθῆ πέντασμα, ἵνα αἱ δύο αὐτοῦ ἐπιφάνειαι φοιτίζωνται ἐξ ἴσου ὑφ' ἑκατέρου τῶν φώτων, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ λαμπτήρος εἶναι 64 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς τοῦ κηρίου ;

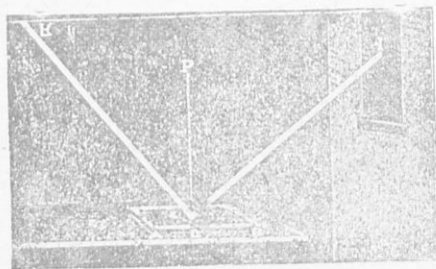
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. — ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

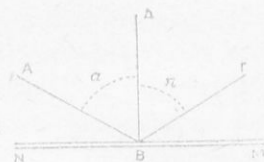
14. Ὅρισμοί. — Ὅταν φωτεινὴ δέσμη συναντᾷ πλαγίως στυλ-πνὴν ἐπιφάνειαν σώματος, τελείως λείαν, ὅπως π. χ. τὴν ἐπιφάνειαν ἡρεμοῦντος ὑδραργύρου, ἐκπέμπεται πάλιν πρὸ τῆς ἐπιφανείας ταύτης καθ' ὀρισμαμένην διεύθυνσιν. Λέγομεν τότε, ὅτι αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὴν δέσμη, ἀνακλῶνται (σχ. 16).

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

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



Σχ. 16

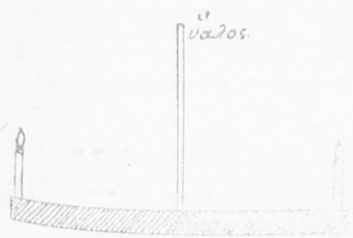


Σχ. 17

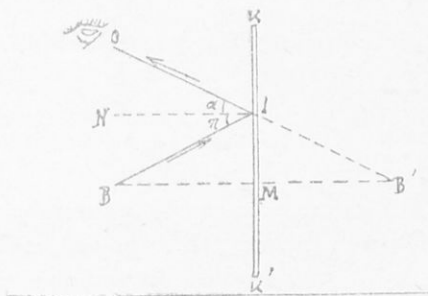
ὁποῖαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς μετὰ τὴν ἀνάκλασίν του. Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Β νοήσωμεν τὴν κάθετον ΔΒ ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, αὕτη μετὰ τῆς προσπίπτουσας ἀκτίνος ὀρίζει ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, τὸ ἐπίπεδον **προσπτώσεως**. Ἡ γωνία, ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῆς προσπίπτουσας 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 πλακῶς κατα-
κορύφου καὶ συμμετρικῶς ὡς πρὸς ταύτην (σχ. 18). Ἐὰν ἀνάψωμεν
τὸ κηρίον, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἔμπροσθεν τῆς πλακῶς, τὸ δεύτερον
κηρίον εἰς παρατηρητὴν εὐρισκόμενον ἔμπροσθεν τῆς πλακῶς, 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 BIO (σχ. 19) φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, ἀφοῦ
ἀνακλασθῆ ἐπὶ τῆς ὑαλίνης πλακῶς KK'. 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 ἀνακλᾶται 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
KK'. Τὸ τρίγωνον BIB' εἶναι ἰσοσκελές, διότι τὰ σημεία B καὶ B'
εἶναι συμμετρικὰ ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν KK', συνεπῶς αἱ εἰς τὸ B
καὶ B' γωνίαι εἶναι ἰσαί. Ἀφ' ἑτέρου ἡ μὲν γωνία IBM ἰσοῦται με-
τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως π (ἐντὸς ἐναλλάξ κλπ.), ἡ δὲ γωνία IB'M

ισοῦται μὲ 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, ἢ κάθετος καὶ ἢ 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 μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως.

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

Ἐπὶ πλεον οἱ νόμοι οὗτοι ἐφαρμόζονται ἐπίσης εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ φωτός ἐπὶ σημείου λείας ἐπιφανείας, οἷα σδῆποτε 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.—Ὅταν τὸ φῶς, ἀντὶ νὰ συναντήσῃ ἐπιφάνειαν τελείως 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 ἀνακλωμένοι ἀκτῖνες διασπείρονται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τῆς διασπορᾶς ταύτης τοῦ φωτός καλεῖται **διάχυσις ἢ ἀκανόνιστος ἀνάκλασις**.

Ἐνεκα τῆς διαχύσεως ταύτης τοῦ φωτός διακρίνομεν τὴν ἐπιφάνειαν σωμάτων, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι πηγαὶ φωτός. Τοιοῦτοτρόπως πλᾶξ ὑαλίνη, τελείως λεία, τοποθετημένη εἰς φωτιζόμενον μέρος, εἶναι ἀόρατος εἰς παρατηρητὴν, ὅστις τὴν παρατηρεῖ ἀπὸ ἀπέναντι, ἐκτὸς

ἐάν ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακῆς ταύτης φέρῃ κόνιν κατάλληλον νὰ διαχέῃ μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτός.

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

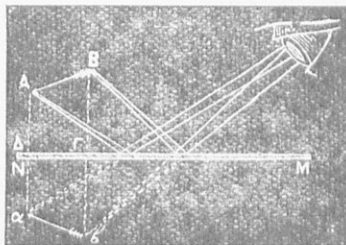
ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

17. Εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων.—

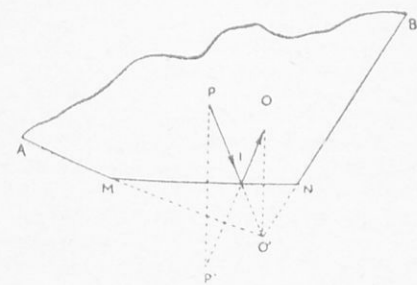
Επίπεδον λέγεται τὸ κάτοπτρον, τοῦ ὁποίου ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εἶναι ἐπίπεδος. Τὸ

ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ διαφανοῦς ὑαλίνης πλακῆς, τελείως λείας, ἡ ὁποία εἰς τὸ ὀπίσθιον αὐτῆς μέρος φέρει λεπτὸν στρώμα ἀργύρου.

Ἀντικειμένον, οἴουδήποτε 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' ἔμ-



Σχ. 20



Σχ. 21

ὀφθαλμοῦ O (σχ. 21) εἶναι τὸ μέρος τοῦ διαστήματος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου πρέπει νὰ εὑρίσκηται φωτεινὸν σημεῖον, ἵνα τὸ εἶδωλόν του εἶναι ὄρατόν ὑπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὰ ὅρια τοῦ πεδίου κατόπτρου MN προσ-

φρασιν, 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).

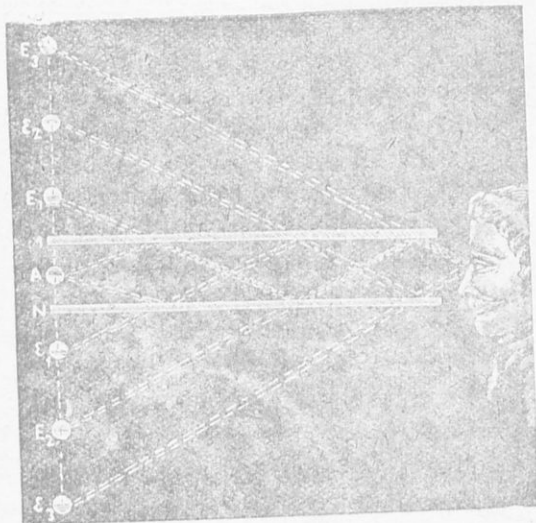
Πεδίον ἐπιπέδου κατόπτρου διὰ δοθεῖσαν θέσιν τοῦ

διορίζομεν εύκόλως διά δοθεῖσαν θέσιν τοῦ ὀφθαλμοῦ O , ἐάν 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 ἀνακλόμεναι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὰς προσπίπτουσας ἀκτῖνας OM καὶ ON . Αὗται, ὡς ἐμάθομεν, φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ τὸ O' , συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον.

Τὸ πεδῖον λοιπὸν θὰ περιορίζεται ὑπὸ τῆς πρὸ τοῦ κατόπτρου κωνικῆς ἐπιφανείας, ἣ ὁποία ἔχει ὡς κορυφὴν τὸ σημεῖον O' καὶ ὡς

διευθυντηρίαν τὴν περιμέτρον τοῦ κατόπτρου.



Σχ. 22

διευθυντηρίαν τὴν περιμέτρον τοῦ κατόπτρου.

18. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων. Πᾶν σημεῖον φωτεινόν, εὐρισκόμενον μεταξύ δύο ἐπιπέδων παραλλήλων κατόπτρων, δίδει ὅπισθεν ἐκάστου τούτων ἄπειρον σειρὰν εἰδώλων. Ἡ λαμπρότης τῶν εἰδώλων τούτων ἐξασθενεῖ βαθμηδόν, ἔνεκα τῆς ἀπωλείας τοῦ φωτός διὰ τῆς διαχύσεως, ἣ ὁποία συνοδεύει ἐκάστην ἀνάκλασιν. Π.χ. τὸ φωτεινὸν σημεῖον A , τὸ εὐρισκόμενον [μεταξὺ τῶν παραλλήλων κατόπτρων M καὶ N , ρίπτει ἐπὶ τοῦ M δέσμη ἀκτῖνων, ἣ 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).

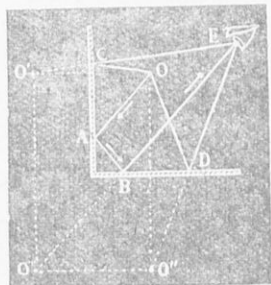
Ἡ ἄλλη ὄψις τοῦ A ἐκπέμπει δέσμη, ἣ ὁποία συναντᾷ κατὰ πρῶτον τὸ N , ἐπανέρχεται ἐπὶ τοῦ M κτλ. Εἰς τὴν δέσμη ταύτην ἀντιστοιχεῖ δευτέρα σειρά εἰδώλων e_1, e_2, e_3 κτλ.

Ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σημεῖον A διὰ φωτεινοῦ ἀντικειμέ-

νου, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει μίαν κυρίαν ὄψιν καὶ μίαν ἀντίθετον (ἀνάποδην); τὰ διαδοχικὰ εἰδῶλα θὰ παρουσιάζουν ἀλληλοδιαδόχως τὴν ἀντίθετον καὶ τὴν κυρίαν ὄψιν. Ταῦτα εἰδῶλα παρατηροῦνται εἰς αἰθούσας, τῶν ἰσίων οἱ ὁπέναντι τοῦτοι καλύπτονται ὑπὸ κατόπτρων.

19. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων.—Ἐπιπέδων φωτεινῶν σημείων εὐρίσκεται μεταξὺ δύο κατόπτρων, τῶν ὁποίων τὰ ἐπίπεδα ἀποτελοῦν γωνίαν, παράγεται ὠρισμένος ὠρισμὸς εἰδώλων.

Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν ταῦτα ἀποτελοῦν γωνίαν ὀρθήν. Αἱ φωτεινὰ 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 εἰδῶν εἰδῶλον O'' , συμμετρικὸν τοῦ O ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον τοῦτο. Ἐκτὸς τῶν δύο ταύτων εἰδώλων, τῶν παραγομένων ὑπὸ τῶν ἀκτῖνων, αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται μίαν μόνον ἀνάκλασιν, σχηματίζεται καὶ εἶδωλον O''' , παραγόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτῖνων, αἱ ὁποῖαι φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ μετὰ δύο διαδοχικὰς ἀνάκλασεις ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν κατόπτρων.

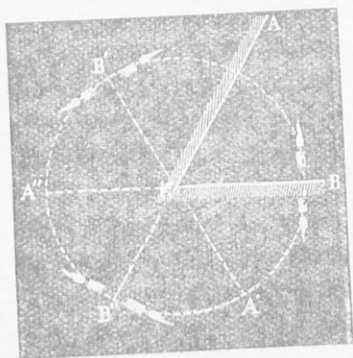


Σχ. 23

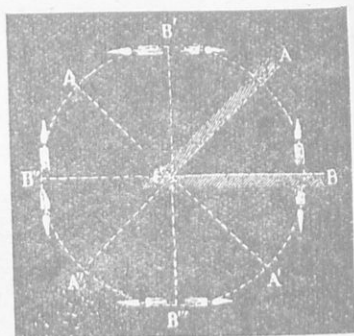
Θεωρήσωμεν πράγματι μικρὰν δέσμην ἐκπεμπομένην ἀπὸ τοῦ O καὶ προσπίπτουσαν κατὰ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου A . Ἡ δέσμη αὕτη μετὰ τὴν ἀνάκλασίν της φαίνεται, ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου O' ἐπὶ τοῦ κατόπτρου B . Ἀνακλᾶται κατόπιν ἐπὶ τούτου καὶ φαίνεται, ὅτι ἐκπέμπεται ἐκ τοῦ σημείου O'' , συμμετρικοῦ τοῦ O' ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον B . Ἐπίσης μικρὰ δέσμη, ἣ ὁποῖα ὑφίσταται πρῶτην ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ B , δίδει ἐν 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 ὁποῖαι ὑπέστησαν δύο διαδοχικὰς ἀνάκλασεις, δὲν δύναται πλέον νὰ δώσωσιν εἶδῶλα, διότι δὲν συναντοῦν πλέον τὰ κατόπτρα.

Γενικῶς ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων ἀυξάνεται μετὰ τῆς κλίσεως τῶν κατόπτρων. Οὕτω σχηματίζονται πέντε εἶδῶλα, ἐὰν ἡ γωνία τῶν κα-

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



Σχ. 24



Σχ. 25

τῶν κατόπτρων, ὅσον ἀπέχει τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον ἀπὸ ταύτης.

Ἰ 20. Ἐφαρμογή. — Καλειδοσκόπιον. Τὸ ἀπλούστερον ὑπόδειγμα καλειδοσκοπίου ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς σωλήνος ἐκ χάρτου, ἐντὸς 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 ὑάλου, σχηματίζοντα πέντε εἴδωλα ὅμοια, τὰ ὁποῖα μετὰ τῶν ἀντικειμένων ἀποτελοῦν ἑξαγωνικὸν ρόδακα (σχ. 26), λαμβάνοντα ὄψιν διακοσμητικὴν λόγῳ τῆς συμμετρίας. Τὸ καλειδοσκόπιον χρησιμεύει ὡς παίγιον τῶν παιδίων. Οἱ σχεδιάζοντες ἐπὶ ὑφασμάτων τὸ χρησιμοποιοῦν, διὰ νὰ λαμβάνουν συνδυασμοὺς σχεδίων καὶ χρωμάτων.



Σχ. 26

Προβλήματα

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

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

2ον. Ἐπίπεδον κάτοπτρον στρέφεται κατὰ γωνίαν α . Νὰ εὑρεθῇ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζουν αἱ δύο ἀνακλῶμεναι ἀκτῖνες κατὰ τὰς δύο θέσεις τοῦ κατόπτρου, δεδομένου ὄντος, ὅτι ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς παραμένει σταθερά.

3ον. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ ἐλάχιστον ὕψος ἐπιπέδου κατόπτρου τοποθετημένου κατακορύφως, ἵνα παρατηρητῆς πρὸ αὐτοῦ ἰστάμενος δυνηθῇ νὰ ἴδῃ δλόκληρον τὸ εἶδωλόν του, καὶ ποῖα ἢ ἀπὸ τοῦ δαπέδου ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου τούτου;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

21. Ὅρισμοί. — Σφαιρικά λέγονται τὰ κάτοπτρα, τῶν ὁποίων ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εἶναι μέρος σφαιρικῆς ἐπιφανείας. Καὶ εἶναι κοίλα μὲν, ἐὰν ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ τῆς σφαίρας, κυρτὰ δέ, ἐὰν ἡ ἀνακλῶσα ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ τῆς σφαίρας. Συνήθως ἔχουν σχῆμα σφαιρικῆς ζώνης μὲ μίαν βάσιν.

Κέντρον καμπυ-

λότητος τοῦ σφαι-

ρικοῦ κατόπτρου κα-

λεῖται τὸ κέντρον Κ

τῆς σφαίρας, εἰς τὴν

ὁποῖαν ἀνήκει τὸ κά-

τοπτρον, ἀκτίς δέ

καμπυλότητος ἡ ἀ-

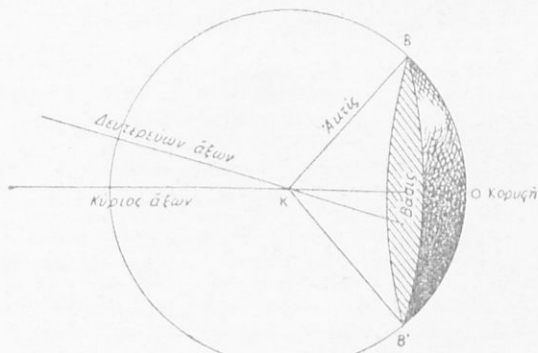
κτίς τῆς σφαίρας

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 ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, λέ-



Σχ. 27

εἰς τὸ ὁποῖον ὁ κύριος ἄξων συναντᾷ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν, λέ-

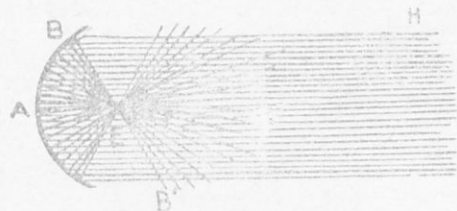
γεται **κορυφή** τοῦ κατόπτρου. Πᾶσα εὐθεΐα, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, χωρὶς νὰ διέρχεται διὰ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι **δευτερεύων ἄξων**. Τέλος, πᾶσα ἐπίπεδος τομὴ διερχομένη διὰ τοῦ κυρίου ἄξονος καλεῖται **κυρία τομὴ** τοῦ κατόπτρου.

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

Σημείωσις. Οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ἐφαρμοζοῦνται καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κατόπτρα. Ἐπειδὴ μία σφαιρικὴ ἐπιφάνεια δύναται νὰ θεωρηθῆ, ὅτι ἀποτελεῖται ἐξ ἀπειρῶν μικρῶν στοιχείων ἐπιπέδων, πᾶσα ἀκτὶς προσπίπτουσα ἐπὶ τοιαύτης ἐπιφανείας ἀνακλάται, ὡσεὶ 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 ἡλιακῶν ἀκτίνων ⁽¹⁾, παρατηροῦμεν, ὅτι πᾶσαι αἱ ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀκτῖνες διέρχονται διὰ τινος σημείου **E** (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 ἡλιακὴ θερμότης, ἣν δέχεται τὸ κατόπτρον, ἀνακλάται ἐπίσης μετὰ τοῦ φωτός καὶ συγκεντροῦται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον· τὸ χαρτόνιον ἀπανθρακοῦται ταχέως· τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ζίσκαε) καθὼς καὶ ἡ κεφαλή πυρείου ἀναφλέγονται τιθέμενα εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο.

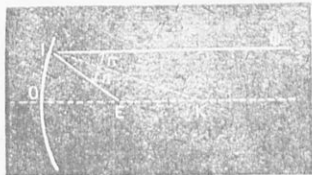
Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται **κυρία ἐστία** τοῦ κατόπτρου καὶ εὐρίσκειται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ

1. Αἱ ἀκτῖνες αὗται, ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ Ἥλιου, δύναται νὰ θεωρηθοῦν ὡς παράλληλοι.

κατόπτρου Α αίσθητῶς ἴσην πρὸς τὸ ἕμισυ τῆς ἀκτίνος καμπυλότητος. Ἡ ἀπόστασις αὕτη $AE = \frac{\alpha}{2}$ (α = ἀκτίς καμπυλότητος) καλεῖται

ἑστιακὴ ἀπόστασις καὶ παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος φ.

Σημείωσις. Ἐστω φωτεινὴ ἀκτὶς παράλληλος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, προσπίπτουσα ἐπὶ κοίλον κατόπτρον εἰς τὸ σημεῖον I (σχ. 29). Ἡ κάθετος εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ ἀκτίς καμπυλότητος KI. Ἐὰν σχηματίσωμεν γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην μὲ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως 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 κάτοπτρον μικροῦ πλάτους ἡ IE εἶναι αίσθητῶς ἴση τῇ OE διὰ πᾶσαν προσπίπτουσαν ἀκτῖνα καὶ δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν, ὅτι $OE = EK$, τόσον δὲ ἀκριβέστερον, ὅσον τὸ σημεῖον I εἶναι πλησιέστερον εἰς τὴν κορυφὴν O. Ἐπομένως, πᾶσαι αἱ παράλληλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαι ἀκτῖνες διέρχονται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διὰ τοῦ σημείου E, οἷονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.



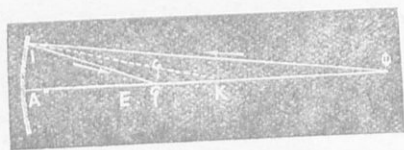
Σχ. 29

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

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

$\frac{\alpha}{2}$. Ἀντὶ τῆς ζώνης ταύτης λαμβάνομεν τὸ ἐραπτόμενον 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 ἐπιπέδου 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 κέντρου Κ καὶ κορυφῆς Α, πέραν τοῦ κέντρου Κ (σχ. 30) καὶ ΦΙ οἰκλήποτε 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 ὅποια πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταξύ τῆς γωνίας ἀνακλάσεως ΚΙφ καὶ τῆς γωνίας προσπτώσεως ΦΙΚ. Αὕτη τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον φ, τὸ ὅποιον κεῖται μεταξύ κυρίας ἐστίας καὶ κέντρου καμπυλότητος, διότι ἢ γωνία τῆς προσπτώσεως ΦΙΚ εἶναι μικροτέρα τῆς γωνίας, ἢν σχημάτιζαι ἢ προσπίπτουσα εἰς τὸ Ι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 30

Συνεπῶς καὶ ἢ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ΚΙφ θὰ εἶναι μικροτέρα τῆς ΚΙΕ. Συνεπῶς τὸ φ θὰ εὑρίσκηται ἐντεῦθεν τοῦ Ε καὶ οὐχὶ πέραν τοῦ Κ (διότι ἄλλως αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως θὰ εὑρίσκωνται 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, ἢτοι

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

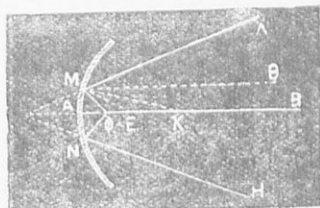
Ἐπειδὴ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι πλὴν μικρὸν, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν αἰσθητῶς $\Phi I = \phi A$ καὶ $\phi I = \phi A$. Καὶ ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (1), λαμβάνομεν :

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

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 προσπίπτουσης 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 πλησιάζῃ 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, διακείμενον πάντοτε μεταξύ 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

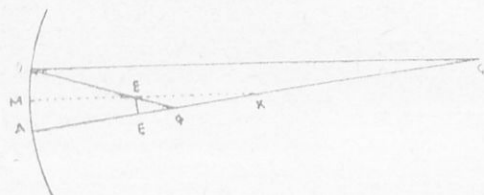
Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ ὑπερβῇ τὸ κέντρον καὶ πλησιάζῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, τὸ εἶδωλον σχηματίζεται πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κέντρου, ἀπομακρυνόμενον τούτου ἐφ' ὅσον τὸ Φ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν.

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 μεταξύ αὐτῆς 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 θά είναι μεγαλύτερα τῆς ΚΜΘ καὶ ἐπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς βραίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου ἄξονος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ Φ ἐκπεπομένην 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 ὅποτον τέμνονται αἱ προεκτάσεις τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων. Τὸ σημεῖον φ λοιπὸν εἶναι εἶδωλον κατ' ἔμφρασιν τοῦ Φ, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὰ ἄλλα εἶδωλα, τὰ ὅποια ἐγνωρίσαμεν (κυρία ἐστία, συζυγεῖς ἐστίαι φωτεινῶν σημείων, κειμένων πέραν τῆς κυρίας ἐστίας), τὰ ὅποια, 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' ἔμφρασιν εἶδωλον σχηματίζεται εἰς τὸ Φ. Διὰ τοῦτο τὸ σημεῖον φ εἰς τὴν ἀνωτέρω περι-



Σχ. 32

πτωσιν καλεῖται κατ' ἔμφρασιν συζυγῆς ἐστία τοῦ Φ.

24. Εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου οἴου δήποτε.—Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον δὲν εὑρίσκειται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀλλ' ἀπέχει ὀλίγον τούτου, τὸ εἶδωλὸν του θὰ σχηματισθῆ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ φωτεινοῦ τούτου σημείου. Ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ὅστις γεωμετρικῶς οὐδὲν διαφέρει τοῦ κυρίου ἄξονος, δυνάμεθα νὰ ἐπιναλάβωμεν τὰ αὐτὰ ἀκριβῶς, τὰ ὅποια εἶπομεν καὶ διὰ τὸν κύριον ἄξονα.

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

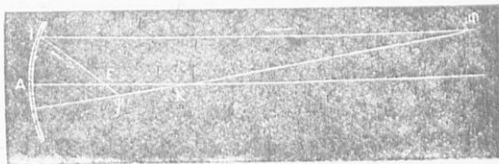
α) Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εὑρίσκειται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, φέρομεν τοχοῦσαν προσπίπτουσαν, τὴν ΦΙ (σχ. 32), καὶ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΚΜ, τὸν παράλληλον πρὸς τὴν ΦΙ. Ὑψῶντες τὸ ἐστιακὸν ἐπίπεδον ΕΕ₁, προσδιορίζομεν τὴν ἐστίαν Ε₁ τοῦ ἄξονος τούτου, διὰ τῆς ὁποίας θὰ διέλθῃ ἡ ἀνακλωμένη. Ἡ τομὴ φ τῆς ΙΕ₁ μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος δρίζει τὴν συζυγῆ ἐστίαν τοῦ Φ.

β) Ἐάν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ εὐρίσκεται ἐκτός 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 προσπιπτούσης (ἣτις ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν) ὀρίζει τὴν συζυγῆ ἐστίαν τοῦ Φ .

25. Εἶδωλα ἀντικειμένων.— Τὰ κοῖλα κάτοπτρα δίδουν εἶδωλα τῶν πρὸ αὐτῶν εὐρίσκομένων 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 τρεπτικέσεων τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, δὲν δυνάμεθα δὲ νὰ δεχθῶμεν ταῦτα ἐπὶ διαφράγματος, ἀλλὰ τὰ βλέπομεν ἐντός τοῦ κατόπτρου.

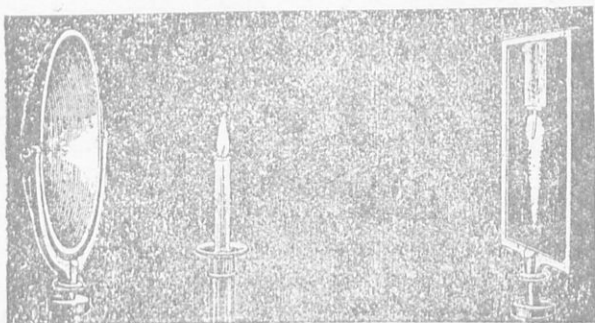
Διὰ νὰ μελετήσωμεν τὸν σχηματισμὸν τῶν εἰδῶλων εἰς ἓν κοῖλον κάτοπτρον, τοποθετοῦμεν ἐντὸς σκοτεινοῦ δωματίου κηρίον ἀνημμένον ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον τῆς φλογὸς νὰ εὐρίσκηται περίπου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος. Διὰ μικροῦ δὲ λευκοῦ διαφράγματος, τὸ ὁποῖον μετακινούμεν καταλλήλως, ζητοῦμεν τὴν θέσιν, εἰς τὴν ὁποίαν τὸ εἶδωλον σχηματίζεται εὐκρινέστερον.

α') "Ὅταν 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, ἡ φλόξ καὶ τὸ εἶδωλὸν τῆς εἶναι ἴσα καὶ εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον. Ὅταν τὸ κηρίον ὑπερβῇ τὸ κέντρον, τὸ εἶδωλον εἶναι ἀκόμη ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ



Σχ. 33

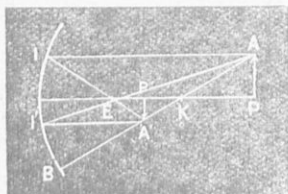
σχηματίζεται πέραν τοῦ κέντρου (σχ. 34). Ἐάν τὸ κηρίον φθάσῃ εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν, τὸ εἶδωλον ἐξαφανίζεται, διότι ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον.



Σχ. 34

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

Πορεία τῶν ἀκτίνων. Ἐξετάσωμεν τὴν ἀπλουστέραν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ ἀντικείμενον εἶναι εὐθεῖα AP κάθετος ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ φθάνει μέχρις αὐτοῦ (σχ. 35). Ἐπειδὴ τὸ ἀντικείμενον εἶναι κάθετον πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, καὶ τὸ εἶδωλον θὰ εἶναι κάθετον ἐπ' αὐτόν. Συνεπὼς 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

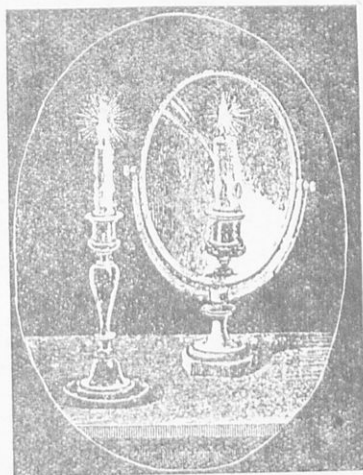
εὔρεται πέραν τοῦ κέντρου) καὶ μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κέντρου. Ἐάν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ εἰς ἐπίπεδον κάθετον διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, ἀνάλογος κατασκευὴ θὰ μᾶς δείξῃ, ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι ἀκόμη πραγματικόν, ἀνεστραμμένον ἀλλὰ ἴσον πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ἐάν τέλος τὸ ἀντικείμενον AP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

είναι πραγματικόν άνεστραμμένον, μεγαλύτερον του άντικειμένου και πέραν του κέντρου.

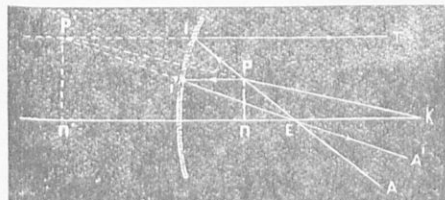
β') Όταν το άντικείμενον εύρίσκεται μεταξύ κυρίας έστίας και κορυφής του κατόπτρου. Όταν, εις το άνωτέρω περίγραμμα, το κηρίον ύπερβή την έστίαν (σχ. 36), δέν δεχόμεθα πλέον είδωλον επί του διαφράγματος, αλλά βλέπομεν έντός του κατόπτρου είδωλον φανταστικόν της φλογός ύρθιον και μεγαλύτερον ταύτης, το ύποϊον σμικρύνεται πλησιάζον προς το κάτοπτρον, έφ' όσον το κηρίον άπομακρύνεται της κυρίας έστίας πλησιάζον προς το κάτοπτρον.

Πορεία των ακτίων. Έστω ΡΗ το άντικείμενον μεταξύ κατόπτρου και κυρίας έστίας (σχ. 37). Προσδιορίζομεν την συζυγή έστίαν Ρ' του φωτεινού σημείου Ρ και άγομεν έκ του Ρ' την Ρ'Η' κάθετον επί τον κύριον άξονα. Έχομεν τότε το είδωλον του άντικειμένου φανταστικόν, ύρθιον και μεγαλύτερον του άντικειμένου.

Έφαρμογαι των κοίλων κατόπτρων. Τα κοίλα κάτοπτρα χρησιμοποιούμεν είτε διά να προβάλωμεν το φώς εις άπόστασιν (φάροι αυτοκινήτων), είτε διά να φωτίσωμεν ισχυρώς πλησίον κείμενα άντικείμενα (προβολείς). Κατά τας δύο ταύτας περιπτώσεις, ή φωτεινή πηγή τίθεται εις την έστίαν του κατόπτρου. Τα κοίλα κάτοπτρα χρησιμεύουν επίσης εις την κατασκευήν των τηλεσκοπίων.



Σχ. 36.

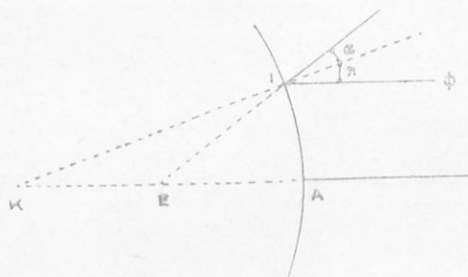


Σχ. 37

Ακόμη χρησιμοποιούνται και διά τον καλλωπισμόν. Ο παρατηρητής τοποθετηθείς μεταξύ του κατόπτρου και της έστίας του βλέπει είδωλον του προσώπου του φανταστικόν και έν μεγεθύνσει.

ΚΥΡΤΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

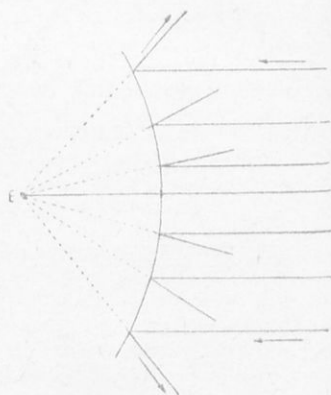
26. Κυρία έστία.— Φωτεινά άκτίνες προσπίπτουσαι παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον άξονα κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, μετὰ τὴν ἀνάκλασίν των ἐπὶ τοῦ κατόπτρου βαίνουν ἀποκλίνουσαι τοῦ κυρίου άξονος



Σχ. 38

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

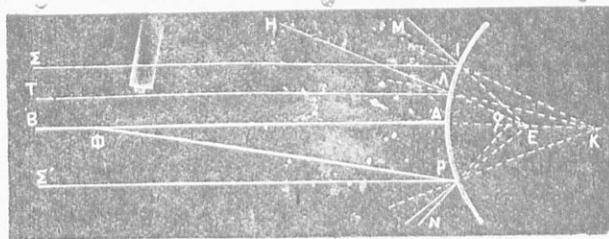
Δηλ. ἡ κυρία έστία ἀπέχει ἐξ ἴσου ἐκ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου, εἶναι δὲ φανταστική.



Σχ. 39

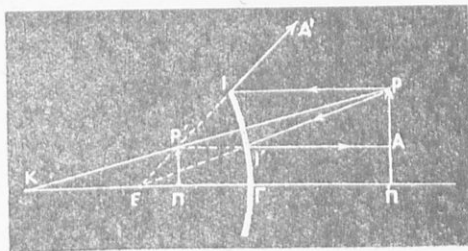
(1) Διότι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς προσπίπτουσας καὶ τοῦ κυρίου άξονος περιέχει τὴν κάθετον, συνεπῶς εἶναι τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως, τὸ ὁποῖον περιέχει καὶ τὴν ἀνακλωμένην.

Τοιοιουτρόπως δέσμη ακτίνων προσπίπτουσα παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα σχηματίζει μετὰ τὴν ἀνάκλασιν κωνικὴν δέσμην ἀποκλίνουσαν, κορυφῆς Ε (σχ. 39). Ἀντιστρόφως, δέσμη ακτίνων, αἱ ὧσιναι προσπίπτουν διευθυνομένην πρὸς τὸ Ε, καθίστανται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν παραλλήλαι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα.



Σχ. 40

27. Συζυγῆς ἔστιαι.— Ἐργαζόμενοι ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν καίλων κατόπτρων, εὐκόλως εὐρίσκομεν : α) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ (σχ. 40) κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἔστι α φ σχηματίζεται μετὰ Ε καὶ Α· β) ὅτι, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Ρ (σχ. 41) εὐρίσκηται ἐντὸς τοῦ κυρίου ἄξονος, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἔστι α Ρ' σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΡΚ, ὕψισθεν τοῦ κατόπτρου, κατ' ἔμφρασιν (φανταστικῆ).



Σχ. 41

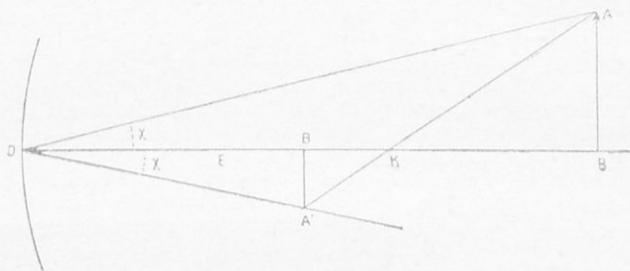
28. Εἶδωλα ἀντικειμένων.— Ἐὰν ἔμπροσθεν σφαιρικοῦ δοχείου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐπιφάνεια εἶναι λεία καὶ

στεγανὴ (φιάλης π.χ. σφαιρικῆς περιεχοῦσης μέλαν ὑγρὸν), θέσωμεν ἀντικειμένον τι, βλέπομεν ἐντὸς αὐτοῦ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ὀρθιον καὶ πολὺ μικρόν. Τὰ κυρτὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα δίδουν λοιπὸν πάντοτε εἶδωλα κατ' ἔμφρασιν, ὀρθια καὶ μικρότερα τοῦ ἀντικειμένου.

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

τὸν δευτερεύοντα ἄξονα PK προσπίπτουσαν ἀκτίνα, ἣτις ἀνακλάται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· κατόπιν δὲ τὴν παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν, ἣτις μετὰ τὴν ἀνάκλασιν λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν IA' , ὥστε ἡ προέκτασίς της νὰ διέρχεται διὰ τῆς κορυφῆς ἐστίας. Αἱ δύο αὗται ἀνακλόμεναι ἀκτίνες φαίνονται, ὅτι προέρχονται ἀπὸ σημειῶν τι P' , τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ P . Τέλος ἐκ τοῦ P' φέρομεν κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα καὶ ἔχομεν εἶδωλον $P'Π'$ τοῦ $PΠ$. Τὸ εἶδωλον τοῦτο εἶναι φανταστικόν, ὄρθιον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου καὶ εὐρίσκεται μεταξὺ κορυφῆς ἐστίας καὶ κορυφῆς τοῦ κατόπτρου.

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



Σχ. 42

πτρου πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, προσδιορίζομεν τὴν συζυγῆ ἐστίναν A' τοῦ σημείου A διὰ τῆς τομῆς δύο ἀνακλωμένων: τῆς ἀντιστοιχοῦσης εἰς τὴν καθέτως προσπίπτουσαν AK , ἡ ὁποία ἀνακλάται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ τῆς ἀντιστοιχοῦσης 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 $2f$ τὴν ἀκτίνα OK .

Ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων KAB καὶ $KA'B'$ ἔχομεν:

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

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

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

ἐκ τῆς (1) καὶ (2) λαμβάνομεν :

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

$$\frac{2\varphi - \pi'}{\pi - 2\varphi} = \frac{\pi'}{\pi}, \quad \text{ἐξ ἧς } 2\varphi\pi - \pi'\pi = \pi\pi' - 2\varphi\pi' \quad \eta \quad 2\varphi\pi + 2\varphi\pi' = 2\pi\pi'$$

καὶ διακροῦντες ἀμφότερα 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 κοίλα καὶ εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα, ἀρκεῖ νὰ θεωρήσωμεν τὰς τιμὰς τῶν π , π' καὶ φ ὡς ἀρνητικὰς, ὅταν ἀντιστοιχοῦν εἰς φανταστικὰς ἐστίαις ἢ εἰδώλα. Τότε θὰ ἔχομεν διὰ τὰ φανταστικὰ εἰδώλα τῶν κοίλων

κατόπτρων τὸν τύπον $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$ (4), διότι π' ἀρνητικόν. Ἐπί-

σης διὰ τὰ κυρτὰ κάτοπτρα θὰ ἔχομεν π' ἀρνητικόν καὶ φ ἀρνητικόν, διότι καὶ τὸ εἶδωλον καὶ ἡ ἐστία εἶναι φανταστικά. Συνεπῶς

$$\text{ὁ τύπος γίνεται } \frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = -\frac{1}{\varphi} \quad \eta \quad -\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi} \quad (5)$$

Σημείωσις. Ἀντιστρόφως, εἰναι κατὰ τὸν ὑπολογισμόν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου (3) εὑρωμεν ἀρνητικὴν τιμὴν διὰ τὸ π' , τοῦτο δεικνύει, ὅτι τὸ εἶδωλον 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 κοίλα κάτοπτρα καὶ εἰς τὰ κυρτὰ.

Σημείωσις. α') Τὸ εἶδωλον 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 φορὰν. Συναντῶνται δὲ δὶς, εἰς τὸ κέντρον καὶ εἰς τὴν κορυφήν.

Ἀριθμητικὰ ἐφαρμογὰί.— 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

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

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

α') Ἐὰν τὸ εἶδωλὸν 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 εἶδωλὸν 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 εὑρίσκεται φωτεινὸν ἀντικείμενον, τοῦ ὁποῦ τοῦ κατόπτρου δίδει εἶδωλὸν τρεῖς φορὰς μικρότερον. Ζητεῖται τὸ εἶδος καὶ ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου.

Ὁ τύπος τῶν σχετικῶν μεγεθῶν δίδει :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Π ρ ο β λ ή μ α τ α

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 εἶδωλον 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 εἶδωλον 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 μεγαλότερον τοῦ ἀντικειμένου, β) τετράκις μικρότερον ;

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

5ον. Δύο κοῖλα κάτοπτρα, ὧν αἱ ἀκτίνες εἶναι 1 μ. καὶ 1,50 μ. κεῖνται ἀπέναντι ἀλλήλων οὕτως, 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 λόγω 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 εὑρεθῇ 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 ἥμισυ τοῦ ἀντικειμένου ;

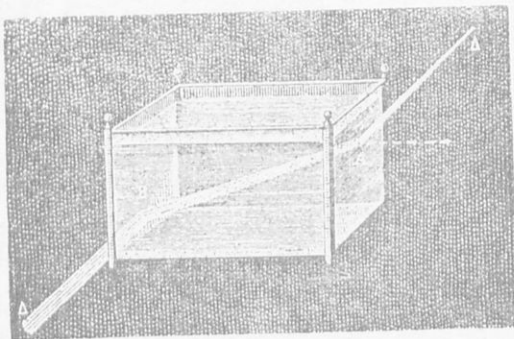
δον. Ἀντικείμενον ὕψους 4 ἑκατ. τίθεται καθέτως πρὸς τὸν κέντρον ἄξονα κυρτοῦ κατόπτρου ἐστιακῆς ἀποστάσεως 30 ἑκατ. εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ 10 ἑκατ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ θέσις καὶ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

30. Προκαταρκτικαὶ ἔννοιαι.—“Ὅταν φωτεινὴ ἀκτὶς διέρχεται πλαγίως ἐξ ἑνὸς 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 διεύθυνσεως, ἣν ὑφίσταται φωτεινὴ ἀκτὶς, ὅταν διέρχεται διὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ δύο διαφανῶν μέσων, καλεῖται διάθλασις.



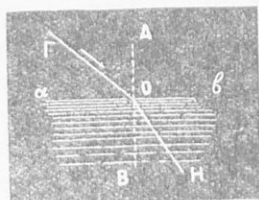
Σχ. 43

Διὰ τὴν δεξιῶμεν 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 κωνοειδῶς καὶ σημειώνει τοιοῦτοτρόπως τὴν ὁδὸν, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι αὕτη εἰσερχομένη ἐντὸς τοῦ ὕγρου δια-

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

Ἐστω $\alpha\beta$ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ χωρισμοῦ δύο δ' αφανῶν μέσων διαφόρου φύσεως, π.χ. ἀέρος καὶ ὕδατος (σχ. 44). Ἀκτίς τις προσπίπτουσα, π.χ. ἡ GO , ἡ ὁποία συναντᾷ πλαγίως τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην, εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ πλησιάζουσα πρὸς τὴν προέκτασιν τῆς καθέτου AO . Καλοῦμεν **ἐπίπεδον προσπτώσεως** τὸ ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος GO καὶ τῆς καθέτου AO εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως.

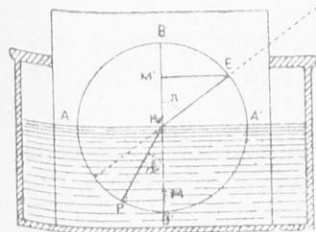


Σχ. 44

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

Γωνία δὲ διαθλάσεως εἶναι ἡ γωνία HOB τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος OH μετὰ τῆς καθέτου OB .

31. Ἀντίστροφος ἐπάνοδος τοῦ φωτός.— Ἐάν δι' ἐπιπέδου κατόπτρου ἀποστείλωμεν πάλιν τὴν φωτεινὴν δέσμην ἐντὸς τοῦ δευτέρου μέσου κατὰ τὴν HO , θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αὕτη ἀκολουθεῖ εἰς τὸ πρῶτον μέσον τὴν διεύθυνσιν OF . Δηλ. ἡ τροχιά, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ τὸ φῶς, δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φοράς τῆς διαδόσεως καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἀντιστροφῆς ἐπανόδου τοῦ φωτός ἐφαρμίζεται 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 σανίδας, ἐπὶ τοῦ ὁποίου χαράσσομεν

περιφέρειαν μὲ δύο διαμέτρους καθέτους πρὸς ἀλλήλας AA' καὶ BB' . Προσηλώνομεν μίαν καρφίδα εἰς τὸ κέντρον K καὶ ὁμοίαν καρφίδα εἰς ἓν οἰονδήποτε σημεῖον P τῆς περιφέρειας (σχ. 45) κάτωθεν τῆς διαμέτρου AA' . Βυθίζομεν κατόπιν τὴν σανίδα ἐντὸς τοῦ ὕδατος

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

Ὁ ὀφθαλμὸς, 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 ἢ 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 ἀκτῖνα EK (προσπίπτουσα ἀκτίς) καὶ τὴν ἀκτῖνα PK (διαθλωμένη ἀκτίς). Ἡ γωνία BKE εἶναι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως π , ἡ δὲ γωνία PKB' εἶναι ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως δ . Ἐὰν φέρωμεν 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 σχέσηις αὕτη καλεῖται **δείκτης διαθλάσεως** τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (εἶναι δὲ ἡ αὐτή, οἰονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον P τῆς περιφερείας).

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συναγομεν τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως :

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

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

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

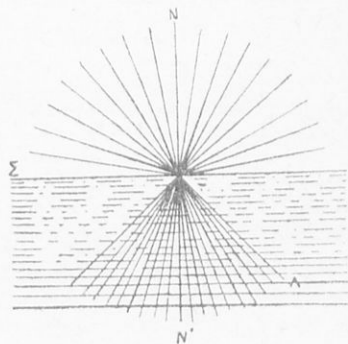
33. Περίπτωσις, καθ' ἣν τὸ φῶς διέρχεται ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο διαθλαστικώτερον.— Ὅταν μία φωτεινὴ ἀκτίς διέρχεται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑαλον ἢ εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι μεγαλυτέρα τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ δεύτερον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

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

Ἐκ τῶν ὑγρῶν τὰ διαθλαστικώτερα εἶναι: ὁ τετηγμένος φωσφόρος, ὁ θειοῦχος ἀνθραξ, ἡ ἀνιλίνη, ἡ φαινόλη, ἡ βενζόλη, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθῆρ καὶ τέλος τὸ ὕδωρ.

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

Τὸ σχῆμα 46 παριστᾷ τὴν διάθλασιν προσπίπτουσῶν ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι διέρχονται ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς ΝΙ, κάθετος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χωρισμοῦ, συνεχίζει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν της. Πᾶσα ἀκτὶς πλαγίᾳ ἀνακλᾶται ἐν μέρει καὶ τὸ μὴ ἀνακλόμενον φῶς διαθλάται πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον. Ἡ ἀκτὶς 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 **ὄρικῃ γωνία** τῶν ἀκτίνων, αἵτινες εἰσέρχονται εἰς τὸ ὕδωρ.

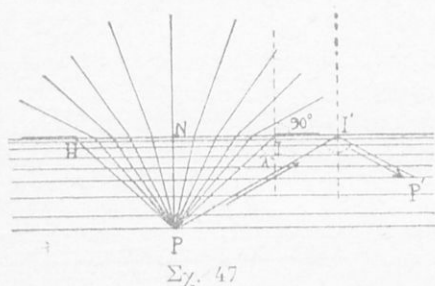


Σχ. 46

Μὲ ἄλλους λόγους, τὸ εἰς τὸ σημεῖον Ι 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 ΝΝ', τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα ἐπαναλαμβάνονται εἰς ὅλας τὰς θέσεις καὶ δυνάμειθι νὰ συναγάγωμεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ φωτός, τοῦ προσπίπτοντος εἰς τὸ Ι καὶ εἰσδύοντος εἰς τὸ ὕδωρ, συγκεντρώνεται εἰς τὸν κῶνον τὸν γραφόμενον ὑπὸ τῆς ὀρικῆς γωνίας Ν'ΙΑ.

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

Ὄταν μία φωτεινὴ ἀκτίς διέρχεται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα ἢ ἐκ τῆς ὕαλου εἰς τὸν ἀέρα, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι μικρότερα τῆς γωνίας διαθλάσεως καὶ αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος ἢ τῆς ὕαλου, ἀπομα-

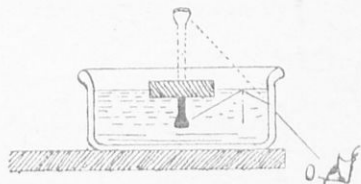
κρύνονται τῆς καθέτου. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ δεύτερον μέσον, δηλ. ὁ ἀήρ, εἶναι ὀλιγώτερον διαθλαστικόν ἀπὸ τὸ πρῶτον.

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

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

κωνικῆς ἀνακλάσεως λέγομεν τότε, ὅτι αὕτη ὑφίσταται ὀλικὴν ἀνάκλασιν, διότι ἕλον τὸ φῶς τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος PI' ἀνευρίσκειται εἰς τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα $I'P'$.

Πείραμα. Τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν δεικνύομεν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος: Κάτωθεν δίσκου ἐκ φελλοῦ ἔχοντος ἀκτῖνα 45 περίπου χιλιοστῶν ἐμπηγνύομεν ἕλον κατακορύφως εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου οὕτως, ὥστε τὸ ἐκτὸς τοῦ φελλοῦ μέρος τοῦ ἕλου νὰ ἔχη μῆκος περίπου 35 χιλιοστῶν, καὶ ἀφήνομεν τὸν φελλὸν νὰ ἐπιπλέῃ ἐπὶ ὕδατος περιεχομένου εἰς ὑαλίνην λεκάνην (σχ. 48). Συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω διχστάσεις (ὑπολογιζομένου εἰς 5 χιλιοστά τοῦ πάχους τοῦ βυθιζομένου μέρους τοῦ φελλοῦ) αἱ ἀκτῖνες, αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ ἕλου καὶ συναντῶσαι τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ὕδατος ἐκτὸς τοῦ δίσκου, σχηματίζουν γωνίας προσπτώσεως μεγαλύτερας τῆς ὀρικῆς (48°): συνεπῶς εἶναι ἀδύνατον νὰ ἴδωμεν τὸν ἕλον διὰ διαθλάσεως, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ ἐὰν φέρομεν 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 ἕλου κατ' ἔμφασιν.



Σχ. 48

35. Ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός.— Ὁ ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμὸς εἶναι ὀπτική ἀπάτη, ἕνεκα τῆς ὁποίας βλέπομεν τὰ εἶδωλα ἀπομακρυσμένων ἀντικειμένων ἀνεστραμμένα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται συνήθως εἰς τὰς θερμὰς χώρας καὶ ἰδίως εἰς τὰς ἀμμόδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου· τὸ ἔδαφος φαίνεται τότε ὡς λίμνη, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀνακλῶνται τὰ δένδρα καὶ τὰ περίξ τοπία. Τὸ φαινόμενον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ κατοπτρισμοῦ προέρχεται ἐξ ὀλικῆς ἀνακλάσεως, παραγομένης ἐπὶ τῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια εὐρίσκονται πλησίον τοῦ ἐδάφους καὶ τὰ ὅποια ἔχουν ἰσχυρῶς θερμανθῆ ὑπὸ τοῦ ἡλίου.

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

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

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



Σχ. 49

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

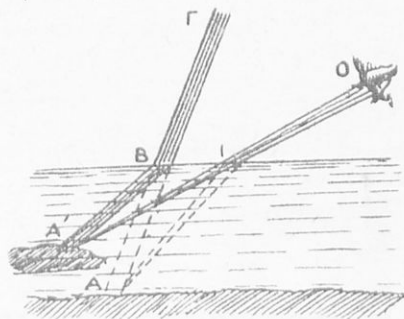
Τοιοτοτρόπως φθάνει εἰς τὸν παρατηρητὴν, τὸν ὁποῖον ἡ θεὰ τοῦ σημείου Λ καὶ τοῦ συμμετρικοῦ εἰδώλου του κάμνει νὰ πιστεύσῃ, ὅτι εὐρίσκεται πρὸ ὑγρᾶς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας.

Ὁ κατοπτρισμὸς παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ὅταν ἀήρ 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, ἀντικειμένων 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-

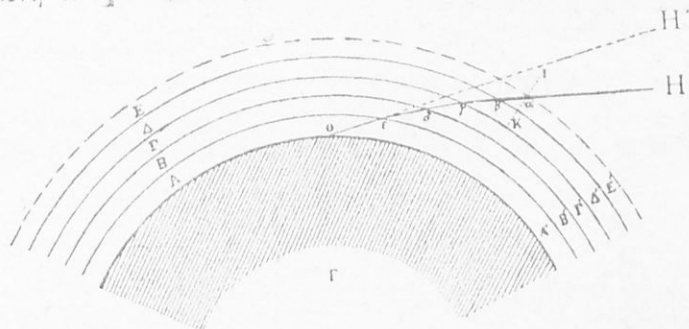
τωμεν δέσμη φωτεινήν ἐκπεμπομένην ἐκ σημείου Α τοῦ βυθισμένου αὐτῆς μέρους. Αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τὴν δέσμην ταύτην, ἐξέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ἀπομακρύνονται τῆς καθέτου καὶ αἱ προεκτάσεις τῶν διαθλωμένων ἀκτῖνων τέμνονται εἰς τὸ σημεῖον Α', τὸ ὁποῖον ἀπέχει ἀπὸ τὴν ἐπιφανείαν ὀλιγώτερον ἀπὸ τὸ σημεῖον Α. Ἐπειδὴ δὲ ἕκαστον σημεῖον τοῦ βυθισμένου μέρους φαίνεται καθ' ὅμοιον τρόπον εὐρισκόμενον πλησιέστερον πρὸς τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ὕδατος, ἡ ράβδος 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 τόσοσ πικνότερα, ὅσον πλησιέστερον εὐρίσκονται πρὸς τὸ ἔδαφος καὶ ὅτι ἡ διάθλασις αὐξάνεται μετὰ τῆς πικνότητος τοῦ ἀερίου. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι ἀκτίς τις ἐκπεμπομένη ὑπὸ ἀστέρος (σχ. 51), ὑψίσταται, διαδιδόμενη ἐντὸς τῆς



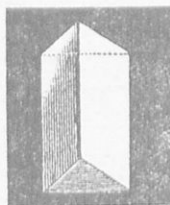
Σχ. 51

ἀτμοσφαιρας, σπειράν ἐκτροπῶν, αἱ ὁποῖαι τὴν πλησιάζουσι 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 περισσότερον ἀπὸ ὅ,τι πράγματι εἶναι.

Ση με ί ω σ ι ς. Ἐνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως βλέπομεν κατὰ τὴν ἀνατολὴν τὸν ἥλιον ὀλόκληρον, προτοῦ ἀκόμη τὸ ἀνώτερον μέρος του ἀναδύσῃ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ κατὰ τὴν δύσιν, ἐνῶ ὁ ἥλιος εὐρίσκεται ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, φαίνεται ἐπὶ ὀρισμένον χρόνον ὑπεράνω αὐτοῦ. Διὰ τῶν δύο τούτων ἀνωφύσεον τοῦ ἡλίου ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας αὐξάνεται.

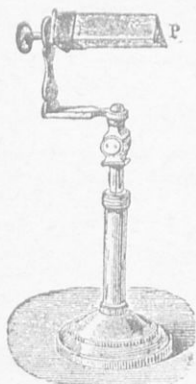
ΠΡΙΣΜΑΤΑ

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



Σχ. 52

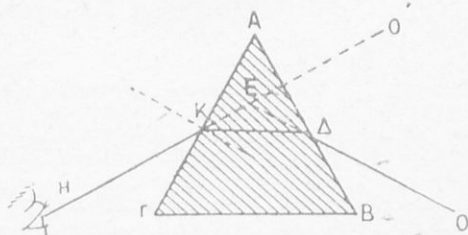
Πᾶσα τομὴ κάθετος ἐπὶ τῆς διαθλαστικῆς ἀκμῆς τοῦ πρίσματος καλεῖται κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος.



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

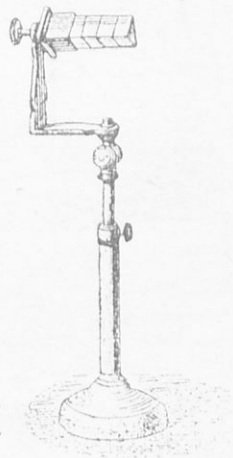
τας (σχ. 54) καὶ $ΟΔ$ προσπίπτουσα ἀκτίς. Ἡ ἀκτίς αὕτη, εἰσδύουσα εἰς τὴν ὑαλον, ἡ ὁποία εἶναι διαθλαστικωτέρα τοῦ ἀέρος, διαθλάται

πλησιάζουσα προς την κάθετον και λαμβάνει την διεύθυνσιν ΔΚ.

Εἰς τὸ Κ, ἐν ἣ ἀκτὶς σχηματίζεται μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν μικρότερην 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 ὀφθαλμὸς, ὅστις θὰ δεχθῆ τὰς ἐξερχομένας ἀκτίνας, θὰ ἴδῃ τὸ σημεῖον Ο' εἰς τὸ Ο' ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων καὶ ἀνοψομένον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκρὴν 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.

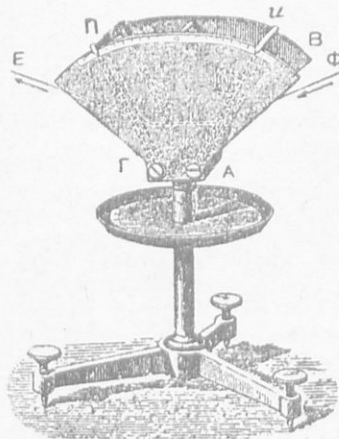
39. Μεταβολαὶ τῆς ἐκτροπῆς.—α) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως. Πολύπρισμα. Οὕτω καλεῖται πρίσμα, τὸ ὁποῖον συνίσταται ἐκ πολλῶν μικρῶν πρισμάτων τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς γωνίας, ἠνωμένων διὰ τῶν κυρίων αὐτῶν τομῶν (σχ. 55). Τὰ πρίσματα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐξ οὐσιῶν ἀνίσως διαθλαστικῶν: ὑάλου, μολυβδύλου, 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.



Σχ. 55

β) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται μετὰ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος. Πρίσμα μεταβλητῆς γωνίας. Ἐπιποδὸς φέροντος ἰσοπεδωτικοῦ κοιλίας στηρίζονται δύο ὀρειχάλκινα τριγωνικὰ ἐλάσματα Β καὶ Γ (σχ. 56), παράλληλα, μεταξὺ τῶν ὁποίων δύνανται νὰ ὀλισθαίνουν καλῶς ἐφαρμοζόμεναι δύο ὑαλίνας πλάκες Η καὶ κ. Χύνοντες μεταξὺ τῶν δύο τούτων πιακῶν διαφανές τι ὑγρὸν καὶ κλίνοντες αὐτὰς περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον, λαμβάνομεν πρίσμα μεταβλητῆς γωνίας. Ἐάν δεχθῶμεν φωτεινὴν

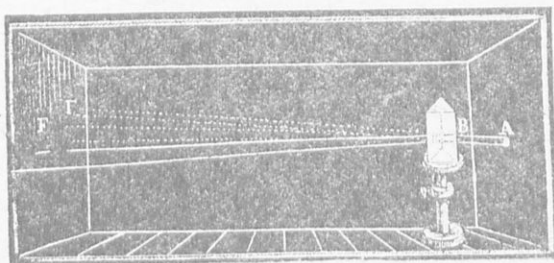
τινα ἀκτίνα Φ ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν δύο τούτων πλακῶν, κλίνωμεν δὲ περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον τὴν ἄλλην, βλέπομεν, ὅτι ἡ γωνία τοῦ πρίσματος τοιοῦτοτρόπως αὐξάνεται, καὶ ἡ ἐκτροπὴ συναυξάνεται.



Σχ. 56

γ) Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ κατακόρυφου σχισμῆς δέσμη ἀκτίνων μονοχρόου φωτὸς AB (φωτὸς π.χ. ἡλιακοῦ διαπερῶντος ἐρυθρὰν ὕαλον), αὕτη σχηματίζει ἐπὶ πετάσματος εἰδώλον τῆς σχισμῆς εἰς τὸ Γ (σχ. 57). 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.

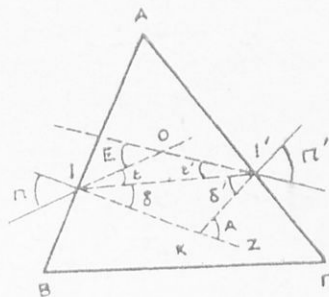
Ἐὰν ἤδη στρέψωμεν τὸ ὑποστήριγμα τοῦ πρίσματος οὕτως, ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ μικρὸν κατὰ μικρὸν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὸ εἶδωλον πλησιάζον βαθμηδὸν πρὸς τὸ Γ . Ἐὰν ὅμως ἀπὸ τινος θέσεως E τοῦ εἰδώλου ἐξακολουθήσωμεν ἐλαττοῦντες τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, θὰ ἴδωμεν τὴν δέσμην ἐπιστρέφουσαν πάλιν 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 ἐξισωθῇ πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἀναδύσεως π' (σχ. 58). Ἡ



Σχ. 57

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

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

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


Σχ. 58

Ἄφ' ἑτέρου, ἡ γωνία τῆς ἐκροπῆς E , ὡς ἐξωτερικὴ τοῦ τριγώνου IOI' , ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα $\epsilon+\epsilon'$ τῶν δύο ἐντὸς καὶ ἀπέναντι γωνιῶν, ἤτοι $E = \epsilon + \epsilon'$ (2). Ἄλλὰ $\epsilon = OIK - \delta$ ἢ $\epsilon = \pi - \delta$ (διότι $OIK = \pi$ ὡς κατὰ κορυφὴν). Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ $\epsilon' = \pi' - \delta'$. Ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (2), λαμβάνομεν $E = \pi - \delta + \pi' - \delta'$ ἢ $E = \pi + \pi' - (\delta + \delta')$. Καὶ ἐπειδὴ $\delta + \delta' = A$, ἔχομεν

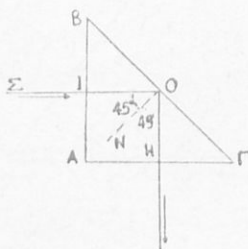
$$E = \pi + \pi' - A. \quad (3)$$

Ἐὰν ἡ διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρῖματος, καθὼς καὶ ἡ γωνία προσπτώσεως, εἶναι ὀλίγων μοιρῶν, αἱ γωνίαι δ , δ' καὶ π' θὰ εἶναι ἐπίσης πολὺ μικραί. Δυνάμεθα τότε νὰ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὰς σχέσεις $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu$ καὶ $\frac{\eta\mu\pi'}{\eta\mu\delta'} = \nu$ τὰ ἡμίτονα διὰ τῶν γωνιῶν καὶ θὰ ἔχομεν $\frac{\pi}{\delta} = \nu$ ἢ $\pi = \delta\nu$ καὶ $\frac{\pi'}{\delta'} = \nu$ ἢ $\pi' = \delta'\nu$. Ἐπομένως $\pi + \pi' - \delta\nu + \delta'\nu$ ἢ $\pi + \pi' = \nu(\delta + \delta')$ ἢ $\pi + \pi' = \nu A$, (ἐπειδὴ $\delta + \delta' = A$). Εἰσάγοντες τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ $\pi + \pi'$ εἰς τὴν ἐξίσωσιν (3), λαμβάνομεν $E = \nu A - A$ ἢ $E = A(\nu - 1)$. (Τύπος τῶν μικρῶν πρισματῶν).

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

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 πλεῖστα ὀπτικά ὄργανα· ἀποτελοῦν π.χ. τὸ οὐσιῶδες μέρος τῶν φωτεινῶν θαλάμων τῶν σχεδιαστῶν, τῶν φασματοσκοπιῶν, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν μελέτην τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ φωτὸς διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν κτλ.

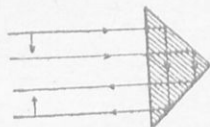


Σχ. 59

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 ὑποτείνουσας BG. Ἐκεῖ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ON γωνίαν προσπτώσεως 45° (διότι ἡ γωνία προσπτώσεως $\Sigma ON = B = 45^\circ$, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευράς καθέτους καὶ οὖσαι ἀμφοτέραι ὀξεῖαι), ἡ ὁποία εἶναι μεγαλύτερα τῆς ὀρικῆς γωνίας τῶν δυναμένων νὰ διαθλασθοῦν εἰς τὸν ἀέρα ἀκτίνων, ἧτις εἶναι περίπου 42° . Ἡ ἀκτὶς ὑφίσταται συν-επῶς 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 BG τοῦ πρίσματος.

Παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τοιοῦτον πρίσμα τὸ ἐπίπεδον τῆς ἔδρας BG χρησιμεύει ὡς ἐπίπεδον κάτοπτρον. Τὸ σχῆμα 60 δεικνύει πῶς ἐνεργεῖ τοιοῦτον πρίσμα διὰ διπλῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως ἀναστρέφον τὸ εἶδωλον.

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

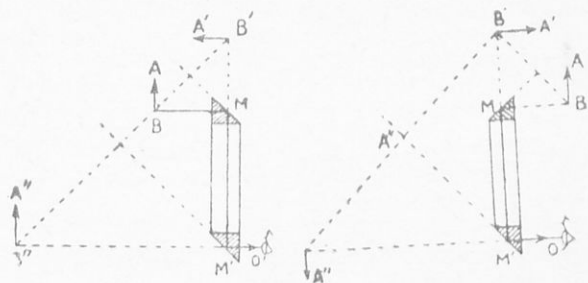


Σχ. 60

ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟΝ

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

Τὸ περισκόπιον περιλαμβάνει κυρίως δύο πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως M καὶ M' (σχ. 61), τοποθετημένα κατὰ τὰ δύο ἄκρα κατακο-



Σχ. 61.

Σχ. 62

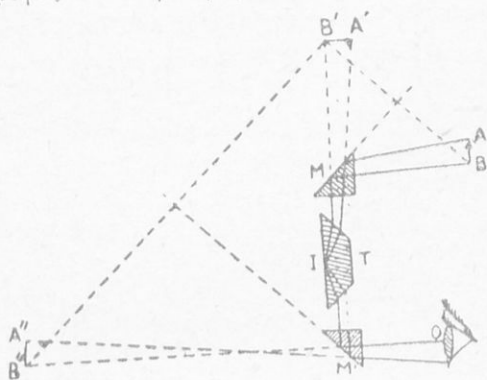
ρύφου σωλῆνος, ὕψους 6 περίπου μέτρων καὶ τομῆς 10 περίπου τετραεκατοστομέτρων, τοῦ ὁποῖου τὸ μὲν ἀνώτατον ἄκρον ἐξέρχεται ἐκτὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, τὸ δὲ κατώτατον κα-

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

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

Παρίσταται ὅμως ἀνάγκη νὰ κατοπτρευθῇ ὅλως ὁ ὀρίζων. Πρὸς τοῦτο, ἂν μόνη ἡ ἀνωτέρω συσκευὴ διετίθετο, θὰ ἔπρεπε νὰ μετακινῆται αὐτὴ ὀλόκληρος, τῆς κινήσεως δὲ ταύτης νὰ μετέχῃ καὶ ὁ παρατηρητής. Ἀντὶ τούτου ὅμως ἐθεωρήθη πρακτικώτερον νὰ στρέφεται μόνον τὸ ἀνώτερον μέρος περὶ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος, 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. Πρῆσμα διαθλαστικῆς γωνίας 60° ἔχει δείκτην διαθλάσεως $\sqrt{2}$. Φωτεινὴ ἀκτὴ προσπίπτει ἐπὶ τῆς μιᾶς ἑδρας τοῦ πρίσματος τούτου ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 45° . Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία τῆς ἀναδύσεως καὶ ἡ ἐκτροπὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος.

2ον. Ζητεῖται ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς οὐσίας πρίσματος, δι' ὠρισμένην ἀκτινοβολίαν, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ διαθλαστικὴ γωνία εἶναι 60° καὶ ἡ γωνία τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς διὰ τὴν ἀκτινοβολίαν ταύτην, ἰσοῦται μὲ 30° .

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

4ον. Πρῆσμα $AB\Gamma$, τοῦ ὁποίου ἡ διαθλαστικὴ γωνία εἶναι 33° , δέχεται καθέτως ἐπὶ μιᾶς τῶν ἑδρῶν τοῦ AB φωτεινὴν ἀκτῖνα $\Phi\Gamma$. Ἡ ἐξιούσα ἀκτὴ σχηματίζει μετὰ τῆς προσπιπτούσης γωνίαν

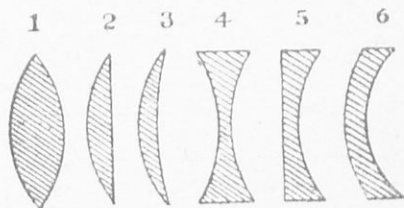
13°. Ποῖος εἶναι ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος ;
 5ον. Εἰς τὴν κυρίαν τομὴν πρίσματος διαθλαστικῆς γωνίας 60°
 προσπίπτει δέσμη φωτεινῶν ἀκτῶν ὑπὸ γωνίαν 45° . Ὁ δείκτης
 διαθλάσεως τῆς οὐσίας τοῦ πρίσματος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $\sqrt{2}$.
 Πόσων μοιρῶν θὰ εἶναι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ;

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**.

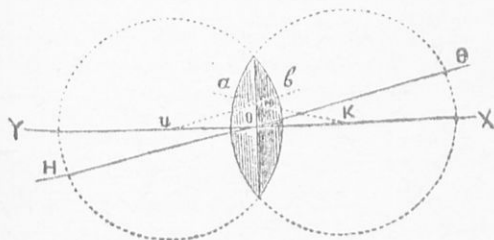
Οἱ φακοὶ διακροῦνται εἰς δύο κατηγορίας : εἰς **συγκλίνοντας**,
 οἱ ὅποιοι ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ
 συγκεντρώνουν τὰς δι' αὐτῶν δι-
 ερχομένας ἀκτῖνας, καὶ εἰς **ἀπο-
 κλίνοντας**, οἱ ὅποιοι ἔχουν τὴν
 ιδιότητα νὰ ἀποκεντρώνουν τὰς
 δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας.

Οἱ συγκλίνοντες εἶναι πα-
 χύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λε-
 πτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα, περι-
 λαμβάνουν δὲ τρεῖς τύπους (σχ. 64) : τὸν **ἀμφίκυρτον** (1), τὸν **ἐπι-
 πεδόκυρτον** (2) καὶ τὸν **συγκλίνοντα μηνίσκον** (3).



Σχ. 64

Οἱ ἀποκλίνοντες εἶναι παχύτεροι πρὸς τὰ ἄκρα καὶ λεπτότεροι
 περὶ τὸ μέσον, περιλαμβάνουν δ' ἐπίσης τρεῖς τύπους : τὸν **ἀμφί-
 κοιλον** (4) τὸν **ἐπιπεδό-
 κοιλον** (5) καὶ τὸν **ἀπο-
 κλίνοντα 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.

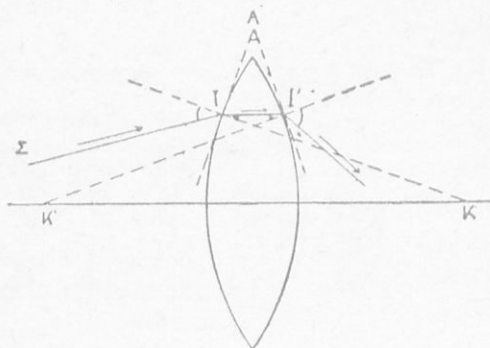
Κύριος ἄξων τοῦ
 φακοῦ καλεῖται ἡ εὐθεῖα,
 ἡ ὁποία διέρχεται διὰ τῶν
 κέντρων τῶν δύο σφαιρι-
 κῶν ἐπιφανειῶν τοῦ φα-
 κοῦ (σχ. 65, εὐθεῖα γχ).

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



Σχ. 66

τὴν κάθετον ΙΚ· ἀναδυομένη δὲ εἰς τὸ Ι' διαθλάται καὶ πάλιν καὶ ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου ΓΚ'. 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 οἷον-δήποτε φακὸν ἢ φωτεινὴ ἀκτίς, ἥτις διευθύνεται κατὰ τὸν κύριον ἄξονα, εἶναι ἡ 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 προσπιπτούσης, ὑφιστάμεναι πλαγίαν μόνον μετατόπισιν. Αἱ ἀκτῖνες αὗται διέρχονται πᾶσαι διὰ τινος σταθεροῦ σημείου τοῦ κυρίου ἄξονος, τὸ ὁποῖον καλεῖται ὀπτικὸν κέντρον.

Εἰς ἀμφικύρτον ἢ ἀμφίσκιλον φακὸν, τοῦ ὁποῖου αἱ ἀκτῖνες καμπυλότητος εἶναι ἴσαι, τὸ ὀπτικὸν κέντρον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν.

Πᾶσα εὐθεία, ἣτις διέρχεται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, ἐκτὸς 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 ἄκτινες κεντρικαί, δηλ. ἄκτινες 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 ἀναδύομένη κεῖνται ἐπ' εὐθείας.

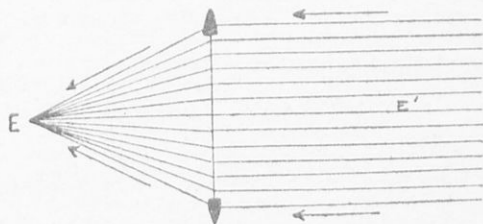


Σχ. 67

Σημείωσις. Τὸν λεπτόν συγκλίνοντα φακὸν θὰ παριστώμεν δι' ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς περατουμένης εἰς δύο αἰχμὰς βέλους, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 67, καὶ θὰ σημειώσωμεν εἰς τὸ μέσον αὐτῆς τὸ ὀπτικὸν κέντρον O .

45. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων. — Ὅταν συγκλίνων φακὸς δεχθῇ δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι αὗται 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 κύριαι ἐστίαι**. Αἱ ἐστίαι αὗται εἶναι καθ' ὑπόστασιν (πραγματικαί) καὶ εὐρίσκονται ἐκατέρωθεν τοῦ φακοῦ εἰς τὴν αὐτὴν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν.



Σχ. 68

Ἀντιστρόφως, ἐὰν τεθῇ 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 ἰσχὺν ἢ συγκεντρωτικὴν δύναμιν φακοῦ τὸ ἀντίστροφον $\frac{1}{\varphi}$ τῆς ἐστιακῆς αὐτοῦ ἀποστάσεως.

Ἡ ἰσχὺς αὕτη ὑπολογίζεται εἰς **διοπτρίας**.

Διοπτρία εἶναι ἡ ἰσχὺς φακοῦ ἔχοντος ἐστιακὴν ἀπόστασιν 1 μέτρου. Κατὰ ταῦτα, ἡ ἰσχὺς συγκλίνοντος φακοῦ ἔχοντος 0,10 μ. ἐστιακὴν ἀπόστασιν εἶναι $\frac{1}{0,10} = 10$ διοπτριῶν. Ἐὰν $\varphi = 0,05$ μ.,

ἡ ἰσχὺς εἶναι $\frac{1}{0,05} = 2$ διοπτριῶν κτλ.

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

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

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

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

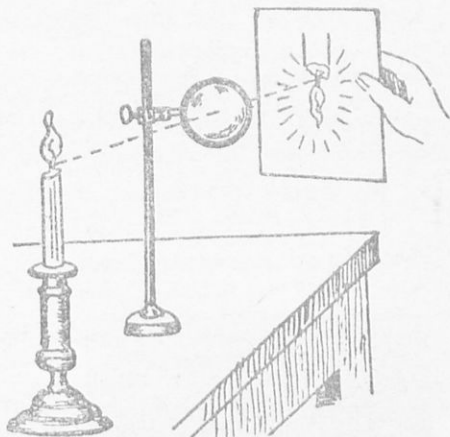
ἦτοι εἰς φακὸν ἀμφίκυρτον, τοῦ ὁποίου αἱ ἐπιφάνειαι ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀκτῖνα καμπυλότητος καὶ τοῦ ὁποίου ὁ δείκτης εἶναι $\frac{3}{2}$, αἱ ἐστία συμπίπτουν μὲ τὰ κέντρα καμπυλότητος.

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

Διὰ νὰ ἐξετάσωμεν τὸν σχηματισμὸν τῶν εἰδώλων, χρησιμοποιούμεν λευκὸν σκιερὸν διάφραγμα καὶ φωτεινὴν πηγὴν οἰανδῆποτε ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου.

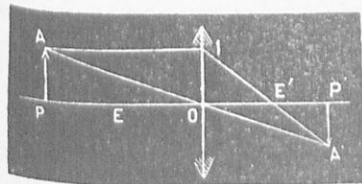
α) Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας. Ἀφοῦ τοποθετήσωμεν τὴν φλόγα κηρίου καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλίνοντος φακοῦ καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μέσον αὐτῆς νὰ εὐρίσκεται αἰσθητῶς ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀναζητοῦμεν, μετακί-

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 νὰ ἔχωμεν εἶδωλον εὐκρινές, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυμένον.



Σχ. 69

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



Σχ. 70

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

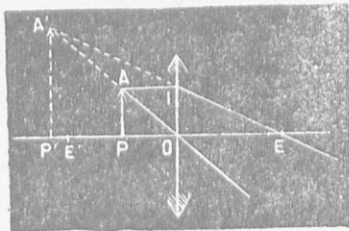
φέροντες κατὰ πρῶτον τὸν δευτερεύοντα ἄξονα AO, ἔπειτα δὲ τὴν ἐκ τοῦ A παραλλήλως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα προσπίπτουσαν ἀκτῖνα AI. Αὕτη μετὰ τὴν διάθλασιν διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E'. Ἡ τομὴ αὐτῆς A' μετὰ τοῦ ἄξονος AO εἶναι τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου A. Φέροντες ἐκ τοῦ A' κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα,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

εἰδῶλον $A'P'$ τῆς εὐθείας AP . Τὸ εἰδῶλον 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 εἰδῶλον 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 μεγαλύτερα τῆς EO , τὸ εἰδῶλον εἶναι πάλιν ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ **μεγαλύτερον** τοῦ ἀντικειμένου. Ἐφ' ὅσον ἡ AP πλησιάζει πρὸς τὸ E , τὸ εἰδῶλον ἀπομακρύνεται τοῦ φακοῦ μεγεθυνόμενον.

Τέλος, ὅταν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ ἐπὶ τοῦ E , δὲν ὑπάρχει πλέον εἰδῶλον. Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τοῦ A ἀναδύονται ἐκ τοῦ φακοῦ παραλλήλως πρὸς τὸν δευτε-



Σχ. 71

β) Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὐρίσκεται μεταξύ φακοῦ καὶ κυρίας ἐστίας. Ὅταν ἡ ἀπόστασις τῆς εὐθείας ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι μικροτέρα τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, δὲν σχηματίζεται πλέον πραγματικὸν εἰδῶλον· ἀλλ' ὁ ὀφθαλμὸς, δεχόμενος τὰς ἀποκλινοῦσας ἀκτῖνας, βλέπει

εἰδῶλον κατ' ἔμφασις ὄρθιον καὶ ἐν μεγεθύνσει (σχ. 71).

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

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

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

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

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

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

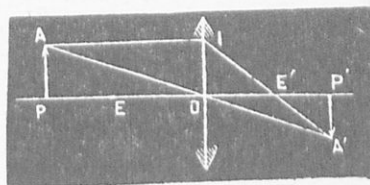
$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'}. \quad (4)$$

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

Σχέσεις τῶν μεγεθῶν τοῦ εἰδώλου καὶ τοῦ ἀντικειμένου.

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

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



Σχ. 72

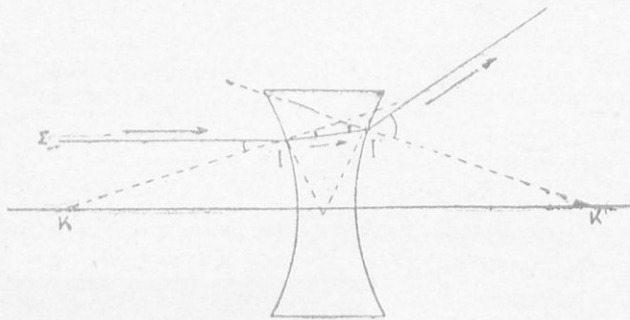
50. Ἐφαρμογαὶ τῶν συγκλινόντων φακῶν.—Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ ἀποτελοῦν τὸ οὐσιῶδες μέρος ὅλων σχεδὸν τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων (μικροσκόπια, διόπτραι, ὕλοι ὑπερμετρῶπικαὶ καὶ πρεσβυοπικαὶ, προβολεῖς, μηχαναὶ φωτογραφικαὶ κτλ.). Χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης διὰ τὴν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον συγκέντρωσιν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος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

ΦΑΚΟΙ ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΕΣ

51. Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος.—Θεωρήσωμεν φωτεινὴν ἀκτὴν 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 ἀκτὴν ἀπὸ τοῦ κυρίου ἀξονος. 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 παριστῶμεν δι' ἀπλῆς εὐθείας γραμμῆς, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 74.

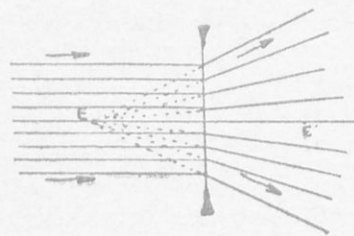


Σχ. 73



Σχ. 74

52. Διάθλασις παραλλήλων ἀκτίνων.—Όταν ἀποκλίνων φακὸς δεχθῆ δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, αὗται 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, εὕρισκόμενον εἰς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον καὶ αἱ προσπίπτουσαι. Τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ κατ' ἔμφρασιν κυρία ἐστία. Ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις.



Σχ. 75

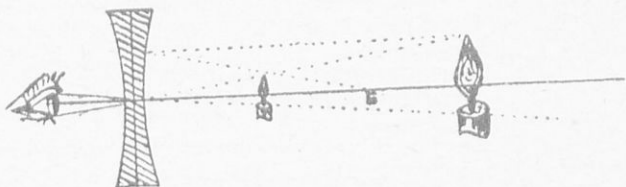
Διὰ τὴν διαπιστώσωμεν τὴν ὑπαρξίν τῶν κυρίων φανταστικῶν ἐστιῶν, στρέφομεν τὸν φακὸν οὕτως, ὥστε ὁ κύριος ἄξων του νὰ διέρχεται αἰσθητῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου. Ἐὰν τότε θέσωμεν τὸν ὀφθαλμὸν ἐντὸς τῆς δέσμης, ἥτις ἐξέρχεται ἐκ τοῦ φακοῦ, βλέπομεν μικρὸν κύκλον πολὺ λαμπρὸν πρὸς τὸ μέρος τῆς εἰσόδου τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ἡ ἰσχὺς 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 ἰσχύον $\frac{1}{\varphi} = -\frac{1}{0,1} = -10$ διοπτριῶν.

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

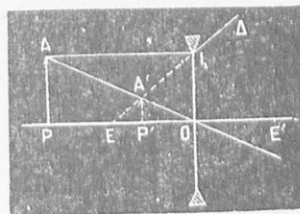
53. Εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ τῶν ἀποκλινόντων φακῶν.—Πᾶν φωτεινὸν ἀντικείμενον τοποθετούμενον πρὸ ἀποκλίνοντος



Σχ. 76

φακοῦ δίδει εἶδωλον κατ' ἔμφασιν, ὄρθιον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Τὸ εἶδωλον τοῦτο φαίνεται, ὅτι σχηματίζεται μεταξύ 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 εἶδωλον 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 , ἣ ὁποία μετὰ τὴν διάθλασιν ἀποκλίνει ἀπὸ τὸν κύριον ἄξονα οὕτως, ὥστε ἡ προέκτασίς της 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 καὶ τὴν ἔστιακὴν ἀπόστασιν ὡς ἀρνητικᾶς, δηλ. $(-π')$ καὶ $(-φ)$, λαμβάνομεν ἐκ τοῦ τύπου τῶν συγκλινόντων φακῶν τὸν τύπον τῶν ἀποκλινόντων :

$$\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = -\frac{1}{\varphi} \quad \eta \quad -\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$$

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

Ἐφαρμογαί. α) Εὐθεῖα μήκους 10 ἐκ. κάθετος πρὸς τὸν κύριον ἄξονα συγκλινόντος φακοῦ ἀπέχει ἀπ' αὐτοῦ 90 ἐκ. Ζητεῖται ἡ θέσις τοῦ εἰδώλου καὶ τὸ μέγεθος αὐτοῦ. Ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ εἶναι 30 ἐκ.

Ἐπειδὴ ἡ εὐθεῖα εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν μεγαλύτεραν τοῦ 2φ, τὸ εἶδωλον θὰ εἶναι πραγματικόν, ἀνεστραμμένον, καὶ θὰ εὐρίσκεται πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, μεταξύ φ καὶ 2φ.

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

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

β) Ἡ ἔστιακὴ ἀπόστασις ἀποκλινόντος φακοῦ εἶναι 25 ἐκ. Ποῦ πρέπει νὰ θέσωμεν μικρὰν εὐθεῖαν καθέτως πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, ἵνα τὸ εἶδωλὸν τῆς ἔχῃ μῆκος ἴσον μὲ τὸ $\frac{1}{6}$ τοῦ μήκους τῆς ;

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 $\frac{5}{\pi} = \frac{1}{25}$ καὶ $\pi = 125$ 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 καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν διοπτρῶν διὰ τοὺς μύωπας. Τοὺς ἀποκλινόντας φακοὺς προσκολλοῦν μὲ τοὺς συγκλινόντας, διὰ νὰ σχηματίσῃ συστήματα, καλούμενα **ἀχρωματικά**, διὰ τῶν ὁποίων διερχόμενα αἱ λευκαὶ ἀκτῖνες διαθλῶνται, χωρὶς νὰ ὑποστοῦν ἀνάλυσιν. Τέλος,

χρησιμοποιούνται και διὰ τὴν διόρθωσιν διαφόρων ἀτελειῶν τῶν ἄλλων φακῶν.

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

1ον. Εἰς ποίαν θέσιν ἐνώπιον ἀμφικύρτου φακοῦ, συγκεντρωτικῆς δυνάμεως 10 διοπτριῶν, πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν ὄρθιον φωτοβόλον ἀντικείμενον, ὕψους 5 ἐκ., διὰ νὰ σχηματισθῇ 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 προσδιορισθῇ ἡ συγκεντρωτικὴ δύναμις ἀμφικύρτου φακοῦ, ἐνώπιον τοῦ ὁποῖου 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 τεθῇ φακὸς συγκλίνων, διὰ νὰ λάβωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εὐκρινὲς εἶδωλον τοῦ κηρίου ;

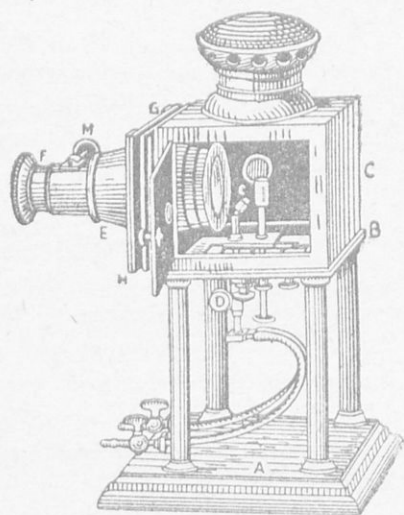
5ον. Κηρίον εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν Δ ἀπὸ διαφράγματος, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου σχηματίζομεν τὸ εἶδωλόν του διὰ συγκλίνοντος φακοῦ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι αἱ δύο θέσεις τοῦ φακοῦ, διὰ τὰς ὁποίας επιτυγχάνομεν ἐκκρινεῖς εἶδωλον τοῦ κηρίου, ἀπέχον ἀπ' ἀλλήλων a . Ποία εἶναι ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

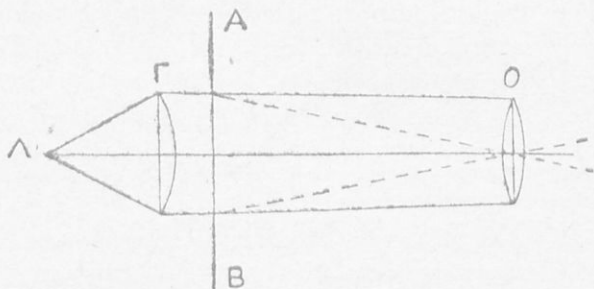
56. Προβολεύς.—Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην (σχ. 78) τὸ οὐσιῶδες μέρος εἶναι συγκλίνων φακὸς Ο (σχ. 79), ὁ ὁποῖος δίδει ἐπὶ διαφράγματος εἶδωλον μικροῦ διαφανοῦς ἀντικειμένου καθ' ὑπόστασιν, ἀνεστραμμένον καὶ μεγεθυσμένον. Τὸ ἀντικείμενον τίθεται εἰς τὸ

ΑΒ, εις απόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ Ο μικροτέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐστιακῆς τοῦ ἀποστάσεως, ἵνα δώσῃ εἶδωλον μεγεθυμένον. Ὁ φακὸς Ο δύναται νὰ μετατίθεται διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ οὕτως,



Σχ. 78

διὰ τὴν μεγέθυνσιν τῶν φωτογραφιῶν. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ ἀντι-κατασταθῇ τὸ σύνθηδες διάφραγμα δι' εἰδικοῦ εὐπαθοῦς χάρτου, δηλ.

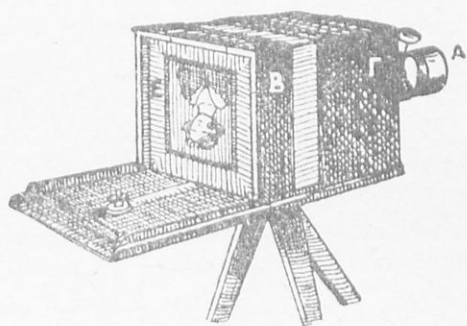


Σχ. 79

χάρτου προσβαλλομένου ὑπὸ τοῦ φωτός. Ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου προβάλλεται ἐπὶ ὥρισμένον χρόνον τὸ μεγεθυμένον εἶδωλον τῆς φωτογραφικῆς πλακῆς. Ὁ ὑπὸ τοῦ φωτός προσβληθεὶς χάρτης ὑποβάλλεται

κατόπιν εἰς σειράν χημικῶν κατεργασιῶν, πρὸς ἐμφάνισιν καὶ στερεωσιν τῆς εἰκόνας.

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



Σχ. 80

Φωτογραφία. Ὄταν ἐπιτευχθῇ ἡ εὐκρίνεια τοῦ εἰδῶλου, ἀντικαθίσταται ἡ ἡμιδιαφανὴς ὑαλίνη πλάξ ἐκ τῆς φωτογραφικῆς πλακῆς. Αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες παρασκευάζονται ἐπιχειρομένων εἰς τὸ σκότος

ὑαλινῶν πλακῶν διὰ ζελατινο-βρωμιούχου ἀργύρου. Αἱ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες προσβάλλουν τὸ ἄλας τοῦτο τοῦ ἀργύρου. Ἐπειδὴ αἱ ἀκτίνες αὗται δὲν εἶναι ἴσης ἐντάσεως, προσβάλλουν διαφόρως τὴν πλάκα κατὰ τὰ ἀντίστοιχα μέρη αὐτῆς, περισσότερον μὲν τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ φωτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου, ὀλιγώτερον δὲ τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ σκοτεινότερα. Ἐὰν μετὰ τινα χρόνον ἀφαιρεθῇ ἡ πλάξ ἐκ τῆς συσκευῆς καὶ ἐξετασθῇ, οὐδόλας διακρίνεται ἐπ' αὐτῆς ἢ ὡς ἀνωτέρω προσβολῇ αὐτῆς ὑπὸ τοῦ φωτός. Ἐν τούτοις τὸ ἄλας τοῦ ἀργύρου ἐτροποποιήθη ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ φωτός. Πράγματι, ἐὰν ἡ πλάξ βυθισθῇ ἐντὸς διαλύματος οὐσίας ἀναγωγικῆς, τὸ ἄλας 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 **ἀρνητικὴ**, 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 εἰκόνος**.



Σχ. 81

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

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

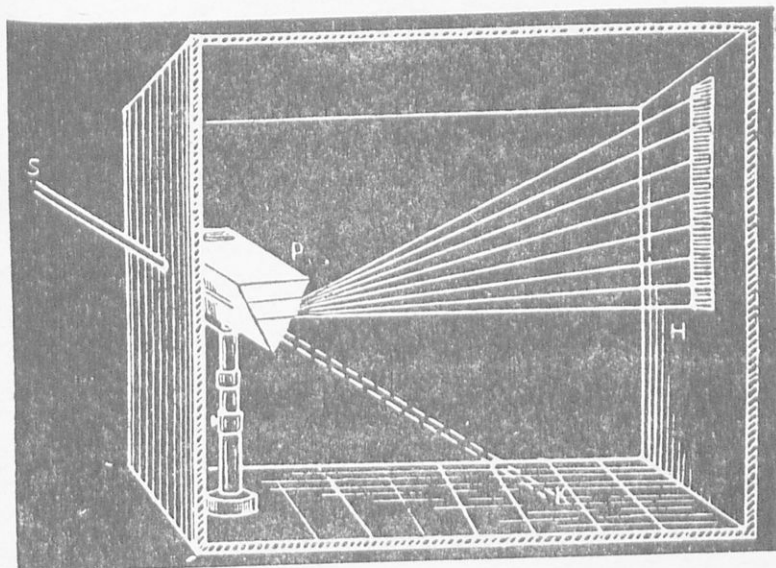
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

58. Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. Ἡλιακὸν φάσμα. —

Ἐὰν ἐντὸς σκοτεινοῦ θηλάμου ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ διὰ στενῆς κυκλικῆς ὀπῆς κυλινδρική δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων (σχ. 82), ἡ δέσμη αὕτη θὰ δώσῃ ἐπὶ διαφράγματος κυκλικὸν καὶ λευκὸν εἶδωλον Κ. Ἐὰν ὅμως παρενθέσωμεν ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῶν ἀκτίνων ὕαλιον πρίσμα Ρ οὕτως, ὥστε ἡ ἀκμὴ του νὰ εἶναι ὀριζοντία καὶ νὰ διαθλᾷ τὴν δέσμην ἐν τῇ κυρίᾳ αὐτοῦ τομῇ, θὰ παρατηρήσωμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἶδωλον ἐκτροπέμενον πρὸς τὴν βᾶσιν τοῦ πρίσματος καὶ ἐπιμηκυνόμενον κατακορύφως, δηλ. καθέτως πρὸς τὴν διαθλαστικὴν

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

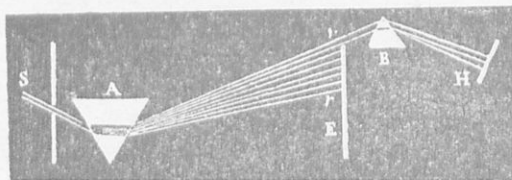


Σχ. 82

τούτων διακρίνονται ἑπτὰ κύρια, τὰ ὁποῖα διαδέχονται ἀλλήλα κατὰ τὴν ἐξῆς σειρὰν (ἐὰν ἀρχίσωμεν ἀπὸ τὸ μᾶλλον ἐκτρεπόμενον): ἰώδες, βαθύ κυανοῦν ἢ Ἰνδικόν, κυανοῦν, πράσινον, κίτρινον, πορτοκαλίλον, ἐρυθρόν.

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 A ἔχοντος ἀκμήν ὀριζοντίαν δέσμη παραλλήλων ἡλιακῶν ἀκτίνων, λαμβάνομεν φάσμα, τὸ ὁποῖον ἐκτείνεται κατακορύφως ἐπὶ διαφράγματος E. Μέρους ἐξ ἑνὸς χρώματος τοῦ φάσματος τούτου ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ διὰ στενῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E καὶ δεχόμεθα τὰς ἀκτῖνας ταύτας ἐπὶ δευτέρου πρίσματος B

ἔχοντος ἐπίσης ἄκμην 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 πρόσπτωσησιν.



Σχ. 83

Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ δευτέρου διαφράγματος λαμβανόμενον εἶδωλον μετὰ τὴν διόδον τῶν ἀκτίνων διὰ τοῦ πρίσματος B διατηρεῖ τὸ χρῶμα τοῦ μέρους τοῦ φάσματος, τὸ ὁποῖον ἔχει προσπέσει ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E. Συνεπῶς, ἕκαστον χρῶμα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλοῦν, δηλ. δὲν δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς ἄλλα.

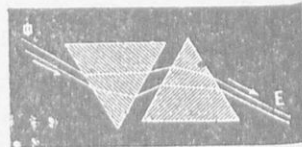
Ἡ ἐκτροπή ἀφ' ἐτέρου ἢ παραγομένη ὑπὸ τοῦ πρίσματος B ἀνζάνεται, ὅταν τὰ χρώματα τὰ προσπίπτοντα ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος E διαδέχονται ἀλλήλα ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ ἰώδες· συνεπῶς διὰ τῆς αὐτῆς διαφανοῦς οὐσίας ἀκτίνες διαφόρων χρωμάτων ὑφίστανται ἀνίσους ἐκτροπάς.

Ἐν διαφανῆς μέσον παρουσιάζει δι' ἕκαστον χρῶμα ἰδιαιτέρον δείκτην διαθλάσεως, ὁ ὁποῖος ἀνζάνεται, ὥπως καὶ ἡ ἐκτροπή, ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ πρὸς τὸ ἰδεῶδες.

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

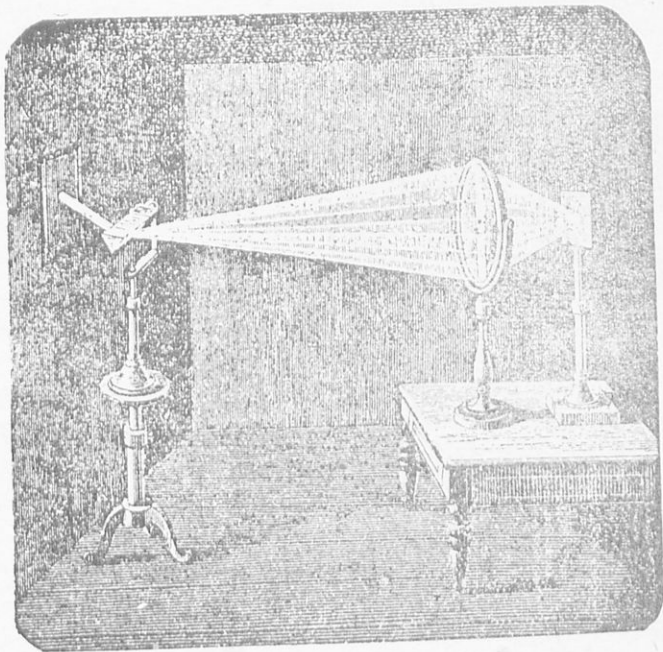
60. Σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.—Ἐὰν ἐπαναφέρωμεν εἰς παραλλήλισμὸν τὰς διασκεδασθεῖσας ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ ἡλιακὸν φάσμα, ἢ ἐὰν τὰς συγκεντρώσωμεν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἢ σύμπτωσις τῶν ἐντυπώσεων δίδει τὸ αἶσθημα τοῦ λευκοῦ.

α) **Σύνθεσις διὰ πρίσματος.** Δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων, διασκεδασθεῖσαν ὑπὸ τινος πρίσματος, δεχόμεθα ἐπὶ δευτέρου πρίσματος ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς



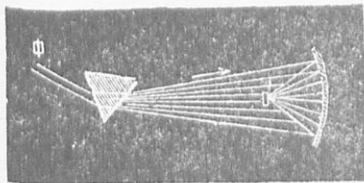
Σχ. 84

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



Σχ. 85

ἐπὶ διαφράγματος; εἰδῶλον λευκόν, πλὴν τοῦ ἀνωτέρου καὶ κατωτέρου μέρους τοῦ εἰδώλου, τὰ ὅποια εἶναι κεχρωσμένα.



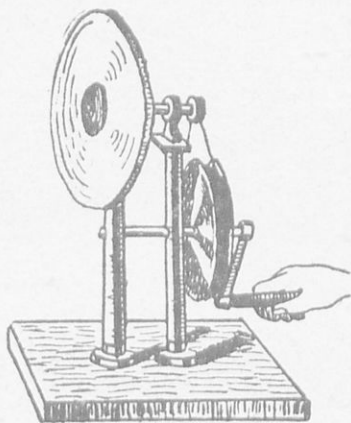
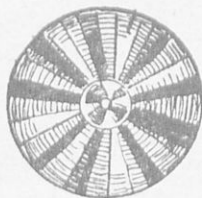
Σχ. 86

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

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

γ) Σύνθεσις διὰ τοῦ δίσκου τοῦ Νεύτωνος. Οὗτος εἶναι δίσκος κυκλικός, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι προσκολλημένοι τομεῖς κεχρω-

σμένοι με τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ φάσματος, ὅσον τὸ δυνατόν προσεγγίζοντα πρὸς τὰ φυσικά (σχ. 87). Ἡ σχετικὴ ἔκτασις τῶν διαφόρων τομέων ἔχει ληφθῆ σχεδὸν ἴση πρὸς τὴν τῶν ἀντιστοιχοῦντων χρωμάτων τοῦ φάσματος. "Ὅταν ὁ δίσκος" αὗτος, 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 ἐπιτινα χρόνον παραμονῆς τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων (μεταίσθημα). Ἐπομένως, ἐὰν τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος διέρχονται ταχέως ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, αὗτος δέχεται συγχρόνως τὰς ἐντυ-

πώσεις τῶν ἑπτὰ χρωμάτων καὶ ὁ δίσκος φαίνεται λευκός.

61. Κατάταξις τῶν χρωμάτων.—Χρώματα ἀπλᾶ. Χρωμά τι καλεῖται ἀπλοῦν, ὅταν ἡ διόδός του διὰ πρίσματος οὐδόπως τὸ μεταβάλλῃ.

Χρώματα σύνθετα. Χρωμά 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, ἢ ἔνωσις τῶν διατηρουμένων χρωμάτων παρουσιάζει χροιάν σύνθετον. Ἡ ἔνωσις ἀφ' ἑτέρου τῶν παραλειφθέντων χρωμάτων παρουσιάζει ἄλλην σύνθετον χροιάν. Ἐὰν ἀναμείξωμεν τὰς δύο ταύτας συνθέτους χροιάς, λαμβάνομεν χροίαν λευκόν, διότι αὗται περιλαμβάνουν ὅλα τὰ στοιχεῖα τοῦ φάσματος. Παράγεται ἐπίσης τὸ αἶσθημα τοῦ λευκοῦ διὰ τῆς

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

62. Χρῶμα τῶν σωμάτων.— Σῶμά τι φαίνεται κεχρωσμένον διὰ τοῦ χρώματος, τὸ ὁποῖον τὸ καθιστᾷ ὄρατόν, εἴτε τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ σώματος εἴτε ἀνακλᾶται ἐπ' αὐτοῦ. Τὸ χρῶμα σώματος διαφανοῦς προκύπτει ἐκ τῆς ἀπορροφῆσεως, 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 παρατηρούμεν διὰ ἐρυθρᾶς ὕαλου φαίνεται μέλαινα, διότι ἡ ἐρυθρὰ ὕαλος ἀφήνει καὶ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες, ἀπορροφᾷ δὲ τὰς λοιπὰς.

Σῶμά τι ἀδιαφανὲς φαίνεται λευκόν, ἐὰν διαχέη ἐξ ἴσου ὅλας τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ λευκὸν φῶς. Εἶναι ἄρατον, 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 ὕφασματα 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.

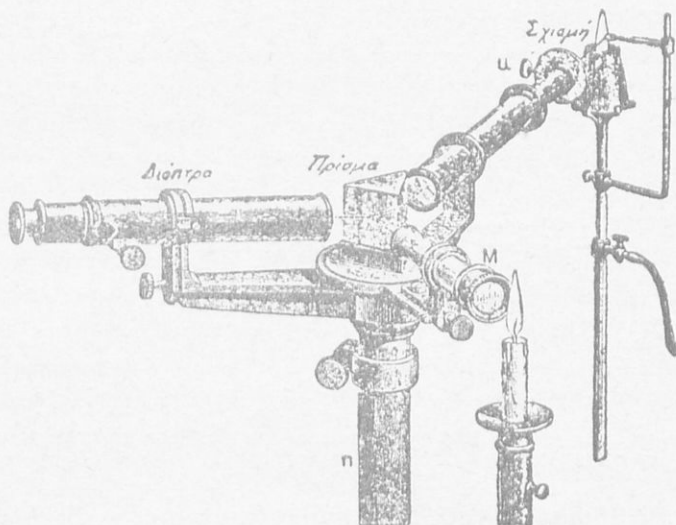
Ὁ Fraunhofer διέκρινε 10 ομάδας κυριωτέρων ραβδώσεων, αἱ ὁποῖαι σημειοῦνται διὰ τῶν γραμμάτων Α, Β, C, D, E, F, G, H, καὶ α, β.

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

(*) 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, ἥται ἐξ ἑνὸς ὑαλίνου πρίσματος P καὶ τριῶν διοπτρῶν A, B, Γ (σχ. 89).

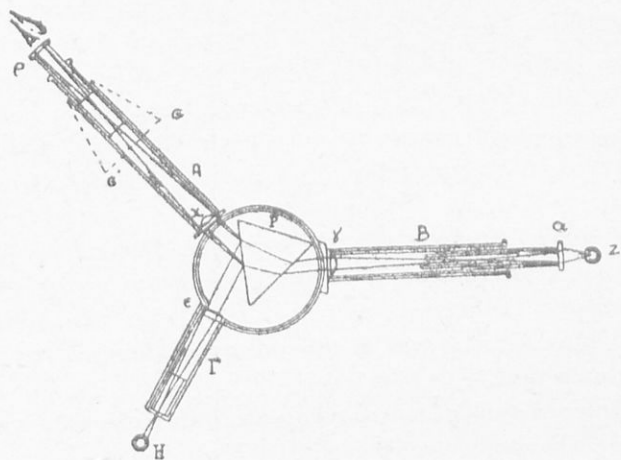
Ἡ δίοπτρα B εἶναι σωλήν, ὅστις φέρει εἰς τὸ ἓν ἄκρον του σχισμὴν α φωτιζομένην ὑπὸ τῆς πηγῆς Z, τῆς ὁποίας πρόκειται νὰ ἐξετασθῇ τὸ φάσμα. Ἡ σχισμὴ αὕτη εὐρίσκεται εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν συγκλίνοντος φακοῦ γ, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σω-



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 ἄκμαι 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 τὰ εἶδωλον τοῦτο μεγεθυμένον εἰς τὸ σσ'.

Ἡ τρίτη δίοπτρα Γ φέρει εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς μικρόμετρον ἀποτελούμενον ἐξ ὑαλίνης πλακῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας εἶναι κεχαραγμένη κλίμαξ χιλιοστομέτρων. 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 ἀνακλῶμεναι ἐν μέρει ἐπὶ τῆς ἑδρας τοῦ πρίσματος τῆς ἐστραμμένης



Σχ. 89

πρὸς τὴν δίοπτραν Α, προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ φακοῦ x τῆς δίοπτρας Α κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν καὶ αἱ διὰ τοῦ πρίσματος διαθλασθεῖσαι ἀκτῖνες αἱ προερχόμεναι ἐκ τῆς πηγῆς Ζ. Ὁ παρατηρητὴς συνεπῶς βλέπει συγχρόνως τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὸ μικρόμετρον καὶ τὸ φάσμα τῆς πηγῆς Ζ καὶ σημειώνει τὰς διαίρεσεις 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 ὁφείλεται 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 ἡραιωμένων ἀερίων διασχιζομένων ὑπὸ ἠλεκτρικῶν σπινθήρων καὶ τὰ φάσματα τῶν μεταλλικῶν ἀτμῶν. Ἐὰν π.χ. φωτίσωμεν τὴν σχισμὴν τοῦ φασματοσκοπίου διὰ τῆς ἐξόχως θερμῆς καὶ ὀλίγον ὀρατῆς φλογὸς τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen, δὲν παρατηροῦμεν φάσμα. Ἄλλ' ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν φλόγα διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου διάλυμα μεταλλικοῦ ἄλατος πτητικοῦ, τὸ ἄλας ἀποσυντίθεται ἐν μέρει καὶ δίδει ἀτμούς. Τὸ φάσμα τῶν ἀτμῶν τούτων δὲν εἶναι **συνεχές** καὶ σχηματίζεται ἀπὸ φωτεινὰς γραμμὰς, 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 διπλῆν γραμμὴν κιτρίνην, τὰ ἄλατα τοῦ **θαλλίου** μίαν πρασίνην γραμμὴν, τὰ ἄλατα τοῦ **λιθίου** μίαν ἐρυθρὰν καὶ μίαν κιτρίνην, τὰ ἄλατα τοῦ **στροντίου** πολλαὺς ἐρυθρὰς καὶ μίαν κυανῆν κτλ.

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

Τὸ φάσμα τῶν μὴ διαλυτῶν νεφελωμάτων σχηματίζεται ἐκ φωτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι ἐμφαίνουσι διάπυρα ἀέρια.

66. Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις.— Μετῆγμα ἀλάτων πολλῶν μετάλλων παρέχει φάσμα, τὸ ὁποῖον περιέχει ὅλας τὰς γραμμὰς 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 ἀνα-

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 ἀπορροφῆσεως.—Ὅταν λευκὸν φῶς παρέχον φάσμα συνεχῆς διαβιβάσωμεν διὰ σωμάτων, τὰ ὅποια ἀπορροφοῦν τινα τῶν ἀπλῶν χρωμάτων αὐτοῦ, λαμβάνομεν φάσμα **ἀπορροφῆσεως.** Τοῦτο εἶναι φάσμα συνεχῆς, ἀπὸ τοῦ ὁποίου ὅμως ἐλλείπουν αἱ ἀπορροφηθεῖσαι ἀκτινοβολαί. Οὕτως, ἐὰν ὕκλον χρωσθεῖσαν ἐρυθρὰν δι' ὀξειδίου 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 ὕλης.

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

68. Ἀπορρόφῃσις 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 δείξωμεν τοῦτο, σχημακτίζομεν ἐπὶ διαφράγματος τὸ συνεχῆς φάσμα σχισμῆς φωτιζομένης διὰ φωτὸς τοῦ Drummond. Ἐὰν ἐντὸς φλογὸς Bunsen τοποθετηθεῖσις πρὸ τῆς σχισμῆς καύσωμεν τεμάχιον νατρίου (ὅποτε ἡ φλόξ 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 ὅποιον καλοῦμεν ἀντιστροφὴν τῆς ραβδώσεως τοῦ νατρίου.

69. Ἐξήγησις τῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.

τος. — Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ραβδώσεων, τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος παραδεχόμεθα, ὅτι ὁ Ἥλιος ἀποτελεῖται ἐκ διαπύρου πυρῆνος (**φωτοσφαίρας**), ἡ ὅστις ἐκπέμπει ὄλας τὰς ἀκτινοβολίας, αἱ ὁποῖαι παρέχουν φάσμα συνεχές. Ὁ πυρῆν οὗτος περιβάλλεται ὑπὸ ἀτμοσφαίρας (**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 Ἥλιου, ὅποτε ἀποκρύπτεται ὁ λαμπρὸς πυρῆν), δίδει φάσμα μὲ φωτεινὰς γραμμάς, αἱ ὁποῖαι ὀφείλονται εἰς τοὺς ἀτμούς, τοὺς ὁποίους περιέχει. Οἱ ἀτμοὶ οὗτοι ἀπορροφῶν ἐκεῖνας 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 λοιπὸν ραβδώσεών τινων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος μετὰ διαφόρων φωτεινῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζουν ὄρισμένον ἀεριῶδες σῶμα, δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν περὶ τῆς παρουσίας τοῦ σώματος τούτου εἰς τὴν χρωμόσφαιραν. Οὕτως εὐρέθη, ὅτι ἐπὶ τοῦ Ἥλιου ὑπάρχουν πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς στοιχείων, π. χ. ὕδρογόνον, 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 κιτρίνου. Ἐὰν κατὰ μῆκος τοῦ φάσματος περιφέρωμεν εἰσίσθητον θερμομετρικὴν συσκευὴν, παρατηροῦμεν εἰς τὸ ὄρατὸν φάσμα ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἡ ὁποία ἀυξάνεται ἐκ τοῦ ἰώδους πρὸς τὸ ἐρυθρὸν. Τὸ θερμομετρικὸν ἀποτέλεσμα ἐπεκτείνεται εἰς τὸ πρὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέρος τοῦ φάσματος δι' ἄοράτων ἀκτίνων, ὀλιγώτερον διαθλαστῶν τῶν ἐρυθρῶν. Ἐπίσης ἀνευρίσκομεν εἰς τὸ μέρος τοῦτο (θερμικὸν φάσμα) **πληθὸς ραβδώσεων**, χωρῶν δηλ. ἄνευ θερμομετρικοῦ ἀποτελέσματος.

Ἄφ' ἐτέρου αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προκαλοῦν **ἀντιδράσεις χημικὰς** ἐπὶ διαφόρων οὐσιῶν. Οὕτω τὸ ἡλιακὸν φῶς προκαλεῖ τὴν σύνθεσιν τοῦ ὕδρογόνου μετὰ τοῦ χλωρίου, μετατρέπει τὸν λευκὸν φωσφόρον εἰς ἐρυθρὸν, ἀποσυνθέτει 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 (ὑπερέρυθραι) οὐδόλως ἐπιδρῶν ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ἁλτατος τοῦ ἀργύρου ἐπεκτείνεται πέραν τοῦ ἰώδους, εἰς μέρος **ἀόρατον** τοῦ φάσματος, καλούμενον **ὑπεριώδες**. Τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φάσματος (**χημικὸν φάσμα**) πηροτυπάζει **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 παλυσαρκίαν 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.

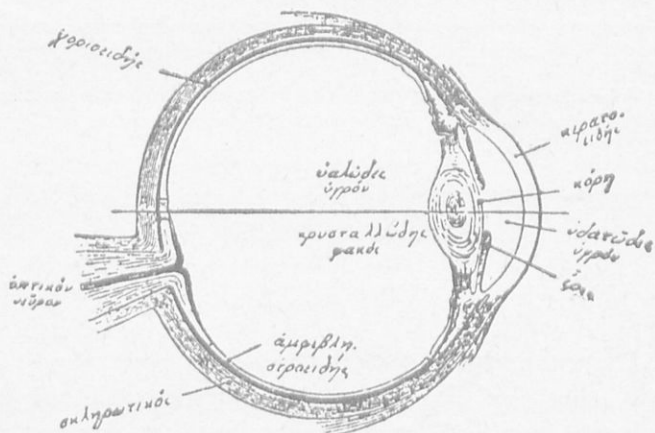
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΟΡΑΣΙΣ

71. Περιγραφή τοῦ ὀφθαλμοῦ.—Τὸ αἰσθητήριον τῆς ὀράσεως, 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 ὑποία καλεῖται **σκληρωτικὸς χιτῶν**. Ἐπὶ τῆς μεμβράνης ταύτης παρεμβάλλονται οἱ μύες οἱ παράγοντες τὰς κινήσεις τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ σκληρωτικὸς χιτῶν πρὸς τὰ ὀπίσω μὲν παρουσιάζει ὀπήν, διὰ τῆς ὑποίας διέρχεται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, πρὸς τὰ ἔμπρὸς 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 ὁ σημεῖον εἰσέρχεται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, προεξοχὴν καλουμένην **τυφλὸν σημεῖον**, τελείως ἀνάσθητον εἰς τὸ φῶς. Πλησίον τοῦ σημείου τού-

του εύρίσκεται μικρά χώρα, ἣ οποία 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 ἔμπρὸς σχηματίζει διάφραγμα κυκλικόν, τὴν **ἴριδα**, ποικίλως χρωματισμένην, ἥτις φέρει εἰς τὸ μέσον ὀπὴν, τὴν **κόρην**, διὰ τῆς ὁποίας εἰσέρχονται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες. Ἡ κόρη εύρύνεται 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 δεικτὴν διαθλάσεως τοῦ ὕδατος καὶ τὸ ὁποῖον καλεῖται **ὕδατῶδες ὑγρὸν**.

Ἀμέσως ὀπισθεν τῆς ἴριδος εύρίσκεται ὁ **κρυσταλλώδης φακός**, ἀμφίκυρτος καὶ διαφανής, διαθλαστικώτερος τοῦ ὕδατῶδους 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 ἑξωτερικὴ προέκτασις τοῦ χοριοειδοῦς. Ὅλον τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον

μεταξὺ τοῦ κρυσταλλώδους φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τὸ ὑποῖον εἶναι ὁ **ὀπίσθιος θάλαμος** τοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶναι πλήρες ὑγροῦ πηκτώδους καὶ διαφανοῦς, τοῦ ὁποῖου ὁ δείκτης ὀλίγον διαφέρει ἀπὸ τὸν δείκτην τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ καὶ τὸ ὑποῖον καλεῖται **υἰαλώδες ὑγρὸν**. Ἡ εὐθεῖα, ἣ ὁποία συνδέει τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ φακοῦ μὲ τὸ κεντρικὸν βόθριον, 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 πρώτην ἐκτροπὴν πρὸς τὸν ἄξωνα, διερχόμενα διὰ τοῦ ὑδατώδους ὑγροῦ, τὸ ὑποῖον εἶναι διαθλαστικώτερον τοῦ ἀέρος. Αἱ μᾶλλον ἀποκλίνουσαι ἀκτῖνες ἐμποδίζονται ὑπὸ τῆς ἱριδος 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 υἰαλώδους ὑγροῦ καὶ τέλος προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Ὁ χιτῶν οὗτος, ὅστις εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός, δέχεται τρόπον τινὰ φωτογραφικὴν ἀποτύπωσιν, ἣ ὁποία παράγει τὸ φωτεινὸν αἴσθημα.

72. Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς.—Κατὰ τὰ προηγούμενα, ὁ ὀφθαλμὸς πρέπει νὰ δώσῃ εἴδωλα 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 βροῦς, ἀπὸ τοῦ ὁποῖου ἀφῆρέσαμεν τὸν σκληρωτικὸν καὶ χοριοειδῆ εἰς τὸ ὀπίσθιον ἡμισυ, παρατηροῦμεν, ὅτι διαγράφεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τὸ ἀνεστραμμένον εἶδωλον τοῦ κηρίου. Διὰ νὰ εἶναι τὰ εἶδωλα εὐκρινῆ, πρέπει νὰ σχηματίζωνται **ἀκριβῶς** ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Συνεπῶς, ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι ἀμετάβλητος, ἔπρεπε τὸ εἶδωλον νὰ σχηματίζεσθαι εὐκρινὲς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, μόνον ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὕρισκεται εἰς ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, πάντοτε τὴν

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

73. Κανονικὸς ὀφθαλμὸς.—Ὁ ὀφθαλμὸς καλεῖται **κανονικὸς ἢ ἑμμέτρωψ**, ὅταν διδῇ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, **ἀνευ προσαρμογῆς**, εὐκρινές εἶδωλον ἀντικειμένου **ἀπομεμακρυσμένου, μετὰ προσαρμογῆς** δὲ δύναται νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς ἀντικείμενα ἀπέχοντα περίπου 25 ἑκατοστόμετρα.

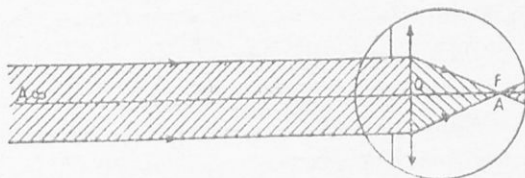
Οὕτω διὰ κανονικὸν ὀφθαλμόν, τοῦ ὁποίου ὁ φακὸς ἔχει τὴν συνήθη κυρτότητα, τὰ λίαν ἀπομεμακρυσμένα ἀντικείμενα φαίνονται μὲ σαφῆ ὄρια, οἱ δὲ ἀστέρες ὡς λαμπρὰ σημεῖα. Ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει, ἡ ἔμπροσθία ἔδρα τοῦ φακοῦ βαθμηδὸν κυρτοῦται διὰ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν μετάθεσιν τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, καὶ τὸ ἀντικείμενον ἐξακολουθεῖ νὰ φαίνεται εὐκρινές. Ἀλλ' ὑπάρχει ὄριον εἰς τὴν προσαρμογὴν. Ἡ κυρτότης τοῦ φακοῦ δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ 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 εὐκρινοῦς ὁράσεως**.

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

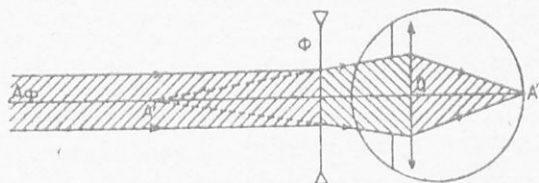
Ἡ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἄξων τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι ὑπὲρ τὸ δέον μακρὸς. Τὸ εἶδωλον Α ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου σχηματίζεται διὰ τοῦτο πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 91). Τὸ

ελάττωμα τούτο διορθοῦται διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος, διὰ τοῦ ὁποίου ἐντροπόμενα αἱ ἀκτῖνες συνάγονται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς,

Σχ. 91



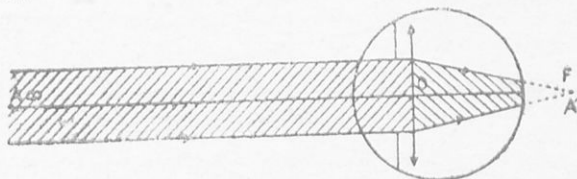
Σχ. 92



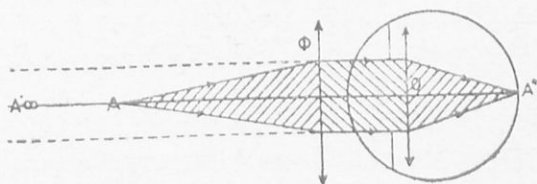
ἐὰν ἡ ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τούτου ἐκλεγῆ καταλλήλως (σχ. 92).

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' ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου σχηματίζεται ὀπισθεν τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 93). Ἡ

Σχ. 93



Σχ. 94



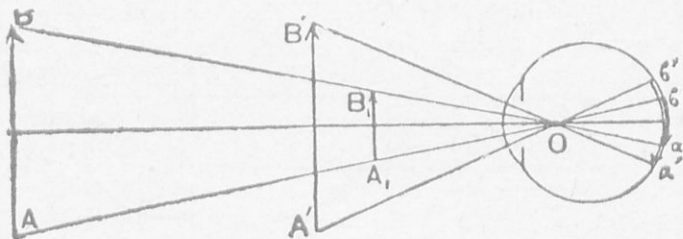
ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως εἶναι τότε μεγαλυτέρη τῆς τοῦ κανονικοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ ἡ θέα ἀπομεμακρυσμένων ἀντικει-

μένων απαιτεί ισχυράν προσαρμογήν. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ καταλλήλου ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὁ φακὸς οὗτος συγκεντρώνει τὰς ἀκτῖνας καὶ ἐπαναφέρει τὸ εἶδωλον (A'') πρὸς τὰ ἔμπρὸς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς (σχ. 94).

76. Πρεσβυωπία.— Ἡ πρεσβυωπία εἶναι ἐλάττωμα τῆς προσρμογῆς, ὀφειλόμενον εἰς τὴν χαλάρωσιν τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. Καθ' ὅσον προχωρεῖ ἡ ἡλικία, ἡ προσαρμοστικὴ ἰκανότης ἐλαττοῦται, ἔνεκα τούτου δὲ ἡ ἐλαχίστη ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὀράσεως αὐξάνεται. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διορθοῦται διὰ συγκλίνοντος φακοῦ, ὅπως καὶ τῆς ὑπερμετροπίας. 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 διαθλάστικὰ 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 τινὸς εἰς ὀρισμένην θέσιν, τὴν γωνίαν, ἡ ὁποία σχηματίζεται ὑπὸ τῶν εὐθειῶν, αἵτινες ἄγονται ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρον



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 αὐξάνεται, 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 ὀρισμένου μεγέθους

ὅσον τὸ δυνατὸν λεπτομερέστερον, πρέπει νὰ τὸ θέσωμεν εἰς τὴν ἐλάχιστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως. "Ὅσον ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶνε μικροτέρα, τόσον λεπτομερέστερον διακρίνομεν τὸ ἀντικείμενον. Διὰ τοῦτο ὁ μύωψ ὀφθαλμὸς βλέπει τὰ μικρὰ ἀντικείμενα μεγαλύτερα ἀπὸ ὅσον τὰ βλέπει ὀφθαλμὸς κανονικός.

78. Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων 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 ἐκλειψιν 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 συνεχῶς. Ἐὰν π.χ. διάπυρον ἄνθρακα περιστρέφωμεν ταχέως, βλέπομεν ὀλόκληρον φωτεινὴν περιφέρειαν. Τροχὸς, ὁ ὅποῦτος φέρει ἀκτῖνας, στρεφόμενος ταχέως φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰ ὕδατινων νημάτων. Ἐὰν κινῶμεν τὴν χεῖρά μας ταχέως καὶ ὀρίζοντιως 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 χειρὸς, ἐνῶ πίπτει (σχ. 96), καὶ τὰς προβάλωμεν διαδοχικῶς ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος, διακόπτοντες τὸν φωτισμὸν κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀντικαταστάσεως τῆς μιᾶς εἰκόνος διὰ τῆς ἄλλης (τοῦ χρόνου τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως

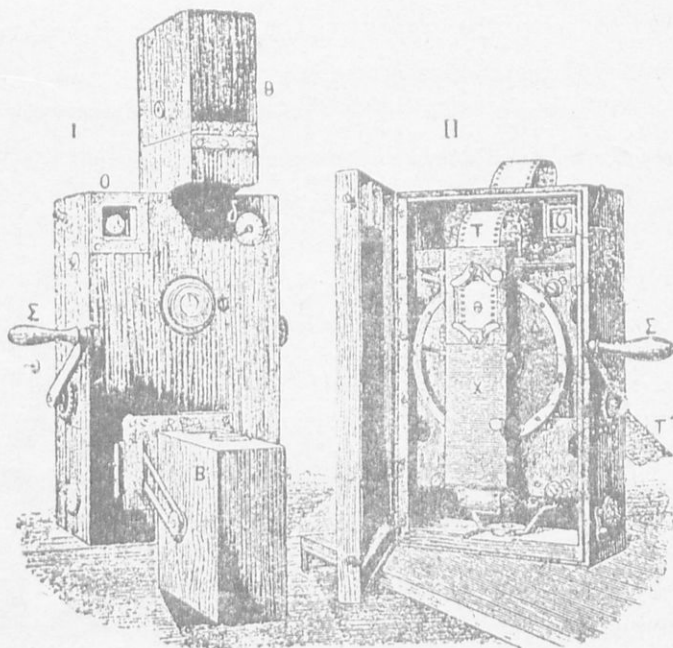


Σχ. 96

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

Πρέπει δηλ. νὰ γίνεταί ταχυτάτη διαδοχικῶς ἀλλαγὴ τῶν εἰκόνων καὶ ἐκλειψίς τοῦ φωτός κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἀλλαγῆς τῆς εἰκόνης.

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



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 ἴσταται ἀκίνητος ἐπὶ ἐλάχιστον χρόνον, ὡς αἱ προβάλλεται ἐκάστη εἰκὼν τῆς.

Σημείωσις. — Πρὸ ἐτῶν εἰσήχθη ὁ ἤχητικὸς καὶ ὁ ὁμι-

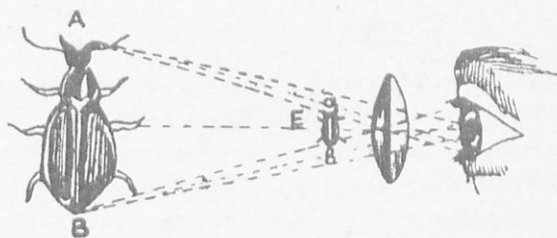
λῶν κινηματογράφος, ὁ ὁποῖος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀποδίδει συγχρόνως καὶ ἤχον ἢ ὀμιλίαν. Ἡ σύγχρονος μετὰ τῶν εἰκόνων ἀπόδοσις τοῦ ἤχου ἐπιτυγχάνεται κατὰ δύο τρόπους: α) διὰ συνδυασμοῦ κινηματογράφου καὶ φωνογράφου, β) δι' ἐιδικῆς ταινίας, ἐπὶ τῆς ὁποίας πλαγίως τῶν εἰκόνων ἀποτυποῦνται ὑπὸ μορφήν γραμμῶν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

Κατὰ τὴν προβολὴν τῆς ταινίας ταύτης, αἱ μὲν εἰκόνες προβάλλονται ἐπὶ τῆς ὀθόνης, τὸ δὲ ἤχητικὸν μέρος αὐτῶν, φωτιζόμενον ὑπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς, προκαλεῖ, διερχόμενον πρὸ καταλλήλου ἡλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως, ἀΐξιν ἢ ἐλάττωσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἀναλόγως τῆς σκιερότητος τῶν γραμμῶν τοῦ διερχομένου μέρους τῆς ταινίας. Αἱ ἀΐξομειώσεις αὗται τοῦ ρεύματος προκαλοῦν τὴν ἀναπαραγωγὴν τοῦ ἤχου εἰς μεγάφωνον καταλλήλως παρεμβεβλημένον εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

79. Ἄπλοῦν μικροσκόπιον.— Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον εἶναι φακὸς συγκλίνων μὲ βραχεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, διὰ τοῦ ὁποίου λαμβάνομεν μεγεθυσμένα φανταστικὰ εἶδωλα μικρῶν ἀντικειμένων, καὶ δύναμεθα οὕτω νὰ διακρίνωμεν καλύτερον τὰς λεπτομερεῖας τῶν ἀντικειμένων τούτων.



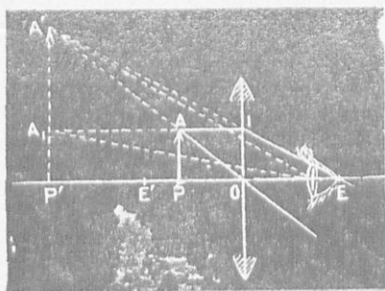
Σχ. 98

Τὸ ἀντικείμενον τίθεται μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ μιᾶς τῶν ἐστιῶν του (σχ. 98), ὅποτε, καθὼς ἐμάθομεν, δίδει εἶδωλον φανταστικόν, μεγεθυσμένον καὶ ὄρθιον.

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

Διὰ τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ἀπλοῦν μικροσκοπίου, τὸ θέτομεν πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, κατόπιν δὲ ἐλαττοῦμεν βαθμηδὸν τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ μικροσκοπίου, ἕως ὅτου τὸ εἶδωλον φανῆ ὕσον τὸ δυνατόν 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 μὲ 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 $\frac{1}{\varphi}$.

Σημειώσεις.— Διότι, ἐὰν $AP = 1$, ἰσχύς = γωνία $A'EP' =$ γωνία IEO .

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

$$\text{Ἰσχύς} = \text{ἐφαπτ. } IEO = \frac{IO}{OE} = \frac{AP}{OE} = \frac{1}{\varphi} \quad (\text{διότι } IO = AP).—$$

Μεγέθυσις. Μεγέθυσις ἀπλοῦ μικροσκοπίου δι' ὠρισμένον 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 $M = \frac{A'EP'}{A_1EP'} = \frac{\delta}{\varphi}$.

* Δηλ. διὰ τοῦ φακοῦ.

** Δηλ. διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

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

$$\text{Ἐπίσης γωνία } \Lambda_1EP' = \varepsilon\varphi \quad \Lambda_1EP' = \frac{\Lambda_1P'}{P'E} = \frac{AP}{\delta} \quad (2)$$

(διότι $\Lambda_1P' = AP$).

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

$$M = \frac{\Lambda'EP'}{\Lambda_1EP'} = \frac{AP}{\varphi} : \frac{AP}{\delta} = \frac{AP}{\varphi} \cdot \frac{\delta}{AP} = \frac{\delta}{\varphi}$$

Ἦτοι ἡ μεγέθυνσις ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς ἰσχύος $\frac{1}{\varphi}$

ἐπὶ τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν δ τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως.

Ἄρριθμ. ἐφαρμογῆ. Ἐὰν $\delta = 0,30$ μ. καὶ $\varphi = 0,10$ μ.,

$$M = \frac{30}{10} = 3. \quad \text{Ἐὰν } \delta = 0,30 \text{ μ. καὶ } \varphi = 0,05, \quad M = \frac{30}{5} = 6.$$

Σημείωσις.—Παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ μεγέθυνσις εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον τὸ δ εἶναι μεγαλύτερον. Ἐπομένως ὀφθαλμὸς ὑπερμέτροσφ κερδίζει περισσότερον ἀπὸ ὀφθαλμὸν ἐμμέτροσφα ἢ μύωπα χρησιμοποιοῦν τὸ μικροσκόπιον.—

Ἐφαρμογαί. Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον χρησιμοποιεῖται πολὺ εἰς τὴν Βοτανικὴν καὶ τὴν Ὄρυκτολογίαν. Ἐπίσης εἰς τὴν ὥρολογοποιίαν 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.

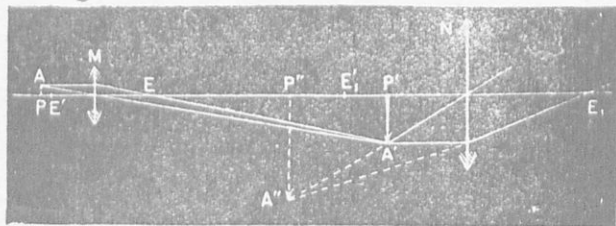
80. Σύνθετον μικροσκόπιον.—Τοῦτο χρησιμεύει, καθὼς καὶ τὸ ἀπλοῦν, διὰ νὰ παρατηρῶμεν ὑπὸ μεγέθυνσιν πολὺ μικρὰ ἀντικείμενα καὶ διακρίνωμεν τὰς λεπτομερείας των καλύτερον παρὰ διὰ τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου.

Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον συνίσταται κυρίως ἀπὸ δύο ὀπτικά συστήματα :

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

β) Τὸ προσοφθάλμιον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀπλοῦν μικροσκόπιον, διὰ τοῦ ὁποίου 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

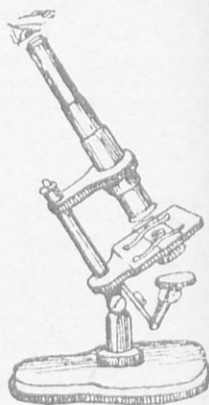
ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ M ὀλίγον μεγαλύτεραν τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεώς του, δίδει εἶδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον P'A' πολὺ μεγεθυμένον ἐντὸς τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος. Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα, λειτουργοῦν τότε ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον, μεταφέρει τὸ εἶδωλον εἰς τὸ P'A'', μεγεθύνον αὐτό. Μεταθέτοντες τὸν σωλῆνα ὀλόκληρον 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 προσοφθαλμίου.

Τὸ σχῆμα 101 παριστᾷ σύνθετον μικροσκόπιον.

Σημείωσις.—Ἡ μεγέθυνσις τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου δι' ὠρισμένον παρατηρητὴν ὀρίζεται ὅπως καὶ ἡ τοῦ ἀπλοῦ, 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 προσοφθαλμίου.—*

Ἐφαρμογὰί. Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον χρησιμοποιεῖται εἰς



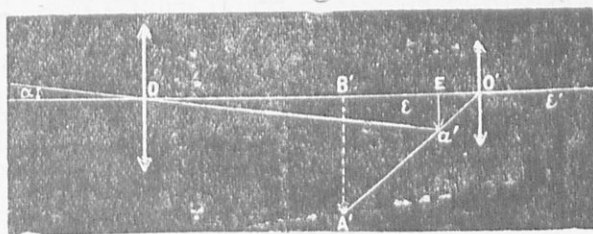
Σχ. 101

βλας τὰς συνήθεις ἐρεῦνας τῆς Βοτανικῆς, τῆς Ἱστολογίας καὶ τῆς Ἱατροδικαστικῆς. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν μελέτην τῶν βακτηριδίων καὶ τὴν παρατήρησιν τῶν ἐντόμων καὶ ζωυφίων ὡς καὶ διὰ τὴν ἀνέυρεσιν τῶν νοθειῶν 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. Διακρίνονται δὲ εἰς **διοπτρικά**, τῶν ὁποίων τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα συνίσταται ἐκ συγκλινόντων φακῶν, καὶ εἰς **κατοπτρικά**, εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ἀντικειμενικὸν σύστημα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιρικοῦ (ἢ παραβολικοῦ) κατόπτρου.

82. Διοπτρικά τηλεσκόπια.—**Ἀστρονομικὴ δίοπτρα.** Ἡ ἀστρονομικὴ δίοπτρα, χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν παρατήρησιν τῶν ἀστέρων, συνίσταται ἐκ τῶν αὐτῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων καὶ τὸ σύνθετον μικροσκόπιον. Δηλ. ἐξ ἐνὸς ἀντικειμενικοῦ συστήματος καὶ ἐνὸς προσφθάλμιου, ἀμφοτέρων συγκλινόντων καὶ ἐχόντων τὸν αὐτὸν κύριον ἄξονα. Τὸ ἀντικειμενικὸν O (σχ. 102) ἔχει μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ μακρὰν ἐστιακὴν ἀπόστασιν.

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



Σχ. 102

συστήματος εἶδωλον $A'E$, πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον. Τὸ προσφθάλμιον σύστημα O' , βραχείας ἐστιακῆς ἀποστάσεως καὶ συνεπῶς διαμέτρου πολὺ μικροτέρας τῆς τοῦ ἀντικειμενικοῦ, ἐνεργεῖ ὡς ἀπλοῦν 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 μεγεθυσμένον, τὸ $A'B'$, ἀνεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

Σημείωσις.—Τὸ προσοφθάλμιον σύστημα εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄκρον σωλῆρος, ὅστις δύνάται νὰ μετατίθεται ἐντὸς ἑτέρου εὐρυτέρου σωλῆρος, 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 εὐκρινοῦς 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.

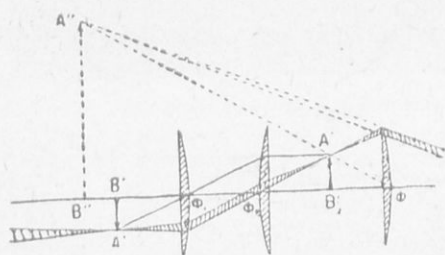
Ἡ μεγέθυνσις αὕτη ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν ἐστιακῶν ἀποστάσεων τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος καὶ τοῦ προσοφθαλμίου.

Ἦτοι $M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\Phi}{\varphi}$, ἔνθα Φ καὶ φ αἱ ἐστιακαὶ ἀποστάσεις τοῦ ἀντικειμενικοῦ καὶ τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος.

Διότι $\beta = \gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha B'O'A' = \gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha EO'a'$ (σχ. 102). Συνεπῶς $\beta = \epsilon\varphi \beta = \frac{a'E}{EO'} = \frac{a'E}{\varphi}$ (διότι τὸ εἶδωλον $a'E$, εἰς τὴν ἐλαχίστην ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, εὑρίσκεται 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 κῦριος προορισμὸς του εἶναι ἡ ἀνόρθωσις



Σχ. 103

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

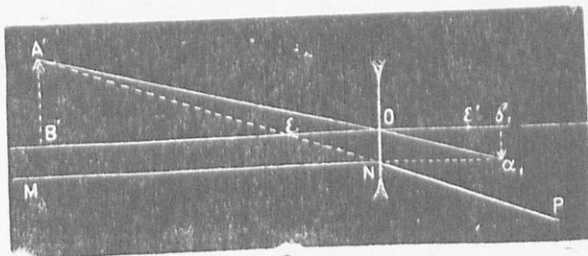
μεταξύ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ ἀνορθωτικῶν σύστημα ἀποτελούμενον ἐκ δύο συγκλινόντων φακῶν Φ_1 καὶ Φ_2 , οἵ ὅποιοι μετὰ τοῦ προσοφθαλμίου Φ ἀποτελοῦν ἓν σύστημα.

Τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον $A'B'$ τὸ παρεχόμενον ὑπὸ τοῦ ἀντικειμενικοῦ συστήματος σχηματίζεται σχεδὸν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν αὐτοῦ, ἢ ὅποια συμπίπτει μὲ τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ Φ_1 . Ἐπομένως αἱ ἀκτῖνες, μετὰ τὴν διόδόν των διὰ τοῦ φακοῦ Φ_1 , καθίστανται παράλληλοι καὶ διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ Φ_2 , τοῦ ὁποίου ἡ κυρία ἐστία εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ Φ_1 , σχηματίζουν τὸ ἀνορθωμένον εἶδωλον $A_1'B_1'$ εἰς τὸ ἐστιαιτικὸν 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' ἄπλου 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 σωλήνος 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 , ἐὰν αἱ συγκλίνουσαι εἰς τὸ



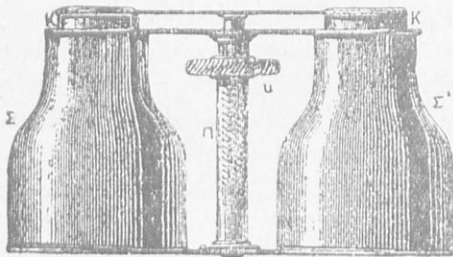
Σχ. 104

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

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

Σημειώσεις.—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-

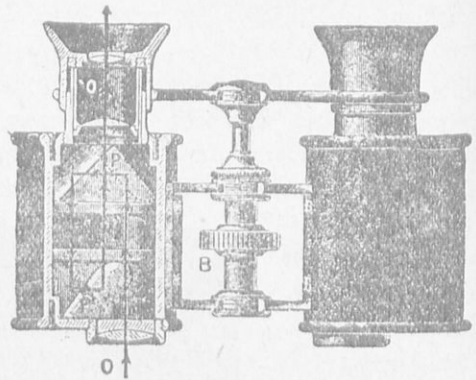


Σχ. 105

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 δύσχρηστος.

Ἀπὸ τοῦ 1850 ὁ ὀπτικός Porro ἐσκέφθη νὰ ἐπιδιώξη τὴν ἀνόρθωσιν τοῦ εἰδώλου τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας διὰ δύο καταλλήλως τοποθετημένων πρισματῶν ὀλικῆς ἀνακλάσεως. Διὰ τοῦ μέσου τούτου καὶ τὸ μῆκος τῆς ὅλης διόπτρας θὰ περιορίζετο σημαντικῶς. Ἡ ἰδέα αὕτη τοῦ Porro ἠδυνήθη κατὰ τὰ τελευταῖα ταῦτα ἔτη νὰ πραγματοποιηθῇ κατὰ τρόπον θαυμάσιον (σχ. 106).—



Σχ. 106

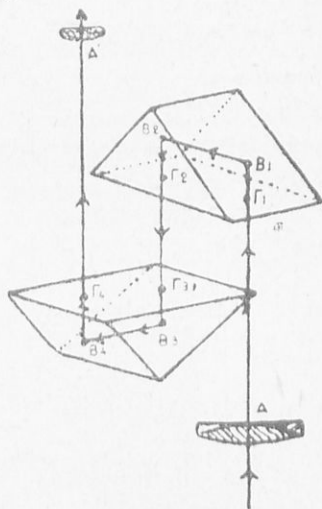
85. Ἀρχὴ τῶν πρισματικῶν διοπτρῶν.—

Ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, διερχομένη διὰ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ A (σχ. 107), προσπίπτει καθέτως ἐπὶ τῆς ὑποτεινούσης ἑδρας τοῦ ἀνωτέρου πρίσματος· ἀνακλωμένη δὲ ὀλικῶς ἐπὶ τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ B₁ καὶ B₂, προσπίπτει ἐπὶ τῶν ἐδρῶν B₃ καὶ B₄ 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 A'.

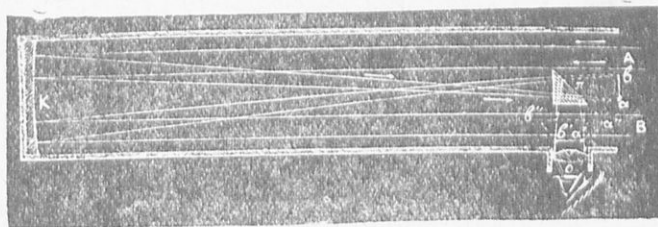
86. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.— Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτων

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

Εἰς τὸ τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος (σγ. 108) σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον K , τὸ ὁποῖον εἶναι σφαιρωμένον εἰς τὸν πυθμένα σωλῆνος ἀνοικτοῦ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, στρέφεται πρὸς τὸ παρατηρούμενον μέρος τοῦ διαστήματος. Αἱ ἀκτῖνες ἀπομεμακρυσμένου ἀντικειμένου AB , καθέτου πρὸς τὸν κύριον ἄξονα, ἀνακλασθεῖσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K θὰ ἐσχημάτιζον εἰδῶλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον $\alpha\beta$ μεταξύ 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 $\alpha'\beta'$ εἶδῶλον πραγματικὸν καὶ συμμετρικὸν τοῦ $\alpha\beta$ ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον ἀντικαθίσταται συνήθως διὰ τῆς ὑποτεπεινύσης ἑδρας πρίσματος ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ὅποτε ἡ ἀπώλεια τοῦ φω-



Σγ. 107



Σγ. 108

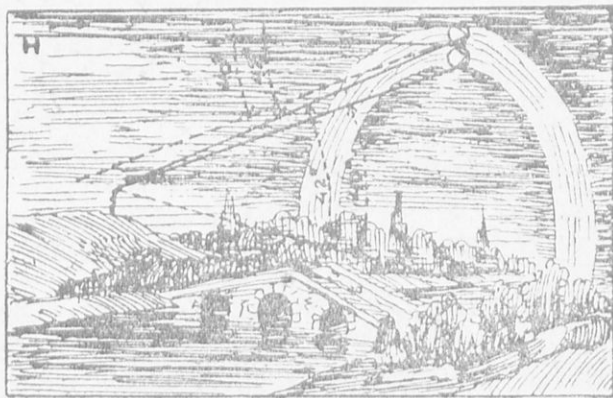
τὴς ἢ ὑφειλομένη εἰς τὴν δευτέραν ταύτην ἀνάκλασιν εἶναι μικρά. Ἔλεος, τὸ πραγματικὸν εἶδῶλον $\alpha'\beta'$, παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθάλμιου O , παρέχει εἶδῶλον $\alpha''\beta''$ κατ' ἔμφασιν καὶ μεγεθυσμένον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ΄

ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

87. Οὐράνιον τόξον ἢ ἴρις. — Τὸ γνωστὸν φαινόμενον τοῦ οὐρανόθεν τόξου, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται, ὅταν, στρέφοντες τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἥλιον, παρατηρῶμεν νέφος, καθ' ἣν στιγμὴν τοῦτο ἀναλύεται εἰς βροχὴν, ὑφέλλεται εἰς τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός ἐν τῶν ὑδροσταγόνων τοῦ νέφους.

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



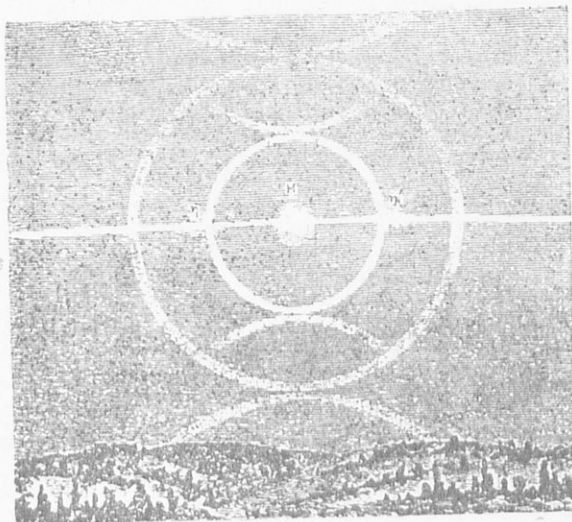
Σχ. 109

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

Ἐνίοτε παρατηρεῖται καὶ δεῦτερον τόξον ὀλιγώτερον φωτεινόν, ἐξωτερικῶς ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, τοῦ ὁποίου τὰ χρώματα εἶναι διατεθειμένα κατ' ἀντίστροφον φοράν, δηλ. τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔσω καὶ τὸ ἰώδες πρὸς τὰ ἔξω.

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

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



Σχ. 110

Αἱ ἄλλοι προσέρχονται ἐξ ἀναλύσεως τοῦ ἠλκικοῦ φωτός διερχομένου διὰ μικρῶν παγοκρυστάλλων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται νέφη τινά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

89. Φύσις τοῦ φωτός. — Τὴν φύσιν τοῦ φωτός δὲν τὴν γνωρίζομεν. Ἐπειδὴ ὅμως, ὡς θὰ μάθωμεν, πραγματοποιοῦνται **φωτειναὶ συμβολαὶ** ὑπὸ συνθήκας ἀναλόγουις πρὸς ἐκεῖνας, αἱ ὁποῖαι παράγουν τὰς ἠχητικὰς 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 πᾶρα πολὺ ταχέϊα, 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 παλμικὴ κίνησις, οὕτω καὶ ἡ φωτεινὴ κίνησις, διὰ νὰ διαδοθῇ, ἔχει ἀνάγκη ἐνὸς 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 μικροτέρα ἀπὸ τὴν πυκνότητα καὶ τῶν μικροτέρων ἀερίων.

Τὸ μέσον τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἐκλήθη **αἰθήρ** καὶ τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει ὅλον τὸ διάστημα, οὐκ 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 ἐμάθομεν, ἑπτὰ κυρίως διάφορα χρώματα, τοποθετημένα πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν: ἐρυθρόν, πορτοκάλινον, κίτρινον, πράσινον, κυανοῦν, βαθύ 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 ἐνὸς μορίου, αἱ διαδοχικαὶ αὐτοῦ κινήσεις μεταδίδονται κατὰ

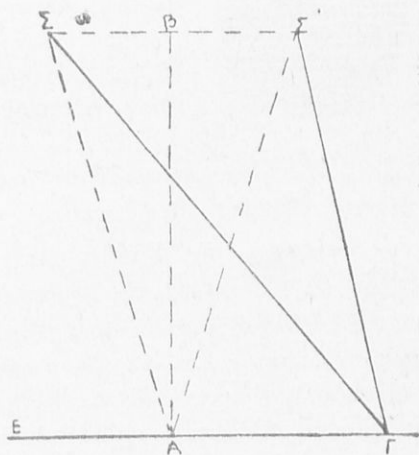
τὴν φοράν τῆς διαδόσεως εἰς ἓν νῆμα μορίων, τὸ μῆκος τοῦ ὁποίου καλεῖται **μῆκος κύματος**. Τὸ μῆκος τοῦτο λ εἶναι τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον ὑπὸ τῆς παλμικῆς κινήσεως κατὰ τὴν διάρκειαν τ ἐνὸς πλήρους παλμοῦ.

Ἐκάστη τῶν ἀκτινοβολιῶν, αἱ ὁποῖαι ἠνωμένοι 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 μῆκη 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 φωτός ἢ σιότος. Αἱ συνθῆκαι συμβολῆς εἶναι διὰ τὸ φῶς αἱ αὐταὶ μὲ τὰς συνθήκας, αἱ ὁποῖαι ὑφίστανται διὰ τὰ ὑγρά κύματα καὶ τὰ ἠχητικὰ.

Θεωρήσωμεν π.χ. δύο φωτεινάς πηγὰς Σ καὶ Σ', τῶν ὁποίων αἱ κυμάνσεις προσπίπτουν ἐπὶ διαφράγματος Ε παραλλήλου πρὸς αὐτάς. Ἐνώσωμεν τὰ Σ καὶ Σ' καὶ ἀπὸ τὸ μέσον Β τῆς ΣΣ' καταβιβάσωμεν κάθετον ΒΑ ἐπὶ τοῦ Ε (σχ. 111).

Εἰς τὸ σημεῖον Α τὰ κύματα διαδίδονται μὲ συμφώνους περιοδικὰς κινήσεις, ἐπειδὴ ἀναχωροῦντα σύμφωνα ἀπὸ τὰ Σ καὶ Σ' διανύουν τὸ αὐτὸ διάστημα (τρίγωνον ΣΑΣ' 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 ἢ μιμηκῶν κύματος. Ἄλλως εἶναι **ἀσύμφωνα**.

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

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

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

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



Σχ. 112

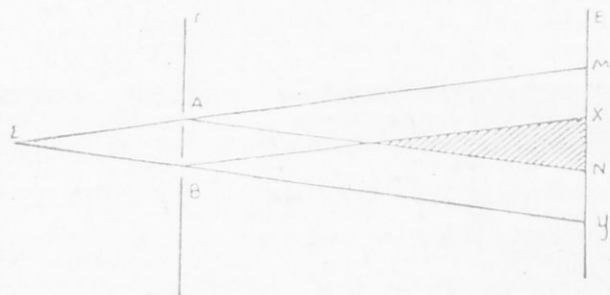
Δηλ. ἀνευρίσκωμεν κάποιαν ἀναλογίαν, μὲ ὅσα ἐμάθομεν διὰ τὴν συμβολὴν τῶν ὑγρῶν κυμάτων. Ὄταν κύρτωμα τοῦ κύματος ἐνὸς συστήματος ὑγρῶν κυμάτων συναντᾷ κύρτωμα κύματος ἄλλου συστήματος, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται εἰς ὑψὸς ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο κυρτωμάτων· ἐὰν δὲ τὸ κύρτωμα ἐνὸς κύματος συναντᾷ τὸ ἀντίον τὸ κοίλωμα ἄλλου κύματος, τὸ κύρτωμα καὶ τὸ κοίλωμα μηδενίζονται.

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

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

Ἐὰν καλύψωμεν τὴν μίαν ὀπὴν καὶ παρατηρήσωμεν τὸ νόμισμα ἀπὸ τῆς ἄλλης ὀπῆς, τὸ νόμισμα φαίνεται ὁμαλῶς φωτισμένον, διότι δὲν περὶ τῆς πλῆθος συμβολῆς, ἐπειδὴ ὑπάρχει μίᾳ μόνον φωτεινῇ κηλὶ.

"Εστω Σ φωτεινή πηγή (σχ. 113) τοποθετημένη ἔμπροσθεν τοῦ χροτονίου Γ διατρυπημένου εἰς τὰ A καὶ B . Αἱ ὁπαὶ A καὶ B συνεπῶς φωτίζονται. Ἐπίσης μία φωτεινὴ δέσμη ἀναχωρεῖ ἀπὸ ἑκάστην



Σχ. 113

τῶν ὁπῶν τούτων καὶ προσπίπτει εἰς διάφραγμα E . Ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, ἡ δέσμη MAN ἐπιτίθεται καθαρὰ ἐπὶ τῆς δέσμης XBy . Ἐπίσης παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τὸ διάφραγμα ἐμφανίζονται εἰς τὸ XN ραβδώσεις ἐναλλάξ φωτειναὶ καὶ σκοτειναί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ι. ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ

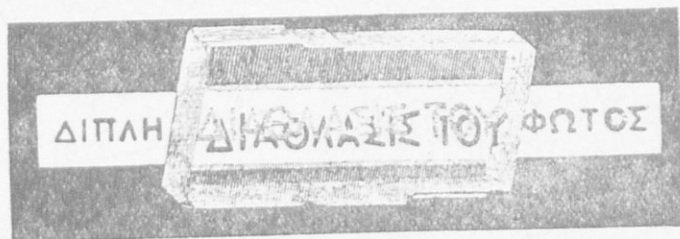
93. Ὅρισμοί.—Διπλῆ διάθλασις λέγεται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον πολυάριθμοι κρύσταλλοι, λεγόμενοι διὰ τοῦτο διπλοθλαστικοί, παρέχουν ἐκ μιᾶς καὶ μόνης προσπιπτούσης δύο διαθλωμένας ἀκτίνας. Τοῦτο π.χ. παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, διὰ μέσου τῆς ὁποίας ὁρώμενα τὰ ἀντικείμενα φαίνονται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

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

Τὰ ἀπλοθλαστικὰ εἶναι σώματα ἰσότροπα, δηλ. εἰς ἕκαστον σημῆον ἔχουν τὰς αὐτὰς φυσικὰς ἰδιότητας κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, τὰ

δὲ διπλοθλαστικὰ 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

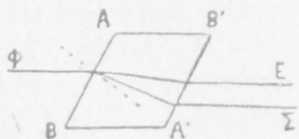


Σχ. 114

ἀνισότροπα σώματα ἡ-ταχύτης τοῦ φωτός ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διευθύνσεως τῶν φωτεινῶν κρυστασμῶν, 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 ὄρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἀπλᾶ. Αἱ διευθύνσεις αὗται καλοῦνται **ὀπτικοὶ ἄξονες** τοῦ κρυστάλλου. Καὶ οἱ μὲν μίαν μόνον τοιαύτην διευθύνσιν παρουσιάζοντες κρύσταλλοι καλοῦνται **μονάξονες**, οἱ δὲ δύο **διάξονες**. Οἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι ἐν τῇ ὀπτικῇ μονάξονες κρύσταλλοι εἶναι ἡ ἰσλανδικὴ κρύσταλλος, ἡ ὀρεία κρύσταλλος καὶ ὁ τουρμαλίνης.

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



Σχ. 115

95. Ἀκτὶς συνήθης καὶ ἀκτὶς ἑκτακτος.— Ἐκ τῶν δύο διαθλωμένων ἀκτίνων, τὰς ὁποίας παρέχουν οἱ μονάξονες κρύσταλλοι, ἡ μία

ἀκολουθεῖ πάντοτε τοὺς νόμους τῆς ἀπλῆς διαθλάσεως, ἡ ἄλλη ὅμως δὲν ὑπαγορεύει εἰς τοὺς νόμους τούτους. Ἡ πρώτη τούτων καλεῖται

συνήθους ακτίς, ή έτέρα έκτακτος. Καί τά αντίστοιχοῦντα δέ εἰς αὐτάς εἰδῶλα διακρίνονται εἰς τὸ σύνηθες καί τὸ έκτακτον (σχ. 115).

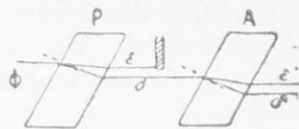
2. ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

96. Πειραματικός ὁρίσμος τῆς πολώσεως. — Ὁ Huygens πρῶτος ἀπέδειξεν, ὅτι αἱ δύο ακτῖνες, αἱ προσερχόμεναι ἐκ τῆς διαθλάσεως μιᾶς καί τῆς αὐτῆς προσπιπτούσης ἐπὶ ἰσλανδικῆς κρυστάλλου ακτῖνος, ἔχουν ιδιότητας διαφόρους τῶν ακτῖνων τοῦ συνήθους φωτός.

Ἐπιθέσωμεν, ὅτι ἀφήνομεν νὰ προσπέσῃ φωτεινὴ ακτίς Φ (σχ. 116) ἐπὶ πρώτης τινὸς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου P καί ὅτι κατὰ τὴν ἐξοδὸν σταματῶμεν τὴν έκτακτον ἀκτίνα ϵ διὰ διαφράγματος. Ἄς ἀφήσωμεν δὲ κατόπιν νὰ προσπέσῃ ἡ συνήθης ακτίς σ ἐπὶ δευτέρας ἰσλανδικῆς κρυστάλλου A . Καί αὕτη ἐπίσης θὰ δώσῃ μίαν συνήθη ἀκτίνα σ' καί μίαν έκτακτον ϵ' , τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ ρίψωμεν ἐπὶ πετάσματος.

Ἀντιθέτως ὅμως πρὸς ὅ,τι συμβαίνει διὰ τὸ φυσικὸν φῶς, τὰ δύο εἰδῶλα σ' καί ϵ' δὲν ἔχουν ἓν γένει τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ὅταν ἡ κύρια τομὴ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου A εἶναι τοποθετημένη κατὰ τρόπον οἰονδήποτε. Ἄν στρέψωμεν τὴν ἰσλανδικὴν κρυστάλλου A περὶ τὴν ἀκτίνα σ , ὁ φωτισμὸς τῶν εἰδῶλων σ' καί ϵ' ἀλλάσσει.

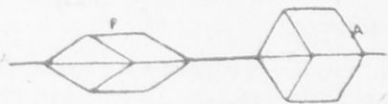
Ὅταν αἱ κύριαι τομαὶ τῶν δύο ἰσλανδικῶν κρυστάλλων εἶναι παράλληλοι (σχ. 117), τὸ μὲν εἶδῶλον σ' ἀποκτᾶ τὴν



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 εἶδῶλον σ' ἀποσβέννυται, τὸ δὲ ϵ' φθάνει εἰς τὸ μέγιστον τῆς λαμπρότητός του.

Διὰ τὰς θέσεις τὰς συμμετρικὰς πρὸς τὰς δύο ἀνωτέρω ἐκάτερον τῶν εἰδῶλων ἀποκτᾶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

100. Ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι μορφή τῆς ἐνεργείας.— Ὅλα τὰ συνήθη ἠλεκτρικὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια εἶναι εἰς ὅλους γνωστά, παρουσιάζουν ἓνα κοινὸν χαρακτήρα : εἶναι δηλ. πάντα μορφαὶ τῆς ἐνεργείας. Οὕτω π. χ. :

α') Λέγομεν, ὅτι τὰ θυελλώδη νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα, ὅταν ἀναπηδοῦν ἀπὸ αὐτὰ ἀστραπαί, αἱ ὅποιαι φωτίζουν τὸν οὐρανόν, ἀκούωνται βρονταί, αἱ ὅποιαι συνταράσσουν τὴν ἀτμόσφαιραν, πίπτουν κεραυνοί, οἱ ὅποιοι σχίζουσι τὰ δένδρα, καταστρέφουσι τὰς οἰκοδομὰς κλπ. Τὰ φαινόμενα ταῦτα εἶναι προφανῶς ἐκδηλώσεις τῆς ἐνεργείας.

β') Ἐὰν προστρίψωμεν τὸν ἐκ σκληροῦ καουτσούκ κονδυλοφόρον μας διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, αὗτος ἠλεκτρίζεται. Ἀποκτῶ τότε τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκη καὶ νὰ ἀνυψώσῃ μικρὰ σώματα παρὰ τὸ βάρος των, δηλ. νὰ ἐκτελέῃ μηχανικὸν ἔργον.

Ὁ ἠλεκτρισμένος λοιπὸν κονδυλοφόρος μας κατέστη πηγὴ ἐνεργείας.

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

δ') Τέλος, εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια δαπανᾶται θερμαντικὴ ἢ Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

μηχανική ενέργεια διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν, αἱ ὁποῖαι παρέχουν τὸν ἠλεκτρισμόν.

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

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

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

101. Πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ (γεννήτρια). — 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. Τοιοῦται πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι αἱ ἠλεκτρικαὶ μηχαναί, αἱ ἠλεκτρικαὶ στήλαι, καθὼς καὶ οἱ συσσωρευταί.

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

Πᾶσα πηγὴ ἔχει **δύο πόλους**, μὲ τοὺς ὁποῖους συνδέονται τὰ ἄκρα τοῦ δικτύου (ἄγωγος), τὸ ὅποιον τὸ ρεῦμα πρέπει νὰ διατρέξῃ.

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

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

Ἡ ἐνέργεια ἑνὸς 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 της κατὰ ἓν ἑκατοστόμετρον.

Ἐπίσης, εἰς τὸ αὐτὸ σύστημα μονὰς ἐνεργείας εἶναι ἡ joule, ἥτις ἰσοδυναμεῖ μὲ 10^7 ergs.

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

103. Μονὰς ἰσχύος. — Ἰσχύς 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 της kilowatt = 1000 watts.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονὰς ἰσχύος εἶναι ὁ ἵππος, δηλ. ἡ ἰσχύς μηχανῆς, ἡ ὁποία ἐκτελεῖ ἔργον 75 χιλιογραμμομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον καὶ ἰσοδυναμεῖ μὲ 735,79 watts.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

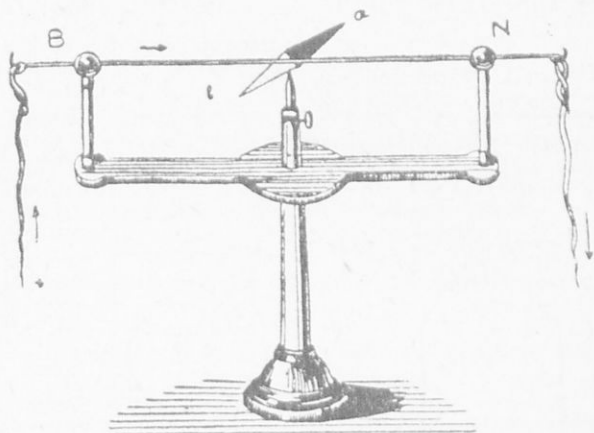
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

104. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν τὸ ἀντιλαμβάνομεθα, ὅπως ἀντιλαμβάνομεθα 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 λεπτόν καὶ βραχὺ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ σύρμα τοῦτο θερμαίνεται τόσον πολὺ, ὥστε νὰ μὴ δυνάμεθα νὰ τὸ ἐγγίσωμεν διὰ τῶν δακτύλων.

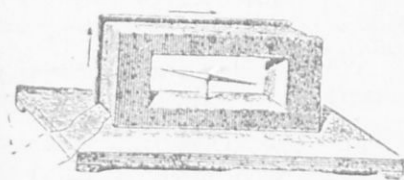
β) Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκτρέπει τοὺς μαγνήτας. Πρά-

γματι, ἐὰν ἄνωθεν μαγνητικῆς βελόνης τείνωμεν χάλκινον σύρμα, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ βελόνη δὲν ἐκτρέπεται τῆς θέσεώς της. Ἐὰν ἡμῶς 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 πολὺ μεγαλύτερα, ἐὰν περιτυλίξωμεν τὸ σύρμα περὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 123. Τὸ σύνολον τότε ἀποτελεῖ ὄργανον, τὸ ὁποῖον λέγεται γαλβανόμετρον. Μὲ τὸ ὄργανον αὐτὸ ἀναγνωρίζομεν τὴν διόδον ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ.—



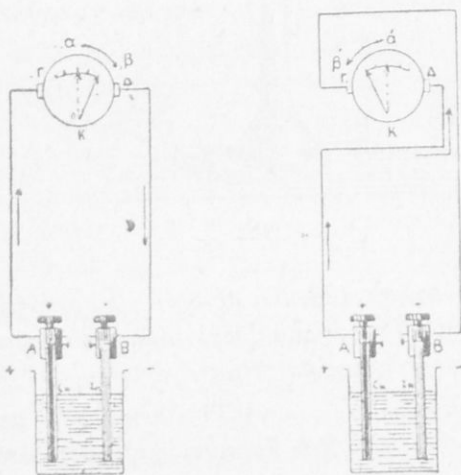
Σχ. 123

γ) Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παράγει χημικὰ 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 διόδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τινος ἀγωγοῦ.

105. Φορὰ τοῦ ρεύματος. Διάκρισις τῶν πόλων.—Ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου (σχ. 124) ρίπτομεν ὕδωρ ὠξινισμένον διὰ θεικοῦ ὕξους. Βυθίζομεν δὲ ἐντὸς τοῦ ὕδατος αὐτοῦ ἐν ἔλασμα Α ἐκ χαλκοῦ καὶ ἐν ἄλλο Β ἐκ ψευδαργύρου. Ἐχομεν τοιοῦτοτρόπως παρασκευά-

σει μίαν ηλεκτρικήν πηγήν, ἐν στοιχείῳ τῆς 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 ὁποῖου παρεμβάλλομεν γαλβανόμετρον Κ. Τὸν πόλον Α συνδέομεν μὲ τὸν συναπτῆρα Γ τοῦ γαλβανομέτρου καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτῆρα Δ. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ βελὼνῃ ἐκτρέπεται, συνεπῶς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τὸ κύκλωμα. Ἐστω, ὅτι ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνῃς ἔγινε κατὰ τὴν φοράν τοῦ βέλους αβ. Ἐὰν ἤδη συνδέσωμεν τὸν πόλον Α μὲ τὸν συναπτῆρα Δ καὶ τὸν πόλον Β μὲ τὸν συναπτῆρα



Σχ. 124

Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα διέρχεται ἀκόμη, ἀλλ' ἡ βελὼνῃ ἐκτρέπεται κατ' ἀντίθετον φοράν, δηλ. κατὰ τὴν φοράν τοῦ βέλους α' β'. Θὰ εἰπωμεν τότε, ὅτι ἡ φορά τοῦ ρεύματος μετεβλήθη.

Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει: α) ὅτι οἱ πόλοι μιᾶς πηγῆς δὲν εὐρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν, β) ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἔχει φοράν, ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν φοράν τῆς ἐκτροπῆς τοῦ γαλβανομέτρου.

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

Σημείωσις. Εἴπομεν, ὅτι οἱ δύο πόλοι μιᾶς πηγῆς εὐρίσκονται εἰς διάφορον ἡλεκτρικὴν κατάστασιν. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διάφοράν ταύτην, λέγομεν, ὅτι ὁ μὲν πόλος Α φέρει θετικὸν ἡλεκτρισμὸν ἢ θετικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον, ὁ δὲ πόλος Β ἴσην ποσότητα ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἢ ἴσον ἀρνητικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον.—

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ

106. Διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων.— Λέγομεν, ὅτι δύο σημεῖα A καὶ B παρουσιάζουν διαφορὰν δυναμικοῦ, ἐάν, ὅταν τὰ συνδέσωμεν διὰ σύρματος, διέρχεται διὰ τούτου ρεῦμα. Ἐάν τὸ ρεῦμα διευθύνεται ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B , θὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦ A εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δυναμικὸν τοῦ B .

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

2) Δύο σημεῖα A καὶ B τοῦ σύρματος, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται τὸ ρεῦμα π. χ. στήλης, παρουσιάζουν ἐπίσης διαφορὰν δυναμικοῦ, διότι τὸ ρεῦμα διέρχεται εἰς τὸ σύρμα τοῦτο μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B .

Ἐάν τὸ ρεῦμα διευθύνεται κατὰ τὴν φορὰν AB , τὸ δυναμικὸν τοῦ A εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δυναμικὸν τοῦ B .

107. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἠλεκτρικῆς πηγῆς.— Γνωρίζομεν, ὅτι δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἡ ὅποια δύναται νὰ παραγάγῃ τὴν κίνησιν μιᾶς μάζης. Κατ' ἀναλογίαν, θὰ καλέσωμεν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν μιᾶς οἰασδῆποτε ἠλεκτρικῆς πηγῆς τὴν αἰτίαν, ἡ ὅποια δύναται νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸν ἠλεκτρικὸν εἰς κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνον τὴν πηγὴν.

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

Ἡλεκτρεγερτικὴ 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 μεταξὺ 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

μεταξύ δύο σημείων ή ηλεκτρεγερτική δύναμις ή η διαφορά τοῦ δυναμικοῦ εἶναι π. χ. 7 volts.

Ἡ διαφορά τοῦ δυναμικοῦ, ὅπως καὶ ἡ ηλεκτρεγερτική δύναμις, μετρεῖται δι' ἐιδικῶν ὀργάνων, τὰ ὁποῖα λέγονται **βολτόμετρα**.

Σημείωσις. Ἡ «ἠλεκτρεγερτική δύναμις» δὲν εἶναι δύναμις, δὲν δύνανται γὰ ὑπολογισθῆ εἰς δύνας ἢ χιλιόγραμμα. Εἶναι ἓν ηλεκτρικὸν ποσόν, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα γὰ 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 μετάλλινα ἐλάσματα ἢ σύρματα ἢ καὶ ράβδοι ἐξ ἄνθρακος, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ἠλεκτρόδια**. Τὰ ἠλεκτρόδια συνδέονται μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς πηγῆς, καὶ τὸ μὲν ἠνωμένον μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου (διὰ τοῦ ὁποῖου εἰσέρχεται τὸ ρεῦμα) καλεῖται **θετικὸν ἠλεκτρόδιον ἢ ἄνοδος**, τὸ δὲ ἠνωμένον μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου (διὰ τοῦ ὁποῖου ἐξέρχεται τὸ ρεῦμα) **ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον ἢ κάθοδος**.



Σχ. 125

Τὰ προϊόντα τῆς ἀποσύνθεσεως καλοῦνται **ἰόντα**. Ταῦτα ἀναφέρονται εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπαφῆς τῶν ἠλεκτροδίων μετὰ τοῦ ἠλεκτρολύτου, τὸ μὲν **ἄνιον** εἰς τὴν ἄνοδον, τὸ δὲ **κατίον** εἰς τὴν κάθοδον.

Οἱ μόνοι γνωστοὶ ἠλεκτρολύται εἶναι τὰ **ἅλατα**, τὰ **ὀξέα** καὶ αἱ **βάσεις**, ἐν ὑγρῇ καταστάσει, τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνεται διὰ διαλύσεως αὐτῶν εἰς τὸ ὕδωρ ἢ καὶ διὰ τήξεως. Διὰ τῶν σωμάτων ταύτων διέρ-

χεται εύκόλως τὸ ἠλεκτρικὸν ρεύμα καὶ προκαλεῖ πάντοτε τὴν ἀποσύνθεσιν αὐτῶν.

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

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

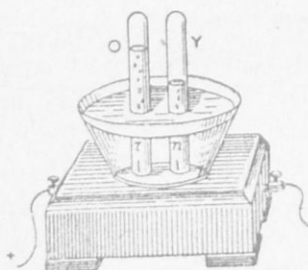
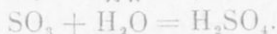
109. Θεωρία τῶν ἰόντων. — Παραδεχόμεθα, ὅτι ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι διάλυμα, τὸ ὁποῖον περιέχει μόρια ἀκέραια (μόληκλα) καὶ μόρια ἰοντωμένα, δηλ. χωρισμένα εἰς δύο μέρη, τὰ ἰόντα. Τὰ ἰόντα εἶναι φορτισμένα μὲ ἴσα καὶ ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ φορτία. Τὸ ἄθροισμα τῶν θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν φορτίων ἰσοῦται μὲ τὸ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

Ἄς διαλύσωμεν π. χ. χλωριούχον νάτριον, διὰ νὰ σχηματίσωμεν ἠλεκτρολύτην. Ἐκτὸς τῶν ὁλοκλήρων μορίων NaCl , τὸ διάλυμα περιέχει ἐπίσης ἰόντα Na καὶ ἰόντα Cl χωρισμένα. Τὰ ἰόντα Na εἶναι φορτισμένα διὰ θετικῶν ἠλεκτρισμῶν, τὰ ἰόντα Cl δι' ἀρνητικῶν. Ὄταν διέρχεται τὸ ρεύμα, τὰ ἰόντα Na διευθύνονται πρὸς τὴν κάθωδον, τὰ ἰόντα Cl πρὸς τὴν ἀνωδον. Ὄταν τὰ ἰόντα ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἠλεκτροδίων, ἀπαλλάσσονται τοῦ φορτίου των καὶ συνεπῶς ἐξουδετερώνουν 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' ἐξῆς.

110. Παραδείγματα ἠλεκτρολύσεως. — α) Ἠλεκτρόλυσις τοῦ τετηγμένου χλωριούχου νατρίου. Ἐὰν τήξωμεν χλωριούχον νάτριον καὶ διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἠλεκτρικὸν ρεύμα, τὸ χλωριούχον νάτριον ἀποσυντίθεται εἰς χλώριον, τὸ ὁποῖον ἀναδίδεται περὶ τὴν ἀνωδον, καὶ εἰς νάτριον, τὸ ὁποῖον συναθροίζεται περὶ τὴν κάθωδον: $\text{NaCl} = \text{Na} + \text{Cl}$.

Σημείωσις. Προηγουμένως όμως πρέπει να διατάξωμεν καταλλήλως τὴν συσκευήν, ὥστε νὰ μὴ δύνανται τὰ ἰόντα νὰ ἐνοθοῦν, ὁπότε οὐδεμία δευτερεύουσα ἀντίδρασις θὰ παραχθῇ. Ὡς ἄνοδον χρησιμοποιοῦμεν ράβδον ἐξ ἄνθρακος, ὡς κάθοδον δὲ ἔλασμα σιδηροῦν.—

β) Ἀποσύνθεσις τῶν ἰόντων. Ἡλεκτρόλυσις τοῦ ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος. Ὡς ἠλεκτρόδια χρησιμοποιοῦμεν σύρματα ἐκ λευκοχρῆσου καὶ ὡς ἠλεκτρολύτην ὕδωρ ὠξινοσμένον διὰ θειικοῦ ὀξέος. Τὸ θεικὸν ὀξύ ἀποσυντίθεται εἰς τὸ κατῶν H_2 (τὸ ὁποῖον ἐκλύεται εἰς τὴν κάθοδον) καὶ εἰς τὸ ἀνωτὸν SO_4 , τὸ ὁποῖον ἀποσυντίθεται εἰς SO_2 καὶ O . Τὸ O ἐκλύεται περὶ τὴν ἄνοδον. Συνεπεία ἐτέρας δευτερεύουσας ἀντιδράσεως τὸ SO_2 μετὰ τοῦ ὕδατος ἀνασχηματίζει θεικὸν ὀξύ:



Σχ. 126

Τοιοῦτοτρόπως 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 θειικοῦ ὀξέος δυνάμεθα νὰ ἀποσυνθέσωμεν ἄπειρον ποσότητα ὕδατος.

γ) Προσβολὴ τῶν ἠλεκτροδίων. Ἡλεκτρόλυσις τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ μετὰ ἄνοδον ἐκ χαλκοῦ. Διαβιβάζομεν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐντὸς ὕδατος. Ὁ θεικὸς χαλκὸς ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ἰόντα SO_4 καὶ Cu : $CuSO_4 = Cu + SO_4$. Τὸ ἰόν Cu ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου, ἀλλὰ τὸ ἰόν SO_4 προσβάλλει τὴν ἄνοδον καὶ ἀνασυνιστᾷ θεικὸν χαλκόν: $SO_4 + Cu = CuSO_4$ (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 - Ἐπιχρύσωσις - 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 τὴν λάβωμεν στρῶμα κανονικὸν καὶ ὁμογενές, πρέπει ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ἀντικειμένου νὰ ὑποστῇ εἰδικὸν καθαρισμόν, ἢ δὲ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ἢ σύνθεσις καὶ ἢ θερμοκρασία τοῦ ἠλεκτρολύτου νὰ ἐκπληροῦν λεπτάς συνθήκας, τὰς ὁποίας ὑποδεικνύει ἡ πεῖρα.

δ) **Προσβολὴ τοῦ διαλυτικοῦ. Ἐλεκτρόλυσις διαλύματος καυστικοῦ κάλιου ἐν ὕδατι.** Εὐθὺς 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 ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ:



Τὸ H ἐκλύεται. Εἰς τὴν ἀνόδον 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 ὕδρωγόνον, ἀποσυντίθεται δηλ. τὸ ὕδωρ. Ὡς ἠλεκτρόδια χρησιμοποιοῦμεν ἐλάσματα ἐκ λευκοχρύσου.

ε) **Τὰ ἰόντα ἀντιδρῶν πρὸς ἄλληλα. Ἐλεκτρόλυσις τοῦ χλωριούχου καλίου.** Ὑποβάλλομεν εἰς ἠλεκτρόλυσιν διάλυμα χλωριούχου καλίου ἐντὸς ὕδατος, χρησιμοποιοῦντες ἠλεκτρόδια ἐξ ἀνθρακος ἢ ἐκ λευκοχρύσου. Εὐθὺς 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 τὸ 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 ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Εἰς κύκλωμα παρεμβάλλομεν συσκευὴν ἠλεκτρολύσεως περιέχουσαν ὕδωρ ὠξινισμένον διὰ θειικοῦ ὀξέος (βολτάμετρον) καὶ συλλέγομεν τὸ ἐκλυόμενον ὕδρογόνον.

Ὅταν ἡ ποσότης τοῦ συλλεγέντος ὕδρογόνου 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 ὕδρογόνου εἶναι $\frac{2}{96600}$ γρ., $\frac{3}{96600}$ γρ., κλπ., λέγομεν, ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἥτις 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, γ ὁ χρόνος εἰς δευτερόλεπτα καὶ Π ἡ ποσότης εἰς coulombs, θὰ ἔχωμεν $E = \frac{\Pi}{\gamma}$ καὶ $\Pi = E \gamma$.

Ἐ φ α ρ μ ο γ ῆ. Ποία ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὁποία διήλθε διὰ τοῦ νήματος λαμπτήρος, διατρεχομένου ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,5 ampères, μετὰ 4 ὥρας φωτισμοῦ;

Ἔχομεν $\Pi = E \cdot \gamma$ $E = 0,5$ $\gamma = 4.60.60 = 14400$.

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

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

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

Μονάς έντάσεως τοῦ ρεύματος εἶναι τὸ **ampère**, ἤτοι ἡ έντασις ρεύματος, τὸ ὁποῖον ἐκλύει $\frac{1}{96600}$ γρ. ὑδρογόνου εἰς ἓν δευτερόλεπτον.

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

Σημείωσις. Ἐὰν εἰς διάφορα σημεῖα κυκλώματος ἀνευ διακλαδώσεων παρεμβάλωμεν περισσότερα βολτλάμετρα περιέχοντα ἕδωρ μετὰ θεικκοῦ ὀξέος, διαπιστοῦμεν, ὅτι ἡ έντασις τοῦ ρεύματος εἰς ὄλα τὰ σημεῖα εἶναι ἡ αὐτή. Ἐὰν ὑπάρχοῦν διακλαδώσεις, ἡ έντασις τοῦ κυρίου ρεύματος εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν έντάσεων τῶν ρευμάτων εἰς τὰς διαφόρους διακλαδώσεις.—

Νόμος τοῦ Faraday. Ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣτις 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 ἀραιοῦ θεικκοῦ ὀξέος, νιτρικοῦ ἀργύρου, θεικκοῦ χαλκοῦ (ὁ ἄργυρος εἶναι μονοσθενῆς καὶ τὸ ἀτομικὸν αὐτοῦ βάρος εἶναι 108, ὁ χαλκὸς δισθενῆς 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 ἐλευθέρῃ 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, $0,00001035 \times 31,8 = 0,00033$ γρ. χαλκοῦ.

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

Π. χ. τὸ ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀργύρου εἶναι 0,001118, τοῦ χαλκοῦ 0,00033, τοῦ ὑδρογόνου 0,00001035.

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

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

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

Σημείωσις. Τὸ ρεῦμα ὑποτίθεται, ὅτι διατηρεῖ ἐντασιν σταθεράν.—

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

Σ Τ Η Λ Α Ι

113. Αἱ στήλαι εἶναι, ὅπως εἶπομεν, πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ. Ὀνομάζονται δὲ σ τ ῆ λ α ι ἀπὸ τὴν πρώτην συσκευὴν τοῦ εἶδους αὐτοῦ, ἣ Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ὅποια ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Volta κατὰ τὸ ἔτος 1800. Αὕτη συνίστατο ἀπὸ σειράν στοιχείων, τὰ ὅποια ἔκειντο τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν ἰδίαν τάξιν (σχ. 127). Ἐκαστον στοιχεῖον ἀποτελεῖτο ἐξ ἑνὸς δίσκου ἐκ χαλκοῦ, ἑνὸς δίσκου ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἑνὸς κυκλικοῦ τεμαχίου ἐριούχου (τσόχας) ἐμποτισμένου δι' ὕδατος ὠξεινισμένου διὰ θειικοῦ ὀξέος.

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

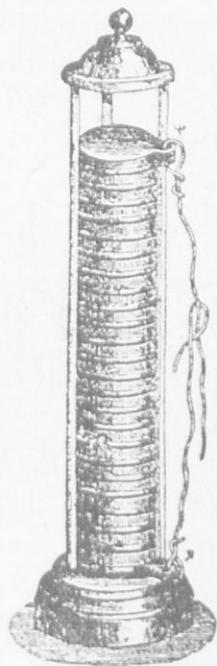
Στήλη τοῦ Βόλτα. Γενικῶς, ἕκαστον στοιχεῖον στήλης συνίσταται ἐκ δοχείου ὑαλίνου, περιέχοντος ἠλεκτρολύτην, ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζονται δύο διάφορα ἐλάσματα εὐηλεκτραγωγὰ, τὰ ὅποια καλοῦνται **ἠλεκτρόδια**. Δύο σύρματα ἐκ χαλκοῦ προσκολλημένα ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τοῦ στοιχείου.

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. Ὄταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, δηλ. ὅταν συνδέσωμεν τοὺς πόλους διὰ σύρματος, διέρχεται δι' αὐτοῦ ρεῦμα. Διὰ

τὴν ὑπάρχῃ ὅμως διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων, πρέπει τὰ ἠλεκτρόδια 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.

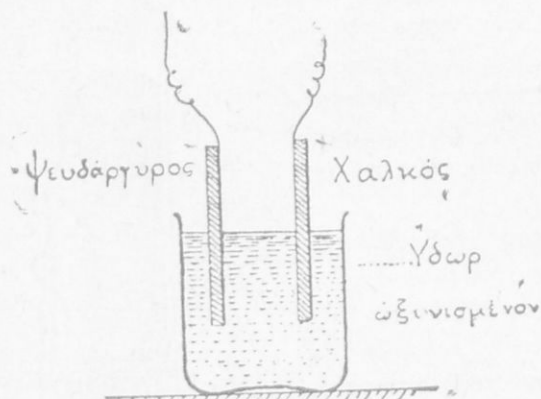
Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦ Volta (σχ. 128) ὁ ἠλεκτρολύτης εἶναι ὕδωρ ὠξεινισμένον διὰ θειικοῦ ὀξέος. Τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον ἀποτελεῖται ἐκ χαλκοῦ, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐκ ψευδαργύρου. Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις αὐτοῦ εἶναι 1 volt.



Σχ. 127

114. Χημικά φαινόμενα ἐντὸς τῶν στοιχείων. — Ὅταν συνδέσωμεν διὰ σύρματος τοὺς πόλους ἡλεκτρικοῦ στοιχείου, τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐξωτερικῶς διὰ τοῦ σύρματος, μεταβαίνει 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 ὑγρά 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 καθεύσταται **κάθοδος**), τὸ δὲ ὑπόλοιπον τοῦ ἀποσυντεθέντος μορίου ἐκλύεται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου τῆς εἰσόδου (δηλ. ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ὅστις καθεύσταται **ἀνοδος**). Οὕτω π.χ. εἰς τὸ στοι-

χείον τοῦ Βόλτα, ὅταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, τὸ ρεῦμα διέρχεται, διαπερᾶ τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν καὶ ἀποσυνθέτει τὸ θεικὸν ὀξύ.

Τὸ Ἴον H_2 φέρεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ, ὅπου ἐκλύεται.

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

Σημείωσις. Αὕτη ἀκριβῶς ἢ 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. γ. με 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.

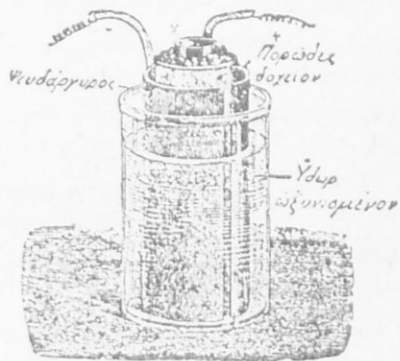
Τὸ διὰ τῆς ἠλεκτρολύσεως δηλ. παραχθὲν ὑδρογόνον προσφύεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χαλκοῦ καὶ τοιουτοτρόπως ἡ σειρά τῶν ἀγωγῶν τοῦ στοιχείου ἀντὶ νὰ εἶναι : ψευδάργυρος - ὕδωρ ὠξεινισμένον - χαλκός, γίνεται : ψευδάργυρος-ὕδωρ ὠξεινισμένον-ὑδρογόνον-χαλκός, τῆς ὁποίας ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι πολὺ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

Πράγματι, ἐὰν προστρίψωμεν με ξυλινὴν ἢ ὑαλινὴν 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 με σταθερὰν ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ἀποσπομένης τῆς ἐκλύσεως τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλου. Πρὸς τοῦτο ἡ χρησιμοποιεῖται ἄλλας τι ἀντὶ ὀξέος ἡ 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' ἐτέρου δοχείου πορώδους. Τὸ ἐξωτερικὸν διαμέρισμα περιέχει ὕδωρ ὠξεινισμένον, 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 κεκαρσμένον 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 $CuSO_4$ ἀποσυντίθενται ὑπὸ τοῦ ρεύματος. Τὸ H_2SO_4 δίδει τὰ ἰόντα SO_4 καὶ H_2 . Τὸ SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, μετὰ τοῦ ὁποίου 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, ὃ 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 ἠλεκτρεγερτικὴ 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 ἐξῆς :

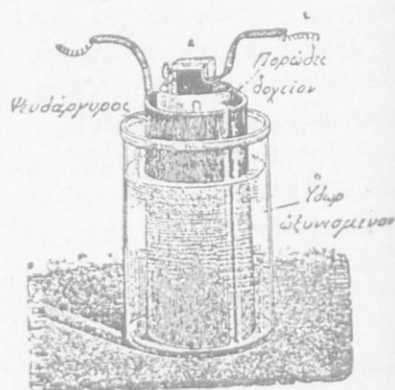
α) ἐν ἐξωτερικὸν δοχεῖον (σχ. 130) ἐξ ἄλλου, περιέχον ὕδωρ ὠξινισμένον διὰ θεικοῦ ὀξέος (10:1)

β) εἰς κοίλος κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου

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

δ) μία πρισματικὴ ράβδος Α ἐξ ἄνθρακος τῶν ἀποστακτήρων. Θέτομεν πρῶτον ἐν τῷ ὑαλίῳ δοχείῳ τὸν ψευδάργυρον, κατόπιν τὸ πορῶδες δοχεῖον καὶ εἰς τὸ κέντρον τὸν ἄνθρακα, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα.

Χημικαὶ ἀντιδράσεις. Εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο, ἀντιπολωτικὸν



Σχ 130

είναι τὸ νιτρικὸν ὀξύ. Ὄταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, ἀποσυντίθεται ἐν μόνιον H_2SO_4 καὶ δύο μόρια HNO_3 . Τὸ ἰόν SO_4 φέρεται ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, μετὰ τοῦ ὁποίου συντίθεται. Τὰ δύο ἰόντα H_2 καὶ 2NO_3 συντίθενται ἐπὶ τοῦ πορώδους δοχείου, διὰ νὰ ἀνασχηματίσουν νιτρικὸν ὀξύ. Τέλος τὰ δύο ἰόντα H τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος φέρονται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ὅπου ἀνάγουν τὸ νιτρικὸν ὀξύ καὶ παρέχουν ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου καὶ ὕδωρ: $\text{H} + \text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἀφήνει λοιπὸν νὰ ἐκλύωνται νιτρώδη ἀέρια δυσάρεστα εἰς τὴν ἀναπνοὴν καὶ ἐπιβλαβῆ εἰς τὴν υγιάν.

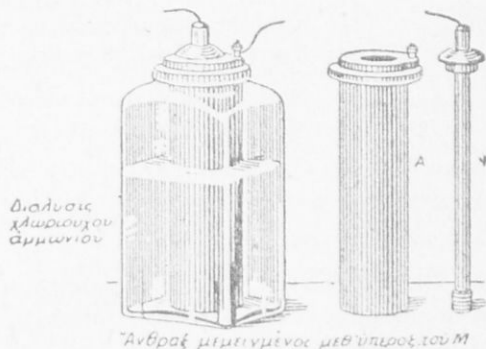
Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου Bunsen εἶναι 1,8 volts.

116. "Άλλα στοιχεῖα. — Στοιχεῖον 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 αὗτος, ὁ ὁποῖος εἶναι τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον, ἀποτελεῖται ἐξ ἄνθρακος 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).

Χημικὰ ἀντιδράσεις.

Κλεισμένου τοῦ κυκλώματος τὸ NH_4Cl ἀποσυντίθεται εἰς NH_3 καὶ Cl . Καὶ τὸ μὲν Cl φέρεται πρὸς τὸν ψευδαργύρον, μετὰ τοῦ ὁποίου σχηματίζει χλωριούχον ψευδαργύρον, ὅστις διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ NH_3 φέρεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ὅπου ἀποσυντίθεται εἰς ἀμμωνίαν (NH_3), ἥτις διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ εἰς H , τὸ ὁποῖον ὀξειδουταὶ ὑπὸ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου εἰς ὕδωρ.

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



Σχ. 131

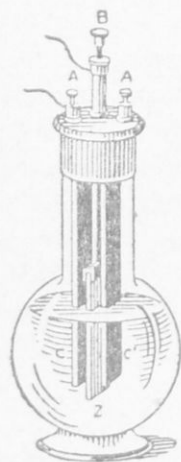
ὅταν δὲν ἀπαιτῆται ἀδιαλείπτως συνεχές ρεῦμα, ὅπως π. γ. διὰ τοὺς ἠλεκτρικούς κώδωνας, τὰ τηλέφωνα, τὸν τηλέγραφον.

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

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

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

Ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τοῦ στοιχείου τούτου εἶναι περίπου 2 volts.



Σχ. 132

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

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

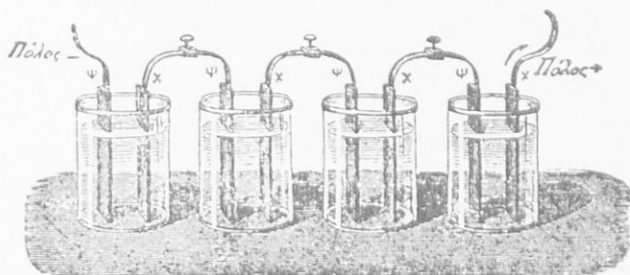
Σημείωσις. Εἰς τὸ διὰ διχρωμικοῦ καλίου στοιχεῖον καὶ ὁ ἐφυδραργυρωμένος ψευδάργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξίνου διαλύματος. Διὰ τοῦτο, ὅταν τὸ στοιχεῖον δὲν λειτουργῇ, πρέπει ὁ ψευδάργυρος νὰ σῦρεται πρὸς τὰ ἄνω, διὰ νὰ ἐξάγεται ἐκ τοῦ διαλύματος.

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

* Διὰ νὰ ἐφυδραργυρώσωμεν τὸν ψευδάργυρον, τὸν βυθίζομεν ἐντὸς ὕδαρος γύρου κεκαλυμμένου μὲ στρώμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον καθαρίζει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ψευδαργύρου κατὰ τὴν ἐμβάπτισιν.

δι' αγωγῶν (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 ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων (σχ. 134). Ὁ θετικὸς πόλος τοῦ πρώτου στοιχείου καὶ ὁ ἀρνητικὸς τοῦ τελευταίου, οἱ ὁποῖοι ἀφήγονται ἐλεύθεροι, ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς στήλης.

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

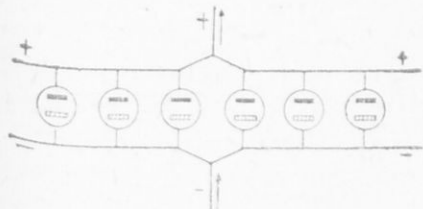


Σχ. 134

της, θὰ ἴδωμεν, ὅτι αὕτη εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων.

Ἐὰν δηλ. ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἶναι 1 volt μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἑνὸς στοιχείου, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πό-

λους στήλης, ἀποτελουμένης ἐκ n στοιχείων τῆς αὐτῆς συστάσεως, θὰ εἶναι n volts.



Σχ. 135

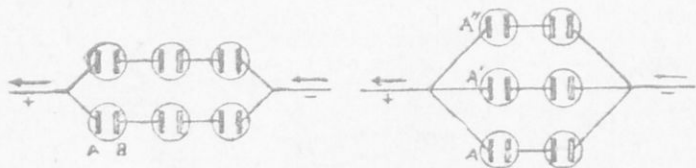
ἑτέρου δὲ ὅλους τοὺς ἀρνητικούς (σχ. 135).

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.

β) Κατὰ ποσότητα.

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

γ) **Μεικτῶς**. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον σχηματίζομεν ομάδας ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων καὶ ἐνώομεν τὰ στοιχεῖα ἐκάστης ομάδος κατὰ τάσιν οὕτως, ὥστε ἐκάστη ομάδα νὰ ἀποτελῇ μίαν στήλην



Σχ. 136

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

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

ΞΗΡΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

120. Ξηράς λέγομεν τὰς στήλας, εἰς τὰς ὁποίας τὸ ἠλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν παραμένει ἀκίνητον, τῇ βοηθείᾳ 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 ἀδρανῆς** ὡς πρὸς τὸ ἠλεκτρολυτικὸν ὑγρὸν, συγκρατοῦσα μόνον αὐτὸ ὡς σπόγγος.

Αἱ μετὰ στερεοῦ ἀντιπολωτικοῦ στήλαι εἶναι αἱ μόναι κατάλληλαι 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 παραφωμένου, διὰ τοῦ ὁποίου ἀπομονοῦται ὁ ἐκ ψευδαργύρου πυθμὴν.

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

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

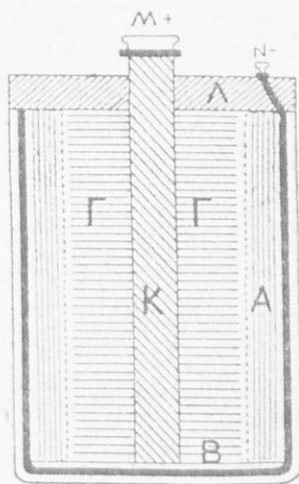
Ἡ ὅλη συσκευή εἰσάγεται εἰς θήκην ὀλίγον ὑψηλοτέραν καὶ φράσσεται ἀνωθεν διὰ στρώματος κηροῦ Λ.

Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς ῥάβδου τοῦ ἄνθρακος Κ προσαρμύζεται 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 κατασκευασμένη εἶναι τελείως ἀδρανὴς, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν. Δύναται ἐπομένως νὰ διατηρηθῇ ἐπ' ἀρκετόν. Ὄταν κλεισθῇ τὸ κύκλωμα, ὁ ψευδαργυρος 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 τσέπης) 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.

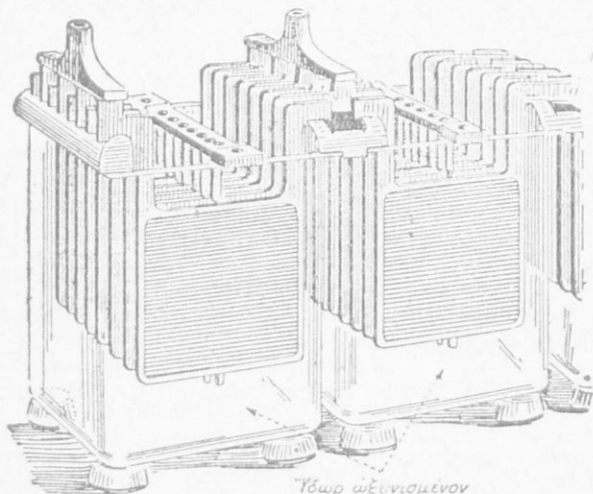


Συ. 137

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ

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



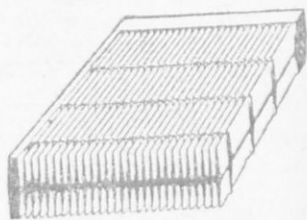
Σχ. 138

Ἐντὸς δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ ὠξεισιμένον διὰ θειικοῦ ὀξέος (10:1), ἐμβαπτιζομεν δύο ἡλεκτρόδια ἐξ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου (PbO), συγκρατούμενου διὰ σκελετοῦ ἐκ μολύβδου (σχ. 139 καὶ 140).

Ἐπειδὴ τὰ ἡλεκτρόδια ταῦτα

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

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



Σχ. 139

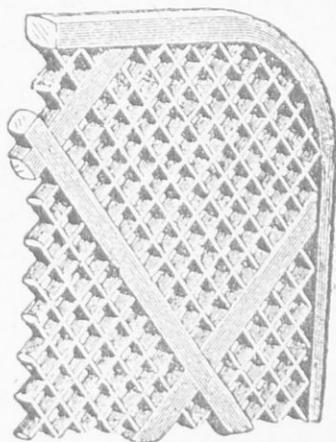
Καὶ τὸ μὲν ὑδρογόνον φέρεται εἰς τὴν κάθοδον καὶ ἐκεί ἀνάγει τὸ PbO εἰς μεταλλικὸν Pb: $\text{PbO} + \text{H}_2 = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$, τὸ δὲ ὀξυγόνον

φερόμενον εἰς τὴν ἄνοδον σχηματίζει μετὰ τοῦ PbO διοξειδίου τοῦ μολύβδου $PbO_2 : PbO + O = PbO_2$.

Τὴν ἀλλοίωσιν ταύτην τῶν ἠλεκτροδίων δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν διὰ τῆς ἀλλαγῆς τῆς χροιάς των. Τὸ θετικὸν ἠλεκτρόδιον λαμβάνει τὴν ὑπέριθρον χροιάν τοῦ διοξειδίου τοῦ μολύβδου, τὸ δὲ ἕτερον τὴν φαιουκωνῆν χροιάν τοῦ μολύβδου.

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

Ἐνεκα τῆς ὡς ἄνω ἀλλοιώσεως, τὴν ὁποίαν ὑπέστησαν τὰ ἠλεκτρόδια, τὰ ὁποῖα ἀρχικῶς ἦσαν ὅμοια, κατέστησαν διάφορα καὶ τοιοῦτοτρόπως ἐσχηματίσθη

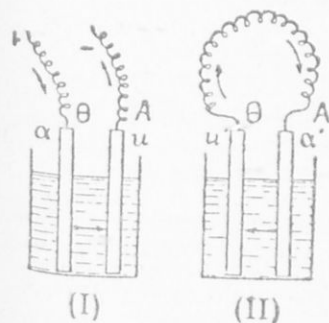


Σχ. 140

ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον, τοῦ ὁποῖου ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι περίπου 2 volts. Θετικὸς πόλος εἶναι ὁ πόλος, ὅστις ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ διοξειδίου τοῦ μολύβδου.

Ἐφεξῆς τὸ ὄργανον δύναται νὰ λειτουργήσῃ ὡς πηγὴ ἠλεκτρικῆ.

Ἐκκένωσις. Ἐὰν συνδέσωμεν διὰ σύρματος τοὺς πόλους πεπληρωμένου συσσωρευτοῦ, ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ του δύναμις παράγει ἠλεκτρικὸν ρεῦμα φορᾶς ἀντιθέτου πρὸς τὴν φορὰν τοῦ ρεῦματος, τὸ ὁποῖον ἐχρησίμευσε διὰ τὴν πλήρωσιν, καὶ ὁ συσσωρευτὴς ἐκκενωῖται (σχ. 141).



Σχ. 141

Τὸ ρεῦμα τῆς ἐκκενώσεως παράγει ἐντὸς τοῦ συσσωρευτοῦ δράσεις χημικὰς ὁμοίας πρὸς τὰς παραγομένας ἐντὸς ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ στοιχείου. Τὸ μῆριον τοῦ ὕδατος ἀποσυντίθεται. Καὶ τὸ μὲν ὑδρογόνον φέρεται εἰς τὸ ἠλεκτρόδιον τῆς ἐξόδου καὶ ἐκεῖ ἀνάγει τὸ διοξειδίου τοῦ μολύβδου εἰς ὀξείδιον : $PbO_2 + H_2 = PbO + H_2O$, τὸ δὲ ὀξυ-

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

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

Τὸ ρεῦμα τῆς ἐκκενώσεως σταματᾷ, ὅταν τὰ δύο ἠλεκτρόδια γίνουν 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 πρᾶξιν 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 ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον, μεταμορφωτῆς ἐνεργείας. Κατὰ τὴν πλήρωσιν λειτουργεῖ ὡς ἠλεκτρολυτικὸς δέκτης ἀπορροφᾷ ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν τοῦ παρέχει ἐξωτερικὴ 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 ἠλεκτρεγερτικαὶ τῶν δυνάμεις προστίθενται. Οὕτω μία συστοιχία (batterie) ἐκ 30 π. χ. συσσωρευτῶν παρουσιάζει ἠλεκτρεγερτικὴν δυνάμιν $2,1 \times 30 = 63$ volts. Δυνάμεθα οὕτω νὰ πραγματοποιήσωμεν οἰανδήποτε ἠλεκτρεγερτικὴν δυνάμιν, ἣτις ἔχει τὸ πλεονέκτημα νὰ μένῃ σταθερά. Διὰ τοῦτο γίνεται συνηθιστὰ ἡ χρῆσις τῶν συσσωρευτῶν.

Οὕτω χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ ἐργαστάσια, διὰ νὰ ἀπορροφοῦν τὴν ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν τῶν μηχανῶν κατὰ τὰς ὥρας τῆς μικρᾶς καταναλώσεως καὶ νὰ ἀποδίδουν ταύτην κατὰ τὰς ὥρας τῆς ἀνάγκης. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται εἰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις διὰ τὸν φωτισμὸν ἢ ὡς κινητήριος δυνάμεις ἐν περιπτώσει διακοπῆς τοῦ ρεύματος 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 μεταξὺ δύο σημείων ἀποκαταστήσωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ B , ποία θὰ εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, τὸ ὅποιον θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς ἀγωγόν, ὁ ὅποιος συνδέει τὰ σημεῖα ταῦτα ;

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

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 σωλῆνα καὶ εἰδικῶς ἀπὸ τὸ μῆκος καὶ τὴν τομὴν του.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἠλεκτρισμόν. Δηλ. ἡ ἔντασις E τοῦ ρεύματος, τὸ ὅποιον κυκλοφορεῖ εἰς τὸν ἀγωγόν, δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν διαφορὰν B τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος μ τοῦ ἀγωγοῦ, τὴν τομὴν του ϵ καὶ ἀπὸ τὴν φύσιν του.

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

123. Νόμοι τοῦ Ohm.—Πειραματικὴ ἔρευνα. Νόμος Α'.

Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ 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 ὅποιον μᾶς δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι διαδοχικῶς π.χ. 1,2,3... ampères, ὅταν παρεμβάλλωμεν εἰς τὸ κύκλωμα 1,2,3... συσσωρευτάς. Δηλαδή ἡ ἔντασις καθίσταται 2, 3... φορές μεγαλυτέρα, ὅταν ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ

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 ὅποῖον διπλασιάζει, τριπλασιάζει κτλ. τὴν τομῆν. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι αἱ ἐντάσεις 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 ἐκατοστόμετρα) τοῦ ἀγωγοῦ, ἀνάλογος πρὸς τὴν τομῆν ϵ (εἰς τετραγωνικὰ ἐκατ.) καὶ ὅτι μεταβάλλεται

μετὰ 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 ἡ 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 ἐλασμάτων.

Ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος ἐξαρτᾶται προσέτι καὶ ἐκ τοῦ μετάλλου, ἀπὸ τὸ ὁποῖον τοῦτο ἔχει κατασκευασθῆ. Τοῦτο ἐκφράζει ὁ συντελεστῆς ρ .

Ὁ συντελεστῆς 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, διαρρέομενος ὑπὸ ρεύματος ἑνὸς ampère, παρουσιάζει μεταξὺ τῶν δύο αὐτοῦ ἄκρων διαφορὰν δυναμικοῦ 1 volt. Ἡ μονὰς αὕτη ἐκλήθη Ohm.

Ἡ μονὰς αὕτη ἐκλήθη Ohm.

παρουσιάζει εις 0° στήλη υδραργύρου 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 ἀγωγόν τινα, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ δυναμικοῦ (εις volts), ἣτις ὑφίσταται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἀγωγοῦ τούτου καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ (εις ohms). (Νόμος τοῦ Ohm δι' ἀγωγόν).

Ἀριθμητικαὶ ἐφαρμογαί. 1) Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις σύρματος ἐκ χαλκοῦ μήκους ἑνὸς μέτρου καὶ διαμέτρου $\delta=1$ χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου; Εἰδικὴ ἀντίστασις χαλκοῦ = $1,6 \cdot 10^{-6}$ ohms.

Ἐφαρμόζομεν τὸν τύπον $A = \rho \frac{\mu}{\varepsilon}$ ὅπου $\rho = 1,6 \cdot 10^{-6} = \frac{1,6}{10^6}$ ohms.

$\mu = 1$ μέτρ. = 100 = 10^2 ἑκατοστάμ.

$$\varepsilon = \pi \frac{\delta^2}{4} \quad \pi = 3,14 \quad \varepsilon = 3,14 \cdot \frac{0,01}{4}$$

$$A = \frac{1,6 \cdot 10^2 \cdot 4}{10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,01} = \frac{1,6 \cdot 10^4 \cdot 4}{10^6 \cdot 3,14} = \frac{1,6 \cdot 4}{10^2 \cdot 3,14} = \frac{6,4}{314} = \frac{64}{3140} = \frac{16}{785} = \frac{1}{50} \text{ ohms περίπου.}$$

Ἀπαιτοῦνται λοιπὸν 50 μέτρα τοιοῦτου σύρματος, διὰ νὰ πραγματοποιηθῆι ἀντίστασις ἑνὸς ohm περίπου.

2) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ ἀντίστασις τοῦ υδραργύρου, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι στήλη υδραργύρου, τομῆς ἑνὸς τετρ. χιλιοστοῦ καὶ ὕψους 106,3 ἑκατ., ἔχει ἀντίστασιν ἑνὸς ohm ;

Ἐκ τοῦ τύπου $A = \rho \frac{\mu}{\varepsilon}$ 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 microhms περίπου.

126. Νόμος του **Ohm** διὰ κλειστὸν κύκλωμα.— Εἰς κλειστὸν κύκλωμα, τὸ ὁποῖον δὲν περιλαμβάνει δέκτην (δηλ. ἀποτελούμενον μόνον ἐκ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς καὶ τοῦ ἀγωγοῦ), ἡ ἔντασις **E** τοῦ ρεύματος (εἰς ampères) ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλικὸν τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως **H** τῆς πηγῆς (εἰς volts) διὰ τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως **A** (εἰς ohms) τοῦ κυκλώματος.

$$E = \frac{H}{A} \quad \text{ἢ} \quad H = E.A.$$

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 α' (ἐσωτερικὴ ἀντίστασις) καὶ ἡ ἀντίστασις α τοῦ ἐκτὸς τῆς πηγῆς ἀγωγοῦ, ὅστις συνδέει τοὺς δύο πόλους (ἐξωτερικὴ ἀντίστασις), ἦτοι $A = \alpha' + \alpha$.

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 ἡλεκτρεγερτικὴ 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 ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 2,1 volts παράγει μεταξὺ τῶν πόλων του διαφορὰν δυναμικοῦ 2 volts ἔνεκα τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως.

Ἄν ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἦτο 0, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων θὰ ἦτο ἴση πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν του δύναμιν.—

Γ') Συστοιχία (batterie) 60 συσσωρευτῶν συνηρωμένων κατὰ τάσιν προοδοσὶ λαμπτήρων, 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 α' ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστου στοιχείου καὶ α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις θὰ εἶναι :

$$\nu\alpha' + \alpha \quad \text{καὶ} \quad E = \frac{\nu \cdot H}{\nu\alpha' + \alpha}.$$

β) **Συνδυασμὸς κατὰ ποσότητα.** Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ ἑνὸς καὶ μόνου στοιχείου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται (κατὰ τὸν συνδυασμὸν τοῦτον) ἐξ ὅλων τῶν στοιχείων τῆς στήλης, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἐλασμάτων. Ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εἶναι ἐνταῦθα ν φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἐλασμάτων ἑνὸς ἀπλοῦ στοιχείου, τοῦ ὁποῖου ἡ ἀντίστασις εἶναι α' , ἡ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἶναι $\frac{\alpha'}{\nu}$. Ἐὰν δὲ α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις,

ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις τῆς στήλης θὰ εἶναι $\frac{\alpha'}{\nu} + \alpha$ καὶ συνεπῶς :

$$E = \frac{H}{\frac{\alpha'}{\nu} + \alpha} = \frac{\nu H}{\alpha' + \nu\alpha}.$$

γ) **Συνδυασμὸς μεικτός.** Ἐὰν ν ὁ ὀλικὸς ἀριθμὸς τῶν στοιχείων, μ ὁ ἀριθμὸς τῶν ομάδων, ἐκάστης τῶν ὁποίων τὰ στοιχεῖα 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 $\kappa\alpha'$. Συνεπῶς κατὰ τὸν ἄνω τύπον, ἐὰν α ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις, θὰ ἔχωμεν :

$$E = \frac{\kappa \cdot H}{\frac{\kappa\alpha'}{\mu} + \alpha} = \frac{\mu \cdot \kappa \cdot H}{\kappa\alpha' + \mu\alpha} = \frac{\nu H}{\kappa\alpha' + \mu\alpha} \quad (\text{διότι } \kappa\mu = \nu).$$

127. Μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων.— Γέφυρα τοῦ Wheatston. Ἡ μέτρησις τῶν ἀντιστάσεων γίνεται συνήθως διὰ τῆς συσκευῆς, ἥτις εἶναι γνωστῆ ὑπὸ τὸ ὄνομα «**γέφυρα τοῦ Wheatston**». Ἡ συσκευή αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀκολουθοῦσας ἀρχῆς :

Φαντασθῶμεν, ὅτι τὸ ρεῦμα στήλης τινός Σ (σχ. 142) κατανέμεται μεταξύ δύο διακλαδώσεων AMB καὶ ANB. Ἄν ἐνώσωμεν δύο σημεῖα

M καὶ N, τὰ ὅποια λαμβάνομεν ἀνὰ ἓν ἐφ' ἑκατέρας τῶν διακλαδώσεων, διὰ κυκλώματος ἢ **γεφυύρας MN** περιλαμβανούσης καὶ γαλβανόμετρον, τὸ κύκλωμα τοῦτο θὰ διακρῆται βεβαίως ὑπὸ

ρεύματος καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ παρουσιάσῃ ἐκτροπήν. Δὲν θὰ διέλθῃ ὅμως ρεῦμα, ἂν ὁ λόγος τῶν ἀντιστάσεων τῶν τμημάτων AM, MB ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀντιστάσεων AN, NB.

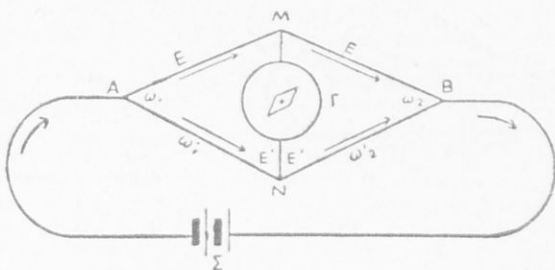
Ἀπόδειξις. Ὑποθέσωμεν, ὅτι δὲν διέρχεται ρεῦμα ἐκ τοῦ M πρὸς τὸ N, τότε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὸ AM καὶ κατὰ τὸ MB, ἔστω δὲ E ἡ ἔντασις αὕτη. Ἐπίσης ἔστω E' ἡ ἔντασις ἐπὶ τῶν δύο τμημάτων AN καὶ NB. Ἐστώσαν πρὸς ταῦταις ω_1 , ω_2 , ω'_1 καὶ ω'_2 αἱ ἀντιστάσεις τῶν τεσσάρων τμημάτων 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 μεταξύ A καὶ M ἰσοῦται λοιπὸν πρὸς τὴν μεταξύ A καὶ N. Ὅθεν ἔχομεν : $\omega_1 \cdot E = \omega'_1 \cdot E'$. (ἔδ. 125).

Ὅμοίως ἡ μεταξύ M καὶ B διαφορὰ δυναμικοῦ ἰσοῦται μὲ τὴν μεταξύ N καὶ B. Ἐπομένως ἔχομεν :

$$\omega_2 E = \omega'_2 E'.$$

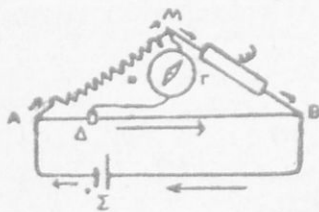
Διαιροῦντες τὰς ἰσότητας αὐτὰς κατὰ μέλη ἔχομεν :

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega'_1}{\omega'_2}, \text{ ὁ.ἔ.δ.}$$



Σχ. 142

Χρήσις τῆς γεφύρας τοῦ Wheatston.—Τὸ τμήμα ΑΜ (σχ. 143) ἀποτελεῖται ἐκ τῆς μετρητέας ἀντιστάσεως x . Εἰς τὸ ΜΒ θέτομεν γνωστὴν ἤδη ἀντίστασιν ω . Τὸ ΑΒ εἶναι σύρμα μεταλλικόν, ἰσοπαχὲς καὶ ὁμοιομερές. Κατὰ τὸ Δ τοποθετοῦμεν δρομέα, ὅστις δύναται νὰ ὀλισθαίνει κατὰ μῆκος τοῦ σύρματος. Συνδέομεν δὲ τὰ Μ καὶ Δ διὰ σύρματος περιλαμβάνοντος καὶ γαλβανόμετρον Γ.



Σχ. 143

Μεταθέτομεν τὸν δρομέα Δ, ἕως ὅτου ἡ βελὼνῃ τοῦ γαλβανομέτρου παραμείνῃ ἀκίνητος. Τότε ὁ λόγος τῶν ἀντιστάσεων ΑΜ καὶ ΜΒ ἰσοῦται μετὸν λόγον τῶν μηκῶν τῶν τμημάτων ΑΔ καὶ ΔΒ τοῦ σύρματος (αἱ ἀντιστάσεις τῶν ΑΔ καὶ ΔΒ εἶναι ἀνάλο-

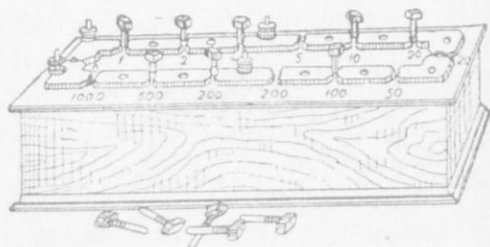
γοι πρὸς τὰ μήκη αὐτῶν). Ἔχομεν δηλαδή: $\frac{x}{\omega} = \frac{ΑΔ}{ΔΒ}$.

$$\text{Ὅθεν } x = \omega \cdot \frac{ΑΔ}{ΔΒ}$$

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 ΜΒ (σχ. 143), περιέχονται εἰς τὰ «κιβώτια ἀντιστάσεων». Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ ξυλίνου κυτίου, τοῦ ὁποίου τὸ κάλυμμα εἶναι πλάξ ἐξ ἐβονίτου.

Ἐπὶ τῆς πλακῆς ταύτης εἶναι προσκολλημένα πλακίδια ἐξ ὀρειγάλκου (σχ. 144), τὰ ὁποῖα εἶναι μὲν χωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων, ἀλλὰ δύνανται νὰ τεθοῦν εἰς συγκοινωνίαν διὰ μεταλλικῶν σφηνῶν Σ (σχ. 145), οἱ ὁποῖοι εἰσέρχονται εἰς κυκλικὰς ὀπὰς εὑρισκομένας μεταξὺ τῶν πλακιδίων. Εἰς τὰ πλακίδια ταῦτα προσκολλῶνται κάτωθεν τὰ ἅκρα σφηνῶν λεπτῶν, τῶν ὁποίων ἡ φύσις καὶ αἱ διαστάσεις εἶναι τοιαῦται.

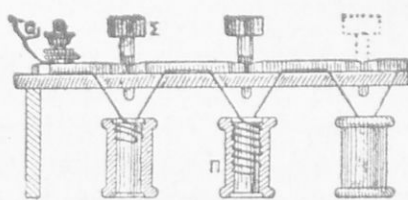


Σχ. 144

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ώστε να παρουσιάζουν αντίστασεις ίσας πρὸς 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200 κτλ. μονάδος ohms.

Ἐάν διαβιβασθῇ τὸ ρεῦμα, ἀφοῦ προηγουμένως εἰσαχθῶσιν εἰς ὅλας τὰς ὑπὰς οἱ σφῆνες, θὰ διέλθῃ ἄνευ αἰσθητῆς ἀντίστασεως διὰ τῶν πλακιδίων, τῶν ὁποίων ἡ τομῆ εἶναι μεγάλη καὶ τὸ μῆκος μικρόν. Ἄν ὅμως ἀφαιρέσωμεν ἓνα ἢ περισσοτέρους σφῆνας, τὸ ρεῦμα εἶναι ὑποχρεωμένον νὰ διέλθῃ διὰ τῶν συρμάτων, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τότε γνωστὴν ἀντίστασιν.



Σχ. 145

Προβλήματα

1ον. Ποῖον μῆκος σύρματος πλατίνης, διαμέτρον 1 χλσ., απαιτεῖται 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. Ἀντικαθιστῶμεν τὸ σύρμα τοῦτο δι' ἄλλον, τοῦ ὁποῖου 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 ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις ἐκάστου στοιχείου.

4ον. Στήλη τις ἀποτελεῖται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκάστον τῶν στοιχείων τούτων ἡ μὲν ἠλεκτρογενετικὴ δύναμις εἶναι 1,8 volts, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις 0,5 ohms. Ποία ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος, ἂν ἡ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τῆς ἐν λόγω στήλης παραγομένου ρεύματος εἶναι 1,2 ampères ;

5ον. Στήλη τις σέκεται ἐκ 10 στοιχείων συνδυασμένων κατὰ τάσιν. Ἐκάστον στοιχείον τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἠλεκτρογενετικὴν δύναμιν 1,8 volts. Ποία ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις ἐκάστον τῶν στοιχείων

τούτων, ἂν ἡ μὲν ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κύκλωματος εἶναι 10 ohms, ἡ δὲ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τῆς στήλης ταύτης παρεχομένου ρεύματος εἶναι 1,2 ampères ;

6ον. Στήλη τις παρέχει ρεῦμα ἐντάσεως 1,8 ampères. Ἐκαστον στοιχεῖον τῆς στήλης ταύτης ἔχει ἠλεκτρογεωμετρικὴν μὲν δύναμιν 1,8 volts, ἐσωτερικὴν δὲ ἀντίστασιν 0,5 ohms, ἐνῶ ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις τοῦ κύκλωματος 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 συνηρωμένων 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 διαρρῆ ἐξωτερικὸν κύκλωμα 20 ohms, 8 ampères μὲ ἀντίστασιν 40 ohms, καὶ 9 ampères διὰ μέσου σύρματος ἀντιστάσεως ἀγνώστου.

Εὐρεῖν τὴν ἀντίστασιν α' τῆς στήλης καὶ τὴν ἀντίστασιν χ τοῦ τρίτου σύρματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

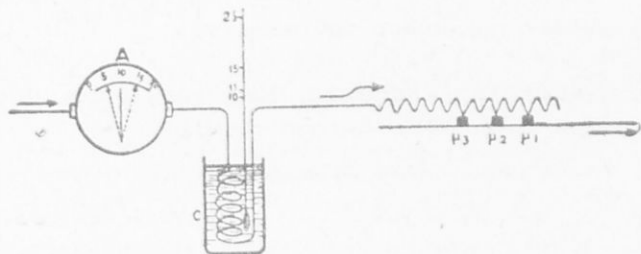
ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ JOULE — ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

128. Θερμαντικὴ ἐνέργεια παραγομένη ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. — Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸν ἄγωγόν, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται : Οὕτω π. χ. εἶναι γνωστὸν, ὅτι οἱ κοινὰ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες φωτοβολοῦν, ὅταν διαβιβάσωμεν δι' αὐτῶν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα· παύουν δὲ νὰ ἐκπέμπουν φῶς, εὐθὺς ὡς διακόψωμεν τὸ ρεῦμα.

Ἐάν ἐντὸς ὑαλίνου ποτηρίου, τὸ ὅποιον περιέχει ὕδωρ, θέσωμεν σπεῖραν μεταλλικὴν καὶ διαβιβάσωμεν διὰ τῆς σπεῖρας ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ θερμαίνεται. Δύναται δὲ νὰ τεθῆ εἰς βρασμὸν ἐντὸς ὀλίγων λεπτῶν, ἐάν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος καὶ ἡ ἀντίστασις τῆς σπεῖρας εἶναι ἐπαρκῶς μεγάλαι.

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 θερμοδόμετρον βυθίζομεν σπεῖραν μεταλλικὴν (σχ. 146) καὶ θερμομέτρον. Κατόπιν διαβιβάζομεν ρεῦμα γνωστῆς ἐντάσεως ἐπὶ ὀρισμένον 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-



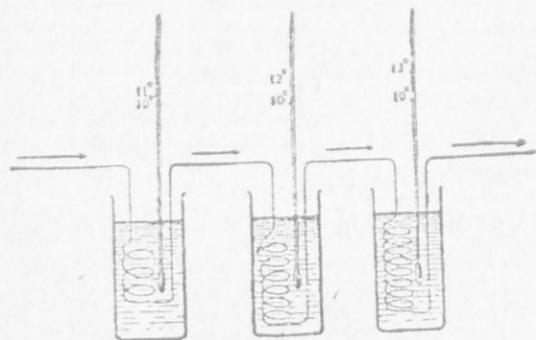
Σχ. 146

μοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 4° . Ἐάν διαβιβάσωμεν ρεῦμα τριπλασίας ἐντάσεως ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 9° κ.ο.κ. Συνεπῶς :

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία δημιουργεῖται εἰς ὀρισμένον χρόνον ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

β') Ἐντὸς τριῶν ὁμοίων θερμοδόμετρον (σχ. 147) βυθίζομεν τρεῖς σπεῖρας ἀντιστάσεως 1, 2, 3 ohms καὶ θερμομέτρα. Αἱ σπεῖραι συνδέονται μεταξύ των ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Ἐάν κατόπιν διαβιβάσωμεν τὸ ρεῦμα δι' αὐτῶν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι, ὅταν τὸ πρῶτον θερμομέτρον δείξῃ ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1° , τὸ δευτερον θὰ δείξῃ ἀνύψωσιν κατὰ 2° καὶ τὸ τρίτον κατὰ 3° . ἦτοι : ἡ πο-

σότης τῆς θερμότητος, ἡ δημιουργουμένη εἰς ὠρισμένον χρόνον ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ.



Σχ. 147

πρὸς τὸν χρόνον τῆς διόδου τοῦ ρεύματος.

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-

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 **δύτερα λεπτά**.

Ἀκριβεῖς μετρήσεις ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ διόδος ἐπὶ ἓν δευτερόλεπτον ρεύματος ἐντάσεως ἑνὸς ampère δι' ἀντιστάσεως ἑνὸς ohm, δαπανᾷ ὑπὸ μορφήν θερμότητος ποσότητα ἐνεργείας μίᾳς joule, δηλ. ἐκλύει ποσότητα θερμότητος ἴσην μετὰ $\frac{1}{4,18}$ θερμίδας (4,18=μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμίδος).

Ἔχομεν λοιπὸν $K = \frac{1}{4,18}$ καὶ συνεπῶς:

$$\Theta = \frac{E^2 \cdot A \cdot \chi}{4,18} \text{ θερμίδες.}$$

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἰπώμεν, ὅτι ἡ θερμαντικὴ ἐνέργεια, ἡ παραγομένη εἰς χ δεύτερα λεπτά ὑπὸ E ampères εἰς A ohms, ἰσοῦται μὲ $E^2 A \chi$ θερμίδας ἢ $AE^2 \chi$ joules.

Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν, ὅτι ἡ ἰσχύς, τὴν ὁποίαν τὸ ρεῦμα δαπανᾷ εἰς θερμότητα (διὰ $\chi = 1$), ἰσοῦται μὲ AE^2 watts.

Ἀριθμητικὴ ἐφαρμογή. Ἐντὸς θερμιδομέτρου περιέχοντος 200 γρ. ὕδατος βυθίζεται σύρμα μεταλλικόν, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως ἑνὸς ampère ἐπὶ 2 λεπτά. Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία θ_a τοῦ ὕδατος εἶναι 17,8, ἡ δὲ τελικὴ $\theta_t = 18,8$ βαθμῶν. Ποία ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος; Ἴσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου = 30 γρ.

Ἡ ποσότης Θ τῆς ἐκλυθείσης θερμότητος εἶναι :

$$\Theta = (B + \beta)(\theta_t - \theta_a) = (200 + 30)(18,8 - 17,8) = 230.1 = 230 \text{ θερμίδες.}$$

Ἐκ τοῦ τύπου $\Theta = \frac{E^2 A \cdot \chi}{4,18}$ λαμβάνομεν $A = \frac{4,18 \cdot \Theta}{E^2 \cdot \chi}$. Διὰ $\chi = 2.60 = 120$ δεύτερα λεπτά, $\Theta = 230$ θερμίδες καὶ $E = 1$ ampère, ἔχομεν :

$$A = \frac{4,18 \cdot 230}{120 \cdot 1} = 8 \text{ ohms περίπου.}$$

131. Ἴσχύς ἠλεκτρικῆς πηγῆς. — Ἴσχύς ἠλεκτρικῆς πηγῆς εἶναι τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον παρέχει αὕτη εἰς ἓν δευτερόλεπτόν. Αὕτη ἐκφράζεται εἰς watts, δηλ. εἰς joules κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς ἠλεκτρεγ. δυνάμεως τῆς πηγῆς ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον παρέχει. Ἦτοι :

$$\text{Ἴσχύς (εἰς watts)} = B \text{ volts. } E \text{ ampères.} \quad (1)$$

Π. χ. Ἠλεκτρικὴ πηγὴ, ἣτις παρέχει 50 ampères ὑπὸ τάσιν (διαφορὰν δυναμικοῦ) 100 volts, ἔχει ἰσχύν $50 \cdot 100 = 5000$ watts = 5 kilowatts.

Ἡ ἐκφρασις αὕτη τῆς ἰσχύος ἀποδεικνύεται εὐκόλως εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κύκλωμα δὲν περιέχει δέκτην. Τότε ἅλη ἡ ἰσχύς δαπανᾶται ὑπὸ μορφῆν θερμότητος εἰς τὸ κύκλωμα. Συνεπῶς, κατὰ τὰ ἀνωτέρω, θὰ ἔχωμεν :

$$\text{Ἴσχύς} = AE^2 \text{ watts.}$$

Καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ohm :

$$B = A \cdot E, \text{ ἔπεται ὅτι } BE = AE^2$$

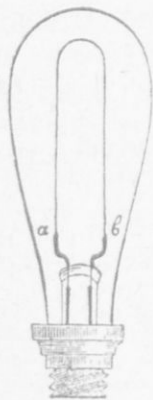
Ἐπομένως Ἴσχύς = BE
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

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 τήκεται, ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἀξήθη ὑπερβολικῶς. Ἡ τήξις τῆς ἀσφαλείας συνεπάγεται ἄμεσον διακοπὴν τοῦ ρεύματος.

Ἡλεκτρικὴ θέρμανσις. Ἡ διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέρμανσις εἶναι ἡ 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, συσκευὰ παρασκευῆς τεῖου, σίδηρα σιδηρώματος κτλ.). Αἱ θερμαινόμεναι συσκευαὶ εἶναι δύο εἰδῶν : Ἄλλαι μὲν ἐκ τούτων εἶναι πεπλατυσμένα· καὶ περιέχουν λεπτὸν μεταλλικὸν σύρμα περιτυλιγμένον σπειροειδῶς καὶ πεπιεσμένον μεταξὺ δύο ἀπομονωτικῶν πλாகῶν ἐκ μαρμαρυγίου ἢ ἀμιάντου· ἄλλαι δὲ εἶναι κυλινδρικαὶ (συσκευὴ π.χ. παρασκευῆς τεῖου) περιέχουσαι σύρμα περιτυλιγμένον ἐλικοειδῶς ἐπὶ μεταλλικοῦ κυλίνδρου μεμονωμένου διὰ μαρμαρυγίου, φέρον δὲ ἐξωτερικῶς περιβλήμα ἐπίσης ἀπομονωτικόν.



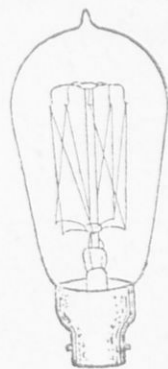
133. Φωτισμός. — Λαμπτήρ διὰ διαπυρώσεως. Ὁ λαμπτήρ οὗτος, ἐφευρεθεὶς ὑπὸ τοῦ Edison, συνίσταται ἐκ νήματος ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον ἔχει καμφθῆ εἰς σχῆμα ἵππειου πετάλου καὶ εὐρίσκεται ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου κενοῦ ἀέρος. Τὸ νῆμα τοῦτο, ὅταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, λευκοκυροῦται, ἕνεκα ὅμως τῆς ἐλλείψεως ὀξυγόνου δὲν δύναται νὰ καῖ (σχ. 148).

Λαμβάνομεν τοιαῦτα νήματα ἄνθρακος, διαπυρῶντες λεπτοτάτας ἴνας ἰνδικοῦ καλάμου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐντὸς χώρου κλειστοῦ.

Εἰς τὸν λαμπτήρα τοῦ Edison τὸ ἀπῆνθρακωμένον νῆμα, τὸ ὁποῖον ἔχει τὸ πάχος τριχὸς ἵπ-

πτῶν συρμάτων ἐκ λευκοχρύσου. Τὰ σύρματα ταῦτα διαπεροῦν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ καταλήγουν εἰς δύο μεταλλικοὺς κοχλίας. Ἐπὶ τούτων στερεοῦνται τὰ σύρματα, τὰ ὁποῖα φέρουν τὸ ρεῦμα.

Λαμπτήρες μετὰ νήματος μεταλλικοῦ. Ἀπὸ τινων ἐτῶν ἀντικατεστάθησαν σχεδὸν παντοῦ οἱ δι' ἄνθρακος λαμπτήρες δι' ἄλλων, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ νήμα ἀποτελεῖται ἐκ μετάλλου λίαν δυστήκτου, τοῦ **βολφραμίου** (σχ. 149). Ἡ ἀπόδοσις τῶν λαμπτήρων τούτων εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀπόδοσιν τῶν μετὰ νήματος ἄνθρακος.



Σχ. 149

134. Βολταϊκὸν τόξον.—Τὸ φαινόμενον τοῦ βολταϊκοῦ τόξου παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Davy. Προσδέσας αὐτος δύο μικρὰς ράβδους ἐξ ἄνθρακος (σχ. 150) εἰς τοὺς πόλους στήλης ἐκ 2000 στοιχείων καὶ ἀπομακρύνας αὐτοὺς, ἀφ' οὗ πρῶτον τοὺς ἔθεσεν εἰς ἐπαφήν, εἶδε νὰ ἀναλάμψη μεταξὺ αὐτῶν ζωηρότατον φωτεινὸν τόξον, τὸ ὁποῖον ὠνόμασε **βολταϊκὸν τόξον**. Τὸ φῶς τοῦτο διατηρεῖται μέχρι 10 ἑκατοστομέτρων· πέραν ὅμως τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἐσβέννυτο. Διὰ νὰ παραχθῇ ἐκ νέου, ἔπρεπε νὰ ἀχθοῦν καὶ πάλιν οἱ ἄνθρακες εἰς ἐπαφήν.



Σχ. 150

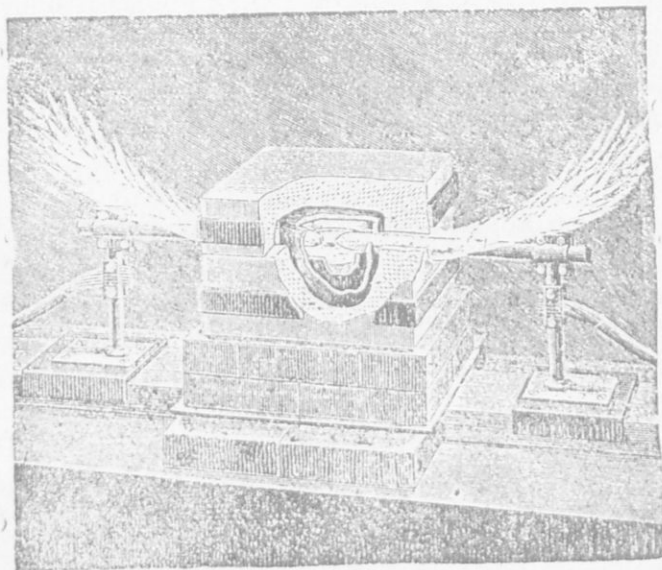
Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν ὡς ἐξῆς: Καθ' ἣν στιγμὴν οἱ ἄνθρακες ἐφάπτονται διὰ τινων μόνων σημείων, διαπυροῦνται ἰσχυρῶς εἰς τὰ σημεία ταῦτα τῆς ἐπαφῆς, ὅπου μεγίστη παρουσιάζεται ἀντίστασις· ὡς ἐκ τούτου καὶ ὁ περιβάλλον ἀήρ ὑπερβολικῶς θερμαίνεται. Ἐπειδὴ δὲ ὁ θερμὸς ἀήρ εἶναι εὐηλεκτραγωγός, τὸ 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 κάμιнос. Ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, ἡ μεγίστη ἀπὸ ὅλας τὰς θερμοκρασίας, τὰς ὁποίας ἠδυνήθησαν νὰ παραγάγῃ (ἀπὸ τῆς 3000°), ἐνεργοποιήθη εἰς τὴν κατα-

σκευὴν τῆς ἠλεκτρικῆς καμίνου. Ἡ κάμινος αὕτη συνίσταται ἐκ περιβόλου ἐξ ἄνθρακος, ὅστις εἶναι τοποθετημένος ἐντὸς ὀγκώδους τεμαχίου ἀσβεστολίθου καὶ διαπερᾶται ὑπὸ δύο παχέων ἠλεκτροδίων ἐξ 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 δύστηχται οὐσίαι, τὸ πυριτικὸν ὀξύ καὶ αὕτῃ ἢ ἄσβεστος, τήκονται καὶ ἐξαεριοῦνται· τὰ ὀξειδια τὰ μᾶλλον μόνιμα, ὡς τὰ τοῦ χρωμίου καὶ τοῦ μαγγησίου, ἀνάγονται ὑπὸ τοῦ ἄνθρακος· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐπὶ τοῦ ἀσβεστολίθου, ὅστις μετατρέπεται εἰς ἀνθρακασβέστιον, χρησιμοποιούμενον, ὡς γνωστόν, πρὸς παραγωγὴν τοῦ ὀξυλενίου (ἀσετυλίνης).

Προβλήματα

1ον. Ρεύμα 1,5 ἀμπερες διέρχεται ἐπὶ 15 λεπτὰ διὰ μεταλλικοῦ σώματος ἀντιστάσεως 3 ὀημς, βυθισμένον ἐντὸς 300 γρ. ὕδατος. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἀνύφωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος;

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

2ον. Ἀφήρομεν νὰ διέλθῃ ἐπὶ 5 λεπτὰ ρεῦμα 0,75 ἀμπερες. διὰ στήλης ὕδραργύρου, τῆς ὁποίας ἡ ἀντίστασις εἶναι 0,47 ὁμς. Βάρος ὕδραργύρου = 20,25 γρ. Εἰδικὴ θερμότης ὕδραργύρου = 0,0322. Ποία θὰ εἶναι ἡ ὕψωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδραργύρου ;

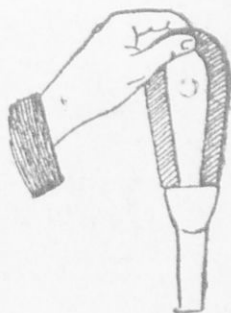
3ον. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διέλθῃ ρεῦμα 4,8 ἀμπερες δι' ἀντιστάσεως 24 ὁμς, διὰ νὰ φέρῃ μίαν κυβικὴν παλάμην ὕδατος εἰς τὸ σημεῖον τῆς ζέσεώς του ; Ἀρχικὴ θερμοκρασία ὕδατος 15°.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

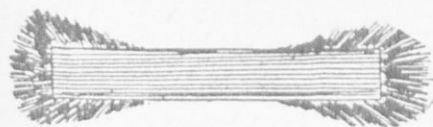
ΜΑΓΝΗΤΑΙ — ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

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



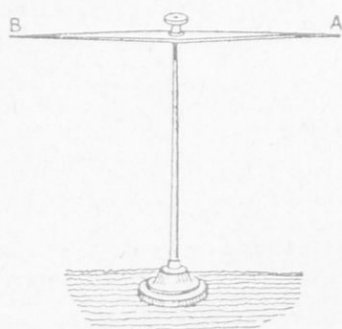
Σχ. 153

136. Πόλοι τῶν μαγνητῶν.— Ἐὰν βυθίσωμεν μαγνήτην ἐντὸς ρινισμάτων σιδήρου καὶ κατόπιν τὸν ἐξαγάγωμεν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ ἔχουν προσκολληθῆ ἄφθονα ρινίσματα, σχηματίζοντα θυσάνους (σχ. 153) καὶ ὅτι ἡ προσ-

κόλλησις αὕτη τῶν ρινισμάτων ἐλαττοῦται ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον τοῦ μαγνήτου, ἐκλείπει δὲ σχεδὸν τελείως εἰς τὸ μέσον. Τὸ μέ-

ρος τοῦ μαγνήτου, εἰς τὸ ὁποῖον οὐδεμία παρατηρεῖται ἑλκτική δύναμις, καλεῖται **οὐδετέρα χώρα**, αἱ δὲ δύο χώραι, εἰς τὰς ὁποίας ἐκδηλοῦται τὸ μέγιστον τῆς ἑλξεως, καλοῦνται **πόλοι** τοῦ μαγνήτου.

Διάκρισις τῶν πόλων.



Σχ. 154

Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν μαγνήτην ἀπὸ τοῦ μέσου του οὗτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν ἐπιπέδῳ ὀριζοντίῳ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι οὗτος μετὰ σειρὰν ταλαντεύσεων ἡρεμεῖ, λαμβάνων ὀρισμένην διεύθυνσιν, ἣ ὁποία εἶναι σχεδὸν ἢ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης, ἐπανέρχεται πάλιν μόνος του εἰς αὐτήν.

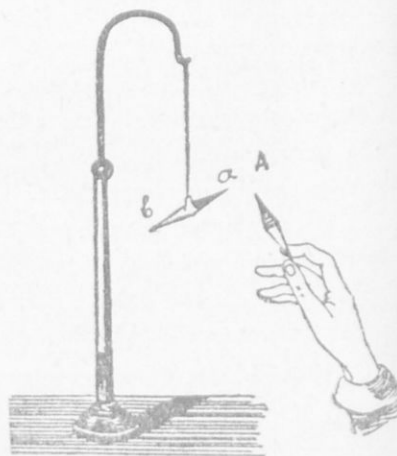
Παρατηροῦμεν πρὸς τοῦτοις, ὅτι τὸ αὐτὸ ἄκρον τοῦ μαγνήτου στρέφεται πάντοτε πρὸς βορρᾶν, ὅπερ ἀπο-

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, ἣ ἐνοῦσα τοῦς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης, καλεῖται **ἄξων** αὐτῆς.

Νόμος τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν πόλων. Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην αβ (σχ.



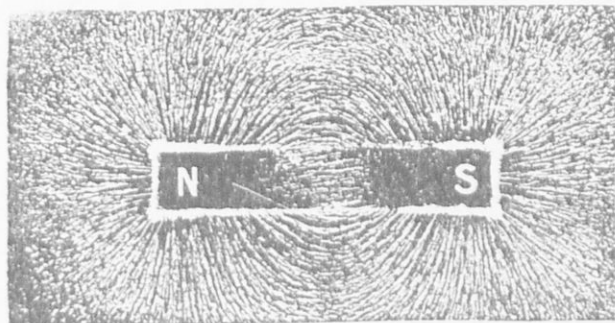
Σχ. 155

155) διὰ νήματος ἐκ μεταξῆς καὶ πλησιάζωμεν εἰς τὸν βόρειον πόλον αὐτῆς α τὸν βόρειον πόλον Α ἄλλης τινὸς μαγνητικῆς βελόνης, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αἱ δύο πόλοι ἀπωθοῦνται ζωηρῶς. Ἐπίσης ἀποσιν θὰ παρατηρήσωμεν καὶ ἐὰν πλησιάζωμεν τοῦς νοτίους πόλους.

Ἐὰν ὅμως προσεγγίσωμεν τὸν βόρειον πόλον Α εἰς τὸν νότιον πόλον Β τῆς κινητῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ζωηρὰν ἔλξιν. Ἄρα :

Δύο πόλοι ὁμώνυμοι ἀπωθοῦνται, δύο πόλοι ἐτερόνυμοι ἔλκονται.

137. Μαγνητικὸν πεδίον. — Μαγνητικὸν φάσμα. Ἐπὶ μαγνήτου εὐθυγράμμου θέτομεν ὀριζοντίως φύλλον χάρτου καὶ ἐπ' αὐτοῦ διασκορπίζομεν ὁμαλῶς, τῇ βοήθειᾳ μικροῦ κοσκίνου, ρινίσματα σιδήρου. Ἐὰν κτυπήσωμεν ἑλαφρῶς τὸν χάρτην, διὰ νὰ καταστήσωμεν τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου εὐκίνητα, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ταῦτα διατίθενται κατὰ γραμμάς, αἱ ὁποῖαι ἄρχονται ἀπὸ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ μαγνήτου καὶ καταλήγουσιν 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

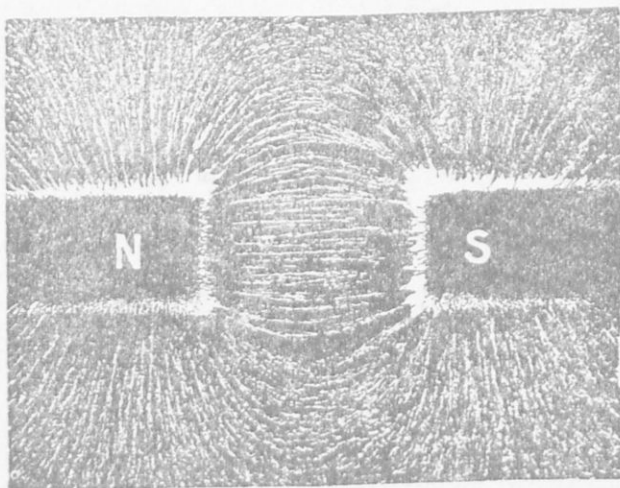
τικὸν φάσμα, ὀφειλόμενον εἰς τὴν παρουσίαν μαγνήτου, δεικνύει κατὰ ποῖον τρόπον ἡ ἐλκτικὴ ιδιότης τοῦ μαγνήτου ἐκτείνεται εἰς τὸ περιβάλλον αὐτὸν διάστημα καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι αὕτη ἐξασκεῖται καὶ διὰ μέσου τοῦ χάρτου.

Σημείωσις. Ἡ ἐνέργεια αὕτη τοῦ μαγνήτου ἐξασκεῖται ἐπίσης καὶ διὰ μέσου οἰουδήποτε ἄλλου σώματος ἐκτὸς τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυβος.—

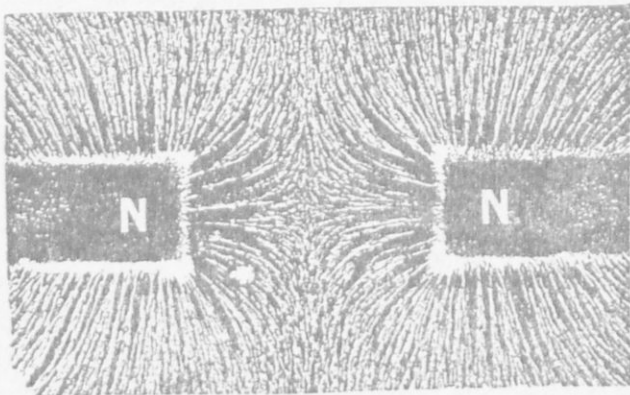
Μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου καλεῖται τὸ διάστημα, εἰς τὸ ὁποῖον ἐκτείνεται ἡ ἐνέργεια τοῦ μαγνήτου τούτου. Τοῦτο ἀποκαλύπτεται ἐνταῦθα διὰ τοῦ προσανατολισμοῦ τῶν ρινισμάτων τοῦ σιδήρου.

Αί γραμμαί, ἐπὶ τῶν ὁποίων διατίθενται τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου, καλοῦνται **δυναμικαί γραμμαί 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-

ναμικαί γραμμαί αναχωροῦν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς πόλου καὶ φθάνουν εἰς τὸν ἄλλον.

Τὸ σχῆμα 158 δίδει τὸ φάσμα δύο πόλων ὁμωνύμων. Αἱ δυναμικαί γραμμαί, αἱ ἐκπορευόμεναι ἐκ τοῦ ἑνὸς πόλου, φαίνονται, ὅτι ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν τοῦ ἄλλου πόλου.

Τὸ σύνολον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι ἀναχωροῦν ἐξ ἑνὸς 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... φορές μεγαλυτέρα, ἡ ἐλκτικὴ ἢ ἡ ὠστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ὁ εἷς ἐξασκεῖ ἐπὶ τοῦ ἄλλου, γίνεται τέσσαρας, ἐννέα... φορές 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 μάζαν, ὅταν ἐξασκοῦν τὴν αὐτὴν ἔλξιν ἢ ἀπωσιν διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ τρίτου πόλου, ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀποστάσεως.

Μονὰς πόλου. Εἰς τὸ σύστημα C. G. S. ἐλήφθη ὡς μονὰς πόλου (ἢ μονὰς μαγνητικῆς μάζης), ὁ πόλος (ἢ ἡ μαγνητικὴ μάζα), ὅστις ἀπωθεῖ ἴσον πόλον ἀπὸ ἀποστάσεως ἑνὸς ἑκατοστομέτρου διὰ δυνάμεως μιᾶς δύνης.

Τύπος. Γενικῶς, ἐὰν δύο πόλοι ἴσοι μὲ μ καὶ μ' μονάδας ἀπέχουν ἀπ' ἀλλήλων α ἑκατοστόμετρα, ἔκκονται ἢ ἀπωθοῦνται μετὰ

δυνάμεως:
$$\delta = \frac{\mu \cdot \mu'}{\alpha^2}$$
 δυνῶν.

Μεταξὺ πόλων ὁμωνύμων ἢ δύναμις εἶναι ὠστική καὶ τὸ δ θε-
τικόν. Μεταξὺ ἑτερωνύμων πόλων ἢ 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 ἔντα-
σις λοιπὸν τοῦ ἐνὸς πόλου μαγνήτου εἶναι ἴση κατ' ἀπόλυτον τιμὴν ἀλλὰ
μὲ ἀντίθετον σημεῖον πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ ἄλλου πόλου του. Σημειού-
μεν τὴν ἔντασιν τοῦ βορείου πόλου μὲ τὸ + καὶ τὴν τοῦ νοτίου μὲ τὸ. —

140. Ἐντάσις μαγνητικοῦ πεδίου. Μονάς. — Ἐντάσις
μαγνητικοῦ πεδίου εἷς τι σημεῖον *A* εἶναι ἢ ἔντασις εἰς δύναν τῆς
δυνάμεως, ἢ 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 ἢ ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ ὁποῖον ἐξ-
σκεῖ δύναν μίαν δυνῆς ἐπὶ βορείου πόλου ἴσου μὲ τὴν μονάδα.

Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται gauss.

Ἐὰν λοιπὸν ἢ ἐξασκουμένη δύναμις ἐπὶ τῆς μονάδος τοῦ πόλου
εἶναι Δ δύναι, θὰ εἴπωμεν, ὅτι ἢ ἔντασις τοῦ πεδίου εἶναι ἴση μὲ
 Δ μονάδας gauss.

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

1ον. Ποία ἢ δύναμις, ἣτις ἐξασκεῖται μεταξὺ δύο πόλων μαγνη-
τικῶν μαζῶν 32 καὶ 40, ἐξ ἀποστάσεως 10 ἑκατοστομέτρων ;

2ον. Πόλος μάζης μαγνητικῆς 90 ἔλκει ἕτερον πόλον, τοποθετη-
μένον εἰς ἀπόστασιν δύο ἑκατοστομέτρων, μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 1
γραμμάριον. Ποία ἢ μᾶζα τοῦ δευτέρου πόλου ;

3ον. Ποῖον τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν μονάδων πόλου, ὅστις ἀπω-
θεῖται μετὰ δυνάμεως 9 δυνῶν, ὅταν τοποθετῆται ἐν μαγνητικῷ πε-
δίῳ ἐντάσεως 0,18 ;

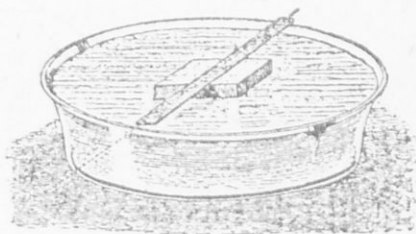
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'

ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

141. Γήινον μαγνητικὸν πεδίον.—Ἐὰν κρεμάσωμεν χαλυβδίνην ράβδον, μὴ μαγνητισμένην, ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς, θὰ ἴδωμεν, ὅτι μένει ἀκίνητος εἰς ὅλας τὰς θέσεις, τὰς ὁποίας θὰ δώσωμεν εἰς αὐτήν, διότι τὸ βᾶρος τῆς ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως. Ἐὰν ὅμως κρεμάσωμεν, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον, μαγνητισμένην ράβδον, αὕτη, μετὰ τινὰς αἰωρήσεις, στρέφει πάντοτε τὸ αὐτὸ ἄκρον τῆς 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 ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας συνιστώσας, μίαν ὀριζοντίαν καὶ μίαν κατακόρυφον.

Ὅριζοντία 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 φοράν.

Κατακόρυφος συνιστώσα δὲν ὑπάρχει. Διότι δι' ἀκριβῶν σταθμίσεων ἔχει ἀποδειχθῆ, ὅτι τὸ βᾶρος ράβδου ἐκ χάλυβος εἶναι τὸ αὐτὸ καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτήν. Ἄν ἐπὶ τῆς μαγνητισμένης ράβδου ἐπέδρα δύναμις κατακόρυφος, ἔπρεπεν αὕτη νὰ προστεθῇ εἰς τὸ βᾶρος τῆς ράβδου ἢ νὰ ἀφαιρεθῇ ἀπ' αὐτοῦ καὶ ἐπομένως τοῦτο νὰ μεταβληθῇ μετὰ τὴν μαγνήτισιν.

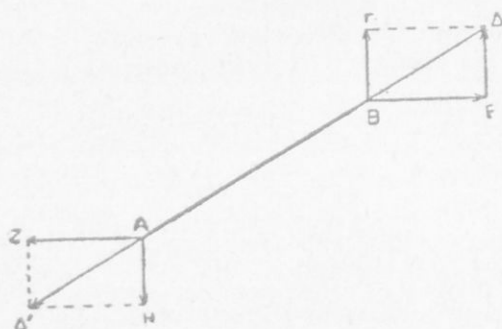
142. Γήινον ζεῦγος.—Ἀφοῦ λοιπὸν ἡ μαγνητισμένη ράβδος

στρέφεται, χωρίς νά υφίσταται μετάθεσιν, τούτο σημαίνει, ὅτι υφίσταται τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων, ἴσων καὶ ἀντιρρόπων, δηλ. τὴν ἐνέργειαν ζεύγους. Ἡ ἐνέργεια λοιπὸν τοῦ γήινου μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι μόνον διευθυντήρια.

Ἐπιθέσωμεν, ὅτι ἐκρεμάσαμεν εἰς τὸ διάστημα μαγνητισμένην ράβδον ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους της. Θὰ δυναθῇ τότε αὕτη νά λάβῃ ὅλας τὰς διευθύνσεις, διότι εἶναι ἐλευθέρη. Ἀφοῦ αἰωρηθῇ ἐπὶ τινὰς στιγμάς, θὰ λάβῃ μίαν τελικὴν διεύθυνσιν, ἥτις θὰ μᾶς δώσῃ τὴν διευθύνσιν τοῦ γήινου ζεύγους.

Ἐστω AB (σχ. 160) ἡ θέσις αὕτη τῆς ἰσορροπίας.

Αἱ δυνάμεις BD καὶ AD τοῦ γήινου μαγνητικοῦ ζεύγους εὐρίσκονται κατ' ἀνάγκην ἐπ' εὐθείας γραμμῆς μετὰ τῆς ράβδου, διότι



Σχ. 160

ἄλλως αὕτη δὲν θὰ ἰσορροποῦσε. Τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, τὸ περιέχον τὴν AB , λέγεται ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ.

Ἐάν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα εἰς διάφορα σημεῖα κείμενα πλησίον ἀλλήλων, ἡ

ράβδος μένει εἰς τὴν ἰδίαν θέσιν. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ γήινου πεδίου εἶναι παράλληλοι.

Ἄς ἀναλύσωμεν τὴν δύναμιν BD εἰς δύο ἄλλας: μίαν κατακόρυφον BG καὶ ἄλλην ὀριζοντίαν BE . Ἀναλύομεν ἐπίσης καὶ τὴν AD εἰς τὴν AH κατακόρυφον καὶ τὴν AZ ὀριζοντίαν. Θὰ ἔχωμεν τότε δύο ζεύγη: ἓν κατακόρυφον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς BG καὶ τῆς AH , καὶ ἓν ὀριζόντιον ἀποτελούμενον ἐκ τῆς BE καὶ τῆς AZ . Τὸ κατακόρυφον ζεύγος τείνει νά στρέψῃ τὴν ράβδον οὕτως, ὥστε νά κλίνῃ αὕτη ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα· ἀλλὰ δυνάμεθα νά μηδενίσωμεν τὴν ἐνέργειάν του ταύτην, καθιστῶντες τὸ ἐν ἡμισυ τῆς ράβδου AB βαρύτερον ἀπὸ τὸ ἄλλο, ὥστε ἡ ράβδος νά διατηρῆται πάντοτε ὀριζοντία. Τότε ἡ ράβδος θὰ διευθύνεται μόνον ἀπὸ τὸ ὀριζόντιον ζεύγος καὶ θὰ ἰσορροπηθῇ ὅταν θὰ εὐρεθῇ εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων τοῦ ζεύγους.

δηλ. ὅταν θὰ εὕρεθῇ εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ.

143. Μαγνητικὴ ἀπόκλισις.—Μαγνητικὴ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου λέγεται ἡ διεδρος γωνία, ἡ ὁποία σχηματίζεται ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου. Δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἰπώμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις μετρεῖται ὑπὸ τῆς ἐπιπέδου γωνίας τῆς ἀντιστοιχοῦσης πρὸς τὴν ρηθεῖσαν διεδρον, δηλ. ὑπὸ τῆς γωνίας MOB (σχ. 161).

Ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, ἐφ' ὅσον τὸ βόρειον μέρος τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ εὕρσκειται πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ βορείου μέρους τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ.

Μέτρησις τῆς ἀποκλίσεως.

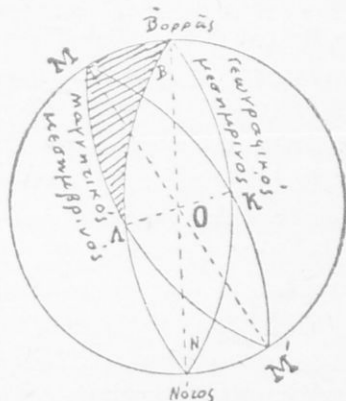
Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως χρησιμοποιεῖται ἡ πυξίς ἀποκλίσεως.

Αἱ συνήθεις πυξίδες ἀποτελοῦνται ἐκ

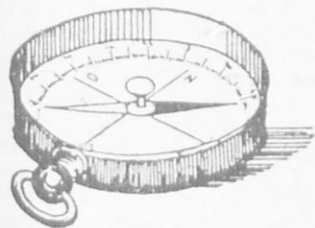
μαγνητικῆς βελόνης, ἡ ὁποία στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος, περὶ τὸν ὁποῖον δύναται νὰ στρέφεται ἐλευθέρως ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ. Διὰ καταλλήλου ἀντιβάρου τὸ πρὸς βορρᾶν ἄκρον τῆς δὲν κλίνει κάτω τοῦ ὀριζοντος. Ὁ ἄξων αὗτος εὕρσκειται εἰς τὸ κέντρον ὀριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου, τοῦ 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 χρῶμα βαθύ κυανοῦν) σταματᾷ ἐπὶ τῆς διαίρεσεως, ἧτις δίδει τὴν ἀπόκλισιν. Ὑπάρχουν πίνακες, αἱ ὁποῖαι δίδουν τὰς ἀποκλίσεις τῶν κυριωτέρων τόπων τῆς Γῆς.

ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόκλισις ἐνὸς τόπου εἶναι 30° δυτικὴ. Διὰ



Σχ. 161



Σχ. 162

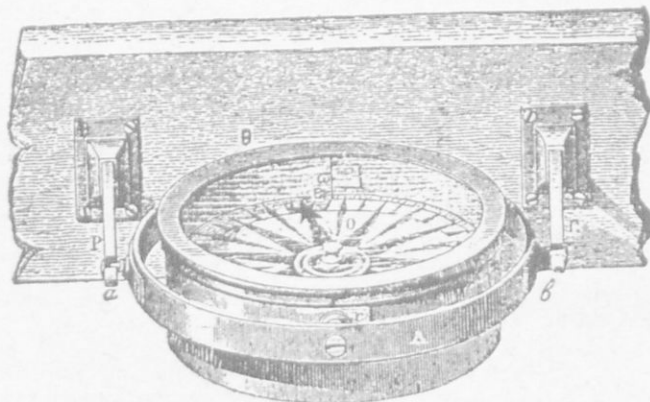
νά εὐρωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ βορρᾶ, θέτομεν τὴν πυξίδα οὕτως, ὥστε ἡ διάμετρος $0^{\circ} - 180^{\circ}$ νά σχηματίζῃ μετὰ τῆς βελόνης γωνίαν 30° πρὸς δυσμάς. Τότε ἡ διεύθυνσις τῆς διαμέτρου $0^{\circ} - 180^{\circ}$ εἶναι ἡ διεύθυνσις ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον.

Μεταβολαὶ τῆς ἀπόκλισεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς.
Ἡ ἀπόκλισις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Οὕτως, εἶναι μὴδὲν ἐπὶ τινος γραμμῆς κλειστῆς, ἡ ὁποία διαιρεῖ τὴν Γῆν εἰς δύο ἄνισα μέρη. Εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γραμμῆς ταύτης ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ διεύθνεται κατὰ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβρινὸν 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 ἀνατολική (Ἀμερικὴ, Εἰρηνικὸς ὠκεανός, Ἀσία, πλὴν ἐλλειψοειδοῦς τινος χώρου παρὰ τὸ Πεκῖνον 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 ἡμερησίαι.—

144. Ναυτικὴ πυξίς.— Ἡ ναυτικὴ πυξίς εἶναι πυξίς ἀποκλί-



Σχ. 163

σεως, τὴν ὁποίαν μεταχειρίζονται οἱ ναυτιλλόμενοι, ὅπως δι' αὐτῆς κανονίζουσι τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως τῶν πλοίων.

Ἡ ναυτικὴ πυξίς συνίσταται ἐκ κυλινδρικοῦ χαλκίνης θήκης

Θ (σχ. 163) ἐρματισμένης κατὰ τὸ κατώτερον μέρος αὐτῆς διὰ μολύβδου καὶ ἐξηρητημένης κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Cardan. Διὰ τῆς τοιαύτης ἐξαρτήσεως ἢ πυξίς, ταλαντευομένη περὶ δύο καθέτως διασταυρούμενους ἄξονας, διατηρεῖται ὀριζοντία, ὅσονδῆποτε σαλευομένου τοῦ πλοίου. Εἰς τὸ βάθος τῆς θήκης εἶναι προσηλωμένος κατακόρυφος ἄξων, ἐπὶ τοῦ ὁποίου στηρίζεται (σχ. 164) μικρὰ μαγνητικὴ ράβδος, ἢ βελόνη τῆς πυξίδος. Ἡ βελόνη αὕτη



Σχ. 164

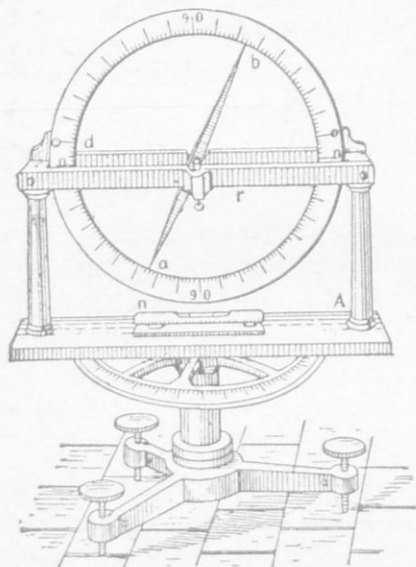
ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας αὐτῆς ἐπιφανείας φέρει δίσκον ἐκ μαρμαρυγίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι προσκολλημένος ἕτερος δίσκος Ο χάρτινος (σχ. 163), ὁ ὁποῖος φέρει χαραγμένα ἀκτινοειδῶς τὰ 32 σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος. Μία τῶν ἀκτίνων τούτων καταλήγει εἰς ἀστερίσκον καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ γράμματος Β. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ράβδον, ἥτις 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) δεῖν νὰ διευθυνθῇ τὸ πλοῖον. Τότε δὲ ὁ πηδαλιούχος στρέφει τὸν μαχλὸν τοῦ πηδαλίου, ἕως ὅτου ἡ ὀρισθεῖσα ἀκτίς, ἥτις καὶ σημειοῦται ἐπὶ τοῦ ἀνεμολογίου, συμπέσῃ μετὰ τῆς γραμμῆς πίστewος τοῦ πλοίου. Οὕτω καλεῖται ἡ γραμμὴ, ἥτις διέρχεται δι' ὀρισμένου σημείου π σημειοῦμένου 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 ἐγκλίσις μετρεῖται διὰ μαγνητικῆς βελόνης κρεμασμένης ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς ἐν κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ἐλευθέρως, ἔναντι κατακόρυφου κύκλου βαθμολογημένου



Σχ. 165

κύκλου βαθμολογημένου (σχ. 165). Ὁ κύκλος οὗτος στηρίζεται ἐπὶ ἐνὸς ἄλλου κύκλου ὀριζοντίου. Ὁ κατακόρυφος κύκλος προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζῃ μετὰ τὸν γεωγραφικὸν μεσημβρινὸν τοῦ τόπου γωνίαν ἴσην μετὰ τὴν ἀπόκλισιν τοῦ τόπου. Ἡ βελὸνῃ εὐρίσκεται τότε εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινὸν καὶ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν ὁ ἄξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου τοῦ κατακόρυφου κύκλου, εἶναι ἡ μαγνητικὴ ἐγκλίσις τοῦ τόπου.

Ἡ ἐγκλίσις 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.

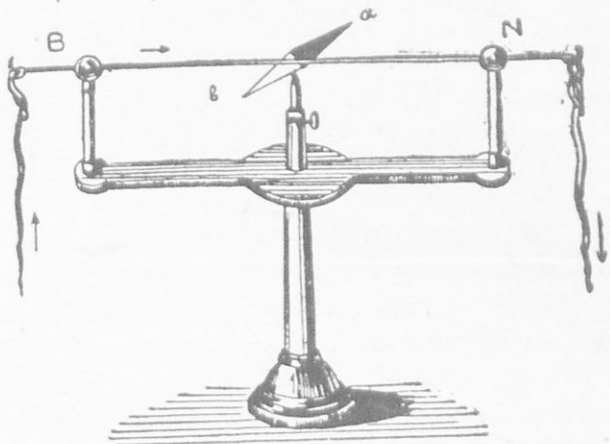
Ἡ ἐγκλίσις ἐν Ἀθήναις εἶναι $52^{\circ} 54'$, 7.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

146. Πείραμα τοῦ Oersted.—Ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης κινητῆς περὶ κατακόρυφον ἄξονα τεινομεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ σύρμα ἐκ γαλκοῦ (σχ. 166). Ἐφ' Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ὅσον τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ἡ βελὼνη παραμένει παράλληλος πρὸς αὐτό· μόλις ὅμως διαβιβάζωμεν διὰ τοῦ σύρματος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, βλέπομεν τὴν βελὼνην ἐκτρέπομένην καὶ λαμβάνουσαν διεύθυνσιν τοσοῦτω μαῶλλον πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον εἰς τὸ ρεῦμα, ὅσω μεγαλύτερα εἶναι τοῦ ρεύματος τούτου ἡ ἔντασις.

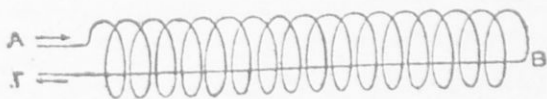


Σχ. 166

* Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει, ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δημιουργεῖ περίξ αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐνέργεια ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν τοῦ γῆινου πεδίου.

147. Φορὰ τοῦ πεδίου. Κανὼν τοῦ Ampère.—Ὁ βόρειος πόλος τῆς βελὼνῆς ἐκτρέπεται πάντοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, δηλ. πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηρητοῦ, τὸν ὅποιον φανταζόμεθα ἐξηλωμένον ἐπὶ τοῦ σύρματος αὐτῶς, ὥστε νὰ βλέπη πρὸς τὴν βελὼνην 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 πολλὰκις τυλίσσομεν σπειροειδῶς εἰς πηνία τὰ κυκλώματα, τὰ ὁποῖα χρησιμο-



Σχ. 167

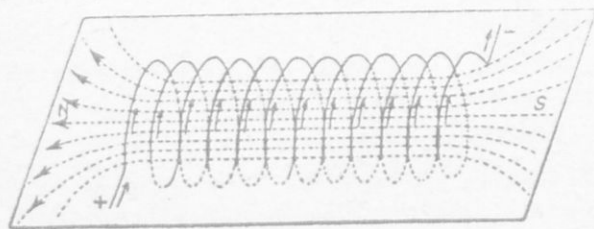
ποιῶμεν διὰ τὴν παραγωγὴν μαγνητικῶν πεδίων, καὶ αὐτὴν μόνον τὴν περίπτωσιν θὰ ἐξετάσωμεν (σχ. 167).

Πραγματοποιῶμεν πηνίον ἢ σωληνοειδές, τυλίσσοντες εἰς στενάς

σπείρας ἐπὶ σωλήνος ὑαλίνου, ξυλίνου κτλ., σύρμα μεμονωμένον. Ὄταν ὁ κύλινδρος καλυφθῇ οὕτω δι' ἑνὸς πρώτου στρώματος σπειρῶν, δυνάμεθα νὰ καλύψωμεν τοῦτο διὰ δευτέρου στρώματος, κατόπιν διὰ τρίτου κ.ο.κ., οὕτως, ὥστε ἡ φορά τῆς περιελίξεως τοῦ σύρματος νὰ εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλας τὰς σπείρας.

Συνεπῶς, ὅταν διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὅλαι αἱ σπείραι διαρρέονται κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν.

149. Μαγνητικὸν πεδίον 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 ὁποῖαι διαπεροῦν λεπτόν καὶ ἐπίπεδον χαρτόνιον εὐρισκόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ σωληνοειδοῦς. Διασκορπίζομεν ρινίσματα σιδήρου ἐπὶ τοῦ χαρτονίου, κατόπιν δὲ ἀφήνομεν νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ἐπιφέρομεν ἑλαφρά 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 πεδίον εἶναι ὁμαλὸν καὶ διευθύνεται κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ.

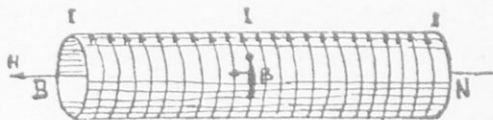
Παρατηροῦμεν ἐπίσης, ὅτι πλησίον τῶν ἄκρων τοῦ σωληνοειδοῦς αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ παύουν νὰ εἶναι εὐθύγραμμοι καὶ ἀνοίγονται, ἐξερχόμεναι ἐξ αὐτοῦ, καὶ ὅτι τὸ ἐξωτερικὸν φάσμα σωληνοειδοῦς δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὸ φάσμα μαγνήτου.

Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἐξέρχονται ἐκ τοῦ σωληνοειδοῦς ἀπὸ τοῦ ἄκρου αὐτοῦ τοῦ εὐρισκόμενου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ πορατηρητοῦ καὶ εἰσέρχονται διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ ἄκρου αὐτοῦ. Ἐπομένως τὸ σωληνοειδές ἔχει ἕνα βόρειον πόλον καὶ ἕνα νότιον.

Ἡ φορά τοῦ πεδίου δίδεται ὑπὸ τοῦ κανόνος τοῦ Ampère. Εἰδικῶς, ἐντὸς τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ πεδίον διευθύνεται πρὸς τὰ ἀρι-

στερά παρατηρητοῦ ἐξηπλωμένου ἐπὶ 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 .

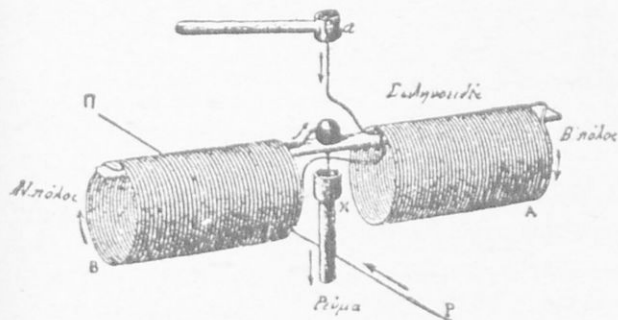


Σχ. 169

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 βεβαιωθῶμεν, ὅτι τοῦτο πράγματι ἔχει ὅλας τὰς ιδιότητες τῶν μαγνητῶν.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον μεταχειριζόμεθα τὴν ἐν σχ. 170 παριστωμένην συσκευήν. Ἐν αὐτῇ τὸ σωληνοειδῆς δύναται νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα ἀποτελούμενον ἐκ δύο χαλυβδίνων ἀκίδων, συνδεομένων μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης.



Σχ. 170

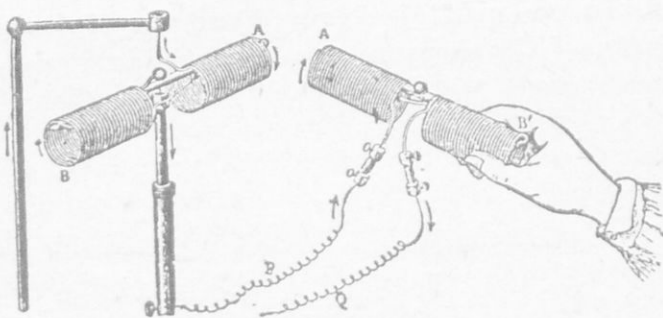
ειδοῦς. Ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ γῆινου πεδίου τὸ σωληνοειδῆς προσανατολίζεται οὕτως, ὥστε τὸ ἐπίπεδον ἐκάστου ρεύματος νὰ τίθεται καθέτως πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνοειδοῦς διευθυνομένου κατὰ τὸν μεσημβρινόν τοῦτον.

Τὸ ἄκρον τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ διευθυνομένον πρὸς βορρᾶν καλούμεν, ὅπως καὶ εἰς τοὺς μαγνήτας, **βόρειον πόλον**, τὸ δὲ διευθυνομένον 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 ἐτερόνυμον.

Δ') Ἀμοιβαία ἐνέργεια δύο σωληνοειδῶν. Τὰ ὁμώνυμα ἄκρα τῶν δύο σωληνοειδῶν ἀπωθοῦνται (σχ. 171), ἐνῶ τὰ ἐτερόνυμα ἔλκονται.



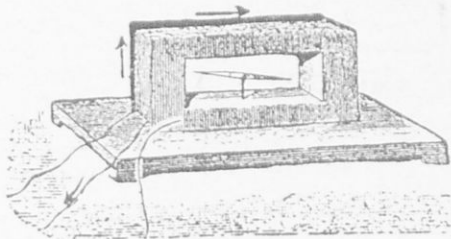
Σχ. 171

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 ὀφείλουσι τὰς ιδιότητες αὐτῶν εἰς κλειστὰ ρεύματα κυκλοφοροῦντα περὶ τὰ μέρη 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 ὁμως μαγνήτου ἢ ἰσχυροῦ ρεύματος, τὰ στοιχειώδη ταῦτα ρεύματα λαμβάνουν προσανατολισμὸν ὀρισμένον, καθ' ὃν οἱ ἄξονες αὐτῶν ἔχουν πάντες μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Ἀποτελοῦνται οὕτω στενώτατα 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 ὠρολογίου.

152. Γαλβανόμετρον.—Τὸ γαλβανόμετρον συνίσταται κυρίως ἐκ κατακορύφου πλαισίου, ἐπὶ τοῦ ὑποίου τυλίσσεται πολλάκις σύρμα μεμονωμένον (σχ. 172). Εἰς τὸ κέντρον τοῦ πλαισίου, τοποθετουμένου κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, εὐρίσκεται μαγνητικὴ βελόνη κινητὴ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα. Ὅταν τὸ σύρμα δὲν διαρρέεται ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ ἄξων τῆς βελόνης εὐρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Εὐθύς ὅμως ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ἡ βελόνη ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν ὄχι μόνον τοῦ γήινου 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 ἀξάνεται **μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος**· τὸ μέγεθος συνεπῶς τῆς ἐκτροπῆς μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προσδιορίσωμεν **τὴν ἔντασιν** τοῦ ρεύματος.



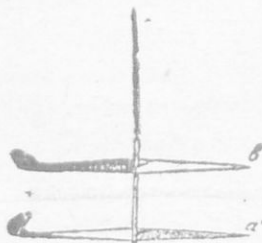
Σχ. 172

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 ἀυξάνοντας τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ ρεύματος καὶ ἐλαττοῦντες τὴν ἐνέργειαν τοῦ γήινου πεδίου.

Τὴν ἐνέργειαν τοῦ πεδίου τοῦ δημιουργουμένου ὑπὸ τοῦ ρεύματος ἀυξάνομεν, ἀυξάνοντας τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ σύρματος. Διότι ὅλα τὰ ρεύματα τὰ διατρέχοντα τὰς σπείρας τείνουν νὰ ἐκτρέψουν τὴν βελόνην, συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τοῦ Ampère, κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Τὴν ἐνέργειαν τοῦ γήινου 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 οὗτοι

μαγνήται είναι σχεδόν ὅμοιοι, αἱ κατ' ἀντίθετον φοράν ἐνέργειαι τοῦ γήινου πεδίου ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πόλων ἔχουν πολὺ μικρὰν ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ συνόλου.

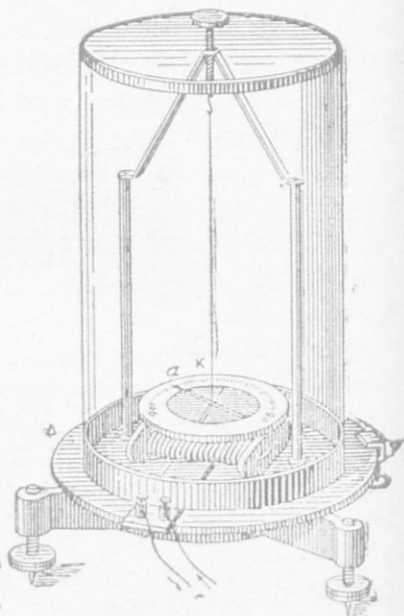


Σχ. 173

Ἐκ τῶν βελονῶν τούτων ἡ μὲν μία τίθεται ἐντὸς τοῦ πλαισίου, ἡ δὲ ἄλλη ὑπεράνω ταύτης καὶ ἐκτὸς τοῦ πλαισίου (σχ. 174).
Διὰ τοῦ ὄργανου τούτου δυνάμεθα: α') Νὰ ἐννοήσωμεν, ἐὰν διὰ ἀγωγοῦ τινος διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Πρὸς τοῦτο παρεμβάλλομεν τὸ γαλβανόμετρον εἰς τὸν ἐξεταζόμενον ἀγωγόν, ὅποτε ἡ βελόνη 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 βελόνη.

γ') Νὰ εὐρωμεν τὴν φοράν τοῦ ρεύματος σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φοράν καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ὅταν διοχετεύωμεν εἰς τὸ γαλβανόμετρον ρεῦμα γνωστῆς φοράς, π. γ. τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικοῦ στοιχείου.



Σχ. 174

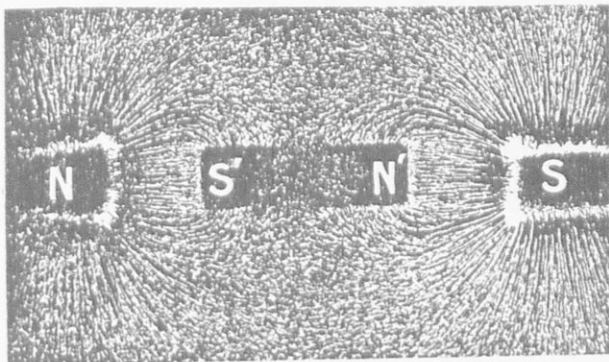
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

153. Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου. — Ὁ μαλακὸς σίδηρος τίθεμενος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μαγνητίζεται, δηλ. καθίσταται ἱκανὸς νὰ ἔλκῃ σιδηρὰ σωματάρια.

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-

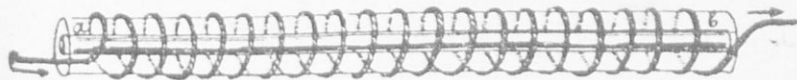
γνητικοὶ πόλοι, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα παρουσιάζονται πρὸ πάντων τὰ ἐκ ρινισμάτων νήματα. Αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ, αἱ ἴσποῖαι ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ βόρειου πόλου N, εἰσέρχονται



Σχ. 175

κατὰ τὸ S' εἰς τὸν σίδηρον, ὅπως ἀκριβῶς εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον ἄλλου μαγνήτου· συνεπῶς εἰς τὸ S' ἐσχηματίσθη νότιος πόλος. Ἐξερχόμενοι ἐκ τοῦ σιδήρου αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ καταλήγουν εἰς τὸν νότιον πόλον S τοῦ δευτέρου μαγνήτου· ἐπομένως εἰς τὸ N' ἐσχηματίσθη 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 τῆς εὑρίσκεται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ τοῦ Ampère, δηλ. κατὰ τὴν ἐξόδον τῶν δυναμικῶν γραμμῶν (σχ. 176).

“Όταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διακοπῆ, ὁ μαλακὸς σιδήρος ἀκαριαίως ἀπομαγνητίζεται. Συνεπῶς οἱ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου μαγνητῆται εἶναι μαγνητῆται 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 χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰ περάματα.

Σημείωσις. α') Δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν, ὅτι ἡ εἰσαγωγή τοῦ σιδήρου ἐντὸς τοῦ σωληροειδοῦς, ἣτις δὲν μετέβαλε τὴν φορὰν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, ἠῤῥησε σημαντικῶς τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου. Πράγματι, ἐὰν πλησιάζωμεν μαγνητικὴν βελόνην, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αὕτη ταλαντεύεται πολὺ ταχύτερον, ὅταν τὸ σωληροειδὲς περιέχη τὸν σιδήρον. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ δύναμις, ἣτις παρᾶγει τὴν ταλάντευσιν ταύτην, ἠῤῥηθή κατὰ πολὺ.

β') Εἰς τὰ πειράματα τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος οἱ κόκκοι τῶν ροιτισμάτων προσανατολίζονται, διότι μαγνητίζονται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς ὃ τίθενται. Σχηματίζουσι τότε νήματα συγκολλώμενα πρὸς ἀλλήλα διὰ τῶν ἑτεροπνεύμων πόλων των.

γ') Ἡ ἔλξις τοῦ σιδήρου ὑπὸ μαγνήτου προκύπτει ἐκ τοῦ ὅτι ὁ σιδήρος μαγνητίζεται ἐν τῷ πεδίῳ τοῦ μαγνήτου καὶ παρουσιάζει πρὸς τὸν πόλον τοῦ μαγνήτου πόλον ἑτεροπνεύμον, ὅστις ἔλκεται.—

154. Ἡλεκτρομαγνητῆται. — Ὁ ἠλεκτρομαγνητῆτης εἶναι μαγνητῆτης πρόσκαιρος, ὅστις ἀποτελεῖται ἀπὸ πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τυλίσσεται σύρμα χάλκινον μεμονωμένον.

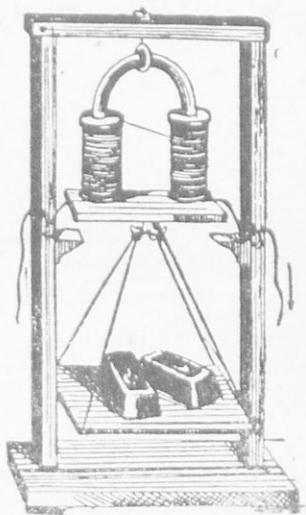
“Όταν διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὁ πυρῆν μαγνητίζεται· ἀπομαγνητίζεται δέ, εὐθὺς ὡς διακοπῆ τὸ ρεῦμα.

Συνήθως εἰς τοὺς ἠλεκτρομαγνητῆτας δίδουσι σχῆμα ἰππείου πετάλου (σχ. 177). Τὸ σύρμα τυλίσσεται ἐπὶ ἐκάστου βραχίονος καὶ μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ ἑνὸς βραχίονος εἰς τὸν ἄλλον, χωρὶς νὰ καλύψῃ τὸ κυρτὸν μέρος. Ἡ περιτύλιξις τοῦ σύρματος γίνεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ πυρῆνος νὰ σχηματίζονται πόλοι ἑτεροπνεύμον.

Οι ηλεκτρομαγνήται μαγνητίζονται ισχυρότερον τῶν ἐκ χάλυβος μαγνητῶν καὶ δημιουργοῦν ισχυρότερα μαγνητικὰ πεδία. Τὸν μαγνητισμὸν τῶν δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν κατὰ βούλησιν, ἀνοίγοντες ἢ κλείνοντας ἢ ἐλαττοῦντες ἢ αὐξάνοντας ἢ ἀναστρέφοντας τὸ ρεῦμα.

Τὴν ἰσχύν τῶν ηλεκτρομαγνητῶν δεικνύομεν ἐφαρμόζοντας 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 ηλεκτρομαγνητῶν.—Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, τὴν ὁποίαν ἔχουν οἱ ηλεκτρομαγνήται νὰ μαγνητίζονται κατὰ τὴν διόδον τοῦ ρεύματος καὶ νὰ ἀπομαγνητίζονται κατὰ τὴν

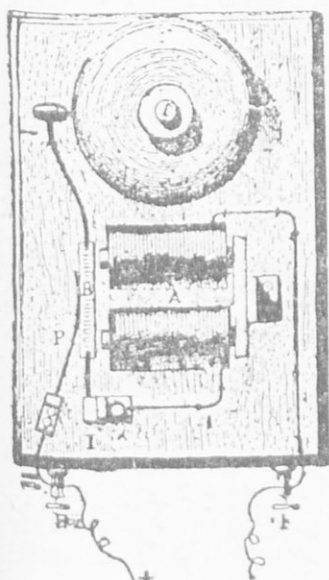


Σχ. 177

διακοπὴν αὐτοῦ, χρησιμοποιοῦνται εἰς πλῆθος πρακτικῶν ἐφαρμογῶν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΚΩΔΩΝ

Ὁ ἠλεκτρικὸς κώδων ἀποτελεῖται ἐξ ηλεκτρομαγνήτου καὶ ὄπλισμοῦ μετὰ σφύρας, ἥτις δύναται νὰ κτυπᾷ κώδωνα (σχ. 178). Ὁ ηλεκτρομαγνήτης Α εἶναι προσηλωμένος ἐπὶ μικρᾷ σανίδῃ. Ἀπέναντι τῶν πόλων του εὐρίσκεται ὄπλισμὸς ἐκ σιδήρου Β, ὅστις φέρεται ἐπὶ ἐλαστικοῦ μεταλλικοῦ ἐλάσματος. Ὁ ὄπλισμὸς προεκτείνεται διὰ στελέχους ἐφωδιασμένου μὲ σφῦραν. Κατὰ τὴν ἡρεμίαν 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



Σχ. 178

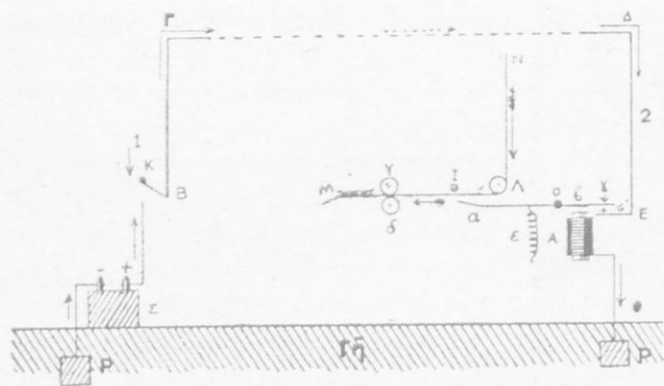
κατὰ τὸ Ι μετὰ τοῦ ἄλλου πόλου διὰ τοῦ σφύματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου.

Λ ε ι τ ο υ ρ γ ί α. "Όταν κλεισθῆ τὸ κύκλωμα τῆς στήλης, τὸ ρεῦμα φθάνει εἰς τὸν συναπτήρα Ε, διαρρέει τὸ ἐλατήριο Ρ, διέρχεται εἰς τὸν ὄπλισμόν Β, ἔπειτα διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ ἐλάσματος καὶ τοῦ σύρματος Γ φθάνει εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην Α, μεθ' ὃ διὰ τοῦ συναπτήρος F ἐπιστρέφει εἰς τὴν στήλην. Ἡ δίοδος τοῦ ρεύματος διεγείρει τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, καὶ ὁ ὄπλισμὸς Β ἐλκόμενος ἀπομακρύνεται τοῦ ἐλατηρίου Ρ, συνεπῶς τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἀπομαγνητίζεται καὶ ἡ ἔλξις παύει. Τότε τὸ ἐλαστικὸν ἐλάσμα, ἐπαναφέρει τὸν ὄπλισμόν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐλατηρίου Ρ, 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 ἀπομεμακρυσμένων 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 Κ, διὰ τοῦ ὁποῖου ἀφῆνομεν νὰ διέλθῃ εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς ΒΓΔΕ κατὰ διαστήματα καὶ με ἀνάλογον διάρκειαν

τὸ ρεῦμα τῆς στήλης Σ. Εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως 2 εὐρίσκεται δέκτης, ὅστις δέχεται τὰ σημεῖα ταῦτα. Τὸ οὐσιώδες ὄργανον τοῦ δέκτου τούτου εἶναι ἠλεκτρομαγνήτης Α, ὅστις δύναται νὰ ἔλκῃ τὸν ὄπλισμόν β. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς εἶναι συνδεδεμένα με μεταλλικὰς πλάκας Ρ βυθισμέναις βαθέως εἰς τὸ ἔδαφος, οὗτω δὲ

τὸ κύκλωμα κλείεται διὰ τοῦ ἐδάφους. Χάρις εἰς τὴν διάταξιν ταύτην ἡ γραμμὴ περιλαμβάνει ἐν μόνον σύρμα ἀντὶ δύο, ὅπερ ἐλαττώνει εἰς τὸ ἥμισυ τὴν ἀντίστασίν του.

Λειτουργία. Ὄταν καταβιβασθῇ ὁ διακόπτης Κ, γίνεται ἐκπομπὴ ρεύματος. Ἡ ἐκπομπὴ δύναται νὰ εἶναι μακρὰ ἢ βραχεῖα. Ἡ μακρὰ ἐκπομπὴ ἔχει διάρκειαν τρεῖς περίπου φορές μεγαλύτεραν τῆς βραχείας.

Διὰ καταλλήλου συνδυασμοῦ μακρῶν καὶ βραχειῶν ἐκπομπῶν δύναται νὰ παρασταθοῦν ὅλα τὰ γράμματα συμβατικῶς.

Εἰς ἐκάστην ἐκπομπὴν ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν ὀπλισμὸν του, τὸν ὁποῖον ἀνταγωνιστικὸν ἐλατήριον εἰς ἐπαναφέρει πρὸς τὰ ὑπίσω εἰς ἐκάστην διακοπὴν τοῦ ρεύματος. Τὴν διπλὴν ταύτην κίνησιν τοῦ ὀπλισμοῦ χρησιμοποιοῦν διὰ νὰ δεχθοῦν τὰ σημεῖα. Π. χ. εἰς τὸν δέκτην τοῦ Morse ὁ ὀπλισμὸς εἶναι συνδεδεμένος μὲ μοχλὸν αὐτοκινητὸν περὶ τὸ σημεῖον Ο· εἰς ἐκάστην ἔλξιν, τὸ ἄκρον α ἀνυψούμενον πιέζει ἐπὶ μελανωτικοῦ κυλίνδρου ε ταυνίαν ἐκ χάρτου ΝΑΜ, τὴν ὁποῖαν ἐκτυλίσσει ὥρολογιακὸς μηχανισμὸς. Αἱ βραχεῖαι καὶ μακρὰ ἐκπομπὰ ἐκφράζονται διὰ διαδοχῆς στιγμῶν καὶ γραμμῶν.

Σημείωσις. Εἰς τὴν πράξιν ἕκαστος σταθμὸς ἔχει πομπὸν καὶ δέκτην καὶ αἱ συνδέσεις ἔχουν ἀποκατασταθῆ κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὰ τηλεγραφήματα νὰ δύνανται νὰ ἀποστέλλονται καὶ κατὰ τὰς δύο φορές ἐπὶ τῆς γραμμῆς.—

Τ Η Λ Ε Φ Ω Ν Ο Ν

157. Τὸ **τηλέφωνον** εἶναι συσκευὴ μεταβιβάζουσα ἠλεκτρικῶς τὴν φωνὴν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις.

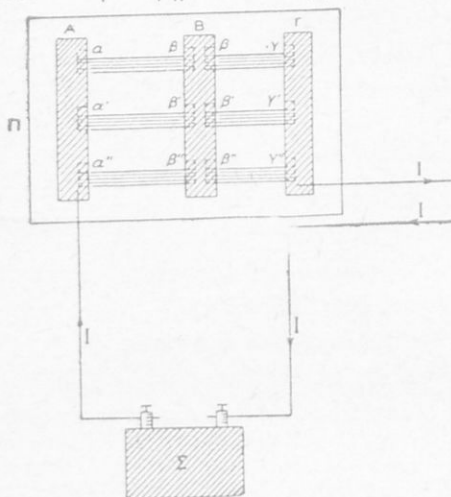
Ἀρχή. Οἱ δύο σταθμοὶ συνδέονται διὰ κλειστοῦ κυκλώματος. Τὸ κύκλωμα τοῦτο περιλαμβάνει στήλην καὶ **πομπὸν** εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀναχωρήσεως, **δέκτην** δὲ εἰς τὸν σταθμὸν τῆς ἀφίξεως.

Σήμερον γενικῶς χρησιμοποιεῖται ὡς πομπὸς τὸ **μικρόφωνον**.

Τὸ μικρόφωνον περιλαμβάνει κυρίως ἔλασμα ἐκ ξύλου ἐλάτης Π, ἐνώπιον τοῦ ὁποῖου ὀμιλοῦμεν.

Ὅπισθεν τοῦ ἐλάσματος τούτου (σχ. 180) εἶναι στερεωμένοι δύο ἢ τρεῖς πλάκας ἐξ ἄνθρακος Α, Β, Γ, αἱ ὁποῖαι φέρουν πλαγίως μικρὰς καυλότητας, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσέρχονται τελείως ἐλεύθερα τὰ ἄκρα

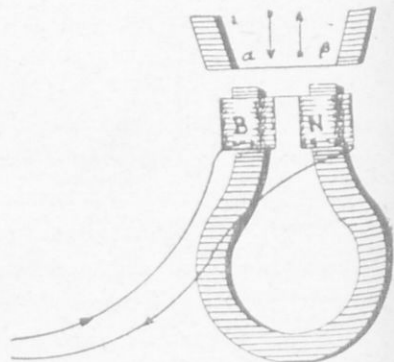
ραβδίων ἐξ ἄνθρακος (αβ, α'β' κτλ.) διαφόρου ἀριθμοῦ. Ἡ συσκευή αὕτη παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τῆς στήλης Σ οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα, διὰ νὰ μεταβῇ εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς, πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ τῶν ἐξ ἄνθρακος ραβδίων.



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 ἐλαττωθῆται, ἐλαττωθῆται 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 γραμμῆς 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 πυθμένα μικροῦ ὄλμου, τοῦ ὁποίου τὸ ἄνοιγμα ἐφαρμόζεται εἰς τὸ οὖς. Ἐνεκὰ τῶν μεταβολῶν τῆς ὁποίας ὡς εἶδονεν, ὑφίσταται ὁ μα-

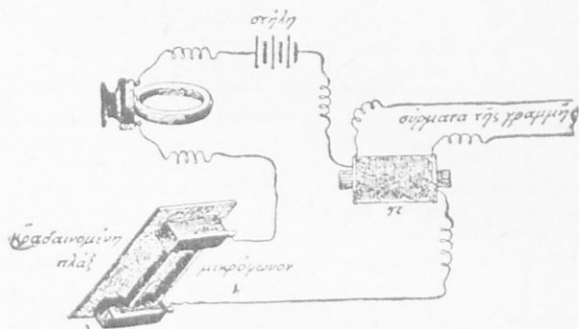


Σχ. 181

ἐκ σιδήρου, στερεωμένον εἰς τὸν πυθμένα μικροῦ ὄλμου, τοῦ ὁποίου τὸ ἄνοιγμα ἐφαρμόζεται εἰς τὸ οὖς. Ἐνεκὰ τῶν μεταβολῶν τῆς ὁποίας ὡς εἶδονεν, ὑφίσταται ὁ μα-

γνητισμός τοῦ πυρήνος, τὸ λεπτόν 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 τοιουτοτρόπως, ὥστε τὸ κύκλωμα νὰ κλείε-



Σχ. 182

ται καὶ συνεπῶς ἡ σπῆλη 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 ἐνταση τοῦ τηλεφωνικοῦ ρεύματος (σχ. 182).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'

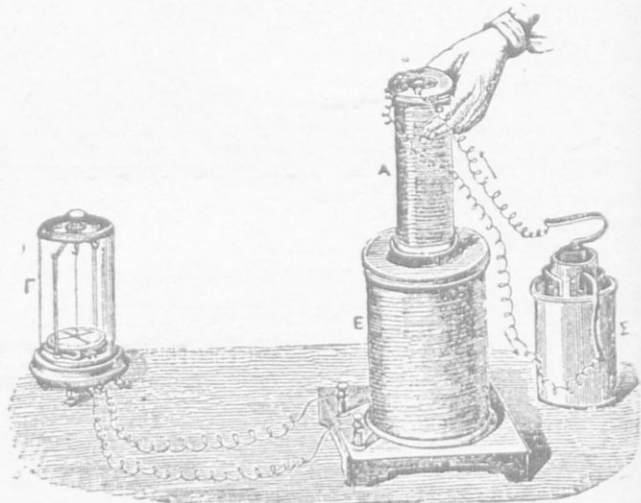
ΕΠΑΓΩΓΗ

158. Ἐπαγωγή. — Ἡλεκτρικὰ ρεύματα δύνανται νὰ παραχθοῦν εἰς ἄγωγόν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνητικῶν συστημάτων μεταβλητῶν (ρευμάτων ἢ μαγνητῶν). Τὸ μαγνητικὸν σύστημα, τὸ ὁποῖον παράγει ρεῦμα, καλεῖται **ἐπαγωγεὺς**, τὸ δὲ παραγόμενον ρεῦμα καλεῖται **ἐπαγωγικόν**.

159. Ἐπαγωγή διὰ τῶν ρευμάτων. — Λάβωμεν δύο πηνία Α καὶ Ε (σχ. 183) καὶ τὰ μὲν πέρατα τοῦ ἄγωγοῦ τοῦ πηνίου Α συνάψωμεν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ, τὰ δὲ τοῦ πηνίου Ε μετὰ τῶν συναπτήρων 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, 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 κυκλοφορή-



Σχ. 183

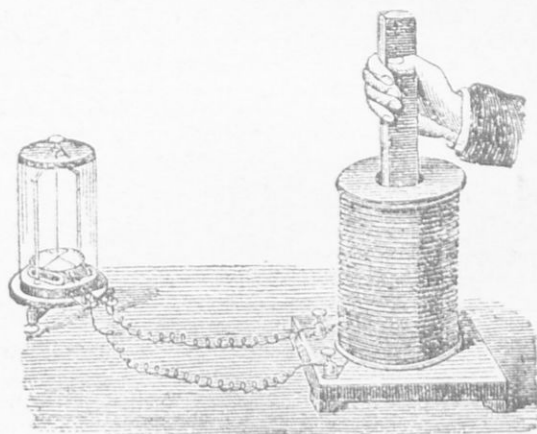
σῃ εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ πηνίου Ε, ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, καὶ τὸ γαλβανόμετρον θὰ ἐκτραπῇ στιγμιαίως καὶ θὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὸ 0, ὅπου θὰ παραμείνῃ, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως θὰ παραμείνῃ σταθερὸν εἰς τὸ κύκλωμα Α. Τὰ αὐτὰ θὰ παρατηρήσωμεν, καὶ ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ Α.

Δηλαδή: Πᾶν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἄρχεται ἢ ἐνισχύεται ἢ πλησιάζει, γεννᾷ εἰς γειτονικὸν κύκλωμα ρεῦμα ἐπαγωγικὸν ἀντίρροπον πρὸς ἑαυτό. Πᾶν δὲ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παύει ἢ ἐξασθενεῖ ἢ ἀπομακρύνεται, γεννᾷ εἰς τὸ γειτονικὸν κύκλωμα ρεῦμα ἐπαγωγικὸν ὁμόρροπον.

160. Έπαγωγή διὰ μαγνητῶν.—Έπειδὴ ὁ μαγνήτης ἐνεργεῖ ὡς σωληνοειδές, εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ ἐπαγωγή δύναται νὰ γίνη καὶ διὰ μαγνητῶν.

A') Έάν εἰσαγάγωμεν ἀποτόμως μαγνήτην εἰς κοῖλον πηνίον, τοῦ ὁποίου τὸ κλειστὸν κύκλωμα περιλαμβάνει γαλβανόμετρον (σχ. 184), θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἀγωγὸς τοῦ πηνίου διαρρέεται ἀκαριαίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἀντιρρόπου πρὸς τὰ ρεύματα τοῦ Ampère, 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 ἀγωγὸς τοῦ πηνίου διαρρέεται ἀκαριαίως ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ὁμορρόπου πρὸς τὸ τοῦ μαγνήτου.

B') Έπαγωγικὸν ρεῦμα γεννᾶται, ὅταν μαγνητίζωμεν πυρῆνα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ὁ ὁποῖος καταλαμβάνει τὸν ἄξονα πηνίου. Ὁ πυρῆν δύναται νὰ μαγνητισθῆ, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς ἓν τῶν ἄ-



Σχ. 184

κρων τοῦ 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.

Γ') Έάν 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. Έκ τούτου γεννᾶται εἰς τὸ πηνίον ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἀντίρροπον πρὸς τὰ ρεύματα τοῦ μαγνήτου. Τοῦναντίον, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν ταχέως ἐκ τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου τὸν μαλακὸν σίδηρον,

παράγεται εἰς τὸ πηνίον ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ὁμόρροπον. Τὰ ρεύματα ταῦτα, τὰ ὅποια σημειοῖ τὸ γαλβανόμετρον, εἶναι πολὺ βραχέα, ὅπως καὶ αἱ κινήσεις ἐκ τῶν ὁμοίων γεννῶνται.

161. Αὐτεπαγωγή. — "Ὅταν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἔντασιν, ἐξασκεῖ ἐπαγωγὴν ὄχι μόνον εἰς γειτονικὸν κύκλωμα, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ ἰδίου κυκλώματος.

Ρεῦμα, τὸ ὅποιον ἄρχεται, γεννᾷ δι' ἐπαγωγῆς εἰς τὸ κύκλωμά του ρεῦμα ἀντίρροπον, τὸ ὅποιον καλεῖται **ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς**. Τὸ ρεῦμα τοῦτο ἐπιβραδύνει τὴν ἀποκατάστασιν τοῦ κυρίου ρεύματος.

Ρεῦμα, τὸ ὅποιον διακόπτεται, παράγει εἰς τὸ κύκλωμά του ρεῦμα αὐτεπαγωγῆς ὁμόρροπον, τὸ ὅποιον ἐνισχύει τὸ κύριον ρεῦμα.

Ἐνάλογον ὑδραυλικὸν φαινόμενον εἶναι τὸ ἐξῆς: "Ὅταν σχηματίζεται ρεῦμα ὕδατος ἐντὸς σωλῆνος, χρειάζεται ὀρισμένους χρόνους, ἵνα ἡ ροὴ λάβῃ τὴν κανονικὴν τῆς ταχύτητα. Ἐὰν ἡ ροὴ διακοπῇ ἀποτόμως, τὸ ρεῦμα δὲν παύει ἀκαριαίως, ἡ δὲ κτηθεῖσα ταχύτης παράγει ἰσχυρὰν κρούσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος. Ἡ κρούσις αὕτη ἀνυψοῖ στιγμιαίως μέρος τοῦ ὑγροῦ ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ ἐξ ἧς προέρχεται.

Ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων αὐτεπαγωγῆς. Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ σπινθῆρος ἢ ὁ κλονισμὸς, τὸν ὅποιον αἰσθανόμεθα, ὅταν διακόπτωμεν κύκλωμα περιλαμβάνον πηνίον, ὀφείλεται εἰς τὸ ἐξ αὐτεπαγωγῆς παραγόμενον κατὰ τὴν διακοπὴν ὁμόρροπον ρεῦμα.

Ἐὰν τὸ κύκλωμα περιλαμβάνῃ σύρμα τεταμένον μεταξὺ τῶν πόλων στήλης, ὁ σπινθῆρ τῆς διακοπῆς εἶναι ἀνεπαίσθητος. Ἐὰν ὅμως τὸ σύρμα ἔχῃ **τυλιχθῆ** σπειροειδῶς, ἡ ἀντίστασις του δὲν μεταβάλλεται, ἀλλ' ὁ σπινθῆρ τῆς διακοπῆς εἶναι ἐνισχυμένος.

Ἐὰν μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ἀνωτέρου κυκλώματος λάβωμεν διὰ τῶν χειρῶν τὰ δύο ἅκρα τοῦ σύρματος καί, ἀφοῦ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν, 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 Rumhkorff.—Τὸ Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τοῦ Ἰνστιτούτου Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

πηνίον τοῦ Rumkorff εἶναι ἡ πηγὴ ἐπαγωγικῶν ρευμάτων ὑψηλοῦ δυναμικοῦ, ὑφειλομένων εἰς τὰς ταχέας μεταβολὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἡλεκτρομαγνήτου. 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.

Πέριξ τοῦ κεντρικοῦ τούτου πηνίου καὶ χωριζόμενον ἀπὸ τούτου διὰ σωλήνος ἐξ ἐβονίτου, περιελίσσεται σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον, μεμονωμένον, μεγάλου μήκους, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΒΒ.

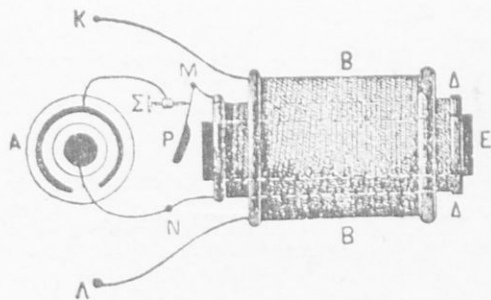
Τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΔΔ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος στήλης Α, τὸ ὁποῖον διακόπτεται καὶ ἀποκαθίσταται τῇ βοηθείᾳ τοῦ διακόπτου ΜΡ, τοῦ ὁποῖου ἡ λειτουργία εἶναι ὅμοια πρὸς τὴν τῶν ἡλεκτρικῶν κωδῶνων.

Εἰς ἐκάστην ἀποκατάστασιν τοῦ ρεύματος τούτου γεννᾶται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίρροπον πρὸς τὸ ἐπιδρωῶν, εἰς ἐκάστην δὲ διακοπὴν γεννᾶται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόρροπον. Τὰ ρεύματα ταῦτα ἐνισχύονται ὑπὸ τοῦ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆνος.

Τοιοῦτοτρόπως διὰ τῶν διαδοχικῶν ἀποκαταστάσεων καὶ διακοπῶν τοῦ ἐπιδρωῶντος 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 καί, 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 ἡλεκτρισμοῦ τῶν ὁποίων εἶναι ἴσαι. Διότι τὰ δύο ταῦτα ρεύματα ὑφείλονται εἰς τὴν ἐμφάνισιν καὶ ἐξάνισιν τῆς αὐτῆς αἰτίας.

Ἀμφότερα τὰ διαδοχικά ταῦτα ρεύματα, δηλ. καὶ τὸ ἀντίρροπον καὶ τὸ ὁμόρροπον, παράγουν κενωρισμένως ἐκτροπὰς τοῦ γαλβανου-



Σχ. 185

μέτρου ἴσας καὶ ἀντιθέτους, ἢ διαφορὰ ὅμως τοῦ μεγίστου δυναμικοῦ εἶναι μεγαλύτερα διὰ τὸ ὁμόροπον 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 τὴν διακοπὴν (ὁμόροπον) παραγόμενον ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα εἶναι πολὺ σύντομον.

Ἐὰν πλησιάσωμεν 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 ἕνεκα τῆς σχετικῶς μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικῶν τῶν ἀντιρρόπων ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων, οἱ σπινθῆρες παράγονται μόνον κατὰ τὰς διακοπὰς τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος, εὐθύς ὡς ἡ ἀπόστασις τῶν ἄκρων Κ καὶ Λ τοῦ σύρματος αὐξήθη ὀλίγον. Τότε τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα διέρχεται κατὰ τὴν μίαν μόνον φοράν, 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.

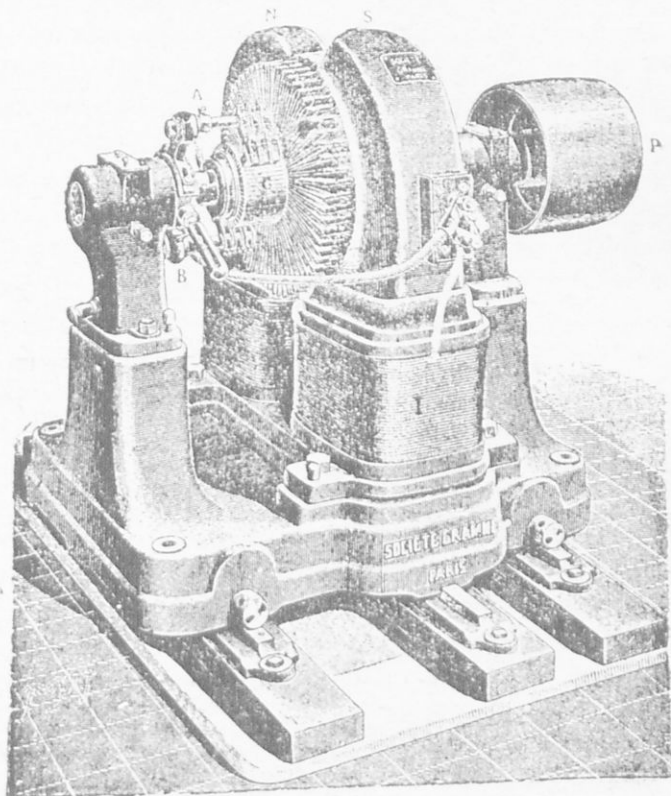
Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν, ὅτι ἡ μηχανὴ εἶναι **δέκτρια**, διότι δέχεται ρεῦμα, ἢ ὅτι ἀποτελεῖ **κινητῆρα**, διότι παρέχει ἔργον.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἡ αὐτὴ μηχανὴ **καταναλίσκει** τὸ μηχανικὸν ἔργον τὸ παραγόμενον ὑπὸ οἰουδήποτε κινητῆρος καὶ **παρέχει** ρεῦμα. Λέγομεν τότε, ὅτι αὕτη λειτουργεῖ ὡς **γεννήτρια** ἠλεκτρισμοῦ.

Ἡ μηχανὴ τοῦ Gramme περιλαμβάνει δύο κυρίως συστήματα :

α') τὸν **ἐπαγωγέα**, ὅστις χρησιμεύει διὰ τὴν παραγωγὴν σταθεροῦ

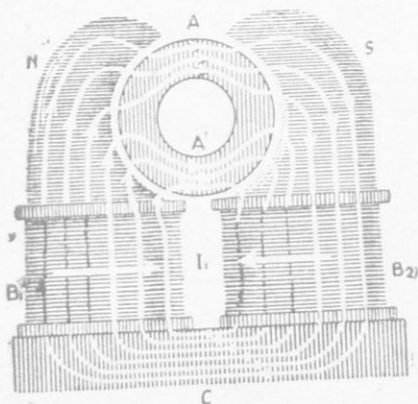
μαγνητικού πεδίου, β') τὸ ἐπαγωγίμων. Τοῦτο εἶναι πηγίον στρεφόμενον ἐντὸς τοῦ ὡς ἄνω μαγνητικοῦ πεδίου, ὅποτε παράγονται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ ἐπαγωγικά ρεύματα.



Σχ. 186

164. Έπαγωγός.—Οὗτος δύναται νὰ εἶναι μαγνήτης, ὅποτε ἡ μηχανὴ λέγεται **μαγνητοηλεκτρικὴ** ἢ *magneto*: ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὅμως ὁ ἐπαγωγός εἶναι ἠλεκτρομαγνήτης καὶ ἡ μηχανὴ τότε λέγεται **δυναμοηλεκτρικὴ** ἢ *dynamo*. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὁ ἐπαγωγός συνίσταται ἐκ δύο πηγίων κατακορυφῶν B_1 καὶ B_2 (σχ. 187) με πυρῆνας ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οἱ πυρῆνες οὗτοι εἶναι συνδεδεμένοι με τὸν σιδηροῦν **συνδετῆρα C** καὶ προεκτενόμενοι πρὸς τὰ ἄνω ἀπο-

τελούν τὰ **πολικὰ** τεμάχια N και S, τὰ ὁποῖα ἀφήνουν μεταξὺ των κυλινδρικών ἀνοίγματα.



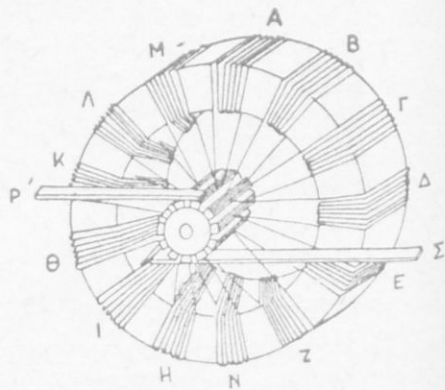
Σχ. 187

Τὸ σύνολον τοῦ ὄπλισμοῦ καὶ τῆς σπείρας ἀποτελεῖ τὸν **δακτύλιον** τοῦ Gramme (σχ. 189). Ὁ δακτύλιος οὗτος εἶναι κινητὸς περὶ ἄξονα ὀριζόντιον, ὃ ὁποῖος διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον του καὶ εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐντὸς τοῦ κυλινδρικοῦ ἀνοίγματος, τὸ ὁποῖον καὶ καταλαμβάνει ὀλόκληρον. Τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ δακτυλίου καὶ 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 ἕμισυ αὐτῶν νὰ διαρρέῃ τὸ ἄνω μέρος τοῦ δακτυλίου καὶ τὸ ἄλλο ἕμισυ τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ. Κατόπιν εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

165. Ἐπαγωγίμων. — Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπὸ ὄπλισμὸν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου AA', ὁποῖος εἶναι κοῖλος κύλινδρος (σχ. 188), καὶ ἀφ' ἑτέρου ἀπὸ ἀτέρμωνα σπείραν ἐκ χαλκί-νου λεπτοῦ καὶ μεμονωμένου σύρματος, περιτυλιγμένην ἐπὶ τοῦ ὄπλισμοῦ τούτου. Τὸ σύρμα τοῦτο 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 ἠλεκτρομαγνητοῦ ὑπάρχει ἰσχυρὸν μαγνητικὸν πεδίον.

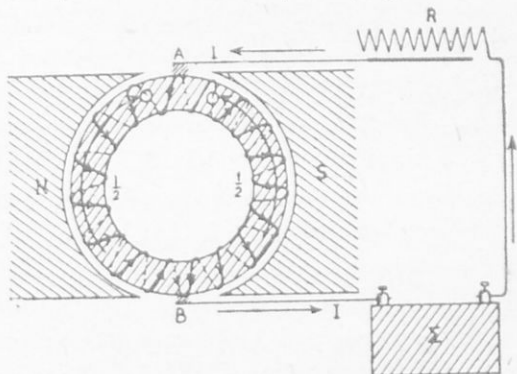
Συλλέκται καὶ ψήκτραι. Ὁ συλλέκτης περιλαμβάνει σειρὰν χαλκίνων ἐλασμάτων μεμονωμένων ἀπ' ἀλλήλων καὶ τοποθετημένων ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς τοῦ δακτυλίου κατὰ τὰς γενετείρας αὐτοῦ. Ὑπάρχουν δὲ τόσα ἐλάσματα ὅσα καὶ πηνία (σχ. 188). Τὰ ἐλάσματα τοῦ συλλέκτου

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, εἰς τὸ ὁποῖον τελειώνει τὸ πηνίον Β, καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀρχίζει τὸ πηνίον Γ, εἶναι στερεωμένα εἰς τὸ ἐπόμενον ἔλασμα καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Τοιοῦτοτρόπως τὰ πηνία καὶ τὰ ἐλάσματα ἀποτελοῦν συνεχὲς κύκλωμα.

Αἱ ψήκτραι εἶναι ἐλάσματα Ρ καὶ Σ (σχ. 188) (Α καὶ Β, εἰς τὸ σχ. 189) ἐκ μετάλλου ἢ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ροβδία ἐξ ἄνθρακος, τὰ ὁποῖα συνδέονται μεταλλικῶς μὲ δύο συναπτῆρας, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Αἱ δύο ψήκτραι προστρέβονται ἐπὶ τοῦ συλλέκτου εἰς τὰ ἄκρα διαμέτρου κατακορύφου.



Σχ. 189

166. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας. — Ἐστω, ἔτι ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβαζόμενον εἰς τὰ πηνία Β₁ καὶ Β₂ τοῦ ἠλεκτρομαγνητοῦ (σχ. 187) δημιουργεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ὅτι οἱ συναπτῆρες τῆς μηχανῆς ἠνώθησαν δι' ἀγωγῶν μὲ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς πηγῆς (σχ. 189). Τὸ ρεῦμα τῆς πηγῆς ταύτης φθάνει εἰς τὸν δακτύλιον διὰ τῆς ψήκτρας Α π.χ. καὶ ἐξέρχεται διὰ τῆς ψήκτρας

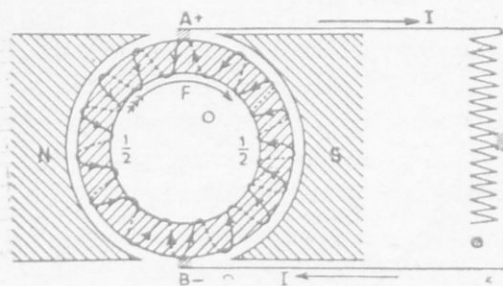
B, ἀφοῦ διανεμηθῆ ἐξ ἴσου μεταξύ τῶν σπειρῶν τῶν πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς διαμέτρου AB καὶ τῶν πρὸς τὰ ἀριστερά. Ὁ δακτύλιος τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, τὴν ὁποίαν μεταδίδει εἰς τὸν ἄξονά του, καὶ ἡ μηχανὴ εἶναι **κινητῆρ**, τοῦ ὁποίου κανονίζομεν τὴν ἰσχύν, μεταβάλλοντες καταλλήλως τὸ ρεῦμα.

Ἡ περιστροφή τοῦ δακτυλίου παράγεται ὑπὸ τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐξασκοῦνται μεταξύ 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 στρέψουν τὸν δακτύλιον κατὰ τὴν φοράν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου.

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ στροφή ἀλλάσσει φοράν, εἴτε ὅταν ἀναστρέψωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως, εἴτε ὅταν ἀναστρέψωμεν τὸ ρεῦμα τοῦ δακτυλίου.

Τέλος, ὅταν ἀξάνεται ἡ ἐντάσις τῶν ρευμάτων τούτων, αὐξάνεται προφανῶς καὶ ἡ ἐντάσις τῶν δράσεων, τὰς ὁποίας οἱ διάφοροι οὔτοι ἠλεκτρομαγνήται ἐξασκοῦν ἐπ' ἀλλήλων, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἰσχὺς τοῦ κινητῆρος καθίσταται μεγαλύτερα.

167. Λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς γεννητριάς.— 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 κινητῆρος εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸ ἐπαγωγίμου κατὰ τὴν φοράν τοῦ βέλους F π.χ. (σχ. 190) καὶ συνδέομεν τοὺς πόλους A καὶ B τοῦ ἐπαγωγίμου διὰ τινος ἐξωτερικοῦ ἀγωγῶ. Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ὁ

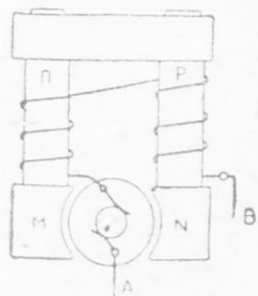
ἀγωγὸς οὗτος διαρρέεται τότε ὑπὸ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντάσεως E . Τὸ ρεῦμα τοῦτο ὑφείλεται εἰς δύο ἐπαγωγικά ρεύματα ἐντάσεως $\frac{E}{2}$.

τά 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 μηχανήν, ὅταν αὕτη λειτουργῇ ὡς κινητήρ, διὰ νὰ στραφῇ ὁ δακτύλιος κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν F . Ὡς δὲ ἐμάθομεν, τὸ ρεῦμα τοῦτο διανέμεται ἐξ ἴσου μεταξὺ τῶν σπειρῶν τῶν δύο ἡμισέων τοῦ δακτυλίου συνεπῶς καὶ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς παραγόμενα ἤδη ρεύματα θὰ ἀποτελοῦνται ἐκ τῆς συνενώσεως δύο τοιούτων ἡμισέων.

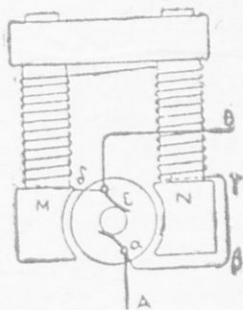
168. Διέγερσις τοῦ ἐπαγωγέως. — Διὰ νὰ δημιουργηθῇ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, πρέπει νὰ διεγερθῇ ὁ ἐπαγωγέως, δηλ. νὰ διοχετευθῇ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὰ πηνία αὐτοῦ. Ἀναλόγως τῆς προσλεύσεως τοῦ ρεύματος τούτου διακρίνομεν :

α') **Διέγερσιν ἀνεξάρτητον.** Κατ' αὐτὴν, τὸ ρεῦμα προέρχεται ἐκ πηγῆς οἰκισδήποτε, ξένης ὡς πρὸς τὴν μηχανήν, π.χ. ἠλεκτρικῆς στήλης ἢ συσσωρευτοῦ ἢ ἄλλης μηχανῆς.

β') **Διέγερσιν κατὰ σειράν.** Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον τῆς διε-



Σχ. 191

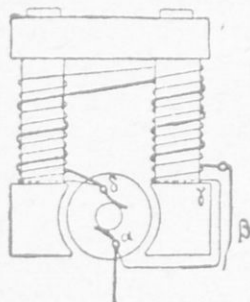


Σχ. 192

γέρσεως, συνδέομεν τὴν μίαν ψήκτραν μὲ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. 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 ἠλεκτρομαγνήτου συνδέονται ἕκαστον μὲ μίαν ἀπὸ

τάς ψήκτρας. Δύο άλλα σύρματα Α καὶ Β (σχ. 192) ἀναχωροῦν ἀπὸ τὰς ψήκτρας καὶ ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν κύκλωμα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ ἐπαγωγεὺς τροφοδοτεῖται ὑπὸ μέρους τοῦ ρεύματος τοῦ ἐπαγωγίμου.



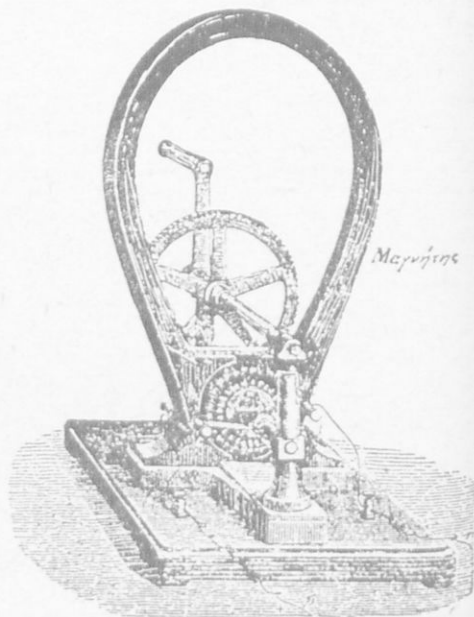
Σχ. 193

Κατὰ τοὺς δύο τούτους τελευταίους τρόπους διεγέρσεως ἡ μηχανὴ ἐνεργοῦσα ὡς γεννήτρια πρέπει νὰ διεγερθῇ μόνη της, ὅποτε λέγομεν, ὅτι λειτουργεῖ δι' αὐτοδιέγερσεως. Ἡ αὐτοδιέγερσις ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι οἱ πυρῆνες τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν, ἅπαξ μαγνητισθέντες δι' ἐξωτερικοῦ ρεύματος, διατηροῦν πάντοτε

ἴσχη μαγνητισμοῦ, τὰ ὅποια ἀρκοῦν νὰ δημιουργήσουν εἰς τὸ ἐπαγωγίμον ἀσθενὲς ρεῦμα. Τοῦτο δέ, διερχόμενον ὀλόκληρον ἢ ἐν μέρει διὰ τοῦ ἐπαγωγέως, αὐξάνει τὸ μαγνητικὸν πεδίου· τὸ ρεῦμα τοῦ ἐπαγωγέως αὐξάνεται 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 χρησιμοποιοῦν μικρὰς μηχανὰς τοῦ Gramme μαγνητοηλεκτρικὰς (magneto), εἰς τὰς ὁποίας δηλαδὴ ὁ ἐπαγωγεὺς εἶναι μόνιμος μαγνήτης.



Σχ. 194

Τὸ σχῆμα 194 παριστᾷ συνήθη μαγνητοηλεκτρικὴν μηχανήν.
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

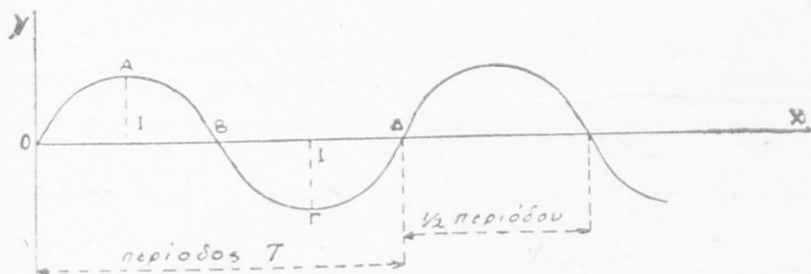
Ὁ δακτύλιος, ὅστις στρέφεται μεταξύ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, τίθεται εἰς κίνησιν διὰ στροφάλου καὶ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΣΤ'

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

169. Ὅρισμοί. — "Εν μεταβλητὸν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα λέγεται **περιοδικόν**, ἐὰν ἡ ἔντασις του ἀναλαμβάνῃ 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 $N.T = 1$, ἐξ ἧς $N = \frac{1}{T}$.

Τὸ περιοδικὸν ρεῦμα εἶναι **ἐναλλασσόμενον**, ἐὰν ἔχῃ ὀρισμέ-



Σχ. 195

νην φοράν κατὰ τὸ ἓν μέρος τῆς περιόδου καὶ τὴν ἀντίθετον φοράν κατὰ τὸ ὑπόλοιπον.

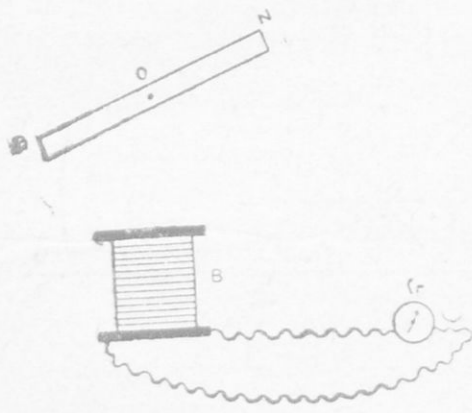
Λάβωμεν δύο ἄξονας ὀρθογωνίους (σχ. 195) : τὸν OX , ὅστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν χρόνων, καὶ τὸν OY , ὅστις εἶναι ὁ ἄξων τῶν ἐντάσεων.

Τὸ ρεῦμα μεταβαίνειν κατὰ μίαν φοράν ἔχει ἔντασιν, ἡ ὁποία ἄρχεται ἐκ τοῦ μηδενὸς (ἀρχὴ 0), αὐξάνεται βαθμηδὸν καὶ φθάνει εἰς μίαν τιμὴν μεγίστην (σημεῖον A). Κατόπιν ἐλαττοῦται καὶ μηδενίζεται (σημεῖον B). Μετὰ ταῦτα, τοῦ ρεύματος μεταβαίνοντος κατ' ἀντίθετον φοράν, ἡ ἔντασις του 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 κινήτῶν 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 ἀγωγὸν τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐπαγωγικὸν κατὰ τινὰ φοράν. Ὅταν ὁ πόλος



Σχ. 196

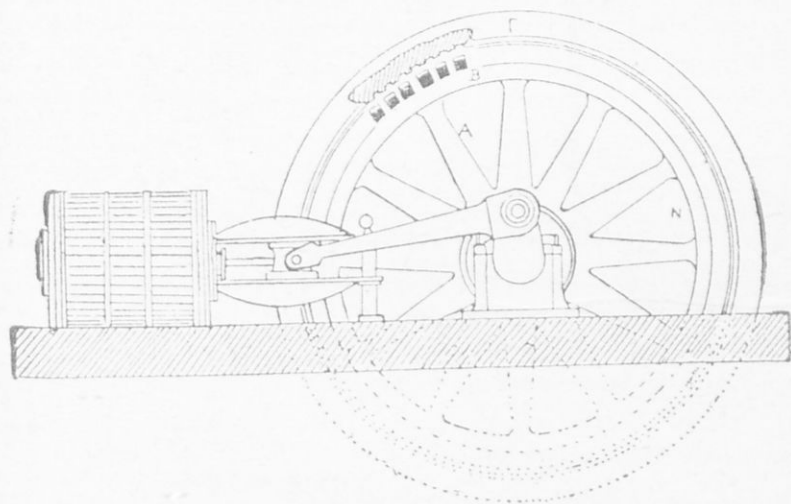
B ἀπομακρύνεται, τὸ ἀντίθετον φαινόμενον παράγεται, καὶ εἰς τὸν ἀγωγὸν παράγεται ρεῦμα ἐπαγωγικὸν φορᾶς ἀντιθέτου πρὸς τὴν τοῦ πρώτου καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς. Ἐπίσης ἡ δίοδος τοῦ πόλου N τοῦ μαγνήτου πρὸ τοῦ πηνίου θὰ παράγῃ ἀνάλογα ἀποτελέσματα, ἀλλὰ μὲ τὴν διαφορὰν, ὅτι τὸ ρεῦμα θὰ ἔχῃ, ὅταν πλησιάζῃ ὁ πόλος N, τὴν φοράν, ἣν εἶχεν, ὅτε ἀπεμακρύνετο ὁ πόλος B. Ἐὰν τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου συνδεθοῦν μετὰ τῶν συναπτήρων γαλβανομέτρου Γ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ βελὸνῃ αὐτοῦ αἰωρεῖται κατὰ τὰς δύο φοράς, ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου δὲν εἶναι μεγάλη. Εἰς τὴν περίπτωσιν πολὺ ταχείας στροφῆς, ἡ βελὸνῃ δὲν θὰ ἔχῃ τὸν χρόνον νὰ μετατίθεται οὔτε κατὰ τὴν μίαν φοράν οὔτε κατὰ τὴν ἄλλην.

Ἡ περίοδος τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι ἡ διάρκεια τῆς περιστροφῆς τοῦ μαγνήτου καὶ ἡ συχνότης εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

Σημείωσις. Ἀντὶ νὰ στρέφεται ὁ μαγνήτης, δύναται νὰ στρέψῃ

φεται τὸ πηρίον. Ἐπίσης, ἀντὶ ἑνὸς πηρίου καὶ ἑνὸς μαγνήτου, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν πολλὰ πηρία καὶ ἰσάριθμοι μαγνήται.

171. Ἐναλλακτῆρ μετ' ἐπαγωγίμου ἀκινήτου.— Εἰς τοὺς βιομηχανικοὺς ἐναλλακτῆρας γίνεται κανονικὴ σχετικὴ μετάθεσις ἑνὸς ἐπαγωγικοῦ συστήματος καὶ ἑνὸς συστήματος ἐπαγωγίμου. Εἶναι ἀδιάφορον ποῖον ἐκ τῶν δύο μετατίθεται· εἰς τὰς μηχανὰς ὅμως μεγάλης ἰσχύος προτιμῶνται σταθερὰ ἐπαγωγίμα, ἵνα ἐπιτυγχάνωνται πολὺ ὑψηλὰ δυναμικὰ μετὰ μεγαλυτέρας ἀσφαλείας διὰ τὴν ἀπομόνωσιν. Τὸ ἐπαγωγίμον οὐδὲν ἔχει τότε τεμάχιον κινήτων καὶ τὰ ρεύματα συλλέγονται ἐπὶ δύο σταθερῶν συναπτῆρων.

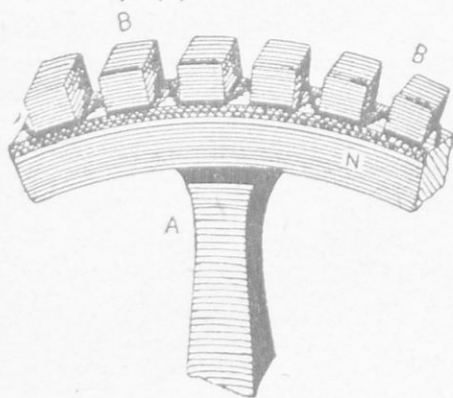


Σχ. 197

Ἐπαγωγεὺς. Οὗτος συνίσταται ἐκ τροχοῦ Α, ἐπὶ τῆς περιφέρειας Ν τοῦ ὁποίου εἶναι προσηρμοσμένοι ἠλεκτρομαγνήται μετὰ πυρήνων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου διευθυνόμενοι κατὰ ἀκτῖνας ἰσάκεις ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων (σχ. 197). Ὁ τροχὸς οὗτος στρέφεται διὰ κινήτηρος. Ἐπὶ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ἔχει περιτυλιχθῆ ὁ αὐτὸς μεμονωμένος ἀγωγός. Ἡ δὲ φορὰ τῆς περιτυλίξεως εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἐπὶ διαδοχικῶν πυρήνων οἱ ἐξωτερικοὶ πόλοι νὰ εἶναι ἐναλλάξ βόρειοι καὶ νότιοι (σχ. 198). Ὁ ἀγωγός τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν τούτων διαρρέεται ὑπὸ συνεχοῦς ρεύματος πηρομένου ὑπὸ ἀνεξαρτήτου δυναμοηλεκτρι-

κῆς μηχανῆς. Τὸ ρεῦμα τοῦτο φθάνει διὰ δύο ψηκτρῶν, αἱ ὁποῖαι προστρέβονται ἐπὶ δύο μεμονωμένων ραβδίων στερεωμένων ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ καὶ συνδεδεμένων εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἤλεκτρομαγνητῶν.

Ἐπαγωγίμον. Πέριξ τοῦ κινητοῦ

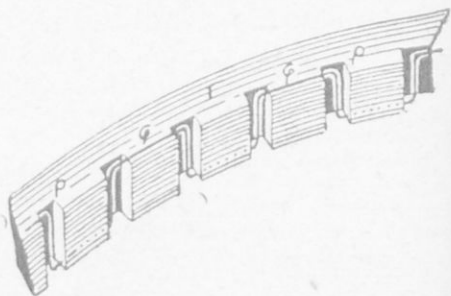


Σχ. 198

τούτου τροχοῦ εὑρίσκεται ἀκίνητος σιδηροῦς δακτύλιος Γ ὁμόκεντρος μετὰ τοῦ τροχοῦ, φέρων ἐσωτερικῶς ἐσκαμμένες ἐγκοπὰς Ρ ἰσάκεις ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων, αἱ ὁποῖαι ἐπιτρέπουν τὴν περιτύλιξιν σύρματος καὶ σχηματίζουν τόσα πηνία (σχ. 199), ὅσοι ἤλεκτρομαγνηταὶ ὑπάρχουν εἰς τὸν ἐπαγωγέα. Ἀπὸ τοῦ ἑνὸς πηνίου εἰς τὸ ἐπόμενον, ἢ περιτύλιξις τοῦ σύρματος ἔχει γίνεαι κατὰ φορὰν ἀντί-

θετον. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος καταλήγουν εἰς δύο ἐξωτερικοὺς συναπτήρας, αἱ ὁποῖαι εἶναι οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς.

Λειτουργία. Ὅταν ὁ ἐπαγωγεὺς τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, κατὰ πᾶσαν στιγμὴν εἰς βόρειος πόλος ἑνὸς τῶν ἤλεκτρομαγνητῶν τοῦ θὰ πλησιάζη 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 φορὰς, ἔπεται, ὅτι ὅλον τὸ ἐπαγωγίμον κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος τῆς αὐτῆς φορᾶς.

Τὸ ρεῦμα τοῦτο ἀλλάσσει φοράν, ὅταν ἐν πηνίον διέρχεται ἀπὸ ἐνὸς βροφείου πόλου πρὸ τοῦ ἐπομένου νοτίου καὶ τανάπαυιν.

172. Ἰδιότητες τῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων.—Δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος δυνάμεθα νὰ ἐπικυλώσωμεν τὰ πειράματα, τὰ ὁποῖα ἐκτελοῦμεν συνήθως διὰ συνεχοῦς ρεύματος :

α') "Ὅταν κλείωμεν τὸ κύκλωμα ἐναλλακτῆρος διὰ μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ ἢ δι' ἠλεκτρικοῦ λαπτῆρος, ὁ ἀγωγὸς θερμαίνεται ἢ ὁ λαμπτήρ φωτίζει, ἀνεξαρτήτως τῆς διευσθύνσεως τοῦ ρεύματος.

Τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον δύναται ἐπίσης νὰ λειτουργῇ δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος. Οἱ δύο ἄνθρακες φθείρονται τότε συμμετρικῶς, διότι ἕκαστος γίνεται ἐναλλάξ ἄνοδος καὶ κάθοδος.

β') Ἐπειδὴ ἡ μέση ἐντάσις τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι μηδέν, τὸ ρεῦμα τοῦτο δὲν ἐκτρέπει τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου. Ἀπλῶς θέτει αὐτὴν εἰς παλμικὴν κίνησιν.

γ') "Ὅταν 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 ταιούτου ρεύματος διὰ τοῦ ὕδατος, τὸ ἀέριον τῆς ἀποσυνθέσεως εἶναι μείγμα ὕδρονου καὶ ὀξυγόνου.

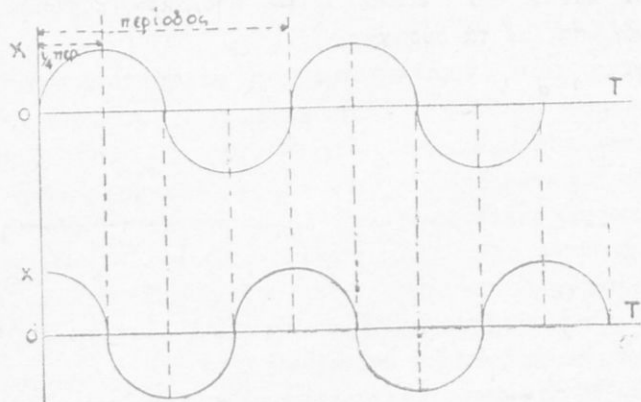
ε') Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα παράγουν ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς.

173. Πολυφασικά ρεύματα.—Καλοῦμεν πολυφασικά 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 διαφορά των φάσεως εἶναι τέταρτον περιόδου, λέγονται διφασικά.

"Ἐστῶσαν ΟΤ καὶ Ο'Τ' (σχ. 200) αἱ ἄξονες τῶν χρόνων, ΟΧ δὲ καὶ Ο'Χ' αἱ ἄξονες τῶν ἐντάσεων. Σύρομεν τὰς γραμμάς, αἱ ὁποῖαι φανερῶνουν τὰς μεταβολὰς τῶν ἐντάσεων. Ὡς εἶναι φανερόν ἐκ τοῦ

σχήματος, όταν τὸ πρῶτον ρεύμα εἰς δοθεῖσαν στιγμὴν ἔχη ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ μηδέν, τὸ δεύτερον ρεύμα θὰ ἔχη τὴν μεγίστην του ἔντασιν κατ'ἀπόλυτον τιμὴν καὶ τανάπαλιν μετὰ $\frac{1}{4}$ περιόδου.



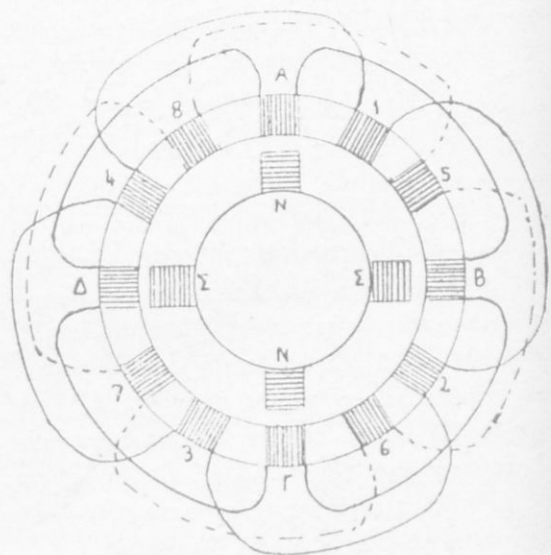
Σχ. 200

Εἰς τὰ τριφασικά ρεύματα ἡ διαφορὰ φάσεως εἶναι ἴση πρὸς τρίτον περιόδου. Τότε ὑπάρχουν τρία ρεύματα.

174. Ἐναλλακτῆρες μὲ τριφασικά ρεύματα. — Διὰ νὰ μετατρέψωμεν 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 ἡδη εἴπει, 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 φερὰν 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 ἓν σύρμα διὰ νὰ διαβιβάσῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὸν κινητήρα καὶ ἓν ἄλλο, διὰ νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν γεννήτριαν, θὰ ἔχωμεν ἕξ σύρματα. Ἄλλ' ὡς ἀποδεικνύεται, τρία σύρματα ἀρκοῦν, διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ μεταβίβασις. Παραλείπονται λοιπὸν τὰ τρία σύρματα τῆς ἐπιστροφῆς καὶ τὸ ἓν ἐκ τῶν τριῶν συρμάτων τῆς μεταβιβάσεως χρησιμεύει διὰ τὴν ἐπιστροφήν τῶν δύο ἄλλων.

175. Μεταμορφωταί.— Ἐν ρεῦμα ἐναλλασσόμενον παράγει ἕνεκα τῶν μεταβολῶν του, ἄνευ διακόπτου, ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς ἐπὶ γειτονικοῦ κυκλώματος.

Αὐτὸ τοῦτο τὸ ἐξ 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 μεταμορφωτάς 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 εὐρίσκεται 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 **πρωτεύων**, τὸ δὲ τοῦ ἐπαγωγίμου **δευτερεύων**.

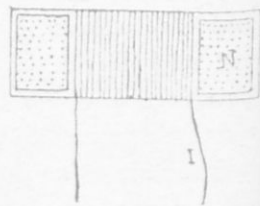
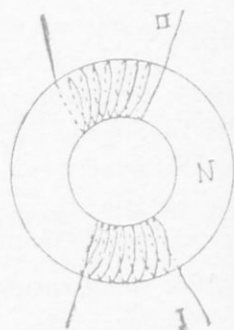
Εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ἀνωτέρου μεταμορφωτοῦ, ὅταν τὸ πρωτεῦον κύκλωμα I διαρρέεται ὑπὸ περιοδικοῦ ρεύματος, ἀναπτύσσεται μαγνητικὴ ροὴ μεταβλητῆ τῆς αὐτῆς περιόδου, ἢ ὅποια παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον κύκλωμα II ἠλεκτεργερτικὴν ἐξ ἐπαγωγῆς δύναμιν τῆς αὐτῆς περιόδου.

Τρόποι ἐνεργείας τῶν μεταμορφωτῶν. α') Ὄταν τὸ πρωτεῦον κύκλωμα εἶναι παχὺ καὶ βραχὺ σύρμα καὶ τὸ δευτερεῦον λεπτόν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως καὶ μικρᾶς διαφορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον τὸ πρωτεῦον, παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον κύκλωμα ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, ὅπως εἰς τὸ πηλὸν τοῦ Ruhmkorff.

β') Ὄταν πρωτεῦον κύκλωμα εἶναι τὸ λεπτόν καὶ μακρὸν σύρμα, ἐν ἐναλλασσόμενον ρεῦμα μικρᾶς ἐντάσεως καὶ μεγάλης διαφορᾶς δυναμικοῦ, διαρρέον αὐτό, παράγει εἰς τὸ δευτερεῦον 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 σπειραν τοῦ βραχέος σύρματος, ὅπου παράγει σπουδαίαν ἀπόδοσιν. Ἄλλ' ἢ ἐξ ἐπαγωγῆς ἠλεκτρεργερτικὴ 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 πρωτεῦον καὶ δευτερεῦον.

Ὁ μεταμορφωτὴς χρησιμεύει λοιπὸν διὰ νὰ μεταβάλλῃ τὰ δύο χαρακτηριστικὰ H καὶ E (ἠλεκτρεργερτικὴν δύναμιν καὶ ἐντασιν) ἐνὸς πρωτεύοντος ἐναλλασσομένου ρεύματος εἰς δύο ἄλλα H' καὶ E' ἐνὸς δευτερεύοντος ἐναλλασσομένου ρεύματος, χωρὶς ἢ ἐνέργεια νὰ μεταβληθῇ ἐπαισθητῶς.



Σχ. 202

176. Ἐφαρμογαὶ τῶν μεταμορφωτῶν.— Μεταφορὰ τῆς ἐνεργείας. Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια, ἡ παραγομένη ὑπὸ μιᾶς θερμικῆς 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 πολὺ μεγάλας ἀποστάσεις. 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 χρησιμοποίησώς της, ὅπου ἡ ἄλλη δυναμοηλεκτρικὴ μηχανή, ἐνεργοῦσα ὡς δέκτρια, τὴν μετατρέπει πάλιν εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Ἄλλὰ, ὡς ἐμάθομεν, τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα διαρρέουν τοὺς ἀγωγούς, θερμαίνουσι αὐτοὺς μᾶλλον ἢ ἤττον. Ἡ οὕτω ἐπὶ τῶν τοιούτων ἀγωγῶν παραγομένη θερμότης, ἐπεὶ δὲν χρησιμοποιεῖται, ἀποτελεῖ ἐνέργειαν, ἡ ὅποια χάνεται. Κατὰ τὴν μεταφορὰν λοιπὸν τῆς ἐνεργείας ἀπὸ τῆς γεννητρίας μηχανῆς μέχρι τῆς δεκτρίως μέρος ταύτης ἀπόλλυται ἐπὶ τῆς γραμμῆς ὑπὸ μορφὴν θερμότητος.

Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Joule (ἐδ. 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 δυνατὸν μικρότερα.

Αὐξάνοντες τὴν τομὴν τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς ἠμποροῦμεν νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἀντίστασιν αὐτοῦ A . Ἄλλ' εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν αὐξάνεται τὸ βᾶρος τοῦ σύρματος καὶ ἡ ἀξία αὐτοῦ. Πρέπει λοιπὸν πρὸ πάντων νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ἔντασιν E .

Ἐὰν καταστήσωμεν τὴν ἔντασιν 10 φορές π.χ. μικροτέραν, ἡ ἀπώλεια κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς καθίσταται 100 φορές μικροτέρα. Ἄφ' ἑτέρου, ὅταν ἡ ἔντασις E γίνῃ 10 φορές μικροτέρα, διὰ νὰ διατηρήσωμεν τὴν ἰσχὺν τοῦ ρεύματος, ἡ ὅποια ἰσοῦται με $E \cdot B$ (ἐδ. 131), πρέπει νὰ δεκαπλασιάσωμεν τὸ B , δηλ. τὴν τάσιν τοῦ ρεύματος (διαφορὰ δυναμικοῦ).

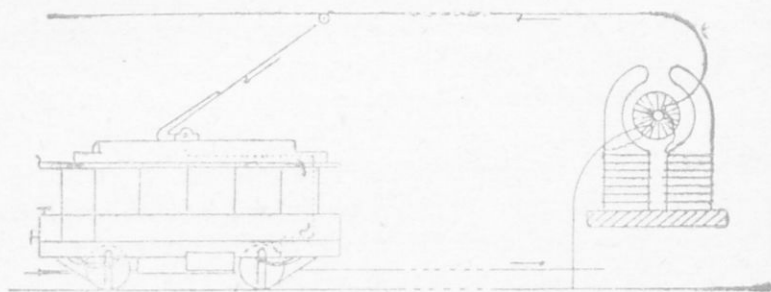
Ἐκ τούτων προκύπτει, ὅτι κατὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας πρέπει νὰ δίδωμεν εἰς αὐτὴν μικρὰν ἔντασιν καὶ μεγάλην τάσιν.

Ἄλλ' ἡ τάσις τῶν μηχανῶν τοῦ Gramme με 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 τελείως 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 χρησιμεποιηθῇ.



Σχ. 203

Σημείωσις α΄. Τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα χρησιμοποιοῦνται σήμερον σχεδὸν πάντοτε διὰ τὰς μεταφορὰς τῆς ἐνεργείας καὶ παράγονται εἰς τοὺς καταναλωτὰς διὰ τὸν φωτισμὸν. Ἀλλὰ διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν κινητῶν προτιμῶνται τὰ συνεχῆ ρεύματα. Ἀφ' ἑτέρου ἢ πλήρωσις τῶν συσσωρευτῶν καὶ αἱ διάφοροι ἐφαρμογαὶ τῆς ἠλεκτροδόσεως ἀπαιτοῦν ρεῦμα συνεχῆς ἢ τοῦλάχιστον ρεῦμα σταθεροῦς φορᾶς. Διὰ τοῦτο κατασκευάζουν εἰδικοὺς μεταμορφωτὰς, οἵτινες μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχές.—

Σημείωσις β΄. Τὰ ἠλεκτρικὰ τραίμ κινοῦνται διὰ μεταφορᾶς ἐνεργείας. Μία ἰσχυρὰ δυναμοηλεκτρικὴ μηχανὴ εἰς τὸν κεντρικὸν σταθμὸν διανέμει τὴν ἐνέργειαν εἰς τὰ ὄχημα, τὰ ὁποῖα κυκλοφοροῦν ἐπὶ τῶν διαφόρων γραμμῶν. Ἐκαστὸν ὄχημα ἔχει μίαν ἢ δύο δυναμοηλε-

κτρικᾶς μηχανᾶς, αἱ ὁποῖαι χρησιμεύουν ὡς δέκτριαι (κινητήρες) καὶ αἱ ὁποῖαι στρέφουν τοὺς ἄξονας τῶν τροχῶν. Εἷς ἐκ τῶν ἀγωγῶν, ὁ ὁποῖος συνδέει τὴν γεννήτριαν μὲ τὴν δέκτριαν, εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐναέριος καὶ φέρεται ἐπὶ στύλων. Μία διαρκῆς ἐπαφή ὑπάρχει μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ καὶ τοῦ κινητήρος τοῦ ὄχηματος, διὰ τῆς τριβῆς τροχαλίας ἐξ ὀρειγάλκων (τρολλῆς) τοποθετημένης εἰς τὸ ἄκρον μεταλλίνου ἴστοῦ μεμονωμένου, τὸν ὁποῖον τὸ ὄχημα παρασύρει κατὰ τὴν κίνησιν (σχ. 203).

Κατὰ τὸν ἴδιον τρόπον κινεῦνται καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ σιδηρόδρομοι. 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 ἠλεκτροδυναμικὴν. Εἰς τὸ μέρος τοῦτο θὰ δείξωμεν, ὅτι δυνάμεθα νὰ ἀκίνητοποιήσωμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ νὰ τὸν κάμωμεν νὰ ρεύσῃ κατόπιν κατὰ βούλησιν, διὰ νὰ ἀνεύρωμεν καὶ πάλιν τὰς ιδιότητας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡ σπουδὴ τῶν νέων ιδιοτήτων τοῦ οὕτω ἀκίνητοποιηθέντος ἠλεκτρισμοῦ ἀποτελεῖ τὴν ἠλεκτροστατικὴν.

178. Κυριώτεροι μέθοδοι ἠλεκτρίσεως. — Αἱ κυριώτεραι μέθοδοι ἠλεκτρίσεως εἶναι αἱ ἑξῆς :

α') Ἡλεκτρίσις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς.

β') Ἡλεκτρίσις δι' ἐπιδράσεως.

γ') Ἡλεκτρίσις 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. Ἡλεκτρίσις διὰ συγκοινωνίας μετὰ ἠλεκτρικῆς πηγῆς. — Συνδέομεν μεταλλικῶς τὸν πρὸς ἠλεκτρίσιν ἀγωγὸν μετὰ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων μιᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἐνῶ τὸν ἄλλον πόλον αὐτῆς φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τὸ ἔδαφος. Ἐὰν ὁ ἀγωγὸς συνδεθῇ μετὰ τὸν

θετικὸν πόλον, ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἡ ἠλέκτρισις δὲ εἶναι τόσον ἀξιολογώτερα καὶ παράγει μηχανικὰ ἀποτελέσματα τόσον αἰσθητότερα, ὅσον ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς πηγῆς εἶναι σημαντικώτερα. Συνήθως εἰς τὰ πειράματα τῶν μαθημάτων χρησιμοποιοῦμεν διὰ τὴν ἠλεκτρισίν τῶν ἀγωγῶν τὰς ἠλεκτρικὰς μηχανάς, τὰς ὁποίας θὰ γνωρίσωμεν κατωτέρω, ὡς καὶ συστοιχίας πολλῶν μικρῶν συσσωρευτῶν.

180. Ἐλέκτρισις δι' ἐπιδράσεως.— Εἰς ἀγωγὸς ἠλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως, ὅταν τὸν θέσωμεν πλησίον σώματος ἠλεκτρισμένου. Θὰ μελετήσωμεν λεπτομερῶς τὸ φαινόμενον τοῦτο κατωτέρω.

181. Ἐλέκτρισις διὰ τριβῆς.— Ὅταν προστρίβωμεν ράβδον ἐξ ὑάλου ἢ ἰσπανικοῦ κηροῦ ἢ ρητίνης ἢ θείου ἢ ἠλέκτρον κτλ. διὰ δέρματος γαλῆς ἢ καὶ διὰ μιλλίνου ὑφάσματος, ἡ ράβδος αὕτη ἠλεκτρίζεται. Πράγματι, ἐὰν τὴν πλησιάσωμεν εἰς ἐλαφρὰ 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 δυσῆλεκτραγωγά, ὁ ἠλεκτρισμὸς μένει ἐντοπισμένος ἐκεῖ, ὅπου ἀνεπτύχθη διὰ τῆς τριβῆς. Δὲν δυνάμεθα νὰ τὸν διαβιβάσωμεν διὰ σύρματος εἰς γαλβανόμετρον.

Σημείωσις. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατήρησε διὰ πρῶτην φορὰν 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 τὴν μεταλλικὴν δι' ὑαλίνης λαβῆς.

Μεταλλικὴ ράβδος, ἠλεκτρίζεται διὰ τῆς τριβῆς, ἀλλὰ ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν ἠλεκτρίζεται.



Σχ. 204

Τούτο συμβαίνει, διότι τὸ μέταλλον εἶναι εὐηλεκτραγωγὸν καὶ συνεπῶς ὁ ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς διασκορπίζεται εἰς ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν, κατόπιν δὲ διανέμεται εἰς τὸ σῶμα τοῦ πειραματιζομένου καὶ εἰς τὸ ἔδαφος, τὰ ὅποια εἶναι ἐπίσης εὐηλεκτραγωγά.

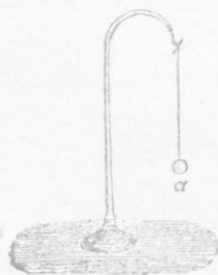
Εἰς τὴν πρᾶξιν ἠλεκτρίζομεν πρὸ πάντων τοὺς καλοὺς ἀγωγούς (εὐηλεκτραγωγὰ σώματα). Ἴνα ἡ ἠλεκτρισὶς ἐνὸς ἀγωγοῦ διαρκῆ, πρέπει ὁ ἀγωγὸς οὗτος νὰ εἶναι ἀπομονωμένος, δηλ. νὰ χωρίζεται ἀπὸ τὸ ἔδαφος, τὸ ὅποιον εἶναι εὐηλεκτραγωγόν, διὰ καταλλήλου μονωτήρος.

Πλάξ ἐκ καθαρᾶς παραφίνης, ἐπὶ τῆς ὁποίας τίθεται ὁ ἀγωγός, ἀποτελεῖ τέλειον μονωτήρα.

Στήλη ἐκ καθαρᾶς καὶ ξηρᾶς ὑάλου, πλάξ ἐκ πορσελάνης ἢ ἐξ ἐβονίτου, πλακοῦς ἐκ ρητίνης ἢ κήρου, νῆμα ἐκ μετάξης, εἶναι ἐπίσης καλοὶ μονωτήρες.

Ὁ ἀήρ ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας εἶναι ἐπίσης ἐξαιρετος μονωτήρ.

182. Ἐλεκτρικὸν ἔκκρεμὸς συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους.—Τὸ ἔκκρεμὸς τοῦτο χρησιμεύει, ὅπως διακρίνωμεν δι' αὐτοῦ, ἂν σῶμά τι εἶναι ἠλεκτρισμένον. Συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιριδίου α ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας, ἐλαφροτάτου, ἐξηρητημένου ἀπὸ μεταλλικοῦ ὑποστηρίγματος διὰ μακροῦ καὶ λεπτοῦ λινοῦ νήματος.



Σχ. 205

Ἡ συσκευὴ αὕτη εἶναι λίαν εὐαίσθητος, διότι ἡ ἐλαγίστη 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 ἔκκρεμὸς τοῦτο ἔλκεται πάντοτε ὑπὸ τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων, τὰ ὅποια φέρουν πλησίον αὐτοῦ· ὅταν δὲ ἡ ἀπόστασις γίνῃ ἱκανῶς μικρά, ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τούτων. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἐὰν μὲν τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα τυγχάνουν εὐηλεκτραγωγά, ὡς τιθέμενα εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, χάνουν ὁλόκληρον αὐτῶν τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον, καὶ τὸ ἔκκρεμὸς τότε καταπίπτει ἐκ νέου ἐπὶ τὸ εἶναι εὐηλεκτραγωγόν, ὁ ἠλεκτρισμὸς μόνον ἀπὸ τοῦ

ἐπιφαινωθέντος σημείου ἐξαφανίζεται, τὸ σφαιρίδιον ὅμως τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐλκόμενον ὑπὸ τῶν παρακειμένων σημείων, παραμένει ἐπὶ μακρὸν προσκεκολλημένον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος.

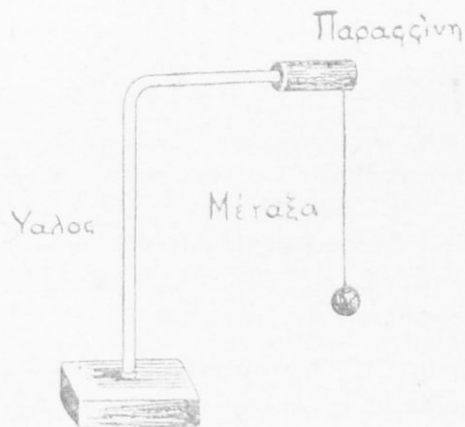
183. Ἐκκρεμές μεμονωμένον.— Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός. Τὸ ἐκκρεμές τοῦτο συνίσταται ἐκ μικροῦ σφαιριδίου ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας ἐξηρητημένον διὰ μεταξίνου νήματος ἀπὸ μικροῦ κυλίνδρου παραφίνης, ὁ ὁποῖος εἶναι προσηρητημένος εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνου στηρίγματος (σχ. 206).

Ἐάν 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 αποτελέ-

σματα προκύπτουν καὶ διὰ ράβδου ἐκ ρητίνης, ἣ ὁποία κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον προστριβῆ. Ἐκ πρώτης λοιπὸν ὄψεως φαίνεται, ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ὑάλου ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς εἶναι ὅμοιος μετὸν ἐπὶ τῆς ρητίνης· ἀλλ' ἐάν, ἐνῶ τὸ σφαιρίδιον ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης ὑάλου, πλησιάσωμεν πρὸς αὐτὸ τὴν προστριβεῖσαν ρητίνην παρατηροῦμεν ζω-

ρὰν ἔλξιν· ἐπίσης, ἐάν εἰς τὸ ὑπὸ τῆς ἠλεκτρισμένης ρητίνης ἀπαιθούμενον σφαιρίδιον ἀ' τῆς ἐντεριώνης πλησιάσωμεν τὴν προστριβεῖσαν ὑάλου, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν (σχ. 207).

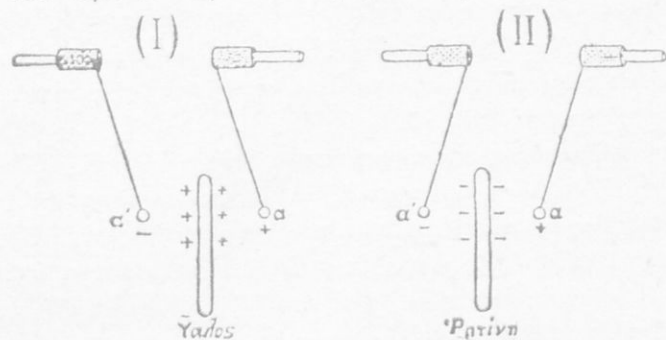
Ἡ ἠλεκτρικὴ ἄρα κατάστασις τῆς ὑάλου εἶναι διάφορος ἀπὸ τὴν τῆς ρητίνης, ἀφ' οὗ ἡ ἐνέργεια αὐτῆς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτρισμένου ἐκκρεμοῦς εἶναι ἀντίθετος. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διαφορὰν ταύτην, καλοῦμεν θετικὸν μὲν τὸν ἠλεκτρισμὸν τὸν ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς λεῖας ὑάλου προστριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἀρνητικὸν δὲ τὸν ὑπὸ τῆς αὐτῆς συνθήκης ἀναπτυσσόμενον ἐπὶ τῆς ρητίνης.



Σχ. 206

Ἐκ δὲ τῶν λεπτῶν σωμάτων ἄλλα μὲν ἀπωθοῦν διὰ τῆς τριβῆς τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν τῆς ὑάλου, ἄλλα δὲ τὴν τῆς ρητίνης, εἰς τρόπον ὥστε μόνον δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχουν.

Αἱ ἐνέργειαι τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων εἶναι πάντοτε ἀμοιβαῖαι. Ἐάν δηλ. τὸ σῶμα Α ἔλκη ἢ ἀπωθῆῃ τὸ Β μετὰ τινος δυνά-



Σχ. 207

μεως, ἀντιστρόφως τὸ Β ἔλκει ἢ ἀπωθεῖ τὸ Α μετὰ δυνάμεως ἴσης καὶ κατ' εὐθεῖαν ἀντιθέτου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν πρὸς τούτοις, ὅτι :

Δύο σῶματα φορτισμένα μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθοῦνται, δύο δὲ σῶματα φορτισμένα δι' ἠλεκτρισμῶν ἀντιθέτων ἔλκονται.

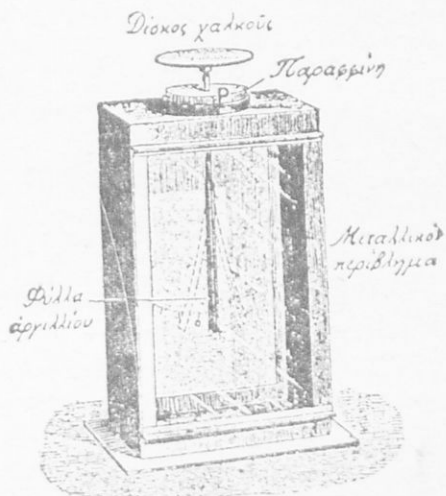
184. Ἐφαρμογαὶ τῶν ἠλεκτρικῶν ὤσεων.— Ἡλεκτροσκόπια. Ἡ ἀπωσις μεταξὺ δύο σωμάτων φορτισμένων μὲ τὸ αὐτὸ εἶδος ἠλεκτρισμοῦ ἐφημέροσθη εἰς τὴν κατασκευὴν ἀπλουστάτων καὶ εὐαισθητοτάτων ὀργάνων, διὰ τῶν ὁποίων βεβαιούμεθα, ἂν σῶμα τι εἶναι ἠλεκτρισμένον. Τὰ ὄργανα ταῦτα λέγονται ἠλεκτροσκόπια.

Ἡλεκτροσκόπιον μετὰ φύλλων. Ἡ συσκευὴ αὕτη (σχ. 208) συνίσταται ἐκ χαλκίνου στελέχους μεμονωμένου διὰ πλακούντος ἐκ παραφίνης, τὸ ὁποῖον εἰς τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον φέρει ἐξηρητωμένα δύο στενά, μακρὰ καὶ ἐξόχως λεπτὰ φύλλα ἐκ χρυσοῦ ἢ ἐξ ἀργυρίου. 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 ὁποῖα κλείεται ἔμπροσθεν δι-

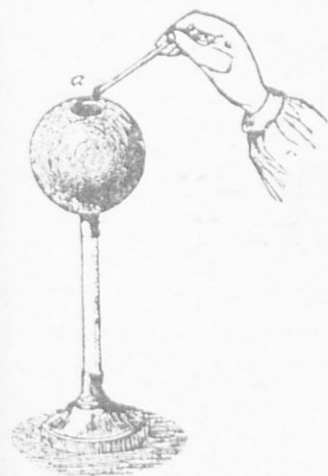
υάλινης πλακῆς. Τέλος, τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ γαλκίνου στελέχους φέρει μικρὸν δίσκον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

Ὅταν φέρωμεν εἰς ἐπαφήν 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, ἀπωθούνται καὶ ἀποκλίνον, πίπτουν δὲ ἐκ νέου κατακόρυφα, ἐὰν ἐγγίσωμεν τὸν δίσκον διὰ τοῦ δακτύλου.

185. Ὁ ἠλεκτρισμὸς φέρεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν.— Πᾶν ἠλεκτραγωγὸν σῶμα, πλη-



Σχ. 208



Σχ. 209

ρες ἢ κοίλον, φορτίζεται δι' ἠλεκτρισμὸν μόνον εἰς τὴν ἐξωτερικὴν του ἐπιφάνειαν, τὸ δὲ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ παραμένει εἰς οὐδετέραν κατάστασιν. Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ κοίλης μεταλλίνης σφαίρας μεμονωμένης δι' ὑάλινου παδῶς (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 ἐπαφήν 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 ἐπαφήν μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας καὶ πλησιάζωμεν αὐτὸ εἰς τὸ ἠλε-

κτρικὸν ἐκκρεμές, θὰ παρατηρήσωμεν ἔλξιν. Συνεπῶς τὸ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον ἠλεκτρίζεται, ἂν τεθῆ εἰς ἐπαφὴν μόνον μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΠΟΣΟΤΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΟΥ FARADAY

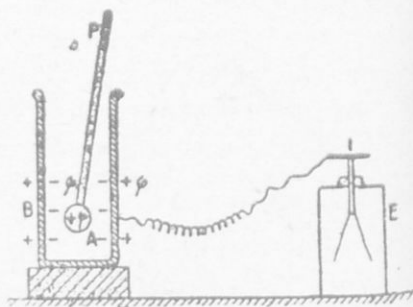
186. Ὅρισμὸς τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. **Κύλινδρος τοῦ Faraday.** — Οὗτος εἶναι μεταλλικὸς κύλινδρος Β (σχ. 210), κοῖλος καὶ βαθύς, στηριζόμενος ἐπὶ πλακῶς ἐκ παραφίνης.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τούτου μικρὰν σφαῖραν Α ἠλεκτρισμένην, κρατοῦντες αὐτὴν διὰ λαβῆς ἀπομονωτικῆς, καὶ τὴν φέρωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς παρεῖας τοῦ κυλίνδρου, ὅλος ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς σφαίρας 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.

α') Ἀφοῦ ἀηλεκτρίσωμεν τὸν κύλινδρον καὶ τὸ ἠλεκτροσκόπιον, εἰσαγάγομεν ἄλλο σῶμα ἠλεκτρισμένον. Ἐὰν

λάβωμεν τὴν αὐτὴν ἀπόκλισιν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, θὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ μετὰ τὸ πρῶτον.

β') Ἐὰν, χωρὶς νὰ ἀηλεκτρίσωμεν τὸν κύλινδρον, εἰσαγάγωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἄλλο σῶμα ἠλεκτρισμένον μετὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ἡ δευτέρα αὕτη ποσότης φέρεται μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου καὶ προστίθεται εἰς τὴν πρῶτην, διανεμομένη ὅπως ἐκεῖνη. Ἡ νέα ἀπόκλισιν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ἀντιστοιχεῖ εἰς **διπλὴν** ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίν-



Σχ. 210

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 ποσότητες ἠλεκτρισμοῦ ἴσας ἀλλ' ἀντιθέτους. Αἱ ποσότητες λοιπὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ προστίθενται ἀλγεβρικῶς.

δ') Ἡ τελικὴ ἀπόκλισις θὰ εἶναι ἢ αὐτὴ, εἴτε αἱ ποσότητες τοῦ 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 εἰσαγόντες εἰς τὸν κύλινδρον διαδοχικῶς ποσότητες ἠλεκτρισμοῦ ἴσας πρὸς τὴν τῆς σφαίρας Α. Λαμβάνομεν ταιουτοτρόπως 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 ἐπαρῆν 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 ἔχη ἑκατέρα ἐκ δύο ὁμοίων μικρῶν σφαιρῶν ἀβαρῶν, ἵνα τιθέμεναι εἰς ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων ἴσην μὲ ἓν ἑκατοστόμετρον ἀπωθῶνται (εἰς τὸ κενόν) μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς μίαν δύναν.

Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται ἠλεκτροστατική μονὰς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ μονὰς αὕτη εἶναι πολὺ μικρά, εἰς τὴν πρᾶξιν λαμβάνεται ἡ coulomb (ἐδ. 111), ἥτις ἰσοδυναμεῖ με 3×10^9 ἠλεκτροστατικὰς μονάδας.

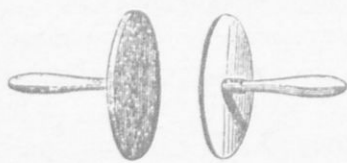
188. Νόμος τοῦ Coulomb.— Ὁ νόμος οὗτος ἀνεκαλύφθη πειραματικῶς ὑπὸ τοῦ Γάλλου φυσικοῦ Coulomb. Κατ' αὐτόν :

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 ἀποσιάσεώς των.

Ἐὰν Δ δύναι εἶναι ἡ ἑλκτική ἢ ὠστική δύναμις, π καὶ π' αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῶν δύο σωμάτων εἰς ἠλεκτροστατικὰς μονάδας καὶ α ἑκατοστόμετρα ἢ ἀπόστασις των ὁ νόμος τοῦ Coulomb ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου : $\Delta = \frac{\pi\pi'}{\alpha^2}$ δύναι.

Ἐὰν αἱ ποσότητες τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ὁμόσημοι, τὸ Δ εἶναι θετικὸν καὶ ἡ δύναμις ὠστική. Ἐὰν εἶναι ἐτερόσημοι, τὸ Δ εἶναι ἀρνητικὸν καὶ ἡ δύναμις ἑλκτική.

189. Σύγχρονος ἀνάπτυξις τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμους.— Ὅταν προστρίβωμεν δύο σώματα ἐκ διαφόρων οὐσιῶν τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, τὰ δύο εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀναφαίνονται εἰς ποσότητας ἰσοδυνάμους. Ἡ μία τότε ἐκ τῶν δύο οὐσιῶν ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ἡ ἄλλη ἀρνητικῶς. Ἀποδεικνύομεν τοῦτο διὰ δίσκου ξυλίνου κεκαλυμμένον δι' ὑφάσματος καὶ ἐτέρου δίσκου ὑαλίνου, τοὺς ὁποίους προστρίβωμεν τὸν ἓνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου, κρατοῦντες αὐτοὺς ἀπὸ τὰς μονωτικὰς λαβὰς (σχ. 211). Ἡ



Σχ. 211

ὑαλὸς τότε ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ ὑφασμα ἀρνητικῶς. Πράγματι πλησιάζοντες τὸν ὑαλίνον δίσκον εἰς τὸ σφαιρίδιον ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, τὸ ὁποῖον ἠλεκτρίσαμεν προηγουμένως θετικῶς, παρατηροῦμεν ἀπωσιν, ἐνῶ τούναντίον, ἂν πλησιάσωμεν τὸ ὑφασμα, παρατηροῦμεν ἔλξιν.

Τὸ φαινόμενον παράγεται πάντοτε, ὅταν τὰ δύο προστριβόμενα σώματα εἶναι διαφόρου φύσεως. Τὸ ἓν ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ ἄλλο ἀρνητικῶς.

Ὅτι δὲ τὰ δύο ταῦτα εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἰσοδύναμα, ἀποδεικνύομεν ὡς ἐξῆς: Ἄφ' οὗ προστριβώμεν 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 ἢ ἠλεκτρικὴ πυκνότης, δηλ. ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον, εἶναι σταθερά. Ἡ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ ἐπιφανείας σφαίρας εἶναι ὁμαλῆ.

Ἐὰν Π ἢ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς σφαίρας, α ἑκατ. ἢ ἀκτίς τῆς καὶ σ ἢ πυκνότης τῆς, ὅθ' ἔχωμεν $\Pi = 4\pi\alpha^2\sigma$, ἐξ ἧς

$$\sigma = \frac{\Pi}{4\pi\alpha^2}$$

Ἐπὶ ἀγωγῶν μὴ σφαιρικοῦ ἢ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δὲν εἶναι ὁμαλῆ. Καλοῦμεν τότε πυκνότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τι ση-



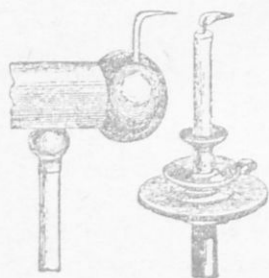
Σχ. 212

μεῖον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος τὸν λόγον $\frac{\Pi}{e}$ τῆς ποσότητος Π τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μιᾶς πολὺ μικρᾶς ἐπιφανείας περὶ τὸ σημεῖον τοῦτο πρὸς τὴν ἔκτασιν e τῆς ἐπιφανείας ταύτης.

Τὴν πυκνότητά 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, αὗτος 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.—

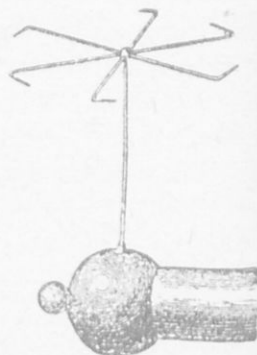


Σχ. 213

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 ξηρὸς, εἶναι πολὺ καλὸς μονωτήρ. Ἄλλ' ἡ ἀντίστασις αὕτη δὲν εἶναι ἀπεριόριστος, διότι, ὡς δεικνύει τὸ πείραμα, ὅταν πολλὸς ἠλεκτρισμὸς συσσωρεύεται ἐπὶ ἀκίδων ἀγωγοῦ τινος, ἐκφεύγει μεταπηδῶν εἰς τὰ περίξ μόρια τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια, ὡς ἠλεκτριζόμενα ὁμωνύμως, ἀποθουνται 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. 214).

Τὸ πείραμα ἐπιτυγχάνει πρὸ πάντων, ὅταν ἡ ἀκίς παρέγῃ θετικὸν ἠλεκτρισμόν. Με ἀνηθικὸν ἠλεκτρισμόν, Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 214

ἡ φλόξ ἐνίοτε ἔλκεται, διότι περιέχει ἐλευθέρας ποσότητας θετικῶ ἤλεκτρισμοῦ.

Ἄλλὰ καὶ ἡ ἀκίς ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ ὁμώνυμως ἤλεκτριζομένου ἀέρος. Τοῦτο ἐξηγεῖ τὸ πείραμα τοῦ ἤλεκτρικοῦ στροβίλου, ὅστις στρέφεται κατὰ φοράν ἀντίθετον πρὸς τὴν τῶν ἀκίδων του (σχ.214).

Ἡ ἀπώλεια αὕτη τοῦ ἤλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἀκίδων συνοδεύεται ὑπὸ φωτεινῶν ἰσχυρῶν θυσάνων, ὁρατῶν εἰς τὸ σκότος.

Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ἀκίδων, νὰ ἀφήνουν νὰ ἐκρέη δι' αὐτῶν ὁ ἤλεκτρισμός, καλεῖται δύναμις τῶν ἀκίδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

192. Ἡλεκτρικὸν πεδίον. — Γνωρίζομεν, ὅτι ἡ ἤλεκτρισις σώματός τινος ἐκδηλοῦται διὰ τῶν μηχανικῶν δράσεων, τὰς ὁποίας τὸ σῶμα παράγει περὶ αὐτό. Π.χ. τὰ σιδέτερα σώματα ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, τὰ ἑτερονύμως ἤλεκτρισμένα ἔλκονται ἐπίσης, τὰ δὲ ὁμώνυμως ἀπωθοῦνται.

Καλοῦμεν ἤλεκτρικὸν πεδίον τὸ σύνολον τῶν σημείων τοῦ διαστήματος, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ δράσεις αὗται γίνονται αἰσθηταί.

193. Δυναμικόν. — Ἐν ἤλεκτρισμένον σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐγκλείει ποσότητά τινα ἤλεκτρισμοῦ, δύναται νὰ παραβληθῇ μὲ σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐγκλείει ποσότητά τινα θερμότητος. Ἄλλὰ, ὡς ἐμάθομεν, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος δὲν ἀρκεῖ, διὰ νὰ χαρακτηρίσῃ τὴν θερμοκρασίαν κατὰστασιν τοῦ σώματος· πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἐπίσης καὶ τὴν θερμοκρασίαν του. Καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ δι' ἓν ἤλεκτρισμένον σῶμα, ἐκτός τῆς ποσότητος τοῦ ἤλεκτρισμοῦ του, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν καὶ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ.

Ἡ ἔννοια τοῦ δυναμικοῦ εἰσάγεται πειραματικῶς.

Ὅταν ἤλεκτρισμένος ἀγωγὸς τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν ἀπὸ ἀποστάσεως μετὰ ἤλεκτροσκοπίου διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, τὸ ἤλεκτροσκόπιον φορτίζεται δι' ἤλεκτρισμοῦ καὶ ἡ ἀπόκλισις του παραμένει σταθερά, ὅποιονδῆποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ σημεῖον τοῦ

ἀγωγοῦ, εἰς τὸ ὅποιον προσεδέθη τὸ σύρμα. Τότε, ἐπειδὴ ἡ ἠλεκτρικὴ πυκνότης **δύναται νὰ μεταβάλλεται** εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ, ἡ σταθερὰ ἀποκλίσις τοῦ ἠλεκτροσκοπίου καθιστᾷ φανεράν μίαν **ἠλεκτρικὴν κατάστασιν**, κοινὴν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ. Ἡ ἠλεκτρικὴ αὕτη κατάστασις καλεῖται **δυναμικόν**. Τὸ δυναμικόν εἶναι **θετικόν** μὲν, ἐὰν τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἶναι θετικόν· **ἀρνητικόν** δέ, ἐὰν τὸ φορτίον εἶναι ἀρνητικόν.

α') Δύο ἀγωγοί, τῶν ὁποίων αἱ διαστάσεις καὶ τὰ ἠλεκτρικὰ φορτία δύνανται νὰ εἶναι πολὺ διάφορα, ἔχουν τὸ αὐτὸ δυναμικόν, ἐὰν δίδουν χωριστὰ φορτία **ἴσα καὶ ὁμόσημα** εἰς ἠλεκτροσκοπίον, μετὰ τοῦ ὁποίου ἐτέθησαν διαδοχικῶς **ἀπὸ ἀποστάσεως** εἰς συγκοινωνίαν.

Ἐὰν τοὺς ἀγωγοὺς 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 ἀγωγοῦ καὶ εἰς δύο διάφορα σημεῖα τοῦ ἄλλου, **πρὸ τῆς συγκοινωνίας καὶ μετ' αὐτὴν**, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι αὗται δὲν μεταβάλλονται.

Ἐπίσης καὶ τὰ φορτία τῶν μετρούμενα πρὸ τῆς συγκοινωνίας τῶν ἀγωγῶν τούτων καὶ μετ' αὐτὴν δὲν μεταβάλλονται.

β') Τὸ δυναμικόν ἑνὸς ἀγωγοῦ Α εἶναι μεγαλύτερον τοῦ δυναμικοῦ ἄλλου ἀγωγοῦ Β, ἐὰν τὸ φορτίον ἠλεκτροσκοπίου συνδεθέντος ἀπὸ ἀποστάσεως μετὰ τοῦ Α εἶναι **μεγαλύτερον** τοῦ φορτίου τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτροσκοπίου συνδεθέντος μὲ τὸ Β (ὕπολογιζομένου καὶ τοῦ σημείου, π. γ. $5 > 2, -2 > -5$).

Ὅταν συνδεθοῦν οἱ ὡς ἀνωτέρω ἀγωγοὶ Α καὶ Β διὰ σύρματος, **θετικὸς ἠλεκτρισμὸς** διέρχεται ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β, αἱ πυκνότητες ἐλαττοῦνται ἐπὶ τοῦ Α καὶ αὐξάνονται ἐπὶ τοῦ Β. Οἱ δύο ἀγωγοὶ λαμβάνουν **κοινὸν δυναμικόν**, ἐνδιάμεσον μεταξὺ τῶν δύο ἀρχικῶν δυναμικῶν.

Τὰ φορτία τῶν δύο τούτων ἀγωγῶν, μετρούμενα διὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday, **πρὸ τῆς συγκοινωνίας τῆς καὶ μετ' αὐτὴν**, ἔχουν χωριστὰ μεταβληθῆ, ἀλλὰ τὸ ἄθροισμά των μένει σταθερόν.

194. Σύγκρισις τῶν δυναμικῶν. — Πᾶς ἀγωγὸς ἠλεκτρισμέ-

καθώς και τὸ ἠλεκτροσκόπιον, μετὰ τοῦ ὁποίου εἶναι συνδεδεμένως. Τὸ δυναμικὸν του τότε καθίσταται ἴσον μὲ τὸ δυναμικὸν τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν μὴ ἠλεκτρισμένων σωμάτων. Τὸ δυναμικὸν τοῦτο ἐλήφθη κατὰ συνθήκην ὡς δυναμικὸν μηδέν.

Διὰ τὴν ὑπαλογίσουν τὰ δυναμικά, ἐξέλεξαν μονάδα, ἣτις, ὡς ἐμάθεμεν, καλεῖται volt. Δι' ἀγωγὸν 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 σφαιράς ἀκτίνος ἑνὸς ἑκατοστομέτρου, ἐχούσης ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἴσην πρὸς τὴν μονάδα τῆς ποσότητος.

Ἡ μονὰς αὕτη ἰσοδυναμεῖ μὲ 300 volts.

195. Βαθμολογία τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἰς volts.— Διὰ τὴν βαθμολογήσωμεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἰς volts, συνδέομεν τὸν δίσκον αὐτοῦ διαδοχικῶς μὲ τὸν θετικὸν πόλον στήλης 100, 200, 300 volts, (τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης καὶ τῆς θήκης τοῦ ἠλεκτροσκοπίου τιθεμένων εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους). Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ θετικοῦ πόλου ἐκάστης στήλης καὶ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἐδάφους εἶναι 100, 200, 300... volts. Σημειοῦμεν δὲ 100, 200, 300... ἐπὶ τῶν 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 τὴν γίνῃ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν, πρέπει οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι νὰ ἔχουν διάφορον δυναμικόν. Ἡ διαφορὰ αὕτη τοῦ δυναμικοῦ καλεῖται, ὡς ἐμάθεμεν, ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις. Τὸ σύστημα δύο ἀγωγῶν, οἱ ὁποῖοι ἔχουν διαφορὴν δυναμικοῦ, ἐγκλείει ἐνέργειαν δυναμικὴν, διότι ἡ ἀποκατάστασις των εἰς κοινὸν δυναμικὸν ἀναπτύσσει ἔργον.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΣ

197. Ὅρισμός.— Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ἐν εἰσπαγᾶμεν εἰς Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

τὸν αὐτὸν μεμονωμένον ἀγωγὸν φορτία $\pi, 2\pi, 3\pi \dots$, τὸ δυναμικὸν τοῦ ἀγωγοῦ τούτου λαμβάνει τὰς τιμὰς $B, 2B, 3B \dots$. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι τὸ δυναμικὸν ἀγωγοῦ μεμονωμένου εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φορτίον του.

Ἐὰν συνεπῶς Π τὸ φορτίον τοῦ ἀγωγοῦ καὶ B τὸ δυναμικὸν του, θὰ ἔχωμεν $\frac{\Pi}{B} = X$ ἢ $\Pi = X \cdot B$.

Ἡ σταθερὰ X καλεῖται ἡλεκτροχωρητικότης τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἡλεκτροχωρητικότης λοιπὸν ἀγωγοῦ μεμονωμένου καλεῖται ἡ σταθερὰ σχέσις, ἣτις ὑφίσταται μεταξύ τοῦ φορτίου του καὶ τοῦ δυναμικοῦ του.

Ἐὰν εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον θέσωμεν $B = 1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X = \Pi$. Δηλ. ἡλεκτροχωρητικότης ἀγωγοῦ εἶναι τὸ φορτίον, ὅπερ ἀνυφοῖ τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ κατὰ 1 volt.

Μονὰς ἡλεκτροχωρητικότητος. Ἐὰν εἰς τὸν τύπον $\Pi = X \cdot B$ θέσωμεν $\Pi = 1$ coulomb καὶ $B = 1$ volt, θὰ ἔχωμεν $X = 1$.

Μονὰς ἡλεκτροχωρητικότητος εἶναι λοιπὸν ἡ ἡλεκτροχωρητικότης ἀγωγοῦ, ὅστις ὑπὸ φορτίον ἑνὸς coulomb λαμβάνει δυναμικὸν ἑνὸς volt. Ἡ μονὰς αὕτη καλεῖται farad :

$$\text{Ἐν farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}} = \frac{3 \cdot 10^9}{1} = 3^2 \cdot 10^{11} \text{ ἡλεκτροστατικὰς μονάδας.}$$

Πολλάκις χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ microfarad, τὸ ὁποῖον ἰσοῦται μὲ τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ farad. Ἐν microfarad $= 3^2 \cdot 10^5$ ἡλεκτροστατικὰς μονάδας.

Σημείωσις. Ὡς ἡλεκτροστατικὴ μονὰς χωρητικότητος λαμβάνεται ἡ χωρητικότης σφαίρας, ἀκτίνος ἑνὸς ἑκατοστομέτρου. Συνεπῶς ἡ χωρητικότης σφαίρας εἰς ἡλεκτροστατικὰς μονάδας εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα αὐτῆς, δηλ. μετρεῖται διὰ τῆς ἀκτίνος αὐτῆς ἐκπεφρασμένης εἰς ἑκατοστά.—

Προβλήματα

1ον. Ποῖον φορτίον πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς σφαῖραν διαμέτρου 3 ἑκατοστομέτρων, διὰ νὰ εἶναι ἡ πυκνότης αὐτῆς 7 ;

2ον. Δύο μικρὰ σφαῖραι ἔχουν ἡλεκτρικὰ 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 ἐκατέρα δι' ἐνὸς coulomb θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἀφίστανται ἀλλήλων κατὰ 10 μέτρα. 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, ἥς ἡ χωρητικότης εἶναι 1 microfarad ;

8ον. Δύο σφαῖραι μεμονωμένοι, ὧν αἱ ἀκτῖνες εἶναι μεταξύ των ὡς οἱ 7 καὶ 11, φέρουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς ποίαν σχέσιν εὐρίσκονται αἱ πυκνότητες αὐτῶν ;

9ον. Σφαῖρα ἠλεκτρισμένη ἀκτίνος 120 δακτύλων ἔχει δυναμικὸν 10. 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 ἄπωσιν 9 δυνῶν. Ποῖον τὸ ἀρχικὸν φορτίον τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας ;

11ον. Δύο μικραὶ σφαῖραι ἀπέχον ἀπ' ἀλλήλων 5 ἑκατοστόμετρα. Ἡ μία ἐξ αὐτῶν ἔχει φορτίον 40 μονάδων. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ φορτίον τῆς ἐτέρας, ἵνα μεταξὺ αὐτῶν ἀσκήται ἄπωσις ἴση πρὸς 5 χιλιοστόγραμμα ;

12ον. Δύο σφαῖραι, ἔχουσαι ἢ μὲν μία ἀκτίνα 1 ἑκατοστομέτρον, ἢ δὲ ἄλλη 2, συνεδέθησαν πρὸς στιγμὴν διὰ μακροῦ σύρματος καὶ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δυναμικὸν 40. Ἡ ὠστικὴ δύναμις, ἣτις ἀσκεῖται νῦν μεταξύ τούτων, εἶναι 4 δυνῶν. Ποία ἡ χωρίζουσα ταύτας ἀπόστασις ;

13ον. Δύο σφαῖραι εὐἠλεκτραγωγοί, ἠλεκτρισμένοι, ἔχουσαι ἀκτίνας 5 χλσ. καὶ 1 ἐκ., συνεδέθησαν διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ, ἠλεκτροχωρητικότητος ἀσημάντου. Τῆς συγκοινωνίας διακοπείσης αἱ

δύο σφαιραι ἐτέθησαν εἰς ἀπόστασιν δ ἑκατοστομέτρων ἀπ' ἀλλήλων. Παρατηρεῖται τότε ἄπωσις 8 διπλῶν. Ποῖον τὸ κοινὸν δυναμικὸν τῶν δύο σφαιρῶν ;

14ον. Σφαιρα εὐηλεκτραγωγός, ἀκτίνος 5 ἑκατοστομέτρων, ἔχει δυναμικὸν 5 . Ἐτέρα σφαιρα ἀκτίνος 10 ἐκ. ἔχει δυναμικὸν 10 . Συνδέομεν αὐτάς διὰ σύρματος μακροῦ καὶ λεπτοῦ. Ποῖον γίνεται τὸ κοινὸν δυναμικὸν τῶν δύο σφαιρῶν ;

15ον. Σφαιρα εὐηλεκτραγωγός, ἀκτίνος 50 ἑκατοστομέτρων, 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 , ἀποθιοῦνται μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς 1 . Ἄν τὰς φέρομεν εἰς ἐπαφὴν καὶ κατόπιν τὰς ἀπομακρύνομεν ἀπ' ἀλλήλων εἰς ἀπόστασιν ἴσην πρὸς τὸ ἡμισυ τῆς προηγουμένης, ἀποθιοῦνται 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 ἀηλεκτριστος.

Φέρομεν εἰς ἐπαφὴν τὴν A μὲ 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'

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

198. Ἡλεκτρικὴ ἐπίδρασις. — Πᾶς ἀγωγός τιθέμενος ἐντὸς ἠλεκτρικοῦ πεδίου ἠλεκτριζέται καὶ τροποποιεῖ τὸ πεδίου περι αὐτόν. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς ἠλεκτρίσεως καλεῖται ἠλεκτρισίς δι' ἐπίδρασεως.

Πείραμα. Ἐάν εἰς μεταλλικὴν σφαιραν μεμονωμένην καὶ ἠλεκτρισμένην π.γ. θετικῶς πλησιάσωμεν μεταλλικὸν κύλινδρον AB

μεμονωμένον καὶ ἐν αὐδετέρᾳ καταστάσει, ὁ κύλινδρος ἠλεκτρίζεται (σχ. 215).

Ἐὰν ὁ κύλινδρος φέρῃ διπλᾶ ἐκκρεμῆ ἀποτελούμενα ἀπὸ σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνῃς, ἐξηρητημένα δι' εὐηλεκτραγωγῶν νημάτων, τὰ ἐκκρεμῆ ταῦτα ἀποκλίνουν. Τὸ ἄκρον δὲ Α, τὸ πλησιέστερον πρὸς τὴν σφαιραν, παρουσιάζει ἠλεκτρισμὸν ἑτερόσημον πρὸς τὸν τῆς σφαιράς. Πράγματι, ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς τὸ παρὰ τὸ Α ἐκκρεμῆς ράβδον ἐκ ρητίνης, τριβεῖσιν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ ράβδος αὕτη τὸ ἀπωθεῖ. Ἡ αὕτη ράβδος ἔλκει τὸ ἐκκρεμῆς τοῦ ἄκρου Β. Τὸ ἄκρον λοιπὸν τοῦ κυλίνδρου τὸ μᾶλλον ἀπομακρυσμένον ἀπὸ τὴν σφαιραν ἠλεκτρίσθη ὁμοσήμως πρὸς αὐτήν.

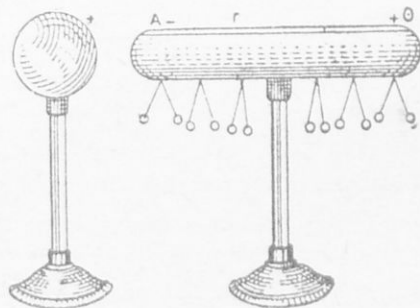
Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὴν σφαιραν, ὅλα τὰ ἐκκρεμῆ τοῦ κυλίνδρου καταπίπτουν. Οἱ ἀντίθετοι λοιπὸν ἠλεκτρισμοὶ οἱ ἀναπτυσχθέντες ἐξ ἐπίδρασεως ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου εὐρίσκοντο εἰς ἴσας ποσότητας, διότι ἐξουδετερώθησαν μόλις ἔπαυσεν ἡ ἐπίδρασις.

Τὰ ἐξ ἐπίδρασεως 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 αὐδετέρου· ὁ ἐξ ἐπίδρασεως ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς προστίθεται εἰς ἕκαστον σημεῖον εἰς τὸν ἠλεκτρισμὸν, τὸν ὁποῖον κατεῖχεν ἡδη ὁ δεχόμενος τὴν ἐπίδρασιν ἀγωγός.

Ἐξ ἡ γ η σ ι ε. 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 σφαιράς.

Συγκοινωνία τοῦ κυλίνδρου μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ δι' ἐνὸς ἄλλου ἀγωγῶ, ἡ ἀπόκλισις τοῦ ἐκκρεμοῦς αὐξάνεται εἰς τὸ Α. Ἐὰν συνδέσωμεν μετὰ τοῦ ἐδά-



Σχ. 215

φους οἰονδήποτε σημείον τοῦ κυλίνδρου AB, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἔκκρεμὸς τοῦ ἄκρου B καταπίπτει.

Ἡλέκτρισις δι' ἐπιδράσεως. Ἐὰν διακόψωμεν, διαρκούσης τῆς ἐπιδράσεως, τὴν συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου AB μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀπομακρύνωμεν ἔπειτα τὴν ἐπιδρῶσαν 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' ἐπιδράσεως ἀγωγὸν μεμονωμένον, ἄνευ τριβῆς καὶ ἄνευ ἐπαφῆς, δι' ἐπιδρῶντος ἀγωγοῦ, τοῦ ὁποίου τὸ φορτίον ἔχει μείνει σταθερόν.** Ὁ τὴν ἐπίδρασιν δεχθεὶς ἀγωγὸς ἠλεκτρίσθη δι' ἠλεκτρισμοῦ ἀντιθέτου πρὸς τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἐπιδρῶσαντος 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** λοιπὸν ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐνὸς ἀγωγοῦ εἶναι τελικῶς ὁμόσημος πρὸς τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ σώματος, ὕπερ 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 εὑρίσκειται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἐὰν θέλωμεν νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐξωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως ἠλεκτρικοῦ φορτίου εὑρισκομένου εἰς τὸ ἐσωτερικόν.

β') Τὸ τοίχωμα δύναται νὰ εἶναι μεμονωμένον, ἐὰν πρόκειται νὰ προστατεύσῃ τὸ ἐσωτερικὸν ἐναντίον τῆς ἐπιδράσεως 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 ἐξ ἐπιδράσεως, ἀλλὰ χάνει τὸ ἐξωτερικόν του φορ-
τίον, τὸ ὁποῖον ἐξαφανίζεται εἰς τὸ ἔδαφος, καὶ διατηρεῖ μόνον τὸ
ἑσωτερικόν $-π$, 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 ἑσωτερικόν ἠλεκτρικὸν
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
μὴ, τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίον εἰς τὸ ἑσωτερικόν 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
ἑτερόνυμον πρὸς τὸν ἐπιδρῶντα.

β') **Λειτουργία τοῦ ἠλεκτροσκοπίου.** Ἐὰν πλησιάσωμεν ἠ-
λεκτρισμένον σῶμα εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὁ ἀγωγὸς
ὁ ἀποτελούμενος ὑπὸ τοῦ δίσκου, τοῦ στελέχους καὶ τῶν φύλλων
ἠλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως, ὁ ἑτερόνυμος 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
ἀπηλεκτρίζονται· 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 πάλιν
ἀποκλίνουν.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν τὸ ἠλεκτρο-
σκόπιον διὰ γνωστοῦ εἶδους ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ τοιοῦτοτρόπως ἠλεκτρι-
σθὲν ἠλεκτροσκόπιον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τοῦ
εἶδους τοῦ ἠλεκτρισμοῦ οἴσουδήποτε σώματος.

Ἐπιθέσωμεν π.χ., ὅτι εἰς ἡλεκτροσκόπιον, τὸ ὁποῖον ἡλεκτρίσθη θετικῶς, πλησιάζομεν σῶμα ἡλεκτρισμένον ἐπίσης θετικῶς. Τὸ ἡλεκτροσκόπιον ἡλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως· ὁ οὕτω ἀναπτυσσόμενος θετικὸς ἡλεκτρισμὸς ἀπωθεῖται πρὸς τὰ φύλλα, ὅπου προστίθεται εἰς τὸν ὑπάρχοντα ἐκεῖ θετικὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ αὐξάνει τὴν ἀποκλίσιν τῶν φύλλων.

Σῶμα ἡλεκτρισμένον ἀρνητικῶς παράγει ἀντίθετον ἀποτέλεσμα, δηλ. ἐλαττώνει τὴν ἀπόκλισιν, διότι ὁ ἡλεκτρισμὸς, τὸν ὁποῖον ἡ ἐπίδρασις ἀναπτύσσει εἰς τὰ φύλλα, εἶναι ἑτερόνυμος πρὸς τὸν ὑπάρχοντα ἐκεῖ θετικὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ συνεπῶς ἐξουδετερώνει αὐτὸν μερικῶς.

Σημείωσις. Εἰς τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν πρέπει τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα νὰ πλησιάζῃ βραδέως, διὰ τὰ ἀντιληφθῶμεν τὴν πρώτην κίνησιν τῶν φύλλων. Ἐὰν πλησιάζῃ πολὺ ταχέως ἢ ἐὰν τὸ σῶμα ἔλθῃ πολὺ πλησίον, ὁ δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος εἰς τὰ φύλλα ἡλεκτρισμὸς δύνάται νὰ φθάσῃ εἰς πολὺ μεγάλην ποσότητα, ἀρκοῦσαν ὄχι μόνον διὰ τὰ 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 ἡλεκτρισμοῦ.—Αἱ πηγαὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διακρίνονται εἰς τρεῖς κλάσεις :

α') Εἰς ἡλεκτροστατικὰς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ μικράς, ἀλλὰ δυναμικοῦ ὑψηλοῦ.

β') Εἰς στήλας, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν χημικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ εἰς πολὺ μικρὸν δυναμικόν.

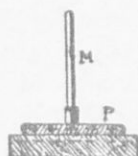
γ') Τὰς δι' ἐπαγωγῆς μηχανάς, αἱ ὁποῖαι μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικὴν καὶ δίδουν γενικῶς μεγάλην ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ εἰς δυναμικὸν μεταβλητὸν ἀπὸ 0 μέχρι χιλιάδων βόλτ.

202. Ἡλεκτροστατικά μηχαναί.— Αἱ ἠλεκτροστατικά μηχαναί εἶναι πηγαὶ ὑψηλοῦ δυναμικοῦ.

Αἱ μηχαναὶ αὗται διακρίνονται εἰς μηχανὰς διὰ τριβῆς καὶ μηχανὰς δι' ἐπιδράσεως. Πράγματι ὅμως ἡ ἐπίδρασις ἐξασκεῖται εἰς ὅλας τὰς ἠλεκτροστατικάς μηχανὰς.

Ἡ ἀπλουστερά ἐξ ὄλων τῶν μηχανῶν τούτων, ἡ δυναμένη νὰ θεωρηθῇ ὡς ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζονται ὅλαι αἱ ἄλλαι, εἶναι ἡ ἠλεκτροφόρος τοῦ Volta.

203. Ἡλεκτροφόρος τοῦ Volta.— Ἡ ἠλεκτροφόρος τοῦ Volta συνίσταται ἐκ δίσκου ἐξ ἐβονίτου καὶ ἐξ ἐλαφροῦ μεταλλικοῦ δίσκου (τὸν ὁποῖον σήμερον κατασκευάζουν ἐξ ἀργιλίου) φέροντος μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 216). Ἐὰν ὁ ἐβονίτης προστριβῇ διὰ δέρματος γαλῆς, ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Ἐπὶ τοῦ οὕτω ἠλεκτρισθέντος ἐβονίτου ἐφαρμόζομεν τὸν μεταλλικὸν δίσκον. Ἐπειδὴ πολὺ λεπτὸν στρῶμα ἀέρος χωρίζει τὸν ἐβονίτην ἀπὸ τοῦ μετάλλου, ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἐβονίτου ἐνεργεῖ δι' ἐπίδράσεως 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 τοῦ διαχέεται ἐλευθέρως ἐπὶ τῶν δύο ὀψεων 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.



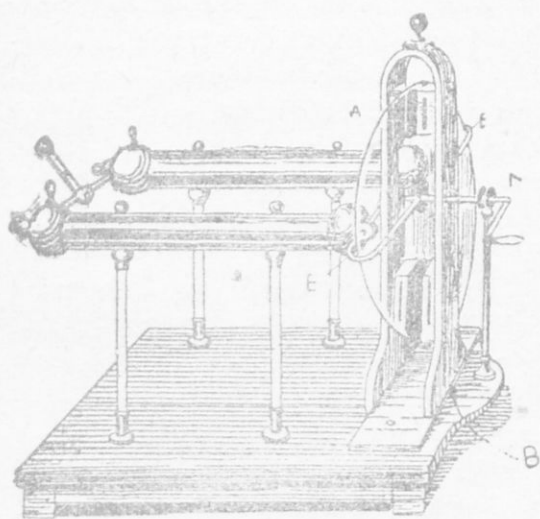
Σχ. 216

Ἐὰν, πρὶν ἀποσπᾶσωμεν τὸν σπινθῆρα, μεταφέρωμεν τὸν δίσκον ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ Faraday καὶ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ, ὅλος ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου διαχέεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν ἐπα-

να λάβωμεν 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 ἀνόψωσιν αὐτοῦ, δαπανῶμεν ἔργον διὰ νὰ ὑπερικήσωμεν τὴν ἔλξιν, ἣτις ἐξασκεῖται μεταξὺ τῶν ἀντιθέτων φορτίων τοῦ ἐβονίτου καὶ τοῦ δίσκου. Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἔργον, ἀνυψοῦν τὸ δυναμικὸν τοῦ δίσκου, μετατρέπεται εἰς ἠλεκτροικὴν ἐνέργειαν, ἣτις ἐξαφανίζεται κατόπιν κατὰ τὴν ἐκκένωσιν.—

204. Μηχανὴ τοῦ Ramsden.—Ἡ μηχανὴ τοῦ Ramsden (σγ. 217) συνίσταται ἐκ μεγάλου ὑαλίνου δίσκου Α, ὅστις φέρεται μεταξὺ δύο κατακορύφων σανίδων καὶ διὰ στροφάλου Ν δύναται νὰ τεθῆ εἰς



Σγ. 217

κίνησιν περὶ τὸν ἄξονά του. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην ὁ δίσκος προστρίβεται 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 ἄλυσσεως συνδεδεμένης μετὰ τοῦ ξυλίνου βύθρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου φέρονται ταῦτα. Κατὰ

τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον ὁ δίσκος διέρχεται μεταξὺ δύο ὀρειγαλκίνων σωλήνων ὑαειδῶν Ε, οἱ ὅποιοι κολοῦνται κτένες, ἕνεκα τῶν ἀκίδων τὰς ὁποίας φέρουν ἐσωτερικῶς. Τέλος, οἱ κτένες συνδέονται μὲ δύο μεγάλους κολίους ὀρειγαλκίνοους κυλίνδρους. Οἱ δύο οὗτοι κύλινδροι

παράλληλοι μεταξύ των, είναι μεμονωμένοι δια ύαλινων ποδῶν στερεωμένων ἐπὶ τῆς τραπέζης, ἡ ὁποία φέρει τὸ βάθρον 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 κτενῶν διαίρουσιν τὸν δίσκον εἰς τέσσαρα τεταρτοκύκλια.

Ὅταν ὁ δίσκος στραφῆ κατὰ τέταρτον στροφῆς, τὸ πρῶτον καὶ τὸ τρίτον τεταρτοκύκλιον ἠλεκτρίζονται θετικῶς, ἐνῶ τὸ δεύτερον καὶ τὸ τέταρτον μένουσιν εἰς οὐδετέραν κατάστασιν. Συνεχιζομένης τῆς στροφῆς ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου καὶ τρίτου τεταρτοκύκλιου διερχόμενος πρὸ τῶν κτενῶν ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτῶν δι' ἐπιδράσεως καὶ ἔλκει μὲν τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν, ὁ ὁποῖος ἐκρέων διὰ τῶν ἀκίδων ἐνοῦσαι μετὰ τοῦ θετικοῦ τοῦ δίσκου, ἀπωθεῖ δὲ τὸν θετικὸν ἐπὶ τῶν κυλίνδρων. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι τὸ μέρος τοῦ δίσκου, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ κτενός, μεταπίπτει εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν. Ὁ δίσκος, συνεχίζων τὴν στροφήν του, ἠλεκτρίζεται ἐκ νέου καὶ νέα ποσότης θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθεῖται ἐπὶ τῶν κυλίνδρων καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Κατὰ τὴν στροφήν, τὰ προσκεφάλαια ἠλεκτρίζονται ἀρνητικῶς ἄλλ' ἐπειδὴ συγκοινωνοῦσιν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ὁ ἠλεκτρισμὸς οὗτος διοχετεύεται εἰς τὸ ἔδαφος.

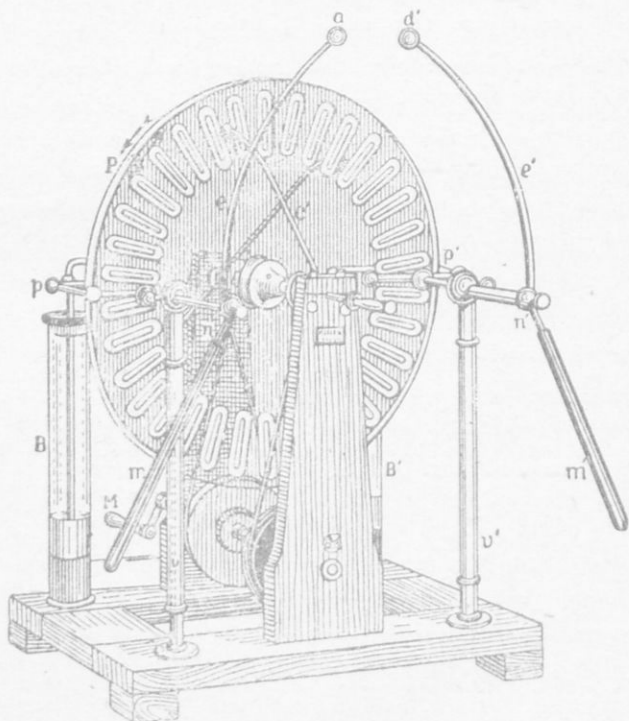
Σημείωσις. Πηγὴ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι τὸ μηχανικὸν ἔργον, τὸ δαπανώμενον διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ δίσκου ἀπὸ τὰ ἀρνητικὰ φορτία τῶν προσκεφαλαίων. Τὸ ἔργον τῆς τριβῆς θερμαίνει τὸν δίσκον καὶ δὲν μετατρέπεται εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν.—

205. Μηχανὴ τοῦ Wimshurst.—Ἡ μηχανὴ αὕτη συνίσταται ἐκ δύο δίσκων ὁμοίων καὶ παραλλήλων PP' (σχ. 218), ἐξ ὑάλου ἢ ἐξ ἐβονίτου. Οἱ δίσκοι οὗτοι δέχονται διὰ μέσου λωρίων καὶ τροχαλιῶν τὴν κίνησιν τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου M. 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 λαυρίων, ἀντὶ νὰ παρουσιάξῃ 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 διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ φέροντος εἰς ἕκαστον τῶν ἄκρων του μεταλλικὴν ψήκτραν.

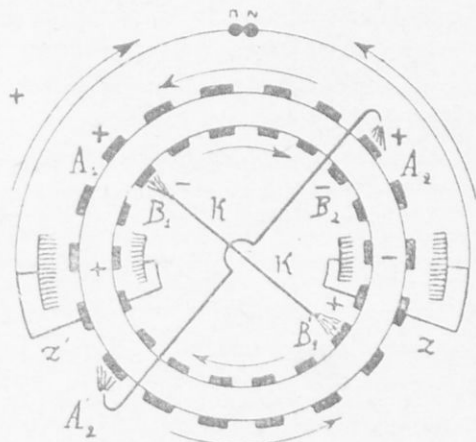
Ἐκαστος δίσκος ἔχει τὸν διαμετρικόν του ἀγωγὸν μετὰ τῶν ψήκτρων του. Οἱ δύο ἀγωγοὶ εἶναι κεκλιμένοι ὁ μὲν εἰς πρὸς τὰ δεξιὰ, ὁ δὲ ἄλλος πρὸς τὰ ἀριστερὰ περίπου κατὰ 45° ἐπὶ τῆς κατακορύφου οὕτως, ὥστε νὰ διασταυροῦνται. Εἰς τὰ δύο ἄκρα τῆς ὀριζοντίας δια-

μέτρου του οι δίσκοι διέρχονται μεταξύ δύο υσειδών κτενῶν pp' . Οι κτένες οὔτοι συνδέονται μετὰ δύο μεταλλικῶν τόξων καταληγόντων εἰς μικρὰς σφαίρας α καὶ α' , 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 α καὶ α' νὰ δύνανται τῇ βοήθειᾳ τούτων νὰ πλησιάζουν ἢ νὰ ἀπομακρύνονται κατὰ βούλησιν.

(Ἡ χωρητικότης τῶν πόλων αὐξάνεται διὰ δύο λουγδονικῶν λαγῆνων 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 με 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 περιστρεφόμενων τυμπάνων. Ὑποθέτομεν κατ' ἀρχάς, ὅτι τὸ ἐξωτερικὸν τυμπανὸν ἤρεμεῖ καὶ ὅτι ὁ τομέας A_1 ἔχει, ἕνεκα

ἀσάφησθε αἰτίας, φορτίον θετικόν. Εἰς τομέας B_1 , διερχόμενος κάτωθεν αὐτοῦ, ἠλεκτρίζεται δι' ἐπιδράσεως ἀρνητικῶς, ἐνῶ διὰ τοῦ διαμετρικοῦ ἀγωγοῦ K διέρχεται ἐπὶ τοῦ B'_1 φορτίον θετικόν. Ὁ τομέας B_1 μένει τότε ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένος, μέχρις ὅτου φθάσῃ μεταξύ τῶν σκελῶν τοῦ κτενός z , τὸν ὁποῖον ἠλεκτρίζει ἐξ ἐπιδράσεως. Καὶ τὸν μὲν



Σχ. 219

ἀπωθεῖ πρὸς τὸν πόλον N , τὸν δὲ θετικὸν ἔλκει πρὸς τὰς ἀκίδας, διὰ τῶν ὁποίων ἐκρέων αὐτὰς κατὰ πρῶτον μὲν ἐξουδετεροῖ τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ τομέως, ἔπειτα δὲ πληροῖ τούτον διὰ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁμοίως ὁ θετικῶς ἠλεκτρισμένος τομέας B'_1 εἰς

τὸν κτένα z' , ἐκφορτοῦται ἐκεῖ καὶ πληροῦται δι' ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐνῶ ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυχθεὶς θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἀπὸθεῖται πρὸς τὸν πόλον Π.

Ἐὰν ὁμοῦ περιστρέφεται ἐπίσης καὶ ὁ ὑπίσθιος δίσκος (ἐξωτερικὸν τύμπανον) κατ' ἀντίθετον φοράν, ὁ τομεὺς A_2 ἠλεκτρίζεται θετικῶς 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 ἠλεκτρισμένος, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸν κτένα z , ὅπου παράγει τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν, ἣν πρὸ ὀλίγου ὁ B_1 . Ἐνεκὰ τούτου τὸ ὅλον ἐν ἀξανάμενον φορτίον τῶν τομέων φθάνει μέχρις ἑνὸς ὁρίου, ἐξαρτωμένου ἐκ τῆς ἀπομονωτικῆς ἰκανότητος τῶν δίσκων καὶ ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν συνθηκῶν. Ὅταν τοιοῦτοτρόπως ἐπιτευχθῇ ἰσχυρὸν φορτίον τῶν τομέων, δύνανται οἱ πόλοι Π καὶ Ν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπ' ἀλλήλων. Τὰ ἀντίθετα φορτία, τὰ ὁποῖα ὄθιουνται ἀπὸ τῶν κτενῶν πρὸς τοὺς πόλους Π καὶ Ν, ἐναῶνται τότε εἰς ἓν βομβοῦν ρεῦμα σπινθήρων μεταξὺ τῶν δύο πόλων. Τοὺς σπινθήρας τούτους καθιστῶμεν ἀραιστέρους ἀλλὰ λαμπροτέρους καὶ θορυβοδεστέρους, θέτοντες εἰς συγκαίτωνίαν τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς μετὰ τῶν λουιδοσυνικῶν λαγῆνων.

Διὰ τὴν ἀρχὴν, ἀρκεῖ ἐλάχιστον φορτίον ἐπὶ ἑνὸς τῶν τομέων, τὸ ὁποῖον συνήθως εἶτε προέρχεται ἐξ ἰσχυῶν φορτίων, τὸ ὁποῖον διατηροῦν οἱ ἐξ ἐβονίτου δίσκοι, εἶτε ἀναπτύσσεται διὰ τῆς τριβῆς τῶν μεταλλικῶν ψηκτρῶν ἐπὶ τῶν τομέων.

Σημείωσις. Ἡ ἀναγκαία ἰσχύς, διὰ τὰ θέσωμεν εἰς περιστροφὴν τοὺς δίσκους, ἀξιάται, ὅταν ἡ μηχανὴ λειτουργῇ· διότι ἡ ἀναπτυσσομένη ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια πηγάζει ἐκ τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, τὸ ὁποῖον δαπανῶμεν, διὰ νὰ ὑπερνικήσωμεν τὴν ἀμοιβαίαν ἑλξίν των ὀργάνων τῶν πεφορτισμένων δι' ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν.

207. Ἀντιστρεπτικότης τῆς μηχανῆς. — Ἐὰν συνδέσωμεν μετὰ τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς, λειτουργούσης, τοὺς πόλους ἄλλης μηχανῆς μικροτέρας (ἀπαλλαγείσης τῶν λωρίων τῆς διὰ νὰ εἶναι μᾶλλον εὐκίνητος), οἱ δίσκοι τῆς δευτέρας ταύτης μηχανῆς τίθενται εἰς κίνησιν. Οἱ πόλοι τῆς πρώτης ἐκροτίζονται θέτοντες εἰς κίνησιν τὴν δευτέ-

ραν. Ἡ πρώτη μετατρέπει τὸ ἔργον εἰς ἠλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ δευτέρα μετατρέπει ταύτην εἰς ἔργον.

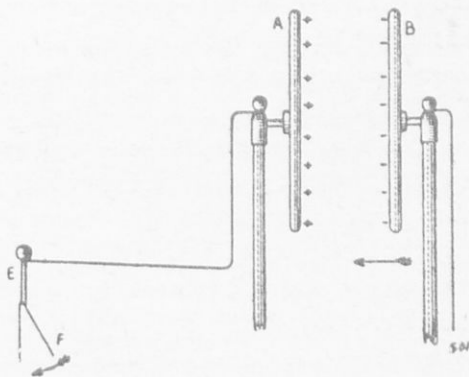
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

208. Μεταβολαὶ τῆς χωρητικότητος ἀγωγοῦ.—Πείραμα. Ὁ ἀγωγὸς A (σχ. 220), ὅστις εἶναι π.χ. μεταλλικὴ πλάξ, ἠλεκτρίζεται θετικῶς δι' ἐπαφῆς μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἠλεκτρικῆς τινος πηγῆς. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον E μετρεῖ τὸ δυναμικόν, τὸ ὁποῖον τοιοῦτρόπως ἀπέκτησεν ὁ A. Ἐστω τοῦτο B.

Ἀφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ A μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, πλησιάζομεν πρὸς αὐτὸν δίσκον B, ὅστις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους.

Διαπιστοῦμεν τότε ἐκ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, ὅτι τὸ δυναμικὸν τοῦ A καταπίπτει. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ δίσκος B, ὅστις ἠλεκτρίσθη ἀρνητικῶς δι' ἐπιδράσεως, ἔλκει μέγα μέρος τοῦ φορτίου A καὶ τοῦ E ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ A τῆς πρὸς τὸν B.



Σχ. 220

Ἐὰν θέσωμεν τότε πάλιν τὸν A εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς πηγῆς, ἡ ὁποία ἀποκαθιστᾷ ἐπὶ τοῦ A τὸ δυναμικὸν Δ, ὁ ἀγωγὸς A παραλαμβάνει ἀπὸ τῆς πηγῆς νέαν ποσότητα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διὰ τὸ αὐτὸ λοιπὸν δυναμικὸν Δ, ὁ ἀγωγὸς A λαμβάνει μεγαλύτερον φορτίον ἐπὶ παρουσίᾳ τοῦ ἀγωγοῦ B, παρὰ ὅταν ἦτο μόνος. Ἄρα ἡ χωρητικότης αὐτοῦ ηὔξηθη. Διότι ἐκ τῆς σχέσεως $\Pi = XB$ (ἐδ. 197) εἶναι φανερόν, ὅτι, διὰ νὰ ἀυξηθῇ τὸ Π , τοῦ B μένοντος σταθεροῦ, πρέπει νὰ ἀυξηθῇ τὸ X.

Εἶναι φανερόν, ὅτι αὐξάνεται ἡ ἐπίδρασις καὶ συνεπῶς τὸ φορτίον ἐπὶ τοῦ Α, αὐξανομένης τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀγωγῶν Α καὶ Β καὶ ἐλαττωμένης τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Ἐπίσης ἡ ἐπίδρασις αὐξάνεται περισσότερον, ἐὰν μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν παρεντεθῆ σῶμα στερεὸν δυσηλεκτραγωγόν.

209. Συμπυκνωταί. — Ὁ συμπυκνωτῆς εἶναι συσκευή μεγάλη



Σχ. 221

ἢλεκτροχωρητικότητος, ἀποτελουμένη ἐκ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐπιφανειῶν παραλλήλων, χωριζομένων διὰ λεπτοῦ ἐλάσματος ἀπομονωτικοῦ.

Αἱ δύο εὐηλεκτραγωγοὶ ἐπιφάνειαι λέγονται ὄπλισμοὶ τοῦ συμπυκνωτοῦ.

Παραδείγματα συμπυκνωτῶν. α') Ὁ ἀπλούστατος τῶν συμπυκνωτῶν εἶναι ὁ ἐπίπεδος συμπυκνωτῆς (σχ. 221). Κατασκευάζομεν τοιαῦτον συμπυκνωτήν, προσκολλῶντες φύλλον ἐκ κασιτέρου ἐπὶ ἐκάστης τῶν ὄψεων πλακῶς ὑαλίνης.

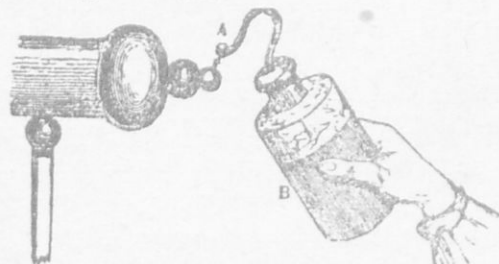
β') Εἰς τὰ πειράματα τῶν σχολείων μεταχειρίζομεθα συνήθως τὴν λουγδουνικὴν λάγηνον. Αὕτη εἶναι ὑαλινὴ φιάλη, τῆς ὁποίας τὸ πῶμα διαπερᾶται ὑπὸ μεταλλικοῦ στελέχους ἀγιστροειδῶς κεκαμμένου, τὸ ὁποῖον καταλήγει πρὸς τὰ ἔξω εἰς σφαιρίδιον. Ἐντὸς τῆς φιάλης τὸ στέλεχος τοῦτο βυβίζεται εἰς λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ ἢ χαλκοῦ, τὰ ὁποῖα πληροῦν ταύτην καὶ τὰ ὁποῖα ἀ-



Σχ. 222

ποτελοῦν τὸν ἑσωτερικὸν ὄπλισμόν τοῦ πυκνωτοῦ (σχ. 222).

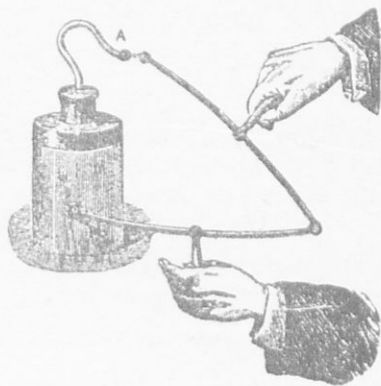
Ὁ ἑξωτερικὸς ὄπλισμὸς ἀποτελεῖται ἐκ φύλλου κασιτέρου, τὸ ὁποῖον καλύπτει ἑξωτερικῶς τὸν πυθμένα καὶ τὴν κυρτὴν ἐπιφάνειαν



Σχ. 223

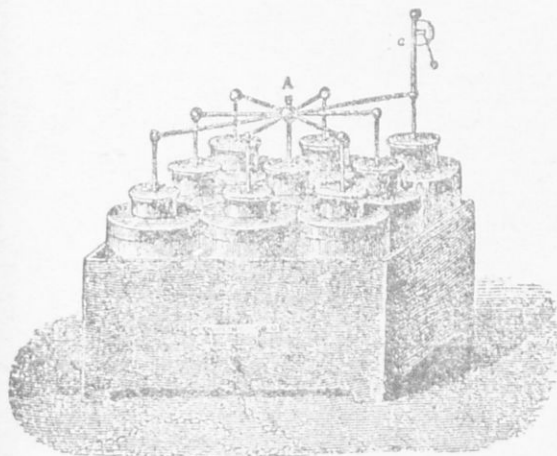
νειαν τῆς φιάλης μέχρις ὀρισμένης ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ στομίου.

Πλήρωσις τῆς λαγῆνου. Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν λαγῆνον, τὴν λαμβάνομεν διὰ τῆς χειρὸς ἀπὸ τὸ μέρος τὸ καλυπτόμενον ὑπὸ τοῦ κασσιτέρου. Τοιοῦτοτρόπως ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμός διὰ τοῦ σώματός μας συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Φέρομεν κατόπιν εἰς ἐπαφὴν τὸ σφαιρίδιον μετὰ ἡλεκτρικὴν τινα μηχανὴν λειτουργοῦσαν (σχ. 223). Ὁ ἐσωτερικὸς ὄπλισμός φορτίζεται τότε π.χ. διὰ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὁ ὁποῖος τῷ παρέχει τὸ δυναμικὸν τῆς μηχανῆς, ἐνῶ ὁ ἐξωτερικὸς φορτίζεται ἐξ ἐπιδράσεως δι' ἕσης προσότητος ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ.



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 δευτέρου ὄπλισμὸν, πρὸ τῆς ἐπαφῆς ἐκρήγνυται σπινθήρ καὶ τὸ πυκνωτὴς ἐκκενῶται ἀκαριαίως.



Σχ. 225

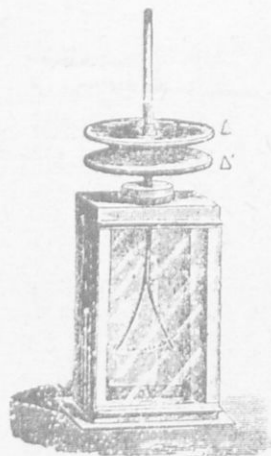
νὰ ἐκκενώσωμεν βραδέως τὴν λαγῆνον θέτοντες αὐτὴν ἐπὶ μονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ ἐγγίζοντες ἐναλλάξ διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμὸν καὶ τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ.

210. Ἡλεκτρικὴ συστοιχία.— Πολλάκις, ἀντὶ μιᾶς μεγάλης
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

λουγδουνικῆς λαγῆνου, ἣ ὁποία θά ἦτο δύσχρηστος, προτιμῶμεν συστοιχίαν ἀποτελουμένην ἐκ πολλῶν λαγῆνων συνδεομένων κατ' ἐπιφάνειαν. Δηλ. οἱ μὲν ἐσωτερικοὶ ὄπλισμοὶ συνδέονται διὰ μεταλλικῶν στελεχῶν, τὰ ὅποια καταλήγουν εἰς κεντρικὴν σφαῖραν Α, αἱ δὲ λάγηναι τοποθετοῦνται ἐντὸς ξυλίνου κιβωτίου (σχ. 225), τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν, καλυπτόμενος ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου, συνδέει τοὺς ἐξωτερικοὺς ὄπλισμοὺς μὲ δύο μεταλλικὰς λαβὰς (Β) προσηλωμένας εἰς τὰ ἐξωτερικὰ τειχώματα τοῦ κιβωτίου.

Διὰ νὰ πληρώσωμεν τὴν συστοιχίαν, συνδέομεν τὴν μὲν κεντρικὴν σφαῖραν Α μὲ τὸν ἕνα τῶν πόλων ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, τὴν μίαν δὲ τῶν ἐξωτερικῶν λαβῶν μὲ τὸν ἄλλον πόλον ἢ μετὰ τοῦ ἐδάφους.

211. Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον.—Τοῦτο εἶναι κοινὸν μετὰ φύλλων ἡλεκτροσκόπιον, τὸ ὅποσον κατέστη πολὺ εὐαίσθητον διὰ τῆς προσθήκης συμπυκνωτοῦ. Τὸ στέλεχος δηλ. τὸ φέρον τὰ φύλλα καταλήγει εἰς τὸ ἀνώτερον αὐτοῦ ἄκρον εἰς πλατὺν δίσκον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ εφαρμοσθῇ δεύτερος δίσκος μετάλλινος τῆς αὐτῆς διαμέτρου φέρων μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 226).



Σχ. 226

Αἱ ἀπέναντι ἐπιφάνειαι τῶν δύο δίσκων εἶναι ἐπιχρισμέναι διὰ γομμάλακας. Τοιοῦτοτρόπως τὰ δύο στρώματα τῆς γομμάλακας ἀποτελοῦν τὸ δυσηλεκτραγωγὸν στερεὸν τοῦ συμπυκνωτοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει τοὺς δύο δίσκους ὡς ὄπλισμοὺς.

Χρῆσις. Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει ὅπως ἐξελέγχωμεν δι' αὐτοῦ τὴν ἡλεκτρίσιν τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια, μολοντί ἔχουν ἀσθενὲς δυναμικόν, δύναται ἐν τούτοις νὰ παρέχουν μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ. Ἡ εὐαίσθησις δ' αὐτοῦ διὰ τὴν τοιαύτην

χρῆσιν εἶναι πολὺ ἀνωτέρα τῆς τοῦ κοινοῦ ἡλεκτροσκοπίου.

Ἄρου ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἀνώτερον δίσκον, θέτομεν τὸν κατώτερον εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τινος σώματος, τοῦ ὁποίου τὸ δυναμικὸν εἶναι ἀνεπαίσθητον, ἀλλὰ τὸ ὅποσον δύναται νὰ παράσῃ σημαντικὰς ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ. Ὑπὸ τὰς συνθήμας ταύτας τὰ φύλλα θὰ παραμείνουν εἰς τὸ μηδέν.

Ἐάν ὅμως, ἀφοῦ διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν μεταξύ 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.

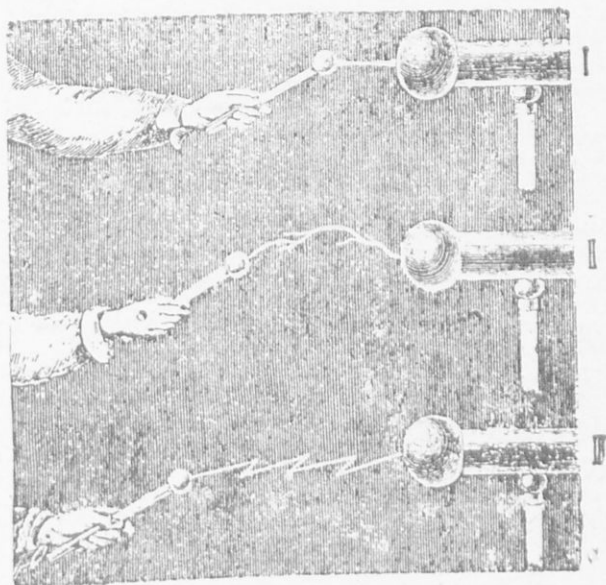
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

212. Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς ἐκκενώσεως.—Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία δαπανᾶται κατὰ τὴν ἠλέκτρισιν ἑνὸς ἀγωγοῦ, μετατρέπεται ἐπ' αὐτοῦ εἰς δυναμικὴν ἐνέργειαν. Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν ἡ ἐνέργεια αὕτη παράγει διάφορα ἀποτελέσματα: φωτεινά, θερμαντικά, χημικά, μηχανικά, φυσιολογικά.

213. Ἀποτελέσματα φωτεινά.—Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ εἶναι φωτεινὸν ἀποτέλεσμα.

Ἐάν πλησιάσωμεν ἀρκετὰ δύο ἀγωγοὺς φορτισμένους δι' ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν ἢ ἀπλούστερον πρὸς αὐτὸν ἀγωγὸν δυναμικῶν, ἡ ἀνομιβαία ἐλξίς



Σχ. 227

των δύο ηλεκτρισμῶν δύναται νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, οἱ δύο ηλεκτρισμοὶ συντίθενται παράγοντες φωτεινὴν γραμμὴν καὶ μικρὸν ξηρὸν κρότον. Ὁ σπινθὴρ ὀφείλεται εἰς τὴν διὰ τῆς ἐκκενώσεως θερμανσίν τοῦ χωρίζοντος τοὺς δύο ἀγωγούς ἀέρος, εἶναι δηλ. ἀποτέλεσμα τῆς μετατροπῆς τῆς ηλεκτρικῆς ἐνεργείας εἰς φῶς καὶ θερμότητα.

Τὸ **μῆκος** τοῦ σπινθῆρος ἀυξάνεται 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, ἐλικοειδές 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 ἀποσπωμένων καὶ διὰ τῆς ἐκκενώσεως διαπυρουμένων μορίων. Τὸ φάσμα τοῦ σπινθῆρος παρουσιάζει συγχρόνως τὰς γραμμὰς τοῦ ἀέρος καὶ τὰς γραμμὰς τῶν ἀτμῶν τοῦ μετάλλου τῶν ἀγωγῶν.

Σημείωσις. Ὁ ηλεκτρισμός, ὅστις ἐκρέει ἐκ τινος ἀκίδος, παρουσιάζει εἰς τὸ σκότος ἰώδη χροιάν μὲ μορφήν μεταβαλλομένην μετὰ τοῦ εἶδους τοῦ ἐκρέοντος ηλεκτρισμοῦ (θύσανοι ἐπὶ θετικοῦ ηλεκτρισμοῦ, λαμπρὸν σημεῖον ἐπὶ ἀρνητικοῦ).—

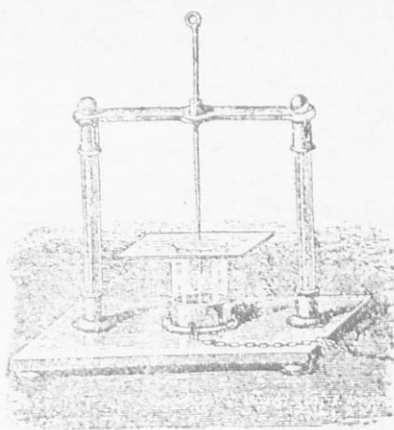
214. Ἀποτελέσματα θερμαντικά.— Ὁ ηλεκτρικὸς σπινθὴρ ἀναφλέγει οὐσίας τινὰς ἐξόχως εὐφλέκτους. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνάφλεξιν τῆς πυρίτιδος τῶν ὑπονόμων ἢ ἀεριοδῶν μειγμάτων, ὅπως π. χ. μειγματος ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Ἐπίσης ἡ ηλεκτρικὴ ἐκκένωσις θερμαίνει μέχρι τήξεως σύρμα συνδέον τὰ σφαιρίδια ἐκκενωτοῦ.

215. Ἀποτελέσματα χημικά.— Ἡ ηλεκτρικὴ ἐκκένωσις μετατρέπει τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος εἰς ὄζον. Ἐντὸς αἰθούσης, εἰς τὴν ὁποίαν λειτουργεῖ μηχανὴ τοῦ Wimshurst, ἀισθανόμεθα εἰδικὴν ὁσμὴν, ὀφειλομένην εἰς μικρὰν ποσότητα ὄζοντος παραγομένου ὑπὸ τῶν σπινθῆρων τῆς μηχανῆς.

216. Ἀποτελέσματα μηχανικά.— Τὰ μηχανικὰ ἀποτελέσματα ἐκδηλοῦνται πρὸ πάντων ἐπὶ τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Ἐὰν παρενθέσωμεν ὑαλίνην πλάκα μεταξὺ δύο ἀκίδων, ἐξ ὧν ἡ μὲν μίξ

συγκοινωνεῖ μετὰ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ἢ δὲ ἄλλη μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἢ ἐκκένωσις δύναται νὰ διατρύψῃ τὴν πλάκα (σχ.228).

217. Ἀποτελέσματα φυσιολογικά.— Ἐάν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα εἰς ἠλεκτρισμένον ἀγωγόν, ἐκρήγνυται σπινθήρ μεταξύ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τῆς χειρός μας. Αἰσθανόμεθα τότε μικρὸν νυγμόν. Ἐάν θέσωμεν τὴν μίαν χεῖρα ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ λουγδαυνικῆς



Σχ. 228

λαγῆνου πε-
πληρωμένης καὶ ἐγγίσωμεν διὰ τῆς ἄλλης χειρός τὸ σφαιρίδιον, αἰσθανόμεθα κλονισμόν ἀρκετὰ ἰσχυρόν. Τὸ πείραμα τοῦτο καθίσταται ἐπικίνδυνον ἐπαναλαμβανόμενον διὰ συστοιχίας συμπυκνωτῶν.

Οἱ ἰατροὶ χρησιμοποιοῦν τὸν στατικὸν ἠλεκτρισμόν διὰ τὴν θεραπείαν ὀρισμένων ἀσθενειῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

218. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἠλεκτρικὸν πεδίον.— Ἐάν ἐν καιρῷ αἰθρίας τοποθετήσωμεν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ μακρὸν μεταλλικὸν στέλεχος καταλήγον εἰς ἀκίδα καὶ μεμνωμένον, 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 πεδίον, διότι ὁ ἀγωγὸς ὑφίσταται ἐντὸς αὐτῆς ἠλεκτρικὴν ἐπίδρασιν. Τὸ πεδίον τοῦτο



Σχ. 229

παράγεται ὑπὸ τῶν **θετικῶν φορτίων** τῆς ἀτμοσφαιρας. Ταῦτα ἠλεκτρίζουν δι' ἐπιδράσεως τὸν ἀγωγὸν καὶ τὸ ἠλεκτροσκόπιον, ἔλκουν πρὸς τὴν ἀκίδα τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ ἀπωθοῦν πρὸς τὰ φύλλα τὸν θετικόν.

Ἀνάλογα πειράματα ἐγένοντο διὰ πρώτην φοράν τῷ 1852 ὑπὸ τοῦ Dalibard ἐν Γαλλίᾳ καὶ ὑπὸ τοῦ Franklin ἐν Ἀμερικῇ. Ὁ τελευταῖος οὗτος ἐχρησιμοποίησε χαρταετὸν μὲ πλαίσιον μεταλλικόν.

219. Ἀστραπή — Βροντή — Κεραυνός.— Χρησιμοποιοῦντες ὡς ἀνωτέρω τὸ ἠλεκτροσκόπιον, βεβαιούμεθα, ὅτι κατὰ τὰς θυέλλας τὰ νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα, ἄλλα μὲν θετικῶς, ἄλλα δὲ ἀρνητικῶς. Τότε, ἐὰν δύο νέφη ἠλεκτρισμένα, μὲ ἠλεκτρισμοὺς ἑτερωνόμους, εὐρεθοῦν εἰς κατάλληλον ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, οἱ ἠλεκτρισμοὶ τῶν συντίθενται παράγοντες ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα καὶ δυνατὸν κρότον. Ὁ σπινθῆρ εἶναι ἡ **ἀστραπή**, ὁ κρότος δὲ ἡ **βροντή**.

Ὅταν ὁ σπινθῆρ ἐκρήγνυται μεταξὺ νέφους καὶ σημείου τινὸς τοῦ ἐδάφους ἠλεκτρισμένων μὲ ἑτερωνόμους ἠλεκτρισμοὺς, λέγομεν, ὅτι **πίπτει κεραυνός**. Οὗτος προσβάλλει κατὰ προτίμησιν τὰ προσέχοντα σημεῖα, ἔνθα συσσωρεύεται ἀντίθετος ἠλεκτρισμός, ἔλκόμενος 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, κατακρήμνισις οἰκιῶν, θραύσις δένδρων κτλ., β') **ἀποτελέσματα θερμαντικά** : πυρκαϊαὶ δι' ἀναφλέξεως ἀναφλεξιμῶν οὐσιῶν, τήξις καὶ ἐξαερίωσις μετάλλων, γ') **ἀποτελέσματα χημικά** : σχηματισμὸς νιτρικοῦ ὀξέος, ὄζοντος, δ') **κλονισμοὶ** θανατηφόροι ἐπὶ ζῶων καὶ ἀνθρώπων. Οἱ κλονισμοὶ οὗτοι δύνανται νὰ 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 ἔχη ἠλεκτρισθῆ δι' ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρισμένου νέφους, μετὰ δὲ τὴν πτώσιν τοῦ κεραυνοῦ τοῦτο ἐπανέρχεται ἀποτόμως εἰς τὴν οὐδετέραν κατάστασιν, διότι ἐξέλιπεν ἡ αἰτία τῆς ἠλεκτρίσεως· ἀλλὰ τοῦτο ἐπιφέρει ἰσχυρὸν κλονισμόν, πολλὰκις θανατηφόρον (πλήγμα ἐξ ἐπιστροφῆς).

220. Ἀλεξικέραυνον.—Τὸ ἀλεξικέραυνον χρησιμεύει διὰ τὴν προσφύλαξιν τῶν οἰκοδομημάτων ἀπὸ τῶν κεραυνῶν· στηρίζεται δὲ ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ἀκίδων. Ἀποτελεῖται ἐκ σιδηρᾶς ράβδου, μήκους 5—10 μέτρων, ἣ ὅποια τοποθετεῖται ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ οἰκοδομήματος κατακορυφῶς καὶ καταλήγει πρὸς τὰ ἄνω εἰς κωνικὴν ἀκίδα ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρυσωμένου. Ἡ ράβδος [αὕτη τίθεται εἰς συγ-



Σχ. 230

κωνοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ παχέος ἀγωγοῦ ἐκ σιδηρῶν σφαιρῶν (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 δευτέρου καθιστᾷ αὐτοὺς ἀβλαβεῖς. Πράγματι, ἐὰν νέφος ἠλεκτρισμένον

π.χ. θετικῶς διέλθη ἄνωθεν τοῦ οἰκοδομήματος τοῦ προστατευομένου ὑπὸ τοῦ ἀλεξικεραυνοῦ, ἠλεκτρίζει τοῦτο δι' ἐπιδράσεως. Ὁ ἀρνητικὸς τότε ἠλεκτρισμὸς, ὅστις συρρέει πρὸς τὴν ἀκίδα, ἐκρέει δι' αὐτῆς συνεχῶς πρὸς τὸ νέφος καὶ ἐξουδετεροῦ 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 ἀπηλεκτρισθῇ τοιοῦτοτρόπως ἀρκετὰ ταχέως, ἢ πτώσις τοῦ κεραυνοῦ ἔχει ἀποφευχθῆ. Ἐὰν ὅμως πέση 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 με ὅλας τὰς εὐηλεκτραγωγούς μάζας τοῦ οἰκοδομήματος, π.χ. σιδηρᾶς δοκοῦς, ὑδραγωγούς ἢ ἀεριαγωγούς σωλῆνας κτλ., διὰ νὰ δύναται ὁ ἐπ' αὐτῶν δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς νὰ διασκορπίζεται εὐκόλως.

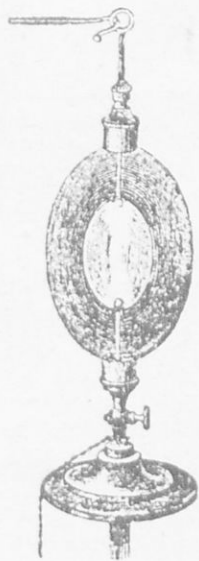
Εἰδικὰ ἀλεξικέραυνα προφυλάσσουν ἀπὸ τοὺς κεραυνούς τὰς συνήθεις τηλεγραφικὰς γραμμάς, τὰς συσκευὰς τῆς ἀσυρμάτου τηλεγραφίας κτλ.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΗΡΑΙΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

221. Ἡλεκτρικὸν ὤον.—Γνωρίζομεν, ὅτι, ἐὰν ἀποκαταστήσωμεν ἐπαρκῆ διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξύ δύο ἀγωγῶν κειμένων πλησίον ἀλλήλων, παράγεται ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις ὑπὸ μορφῆν σπινθήρος. Ὁ σπινθῆρ δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἀποστάσεως, ἥτις χωρίζει τοὺς δύο ἀγωγούς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ αἰρίου, ὕπερ περιβάλλει τοὺς ἀγωγούς. Οὕτω, ἔταν ἡ ἐκκένωσις γίνεται ἐντὸς ἠραιωμένου αἰρίου, δὲν παράγεται πλέον σπινθῆρ, ἀλλὰ λάμψις τοῦ αἰρίου συνεχῆς. Τὰ φαινόμενα ταῦτα δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ὤου. Τοῦτο εἶναι φουσιδὲς ὑάλινον δοχεῖον φερόμενον ἐπὶ ὀρειχαλκίνου ποδὸς καὶ διαπερόμενον εἰς τὰ ἄκρα του ὑπὸ δύο μεταλλικῶν στελεχῶν, τὰ ὅποια καταλήγουν ἐντὸς τοῦ δοχείου εἰς σφαῖρας. Τὸ ἀνώτερον στέλεχος εἶναι κινητὸν ἐντὸς ὀρειχαλκίνου περιβλήματος οὕτως, ὥστε αἱ δύο σφαῖραι νὰ δύνανται νὰ πλησιάζουν ἢ νὰ ἀπομακρύνωνται ἀπ' ἀλλήλων. Ὁ πούς φέρει σπρόφιγγα καὶ δύναται νὰ κοχλιωθῆ 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 :

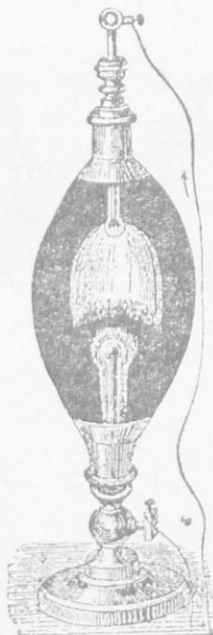


Σχ. 231

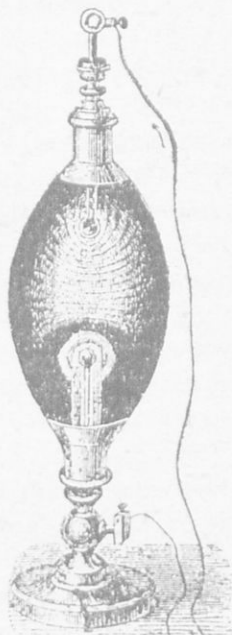
α') Ὄταν ὁ ἀῆρ τῆς συσκευῆς εὑρίσκειται ὑπὸ πίεσιν ὀλίγην

μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, οἱ σπινθῆρες ἐκρήγνυνται ἀπὸ ἀποστάσεως μεγαλυτέρας, ὑπὸ μορφὴν ἑνὸς ἢ περισσοτέρων φωτεινῶν νημάτων περισσότερο ἢ ὀλιγώτερον κυματοειδῶν, τὰ ὁποῖα βαίνουν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἤλεκτροδίου εἰς τὸ ἄλλο.

β') "Όταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρι 4 ἢ 5 ἑκατοστομέτρων ὑδραργύρου, ἡ ἐκκένωσις ἐκδηλοῦται ὑπὸ μορφὴν ἐρυθροχρόου καὶ συνε-



Σχ. 232



Σχ. 233

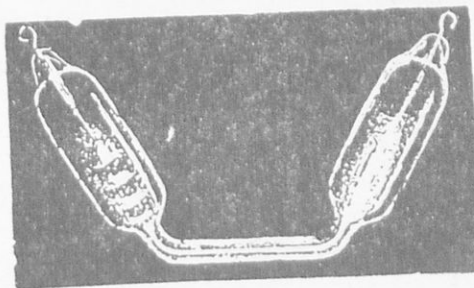
χῶς φωτός, τὸ ὁποῖον πληροῦ τὸν σωλῆνα καὶ καλεῖται **θετικὴ στήλη** (σχ. 232).

γ') "Όταν ἡ πίεσις κατέλθῃ μέχρις ἑνὸς ἑκατοστομέτρου ὑδραργύρου, ἡ θετικὴ στήλη δὲν εἶναι πλέον ὁμογενῆς· διαίρεται εἰς ζώνας παραλλήλους ἐναλλὰξ φωτεινάς καὶ σκοτεινάς. Ἡ στήλη συμπιέζεται πρὸς τὴν ἄνοδον καὶ ἀφῆνει μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς καθόδου σκοτεινὸν διάστημα. Ἡ δὲ κάθοδος περιβάλλεται ὑπὸ φωτεινοῦ περιβλήματος (σχ. 233).

δ') "Όταν ἡ πίεσις κατέλθῃ ἀκόμη περισσότερο, 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 ἄνοδον 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 ὀλιγώτερον 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 καταυγάζον αὐτὸν φῶς εἰδικὸν χρωματισμόν.

Τὸ ὑδρογόνον π.χ. δίδει ἐρυθρὸν χρωματισμόν, τὸ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος ὑποκόκκινον.

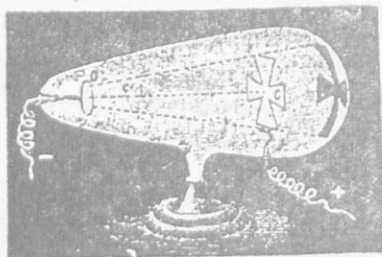
Οἱ χρωματισμοὶ οὗτοι εἶναι λαμπρότεροι εἰς τὰ στενὰ μέρη τοῦ σωλῆνος.

223. Σωλῆνες τοῦ Crookes.—Ἐὰν ἡ ἀραίωσις παραταθῆ σχεδὸν μέχρι χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραργύρου, ἡ λάμψις ἢ καταυγάζουσα τὸν σωλῆνα ἐκλείπει τελείως, ἐκτὸς ἀσθενοῦς τινος ἀγλῆς περὶ τὴν ἄνοδον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ σωλῆν καλεῖται σωλῆν τοῦ Crookes.

224. Καθοδικαὶ ἀκτῖνες.—Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἠλεκτρόδια ἐνὸς τιοῦτου σωλῆνος μετὰ τῶν πόλων πηνίου τοῦ Ruhmkorff, θά

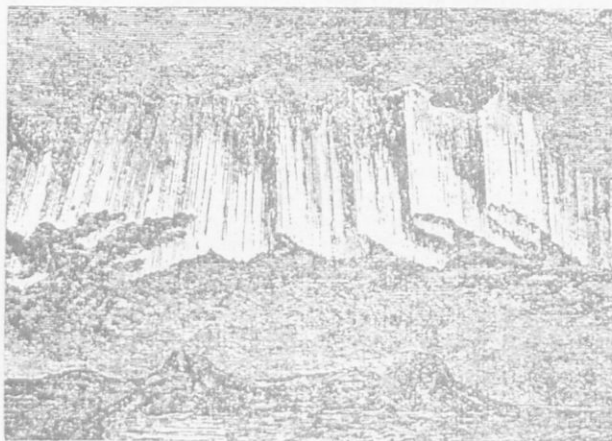
παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ τοίχωμα τοῦ σωλήνος τὸ εὐρισκόμενον ἀπέναντι τῆς καθόδου καθίσταται φθορίζον, ἐμφανίζον ὠραῖον πράσινον χρῶμα. Ἐκ τῆς καθόδου δηλ. ἐκπέμπονται ἀκτῖνες ὄρατοι, αἱ ὁποῖαι



Σχ. 285

διαδίδονται εὐθυγράμμως ἐντὸς τοῦ σωλήνος καὶ συναντῶσαι τὴν ὕalon προκαλοῦν τὸν φθορισμὸν αὐτῆς. Αἱ ἀκτῖνες αὗται καλοῦνται **καθοδικαί**.

Σῶμα στερεὸν δυσηλεκτραγωγὸν ἢ εὐηλεκτραγωγὸν σταματᾷ τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας ὡς διάφραγμα. Ἐὰν θέσωμεν ἐν τὸς σωλήνος τοῦ Crookes ἀπέναντι τῆς καθόδου σταυρὸν ἐξ ὀργιλίου (σχ. 235), θὰ παρατηρήσωμεν τὴν σκιὰν τοῦ σταυροῦ διαγραφομένην μέλαιναν ἐπὶ τοῦ φθορίζοντος τοιχώματος τοῦ σωλήνος.



Σχ. 236

Αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες προκαλοῦν ὠραῖους φθορισμοὺς ἐπὶ διαφόρων ἀνοργάνων οὐσιῶν, π.χ. ἀδάμαντος, μεταλλικῶν ὀξειδίων, θείου, χου ψευδαργύρου, κιμαλίας κτλ., ὅταν προσπίπτουν ἐπ' αὐτῶν. Ὁ φθορισμὸς οὗτος, τοῦ ὁποῖου τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῆς

σώματος, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ παρακολουθήσωμεν τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας.

Ἐπίσης αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες ἐκτρέπονται ὑπὸ μαγνητικοῦ καὶ ἠλεκτρικοῦ πεδίου.

Ἡ ὕπαρξις τῶν καθοδικῶν ἀκτῖνων ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς: Τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος περιεχόμενον ἀέριον συνίσταται ἐξ ἀτόμων, τὰ ὅποια κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐκκενώσεως διαιροῦνται εἰς ἰόντα. Τὰ ἰόντα φορτίζονται ἄλλα μὲν θετικῶς, ἄλλα δὲ ἀρνητικῶς. Τὰ ἀρνητικὰ ἰόντα (ἠλεκτρόνια), ἀπωθούμενα τότε ὑπὸ τῆς καθόδου, ἀποτελοῦν τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας.

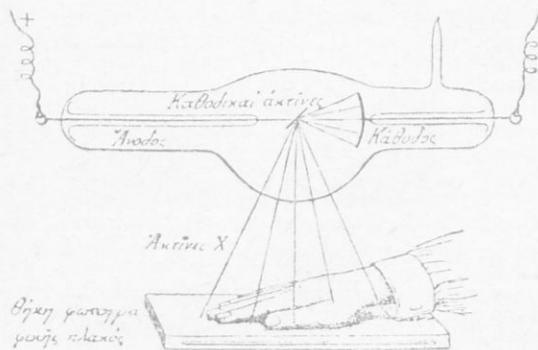
Εἰς τοιαύτας καθοδικὰς ἀκτῖνας, ἀποτελουμένους ἐξ ἠλεκτρονίων ἐκπεμπομένων ὑπὸ τοῦ ἡλίου, ὀφείλονται τὰ **πολικὰ σέλα**. Ταῦτα εἶναι φωτεινὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια ἀναφαίνονται συχνάκις εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῶν πολικῶν χωρῶν. Παρουσιάζονται δὲ ἐν εἴδει πολυαριθμῶν φωτειῶν τόξων, τὰ ὅποια ἐξακοντίζουν τὰς ἀκτῖνας αὐτῶν πρὸς τὴν γῆν (σχ. 236). Τὸ φῶς των παράγεται ἐκ τῶν συγκρούσεων τῶν ἠλεκτρονίων ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος.

225. Ἀκτῖνες Röntgen ἢ ἀκτῖνες X. — Κατὰ τὸ ἔτος 1895,

φυσικὸς Röntgen παρατήρησεν, ὅτι διάφραγμα κεκαλυμμένον διὰ μαυρίου βαριολευκοχρύσου καθίστατο φθορίζον, ὅτε εὐρίσκειτο πλησίον σωλῆνος τοῦ Crookes λειτουργοῦντος ἐντὸς κυτίου ἐκ χαρτονίου. Εἶναι φανερόν, ὅτι αἱ ἀκτῖνες, αἱ ὅποια παρήγον τὸν φθορισμὸν τοῦτον, δὲν ἦσαν αἱ καθοδικαί, διότι αὗται δὲν διέρχονται διὰ τῆς ὑάλου, τὸ δὲ πράσινον φῶς, μὲ τὸ ὅποιον λάμπει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σωλῆνος ἢ ἀπέναντι τῆς καθόδου, ἐμποδίζεται ὑπὸ τοῦ χαρτονίου καὶ διέλλθη. Πρόκειται λοιπὸν προφανῶς περὶ μιᾶς νέας ἀκτινοβολίας ἀόρατου, ἣτις προκαλεῖ τὸν φθορισμὸν τοῦ διαφράγματος.

Πράγματι, τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀφείλεται εἰς **εἰδικὰς** ἀκτῖνας, αἱ ὅποια ἐκπέμπονται ὑπὸ τοῦ τοιχώματος τοῦ σωλῆνος τοῦ Crookes, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσπίπτουν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες. Αἱ ἀόρατοι αὗται ἀκτῖνες, καλούμεναι **ἀκτῖνες Röntgen ἢ ἀκτῖνες X**, διαδίδονται πρὸς τὰ ἔξω καὶ διέρχονται διὰ τοῦ χαρτονίου. Αἱ ἀκτῖνες X διεγείρουν τὸν φθορισμὸν πολλῶν σωμάτων, προσβάλλουν τὰς φωτογραφικὰς πλάκας, ἀπηλεκτρίζουν τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα, διότι καθιστοῦν εὐἠλεκτραγωγὸν τὸν ἀέρα. Δὲν ἐκτρέπονται δὲ ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ ἢ ἠλεκτρικοῦ πεδίου (διαφορὰ ἀπὸ τὰς καθοδικὰς ἀκτῖνας).

Ἐπίσης διέρχονται ἄνευ ἐκτροπῆς διὰ τοῦ ξύλου, τοῦ χάρτου, τῶν σαρκῶν, ἀλλὰ δὲν διαπεροῦν τὰ σκληρὰ σώματα, ὅπως π. χ. τὰ ὀστᾶ, τὰ μέταλλα κτλ. Διαδίδονται δὲ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς καὶ τὸ φῶς.



Σχ. 237

Ὅταν αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες συναντήσουν οἰονδήποτε σῶμα, μετατρέπονται εἰς ἀκτῖνας X. Τὰς ἀκτῖνας ταύτας παράγουμεν ἐντὸς εἰδικοῦ σωλῆνος ὀσλίλου, ἐν τῷ ὁποίῳ αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουν ἐπὶ μικροῦ ἐλάσματος ἐκ λευκοχρύσου (σχ. 237) κεκλιμένου κατὰ 45° ἐπὶ τοῦ

ἄξονος τοῦ σωλῆνος. Τὸ ἔλασμα τοῦτο καλοῦμεν **ἀντικαθόδον**.

Αἱ ἀκτῖνες X γεννῶνται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἀντικαθόδου καὶ προβάλλονται ἐπὶ τοῦ μέρους τοῦ σωλῆνος τοῦ εὐρισκόμενου ἀπέναντι ταύτης. Διαδίδονται δὲ κατόπιν εὐθυγράμμως ἄνευ διαθλάσεως ἢ ἀνακλάσεως.

226. Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία.— Ἡ ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία εἶναι μέθοδοι ἐφαρμογῆς τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀκτῖνων X. Ἐὰν παρενθέσωμεν τὴν παλάμην ἀνοικτὴν μετὰ τοῦ σωλῆνος καὶ ἐνὸς διαφράγματος ἐκ κυανιοῦ βαριολευκοχρύσου, παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τὴν σκιάν τῆς παλάμης (σχ. 238). Ἡ σκιά αὕτη παρουσιάζει μέρη σκιερὰ, τὰ ὅποια διαγράφουν τὰ ὀστᾶ, καὶ φωτεινὰ μέρη, τὰ ὅποια ὑρίζουν τὰς σάρκας. Ἐχομεν 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 ἀκτῖνες, καὶ ἐφαρμόσωμεν ἐπ' αὐτῆς τὴν παλάμην, μετὰ τινα χρόνον ἢ πλᾶξ θὰ ἔχη προσβληθῆ, δηλ. θὰ ἔχη σχηματισθῆ ἐπ' αὐτῆς ἡ εἰκὼν τῆς παλάμης. Ἐχομεν οὕτω μίαν

φωτογραφίαν, εἰς τὴν ὁποίαν διακρίνονται τὰ ὀστά 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 ὄνυχες τῶν νὰ γίνουν εὐθραστοὶ καὶ νὰ πέσουν. Τὸ δέριμα ἐπίσης δύναται νὰ



Σχ. 238] 2

προσβληθῆ. Ποσοὶ πειραματίσται 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.— Ὀρισμένα μέταλλα, τὸ οὐράνιον, τὸ θόριον καὶ πρὸ πάντων τὸ ράδιον, ἐκπέμπουν καθοδικὰς ἀκτῖνας καὶ ἀκτῖνας X ἄνευ μεσολαβήσεως ἠλεκτρικῆς 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 ἐφαίνεται, ὅτι ὁ φωτισμὸς ἠδύνατο νὰ πραγμα-

τοποιηθῆ 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 περισσότερο, ὅσον ἡ θερμοκρασία τοῦ φωτίζοντος σώματος εἶναι ὑψηλότερα. Πρὸς ἀποφυγὴν τοιαύτης καταπονήσεως περιβάλλουν τὴν φωτεινὴν πηγὴν διὰ σφαίρας 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, ἐζήτησαν νὰ τὴν συγκεντρώσουν ὁλοκληρωτικῶς ἐπὶ τοῦ φωτός. Ὁ Ἄμερικανὸς 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 ἀκτινοβολίαι, αἱ ὁποῖαι φθάνουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας, συμβαίνει νὰ εὐρίσκωνται ἔλαι εἰς τὸ ὄρατὸν φάσμα, ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις τοῦ ἀερίου, διὰ τοῦ ὁποίου πειραματιζόμεθα, εἶναι καλλιτέρα, ὅπως π.χ. εἰς τὸ ἄζωτον. Ἐὰν τούναντίον τὸ πλεῖστον τῶν ἀκτινοβολιῶν εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀόρατον φάσμα, δηλ. ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ καὶ πέραν τοῦ ἰώδους, ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις εἶναι μικρά, ὅπως συμβαίνει εἰς τὸ ὕδρογόνον.

230. Φωτισμὸς δι' ἄζωτου.— Ὁ φωτισμὸς Moore πραγματοποιεῖται ὡς ἐξῆς : 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 ἠλεκτρόδια ἐκ γραφίτου, μήκους 15—30 ἐκ. ἕκαστον. Ὁ λαμπτήρ εἶναι ἐγκατεστημένος ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος μεταμορφωτοῦ, ὅστις ἀνυψοῖ τὴν τάσιν.

Τὸ ἄζωτον δίδει φῶς χρυσοκίτρινον.

Τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος παράγει φῶς προσομοιάζον πρὸς τὸ τῆς ἡμέρας. Μὲ ἀέρα λαμβάνομεν φῶς ροδόχρουν.

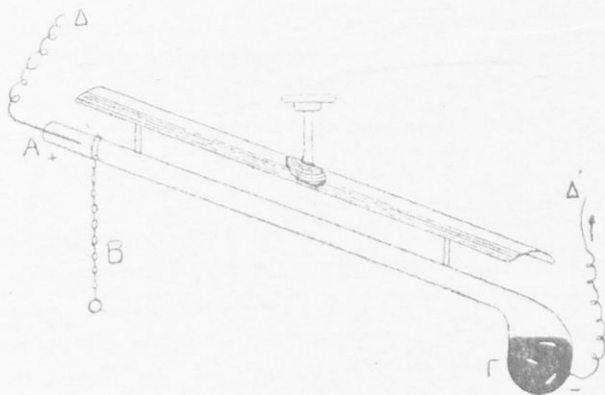
231. Φωτισμὸς διὰ νέου.— Οἱ σωλῆνες εἶναι πλήρεις νέου ὑπὸ πίεσιν 0,1 χλσ. Ὁ λαμπτήρ εἶναι ἐγκατεστημένος, καθὼς ὁ σωλὴν Moore, ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος κυκλώματος μεταμορφωτοῦ, ὅστις ἀνυψοῖ τὴν τάσιν.

φοῖ τὴν τάσιν. Τὰ ἠλεκτροδία, μήκους 20 ἑκατ., εἶναι ἐκ χαλκοῦ. Οἱ σωλῆνες δύνανται νὰ ἔχουν μῆκος τὸ πολὺ μέχρι 5 μέτρων, τὸ διὰ νέου φῶς εἶναι ἐρυθρὸν. Τὸ φάσμα παρουσιάζει ὠραίας γραμμὰς ἐρυθρὰς καὶ κιτρίνας, ἀλλ' οὐδεμίαν ἄλλην ἀκτινοβολίαν. Οὔτε κυανὴν οὔτε ἰώδη. Δύνανται νὰ ἐλαττωθῇ ἡ ἔλλειψις αὕτη, ἐὰν πλησίον τοῦ σωλῆνος τοῦ περιέχοντος τὸ νέον τεθῇ σωλὴν μὲ ἀτμούς ὑδραργύρου. Ὁ διὰ νέου φωτισμὸς εἶναι ἐξαιρετὸς διὰ τὴν ὕρασιν.

232. Φωτισμὸς διὰ λαμπτήρος μὲ ἀτμούς ὑδραργύρου.—

Ὁ λαμπτήρ οὗτος συνίσταται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος (σχ. 239), ἐξωγκωμένον κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ Γ. Εἰς τὸ ἐξωγκωμένον τοῦτο ἄκρον περιέχεται μικρὰ ποσότης ὑδραργύρου, 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.



Σχ. 239

Τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται διὰ τοῦ σύρματος Δ, ὅταν τὸ κύκλωμα εἶναι κλειστὸν, 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 ὑδραργύρου κλύεται τότε ἐκ τῆς καθόδου πρὸς τὴν ἀνοδον καὶ παράγει βραχὺ κύκλωμα, ἕπερ διχρεῖ ἐφ' ὅσον ὁ λαμπτήρ εὑρίσκεται εἰς θέσιν συμμετοικὴν πρὸς τὴν τοῦ σχήματος. Ὅταν ὁ λαμπτήρ

ἀναλάβῃ τὴν θέσιν του, τὸ ἐξ ὑδραργύρου νῆμα θραύεται καὶ τὸ ζόν ἀναπηδᾷ μεταξύ τῆς τομῆς. Ὁ σχηματιζόμενος μεταλλικὸς [ἄτμος θερμαίνεται, καθίσταται ἀγωγὸς καὶ τὸ τόξον πληροῦ ὕλον τὸν σωλῆνα.

Ἐφ' ὅσον ὁ λαμπτήρ λειτουργεῖ, δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου τῆς καθόδου μικρὸν κρατῆρα, ἐνθα ὁ ὑδράργυρος 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 ἄτμου 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 ὕψασμα ἐρυθρόν.

Σημείωσις. Τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος τούτου δίδει φάσμα πλούσιον εἰς ἰώδεις καὶ ὑπεριώδεις ἀκτῖνας. Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτῖνες εἶναι ἐπικίνδυναι διὰ τὴν ὄρασιν, ἀλλ' ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῆς ὑάλου τοῦ λαμπτήρος.

Αἱ ὑπεριώδεις ἀκτῖνες φονεύουν τὰ μικρόβια καὶ ἐμποδίζουν τὴν ἀνάπτυξιν τῶν σποριῶν 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'

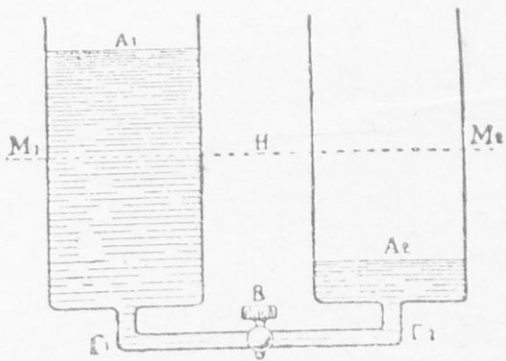
ΡΕΥΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ

233. Μέγιστον τῆς συχνότητος εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας. — Οἱ βιομηχανικοὶ ἐναλλακτῆρες ἔχουν συχνότητα μεταβαλλομένην μόνον μεταξύ 10 καὶ 100 περιόδων κατὰ δευτερόλεπτον, ὠρισμένοι δὲ ἐναλλακτῆρες τῶν ἐργαστηρίων φθάνουν τὰς 1000 περιόδους. Καὶ τοῦτο

διότι ἀφ' ἑνὸς μὲν δὲν δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν πέραν ὀρισμένου ὀρίου τὸν ἀριθμὸν τῶν πόλων ἐναλλακτῆρος, ἀφ' ἑτέρου δὲ ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ δευτερόλεπτον στρωφῶν 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 ὑδροῦ.—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 στρόφιγγα Β τοῦ σωλῆνος καὶ χύνομεν ὕδωρ εἰς τὸ M_1 μέχρις ὀρισμένου ὕψους. Ἀνοίγοντες ἔπειτα ἀποτόμως τὴν στρόφιγγα 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 ἕνεκα τῆς κτηθείσης ἐνεργείας. Ἡ κίνησις γίνεται κατόπιν κατ' ἀντίθετον φορὰν, δηλ. ἐκ τοῦ M_2 πρὸς τὸ M_1 , κατόπιν πάλιν ἐκ τοῦ M_1 πρὸς τὸ M_2 καὶ



Σχ. 240

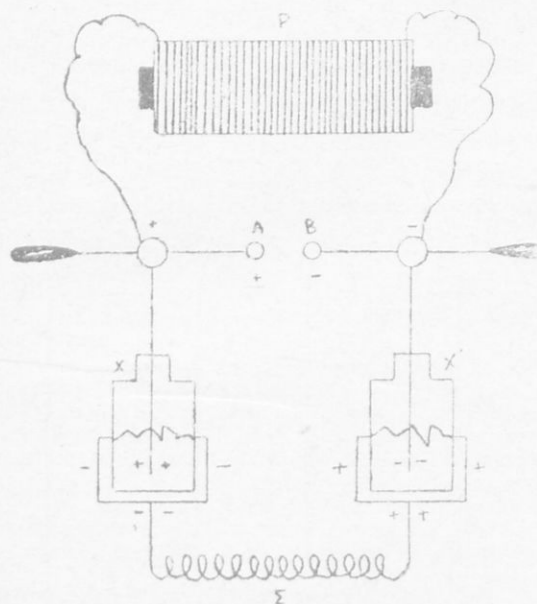
οὕτω καθ' ἐξῆς. Παράγεται λοιπὸν παλμικὴ κίνησις τοῦ ὕδατος, τῆς ὁποίας τὸ πλάτος ἐλαττοῦται ταχέως, ἕνεκα τῶν τριβῶν τῶν ὑγρῶν μορίων ἐπ' ἀλλήλων καὶ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου.

Ἐὰν ἀνοίξωμεν βραδέως τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ ρέον εὐρίσκει μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν στρόφιγγα 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 ἀναλόγως 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 ὀπλισμῶν δύο συμπυκνωτῶν XX', π.χ. λουγδουρικῶν λαγῆνων. Τοὺς δὲ ἐξωτερικοὺς ὀπλισμοὺς συνδέομεν πρὸς ἀλλήλους διὰ σωληνοειδοῦς Σ, τὸ ὁποῖον καλεῖται πηνίον αὐτεπαγωγῆς.

Ὅταν ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ A καὶ B καταστῇ ἀρκετὰ



Σχ. 241

μεγάλῃ διὰ τὴν ἀπόστασις AB, ἐκρήγνυται σπινθήρ μεταξὺ A καὶ B. Τὸ νῆμα τοῦ ἀέρος, τὸ ὁποῖον χωρίζει τὰ A καὶ B, δύναται τότε νὰ ἐξομοιωθῇ πρὸς ἀγωγὸν καί, ἐὰν ἡ ἀντίστασις του δὲν εἶναι πολὺ μεγάλη, ρεύματα παλμικὰ πολὺ μεγάλῃς συχνότητος παράγονται μεταξὺ A καὶ B. Ἐκ τῶν δύο ὀπλισμῶν ἑκάτερου τῶν συμπυκνωτῶν ἐκεῖνος, ὁ ὁποῖος ἦτο κατ' ἀρχὰς θετικὸς, καθίσταται ἀρνητικὸς, κατόπιν πάλιν θετικὸς καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ σημείου τοῦ ἡλεκτρισμοῦ γίνονται τόσο ταχέως, ὥστε δὲν διακρίνομεν τὴν διαδοχὴν τῶν σπινθῆρων κατὰ τὴν μίαν φοράν 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 χάρτου, τοῦτο διατρύπεται εἰς πλῆθος μικροτάτων ὀπῶν πλησιέστατα πρὸς ἀλλήλας κειμένων. Αἱ ὀπαὶ αὗται εἶναι τὰ ἴχνη τῶν διελθόντων σπινθῆρων.

236. Ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότη-

τος.—'Εάν ἐγγίσωμεν τὸ πηνίον αὐτεπαγωγῆς, οὐδὲν αἰσθανόμεθα ἄλλως, ἢ καὶ διὰ τοῦ σώματός μας διῆλθε ρεύμα, τοῦ ὁποίου ἡ τάσις εἶναι ἐκτάκτως ὑψηλή: π.χ. 50.000 volts. Τοιαῦτα ρεύματα ὑπὸ μικρὰν συχνότητα θὰ ἦσαν κεραυνοβόλα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι, ὅτι τὰ αἰσθητικὰ νεῦρα δὲν ἐρεθίζονται ὑπὸ συχνότητος ὑπερβαίνουσας τὸν ἀριθμὸν 50.000, ὅπως τὰ ἀκουστικὰ νεῦρα δὲν ἐρεθίζονται, ὅταν αἱ ἡχητικαὶ κυμάνσεις ἔχουν συχνότητα ἀνωτέραν τῶν 40.000, ἢ ὅπως τὰ ὀπτικά νεῦρα ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας εἶναι ἀνίσθητα διὰ τὰς κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος συχνότητος ἀνωτέρας τῶν 700 τρισεκατομμυρίων (ἰώδεις ἀκτίνες).

Πλησίον τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων αἱ μεταβολαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι τάχιστα καὶ συνεπῶς πολὺ μεγάλα τὰ ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς: ὅλα τὰ περὶ μεταλλικὰ ἀντικείμενα ἠλεκτρίζονται καὶ δυνάμεθα νὰ ἀποσπᾶσωμεν ἀπ' αὐτῶν σπινθῆρας. Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ ἀνάψωμεν ἠλεκτρικὴν λυχνίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

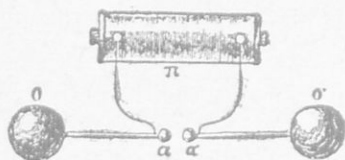
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

237. Ταχύτης τῆς διαδόσεως.— Πᾶσα πηγὴ ἡχητικῆ ἢ φωτεινῆ παράγει, ὡς ἐμάθομεν, παλμικὰς κινήσεις. Τὴν αὐτὴν ιδιότητα ἔχουν αἱ παλμικαὶ ἐκκενώσεις αἱ παραγόμεναι ὑπὸ τῶν ἐναλλασσόμενων ρευμάτων. Δημιουργοῦν δηλ. ἠλεκτρικὰ κύματα, τὰ ὅποια διαδίδονται κατόπιν ὅπως μία παλμικὴ κίνησις.

Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάτων εἶναι ἴση πρὸς τὴν τοῦ φωτός, δηλ. 300.000 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

238. Διεγέρτης τοῦ Hertz (σπινθηριστής). — Ἐάν ἐλαττώσωμεν τὴν χωρητικότητα τῶν πυκνωτῶν XX' εἰς τὸ ὄργανον, τὸ ὅποιον 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 ὅποια καταλήγουσιν ἕκαστον ἀπ' ἐνὸς μὲν εἰς πυκνωτὴν Ο καὶ Ο' (πλάκας ἢ σφαιρὰς μεταλλικὰς) ἀπ' ἑτέρου δὲ εἰς μικρὸν σφαι-

ρίδιον α, α' . Όταν τὸ πηνίον τεθῆ εἰς ἐνέργειαν, ἐκρήγνυνται παλμικαὶ σπινθήρες κατὰ τρόπον συνεχῆ μεταξύ τῶν σφαιριδίων α καὶ α' .

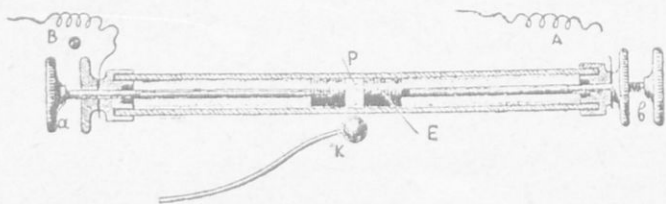


Σχ. 242

Τὸ διάστημα α, α' καθίσταται τότε κέντρον ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, αἱ ὁποῖαι διαδίδονται ἄνευ διακοπῆς καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τὰ κύματα ταῦτα διαδίδονται καὶ διὰ μέσου τῶν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων. Τοῖχος ἐκ λίθου οὐδόλως σταματᾷ αὐτά.

Διὰ τοῦ διεγέρτου τοῦ Hertz ἡ συχνότης φθάνει μέχρι τοῦ δισεκατομμυρίου.

239. Συνοχεύς. — Ὁ Γάλλος φυσικὸς Branly ἀπέδειξεν, ὅτι ἐάν εἰς κύκλωμα, τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει στήλην καὶ γαλβανόμετρον, παρενθέσωμεν μικρὰν μάζαν μεταλλικῶν ρινισμάτων P ἐλαφρῶς πιεσμένων ἐντὸς σωλήνος μεταξύ δύο εὐηλεκτραγωγῶν ἐμβόλων (σχ. 243), τὸ ρεῦμα διακόπτεται ὑπὸ τῶν ρινισμάτων. Τοῦτο συμβαίνει, διότι



Σχ. 243

ταῦτα παρουσιάζουν σημαντικὴν ἀντίστασιν. Εὐθὺς ὅμως ὡς τὰ ρινίσματα διαπερασθοῦν ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ κύματος, ἡ ἀντίστασις των παύει ἢ τοῦλάχιστον ἐλαττοῦται, οὕτω δὲ τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ γαλβανομέτρου.

Διὰ νὰ ἀποδοθῆ τότε εἰς τὰ ρινίσματα ἡ ἀντίστασις των καὶ νὰ διακοπῆ ἐκ νέου τὸ ρεῦμα, ἀρκεῖ ἐλαφρὰ κροῦσις ἐπὶ τοῦ σωλήνος.

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 συνδεδ-

δεμένος με τὸ πηνίον Ruhmkorff, ὁ 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 ὅμως τὸ χειριστήριον ἔλθῃ εἰς ἐπαφήν 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.

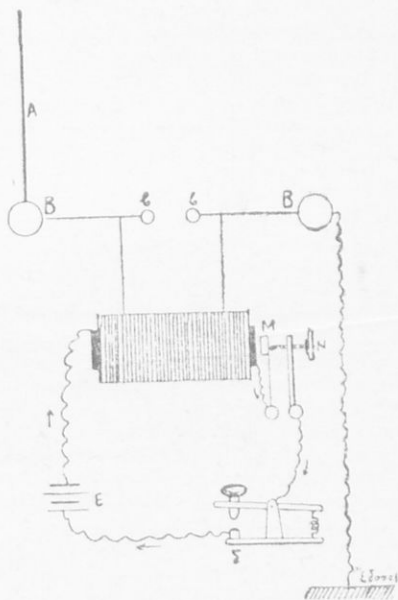
Ὅταν διέρχεται τὸ ρεῦμα, ἐκρήγνυνται οἱ παλμικοὶ σπινθηροὶ μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ββ'. Ἐναλλασσόμενα ρεύματα ἐκδηλοῦνται εἰς τὴν κεραίαν Α καὶ προκαλοῦν εἰς τὸ περίεξ διάστημα ἠλεκτρικὰ κύματα. Τὰ κύματα ταῦτα, τὰ ὁποῖα διαδίδονται μέχρι ἑκατοντάδων τινῶν χιλιομέτρων, φθάνουν μέχρι τοῦ συνοχέως τοῦ σταθμοῦ τῆς λήψεως. Ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων διαρκεῖ, ἐφ' ὅσον διέρχεται τὸ ρεῦμα· συνεπῶς αἱ ἐκπομπαὶ εἶναι μακρὰ ἢ βραχεῖαι κατὰ τὴν βούλησιν τοῦ ἐνεργοῦντος αὐτάς.

Σταθμὸς λήψεως. Ἐπειδὴ τὸ ρεῦμα τὸ προσωρισμένον ἀ 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 διαθέτουν 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.

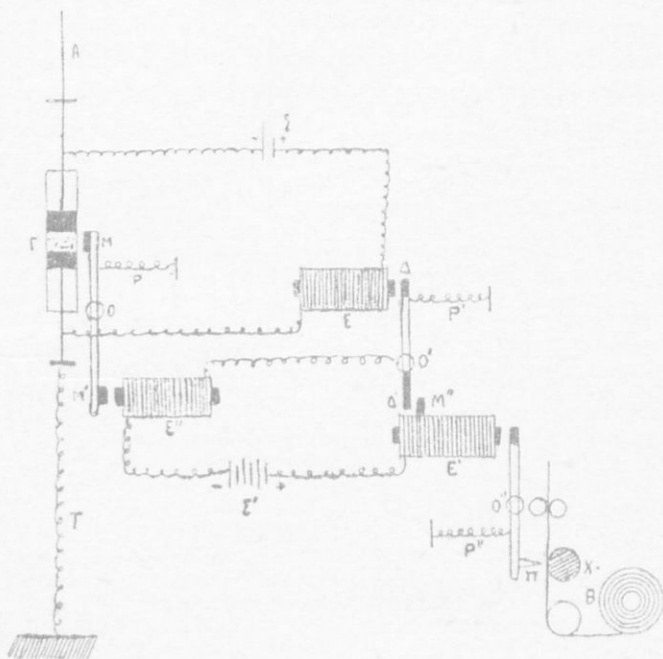
Τὸ δεύτερον κύκλωμα περιλαμβάνει ἠλεκτρικὴν πηγὴν Σ' ἰσχυρότεραν τῆς πρώτης καὶ δύο ἠλεκτρομαγνήτας Ε' καὶ Ε''.

Μεταξὺ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου Ε τοῦ πρώτου κυκλώματος καὶ τοῦ



Σχ. 244

ήλεκτρομαγνήτου E' τοῦ δευτέρου κυκλώματος εὐρίσκεται ἔλασμα ἐξ ἐβονίτου κινητὸν περὶ τὸ O' , διατηρούμενον εἰς τὴν θέσιν του δι' ἀνταγωνιστικοῦ ἐλατηρίου P' . Εἰς τὸ ἄκρον Δ τοῦ ἐλάσματος εἶναι προσηλωμένον μικρὸν τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου δυνάμενόν 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'' , ὅστις



Σχ. 245

συνδέεται μὲ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου E' . Ὁ ἠλεκτρομαγνήτης 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 ἐλατηρίου P'' .

Ἐπιθέσωμεν ἤδη, ὅτι σταθμὸς τις ἐκπομπῆς ἐκτελεῖ βραχεῖαν

έκπομπή κυμάτων. Ἡ κεραία τοῦ σταθμοῦ λήψεως, δεχομένη τὸ κύμα, μεταδίδει τὰς ηλεκτρικὰς δονήσεις εἰς τὸν συνοχέα, ὅστις ἀφήνει νὰ διέλθῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα ΣΕΓ. Ἀλλὰ τότε ὁ ηλεκτρομαγνήτης Ε ἔλκει τὸν ὀπλισμὸν Δ. Συνεπῶς τὸ Δ' ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ Μ' καὶ τὸ ρεῦμα διέρχεται εἰς τὸ δεύτερον κύκλωμα Σ'Ο'Ε'. Τότε ὁ ηλεκτρομαγνήτης Ε' ἔλκει τὸν μοχλὸν τοῦ δέκτου τοῦ Morse, ἡ ἀκίς Π πιέζει τὴν ἐκτυλισσομένην ταινίαν τοῦ χάρτου καὶ τοιουτοτρόπως σημειοῦται ἐπ' αὐτῆς στιγμὴ.

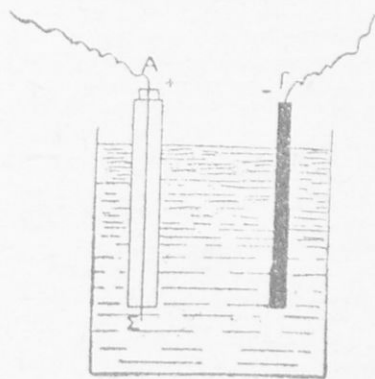
Ἀφ' ἐτέρου ὁ ηλεκτρομαγνήτης Ε'' ἔλκει τὸ Μ' καὶ ἡ σφῆρα Μ κτυπᾷ τὸν συνοχέα. Ἀμέσως τότε τὸ ρεῦμα εἰς τὸ πρῶτον κύκλωμα διακόπτεται. Ἐκ τούτου προκύπτει, ὅτι τὸ ἔλασμα Δ ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν του, ἐπαφὴ δὲν ὑπάρχει πλέον μεταξύ Δ' καὶ Μ' καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ εἰς τὸ δεύτερον 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 μακρὰ, 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, ἢ συσκευή, ἣτις τὰ ἀνακαλύπτει κατὰ τὴν διάβασίν των, δύναται νὰ εἶναι ὁ συνοχεὺς τοῦ Branly δι' ἀποστάσεις μικροτέρας τῶν 1000 χιλιομέτρων. Διὰ μεγάλας ὅμως ἀποστάσεις αὗτος εἶναι ἀνεπαρκής. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει γίνεται προσφυγὴ εἰς ἄλλους φωρατάς.

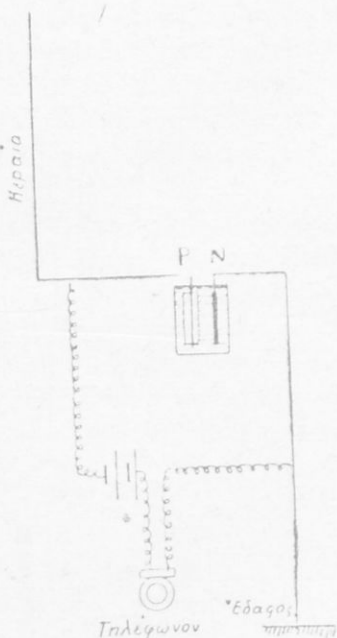
Ἡλεκτρολυτικὸς φωρατὴς.
Οὗτος συνίσταται ἐξ ὑποδοχέως περιέχοντος ὕδωρ ὠξιμισμένον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἶναι ἐμβαπτισμένα δύο ηλεκτρόδια Α καὶ Γ (σχ. 246).

Τὸ ἐν τούτων, ἡ κάθοδος, εἶναι ἔλασμα ἐκ μολύβδου ἢ ἐκ λευκοχρύσου Γ. Ἡ δὲ ἀνοδος εἶναι λεπτὸν σύρμα ἐκ λευκοχρύσου Α. Τὸ

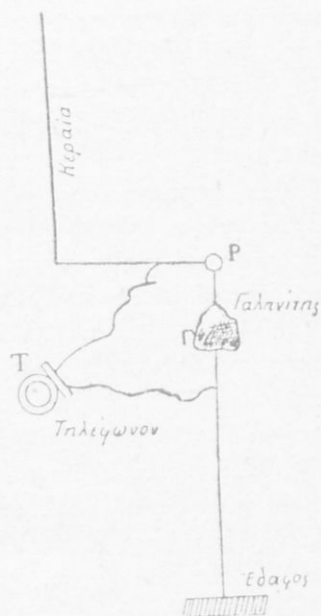


Σχ. 246

σύρμα τούτο περιβάλλεται ὑπὸ μικροῦ ὑαλίνου σωλήνος, τὸν ὅποιον ὑπερβαίνει κατὰ τὸ ἄκρον του, εἰς τὸ Σ, κατὰ 0,5 χλσ. περίπου. Τὸ ὄργανον παρεμβάλλεται εἰς ἐξωτερικὸν κύκλωμα, τὸ ὅποιον περιλαμβάνει στήλην, τῆς ὁποίας ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις μόλις ὑπερβαίνει τὴν ἀντιηλεκτρεγερτικὴν. 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 πεπαλωμένον. Μόλις ὅμως αὕτη προσβληθῇ ὑπὸ σειρᾶς ἠλεκτρικῶν κυμάτων, ἡ πόλωσις διακόπτεται καὶ εἰς τηλέφωνον παρεμβεβλημένον εἰς τὸ κύκλωμα ἀκούεται τότε ἤχος. Ὄταν τὰ ἠλεκτρικὰ κύματα δὲν ἐκδηλοῦνται πλέον, ἡ πόλωσις τοῦ Σ ἐπανέρχεται καὶ αὐτῷ καθεξῆς. Ἐάν ἡ ἐκπομπὴ τῶν κυμάτων εἶναι βραχεῖα, ὁ ἤχος εἶναι βραχύς· ἐάν ἡ

ἐκπομπὴ εἶναι μακρὰ, ὁ ἤχος εἶναι μακρὸς. 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 ἐλαφρὴν ἐπαφὴν μετὰ αἰχμῆς ἐκ λευκοχρύσου Ρ. Ὅπως δὲ καὶ εἰς τὴν προηγούμενην 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.

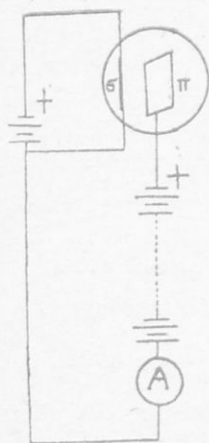
Ὁ κρυσταλλικὸς φωρατῆς παρουσιάζει πολὺ μεγαλύτεραν τῶν ἄλλων φωρατῶν εὐαισθησίαν. Ἐχει ὅμως τὸ μειονέκτημα, ὅτι δὲν ρυθμίζεται εὐκόλως. Τὸ σημεῖον δηλ. τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἐκ λευκοχρύσου σύρματος μετὰ τῆς ἀκμῆς δὲν δύναται νὰ εἶναι οἰονδήποτε, ἀλλὰ πρέπει κάθε φοράν νὰ ἀναζητῆται διὰ δοκιμῶν.

Σημείωσις. Αἱ εἰς τὰ προηγούμενα ἐδάφια ἀναφερόμενα διατάξεις ἐκπομπῆς καὶ λήψεως, δηλ. ὁ διεγέρτης τοῦ **Hertz**, ὁ συνοχεὺς τοῦ **Branly** καὶ ὁ ἠλεκτρολυτικὸς φωρατῆς ἐχρησιμοποιοῦντο κατὰ τὰ πρῶτα ἔτη 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 τὸς πολὺ μικροῦς δὲ δέκτας τοπικῶν πομπῶν ἀπὸ τὸν κρυσταλλικὸν φωρατῆν.—

242. Ἡλεκτρονικοὶ σωλῆνες.— Λυχνία μὲ δύο ἠλεκτρόδια. Μία ἠλεκτρικὴ λυχνία διαπυρώσεως μετατρέπεται εἰς λυχνίαν μὲ δύο ἠλεκτρόδια διὰ μεταλλικῆς πλάκας, ἢ ὑποία 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.

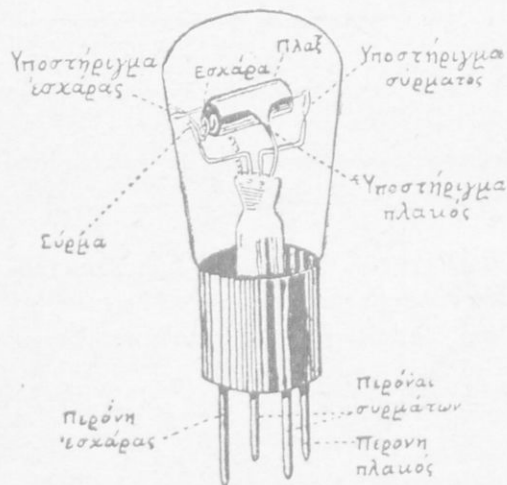
Ἄν τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον εἶναι ἐπαρκῶς κενὸν ἀέρος, τὸ νῆμα διαπυρούμενον διὰ τῆς διόδου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια. Συνεπῶς, ἐὰν ἠλεκτρισθῇ ἢ πλάξ θετικῶς ἐξωθεν τοῦ δοχείου ὑπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου στήλης, ἣς ὁ ἀρνητικὸς εἶναι συνδεδεμένος μὲ τὸ νῆμα, θὰ ἐλθῇ τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὑποῖα, ὡς γνωστὸν, εἶναι ἀρνητικὰ ἠλε-

κράτομα. Τοιούτοτρόπως τὸ κενὸν τοῦ δοχείου, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξύ τῆς πλακῆς καὶ τοῦ νήματος, φέρεται ὡς ἀγωγὸς μεγάλης ἀντιστάσεως, τὸν ὁποῖον διαρρέει ρεῦμα διευθυνόμενον ἀπὸ τῆς πλακῆς πρὸς τὸ νήμα. Ἀντιθέτως, ἀν ἡ πλάξ ἠλεκτρισθῆ ἀρνητικῶς, ἐπειδὴ τότε ἀπωθεῖ τὰ ἠλεκτρόνια, οὐδὲν ρεῦμα θὰ διέλθῃ μεταξύ πλακῆς καὶ νήματος.

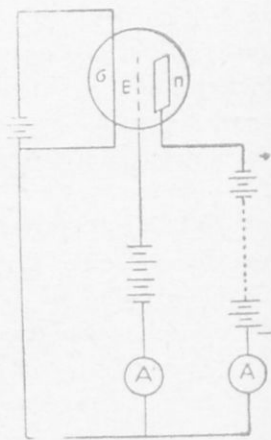


Σχ. 249

Ἐὰν ἤδη ἀντικαταστήσωμεν τὴν στήλην, ἥτις φορτίζει τὴν πλάκα δι' ἠλεκτρισμοῦ, διὰ πηγῆς παρεχούσης ρεῦμα 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 ὅποια φορτίζει τὴν πλάκα θετικῶς. Ἡ λυχνία μετὰ δύο ἠλεκτρόδια ἐνεργεῖ τότε ὡς ἀνορθωτῆς, μετατρέπει δηλ. τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς συνεχές. Δύναται ἐπομένως, ἐκτὸς τῶν ἄλλων αὐτῆς χρήσεων, νὰ χρησιμοποιηθῆ καὶ διὰ τὴν πλήρωσιν συσσωρευτῶν (δι' ἐναλλασσομένου ρεύματος).



Σχ. 250



Σχ. 251

Λυχνία μετὰ τρία ἠλεκτρόδια (σχ. 250). Αἱ ἐφαρμογαὶ τῆς μετὰ δύο ἠλεκτροδίων λυχνίας ἐπεξετάθησαν διὰ τῆς εἰσχωγῆς ἐντὸς τοῦ Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

κενοῦ τοῦ δοχείου καὶ τρίτου ἠλεκτροδίου μεταξὺ νήματος καὶ πλακός. Τὸ ἠλεκτρόδιον τοῦτο παρουσιάζει κενὰ διαστήματα, διὰ μέσου τῶν ὁποίων ἡ θετικῶς ἠλεκτρισμένη πλάξ ἐξακολουθεῖ νὰ ἐξασκῆ τὴν εἰδικὴν αὐτῆς δρᾶσιν ἐπὶ τοῦ νήματος. Διὰ τοῦτο καλεῖται **ἐσχάρα** (ἢ **πλέγμα** ἢ **διάφραγμα**) [σχ. 251, Ε].

Ἐὰν ἡ ἐσχάρα μένη ἐντὸς τοῦ δοχείου ἐλευθέρᾳ, μεμονωμένη ἀπὸ παντός ἐξωτερικοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου, ἡ λυχνία ἐξακολουθεῖ νὰ λειτουργῇ ὡς λυχνία μὲ δύο ἠλεκτρόδια. Ἄν ὅμως συνδεθῇ μὲ τὸν θετικὸν πόλον ἐξωτερικῆς στήλης, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος πλακός - νήματος αὐξάνεται.

Τούναντίον, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τούτου ἐλαττοῦται, ἐὰν ἡ ἐσχάρα φορτισθῇ ἀρνητικῶς. Εἰς **ἀνεπαισθήτους** μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρᾳς ἀντιστοιχοῦν **σημαντικαὶ** μεταβολαὶ τοῦ ρεύματος πλακός - νήματος. Ἐπειδὴ οὕτω μικραὶ μεταβολαὶ τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρᾳς προκαλοῦν σημαντικὰς μεταβολὰς τοῦ ρεύματος πλακός, λέγομεν, ὅτι τὸ ρεῦμα τῆς πλακός ἐνισχύεται ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τοῦ φορτίου τῆς ἐσχάρᾳς.

Ἀφαιρέσωμεν ἤδη τὴν στήλην τῆς ἐσχάρᾳς καὶ ἀντ' αὐτῆς θέσωμεν πηνίον, τοῦ ὁποίου ὁ εἰς πόλος συνδέεται μὲ τὴν ἐσχάραν, ὁ δὲ ἄλλος μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης τοῦ νήματος, καὶ θέσωμεν τὸ πηνίον τοῦτο ὑπὸ τὴν ἐπαγωγικὴν ἐπίδρασιν ἄλλου πηνίου, τὸ ὁποῖον συνδέεται μὲ τὴν κεραίαν. Ὅταν ἡ κεραία προσβληθῇ ὑπὸ ἠλεκτρικῶν κυμάτων, γεννᾶται ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς τὸ πηνίον τῆς ἐσχάρᾳς ρεῦμα ἐναλλασσόμενον. Συνεπῶς ἡ ἐσχάρα φορτίζεται ἐναλλάξ διὰ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ φορτίου, ἐπομένως καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος πλακός - 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 παρεμβληθῇ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλακός) καὶ ἀκούεται οὕτω ᾄχος.

Σημείωσις. Ἡ λυχνία αὕτη ὡς φορατὴς εἶναι ἀσυγκρίτως περισσότερον τοῦ κρυσταλλικοῦ φορατοῦ εὐαίσθητος.—

ΑΣΥΡΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΔΙΑ ΛΥΧΝΙΩΝ

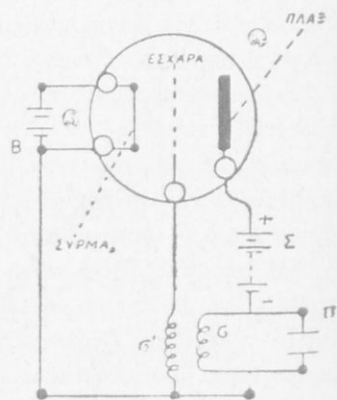
243. Ὁ πρῶτος ἀσύρματος τηλεγράφος, τὸν ὁποῖον περιεγράψαμεν ἀνωτέρω, ἦτο τηλεγράφος διὰ σπινθήρων.

Εἰς τὸν τηλέγραφον αὐτὸν δὲν ἐκπέμπονται συνεχῶς ἠλεκτρικὰ κύματα, ἀλλὰ ομάδες κυμάτων, μεταξὺ 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, ἥτις βαθμηδὸν μηδενίζει τὰ κύματα (κύματα ἀποσβευνόμενα ἢ φθίνοντα). Διὰ τοῦτο ἤχθησαν νὰ προκαλέσουν εἰς τὰς κεραίας ταλαντώσεις συνεχεῖς, ὁμοίας μὲ τὰς ταλαντώσεις ἤχου σταθεροῦς ἐντάσεως καὶ τοικύτως, ὥστε ἡ μέση ἰσχύς τῆς ἐκπομπῆς νὰ εἶναι πολὺ ἠῤῥημένῃ (κύματα συντηρούμενα).

Πρὸς τοῦτο ἐχρησιμοποίησαν 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 πλάκῃς κύκλωμα παλλόμενον περιλαμβάνον αὐτεπαγωγὴν σ καὶ πυκνωτήν Π , καὶ εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας αὐτεπαγωγὴν σ' τοποθετημένην οὕτως, ὥστε αἱ δύο αὐτεπαγωγαὶ σ καὶ σ' νὰ ἐνεργοῦν ἢ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης δι' ἐπαγωγῆς (σχ. 252)].

Ὅταν τὸ νῆμα διαπυρωθῇ, τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα τοῦτο ἐκπέμπει, ἐλκόμενα ὑπὸ τῆς πλάκῃς (τῆς ὁποίας τὸ δυναμικὸν πρέπει νὰ εἶναι ἀνώτερον τοῦ δυναμικοῦ τοῦ νήματος), γεννοῦν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τὸ κύκλωμα τῆς πλάκῃς, ὁπότε τὸ κύκλωμα $\Pi\sigma$ πάλ-
 λεται. Ρεῦμα μεταβλητὸν συνεπῶς διέρχεται διὰ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ καὶ ἐνεργεῖ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τῆς αὐτεπαγωγῆς σ' . Δημιουργεῖται τότε εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἐσχάρας ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς, ἡ ὁποία διὰ τῆς μεσολαβήσεως τῆς ἐσχάρας τροποποιεῖ τὴν ροὴν τῶν ἠλεκτρονίων πρὸς τὴν πλάκα



Σχ. 252

και συνεπώς και το ρεύμα του κυκλώματος της πλακός. Αί μεταβολαί αὐταί τοῦ ρεύματος τῆς πλακός παράγουν ἀξίησιν τῶν παλμικῶν ρευμάτων εἰς τὸ Πσ, μέχρις ὅτου ἐπιτευχθῆ ἰόνιμος 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 ὅποῖον 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, ἤτοι ρυθμίζεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ δέχεται τὰς ἐκπομπὰς τοῦ ἀνταποκρινομένου σταθμοῦ, αἵτινες ἔχουν ὄρισμένον 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 ὅποῖον 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 γραμμᾶς, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ ἀλφάβητον τοῦ Μόρς. Ἡ στιγμὴ ἀκούεται εἰς τὸν δέκτην ὡς στιγμιαῖος βόμβος, ἐνῶ ἡ γραμμὴ διαρκεῖ τριπλάσιον χρόνον. Εἰς τὴν ραδιοτηλε-

φωνίαν ἐν μικρόφωνον τροποποιεῖ, χωρὶς νὰ διακόπτη, τὸ πλάτος τῶν παλμῶν, ἀναμιγνύον 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 συνδυσασμένην 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, τούτο 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 ἀπηγγέλθησαν πρὸ τοῦ μικροφώνου ἐκπομπῆς.

ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΝ

247. Τὸ ραδιόφωνον εἶναι δέκτης τηλεφωνικός, ὁ ὁποῖος ἐπὶ πλεόν εἶναι ἐφωδιασμένος μὲ μεγάφωνον. Τὸ μεγάφωνον εἶναι ὅμοιον μὲ τὸ ἀκουστικὸν τοῦ τηλεφώνου, ἀποτελεῖται δηλ. ἀπὸ ἓνα πεταλοειδῆ ἤλεκτρομαγνήτην, ἔμπροσθεν τῶν πόλων τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται μεταλλικὴ μεμβράνη. Τὸ σύρμα τοῦ ἤλεκτρομαγνήτου συνδέεται μὲ τὸν φωρατήν. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τότε τοῦ ρεύματος μεταβλητῆς ἐντάσεως τῆς κεραίας, ἡ μαγνητικὴ ἔντασις τοῦ ἤλεκτρομαγνήτου 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 κεραΐαν.** Αὕτη ἀποτελεῖται : 1) **Ἀπὸ τὸν ἀγωγόν,** δηλ. ἀπὸ ἓν ἢ περισσότερα σύρματα, τὰ ὁποῖα τείνονται ὀριζοντιῶς μεταξὺ δύο ὑποστηριγμάτων ξυλίνων, ἀπομονούμενα ἀπ' αὐτῶν διὰ μονωτῆρων 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 προσγείωσιν,** δηλ. ἀπὸ τὸ σύρμα, τὸ ὁποῖον συνδέει τὸν δέκτην μὲ τὴν γῆν (συνήθως τὸ σύρμα τοῦτο συνδέεται μὲ τοὺς ὑδραγωγούς σωλῆνας 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 χιλιάκυκλοι). Συνεπῶς τὸ μῆκος κύματος

$$\lambda = \frac{300.000.000}{601.000} = 499 \text{ μέτρα περίπου. Ἐπειδὴ δὲ οἱ ραδιοφωνικ-$$

κοὶ σταθμοὶ εἶναι πολλοί, κατατάσσουν αὐτοὺς εἰς τρεῖς κατηγορίας :

Πρῶτον, εἰς σταθμοὺς ἐκπέμποντας κύματα μεγάλου μήκους, δηλ. 2000 - 666 μέτρων (συχνότης 150 - 450 χιλιάκυκλοι).

Δεύτερον, εἰς σταθμοὺς ἐκπέμποντας κύματα μεσαίου μήκους, δηλ. 600 - 200 μέτρων (συχνότης 500-1500 χιλιάκυκλοι).

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 μεγάκυκλοι).

Εἶναι φανερόν, ὅτι ἡ κεραΐα 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 κεραΐα ἔχει ὀρισμένην συχνό-

τητα, ἥτις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴν καὶ τὴν πυκνωτὴν τῆς. "Ὅταν λοιπὸν ἡ συχνότης τῆς κεραίας εἶναι ἴση μὲ τὴν συχνότητα ὀρισμένου 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 ἴσην 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 (πηγία αὐτεπαγωγῆς, μεταβλητοὶ πυκνωταί).

γ') **Τὰς λυχνίας ἐνισχύσεως τῶν ρευμάτων τῆς ὑψηλῆς συχνότητος**, διὰ τῶν ὁποίων ἐνισχύεται τὸ εἰσελθὸν εἰς τὸ ραδιόφωνον ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος. Αὗται εἶναι λυχνίαι τῶν τριῶν ἤλεκτροδίων, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς εἶναι μεταβλητὸς (κανονίζων καὶ τὴν ἀξίαν τοῦ ραδιοφώνου). Σήμερον ὑπάρχουν ραδιόφωνα μὲ 8 - 9 ἐνισχυτρίαις 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 καλλιτέρα 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. Δύναται ἐπίσης νὰ τοποθετηθῶν καὶ δύο megάφωνα εἰς τὸν αὐτὸν δέκτην.

ΤΗΛΕΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΤΗΛΕΘΡΑΣΙΣ

248. Ἐὰν ἐξετάσωμεν διὰ φακοῦ εἰκόνα τινά, θὰ διαπιστώσωμεν, ὅτι αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ μέγαν ἀριθμὸν σημείων διαφόρου φωτει-

νότητας, λευκῶν, φαιοχρόων, μελανῶν κτλ., τὸ σύνολον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὴν εἰκόνα.

Τόσον ἡ **τηλεφωτογραφία**, ὅσον καὶ ἡ **τελεόρασις**, σκοπὸν ἔχουν τὴν δι' ἠλεκτρικῆς ὁδοῦ ἀνάλυσιν τῆς εἰκόνας εἰς τὰ σημεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων αὕτη συντίθεται, τὴν μεταφορὰν ἐκάστου ἐξ αὐτῶν ἐκ τοῦ τόπου ἐκπομπῆς εἰς τὸν τόπον τῆς λήψεως καὶ τὴν ἀνασύνθεσιν ἔπειτα ἐκεῖ τῶν οὕτω μεταφερομένων σημείων εἰς ἓν πλήρες σύνολον, ὅμοιον ἀκριβῶς πρὸς τὸ ἀρχικόν.

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν καλλιτέρον τὸ σύστημα τῆς τηλεδιαβιβάσεως, ἂς χρησιμοποιήσωμεν τὸ κάτωθι παράδειγμα :

Εἶναι γνωστόν, ὅτι αἱ ψηφιδωταὶ εἰκόνες ἀποτελοῦνται ἀπὸ πλήθους ἰσομεγέθων περιπτου καὶ ποικιλοχρῶμων ψηφίδων.

Ἔστω, ὅτι ἐπιθυμοῦμεν νὰ 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 ὕλικά, τετραγώνους δηλ. ψηφίδας ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ ἐν Ἀθήναις 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 ψηφίδας.

Αἱ ὁδηγίαι δηλαδή αἱ διδόμεναι τηλεφωνικῶς πρὸς τὸν ἐν Θεσσαλονίκῃ καλλιτέχνην θὰ εἶναι περιπτου τοιαύτης μορφῆς :

« Πρώτη σειρὰ, πρώτη ψηφίς : μελανή. Δευτέρα ψηφίς : μελανή. Τρίτη ψηφίς : φαιοχρῶς. Τετάρτη ψηφίς : λευκή » καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας ψηφίδος τῆς πρώτης σειρᾶς. Ἔπειτα : « 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 εὐθὺς ὡς ἡ ἐργασία περατωθῇ, ἡ ἐν Θεσσαλονίκῃ οὕτω πως κατασκευασθεῖσα εἰκὼν θὰ εἶναι πανομοιότυπος μετὰ τὴν ἐν Ἀθήναις εὐρισκομένην.

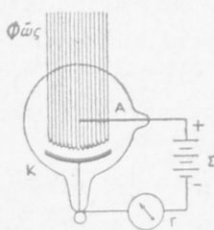
Ὁ αὐτὸς τρόπος ἀναλύσεως καὶ συνθέσεως τῶν διαφορῶν εἰκό-

νων ακολουθείται και εις την τηλεφωτογραφίαν και τηλεόρασιν. Ἡ διαφορὰ μεταξύ τηλεφωτογραφίας και τηλεοράσεως ἐγκειται εις τὸ ὅτι κατὰ μὲν τὴν τηλεφωτογραφίαν διαβιβάζονται εἰκόνας, ἐνῶ κατὰ τὴν τηλεόρασιν ζῶσαι πλέον σκηναὶ τοῦ καθ' ἡμᾶς βίου. Σημειωτέον μάλιστα, ὅτι κατὰ τὰ τελευταῖα μόνον ἔτη κατώρθωσαν νὰ διαβιβάσουν ζώσας εἰκόνας, καθόσον τὰ πρότερον ὡς « συσκευαὶ τηλεοράσεως » χαρακτηριζόμενα μηχανήματα δὲν διεβίβαζον παρὰ κινηματογραφικὴν ταινίαν (πάλιν ἐπομένως εἰκόνας), ἣ ὅποια ἐλαμβάνετο και ἐνεφανίζετο ἀμέσως. Ἐπήρχετο ἐπομένως, ὅσονδήποτε ταχεῖα και ἂν ἐγίνετο ἣ λήψεις και ἐμφάνις τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας, κάποια καθυστέρησις μεταξύ τῶν συμβαινόντων και τῆς ἀναπαραστάσεως αὐτῶν ἐπὶ τοῦ δέκτου τῆς τηλεοράσεως.

Ε Κ Π Ο Μ Π Η

249. Τὸ εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν και τηλεόρασιν χρησιμοποιούμενον βασικὸν μηχανήμα εἶναι κυρίως τὸ «φωτοηλεκτρικὸν στοιχεῖον» ἢ ἀπλῶς «φωτοκύτταρον».

Τοῦτο μετατρέπει τὸ φῶς εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, 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 ὑαλίνης σφαίρας κενῆς ἀέρος, ἐντὸς τῆς ὁποίας εὐρίσκονται δύο μεταλλικαὶ πλάκες Κ και Α, συνδεόμεναι ἐξωτερικῶς με τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης Σ. Ἡ πλάξ Κ (κάθοδος), κοίλη κατὰ τὸ σχῆμα φέρει ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας αὐτῆς στρῶμα ἐκ καλίου, συνδέεται δὲ με τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης Σ.

Ἡ πλάξ Α (ἀνόδος) συνδέεται με τὸν θετικὸν πόλον τῆς ἰδίας στήλης.

Ὅταν προσπέσουν ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφανείας τῆς καθόδου φωτειναὶ ἀκτῖνες, τὸ ὑπ' αὐτῶν προσβαλλόμενον κάλιον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἐλευθερώη μέρος τῶν ἠλεκτρονίων του, ὅπως ἀκριβῶς τὸ ἐν πυρακτώσει 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 ἐντάσις 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 ἐπιδράσῃ ἀλληλοδιαδόχως διὰ τῆς διαφόρου φωτεινότητός των ἐπὶ τῆς καθόδου τοῦ φωτοκυττάρου, θὰ δημιουργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ διαδοχικὰ ρεύματα ἐντάσεως ἀναλόγου ἐκάστοτε πρὸς τὴν φωτεινότητα. Δηλαδή τὰ σκοτεινὰ σημεῖα τῆς εἰκόνης θὰ δημιουργήσῃ ρεύματα ἐλαχίστης ἐντάσεως, τὰ φαιώχρα 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 τροποποιοῦμεν ταῦτα καὶ διὰ τῶν μικροφωνικῶν ρευμάτων εἰς τοὺς ραδιοφωνικοὺς πομπούς.

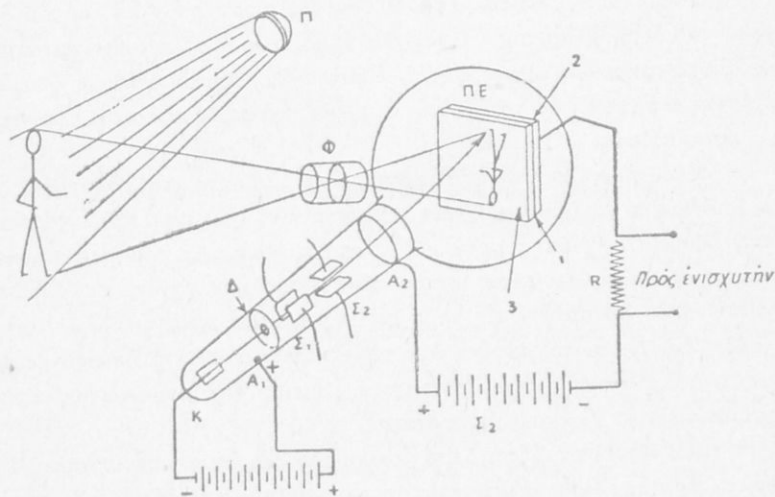
Εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν διὰ τὴν ἐπίδρασιν τῶν διαφόρου φωτεινότητος σημείων τῆς ὑπὸ ἐκπομπὴν εἰκόνης ἐπὶ τοῦ φωτοκυττάρου χρησιμοποιεῖται ἡ ἀκόλουθος διάταξις :

Ἡ εἰκὼν προσαρμόζεται ἐπὶ κυλίνδρου οὐ μόνον περιστρεφόμενου δι' ἠλεκτροκινητήρος, ἀλλὰ καὶ προωθουμένου 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 ἀνακλῶσιν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς. Πρὸ αὐτῶν ὅμως εὐρίσκεται τὸ φωτοκύτταρον, τὸ ὅποιον 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 ὅμως ὄθησιν 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 σφαῖραν (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 στρώμα,



Σχ. 254

τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροσκοπικώτατα ἐπιμελῶς μεμονωμένα ἀπ' ἀλλήλων σταγονίδια ἐξ ὀξειδίου τοῦ καισίου. Τὰ σταγονίδια ταῦτα ἀποτελοῦν ἐν ἑκάστον μικροσκοπικὰ φωτοκύτταρα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐπὶ τῆς ὡς ἄνω πλακῶς (15×15 ἑκατ.) σταγονιδίων αὐτῶν δύναται νὰ φθάσῃ τὰ τρία ἑκατομμύρια.

Εἰς ὄρισημένην ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς πλακῶς εἰδώλου ὑπάρχει ἡ ἀνοδος A_2 . Μεταξὺ ταύτης καὶ τῆς πλακῶς εἰδώλου ὑπάρχει ὑψηλὴ τάσις χορηγουμένη ὑπὸ τῆς στήλης Σ_2 . Εἰς τὸ οὗτω σχηματιζόμενον κύκλωμα παρεμβάλλεται ἐν σειρᾷ καὶ ἡ ἀντίστασις R .

Ἡ διάταξις αὕτη λειτουργεῖ ὡς ἐξῆς:

Ἡ πρὸς διαβίβασιν εἰκῶν, φωτιζομένη ἰσχυρῶς ὑπὸ τοῦ προβο-

λέως Π, προβάλλεται τῇ βοηθείᾳ φακοῦ Φ ἐπὶ τοῦ στρώματος τῶν φωτοκυττάρων τῆς πλακῶς εἰδώλου. Ὡς ἐκ τούτου ἕκαστον φωτακτύταρον προσβάλλεται ἀπὸ ὀρισμένην ποσότητα φωτός, ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν φωτεινότητα τοῦ προσβαλλομένου σημείου τῆς εἰκόνας. Τὰ ἐλευθερούμενα ὑφ' ἐνὸς ἑκάστου τῶν φωτοκυττάρων ἠλεκτρόνια φέρονται πρὸς τὴν ἀνοδὸν A_2 , ἣτις εἶναι συνδεδεμένη μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης Σ_2 .

Τὰ σταγονίδια ὅμως τοῦ ὀξειδίου τοῦ καισίου τοῦ στρώματος 3 ἀποτελοῦν, μὲ τὸ μεταλλικὸν ἐπίστρωμα 2 καὶ μὲ τὸ μονωτικὸν στρώμα τοῦ μαρμαρυγίου 1, σμικροτάτους πυκνωτάς. Λόγω τῆς ὑπὸ τῆς ἀνοδου A_2 ἔλξεως τῶν ἠλεκτρονίων τὸ κύκλωμα τῆς στήλης Σ_2 κλείεται καὶ οἱ πυκνωταὶ πληροῦνται. Εἶναι δὲ εὐνόητον, ὅτι τὸ φορτίον αὐτῶν θὰ εἶναι τόσον μεγαλύτερον, ὅσον περισσότερον φῶς προσβάλλει τὰ φωτοκτύταρα. Τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν ἐκάστοτε φωτεινότητα τῆς εἰκόνας ἀνομοιόμορφα ταῦτα φορτία τῶν πυκνωτῶν ἐξακολουθοῦν ὑφίστάμενα, ἐφ' ὅσον δὲν ἐκκενοῦμεν τοὺς πυκνωτάς, καὶ ἂν ἔτι ἀπατρέψωμεν τὴν προβολὴν τῆς εἰκόνας. Ὅπως ἀντιλαμβανόμεθα, τὸ φῶς «ἐναποθηκεύεται» ὑπὸ μορφήν ἠλεκτρικῶν φορτίων ἐντὸς τῶν πυκνωτῶν.

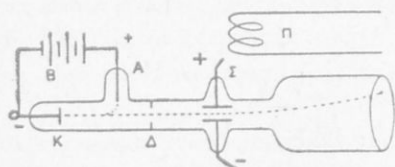
Ἀπομένει τώρα ἡ διὰ τρόπου τινὸς ἐκκένωσις τῶν πυκνωτῶν αὐτῶν καὶ ἡ διὰ τῶν ρευμάτων ἐκκενώσεώς των τροποποίησις τῶν ὑψηλῆς συχνότητος παλμικῶν ρευμάτων τῆς κεραίας. Ὁ τρόπος οὗτος εἶναι καὶ πάλιν ἠλεκτρικῆς φύσεως. Πρὸς κατανόησιν ὅμως αὐτοῦ δεόν ν' ἀναφέρωμεν τὴν ἀρχὴν, ἐφ' ἣς στηρίζεται ἡ λειτουργία τῆς λυχνίας, ἣν ἐπενόησεν ὁ Γερμανὸς Μπράουν. Ἡ ἐξέτασις τῆς ἀρχῆς ταύτης τυγχάνει ἐξ ἄλλου ἀπαραίτητος, διότι εἰς τοὺς συγχρόνους δέκτας τηλεοράσεως χρησιμοποιεῖται ἡ ἰδία λυχνία τοῦ Μπράουν.

Σημείωσις. Ἐπὶ τοῦ φωτοκτύταρον στηρίζονται καὶ αἱ ἠχητικαὶ ταινίαι τοῦ κινηματογράφου. Κατὰ τὴν λήψιν δηλ. τῆς ταινίας τὰ ρεύματα τῶν μικροφόνων, ἐνώπιον τῶν ὁποίων ὀμιλοῦμεν ἢ ἄδομεν, ἐπενεργοῦσιν ἐπὶ τῆς φωτιστικῆς ἐντάσεως εἰδικῆς λυχνίας. Λόγω τῆς μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως ταύτης σχηματίζονται ἐπὶ τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας κατὰ τὴν λήψιν τῆς γραμμαι ἀνομοιομόρφου φωτεινότητος καὶ μεγέθους. Κατὰ τὴν προβολὴν τῆς ταινίας αἱ γραμμαι αὐται, ἐπενεργοῦσαι ἐπὶ φωτοκτύταρον, δημιουργοῦν ρεύματα μεταβλητῆς

ἐντάσεως, ἅτινα διαβιβάζονται εἰς μεγάφωνον καὶ ἀναπαράγουν οὕτω τοὺς διαφοροὺς ἤχους.—

250. Λυχνία τοῦ Μπράουν.—Ἐντὸς λυχνίας, ἐν τῇ ὁποίᾳ ἐδημιουργήθη ὑψηλὸν κενόν, ὑπάρχουν δύο ἠλεκτρόδια Κ καὶ Α (σχ. 255), εὐρισκόμενα ὑπὸ λίαν ὑψηλῆν τάσιν χορηγουμένην ὑπὸ πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος Β. Ἐν τῷ οὕτω σχηματιζομένῳ κυκλώματι ρεεῖ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, καθόσον τὸ κύκλωμα θεωρεῖται κλειόμενον ἐντὸς τοῦ κενοῦ τῆς λυχνίας ὑπὸ δέσμης ἠλεκτρονίων κατευθυνομένων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου Κ (καθόδου) πρὸς τὸ θετικὸν Α (ἄνοδον).

Μέρος ὅμως τῆς δέσμης τῶν ἠλεκτρονίων κατευθύνεται παραδόξως πῶς καὶ πρὸς τὸ δεξιὰ εὐρισκόμενον ὑάλινον τοίχωμα τῆς λυχνίας, ἐφ' οὗ προσπίπτον προκαλεῖ φωσφορισμὸν. Ἐὰν νῦν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαιμοῦ τῆς λυχνίας μεταλλικὸν δίσκον Δ (διάφραγμα), φέροντα εἰς τὸ μέσον ὀπήν, ὁ δίσκος οὗτος ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς ὀπῆς διόδον μιᾶς λεπτοτάτης μόνον ἀκτίνος ἐξ ἠλεκτρονίων, ἧτις προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου τοιχώματος δημιουργεῖ φωσφορίζουσαν κηλῖδα πάχους ἀναλόγου μετὰ τῆς ἀκτίνος.



Σχ. 255

Ἐπειδὴ ἡ ἀκτίς αὕτη δὲν εἶναι παρὰ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκτὸς παντὸς ἀγωγοῦ, ὑφίσταται,

ὡς καὶ τὸ διαρρέον τοῦς ἀγωγούς ρεῦμα, τὰς συνεπείας τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐπιδράσεως μαγνητικοῦ ἢ ἠλεκτρικοῦ πεδίου.

Πράγματι, ἐὰν τοποθετήσωμεν ἐντὸς τοῦ λαιμοῦ καὶ πυκνωτὴν Σ κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ ὡς ἄνω ἠλεκτρονικὴ ἀκτίς νὰ διαπερᾷ τὸ διηλεκτρικὸν αὐτοῦ, τότε φορτίζοντες τὸν πυκνωτὴν ἀναγκάζομεν τὴν ἠλεκτρονικὴν ἀκτίνα νὰ ἀποκλίνη. Ἄν ὁ κάτω ὀπλισμὸς τοῦ πυκνωτοῦ συνεδέθη μετὰ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς φορτισούσης τὸν πυκνωτὴν πηγῆς καὶ ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς μετὰ τὸν θετικὸν πόλον, τότε ἡ ἠλεκτρονικὴ ἀκτίς, ὡς ἀποτελουμένη ἐκ τῶν φύσει ἀρνητικῶν ἠλεκτρονίων, ἀπαθεῖται 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 ἀπόκλισην ἐπιτυγχάνομεν διὰ μαγνητικοῦ πεδίου προκαλουμένου ὑπὸ πηνίου Π διαρρομένου ὑπὸ ρεύματος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἀπόκλισις θὰ ἐπιτευχθῆ, ἐὰν τοῦ πηνίου εὐρισκομένου ὀπισθεν ἀκριβῶς τοῦ λαίμοῦ 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 πολικότητα, τότε ἡ ἀκτίς θὰ κατευθυνθῆ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Εἶναι εὐνόητον, ὅτι ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἔντασιν τῶν πεδίων αὐτῶν.

Διὰ τοποθέτησεως ἐπὶ τοῦ λαίμοῦ καὶ δευτέρου πυκνωτοῦ, οὕτως ὅμως τὸ πεδίου νὰ εἶναι κάθετον εἰς τὸ πεδίου 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 ἠλεκτρονικὴν ἀκτίνα κατὰ βούλησιν.

Καὶ νῦν ἐπανέλθωμεν εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον (σχ. 254).

Ἐπὶ τοῦ κυλινδρικοῦ ὀπισθίου τοῦ μέρους τὸ εἰκονοσκόπιον εἶναι καθ' ὅλα ὅμοιον μὲ τὴν λυχνίαν τοῦ Μπράουν. Ἡ ἠλεκτρονικὴ ὅμως ἀκτίς προσπίπτει οὐχὶ ἐπὶ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ εὐρισκομένου ὑαλίνου τοιχώματος, ἀλλὰ ἐπὶ τῆς πλακῆς εἰδώλου, διότι αὕτη εὐρίσκεται πρὸ τοῦ τοιχώματος.

Ἀναγκάζοντες διὰ τοῦ ἐκ τῶν δύο πυκνωτῶν Σ_1 καὶ Σ_2 (σχ. 254) συστήματος τὴν ἠλεκτρονικὴν ἀκτίνα νὰ περιτρέξῃ τοὺς ἐπὶ τῆς πλακῆς εἰδώλου πεπληρωμένους πυκνωτὰς ἐκκενοῦμεν τῇ βοήθειᾳ 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 πλακῆς εἰδώλου, τὰ ρεύματα δὲ ταῦτα προκαλοῦν ἀντιστοίχους πτώσεις τάσεως κατὰ μῆκος τῆς ἀντιστάσεως R. Ἐκ τῶν συναπιτήρων ταύτης πλέον διαβιβάζομεν τὰς τάσεις αὐτὰς πρὸς ἐνίσχυσιν εἰς ἐνίσχυτὰς καὶ εἶτα εἰς κεραιάν ἐκπομπῆς παλμικῶν ρευμάτων, τροποποιοῦντες οὕτω τὰ συντηρούμενα ρεύματά της.

Λ Η Ψ Ι Σ

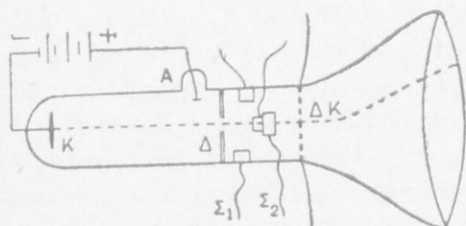
251. Τὰ ὑπὸ τῆς κεραίας λήψεως λαμβανόμενα ρεύματα μεταβλητῆς ἐντάσεως τῶν πομπῶν τηλεφωτογραφίας διαβιβάζονται μετὰ

τήν φώρασιν αὐτῶν εἰς εἰδικὴν λυχνίαν, ἧς αὐξομειοῦσι 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 ἐκπομπὴν χρησιμοποιούμενον καὶ οὐ μόνον περιστρεφόμενον ἀλλὰ καὶ προωθούμενον κατὰ τρόπον, ὥστε ἅπαντα τὰ σημεῖα τοῦ ἐπ' αὐτοῦ χάρτου νὰ προσβάλλωνται κατὰ σειρὰν ἐν πρὸς ἐν ὑπὸ τῆς δέσμης.

Εἶναι εὐνόητον, ὅτι ἀναλόγως τῆς φωτεινότητος τῆς δέσμης ταύτης θὰ δημιουργηθοῦν, ὡς καὶ ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακῆς, 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 τοίχωμα, ἐφ' οὗ προσκρούει ἡ ἠλεκτρονικὴ ἀκτίς, ἐπαλείφεται ἐσωτερικῶς διὰ καταλλήλου οὐσίας καθιστώσης τὸν ἐκ τῆς προσπτώσεως τῆς ἀκτίνος προκαλούμενον φωσφορισμὸν ἐντατικώτερον.

Ἐπὶ πλέον ἐντὸς τοῦ λαίμου τῆς ἰδίας λυχνίας καὶ μεταξὺ τοῦ συστήματος τῶν πυκνωτῶν τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν τῆς ἀκτίνος καὶ τοῦ τοιχώματος παρεντίθεται διάφραγμα ΔΚ (σχ. 256), ὅμοιον πρὸς τὸ διάφραγμα Δ, εἰς ὃ διαβιβάζονται τὰ ἐκ τῆς κεραίας λήψεως λαμβανόμενα ρεύματα, ἀφ' οὗ κατὰ πρῶτον ἐνισχυθοῦν δι' ἐνισχυτικῶν λυχνιῶν. Τὸ



Σχ. 256

διάφραγμα ἐπομένως ΔΚ φορτίζεται ἀντιστοίχως. Ἐὰν τὸ φορτίον αὐτοῦ εἶναι θετικόν, ἐπιτρέπει τὴν διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὑπαρχούσης ὁπῆς 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 ἀσθενεσττέρα, ἄρα καὶ ἡ κηλὶς μᾶλλον σκοτεινὴ.

Οὕτω ἀναλόγως τοῦ φορτίου τοῦ διαφράγματος ἔχομεν διαφόρου φωτεινότητος σημεῖα ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου τοιχώματος, ἅτινα μᾶς παρέχουν καὶ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐκπεμπομένων παραστάσεων.

Εἶναι αὐτονόητον, ὅτι μεταξὺ τῶν ἐκ πυκνωτῶν συστημάτων τῶν προκαλούντων τὴν μετατόπισιν τῆς ἠλεκτρονικῆς ἀκτῖνος, τόσον εἰς τὸ εἰκονοσκόπιον τοῦ Ντζβόρυκιν, ὅσον καὶ εἰς τὴν διὰ τὴν λήψιν χρησιμοποιομένην 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 μετακινοῦντας τὰς εἰκόνας ἢ τὸν χάρτην, ἐφ' οὗ ἐμφανίζονται αὐται, κυλίνδρους, εἰς τὰ μηχανήματα τῆς ἐκπομπῆς τηλεφωτογραφίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Ο Π Τ Ι Κ Η

ΚΕΦ. Α'. — ΦΩΣ. ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΦΩΤΕΙΝΑΙ ΑΚΤΙΝΕΣ

	Σελ.
'Ορισμοί	5
Σώματα φωτεινά, διαφανή, διαφώτιστα, σκιερά	5-7
Φωτειναι άκτινες. Φωτειναι δέσμαι	7
Σκιαί : 'Εκλείψεις (σ. 9), προσδιορισμός τῶν ὕψους διαφόρων ἀντικειμέ- νων (σ. 9), εἰκόνες διδόμεναι ὑπὸ τῶν μικρῶν ὀπῶν (σ. 10).	8-10
'Εξαιρέσεις εἰς τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός	11
Προβλήματα	12

ΚΕΦ. Β'. — ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

'Ορισμός	12
Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός : Μέθοδος ἀστρονομική (σ. 13), μέθοδοι φυσικαί (σ. 13)	13-17
Προβλήματα	17

ΚΕΦ. Γ'. — ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

'Ορισμοί	17
Μεταβολή τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς ...	18
Μεταβολή τοῦ φωτισμοῦ μετὰ τῆς κλίσεως τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας	19
Σχέσις τῶν ἐντάσεων δύο φωτεινῶν πηγῶν	20
Φωτόμετρα : Φωτομετρικαί μονάδες (σ. 22), προβλήματα (σ. 24) ...	20-24

ΚΕΦ. Δ'. — ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

'Ορισμοί	24
Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως	25
'Ακανόνιστος ἀνάκλασις ἢ διάχυσις	26
'Επίπεδα κάτοπτρα : Εἰδῶλα παρεχόμενα ὑπὸ ἐπιπέδων κατόπτρων (σ. 27), πεδῖον ἐπιπέδου κατόπτρου (σ. 27), ἀνάκλασις ἐπὶ δύο	

παρὰλλήλων κατόπτρων (σ. 28), ἀνάκλασις ἐπὶ δύο συγκλινόντων κατόπτρων (σ. 29), καλειδοσκοπίον (σ. 30), προβλήματα (σ. 30)	Σελ. 27-31
--	---------------

ΚΕΦ. Ε΄. — ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Ὅρισμοί	31
Κοίλα κάτοπτρα: Ἀνάκλασις παρὰλλήλων ἀκτίνων (σ. 32), εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος (σ. 34), εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου οὐοιδήποτε (σ. 36), εἶδωλα ἀντικειμένων (σ. 37), ἐφαρμογὰι (σ. 39)	32-39
Κυρτὰ κάτοπτρα: Κυρία ἐστία (σ. 40), συζυγεῖς ἐστίαι (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
Περίπτωσης, καθ' ἣν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο διαθλαστικώτερον	48
Περίπτωσης καθ' ἣν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ ἐνὸς μέσου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον διαθλαστικόν	50
Ἀτμοσφαιρικὸς 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), ἐφαρμογὰι τῶν πρισμάτων, πρίσματα ὀλικῆς ἀνακλάσεως (σ. 58), περισκόπιον (σ. 59), προβλήματα (σ. 60)	54-61
Φακοί: Ὅρισμοί (σ. 61), συγκλίνοντες φακοί (σ. 62), ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες (σ. 62), διάθλασις παρὰλλήλων 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), ἐφαρμογὰι (σ. 67)	61-67
Φακοὶ ἀποκλίνοντες: Πορεία φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ φακοῦ ἀποκλίνοντος (σ. 67), διάθλασις παρὰλλήλων ἀκτίνων (σ. 68), εἶδωλα παρεχόμενα ὑπὸ ἀποκλινόντων φακῶν (σ. 69), τύποι (σ. 69), ἐφαρμογὰι (σ. 70), προβλήματα (σ. 71)	67-71

ΚΕΦ. Ζ΄. — ὈΡΓΑΝΑ ΠΡΟΒΟΛΗΣ. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Προβολεὺς	71
Φωτογραφικὴ συσκευὴ	73

ΚΕΦ. Η'. — ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός: Ἡλιακὸν φάσμα (σ. 76), τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστά (σ.75), σύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός (σ. 76), κατάταξις 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 ἀπορροφῆσεως (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), φαινόμενη διάμετρος (σ. 90).....	87- 91
Παραμονὴ τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς: Κινηματογράφος (σ. 91).....	91- 93

ΚΕΦ. Ι'. — ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

Ἀπλοὺν μικροσκόπιον: Ἴσχύς αὐτοῦ (σ. 94), μεγέθυνσις (σ. 94).....	93-95
Σύνθετον μικροσκόπιον.....	95
Τηλεσκόπια: Διοπτρικὰ τηλεσκόπια (σ. 97), διόπτρα τῶν ἐπιγείων (σ. 98), διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου (σ. 99), ἀρχὴ τῶν πρισματικῶν διοπτρῶν (σ. 100), κατοπτρικὰ τηλεσκόπια (σ. 100)	97-101

ΚΕΦ. ΙΑ'. — ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ

Οὐράνιον τόξον	102
Ἄλωγ	102

ΚΕΦ. ΙΒ'. — ΦΩΤΕΙΝΑ ΚΥΜΑΤΑ

Φύσις τοῦ φωτός: Ὑπόθεσις περὶ τοῦ αἰθέρος (σ. 104), μῆκος κύματος (σ. 104), φαινόμενα συμβολῆς (σ. 105)	103-107
--	---------

ΚΕΦ. ΙΓ'. — ΔΙΠΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΛΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ὅρισμοί	107
Κρύσταλλοι μονάξενοι: Ἀκτὶς συνήθης καὶ ἀκτὶς ἐκτοκτος	108
Πόλωσις τοῦ φωτός: Πεπολωμένον φῶς (σ. 110), πόλωσις τῆς ἐκτάκτου ἀκτίνος (σ. 110), ἐξήγησις τῆς πολώσεως (σ. 110)	109-111

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΚΕΦ. Α'. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Σελ.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι μορφή τῆς ἐνεργείας : Πηγαι ἠλεκτρισμοῦ
(σ. 113), μονάδες ἐνεργείας (σ. 113), μονάδες ἰσχύος (σ. 114) 112-114

ΚΕΦ. Β'. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα : Φορὰ τοῦ ρεύματος (σ. 115) 114-116

ΚΕΦ. Γ'. — ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ

Διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων : Ἡλεκτρεγερτικὴ 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), ἠλεκτρολυτικὴ μέτρησης 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 διὰ διχρωμικοῦ καλίου (σ. 130), γρηῃσις ἐφυδραργυρωμένου 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 ἔρευνα (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

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 κάμιнос (σ. 151), προβλήματα (σ. 152)	150-153

ΚΕΦ. Θ'. — ΜΑΓΝΗΤΑΙ. ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ

Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνήται: Πόλοι τῶν μαγνητῶν (σ. 153), ἀμοι- βαῖται ἐνέργειαι τῶν πόλων (σ. 154), μαγνητικὸν πεδίων (σ. 155)	153-157
--	---------

ΚΕΦ. Ι'. — ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Νόμος τοῦ Coulomb: Ἐντάσις πόλου (σ. 157), μονὰς πόλου (σ. 157), ἐντάσις μαγνητικοῦ πεδίου (σ. 158), μονὰς ἐντάσεως (σ. 158), προβλήματα (σ. 158)	157-158
---	---------

ΚΕΦ. ΙΑ'. — ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Γήινον μαγνητικὸν πεδίων: Γήινον ζευγὸς (σ. 159), μαγνητικὴ ἀπό- κλισις (σ. 161), νευτικὴ 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 πεδίων σωληνοειδοῦς (σ. 166), τὰ σωληνο- ειδῆ ἔχουν ὅλας τὰς ἰδιότητας 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: Ἡλεκτρομαγνήται (σ. 172), ἐφαρ- μογαί τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν (ἠλεκτρικὸς κώδων, ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος, τηλεφώνον)	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: Ἐπαγωγέας (σ. 183), ἐπιγώγιμον (σ. 184), λειτουργία τῆς μηχανῆς ὡς δεκτρίας (σ. 185), λει- τουργία τῆς μηχανῆς ὡς γεννητρίας (σ. 186), διέγερσις τοῦ ἐπαγωγέως (σ. 187)	182-189
---	---------

ΚΕΦ. ΙΣΤ'. — ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Ὅρισμοί	189
Ἀρχὴ τῶν ἐναλλακτῆρων: Ἐναλλακτῆρ 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 ἔκκριμὲς συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους (σ. 202), ἔκκριμὲς μεμονωμένων, 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 πεδίου: Δυναμικὸν (σ. 211), σύγκρισις τῶν δυναμικῶν (σ. 212), βαθμολογία τοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἰς volts (σ. 213), ἡ κίνησις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ των (σ. 213), ἡλεκτροχωρητικότης (σ. 214), προβλήματα (σ. 214)	211-216
---	---------

ΚΕΦ. Ε'. — ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ

Ἠλεκτρικὴ ἐπίδρασις: Ἠλεκτρικὰ διαφράγματα (σ. 218), ἐφαρμογαί τῆς ἐπίδρασεως (σ. 219)	216-220
--	---------

ΚΕΦ. ΣΤ'. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

Πηγαι ἡλεκτρισμοῦ : Ἡλεκτροστατικὰ μηχαναὶ (σ. 221), ἡλεκτροφόρος τοῦ Volta (σ. 221), μηχανὴ τοῦ Ramsden (σ. 222), μηχανὴ τοῦ Wimshurst (σ. 223).....	220-227
---	---------

ΚΕΦ. Ζ'. — ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Μεταβολαὶ τῆς χωρητικότητος ἀγωγοῦ: Συμπυκνωταὶ (σ. 227), ἡλεκτρικὴ συστοιχία (σ. 229), συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον (σ. 231)	227-231
---	---------

ΚΕΦ. Η'. — ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΝ

Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς ἐκκενώσεως: Ἀποτελέσματα φωτεινὰ (σ. 231), ἀποτελέσματα θερμαντικὰ (σ. 232), ἀποτελέσματα χημικὰ (σ. 232), ἀποτελέσματα μηχανικὰ (σ. 232), ἀποτελέσματα φυσιολογικὰ (σ. 233).....	231-233
--	---------

ΚΕΦ. Θ'. — ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι ἡλεκτρικὸν πεδίου: Ἀστραπή, βροντὴ, κεραυνὸς (σ. 234), ἀλεξικέραυνον (σ. 235).....	233-236
---	---------

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΚΕΦ. Α'. — ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΗΡΑΙΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Ἡλεκτρικὸν ὦν.....	237
Σωλῆνες τοῦ Geissler.....	239
Σωλῆνες τοῦ Crookes: Καθοδικαὶ ἀκτῖνες (σ. 239), ἀκτῖνες Röntgen (σ. 241), ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία (σ. 242), φυσιολογικὴ ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων X (σ. 243).....	239-243
Οὐσίαι ἀκτινενεργοὶ.....	243
Φωτισμὸς δι' ἡραιωμένων ἀερίων: Φωτεινὴ ἐνέργεια (σ. 243), φωτισμὸς δι' ἀζώτου (σ. 244), φωτισμὸς διὰ νέου (σ. 244), φωτισμὸς διὰ λαμπτήρος με ἀτμοὺς ὕδραργύρου (σ. 245) ...	243-246

ΚΕΦ. Β'. — ΡΕΥΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ

Μέγιστον τῆς συχνότητος εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας: (σ. 246), Παλμικὴ κίνησις ὕγρου (σ. 247), ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις παλμικὴ (σ. 247), ἀποτελέσματα τῶν ρευμάτων ὑψηλῆς συχνότητος (σ. 248).	246-249
--	---------

Σελ.

ΚΕΦ. Γ'. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Ταχύτης τῆς διαδόσεως.....	246
Διεγέρτης τοῦ Hertz: Συνοχῆς (σ. 250).....	249-250
Ἀσύρματος τηλεγραφία.....	250-253
Φωραταὶ κυμάτων : (ἠλεκτρολυτικὸς φωρατῆς - κρυσταλλικὸς φωρατῆς).....	253-255
Ἡλεκτρονικοὶ σωλῆνες : Λυχνία με δύο ἠλεκτρόδια (σ. 255), λυχνία με τρία ἠλεκτρόδια (σ. 256).....	255-257
Ἀσύρματος τηλεγράφος διὰ λυχνιῶν (σ. 257) : Λυχνία γεννήτρια συντηρουμένων κυμάτων (σ. 258), δέκτης (σ. 259).....	257-259
Ἀσύρματον τηλεφώνον.....	259
Ραδιόφωνον.....	260
Τηλεγραφία-Τηλεόρασις (σ. 262) : Ἐκπομπή (φωτοκύτταρον) (σ. 264), εἰκονοσκόπιον (σ. 266), λυχνία τοῦ Μπράουν (σ. 268), λήψις (σ. 269).....	264-272

ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΗΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΣ

Σελ.	12	στίχ.	4	ἀντί	καὶ εὐθύγραμμοι	νὰ γραφῆ	καὶ αἱ εὐθύγραμμοι
»	64	»	6	»	$\varphi = 0,05$	»	$\varphi = 0,5$
»	104	»	10	»	καὶ τῶν μικροτέρων	»	καὶ τῶν ἀραιοτέρων
»	106	»	29	»	αἱ ὀφειλόμενοι	»	οἱ ὀφειλόμενοι
»	218	»	8	»	ἠλεκτρίζονται	»	ἠλεκτρίζονται
»	227	εἰς τὸ	σχῆμα	220	ἀντί Β νὰ τεθῆ Θ	καὶ εἰς τὸ	κείμενον ὅπου δίσκος Β νὰ τεθῆ δίσκος Θ.
»	227	στίχ.	23	ἀντί	φορτίου Α	νὰ γραφῆ	φορτίου τοῦ Α
»	227	»	27	καὶ 29	ἀντί δυναμικὸν Δ	»	δυναμικὸν Β.

ΑΝΑΔΟΧΟΙ ΕΚΤΥΠΩΣΕΩΣ & ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ: ΓΕΡΤ. Σ. ΧΡΗΣΤΟΥ & ΥΙΟΣ
ΑΡΧΑΙΟΣ ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ Δ. ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΥ Α.Ε.

Ἐπιμελητῆς τῆς ἐκδόσεως καὶ ἐπεύθυνος ἐπὶ τῆς διορθώσεως τῶν τυπογραφικῶν δοκιμῶν ὁ καθηγητῆς Α. ΜΑΖΗΣ.

now



0020557683

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

