

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Μετὰ 186 εικόνων ἐν τῷ κειμένῳ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ, ΕΛΛΗΝΙΚ. ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΕΝΑΓΩΓΕΙΩΝ

ΥΠΟ

Δ. ΡΑΛΛΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΝ Τῇ
ΚΑΤΑ ΧΑΛΚΗΝ ΕΜΠΟΡΙΚῃ ΣΧΟΛῇ

Ἐγκρίσει τῆς Πατρίαν. Κεντρ. Ἐκπαίδ. Ἐπιτροπῆς.

ΕΝ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΙ
Γ. Ι. ΣΕΪΤΑΝΙΔΗΣ

ΕΚΔΟΤΗΣ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΗΣ
Γαλατᾶ, ὁδὸς Μαχμουδιᾶ, ἀριθ. 7—9.

1895.

ΤΥΠΟΙΣ Ν. Γ. ΚΕΦΑΛΙΔΟΥ



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Μετὰ 186 εικόνων ἐν τῷ κειμένῳ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ, ΕΛΛΗΝΙΚ. ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΘΕΝΑΓΩΓΕΙΩΝ

ΥΠΟ

Μ. ΡΑΛΛΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΝ Τῇ
ΚΑΤΑ ΧΑΛΚΗΝ ΕΜΠΟΡΙΚῇ ΣΧΟΛῇ

Ἐγκρίσει τῆς Κεντρικῆς Ἐκκλησιαστ. Ἐπιτροπῆς.

ΕΝ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΙ

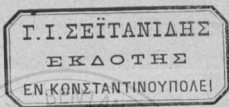
Γ. Ι. ΣΕΪΤΑΝΙΔΗΣ

ΕΚΔΟΤΗΣ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΗΣ
Γαλατᾶ, ὁδὸς Μαχμουδιέ, ἀριθ. 7—9.

1895.

ΤΥΠΟΙΣ Ν. Γ. ΚΕΦΑΛΙΔΟΥ

Πᾶν ἀντίτυπον μὴ φέρον τὴν σφραγίδα τοῦ
ἐκδότου θεωρεῖται κλοπιμαῖον καὶ καταδιώκεται
κατὰ τὸν περὶ τύπου νόμον.



Ἀδελφ. τοῦ Ὑπουργείου τῆς Δημ. Ἐκπαιδεύσεως
(ὑπ' ἀριθ. 95, 18 Ζιλακάδ., 1312).

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ Ν. Γ. ΚΕΦΑΛΙΔΟΥ
(Ὅδ. Πεντοπαζάρου, ἀριθμ. 1)



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ διαίρεσις τῆς διδασκαλίας τῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας εἰς κύκλους δύο, εἰς προπαιδευτικὸν καὶ εἰς ἀνώτερον συστηματικόν (ὡς ἐν τῇ φυσικῇ Ἱστορίᾳ), ἐγένετο ἤδη ἀποδεκτὴ εἰσαχθεῖσα εἰς τὰ νέα προγράμματα τῶν ἐν Εὐρώπῃ σχολείων.

Ὁ πρῶτος κύκλος πρέπει ἀφ' ἑνὸς μὲν νὰ ᾔηνε αὐτοτελὴς διὰ τὰς πρῶτας φυσικὰς καὶ χημικὰς γνώσεις, περιλαμβάνων τὰ ἀναγκαϊότατα αὐτῶν, ἀφ' ἑτέρου δὲ νὰ χρησιμεύῃ κυρίως ὡς προπαίδεια καὶ ἀσκήσις εἰς τὴν ἔρευναν τῶν φυσικῶν καὶ χημικῶν φαινομένων, καὶ εἰς τὴν διὰ τοῦ πειράματος ἀνάπτυξιν καὶ κατανόησιν τῶν νόμων, καθ' οὓς ταῦτα συμβαίνουσιν. Ἐκ τοῦ ὁρισμοῦ τούτου ἔπεται, ὅτι κύριος σκοπὸς τοῦ πρώτου κύκλου δὲν εἶνε τὸ ποσὸν τῆς διδαχθησομένης ὕλης, ἀλλ' ἡ μεθοδικὴ ἀνάπτυξις τοῦ παρατηρητικοῦ καὶ τῆς διανοητικῆς ἐνεργείας τοῦ μαθητοῦ. Ἐπομένως ἡ διδασκαλία πρέπει νὰ γίνηται οὕτως, ὥστε αὐτοὶ οἱ μαθηταὶ ἐκ τῶν φαινομένων ν' ἄγωνται βαθμυδὸν εἰς τὴν ἀνεύρεσιν τῆς αἰτίας, τιθέμενοι οὕτω εἰς θέσιν αὐτενεργοῦντος καὶ ἀνακαλύπτοντος. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἀσκεῖται τὸ παρατηρητικὸν καὶ ἡ

αὐτενέργεια αὐτῶν, ὁ δὲ νοῦς ἐθίζεται εἰς τὴν τακτοποίησιν τῶν ἐκ τῶν παρατηρήσεων ἐξαχθέντων πορίσμάτων. Ὅταν δὲ τὰ πορίσματα ταῦτα ἐπιβεβαιωθῶσι καὶ διὰ τοῦ πειράματος, διαλυθῶσι δὲ καὶ αἱ τὰ φαινόμενα περιβάλλουσai ἀπορίαι, τότε καὶ ἡ ἡθικὴ εὐχαρίστησις εἶνε μεγίστη, καὶ ἡ τάσις πρὸς νέαν ἐργασίαν ζωηροτάτη.

Πρὸς σαφεστέραν τῶν ἄνω ῥηθέντων κατανόησιν ἔστωσαν τὰ ἐπόμενα. Ἡ ἐν τῇ φυσικῇ διδασκαλίᾳ ἄρχεται κατὰ τὰ εἰθισμένα ἐκ τοῦ πειράματος. Ἀφοῦ δὲ προταχθῶσι τὰ ἀναγκαιότατα πειράματα, εἴτα ἐπέρχεται ἡ ἐξήγησις φαινομένου, θεωρουμένου ὡς πόρισμα τῶν διὰ τοῦ πειράματος ἐξαχθέντων νόμων. Ἀλλ' ἀμέσως ἐν ἀρχῇ γεννᾶται ἡ δικαία τοῦ μαθητοῦ ἀπορία καὶ ἐρώτησις: Πρὸς τίνα σκοπὸν γίνονται τὰ πειράματα ταῦτα; Τίς μᾶς ἀναγκάζει νὰ ἐκτελέσωμεν τοῦτο τὸ πείραμα καὶ ὄχι ἄλλο τι; Ὁ τρόπος οὗτος τῆς διδασκαλίας δὲν φαίνεται εἰς τὸν μαθητὴν ὡς τυφλὴ καὶ ἄσκοπος ἐρευνα, ὅστις ἐπὶ τέλους καταντᾷ νὰ πιστεύσῃ, ὅτι ὅλον τὸ λαμπρὸν οἰκοδόμημα τῶν φυσικῶν νόμων ἀνηγέρθη διὰ τοιαύτης τυχαίας ἐρεῦνης; Ὅταν ὅμως προταχθῇ ἡ περιγραφὴ φαινομένου τινός, ὁποῖον ἐν τῇ φύσει παρουσιάζεται, ὀρισθῶσι δὲ αἱ τὰ φαινόμενον περιβάλλουσai καίριαι ἀπορίαι, αἵτινες διὰ τῶν πειραμάτων λύονται, τότε φανερὸς γίνεται ὁ σκοπὸς τῆς ἐρεῦνης, τὰ πειράματα ἔχουσι λόγον καὶ κέντρον τι, περὶ ὃ στρέφονται, τείνοντα εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν σκοπόν, ὃν ὁ μαθητὴς ἔχει πρὸ ὀφθαλμῶν. Ἡ τοιαύτη ὅμως φυσικὴ τῶν αἰτίων τῶν φαι-

νομένων ἔρευνα ἀπαιτεῖ βεβαίως, πλείοτερον χρόνον· ἀλλ' ἢ δι' αὐτῆς προσκτωμένη πνευματικὴ μόρφωσις καὶ ἀσκήσις ἰσορροπεῖ πρὸς τὴν τοῦ χρόνου ἀπώλειαν.

Συμφώνως πρὸς ταῦτα ἀρχόμεθα ἐκάστοτε ἐκ τῆς περιγραφῆς κατὰ προτίμησιν φυσικοῦ φαινομένου, ἔστω πολυπλόκου καὶ δυσκόλου, ἐν ἐλλείψει δὲ τοιούτου ἐξ ὀργάνων τοῖς πᾶσι γνωστῶν καὶ χρησίμων, προτάσσοντες ταῦτα ὡς προβλήματα πρὸς λύσιν, περὶ τὰ ὁποῖα στρέφονται τὰ πειράματα, ἀναλυτικῶς δὲ καὶ βαθμυδὸν προβαίνοντες ἀναζητοῦμεν τὴν αἰτίαν, ταύτην δὲ διὰ τοῦ πειράματος ἐπιβεβαιοῦντες, καταλήγωμεν εἰς τὴν ἐκφώνησιν τοῦ νόμου, καθ' ὃν τὸ φαινόμενον συμβαίνει. Οὕτω ἐπὶ παραδείγματι : Ἐν τῷ μαγνητισμῷ προτάσσεται ἡ περιγραφὴ τῆς μαγνητικῆς πυξίδος, καὶ ὁ τρόπος τῆς ἐνεργείας αὐτῆς, ἡ αἰτία ὅμως καὶ ἡ ἐξήγησις τῆς ἐνεργείας αὐτῆς, μένει πρὸς τὸ παρὸν ἀνεξήγητος περιβαλλομένη ὑπὸ πολλῶν ἀποριῶν, λυομένων βαθμυδὸν διὰ πειραμάτων, εἰς δὲ τὸ τέλος τοῦ περὶ μαγνητισμοῦ κεφαλαίου ἐξάγεται ἀφ' ἑαυτῆς ἡ αἰτία τῆς ἐνεργείας, διὰ τὴν ὁποίαν τὰ τόσα μεταξὺ πειράματα ἐγένοντο. Ἐπίσης ἐν τῷ ἡλεκτρισμῷ ἀρχὴ γίνεται ἐκ τῶν ἡλεκτρικῶν τῆς ἀτμοσφαίρας φαινομένων, ἐκτίθενται τὰ ἱστορικὰ τοῦ Φραγκλίνου πειράματα, περὶ τὴν ἐξήγησιν τῶν ὁποίων στρέφονται πάντα τὰ λοιπὰ πειράματα καὶ οἱ δι' αὐτῶν ἀναπτυσσόμενοι νόμοι. Οὕτω δὲ διατηρεῖται μέχρι τέλους τοῦ κεφαλαίου ζωνρὸν τὸ ἐνδιαφέρον τὰ δὲ πειράματα φαίνονται γινόμενα μετὰ σκοπιμότητος,

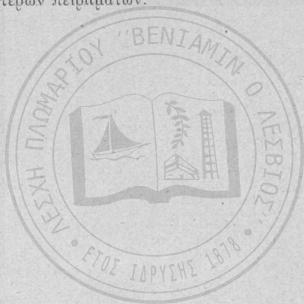
τείνοντα πρὸς ὠρισμένον τέρμα, πρὸς ἐξήγησιν τοῦ προταχθέντος φαινομένου.

Ποίας δὲ καὶ πόσας δυσχερίας παρέχει ἡ ἐπὶ τοιούτων βάσεων σύνταξις βιβλιαρίου, πάντες γινώσκουσι. Ἰκανὴ δέ μοι τῶν πόνων ἀμοιβὴ ἔσται, ἐὰν δυνηθῶ κατὰ τι δι' αὐτοῦ νὰ συμπράξω εἰς διάδοσιν τῶν τοσούτων ἀναγκαίων φυσικῶν καὶ χημικῶν γνώσεων, αἵτινες νῦν κυριεύουσι τῆς ἐποχῆς ἡμῶν.

Πρὸς ἀποφυγὴν παρεξηγήσεων ἀναγκαῖον κρίνω νὰ προτάξω σύντομά τινα περὶ τῆς διευθετήσεως τῆς ὕλης. Τὸ περὶ θερμότητος βιβλίον, ὡς ἔχον ἀμεσον μετὰ τοῦ ἀνθρώπου σχέσιν, διεξήγαγον ἐν ἐκτάσει, συμπεριλαβὼν καὶ πολλὰ ἐκ τῆς μετεωρολογίας. Ἡ ἀκουστικὴ ἐτέθη μετὰ τὴν ὀπτικήν, ἵνα εὐκόλως κατανοηθῶσι τὰ περὶ ἀντανεκλάσεως τοῦ ἤχου. Ὁ νόμος τοῦ ὕψους τοῦ ἤχου, τῶν χορδῶν ἠπλοποιήθη. Ἐν τῷ ἠλεκτρισμῷ προέταξα ὡς ὀρυμνῆριον τῆς ἐρεῦνης τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως τὸ ἠλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα, ἐκ τῆς ἐνέργειας δὲ τούτου διὰ σκέψεων καὶ συμπερασμάτων ἐξάγονται τὰ περὶ ἠλεκτρίσεως ἐξ ἐπιδράσεως, καὶ τοῦτο, ἵνα ἀποφύγω τὰ κοπιώδη θεμελιώδη πειράματα, τὰ ὅποια καὶ χρόνον πολὺν ἀπαιτοῦσι, καὶ μετὰ δυσκολίας ἐπιτυγχάνουσιν. Ἡ δὲ τῶν ἀκίδων ἐνέργεια ἐξηγεῖται ἐκ τῆς χρήσεως αὐτῶν ἐν τῇ ἠλεκτρικῇ μηχανῇ. Ἡ ἔννοια τῆς κεκτημένης ταχύτητος, ὡς δυσκόλου διὰ τοὺς ἀρχαίους, ἐντελῶς παρελείφθη.

Καὶ τοιοῦτον μὲν τὸ βιβλίον. Ἴνα δὲ καταστήσω αὐτὸ προσιτὸν τοῖς πᾶσι, μετεχειρίσθην πειράματα

ἀπλούστατα, εὐκόλα, ἀσφαλῶς καὶ ταχέως ἐκτελού-
μενα· λαμβάνων δὲ ὑπ' ὅλην καὶ τὴν πενίαν τῶν
πλείστων σχολῶν μετεχειρίσθην ὄργανα ἀπλού-
στατα καὶ εὐωνότατα. Πρὸς εὐκολίαν τοῦ διδάσκον-
τος ἐκδίδεται ἰδιαίτερον παράρτημα περιέχον κα-
ταγραφήν τῶν ἀναγκαιούντων ὀργάνων, ὁδηγίας
περὶ τὴν χρῆσιν αὐτῶν καὶ περὶ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν
δυσκολωτέρων πειραμάτων.



ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ

ΑΙ ΤΡΕΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ. ΑΔΡΑΝΕΙΑ.

§ 1. Ὑγρό. Τὸ ὕδωρ εἶνε ἐκ τῶν τὰ μάλα διαδεδομένων ἐν τῇ φύσει σωμάτων. Ἐντὸς αὐτοῦ δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἐμβαπίσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἐπομένως νὰ χωρίσωμεν τὰ μέρη αὐτοῦ ἀπ' ἀλλήλων, καὶ νὰ ὠθήσωμεν αὐτὰ τὸ ἐν πρὸς τὸ ἄλλο, ἄνευ ἀντιστάσεως. Τὰ τὸ ὕδωρ λοιπὸν συνιστῶντα μέρη δὲν συνεχόνται ἰσχυρῶς πρὸς ἀλλήλα, εἶνε λίαν εὐκίνητα, ὥς ἐκ τούτου τὸ ὕδωρ δὲν δύναται νὰ τηρήσῃ ἴδιον σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνει τὸ σχῆμα τῶν ἀγγείων ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθεται.

Ποτήριον πλήρες ὕδατος δὲν δύναται νὰ περιλάβῃ καὶ ἄλλο ποσὸν ὕδατος, καὶ ἐὰν ρίψωμεν ἐντὸς αὐτοῦ λίθον, τὸ ὕδωρ ὑπερεχειλίζει, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι δύο σώματα δὲν δύνανται νὰ κατέχωσι συγχρότως ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν χώρον. Τὴν ιδιότητα ταύτην ὀνομάζομεν ἀδιαχώρητον.

Προσέτι ἐκ ποσοῦ τινος ὕδατος δυνάμεθα νὰ λάβω-
μεν σταγόνα, ἥτις ῥιπτομένη ἐπὶ ὕαλου χωρίζεται εἰς
μικρότατα μέρη, ἐπὶ στυποχάρτου ἐξαπλοῦται ἐμποτί-
ζουσα αὐτόν, χωρὶς ὁμμένη οὕτω εἰς λίαν μικρὰ μέρη.
Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε διαιρετὸν
καὶ μέχρι τῶν ἐλαχίστων αὐτοῦ μερῶν.

Ἐὰν κατασκευάσωμεν ἐκ λεπτοῦ ἐλάσματος ὀρει-
χάλκου κύβον κοίλον (σχ. 1), οὗτινος ἐκάστη τῶν δια-



Σχ. 1.

στάσεων νὰ ᾔηνε ἐν ἑκατοστόμετρον, καὶ
πληρώσωμεν αὐτόν ὕδατος, ὁ μὲν ὄγκος
οὗτος τοῦ ὕδατος εἶνε ἐν κυβικόν ἑκατο-
στόμετρον $= 1 \text{ κ. ε.}$, τὸ δὲ βάρος μόνον
τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος λαμβάνεται ὡς μο-
νάς, καὶ ὀνομάζεται *γράμμου* $= 1 \text{ γρ.}$ Ἐπομένως 1 γρ.
ὕδατος κατέχει *χωρὸν* 1 κ. ε. Ἐὰν δὲ κατασκευάσωμεν
κύβον κοίλον περιλαμβάνοντα ἀκριβῶς 1000 κ. ε., τὸ μὲν
ἐν αὐτῷ ὕδωρ βαρεῖ 1000 γρ. $=$ ἐν χιλιόγραμμον, ὁ δὲ
κενὸς *χωρὸς* τοῦ κύβου τὰ 1000 κ. ε. λαμβάνεται ὡς
μονὰς χωρητικότητος, καὶ ὀνομάζεται *λίτρα*. Ἀντι-
στρόφως δὲ ἐὰν χώρος τις περιλαμβάνει 1000 γρ. ὕδα-
τος, οὗτος εἶνε *χωρὸς* 1000 κ. ε. Ἐκ τούτου ἔπεται, ὅτι
δυνάμεθα προχείρως νὰ ὀρίσωμεν τὸν *χωρὸν* *γιάλης*
ἢ *σωληνος*, ἐρίζοντες τὸ βάρος τοῦ πληροῦντος αὐτὰ
ὕδατος.

§ 2. **Στερεά.** Τὸ ὕδωρ κατὰ τὸν χειμῶνα ψυχόμε-
νον λίαν, πηγνυται, καὶ στερεοποιεῖται. Ἐντὸς τοῦ πά-
γου εἶνε ἀδύνατον νὰ εἰσαγάγωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἢ
νὰ μεταβάλλωμεν τὴν πρὸς ἄλληλα θέσιν τῶν μερῶν

αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ εἰς τεμάχιον πάγου δώσωμεν σχῆμά τι π. χ. κυβικόν, διατηρεῖ αὐτό, ἕως οὗ τακῇ. Ταῦτα πάντα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ πάγου συγκρατοῦνται ἰσχυρῶς τηροῦντα ἀμετάβλητον τὴν πρὸς ἄλληλα θέσιν. Δυνάμεθα ὁμῶς διὰ πλήξεως νὰ χωρίσωμεν ἓν τεμάχιον πάγου εἰς σμικρότατα μέρη, ἧτοι καὶ ὁ πάγος εἶνε διαιρετός.

§ 3. Ἀήρ. Ὁ ἀήρ ἐν ᾧ ζῶμεν καὶ κινούμεθα, καὶ τὸν ὁποῖον ἀναπνέομεν, περιβάλλει τὴν γῆν ἡμῶν εἰσερχόμενος καὶ ἐντὸς τῶν ἀφανεστάτων πόρων τῶν σωμάτων. Ἄν καὶ δὲν εἶνε ὁρατός, αἰσθανόμεθα ὁμῶς αὐτόν, ὅταν πνέῃ ὡς ἄνεμος, ἢ ὅταν κινῶμεν τὰς χεῖρας. Καὶ ὁ ἀήρ δὲν ἔχει ἴδιον σχῆμα. Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ περιόρισωμεν ὠρισμένον τινὰ ὄγκον ἀέρος, ἀναστρέφοντες ποτήριον ἐντὸς ὕδατος (σχ. 2). Πιεζομένου δ' αὐτοῦ βαθέως, τὸ ὕδωρ δὲν εἰσχωρεῖ ἐν τῷ ποτηρίῳ κωλυόμενον ὑπὸ τοῦ ἐν αὐτῷ ὑπάρχοντος ἀέρος. Ἐπομένως καὶ ὁ ἀήρ εἶνε ἀδιαχώρητος. Καὶ τὸν ἀέρα δυνάμεθα



σχ. 2.

νὰ διαιρέσωμεν εἰς μέρη. Ἀναστρέφομεν χωνίον ἐντὸς ὕδατος κλείοντες αὐτὸ διὰ τοῦ δακτύλου. Αἶροντες δὲ ἐκ διαλειμμάτων τὸν δάκτυλον, δυνάμεθα νὰ διαιρέσωμεν τὸν ἐν τῷ χωνίῳ ἀέρα εἰς πλείστα ἐλάχιστα μέρη.

Ἐκ τῶν παρατηρήσεων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι

τὰ σώματα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τρεῖς καταστάσεις, ὡς στερεά, ὡς ῥευστα, καὶ ὡς αέρια. Καὶ στερεὰ μὲν λέγονται, ὅσα ἔχουσιν ἴδιον σχῆμα, ἀνθιστάμενα λίαν εἰς τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν μερῶν αὐτῶν. Ῥευστὰ δέ, ὅσα δὲν ἔχουσιν ἴδιον σχῆμα, μὴ παρέχοντα ἀντίστασιν εἰς τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν μερῶν αὐτῶν. Ἀέρια δέ, ἐκεῖνα τῶν ὁποίων τὰ μέρη τείνουσι νὰ ἀπομακρυνθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, μὴ ἔχοντα ἐπομένως καὶ ταῦτα σχῆμα.

§ 4. Ἰδιότητες. Καὶ εἰς τὰ τρία εἶδη τῶν σωμάτων ἀνεύρομεν καὶ κοινὰς ἰδιότητας· ἥτοι ἔχουσιν ἕκαστον κατέχοντα μέρος τοῦ χώρου, ὅπερ ὀνομάζομεν ὄγκον, εἶνε ἀδιαχώρητα καὶ διαιρετὰ.

§ 5. Ἀδράνεια. Ἡ συνεχὴς παρατήρησις τῶν περικυκλούντων ἡμᾶς ἀντικειμένων διδάσκει, ὅτι τὰ σώματα, ὅταν εὐρίσκωνται ἐν ἡρεμίᾳ, τηροῦσι τὴν θέσιν αὐτῶν ἀμετάβλητον, ἐκτὸς ἐὰν ἐξωτερικὴ τις αἰτία δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτῶν. Καὶ ἄλλα δὲ φαινόμενα πείθουσιν ἡμᾶς περὶ τούτου. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς κινήσεως ἀμάξης ἢ λέμβου, ὁ κορμὸς ἡμῶν κινεῖται πρὸς τὰ ὀπίσω, τείνων νὰ τηρήσῃ τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν. Ἐπὶ φύλλου χάρτου τίθεται νόμισμα ἀμφοτέρω δὲ ἐπὶ τοῦ στομίου ποτηρίου. Ἐὰν σύρωμεν βιαίως τὸν χάρτην, τὸ νόμισμα μὴ παρακολουθοῦν τὴν κίνησιν αὐτοῦ καὶ τείνον νὰ τηρήσῃ τὴν ἑαυτοῦ θέσιν πίπτει ἐντὸς τοῦ ποτηρίου. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι πᾶν σῶμα ἐν ἡρεμίᾳ ὄν τείνει νὰ τηρῇ ἀμετάβλητον τὴν θέσιν αὐ-

τοῦ, ἀπαιτεῖται δὲ ἰκανὴ δύναμις, ἵνα ἐμβάλῃ αὐτὸ εἰς κίνησιν.

Δυνατὸν ὁμῶς νὰ συμβαίῃ καὶ τούναντίον, ἥτοι πᾶν σῶμα κινούμενον ἐξακολουθεῖ κινούμενον μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Πολλὰ φαινόμενα πείθουσιν ἡμᾶς περὶ τούτου. Ἐντὸς κινουμένης ἀμάξης ἢ λέμβου τὸ σῶμα ἡμῶν συμμετέχει τῆς κινήσεως. Ἐὰν δὲ ἡ ἄμαξα αἰφνιδίως σταθῇ, οἱ μὲν πόδες ἡρεμοῦσιν οὐχὶ δὲ καὶ ὁ κορμός, ὅστις τηρῶν τὴν πρὸς τὰ πρόσω φοράν, κινεῖται κατὰ τὴν φοράν τῆς ἀμάξης. Ἐὰν ἵππος ἀπὸ ρυτῆρος τρέχων αἰφνιδίως σταθῇ, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἵππεὺς (ἐὰν δὲν συγκρατῇται καλῶς) ῥιπτάζεται ὑπεράνω τῆς κεφαλῆς τοῦ ἵππου· διότι τὸ σῶμα τοῦ ἵππεως τηρεῖ τὴν πρὸς τὰ πρόσω φοράν. Ἐπίσης ἀτμόπλοιοι καὶ λέμβοι ἐξακολουθοῦσι κινούμενα, καὶ ὅταν παύσῃ ἡ κινουσα αὐτὰ δύναμις. Ἐπίσης δὲ καὶ ὁ ἐκ κατωφεροῦς μέρους ὁρομαίως κατερχόμενος δὲν δύναται ἀμέσως νὰ σταθῇ, ἀλλὰ κινεῖται βήματά τινα πρὸς τὰ πρόσω. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι πᾶν σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον τείνει νὰ κινῆται κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, ἐὰν μὴ ἐξωτερικὴ τις δύναμις ἢ κώλυμα δὲν ἐλαττώσῃ ἢ καὶ ἐκμηδενίσῃ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ.

Συνδιάζοντες τὰ δύο συμπεράσματα λέγομεν, ὅτι πάντα τὰ σώματα τηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν κατάστασιν, εἰς ἣν εὐρίσκονται· ἥτοι ἐν ἡρεμίᾳ μὲν ὄντα ἡρεμοῦσιν, ἐν κινήσει δὲ ὄντα ἐξακολουθοῦσι κινούμενα

κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτη-
τος. Τὴν ιδιότητα ταύτην τῶν ὑλικῶν σωμάτων ὀνο-
μάζομεν ἀδράνεια αὐτῶν. (Γαλιλαῖος). Ὅσάκις δὲ
παρατηροῦμεν, ὅτι σῶμά τι κινούμενον ἀλλάσσει διεύ-
θυνσιν ἢ ταχύτητα, τοῦτο προέρχεται ἔνεκα ἐξωτερι-
κῶν δυνάμεων ἢ κωλυμάτων (π. χ. τριβῆς), αἵτινες
ἐνεργοῦσαι τροποποιοῦσι καὶ τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν
ταχύτητα τῶν σωμάτων.



ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ, ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΗΧΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

§ 6. **Θερμότης.** Ἐμβαπτίζοντες τὴν χεῖρα εἰς πηγαῖον ὕδωρ αἰσθανόμεθα αὐτὸ ψυχρὸν, τὸ αὐτὸ ὕδωρ θερμανθέν, αἰσθανόμεθα χλιαρὸν καὶ τέλος ἐντελῶς θερμόν. Ἐπίσης ψυχρὸς αἰσθανόμεθα λαμβάνοντες ἀνὰ χεῖρας τεμάχιον πάγου ἢ μετάλλου. Καὶ ὁ αἶθρ τὸ μὲν θέρος εἶνε θερμός, τὸν δὲ χειμῶνα ψυχρός. Τὰ διάφορα λοιπὸν σώματα, στερεά, ρευστὰ καὶ ἀέρια, ἐπενεργοῦντα ἐφ' ἡμῶν προκαλοῦσι τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ ἢ ψυχροῦ. Τὴν αἰτίαν τοῦ θερμοῦ ἢ ψυχροῦ τῶν σωμάτων ὀνομάζομεν θερμότητα.

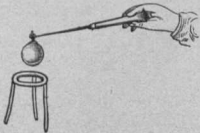
§ 7. **Μετάδοσις θερμότητος.** Ἡ πείρα διδάσκει, ὅτι θερμὸς σίδηρος ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος ἐμβαπτισθεὶς ψύχεται, τὸ δὲ ὕδωρ θερμαίνεται, ὅτι οἱ τοῖχοι ποτηρίου, ἐν ᾧ ἐπιχέεται θερμὸν ὕδωρ, θερμαίνονται, τὸ δὲ ὕδωρ ἀπέλλυσι μέρος τῆς θερμότητος αὐτοῦ. Ἐπίσης

ἵνα θερμάνωμεν ὕδωρ ἐντὸς ἀγγείου, πρέπει νὰ φέρω-
μεν αὐτὸ εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τοῦ πυρὸς· τούναν-
τίον δὲ θερμὸν ὕδωρ ψύχεται διὰ προσθήκης ψυχροῦ
ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἀφαιρεῖ θερμότητα ἐκ τοῦ θερμοῦ.
Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι κατὰ
τὴν ἐπαφὴν δύο σωμάτων διαφόρου θερμοκρασίας
μεταδίδεται θερμότης ἐκ τοῦ θερμοῦ εἰς τὸ ψυχρόν,
ἕως οὗ ἀμφότερα τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερ-
μοκρασίαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

§ 8. Διαστολὴ στερεῶν. Γνωστόν, ὅτι ὁ ψυχρὸς
κύλινδρος λυχνίας πετρελαίου διαρρήγνυται, ἐὰν ἡ
φλόξ ᾔνῃ ἄμέσως ἰσχυρά, ὅτι ψυχρὸν ποτήριον ὑάλινον,
εἰς ὃ ἐπιχέομεν ἄμέσως πολὺ θερμὸν ὕδωρ, διαρρήγνυ-
ται. Τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ ποτηρίου ἡ ἐσωτερικὴ ἐπι-
φάνεια ἐγένετο φυσικῶς θερμότερα τῆς ἐξωτερικῆς. Τό-



Σχ. 3.

τε δὲ μόνον δύναται
νὰ ἐπέλθῃ διαρρήξις,
ἐὰν ἡ μὲν ἐξωτερικὴ
ἐπιφάνεια μένῃ εἰς τὴν
προτέραν αὐτῆς κατά-
στασιν, ἡ δὲ ἐσωτερι-
κὴ διασταλῇ ἐνεκα
τῆς θερμότητος, δια-

στελλομένη δὲ ὠθήσῃ τὴν ἐξωτερικὴν, ἥτις μὴ ὑπο-

χωροῦσα διαρρήγνυται. Ἐπομένως ἡ θερμότης πρέπει νὰ ἐπιφέρῃ διαστολὴν τῶν στερεῶν σωμάτων. Καὶ τῷ ὄντι σφαῖρα σιδηρᾶ (σχ. 3) μόλις διὰ δακτυλίου διερχομένη, ἐὰν θερμανθῇ δὲν διέρχεται, ἀφ' οὗ δὲ ψυχθῇ διέρχεται. Ἐπίσης ῥάβδος ὀρειχαλκίνη



Σχ. 4.

ΓΔ. στηριζομένη ἐντὸς τῶν ὀπῶν δύο μεταλλικῶν ἢ ξυλίνων πρισμάτων Α καὶ Β (σχ. 4), θερμαινόμενη καταρίπτει τὰ ὄρθια στηρίγματα. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ στερεὰ θερμαινόμενα μὲν διαστέλλονται, ψυχόμενα δὲ συστέλλονται.

§ 9. Φαινόμενα, φυσικά, πείραμα, νόμοι. Τὴν αὐξήσιν τοῦ ὄγκου καὶ τοῦ μήκους τῶν σωμάτων ἕνεκα τῆς θερμότητος, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ οὐσία τῶν σωμάτων μένει ἡ αὐτὴ ὀνομάζομεν *φυσικὸν φαινόμενον*. Ἐκαστον φαινόμενον ἔχει καὶ αἰτίαν. Τὴν ἐπανάληψιν φαινομένου τινὸς ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πρὸς ἀνεύρεσιν τῆς σχέσεως, ἣτις ἐπικρατεῖ μεταξὺ αἰτίας καὶ φαινομένου, ὀνομάζομεν *πείραμα*, τὴν δὲ διὰ λέξεων σύντομον ἔκφρασιν τῆς σχέσεως ταύτης, *νόμον*. Τὰ φυσικὰ φαινόμενα καὶ οἱ νόμοι καθ' οὓς ταῦτα συμβαίνουσιν εἶνε ἀντικείμενον τῆς Φυσικῆς.

§ 10. Διαστολὴ ὀρευστῶν. Ἐὰν πληρώσωμεν φιαλίδιον διὰ ψυχροῦ ὕδατος μέχρι χειλέων, καὶ θερμάνωμεν, τὸ ὕδωρ ἐκχύνεται, ἥτοι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐγένετο μεγαλείτερος, ἐπομένως καὶ τὰ ὑγρά θερμαινόμενα διαστέλλονται.

Πρὸς ἀκριβεστέραν τούτου κατάδειξιν, ἐπιπωματοῦμεν (σχ. 5) τὸ πλήρες φιαλίδιον διὰ φελλοῦ φέροντος λεπτὸν ὑάλινον σωλῆνα, εἰς τὸν ὁποῖον ἀνέρχεται τὸ ὕδωρ μέχρι τινὸς σημείου, σημειουμένου διὰ νήματος. Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὸ φιαλίδιον εἰς θερμὸν ὕδωρ, τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὕδωρ ἀνέρχεται· ἥτοι τὸ ὕδωρ διεστάλη, ἐὰν δὲ ἐμβαπτίσωμεν αὐτὸ ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος, τὸ ὕδωρ κατέρχεται· ἥτοι τὸ ὕδωρ ψυχόμενον συστέλλεται. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρουσιάζει καὶ ὁ ὑδράργυρος, καὶ τὸ οἰνόπνευμα. Ἐν γένει λοιπόν, καὶ τὰ



Σχ. 5.

ὕγρά θερμαινόμενα μὲν διαστέλλονται, ψυχόμενα δὲ συστέλλονται.

§ 11. Θερμόμετρα. Ἀντιστρέφοντες τὰ ἄνω, λέγομεν, ὅτι ὅταν ὑγρὸν τι διαστέλληται, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψοῦται, ὅταν δὲ συστέλληται, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ καταπίπτει. Ἐπὶ τούτου στηριζόμενοι δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων νὰ ὀρίζωμεν ὅχι μόνον τὴν ὑψωσιν καὶ κατάπτωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ καὶ κατὰ πόσον σῶμά τι ἐγένετο θερμό-

τερον ἢ ψυχρότερον ἑαυτοῦ ἢ ἐτέρου. Τὰ τοιαῦτα ὄργανα καλοῦνται *θερμόμετρα* (σχ. 6). Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ σωλῆνος τριχοειδοῦς ἀπολήγοντος εἰς σφαῖραν ἢ κύλινδρον φέροντα ὑδράργυρον, ὅστις πληρεῖ τὴν σφαῖραν καὶ μέρος τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος. Ἐπὶ τούτου δὲ ἢ ἐπὶ πλακός, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται τὸ θερμόμετρον, ὑπάρχουσι διαιρέσεις, ἀρχόμεναι ἀπὸ σημείου τινός, ἔνθα κεῖται τὸ 0, καὶ βαίνουσαι ἄνω καὶ κάτω αὐτοῦ. Καὶ τὸ μὲν φέρον 100 διαιρέσεις ἄνω τοῦ 0 ὀνομάζεται *ἐκατονταβάθμιον* ἢ θερμόμετρον *Κελσίου* (C), τὸ δὲ φέρον 80 διαιρέσεις *θερμόμετρον Ῥεωμύρου* (R). Συντόμως δὲ σημειοῦμεν τοὺς βαθμοὺς διὰ τοῦ 0: τιθεμένου ἄνω καὶ δεξιὰ τοῦ ἀριθμοῦ, καὶ εἰς μὲν τοὺς ὑπεράνω τοῦ μηδενός προτάσσομεν τὸ σημεῖον +, εἰς δὲ τοὺς ὑπὸ τὸ μηδὲν τὸ — π. χ.

+ 5° = 5 βαθμοὶ ἄνω τοῦ μηδενός.

— 5° = 5 βαθμοὶ ὑπὸ τὸ μηδέν.

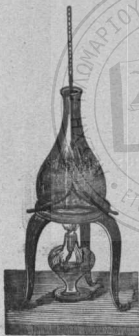
Τιθεμένου τοῦ θερμομέτρου ἐντὸς τηκομένης χιόνος, ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται, καὶ τέλος ἵσταται σταθερῶς εἰς τὸ 0°. Κατὰ τὰ γνωστὰ ἢ ὕαλος καὶ ὁ ἐν αὐτῇ ὑδράργυρος ἔλαβον δι' ἐπαφῆς τὴν αὐτὴν θερμότητα, ἣν ἔχει ἡ χιών, εἰς τὴν ὁποίαν ἀντιστοιχεῖ ὠρισμένος ὄγκος ὑδραργύρου μέχρι τοῦ 0°. Ὅταν λοιπὸν ὁ



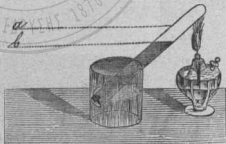
Σχ. 6.

υδράργυρος εἶνε εἰς τὸ 0° , σημαίνει, ὅτι ἔχει τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, τὴν ὁποίαν καὶ ἡ τηκομένη χιών.

Ἐάν δὲ εἰσαγάγωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς ἀτμῶν ὕδατος ἐν φιάλῃ (σχ. 7), ὁ υδράργυρος ἀνέρχεται μέχρι τῶν 100° (ἢ μέχρι 80° εἰς τὸ τοῦ Ῥεωμύρου), ἥτοι ὁ μέχρι 100° διασταλεὶς υδράργυρος ἔχει τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἣν καὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ βράζοντος ὕδατος. Ἐάν δὲ τὸ θερμόμετρον ἐν τῷ ἀέρι δείκνυῃ 15° , ἐννοοῦμεν, ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε παρὰ 15° θερμότερος τῆς τηκομένης χιόνος. Τοὺς βαθμοὺς τῆς θερμότητος, τοὺς ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου δεικνυομένους, ὀνομάζομεν θερμοκρασίαν τῶν σωμάτων.



Σχ. 7.



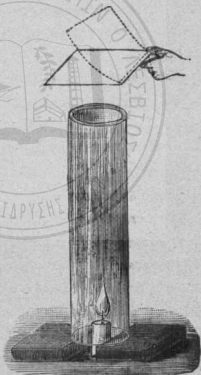
Σχ. 8.

§ 12. Διαστολὴ ἀερίων. Καὶ τὰ ἀέρια ὡς ἀραιότερα τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν πρέπει νὰ διαστελῶνται θερμαίνόμενα. Ἐντὸς σωλῆνος ἐπιχέομεν ὕδωρ

κατὰ τὸ ἥμισυ, κλείοντες δὲ διὰ τοῦ δακτύλου ἀναστρέφωμεν (σχ. 8) αὐτὸν ἐντὸς ποτηρίου πλήρους ὕδατος, καὶ θερμαίνομεν τὸν ἐντὸς ἀέρα, ὅστις διαστελλόμενος ὠθεῖ τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἀπὸ τοῦ α κατέρχεται εἰς τὸ β. Ἐὰν δὲ ἐπιχέοντες ὕδωρ ψύξωμεν τὸν σωλῆνα, ὁ ἐν αὐτῷ ἀήρ συστέλλεται, τὸ δὲ ὕδωρ ἀνέρχεται ἀπὸ τοῦ β εἰς τὸ α, καὶ ἄνω αὐτοῦ: ἦτοι, ὁ ἀήρ θερμαινόμενος μὲν διαστέλλεται, ψυχόμενος δὲ συστέλλεται.

§ 13. **Ρεύματα ἀέρος.** Ὁ διὰ τῆς θερμότητος

διασταλεῖς ἀήρ γενόμενος ἐλαφρότερος πρέπει νὰ ἀνέρχεται, ὡς ὁ φελλὸς ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Τὴν ἀνοδὸν τοῦ ἀραιωθέντος ἀέρος ἀποδεικνύομεν, ἐὰν μεταξὺ δύο ὀρθογωνικῶν ξύλων, ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχόντων, στηρίξωμεν κηρὸν ἀνημμένον, καὶ ὑπεράνω αὐτοῦ κύλινδρον ὑάλινον λυχνίας πετρελαίου ἐπὶ τῶν ξύλων στηριζόμενον (σχ. 9), Ἐὰν ἄνω τοῦ κυλίνδρου κρατήσωμεν ὀριζοντίως λεπτοτάτην



Σχ. 9.

ταινίαν χάρτου, αὕτη ἀνυψοῦται. Ἐκ τούτων ἐξάγεται ὅτι ὁ ἀραιωθεὶς ἀήρ σχηματίζει συνεχές ρεῦμα ἀνερχόμενον. Μένει ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὀπισθεν τοῦ ἀνερ-



Σχ. 10.

χομένου ρεύματος τοῦ ἀέρος κενόν ; Τοῦτο βεβαίως εἶνε ἀδύνατον· διότι ὁ κηρὸς θὰ ἐσβέννυτο. Ἐπειδὴ ὁμοως ἐξακολουθεῖ καίόμενος, συμπεραίνομεν ὅτι πρέπει ἐκ τῶν κάτω νὰ εἰσφορᾷ ἀήρ. Καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν ἐπιθέσωμεν τὸν κύλινδρον ἐπὶ τῆς τραπέζης (σχ. 10), ὥστε νὰ παρακλύσωμεν τὸ ἐκ τῶν κάτω ρεῦμα τοῦ ἀέρος, ὁ κηρὸς σβέννυται. Ἐκ τούτου ἐξάγεται ὅτι, ἐν ᾧ τὸ ἀραι-

ὸν ρεῦμα τοῦ ἀέρος

ἀνέρχεται συγχρόνως εἰσφορᾷ ἐκ τῶν κάτω συνεχές ρεῦμα πυκνοῦ ἀέρος.

Γενικεύοντες δὲ τὴν παρατήρησιν ταύτην συμπεραίνομεν, ὅτι ὁσάκις εἰς μέρος τι ὁ ἀήρ θερμίνεται, διαστέλλεται σχηματίζων ἀνερχόμενον ρεῦμα, ἐν ᾧ συγχρόνως ἐκ τῶν κάτω εἰσρέει πρὸς τὸ ἀραιωθὲν μέρος ρεῦμα πυκνοῦ ἀέρος. Τὰ δύο ταῦτα ρεύματα κα-



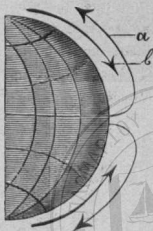
Σχ. 11.

ταδεικνύομεν ὡς ἐξῆς (σχ. 11). Ἐὰν ἡμῖανοῖξωμεν τὴν θύραν θερμοῦ ὀωματίου, κρατήσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημμένους κηρούς ἄνω, ἐν τῷ μέσῳ, καὶ κάτω, ἡ μὲν φλόξ τοῦ ἄνω κηροῦ κλίνει πρὸς τὰ ἐκτός, ἥτοι ρεῦμα ἀραιοῦ ἀέρος κινεῖται ἄνω ἐκ τοῦ θερμοῦ πρὸς τὸ ψυχρόν, ἡ δὲ φλόξ τοῦ κάτω κηροῦ κλίνει πρὸς τὰ ἐντός, ἥτοι ρεῦμα πυκνοῦ ἀέρος κινεῖται κάτω ἐκ τοῦ ψυχροῦ πρὸς τὸ θερμόν, ἡ δὲ φλόξ τοῦ ἐν τῷ μέσῳ κηροῦ μένει ὀρθία, ἥτοι ἐν τῷ μέσῳ οὐδὲν ρεῦμα ἀέρος συμβαίνει.

§ 14. Ἄνεμοι. Μετὰ τὰ ἀνωτέρω εὐκόλως ἐξηγεῖται καὶ ἡ γένεσις τῶν ἀνέμων. Παρὰ τὰς ἀκτὰς τῶν θαλάσσων κατὰ τὸ θέρος τὴν μὲν ἡμέραν ὁ ἄνεμος πνέει ἀπὸ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν στερεάν, ἀρχόμενος ἀπὸ τῆς 9 πρωϊνῆς ὥρας, ἔχων κατὰ τὴν μεσημβρίαν τὴν μεγίστην αὐτοῦ ἔντασιν, καὶ τέλος περὶ τὸ ἑσπέρας καταπαύων. Τὴν νύκτα δὲ συμβαίνει τὸναντίον· ὁ ἄνεμος πνέει ἀπὸ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν, ὡς ἀπόμενος. Διότι τὴν μὲν ἡμέραν ἡ ξηρὰ εἶνε θερμότερα τῆς θαλάσσης, ὁ ἐπ' αὐτῆς ἀήρ ἀραιούμενος ἀνέρχεται, ρεῦμα δὲ πυκνοῦ ἀέρος κινεῖται ἀπὸ τῆς ψυχρᾶς θαλάσσης πρὸς τὴν θερμὴν ξηράν. Τὴν νύκτα ἡ ξηρὰ ψύχεται τᾷχύτερον τῆς θαλάσσης, καὶ ἐπομένως ρεῦμα πυκνοῦ ἀέρος θὰ κινεῖται ἀπὸ τῆς ψυχρᾶς ξηρᾶς πρὸς τὴν θερμότεραν θάλασσαν.

Οἱ ἄνεμοι λοιπὸν παράγονται ἕνεκα τῆς ἀρίσου πυκνότητος τοῦ ἀέρος δύο πλησίον κειμένων τόπων, πνέοντες ἐκ τοῦ μέρους ἔνθα ὁ ἀήρ εἶνε πυκνὸς πρὸς

τὸ μέρος ἔνθα ἐγένετο ἀραιός. Ἐν τῷ ἰσημερινῷ, ἔνθα ἐπικρατεῖ μεγίστη θερμότης, ὁ ἀήρ θερμαινόμενος καθίσταται ἀραιότερος ἀνερχόμενος πρὸς τὰ ἄνω καὶ δια-
χεόμενος πρὸς βορρᾶν καὶ νότον· ψυχρὸν δὲ ρεῦμα ἀέρος



Σχ. 12.

ἀπὸ βορρᾶ καὶ νότου διευθύνεται κάτωθεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Ὡς ἐκ τούτου γεννῶνται δύο κύρια ρεύματα διὰ τὸ ἡμέτερον ἡμισφαίριον (σχ. 12).

α') Ἀνω νότιον ρεῦμα, ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς βορρᾶν διευθυνόμενον.

β') Κάτω ρεῦμα ἢ βόρειον ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον διευθυνόμενον.

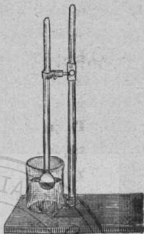
Ταῦτα δὲ ἤθελον εἶσθαι τὰ κύρια ρεύματα καὶ οἱ ἄνεμοι τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου. Παρεκκλίνουνουσιν ὁμῶς ἕνεκα τῆς περὶ τὸν ἄξονα στροφῆς τῆς γῆς, καὶ ὁ ἄνεμος ἀπὸ βόρειον μετατρέπεται εἰς βορειοανατολικόν καὶ τέλος εἰς ἀνατολικόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

§ 15. Πῆξις. Τὸ ὕδωρ εἰς δριμύ ψυχρὸς ἐκτιθέμενον πήγνυται. Τὴν μεταβολὴν ταύτην τῶν ρευστῶν εἰς στερεὰ καλοῦμεν πῆξιν. Ἐὰν δὲ ἐξαρτήσωμεν καὶ θερ-

μόμετρον, ὥστε ἡ σφαῖρα αὐτοῦ νὰ ἐμβαπτίζηται κατὰ τὸ ἥμισυ ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 13), ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται εἰς τὸ 0° , ὁπότε σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας λεπτὸν ἐπίστρωμα πάγου· ἥτοι τὸ ὕδωρ πηγνύται εἰς θερμοκρασίαν 0° , ὀνομαζομένην βαθμὸν τῆς πήξεως.



Σχ. 13.

Κατὰ τὴν πήξιν ἐπέρχεται βεβαίως ἕνεκα τῆς ψύξεως συστολή τοῦ ὅγκου τοῦ σώματος. Περὶ τοῦ ὕδατος ὅμως γνωρίζομεν, ὅτι τοῦτο ἐντὸς ὑδρίας ἢ σωλῆνος σιδηροῦ πηγνύμενον διαρρηγνύει ταῦτα· ἥτοι τὸ ὕδωρ πηγνύμενον διαστέλλεται ἀποκτῶν μεγίστην ἐκτατικὴν δύναμιν. Ἐκ τούτου δὲ ἔπεται, ὅτι τεμάχιον πάγου πρέπει νὰ ᾔηνε ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος· καὶ τῷ ὄντι ὁ πάγος πλέει, ὡς καὶ τὸ ξύλον, ἐν τῷ ὕδατι. Διὰ τοῦτο κατὰ τὴν πήξιν τῶν ποταμῶν ἢ λιμέναζόντων ὑδάτων σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν στερεὸς ἐπίπαγος, ὅστις ὡς ἐλαφρότερος μένει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, προφυλάσσων τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ ἀπὸ τῆς ψύξεως. Ἐὰν ὁ πάγος ἦτο βαρύτερος, θὰ κατεδύετο εἰς τὸν πυθμένα, νέον δὲ στρώμα πάγου θὰ ἐσχηματίζετο ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ὥστε κατ' ὀλίγον θὰ μετεβάλλετο ὁλόκληρον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ πυθμένος μέχρι τῆς ἐπιφανείας εἰς πάγον, ἡ δὲ ἡλιακὴ θερμότης δὲν θὰ

ἦτο ἱκανὴ νὰ τήξῃ τὰ μεγάλα ταῦτα ποσὰ τοῦ πάγου. Ἡ ἐξαίρεσις αὕτη τοῦ ὕδατος εἶνε σφωτάτη τῆς φύσεως πρόνοια· διότι ὅχι μόνον τὰ βόρεια μέρη τῆς Εὐρώπης, ἐνθα οἱ ποταμοὶ τὸν χειμῶνα πηγνυνται, θὰ ἦσαν παγετώδη καὶ ἀκατοίκητα, ἀλλὰ καὶ τὰ ἐν τῷ ὕδατι ζῶα θὰ κατεστρέφοντο.

§ 16. **Τήξις.** Ἐάν εἰς μεταλλικὸν ἀγγεῖον περιέχον χιόνα ἢ πάγον εἰσαγάγωμεν θερμόμετρον, τοῦτο δεικνύει π. χ. — 4° . Ἐάν δὲ θερμάνωμεν αὐτό, τὸ θερμόμετρον ἀνέρχεται εἰς τὸ 0° , ὃ δὲ πάγος ἄρχεται τηκόμενος, ἐν ᾧ τὸ θερμόμετρον μένει σταθερὸν εἰς τὸ 0° , καὶ ἐπὶ τοσοῦτον, ἐφ' ὅσον καὶ τὸ ἐλάχιστον τεμάχιον πάγου ὑπάρχει ἐν τῷ ὕδατι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζομεν *τήξιν*. Ὁ δὲ βαθμὸς καθ' ὃν τήκεται ὁ πάγος εἶνε τὸ 0° , ἦτοι: ὁ βαθμὸς τῆς πήξεως καὶ τῆς τήξεως διὰ τὸ αὐτὸ σῶμα εἶνε ὁ αὐτός.

§ 17. **Θερμότης τῆς τήξεως.** Τί δὲ γίνεται ἡ συνεχῶς μέχρι τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἢ τῆς χιόνος προσφερομένη θερμότης, ἥτις δὲν δηλοῦται ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου; Αὕτη καταναλίσκεται μόνον καὶ μόνον ἵνα μεταβάλλῃ τὸ στερεὸν ὕδωρ, τὸν πάγον, εἰς ρευστὸν θερμοκρασίας 0° . Ὅταν λοιπὸν σῶμά τι στερεὸν τήκεται, καταναλίσκει θερμότητα, ἥτις ὀνομάζεται *θερμότης τῆς τήξεως αὐτοῦ*. Καὶ ἐάν μὲν θερμαίνωμεν τὸ σῶμα, ἡ τήξις γίνεται διὰ τῆς προσφερομένης θερμότητος. Ἐάν ὁμως δὲν προσφέρωμεν θερμότητα, τὸ τηκόμενον σῶμα ἀφαιρεῖ ταύτην ἀπὸ τῶν πλησίον κειμένων σωμάτων, τῶν ὁποίων ἡ θερμοκρασία πρέπει

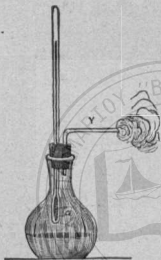
νὰ κατέρχεται. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἡ χιὼν τήκεται τὸ ψυχὸς εἶνε ὀριμύτερον· διότι ἡ τηκομένη χιὼν ἀφαιρεῖ τὴν πρὸς τῇζιν ἀπαιτουμένην θερμότητα ἀπὸ τοῦ αἵρος.

§ 18. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Πρὸς ἀπόδειξιν τῶν ἄνω ἐπιχέομεν ἐπὶ 100 γρ. κόνεως νίτρου 100 γρ. ὕδωρ θερμοκρασίας 15° καὶ ἀναταράσσωμεν διὰ τοῦ θερμομέτρου πρὸς ταχεῖαν διάλυσιν· ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος κατέρχεται. Τὸ μίγμα τοῦτο ὀνομάζομεν ψυκτικὸν μίγμα. Περισσότερον δὲ τεχνητὸν ψυχὸς παράγομεν διὰ μίξεως δύο στερεῶν σωμάτων ἀμφοτέρων διαλυτῶν, π. χ. ἁλατος καὶ πάγου, ὁπότε ἡ θερμοκρασία κατέρχεται εἰς -40° . Ἐὰν δὲ εἰς τὸ μίγμα τοῦτο ἐνθέσωμεν ὀλίγον ὕδωρ ἐντὸς σὼλῆνος, τοῦτο πήγνυται.

§ 19. **Ἐκλυσίς θερμότητος.** Τούναντίον δὲ πρέπει νὰ συμβαίη, ἥτοι τὰ ρευστὰ πηγνύμενα ἐκλύουσι θερμότητα. Καὶ τῷ ὄντι ἔταν πίπτῃ ἡ χιὼν τὸ ψυχὸς δὲν εἶνε τόσον ὀριμύ, ὅσον ὅταν τήκεται. Τὴν κατὰ τὴν πήξιν ἐκλυομένην θερμότητα ἀποδεικνύομεν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Διαλύομεν 150 γρ. θειικοῦ νατρίου εἰς 100 γρ. ὕδατος, ἐπιχέομεν ἔπειτα ἔλαιον, ἐπιπωματοῦμεν τὴν φιάλην, καὶ ἀρίεμεν αὐτὴν ἡρεμον. Ἡ διάλυσις καὶ μετὰ τὴν ψύξιν μένει ρευστή. Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος, εἰσάγομεν ἡρέμα τὸ θερμόμετρον, σημειοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς διαλύσεως, καὶ ἔπειτα ταρασσομεν δι' αὐτοῦ, ἢ ἐπιρρίπτομεν χρυστάλλον τοῦ ἰδίου σώματος· ἡ ὅλη μάζα

άμέσως στερεοποιείται, τὸ θερμομέτρον ἀνέρχεται, ἡ δὲ φιάλη θερμαίνεται αἰσθητῶς. (*)

§ 20. Βρασμός. Ἐντὸς φιάλης τίθεμεν κατὰ τὸ ἥμισυ ὕδωρ καὶ ρινίσματα ξύλων, ἐπιπωματοῦμεν ταύτην διὰ φελλοῦ φέροντος (σχ. 14) θερμομέτρον ἄνω



Σχ. 14.

τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος καὶ σωλῆνα κεκαμμένον. Κατὰ τὴν θέρμανσιν, τὰ ρινίσματα ἀνέρχονται ἐκ τοῦ μέρους τῆς λιχνίας, καὶ κατέρχονται κατὰ τὰ πλάγια, ὅπερ ὀφλοῖ, ὅτι τὰ κάτω στρώματα τοῦ ὕδατος θερμαίνόμενα καὶ ἀραιότερα γενόμενα ἀνέρχονται, ἐνῶ τὰ ἄνω ψυχρότερα ὄντα κατέρχονται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται κυκλοφορία τοῦ ὕδατος. Τέλος ἀνέρχονται φουσαλίδες μέχρι τῆς ἐπιφανείας ἐμβάλ-

λουσαι τὸ ὑγρὸν εἰς ἀναβρασμόν. Τὸ μὲν θερμομέτρον δεικνύει σταθερῶς 100° , ἡ δὲ φιάλη πληροῦται ἀτμῶν ἀφανῶν, οἵτινες ὁμῶς ἐξερχόμενοι τοῦ σωλῆνος καὶ ψυχόμενοι, καθίστανται ἑρατοί, σχηματίζοντες νεφίδιον συνιστάμενον ἐκ μικροτάτων ἀτμοσφαιριδίων καὶ ὕδατοφουσαλίδων.

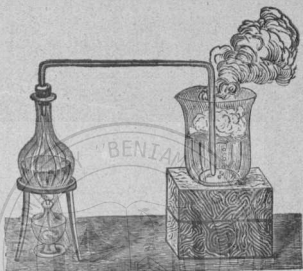
* Ἡ φιάλη μετὰ τὸ πείραμα ἐπιπωματοῦται καλῶς καὶ διατηρεῖται. Κατὰ τὴν νύκτα δὲ χρῆσιν θερμαίνομεν τὸ σῶμα μέχρι διαλύσεως καὶ ἐκτελοῦμεν ὡς ἄνω.

δων ἐν τῷ ἀέρι αἰωρουμένων, ἅτινα ἐπὶ ψυχρᾷ ὑαλίνης πλακὸς ἐπικαθήμενα, σχηματίζουσι σταγόνας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ θερμόμετρον ὑπὸ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος περιβαλλόμενον δεικνύει σταθερῶς 100° , ἔπεται ὅτι ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ βράζοντος ὕδατος εἶνε 100° , ἢ ὁ βαθμὸς τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος εἶνε 100° . Εἰς καθαρὸν οἰνόπνευμα τὸ θερμόμετρον δεικνύει 78° , ἥτοι ὁ βαθμὸς τοῦ βρασμοῦ τοῦ οἰνοπνεύματος εἶνε 78° . Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι: ὁ βαθμὸς τοῦ βρασμοῦ εἶνε διάφορος κατὰ τὰ διάφορα ὑγρά.

§ 21. **Θερμότης βρασμοῦ.** Ἐὰν κατὰ τὸ ἄνω πείραμα καταβιδάσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καὶ ἐξακολουθῶμεν θερμαίνοντες, τὸ θερμόμετρον δεικνύει σταθερῶς 100° , μέχρις οὗ ὅλον τὸ ὕδωρ ἐξατμισθῇ. Τί ἐγένετο λοιπὸν ὅλον τὸ ποσὸν τῆς προσφερομένης ταύτης θερμότητος, τῆς μὴ δηλουμένης ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου; Τὸ φαινόμενον εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὸ τῆς τήξεως (ἴδε 17) καταναλίσκεται δηλ. θερμότης, ἣτις ἀπομακρύνει τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ ὕδατος καὶ μεταβάλλει αὐτὸ ἀπὸ ρευστὸν εἰς ἀερῶδες. Ἡ καταναλισκομένη αὕτη θερμότης καλεῖται *θερμότης τοῦ βρασμοῦ*.

§ 22. **Ῥευστοποίησης.** Ἐὰν τὰ ρευστὰ θερμαίνοντα ἐξατμίζονται, πρέπει καὶ ἀντιστρόφως, οἱ ἀτμοὶ ψυχόμενοι νὰ ρευστοποιῶνται, ἀποδίδοντες τὴν καταναλωθεῖσαν θερμότητα. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου (σχ. 15) θερμαίνομεν ὕδωρ ἐντὸς φιάλης ἐπιπωματουμένης διὰ φελλοῦ, φέροντος δις κεκαμμένον σωλῆνα, ἀπολή-

γοντα εἰς ποτήριον ψυχροῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ὑπὸ τῶν εἰσερχομένων ἀτμῶν θερμαίνεται ἐπὶ τέλους ἀναδρά-



Σχ. 13.

ζει. Ἐπὶ τῆς διὰ ψύξεως ρευστοποιήσεως τῶν ἀτμῶν, στηρίζεται ἡ ἀπόσταξις τῶν ὑγρῶν, ὕδατος, οἰνοπνεύματος καὶ ὁ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν ἀπὸ τῶν ἐν αὐτοῖς διαλελυμένων σωμάτων. (Ἴδε ὀρυκτολ. σελ. 4.)

§ 23. Ἐξάτμισις. Ὅτι ὁ ἀήρ περιέχει ἀτμούς ἢ ὡς κοινῶς λέγομεν ὑγρασίαν, γινώσκομεν, διότι βλέπομεν, ὅτι πολλάκις κατὰ τὰς ἐαρινὰς καὶ φθινοπωρινὰς πρωίας τὸ ἔδαφος εἶνε ὑγρόν, ὅτι διάφορα ἀντικείμενα, ὡς ἐριοῦχα, ψίαθος, ἐν τῷ ἀέρι κατὰ τὴν νύκτα ἐκτιθέμενα ὑγραίνονται, ὅτι κατὰ τὸν χειμῶνα ἐπὶ τῆς ἔνδον ἐπιφανείας τῶν ὑάλων τῶν παραθύρων ἐπικάθηται ἄχνη ὕδατος. Ἐπίσης δέ, ἐὰν ἐντὸς καθαροῦ ὑαλίνου ποτη-

ρίου ἐπιχύσωμεν κατὰ τὸ θέρος ψυχρὸν φρεατιαῖον ὕδωρ, αἱ παρειαὶ τοῦ ποτηρίου ἐφυδρουνται. Πόθεν προέρχονται οἱ ἄτμοι οὗτοι; Ἡ παρατήρησις δεικνύει, ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἐπιχυθὲν ὕδωρ μετ' ὀλίγον χρόνον ἐξαφανίζεται, ἐν μέρει ἀπορρόφηθὲν ὑπ' αὐτοῦ καὶ ἐν μέρει ἐξατμισθὲν. Πρὸς βεβλῖωσιν τῆς ἐξατμίσεως τίθεμεν ὀλίγον ὕδωρ ἐντὸς εὐρέος πινακίου, καὶ ἐκθέτομεν αὐτὸ ἢ ἐπὶ θυρίδος ἢ καὶ ἐντὸς δωματίου. Μετὰ χρόνον τινὰ τὸ ὕδωρ ἐξαφανίζεται. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ὕδωρ καὶ ἐν γένει τὰ ὑγρά καὶ κατὰ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἐξατμίζονται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦμεν κυρίως ἐξάτμισιν, συμβαίνουσαν κατὰ πᾶσαν θερμοκρασίαν. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας λοιπὸν τῶν θαλασσῶν καὶ λιμνῶν κατὰ πᾶσαν θερμοκρασίαν παράγονται ἄτμοι παρασυρόμενοι ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος. Ὅσον δὲ μεγαλειτέρα ἡ θερμοκρασία καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος σφοδρότερον, τόσον ταχύτερα καὶ ἡ ἐξάτμισις.

§ 24. Θερμότης ἐξατμίσεως. Κατὰ τὸ θέρος πρὸς μετρίασιν τῆς θερμότητος καταδρέχομεν τὰς ὁδοὺς. Ὁ ἀήρ δωματίου, ἐν ᾧ ἐξατμίζεται ὕδωρ, εἶνε δροσερός. Εἰς τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ἐκτιθέμενοι αἰσθανόμεθα περισσότερον ψῦχος ἢ ἐκτὸς τοῦ ρεύματος, ἂν καὶ ὁ ἀήρ ἔχῃ πανταχοῦ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἐπίσης δὲ αἰσθανόμεθα ψῦχος κινουντες τὰς δ' ὕδατος βεβρεγμένας χεῖρας. Πάντα ταῦτα τὰ φαινόμενα κατὰ τὰ ὅποια συμβαίνει ἐξάτμισις πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι τὸ ἐξατμιζόμενον ὕδωρ πρέπει νὰ ἀφαιρῇ θερμότητα ἐκ

τῶν πλησίον αὐτοῦ κειμένων σωμάτων, ἀναλόγως τῆς κατὰ τὴν τῆξιν ἀφαιρουμένης θερμότητος. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου περιβάλλομεν τὴν σφαῖραν τοῦ θερμομέτρου δι' ὑφάσματος, σημειοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν, ἔπειτα ἐφυγραίνομεν τὸ ὑφασμα δι' οἶνοπνεύματος καὶ ἐπιφυσῶμεν ῥεῦμα ἀέρος πρὸς ἐξάτμισιν αὐτοῦ. Τὸ θερμομέτρον κατέρχεται. Πᾶν λοιπὸν ἐξατμιζόμενον ὑγρόν, ἀφαιρεῖ θερμότητα ἐκ τῶν πλησίον κειμένων σωμάτων, ὀνομαζομένην θερμότητα τῆς ἐξατμίσεως.

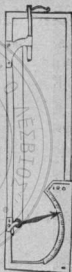
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΤΜΟΙ ΕΝ Τῷ ΑΕΡΙ.

§ 25. **Κεκορεσμένοι ἅτμοι.** Εἶδομεν (23) ὅτι ἐν τῷ ἀέρι ἕνεκα τῆς συνεχοῦς ἐξατμίσεως ὑπάρχουσιν ἅτμοι, καὶ ὅτι κατὰ τὴν ἡμέραν ἢ ἐξάτμισις εἶνε σφοδρότερα, ἐπομένως καὶ τὸ ποσὸν τῶν ἀτμῶν πλειότερον ἢ κατὰ τὴν νύκτα. Καὶ ὁμοῦς τὴν μὲν ἡμέραν δὲν αἰσθανόμεθα ὑγρασίαν, ἐν ᾧ πρὸς τὸ ἑσπέρας καὶ τὴν νύκτα ἢ ὑγρασία εἶνε ἐπαισθητὴ καὶ καταφανής. Αἰτία τούτου οὐδεμία ἄλλη δύναται νὰ ᾖ ἢ ἡ-θερμότης. Ἐπειδὴ τὴν ἡμέραν ἡ θερμότης εἶνε μεγαλειτέρα, οἱ ἅτμοι εἶνε ἀραιοὶ καὶ ὁ ἀήρ ξηρός. Τὸ ἑσπέρας δὲ καὶ τὴν νύκτα κατερχομένης τῆς θερμοκρασίας, οἱ ἅτμοι συμπυκνοῦνται, καὶ ὁ ἀήρ καθίσταται ὑγρός. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι δύναται νὰ ὑπάρχῃ τὸ αὐτὸ ποσὸν ἀτμῶν ἐν τῷ ἀέρι, καὶ ὁμοῦς ὁ ἀήρ ἀναλόγως τῆς

θερμοκρασίας γὰ φαίνεται εἰς ἡμᾶς ὅτε μὲν ξηρός, ὅτε δὲ ὑγρὸς καὶ ὅτι ὁ θερμότερος ἀήρ δύναται γὰ περιλάβῃ περισσότερον ποσὸν ἀτμῶν ἢ ὁ ψυχρὸς. Ἐὰν ὁ ἀήρ ὑπὲ ὠρισμένην θερμοκρασίαν δὲν δύναται νὰ περιλάβῃ περισσότερον ποσὸν ἀτμῶν, ὀνομάζεται κεκορεσμένος.

§ 26. Ὑγροσκόπια. Πολλὰ σώματα, ὡς τὰ ἔρια, αἱ τρίχες, ὁ ψίαθος, τὸ ἄλας, ἔχουσιν ὡς εἰδομεν τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφῶσιν ἀτμούς, ὀνομαζόμενα ὑγροσκοπικά, καὶ ἐπομένως δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν ὡς ὄργανα, ὡς ὑγρόμετρα, δεικνύοντα τὸν διάφορον βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος. Τοιοῦτον ὑγρόμετρον εἶνε τὸ τοῦ Σωσύρου (σχ. 16), συνιστάμενον ἐκ τριχὸς προσηλωμένης ἀσφαλῶς ἄνω ἐπὶ μεταλλικοῦ στηρίγματος, περιελισσομένης δὲ κάτω περὶ τροχὸν φέροντα δείκτην κινητὸν περὶ τόξον μετὰ διαιρέσεων. Τιθεμένου τοῦ ὀργάνου ὑπὸ κώδωνα ἐπικείμενον ἐπὶ πινακίου περιέχοντος ὀλίγον θερμὸν ὕδωρ, ὁ ἐν τῷ κώδωνι ἀήρ κορέννεται ὑπὸ ἀτμῶν, ἡ δὲ θριξ ἀπορροφῶσα ὑγρασίαν διαστέλλεται καὶ ὁ δείκτης κατέρχεται δεικνύων 100, ὥστε, ὅταν ὁ δείκτης δεικνύει 100, ὁ ἀήρ εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν.



Σχ. 16.

§ 27. Ὀμίχλη, νέφη, βροχή, χιόν, χάλαζα.

Ἡ ὑπεράνω τῶν ποταμῶν καὶ ὑγρῶν μερῶν, κυρίως κατὰ τὸ ἐσπέρας αἰωρουμένη Ὀμίχλη συνίσταται ἐκ κενῶν ὕδατοφυσαλίδων διὰ ψύξεως τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἀτμῶν σχηματισθεισῶν. Ἐὰν δὲ οἱ ὑπὸ τοῦ ἀνερχομένου ρεύματος τοῦ ἀέρος φερόμενοι ἀτμοί, ψυχθῶσιν εἰς ὕψος ἱκανόν, παράγονται τὰ νέφη, συνιστάμενα ἐπίσης ἐκ κενῶν ὕδατοφυσαλίδων. Νέφη ἐπίσης παράγονται, καὶ ἐὰν ὑγροὶ νότιοι καὶ νοτιοδυτικοὶ ἄνεμοι προσπνεύσωσιν εἰς μέρη, ἔνθα πνέουσι ψυχροὶ βόρειοι ἄνεμοι.

Κατὰ τὸ σχῆμα ὀνομάζονται

α') Πτερῶδη, ἀναφαινόμενα μετὰ εὐδίαν εἰς μέγα ὕψος, σχηματιζόμενα ἕνεκα ἀρχομένου νοτιοδυτικοῦ ἀνέμου. Συμπύκνωσις αὐτῶν, εἶνε προάγγελος τῆς ἐπὶ τὰ χεῖρω μετατροπῆς τοῦ καιροῦ.

β') Σωροί, ἔχοντες σχῆμα ἡμισφαιρικόν, κατὰ τὸ θέρος πρὸ μεσημβρίας ὑπὸ τοῦ ἀνερχομένου ρεύματος τοῦ ἀέρος σχηματιζόμενοι, μετὰ μεσημβρίαν δὲ εἰς θερμὰ στρώματα κατερχόμενοι διαλύονται.

γ') Στρωματώδη, σχηματίζοντα ὀριζόντια στρώματα ἀναφαινόμενα κυρίως κατὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου.

δ') Ὀμβροφόρα, σωροὶ νεφῶν μελανῶν ἢ μολυβδοχρῶν, ἐκ συσσωρεύσεως διαφορῶν εἰδῶν νεφῶν σχηματιζόμενα.

Διὰ συνενώσεως πολλῶν ὕδατοφυσαλίδων σχηματίζεται σταγὼν ὕδατος, ἥτις ὡς βαρυτέρα καταπίπτει ὡς βροχή, διερχομένη δὲ διὰ στρωμάτων κεκορεσμέ-

νων ἀτμῶν, αὐξάνει κατ' ὄγκον συμπυκνοῦσα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς νέους ἀτμούς. Ἡ βροχὴ ἢ εἶνε ἤρεμος ἐκ μικρῶν σταγόνων ἀποτελουμένη, διαρκοῦσα ἐπὶ μακρὸν χρόνον, ἢ ἐπέρχεται αἰφνης κατὰ μεγάλας σταγόνας, διαρκοῦσα ἐπὶ βραχὺν χρόνον. Εἰς τὴν συνένωσιν τῶν ὕδατοφυσαλίδων συμβῇ εἰς στρώματα θερμοκρασίας κατωτέρας τοῦ 0^0 , οἱ ἀτμοὶ πῆγνυνται σχηματίζοντες λεπτὰς βελόνας πάγου, αἵτινες συνενούνται, παράγουσι τὴν χιόνα ἐκ κανονικῶν ἐξαπλεύρων καὶ ἀκτινοειδῶν σχημάτων ἀποτελουμένην (σχ. 17).



Σχ. 17.

Ὅταν δὲ ἐπέλθῃ ταχέως μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας τῶν ἄνω στρωμάτων, αἱ ὕδατοφυσαλίδες πῆγνυνται σχηματίζουσαι μικρὰ σφαιρίδια πάγου, ἅτινα κατερχόμενα αὐξάνουσι κατὰ ὄγκον διὰ συμπυκνώσεως ἀτμῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, σχηματίζόντων ὁμοκέντρους σφαίρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

§ 20. **Θερμαγωγὸν στερεῶν.** Ἡ λαβίς, δι' ἧς κρατοῦμεν πεπυρακτωμένον ἄνθρακα, θερμαίνεται.



Σχ. 18.

Κοιλίαιον ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος θερμαίνεται μέχρι τοῦ ἄκρου αὐτοῦ. Ἐπίσης ἡ θερμότης διὰ σύρματος μεταλλικοῦ κατὰ τὸ ἄκρον θερμαινομένου (σχ. 18), διαδίδεται μέχρι τοῦ ἐτέρου ἄκρου. Τὴν ἐξ ἐνὸς σημείου καθ' ὅλον τὸ σῶμα διάδοσιν τῆς θερμότητος, ὀνομάζομεν θερμα-

γωγὸν τῶν σωμάτων.

Τεμάχιον μετάλλου καὶ ξύλου εἰς τὸν ἀέρα ἐκτιθέμενα, ἔχουσιν ὡς γνωστὸν (§ 7) τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἐὰν ὁμῶς λάβωμεν αὐτὰ εἰς χεῖρας, αἰσθανό-



Σχ. 19.

μεθα τὸ μέταλλον ψυχρότερον τοῦ ξύλου. Ἀμφότερα ἀφαιροῦσι θερμότητα ἀπὸ τῆς χειρός, ἀλλὰ φαίνεται, ὅτι τὸ μέταλλον ἀφαιρεῖ τὴν θερμότητα ταχύτερον ἢ τὸ ξύλον· ἤτοι ἡ θερμότης ἄγεται

ταχύτερον διὰ τοῦ μετάλλου ἢ διὰ τοῦ ξύλου. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου (σχ. 19), ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς ὕδα-

τος ἐν μεταλλικῷ ἀγγεῖῳ ἰσοπαχεῖς καὶ ἰσομήκεις ῥαβδίσκους διαφόρων σωμάτων, χαλκοῦ, σιδήρου, ξύλου, ὕαλου, φερόντων κατὰ τὸ ἐξέχον ἄκρον σφαιρίδιον ἐκ κηροῦ. Θερμαινομένου τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὕδατος, κατὰ πρῶτον πίπτει τὸ ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ σφαιρίδιον, ἔπειτα τὸ ἐπὶ τοῦ σιδήρου, μετὰ χρόνον δὲ πολὺν, τὸ ἐπὶ τῆς ὕαλου, τὸ δὲ ἐπὶ τοῦ ξύλου παραμένει. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἄλλα μὲν τῶν σωμάτων ἄγουσι τὴν θερμότητα ταχύτερον καὶ ὀνομάζονται εὐθερμάγωγα, καὶ τοιαῦτα εἶνε τὰ μέταλλα, ἄλλα δὲ βραδύτερον, καὶ ὀνομάζονται δυσθερμάγωγα, ὅποια εἶνε τὸ ξύλον, ἡ ὕαλος, τὰ ἔρια.

§ 29. **Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν.** Κατὰ τὸ θέρος τὰ ἄνω μόνον στρώματα τῆς θαλάσσης εἶνε θερ-



Σχ. 20

μά, ἐν ᾧ τὰ βαθύτερον κείμενα εἶνε ψυχρά. Καὶ ὁμοῦς καθ' ὅλην τὴν ἡμέραν ἡ ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης θερμαίνεται· ἢ ἡ θερμότης δὲν ἦτο ἱκανὴ νὰ θερμάνῃ τὸ

ὕδωρ μέχρι τοῦ πεθμένου, ἢ τὰ ἄνω στρώματα δὲν ἄγουσι τὴν θερμότητα πρὸς τὰ κάτω, ἤτοι τὸ ὕδωρ εἶνε *δυσθερμαγωγόν*. Πρὸς διάκρισιν τούτων ἐκτελοῦμεν τὸ αὐτὸ φαινόμενον, θερμαίνοντες ὕδωρ ἐντὸς σωλῆνος μόνον κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ (σχ. 20), κρατοῦντες τὸν σωλῆνα ἐκ τῶν κάτω. Τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾧ τὰ κάτω στρώματα μένουσι ψυχρά, μὴ ἄγοντα τὴν θερμότητα. Ἐπομένως τὸ ὕδωρ εἶνε *δυσθερμαγωγόν*.

§ 30. **Ἀκτινοβόλος θερμότης.** Ἀπέναντι πευρακτωμένων ἀνθράκων ἱστάμενοι, αἰσθανόμεθα θερμότητα ἐρχομένην πρὸς ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως. Τοῦτο δὲ δυνατόν νὰ συμβαίνει κατὰ δύο τρόπους· ἢ ὁ μεταξὺ ἡμῶν δι' ἐπαφῆς θερμαινόμενος θερμαίνει καὶ ἡμᾶς δι' ἐπαφῆς, ἢ ἡ θερμότης τῶν ἀνθράκων διερχομένη τὸν μεταξὺ ἀέρα, φθάνει μέχρις ἡμῶν, μὴ θερμαίνουσα ἱκανῶς τὸν ἀέρα. Ἐὰν τὸ πρῶτον ᾔνε ἀληθές, πρέπει, ἐὰν θέσωμεν μεταξὺ ἡμῶν καὶ τῶν ἀνθράκων διάφραγμα ἐκ χάρτου, νὰ αἰσθανώμεθα πρὸς στιγμὴν τοῦλάχιστον τὴν αὐτὴν θερμότητα, ὅπερ δὲν συμβαίνει. Ὑπολείπεται λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ἡ θερμότης ἐρχεται ἀπ' εὐθείας ἐκ τῶν ἀνθράκων, μὴ θερμαίνουσα ἱκανῶς τὸν μεταξὺ ἀέρα. Καὶ τῷ ὄντι, θερμόμετρον πλαγίως τοῦ διαφράγματος τιθέμενον δεικνύει περισσοτέρους βαθμοὺς ἢ ὅπισθεν αὐτοῦ. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν,

α') Τὰ θερμὰ σώματα ἐκπέμπωσιν τὴν θερμότητα,

ἀκτινισειδῶς καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζομεν ἀκτινοβολίαν τῆς θερμότητος.

β') Αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες διέρχονται τὸν ἀέρα, μὴ θερμαίνουσαι αὐτὸν ἐπαισθητῶς, ὃ δὲ ἀήρ ὀνομάζεται διάθερμον σῶμα.

γ') Ἐπειδὴ τὰ μὲν πλησίον τῶν ἀνθρώπων στρώματα τοῦ ἀέρος εἶνε θερμά, οὐχὶ ὅμως καὶ τὰ ἀπωτέρω κείμενα, ἔπεται ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε λίαν δυσθερμαγωγός.

Τὸ αὐτὸ πρέπει νὰ συμβαίνει καὶ ἐν τῇ φύσει. Ἡ ἐκ τοῦ ἡλίου ἐκπεμπομένη θερμότης διέρχεται τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος μὴ θερμαίνουσα αὐτὸν ἐπαισθητῶς, ἀλλὰ τὸ ἔδαφος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ ᾔνε θερμότερον τοῦ ὑπεράνω αὐτοῦ ἀέρος. Καὶ τῷ ὄντι θερμόμετρον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τιθέμενον δεικνύει περισσότερους βαθμοὺς παρὰ εἰς ὕψος τεσσάρων μέτρων.

§ 31. Ἀπορροφητικὴ δύναμις τῶν ὑγμάτων.
Εἶδομεν ἄνω, ὅτι ἡ ἐκ τοῦ ἡλίου ἐκπεμπομένη θερμότης θερμαίνει τὸ ἔδαφος δι' ἀπορροφήσεως τῆς θερμότητος ὑπ' αὐτοῦ. Ὅλα λοιπὸν ἀνεξαιρέτως τὰ εἶδη τοῦ ἐδάφους, εἴτε λεῖα εἴτε μὴ, εἴτε φαῖα εἴτε μελανὰ, ἀπορροφῶσι κατὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος; Ἐκ πείρας γνωρίζομεν, ὅτι τὰ μελανὰ ἐνδύματα κατὰ τὸ θέρος εἶνε θερμότερα ἢ τὰ λευκά. Ἐπομένως ὑπάρχει διαφορὰ ὡς πρὸς τὴν ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Πρὸς βεβαίωσιν τούτου περιβάλλομεν καὶ ἐπικαλύπτομεν ὑάλινα ποτήρια λεπτοτοιχα ἴσης χωρητικότητος, τὸ μὲν α' διὰ φύλλου λευκοῦ χάρτου, τὸ β' διὰ φύλλου μελανοῦ χάρτου τρα-

χέος, τὸ δὲ γ'. ἐπικαλύπτομεν μόνον δι' ὑάλου. Ἐπι-
χέομεν καὶ εἰς τὰ τρία ποτήρια τὸ αὐτὸ ποσὸν τοῦ αὐ-
τοῦ ὕδατος, καὶ ἐκτίθεμεν συγχρόνως ταῦτα εἰς τὰς
ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐπὶ ἡμίσειαν ὥραν. Ἐξετάζοντες μετὰ
ταῦτα τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν αὐτοῖς ὕδατος, εὐρί-
σκομεν, ὅτι, ἐν ᾧ πρὸ τοῦ πειράματος τὸ ὕδωρ τῶν
τριῶν ποτηρίων εἶχε θερμοκρασίαν π. χ. $+20^{\circ}$ ἢ θερ-
μοκρασία αὐτοῦ ὑψώθη γενομένη,

Εἰς μὲν τὸ α'. τὸ μετὰ λευκοῦ χάρτου	$+ 28^{\circ}$
εἰς δὲ β'. τὸ μετὰ μελανοῦ χάρτου	$+ 32^{\circ}$
καὶ εἰς τὸ γ'. τὸ ὑάλινον	$+ 30^{\circ}$

Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι :

α') ὅλα τὰ σώματα καὶ ὅλαι αἱ ἐπιφάνειαι ἀπορ-
ρόφῳσι θερμότητα.

β') αἱ μελαναὶ καὶ τραχεῖαι ἐπιφάνειαι ἀπορ-
ρόφῳσι πλεονέτερον ποσὸν θερμότητος ἢ αἱ λευκαὶ
καὶ λεῖαι.

§ 32. Ἀφῆτικὴ ἢ ἐκπομπικὴ δύναμις. Ἐὰν
ἀντιστρέψωμεν τὸ πείραμα, δηλ. ἐὰν ἐπιχύσωμεν εἰς
τὰ 3 ποτήρια ὕδωρ $+50^{\circ}$, ἐκθέσωμεν αὐτὰ ἐν τῇ σκιᾷ
ἢ ἐν δωματίῳ καὶ μετὰ ἡμίσειαν ὥραν ἐξετάσωμεν τὴν
θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος, θὰ ἴδωμεν ὅτι κατῆλθεν ἡ
θερμοκρασία,

τοῦ μὲν μετὰ λευκοῦ χάρτου	εἰς 36°
τοῦ μετὰ μελανοῦ	εἰς 35°
καὶ τοῦ δὲ ὑαλίνου	εἰς 36°

Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν ὅτι :

α') Αἱ μελαναὶ καὶ τραχεῖαι ἐπιφάνειαι ἐκπέμ-

πουσι πλειότερον ποσὸν θερμότητος ἢ αἱ λευκαὶ καὶ λεῖται.

β') αἱ πλειότερον ποσὸν θερμότητος ἀπορρόφῳσαι ἐπιφάνειαι, αὗται καὶ πλειότερον ποσὸν ἐκπέμπουσι.

Ἐπομένως τὰ μελανὰ ἐνδύματα κατὰ τὸν χειμῶνα ἐκπέμπουσι περισσότερον ποσὸν τῆς ζώικῆς θερμότητος.

§ 33. Δρόσος. Κατὰ τὰς πρωινὰς τοῦ ἔαρος καὶ τοῦ φθινοπώρου ὥρας, παρατηροῦμεν ἐπὶ τῶν φύλλων τῶν δένδρων καὶ ἐπὶ τῶν φυτῶν τοῦ ἐδάφους σταγόνas ὕδατος, τὴν **δρόσος**. Αὕτη ἡ κατέπεσεν ὡς βροχή, ὅπερ ἀδύνατον, διότι καὶ τὸ περίξ ἐδάφος ἔπρεπε νὰ ἦνε ὑγρόν, ἢ οἱ ἐν τῷ ἀέρι ἀτμοί, οἱ πλησίον τῶν φύλλων καὶ τῶν φυτῶν εὐρισκόμενοι ψυχθέντες καὶ ῥευστοποιηθέντες, κατέπεσαν ἐν εἵδει σταγόνων. Καὶ τῷ ὄντι, εἶδομεν, ὅτι τὰ σώματα ἐκπέμπουσι θερμότητα, κυρίως κατὰ τὴν νύκτα, καὶ μάλιστα ὅταν ὁ οὐρανὸς ἦνε αἰθριος, ἐπομένως ψύχονται, ψύχεται καὶ ὁ μετ' αὐτῶν εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν ἀήρ καὶ οἱ ἐν αὐτῷ ἀτμοί, οἵτινες ῥευστοποιούμενοι καταπίπτουσιν ὡς δρόσος. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου, εἰσάγομεν φιάλην πλήρη ψυχροῦ ὕδατος εἰς θερμὸν δωματίον· αἱ παρειαὶ αὐτῆς ἐπικαλύπτονται ὑπὸ ἄχνης ὕδατος, σχηματιζούσης σταγόνas καταρρέουσας ἐπὶ τῶν παρειῶν τῆς φιάλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

ΠΗΓΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

§ 34. **Ἡλιακὴ θερμότης.** Ὁ ἥλιος εἶνε ἡ σπουδαιστάτη καὶ ἀφθονιωτάτη πηγὴ τῆς ἐπὶ τῆς γῆς θερμότητος. Ἡ θερμότης αὕτη ὡς γνωστόν, δὲν εἶνε καθ' ὅλας τὰς ὥρας τοῦ ἔτους καὶ τῆς ἡμέρας ἡ αὐτή, ἀν καὶ ὁ ἥλιος ἐκπέμπῃ τὸ αὐτὸ ποσὸν τῆς θερμότητος. Πόθεν ἐξαρτᾶται τοῦτο;

Πρὸ πεφυρακτωμένων ἀνθρώπων στρέφοντες τὴν παλάμην καθέτως ἐπ' ὀλίγα λεπτά, αἰσθανόμεθα θερμότητά τινα. Ἐὰν ἡ παλάμη τεθῇ πλαγίως, κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον αἰσθανόμεθα ὀλιγωτέραν θερμότητα. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι: ὅταν αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ σώματός τινος καθέτως, παράγουσι περισσοτέραν θερμότητα ἢ ὅταν προσπίπτωσι πλαγίως. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας. Κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου, αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες πίπτουσι πλαγίως, ἐν ᾧ κατὰ τὴν μεσημβρίαν ἦττον πλαγίως· ὅθεν καὶ ἡ ἐπὶ τῆς γῆς θερμότης εἶνε περισσοτέρα κατὰ τὴν μεσημβρίαν, παρὰ κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου. Ἐκτὸς τούτου, ὅσον περισσότερον χρόνον, μέρος τι γῆς εἶνε ἐκτεθειμένον εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, τόσον καὶ περισσότερον ποσὸν θερμότητος ἀπορρόφῃ. Ἐκ τούτων ἔπεται, ὅτι κατὰ τὸ θέρος, ἐπειδὴ καὶ πλείοτερον χρόνον ὁ ἥλιος εἶνε ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, καὶ αἱ ἀκτῖνες ἦττον πλαγίως πίπτουσιν, ἐπικρατεῖ περισσοτέρα θερμότης.

της, παρὰ κατὰ τὸν χειμῶνα, ὁπότε καὶ αἱ ἀκτῖνες πίπτουσι πλαγιώτερον, καὶ ὀλιγώτερον χρόνον ὁ ἥλιος εἶνε ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος. Εἰς τὰ περὶ τὸν Ἰσημερινὸν μέρη, ἔνθα αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου πίπτουσι καθέτως, ἐπικρατεῖ μεγίστη θερμότης, εἰς δὲ τὰ περὶ τοὺς πόλους ἔνθα προσπίπτουσι λίαν πλαγίως, ἡ θερμότης εἶνε ἐλαχίστη, μετρία δὲ θερμότης θὰ ἐπικρατῇ εἰς τὰς μεταξὺ τῶν δύο τούτων ὁρίων χώρας, αἵτινες λέγονται καὶ εὐκρατοι, ὡς αἱ ἡμέτεραι χώραι.

§ 35. Καῦσις. Ἑτέρα πηγὴ θερμότητος εἶνε ἡ καύσις τῶν σωμάτων, π. χ. ξύλων, ἀνθράκων κ.λ. μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, περὶ ὧν ἐν τῇ Χημείᾳ.

§ 36. Θερμότης διὰ μηχανικῆς ἐνεργείας. Πολλὰ φαινόμενα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι ἡ τριβὴ καὶ ἡ πλήξις, παράγουσι θερμότητα· π. χ. ὁ πρίων, τὸ τρύπανον, ἡ σφύρα καὶ ἄκμων κατὰ τὴν ἐνέργειαν αὐτῶν θερμαίνονται λίαν ἐπαισθητῶς. Διὰ πλήξεως γὰρ ἡλύβος ἐπὶ χαλαζίου παράγονται σπινθήρες, αἵτινες εἶνε πεφυρακτωμένα τεμάχια τοῦ ἡλύβος ἀποσπώμενα.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΦΩΤΟΣ ἢ ΟΠΤΙΚΗΣ

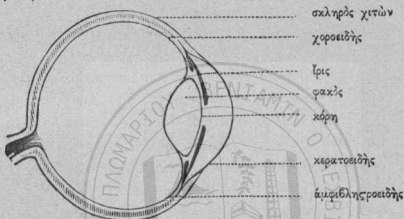
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

§ 37. **Αὐτόφωτα, ἑτερόφωτα.** Ὁ ἥλιος, ὅταν εὐρίσκηται ὑπὲρ ἄνω τοῦ ὀρίζοντος, εἶνε αὐτός καθ' ἑαυτὸν ὁρατός, ἐν ᾧ τὰ λοιπὰ ἐπὶ τῆς γῆς ἀντικείμενα, ἐλλείποντος μὲν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δὲν εἶνε ὁρατά, δι' αὐτοῦ ὁρατὰ καθιστάμενα. Ἐπίσης ἡ φλόξ τοῦ κηροῦ εἶνε αὐτὴ καθ' ἑαυτὴ ὁρατὴ ἐν ᾧ τὰ ἐν σκοτεινῷ ὀμματίῳ ἀντικείμενα δὲν εἶνε ὁρατὰ, διὰ τοῦ φωτός τοῦ κηροῦ ὁρατὰ γενόμενα. Τὸν ἥλιον καὶ τὸν ἀνημμένον κηρόν, ἅτινα καθ' ἑαυτὰ εἶνε ὁρατά, ὀνομάζομεν αὐτόφωτα, τὰ δὲ λοιπὰ ἀντικείμενα, τὰ ὅποια καθίστανται ὁρατά, μόνον ὅταν φωτίζονται ὑπὸ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἢ ὑπὸ τοῦ κηροῦ, ὀνομάζομεν ἑτερόφωτα.

38. **Ὁφθαλμός.** Τὸ ὄργανον, δι' οὗ τὰ αὐτόφωτα καὶ ἑτερόφωτα καθίστανται ἡμῖν αἰσθητά, εἶνε ὁ

ὀφθαλμός (σχ. 21), ἔχων σχῆμα βολβοῦ κειμένου ἐντὸς τῶν ὀπτικῶν κογχῶν. Ὁ ὀφθαλμός περιβάλλεται ἔξωθεν, ὑπὸ τοῦ σκληροῦ χιτῶνος, λευκοῦ καὶ ἀδιαφανοῦς, φέροντος κατὰ τὸ πρόσθιον μέρος τὸν διαφανῆ καὶ λεπτὸν κερατοειδῆ χιτῶνα, ὅστις ὡς κυρτῇ



Σχ. 21.

ὕαλος ὠρολογίου ἐπικαλύπτει τὸν βολβόν. Ὑπὸ τὸν σκληρὸν χιτῶνα κεῖται ὁ χοροειδής, χιτῶν μέλας, ὅστις κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ σκληροῦ κατερχόμενος πανταχόθεν σχηματίζει τὴν ἱρίδα, διάφραγμα κάθετον, φέρουσαν ἐν τῷ μέσῳ ὀπὴν, τὴν κόρην τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὑπὸ τὸν χοροειδῆ κεῖται ἕτερος χιτῶν ὁ ἀμφιβληστροειδής, ὅστις εἶνε ἐξάπλωσις τοῦ εἰς τὸν βολβόν εἰσερχομένου ὀπτικοῦ νεύρου. Οἱ τρεῖς οὗτοι χιτῶνες σχηματίζουνσι κοιλότητα, χωριζομένην διὰ τῆς ἱρίδος εἰς δύο κοιλότητας συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας διὰ τῆς κόρης. Ἐντὸς τῆς ὀπισθίας κοιλότητος τῆς καὶ

μεγαλειτέρας, ἐνυπάρχει ὑγρὸν ἄχρουν παχύρευστον καὶ διαφανές, τὸ ὑδατῶδες ὑγρὸν, ὑπὸ λεπτοτάτης καὶ διαφανοῦς μεμβράνης περιβαλλόμενον. Πρὸ αὐτοῦ κεῖται ὁ κρυσταλλώδης φακός, ὀπισθεν τῆς κόρης κείμενος, οὗτινος ἡ ὀπισθία ἐπιράνεια εἶνε κυρτοτέρα τῆς προσθίας. Ἐντὸς δὲ τῆς κοιλότητος τῆς μεταξύ τοῦ κερατοειδοῦς καὶ τῆς ἱριδος, ἐνυπάρχει τὸ ὑδατῶδες ὑγρὸν, ἀραιὸν καὶ διαφανές.

Τί δὲ συμβαίνει, ὥστε καὶ τὰ αὐτόφωτα καὶ τὰ ἐτερόφωτα σώματα νὰ καθίστανται ἡμῖν αἰσθητά;

α') Εἰς θυρίδα κλειστοῦ καὶ λίαν σκοτεινοῦ δωματίου ἐστραμμένην πρὸς τὸν ἥλιον, σχηματίζομεν ὀπὴν στενωπάτην· διὰ ταύτης εἰσέρχεται δεσμὶς φωτεινῶν ἀκτίνων βαινουσῶν κατ' εὐθεϊαν γραμμὴν, διὰ κόψεως καταφανιστέρων γινομένων. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἥλιος καὶ πᾶν φωτεινὸν σῶμα, ἐκπέμπει ἀκτῖνας φωτεινάς, αἵτινες ἐν τῷ ἀέρι βαίνουσι κατ' εὐθεϊαν γραμμὴν.

β') Ἐὰν δεχθῶμεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς φωτεινάς ἀκτῖνας, βλέπομεν τὸν ἥλιον, ἐπομένως, ἵνα ἴδωμεν φωτεινόν τι σῶμα, πρέπει ἀκτῖνες φωτειναὶ ἐκ σώματος νὰ φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν.

γ') Ἐὰν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπέσωσιν ἐπὶ τινος ἀντικειμένου τοῦ δωματίου (π. χ. ἐπὶ λείου ξύλου), τὸ ὅποιον πρότερον δὲν ἦτο ὁρατόν, ἐπιστρέψωσιν ἀπ' αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ δεχθῶμεν ταύτας διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον. Ἐπομένως ἵνα ἴδωμεν σῶμά τι μὴ φωτεινόν, πρέπει νὰ προσπέσωσιν ἐπ' αὐ-

τοῦ ἀκτῖνες φωτειναί, ἐκ δὲ τοῦ σώματος, ὡς ἐξ αὐτοφώτου ἐπιστρέφουσιν νὰ φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν.

Τὰ αὐτὰ ἰσχύουσι καὶ περὶ παντός φεγγοδόλου ἐπὶ τῆς γῆς σώματος, π. χ. τῆς φλογός τοῦ κηροῦ τοῦ πετρελαίου, ἂν καὶ αἱ ἐξ αὐτῶν ἐξερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες, ὡς μὴ ἰσχυραί, εἶνε ἀφανεῖς.

α') Ἐπειδὴ ἡ φλόξ τοῦ κηροῦ εἶνε ὁρατὴ καταχόθεν, ἔπεται, ὅτι ὁ φέγγων κηρὸς ἐκπέμπει ἀκτῖνας φωτεινάς καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, αἷτινες ἐν τῷ ἀέρι βαίνουνσι κατ' εὐθεΐαν γραμμὴν.

β') Ἐὰν ἐντός σκοτεινοῦ δωματίου ἔνθα οὐδὲν τῶν ἐν αὐτῷ ἀντικειμένων βλέπομεν, ἀνάψωμεν κηρὸν, αἱ ἐξ αὐτοῦ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τῶν ἀντικειμένων ἐπιστρέφουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, καὶ οὕτω καθίστασιν αὐτὰ ὁρατά.

§ 39. Διαφανὴ καὶ ἀδιαφανῆ, σκιά. Ἐὰν πρὸ τῆς ὀπῆς, δι' ἧς διέρχονται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, θέσωμεν ὕαλον ἢ καὶ ποτήριον πλήρες ὕδατος, αἱ ἀκτῖνες διέρχονται δι' αὐτῶν. Τὰ τοιαῦτα σώματα ὀνομάζονται διαφανῆ. Ἐὰν ὅμως θέσωμεν φύλλον χάρτου ἢ ξύλον, αἱ ἀκτῖνες δὲν διέρχονται καὶ ταῦτα ὀνομάζονται ἀδιαφανῆ. Ὡστε ἐὰν μεταξὺ τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τοῦ φέγγοντος κηροῦ τεθῇ φύλλον χάρτου, δὲν βλέπομεν τὸν κηρὸν, διότι ὁ χάρτης ἐμποδίζει τὰς φωτεινάς ἀκτῖνας νὰ φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν.

Ἐπειδὴ δὲ ὀπισθεν τοῦ ἀδιαφανοῦς σώματος δὲν ὀ-

πάρχουσι φωτεινὰ ἀκτῖνες, αὗται δὲ βαίνουνσι κατ' εὐθεΐαν γραμμὴν, σχηματίζεται σκιά, ἐστραμμένη ἀντιθέτως τοῦ φωτίζοντος σώματος. Καὶ ἐὰν μὲν τὸ σκρτεινὸν σῶμα ᾖ σφαιρικόν καὶ μέγα, σχηματίζεται ὀπισθεν αὐτοῦ σκιά κωνική (σχ. 22), τῆς ὁποίας ἡ βά-



Σχ. 22

σις γίνεται μεγαλύτερα, ὅσον ἀπομακρυνόμεθα τοῦ σώματος. Ἐὰν δὲ

τὸ φωτίζον σῶμα ᾖ μεγαλύτερον τοῦ σκιεροῦ (σχ. 23), ἡ σχηματιζομένη σκιά εἶνε κῶνος, τοῦ ὁποίου ἡ

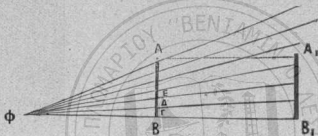


Σχ. 23

κορυφή κεῖται εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τοῦ σκιεροῦ σώματος.

§ 40. Ἐνταδὶς φωτός. Πλησίον φέγγοντος κηροῦ δυνάμεθα ν' ἀναγνώσωμέν τι, οὐχὶ δὲ καὶ μακρόθεν. Τὸ φῶς βεβαίως τὸ ὑπὸ τοῦ κηροῦ ἐκπεμπόμενον οὔτε ἠϋξησεν οὔτε ἡλαττώθη, ὥστε ἡ αἰτία ἔγκειται εἰς

τὴν ἀπόστασιν τοῦ χάρτου ἀπ' αὐτοῦ, ἥτοι φαίνεται, ὅτι ἐκ τοῦ πλησίον πίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου περισσότεραι φωτειναὶ ἀκτῖνες, ἐξ ἀποστάσεως δὲ ὀλιγώτεραι· μία λοιπὸν καὶ ἡ αὐτὴ ἐπιφάνεια ἐκ τοῦ πλησίον δέχεται περισσοτέρας φωτεινὰς ἀκτῖνας καὶ φωτίζεται ἰσχυρότερον, ἢ ἀπὸ μακρὰν. Ἐστω τὸ φῶς Φ , φωτίζον τὴν ἐπιφάνειαν AB (σχ. 24), ἐπὶ τῆς ὁποίας προσπίπτουσιν αἱ ἀκτῖνες ΦA , ΦB , $\Phi \Gamma$, $\Phi \Delta$, ΦE κτλ.

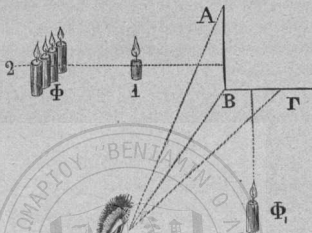


Σχ. 24

Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια μετατεθῇ εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν, εἰς τὸ $A_1 B_1$, ἐπειδὴ αἱ ἀκτῖνες βαίνουνσιν ὡς γνωστόν, κατ' εὐθείαν γραμμὴν, αἱ μὲν λοιπαὶ δὲν πίπτουσιν ἐπ' αὐτῆς, μόνον δὲ αἱ ΦB , $\Phi \Gamma$, $\Phi \Delta$, ΦE , ἐπομένως καὶ ἡ δύναμις τοῦ φωτός, ἢ ἡ ἔντασις αὐτοῦ ἐπὶ τῆς $A_1 B_1$ ἡλαττώθη.

§ 41. Ἵνα ὀρίσωμεν καὶ κατὰ πόσον περίπου ἡ ἔντασις ἡλαττώθη, διπλοῦμεν σκληρὸν χαρτῶνα φαιόν, ὥστε τὰ μέρη αὐτοῦ νὰ σχηματίζωσι γωνίαν ὀρθὴν (σχ. 25) $AB\Gamma$ καὶ ἐπιθέτομεν αὐτὸν ἐπὶ τραπέζης ὀρθόν. Πρὸ τῶν ἐπιφανειῶν AB καὶ $B\Gamma$ τίθεμεν δύο ἰσοδυνάμους καὶ εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν κηρούς Φ καὶ Φ_1 · αἱ ἐπιφάνειαι φωτίζονται ἐπίσης. Ἐὰν ὁμῶς μετα-

φέρωμεν τὸν κηρὸν Φ εἰς τὴν ἀπόστασιν 2, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια AB δὲν φωτίζεται ἐπίσης ὡς



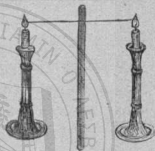
Σκ. 28.

καὶ ἡ $B\Gamma$ ἥτοι δὲν δέχεται τὸ αὐτὸ ποσὸν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὰς ὁποίας δέχεται ἡ BE . Ἐὰν ὁμοίως εἰς τὴν ἀπόστασιν 2 θέσωμεν τέσσαρας κηρούς, τότε ἡ ἐπιφάνεια AB φωτίζεται ἐπίσης ὡς καὶ ἡ $B\Gamma$. Ἐπομένως τοῦ ἐνὸς κηροῦ εἰς διπλασίαν ἀπόστασιν μετατοπισθέντος ἡ φωτιστικὴ δύναμις ἡλαττώθη κατὰ $1/4$, ἡ δὲ ἐπιφάνεια AB ἐδέχeto ἐκ τῆς ἀποστάσεως 2 τὸ $1/4$ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, ὡς ἐδέχeto ἐκ τῆς ἀποστάσεως 1, ἐπομένως ἡ ἐπ' αὐτῆς ἔντασις τοῦ φωτὸς ἡλαττώθη κατὰ $1/4$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ

§ 42. Ἐπίπεδα κάτοπτρα. Ταῦτα εἶνε ὕαλοι ἐπίπεδοι φέρουσαι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας ἐπίστρωμα ἐκ φύλλου κασσιτέρου. Ἐντὸς τοῦ κατόπτρου βλέπομεν τὴν εἰκόνα ἡμῶν, τὴν εἰκόνα τοῦ φέγοντος κηροῦ (σχ. 26), καὶ μάλιστα εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, εἰς ἣν κεῖται καὶ τὸ ἀντικείμενον. Ἐὰν δὲ ἀποξύσωμεν τὸ ἐπίστρωμα ἢ ἐὰν παραιηρῶμεν ἔντὸς καθέ-

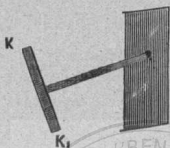


Σχ. 26.

του καθαρᾶς ὕαλου, οὐδεμίαν εἰκόνα βλέπομεν. Ἡ παρατήρησις αὕτη πείθει ἡμᾶς, ὅτι ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου οὐδεμία εἰκὼν ὑπάρχει. Ἐὰν ὁμως ἀναμνησθῶμεν ὅτι, ἵνα ἴδωμεν, πρέπει ἀκτῖνες φωτειναὶ νὰ φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι διὰ μὲν τῆς ἀπλῆς ὕαλου αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες διέρχονται ἀκωλύτως, εἰς τὸ κάτοπτρον ὁμως, τὸ ὁποῖον φέρει τὸ ἀδιαφανὲς ἐπίστρωμα, αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες ἐπαρastreφουσai πρὸς τὰ ὀπίσω, φθάνουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, ἡμεῖς δὲ νομίζομεν, ὅτι ἔρχονται ἐκ σώματος ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρουκειμένου.

§ 43. Ἀντανάκλασις καὶ νόμοι αὐτῆς. Πρὸς

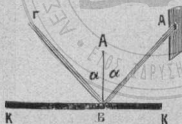
ἐπιβεβαίωσιν τούτου τίθεμεν εἰς τὴν διὰ τῆς ὀπῆς τῆς



Σχ. 27.

θυρίδος εἰσερχομένην φω-
τεινὴν δεσμίδα (σχ. 27)
κάτοπτρον $K K_1$, ὥστε αἱ
ἁκτῖνες νὰ πίπτωσιν ἐπ' αὐ-
τοῦ καθέτως· αὗται ἐπι-
στρέφουσι πάλιν ἀπὸ τοῦ
κατόπτρου κατὰ τὴν αὐτὴν
διεύθυνσιν. Τὴν ἐπανα-
στρόφην ταύτην τῶν ἁκτί-
νων ὀνομάζομεν ἀντανάκλασιν, τὴν ἐρχομένην ἁκτίνα

καλοῦμεν ἁκτίνα προσπίπτειν, τὴν δὲ ἐπιστρέφουσαν
ἁκτίνα ἀντανάκλασεως. Προσέτι δὲ συμπεραίνομεν,
ὅτι ἁκτῖνες προσπίπτουσιν καθέτως ἐπὶ λείας ἐπιφα-
νειᾷ ἀντανάκλῳται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν,



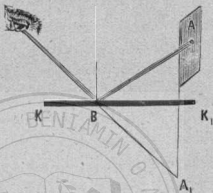
Σχ. 28.

ἥτοι καθέτως. Ἐὰν δὲ κλί-
νωμεν τὸ κάτοπτρον, ὥστε
ἡ δεσμὶς τῶν ἁκτῖνων νὰ
πίπτῃ πλάγιως κατὰ τὴν
AB (σχ. 28), αὕτη ἀντανά-
κλᾶται κατὰ τὴν BΓ. Ἐὰν
δὲ εἰς τὸ σημεῖον B ὑψώσω-

μεν κάθετον ράβδον τὴν BA, σχηματίζονται ἐκατέρω-
θεν αὐτῆς δύο γωνίαι, ἡ α , ὀνομαζομένη γωνία προσ-
πτώσεως, καὶ ἡ α' γωνία ἀντανάκλασεως, αἵτινες εἶνε
ἴσαι πρὸς ἀλλήλας. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι αἱ
ἐπὶ λείας ἐπιφανείας προσπίπτουσιν ἁκτῖνες ἀντα-

νακλῶνται σχηματίζουσαι τὴν γωνίαν προσπίπτειν ὡς ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς ἀντανάκλασεως.

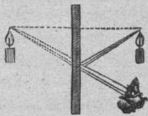
Ἐὰν δὲ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ δεχθῶμεν τὰς ἀντανεκλωμένας ἀκτίνας ΒΓ (σχ. 29), θὰ ἴδωμεν τὴν φωτεινὴν δεσμίδα προεκτεινομένην κατ'εὐθεΐαν γραμμὴν κατὰ τὴν ΒΑ₁, τὴν δὲ ὀπὴν Α εἰς τὸ Α₁, ὥστε αἱ ἀκτίνες φαίνονται προερχόμεναι κατ'εὐθεΐαν γραμμὴν ἐκ τοῦ Α₁. Τὸ Α₁ ὀνομάζομεν εἰδῶλον τοῦ Α. Ἐπομένως:



Σχ. 29.

α) Αἱ ἐκ φωτεινοῦ σημείου ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι ἀκτίνες ἀντανεκλῶνται οὕτως ὥστε προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδῶλου τοῦ σημείου τοῦ φαινομένου, ὅτι κεῖται ὀπίσθεν τοῦ κατόπτρου.

β) Ὁ ὀφθαλμὸς βλέπει πάντοτε κατὰ τὴν προέκτασιν τῶν εἰς αὐτὸν ἐρχομένων ἀκτίνων.

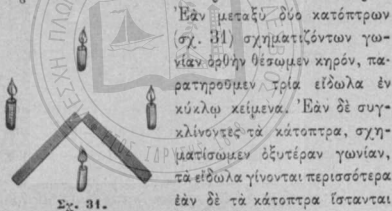


Σχ. 30.

§ 44. Εἰδῶλον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἐκ τοῦ κηροῦ (σχ. 30) ἐξερχομένας ἀκτίνας. Αὗται προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καὶ ἀντανεκλῶμεναι φθάνουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, ὥστε προ-

ήρχοντο ἐκ φέγγοντος κηροῦ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου κειμένου, ὀνομαζομένου εἰδώλου. Συγκρίνοντας δὲ τὰς ἀποστάσεις, εὐρίσκομεν, ὅτι ἡ ἀπόστασις τοῦ φωτεινοῦ σώματος ἀπὸ τοῦ κατόπτρου εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου. Τὸ εἶδωλον λοιπὸν εἰς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα φαίνεται σχηματιζόμενον ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, εἰς ἴσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν, εἰς ἣν καὶ τὸ φωτεινὸν σῶμα. Ἐπειδὴ τὸ εἶδωλον δὲν ὑπάρχει, ἀλλὰ σχηματίζεται μόνον ἐν τῷ ὀφθαλμῷ καλεῖται ὀπτικόν.

§ 43. Γωνιώγη καὶ παράλληλα κάτοπτρα.



Σχ. 31.

παράλληλα, τὰ εἶδωλα εἶνε ἄπειρα (σχ. 32).



Σχ. 32.

§ 46. Λυκαυγές. Λυκόφως. Μετὰ τὴν δύσιν

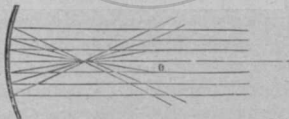
τοῦ ἡλίου ἔπρεπεν ἀμέσως νὰ ἐπέρχεται τὸ σκότος, τὸ ὁποῖον ὅμως ἐπέρχεται βραδέως παράγον τὸ *Λυκόφως*. Διότι (σχ. 33) αἱ ἐκ τοῦ ἡλίου *H* ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα *OO* ὄντος, ἐξερχόμεναι ἀκτίνες, προσπίπτουσαι ἐπὶ τῶν ἄνω



Σχ. 33.

στρωμάτων τοῦ ἀέρος καὶ τῶν ἀτμῶν, ἀντανακλῶνται πρὸς τὰ κάτω, προσπίπτουσαι δὲ ἐπὶ τῶν ἀντικειμένων καὶ ἐκ νέου ἀντανακλανόμεναι καθιστῶσιν αὐτὰ ὁρατά.

§ 47. **Σφαιρικὰ κάτοπτρα.** Πολλάκις ὀπισθεν τῶν λυγνιῶν πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ φωτὸς αὐτῶν τίθενται κοῖλα κάτοπτρα. Ἐπίσης δὲ γνωστὰ εἶναι καὶ αἱ διαφόρου χρώματος σφαῖραι, ἐντὸς τῶν ὁποίων βλέπομεν τὰς εἰκόνας τῶν ἀντικειμένων. Τὰ τοιαῦτα ὀνομάζονται σφαιρικὰ κάτοπτρα, ὄντα ἢ κοῖλα ἢ κυρτά.



Σχ. 34.

Τὰ κοῖλα κάτοπτρα (σχ. 34) φέρουσι τὸ ἀδιαφανὲς ἐπίστρωμα ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτῶν ἐπιφανείας. Ἐὰν

στρέψωμεν τὸ κυλινδρὸν κάτοπτρον πρὸς τὸν ἥλιον, αἱ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες ἀντανακλώμεναι διασταυροῦνται εἰς ἓν σημεῖον, ἐστὶν ὀνομαζόμενον, πρὸ τοῦ κατόπτρου κείμενον εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' αὐτοῦ, σχηματίζουσαι μικρὸν τοῦ ἡλίου εἶδωλον. Ἐὰν δὲ πρὸ τοῦ κοίλου κατόπτρου εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου θέσωμεν κηρὸν ἀνημμένον (σχ. 35), πρέπει καὶ ὁ κηρὸς, ὡς καὶ ὁ ἥλιος, νὰ σχηματίζη εἶδωλον εἰς ἀπό-

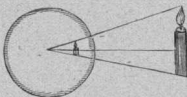


Σχ. 35.

στασιν πρὸ τοῦ κατόπτρου κείμενον. Καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν πρὸ τοῦ κατόπτρου φέρωμεν μικρὸν φύλλον χάρτου λεπτοῦ, κινουντές αὐτὸ παρατηροῦμεν τέλος ἐπ' αὐτοῦ εἶδωλον τοῦ κηροῦ ἀνεστραμμένον. Ἐὰν δὲ πλησιάσωμεν ἢ ἀπομακρύνωμεν τὸν χάρτην ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, τὸ μὲν εἶδωλον ἐξαφανίζεται, ἀναφαίνεται δὲ ἐπὶ τοῦ χάρτου φωτεινὸς δίσκος. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι εἰς ἓν μόνον μέρος γίνεται ἡ διασταύρωσις τῶν ἀντανακλωμένων ἀκτίνων, ἔνθα σχηματίζεται καὶ τὸ εἶδωλον τοῦ σώματος, ἀπὸ τοῦ σημείου δὲ τούτου αἱ ἀκτῖνες βαίνουν εἰς ἀποκλίνονται.

§ 48. **Κυρτὰ κάτοπτρα.** Τὰ κυρτὰ κάτοπτρα ἔχουσι τὸ ἀδιαφανὲς ἐπίστρωμα ἐπὶ τῆς κοίλης ἐπιφα-

νείας, ἐπομένως ἢ τὰς ἀκτῖνας ἀντανακλῶσα ἐπιφάνεια εἶνε κυρτή. Ἐντὸς τούτων βλέπομεν τὰ εἰδῶλα τῶν ἀντικειμένων ὁρθά (σχ.36). Διότι ἐὰν ρίψωμεν ἐπὶ τῆς αὐτῆς σφαίρας δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐντὸς τοῦ σκοτεινοῦ δωματίου, αὗται



Σχ. 36.

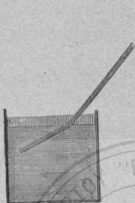
ἀντανακλῶνται ἀποκλίνουσai, ἐπομένως δὲν διασταυροῦνται, ὡς εἰς τὸ κοίλον κατόπτρον. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ τοιαύτας ἀκτῖνας, ἐπειδὴ βλέπει κατὰ τὴν προέκτασιν τούτων, θὰ νομίτῃ, ὅτι αὗται προέρχονται ἐκ σημείου ἐντὸς τοῦ κατόπτρου κειμένου. Τὸ δὲ εἶδῶλον τοῦ κηροῦ φαίνεται κείμενον ἐπίσης ἐντὸς τοῦ κατόπτρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄

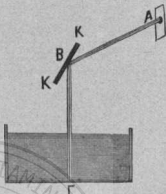
ΘΑΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

§ 49. **Θάλασις τοῦ φωτός.** Τὸ ἐντὸς τῆς θαλάσσης μέρος κώπης πλαγίως κειμένης φαίνεται τεθλασμένον, ὡς καὶ τὸ ἐντὸς τοῦ ὕδατος μέρος ράβδου (σχ. 37). Ὡς πρώτη αἰτία τῶν φαινομένων τούτων εἶνε βεβαίως τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον, ὡς φαίνεται, πρέπει νὰ ἔχη ἐπιβρόχην ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τῶν ἐξ αὐτοῦ ἐξερχομένων. Παρακολουθοῦντες τὴν ἰδέαν ταύτην ρίπτομεν διὰ τοῦ κατόπτρου ΚΚ δεσμίδα

καθέτων ἀκτίνων AB (σχ. 38) ἐντὸς ἐπιμήκους ὀρθογων-

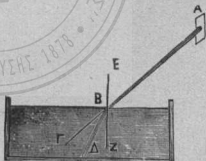


Σχ. 37.



Σχ. 38.

νικοῦ ὑαλίνου ἀγγείου. Αἱ ἀκτίνες εἰσέρχονται εἰς τὸ ὕδωρ ἀκολουθοῦσαι εὐθεΐαν γραμμὴν, ἣν καὶ ἐν τῷ ἀέρι. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ κάτοπτρον ἢ δεσμὴς AB (σχ. 39) πίπτει πλάγιως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, εἰσερχομένη δ' ἐν αὐτῷ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθεΐαν γραμμὴν BΓ, ἀλλὰ παρεκκλίνει αὐτῆς, βαίνουσα κατὰ τὴν BΔ. Τὴν παρεκκλίσιν ταύτην τῶν εἰς τὸ ὕδωρ εἰσε-

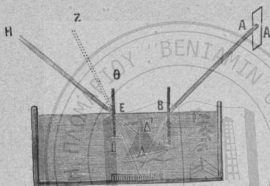


Σχ. 39.

ερχομένων ἀκτίνων ὀνομάζομεν θλάσιν αὐτῶν, τὴν ἀκτῖνα AB, ἀκτῖνα προσπτώσεως, τὴν BΔ, ἀκτῖνα θλάσεως. Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον B θέσωμεν ράβδον κάθετον τὴν EZ, βλέπομεν, ὅτι ἡ θλωμένη ἀκτίς εἶνε πλησιес-

τέρα πρὸς τὴν κάθετον ἢ ἡ προσπίπτουσα, ἐξ οὗ ἐξάγεται ὁ νόμος, ὅτι ὅταν αἱ φωτιναὶ ἀκτῖνες βαίνωσιν ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἤτοι ἀπὸ μέσου ἀραιοῦ εἰς μέσον πυκνὸν θλῶνται πρὸς τὴν κάθετον.

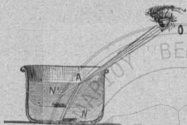
6) Ἐὰν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ (σχ. 40) θέσωμεν μικρὸν κάτοπτρον, ὥστε ἡ ἐντὸς τοῦ



Σχ. 40.

ὕδατος φωτεινὴ δεσμὶς ΒΔ νὰ πίπτῃ ἐπ' αὐτοῦ, αὕτη ἀντανakλᾶται, βαίνουσα κατὰ τὴν ΔΕ, ἐξερχομένη δὲ τοῦ ὕδατος δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθεῖαν γραμμὴν ΕΖ, ἀλλὰ θλᾶται ἐπίσης βαίνουσα κατὰ τὴν ΕΖ, ὥστε καὶ ὅταν αἱ ἀκτῖνες βαίνωσιν ἀπὸ μέσου πυκνοῦ εἰς μέσον ἀραιὸν θλῶνται ἐπίσης. Ἐὰν δὲ εἰς τὸ Ε θέσωμεν τὴν κάθετον ράβδον ΘΙ, βλέπομεν, ὅτι ἡ θλωμένη ἀκτὶς ΕΗ θλᾶται ἄπο τῆς καθέτου. Ὅταν λοιπὸν αἱ ἀκτῖνες βαίνωσιν ἀπὸ μέσου πυκνοῦ εἰς μέσον ἀραιὸν θλῶνται ἄπο τῆς καθέτου. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς κατὰ τὸ Η δεχθῇ τὰς ἀκτῖνας ΕΗ, ἐπειδὴ βλέπει κατὰ τὴν τῶν ἀκτῖνων προέκτασιν, θὰ ἴδῃ τὴν ἐπιφάνειαν Δ ὕψου-

μένην καὶ μετατοπιζομένην εἰς τὸ Δ' , ἔνεκα τῆς θλάσεως τῶν ἀκτίνων. Τὴν φαινομενικὴν ταύτην ἔνεκα τῆς θλάσεως ἀνύψωσιν καὶ μετατόπισιν τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀντικειμένων ἀποδεικνύομεν ὡς ἐξῆς. Ἐντὸς κυπέλλου ἐκ πορσελάνης τίθεται νόμισμα N στίλβον, ἀπομακρυνόμεθα δ' αὐτοῦ, ἕως οὐ



Σχ. 41.

δὲν βλέπωμεν αὐτό· ἤτοι αἱ ἐκ τοῦ νομίσματος ἐξερχόμεναι ἀκτίνες NAB (σχ. 41), δὲν φθάνωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν O . Ἐὰν ἔτερος τις ἐπιχύσῃ ὕδωρ ἡρέμα, (ἵνα μὴ μετατοπισθῇ τὸ νόμισμα), τότε ὁ ἐν τῷ

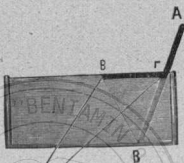
O ἀκίνητος ὀφθαλμὸς βλέπει αὐτὸ καὶ μάλιστα ὑψηλότερον. Διότι νῦν ἡ ἐξερχομένη ἀκτίς NA θλωμένη κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν AO φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν, ὅστις βλέπων κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἀκτίνος OAN , θὰ εἶδῃ τὸ νόμισμα εἰς τὸ N' ὑψούμενον. Πάντα λοιπὸν τὰ ἐντὸς τοῦ πυθμένος τῆς θαλάσσης ἀντικείμενα καὶ ὁ πυθμὴν αὐτὸς πρέπει νὰ φαίνωνται ἡμῖν ὑψούμενα. Ἐκ τούτων ἐξηγεῖται νῦν εὐκόλως διατί τὸ ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 37) μέρος τῆς ῥάβδου φαίνεται τεθλασμένον.

§ 50. Ὁλικὴ ἀντανάκλασις. Ἐν ἐντὸς βαθέος ποτηρίου (σχ. 42) περιέχοντος ὕδωρ θέσωμεν πλαγίως ῥάβδον, ὑψοῦντες δὲ τὸ ποτήριον διὰ τῆς χειρὸς παρατηρῶμεν ἐκ τῶν κάτω, βλέπομεν τὸ ἐν τῷ ὕδατι

μέρος τῆς ράβδου ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Κατὰ τὰ μέχρι τοῦδε γνωστὰ ἡμῖν πρέπει, ἵνα



Σχ. 42.

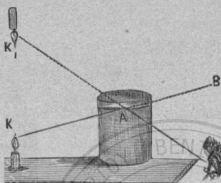


Σχ. 43.

Ἰδωμεν εἰκόνα εἰς τὸ $B_1\Gamma$ (σχ. 43) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, αἱ ἀκτῖνες νὰ ἔρχωνται ἐκ τοῦ $B_1\Gamma$ κατὰ τὴν B_1O καὶ ΓO . Τοῦτο ὁμῶς τότε μόνον εἶνε δυνατόν, ἂν αἱ ἐκ τῆς ράβδου ἀκτῖνες καὶ ἡ BB_1 , φθάσασαι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, δὲν ἐξέρχωνται εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλὰ θλώμεναι λίαν λαμβάνουσι τὴν διεύθυνσιν B_1O , ἥτοι ἐπιστρέφουσι πάλιν εἰς τὸ ὕδωρ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, καθ' ὃ αἱ ἀκτῖνες ἐκ πυκνοῦ μέσου προερχόμεναι καὶ θλώμεναι ἐπιστρέφουσιν εἰς τὸ αὐτὸ μέσον, ὀνομάζομεν ὀλικὴν ἀνταράκλασιν.

Καταφανέστερον δ' ἐποδεικνύομεν τὸ φαινόμενον

τῆς ὀλικῆς ἀντανακλάσεως ὡς ἐξῆς: Εἰς ἀπόστασιν
τινα ἀπὸ εὐρέος καὶ βαθέος ποτηρίου, πλήρους ὕδατος,

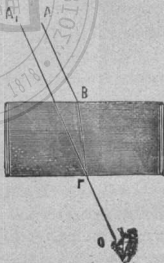


Σχ. 44.

(σχ. 44) τίθεμεν κη-
ρὸν ἀνημμένον K, ἡ-
μεῖς δὲ κλίνομεν, ὥ-
στε νὰ δεχθῶμεν ἀ-
κτίνας εἰς τὸ O. Τό-
τε βλέπομεν τὸν κη-
ρὸν ἄνω εἰς τὸ K₁.
Ἵνα ὁμοῦς συμβῇ τοῦ-
το, πρέπει ἡ ἀκτίς
KA ἐπὶ τῆς ἐπιφα-

νείας τοῦ ὕδατος θλωμένη νὰ βαίνει οὐχὶ κατὰ τὴν AB,
ἀλλὰ κατὰ τὴν AO, ὃ δὲ ἐν
τῷ O ὁφθαλμὸς δεχόμενος
ταύτην καὶ κατ' εὐθεῖαν
γραμμὴν προεκβάλλων, βλέ-
πει τὸ K καὶ τὸ K₁.

§ 51. Διάθλασις δι' ἐ-
πιπέδων σωμάτων. Τὰ
διὰ τῶν ὑαλίνων θυρίδων ὁ-
ρώμενα ἀντικείμενα κεῖνται
πράγματι ἐν τῇ φυσικῇ αὐ-
τῶν θέσει, ἢ φαίνονται ἡμῖν
μετατοπιζόμενα; Ἐκ τῶν
ἄνω πρέπει νὰ συμπεράνω-
μεν, ὅτι πρέπει νὰ φαίνων-
ται μετατοπιζόμενα. Πρὸς



Σχ. 45.

ἐπιβεβαίωσιν τούτου εἰσάγομεν δεσμίδα ἀκτίνων διερ-
χομένων διὰ τῶν παραλλήλων τοίχων ἀγγείου ὑα-
λίνου ὀρθογωνικοῦ (σχ. 45) πλήρους ὕδατος. Αἱ
πλάγιοι ἀκτῖνες ΑΒ εἰσερχόμεναι εἰς μέσον πυκνὸν καὶ
θλώμεναι βαίνουσι κατὰ τὴν ΒΓ· εἷτα δὲ ἐκ τῆς ἐτέρας
πλευρᾶς ἐξερχόμεναι εἰς μέσον ἀραιὸν ὑφίστανται τὴν
νέαν θλάσιν βαίνουσαι κατὰ τὴν ΓΟ. Ὁ δὲ ἐν τῷ Ο ὁ-
φθαλμὸς βλέπει τὴν ὀπὴν Α μετατοπιζομένην εἰς τὸ Α₁.
Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι, ἔταν αἱ ἀκτῖνες διέρ-
χονται πυκνὸν τι μέσον πάσχουσι δύο θλάσεις, μίαν
μὲν εἰσερχόμεναι καὶ ἐτέραν ἐξερχόμεναι.

§ 52. **Φακοί.** Τὸ ἀπλοῦν μικροσκοπίον ἢ ὁ φα-
κός, καὶ τὸ σύνθετον μικροσκοπίον, δι' ὧν μεγεθύνο-
μεν τὰ πλησίον κείμενα ἀντικείμενα, τὰ τηλεσκοπία,
δι' ὧν βλέπομεν τὰ μακρὰν κείμενα καὶ αἱ διόπτραι,
τὰς ὁποίας μεταχειρίζομεθα εἰς τὰ θέατρα, πάντα ταῦ-
τα τὰ ὁποῖα ἐν συνόλῳ ὀνομάζομεν ὀπτικὰ ὄργανα,
περιέχουσιν ἐντὸς τῶν μεταλλικῶν σωλῆνων καὶ ὑά-
λους διαφανεῖς ἀμφοτέρωθεν κυρ-
τὰς ἢ κοίλας, τοὺς ὀνομαζομέ-
νους φακοὺς. Φακὸς ἔχων τὰς
δύο ἐπιφανείας κυρτὰς καλεῖται
ἀμφίκυρτος (σχ. 46), ὁ δὲ ἔχων
αὐτὰς κοίλας ἀμφίκοιλος (σχ.
47). Ἐπειδὴ δὲ καὶ οἱ φακοὶ εἶνε



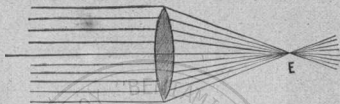
Σχ. 46.



Σχ. 47.

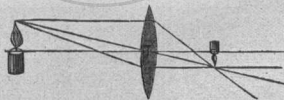
μέσα πυκνὰ καὶ διαφανῆ, ἔπεται,
ὅτι αἱ δι' αὐτῶν διερχόμεναι ἀκτῖνες εἰσερχόμεναι καὶ
ἐξερχόμεναι, πάσχουσι διάθλασιν.

§ 53. Ἀμφίκυρτος φακός. Εἰσάγομεν ἐντὸς σκοτεινοῦ ὧματιοῦ δεσμίδα ἡλιακῶν ἀκτίνων, αἵτινες προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ φακοῦ (σχ. 48) διέρχονται αὐτόν, ἐξερχόμεναι δὲ διασταυροῦνται εἰς τὸ σημεῖον Ε,



Σχ. 48.

ἐκ τοῦ ὁποῦ ἐπεὶτα ἀποχωροῦσιν ἀπακλίνουσai· ἦτοι αἱ παράλληλοι ἀκτίνες αἱ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι διασταυροῦνται εἰς τι σημεῖον, ὀνομαζόμενον κυρία ἐστία τοῦ φακοῦ, τῆς ὁποίας ἐρίζομεν τὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Ἐὰν δὲ στρέψωμεν τὸν φακὸν πρὸς τὸν ἥλιον, εἰς δὲ τὴν ἐστίαν θέσωμεν φύλλον χάρτου, σχηματίζεται ἐπ' αὐτοῦ μικρὰ τοῦ ἡλίου εἰκὼν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ· συγχρόνως δὲ τὴν θερμότης συγκεντροῦται

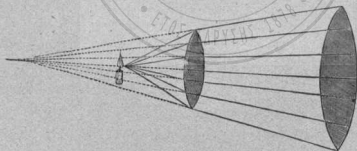


Σχ. 49.

ἐν τῇ ἐστίᾳ, ὥστε ὁ χάρτης ἀπανθρακοῦται ἢ καὶ ἀναφλέγεται. Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ φέγγων κηρὸς ἐκπέμπει, ὡς εἶδομεν, φωτεινάς ἀκτίνας, ἔπεται, ὅτι καὶ αὗται

διερχόμεναι τὸν φακὸν θὰ διασταυροῦνται (σχ. 49) εἰς τι σημεῖον, σχηματίζουσαι εἰδῶλον τοῦ κηροῦ. Καὶ τῷ ὄντι ἐὰν εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου τεθῇ κηρός, ἐκ δὲ τοῦ ἐτέρου διάφραγμα ἐκ χάρτου εἰς ἀπόστασιν ὀλίγον μεγαλειτέραν τῆς κυρίας ἐστίας, σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἰδῶλον τοῦ κηροῦ μικρότερον, ἀντεστραμμένον καὶ πραγματικὸν ὀνομαζόμενον φυσικόν, ἢ δὲ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου εἶνε μεγαλειτέρα τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι αἱ ἐκ φωτεινοῦ σώματος οὐχὶ ἀπείρως ἀπέχοντος ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες, διερχόμεναι τὸν φακόν, διασταυροῦνται σχηματίζουσαι εἰδῶλον τοῦ σώματος φυσικόν, οὐτινος ἢ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀποστάσις εἶνε μεγαλειτέρα τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως.

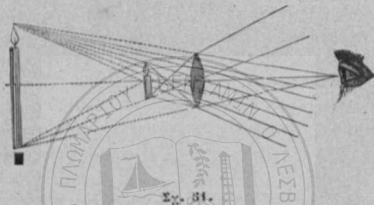
Ἐὰν δὲ ὁ κηρὸς τεθῇ μεταξύ ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ (σχ. 50) ἀναφαίνεται ἐπὶ τοῦ διαφράγματος δίσκος φω-



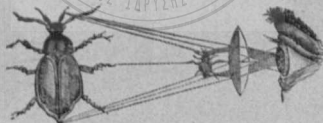
Σχ. 50.

τεινός, γινόμενος μεγαλειτέρος, ἔσον ἀπομακρύνομεν τὸ διάφραγμα ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Ἐπομένως, ἐὰν τὸ φωτεινὸν σῶμα κῆται μεταξύ ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ

φωτεινὰ ἀκτῖνες διέρχονται τὸν φακὸν ἀποκλίνουσαι. Ἐὰν δὲ ἀφαιρέσωμεν τὸ διάφραγμα, καὶ δεχθώμεν τὰς διερχομένας ἀκτῖνας διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, (σχ. 51) βλέπομεν εἶδωλον τοῦ κηροῦ AB ὀρθὸν καὶ μεγαλεί-



τερον πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, ἢ εἰς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτεινὸν σῶμα. Τὸ εἶδωλον τοῦτο σχηματίζεται μόνον



Σχ. 82.

ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ἡμῶν, δὲν ὑπάρχει ἐκτός, ἐπομένως

εἶνε ὀπτικόν. Ἐπὶ τῆς τελευταίας ταύτης περιπτώσεως στηρίζεται καὶ ἡ χρῆσις τοῦ φακοῦ ὡς ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ (σχ. 52), ὁ δὲ ὀπισθεν τοῦ φακοῦ ὀρθακλμὸς βλέπει αὐτὸ ὀρθόν καὶ μεγαλύτερον.

§ 54. Δευτερεύοντα εἰδῶλα. Εἶδομεν ἄνω, ὅτι τὸ εἰδῶλον σχηματίζεται ἐκ τῆς διασταυρώσεως τῶν διὰ τοῦ φακοῦ διερχομένων ἀκτίνων, αἵτινες ἀπὸ τοῦ εἰδώλου ὡς ἀπὸ φωτεινοῦ σώματος ἀπέρχονται ἀποκλίνουσαι. Τὸ πρῶτον λοιπὸν εἰδῶλον $A_1 B_1$ (σχ. 53) δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς φωτεινὸν σῶμα διὰ δεύτε-

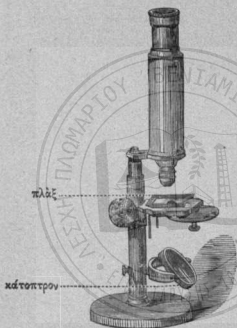


Σχ. 53.

ρον φακόν, ὥστε, αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου $A_1 B_1$ ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες διερχόμεναι τὸν δεύτερον φακόν, σχηματίζουν ὀπισθεν αὐτοῦ νέον εἶδῶλον δευτερεῖον τὸ $A_2 B_2$ ὀρθόν.

§ 55. Σύνθετον μικροσκόπιον. (ὑπὸ τοῦ Ὀλλανδοῦ Jansen τὸ 1590 ἐφευρεθέν). Εἰς τοῦτο (σχ. 54) διακρίνομεν δύο τοῦλάχιστον φακοὺς, ἐξ ὧν ὁ μὲν κε-

ται ἄνω ἰνομαζόμενος προσοφθάλμιος, ὃ δὲ κάτω ἀντοφθάλμιος, εἰς μικρὴν δὲ ὑπ' αὐτὸν ἀπόστασιν κείται πλάξ φέρουσα ὀπὴν, ἐπὶ τῆς ὁποίας τίθεται τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον, φωτιζόμενον κάτωθεν ὑπὸ κοί-



Σχ. 54.



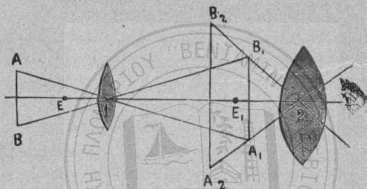
Σχ. 55.

λου κατόπτρου. Τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον π. χ. θρίξ τίθεται ἐπὶ ὀρθογωνικῆς ὑελίνου πλακός, καὶ αὕτη ἐπὶ τῆς ξυλίνης τοῦ μικροσκοπίου οὕτως,

ὥστε τὸ ἀντικείμενον νὰ κῆται ἀκριδῶς ὑπεράνω τῆς ὀπῆς. Παρατηροῦντες ἐκ τῶν ἄνω καὶ καταδιδάζοντες βραδέως τὸν μικροσκοπικὸν σωλῆνα, βλέπομεν ἐπὶ τέλους τὴν τρίχα ἰσχυρῶς μεγεθυνθεῖσαν (σχ. 55).

Πρὸς κατανόησιν τῆς ἐνεργείας τοῦ μικροσκοπίου ἀ-

ναλύομεν αὐτὸ εἰς τὰ μέρη, εἰς τοὺς δύο φακοὺς. Τί-
θεμεν πρὸ τοῦ φακοῦ (σχ. 55) ὀλίγον μακρὰν τῆς ἐστίας
αὐτοῦ κηρὸν AB , ὅστις σχηματίζει, ὡς γνωστὸν ἐπὶ
τοῦ διαφράγματος εἰδῶλον αὐτοῦ τὸ $A_1 B_1$, φυσικόν,
ἀνεστραμμένον καὶ μεγαλείτερον. Ἀφαιροῦμεν νῦν τὸ
διάφραγμα καὶ πλησιάζομεν δεύτερον φακὸν τὸν 2, ὥστε



Σχ. 56.

τὸ εἰδῶλον $A_1 B_1$ νὰ κῆται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς
κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E_1 . Αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου $A_1 B_1$ ἐξε-
ρχόμεναι ἀκτῖνες διέρχονται τὸν δεύτερον φακὸν ἀπο-
κλίνουσαι (κατὰ τὰ ἐν § 53), ὁ δὲ ὀπίσθεν ὀφθαλμὸς
θα ἴδῃ τὸ ὀπτικὸν εἰδῶλον $A_2 B_2$ μεγαλείτερον ἀλλ' ἀ-
νεστραμμένον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐν τῷ μικροσκο-
πίῳ· διὰ τοῦ αὐτοφθαλμίου φακοῦ σχηματίζεται τὸ
πρῶτον εἶδῶλον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, διὰ δὲ τοῦ προσο-
φθαλμίου φακοῦ βλέπει ὁ ὀφθαλμὸς τὸ εἶδῶλον τοῦτο
μεγεθυνηέν.

§ 56. Τηλεσκόπιον. Τὸ ἀστερονομικὸν τηλεσκό-

πιον (σχ. 57) (Κέπλερ 1611), διά τοῦ ὁποίου παρατηροῦμεν τὰ οὐράνια σώματα, ἔχει δύο φακοὺς, μέγαν αὐτοφθάλμιον, καὶ μικρὸν προσοφθάλμιον κατὰ τὸ ἄ-



Σχ. 57.

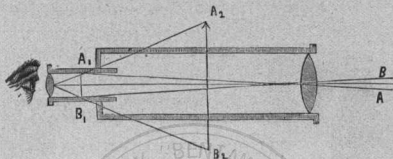
χρον κινητοῦ σωλήνος κείμενον. Πρὸς κατανόησιν τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ, τίθεμεν τον κηρὸν AB εἰς ἀπόστασιν 3 μέτρων ἀπὸ τοῦ φακοῦ 1 (σχ. 58) ἔχοντος μεγάλην ἐστιακὴν ἀπόστασιν, διὰ τοῦ ὁποίου σχηματίζεται τὸ εἶδωλον A_1B_1 τοῦ μακρὰν κειμένου σώματος AB τὸ ὁποῖον πίπτει ἐπὶ τοῦ διαφράγματος. Ἀφαιροῦμεν νῦν τὸ διάφραγμα καὶ πλησιάζομεν πρὸς τὸ εἶδωλον τὸν φακὸν 2, ὥστε τὸ εἶδωλον A_1B_1 νὰ πίπτῃ μεταξὺ τοῦ



Σχ. 58.

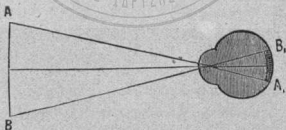
φακοῦ (2) καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας F_2 · ὁ ὀπισθεν τοῦ φακοῦ 2 ὀφθαλμὸς βλέπει τὸ ὀπτικὸν εἶδωλον A_2B_2 . Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐν τῇ τηλεσκοπίῳ. Διὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ σχηματίζεται (σχ. 59) τὸ εἶδωλον A_1B_1 τοῦ μακρὰν κειμένου σώματος AB , διὰ δὲ τοῦ

προσοφθαλμίου φακοῦ ὁ ὀφθαλμὸς βλέπει τὸ ὀπτικὸν εἶδωλον A_2B_2 , πλησιέστερον καὶ ἐπομένως σαφέστερον.



Σχ. 59.

§ 57. Ὁφθαλμός. Ὁπτικὸν ὄργανον εἶναι καὶ ὁ ὀφθαλμὸς (§ 38). Αἱ ἐκ τῶν αὐτοφώτων ἢ ἑτεροφώτων σωμάτων ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες διερχόμεναι τὸν κερατοειδῆ χιτῶνα, τὸ ὑδατώδες ὑγρὸν καὶ τὸν φακόν, καὶ διασταυρούμεναι σχηματίζουν εἶδωλον τοῦ σώματος AB (σχ. 60), μικρὸν καὶ ἀνέστραμμένον, τὸ ὅποιον



Σχ. 60.

πίπτον ἐπὶ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ἐξερεθίζει τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Διὰ τοῦ ἐρεθισμοῦ δὲ τούτου εἰς τὸν ἐγκέφαλον

μεταφερομένου καὶ πρὸς τὰ ἐκτὸς προβαλλομένου πα-
ράγεται τὸ αἶσθημα τῆς ἐράσεως.

§ 58. Διόπτραι. Αἱ διόπτραι τῶν θεάτρων (σχ.
61), συνίστανται ἐξ αὐτοφθαλμίου φακοῦ ἀμφικύρτου,



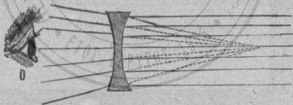
Σχ. 61.

καὶ ἐξ ἀμφικοίλου προσοφθαλμίου.

Δι' αὐτῶν τὰ μακρὰν κείμενα ἀν-
τικείμενα βλέπομεν πλησιέστερα
καθαρότερα καὶ ὀρθά. Πρὸς ἐξή-
γησιν τῆς ἐνεργείας αὐτῶν πρέπει
πρῶτον νὰ ἐξετάσωμεν τί πάσχω-

σιν αἱ διὰ τῶν ἀμφικοίλων φακῶν διερχόμεναι ἀκτίνες.

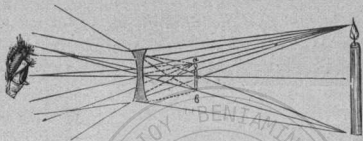
Ἐὰν ἀκτίνες ἡλιακαὶ παράλληλοι προσπέσωσιν ἐπὶ
ἀμφικοίλου φακοῦ (σχ. 62), διερχόμεναι αὐτὸν δὲν συγ-
κεντροῦνται, ἀλλ' ἀποκλίνουνσι, διὰ τοῦτο ὁ φακὸς οὐ-



Σχ. 62.

τος ὀνομάζεται ἀποκεντρωτικὸς. Ἐὰν δὲ τεθῇ ὁ ὀφθαλ-
μὸς εἰς τὸ O , θὰ φανῇ, ὅτι αἱ ἀκτίνες προέρχονται ἐκ
τοῦ σημείου E , κειμένου πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, ὅθεν ἔρ-
χονται καὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες. Τὸ σημεῖον τοῦτο ὡς
σχηματιζόμενον μόνον ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ἡμῶν, εἶνε ὀπτι-
κόν. Ἐπίσης δὲ καὶ αἱ ἐκ τοῦ φέγγοντος κηροῦ ἐξερ-

χόμεναι ἀκτῖνες διέρχονται τὸν ἀμφίκοilon φακὸν ἀποκλίνουσαι (σχ. 63), σχηματίζουσαι ἐπὶ τοῦ διαφράγματος φωτεινὸν δίσκον. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ τὰς



Σχ. 63.

ἀκτῖνας ταύτας, θὰ ἴδῃ εἶδωλον ὀπτικόν, ὀρθὸν μικρότερον καὶ πλησιέστερον εἰς τὸν φακόν· ὥστε τὰ διὰ τῶν ἀμφικοίλων φακῶν ὁρώμενα εἶδωλα εἶναι ὀπτικά καὶ ὀρθά.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς διόπτρας. Διὰ τοῦ ἀμφικύρτου ἀντοφθαλμοῦ φακοῦ θὰ ἐσχηματίζετο εἶδωλον τοῦ μακρὰν κειμένου σώματος. Πρὶν ὅμως σχηματισθῇ τοῦτο τίθεται ἀμφίκοιλος προσοφθάλμιος φακός, διὰ τοῦ ὁποῖου ὁ ὀφθαλμὸς δεχόμενος τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, σχηματίζει τὸ ὀπτικὸν εἶδωλον τοῦ σώματος ὀρθόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

59. **Ἀνάλυσις διὰ πρίσματος.** Οἱ διὰ πρισμα-
τικῶν ὑάλων κεκοσμημένοι πολυέλαιοι τῶν ἐκκλησιῶν
καὶ τῶν οἰκιῶν παρουσιάζουσιν, ὡς γνωστόν, τὰ λαμ-
πρότατα χρώματα, ὅταν ἡλιακὸν φῶς προσπίπτῃ ἐπ'
αὐτῶν· ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ λευκὸν ἡλιακὸν
φῶς διὰ τῶν ὑαλίνων πρισμάτων διερχόμενον ὑφίστα-
ται ἀλλοίωσιν.

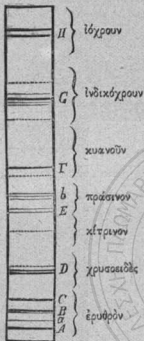
Πρὸς ἐξέτασιν τοῦ φαινομένου τούτου τίθεμεν εἰς
τὴν διὰ τῆς ὀπῆς εἰσερχομένην δεσμίδα ἡλιακῶν ἀκτί-
νων πρίσμα ὑαλινὸν οὕτως, ὥστε ἡ δεσμὶς νὰ πίπτῃ
ἐπὶ τῆς μιᾶς αὐτοῦ ἐδράς (σχ. 64) (ἢ μία κόψις τοῦ
πρίσματος νὰ ᾔνε ἐστραμμένη πρὸς τὰ κάτω). Ἐπὶ



Σχ. 64.

τοῦ τοίχου τοῦ δωματίου ἢ εἰς τὴν ὀροφὴν αὐτοῦ πα-
ρατηροῦμεν ταινίαν ἐπιμήκη ἐκ διαφόρων χρωμάτων
συνισταμένην: ἐρυθροῦ, χρυσοειδοῦς, κυτρίνου, πρα-

σίνου, κυανοῦ, ἰνδικοχρόου καὶ ἰοχρόου, (σχ. 65)



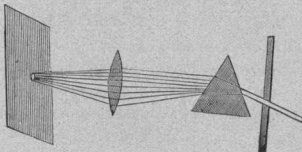
Σχ. 65.

ἀποτελούντων τὸ καλούμενον ἡλιακὸν φάσμα. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς δὲν εἶνε ἀπλοῦν, ἀλλὰ συνίσταται ἐξ ἀκτίνων διαφόρων χρωμάτων.

Ἐὰν ρίψωμεν τὸ φάσμα ἐπὶ φακοῦ συγκεντρωτικοῦ (σχ. 66), παρατηρεῖται πλησίον τῆς ἐστίας αὐτοῦ λευκὸν φῶς· ἥτοι τὰ ἐπὶ τὰ διάφορα χρώματα συνενούμενα ἀποτελοῦσιν ἐκ νέου τὸ λευκὸν φῶς.

§ 60. Φασματοσκόπιον.

Ὅργανα διὰ τῶν ὁποίων παρατηροῦμεν τὸ φάσμα τοῦ ἡλίου καὶ τῶν λοιπῶν σωμάτων ὀνομάζονται φασματοσκόπια. Διὰ



Σχ. 66.

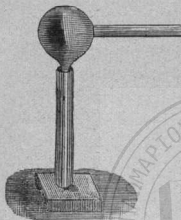
ποιοῦτων δὲ ὀργάνων παρατηροῦμεν τὸ ἡλιακὸν φά-

σμα δεικνύει ἐκτός τινων χρωμάτων καὶ γραμμὰς μελανὰς καθέτους (σχ. 65), ὀνομαζομένας γραμμὰς τοῦ Φραουενχόφερ, (ἔστις πρῶτος ταύτας τὸ 1814 παρετήρησε), δηλουμένας διὰ τῶν γραμμάτων Α, Β, C, D, E, F, G, H.

§ 61. Ἴρις. Τὴν χρωματικὴν τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἀνάλυσιν παρουσιάζει καὶ ἡ Ἴρις ἢ τὸ οὐράριον τόξον, ἀναφανισμένη, ὅταν ὀμβροφόρον νέφος εἴνε πρὸ τοῦ παρατηρητοῦ, ὃ δὲ ἡλῖος ὀπισθεν αὐτοῦ. Ἀναλόγως τοῦ ὕψους τοῦ ἡλίου ἡ Ἴρις ἔχει καὶ διάφορον μέγεθος. Κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν ἔχει μέγεθος ἡμιπεριφερείας κειμένη κατὰ μὲν τὴν ἀνατολὴν πρὸς τὸ δυτικὸν τοῦ οὐρανοῦ, κατὰ δὲ τὴν δύσιν πρὸς τὸ ἀνατολικόν. Ὅταν δὲ ὁ ἡλῖος ἵσταται ὑψηλότερον, τὸ τόξον εἶνε μικρόν. Καὶ τὸ μὲν ἐρυθρὸν κεῖται κατὰ τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ τόξου περιφέρειαν, τὸ δὲ ἰσχροὺν κατὰ τὴν ἐσωτερικὴν. Ἐκ τῶν συνθηκῶν τῆς γενέσεως αὐτῆς συμπεραίνομεν, ὅτι αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου πρέπει νὰ ᾔηνε αἱ καταπίπτουσαι σταγόνες τοῦ ὕδατος. Αὗται ὡς γνωστόν, ἔχουσι σχῆμα σφαιρικόν. Δύναται λοιπὸν σφαῖρα ἐξ ὕδατος νὰ ἀποσυνθῇ, ὡς καὶ τὸ πρίσμα, τὸ ἡλιακὸν φῶς ;

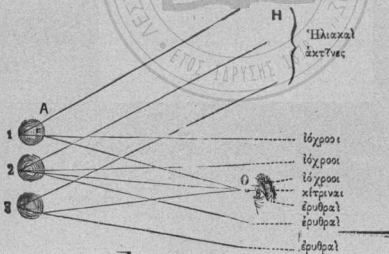
Πρὸς βεβαίωσιν τούτου ρίπτομεν τὴν διὰ τῆς ὀπῆς εἰσερχομένην δεσμίδα ἡλιακῶν ἀκτίνων πλαγίως ἐπὶ σφαίρας ὑαλίνης λίαν διαφανοῦς καὶ πλήρους ὕδατος διαυγοῦς· αἱ εἰσερχόμεναι ἀκτῖνες ἀντανακλῶνται ἐπὶ τῆς ὀπισθίας ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, ἐξερχόμεναι δὲ σχηματίζουν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος κύκλον (σχ. 67)

ἔγχρουν ἐκ τῶν ἐπτὰ χρωμάτων συνιστάμενον. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι καὶ σφαῖρα ἐξ ὕδατος ἐνεργεῖ ὡς πρίσμα ἀποσυνθέτουσα τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας.



Σχ. 67.

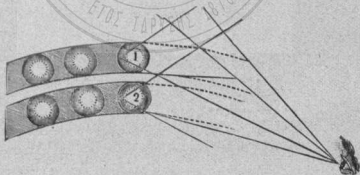
§ 62. Ὑποθέσωμεν νῦν σταγόνας τρεῖς (σχ. 68) τὴν μίαν ὑπὸ τὴν ἄλλην. Ἡ ἀκτις HA εἰσερχομένη εἰς τὴν πρώτην σταγόνα θλάται, προσπίπτουσα δὲ ἐπὶ τῆς ὀπισθίας ἐπιφανείας ἀντανακλᾶται κατὰ τὴν $BΓ$, καὶ ἐξερχομένη τῆς σταγόνος ἀποσυντίθεται εἰς τὰ



Σχ. 68.

7 χρώματα, ἐκ τῶν ὁποίων μόνον τὸ ἐρυθρὸν φθάνει εἰς

τὸν ὀφθαλμόν, τῶν λοιπῶν βαίνουσῶν ἄνω καὶ κάτω τοῦ ὀφθαλμοῦ· ὥστε ὁ ἐν τῷ Ο ὀφθαλμὸς δεχόμενος ἐκ τῆς σταγόνος 1 μόνον ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, θὰ ἴδῃ χρῶμα ἐρυθρόν. Ἐκ τῆς δευτέρας σταγόνος ὁ ὀφθαλμὸς δέχεται μόνον τὰς κιτρίνους, τῶν λοιπῶν βαίνουσῶν ἄνω καὶ κάτω αὐτοῦ, ἐπομένως θὰ ἴδῃ χρῶμα κίτρινον. Ἐκ τῆς τρίτης, ἔτι κατωτέρω κειμένης δέχεται μόνον ἰοχρόους, ἐπομένως βλέπει ἰόχρουν. Ὡστε ἐὰν εἴχωμεν ἐπὶ τὰ σταγόνας τὴν μίαν ὑπὸ τὴν ἄλλην ὁ ὀφθαλμὸς θὰ ἐδέχετο ἐξ ἐκάστης αὐτῶν ἀκτῖνας ἐνὸς μόνου χρώματος, ἐκ τῆς ἄνω πρώτης ἐρυθρᾶς, ἐκ τῆς ὑπ' αὐτὴν δευτέρας χρυσοειδοῦς, ἐκ τῆς ὑπ' αὐτὴν τρίτης κιτρίνας, ἐκ τῆς ὑπ' αὐτὴν τετάρτης πρασίνας καὶ τέλος ἐκ τῆς κατωτάτης ἐβδόμης ἰοχρόους· ἥτοι τὰ ἐπτά χρώματα ἄνω μὲν τὸ ἐρυθρόν καὶ κάτω τὸ ἰόχρουν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὴν ἱριδα. Αἱ καταπίπτουσαι σταγόνες εἶνε πολλαί, ταχύτατα ἀλλή-



Σχ. 69.

λας διαδεχόμεναι, σχηματίζουσαι συνεχῇ σειρὰν (σχ. 69).

Καὶ ἐκ μὲν τῆς ἀνωτάτης φθάνουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν μόνον αἱ ἐρυθραί, τῶν λοιπῶν βαινουσῶν ἄνω αὐτοῦ, ἐκ τῆς ὑποκάτω δευτέρας μόνον αἱ χρυσοειδεῖς, ἐκ τῆς ὑπ' αὐτὴν τρίτης μόνον αἱ κίτρινοι, καὶ τέλος ἐκ τῆς κατωτάτης αἱ ἰόχροι, τῶν λοιπῶν βαινουσῶν κάτω τοῦ ὀφθαλμοῦ.

§ 63. **Χρῶμα τῶν σωμάτων.** Ἐντὸς φωτιζομένου δωματίου ἔχομεν διάφορα ἀντικείμενα, χρώματος λευκοῦ, ἐρυθροῦ, κιτρίνου, πρασίνου κ.τ.λ. Ἐὰν τὰ σώματα ταῦτα, αὐτὰ καθ' ἑαυτὰ ἐξέπεμπον τὰς ἀκτῖνας τῶν διαφόρων χρωμάτων, ἔπρεπεν, ἀποκλειομένου τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, νὰ βλέπωμεν ταῦτα μετὰ τῶν ἰδίων αὐτῶν χρωμάτων. Καὶ ὅμως τὰ σώματα ταῦτα φαίνονται μελανά. Ἡ ἀπλῆ αὕτη παρατήρησις ἄγει ἡμᾶς εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι τὸ χρῶμα δὲν ἔγκειται ἐν αὐτοῖς τοῖς σώμασιν, ἀλλ' ὅτι ἕνεκα τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, λαμβάνουσι τὰ σώματα τὸ διάφορον αὐτῶν χρῶμα.

Παρακολουθοῦντες τὴν ιδεάν ταύτην ἐκτελοῦμεν τὰ ἐξῆς πειράματα. Εἰσάγομεν διὰ τῆς ὀπῆς δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἥτοι λευκὸν φῶς, τίθεμεν δὲ πρὸ τῆς ὀπῆς ὕαλον ἄχρουν· αἱ διερχόμεναι ἀκτῖνες παρέχουσι φῶς λευκόν: ἥτοι ἡ λευκὴ ὕαλος ἀφίνει νὰ διέρχωνται δι' αὐτῆς ὅλαι αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, αἰτῖνες, ὡς εἶδομεν, συνίστανται ἐκ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων. Τίθεμεν νῦν ὕαλον ἐρυθράν· ἡ διερχομένη δέσμις εἶνε ἐρυθρά, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ οὐσία ἐξ ἧς ἀποτελεῖται ἡ ἐρυθρὰ ὕαλος ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορ-

ροφῇ μὲν ὅλας τὰς ἄλλας ἀκτῖνας, τὰ ἀφίρη δὲ τὰ διέρχονται μόνον αἱ ἐρυθραί. Ἐάν δὲ προθέσωμεν κυαντὴν ὑαλόν, διέρχονται μόνον αἱ κυαναί, ἐν ᾧ αἱ τῶν λοιπῶν χρωμάτων ἀκτῖνες ἀπορροφῶνται. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ σώματα ἔχουσι τὴν ιδιότητα ἄλλας μὲν τῶν ἀκτίνων τὰ ἀπορροφῶσιν, ἄλλας δὲ τὰ ἀφίρωσι τὰ διέρχονται δι' αὐτῶν.

Τί δὲ συμβαίνει, ἐάν ἐγχροοὶ ἀκτῖνες προσπίπτωσιν ἐπὶ ἐγχρῶν σωμάτων; Ἐάν ἐπὶ ἐρυθροῦ χάρτου ρίψωμεν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας (τιθέντες πρὸ τῆς ὀπῆς τὴν ἐρυθρὰν ὑαλόν), ὁ ἐρυθρὸς χάρτης φαίνεται ζωηρότερον ἐρυθρός. Ἐάν ὁμως ρίψωμεν ἐπ' αὐτοῦ κυανᾶς, φαίνεται σχεδὸν μέλας. Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ, ἐάν ρίψωμεν κιτρίνας, ισοχρούς κ.τ.λ. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ ὕλη διὰ τῆς ὁποίας εἶνε κεχρωματισμένος ὁ ἐρυθρὸς χάρτης ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφᾷ μὲν τὰς τῶν ἄλλων χρωμάτων ἀκτῖνας, νὰ ἀντανάκλῃ δὲ μόνον τὰς ἐρυθράς, καὶ διὰ τοῦτο φαίνεται ἐρυθρός. Ἐπομένως τὰ διάφορα σώματα ἔχουσι τὴν ιδιότητα ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτοντος ἡλιακοῦ φωτός, ἄλλας μὲν τῶν χρωματικῶν ἀκτίνων τὰ ἀπορροφῶσιν, ἄλλας δὲ τὰ ἀντανάκλῶσι. Καὶ ἐάν μὲν ἀντανάκλῶσι μόνον τὰς ἐρυθράς, φαίνονται ἐρυθρά, ἐάν δὲ τὰς κυανᾶς, κυανᾶ κ.τ.λ. Ἐάν ἀντανάκλῶσι πάσας φαίνονται λευκά, ἐάν δὲ ἀπορροφῶσι πάσας φαίνονται ἄμαυρά καὶ μελανά. Ὡστε τὸ χρῶμα τῶν σωμάτων προέρχεται ἐκ τοῦ εἶδους τῶν ὑπ' αὐτῶν ἀντανάκλωμένων ἀκτίνων. Τὸ τοιοῦτον χρῶμα ὀνομάζομεν φυσικόν.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ

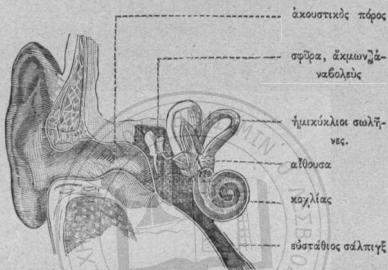
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΔΙΕΓΕΡΣΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

§ 64. Τὸ οὗς. Πολλὰ φαινόμενα, ὡς ὁ κρέτος τοῦ πυροβόλου, τῆς βροντῆς, ὁ ὁρὸς τῶν κυμάτων, ὁ συριγμὸς τοῦ ἀνέμου, ἡ κλαγγὴ συγκρουσμένων ὑαλίνων ποτηρίων, ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος, ὁ τόνος τῆς λύρας, κιθάρας καὶ τῶν λοιπῶν μουσικῶν ὀργάνων, περιλαμβανόμενα ὑπὸ τὸ κοινὸν ὄνομα τοῦ ἤχου, γίνονται ἡμῖν αἰσθητὰ διὰ τοῦ ὀργάνου τῆς ἀκοῆς, τοῦ ὠτός.

Τὸ οὗς (σχ. 70) ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὠτός, συνισταμένου ἐκ τοῦ χονδρώδους περυνγώματος καὶ τοῦ ἀκουστικοῦ πόρου φρασσομένου ὑπὸ ὑμένος λεπτοῦ τοῦ τυμπάνου. Ὅπισθεν αὐτοῦ κεῖται τὸ τυμπανόφρακτον κοίλωμα, πλήρες ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ κεῖνται τρία ὀστεῖα ἢ σφῆρα, ὁ ἄκμων, καὶ ὁ ἀναβολεύς, κινη-

τῶς πρὸς ἄλληλα συνδεόμενα. Ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοίχου τοῦ κοιλώματος κεῖνται δύο θυρίδες, ἡ ὡοειδὴς φρασσομένη ὑπὸ τῆς βάσεως τοῦ ἀναβολέως,



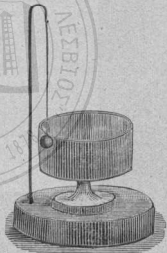
Σχ. 70.

καὶ ἡ στρογγύλη φρασσομένη ὑπὸ ὕμενος λεπτοῦ. Συγκοινωνεῖ δὲ τὸ κοίλωμα μετὰ τοῦ φάρυγγος διὰ τῆς εὐσταθείου σάλπιγγος. Ὅπισθεν καὶ πρὸς τὰ ἄνω τοῦ μεσαίου ὠτός κεῖται ὁ λαβύρινθος πολύπλοκον κοίλωμα, συνιστάμενον ἐκ τῆς ἐν τῇ μέσῳ κειμένης αἰθούσης, συνδεομένης διὰ τῆς ὡοειδοῦς θυρίδος μετὰ τοῦ μεσαίου ὠτός. Ἐκ τῆς αἰθούσης ἄρχονται οἱ τρεῖς ἡμικύκλιοι σωληνες, πρὸς δὲ τὰ κάτω ὁ κοχλίας, οὗτινος τὸ ἔνδον χωρίζεται διὰ τοῦ ἐλικοειδοῦς πετάλου εἰς δύο ἐλικοειδεῖς σωληνας, τὰς κλίμακας. Ἐντὸς τοῦ ἐστέινου λαβυρίνθου κεῖται ὁ ὕμενώδης λαβύριν-

θος, συνιστάμενος ἐκ δύο ἀσκιδίων ἐν τῇ αἰθούσῃ κειμένων, πλήρων ὕλης γλοιώδους, τῆς ἐνδολύμφης, ἐκ τῶν ὑμενωδῶν ἡμικυκλίων σωλήνων, καὶ τοῦ ὑμενώδους ἐλικοειδοῦς πετάλου, ἐπὶ τοῦ ὀστείνου πετάλου τοῦ κοχλίου κειμένου. Ἐντὸς τοῦ ὑμενώδους λαβυρίνθου διακλαδίζεται τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον (πλεϊότερα ἴδε Ζωολογίαν, σελ. 105).

Πρόκειται νῦν νὰ ἐξετάσωμεν, τί πάτχει τὸ ἡχοῦν σῶμα, καὶ πῶς ὁ ἦχος ἐξ αὐτοῦ φθάνει εἰς τὸ οὖς ἡμῶν.

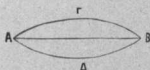
§ 65. Διέγερσις τοῦ ἤχου. Πλήττομεν κώδωνα ὑάλινον (σχ. 71), ἢ σύρομεν ἐπὶ τῶν χειλέων αὐτοῦ πλήκτρον λύρας (ἐπιχρισθὲν διὰ κολwfωνίου), ἕως οὗ παρὰ χθῆ ἦχος, καὶ πλησιάζομεν σφαιρίδιον φελλοῦ ἐξηρητημένον διὰ νήματος ὥστε νὰ ἐφάπτηται τοῦ κώδωνος. Ἐφ' ὅσον ὁ κώδων ἤχεϊ, τὸ σφαιρίδιον ἀνατινάσσεται. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι ἐφ' ὅσον ὁ κώδων ἤχεϊ κραδαίνεται, ἢ ἐμβάλλεται εἰς τρομώδεις κινήσεις.



Σχ. 71.

Ἐπίσης δὲ ἐὰν μεταξὺ δύο ἐπὶ τραπέζης ἐμπεπηγμένων ἡλῶν ἐντείνομεν λεπτὸν μεταλλικὸν σύρμα (σχ. 72), ἢ χορδὴν δύο μέτρων μήκους, σύρωμεν δ' αὐτὴν ἰσχυρῶς πρὸς τὰ δεξιὰ, καὶ εἶτα ἀφήσωμεν ἐλευθέραν.

ἡ χορδὴ ἐπιστρέφει εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς ὀριζόντιον θέσιν, ὑπερβαίνει αὐτὴν βαίνουσα πρὸς τὰ ἀριστερά, καὶ εἴτα ἐπιστρέφει, ἐκτελοῦσα δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ τῆς



Σχ. 72.

πρώτης ὀριζοντίου θέσεως κινήσεις, παράγουσα συγχρόνως καὶ ἀσθενῆ ἤχον. Τὴν κίνησιν τῆς χορδῆς ἀπὸ τοῦ ΑΓΒ μέχρι ΑΔΒ ὀνομάζομεν *παλμὸν*, τὰς δὲ τοιαύτας κι-

νήσεις *παλμικὰς κινήσεις*.

Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι ἵνα σῶμά τι παραγάγῃ ἤχον πρέπει νὰ ἐμβληθῇ εἰς παλμικὰς κινήσεις.

§ 66. *Διάδοσις τοῦ ἤχου.* Ἴνα αἰσθανθῶμεν τὸν ἤχον ἀρκεῖ μόνον τὸ σῶμα νὰ πάλῃ, ἢ πρέπει αἱ παλμικαὶ κινήσεις νὰ διαδοθῶσιν διὰ τινος μέσου μέχρι τοῦ ὠτός ἡμῶν; Μεταξὺ τοῦ κραδαιομένου σώματος καὶ τοῦ ὠτός παρεμπίπτει ὁ ἀήρ.



Σχ. 73.

Ἄν ὁ ἀήρ δὲν ᾔνε ἀπαραίτητος πρὸς διάδοσιν τοῦ ἤχου, πρέπει νὰ ἀκούωμεν τὸν ἤχον σώματος, καὶ ἀφοῦ ἀφαιρέσωμεν τὸν περίξ αὐτοῦ ἀέρα. Πρὸς τοῦτο ἐπιπωματοῦμεν ἀσφαλῶς φιάλην (σχ. 73) δι' ἐλαστικοῦ πώματος φέροντος ὀπήν, διὰ τῆς ὁποίας διέρχεται νῆμα φέρον κωδω-

νίσκον, καὶ σωλὴν ὑάλινος κεκαμμένος. Κινοῦντες τὴν φιάλην, ἀκούομεν τὸν ἤχον τοῦ κώδωνος ἰσχυρῶς. Ἐὰν

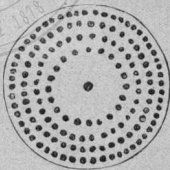
ὁμοως, ἀπορροφῶντες διὰ τοῦ σωλῆνος ἀραιώσωμεν τὸν ἐν τῇ φιάλῃ ἀέρα, κλείσωμεν τὸν σωλῆνα, καὶ κινήσωμεν τὴν φιάλην ὡς καὶ προηγουμένως, ὁ ἤχος εἶνε ἀσθενής. Καὶ ἐὰν ἀφαιρέσωμεν ὅλον τὸν ἀέρα οὐδὲν ἀκούομεν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἀὴρ εἶνε ἀπαραίτητος πρὸς διάδοσιν τοῦ ἤχου.

Ὁ ἐν τῇ θαλάσῃ καταδυόμενος ἀκούει τὰς φωνὰς τῶν ἐπὶ τῆς παραλίας ὁμιλούντων, ὡς καὶ ὁ ἐπὶ τῆς παραλίας ἀκούει τὸν κρότον τῶν συγκρουομένων ἐντὸς τῆς θαλάσσης λίθων, ἐκ τοῦ ὁποῦ συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἤχος διαδίδεται καὶ διὰ τῶν ρευστῶν.

Ἐὰν τὸ ἄκρον ἐπιμήκουσ θρανίου ἢ δοκοῦ ξύσωμεν ἐλαφρῶς διὰ πτεροῦ, ὁ πλησίον τοῦ ἐτέρου ἄκρου ἰστάμενος οὐδὲν ἀκούει. Ἐὰν ὁμοως ἐπιθέσῃ τὸ οὖς ἐπὶ τῆς δοκοῦ ἀκούει τὸν ἤχον· ἦτοι ὁ ἤχος διαδίδεται καὶ διὰ τῶν στερεῶν.

Τὰ ἄνω πειράματα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι ὁ ἤχος πρὸς διάδοσιν ἀπαιτεῖ ὑλικόν τι μέσον, ἀερῶδες, ἢ ρευστὸν ἢ στερεόν.

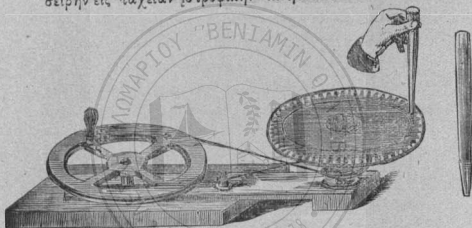
§ 67. Ἡχητικὰ κύματα. Πρὸς κατανόησιν τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι κατασκευάζομεν ἐκ λευκοσιδήρου ἢ καὶ χαλκοῦ δίσκον (σχ. 74), 40 ἑκατοστομέ-



Σχ. 74

τρων διαμέτρου, καὶ ἀνοίγομεν κατὰ τέσσαρας ὁμο-

κέντρους κύκλους ὅπας 5 χιλιοστομέτρων διαμέτρου, ὡς ἐν τῷ σχήματι. Ὁ ἐσωτερικὸς κύκλος φέρει 48 ὀπὰς, ὁ περὶ αὐτὸν δεύτερος 60, ὁ τρίτος 72 καὶ ὁ τέταρτος 96. Τὸ τοιοῦτον ὄργανον ὀνομάζεται σειρήν, τὴν ἑποῖαν στερεοῦμεν κατὰ τὸ κέντρον αὐτῆς ἐπὶ ἄξονος, τὸν ὁποῖον κοχλιοῦμεν ἐπὶ μηχανῆς (σχ. 75), διὰ τῆς ὁποίας ἐμβάλλεται ἡ σειρήν εἰς ταχείαν στροφικὴν κίνησιν. Δι' ὑαλίνου δὲ

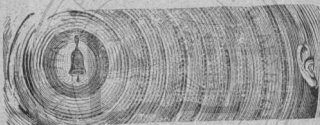


Σχ. 75.

σωλήνος, ἀπολήγοντος εἰς ῥάμφος στενώτερον τοῦ εὐ-
ρους τῶν ὀπῶν τῆς σειρήνος, ἐμφυσῶμεν σφοδρὸν ρέυ-
μα ἀέρος ἐπὶ τῶν ὀπῶν τοῦ ἐσωτερικοῦ κύκλου τῆς
στρεφομένης σειρήνος. Κατὰ πρῶτον παράγεται ἡχος
ἄσαφης διὰ ταχυτέρας στροφικῆς κινήσεως σαφέστερος
καθιστάμενος. Παράγεται δὲ ὁ ἡχος οὗτος ὡς ἐξῆς.
Ὅταν ὑπὸ τὸν σωλήνα εὕρισκῃται κώλυμα ὃ ἐμφυσώ-
μενος ἀήρ συμπυκνοῦται, ὅταν δὲ παρέλθῃ ὑπ' αὐτὸν
ὁπῇ, ὁ συμπυκνωθεὶς ἀήρ διέρχεται δι' αὐτῆς ἐπιφύρων

ῶσιν, καὶ ἐπομένως συμπύκνωσιν τοῦ ὑποκάτω ἀέρος. Ὅσαι λοιπὸν ὁπαὶ καὶ μὴ ὁπαὶ παρέρχονται ὑπὸ τὸν σωλῆνα, τσαυταὶ συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις τοῦ ἀέρος παράγονται, αἵτινες ὀνομάζονται ἡχητικὰ κύματα.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς πᾶν ἡχοῦν σῶμα. Τοῦτο παλλόμενον ἐπιφέρει ἐναλλὰξ συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις τοῦ πέριξ ἀέρος, σχηματίζον ἡχητικὰ κύματα ἐναλλὰξ πυκνούμενα καὶ ἀραιούμενα (σχ. 76), ἅτινα φθάνοντα εἰς τὸ οὖς πλήττουσι τὸ τύμπανον, ἐμ-



Σχ. 76.

βάλλοντα αὐτὸ εἰς τρομώδεις κινήσεις, αἵτινες ἐκ τοῦ τυμπάνου μεταδίδονται καὶ εἰς τὰ ὀστεάρια καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοιλώματι ἀέρα. Καὶ διὰ μὲν, τῶν ὀσταρίων μεταδίδεται ἡ κίνησις διὰ τῆς ὠσειδοῦς θυρίδος εἰς τὴν αἴθουσαν, διὰ δὲ τοῦ ἐν τῷ κοιλώματι ἀέρος διὰ τῆς στρογγύλης θυρίδος εἰς τὸν κοχλίαν. Οὕτω δὲ τὸ ἐντὸς τῆς αἰθούσης καὶ τοῦ κοχλίου ὑγρὸν ἐμβάλλεται εἰς κυματοειδεῖς κινήσεις, αἵτινες διὰ τοῦ ὑμενώδους λαβυρίνθου μεταδιδόμενα εἰς τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον παράγουσι τὸ αἶσθημα τῆς ἀκοῆς.

§ 68. **Ψόφος, τόνος.** Ἐὰν αἱ κυμάνσεις τοῦ ἀέρος ᾗνε ἀκανόνιστοι, ὅτε μὲν ταχέως, ὅτε δὲ βραδέως ἀλλήλας διαδεχόμεναι, παράγεται ὁ ψόφος ἢ ὁ κρότος, ὡς ὁ κρότος πυροβόλου. Ἐὰν ὁμοῦ διαδέχωνται ἀλλήλας κανονικῶς κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα παράγεται ὁ τόνος. Τόνον παράγομεν στρέφοντες ταχέως καὶ κανονικῶς τὴν σειρήνα.

§ 69. **Ὑψος τοῦ τόνου.** Τὸ εὖς ἡμῶν διακρίνει διαφόρους βαθμοὺς τόνου, πόνον βαρύν, ὀξύν, ὀξύτερον καὶ ὀξύτατον. Τὴν ποικιλίαν ταύτην ὀνομάζομεν ὕψος τοῦ τόνου, τὸ ὅποιον κατὰ τὰ προηγούμενα πρέπει νὰ προέρχεται ἐκ τῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς τὰ ἡχητικὰ κύματα διαδέχονται ἀλλήλα, ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, ὅσον πλειοτέρας παλμικὰς κινήσεις ἐκτελεῖ σῶμά τι εἰς 1'', τόσον καὶ ὁ τόνος πρέπει νὰ ᾗνε ὀξύτερος. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἐμπυσῶμεν διὰ τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ κύκλου τῆς στρεφομένης σειρήνος, μέχρις οὗ παραχθῇ καθαρὸς τόνος, τὸν ὅποιον λαμβάνομεν ὡς βάσιν. Ἐστω δέ, ὅτι ἡ σειρὴν πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἡχοῦ τούτου ἐκτελεῖ 10 στροφὰς εἰς 1''. Ἐπειδὴ εἰς ἐκάστην στροφὴν συμβαίνουνσι 48 συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις, εἰς 10 στροφὰς γίνονται: $48 \times 10 = 480$ συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις, αἷτινες ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὸν τόνον ἐκεῖνον. Ἐν ᾧ δὲ ἡ σειρὴν στρέφεται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος ἐκτελοῦσα εἰς 1'' στροφὰς 10, φέρομεν τὸν σωλῆνα εἰς τὸν δεῦτερον κύκλον, τὸν ἔχοντα 60 ὀπὰς, ὁ τόνος γίνεται ὀξύτερος. Συμβαίνουνσι δὲ ἐνταῦθα εἰς 1'', $60 \times 10 = 600$ συμπυκνώσεις καὶ

ἀραιώσεις τοῦ ἀέρος, παράγουσαι τὸν ὀξύτερον τοῦ-
τον τόνον, καὶ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς αὐτόν. Μεταφε-
ρομένου τοῦ σωλήνος εἰς τὸν τρίτον κύκλον τῶν 72 ὀ-
πῶν, ὁ τόνος γίνεται ἔτι ὀξύτερος. Συμβαίνουνσι δὲ ἐν-
ταῦθα εἰς $1''$ $72 \times 10 = 720$ συμπνευνώσεις καὶ ἀ-
ραιώσεις τοῦ ἀέρος, παράγουσαι τὸν ὀξύτερον τοῦτον
τόνον καὶ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς αὐτόν. Ἐκ τούτου
ἔπεται, τὸ ὕψος τοῦ τόνου αὐξάνει ἀταλόγως τῶν εἰς
τὸν αὐτὸν χρόνον (εἰς $1''$) γενομένων παλμικῶν κι-
νήσεων.

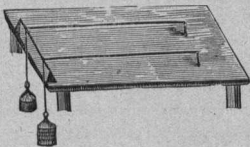
§ 70. Ταχύτης τοῦ ἤχου. Πλησίον ξυλοκόπου
ιστάμενοι βλέπομεν τὸν κατερχόμενον πέλεκυν, καὶ
συγχρόνως ἀκούομεν τὸν κτύπον, ἐξ ἀποστάσεως ὅμως
ἀκούομεν τὸν κτύπον μετὰ παρέλευσιν ὀλίγου χρονικοῦ
διαστήματος. Ἐπίσης ἐκ τοῦ πλησίον συγχρόνως βλέ-
πομεν τὴν λάμψιν καὶ ἀκούομεν τὸν κρότον ἐκφυρσο-
κροτοῦντος πυροβόλου, ἐξ ἀποστάσεως ὅμως πρῶτον
βλέπομεν τὴν λάμψιν καὶ εἴτα μετὰ χρόνον τινὰ ἀ-
κούομεν τὸν κρότον. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι
ἡχητικὰ κύματα, ἵνα φθάσωσιν ἐκ τοῦ ἤχοπαραγω-
γοῦ σώματος μέχρι τοῦ ὠτός ἀπαιτοῦσι χρόνον τινά.
Ἐὰν ἐξ ἀποστάσεως 333 μέτρων ρίψῃ τις πυροβό-
λον, βλέπομεν ἁμέσως τὴν λάμψιν, καὶ μετὰ παρέ-
λευσιν ἐνὸς δευτερολέπτου ἀκούομεν τὸν ἤχον: ἦτοι
τὰ ἡχητικὰ κύματα εἰς ἐν δευτερόλεπτον διατρέ-
χουσι 333 μέτρα, τὰ ἑποῖα ὀνομάζομεν ταχύτητα τοῦ
ἤχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΗΧΟΠΑΡΑΓΩΓΑ ΣΩΜΑΤΑ

§ 71. Χορδαί. Ἡ κιθάρα, ἡ λύρα καὶ ἐν γένει πάντα τὰ ἑγχορδα ὄργανα φέρουσιν ἐπὶ κοίλου ὑποστηρίγματος χορδὰς διαφόρου πάχους καὶ διαφόρου ἐντάσεως. Ὁ δὲ κιθαρωδὸς διὰ τοῦ δακτύλου πιέζων ἐλαττώνει τὸ μήκος ὅτε μὲν τῆς μιᾶς ὅτε δὲ τῆς ἄλλης χορδῆς. Ἐκάστη χορδὴ κρουομένη παράγει ἴδιον τόνον, αἱ παχεῖαι βαρύν, αἱ λεπταὶ ὀξύν, αἱ χαλαραὶ βαρύν, αἱ τεταμέναι ὀξύν, ὅστις γίνεται ὀξύτερος μεταβαλλομένου τοῦ μήκους τῆς χορδῆς. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ὕψος τοῦ τόνου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ πάχους, ἐκ τῆς τάσεως, καὶ ἐκ τοῦ μήκους τῆς χορδῆς. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτων ἐκτελοῦμεν τὰ ἐξῆς πειράματα.

α) Εἰς δύο ἤλους ἐπὶ τραπέζης προσδένομεν δύο χορδὰς ἰσομήκεις ἀλλὰ διαφόρου πάχους (σχ. 77), κατὰ δὲ τὸ ἄκρον τῆς τραπέζης τίθεμεν τριγωνικὸν πρίσμα



Σχ. 77.

ξύλινον, ἐπὶ τῆς κόψεως δ' αὐτοῦ ἐντείνομεν τὸ ἕτερον

ἄκρον τῶν χορδῶν διὰ τῶν αὐτῶν βαρῶν (π. χ. 2000 γρ.) Κραδαίνοντες νῦν τὰς χορδὰς διὰ τοῦ δακτύλου ἢ διὰ τοῦ τόξου λύρας ἀκούομεν, ὅτι ἡ λεπτοτέρα χορδὴ παράγει ὀξύτερον τόνον. Ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ὕψος τοῦ τόνου δύο ὁμοειδῶν καὶ τῆς αὐτῆς τάσεως χορδῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον τοῦ πάχους ἢ τῆς διαμέτρου αὐτῶν.

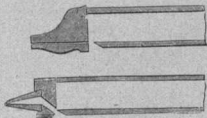
β) Εἰς τοὺς ἥλους προσδένομεν δύο ἰσοπαχείας χορδὰς, καὶ ἐντείνομεν αὐτὰς τὴν μὲν δι' ἑνὸς χιλιογράμμου, τὴν δὲ διὰ 2 χιλιογράμμων, καὶ παράγομεν τόνον· ὁ τόνος τῆς δευτέρας χορδῆς εἶνε ὀξύτερος· ἦτοι τὸ ὕψος τοῦ τόνου δύο ὁμοειδῶν καὶ ἰσομήκων χορδῶν εἶνε ἀνάλογον τῆς τάσεως αὐτῶν.

γ) Ἐντείνομεν διὰ τῶν αὐτῶν βαρῶν δύο χορδὰς ἰσοπαχείας, ἀλλὰ τὴν μίαν διπλασίαν τὸ μήκος τῆς ἑτέρας, καὶ παράγομεν τόνον· ὁ τόνος τῆς βραχυτέρας εἶνε ὀξύτερος· ἦτοι τὸ ὕψος τοῦ τόνου δύο ὁμοειδῶν καὶ τῆς αὐτῆς τάσεως χορδῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον τοῦ μήκους αὐτῶν.

Συνοψίζοντες τοὺς τρεῖς τούτους νόμους λέγομεν, ὅτι τὸ ὕψος τοῦ τόνου τῶν χορδῶν εἶνε ἀνάλογον τῆς τάσεως, καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογον τοῦ μήκους καὶ τῆς διαμέτρου αὐτῶν.

§ 72. **Ἡχητικοὶ σωλῆνες.** Εἰς ἄλλα δὲ ὄργανα, ὡς εἰς τὸν αὐλόν, τὸν πλαγίαυλον, τὴν σάλπιγγα κτλ., ὁ ἤχος παράγεται εἰσφυσσωμένου τοῦ ἀέρος. Καὶ ἄλλα μὲν τῶν ὀργάνων τούτων ἔχουσι μόνον στόμα

μετά δύο χειλέων (σχ. 78), ὧν τὸ ἄνω ἀπολήγει εἰς ὀξύ, ἄλλα δὲ φέρουσι καὶ γλῶσσαν. Ἐκ τῶν περι-



Σχ. 78.

παραγωγῆς (§ 65), πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι διὰ τοῦ ἐμφυσωμένου ἀέρος πρέπει νὰ συμβαίνωσιν ἐντὸς τοῦ ἡχητικοῦ σωλήνος συμ-

σεις τοῦ ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρος: ἤτοι κύματα αὐτοῦ ἐναλλὰξ πυκνὰ καὶ ἀραιὰ παράγοντα τὸν ἦχον. Ὅτι δὲ στήλη ἀέρος κυμαινομένη παράγει ἦχον ἀποδεικνύομεν ὡς ἐξῆς. Εἰς τὸ στόμιον κυλίνδρου, ὕψους 0μ,25 (ἐὰν ὁ κύλινδρος ἦνε ὑψηλότερος ἐπιχέομεν ὕδωρ, (σχ. 79) ὥστε τὸ ὕψος τοῦ ἐν αὐτῷ ἀέρος νὰ ἦνε 0μ,25) πλη-



Σχ. 79.

σιάζομεν τὸ τονάριον (διαπασῶν) (ράβδον ἐκ χάλυβος μετὰ παραλλήλων σκελῶν στηριζομένων ἐπὶ κοίλου ποδός) τὸ ὁποῖον διὰ πλήξεως ἐμβάλλομεν εἰς παλμικὰς κινήσεις. Ὁ ἐν τῷ κυλίν-

δρῳ ἄηρ παράγει ἦχον προερχόμενον ἐκ τῶν ἡχητικῶν κυμάτων τοῦ ἐν αὐτῷ ἀέρος, προκαλουμένων ὑπὸ τῶν δονήσεων τοῦ τοναρίου.

§ 73. Φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου. Τὸ φωνητικὸν τοῦ ἀνθρώπου ὄργανον εἶνε ὁ λάρυγξ,

(σχ. 80), συνιστάμενος ἐκ διαφόρων κινητῶν χόνδρων,



Σχ. 80. Χόνδροι τοῦ λάρυγγος ἐκ τῶν ὀπίσθεν ὁρωμένων.

τοῦ κρικοειδοῦς, τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοειδῶν ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ κρικοειδοῦς κειμένων. Μεταξὺ ἐλάστου ἀρυταινοειδοῦς καὶ τοῦ θυρεοειδοῦς ἐντείνονται ἐλαστικαὶ ἵνες παράλληλοι, αἱ φωνητικαὶ χορδαὶ (σχ. 81) σχηματίζουσαι μεταξὺ στενὴν δίοδον



Σχ. 81. Τομὴ κάθετος δια τοῦ λάρυγγος.

τὴν φωνητικὴν σχισμὴν (σχ. 82) (λεπτομερέστερον ἴδε Ζωολογίαν σελ. 140). Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἐνερ-

γείας αὐτοῦ ἐφαρμόζομεν ἐπὶ ὑαλίνου σωλήνος ἐλα-



Σχ. 82.

ρῆυμα ἀέρος παράγομεν τόνον, ὅστις διὰ μεγαλειτέρας τάσεως τῶν χειλέων τῆς σχισμῆς καθίσταται ὀξύτε-



Σχ. 83.

στικόν σωλήνα (σχ. 83) μήκους 5 μέχοις 7 καὶ εὐρους 2 μέχρι 3 ἑκατοστομέτρων. Ἐντείνοντες διὰ τῶν δακτύλων τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἐλαστικοῦ σωλήνος σχηματίζομεν στενὴν σχισμὴν, ὡς ἐν τῷ σχήματι. Εἰσφυσῶντες δὲ διὰ τοῦ ὑαλίνου σωλήνος σφοδρὸν ρῆυμα ἀέρος παράγομεν τόνον, ὅστις διὰ μεγαλειτέρας τάσεως τῶν χειλέων τῆς σχισμῆς καθίσταται ὀξύτερος. Πρὸς δὲ τούτοις παρατηροῦμεν σαφῶς καὶ τὰς τρομώδεις κινήσεις τῶν χειλέων τῆς σχισμῆς. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν λάρυγγα. Τὸ ἐκ τῶν πνευμόνων καὶ τῆς τραχείας ἀρτηρίας προερχόμενον σφοδρὸν ρῆυμα τοῦ ἀέρος ἐμβάλλει εἰς τρομώδεις κινήσεις τὰς φωνητικὰς χορδὰς, διὰ τῶν ὁποίων παλλομένων παράγεται ἡ φωνή.

§ 74. Χροιά τοῦ ἤχου. Ἡ παρατήρησις διδάσκει ἡμᾶς ὅτι εὐκόλως διακρίνομεν τὸν τόνον τοῦ αὐλοῦ ἀπὸ τὸν τῆς λύρας καὶ ἀπὸ τὸν τοῦ κλειδοκυμβάλου. Ἐκαστον δηλ. ἡχοπαραγωγὸν ὄργανον παρέχει εἰς τὸν αὐτὸν τόνον ἰδιάζοντα χαρακτῆρα, ὅπερ ὀνομάζομεν

χροιάν (ἢ ποιόν) τοῦ τόνου. Αἰτία τούτου εἶνε, ὅτι ἑκαστος τόνος δὲν εἶνε ἀπλοῦς, ἀλλὰ συνοδεύεται καὶ ὑπὸ ἐτέρων τόνων ὀξυτέρων, μετὰ τοῦ κυρίου τόνου συνηχούντων, ἐκ τῶν ἐποίων προκύπτει ἡ ἰδιάζουσα χροιά, τοῦ αὐτοῦ τόνου τῶν διαφόρων ὀργάνων.

Συνήχησις. Ὁ ἦχος ὠρολογίου ἐν τῷ ἀέρι εἶνε ἀσθενής, καθίσταται δὲ ἰσχυρότερος ἐπιτιθεμένου τούτου ἐπὶ τραπέζης. Ἐπίσης ὁ ἦχος χορδῆς μεταξὺ τῶν δακτύλων τεταμένης εἶνε ἀσθενής, ἐπὶ κοίλου ὅμως στηρίγματος ἐντεινομένης καθίσταται ἰσχυρότερος. Φανερόν ἐκ τούτων γίνεται, ὅτι ἐκτὸς τοῦ παλλομένου ἡχοπαραγωγοῦ σώματος, καὶ τὸ ξύλον ἐμβάλλεται εἰς παλμικὰ κινήσεις, ἐνισχυούσας τὸν ἦχον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζομεν *συνήχησιν*. Ἔνεκα τούτου καὶ τῶν ἐγγόρδων ὀργάνων αἱ χορδαὶ εἶνε τεταμέναι ἐπὶ κοίλων ξυλίνων ὑποστηριγμάτων.

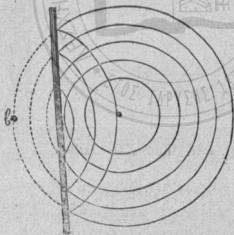
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

§ 75. **Ἡχώ.** Γνωστὸν εἶνε τὸ φαινόμενον τῆς ἡχοῦς ἐντὸς ἐκκλησιῶν, ἀνὰ τὰ ὄρη καὶ τὰς κοιλάδας, καθ' ὃ συλλαβαὶ καὶ λέξεις ἐλόκληροι σαφῶς ἐπαναλαμβάνονται. Καὶ πρῶτον μὲν ἀκούομεν τῆς φωνῆς ἡμῶν, μετὰ παρέλευσιν δὲ χρονικοῦ διαστήματος ἀκούομεν τὴν αὐτὴν φωνήν, ὡς ἀπὸ δευτέρου προσώπου προερχομένην

ἐκ τοῦ μέρους, ἔνθα ὑπάρχει ἢ τοῖχος ἢ ἄλλο τι κώλυμα. Κατὰ τὰ προηγούμενα δέ, ἵνα καὶ δεύτερον ἀκούσωμεν, πρέπει ἡχητικὰ κύματα ἐκ τοῦ ἀντιθέτου μέρους προερχόμενα νὰ φθάσωμεν εἰς τὸ σὺς ἡμῶν. Τὰ κύματα ταῦτα δὲν εἶνε ξένα ἀλλὰ τὰ διὰ τῆς φωνῆς ὑφ' ἡμῶν παραχθέντα, τὰ ὅποια βεβαίως πρέπει νὰ ἐπιστρέψωσιν ἐκ τοῦ κωλύματος, πάσχοντα τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι ἐπὶ λείας ἐπιφανείας. ἤτοι ἀντανακλῶνται.

Ἵνα κατανοήσωμεν τὸν τρόπον τῆς ἀντανακλάσεως τῶν ἡχητικῶν κυμάτων, ἐξετάζομεν τί πάσχουσι τὰ θαλάσσια κύματα. Ταῦτα φθάσαντα εἰς τὴν ἀκτὴν, καὶ μάλιστα ἐὰν ὑπάρχῃ τοῖχος ἢ πρόβλημα, προσπίπτουσιν ἐπ' αὐτῶν καὶ ἔπειτα ἐπανακάμπτουσι καταφανῶς.

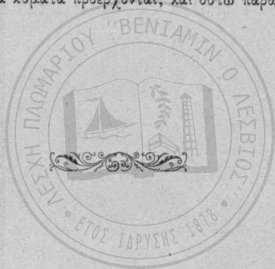


Σχ. 84.

Ἐπίσης ἐὰν ἐντὸς στρογγύλου εὐρέος δοχείου (σχ. 84) πλήρους ὕδατος προκαλέσωμεν ἐν τῷ κέντρῳ αὐτοῦ κύμα, ῥίπτοντες λιθάριον, τὸ κύμα ἐξαπλοῦται κυκλικῶς, φθάσαν δὲ εἰς τὸ χεῖλος ἐπαναστρέφει σχηματίζον ἐκ τοῦ τοί-

χου νέον κύμα, ὡς ἐὰν τοῦτο προήρχετο ἐκ σημείου θ, ὀπισθεν τοῦ τοίχου κειμένου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο

ὀνομάζομεν ἀντανάκλασιν τῶν κυμάτων. Τὸ αὐτὸ δὲ πάσχουσι καὶ τὰ ἡχητικὰ τοῦ ἀέρος κύματα. Προσπίπτοντα ἐπὶ κωλύματός τινος ἀντανεκλῶνται ἐπιστρέφοντα πρὸς τὸ κέντρον, τὸν ἄνθρωπον, ἐξ οὗ παρήχθησαν, εἰσερχόμενα δὲ εἰς τὸ οὖς παράγουσι νέον αἰσθημα ἄκοης. Τὸ δὲ οὖς, (ὡς καὶ ὁ ὀφθαλμός), αἰσθάνεται τὸν ἦχον ὡς προερχόμενον ἐκ τοῦ μέρους, ἐκ τοῦ ὁποίου τὰ ἡχητικὰ κύματα προέρχονται, καὶ οὕτω παράγεται ἡ ἡχώ.



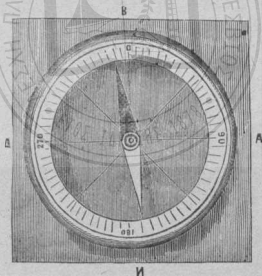
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

§ 76. Ναυτική πυξίς. Ἡ ναυτική πυξίς (σχ. 85)



Σχ. 85.

συνίσταται ἐκ βελόνης σιδηρᾶς στηριζομένης ἐπὶ καθέ-
του ἄξονος καὶ φερούσης δίσκον ἐκ χάρτου, ἐπὶ τοῦ ὁ-

ποίου σημειοῦνται τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος, τοῦ βορείου διακρινομένου δι' ἰδιαιτέρου σημείου, ἀντιθέτως αὐτοῦ κεῖται τὸ νότιον, δεξιὰ τὸ ἀνατολικόν, ἀντιθέτως δὲ αὐτοῦ τὸ δυτικόν, καὶ μεταξὺ αὐτῶν, αἱ ὑποδιαίρέσεις Β. Α., Β. Δ., Ν. Α., Ν. Δ. Ὅπως καὶ ἂν στρέψωμεν τὴν πυξίδα, ἡ βελὼν καὶ μετ' αὐτῆς ὁ δίσκος κινεῖται, λαμβάνοντα ὠρισμένην θέσιν, στρέφοντα τὸ βόρειον σημεῖον πρὸς βορρᾶν. Πρόκειται νῦν νὰ ἐξετάσωμεν, τίς δύναμις ἀναγκάζει τὴν βελὼν νὰ τηρῇ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν θέσιν.

§ 77. **Φυσικὸς μαγνήτης.** Γνωστὸν ἦτο καὶ παρὰ τοῖς ἀρχαίοις, ὅτι ὀρυκτόν τι τοῦ σιδήρου, ὁ μαγνητίτης, ἔχει τὴν δύναμιν νὰ ἔλκῃ λεπτὰ σιδήρου ρινίσματα. Καὶ ὁ μὲν μαγνητίτης ὀνομάζεται *φυσικὸς μαγνήτης*, τὴν δὲ δύναμιν αὐτοῦ ταύτην ὀνομάζομεν *μαγνητισμόν*. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρουσιάζει καὶ ἡ βελὼν τῆς πυξίδος. Ἐπίσης μικρὸν τεμάχιον πλεκτικῆς βελὼνης ἐκ νήματος ἐξαρτώμενον (σχ. 86) ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μαγνητίτου, ὡς καὶ ὑπὸ τῆς βελὼνης τῆς πυξίδος. Ἐκ τούτου συμπεραίνουμεν ὅτι εἰς τὴν βελὼν τῆς πυξίδος ἐνυπάρχει ἡ αὐτὴ δύναμις, ὅποια καὶ εἰς τὸν φυσικὸν μαγνήτην, ἥτοι ἡ βελὼν τῆς πυξίδος εἶνε μαγνήτης.

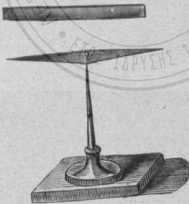


Σχ. 86.

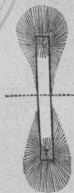
§ 78. **Τεχνητοὶ μαγνήται.** Ἐὰν τρίψωμεν πολ-
λάκις διὰ τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου βελὼν πλεκτικὴν

ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου μέχρι τοῦ ἑτέρου, αὕτη ἀποκτᾷ ὁμοίαν δύναμιν, ἔλκουσα κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῆς ῥινίσματα σιδήρου, ἧτοι ἐγένετο μαγνήτης. Ἐὰν δὲ τρίψωμεν ὁμοίως σύρμα χαλκοῦ, ἢ ὑάλινον ῥάβδον, τὰῦτα οὐδεμίαν μαγνητικὴν δύναμιν δεικνύουσιν. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι διὰ τριβῆς ὁ φυσικὸς μαγνήτης μεταδίδει τὴν μαγνητικὴν αὐτοῦ δύναμιν καὶ εἰς σῶμα, τὸ ὁποῖον δὲν εἶχε ταύτην, καὶ ὅτι ἄλλα μὲν σώματα γίνονται μαγνητικὰ, ὥς ὁ σίδηρος, ἄλλα δὲ οὐχί. Οἱ τοιοῦτοι μαγνήται ὀνομάζονται τεχνητοί. Δίδουσι δὲ εἰς αὐτοὺς σχῆμα ὀρθογωνικὸν πρισματικόν, ἢ ἐπίμηκες ῥομβικόν λεπτότατον κατὰ τὰ ἄκρα (σχ. 87), ὁπότε καὶ ὀνομάζονται μαγνητικαὶ βελόναι, ἐπὶ καθέτου ἄξονος στηριζόμεναι.

§ 79. Μέρη μαγνητῶν. Ἐὰν ἐνθέσωμεν μαγνή-



Σχ. 87.



Σχ. 88.

την ἐντὸς ῥινισμάτων σιδήρου, καὶ ἔπειτα ἐξαγάγωμεν αὐτόν, παρατηροῦμεν (σχ. 88), ὅτι τὰ ῥινίσματα

συγκρατούνται μόνον κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μαγνήτου. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ μαγνητικὴ δύναμις εἶνε μεγίστη μὲν κατὰ τὸ ἄκρον, ἐλαχίστη δὲ κατὰ τὸ μέσον. Ὀνομάζομεν τὰ ἄκρα τοῦ μαγνήτου πόλους τὸ δὲ μέσον αὐτοῦ οὐδετέραν ζώνην.

§ 80. **Θέσις ἐλευθέρας βελόνης.** Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν διὰ νήματος μαγνητικὴν βελόνην (σχ. 89), ἢ ἐὰν στηρίξωμεν αὐτὴν κατὰ τὸ κέντρον ἐπὶ καθέτου ἄξονος (σχ. 90), περὶ τὸν ὁποῖον νὰ κινῆται ἐλευθέρως, καὶ ἐξαγάγωμεν ἀμφοτέρους τοὺς πόλους αὐτῆς ἐκ τῆς ὠρισμένης αὐτῶν θέσεως, αὕτη ἐκτελοῦσαι ταλαντώσεις, καὶ τέλος ἡρεμοῦσαι, λαμβάνει ὠρισμένην θέσιν, στρέφουσα τὸν ἓνα πόλον πρὸς βορρᾶν, ἑνομαζόμενον βόρειον, καὶ τὸν ἕτερον πρὸς νότον, ὀνομαζόμενον νότιον πόλον τῆς βελόνης. Ἐὰν δ' ἔχωμεν δύο βελόνας, οἱ βόρειοι καὶ νότιοι αὐτῶν πόλοι ὀνομάζονται ὁμώνυμοι, ὁ δὲ βόρειος τῆς μιᾶς καὶ ὁ νότιος τῆς ἑτέρας, ἑτερώνυμοι.



Σχ. 89.

§ 81. **Νόμος τῶν ἑλξεων καὶ ἀπώσεων.** Ἐὰν πλησιάσωμεν τοὺς ὁμωνύμους πόλους δύο μαγνητικῶν βελονῶν, ἐπέρχεται ἄπωσις, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερωνύμους ἑλξις. Ἐκ τούτου ἔπεται ὁ νόμος: ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται, ἑτερώνυμοι ἑλκονται. Ἐπειδὴ δὲ οἱ δύο πόλοι μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς μαγνητικῆς βελόνης δεικνύουσιν ἀντίθετον ἐνέργειαν ἐν συγκρίσει πρὸς ἓνα καὶ τὸν

αὐτὸν πόλον ἐτέρας μαγνητικῆς βελόνης, ἔπεται, ὅτι αἱ εἰς τοὺς δύο πόλους τοῦ μαγνήτου ἐνυπάρχουσαι δυνάμεις εἶνε μὲν μαγνητικαί, ἀλλ' ἀντίθετοι. Ὅ,τι ὁ εἰς πόλος ἔλκει, ὁ ἕτερος τὸ ἀπωθεῖ. Καὶ ἡ μὲν δύναμις ἡ ἐπικρατοῦσα εἰς τὸ ἐν ἡμῖσι μέρος τοῦ μαγνήτου ὀνομάζεται βόρειος μαγνητισμός, ἡ δὲ τοῦ ἐτέρου μέρους νότιος μαγνητισμός. Ὁ δὲ ἄνω νόμος ἐκφράζεται καὶ ὡς ἑξῆς. Ὁμώνυμοι μαγνητισμοὶ ἀπωθοῦνται, ἐτερόνυμοι ἔλκονται.

§ 82. Γήινος μαγνητισμός. Ἐπὶ ἰσχυροῦ μαγνήτου BN (σχ. 90), κειμένου κατὰ διεύθυνσιν ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς, τίθεμεν κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ

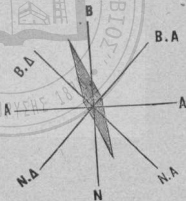


Σχ. 90

μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην· αὕτη μεταβάλλει τὴν πρῶτην αὐτῆς θέσιν, καὶ μετὰ ταλαντώσεις τινὰς ἡρεμεῖ, στρέφουσα τὸν νότιον αὐτῆς πόλον πρὸς τὸν βόρειον καὶ τὸν βόρειον πρὸς τὸν νότιον τοῦ μεγάλου μαγνήτου. Αἰτία τῆς μεταβολῆς ταύτης εἶνε βεβαίως ὁ ὑποκείμενος ἰσχυρὸς μαγνήτης. Ἀφαιρουμένου τούτου, ἡ βελόνη μετὰ ταλαντώσεις λαμβάνει τὴν πρῶτην αὐτῆς θέσιν στρεφομένη πρὸς βορρᾶν. Ἐπομένως αἰτία τούτου πρέπει κατ' ἀνάγκην νὰ ᾔηνε ἡ γῆ ἡμῶν, ἐνεργοῦσα ὡς ὁ μαγνήτης ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης, δίδουσα εἰς αὐτὴν τὴν ὠρισμένην θέσιν αὐτῆς. Ἐπομέ-

νως ἐν τῇ γῇ ἡμῶν πρέπει νὰ ὑπάρχωσιν οἱ δύο μαγνητισμοί, ὁ μὲν βόρειος εἰς τὸ βόρειον, ὁ δὲ νότιος εἰς τὸ νότιον ἡμιγυαίριον ἀποτελοῦντες τὸν γήινον μαγνητισμόν, ὅστις ἐπενεργῶν ἐπὶ τῶν βελονῶν καὶ ἐπὶ τῆς βελόνης τῆς πυξίδος, ἀναγκάζει αὐτὰς νὰ τηρῶσι σταθερὰν θέσιν, δεικνύουσαι διὰ τοῦ ἑνὸς πόλου τὸν βορρᾶν καὶ διὰ τοῦ ἑτέρου τὸν νότον. Γραμμὴ καθεύτως διὰ τοῦ κέντρου τῆς βελόνης ἀγομένη θὰ δεικνύῃ τὸ ἀνατολικὸν καὶ τὸ δυτικόν, αἱ δὲ μετὰξὺ διαιρέσεις τὰ λοιπὰ σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος, ἐπὶ τοῦ δίσκου σημειούμενα.

§ 83. Ἀπόκλισις. Στρέφει ἡ βελὼν τὸν ἑνα πόλον ἀκριβῶς πρὸς βορρᾶν, καὶ τὸν ἕτερον πρὸς νότον; Ἐὰν κατασκευάσωμεν δίσκον ἐκ χάρτου (σχ. 91) φέροντα τὰ τέσσαρα κύρια σημεῖα τοῦ ὀρίζοντος, θέσωμεν δ' αὐτὸν οὕτως, ὥστε τὸ Β τοῦ δίσκου νὰ κῆται ὅσον τὸ δυνατόν ἀκριβῶς κατὰ τὸ βόρειον σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, ἔπειτα δὲ ἐπιθέσωμεν κατὰ τὸ κέντρον τοῦ δίσκου μαγνητικὴν βελόνην τοῦ σχήματος 90, παρατηροῦμεν,



Σχ. 91.

ὅτι ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης δὲν δεικνύει ἀκριβῶς τὸ βόρειον σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, ἀλλὰ παρεκ-

κλίνει ὀλίγον πρὸς δυσμάς, ὥστε ἡ μαγνητικὴ βελόνη σχηματίζει μετὰ τῆς γραμμῆς B N γωνίαν, ἥτις ὀνομάζεται γωνία ἀποκλίσεως.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

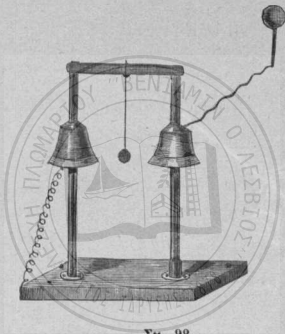
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

§ 84. **Ἡλεκτροικὰ φαινόμενα.** Ὁ κεραυνός, δ-
στις ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς καὶ βροντῆς συνοδευόμενος, δια-
πηδᾷ ἀπὸ νέφους εἰς νέφος, ἢ ἀπὸ τῶν νεφῶν πρὸς τὴν
γῆν καταφερόμενος διασχίζει δένδρα ἀπὸ κορυφῆς μέ-
χρι ρίζης, ἀναφλέγει οἰκίας, διατρύπᾳ τοίχους, φονεύει
ἀνθρώπους καὶ ζῶα, εἶνε φαινόμενον τόσον μέγα καὶ
καταπληκτικόν, ὥστε δικαίως ἐπέσυρε τὴν προσοχὴν
τῶν ἐπιστημόνων πρὸς ἔρευναν αὐτοῦ. Πρῶτος δ' Ἀ-
μερικανὸς Φραγκλῆνος ἐπειράθη νὰ ἐξετάσῃ τὴν αἰτίαν
τοῦ φαινομένου τούτου. Κατὰ τὸ 1752 ἐν ἡμέρᾳ ὁμι-
χλώδει καὶ θυελλώδει ἀνεπέτασεν ἀετὸν ἐκ μεταξίνου
ὑφάσματος φέροντα ἀκίδα μεταλλικὴν καὶ συγκρατού-
μενον διὰ νήματο· καννάβεως, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου
προσέδεσε κλεῖθρον σιδηροῦν, κρατῶν τὸ ἐκ καννάβεως
νήμα δι' ἑτέρου μεταξίνου νήματος. Πλησιάζων τὸν

ἄρμὸν τοῦ δακτύλου εἰς τὸ κλεῖθρον ἡδυνήθη νὰ ἀποσπάσῃ ἀπ' αὐτοῦ σπινθήρας. Ἐπίσης δὲ ἔδρυσεν ἐπὶ τῆς ὀροφῆς τῆς οἰκίας αὐτοῦ ἐπὶ ὑαλίνου ὑποστηρίγματος σιδήρεαν ῥάβδον (σχ. 92) ἀπολήγουσαν κατὰ τὰ ἄνω εἰς σφαῖραν. Μετὰ τῆς ῥάβδου συνέδεσε κώδωνα

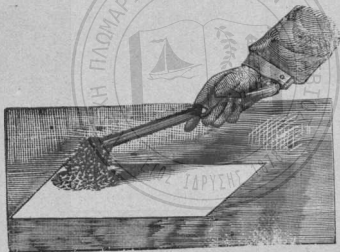


Σχ. 92.

μεταλλικόν, πλησίον αὐτοῦ ἕτερον κώδωνα συνδεόμενον διὰ μεταλλικοῦ σύρματος μετὰ τῆς γῆς, καὶ μεταξύ τῶν δύο τούτων ἐξήρτησεν ἐκ νήματος σφαιρίδιον μεταλλικόν. Ὅσάκις διήρχετο ὁμιχλῶδες νέφος τὸ σφαιρίδιον προσπλήττον ἐπὶ τῶν κωδῶνων παρήγαγεν ἤχον. Ὁ δὲ Γάλλος Δὲ Ρόμας συνέπλεξε μετὰ τοῦ καννάβεως καὶ σύρμα μεταλλικόν προσδέσας εἰς αὐτὸ

σφαῖραν μεταλλικὴν, κρατῶν τὸ σχοινίον διὰ πλαγίου νήματος ἐκ μετάξης Ὅσakis διήρχετο νέφος θυελλῶδες ἢ σφαῖρα ἀνείλκυεν ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως ἄχυρα, σπινθῆρες δὲ ἰσχυροὶ καὶ βροντώδεις ἐπήδων ἐκ τῆς σφαίρας πρὸς τὸ ἔδαφος.

Ἀνάλογα φαινόμενα ἄλλ' ἀθηνῇ παρουσιάζουσι τὸ ἤλεκτρον, ἡ ῥάβδος ὑάλινος, ἡ καὶ ῥάβδος ἐξ ἐβενίτου (σχ. 93) (μίγμα ἐλαστικοῦ κόμμεως καὶ θείου) τριβόμενα διὰ ξηροῦ καὶ θερμοῦ ἐριούχου ὑγρώματος. Ταῦτα ἔλκουσι τρίχας, μικρὰ τεμάχια χάρτου, ἄχυρα, ἐν δὲ



Σχ. 93.

τῷ σκότει πλησιάζοντες τὸν ἄρμόν τοῦ δακτύλου δυνάμεθα νὰ ἀποσπάσωμεν σμικρότατον σπινθῆρα ὑπὸ ἀσθενεστάτου τριγμοῦ συνοδευόμενον. Τὴν ἀναπτισσομένην ταύτην δύναμιν ὀνομάζομεν ἐκ τοῦ ἤλεκτρον ἤλεκτρι-

σμόν. Ἐκ τῶν ἄνω ἐξάγεται, ὅτι πολλὰ σώματα τριβόμενα ἀποκτιῶσιν ἡλεκτρικὴν δύναμιν, ἐλκοντα ἕτερα μικρότερα.

§ 85. Ἡλεκτροσκόπιον. Πρὸς ταχεῖαν ἀπόδειξιν, ὅτι σῶμα τι ἐγένετο ἡλεκτρικόν, μεταχειριζόμεθα τὸ ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές (σχ. 94), συνιστάμενον



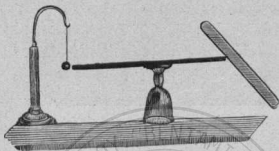
Σχ. 94.

ἐκ μεταλλικῆς βάσεως, ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται ῥάβδος ὑάλινος φέρουσα μεταλλικὸν σύρμα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐξήρτηται διὰ νήματος μεταξίνου μικρὸν σφαιρίδιον ἐκ χάρτου ἢ ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας. Ἐπαναλαμβάνοντες τὰ πειράματα διὰ τῶν αὐτῶν σωμάτων, παρατηροῦμεν πρῶ-

τον μὲν ἔλξιν τοῦ σφαιριδίου καὶ ἔπειτα ἄπωσιν.

§ 86. Εὐηλεκτραγωγὰ, δυσηλεκτραγωγὰ. Μόνον διὰ τριβῆς καθίσταται σῶμα τι ἡλεκτρικόν, ἢ δυνάμεθα δι' ἐπαφῆς νὰ μεταδώσωμεν τὴν δύναμιν ταύτην ἀπὸ τοῦ ἐνὸς σώματος εἰς ἕτερον; Πρὸς τοῦτο τίθεμεν ἐπὶ τῆς βάσεως ἀνέστραμμένου ὑαλίνου ποτηρίου ῥάβδον ἐξ ὀρειχάλκου, ἀπεστρογγυλημένην κατὰ τὰ ἅκρα αὐτῆς. Ἐὰν ἐπιθέσωμεν κατὰ τὸ ἄκρον αὐτῆς ἡλεκτρισμένον ἐβενίτην (σχ. 95), τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ῥάβδου ἔλκει τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐὰν δὲ ἀντὶ μεταλλικῆς θέσωμεν ὑαλινὸν ῥάβδον, καὶ ἐκτε-

λέσωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα, παρατηροῦμεν, ὅτι μόνον τὸ μέρος τῆς ὑάλου τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐβενίτου



Σχ. 95.

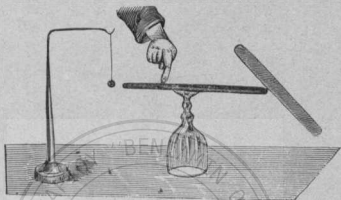
ἐλθὼν ἐγένετο ἡλεκτρικόν, ἐν ᾧ τὰ λοιπὰ μέρη αὐτῆς οὐδεμίαν ἡλεκτρικὴν δύναμιν δεικνύουσιν. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν.

α) Ἡ ἡλεκτρικὴ δύναμις μεταδίδεται καὶ δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς.

β) Εἰς μὲν τὸ μέταλλον ἡ μεταδοθεῖσα δύναμις διαχέεται καθ' ὅλον τὸ σῶμα ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου μέχρι τοῦ ἐτέρου ἁκαριαίως, ἐν ᾧ εἰς τὴν ὑάλον δὲν συμβαίνει τὸ τοιοῦτον. Τὸ μὲν μέταλλον ὀνομάζομεν εὐηλεκτραγωγόν, καὶ τοιαῦτα εἶνε ἐκτὸς τῶν μετάλλων τὸ ὕδωρ, ὁ ὑγρὸς ἀήρ καὶ τὸ σῶμα τῶν ζώων, τὴν δὲ ὑάλον ὀνομάζομεν δυσηλεκτραγωγόν, καὶ τοιαῦτα εἶνε ἡ ὑάλος, ὁ ἐβενίτης, ὁ ἰσπανικὸς κηρός, ἡ μέταξα, καὶ ὁ ξηρὸς ἀήρ.

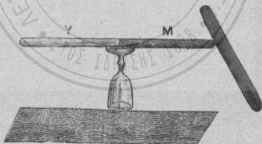
§ 87. Ἀπομονωτιῆρες. Ἐὰν ἐπιθέσωμεν τὸν δάκτυλον εἰς τι μέρος τῆς μεταλλικῆς ράβδου (σχ. 96), καὶ πλησιάσωμεν τὸν ἐβενίτην, οὐδεμία ἡλεκτρικὴ δύ-

ναμὶς παρατηρεῖται. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς διὰ τῆς χειρὸς ἀπαγόμενος ἀπόλλυται.



Σχ. 96.

Ἐὰν ὅμως ἡ ῥάβδος συνίσταται κατὰ τὸ ἥμισυ ἐξ ὑάλου καὶ ὀρειχάλκου (σ. 97), ἐπιθέσωμεν δὲ τὸν δάκτυλον ἐπὶ τῆς ὑάλου, τὸ μὲν μέταλλον καθίσταται



Σχ. 97.

δι' ἐπαφῆς μετὰ τοῦ ἐβενίτου ἡλεκτρικόν, ἔλκον τὸ ἡλεκτρικὸν ἐκρεμές, ἐν ᾧ ἡ ὑαλὸς οὐδεμίαν ἡλεκτρικὴν δύναμιν ἐκφαίνει. Ἡ ὑαλὸς ἐπομένως, τὸ δυσηλεκτρωγὸν σῶμα, δύναται νὰ περιορίσῃ τὴν ἡλεκτρικὴν δύναμιν ἐπὶ τοῦ μετάλλου, καὶ ὀνομάζεται ἀπομο-

νωτήρ. Ἵνα περιορίσωμεν λοιπὸν τὴν ἡλεκτρικὴν δύναμιν ἐπὶ εὐηλεκτραγωγῷ σώματος πρέπει νὰ ἀπομονώσωμεν αὐτὸ ἀπὸ τῶν περίξ σωμάτων διὰ δυσηλεκτραγωγῶν, ἀπὸ μὲν τοῦ ἐδάφους δι' ὑαλίνων στηριγμάτων, ἢ διὰ νήματος μετάξης, ἀπὸ δὲ τοῦ ὑγροῦ ἀέρος διὰ θερμάνσεως καὶ ξηράντεως αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο τὰ πειράματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ πρέπει νὰ γίνωνται ἐν θερμαινομένῳ ὁωματίῳ.

§ 88. Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός.

Ἡ διὰ τῆς τριβῆς τῆς ὑάλου καὶ ῥητίνης ἀναπτυσσόμενη ἡλεκτρικὴ δύναμις, παρουσιάζει μὲν τὰ αὐτὰ φαινόμενα, ἔλξιν καὶ ἄπωσιν, δυνατόν ὅμως, ἐπειδὴ τὰ σώματα εἶνε διάφορα, νὰ ᾔητε καὶ διάφορος. Πρὸς τοῦτο ἐπὶ καθέτου

σιδηρᾶς βελόνης (σχ. 98) φερούσης εὐκίνητον πιλίσκον, τίθεται ἡλεκτρισμένος ὑάλινος ῥαβδίσκος. Ἐὰν πλησιάσωμεν ἡλεκτρισμένον ἐβενίτην, ὁ ὑάλινος ῥαβδίσκος ἔλκεται, ἥτοι ἡλεκτρισμένη ὑαλος καὶ ῥητίνη ἔλκονται. Ἐὰν δὲ πλησιάσωμεν ἕτερον ὑάλινον ῥαβδίσκον ἡλεκτρισμένον παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἥτοι δύο ἡλεκτρισμένοι ὑαλοι ἀπωθοῦνται. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν,



Σχ. 98.

α) Ἐπειδὴ ἡ ἡλεκτρισμένη ὑαλος καὶ ῥητίνη πα-

ρουσιάζουσι ἀντίθετα φαινόμενα πρὸς τὸν ἐπὶ τῆς σιδηρᾶς βελόνης εὐκίνητον ραβδίσκον, πρέπει ἢ ἐπ' αὐτῶν διὰ τριβῆς ἀναπτυσσομένη δύναμις νὰ ᾔηνε ἀντίθετος, ἥτοι πρέπει νὰ ὑπάρχωσι δύο εἶδη ἡλεκτρικῶν δυνάμεων, ἡ ἡλεκτρισμοῦ· καὶ ὁ μὲν ὀνομάζεται ἡλεκτρισμός τῆς ῥητίνης ἡ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός, σημειούμενος διὰ τοῦ σημείου $-H$ (=ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός), ὁ δὲ ἕτερος ὀνομάζεται ἡλεκτρισμός τῆς ὑάλου, ἡ θετικὸς ἡλεκτρισμός, σημειούμενος διὰ τοῦ σημείου $+H$ (=θετικὸς ἡλεκτρισμός).

β) Ἐπειδὴ δύο ἡλεκτρισμένοι ὑαλοὶ ὡς καὶ δύο ἐξ ἐβενίτου ραβδίσκοι ἀπωθοῦνται, ἔπεται, ὅτι ὁμώνυμοι ἡλεκτρισμοὶ ἀπωθοῦνται.

γ) Ἐπειδὴ ὑελος καὶ ῥητίνη ἔλκονται, ἔπεται ὅτι ἐτερόνυμοι ἡλεκτρισμοὶ ἔλκονται. Οἱ νόμοι οὗτοι εἶνε οἱ αὐτοὶ πρὸς τοὺς τοῦ μαγνητισμοῦ.

§ 89. Ἡλεκτροφόρον Βόλτα. Πρὸς παραγωγὴν μεγάλης ἡλεκτρικῆς δυνάμεως μεταχειρίζομεθα τὰς ἡλεκτρικὰς μηχανάς. Τοιαύτη εἶνε τὸ ἡλεκτροφόρον τοῦ Βόλτα (σχ. 99), συνιστάμενον ἐκ δίσκου ἐξ ἐβενίτου καὶ ἐξ ἑτέρου δίσκου ἐκ ψευδαργύρου φέροντος κατὰ τὸ κέντρον ἀπομονωτῆρα. Τρίβομεν τὸν ἐξ ἐβενίτου δίσκον διὰ ξη-



Σχ. 99.

ροῦ καὶ θερμοῦ ἐριούχου. Ὁ δίσκος, ὡς γνωστόν, λαμ-

θάνει ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Ἐπιτίθεμεν τὸν ἐκ ψευδαργύρου δίσκον, ἔπειτα αἶρομεν αὐτὸν ἐκ τοῦ ἀπομονωτῆρος, καὶ πλησιάζομεν εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, ὁ δίσκος οὐδεμίαν ἠλεκτρικὴν δύναμιν δεικνύει. Ἐπιτίθεμεν αὐτὸν ἐκ νέου καὶ τὸν δάκτυλον ἡμῶν ἐπ' αὐτοῦ (σχ. 102). Μετὰ τινα λεπτὰ ἀφαιροῦμεν τὸν δάκτυλον, αἶρομεν τὸν δίσκον ἐκ τοῦ ἀπομονωτῆρος, καὶ πλησιάζομεν αὐτὸν εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον. Ἀμέσως παρατηροῦμεν ἔλξιν σφοδράν καὶ εἴτα ἄπωσιν, τοῦτο δὲ πείθει ἡμᾶς, ὅτι ὁ δίσκος εἶνε ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένος. Πλησιάζοντες δ' αὐτὸν εἰς τὸν ἠλεκτρισμένον ὑάλινον ραβδίσκον (σχ. 101), παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἥτοι (κατὰ τὸν νόμον 6, § 88), ὁ δίσκος φέρει θετικὸν ἠλεκτρισμόν.

§ 90. Ἠλέκτροις ἐξ ἐπιδράσεως. Πῶς ὁμοῦ συμβαίνει, ὥστε ὁ μὲν ἐξ ἐβενίτου δίσκος νὰ φέρῃ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν, ὁ δὲ ἐκ ψευδαργύρου θετικόν; Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου πρέπει κατ' ἀνάγκην νὰ παραδεχθῶμεν τὰ ἑξῆς:

α). Ἐπειδὴ ὁ ἐκ ψευδαργύρου δίσκος φέρει θετικὸν ἠλεκτρισμόν ἀντίθετον τοῦ ἐβενίτου, ἔπεται, ὅτι *δεν ἔλαβεν αὐτὸν παρ' αὐτοῦ δι' ἐπαφῆς*.

β). Ἐπειδὴ ὁ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου προκληθεὶς θετικὸς ἠλεκτρισμὸς δὲν ἐξεφαίνετο πρότερον, ἔπρεπε νὰ ἐξουδετεροῦτο. Τοῦτο δὲ τότε μόνον εἶνε δυνατόν, ἐὰν ὁ θετικὸς οὗτος ἠλεκτρισμὸς ἦτο συνηνωμένος μετὰ τοῦ ἀντιθέτου ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐπομένως ἐπὶ τοῦ δίσκου πρέπει νὰ ὑπῆρχον *θετι-*

κός καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει. Ἡ ἔνωσις τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἀποτελεῖ τὸν καλούμενον οὐδέτερον ἡλεκτρισμόν. Γενικεύοντες τὰ ἄνω λέγομεν, ὅτι πάντα τὰ σώματα ἐνέχουσι καὶ τοὺς δύο ἡλεκτρισμοὺς ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει· ἥτοι οὐδέτερος ἡλεκτρισμὸς = θετικὸς + ἀρνητικὸς.

γ). Ὁ οὐδέτερος ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἄνω δίσκου διεχωρίσθη ἔνεκα ἐπενεργείας τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ ἐβερίτου, ὅστις κατὰ τὸν νόμον τῶν ἑλξεων καὶ ἀπώσεων, τὸν μὲν ἐτερώνυμον, τὸν θετικὸν ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν δὲ ὁμώνυμον τὸν ἀρνητικὸν ἀπωθεῖ πρὸς τὰ ἄνω τοῦ δίσκου (σχ. 100).



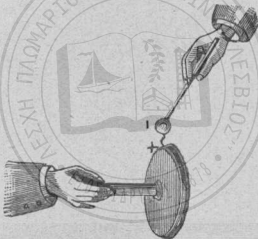
Σχ. 100.

δ). Ἐπειδὴ ὁ ἄνω δίσκος φέρει μόνον θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ἔπεται, ὅτι ὁ ἀπωθούμενος ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς διὰ τοῦ εὐηλεκτράγωγου δακτύλου καὶ τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου ἀπάγεται πρὸς τὴν γῆν, συγκρατεῖται δὲ ἐπὶ τοῦ δίσκου μόνον ὁ θετικὸς.

Ἐκ τῶν τεσσάρων τούτων σκέψεων συμπεραίνομεν, ὅτι πᾶν ἡλεκτρικὸν σῶμα ἐπιδρῶν ἐπὶ ἑτέρου μὴ ἡλεκτρικοῦ, ἀποσυνθέτει τὸν οὐδέτερον αὐτοῦ ἡλεκτρισμόν, καὶ τὸν μὲν ὁμώνυμον ἀπωθεῖ, τὸν δὲ ἐτερώνυμον ἔλκει, συνέχον αὐτόν. Ἐὰν δὲ τὸν ἀπωθούμενον ὁμώνυμον ἡλεκτρισμόν ἀπαγάγωμεν εἰς τὴν γῆν, καὶ ἔπειτα ἀπομακρύνωμεν τὸν ἄνω δίσκον, τότε ὁ

συγκρατούμενος θετικός ηλεκτρισμός ελεύθερος γινόμενος εκδηλοῖ τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ. Τὸν τρόπον τοῦτον τῆς ηλεκτρίσεως τῶν σωμάτων ὀνομάζομεν ἡλεκτρισιν ἐξ ἐπιδράσεως.

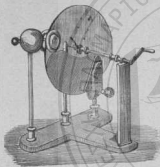
§ 91. Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὸν ἡλεκτρικὸν δίσκον μεταλλικὴν σφαῖραν (σχ. 101), ἀμέσως διαπηδᾷ σπινθήρ, ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, χρώματος κυανοῦ συνοδευόμενος ὑπὸ ἰσχυροῦ κρότου. Διότι ὁ θετικὸς ηλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου ἐπενερ-



Σχ. 101.

γῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ηλεκτρισμοῦ τῆς σφαίρας, ἀποσυνθέτει αὐτὸν εἰς θετικόν, ὅστις ἀπωθούμενος ἀπάγεται ἐκ τῆς σφαίρας διὰ τῆς χειρὸς εἰς τὴν γῆν, καὶ εἰς ἀρνητικὸν ὃν ἔλκει πρὸς ἑαυτόν. Ὁ θετικὸς τοῦ δίσκου καὶ ὁ ἀρνητικὸς τῆς σφαίρας τείνουσι πρὸς ἑνωσιν, ἥτις καὶ γίνεται ἐν τῷ ἀέρι συνοδευομένη ὑπὸ

λάμψους καὶ κινήτου, καὶ οὕτω παράγεται ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Μετὰ τὴν διαπύρρην τοῦ σπινθήρος ὁ δίσκος δὲν δεικνύει εἰ μὴ ἴσως ἐλαχίστην ἡλεκτρικὴν δύναμιν, ὅπου λέγομεν, ὅτι ἐξουθενώθη. Ἐάν δι' ἐπιθέσωμεν αὐτὸν ἐκ νέου ἐπὶ τοῦ ἐξουθενήτου δίσκου, καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα, ὁ δίσκος πληροῦται ἐκ νέου ἡλεκτρισμοῦ. Διότι ὁ ἐξουθενήσας δισπύρρην



Σχ. 102.

γαγόν σώμα τῆρῃ τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτοῦ ἐπ' ἱκανὸν χρόνον.

§ 92. Ἡλεκτρομηχανὴ διὰ τριβῆς (σχ. 102.)

Συνίσταται ἐκ δίσκου βαλίνου περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ στροφομένου, καὶ προστριβομένου μεταξύ δύο δερματίνων προσκεκαλιμένων ἐπιγυρομένων δι' ἀμαλγάματος, (μήγμα ὀδοντῆρου, κασσιτέρου καὶ φενόργγυρου). Πλαγίως ἴσεται ἀπομονωμένη σφαῖρα μεταλλικὴ, ὁ ἀγωγός, φέρων δύο δακτυλίους μετὰ ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐστρωμένον, μεταξύ τῶν ἀκίδων κινεῖται ἐλευθέρως ὁ δίσκος.

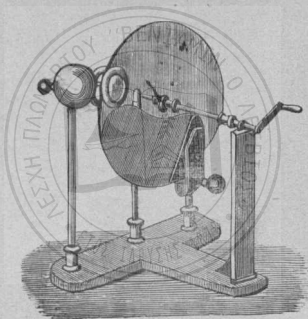
Ἐάν στροφομένου τοῦ δίσκου πλησιάζωμεν εἰς τὸν ἀγωγὸν ἡλεκτρικὸν ἐκκριμὲς, τοῦτο ἔλκεται σφοδρότατα, ὅν δι' πλησιάζωμεν σφαῖραν μεταλλικὴν ἢ τὸν ἀκρόν τοῦ δακτύλου, διακρίβη κατὰ τετραμήνην γραμμὴν, (σχ. 103) σπινθήρ μέγας χρώματος κίανου ὑπολαχυροῦ χρόνι συνδυάσεως. Ἐάν δι' πλησιάζωμεν τὴν ἡλεκτρισμένην θάλλον τοῦ ἐργάνου (σχ. 98), παρατηροῦμεν ἀπῶνιν αὐτῆς.

Ταῦτα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι ὁ ἀγωγὸς ἔλαθεν ἡλεκτρισμὸν καὶ μάλιστα θετικόν. Ἐπειδὴ ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἀγωγοῦ δὲν μεταδίδηται εἰς αὐτὸν δι' ἐπαφῆς, συμπεραίνωμεν, ὅτι προεκλήθη δι' ἐπιδράσεως τοῦ θετικοῦ



Σχ. 103.

λάμψεως καὶ κινήτου, καὶ οὕτω παράγεται ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Μετὰ τὴν διαπήδησιν τοῦ σπινθήρος ὁ δίσκος δὲν δεικνύει εἰ μὴ ἴσως ἐλαχίστην ἡλεκτρικὴν δύναμιν, ὅποτε λέγομεν, ὅτι ἐξεκενώθη. Ἐὰν δὲ ἐπιθέσωμεν αὐτὸν ἐκ νέου ἐπὶ τοῦ ἐξ ἐβενίτου δίσκου, καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα, ὁ δίσκος πληροῦται ἐκ νέου ἡλεκτρισμοῦ. Διότι ὁ ἐβενίτης ὡς δυσηλεκτρα-



Σχ. 102.

γωγὸν σῶμα τηρεῖ τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτοῦ ἐφ' ἱκανὸν χρόνον.

§ 92. Ἡλεκτρομηχανὴ διὰ τριβῆς: (σχ. 102.)

Συνίσταται ἐκ δίσκου ὑαλίνου περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ στρεφομένου, καὶ προστριβομένου μεταξύ δύο δερματίνων προσκεφαλαίων ἐπιχρισμένων δι' ἀμαλγάματος, (μίγμα ὑδραργύρου, κασσιτέρου καὶ ψευδαργύρου). Πλαγίως ἴσταται ἀπομεμονωμένη σφαῖρα μεταλλικὴ, ὁ ἄγωγός, φέρων δύο δακτυλίους μετὰ ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐστραμμένων, μεταξύ τῶν ὁποίων κινεῖται ἐλευθέρως ὁ δίσκος.

Ἐὰν στρεφομένου τοῦ δίσκου πλησιάσωμεν εἰς τὸν ἄγωγὸν ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές, τοῦτο ἔλκεται σφοδρότατα, ἐὰν δὲ πλησιάσωμεν σφαῖραν μεταλλικὴν ἢ τὸν ἄρμον τοῦ δακτύλου, διαπηδᾷ κατὰ τεθλασμένην γραμμὴν, (σχ. 103) σπινθήρ μέγας χρώματος κυανοῦ ὑπὸ ἰσχυροῦ κρότου συνοδευόμενος. Ἐὰν δὲ πλησιάσωμεν τὴν ἡλεκτρισμένην ὑάλον τοῦ ὀργάνου (σχ. 98), παρατηροῦμεν ἄπωτιν αὐτῆς.

Ταῦτα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι ὁ ἄγωγός ἐλάβεν ἡλεκτρισμὸν καὶ μάλιστα θετικόν. Ἐπειδὴ ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἀγωγοῦ δὲν μετεδόθη εἰς αὐτὸν δι' ἐπαφῆς, συμπεραίνομεν, ὅτι προεκλήθη δι' ἐπιδράσεως τοῦ θετικοῦ



Σχ. 103.

ἡλεκτρισμοῦ τῆς τριβομένης υἅλου, ὅστις ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ ἀγωγοῦ ἀποσυνθέ-
τει αὐτόν, καὶ τὸν μὲν ὁμώνυμον, τὸν θετικόν, ἀπωθεῖ,
ἔλκει δὲ τὸν ἑτερώνυμον, τὸν ἀρνητικόν. Ἐπρεπε λοι-
πὸν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ νὰ ὑπάρχωσι καὶ οἱ δύο ἡλεκτρι-
σμοί, ὁ θετικὸς καὶ ὁ ἀρνητικὸς. Καὶ ὅμως ὁ ἀγωγὸς
δεικνύει μόνον θετικὸν ἡλεκτρισμόν. Τί ἐγένετο ὁ ἀρ-
νητικὸς; Ἴσως ἐκρέει ἐκ τῶν ἀκίδων τῶν δακτυλίων.

§ 93. Ἐνέρογεια ἀκίδων. Ἴνα πεισθῶμεν περὶ
τούτου κοχλιοῦμεν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς ἀκίδα
(σχ. 104), πλησιάζοντες δὲ τὴν χεῖρα, ἐν ᾗ ἡ μηχανὴ
ἐργάζεται, αἰσθανόμεθα συνεχὲς ρεῦμα ἐκ τῆς ἀκίδος



Σχ. 104.

ἐκρέον. Ἐὰν δὲ πλησιάσωμεν φλόγα κηροῦ, αὕτη κλί-
νει ἄπο τῆς ἀκίδος, προσπνεομένη ὑπὸ τοῦ ρεύματος,
καὶ τέλος σβέννυται. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι
ἐκ τῶν ἀκίδων ἐκρέει ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐν συνεχεῖ ρεύ-
ματι, μεταδιδόμενος εἰς τὰ πλησίον μόρια τοῦ ἀέρος,

τὰ ὁποῖα λαμβάνοντα θετικὸν ἠλεκτρισμὸν ἀπωθοῦνται ὑπὸ τῆς ἀκίδος προκαλοῦντα τὸ ρεῦμα. Ἐκ δὲ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς, ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ἡ ἀκίς, δέν δυνάμεθα ν' ἀποσπάσωμεν σπινθήρα, ἢ ὁ σπινθὴρ εἶνε ἀσθενέστατος, διότι ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει ἐκ τῆς ἀκίδος διαχεόμενος εἰς τὸν ἀέρα. Ἐν δὲ τῷ σκότει παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἀκίδος μικρὸν κυανοῦν φῶς. Τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν ἐκτελοῦσιν αἱ ἀκίδες καὶ ἐν τῇ μηχανῇ. Ὁ ἐλκυόμενος δηλαδὴ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει δι' αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐαλίνου δίσκου ἐξουδετερωῶν αὐτόν, μένει δὲ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς.

§ 94. Ἠλεκτρικὸς κώδων. Ἐὰν μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἐνὸς κωδωνίσκου στηριζομένου ἐπὶ ξύλου (σχ. 105), ἐξαρτήσωμεν διὰ νήματος μετάξης σφαιρίδιον ὀρειχάλκου, τοῦτο ἔλκεται πρὸς τὸν ἀγωγέα, λαμβάνον δὲ ἠλεκτρισμὸν παρ' αὐτοῦ, ἀπωθεῖται, πληττον δὲ τὸν κωδωνίσκον ἐξουδετεροῦται καὶ ἐκ νέου ἔλκεται.



Σχ. 105.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ

§ 95. Ἀτμοσφαιρικὸς ἡλεκτροισμὸς. Ἐπειδὴ τὰ διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῶν ἄνω μηχανῶν παρχόμενα φαινόμενα, ἥτοι αἱ ἑλξεις καὶ ἀπώσεις τῶν σωμάτων, καὶ ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, εἶνε ὅλως ὅμοια πρὸς τὰ ἡλεκτρικὰ τῆς ἀτμοσφαίρας φαινόμενα, συμπεραίνομεν, ὅτι καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ πρέπει ν' ἀναπτύσσεται ἡλεκτρικὴ δύναμις, κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους ἐνεργοῦσα. Διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ Φραγκλίνου καὶ ἄλλων ἀπεδείχθη, ὅτι ὁ αἰὲρ καὶ τὰ νέφη φέρουσι πάντοτε ἡλεκτρισμὸν καὶ κυρίως ἐν καιρῷ θυέλλης, πρὸ τῆς ὁποίας ἐπικρατεῖ μεγάλη θερμότης, παράγουσα πολλοὺς ἀτμούς, οἵτινες αἰφνιδίως ψυχόμενοι καὶ συμπυκνούμενοι σχηματίζουν σφαιρικὰ μολυβδόχρσα νέφη λίαν ἡλεκτροφόρα.



Σχ. 106.

Ἐὰν λοιπὸν δύο ἀντιθέτως ἡλεκτρισμένα νέφη (σχ. 106) προσπλησιάσωσιν, γίνεται ἡ ἐνωσις τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἐν τῷ ἀέρι συνοδευο-

μένη ὑπὸ λάμπειως ἰσχυρᾶς, τῆς ἀστραπῆς, καὶ ὑπὸ ἰσχυροῦ χροῦ, τῆς βροντῆς.

Ἐὰν δὲ ἠλεκτροφόρον νέφος, φέρον π.χ. θετικὸν ἠ-
λεκτρισμὸν, πλησιάσῃ πρὸς τὴν γῆν, ἢ πρὸς οἰκοδό-
μημα (σχ. 107), ἀποσυνθίεται δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον
ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν, ἀπωθοῦν τὸν ὁμώνυμον καὶ ἔλκον τὸν ἐ-
τερώνυμον. Ἐὰν δὲ ἡ ἔνωσις τῶν δύο τούτων ἀντιθέτων ἠ-
λεκτρισμῶν γίνῃ ἐντὸς τοῦ οἰ-
κοδομήματος, παράγεται ὁ κε-
ραυνός, ὅστις ἰσχυρότατος ἠ-
λεκτρικὸς σπινθὴρ ὢν, κατα-



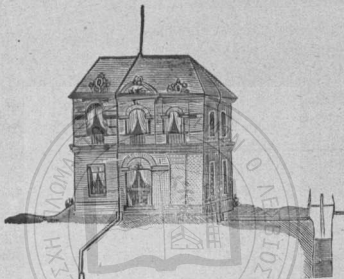
Σχ. 107.

συντρίβει τοὺς κακοὺς ἀγωγούς, ἀναφλέγει τὰς εὐφλέκτους οὐσίας, τήκει μέταλλα, καὶ φονεύει ἀνθρώπους καὶ ζῶα, διὰ τῶν ὁποίων διέρχεται.

§ 96. Ἀλεξικέραυνα. Πρὸς πρόληψιν τῶν ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ δυστυχημάτων ἐφήρμοσεν ὁ Φραγκλῆνος τὴν τῶν ἀκίδων ἐνέργειαν, τὰ ἀλεξικέραυνα (σχ. 108). Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ ῥάβδου σιδηρᾶς, μήκους 6 πε-
ρίπου μέτρων, ἐπικεχρυσωμένης κατὰ τὸ ὅξυ αὐτῆς ἄ-
κρον καὶ στηριζομένης ἐπὶ τοῦ ὑψηλοτάτου μέρους τῆς
στέγης. Ἐπειδὴ δὲ μία ῥάβδος προφυλάσσει περιφέ-
ρειαν διπλασίας τὸ μῆκος ἀκτίνος, διὰ τοῦτο εἰς με-
γάλα οἰκοδομήματα τίθενται πλείοτεραι ῥάβδοι τετρα-
πλασίως ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχονται διὰ παχέων μεταλ-
λικῶν συρμάτων συνδεόμεναι.

Μετὰ τῆς ῥάβδου συνδέεται τὸ ἀπαγωγὸν μεταλλι-
κὸν σύρμα ἐπίσης παχύ, ἐκ πολλῶν συνεστραμμένων

συρμάτων συνιστάμενον, τὸ ὁποῖον στηριζόμενον ἐπὶ ἀπομονωτήρων, φέρεται παρὰλλήλως τοῦ ἐξωτερικοῦ τοίχου τοῦ οἰκοδομήματος πρὸς τὴν γῆν, συνδεόμενον



Σχ. 108.

κατὰ τὸ ἄκρον αὐτοῦ μετὰ μεγάλου σιδηροῦ τρίποδος, ἐνθαπτομένου βαλῆως ἐν τῇ γῇ μακρὰν τοῦ οἰκοδομήματος. Ἐὰν δὲ πλησίον ὑπάρχη φρέαρ, συνδέεται τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος μετὰ πλακὸς ἐκ χαλκοῦ, ἐμβαπτιζομένης ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν νῦν ἡλεκτροφόρον νέφος, φέρον π.χ. θετικὸν ἡλεκτρισμόν, πλησιάσῃ εἰς τὸ οἰκοδόμημα, ὃ ἐξ ἐπιδράσεως ἀναπτυχθεὶς ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τῆς γῆς καὶ τοῦ οἰκοδομήματος ἰκρέων ἐκ τῶν ἀκίδων συνεχῶς, ἐνοῦται μετὰ τοῦ θετικοῦ τοῦ νέφους ἐξουδετερωὺν αὐτόν. Ἐὰν δὲ ἕνεκα τῶν μεγάλων ποσῶν δὲν δύναται νὰ ἐπέλθῃ ἐξουδετέρωσις, διαπηδᾷ

ὁ σπινθήρ ἐκ τοῦ νέφους ἐπὶ τῆς ράβδου, διὰ δὲ τοῦ εὐηλεκτραγωγοῦ σύρματος ἄγεται εἰς τὴν γῆν ἄνευ βλάβης τοῦ οἰκοδομήματος.

Ἐκ τῶν ἄνω ἐξάγονται τὰ ἐξῆς προφυλακτικὰ μέτρα.

α) Ἡ ἀκίς πρέπει νὰ προφυλάσσεται ἀπὸ τῆς ὀξειδώσεως, διότι δυσκολώτερον ἐξ αὐτῆς ἐκρέει ὁ ἠλεκτρισμός.

β) Τὸ ἀπαγωγὸν σύρμα πρέπει νὰ ᾔνη συνεχές, μὴ διακοπτόμενον.

γ) Τὸ ἔδαφος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἶνε τεθαμμένα τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος, πρέπει νὰ διατηρῆται ὑγρὸν, διότι τὸ ξηρὸν ἔδαφος εἶνε δυσηλεκτραγωγόν.

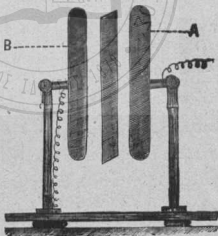
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΑΙ

§ 97. Λουγδουνικὴ λάγνης. Διὰ τῶν ἄνω ἡ-

λεκτρικῶν μηχανῶν ἐν μόνον εἶδος ἠλεκτρισμοῦ παράγομεν.

Ἐὰν ὁμως συνδέσωμεν δύο μεταλλικὰς πλάκας (σχ. 109) ἀπομεμονωμένας καὶ δι' ὑαλίνης πλακὸς διαχωριζόμενας, τὴν μὲν Α μετὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Ράμσδεν, τὴν δὲ Β μετὰ τῆς γῆς,



Σχ. 109.

δύναται ἡ μὲν Α νὰ λάβῃ ἠλεκτρισμὸν ἐκ τῆς μηχανῆς

θετικόν, οὗτος δὲ ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τῆς πλακὸς B, νὰ ἀποσυνθέσῃ αὐτόν, καὶ τὸν ὁμώνυμον, ν' ἀπωθήσῃ, ἔλκων δὲ τὸν ἑτερώνυμον, τὸν ἀρνητικόν, νὰ συγκρατήσῃ αὐτόν ἐπὶ τῆς πλακὸς B, καὶ οὕτω ἡ μὲν πλάξ A νὰ ἔχῃ θετικόν, ἡ δὲ B ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν. Ὅχι δὲ μόνον ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοί, ἀλλὰ καὶ μεγάλα ποσὰ αὐτῶν συμπυκνῶνται ἐπὶ τῶν πλακῶν, ὥς ἐκ τούτου τὰ ὄργανα ταῦτα ὀνομάζονται συμπυκνωταί.

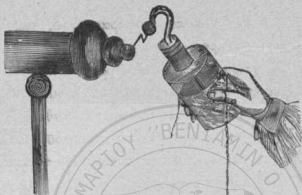


Σχ. 110.

Λίαν εὐμεταχειρίστος συμπυκνωτὴς εἶνε ἡ Λουγδουνικὴ λάγηνος, (σχ. 110), μέγα ὑάλινον ποτήριον, φέρον ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς καὶ ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ἐπίστρωμα ἐκ φύλλων κασσιτέρου, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν καλεῖται ἐσωτερικὸς ὀπλισμός, τὸ δὲ ἐξωτερικὸς ὀπλισμός. Ἡ λάγηνος ἐπιπωμα-
τοῦται διὰ φελλοῦ, δι' οὗ διέρχεται
ράβδος μεταλλικὴ φέρουσα

κατὰ τὰ ἄνω σφαῖραν κάτω δὲ ἄλυσιν μέχρι τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀπλισμοῦ διήκουσαν. Ἡ λάγηνος πληροῦται κρατουμένη ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ (σχ. 111), καὶ ἐπιτιθεμένης τῆς σφαίρας ἐπὶ τῆς ἐργαζομένης ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Μετά τινα λεπτά ἐπιτίθεμεν τὴν λάγηνον ἐπὶ τῆς τραπέζης (προσέχοντες νὰ μὴ προσεγ-

γίσωμεν εἰς τὴν σφαῖραν τὴν ἑτέραν χεῖρα, ἐφ' ὅσον



Σχ. 111.

ἔχομεν εἰς χεῖρας τὴν λάγνην) καὶ διὰ τόξου μεταλλικοῦ (σχ. 112) ἐκκενωτοῦ ὀνομαζομένου, φέροντος κατὰ τὰ ἄκρα σφαῖρας, καὶ ἀπομονωτῆρα κατὰ τὸ μέσον, ἐξ οὗ κρατεῖται, ἐνοῦμεν τοὺς δύο ὀπλισμοὺς ἐπιτιθέντες τὴν μίαν σφαῖραν τοῦ

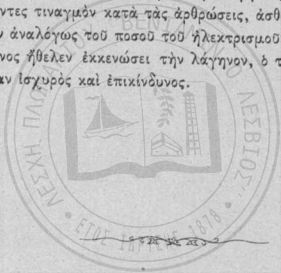


Σχ. 112.

ἐκκενωτοῦ ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ, τὴν δ' ἑτέραν πλησιάζοντες πρὸς τὴν σφαῖραν τῆς λαγῆνου, ὁπότε ἀμέσως διαπηδᾷ ἰσχυρὸς ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἄλλ' ἵνα παραχθῇ οὗτος πρέπει, ὡς γνωστόν, νὰ ὑπάρχωσι καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὁ θετικὸς καὶ ὁ ἀρνητικὸς, ἄρα ἡ λάγνηνος πρέπει νὰ φέρῃ ἐπὶ

μὲν τοῦ ἐνὸς ὀπλισμοῦ θετικόν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἀρνητικόν ἡλεκτρισμόν, ὡς ἐκ τῶν προηγουμένων εὐκόλως ἐξηγεῖται.

Ἐὰν πολλοὶ ἄνθρωποι συγκρατοῦντες τὰς χεῖρας σχηματίσωσιν σειράν, καὶ ὁ μὲν εἰς ἄκρος τῆς σειρᾶς ἐπιθέσῃ τὴν χεῖρα ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ, ὁ δ' ἕτερος ἄκρος ἐπὶ τῆς σφαίρας τῆς λαγῆνου, αἰσθάνονται πάντες τιναγμὸν κατὰ τὰς ἀρθρώσεις, ἀσθενῇ ἢ ἰσχυρὸν ἀναλόγως τοῦ ποσοῦ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἐὰν δὲ εἰς μόνος ᾔθελεν ἐκκενώσει τὴν λαγῆνον, ὁ τιναγμὸς εἶνε λίαν ἰσχυρὸς καὶ ἐπικίνδυνος.





ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΟΣ

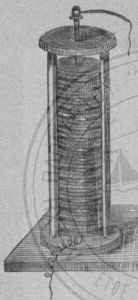
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

§ 98. Βολταϊκὴ στήλη. Κατὰ τὸ 1780 ὁ καθηγητὴς Γαλβάνης, παρατήρησεν, ὅτι τὰ ἄκρα παρασκευάσματος βατράχου συνεστέλλοντο σπασμωδικῶς κατὰ τὴν ἐκκένωσιν τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Θέλων νὰ δοκιμάσῃ, ἐὰν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἡλεκτρισμὸς ἦ δύνατο νὰ ἐπιφέρῃ τοιαύτας κινήσεις, ἐξήρτησεν ἐκ σιδηρῶν κιγκλίδων κήπου τοιαῦτα παρασκευάσματα διὰ χαλκίνων ἀγκιστρῶν διὰ τῆς σπονδυλικῆς στήλης διερχομένων, καὶ παρατήρησεν, ὅτι ὁσάκις τὰ σκέλη τοῦ βατράχου προσήγγιζον τὰς σιδηρᾶς κιγκλίδας, ἐπῆρχετο συστολὴ τῶν σκελῶν, τῆς ὁποίας αἰτία δὲν ἦτο βεβαίως ὁ ἀτμοσφαιρικός ἡλεκτρισμὸς. Καὶ ὁ μὲν Γαλβάνης ἀπέδιδε τὰ φαινόμενα ταῦτα εἰς ζωϊκὸν ἡλεκτρισμόν, ὁ δὲ ἐν Παύλᾳ καθηγητὴς Βόλτας διὰ πειραμάτων ἀπέδειξεν, ὅτι αἱ συστολαὶ προήρχοντο ἕνεκα ἡλεκτρι-

σμοῦ ἀναπτυσσομένου ὑπὸ τῶν δύο διαφόρων μεταλλῶν διὰ τῶν σκελῶν τοῦ βατράχου συνδεομένων.

Καὶ τῷ ὄντι· μεταξύ τριῶν ὑαλίνων στήλῶν ἐπὶ ξυλίνης βάσεως στηριζομένων (σχ. 113) τίθεται πρῶτον



Σχ. 113.

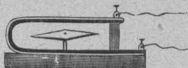
δίσκος ἐκ ψευδαργύρου φέρων σύρμα, εἶτα ἐριοῦχον ἰσομέγεθες πρὸς τὸν δίσκον, βεβρεγμένον δι' ὕδατος περιέχοντος καὶ ὀλίγον θεῖκον ὀξύ, ἐπὶ τοῦ ἐριοῦχου τίθεται δίσκος χαλκοῦ, ἔπειτα δίσκος ψευδαργύρου, ἐριοῦχον, καὶ δίσκος χαλκοῦ, ὥστε ἰδρύεται στήλη, ἡ Βολταϊκὴ στήλη, τελευτῶσα εἰς δίσκον χαλκοῦ φέροντα σύρμα.

Ἐὰν λάβωμεν μεταξύ τῶν δακτύλων ἐκάστης χειρὸς (ὑγρανθέντων δι' ὕδατος) τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων, αἰσθανόμεθα κατὰ τὰς ἀρθρώσεις τιναγμόν, ὡς καὶ εἰς τὴν λουγδουνικὴν λάγνηνον.

Ἐὰν προσδέσωμεν εἰς τὸ ἐν σύρμα ρίνην, ἐπ' αὐτῆς δὲ προστρίψωμεν τὸ ἕτερον σύρμα, παράγονται συνεχεῖς σπινθῆρες. Πρὸς παραγωγὴν ὅμως τούτων πρέπει, κατὰ τὰ γνωστά, τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σύρματος νὰ φέρῃ θετικὸν τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν. Ἐκ τῶν δύο τούτων πειραμάτων ἀναλόγων πρὸς τὰ φαινόμενα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ συμπεραίνομεν, ὅτι ἀναπτύσσεται ἡ-

λεκτρικὴ δύναμις διὰ συνδέσεως δύο διαφόρων μετάλλων καὶ ὕγροῦ.

Ὅπως δὲ ἐν τῷ ἡλεκτρισμῷ πρὸς ἀπόδειξιν αὐτοῦ μεταχειριζόμεθα τὸ ἡλεκτροσκόπιον, οὕτω καὶ ἐνταῦθα

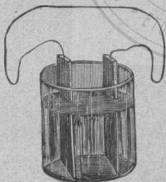


Σχ. 114.

μεταχειριζόμεθα ἕτερον ὄργανον, τὸ Γαλβανοσκόπιον (σχ. 114), συνιστάμενον ἐκ κεκαμμένου χαλκίνου ἐλάσματος, μετα-

ξὺ τοῦ ὁποίου κεῖται μαγνητικὴ βελόνη. Τακτοποιοῦντες τὸ ὄργανον, ὥστε ἡ βελόνη καὶ τὸ ἐλάσμα νὰ κῆνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ καὶ συνδέοντες τὰ ἄκρα τοῦ ἐλάσματος μετὰ τῶν συρμάτων τῆς Βολταϊκῆς στήλης, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν τῆς βελόνης ἀπόκλινιν.

§ 99. Ἡλεκτροικὸν ρεῦμα. Ἡ ἄνω στήλη ἀποτελεῖται ἐκ ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ συνδεομένων διὰ τοῦ βεβρεγμένου ἐριούχου.



Σχ. 115.

Ἀντὶ τούτου δυνάμεθα νὰ ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς ποτηρίου περιέχοντος ἀραιότατον θεικὸν ὀξύ, πλάκα χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου (σχ. 115), φερούσας κατὰ τὰ ἄκρα σύρματα. Ἐκ τῆς πλακὸς τοῦ ψευδαργύρου παρατηροῦμεν ἀνερχομένης φυσαλίδας ἀε-

ρίου, τὸ ὅποῖον, ὡς γνωστὸν ἐκ τῆς χημείας· εἶνε ὕδρογόνον, ἀναπτυσσόμενον διὰ τῆς χημικῆς ἐπενεργείας

τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ ψευδαργύρου, ὅστις ὀλίγον κατ' ὀλίγον διαλύεται ὑπὸ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι συμβαίνει χημικὴ ἐπενέργεια τοῦ ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ μετάλλου. Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ σύρματα μετὰ τοῦ γαλβανοσκοπίου, ἡ βελὸν ἀποκλίνει. Ἐὰν δὲ προσδέσωμεν εἰς τὸ ἐν σύρμα ῥίνην, ἐπ' αὐτῆς δὲ προστρέψωμεν τὸ ἕτερον σύρμα, παράγονται σπινθῆρες. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι

α) διὰ χημικῆς ἐπενέργειας ὑγροῦ ἐπὶ μετάλλων παράγεται ἡλεκτρικὴ δύναμις, ἡλεκτρογενετικὴ δύναμις καλούμενη.

β) Τὸ ἐν τῶν μετάλλων, ὁ χαλκὸς λαμβάνει θετικὸν ἡλεκτρισμόν, τὸ δ' ἕτερον, ὁ ψευδάργυρος ἀρνητικόν, σωρευομένων εἰς τὰ ἐξέχοντα ἄκρα τῶν μετάλλων, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν πόλους. Καὶ τὸ μὲν ὑπέρεχον ἄκρον τοῦ χαλκοῦ ὀνομάζεται θετικὸς πόλος, τὸ δὲ τοῦ ψευδαργύρου ἀρνητικὸς.



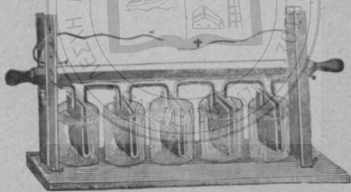
Σχ. 116.

γ) Ἴνα παραχθῇ σπινθὴρ κατὰ τὸ ἄκρον τῶν συρμάτων, πρέπει νὰ συμβαίῃ ῥοὴ τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἐκ τῶν πόλων διὰ τῶν συρμάτων εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν.

Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων (σχ. 116), οὐδεμίαν ἡλεκτρικὴν δύναμιν ἐκφαίνεται, ἐξουδετερουμένων τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἐντὸς τῶν συρμάτων. Συμβαίνει λοιπὸν ῥοή

τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδαργύρον, καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὸν κυκλοφοροῦντα τοῦτον ἡλεκτρισμὸν ὀνομάζομεν ἡλεκτρικὸν ἢ γαλβανικὸν ρεῦμα. Τὴν δὲ σύνδεσιν χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου μετὰ θειικοῦ ὀξέος ὀνομάζομεν ἡλεκτροικὸν ἢ γαλβανικὸν στοιχεῖον, τὰ δὲ ἄλλα αὐτοῦ πόλους.

§ 100. **Στήλη Βολαστῶνος.** Πρὸς παραγωγήν ἰσχυροτέρου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος συνδέομεν πολλὰ τοιαῦτα στοιχεῖα, σχηματίζοντες τὴν στήλην τοῦ Βολαστῶνος (σχ. 117). Ἐκαστὸν στοιχεῖον αὐτῆς συνίσταται ἐκ πλάκας ψευδαργύρου περιβαλλομένης ὑπὸ



Σχ. 117.

χαλκίνου ἐλάσματος οὕτως, ὥστε ὁ χαλκὸς νὰ μὴ ἐφάπτηται τοῦ ψευδαργύρου, χωριζόμενος ἀπ' αὐτοῦ διὰ φελλοῦ. Οἱ πόλοι τῶν στοιχείων προσηλθόνται διὰ χαλκίνων ἐλασμάτων ἐπὶ κοινοῦ ὁριζοντίου ξύλου, καὶ συνδέονται ὁ μὲν χαλκὸς τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ ψευ-

δαργύρου τοῦ δευτέρου στοιχείου, ὁ χαλκὸς τοῦ δευτέρου μετὰ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ τρίτου, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, ὥστε ἡ στήλη τελευτᾷ ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς ψευδάργυρον, ἔνθα εἶνε ὁ ἀρνητικὸς πόλος καὶ ἀφ' ἑτέρου εἰς χαλκόν, ἔνθα εἶνε ὁ θετικὸς πόλος, εἰς τοὺς ὁποίους ἐγκοχλιούνται χαλκοῦ σύρματα ὡς ἐν τῷ σχήματι. Τὰ στοιχεῖα ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ποτηρίων περιεχόντων ἀραιὸν θεικόν ὀξύ (8 μέρη ὕδατος καὶ 1 μέρος θειικοῦ ὀξέος). Μετὰ τὴν ἐκάστοτε χρῆσιν τὰ στοιχεῖα ἀνυψοῦνται ἐκτὸς τοῦ ὕγρου.

§ 101. Διαρκὲς στήλη Βοῦνσεν. Ἡ ἐνέργεια τῶν δύο στηλῶν τοῦ Βόλτα καὶ τοῦ Βολαστῶνος διαρκεῖ ἐπὶ ὀλίγον χρόνον καὶ τέλος ἐντελῶς καταπαύει. Διὰ τοῦτο γίνεται χρῆσις ἐτέρων στηλῶν διαρκῶν,



Σχ. 118.

τῶν ἐποίων ἡ ἐνέργεια διαρκεῖ ἐπὶ ἡμέρας τινάς. Ἐκ τῶν πολλῶν τοιούτων διαρκῶν στηλῶν ἀναφέρομεν τὴν τοῦ Βοῦνσεν (σχ. 118), συνισταμένην ἐξ ὑαλίνου ποτηρίου, εἰς τὸ ὁποῖον τίθεται ἀραιὸν θεικόν ὀξύ, ἐντὸς αὐτοῦ κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἐν-

τὸς αὐτοῦ ἀγγεῖον πῆλινον κυλινδρικόν φέρον νιτρί-

κὸν ὀξύ, ἐντὸς τοῦ ὁποῦ ἐμβαπτίζεται πρίσμα ἢ κύλινδρος ἐξ ἄνθρακος. Ὁ μὲν ἄνθραξ φέρει τὸν θετικόν, ὁ δὲ ψευδάργυρος τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Διὰ συνδέσεως πολλῶν τοιούτων στοιχείων ἀποτελεῖται στήλη τελευτῶσα ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς ψευδάργυρον ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰ ἄνθρακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

§ 102. Θερμαντικαὶ καὶ φωτιστικαὶ ἐνέργειαι. Ἐὰν μεταξὺ τῶν πόλων στήλης τοῦ Βολταστῶνος προσδέσωμεν λεπτὸν σύρμα σιδήρου (σχ. 119), τοῦτο πυρακτοῦται καὶ τέλος τήκεται. Ἐὰν δὲ τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ λεπτοῦ νήματος ἄνθρακος ἐγκεκλεισμένον ἐντὸς ὑαλίνης σφαίρας κενῆς ἀέρος, ὁ ἄνθραξ πυρακτοῦται ἰσχυρότατα ἀναδίδων λαμπρότατον



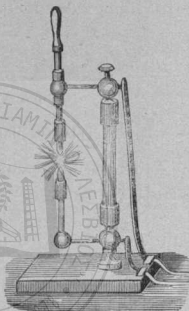
Σχ. 119.

φῶς. Τοιαύτη εἶνε ἡ ἠλεκτρικὴ λυχνία τοῦ Ἐδισσον (σχ. 120). Ἐὰν συνδέσωμεν τοὺς πόλους στήλης τοῦ Βοῦνσεν (ἢ τοῦλάχιστον στοιχείου) μετὰ συσκευῆς (σχ. 121) φερούσης δύο τεμάχια ἄνθρακος, ὥστε οἱ πόλοι τῆς στήλης νὰ ἄγωσι εἰς τοὺς ἄνθρακας, καὶ ἀπομακρύνωμεν αὐτοὺς ἀπ' ἀλλήλων, παράγεται μεταξὺ αὐτῶν φῶς λαμπρότατον κυανοῦν, τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ βολταϊκὸν τόξον. Διότι οἱ ἐπὶ τῶν ἄνθράκων σωρευόμενοι

ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοὶ μὴ δυνάμενοι ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος νὰ συνενωθῶσι, παράγουσι θερμότητα, ἔνεκα τῆς ἐποίας οἱ ἄνθρακες πυρακτοῦνται. Μικρὰ δὲ



Σχ. 120.



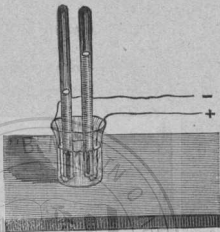
Σχ. 121.

τεμάχια αὐτῶν πεπυρακτωμένα διαπετῶσι μεταξύ τῶν δύο πόλων, σχηματίζοντα τόξον φωτεινόν.

§ 103. **Χημικαὶ ἐνέργειαι.** Πληροῦμεν ὕδατος ὀξυοῦχου δύο ἰσομεγέθεις δοκιμαστικούς σωλῆνας καὶ ἀναστρέφομεν αὐτοὺς ἐντὸς ποτηρίου πλήρους ὕδατος ὀξυοῦχου (σχ. 122). Ὑφ' ἑκάστον σωλῆνα εἰσάγομεν ἐλάσματα πλατίνης συνδεδεμένα διὰ συρμάτων μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης τοῦ Βοῦνσεν. Εὐθὺς παρα-

τηροῦμεν ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τῆς πλατίνης φουαλίδας αἰρίου, αἵτινες ἀποσπῶμεναι, ἀνέρχονται εἰς τοὺς σω-

λῆνας ἐκδιώκουσαι τὸ ὕδωρ. Μετὰ ὥραν τινὰ ὁ ὄγκος τοῦ αἰρίου ἐν-
τός τοῦ σωλῆνος τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου εἶνε διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ αἰρίου τοῦ σωλῆ-
νος τοῦ θετικοῦ πό-
λου. Καὶ τὸ μὲν αἷριον τοῦ σωλῆνος τοῦ ἀρ-
νητικοῦ πόλου, εἶνε ὕ-
δρογόνον, τὸ δὲ τοῦ θε-
τικοῦ πόλου ὀξυγόνον
(ιδεὲ Χημείαν), παραχθέντα ἐξ ἀποσυνθέσεως τοῦ ὕδα-
τος. Τὸ ἠλεκτρικὸν λοιπὸν ρεῦμα ἀποσυνθέτει τὸ
ὑδωρ εἰς ὕδρογόνον καὶ ὀξυγόνον, ἐν δὲ τῷ αὐτῷ χρό-
νῳ ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυομένου ὕδρογόνου εἶνε διπλάσιος
τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου.

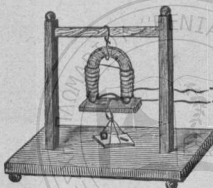


Σχ. 122.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΑΙ ΚΑΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

§ 104. Ἡλεκτρομαγνήται. Ἐάν περί μαλακὸν σίδηρον σχήματος πεταλοειδοῦς (σχ. 123), περιτυλί-



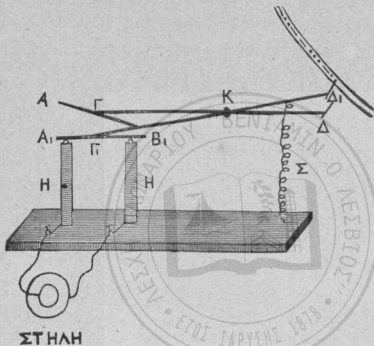
Σχ. 123.

ξωμεν σύρμα χαλκοῦ διὰ νήματος ἀπομονωμένον, καὶ συνδέσωμεν τὰ ἄκρα αὐτοῦ μετὰ τῶν πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης, ὃ μαλακὸς σίδηρος καθίσταται ἡμαγνήτης, ἔλκων βελόνην καὶ δυνάμενος νὰ φέρῃ καὶ

μικρὸν βάρος. Ἐάν διακέψωμεν τὸ ρεῦμα, καταπαύει καὶ ἡ μαγνητικὴ δύναμις. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα κυκλοφοροῦν περί μαλακὸν σίδηρον καθιστᾷ αὐτὸν μαγνήτην, ἐφ' ὅσον τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ. Ὁ τοιοῦτος μαγνήτης ὀνομάζεται ἡλεκτρομαγνήτης, ἔχων σπουδαιοτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὸν τηλεγράφον.

§ 105. Τηλέγραφος. Ὑπὸ τὴν ἀπλουστάτην αὐτοῦ μορφήν ὁ τηλεγράφος ἀποτελεῖται (σχ. 124) ἐξ ἡλεκτρομαγνήτου Η καὶ Η μετὰ τῆς στήλης συνδεομένου. Κατὰ τὸ κέντρον Κ στηρίζεται μοχλὸς ΓΔ, φέ-

ρον κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ὁριζόντιον μαλακὸν σίδηρον AB, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἀκίδα Δ, τηρούμενος ἐν ὁριζοντίᾳ θέσει ὑπὸ τῆς σπείρας Σ. Ὅταν τὸ ρεῦμα κυκλοφορῇ,



Σχ. 124.

ὁ μαλακὸς σίδηρος [καθιστάμενος ἡλεκτρομαγνήτης] ἔλκει τὸ AB, καὶ σὺν αὐτῷ τὸν μοχλὸν ΓΔ, ὅστις λαμβάνει τὴν θέσιν ΓΔ₁, ἡ δὲ ἀκίς ἀνυψοῦται εἰς τὸ Δ₁. Ἐὰν τὸ ρεῦμα διακοπῇ, ὁ ἡλεκτρομαγνήτης ἀπόλλυσι τὴν δύναμιν αὐτοῦ, ὁ δὲ μοχλὸς συρόμενος ὑπὸ τῆς σπείρας λαμβάνει τὴν προτέραν αὐτοῦ ὁριζόντιον θέσιν AB. Ἐὰν δὲ πρὸ τῆς ἀκίδος Δ, διέρχεται ταινία χάρτου, τότε κλειομένου καὶ διακοπτομένου

στιγμιαίως τοῦ ρεύματος, ἡ ἀκίς ἐφάπτεται τοῦ χάρτου σημειοῦσα ἐπ' αὐτοῦ ἀπλὴν στιγμήν. Ἐάν δὲ τὸ ρεῦμα διατηρηθῇ κλειστὸν ἐπὶ χρόνον τινά, σημειοῦται διὰ τῆς ἀκίδος ἐπὶ τοῦ χάρτου γραμμή. Διὰ συνδέσεως γραμμῶν καὶ στιγμῶν σημειοῦνται τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου π. χ.

. — = α, — ... = β κτλ.



ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΙΣΣΟΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

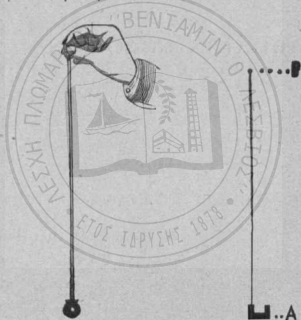
ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΤΩΣΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΒΑΡΥΤΗΣ

§ 106. Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.
Λίθος ἐξ ὕψους ἐλεύθερος ἀφιέμενος καταπίπτει κινούμενος κατ' ἀρχὰς μὲν βραδέως, ἔπειτα δὲ ταχύτερον, πλησίον δὲ τοῦ ἐδάφους ἔχει τὴν μεγίστην αὐτοῦ ταχύτητα. Κατὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο δύο τινὰ πρέπει νὰ ἐξετάσωμεν, τίνα διεύθυνσιν λαμβάνει τὸ σῶμα, καὶ κατὰ ποῖον τρόπον κινεῖται.

α) Ἵνα ὀρίσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ καταπίπτοντος σώματος, ἐξαρτῶμεν αὐτὸ ἐκ νήματος (σχ. 125), τὸ ὁποῖον ἐλεύθερον ἀφιέμενον λαμβάνει θέσιν κάθετον.

Τὸ ἀπλοῦν τοῦτο ὄργανον ὀνομάζομεν *στάθμην*. Ἐὰν δὲ κόψωμεν τὸ νῆμα, τὸ σῶμα κινεῖται ἀκριβῶς κατὰ τὴν κάθετον τοῦ νήματος διεύθυνσιν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ καταπίπτοντα σώματα διευθύνονται πρὸς τὴν γῆν κινούμενα κατὰ τὴν κάθετον. Τὴν στάθμην μεταχειρίζομεθα, ἵνα ὀρίσωμεν, ἐὰν τοῦχος ἢ δοκὸς εἶναι κάθετα.

6) Ἵνα ὀρίσωμεν τὸν τρόπον τῆς κινήσεως τοῦ πί-



Σχ. 125.

Σχ. 126.

πτοντος σώματος, ἥτοι πόσα μέτρα διατρέχει εἰς 1 εἰς $2''$ εἰς $3''$ κτλ. ἐκτελοῦμεν τὰ ἐξῆς πειράματα.

α) Ἐξ ὕψους τινὸς ἐξαρτῶμεν διὰ σχοινίου μικρὸν ξύλινον κιβώτιον A (σχ. 126) περιέχον ἄμμον ἢ

ρίνισματα ξύλων, ἐκ δὲ τοῦ ἄνω μέρους Β ἀφίεμεν μολύβδινα σφαιρίδια, παρατηροῦντες συγχρόνως καὶ ὠρολόγιον δευτερολέπτων. Ἀναλόγως δὲ ἀνασύρομεν ἢ καταβιβάζομεν τὸ κιβώτιον Α, ἕως οὗ τὰ σφαιρίδια πλήττουσι τὸ κιβώτιον Α, διατρέχοντα τὸ διάστημα ΒΑ εἰς 1". Μετρῶντες ἔπειτα τὸ σχοιῖον, εὐρίσκομεν, ὅτι ἔχει μῆκος 5 μέτρων· ἦτοι ὁ μολύβδος διατρέχει εἰς 1" 5 μέτρα. Ἐὰν ἐκτελέσωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα μετὰ σφαιριδίων σιδήρου, ὀρειγάλκου, εὐρίσκομεν, ὅτι καὶ ταῦτα διατρέχουσι 5 μέτρα εἰς 1". Ἐπίσης δὲ σφαιρίδια διπλατίου καὶ τριπλατίου βάρους ἢ τὸ πρῶτον, διατρέχουσι ἐπίσης 5 μέτρα εἰς 1". Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ἐξαγεται ὁ νόμος, ὅτι

Πάντα τὰ σώματα οἷα δῆποτε καὶ ἂν ἦνε ἡ ὕλη καὶ τὸ βάρος αὐτῶν ἐλευθέρως πίπτοντα διαρβόουσι 5 μέτρα εἰς 1".

Τεμάχιον ὁμως χάρτου, ἢ πτεροῦ, ἢ ξύλου, δὲν διατρέχει 5 μέτρα εἰς 1". Αἰτία τούτου δὲν εἶνε βεβαίως ἐξαίρεσις τοῦ νόμου, ἀλλ' ἴσως κώλυμά τι παρεμποδίζον τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος. Τὸ κώλυμα δὲ τοῦτο εἶνε ὁ ἀήρ· τούτου δὲ ἀφαιρουμένου πρέπει καὶ ὁ χάρτης νὰ καταπίπτῃ συγχρόνως μετὰ τοῦ χαλκοῦ. Καὶ τῷ ὄντι ἐπὶ νομίσματος τίθεμεν δίσκον ἐκ φύλλου χάρτου ἴσον τῷ νομίσματι, καὶ ἀφίεμεν αὐτὰ ἐλεύθερα, ἀμρότερα τὰ σώματα φθάνουσι συγχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος. Ὁ δὲ ἄνω νόμος ἐκφράζεται καὶ ὡς ἑξῆς· *Πάντα τὰ σώματα ἐν τῷ κενῷ πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.*

6) Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸ σφαιρίδιον νὰ κινηθῇ ὡς εἰς τὸ



ἄνω πείραμα ἐπὶ 2'' καὶ μετρήσωμεν τὸ διάστημα, εὐρίσκομεν αὐτὸ 20 μέτρα, ἥτοι τὸ τετραπλάσιον τοῦ πρώτου. Ἐὰν δὲ κινηθῇ ἐπὶ 3'', τὸ διάστημα εἶνε 45 μέτρα ἥτοι τὸ ἑννεαπλάσιον τοῦ πρώτου. Τακτοποιοῦντες δὲ τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα (σχ. 127) ἔχομεν :

Διάστημα διανυόμενον εἰς 1'' = 5 μέτρα

Διάστημα διανυόμενον εἰς 2'' = 20 = 5×4

Διάστημα διανυόμενον εἰς 3'' = 45 = 5×9

Ἄλλ' οἱ ἀριθμοὶ 4 καὶ 9 εἶνε τὰ τετράγωνα τοῦ 2'' καὶ 3'', ἐπομένως

Τὰ ὑπὸ καταπίπτοντος σώματος διανύμενα διαστήματα ἀυξάνουσιν ἀναλόγως τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διαρύονται.

§ 107. Βαρύτης. Τίς ἡ αἰτία τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων; Τὰ σώματα ὡς ἄδρανῆ (ἴδε § 5) δὲν δύνανται νὰ κινηθῶσιν ἀφ' ἑαυτῶν, ἀλλ' ἀπαιτεῖται δύναμις τις κινουσα αὐτά. Ἐπειδὴ εἰς τὰ ἄνω πείράματα οὐδὲν ἄλλο ὑπάρχει ἢ τὰ σώματα καὶ ἡ γῆ, συμπεραίνομεν, ὅτι, ἡ γῆ ἐλκονσα τὰ σώματα ἀναγκάζει αὐτὰ νὰ κινῶνται πρὸς αὐτήν, ἥτοι νὰ πί-

πτωσι πρὸς αὐτήν ἀκολουθοῦντα τοὺς ἄνω ἀναπτυσθέντας νόμους. Τὴν ἐλκτικὴν ταύτην ἐπὶ τῶν σωμά-

των δυνάμειν τῆς γῆς ὀνομάζομεν βαρύτητα, ἐνεργοῦσαν ἀνεξαιρέτως ἐπὶ στερεῶν, ρευστῶν καὶ ἀερίων.

§ 108. Βάρος. Πᾶν λοιπὸν σῶμα ἔλκεται ὑπὸ τῆς



Σχ. 128.

γῆς, καὶ ἐλεύθερον μὲν ὅν πίπτει πρὸς αὐτήν. Ἐὰν ὁμως ὑποστηριχθῇ διὰ τῆς χειρὸς (σχ. 128), ἐπειδὴ ἡ γῆ ἐξακολουθεῖ ἔλκουσα, τὸ σῶμα θὰ ἐπιφέρῃ πίεσιν ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν. Τὴν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος λοιπὸν πίεσιν τῶν σωμάτων ἐνεκα τῆς βαρύτητος τῆς γῆς,

ὀνομάζομεν βάρος αὐτῶν. Ὡς μονάδα δὲ πρὸς ὁρισμὸν τοῦ βάρους μεταχειριζόμεθα τὸ γράμμα (§ 1), ἐκ τοῦ ὁποίου παράγονται τὰ πολλαπλάσια αὐτοῦ ἥτοι:

10 γράμμα

100 γράμμα

1000 γράμμα = 1 χιλιόγραμμα

καὶ αἱ ὑποδιαίρέσεις αὐτοῦ ἥτοι:

0,1 = ἐν δεκατόγραμμον

0,01 = ἐν ἑκατοστόγραμμον

0,001 = ἐν χιλιοστόγραμμον.

§ 109. Εἰδικὸν βάρος. Τεμάχιον ξύλου εἶνε ἐλαφρότερον ἢ ἰσομέγεθες τεμάχιον μολύβδου, ἢ σιδήρου, ἢ χαλκοῦ, ἐκ τούτου δ' ἐπεταί, ὅτι ἴσος ὄγκος διαφόρων σωμάτων ἔχουσι καὶ διάφορον βάρος. Ἴνα δὲ ὁρίσωμεν ἀκριβῶς κατὰ πόσον εἰς ὄγκος σώματός τινος εἶνε βαρύτερος ἰσοῦ ὄγκου ὕδατος, κατασκευάζομεν ἐκ διαφόρων σωμάτων, μολύβδου, σιδήρου, χαλ-

κοῦ, κύβους ἴσους πρὸς ἓν κυβικὸν ἑκατοστομέτρον ὕδατος (§ 1). Σταθμίζοντες δ' αὐτοὺς εὐρίσκομεν, ὅτι

ὁ κύβος τοῦ ὕδατος βαρεῖ = 1 γρ.

ὁ κύβος τοῦ σιδήρου » = 7,8 γρ.

ὁ κύβος τοῦ χαλκοῦ » = 8,8 γρ.

ὁ κύβος τοῦ μολύβδου » = 11,3 γρ.

Οἱ ἀριθμοί, 7,8—8,8—11,3, οἷτινες δηλοῦσι τὰ βάρη ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου σώματός τινος ὀνομάζονται εἰδικὰ αὐτῶν βάρη. Ἐπειδὴ δὲ ἓν κυβικὸν ἑκατοστομέτρον σιδήρου εἶναι 7,8 βαρύτερον τοῦ ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου ὕδατος, ἔπεται, ὅτι καὶ εἷς ὄγκος σιδήρου εἶναι κατὰ 7,8 βαρύτερος ἰσοῦ ὄγκου ὕδατος. Καὶ εἷς ὄγκος χαλκοῦ εἶναι 8,8 βαρύτερος ἰσοῦ ὄγκου ὕδατος. Ἦτοι τὰ εἰδικὰ βάρη δηλοῦσιν ἐν γένει κατὰ πόσον ὄγκος σώματός τινος εἶναι βαρύτερος ἰσοῦ ὄγκου ὕδατος.

§ 110. Κέντρον τοῦ βάρους. Δίσκος ἐκ χάρτου ἢ ξύλου στηριζόμενα διὰ τοῦ δακτύλου εἰς τι σημεῖον



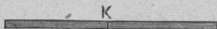
Σχ. 129.

τὸ σῶμα, ὀνομάζομεν κέντρον τὸ βάρος τοῦ σώματος.

ἀνατρέπονται καὶ πίπτουσιν ἐλκυόμενα ὑπὸ τῆς γῆς. Ἐάνδμως ὑποστηρίζωμεν ταῦτα κατὰ τὸ κέντρον (σχ. 129), δὲν ἀνατρέπονται. Τὸ σημεῖον παρὰ τὸς σώματος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ ὑποστηριχθῇ, ἵνα μὴ κινηθῇ

Ἐὰν ῥάβδος τις ἀποτελεῖται ὁλόκληρος ἐκ ξύλου, (σχ. 130) τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κεῖται ἀκριβῶς κατὰ τὸ μέσον, εἰς

τὸ Κ. Ἐὰν ὁμως τὸ ἡμισυ τῆς ῥάβδου εἶνε ἐκ ξύλου τὸ δὲ ἕτερον ἐκ σιδήρου



(σχ. 131), τὸ κέντρον τοῦ βάρους μετατοπίζεται πρὸς



Σχ. 130.

Σχ. 131.

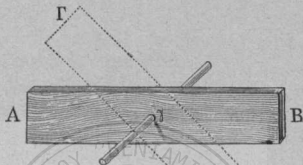
τὴν περισσοτέραν ὕλην εἰς τὸ Κ₁. Ὅτοι τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ κεῖται ἡ περισσοτέρα ὕλη τοῦ σώματος.

§ 111. Ἰσορροπία. Ἐὰν διὰ δοκιμῶν, ὡς ἄνω, ὀρίσωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους ὀρθογωνικοῦ ξύλου, διατρυπήσωμεν αὐτό, καὶ ἐξαρτήσωμεν διὰ νήματος, ἢ διαπεράσωμεν ἄξονα, τὸ σῶμα ἡρεμεῖ ἐν ὀριζοντίᾳ θέσει. Τότε λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ. Τῆς ἰσορροπίας ταύτης διακρίνομεν τρία εἶδη.

α') Ἐὰν ὁ ἄξων διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους (σχ. 132), τὸ σῶμα ἡρεμεῖ ὅπως καὶ ἂν τεθῇ. Ἡ τοιαύτη ἰσορροπία ὀνομάζεται ἀδιάφορος.

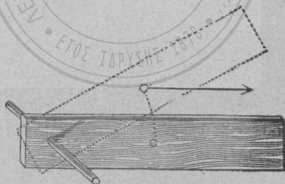
β') Ἐὰν δ' ὁ ἄξων διέρχεται (σχ. 133) ἄνω τοῦ κέντρου τοῦ βάρους, τὸ σῶμα ἐν μιᾷ μόνον θέσει ἰσορροπεῖ, ὅταν ὁ ἄξων καὶ τὸ κάτω κείμενον κέντρον τοῦ βάρους κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς καθέτου γραμμῆς. Ἐὰν ὁμως ἐξαγάγωμεν αὐτὸ τῆς ἰσορροπούσης θέσεως ἐκτελεῖ ταλαντώσεις, καὶ τέλος ἀναλαμβάνει τὴν πρώτην

αὐτοῦ θέσιν. Ἡ τοιαύτη ἰσορροπία ὀνομάζεται σταθερά.



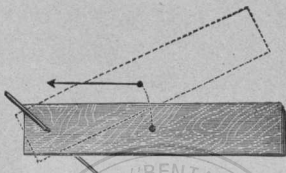
Σχ. 132.

γ') Ἐάν ὁμοῦς ὁ ἄξων διέρχεται ὑπὸ τὸ κέντρον τοῦ



Σχ. 133.

βάρους (σχ. 134) κατὰ μίαν μόνον θέσιν τὸ σῶμα ἡρε-
μει, ἐξελθὼν ὁμοῦς ταύτης ἀνατρέπεται, μὴ ἀναλαμβά-



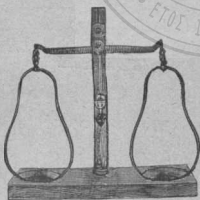
Σχ. 134.

νον τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν. Ἡ τοιαύτη ἰσορροπία ὀνομάζεται ἀσταθής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΖΥΓΟΣ ΚΑΙ ΜΟΧΛΟΣ

§ 112. Ζυγός. Ὁ κοινὸς ζυγός (σχ. 135) συνίσταται



Σχ. 135.

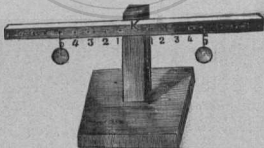
ἐκ μεταλλικῆς ράβδου ὀριζοντίου, *φάλαγγος* ὀνομαζομένης, στηριζομένης κατὰ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῆς ἐπὶ πρίσματος, ἢ ἐξηρημένης δι' ἄξονος. Κατὰ τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἡ *φάλαγξ* φέρει καὶ δείκτην, τὴν *γλῶσσαν*, ἥτις ἵσταται ῥάθετος ὅταν ἡ *φάλαγξ* ἔχῃ ὀρι-

ζοντίαν θέσιν. Ἐκ τῶν ἄκρων τῆς *φάλαγγος* κρέ-

μάνται δι' ἐξαρτήσεων αἱ δύο πλάστιγγες. Ὁ ζυγὸς πρέπει νὰ ᾔνε ἀκριβής, ἤτοι ὅταν αἰωρῇται ἐλεύθερος, πρέπει ἡ φάλαγξ νὰ ἔχη θέσιν ὀριζοντίαν δηλουμένην διὰ τῆς καθέτου θέσεως τῆς γλώσσης.

Ἐὰν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ ἐπιθέσωμεν σῶμά τι, ἐπὶ δὲ τῆς ἐτέρας σταθμά, π.χ. 100 γρ., ἕως οὗ ὁ ζυγὸς ἰσορροπήσῃ, λέγομεν, ὅτι τὸ σῶμα βαρεῖ 100γρ. ἤτοι ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς μιᾶς πλάστιγγος πίεσιν τόσην, ὅσην ἐπιφέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐτέρας τὰ 100 γρ. ἐπομένως τὸ βάρος αὐτοῦ εἶναι ἴσον πρὸς 100 μοράδας βάρους.

§ 113. Μοχλός. Ἵνα κατανοήσωμεν τοῦτο, ὀρίζομεν εἰς ῥάβδον ἐκ ξύλου τὸ κέντρον τοῦ βάρους, διὰ τοῦ ἐποίου διαπερῶμεν ἄξονα, περὶ τὸν ὁποῖον ἡ ῥάβδος νὰ κινῆται ἐλευθέρως. Τὴν ῥάβδον διαιροῦμεν ἐκατέρωθεν τοῦ K εἰς ἴσα μέρη (σχ. 136). Τὸ κατασκευασθὲν ὄργανον ὀνομάζεται μοχλός, τὸ σημεῖον



Σχ. 136.

ἐφ' οὗ στηρίζεται, ὑπομόχλιον, τὰ δ' ἐκατέρωθεν τοῦ ὑπομοχλίου μέρη ὀνομάζονται βραχίονες τοῦ μοχλοῦ.

Ἐὰν εἰς τὴν διαίρεσιν ὃ ἐξαρτήσωμεν 100 γρ., ὁ μοχλός κλίνει. Ἴνα δὲ ἰσορροπήσῃ ἐν ὀριζοντίᾳ θέσει, πρέπει ἐκ τοῦ ἐτέρου βραχίονος εἰς τὴν διαίρεσιν ὃ νὰ ἐξαρτήσωμεν ἕτερα 100 γρ. Ὁ τοιοῦτος μοχλός ὀνομάζεται ἰσοβραχιόνιος μοχλός. Ἐκ τοῦ ἄνω πειράματος συμπεραίνομεν, ὅτι ἵνα ἰσορροπήσῃ ὁ ἰσοβραχιόνιος μοχλός πρέπει.

α') Οἱ βραχίονες νὰ ᾖνε ἴσοι: $5=5$.

β') Τὰ ἐπιτιθέμενα βάρη νὰ ᾖνε ἴσα: $100\text{γρ.}=100\text{γρ.}$

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ζυγόν, ὅστις εἶνε μοχλός φέρων τὰς πλάστιγγας ὡς βάρη. Ἴνα ὁ ζυγός ἰσορροπῇ, ᾗτοι ἵνα ἡ φάλαγξ ᾖνε ἐν ὀριζοντίᾳ θέσει, πρέπει:

α') Τὰ μέρη τῶν φαλάγγων νὰ ᾖνε ἴσα καὶ ἰσοβαρῇ, καὶ αἱ πλάστιγγες ἰσοβαρεῖς.

β') Ἡ πίεσις τὴν ὁποίαν ἐπιφέρει τὸ σῶμα ἐπὶ τῆς μιᾶς πλάστιγγος, πρέπει νὰ ᾖνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρουσιν αἱ μονάδες τοῦ βάρους ἐπὶ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος, ἢ συντόμως τὸ βάρος τοῦ σώματος ἴσον πρὸς τὰς μονάδας τοῦ βάρους, ἐπομένως βάρος σώματος = 100 γρ.

§ 114. **Εὐαισθησία ζυγοῦ.** Ἐὰν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλάστιγγος ἐλευθέρως αἰωρουμένου ζυγοῦ ἐπιθίσωμεν 1 γρ. μέχρι ἐπαισθητῆς κλίσεως τοῦ ζυγοῦ, ἐπὶ δὲ τῆς πλάστιγγος ἐτέρου ζυγοῦ 2 γρ. μέχρι τῆς αὐτῆς κλίσεως, λέγομεν, ὅτι ὁ πρῶτος ζυγός εἶναι διπλασίως εὐαισθητότερος τοῦ δευτέρου. Ὀνομάζομεν λοιπὸν εὐαισθησίαν ζυγοῦ τὸ βαρίδιον, τὸ ὁποῖον ἐπιτιθέμενον ἐπὶ τῆς

μιᾶς πλάστιγγος ἐλευθέρου ζυγοῦ, ἐπιφέρει ἐπαισθητὴν αὐτοῦ κλίσιν. Ὅσον δὲ μικρότερον εἶνε τὸ βαρίδιον, τόσον μεγαλειτέρα καὶ ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.

§ 115. Στατήρ. Χρήσιμος πρὸς στάθμησιν εἶναι καὶ ὁ Ῥωμαϊκὸς στατήρ (σχ. 137), συνιστάμενος ἐκ ράβδου σιδηρᾶς, ἐξαρτωμένης ἐκ τινος σημείου, οὕτως,

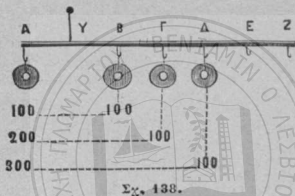


Σχ. 137.

ὥστε ὁ εἰς βραχίων εἶνε ἐπιμηκέστερος τοῦ ἑτέρου. Ἐκ τοῦ βραχυτέρου βραχίονος ἐξαρτῶνται τὰ ἀγκίστρα, ἐκ τῶν ὁποίων κρέμονται τὰ πρὸς στάθμησιν ἀντικείμενα. Ἐπὶ τοῦ μεγαλειτέρου βραχίονος φέροντος ἡριθμημένης διαιρέσεις κινεῖται ἡ μονὰς τοῦ βάρους π.χ., ἐν χιλιόγραμμον, ὀνομαζομένη δρομεύς. Ἐξαρτῶντες τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα ἐκ τῶν ἀγκίστρων πρέπει νὰ φέρωμεν τὸν δρομέα ἐπὶ τοῦ ἑτέρου βραχίονος μέχρις ἰσορροπίας τοῦ στατήρος, π.χ. εἰς τὴν διαίρεσιν 5, τότε λέγομεν, ὅτι τὸ σῶμα βαρεῖ πεντάκις τὴν μονάδα, ἥτοι 5 χιλιόγραμμα.

Πώς όμως είναι δυνατόν τόσον βάρος νὰ ισορροπῇ πρὸς τὸν ὁρομέα, καὶ διατί τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι πενταπλάσιον τοῦ βάρους τοῦ ὁρομέως ;

Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν ἐκ ξύλου στατῆρα AZ (σχ. 138), ἐξαρτῶμεν αὐτὸν ἐκ τοῦ σημείου Υ', ἐπὶ δὲ τοῦ μέρους ΑΥ ἐπιθέτομεν πλάκας ἐκ μολύβδου,



ἕως οὗ ἡ ῥάβδος ἐκ τοῦ Υ' ἐξαρτωμένη ισορροπεῖ. Τὸ κατασκευασθὲν ὄργανον εἶνε μοχλὸς ἀνισοβραχιόνιος, οὗτινος Υ' εἶναι τὸ ὑπομόχλιον, τὰ δ' ἐκατέρωθεν αὐτοῦ μέρη ΑΥ καὶ ΥΖ οἱ βραχίονες τοῦ μοχλοῦ. Διαίρομεν τὸ ΥΖ εἰς μέρη ἴσα πρὸς τὸ ΑΥ, ὥστε :

$$ΥΒ = ΑΥ$$

$$ΥΓ = 2 \times ΑΥ$$

$$ΥΔ = 3 \times ΑΥ$$

α') Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ Α 100 γρ. ὁ μοχλὸς κλίνει· ισορροπεῖ δὲ ἐὰν εἰς τὸ Β ἐξαρτήσωμεν ἕτερα 100 γρ. διότι τότε τὰ σθένη εἶνε ἴσα (ἴδε § 113), ἤτοι :

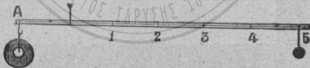
$$100 \times ΑΥ = 100 \times ΥΒ$$

6") Ἐὰν εἰς τὸ Α ἐξαρτήσωμεν 200γρ. πρέπει, ἵνα ἐπέλθῃ ἰσορροπία, νὰ μεταφέρωμεν τὸν δρομέα (τὰ 100γραμμ.) εἰς τὸ σημεῖον Γ,

ἤτοι ἐὰν ὁ βραχίον τοῦ δρομέως ΥΓ ᾖ διπλάσιος τοῦ ΑΓ, τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι διπλάσιον τοῦ βάρους τοῦ δρομέως

γ') Ἐὰν ἐκ τοῦ Α ἐξαρτήσωμεν 300γρ. ἵνα ἐπέλθῃ ἰσορροπία, πρέπει ὁ δρομεὺς (τὰ 100γραμμ.) νὰ μετατεθῇ εἰς τὸ Δ,

ἤτοι ἐὰν ὁ βραχίον τοῦ δρομέως ΥΔ ᾖ τριπλάσιος τοῦ ΑΓ, καὶ τὸ βάρος τοῦ σταθμωμένου σώματος εἶνε τριπλάσιον τοῦ βάρους τοῦ δρομέως. Ἐν γένει λοιπὸν ὅσον ὁ βραχίον τοῦ δρομέως γίνεται μεγαλειότερος τοῦ βραχίονος τοῦ βάρους, τόσον καὶ τὸ βάρος τοῦ σταθμωμένου σώματος εἶνε μεγαλειότερον τοῦ βάρους τοῦ δρομέως. Ἐὰν δὲ ἀντὶ γραμμάτων σημειώσωμεν ἀριθμοὺς 1, 2, 3, 4, 5, (σχ. 139), ἔχωμεν δὲ δρομέα μιὰν ὁκτὰν, ἐξαρτήσωμεν δὲ εἰς μὲν



Σχ. 139.

τὸ Α σῶμά τι, εἶτα δὲ φέρωμεν τὸν δρομέα εἰς τὴν διαίρεσιν 5, ἕως οὗ ἰσορροπήσῃ ὁ μοχλός, τότε κατὰ τὸν ἄνω νόμον ἔχομεν βάρος σώματος = πενταπλάσιον τοῦ βάρους τοῦ δρομέως ἢ βάρος σώματος = πέντε ὁκάδας.

Τοιοῦτον δὲ ὄργανον εἶνε ὁ στατήρ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΩΡΟΛΟΓΙΟΝ ΚΑΙ ΕΚΚΡΕΜΕΣ

§ 116. Ὁρολόγιον. Ὁρολόγια εἶνε ὄργανα, διὰ τῶν ὁποίων χρονικόν τι διάστημα διαιρεῖται εἰς ἴσα μέρη, π. χ. τὸ ἀπὸ τῆς μιᾶς μεσημβρίας μέχρι τῆς ἐπομένης χρονικὸν διάστημα εἰς 24 ἴσα μέρη, τὰς ὥρας, τὸ δὲ μιᾶς ὥρας χρονικὸν διάστημα εἰς 60 ἴσα μέρη, τὰ πρῶτα λεπτά, καὶ ἕκαστον τούτων εἰς 60 ἴσα μέρη, τὰ δευτερόλεπτα.

Τὸ ἀπλούστατον τῶν ὠρολογίων εἶναι τὸ ὠρολόγιον τῶν δευτερολέπτων (σχ. 140), συνιστάμενον ἐκ τρο-



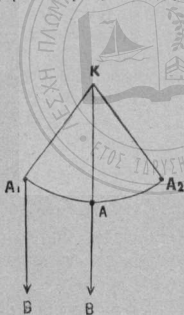
Σχ. 140.

χοῦ ὀδοντωτοῦ φέροντος ἄξονα, περὶ τὸν ὁποῖον τυλίσσεται νῆμα φέρον δύο ἀνισα βάρη. Ὁ τροχὸς ὑπὸ τοῦ κατερχομένου βάρους στρεφόμενος, κινεῖται περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ μετὰ ταχύτητος συνεχῶς αὐξανομένης, διότι καὶ τὸ στρέφον αὐτὸν βᾶρος ὑπὸ τῆς γῆς ἐλκνύμενον, κινεῖται ὀλονὲν ταχύτερον. Ἐὰν θέλωμεν νὰ ρυθμίσωμεν τὴν πτώσιν αὐτοῦ, καὶ ἐπομένως τὴν κίνησιν τοῦ τροχοῦ, τίθεμεν ἀγκυραν αβ, τῆς ὁποίας τὰ ἄκρα α καὶ β, εἰσέρχονται ἐναλλάξ ἐντὸς τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ· κινουμένης τῆς ἀγκύρας διὰ τοῦ

δακτύλου ἰσοταχῶς στρέφεται ἰσοταχῶς καὶ ὁ τροχὸς περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ.

Ἀντὶ δὲ τῶν δακτύλων τίθεμεν ὄργανον συνιστάμενον ἐκ ράβδου σιδηρᾶς φερούσης κατὰ τὸ ἄκρον φακὸν μεταλλικὸν βαρύν, τὸ καλούμενον ἐκκρεμές· (σχ. 140 ε), τὸ ὁποῖον διενεργεῖ τὴν ἰσοταχὴν κίνησιν τῆς ἀγκύρας καὶ δι' αὐτῆς τὴν τοῦ τροχοῦ. Ἵνα δὲ τὸ ἐκκρεμές κατορθῇ τοῦτο, πρέπει νὰ κινῆται ἰσοχρόνως.

§ 117. Ἐκκρεμές. Ἵνα κατανοήσωμεν τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ ὥρολογίου, ἐξαρτῶμεν ἐκ νήματος λεπτοῦ προτρεπόμενου εἰς τὸ Κ σφαῖραν μικρὰν ἐκ μολύβδου Α (σχ. 141). Αὕτη ὡς γνωστὸν ἐν τῷ Α ἡρεμεῖ ἐλκόμενη ὑπὸ τῆς βαρύτητος τῆς γῆς κατὰ τὴν



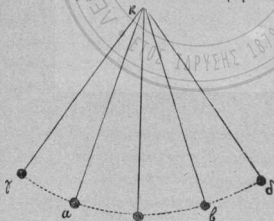
Σχ. 141.

ΑΒ· φερομένη δὲ εἰς τὸ Α₁, καὶ ἐλευθέρᾳ ἀφιεμένη κινεῖται πρὸς τὸ Α, ὑπερβαίνει αὐτό, φθάνει εἰς Α₂, ἔπειτα κατέρχεται, καὶ ἐξακολουθεῖ κινουμένη διαγράφουσα ἐκατέρωθεν τοῦ Α τόξα ἴσα. Τὸ τοιοῦτον ὄργανον ὀνομάζομεν ἐκκρεμές, τὰς κινήσεις αὐτοῦ αἰωρήσεις, τὸν δὲ χρόνον, κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ ἐκκρεμές διατρέχει τὸ τόξον Α₁ Α₂ καλούμεν χρόνον τῆς μιᾶς αἰωρήσεως, τὴν δ'

ἀπόστασιν τοῦ Α ἀπὸ τοῦ Κ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς.

Τίς ἡ αἰτία τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς; Ἀφ' οὗ κατὰ τὸ A ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ καὶ βαρύτης, ἡ αὐτὴ πρέπει νὰ ἐνεργῇ καὶ ὅταν τὸ σῶμα εὐρίσκηται εἰς τὸ A_1 τείνουσα νὰ φέρῃ αὐτὸ εἰς τὴν πρώτην ἡρεμοῦσαν αὐτοῦ θέσιν. Ἀλλ' ἐν ᾧ τὸ σῶμα κινεῖται ἀπὸ τοῦ A_1 πρὸς τὸ A , ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ἀδρανείας καὶ πέραν τοῦ A πρὸς τὸ A_2 . Ἐν ᾧ ὅμως τὸ σῶμα κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας πρὸς τὸ A_2 ἡ βαρύτης τῆς γῆς ἀντενεργοῦσα πρὸς τὴν τοιαύτην αὐτοῦ κίνησιν τείνει νὰ φέρῃ αὐτὸ πρὸς τὸ A . Τὸ δὲ σῶμα φθάσας μέχρι τοῦ A_2 ἐπιστρέφει πρὸς τὸ A ἐλκυσόμενον ὑπὸ τῆς βαρύτητος. Φθάσας δὲ εἰς τὸ A κινεῖται καὶ πέραν αὐτοῦ ἕνεκα τῆς ἀδρανείας, καὶ οὕτω ἐκτελεῖ αἰωρήσεις διαγράφον ἐκατέρωθεν τοῦ A τόξα ἴσα.

§ 118. Νόμοι τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς. α') Αἱ αἰωρήσεις τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς εἶνε ἰσό-



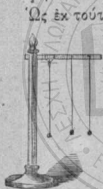
Σχ. 142.

χρονοί. Πρὸς τοῦτο ἐμβάλλομεν εἰς κίνησιν ἀπὸ τοῦ α εἰς τὸ β (σχ. 142) ἐκκρεμές ἐνὸς μέτρου μήκους, καὶ

ἀριθμοῦντες τὰς ἐπὶ 1' αἰωρήσεις, εὐρίσκομεν ὅτι ἐκτελεῖ 60 αἰωρήσεις εἰς 1', ἐπομένως ἡ μία αἰώρησις διαρκεῖ 1''. Ἐπειτα ἐμβάλλομεν τὸ αὐτὸ ἐκκρεμές εἰς αἰωρήσεις μεγαλειτέρας ἀπὸ τοῦ γ εἰς τὸ δ, καὶ ἀριθμοῦντες τὰς ἐπὶ 1' αἰωρήσεις, εὐρίσκομεν αὐτὰς ἐπίσης 60, ἐπομένως ἡ μία αἰώρησις διαρκεῖ 1''. Ἐκ τούτων ἔπεται·

1. Αἱ αἰωρήσεις τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς εἶνε ἰσόχρονοι.

2. Ἐκκρεμές ἐνὸς μέτρου μήκους ἐκτελεῖ μίαν αἰώρησιν εἰς 1''.



Σχ. 143.

Ὡς ἐκ τούτου τὸ τοιοῦτον ἐκκρεμές εἶνε χρήσιμον πρὸς ρύθμισιν τῆς κινήσεως τοῦ τροχοῦ τοῦ ὥρολογίου τῶν δευτερολέπτων.

6') Ἐπὶ τοῦ χρόνου τῆς μιᾶς αἰωρήσεως ἔχει ἐπιρροὴν ἡ ὕλη ἐξ ἧς ἀποτελεῖται τὸ ἐκκρεμές; Ἐμβάλλομεν συγχρόνως εἰς κίνησιν τρία ἐκκρεμῆ τοῦ αὐτοῦ μήκους (σχ. 143), ἀλλὰ διαφόρου ὕλης, τὸ μὲν ἐκ μολύβδου, τὸ δὲ ἐκ λίθου τὸ δὲ ἐκ σιδήρου·

ταῦτα ἐκτελοῦσι τὰς αἰωρήσεις αὐτῶν συγχρόνως· ἤτοι, ἐκκρεμῆ ἰσομήκη ἐκτελοῦσιν ἰσοχρόνους αἰωρήσεις, ἀδιαφόρως τῆς ὕλης αὐτῶν.

γ') Τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔχει ἐπιρροὴν ἐπὶ τοῦ χρόνου τῆς μιᾶς αἰωρήσεως; Πρὸς τοῦτο ἐμβάλλομεν συγχρόνως εἰς κίνησιν δύο ἐκκρεμῆ (σχ. 144), τὸ α' 0,25 τοῦ μέτρου, τὸ δὲ β' 2 μέτρα

μήκους, καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ βραχύτερον ἐκκρεμὲς ἐκτελεῖ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον δύο αἰωρήσεις. τὸ δὲ ἐπιμηκέστερον μίαν, ἥτοι ἡ μία αὐτοῦ αἰώρησις διαρκεῖ διπλάσιον χρόνον. Ἐκ τούτου ἔπεται,



Σχ. 144.

1) Ἐκκρεμῇ ἀνισομήκῃ ἐκτελοῦσιν ἀνισοχρόνους αἰωρήσεις.

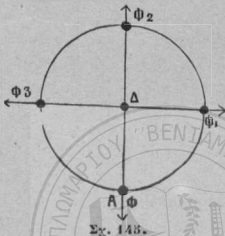
2) Ὁ χρόνος τῆς μιᾶς αἰωρήσεως τοῦ τετραπλάσιον μήκους ἔχοντος ἐκκρεμοῦς εἶνε διπλάσιος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

ΚΕΝΤΡΟΦΥΞ ΔΥΝΑΜΙΣ

§ 119. Περιδροφικὴ κίνησις. Ἐὰν ποτήριον πλήρες ὕδατος ἐκ σχοινίου ἐξηρητημένον ἐμβάλλωμεν εἰς στροφικὴν κίνησιν, τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ δὲν ἐκχέεται, καὶ ὅταν τὸ στόμιον τοῦ ποτηρίου ᾔνε ἐστραμμένον πρὸς τὰ κάτω. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι κατὰ τὴν περιστροφικὴν τοῦ ποτηρίου κίνησιν ἀναπτύσσεται δύναμις ἀντενεργοῦσα εἰς τὴν βαρύτητα, καὶ παρακωλύουσα τὴν ἔκχυσιν τοῦ ὕδατος.

§ 120. **Κεντρόφυξ δύναμις.** Πρὸς σπουδὴν τοῦ φαινομένου τούτου ἐξαρτῶμεν ἐκ νήματος ἰσχυροῦ



μολυβδίνην σφαῖραν (σχ. 145). Τὸ νήμα ἕνεκα τοῦ βάρους τοῦ σώματος λαμβάνει τάσιν τινά, τὴν ὁποίαν αἰσθανόμεθα ὡς πίεσιν ἐπὶ τοῦ δακτύλου Δ. Ἐὰν ἐμβάλλωμεν τὴν σφαῖραν εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, τὸ

νήμα ἐντείνεται ἰσχυρῶς, αἰσθανόμεθα δὲ ἐπὶ τοῦ δακτύλου ἰσχυρὰν πίεσιν, ὥς ἐὰν τὰ ἐλκῆται ἡ σφαῖρα ὑπὸ δυνάμεως τινοῦ ἀντιθέτως τοῦ νήματος ἐνεργούσης σημειουμένης ἐν τῷ ἄνω σχήματι διὰ τῶν τόξων, Φ , Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 . Ἡ δύναμις αὕτη, ἣτις τείνει τὰ ἀπομακρύνει τὸ σῶμα ἐκ τοῦ καμπύλου αὐτοῦ δρόμου, ὀνομάζεται **κεντρόφυξ δύναμις**. Ἡ δύναμις αὕτη ἀντενεργοῦσα εἰς τὴν βαρύτητα κρατεῖ τὸ ὕδωρ ἐν τὸς τοῦ ἀνεστραμμένου ποτηρίου.

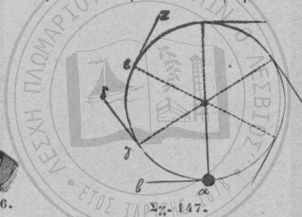
Ἡ κεντρόφυξ δύναμις ἐνυπάρχει εἰς τὴν περιστρεφόμενην σφαῖραν ἢ εἶνε ἀποτέλεσμα ἄλλης αἰτίας; Ἐὰν περιστρέψωμεν ἐν σφενδόνη λίθον (σχ. 146), καὶ ἀφήσωμεν τὸ ἐν νήμα ἐλεύθερον, ὁ λίθος ἀποχωρεῖ ἐκ τοῦ σημείου, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφίεται ἐλεύθερος βαίνων κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ ἐὰν

τὸ νῆμα τῆς περιστρεφομένης σφαίρας θραυσθῇ· ἡ ἐλευθέρα σφαῖρα δὲν κινεῖται κατὰ τὴν καμπύλην γραμμὴν, ἀλλὰ κατὰ τὰς εὐθείας αβ, γδ, εζ (σχ. 147).



Σχ. 146.

Διότι τὸ σῶμα ἄπαξ ἐμβληθὲν εἰς κίνησιν ἀποκτᾷ δυνάμει τῆς ἀδρανείας τάσιν νὰ κινηθῇ κατὰ τὰς εὐθείας αβ, γδ, εζ κτλ. Καὶ ἐπειδὴ τὸ νῆμα τηρεῖ αὐτὸ κατὰ τὴν καμπύλην ἑδόν, πρέπει τὸ σῶμα κατ' ἀνάγκην νὰ ἐπι-



Σχ. 147.

φέρῃ τάσιν τοῦ νήματος, τείνον νὰ ἀπομακρυνθῇ τοῦ καμπύλου αὐτοῦ δρόμου, ὡς ἐὰν ἐλκυεν αὐτὸ δυνάμεις τις ἀντενεργοῦσα πρὸς τὴν στερεότητα τοῦ νήματος. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ κεντρόφυξ δύναμις εἶνε ἀποτέλεσμα τῆς ἀδρανείας τῶν σωμάτων ἀναπτυσσομένη κατὰ τὴν περιστροφικὴν αὐτῶν κίνησιν.

§ 121. Νόμοι τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως :

α', Ἐὰν περιστρέψωμεν τὴν μολύβδινον σφαῖρα, αἰσθανόμεθα τὸ ποσὸν τῆς ἀναπτυσσομένης κεντρόφυγος

δυνάμεως ὡς πίετιν. Ἐὰν δὲ εἰς τὸ αὐτὸ νῆμα προσδέσωμεν σφαῖραν διπλασίου βάρους, καὶ περιστρέψωμεν αὐτὴν ἰσοχρόνως ὡς καὶ τὴν πρώτην, αἰσθανόμεθα, ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ δακτύλου πίεσις ἐγένετο μεγαλειτέρα, ἥτοι ὅτι ἡ κεντρόφυξ δύνاميς ἠύξησεν. Ὅσον λοιπὸν ἡ μάζα τοῦ περιστρεφομένου σώματος, τῶν λοιπῶν μενόντων τῶν αὐτῶν, γίνεται μεγαλειτέρα, καὶ ἡ ἀναπτυσσομένη κεντρόφυξ δύνاميς εἶνε μεγαλειτέρα, ἥτοι ἡ κεντρόφυξ δύνاميς εἶνε ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ περιστρεφομένου σώματος.

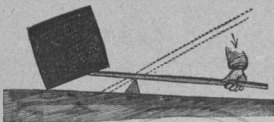
6) Ἐὰν περιστρέψωμεν τὴν σφαῖραν πρῶτον μὲν βραδέως, ἔπειτα δὲ ταχύτερον, καὶ τέλος ταχύτατα, καὶ ἡ πίεσις, ἥτοι ἡ κεντρόφυξ δύνاميς γίνεται μεγαλειτέρα, ἥτοι ἡ κεντρόφυξ δύνاميς αὐξάνει ἀναλόγως τῆς ταχύτητος τοῦ περιστρεφομένου σώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

§ 122. **Μηχανή.** Ὅταν διὰ τῶν χειρῶν ἀδυνατοῦμεν νὰ μετακινήσωμεν κατακείμενόν τι σῶμα μεταχειριζόμεθα ὡς γνωστὸν ἐπιμήκη ράβδον σιδηρᾶν (σχ. 148) ἢ καὶ ξύλινον ὑποστηρίζοντες αὐτὴν εἰς τι σημεῖον. Καὶ τὰ μὲν ἐν ἄκρον ταύτης εἰσάγομεν ὑπὸ τὸ σῶμα, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἄκρον πιέζοντες διὰ τῆς χειρὸς μετακινούμεν τὸ σῶμα. Τὴν ράβδον, διὰ τῆς ὁποίας ἐνταῦθα ἡ

δύναμις τῆς χειρὸς ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ σώματος ὀνομάζομεν μηχανήν, καὶ εἰδικῶς μοχλόν.



Σχ. 148.

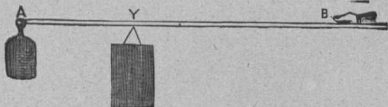
Ὅταν κρατῶμεν διὰ τῆς χειρὸς σῶμά τι (σχ. 149), καταβάλλομεν δύναμιν ἀντενεργοῦσαν ἀπ' εὐθείας πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Ἐάν ἡ δύναμις τῆς χειρὸς εἶνε ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ κρατήσωμεν αὐτό. Τὸ αὐτὸ δεδυνάμεθα νὰ πράξωμεν, ἐὰν ἐξαρτήσωμεν τὸ σῶμα ἐκ τοῦ ἄκρου Α ῥάβδου (σχ. 150), στηριζομένης κατὰ τὸ Υ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου ἄκρου αὐτῆς τοῦ Β, ἐπιθέσωμεν τὴν χεῖρα, τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ.



Σχ. 149.

Ἐνταῦθα ἡ δύναμις τῆς χειρὸς δὲν ἐνεργεῖ ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τοῦ σώματος, ἀλλὰ διὰ μέσου τῆς μηχανῆς. Ἡ ἄνω ἀπλή μηχανὴ εἶνε ὁ γνωστὸς μοχλός, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐνεργοῦσιν ἀφ' ἑνὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος καὶ ἀφ' ἑτέρου ἡ δύναμις τῆς χειρὸς. Τὸ σημεῖον ἐπὶ τοῦ ὁποίου στήρίζεται ὁ μοχλὸς ὀνομάζεται ὑπομόχλιον. Τὸ τμήμα τοῦ μοχλοῦ ΥΒ ὀνομάζεται βραχίον

τοῦ βάρους, τὸ δὲ ΓB βραχίον τῆς δυνάμεως.



Σχ. 130.

§ 123. Νόμοι ἰσορροπίας ἐν τῷ μοχλῷ.

α') Ἐὰν μετακινῶντες τὸ ὑπομόχλιον κατασκευάσωμεν τὸν βραχίονα τοῦ βάρους AY ἴσον πρὸς τὸν βραχίονα τῆς δυνάμεως YB (σχ. 131), ἡ χεὶρ ἡμῶν καταβάλλει δυνάμιν τινα, ἵνα τηρήσῃ τὰ 1000γρ. ἐν ἰσορ-



Σχ. 131.

ροπία. Πόσῃν δυνάμειν καταβάλλομεν; Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὴν χεῖρα καὶ ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ B σταθμὰ, μέχρις οὗ ταῦτα ἰσορροπήσωσι πρὸς τὸ σῶμα, ἐννοεῖται, ὅτι τὰ τεθέντα σταθμὰ τὰ 1000γρ. ἐπέφερον τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα τὸ ὅποῖον καὶ ἡ δύναμις τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι

1. Δυνάμεθα τὴν δυνάμειν τῆς χειρὸς τὰ ἀντικαθιστῶμεν διὰ βαρῶν, καὶ τὰ καταμετρῶμεν αὐτήν,
ἄρα $\text{Δύναμις χειρὸς} = 1000\gamma\rho.$

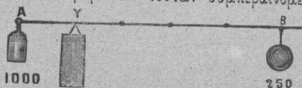
2. Πρὸς τήρησιν τῆς ἰσορροπίας τοῦ μοχλοῦ καταβάλλομεν δυνάμιν 1000γρ. τόσῃν, ὅσον βαρεῖ τὸ σῶμα. Ἐπομένως, ὅταν ὁ βραχίον τοῦ βάρους ᾗτε ἴσος τῷ βραχίονι τῆς δυνάμεως, καὶ ἡ δύναμις εἴη ἴση τῷ βάρει τοῦ σώματος.

6') Ἐὰν μετακινούντες τὸ ὑπομόχλιον κατασκευάσωμεν τὸν βραχίονα τῆς δυνάμεως ΥΒ διπλάσιον τοῦ βραχίονος τοῦ βάρους (ἴδε πρῶτον παράρτημα, στερεὰ § 122), καταβάλλομεν μικροτέραν δυνάμιν, ἵνα ἰσορροπήσῃ ὁ μοχλός. Ἀντικαθιστῶντες δὲ αὐτὴν διὰ σταθμῶν, πρέπει νὰ ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ Β (σχ. 152) 500γρ., ἵνα ὁ μοχλός ἰσορροπήσῃ. Ἐὰν δὲ ὁ βραχίον τῆς δυνάμεως καταστῇ τετραπλάσιος τοῦ βραχίονος τοῦ βάρους (σχ. 153), πρέπει πρὸς ἰσορροπίαν τῶν 1000γρ. τεθῇ δύναμις 250 γρ.



Σχ. 152.

Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι ὅσον ὁ βραχίον τῆς δυνάμεως γίνεται μεγαλύτερος τοῦ βραχίονος τοῦ βάρους κατὰ τόσον καὶ μικροτέρα



Σχ. 153.

δύναμις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ πρὸς μέγα βάρος, ἥτοι ἡ δύναμις καὶ τὸ βάρος εἶνε ἐν ἀντιστροφῇ λόγῳ τῶν βραχιόνων αὐτῶν.

§ 124. Τροχιλαία. Ἐτέρα ἀπλὴ μηχανὴ λίαν χρήσιμος εἶνε ἡ Τροχιλαία (σχ. 134), δίσκος ἐκ ξύλου ἢ μετάλλου κινητὸς περὶ τὸ κέντρον, φέρον λαιμόν, περὶ τὸν ὁποῖον τίθεται τὸ νῆμα. Ἐὰν εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ νήματος ἐξαρτήσωμεν 1000γρ., ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου ἄκρου κρατῶμεν αὐτὸ διὰ τῆς χειρὸς, καταβάλλομεν δύναμιν, ἀντενεργοῦσαν πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Ἄν θελωμεν νὰ ὀρίσωμεν αὐτήν, ἀφαιροῦμεν τὴν χεῖρα, καὶ τίθεμεν σταθμὰ μέχρῃς ἰσορροπίας. Πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ ἐξαρτη-



Σχ. 134.

θῶσι 1000γρ. Ἐπομένως δύναμις 1000γρ. ἰσορροπεῖ πρὸς βάρος 1000γρ. Ἐν τῇ τροχιλαίᾳ λοιπὸν ἡ δύναμις εἶνε ἴση πρὸς τὸ βάρος.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Εἶδομεν, ὅτι τὰ ὑγρά διαφέρουσι τῶν στερεῶν, καθ' ὅτι δὲν ἔχουσιν ἴδιον σχῆμα, εἶνε ὁμῶς καὶ ταῦτα ἀδιαχώρητα καὶ διαιρετὰ ὡς καὶ τὰ στερεά. Προσέτι δὲ καὶ τὰ ὑγρά ἐλεύθερα ἀφιέμενα (π. χ. σταγόνες βροχῆς) καταπίπτουσι πρὸς τὴν γῆν, ὡς καὶ τὰ στερεὰ ἐλκυόμενα ὑπ' αὐτῆς, ὑποστηριζόμενα δὲ ἐπιφέρουσι πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, ἥτοι ἔχουσι βάρος.

§ 125. Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένου. Ἐντὸς ἰσοζυγισθέντος ποτηρίου ἐπιχέομεν ἐν στρώμα ὕδατος (α), (σχ. 155), ὁ ζυγὸς ἀμέσως κλίνει, καὶ πρὸς ἰσορροπίαν αὐτοῦ πρέπει νὰ ἐπιθέσωμεν βάρη ἐπὶ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος. Ἐπιχέοντες δεύτερον στρώμα ὕδατος τὸ β, πρέπει νὰ ἐπιθέσωμεν καὶ ἕτερα βάρη πρὸς ἰσορροπίαν καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε τὸ στρώμα ὑφίσταται τὴν πίεσιν καὶ τὸ βάρος τοῦ ε, τὸ γ τὴν πίεσιν καὶ τὸ βάρος τοῦ δ καὶ ε, καὶ τέλος τὸ α



Σχ. 155.

τὴν πίεσιν καὶ τὸ βάρος ὅλων τῶν ἐπ' αὐτοῦ κειμένων στρωμάτων, ἐκ τούτων συμπεραίνομεν,

α') Ὅσον βαθύτερον κεῖται στρώμα τόσον καὶ ἡ ἐπ' αὐτοῦ πίεσις εἶνε μεγαλειτέρα. Καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν ἐντὸς κεκαμμένου σωλήνος (σχ. 156) ἐγχύσωμεν ἑγχρουν (διὰ φουξίνης) ὕδωρ, κλείοντες δὲ τὸ μακρότερον σκέλος διὰ τοῦ δακτύλου καταβιάσωμεν αὐτὸν ἐντὸς κυλίνδρου πλήρους ὕδατος, παρατηροῦμεν, ὅτι ὅσον βαθύτερον καταβιάζομεν αὐτόν, τόσον ὑψηλότερον ἀνέρχεται τὸ ἑγχρουν ὕδωρ.



Σχ. 156.

β') Ὁ πυθμὴν τοῦ ἀγγείου ὑφίσταται τὴν πίεσιν καὶ ἐπομένως τὸ βάρος ὅλων τῶν ἐπ' αὐτοῦ κειμένων στρωμάτων, ἥτοι ὁ πυθμὴν τοῦ ἀγγείου ὑφίσταται πίεσιν τόσῃν, ὅσον βαρεῖ στήλῃ ὕδατος ἑχουσα βάσιν τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅσα δὲ βάρη τίθεμεν ἐπὶ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος μέχρις ἰσορροπίας, τόσῃν πίεσιν ὑφίσταται ὁ πυθμὴν τοῦ ἀγγείου.

§ 126. Πίεσις ἐπὶ τῶν παρειῶν. Ἐὰν εἰς λάγηνον πλήρη ὕδατος ἀνοιχθῇ κατὰ τὰς παρειὰς αὐτῆς ὀπή, τὸ ὕδωρ δὲν καταρρέει ἡρέμα, ἀλλ' ἐκτινάσσεται μεθ' ὀρμῆς διαγράφον καμπύλην γραμμὴν, ἐκ τοῦ ὁποίου συμπεραίνομεν, ὅτι δύναμις ἰκανὴ ἐκ τῶν ἐντὸς πηλαγίως πιέζουσα ὥθει αὐτὸ πρὸς τὰ ἐκτός, ἐπομέ-

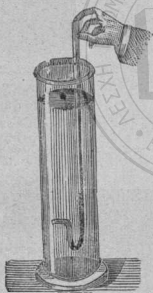
νως τὸ ὑγρὸν ἐπιφέρει πίεσιν καὶ κατὰ τὰ πλάγια, πιέζον τὰς παρειὰς τοῦ περιέχοντος αὐτό. Ἡ πίεσις αὕτη εἶνε ἡ αὐτὴ καθ' ὅλον τὸ ὕψος; Ἐὰν ᾔνε ἡ αὐτή, πρέπει ἐκ λαγήνου πλήρους ὕδατος καὶ φερούσης



Σχ. 157.

ὁπὰς κατὰ διάφορα ὕψη (σχ. 157) τὸ ὕδωρ νὰ ἐκρρέῃ μετὰ τῆς αὐτῆς δυνάμεως σχηματίζον ἴσας καμπύλας. Τὸ πείραμα ὁμῶς δεικνύει, ὅτι ἐκ τῆς κατωτάτης ὁπῆς τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται μετὰ μεγαλειτέρας δυνάμεως ἢ ἐκ τῆς ὑπεράνω κειμένης. Ἐκ τούτου συμπε-

ραίνομεν, ὅτι ἡ κατὰ τὰ πλάγια πίεσις ἀυξάνει ἀνα-



Σχ. 158.

λόγως τοῦ βάθους. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύεται σαφέστερον, ἐὰν εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ πειράματος 160 προσθέσωμεν δι' ἐλαστικοῦ σωλῆνος ἕτερον σωλῆνα φέροντα τὸ στόμιον κατὰ τὰ πλάγια (σχ. 158), καὶ κλείοντες διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἐπιμήκη βραχίονα ἐμβυθίσωμεν αὐτὸν ἐντὸς κυλίνδρου ὕδατος. Ὅσον βαθύτερον ἐμβυθίζεται ὁ σωλὴν τόσον ὕψηλότερον ἀνέρχεται τὸ ἑγχρουν ὕδωρ. Πόθεν ὁμῶς προέρχεται ἡ πλαγία αὕτη πίεσις; Γνωρίζομεν, ὅτι τὰ ὑ-

περκείμενα στρώματα πιέζουσι τὰ ὑποκείμενα, ὥστε τὸ

στρώμα αβ (σχ. 159) δέχεται τὴν πίεσιν Π τῶν ἄνω κειμένων στρωμάτων. Ἵνα δὲ ὑ-



Σχ. 159.

πάρχη εἰς τὸ στρώμα τοῦτο καὶ πίεσις πρὸς τὰ πλάγια, Π_1 καὶ Π_2 , ὡς πειραματικῶς ἀπ.δείχθη, πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ἡ ἐκ τῶν ἄνω στρωμάτων ἐπὶ τοῦ αβ ἐπιφερομένη πίεσις, μεταδίδεται καὶ πρὸς τὰ πλάγια. Ἐκ τούτου ἐξάγεται ὅτι ἡ ἐπὶ μέρος ὑγροῦ ἐπιφερομένη πίεσις μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΑΝΩΣΙΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

§ 127. **Βάρος σωμάτων ἐν τῷ ὕδατι.** Ἐντὸς τῆς θαλάσσης ἐγείρομεν λίθον εὐκολώτερον ἢ ἐκτὸς αὐτῆς. Κάθον πλήρη ὕδατος ἐν τῷ ὑγρῷ αἰσθανόμεθα ἐλαφρότερον ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ. Καὶ ὁ κολυμβῶν αἰσθάνεται ἑαυτὸν κουφότερον. Ἐκ τούτων τῶν φαινομένων συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ σώματα ἐν τῷ ὕδατι πρέπει νὰ εἶνε ἐλαφρότερα ἢ ἐν τῷ ἀέρι. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἰσοσταθμῶμεν σῶμά τι, ἐξαρτῶντες αὐτὸ ἐκ τῆς φάλαγγος ζυγοῦ διὰ νήματος· ἔστω τὸ βάρος = 100 γρ. Ἐπειτα ἰσοσταθμῶμεν αὐτὸ ἐμβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι, καὶ εὐρίσκομεν, ὅτι βαρεῖ ὀλιγώτερον. Πᾶν λοιπὸν σῶμα ἐμβαπτιζόμενον ἐν τῷ ὕδατι ἀπόλλυσιν ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ.

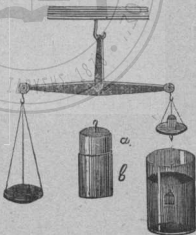
§ 128. **Ἀνωσις.** Πρὸς ἀνεύρεσιν τῆς αἰτίας τῆς

ἀπωλείας πειρώμεθα ὡς ἐξῆς. Φιαλίδιον ἀσφαλῶς ἐπι-
 πωματωθὲν ἀφιέμενον ἐν τῷ ἀέρι καταπίπτει. Ἐντὸς
 ὕδατος ὁμοῦς πλέει, ἐμβαπτι-
 ζόμενον μέχρι τινός. Ἐὰν δὲ
 ἐνθῶμεν αὐτὸ πρὸς τὰ κάτω
 (σχ. 160), αἰσθανόμεθα ἀντί-
 στασιν, ὡς ἐὰν δυνάμεις τις νὰ
 ὤθῃ τὸ φιαλίδιον ἐκ τῶν κά-
 τω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐκτὸς λοι-
 πὸν τῆς ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ
 κάτω πίεσεως, ἐκδηλοῦσι τὰ
 ὑγρὰ καὶ πίεσιν ἐκ τῶν κάτω
 πρὸς τὰ ἄνω ὀνομαζομένην
 Ἄνωσιν. Πᾶν λοιπὸν σῶμα ἐν
 τῷ ὕδατι ἐμβαπτιζόμενον ὑφίσταται ἄνωσιν, ἕνεκα
 τῆς ὁποίας τὸ βᾶρος αὐ-
 τοῦ ἐλαττοῦται.



Σχ. 160.

§ 129. Νόμος Ἀρχι-
 μύδους. Ἵνα ὀρίσωμεν
 κατὰ πόσον τὸ βᾶρος τοῦ
 σώματος ἐλαττοῦται ἐν τῷ
 ὕδατι, λαμβάνομεν δύο κυ-
 λινδρικούς, α καὶ β, (σχ. 161),
 ἐκ τῶν ὁποίων ὁ β εἶνε
 κοίλος, ἐντὸς δ' αὐτοῦ εἰ-
 σχωρεῖ ἀκριδῶς ὁ α, ὥστε
 ὁ ἐν τῷ β χῶρος εἶνε ἴσος
 πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ α.



Σχ. 161.

Ἰσοσταθμῶμεν τοὺς κυλίνδρους ἐπιτιθέντες τὸν μὲν κοῖλον ἐπὶ τῆς πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ, τὸν δὲ ἕτερον ἐξαρτῶντες διὰ νήματος ἐκ τῆς αὐτῆς πλάστιγγος ὡς ἐν γφ σχήματι. Μετὰ τὴν στάθμησιν τίθεμεν ποτήριον ὕδατος καὶ ὑψοῦμεν αὐτὸ δι' ὑποστηρικμάτων, μέχρις οὗ ὁ κύλινδρος α' ἐμβαπτισθῇ ἐλόκληρος ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἀμέσως ὁ ζυγὸς κλίνει πρὸς τὰ βάρη· διότι τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου ἡλαττώθη. Ἐπιχέομεν νῦν ἡρέμα ὕδωρ ἐντὸς τοῦ κύλου κυλίνδρου β, πληροῦμεν αὐτόν, καὶ ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ. Ὁ ἐν τῷ ὕδατι λαιπὸν ἐμβαπτισθεὶς κύλινδρος ἀπώλεσεν ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον βαρεῖ τὸ προστεθὲν ὕδωρ. Ἀλλὰ τοῦτο εἶνε ἴσον πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ κυλίνδρου α'. Ἐκ τούτου ἔπεται ὁ νόμος, ὅτι πᾶν σῶμα ἐν τῷ ὕδατι ἀπολλύσιν ἕνεκα τῆς ἀνώσεως ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον βαρεῖ ὄγκος ὕδατος, ἴσος πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος.

§ 130. Ἰσορροπία πλεόντων σωμάτων. Ἐὰν ἐν τῷ φιαλιδίῳ (πείραμα 160) ἐπιχύσωμεν ὕδωρ, ὥστε νὰ πλέῃ ἐν τῷ ὑγρῷ μέχρι λαιμοῦ ἐμβαπτιζόμενον, συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ βάρος τοῦ φιαλιδίου καὶ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος εἶνε ἴσον πρὸς τὴν ἀνωσιν. Ἐὰν δὲ ἐπιχύσωμεν πλεότερον ὕδωρ, τὸ φιαλίδιον καταδύεται, ἥτοι τὸ βάρος αὐτοῦ ἐγένετο μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως. Ἐὰν δὲ ἀφαιρέσωμεν ὅλον τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ, τὸ φιαλίδιον ἀνωθεῖται, ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ἐμβαπτιζόμενον κατὰ τι ἐν αὐτῷ, ὡς τοῦτο παρατηροῦμεν εἰς τὰ πλεόντα σώματα, πλοῖα, ξύλα

κτλ. Ἵνα εὕρωμεν πόσον ἐμβαπτίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος τὸ πλεόν σῶμα ἐκτελοῦμεν τὸ ἐξῆς πείραμα. Πληροῦμεν ὕδατος μέχρι χειλέων ποτήριον φέρον ῥάμφος (σχ. 162), ἐπιτίθεμεν αὐτὸ ἐντὸς μικρᾶς ὑαλίνης λεκάνης, τῆς ὁποίας ὀρίζομεν πρῶτον τὸ βάρος. Ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐπιτίθεμεν κύβον ἐκ ξύλου σταθμισθέντα, ὅστις ἐπιπλέων ἐκτοπίζει μέρος τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποion ἐκχύνεται εἰς τὴν ὑποκάτω λεκάνην.

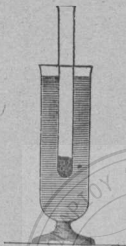


Σχ. 162.

Μετὰ ταῦτα αἶρομεν μετὰ προσοχῆς τὸ ποτήριον, καὶ ζυγίζοντες τὸ ἐν τῇ λεκάνῃ ὕδωρ, εὐρίσκομεν, ὅτι βαρεὶ περίπου τόσον, ὅσον βαρεὶ ὁ ξύλινος κύβος. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι τὰ πλέοντα σώματα ἐμβαπτίζονται ἐν τῷ τοῦ ὕδατος τόσον, ὥστε τὸ βάρος αὐτῶν γὰρ ἦνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτῶν ἐκτοπιζομένου ὕδατος.

Πλοῖον ἐκ τῆς θαλάσσης ἀναπλέον εἰς ποταμὸν ἐμβαπτίζεται πλείοτερον. Τούναντίον δὲ ἐκ τοῦ ποταμοῦ εἰς τὴν θάλασσαν καταπλέον ἐμβαπτίζεται ὀλιγώτερον. Ἐπειδὴ δὲ τὸ πλεόν σῶμα μένει τὸ αὐτό, ἔπεται, ὅτι αἰτία τοῦ φαινομένου. τούτου πρέπει νὰ ᾔηνε τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης καὶ τοῦ ποταμοῦ, ἅτινα διαφέρουσι κατὰ τὴν πυκνότητά. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἐρματίζομεν διὰ σφαιριδίων μολύβδου δοκιμαστήριον σωλῆνα ὥστε νὰ πλῆῃ ἐν τῷ ὕδατι ὀρθὸς (σχ. 163). Κατὰ τὸ προηγούμενον τὸ βάρος τοῦ σωλῆνος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ σφαι-

ριδίων εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Ἐὰν δὲ τὸν αὐτὸν δοκιμαστήριον σωλῆνα οὕτως ἐρ-



Σχ. 163.

ματισμένον ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς οἶνοπνεύματος, πλέει μὲν ἐν αὐτῷ ἀλλ' ἐμβαπτίζεται περισσότερον παρὰ ἐν τῷ ὕδατι. Καὶ ἐνταῦθα τὸ βάρος τοῦ σωλῆνος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ σφαιριδίων εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν δὲ μίξωμεν οἶνοπνεῦμα καὶ ὕδωρ, ὁ σωλὴν θὰ πλέῃ καὶ ἐν τῷ μίγματι ἐμβαπτιζόμενος μέχρι σημείου κειμένου μεταξύ τῶν δύο ἄνω σημείων. Ἐκ τούτων συμπεραί-

νομεν, ὅτι ἐν καὶ τὸ αὐτὸ πλέον σῶμα ἐμβαπτίζεται πλεώτερον ἐντὸς ἀραιότερου ἢ ἐντὸς πυκνότερου ὑγροῦ.

§ 131. Οἶνοπνευματόμετρα. Ἐπὶ τούτου στηριζόμενοι δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν ὄργανον οἶνοπνευματόμετρον καλούμενον, διὰ τοῦ ὁποίου νὰ ὀρίζωμεν τὸ ποσὸν τοῦ καθαροῦ οἶνοπνεύματος. Τοιοῦτον οἶνοπνευματόμετρον εἶνε τὸ τοῦ Γαύλουσας (σχ. 164) σωλὴν ὑάλινος φέρων ἔρμα ἐξ ὑδραργύρου, ἐντὸς δὲ χάρτην μετὰ διαιρέσεων ἀπὸ τοῦ 0 μέχρι τοῦ 100 κειμένου ἄνω. Τὸ οἶνοπνευματόμετρον κατασκευάζεται ὡς ἐξῆς. Ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ὁ σωλὴν αὐτοῦ, ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος ἐμβαπτιζομένου, νὰ ὑπερέχῃ τοῦ ὑγροῦ,

τὸ δὲ σημεῖον, μέχρις οὗ ἐμβαπτίζεται, σημειοῦται ἐπὶ τοῦ χάρτου διὰ τοῦ 0. Ἐπειτα κατασκευάζεται μίγμα 95 μερῶν ὕδατος καὶ 5 μερῶν οἶνοπνεύματος καθαροῦ, εἰς τὸ ἀραιότερον τοῦτο μίγμα ἐμβαπτιζόμενον τὸ ὄργανον καταδύεται πλείοτερον, τὸ δὲ σημεῖον, μέχρις οὗ ἐμβαπτίζεται, σημειοῦται διὰ τοῦ 5. Ἐπειτα κατασκευάζεται μίγμα 90 μερῶν ὕδατος καὶ 10 μερῶν καθαροῦ οἶνοπνεύματος, εἰς δὲ τὸ σημεῖον, μέχρις οὗ ἐμβαπτίζεται σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 10, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἐντὸς καθαροτάτου οἶνοπνεύματος ἐμβαπτίζεται μέχρι τοῦ 100. Ἐὰν λοιπὸν θέλωμεν νὰ εἰρίσωμεν τὸ ποσὸν τοῦ καθαροῦ οἶνοπνεύματος τοῦ ἐμπορίου, ἐμβαπτιζόμεν τὸ οἶνοπνευματόμετρον ἐντὸς αὐτοῦ, καὶ ἐὰν τοῦτο ἐμβαπτιζῇται π. χ. μέχρι τῆς διαιρέσεως 80, λέγομεν, ὅτι τὸ ὑγρὸν περιέχει 80% καθαρὸν οἶνόπνευμα καὶ 20% ὕδωρ.

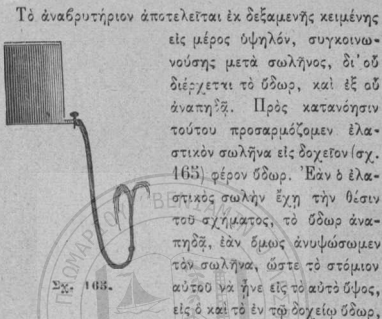


ΣΧ. 161.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΑΓΓΕΙΑ

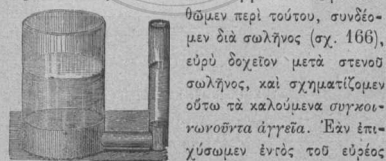
§ 132. Ἀναβρυτήρια. Γνωστὰ εἶνε τὰ ἀναβρυτήρια, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ εἰς μέγα ὕψος. Ἐπίσης δὲ καὶ τὰ ἀρτεσιανὰ φρέατα, πόλεων τινῶν τῶν ἡμετέρων μερῶν (Σμύρνης, Βώλου).



Σχ. 165.

Τὸ ἀναβρυτήριον ἀποτελεῖται ἐκ δεξαμενῆς κειμένης εἰς μέρος ὑψηλόν, συγκοινωνούσης μετὰ σωλῆνος, δι' οὗ διέρχεται τὸ ὕδωρ, καὶ ἐξ αὐτοῦ ἀναπηδᾷ. Πρὸς κατανόησιν τούτου προσαρμόζομεν ἐλαστικὸν σωλῆνα εἰς δοχεῖον (σχ. 165) φέρον ὕδωρ. Ἐὰν ὁ ἐλαστικός σωλὴν ἔχη τὴν θέσιν τοῦ σχήματος, τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ, ἐὰν ὁμῶς ἀνυψώσωμεν τὸν σωλῆνα, ὥστε τὸ στόμιον αὐτοῦ νὰ ᾔηε εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ καὶ τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ,

κατακαύει τὸ φαινόμενον τῆς ἀναπηδήσεως. Φαίνεται



Σχ. 166.

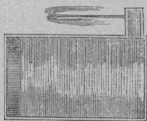
λοιπὸν ὅτι τὸ ἐντὸς τοῦ ἐλαστικοῦ σωλῆνος ὕδωρ τείνει νὰ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ καὶ τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὑγρὸν, οὐχὶ ὁμῶς καὶ ἀνωτέρω αὐτοῦ.

§ 133. Συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα. Ἵνα βεβαιω-

θῶμεν περὶ τούτου, συνδέομεν διὰ σωλῆνος (σχ. 166), εὐρὺ δοχεῖον μετὰ στενοῦ σωλῆνος, καὶ σχηματίζομεν οὕτω τὰ καλούμενα συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα. Ἐὰν ἐπιχύσωμεν ἐντὸς τοῦ εὐρέος δοχείου ὕδωρ, τοῦτο ἀνέρ-

χεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ ἐντὸς τοῦ στενοῦ σωλῆνος.

Ἐκ τούτου ἐξάγεται ὁ νόμος, ὅτι εἰς συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα τὸ ὕγρὸν ἀνέρχεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐὰν δὲ ὁ στενὸς σωλὴν ᾗνε λίαν βραχὺς τὸ ὕδωρ κατ' ἀνάγκην ἀναπηδᾷ ἐξ αὐτοῦ, τείνον ἰσχυρὰ τὸν νόμον νὰ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος (σχ. 167), ὡς συμβαίνει εἰς τὰ ἀναβρυτήρια.



Σχ. 167.

§ 134. Ἀρτεσιανὰ φρέατα. Τοιοῦτόν τι πρέπει νὰ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ἀρτεσιανὰ φρέατα (σχ. 168). Ἵνα παραχθῇ ἀρτεσιανὸν φρέαρ πρέπει νὰ διεισδύῃ ὕ-



Σχ. 168.

δωρ ἐντὸς ἀμμωδῶν στρωμάτων ἐκτεινομένων ἀπὸ ὕψηλων μερῶν μέχρι τοῦ μέρους, ἔνθα ἐγένετο ἡ διάτρησις. Τὸ ὕδροφόρον τοῦτο στρῶμα πρέπει νὰ κῆται μετὰ ὕψους στρωμάτων ἀδιαχωρήτων ἀπὸ τοῦ ὕδατος (ἀργιλοῦχων ἢ τιτανούχων). Ἐὰν ἡ διάτρησις φθάσῃ μέχρι τοῦ ὕδροφόρου στρώματος, σχηματίζεται σωλὴν συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ στρώματος, διὰ τοῦ ὁποίου τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται, ἀναπηδῶν εἰς ὕψος ἰκανόν, ἂν τὸ ὕδροφόρον στρῶμα κατέρχεται ἐκ λίαν ὕψηλων μερῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

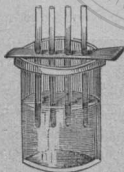
ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ· ΕΦΕΛΕΙΣ

§ 135. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Τὸ ἔλαιον καὶ πετρέλαιον ἀνέρχεται τὴν θρυαλίδα μέχρι τῆς φλογὸς ἀνωτέρω τῆς ἐν τῷ δοχείῳ ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν εἰς ποτήριον ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν περιειλιγμένον φύλλον στυποχάρτου (σχ. 169), τὸ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ



Σχ. 169.

χάρτου κατὰ σταγόνας. Ἐπίσης σταγὼν μελάνης ἐπὶ στυποχάρτου ἐπιχειομένη ἐξαπλοῦται ἐν αὐτῷ. Καὶ κοινῶς μὲν λέγομεν, ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται ἐμποτίζον τὴν θρυαλίδα καὶ τὸν χάρτην. Διὰ τοῦ μικροσκοπίου ὅμως ἐξεταζόμενα τὰ σώματα ταῦτα, φαίνονται συνιστάμενα ἐκ σωληνίσκων λεπτοτάτων, τοῦτο δὲ ὑποδεικνύει ἡμῖν, ὅτι οἱ σωληνίσκοι οὗτοι εἶνε ἡ αἰτία τοῦ ἐμποτισμοῦ καὶ τῆς ἀναδιάσσεως τοῦ ὑγροῦ. Ἵνα πεισθῶμεν περὶ τούτου, ἐμβαπτίζομεν



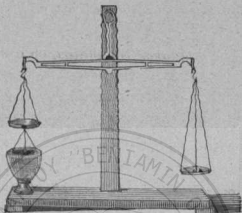
Σχ. 170.

ἐντὸς ὕδατος ὑάλινον σωλῆνα εὐρὺν ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν, (σχ. 170) τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑγρὸν εἶνε εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος πρὸς τὸ ἐκτὸς, κατὰ τὰς παρειὰς ὅμως τοῦ σωλῆνος ἀνυψούμενον σχηματίζει κοῖλον μηνίσκον. Ἐμβαπτίζομεν ἕτερον σωλῆνα στενώτερον, τὸ ὕδωρ ἐντὸς αὐτοῦ ἵσταται ὑψηλότερον τοῦ ἐκτὸς, παρὰ τὸν νόμον τῶν συγχοινωνούντων ἀγγείων. Ἐὰν δὲ ἐμβαπτί-

σωμεν σωλῆνα στενωτάτον σχεδὸν τριχοειδῆ, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐν αὐτῷ εἰς ὕψος μεγαλείτερον. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ὀνομάζονται φαινόμενα τριχοειδῶν σωλήνων. Ἐκ τῶν ἄνω πειραμάτων συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τῶν τριχοειδῶν σωλήνων εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογον τῆς διαμέτρου αὐτῶν.

§ 136. Ἐφέλξις. Ὡς αἰτίαν τῶν τριχοειδῶν τούτων φαινομένων πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι μεταξὺ τῶν τοίχων τῆς ὑάλου καὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπικρατεῖ ἐλκτική δύναμις, ἑφέλξις ὀνομαζομένη, αἱ δὲ παρειαὶ τοῦ σωλήνος ὑποδοηθοῦσαι ἀλλήλας ἀνέλκουνσι τὸ ὕδωρ. Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς μεταξὺ ὑάλου καὶ ὕδατος ἐπικρατούσης ἐφέλξεως ἰσοσταθμῶμεν πλάκα ὑάλινον τετραγωνικὴν ἐκ τῶν τεσσάρων αὐτῆς γωνιῶν (διὰ τεμαχίων ψευδαργύρου περιβαλλομένων, ἵνα τὸ νῆμα συγκρατῇται) διὰ νημάτων ἐκ τῆς μιᾶς φάλαγγος τῆς ζυγοῦ ἐξηρητημένην (σχ. 171). Ἐπειτα δὲ τίθεμεν ὑπ' αὐτὴν ποτήριον εὐρὺ πληρὲς ὕδατος, καὶ ἀνυψοῦμεν αὐτό, μέχρις οὗ ἡ πλάξ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἀμέσως ἡ πλάξ ἐπικολλᾶται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ ἡρέμα καταβιδάσωμεν ὀλίγον τὸ ποτήριον, ἡ πλάξ μένει προσκεκολλημένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὁ δὲ ζυγὸς κλίνει πρὸς αὐτήν. Ὑποστηρίζομεν νῦν τὸ ποτήριον στερεῶς δι' ὑποστηριγμάτων, καὶ προστίθεμεν βάρη ἐπὶ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος μέχρις οὗ ἡ πλάξ ἀποσπασθῇ. Τὰ προστεθέντα βάρη δεικνύουσι τὸ ποσὸν τῆς ἐφέλξεως τῆς ἐπικρατούσης μεταξὺ ὑάλου καὶ ὕδατος.

Καὶ τὰ φαινόμενα δὲ τοῦ ἐμποτισμοῦ διαφόρων σωμάτων (χάρτου, ζακχάρεως, ξύλου, χύματος) ὑπὸ ὑ-



Σχ. 171.

γρῶν εἶνε φαινόμενα τριχοειδῶν σωληνίσκων, σχηματιζομένων ὑπὸ τῶν πόρων τῶν ἐντὸς τῶν σωμάτων τούτων ὑπαρχόντων.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΝΑΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΑΕΡΙΑ ΚΑΙ ΒΑΡΟΣ ΑΕΡΟΣ

Εἶδομεν, ὅτι ὁ ἀήρ δὲν ὑποπίπτει μὲν εἰς τὴν δρα-
σιν ἡμῶν, ὥς ἔχων ὅμως τὰς αὐτὰς ιδιότητας, τὰς
ὁποίας καὶ τὰ στερεὰ καὶ ρευστὰ (κατέχει χώρον, εἶνε
ἀδιαχώρητος καὶ διαιρετός), εἶνε ὑλικὸν σῶμα. Τὸ
αὐτὸ δὲ ἰσχύει καὶ περὶ τῶν λοιπῶν αερίων, ὑδρογό-
νον, διοξειδίου ἀνθρακος, κτλ. Ὡς ἀντικείμενον δὲ τῆς
ἐρεῦνης τῶν αερίων λαμβάνεται ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ,
οἱ δὲ περὶ αὐτοῦ ἐπικρατοῦντες νόμοι θὰ ἰσχύωσι συνε-
πῶς καὶ δι' ὅλα τὰ λοιπὰ αέρια.

§ 137. Βάρος αέρος. Ὁ ἀήρ ὥς ὑλικὸν σῶμα ὑ-
πόκειται εἰς τὴν ἐλκτικὴν τῆς γῆς δύναμιν, ἐπομένως
πρέπει νὰ ἔχῃ βάρος. Πρὶν ἀπόδειξιν τούτου σταθμῶμεν
φιάλην φέρουσαν ἐλαστικὸν πῶμα (σχ. 172). Ὑπείτα ἀφαι-

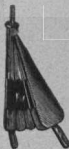
ροῦντες τὸ πῶμα ἀραιοῦμεν διὰ θερμάνσεως τὸν ἐντὸς ἀέρα, καὶ ἐπιπωματοῦμεν αὐτὴν ταχέως καὶ ἀσφαλῶς. Μετὰ τὴν ψύξιν ζυγίζοντες τὴν σφαῖραν εὐρίσκομεν, ὅτι τὸ βάρος αὐτῆς ἡλαττώθη. Ἐὰν δὲ ἀνοίξωμεν τὸ πῶμα καὶ εἰσέλθῃ ἀήρ, ἡ σφαῖρα ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτῆς βάρος. Ἐπομένως, ὁ ἀήρ εἶνε βαρύν. Δι' ἀκριβῶν δὲ πειραμάτων εὐρίσκεται, ὅτι μία λίτρα ἀέρος (εἰς 0° καὶ πίεσιν 0,760) βαρεῖ 1γρ., 293.



Σχ. 172.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.
ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ

§ 138. Φυσητήρ. Ὁ κοινὸς φυσητήρ (σχ. 173) συνίσταται ἐκ δύο ὠμειδῶν διὰ δέρματος συνδεομένων ξυλίνων πλακῶν, τῆς μιᾶς φερούσης ἐν τῷ μέσῳ ὀπῆν. Διανοιγομένου καὶ ἔπειτα συμπιεζομένου τοῦ φυσητήρος, ὁ διὰ τῆς ὀπῆς εἰσελθὼν ἀήρ ἐξέρχεται διὰ τοῦ ῥάμφους μεθ' ὀρμῆς. Ἐπίσης ὁ ἐν τῷ ἀεροβόλῳ (σχ. 174) διὰ



Σχ. 173.

τοῦ ἐμβόλου πιεζόμενος ἀήρ ἀποκτᾷ τοσαύτην δύναμιν, ὥστε ἐκτινάσσει μετὰ πατάγου τὸν φράσσοντα τὴν ὀπὴν φελλόν. Τὰ δύο ταῦτα φαινόμενα πείθουσιν ἡμᾶς, ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε συμπιεστός, συμπιεσθεὶς δὲ ἀποκτᾷ μεγάλην ἐκτατικὴν δύναμιν.

§ 139. Ἐλαστικότης τοῦ αέρος. Πρὸς ἀπόδειξιν ταύτης ἐπιπωματοῦμεν φιάλην, περιέχουσαν κατὰ τὸ ἥμισυ ὕδωρ διὰ φελλοῦ φέροντος σωλῆνα (σχ. 175) μέχρι τοῦ πυθμένος διήκοντα, διὰ τοῦ ὁποίου εἰσφυσῶ-



Σχ. 174.



Σχ. 175.

μεν ἀέρα, ὅστις ἀνέρχεται ἐν εἴδει φουσαλίδων εἰς τὸν ἄνω χῶρον τῆς φιάλης συμπιεζόμενος ἐν αὐτῇ. Ἀφαι-

ρουμένου νῦν τοῦ στόματος, τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ διὰ τοῦ σωλήνος. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ ἐν τῷ μικρῷ χώρῳ τῆς φιάλης εἰσπνεσθεὶς ἀήρ τείνει νὰ ἐκταθῇ ἐπιφέρων πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, καὶ ὥσθ' αὐτό. Τὴν ἐκτατικὴν ταύτην τοῦ ἀέρος δύναμιν ὀνομάζομεν *τάσιν* ἢ *ἐλαστικότητα* αὐτοῦ.

Μόνον δὲ ὁ συμπεπιεσμένος ἀήρ ἔχει ἐλαστικότητα ἢ καὶ ὁ μὴ συμπεπιεσμένος; Ἐάν τοῦτο ᾔνε ἀληθές, πρέπει τὸ ἐν τῷ φιαλιδίῳ ὕδωρ πρὶν εἰσπνέσωμεν ἀέρα νὰ ἐκρέῃ συνεχῶς ἐκ τοῦ σωλήνος, ὅπερ δὲν συμβαίνει. Λοιπὸν ἢ ὁ μὴ συμπεπιεσμένος ἀήρ δὲν ἔχει ἐκτατικὴν δύναμιν, ἢ τὴν τάσιν αὐτοῦ καλύπτει ὁ ἐκτὸς ἀήρ, οὕτινος αἰρομένου ἐκφαίνεται ἡ ἐκτατικὴ τοῦ ἐν τῷ φιαλιδίῳ



Σχ. 176.

ἀέρος δύναμιν. Πρὸς τοῦτο τίθεμεν τὸ φιαλίδιον τοῦ ἄνω πειράματος ἐπὶ πλακὸς ἐξ ἐλαστικοῦ, καὶ καλύπτομεν αὐτὸ διὰ κώδωνα (σχ. 176), φέροντος στόμα ἐπιπωματούμενον διὰ φελλοῦ φέροντος σωλήνα. Πιέζοντες τὸν κώδωνα διὰ τῆς χειρὸς καὶ ἐφαρμόζοντες αὐτὸν καλῶς ἐπὶ τῆς ἐλαστικῆς πλακὸς, ἀραιούμεν δι' ἀπορροφήσεως τὸν ὑπὸ τὸν κώδωνα

ἀέρα· ἀμέσως τὸ ἐν τῷ φιαλιδίῳ ὕδωρ ἀναπηδᾷ. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἐν τῷ φιαλιδίῳ ἀήρ ἔχει πάντοτε τὴν ἐκτατικὴν αὐτοῦ δύναμιν, ἥτις πρότερον ἦτο ἐν ἰσορροπίᾳ πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος.

Ἐκ τούτων πάντων συμπεραίνομεν, ὅτι

α') Τὰ αέρια εἶνε συμπιεστά.

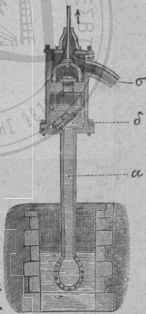
β') Τὰ αέρια ἔχουσιν ἐλαστικότητα, τείνοντα τὰ ἐκταθῶσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐπομένως ἐκφέρουσι πίεσιν ἐπὶ τοῦ κωλύοντος τὴν ἐκτατικὴν αὐτῶν δύναμιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ.

Ἐνεκα τοῦ βάρους καὶ τῆς ἐλαστικότητος ὁ ἀὴρ πρέπει τὰ ἐπιφέρῃ πίεσιν ἐπὶ τῶν σωμάτων, τῆς ὁποίας τὴν ἐνέργειαν καὶ τὰ ἀποτελέσματα πρόκειται ἀκριβέστερον νὰ ἐξετάσωμεν.

§ 140. Ἀναρροφητικὴ ἀντλία. Ἡ πόσον χρησιμος ἀναρροφητικὴ ἀντλία (σχ. 177) συνίσταται ἐκ σωλῆνος ἀναρροφητικοῦ (α'), φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον αὐτοῦ δικλίδα (δ). Τὸ ἄνω εὐρύτερον μέρος τοῦ σωλῆνος, τεῦχος ὀνομαζόμενον, φέρει καλῶς ἐφαρμοζόμενον ἔμβολον μετὰ δικλίδος πρὸς τὰ ἄνω ἀνοιγομένης, καὶ ἀπαγωγὸν σωλῆνα (σ) κατὰ τὰ ἄνω τοῦ τεύχους κείμενον. Διὰ κινήσεων τοῦ ἐμβόλου ἀνερχομένου καὶ κατερχομένου, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ φρέατος εἰς τὸν σωλῆνα, ἀνοίγει τὴν δικλίδα (δ), εἰσέρχε-



Σχ. 177.

ται ἐντὸς τοῦ τεύχους, πιεζόμενον δὲ ὑπὸ τοῦ κατερχομένου ἐμβόλου κλείει τὴν δικλίδα τοῦ τεύχους, ἀνοίγει τὴν τοῦ ἐμβόλου, καὶ ἀνέρχεται ἄνω αὐτοῦ ἐκρέον διὰ τοῦ σωλήνος.

Τίς δύναμις ἀναβιβάζει τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ φρέατος εἰς



Σχ. 178.

τὸν σωλήνα ; Πρὸς ἐξήγησιν τούτου κατασκευάζομεν ἀνάλογον ὄργανον (σχ. 178), συνιστάμενον ἐκ σωλήνος ὑαλίνου φέροντος ἐμβολὸν καλῶς ἐφαρμοζόμενον. Πιέζοντες τὸ ἐμβολὸν μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ σωλήνος, τὸ ἕρπον ἐμβαπτίζομεν εἰς ὕδωρ, καὶ ἀνασύροντες αὐτὸ βραδέως, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος, πληρῶν τὸν ὀπισθεν τοῦ ἐμβόλου κενὸν χώρον· αἰτία δὲ τῆς ἀνόδου τοῦ ὕδατος φαίνεται ὅτι εἶνε ἡ ἐξωτερικὸς ἀήρ, ὅστις πιέζων τὸ ἐκτὸς ὕδωρ ἀναγκάζει αὐτὸ νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸν κενὸν χώρον τοῦ σωλήνος.

§ 141. Πίεσις τοῦ ἀέρος. Πρὸς βεβαιώσιν τούτων ἐμβαπτίζομεν τὸ ἄκρον ἐπιμήκους ὑαλίνου σωλήνος ἐντὸς ποτηρίου ὕδατος (σχ. 179). Τὸ ὕδωρ ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ σωλήνος εἶνε εἰς τὸ αὐτὸ ὕ-

ψος. Ἐὰν εἰσφυσίσωμεν ἀέρα, τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλήνος κατέρχεται, ἐὰν δὲ ἀπορροφῶντες ἀραιώσωμεν κα-

τάτι τὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀέρα, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐὰν κλείσωμεν τὸ στόμιον αὐτοῦ διὰ τοῦ δακτύλου, τὸ ὕδωρ ἴσταται εἰς ὕψος τι, ἐὰν δ' ἀφαιρέσωμεν τὸν δάκτυλον κατέρχεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ καὶ ἐν τῷ ποτηρίῳ. Αἰτία δὲ τῆς καταπτώσεως τοῦ ὕδατος οὐδεμία ἄλλη φαίνεται ἐνταῦθα ἢ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἰσελθὼν ἀήρ, ὅστις πιέζων τὴν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος στήλην τοῦ ὕδατος καταβιβάζει αὐτήν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἀήρ ἐπιφέρει πίεσιν.

Κατὰ τὸ ἄνω λοιπὸν πείραμα ὁ ἀήρ ἐπιφέρει πίεσιν καὶ ἐπὶ τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὕδατος καὶ ἐπὶ τοῦ ἐκτὸς αὐτοῦ ἐν τῷ ποτηρίῳ. Δυνατὸν δὲ νὰ παρουσιασθῶσιν αἱ ἐξῆς περιπτώσεις.

α') Ἐὰν ἡ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος πίεσις τοῦ ἀέρος ᾖ ἡνίκα πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν, τὸ ὕδωρ ἴσταται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ ἐντὸς καὶ ἐκτὸς.

β') Ἐὰν ἡ ἐντὸς πίεσις ἕνεκα συμπυκνώσεως ᾖ νεῖμεγαλειτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, τὸ ὕδωρ κατέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι.



Σχ. 179.

γ') Ἐὰν δὲ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ἔνεκα ἀραιώσεως τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος ᾗνε μικροτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, τότε ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ πιέζων τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ ὕδωρ ἀναγκάζει αὐτὸ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὸν σωλῆνα, καὶ νὰ ἴσταται ἐν αὐτῷ, ὅταν κλείσωμεν τὸν σωλῆνα διὰ τοῦ δακτύλου.

Ὅτι δὲ μόνῃ αἰτία τῆς ἀναβιβάσεως τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἶνε ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ἀποδεικνύομεν καταφανέστερον διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Πληροῦμεν ἐντελῶς ὕδατος φιάλην δίστομον (σχ. 180), καὶ ἐπιωματοῦμεν τὸ ἐν στόμιον διὰ φελλοῦ φέραντος σωλῆνα, φράσσοντες δὲ τὸ ἕτερον διὰ τοῦ δακτύλου εἰσροφῶμεν τὸν ἀέρα τοῦ σωλῆνος. Τὸ ὕδωρ, ἂν καὶ ἀραιούμεν τὸν ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρα, δὲν ἀνέρχεται ἐν αὐτῇ· διότι ἐλλείπει ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις. Ἐὰν ὁμῶς ἀφαιρέσωμεν τὸν δακτύλον, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται, διότι πιέζει αὐτὸ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ.



Σχ. 180.

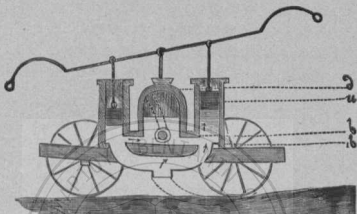
Ἐκ πάντων τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἀήρ ἐπιφέρει πίεσιν ἐπὶ τῶν σωμάτων ἱκανήν, ἵνα ἀναβιβάσῃ στήλην ὕδατος καὶ νὰ τηρήσῃ αὐτὴν ὀρθίαν.

Διὰ τῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος ἐξηγεῖται εὐχόλως ἡ ἐνέργεια τῆς ἀναρροφητικῆς ἀντλίας. Τὸ ἔμβολον ἀνερχόμενον ἀφίνει ὀπισθεν αὐτοῦ κενόν, ὁ δὲ ἐντὸς τοῦ ἀ-

ναρροφητικοῦ σωλῆνος ἀήρ, ὡς ἐλαστικὸς ἐκτεινόμενος, ἀνοίγει τὴν δικλίδα (δ) καὶ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ τεύχους. Τὸ ἔμβολον νῦν κατέρχεται, ἡ δικλὶς (δ) κλείει, ὁ δὲ ἐντὸς τοῦ τεύχους ἐγκλεισθεὶς ἀήρ συμπιεζόμενος ἀποκτᾷ μεγίστην ἐκτατικὴν δύναμιν, ἀνοίγει τὴν δικλίδα τοῦ ἐμβόλου, καὶ ἐξέρχεται. Οὕτω δὲ ἀνερχομένου καὶ κατερχομένου τοῦ ἐμβόλου, ὁ ἐντὸς τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος ἀήρ ἀραιούται συνεχῶς, ὁ δὲ ἐξωτερικὸς ἀήρ πιέζων τὸ ὕδωρ ἀναγκάζει αὐτὸ νὰ ἀνέλθῃ ἐν τῷ σωλῆνι. Ὅσον δὲ περισσότερον ὁ ἀήρ τοῦ σωλῆνος ἀραιούται, τόσον ὑψηλότερον καὶ τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται, καὶ τέλος φθάνει εἰς τὴν δικλίδα (δ), ἀνοίγει αὐτήν, καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸ τεῦχος. Ὅταν δὲ νῦν τὸ ἔμβολον κατέλθῃ, ἡ δικλὶς (δ) κλείεται, τὸ δὲ ὕδωρ πιεζόμενον ἀνοίγει τὴν δικλίδα τοῦ ἐμβόλου, ἀνέρχεται ἄνω αὐτοῦ πληρῶν τὸ τεῦχος, καὶ ἐκρέει ἐκ τοῦ στομίου (s).

§ 142. Πυροσβεστικὴ ἀντλία (σχ. 181). Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δεξαμενῆς περιεχούσης ὕδωρ, ἐν τῇ ὁποίᾳ κεῖνται δύο κύλινδροι (κ, κ) φέροντες κάτω δύο δικλίδας, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μὲν (δ) ἀνοίγει πρὸς τὸν κύλινδρον, ἐπιτρέπουσα τὸ ἐν τῇ δεξαμενῇ ὕδωρ νὰ εἰσέλθῃ ἐν αὐτῇ, ἡ δὲ ἑτέρα (δ₁) ἀνοίγει πρὸς τὸν θόλον (θ). Ἐκαστος κύλινδρος φέρει ἔμβολον δι' ἐριζοντίου μοχλοῦ κινούμενον. Ὁ θόλος φέρει σωλῆνα, διὰ τοῦ ὁποίου ἐκτινάσσεται τὸ ὕδωρ. Κατερχομένου τοῦ ἐμβόλου, τὸ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὕδωρ πιεζόμενον κλείει τὴν δικλίδα (δ), ἀνοίγει τὴν (δ₁) εἰσερχόμενον εἰς τὸν θόλον,

συμπιέζον τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, ὅστις ἀποκτῶν μεγίστην ἑκτατικὴν δύναμιν πιέζει τὸ ἐν τῷ θόλῳ ὕδωρ, τὸ ὁ-



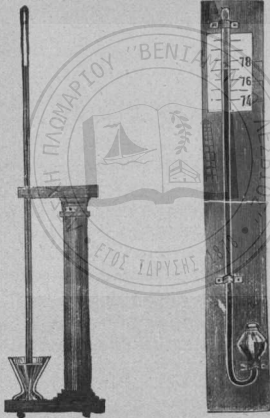
Σχ. 184.

ποῖον διὰ τοῦ σωλήνος ἐξακοντίζεται συνεχῶς μετὰ μεγίστης ὀρμῆς.

§ 143. **Βαροόμετρα.** Ἐὰν πληρώσωμεν δι' ὕδραργύρου ὑάλινον σωλήνα μήκους 80 ἐκ. κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, κλείοντες δὲ διὰ τοῦ δακτύλου αὐτὸν ἀναστρέψωμεν ἐντὸς ποτηρίου ὕδραργύρου, καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν δάκτυλον (σχ. 182), ὁ ὕδραργυρος κατέρχεται μέχρι τινός, καὶ εἴτα ἵσταται εἰς ὕψος 76 ἑκατοστομέτρων περίπου. Ὁ ἄνω τοῦ ὕδραργύρου χῶρος εἶνε κενός (βαρομετρικὸν κενόν), ὁ δὲ ἐκτός αὐτοῦ πιέζων τὸν ὕδραργυρον τοῦ ποτηρίου τηρεῖ αὐτὸν ὀρθὸν ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Ἐπομένως ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος εἶνε ἴση πρὸς στήλην ὕδραργύρου ὕψους 76 ἐκ. Ἐὰν αὐξήσῃ ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος, καὶ ἡ στήλη τοῦ ὕδραργύρου ὑψοῦται, ἐὰν δὲ ἐλαττωθῇ, ἡ στήλη συνεπῶς κατέρχεται ὀλίγον.

Δύναται λοιπὸν τὸ ὄργανον τοῦτο νὰ χρησιμεύσῃ ὡς μέτρον τῆς ἐκάστοτε διαφόρου πιέσεως τοῦ αἵρος, καὶ ὀνομάζεται βαρόμετρον. Ἐνεκα ὁμῶς τοῦ δυσχρήστου αὐτοῦ τροποποιεῖται κατὰ τι συνδεομένης τῆς λεκάνης μετὰ τοῦ βαρομετρικοῦ σωλήνος.

Τοιοῦτον εἶνε τὸ κοινὸν λεγόμενον βαρόμετρον (σχ. 183), στηριζόμενον ἐπὶ ξυλίνου στηρίγματος φέροντος



Σχ. 182.

Σχ. 183.

διαίρέσεις τοῦ μέτρου. Ἡ δὲ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας

εἶνε ἴση πρὸς τὸ ὕψος στήλης ὑδραργύρου ἀπὸ τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφανείας αὐτοῦ λογιζομένης. Λέγοντες δέ, ὅτι σήμερον τὸ βαρόμετρον δεικνύει 76^ικ., ἐννοοῦμεν, ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος σήμερον εἶνε τόση, ὥστε δύναται νὰ τηρήσῃ τὴν ἰσορροπίαν πρὸς στήλην ὑδραργύρου 76^ικ. ὕψους. Ἐὰν ἐπὶ τινὰς ἡμέρας συνεχῶς παρατηροῦμεν τὸ βαρόμετρον, σημειοῦντες τὸ ὕψος αὐτοῦ, εὐρίσκομεν ὅτι τοῦτο ὑπόκειται εἰς μεταβολάς, ὅτε μὲν ὑψούμενον, ὅτε δὲ καταπίπτον· ἐπομένως συμπεραίνομεν, ὅτι καὶ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις μεταβάλλεται, ὅτε μὲν αὐξάνουσα, ὅτε δὲ ἐλαττουμένη. Παρατηρήθη δέ, ὅτι τὸ βαρόμετρον ὑψοῦται, ὅταν πνέῃ βόρειος, βορειοανατολικὸς καὶ ἀνατολικὸς ἄνεμος, ἄνεμοι ψυχροὶ μὲν ἀλλὰ ξηροί, ἐπομένως ὕψωσις τῆς βαρομετρικῆς στήλης προαγγέλλει ξηρὸν καιρὸν. Ὅταν δὲ πνέῃ νότιος καὶ νοτιοδυτικὸς, ἄνεμοι θερμοὶ μὲν ἀλλ' ὑγροί, ἡ βαρομετρικὴ στήλη καταπίπτει, ἐπομένως κατάπτωσις τῆς βαρομετρικῆς στήλης προαγγέλλει καιρὸν ὑγρὸν, δυνατὸν δὲ νὰ ἐπέλθῃ καὶ βροχή. Ἀνάλογοι τοιαῦται παρατηρήσεις δύνανται νὰ γίνωσι δι' ἕκαστον τόπον, καὶ νὰ σημειωθῶσιν ἐπὶ τοῦ βαρομέτρου ὡς ἐν τῷ σχήματι 183.

§ 144. Ἄνωσις. Ἐπὶ φύλλου χάρτου ἀνὰ χεῖρας κρατουμένου πιέζει ὁ ἀήρ μετὰ βάρους ἴσου τῷ βάρει στήλης ὑδραργύρου ἐχούσης βάσιν τὸν χάρτην καὶ ὕψος 76^ικ. Ἐνεκα δὲ τοῦ τοσούτου βάρους ἀδύνατον θὰ ἦτο νὰ ἐγείρωμεν τὸν χάρτην, καὶ πάντα δὲ τὰ σώματα ὑπὸ τοσούτου βάρους θὰ συνετρίβοντο. Καὶ ὁμοῦς τοιοῦτόν τι δὲν συμβαίνει. Ἀλλ' ἵνα τοῦτο ᾔνε δυνατόν,



Σχ. 184.

πρέπει τὸ φύλλον τοῦ χάρτου νὰ ὑφίσταται πίεσιν καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τόσην, ὅσην καὶ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἥτοι πρέπει νὰ ὑπάρχη ἐν τῷ ἀέρι ὡς καὶ εἰς τὰ ὑγρά ἢ ἄνωσις. Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς ἀνώσεως ἐπιτίθεμεν ἐπὶ ποτηρίου πλήρους ὕδατος φύλλον χάρτου, πιέζοντες δὲ διὰ τῆς παλάμης ἀναστρέφομεν αὐτό, καὶ ἔπειτα ἀφαιροῦμεν τὴν χεῖρα (σχ. 184). Τὸ ὕδωρ δὲν ἐκχύνεται πιεζόμενον ὑπὸ τοῦ ἀέρος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Ὅτι δὲ αἰτία τούτου εἶνε ἡ ἀνωσις τοῦ ἀέρος καὶ οὐχὶ ὁ χάρτης, ἀποδεικνύομεν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Ἐμβαπτιζομεν βαθέως ἐντὸς ὕδατος ὑάλινον σωλῆνα ἐκατέρωθεν ἀνοικτόν, εἴτα δὲ κλείοντες τὸ ἄνω στόμιον διὰ τοῦ δακτύλου (σχ. 185) αἶρομεν τὸν σωλῆνα. Τὸ ἐν αὐτῷ εἰσεληθὸν ὕδωρ μένει ὀρθὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος πιεζόμενον ἐκ τῶν κάτω ὑπὸ τοῦ ἀέρος. Ἐὰν δὲ κρατήσωμεν τὸν σωλῆνα πλαγίως τὸ ὕδωρ δὲν ἐκχύνεται ἐπίσης, τὸ ὁποῖον ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ ἀήρ πιέζει πανταχόθεν.



Σχ. 185.

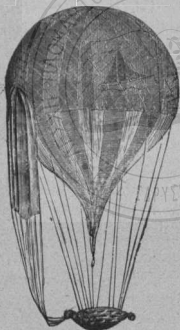
§ 145. Ἰσορροπία ἐν τῷ ἀέρι. Εἰς πᾶν σῶμα ἐν τῷ ἀέρι ἀφιεμένον δύναται νὰ συμβῶσιν ἕνεκα τῆς ἀνώσεως τὰ ἐξῆς:

α') Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος ᾖνε μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως, τὸ σῶμα καταπίπτει.

β') Ἐὰν τὸ βάρος ᾖνε ἴσον πρὸς τὴν ἀνωσιν, τὸ σῶμα αἰωρεῖται.

γ') Ἐὰν τὸ βάρος αὐτοῦ ᾖνε μικρότερον τῆς ἀνώσεως, τὸ σῶμα ἀνυψοῦται, ὡς τὰ πτερὰ, ὁ καπνὸς κτλ.

§ 146. Ἀερόστατα. Ἐπὶ τῆς τελευταίας ταύτης



Σχ. 186.

περιπτώσεως στηρίζονται

τὰ ἀερόστατα (σχ. 186),

σφαῖραι ἐξ ὑφάσματος λε-

πτοῦ ἀδιαχωρήτου, πληρού-

μεναι δι' ἀερίοφωτος, περι-

βαλλόμεναι κατὰ τὸ ἄνω ἡ-

μισφαίριον ὑπὸ δικτύου ἐκ

σχοινίου, φέροντος ἐξαρτή-

ματα, δι' ὧν ἐξαρτᾶται ἡ

διὰ τὸν ἀεροναύτην λέμβος.

Κατὰ τὸ ἄνω μέρος ὑπάρ-

χει δικλὶς, ἐκ τῆς ὁποίας ἀ-

νοιγομένης διὰ σχοινίου ὑπὸ

τοῦ ἀεροναύτου, ἐκρέει μέ-

ρος τοῦ ἀερίου, καὶ τὸ ἀε-

ρόστατον καθιστάμενον βα-

ρύτερον κατέρχεται.

§ 147. Ἀντικείμενον καὶ ὁρισμὸς τῆς Φυσικῆς. Εἶδομεν, ὅτι τὰ περικυκλοῦντα ἡμᾶς ἀντικείμενα, στερεά, ρευστά καὶ ἀέρια, παρουσιάζουσι διαφορὰς μεταβολὰς τῆς καταστάσεως αὐτῶν, τὰ φυσικὰ φαινόμενα.

Πολλὰ φαινόμενα π. χ. τὰ τοῦ μαγνητισμοῦ, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τῆς θερμότητος κτλ. ἔχουσι τόσον στενὴν πρὸς ἀλλήλα σχέσιν, ὥστε ἀναγκάζομεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ταῦτα εἶνε ἀποτέλεσμα μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς ἀρχικῆς αἰτίας, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν δύναμιν, ὡς ἡ μαγνητικὴ, ἡ ἡλεκτρικὴ δύναμις, ἡ βαρύτης κτλ. Ἡ φυσικὴ λοιπὸν ἐξετάζει τὰ φυσικὰ φαινόμενα, τοὺς νόμους καθ' οὓς ταῦτα συμβαίνουν, καὶ τὰς δυνάμεις, αἵτινες ἐνεργοῦσαι παράγουσι ταῦτα.

Τ Ε Λ Ο Σ

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αἱ τρεῖς τῶν σωμάτων καταστάσεις. Ἀδράνεια

§	1. Ὑγρὰ	Σελ.	9
	2. Στερεὰ	»	10
	3. Ἀήρ.	»	11
	4. Ἰδιότητες τῶν σωμάτων	»	12
	5. Ἀδράνεια	»	»

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ, ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΗΧΟΥ

Βιβλίον πρῶτον. Θερμότης

6. Μετάδοσις θερμότητος	»	13
7. Θερμότης	»	»

Κεφάλαιον Α'. Διαστολὴ τῶν σωμάτων

8. Διαστολὴ στερεῶν	»	16
9. Φαινόμενα, νόμοι.	»	17
10. Διαττολὴ ρευστῶν.	»	18

11. Θερμόμετρα	Σελ. 18
12. Διαστολή αερίων	» 20
13. Ρεύματα αέρος	» 21
14. Ἀνεμοί	» 23

Κεφ. Β'. Μεταβολὴ τῆς καταστάσεως
τῶν σωμάτων.

15. Πῆξις	» 24
16. Τήξις	» 26
17. Θερμότης τήξεως	» »
18. Ψυκτικὰ μίγματα	» 27
19. Ἐκλυσίς θερμότητος	» »
20. Βρασμός	» 28
21. Θερμότης βρασμοῦ	» 29
22. Πρυστοποιήσις	» »
23. Ἐξάτμησις	» 30
24. Θερμότης ἐξατμίσεως	» 31

Κεφ. Γ'. Ἀτμοὶ ἐν τῷ αέρι.

25. Κεκορεσμένοι ἀτμοί	» 32
26. Ὑγροσκοπία	» 33
27. Ὁμίχλη, νέφη, βροχή, χιὼν χάλαζα	» 34

Κεφ. Ε'. Διάδοσις τῆς θερμότητος

28. Θερμαγωγὸν στερεῶν	» 36
29. « ὑγρῶν	» 37
30. Ἀκτινοβόλος θερμότης	» 38
31. Ἀπορροφητικὴ δύναμις τῶν σωμάτων	» 39

32. Ἀφαιτική δύναμις	Σελ. 40
33. Δρόσος	» 41

Κεφ. ΣΤ'. Πηγὰὶ θερμότητος

34. Ἡλιακὴ θερμότης	» 42
35. Καῦσις	» 43
36. Θερμότης διὰ μηχανικῆς ἐνεργείας . .	» »

Βιβλίον Δεύτερον. Ὀπτική

Κεφ. Α'. Διάδοσις τοῦ φωτός

37. Αὐτόφωτα, ἐτερόφωτα	» 44
38. Ὀφθαλμός.	» »
39. Διαφανεῖ, ἀδιαφανεῖ, σκιά	» 47
40. Ἐντασις φωτός.	» 48

Κεφ. Β'. Ἀντανάκλασις τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων

42. Ἐπίπεδα κάτοπτρα	» 51
43. Νόμος τῆς ἀντανάκλασεως	» »
44. Εἰδωλόν	» 53
45. Γωνιώδη κάτοπτρα	» 54
46. Λυκαυγές	» »
47. Κοίλα κάτοπτρα	» 55
48. Κυρτὰ κάτοπτρα	» 56

Κεφ. Γ'. Θλάσις τοῦ φωτός.

49. Νόμος τῆς θλάσεως τοῦ φωτός . . .	» 57
---------------------------------------	------

50. Ὀλικὴ ἀντανάκλασις	Σελ.	60
51. Διάθλασις δι' ἐπιπέδων σωμάτων . . .	»	62
52. Φακοὶ	»	63
53. Ἀμφίκυρτος φακός	»	64
54. Δευτερεύοντα εἰδῶλα	»	67
55. Σύνθετον μικροσκόπιον	»	»
56. Τηλεσκόπιον	»	69
57. Ὀφθαλμός	»	71
58. Διόπτραι	»	72

Κεφ. Δ'. Χρωματικὴ ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

59. Ἀνάλυσις διὰ πρίσματος	»	74
60. Φασματοσκόπιον	»	75
61. { Ἴρις	»	76
62. {	»	76
63. Χρῶμα σωμάτων	»	79

Βιβλίον τρίτον. Περὶ ἤχου

Κεφ. Α'. Διέγερσις καὶ διάδοσις τοῦ ἤχου

64. Τὸ οὖς	»	81
65. Διέγερσις τοῦ ἤχου	»	83
66. Διάδοσις τοῦ ἤχου	»	84
67. Ἡχητικὰ κύματα	»	85
68. Ψόφος, τόνος	»	88
69. Ὑψος τοῦ ἤχου	»	»
70. Ταχύτης ἤχου	»	89

Κεφ. Β'. Ἠχοπαραγωγὰ σώματα

71. Χορδαί	Σελ. 90
72. Ἠχητικοὶ σωλῆνες	» 91
73. Φωνητικὰ ὄργανα τοῦ ἀνθρώπου	» 92
74. Χροιά τοῦ ἤχου, συνήχησις	» 94

Κεφ. Γ'. Ἀντανάκλασις ἡχητικῶν κυμάτων

75. Ἠχώ	» 95
-------------------	------

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Βιβλίον τέταρτον. Μαγνητισμός.

76. Ναυτική πυξίς	» 98
77. Φυσικὸς μαγνήτης	» 99
78. Τεχνητὸς μαγνήτης	» »
79. Μέρη μαγνητῶν	» 100
80. Θέσις ἐλευθέρας βελόνης	» 101
81. Νόμος τῶν ἐλξέων καὶ ἀπώσεων	» »
82. Γήινος μαγνητισμός	» 102
83. Ἀποκλισίς	» 103

Βιβλίον πέμπτον. Ἡλεκτρισμός.**Κεφ. Α'. Ἀνάπτυξις ἡλεκτρισμοῦ.**

84. Ἡλεκτρικὰ φαινόμενα	Σελ. 105
85. Ἡλεκτροσκόπια	» 108
86. Εὐηλεκτραγωγὰ, δυσηλεκτραγωγὰ	» »
87. Ἀπομονωταί	» 109
88. Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός	» 111
89. Ἡλεκτροφόρον Βόλτα	» 112
90. Ἡλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως	» 113
91. Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ	» 115
92. Μηχανὴ Ῥάμσδεν	» 116
93. Ἐνέργεια ἀκίδων	» 118
94. Ἡλεκτρικὸς κῶδων	» 119

Κεφ. Β'. Ἀτμοσφαιρικὸς ἡλεκτρισμός, ἀλεξικέραυνα

95. Ἀτμοσφαιρικὸς ἡλεκτρισμός	» 120
96. Ἀλεξικέραυνα	» 121

Κεφ. Γ'. Συμπυκνωταί

97. Λαγδουνικὴ λάγηνος	» 123
----------------------------------	-------

Βιβλίον ἕκτον. Γαλβανισμός**Κεφ. Α'. Ἡλεκτρικὰ ρεύματα, στήλαι**

98. Βολταϊκὴ στήλη	» 127
99. Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα	» 129

100. Στήλη Βολαστῶνος Σελ. 131
 101. Διαρκὴς στήλη Βοῦνσεν » 132

Κεφ. Β'. Ἐνέργεια τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος

102. Θερμαντικαὶ καὶ φωτιστικαὶ ἐνέργειαι » 133
 103. Χημικαὶ ἐνέργειαι » 134

Κεφ. Γ'. Ἡλεκτρομαγνήται καὶ τηλεγράφος

104. Ἡλεκτομαγνήται » 136
 105. Τηλέγραφος » »

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΚΥΝΗΣΕΩΣ ΣΤΕΡΕΩΝ,
 ΡΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ

Βιβλίον ἑβδομον. Περὶ τῶν στερεῶν

Κεφ. Α'. Ἐλευθέρα πτώσις τῶν σωμάτων,
 βαρύτης.

106. Νόμος τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων . . » 139
 107. Βαρύτης » 142
 108. Βάρος » 143
 109. Εἰδικὸν βάρος » »
 110. Κέντρον βαρύτητος. » 144
 111. Ἰσορροπία. » 145

Κεφ. Β'. Ζυγὸς καὶ μοχλός.

112. Ζυγός	Σελ. 147
113. Μοχλός.	» 148
114. Εὐαισθησία ζυγοῦ	» 149
115. Στατήρ.	» 150

Κεφ. Γ'. Ὁρολόγιον καὶ ἐκκρεμές.

116. Ὁρολόγιον	» 153
117. Ἐκκρεμές.	» 154
118. Νόμος τῶν αἰωρώσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς	» 155

Κεφ. Δ'. Κεντρόφυξ δύναμις

119. Περιστροφικὴ κίνησις.	» 157
120. Κεντρόφυξ δύναμις	» 158
121. Νόμος τῆς κεντροφύγου δυνάμεως	» 159

Κεφ. Ε'. Ἀπλαῖ μηχαναί

122. Μηχανή.	» 160
123. Μοχλός.	» 162
124. Τροχιλαία.	» 164

Βιβλίον ὀγδοόν. Περί τῶν ὀρευστῶν

Κεφ. Α'. Πίσεις τῶν ὑγρῶν

125. Πίσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος	» 165
---------------------------------------	-------

126. Πίσις ἐπὶ τῶν παρειῶν.	Σελ. 166
-------------------------------------	----------

Κεφ. Β'. Ἀνωσις καὶ πλέοντα σώματα

127. Βάρος σωμάτων ἐν τῷ ὕδατι	» 168
128. Ἀνωσις.	» »
129. Νόμος Ἀρχιμήδους	» 169
130. Ἰσορροπία πλεόντων σωμάτων	» 170
131. Οἰνοπνευματόμετρον	» 172

Κεφ. Γ'. Συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα

132. Ἀναβρυτήρια	» 173
133. Συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα	» 174
134. Ἀρτεσιανὰ φρέατα.	» 175

Κεφ. Δ'. Τριχοειδῆ φαινόμενα, ἐφέλξις

135. Τριχοειδῆ φαινόμενα	» 176
136. Ἐφέλξις	» 177

Βιβλίον ἔννατον. Περί τῶν ἀερίων.

Κεφ. Α'. Ἀέρια καὶ βάρος ἀέρος

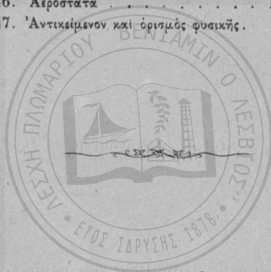
137. Βάρος ἀέρος	» 179
----------------------------	-------

Κεφ. Β'. Ἐλαστικότης ἀέρος

138. Φυστήρ	» 180
139. Ἐλαστικότης ἀέρος	» 181

Κεφ. Γ'. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. Βαρόμετρα.

140.	Ἀναρροφητικὴ ἀντλία	Σελ. 183
141.	Πίεσις τοῦ ἀέρος	» 184
142.	Πυροσβεστικὴ ἀντλία	» 187
143.	Βαρόμετρον	» 188
144.	Ἄνωσις	» 190
145.	Ἰσορροπία σωμάτων ἐν τῷ ἀέρι	» 192
146.	Ἀερόστατα	» »
147.	Ἀντικείμενον καὶ ὁρισμὸς φυσικῆς .	» 193





ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ

Γ. Ι. ΣΕΪΤΑΝΙΔΟΥ

Ἐν Γαλατῇ, ὁδὸς Μαχμουδιῆ. Ἄρ. 7—9.

ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΩ 1864

ΚΑΙΝΟΦΑΝΕΙΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ, ΕΛΛΗΝ. ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΘΕΝΑΓΩΓΕΙΩΝ
ΑΜΦΟΤΕΡΩΝ ΤΩΝ ΦΥΛΩΝ

- Ι. Α. ΒΡΕΤΟΥ. Ἐκλεκτὰ Ἀναγνώσματα ὁλοῦς εὐμέθοδα μετὰ 325
εὐρωπαϊκῶν εἰκόνων εἰς τεύχη πέντε. Ἔτος πρῶτον, Α'.
ἑξαμηνία μετὰ 26 εἰκόνων γρ. 1.20, ἔτος πρῶτον, Β'. ἑξα-
μηνία μετὰ 54 εἰκόνων γρ. 2. — Ἔτος δεύτερον μετὰ 75 εἰ-
κόνων γρ. 3.20. — Ἔτος τρίτον μετὰ 83 εἰκόνων γρ. 4.20
— Ἔτος τέταρτον μετὰ 85 εἰκόνων γρ. 5.
- » Γεωγραφία εἰς τεύχη τρία μετὰ 92 εὐρωπαϊκῶν εἰκόνων.
Τεύχος πρῶτον μετὰ 35 εἰκόνων γρ. 3, τεύχος δεύτερον μετὰ
29 εἰκόνων γρ. 4, τεύχος τρίτον μετὰ 28 εἰκόνων γρ. 4.
- Φ. ΞΗΡΟΥΔΑΚΗ. Ἱστορία μετὰ προσευχῶν, ῥητῶν, τροπα-
ρίων καὶ εὐρωπαϊκῶν εἰκόνων συνταγμένη ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ
προγράμματος τῆς Π.Κ. Ἐκπαιδευτικῆς ἐπιτροπῆς εἰς τεύχη
τρία. Τεύχος α'. γρ. 2, τεύχ. β'. γρ. 3, τεύχ. γ'. γρ. 3.
- Γ'. Χ. ΣΕΦΕΡΙΑΔΟΥ. Εἰσηρμοσμένη Γραμματικὴ τῆς νέας Ἑλλ.
Γλώσσης μετὰ πολλῶν γυμνασμάτων εἰς τεύχη δύο. Τεύχ.
πρῶτον γρ. 2, τεύχ. δεύτερον γρ. 3.20.
- Α. ΧΑΡΑΚΤΙΔΟΥ. Ὁθωμ. Χριστομαθεῖα μετὰ σημειώσεων ἐρη-
νοτικῶν, ἑκδόσεως Β', ἐπιρρυθμμένη καὶ βελτιωμένη. Γρ. 6.
- » Νέον Ὁθωμ. Ἀλφαβητάριον κατὰ νέαν ὁλοῦς μέθοδον Γρ. 3.
- Γ'. ΚΩΝΣΤΑΤΙΝΙΔΟΥ. Ἀριθμητικὴ εἰς τεύχη δύο. Τεύχ. Α'. γρ
2.20, Τεύχ. Β'. Γρ. 5.20
- Μ. ΡΑΛΛΗ. Διδάκτορος καὶ καθηγητοῦ των Φυσικῶν ἐπιστημῶν ἐν
τῇ κατὰ Χάλκην ἐμπορικῇ Σχολῇ. Στοιχεῖα Χημείας
ἀνοργάνου καὶ ὁργανικῆς, μετὰ 83 εἰκόνων ἐν τῷ χει-
μένῳ, πρὸς χρῆσιν τῶν Ἀστικῶν, Ἑλλήν. Σχολείων καὶ
Παρθεναγωγείων. Γρ. 10.

Ἄπαντα Ἀδεῖα τοῦ Ὑπουργείου τῆς Παιδείας καὶ ἐγ-
κεκριμένα ὑπὸ τῆς Πατριαρχικῆς Κεντρικῆς Ἐκπαιδευτικῆς
Ἐπιτροπῆς

Τιμᾶται ἄδետον Γρ. 10

» δεδεμένον » 12