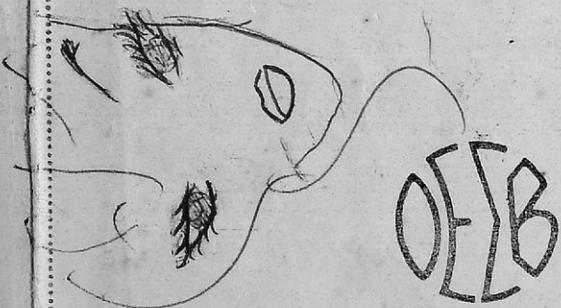


19381

ΔΙΟΝ. Π. ΔΕΩΝΤΑΡΙΤΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΕΝ Τῷ ΠΡΑΚΤΙΚῷ ΛΥΚΕΙῷ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



Οργανισμός Εκδοσεως Σχολικών Βιβλίων
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
1946

νεί σεκυαζισκένο
Στάθρικ ερόξ !!

19/3/49

Σλύδοβα

~~ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ~~

ΔΙΟΝ. Π. ΛΕΟΝΤΑΡΙΤΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΕΝ ΤΩ ΠΡΑΚΤΙΚΩ ΛΥΚΕΙΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

Στοιχεία Φύσικης Ζ² Σ.Τ. "Αριστοδημός Κανάρης"

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ ΠΑΛΑΙΟΥ ΤΥΠΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

1946



ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΥΛΗ - ΚΙΝΗΣΙΣ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

Υ Λ Η

1. Τὸ πᾶν εἰς τὴν Φύσιν, τὸ ἔφον, τὸ φυτόν, δ βράχος, δ ἄνθος,
τὸ νέφος, δ ποταμός, ἔξαιφανίζεται ἀδιαιστόπως καὶ ἀναφαίνεται, ἀλλάσσει σταθερῶς ὅψιν, ἀλλὰ δὲν κατατρέφεται. Τοῦτο τὸ πᾶν εἶναι ἡ
ὕλη, ἡ ὁποία ἀδιαιλείπτως ἀποσυντίθεται καὶ ἀνασυντίθεται, ἀναπαρι-
στῶσα συνεχῶς ὅμοια ἀντικείμενα.

Ζῷον τι ἀποθνήσκει. Ἡ ὕλη, ἐκ τῆς ὁποίας συνίσταται τὸ σῶμά του, ἀποσυντίθεται. Καὶ ἄλλα μὲν ἐκ τῶν προϊόντων τῆς ἀποσυνθέσεως διασκορπίζονται ὑπὸ μορφὴν ἀερίων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἄλλα δὲ ἀναμιγνύονται μετὰ τοῦ ἐδάφους ὡς στερεὰ καὶ ὑγρά. Ωρισμέναι
ἐκ τῶν οὖσιῶν τούτων θὰ ἀπορροφηθῶν ὑπὸ τῶν φυτῶν, τὰ δοποῖα παραλαμβάνονται ἐκ τοῦ ἀέρος διὰ τῶν φύλλων καὶ ἐκ τοῦ ἐδάφους διὰ τῶν φύλλων των τὰς ἀναγκαίας διὰ τὴν ἀνάπτυξίν των τροφάς. Τὰ φυτὰ πάλιν θὰ χρησιμεύσουν ὡς τροφὴ τῶν φυτοφάγων ζώων καὶ τοῦτα θὰ καταβροχθίσθοιν ὑπὸ τῶν σαρκοφάγων θηρίων καὶ τῶν ἀνθρώπων καὶ οὕτω καθ' ἔξης.

Πᾶν δὲ τι δύναται νὰ ξυγισθῇ εἶναι ὕλη.

ΣΩΜΑΤΑ

2. Σῶμα καλεῖται πᾶν μέρος ὕλης, τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει θέσιν τινὰ εἰς τὸ διάστημα καὶ τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ ἀντιληφθῶμεν διὰ τινος τῶν αἰσθήσεών μας. Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἐκφεύγει ἐκ τῶν πνευμόνων μας ή ἐκ τῆς ἐστίας, τὸ ἐκ τῆς πηγῆς ἀνα-

βλύζον ύδωρ, διχάλιε τῆς ὁδοῦ, ἐν πτηνόν, ή τοῦ ἔριου, τεμάχιον σιδήρου, εἰς ἵχθυς κτλ. εἶναι **σώματα**.

Τὰ σώματα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν κατὰ διαφόρους τρόπους, τοὺς δόποίους καλοῦμεν **ἱδιότητας** αὐτῶν. Οὗτο π. χ. ή ὕαλος ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ εἶναι διαφανής, δικένθιος νὰ εἶναι σκληρός, ἢ κιμωλία νὰ εἶναι λευκὴ κτλ. Ἐκ τῶν ἴδιοτήτων τῶν σωμάτων ἀλλαὶ μὲν ἀπαντοῦν εἰς τινα μόνον σώματα, ὡς π.χ. ή διαφάνεια, ἢ μαγνητική ἴδιότης κτλ., ἀλλαὶ δὲ εἶναι γενικαί, παρατηρούμεναι ἐπὶ πάντων ἐν γένει τῶν σωμάτων, δύποις π. χ. τὸ βάρος. Ἐπίσης γενικαὶ ἴδιότητες εἶναι ή ἔκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ συμπιεστόν, ή ἐλαστικότης κτλ.

3. **Ἐκτασις**.—Τὰ σώματα, οἵαδήποτε καὶ ἀν εἶναι, καταλαμβάνουν πάντοτε ἐν μέρος τοῦ διαστήματος· ἐν ἀλλοις λόγοις, **ἔχουν ἔκτασιν** ὁρίζομένην διὰ τῶν τριῶν διαστάσεων: μήκους, πλάτους, **ύψους** (τὸ βάθος ή τὸ πάχος ἀντικαθιστοῦν πολλάκις τὸ ὄψος). Ἡ ἔκτασις εἶναι τοιουτορόπως συνώνυμος πρὸς τὸν ὅγκον.

4. **Ἀδιαχώρητον**.—Τὸ ἀδιαχώρητον εἶναι ή ἴδιότης κατὰ τὴν δόποιαν δύο διακεκριμένα ὑλικὰ σώματα δὲν δύνανται νὰ συνυπάρχουν εἰς τὸν αὐτὸν χῶρον τοῦ διαστήματος.

5. **Διαιρετόν**.—Ἐν σῶμα δύνανται νὰ διαιρεθῇ εἰς πολὺ μικρὰ τεμάχια· ἐν τεμάχιον π. χ. κιμωλίας δύνανται νὰ διαιρεθῇ εἰς τεμάχιδια ἔξοχως μικρά, ἔκαστον τῶν δόποίων εἶναι ἐπίσης κιμωλία, διατηρεῖ δηλ. τὰς χαρακτηριστικὰς ἴδιότητας τῆς κιμωλίας.

Ἡ γενικὴ αὔτη ἴδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἥγη ταῦτα δύνανται νὰ διαιρεθοῦν εἰς ἔξοχως μικρὰ μέρη, χωρὶς γὰρ χάσουν τὰς χαρακτηριστικὰς αὐτῶν ἴδιότητας, καλεῖται διαιρετόν.

Οὕτω κατασκευάζονται ἐξ ὑάλου ἀντικείμενα, ἔχοντα πάχος ἐνὸς μόνον χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἐκ τῆς πλατίνης λαμβάνομεν διὰ τοῦ συρματοσύρτου σύρματα διαμέτρου 0,8 τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἐκ τοῦ χρυσοῦ προκύπτουν διὰ σφυρηλασίας φύλλα ἔχοντα πάχος 0,1 τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου. Πρέπει δηλ. νὰ θέσῃ τις ἐπ' ἀλλήλων δέκα χιλιάδας τοιούτων φύλλων, διὰ νὰ ἀποτελέσουν ταῦτα πάχος ἐνὸς χιλιοστομέτρου κτλ.

Μόρια καὶ ἄτομα. Πάντα τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα ἀποδεικνύουν, ὅτι τὸ σημεῖον, μέχρι τοῦ δόποίου δύνανται νὰ προχωρήσῃ ἢ διαιρεσίς τῆς ὕλης, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ δρισθῇ. Ἀλλὰ διὰ τοῦτο δύ-

— ναται ἀρά γε ἡ διαιρεσις νὰ χωρήσῃ καὶ πέραν παντὸς ὅρίου;

Εἰς τὴν παροῦσαν κατάστασιν τῆς Ἐπιστήμης παραδεχόμεθα, ὅτι ἡ διαιρεσις τῆς ὑλῆς δὲν δύναται νὰ χωρήσῃ ἐπ' ἄπειρον. Καὶ ἀν ἀκόμη ὑποθέσωμεν, ὅτι μεταχειριζόμεθα μεθόδους διαιρέσεως πολὺ τελειοτέρας ἀπὸ ἐκείνας τὰς διοίας διαθέτομεν σήμερον, καὶ τότε ἀκόμη θὰ ἔσται ματῶμεν ἐπὶ τέλους εἰς ἐν ὅριον ἀνυπέρβλητον, εἰς τὸ μόριον.

Τὸ μόριον εἶναι λοιπὸν ἡ ἐλαχίστη ποσότης ἐνὸς σώματος, ἡ διοία δύναται νὰ ὑπάρχῃ ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει, διατηροῦσα τὰς ἴδιοτητας τοῦ σώματος.

Οἱ χημικοὶ παραδέχονται ὅτι τὸ μόριον δύναται νὰ ὑποδιαιρεθῇ (ὄχι μηχανικῶς, ἀλλὰ διὰ χημικῶν ἀντιδράσεων) εἰς ἀκόμη μικρότερα μέρη, τὰ διοῖα λέγονται **ἄτομα**. Τὰ ἄτομα δὲν ὑφίστανται ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει ἡ μεμονωμένα, ἀλλὰ ἐνοῦνται μεταξύ των διὰ ἀποτελέσον μόρια. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἀφαιρέσωμεν κανὲν ἄτομον ἀπὸ τὸ μόριον, χωρὶς νὰ τὸ καταστρέψωμεν ἢ χωρὶς νὰ σχηματίσωμεν μόριον νέου σώματος· ἐπίσης τὰ ἄτομα ἐνὸς μορίου δύνανται νὰ ἀντικατασταθοῦν ἀπὸ ἄλλα ἄτομα καὶ νὰ ἀποτελέσουν μόριον νέας οὐσίας.

Σημείωσις. Αἱ πλέον πρόσφατοι ἐργασίαι κατέληξαν εἰς τὸ ὅτι ἔκαστον ἄτομον συνίσταται ἐξ ἐνὸς κεντρικοῦ πυρηνος, ἥλεκτρισμένου θετικῶς, τερὶ τὸν δοιον στρέφονται μετὰ μεγίστης ταχύτητος σωμάτια σόμοια, πολὺ μικρότερα, ἥλεκτρισμένα ἀρνητικῶς, τὰ διοῖα καλοῦνται **ἥλεκτρονια**.

6. Συμπιεστόν. Μοριακοὶ πόροι.—Τὰ μόρια δὲν ἐφάπτονται ἀλλήλων. Γνωρίζουμεν πρόγαματι ὅτι ὅλα τὰ σώματα ἐλαττοῦνται κατ' ὅγκον, ὅταν τὰ **συμπιεζωμένα** διὰ μηχανικῆς ἐνεργείας ἢ διὰ ψύξεως· καὶ ἐπειδὴ δύο μόρια δὲν δύνανται νὰ κατέχουν συγχρόνως τὸν αὐτὸν χῶρον, πρόπει νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ἐλάττωσις τοῦ ὅγκου τῶν σωμάτων προσέρχεται ἀπὸ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ μεγέθους τῶν μεταξὺ τῶν μορίων κενῶν διαστημάτων. Τὰ διαστήματα ταῦτα καλοῦνται **μοριακοὶ πόροι**. Οἱ μοριακοὶ πόροι, ἀόρατοι διὰ τοῦ μικροσκοπίου, δὲν πρέπει νὰ συγκένωνται πρὸς τὰ φυσικὰ ἢ τυχαῖα χάσματα, τὰ διοῖα φέρουν σώματά τινα, καλούμενα **ποροδόη**, ὡς ὁ σπόγγος, ἡ κίσσηρις κτλ.

‘**Η ἴδιότης, τὴν διοίαν ἔχουν πάγτα τὰ σώματα, γὰ τὸ ἐλαττώνται κατ'** ὅγκον, **ὅταν συμπιεζωνται καλεῖται συμπιεστόν.**

7. Ἐλαστικότης.—Τεμάχιον ἐλαστικοῦ ἐπιμηκύνεται, ἐὰν ἔλειψεν τὰ ἄκρα του κατ' ἀντιθέτους φοράς· ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικόν του

μῆκος, εὐθὺς ὡς ἀφήσωμεν αὐτὸν ἐλεύθερον. Ἐπίσης ὁ ὅγκος ἐνὸς ἀερίου πιεζομένου ἐλαττοῦται· εὐθὺς ὅμως ὡς παύσῃ ἡ πίεσις, τὸ ἀέριον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικόν του ὅγκον.

Ἡ ἴδιότης αὐτῆς πάγτων τῶν σωμάτων, κατὰ τὴν ὅποιαν ταῦτα μετασχηματίζομενα διὰ μηχανικῆς ἐνεργείας τείγουν γὰρ ἀγαλάδους τὸ σχῆμα των, εὐθὺς ὡς παύσῃ γὰρ ἐνεργῇ ἡ αἵτια τοῦ μετασχηματισμοῦ, καλεῖται ἐλαστικότης.

Οἱ μετασχηματισμὸς τῶν σωμάτων δύναται νὰ παραχθῇ διὰ ἔλξεως, διὰ συμπιέσεως, διὰ στρέψεως, διὰ κάμψεως.

Ἡ ἀντίδρασις τὴν δόποιαν τὸ σῶμα ἔξασκεν ἐπὶ τῆς αἰτίας τοῦ μετασχηματισμοῦ, καλεῖται ἐλαστικὴ δύναμις.

Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις εἶναι ἵση πρὸς τὴν δύναμιν, ἡ δόποια παράγει τὸν μετασχηματισμόν.

Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις ἐνὸς ἀερίου εἶναι ἡ πίεσις, τὴν δόποιαν ἔξασκεν τὸ ἀέριον τοῦτο ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ δόποιου συμπιεζεται. Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ὕδατος χορηγιμοποιεῖται ὡς κινητήριος δύναμις εἰς τὰς ἀτμομηχανάς.

ΑΙ ΤΡΕΙΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

8. Συνοχή.—Τὰ μόρια, ἐκ τῶν δόποιων συνίστανται τὰ σώματα, παραμένοντα συσσωρευμένα, διότι ἔξασκοῦν τὰ μὲν ἐπὶ τῶν δὲ ἀμοιβαίας ἔλξεις. Ἡ δύναμις, ἡ δόποια τὰ συνδέει, καλεῖται συνοχή.

Ολα τὰ σώματα παρουσιάζονται ὑπὸ μίαν τῶν ἐπομένων τριῶν καταστάσεων: τὴν στερεάν, τὴν ὑγράν, τὴν ἀεριώδην.

9. Στερεά κατάστασις.—Τὰ στερεὰ σώματα (ἔύλον, μάρμαρον, σίδηρος κτλ.) ἔχουν σχῆμα καὶ ὅγκον ὡρισμένον καὶ ἀντιτάσσουν ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν μεταβολὴν τοῦ σχήματος ἢ τοῦ ὅγκου των. Ἡ συνοχὴ τῶν μορίων των εἶναι σημαντικὴ καί, διὰ νὰ ἀποχωρισθοῦν ταῦτα, θρεπάζεται δύναμις ἔξωτερη καὶ μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλη.

10. Υγρά κατάστασις.—Τὰ ὑγρά ἔχουν ὅγκον ὡρισμένον δπως τὰ στερεά· ἀλλὰ τὰ μόριά των, ἔνεκα τῆς πολὺ μικρᾶς συνοχῆς των, διλισθαίνουν εὐκόλως τὰ μὲν ἐπὶ τῶν δέ, δὲν ἔχουν ἴδιον σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων, ἀπολήγουν δὲ εἰς ἐλεύθεραν ἐπιφάνειαν. = *έναιαν*

Τὰ ὑγρά εἶναι πολὺ δλίγον συμπιεστὰ καὶ τελείως ἐλαστικά.

11. Αεριώδης κατάστασις.—Τὰ ἀέρια δὲν ἔχουν οὔτε σχῆμα

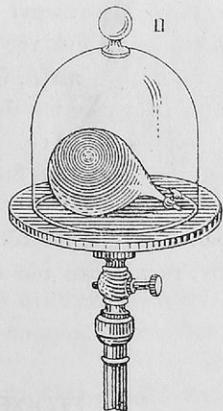
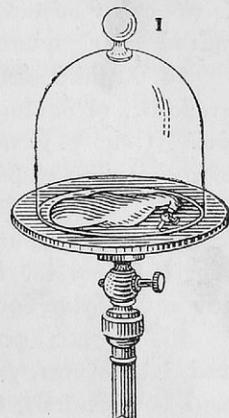
κατά την αρχικήν παρέγραφον Ομοίων. ἡ
οὐτε ὅγχον ὀρισμένον, τὰ μόριά των μίγνυνται καὶ ἐμφανίζονται ἄνευ συνοχῆς, εἶναι λίαν συμπιεστὰ καὶ ἡ ἐλαστικότης των εἶναι τελεία, δπως καὶ τῶν ὑγρῶν. Τὸ συμπιεστὸν καὶ τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἀερίων ἀποδεικνύμεν διὰ τοῦ δι' ἀέρος πυρείου. Ἡ συσκευὴ αὕτη συνίσταται ἐξ ὑαλίνου κυλίνδρου μὲ παχέα τοιχώματα, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἔν ἄκρον (σχ. 1). Διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ στομίου εἰσέρχεται ἐμβολεὺς ἐφαρμοζόμενος ἀεροστεγῶς. Οταν καταβιβάσωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ἀήρ συμπιέζεται καὶ ὁ ὅγκος του γίνεται ἐλάχιστος· εὐθὺς δῆμος ὡς πάυσωμεν νὰ πιέζω μεν τὸν ἐμβολέα, δ πεπιεσμένος ἀήρ ἀναβιβάζει αὐτόν, ἀναλαμβάνων τὸν ὅγκο του.

Τὰ ἀέρια δὲν ἔχουν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν. Διακρίνονται τῶν ὑγρῶν διὰ τῆς διαχυτικότητός των, ἐνεκα τῆς δποίας καταλαμβάνουν δλον τὸν προσφερόμενον χῶρον. Ἐν ἀέριον δμοιάζει μὲ ἐλατήριον σταθερῶς τεταμένον· τὰ μόριά του, ὡς εἴπομεν, ἔξασκοῦν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοκείου, τὸ δποῖον τὸ περιέχει, πίεσιν ἡ ἐλαστικὴν δύναμιν.

Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τὴν ἐλαστικὴν ταύτην δύναμιν τῶν ἀερίων, θέτομεν κύστιν περιέχουσαν μικρὰν ποσότητα ἀέρος, καλῶς κλεισμένην, ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας (σχ. 2, I) καὶ ἀραιοῦμεν διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης τὸν ἀέρα τοῦ κώδωνος. Βλέπομεν τότε τὴν κύστιν ἔξογκουμένην ταχέως ἐνεκα τῆς ἐκτάσεως τοῦ δλίγον ἀέρος, δστις ὑπῆρχεν ἐντὸς αὐτῆς (σχ. 2, II).

12. Μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.

—Ἐν καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα, διατηροῦν τὴν φύσιν του, δύναται νὰ ἐμφανισθῇ καὶ ὑπὸ τὰς τρεις καταστάσεις. Τὸ θεῖον π. χ. θερμαίνομενον καθίσταται ὑγρὸν καὶ κατόπιν ἀέριον· τὸ ὕδωρ ὑπάρχει εἰς κατάστασιν ἀτμοῦ εἰς τὸν ἀέρα, μεταβάλλεται δὲ εἰς πάγον διὰ τῆς



Σχ. 2

ψύξεως. Ἐπίσης ἐν ἀέριον διὰ τῆς ψύξεως καθίσταται ὑγρόν, κατόπιν δὲ στερεόν.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ

13. Τὰ φαινόμενα, δηλ. αἱ μεταβολαὶ τὰς ὁποίας ὑφίστανται τὰ εἰς τὴν φύσιν σώματα, διαιροῦνται εἰς δύο μεγάλας κατηγορίας : εἰς χημικὰ καὶ εἰς φυσικὰ φαινόμενα.

14. **Χημικὰ φαινόμενα.**—Τὰ σώματα δύνανται νὰ ὑφίστανται μεταβολάς, αἱ ὁποῖαι ἐπιφέρουν μόνιμον ἀλλοίωσιν τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν. Οὕτω π. χ. τεμάχιον ἀσβεστολίθου πυρούμενον ἵσχυρῶς ἐλαττοῦται καὶ κατὰ τὸ βάρος καὶ κατὰ τὸν ὅγκον καὶ μετατρέπεται εἰς ἀσβεστον. Ἐπίσης, ἐὰν θερμάνωμεν ἐπ' ἀρκετὸν χρόνον ὑδραργυρον εἰς τὸν ἀέρα, οὗτος μεταβάλλεται εἰς στερεάν τινα ἐρυθρὰν οὐσίαν, τελείως διάφορον τοῦ ὑδραργύρου, ἡ δοπία καλεῖται ἐρυθρὸν ὄξειδιον τοῦ ὑδραργύρου. Τὰ φαινόμενα ταῦτα καλοῦνται χημικά.

15. **Φυσικὰ φαινόμενα.**—”Ἄλλα φαινόμενα, καλούμενα φυσικά, ἐκδηλοῦνται, χωρὶς νὰ ἐπιφέρουν μονίμους ἀλλοιώσεις εἰς τὴν φύσιν τῶν σωμάτων, ὅπως π.χ. ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἡ θερμότης μετατρέπει εἰς ἀτμόν, ἢ ἡ μεταβολὴ τῆς ὑάλου, τὴν ὁποίαν ἥλεκτρόζομεν διὰ τῆς τοιβῆς. Αἱ μεταβολαὶ αὗται ἔξαφανίζονται εὐθὺς ὡς ἐκλείψῃ ἡ αἵτια, ἡ δοπία τὰς παρήγαγεν. Ἡ μελέτη κυρίως τῶν παροδικῶν τούτων μεταβολῶν εἶναι τὸ ἀντικείμενον τῆς Φυσικῆς.

Σημείωσις. Διατηροῦμεν τὴν διάρεσιν τῶν φαινομένων εἰς χημικὰ καὶ φυσικὰ διὰ λόγους καθαρῶς ταξινομικούς· ἡ διάκρισις αὗτη σήμερον δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀκριβής, καθ' ὃσον μεταξὺ τῶν ἀκριβῶν φαινομένων τῶν δύο διμάδων ὑπάρχει ὀλόκληρος σειρὰ φαινομένων, τὰ πλεῖστα τῶν ὁποίων παρουσιάζονται χαρακτῆρα μεικτόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΚΙΝΗΤΙΚΗ

16. **Ἡρεμία καὶ κίνησις.**—”Οταν βλέπομεν διάφορα ἀντικείμνα, τῶν ὁποίων αἱ ἀμοιβαῖαι ἀποστάσεις δὲν μεταβάλλονται, λέγομεν διτὶ ταῦτα εὑρίσκονται ἐν ἡρεμίᾳ τὰ μὲν ὡς πρὸς τὰ δέ. Ἄν δικαίως

ἀποστάσεις σώματός τινος ἀπὸ τῶν ἀντικειμένων τούτων μεταβάλλονται, λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα κινεῖται ὡς πρὸς αὐτά. Π.χ. ὅταν σῶμά τι πίπτῃ ἐντὸς αἰθουσῆς, αἱ ἀποστάσεις τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ τὰ διάφορα σημεῖα τῆς αἰθουσῆς μεταβάλλονται.

Ἡ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἔξετάζει τὴν κίνησιν καὶ τὰ αἴτια αὐτῆς, ὡς καὶ τὰ ἀποτελέσματα καὶ τὰς ἐφαρμογάς της, λέγεται **Μηχανική**. Ἡ Μηχανική διαιρεῖται εἰς τρία μέρη: τὴν **Κινητικήν**, τὴν **Στατικήν** καὶ τὴν **Δυναμικήν**.

Εἰς τὴν **Κινητικήν** ἔξετάζομεν τὴν κίνησιν καθ' ἔαυτήν, ὑπὸ ἔποιψιν καθαρῶς ἀφορημένην καὶ γεωμετρικήν, χωρὶς νὰ λαμβάνωμεν ὑπὸ ὄψιν τὰς αἰτίας, αἱ ὁποῖαι τὴν παράγουν.

Εἰς τὰ δύο ἄλλα μέρη τῆς Μηχανικῆς ἔξετάζομεν τὰς δυνάμεις, δηλ. τὰς αἰτίας τῆς κινήσεως, θεωρουμένης εἴτε εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ίσορροπίας (**Στατική**) εἴτε εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἐνεργείας (**Δυναμική**).

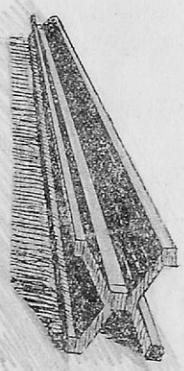
?Αρχίζομεν ἀπὸ τὴν **Κινητικήν**, διότι ἡ ἔννοια τῆς κινήσεως συλλαμβάνεται διὰ τῆς ἀμέσου παρατηρήσεως.

17. Μέτρησις τῶν μηκῶν. Μονάς μήκους.—
Διὰ νὰ μετρήσωμεν μῆκός τι, τὸ συγκρίνομεν πρὸς ἄλλο τι μῆκος ἐκλεγόμενον αὐθαιρέτως, τὸ ὅποιον λαμβάνομεν ὡς **μονάδα**.

Διὰ νὰ ὑπάρχῃ μονὰς ἀπολύτως ἀμετάβλητος, κατεσκεύασαν, ὑπὸ τὸ ὄνομα διεθνὲς πρότυπον, κανόνα ἐκ λευκοχρύσου (σχ. 3), φέροντα πλησίον τῶν ἄκρων του δύο γραμμάς, τῶν ὅποιων ἡ ἀπόστασις, ὅταν ἡ οῷδος ενδισκεται εἰς τὴν θεομοκρασίαν τοῦ 0°, δρίζει τὸ διεθνὲς **μέτρον**. Τὸ μῆκος τούτο παριστᾶ (μὲ εἶλάγιστον λάθος) τὸ τεσσαρακοντάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ μήκους τοῦ γηίνου μεσημβριονοῦ.

?Αφ' ἑτέρου, εἰς τὸ Διεθνὲς **Συνέδριον** τῶν Ἡλεκτρολόγων τοῦ 1881 ἔθεσπίσθη διὰ τὴν μέτρησιν τῶν διαφόρων μεγεθῶν σύστημα μονάδων, τὸ ὅποιον ὡνομάσθη **σύστημα C.G.S.** (ἐκ τῶν ὀνομάτων τῶν τριῶν θεμελιωδῶν μονάδων του: centimètre, gramme, seconde). Εἰς τὸ σύστημα τοῦτο ἔξελγη ὡς μονάς μήκους τὸ ἑκατοστόμετρον, ἥτοι τὸ ἑκατοστὸν τοῦ διεθνοῦς μέτρου.

18. Ἐννοια τοῦ χρόνου.—**Ἡ κίνησις ἐνὸς σώματος**, δηλ. ἡ μετάβασίς του ἀπὸ μιᾶς θέσεως εἰς ἄλλην, γεννᾷ εἰς ἡμᾶς μίαν νέαν



σχ. 3

νοιαν, τὴν ἔννοιαν τοῦ χρονικοῦ διαστήματος. Καθὼς δὲ εἰς τὴν Γεωμετρίαν ἀπὸ τὴν ἔννοιαν τοῦ πεπερασμένου τιμήματος εὐθείας σχηματίζομεν τὴν γενικὴν ἔννοιαν τῆς ἀπειρομήκους εὐθείας, τοιουτορόπως καὶ ἐνταῦθα ἀπὸ τὴν ἔννοιαν τοῦ πεπερασμένου χρονικοῦ διαστήματος σχηματίζομεν τὴν γενικὴν ἔννοιαν τοῦ ἀπειρού χρόνου.

Οὐ χρόνος διὰ τὴν Μηχανικὴν εἶναι ποσὸν θεμελιώδες, τοῦ ὅποίου ὅμως ἡ ἔννοια εἶναι τόσον ἀπλῆ, ὥστε δὲν δύναται νὰ δρισθῇ μὲν ἄλλας ἀπλουστέρας.

Οὐ χρόνος, ἀντιθέτως πρὸς τὸν χῶρον, ὅστις ἔχει τρεῖς διαστάσεις, εἶναι ποσὸν μὲν μίαν μόνον διάστασιν (μῆκος), ἀντιστοιχεῖ δηλ. πρὸς τὴν γραμμήν, ἡ ὅποια καὶ αὐτὴ ἔχει μόνον μῆκος, μὲ τὴν διαφοράν ὅτι ὁ χρόνος δὲν δύναται νὰ διανυθῇ κατὰ δύο φοράς, ὅπως ἡ γραμμή, ἀλλὰ μόνον κατὰ μίαν, δηλ. ἀπὸ τὸ παρελθόν ἡ τὸ παρὸν πρὸς τὸ μέλλον, οὐχὶ δὲ ἀντιστόφως.

Ἐκάτερον τῶν ἀκρων χρονικοῦ διαστήματος λέγεται χρονικὴ στιγμή.

19. Μέτρησις τοῦ χρόνου.—Οπως πᾶν ποσόν, οὗτω καὶ ὁ χρόνος ἐπιδέχεται μέτρησιν. Η μέτρησις τοῦ χρόνου στηρίζεται ἐπὶ κινήσεως, ἡ ὅποια ἐπὶ πολὺν χρόνον παραμένει ἀπολύτως ἡ αὐτή. Τοιαύτη κίνησις εἶναι π. ζ. ἡ περιστροφὴ τῆς γῆς περὶ τὸν ἀξονά της ἡ καὶ ἡ κίνησις ἐκκρεμοῦς ὡρολογίου, ἡ ὅποια κανονίζεται συμφώνως πρὸς τὴν περιστροφὴν τῆς Γῆς. Ἐπειδὴ δηλ. δὲν δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν ἀπ' εὐθείας δύο χρονικὰ διαστήματα, διὰ νὰ ἴδωμεν ἐὰν εἶναι ἵσα ἡ ἄνισα, τὰ συγκρίνομεν ἐμμέσως διὰ τῶν τοπικῶν διαστημάτων, τὰ ὅποια κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην διέτρεξε τὸ κινητὸν ἐντὸς τῶν χρονικῶν τούτων διαστημάτων. Καὶ ἀν μὲν τὰ τοπικὰ ταῦτα διαστήματα εἶναι ἵσα, λέγομεν ἵσα καὶ τὰ χρονικά ἀν δὲ εἶναι ἄνισα, λέγομεν καὶ τὰ χρονικὰ ἄνισα· καὶ γενικῶς λέγομεν λόγον δύο χρονικῶν διαστημάτων τὸν λόγον τῶν ἀντιστοίχων τοπικῶν διαστημάτων κατὰ τὴν θεμελιώδη ταύτην κίνησιν.

Ως μονάδα τοῦ χρόνου λαμβάνομεν εἰς τὴν Μηχανικὴν τὸ δεύτερον λεπτόν, δηλ. τὸ $\frac{1}{86400}$ τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας.

Αλγεβρικὴ τιμὴ χρονικοῦ διαστήματος. Κατὰ τοὺς ἀλγεβρικοὺς ὑπολογισμοὺς μετροῦμεν τὰ χρονικὰ διαστήματα ἀρχόμενοι ἀπὸ δοθείσης στιγμῆς, τὴν ὅποιαν καλοῦμεν ἀρχὴν τοῦ χρόνου ἡ

χρόνον μηδέν. Μεταγενεστέρα τῆς ἀρχῆς τοῦ χρόνου στιγμὴ παρίσταται τότε δι' ἀριθμοῦ θετικοῦ, προγενεστέρα δὲ δι' ἀριθμοῦ ἀρνητικοῦ.

ΔΙΑΦΟΡΟ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

20. Όρισμοί.—Καλοῦμεν κινητὸν πᾶν σῶμα, τὸ ὅποιον εὑρίσκεται ἐν κινήσει.

Ο τόπος τῶν θέσεων, τὰς δποίας τὸ κινητὸν καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται **τροχιὰ** τοῦ κινητοῦ.

21. Κίνησις εύδυγραφμος καὶ κίνησις καμπυλόγραφμος.—Ἐὰν θεωρήσωμεν ἐν μόνον σημείον τοῦ κινητοῦ ἥ κινητὸν ἀρκετὰ μικρόν, ὥστε νὰ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σημείον, ἥ τροχιά του εἶναι γραμμή. Καθ' ὅσον δὲ ἡ γραμμὴ αὐτῆς εἶναι εὐθεῖα ἥ καμπύλη, λέγομεν ὅτι ἡ κίνησις εἶναι **εὐθύγραφμος** ἥ **καμπυλόγραφμος**. Οὕτω ἡ κίνησις σημείου σώματος πίπτοντος ἐλευθερώς εἶναι εὐθύγραφμος, ἐνῷ ἡ κίνησις σημείου βλήματος φιτομένου πλαγίως εἶναι καμπυλόγραφμος.

22. Κίνησις εύδυγραφμος δμαλή.—Καλοῦμεν δμαλὴν τὴν κίνησιν, κατὰ τὴν δποίαν τὸ κινητὸν διατρέχει ἵστα διαστήματα εἰς ἴσους χρόνους οίουσδήποτε. Τὴν λέξιν **διάστημα** λαμβάνομεν ἐνταῦθα ὑπὸ τὴν περιῳρισμένην ἔννοιαν τοῦ δρόμου τοῦ διανυομένου ἐπὶ τῆς τροχιᾶς ἥ μέρους τῆς τροχιᾶς.

Τὰ διανύομενα διαστήματα μετροῦμεν, ἀρχόμενοι ἀπὸ σημείου τινὸς Ο (σχ. 4), τὸ δποίον καλοῦμεν **ἀρχὴν τῶν διαστημάτων**, καὶ τοὺς χρόνους ἀπὸ ὧδισμένης στιγμῆς, τὴν δποίαν καλοῦμεν **ἀρχὴν τῶν χρόνων**.

Ταχύτης. Καλοῦμεν **ταχύτητα** εἰς τὴν δμαλὴν κίνησιν τὸ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διανύομενον διάστημα. Ἐὰν λάβωμεν τὸ μέτρον ὡς μονάδα τοῦ μῆκους καὶ τὸ δευτερόλεπτον ὡς μονάδα τοῦ χρόνου, θὰ ἐκφράσωμεν τὴν ταχύτητα εἰς μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Μονὰς ταχύτητος. Εἰς τὸ σύστημα τῶν ἀπολύτων μονάδων (C. G. S.) τὸ ἐκατοστόμετρον εἶναι ἡ μονὰς τοῦ μῆκους καὶ τὸ δευτερόλεπτον ἡ μονὰς τοῦ χρόνου. Ἡ ταχύτης δὲ ἐκφράζεται εἰς ἐκατοστόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Συνεπῶς μονὰς **ταχύτητος** εἶναι ἡ ταχύτης κινητοῦ, κινουμένου ἵσταταχῶς καὶ διαγένοντος ἐν ἐκατοστόμετρον κατὰ δευτερόλεπτον.

Νόμοι. Ἐκ τοῦ δρισμοῦ προκύπτει ὅτι εἰς τὴν δμαλὴν κίνησιν ἡ ταχύτης εἶναι σταθερά. Συνεπῶς τὸ εἰς 2, 3, 4... δευτερόλεπτα διανυ-

Θέν ύπὸ τοῦ κινητοῦ διάστημα θὰ ἴσοῦται μὲ 2, 3, 4... φοράς τὴν ταχύτητα του. Ἐντεῦθεν προκύπτουν οἱ ἀκόλουθοι νόμοι τῆς διαδικής κινήσεως:

Νόμος τῶν ταχυτήτων. Ἡ ταχύτης εἶναι σταθερά.

Νόμος τῶν διαστημάτων. Τὰ διανύμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τοὺς χρόνους, εἰς τοὺς ὅποιους διηγύθησαν.

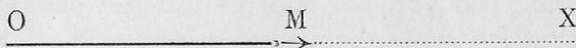
Ἐξισώσεις τῆς κινήσεως. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τὴν ταχύτητα τῆς διαδικής κινήσεως καὶ διὰ α τὸ σταθερὸν διάστημα τὸ διανύμενον ύπὸ τοῦ κινητοῦ εἰς ἐν δευτερόλεπτον, θὰ ἔχωμεν κατὰ πρῶτον

$$\tau = a \quad (1)$$

Ἐὰν ἡ ἀρχὴ τῶν διαστημάτων εἶναι τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὅποιον εὑρίσκεται τὸ κινητὸν κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ χρόνου (σχ. 4, τροχιὰ OX), ὁ νόμος τῶν διαστημάτων θὰ ἔκφρασθῇ διὰ τῆς ἔξισώσεως

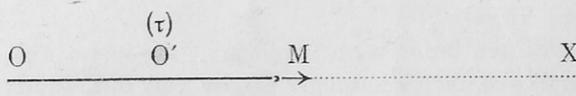
$$\delta = a\tau \quad (2)$$

ἥτις παριστᾶ τὸ διανύμενον διάστημα εἰς χ δευτερόλεπτα. Τὸ διάστημα



(τ)

Σχ. 4



(τ)

Σχ. 5

δ μετρεῖται θετικῶς μὲν κατὰ τὴν φορὰν τῆς κινήσεως, ἀρνητικῶς δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν. Ἀν, τέλος, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν χρόνων τὸ κινητὸν είχεν ἥδη διανύσει τὸ διάστημα OO'=δ₀ (σχ. 5, τροχιὰ OX), ὁ νόμος τῶν διαστημάτων θὰ ἔκφρασθῇ ύπὸ τῆς ἔξισώσεως

$$\delta = \delta_0 + a\tau \quad (3)$$

Τὸ δ₀ δύναται νὰ εἴναι θετικὸν ἢ ἀρνητικόν, ἐφ' ὅσον τὸ OO'

διηγύθη κατὰ τὴν θετικὴν φορὰν ἢ κατὰ τὴν ἀρνητικήν.

Αμφότεραι αἱ ἀξιώσεις (2) καὶ (3) ἔξαιρονται ἐκ τοῦ χρόνου, εἶναι δηλ. συναρτήσεις τοῦ χρόνου.

Αἱ ἔξισώσεις (1), (2) καὶ (3) καλοῦνται ἔξισώσεις τῆς κινήσεως. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη εἶναι ἡ ἔξισώσεις τῶν ταχυτήτων, αἱ δὲ λοιπαὶ δύο αἱ ἔξισώσεις τῶν διαστημάτων.

Μία κίνησις διμαλή, καὶ γενικῶς οἰαδήποτε κίνησις, εἶναι πλήρως

ώρισμένη, όταν γνωρίζωμεν τὴν τροχιάν του κινήτου καὶ τὰς ἔξισώσεις τῆς κινήσεως, καθώς καὶ τὴν ἀρχὴν τῶν διαστημάτων καὶ τὴν ἀρχὴν τῶν χρόνων.

Σημείωσις. Ἐκ τῶν ἔξισώσεων (1), (2) καὶ (3) λαμβάνομεν

$$\text{εἴτε } \tau = \frac{\delta}{\chi} \quad \text{εἴτε } \tau = \frac{\delta - \delta_0}{\chi}.$$

Δυγάμμαθα λοιπὸν γὰ εἰπωμεν, ὅτι εἰς τὴν ὁμαλήν κίνησιν ταχύτης εἶναι ἡ σχέσις του διαγυθέτος διαστήματος πρὸς τὸν χρόνον, καθ' ὃ τοῦτο διηγύθη, ἢ μᾶλλον ἡ σχέσις τῆς αὐξήσεως του διαστήματος πρὸς τὴν αὔξησιν του χρόνου.

Γραφικὴ παράστασις τῆς ὁμαλῆς κινήσεως. Ἀντὶ νὰ παραστήσωμεν τὸν νόμον τῆς κινήσεως διὰ τύπου, δυνάμεθα νὰ τὸν παραστήσωμεν διὰ γραμμῆς. Ἡ γραμμὴ αὕτη λέγεται γραφικὴ παράστασις ἢ διάγραμμα τῆς κινήσεως.

Λαμβάνομεν δύο ἄξονας ὁρθογωνίους Οχ καὶ Οδ (σχ. 6). Ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος ἄξονος ἢ ἄξονος τῶν χρόνων, λαμβάνομεν τμήματα ΟΑ καὶ ΟΑ' ἀνάλογα πρὸς τὸν διαδοχικὸν χρόνον, κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ὅποιων τὸν κινήτον θὰ εὑρίσκεται εἰς κίνησιν. Ἐπὶ τῶν

σημείων Α καὶ Α' φέρομεν καθέτους ἐπὶ τὸν Οχ καὶ ἐπὶ τῶν καθέτων τούτων λαμβάνομεν τμήματα ΜΑ καὶ Μ'Α' ἀνάλογα πρὸς τὰ διαστήματα δ καὶ δ', τὰ ὅποια διηγύθησαν διαδοχικῶς ὑπὸ τοῦ κινήτου κατὰ

τοὺς χρόνους χ καὶ χ'. Κατὰ τὴν σχέσιν $\tau = \frac{\delta}{\chi}$, πρέπει νὰ ἔχωμεν

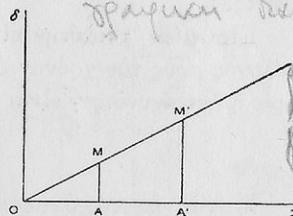
$$\frac{MA}{OA} = \frac{\delta}{\chi} = \tau$$

(διότι ΜΑ παριστᾶ τὸ διάστημα καὶ ΟΑ τὸν χρόνον)

$$\text{καὶ } \frac{M'A'}{OA'} = \frac{\delta'}{\chi'} = \tau. \text{ Άρα } \frac{MA}{OA} = \frac{M'A'}{OA'}.$$

Συνεπῶς τὰ σημεῖα Μ καὶ Μ' θὰ εὑρίσκωνται ἐπ' εὐθείας μετὰ τοῦ Ο. Τὸ διάγραμμα τῆς ὁμαλῆς κινήσεως θὰ εἶναι λοιπὸν εὐθεῖα.

23. Κίνησις μεταβαλλομένη.—Ἡ κίνησις καλεῖται μεταβαλλομένη, ὅταν τὸ κινητὸν διανύῃ εἰς ἵσους χρόνους ἀνισα διαστήματα.



Σχ. 6

‘Η μεταβαλλομένη κίνησις δύναται νὰ είναι εύθυγραμμος ή καμπυλόγραμμος.

24. Κίνησις εύθυγραμμος όμαλως μεταβαλλομένη.—‘Η άπλουστέρα τῶν μεταβαλλομένων κινήσεων καὶ συγχρόνως ή μᾶλλον ἐνδιαφέρουσα εἰς τὴν πράξιν είναι ή εύθυγραμμος διμαλῶς μεταβαλλομένη κίνησις.

Μία κίνησις εύθυγραμμος λέγεται διμαλῶς μεταβαλλομένη, διαταραχής αὐτῆς αὐξάνεται ή ἔλαττοῦται κατὰ ποσότητας ὡσας εἰς ἵσους χρόνους, οἰουσδήποτε. Καὶ κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ή κίνησις είναι διμαλῶς ἐπιταχυνομένη, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν διμαλῶς ἐπιβραδυνομένη.

Ἐπιτάχυνσις. ‘Η θετικὴ ή ἀρνητικὴ ποσότης, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ταχύτης μεταβάλλεται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, καλεῖται ἐπιτάχυνσις.

Εἰς μίαν τοιαύτην κίνησιν ή μεταβολὴ τῆς ταχύτητος Δτ είναι ἀνάλογος πρὸς τὸν χρόνον Δχ, κατὰ τὸν διπότον ή μεταβολὴ ἐπῆλθεν. Άρα η ἐπιτάχυνσις γ είναι τὸ σταθερὸν πηλίκον :

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta \chi} = \gamma.$$

Μονάς ἐπιταχύνσεως. ‘Ἐὰν ἔχωμεν συγχρόνως $\Delta \tau = 1$ καὶ $\Delta \chi = 1$, η ἐξίσωσις, ἥτις δρίζει τὸ γ, δίδει $\gamma = 1$.

Λοιπὸν μονάς ἐπιταχύνσεως είναι η ἐπιτάχυνσις κινήσεως εύθυγράμμου, διμαλῶς μεταβαλλομένης, τῆς διποίας ή ταχύτης μεταβάλλεται κατὰ τὴν μονάδα τῆς ταχύτητος εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Ἐξισώσεις τῆς εύθυγράμμου διμαλῶς μεταβαλλομένης κινήσεως. ‘Ἐστωσαν εἰς μίαν τοιαύτην κίνησιν α μὲν η ταχύτης εἰς χρόνον 0, τ δὲ η ταχύτης εἰς χρόνον χ, διόπτε η μεταβολὴ τῆς ταχύτητος Δτ εἰς χρόνον χ θὰ είναι τ — α.

Κατὰ τὸν δρισμὸν ἔχομεν :

$$\frac{\tau - \alpha}{\chi} = \gamma, \quad \text{εἴ τοι } \tau - \alpha = \gamma \chi \quad \text{καὶ} \quad \tau = \alpha + \gamma \chi. \quad (1)$$

Αὕτη είναι η ἐξίσωσις τῶν ταχυτήτων.

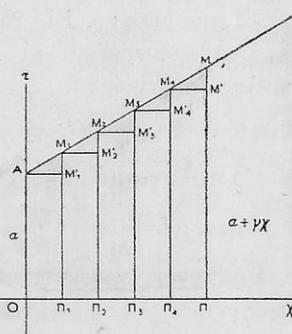
Τὸ εἰς χρόνον χ διανυόμενον διάστημα δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξίσωσεως

$$\delta = \alpha \chi + \frac{\gamma \chi^2}{2} \quad (2)$$

ἥτις καλεῖται ἐξίσωσις τῶν διαστημάτων.

Σημείωσις 1. Τὴν ἔξισωσιν τῶν διαστημάτων δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διὰ γεωμετρικῆς μεθόδου σώς ἔξῆς :

Λαμβάνομεν δύο ἄξονας δρομογωνίους Οτ τῶν ταχυτήτων καὶ Οχ τῶν χρόνων (σχ. 7). Ἐπὶ τοῦ Οτ λαμβάνομεν τμῆμα $OA = a$. ΜΠ εἶναι ἡ ταχύτης εἰς χρόνον χ ($\tau = a + \gamma\chi$). Διαιροῦμεν τὸν χρόνον χ εἰς ὠρισμένον ἀριθμὸν μικροτέρων διαστημάτων $OP_1 = \chi_1$, $OP_2 = \chi_2$ κτλ. Φαντασθῶμεν ἥδη κινητόν, τὸ δόποιον ἀναχωρεῖ εἰς χρόνον 0 μετὰ ταχύτηος α καὶ τοῦ δόποιού ἡ κίνησις παραμένει ὁμαλὴ κατὰ τὸν χρόνον χ_1 . Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον διανύει διάστημα $a\chi_1$, τὸ δόποιον παρίσταται ὑπὸ τοῦ ἐμβαδοῦ τοῦ δρομογωνίου AM_1P_1O . Κατὰ τὸν χρόνον χ_2 δίδομεν εἰς τὸ κινητὸν τὴν σταθερὰν ταχύτηταν $\tau_1 = P_1M_1$. Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας θὰ διανύῃ τὸ διάστημα $\tau_1\chi_2$, τὸ δόποιον εἶναι τὸ ἐμβαδὸν τοῦ δρομογωνίου $P_1M_1M_2P_2$ καὶ οὕτω καθεξῆς. Τὸ διάστημα, τὸ δόποιον θὰ διανύῃ τὸ κινητόν, θὰ εἴναι τὸ ἄθροισμα τῶν ἐμβαδῶν τῶν δρομογωνίων. Εἶναι φανερὸν δτι, δσον μεγαλύτερος εἴναι δ ἀριθμὸς τῶν μερῶν, εἰς τὰ δόποια διηγέρσαμεν τὸν χρόνον χ , τόσον τὸ ὑπὸ τοῦ φανταστικοῦ κινητοῦ διανυόμενον διάστημα θὰ πλησιάζῃ πρὸς τὸ διάστημα, τὸ δόποιον τὸ δραγματικὸν κινητὸν θὰ διανύσῃ. Συγχρόνως τὸ ἄθροισμα τῶν ἐμβαδῶν τῶν δρομογωνίων θὰ πλησιάζῃ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τοῦ τραπεζίου ΟΑΜΠ. Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν, δτι τὸ ἐμβαδὸν τοῦτο παριστᾶ τὸ διάστημα, τὸ δόποιον θὰ διανύῃ τὸ κινητὸν κατὰ τὸν χρόνον χ . Ἐχομεν συνεπῶς :



Σχ. 7



$$\delta = \text{ἐμβαδὸν } \text{ΟΑΜΠ} = \frac{\text{ΟΑ} + \text{ΜΠ}}{2} \text{ ΟΠ } \eta$$

$$\delta = \frac{a + (a + \gamma\chi)}{2} \quad \chi = \frac{2a + \gamma\chi}{2} \quad \chi = a\gamma + \frac{\gamma\chi^2}{2}$$

Σημείωσις 2. Ἐὰν $a = 0$, ἐὰν δηλ. τὸ κινητὸν δὲν ἔχῃ ἀρχικὴν ταχύτητα εἰς χρόνον 0, αἱ ἔξισώσεις (1) καὶ (2) γίνονται :

$$T = \gamma\chi \quad (1') \quad \text{καὶ} \quad \delta = \frac{\gamma\chi^2}{2} \quad (2').$$

“Οταν τὸ κινητὸν εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀρχὴν τῶν διαστημάτων κατὰ

τὴν ἀρχὴν τοῦ χρόνου, καὶ ὅταν κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ταχύτης του εἶναι 0, δυνάμεθα νὰ διατυπώσωμεν τὰς ἐπομένας δύο προτάσεις, αἱ δποῖαι ἀποτελοῦν τότε τοὺς νόμους τῆς ὁμιλῶς μεταβαλλομένης κινήσεως:

α') Νόμος τῶν ταχυτήτων. Αἱ ταχύτητες αὐξάνονται ἀναλόγως πρὸς τοὺς χρόνους. Δηλ. μετὰ χρόνον διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. ἡ ταχύτης εἶναι 2, 3, 4 κλπ. φορὰς μεγαλυτέρᾳ.

β') Νόμος τῶν διαστήματος. Τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, κατὰ τοὺς δποίους διηνύθησαν. Δηλ. ἐὰν αἱ μέτρα εἶναι τὸ διανυθὲν διάστημα εἰς 1 δεύτερον λεπτόν, τὰ διαστήματα, τὰ δποῖα θὰ διανυθῶσιν εἰς 2, 3, 4 κλπ. δεύτερα λεπτά, θὰ εἶναι 4α, 9α, 16α κτλ.

Σημείωσις. Εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἥν ἡ κίνησις εἶναι ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη, αἱ ἔξισώσεις εἶναι αἱ αὐταί, ἀλλὰ τὸ γέγονον σημεῖον ἀρνητικόν:

$$\tau = a - \gamma\chi \quad \delta = a\chi - \frac{\gamma\chi^2}{2}.$$

Ὑπολογισμὸς τῆς ταχύτητος ἐκ τοῦ διαστήματος. Ἐκ τῶν ἔξισώσεων: $\delta = a\chi + \frac{\gamma\chi^2}{2}$ καὶ $\tau = a + \gamma\chi$, ὑψοῦντες τὴν δευτέραν εἰς τὸ τετράγωνον, ἔχομεν: $\tau^2 = a^2 + 2a\gamma\chi + \gamma^2\chi^2$ καί, ἔξαγοντες τὸ 2γ κοινὸν παράγοντα εἰς τοὺς δύο τελευταίους ὄρους, ἔχομεν:

$$\tau^2 = a^2 + 2\gamma. (a\chi + \frac{\gamma\chi^2}{2}). \text{ Καὶ } \overset{\text{ἐπειδὴ}}{\alpha\chi + \frac{\gamma\chi^2}{2}} = \delta, \text{ ἔχομεν:}$$

$$\tau^2 = a^2 + 2\gamma\delta. \text{ Ἡ, ἀν τὸ γ ἀρνητικόν, } \tau^2 = a^2 - 2\gamma\delta.$$

*Αν. εἰς τὴν ἔξισώσιν $\tau^2 = a^2 + 2\gamma\delta$ ὑποτεθῇ $a=0$, τότε $\tau^2 = 2\gamma\delta$.

*Αν ακεφαλαίωσις τῶν τ καὶ δ εἶτι σώσει τὸ γέγονον. *Ανευ ἀρχικῆς ταχύτητος:

$$\tau = \gamma\chi \quad (1) \quad \delta = \frac{\gamma\chi^2}{2} \quad (2) \quad \tau = \sqrt{2\gamma\delta} \quad (3)$$

Μετ' ἀρχικῆς ταχύτητος α :

$$\tau = a \pm \gamma\chi \quad (1') \quad \delta = a\chi \pm \frac{\gamma\chi^2}{2} \quad (2') \quad \tau = \sqrt{a^2 \pm 2\gamma\delta} \quad (3')$$

Σημείωσις. Θέτοντες εἰς τὴν (2) $\chi=1$, ἔχομεν $\delta = \frac{\gamma}{2}$ καὶ $\gamma = 2\delta$. *Ητοι ἡ ἐπιτάχυνσις εἶναι τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος τοῦ διανυομένου εἰς τὴν πρώτην μονάδα τοῦ χρόνου.

~~X~~ Αριθμητικαὶ ἐφαρμογαὶ. α') Λίθος ἀφήνεται νὰ πέσῃ ἀπὸ ὕψος 100 μέτρων. Ποίαν ταχύτητα θὰ ἔχῃ, όταν φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος καὶ ποία θὰ εἶναι ἡ διάρκεια τῆς πτώσεως;

$$\text{Έχουμεν } \tau = \sqrt{2\gamma\delta}.$$

Ἐπειδὴ ἡ πτῶσις τῶν σωμάτων πραγματοποιεῖ, θεωρητικῶς, τὸν νόμον τῆς ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης κινήσεως, διὰ τοῦτο ἀρκεῖ εἰς τὸν ἀνωτέρῳ τύπους νὰ ἀντικαταστήσωμεν τὸ γ διὰ $g=9,8$, τὸ δόποιον εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις ἡ ὀφειλομένη εἰς τὴν βαρύτητα.

$$\text{Έχουμεν λοιπὸν } \tau = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 100} = 44,2 \text{ μ.}$$

Διάρκεια τῆς πτώσεως:

$$\text{Έκ τοῦ τύπου } \frac{g\chi^2}{2} = \delta \quad \text{έχομεν: } \chi = \sqrt{\frac{2\delta}{g}} = \sqrt{\frac{200}{9,8}} = 4'',5.$$

~~X~~ β') Ρίπτομεν σῶμα κατακούρφως πρὸς τὰ ἄνω μετ' ἀρχικῆς ταχύτητος 12δ μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐπὶ πόσον χρόνον θὰ ἀνέρχεται καὶ εἰς ποῖον ὕψος θὰ φθάσῃ;

Εἶναι φανερὸν ὅτι τὸ σῶμα θὰ ἀνέρχεται, μέχρις ὅτου ἡ ταχύτης του μηδενισθῇ. Θὰ ἔχωμεν λοιπὸν ἐκ τοῦ τύπου:

$$\tau = a - g\chi \quad a - g\chi = 0 \quad \text{καὶ} \quad \chi = \frac{a}{g} = \frac{125}{9,8} = 12'',7.$$

Διὰ νὰ εῦρωμεν δὲ τὸ ὕψος εἰς τὸ δόποιον θὰ φθάσῃ, ἀρκεῖ εἰς τὸν τύπον $\delta = a\chi - \frac{g\chi^2}{2}$ νὰ ἀντικαταστήσωμεν τὸ χ διὰ τῆς τιμῆς του, $\frac{a}{g}$. Θὰ ἔχωμεν τότε:

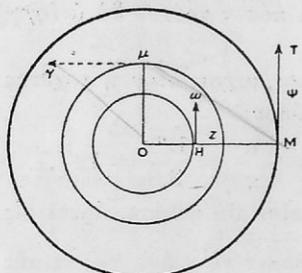
$$\delta = \frac{a^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{a^2}{g^2} = \frac{a^2}{2g} \quad \text{συνεπῶς} \quad \delta = \frac{125^2}{19,6} = 797,2 \text{ μέτρα.}$$

25. Κίνησις καμπυλόγραμμος.—^oΗ καμπυλόγραμμος κίνησις δύναται νὰ εἶναι ὁμαλὴ ἢ μεταβαλλομένη.

Κίνησις ὁμαλὴ κυκλική. Μία τῶν καμπυλογράμμων κινήσεων, τῶν συχνοτέρων εἰς τὰς ἐφαρμογάς, εἶναι ἡ κίνησις σημείου, τὸ δόποιον μετατίθεται ἐπὶ περιφερείας (κυκλικὴ κίνησις). Τὰ σημεῖα τῶν περισσοτέρων μηχανῶν, τῶν μυλολίθων, τῶν ὑδραυλικῶν τροχῶν κτλ. ἀνήκουν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην. Πολλάκις αἱ κινήσεις αὗται εἶναι ὁμαλαί, δηλ. τὰ ὑπὸ τοῦ σημείου τούτου ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του διανυόμενα τόξα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὸν χρόνον, καθ' οὓς τὸ σημεῖον τὰ διήγυνσεν. ^oΗ ταχύτης τοῦ σημείου εἰς τὰς περιπτώσεις ταύ-

τας εἶναι τὸ μῆκος τοῦ τόξου τοῦ διαγραφομένου εἰς ἐν δεύτερον λεπτὸν καὶ καλεῖται γραμμικὴ ἢ περιφερειακὴ ταχύτης. Δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ἐπίσης, ὅτι ἡ γραμμικὴ ταχύτης τοῦ σημείου εἶναι δὲ λόγος $\tau = \frac{\delta}{\chi}$ τοῦ μήκους δὲ τοῦ ὑπὸ τοῦ σημείου τούτου διανυθέντος τόξου πρὸς τὸν χρόνον χ , τὸν δῆποτε τὸ σημεῖον ἔχοντας διὰ νὰ τὸ διανύσῃ.

Γωνιώδης ταχύτης. Καλοῦμεν γωνιώδη ταχύτητα τῆς κινήσεως σημείου M , τὸ δῆποτε μετατίθεται μὲ κίνησιν διμαλὴν ἐπὶ περιφερείας, τὴν ταχύτητα ω , τὴν δῆποτε θὰ ἔχῃ κινητὸν H (σχ. 8), εὐρισκόμενον πάντοτε ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀκτίνος OM μετὰ τοῦ M καὶ διαγράφον περιφέρειαν ἀκτίνος 1. Αὕτη εἰς κίνησιν κυκλικὴν καὶ διμαλὴν εἶναι σταθερὰ καὶ ἴσοῦται ἀριθμητικῶς πρὸς τὴν γωνίαν (ἐκφραζόμενην εἰς ἀκτίνια), τὴν δῆποτε μονάδα τοῦ χρόνου.



Σχ. 8

Ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες τὰ καὶ ω τῶν M καὶ H εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀκτίνας τῶν περιφερειῶν, τὰς δῆποτε τὰ σημεῖα ταῦτα διαγράφουν, ἔχομεν, ἐὰν $OM = a$:

$$\frac{\tau}{\omega} = \frac{a}{1}, \text{ ἐξ } \text{ἢ } \tau = a \cdot \omega.$$

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ γραμμικὴ ταχύτης τῆς κυκλικῆς κινήσεως σημείου εὑρίσκομένου εἰς ἀπόστασιν α ἀπὸ τοῦ κέντρου ἴσοῦται μὲ τὴν γωνιώδη ταχύτητα ω , πολλαπλασιασθεῖσαν ἐπὶ τὴν ἀπὸ τοῦ κέντρου ἀπόστασιν.

Περιόδος καὶ συχνότης. Περιόδος T εἶναι δὲ χρόνος δὲ ἀπαιτούμενος ἵνα τὸ κινητὸν M διανύσῃ διλόκληρον τὴν περιφέρειαν. **συχνότητα** δὲ N τῆς κινήσεως καλοῦμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν περιόδων εἰς ἐν δεύτερον λεπτόν.

Ἐχομεν λοιπὸν $T = \frac{1}{N}$. **Ἄρφ' ἐτέρου εἰς 1'** τὸ κινητὸν διαγράφει γωνίαν $\omega = \frac{2\pi}{T}$ η $\omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{N}} = 2\pi N$.

Αριθμητικὰ ἐφαρμογαί. α) Ποία ἡ γωνιώδης ταχύτης τῆς Γῆς ἐκτελούσης μίαν στροφὴν εἰς 24 ὥρας η 86400'';

$$\text{Έχομεν} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{86400} = 0,000072.$$

β') Ποία ή γωνιώδης ταχύτης τροχοῦ ἐκτελοῦντος 45 στροφὰς κατὰ λεπτόν;

$$\text{Έχομεν} \quad N = \frac{45}{60} = \frac{3}{4} \quad \text{καὶ}$$

$$\omega = 2\pi N = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3,14 \cdot 3}{2} = 4,71.$$

Κίνησις περιστροφική. Λέγομεν ὅτι σῶμά τι στερεὸν εύρισκεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, ὅταν κατὰ τὴν κίνησιν πάντα τὰ σημεῖα τοῦ σώματος τὰ εὐρισκόμενα ἐπὶ μᾶς εὐθείας παραμένουν σταθερά. Ἡ εὐθεία αὕτη καλεῖται ἄξων τῆς περιστροφῆς.

Εἰς μίαν τοιαύτην κίνησιν ἔκαστον σημεῖον τοῦ σώματος γράφει περιφέρειαν, τῆς δποίας τὸ κέντρον εύρισκεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος καὶ τῆς δποίας τὸ ἐπίπεδον εἶναι κάθετον ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦτον.

"Οταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶναι δμαλή, ἡ κίνησις ἑκάστου σημείου εἶναι κυκλικὴ δμαλή. Αἱ ἐπίκεντροι γωνίαι, αἱ δποῖαι ἀντιστοιχῶν εἰς τὰ τόξα τὰ γραφόμενα ὑπὸ ἑκάστου σημείου, εἶναι ἵσαι διὰ τὸν αὐτὸν χρόνον. Πάντα δηλαδὴ τὰ σημεῖα τοῦ στερεοῦ στρέφονται μετὰ τῆς αὐτῆς γωνιώδους ταχύτητος, τὴν δποίαν καλούμενην γωνιώδη ταχύτητα τῆς περιστροφῆς. Ἡ περιστροφὴ εἶναι ὁμαλή, ἂν ἡ γωνιώδης ταχύτης εἶναι σταθερά: ἄλλως θὰ εἶναι μεταβαλλομένη.

Προβλήματα.

1ον. Κινητὸν εύρισκόμενον ἐν ἡρεμίᾳ ὑποβάλλεται εἰς τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως σταθερᾶς καὶ συνεχοῦς, ἥτις μεταδίδει εἰς αὐτὸν ἐπιτάχυνσιν 6,25 μ. κατὰ δευτερόλεπτον. Ζητεῖται ὁ χρόνος, κατὰ τὸν ὅποιον τὸ κινητὸν διήγυνε διάστημα 2812,5 μέτρων.

2ον. Ποία εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις κινήσεως δμαλῶς μεταβαλλομένης, ἥτις κάμψει νὰ διανύσῃ ἐν χιλιόμετρον εἰς 5 δεύτερα λεπτὰ κινητὸν ἔχον ἀρχικὴν ταχύτητα 100 μ. κατὰ δευτερόλεπτον;

3ον. Κινητὸν ἀναχωρεῖ ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B, τὸ δποῖον ἀπέχει 20 χλμ., κινούμενον εὐθυγράμμως. Ἀναχωρεῖ ἐκ τοῦ A μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα 0, διανύει 500 μ. μὲ κίνησιν δμαλῶς ἐπιταχυνομέγην, δπότε ἡ ἀποκτωμένη ταχύτης ἀνέρχεται εἰς 70 χλμ. καθ' ὅραν, τὴν δποίαν διατηρεῖ μέχρις ὅτου φθάσει εἰς ἀπόστασιν 200 μ. ἀπὸ τοῦ B, καὶ τὴν

ἀπόστασιν ταύτην τῶν 200 μ. διανύει μὲ κίνησιν ὅμαλῶς ἐπιβραδυο-
μένην, τῆς δποίας ἡ ταχύτης μηδενίζεται εἰς τὸ B. Ζητεῖται ὁ χρόνος,
τὸν δποῖον ἔχοντας σθή τὸ κινητὸν διὰ νὰ διανύῃ τὴν ἀπόστασιν AB.
(Λαμβάνομεν ὡς μονάδας τὴν ὥραν καὶ τὸ χιλιόμετρον).

4ον. Σημεῖον τροχοῦ ἔχει γραμμικὴν ταχύτητα 1,2 μ. κατὰ δευτε-
ρόλεπτον καὶ ἀπέχει ἀπὸ τοῦ ἄξονος 0,4 μ. Ποία ἡ γωνιώδης ταχύ-
της του;

5ον. Τροχὸς ἔχει γωνιώδη ταχύτητα 6. Ποία ἡ γραμμικὴ ταχύτης
σημείου τοῦ τροχοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ ἄξονος 0,98 μ.;

6ον. Ὁδογραμμὸς τροχὸς στρέφεται μὲ γωνιώδη ταχύτητα 5. Ηό-
σας στροφὰς ἐκτελεῖ κατὰ λεπτόν;

ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΣΤΑΤΙΚΗ

26. Ἀδράνεια τῆς ὕλης. Ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας.—Τὰ ὑλικὰ
σώματα εἶναι ἀνίκανα νὰ μεταβάλλουν ἀφ' ἔαυτῶν τὴν κατάστασίν των
τῆς ἡρεμίας ἢ τῆς κινήσεως. Αἱ ἐπόμεναι δύο προτάσεις δρίζουν τὴν
ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας:

α) "Αν σῶμά τι εὑρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ εἰς τὸ διάστημα, παραμένει
ἐν ἡρεμίᾳ, ἀν οὐδεμία ἔξωτερη αἰτία ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ.

β) "Αν σῶμά τι εὑρίσκεται ἐν κινήσει εἰς τὸ διάστημα, ἡ κίνη-
σις αὐτοῦ εἶναι εὐθύγραμμος καὶ ὅμαλή, ἀν οὐδεμία αἰτία ἐνεργῇ
ἐπ' αὐτοῦ.

"Η πρώτη πρότασις τῆς ἀρχῆς εἶναι ἀφ' ἔαυτῆς φανερά. Πρά-
γματι, οὐδέποτε βλέπομεν τὰ ὑλικὰ σώματα, ἐκτὸς τῶν ζώντων, νὰ
τίθενται εἰς κίνησιν μόνα των.

Εἰς τὴν δευτέραν πρότασιν τῆς ἀρχῆς ἀγόμεθα διὰ τοῦ ἐπομένου
πειράματος.

Σφαιρὰ ωιπομένη ἐπὶ λειστάτου ἐδάφους κινεῖται αἰσθητῶς κατ'
εὐθεῖαν γραμμήν. Εἶναι ἀληθὲς ὅτι ἡ ταχύτης αὐτῆς δὲν εἶναι στα-
θερὰ καὶ ὅτι ἔλαττονται βραδέως. Ἀλλὰ τοῦτο ὀφείλεται εἰς ἔξωτε-
ρικὰ αἴτια, εἰς τὴν τροιβήν δηλ. τῆς σφαιρᾶς ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ
εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος.

"Η ἀρχὴ αὕτη δὲν ἔχει ἀποδειχθῆ ἀκριβῶς διὰ τοῦ πειράματος.
Παραδεχόμεθα δμως τὴν ἀλήθειαν αὐτῆς διὰ τῆς ἐπαγωγῆς, δπως εἰς
τὴν Γεωμετρίαν παραδεχόμεθα τὰ θεμελιώδη ἀξιώματα.

27. Ὁρισμὸς τῆς δυνάμεως.—Οσάκις σῶμά τι μεταβαίνει ἀπὸ

τῆς καταστάσεως τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως ἢ μᾶλλον δσάκις εὐρίσκεται εἰς κίνησιν μεταβαλλομένην ἢ εἰς κίνησιν διμαλὴν μὴ εὐθύγραμμον, δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι τὸ σῶμα ὑφίσταται ἔξωτερικὴν ἐνέργειαν.⁶ Η ἐνέργεια αὐτὴ γενικῶς καλεῖται δύναμις.

→ Η Φύσις παρέχει εἰς ἡμᾶς διάφορα παραδείγματα δυνάμεων. Π. χ. αἱ μυῖκαι προσπάθειαι τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζώων, ή βαρύτης, ἥτις εἶναι ἡ αἰτία τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, αἱ ἀλεκτρικαὶ καὶ μαγνητικαὶ δυνάμεις κλπ.

→ **Υλικὸν σημεῖον.** Θὰ ὑποθέσωμεν κατ' ἀρχὰς ὅτι αἱ δυνάμεις ἐνεργοῦν ἐπὶ σωμάτων πολὺ μικρῶν διαστάσεων ἐν σχέσει πρὸς τὰ λοιπὰ σώματα, πρὸς τὰ δόποια τὰ συγκρίνομεν. Τὰ τοιαῦτα σώματα λέγονται **ύλικὰ σημεῖα.**

→ Εάν οὐδεμία δύναμις ἐνεργῇ ἐπὶ ὑλικοῦ σημείου, τοῦτο θὰ εὐρίσκεται ἢ εἰς ἡρεμίαν ἢ εἰς κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ δμαλήν. Οὐδεμίαν δηλ. ὑφίσταται **ἐπιτάχυνσιν.** Τὸ ἀποτέλεσμα λοιπὸν μιᾶς δυγάμεως εἶγαι γὰ μεταδώσῃ εἰς ὑλικὸν σημεῖον ἐπιτάχυνσιν.

→ **Ταχύτης** εἰς δοθεῖσαν στιγμήν. Εάν εἰς δεδομένην στιγμὴν καταχρήσωμεν τὴν δύναμιν, ἡ δόποια ἐνέργειν ἐπὶ ὑλικοῦ σημείου, τοῦτο ἐξακολουθεῖ νὰ κινῆται μετὰ ταχύτητος, τὴν δόποιαν εἶχε καθ' ἣν στιγμὴν κατηργήσαμεν τὴν δύναμιν.

→ Θὰ λάθῃ λοιπὸν κίνησιν εὐθύγραμμον δμαλήγ, διευθυγμένην κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιᾶς εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ δόποιον ἀφηρέσαμεν τὴν δύναμιν. Τὴν ταχύτητα τῆς δμαλῆς ταύτης κινήσεως καλοῦμεν **ταχύτητα τῆς μεταβαλλομένης κινήσεως κατὰ τὴν στιγμὴν χ.**

→ Η ἀνωτέρω πρότασις, ἡ δόποια συμπληροῦ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀρχανείας, ἐπαληθεύεται διὰ τοῦ πειράματος. Εάν, στρέφοντες λίθον διὰ σφρενδόνης, ἀφήσωμεν τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτῆς ἐλεύθερον, θὰ ἔρωμεν τὸν λίθον ἐκσφενδονιζόμενον κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιᾶς, τὴν δόποιαν οὗτος διέγραφεν.

→ Ως πρὸς δὲ τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν τῆς ταχύτητος, τὴν δόποιαν λαμβάνει ἐν σῶμα, ὅταν καταργῶμεν τὴν δύναμιν, ἡ δόποια ἐνέργειν ἐπ' αὐτοῦ, ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι ἵση πρὸς τὴν ταχύτητα, τὴν δόποιαν εἶχεν ἡ κίνησις, καθ' ἣν στιγμὴν κατηργήσαμεν τὴν δύναμιν. (Τὰ πειράματα ταῦτα γίνονται διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood, ὡς θὰ μάθωμεν κατωτέρω).

28. **"Εννοια τῆς μάζης.**—⁷ Εάν ἡ αὐτὴ δύναμις ἐνεργήσῃ διαδο-

χικῶς ἐπὶ διαφόρων σωμάτων, δὲν μεταδίδει εἰς αὐτὰ τὴν ἴδιαν ἐπιτάχυνσιν. Ἐὰν π. χ. ἔλξωμεν διαδοχικῶς, μετὰ τῆς αὐτῆς μυϊκῆς ίσχύος, δύο λέμβους πολὺ διαφόρων διαστάσεων, εὐρισκομένας ἐν ἵσορροπίᾳ ἐπὶ ἡρεμοῦντος ὑδατος, θὰ ἰδωμεν διὰ της μικροτέρα θὰ κινηθῇ πολὺ ταχύτερον ἀπὸ τὴν μεγαλυτέραν. Τὰ διάφορα σώματα δὲν ἀντιτάσσουν λοιπὸν τὴν ἴδιαν ἀντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν, δὲν εἶναι δηλ. εἰς τὸν αὐτὸν βαθμὸν ἀδρανῆ. Τοῦτο ἐκφράζουμεν λέγοντες διὰ τοῦ σώματα, λαμβανόμενα κατὰ τύχην, δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν μᾶζαν. Θὰ εἴναι τουναντίον τῆς αὐτῆς μάζης, ἐάν, ἀφοῦ ὑποστῶσι διαδοχικῶς τὴν ἐνέργειαν τῆς αὐτῆς δυνάμεως, λάβουν τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν.

Σύγκρισις τῶν μᾶζων. Θὰ εἴπωμεν διὰ τοῦ σώματα ἔχουν τὴν αὐτὴν μᾶζαν, ἐάν ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδῃ εἰς αὐτὰ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν. Σῶμά τι Β θὰ ἔχῃ μᾶζαν διπλασίαν τῆς μάζης ἐνὸς ἀλλού σώματος Α, ἐάν ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδῃ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν εἰς τὸ Β καὶ εἰς σῶμα ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως δύο μᾶζων ἵσων πρὸς τὴν τοῦ Α. Τὸ Β θὰ ἔχῃ μᾶζαν ν φοράς μεγαλυτέραν ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ Α, ἐάν ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδῃ τὴν αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν εἰς τὸ Β καὶ εἰς σῶμα ἀποτελούμενον ἀπὸ ν μάζας ἵσας πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ Α. Ἡ μᾶζα λοιπὸν σώματος δόμοιο μεροῦς θὰ εἴναι ἀνάλογος πρὸς τὸν δύκον του, δηλ. πρὸς τὸ ποσδὴ τῆς ὕλης, τὴν δύπολικὴν τὸ σῶμα περιέχει.

Μονὰς C. G. S. τῆς μάζης. Γραμμάριον. Εἰς τὸ σύστημα τῶν μονάδων C. G. S. ἡ μονὰς τῆς μάζης εἴναι μία ἀπὸ τὰς θεμελιώδεις μονάδας καὶ δονομάζεται γραμμάριον. Τὸ γραμμάριον εἴναι περίπου ἡ μᾶζα ἐνὸς κυβικοῦ δακτύλου ὑδατος εἰς 4^o. Είναι ἀκοιτῶς τὸ χιλιστὸν τῆς μάζης τοῦ προτούπου χιλιογράμμου, τὸ δποίον εἴναι κύλινδρος ἐκ λευκοχρόύσου κατατεθειμένος εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον τῶν Μέτρων καὶ Σταθμῶν.

29. Ὁρισμὸς τῶν στοιχείων τῆς δυνάμεως.—Σημεῖον ἐφαρμογῆς, διεύθυνσις καὶ φορά, ἔντασις. Ἐὰν δύναμις τις μεταδίδῃ εἰς ὑλικὸν σημεῖον ἐπιτάχυνσιν, λέγομεν διὰ τοῦ σημείου τοῦτο ἡ διὰ τοῦ σημείου τοῦτο εἴναι ἐφηρμοσμένη εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἡ διὰ τοῦ σημείου τοῦτο εἴναι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς. Ὅταν δύναμις τις ἐνεργῇ ἐπὶ σώματος, τοῦ δποίου δὲν δυνάμεθα νὰ ἀγνοήσωμεν τὰς διαστάσεις, ὑπάρχει πάντοτε ἐν σημεῖον τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ δποίου αὐτῇ ἐνεργεῖ ἀπὸ εὐθείας καὶ τοῦτο εἴναι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς. Ἐὰν π.χ. ἔλκωμεν διὰ σχοινίου βάρος τι, τὸ σημεῖον, εἰς τὸ δποίον εἴναι προσ-

δεδεμένον τὸ σχοινίον, εἶναι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, τὴν δποίαν καταβάλλομεν.

Θὰ καλέσωμεν διεύθυνσιν καὶ φοράν μιᾶς δυνάμεως, ἢ δποία ἐνεργεῖ ἐπὶ ὑλικοῦ σημείου, τὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν τῆς ἐπιταχύνσεως, τὴν δποίαν αὐτῇ μεταδίδει εἰς τὸ ὑλικὸν σημεῖον. Ἐάν, εἰδικῶς, τὸ ὑλικὸν σημεῖον εὑρίσκεται εἰς ἡρεμίαν, ἢ διεύθυνσις καὶ φορά τῆς δυνάμεως θὰ εἶναι ἢ διεύθυνσις καὶ φορά, κατὰ τὰς δποίας τὸ ὑλικὸν σημεῖον θὰ μετατεθῇ.

Ἐντασις. Θὰ καλέσωμεν ἔντασιν δυνάμεως τὸ γινόμενον τῆς μάζης τοῦ ὑλικοῦ σημείου, ἐφ' οὗ αὐτῇ ἐνεργεῖ, ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν, τὴν δποίαν λαμβάνει τὸ ὑλικὸν τοῦτο σημεῖον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασίν της.

Ἐάν, λοιπόν, καλέσωμεν Δ τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως, μ τὴν μάζαν τοῦ ὑλικοῦ σημείου καὶ γ τὴν ἐπιτάχυνσιν, τὴν δποίαν μεταδίδει εἰς αὐτὸν ἢ δύναμις, ἔχομεν :

$$\Delta = \mu \gamma \quad (1)$$

Ἐκ τοῦ δρισμοῦ τούτου συνάγομεν τὰ ἔξης πορίσματα :

α) Ἐὰν δύο δυνάμεις ἔντάσεων Δ καὶ Δ' ἐνεργοῦν ἐπὶ δύο ὑλικῶν σημείων τῆς αὐτῆς μάζης μ, θὰ μεταδίδουν εἰς αὐτὰ ἐπιταχύνσεις γ καὶ γ' ἀναλόγους πρὸς τὰς ἔντάσεις των. Διότι θὰ ἔχωμεν :

$$\Delta = \mu \gamma \text{ καὶ } \Delta' = \mu \gamma'.$$

Διαιροῦντες δὲ αὐτὰς κατὰ μέλη, λαμβάνομεν :

$$\frac{\Delta}{\Delta'} = \frac{\gamma}{\gamma'}.$$

β) Ἐὰν η αὐτή δύναμις ἔντάσεως Δ ἐνεργῇ διαδοχικῶς ἐπὶ δύο ὑλικῶν σημείων διαιρόων μάζῶν μ καὶ μ', αἱ ἐπιταχύνσεις γ καὶ γ', τὰς δποίας ταῦτα λαμβάνουν, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς μάζας των. Διότι ἔχομεν :

$$\Delta = \mu \gamma \text{ καὶ } \Delta = \mu' \gamma', \text{ δθεν } \mu \gamma = \mu' \gamma' \text{ ή } \frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{\mu'}{\mu}.$$

30. Μονάς δυνάμεως. Δύνη.—Ἐὰν εἰς τὴν σχέσιν $\Delta = \mu \gamma$ δεχθῶμεν $\mu = 1$ καὶ $\gamma = 1$, θὰ ἔχωμεν καὶ $\Delta = 1$. Ὡστε μονάς δυνάμεως εἶναι η δύναμις, η δποία μεταδίδει τὴν μονάδα τῆς ἐπιταχύνσεως εἰς ὑλικὸν σημεῖον ἔχον μάζαν ἵσηγ πρὸς τὴν μονάδα τῆς μάζης.

Εἰδικῶς εἰς τὸ σύστημα C.G.S. μονάς τῆς δυνάμεως εἶναι η δύναμις, η δποία μεταδίδει εἰς ὑλικὸν σημεῖον ἔχον μάζαν ἕνδεικην μα-

ρίου, έπιταχύνειν την πρόστιμον μιονάδα C.G.S. της έπιταχύνεως. Η δύναμις αυτή ωντομάσθη δύνη.

31. Παράδειγμα δυνάμεως.—Ἐὰν σῶμα ἀρκετὰ μικρόν, ὥστε νὸν δύναται νὺν θεωρηθῆναι ὡς ὑλικὸν σημεῖον, ἀφήσωμεν ἐλεύθερον εἰς τὸ κενόν, τοῦτο πίπτει μὲν κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην κατά τινα εὐθεῖαν, τὴν δοιάνα καλοῦμεν κατακόρυφον καὶ ή δοιά διευθύνεται σχεδὸν πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. Τὸ ὑλικὸν τοῦτο σημεῖον ὑφίσταται λοιπὸν τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως, ή δοιά εἶκει αὐτὸν πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. Ἡ δύναμις αὕτη εἶναι σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πτώσεως, διότι ή ἐπιτάχυνσις μένει σταθερά.

Τὴν ἐπιτάχυνσιν ταύτην μετροῦμεν, ὡς θὰ μάθωμεν, διὰ τοῦ ἐκ-
κριμοῦς. Ἡ τιμὴ αὐτῆς ἐν Ἀθήναις εἶναι περίπου 980 C.G.S., ση-
μειοῦται δὲ γενικῶς διὰ τοῦ g.

⁷Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ Β τὸ βάρος σώματος εἰς δύνας (δηλ. τὴν ἐλκτικὴν δύναμιν τῆς Γῆς ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου) καὶ διὰ μ τὴν μᾶζαν αὐτοῦ εἰς γραμμάρια, κατὰ τὴν σχέσιν $\Delta = \mu g$ θὰ ἔχωμεν $B = \mu g$.

Εἰδικῶς, τὸ βάρος 1 γραμμαρίου ἐν Ὁλήναις ($\mu=1$) εἶναι
 $B=g_1=980$ δύνας.

$$\text{A} \varrho \alpha \ 1 \ \delta \bar{\nu} \bar{\eta} = \frac{1}{980} \ \gamma \varrho.$$

²Αριθμητική ἐφαρμογή. Υλικὸν σημείων ζυγίζει 2 γρ. ³Εφαρμόζουμεν ἐπ' αὐτοῦ δύναμιν σταθερὰν 3 γρ. Ποία θὰ είναι ἡ ἐπιτάχυνσις ή παραγομένη ύπο τῆς δυνάμεως ταύτης;

⁹Ἐκ τῶν τύπων Δ=μγ καὶ Β=μg λαμβάνομεν :

$$\frac{\Delta}{B} = \frac{\gamma}{g} \quad \text{zaai} \quad \gamma = \frac{\Delta \cdot g}{B} = \frac{3,9,8}{2} = 14,7 \mu.$$

Həροβλήματα.

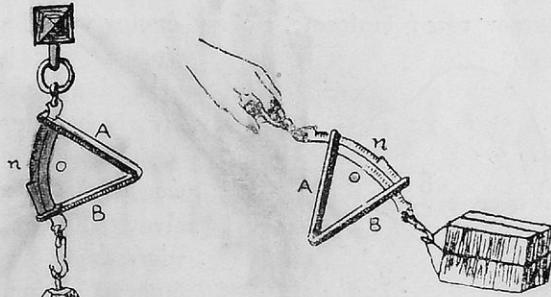
Iov. Ποία εἶναι ἡ σταθερὰ δύναμις, ἣτις εἰς 4'' θὰ κάμη σῶμα βάρους 4 χλγ. νὰ διατένῃ 100 μέτρα;

Σον. Δύναμις σταθερά 6 χλγ. κάμψη σώματος γένους 100 μ. εις 4''. Ποτον τὸ βάρος τοῦ σώματος τούτου;

Ζον. Ποία σταθερὰ δύναμις πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς ὑλικὸν σημεῖον, βάρους 5 γρ., διὰ νὰ εἶναι ἡ παραγομένη ἐπιτάχυνσις 2 μ. κατὰ δευτερόλεπτον;

32. Περίπτωσις, καθ' ἥν αἱ δυνάμεις δὲν παράγουν κίνη-

σιν.—Παραμορφώσεις τῶν στερεῶν ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δυνάμεων. Πολλάκις δύναμίς τις, ἐνεργοῦσα ἐπὶ σώματος στερεοῦ, εὑρισκομένου εἰς ἡρεμίαν, δὲν θέτει αὐτὸς εἰς κίνησιν, π. χ. ὅταν προσπαθῶμεν νὰ ἐγείρωμεν πολὺ βαρὺ σῶμα, ὅταν ὁθῶμεν κάλυμμα ἀνθιστάμενον κτλ. Ἐὰν ἔξετάσωμεν μετὰ προσοχῆς τὰς περιπτώσεις ταύτας, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὸ στερεὸν σῶμα, ἐπὶ τοῦ ὅποιου ἐνέργει ἥ δύναμις, ὑφίσταται παραμόρφωσιν μᾶλλον ἢ ἡττή σημαντικήν. Ἐὰν π. χ. κρεμάσωμεν βάρος διὰ νήματος ἐλαστικοῦ, βλέπομεν ὅτι τὸ νήμα ἐπιμηκύνεται αἰσθητῶς καὶ τέλος ἵσορροπεῖ. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸς πείραμα μὲν νήμα καλύβδινον, παραγέται μὲν ἐπιμήκυνσις, ἀλλ᾽ αὗτῃ εἶναι πολὺ ἀσθενής καὶ ἔχει ἀνάγκην, διὰ νὰ γίνη καταφανής, λεπτῶν πειραματικῶν μέσων. Ἡ αἰτία τῆς ἵσορροπίας εἶναι ἥ ἀνάπτυξις, ἔνεκα τῆς παραμορφώσεως τοῦ σώματος, νέας δυνάμεως, τὴν ὅποιαν καλοῦμεν **ἀντίδρασιν** τοῦ σώματος καὶ ἥ ὅποια καταστρέφει τὸ ἀποτέλεσμα τῆς πρώτης. Ἐὰν τὸ σῶμα, εἰς τὸ ὅποιον εἶναι ἐφηρμοσμένη ἥ δύναμις, εἶναι ἐλατήριον ἐκ χάλυβος ἢ γε-



Σχ. 9

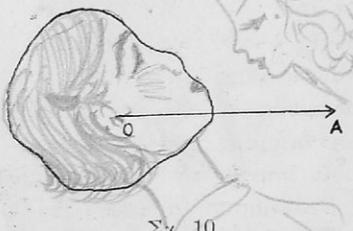
νικῶς σῶμα πολὺ **ἐλαστικόν**, ἥ δὲ δύναμις καὶ συνεπῶς ἥ παραγόμένη παραμόρφωσις δὲν εἶναι πολὺ σημαντική, τὸ πείραμα δεικνύει ὅτι, ὅταν ἥ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως παύσῃ, τὸ σῶμα λαμβάνει ἀφ' ἑαυτοῦ τὴν ἀρχικήν του μορφήν. Αἱ λεπτομέρειαι αὗται ἐπιτρέπουν νὰ συγκρίνωμεν μεταξύ των τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων δι^τ δργάνων, τὰ ὅποια στηρίζονται ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἐλατηρίων καὶ τὰ ὅποια καλοῦμεν **δυναμόμετρα**.

Δυναμόμετρα. Ταῦτα συνίστανται κυρίως ἐκ τινος ἐλατηρίου, τοῦ ὅποιου ἥ ἐλαστικότης δύναται νὰ ἵσορροπήσῃ δυνάμεις μεταβλητάς.

Τὸ ἀπλούστερον καὶ εὐχρηστότερον δυναμόμετρον συνίσταται ἐξ ἐλάσματος καλυβδίνου, ἥγκωνισμένου κατὰ τὸ μέσον του (σχ. 9). Εἰς

τὸ ἄκρον ἐκάστου σκέλους εἶναι προσηλωμένον τόξον μετάλλινον, τὸ δποῖον, διερχόμενον ἐλευθέρως δι' ὅπῆς τοῦ ἄλλου σκέλους, καταλήγει τὸ μὲν εἰς ἄγκιστρον, τὸ δὲ εἰς δακτύλιον, διὰ τοῦ δποίου δυνάμεθα νὰ ἔξαρτησωμεν τὸ δργανον ἀπὸ σταθεροῦ στηρίγματος. Διὰ νὰ βαθμοληγήσωμεν τὸ δυναμόμετρον τοῦτο, ἀφοῦ ἔξαρτησωμεν αὐτὸ ἀπὸ σταθεροῦ στηρίγματος, κρεμῶμεν εἰς τὸ ἄγκιστρον διαδοχικῶς βάρη ἐνός, δύο, τριῶν κλπ. χιλιογράμμων. Τότε τὸ ἀνώτερον σκέλος κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ή δὲ λόγῳ τῆς παραμορφώσεως ταύτης ἀναπτυσσομένη ἀντίδρασις ἵσοροπει τὸ βάρος. Σημειοῦμεν τότε ἐπὶ τοῦ ἀκινήτου ἔξωτεροκον τόξον, εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ δποῖον ἀντιστοιχεῖ ἐκάστοτε τὸ ἄκρον τοῦ ἀνωτέρου σκέλους, 1, 2, 3 κτλ.

Προκειμένου ἡδη νὰ μετρήσωμεν δύναμιν τινα, στερεοῦμεν τὸ δργανον διὰ τοῦ δακτυλίου καὶ ἐφαρμόζομεν τὴν δύναμιν εἰς τὸ ἄγκιστρον τότε ή διαίρεσις, εἰς τὴν δποίαν θὰ φθάσῃ τὸ ἄκρον τοῦ ἀνωτέρου σκέλους, μᾶς δίδει διὰ τῆς ἐπ' αὐτῆς ἀναγραφομένης τιμῆς τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως εἰς χιλιόγραμμα.


Σχ. 10
Σημείωσις. Πρόπει νὰ σημειώσωμεν ὅτι αἱ κάμψεις τοῦ ἐλάσματος εἶναι αἱσθητῶς ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων, δηλ. πρὸς τὰ διαδοχικὰ βάρη. Τοῦτο ἀφ' ἐνὸς μὲν διευκολύνει τὴν βαθμολογίαν τοῦ δργάνου, ἀφ' ἑτέρου δὲ μᾶς δεικνύει ὅτι δυνάμεις ἐνεργοῦσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον καὶ κατὰ τὸν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν προστίθενται.

ΜΕΧΡΙ 33. Γραφική παράστασις τῶν δυνάμεων.—Πᾶσαν δύναμιν παριστῶμεν γραφικῶς (σχ. 10) διὰ βέλους ΟΑ, τὸ δποῖον ἔχει τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν τῆς δυνάμεως καὶ τοῦ δποίου ή ἀρχὴ εὑρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως. Δίδομεν δὲ εἰς αὐτὸ μῆκος ὀλάριγον πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Ηρός τοῦτο παριστῶμεν τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως δι' ὠρισμένου μήκους καὶ λαμβάνομεν ἐπὶ τοῦ βέλους τὸ μῆκος τοῦτο τόσας φορὰς ὅσας μονάδας περιέχει ή δύναμις.

Ἐὰν π.χ. παραστήσωμεν τὴν δύνην διὰ βέλους μήκους ἐνὸς ἐκατοστομέτρου, δύναμιν τριῶν δυνῶν θὰ παραστήσωμεν διὰ βέλους μήκους τριῶν ἐκατοστομέτρων.

34. Σύνθεσις και άνάλυσης δυνάμεων.—"Όταν πολλαὶ δυνάμεις εἶναι ἐφηρμοσμέναι εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα, δυνάμεθα πάντοτε νὰ τὰς ἀντικαταστήσωμεν διὰ μιᾶς δυνάμεως, ή δποία, ἐνεργοῦσα μόνη ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου, νὰ παράγῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, δπεδ παράγουν αἱ δυνάμεις αὗται συγχρόνως ἐνεργοῦσαι.

Γενικῶς, δσάκις μία δύναμις δύναται οὕτω νὰ ἀντικαταστήσῃ δύο ή περισσότερας ἄλλας δυνάμεις, καλεῖται συνισταμένη τῶν δυνάμεων τούτων, αἱ δὲ δυνάμεις αὗται καλοῦνται συνιστῶσαι αὐτῆς.

Ἡ ἀντικατάστασις δυνάμεων διὰ τῆς συνισταμένης αὐτῶν λέγεται σύνθεσις δυνάμεων, ή δὲ ἀντικατάστασις μιᾶς δυνάμεως διὰ τῶν συνιστωσῶν αὐτῆς καλεῖται άνάλυσης δυνάμεως.

35. Σύνθεσης δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον.—Εἴδομεν ὅτι δύο δυνάμεις τῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ φορᾶς,

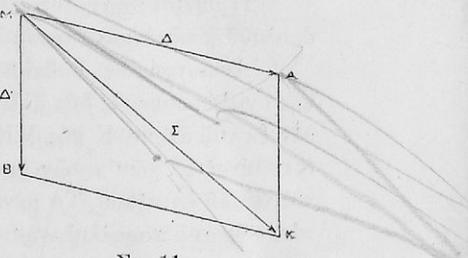
ἐφηρμοσμέναι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, προστίθενται δυνάμεθα λοιπὸν νὰ τὰς ἀντικαταστήσωμεν διὰ μιᾶς δυνάμεως, ή δποία νὰ ἔχῃ ἔντασιν λίσην μὲ τὸ ἀθροισμα τῶν ἔντασεων τῶν δυνάμεων τούτων.

Ἐὰν δύως αἱ δυνάμεις, ἀν καὶ ἐφηρμοσμέναι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ σχηματίζουν γωνίαν μικροτέραν τῶν 180° , διὰ νὰ εὔρωμεν τὴν συνισταμένην, πρέπει νὰ κατασκευάσωμεν παραλληλόγραμμον ἔχον ὡς προσκειμένας πλευρὰς τὰς δύο δυνάμεις (παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων).

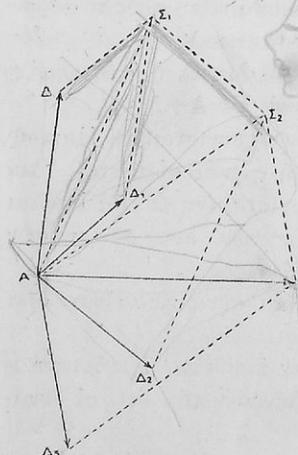
Ἐστωσαν αἱ δυνάμεις MA καὶ MB , ἔντασεων Δ καὶ Δ' (σχ. 11), ἐφηρμοσμέναι εἰς τὸ σημεῖον M . ᩴ συνισταμένη τῶν Σ

δίδεται κατὰ μέγεθος, διεύθυνσιν καὶ φορὰν ὑπὸ τῆς διαγωνίου MK τοῦ παραλληλογράμμου τοῦ κατασκευαζομένου μὲ τὰς δύο ταύτας δυνάμεις.

Ἐὰν ἔχωμεν περισσότερας δυνάμεις Δ , Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , ἐφηρμοσμένας εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον A (σχ. 12), ἀντικαθιστῶμεν τὰς δυνάμεις Δ καὶ Δ_1 ,



Σχ. 11



Σχ. 12

διὰ τῆς συνισταμένης των Δ_1 . ³Αντικαθιστῶμεν ἔπειτα τὴν Δ_1 καὶ Δ_2 διὰ τῆς συνισταμένης των Δ_2 . Τέλος, συνθέτοντες τὴν Δ_2 καὶ Δ_3 φθάνουμεν εἰς μίαν μόνην συνισταμένην, ἀντικαθιστῶσαν τὸ ὅλον σύστημα τῶν δυνάμεων.

⁴Η συνισταμένη αὕτη εἶναι ἡ αὐτή, οἵανδήποτε σειρὰν καὶ ἐὰν ἀκολουθήσωμεν κατὰ τὴν σύνθεσιν τῶν δυνάμεων.

⁵Αντιστρόφως, δοθείσης δυνάμεως σχ. 13) MK , δυνάμευθα νὺν τὴν ἀναλόγωμεν εἰς δύο ἄλλας, διευθυνομένας κατὰ τὰς MX καὶ $M\Psi$, ἐὰν ἐκ τοῦ ἄκρου K τῆς MK φέρωμεν παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις, τῶν τριῶν δυνάμεων MK , $M\Delta$, MB ενοισκομένων ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου. Τὰ μεγέθη τῶν συνιστωσῶν παρίστανται ὑπὸ τῶν πλευρῶν τοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ δποίου ἡ MK εἶναι ἡ διαγώνιος.

36. Εἰδικαὶ περιπτώσεις.—⁶Ἐστωσαν δύο δυνάμεις Δ καὶ Δ' . Ως φαίνεται ἐκ τοῦ σχήματος 11, ἡ συνισταμένη τῶν Σ θὰ αὐξάνεται, ἐφ' ὅσον ἡ γωνία M ἐλαττοῦται καὶ θὰ τείνῃ πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο συνιστωσῶν.

⁷Ἐὰν ἡ γωνία $M=0$, ἡ Δ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς Δ' καὶ $\Sigma=\Delta+\Delta'$.

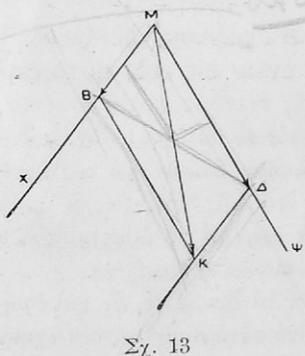
Τουναντίον ἡ συνισταμένη ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον ἡ γωνία αὐξάνεται. Διὰ $M=180^\circ$, ἡ συνισταμένη Σ θὰ ἰσοῦται μὲ τὴν διαφορὰν τῶν δύο συνιστωσῶν

καὶ θὰ ἔχῃ φοράν, κατὰ τὴν φορὰν τῆς μεγαλυτέρας.

Εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἥν αἱ δύο αὗται δυνάμεις εἶναι ἵσαι κατὰ τὴν ἔντασιν, ἡ ἐνέργειά των μηδενίζεται.

"Ωστε δύο δυγάμεις ἵσαι καὶ κατ' εὐθεῖαν ἀγτίθετοι: ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως, ἢτοι ἔχουν συνισταμένην 0. Λέγομεν τότε ἂν δυνάμεις αὗται εὑρίσκονται ἐν ἴσορροπίᾳ.

Τέλος, ὅταν περισσότεραι τῶν δύο δυνάμεων τῆς αὐτῆς διευθύνσεως ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου, δυνάμευθα νὺν δώσωμεν, κατὰ συνθήκην, τὸ σημεῖον + εἰς τὰς ἐνεργούσας κατὰ τὴν μίαν φορὰν καὶ τὸ σημεῖον — εἰς τὰς ἐνεργούσας κατὰ φορὰν ἀντίθετον. Τότε ἡ συγισταμένη τοῦ συγέλου τῶν δυγάμεων εἰγαί τὸ ἀλγεβρικὸν ἀθροισμα τῶν ἔγτάσεων τῶν συγιστωσῶν.



Σχ. 13

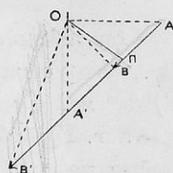
37. Ροπαὶ τῶν δυνάμεων.—Συμβαίνει πολλάκις ἐν στερεόν σῶμα, τὸ δποῖον ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν μιᾶς ἢ περισσοτέρων δυνάμεων, νὰ εἶναι στερεωμένον δι' ἐνὸς σημείου του ἢ νὰ εἶναι ὑποχρεώμενον νὰ μετατίθεται στρεφόμενον περὶ σταθερὸν ἀξονα (π.χ. ἐκκρεμές, μοχλός, ζυγὸς κτλ.). Ἡ μόνη δυνατὴ κίνησις διὰ τὸ σῶμα τοῦτο εἶναι κίνησις περιστροφικὴ περὶ τὸ σημεῖον τοῦτο ἢ περὶ τὸν ἀξονα τοῦτο.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἢ ἐνέργεια ἑκάστης δυνάμεως δὲν ἔχει τατταὶ μόνον ἐκ τῆς ἐντάσεως της, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς **ροπῆς τῆς δυνάμεως ταύτης**.

Ἡ ροπὴ δυνάμεως AB (σχ. 14) ὡς πρὸς τὸ σταθερὸν σημεῖον O εἶναι τὸ γινόμενον AB.OΠ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασίν της OΠ ἀπὸ τοῦ σταθεροῦ σημείου.

Εἶναι φανερὸν ὅτι τὸ γινόμενον τοῦτο μηδενίζεται, ὅταν ἡ ἀπόστασις OΠ μηδενίζεται, δηλ. ὅταν τὸ σταθερὸν σημεῖον εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως.

Ἐπίσης εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ ροπὴ αὗτη διατηρεῖ τὴν αὐτὴν τιμήν, ἐὰν ἡ δύναμις διευθύνηται κατὰ τὴν διεύθυνσίν της καὶ λαμβάνῃ π. χ. τὴν θέσιν A' B'.



Σχ. 14

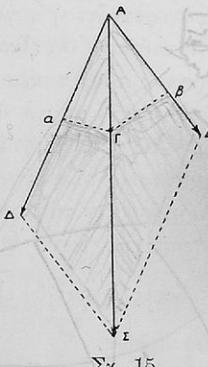
Τὸ σταθερὸν σημεῖον O καλεῖται **κέντρον τῶν ροπῶν**. Αἱ δὲ ἀποστάσεις τῶν δυνάμεων ἀπὸ τοῦ κέντρου τῶν ροπῶν, ὅπως π. χ. ἡ OΠ, καλοῦνται **μοχλοβραχίονες τῶν δυνάμεων τούτων**.

Αποδεικνύεται ὅτι αἱ ροπαὶ δύο δυγάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸν σημεῖον ὡς πρὸς οἰστρούποτε σημεῖον τῆς συνισταμένης των εἰναιίσαι, δηλ. θὰ ἔχωμεν (σχ. 15) :

$$\Delta.\Gamma\alpha = \Delta'.\Gamma\beta$$

Σημείωσις. Τοῦτο εἶναι μία περίπτωσις θεωρήματος τὸ δποῖον εἶναι γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα «**θεώρημα τῶν ροπῶν**» ἢ «**θεώρημα τοῦ Varignon**».

Αριθμητικὴ ἐφαρμογὴ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐντασία τῆς συνισταμένης τῶν δυνάμεων $\Delta_1=4$ χλγ. καὶ $\Delta_2=3$ χλγ., αἱ δποῖαι τέμνονται καθέτως εἰς τὸ σημεῖον O.



Σχ. 15

Ἐπειδὴ τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων τούτων θὰ εἶναι δροθιγώνιον, θὰ ἔχωμεν:

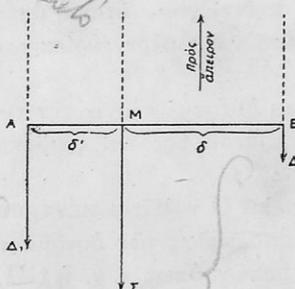
$$\Sigma^2 = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 = 16 + 9 = 25 \quad \Sigma = \sqrt{25} = 5 \text{ χλγ.}$$

Προβλήματα.

1ον. Νὰ εὑρεθῇ ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων ἵσων, ἐντάσεως 6 χλγ., ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου καὶ σχηματιζουσῶν γωνίας α') 60° καὶ β') 120° .

2ον. Τοῖς δυνάμεις A, B, G , τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν ὅποιων λοῦται ποὺς 100 χλγ. εὑρίσκονται ἐν ἴσορροπίᾳ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐντάσης ἑκάστης τῶν τριῶν τούτων δυνάμεων, γνωστοῦ ὅτι ἡ A σχηματίζει μετὰ τῆς B γωνίαν 120° , μετὰ τῆς G δὲ γωνίαν 150° .

3ον. Νὰ εὑρεθῇ ἡ συνισταμένη τριῶν δυνάμεων ἵσων, σχηματιζουσῶν γωνίας 120° πρὸς ἀλλήλας.



Σχ. 16

38. Σύνθεσης δυνάμεων παραλήλων καὶ διμορφόπων.—Ἐστισαν αἱ παράλληλοι καὶ διμόρροποι δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 , ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ δύο σημείων A καὶ B , ἀκλονήτως συνδεδεμένων (σχ. 16). Εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων τούτων θὰ εἶναι παραλληλος καὶ διμόρροπος πρὸς ταύτας, ἢ δὲ ἐντασίς τῆς θὰ λοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δυνάμεων.

Αφ' ἑτέρου δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι αἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων τούτων τέμνονται εἰς τὸ ἄπειρον καὶ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὸ θεώρημα τῶν ροπῶν ὡς πρὸς ἓν σημείον M τῆς συνισταμένης των. Θὰ ἔχωμεν τότε $\Delta_1, \delta' = \Delta_2, \delta \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\delta}{\delta'}$ ἢτοι αἱ ἀποστάσεις δ καὶ δ' εἶναι ἀντιστοόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων.

Συνεπῶς: Ἡ συνισταμένη δύο δυγάμεων παραλήλων καὶ διμορφῶν, ἐφηρμοσμένων ἐπὶ δύο σημείων ἀκλονήτως συνδεδεμένων, εἶναι παραλληλος καὶ διμόρροπος πρὸς τὰς συνιστώσας καὶ ἵση πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Τὸ δὲ σημείον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ταύτης διαιτεῖ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἑγοῦσαν τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν εἰς δύο τμήματα, ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς συνιστώσας.

Σημείωσις. Εἰς τὸ ἀνωτέρῳ παράδειγμα, ὑπεθέσαμεν ὅτι αἱ δυνάμεις εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς τῶν. Ἀλλὰ τὸ θεώρημα εἶναι γενικὸν καὶ δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἥν αἱ δυνάμεις σχηματίζουν οἰαστήποτε γωνίας μὲ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν παραμένουν παραλλήλοι πρὸς ἄλλα.

39. Ἀνάλυσις δυνάμεως εἰς δύο ἄλλας παραλλήλους καὶ διμορφόπους.—Περίπτωσις, καθ' ἥν δίδονται τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν. Ἐστω Σ ἡ δύναμις, τὴν διποίαν πρόκειται νὰ ἀναλύσωμεν εἰς δύο ἄλλας παραλλήλους καὶ διμορφόπους πρὸς αὐτήν, ἐφηρημοσμένας εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B (σχ. 17). Αγομεν τὴν AB καὶ ἐφαρμόζομεν τὴν Σ εἰς τὸ σημεῖον Γ, διότου ἡ διεύθυνσίς της συναντᾷ τὴν AB. Πρόπει νὰ ἔχωμεν τὰς σχέσεις $\Delta_1 + \Delta_2 = \Sigma$ καὶ $\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{GB}{AG}$.

Ἐκ τῆς δευτέρας λαμβάνομεν :

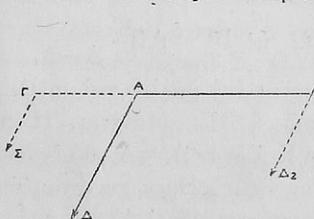
$$\frac{\Delta_1}{GB} = \frac{\Delta_2}{AG} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{GB + AG} = \frac{\Sigma}{AB}$$

Ἐξ ὧν

$$\Delta_1 = \Sigma \frac{GB}{AB} \text{ καὶ } \Delta_2 = \Sigma \frac{AG}{AB}.$$

ΜΗΡΙΔΑ

40. Σύνθεσις δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων.—



Σχ. 18

Ἐστωσαν Δ, Δ_1 (σχ. 18) δύο δυνάμεις παραλλήλοι καὶ ἀντίρροποι ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν σημείων A καὶ B, καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι $\Delta > \Delta_1$.

Ἀναλύομεν τὴν μεγαλειτέραν δύναμιν Δ εἰς δύο ἄλλας παραλλήλους καὶ διμορφόπους πρὸς αὐτήν, τὴν μὲν Δ_2 ἔστην πρὸς τὴν Δ_1 , ἐφηρ-

μοσμένην εἰς τὸ σημεῖον B, τὴν δὲ $\Sigma = \Delta - \Delta_1$ ἐφηρμοσμένην εἰς σημεῖον Γ, ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς AB τοιοῦτον, ὥστε

$$\frac{\Delta_2}{\Delta - \Delta_1} = \frac{AG}{AB}, \quad \text{ἐξ ἦς } AG = \frac{\Delta_1 \cdot AB}{\Delta - \Delta_1} \quad (\text{ἐπειδὴ } \Delta_2 = \Delta_1).$$

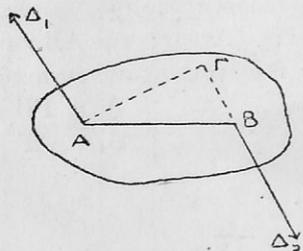
Αἱ δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 , ὡς ἵσαι καὶ κατ' εὐθεῖαν ἀντίθετοι, ἔξουδετεροῦνται. Ὅστε μένι μόνον ἡ δύναμις $\Sigma = \Delta - \Delta_1$, ἥτις προφανῶς εἶναι ἡ ζητουμένη συνισταμένη.

$$\text{Ἐκ τῆς σχέσεως} \quad \frac{\Delta_2}{\Delta - \Delta_1} = \frac{AG}{AB} \quad (1)$$

$$\text{ἢ } (\text{ἐπειδὴ } \Delta_2 = \Delta_1) \quad \frac{\Delta_1}{\Delta - \Delta_1} = \frac{AG}{AB} \quad (2)$$

$$\text{λαμβάνομεν} \quad \frac{\Delta_1}{\Delta - \Delta_1 + \Delta_1} = \frac{AG}{AB + AG} \quad \text{ἢ } \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{AG}{BG} \quad (3)$$

Ὅστε ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων ἐφηρμοσιμένων ἐπὶ δύο σημείων ἀκλονήτως συγδεδεμένων ἴσοιςται μὲ τὴν διαφορὰν τῶν συγιστωσῶν, εἰγι: παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ διμόρροπος πρὸς τὴν μεγαλειτέραν, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς κείται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς εὐθείας τῆς ἑνούσης τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συγιστωσῶν, πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλειτέρας οὗτως, ὅπερ αἱ ἀπὸ αὐτῶν ἀποστάσεις αὐτοῦ νὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς δοθεῖσας δυνάμεις.



Σχ. 19

ισταμένη εἶναι μηδέν. Πράγματι, ἡ σχέσης (3) δύναται νὰ γραφῇ:

$$\frac{BG}{\Delta} = \frac{AG}{\Delta_1} = \frac{BG - AG}{\Delta - \Delta_1} = \frac{AB}{\Delta - \Delta_1}, \quad \text{ἢ } \text{ἢ } \text{ἢ } BG = AB \cdot \frac{\Delta}{\Delta - \Delta_1}.$$

Ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ δύναμις Δ , αὐξάνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον· τότε ἡ διαφορὰ $\Delta - \Delta_1$, ἐλαττοῦται, συνεπῶς ἡ BG αὐξάνεται. Ἡ συνισταμένη $\Sigma = \Delta - \Delta_1$ ἐλαττοῦται ἀπέιδως. Καὶ δταν $\Delta_1 = \Delta$, θὺ ἔχωμεν $\Sigma = 0$ καὶ $BG = \infty$. Εἶναι λοιπὸν ἀδύνατον νὰ εὔρωμεν συνισταμένην καὶ συνεπῶς νὰ ἴσορροπήσωμεν τὰς δύο δυνάμεις Δ καὶ Δ_1 .

Τὸ σύστημα δύο δυνάμεων ἵσων, παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων, ἐφηρμοσιμένων ἐπὶ δύο διαφόρων σημείων τοῦ αὐτοῦ σώματος, καλεῖται ζεῦγος δυνάμεων.

Τὸ ζεῦγος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ στρέψῃ τὸ σῶμα, εἰς τὸ δποῖον εἶναι ἐφηρμοσιμένον.

αντρά τετ ΡΘ.

42. Σύνθεσις πολλών παραλλήλων και διμορφόπων δυνάμεων.—Έστωσαν Δ , Δ' , Δ'' ..., δυνάμεις παραλληλοί και διμορφοί δισαιδήποτε (σχ. 20). Δυνάμεια προφανῶς νὰ συνθέσωμεν τὰς Δ καὶ Δ' καὶ νὰ τὰς ἀντικαταστήσωμεν διὰ τῆς συνισταμένης αὐτῶν Σ_1 . Κατόπιν, συνθέτουντες τὰς Σ_1 καὶ Δ'' , θὰ ἔχωμεν συνισταμένην Σ_2 , ἵστην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν τριῶν δυνάμεων $\Delta + \Delta' + \Delta''$ καὶ οὕτω καθ' ἔξῆς :

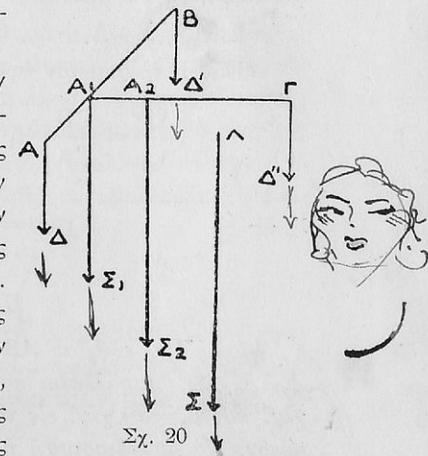
Οὕτω σύστημα δυνάμεων παραλλήλων καὶ διμορφόπων, ἐφηρμο-
σμένων εἰς σημεῖα ἀκλονήτως συνδεδεμένα, δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ
ὑπὸ μιᾶς συνισταμένης Σ , παραλλήλου καὶ διμορφούπου πρὸς τὰς δυ-
νάμεις ταῦτας, τῆς δόποιας ἡ ἔντασις νὰ εἴναι ἵση πρὸς τὸ ἄθροισμα
τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν καὶ τῆς δό-
ποιας ἡ θέσις εἴναι τελείως ὠρισμένη.

ΤΕΤΡΑΔΙΟ 43. Σύνθεσις πολλών δυνάμεων παραλλήλων, μὴ διμορφόπων.—Δυνά-
μεια προφανῶς νὰ συνθέσωμεν δλας τὰς δυνάμεις, αἱ δόποιαι ἐνεργοῦν κατὰ τὴν μίαν φοράν. Αὗται ἔχουν συνισταμένην Σ_1 , ἵσην μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν, παραλληλον πρὸς αὐτὰς καὶ ἐνεργοῦσαν κατὰ τὴν φοράν των. Δυνάμεια νὰ συνθέσωμεν κατόπιν δλας τὰς δυνάμεις τὰς ἐνεργούσας κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν. Αὗται θὰ ἔχουν συνισταμένην Σ_2 , ἵσην πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Δυνάμεια τέλος νὰ συνθέσωμεν τὰς

δύο δυνάμεις Σ_1 καὶ Σ_2 . Θὰ ἔχωμεν οὕτω μίαν δύναμιν Σ ἐντελῶς ὠρισμένην, ἡ δόποια θὰ εἴναι ἡ συνισταμένη δλου τοῦ συστήματος. Ἔὰν αἱ Σ_1 καὶ Σ_2 ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐντασιν, χωρὶς νὰ ἐνεργοῦν κατὰ τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν, τὸ σύστημα τῶν δυνάμεων καθίσταται ζεῦγος. Ἔὰν αἱ ἵσαι δυνάμεις Σ_1 καὶ Σ_2 ἐνεργοῦν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, κατὰ τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν, ἐπειδὴ εἴναι ἀντιθέτου φορᾶς, ἔχουν δετερούνται καὶ συνεπῶς τὸ σύστημα λισσορροπεῖ.

ΜΕΥΡΙ.

44. Κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων.—Ἐὰν ἐφαρμό-
σωμεν ἕκαστην μερικὴν συνισταμένην εἰς τὸ σημεῖον, ὃπου αὐτη
συναντῇ τὴν εὐθεῖαν τὴν συνδέουσαν τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν δύο
συνιστωσῶν, τὸ οὕτως δριζόμενον σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς τελικῆς συ-



νισταμένης καλεῖται κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων. Τὸ σημεῖον τοῦτο ἔχει μίαν ἰδιότητα ἀξιοσημείωτον : Ἐὰν αἱ δυνάμεις στρέψωνται περὶ τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς αὐτῶν, διαμένουσαι πάντοτε παραλλήλοι, τὸ κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων παραμένει σταθερόν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει, καὶ ἐὰν μεταβληθοῦν ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν αἱ ἐντάσεις δὲν τῶν δυνάμεων τοῦ συστήματος.

Ἄριθμητικὴ ἐφαρμογὴ. Εἰς τὰ ἄκρα εὐθείας AB ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις παραλληλοί καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἡ $\Delta_1 = 3$ χλ.· καὶ ἡ Δ_2 . Ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἔχει ἔντασιν 8 χλ.· καὶ εἶναι ἐφηρμοσμένη εἰς ἀπόστασιν 15 ἑκ. ἀπὸ τοῦ ἄκρου A τῆς εὐθείας AB . Ζητεῖται τὸ μῆκος τῆς AB .

Ἐπειδὴ $\Sigma = \Delta_1 + \Delta_2$, θὰ ἔχωμεν $\Delta_2 = \Sigma - \Delta_1 = 8 - 3 = 5$.

Ἐὰν Γ τῷ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης, θὰ ἔχωμεν :

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\Gamma B}{\Gamma A} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Delta_1}{\Gamma B} = \frac{\Delta_2}{\Gamma A} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{\Gamma B + \Gamma A} = \frac{\Sigma}{AB}$$

Ἐξ ἣς $AB = \frac{\Sigma \cdot \Gamma A}{\Delta_2} = \frac{8 \cdot 15}{5} = 24$ ἑκ.

Πρόβληματα

1ον. Ἐπὶ εὐθείας AB , μήκους 88 ἑκ., ἐνεργοῦν τοεῖς δυνάμεις Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , παραλληλοί καὶ διμόρφοποι. Ἐκ τούτων ἡ μὲν $\Delta_1 = 10$ χλ.· καὶ $\Delta_3 = 30$ χλ.· εἰς τὰ ἄκρα τῆς εὐθείας, ἡ δὲ $\Delta_2 = 4$ χλ.· εἰς τὸ μέσον. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ δύναμις, ἥτις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ τὰς τοεῖς ταύτας δυνάμεις.

2ον. Εἰς τὰς κορυφὰς κανονικοῦ ἔξαγώρου ὁρίζοντίου ἐφαρμόζομεν βάροι 1, 2, 3, 4, 5, 6 χλ.· Νὰ ενρεθῇ τὸ κέντρον τῶν ἐξ τούτων δυνάμεων.

3ον. Λίδονται δύο ἵσαι δυνάμεις δροθογώνιοι AA_1 καὶ AA_2 , ἐγτάσεως δ χλ.· Νὰ ενρεθῇ ἡ ἀπόστασις τῆς συνισταμένης των $A\bar{S}$ ἀπὸ σημείου O τῆς προεκτάσεως τῆς $\Sigma\Delta_2$, τοιούτου, ὥστε $A_2O = 2\delta$.

4ον. Τοεῖς δυνάμεις παραλληλοί, ἐντάσεως 1, 4, 7 χλ., εἶναι ἐφηρμοσμέναι εἰς τοία σημεία A, B, Γ εὐθείας τοιαύτης, ὥστε $AB = B\Gamma = \mu$. Ἡ τρίτη δύναμις εἶναι φορᾶς ἀντιθέτου πρὸς τὴν τῶν δύο ἄλλων. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ κέντρον O τῶν τοιων τούτων δυνάμεων.

ΑΙΓΑΙΟ Β' Γαρίμωνος

37

ΔΥΝΑΜΙΚΗ

ΕΡΓΟΝ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ

45. Μηχανικόν ἔργον δυνάμεως σταθερᾶς κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν.—Λέγομεν ὅτι δύναμίς τις ἐκτελεῖ ἔργον, ὅταν τὸ σημείον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς μετατίθεται. Ἡ ἀπλουστέρα περίπτωσις εἶναι ἑκείνη, κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ μετάθεσις γίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν φορὰν τῆς δυνάμεως. Καλοῦμεν τότε ἔργον τῆς δυνάμεως, διὰ τὴν μετάθεσιν AB, τὸ γινόμενον τοῦ διαστήματος AB=δ (σχ. 21) ἐπὶ τὴν ἔντασιν Δ τῆς δυνάμεως. Ἐχομεν λοιπόν, παριστῶντες διὰ E τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν τοῦ ἔργου: $E = \Delta \cdot \delta$.

Ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι ἀνυψοῦμεν 10 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 1 μέτρου. Ἐκτελοῦμεν δῷσιμένον ἔργον. Ἄντας εἴχομεν ἀνυψώσει τὰ 10 χλγ. εἰς ὕψος 2 μέτρων, θὰ εἴχομεν ἐκτελέσει διπλάσιον ἔργον. Ἐπίσης διπλάσιον ἔργον θὰ ἐκτελέσωμεν, καὶ ἐὰν ἀνυψώσωμεν 20 χλγ. εἰς ὕψος 1 μέτρου. Οὕτω τὸ ἔργον εἶναι προφανῶς ἀνάλογον καὶ πρὸς τὸ ἀνυψωθὲν βάρος, δηλ. πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς καταβαλλομένης δυνά-

X	A	B	Ψ
---	---	---	---

Σχ. 21

μεως, καὶ πρὸς τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὅποιον αὕτη ἔφερε τοῦτο, δηλ. πρὸς τὸ ὑπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως διανυθὲν διάστημα.
46. Μονάδες ἔργου.—Χιλιογραμμόμετρον. Erg. Joule. Ο δῷσιμὸς τοῦ ἔργου προσδιορίζει τὴν μονάδα.

Πρόγματι, ἀν εἰς τὸν τύπον τοῦ ἔργου θέσωμεν $\Delta=1$ καὶ $\delta=1$, θὰ ἔχωμεν καὶ $E=1$.

Ωστε μονάς ἔργου εἶναι τὸ ἔργον, τὸ ὅποιον ἐκτέλει ἡ μονάς τῆς δυνάμεως μεταθέτοντα τὸ σημείον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ τὴν μονάδα τοῦ μήκους πρὸς τὴν διεύθυνσίν της.

Εἰδικῶς εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα, εἰς τὸ ὅποιον μονάς δυνάμεως εἶναι τὸ βάρος τοῦ χιλιογράμμου καὶ μονάς μήκους τὸ μέτρον, ὡς μονάς ἔργου λαμβάνεται τὸ χιλιογραμμόμετρον. Τοῦτο εἶναι τὸ ἔργον τὸ ἀναγκαιοῦν διὰ νὰ ἀνυψωθῇ 1 χιλιόγρ. κατὰ 1 μέτρον.

Εἰς τὸ σύστημα C.G.S., εἰς τὸ ὅποιον μονάς δυνάμεως εἶναι ἡ δύνη καὶ μονάς μήκους τὸ ἑκατοστόμετρον, μονάς ἔργου, ἡ ὅποια κα-

λεῖται erg, εἶναι τὸ ἔργον μιᾶς δύνης μεταθετούσης τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς της κατὰ ἓν ἑκατοστόμετρον πρὸς τὴν διεύθυνσί της.

Τὰ erg εἶναι πολὺ μικρὰ μονάς. Διὰ τοῦτο εἰς τὸ σύστημα C.G.S. λαμβάνεται μία δευτερεύουσα μονάς, ἡ joule=10⁷ ergs.

Τιμὴ τοῦ χιλιογραμμομέτρου εἰς ergs. Γνωρίζομεν ὅτι τὸ βάρος 1 χλγ. ίσοδυναμεῖ μὲ 980000 δύνας. Συνεπῶς 1 χιλιογραμμόμετρον=980000×100=98.000 000 ergs

$$\text{η } \frac{98000000}{10^7} = 9,80 \text{ joules.}$$

~~47~~ **Κινητήριον καὶ ἀνδιστάμενον ἔργον.**—[°]Εάν ἡ μετάθεσις γίνεται κατὰ τὴν φορὰν τῆς δυνάμεως, λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις αὗτη εἶναι κινητήριος καὶ ὅτι ἔκτελεῖ ἔργον κινητήριον. Τοιαύτη εἶναι π.χ. ἡ δύναμις, τὴν ὅποιαν καταβάλλομεν διὰ νὰ ἀνυψώσωμεν ἓν βάρος. Δύναται δημοσ. νὰ συμβαίνῃ, ὥστε μία δύναμις νὰ ἐνεργῇ κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν μετάθεσιν, τὴν ὅποιαν τὸ σῶμα ὑφίσταται. Τοῦτο συμβαίνει π. χ., ὅταν οπίστωμεν βλῆμα κατακορύφως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Τὸ βάρος τοῦ βλήματος εἶναι δύναμις διευθυνομένη κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν φορὰν τῆς μεταθέσεως. Λέγομεν τότε ὅτι ἡ δύναμις εἶναι ἀνθισταμένη καὶ ὅτι ἔκτελεῖ ἔργον ἀνθιστάμενον.

Θεωροῦμεν τὸ μὲν κινητήριον ἔργον ὡς θετικόν, τὸ δὲ ἀνθιστάμενον δὲν ἀρνητικόν.

Αλλ᾽ ἐπειδὴ ἡ δρᾶσις εἶναι πάντοτε ἵση μὲ τὴν ἀντίδρασιν, δυνάμεθα νὰ προσθέσωμεν ὅτι τὸ ἀνθιστάμενον ἔργον εἶναι ἵσον μὲ τὸ κινητήριον. ~~ΜΕΧΡΙ ΉΩ.~~

~~48~~ **Ισχὺς κινητῆρος.**—[°]Ο κινητήρος εἶναι μηχανή, ἡ ὁποία ἔκτελεῖ ἔργον. [°]Εκτιμῶμεν τὴν ισχὺν τοῦ κινητῆρος εὐρύσκοντες τὸ πηλίκον τοῦ ἔργου E, τὸ ὅποιον οὔτος ἔξετέλεσε, διὰ τοῦ χρόνου χ, τὸν ὅποιον ἔχοειάσθη διὰ νὰ τὸ ἔκτελέσῃ. Εἶναι τότε ἡ ισχὺς ἀριθμητικῶς ἵση πρὸς τὴν ποσότητα τοῦ ἔργου, τὸ ὅποιον δὲ κινητήρος παρέχει εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου :

$$\text{Ισχὺς} = \frac{E}{\chi}. \quad \text{Εὰν } \chi = 1'', \text{ ισχὺς} = E.$$

Εὰν $\chi=1$ καὶ $E=1$, ἔχομεν ισχὺς=1.

Οθεν μογάς ισχύος είγαι ἡ ισχὺς κινητῆρος, ζετις ἔκτελεῖ τὴν μονάδα τοῦ ἔργου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Έάν $\chi=1$ δεύτερον λεπτὸν καὶ $E=1$ erg, μονάς ίσχύος (εἰς τὸ σύστημα C.G.S) είναι τὸ κατὰ δευτερόλεπτον erg, δηλ. ἡ ίσχὺς κινητῆρος, δστις ἐκτελεῖ ἐν erg κατὰ δεύτερον λεπτόν.

Έάν $\chi=1'$ καὶ $E=1$ joule, μονάς ίσχύος είναι τὸ watt, ἢτοι ἡ ίσχὺς κινητῆρος ἐκτελοῦντος ἔργον 1 joule κατὰ δευτερόλεπτον.

Πολλαπλάσια τοῦ watt είναι τὸ hectowatt=100 watts καὶ τὸ kilowatt=1000 watts.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα μονάς ίσχύος είναι ἡ ίσχὺς κινητῆρος ἐκτελοῦντος 1 χιλιογραμμόμετρον κατὰ δευτερόλεπτον. Τὴν μονάδα ταύτην σπανίως μεταχειρίζομεθα. Ταύτην ἀντικατέστησεν ὁ ίππος (ch).

Ίππος είναι ἡ ίσχὺς κινητῆρος, δστις ἐκτελεῖ 75 χιλιογραμμόμετρα κατὰ δεύτερον λεπτόν.

Τιμὴ ίππου είς watts. Γνωρίζομεν ὅτι 1 χιλιογραμμόμετρον ίσοδυναμεῖ μὲ 9,80 joules. Είς ίππος ίσοδυναμεῖ λοιπὸν μὲ $9,80 \times 75 = 735$ watts.

Ἐν Ἀγγλίᾳ ἡ συνήθης μονάς ίσχύος είναι τὸ horse-power (h-p), τοῦ δποίου ἡ τιμὴ είναι 75,9 χιλιογραμμόμετρα κατὰ δεύτερον λεπτόν.

42. Ένέργεια.—"Οταν ἀνυψώνωμεν βάρος τι, παράγομεν ἔργον, τὸ δποίον δυνάμεθα νὰ ἐκτιμήσωμεν είς χιλιογραμμόμετρα. Θὰ εἴπωμεν τότε ὅτι ἀναπτύσσομεν ἐνέργειαν. Ἐπίσης, θὰ εἴπωμεν ὅτι σύστημά τι ἐγκλείει ἐνέργειαν, ὅταν τὸ σύστημα τοῦτο θὰ είναι ἵκανὸν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Οὕτω π.χ., ὅταν χορδίζωμεν ὠρολόγιον, παράγομεν ὠρισμένην ἐνέργειαν, τὴν δποίαν ἀποθηκεύει τὸ ἐλατηρίον· ἐὰν θέσωμεν μικρὸν στέλεχος μεταξὺ τῶν τροχῶν, ἡ κίνησις σταματᾷ· ἡ ἐνέργεια παύει τότε νὰ είναι δρατή, καὶ ἐν τούτοις ὑφίσταται. Ἡ κεκρυμμένη αὕτη ἐνέργεια, ἡ λανθάνουσα, καλεῖται δυναμική. Πράγματι, ἐὰν ἔξαγάγωμεν τὸ μεταξὺ τῶν τροχῶν στέλεχος, ἡ κίνησις ἄρχεται πάλιν, ἡ ἐνέργεια τοῦ ἐλατηρίου καθίσταται πάλιν δρατή· ἡ ἐνέργεια αὕτη καλεῖται κινητική.

Ἐπανέλθωμεν εἰς τὸ παραδειγμα τοῦ βάρους, τὸ δποίον ἀνυψώται. "Οταν τὸ σῶμα ὅμασῃ εἰς ὠρισμένος ὑψος, θέτομεν αὐτὸν ἐπί τυνος ὑποστηρίγματος· ἡ ἐνέργεια μας παρήγαγεν ὠρισμένον κινητήριον ἔργον, διὰ νὰ ὑπερονικήσῃ τὴν ἀντίστασιν· ἐπειδὴ τὸ σῶμα ἔπαυσε νὰ ἀνέρχεται, φαίνεται ὅτι ἡ ἐνέργεια αὕτη ἀπωλέσθη· πράγματικῶς διμος, δπως εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἐλατηρίου, αὕτη ἔχει ἀποθηκευθῆ:

9 X 1

είγαι: δυναμική. Διότι, έλαν αιφνιδίως ἀφαιρέσωμεν τὸ ὑποστήριγμα, τὸ σῶμα θὰ πέσῃ πάλιν, καὶ τὸ ἐκτελεσθὲν κατὰ τὴν ἀνύψωσιν ἔργον B.Y (Β τὸ βάρος, Y τὸ ὑψος). Θὰ ἀποδοθῇ διότι, διατὰ τὸ σῶμα φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος, θὰ ἔχῃ ἐκτελέσει ἔργον κατ' ἀντίθετον φρογὰν ἵσον πρὸς B.Y, δηλ. ή δυναμικὴ ἐνέργεια θὰ ἔχῃ μετατραπῆ εἰς κινητικήν. "Αν δὲν ὑπῆρχον αἱ τριβαὶ καὶ ἄν τὸ σῶμα ἦτο τελείως ἐλαστικόν, ὅπως π.χ. σφαῖδα ἔξι ἐλεφαντόδοντος πίπτουσα ἐπὶ ἀκάμπτου ἐπιπέδου, θὰ παρετηροῦμεν διτι ή σφαῖδα θὰ ἀνεπήδα μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως, ἔξι οὖλοῦ ποδεικύνεται διτι τὸ κατὰ τὴν πτῶσιν παραγόμενον ἔργον εἶναι ἵσον πρὸς τὸ τῆς ἀνυψώσεως.

Μεταξὺ λοιπὸν τῆς δυναμικῆς ἐνέργειας καὶ τῆς κινητικῆς ὑπάρχει σγέσις, τὴν διότιαν καθιστᾷ φανερὰν διέπομενος πίναξ.

Λάβωμεν τὸ παραδίειγμα σώματος βάρους B ἀνυψουμένου εἰς ὁρισμένον ὕψος Y :

	ἐνέργεια δυναμικὴ	ἐνέργεια κινητικὴ	δύναμη ἐνέργεια
Εἰς ὕψος Y	B. Y	0	B. Y
Εἰς τὸ ἔδαφος	0	B. Y	B. Y

Παρατηροῦμεν οὕτω, διτι ή δυναμικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς κινητικὴν κατὰ τὴν διάκειαν τῆς πτώσεως, τῆς κινητικῆς αὐξανομένης, ἐνῷ ή δυναμικὴ ἐλαττοῦται. Η δύναμη ὅμως ἐνέργεια παραμένει σταθερά.

"Η διαπίστωσις αὗτη εἶναι σπουδαιοτάτη καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν θεωρήσουμεν ὡς γενικὴν εἰς τὴν φύσιν αἱ δυνάμεις μετατρέπονται, ή ἐνέργεια ἐμφανίζεται ὑπὸ διαφόρους μορφάς, ὡς θερμότης, ἡλεκτρισμός, μαγνητισμὸς κτλ., ἀλλὰ τὸ ἀθροισμα τῆς ἐνέργειας παραμένει σταθερὸν (ἀφθαρσίᾳ τῆς ἐνέργειας).

"Αριθμητικὴ ἐφαρμογὴ. Μηχανὴ δύναται νὰ ἀνυψώσῃ 1800 χλγ. εἰς ὕψος 25 μ. ἐντὸς 30''. α') Ποιῶν ἔργον ἐκτελεῖ; β') Ποία ἦται ἴσχυς της;

"Έχομεν $E = 1800 \cdot 25 = 45.000$ χιλιογραμμάτων.

$$\text{Ισχὺς} = \frac{E}{z} = \frac{45000}{30} = 1500 \text{ χλγρμ.} = \frac{1500}{75} = 20 \text{ ὑποι.}$$

Προβλήματα

Α) Έργάτης ἀραβιβάζων φροτία κατακορύφως δύναται νὰ ὑψωθῇ βάρος 65 χλγ. μὲ ταχύτητα 4 ἑκατ. κατὰ δευτερόλεπτον καὶ ἐπὶ

6 ώρας τὴν ἡμέραν. Ποῦν ἔργον θὰ ἐκτελέσῃ ἐν δλῳ εἰς μίαν ἡμέραν;
 α) 2ον. Ροή ὕδατος παρέχουσα 120 κ. μ. ὕδατος κατὰ λεπτὸν ἐνεργεῖ ἐπὶ τροχοῦ ὑδρομύλου ἀπὸ ὕψους 2 μέτρων. Ποῦν τὸ ἔργον, τὸ δόπιον ἡ πτῶσις αὕτη ἐκτελεῖ εἰς 10 ώρας;

Λαμβανομένου δὲ ὑπὸ δψιν ὅτι ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ ἐνεργοῦν μόνον τὰ $\frac{3}{4}$ τοῦ ἔργου τούτου, τοῦ ὑπολοίπου χανομένου διὰ διαφόρους αἴτιας, νὰ προσδιορισθῇ εἰς ἵππους ἡ χρησιμοποιουμένη ἴσχυς.

βορ. Κινητὴρ ἴσχυος 10 ἵππων κινεῖ ἀντλιαν, ἡ δροία ἀποστέλλει ὕδωρ εἰς δεξαιμενήν ενδισκομέρην εἰς ὕψος 25 μ. Γρωστοῦ ὅντος ὅτι ἔνεκα τῶν τριβῶν τὰ $\frac{3}{5}$ μόνον τοῦ κινητηρίου ἔργου χρησιμοποιοῦνται, ζητεῖται ποῦν δῆμος ὕδατος θὰ συσσωρεύσωμεν ἐντὸς τῆς δεξαιμενῆς εἰς 4 ώρας.

~~Κ~~ΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΚΑΙ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ

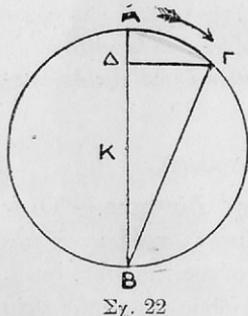
50. Κεντρομόλος καὶ φυγόκεντρος δύναμις.—"Οταν σῶμά τι στρέφεται περὶ κέντρον μὲ κίνησιν κυκλικήν, πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἀσκεῖται ἔλειξ ὑπὸ τοῦ κέντρου τούτου." Άλλως, δυνάμει τῆς ἀδρανείας, τὸ κινητὸν θὰ διέφευγε κατ' εὐθείαν γραμμὴν κατὰ μίαν ἐφαπτομένη. Τοῦτο π. χ. συμβαίνει εἰς τὴν σφενδόνην. "Ολοι γνωρίζομεν ὅτι χρειάζεται προσπάθεια σταθερὰ διὰ νὰ συγκρατήσωμεν τὸν λίθον, δ ὁποῖος τρίνει ἀκαταπαύστως νὰ ἔκτιναχθῇ μακράν. Ἐὰν ἡ προσπάθεια αὕτη καὶ μίαν μόνον στιγμὴν παύσῃ ἥταν τὸ σχοινίον κοπῆ, δ λίθος θὰ διαφύγῃ.

"Η δύναμις, ἡ δροία ἀναγκάζει τὸ κινητὸν νὰ διαγράψῃ κυκλικὴν τροχιάν, ὀνομάσθη κεντρομόλος. Ἀλλ' ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ νοηθῇ δρᾶσις ἀνευ ἀντιδράσεως, εἶναι φανερὸν ὅτι ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἡ ἔξασκουμένη ἐπὶ τοῦ στρεφομένου σώματος διὰ νὰ τὸ ἐμποδίσῃ νὰ ἀπομακρυνθῇ ἐκ τοῦ κέντρου, θὰ συνοδεύεται ἀπὸ ἵσην καὶ ἀντίθετον ἀντίδρασιν. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη καλεῖται φυγόκεντρος δύναμις.

51. Τιμὴ τῆς κεντρομόλου δυνάμεως.—Θεωρήσωμεν κινητὸν εἰς τὸ A (σχ. 22) στρεφόμενον κατὰ τὴν φροὸν τοῦ βέλους περὶ τὸ κέντρον K μὲ κίνησιν ὀμαλήν. Η διεύθυνσίς του κατὰ πᾶσαν στιγμὴν εἶναι ἐφαπτομένη εἰς τὴν περιφέρειαν· ἀλλ' εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης

μονάδος τοῦ χρόνου τὸ κινητόν, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς κεντρούμολου δυνάμεως, ἔχει ἔλθει εἰς τὸ Γ, ἀφοῦ διέγραψε τὸ τόξον ΑΓ, τὸ δόποιον δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὡς ταυτίζομενον μετὰ τῆς χορδῆς του, ἐὰν τὸ τόξον ὑποτεθῇ ἀπείρως μικρόν. Τὸ σῶμα ἔχει πέσει λοιπὸν κατὰ ΑΔ.

Ἄλλὰ κατὰ τὸν τύπον $\Delta = \mu \gamma$ (1), ή ἔντασις τῆς δυνάμεως, τὴν δόποιαν πρόκειται νὰ ὑπολογίσωμεν, ἐκφράζεται διὰ τοῦ γινομένων τῆς μάζης μ τοῦ κινητοῦ ἐπὶ τὴν ἀντίστοιχον ἐπιτάχυνσιν, ή δὲ ἐπιτάχυνσις εἶναι τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος τοῦ διανυθέντος κατὰ τὴν πρώτην μονάδα τοῦ χρόνου. Καί, ἐπειδὴ τὸ εἰς τὴν πρώτην μονάδα τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα εἶναι ΑΔ, ή ἐπιτάχυνσις ή ὀφειλούμενη εἰς τὴν κεντρούμολον δύναμιν θὰ ίσοιται μὲ 2.ΑΔ=γ



Σχ. 22

$$\text{ἄρα } AD = \frac{\gamma}{2}.$$

Αφ ἑτέρου τὸ τόξον (ἢ ἡ χορδὴ) ΑΓ εἶναι τὸ διάστημα τὸ διανυθὲν ὑπὸ τοῦ κινητοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου κατὰ τὴν διαλήγονταν κυκλικὴν κίνησιν, δηλ. η ταχύτης τοῦ κινητοῦ, ἢτοι $AG = \tau$.

Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν δι' α τὴν ἀκτίνα τῆς διαγραφούμενης περιφερείας, ἔχομεν :

$$AB = 2a.$$

Ἐκ τοῦ ὁρθογωνίου τριγώνου ΑΓΒ ἔχομεν :

$$AG^2 = AB \cdot AD \quad \text{ἢ} \quad \tau^2 = 2a \cdot \frac{\gamma}{2} \quad \text{ἢ} \quad \gamma = \frac{\tau^2}{a}.$$

Καί, ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (1), λαμβάνομεν :

$$\Delta = \frac{\mu \tau^2}{a}.$$

52. "Εκφρασίς τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.—Η φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἡ ἀντίδρασις τῆς κεντρούμολου. Ἐπομένως ὁ τύπος θὰ εἶναι ὁ αὐτός. Ἀλλ' ἂν αἱ ἐντάσεις εἶναι ίσαι, δὲν πρέπει νὰ λησμονῶμεν ὅτι ἐνταῦθα αἱ διευθύνσεις θὰ εἶναι ἀντίθετοι. Θὰ ἔχωμεν λοιπόν, ἐὰν Φ η ἔντασις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως :

$$\Phi = \Delta = \frac{\mu \tau^2}{a}. \quad (2)$$

53. Νόμοι.—³ Εκ τῶν τύπων τούτων συνάγομεν τοὺς ἐπομένους νόμους τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως :

α') Αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις διὰ δύο διαφόρους μᾶξας, διαγραφούσας μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος δύο περιφερείας τῆς αὐτῆς ἀκτίνος, εἰναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς μάξας ταύτας.

β') Αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις διὰ δύο ίσας μάξας, διαγραφούσας περιφερείας τῆς αὐτῆς ἀκτίνος μετὰ διαφόρων ταχυτήτων, εἰναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ταχυτήτων τούτων.

γ') Αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις διὰ δύο ίσας μάξας, κινουμένας μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ διαγραφούσας περιφερείας διαφόρων ἀκτίνων, εἰναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀκτίνας ταύτας. ☞

Ο τύπος (2) δὲν περιλαμβάνει τὸν χρόνον μιᾶς διοκλήρου περιφορᾶς. Έὰν καλέσωμεν χ τὸν χρόνον τοῦτον, ἐπειδὴ τὸ κινητὸν εἰς χρόνον χ διαγράφει τὴν περιφέρειαν 2πα μὲ κίνησιν διμαλήν, θὰ ἔχωμεν :

$$\tau \cdot \chi = 2\pi a \quad \text{ἢ} \quad \tau = \frac{2\pi a}{\chi}.$$

Εἰσάγοντες δὲ εἰς τὸν τύπον (2) τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ τ., ἔχομεν :

$$\Phi = \frac{\mu}{a} \cdot \frac{4\pi^2 a^2}{\chi^2}$$

ἢ, μετὰ τὴν ἀπλοποίησιν :

$$\Phi = \frac{4\pi^2 a \cdot \mu}{\chi^2}.$$

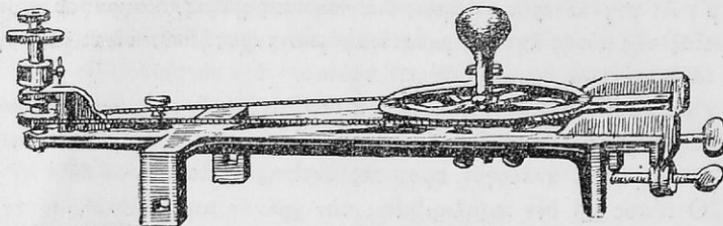
Συνεπῶς :

δ') Αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις διὰ δύο ίσας μάξας, διαγραφούσας εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον περιφερείας διαφόρων ἀκτίνων, εἰναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀκτίνας ταύτας.

~~Πειραματικὰ~~ Πειραματικὰ ἀποδείξεις. Η παραγωγὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως καὶ οἱ νόμοι αὐτῆς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐν τῷ σχήματι 23 παριστωμένης μηχανῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας δυνάμεθα νὰ κοχλιώσωμεν διαφόρους συσκευάς καὶ νὰ θέσωμεν αὐτὰς εἰς περιστροφικὴν κίνησιν.

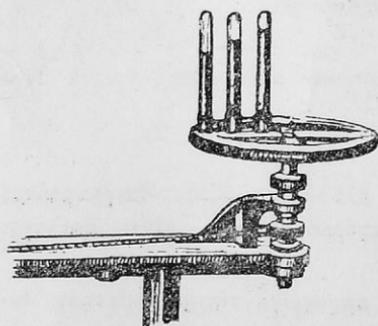
Α') Θέτομεν ἐπὶ τῆς μηχανῆς δίσκον φέροντα, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 24, τρεῖς διμοίους ὑαλίνους σωλῆνας εἰς ἀποστάσεις 1, 2, 3 ἀπὸ τοῦ ἄξονος καὶ πλήρεις κεχρωσμένου ὑδατος. Θέτομεν κατόπιν τὴν συ-

σκευήν εἰς περιστροφικήν κίνησιν. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκσφενδονίζεται ἐκ τῶν σωλήνων, ὥπερ ἀποδεικνύει τὴν ἀνάπτυξιν φυγοκέντρου δυνάμεως· τόσον δὲ περισσότερον ὕδωρ ἐκσφενδονίζεται, ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἀπόστασις τοῦ σωλῆνος ἀπὸ τοῦ ἄξονος. Ἐὰν συγκρίνωμεν τὴν κατάπτωσιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εἰς

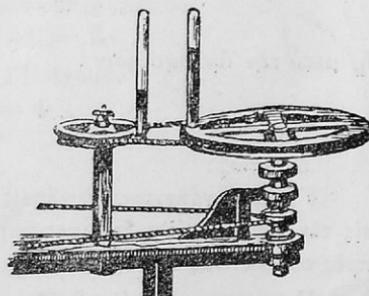


Σχ. 23

τοὺς τρεῖς σωλῆνας, διαπιστοῦμεν ὅτι τὸ ποσὸν τοῦ ἐκσφενδονισθέντος ὕδατος εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῶν διαφόρων σωλήνων ἀπὸ τοῦ ἄξονος. Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτῖνος, ὅταν οἱ χρόνοι τῆς περιστροφῆς καὶ αἱ μᾶζαι εἶναι ἴσαι.



Σχ. 24

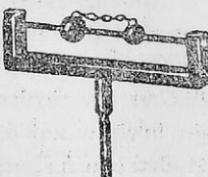


Σχ. 25

Β') Ἀφαιροῦμεν τοὺς σωλῆνας καὶ κοχλιοῦμεν εἰς τὴν μηχανὴν καὶ δεύτερον δίσκον, τοῦ ὅποιους ἡ διάμετρος εἶναι τὸ ἥμισυ τῆς τοῦ πρώτου, συνδέομεν δὲ αὐτὸὺς διὰ λωρίου, ὃς δεικνύει τὸ σχῆμα 25. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν δίσκων τούτων, ἀνωθεν τοῦ λωρίου, κοχλιοῦμεν δύνο ἵσοπαχεῖς σωλῆνας πλήρεις κεχρωσμένου ὕδατος. Κατὰ τὴν

ΝΑ

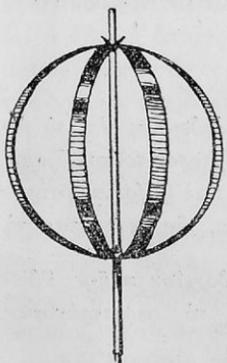
περιστροφήν ἀμφότεροι οἱ σωλῆνες ἔχουν τὴν αὐτὴν ταχύτητα, δηλ. τὴν ταχύτητα, τὴν δποίαν μεταδίδει εἰς αὐτὸν τὸ λωρίον, ἀλλ ὁ σωλῆν ὁ εὐρισκόμενος ἐπὶ τοῦ μικροῦ δίσκου παρουσιάζει διπλασίαν κατάπτωσιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Συνεπῶς ὑφίσταται φυγόκεντρον δύναμιν διπλασίαν ἀπὸ τὴν τοῦ σωλῆνος τοῦ μεγαλειτέρου δίσκου, δπερ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀντιστροφώς ἀνάλογος πρὸς τὰς ἀκτῖνας, ὅταν αἱ μᾶξαι καὶ αἱ ταχύτητες εἶναι ἵσαι.



Σχ. 26

Γ') Θέτομεν ἐπὶ τῆς μηχανῆς τὴν ἐν τῷ σχήματι 26 συσκευήν, διὰ τῆς δποίας δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν σειρὰν σχετικῶν πειραμάτων. Π.χ. 1) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ σύρματος δύο ἵσαι σφαίρας, ἵσακις ἀπεκούσας ἀπὸ τοῦ ἄξονος καὶ προσδεδεμένας διὰ νήματος. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι αὐται ἰσορροποῦν κατὰ τὴν περιστροφήν. Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι εἰς ἵσαις μᾶξας ἀντιστοιχοῦν ἴσαι φυγόκεντροι δυνάμεις, ὅταν αἱ ἀκτῖνες εἶναι ἵσαι καὶ ἡ ταχύτης ἡ αὐτή. 2) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ σύρματος δύο σφαίρας, ὧν αἱ μᾶξαι ἔχουν λόγον 2 πρὸς 1, συνδεδεμένας διὰ νήματος. Μεταβάλλοντες

τὰς ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ἄξονος, παρατηροῦμεν ἀλλοτε μὲν ὅτι ἡ μεγαλειτέρα ἔλκει πρὸς ἔαυτὴν τὴν μικροτέραν, ἀλλοτε ὅτι ἡ μικροτέρα ἔλκει τὴν μεγαλειτέραν καὶ ἀλλοτε ὅτι αἱ δύο σφαῖραι ἰσορροποῦν.



Τέλος, διὰ τῆς ἐν τῷ σχήματι 27 συσκευῆς ἔξηγοῦμεν τὴν πλάτυνσιν περὶ τοὺς πόλους καὶ τὴν ἔξόγκωσιν περὶ τὸν ἴσημερινόν, ἀς ὑπέστη ἡ Γῆ, ἔνεκα τῆς περιστροφικῆς αὐτῆς κινήσεως, ὅτε ἀκόμη εὐρίσκετο ἐν διαπόρῳ καὶ τετηκυίᾳ καταστάσει.

² Αριθμητικὴ ἐφαρμογή. Υλικὸν ση-

μεῖον βάρους 5 γρ. διανύει περιφέρειαν κύκλου, ἀκτῖνος 0,8 μ. μετὰ ταχύτητος σταθερᾶς 4 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Ποία ἡ ἔντασις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τὴν δποίαν ὑφίσταται τὸ σημεῖον τοῦτο;

$$\text{Έχομεν } \Phi = \frac{\mu r^2}{a} \text{ καὶ } \mu = \frac{B}{g}$$

ΝΑΙ

$$\text{άρα } \Phi = \frac{B}{g} \cdot \frac{\tau^2}{a} = \frac{5,4^2}{9,8,0,8} = 10,2 \text{ γρ.}$$

ΝΑΙ 54. Φαινόμενα έξηγούμενα διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.—Πλείστα φαινόμενα έξηγούνται διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.

Διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως οἱ τροχοὶ ἀμάξης ἐκσφενδονίζουν μαχοὺν τὸν ἐπ' αὐτῶν προσκολλώμενον πηλόν.

Οἱ δῦνησι τῶν ἀμάξοστοιχιῶν εἰς τὰς στροφὰς τῆς γραμμῆς μετριάζουν τὴν ταχύτητα, ἵνα ἐλαττώσουν τὴν ἀναπτυσσομένην φύγοντὸν δύναμιν καὶ ἀποφύγουν τὴν ἐκτροχίασιν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τοποθετεῖται ἡ ἔξωτερικὴ οἱδός δλίγον ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν ἐσωτερικήν, ὥστε ἡ ἀμάξοστοιχία νὰ κλίνῃ πρὸς τὰ ἔσω. Λαμβάνει τότε αὕτη διεύθυνσιν τοιαύτην, ὥστε ἡ συνισταμένη τοῦ βάρους τῆς καὶ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως νὰ εἴναι κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ συνεπῶς νὰ ισορροπήται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τούτου.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον οἱ ἵπποι καὶ οἱ ἀναβάται εἰς τὰ ἱπποδρόμια ἀλίνουν τὸ σῶμά των πρὸς τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς τροχιᾶς των.

Ἐὰν εἰς σφαιρικὸν ἢ κυλινδρικὸν δοχεῖον, τὸ δοποῖον περιέχει ὕδωρ, δάσωμεν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια κοιλαίνεται, καὶ τοσοῦτον περισσότερον, ὅσον ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶναι ταχυτέρα κτλ.

Προβλήματα

1ον. Σφαιραὶ μεταλλική, μάζης 500 γρ., προσδεδεμένη εἰς τὸ ἐν ἄκρον σχινίον, μήκους 1 μ., περιστρέφεται περὶ τὸ ἔτερον τούτου ἄκρον μετὰ ταχύτητος τοιαύτης, ὥστε νὰ διαγράφῃ μίαν καὶ ἡμίσειαν στροφὴν κατὰ δευτερόλεπτον. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ τάσις, ἢν γένεται τὸ ρῆμα.

2ον. Κρεμῶμεν ἀπὸ χορδήν, μήκους 1,5 μ., δοχεῖον πλῆρες ὕδατος, τοῦ δοποίου τὸ δλικὸν βάρος εἶναι 3 χρ. καὶ τὸ περιστρέφομεν οὕτως, ὥστε νὰ διαγράφῃ κύκλον κατακόρυφον.

Ζητεῖται :

α) Ποία πρέπει νὰ εἴναι ἡ ταχύτης τοῦ δοχείου, δηλ. πόσους κύκλους πρέπει νὰ διαγράφῃ κατὰ δευτερόλεπτον, διὰ νὰ μὴ πάπιῃ τὸ ὕδωρ;

β) Νὰ υπολογισθῇ ἡ τάσις τῆς χορδῆς εἰς δύνας, ὅταν τὸ δοχεῖον διαγράφῃ δύο κύκλους εἰς 1'' μὲ κίνησιν διμαλήν.

γ) Νὰ ενδεθῇ ἡ μεγίστη καὶ ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τῆς τάσεως ταύτης.



ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΒΑΡΥΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ ΕΠΙ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

άνω ἐδώ

55. **Βαρύτης.**—Πάντα τὰ σώματα, στερεὰ ἡ ὑγρά, φερόμενα εἰς ὑψος τι καὶ ἀφιέμενα ἐλεύθερα, πίπτουν, ἥτοι διευθύνονται πρὸς τὴν Γῆν· ἐὰν τεθοῦν ἐπὶ ὑποστηρίγματος, ἔξασκοιν ἐπὶ τούτου ὁρισμένην πίεσιν. Λέγομεν τότε ὅτι ταῦτα είναι βαρόεα.

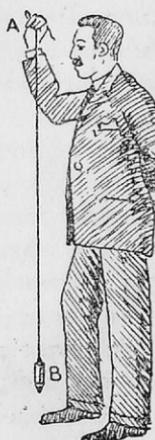
Καὶ τὰ ἀέρια είναι βαρόεα· ἐὰν δὲ τὰ πλεῖστα τῶν ὀρείων, ὁ καπνός, τὰ ἀερόστατα ἀνυψοῦνται εἰς τὸν ἀέρα, τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὁ ἀήρ, ὁ δποῖος είναι καὶ αὐτὸς βαρόν, ἔξασκει ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων τούτων ὃσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω πολὺ μεγαλυτέραν ἀπὸ τὴν δρᾶσιν, τὴν δποίαν ἔξασκει ἐπὶ τῶν σωμάτων τούτων ἡ βαρότης. Ἡ ὥσις αὕτη τὰ ἀνυψοῖ, καθὼς τὸ ὄρδων ἀνυψοῖ τεμάχιον φελλοῦ, τὸ δποῖον βυθίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἐπειτα τὸ ἀφίνομεν ἐλεύθερον.

Ἡ αἵτια τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, δηλ. ἡ δύναμις ἡ δποία τείνει νὰ παρασύῃ ὅλα τὰ σώματα πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς, καλεῖται βαρότης. Ἐπειδὴ ἡ βαρότης είναι δύναμις, διὰ νὰ δρισθῇ τελείως, πρέπει νὰ γνωρίζομεν α) τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν αὐτῆς, β) τὴν ἔντασιν, γ) τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς.

56. **Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος.** Νῆμα τῆς στάθμης.—Διεύθυνσις τῆς βαρότητος είναι ἡ γραμμή, τὴν δποίαν ἀκολουθεῖ σῶμα βαρὸν πίπτον ἐλευθέρως. Ἡ διεύθυνσις αὕτη καλεῖται κατακόρυφος καὶ δίδεται ὑπὸ τοῦ νήματος τῆς στάθμης. Τοῦτο ἐίναι νῆμα εὔκαμπτον, ἀπὸ τὸ ἄκρον τοῦ δποίου ἔξαρτάται σῶμα κυλινδροκωνικὸν (σχ. 28) ἐξ ὀρειχάλκου. Ὅταν τὸ νῆμα τοῦτο, ἀφοῦ στερεωθῇ κατὰ τὸ ἀνώτερον αὐτοῦ ἄκρον, ἀφεθῇ ἐλεύθερον, τείνεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς

βαρύτητος. Καὶ ἐπειδὴ ἡ τάσις αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὴν βαρύτητα, αἱ δύο αὗται δυνάμεις εἶναι κατ' ἀνάγκην τῆς αἰτήσης διευθύνσεως.

‘Η διεύθυνσις τοῦ νήματος τῆς στάθμης είναι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἡρεμούντων ὑγρῶν (σχ. 29). Εἶναι ἡ αὐτὴ διὸ ὅλα τὰ σώματα εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. Διότι, ἐὰν τοποθετήσωμεν παραπλεύρως ἀλλήλων πολλὰ νήματα τῆς στάθμης, ἐκ διαφόρων οὖσιῶν συνιστάμενα, διαπιστοῦμεν ὅτι αἱ διευθύνσεις των εἶναι παράλληλοι, διταν εὑρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ.



Σχ. 28

Πᾶν ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῆς κατακορύφου τόπου τινὸς καλεῖται κατακόρυφον ἐπίπεδον. Πᾶν δὲ ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται ἐπίπεδον ὁριζόντιον.

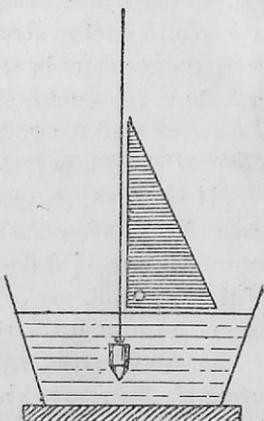
‘Η βαρύτης διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. ‘Η ἐπιφάνεια τῶν ὑδάτων σχηματίζει, εἰς ἔκαστον τόπον, ἐπίπεδον ὁριζόντιον, ἐφαπτόμενον τῆς γηνῆς σφαίρας. Αἱ δὲ κατοκόρυφοι, ὡς κάθετοι εἰς πᾶν σημεῖον ἐπὶ τὸ κατὰ τὸ σημεῖον τοῦτο ἐφαπτόμενον εἰς τὴν σφαίραν ἐπίπεδον, ἔχουν τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀκτίνων. ‘Επομένως ἡ βαρύτης διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς.

Σημεῖα. “Οταν θεωρῶμεν δύο σημεῖα, τὰ δποῖα δὲν ἀπέχουν πολὺ ἀπ' ἀλλήλων, δυνάμεθα, ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς σχηματιζομένης γωνίας, νὰ θεωρήσωμεν τὰς κατακορίφους τῶν σημείων τούτων ὡς αἰσθητῶς παραλλήλους.

‘Η φορά, κατὰ τὴν δποίαν ἐνεργεῖ ἡ βαρύτης κατὰ τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν, εἶναι ἡ φορὰ ἡ παράγουσα τὴν τάσιν τοῦ νήματος, ἐκ τῶν ἀνω δηλ. πρὸς τὰ κάτω.

‘Η δύναμις λοιπὸν διευθύνεται πάντοτε πρὸς τὸ ἔδαφος. ‘Η ἀντίδρασις συνεπῶς τοῦ σημείου τῆς στηρίξεως διευθύνεται κατ' ἀντίθετον φοράν, δηλ. ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἀνω.

57. Ἐντασίς τῆς βαρύτητος. Βάρος.—“Οταν ἐν σῶμα εἶναι .



Σχ. 29

διηρημένον εἰς τεμάχια, ἔκαστον τεμάχιον, δισονδήποτε μικρὸν καὶ ἄν εἶναι, πίπτει, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον, ὅπως καὶ ὀλόκληρον τὸ σῶμα. Πρέπει λοιπὸν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τὰ μόρια ἐνὸς σώματος ὑπόκεινται ἔκαστον εἰς τὴν ἐνέργειαν μιᾶς κατακορύφου δυνάμεως, διευθυνομένης ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. "Ολαι αἱ δυνάμεις αὗται εἶναι ἵσαι καὶ δύνανται νὰ θεωρηθοῦν παράλληλοι. Ἐμάθομεν ὅμως ὅτι δυνάμεια νὰ ἀντικαταστήσωμεν αὐτὰς διὰ μιᾶς μόνης, ἥτις, ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ σώματος, θὰ παράγῃ τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα, τὸ δροῖον παράγοντας καὶ αἱ δυνάμεις αὗται.

"Η δύναμις αὕτη εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν ἐνέργειῶν τῆς βαρύτητος ἐπὶ τοῦ σώματος, ἰσοῦται δὲ μὲ τὸ ἄθροισμα ὅλων τῶν ὡς ἀνωτέρῳ μικρῶν κατακορύφων δυνάμεων καὶ ἔχει καὶ αὐτὴ διεύθυνσιν κατακόρυφον. Τὸ μέγεθος αὐτῆς παριστᾶ τὸ βάρος τοῦ σώματος. Δυνάμεια λοιπὸν νὰ δοίσωμεν τὸ βάρος ἐνὸς σώματος ὡς τὴν ἐντασιν τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν ἐνέργειῶν, τῶν ἔξασκουμένων ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ὑπὸ τῆς βαρύτητος.

"Ἐπειδὴ τὸ βάρος ἐνὸς σώματος εἶναι δύναμις, πρέπει νὰ ὑπολογίζεται εἰς δύνας ἡ χιλιόγραμμα. Δυνάμεια δὲ νὰ τὸ προσδιορίσωμεν κατὰ προσέγγισιν διὰ δυναμομέτρου, ὅπως εἶναι ὁ μετ' ἔλατηρίου ζυγός.

Α Κέντρον τοῦ βάρους. Κέντρον τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ σημεῖον τῆς ἐγραμμογῆς τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν ἐνέργειῶν, τῶν ἔξασκουμένων ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ὑπὸ τῆς βαρύτητος.

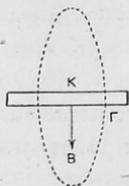
58. Κέντρον τοῦ βάρους τῶν δόμοιμερῶν σωμάτων.—Λέγομεν ὅτι σῶμά τι εἶναι δόμοιμερές, ὅταν ἡ ὑλὴ αὐτοῦ εἶναι διμαλῶς διανεμημένη καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἐκτασιν, ὥστε, δύο οἷοιδήποτε ἵσοι δύγκοι, λαμβανόμενοι ἀπὸ δύο διάφορα μέρη τοῦ σώματος, νὰ ἔχουν τὸ αὐτὸν βάρος.

Εἰς ὅλα τὰ δόμοιμερῆ σώματα, ἡ θέσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους ἔξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος. Ἐὰν τοῦτο εἶναι γεωμετρικῶς ὀρισμένον, ἡ ἀναζήτησις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους ἀποτελεῖ πρόβλημα πάντοτε δυνατόν. Εἰς τὴν ἀντίθετον περίπτωσιν τὸ κέντρον τοῦ βάρους προσδιορίζεται κατὰ προσέγγισιν.

Οὕτω π. χ., ἐὰν τὸ σῶμα παρουσιάζῃ κέντρον ἢ ἄξονα ἢ ἐπίπεδον συμμετρίας, τὸ κέντρον τοῦ βάρους του συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου τούτου ἢ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος ἢ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς συμ-

μετρίας. Ἐπίσης, ἐὰν ἐπιφάνειά τις ἔχῃ διάμετρον, τὸ κέντρον τοῦ βάρους της εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς διαμέτρου ταύτης. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους περιφερείας, κύκλου, σφαίρας, πολυγώνου κανονικοῦ, συμπίπτει μετὰ τοῦ γεωμετρικοῦ των κέντρον. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους παραλληλογράμμου, παραλληλεπιπέδου, πολυέδρου κανονικοῦ συμπίπτει μὲ τὸ σημεῖον τῆς τομῆς τῶν διαγωνίων.

Σὴμεῖον τῆς ἐπιφάνειας, ή δοπία δὲν ἔχει πάχος καὶ μία γραμμή, ή δοπία ἔχει μίαν μόνον διάστασιν, δὲν δύνανται νὰ ἔχουν βάρος καὶ συνεπῶς καὶ κέντρον βάρους. Ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ ἔννοήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν καὶ τὴν γραμμὴν διηρημένας, τὴν μὲν εἰς στοιχεῖα ἐπιφανειακά, τὴν δὲ εἰς στοιχεῖα γραμμικά, εἰς τὰ δοπία οὐ ποθέτομεν ἐφημοσύμενα βάρη ἀνάλογα πρὸς τὰς διαστάσεις των. Αἱ δυνάμεις αὗται ἔχουν συνισταμένην λογική πρὸς τὸ ἀθροισμά των. Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ταύτης καλεῖται κέντρον τοῦ βάρους τῆς ἐπιφανείας ἢ τῆς γραμμῆς.



Σχ. 30 βάρους τοῦ σώματος. Ἰνα λοιπὸν τὸ σῶμα ἰσορροπητή, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἡ δύναμις αὕτη, δηλ. τὸ βάρος τοῦ σώματος, νὰ ἰσορροπῇται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὑποστηρίγματος.

α) **Σώματα κινητὰ περὶ ὁρίζοντιον ἄξονα.** Τοιαύτη εἶναι ἡ περίπτωσις τροχοῦ ἢ τοῦ δίσκου τῶν σχημάτων τῆς ἐπομένης σελίδος.

Ἴσος ροπία α διάφρος. Ἐὰν δὲ ἀξονών διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κ. β. τοῦ σώματος (σχ. 30), εἰς οἰανδήποτε θέσιν καὶ ἀνεὑρίσκεται τὸ σῶμα, τὸ βάρος του ἔξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀξονος καὶ συνεπῶς ἰσορροπεῖ εἰς ὅλας τὰς θέσεις. Ἡ ἰσορροπία αὕτη καλεῖται ἀδιάφορος.

Ἴσος ροπία ε ὑσταθὴς καὶ ἀσταθὴς. Ἐὰν δὲ ἀξονών διέρχεται διὰ τοῦ κ. β., ὑπάρχουν δύο θέσεις ἰσορροπίας (κατὰ τὰς δοπίας τὸ βάρος ἔξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀξονος), αἱ θέσεις κατὰ τὰς δοπίας ἡ κατακόρυφος τοῦ κ. β. συναντᾶ τὸν ἀξονα.

Τὸ κ. β. δύναται νὰ κεῖται κάτωθεν (σχ. 31) ή ἄνωθεν (σχ. 32) τοῦ ἀξονος. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν διτὶ τὸ σῶμα εὐδρόσκεται εἰς εὔσταθμή ἰσορροπίαν. Διότι, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸν ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας καὶ τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τὸ βάρος του B τὸ ἐπαναφέρει εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, ἡ ἰσορροπία λέγεται ἀσταθμής, διότι, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν δὲλιγόν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, τὸ βάρος του τείνει νὰ τὸ ἀπομακρύνῃ ἔτι μᾶλλον, διὰ νὰ τὸ φέρῃ εἰς τὴν θέσιν τῆς εὐσταθμοῦς ἰσορροπίας.

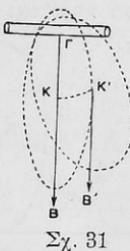
Σημεῖον. Εἰς μὲν τὴν πρώτην θέσιν τὸ κ. β. κεῖται δοσον τὸ δυνατὸν κατωτέρῳ τοῦ ἀξονος, εἰς δὲ τὴν δευτέραν δοσον τὸ δυνατὸν ἀνωτέρῳ εἰς τὴν θέσιν τῆς ἀδιαφόρου ἰσορροπίας τὸ κ. β. διατηρεῖ τὸ αὐτὸν ὑψος κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ σώματος.

β) Στερεόν σῶμα κινητὸν περὶ σημείον. Τοιαύτη εἶναι π. χ. ἡ περίπτωσις κανόνος κρεμαμένου διὰ δακτυλίου. Ἐὰν τὸ σημεῖον τῆς ἔξαρτήσεως δὲν συμπίπτῃ μετὰ τοῦ κ. β., ὑπάρχουν δύο θέσεις ἰσορροπίας : ἡ μὲν εὐσταθμής (σχ. 33), ἡ δὲ ἀσταθμής (σχ. 34), τοιαῦται, ὥστε ἡ κατακόρυφος τοῦ κ. β. νὰ συναντᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἔξαρτήσεως. *Μηρύκων*.

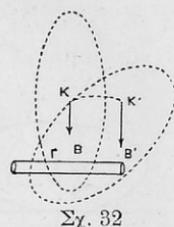
γ) Σώματα στηριζόμενα ἐπὶ όριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς σημείου.

"Οταν τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς μένη σταθερὸν κατὰ τὴν μετάθεσιν τοῦ σώματος, ἡ περίπτωσις αὕτη ἀνάγεται εἰς τὴν προπηγουμένην. Ἀλλοτε τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς δὲν εἶναι σταθερόν· τοιαύτη ἡ περίπτωσις ὡοῦ, δπερ δύναται νὰ κυλίεται ἐπὶ τραπέζης. Ὑπάρχουν δύο θέσεις ἰσορροπίας, αἱ δύο θέσεις καθ' ἁς ἡ κατακόρυφος τοῦ κ. β.

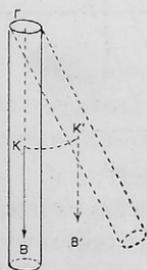
διέρχεται διὰ τοῦ σημείου τῆς στηρίξεως. Τὸ βάρος τότε ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ στηρίζῃ τὸ ὡδὸν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου. Καὶ ἡ μὲν θέσις, καθ' ἣν τὸ κ. β. κεῖται δοσον τὸ δυνατὸν κατωτέρῳ (σχ. 35), εἶναι εὐσταθμής,



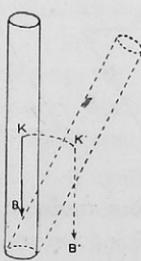
Σχ. 31



Σχ. 32



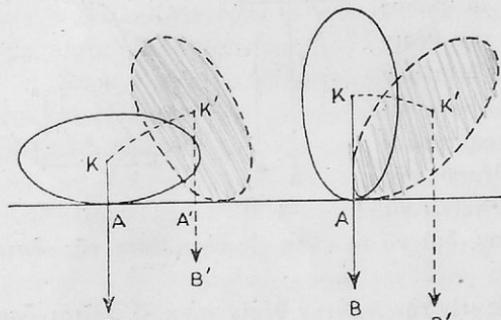
Σχ. 33



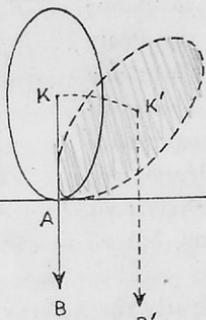
Σχ. 34

διότι, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως ταύτης, τὸ βάρος του τείνει νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ εἰς ταύτην· τοῦναντίον, ἡ θέσις, καθ' ἥν τὸ κ. β. κεῖται ὅσον τὸ δυνατὸν ὑψηλότερον (σχ. 36), εἶναι ἀσταθής.

"Οταν μία σφαῖδα κυλίεται ἐπὶ δριζοντίου ἐπιπέδου, εὑρίσκεται εἰς ἴσορροπίαν ἀδιάφορον καθ' ὅλας αὐτῆς τὰς θέσεις. Τὸ κ. β. διατηρεῖ σταθερόν ὑψος καὶ ἡ κατακόρυφος τούτου συναντῷ πάντοτε τὸ σημεῖον τῆς στηρίξεως.



Σχ. 35

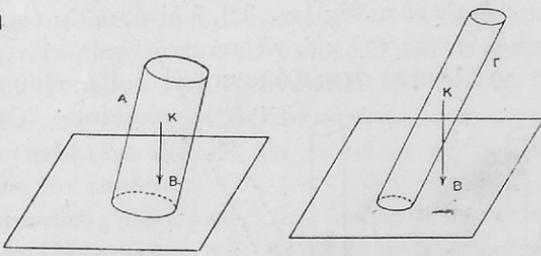


Σχ. 36

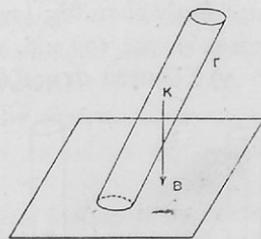
δ) Σώματα στηρίζομενα διὰ βάσεως ἐπὶ δριζοντί-

ου ἐπιπέδου. Διὰ νὰ εὑρίσκεται ἐν τοιοῦτον σῶμα ἐν ἴσορροπίᾳ, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἡ κατακόρυφος τοῦ κ.β. νὰ διέρχεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς βάσεως διὰ τῆς δροίας τὸ σῶμα στηρίζεται. Εἶναι πράγματι φανερὸν ὅτι ὁ κύλινδρος Α εὑρίσκεται ἐν ἴσορροπίᾳ, τὸ δὲ βάρος του (σχ. 37) τείνει νὰ στηρίξῃ αὐτὸν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος. Ο κύλινδρος Γ τοῦναντίον (σχ. 38) δὲν θὰ ἴσορροπήσῃ, ἐὰν ἀφήσωμεν αὐτὸν ἔλευθερον.

Τὸ μετὰ τοιῶν τροχῶν ποδήλατον,



Σχ. 37



Σχ. 38

τὸ δροῖον στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διὰ τοιῶν σημείων, εὑρίσκεται ἐν ἴσορροπίᾳ, διότι ἡ κατακόρυφος τοῦ κ.β. πίπτει ἐντὸς τοῦ τοιγάννου, τὸ δροῖον ἀποτελεῖ τὸ πολύγωνον τῆς βάσεως.

avaria Προβλήματα.

1ον. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς περιμέτρου τριγώνου.

2ον. Νὰ προσδιορισθῇ τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς ἐπιφανείας τριγώνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

*N*60. Πρῶτος νόμος.—Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, πάντα τὰ σώματα πίπτουν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

61. Δεύτερος νόμος.—Τὰ διαστήματα τὰ διανυόμενα ὑπὸ σώματος, τὸ δποῖον, ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας, πίπτει ἐλευθέρως, εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, καθ' οὓς διηνύθησαν.

62. Τρίτος νόμος.—Αἱ ταχύτητες αἱ κτηθεῖσαι ὑπὸ σώματος, τὸ δποῖον, ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας, πίπτει ἐλευθέρως, εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς χρόνους τοὺς διαρρεύσαντας ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως.

Οἱ νόμοι οὗτοι ἀφορῶσιν εἰς τὴν πτῶσιν ἐν τῷ κενῷ.

Οἱ δύο τελευταῖοι χαρακτηρίζουν κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην καὶ ὁ εἰς εἶναι συνέπεια τοῦ ἄλλου. Ἐκφράζονται συνεπῶς διὰ τῶν ἔξισώσεων :

$$\delta = \frac{g\chi^2}{2} \quad \tau = g\chi.$$

Ἡ σταθερὰ αὔξησις τῆς ταχύτητος κατὰ δεύτερον λεπτὸν ἡ ἡ ἐπιτάχυνσις g εἶναι τὸ θιπλάσιον τοῦ διαστήματος τοῦ διανυομένου κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεως.

$\tau = \sqrt{2g\delta}$ εἶναι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἀπὸ ὕψους δ εἰς τὸ κενόν, ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος.

Εἶναι δηλ. ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ὁὗταν τοῦ ὕψους τῆς πτώσεως.

Γνωρίζομεν ὅτι τὸ βάρος σώματος εἶναι δύναμις σταθερὰ κατὰ τὴν διεύθυνσιν εἰς ὁρισμένον τόπον. Ἐκ τοῦ ὅτι δὲ ἡ κίνησις εἶναι διμαλῶς ἐπιταχυνομένη προκύπτει ὅτι τὸ βάρος τοῦτο εἶναι δύναμις σταθερὰ καὶ κατὰ τὸ μέγεθος, κατὰ τὴν διάρκεια τῆς πτώσεως.

63. Πειραματική ἀπόδειξις τῶν ἀνωτέρω νόμων.—Πρώτος νόμος. Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ πέσουν συγχρόνως, ἀπὸ τὸ αὐτὸν ὑψοῖ νόμισμα μεταλλικὸν καὶ δίσκος ἐκ χάρτου, τῶν αὐτῶν διαστάσεων, τὸ νόμισμα θὰ φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος πρὸ τοῦ χαρτίνου δίσκου. Ὁ λόγος εἶναι ὅτι, ἐπειδὴ τὸ βάρος τοῦ νομίσματος εἶναι μεγαλείτερον ἀπὸ τὸ

 βάρος τοῦ χάρτου, ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἶναι διὰ τὸ νόμισμα σχετικῶς μικροτέρᾳ. Ἀλλ᾽ ἐὰν θέσωμεν τὸν ἐκ χάρτου δίσκον ἐπὶ τοῦ νομίσματος καὶ ἀφήσωμεν τὸ σύστημα νὰ πέσῃ (τοῦ νομίσματος διατηρουμένου δορίζοντίου), θὰ ἕδωμεν ὅτι καὶ τὰ δύο φθάνουν εἰς τὸ ἔδαφος συγχρόνως. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ἀήρ δὲν ἐπιφέρει πλέον ἀντίστασιν εἰς τὸν χάρτην, καθόσον ἐκτοπίζεται ὑπὸ τοῦ νομίσματος.

Διὰ νὰ ἔξετάσωμεν τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος μόνης, πρέπει λοιπὸν νὰ καταργήσωμεν τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἀέρος. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν διὰ τοῦ σωλῆνος τοῦ Νεύτωνος (σχ. 39). Ὁ σωλὴν οὗτος ἔχει ὑψος 2 περίπου μέτρων καὶ διάμετρον 7—8 ἑκατ., καὶ εἶναι κλειστὸς κατὰ τὸ ἐν ἄκρων, κατὰ δὲ τὸ ἔτερον καταλήγει εἰς μεταλλικὸν πόδα μετὰ στροφιγγος, διὰ τοῦ διοίου δύναται νὰ κοχλιωθῇ εἰς τὴν ἀεραντίλιαν. Εἰσάγομεν ἐντὸς αὐτοῦ διάφορα σώματα, π.χ. σφαιραὶ ἐκ μολύβδου, τεμάχιον φελλοῦ, τμῆμα πτεροῦ· ἐπειτα δὲ ἀραιούμεν τὸν ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρα δῖσον τὸ δυνατὸν περισσότερον. Ἐὰν ἀναστρέψωμεν τότε ἀποτόμως τὸν σωλῆνα, παρατηροῦμεν ὅτι ὅλα τὰ ἐντὸς αὐτοῦ σώματα φθάνουν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος συγχρόνως. Ἐὰν δημοσίας ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ βαθμηδὸν ὁ ἀήρ, διαπιστοῦμεν ὅτι ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν διαρκεῖῶν τῆς πτώσεως τῶν διαφόρων σωμάτων καθίσταται τόσον μεγαλειτέρα, δῖσον ἡ ποσότης τοῦ εἰσελθόντος ἀέρος εἶναι μεγαλειτέρα.

64. Ἐφαρμογαὶ τῆς ἀντίστάσεως τοῦ ἀέρος.—α)

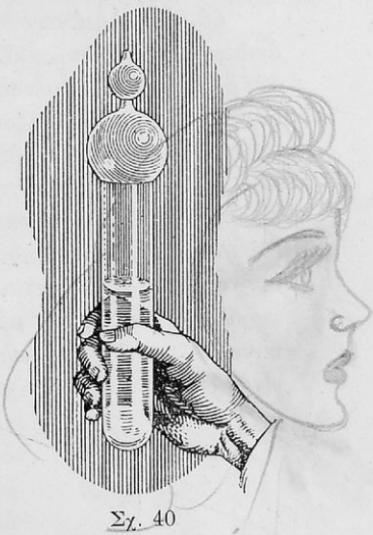
Σχ. 39 Εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος ὀφείλεται ὁ διασκορπισμὸς τῶν ὑγρῶν, τὰ διοῖα πίπτουν εἰς τὸν ἀέρα· εἰς τὸ κενὸν ἡ πτῶσις των γίνεται διὸ ὅλης τῆς μάζης των, διπλαὶς ἡ τῶν στερεῶν. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τῆς ὑδροσφράσ (σχ. 40). Αὕτη εἶναι σωλὴν ὑάλινος περιέχων ὕδωρ καὶ κενὸς ἀέρος. “Οταν τὸν ἀναστρέψωμεν ἀποτόμως, τὸ ὕδωρ πίπτει μετὰ ἔηροῦ κρότου, διμοίου μὲ τὸν κρό-

τον στερεᾶς μάζης, ἡ δύοια κτυπᾶ τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος.

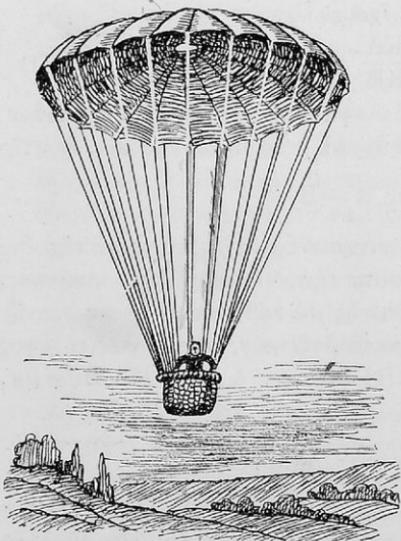
β) Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν νὰ ἐπιταχυνθῇ ἡ κίνησις ὁργάνων τινῶν, τὰ ἀναγκάζομεν νὰ παρασύρουν τροχὸν μὲ πτερύγια. Ὁ τροχὸς οὗτος ὑφίσταται ἀντίστασιν ἐκ μέρους τοῦ ἀέρος τόσον μεγαλειτέραν, ὅσον ἡ ταχύτης τῆς στροφῆς εἰναι μεγαλειτέρα.

γ) Οι ἀεροναῦται κοησιμοποιοῦν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, μεταχειριζόμενοι τὰ ἀλεξίπτωτα (σχ. 41), διὰ τῶν ὅποιών κατέρχονται ἐγκαταλείποντες τὸ σκάφος των ἐν περιπτώσει ἀτυχήματος ἢ δι' ἄλλους λόγους.

δ) Τέλος, ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος ὑποστηρίζονται οἱ χαοταετοί, τὰ ἀερο-



$\Sigma\gamma$. 40



Σγ. 41

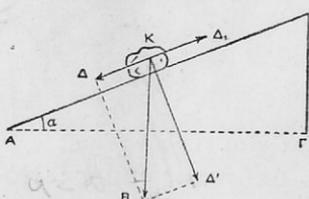
ὅσν δὲ ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος ἐλαττώνει τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος.

Πρὸς τοῦτο ἐπενοήθησαν διάφοροι συσκευαί, διὰ τῶν δποίων ἐπιβραδύνεται ἡ ταχύτης τῆς πτώσεως, χωρὶς νὰ μεταβληθῇ ἡ σγέσις

65. Δεύτερος νόμος : Νόμος τῶν διαστημάτων.—Διὰ τὴν πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου, ὡς καὶ τοῦ νόμου τῶν ταχυτήτων, παρουσιάζονται δύο μεγάλαι δυσκολίαι: α) Ἡ αἰξουσα ταχύτης τῆς πτώσεως, ἡ δποία καθιστᾶ δύσκολον τὴν παρατήρησιν, διότι μικρὸν λάθος κατὰ τὴν μέτοψιν τοῦ χρόνου συνεπάγεται σημαντικὸν λάθος διὰ τὸ διάστημα. β) Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος. Ἡ ἐπιβραδύνσις τούναντίον τῆς κινήσεως εὐκολύνει τὰς μετοψίεις, ἀφ' ἑτέ-

μεταξύ διαστήματος και χρόνου. Τοιαῦται είναι τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἢ μηχανὴ τοῦ Atwood καὶ ἄλλαι.

66. Κεκλιμένον ἐπίπεδον.—Τοῦτο συνίσταται ἐξ ἐπιπέδου ἀκάμπτου καὶ λείου, κεκλιμένου ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος. Ἐστο ΑΕΓ (σχ. 42) τοῦ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ὑπὸ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν τομήν του μετὰ τοῦ ὁρίζοντος ἐπιπέδου. Θεωρήσωμεν σῶμα μᾶζης μετατιθέμενον ἀνευ τοιβῆς κατὰ τὸ μῆκος τοῦ ἐπιπέδου ΕΑ. Τὸ βάρος $B = \mu g$ τοῦ σώματος τούτου, ἐφηρμοσμένον εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους του Κ, δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο δυνάμεις: τὴν Δ' , κάθετον ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἢ δοπία ἔξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τούτου, ἐὰν διέρχεται διὰ τοῦ σημείου τῆς στηρίξεως, καὶ τὴν Δ , παράληλον πρὸς τὸ μῆκος ΑΕ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἢ δοπία τείνει νὰ μετανέσῃ τὸ σῶμα. Ἐπειδὴ αἱ δοπίαι γωνίαι ΓAE καὶ ΔBK εἶναι ὡσα, ὡς ἔχουσαι τὰς πλευράς των καθέτους, τὰ δρομογόνια τρί-



Σχ. 42

γωνα ΓAE καὶ ΔBK εἶναι ὅμοια. Συνεπῶς ἔχομεν:

$$\frac{KA}{KB} = \frac{EG}{AE} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\Delta}{B} = \frac{v}{\mu'} \quad (1)$$

(ἐνθα $v = EG$, τὸ ὑψος τοῦ ἐπιπέδου, καὶ $\mu' = AE$, τὸ μῆκος αὐτοῦ), ἐξ τῆς

$$\text{δοπίας } \Delta = B \frac{v}{\mu'}.$$

Τὸ σῶμα θὰ τεθῇ λοιπὸν εἰς κίνησιν ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως Δ , ἢ δοπία εἶναι σταθερὰ κατὰ τὴν διάκειαν τῆς κινήσεως, καθὼς εἶναι καὶ τὸ βάρος B . Συνεπῶς θὰ λάβῃ ἐπιτάχυνσιν γ , τὴν δοπίαν δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν κατὰ βούλησιν, ἐλαττοῦντες τὸ ὑψος τοῦ ἐπιπέδου. Διότι, ἐὰν εἰς τὴν (1) θέσωμεν $\Delta = \mu g$ καὶ $B = \mu g$, θὰ ἔχωμεν:

$$\frac{\mu g}{\mu g} = \frac{v}{\mu'} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\gamma}{g} = \frac{v}{\mu'} \quad \text{καὶ} \quad \gamma = g \frac{v}{\mu'}.$$

Τοιουτορόπως, ἐλαττοῦντες τὸ v , ἐπιβραδύνομεν τὴν κίνησιν τὴν δρειλομένην εἰς τὴν βαρύτητα, ὥστε νὰ καταστήσωμεν εὐκολωτέραν τὴν παρατήρησιν.

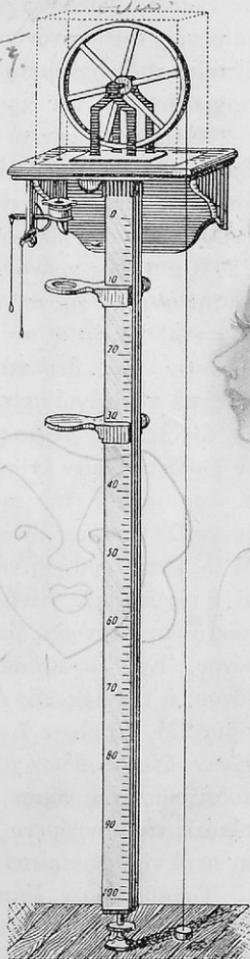
Πραγματοποιοῦμεν εὐκόλως κεκλιμένον ἐπίπεδον, κατασκευάζοντες μακρὰν αὔλακα εἰς μεταλλίνην δοκὸν κεκλιμένην, εὐθυτάτην καὶ λειτοτάτην. Ἀφίνοντες τότε ἐλευθέρων εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς αὔ-

λακος σφαῖραν ἔξι ἐλεφαντοστοῦ ή χάλυβος καὶ προσδιορίζοντες τὰ ὑπὸ ταύτης διανυόμενα διαστήματα εἰς 1, 2, 3... δευτερόλεπτα, εὐροίσκομεν ὅτι τὰ διαστήματα ταῦτα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων.

~~οχι~~ 67. Μηχανὴ τοῦ Atwood.—Εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Atwood ή ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι ἐν βάρος σταθερόν, ὅπως εἰς τὴν ἐλεύθερον πτῶσιν. Ἐλαττοῦμεν ὅμως τὴν ἐνέργειάν του, ἀναγκάζοντες αὐτὸν νὰ παρασύῃ ἐκτὸς τῆς μᾶζης του καὶ ἀλλην μᾶζαν μεγαλειτέραν.

Ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood συνίσταται ἐκ κατακορύφου κανόνος, δστις φέρει εἰς τὴν κορυφὴν τον τροχαλίαν πολὺ ἐλαφράν, κινητὴν περὶ δριζόντιον ἄξονα (σχ. 43). Ἐπὶ τῆς αὐλακος τῆς τροχαλίας διέρχεται λεπτὸν νῆμα, φέρον εἰς τὰ δύο ἄκρα του ἐξηρτημένας δύο ἵσας μᾶζας M. Τὸ βάρος τοῦ νήματος δὲν λαμβάνονται ὑπὸ ὅψιν ἐπομένως τὰ βάρη τῶν δύο μαζῶν θὰ εὑρίσκωνται ἐν ἴσοδοστίᾳ δι' ὅλας τὰς θέσεις αὐτῶν. Ἐπιφορτίζομεν τὴν μίαν ἀπὸ τὰς ἵσας μᾶζας μὲ πρόσθετον μᾶζαν μ., ἡ ὁποία παρασύρει τὸ σύστημα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ἐλευθέρας πτώσεως, τὸ πρόσθετον βάρος θὰ παρέσυρε μόνον τὴν μᾶζαν του μ. ἥδη παρασύρει τὴν μᾶζαν 2M + μ.

~~οχι~~ 68. Ἀπόδειξις τοῦ νόμου τῶν διαστημάτων.—Ἡ μᾶζα κατέρχεται παραλλήλως πρὸς κατακόρυφον κανόνα διηρημένον. Ἐπὶ τοῦ κανόνος τούτου δύναται νὰ στερεοῦνται διὰ πιεστικοῦ κοχλίου εἰς διάφορα ὑψη δίσκος μετάλλινος πλήρης. Κατάλληλον χρονόμετρον, παρατλεύως τῆς μηχανῆς τοποθετούμενον, μᾶς δίδει ἵσας μονάδας χρόνου. Κατ' ἀρχάς, ἡ μᾶζα M + μ ἀναβιβάζεται, ὥστε ἡ κατωτέρα βάσις της νὰ κεῖται ἀπέναντι τοῦ μηδενὸς τοῦ διηρημένου



Σχ. 43

στή

κανόνος. Διε^ρ εἰδικῆς διατάξεως (σχ. 43), τὸ σύστημα $M + \mu$ παύει νὰ ὑποστηρίζεται, καθ^ρ ἢν στιγμὴν τὸ κτύπημα τοῦ χρονομέτρου δεικνύει τὴν ἔναρξιν μονάδος χρόνου. Διὰ δοκιμῶν, θέτομεν τὸν δίσκον εἰς διαίρεσιν τοῦ κανόνος τοιαύτην, ὥστε νὰ ἀκούσωμεν συγχρόνως τὸ κτύπημα τοῦ χρονομέτρου, δεικνύοντος τὴν ἔναρξιν τῆς δευτέρας μονάδος χρόνου, καὶ τὴν κρούσιν τῆς μάζης ἐπὶ τοῦ πλήρους δίσκου.

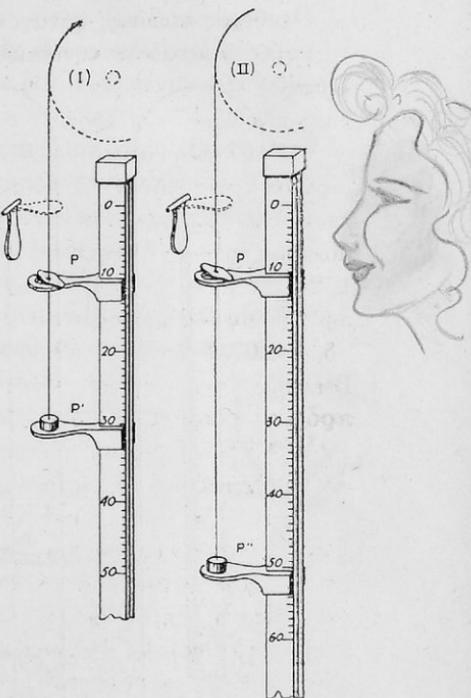
^ρΕπαναφέρομεν τὸ σύστημα $M + \mu$ εἰς τὸ μηδὲν καὶ ζητοῦμεν νὰ εὑρωμεν διὰ δοκιμῶν εἰς ποίαν διαίρεσιν πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν δίσκον, ἵνα ἡ κατερχομένη μᾶζα κτυπήσῃ ἐπ’ αὐτοῦ μετὰ δύο, τρεῖς κτλ. μονάδας χρόνου. Μετροῦμεν οὕτω τὰ διαστήματα τὰ διανυόμενα εἰς 1, 2, 3 μονάδας χρόνου. ^ρΕὰν τὸ διάστημα δ, τὸ διανυόμενον κατὰ τὴν πρώτην μονάδα χρόνου εἶναι π. χ. 10 ἔκατ., θὰ ἔχωμεν :

$\delta_1 = 10$ $\delta_2 = 40 = 10.4$ $\delta_3 = 90 = 10.9$ $\delta_4 = 160 = 10.16$
Βλέπομεν δηλ. ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων.

~~69.~~ ^ρΤρίτος νόμος : Νόμος τῶν ταχυτήτων.—Τὸν νόμον τοῦτον ἀποδεικνύομεν ἐπίσης διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood. ^ρΥποθέσωμεν ὅτι ἀφαιροῦμεν τὴν πρόσθετον μᾶζαν μ μετὰ πτῶσιν μιᾶς μονάδος χρόνου. Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας, τὸ ὑπόλοιπον σύστημα $2M$ θὰ ἔξακολονθήσῃ νὰ κινήται, ἀλλ’ ἡ κίνησίς του θὰ καταστῇ ὅμαλὴ καὶ ἡ ταχύτης τῆς κινήσεως ταύτης θὰ εἶναι ἡ ταχύτης, τὴν δποίαν ἀποκτᾷ τὸ σύστημα ὀλόκληρον ($2M + \mu$) μετὰ πτῶσιν μιᾶς μονάδος χρόνου. ^ρΕὰν ἀφαιρέσωμεν τὴν μᾶζαν μ μετὰ πτῶσιν δύο μονάδων χρόνου, ἡ ταχύτης τῆς ὅμαλῆς κινήσεως, τὴν δποίαν θὰ λάβῃ τὸ σύστημα $2M$, θὰ εἶναι ἡ ταχύτης, ἢν ἀποκτᾷ τὸ σύστημα $2M + \mu$ μετὰ πτῶσιν δύο μονάδων χρόνου καὶ οὕτω καθ’ ἔξῆς. Συνεπῶς, διὰ νὰ ἀποδεῖξωμεν τὸν νόμον, ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν ἐκάστην φροὴν τὰ διαστήματα τὰ διανυόμενα ὑπὸ τοῦ συστήματος $2M$ εἰς μίαν μονάδα χρόνου μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῆς μάζης μ .

Τοποθετοῦμεν λοιπὸν εἰς τὴν διαίρεσιν 10, δπον, ὡς εἴδομεν, φθάνει τὸ σύστημα $2M + \mu$ εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, δακτυλιοειδῆ δίσκον, ὅστις ἀφίνει μὲν τὴν μᾶζαν M νὰ διέλθῃ, κρατεῖ ὅμως κατὰ τὴν δίοδον αὐτῆς τὴν πρόσθετον μᾶζαν μ , ἡ δποία εἶναι ὀλίγον μακροτέρα τῆς ἐσωτερικῆς διαμέτρου τοῦ δακτυλίου (σχ. 44). ^ρΑφίνομεν κατόπιν τὸ σύστημα $2M + \mu$ ἐλεύθερον ἀπὸ τοῦ 0 τῆς κλίμακος. Μετὰ πτῶσιν μιᾶς μονάδος χρόνου ἀφαιρεῖται ὑπὸ τοῦ δα-

κιτυλίου ή μᾶζα μ., ή δὲ μᾶζα Μ ἔξακολουθεῖ νὰ κατέρχεται. Ζητοῦμεν διὰ δοκιμῶν νὰ τὴν σταματήσωμεν εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος χρόνου· ενδόσκομεν οὕτω δὲ πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν πλήρη δίσκον εἰς τὴν διαιρέσιν 30. Συνεπῶς ή μᾶζα Μ μόνη διήνυσεν εἰς μίαν μονάδα χρόνου $30 - 10 = 20$ ἔκ. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, ζητοῦντες νὰ σταματήσωμεν τὴν μᾶζαν Μ εἰς δύο μονάδας χρόνου (σχ. 44), τοεῖς μονάδας χρόνου κτλ., μετὰ τὴν ἀφαιρέσιν τῆς προσθέτου μάζης μ. Ενδόσκομεν τοιουτοτόπως δὲ διανύει μόνη 40, 60... ἑκατ., δηλ. διανύει 20 ἑκατ. κατὰ μονάδα χρόνου. Συνεπῶς ή κίνησίς τῆς κατέστη ὁμαλή, καὶ διὰ νὰ ενδωμεν τὰς ταχύτητας τοῦ κινητοῦ μετὰ 1, 2, 3... μονάδας χρόνου, ἀφοῦ εἶ νὰ ἀφαιρέσωμεν τὴν μᾶζαν μ. μετὰ πτώσιν 1, 2, 3... μονάδων χρόνου καὶ νὰ ζητήσωμεν ποῦ πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν πλήρη δίσκον, διὰ νὰ σταματήσωμεν τὴν Μ εἰς τὸ τέλος μιᾶς μονάδος χρόνου ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἥν ἀφηρέθη η μᾶζα μ. Πειραματιζόμενοι οὕτω, λαμβάνομεν τὰ ἔξτις ἀποτελέσματα (σχ. 45):



Σχ. 44

Διάρκειαι πτώσεως	Θέσις δακτυλίου	Θέσις πλήρους δίσκου	Ταχύτητες διμαλῆς κινήσεως
1 μονάδα χρόνου	10 ἔκ.	30 ἔκ.	20 ἔκ.
2 μονάδες »	40 »	80 »	40 »
3 » »	90 »	150 »	60 »

Δηλ. αἱ ταχύτητες γίνονται 2, 3, 4... φοράς μεγαλείτεραι μετὰ χρόνους πτώσεως 2, 3, 4... φοράς μεγαλειτέρους. Ἀρα αἱ κτηθεῖσαι ταχύτητες εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς χρόνους τοὺς διαρρεύσαντας ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως.

10. Προσδιορισμός τοῦ g.—Εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Atwood ἡ ἐπιτάχυνσις γ τῆς ἐπιβραδυνθείσης κινήσεως καὶ ἡ ἐπιτάχυνσις g τῆς ἑλευθέρας πτώσεως συνάγονται ἡ μία ἐκ τῆς ἄλλης. Τὸ βάρος β τῆς μᾶζας μ μεταδίδει τὴν ἐπιτάχυνσιν γ εἰς τὴν μᾶζαν 2M+μ. Συνεπῶς, κατὰ τὸν τύπον $\Delta = \mu g$, ἔχομεν :

$$\beta = (2M + \mu)g. \quad (1)$$

Ἄλλος μᾶζα μ, πίπτουσα ἑλευθέρως καὶ μόνη, θὺ λάβῃ ἐπιτάχυνσιν g. Ἐπομένως ἔχομεν : $\beta = \mu g$.

Αρα, ἀντικαθιστῶντες τὸ β εἰς τὴν (1) διὰ τῆς τιμῆς του, ἔχομεν :

$$\mu g = (2M + \mu)g, \quad \text{εἴς ἃς}$$

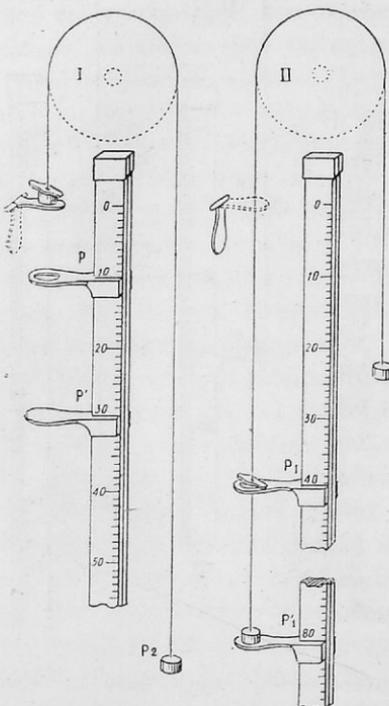
$$g = \frac{2M + \mu}{\mu} g \quad \text{ἢ} \quad g = \frac{2B + \beta}{\beta} g$$

διότι αἱ μᾶζαι εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη. Αἱ μᾶζαι M καὶ μ προσδιορίζονται διὰ τοῦ ζυγοῦ, ἢ δὲ γ εἶναι ἵση μὲ τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος τοῦ διανυθέντος κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεως. Συνεπῶς λαμβάνομεν τὸ g κατὰ προσέγγισιν. Μὲ μεγαλυτέραν προσέγγισιν λαμβάνεται τὸ g διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς, ὃς θὰ λέωμεν κατωτέρῳ.

Σχ. 45

Σημείωσις. Γνωρίζοντες τὸ g, διὰ τοῦ αὐτοῦ τύπου δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ γ. Ἐχομεν :

$$\gamma = g \frac{\mu}{2M + \mu} \quad \text{ἢ} \quad \gamma = g \frac{\beta}{2B + \beta}.$$



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

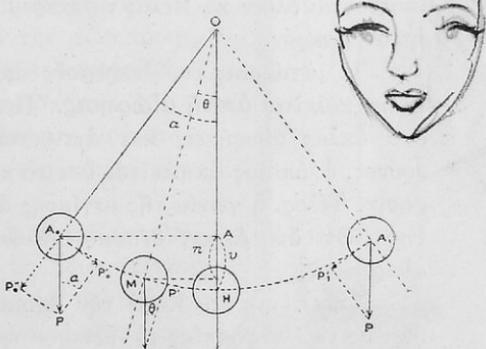
ΕΚΚΡΕΜΕΣ

71. Ὁρισμοί.—^οΟνομάζομεν **ἐκκρεμὲς** πᾶν σῶμα βαρύ, κινητὸν περὶ ἄξονα δριζόντιον, ὃστις δὲν διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

Απλούν ἐκκρεμές καλούμενην διάκονον σημείου βαρὺ ἔξηρτημένον διὰ νήματος μὴ ἐκτατοῦ καὶ ἀγεύ βάρους ἀπὸ σταθεροῦ σημείου. Τοῦτο εἶναι ἐκκρεμὲς φανταστικόν, τοῦ δποίου ἡ ἐπινόησις χοησιμεύει διὰ τὴν διατύπωσιν τῶν νόμων τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦν.

Πᾶν ἄλλο ἔκκορεμὲς καλεῖται σύνθετον.

72. Αιώρησις.—Έστω ἐκκρεμές ἀποτελούμενον ἀπὸ βαρεῖαν σφαῖραν, ἡ δοπία κρέμαται διὰ μεταλλικοῦ σύρματος λεπτοτάτου. Θεωρήσωμεν τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους του Η. Ὁ δοιζόντιος ἄξων τῆς ἔξαρτήσεως τέμνει τὸ ἐπίπεδον τοῦτο εἰς τὸ Ο (σχ. 46). "Οταν ἡ κατακόρυφος Ρ ἡ ἀγομένη διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ἔξαρτήσεως, τὸ ἐκχρεμές ενδύσκεται εἰς εὐσταθή ἰσορροπίαν, διότι τὸ βάροντος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἄξονος. Ἀπομακούνο-



ΣΥ. 46

μεν τὸ ἔκκρεμὲς ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἴσορροπίας του οὔτως, ὥστε νὰ φέρωμεν τὸ κέντρον του βάρους αὐτοῦ εἰς τὸ Α_o καὶ τὸ ἀφίνομεν ἐπειτα ἐλεύθερον. Τὸ βάρος αὐτοῦ P δύναται νὰ ἀναλυθῇ, κατὰ τὸν κανόνα τοῦ παραληγοράμψου τῶν δυνάμεων, εἰς δύο συνιστώσας P_o καὶ P_{o''}, ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ OHA_o. Ἐκ τούτων ή μὲν δύναμις P_{o''}, εὑρισκομένη κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος, οὐδὲν φέρει ἀποτέλεσμα, ή δὲ δύναμις P_o, ητις εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν P_{o''}, τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ τὸ ἔκκρεμὲς εἰς τὴν θέσιν τῆς ἴσορροπίας. Ἡ δύναμις αὕτη ἐλαττοῦται μετὰ τῆς γωνίας α' ἀλλ' ἐπειδὴ ἐνεργεῖ πάντοτε κατὰ τὴν φοράν τῆς κινήσεως, ἐφ' ὅσον τὸ ἔκκρεμὲς δὲν ἔγει φθά-

σει εἰς τὴν θέσιν τῆς ίσορροπίας του OH, ή ταχύτης βαίνει αὐξανομένη μέχρι του H. "Οταν τὸ ἐκκρεμὲς φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν OH, ή δύναμις P₀' ἔχει μηδενισθῇ. Τὸ ἐκκρεμὲς ἐν τούτοις δὲν σταματᾷ, ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος. Εὐθὺς ως διέλθῃ τὴν θέσιν τῆς ίσορροπίας, ή συνιστῶσα P₀' ἔνεργει κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῆς κινήσεως καὶ ή τιμή της αὐξάνεται, ἐφ' ὅσον τὸ ἐκκρεμὲς ἀπομακρύνεται· τῆς θέσεως OH. Συνεπῶς ή ταχύτης ἐλαττοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ τέλος μηδενίζεται.

Τὸ ἐκκρεμὲς ἐπανέρχεται τότε εἰς τὴν θέσιν τῆς ίσορροπίας, ὑπερβαίνει ἐκ νέου ταύτην, λόγῳ τῆς κτηθείσης ταχύτητος, ἐπιστρέφει πάλιν πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως καὶ σύντο καθ' ἔξης. Θεωρητικῶς ή κίνησις αὕτη πρόπει νὰ ἔξακολουθήσῃ ἐπ' ἀπειρον, ἀλλ' ἔνεκα τῶν τριβῶν καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, ή ταχύτης τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐλαττοῦται ὀλοέν καὶ τέλος τὸ ἐκκρεμὲς ηρεμεῖ μετὰ γρόνον μᾶλλον ἢ ήττον μακρόν.

Η μετάβασις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπὸ τῆς μιᾶς ἀκρας θέσεως εἰς τὴν ἄλλην καλεῖται ἀπλῆ αἰώρησις. Η πλήρης αἰώρησις περιλαμβάνει δύο ἀπλᾶς αἰώρησεις κατ' ἀντιθέτους φοράς. Περίοδος δὲ εἶναι ὁ χρόνος, ὁ διποιος ἀπαιτεῖται ἵνα τὸ κινητὸν ἐκτελέσῃ μίαν πλήρη αἰώρησιν. Τέλος, ή γωνία τῆς μεγίστης ἀπομακρύνσεως, ή σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν δύο ἄκρων θέσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς, καλεῖται πλάτος τῆς αἰώρησεως.

Σημείωσις. Κατὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐκ τῆς θέσεως τῆς ίσορροπίας τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀνέρχεται καθ' ὑψος $HA = u$. Μεταδίδεται λοιπὸν εἰς τὸ ἐκκρεμὲς δυναμικὴ ἐνέργεια Mg , ἔνθα M ή μᾶζα τοῦ ἐκκρεμοῦς. Κατὰ τὴν κατάβασιν ἐκ τοῦ A, εἰς τὸ H ή δυναμικὴ αὕτη ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς κινητική, ήτις πάλιν μεταμορφοῦται εἰς δυναμικὴν ἐκ τοῦ H εἰς τὸ A, κ.ο.κ.

73. Διάρκεια τῆς αἰώρήσεως.—Η διάρκεια τῆς αἰώρησεως εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ πλάτους τῆς αἰώρησεως, ὅταν τοῦτο εἶναι πολὺ μικρόν. Αὕτη διὰ μίαν ἀπλῆν αἰώρησιν εἶναι:

$$\chi = \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}},$$

ἔνθα χ ή διάρκεια τῆς αἰώρησεως εἰς δεύτερα λεπτά, π ὁ λόγος τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον, μ τὸ μῆκος OH τοῦ ἐκκρεμοῦς, g ή

ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος. Τὰ μ καὶ γ ὑπολογίζονται διὰ τῆς αὐτῆς μονάδος μήκους.

74. Νόμοι τῶν αἰωρήσεων.—^οἘκ τοῦ ἀνωτέρῳ τύπου τῆς δι-
αρκείας τῶν μικρῶν αἰωρήσεων συνάγομεν τοὺς ἔξης νόμους:

α) Νόμος τοῦ ἴσοχρόνου τῶν μικρῶν αἰωρήσεων. Αἱ μι-
κραι αἰωρήσεις ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς εἶναι ἴσοχροι, οἷον δῆποτε καὶ ἂν
εἴγαι τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως.

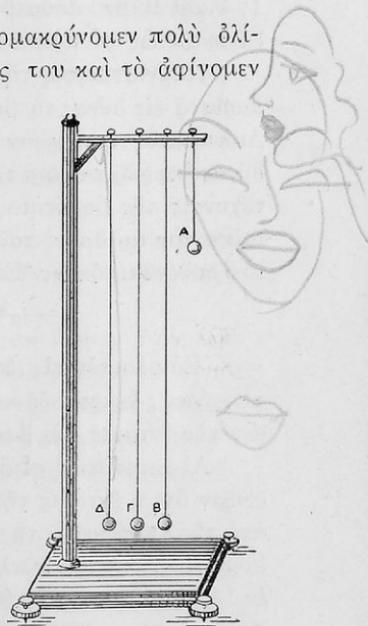
Πειραματικὸν πολὺ διά-
γον τὸ ἐκκρεμὲς ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἴσοχροπίας του καὶ τὸ ἀφίνομεν
ἔκεινον, διὰ χρονομέτρου δὲ προσδιορίζομεν
τὴν διάρκειαν 100 αἰωρήσεων. ^οἈναμένομεν,
ἴνα τὸ πλάτος τῶν αἰωρήσεων γίνη περίπου τὸ
ἡμίσυ, καὶ μετροῦμεν ἐκ νέου τὴν διάρκειαν
ἄλλων 100 αἰωρήσεων. Εὑρίσκομεν ὅτι ἡ
διάρκεια αὐτῆς εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τῶν προη-
γουμένων. Δυνάμεθα νὰ ἔξακολουθήσωμεν
οὕτω, ἔως ὅτου τὸ ἐκκρεμὲς ἥρεμήσῃ.

Σημεῖος. Λαμβάνοντες τὸ ἐκατο-
στὸν τῆς εὐρεθείσης διαρκείας, εὑρίσκομεν τὴν
διάρκειαν μιᾶς αἰωρήσεως.

β) Νόμος τῶν οὐσιῶν καὶ μαζῶν. ^οΗ
διάρκεια τῆς αἰωρήσεως εἰς τὸν ἵδιον τόπον
εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ἐποίας
σύγκειται τὸ βαρὺ ὄλικὸν σημεῖον, ἀνεξάρτητος
δὲ ἐπίσης τοῦ σχήματος καὶ τοῦ βάρους αὐτοῦ.

Πειραματικὸν πολὺ^ο νήματα τοῦ αὐτοῦ μήκους, ἐκ τῶν
ὅποιων ἔξαιρομεν μικρὰς μάζας, σχήματος καὶ ὅγκου οἷονδήποτε, ἐκ
διαφόρων οὐσιῶν, π. χ. λευκοχρύσου, μοιλύβδου, ἐλεφαντοστοῦ κτλ. (σχ.
47). ^οἈπομακρύνομεν τὰ ἐκκρεμῆ ταῦτα κατὰ τὴν αὐτὴν μικρὰν γωνίαν
καὶ τὰ ἀφίνομεν ἐλεύθερα κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν. Μετροῦντες τὰς
διαρκείας τῶν αἰωρήσεων αὐτῶν, διαπιστοῦμεν ὅτι εἶναι αἱ αὐταὶ δι'
ὅλα τὰ ἐκκρεμῆ.

γ) Νόμος τῶν μηκῶν. Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον αἱ διάρκειαὶ τῶν
μικροῦ πλάτους αἰωρήσεων ἐκκρεμῶν διαφόρων μηκῶν εἶναι ἀνάλογοι
πρὸς τὰς τετραγωνικὰς φέζας τῶν μηκῶν τῶν ἐκκρεμῶν τούτων.



Σχ. 47

ΜΑΙ.

Διοθέντων δύο έκκρεμῶν μήκους μ καὶ μ' , ἐὰν χ καὶ χ' αἱ διάρκειαι τῶν αἰωρήσεών των, θὰ ἔχωμεν :

$$\frac{\chi}{\chi'} = \sqrt{\frac{\mu}{\mu'}}.$$

Πειραματικὴ ἀπόδειξις. Ἐὰν θέσωμεν συγχρόνως εἰς αἰωρησιν τοία έκκρεμη, ὡν τὰ μήκη εἶναι μεταξύ των ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4 καὶ 9, βεβαιούμεθα ὅτι αἱ διάρκειαι τῶν μικρῶν αἰωρήσεων αὐξάνονται ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2 καὶ 3.

75. Μέτρησις τῆς ἑντάσεως τῆς βαρύτητος.—Οἱ ἀριθμὸς g παριστᾶ εἰς δύνας τὸ βάρος τῆς μονάδος τῆς μάζης εἰς δοθέντα τόπον. Διότι κατὰ τὴν σχέσιν $B = mg$ τὸ βάρος τῆς μονάδος τῆς μάζης εἰς δύνας ἐκφράζεται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ, διὰ τοῦ ὅποιου καὶ ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος εἰς ἑκατοστόμετρα (ἐὰν $\mu = 1$, $B = g$). Διὰ τοῦτο τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ὀνομάζομεν ἑντασιν τῆς βαρύτητος εἰς τὸν δοθέντα τόπον. Ἐκ τοῦ τύπου τοῦ ἔκκρεμοῦ λαμβάνομεν :

$$\chi^2 = \pi^2 \frac{\mu}{g} \quad \text{ἢ} \quad \text{o} \ddot{\nu} \quad g = \frac{\pi^2 \mu}{\chi^2}.$$

Ἐὰν λοιπὸν εἰς δοθέντα τόπον μετρήσωμεν τὴν διάρκειαν χ μᾶς αἰωρήσεως ἔκκρεμοῦς καὶ προσδιορίσωμεν τὸ μῆκος αὐτοῦ μ , εὑρίσκομεν τὴν ἑντασιν τῆς βαρύτητος εἰς τὸν τόπον τοῦτον.

Αἱ μετρήσεις, αἱ ὅποιαι ἐγένοντο εἰς διάφορα μέρη τῆς Γῆς, ἀπέδειξαν ὅτι ἡ ἑντασις τῆς βαρύτητος ἐλαττοῦται, καθ' ὃσον ὑψούμεθα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ καθ' ὃσον πλησιάζομεν εἰς τὸν ἴσημερινόν. Οὕτω εἰς πλάτος 80° $g = 983$, εἰς τὸν ἴσημερινὸν $g = 978$, ἐν Ἀθήναις $g = 979,99$ εἰς πλάτος 45° καὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης $g = 980,6$.

Προβλήματα.

1. *Iov. Σῶμά τι πίπτει ἄνων ἀρχικῆς ταχύτητος ἐξ ὕψους Y καὶ διανύει τὸ ἥμισυ τοῦ ὕψους τούτου κατὰ τὸ τελευταῖον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεως. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ὕψος Y καὶ ἡ ὀλικὴ διάρκεια τῆς πτώσεως ($g = 981$).*

2. *Ríptomeν σῶμά τι κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω μετ' ἀρχικῆς ταχύτητος a . Νὰ εὑρεθοῦν αἱ χρονικὲς στιγμαί, καθ' ἃς θὰ διέλθῃ τοῦτο ἀπὸ τὸ ἥμισυ τοῦ μεγίστου ὕψους, εἰς ὃ εἶναι δυνατὸν νὰ φθάσῃ.*

3. *Σῶμα ρίπτεται κατακορύφως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ φυλάρει εἰς ὕψος $122,5$ μ. Ζητεῖται ἡ ἀρχικὴ ταχύτης του καὶ ὁ χρόνος, ὃν ἔχειασθη διὰ νὰ ἀνέλθῃ.*

~~4ον.~~ Βλῆμά τι ἐκσφενδονίζεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω μετ' ἀρχικῆς ταχύτητος 490 μ. Ἐπὶ πόσον χρόνον θὰ ἀνέρχεται καὶ εἰς ποῖον ὑψος θὰ φθάσῃ;

~~5ον.~~ Σῶμά τι φίπτεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω καὶ φθάνει εἰς ὑψος υ μετρων. Ζητεῖται ἡ ἀρχικὴ ταχύτητος του α καὶ δ χρόνος, δη ἔχοειάσθη ἵνα ἀνέλθῃ εἰς τὸ ὑψος ν.

~~6ον.~~ Βλῆμα ἐκσφενδονίζεται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω μετ' ἀρχικῆς ταχύτητος 245 μ. Μετὰ πόσον χρόνον θὰ σέσῃ πάλιν ἐπὶ τοῦ ἕδαφους καὶ ποίαν ταχύτητα θὰ ἔχῃ ἀποκτήσει τὴν στιγμήν, καθ' ἥν θὰ φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος; ($g = 980$).

~~7ον.~~ Ποίαν κλίσιν πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἵνα σῶμά τι τηρηθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν ἰσορροπίᾳ διὰ δυνάμεως ἵσης πρὸς τὸ 0,1 τοῦ βάρους αὐτοῦ;

~~8ον.~~ Ποῖον ὑψος πρέπει νὰ ἔχῃ κεκλιμένον μήκους 300 μ., ἐν τόπῳ ἔνθα $g = 980$, ἵνα ἡ ἐπιτάχυνσις σώματος κυλιομένου ἐπ' αὐτοῦ είναι 49 ἑκ.;

~~9ον.~~ Ἐπὶ κεκλιμένον ἐπίπεδον μήκους 5 μ. καὶ ὑψους 3 μ. κατέρχεται σφαῖρα βάρους 5 κγρ., ἀναβιβάζοντα σῶμα βάρους 2 κγρ. συνδεδεμένον μετ' αὐτῆς διὰ τήματος διαπερῶντος τὴν αὐλακαρίας τοποθετημένης ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ κεκλιμένου ἐπίπεδον. Ζητεῖται δ χρόνος δ ἀπαιτούμενος, ἵνα τὸ ἀνασυρόμενον σῶμα διανύσῃ τὸ ὑψος τοῦ ἐπίπεδου.

~~10ον.~~ Αἱ δύο μᾶζαι μηχανῆς τοῦ *Atwood* ζυγίζουν ἐκατέρα 20 γρ. Ἐπιφορτίζομεν τὴν μίαν δι` ἐνδὸς γραμ. Ποία θὰ είναι διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς πτώσεως ἐν τόπῳ, ἔνθα $g = 981$;

~~11ον.~~ Εἰς μηχανὴν τοῦ *Atwood* τὰ δύο ἵσα βάρη ἔχοντα ἐκαστον μᾶζαν 40 γρ. καὶ ὑψος 2 ἑκ. Θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἐνδὸς πρόσθετον βάρος 3 γρ. Εἰς ποίαν διάλεσιν τῆς πλίμανος πρέπει νὰ θέσωμεν α) τὸν δακτύλιον, 2) τὸν δίσκον, ἵνα τὸ πρόσθετον βάρος ἀφαιρεθῇ μετὰ πτῶσιν 2'' καὶ δ ἀπαλλαγεῖς τοῦ πρόσθετον βάρους κύλινδρος φθάσῃ εἰς τὸν κατώτερον δίσκον 3'' μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ πρόσθετον βάρους; ($g = 981$).

~~12ον.~~ Υποθέτομεν μηχανὴν τοῦ *Atwood* ἐνεργοῦσαν ἐντὸς ὑγροῦ πυκνότητος δ μὲ μᾶζας πυκνότητος δ'. Εἰς τὸ ἐν ἀκρον τοῦ τήματος κρέμαται μᾶζα *M* καὶ εἰς τὸ ἄλλο μᾶζα *M'*. Ποία θὰ είναι ἡ ἐπιτάχυνσις γ τῆς κινήσεως ἐν τῇ μηχανῇ;

13ον. Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς Γῆς πρέπει νὰ τεθῇ σῶμα, τὸ δύοποιον ὑποτίθεται διὰ παρασύρεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ἴσημεριοῦ ὑπὸ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἵνα τὸ φαινόμενον βάρος του μηδενισθῇ;

Γνωρίζομεν διὰ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς καὶ εἰς τὸν ἴσημερινὸν τὸ φαινόμενον βάρος σώματος εἶναι κατὰ τὸ $\frac{1}{289}$ μικρότερον τοῦ

βάρους, τὸ δύοποιον θὰ εἴχε τοῦτο, ἂν ἡ Γῆ ἦτο ἀκίνητος.

14ον. Ἐκκρεμές, τὸ δύοποιον πτυνᾶ δευτερόλεπτα εἰς ἔνα τόπον, ἔχει μῆκος 98 ἑκ. Ζητεῖται, α) τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, τὸ δύοποιον εἰς τὸν αὐτὸν τόπον κάμνει 25 αἰωνίσεις κατὰ 1' καὶ β) τὸ διάστημα, τὸ δύοποιον θὰ διατίθηση εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεώς του σῶμα πάπιτον ἐλευθέρως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΝΑΙ ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

76. Ὁρισμοί.—Καλοῦμεν μηχανὰς ὅργανα, τὰ δύοπια χρησιμοποιοῦμεν εἴτε διὰ νὰ ἴσορροπήσωμεν ὡρισμένας δυνάμεις, αἱ δύοπια λέγονται ἀντιστάσεις (ἢ ἀνθιστάμεναι δυνάμεις), εἴτε διὰ νὰ μεταθέσωμεν τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων τούτων διὰ μέσου ἄλλων δυνάμεων, καλούμενῶν κινητηρίων δυνάμεων, αἱ δύοπια δὲν εἶναι οὔτε ἔσαι οὔτε κατ' εὐθείαν ἀντιθέτοι πρὸς τὰς πρώτας.

Ἡ ἀπλῆ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἔξι ἔνος μόνου ὅργανου προσηλωμένου μὲν ὡρισμένας συνδέσεις, ὅπως π. χ. ὁ μοχλός, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον κτλ.

Ἡ σύνθετος μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ περισσότερα ὅργανα, τὰ δύοπια εἶναι καὶ ταῦτα ἀπλαῖ μηχαναί, ὅπως π.χ. ἡ ἀτμομηχανή.

ΜΟΧΛΟΣ

77. Ὁ μοχλός γενικώτερον εἶναι σῶμα στερεόν, οἵασδήποτε μορφῆς, κινητὸν περὶ σταθερὸν σημεῖον. Ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις, ἡ κυρίως δύναμις καὶ ἡ ἀντίστασις. Αἱ δύο αὗται δυνάμεις τείνουν νὰ περιστρέψουν αὐτὸν κατ' ἀντιθέτους φοράς.

Συνήθως δίδουν εἰς τὸν μοχλὸν μορφὴν φάραβδου ἀκάμπτου, κινητῆς περὶ σταθερὸν σημεῖον, τὸ δόποιον λέγεται ὑπομόχλιον (σχ. 48).

Άναλόγως τῆς σχετικῆς θέσεως τῶν σημείων ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ ὑπομόχλιον, διακρίνομεν τρία εἴδη μοχλῶν:

α) Μοχλὸν τοῦ πρώτου εἴδους, ὅταν τὸ ὑπομόχλιον εὑρίσκεται μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντίστασεως (σχ. 48 καὶ 49).

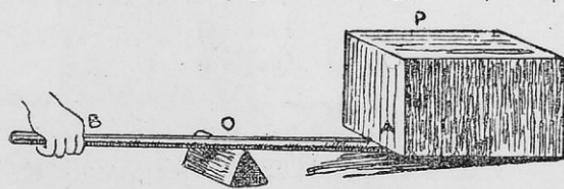
β) Μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους, ὅταν ἡ ἀντίστασις εὑρίσκεται μεταξὺ δυνάμεως καὶ ὑπομοχλίου (σχ. 50).

γ) Μοχλὸν τοῦ τρίτου εἴδους, ὅταν ἡ δύναμις εὑρίσκεται μεταξὺ ἀντίστασεως καὶ ὑπομοχλίου (σχ. 51).

Αἱ ἀποστάσεις

Οα καὶ Οβ (σχ. 48) τοῦ ὑπομοχλίου Ο ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν

Σχ. 48

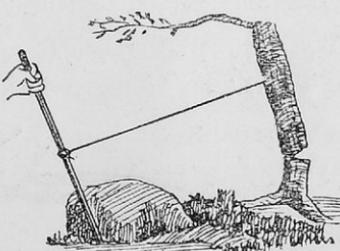


Σχ. 49

δυνάμεων λέγονται μοχλοβραχίονες τῶν δυνάμεων τούτων.

Σημείωσις. Ἐν τῇ πραγματικότητι ὁ μοχλὸς στρέφεται περὶ ἄξονα σταθερὸν καὶ οὐχὶ περὶ σταθερὸν σημεῖον. Ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ δυνάμεις ἔνεργοιν ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ πρὸς τὸν ἄξονα τοῦτον, ἔξετάζομεν τὶ συμβάνει εἰς τὴν τομὴν τῆς μηχανῆς ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τούτου καὶ διὰ τοῦτο ἀγόμεθα εἰς τὴν περίπτωσιν σταθεροῦ σημείου.

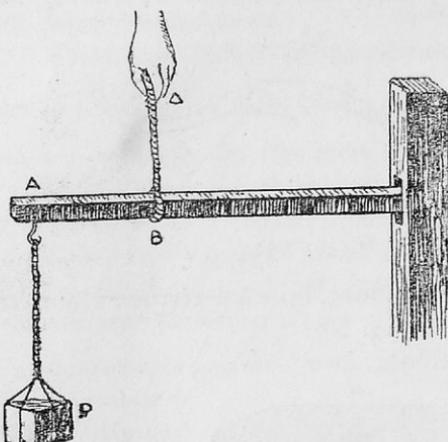
78. Συνδήκη ίσορροπίας τοῦ μοχλοῦ.— Ἰνα πραγματοποιηθῇ ἡ ίσορροπία, πρέπει καὶ ἀρκεῖ αἱ δύο δυνάμεις Ρ καὶ Γ (σχ. 48) νὰ συντίθενται εἰς μίαν συνισταμένην, ἡ δούλια νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σταθεροῦ σημείου Ο, τὸ δόποιον ἔξασκετότε ἀντίδρασιν ἵσην καὶ ἀντιθέτου φροδᾶς.



Σχ. 50

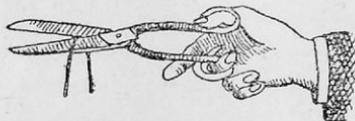
Διὰ νὰ συμβαίνῃ τοῦτο, πρέπει :

α) Αἱ δύο δυνάμεις P καὶ Γ νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον μετὰ τοῦ σταθεροῦ σημείου O .



Σχ. 51

μογαὶ τῶν μοχλῶν.—Τὰ διάφορα εἴδη τῶν μοχλῶν ἔχουν ἐφαρμοσθῆ εἰς πληθυσμοὺς εὐρατοῖς καὶ συσκευῶν. Οὕτω τὸν πρωτογενῆ μοχλὸν

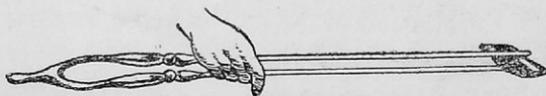


Σχ. 52



Σχ. 53

ἀπαντῶμεν εἰς τὸν ζυγόν, τὸν στατῆρα, τὴν ψαλίδα (σχ. 52), τὴν ἡλίᾳγραν κτλ.: τὸν δευτερογενῆ εἰς τὴν χειράμαξαν, τὸν καρυοθραύστην



Σχ. 54

(σχ. 53), τὴν μάχαιραν τῶν βιβλιοδετείων, τὴν αώπην τῆς λέμβου κτλ.: τὸν τριτογενῆ εἰς τὴν πυράγραν (σχ. 54), τὰς διαφόρους λαβίδας, τὸ ἀκονιστήριον (σχ. 55) κτλ.



ΟΧΙ ΖΥΓΟΣ

80. Ο ζυγός είναι δργανον, διὰ τοῦ δποίου συγρίνομεν μεταξύ των τὰ βάρη τῶν σωμάτων.

Περιγραφή. Ο συνήθης ζυγός (σχ. 56) συνίσταται ἐξ ἑνὸς πρωτογενοῦς μοχλοῦ, δστις καλεῖται φάλαγξ.

Ἐκ τῶν δύο ἀκρων τῆς φάλαγγος ἔξαρτωνται δίσκοι ίσοις αριθμοῖς, ἐπὶ τῶν δποίων θέτομεν ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ πρὸς στάθμισιν ἀντικείμενον, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὰ σταθμά. Ἡ φάλαγξ διαπερᾶται εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ὑπὸ χαλυβδίνου τριγωνικοῦ πρίσματος (σχ. 57), τοῦ δποίου ἡ ἀκμὴ ἀποτελεῖ τὸν ἄξονα, περὶ τὸν δποῖον στρέφεται ἡ φάλαγξ· στηρίζεται δὲ ἡ ἀκμὴ αὗτη ἐπὶ δύο λείων πλακῶν χ, ψ ἐξ ἀκάτου ἢ χάλυβος. Τοι-

ουτοτρόπως ἔλαττονται σημαντικῶς ἡ τριβὴ τοῦ ἄξονος. Τὰ ἀκρα τῆς φάλαγγος διαπερῶνται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ὑπὸ δύο μικροτέρων τρι-

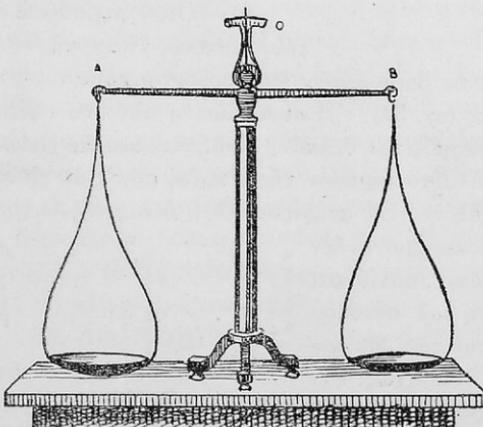
γωνικῶν προισμάτων, τῶν δποίων αἱ ἀκμαὶ εἶναι ἔστραμμέναι πρὸς τὰ



Σχ. 55

ἄνω, παραλλήλως πρὸς τὴν ἀκμὴν τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος. Ἐπὶ τῶν ἀκμῶν τούτων στηρίζονται ἀγκιστροειδεῖς κρεμαστῆρες, ἀπὸ τῶν δποίων ἔξαρτωνται διὰ συρμάτων οἱ δίσκοι. (Αἱ ἀκμαὶ τῶν τριῶν τούτων προισμάτων εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸν δριζόντιον ἐπίπεδον καὶ διευθύνονται καθέτως πρὸς τὸν κατὰ μῆκος ἄξονα τῆς φάλαγγος). Τέ-

λος, εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς φάλαγγος καὶ καθέτως πρὸς αὐτὴν εἶναι προστηλένη μακρὰ βελόνη, ἥτις ταλαντεύεται ἐνώπιον τόξου α, φέροντος χαραγμένας διαιρέσεις. Τὸ τόξον τοῦτο φέρεται ὑπὸ τῆς δρειχαλκίνης στήλης, ἐπὶ τῆς δποίας ὑπάρχουν καὶ αἱ πλάκες χ, ψ, καὶ ἥτις

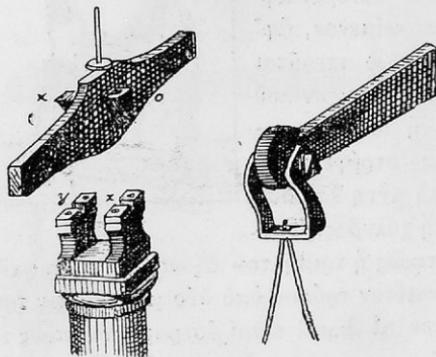


Σχ. 56

στηρίζεται ἐπὶ τῆς τραπέζης διὰ τριῶν ποδῶν μὲν ισοπεδωτικοὺς κοχλίας.

“Οταν ἡ φάλαγξ εἶναι ὁρίζοντιά, ἢ αἰχμὴ τῆς βελόνης ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μέσον τοῦ τόξου, ὅπου εἶναι χαραγμένον Ο.

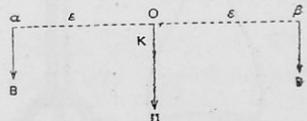
81. Θεωρία τοῦ ζυγοῦ.— α) “Οταν ἡ φάλαγξ εἶναι μόνη, ἄνευ τῶν δίσκων, διατίθεται τοιουτορόπως, ὥστε ἡ κατακόρυφος τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς νὰ συναντᾷ τὸν ἀξονα τῆς στηρίξεως. Διὰ



Σχ. 57

νησίας τῆς ἔξαρτήσεώς των τὰ βάρον αὐτῶν ἐφαρμόζονται πάντοτε εἰς τὰ ἄκρα α καὶ β τῆς φάλαγγος (σχ. 58). Ἡ συνισταμένη τῶν δύο τούτων παραλλήλων δυνάμεων ἐφαρμόζεται λοιπόν, οἵαδήποτε καὶ ἀν εἶναι ἡ θέσις τῆς φάλαγγος, εἰς τὸ αὐτὸν σημεῖον τῆς εὐθείας αβ. Ἐὰν τὸ σημεῖον τοῦτο κεῖται ἐπὶ τοῦ ἀξονος τῆς στηρίξεως Ο, ἡ θέσις τῆς ισορροπίας, τὴν ὅποιαν εἶχεν ἡ φάλαγξ μόνη, δὲν μεταβάλλεται· ἀλλως ἡ φάλαγξ διατίθεται οὕτως, ὥστε ἡ συνισταμένη τοῦ συνόλου τῶν βαρῶν τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων νὰ συναντᾶ τὸν ἀξονα τῆς στηρίξεως. Γενικῶς, ὃ κατασκευαστής φροντίζει, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ εἶναι ὁρίζοντιά εἰς τὴν θέσιν τῆς ισορροπίας καὶ συγχρόνως ἡ βελόνη τὸ δεικνύη τὸ μηδέν. Τοῦτο ἐπιτυγχάνει εὐκόλως, προσθέτων κατάλληλον βάρος εἰς ἕνα τῶν δίσκων ἡ ἔνα τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος.

82. Απλῆ στάθμισις.—Ακρίβεια. Διὰ νὰ σταθμίσωμεν σῶμά τι θέτομεν αὐτὸν ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων, ἐπὶ δὲ τοῦ ἔτερου θέτομεν σταθμά, μέχρις ὅτου ἡ βελόνη δείξῃ τὸ μηδέν, λάβῃ δηλ. τὴν θέ-



Σχ. 58

σιν, τὴν δποίαν εἶχε καὶ ὅτε οἱ δίσκοι ἦσαν κενοί. Ἡ ἔργασία αὗτη, καλουμένη ἀπλῆ στάθμισις, ἡ δποία χρησιμοποιεῖται πάντοτε εἰς τὰς ἐμπορικὰς σταθμίσεις, δίδει τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἐὰν δὲ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής.

Δέγχουεν ὅτι δὲ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ἀν δὲ φάλαγξ αὐτοῦ διατηρῇ τὴν αὐτὴν θέσιν ἰσορροπίας, καὶ ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοὶ καὶ ὅταν φέρουν ἵσα βάρη.

Συνθήκη ἀκριβείας. Ἶγα δὲ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, πρέπει καὶ ἀρκεῖ οἱ βραχίονες Οα καὶ Οβ τῆς φάλαγγος γὰρ εἶναι ἵσοι.

Διότι, ἀν δέσωμεν ἵσα βάρη Β, Β (σχ. 58) εἰς τοὺς δίσκους, ἡ συνισταμένη τῶν βαρῶν τούτων θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ μέσου τῆς αβ καὶ, ἐὰν τὸ σημεῖον τοῦτο (δηλ. τὸ μέσον τῆς αβ) εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς στηρίξεως, ἡ συνισταμένη ἔξουδετοροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὑποστηρίγματος, ἡ δὲ φάλαγξ θὰ διατηρῇ τὴν αὐτὴν θέσιν, τὴν δποίαν εἶχε καὶ ὅτε οἱ δίσκοι ἦσαν κενοί. Θὰ κλίνῃ τοῦνταντίον ἡ φάλαγξ, ἐὰν δὲ ἄξων τῆς στηρίξεως δὲν διέρχεται διὰ τοῦ μέσου τῆς αβ.

Ἐπαλήθευσις τῆς ἀκριβείας. Θέτομεν τὰ φορτία ἐπὶ τοῦ δίσκου οὔτως, ὥστε ἡ βελόνη νὰ λάβῃ τὴν αὐτὴν θέσιν, τὴν δποίαν εἶχε καὶ ὅτε οἱ δίσκοι ἦσαν κενοί, ἐναλλάσσομεν δὲ κατόπιν τὰ φορτία ταῦτα. Ἐὰν δὲ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ἡ βελόνη θὰ ἔλθῃ εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν. Διότι, ἐὰν Οα=Οβ καὶ τὰ φορτία εἶναι ἵσα, ἐναλλάσσοντες τὰ φορτία οὐδόλως μεταβάλλομεν τὴν ἰσορροπίαν τῆς φάλαγγος. Ἀλλ' ἀν π.χ., τοῦ Οβ δόντος μεγαλυτέρου τοῦ Οα, εἴχομεν θέσει εἰς τὸ αφορτίον μεγαλύτερον τοῦ ἐπὶ τοῦ β, κατὰ τὴν ἐναλλαγὴν θὰ δέσωμεν τὸ βαρύτερον σῶμα πρὸς τὸ μέρος τοῦ μεγαλυτέρου βραχίονος καὶ τὸ ἔλαφρότερον πρὸς τὸ μέρος τοῦ μικροτέρου, καὶ ἡ φάλαγξ θὰ κλίνῃ προφανῶς πρὸς τὸ μέρος τοῦ μεγαλυτέρου βραχίονος.

83. Διπλῆ στάθμισις.—"Οταν οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος δὲν εἶναι ἵσοι, δὲ ζυγὸς δὲν εἶναι ἀκριβής. Δυνάμεθα ἐν τούτοις νὰ εῦρωμεν καὶ δι² αὐτοῦ τὸ ἀκριβὲς βάρος, μεταχειριζόμενοι τὴν μέθοδον τοῦ Borda, ἡ δποία καλεῖται μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμίσεως. Πρὸς τοῦτο θέτομεν τὸ σταθμιστέον σῶμα εἰς τὸν ἔνα τῶν δίσκων καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸν διὰ χόνδρων μολύβδου ἢ δι² ἄμμου, τὴν δποίαν θέτομεν εἰς τὸν ἔτερον δίσκον. Κατόπιν ἀφαιροῦμεν ἐκ τοῦ δίσκου τὸ σῶμα καὶ τὸ ἀντικαθιστῶμεν διὰ σταθμῶν, ἔως ὅτου ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν. Τὸ ἀθροισμα τῶν σταθμῶν τούτων παρι-

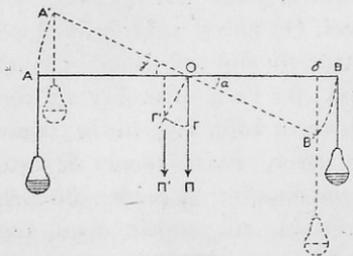
οχι

στῷ τὸ βάρος τοῦ σώματος. Διότι καὶ κατὰ τὰς δύο ταύτας σταθμίσεις τὸ σῶμα καὶ τὰ σταθμὰ ἐνήργησαν διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ βραχίονος, διὰ νὰ ἴσορροπήσουν τὴν αὐτὴν ἀντίστασιν.

84. Εὔαισθησία τοῦ ζυγοῦ.—Λέγομεν ὅτι ζυγός τις εἶναι εὐαίσθητος, ὅταν δεικνύῃ διὰ μεγάλης κλίσεως τῆς φάλαγγος σμικροτάτην διαφορὰν μεταξὺ τῶν βαρῶν, τὰ ὅποια πρόκειται γὰρ συγκρίνωμεν.

Ἡ εὐαίσθησία τοῦ ζυγοῦ εἶναι τόσον μεγαλύτερα:

α) "Οσον οἱ βραχίονες τῆς φάλαγγος εἶναι μικρότεροι. Εἰς τὸ σχῆμα 59 ὑποδέσωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δίσκου ἐτέθη πρόσθετον βάρος β. Τότε ἡ φάλαγξ θὰ λάβῃ νέαν τινὰ θέσιν ἴσορροπίας Α' Β'. Τὸ βάρος β εἶναι ἐφημοισμένον εἰς τὸν μοχλοβραχίονα Οδ. Ἀλλ ὁ βραχίων οὗτος, ὁ δποῖος εἶναι προβολὴ τοῦ ΟΒ' ἐπὶ τοῦ ΟΒ, θὰ εἶναι τόσον μεγαλύτερος, ὅσον ὁ βραχίων τῆς φάλαγγος εἶναι μικρότερος. Ἄρα τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ β αὐδέναται μετὰ τοῦ μήκους τοῦ βραχίονος.



Σχ. 59

β) "Οσον τὸ βάρος τῆς φάλαγγος εἶναι μικρότερον.

γ) "Οσον τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος εἶναι πλησιέστερον πρὸς τὸν ἄξονα τῆς στηρίξεως. Διότι ἡ δύναμις, ἡ δποία ἀντιτίθεται εἰς τὴν κλίσιν τῆς φάλαγγος, εἶναι ἀκριβῶς τὸ βάρος Π τῆς φάλαγγος, ἐφημοισμένον εἰς τὸν μοχλοβραχίονα Ογ, Ογ δὲ εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ ΟΓ' = ΟΓ, ἡ δποία εἶναι τόσον μικρότερα, ὅσον καὶ ἡ ΟΓ εἶναι μικρότερα. Ἄρα, ὅσον αἱ ποσότητες Π καὶ ΟΓ εἶναι μικρότεραι, τόσον ἡ ἀντίστασις εἰς τὴν κλίσιν θὰ εἶναι μικρότερα.

85. Ἀποτελέσματα σταθμίσεων.—Μέτρησις τῆς μάζης. Ο ζυγὸς δεικνύει ἀν τὰ βάρη δύο σωμάτων εἶναι ἵσα εἰς τὸν τόπον, ὅπου γίνεται ἡ στάθμισις. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν στάθμισιν εἰς ἄλλον τόπον, τὰ βάρη τῶν δύο σωμάτων θὰ ἔχουν μεταβληθῆ, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, ἀλλὰ θὰ παραμένουν ἵσα, καὶ ὁ ζυγὸς θὰ δώσῃ τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα. Τοῦτο δεικνύει ὅτι αἱ μᾶζαι τῶν δύο σωμάτων εἶναι ἵσαι. Διότι, ἐὰν μ καὶ μ' αἱ μᾶζαι αὐτῶν, Β καὶ Β' τὰ βάρη, γ δὲ ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἰς τὸν τόπον ὅπου ενδί-

σχήμα

σκονται, θὰ ἔχωμεν $B = \mu g$ καὶ $B' = \mu' g$. Καὶ ἐάν, ἐπειδὴ ὁ ζυγὸς ἵσορροπεῖ, $B = B'$, θὰ εἶναι καὶ $\mu g = \mu' g$, ἀλλα καὶ $\mu = \mu'$. Εἰς ἄλλον τόπον, ὅπου ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἶναι g_1 , τὰ βάρη B καὶ B' θὰ λάβουν τὰς τιμὰς B_1 καὶ B'_1 , τοιαύτας, ὥστε $B_1 = \mu g_1$ καὶ $B'_1 = \mu' g_1$. Καὶ ἐάν $\mu = \mu'$, τότε καὶ $B_1 = B'_1$. Διὰ τοῦτο ὁ ζυγὸς δίδει τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα. "Ἐν πρῶτον συμπέρασμα εἶναι, ὅτι, ὅταν κατασκευάζωμεν σταθμά, 1 π. χ. γρ., ἀναζητοῦμεν διὰ τοῦ ζυγοῦ μᾶζαν λευκοχρύσου, ἥτις νὰ ἔχῃ τὸ αὐτὸν βάρος μὲ ἔνα κυβικὸν δάκτυλον ὑδάτος 4°. "Εχει λοιπὸν τοῦτο τὴν αὐτὴν μᾶζαν, ἐν γραμμάριον. Δηλ. οἱ ἐπὶ τῶν σταθμῶν ἀριθμοὶ παριστοῦν τὴν μᾶζαν αὐτῶν. Ὁ ζυγός, ὅστις δίδει διὰ δοθὲν σῶμα τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα, δποιοσδήποτε καὶ ἀν εἶναι ὁ τόπος εἰς τὸν δποῖον γίνεται ἡ στάθμισις, μετρεῖ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος τούτου (ποσὸν ἀμετάβλητον) καὶ ὅχι τὸ βάρος του, τὸ ὅποιον μεταβάλλεται μετὰ τοῦ τόπου. Διὰ νὰ εὑρωμεν τὸ βάρος, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἔντασιν g τῆς βαρύτητος εἰς τὸν τόπον ὅπου εὑρισκόμεθα. Τὸ βάρος ὑπολογίζεται τότε εἰς δύνας διὰ τοῦ τύπου :

$$B = \mu g.$$

οξ/86. Πυκνότητες. Εἰδικὰ βάρη.—"Ολα τὰ σώματα ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὅγκον δὲν ἔχουν τὴν αὐτὴν μᾶζαν. Πυκνότης ἡ εἰδικὴ μᾶζα σώματος δμοιομεροῦς εἶναι ἡ μᾶζα αὐτοῦ κατὰ μονάδα ὅγκου. Πυκνότης οὐσίας τινὸς εἶναι λοιπὸν τὸ βάρος εἰς γραμμάρια ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου ἐκ τῆς οὐσίας ταύτης. Ἐὰν δὴ πυκνότης τοῦ σώματος καὶ ο δόγκος του, ἡ μᾶζα αὐτοῦ θὰ εἶναι $M = Od$.

Καλοῦμεν εἰδικὸν βάρος οὐσίας τινὸς τὸ βάρος εἰς δύνας ἢ τὸ ἀπόλυτον βάρος ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου τῆς οὐσίας ταύτης. Τὸ εἰδικὸν βάρος σώματος πυκνότητος δε εἶναι δg.

Ἡ πυκνότης ἐνὸς σώματος εἶναι ἀμετάβλητος, ἀλλὰ τὸ εἰδικόν του βάρος μεταβάλλεται, δπως καὶ τὸ g , μετὰ τοῦ τόπου τῆς παρατηρησεως. Ἡ πυκνότης τοῦ καθαροῦ ὑδατος εἰς 4 βαθμοὺς εἶναι πανταχοῦ 1' τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος εἶναι 981 δύναι περίπου.

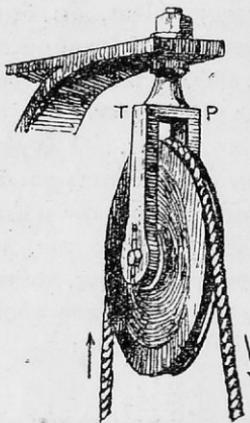
Ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἰς 0° εἶναι 13,59· τὸ εἰδικόν του βάρος εἰς 0° εἶναι 13,59.981.

Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τὰ εἰδικὰ βάρη (dg καὶ $d'g$) εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς πυκνότητας.

~~ΦΑ~~
ΤΡΟΧΑΛΙΑΙ, ΠΟΛΥΣΠΑΣΤΑ, ΒΑΡΟΥΛΚΟΝ

87. Τροχαλίαι.—‘Η τροχαλία είναι δίσκος ξύλινος ή μετάλλινος, δ όποιος φέρει καθ’ δλην τὴν περιφέρειάν του αὐλακα, διὰ τῆς δόποιας διέρχεται σχοινίον ή ἄλυσις.

‘Ο δίσκος οὗτος δύναται νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως περὶ ἄξονα,

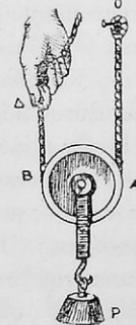


Σχ. 60

δ όποιος διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ εἶναι κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου αὐτοῦ. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἄξονος τούτου στηρίζονται εἰς τὰ δύο σκέλη ἐπικαμποῦς στελέχους TP, τὸ δόποιον λέγεται τροχαλιοθήκη (σχ. 60).

88. Παγία τροχαλία.—‘Η τροχαλία λέγεται παγία, ὅταν ή τροχαλιοθήκη στερεοῦται ἀκλονήτως εἰς ἓν σημεῖον (σχ. 60). Εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν τὸ σῶμα, τὸ δόποιον πρόσκειται νὰ ἀνυψώσωμεν (ἀντίστασις), προσδένεται εἰς τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σχοινίου, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἐφαρμόζεται ή δύναμις. Τοιούτοις πρόπτως η παγία τροχαλία είναι μοχλὸς πρώτου εἴδους, εἰς τὸν δόποιον ὑπομοχλιον μὲν είναι δ ἄξων O, βραχίων ίης δυνάμεως ή ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ ἑνὸς σχοινίου καὶ μοχλοβραχίων τῆς ἀντίστασεως ή ἀπόστασις τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ ἄλλου σχοινίου. Ἐὰν εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ σχοινίου κρεμάσωμεν ἵσα βάρη, θὰ ἴδωμεν ὅτι ταῦτα ἴσορροποῦν (διότι οἱ βραχίονες είναι ἵσοι ὡς ἀκτίνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου).’ Αρα εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν ή δύναμις είναι ἵση μὲ τὴν ἀντίστασιν, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι εὐκολυνόμθα εἰς τὸ νὰ ἀνυψώνωμεν διάφορα ἀντικείμενα. Ἐπίσης ἔχομεν τὸ πλεονέκτημα ὅτι ή δύναμις ἐνεργεῖ ἐκ τῶν ἀνω πρὸς τὰ κάτω. Π.χ. διὰ νὰ ἀντλήσωμεν ὕδωρ ἀπὸ φρέατ, είναι εὐκολώτερον μὲ τὴν τροχαλίαν νὰ σύρωμεν τὸ σχοινίον ἐκ τῶν ἀνω πρὸς τὰ κάτω, ἀντὶ νὰ ἀναβιβάζωμεν τὸ πλῆρος ὕδατος δοχεῖον, σύροντες τὸ σχοινίον ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἀνω.

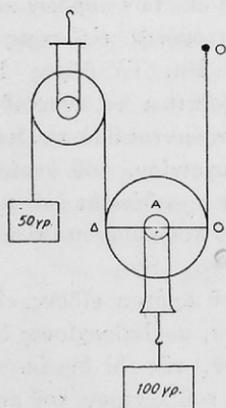
89. Κινητή τροχαλία.—‘Η κινητὴ τροχαλία (σχ. 61) διαφέρει ἀπὸ τὴν παγίαν κατὰ τὸ ὅτι δ ἄξων αὐτῆς μετατίθεται, ὅταν ή τροχαλία στρέφεται. Εἰς τὴν κινητὴν τροχαλίαν τὸ ἓν ἄκρον τοῦ σχοινίου



Σχ. 61

προσδένεται εἰς ἐν σταθερὸν σημεῖον, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἄκρον ἐνεργεῖ ἡ δύναμις ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἀνώ. Ἡ ἀντίστασις, δηλ. τὸ βάρος τὸ δποῖον προκείται νὰ ἀνυψώσωμεν, κρέμαται δι' ἀγκίστρου ἀπὸ τοῦ ἄκρου τῆς τροχαλιοθήκης.

Ἐάν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ σχοινίου διαβιβάσωμεν διὰ τῆς αὐλακοῦ παγίας τροχαλίας (σχ. 62), ἵνα μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως (ἢ ἔντασις αὐτῆς, ὡς εἴπομεν ἀνωτέρῳ, μένει ἢ αὐτῇ) καὶ κρεμάσωμεν εἰς τὸ ἐλεύθερον μὲν ἄκρον τοῦ σχοινίου βάρος 50 γρ., εἰς δὲ τὸ ἀγκιστρὸν βάρος 100 γρ. Θὰ ἴδωμεν ὅτι τὰ δύο βάρη ἴσορροποτοῦν.



Σχ. 62

"Ἄρα εἰς τὴν κινητὴν τροχαλίαν ἡ δύναμις ἡ ἴσορροποιοῦσα τὴν ἀντίστασιν εἶγαι τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως, ὅταν τὰ νήματα εἶγαι παράλληλα, ὅπως εἰς τὰ ἔγαντι σχήματα.

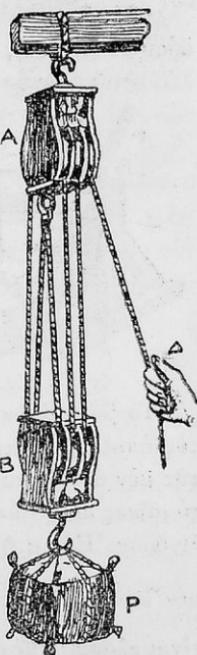
90. Πολύσπαστον.—Τὸ πολύσπαστον εἶναι συνδυασμὸς κινητῶν καὶ παγίων τροχαλιῶν.

Τὸ σχῆμα 63 παριστᾶ πολύσπαστον. Τοῦτο ἀπο-

τελεῖται ἀπὸ δύο τροχαλιοθήκας, ἑκάστη τῶν δποίων φέρει ἵσον ἀριθμὸν τροχαλιῶν περιστρεφομένων περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρᾳ παγίᾳ τροχαλιοθήκῃ φέρει πρὸς τὰ κάτω δακτύλιον, εἰς τὸν δποῖον προσδένεται τὸ σχοινίον. Τοῦτο κατεργάμενον περιβάλλει τὴν αὐλακὰ τῆς πρώτης κινητῆς τροχαλίας, ἐπειτα δὲ ἀνεργάμενον περιβάλλει τὴν αὐλακὰ τῆς πρώτης παγίας τροχαλίας· κατεργάμενον, περιβάλλει τὴν αὐλακὰ τῆς δευτέρας κινητῆς καὶ οὕτω καθεξῆς, ἐξέρχεται δὲ τέλος ἐκ τῆς τελευταίας τῶν παγίων τροχαλιῶν.

Εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις.

Ἐάν ἑκάστη τροχαλιοθήκη ἔχῃ π. χ. τρεῖς τροχαλίας, ἐπειδὴ τὸ βάρος διαινέμεται εἰς $2 \times 3 = 6$ σχοινία, ἑκαστὸν σχοινίον θὰ ὑφίστα-

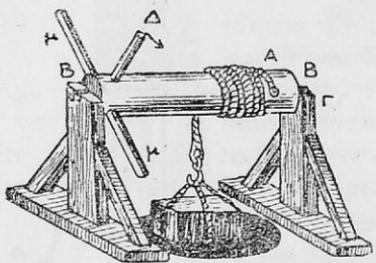


Σχ. 63

ταὶ πίεσιν ἵσην μὲ τὸ 1/6 τῆς ἀντιστάσεως, ἐπομένως καὶ ἡ δύναμις, ἢ ὅποια θὰ ἴσορροπῇ τὴν ἀντίστασιν, θὰ εἶναι τὸ 1/6 ταύτης.

Ἐὰν ἑκάστη τροχαλιοθήκῃ φέρῃ 4 τροχαλίας, ἢ δύναμις θὰ εἶναι τὸ $\frac{1}{2 \times 4} = \frac{1}{8}$ τῆς ἀντιστάσεως P' καὶ γενικῶς, ἐὰν 2.v δὲ διλικὸς ἀριθμὸς τῶν τροχαλιῶν τοῦ πολυσπάστου, $\Delta = \frac{P}{2.v}$.

91. Βαροῦλκον.—Τὸ βαροῦλκον ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ κυλίνδρου A (σχ. 64), κινητοῦ περὶ ἄξονα δριζόντιον BB στηριζόμενον ἐπὶ δύο σταθερῶν ύποστηριγμάτων. Διὰ τῶν φρέσκων μμ ἔξασκουμεν δύναμιν Δ κάθετον ἐπὶ τῶν φρέσκων καὶ συνεπῶς ἐφαπτομένην εἰς περιφέρειαν ἀκτίνος Bμ. Τὸ βάρος P, τὸ ὅποιον πρόκειται νὰ ἀνυψωθῇ (ἀντίστασις), κρέμαται ἀπὸ τὸ ἔλευθερον ἄκρον σχοινίου, τοῦ ὅποιον τὸ ἄλλο ἄκρον προσδένεται ἐπὶ μικροῦ δακτυλίου στερεωμένου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 64

Τὸ βαροῦλκον δύναται νὰ θεωρηθῇ μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὅποιον τὸ υπομόχλιον μὲν εἶναι εἰς τὸν ἄξονα, μοχλοβραχίονες δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως εἶναι ἡ ἀκτὶς τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμεως τὸ μῆκος μιᾶς τῶν φρέσκων μμ λογιζόμενον μέχρι τοῦ κέντρου τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν αἱ ἀκτὶς τοῦ κυλίνδρου καὶ A ἡ ἀκτὶς Bμ, διὰ νὰ ἔχω μὲν ἴσορροπίαν, πρέπει $\frac{\Delta}{P} = \frac{a}{A}$ καὶ $\Delta = P \frac{a}{A}$, ἥτοι ἡ δύναμις θὰ εἶναι κλάσμα τῆς ἀντιστάσεως, ἐκφραζόμενον ὑπὸ τοῦ λόγου τῆς ἀκτίνος τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς περιφερείας τῆς διαγραφομένης ὑπὸ τοῦ ἄκρου τοῦ στροφάλου.

Προβλήματα.

1ον. Τὸ ἄκρον κανόνος μήκους 80 ἑκ. στηρίζομεν ἐπὶ σταθεροῦ σημείου, εἰς τὸ ἄλλο δὲ ἄκρον κρεμῶμεν βάρος 50 γρ. καὶ ἴσορροποῦμεν τὸ σύστημα ἕκρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς τὸν κανόνα ἀπό τυros σημείου ἀπέχοντος 20 ἑκ. ἀπὸ τοῦ σταθεροῦ σημείου. Ποίαν δύναμιν καταβάλλει ἡ χείρ μας; (Τὸ βάρος τοῦ κανόνος δὲν ὑπολογίζεται).

Καρδικά Σήματα.

2ον. Ποίαν δύναμιν θὰ καταβάλωμεν διὰ νὰ ίσορροπήσωμεν τὸ ἀνωτέρῳ βάρος τῶν 50 γρ., ἐὰν ἐναλλάξωμεν τὴν θέσιν τοῦ βάρους καὶ τῆς χειρός μας;

3ον. Εἰς τὸ ἄκρον μοχλοῦ ΑΑ πρώτου εἴδους, μήκους 1 μέτρου, καὶ τοῦ ὅποίου τὸ βάρος δὲν ὑπολογίζεται, ἐνεργεῖ δύναμις 50 γρ., τῆς ὅποίας ἡ διεύθυνσις σχηματίζει μετὰ τοῦ μοχλοῦ γωνίαν 150°. Εἰς τὸ ἔτερον ἄκρον κρέμαται βάρος 800 γρ., καὶ ὁ μοχλὸς ἴσορροπεῖ δρι-
ζοτίτικος. Ζητεῖται ἡ ἀπόστασις τοῦ ὑπομοχλίου ἀπὸ τῆς ἀντιστάσεως.

4ον. Ἐπὶ τῆς ἀκμῆς Ο μαχαιρίου τίθεται δριζοτίτικος κανὼν ΑΒ μήκους Δ καὶ βάρους Λ, εἰς τὰ δύο δὲ αὐτοῦ ἄκρα κρέμανται δύο σώματα, βάρους Η καὶ Κ. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ θέσις τοῦ Ο, ἵνα ὁ κανὼν
ίσορροπῇ δριζοτίτικως. Κ>Η.

5ον. Εἰς ζυγὸν μὴ ἀκριβῆ δὲ εἰς βραχίων αἱ περιέχει τοῦ ἄλλου β
κατὰ τὸ 0,01 τοῦ β. Ἐμπορός τις κάμνει 100 ζυγίσεις τοῦ ἐνὸς χιλι-
ογράμμου, θέτων τὸ πρός ζύγισιν σῶμα ἐναλλάξ εἰς τὸν ἔνα δίσκον καὶ
εἰς τὸν ἄλλον. Ποῦντον εἶναι τὸ κέρδος ἢ ἡ ζημία τοῦ ἐπὶ τοῦ παραδι-
δομένου ἐμπορεύματος;

οχι

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΠΑΣΚΑΛ

N A

ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

92. Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν ὑγρῶν.—Τὰ ὑγρὰ χαρακτηρίζονται διὰ τῆς εὐκολίας, μετὰ τῆς δροίας τὰ μόριά των δύνανται νὰ διασθαίνουν ἐπ⁵ ἄλλήλων. Διὰ τοῦτο λέγονται καὶ ζευστά. Τὰ ὑγρὰ εἶναι πολὺ δλίγον συμπιεστά. Ἡ ἐλάττωσις τοῦ ὅγκου, τὴν δροίαν ὑφίστανται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν ἴσχυροτάτων πιέσεων, εἶναι ἀνεπαίσθητος. Ἀναλαμβάνουν δ⁵ ἀμέσως τὸν ἀρχικὸν αὐτῶν ὅγκον, μόλις ἡ συμπιεσις παύσῃ γὰρ ἐνεργῆ. Διὰ τοῦτο λέγομεν ὅτι τὰ ὑγρὰ εἶναι τελείως ἐλαστικά. Εἰς τὴν σπουδὴν τῶν ὑγρῶν παραδεχόμεθα ὅτι ἡ ζευστότης των εἶναι τελεία καὶ ὅτι εἶναι ἐντελῶς ἀσυμπίεστα, ἢν καὶ οὐδὲν ὑγρὸν ἔχει ἀκριβῶς τὰς ἰδιότητας ταύτας.

N A
93. "Ἐννοια τῆς πιέσεως."—"Οταν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος, ἔξασκετ ἐπὶ τούτου δρισμένην δύνην, ἡ δροία παρίσταται διὰ τοῦ βάρους του.

Θεωρήσωμεν, διὰ τὸ ἀπλούστερον, μίαν σφαῖραν, ἡ δροία στηρίζεται ἐπὶ ὁρίζοντίου ἐπιπέδου· ἡ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι δύναμις κατακόρυφος, ἡ δροία παριστᾶ τὸ βάρος. Β τῆς σφαῖρας. Ἐπειδὴ τοῦτο ἴσορροπεῖ, εἶναι φανερὸν ὅτι ἔξουδετεροῦται ὑπὸ μιᾶς ἄλλης δυνάμεως ἵσης καὶ ἀντιμέτου φορᾶς, ἡ δροία ἀντίστεται ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου.

Ἐάν τὸ σῶμα, ἀντὶ νὰ στηρίζεται δι⁵ ἐνὸς σημείου δπως ἡ σφαῖρα, ἔγη βάσιν δριζοντίαν ἐμβαδοῦ ε, τελείως ἐφηρμοσμένην ἐπὶ τοῦ ὑπο-

OX

στηρίγματος, τὸ βάρος Π θὰ διανεμηθῇ ἐφ[°] ὅλης τῆς βάσεως ταύτης. Εἰς τὴν περίπτωσιν ἵσης διανομῆς τοῦ βάρους Π, ἔκαστον σημεῖον τοῦ σώματος θὰ μεταβιβάσῃ ἐν ἵσον μέρος τοῦ βάρους εἰς τὸ ὑποστήριγμα καὶ ἐκάστη μονὰς ἐπιφανείας τοῦ ὑποστηρίγματος θὰ δεχθῇ ποσότητα ἐκ τῆς δυναμεως ταύτης $\pi = \frac{\Pi}{\varepsilon}$.

Τὴν ποσότητα ταύτην π τῆς δυγάμεως, τῆς ἐξασκουμένης ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, καλοῦμεν πίεσιν. X

ΟΧ. 94. Πιέσεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου καὶ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ύγρῶν.—Τὰ ὑγρὰ εἶναι βαρέα, ἐξασκοῦν δὲ διὰ τοῦ βάρους τῶν πιέσεις ἐπὶ τῶν πυθμένων τῶν δοχείων ἐντὸς τῶν δοπίων περιέχονται. Καὶ τὰ ἀνώτερα ἐπίσης μέρη τῶν ύγρῶν ἐπιφέρουν πιέσεις ἐπὶ τῶν κατωτέρων, αἱ κατακόρυφοι δὲ αὗται πιέσεις, λόγῳ τῆς οευστότητος τοῦ οὕτω συμπιεζομένου ύγρου, δημιουργοῦν πιέσεις πλαγίας ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Ἡ ὑπαρξίας τῶν πιέσεων τούτων ἀποδεικνύεται, ἐὰν ἀνοίξωμεν ἐπὶ τοῦ τοιχώματος δόπας, διὰ τῶν δοπίων ἀναπηδᾶ τὸ ὑγρόν, οἰαδήποτε καὶ ἐὰν εἶναι τῶν δόπων τούτων ἡ θέσις. Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι ἡ διεύθυνσις τῆς ἀναπηδήσεως τοῦ ύγρου πλησίον τῶν τοιχωμάτων, προτοῦ δηλ. ἡ βαρύτης τὴν παρεκκλίνη, εἶναι κάθετος ἐπὶ τούτων. Συνάγομεν ὅθεν ὅτι ἡ πίεσις εἶναι κάθετος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων.

Εἰς ἐν σημεῖον οἰονδήποτε ἐντὸς τοῦ ύγρου δυνάμεθα, χωρὶς ἡνὰ μεταβάλωμεν τὴν ἰσορροπίαν, νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι ὑπάρχει ἐν στερεὸν ἐπίπεδον. Ἐπειδὴ τοῦτο ἰσορροπεῖ, πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τούτου ἐξασκοῦνται πιέσεις ἵσαι καὶ ἀντίθετοι. Συνεπῶς εἰς ἔκαστον σημεῖον τὸ ύγρὸν ὑφίσταται, καθ[°] ὅλας τὰς φρούρias, πιέσεις ἵσαις καὶ ἀντιθέτους ἀνὰ δύο.

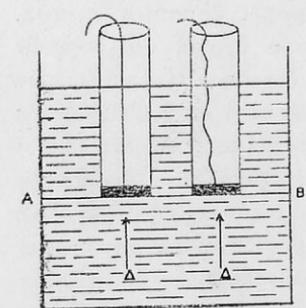
95. Ὁμαλότης τῆς πιέσεως ἐπὶ ὄριζοντίου ἐπιπέδου.—Λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον, τοῦ δοπίου τὸ κατώτερον ἄνοιγμα κλείεται διὰ λεπτοῦ ὑάλινου δίσκου. Ὁ δίσκος οὕτος διατηρεῖται προστηλωμένος ἐπὶ τοῦ ἀνοίγματος διὰ νήματος προσδεδεμένου εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ. Βυθίζομεν τὸν σωλῆνα κατακορύφως εἰς τὸ ὕδωρ οὕτως, ὅτε δίσκος νὰ εὑρίσκεται ἐπὶ δριζοντίου ἐπιπέδου οἰονδήποτε AB, καὶ ἀφίνομεν τὸ νῆμα. Ὁ δίσκος παραμένει προστηλωμένος ἐπὶ τοῦ σωλῆνος, ἔνεκα τῆς πιέσεως τῆς ἐξασκουμένης ὑπὸ τοῦ ύγρου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 65). Τὴν πίεσιν ταύτην καλοῦμεν ἄνωσιν.

Ἐὰν χύσωμεν ἥριόν τοῦ ἕντὸς τοῦ σωλῆνος, δίσκος θὰ ἀποσπασθῇ, δταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὄργανου θὰ εὐρίσκεται καὶ ἔντὸς καὶ ἔκτὸς τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου. Ἡ πίεσις τότε, τὴν δοτίαν ἐπιφέρει ἡ στήλη τοῦ ἕντὸς τοῦ σωλῆνος ὄργανου, μετρεῖ τὴν πίεσιν Δ, τὴν δοτίαν ὑφίσταται ἐπιφάνεια τοῦ ἐπιπέδου AB ἵση μὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου.

Σημείωσις. Ἐπειδή, κατὰ τὸν ὀρισμόν, ἡ πίεσις μετρεῖται διὰ τῆς δυνάμεως, ἡ δοτία ἔξασκεται ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν δτι ὁ κύλινδρος ἔχει τομὴν 1 τετρ. ἑκατ. Ἐὰν υἱός τῆς ἕντὸς τοῦ σωλῆνος στήλης τοῦ ὄργανου, τότε ὁ ὅγκος τοῦ ὄργανου θὰ εἴναι 1. u = u κυβ. ἑκατ. Συνεπῶς τὸ βάρος αὐτοῦ, δηλ. ἡ ἄνωσις, θὰ ισοῦται μὲν υ γραμμάρια. Ἐὰν

πρόκειται περὶ ἄλλου ὑγροῦ, τοῦ δοτίου ή πυκνότης εἴναι δ, τότε: ἄνωσις = u. d.

Ἐὰν μεταθέσωμεν τὸν σωλῆνα οὕτως, ὥστε δίσκος νὰ μένῃ πάντοτε εἰς τὸ ἐπιπέδον AB, παρατηροῦμεν δτι ἀποσπᾶται πάντοτε ὑπὸ τὴν πίεσιν τῆς αὐτῆς στήλης ὄργανου. Συνεπῶς: ἐντὸς ὑγροῦ ισορροποῦτος, ἐπιφάνειαι λαμβαγόμεναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζούτοις ἐπιπέδου ὑφίστανται τὴν αὐτὴν πίεσιν (ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας κατὰ τὸν ὀρισμόν).



Σχ. 65

Ἀντιστρόφως, πᾶν ἐπίπεδον ἐντὸς ισορροποῦντος ὑγροῦ, εἰς τὸ δοτίον ἵσαι ἐπιφάνειαι πιέζονται ἔξι ἵσου, εἴναι ὀριζόντιον. Ἐπίσης ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ, δηλ. ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὄργανου, ἡ δοτία ἐφάπτεται τῆς ἀτμοσφαίρας, εἴναι εἰς μικρὰν ἔκτασιν ἐπίπεδον ὀριζόντιον, διότι ὑφίσταται εἰς δύλα αὐτῆς τὰ σημεῖα τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἥτις εἴναι ἡ ἀτμοσφαιρική.

Διὰ νὰ ἐπαληθεύσωμεν τοῦτο πειραματικῶς, φέρομεν νῆμα τῆς στάθμης ὑπερόπλω δοχείου περιέχοντος ὄργανο καὶ ἀφίνομεν νὰ βυθισθῇ ἡ μᾶζα, ἡ δοτία κρέμαται ἐκ τοῦ νήματος (σχ. 66). Ὁταν τὸ νῆμα τοῦτο ισορροπήσῃ, πλησιάζομεν γνώμονα οὕτως, ὥστε ἡ μικρὰ τούτου πλευρὰ νὰ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὄργανου. Παρατηροῦμεν τότε δτι τὸ νῆμα ἀκολουθεῖ ἀκριβῶς τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγάλης πλευ-

ρᾶς τῆς δροθῆς γωνίας. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὴν ἐπαλήθευσιν ταύτην καὶ κατὰ πᾶσαν ἄλλην διεύθυνσιν καὶ μὲ οἰονδήποτε ὑγρόν, δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ ἐν ἴσορροπίᾳ εἶναι ἐπίπεδον ὁρίζοντιον.

96. Μεταβολαι τῆς πιέσεως μετά τοῦ βάθους.—Ἐὰν βυθίσωμεν διαδοχικῶς τὸν σωλῆνα μὲ τὸν δίσκον εἰς δύο διάφορα βάθη ὑγροῦ εὐρισκομένου ἐν ἴσορροπίᾳ καὶ ἐπαναλάβωμεν ἐκάστην φοράν τὸ προηγούμενον πείραμα, διαπιστοῦμεν ὅτι ἡ πίεσις αὐξάνεται μετὰ τοῦ βάθους. Ἐὰν δὲ προσδιορίσωμεν τὰς πιέσεις εἰς δύο διάφορα βάθη, συνάγομεν τὸ ἐπόμενον θεμελιώδες θεώρημα :

Ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων εἰς δύο σημεῖα ὑγροῦ εὑρισκομένου ἐν ἴσορροπίᾳ μετρεῖται διὰ τοῦ βάρους στήλης ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου, ἥτις ἔχει ὡς βάσιν μὲν ἐν τετραγωνικὸν ἐκατοστόμετρον καὶ ὡς ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο σημείων.

Σημεῖοι τοῦ πιέρατον εἰς τὸ κατώτερον σημεῖον εὐρισκόμενον εἰς βάθος v' , π' ἡ πίεσις εἰς τὸ ἀνώτερον εὐρισκόμενον εἰς βάθος v'' , καὶ δὴ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi = v' \delta \text{ καὶ } \pi' = v'' \delta,$$

$$\text{συνεπῶς } \pi - \pi' = v' \delta - v'' \delta \quad \text{ἢ} \quad \pi - \pi' = \delta(v' - v'').$$

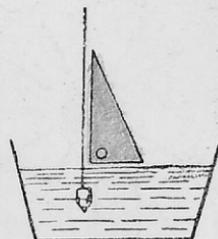
Καί, ἐὰν θέσωμεν $v' - v'' = u$, θὰ ἔχωμεν $\pi - \pi' = u\delta$.

Ἄριθμοι τικαὶ ἐφαρμογαὶ.—α) Ποία ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων εἰς δύο ἐντὸς τοῦ ὑδατος σημεῖα, τῶν δποίων ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις εἶναι 1 μέτρον;

Ἐχομεν $u = 100$ ἑκατ. καὶ $\delta = 1$. Ἀρα $\pi - \pi' = 100$ γρ. κατὰ τετραγ. ἑκατ.

β) Ποία κατακόρυφος ἀπόστασις πρέπει νὰ χωρίζῃ δύο σημεῖα ἐντὸς ὑδραργύρου ($\delta = 13,6$); διὰ νὰ παρουσιάζουν διαφορὰν πιέσεως 1 γρ. (κατὰ τετρ. ἑκατ.).

$$\text{Θὰ ἔχωμεν: } \pi - \pi' = u\delta \text{ καὶ } u = \frac{\pi - \pi'}{\delta} = \frac{1000}{13,6} = 73,5 \text{ ἑκ.}$$

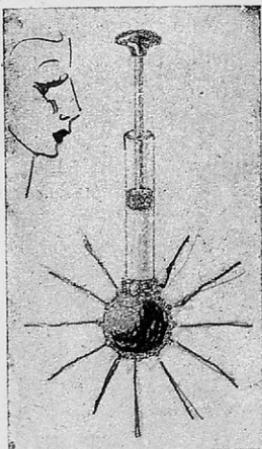


Σκ. 66

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΠΑΣΚΑΛ

97. Ἀρχὴ τοῦ Πασκάλ.—Μία σημαντικὴ ἰδιότης τῶν ὑγρῶν εἶναι ὅτι μεταδίδουν τὰς πιέσεις τὰς ἔξασκουμένας ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὗτῶν.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν τὴν μετάδοσιν τῶν πιέσεων, χρησιμοποιοῦμεν σφαῖραν κούλην, τῆς δοπίας ἡ ἐπιφάνεια φέρει δπάς μικρὰς καθ' ὅλην αὐτῆς τὴν ἔκτασιν. Ἡ σφαῖρα αὕτη εἶναι συνδεδεμένη μετὰ κυλινδρικοῦ σωλῆνος, ἐντὸς τοῦ δποίου δύναται νὰ κινήται ἐμβολεὺς ἐφαρμοζόμενος ὑδατοστεγῶς (σχ. 67). Εάν, ἀφοῦ πληρώσωμεν τὴν σφαῖραν καὶ μέρος τοῦ σωλῆνος μὲ νῦδωρ, πιέσωμεν τὸν ἐμβολέα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ νῦδωρ ἐκτοξεύεται μετὰ δυνάμεως ἐξ ὅλων τῶν δπῶν συγχρόνως. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν ὅτι τὰ ὑγρὰ μεταδίδονται τὰς πιέσεις, καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

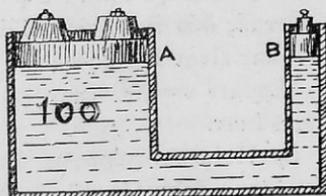


Σχ. 67

Θεωρήσωμεν ἡδη σύστημα δύο κατακορύφων σωλήνων κυλινδρικῶν συγκοινωνούντων δι' δριζοντίου σωλῆνος, τῶν δποίων δ εἰς ἔχει τομὴν 100 φορᾶς μεγαλυτέραν ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ ἄλλου. Ἀφοῦ πληρώσωμεν αὐτὸ μὲ νῦδωρ μέχρι τινός, κλείσιμεν τοὺς κυλίνδρους δι' ἐμβολέων Α καὶ Β (σχ. 68). Οἱ ἐμβολεῖς οὗτοι ἐφαρμοζοῦνται ὑδατοστεγῶς ἐπὶ τῶν κυλίνδρων, ἀποτελοῦνται ἐκ τῆς αὐτῆς ουσίας, ἔχουν τὸ αὐτὸ πάχος καὶ βάσεις ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους. Ἐὰν κατόπιν ἐπιφέρωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως Β οιανδήποτε πίεσιν, π. χ. ἐὰν θέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ βάρος 10 γρ., θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν τὸν ἐμβολέα Α νῦψωθῇ, θὰ χρειασθῇ νὰ θέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ βάρος 1000 γραμ. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ πίεσις μετεδόθη ὀλόκληρος ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως Α (διότι, ἐὰν Ε ἡ τομὴ τοῦ ἐμβολέως Β, θὰ ἔχωμεν:

$$\text{πίεσις ἐπὶ τοῦ } B = \frac{10}{E}, \text{ πίεσις ἐπὶ τοῦ } A = \frac{1000}{100E} = \frac{10}{E}.$$

Ἐκ τῶν παρατηρήσεων τούτων δ Πασκᾶλ συνήγαγε τὴν ἔξης



Σχ. 68

ἀρχήν : Πᾶσα πίεσις, ἢ ὅποια ἐπιφέρεται καθέτως ἐπὶ μέρους τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ εύρισκομένου ἐν ίσορροπίᾳ ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, μεταδίδεται ἀκεραία εἰς πᾶσαν ίσην ἐπιφάνειαν λαμβανομένην ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ.

 Ἐκ τῆς ἀρχῆς ταύτης προκύπτει ὅτι ἐπιφάνεια διπλασία, τριπλασία τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας θὰ δεχθῇ πίεσιν διπλασίαν, τριπλασίαν. Γενικῶς, ἐὰν Δ ἡ πίεσις, ἢ ὅποια ἔξασκεῖται καθέτως ἐπὶ ἐπιφανείας Ε ὑγροῦ εύρισκομένου ἐν ίσορροπίᾳ ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου (τὸ ὑγρὸν ὑποτίθεται ἀπηλλαγμένον τῆς ἐπιδράσεως τῆς βαρύτητος), καὶ Δ' ἡ πίεσις, τὴν ὅποιαν δέχεται ἐπιφάνεια οἰαδήποτε Ε' τοῦ δοχείου, θὰ ἔχωμεν :

$$\frac{\Delta'}{\Delta} = \frac{E'}{E} \quad \text{ἢ} \quad \Delta' = \Delta \cdot \frac{E'}{E}.$$

Ἡ ἀρχὴ τοῦ Πασκάλ μᾶς παρέχει συνεπῶς μέσον πολλαπλασιασμοῦ τῶν δυνάμεων.

Ἡ σπουδαίοτέρα ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς ταύτης εἶναι τὸ **ύδραυλικὸν πιεστήριον**.

 Σημείωσις. Ἐπειδὴ τὰ ὑγρὰ ἔχουν βάρος εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀποδείξωμεν ἀκριβῶς διὰ τοῦ πειράματος τὴν ἀρχὴν τοῦ Πασκάλ. Δυνάμεθα ἐν τούτοις νὰ τὴν ἀποδείξωμεν κατὰ προσέγγισιν, ὅταν αἱ πιέσεις αἱ διφειλόμεναι εἰς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ δὲν λαμβάνωνται ὑπὸ ὅψιν ἀπέναντι πολὺ μεγαλυτέρων πιέσεων ἔξασκουμένων ἔξωτερικῶς ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ. Ἀλλοῦ ὅταν αἱ πιέσεις αὗται δὲν διαφέρουν πολὺ ἀπὸ τὰς πιέσεις, αἱ ὅποιαι ἔξασκοῦνται ἔξωτερικῶς, τότε ἡ πίεσις, τὴν ὅποιαν δέχεται μέρος τῶν τοιχωμάτων, εἶναι τὸ ἀθροισμα τῆς πιέσεως τῆς προερχομένης ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ καὶ τῆς ἔξωτερικῶς ἐπιφερομένης πιέσεως. Δυνάμεθα τότε νὰ εἴπωμεν ὅτι, ἐὰν μέρος τῶν τοιχωμάτων ὑφίσταται αὔξησις πιέσεως, ἡ αὔξησις αὕτη μεταδίδεται ἀκεραίᾳ καθὼς ὥλας τὰς διευθύνσεις. Ἀλλωστε ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων εἰς δύο σημεῖα τοῦ ὑγροῦ προέρχεται ἐκ τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος.

98. **Υδραυλικὸν πιεστήριον.**—Τὰ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι συσκευή, διὰ τῆς ὅποιας δυνάμεθα νὰ ἐπιφέρωμεν πολὺ μεγάλας πιέσεις, χρησιμοποιοῦντες δυνάμεις σχετικῶς μικράς.

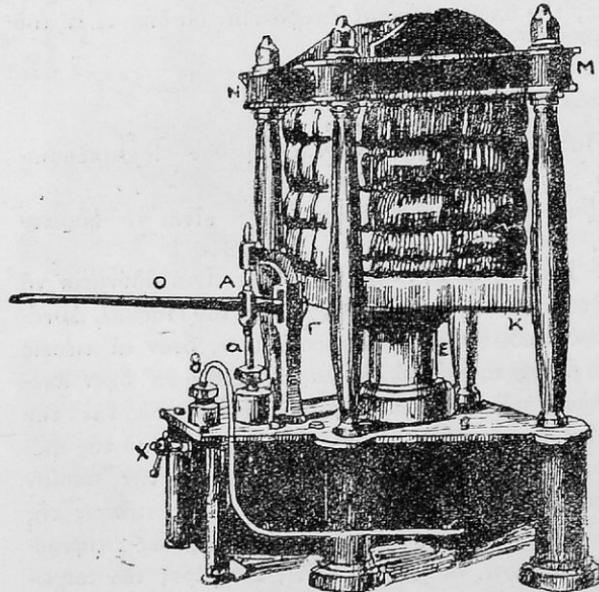
Τὸ μικρότερον δοχεῖον εἶναι μεικτὴ ἀντλία, ἡ ὅποια ἀναρροφᾷ ὕδωρ

ἐκ πλαγίου δοχείου καὶ συμπιέζει αὐτὸ διὰ μεταλλικοῦ σωλῆνος εἰς τὸ μέγα δοχεῖον, τὸ δποῖον κυρίως ἀποτελεῖ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον. Τὰ πρὸς συμπίεσιν ἀντικείμενα τοποθετοῦνται μεταξὺ πλακᾶς ἐφηρομοσμένης ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως τοῦ μεγάλου δοχείου καὶ ἑτέρας πλακᾶς παραλλήλου πρὸς τὴν πρώτην, ἡ δποία διατηρεῖται σταθερὰ ἐπὶ τεσσάρων σιδηρῶν στύλων.

Οὐτως ἡ ἐπιφάνεια του δέχεται πίεσιν, ἡ δποία ἵσονται πρὸς τὴν δύναμιν Δ τὴν ἔξασκουμένην εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ, πολλαπλασια-

σθεῖσαν ἐπὶ τὸν λόγον τοῦ μεγάλου μοχλοῦ βραχίονος πρὸς τὸν μικρόν.

Ἐὰν δὲ πολλαπλασιάσθω μεν τὴν πίεσιν ταύτην ἐπὶ τὸν λόγον τῆς τομῆς τοῦ μεγάλου δοχείου πρὸς τὴν τομὴν τοῦ μικροῦ, λαμβάνομεν τὴν τελικὴν πίεσιν, ἡ δποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν πρὸς συμπίεσιν σωμάτων.



Σχ. 69

Εφαρμογή. Εστω $\Delta = 50$ γχρ., ὁ λόγος τῶν μοχλοβραχιόνων $= 10$ καὶ ὁ λόγος τῶν τομῶν τῶν δοχείων $= 100$. Η τελικὴ πίεσις θὰ είναι $= 50 \cdot 10 \cdot 100 = 50000$ χχρ.

Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν σφυρηλασίαν τῶν μετάλλων, τὴν δοκιμὴν τῆς ἀντοχῆς τῶν ἀλύσεων, διὰ τὴν ἔξαγωγὴν τοῦ ἔλαιου ἐκ τῶν πυρήνων, διὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τοῦ ἔλαιοκοῦ δεέος ἀπὸ τὰ ἄλλα παχέα δεέα εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν κηρίων, διὰ

τὴν ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων (ὑδραυλικὸς κρίκος), διὰ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ὅγκου ὑφασμάτων, βάμβακος, χάρτου κτλ.

Προβλήματα.

1ον. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου κυλίνδρου ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι ἔκαποντα πλασία τῆς τοῦ μικροῦ, ἐντὸς τοῦ δποίου κινεῖται ἐμβολεὺς μὲν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους, οὗτονος οἱ μοχλοθραχίονες ἔχουν λόγον 4 πρὸς 1. Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ δύναμιν 5 χρ., μὲν ποίαν δύναμιν θὰ ἀνυψωθῇ ὁ ἐμβολεὺς τοῦ μεγάλου κυλίνδρου;

2ον. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἔχει ἔμβαδὸν 3 τετρ. ἑκατ. καὶ ἡ τοῦ μεγάλου 1,8 τετραγ. παλαμᾶν. Ποίαν πίεσιν θὰ ἐπιφέρῃ τὸ μέγα ἐμβολον, ἐὰν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐφαρμόσωμεν 4 χιλιόγραμμα;

3ον. Θέτομεν τὸ μικρὸν δοχεῖον ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἰς συγκοινωνίαν μετὰ λέβητος πλήρους ὅδα τος. Ποίαν δύναμιν πρέπει νὰ ἔξαση σώματος εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ μοχλοῦ αβγ., δστις κινεῖ τὸν ἐμβολέα τοῦ μικροῦ δοχείου, συνδεδεμένον μετὰ τούτου κατὰ τὸ β, ἵνα τὰ τοιχώματα τοῦ λέβητος δεχθῶν πίεσιν 10 χρ. κατὰ τετρ. ἑκατ. ; Διάμετρος ἐμβολέως = 0,04 μ., αβ = 0,60 μ., αγ = 0,75.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΔΟΧΕΙΑ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑΙ ΕΙΣ ΤΗΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

+ 28.

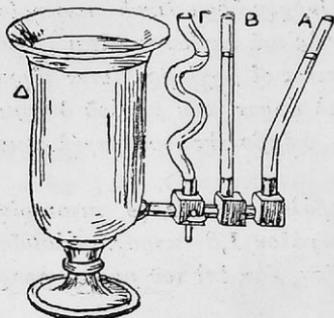
N.M.

ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΔΟΧΕΙΑ

99. Ἰσορροπία ὑγροῦ ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων.—
Όταν ὑγρόν τι ενδίσκεται ἐν ἴσορροπίᾳ ἐντὸς δύο ή περισσοτέρων δοχείων, τὰ δποῖα συγκοινωνοῦν μεταξὺ των (καὶ εἶναι ἀνοικτὰ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν), αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εἰς δλα τὰ δοχεῖα εύρισκονται εἰς τὸ αὐτὸ δριζόγυτον ἐπίπεδον (σχ. 70). Ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς τὴν ἀρχὴν ταύτην διὰ τῆς συσκευῆς, τὴν δποίαν παριστᾶ τὸ σχῆμα 71. Χύνομεν ἐρυθρὸν ὑγρὸν εἰς τὸ χωνίον. Τὸ ὑγρὸν

ΝΑΙ.

διέρχεται διὰ τοῦ ἑλαστικοῦ σωλῆνος καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸν ὑάλινον σωλῆνα. Δυνάμεθα τότε μὲ νῆμα στάθμης καὶ γνώμονα νὰ βεβαιωθῶμεν, ὅτι αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον.



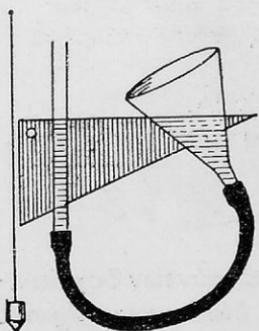
Σχ. 70

Ἐξηγοῦμεν τὴν ἀρχὴν ταύτην θεωροῦντες ἐν δριζόντιον ἐπίπεδον ΑΒ κοινὸν εἰς πολλὰ συγκοινωνοῦντα δοχεῖα (σχ. 72). Ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τούτου καὶ ἐντὸς ἑκάστου δοχείου λαμβάνομεν μίαν μονάδα ἐπιφανείας. Ὁλαι αἱ μονάδες αὗται τῆς ἐπιφανείας, ὡς ἐμάθομεν, πρόπει νὰ ὑφίστανται τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἀφοῦ εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δριζόντιον ἐπίπεδον. Τοῦτο ὅμως θὰ συμβαίνῃ, εἰὰν αἱ ἀποστάσεις

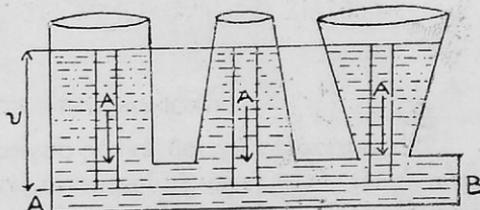
αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας εἶναι ἴσαι.

100. Ισορροπία πολλῶν ὑγρῶν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου. — "Οταν πολλὰ ὑγρά, τὰ διοπία δὲν δύνανται νὰ ἀναμιγθοῦν οὔτε νὰ ἐπιδράσουν ἐπ' ἀλλήλων χημικῶς, εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δοχεῖον, ὑπέρκεινται ἀλλήλων κατὰ τάξιν αὐξούσης πυκνότητος ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Οὕτω, εὰν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου ορίψωμεν ὕδωρ, ἔλαιον καὶ ὑδράργυρον καὶ ἀναταράξωμεν τὸ δοχεῖον, τὰ ὑγρὰ φαίνονται



Σχ. 71



Σχ. 72

ὅτι ἀναμιγνύονται· ἀλλ' ὅταν ἀφήσωμεν τὸ δοχεῖον ἐν ἥρεμίᾳ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος θὰ εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα, ἄγωθεν δὲ αὐτοῦ τὸ ὕδωρ, καὶ ἐπὶ τοῦ ὕδατος τὸ ἔλαιον· ἐπὶ πλέον

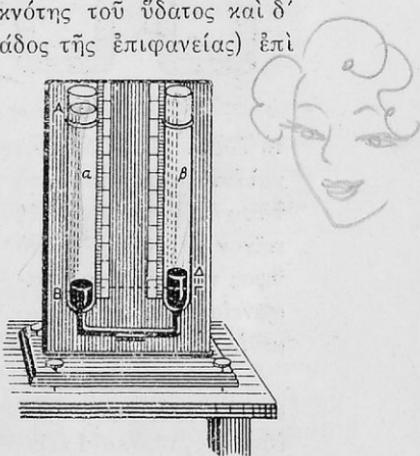
διαπιστοῦμεν ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ χωρισμοῦ μεταξὺ τῶν ὑγρῶν τούτων εἰγαι δριζόγνται.

101. Ἰσορροπία δύο ἔτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων δοχείων.—Ἐὰν ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων δοχείων (ἀνοικτῶν ἄνωθεν) χύσωμεν δύο διάφορα ὑγρά, π. χ. ὑδραργυροῦ καὶ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ κατακόρυφα ὑψη τοῦ ὑδραργυροῦ καὶ τοῦ ὕδατος, μετροῦμενα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο ὑγρῶν ΒΓ (σχ. 73), εἶναι ἀνισα.

*Ἐστω υ τὸ ὑψος ΒΑ τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον α καὶ υ' τὸ ὑψος ΓΔ τοῦ ὑδραργυροῦ εἰς τὸ δοχεῖον β, δὴ πυκνότης τοῦ ὕδατος καὶ δ' ἡ τοῦ ὑδραργυροῦ. Αἱ πιέσεις (ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας) ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΒΓ εἶναι υδ εἰς τὸ δοχεῖον β, καὶ ἐπειδὴ εἶναι ἵσαι (διότι τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον ΒΓ ενδίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ), θὰ ἔχωμεν:

$$\text{υδ} = \text{υ}'\delta' \quad \text{ἢ} \quad \frac{\text{υ}}{\text{υ}'} = \frac{\delta'}{\delta}.$$

*Ητοι τὰ κατακόρυφα ὑψη δύο διαφόρων ὑγρῶν (δηλ. ἀνίσου πυκνότητος καὶ μὴ ἐπιδρώντων χημικῶς ἐπὶ ἀλλήλων) ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων δοχείων, μετροῦμενα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο ὑγρῶν, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς πυκνότητας τῶν ὑγρῶν.



Σχ. 73

Πειραματικὰ μετρήματα δεῖνεις. *Ἄς μετρήσωμεν τὰ ὑψη τοῦ ὑδραργυροῦ καὶ τοῦ ὕδατος, εἰς τὸ ἀνωτέρῳ πείραμα, ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο ὑγρῶν.

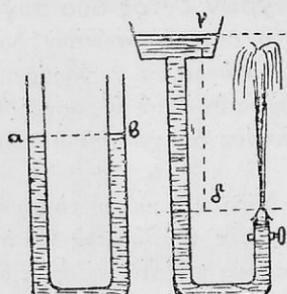
Ἐνδίσκομεν π.χ. $\text{υ} = 340$ χιλιοστά, $\text{υ}' = 25$ χιλιοστά. Συνεπῶς:

$$\frac{\text{ΒΑ}}{\text{ΓΔ}} = \frac{340}{25} = \frac{13,6}{1} \quad \text{καὶ} \quad \text{ΒΑ} = 13,6 \cdot \text{ΓΔ.} + 25.$$

Πράγματι δὲ ὁ ὑδραργυρος εἶναι 13,6 φορᾶς πυκνότερος ἀπὸ τὸ ὕδωρ.

102. Ἐφαρμογαὶ τῆς Ἰσορροπίας ὑγροῦ ἐντὸς συγκοινωνούντων δοχείων.—α) Τὰ ὑδραργωγεῖα τῶν πόλεων κατασκευάζονται πάντοτε εἰς ὑψηλὸν μέρος, ἵνα δύναται τὸ ὕδωρ νὰ ἀνέρχεται εἰς τοὺς ὑψηλοτέρους δρόφους τῶν οἰκιῶν καὶ νὰ φθάνῃ εἰς τὰς ὑψηλοτέρας συνοικίας τῆς πόλεως.

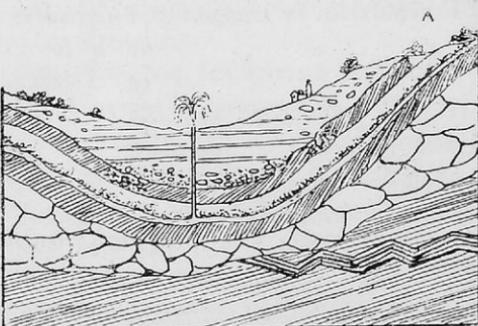
β) Ἀναβρυτήρια. Τὸ σχῆμα 74 ἀρκεῖ ὅπως ἔξηγήσῃ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀναβρυτηρίων. Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, ἡ ὁποίᾳ εὐδίσκεται εἰς τὸ βραχὺ σκέλος, τὸ ὕδωρ θὰ ἀναπηδήσῃ, διότι τείνει νὰ φθάσῃ εἰς τὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ εἰς τὴν δεξαμενήν. Ἡ ἀντίστασις ὅμως τοῦ ἀέρος, ἡ σύγκρουσις τῶν σταγόνων, αἱ ὁποῖαι ἐπαναπίπτουν, καθὼς καὶ ἡ ἔνεκα τῆς ὁρῆς ἐλάττωσις τῆς πιέσεως ἐλαττώνου τὸ ὄψις, εἰς τὸ ὅποιον φθάνει τὸ ὕδωρ.



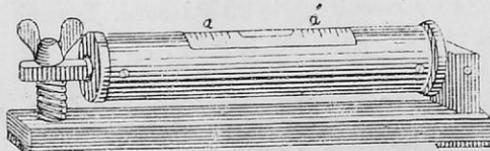
Σχ. 74

τὸ ἔδαφος δι' εἰδικῶν τρυπάνων μέχρις ὑπογείων δεξαμενῶν ὕδατος, καὶ ἐντὸς τῶν ὅποιων τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται φυσικῶς τεῖνον νὰ φθάσῃ εἰς τὸ ὄψις τῆς ὀνωτέρας ἐπιφανείας του εἰς τὴν δεξαμενὴν ταύτην (σχ. 75).

Ἐὰν κατασκευάσωμεν ὅπας εἰς σημεῖα τοῦ ἐδάφους, τὰ ὅποια κεῖνται ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν ὑπόγειον δεξαμενήν, τὸ ὕδωρ θὰ ἀνυψωθῇ ἐντὸς αὐτῶν, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸ ὄψις τῆς ἐπιφανείας ταύτης, καὶ οὕτω θὰ ἔχωμεν ἐν κοινόν φρέαρ.



Σχ. 75



Σχ. 76

ὅποιας τὴν θέτομεν. Συνίσταται ἀπὸ ἕνα ὑάλινον σωλῆνα κλειστὸν κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα καὶ ἐλαφρῶς κεκαμμένον (σχ. 76). Ὁ σωλὴν περι-

δ) Ἀεροστάθμη.

Αὕτη χρησιμεύει διὰ νὰ ἔξελέγχωμεν τὴν δοιζόντια τιότητα εὐθείας, ἐπὶ τῆς

έχει φυσαλίδα άέρος ύπεροχάνω λίαν εύκινήτου ύγροῦ, ἐκ τοῦ δποίου εἶναι πλήνης (π. χ. οἰνοπνεύματος ἢ αἰθέρος). Τὸ ἐπίπεδον τοῦ χωρισμοῦ τῆς φυσαλίδος καὶ τοῦ ύγροῦ εἶναι πάντοτε δριζόντιον. Ὁ σωλὴν οὗτος εἶναι ἐγκεκλεισμένος ἐντὸς δρειχαλκίνης θήκης, τῆς δποίας ἢ βάσις εἶναι ἀκριβῶς παράλληλος πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ύγροῦ. Τὸ δργανον κανονίζεται οὕτως ὥστε, δταν ἡ βάσις αὕτη εἶναι δριζόντια, ἡ φυσαλὶς νὰ περιλαμβάνεται μεταξὺ δύο ἐγκαρδσίων γραμμῶν τοῦ κυρτοῦ μέρους τοῦ οὐλίνου σωλῆνος. Ἐὰν ἡ βάσις τεθῇ ἐπὶ εὐθείας δριζόντια, ἡ φυσαλὶς σταματᾷ μεταξὺ τῶν δύο γραμμῶν ἐὰν ἡ εὐθεία δὲν εἶναι δριζόντια, ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ύγροῦ πάντοτε δριζόντια, δὲν εἶναι πλέον παράλληλος πρὸς τὴν βάσιν καὶ ἡ φυσαλὶς δὲν παραμένει μεταξὺ τῶν γραμμῶν.

Διὰ νὰ ἐπαληθεύσωμεν τὴν δριζόντιότητα ἐπιπέδου τινός, τοποθετοῦμεν τὴν βάσιν τῆς ἀεροστάτημης διαδοχικῶς κατὰ δύο εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου σχεδὸν καθέτους πρὸς ἄλλήλας· ἐὰν αἱ εὐθεῖαι αὕται εἶναι δριζόντιαι, τὸ ἐπίπεδον εἶναι δριζόντιον (διότι περιέχει δύο δριζόντιας, αἱ δποῖαι δὲν εἶναι παράλληλοι).

~~ΝΑΙ~~ ΠΙΕΣΕΙΣ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑΙ ΕΙΣ ΤΗΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

103. Πίεσις ἐπὶ τοῦ ὄριζοντίου πυθμένος δοχείου.—Εἰς ἔκαστον τετραγ. ἑκατοστόμετρον τοῦ δριζόντιου πυθμένος ἡ πίεσις θὰ ίσοιται μὲ τὸ βάρος ύγρᾶς στήλης, ἡ δποία ἔχει δις βάσιν ἐν τετραγ. ἑκατ., καὶ δις ύψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ύγροῦ (θεμελιῶδες θεώρημα). Ἐὰν π ἡ πίεσις αὕτη, υ ἑκατ. τὸ ύψος τῆς ύγρᾶς στήλης καὶ δ ἡ πυκνότης τοῦ ύγροῦ, θὰ ἔχωμεν:

$$\pi = 1.u.\delta \quad \gamma\varrho.$$

Ἐπομένως ἡ διική πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφανείας Ε τετρ. ἑκατ. θὰ εἶναι:

$$\Pi = E.\pi = E.u.\delta. \gamma\varrho.$$

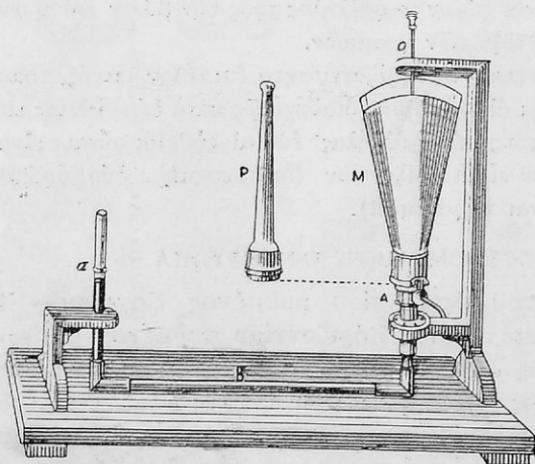
Ἐπειδὴ δὲ Ευ εἶναι δ ὅγκος στήλης ύγροῦ ἔχούσης βάσιν Ε καὶ ύψος υ, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι ἡ διική πίεσις, τὴν δποίαν ύφισταται δ πυθμήν τοῦ δοχείου, ίσοιται πρὸς τὸ βάρος στήλης ἐκ τοῦ ύγροῦ τούτου, ἡ δποία ἔχει βάσιν τὴν ἐπιφανείαν Ε τοῦ πυθμένος καὶ ύψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας, οἰοδήποτε καὶ ἐὰν εἶγαι τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

Πειραματική ἀπόδειξις. Αὕτη ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Haldat.

Ἡ συσκευὴ αὕτη συνίσταται ἐξ ἑνὸς σωλῆνος κεκαμμένου ABa, εἰς τὸ ἐν ἄκρον A τοῦ δποίου εἶναι δυνατὸν νὰ κοχλιωθοῦν διαδοχικῶς τὰ δοχεῖα M καὶ P, ἔχοντα ὑψος μὲν τὸ αὐτό, ἀλλὰ σχῆμα καὶ χωρητικότητα διάφορον (σχ. 77).

Διὰ νὰ ἐκτέλεσωμεν τὸ πείραμα, χύνομεν πρῶτον ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα ABa, ἔως δτοῦ ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ φθάσῃ δὲ λίγον κατωτέρῳ τῆς στροφιγγος A. Κοχλιοῦμεν τότε ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τὸ δοχεῖον M, τὸ δποῖον πληροῦμεν ὕδατος. Τὸ ὕδωρ διὰ τοῦ βάσους αὐτοῦ πιέ-

ζει τὸν ὑδράργυρον, δ ὅποιος ὑψοῦται εἰς τὸν σωλῆνα a. Τὸ ὑψος τοῦ ὑδραργύρου σημειοῦμεν διὰ δακτυλίου κινητοῦ κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος, σημειοῦμεν δὲ ἐπίσης καὶ τὸ ὑψος τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ δοχείου M διὰ τοῦ κινητοῦ στελέχους O. Κατόπιν κενοῦμεν τὸ δοχεῖον M διὰ τῆς στροφιγγος A, ἀφαιροῦμεν εἰναὶ αὐτὸ καὶ ἀντ-



Σχ. 77

αὐτοῦ κοχλιοῦμεν τὸ δοχεῖον P. Χύνοντες κατόπιν ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος (ὅστις ἐν τῷ μεταξὺ εἶχεν ἀναλάβει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὑψος ἐντὸς τῶν δύο βραχιόνων τοῦ σωλῆνος ABa) ὑψοῦται ἐκ νέου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος a, φθάνει δὲ ἀκριβῶς μέχρι τοῦ δακτυλίου, ὅταν τὸ ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον P φθάσῃ τὸ ὑψος, τὸ δποῖον εἶχεν εἰς τὸ δοχεῖον M, καὶ τὸ δποῖον μᾶς δεικνύει δ δείκτης O.

Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἡ πίεσις, τὴν δποίαν ἐδέχθη ὁ ὑδράργυρος κατὰ τὴν διεύθυνσιν ABa εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ὅτι ἐπομένως ἡ πίεσις αὕτη δὲν ἔξαρτα. ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου καὶ τὴν ποσότητα τοῦ ὑγροῦ, ἀλλὰ μόνον ἀπὸ τὸ βάθμος καὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ.

Σημείωσις. Ως πυθμήν κατ' ἀμφοτέρας τὰς φάσεις τοῦ πειραματός ἔχοντις μενούσεν ή ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα Α.

104. Πιέσεις ἐπὶ ἐπιπέδου πλαγίου τοιχώματος.—Εἴδομεν ὅτι ή πίεσις, τὴν δύοιαν ἐπιφέρει ὑγρόν τι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ περιέχοντος αὐτὸ δοχείου εἶναι κάθετος πρὸς αὐτά. Ή όλικὴ πίεσις, τὴν δύοιαν ὑφίσταται στοιχεῖον ἐπίπεδον πλαγίου τοιχώματος, ισοῦται μὲ τὸ βάρος στήλης ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου, ή δύοια ἔχει βάσιν μὲν τὸ στοιχεῖον τοῦτο, ὑψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ στοιχείου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφαγείας τοῦ ὑγροῦ.

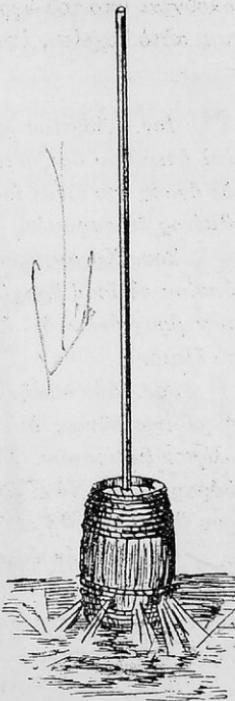
Διότι αἱ πιέσεις μεταδίδονται ἐξ ἵσου κατὰ πᾶσαν φορὰν καὶ η πίεσις θὰ εἶναι η αὐτὴ μὲ τὴν πίεσιν, τὴν δύοιαν θὰ ὑφίστατο τὸ στοιχεῖον τοῦτο, ἀν καθίστατο δοιζόντιον διὰ στροφῆς περὶ τὸ κέντρον του.

Συνεπῶς, ἐπειδὴ η πίεσις, τὴν δύοιαν ἐξασκεῖ τὸ ὑγρὸν ἐπὶ μέρους τοῦ πλαγίου τοιχώματος, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ὑψος τοῦ ὑγροῦ ὑπεράνω τοῦ τοιχώματος τούτου, συνάγομεν ὅτι δυνάμεθα νὰ ἐπιφέρωμεν σημαντικὰς πιέσεις διὰ σχετικῶς μικρᾶς ποσότητος ὑγροῦ.

Διὰ νὰ ἀποδείξῃ τοῦτο δ Πασκάλ, ἐφήρμοσε σωλῆνα στενὸν καὶ μακρὸν ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας βάσεως κάδου πλήρους ὕδατος (σχ. 78), κατόπιν δὲ ἔχουσεν ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Εὐθὺς ὁς τοῦτο ἀνῆλθεν εἰς ἀρκετὸν ὕψος, δ κάδος διερράγη ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς σημαντικῆς πιέσεως, τὴν δύοιαν ἐπέφερε τὸ ὕδωρ ἐπ' αὐτοῦ.

Ἄριθμητικὴ ἐφαρμογὴ τοῦ μέσου ὑψος τοῦ ὕδατος ἀνώθεν μιᾶς σανίδος τοῦ βαρελίου, 80 ἑκατ. τὸ ὑψός καὶ 10 ἑκατ. τὸ πλάτος τῆς σανίδος. Η ἐπιφάνεια τῆς σανίδος εἶναι $80 \cdot 10 = 800$ τετρ. ἑκ. καὶ η πίεσις, ην ὑφίσταται, εἶναι τὸ βάρος στήλης ὕδατος ὅγχου $800 \cdot 500 = 400.000$ κυβ. ἑκατ. = 400.000 γρ. = 400 χλγ. μ. 28.

105. Συνισταμένη τῶν πιέσεων ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοι-



Σχ. 78

χωμάτων.—Έάν θέσωμεν διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ δίσκου ζυγοῦ διάφορα δοχεῖα, οἰωνδήποτε σχημάτων, κατ' ἀρχὰς μὲν κενά, ἔπειτα δὲ περιέχοντα τὴν αὐτὴν ποσότητα ὑδατος, δι' ζυγὸς θὰ δείξῃ πάντοτε τὴν αὐτὴν αὔξησιν βάρους καὶ ή αὔξησις αὕτη θὰ εἶναι ἀκοιβῶς ἵση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ τοῦ περιεχομένου εἰς ἔκαστον δοχεῖον. Συνεπῶς συμπεραίνομεν ὅτι ή συνισταμένη ὅλων τῶν πιέσεων, αἱ δόποιαι ἔξαστοι διέρχονται: ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων τοῦ περιέχοντος αὐτὸς δοχείου, ἰσοῦται: μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ.

Προβλήματα.

25 1ον. Δοχεῖον πλῆρες ὑδραργύρου, ἔχον σχῆμα κώνου, στηρίζεται ἐπὶ ἐπιπέδου δογιζοντίου. Ἡ βάσις αὐτοῦ ἔχει ἐμβαδὸν 150 τ. δακτ., δὲ δῆκνος του εἶναι ἵσος πρὸς μίαν κυβ. παλάμην. Ποία ή ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφερομένη πίεσις;

26 2ον. Χύνομεν ὑδωρ μέχρι τοῦ μέσου ὕψους ὑοειδοῦς σωλῆνος, τοῦ ὅποιου οἱ ἵσοι βραχίονες ἔχουν ὕψος 42 ἑκ. Γεμίζομεν ἔπειτα τὸν ἔνα τῶν βραχιόνων δι' ἑλαίου πυκνότητος 0,8. Ποῖον ὕψος θὰ καταλάβῃ τὸ ἑλαιον;

27 3ον. Λόγο σωλῆνες κατακόρυφοι, ἔχοντες ἔκαστος τομὴν 2 τ. ἑκ. καὶ συγκοινωνοῦντες δι' δογιζοντίου σωλῆνος, περιέχουν ὑδραργύρου ὕψους δλίγων ἐκατοστῶν. Χύνομεν εἰς τὸν ἔνα 60 γρ. ὑγροῦ ἐλαφροτέρου τοῦ ὑδραργύρου. Νὰ εὑρεθῇ κατὰ πόσα χιλιοστὰ ή ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου θὰ μετατεθῇ εἰς τὸν ἄλλον σωλῆνα.

28 4ον. Σωλήνη ὑοειδὴς περιέχει ὑδραργύρου. Εἰς τὸ ἐπερον τῶν σκελιῶν αὐτοῦ προσθέτομεν τερεβινθέλαιον πυκνότητος 0,87. Ἐάν τὸ ὕψος τῆς στήλης τῶν τερεβινθέλαιον εἶναι 68 χιλιοστά, πόσον θὰ εἶναι τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο ὑγρῶν;

5ον. Λόγο κυλινδρικοὶ σωλῆνες ἔχοντες τομὰς 25 τ. ἑκ. καὶ 10 τ. ἑκ. συγκοινωνοῦν διὰ σωλῆνος (τοῦ ὅποιου η χωρητικότης δὲν ὑπολογίζεται), δοτις εἰς τὸ μέσον φέρει στρόφιγγα. Ο μεγαλύτερος περιέχει ἑλαιον (πυκνότης=0,8), τὸ δοποῖον ἀνέρχεται 25 ἑκ. ἄνωθεν τοῦ πυθμένος, δὲ μικρότερος περιέχει ὑδωρ, τὸ δοποῖον ἀνέρχεται 50 ἑκ. ὑπερόγρω τοῦ πυθμένος. Ανοίγομεν τὴν στρόφιγγα. Εἰς ποῖον ὕψος θὰ ἀνέλθῃ εἰς ἔκαστον σωλῆνα τὸ ὑδωρ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

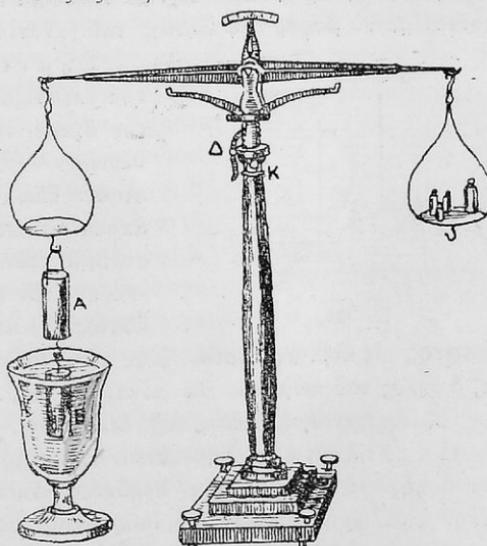
ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

106. Συνισταμένη τῶν πιέσεων ύγρου ἐπὶ σώματος ἐμβα-
πτισμένου ἐντὸς αὐτοῦ.—Αἱ πιέσεις αἱ δποῖαι ἐπιφέρονται ὑπὸ^{τοῦ}
ὑγροῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σώματος εὑρισκομένου ἐντὸς αὐτοῦ, ἔχον
συνισταμένην ἵσην καὶ ἀντιθέτου φορᾶς πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ
τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος (^{τοῦ} Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους).

Πειραματικὴ ἀπόδειξις. A) Διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυ-

γοῦ. Οὗτος εἶναι συνή-
μης ζυγός, τοῦ δποίου ἐ-
καστος δίσκος φέρει κά-
τωθεν ἀγκιστρὸν καὶ τοῦ
δποίου ἡ φάλαγξ δύνα-
ται νὰ ὑψωθῇ ἢ νὰ κα-
ταβιβασθῇ διὰ κοχλίου
Κ κατὰ βούλησιν (σχ.
79). Υπὸ τὸν ἕνα δί-
σκον ἐξαρτῶμεν κοῦλον
κύλινδρον Α ἡξει-
χάλκου καὶ ὑπὸ τοῦτον
ἔτερον Β πλήρη, τοῦ
δποίου δ ὅγκος εἶναι
ἀκριβῶς ἴσος μὲ τὴν χω-
ρητικότητα τοῦ πρώτου.

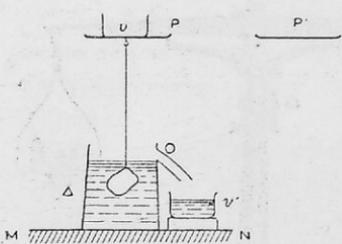
Ἐπὶ δὲ τοῦ ἑέρου δί-
σκου θέτομεν βάρη, ἔως
ὅτου ἀποκατασταθῇ ἡ ἴσορροπία. Ἐὰν τότε πληρώσωμεν μὲ ὕδωρ τὸν
κύλινδρον Α, ἡ ἴσορροπία καταστέφεται ἀλλ ἐὰν συγχρόνως ἐμβα-
πτίσωμεν τὸν κύλινδρον Β ὀλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου
Ε, τὸ δποίον φέρομεν ὑπὸ αὐτὸν, ἡ ἴσορροπία ἐκ νέου ἀποκαθίσταται.
Ο κύλινδρος Β ὑψίσταται λοιπόν διὰ τῆς καταδύσεως αὐτοῦ ἀνωσιν
ἵσην μὲ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, τὸ δποίον ἔχύσαμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου



Σχ. 79

Α, ίσην δηλ. μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος.

Β) Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τὴν ἀρχὴν ταύτην μὲ σῶμα οἰασδήποτε μορφῆς θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων ζυγοῦ δοχεῖον κενὸν υ (σχ. 80) καὶ ἔξαρτωμεν τὸ σῶμα κάτωθεν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἀφοῦ ἵσορροπήσωμεν τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν, τὰ δόποια θέτομεν εἰς τὸν ἑτερὸν δίσκον, ἐμβαπτίζομεν τὸ σῶμα ἐντὸς δοχείου Δ πλήρους ὕδατος μέχρι τοῦ πλευρικοῦ στομίου Ο. Παρατηροῦμεν τότε: α) ὅτι ἡ ἵσορροπία καταστρέφεται καὶ ὁ ζυγὸς κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι τὸ σῶμα δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω· β) ὅτι ἡ ἵσορροπία ἀποκαθίσταται, ἐὰν χύσωμεν εἰς τὸ δοχεῖον υ τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, τὸ δόποιον συλλέγεται εἰς τὸ δοχεῖον υ'. Συνεπῶς ἡ πίεσις, τὴν δόποιαν δέχεται τὸ σῶμα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἵσοῦται μὲ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑπὸ τοῦ σώματος.



Σχ. 80

Σημειωτέον ὅτι καὶ τὸ ἀντίστροφον τῆς ὧς ἀνωτέρῳ ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους ἀληθεύει. Δηλαδὴ πᾶν σῶμα ἐμβαπτισμένον δλόκληρον ἐντὸς υγροῦ ἵσορροποῦντος ἐπιφέρει ἐπ' αὐτοῦ πίεσις, τῶν δόποιων ἡ συνισταμένη εἶναι ἵση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου υγροῦ.

Παρατηροῦμεν τὸν ἀντίστροφον τῆς ὧς ἀνωτέρῳ ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους ἀληθεύει. Δηλαδὴ πᾶν σῶμα ἐμβαπτισμένον δλόκληρον ἐντὸς υγροῦ ἵσορροποῦντος ἐπιφέρει ἐπ' αὐτοῦ πίεσις, τῶν δόποιων ἡ συνισταμένη εἶναι ἵση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου υγροῦ.

Τὴν ἀλήθειαν ταύτην δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὡς ἔξῆς:

Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς δίσκου ζυγοῦ θέτομεν ἀγγεῖον περιέχον υδωρ, ἵσορροποῦμεν δὲ διὰ σταθμῶν. Λαμβάνομεν κατόπιν τοὺς δύο κυλίνδρους, τὸν πλήρη ὑπὸ τὸν κοῖλον καὶ καταβιβάζομεν τὸ σύστημα, κρατοῦντες αὐτὸν διὰ νήματος, μέχρις ὅτου δὲ πλήρης ἐμβαπτισθῇ δλόκλη-

Σημειωτέον ὅτι ἡ στροφὴ τὸν ὕγρον τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος τοῦ σώματος, εἴναι ἀντίστροφη τῆς στροφῆς τοῦ σώματος, εἴναι, ἀντὶ νὰ θέσωμεν ἐντὸς τοῦ δοχείου υ τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, θέσωμεν σταθμὰ μέχρις ἀποκαταστάσεως τῆς ἵσορροπίας, τὰ σταθμὰ ταῦτα εἰς γραμμάρια θὰ δεικνύουν τὸν ὕγρον τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος καὶ συνεπῶς τὸν ὕγρον τοῦ σώματος εἰς κυβ. ἐκατοστά. Ἐὰν π.χ. τὰ σταθμὰ ταῦτα εἶναι 150 γρ., δὲ ὕγρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι 150 κυβ. ἐκατ., ἀφοῦ ἐν γραμμάριοις ὕδατος ἔχει ὕγρον ἐνὸς κυβ. ἐκατοστοῦ.

ρος ἐντὸς τοῦ ὄντος τοῦ ἀγγείου. Ἀμέσως ή ἵσορροπία καταστρέφεται καὶ ή φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἀγγείου. Ἀν ἀφαιρέσωμεν ὅμως ἐκ τοῦ ὄντος, ὅσον χρειάζεται, ἵνα πληρωθῇ ὁ κοῖλος κύλινδρος, ή ἵσορροπία ἀποκαθίσταται.

Κατόπιν τῆς παρατηρήσεως ταύτης εἶναι εὔκολον νὰ ἔξηγηθῇ καὶ τὸ ἔξης φαινόμενον :

Ἄν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἑνὸς δίσκου ζυγοῦ δοχεῖον πλῆρες ὄντος καὶ πλησίον αὐτοῦ σῶμα τι καὶ ἵσορροπήσωμεν, κατόπιν δὲ φύωμεν τὸ σῶμα ἐντὸς τοῦ ὄντος, ή ἵσορροπία οὐδόλως διαταράσσεται.

107. Συνέπειαι τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.—Πᾶν σῶμα ἐμβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων κακούργων καὶ ἀντιθέτου φορᾶς : τοῦ βάρους B (σχ. 81), ἐφηρμοσμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους K , καὶ τῆς ἀνώσεως B' , ἐφηρμοσμένης εἰς τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως K' , εἰς τὸ κέντρον δηλ. τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου δύκου τοῦ ὑγροῦ.

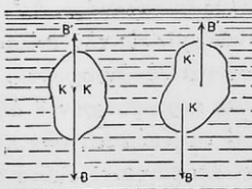
Ἄν τὸ στερεὸν καὶ τὸ ὑγρὸν εἶναι σώματα ὅμοιοι μερῆ, τὰ κέντρα βάρους αὐτῶν συμπίπτουν εἰς ἓν μόνον καὶ αἱ δυνάμεις B καὶ B' εἶναι κατ' εὐθεῖαν ἀντιθετοί. Ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει, τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς K καὶ K' τοῦ βάρους καὶ τῆς ἀνώσεως εἶναι διάφορα.

Αἱ δυνάμεις B καὶ B' , παράλληλοι καὶ ἀγνιθέτου φορᾶς, ἔχουν πάντοτε συνισταμένην ἵσην μὲ τὴν διαφορὰν αὐτῶν. Ως ἐκ τούτου :

α) Ἐάν τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως ($B > B'$), τὸ σῶμα πίπτει πρὸς τὸν πυθμένα, παρασυρόμενον ὑπὸ τῆς σταθερᾶς δυνάμεως ($B - B'$). Τοῦτο π.χ. θὰ συμβῆ, ἐὰν φύωμεν ὕδων ἐντὸς δοχείου περιέχοντος καθαρὸν ὄντο.

β) Ἐάν τὸ βάρος εἶναι ἴσον μὲ τὴν ἀνώσιν ($B = B'$), τὸ σῶμα ἵσορροπει ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ. Τοῦτο π.χ. συμβαίνει, ἐὰν φύωμεν ὕδων ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος μαγειρικοῦ ἄλατος.

γ) Ἐάν η ἀνώσις εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ βάρους ($B' > B$), τὸ σῶμα ἀνέρχεται πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς σταθερᾶς δυνάμεως $B' - B$, συνεπῶς μὲ κίνησιν ὅμαλῶς ἐπιταχυνομένης. Ἀφ' ἣς ὅμως στιγμῆς τὸ σῶμα ἀναδύεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, ή δύναμις B' ἐλαττοῦται, διότι ἐλαττοῦται ὁ δύκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ,



Σχ. 81

μέχρις δτου γίνη ίση μὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος, ὅπότε ἔπρεπε τὸ σῶμα νὰ ἴσορροπήσῃ. Ἀλλ᾽ ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, τὸ σῶμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν τῆς ἴσορροπίας, κατόπιν ἐπανέρχεται πάλιν εἰς ταύτην ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους του καὶ τέλος ἴσορροπεῖ, ἀφοῦ ἔκτελέσῃ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων. Λέγομεν τότε ὅτι τὸ σῶμα ἐπιπλέει. Ὁπως π.χ. ἐπιπλέει πῶμα ἐκ φελοῦ ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἢ μόλυβδος ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου.

108. Συνδῆκαι ἴσορροπίας τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.— Ἰνα σῶμά τι ἐπιπλέον ἴσορροπῇ, πρέπει :

α) Τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ νὰ εἶναι ἵσον μὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος.

β) Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως νὰ εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου.

109. Ἐφαρμογαὶ διάφοροι.— Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἔχει πολλὰς ἐφαρμογάς. Δι᾽ αὐτῆς ἔξηγεται διατὶ μία λέμβος βυθίζεται δὲ λιγώτερον εἰς τὴν θάλασσαν παρὰ εἰς τὸ γλυκὺ ὕδωρ, διατὶ οἱ ἰχθύες δίνωνται νὰ ἀνέρχωνται καὶ νὰ κατέρχωνται ἐντὸς τοῦ ὕδατος συμπιέζοντες περισσότερον ἢ δὲ λιγώτερον τὴν νηκτικὴν αὐτῶν κύστιν. Ἐπίσης διατὶ τὰ πτώματα τῶν πνιγομένων ἀνέρχονται μετά τινας ἡμέρας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦτο συμβαίνει, διότι ταῦτα ἔξογκοῦνται ὑπὸ τῶν ἀερίων, τὰ δοποῖα προέρχονται ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως, καὶ συνεπῶς ὁ δύγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, ἐπομένως καὶ ἡ ἄνωσις, αὐξάνεται.

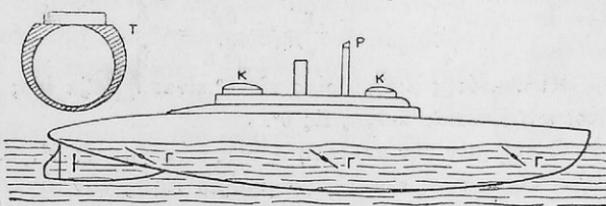
Πλὴν δοκεῖ συσκευῶν εἶναι ἐφαρμογαὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους, π.χ. τὰ σωσίβια, οἱ σημαντῆρες, τὰ ὑποβρύχια, οἱ πλωτῆρες, οἱ δόποι οἱ δεικνύοντες τὸ ὑψός τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν ἀτμολεβήτων κτλ.

Ὑποβρύχια πλοῖα. Τὸ ὑποβρύχιον συνίσταται ἀπὸ ἐν κέλυφος χαλύβδινον ἀτρακτοειδές, ἐγκαρδίας τομῆς γενικῶς κυκλικῆς. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ὑποβρύχιον ενδίσκονται κλειστὰ διαμερίσματα, περιέχοντα ὕδωρ. Τὰ διαμερίσματα ταῦτα, τὰ δοποῖα περιέχουν τὸ ὑγρὸν ἔρμα, εἶναι πολὺ στερεά, διὰ νὰ δύνωνται νὰ ἀντέχουν εἰς τὴν πίεσιν τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος, δ ὁ δοποῖος ἐκδιώκει τὸ ὕδωρ, ὅταν πρόκειται τὸ πλοῖον νὰ ἀνέλθῃ. Τέλος, ἔλιξ τοποθετημένη εἰς τὸ δόπισμιον μέρος χρησιμεύει διὰ τὴν κίνησιν τοῦ πλοίου (σχ. 82).

Τὸ ὑποβρύχιον εἶναι ἐφωδιασμένον μὲ διαφόρους ἀντλίας, μὲ δοχεῖα πεπιεσμένου ἀέρος, δ ὁ δοποῖος χρησιμεύει διὰ τὴν ἐκδίωξιν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν διαμερισμάτων καὶ τὸν ἀερισμόν, μὲ περισκόπιον, διὰ

τοῦ δποίου οἱ ἐν αὐτῷ κατοπτεύουν τὸν δρίζοντα, δταν τὸ πλοῖον εὑρίσκεται ὑπὸ τὸ ὕδωρ, μὲ μανόμετρα, τὰ δποῖα δεικνύουν τὴν ἔξωτερην πίεσιν καὶ συνεπῶς τὸ βάθος, εἰς τὸ δποῖον εὑρίσκεται τὸ πλοῖον, καὶ τέλος μὲ κινητῆρας διὰ τὴν κίνησιν τῆς ἔλικος, τῶν ἀντλιῶν κτλ.

Ἡ ἴσορροπία τῶν ὑποβρυχίων, λόγῳ τοῦ σχήματός των, εἶναι ἀσταθής. Είναι δυνατὸν διὰ τῆς λειτουργίας τῶν ἀντλιῶν νὰ διορθοῦται ἐκάστην στιγμὴν ἥ τάσις τοῦ ὑποβρυχίου πρὸς ἄνοδον ἥ κάθοδον· ἐν τούτοις προτιμοῦν νὰ διατηροῦν εἰς αὐτὰ μίαν τάσιν πρὸς ἄνοδον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Τὰ διευθετοῦν λοιπὸν οὕτως, ὅστε τὸ βάρος Β' τοῦ ὑποβρυχίου νὰ μένῃ μικρότερον ἀπὸ τὴν ἄνωσιν Β καὶ τὸ ὑποβρύχιον νὰ δύναται νὰ ἀνέρχεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως Β—Β'. Ἀλλ' δταν τὸ ὑποβρύχιον, ὀθούμενον ὑπὸ τῆς ἔλικός του, τίθεται εἰς κίνησιν δρίζονταν κατὰ τὸν ἀξονα αὐτοῦ, τὸ ὕδωρ συναντᾷ τὰ πλάγια πτερύγια Γ, Γ (σχ. 82), τὰ δποῖα εἶναι ἐπίπεδα κεκλιμένα, τοποθετημένα οὕτως, ὅστε ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς κινήσεως ἥ πίεσις τοῦ ὕδατος νὰ παράγῃ ἐμβύθισιν τοῦ ὑποβρυχίου. Είναι φανερὸν δτι διὰ μεταβολῆς τῆς κλίσεως τῶν πτερυγίων ἥ τῆς ταχύτητος, τὸ ὑποβρύχιον βυθίζεται περισσότερον ἥ δλιγάτερον. Ἐὰν ἥ ἔλιξ σταματήσῃ, τὸ ὑποβρύχιον ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἀνευ οὐδενὸς χειρισμοῦ. Συνεπῶς τὸ ὑποβρύχιον μόνον ἐν πορείᾳ δύναται νὰ καταδυθῇ.



Σχ. 82

Ση μείωσις. Τὰ ἀνωτέρω πλοῖα ἥ κυρίως ὑποβρύχια ἀντικατεστάθησαν δι' ἄλλων, τὰ δποῖα καλοῦνται καταδυόμενα. Ταῦτα κατασκευάζονται εἰδικῶς διὰ νὰ πλέουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, καταδύονται δὲ μόνον ἐφ' ὅσον χρόνον εἶναι ἀνάγκη. Ταῦτα εἶναι γενικῶς πλοῖα μεγάλα, ἐπιδεκτικὰ καταδύσεως. Ἐχουν δύο διαφόρους κινητῆρας, τὸν ἕνα (διὰ πετρελαίου) διὰ νὰ πλέουν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, τὸν ἄλλον (ἥλεκτρικὸν) διὰ νὰ πλέουν ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Ἐχουν διπλᾶ τοιχώματα· τὸ ἐσωτερικὸν δὲ ἔχει τομὴν κυκλικὴν καθὼς τὸ τῶν κυρίως ὑπο-

βρυχίων. Τὸ διάστημα μεταξὺ τῶν δύο τοιχωμάτων εἶναι διηρημένον εἰς διαμερίσματα, ἐντὸς τῶν δποίων εἰσάγεται τὸ ὕδωρ τὸ ἀναγκαιοῦν διὰ τὴν κατάδυσιν.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ

110. Τὰ βάρη ἵσων ὅγκων διαφόρων οὖσιῶν, π. χ. χαλκοῦ, ύάλου, φελλοῦ, κτλ., εἶναι διαφορα. Τὰς διαφορὰς ταύτας χαρακτηρίζομεν μετροῦντες τὸ εἰδικὸν βάρος ἐνὸς σώματος ἢ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου τοῦ σώματος τούτου.

Ἐπειδὴ τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι τὸ γινόμενον τῆς πυκνότητος ἐπὶ τὴν ἔπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος (σελ. 73), ἡ σύγκρισις τῶν εἰδικῶν βαρῶν, εἰς τὸν ἴδιον τόπον, ἀνάγεται εἰς τὴν σύγκρισιν τῶν πυκνοτήτων. Ἐὰν ε καὶ ε' τὰ εἰδικὰ βάρη δύο σώματων καὶ δ καὶ δ' αἱ πυκνότητες αὐτῶν, θὰ ἔχωμεν εἰς τὸν ἴδιον τόπον :

$$\frac{\epsilon}{\epsilon'} = \frac{\delta g}{\delta' g} = \frac{\delta}{\delta'}.$$

Ἡ πυκνότης μιᾶς οὐσίας εἰς θ^ο είνατε ἡ μιᾶς ἐνδεικνύεται μέτρου τῆς οὐσίας ταύτης εἰς θ^ο.

Θὰ ἔχωμεν τὴν πυκνότητα ἐνὸς σώματος εἰς θ^ο, ἐὰν λάβωμεν τὸν λόγον τῆς μάζης του εἰς γραμμάρια πρὸς τὸν ὅγκον του εἰς κυβ. ἐκατόστοιχον τῆς οὐσίας ταύτης εἰς θ^ο.

Ἐὰν ἡ μέτρησις γεωμετρικῶς τοῦ ὅγκου τοῦ σώματος εἶναι δύσκολος, δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν μᾶζαν ὅγκου ὕδατος εἰς 4^ο ἵσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος. Τοιουτορόπως ἡ πυκνότης ἐνὸς σώματος εἶναι ὁ λόγος τῶν μαζῶν ἵσων ὅγκων τοῦ σώματος εἰς θ^ο καὶ τοῦ ὕδατος εἰς 4^ο.

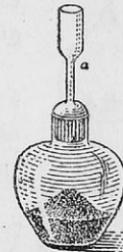
Ἐπομένως, διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητα σώματος τυνος, ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν διὰ τῆς μεθόδου τῆς διπλῆς σταθμίσεως α) τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς γραμμάρια, β) τὸ βάρος εἰς γραμμάρια ὅγκου ὕδατος εἰς 4^ο, ἵσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος εἰς θ^ο. Τὸ πηλίκον τοῦ πρώτου ἔξαγομένου διὰ τοῦ δευτέρου θὰ εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ σώματος εἰς θ^ο.

Σημείωσις. Εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας (περὶ τοὺς 15^ο) τὰ βάρη ἵσων ὅγκων ὕδατος εἰς 4^ο καὶ εἰς θ^ο διαφέρουν ἐλάχιστα. Τοιουτορόπως πρακτικῶς ἡ πυκνότης ἐνὸς σώματος εἰς θ^ο εἶναι ὁ λόγος τῶν βαρῶν εἰς θ^ο ὅγκου τυνὸς τοῦ σώματος πρὸς τὸν ὅγκον ὕδατος.

111. Εὔρεσις τῆς πυκνότητος τῶν στερεῶν.—Α) Διὰ τῆς μεθόδου τῆς ληκύθου. Ἡ ἀκριβεστέρα μέθοδος πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πυκνότητος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ύγρῶν εἶναι ἡ μέθοδος τῆς ληκύθου.

Μεταχειρίζομεθα μικρὰν λήκυθον, ἡ δοπία ακλείεται διὰ πώματος ὑαλίνου ἐσμυρισμένου. Τὸ πῶμα τοῦτο προεκτείνεται πρὸς τὰ ἄνω εἰς τριχοειδῆ σωλῆνα, ὁ δοπίος καταλήγει εἰς χωνίον (σχ. 83). Ἐπὶ τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος ὑπάρχει χαραγμένον σημεῖον τι α, μέχρι τοῦ δοπίου πρέπει νὰ πληροῦται ἐκάστοτε ἡ λήκυθος.

α) Θέτομεν τὴν λήκυθον, πλήρη ὕδατος ἀπεσταγμένου, ἐντὸς τηκομένου πάγου. "Οταν πλέον ἡ θέσις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ἀφαιροῦμεν τὴν περίσσειαν τοῦ ὕδατος ὑπεράνω τοῦ σημείου α δι' ἀπορροφητικοῦ χάρτου. Ἐξάγομεν τὴν λήκυθον ἀπὸ τὸν πάγον καὶ ἀφίνομεν νὰ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος, κατόπιν δὲ σπογγίζομεν αὐτὴν καλῶς καὶ τὴν θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἑνὸς δίσκου ζυγοῦ, παρατλεύων δὲ θέτομεν καὶ μικρὰ τεμάχια ἐκ τοῦ σώματος, τοῦ δοπίου θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητα, καὶ ίσορροποῦμεν διὰ χόνδρων μολύβδου. Ἐπειτα ἀφαιροῦμεν τὰ τεμάχια τοῦ σώματος καὶ τὰ ἀντικαθιστῶμεν διὰ Β Σχ. 83 γραμμάριαν. Τὰ γραμμάρια ταῦτα θὰ παριστοῦν τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.



β) Ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ καὶ τὴν λήκυθον ἀπὸ τὸν δίσκον καὶ εἰσάγομεν τὰ τεμάχια τοῦ σώματος ἐντὸς αὐτῆς. Θέτομεν τὴν λήκυθον ἐντὸς τηκομένου πάγου, ἔως ὅτου ἡ θέσις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος παύῃ νὰ μεταβάλλεται, τότε δὲ ἀφαιροῦμεν τὴν περίσσειαν τοῦ ὕδατος ὑπεράνω τοῦ σημείου α. Ἐξάγομεν τὴν λήκυθον ἀπὸ τὸν πάγον καὶ ἀφοῦ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος σπογγίζομεν αὐτὴν καλῶς καὶ τὴν ἐπαναφέρομεν ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ. Ἰσορροπία δὲν ὑφίσταται πλέον, διότι ποσότης τις ὕδατος ἔξεδιώχθη προσθέτομεν τότε Β' γραμμάρια πρὸς τὸ μέρος τῆς ληκύθου, ἔως ὅτου ἡ φάλαγξ ίσορροπήσῃ ἐπί νέου. Τὰ νέα ταῦτα σταθμὰ παριστοῦν προφανῶς τὴν μᾶζαν δύκου ὕδατος εἰς 0° οἶσου μὲ τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Θὰ ἔχωμεν τότε:

$$\delta = \frac{B}{B'}$$

Τὸ κυριώτερὸν πλεονέκτημα τῆς μεθόδου ταύτης εἶναι, ὅτι πειρα-
ματικόμεθα ἐπὶ τεμαχίων τοῦ σώματος ἀρκετὰ μικρῶν, ὥστε νὰ ἀπο-
φεύγωμεν τὰς ἐσωτερικὰς κοιλότητας.

Β) Διὰ τῆς μεθόδου τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. Ἡ μέθοδος
αὐτὴ εἶναι ἀμεσος ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Κατὰ
ταύτην :

α) Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα διὰ λεπτοῦ νήματος ἀπὸ τοῦ ἀγκίστρου
τοῦ ἑνὸς τῶν δίσκων ζυγοῦ (σχ. 84) καὶ ἵσορροποῦμεν αὐτὸ δι' ὀλίγης ἀμ-
μου, τὴν δόπιονθέτομεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Ἀφαιροῦμεν κατόπιν τὸ
σῶμα καὶ ἀντικαθιστῶμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν, ἔως ὅτου ἀποκατασταθῇ
πάλιν ἡ ἵσορροπία, ἔστωσαν δὲ Β γραμμάρια τὰ σταθμά,
τὰ δόπια ἔχοντα σθησαν πρὸς τοῦτο. Τότε δ ἀριθμὸς Β πα-
ριστῇ προφανῶς τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.



Σχ. 84 ὕδατος ἵσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος.

Διαιροῦντες τέλος τὸ Β διὰ τοῦ Β', εὑρίσκομεν τὴν ζητουμένην
πυκνότητα, ἦτοι :
$$\delta = \frac{B}{B'}.$$

Σημεῖοι. Ἐὰν τὸ σῶμα, τοῦ δόπιον ζητοῦμεν τὴν πυκνό-
τητα, διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, λαμβάνομεν τὴν πυκνότητα αὐτοῦ ἐν σχέ-
σει πρὸς ὑγρόν, ἐντὸς τοῦ δόπιον δὲν διαλύεται. Κατόπιν δὲ πολλα-
πλασιάζομεν τὴν οὕτω εὑρεθεῖσαν πυκνότητα ἐπὶ τὴν πυκνότητα τοῦ
βιοθητικοῦ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.

Ἐὰν π. χ. πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητα τοῦ σακ-
χάρου, μεταχειρίζομεθα τὴν μέθοδον τῆς ληκύθου ἐπὶ ἐλαίου, ἐντὸς τοῦ
δόπιον τὸ σάκχαρον εἶναι τελείως ἀδιάλυτον.

Ἐστω Β ἡ μᾶζα τοῦ σακχάρου, Β' ἡ μᾶζα ἵσου ὕγκου ὕδατος,
Β'' ἡ μᾶζα ἵσου ὕγκου ἐλαίου.

Τότε ή πυκνότης τοῦ σακχάρου ώς πρός τὸ ἔλαιον εἶναι:

$$\delta_1 = \frac{B}{B''} \quad (1)$$

ή δὲ πυκνότης τοῦ ἔλαιου ώς πρός τὸ ὕδωρ θὰ εἶναι:

$$\delta_2 = \frac{B''}{B'} \quad (2)$$

Πολλαπλασιάζοντες κατὰ μέλη τὰς ἴσοτητας (1) καὶ (2), έχομεν:

$$\delta_1 \cdot \delta_2 = \frac{B}{B''} \cdot \frac{B''}{B'} = \frac{B}{B'} = \delta$$

ἵτοι τὴν πυκνότητα τοῦ σακχάρου ώς πρός τὸ ὕδωρ.

ΠΙΝΑΞ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Αευκόλουσσος	21,35	Κασσίτερος	7,29
Χρυσός	19,33	Ψευδάργυρος	7,2
Μόλυβδος	11,38	Άδαμας	3,5
Αργυρος	10,5	Μάρμαρον	2,84
Χαλκός	8,9	Αργίλιον	2,57
Νικέλιον	8,28	Υαλος	2,5
Χάλυψ.	7,7	Θεῖον	2
Σίδηρος χυτός	7,6	Φελλός	0,24

112. Εὔρεσις τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν.—Α) Διὰ τῆς μεθόδου τῆς ληκύθου. Διὰ τὰ ὑγρὰ μεταχειρίζομενα λήκυθον ἴδιαιτέρου σχήματος (σχ. 8δ). Αὕτη συνίσταται ἀπὸ ἓν δοχεῖον κυλινδρικὸν β., τὸ διποῖον προεκτείνεται πρὸς τὰ ἄνω εἰς τριχοειδῆ σωλῆνα, καταλήγοντα εἰς χωνίον α., τὸ διποῖον δυνάμεθα νὰ κλείσωμεν διὰ πάμπατος οὐαλίνου. Ἐπὶ τοῦ τριχοειδοῦς στελέχους ὑπάρχει καραγμένον σημεῖον γ., μέχρι τοῦ διποίου πρόπει νὰ πληροῦται αὕτη. Ἀφ' οὗ πληρώσωμεν τὴν λήκυθον εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος διὰ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ διποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης, φέρομεν ἀντὴν ἐντὸς τηκομένου πάγου, καὶ, ὅταν λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τούτου, ἀφαιροῦμεν τὴν περίστειαν τοῦ ὑγροῦ ὑπεράνω τοῦ σημείου γ. Ἀφίνομεν τὴν συσκευὴν νὰ ἀναλάβῃ τὴν ἔξτερερικὴν θερμοκρασίαν, δπως ἀποφύγωμεν τὴν ἀπόθεσιν δρόσους ἐπ' αὐτῆς, σπογγίζομεν καλῶς, τὴν φέρομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ζυγοῦ καὶ ίσορροποῦμεν διὰ χόνδρων μολύβδου. Κατόπιν κενοῦμεν τὴν λήκυθον, ξηραίνομεν αὐτὴν, ἐσωτερικῶς καὶ τὴν ἐπ αναφέρομεν

κενήν ἐπὶ τοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ. Διὰ νὰ ἀποκαταστήσωμεν τὴν ισορροπίαν, προσθέτομεν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου σταθμὰ B γραμ. Ταῦτα παριστοῦν τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ τοῦ περιεχομένου ἐντὸς τῆς ληκύθου εἰς 0° μέχρι τοῦ σημείου γ. Ἐπαναλαμβάνοντες τὰ αὐτὰ μὲ ὄδωρο ἀπεσταγμένον, λαμβάνομεν τὴν μᾶζαν B' τοῦ ὄδατος τοῦ περιεχομένου εἰς τὴν λήκυθον εἰς 0°.

Ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ θὰ εἶναι τότε:

$$\delta = \frac{B}{B'}$$

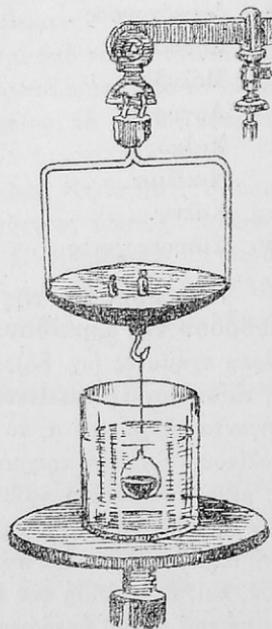
B) Διὰ τῆς μεθόδου τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ.

Απὸ τοῦ ἀγκίστρου τοῦ ἑνὸς δίσκου τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ ἔξαρτωμεν σῶμά τι, ἐπὶ τοῦ ὄδοιον τὸ ὑγρόν, τοῦ ὄδοιον ζητοῦμεν τὴν πυκνότητα, νὰ μὴν ἐπιδρῷ χημικῶς. Συνήθως μεταχειρίζομεθα κούλην ὑαλίνην σφαῖραν, καταλλήλως ἔρματισθεῖσαν διὰ μολύβδου ή ὄδραργύρου (σχ. 86). Τὴν σφαῖραν ταύτην ίσορροποῦμεν μὲ ἀμμον, κατόπιν δὲ ἐμβαπτίζομεν αὐτὴν διαδοκικῶς πρῶτον μὲν εἰς τὸ ὄδον, τοῦ ὄδοιον ζητοῦμεν τὴν πυκνότητα. Ἡ ίσορροπία ἐκάστοτε καταστέφεται, τὰ δὲ B' καὶ B γραμμάρια, τὰ ὄποια εἶναι ἀνάγκη νὰ προσθέσωμεν διὰ νὸ ἀποκαταστήσωμεν αὐτήν, παριστοῦν προφανῶς τὸ μὲν πρῶτον τὴν μᾶζαν τοῦ ἔκτοπισθέντος ὄδατος, τὸ δὲ δεύτερον τὴν μᾶζαν τοῦ ἔκτοπισθέντος οὗσου ὅγκου ὑγροῦ.

Σχ. 85

Ἐχομεν λοιπόν : $\delta = \frac{B}{B'}$.

Σημείωσις. Κατὰ τὸν ἀνωτέρῳ προσδιορισμὸν τῶν πυκνοτήτων τῶν στερεῶν ὡς καὶ τῶν ὑγρῶν δὲν ἐμετρήσαμεν τὸ βάρος οὗσου ὅγκου ὄδατος εἰς 4° ἀλλὰ εἰς 0°. Διὰ τοῦτο, ὅταν πρόκειται περὶ μεγάλης ἀκριβείας, πολλαπλασιάζομεν τὴν οὕτως εὑρεθεῖσαν πυκνότητα ἐπὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ὄδατος εἰς 0°, ἥ ὄποια ίσουται μὲ 0,9998.



Σχ. 86

ΠΙΝΑΞ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΟΣ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ

“Υδραγχος	13,596
“Υδωρ θαλάσσιον	1,026
“Υδωρ ἀπεσταγμένον εἰς 4°	1,000
“Υδωρ ἀπεσταγμένον εἰς 0°	0,999
“Ελαιον ἔλαιων	0,915
“Απόλυτον οινόπνευμα	0,795

113. ‘Υπολογισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους.—Τὸ εἰδικὸν βάρος ἐκφράζεται εἰς δύνας, ἵσοῦται δέ, ὡς ἐμάθομεν, μὲ τὸ γινόμενον τῆς πυκνότητος τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος γ. Ἡ πυκνότης εἶναι ἀμετάβλητος, ἀλλὰ τὸ εἰδικὸν βάρος μεταβάλλεται, ὅπως τὸ γ, μετὰ τοῦ τόπου τῆς παρατηρήσεως.

Σημεῖον είναι ότι τὸ σῶμα Β εἶναι διάφορο τῶν βαρῶν ἵσων ὅγκων ἐκ τοῦ Α καὶ τοῦ Β καὶ εἶναι τὸ αὐτὸν εἰς ὅλους τοὺς τόπους. Ἐὰν τὸ σῶμα τῆς συγκρίσεως εἶναι τὸ ὄντως, τὸ σχετικὸν εἰδικὸν βάρος εἶναι διάφορο μὲ τὴν πυκνότητα.

114. Ἀραιόμετρα.—Τὰ ἀραιόμετρα εἶναι πλωτῆρες, οἱ δποὶοι ἔρματίζονται καταλήγως, ὥστε νὰ διατηρῶνται κατακόρυφοι ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. Ἀποτελοῦνται ἐκ κοίλης ὑάλου καὶ καταλήγουν πρὸς τὰ κάτω μὲν εἰς σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν, ἢ δποίᾳ περιέχει ὑδραγχύρον ἢ χόνδρους μιολύβδου (σχ. 87), πρὸς τὰ ἄνω δὲ εἰς στέλεχος κυλινδρικόν, τὸ δποῖον φέρει τὴν κλίμακα.

Ἐπειδὴ ἐν ἀραιόμετρον θὰ ἴσορροπῇ ἐντὸς ὑγροῦ, ὅταν τὸ βάρος του ἴσοῦται μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, ἔπειται διὰ τοῦ βυθίζεται τόπον περισσότερον, δισον τὸ ὑγρὸν εἶναι ἀραιότερον. Ἐπομένως τὰ ἀραιόμετρα ταῦτα εἶναι σταθεροῦ βάρους καὶ μεταβλητοῦ βυθιζομένου ὕγκου.

Ἄλλοτε ἔχονται ποιούσιν διὰ τὰ ἀραιόμετρα αὐθαιρέτους βαθμολογίας, γενικῶς τὰς τοῦ Baumé σήμερον δὲν παραδέχονται πλέον εἰς τὰς ἐμπορικὰς σχέσεις τὰς ἐνδείξεις ταύτας, ἀλλὰ μόνον τὰς πυκνότητας τῶν ὑγρῶν, αἱ δποῖαι δίδονται ἀπὸ εὐθείας ὑπὸ τῶν πυκνομέτρων.

Οξυζύγια Baumé. Τὰ ἀραιόμετρα ταῦτα ἔχονται σήμερον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά. Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν διξυζύγιον, τὸ



Σχ. 87

έρματίζομεν οὕτως ὥστε νὰ βυθίζεται σχεδὸν μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ στελέχους ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος, ἐκεῖ δὲ σημειοῦμεν 0. Μετὰ ταῦτα ἔμβαπτίζομεν τὸ ἀραιόμετρον ἐντὸς ἀλατούχου διαλύματος, τὸ δποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ 15 γρ. ἔνδρον θαλασσίου ἀλατος καὶ 85 γρ. ὕδατος. Ἐπειδὴ τὸ διάλυμα τοῦτο εἶναι πυκνότερον τοῦ ὕδατος, τὸ δργανον θὰ βυθισθῇ ὀλιγώτερον· σημειοῦμεν 15 εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς. Κατόπιν διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ 0 καὶ 15 διάστημα εἰς 15 ίσα μέρη καὶ ἐπεκτείνομεν τὴν βαθμολογία μέχρι τῆς βάσεως τοῦ στελέχους.

115. Οίνοπνευματοζύγια Baumé. Ταῦτα ἔχονται σημείουν, διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά. Τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο ἔρματίζομεν οὕτως, ὥστε νὰ βυθίζεται μέχρι τοῦ κατωτέρου μέρους τοῦ στελέχους ἐντὸς ἀλατούχου διαλύματος ἀποτελουμένου ἀπὸ 10 γρ. θαλασσίου ἀλατος καὶ 90 γρ. ὕδατος καὶ σημειοῦμεν ἐκεῖ τὸ 0. Ἐμβαπτίζομεν κατόπιν αὐτὸ ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος, εἰς τὸ δποῖον βυθίζεται περισσότερον, ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ εἶναι ἀραιότερον τοῦ ἀλατούχου διαλύματος, καὶ σημειοῦμεν 10 εἰς τὸ σημεῖον ἐπιπολῆς. Διαιροῦμεν κατόπιν τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ίσα μέρη καὶ ἐπεκτείνομεν τὰς διαιρέσεις μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ στελέχους.

Τὰ ἀραιόμετρα ταῦτα δὲν δεικνύουν δι¹ ἀπλῆς ἀναγνώσεως τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς ἐντὸς διαφόρων διαλυμάτων οὕτε τὰς πυκνότητας τῶν ὑγρῶν, οὕτε τὰς διαλυμένας ποσότητας τοῦ ἀλατος, ὅλλα μόνον ἐὰν ἐν διάλυμα ἡ ἐν δεξὺ ἔχῃ φθάσει εἰς ὠρισμένον βαθμὸν συμπυκνώσεως. Π.χ. τὸ δέξιον πρέπει νὰ δεικνύῃ 66 εἰς τὸ πυκνὸν θειικὸν δέξι, 36 εἰς τὸ νιτρικὸν δέξι, 3 εἰς τὸ θαλασσιον ὕδωρ. Τὸ δὲ οἰγοπνευματοζύγιον πρέπει νὰ δεικνύῃ 65 εἰς τὸν καθαρὸν αἰθέρα, 25 εἰς τὴν ἀγοραίαν ἀμμωνίαν κτλ.

116. Πυκνόμετρα.—Οὕτω καλοῦνται ἀραιόμετρα βαθμολογημένα οὕτως, ὥστε δι¹ ἀπλῆς ἀναγνώσεως τῆς διαιρέσεως, μέχρι τῆς δποίας βυθίζονται, νὰ δίδουν τὰς πυκνότητας τῶν ὑγρῶν, ἐντὸς τῶν δποίων ἐπιπλέουν.

Αρχή. Ἐστω ἀραιόμετρον διηρημένον εἰς 1000 μέρη ίσης χωρητικότητος καὶ ἔρματισμένον οὕτως, ὥστε νὰ βυθίζεται εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ μέχρι τῆς διαιρέσεως 1000 ενδισκομένης εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ στελέχους. Ἐὰν Ο₁ δὲ ὅγκος μιᾶς διαιρέσεως καὶ Β τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου, θὰ ἔχωμεν προφανῶς :

Βάρος ἀραιομέτρου = βάρος ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ἢτοι :

$$B = 1000 \cdot O_1$$

Ἐὰν τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο βυθίζεται μέχρι τῆς διαιρέσεως 800 π.χ. ἐντὸς ὑγροῦ πυκνότητος $\delta > 1$, θὰ ἔχωμεν :

Βάρος ἀραιομέτρου = βάρος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, ἢτοι :

$$B = 800 \cdot O_1 \cdot \delta$$

$$\text{Συνεπῶς} \quad 800 \cdot O_1 \cdot \delta = 1000 \cdot O_1$$

$$\text{καὶ } \delta = \frac{1000}{800} = \frac{5}{4} = 1,25.$$

Τὸ πηλίκον τοῦτο εὑρίσκεται προηγουμένως δι^o δλας τὰς διαιρέσεις τῆς κλίμακος καὶ ἡ ἀντιστοιχοῦσα πυκνότης ἀναγράφεται ἀπέναντι ἐκάστης διαιρέσεως. Ἐὰν λοιπὸν τὸ πυκνόμετρον ἐπιπλέῃ ἐντὸς ὑγροῦ τινος, τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπόλης μᾶς δίδει δι^o ἀπλῆς ἀναγνώσεως τὴν πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ τούτου.

Εἰς τὰ πυκνόμετρα τὰ χοησιμεύοντα διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπόλης εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀνάτερον σημεῖον τοῦ στελέχους, ἐνῷ εἰς τὰ πυκνόμετρα τὰ προωρισμένα διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους. Τέλος, κατασκευάζονται πυκνόμετρα γενικὰ ἐφωδιασμένα διὰ δευτέρου κινητοῦ ἔρματος, τὰ δόποια δύνανται νὰ χοησιμοποιῶνται συγχρόνως καὶ διὰ τὰ πυκνότερα καὶ διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά. Διὰ τοῦτο καὶ φέρουν ταῦτα δύο κλίμακας.

117. Ἐκατοντάβαθμον οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay - Lussac.
—Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay - Lussac εἶναι ἀραιόμετρον, τὸ δόποιον δι^o ἀπλῆς ἀναγνώσεως δεικνύει τὴν ἀναλογίαν ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν εἰς ὅγκους τοῦ καθαροῦ οἰνοπνεύματος, τὸ δόποιον περιέχεται εἰς ἐν οἰνοπνευματοῦχον ὑγρόν, εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° Κελσίου (σχ. 88).

Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν ἀπ^o εὐθείας ἐν οἰνοπνευματόμετρον, τὸ ἔρματίζομεν οὕτως, ὃστε τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπόλης νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους, εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ θερμοκρασίας 15°, δπον σημειοῦμεν 0. Βυθίζομεν κατόπιν τὸ ὅργανον εἰς διάφορα ὑγρὰ θερμοκρασίας 15°, ἀποτελούμενα ἀπὸ 5, 10, 15... ὅγκους καθαροῦ οἰνοπνεύματος, εἰς τοὺς δόποίους προσθέτομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ, διὰ νὰ ἔχωμεν ἑκάστοτε 100 ὅγκους, καὶ σημειοῦμεν διαδοχικῶς



5, 10, 15 . . . εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιπολῆς. Τὰ διαστήματα, τὰ ὅποια λαμβάνομεν τοιουτούρως, διαιροῦμεν εἰς 5 ίσα μέρη ἔκαστον διὰ νὰ ἔχωμεν τὴν κλίμακα.

Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦτο δίδει ἀχριθεῖς ἐνδείξεις μόνον εἰς ὑγρά, τὰ ὅποια περιέχουν ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ποσὸν τοῦ οἰνοπνεύματος, τὸ περιεχόμενον π. χ. εἰς τὸν οἶνον, ἀποστάζομεν γνωστὸν δγκον οἴνου κατόπιν εἰς τὸ ἐκ τῆς ἀποστάξεως ληφθὲν οἰνόπνευμα προσθέτομεν ὕδωρ μέχρις ὅτου λάβωμεν τὸν ἀρχικὸν δγκον τοῦ οἴνου, εἰς τὸ μεῖγμα δὲ τοῦτο βυθίζομεν τὸ οἰνόπνευματόμετρον.

Ἡ περιεκτικότης οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ εἰς οἰνόπνευμα δίδεται δι² ἀπλῆς ἀναγνώσεως, δταν ἡ θερμοκρασία είναι 15°. ἐὰν εἶναι διάφορος τῶν 15°, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν εἰδικοὺς πίνακας, οἱ ὅποιοι μᾶς δίδουν τὴν ἀντίστοιχην διόρθωσιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΜΟΡΙΑΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ

118. Όρισμένα φυσικὰ φαινόμενα ἀποδίδονται εἰς εἰδικὴν ἐνέργειαν: θερματικήν, φωτεινήν, ἥλεκτρικήν, μαγνητικήν ἀλλα φυσικὰ φαινόμενα είναι δράσεις ἔλεκτρικά, καλούμεναι μορίαπαι ἢ δυνάμεις συνοχῆς, αἱ ὅποιαι ἔξασκοῦνται μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων. Εἰς τὰς δυνάμεις ταύτας, αἱ ὅποιαι ἐνεργοῦν ἀπὸ ἥλαζίστης ἀποστάσεως, δρείλεται, ὡς ἐμάθομεν, ἡ συνοχὴ τῶν στερεῶν σωμάτων. Εἰς ταῦτα ἡ δύναμις αὕτη είναι πολὺ μεγάλη, διότι τὰ μόρια κεῖνται πολὺ πλησίον ἀλλήλων.

Τὰ φαινόμενα τῆς συναφείας, δηλαδὴ τῆς ἔλξεως, ἡ ὅποια ἔξασκεῖται μεταξὺ τῶν γειτονικῶν μορίων δύο σωμάτων, είναι ἐπίσης συνέπεια τῶν δυνάμεων συνοχῆς. Διὰ νὰ δέξωμεν τὴν συνάφειαν μεταξὺ δύο στερεῶν σωμάτων, ἐφαρμόζομεν δύο πλάκας ὑαλίνας, τελείως λείας τὴν μίαν ἐπὶ τῆς ἄλλης. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι πολὺ δυσκόλως χωρίζονται. Ἐπειδὴ τὸ φαινόμενον παράγεται καὶ εἰς τὸ κενόν, δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποδώσωμεν τὴν συνάφειαν εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐπίσης εὐκόλως δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν τὴν συνάφειαν

μεταξὺ τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν δίσκους ὑάλινον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ, κατόπιν δὲ ἀνυψώσωμεν αὐτόν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ δίσκος συνεπιφέρει ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας του στρῶμα ὑγροῦ. Ἐπίσης ἐὰν βυθίσωμεν φάρδον ὑαλίνην ἐντὸς ὕδατος καὶ τὴν ἔξαγάγωμεν κατόπιν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τῆς φάρδου μένει προσκεκολλημένη σταγῶν ὕδατος. Τὸ ὑγρόν, τὸ δποῖον ενδίσκεται εἰς ἄμεσον ἐταφὴν μετὰ τῆς ὑάλου, συγχρατεῖται ἔνεκα τῆς συναφείας, ἡ δποία ἔξασκεῖται μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ στερεοῦ, τὸ ὑπόλοιπον δὲ τῆς σταγόνος διατηρεῖται ἔνεκα τῆς ἰδίας συνοχῆς τοῦ ὑγροῦ.

Πάντα τὰ φαινόμενα ταῦτα τῆς συναφείας παράγονται ἐν ἐπαφῇ. Εὐθύν, ὡς ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν σωμάτων καταστῆ αἰσθητή, οὐδὲν ἔχνος συναφείας ἐκδηλοῦται.

Τὰ φαινόμενα βαφῆς (χρώσεως) εἶναι ἐπίσης ἐφαρμογὴ τῶν φαινομένων συναφείας. Ἡ συνάφεια, ἡ δποία ἔξασκεῖται μεταξὺ τῆς χρωστικῆς οὐσίας καὶ τοῦ στερεοῦ κάμνει ὥστε ἡ χρωστικὴ οὐσία νὰ προσφύεται τελείως ἐπὶ τοῦ ὑφάσματος.

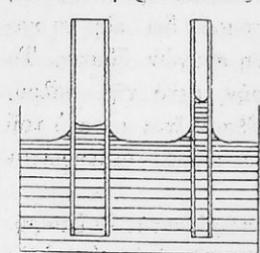
119. Τριχοειδές.—Τὰ φαινόμενα τῆς συναφείας μεταξὺ στερεῶν καὶ ὑγρῶν ἀγουν εἰς φαινομενικάς ἔξαιρέσεις τῶν νόμων τῆς ‘Υδροστατικῆς.

Εἰς τὴν ‘Υδροστατικὴν παρατηροῦμεν, ὅτι πᾶν ὑγρὸν παρουσιάζει τοὺς ἔξης χαρακτῆρας: α) δὲν ἔχει σχῆμα δρισμένον, β) ἡ ἐλεύθερα ἐπιφάνειά του εἶναι δριζοντία, γ) ἐντὸς δύο ἡ περισσοτέρων συγκοινωνούντων δοχείων ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ενδίσκεται εἰς τὸ αὐτὸδοριζόντιον ἐπίπεδον. Οἱ νόμοι οὗτοι ὑποθέτουν ὅτι τὰ ὑγρὰ μόρια δὲν ὑφίστανται τὴν ἐνέργειαν ἀλλων δυνάμεων ἐκτὸς τῆς βαρύτητος. Ἐνίοτε δῆμος οἱ νόμοι οὗτοι παρουσιάζονται ἐλλιπεῖς. Οὕτω α) ἐπὶ λείας ἐπιπέδου ἐπιφανείας μικρὰ σταγῶν ὑδραργύρου λαμβάνει σχῆμα, τὸ δποῖον πλησιάζει τόσον περισσότερον εἰς τὸν σφαιρικόν, ὅσον ἡ σταγῶν εἶναι μικροτέρα, β) ἡ ἐπιφάνεια ὑγροῦ πλησίον τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου δὲν εἶναι δριζοντία, γ) ἐντὸς στενοῦ ὑαλίνου σωλῆνος (**τριχοειδεῦς**) ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ δὲν ενδίσκεται εἰς τὸ αὐτὸδοριζόντον μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἔξωτεροῦ ὑγροῦ, ἡ δὲ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δὲν εἶναι ἐπίπεδος.

Αἱ φαινομενικαὶ αἵται ἔξαιρέσεις ἀποτελοῦν διμάδα φαινομένων, τὰ δποῖα καλοῦνται **τριχοειδῆ**, διότι ἡ ἔξιγγησις αὐτῶν συνδέεται μὲ

τὴν θεωρίαν τῶν ἀνυψώσεων καὶ ταπεινώσεων τῶν ὑγρῶν ἐντὸς στενῶν σωλήνων ἔνεκα τῆς συναφείας.

120. ἈΝΥΨΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑΠΕΙΝΩΣΕΙΣ ΤΡΙΧΟΕΙΔΕΙΣ.—Τὰ φαινόμενά διαφέρουν ἐντὸς στενῶν σωλήνων, καθ' ὅσον τὸ ὑγρὸν διαβρέχει



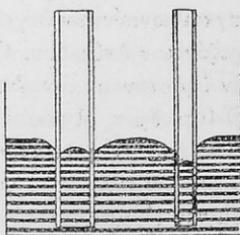
ἢ δὲν διαβρέχει τὸ στερεόν. Υγρόν τι λέγομεν διὰ διαβρέχει ἐν στερεόν (ὑδροὶ καὶ ὕαλος), ὅταν ἡ συνάφειά του πρὸς τὸ στερεόν ὑπερβαίνῃ τὴν συνοχήν του· δὲν τὸ διαβρέχει δέ, ἐὰν ἡ συνοχὴ αὐτοῦ ὑπερβαίνῃ τὴν συνάφειάν του πρὸς τὸ στερεόν. (ὑδράργυρος καὶ ὕαλος).

Ἐντὸς πολὺ στενοῦ σωλῆνος, ἢ ἐλευθέρᾳ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, ἀντὶ νὰ μένῃ ἐπίπεδος,

Σχ. 89 λαμβάνει σχῆμα κοῖλον (**κοῖλος μηνίσκος**), τὸ δὲ ὑγρὸν ἐσωτερικῶς ἀνυψώνται ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐσωτερικοῦ ὑγροῦ (σχ. 89), ἐὰν τὸ ὑγρὸν διαβρέχῃ τὸν σωλῆνα, ἢ ἐλευθέρᾳ αὐτοῦ ἐπιφάνεια εἶναι κυρτὴ (**κυρτὸς μηνίσκος**), τὸ δὲ ὑγρὸν ἐσωτερικῶς ταπεινοῦται (σχ. 90). Ἡ διαφορὰ τοῦ ὑψούς τῶν ἐπιφανειῶν εἶναι εἰς ἑκατέραν τῶν περιπτώσεων/ἢ αὐτὴ καὶ εἰς τὸν ὄροα καὶ εἰς τὸ κενόν, δπερ ἀποκλείει τὴν ἐπίδρασιν τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος.

121. Νόμος τῶν ὑψῶν.—Ἡ θεωρία καὶ τὸ πείραμα συμφωνοῦν εἰς τὸ διὰ τὸ αὐτὸν ὑγρὸν καὶ διὰ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, τὰ μέσα ὑψη τῆς ἀνυψώσεως ἢ ταπεινώσεως εἰς τοὺς κυλινδρικοὺς κατακούρφους σωλῆνας εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς ἀκτίνας τῶν σωλήνων τούτων.

122. ΔΙΕÚΔΗΝΣΙΣ ΤΗΣ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ ΔΡΑΣΕΩΣ.—Ἡ διαφορὰ τοῦ ὑψούς τῶν ἐπιφανειῶν ἐντὸς καὶ ἐκτὸς σωλῆνος τριχοειδοῦς δρασείλεται εἰς δύναμιν κατακόρυφον, ἢ δποία λέγεται **τριχοειδῆς δρᾶσις**. Αὕτη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος καὶ ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῆς κυρ-



Σχ. 90

τότητος πρὸς τὸν κοιλότητα τοῦ μηνίσκου. Εἶναι λοιπὸν ἀνυψωτικὴ μέν, ἐὰν ὁ μηνίσκος εἶναι κοῖλος· καταβιβαστικὴ δέ, ἐὰν ὁ μηνίσκος εἶναι κυρτός. Ἐκ μέρους τοῦ ὑγροῦ ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ στερεοῦ λῆση καὶ ἀντίθετος ἀντιδρασις, ἢ δποία βυθίζει μὲν τὸν σωλῆνα, ἐὰν ὁ μηνίσκος

είναι κοῦλος ἀνυψοῖ δὲ τὸν σωλῆνα ἐὰν ὁ μηνίσκος εἶναι κυρτός.

Σημείωσις. Τὰ τριγωνικά φαινόμενα ἔξηγοῦνται εὐκόλως, ἐὰν ἔξοικοιώσωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τῶν ὑγρῶν μὲν μεμβράνην ἐλαστικὴν τεταμένην ἐπὶ τῶν ὑγρῶν. Οὕτω ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ ἐντὸς τριγωνικοῦ σωλῆνος ἔξοικοιοῦνται μὲν ἐλαστικὴν μεμβράνην τεταμένην βαθ' (σκ. 91), μορφῆς ἡμισφαιρικῆς, προσκεκολλημένην εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ σωλῆνος, τὸν διποῖον διαβρέχει τὸ ὑγρόν.

Ἡ μεμβράνη αὗτη καταβιβάζει τὸ ὑγρόν, τὸ διποῖον δὲν διαβρέχει τὸν σωλῆνα.

Προβλήματα.

1ον. Ποῖον τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἐλαίου, τὸ διποῖον ἵσταται εἰς βαρομετρικὸν σωλῆνα εἰς ὕψος 11,68 μ., ὅταν παρακείμενον βαρύμετρον ὑδραργυρικὸν δειπνήγ 76 ἐκ.

Σκ. 91

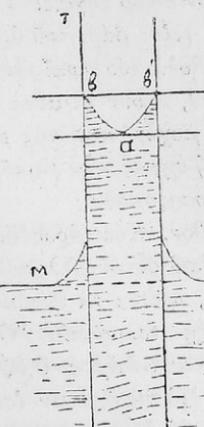
2ον. Ἐπὶ ξυλίνης σχεδίας βάρους 96 χρ. καὶ δύκου 200 κ. παλαμῶν ἵσταται ἀνθρωπὸς δρυμιος. Ἡ σχεδία ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὑδατος βυθιζομένη δλόκηλης ἐντὸς αὐτοῦ. Ποῖον τὸ βάρος τοῦ ἀνθρώπου; Καὶ ποῖον τὸ εἰδ. βάρος τοῦ ξύλου τῆς σχεδίας;

3ον. Σφαῖρα ἐκ χρυσοῦ ζυγίζει 96,25 χρ. Ἐμβαπτιζομένη εἰς ὑδωρ ἐκποτίζει δύκον ὑδατος βάρους 6 χρ. Εἶναι τελίως πλήρης ἡ σφαῖρα ἢ ἐνέχει κοιλότητα; Καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, ποῖον τὸ μέγεθος τῆς ἐγκλεισμένης κοιλότητος; Εἰδ. βάρος χρυσοῦ 19,25.

4ον. Δοχεῖον χωρητικότητος 80 μνβ. παλαμῶν χωρεῖ 81,5 χρ. γάλακτος. Μήπως ἐνοθεύθη τὸ γάλα δι' ὑδατος; Καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, πόσον τὸ εἰσαχθὲν ὑδωρ; Εἰδ. βάρος γάλακτος = 1,03.

5ον. Ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὑδωρ καὶ ὑδραργυροῦ ἔχομεν σφαῖραν ἐκ σιδήρου ἐν ἴσοδροπίᾳ. Τῆς σφαῖρας ταύτης μέρος μὲν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδραργυροῦ, τὸ δὲ ὑπόλοιπον εἰς τὸ ὑδωρ. Ζητεῖται ὁ λόγος τοῦ δύκου χ τοῦ βυθιζομένου εἰς τὸ ὑδωρ πρὸς τὸν δύκον ψ τὸν βυθιζόμενον εἰς τὸν ὑδραργυροῦ (εἰδ. βάρος σιδήρου 7,8).

6ον. Ὅδραργυρικὸν θερμόμετρον ζυγίζει 20 χρ. Ἐντὸς τοῦ ὑδα-



τος ζυγίζει 15 γρ. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου, τὸν ὅποιον περιέχει. Εἰδ. βάρος ὑάλου 2,5.

7ον. Στέφανος χρυσοῦς βάροντος 1200 γρ. βυθισμένος εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ ζυγίζει 1127,5 γρ. Περιέχει ὁ στέφανος ἀργυρον καὶ πόσον; (εἰδ. βάρ. τοῦ ἀργύρου 10,5, τοῦ χρυσοῦ 19).

8ον. Δύο σφαῖραι μεταλλικαί, τῶν δποίων τὰ εἰδ. βάρη εἶναι 5 καὶ 10, ἔχουν τὰ αὐτὰ βάρη εἰς τὸ κενόν. Ἐξαρτῶμεν αὐτὰς εἰς τὰ ἄκρα μοχλοῦ καὶ τὰς βυθίζομεν εἰς τὸ ὕδωρ. Ποία πρέπει νὰ εἴναι τότε ἡ σχέσις τῶν μηκῶν τῶν δύο μοχλοβραχιόνων, ἵνα αἱ δύο σφαῖραι ἴσορροποῦν;

9ον. Κύλινδρος ὑψους 20 ἑκ. κρέμαται κάτωθεν τοῦ δίσκου ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. Ὁταν 5 ἑκ. τοῦ κυλίνδρου τούτου βυθίζωνται εἰς τὸ ὕδωρ, πρέπει νὰ θέσωμεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον βάρος 57 γρ. διὰ νὰ ἔπαρχῃ ἴσορροπία. Ὁταν δὲ 12 ἑκ. τοῦ κυλίνδρου βυθίζωνται εἰς ὑγρὸν πυκνότητος 0,83, πρέπει νὰ θέσωμεν 22 γρ. εἰς τὸν ἄλλον δίσκον διὰ νὰ ἔχωμεν ἴσορροπίαν. Ποῖον τὸ βάρος καὶ ποία ἡ πυκνότης τοῦ κυλίνδρου;

10ον. Λήκυθος πλήρης ὕδατος ζυγίζει 44 γρ. Εἰσάγομεν εἰς αὐτὴν 10 γρ. σιδήρου καὶ ἀφαιροῦμεν τὴν περίσσειαν τοῦ ὕδατος ὑπεράνω τοῦ ὀρισμένου σημείου. Ἡ λήκυθος ζυγίζει τότε 52,7 γρ. Ποῖον τὸ εἰδ. βάρος τοῦ σιδήρου;

11ον. Λήκυθος ζυγίζει κενὴ μὲν 14,72 γρ., πλήρης ὕδατος 39,74 γρ., πλήρης δὲ ἀλατούχον διαλύματος 44,85 γρ. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος τούτου;

12ον. Ἀραιόμετρον φέρει κλίμακα διηγημένην εἰς ἵσα μέρη. Τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο εἰς μὲν τὸ ὕδωρ δεικνύει Ν βαθμούς, εἰς δὲ τὸ οἰνόπνευμα (εἰδ. βάρος ΙΙ) μ βαθμούς. Ζητεῖται ἡ πυκνότης ὑγροῦ, εἰς τὸ δποῖον τὸ ἀραιόμετρον δεικνύει ν βαθμούς.

13ον. Ἀραιόμετρον Βαυτέ δεικνύει 5° εἰς τὸ καθαρὸν γάλα, 2°,2 δὲ εἰς γάλα ἀραιωμένον δι' ὕδατος. Ποία ἡ ἀναλογία τοῦ προστεθέντος ὕδατος; Ἡ πυκνότης τοῦ ἀλατούχον διαλύματος, τὸ δποῖον ἐχρησίμευσε διὰ νὰ δώσῃ κατὰ τὴν βαθμολογίαν τὸ 15°, εἶναι 1,116.

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ - ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ - ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

123. Άερια.—Καλοῦμεν ἀέρια πάσας τὰς οὐσίας, αἱ δποῖαι ὑπὸ τὰς συνήθεις ἀτμοσφαιρικὰς συνθήκας παρουσιάζονται ὑπὸ τὴν ἀεριώδη κατάστασιν.

Πᾶν ἀέριον εἶναι ρευστὸν εύδιάχυτον, συμπιεστὸν καὶ ἐλαστικόν.

Τὴν διαχυτικότητα τῶν ἀερίων ἀπεδείξαμεν, θέσαντες ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας κύστιν καλῶς κλεισμένην, περιέχουσαν μικρὰν ποσότητα ἀέρος. Μετὰ τὴν ἀραιώσιν τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος ἡ κύστις ἔξωγκωθη (σχ. 2).

Ἐνεκα τῆς διαχυτικότητός του τὸ ἀέριον δὲν καταλαμβάνει μόνον τὸν πυθμένα, ἀλλὰ πληροῖ διόλκηρον τὸ δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ δποίου ἐγκλείεται. Συνεπῶς δὲν ἔχει ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν.

124. Συμπιεστὸν καὶ ἐλαστικότης τῶν ἀερίων.—Τὰ ἀέρια εἶναι πολὺ μᾶλλον τῶν ὑγρῶν συμπιεστά· ὑφίστανται μεγάλην ἐλάττωσιν τοῦ ὅγκου των ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀσθενῶν δυνάμεων.

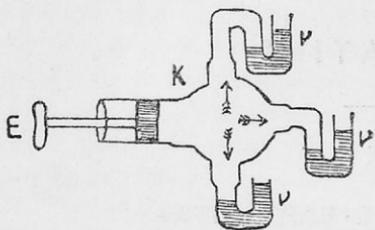
Τὸ συμπιεστὸν τῶν ἀερίων ἀπεδείξαμεν μὲ τὸ δι' ἀέρος πυρεῖον (σχ. 1).

Τὰ ἀέρια εἶναι τελείως ἐλαστικά, ἀναλαμβάνουν δηλ. τὸν ὅγκον των, εὐθὺς ὡς παύσῃ ἡ συμπίεσις. Οὕτω ἐάν, ἀφοῦ συμπιέσωμεν ἀέριόν τι, ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τὸ ἔμβολον, τοῦτο ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν θέσιν του ἐνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀερίου.

125. Μετάδοσις τῶν πιέσεων διὰ τῶν ἀερίων.—Οπως τὰ ὑγρά, οὕτω καὶ τὰ ἀέρια, λόγῳ τῆς εύκινησίας τῶν μορίων των, με-

ταδίδουν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τὰς πιέσεις, αἱ ὄποιαι ἐπιφέρονται ἐπ' αὐτῶν.

Διὰ νὰ δεῖξωμεν τοῦτο, χρησιμοποιοῦμεν δοχεῖον (σχ. 92) φέρον εἰς τὸ Κ κυλινδρικὸν σωλῆνα, ἐντὸς τοῦ ὅποιου δύναται νὰ ὀλισθαίνῃ



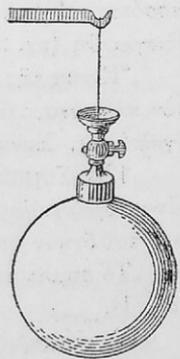
Σχ. 92

διευθύνσεις καὶ ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸν τῶν σωλήνων νὰ ἀνέλθῃ ἐξ ἵσου εἰς ἔκαστον σωλῆνα.

ἐμβολεὺς Ε ἐφαρμοζόμενος ἀεροστεγῶς. Τὸ δοχεῖον τοῦτο φέρει ὑοιεδεῖς σωλῆνας ν περιέχοντας ὑγρόν, τοῦ ὅποιου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος εἰς τὰ δύο ἔκαστου σκέλη. Ἐὰν κατόπιν ὁμήσωμεν τὸ ἐμβολον, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς

126. Βάρος τῶν ἀερίων.—Τὰ ἀέρια, ὅπως πάντα τὰ σώματα, ἔχουν βάρος (ἄν καὶ δὲν τὰ βλέπομεν νὰ πίπτουν). Διὰ νὰ ἀποδεῖξωμεν ὅτι ὁ ἀὴρ π. χ. ἔχει βάρος, ἔξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου πολὺ εὐπαθοῦς ζυγοῦ σφαῖραν ὑστερήνην, τῆς ὅποιας ὁ λαιμὸς φέρει στρόφιγγα, καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν (σχ. 93) διὰ χόνδρων μολύβδου. Ἀφαιροῦμεν κατόπιν τὴν σφαῖραν καὶ ἔξαγομεν ἐξ αὐτῆς τὸν ἀέρα, ὅσον τὸ δυνατὸν τελειότερον, κλείσομεν τὴν στρόφιγγαν ηγ τὴν ἔξαρτῶμεν ἐκ νέου ἐκ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ. Ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῶν χόνδρων· συνεπῶς ὁ ἀὴρ ἔχει βάρος. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν, πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸν ἄνωθεν τῆς σφαῖρας δίσκον γραμμάρια τινά, τὰ ὅποια παριστοῦν προφανῶς τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, ὅστις ἔξήκθη ἐκ τῆς σφαῖρας.

Διὸ ἀκριβεστέρων πειραμάτων εὑρέθη, ὅτι μία κυβ. παλάμη ἀέρος ζυγίζει 1,293 γραμ. ἢ 1,3 γραμ. περίπου.



127. Ἀτμόσφαιρα. Ἀτμοσφαιρική πίεσις.—

Σχ. 93

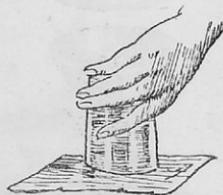
Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι τὸ στρῶμα τοῦ ἀέρος, τὸ ὅποιον περιβάλλει τὴν γῆν.

‘Ο ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εἶναι μεῖγμα. Εἰς 100 κυβ. παλάμας ἀέρος ὑπάρχουν περίπου 21 κυβ. παλάμαι ὀξυγόνου, 78 κυβ. παλάμαι ἀζώτου, 1 κυβ. παλάμη ἀργοῦ, ἵχνη ἄλλων ἀερίων (κρυπτοῦ, νέου, ξένου,

ἥλίου), μικραὶ ποσότητες ὑδρατμοῦ καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Τὸ βάρος τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας σύμπιεῖ τὰ κατώτερα στρωμάτα καὶ ἡ πυκνότης αὐτῆς αὐξάνεται, καθὸς ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τὸ ἔδαφος. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς ὑφίσταται πίεσιν ἵσην μὲ τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας.

Καλοῦμεν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τὴν πίεσιν, τὴν δποίαν ἔξασκει ἡ ἀτμόσφαιρα ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τῶν εὑρισκομένων πλησίον τοῦ ἔδαφους. Ἡ πίεσις αὕτη δὲν δύναται νὰ ὑπολογισθῇ, καθὸς ὅσον δὲν γνωρίζομεν οὔτε τὸ ὑψος τῆς ἀτμοσφαίρας, οὔτε τὸν νόμον τῆς ἐλαττώσεως τῆς πυκνότητος αὐτῆς, καθὸς ὅσον ἀνερχόμεθα. Δίδεται δῆμος ἀπὸ εὐθείας διὰ τοῦ πειράματος τοῦ Torricelli, δπως θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

Σημείωσις. Εἰς 5500 μέτρα ἄνωθεν τοῦ ἔδαφους, ἡ στήλη τοῦ ἀέρος χάνει τὸ ἥμισυ τοῦ βάρους της. Παραδέχονται δτι ἄνωθεν τοῦ στρωμάτος τοῦ ἀέρος ἔξι δευτερογόνου καὶ ἀξώτου ὑπάρχει ἀτμόσφαιρα ἔξι ἐλαφρῶν ἀερίων, δπως τὸ ὑδρογόνον, ἡ δποία δύναται νὰ ἔκτείνεται μέχρι πολὺ μεγάλου ὕψους. Πάντως, τὰ ἔξωτερικὰ στρωμάτα τῆς ἀτμοσφαίρας δὲν φθάνουν τὸ δριον, δπου ἡ φυγόκεντρος δύναμις μηδενίζει τὴν βαρύτητα ἀλλως θὰ διεσπειρόντο τοις τὸ διάστημα.



Σχ. 94

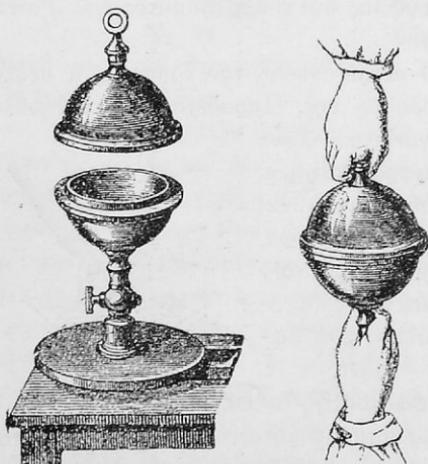
128. Συνέπειαι τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.—¹Η ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις παρέοχεται συνήθως ἀπαρατήρητος, διότι αἱ πιέσεις, αἱ δποίαι ἔξασκοῦνται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τινος ἀντικειμένου ἰσορροποῦν ἀλλήλας ἐπαισθητῶς..²Ἐν τούτοις ἀποδεικνύομεν αὐτὴν διὰ διαφόρων πειραμάτων.

α) Ἐὰν ἐπὶ τῶν χειλέων ποτηρίου πλήρους ὕδατος ἐφαρμόσωμεν φύλλον χάρτου καὶ ἀναστρέψωμεν τὸ ποτήριον μετὰ προσοχῆς, παρατηροῦμεν δτι τὸ ὕδωρ δὲν πίπτει. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ δτι τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, τὸ δποῖον περιέχεται ἐντὸς τοῦ ποτηρίου, εἶναι μηκότερον ἀπὸ τὴν πίεσιν, τὴν δποίαν ἔξασκει ἡ ἀτμόσφαιρα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 94).

β) Ἐὰν βυθίσωμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος σωλῆνα ὑάλινον καὶ ἀναρριφήσωμεν τὸν ἀέρα ἀπὸ τὸ ἀνώτερον ἀκρον τοῦ σωλῆνος, θὰ παρατηρήσωμεν δτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο

δοφείλεται εἰς τὴν πίεσιν, τὴν δποίαν ἔξασκεῖ ή ἀτμόσφαιρα έπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος τοῦ ενδισκομένου εἰς τὸ δοχεῖον. Πρὸ τῆς ἀναρροφήσεως ή πίεσις αὐτῇ ἔξησκεῖτο ἔξι τσου καὶ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ. Μετὰ τὴν ἀναρροφήσιν ἔξέλιπεν ή ἐσωτερικὴ πίεσις, ή δποία ἔξουδετερων τὴν ἔξωτερικὴν καὶ τὸ ὑγρὸν ἀνήλθεν εἰς τὸν σωλῆνα.

γ) Πείραμα τῶν ἡμισφαιρίων τοῦ Μαγδεμβούργου. Ἡ συσκευὴ αὗτη, ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Otto de Guericke, δημάρχου τοῦ Μαγδεμβούργου, συνίσταται ἀπὸ δύο κοῖλα ἡμισφαιρία δρειχάλκινα, (σχ. 95), ἐφημοισμένα τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου διὰ τῆς μεσολαβήσεως δεο-



Σχ. 95

129. Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.—Πείραμα τοῦ Torricelli. Ὁ Torricelli, μαθητὴς τοῦ Γαλιλαίου, ἔξετέλεσε τῷ 1643 πείραμα, διὰ τοῦ δποίου ὅχι μόνον ἀποδεικνύεται ή ὑπαρξία τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἀλλὰ δύναται καὶ νὰ μετρηθῇ. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐπανολαμβάνομεν ὥς ἔξῆς:

Πληροῦμεν τελείως μὲν ὑδράργυρον ὑάλινον σωλῆνα μήκους 80 ἑκατοστομέτρων καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 6—7 χιλιοστομέτρων, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν αὐτοῦ ἄκρον (σχ. 96). Ἀφοῦ κλείσωμεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον διὰ τοῦ δακτύλου, ἀναστρέφομεν αὐτὸν καὶ τὸν ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὑδραργύρου. Ἀποσύροντες τὸν δάκτυλον, βλέ-

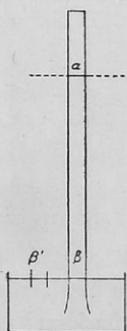
ματίνου δακτυλίου ἀλειμμένου διὰ στέατος. Τὸ κατώτερον ἡμισφαιρίου φέρει καὶ στροφιγγα εἰς τὸν πόδα αὐτοῦ, διὰ τοῦ δποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τῆς ἀεραντλίας.

Ἐφ' ὅσον τὰ ἡμισφαιρία περιέχουν ἀέρα, ἀποχωρίζονται εὐκόλως, διότι ή πίεσις, τὴν δποίαν ἔξασκεῖ ή ἀτμόσφαιρα, ἔξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος· ἀλλ' ὅταν οὗτος ἀφαιρεθῇ, ἀτατεῖται μεγάλη δύναμις ὅπως ἀποχωρισθοῦν τὰ ἡμισφαιρία.

πομεν ὅτι ὁ ὑδραργυρος καταπίπτει καὶ σταματᾷ εἰς ὕψος 76 περίου ἐκατοστομέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ εἰς τὴν λεκάνην, ἀφίνων οὕτω ἀνωμένην του χῶρον κενόν, ὁ δοῖος λέγεται βαρομετρικὸς θάλαμος.

Ἐξήγησις. Θεωρήσωμεν δύο μονάδας ἐπιφανείας, τὴν μὲν β' ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, τὴν δὲ ἄλλην β' ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δοιζόντιου ἐπιπέδου, ἀλλ' ἔντὸς τοῦ σωλῆνος (σχ. 97). Ἐπειδὴ αἱ δύο αὗται ἐπιφάνειαι εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον ὑγροῦ εύρισκομένου ἐν ἰσορροπίᾳ, ὑφίστανται τὴν αὐτὴν πίεσιν. Καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ στοιχείου β' ἐπιφέρεται ἀμέσως ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἐνῷ ἐπὶ τοῦ β' τὸ βάρος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης καὶ μόνον, διότι κατὰ τὸ α, ὑπερόνω τοῦ ὑδραργύρου, ὑπάρχει χῶρος κενός. Συμπεραίνομεν λοιπόν, ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσορροπεῖ τὸ βάρος τῆς ἀνυψωμένης στήλης τοῦ ὑδραργύρου.

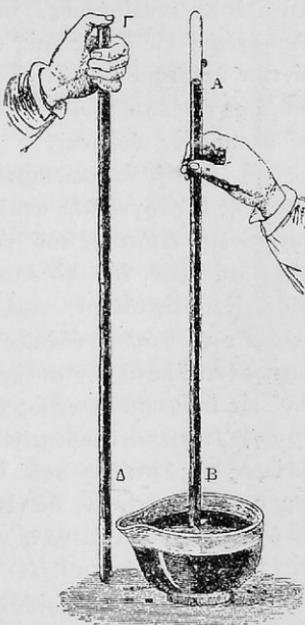
130. Τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς



Σχ. 97

πίεσεως.—Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ λοιπὸν πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς τετραγωνικοῦ ἐκατοστομέτρου εἴναι τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἡ δοία ἔχει βάσιν ἐν τετρ. ἐκατοστόμετρον καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τὴν λεκάνην. Διὸ ὕψος 76 ἐκατ. ἡ ἀνυψωμένη στήλη ἔχει βάρος 1.76, 13,6=1033,6 γρ. Τὸ βάρος τοῦτο εἰς δύνας εἴναι περίου 1033.980. Καλοῦμεν τοῦτο πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρίδας.

Παρατηρήσεις. α) Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μένη σταθερά, καὶ τὸ κατακόρυφον ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἔντὸς τοῦ σωλῆνος μένει σταθερόν. Είναι δὲ ἀνεξάρτητον τοῦ σχήματος, τῆς διαμέτρου καὶ τῆς κλίσεως τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 96

Πράγματι, έὰν ἀναστρέψωμεν ἐντὸς τῆς αὐτῆς λεκάνης σωλῆνας τοῦ Torricelli διαφόρων σχημάτων καὶ διαμέτρων, ἄλλους κατακορύφους καὶ ἄλλους κεκλιμένους, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου εἰς ὅλους τοὺς σωλῆνας θὰ εὑρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸν ὁρίζοντιον ἐπίπεδον καὶ ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ἐπιπέδου τούτου ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ θὰ εἴναι ἡ αὐτὴ διὲ ὅλους τοὺς σωλῆνας.

β) Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται, καὶ τὸ ὑψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης πρόπει νὰ αὐξάνεται ἢ νὰ ἐλαττοῦται συγχρόνως. Διότι εἰς τὸν τύπον $\Delta = 76.13,6.980$, ἐπειδὴ τὸ $13,6.980$ μένει σταθερόν, ἔὰν τὸ Δ αὐξάνεται, πρόπει καὶ τὸ 76 νὰ αὐξάνεται. Ἐὰν τὸ Δ ἐλαττοῦται, πρόπει καὶ τὸ 76 νὰ ἐλαττοῦται. Δυνάμεθα ἄλλως τε νὰ ἐπαληθεύσωμεν τὸ συμπέρασμα τοῦτο πειραματικῶς, παρατηροῦντες κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν σωλῆνας Torricelli τοποθετημένους εἰς διάφορα ὕψη, ὡς θὰ μάθωμεν κατωτέρῳ.

γ) Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα τοῦ Torricelli μὲ ἄλλο ὑγρόν, τὸ ὑψος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ τούτου, ἡ δοπία θὰ ἴσορροπῇ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεσιν, θὰ εἴναι τόσας φορὰς μεγαλείτερον, ὅσας φορὰς τὸ ὑγρὸν θὰ εἴναι διλιγώτερον πυκνόν.

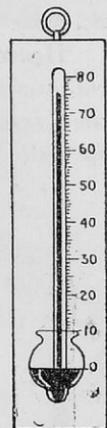
Ἐ φ α γ μ ο γ α ι. Ὁ Πασκάλ, διὰ νὰ ἐπιβεβαιώσῃ τὸ πείραμα τοῦ Torricelli, μετεχειρίσθη σωλῆνα μήκους 15 μέτρων, τὸν δοπίον ἐπλήρωσε μὲ ἐρυθρὸν οἶνον. Οὕτω διεπίστωσεν ὅτι τὸ ὑγρὸν τοῦτο, τὸ δοπίον εἴναι περίπου 13,5 φορὰς διλιγώτερον πυκνὸν ἀπὸ τὸν ὑδραργυρὸν, ἀνυψώθη εἰς 10,40 μέτρα, δηλ. εἰς ὕψος περίπου 13,5 φορὰς μεγαλείτερον ἀπὸ τὸ τοῦ ὑδραργύρου.

131. **Βαρόμετρα.**—Τὰ βαρόμετρα εἴναι ὅργανα, διὰ τῶν δοπίων μετροῦμεν μετ' ἀκριβείας κατὰ πᾶσαν στιγμὴν καὶ εἰς πάντα τόπον τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Διότι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται δχι μόνον ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

Κοινὸν βαρόμετρον. Τοῦτο εἴναι σωλὴν τοῦ Torricelli, στερεωμένος ἐπὶ κατακορύφου σανίδος, ἡ δοπία ὑποβαστάζει ἀρκετὰ εὐρεῖαν λεκάνην, περιέχουσαν ὑδραργυρὸν, ἐντὸς τοῦ δοπίου βυθίζεται ὁ σωλήν. Κατὰ μῆκος τοῦ ἀνωτέρου μέρους τοῦ σωλῆνος ὑπάρχει κλῖμαξ, τῆς δοπίας τὸ μηδὲν συμπίπτει πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης (σχ. 98). Ὅταν ἡ πίεσις αὐξάνεται καὶ ὁ ὑδραργυρὸς ἀνιψιοῦται εἰς τὸν σωλῆνα, ἡ ἐπιφάνεια του εἰς τὴν λεκάνην κα-

τέρχεται καὶ συνεπῶς δὲν ἀντιστοιχεῖ πλέον εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος.
Αλλ᾽ ή μεταβολὴ αὕτη εἰς τὴν λεκάνην δὲν λαμβάνεται ὑπὸ^τ
δψιν, καθὸς οὐτη ἔχει διάμετρον πολὺ μεγαλυτέραν τῆς
τοῦ σωλῆνος καὶ ἐπομένως αἱ ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις
τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐπιφέρουν ἀνεπαίσθητον
μεταβολὴν τοῦ ὑψους τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς
τὴν λεκάνην,

Βαρόμετρον τοῦ Fortin. Τὸ βαρόμετρον τοῦτο
ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ κυλινδρικῆς λεκάνης ὑαλίνης (σχ. 99),
ἥ δόπια φέρει πυθμένα ἐκ δέρματος, ὅστις δύναται νὰ ἀνυ-
ψοῦται ἥ νὰ ταπεινοῦται διὰ μεγάλου κοχλίου εὑρισκομένου
ὑπὸ αὐτόν. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας βάσεως τῆς κυλινδρικῆς
λεκάνης εἶναι στερεωμένη λεπτὴ ἀκίς (α), ἐξ ἐλεφαντοστοῦ,
τῆς δόπιας ἥ αἰχμὴ πρέπει νὰ ἐφάπτεται πάντοτε τῆς ἐπι-



φανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Σχ. 98

Κατὰ τὸ μέσον τῆς βάσεως ταύτης ὑπάρχει δπή, διὰ
τῆς δόπιας διέρχεται δ βαρομετρικὸς σωλήν, τοῦ
δόπιου τὸ κατώτερον ἀκρον βυθίζεται ἐντὸς
τοῦ ὑδραργύρου, τὸν δόπιον περιέχει ἥ λεκάνη. Ἰνα
δὲ μὴ δ ὑδράργυρος ἔξερχεται ἐκ τῆς λεκάνης κατὰ
τὴν μεταφορὰν τοῦ δργάνου, ἥ δπή, διὰ τῆς δόπιας
εἰσέρχεται δ βαρομετρικὸς σωλήν, κλείεται καλῶς διὰ
δέρματος, διὰ τῶν πόρων τοῦ δόπιου μεταδίδεται ἥ
ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκά-
νης. Τὸ κατώτερον μέρος τῆς λεκάνης περιβάλλεται
μὲ δρειχαλκίνην θήκην, ἥ δόπια διὰ τριῶν ἥλων συν-
δέεται μετά τοῦ καλύμματος αὐτῆς. Καὶ δ βαρομετρικὸς
σωλήν ἐπίσης περιβάλλεται μὲ δρειχαλκίνην θήκην,
ἥ δόπια πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει ἀπέναντι ἀλ-
λήλων δύο ἐπιμήκεις θυρίδας, διὰ τῶν δόπιων διακρί-
νεται ἥ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος
(κατὰ τὸ A, σχ. 100). Ἐπὶ τῆς θήκης ταύτης εἶναι
χαραγμέναι εἰς χιλιοστὰ τοῦ μέτρου αἱ διαιρέσεις
τῆς κλίμακος, τῆς δόπιας τὸ μηδὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς
τὴν αἰχμὴν τῆς ἀκίδος.



Σχ. 99

Ἡ δρειχαλκίνη θήκη εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει δακτύλιον (Γ),

διὰ τοῦ ὅποίου ἔξαρτάται τὸ ὅργανον ἐκ σταθεροῦ ὑποστηρίγματος οὗτως, ὥστε δὲ σωλὴν αὐτοῦ νὰ εἶναι κατακόρυφος.

Προκειμένου νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά, στρέφομεν τὸν κοχλίαν τῆς κινητῆς βάσεως τῆς λεκάνης, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐντὸς αὐτῆς ὑδραργύρου ἔλθῃ ἀκριβῶς εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς αἰχμῆς τῆς ἀκίδος, καὶ κατόπιν ἀναγινώσκομεν μετὰ

εἰρ. τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα.

Προκειμένου δὲ νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὅργανον, στρέφομεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου πληρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ δὲ βαρομετρικὸς σωλὴν δι· ὑδραργύρου, ὅποτε δὲν ὑπάρχει φόβος ἡ κορυστὶς τοῦ ὑδραργύρου νὰ θραύσῃ τὸν σωλῆνα.

132. Μεταλλικὰ βαρόμετρα.—Τὸ βαρόμετρα ταῦτα συνίστανται κυρίως ἐκ μεταλλικοῦ τυμπάνου λεπτοῦ, ἔρυθρης κλειστοῦ καὶ περιέχοντος πολὺ ἀραιώθεντα ἀέρα. Ἐνεκα τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως τὸ τύμπανον παραμορφοῦνται, αἱ δὲ μικραὶ μετατοπίσεις τοῦ ἐλαστικοῦ τοιχώματος, μεγαλοποιούμεναι διὰ συστήματος μοχλῶν, ἐκδηλοῦνται διὰ κινήσεως βελόνης ἐπὶ τόξου βαθμολογημένουν.

Τὸ βαρόμετρα ταῦτα βαθμολογοῦνται διὰ συγκρίσεως πρὸς βαρόμετρον ὑδραργυρικόν, ὃς λίαν δὲ εὐμετακόμιστα γρηγορισμοποιοῦνται εἰς πάσας τὰς παρατηρήσεις, αἱ δοῖαι δὲν ἀπαιτοῦν μεγάλην ἀκρίβειαν.

Εἰς τὸ βαρόμετρον τοῦ Vidi (σχ. 101) τὸ κενὸν τύμπανον ἔχει σχῆμα κυλινδρικῆς θήκης, τῆς ὅποίας ἡ μὲν κάτω βάσις εἶναι ἐπίπεδος, ἡ δὲ ἄνω φέρει συγκεντρικὰς αἱλακας, αἱ δοῖαι αἱξάνουν πολὺ τὴν εὐκαμψίαν αὐτῆς. Ἰσχυρὸν ἐλατήριον προσηλωμένον εἰς τὸ μέσον τῆς θήκης

Σχ. 100 διατηρεῖ τὰς βάσεις ἀπομεμακρυσμένας ἀπ' ἀλλήλων παρὰ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἵτις τείνει νὰ τὰς πλησιάσῃ. Ὁταν δὲ πίεσις αἱξάνεται, ἡ ἀνωτέρα βάσις κοιλαίνεται, καὶ ἡ κάμψις αὕτη προκαλεῖ τὴν κατακόρυφον μετατόπισιν βραχείας καὶ παχείας μεταλλικῆς στήλης Μ προσηλωμένης εἰς τὸ κέντρον τῆς ἄνω βάσεως. Η κίνησις αὕτη μεταδίδεται διὰ τῆς μεσολαβήσεως τοῦ ἴσχυροῦ ἐλατηρίου Ε, τῶν συνηρθρωμένων στελεχῶν μ καὶ τοῦ ἀξονος σ, εἰς μικρὰν ἄλυσιν Σ,



ἥ δοποία εῖναι σταθερῶς τεταμένη διὰ μικροῦ σπειροειδοῦς ἐλατηρίου καὶ περιτυλίσσεται ἐπὶ μικρᾶς τροχαλίας, τῆς δοποίας ὁ ἄξων φέρει τὴν βελόνην. Ἡ

βελόνη οὕτω μετακινεῖται ὑπεράνω πλαισίου διηρημένου, τὸ δόποιον εἰς τὸ σχῆμα ἔχει ἀφαιρεθῆ διὰ νὰ καταστῇ τοῦτο εὐκρινέστερον.

Γραφικὴ παράστασις τῶν πιέσεων. Τὸς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως παριστῶμεν γραφικῶς ὡς ἔξης:

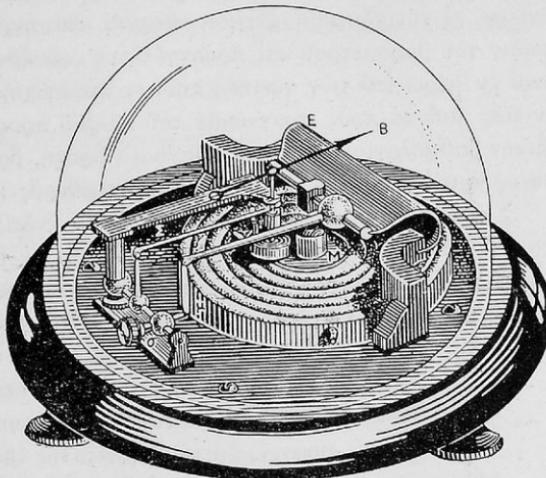
Λαμβάνομεν δύο

ἄξονας δροθυγωνίους (σχ. 102), τὸν ἄξονα τῶν ὠδῶν (δριζόντιον) καὶ τὸν ἄξονα τῶν πιέσεων (κατακόρυφον). Μία καμπύλη συνεχῆς διέρχεται διὰ τῶν σημείων, τὰ δοποία ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς παρατηρηθείσας πιέσεις.



Σχ. 102

τεῦ βαρομετρικοῦ ὕψους παρέχουν χρησίμους ἐνδείξεις διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ. Οἱ βιοεισανατολικοὶ ἀνεμοί προκαλοῦν ὕψωσιν



Σχ. 101

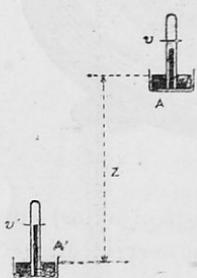
ταὶ διὰ τῶν σημείων, τὰ δοποία ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς παρατηρηθείσας πιέσεις.

133. "Ετεραι χρήσεις τῶν βαρομέτρων. — Α) Πρόγνωσις τοῦ καιροῦ.

Αἱ μεταβολαὶ

τοῦ βαρομέτρου, ἐπειδὴ δὲ ψυχρὸς ἀήρος εἶναι πυκνότερος τοῦ θερμοῦ ἐπὶ πλέον, ἐπειδὴ διέρχονται σχεδὸν μόνον διὰ ἡπείρων, εἶναι δὲ λίγον ὑγροὶ καὶ ἡ ἄφεισις τῶν προαγγέλλει κατὰ κανόνα καλοκαιρίαν. Τούναντίον, οἱ νοτιοδυτικοὶ ἀνεμοί, θερμοί καὶ ὑγροί, προκαλοῦν κατάπτωσιν τοῦ βαρομέτρου καὶ προαγγέλλουν συνήθως βροχήν. Στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν γενικῶν τούτων παρατηρήσεων, παραδεχόμεθα γενικῶς διὰ τὰ πρὸς πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ προοριζόμενα βαρόμετρα εἰδικὴν βαθμολογίαν (καταιγίς, φραγμάτων βροχή, βροχὴ ἢ ἀνεμος, μεταβλητὸς καιρός, ὥραιος καιρός, ὥραιος σταθερός καιρός, πολὺ ἔηρος).

Σημεῖοι. Αἱ τοιαύτης φύσεως ἐνδείξεις, αἱ παρεχόμεναι ὑπὸ τοῦ βαρομέτρου, δὲν εἶναι ἀπόλυτοι. Ἐὰν θέλωμεν νὰ ἔχωμεν πρόγνωσιν τοῦ πιθανοῦ καιροῦ, πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπὸ ὅψιν ὅχι μόνον τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἀλλὰ καὶ τὰς μεταβολὰς



Σχ. 103

τῆς θερμοκρασίας, τὴν ὅψιν τοῦ οὐρανοῦ καὶ τὰ προγνωστικά, τὰ δοποῖα δι᾽ ἔκαστον τόπου ἡ πεῖρα ἀπέδειξεν ἀλάνθαστα. Ἐὰν γένει αἱ βραδεῖαι καὶ συνεχεῖς μετακινήσεις τῆς βαρομετρικῆς στήλης καθιστοῦν τὰς ὑπὸ τοῦ βαρομέτρου παρεχομένας ἐνδείξεις πιθανάς: βελτίωσιν μὲν τοῦ καιροῦ διὰ τὴν περίπτωσιν τῆς ἀνυψώσεως τῆς στήλης, τροπὴν δὲ ἐπὶ τὰ χείρω διὰ τὴν περίπτωσιν τῆς καταπτώσεως. Αἱ ἀπότομοι μετακινήσεις προοιωνίζουν καταιγίδας.

Τὰ πλεῖστα τῶν κρατῶν τῆς Εὐρώπης ἔχουν διοργανώσει τακτικὴν ὑπηρεσίαν βαρομετρικῶν παρατηρήσεων, ἐκτελουμένων κατὰ τὴν αὐτὴν ὥραν καὶ καθ᾽ ἔκαστην ἡμέραν. Αἱ παρατηρήσεις αὗται συγκεντρούμεναι χρησιμεύουν εἰς τὴν σύνταξιν τῶν δελτίων τῆς προγνώσεως τοῦ καιροῦ. Αἱ δὲ σχετικαὶ πληροφορίαι μεταδίδονται διὰ τοῦ ἀσυρμάτου πολλάκις τῆς ἡμέρας.

B) **Υψημέτρησις.** Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας διφεύλεται εἰς τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ἀέρος, ἡ δοποία πίεζει ταύτην. Ὅταν παρατηρῶμεν τὸ βαρόμετρον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἔδαφους Α', τοῦτο δεικνύει π. χ. υ' ἔκατον στόμετρα (σχ. 103). Ἐὰν δημος ἀνέλθωμεν εἰς τὸ Α, εἰς ὑψος Ζ, ἡ πίεσις θὰ ἐλαττωθῇ κατὰ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ἀέρος, ἡ δοποία ενδίσκεται μεταξὺ Α' καὶ Α. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου συνεπῶς κατέρχεται. Ἐστω υ ἔκ. τὸ ὑψος

τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ βαρόμετρον Α. Ἡ ἐλάττωσις αὗτη υ'-υ=λ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως μετρεῖται ἀφ' ἐνὸς μὲν διὰ τοῦ βάρους στήλης ἀέρος ὕψους Ζ ἔκατ., ἀφ' ἐτέρου δὲ διὰ τοῦ βάρους ὑδραργυρικῆς στήλης ὕψους λ ἔκατ. Τὰ δύο ταῦτα βάροι λοιπόν, ἐκπεφρασμένα εἰς γραμμάρια, εἶναι ταῦτα. Ἐχομεν ἄρα :

$$1.Z.0,001293 = 1.\lambda.13,6$$

$$\text{εξ } \eta \text{ς } \frac{Z}{\lambda} = \frac{13,6}{0,001293}.$$

Σημείωσις. Εὰν $\lambda = 0,001$ μέτρα, ἔχομεν :

$$\frac{Z}{0,001} = \frac{13,6}{0,001293} \quad \text{ἢ} \quad Z = \frac{13,6 \cdot 0,001}{0,001293} = 10,5 \text{ μέτρα περίπου.}$$

Ο ἀνωτέρῳ ὑπολογισμὸς προϋποθέτει ὅτι ἡ θερμοκρασία εἶναι 0, διὰ τοῦτο δὲ ἀλλοὶ εἰναι ἀσυμπίεστος, ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι τὸ αὐτὸν εἰς πᾶν ὕψος. Οὐδεμίᾳ δύμας τῶν ὑποθέσεων τόπου, ἐλαττοῦται γενικῶς μετὰ τοῦ ὕψους, τοῦτο δὲ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ συστέλλῃ τὸν ἀριθμὸν καὶ νὰ αὐξάνῃ τὸ βάρος του. Ο ἀληθινὸν κατωτέρων στρωμάτων συνθλιβόμενος ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων καταλαμβάνει δύγκων μικρότερον καὶ συνεπῶς εἶναι πυκνότερος. Τέλος, ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος ἐλαττοῦται αὐξανομένου τοῦ ὕψους καὶ δὲ ὑδράργυρος καθίσταται διλιγώτερον πυκνός. Διὰ τοῦτο δὲ ὑπολογισμὸς οὗτος ἐφαρμόζεται μόνον διὰ μικρὰ ὕψη. Διὰ μεγάλα ὕψη γίνεται χρῆσις εἰδικῶν τύπων.

Προβλήματα.

1ον. Νὰ ὑπολογισθῇ εἰς δύνας ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐπιφέρει ἡ ἀτμόσφαιρα ἐπὶ ἐπιφανείας ἐνὸς τετρ. ἐκατοστομέτρου, διὰ τὸ βαρόμετρικὸν ὕψος εἶναι 75 ἑκ. Πυκνότης ὑδραργύρου 13,596. (¹Ἐν γραμμάριον = 980,68 δύνασι).

2ον. Ποῖον θὰ ἔρθῃ τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας εἰς τόπον ἔνθα τὸ βαρόμετρον δεικνύει 76, ἀν δὲ ἀληθινὸν πυκνότητα καὶ ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος δὲν μετεβάλλετο μετὰ τοῦ ὕψους;

3ον. Τὸ βαρόμετρικὸν ὕψος εἶναι 76 εἰς τὴν βάσιν λόφου ὕψους 300 μ. Ποῖον θὰ εἴναι εἰς τὴν κορυφήν;

4ον. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ ἐλαίου, τὸ ὁποῖον ἀνέρχεται εἰς βαρόμετρικὸν σωλῆνα εἰς ὕψος 11,68 μ., διὰ τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον δεικνύει 76 ἑκ.;

5ον. Πρόσκειται νὰ κατασκευάσωμεν βαρόμετρον διὰ θεικοῦ ὁξέος (εἰδ. βάρος 1,8). Ποῖον τὸ ἐλάχιστον ὑψος, τὸ δποῖον πρέπει νὰ ἔχῃ δ' βαρομετρικὸς σωλήνη;

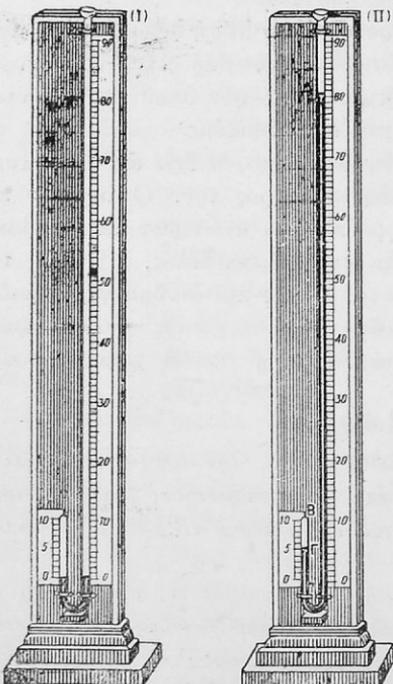
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

134. Συμπιεστὸν καὶ ἐλαστικότης τῶν ἀερίων.—“Οταν συμπιεζωμεν βαθμηδὸν ἐν ἀεριον, δπως π. χ. εἰς τὸ δι' ἀερος πυρεῖον, αἰσθανόμεθα ἀντίστασιν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγάλην. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ δτι, δσον δ ὅγκος τοῦ ἀερίου ἐλαττοῦται, τόσον ἡ ἐλαστική του δύναμις αὐξάνεται.

Ο νόμος τοῦ συμπιεστοῦ τῶν ἀερίων ἀνευρέθη σχεδὸν συγχρόνως ὑπὸ τοῦ Μαριόττου ἐν Γαλλίᾳ καὶ τοῦ Boyle ἐν Ἀγγλίᾳ.

135. Μεταβολαι τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ἀερίων.—Α) Διὰ πιέσεις μεγαλυτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ἐπὶ ξυλίνης σανίδος κατακορύφου στερεώνομεν ὑάλινον σωλῆνα κεκαμμένον εἰς δύο ἄνισα σκέλη (σχ. 104). Κατὰ μῆκος τοῦ μικροῦ σκέλους, τὸ δποῖον εἶναι κλειστόν, ὑπάρχει κλιμάξ, ἡ δποία δεικνύει ἵσας χωρητικότητας.



Σχ. 104

Ἡ κατὰ μῆκος δὲ τοῦ μεγάλου σκέλους (τὸ δποῖον εἶναι ἀνοικτὸν) κλιμάξ προσδιορίζει μήκη εἰς ἑκατοστόμετρα. Τὰ μηδενικὰ τῶν δύο κλιμάκων εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δριζοντίου ἐπιπέδου.

Χύνομεν διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὀλίγον ὑδράργυρον· τότε ἐντὸς τοῦ μικροῦ σκέλους ἔγκλείεται ἀήρ, δστις συμπιεζόμενος ἀντιδρᾷ καὶ ἀνυψοῖ τὸν ὑδράργυρον εἰς τὸ μεγαλύτερον σκέλος· κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα ἀφίνομεν νὰ ἔξελθῃ μέρος τοῦ ἔγκεκλεισμένου ἀέρος, δόπτε αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου εἰς ἀμφότερα τὰ σκέλη ἔχονται εἰς τὸ αὐτὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον. Προσθέτοντες βαθμηδὸν ὑδράργυρον καὶ κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα ἐπιτυγχάνομεν, ὥστε αἱ δύο ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου νὰ ενδίσκωνται εἰς τὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ μηδενὸς τῶν κλιμάκων. Ἐχομεν τότε ἔγκεκλεισμένον εἰς τὸ βραχὺ σκέλος ὁρισμένον δῆγκον ἀέρος, π. χ. 10 κυβ. ἑκατ. ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας (διότι ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου ενδίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον, συνεπῶς δέχονται ἀμφότεραι πίεσιν ἵσης μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν, τὴν ὅποιαν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ ἀνοικτὸν σκέλος).

Χύνομεν κατόπιν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἄλλον ὑδράργυρον· ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ἀνέρχεται ταχέως εἰς τὸ ἀνοικτὸν σκέλος, ἐνῷ εἰς τὸ κλειστὸν ἀνέρχεται βραδέως ἔνεκα τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ἔγκεκλεισμένου ἀέρος. Ἐξακολούθοῦμεν οὕτω χύνοντες ὑδράργυρον, μέχρις ὅτου ὁ δῆγκος τοῦ εἰς τὸ βραχὺ σκέλος ἔγκεκλεισμένου ἀέρος γίνῃ 5 κυβ. ἑκατ., δηλ. τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ.

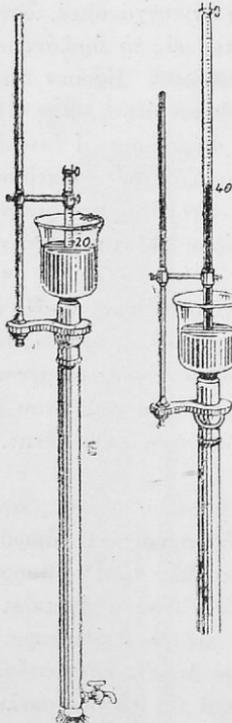
Ἀναγιγνώσκοντες τότε εἰς τὴν κλίμακα τοῦ μεγάλου σκέλους τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς ἀμφότερα τὰ σκέλη, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτῇ ἴσοῦται ἀκριβῶς πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ὑψος κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ πειράματος. Ἀρα ὁ ἔγκεκλεισμένος εἰς τὸ βραχὺ σκέλος ἀήρ ενδίσκεται ὑπὸ πίεσιν 2 ἀτμοσφαιρῶν. Διότι τὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ κλειστὸν σκέλος δέχεται καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη τὴν αὐτὴν πίεσιν τῶν δύο ἀτμοσφαιρῶν, τὴν ὅποιαν δέχεται εἰς τὸ ἀνοικτὸν σκέλος (δηλ. τὴν πίεσιν στήλης ὑδραργύρου ἵσης μὲ τὸ βαρομετρικὸν ὑψος, ἡ ὅποια ἴσοῦται μὲ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡ ὅποια ἐπιφέρεται ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ σκέλος τοῦτο).

Ἐπομένως, τοῦ δῆγκου τοῦ ἀέρος ὑποδιπλασιασθέντος, ἡ ἐλαστική του δύναμις ἐδιπλασιάσθη.

Ἐὰν τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου σκέλους τὸ ἐπιτρέπῃ, χύνομεν ἐντὸς

αὐτοῦ καὶ ἄλλον ὑδράργυρον, μέχρις ὅτου ὁ ὅγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος γίνηται ὡσός πρὸς τὸ τρίτον τοῦ ἀρχικοῦ· θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ ἐλαστικὴ του δύναμις γίνεται τριπλή ἀτμοσφαιριῶν.

Β) Διὰ πιέσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Πρὸς τοῦτο βαθύζομεν ἐντὸς βαθείας λεκάνης, ἥ δποια περιέχει ὑδράργυρον (σχ. 105), κυλινδρικὸν σωλῆνα ὑάλινον. Ὁ σωλῆνης οὗτος φέρει πρὸς τὰ



Σχ. 105

ἄνω στροφίγγα ἀνοικτὴν καὶ κλίμακα, ἥ δποια δεικνύει ἵσας χωρητικότητας. Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸν δριζόντιον ἐπίπεδον καὶ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ εἰς τὴν λεκάνην. Βαθύζομεν τὸν σωλῆνα μέχρι τῆς διαιρέσεως 20 καὶ κλείσομεν τὴν στροφίγγα. Ἐχομεν τότε ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὅγκον ἀέρος 20 κυβ. ἔκατ. ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας (διότι αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου, καὶ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ εἰς τὴν λεκάνην, δέχονται τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἵσην μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν, τὴν δποίαν δέχεται ἥ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὴν λεκάνην).

Ανασύρομεν κατόπιν τὸν σωλῆνα· ὁ ὅγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος αὐξάνεται, ἥ πίεσίς του δὲ ἐλαττοῦται, διότι ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ εἰς τὴν λεκάνην. Ὅταν ὁ ὅγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος γίνηται 40 κυβ. ἔκατ., στερεοῦμεν τὸν σωλῆνα εἰς τὴν θέσιν ταύτην καὶ, μετροῦντες τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου

εἰς τὸν σωλῆνα καὶ εἰς τὴν λεκάνην, εὑρίσκομεν αὐτὴν ἵσην πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ πειράματος. Ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀήρ εὑρίσκεται ἥδη ὑπὸ πίεσιν ἡμισείας ἀτμοσφαίρας (διότι τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὴν λεκάνην δέχεται καὶ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἵσην μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν;

τὴν ὅποιαν δέχεται καὶ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ εἰς τὴν λεκάνην.

Συνεπῶς, πίεσις ἐγκεκλεισμένου ἀέρος + βάρος ὑδραργυροῦ. στήλης $\left(\frac{1}{2} \text{ ἀτμοσφαίρας}\right) = 1 \text{ ἀτμόσφαιρα}.^{*}$ Άρα πίεσις ἐγκεκλεισμένου ἀέρος = 1 ἀτμ. — $\frac{1}{2} \text{ ἀτμ.} = \frac{1}{2} \text{ ἀτμοσφαίρας}.$ ^{**} Ήτοι, τοῦ ὅγκου τοῦ ἀέρος διπλασιασθέντος, ἡ ἐλαστική δύναμις αὐτοῦ ὑπεδιπλασιάσθη.

136. Νόμος τοῦ Μαριόττου. — ^{***} Εκ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων συνάγομεν ὅτι: μᾶζα τις ἀερίου ὅγκου Ο ὑπὸ πίεσιν Π λαμβάνει, ὑπὸ πιέσεις 2π , $3\pi \dots$, ὅγκους $\frac{\Omega}{2}, \frac{\Omega}{3} \dots$ ^{****} Επίσης ἡ μᾶζα αὗτη λαμβάνει ὅγκους $2\Omega, 3\Omega \dots$ ὑπὸ πιέσεις $\frac{\Pi}{2}, \frac{\Pi}{3} \dots$

Ἐὰν Ο καὶ Ο' οἱ ὅγκοι μάζης ἀερίου εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ὑπὸ πιέσεις Π καὶ Π', θὰ ἔχωμεν:

$$\frac{\Omega}{\Omega'} = \frac{\Pi'}{\Pi} \quad \text{ἢ} \quad \text{ΟΠ} = \text{Ο'Π'}$$

Ήτοι: ^{*****} Υπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, οἱ ὅγκοι δοθείσης μάζης ἀερίου εἶναι ἀγτιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις, τὰς ὅποιας αὕτη ὑφίσταται. ^{*****} Η: διὰ δεδομένην μᾶζαν ἀερίου εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον ἑκάστοτε τοῦ ὅγκου αὐτῆς ἐπὶ τὴν πίεσιν εἶναι σταθερόν.

Σημεῖος. Τὸ γινόμενον τοῦτο εἶναι ὁ ὅγκος τοῦ ἀερίου, ἀναχθεὶς εἰς τὴν μονάδα τῆς πιέσεως.

Δυνάμεθα πρὸς τοῦτο νὰ εἴπωμεν ὅτι: Η πυκνότης τοῦ ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν μεταβάλλεται ἀναλόγως πρὸς τὴν πίεσιν, τὴν ὅποιαν τὸ ἀέριον ὑφίσταται.

Διότι, ἔστω Μ ἡ μᾶζα ἀερίου, τὸ ὅποιον ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν καταλαμβάνει διαδοχικῶς τοὺς ὅγκους Ο καὶ Ο' ὑπὸ πιέσεις Π καὶ Π', δὲ ἡ πυκνότης τοῦ ἀερίου τούτου ὑπὸ πιέσιν Π, καὶ δ'

ἡ πυκνότης του ὑπὸ πιέσιν Π'. Θὰ ἔχωμεν $\delta = \frac{M}{O}$ καὶ $\delta' = \frac{M}{O'}$.

Καὶ διαιροῦντες κατὰ μέλη ἔχομεν: $\frac{\delta'}{\delta} = \frac{O}{O'}.$

Αλλὰ κατὰ τὰ ἀνωτέρω $\frac{\Omega}{O'} = \frac{\Pi'}{\Pi}.$ ^{***} Άρα $\frac{\delta'}{\delta} = \frac{\Pi'}{\Pi}.$

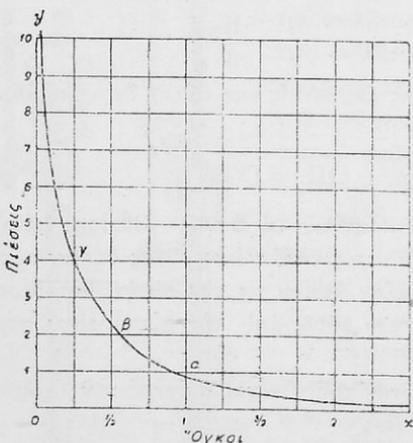
Παραδείγματα. α) Ἀέριον καταλαμβάνει δύκον 30 κυβ. ἑκ. ύπὸ πίεσιν 75 ἑκ. ὑδραργύρου ποίαν πίεσιν πρέπει νὰ ἐπιφέρωμεν εἰς αὐτό, ἵνα ὁ δύκος του γίνη 8 κυβ. ἑκ. ;

Ἐστω χ ἑκ. ὑδραργύρου ἡ ζητούμενη πίεσις. Τότε θὰ ἔχωμεν $8 \cdot \chi = 75 \cdot 30$, ἐξ ᾧ $\chi = \frac{75 \cdot 30}{8} = 281$ ἑκ. ὑδραργύρου περίπου.

β) Ἀέριον καταλαμβάνει δύκον 22,4 κυβ. παλαμῶν ὑπὸ πίεσιν 1 κγρ. κατὰ τετρ. ἑκ. Ποῖος θὰ εἴναι ὁ δύκος του ὑπὸ πίεσιν 6 κγρ. ;

Θὰ ἔχωμεν, ἐὰν χ ὁ ζητούμενος δύκος, $6 \cdot \chi = 22,4 \cdot 1$

$$\text{καὶ } \chi = \frac{22,4}{6} = 3,7 \text{ κυβ. παλ.}$$



Σχ. 106

ἀτμῶν ἐντὸς κλειστῶν δοχείων. Βιομηχανικῶς ἔκφραζομεν τὰς πιέσεις εἰς χιλιόγραμμα βάρους ἡ εἰς ἀτμοσφαίρας (1,033 κγρ.). Εἰς τὰς μετρήσεις ἀκριβείας ὑπολογίζομεν τὰς πιέσεις εἰς δύνας.

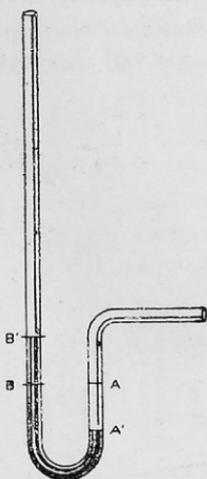
138. Ἀνοικτὸν μανόμετρον.—Τοῦτο συνίσταται ἐκ σωλῆνος κεκαμμένου, ὁ δοποῖος περιέχει ὑδραργύρου (σχ. 107). Η πίεσις τοῦ ἀερίου ἔξασκεται διὸ τοῦ βραχέος σκέλους. Τὸ μακρὸν σκέλος εἶναι ἀνοικτόν. Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ δόριζόντιον ἐπίπεδον AB, ἐὰν ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ίσοῦται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν. Ο ὑδραργυρος κατέρχεται εἰς τὸ βραχὺ σκέλος καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ ἄλλο, ἐὰν ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ὑπερβαίνῃ τὴν ἀτμοσφαι-

Γραφικὴ παράστασις τοῦ νόμου του Μαριώττου. Ο ἀνωτέρῳ νόμῳ παρίσταται γραφικῶς διὰ καμπύλης (σχ. 106). Αἱ τομαὶ ταύτης μετὰ τῶν κατακορύφων μὲν γραμμῶν δεικνύντων τοὺς δύκους χ δοθείσης μᾶζης ἀερίου, μετὰ δὲ τῶν δομιζοντίων τὰς ἀντιστοιχούσας πιέσεις.

137. Μανόμετρα.—Τὰ μανόμετρα μετροῦν τὴν κατὰ τετραγωνικὸν ἔκαπιστόμετρον πίεσιν τῶν ἀερίων ἡ τῶν

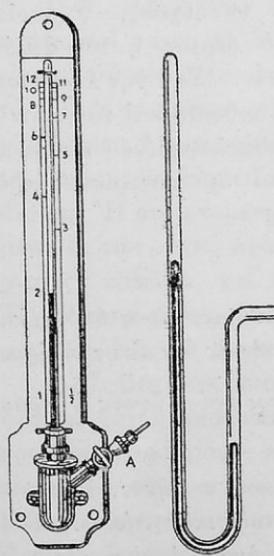
ρικήν. Ἐὰν ή κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἶναι $A' B' = Y$ ἔκατ., ή πίεσις τοῦ ἀερίου ἵσοῦται μὲ τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, βάσεως ἐνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστοῦ καὶ ὕψους $\Pi + Y$, ἐνθα Π ή ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἰς στήλην ὑδραργύρου, ἐπὶ τοῦ B' . Ἐὰν $Y = 76$, ή πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι δύο ἀτμοσφαιρῶν.

Ἐὰν ή πίεσις τοῦ ἀερίου εῖς τὸ A εἶναι μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ή ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εὑρίσκεται ὑψηλότερον εἰς τὸ βραχὺ σκέλος. Ἐὰν Y ή κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου, τότε ή πίεσις τοῦ ἀερίου, ή ἐξασκουμένη εἰς τὸ A , αὐξηθεῖσα κατὰ τὸ βάρος τῆς στήλης Y τοῦ ὑδραργύρου, ἵσοῦται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν Π , ή δποία ἐξασκεῖται εἰς τὸ B . Ἀρα ή πίεσις τοῦ ἀερίου ἵσορροπεῖται ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ἵσης πρὸς $\Pi - Y$.



Σχ. 107

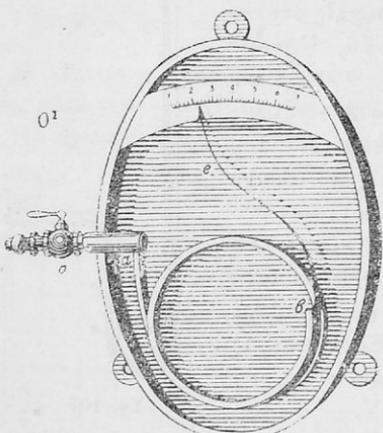
139. Κλειστὸν μανόμετρον.—Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου μὲ ἵσχυρὰ τοιχώματα κεκαμμένου εἰς δύο κατακόρυφα σκέλη ἀνίσων τοιμῶν, δ δποῖος περιέχει ὑδραργυρον εἰς τὸ κατώτερον μέρος του (σχ. 108). Τὸ πλατύτερον σκέλος A συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀερίου, τοῦ δποίου πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πίεσιν. Τὸ στενότερον εἶναι κλειστὸν ἀνω καὶ περιέχει ἀέρα ἡρόν, τοῦ δποίου ή ἐλαστικὴ δύναμις αὐξάνεται, δταν δ ὅγκος του ἐλαττοῦται. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν δριζόντιον ἐπίπεδον εἰς τὰ δύο σκέλη, ἐὰν ή πίεσις τοῦ ἀερίου ἵσοῦται μὲ τὴν πίεσιν τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος. Ἐὰν ή πίεσις τοῦ ἀερίου αὐξάνεται, δ ὑδραργυρος ἀνέρχεται εἰς τὸ κλειστὸν σκέλος καὶ συμπιέζει τὸν ἀέρα. Ὅταν παύσῃ γὰ ἀνέρχεται δ ὑδράργυρος, ή πίεσις τοῦ ἀερίου θὰ ἴσοῦται μὲ τὸ ἀθροισμα τῆς πιέσεως τοῦ



Σχ. 108

πειπεισμένου ἀέρος καὶ τῆς πά σεως στήλης ὑδραργύρου ἵσης μὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφαγειῶν αὐτοῦ εἰς τὰ δύο σκέλη. Τὸ μανύμετρον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκοιτικῶς ποὺς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

140. Μεταλλικά μανόμετρα.—Μανόμετρον τοῦ Bourdon.



Σγ. 109

τοῦ δποίου πρόκειται νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς πιέσεως ταύτης, ὁ σωλὴν τείνει νὰ ἀνορθωθῇ καὶ τὸ ἄκρον βένεογεῖ ἐπὶ βελόνης ε, κινητῆς ἐπὶ τόξου, βαθμολογημένου εἰς ἀτμοσφαίρας. Τὰ μανόμετρα ταῦτα βαθμολογοῦνται διὰ συγκρίσεως πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

$\Pi \varrho o \beta \lambda \dot{\eta} \mu \alpha \tau \alpha$

*Iov. Ποιήσιον κυλινδρικὸν ὑψους 12 ἑκ. πλῆρες ἀέρος ὑπὸ πίεσιν
76 ἑκ. βυθίζεται ἀνεστραμμένον καὶ καθέτως ἐντὸς λεκάνης πλήρους
ὑδραογύνου, κατὰ τὰ $\frac{3}{4}$ τοῦ ὑψους του. Μέχρι ποίου ὑψους ὁ ὑδράο-
γνος θὰ εἰσγωθῆσῃ εἰς τὸ ποτήριον :*

2. Χύνομεν ὑδράγυρον ἐντὸς βαρομετρικοῦ σωλῆνος, ἀφίνοντες ἐντὸς αὐτοῦ 15 π. ἐκ. ἀέρος ἔχοντος ὑπὸ τὴν ἔξωτερην πίεσιν. Κλείσαντες δὲ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον διὰ τοῦ δακτύλου, ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης ὑδραγύρου καὶ ἀποσύρομεν τὸν δάκτυλον. Κρατοῦντες τὸν σωλῆνα καταβόντες, εὑρίσκομεν ὅτι ὁ μὲν ἐγκλεισθεὶς ἀήτος καταλαμβάνει

Τὰ μεταλλικὰ μανόμετρα, καθὼς καὶ τὰ μεταλλικὰ βαρόμετρα, στηρίζονται ἐπὶ τῆς παραμορφώσεως, τὴν δποίαν ὑφίστανται δοχεῖα μὲ ἐλαστικὰ μεταλλικὰ τοιχώματα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν πιέσεως. Τὸ μανόμετρον τοῦ Bourdon, τὸ δποῖον γενικῶς χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν, συνίσταται ἐκ μεταλλίνου σωλῆνος, κεκαμένου ἐλικοειδῶς εἰς μίαν καὶ ἡμίσειαν στροφὴν (σχ. 109). ‘Ο σωλὴν οὗτος συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου αὶ μετὰ τοῦ ὑποδοχέως, δ ὅποιος περιέχει τὸ ἀέριον ἢ τὸ ἀτμόν.

δγκον 25 κ. ἑκατ., εἰς δὲ τὸν σωλῆνα ὑψοῦται στήλη ὑδραργύρου 302 χιλιοστομέτρων. Ποία ἡ ἔξωτερη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις;

3ον. Ἐντὸς ἀνοικτοῦ μανομέτρου, τὸ δποῖον συγκοινωνεῖ μὲ δο-
χεῖν περιέχον πεπιεσμένον ἀέρα, ὃ ὑδραργύρος ἀνέρχεται 570 χιλιο-
στὰ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης (ὑποτιθεμέ-
νης σταθερᾶς). Τὸ βαρομετρικὸν ὑψος εἶναι 750 χμ. Ποία ἡ πίεσις
τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος;

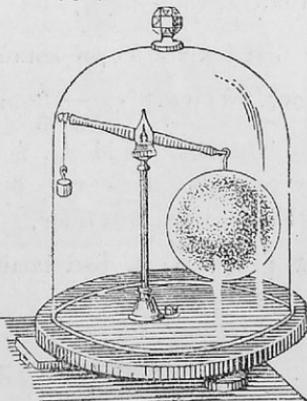
4ον. Τὸ ὑψος τοῦ σωλῆνος κλειστοῦ μανομέτρου εἶναι 67,7 ἑκ.
ὑπεράνω τοῦ σημείου, εἰς τὸ δποῖον φθάγει ὁ ὑδραργύρος, δταν αἱ
ἐπιφάνειαι εἶναι εἰς τὸ αὐτὸ ὑψος καὶ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ εἰς τὴν
λεκάνην διὰ πίεσιν 76 ἑκ. Διὰ ποίαν πίεσιν ὁ ὑδραργύρος θὰ ἀνέλθῃ
εἰς 35,2 ἑκ.;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ - ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

141. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.—Ἐπειδὴ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ,
καθὼς καὶ πάντα τὰ ἀέρια, ἔχον βάρος καὶ ἐπειδὴ τὰ μόρια αὐτῶν
εἶναι πολὺ εὐκίνητα, ἐπιφέρουν, δπως καὶ τὰ ὑγρά, ἐπὶ τῶν ἐντὸς αὐ-
τῶν ἐμβαπτισμένων σωμάτων, πίεσις,
τῶν δποίων ἡ συνισταμένη εἶναι ἵση πρὸς
τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου δγκου τοῦ
ἀερίου. Ἡ συνισταμένη αὕτη, διευθυνο-
μένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακο-
ρύφως, καλεῖται καὶ ἐνταῦθα ἄνωσις.
Τὴν ἄνωσιν ταύτην ἀποδεικνύομεν πειρα-
ματικῶς διὰ τοῦ βαροσκοπίου.

142. Βαροσκόπιον.—Τοῦτο εἶναι
φάλαγξ ζυγοῦ φέρουσα εἰς μὲν τὸ ἐν ἀ-
κρον τῆς μικρὸν βάρος κυλινδρικόν, εἰς δὲ
τὸ ἔτερον σφαίραν κοίλην (σχ. 110). Τὰ
βάρη ταῦτα τοποθετοῦνται τοιουτοτρόπως,
ῶστε νὰ ἴσορροποῦν εἰς τὸν ἀέρα. Μετὰ ταῦτα φέρομεν τὴν συσκευὴν
ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀραιοῦμεν τὸν ἀέρα. Βλέπομεν τότε
ὅτι ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς σφαίρας, τὸ δποῖον ἀπο-



Σχ. 110

δεικνύει ὅτι τὸ πραγματικὸν βάρος αὐτῆς εἶναι μεγαλύτερον ἐκείνου, τὸ δποῖον παρουσιάζει εἰς τὸν ἀέρα. Ἡ ίσορροπία δὲ τῶν δύο σωμάτων εἰς τὸν ἀέρα ἔξηγεῖται διὰ τῆς μεγαλυτέρας ἀνώσεως, τὴν δποίαν ὑφίσταται ἐντὸς αὐτοῦ ἡ σφαῖρα.

143. Διορθώσεις τῶν σταθμίσεων.—[‘]Η δύναμις, ἡ δποία ἔξασκεῖται ὑπὸ σώματος ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων ζυγοῦ, εἶναι τὸ φαινόμενον βάρος του, τὸ δποῖον εἶναι ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ πραγματικοῦ του βάρους καὶ τῆς ἀνώσεως τοῦ ἀέρος. Ἐπομένως, διὰ νὰ ἔχωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος τοῦ σώματος, πρέπει εἰς τὸ φαινόμενον βάρος του νὰ προσθέσωμεν τὴν ἀνωσιν, τὴν δποίαν ὑφίσταται εἰς τὸν ἀέρα. Αἱ ζυγίσεις λοιπὸν πρέπει νὰ ὑφίστανται διόρθωσιν καὶ ὡς πρὸς τὰ σταθμιστέα σώματα καὶ ὡς πρὸς τὰ σταθμά, τῶν δποίων ἡ τιμὴ ἔχει προσδιορισθῆ ἐις τὸ κενόν.

Ἐστω χ ἡ πραγματικὴ μᾶζα τοῦ σώματος εἰς τὸ κενὸν εἰς γραμμάρια, δ ἡ πυκνότης αὐτοῦ καὶ α ἡ μᾶζα ἐνὸς κυβ. Ἑκατοστομέτρου ἀέρος ὑπὸ τὰς συνθήκας θεομοκρασίας καὶ πιέσεως, κατὰ τὰς δποίας ἐγένετο ἡ στάθμισις. Τὸ πραγματικὸν βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι χg .

Ο ὅγκος τοῦ σώματος εἶναι $\frac{\chi}{\delta}$, συνεπῶς ἡ ἀνωσις, δηλ. τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, θὰ ισοῦται μὲ $\frac{\chi}{\delta} \cdot ag$.

Ἡ ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ λοιπὸν ἐνεργοῦσα δύναμις, τὸ φαινόμενον δηλ. βάρος, θὰ εἶναι: $\chi g - \frac{\chi}{\delta} \cdot ag = \chi g (1 - \frac{a}{\delta})$.

Ομοίως, ἀν M γρ. ἡ τιμὴ τῶν σταθμῶν, τὰ δποῖα ἀντικατέστησαν τὸ σῶμα κατὰ τὴν διπλῆν στάθμισιν, καὶ δ' ἡ πυκνότης τοῦ μετάλλου τῶν σταθμῶν, τὸ φαινόμενον βάρος αὐτῶν θὰ εἶναι Mg $\left(1 - \frac{a}{\delta'}\right)$. Καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὴν διπλῆν στάθμισιν αἱ δύο δυνά-

μεις εἶναι ἴσαι, θὰ ἔχωμεν: $\chi g \left(1 - \frac{a}{\delta}\right) = Mg \left(1 - \frac{a}{\delta'}\right)$

$$\text{δθεν } \chi = M \frac{1 - \frac{a}{\delta'}}{1 - \frac{a}{\delta}} = M \frac{\delta(\delta' - a)}{\delta'(\delta - a)} \quad (1)$$

Ἡ τοιαύτη περὶ τὰς σταθμίσεις ἀκρίβεια καθίσταται ἀπαραίτητος, δταν πρόκειται νὰ εῦρωμεν τὸ βάρος ἀερίων ἢ ἀτμῶν.

Συνέπεια. Ἐκ τῆς ἀνωτέρου ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους προκύπτει, ὅτι πᾶν σῶμα ἐμβαπτισμένον εἰς τὸν ἀέρα ἢ εἰς οἰνοδήποτε ἀερίον ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων κατακορύφων καὶ ἀντιθέτου φορᾶς, τοῦ βάρους του Β καὶ τῆς ἀνώσεως Α, τῆς ἔξασκουμένης ὑπὸ τοῦ ἀερίου. Ἐπομένως :

1ον) Ἐὰν $B > A$, τότε τὸ σῶμα πίπτει παρασυρόμενον ὅχι ὑπὸ τοῦ πραγματικοῦ του βάρους Β, ἀλλὰ ὑπὸ τοῦ φαινομενικοῦ $B - A$.

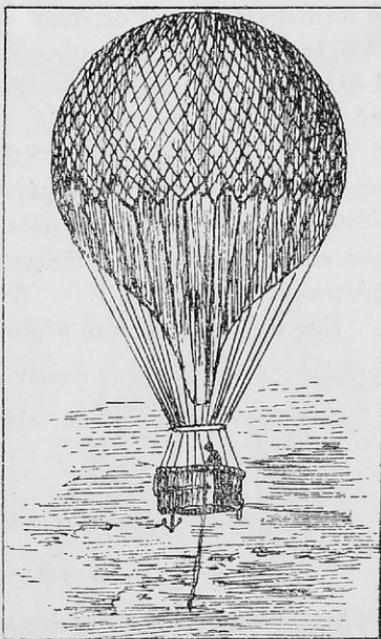
2ον) Ἐὰν $B = A$, τὸ σῶμα αἰωρεῖται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

3ον) Ἐὰν $B < A$, τὸ σῶμα, ἀφιέμενον ἐλεύθερον, ἀνέρχεται κατακορύφως ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως $A - B$. Ἡ περίπτωσις αὗτη ἐφαρμόζεται εἰς τὰ θεομὰ ἀερία, τὰ δποῖα ἀπομακρύνονται ἐκ τῆς ἐστίας, εἰς τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὕδατος, εἰς τὰ ἀερόστατα κτλ.

144. Ἀερόστατα.— Ταῦτα εἶναι συνήθως σφαιροί εἴς ἐλαφροῦ ὑφάσματος, αἱ δποῖαι, πληρούμεναι ἀερίου ἐλαφροτέρου τοῦ ἀέρος τῶν κατωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνυψωῦνται ἐντὸς αὐτῆς συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους (σχ. 111).

Τὰ πρῶτα ἀερόστατα κατεσκευάσθησαν ὑπὸ τῶν ἀδελφῶν Montgolfier καὶ ἐπληροῦντο διὰ θεομοῦ ἀέρος. Σήμερον πληροῦν τὰ ἀερόστατα διὰ φωταερίου ἢ δι' ὑδρογόνου, ἐνίστε δὲ καὶ δι' ήλιου, τὸ δποῖον ἔχει τὸ πλεονέκτημα νὰ εἶναι ἄκαυστον.

Κατασκευὴ τῶν ἀεροστάτων. Τὰ συνήθη ἀερόστατα ἔχουν σχῆμα σφαιρικόν. Τὸ περίβλημα ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὑφασμάτων μεταξύνων, μεταξὺ τῶν δποίων παρεντίθεται φύλλον ἐκ καουτσούκ. Τοιουτοτρόπως καθίστανται ἀδιαπέραστα ὑπὸ τῶν ἀερίων.



Σχ. 111

Τὸ περίβλημα καταλήγει εἰς τὸ κατώτερον μέρος του εἰς δπὴν συνδεομένην μὲ σωληνοειδῆ προεκβολήν, διὰ τῆς δποίας πληροῦται τὸ ἀερόστατον διὰ τοῦ ἐλαφροῦ ἀερίου καὶ διὰ τῆς δποίας ἐκφεύγει κατὰ τὴν ἀνάβασιν ἥ περισσεια τοῦ ἀερίου εἰς τὴν περίπτωσιν ὑπερβολικῆς ἔξογκωσεως τοῦ ἀεροστάτου. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τὸ περίβλημα φέρει δπὴν κλεισμένην διὰ δικλεῖδος, τὴν δποίαν δύνανται οἱ ἀεροναῦται νὰ ἀνοίξουν διὰ σχοινίου, τὸ δποῖον εἶναι προσδεδεμένον ἐπ' αὐτῆς. Τὸ ἀερόστατον καλύπτεται κατὰ τὸ ἀνώτερον μέρος του ὑπὸ σχοινίου πλέγματος, ἀπὸ τοῦ δποίου ἔξαρταται ἥ λέμβος· εἰς ταύτην ἐπιβαίνουν οἱ ἀεροναῦται καὶ τοποθετοῦνται διάφορα ὅργανα καὶ ἄλλα ἀντικείμενα, π. χ. βαρόμετρον, θερμόμετρον, πυξίς, ἀνάλογον ἔρμα (σάκκοι πλήρεις ἀμμου), σχοινίον μετ' ἀγκύρας κ.τ.λ. (σχ. 111).

‘Ανυψωτικὴ δύναμις τῶν ἀεροστάτων. Ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις Δ ἀεροστάτου, θεωρουμένου ἀγενού τοῦ περικαλύμματος καὶ τῆς λέμβου του, εἶναι ἥ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ βάρους Β τοῦ ἔκτοπιζομένου ἀέρος καὶ τοῦ βάρος β τοῦ ἐλαφροῦ ἀερίου, τὸ δποῖον πληροῖ τὸ ἀερόστατον, ἦτοι :

$$\Delta = B - \beta.$$

Ἐὰν δ ἥ πυκνότης τοῦ ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, δηλ. ὁ λόγος τῶν βαρῶν β καὶ Β, ἵσων ὅγκων ἀερίου καὶ ἀέρος, ἦτοι $\delta = \frac{\beta}{B}$, θὰ ἔχωμεν, οἶαδήποτε καὶ ἀν εἶναι ἥ θερμοκρασία καὶ ἥ πίεσις, $B = \frac{\beta}{\delta}$.

Ἄρα, ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν (1) ἔχομεν:

$$\Delta = \frac{\beta}{\delta} - \beta = \beta \left(\frac{1}{\delta} - 1 \right) = \beta \cdot \frac{1 - \delta}{\delta}.$$

Δηλ. ὡρισμένοι βάρος ἀερίου φανερώγει ὠρισμένη γραμμή ἀνυψωτικὴν δύναμιν.

Ἐστω π. χ. ἀερόστατον περιέχον κατὰ τὴν ἀναχώρησιν 100 χγρ. ὑδρογόνου, πυκνότητος 0,07. Ἡ ἀνυψωτικὴ του δύναμις θὰ εἶναι

$$\Delta = 100 \frac{1 - 0,07}{0,07} = 1328 \text{ χγρ.}$$

Δηλ. τὸ μέγιστον βάρος περικαλύμματος, δικτύου, σχοινίων, λέμβου, ἔρματος, ὅργανων καὶ ἀεροναυτῶν δύνανται νὰ εἶνε 1328 χγρ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν δτι ἔκτὸς τοῦ ἀερίου του φέρει καὶ βάρος 1200 χγρ., ἥ πραγματικὴ ἀνυψωτικὴ δύναμις θὰ εἶναι :

$$\Delta_1 = 1328 - 1200 = 128 \text{ χγρ.}$$

Τὸ ἀερόστατον, τελείως πεπληρωμένον, ἀνέρχεται καὶ τὸ ἀέριον τείνει νὰ λάβῃ δύκον μεγαλείτερον, διότι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Ἡ θυρίδις πληρώσεως, εὑρισκομένη εἰς τὸ κατώτερον, μέρος, ἐπιτρέπει νὰ ἔξελθῃ μέρος τοῦ ἀερίου, διότι ἄλλως τὸ ἀερόστατον θὰ διερρήγνυτο. Οὕτως, ἀνερχομένου τοῦ ἀεροστάτου, μέρος τοῦ ἀερίου ἔξερχεται καὶ συνεπῶς ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις ἐλαττοῦται, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ, διότε τὸ ἀερόστατον παύει νὰ ἀνέρχεται. Τότε θὰ εἶναι:

$$\beta. \frac{1 - \delta}{\delta} = \Pi$$

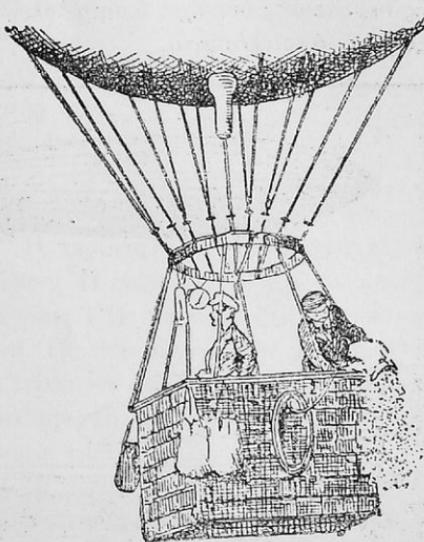
(ἔνθα Π τὸ βάρος τοῦ περικαλύμματος, τοῦ δικτύου κλπ.)

Διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἀκόμη περισσότερον, πρέπει νὰ ἀπορριφθῇ μέρος τοῦ ἔρματος (σχ. 112).

Διὰ νὰ κατέλθῃ τὸ ἀερόστατον, πρέπει νὰ ἀφεθῇ νὰ ἐκφύγῃ μέρος τοῦ ἀερίου καὶ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ ἀέρος, διτις εἶγαι βαρύτερος· πρὸς τοῦτο ἀνοίγουν τὴν δικλεῖδα, σύροντες τὸ σχοινίον. Τότε ἐκφεύγει ἀέριον καὶ εἰσέρχεται ἀηὸς κάτωθεν, διότι σχηματίζεται ἐντὸς τοῦ ἀεροστάτου ρεῦμα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, μεταξὺ τῶν δύο θυρίδων (τῆς θυρίδος πληρώσεως, ἢτις εἶναι ἀνοικτή, καὶ τῆς ἀνοιγείσης δικλεῖδος).

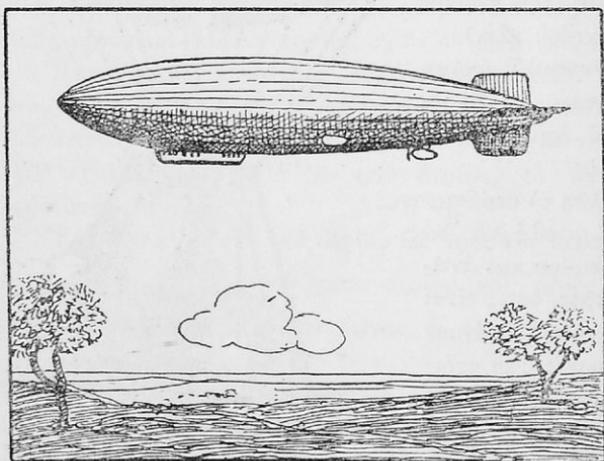
Από τινων ἐτῶν, τοποθετοῦν ἐντὸς τοῦ ἀεροστάτου μικρὸν θύλακον, τὸν διποτὸν δύνανται νὰ πληρώσουν μὲ ἀέρα διὰ φυσητῆρος. Ὁ ἀηὸς οὗτος δὲν ἀναιμιγνύεται μετὰ τοῦ ἀερίου· διατηρεῖται τοιουτοτόπως τὸ ἀέριον καθαρὸν καὶ ἀφ' ἐτέρου τὸ ἀερόστατον διατηρεῖ τὸ περίβλημά του τεταμένον.

145. Διευθυνόμενα ἀερόστατα.—Τὰ συνήθη ἀερόστατα παρασύρονται ὑπὸ τοῦ ἀνέμου. Διὰ τοῦτο ἔζητησαν νὰ κατασκευάσουν ἀερόστατα, τὰ διποτὰ νὰ δύνανται νὰ ἀνθίστανται ἐναντίον τῶν ἀτμο-



Σχ. 112

σφαιρικῶν οευμάτων καὶ νὰ διευθύνωνται εἰς τὸν ἀέρα, καθὼς τὰ πλοῖα εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐν τούτοις ὑπάρχει μεγάλη διαφορὰ μεταξὺ τῶν δύο τούτων προβλημάτων. Διότι εἰς τὰ ἀτμοσφαιρικὰ οεύματα γίνεται μεταφορὰ τῆς ἀερόστατου μάζης, ἐντὸς τῆς ὁποίας εὑρίσκεται τὸ ἀερόστατον· τούναντίον εἰς τὸ ὕδωρ (ἐκτὸς τῆς περιπτώσεως οεόντων ὑδάτων καὶ θαλασσίων οευμάτων) δὲν γίνεται μεταφορὰ τοῦ ὕδατος. Διὰ νὰ διευθύνεται τὸ ἀερόστατον ἐντὸς τοῦ ἀέρος, πρέπει ἡ ταχύτης του νὰ εἶναι τοὐλάχιστον ἵση πρὸς τὴν τοῦ ἀνέμου. Ἀν καὶ τὸ πρόβλημα τῆς ἀεροπλοΐας δὲν ἔχει ἀκόμη τελείως λυθῆ, ἔφθασαν ἐν τούτοις εἰς ἀξιόλογα ἀποτελέσματα.



Σχ. 113

ζουν δὲ τὴν διεύθυνσιν διὰ πηδαλίου (σχ. 113).

146. Ἀεροπλάνα.—Ταῦτα βασίζονται ἐπὶ ἀρχῆς τελείως διαφόρου τῆς τῶν ἀεροστάτων. Ἐνῷ τὰ ἀερόστατα εἶναι ἐλαφρότερα τοῦ ἀέρος, τὰ ἀεροπλάνα εἶναι βαρύτερα αὐτοῦ.

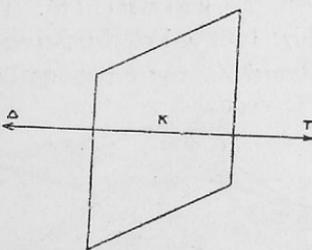
Ἡ λειτουργία ἀεροπλάνου (ἀντωσις) διατηρεῖται πράγματι ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν, τὴν ὅποιαν ἀντιτάσσει δ ἀηρὸς εἰς μίαν ἐπιφάνειαν ἐν κινήσει.

Θεωρήσωμεν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν ἄκαμπτον ἐνὸς τετραγωνικοῦ μέτρου, τὴν ὅποιαν θέλομεν νὰ μεταθέσωμεν ταχέως ἐντὸς τοῦ ἀέρος κατὰ διεύθυνσιν κάθετον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην (σχ. 114). Θὰ

Τὰ διευθυνόμενα ἀερόστατα ἔχουν σχῆμα ἐπίμηκες διὰ νὰ ἐλαττώνουν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Ἡ λέμβος των φέρει μίαν ἡ δύο ἑλικας, κινούμενας διὰ ἡλεκτρικῶν κινητήρων ἡ κινητήρων δι ἐκοήξεων. Κανονί-

δοκιμάσωμεν ὡρισμένην ἀντίστασιν, ή δποία δύναται νὰ ὑπολογισθῇ εἰς χιλιόραμμα. Τὸ πείραμα δεικνύει 1) δτι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν θεωρουμένην ἐπιφάνειαν (τῆς ταχύτητος παραμενούσης σταθερᾶς).

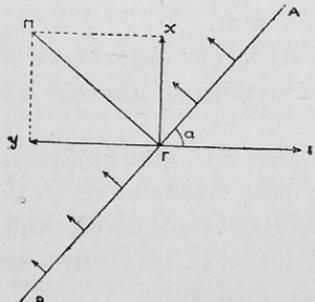
2) Ὁτι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος, Θεωρήσωμεν ἥδη ὅτι ἡ ἐπιφάνεια εἶναι ἀκίνητος καὶ κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου, τοῦ δποίου ἡ ταχύτης εἶναι τὸ μέτρον κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ ἐνέργεια τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ταύτης θὰ εἶναι ἡ αὐτή, ἡ δποία θὰ ἦτο καὶ ἀν ὁ ἀήρ ἦτο ἀκίνητος καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐκινεῖτο ἀντιθέτως μὲ ταχύτητα τ.



Σχ. 114

Ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοποθετεῖται πλαγίως ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου (σχ. 115). Ἡ περίπτωσις αὕτη πραγματοποιεῖται εἰς τὸν χαρταετὸν τῶν παίδων. Ἡ ἐνέργεια τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ταύτης εἶναι πάλιν δύναμις ΓΠ κάθετος ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν. Ἡ δύναμις αὕτη ἀναλύεται εἰς δύο ἄλλας, τὴν ψ δριζούσιαν καὶ τὴν χ κατακόρυφον, ἡ δποία τείνει νὰ ἀνυψώσῃ τὴν ἐπιφάνειαν, καὶ ἡ δποία συνεπῶς ἀντιτάσσεται πρὸς τὸ βάρος τῆς ἐπιφανείας. Τὴν δύναμιν ταύτην καλοῦμεν ἄνωσιν.

Ἡ ἄνωσις αὐξάνεται καθὼς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος. Συνεπῶς, ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου αὐξάνεται, θὰ ἔλθῃ στιγμή, κατὰ τὴν δποίαν θὰ γίνῃ ἵση ἡ μεγαλειτέρᾳ τοῦ βάρους τῆς ἐπιφανείας, ἥτις θὰ διατηρηται τότε ἐν ἴσορροπίᾳ ἡ ἀνυψωθῆ.



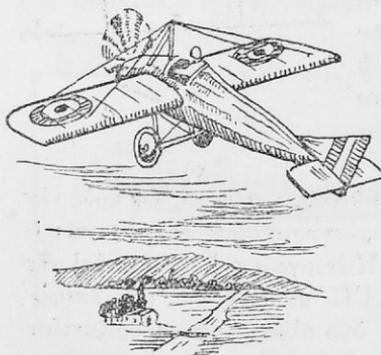
Σχ. 115

Εἰς τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα θὰ φθάσωμεν, ἐὰν ὑποθέσωμεν τὸν ἀέρα ἀκίνητον καὶ τὴν ἐπιφάνειαν μετατιθεμένην κατὰ διεύθυνσιν πλαγίαν πρὸς τὸ ἐπίστεδόν της.

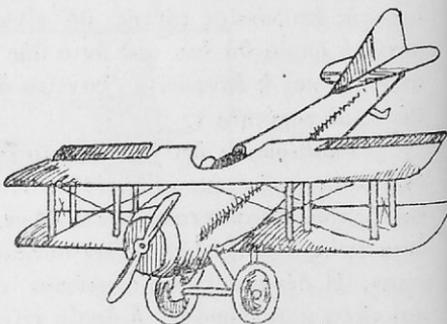
Εἰς τὸν χαρταετὸν τὴν ἄνωσιν παράγει ὁ ἀνεμος· εἰς τὰ ἀεροπλάνα ἡ ἄνωσις δημιουργεῖται διὰ τῆς μεταθέσεως τούτων δριζούσιων μὲ ταχύτητα ἀπὸ 60 ἕως 90 καὶ πλέον χλμ. καθ' ὧδαν.

Ἐάν μεταβληθῇ ἡ κλίσις τῆς ἐπιφανείας ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως, καὶ ἡ ἀνωσις θὰ μεταβληθῇ. Εἶναι λοιπὸν δυνατὸν νὰ κινηθῇ εἰς ὅρισμένον ὑψος ἢ νὰ ἀνυψωῦται ἢ νὰ κατέχεται τὸ ἀεροπλάνον διὰ μικρᾶς μεταβολῆς τῆς κλίσεως τῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τῆς δοπίας φέρεται, ἢ καὶ μέρους τῆς ἐπιφανείας ταύτης.

Σημείωσις α'. Τὰ ἀεροπλάνα διαιροῦνται εἰς μονοπλάνα (σχ. 116) καὶ εἰς διπλάνα (σχ. 117), καθ' ὅσον αἱ πτέρυγες, αἱ ὁδοῖαι ἀποτελοῦν τὴν ύποστηρίζουσαν ἐπιφάνειαν, συνίστανται ἀπὸ μίαν



Σχ. 116



Σχ. 117

μόνον ἐπιφάνειαν ἢ ἀπὸ δύο υπερκειμένας τοιαύτας.

Σημείωσις β'. Η μετάθεσις ὁρίζοντίως τῶν ἀεροπλάνων γίνεται διὰ μεγάλων ἔλικων, κινούμενων διὰ κινητηρίων μηχανῶν, εὐρισκομένων ἐπὶ τοῦ ἀεροπλάνου.

Ἡ ἔλιξ εἶναι ἐν εἴδος κοχλίου (βίδας), ὁ ὁποῖος, ὅταν στρέφεται, βιδώνεται εἰς τὸν ἀέρα, ὅπως μία συνήθης βίδα βιδώνεται εἰς τὸ ξύλον. Ὁταν αὕτη βιδώνεται εἰς τὸ ξύλον, προχωρεῖ ἐντὸς αὐτοῦ. Καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ ἡ ἔλιξ, ὅταν βιδώνεται εἰς τὸν ἀέρα, μετατίθεται καὶ παρασύρει τὸ ἀεροπλάνον, εἰς τὸ δόπον εἶναι στερεωμένη.

Προβλήματα.

1ον. Ἀερόστατον σφαιρικὸν αἰωρεῖται εἰς τὸν ἀέρα. Εἶναι κατεστενασμένον ἐκ λεπτοῦ ὑφάσματος, τοῦ δόπον τὸ βάρος εἶναι 30 γρ. κατὰ τετρ. παλάμην, εἶναι δὲ πλῆρες φωταερίου. Ποίᾳ ἡ διάμετρος τοῦ ἀεροστάτου; Βάρος μιᾶς κυβ. παλ. φωταερίου = 0,646 γρ.

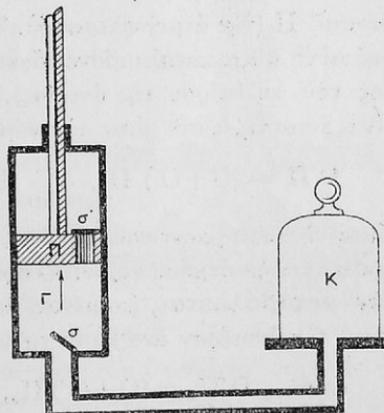
Σον. Νὰ ἀπολογισθῇ ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις σφαιρικοῦ ἀεροστάτου, τοῦ ὅποιου τὸ περίβλημα ζυγίζει 78,54 κχρ. καὶ τὸ ὅποῖον εἶναι πλῆρες ὑδρογόρου, ζυγίζοντος 0,1 κχρ. κατὰ κυβ. μέτρον. Τὸ ὕφασμα, ἐκ τοῦ ὅποιου εἶναι κατεσκευασμένον τὸ περίβλημα, ζυγίζει 0,250 κχρ. κατὰ τετρ. μέτρον. Γνωρίζομεν πρὸς τούτοις ὅτι 1 κυβ. μέτρον ἀέρος ζυγίζει 1,3 κχρ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΕΡΑΝΤΛΙΑΙ

147. Αἱ ἀεραντλίαι περιλαμβάνουν τὰς πνευματικὰς μηχανάς, πρωωρισμένας νὰ ἀραιώνουν τὸν ἀέρα (ἢ ἄλλο τι ἀέριον), δ ὅποῖς περιέχεται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, καὶ τὰς ἀεριοθλιπτικὰς μηχανάς, διὰ τῶν ὅποίων συμπιέζομεν ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου ἀέρα (ἢ ἄλλο τι ἀέριον).

148. Πνευματικὴ μηχανή.—Ἡ πνευματικὴ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ κοῖλον κύλινδρον Γ (σχ. 118), δ ὅποῖς εἰς τὸ κέντρον τῆς βάσεώς του φέρει ὅπὴν κλεισμένην διὰ δικλείδος σ . Ἐκ τῆς ὅπης ταύτης ἀρχεται σωλήν, δ ὅποῖς καταλήγει εἰς τὸ κέντρον μεταλλικοῦ δίσκου ἐπιπέδου. Υάλινος κώδων K καλύπτει τὸν δίσκον τοῦτον. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Γ κινεῖται ἔμβολον, τὸ ὅποῖον ἐφαρμόζεται ἀεροστεγῶς καὶ φέρει παρὰ τὸν ἀξοναν αὐτοῦ ὁχετόν. Ο δοχετός οὗτος κλείεται διὰ δικλείδος σ' , ἢ ὅποια ἀνοίγεται ὅπως καὶ ἡ σὲ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.



Σχ. 118

Οταν τὸ ἔμβολον ἀνέρχεται, τείνει νὰ σχηματισθῇ κάτωθεν αὐτοῦ κενόν. Τότε δ ἀηδὸν τοῦ κώδωνος, ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητός του, ἀνοίγει τὴν δικλείδα σ καὶ λόγῳ τῆς διαχυτικότητός του εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἡ δικλείδα σ' παραμένει κλειστὴ διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως (ἢ πίεσις τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀερίου ἔχει ἐλαττωθῆν, ἔνεκα τῆς αὐξή-

σεως του δύγκου του). "Οταν τὸ ἔμβολον θὰ φθάσῃ εἰς τὸ τέλος τοῦ δρόμου του, ή ἐλαστική δύναμις τοῦ ἀερίου παύει νὰ ἐλαττοῦται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου καὶ ή δικλεῖς σ., πιεζομένη ἔξι τοῦ κάτω καὶ ἐκ τῶν ἄνω, καταπίπτει λόγῳ τοῦ βάρους της.

"Εάν ηδη καταβιβασθῇ τὸ ἔμβολον, ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀὴρ συμπλέζεται, ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ὁ δύγκος του" δταν δὲ ή ἐλαστική του δύναμις ὑπερβῆ τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ή δικλεῖς σ' ἀνοίγεται. "Απας τότε ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀὴρ ἐκφεύγει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, δταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου. Τοιουτορόπως μέρος τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος ἔξερχεται καὶ ή ἐλαστική δύναμις τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται.

Δι^ο ἀλλεπαλλήλων ἀναβάσεων καὶ καταβάσεων τοῦ ἔμβολου ἀφαιρεῖται ἀὴρ ἐκ τοῦ κώδωνος καὶ ή ἐλαστική δύναμις τοῦ ἀέρος ἐντὸς αὐτοῦ διαρκῶς ἐλαττοῦται.

"Ἐλαστική δύναμις ἐντὸς τοῦ κώδωνος μετὰ ν. καταβάσεις τοῦ ἔμβολου. Κατ^ο ἀρχὰς τὸ ἔμβολον ἐγγίζει τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου. Ή ἀερώδης μᾶζα τοῦ κώδωνος ἔχει δύγκον π. χ. Ο' καὶ ἐλαστικὴν δύναμιν Π (τὴν ἀτμοσφαιρικήν). "Οταν τὸ ἔμβολον ἀνυψωθῇ, ή ἀερώδης αὐτὴ μᾶζα καταλαμβάνει δύγκον Ο' + Ο (ενθα Ο ὁ ἐσωτερικὸς δύγκος τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀντίτιας). Ή ἐλαστικὴ αὐτῆς δύναμις Π₁ θὰ εἶναι τοιαύτη, ὥστε κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριώτου :

$$\text{Ο}'\Pi = (\text{Ο}+\text{Ο}') \cdot \Pi_1, \quad \text{ἔξι } \eta\varsigma \quad \Pi_1 = \frac{\text{Ο}'}{\text{Ο}+\text{Ο}'} \cdot \Pi \quad (1)$$

Κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἔμβολου, ὁ ἀὴρ ἔξωθεῖται ἐκτὸς τοῦ κυλίνδρου εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ό δύγκος τοῦ ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀέρος δὲν μεταβάλλεται, ἐπομένως καὶ ή πίεσις αὐτοῦ μένει ή αὐτὴ Π₁. Μετὰ τὴν δευτέραν ἀνάβασιν τοῦ ἔμβολου ή πίεσις εἶναι Π₂ τοιαύτη,

$$\text{ώστε } \text{Ο}'\Pi_1 = (\text{Ο}+\text{Ο}') \cdot \Pi_2, \quad \text{ἔξι } \eta\varsigma \quad \Pi_2 = \frac{\text{Ο}'}{\text{Ο}+\text{Ο}'} \cdot \Pi_1$$

καὶ ἀντικαθιστῶντες τὴν Π₁ διὰ τῆς τιμῆς της ἐκ τῆς (1) ἔχομεν :

$$\Pi_2 = \left(\frac{\text{Ο}'}{\text{Ο}+\text{Ο}'} \right)^2 \cdot \Pi$$

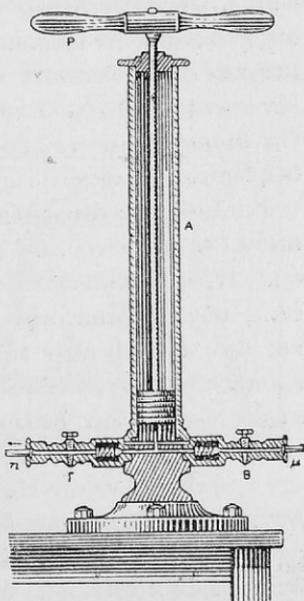
καὶ γενικῶς μετὰ τὴν νιοστὴν ἀνάβασιν :

$$\Pi_v = \left(\frac{\text{Ο}'}{\text{Ο}+\text{Ο}'} \right)^v \cdot \Pi.$$

Ἐπιζήμιος χωρητικότης. Ἡ ἀραιώσις ἐν τούτοις τοῦ ἐντὸς τοῦ κάθισματος ἀέρος δὲν προχωρεῖ ἐπ' ἄπειρον, τοῦ ν αὐξανομένου, δπως δεικνύει ὁ ἀνωτέρω τύπος. Πράγματι, καὶ ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἔμβολον καὶ αἱ δικλεῖδες ἔχουν τελείαν ἐφαρμογήν, φθάνει στιγμῇ, κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ μηχανὴ δὲν λειτουργεῖ πλέον ἐπωφελῶς. Διότι εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ κατασκευασθῇ ἔμβολον, τοῦ ὅποιου ἡ κατωτέρα ἐπιφάνεια νὰ προσαρμόζεται ἀκριβῶς εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου. Ὁταν τὸ ἔμβολον ενδρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ δρόμου του, ὑπάρχει πάντοτε κάτωθεν τούτου ὥρισμένον διάστημα ἐλεύθερον. Τὸ διάστημα τοῦτο καλεῖται ἐπιζήμιος χωρητικότης. Ὁταν ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κάθισματος γίνῃ ἵση πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ ἀέρος τῆς ἐπιζημίου χωρητικότητος (ὅστις πληροῖ τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν ἀνάβασιν τοῦ ἔμβολου) ἡ δικλεῖδα σὲν δὲν ἀνοίγεται πλέον.

149. Ἀεριοδιπτικὴ μηχανὴ. — Ἡ ἀεριοδιπτικὴ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ κύλινδρον μικρᾶς διαμέτρου (σχ. 119), ἐντὸς τοῦ ὅποιου κινεῖται ἔμβολον πλῆρες (μὴ φέρον δικλεῖδα). Εἰς τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχουν δύο δοιζόντιοι σωλῆνες μὲ στροφιγγας καὶ δικλεῖδας (ο παρὰ τὸ Β καὶ ν παρὰ τὸ Γ). Αἱ δικλεῖδες αὗται χρησιμεύουν ἡ μὲν διὰ τὴν ἀναρρόφησιν, ἡ δὲ διὰ τὴν συμπίεσιν τοῦ ἀερίου. Ἡ δικλεῖδας τῆς ἀναρρόφησεως ἀνοίγεται ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω, ἡ δὲ τῆς συμπίεσεως ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὸν ὑποδοχέα.

Ὅταν τὸ ἔμβολον ἀνέρχεται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸ κενόν. Διὰ τοῦτο ἡ μὲν δικλεῖδα ο ἀνοίγεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἡ δὲ ἀλλή δικλεῖδα ν διατηρεῖται κλειστή, ἔνεκα τῆς πιέσεως τῆς προερχομένης ἐκ τοῦ ὑποδοχέως. Ο ἔξωτεροι δὲ λοιπὸν ἀλλὰ πληροῖ τὸν κύλινδρον. Καταβιβαζόμενου κατόπιν τοῦ ἔμβολου, ὁ ὑπὸ αὐτὸ ἀλλὰ συμπιεζόμενος τὴν μὲν δικλεῖδα ο διατηρεῖ κλειστήν, ὅταν δὲ ἡ πίεσις του καταστῇ ἀρκετὰ ἴσχυού, ἀνοίγει τὴν δικλεῖδα ν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν ὑποδοχέα. Ἔὰν ἀναβιβάσωμεν πάλιν τὸ ἔμβολον, ὁ κύλινδρος πλη-



Σχ. 119

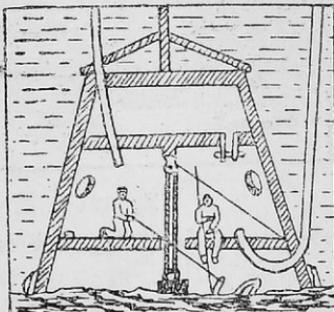
ροῦται ἀέρος ὑπὸ τὴν ἔξωτερικὴν πίεσιν καὶ κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἐμβόλου ὁ ἀήρ οὗτος συμπιέζεται εἰς τὸν ὑποδοχέα. Ἡ προσπάθεια βαίνει αὐξανομένη, ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐντὸς τοῦ ὑποδοχέως συμπιεζομένου ἀέρος, ὅστις ἀντιτάσσεται εἰς τὸ ἀνοιγμα τῆς βαλβῖδος ν.

150. Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἡραιωμένου καὶ τοῦ συμπεπιεσμένου ἀέρος.—Ἡ ἀραιώσις τοῦ ἀέρος ἐφαρμόζεται, διὰ νὰ βεβαιωθῶμεν ἐὰν οἱ ὑδραγωγοὶ ἢ ἀεριαγωγοὶ σωλῆνες δὲν παρουσιάζουν διαφυγάς. Πρὸς τοῦτο παρατηροῦμεν ἀν δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν ἐντὸς αὐτῶν κενόν. Ἀναφέρομεν πρὸς τούτοις τὴν ἐν τῷ κενῷ ἔξατμισιν καὶ συμπύκνωσιν τῶν σακχαρωδῶν χυμῶν (τῶν σιροπίων, τῆς γλυκερίνης, τοῦ χυμοῦ τοῦ κρέατος κτλ.), οἱ ὅποιοι θὰ ἡλποιοῦντο εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν· τὴν ταχεῖαν διήθησιν τῶν ὑγρῶν εἰς τὸ κενόν· τὸν ἀερισμὸν δι' ἀναρροφήσεως τοῦ μολυσμένου ἀέρος τῶν ἐργαστηρίων καὶ θεάτρων· τὸν καθαρισμὸν διὰ τοῦ κενοῦ, δι' ἀναρροφήσεως δηλ. τῆς κόνεως, παραπετασμάτων καὶ ταπήτων· ἐπίσης τὸ μερικὸν κενόν, τὸ ὅποιον παράγουν ἐντὸς τῶν ἀποστακτικῶν κεράτων, κατὰ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ λιθάνθρακος πρὸς διευκόλυνσιν τῆς παραγωγῆς καὶ ἐκλύσεως τοῦ ἀερίου· ἐπίσης τὸ κενόν, τὸ ὅποιον παράγουν εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς λυχνίας διαπρώσεως καὶ τοὺς σωλῆνας τῶν ἀκτίνων Χ κτλ.

Καὶ ὁ πεπιεσμένος ἀήρ κορισμόποιεται συγχάκις. Ἀναφέρομεν: α) τὴν διανομὴν τῆς ὥρας εἰς διλόκληρον πόλιν δι' εἰδικῶν ὡρολογίων λειτουργούντων διὰ πεπιεσμένου ἀέρος. Ρεῦμα ἀέρος, ἀναζωροῦν καθ' ἔκαστον λεπτὸν ἐξ ὑποδοχέως πλήρους πεπιεσμένου ἀέρος ὑπὸ μικρὰν πίεσιν καὶ διατρέχον δίκτυον σωλήνων, μετακινεῖ κατὰ μίαν διαίρεσιν τὴν βελόνην ἔκαστου τῶν ὠδολογίων τῆς συνοικίας. β) Τὴν μεταβίβασιν τῶν τηλεγραφημάτων, ἐγκλειομένων ἐντὸς κοίλου ἐμβολέως κυλινδρικοῦ. Οἱ ἐμβολεὺς οὗτος ἔχακοντίζεται ἐντὸς σωλῆνος ἐκ χυτοσιδήρου ἔως τὸν ἄλλον σταθμὸν διὰ πεπιεσμένου ἀέρος, ὅστις διοχετεύεται ὅπισθεν ἀντοῦ. γ) Τὴν διανομὴν πεπιεσμένου ἀέρος ὡς κινητηρίου δυνάμεως διὰ τὴν κίνησιν μικρῶν κινητήρων. δ) Τὴν λειτουργίαν τῶν φυσητήρων τῶν σιδηρουργείων καὶ τῶν ὑψηλαμίνων. ε) Τὸν ἀερισμὸν τῶν σηράγγων καὶ τῶν αἰθουσῶν τῶν θεάτρων. στ) Τὴν διὰ πεπιεσμένου ἀέρος ἔξόγκωσιν τῶν κοίλων ἐλαστικῶν περιβλητῶν τῶν τροχῶν τῶν ποδηλάτων καὶ αὐτοκινήτων. ζ) Τὴν διὰ πε-

πιεσμένου ἀέρος λειτουργοῦσαν τροχοπέδην (φρένο) τῶν τραίνων. η) Γὴν λειτουργίαν τῶν διατρητικῶν μηχανῶν, τῶν χοησιμοποιουμένων διὰ τὴν διάνοιξιν σηράγγων, ἐντὸς τῶν ὄποιών ἡ χοῆσις ἀτιμαχηανῶν θὰ καθίστα τὸν ἀέρα ἀκατάλληλον πρὸς ἀναπνοήν. θ) Τὴν ἐκτόξευσιν τῶν τορπιλλῶν. Αἱ τορπίλαι, τεθεῖσαι εἰς τοὺς τορπιλοβλητικοὺς σωλῆνας, τοὺς ὄποιοὺς φέρονταν τὰ πολεμικὰ πλοῖα, ἐκτοξεύονται διὰ τῆς ἐνεργείας πεπιεσμένου ἀέρος. ι) Τὰς ὑποβρυχίους ἐργασίας. Διὰ νὰ ἐκτελέσουν διαφόρους ἐργασίας ὑπὸ τὸ ὕδωρ ποταμῶν ἡ θαλασσῶν, μεταχειρίζονται τὸν καταδυτικὸν κώδωνα. Οὗτος εἶναι εὐρύχωρον κιβώτιον, ἀνοικτὸν κάτωθεν καὶ ὑδατοστεγῶς ἐκ πάντων τῶν λοιπῶν μερῶν κεκλεισμένον (σχ. 120). Τὸ κιβώτιον τοῦτο καταβιβάζεται μετὰ τῶν ἐργαλείων καὶ τῶν ἐργατῶν ὑπὸ τὸ ὕδωρ, ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς θαλάσσης, εἰς ἣν θέσιν πρόκειται νὰ ἐκτελεσθῇ ἡ ἐργασία. Ἀποστέλλεται κατόπιν εἰς τὸν κώδωνα ἀήρ, δστις ἐκδιώκει τὸ ὕδωρ, καὶ οἱ ἐργάται δύνανται τότε νὰ ἐργάζωνται ἐπὶ τοῦ πυθμένος.

Σκάφανδρον. Τὸ σκάφανδρον εἶναι ὅργανον, τὸ ὄποιον χρησιμοποιεῖται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ὑπὸ τῶν δυτῶν. Τοῦτο εἶναι συνεχὲς διπλοῦν ἐκ καυτσούν περίβλημα τοῦ σώματος,



Σχ. 120

τοῦ ὄποιον ἔκάστη κεισὶς περατοῦται εἰς τὸν καρπὸν τῆς χειρὸς καὶ πιέζεται ἔξωθεν διὰ ψελίου ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας. Τὸ εἰδικὸν τοῦτο ἐνδυμα συνδέεται τελείως ὑδατοστεγῶς μὲ καλκοῦν κράνος, τὸ δποῖον εἶναι καὶ τὸ κυριώτερον μέρος τῆς ἔξαρτησεως (σχ. 121). Τὸ κράνος τοῦτο συγκοινωνεῖ διὰ σωλῆνος μὲ ἀντλίσιν, ἡ δποία ἀποστέλλει ἀέρα ἐντὸς αὐτοῦ, καθὼς καὶ εἰς ὄλοκληρον τὸ ἔλαστικὸν περίβλημα τοῦ σώματος τοῦ δύτου. Ἡ περίσσεια τοῦ ἀέρος ὡς καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἐκπνοῆς ἔξερχονται διὰ βαλβίδος, ἥτις ἀνοίγεται ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Ὁ δύτης δύναται νὰ βλέπῃ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διὰ τεσσάρων θυρίδων, κλεισμένων μὲ παχείας ὄντων, ἔξω ἡ μία εύροισκεται ἐμπροσθεν, αἱ δύο εἰς τὰ πλάγια καὶ ἡ ἄλλη εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κράνους. Ὁ δύτης δύναται νὰ συνεννοήτῃ μετὰ τῶν ἐντὸς τοῦ πλοίου δι' ἄλλου σωλῆνος, ἀρχομένου ἐκ τοῦ κράνους, εἴτε καὶ διὰ τηλεφώ-

νου. Διὰ νὰ δύναται δὲ νὰ διατηρηται εἰς τὸν πυθμένα παρὰ τὴν ἄνω-



Σχ. 121

βραδύτερον ἢ ἀνάβασις, ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν ἐνὸς μέτρου κατὰ λεπτόν.

Προβλήματα.

1ον. Τεμάχιον λευκοχρόου εἰδ. βάρος 22 ίσορροπεῖται εἰς τὸν ἀέρα (εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76) διὰ σταθμῶν ἐξ δρειχάλκου 100 γρ. Ποία εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ τεμαχίου τοῦ λευκοχρόου εἰς τὸ κενόν; Εἰδ. βάρος δρειχάλκου 8,4.

2ον. Ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κώδωνος πνευματικῆς μηχανῆς εἶναι 5 ἑκ. μετὰ 10 ἀναβάσεις τοῦ ἔμβολέως, ἐνῷ ἡ ἀρχικὴ πίεσις ἐντὸς αὐτοῦ ἦτο 75 ἑκ. Πόσον θὰ εἶναι ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κώδωνος μετὰ 20 ἀναβάσεις τοῦ ἔμβολέως;

3ον. Ὁ κώδων πνευματικῆς μηχανῆς ἔχει χωρητικότητα 379 ἑκατοστῶν τῆς κυβ. παλάμης καὶ διάμετρος 58 ἑκ. τῆς κυβικῆς παλάμης. Μετὰ πόσας ἀναβάσεις τοῦ ἔμβολέως ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος θὰ γίνῃ τὸ $\frac{1}{10}$ τῆς ἀρχικῆς;

4ον. Ποία ἡ ἀναλογία τῶν χωρητικοτήτων τοῦ κώδωνος καὶ τοῦ

σιν, τὴν δροὶαν ὑφίσταται, φέρει παχείας πλάκας ἐκ μολύβδου, μίαν ἐπὶ τοῦ στήθους καὶ ἄλλην ἐπὶ τῆς οάρχεως. Ἐπίσης καὶ τὰ ὑποδήματα αὐτοῦ φέρουν πρόσθια πάχειαν πλάκα μολυβδίνην.

Τέλος, εἰς τὴν δσφύν του φέρει διάφορα σχοινία, διὰ τοῦ δροὶου δύναται νὰ ἀνασύρεται.

Πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἐκ τῶν ἀποτόμων μεταβολῶν τῆς πιέσεως κινδύνων, ἡ κατάβασις πρέπει νὰ γίνεται βραδέως, ἔτι δὲ

κυλίνδρου τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ἐὰν εἰς τὸ τέλος τῆς 4ης ἀναβάσεως τοῦ ἐμβολέως ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος ἔχῃ γίνει τὰ $\frac{81}{256}$ τῆς ἀρχικῆς;

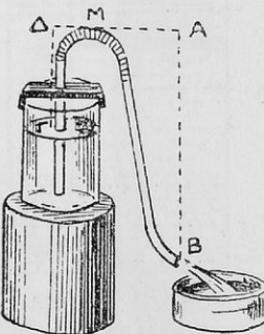
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΣΙΦΩΝ, ΣΙΦΩΝΙΟΝ, ΥΔΡΑΝΤΛΙΑΙ

151. Σίφων.—Ο σίφων εἶναι σωλήνη κεκαμμένος εἰς δύο σκέλη ἄνισα (σχ. 122), χρησιμεύει δὲ διὰ νὰ μεταγγίζωμεν ὑγρὸν διὰ συνεχοῦς ορῆς, χωρὶς νὰ ἀνοίξωμεν ὅπὴν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Λειτουργία. Διὰ νὰ μεταγγίσωμεν ὑγρόν τι ἐκ δοχείου M (σχ. 123) εἰς ἄλλο, εἰς τὸ δόποιον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εὑδίσκεται χαμηλότερα, πληροῦμεν διὰ τοῦ μεταγγιστέου ὑγροῦ σίφωνα ΑΕΔ καὶ διατηροῦντες κλειστὰ τὰ δύο αὐτοῦ στόμια ἀναστρέφομεν αὐτὸν καὶ βυθίζομεν τὸ βραχὺ σκέλος εἰς τὸ δοχεῖον, εἰς τὸ δόποιον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εὑδίσκεται εἰς τὸ μεγαλείτερον ὑψος.³ Εὖν ἀνοίξωμεν τότε τὰ δύο στόμια, τὸ ὑγρὸν φέει, διερχόμενον διὰ τοῦ σίφωνος, ἐκ τοῦ δοχείου M πρὸς τὸ N.

Ἐξήγησις. Υποθέσωμεν δτι εἰς τὸν κεκαμμένον σωλῆνα (σχ. 123), τοῦ δόποιου οἱ δύο βραχίονες ἔχουν χωριστὰ ἔκαστος ὑψος μικρότερον τοῦ ἀντιστοιχοῦντος εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (1033 ἑκατ. διὰ τὸ ὄντωρ, 76 ἑκατ. διὰ τὸν ὄνδραγχον) παρεντίθεται εἰς τι σημεῖον τοῦ δριζοντίου μέρους αὐτοῦ διάφραγμα E. Τὰ δύο χωρισμένα ἦδη μέρη ABE καὶ ΔΓΕ, τὰ δόποια είχον πληρωθῆ ὑγροῦ, μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν πωμάτων, θὰ μείνουν πλήρη ἔνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως II. Ή πίεσις ἔξ αριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος E θὰ εἶναι Π—α (Π εἰς στήλην ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ), ἡ δὲ πίεσις ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἐπὶ τοῦ E θὰ εἶναι Π—(α+ν). Ή διαφροὰ διευθύνεται ἔξ αριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά καὶ εἶναι τοση πρὸς Π—α—Π+α+ν=ν, μετρουμένη εἰς ὑψος τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ. Εὖν τουπήσωμεν τὸ διάφραγμα, ἡ ορὴ θὰ ἀρχίσῃ ἔξ αριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά, ἡ τομὴ E θὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ

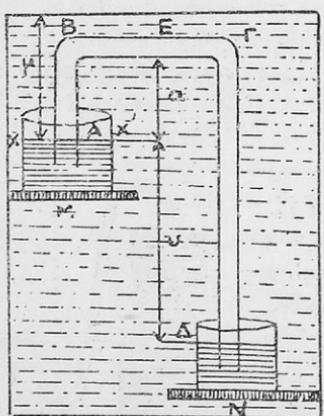


Σχ. 122

ἀλλης και τὸ ὑγρὸν τοῦ δοχείου Μ θὰ μεταβαίνῃ εἰς τὸ Ν. Ἡ ταχύτης τῆς ροής ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ ν.

Ἔνα δ σίφων δυνηθῇ γὰρ λειτουργήσῃ, πρέπει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ δοχεῖον Μ νὰ εὑρίσκεται ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου Ν ὑγροῦ, ἢ δὲ πίεσις, ἢ δποία ἔξασκεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας χχ' νὰ διατηρῇ τὸν σίφωνα πλήρη ἢ ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ὑψηλοτέρου σημείου τοῦ σίφωνος ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ μεταγγιστέου ὑγροῦ νὰ εἴναι μικρότερα τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (μετρουμένην μὲ στήλην τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ).

Σημείωσις. — Οταν ἡ τομὴ τοῦ σωλήνου είναι μικρά, δὲν είναι ἀνάγκη ὁ μακρὸς βραχίων νὰ βυθίζεται εἰς τὸ ὑγρόν.
Σίφων ὅμως μεγάλης τομῆς πρέπει νὰ ἔχῃ και τὰ



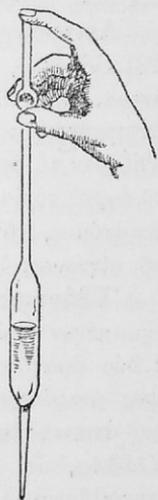
Σχ. 123

γου ὑγροῦ ἐκ δοχείου, τὸ δποῖον δὲν θέλουν ἢ δὲν δύνανται νὰ μετακινήσουν. Τὸ σιφώνιον είναι σωλήνης ὑάλινος, εὐθύς, ἀνοικτὸς κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα (σχ. 124). Τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον είναι αἰχμηρόν. Ἐμβαπτίζομεν τὸ κάτω μέρος τοῦ δργάνου τούτου ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ἐνῷ τὸ ἀνώτερον στόμιον είναι ἀνοικτόν. Τὸ δργανον πληροῦται μέχρι τινός, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων δοχείων. Φράσσομεν τότε διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἀνώτερον στόμιον καὶ ἀποσύρομεν τὸ δργανον ἐκτὸς τοῦ ὑγροῦ. Τὸ ὑγρὸν ἐκρέει, ἔως δτου ἡ πίεσις τοῦ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ δργάνου ἀέρος, αὐξηθεῖσα κατὰ τὴν πίεσιν τὴν δρειλομένην εἰς τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ, τὸ

δύο ἄκρα τοῦ βυθισμένα. Ἀλλως θὰ ἀνέλθῃ ἀπὸ εἰς τὸν μακρὸν βραχίονα καὶ θὰ διαιρέσῃ τὴν στήλην.

152. Σιφώνιον.—Οὕτω καλεῖται μικρὸν δργανον, τὸ δποῖον χρησιμοποιεῖται καὶ κυρίως εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια πρὸς ἀντλήσιν δλί-

Σχ. 124

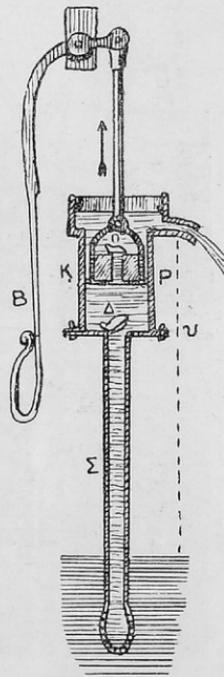


δοῖον ἔμεινεν ἐντὸς τοῦ σιφωνίου, ίσοροπήσῃ τὴν ἔξωτερην πίεσιν. Τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ἐκροή παύει.

153. **Υδραντλίαι.**—Αἱ ὑδραντλίαι εἶναι συσκευαὶ χρησιμεύουσαι διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῶν ὑγρῶν.

Υδραντλία ἀναρροφητική. Αὕτη συνίσταται ἐκ κυλίνδρου K , ἐντὸς τοῦ ὅποιου κινεῖται ἔμβολον P (σχ. 125). Τὸ ἔμβολον φέρει κατὰ τὸν ἀξονά του διετὸν κλειόμενον ἀνωθεν διὰ δικλεῖδος O , ἣτις ἀνοίγεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ο κύλινδρος συγκοινωνεῖ δι' ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος Σ μετὰ τῆς δεξαμενῆς, ἣτις περιέχει τὸ πρὸς ἀνύψωσιν ὑγρόν. Εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος ὑπάρχει δικλεῖδος Δ , ἣ ὅποια ἀνοίγεται ἐπίσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω· εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος δικλεῖδος Λ κύλινδρος φέρει πλευρικὸν σωλῆνα διὰ τὴν ἐκροήν τοῦ ὑγροῦ. Η ἀντλία αὕτη λειτουργεῖ κατ' ἀρχὰς ὡς ἀραντλία.

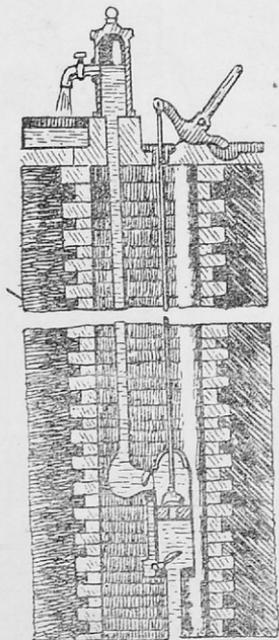
Οταν τὸ ἔμβολον εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ δρόμου του, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐντὸς τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος καὶ ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ δοιζόντιον ἐπίπεδον. Οταν ἀναβιβάσωμεν τὸ ἔμβολον, τείνει νὰ σχηματισθῇ κάτωθεν αὐτοῦ κενόν· ἡ δικλεῖδος O παραμένει κλειστὴ ἐνεκα τοῦ βάρους της καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· ἡ δικλεῖδος Δ ἀνοίγεται πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἀρέος τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος, ὅστις εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ο ἀρό οὔτος εἰσόρχεται τότε ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, δ ὅγκος του αὐξάνεται καὶ συνεπῶς ἐλαττοῦται ἡ ἐλαστικὴ του δύναμις. Ενεκα τούτου τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται μέχρι τινὸς ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Τὸ βάρος τῆς ὑγρᾶς ταύτης στήλης, προστιθέμενον εἰς τὴν πίεσιν τοῦ ἀραιωθέντος ἐσωτερικοῦ ἀρέος, ίσορροπεῖ τὴν ἔξωτερην πίεσιν, ἡ ὅποια ἔξασκεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς ὑγροῦ. Οταν τὸ ἔμβολον φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ δρόμου του, ἡ δικλεῖδος Δ κλείεται ἐνεκα τοῦ βάρους της. Οταν καταβιβάσωμεν τὸ ἔμβολον, ὁ ἐντὸς τοῦ



Σχ. 125

κυλίνδρου ἀπὸ συμπιέζεται, ή πίεσίς του ἀνοίγει τὴν δικλεῖδα Ο καὶ δ ἀπὸ ἐκφεύγει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

²Ἐὰν ἀναβιβάσωμεν πάλιν τὸ ἔμβολον, τὸ ὑγρὸν ἔξακολουθεῖ νά ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἔμβολου νέα ποστής ἀέρος ἐκφεύγει. Μετὰ δὲ λίγας ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις τοῦ ἔμβολου, ἐὰν τὸ ὕψος τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος δὲν ὑπερβαίνῃ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς στήλην τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ (10,33 μ. διὰ τὸ ὅδωρ), τὸ ὑγρὸν φθάνει εἰς τὴν δικλεῖδα Δ, τὴν ἀνοίγει καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον.



Σχ. 126

ὑδατος ὕψους $0,76 \times 13,6 = 10,33$ μ. Εἰς τὴν πρᾶξιν δύμας, ἔνεκα διαφόρων ἀτελειῶν, ή ἀνωτέρῳ ἀντλίᾳ δὲν δύναται νὰ ἀνυψώσῃ τὸ ὅδωρ ὑπὲρ τὰ 8 μέτρα. Δυνάμεθα δύμας νὰ ἀνυψώσωμεν δισον θέλομεν τὸν σωλῆνα τῆς ἐκροῆς (σχ. 126).

Τύραντλία καταθλιπτική. Αὕτη δὲν ἔχει ἀναρροφητικὸν σωλῆνα (σχ. 127). Ο κύλινδρος ἔμβαπτίζεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ φέρει εἰς τὴν κατωτέρων βάσιν του δικλεῖδα, ή δοπία ἀνοίγεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ο πλάγιος σωλήνη, διὰ τοῦ δοπίου ἔκτοξενεται τὸ

³Ἐὰν ἡ κατωτέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἔμβολου ἀνυψωμένου δὲν ἀπέχῃ περισσότερον τῶν 10,33 μ. (προκειμένου περὶ ὕδατος) ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ τῆς δεξαμενῆς, τὸ ὑγρὸν ἀκολουθοῦν κατὰ τὴν ἀνοδὸν αὐτοῦ τὸ ἔμβολον, σχηματίζει στήλην συνεχῆ καὶ πληροῦ τὸν κύλινδρον.

Κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἔμβολου, ή δικλείδα Δ κλείεται, τὸ δὲ ὑγρὸν συμπιεζόμενον ἀνοίγει τὴν δικλεῖδα Ο καὶ ἀνέρχεται ὑπεράνω τοῦ ἔμβολου. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἀνάβασιν τὸ ὑγρὸν φέρεται μέχρι τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς, δοπίθεν ἐκρέει.

⁴Αφ' ἣς στιγμῆς τὸ ὑγρὸν πληρώσῃ τὸν κύλινδρον, ἐκάστη ἀνάβασις τοῦ ἔμβολου ἀνυψεῖ δύχον ὑγροῦ ἵσον πρὸς τὴν χωρητικότητα τοῦ κυλίνδρου.

Σημείωσις. Η ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις δύναται νὰ ίσορροπήσῃ βάρος στήλης

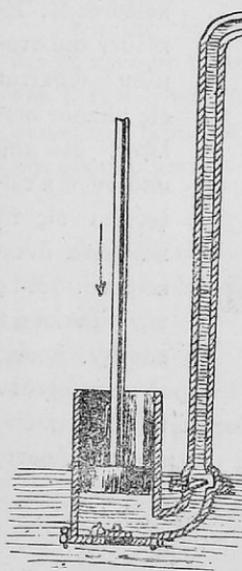
ύγρον, ἀρχεται ἀπὸ τὸ κατώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου, μετὰ τοῦ διποίου συγκοινωνεῖ διὸ δῆται. Ή δηλατη κλείεται ὑπὸ δικλεῖδος, ἡτις ἀνοίγεται ἐκ τῶν ἐσω πρὸς τὰ ἔξω. Ἐμβολον δὲ πλήρες κινεῖται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου.

“Οταν τὸ ἐμβολον ἀνυψωθεῖται, τείνει νὰ σχηματισθῇ κενὸν ὑπὸ αὐτὸ καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ὠθεῖ τὸ ύγρὸν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου διὰ τῆς δικλεῖδος τῆς βάσεως. Οταν τὸ ἐμβολον σταματήσῃ, ἡ δικλεῖδα αὐτη κλείεται ἐνεκα τοῦ βάρους της. Κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἐμβόλου, ἡ πλαγία δικλεῖδα ἀνοίγεται καὶ τὸ ὑ-

γρὸν ἀνέρχεται εἰς τὸν πλάγιον σωλῆνα.

Μετά τινας ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις τοῦ ἐμβόλου τὸ ύγρὸν ἐκτοξεύεται ἐκ τοῦ ἀνωτέρου μέρους τοῦ σωλήνος. Ή ἀντλία αὗτη εἰς ἔκαστην κατάβασιν τοῦ ἐμβόλου παρέχει δύκον ύγρον ἵσον πρὸς τὴν χωρητικότητα τοῦ κυλίνδρου.

Οὐδὲν δριον ὑπάρχει εἰς τὸ ὕψος τοῦ πλαγίου σωλήνος καὶ

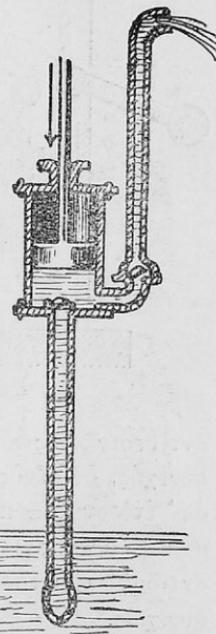


Σχ. 127

συνεπῶς εἰς τὸ ὕψος,

εἰς τὸ διπόιον δυνάμεθα νὰ ἀνυψώσωμεν τὸ ύγρον. Τὸ ύγρὸν ἀνυψωθεῖται ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς πιέσεως, τὴν διποίαν ἔξασκεῖ τὸ ἐμβολον. Ή δύναμις λοιπόν, ἡ διποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἐμβόλου, αὐξάνεται μετὰ τοῦ ύψους τοῦ πλαγίου σωλήνος.

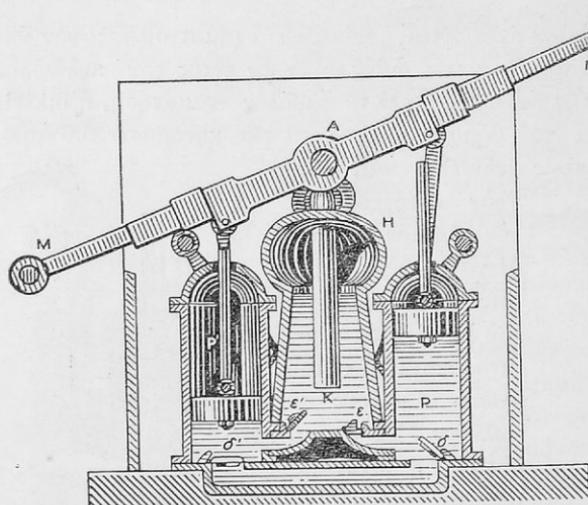
‘Υδραντλία ἀνορροφητική ἄμα καὶ καταθλιπτική. Αὕτη διαφέρει τῆς προηγουμένης, καθ' ὅσον φέρει καὶ ἀναρροφητικὸν σωλῆνα (σχ. 128). Ή ἀντλία αὗτη λειτουργεῖ κατὰ πρῶτον μὲν ὡς ἀναρροφητική, μέχοις ὅτου φέρῃ τὸ ύγρὸν μέχοι τῆς δικλεῖδος τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου, κατόπιν δὲ ὡς καταθλιπτική.



Σχ. 128

Πυροσβεστική ύδραυλική. Ἡ ἀντλία αὕτη εἶναι συνδυασμὸς δύο καταθλιπτικῶν ἀντλιῶν (σχ. 129) εὐρισκομένων ἐντὸς δεξαμενῆς ὑδατος. Τὰ ἔμβολα τούτων κινοῦνται ἐναλλάξ οὕτως, ὡστε ἐάν τὸ ἐν

ἀναρροφῆ ὅ-
δωρ ἐκ τῆς δε-
ξαμενῆς, τὸ ἀλ-
λο ἀποστέλλει
αὐτὸς εἰς τὸν
πλήρη ἀέρος
κώδωνα K. Ἐ-
κεῖθεν διὰ στο-
μίου ὁθεῖται
εἰς μακρὸν σω-
λῆνα, διὰ τοῦ
ὅποιου ἐκ το-
ξεύεται εἰς τὰ
καιόμενα ἀντι-
κείμενα. Εἰς
τὴν ἀντλίαν
ταύτην, κατ-

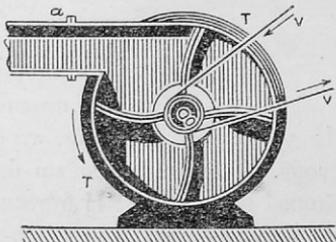


Σχ. 129

ἀντίθεσιν πρὸς πάσας τὰς προηγουμένας ἀντλίας, ἡ ἐκροήτειναι σχεδὸν συνεχῆς, ἀφ' ἐνὸς ἔνεκα τῆς διαδοχικῆς λειτουργίας τῶν δύο ἀντλιῶν, ἀφ' ἐτέρου δὲ—καὶ κυριώτατα—ἔνεκα τοῦ πέρος τοῦ κώδωνος, ὅστις συμπιεζόμενος ὑπεράνω τοῦ ὑγροῦ ἀντιρρᾷ ἐπὶ αὐτοῦ καὶ τὸ ἔξακοντίζει συνεχῶς.

**154. Ἀντλίαι διὰ φυγοκέν-
τρου δυνάμεως.**—Διὰ τῶν μηχα-
νῶν τούτων, αἴτινες στηρίζονται ἐπὶ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, δυνάμε-
θα νὰ ἀνυψώνωμεν τὰ ὑγρά, νὰ ἀραι-
ώνωμεν καὶ νὰ συμπιέζωμεν τὰ ἀέρια.

Ἄρχη. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος (σχ. 130) εἶναι στερεωμένα πτε-
ρύγια, τὰ δοποῖα σχηματίζουν πρὸς ἄλληλα γωνίας ἵσας, καὶ τῶν
δοποίων τὰ ἐπίπεδα περιέχουν τὸν ἄξονα. Τὸ σύστημα τοῦτο τιθέμενον
εἰς ταχεῖαν περιστροφὴν συμπαρασύνει τὸ φευστὸν (ὑγρὸν ἢ ἀέριον)



Σχ. 130

ἐντὸς τοῦ ὁποίου εὑρίσκεται. Τὸ φευστὸν τοῦτο ὑφίσταται λοιπὸν τὴν ἔνέργειαν φυγοκέντρου δυνάμεως, ἥτις αὐξάνεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ ἄξονος.

Ἐὰν τὸ σύστημα εἶναι ἐγκεκλεισμένον ἐντὸς κυλινδρικοῦ κιβωτίου, τὸ πληροῦν τὸ κιβώτιον φευστὸν θὰ πιέζῃ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, διότι θὰ τείνῃ νὰ ἔκτιναχθῇ. Ἐν πλάγιον ἀνοιγμα ἐπιτρέπει εἰς τὸ φευστὸν νὰ διαφύγῃ διατηροῦν τὴν κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ταχύτητα, ἥτις εἶχε μεταδοθῆ εἰς αὐτὸν ὑπὸ τῶν πτερυγίων. Ἀνανεοῦμεν τὸ φευστόν, θέτοντες τὸ τοῦτο περιέχον δοχεῖον εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κέντρου, ὅπου ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι μηδέν.

Εἰς τὰς τοιαύτας μηχανάς, λόγῳ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, εἰς μὲν τὸ κέντρον γίνεται ἀναρρόφησις, ὅπως εἰς τὴν πνευματικὴν μηχανὴν ἡ τὴν ἀναρροφητικὴν ὑδραυτικήν, εἰς δὲ τὴν περιφέρειαν γίνεται συμπίεσις, ὅπως εἰς τὴν καταθλιπτικὴν ἀεραντλίαν ἡ τὴν καταθλιπτικὴν ὑδραυτικήν.

Π φ ο β λ ἡ μ α τ α.

Ior. Σιφώνιον κυλινδρικὸν ὕψους 25 ἑκ. εἶναι βυθισμένον κατὰ 20 ἑκ. ἐντὸς ὑδραυγύρου. Τὸ κλείομεν διὰ τοῦ δακτύλου εἰς τὸ ἀρώτερον μέρος καὶ τὸ ἔξαγομεν κατακούφως ἐκ τοῦ ὑδραυγύρου. Ποῖον ὕψος θὰ ἔχῃ τὸ ὑγρόν, τὸ ὁποῖον θὰ μείνῃ ἐντὸς τοῦ σιφωνίου, δταν παύση ἡ οροφή; *Atrm.* πίεσις 75 ἑκ.

2or. Ὁ ἀναρροφητικὸς σωλὴν ὑδραυτλίας ἔχει ὕψος 4 μέτρα καὶ τομὴν 3 τετρ. ἑκ. Ὁ κύλινδρος τῆς ἀντλίας ἔχει τομὴν 200 τετρ. ἑκ. Ποῖον πρέπει νὰ εἶναι τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου, ἵνα διὰ τῆς πορώτης ἀναβάσεως τοῦ ἐμβόλου τὸ ὑδωρ πληρώσῃ τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα; *Atrm.* πίεσις 75 ἑκ.

3or. Ὁ κύλινδρος ὑδραυτλίας ἔχει ὕψος 40 ἑκ. ἡ δὲ κάτω βάσις του ἀπέχει 6 μέτρα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἡ τομὴ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος εἶναι τὸ 1/5 τῆς τομῆς τοῦ κυλίνδρου. Εἰς ποῖον ὕψος θὰ ἀνέλθῃ τὸ ὑδωρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, δταν ἀνυψώσωμεν τὸ ἐμβολον; *Atrmoseph.* πίεσις 76 ἑκ.

4or. Ὁ σωλὴν ἀναρροφητικῆς ὑδραυτλίας εἶναι πλήρης ἀέρος ὑπὸ τὴν ἀτμοσφ. πίεσιν, τοῦ ἐμβόλου ὅντος εἰς τὴν κατωτέραν θέσιν του. Ζητεῖται μέχρι ποίου ὕψους θὰ ἀνυψωθῇ τὸ ὑγρόν, δταν ἀναβιβάσωμεν τὸ ἐμβολον· υ' καὶ ε' τὸ ὕψος καὶ ἡ τομὴ τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀντλίας.

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΑ

155. Γενικά ἀποτελέσματα τῆς δερμότητος.—Θερμοκρασία καὶ ποσότης θερμότητος. Ὅταν λαμβάνωμεν ἀνὰ χεῖρας τεμάχιον πάγου, δοκιμάζομεν ὅ,τι καλοῦμεν αἰσθημα τοῦ ψυχροῦ. Τούναντίον, δοκιμάζομεν τὸ αἰσθημα τοῦ θερμοῦ πλησιάζοντες τὴν χεῖρα εἰς ἀνημένην ἐστίαν. Ἡ αἰτία, εἰς τὴν δποίαν ἀποδίδομεν τὰ αἰσθήματα ταῦτα τοῦ ψυχροῦ καὶ τοῦ θερμοῦ, εἶναι ἡ θερμότης. Ἡ θερμότης πρὸς τούτοις ἐπιφέρει τὸν βρασμὸν τοῦ ὕδατος, τὴν τῆξιν τοῦ πάγου, τὴν διαπύρωσιν τοῦ σιδήρου. Τέλος, σχεδὸν πάντα τὰ σώματα αὐξάνονται κατ' ὅγκον, ὅταν ὑφίστανται τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος. Τοῦτο ἐκφράζομεν λέγοντες ὅτι τὰ σώματα διαστέλλονται.

Βυθίσωμεν ἐντὸς δοχείου, περιέχοντος ὕδωρ ψυχρόν, μᾶζαν μετάλλου ἵσχυρῶς θερμανθεῖσαν· τὸ ὕδωρ θερμαίνεται, ἐνῷ τὸ μέταλλον ψύχεται, ὡς ἐὰν εἴλει μεταδώσει εἰς τὸ ὕδωρ μέρος τῆς θερμότητος του.

Ἡ φλοξ φωταερίου π.χ. εἶναι πηγὴ θερμότητος. Ἐὰν θέσωμεν ὑπεράνω τῆς φλογὸς ταύτης δοχείον πλῆρες ὕδατος, τοῦτο λαμβάνει συνεχῶς ἐκ τῆς θερμότητος ταύτης καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον θερμότερον, ἐφ' ὅσον ἀπορροφᾷ ποσότητας θερμότητος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγαλυτέρας. Διὰ νὰ ἐκφράσωμεν ὅτι τὰ σώματα εἶναι περισσότερον ἢ δὲ λιγώτερον θερμά, λέγομεν ὅτι ἔχουν θερμοκρασίας διαφόρους: ὑψηλοτέραν μὲν τὸ θερμότερον, ταπεινοτέραν δὲ τὸ δὲ λιγώτερον θερμόν.

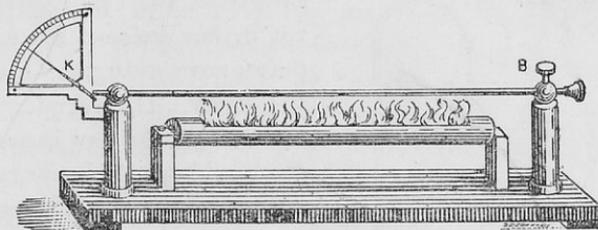
Ἐὰν ἀφήσωμεν ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀνωθεν τῆς αὐτῆς φλογὸς κατὰ πρῶτον μὲν μικρὰν ποσότητα ὕδατος, κατόπιν δὲ διάγον

μεγαλυτέραν, διαπιστοῦμεν ὅτι ἡ μικροτέρα ποσότης καθίσται θερμοτέρα τῆς ἄλλης· πρέπει νὰ θερμάνωμεν τὴν δευτέραν ἐπὶ περισσότερον χρόνον, νὰ μεταδώσωμεν δηλ. εἰς αὐτὴν περισσότεραν θερμότητα, ἵνα θερμανθῇ καὶ αὕτη ὅσον ἡ πρώτη. Ἡ θερμοκρασία λοιπὸν ἐνὸς σώματος, ἡ ὅποια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος ἐπὶ τούτου, πρέπει νὰ διακριθῇ ἀπὸ τὴν ποσότητα τῆς θερμότητος, ἡ ὅποια τὴν παράγει.

Ποσότης τις θερμότητος δύναται νὰ εἶναι διπλασία, τριπλασία κτλ. ἄλλης. Είναι λοιπὸν αὕτη μέγεθος δυνάμενον νὰ μετρηθῇ. Θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν συμβαίνει τὸ αὐτὸ διὰ τὴν θερμοκρασίαν.

Πρῶται ἔννοιαι ἐπὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων. Τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν φανερὰν διά τινων ἀπλῶν πειραμάτων.

156. α) Διαστολὴ τῶν στερεῶν. — Λαμβάνομεν φάρμακον μεταλλικὴν (σχ. 131), τὸ ἐν ἄκρον τῆς ὅποιας στερεοῦμεν εἰς τὸ B. Τὸ



Σχ. 131

ἔλευθερον ἄκρον τῆς φάρμακου ταύτης τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ μικροτέρου φραγμούς μοχλοῦ K, ὅστις δύναται νὰ κινηθῇ ἐπὶ τόξου. Ὅπο τὴν φάρμακον ὑπάρχει ἐπιμήκης σκαφίς, ἐντὸς τῆς ὅποιας ἀνάπτουμεν οἰνόπνευμα. Ἡ βελόνη ενδίσκεται κατ' ἀρχὰς εἰς τὸ μηδὲν τοῦ τόξου· καθ' ὃσον ὅμως ἡ φάρμακος θερμαίνεται, ἡ βελόνη ἀνέρχεται. Τοῦτο δεικνύει τὴν κατὰ μῆκος διαστολὴν τῆς φάρμακου.

"Οταν στερεόν τι θερμαίνεται, ὅλαι αἱ διαστάσεις του αὔξανονται. Οὕτω :

Διὰ τοῦ μεταλλικοῦ δακτυλίου (σχ. 132) διέρχεται ἔλευθερως, εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, σφαῖρα α ἐκ χαλκοῦ ἔχουσα τὴν αὐτὴν περίπου διάμετρον μετὰ τοῦ δακτυλίου. Ἐὰν ἡ σφαῖρα αὐτὴ θερμανθῇ διὰ λύχνου οἰνοπνεύματος, χωρὶς νὰ θερμαθῇ καὶ ὁ δακτύλιος, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ μέσου τοῦ δακτυλίου· συνεπῶς ὁ ὅγκος τῆς σφαῖρας ηὔξηθη.

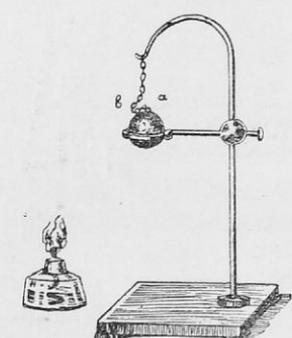
Διέρχεται ὅμως ἡ σφαῖρα διὰ τοῦ δακτυλίου, ἐὰν συγχρόνως θερ-

μάνωμεν καὶ τοῦτον. Γενικῶς, σῶμά τι κοῖλον αὐξάνεται κατ' ὅγκον, ώς ἐὰν ᾧτο πλῆρες.

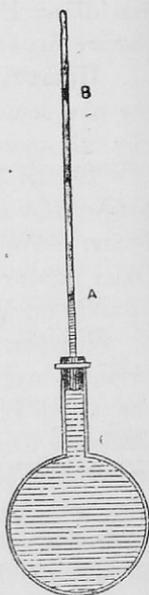
Σημείωσις. Σώματά τινα, ὅπως π.χ. τὸ καουτσούκ, τὸ ἀργύριον, θερμαινόμενα συστέλλονται, ἀντὶ νὰ διαστέλλωνται.

157. β) Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν.—⁸Η διαστολὴ τῶν ὑγρῶν εἶναι πολὺ μεγαλυτέρᾳ τῆς τῶν στερεῶν. Διὰ νὰ δείξωμεν τοῦτο, πληροῦμεν ὑαλίνην σφαῖραν, καταλήγουσαν εἰς εὐθύνη σωλῆνα, διὰ κεχρωσμένου ὑγροῦ (σχ. 133). Ἐὰν θέσωμεν ἀποτόμως τὴν σφαῖραν ταύτην ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, βλέπομεν κατ' ἀρχὰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ὑγρᾶς στήλης νὰ κατέρχεται, ἔνεκα τῆς διαστολῆς τῆς σφαῖρας. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ εἶναι πολὺ μεγαλυτέρᾳ τῆς διαστολῆς τῆς ὑάλου, ἡ

ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται σχεδὸν ἀμέσως καὶ ὑπερβαίνει κατὰ πολὺ τὴν ἀρχικήν της θέσιν. ⁹Η αὕτησις τοῦ ὕγκου, τὴν διοίαν φαίνεται διτὶ λαμβάνει τὸ ὑγρὸν ἐντὸς τοῦ δοχείου του, τὸ διοίον διαστέλλεται δλιγάτερον ἀπὸ αὐτό, καλεῖται φαινομένη διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ. Αὕτη προφανῶς εἶναι μικροτέρᾳ τῆς ἀπολύτου διαστολῆς του, δηλ. τῆς αὐξήσεως τοῦ ὕγκου, τὴν διοίαν πράγματι τοῦτο ὑφίσταται.



Σχ. 132



Σχ. 133

158. γ) Διαστολὴ τῶν ἀερίων.—Τὴν μεγάλην διαστολὴν τῶν ἀερίων καθιστῶμεν φανεράν διὰ τῆς αὐξήσεως της συσκευῆς. Πρὸς τοῦτο ἀφίνομεν εἰς τὴν ἀνωτέρῳ σφαιρικὴν φιάλην τὰ $\frac{2}{3}$ τοῦ κεχρωσμένου ὑγροῦ, τὸ διοίον περιεῖχε, καὶ καταβιβάζομεν τὸν σωλῆνα, ὥστε νὰ βυθισθῇ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν κατόπιν ἐφαρμόσωμεν τὰς παλάμας μας ἐπὶ τῆς φιάλης, τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται ταχέως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ ὑγρὸν πιέζεται ὑπὸ τοῦ ἐντὸς τῆς φιάλης, ἀρός, δστις, θερμαινόμενος ὑπὸ τῆς θερμότητος τῆς χειρός μας, διαστέλλεται.

Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀέρος παραμένει ἵση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Λέγομεν τότε ὅτι ὁ ἀήρ διαστέλλεται ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν.

³Ἐὰν ὅμως ἐμποδίσωμεν τὴν διαστολὴν τοῦ ἀερίου, ἡ ἐλαστικὴ του δύναμις βαθμηδὸν αὐξάνεται.

Κλείομεν σφαιρικὸν δοχεῖον διὰ πώματος φέροντος ἀσφαλιστικὸν σωλῆνα, χύνομεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τούτου ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ κατόπιν βυθίζομεν τὸ δοχεῖον ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος (σχ. 134). Ὁ ὑδράργυρος τότε κατέρχεται εἰς τὸν μικρὸν βραχιόνα καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸν μέγαν, ἔνεκα τῆς διαστολῆς τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου ἀέρος. ³Ἐπαναφέρομεν τὸν ὑδράργυρον εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν α εἰς τὸν μικρὸν βραχιόνα, χύνοντες ἐντὸς τοῦ μεγαλυτέρου ὑδράργυρον. Ἡ ἀπόστασις ν τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου δίδει τὴν αὔξησιν τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἀερίου ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον.

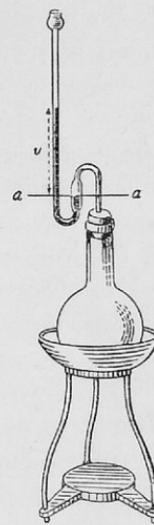
Σημείωσις. Εἰς τὰ ἀνωτέρω πειράματα τὰ σώματα, ὅταν ψυχθοῦν, ἀναλαμβάνουν τὸν ἀρχικὸν των ὄγκων. ³Ἐκ τούτου ἀποδεικνύεται, ὅτι ἡ ψύξις προκαλεῖ τὴν συστολὴν τῶν σωμάτων.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΙ

159. Γενικαὶ ἔννοιαι τῶν θερμοκρασιῶν.— Δυνάμεθα νὰ ἐκτιμήσωμεν διὰ συγκρίσεως τὰς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων ἀπτόμενοι αὐτῶν· ἀλλ ὁ τρόπος οὗτος τῆς ἐνεργείας δὲν θὰ εἴναι κατάλληλος διὰ σώματα πολὺ θερμὰ ἢ πολὺ ψυχρά· διὰ τὰ λοιπὰ ἢ μέθοδος αὕτη δὲν θὰ δώσῃ ἀρκετὴν ἀκρίβειαν.

Διὰ τοῦτο προκειμένου νὰ ἐκτιμήσωμεν τὰς θερμοκρασίας μετὰ ὠρισμένης ἀκριβείας, καταφεύγομεν εἰς τὰς μεταβολὰς τοῦ ὄγκου, τὰς δποίας ὑφίστανται τὰ σώματα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος.

Θεωρήσωμεν τὴν ἀνωτέρω σφαιρικὴν φιάλην (σχ. 133) πλήρη ὑδραργύρου. ³Ἐφ’ ὅσον ἡ ἐπιφάνεια τούτου εἰς τὸν σωλῆνα μένει σταθερά, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὁργάνου εἴναι στάσιμος. ³Ἐὰν ἵδωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τούτου ἀνέρχεται, ἡ φαινομένη αὕτη διαστολὴ τοῦ ὑδραργύρου δεικνύει ὅτι οὗτος θερμαίνεται. Λέγομεν τότε ἡ θερμοκρα-



Σχ. 134

σία του ἀνέρχεται. ² Αντιστρόφως, πτῶσις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου θὰ δείξῃ πτῶσιν τῆς θερμοκρασίας.

Ἄς βυθίσωμεν τὴν φιάλην ταύτην ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος. Τὸ ὑδωρ ψύχεται ὀλίγον, θερμαῖνον τὴν φιάλην καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀνέρχεται· ἄρα ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται. Τοῦτο θὰ ἔξακολουθή νὰ συμβαίνῃ, ἕως ὅτου τὰ δύο σώματα γίνουν ἔξι ἵσου θερμά· αἱ θερμοκρασίαι των τότε θὰ εἶναι ἴσαι. ³ Η ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μένει στάσιμος, διότι ἡ φιάλη λαμβάνει ἀπὸ τὸ ὑδωρ τόσην θερμότητα, δῆην παραχωρεῖ εἰς αὐτό. ⁴ Εφοδιάζοντες λοιπὸν τὸν σωλῆνα τοῦ δρυγάνου μὲ κλίμακα βαθμολογημένην, διὰ νὰ σημειώνωμεν τὸ ὑψος τοῦ ὑδραργύρου, δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν τὰς θερμοκρασίας τῶν διαφόρων μέσων, ἐντὸς τῶν δποίων φέρομεν τὸ δργανον διαδοχικῶς.

⁵Ἐκ τῶν ἀνωτέρω βλέπομεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία δὲν εἶναι μέγεθος ὅγνάμενον νὰ μετρηθῇ.

Διὰ νὰ δυνηθῶμεν λοιπὸν νὰ σπουδάσωμεν τὰς θερμοκρασίας, πρέπει νὰ χοησιμοποιήσωμεν συμβατικὴν κλίμακα διηγημένην, εἰς τὴν δποίαν μία θερμοκρασία θὰ παρίσταται ὑπὸ ἀριθμοῦ τόσον μεγάλυτέρου, δῆον καὶ ἡ θερμοκρασία αὕτη θὰ εἶναι περισσότερον ὑψηλή.

160. Θερμοκρασίαι σταθεραί.—⁶Ἐὰν φέρωμεν ἐντὸς τηκομένου πάγου τὸ ἀνωτέρω δργανον, διαπιστοῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα θὰ παραμείνῃ σταθερὰ εἰς ὥρισμένον σημεῖον, ἐφ⁷ δῆον ὑπάρχει τεμάχιον πάγου ἀτηκτον. Γενικῶς, σῶμα βιθυνισμένον ἐντὸς τηκομένου πάγου δὲν μεταβάλλεται κατ⁸ δγκον. ⁹Αρα ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου εἶναι σταθερά. Κατὰ συνθήκην, δνομάζομεν τὴν θερμοκρασίαν ταύτην Ο.

¹⁰Ἐὰν θέσωμεν τὸ δργανον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 76 ἔκ., δ ὑδράργυρος καταλαμβάνει τὸ σφαιρικὸν δοχεῖον καὶ τὸν σωλῆνα μέχρις ὑψους πολὺ μεγαλυτέρου ἀπὸ τὸ ὑψος, τὸ δποίον εἶχε λάβει ἐντὸς τοῦ τηκομένου πάγου. Τὸ ὑψος τοῦτο δὲν μεταβάλλεται, ἐφ¹¹ δῆον δὲν μεταβάλλεται ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. ¹²Ο ἀτμὸς λοιπὸν τοῦ ζέοντος ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 76 ἔκ. ἔχει θερμοκρασίαν σταθεράν. Κατὰ συνθήκην δνομάζομεν τὴν θερμοκρασίαν ταύτην 100.

Η κλίμαξ τῶν θερμοκρασιῶν, τῆς δποίας τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα

χαρακτηρίζονται διὰ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 εἶναι ἡ μᾶλλον χρησιμοποιουμένη καὶ καλεῖται ἔκατονταδική.

161. Θερμόμετρα.—Τὰ θερμόμετρα εἶναι ὅργανα, τὰ ὅποια διὰ τῆς μεταβολῆς τοῦ ὅγκου τοῦ περιεχομένου των μᾶς γγωρίζουν τὴν θερμοκρασίαν σώματος (ἢ περιοχῆς), μετὰ τοῦ ὅποίου ἐτέθησαν εἰς ἐπαφήν.

Τὰ μᾶλλον χρησιμοποιούμενα θερμόμετρα εἶναι τὰ δι' ὑδραργύρου, μὲ κλίμακα ἔκατονταδικήν.

Θερμόμετρον δι' ὑδραργύρου.—Εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων προτιμῶμεν τὸν ὑδραργύρον, διότι οὗτος ὡς μέταλλον ἄγει τὴν θερμότητα καλλίτερον ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα ὑγρά καὶ τίθεται τοιουτορόπως ταχύτερον ἀπὸ ἐκεῖνα εἰς ἴσοοροπίαν θερμοκρασίας μετὰ τοῦ περιβάλλοντος. Ἐπὶ πλέον, διαστέλλεται πανονικάτατα καὶ ζέει εἰς 357° , παραμένων ὑγρὸς μέχρι -39° . Τέλος εὐκόλως λαμβάνεται καθαρὸς καὶ καθίσταται δρατὸς ἐντὸς πολὺ λεπτοῦ σωλῆνος.

Τὰ ὑδραργυρικὰ θερμόμετρα συνίστανται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου πολὺ μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, δ ὅποιος ἀπολήγει κατὰ τὸ ἐν ἄκρον εἰς κυλινδρικὸν ἢ σφαιρικὸν δοχεῖον περιέχον ὑδραργύρον. Τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἶναι κλειστὸν (σχ. 135).

Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου. **Προσδιορισμὸς τοῦ μηδενός.**—Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μηδέν, εἰσάγομεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τριμμένου πάγου οὕτως ὥστε τὸ μέρος τοῦ θερμομέτρου τὸ περιέχον τὸν ὑδραργύρον νὰ εύρισκεται ἐντὸς τοῦ πάγου (σχ. 136). Ὁταν δὲ οὐδεὶς παύσῃ νὰ συστέλλεται, ὅταν δηλ. ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μείνῃ στάσιμης εἰς ὡρισμένην σημεῖον τοῦ σωλῆνος, χαράσσομεν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, τὸ διοῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου, τὸ 0.

Προσδιορισμὸς τοῦ 100.—Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ 100, τοποθετοῦμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς εἰδικῆς σεσκευῆς (σχ. 137), ἐντὸς τῆς ὅποιας παραγόνται διὰ βρασμοῦ ἀτομοὶ ὕδατος. Τὸ δοχεῖον δὲν πρέπει νὰ βυθίζεται εἰς τὸ ὕδωρ· τὸ διατηροῦμεν εἰς ἀπόστασιν δύο περίπου ἑκατοστῶν ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Ο ὑδραρ-



γυρος, θερμαινόμενος ύπο τῶν ἀτμῶν, διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἐντὸς σωλῆνος. Ὅταν παύσῃ νὰ ἀνέρχεται, ὅταν δηλ. ἡ ἐπιφάνειά του μείνῃ

στάσιμος εἰς ὠρισμένον σημεῖον τοῦ σωλῆνος, χαράσσομεν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, τὸ δποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὄντος, τὸ 100.

Ἄφ' οὗ προσδιογίσωμεν τοιουτοτόπως τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα, διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ αὐτῶν διάστημα εἰς 100 ἵσα μέρη, τὰ δποῖα καλοῦμεν βαθμούς, καὶ ἐπεκτείνομεν τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω τῶν 100 καὶ κάτω τοῦ 0.

Οἱ βαθμοὶ σημειοῦνται διὰ μικροῦ μηδενικοῦ, τὸ δποῖον γράφουμεν ως ἐκθέτην ἐπὶ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν, πρὸς διάκρισιν δὲ σημειοῦμεν διὰ τοῦ — (πλὴν) τὰς κάτω τοῦ μηδενὸς θερμοκρασίας.

162. Ἀλλαι Κλίμακες.— Ἐκτὸς τῆς

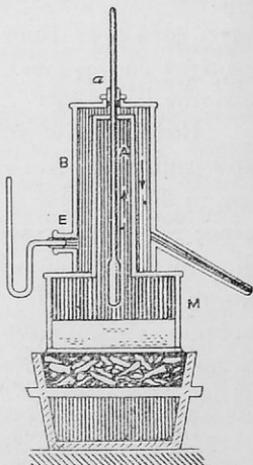
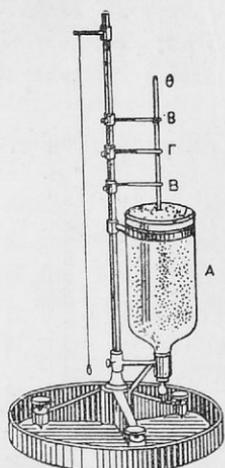
Σ. 136

ἀνωτέρῳ ἔκατονταβάθμου κλίμακος (κλίμαξ τοῦ

Κελσίου, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ προτείναντος αὐτὴν Σουηδοῦ Φυσικοῦ Κελσίου), διφίστανται καὶ ἡ κλίμαξ τοῦ Ρεωμύρου καὶ ἡ τοῦ Φαρενάῖτ. Εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Ρεωμύρου τὰ σταθερὰ σημεῖα εἶναι 0 (θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου) καὶ 80 (θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὄντος), τὸ δὲ ἐν τῷ μεταξὺ διάστημα ἔχει διαιρεθῆ εἰς 80 ἵσα μέρη. Εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Φαρενάῖτ, τὰ σταθερὰ σημεῖα εἶναι τὸ 32 (θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου) καὶ τὸ 212 (θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὄντος), τὸ δὲ ἐν τῷ μεταξὺ διάστημα ἔχει διαιρεθῆ εἰς 180 ἵσα μέρη.

163. Μετατροπὴ τῶν δερμομετρικῶν βαθμῶν.— Γενικῶς, μετατρέπομεν τοὺς θερμομετρικοὺς βαθμοὺς διὰ τῆς σχέσεως :

$$\frac{K}{5} = \frac{P}{4} = \frac{\Phi - 32}{9}$$



Σ. 137

Διότι, ἐὰν ἐπὶ θεομοιμέτρου φέροντες καὶ τὰς τρεῖς κλίμακας καλέσω-
λεν καὶ τὸ μῆκος μᾶς διαιρέσεως τῆς κλίμακος Κελσίου, ό το μῆκος
μᾶς διαιρέσεως τῆς κλίμακος Ρεωμύδου καὶ φ τὸ μῆκος μᾶς διαιρέ-
σεως τῆς κλίμακος Φαρενάϊτ, τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ⁰ καὶ 100 ίσονται πρὸς 100 $\kappa=80\varrho=180\phi$. (1)

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ K, P καὶ Φ τοὺς ἀριθμοὺς τῶν βαθμῶν
τῶν σημειουμένων ἐπὶ τῶν τριῶν κλιμάκων διὰ τὴν αὐτὴν θεομο-
κρασίαν, τὸ μῆκος τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ μηδενὸς καὶ τῆς
ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἐπὶ τῶν τριῶν κλιμάκων τὸ αὐτό.
Ἄρα $K=P\varrho=(\Phi-32)\phi$. (2)

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

$$\frac{K}{100} = \frac{P}{80} = \frac{\Phi - 32}{180} \quad \text{ἢ} \quad \frac{K}{5} = \frac{P}{4} = \frac{\Phi - 32}{9}.$$

(K=βαθμὸι Κελσίου, P=βαθμὸι Ρεωμύδου, Φ=βαθμὸι Φαρενάϊτ)

164. Οἰνοπνευματικὸν δερμόμετρον.—Διὰ τὸν προσδιορι-
σμὸν πολὺ χαμηλῶν θεομοκρασιῶν χρησιμοποιεῖται τὸ δι' οἰνοπνεύ-
ματος θεομόμετρον, διότι δὲ ὑδραργύρος πήγνυται εἰς θεομοκρασίαν—
39° K, ἐνῷ τὸ οἰνόπνευμα πήγνυται εἰς θεομοκρασίαν — 130°, 7 K.

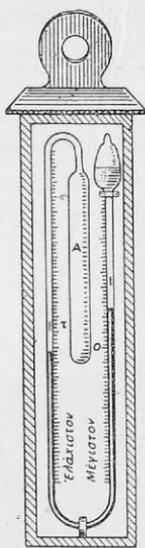
Τὰ θεομόμετρα ταῦτα ἔχουν σωλῆνα εὐδύτερον τῶν ὑδραργυρικῶν,
διότι τὸ οἰνόπνευμα διαστέλλεται πολὺ περισσότερον τοῦ ὑδραργύρου.
Βαθμολογοῦνται δὲ διὰ συγκρίσεως πρὸς ὑδραργυρικὸν θεομόμετρον.

165. Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου.—Τὰ θεομόμετρα
ταῦτα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν μετεωρολογίαν. Ταῦτα εἶναι κατεσκευ-
ασμένα τοιουτορόπως, ὥστε νὰ διατηροῦν τὰς ἐνδείξεις τῆς ὑψηλοτέ-
ρας καὶ τῆς ταπεινοτέρας θεομοκρασίας, αἱ δποῖαι ἐσημειώθησαν ἐντὸς
ῷοισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

α) Θεομόμετρον Six καὶ Bellani. Τὸ σχῆμα 138 παριστᾶ θεο-
μόμετρον μεγίστου καὶ ἐλαχίστου τῶν Six καὶ Bellani. Τοῦτο περιέ-
χει ὑδραργύρον, πρὸς τὰ ἄνω δέ, ἐντὸς τῶν δύο βραχιόνων, οἰνόπνευ-
μα. Ο πρὸς τὰ ἀριστερὰ βραχίων, τελείως πλήρης, συγκοινωνεῖ μετὰ
τοῦ δοχείου A, δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ εἶναι ἐν μέρει πεπληρωμένος. Δύο
δεῖπται ἐκ χάλυβος εὐδίσκονται ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος, ἄνωθεν τοῦ
ὑδραργύρου, εἰς τοὺς δύο βραχίονας. Ἐλαφρὰ τριβὴ ἐπὶ τῆς ὑάλου
ἀρκεῖ νὰ τοὺς διατηρῇ, παρὰ τὸ βάρος των, εἰς οἰανδήποτε θέσιν ἐντὸς
τοῦ σωλῆνος τοῦ θεομομέτρου.

Διὰ νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ ὅργανον, φέρομεν τὸν δείκτην ἐκά-

στου βραχίονος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ὑδραργύρου, χρησιμοποιοῦντες πρὸς τοῦτο ἔξωτερικῶς μαγνήτην, διὰ τοῦ ὅποιου τὸν καταβιβάζουμεν.



Σχ. 138

νων πρὸς τὸν ὑδράργυρον).

“Οταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται, τὸ οἰνόπνευμα διαστέλλεται καὶ πιέζει τὸν ὑδράργυρον ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά. Ὁ δείκτης τοῦ ἀριστεροῦ βραχίονος παραμένει εἰς τὴν θέσιν του, τὸ δὲ οἰνόπνευμα διέρχεται πέριξ αὐτοῦ, χωρὶς νὰ τὸν μετακινήσῃ. Ὁ δείκτης τότε τοῦ δεξιοῦ βραχίονος ἀνωθεῖται ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου μέχρι σημείου, ἀπὸ τοῦ ὅποιου δὲν κατέρχεται, ὅταν κατέληθῃ ἡ θερμοκρασία. Ἀντιστρόφως, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέληθῃ, δ ὑδράργυρος προκωρών εἰς τὸν ἀριστερὸν βραχίονα ἀνυψοῖ τὸν δείκτην, ὅστις εὑρίσκεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο. Ὁ ἄλλος δείκτης παραμένει εἰς τὴν θέσιν του. Ὁ ἀνυψωθεὶς δείκτης δὲν κατέρχεται πλέον. Οἱ δύο βραχίονες φέρουν ἔκαστος κλίμακα, ἡ διποία ἐκαράχθη διὰ συγκοίσεως πρὸς θερμόμετρον ὑδραργυρικόν. Ὁ πρὸς τὰ ἀριστερὰ δείκτης δεικνύει τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, δ δὲ πρὸς τὰ δεξιά τὴν μεγίστην (διὰ τῶν ἀκρων αὐτῶν τῶν ἐστραμμέ-



Σχ. 139

β). Θερμόμετρα ιατρικά. Ταῦτα εἶναι θερμόμετρα ὑδραργυρικὰ τοῦ μεγίστου, διὰ τῶν ὅποιων προσδιορίζουμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος. Εἶναι βαθμολογημένα εἰς δέκατα τοῦ βαθμοῦ, μεταξὺ 34° καὶ 44° . Ἐπειδὴ ἡ ἀνάγνωσις γίνεται μόνον μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ θερμομέτρου ἀπὸ τοῦ σώματος, εἶναι ἀνάγκη ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη νὰ μὴ δύναται νὰ διπισθοδομήσῃ. Πρὸς τοῦτο δ σωλὴν φέρει στένωμα ὑπεράνω τοῦ δοχείου, τοῦτο δὲ ἐμποδίζει τὴν κίνησιν τοῦ ὑδραργύρου (σχ. 139). “Οταν ἡ θερμοκρασία ἀνυψοῦται, δ ὑδράργυρος διαστέλλεται, διέρχεται τὸ στένωμα καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα ἀλλ’ ὅταν ἡ θερμοκρασία ταπεινοῦται, δ ὑδράργυρος συστέλλεται εὐθύς, ἀλλὰ τὸ στένωμα διατηρεῖ τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ παράγεται κε-

Πρὸ πάσης χρήσεως κανονίζομεν τὸ ὅργανον κρατοῦντες αὐτὸ μὲ τὸ δοχεῖον πρὸς τὰ ἔξω καὶ τινάσσοντες ἵσχυρῶς πρὸς τὰ κάτω τοιουτορόπως ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὑπολοίπου μάζης τοῦ ὑδραργύρου.

Προβλήματα.

1ον. Νὰ τραπᾶσιν εἰς βαθμοὺς Ρεωμάριον :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| a) 35 βαθμοὶ Κελσίου | β) 12 βαθμοὶ Φαρενάϊτ |
| γ) — 12 » | δ) 45 » |

2ον. Νὰ τραπᾶσιν εἰς βαθμοὺς Κελσίου :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| a) 28 βαθμοὶ Ρεωμάριον | β) 32 βαθμοὶ Φαρενάϊτ |
| γ) 44 » | δ) — 40 » |

3ον. Νὰ τραπᾶσιν εἰς βαθμοὺς Φαρενάϊτ :

- | | |
|----------------------|------------------------|
| a) 40 βαθμοὶ Κελσίου | β) 32 βαθμοὶ Ρεωμάριον |
| γ) — 40 » | δ) — 30 » |

4ον. Λύον θερμόμετρα, ἐν τοῦ Κελσίου καὶ ἐν τοῦ Φαρενάϊτ, τοποθετημένα παραλλήλως, ἔδειξαν κατά τινα στιγμὴν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν βαθμῶν, χαρακτηριζόμενον διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου. Ζητεῖται : ποῖος ὁ ἀριθμὸς οὗτος καὶ ποῖον τὸ σημεῖον αὐτοῦ ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΣΠΟΥΔΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

166. Συντελεσταὶ διαστολῆς.—Εἰς τὴν διαστολὴν σώματος στερεοῦ, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν εἴτε τὴν αὔξησιν τῆς ἀποστάσεως δύο ἐκ τῶν σημείων αὐτοῦ (γραμμικὴ διαστολή), εἴτε τὴν αὔξησιν τοῦ ἐμβαδοῦ ὥρισμένου μέρους τῆς ἐπιφανείας του (κατ' ἐπιφάνειαν διαστολή), εἴτε τέλος τὴν αὔξησιν τοῦ ὅγκου του (κυψικὴ διαστολή).

167. Γραμμικὴ διαστολή.—Καλέσωμεν μοῦ τὸ μῆκος οἱδίδου εἰς 0°, μεθὲ τὸ μῆκος, τὸ διποῖον λαμβάνει ἡ αὐτὴ οἱδίδος εἰς 90°. Η διλικὴ αὐτῆς γραμμικὴ διαστολὴ μεταξὺ 0 καὶ 90° εἶναι μοῦ — μοῦ, ἡ διαστολὴ κατὰ μονάδα μῆκους (μετρουμένην εἰς 0°) εἶναι $\frac{\text{μοῦ}}{\text{μοῦ}}$

καὶ ἡ διαστολὴ κατὰ μονάδα μήκους διὸ ὑψωσιν θερμοκρασίας κατὰ 1° εἶναι $\frac{\mu_{\theta} - \mu_0}{\mu_0}$.

Ἡ τελευταία αὕτη σχέσις καλεῖται συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς. Παραστήσωμεν αὐτὴν διὰ λ., ἵνα

$$\frac{\mu_{\theta} - \mu_0}{\mu_0} = \lambda \quad (1)$$

Συντελεστὴς λοιπὸν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς μιᾶς ράβδου εἶναι ἡ σταθερὰ ἐπιμήκυνσις, τὴν δύοις ὑφίσταται ἡ μογὰς τοῦ μήκους τῆς ράβδου ταύτης, λαμβανομένη εἰς 0°, διὸ ὑψωσιν θερμοκρασίας κατὰ 1°.

Ἐκ τῆς σχέσεως (1) λαμβάνομεν :

$$\begin{aligned} \mu_{\theta} - \mu_0 &= \mu_0 \vartheta \lambda, & \ddot{\varepsilon} \varepsilon \text{ ἦς} & \mu_{\theta} = \mu_0 + \mu_0 \vartheta \lambda \\ \text{ἢ} & \mu_{\theta} = \mu_0 (1 + \lambda \vartheta) \end{aligned} \quad (2)$$

τὸ (1 + λθ) καλεῖται διώνυμον τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Ἡτοι: διὰ νὰ εὑρωμεν τὸ μῆκος εἰς θ° μιᾶς φάβδου, πολλαπλασιάζομεν τὸ μῆκος αὐτῆς εἰς 0° ἐπὶ τὸ διώνυμον τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Ἐάν μετὸ τὸ μῆκος τῆς αὐτῆς φάβδου εἰς θερμοκρασίαν θ', θὰ ἔχωμεν : $\mu_{\theta'} = \mu_0 (1 + \lambda \theta')$. (3)

Καὶ διαιροῦντες κατὰ μέλη τὰς (3) καὶ (2) θὰ ἔχωμεν :

$$\frac{\mu_{\theta'}}{\mu_{\theta}} = \frac{1 + \lambda \theta'}{1 + \lambda \vartheta'}$$

Ἡτοι τὰ μῆκη μετὸ τῆς αὐτῆς φάβδου εἰς δύο διαφόρους θερμοκρασίας εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰ διώνυμα τῆς διαστολῆς.

168. Τύποι σχετικοὶ πρὸς τὴν κατ' ἐπιφάνειαν διαστολήν.—Ἔστω Ε₀ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας στερεᾶς πλακὸς εἰς 0° καὶ Εθ τὸ ἐμβαδὸν αὐτῆς εἰς θ°. Ἡ αὔξησις τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, δταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ἀνυψοῦται κατὰ 1°, ἐκφορᾶται ὑπὸ τῆς σχέσεως $\frac{E_{\theta} - E_0}{E_0 \vartheta}$.

Ἡ αὔξησις αὕτη εἶναι διστελεστὴς τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς τοῦ σώματος παριστῶμεν τοῦτον διὸ ε. Οἱ τύποι οἱ σχετικοὶ πρὸς τὴν κατ' ἐπιφάνειαν διαστολὴν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς τύπους τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Ἡτοι $E_{\theta} = E_0 (1 + \varepsilon \theta)$ καὶ $E_{\theta'} = E_0 (1 + \varepsilon \theta')$,

$$\ddot{\varepsilon} \varepsilon \text{ ὥν} \quad \frac{E_{\theta'}}{E_{\theta}} = \frac{1 + \varepsilon \theta'}{1 + \varepsilon \theta}$$

Ο συντελεστής τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς σώματος στερεοῦ είναι αἰσθητῶς ὕσος πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς αὐτοῦ διαστολῆς, είναι δηλ. $\epsilon = 2\lambda$.

Α πό δε ειξις. Ἐστω τετράγωνον πλευρᾶς μήκους ἑνὸς ἔκατοστο-μέτρου εἰς 0° . Τὸ ἐμβαδὸν αὐτοῦ εἰς 0° θὰ εἴναι 1 τετρ. ἔκατ., ἥτοι $E_0 = 1$. Ἐὰν θερμάνωμεν τὸ τετράγωνον τοῦτο εἰς 1° , τὸ μῆκος τῆς πλευρᾶς του γίνεται $1 + \lambda$ ($\lambda = \text{συντελεστής γραμ. διαστολῆς}$) καὶ τὸ ἐμβαδὸν αὐτοῦ εἰς 1° γίνεται $(1+\lambda)^2$,

$$\text{ἥτοι } E_1 = (1+\lambda)^2 \text{ ἀρα } E_1 - E_0 = (1+\lambda)^2 - 1$$

$$\text{ἢ } E_1 - E_0 = 1 + 2\lambda + \lambda^2 - 1 \text{ καὶ } E_1 - E_0 = 2\lambda + \lambda^2.$$

Ἐπειδὴ δὲ λ είναι ἀριθμὸς πολὺ μικρός, τὸ τετράγωνον αὐτοῦ ὡς ἐλάχιστον δὲν λαμβάνεται ὑπὸ δψιν καὶ ἔχομεν $E_1 - E_0 = 2\lambda$.

Ἄλλα $E_1 - E_0$ παριστᾶ τὴν αὔξησιν, ἥν ὑφίσταται τὸ ἐμβαδὸν τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας δι' αὔξησιν θερμοκρασίας κατὰ 1° , ἥτοι, κατὰ τὸν δρισμόν, τὸν συντελεστὴν ϵ . Ἐχομεν λοιπόν: $\epsilon = 2\lambda$.

169. Τύποι σχετικοί πρὸς τὴν κυβικὴν διαστολήν.— Ἐστω O_θ δὲ ὅγκος εἰς 0° σώματος στερεοῦ καὶ O_θ' δὲ ὅγκος αὐτοῦ εἰς θ° . Ἡ αὔξησις τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνυψοῦται κατὰ 1° , ἐκφράζεται ὑπὸ τῆς σκέσεως $\frac{O_\theta - O_\theta}{O_\theta}$. Ἡ αὔξησις αὗτη είναι δὲ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ σώματος. Παριστῶμεν αὐτὸν διὰ κ .

Καὶ οἱ τύποι οἱ σχετικοὶ πρὸς τὴν κυβικὴν διαστολὴν είναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς τύπους τῆς γραμμικῆς διαστολῆς. Ἐχομεν:

$$O_\theta = O_0(1 + \kappa\theta) \text{ καὶ } O_\theta' = O_0(1 + \kappa\theta'), \text{ εἰς ὃν } \frac{O_\theta'}{O_\theta} = \frac{1 + \kappa\theta'}{1 + \kappa\theta}$$

Σκεπτόμενοι, δπως καὶ διὰ τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς, ἀνευρίσκομεν ὅτι δὲ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς σώματος στερεοῦ είναι αἰσθητῶς ὕσος πρὸς τὸ τριπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς αὐτοῦ διαστολῆς, $\kappa = 3\lambda$.

170. Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος μετὰ τῆς θερμοκρασίας.— Οταν θερμαίνωμεν σῶμά τι, δὲ ὅγκος αὐτοῦ μεταβάλλεται, ἀλλ' ἡ μᾶζα του μένει σταθερὰ. Θὰ ἔχωμεν λοιπὸν $M = O_0$ δο καὶ $M = O_\theta$ δε. συνεπῶς O_0 δο = O_θ . δε ἐνθα O_0 καὶ δο παριστοῦν τὸν ὅγκον καὶ τὴν πυκνότητα τοῦ σώματος εἰς 0° , O_θ δὲ καὶ δο τὸν ὅγκον καὶ τὴν πυκνότητα αὐτοῦ εἰς θ° . Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸν

Οε διὰ τῆς τιμῆς του, παριστῶντες διὰ καὶ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ σώματος, [Οε = Οο (1+κθ)], ἔχομεν :

$$\text{Οο } \delta_o = \text{Οο} (1+\kappa\theta) \delta_\theta, \text{ εἰς οὗ } \delta_\theta = \frac{\delta_o}{1+\kappa\theta}.$$

Ἡ σχέσις αὕτη ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ὑγρά, ὅπως καὶ εἰς τὰ στερεά.

Ἄρα τιθυμήτης καὶ καὶ ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ὑγρά, ὅπως καὶ εἰς τὰ στερεά.

Ποία θὺματα εἶναι τῆς πυκνότητος τοῦ ἀργύρου εἴναι 10,31 εἰς 0°. Ποία θὺματα εἶναι τῆς πυκνότητος τοῦ εἰς 150°; Συντελεστὴς κυβ. διαστολῆς ἀργύρου = 0,000058. Θὰ ἔχωμεν :

$$\delta_{150} = \frac{10,31}{1+0,000058.150} = 10,22$$

Πρόβλημα α.

Ιον. Ράβδος μεταλλική, εἰς 45° μὲν ἔχει μῆκος 140,2159 μέτρα, εἰς 8,5° δὲ ἔχει μῆκος 140,175 μ. Ποῖος δ συντελεστὴς, τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ μετάλλου τούτου;

Ζορ. Τὸ μῆκος ράβδου ἐκ πενδαργύρου εἶναι 6,219 μέτρα, ὅταν αὕτη ἔχῃ θερμοκρασίαν 78°. Ποῖον θὰ εἶναι τὸ μῆκος αὐτῆς, ὅταν ἡ θερμοκρασία της θὰ εἶναι 15°. Συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ πενδαργύρου 0,000029.

Σταῦρος. Σταῦρος ἐκ σιδήρου διαμέτρου 5,01, ἐκατοστομέτρων εἰς 0° τίθεται ἐπὶ δακτυλίου ἐκ πενδαργύρου διαμέτρου 5 ἐκατοστομ. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν πρέπει νὰ θερμανθῶσιν ἡ σταῦρος καὶ ὁ δακτύλιος, ἵνα ἡ σταῦρος διέλθῃ διὰ τοῦ δακτυλίου; Συντελεστὴς διαστολῆς σιδήρου 0,0000118, πενδαργύρου 0,000031.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

171. Εἰς τὰ ὑγρά, ὡς ἐμάθομεν, διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον ἡ πραγματικὴν διαστολὴν καὶ τὴν φαινομένην διαστολήν. Ἐπειδὴ τὰ ὑγρά λαμβάνουν πάντοτε τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὅποιον περιέχονται, θὺματα ἔξετάσωμεν ἀπ' εὐθείας τὴν κυβικὴν διαστολὴν αὐτῶν.

Ο συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς ὑγροῦ εἶναι ἡ αὔξησις Δ, τὴν ὅποιαν ὑφίσταται ἡ μονάς τοῦ ὅγκου τοῦ ὑγροῦ τούτου δι' ὑψώσιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ ἔνα βαθμόν.

Εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπολογισθῇ ἀπ' εὐθείας ὁ συντελεστὴς οὗτος

τῆς ἀπολύτου διαστολῆς δοθέντος ὑγροῦ, χωρὶς νὰ ὑπολογισθῇ προηγουμένως ἡ διαστολὴ τοῦ δοχείου.

Οὕτω οἱ Dulong καὶ Petit εὗδον ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου εἶναι $\frac{1}{5550}$.

172. Σχέσις μεταξὺ τῆς ἀπολύτου καὶ τῆς φαινομένης διαστολῆς.— Ἡ γνῶσις τῆς ἀπολύτου διαστολῆς ὑγροῦ τινος δὲν ἀρκεῖ. Εἰς τὴν πρᾶξιν πᾶν ὑγρὸν περιέχεται πάντοτε ἐντὸς δοχείου. Ἐντὸς τοῦ δοχείου τούτου βλέπομεν τὴν φαινομένην διαστολὴν τοῦ ὑγροῦ, ἡ ὅποια μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῆς οὐσίας, ἐκ τῆς ὅποιας ἀποτελεῖται τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου. Πρόπει λοιπὸν νὰ λάβωμεν ὑπὸ δψιν τὴν διαστολὴν τοῦ δοχείου, ἡ ὅποια συντελεῖ εἰς τὸ νὰ μεταβάλλεται ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ. Εἰς τὴν φαινομένην καὶ τὴν ἀπόλυτον διαστολὴν ὑγροῦ τινος ἀντιστοιχεῖ εἰς συντελεστὴς φαινομένης διαστολῆς δ καὶ εἰς συντελεστὴς ἀπολύτου διαστολῆς Δ. Ὁ τελευταῖος οὗτος εἶναι αἰσθητῶς ἵσος πρὸς τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς, αὐξηθέντα κατὰ τὸν συντελεστὴν καὶ τῆς κυδικῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου, ἢτοι $\Delta = \delta + \kappa$.

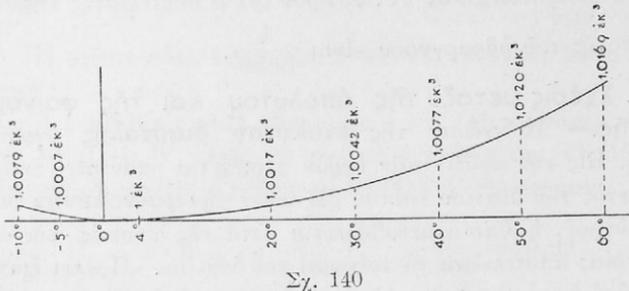
173. Μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος.—Συνήθως, ὁ ὅγκος ὑγροῦ τινος αὐξάνεται σταθερῶς, ὅταν τὸ ὑγρὸν θερμαίνεται.

Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει εἰδικὴν ἀνωμαλίαν. Λαμβανόμενον εἰς 0° , συστέλλεται μέχρι τῶν 4° , κατόπιν δὲ διαστέλλεται κανονικῶς. Εἰς 4° ὁ ὅγκος ὥρισμένης μάζης ὕδατος εἶγαι ὁ ἐλάχιστος, ἡ δὲ πυκνότης αὐτοῦ μεγίστη.

Ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου ὁ φαινόμενος ὅγκος τοῦ ὕδατος εἶναι ἐλάχιστος περὶ τοὺς 5° . Πράγματι, ἐὰν ψύξωμεν συγχρόνως, ἀπὸ τῶν 15° περίπου, ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον καὶ σωλῆνα θερμομετρικόν, ὁ ὅποιος περιέχει ὕδωρ, αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν κατέρχονται συγχρόνως εἰς τοὺς δύο σωλῆνας. Περὶ τοὺς 5° ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ θερμομετρικοῦ σωλῆνος φαίνεται στάσιμος. Ἐὰν ἔξακολουθήσωμεν νὰ ψύχωμεν, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται, ἐνῷ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἔξακολουθεῖ νὰ κατέρχεται.

Κατὰ τὸν χειμῶνα, ἡ ψύξις τῶν λιμνῶν, τῶν ἔλων, τῶν ποταμῶν γίνεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Τὸ ψυχθὲν ὕδωρ πίπτει καὶ τὸ ὕδωρ τοῦ πυθμένος ἀνέρχεται. Οὕτω ὅλη ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος δύναται νὰ φθάσῃ εἰς θερμοκρασίαν 4° . Μεταξὺ 4° καὶ 0° τὸ ὕδωρ, ὡς ὀλιγώτερον πυκνόν, παραμένει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ πήγνυται.

Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ἡ θερμοκρασία εἰς τὸ βάθος διατηρεῖται εἰς 4° καὶ ἡ ζωὴ ἔξακολουθεῖ νὰ ὑφίσταται.



Παραθέτομεν γραφικὴν παράστασιν τῶν μεταβολῶν τοῦ ὄγκου ἐνδὸς γραμμαρίου ὕδατος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας (σχ. 140).

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

174. Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τῆς διαστολῆς καὶ συστολῆς τῶν στερεών.—Ράβδος σιδηρᾶ μήκους ἐνὸς μέτρου διαστέλλεται κατὰ 0,123 ἑκατοστόμ. ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ὑψωθῇ κατὰ 100° . Εὑρέθη ὅτι διὰ νὰ ἐπιφέρωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν ἐπὶ σιδηρᾶς φάσης ὁρίζου τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ 1 τετρ. ἑκατ. τομῆς, εἶναι ἀνάγκη νὰ ὑποβάλωμεν αὐτὴν εἰς ἔλξιν 2600 χιλιογράμμων. Είναι λοιπὸν προφανὲς ὅτι, ἐὰν ἐμποδίσωμεν τὴν φάσην ταύτην νὰ διασταλῇ, ἐφαρμόζοντες τὰ ἀκρα αὐτῆς ἐπὶ δύο ἀκλονήτων ὑποστηριγμάτων, ἡ φάσης ὑὰ ἐπιφέρῃ ἐπὶ τούτων δι' ὑψώσιν θερμοκρασίας κατὰ 100° τὴν πελωρίαν πίεσιν τῶν 2600 περίπου χιλιογράμμων.

Τὰ τεράστια ταῦτα μηχανικὰ ἀποτελέσματα κηρυσματοιοῦμεν εἰς τινας περιστάσεις ἐν τῇ βιομηχανίᾳ. Διὰ νὰ περιβάλωμεν π. χ. τοὺς τροχοὺς τῶν ἀμαξῶν διὰ σιδηρῶν στεφανῶν, ἀφ' οὗ θερμάνωμεν ἵκανῶς τὴν στεφάνην, εἰσάγομεν ἐντὸς αὐτῆς τὸν ξύλινον τροχόν, ἐφαρμοζόμενον ἀκριβῶς εἰς τὴν ὑψηλὴν ταύτην θερμοκρασίαν. Ὅταν δύμως ἡ στεφάνη ψυχθῇ, συστέλλεται καὶ περισφίγγει ἰσχυρῶς τὸν τροχόν.

'Ἐπίσης τὰ φύλλα τῶν ἐκ ψευδαργύρου στεγῶν προσηλοῦνται μόνον κατὰ τὸ ἐν αὐτῶν ἀκρον, διὰ νὰ δύνανται νὰ διαστέλλωνται καὶ συστέλλωνται ἐλευθέρως.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἀφίνονται μικρὰ διαστήματα μεταξὺ τῶν

διαδοχικῶν ὁρίζων τῶν σιδηροδρόμων, διὰ νὰ δύνανται αὗται νὰ διαστέλλωνται ἐλευθέρως κατὰ τὸ θέρος.

Ἐπίσης δοχείον ὑάλινον μὲ παχείας παρειάς, θερμαινόμενον ἄνευ προφυλάξεως, θραύσεται. Διότι, ἐπειδὴ ἡ ὕαλος εἶναι δυσθερμαγώγος, τὰ μέρη τοῦ δοχείου, τὰ δποῖα ἐθερμάνθησαν, διαστέλλονται καὶ χωρίζονται ἀπὸ τὰ συνεχόμενα μέρη, τὰ δποῖα παραμένουν ψυχρά.

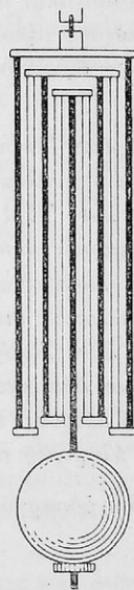
175. Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν.—Α) Διόρθωσις εἰς τὰς μετρήσεις τῶν μηκῶν. Αἱ διαιρέσεις αἱ σημειούμεναι ἐπὶ τῶν βαθμοιογημένων κανόνων ἐπιμηκύνονται, δταν ὑψοῦται ἡ θερμοκρασία, ἔνεκα δέ τούτου ἡ τιμὴ αὐτῶν μόνον εἰς 0° εἶναι ἀκριβής. Ἀν λοιπὸν καθ' οἵανδήποτε μέτρησιν ἀνεγνώσαμεν μέκατοστόμετρα ἐπὶ κανόνος, τοῦ δποίου ἡ θερμοκρασία εἶναι θῷ καὶ δ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς λ, τὸ ἀληθὲς μῆκος θὰ εἶναι: $\mu' = \mu(1 + \lambda\theta)$.

Β) Ἐκκρεμῆ ἐπανορθωτικά. Γνωρίζομεν ὅτι ἡ κίνησις τῶν ὠρολογίων ωμαίζεται ὑπὸ ἐκκρεμοῦς, τοῦ δποίου αἱ μικραὶ αἰωρήσεις εἶναι πᾶσαι τῆς αὐτῆς διαρκείας, ἐφ' ὅσον τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς μένει σταθερόν.

Ὑποθέσωμεν ἥδη ὅτι τὸ ἐκκρεμὲς ἔχει κατασκευασθῆ ἔξ οὐδετέρωσιν τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος, ἐπενοήθησαν τὰ ἐπανορθωτικὰ ἐκκρεμῆ, τὰ δποῖα ἔχουν πάντοτε τὴν αὐτὴν περίοδον αἰωρήσεως, δποιαὶδήποτε καὶ ἀν εἶναι αἱ μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Τοιοῦτον π.χ. εἶναι τὸ ἐκκρεμὲς Leroy. Ὁ φακὸς τοῦ ἐκκρεμοῦς τούτου (σχ. 141) ἔξαρταται ἀπὸ σειρὰν ὁρίζων ἐναλλάξ χαλυβδίνων καὶ δρειχαλκίνων, συνδυασμένων κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε, ὅσον ἡ διαστολὴ τοῦ χάλυβος τείνει νὰ καταβιβάσῃ αὐτὸν ἡ τοῦ δρειχάλκου.

Σημείωσις. Εἰς τὸ παρατιθέμενον σχῆμα διὰ τοῦ βαθυτέρου χρώματος.

176. Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ύγρῶν.—Μηχανικὰ



Σχ. 141

άποτελέσματα τῆς διαστολῆς τῶν ύγρῶν. Τὰ ὑγρὰ εἶναι πολὺ δλίγον συμπιεστά. Ἐὰν λοιπὸν θερμαίνωμεν ὑγρόν τι ἐντὸς δοχείου κλειστοῦ καὶ τελείως πλήρους, ἐντὸς τοῦ δποίου δὲν δύναται νὰ διασταλῇ, τὸ ὑγρὸν ἔξασκει ἐπὶ τῶν παρειῶν πιέσεις ὑπερβολικάς, αἱ δποίαι ἐπιφέρουν τὴν θραῦσιν τοῦ δοχείου, ἐὰν τοῦτο δὲν εἶναι πολὺ ἀνθεκτικόν. Θερμόμετρον π.χ. θραύνεται, εὐθὺς ὡς τὸ ὑγρόν του φθάσῃ εἰς τὸ ἀνώτατον μέρος τοῦ στελέχους καὶ δὲν ἔχῃ πλέον θέσιν διὰ νὰ διασταλῇ. Διὰ τοῦτο φροντίζουν νὰ ἀφίνουν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ στελέχους μικρὰν κοιλότητα, ὅπου νὰ δύναται τὸ ὑγρὸν νὰ ἐκχειλίζῃ, ἐὰν τὸ δργανὸν ἀχθῇ τυχαίως εἰς πολὺν θνητὴν θερμοκρασίαν.

Π ο ο β λ ή μ α τ α.

1ον. Ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἶναι $13,6$ εἰς 0° . Ποία θὰ εἶναι ἡ πυκνότης του εἰς 20° ;

2ον. Ἐπὶ κανόνος ἔξ δρειχάλκου, βαθμολογημένου εἰς 0° , ἀναγγράψομεν μεταξὺ δύο σημείων διάστημα $87,2$ ἐκατοστομέτρων εἰς 28° . Ποία εἶναι ἡ πραγματικὴ ἀπόστασις τῶν δύο τούτων σημείων; Συντελεστὴς διαστολῆς δρειχάλκου $0,000019$.

3ον. Σωλήνη κυλυνδρικὸς ἔξ ὑάλου μήκους ἑνὸς μέτρου καὶ διαμέτρου δύο ἐκατοστομέτρων εἰς 0° περιέχει ὑδράργυρον μέχρις ὅφους $0,95$ μέτρου. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν πρέπει νὰ θερμανθῇ ὁ σωλήνης, ἵνα πληρωθῇ τελείως διὰ τοῦ ὑδραργύρου τούτου; Συντελεστὴς διαστολῆς ὑδραργύρου $\frac{1}{5550}$, ὑάλου $\frac{1}{38700}$.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

177. Τὰ ἀέρια εἶναι τὰ μᾶλλον διαστατὰ ἐκ τῶν σωμάτων, ἡ δὲ διαστολὴ αὐτῶν παρουσιάζει τὴν μεγαλειτέραν κανονικότητα καὶ οἱ διάφοροι αὐτῶν συντελεσταὶ παρουσιάζουν τὰς διλιγωτέρας μεταξὺ τῶν διαφοράς. Ἐπὶ μακρὸν μάλιστα παρεδέχησαν, ὅτι πάντα τὰ ἀέρια, διαστέλλονται ἔξ ἵσου διὰ τὴν αὐτὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας. Τοῦτο προέκυπτεν ἐκ πειραμάτων, γενομένων σχεδὸν ταυτοχόοντος ὑπό τε τοῦ Gay-Lussac ἐν Γαλλίᾳ καὶ τοῦ Dalton ἐν Ἀγγλίᾳ.

178. Γενικά ἀποτελέσματα.—Νόμοι τοῦ Gay-Lussac. Ἀπὸ τὰ πειράματα ταῦτα ὁ Gay-Lussac κατέληξεν εἰς τὰ αὐτὰ γενικὰ ἀποτελέσματα, εἰς τὰ δποῖα καὶ ὁ Dalton. Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα ἐκφράζονται ὑπὸ τῶν ἐπομένων νόμων :

α) Πάντα τὰ ἀέρια διαστέλλονται ἐξ ἵσου μεταξὺ 0° καὶ 100.

β) Πάντα τὰ ἀέρια ἔχουν τὸν αὐτὸν συντελεστὴν διαστολῆς

$$\left(\text{ὅστις εἶναι } \text{ἵσος } \text{ πρὸς } 0,00366 \text{ ἢ } \frac{1}{273} \right).$$

γ) Ἡ διαστολὴ τῶν ἀερίων εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΩΝ

179. Εἰδικὴ μᾶζα τῶν ἀεριωδῶν σωμάτων.—Πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα. Ἡ εἰδικὴ μᾶζα ἡ ἡ ἀπόλυτος πυκνότης (δηλ. ἡ μᾶζα τῆς μονάδος τοῦ ὅγκου) ἀερίου τινὸς ἢ ἀτμοῦ μεταβάλλεται πολὺ μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πίεσεως. Διότι δὲ ὅγκος μᾶς μάζης ἀερίου ἡ ἀτμοῦ ἀνεξάνεται πολύ, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται καὶ ὅταν ἡ πίεσις ἀλλαττοῦται, διότε ἡ εἰδικὴ μᾶζα ἀλλαττοῦται. Διὰ τοῦτο εὐρίσκομεν διὸ διὰ τὰ ἀεριώδη σώματα τὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, δηλ. τὸ πηλίκον $\delta = \frac{M}{M'}$ τῆς μάζης ὥρισμένου ὅγκου τοῦ ἀερίου διὰ τῆς μάζης ἵσου ὅγκου ἀέρος, ἀμφοτέρων λαμβάνομένων εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν.

Ἐὰν τὸ θεωρούμενον ἀέριον καὶ δὲ ἀριθμούμενον ἀκριβῶς τοὺς αὐτοὺς νόμους συμπιεστοῦ καὶ διαστολῆς, ἵσοι ὅγκοι εἰς δοθεῖσαν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν θὰ μένουν ἵσοι καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην θερμοκρασίαν καὶ ὑπὸ πᾶσαν ἄλλην πίεσιν. Τότε ἡ πυκνότης δὲ θὰ εἴναι σταθερά.

Διὰ νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ παραβάλλωνται αἱ πυκνότητες τῶν διαφόρων ἀερίων, συνεφωνήθη νὰ προσδιορίζωνται αἱ μᾶζαι M καὶ M' εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° καὶ ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν, ἡ δοπία παρίσταται διὸ 76 ἑκατ. ὑδραργύρου. Αἱ πυκνότητες τῶν ἀερίων, αἱ ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας προσδιορίζομεναι, καλοῦνται κανονικαί.

Οὕτω ἡ κανονικὴ πυκνότης τοῦ ὅξυγόνου εἴναι 1,1052, τοῦ ὑδρογόνου 0,006947, τοῦ χλωρίου 2,491 κτλ. Τέλος προσδιωρίσμη ἡ ἀπόλυτος πυκνότης ἡ ἡ εἰδικὴ μᾶζα τοῦ ἀέρος ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας. Αὕτη εἴναι 0,001293, ὅπερ σημαίνει ὅτι ὑπὸ τὰς κανονικὰς συνθήκας, ἡ μᾶζα ἐνὸς κυβ. δακτύλου ἀέρος εἴναι 0,001293 γραμμάρια. Ἡ μᾶζα μιᾶς κυβ. παλάμης ἀέρος εἴναι 1,293 γρ.

Προβλήματα.

1ον. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν πρέπει νὰ θερμάνωμεν δύκον τινὰ δέρος, ὥρα διπλασιασθῆ, τῆς πιέσεως παραμενούσης σταθερᾶς;

2ον. 15 λίτρα δέρος ψύχονται ἀπὸ 27° εἰς 7°. Ποία θὰ εἶναι ἡ ἐλάττωσις τοῦ δύκου των;

3ον. Ὁ δύκος μάζης τινὸς δεριόν εἰς 15° εἶναι 400 κνβ. ἐκαποστόμετρα. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν δὸς δύκος του θὰ εἶναι 500 κνβ. ἐκαπ., τῆς πιέσεως παραμενούσης σταθερᾶς;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

180. Πηγαὶ θερμότητος.—Τὰ σώματα, τὰ ὅποια ἀνυψωθοῦν τὴν θερμοκρασίαν τῶν πέριξ σωμάτων, εἶναι πηγαὶ θερμότητος. Τοιαῦτα π.χ. εἶναι δὸς ἥλιος, σῶμα θερμὸν ψυχόμενον, ὑγρὸν πηγανύμενον, ἀτμὸς συμπυκνούμενος, εὐφρεκτοὶ ὥλαι καιόμεναι, οἱ ζῶντες δργανισμοί, ἀγωγὸς διαρροέμενος ὑπὸ ἥλεκτρικοῦ φεύματος κτλ.

Διὰ νὰ θερμάνωμεν σῶμά τι, διὰ νὰ τὸ τήξωμεν, διὰ νὰ τὸ ἔξαερισθωμεν, θέτομεν αὐτὸν εἰς συγκοινωνίαν μετά πηγῆς θερμότητος.

181. Ποσότης θερμότητος.—Ἐκ τοῦ δτι πρέπει σταθερῶς νὰ καίωμεν τὸ αὐτὸν βάρος ἀνθρακος, διὰ νὰ θερμάνωμεν σῶμά τι ἀπὸ 0° εἰς θ°, συμπεραίνομεν δτι τὸ σῶμα τοῦτο ἀπαιτεῖ πάντοτε τὴν αὐτὴν ποσότητα θερμότητος διὰ νὰ μεταστῇ ἀπὸ 0° εἰς θ°. Ἡ θέρμανσις ἀπὸ 0° εἰς θ° δύο ἦ τριῶν δομίων σωμάτων τοῦ αὐτοῦ βάρους ἀπαιτεῖ ποσότητα θερμότητος διπλασίαν ἢ τριπλασίαν ἐκείνης, τὴν δποίαν ἔχοιεσθη τὸ ἐν ἔξι αὐτῶν. Ἡ ποσότης λοιπὸν τῆς θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ μετρηθῇ.

Ἡ ἔννοια τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος διακρίνεται ἀπὸ τὴν ἔννοιαν τῆς θερμοκρασίας. Δύο σώματα Α καὶ Β τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ενδίσκονται εἰς θερμικὴν ίσορροπίαν, ἂν καὶ αἱ ποσότητες τῆς θερμότητος των δύνανται νὰ εἶναι διάφοροι. Μεταξὺ δύο σωμάτων διαφόρων θερμοκρασιῶν, τὰ δποία ἐγκλείουν ποσότητας θερμότητος ἵσας, γίνεται ἀνταλλαγὴ θερμαντικὴ μέχρις ἔξισώσεως τῶν θερμοκρασιῶν.

Ούτω καὶ εἰς δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα ὑπάρχει ἴσορροπία, ἐὰν αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ἐντὸς αὐτῶν ὑγροῦ εὑρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, οἵαιδήποτε καὶ ἀν εἶναι αἱ τομαὶ τῶν δοχείων καὶ συνεπῶς αἱ ποσότητες τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ δὲν εὑρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὑγρὸν κινεῖται ἀπὸ τοῦ δοχείου, εἰς τὸ δποῖον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εὑρίσκεται ὑψηλότερον, πρὸς τὸ ἄλλο. Ἡ ἴσορροπία ἀποκαθίσταται, ὅταν ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι εὑρεθοῦν εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον. Αἱ θερμοκρασίαι ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ ὑψη τοῦ ὑγροῦ, αἱ δὲ ποσότητες τῆς θερμότητος εἰς τὰς ποσότητας τοῦ ὑγροῦ.

Σκοπὸς τῆς θερμιδομετρίας. Ἡ θερμιδομετρία μετρεῖ τὰς ποσότητας τῆς θερμότητος, αἱ δποῖαι ἀπορροφῶνται ἡ παραχωροῦνται, ὑπὸ σώματος, τοῦ δποίου ἡ θερμοκρασία μεταβάλλεται ἡ τὸ δποῖον ὑφίσταται μεταβολὴν καταστάσεως.

Θερμίς (calorie). Υπολογίζομεν τὰς ποσότητας τῆς θερμότητος διὰ μονάδος, ἥτις εἰς τὸ σύστημα C. G. S. εἶναι: ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν δποίαν πρέπει γὰ παραχωρήσωμεν εἰς ἓν γραμμάριον ὕδατος, διὰ γὰ ἀνυψωθῆ ἡ θερμοκρασία του κατὰ ἔνα βαθμόν. Ἡ μονάς αὗτη καλεῖται κανονικὴ θερμίς ἢ ἀπλῶς θερμίς.

Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα, λαμβάνεται ως μονάς ἡ μεγάλη θερμίς, ἡ δποία εἶναι ποσότης θερμότητος ἵση μὲ 1000 κανονικὰς θερμίδας.

182. Μέτρησις ποσότητος θερμότητος διὰ τῆς μεδόδου τῶν μειγμάτων.—Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι ἀπαιτεῖται πάντοτε νὰ προσληφθῇ ἡ νὰ ἀποδοθῇ μία θερμίς, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ καταβιβασμῇ κατὰ 1° ἡ θερμοκρασία ἐνὸς γραμμαρίου ὕδατος. Πράγματι, ἐὰν ἀναμείξωμεν ταχέως 1 γρ. ὕδατος εἰς 0° καὶ 1 γρ. ὕδατος εἰς 2°, λαμβάνομεν 2 γρ. ὕδατος εἰς 1°. Συνάγομεν λοιπὸν ὅτι τὸ δεύτερον γραμμαρίον ψυχθὲν ἀπὸ 2° εἰς 1° παρεχώρησε μίαν θερμίδα εἰς τὸ 1 γρ. ὕδατος, διὰ νὰ τὸ θερμάνῃ ἀπὸ 0° εἰς 1°. Γενικῶς, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα μὲ ἵσας ποσότητας ὕδατος εἰς ἄλλας θερμοκρασίας, εὑρίσκομεν πάντοτε ὅτι ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι ὁ μέσος δρός τῶν ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν (ὑπὸ τὸν δρόν ἡ ὑψηλοτέρα θερμοκρασία νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ τοὺς 50°).

Κατὰ ταῦτα, διὰ νὰ ἀνυψωθῶμεν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς γραμμαρίου ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 5°, πρέπει νὰ παραχωρήσωμεν εἰς αὐτὸ

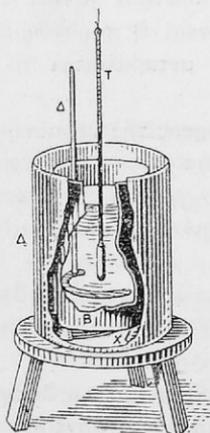
(θ' — θ) θερμιδας. Έπομένως ή ποσότης Π τῆς θερμότητος, ή ἀναγκαιούσα διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας Β γραμμαρίων ὄντας ἀπὸ θερμού εἰς θερμό δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$\Pi = B (\theta' - \theta) \text{ θερμίδες.} \quad (1)$$

²Αριθμητική εἶφασμογή. Ποία ποσότης θερμότητος χρειάζεται διὰ νὰ θερμάνωμεν εἰς 100° δύο γιλιόγραμμα ὄντας θερμοκρασίας 15° . ³Εφαρμόζομεν τὸν τύπον:

$$\Pi = B (\theta' - \theta) = 2000 (100 - 15) = 2000.85 = 170.000 \text{ θερμίδες.}$$

Χρησιμοποιοῦμεν τὴν σχέσιν (1) εἰς τὴν μέτρησιν τῶν ποσοτήτων τῆς θερμότητος διὰ τῆς μεθόδου τῶν μειγμάτων. Πρὸς τοῦτο παραχωροῦμεν τὰς ποσότητας ταῦτας τῆς θερμότητος εἰς δεδουμένην μᾶζαν ὄντας Β γρ. καὶ παρατηροῦμεν τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς θ' — θ, ὅθεν συνάγομεν τὸ Π.



Σχ.

Τὸ δοχεῖον τὸ πρωτότυπον νὰ περιλάβῃ τὸ ὄντως καλεῖται θερμιδόμετρον δι' ὄντας. Τοῦτο εἶναι δοχεῖον κυλινδρικὸν (σχ. 142) ἐκ πολὺ λεπτοῦ ὁρειχάλκου, τοῦ ὅποιου ή ἔξωτερικὴ ἐπιφάνεια εἶναι τελείως λεία, πρὸς ἐλάττωσιν τῆς διαχύσεως τῆς θερμότητος. Τοῦτο στηρίζεται διὰ τριῶν τεμαχίων φελλοῦ (ὅ ὅποιος εἶναι πολὺ δυσθερμαγωγὸν σῶμα) ἐπὶ τοῦ πυθμένος δευτέρου δοχείου ἐξ ὁρειχάλκου, ἐσωτερικῶς λείου, τὸ ὅποιον πέμπει πάλιν πρὸς τὸ πρῶτον δι' ἀνακλάσεως ὅλην σχεδὸν τὴν ὑπὸ τούτου ἀκτινοβολουμένην θερμότητα.

Αἱ θερμοκρασίαι, ὀρχικὴ καὶ τελική, τοῦ ὄντας δίδονται ὑπὸ λίαν εὐαισθήτου θερμομέτρου, στερεωμένου ἐπὶ ἔντινον ὑποστηρίγματος. Τέλος, διὰ τοῦ στελέχους Δ ἀνακινεῖται τὸ ὄντως, ὥστε νὰ καταστῇ ή θερμοκρασία του ἵση καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν μᾶζαν.

Ἐπειδὴ ή πρὸς μέτρησιν θερμότης δὲν μεταδίδεται μόνον εἰς τὸ ὄντως, ἀλλ' ἐν μέρει καὶ εἰς τὸ θερμιδόμετρον, εἰς τὴν φάδον καὶ εἰς τὸ θερμόμετρον, πρέπει νὰ ὑπολογισθοῦν καὶ αἱ ποσότητες αὗται. Τὰ σώματα ταῦτα, διὰ νὰ μεταβοῦν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας θ° εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ'° , ἀπορροφοῦν ποσότητα θερμότητος ἀνάλογον πρὸς τὴν

(θ' — θ), έστω π. χ. β (θ' — θ). Ὁ παράγων λοιπὸν β εἶναι κατὰ τὸν τύπον (1) ἵσος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ὄντος, ἡ δόποία θὰ ἔχοιειάζετο τόσην θεομότητα, δσην τὰ ἀνωτέρῳ σώματα, διὰ νὰ θεομανθῆ ἀπὸ θ^ο εἰς θ[']. Τοῦτο εἶναι τὸ ἴσοδύναμον αὐτῶν εἰς ὄντα. Ἡ ποσότης λοιπὸν τῆς παραχωρουμένης θεομότητος ἐν συνόλῳ εἶναι:

$$\Pi = B(\theta' - \theta) + \beta(\theta' - \theta) = (B + \beta)(\theta' - \theta). \quad (2)$$

183. Εἰδικαὶ δερμότητες γενικῶς.—Οταν καίωμεν 1 γρ. ἄνθρακος, ὥστε ἡ ἐκλυομένη θεομότητης νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν θέρμανσιν 1000 γρ. ὄντος, ἡ θεομοκρασία τοῦ ὑγροῦ τούτου ἀνυψοῦται κατὰ 8°. Ἀν ἡ αὐτὴ ποσότης θεομότητος ἔχοισι μοιητήτην διὰ τὴν θέρμανσιν τῆς αὐτῆς μᾶζης σιδήρου, χαλκοῦ, ὄντρας γύρου, ἡ ὑψωσις τῆς θεομοκρασίας θὰ ἥτο περίπου 70° διὰ τὸν σίδηρον, 80° διὰ τὸν χαλκόν, 240° διὰ τὸν ὄντρας γύρου. Παρατηροῦμεν οὖτω, ὅτι αἱ διάφοροι οὖσιαι ὑπὸ ἵσην μᾶζαν δὲν θεομαίνονται κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν βαθμῶν, ὅταν παραχωρῶμεν εἰς αὐτὰς τὴν αὐτὴν ποσότητα θεομότητος. Δηλ. ἀπατεῖον αὐταὶ διαχρόους ποσότητας θερμότητος, διὰ νὰ θερμανθοῦν κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν βαθμῶν.

Καλοῦμεν εἰδικὴν θεομότητα σώματός τινος τὸν ἀριθμὸν τῶν θερμίδων, τὸν ὁποῖον πρέπει νὰ παραχωρήσωμεν εἰς ἐν γραμμάριον τοῦ σώματος τούτου, ἵνα ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1°.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ ε τὴν εἰδικὴν θεομότητα σώματός τινος, ἡ ἀναγκαία ποσότης τῆς θεομότητος διὰ τὴν ἀνύψωσιν ἀπὸ θ^ο εἰς θ['] τῆς θεομοκρασίας 1 γρ. ἐκ τοῦ σώματος τούτου θὰ εἶναι ε (θ' — θ). Συνεπῶς ἡ ποσότης τῆς θεομότητος, ἥτις θὰ χρειασθῇ διὰ τὴν ὑψώσιν τῆς θεομοκρασίας Β γρ. τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ θ εἰς θ' βαθμούς, δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου Π = Βε(θ' — θ) θερμίδες.

Εἶναι φανερὸν ὅτι τὸ ἀνωτέρῳ σῶμα, ψυχόμενον ἀπὸ θ^ο εἰς θ['], παραχωρεῖ ποσότητα θεομότητος ἵσην τῇ Π. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν ὅτι ἡ εἰδικὴ θεομότης ἐνὸς σώματος μετρεῖται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν θερμίδων, τὰς ὁποίας παραχωρεῖ 1 γραμμάριον τοῦ σώματος τούτου, ὅταν ἡ θερμοκρασία του κατέρχεται κατὰ 1 βαθμόν.

Σημείωσις. Κατὰ τὸν δρισμὸν τῆς θεομίδος, ἡ εἰδικὴ θεομότης τοῦ ὄντος εἶναι 1.

184. Προσδιορισμὸς τῶν εἰδικῶν δερμοτήτων τῶν στερεῶν καὶ τῶν ύγρων.—Μέθοδος τῶν μειγμάτων. Ἀρχή. Μετροῦμεν διὰ θεομιδομέτρου τὴν ποσότητα τῆς θεομότητος, τὴν ὁποίαν

παραχωρεῖ ὡρισμένη μᾶζα τοῦ σώματος, δταν ψύχεται ἀπὸ μιᾶς θερμοκρασίας εἰς ἄλλην.

Πειράματα. Α) Κατὰ πρῶτον προσδιορίζομεν τὸ ίσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου, ὃς ἔξῆς :

Χύνομεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου 200 γρ. ὕδατος, τοῦ δποίου προσδιορίζομεν τὴν θερμοκρασίαν. Ἐστω αὕτη $\vartheta_1 = 15^\circ 2$. Προσθέτομεν ταχέως 200 γρ. ὕδατος θερμοκρασίας π. χ. $\vartheta_2 = 25^\circ 6$, ἀναταράσσομεν καὶ σημειοῦμεν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν. Ἐστω αὕτη $\vartheta_3 = 20^\circ 2$. Τὰ 200 γρ. τοῦ θερμοτέρου ὕδατος, ψυχθέντα ἀπὸ $25^\circ 6$ εἰς $20^\circ 2$ παρεχώρησαν $200 \cdot (25.6 - 20.2) = 200.5.4 = 1080$ θερμίδας. Τὰ 200 γρ. τοῦ ψυχροῦ ὕδατος θερμανθέντα ἀπὸ $15^\circ 2$ εἰς $20^\circ 2$ ἀπερρόφησαν $200 \cdot (20.2 - 15.2) = 200.5 = 1000$ θερμίδας. Προφανῶς ἡ διαφορὰ $1080 - 1000 = 80$ θερμίδες ἀπερρόφηθη ὑπὸ τοῦ θερμιδομέτρου καὶ τῶν ἔξαρτημάτων του, τῶν δποίων ἡ θερμοκρασία ἀνῆλθεν ἀπὸ $15^\circ 2$ εἰς $20^\circ 2$, ἥτοι κατὰ 5° . Τὸ ίσοδύναμον λοιπὸν αὐτῶν εἰς ὕδωρ εἶναι $\frac{80}{5} = 16$.

Τὸ θερμιδόμετρον καὶ τὰ ἔξαρτηματά του ἀπορροφοῦν 16 θερμίδας κατὰ βαθμόν, δηλ. φέρονται ὡς 16 γραμμάρια ὕδατος.

Β) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος π. χ. τοῦ ἀργιλίου. α) Προσδιορίζομεν τὴν μᾶζαν ἐνὸς τεμαχίου ἔξ αυτοῦ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Ἐστω αὕτη $\beta = 78$ γρ.

β) Δένομεν τὸ τεμάχιον τοῦτο εἰς τὸ ἀκρον λεπτοῦ σιδηροῦ σύρματος καὶ τὸ εἰσάγομεν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος. Ἀφίνομεν αὐτὸ ἐπί τινα κρόνον, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος τούτου, ἡ δποία ἔστω ὅτι εἶναι $\vartheta = 100^\circ$.

γ) Χύνομεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου (τοῦ δποίου τὸ ίσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι $\Gamma = 16$ γρ.) μᾶζαν ὕδατος $B = 200$ γρ. θερμοκρασίας ἔστω $\vartheta_\alpha = 15^\circ 2$.

δ) Διὰ τοῦ σιδηροῦ σύρματος ἔξαγομεν τὸ σῶμα ἀπὸ τὸ ζέον ὕδωρ καὶ τὸ εἰσάγομεν ταχέως ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, ἀναταράσσομεν τὸ ὕδωρ διὰ τοῦ σώματος, τὸ δποίον κρατοῦμεν μὲ τὸ σύρμα, καὶ παρακολουθοῦμεν τὴν πορείαν τοῦ θερμομέτρου. Ὅταν τοῦτο παύσῃ νὰ ἀνέρχεται, σημειοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἔφθασεν. Ἐστω αὕτη $\vartheta_\tau = 21^\circ 2$.

ε) Υπόλογισμος. Σημειοῦμεν ὅτι ἡ ποσότης τῆς θερμό-

τητος, τὴν δποίαν ἔχασε τὸ σῶμα ψυχθέν, ίσοῦται μὲ τὴν ποσότητα τῆς θερμότητος, τὴν δποίαν ἀπερδόφησε τὸ θερμιδόμετρον.

Ἐστω ἡδη χ ἡ ξητουμένη εἰδικὴ θερμότης τοῦ ἀργιλίου. Τὰ 78 γρ. αὐτοῦ ψυχθέντα ἀπὸ 100° εἰς 21°,2 παρεκάρησαν βχ (θ—θ_τ) = 78.(100—21,2)χ=78.78,8.χ θερμίδας.

Τὰ B + Γ = (200 + 16) γρ. ὕδατος θερμανθέτα ἀπὸ θ_α = 15°,2 εἰς θ_τ = 21°,2 ἀπερδόφησαν (B + Γ) (θ_τ — θ_α) = 216.(21,2—15,2) = 216.6 θερμίδας. Ἐχομεν λοιπὸν τὴν ἔξισωσιν :

$$\beta\chi(\theta-\theta_{\tau}) = (B + \Gamma)(\theta_{\tau} - \theta_{\alpha}) \quad \text{ἢ} \quad 78.78,8.\chi = 216.6$$

$$\text{ἔξι} \quad \text{ἢ} \quad \chi = \frac{216,6}{78.78,8} = 0,21.$$

Σημείωσις. Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα ὑγροῦ ἢ στερεοῦ εἰς κόνιν, ἐγκλείομεν τὸ σῶμα ἐντὸς δοχείου. Προσδιορίζομεν προηγουμένως τὸ ίσοδύναμον Γ' εἰς ὕδωρ τοῦ δοχείου τούτου. Ή ἔξισωσις τότε γράφεται $\beta\chi(\theta-\theta_{\tau}) + \Gamma'(\theta-\theta_{\tau}) = (B+\Gamma)(\theta_{\tau}-\theta_{\alpha})$.

Προβλήματα.

1ον. Πόσηγ θερμότητα ἀποβάλλοντ 500 γρ. ὕδραργύρου ψυχόμενα ἀπὸ 20° εἰς 12°, τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ὕδραργύρου οὖσης 0,033;

2ον. Θερμιδόμετρον περιέχει 70 γρ. ὕδατος εἰς 10°. Χύνομεν ἐντὸς αὐτοῦ 50 γρ. ὕδατος θερμοκρασίας 50°. Ή τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 25°. Ποῖον τὸ ίσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου;

3ον. Ἐχομεν δύο δοχεῖα περιέχοντα ὕδωρ, τὸ μὲν πρῶτον θερμοκρασίας 15°, τὸ δὲ δεύτερον 95°. Πόσον πρέπει νὰ λάβωμεν ἐξ ἑτέρου, ήντα ἀποτελέσωμεν μεῖγμα 325 κνβ. παλαιών, θερμοκρασίας 35°; Ὅποτιθεται δτι οὐδεμία ἀπώλεια ἢ ἀπορρόφησις θερμότητος γίνεται κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος.

4ον. Δοχεῖον ἔξι δρειχάλκου βάρους 45 γρ. περιέχει 400 γρ. ὕδατος θερμοκρασίας 10°. Ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς αὐτοῦ 100 γρ. σιδήρου. Ή τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 11°. Ποία ἦτο ἢ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ σιδήρου; Εἰδικὴ θερμότης δρειχάλκου 0,0939, σιδήρου 0,1137.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΤΗΞΙΣ ΚΑΙ ΠΗΞΙΣ

185. Μεταβολαι τῆς καταστάσεως γενικῶς.—¹ Εκτὸς τῶν μεταβολῶν τοῦ ὅγκου, τὰς δόποιας ἐμελετήσαμεν ὑπὸ τὸ ὄνομα τῶν διαστολῶν, τὰ σώματα, ὅταν ὑπόκεινται εἰς μεταβολὰς θερμοκρασίας, δύνανται νὰ ὑφίστανται καὶ μεταβολὰς καταστάσεως. Θερμάνωμεν θεῖον μετὰ προσοχῆς ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος. Τὸ θεῖον διαστέλλεται καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ μικρὸν κατὰ μικρὸν ἀνυψοῦται. ² Άλλὰ κατὰ δεδομένην στιγμὴν παρατηροῦμεν ὅτι σχηματίζεται στοῦμι ύγρον. Λέγομεν τότε ὅτι γίνεται τῆξις. Κατόπιν, ἐὰν ἔξακολουθήσωμεν νὰ θερμαίνωμεν, τὸ ύγρὸν θεῖον μετατρέπεται εἰς ἀτμόν.

¹ Αντιστρόφως, ὁ ἀτμὸς τοῦ θείου ψυχόμενος μεταπίπτει κατὰ πρῶτον εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ ύγρου θείου καὶ κατόπιν εἰς τὴν τοῦ στερεοῦ. Αἱ διάφοροι αὗται μεταβολαὶ: τῆξις, ἔξαερώσις, ύγροποίησις, στερεοποίησις, οὐδόλως ἀλλοιοῦν τὴν φύσιν τοῦ θείου εἶναι μεταβολὴ φυσικῆς καταστάσεως.

186. Τῆξις.—Τῆξιν καλοῦμεν τὴν μετάβασιν ἐνὸς σώματος ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ύγράν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος.

Οταν θερμαίνωμεν βαθμηδὸν σῶμά τι στερεὸν ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν, δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν τὰ ἔξης διάφορα φαινόμενα:

α) Γενικῶς τὸ σῶμα τήκεται, δηλ. μεταπίπτει ἐκ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ύγρὸν ἀνευ ἐνδιαιμέσων καταστάσεων, ὅπως π.χ. ὁ πάγος, ὁ κασσίτερος, ὁ μόλυβδος, ὁ φωσφόρος κτλ.

β) Σώματά τινα στερεά, καθὼς ὁ ἴσπανικὸς κηρός, ἡ ὑαλος, ὁ σίδηρος κτλ. ἀπαλύνονται κατὰ πρῶτον, κατόπιν δὲ εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν λαμβάνονται τὴν σύστασιν ζύμης, ἀποκτῶντα πλαστικότητά τινα, καὶ τέλος μεταπίπτουν εἰς τὴν ύγρὸν κατάστασιν, ὅταν φθάσουν εἰς τὴν θερμοκρασίαν, ἡ δόποια κυρίως καλεῖται θερμοκρασία τῆς τήξεως.

γ) Τὸ στερεὸν μετατρέπεται κατ' εὐθεῖαν εἰς ἀτμόν, χωρὶς νὰ διέλθῃ διὰ τῆς ύγρᾶς καταστάσεως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται

έξάχνωσις. Τοῦτο π. χ. παρατηρεῖται εἰς τὸ ἀρσενικόν.

δ) Πολλὰ σύνθετα δργανικὰ σώματα ἀποσυντίθενται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος, ὅπως π. χ. ὁ βάμβακ, ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, ἡ δεξτρίνη κτλ.

ε) Ωρισμένα τινὰ στερεὰ σώματα, καλούμενα διὰ τοῦτο ἔμμονα, δὲν μεταβάλλονται οὕτε εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ παρουσιάζονται ἄτηκτα, ὅπως π. χ. ἡ ἀσβεστος, ἡ ἀργιλος, ἡ μαγνησία, ὁ ἄνθραξ κτλ. Πράγματι δικαστή τὰ σώματα ταῦτα εἶναι μόνον δύστηκτα, διότι τήκονται εἰς πολὺ ὑψηλοτέρους θερμοκρασίαν, π. χ. εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς δέξυνδρικῆς φλογὸς ἢ τῆς ἥλεκτρικῆς καμίνου.

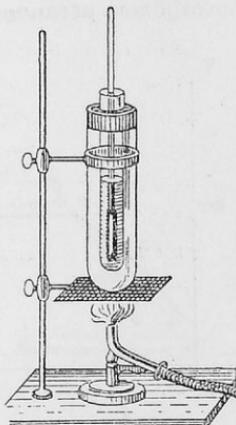
Εἰς τὸ κεφαλαίον τοῦτο θὰ ἀσχοληθῶμεν μὲ τὴν πρώτην ἐκ τῶν ἀνωτέρω περιπτώσεων.

Περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τῆς τήξεως. Ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος θέτομεν μικρὰ τεμάχια ναφθαλίνης καὶ θερμόμετρον. Τὸν σωλῆνα τοῦτο περιβάλλομεν διὰ δευτέρου σωλῆνος εὐρυτέρου (σχ. 143), τὸν δποῖον θερμαίνομεν ἡπίως. Τοιουτορόπως πραγματοποιοῦμεν μεταξὺ τῶν δύο σωλήνων λουτρὸν δι' ἀέρος, τὸ δποῖον παράγει βραδεῖαν καὶ κανονικὴν θέρμανσιν τῆς ναφθαλίνης. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ἀνυψοῦται κατ' ἀρχὰς βραδέως, κατόπιν σταθεροποιεῖται εἰς ὠρισμένην τιμὴν (80°). Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἄρχεται ἡ τήξις. Ὅταν ὅλον τὸ σώμα γίνη ὑγρόν, ἡ θερμοκρασία ὅλης τῆς μάζης αὐτοῦ ἀνυψοῦται ἐκ νέου.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο παριστῶμεν διὰ διαγράμματος, τὸ δποῖον δεικνύει τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμαινομένου σώματος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Ἡ καμπύλη χαρακτηρίζεται ἀπὸ βαθμίδα ὁριζοντίαν, ἡ δποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σταθερὸν τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως (σχ. 144).

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ διατυπώσωμεν τοὺς ἔπομένους νόμους :

Νόμοι τῆς τήξεως. 1ος νόμος : Ὑπὸ σταθερὸν πίεσιν, ἡ τήξις παράγεται πάντοτε διὰ τὸ αὐτὸν καθαρὸν σῶμα εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, τὴν δποίαν καλούμενην σημεῖον τῆς τήξεως του. Οὕτω π. χ. σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εἶναι

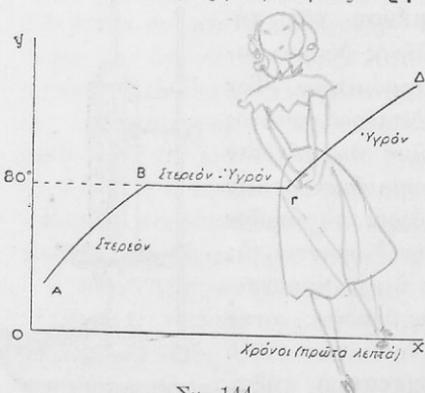


Σχ. 143

τὸ 0, τῆς ναφθαλίνης 80° , τοῦ θείου $114^{\circ}, 5$, τοῦ κασσιτέρου 232° , τοῦ μολύβδου 325° κτλ.

2ος νόμος: Ἡ τήξις δὲν εἶναι ἀκαριαία. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ σῶμα θὰ ἀρχίσῃ γὰ τήκεται, ἡ θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητος, ἔως ὅτου τὸ σῶμα ταχῇ διλόχληρος.

Θερμότης τήξεως. Ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία παραμένει οὕτω σταθερᾶ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως, πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ θερμότης ἡ δοπία παραχωρεῖται ὑπὸ τῆς ἑστίας εἰς τὴν τηκομένην μᾶζαν χορηγιμοποιεῖται ἐξ διολκήρου διὰ νὰ φέρῃ τὰ μόρια εἰς σχετικὰς θέσεις διαφόρους ἀπὸ ἐκείνας, τὰς δοπίας κατεῖχον κατὰ τὴν στερεάν κατάστασιν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ τοιούτοις πόρως μεταμορφουμένη εἰς ἔργον ποσότης τῆς θερμότητος ἀλλάσσει ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα καὶ ἀποτελεῖ δι^ο ἔκαστον ἐξ αὐτῶν εἰδικὴν ίδιοτητα.



Σχ. 144

μεν διὰ τῆς μεθόδου τῶν μειγμάτων. Οὕτω εὑρέθη ὅτι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 περίπου θερμίδες. Δηλ. ἐν γραμμάριον πάγου εἰς 0° ἀπορροφᾷ 80 θερμίδας διὰ νὰ μετατραπῇ εἰς 0° .

Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου συνοδεύουσα τὴν τήξιν. Τὰ πλεῖστα τῶν στερεῶν σωμάτων, μεταβαίνοντα εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, αὐξάνονται κατ' ὄγκον. Τὸ λαμβανόμενον ὑγρὸν εἶναι συνεπῶς διλγάθεον πυκνὸν ἀπὸ τὸ στερεόν. Διὰ τούτο κατὰ τὴν τήξιν τοῦ θείου, τοῦ κηροῦ, τοῦ μολύβδου, τὰ μέρη τὰ μένοντα ἀκόμη στερεὰ παραμένουν πάντοτε εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Σώματα τινα ἐν τούτοις, καθὼς ὁ πάγος, ὁ χυτοσίδηρος, τὸ βισμούθιον, μεταβαίνοντα εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, ὑφίστανται ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου των καὶ συνεπῶς αὔξησιν τῆς πυκνότητός των. Διὰ τὸν

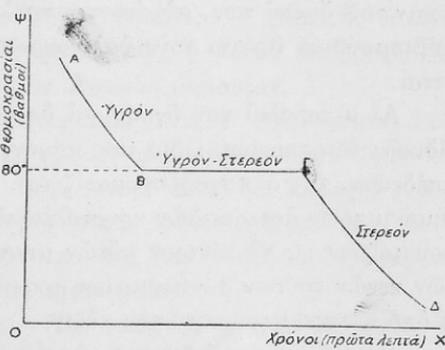
‘Η ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ δοπία ἀπορροφᾶται: ὑπὸ ἐνδὸς γραμμαρίου στερεοῦ σώματος, διὰ γὰ μεταφέργη τοῦτο εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἀνευ μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας, καλεῖται θερμότης τήξεως τοῦ στερεοῦ σώματος. Ταύτην προσδιορίζο-

λόγον τοῦτον παρατηροῦμεν ἐπὶ πάντων τούτων τῶν σωμάτων ὅτι τὰ μέοντα μένοντα ἀκόμη στερεὰ ἐπιπλέουν.

187. Πῆξις.—Πῆξις εἶναι ἡ μετάβασις ἑνὸς σώματος ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν στερεὰν διὰ ψύξεως.

Περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τῆς πήξεως.³ Απομακρύνομεν τὴν πυρὰν ἀπὸ τὴν τακεῖσαν ναφθαλίνην καὶ ἀφίνομεν τὴν ὑγρὰν ναφθαλίνην νὰ ψυχθῇ βραδέως.

Τὰ προηγούμενα φαινόμενα ἀναπαράγονται κατ'³ ἀντίθετον φοράν. Δηλ. ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται, κατόπιν σταθεροποιεῖται εἰς τοὺς 80° δπως καὶ εἰς τὴν τῆξιν. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην στερεὰ μόρια ἀναφαίνονται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἀρχεται ἡ πήξις.⁴ Ἡ θερμοκρασία ἀρχίζει νὰ κατέρχεται ἐκ νέου, ὅταν ὅλη ἡ μάζα στερεοποιηθῇ. Τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 145 δεικνύει τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ψυχομένου σώματος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Ἡ βαθμὺς στερεοποιήσεως ΒΓ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν μὲ τὴν βαθμίδα τῆς τήξεως τοῦ προηγουμένου σχήματος.



Σχ. 145

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ διατυπώσωμεν τοὺς ἔπομένους νόμους :

Πρῶτος νόμος : Δι³ ἔκαστον καθαρὸν σῶμα ἡ πήξις παραγεται εἰς ὁρισμένη θερμοκρασίαν, ἡ ὥποια εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τήξεως.

Δεύτερος νόμος : Ἡ θερμοκρασία τῆς μάζης, ἡ ὥποια πήγγυται, εἶναι σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου, σιαδήποτε καὶ ἀν εἶναι αἱ ἔξωτερικαὶ αἰτίαι τῆς ψύξεως.

³ Εκ τοῦ δευτέρου τούτου νόμου προκύπτει ὅτι ἡ πήξις συνοδεύεται ἀπὸ ἔκλυσιν θερμότητος. Ἡ θερμότης αὕτη, ἡ ὥποια διατηρεῖ σταθερὰν τὴν θερμοκρασίαν τῆς μάζης παρὰ τὴν ψύξιν, εἶναι ἀκριβῶς ἵση μὲ τὴν ἀπορροφηθεῖσαν κατὰ τὴν τήξιν.

188. Υπέρτηξις.—Λέγομεν ὅτι ὑγρόν τι ενδίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ κατέλθῃ κάτωθεν τοῦ σημείου

τῆς στερεοποιήσεώς του, χωρὶς ἐν τῷ μεταξὺ νὰ στερεοποιηθῇ. Ἡ ἔξαρσεις αὕτη εἰς τὸν πρῶτον νόμον τῆς πήξεως παρατηρεῖται ἐπὶ πλείστων ὑγρῶν, ὅταν τὰ ἀφίνωμεν νὰ ψυχθοῦν προφυλαγμένα ἀπὸ πάσης διαταράξεως καὶ πρὸ παντός, ὅταν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ οὐδὲν ὑπολείπεται μέρος στερεὸν τῆς αὐτῆς οὐσίας.

Μεταβολὴ τοῦ ὅγκου συνοδεύουσα τὴν πῆξιν. Διὰ τὰ σώματα, τὰ ὅποια αὐξάνονται κατ’ ὅγκον τηκόμενα, ἡ πῆξις συνοδεύεται ὑπὸ ἐλαττώσεως τοῦ ὅγκου. Λέγομεν τότε ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ὑφίστανται συστολήν. Διὰ τοῦτο ὁ φωσφόρος δὲν προσκολλᾶται εἰς τοὺς κυλινδρικοὺς τύπους, ἐντὸς τῶν ὅποιων χύνεται.

Ἀντιστρόφως, τὰ σώματα, τὰ ὅποια τηκόμενα ὑφίστανται ἐλάττωσιν τοῦ ὅγκου των, αὐξάνονται κατ’ ὅγκον, ὅταν πηγγύωνται. Οὗτο τὸ βισμούθιον θραύει τοὺς ὑαλίνους σωλήνας, ἐντὸς τῶν ὅποιων χύνεται.

Αἱ μεταβολαὶ τοῦ ὅγκου, αἱ ὅποιαι συνοδεύουσαν τὴν πῆξιν εἶναι εἰδικῶς ἀξιοσημείωτοι διὰ τὸν πάγον. Ὁ "Αγγλος Φυσικὸς Tyndal ἀπέδειξεν, ὅτι ὁ πάγος σχηματίζεται διὰ τῆς ἐνώσεως μεγάλου ἀριθμοῦ μικρῶν ἀστεροειδῶν κρυστάλλων (ἀνθη τοῦ πάγου), οἱ ὅποιοι παρουσιάζουν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν μικρὸν διάστημα κενόν. Ἡ ὑπαρξίας τῶν κενῶν τούτων διαστηματίων προκύπτει ἀπὸ τὴν αὔξησιν τοῦ ὅγκου, ἡ ὅποια παράγεται κατὰ τὴν πῆξιν.

Ἡ αὔξησις τοῦ ὅγκου, τὴν ὅποιαν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ στερεοποιούμενον, ἐπιφέρει πολὺ ἴσχυρὰ μηχανικὰ ἀποτελέσματα. Κατὰ τὸν χειμῶνα σωλήνες, οἱ ὅποιοι ἀφέθησαν πλήρεις ὕδατος, συχνάκις θραύονται. Ἡ διασταλτικὴ αὕτη δύναμις ἔξηγει πῶς καταστρέφονται τὰ φυτὰ ὑπὸ τοῦ ψύχους· τὸ ὕδωρ, τὸ ὅποιον σχηματίζει κατὰ μέγα μέρος τὸν χυμὸν αὐτῶν στερεοποιεῖται ἐντὸς τῶν τριχοειδῶν ἀγγείων, τῶν ὅποιων τὰ τοιχώματα σχίζονται διὰ τῆς ἐκτάσεως τοῦ πάγου. Πολλοὶ λίθοι πορώδεις θρυμματίζονται κατὰ τὴν ἐποχὴν τῶν παγετῶν. Ἡ θρυμματισις αὕτη διφεύλεται εἰς τὴν πῆξιν τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς, τὸ ὅποιον εἴχεν εἰσδῆσει ἐντὸς τῶν πόρων των.

ΔΙΑΛΥΣΙΣ - ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΙΣ

189. Διάλυσις.— Λέγομεν ὅτι στερεόν τι σῶμα διαλύεται ἐντὸς ὑγροῦ, ὅταν σχηματίζῃ μετὰ τούτου ὑγρὸν μεῖγμα διμοιομερές, τὸ ὅποιον καλεῖται διάλυμα.

‘Η διάλυσις στερεοῦ σώματος ἐντὸς ὑγροῦ εἶναι ύγροποίησις, ή ὅποια γίνεται εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν.

Σῶμα τι εἶναι συνήθως διαλυτὸν εἰς ὧδισμένα ὑγρά. Πολλὰ μεταλλικὰ ἄλατα διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ. Τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἴθηρ, ἡ βενζίνη, τὸ δεξικὸν δέξιν διαλύουν πλῆθος δργανικῶν οὐσιῶν. Τὸ σάκχαρον, λίαν διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ, εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ οἰνόπνευμα· τὸ λίπος ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εἶναι διαλυτὸν εἰς τὴν βενζίνην.

Μία διάλυσις λέγεται κεκορεσμένη, ἐὰν τὸ διαλυτικὸν ὑγρὸν ἔγκλειῃ τὸ μέγιστον μέρος τοῦ στερεοῦ, τὸ ὅποιον δύναται νὰ διαλύσῃ.

190. Θερμότης διαλύσεως.—‘Η διάλυσις καθὼς καὶ ἡ τῆξις ἀπορροφᾷ θερμότητα. Ἐὰν ἡ διάλυσις συνοδεύεται ὑπὸ χημικοῦ ἀποτελέσματος, ὑπάρχουν δύο ἀντίθετοι δράσεις: ἡ χημική, ἡ ὅποια εἶναι πηγὴ θερμότητος, καὶ ἡ ύγροποίησις, ἡ ὅποια ἀπορροφᾷ θερμότητα. Αἱ ἀναλογίαι ἔχουν λοιπὸν οὐσιώδη σημασίαν.

Ἐὰν φύφωμεν δὲλίγον πάγον εἰς πολὺν θειικὸν δέξι, ἔχομεν ἔκλυσιν θερμότητος· τούναντίον, ἔὰν φύφωμεν πολὺν πάγον εἰς δὲλίγον θειικὸν δέξι, ἔχομεν ἀπορροφησιν θερμότητος. Ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ χημικὴ δρᾶσις ἢ ἔὰν ἡ ἐκλυσιμένη διὰ τῆς χημικῆς δράσεως θερμότης εἶναι μικροτέρα ἀπὸ τὴν ἀπορροφωμένην ὑπὸ τῆς διαλύσεως, ἡ θερμοκρασία καταπίπτει. Τὸ μεῖγμα εἶναι τότε ψυκτικόν.

191. Μείγματα ψυκτικά.—‘Εν τοιοῦτον μεῖγμα περιέχει τοῦ λάχιστον ἐν στερεόν, διὰ νὰ παραχθῇ ἐντὸς αὐτοῦ ψῦξις διὰ διαλύσεως.

Πολὺ χρησιμοποιούμενον μεῖγμα εἶναι τὸ τοῦ τριμμένου πάγου καὶ τοῦ θαλασσίου ἄλατος, διὰ τοῦ ὅποιου δυνάμεθα νὰ καταβιβάσωμεν τὴν θερμοκρασίαν εἰς — 22°.

192. Κρυστάλλωσις.—‘Οταν ἡ ἐπάνοδος εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν στερεοῦ τινος σώματος, τὸ ὅποιον ὑγροποιήθη, γίνεται ἀρκετὰ βραδέως, τὰ μόρια συσσωματοῦνται ἐνίστε, σχηματίζοντα γεωμετρικὰ στερεά, μὲ ἐπιπέδους ἔδρας, τὰ ὅποια καλοῦνται κρύσταλλοι (σχ. 146).

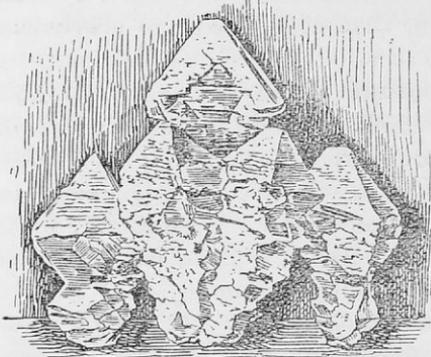
Ἡ κρυστάλλωσις δύναται νὰ γίνῃ διὰ ξηρᾶς ὁδοῦ, ἀνευ διαλυτικοῦ:

α) Διὰ τήξεως, μὲ σώματα, τῶν ὅποιων τὸ σημεῖον τῆς τήξεως δὲν εἶναι πολὺν ψυχλόν, δύως π. χ. τὸ θεῖον.

β) Δι’ ἔξαχνώσεως, μὲ σώματα ὡς τὸ ἀρσενικόν, τὰ ὅποια μεταβαίνουν ἐκ τῆς ἀεριώδους καταστάσεως εἰς τὴν στερεάν, χωρὶς νὰ διέλθουν διὰ τῆς ὑγρᾶς.

‘Η κονστάλλωσις γίνεται έπίσης μετὰ διάλυσιν, δι’ ύγρας όδοις:

a) Δι’ ἔξατμίσεως. Εἰς δεδομένην θερμοκρασίαν μία κεκορεσμένη διάλυσις ἀφίνει νὰ ἀποτελῇ μέρος τοῦ στερεοῦ, ὅταν ἔξατμίζωμεν τὸ διαλυτικὸν ύγρὸν (ἄλας θαλάσσιον ἐντὸς ὕδατος).



Σχ. 146

b) Διὰ ψύξεως. Ἐὰν κεκορεσμένη διάλυσις ἔχῃ παρασκευασθῆ ἐν θερμῷ, ὅταν ψυχθῇ τὸ ύγρόν, δὲν συγκρατεῖ διαλυμένον δλον τὸ στερεόν, τὸ ὅποιον περιεῖχε (θειικὸς χαλκὸς ἐν ὕδατι).

‘Η κονστάλλωσις, δημοσία πᾶσα στερεοποίησις, συνοδεύεται ἀπὸ ἔκλυσιν θερμότητος.

193. ‘Υπέρκορος.—Τοῦτο εἶναι φαινόμενον ἀνάλογον πρὸς τὴν ὑπέρτηξιν. Κεκορεσμένη διάλυσις ἐν θερμῷ δύναται γενικῶς, ὅταν λαμβάνωμεν ὡρισμένας προφυλάξεις, νὰ ὑφίσταται πτῶσιν τῆς θερμοκρασίας περισσότερον ἢ διλιγόντερον σημαντικήν, χωρὶς τὸ διαλυμένον σῶμα νὰ ἀποτίθεται ἢ νὰ κονσταλλοῦται τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ὑπέρκορος.

Προβλήματα.

1ον. Ἀραμιγνύομεν 300 γρ. τηκομένου πάγου καὶ 700 γρ. ὕδατος θερμοκρασίας 100°. Ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

2ον. Πόσα χιλιόγραμμα πάγου 0° τίκονται διὰ 50 χγρ. ζέοντος ὕδατος;

3ον. Πόσον ζέον ὕδωρ εἶναι ἀναγκαῖον, διὰ νὰ τηγχῶσιν 25 χγρ. πάγου 0°;

4ον. Ἡ Γῆ δέχεται παρὰ τοῦ Ἡλίου κατὰ τὴν μεσημβρίαν 3 θερμίδας κατὰ τετραγωρικὴν παλάμην καὶ κατὰ δεύτερον λεπτόν. Ποῖον πάχος πάγου θὰ δυνηθῇ νὰ τίξῃ ἡ ἥλιακὴ θερμότης εἰς μίαν ὥραν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἑδάφους; (Πυκνότης τοῦ πάγου 0,92. Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80).

ΣΠΟΥΔΗ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

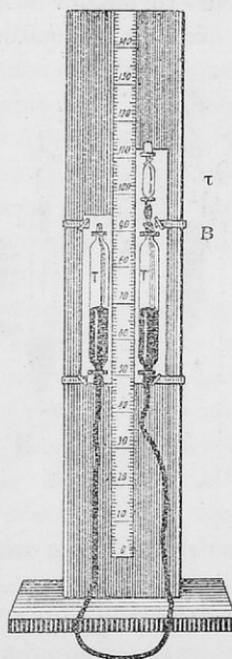
194. Έξαερίωσις γενικώς.—Λέγομεν δτι ύγρον τι (ἢ καὶ στερεόν) ἔξαεριοῦται, ὅταν μετατρέπεται εἰς ἀερόν, τὸ δποῖον καλοῦμεν τότε ἀτμόν. Ἡ λέξις ἀτμὸς δὲν ἀναφέρεται συνεπῶς εἰς νέαν τινὰ (τετάρτην) κατάστασιν τῆς ὕλης· μόνον δεικνύει δτι τὸ θεωρούμενον σῶμα δὲν εἶναι ἀερόν εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Ὁ σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν γίνεται εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν διὰ τὰ πλεῖστα τῶν ύγρων καὶ διά τινα στερεὰ (ἴωδιον, καφφουρά). Συνεπῶς δὲν ὑπάρχει ἐνταῦθα σημεῖον ἔξαεριώσεως ἀνάλογον πρὸς τὸ σημεῖον τήξεως.

Τὸ ύγρὸν λέγεται πτητικόν, ἐὰν γίνεται ἀτμὸς εἰς θερμοκρασίαν δχι πολὺ ύψηλήν.

Ἡ ἔξαερίωσις ύγροῦ τινος δύναται νὰ γίνῃ κατὰ δύο τρόπους: Ἐὰν τὸ ύγρὸν ἔχῃ ἀφεθῆ εἰς τὸν ἐλεύθερον ἀέρα ἐντὸς δοχείου, δ ὅγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται διλύγον κατ' διλύγον ἔνεκα τῆς βραδείας παραγωγῆς ἀτμῶν ἐκ τῆς ἐπιφανείας· λέγομεν τότε δτι γίνεται ἔξατμισις. Ἐὰν τὸ αὐτὸν ύγρὸν θερμαίνεται βαθμού, φθάνει στιγμή, κατὰ τὴν δποίαν βλέπομεν πομφόλυγας ἀτμοῦ σχηματιζομένας ἐντὸς τῆς μᾶζης τοῦ ύγροῦ, αἱ δποίαι θραύνονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Λέγομεν τότε δτι τὸ ύγρὸν ζέει.

195. Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν εἰς τὸ κενόν.—Οταν ύγρόν τι εἰσαχθῇ εἰς τὸ κενόν, γίνεται ἀκαριαία παραγωγὴ ἀτμῶν, τῶν δποίων ἡ ἐλαστικὴ δύναμις δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὴν τῶν ἀερίων.

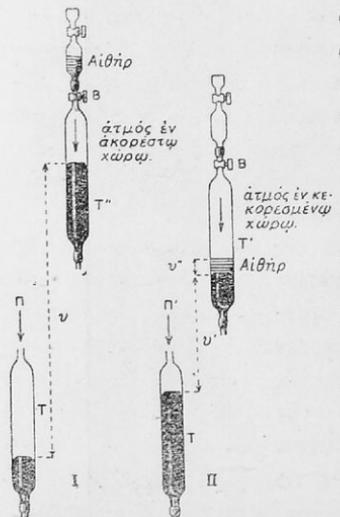
Διὰ νὰ δεῖξωμεν τοῦτο, μεταχειριζόμεθα τὴν ύπὸ τοῦ σχήματος 147 παριστωμένην συσκευήν. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο εὐρύχωρα ύάλινα δοχεῖα, τὰ δποῖα περιέχουν ύδραργυρον καὶ συγκοινωνοῦν διὰ μακροῦ σωλῆνος ἐκ καυτσούν. Τὰ δοχεῖα ταῦτα εἶναι προσηλωμένα ἐπὶ λεπτῶν τεμαχίων ἐκ ἔλου. Τὰ τεμάχια ταῦτα δύνανται νὰ διλισθαίνουν κατὰ μῆκος κατακορύφου σανίδος, ἐκατέρωθεν κλίμακος διηρημένης εἰς ἔκατοστόμετρα, ἡ δποία εἶναι χαραγμένη ἐπὶ τῆς σανίδος ταύτης. Διὰ πιεστικῶν κοχλιῶν δύνανται νὰ προσηλοῦνται τὰ δοχεῖα ἐπὶ



Σχ. 147

τῆς σανίδος. Τέλος, τὸ ἐν δοχεῖον Τ εἶναι ἀνοικτὸν εἰς τὸν ἀέρα, ἐνῷ τὸ ἄλλο Τ' διὰ στρόφιγγος ἔξ οὐλού Β δύναται νὰ συγκοινωνῇ μετὰ χοανοειδοῦς δοχείου τ, τὸ δποῖον περιέχει αἰθέρα καὶ φέρει πῶμα ἐσμυρισμένον.

³Αφοῦ ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα Β καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸ πῶμα τοῦ δοχείου τ, ἀνιψιοῦμεν τὸν σωλῆνα Τ, ἵνα ὅτου δὲ δηδάργυρος πληρώσῃ τελείως τὸν σωλῆνα Τ'. Κλείομεν τότε τὴν στρόφιγγα Β, πωματίζομεν τὸ δοχεῖον τ καὶ καταβιβάζομεν τὸν σωλῆνα Τ. ⁴Εδημιουργήθη οὕτω εἰς τὸν σωλῆνα Τ' βαρομετρικὸς θάλαμος, ἥ δὲ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ δηδαργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας μετοῖ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. ⁵Ἐὰν ἀνοίξωμεν κατόπιν τὴν στρόφιγγα Β ἐπὶ κλάσμα τοῦ δευτερολέπτου οὗτως, ὅστε νὰ εἰσέλθουν εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον σταγόνες τινὲς αἰθέρος, οὗτος ἔξ αφανίζεται ἀκριαίως καὶ συγχρόνως ἥ ἐπιφάνεια τοῦ δηδαργύρου κατέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα Τ' (σχ. 148 I).



Σχ. 148

⁶Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος, ὅστις καταλαμβάνει τὸ διάστημα τὸ δηδαργάνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ δηδαργύρου, εἶναι προφανῶς ἵση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡλαττωμένην κατὰ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν υ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ δηδαργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας.

⁷Αφίνομεν νὰ διέλθουν ἐκ νέου σταγόνες τινὲς αἰθέρος εἰς τὸν σωλῆνα Τ'. ⁸ἔξ αεριοῦνται καὶ αὗται καὶ δὲ δηδαργυρος ὑφίσταται νέαν κατάπτωσιν, τὸ δποῖον ἀποδεικνύει δτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος αὖθάνεται. ⁹Ἐν τούτοις ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τούτου δὲν αὖθάνεται ἐπ' ἄπειρον. ¹⁰Ἐὰν ἔξ ακολουθήσωμεν νὰ εἰσάγωμεν αἰθέρα, φθάνει στιγμή, κατὰ τὴν δποίαν ἡ ἔξ αερίωσις παύει. Τὸ δηδαργὸν σχηματίζει τότε μικρὸν στρῶμα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δηδαργύρου, τοῦ δποίου ή ἐπιφάνεια δὲν μετακινεῖται πλέον (σχ. 148 II). ¹¹Οταν περίσσεια αἰθέρος εὑρίσκεται οὕτω ἐν ἐπαφῇ μετὰ τοῦ ἀτμοῦ, τὸ δηδαργάνω τοῦ δηδαργύρου διάστημα ἐγκλείει τὴν μεγίστην ποσό-

τητα ἀτμοῦ αἰθέρος, τὴν δποίαν δύναται νὰ περιέχῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος.

Λέγομεν τότε ὅτι ὁ χῶρος οὗτος εἶναι κεκορεσμένος ἢ ἀκόμη ὅτι ὁ ἀτμὸς εὑρίσκεται ἐν χώρῳ κεκορεσμένῳ. Ἀλλὰ καὶ ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ τούτου, ὑπολογιζομένου τοῦ μικροῦ στρώματος υ' τοῦ αἰθέρος, ὅστις ὑπέρκειται τοῦ ὑδραργύρου, δὲν δύναται νὰ γίνῃ μεγαλυτέρα. Καλούμεν ταύτην μεγίστην ἐλαστικήν δύναμιν ἢ μεγίστην τάσιν τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος.

Κατὰ ταῦτα, ἐφ' ὅσον ὁ ἀτμὸς δὲν εὑρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ περισσείας τοῦ παραγόντος αὐτὸν ὑγροῦ, ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χῶρος δὲν εἶναι κεκορεσμένος καὶ ὁ ἀτμός, ὁ δποῖος πληροῦ αὐτὸν εὑρίσκεται ἐν ἀκορέστῳ χώρῳ. Οἱ ἐν ἀκορέστῳ χώρῳ ἀτμοὶ φέρονται ὡς ἀέρια καὶ ἀκολουθοῦν κατὰ μεγάλην προσέγγισιν τοὺς νόμους τοῦ Μαριόττου καὶ τοῦ Gay - Lussac. Οἱ ἐν κεκορεσμένῳ χώρῳ ἀτμοὶ ἔχουν ἴδιαιτέρας ἴδιότητας, τὰς δποίας θὰ ἔξετάσωμεν.

196. Γενικαὶ ἴδιότητες τῶν ἐν κεκορεσμένῳ χώρῳ ἀτμῶν.—*a)* Διαθέτομεν τὸ δργανον οὕτως, ὥστε ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χῶρος τοῦ σωλῆνος Τ' νὰ εἶναι κεκορεσμένος δι' ἀτμῶν αἰθέρος. Κατόπιν δοκιμάζομεν νὰ μεταβάλωμεν τὴν μεγίστην τάσιν τοῦ ἀτμοῦ τούτου, μεταθέτοντες τὸν σωλῆνα Τ. Ἐὰν ἀνεγείρωμεν τὸν σωλῆνα τοῦτον, ὁ δγκος τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος ἐλαττοῦται, ἀλλ' ἡ τάσις αὐτοῦ δὲν μεταβάλλεται. Θὰ ἤδωμεν μόνον ὅτι τὸ πάχος τοῦ στρώματος τοῦ ὑγροῦ αἰθέρος αὐξάνεται, διότι μέρος τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ἐὰν καταβιβάσωμεν τὸν σωλῆνα Τ οὕτως, ὥστε διότι δγκος τοῦ ἀτμοῦ νὰ αὐξηθῇ, ἡ τάσις μένει καὶ τότε ἀμετάβλητος διότι μέρος τοῦ ὑγροῦ μετατρέπεται εἰς ἀτμὸν καὶ τὸ ὑψος αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Καταβιβάζοντες ἐπαρκῶς τὸν σωλῆνα Τ, δυνάμειθα νὰ ἐπιτίχωμεν τὴν τελείαν ἔξεργίωσιν τοῦ ὑγροῦ. Ἐξακολουθοῦντες νὰ καταβιβάζωμεν τὸν σωλῆνα Τ, διαπιστοῦμεν ὅτι ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ, ὅστις εὑρίσκεται ἦδη ἐν μὴ κεκορεσμένῳ χώρῳ, βαίνει ἐλαττούμενη, ἐφ' ὅσον διότι δγκος του αὐξάνεται, καὶ τοῦτο συμφώνως μὲ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου, ὅπερ δεικνύει ὅτι εἰ μὴ ἐν κεκορεσμένῳ χώρῳ ἀτμοὶ φέρονται ὅπως πάγτα τὰ ἀέρια.

b) Ἐὰν περιφέρωμεν τὴν φλόγα λύχνου κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος Τ', δταν οὕτος περιέχῃ ἀτμοὺς ἐν κεκορεσμένῳ χώρῳ, ἡ ἀπόστα-

σις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραιογύρου υ' ἐλαττοῦται, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ αὐξάνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον. Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν σωλῆνα Τ' νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται δλίγον κατ' δλίγον καὶ τέλος ἀναλαμβάνει τὴν προτέραν του θέσιν. Ἀριὰ ἡ μεγίστη τάσις ἀτμοῦ ἐν κεκρεσμένῳ χώρῳ αὐξάγεται, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται.

γ) Τέλος, ὃς ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα τοῦ προηγουμένου ἐδαφίου, χρησιμοποιοῦντες διάφορα ὑγρά, π. χ. οἰνόπνευμα, ὕδωρ. Θὰ παρατηρήσωμεν τὰ αὐτὰ φαινόμενα, τὰ δποῖα καὶ μὲ τὸν αἰλίθεα, ἀλλ' ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ θὰ εἶναι μικροτέρα εἰς τὸ οἰνόπνευμα παρὰ εἰς τὸν αἰλίθεα καὶ ἀκόμη μικροτέρα εἰς τὸ ὕδωρ. Συνάγομεν λοιπόν, ὅτι εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἡ μεγίστη τάσις ἀτμοῦ εὑρισκομένου ἐν κεκρεσμένῳ χώρῳ μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τοῦ παράγοντος τὸν ἀτμὸν τοῦτον ὑγροῦ.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ ΚΑΙ ΒΡΑΣΜΟΣ

197. Ἐξατμίσις.—Ἐντὸς περιωρισμένου χώρου ὑγρού τι ἔξαεριοῦται, ἐφ' ὅσον ὁ ἀτμὸς αὐτοῦ δὲν κορενεῖ τὸν χῶρον.

Ἡ ἔξαερίωσις ὑγροῦ ἐντὸς περιωρισμένου χώρου γίνεται πλήρης, ἐάν, καὶ ὅσον παράγεται ὁ ἀτμός, τὸν ἀφαιροῦμεν δι' ἀεραντλίας ἢ τὸν ἀπορροφῶμεν δι' ἀντιδράσεως.

Εἰς ἀπεριόριστον ἀτμόσφαιραν, ὅπου ὁ χῶρος δὲν δύναται νὰ εἶναι κεκορεσμένος, τὰ πλεῖστα τῶν ὑγρῶν ἔξαεριοῦνται βαθμηδὸν καὶ τέλος ἔξαερανται.

Ἡ ἔξαερίωσις ὑγροῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας του εἰς ἀπεριόριστον ἀτμόσφαιραν καλεῖται εἰδικῶς ἔξατμισις.

198. Ταχύτης ἔξατμίσεως εἰς ἀπεριόριστον ἀτμόσφαιραν.—Ταχύτης ἔξατμίσεως εἰς ἀπεριόριστον ἀτμόσφαιραν καλεῖται τὸ βάρος τοῦ ἔξατμιζομένου ὑγροῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Προσδιορίζοντες τὴν ταχύτητα τῆς ἔξατμίσεως διὰ σταθμίσεως τοῦ ὑγροῦ πρὸ τῆς ἔξατμίσεως καὶ μετ' αὐτήν, καθορίζομεν τὰς συνθήκας, αἱ δποῖαι ἐπιδροῦν ἐπὶ ταύτης.

199. Νόμοι τοῦ Dalton.—α) Ἡ ταχύτης τῆς ἔξατμίσεως εἶγαι ἀνάλογος πρὸς τὸ μέγεθος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Αι άλυκαί, εις τὰς δοποίας τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἐκτίθεται εἰς μεγάλας ἐκτάσεις, εἶναι ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς ταύτης.

β) Ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν διαφορὰν μεταξὺ τῆς μεγίστης τάσεως Δ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος καὶ τῆς τάσεως δ, τὴν δοποίαν ἔχει κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν δ ἀτμὸς τοῦ ὑγροῦ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Ἡ διαφορὰ αὗτη Δ — δ καλεῖται παράγων ἐξατμίσεως. Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον, εἰς ἀέρα ἀπολύτως ξηρόν, δπου $\delta = 0$, ἡ ἐξατμίσεις τοῦ ὕδατος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ Δ. Εἰς ἀέρα κεκορεσμένον, εἰς τὸν δοποῖον $\delta = \Delta$, ἡ ἐξατμίσεις τοῦ ὕδατος ἴσονται μὲ τὸ μηδέν.

Ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας, ἡ μεγίστη τάσις Δ, αὐξάνεται, συγεπῶς δὲ καὶ ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως. Πράγματι, διάβροχον, ἀντικείμενον ξηραίνεται ταχέως, δταν θερμανθῆ.

Ρεῦμα ἀέρος ἐπιταχύνει τὴν ἐξατμίσιν, διότι συμπαρασύει τοὺς σχηματιζομένους ἀτμοὺς καὶ φέρει συνεχῶς ἀέρα ξηρότερον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ. Ἡ ἐξατμίσεις λοιπὸν ἐπιταχύνεται διὰ τῆς ἀναγεώσεως τοῦ ἀέρος.

Ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀτμόσφαιρικὴν πίεσιν.

Εἰς τὸ κενὸν ἡ ἐξατμίσεις γίνεται ἀκαριαίως.

Οἱ νόμοι οὗτοι περιλαμβάνονται εἰς τὸν τύπον $T = \frac{KE(\Delta - \delta)}{\Pi}$,

δπου Κ σταθεὸς συντελεστής, δ δοποῖος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ, Ε τὸ μέγεθος τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ, Π ἡ ἀτμόσφαιρικὴ πίεσις καὶ ($\Delta - \delta$) δ παράγων ἐξατμίσεως.

200. Βρασμός.—Οταν θερμαίνωμεν ὑγρόν τι βαθμηδόν, γίνεται εὐθὺς ἐξ ἀρχῆς ἐξατμίσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ, συγχρόνως δὲ καὶ θέρμανσις ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ. Πέραν δρισμένου σημείου, θερμοκρασία δὲν ἀγυψοῦται πλέον καὶ γίνεται τότε βρασμός, παραγωγὴ δηλ. πομφολύγων ἀτμοῦ ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ.

201. Νόμοι τοῦ βρασμοῦ.—*a)* Υπὸ δεδομένην πίεσιν, δ βρασμὸς ἀρχεται εἰς θερμοκρασίαν, ἡ δοποία εἶναι σταθερὰ δι' ἔκαστον ὑγρόν.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη καλεῖται σημεῖον ζέσεως. Τὸ σημεῖον ζέσεως ὑπὸ πίεσιν 76 ἔκ. καλεῖται κανονικόν.

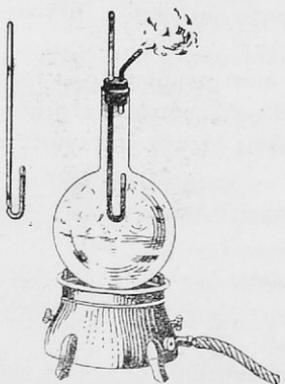
b) Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, παρὰ τὴν συνεχῆ δρᾶσιν τῆς ξεστίας, ἡ θερμοκρασία καθαροῦ ὑγροῦ μένει σταθερά.

Οι δύο οὗτοι νόμοι ἀποδεικνύονται διὰ τοῦ θεομομέτρου. Ἡ σταθερότης τῆς θεομοκρασίας κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ὀφείλεται εἰς τὴν θεομότητα ἔξαεριώσεως. Ἡ θεομότης τῆς ἑστίας χρησιμοποιεῖται ὀλόκληρος, καθὼς καὶ εἰς τὴν τῆξιν, εἰς τὸ νὰ παραγάγῃ τὸ ἀναγκαῖον ἐσωτερικὸν ἔργον διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως ἀνευ θύψισεως τῆς θεομοκρασίας.

“Υγρὸν ζέον μὲ μεγάλας πομφόλυγας δὲν εἶναι θεομότερον ἀπὸ δ, τι θὰ ἦτο, ἢν ἔζεεν ἡπίως. Ἐξαεριοῦται ὅμως ταχύτερον.

Ἐπὶ τοῦ νόμου τούτου στηρίζεται, ὡς εἴδομεν, ὁ προσδιορισμὸς τοῦ σημείου 100 τῆς ἑκατονταδικῆς κλίμακος τοῦ θεομομέτρου.

γ) Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἔκλυσμένου ἀτμοῦ ἴσοιται πρὸς τὴν πίεσιν ἡ ὅποια ἔξασκεται ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 149

Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τὸν νόμον τούτον εἰς τὴν περίπτωσιν βρασμοῦ εἰς ἔλεύθερον ἀέρα, μεταχειρίζόμεθα σωλῆνα κεκαμμένον, τοῦ ὅπερος τὸ βραχὺ σκέλος εἶναι ακειστὸν καὶ τὸ μέγα ἀνοικτὸν (σχ. 149). Ἀφοῦ πληρώσωμεν τὸ μικρὸν σκέλος μὲν ὑδραργύρου, εἰσάγομεν εἰς αὐτὸν μικρὰν ποσότητα ὕδατος, ἀφοῦ τὴν ἀπαλλάξωμεν προηγουμένως ἀπὸ τὸν διαλυμένον ἀέρα διὰ βρασμοῦ. Κατόπιν εἰσάγομεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης, ἡ ὅποια περιέχει ὕδωρ, τὸ διποῖον θέτομεν εἰς βρασμόν. Εὐθὺς ὡς ἀρχίσῃ ἡ ἔκλυσις ἀτμοῦ, τὸ ὕδωρ τὸ ἐγκεκλεισμένον εἰς τὸ βραχὺ σκέλος μετατρέπεται καὶ αὐτὸς εἰς ἀτμὸν καὶ βλέπομεν τότε ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου τίθενται εἰς ἀμφότερα τὰ σκέλη εἰς τὸ αὐτὸν ὄριζόντιον ἐπίπεδον. Ἀρα ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι δέχονται τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ συνεπῶς ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ σχηματισθέντος εἰς τὸ βραχὺ σκέλος ἴσοιται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

202. Περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος.—“Οταν θερμάνωμεν ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου (σχ. 150), παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον ἔκλυσμένας μικρὰς φυσαλίδας, αἱ ὅποιαι προέρχονται ἀπὸ διαλυμένον ἀέρα καὶ ἀπὸ τὸν ἀέρα τὸν περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Βραδύτε-

ρον, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ἀνυψοῦται, ἐμφανίζονται ἐπὶ τῶν ἀπ' εὐθείας θερμαινομένων τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φυσαλίδες μεγαλύτεραι, αἱ δοπῖαι εἶναι πομφόλυγες ἀτμοῦ. Ἡ ἐλαστικὴ αὐτῶν δύναμις, κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ σχηματισμοῦ των, εἶναι ἵση πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ ἔξωτεροικοῦ ἀέρος, ηὑῆημένην κατὰ τὴν πίεσιν τῆς ὑπερκειμένης ὑγρᾶς στήλης. Αἱ φυσαλίδες αὗται σμικρύνονται, ἐφ' ὅσον ἀνέρχονται, καὶ ἐπὶ τέλους ἔξαφανίζονται, διότι συμπυκνοῦνται ἐρχόμεναι εἰς ἐπαφὴν μὲ στρώματα δλιγάτερον θερμά, ὃπου ἡ ἐλαστικὴ των δύναμις καθίσταται μικροτέρᾳ ἀπὸ τὴν ἔξωτεροικὴν πίεσιν. Ὅταν δὴ μᾶζα θερμανθῆ ἐπαρκῶς, πομφόλυγες σχηματισθεῖσαι εἰς τὸν πυθμένα ἥ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου δὲν συμπυκνοῦνται πλέον ἐξογκοῦνται τὴν φροὸν ταύτην, καθ' ὅσον ἀνέρχονται, διότι ἡ ἐλαστικὴ των δύναμις ἐλαττοῦται, ἐπειδὴ ἡ ὑπερκειμένη ὑγρὰ στήλῃ ἐλαττοῦται, καθ' ὅσον αἱ φυσαλίδες ἀνέρχονται. Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἔχουν ἐλαστικὴν δύναμιν ἵσην πρὸς τὴν ἔξωτερην πίεσιν καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἐλαστικὴν ταύτην δύναμιν (100° ὑπὸ πίεσιν 76).



Σχ. 150

ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΥΣΑΙ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟΝ ΤΗΣ ΖΕΣΕΩΣ

204. Πτῶσις τοῦ σημείου τῆς ζέσεως ὑπὸ μικρὰς πιέσεις.
— Ὅταν ἡ ἔξωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται, δὲ ἀτμὸς τοῦ ὑγροῦ λαμβάνει εἰς θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν μεγίστην ἐλαστικὴν δύναμιν, ἵσην πρὸς τὴν ἔξωτεροικὴν πίεσιν. Συνεπῶς τὸ σημεῖον τῆς ζέσεως ἐλαττοῦται.

Ἡ πτῶσις τοῦ σημείου τῆς ζέσεως μετὰ τῆς πιέσεως παρατηρεῖται παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἐντὸς ἀνοικτοῦ δοχείου, καθ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Ὅπο πίεσιν 76 ἔκ. τὸ ὄνδρῳ ζέει εἰς 100° .

Εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ Puit de Dôme, ὃπου ἡ πίεσις εἶναι 63 ἔκ., τὸ σημεῖον τῆς ζέσεως τοῦ ὄντατος εἶναι 95° , ἐπὶ δὲ τοῦ Λευκοῦ ὄρους $84.^{\circ}\delta$. Ἡ παρατήρησις τοῦ σημείου τῆς ζέσεως τοῦ ὄντατος ἐπιτρέπει εἰς ἡμᾶς νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὄψος τοῦ τόπου.

204. Ἀνύψωσις τοῦ σημείου τῆς ζέσεως μετά τῆς πιέσεως.—Ἐὰν ἡ πίεσις ὑπερβαίνῃ τὰ 76 ἔκ., ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ ὑψοῦται ἄνω τοῦ κανονικοῦ σημείου τῆς ζέσεως. Ὅποι πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν τὸ ὕδωρ ζέει εἰς 120°.

205. Ἐπίδρασις τοῦ βάθους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τῆς ζέσεως.—Οἱ ἀτμὸς σχηματίζεται, ὅταν ἡ ἐλαστική του δύναμις εἴναι τοὐλάχιστον τὴν πρὸς τὴν ἐπίσταται φύσειν.

Ἐπειδὴ ἡ πίεσις αὕτη αὐξάνεται ἐντὸς ὑγροῦ μετὰ τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας, ἡ θερμοκρασία ἐντὸς ὑγροῦ ζεοντος αὐξάνεται μετὰ τοῦ βάθους, εἰς τὸ διπότον τὸ θερμόμετρον ἔχει βυθισθῆ.

206. Υγρὸν θερμαινόμενον ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου.—Οταν ὑγρὸν θερμαίνεται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, δὲν γίνεται βρασμός, ἐὰν πάντα τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Βρασμὸς τότε γίνεται, ἐὰν ἐν μέροις τῶν τοιχωμάτων διατηρῆται ψυχρότερον.

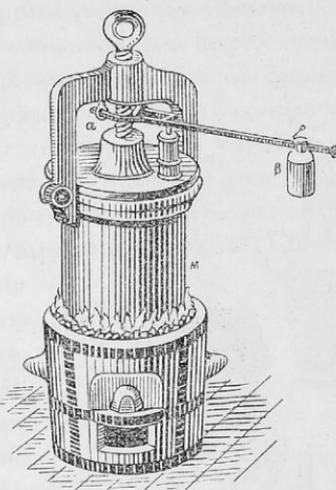
Α) Πάντα τὰ μέρη τοῦ τοιχώματος ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τότε βρασμὸς δὲν γίνεται, διότι δὲ ἀνθεμεν τοῦ ὑγροῦ ἐλεύθερος χώρος κορόννυται ἀμέσως δι' ἀτμοῦ, δὲν διποτίς προσθέτει ἀδιακόπως τὴν τάσιν του εἰς τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀέρος, δὲν διποτίς περιέχεται ἐντὸς τοῦ δοχείου ὑπεράνω τοῦ ὑγροῦ. Οὕτω ἡ πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ βαίνει σταθερῶς αὐξανομένη, ἡ δὲ θερμοκρασία ὑψοῦται, ἐφ' ὅσον θερμαίνομεν, χωρὶς νὰ παραχθῇ βρασμός. Η ἔξαρσις δηλ. παίνει. Τοιαύτη είναι ἡ περίπτωσις τῆς χύτρας τοῦ Papin.

Σημείωσις. Εἰς τὸν λέβητα τῆς ἀτμομηχανῆς βρασμὸς γίνεται, ἐφ' ὅσον ἀφαιρεῖται δὲν τὸ αὐτοῦ ἀτμός.

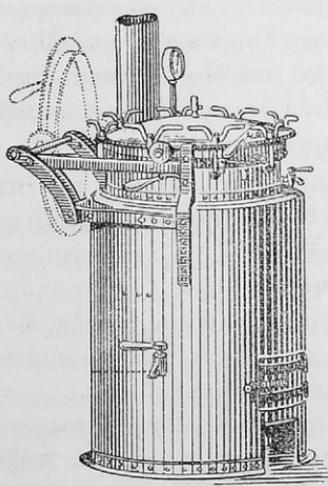
Χύτρα τοῦ Papin. Αὕτη είναι κυλινδρικὸν δοχεῖον Μ ἐξ ὁρειχάλκου (σχ. 151) μὲν ἰσχυρὰ τοιχώματα, ἐν μέρει πεπληρωμένον δι' ὕδατος καὶ κλεισμένον διὰ καλύμματος ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου. Τὸ κάλυμμα τοῦτο διατηρεῖ πιεστικὸς κοχλίας στερεῶς προσηρμοσμένον. Τὸ ἐν λόγῳ κάλυμμα φέρει μικρὸν διπήν, ἡ δοπία κλείεται διὰ δικλεύδος. Ἐπὶ τῆς κεφαλῆς τῆς δικλεύδος στηρίζεται τριτογενῆς μοχλός, ἐπιφροτισμένος μὲν κινητὸν βάρος. Κανονίζεται ἡ ἀπόστασις τοῦ βάρους ἀπὸ τὸ ὑπομόχλιον οὔτως, ὥστε ἡ δικλεύεις νὰ ἀνυψωθῇ καὶ παράσχῃ διέξοδον εἰς τὸν ἀτμόν, ὅταν οὕτος ἀποκτήσῃ ἐντὸς τῆς χύτρας

πίεσιν ώρισμένην. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον, ὡς προλαμβάνον τὴν διάρ-
ογξιν τῆς συσκευῆς, τὸ δργανον τοῦτο ὀνομάσθη δικλεῖς ἀσφαλείας.

Τὸν ὕδωρ, τὸ θερμαινόμενον ἐν-
τός τοῦ κλειστοῦ τούτου δοχείου,
δύναται νὰ φθάσῃ εἰς θερμοκρα-
σίαν ἀνωτέρων τῶν 100°, χωρὶς νὰ
τεθῇ εἰς βρασμόν, ὁ δὲ ἀτμὸς νὰ
ἀποκτήσῃ τάσιν πολλῶν ἀτμοσφαι-
ρῶν, ἀναλόγως τοῦ ἐπὶ τῆς δικλεῖ-
δος βάρους. “Οταν ἡ βαλβίς ἀνοι-
χθῇ, ἡ πίεσις ἔλαττονται ἀποτόμως
ἐντὸς τοῦ λέβητος καὶ παράγεται
ζωηρὸς βρασμός. Ἡ θερμοκρασία
κατέρχεται ἀμέσως εἰς τοὺς 100°,
ἐὰν τὸ μέγεθος τῆς δρῆς ἐπιτρέπῃ
εἰς τὸν ἀτμὸν νὰ ἐκφεύγῃ ἀρκετά
ἔλευθρως, ἵνα ἡ πίεσις κατέληῃ
εἰς 76 ἑκ.



Σχ. 151



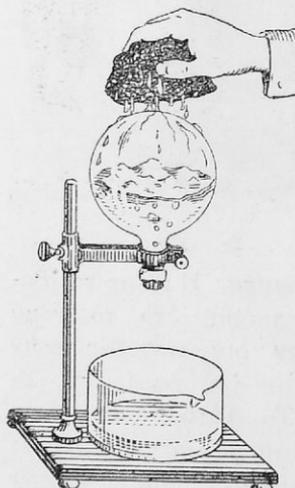
Σχ. 152

B) Ἐν μέρος τοῦ τοιχώματος ἔχει θερμοκρασίαν μικροτέραν τῆς
τοῦ ὑγροῦ. Βρασμὸς γίνεται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, ἐὰν ἡ θερμοκρασία

Αὐτόκλειστα. Ἡ χύτρα τοῦ Ρα-
ρίν ἔχοησιμοποιήθη ὑπὸ τὸ ὄνομα
αὐτόκλειστον διὰ τὴν θέρμανσιν
τῶν ὑγρῶν ἀνω τοῦ σημείου τῆς ζέ-
σεώς των. Τὰ αὐτόκλειστα εἶναι
δοχεῖα ἀνθεκτικά, χρησιμοποιούμενα
διὰ τὴν ἀποστείρωσιν διατηρουμένων
τροφίμων, διὰ τὴν σαπωνοποίησιν τῶν
παχέων σωμάτων, διὰ τὴν αὔξησιν τῆς
διαλυτικότητος τοῦ ὕδατος κατὰ δια-
φόρους ἐνεργείας τῆς βιομηχανικῆς χη-
μείας, δρῶς π. χ. διὰ τὴν ἐντὸς αὐτοῦ
διάλυσιν τῆς πηκτῆς τῶν ὅστῶν κτλ.
Τὸ σχῆμα 152 δίδει ἴδεαν τοῦ συνόλου
ἐνὸς αὐτοκλείστου χρησιμοποιουμένου
διὰ τὴν ἀποστείρωσιν τροφίμων.

μέρους τοῦ τοιχώματος διατηρήται κατωτέρα τῆς θερμοκρασίας τοῦ ύγρου (Άρχὴ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς). Τοιαύτη εἶναι ἡ περίπτωσις τῶν ἀποστακτικῶν συσκευῶν, ἐπίσης δὲ καὶ τοῦ πειράματος τοῦ Φραγκλίνου. Ἀφοῦ δηλ. βράσωμεν ὑδωρ ἐπί τινας στιγμὰς ἐντὸς ὑαλίνης σφαιρίδας καὶ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα διὰ τοῦ ἀτμοῦ, πωματίζομεν καλῶς τὴν σφαιρίδαν καὶ τὴν ἀναστρέφομεν (σχ. 153). Ὁ βρασμὸς παύει ἀλλ᾽ ἐὰν ψύξωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαιρίδας, φίπτοντες ἐπὶ αὐτῆς ὑδωρ, ἡ ἐλάττωσις τῆς ἔλαστικῆς δυνάμεως, τὴν ὅποιαν παράγει ἡ συμπύκνωσις τοῦ ἀτμοῦ, ἐπιτρέπει εἰς τὸ ὑγρὸν νὰ τεθῇ ἐκ νέου εἰς βρασμόν.

207. Ψῦχος παραγόμενον διὰ τῆς ἔξαεριώσεως.—^Ο Ο σηματισμὸς ἀτμοῦ ἀπαιτεῖ θερμότητα, ὅπως καὶ ἡ μετάβασις ἐκ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγράν. Ἐν ὑγρόν, τὸ δόποιον ἔξατμιζεται, θὰ λάβῃ ἀπὸ τὸν ἑαυτόν του καὶ τὰ γειτονικὰ σώματα τὴν ἀναγκαίαν θερμότητα, διὰ νὺ παραγάγῃ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει πτῶσις τῆς θερμοκρασίας. Οὕτω ὁ αἰθήρος χυνόμενος ἐπὶ τῆς χειρὸς παράγει, ἔξατμιζόμενος, ζωηρὸν αἰσθήμα ψύξεως. Χυνόμενος ἐπὶ τοῦ δοχείου θερμομέτρου περιβεβλημένου διὰ μουσελίνης, καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν κάτω τοῦ 0°.



Σχ. 153

χρησιμοποιεῖται πρὸς ψῦξην τοῦ ὕδατος κατὰ τὸ θέρος. Πρὸς τοῦτο τίθεται τὸ ὑδρωρ ἐντὸς πηλίνων ἀγγείων, τὰ δόποια εἶναι πορώδη, ὥστε τὸ ὑδωρ διερχόμενον βραδέως διὰ μέσου τῶν πόρων τῶν τοιχωμάτων νὰ ἔξατμιζεται ἐπὶ τῆς ἔξωτερης αὐτῶν ἐπιφανείας.

Ἡ ψυκτικὴ ἔνέργεια τῆς αὐτομάτου ἔξατμίσεως δύναται τοσοῦτον νὰ ἐνταθῇ διὰ καταλλήλων μέσων, ὥστε νὰ ἐπέλθῃ καὶ αὐτὴ ἡ πήξις τοῦ ὕδατος.

208. Κατασκευὴ τοῦ πάγου δι' ἔξατμίσεως ύγρας ἀμμωνίας.—Δοχεῖον Α περιέχον κεκορεσμένον διάλυμα ἀμμωνίας συγκρινωνεῖ διὰ σωλῆνος μὲ κοῖλον δοχεῖον Γ, τὸ δόποιον σχηματίζει μετά

τούτου περιοχὴν κλειστὴν (σχ. 154). Ὅταν θερμανθῆ τὸ δοχεῖον A, ἡ ἀμμωνία ἐκλύεται καὶ ὑγροποιεῖται εἰς τὸ Γ. Ἐὰν κατόπιν βυθισθῇ τὸ δοχεῖον A εἰς ψυχὸν ὕδωρ, ἡ ὑγροποιηθεῖσα ἀμμωνία ἔξαερισται, τὴν φορὰν ταύτην ἀνευ θερμότητος. Παράγει δὲ τόσον ψῦχος εἰς τὸ δοχεῖον Γ ὥστε, ἐὰν εἰς τὴν κοιλότητα τοῦ δοχείου Γ ἔχῃ εἰσαχθῆ κύλινδρος Ε πλήρης ὕδατος, τὸ ὕδωρ τοῦ κυλίνδρου πήγνυται.

209. Θερμότης ἔξαεριώσεως.— Θερμότης ἔξαεριώσεως ὑγροῦ τιγος εἰς θ^ο καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν θερμίδων, τὰς δόπιας πρέπει νὰ παραχωρήσωμεν εἰς ἐν γραμμάριον τοῦ ὑγροῦ τούτου, διὰ γὰ μεταφέρωμεν αὐτὸς εἰς τὴν κατάστασιν ἀτμοῦ κεκορεσμένου χώρου καὶ εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Οὕτω διὰ νὰ μετατραπῇ ἐν γραμμάριον ὕδατος, θερμανθὲν εἰς 100°, εἰς ἀτμὸν κεκορεσμένου χώρου, τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας τῶν 100°, ἀπαιτοῦνται 537 θερμίδες. Ἡ θερμότης ἔξαεριώσεως λοιπὸν τοῦ ὕδατος εἰς 100° εἶναι 537 θερμίδες. Ἀντιστρόφως, δταν ἀτμὸς συμπυκνοῦται, παρέχει ποσότητα θερμότητος ἵσην πρὸς ἐκείνην τὴν δόπιαν ἔλαβε διὰ νὰ ἔξαεριωθῇ. Ἐπὶ τῆς ἴδιότητος ταύτης στηριζόμενοι προσδιορίζομεν τὴν θερμότητα ἔξαεριώσεως τοῦ ὕδατος καὶ τῶν περισσοτέρων ὑγρῶν διὰ τῆς μεθόδου τῶν μειγμάτων.

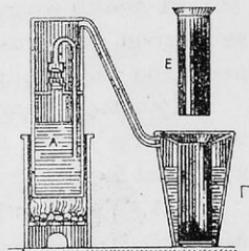
Προβλήματα.

1ον. Πόσα γραμμάρια ὑδρατμοῦ (θερμοκρασίας 100°) πρέπει νὰ συμπυκνώσωμεν ἐντὸς δύο χιλιογράμμων ὕδατος 15°, ἵνα τὸ μεῖγμα λάβῃ θερμοκρασίαν 30°; Τὸ ὕδωρ περιέχεται ἐντὸς δοχείου ἐξ ὀρείχαλκου, βάρους 100 γρ. καὶ εἰδ. θερμ. 0,0939.

2ον. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τοῦ δοπίου τὸ ισοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι 1000 γρ., συμπυκνοῦμεν 26 γρ. ὑδρατμοῦ εἰς 100°. Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου εἶναι 4°, ἡ δὲ τελικὴ 20°. Ποία ἡ θερμότης ἔξαεριώσεως τοῦ ὕδατος εἰς 100°;

ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

210. Κρίθιμον σημεῖον.— Ἀπὸ φυσικῆς ἀπόψεως οὐδεμίᾳ οὐσιώδης διαφορὰ ὑπάρχει μεταξὺ ἀτμῶν καὶ ἀερίων. Ἐπειδὴ πάντα τὰ ἀέρια ἔχουν ὑγροποιηθῆ, δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἀτμοὶ σωμάτων



Σχ. 154

ύγρων. Ἐφ' ἑτέρου ή μελέτη τῶν ἀτμῶν δεικνύει, ὅτι ὅσον οὗτοι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ κόρου, εἴτε δι' ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας εἴτε δι' ἐλαττώσεως; τῆς πιέσεως, τόσον αī ἰδιότητες αὐτῶν πλησιάζουν πρὸς τὰς ἴδιότητας τῶν ἀερίων. Αī μέθοδοι λοιπόν, διὰ τῶν διοίων ὑγροποιοῦνται τὰ ἀέρια καὶ οī ἀτμοί, πρέπει κατ' ἀρχὴν νὰ είναι ἀνάλογοι.

Ἡ πρώτη ἀναγκαία συνθήκη, διὰ νὰ είναι ἡ ὑγροποίησις δυνατή, είναι ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου ἢ τοῦ ἀτμοῦ πρέπει νὰ είναι μικροτέρα τῆς κοισίμου αὐτοῦ θερμοκρασίας.

Κρίσιμος θερμοκρασία ἀερίου ἢ ἀτμοῦ καλεῖται ἡ θερμοκρασία, ὑπεράνω τῆς ἀποίας είναι ἀδύνατον τοῦτο γὰρ ὑγροποιηθῆ, ὁσηδήποτε πίεσις καὶ ἂν ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτοῦ.

211. Υγροποίησις.—*Ἡ ύγροποίησις είναι φαινόμενον ἀντίθετον τῆς ἔξαερώσεως, ἡ μετάβασις, δηλ. σώματός τινος ἀπὸ τῆς ἀεριώδους καταστάσεως εἰς τὴν ὑγράν.*

Συνθῆκαι ύγροποιήσεως τῶν ἀεριωδῶν σωμάτων. Διὰ νὰ ὑγροποιήσωμεν ἀέριον ἢ ἀτμόν, πρέπει νὰ φύξωμεν αὐτὸν κάτω τῆς κρίσιμου θερμοκρασίας του. Δυνάμεθα τότε νὰ τὸ ύγροποιήσωμεν κατὰ δύο τρόπους:

α) Εἰς θερμοκρασίαν ἐπαρκῶς χαμηλήν, ἡ ὅποια είναι τὸ κανονικὸν σημεῖον ζέσεως τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὅποιον θὰ προέλθῃ ἐκ τῆς ἔγροποιήσεως. Τὸ ἀέριον ὑγροποιεῖται τότε ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

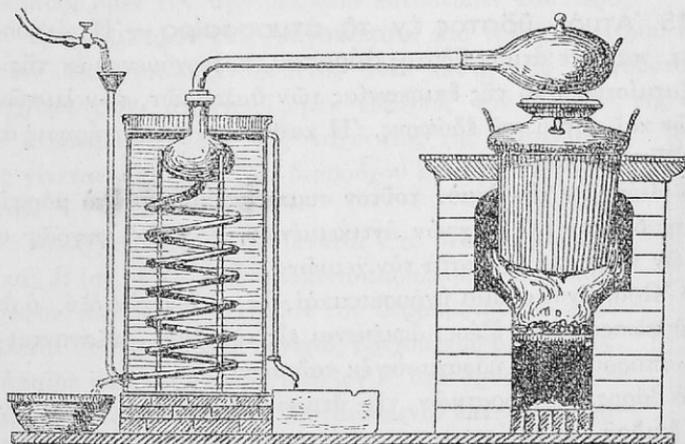
β) Εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τοῦ κανονικοῦ σημείου ζέσεως, ἀλλὰ μικροτέραν τῆς κοισίμου θερμοκρασίας, ἡ ὑγροποίησις γίνεται δι' ἐπαρκοῦς πιέσεως, μεγαλυτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Τὸ ἀέριον ἀγετᾷ εἰς κατάστασιν ἀτμοῦ κεκορεσμένου χώρου καὶ κατόπιν ὑγροποιεῖται.

212. Απόσταξις.—*Απόσταξις ὑγροῦ τινος καλεῖται ἡ ἔξαερώσις αὐτοῦ ἐντὸς πρώτου τινὸς δοχείου καὶ ἡ συμπύκνωσις τῶν παραγομένων ἀτμῶν εἰς δεύτερον δοχεῖον ψυχρότερον.*

Τὸ σχῆμα 155 παριστᾶ συσκευὴν χρησιμοποιούμενην διὰ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ ὑδατος. Τοῦτο θερμαίνεται μέχρι ζέσεως ἐντὸς λέβητος. Οī, παραγόμενοι ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται ἐντὸς διφοιειδοῦς σωλῆνος, ἐμβαπτισμένου εἰς ψυκτήρα πλήρη ψυχροῦ ὑδατος, διαρκῶς ἀνανεουμένου. Τὸ ἀπεσταγμένον ὑδωρ συλλέγεται ἐντὸς ἔξωτεροικοῦ δοχείου.

Κλασματικὴ ἀπόσταξις. Διὰ τῆς ἀποστάξεως χωρίζομεν ὑγρὰ ἀνίσως ἔξατμιστά. Κατὰ τὴν ἀπόσταξιν μείγματος δύο ὑγρῶν Α καὶ Β, τῶν διοίων τὰ σημεῖα ζέσεως εἶναι π. χ. 50° καὶ 100° , τὸ Α φθάνει εἰς τὸν 50° καὶ ὁ ἀτμὸς αὐτοῦ συμπυκνοῦται· κατόπιν τὸ Β φθάνει εἰς τὸν 100° καὶ συμπυκνοῦται καὶ τούτου ὁ ἀτμός. Τὸ μεῖγμα κατὰ τὸν τρόπον τοῦτο χωρίζεται. Τοιουτορόπως τὸ ἀκάθαρτον πετρέλαιον παρέχει διάφορα προϊόντα διὰ τῆς κλασματικῆς ἀποστάξεως.

Ἐὰν αἱ θερμοκρασίαι ζέσεως τῶν Α καὶ Β δὲν ἀπέχουν πολύ, τὰ πρῶτα συλλεγόμενα μέρη τοῦ Α περιέχουν ὡρισμένην ποσότητα ἐκ τοῦ Β. Ἀποστάζοντες πάλιν τότε τὸ ληφθὲν ἀπόσταγμα, ἐλαττοῦ-



Σχ. 155

μεν τὴν ποσότητα τοῦ Β εἰς τὸ νέον προϊόν, καὶ οὕτω καθ' έξῆς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον π.χ. ἀπαλλάσσομεν τελείως τὸ οἰνόπνευμα ἐκ τοῦ ὕδατος.

213. Στερεοποίησις τῶν ἀερίων.—“Οταν ἀναγκάζωμεν ὑγροποιημένον τι ἀέριον νὰ ἔξατμισθῇ ταχύτατα, ἥ θερμοκρασία αὐτοῦ καταπίπτει συνήθως ἀρκετά, ὥστε νὰ προκληθῇ ἥ πῆξις τοῦ ὑπολοίπου ὑγροῦ.

Οὕτω διὰ ταχείας ἔξατμίσεως ὁ ὑγρὸς ἀήρ στερεοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν ἡμιπήκτου μάζης, ἀποτελουμένης ἐκ τοῦ στερεοποιηθέντος ἀζώτου καὶ ἔτι ὑγροῦ δεξιγόνου.

214. Βιομηχανικαὶ ἐφαρμογαὶ τῶν ὑγροποιημένων ἀε-

ρίων.—**Η** άμμωνία, τὸ διοξείδιον τοῦ θείου, τὸ διοξείδιον τοῦ ανθρακος εἰς ὑγρὰν κατάστασιν χρησιμοποιοῦνται πολὺ διὰ τὴν παραγωγὴν ταπεινῶν θερμοκρασιῶν, χρησίμων εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ πάγου καὶ τὴν διατήρησιν διαφόρων ἐδωδίμων, ὑποκειμένων εἰς σῆψιν, οἷον κρεάτων, γλυκισμάτων κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

215. Ἀτμὸς ὕδατος ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ.—**Η** ἀτμόσφαιραὶ περιέχει πάντοτε ἀτμὸν ὕδατος ἀρρατον, προερχόμενον ἐκ τῆς συνεχοῦς ἔξατμίσεως ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν καὶ αὐτοῦ τοῦ ἐδάφους. **Η** καθημερινὴ παρατήρησις ἀποδεικνύει τοῦτο. Πρόγαματι :

α) Βλέπομεν τὸν ἀτμὸν τοῦτον συμπυκνούμενον ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτης δρόσου ἐπὶ ψυχρῶν ἀντικειμένων, π. χ. ἐπὶ ψυχρᾶς φιάλης ἢ ἐπὶ τῶν ὑαλοπινάκων κατὰ τὸν χειμῶνα.

β) Ωρισμέναι οὖσαι ὑγροσκοπικαί, ὡς τὸ θεικὸν δεῖ, ὁ ἀνυδρίτης τοῦ φωσφορικοῦ δέέος, ἀφιέμεναι εἰς τὸν ἀέρα, αὐξάνονται κατὰ βάρος, ἀπορροφῶσαι ὑδρατμοὺς ἐκ τοῦ ἀέρος.

Τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι μεταβλητόν. Τοῦτο ἐπιδρᾷ ἐπὶ πλείστων φαινομένων, π. χ. ἐπὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς δμήκλης, τῶν νεφῶν, τῆς δρόσου κλπ. Τὰ φαινόμενα ταῦτα δὲν ἔξαρτῶνται μόνον ἀπὸ τὸ βάρος β τοῦ ὑδρατμοῦ, δστις περιέχεται εἰς ἔκαστην μονάδα ὅγκου ἀέρος κατὰ δεδομένην στιγμήν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ βάρος Β, τὸ ὅποιον θὰ περιείχειν αὕτη εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἄν δὲ ἀήρ ἦτο κεκορεσμένος. Λέγομεν δτι δὲ ἀήρ εἶναι ύγρος, δταν δὲ διαφορὰ Β — β εἶναι μικρὰ καὶ μικρὰ πτῶσις τῆς θερμοκρασίας δύναται νὰ ἐπιφέρῃ συμπύκνωσιν τοῦ ἀτμοῦ. Ο ἀήρ λέγεται ξηρός εἰς τὴν ἀντίθετον περίπτωσιν, δπότε προκαλεῖ τὴν ἔξατμισιν τοῦ ὕδατος.

216. Σκοπὸς τῆς ύγρομετρίας.—Σκοπὸς τῆς ύγρομετρίας εἶναι δὲ προσδιορισμὸς τοῦ βάρους τοῦ ὑδρατμοῦ τοῦ περιεχομένου καθ' ὥρισμένην στιγμὴν εἰς γνωστὸν ὅγκον ἀέρος.

·**Ύγρομετρική κατάστασις.** Ο λόγος $\frac{\beta}{B}$, δοτις χαρακτηρίζει εἰς δεδομένην στιγμὴν τὴν ὑγρασίαν ἢ ξηρασίαν τοῦ ἀέρος, καλεῖται **΍γρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος**. Ο λόγος οὗτος εἶναι τοσοῦτον μεγαλύτερος, δσον ὁ ἀήρ εἶναι ὑγρότερος, λαμβάνει δὲ τὴν μεγίστην αὐτοῦ τιμὴν 1, δσον ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος, διότι τότε θὰ ἔχωμεν $\beta = B$.

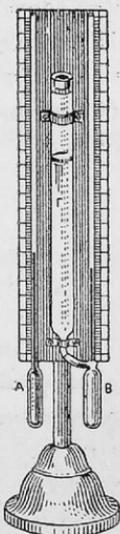
Εἰς ἀέρα τελείως ξηρὸν $\frac{\beta}{B} = 0$.

217. Υγρόμετρα.—Τὰ ὑγρόμετρα εἶναι ὅργανα, διὰ τῶν δποίων προσδιορίζομεν τὴν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος.

Ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου. Διὰ τοῦ ὑγρομέτρου τούτου, τὸ δποῖον ὑπὸ τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτὸ καθηγητοῦ Αὐγούστου ἐκλήθη **ψυχρόμετρον**, ἀναγνωρίζομεν ἐμμέσως τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρότητος τῆς ἀτμοσφαίρας διὰ τῆς ταχύτητος τῆς ἔξατμίσεως, ητις γίνεται ἐπὶ σώματος διαβρόχου ἐκτεθειμένου εἰς αὐτήν.

Τὸ ὅργανον τοῦτο συνίσταται ἀπὸ δύο θερμόμετρα A καὶ B (σχ. 156) προσηλωμένα παραλλήλως ἐπὶ κατακορύφου πλακός. Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου B περιβάλλεται δι' ὑφάσματος συνεχῶς βρεχομένου διὰ ὕδατος, τὸ δποῖον φέρεται ἀπὸ τὸ δοχεῖον Γ διὰ θρυαλλίδος ἐκ βάμβακος. Τὸ ὄδωρ τοῦτο, ἔξατμιζόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου B, ψύχει αὐτό συνεπῶς τὸ θερμόμετρον B δεικνύει σταθερῶς θερμοκρασίαν θ' κατωτέραν τῆς θ., τὴν δποίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον A. Η διαφορὰ εἶναι τόσον μεγαλειτέρα, δσον ἡ ἔξατμισις εἶναι ταχύτερα, δηλ. δσον περισσότερον ὁ ἀήρ ἀπέχει τοῦ σημείου τοῦ κόρου. Απὸ τὴν διαφορὰν ταύτην τῶν θερμοκρασιῶν ($\theta - \theta'$) εὑρίσκεται ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος δι' εἰδικῶν πινάκων.

218. Χρησιμότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὄρατμοῦ.—**A)** **Συντήρησις τῆς ζωῆς.** Τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῷα ἔχουν ἀνάγκην ὄδωρος διὰ νὰ ζήσουν. Τὸ ὄδωρ τοῦτο παρέχεται εἰς αὐτὰ ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὄρατμοῦ. "Αν τὸ ὄδωρ δὲν ἔξεπεμπεν ἀτμούς, τὰ νέφη, ἡ βροχή, αἱ πτηγαὶ δὲν θὰ ὑπῆρχον. Τὸ ὄδωρ θὰ συνεκεντῷ τὸ



Σχ. 156

εἰς τὰς θαλάσσας, τὸ δὲ ἐσωτερικὸν τῶν ἡπείρων θὰ ἦτο ἔρημον καὶ ἀκατοίκητον.

Β) Μεταφορὰ θερμότητος καὶ ρυθμιστικὸς προορισμός. — ‘Η ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης παραλαμβάνει παρὰ τοῦ Ἡλίου, διστις τὴν θερμαίνει, τὴν ἀναγκαίαν θερμότητα διὰ τὴν ἔξατμησιν. Ο σχηματισθεὶς ἀτμός, παρασυρόμενος ὑπὸ τῶν ἀνέμων, συμπυκνοῦται περιατέρω ὑπὸ μορφὴν νεφῶν καὶ βροχῆς. Ἀποδίδει τότε τὴν θερμότητα ἔξαεριώσεως, τὴν ὅποιαν ἀπερρόφησε κατὰ τὸν σχηματισμὸν του.

‘Ο ἀτμοσφαιρικὸς ὑδρατμὸς μεταφέρει λοιπὸν τὴν θερμότητα. Ἐκ τούτου προκύπτει ὅτι ἡ δριμύτης τῶν κλιμάτων ἐλαττοῦται, ἐπιβραδύνονται δὲ αἱ πολὺ ἀπότομοι μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας.

Γ) Προστασία κατὰ τῆς ἀκτινοβολίας. — ‘Ο ἀόρατος ὑδρατμός, παρεντιθέμενος μεταξὺ τοῦ γηίνου ἐδάφους καὶ τῶν οὐρανίων διαστημάτων, σχηματίζει ἐν εἶδος διαφράγματος, τὸ δροῦσὸν προφυλάσσει τὸ ἔδαφος ἀπὸ πολὺ ἵσχυρας ἥλιασεως κατὰ τὴν ήμέραν καὶ ἀπὸ πολὺ μεγάλης ψυχήσεως κατὰ τὴν νύκτα.

Τὰ νέφη καὶ αἱ διμήλαι, αἱ δρόποια σχηματίζονται ὑπὸ τοῦ ὑδραιτικοῦ συμπυκνουμένου, ἐνεργοῦν ἀκόμη δραστικώτερον κατὰ τῆς ἀκτινοβολίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

219 Διάδοσις τῆς θερμότητος. — ‘Οταν δύο σώματα ἀνίσων θερμοκρασιῶν εὑρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν περιοχήν, ἡ ίσορροπία τῆς θερμοκρασίας τείνει νὰ ἀποκατασταθῇ διὰ διαδόσεως τῆς θερμότητος ἐκ τοῦ θερμοτέρου σώματος εἰς τὸ ψυχρότερον. Η διάδοσις γίνεται :

Α) Διὰ μεταφορᾶς. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον τῆς διαδόσεως, ὅταν ἐν θερμὸν σῶμα εὑρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ θερμοτέρου, θερμαίνει ἀμέσως τὰ στρώματα τοῦ θερμοτέρου, τὰ δρόποια ἐφάπτονται αὐτοῦ. Ταῦτα μεταφέρονται μετὰ τῆς θερμότητος, τὴν δρόποιαν ἔλαβον, καὶ ἀντικαθίστανται διὸ ἄλλων, τὰ δρόποια ἐπίσης θερμαίνονται, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Β) Δι' ἀγωγῆς. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον τῆς διαδόσεως ἡ θερμότης μεταβαίνει ἀπὸ μορίου εἰς μόροιν ἐκ τῶν θερμοτέρων με-

φῶν εἰς τὰ ψυχούτερα, καὶ ἀνυψοῖ βραδέως τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν, ἄνευ μεταφορᾶς ὑλῆς καὶ ἄνευ μεταβολῆς τῶν σχετικῶν θεσεών τῶν μορίων.

Γ) Δι' ἀκτινοβολίας. Εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν κίνησις θερμαντική μεταδίδεται, ὅπως τὸ φῶς, ἀπὸ ἀποστάσεως, διὰ τοῦ αἰθέρος, μετὰ μεγίστης ταχύτητος, χωρὶς νὰ θερμάνῃ τὰ σώματα, τὰ δόποια διαπερᾶ, μέχρις ὅτου συναντήσῃ σῶμα, ὅπερ, ἀπορροφῶν ταύτην, θερμαίνεται.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΥΔΡΑΓΩΓΗΣ

220. Εύδερμαγωγὰ καὶ δυσδερμαγωγὰ σώματα.—Πάντα τὰ σώματα δὲν μεταδίδουν κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον μετὰ τῆς αὐτῆς εὐκολίας τὴν θερμότητα. Καλοῦμεν εύθερμαγωγὰ μὲν ἐκεῖνα, τὰ δόποια μεταδίδουν αὐτὴν εὐκόλως, ὅπως π.χ. τὰ μεταλλα· δυσθερμαγωγὰ δὲ ἐκεῖνα, τὰ δόποια μεταδίδουν αὐτὴν δυσκόλως· τοιαῦτα εἶναι τὰ ξύλα, ή ὑαλος, αἱ ορτίναι, καὶ πρὸ πάντων τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀεριώδη σώματα.

Ἐκ τῶν ὑγρῶν μόνον δὲ ὑδράργυρος ἀποτελεῖ ἔξαιρεσιν, καὶ τοῦτο ἔνεκα τῆς μεταλλικῆς αὐτοῦ φύσεως.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

221. Υγρὰ ἡ ἀεριώδη ρεύματα.—Οταν θερμαίνωμεν ὑγρόν τι ἐντὸς δοχείου, τὰ θερμαινόμενα στρώματα διαστέλλονται, γίνονται συνεπῶς ἐλαφρότερα καὶ ἀνέρχονται, τὰ δὲ ἀνώτερα στρώματα ὡς βαρύτερα κατέρχονται. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον, ἐὰν φίνωμεν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ φινίσματα ξύλου, καθιστῶμεν φανερὰ δύο ρεύματα ὑγρά, ἐν ἀναβατικὸν εἰς τὸ κέντρον καὶ ἐν καταβατικὸν κατὰ μῆκος τῶν τοιχωμάτων (σχ. 157). Η μεταφορὰ αὕτη τῆς θερμότητος ἔξισώνει τὰς θερμοκρασίας.

Εἰς ἀεριώδη μᾶζαν, τῆς ὁποίας τὰ μόρια εἶναι μᾶλλον διαστατὰ καὶ μᾶλλον εὐκίνητα τῶν ὑγρῶν μορίων, ή μετάδοσις τῆς θερμότητος γίνεται ἐπίσης διὰ μεταφορᾶς. Ο ἀήρ θερμαινόμενος ἐν ἐπαφῇ μετὰ θερμῆς ἐπιφανείας ἀνυψοῦται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἀέρος ψυχοῦ.



Σχ. 157

222. Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν.—Πάντα τὰ ὑγρά, ἐκτὸς τοῦ ὑδραγγύδου, ἔχουν πολὺ μικρὰν ἀγωγιμότητα. Διὰ νὰ ἀποδεῖξωμεν τοῦτο, πληροῦμεν μὲν ὕδωρ σωλῆνα καὶ εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ θέτομεν τεμάχιον πάγου συγκρατούμενον ἐκεῖ διὰ καταλήγου ἔρματος. Ἐὰν θερμάνωμεν διὰ λύχνου τὸν σωλῆνα κατὰ τὸ μέσον διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν τὴν μεταφοράν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῷ τὸ ὕδωρ ζέει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος, ὁ πάγος δὲν τήκεται.

223. Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων.—Ἡ ἀγωγιμότης τῶν ἀερίων εἶναι ἀκόμη μικροτέρα ἀπὸ τὴν τῶν ὑγρῶν. Ἡ ἐλαχίστη αὕτη ἀγωγιμότης τῶν ἀερίων ἀποκρύπτεται πολλάκις ὑπὸ τῶν οευμάτων μεταφορᾶς.

Ἄλλος ἐὰν ἐμποδίσωμεν τὴν παραγωγὴν τῶν οευμάτων τούτων, ἐγκλείοντες τὰ ἀέρια ἐντὸς νηματωδῶν οὖσιων (βάμβακος, ἄχυρων, πτίλων κτλ.), ἥ κακὴ ἀγωγιμότης τῶν ἀερίων ἀναφαίνεται.

224. Θερμαγωγὸν τοῦ κενοῦ.—Τὸ θερμαγωγὸν τοῦ κενοῦ εἶναι μηδέν.

225. Ἐφαρμογαὶ τοῦ εὔδερμαγωγοῦ ἢ τοῦ δυσδερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων.—**Θερμικὴ ἀπομόνωσις.** Τῆς εὐκολωτέρας ἢ δυσκολωτέρας μεταδόσεως τῆς θερμότητος ὑπὸ τῶν διαφόρων σωμάτων ἔχουμεν πολναρίθμους ἐφαρμογάς. Ἐὰν π.χ. θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν ὑγρόν τι ἐπὶ μακρὸν χρόνον θερμόν, θέτομεν αὐτὸς ἐντὸς δοχείου, τὸ δποῖον φέρει διπλᾶ τοιχώματα, τὸ μεταξὺ δὲ αὐτῶν κενὸν διάστημα πληροῦμεν διὰ σώματος δυσθερμαγωγοῦ, οἷον οινισμάτων ξύλου, τετροιμένης ὑάλου, λόνεως ἀνθράκων, ἀχύρων κτλ.

Τὸ αὐτὸν μέσον μεταχειριζόμεθα καὶ διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν σῶμά τι νὰ ἀπορροφήσῃ θερμότητα. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν π.χ. τὸν πάγον κατὰ τὸ θέρος, περιβάλλομεν αὐτὸν δι' ἀχύρων ἢ διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.

Ἡ θερμικὴ ἀπομόνωσις τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος ἐπιτυγχάνεται διὸ τῶν ἐνδυμάτων, τὰ δποῖα τὸ προστατεύονταν κατὰ μὲν τὸν χειμῶνα ἀπὸ τοῦ ψύχους, κατὰ δὲ τὸ θέρος ἀπὸ τῆς ὑπερβολικῆς θερμότητος τὰ ὑφάσματα, ἐκ τῶν δποίων κατασκευάζονται τὰ ἐνδύματα, ἀπομονοῦν κυρίως διὰ τοῦ ἀέρος, τὸν δποῖον κρατοῦν μεταξὺ τῶν ἴνων αὐτῶν. Τὸ ἔριον καὶ ἡ μέταξα εἶναι τὰ καλλίτερα ἀπομονωτικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΝ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

226. Πηγαι δερμότητος.—¹Η θερμότης είναι μία μορφή τῆς ἐνέργειας, ἡ δποία ἔμφανίζεται εἰς πλείστας περιπτώσεις. Αἱ κημικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ δποῖαι ἐκλύουν ἐνέργειαν συνήθως ὑπὸ μορφὴν θερμότητος (καύσεις, δξειδώσεις κτλ.), καλοῦνται ἔξωθερμικαί. ²Υπάρχουν πρὸς τούτοις πολυάριθμα φυσικὰ φαινόμενα ἐπίσης ἔξωθερμικά, δπως π. χ. ἡ πῆξις ὑγροῦ, ἡ συμπύκνωσις ἀτμοῦ, ἡ κυνστάλλωσις στερεοῦ διαλελυμένου κτλ. ³Ἐπίσης τὰ φαινόμενα τῆς ζωῆς εἰς τὸν ἄνθρωπον καὶ τὰ ἀνώτερα ζῶα παράγουν θερμότητα κατὰ τρόπον συνεχῆ, οὕτω δὲ ἡ θερμοκρασία τοῦ ζῶντος δργανισμοῦ παραμένει ἐπαισθητῶς σταθερὰ καὶ ἀνωτέρα τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος. Καὶ ἡ δίοδος τοῦ ἥλεκτρικοῦ φεύματος διὰ στερεοῦ ἀγωγοῦ παράγει θερμότητα.

Η θερμότης είναι μία τῶν μορφῶν τῆς ἐνέργειας ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἄλλαι : ἡ μηχανική, ἡ ἥλεκτρική, ἡ χημικὴ ἐνέργεια, τὸ φῶς, ἡ φαρμακευτική. Μία οίαδήποτε τῶν μορφῶν τῆς ἐνέργειας λαμβάνει γένεσιν διὰ μετατροπῆς ίσοδυνάμου ποσότητος ἄλλης μορφῆς ἐνέργειας, τοῦτο δὲ γενικῶς ἐπιτυγχάνεται διά τίνος δργάνου ἡ μηχανικῆς. Οὕτως ἡ ἀτμομηχανὴ μετατρέπει τὴν θερμότητα εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν, ἡ δυναμοηλεκτρικὴ μηχανὴ τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἥλεκτρικὴν ἡ ἀντιστρόφως, οἱ ἥλεκτρικοὶ λαμπτῆρες μετατρέπουν τὴν ἥλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς φῶς κτλ.

227. Μετατροπὴ τῆς μηχανικῆς ἐνέργειας εἰς δερμαντικὴν ἐνέργειαν.—Τὰ μᾶλλον ἐνδιαφέροντα παραδείγματα μετατροπῆς τῆς μηχανικῆς ἐνέργειας εἰς ἐνέργειαν θερμαντικὴν παρέχονται συγχότατα κατὰ τὴν τριβὴν καὶ τὴν κροῦσιν τῶν στερεῶν, καθὼς ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν συμπίεσιν τῶν ἀερίων.

Οὕτω π. χ. είναι γνωστόν, δτι κομβίον μετάλλινον προστριβόμενον ἐπὶ τραπέζης θερμαίνεται. ⁴Ἐπίσης δ σίδηρος, ὅταν σφυρηλατῆται θερμαίνεται. Εἰς τὸ δι⁵ ἀέρος πυρεῖον, ἐὰν πιέσωμεν ἀποτόμως τὸν ἐμβολέα, ἀναπτύσσεται τόση θερμότης, ὡστε τεμάχιον ἀγαρικοῦ, τεθὲν ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ἀναφλέγεται.

228. Μετατροπή τῆς θερμαντικῆς ἐνεργείας εἰς μηχανικήν ἐνέργειαν.—¹Αντιστρόφως, ἡ θερμότης δύναται νὰ παραγάγῃ μηχανικὸν ἔργον. Διὰ τοῦτο πάντα τὰ σώματα διαστέλλονται δι’ αὐτῆς παρὰ τὴν ἔξιολογικὴν πίεσιν. ²Η ἀξιολογωτέρα τῶν μετατροπῶν τούτων εἰς τὴν ἐφαρμογὴν παράγεται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς. ³Ωθῶν τὸν ἐμβολέα δ’ ἀτμός, ψύχεται. Τὸ ἐκτελεσθὲν λοιπὸν ἔργον εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς δαπανηθείσης θερμότητος. ⁴Ἐπίσης εἰς τοὺς δι’ ἐκρήξεων κινητῆρας ἡ θερμότης διφείλεται εἰς τὴν καύσιν τῆς βενζίνης ἢ τοῦ οινοπνεύματος ἢ τοῦ χρησιμοποιηθέντος καυσίμου ἀερίου καὶ ἡ θερμότης αὕτη μετατρέπεται εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

229. Μετατροπai τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας.—¹Ο ἡλιος εἶναι ἡ πρώτη πηγὴ σκεδὸν πάσης ἐνεργείας, ἡ δοπία ἐκδηλοῦται ἐπὶ τῆς Γῆς.

Ἡ ἡλιακὴ θερμότης ἔξερινε τὸ ὕδωρ, σηματίζει τὰ νέφη, προκαλεῖ τὴν γένεσιν τῆς βροχῆς, τῆς χιόνος, τοῦ πάγου, τῶν ζευμάτων τοῦ ὕδατος καὶ ἀποτελεῖ συνεπῶς τὴν ἴσχυροτέραν τῶν μηχανικῶν δυνάμεων. ²Ο Ἡλίος, διὰ τῆς ἀνίσου θερμάσεως τοῦ ἀέρος εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἀτμοσφαίρας, παράγει τοὺς ἀνέμους, οἱ δοποὶ εἰς ἔξογάρων τὰ ἵστια τῶν πλοίων, στρέφουν τοὺς ἀνεμομύλους κτλ. Συντελεῖ ἐπίσης εἰς τὸ νὰ φύωνται τὰ φυτὰ καὶ διατηρεῖ συνεπῶς τὴν ζωὴν τοῦ ἀνθρώπου, καθὼς καὶ πάντων τῶν ζώων. Τὴν ἐνέργειαν ταύτην τὴν καταγομένην ἐκ τοῦ Ἡλίου, δ’ δοποῖς παρέχει εἰς ἡμᾶς τὰς τροφάς, δ’ δραγανισμὸς ἡμῶν διὰ χημικῆς ἐνεργείας, διὰ καύσεως, μετατρέπει εἰς θερμότητα καὶ κίνησιν. Τὰ ἔνδα καὶ αἱ ἄλλαι καύσιμοι ὕλαι φυτικῆς ἢ ζωικῆς προελεύσεως, καιδύμενα, ἀποδίδουν ἐπίσης τὴν ἡλιακὴν ἐνέργειαν.

Τὴν ἐκ τοῦ Ἡλίου προερχομένην ἐνέργειαν παρέχει εἰς τὰς ἀτμομηχανάς μας δ’ γαιάνθραξ, ἔλκων τὴν καταγωγὴν του ἐκ τῶν φυτῶν.

230. Μηχανικὸν ίσοδύναμον τῆς θερμίδος.—Εἰς πάντα τὰ προηγούμενα παραδείγματα παρατηρεῖται ἔξαφάνισις μηχανικοῦ ἔργου, συμπίπτουσα μετὰ παραγωγῆς ὠρισμένης ποσότητος θερμότητος, ἢ ἀντιστρόφως, ἔξαφάνισις θερμότητος καὶ σύγχρονος παραγωγὴ ἔργου.

Ἡ ἀναλογία αὕτη μεταξὺ τοῦ ἔξαφανιζομένου ἔργου καὶ τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος ἢ μεταξὺ τῆς δαπανωμένης θερμότητος καὶ τοῦ παραγομένου ἔργου ἄγει εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς ἀρχῆς τοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἔργου, κατὰ τὴν δοποίαν: Κατὰ πᾶσαν μετατροπὴν μηχανικῆς ἐνεργείας εἰς ἐνέργειαν θερμαγτικὴν πα-

ρατηρεῖται σταθερά σχέσις μεταξὺ τῆς ποσότητος τοῦ ἔργου καὶ τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος, αἱ δύοιαι παρεμβαίγουν. Ἀρκεῖ ή τελειὴ κατάστασις τοῦ συστήματος γὰρ παραμένῃ διοίᾳ πρὸς τὴν ἀρχικὴν (δηλ. νὰ μὴ ὑπάρχῃ ἄλλη μετατροπὴ τῆς ἐνεργείας). Ἡ σχέσις αὕτη εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς φύσεως τῶν σωμάτων καὶ τοῦ μηχανισμοῦ, κατὰ τὸν διοῖον γίνεται ή μετατροπή. Ἐὰν Ε ἡ ποσότης τοῦ ἔργου καὶ Θ ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, θὰ ἔχωμεν $\frac{E}{\Theta} = M$, ἐνθα M εἶναι μέγεθος σταθερόν, τοῦ διοίου ή τιμὴ ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν μονάδων, τὰς διοίας θὰ ἐκλέξωμεν.

Ἐὰν θέσωμεν Θ = 1, ἔχομεν E = M.

Δηλ. τὸ M εἶναι ἀριθμητικῶς ὕσον πρὸς τὸ ἔργον, τὸ διοῖον λαμβάνομεν, δταν δαπανῶμεν ποσότητα θερμότητος ὕσην μὲ τὴν μονάδα. Ἐπειδὴ δὲ μονὰς τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος εἶναι ή θερμίς, δ λόγος οὗτος καλεῖται μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμίδος.

Εἰς τὸ σύστημα C.G.S. ή τιμὴ τοῦ M εἶναι $4,18 \times 10^7$ ergs ή 4,18 joules. Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα, εἰς τὸ διοῖον μονὰς τοῦ ἔργου εἶναι τὸ χιλιογραμμόμετρον (=9,81 joules) καὶ μονὰς τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος ή μεγάλη θερμίς (=1000 μικραύ), ή τιμὴ τοῦ M εἶναι :

$$\frac{4,18 \times 1000}{9,81} = 426 \text{ χιλιογραμμόμετρα.}$$

Ἀντιστρόφως, τὸ θερμαντικὸν ἰσοδύναμον τῆς joule εἶναι ή ποσότης τῆς θερμότητος, δπολογιζομένη εἰς θερμίδας, τὴν διοίαν λαμβάνομεν, δταν δαπανῶμεν ἔργον μιᾶς joule. Τὸ ἰσοδύναμον τοῦτο εἶναι προφανῶς τὸ ἀντίστροφον τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμίδος,

ἔχει δὲ ὡς τιμὴν $\frac{1}{4,18} = 0,24$ τῆς μικρᾶς θερμίδος. Εἰς τὸ μετρικὸν σύστημα, τὸ θερμαντικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χιλιογραμμομέτρου ἔχει ὡς τιμὴν $\frac{1}{426} = 0,00236$ τῆς μεγάλης θερμίδος.

231. Ἀτμομηχαναί.—Μία θερμικὴ μηχανὴ μετατρέπει κανονικῶς τὴν θερμικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικὸν ἔργον ή κινητικὴν ἐνέργειαν. Εἰς τὴν ἀτμομηχανὴν ή μετατροπὴ αὕτη γίνεται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἀτμοῦ.

Τὰ οὖσιώδη ὅργανα πάσης ἀτμομηχανῆς εἶναι τὰ ἔξης :

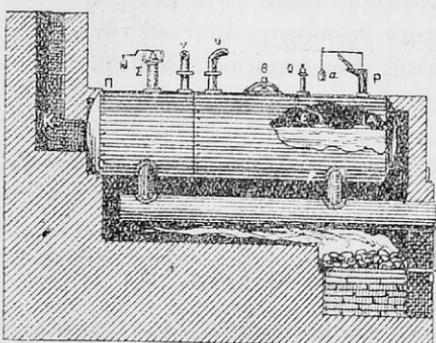
α) Ὁ ἀτμογόνος λέβητος. Οὗτος εἶναι ἐπιμήκης σιδηροῦς κύλινδρος

ΠΡ (σχ. 158), ό δοποιος συγκοινωνεῖ μὲ δύο ἄλλους κυλίνδρους μικροτέρας διαμέτρου, κειμένους ὑπ' αὐτὸν καὶ καλουμένους βραστῆρας.

‘Ο ἀτμὸς σχηματίζεται κατὰ πρῶτον εἰς τοὺς βραστῆρας, οἱ δοποὶ εὐρίσκονται ἐντὸς τῆς ἑστίας, καὶ ὁ ἀτμὸς οὗτος θερμαίνει τὸ ὕδωρ τοῦ κυλίνδρου ΠΡ συμπυκνούμενος ἐντὸς αὐτοῦ.

β) ‘Ο κύλινδρος. ‘Ο ἀτμὸς φέρεται ἐκ τοῦ λέβητος εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον, ὅπου κινεῖ ἐμβολέα διαμέτρου ἵσης μὲ τὴν ἑστερικὴν τοῦ κυλίνδρου (σχ. 159 καὶ 160). Τὸ στέλεχος Α τοῦ ἐμβολέως διέρχεται διὰ τῆς μιᾶς τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου, δλισθαῖνον ἐντὸς κυτίου Β μετὰ συνπίου, δπερ ἔμποδίζει τὰς διαφυγὰς τοῦ ἀτμοῦ.

γ) ‘Ο πυκνωτής. Οὗτος εἶναι δοχεῖον ἐρμητικῶς κλειστόν, κενὸν



Σχ. 158

νὰ ἀποκρούσῃ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Διότι ἡ πίεσις εἰς τὸν πυκνωτὴν δὲν ὑπερβαίνει τὴν μεγίστην τάσιν τοῦ ὑδρατμοῦ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς συμπυκνώσεως, ἡ δοπία εἶναι κατὰ πολὺ ἀσθενεστέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Τοιουτορόπως διὰ τῆς μεσελαβήσεως τοῦ πυκνωτοῦ περιορίζεται σημαντικῶς ἡ ἀντιδρῶσα δύναμις, τὴν ὅποιαν ἡ ἀτμόσφαιρα ἔξασκε ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως καὶ ἡ δοπία ἐλαττώνει κατὰ πολὺ τὴν ὥσπιν τοῦ ἀτμοῦ.

Αἱ ἀτμομηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων δὲν ἔχουν πυκνωτάς, διότι μόνον τὸ ἀναγκαῖον πρὸς τροφοδότησιν τοῦ λέβητος ὕδωρ δύνανται νὰ φέρουν μεθ' ἔαυτῶν. Εἰς τὰς μηχανὰς ταύτας ὁ ἀτμὸς ἔξερχόμενος τοῦ κυλίνδρου διευθύνεται εἰς τὴν καπνοδόχον καὶ ἡ ἔξακόντισις τοῦ

ἀέρος, διατηρούμενον διὰ ψυχροῦ ὕδατος εἰς ταπεινὴν θερμοκρασίαν. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς, ὁ ἀτμὸς τοῦ κυλίνδρου, μετὰ τοῦ δοπίου τίθεται εἰς συγκοινωνίαν, συγκεντροῦται καὶ συμπυκνοῦται ἐκεῖ. ‘Υπὸ τὰς συιθήκας ταύτας, ὁ ἐμβολέυς, κινούμενος ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, δὲν ἐκδιώκει πλέον κατὰ τὴν ἐπιστροφήν του τὸν ἀτμὸν καὶ δὲν εἶναι ἡναγκασμένος

ἀτμοῦ χρησιμοποιεῖται οὕτω πρὸς παραγωγὴν ἀναβατικοῦ ρεύματος ἐντὸς τῆς ἑστίας.

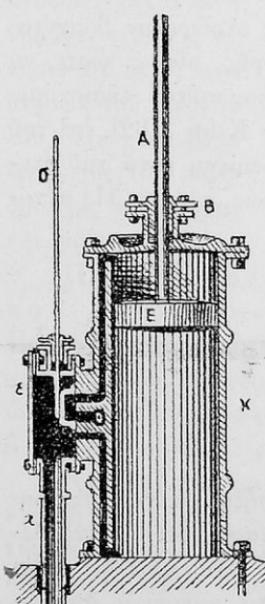
‘Η χοῦσις τοῦ πυκνωτοῦ εἶναι τοῦναντίον γενικὴ εἰς τὰς ἀμετα-θέτους ἀτμομηχανὰς καὶ τὰς μηχανὰς τῶν ἀτμοπλοί-ων. Ὁ λέβης μᾶλιστα τῶν τοιούτων μηχανῶν τρο-φοδοτεῖται διὰ τοῦ θερμοῦ ὕδατος, τὸ δποῖον προ-έρχεται ἀπὸ τὸν πυκνωτήν.

δ) Ὁ ἀτμονόμος σύρτης. Ἡ διανομὴ τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὸν κυλινδρον ἔκτελεῖται δι’ εἰδίκου μηχα-νισμοῦ, ὃστις ἐπιτρέπει εἰς τὸν ἀτμὸν νὰ διέρχεται ἐναλλάξ ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ ἐμβολέως.

‘Ο ἀτμὸς ἐρχόμενος ἐκ τοῦ λέβητος διὰ τοῦ σω-λῆνος χ (σχ. 159 καὶ 160), εἰσέρχεται ἐλευθέρως εἰς τὸν θάλαμον διανομῆς ε. Ἐπὶ τῆς μιᾶς ἔδρας τούτου

ἀνοίγονται τρεῖς δημοτικοὶ. Οἱ δύο α καὶ β φέρουν τὸν ἀτμὸν εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ κυλινδρού (σχ. 159). Ὁ μέσος ο δημητριαῖς αὐτὸν πρὸς τὸν πυκνωτήν.

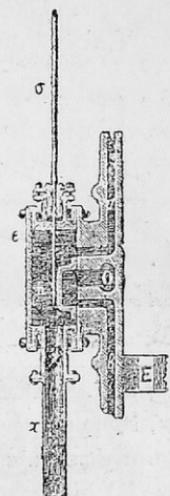
Κατὰ μῆκος τῆς αὐτῆς ἔδρας δὲ παλινδρομικῆς κινήσεως, ὁ ἀτμονόμος σύρτης, δημητριαῖς ὑπὸ στελέχους σ καὶ καλύπτων ἔκάστοτε δέοντος ἐκ τῶν τριῶν ἀνοιγμάτων τῶν δημοτικῶν. Εἰς τὸ σχ. 160 ὁ ἀνώτερος ἀγωγὸς α εἶναι κλειστὸς καὶ ὁ ἀπόλετος, φθάνων ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ ἀνέλθῃ. Συγχρόνως, ὁ ἀτμός ὁ εὑρισκόμενος ἀνωθεν τοῦ ἐμβολέως ἀπωθεῖται διὰ τοῦ δημοτοῦ α εἰς τὴν κοιλότητα τοῦ σύρτου καὶ ἀπὸ ἐκεῖ διὰ τοῦ δημοτοῦ ο φέρεται εἰς τὸν πυκνωτήν. Τοῦναντίον εἰς τὸ σχῆμα 159 κλειστὸς εἶναι ὁ β καὶ ἐπομένως ὁ ἀτμός, φθάνων ὑπεράνω τοῦ



Σχ. 160

διὰ τοῦ δημοτοῦ β καὶ τῆς κοιλότητος ο τοῦ σύρτου δ πυκνωτῆς δέχεται τὸν ἀτμόν, δ ὅποιος εὑρίσκεται ὑπὸ τὸν ἐμβολέα.

Μετατροπὴ τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως τοῦ ἐμβολέως εἰς

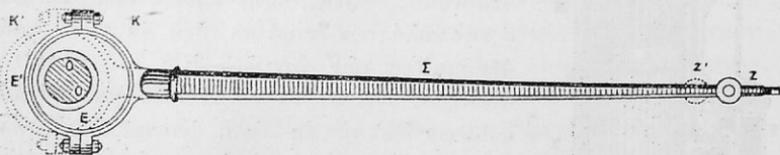


Σχ. 159

κίνησιν κυκλικήν. Τὸ στέλεχος τοῦ ἐμβολέως (σχ. 161) μεταδίδει τὴν κίνησιν διὰ τοῦ διωστῆρος α εἰς τὸ στρόφαλον η, τὸ δποῖον στρέφει τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς, μετατρέπομένης οὕτω τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως εἰς κυκλικήν.

Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος στερεοῦται μέγας καὶ βαρύτατος τροχός, ὁ σφρόνδυλος, κανονίζων τὴν κίνησιν καὶ συνεχίζων αὐτήν, καθ' ἃς ἀκόμη στιγμὰς ὁ ἐμβολεὺς εὑρίσκεται εἰς τὰ νεκρὰ σημεῖα, δηλ. εἰς τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην τῶν ἄκρων αὐτοῦ θέσεων, διόπτει δ ἀτμὸς οὐδὲν ἐπιφέρει ἀποτέλεσμα.

232. "Εκκεντρον.—Τοῦτο εἶναι δισκοειδὲς στρόφαλον βραχύτατον, ἐφηρμοσμένον ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς οὔτῳ, ὥστε νὰ περιστρέφεται περὶ τι σημεῖον, ἐκτὸς τοῦ κέντρου αὐτοῦ εὑρισκόμενου. Ο δίσκος οὗτος περιβάλλεται διὰ δακτυλίου Κ (σχ. 162), ἐπὶ τοῦ δποίου εἶναι προσηλωμένη ἡ φάρδος Σ, συνηρμῷωμένη μετὰ τοῦ στελέχους τοῦ ἀτμονόμου σύρτου, ὅστις τοιουτορρόπτως τίθεται εἰς αὐτόματον, παλινδρομικὴν κίνησιν.



Σχ. 162

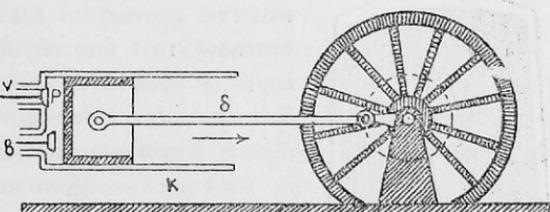
233. Μηχαναὶ δι' ἔκρηξεων.—Οἱ δι' ἔκρηξεων κινητῆρες χρησιμοποιοῦν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν, ἡ δποία παράγεται δι' ἀνάφλεξεως μείγματος ἀεροῦ καὶ εὐφλέκτων ἀτμῶν. Ἡ ἀνάφλεξις δὲν εἶναι συνεχής, ἀλλ' ὀφείλεται εἰς σειρὰν ἔκρηξεων κατὰ κανονικὰ διαστήματα διάδεχόμενα ταχέως ἄλληλα.

Περιγραφὴ. Η ἀνάφλεξις εἶναι ἑσωτερική, γινομένη ἐντὸς κυλίνδρου μὲν ἵσχου τοιχώματα, δ ὅποιος ἔχει τριπλοῦν προορισμόν. Πράγματι χρησιμεύει οὗτος ὡς ἑστία, ὡς λέβητος καὶ ὡς κύλινδρος. Τὸ ἀεριῶδες μείγμα συμπεπιεσμένον φέρεται διὰ τῆς ἔκρηξεώς του εἰς ὑψη-

λὴν θεομοκρασίαν, ἡ ἐλαστικὴ δὲ αὐτοῦ δύναμις ὥθει τὸν ἐμβολέα Ρ, ὃ δποῖος εἶναι τὸ κινητήριον ὅργανον. Ὁ ἐμβολεὺς ὥθει τὸν διωστῆρα δ (σχ. 163) καὶ οὗτος θέτει εἰς κίνησιν τὸν ἄξονα διὰ τοῦ στροφάλου σ. Ὁ κύλινδρος εἶναι ἀνοικτὸς κατὰ τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτοῦ καὶ κλειστὸς κατὰ τὸ ἔτερον. Εἰς τὸν θάλαμον ἐκρήξεως, ὅστις περιλαμβάνεται μεταξὺ τοῦ κλειστοῦ ἄκρου καὶ τοῦ ἐμβολέως, δύναται νὰ ἀνοίγεται βαλβὶς β, διὰ τῆς δποίας εἰσέρχεται τὸ ἀναφλέξιμον ἀέριον, καὶ βαλβὶς ν, διὰ τῆς δποίας ἔξερχονται τὰ προϊόντα τῆς καύσεως τοῦ ἀερίου. Κατὰ τὴν ἡρεμίαν αἱ δύο αὗται βαλβίδες παραμένουν κλεισταῖ.

Τὸ ἀεριώδες μεῖγμα ἀναφλέγεται διὰ σπινθῆρος μαγνητολεκτοικῆς μηχανῆς, ὅστις ἐκρήγνυται μεταξὺ δύο συρμάτων ἐκ λευκοχρύσου.

Λειτουργία. Θεωρήσωμεν κινητῆρα μονοκύλινδρον μὲ τέσσαρας χρόνους. Ὁ κύκλος περιλαμβάνει τέσσαρας διαδοχικὰς διαδορομὰς τοῦ ἐμβολέως (διὰ δύο στροφάς τοῦ στροφάλου καὶ τοῦ ἄξονος). Ὅποθέσωμεν ὅτι δὲ κινητὴρός ἔχει τεθῆ εἰς κίνησιν καὶ ὅτι δὲ τὴν περιστροφὴν τοῦ σφραγίδου θέτει τὸν ἐμβολέα ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εἰς παλινδρομικὴν κίνησιν.



Σχ. 163.

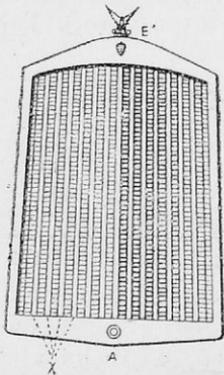
Πρῶτος χρόνος: Ἀπομάκρυνσις τοῦ ἐμβολέως καὶ ἀναρρόφησις τοῦ σφραγίδου ὑπὸ τοῦ σφραγίδου δ ἐμβολεύς, ἀπομακρύνεται τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου. Ἡ βαλβὶς τῆς ἀναρροφήσεως ἀνοίγεται, τὸ ἀεριώδες μεῖγμα εἰσέρχεται εἰς τὸν κυλίνδρον καὶ πληροῖ αὐτὸν, ὅπων δ ἐμβολεὺς φθάσῃ εἰς τὸ τέλος τοῦ δρόμου του.

Δεύτερος χρόνος: Ἔπιστροφὴ τοῦ ἐμβολέως καὶ συμπίεσις τοῦ ἐκρηγντικοῦ μείγματος. Ἡ βαλβὶς τῆς ἀναρροφήσεως κλείεται. Παρασυρόμενος πάντοτε ὑπὸ τοῦ σφραγίδου δ ἐμβολεύς, ἐπανέρχεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου καὶ ἀπωθεῖ τὸ ἀέριον, συμπιέζων αὐτὸν εἰς τὸν θάλαμον τῆς ἐκρήξεως. Κατὰ τοὺς δύο τούτους χρόνους δ ἄξων τῆς μηχανῆς ἔξετέλεσε μίαν πλήρη στροφήν.

Τρίτος χρόνος (ἀπομάκρυνσις τοῦ ἐμβολέως): Ἄναφλε-

ξις, ἔκρηξις καὶ κινητήριον ἀποτέλεσμα. Ὁ ἐμβολεὺς εὑρίσκεται πλησίον τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου. Αἱ δύο βαλβίδες εἰναι κλεισταὶ καὶ ὁ θάλαμος ἐκοήξεως ἐγκλείει τὸ ἐκρηκτικὸν μετγμα συμπεπιεσμένον. Σπινθὴρ ἐκρήγνυται τότε ἐκεῖ, ἐκπυρσοκρότησις γίνεται, ὁ ἐμβολεὺς ἀπωθεῖται καὶ ἡ ἀναπτυχθεῖσα ἐνέργεια ἀποταμεύεται ἐν μέρει εἰς τὸν σφρόνδυλον.

Γέταρτος χρόνος (ἐπιστροφὴ τοῦ ἐμβολέως): Ἐξώθησις τῶν καέντων ἀερίων. Τὰ ἀέρια τῆς ἐκρήξεως ἔχουσι ψυχθῆ διὰ τῆς διαστολῆς καὶ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν μετὰ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου. Ὁ σφρόνδυλος ἐξακολουθεῖ νὰ στρέφεται λόγῳ τῆς ἀδρανείας, ὁ ἐμβολεὺς ἐπανέρχεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου, ἡ βαλβίς τῆς ἔξοδου τῶν ἀερίων ἀνοίγεται καὶ τὰ προϊόντα τῆς καύσεως ἐξωθοῦνται.



Σχ. 164

Ο ἐμβολεὺς δέχεται ἐνέργειαν μόνον κατὰ τὸν ἕνα χούρον· αἱ τρεῖς ἄλλαι κινήσεις του διατηροῦνται ὑπὸ τῆς ἀδρανείας τοῦ σφρονδύλου. Ἡ ἀνάφλεσις καὶ τὸ ἄνοιγμα τῶν βαλβίδων κανονίζεται διὸ δοδοντωτῶν τροχῶν, ὃν οἱ ἀξονες παρασύρονται ὑπὸ τοῦ κινητῆρος.

Ο μετ' ἐκρήξεων κινητὴρὸς δὲν δύναται νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν μόνος του. Διὰ τοῦτο πρέπει νὰ μεταδῶσωσιν εἰς αὐτὸν ἀρχικὴν κίνησιν. Εἰς τὴν περίπτωσιν μικρᾶς ἵσχυος, στρέφομεν τὸν ἄξονα τοῦ κινητῆρος διὰ στροφάλου, διὰ νὰ ἀναρροφηθῇ τὸ καύσιμον ἀέριον καὶ συμπιεσθῇ διὰ τοῦ ἐμβολέως.

234. Ψυγεῖον.—Ἐπειδὴ κατὰ τὰς ἀλλεπαλλήλους ἐκοήξεις ἀναπτύσσεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀρκετὰ μεγάλη θερμότης, ἡ ὅποια μετά τινα ἀριθμὸν στροφῶν θάτι ἥδυντο νὰ προκαλέσῃ τὴν ἀνάφλεξιν τοῦ ἀερίου εὐθὺς ὡς εἰσέλθῃ τοῦτο εἰς τὸν κύλινδρον, διὰ τοῦτο οὕτως περιβάλλεται ὑπὸ μεταλλικοῦ μανδύου, μεταξὺ δὲ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ μανδύου κυκλοφορεῖ ψυχρὸν ὕδωρ, τὸ δόπονον ψύχει τὸν κύλινδρον. Τὸ ὕδωρ τοῦτο, θερμαινόμενον ἔξι ἐπαφῆς μετὰ τοῦ κυλίνδρου, ἀνέρχεται διὰ σωλῆνος εἴς τινα δεξαμενήν, ἀπὸ ἐκεῖ δὲ κατέρχεται εἰς τὸ ψυγεῖον (σχ. 164), τὸ δόπονον εὐρίσκεται εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ δέρος διὰ μεγάλης ἐπιφανείας, οὕτω δὲ ψυχθὲν ἐπανέρχεται εἰς τὸν μανδύαν.

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟΝ

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

235. **Μετέωρα.**—Μετέωρα είναι τὰ φαινόμενα τῆς ἀτμοσφαίρας.
Μετεωρολογία δὲ ἡ ἐπιστήμη τῶν φαινομένων τούτων.

Α') ΥΔΑΤΩΔΗ ΜΕΤΕΩΡΑ

236. **Δρόσος καὶ πάχνη.**—**Δρόσον** καλοῦμεν τὰ ὑδάτινα σταγονίδια, τὰ δποῖα καλύπτουν ώς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὰ φύλλα τῶν φυτῶν τὴν πρωΐαν μετὰ νύκτα ἥσυχον καὶ ἀνέφελον.

Τὰ διάφορα ἀντικείμενα τὰ εύφοισκόμενα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἀκαλύπτουν ἐδάφους ἀκτινοβολοῦν θερμότητα πρὸς τὸ διάστημα. Κατὰ τὴν ἡμέραν τὸ ἔδαφος, φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ Ἡλίου, δέχεται ἐξ αὐτοῦ περισσοτέραν θερμότητα, ἀπὸ δην ἀκτινοβολεῖ, καὶ θερμαίνεται. Κατὰ τὴν νύκτα μόνον ἀκτινοβολεῖ θερμότητα καὶ ἐπομένως ψύχεται. Δρόσος τότε παράγεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων, ὅταν ταῦτα ψυχθοῦν ἐπαρκῶς, ὥστε δ ἐφαπτόμενος αὐτῶν ἀῃρεῖται καταστῆ κεκορεμένος.

Ἐὰν δὲ οὐκ εἴηται ἀπόθεσιν τῆς δρόσου, ὥστε ἡ θερμοκρασία τῶν σωμάτων, ἐπὶ τῶν δποίων ἀπετέθη αὔτη, νὰ κατέληθη ὑπὸ τὸ μηδέν, τὰ ὑδάτινα σταγονίδια πήγνυνται, ἀποτελεῖται δὲ τότε ἡ **πάχνη**.

Ἐπίδρασις τῆς φύσεως τῶν ἐπιφανειῶν. Τὴν νύκτα, ὅταν ὁ οὐρανὸς είναι διαυγής, τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς σώματα ψύχονται, ἐὰν ἀκτινοβολοῦν πολλὴν θερμότητα καὶ πρὸ πάντων ἐὰν ἡ ἀγωγιμότητης των είναι μικρά, διότι δὲν δέχονται οὕτω θερμότητα ἀπὸ τὸ ἔδαφος. Ἡ δρόσος π. χ. δὲν ἀναφαίνεται ἐπὶ τῶν λείων μετάλλων τὰ δποῖα ἀκτινοβολοῦν πολὺ διάλγην θερμότητα. Τὰ σκιερὰ σώματα καὶ πρὸ πάντων τὰ **σπάσινα χόρτα**, τὰ δποῖα ἀκτινοβολοῦν πολλὴν θερμότητα καὶ ἡ ἀγωγιμότητης των είναι μετρία, ψύχονται περισσότερον ἀπὸ τὸ ἔδαφος. Ο ἀῃρεῖται πάχνη μετ' αὐτῶν καί, ἐὰν

φέρη ἀρκετοὺς ὑδρατμούς, διὰ νὰ κορεσθῇ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ψυχροῦ σώματος, ὁ ἀτμὸς οὗτος συμπυκνοῦται εἰς σταγονίδια.

Ἐπίδρασις τῶν στεγασμάτων καὶ τῶν νεφῶν. Ἐν ἀντικείμενον ψύχεται τόσον περισσότερον διὰ τῆς ἀκτινοβολίας, ὃσον περισσότερον οὐρανὸν βλέπει. Οὕτως ἔξηγενται ὁ σχηματισμὸς τῆς δρόσου, ὅταν τὸ ἐδάφος δὲν εἶναι στεγασμένον καὶ ὁ οὐρανὸς εἶναι καθαρός. Ἡ παρουσία στεγασμάτος, ἐπειδὴ ἐλαττώνει τὴν ἀκτινοβολίαν, δύναται νὰ ἐμποδίσῃ τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου. Διότι ἡ θερμότης, ἡ ὁποία κάνεται δι’ ἀκτινοβολίας, σχεδὸν ἀντισταθμίζεται ἀπὸ τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν ἐκμπέμπει πρὸς τὰ κάτω τὸ στέγασμα. Διὰ τοῦτο ὑπὸ ὑπόστεγον, ὑπὸ τράπεζαν, ἡ χλόη μένει ξηρά. Τέλος, οὐδέποτε ὑπάρχει δρόσος, ἐὰν ὁ οὐρανὸς καλύπτεται ὑπὸ νεφῶν.

Ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου. Ὁ ἀνεμος ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι ἀπομακρύνει τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια ἐφάπτονται τοῦ ἐδάφους καὶ ἀνανεώνει αὐτά, προτοῦ λάβουν καιρὸν νὰ ψυχθοῦν ἀρκετά, διὰ νὰ κορεσθοῦν. Τούναντίον μικρὰ διατάραξις τοῦ ἀέρος εὑνοεῖ τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, ἐπειδὴ ἀνανεώνει βραδέως τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ ὅποια ἔχουν οὕτω τὸν καιρὸν νὰ ἀποθέσουν· τὴν ὑγρασίαν των ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια ἐψύχθησαν.

237. Ὁμίχλη καὶ νέφη.—Οταν μᾶζα ὑγροῦ ἀέρος ψύχεται ἐπαρκῶς, ὁ ἀτμός, τὸν ὅποιον περιέχει, ψύχεται ἐν μέρει καθ’ ὅλην αὐτοῦ τὴν μᾶζαν. Σχηματίζεται τοιουτορόπως πλῆθος σταγονίδιων ὄντων, τὰ ὅποια ἀποτελοῦν ὄμιχλην μὲν ὅταν ἡ συμπύκνωσις γίνεται πλησίον τοῦ ἐδάφους, νέφρος δὲ ὅταν αὐτή γίνεται εἰς ἀρκετὴν ἀπὸ τοῦ ἐδάφους ἀπόστασιν. Τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν αἰσθανόμεθα εὐρισκόμενοι ἐντὸς νέφους ἐπὶ τῆς κλιτύος ὅρους ἡ ἐν μέσῳ ὄμιχλης εἰς τὴν πεδιάδα.

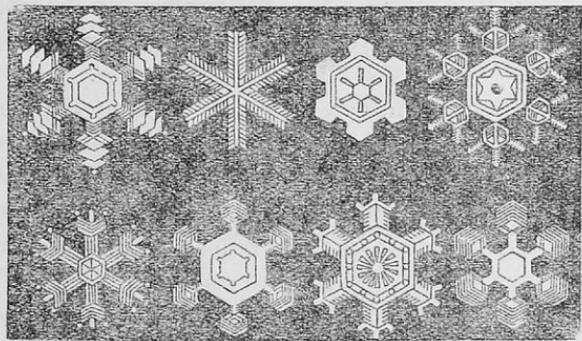
Σύστασις τῆς ὄμιχλης καὶ τῶν νεφῶν. Τὰ ὑδάτινα σταγονίδια νέφους ἡ ὄμιχλης εἶναι πολὺ μικρὰ (διαμέτρου $\frac{1}{50}$ τοῦ χιλιοστομέτρου).

Τὰ σταγονίδια ταῦτα δὲν αἰωροῦνται εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλὰ πίπτουν συνεχῶς, μὲ ταχύτητα ὅμως τόσον μικρὰν (περίπου ἕν ἑκατοστόμετρον κατὰ δευτεροόλεπτον), ὥστε ὁ ἐλάχιστος ἀνεμος διατηρεῖ αὐτὰ ἐν αἰωρήσει ἡ τὰ ἀνυψοῖ. Ἡ ὑπερβολικὴ βραδύτης τῆς πτώσεώς των ὀφείλεται εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Αἱ κόνεις τοῦ ἀέρος πολὺ λε-

πιότεραι, πίπτουν ἀκόμη βραδύτερον· αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς, αἱ δύοια εἶναι πολὺ ταχύτεραι, πίπτουν ταχύτερον.

Ἐν νέφος, τὸ δποῖον φαίνεται ἀκίνητον, δὲν ἀποτελεῖται διαρκῶς ἀπὸ τὰ αὐτὰ σταγονίδια. Διότι τὰ κατώτερα μέρη του μεταβάλλονται πάλιν εἰς ἀτμὸν ἀόρατον ἐντὸς τῶν θερμοτέρων στρωμάτων, ἐνῷ τὰ ἀνώτερα αὖξανονται διὰ νέας συμπυκνώσεως.

238. Βροχή.—Τὰ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως των ὑδρατμῶν προερχόμενα σταγονίδια, τὰ δύοια, ὡς εἴπομεν, πίπτουν βραδέως, ἔξατμιζονται πάλιν, ἐὰν συναντήσουν στρώματα θερμοτέρουν ἀέρος. Συνεπῶς διὰ νὰ φθάσουν μέχρι τοῦ ἐδάφους, πρέπει τὸ μέγεθος τῶν σταγόνων νὰ ὑπερβαίνῃ ὥρισμένον ὅριον. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς συνενώσεως πολλῶν σταγονίδιων εἰς μίαν σταγόνα. Τότε ἡ ταχύτης τῆς πτώσεως αὔξανεται κατὰ πολὺ καὶ ἡ σταγών φθάνει μέχρι τοῦ ἐδάφους, διότε ἔχομεν τὸ φαινόμενον τῆς βροχῆς.



Σχ. 165

Αἱ σταγόνες τῆς

βροχῆς εἶναι μεγαλύτεραι κατὰ τὸ θέρος παρὰ κατὰ τὸν χειμῶνα· ἐπίσης μεγαλύτεραι εἰς τὰς θερμὰς χώρας παρὰ εἰς τὰς ψυχράς, διότι ὁ κεκορεσμένος ἀήρ, ἐντὸς τοῦ δποίου παράγονται, περιέχει τόσον περιστρέφαν ποσότητα ὑδρατμῶν, ὃσον εἶναι θερμότερος.

239. Χιών.—Ἡ χιὼν προκύπτει ἀπὸ τὴν βραδεῖαν συμπύκνωσιν τοῦ ὑδρατμοῦ τῆς ἀτμοσφαίας εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ 0°. Ἡ χιὼν εἶναι ὕδωρ, τὸ δποῖον ἐστερεοποιήθη εἰς μικροὺς κρυστάλλους ἀστεροειδεῖς. Οἱ κρύσταλλοι οὗτοι φέρουν ἔξι ἀκτῖνας μὲ διακλαδώσεις μᾶλλον ἢ ἡττον πολυπλόκους (σχ. 165).

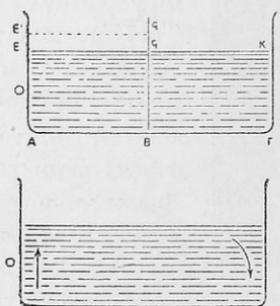
240. Χάλαζα.—Ἡ χάλαζα προκύπτει ἀπὸ τὴν ταχεῖαν συμπύκνωσιν τοῦ ὑδρατμοῦ κατ' εὐθεῖαν εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν ἢ ἀπὸ πὴν ἀπότομον πῆξιν τῶν ἐν ὑπεροήσει ὑγρῶν σταγονιδίων.

Β') ΑΕΡΩΔΗ ΜΕΤΕΩΡΑ

241. Αερώδη μετέωρα.—Ταῦτα εἶναι φαινόμενα, τὰ ὅποια προκύπτουν ἐκ τῆς μεταφορᾶς μαζῶν ἀέρος τῆς ἀτμοσφαιρίας.

242. "Ανεμοί.—"Αν κατὰ πάσαν στιγμὴν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἦτο παντοῦ ἡ αὐτή, δὲν θὰ ὑπῆρχον ἄνεμοι. Ἐὰν δημοσίες, ἔνεκα διαφορᾶς πιέσεως μεταξὺ δύο γειτονικῶν μαζῶν ἀέρος, διαταχθῇ ἡ ἴσορροπία, ὁ ἀὴρ τίθεται εἰς κίνησιν. Ὁ ἐγ κιγήσει ἀὴρ εἶναι ὁ ὕγειμος. Ὁ ἄνεμος πνέει ἀπὸ τὸ μέρος, εἰς τὸ ὅποιον ἡ πίεσις εἶναι ὑψηλοτέρα, πρὸς τὸ μέρος δπού αὐτῆς εἶναι ταπεινοτέρα. Ἡ πίεσις μεταβάλλεται πρὸς πάντα τὰ διὰ τῶν ἀνισοτήτων τῆς θερμοκρασίας.

"Ανισότητες θερμοκρασίας.—"Οταν δύο μᾶζαι ἀέρος γειτονικαὶ εἶναι ἀνίσως θερμαί, παράγεται ἄνεμος. Διὰ τοῦ ἐπομένου πειράματος, τὸ δποῖον δανειζόμεθα ἐκ τῶν ὑγρῶν, θὰ ἐννοήσωμεν καλλίτερον τὴν παραγωγὴν τῶν ἀνέμων τούτων.



Σχ. 166

Δοχείον Ο (σχ. 166) περιέχει ὑγρὸν ἐν ἴσορροπίᾳ, διάφραγμα δὲ κατακρύψον Βφ χωρίζει τὸ δοχεῖον εἰς δύο διαμερίσματα. Φαντασθῶμεν ὅτι θερμαίνομεν τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ διαμέρισμα, ἐνῷ διατηροῦμεν ψυχρὸν τὸ πρὸς τὰ δεξιά. Τὸ ὑγρόν, τὸ δποῖον ἐθερμάνθη, διαστέλλεται, γίνεται ἐλαφρότερον καὶ ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἀνυψώνεται ἀπὸ Εφ εἰς Ε'φ'. Ἀφαιρέσωμεν τότε ἡρέμα τὸ διάφραγμα. Ἡ ἴσορροπία δὲν δύναται πλέον νὰ διατηρηθῇ. Τὸ θερμὸν ὑγρόν, τὸ δποῖον εἶναι ἐλαφρότερον, κυλίεται ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος, ἐνῷ πρὸς τὰ κάτω, τὸ ψυχρὸν ὑγρόν, ὃς βαρύτερον, διλισθαίνει ὑπὸ τὸ θερμὸν ὕδωρ, τὸ δποῖον τοιουτούρως θὰ ἀνυψωθῇ. Ἐὰν διατηρήσωμεν σταθερὰν τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας, ἡ δποία εἶναι ἡ αἰτία τῆς κινήσεως ταύτης, ἡ κυκλοφορία θὰ συνεχισθῇ κατὰ τὴν φροὰν τῶν βελῶν.

Τὸ αὐτὸν συμβαίνει καὶ διὰ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ ἔδαφος καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ὑδρατμὸς θερμαίνονται ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ θερμαίνουν τὸν ἀέρα δι' ἐπαφῆς. Ἐν δύο γειτονικαὶ χῶραι ἐθερμάνθησαν ἀνίσως, τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ δποῖα ὑπέροχεινται εἰς τὰς χώρας ταύτας, θὰ εἶναι ἀνίσως θερμαί. Θὰ παραχθῇ λοιπόν :

α) ἀνεμος πνέων πλησίον τοῦ ἐδάφους ἀπὸ τὴν ψυχρὰν χώραν πρὸς τὴν θερμήν.

β) ἀντίθετος ἀνεμος εἰς τὰ ὑψηλότερα στρώματα τῆς ἀεροσφαίρας.

Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων. Εἴπομεν δτι δ ἀνεμος εἶναι ἀηδὸν κινήσει. Ἡ διεύθυνσις τῆς κινήσεως ταύτης εἶναι γενικῶς ὁρίζοντια.

Προσδιορίζομεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου, ὅνομάζοντες τὸ μέσος τοῦ ὁρίζοντος, ἀπὸ τὸ ὅποιον δ ἀνεμος ἔρχεται. Λέγομεν π.χ. ἀνατολικὸς ἀνεμος, διὰ νὰ δηλώσωμεν ἀνεμον, δστις πνέει ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς.

Διακρίνομεν δκτὸς κυρίας διεύθυνσεις τῶν ἀνέμων, ἐξ ὧν καὶ ὄνομάζονται : βιρρᾶς (τραμουντάνας), βιρρειανατολικὸς (γραιγος), ἀνατολικὸς (λεβάντες), νοτιοανατολικὸς (σιρόκος), νότος (δστρια), νοτιοδυτικὸς (γαρμπῆς), δυτικὸς (πουνέντες) καὶ βιρρειοδυτικὸς (μαΐστρος).

Τὴν παρὰ τὸ ἔδαφος διεύθυνσιν τῶν ἀνέμων προσδιορίζομεν διὰ τῶν ἀνεμοδεικτῶν, τοὺς ὅποιους προσανατολίζει ὁ ἀνεμος. Τοιοῦτον ἀνεμοδείκτην ἀποτελεῖ μεταξίνη ταινία (μέλαινα), μήκους ἡμίσεως περίπου μέτρου καὶ πλάτους 2—3 ἑκατ. Ἡ ταινία αὗτη προσδένεται διὰ τηνήματος εἰς τὸ ἄκρον μακροῦ καὶ εὐκάμπτου στελέχους, τὸ ὅποιον ποποθετεῖται δσον τὸ δυνατὸν ὑψηλότερον. Ἐπίσης προσδιορίζεται ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀνέμου δι ἐλαφρῶν σωμάτων παρασυρομένων ὑπ’ αὐτοῦ, π.χ. κόνεως, καπνοῦ κτλ.

Τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀνέμων τῶν ὑψηλῶν τῆς ἀτμοσφαίρας χωρῶν παρακολουθοῦμεν μέχρις ὕψους 10 χλμ., παρατηροῦντες τὰ νέφη, τὰ ὅποια παρασύρονται. Διὰ μεγαλύτερα ὕψη, δπου δὲν ὑπάρχουν νέφη, πληροφορούμεθα ἐκ τῆς διεύθυνσεως, τὴν ὅποιαν ἀκολουθοῦν τὰ βολιστικὰ ἀεροστατα, τὰ ὅποια φθάνουν εἰς τὰς χώρας ἐκείνας.

Ταχύτης τῶν ἀνέμων. Ἡ ταχύτης τῶν ἀνέμων μετρεῖται μὲ εἰδικὰ δργανα, τὰ δποῖα καλοῦνται ἀνεμόμετρα (σκ. 167).

Εἰς μεγάλα ὕψη ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου συνάγεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως τῶν νεφῶν ἢ τῶν βολιστικῶν ἀεροστάτων.

Όνομάζομεν ἀσθενῆ τὸν ἀνεμον, δταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶναι μικροτέρα τῶν 4 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον μέτροιν, δταν ἔχῃ ταχύτητα μέχρις 8 μ. (κατὰ δευτερόλεπτον) ἴσχυρόν, δταν ἔχῃ ταχύτητα μέχρι 12 μ.: σφοδρόν, δταν ἔχῃ ταχύτητα μέχρι 14 μ.: ὀρμητικόν, δταν ἔχῃ ταχύτητα μέχρις 20 μ.: θύελλαν, δταν ἔχῃ ταχύτητα μέχρι 30 μ.: καὶ λαίλαπα, δταν ἔχῃ ταχύτητα ἄνω τῶν 30 μέτρων. Ἐπὶ

τῆς ξηρᾶς ὁ ἄνεμος εἶναι συνήθως ὀλιγώτερον ισχυρὸς καὶ ὀλιγώτερον κανονικὸς παρὰ ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ἔνεκα τῶν τριβῶν καὶ τῶν ἐμποδίων. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἡ ταχύτης τοῦ ἄνεμου αὐξάνεται μετὰ τοῦ ὑψους. Εἴς τινα χιλιόμετρα ὑπεράνω τοῦ ἐδάφους διαπιστοῦμεν συχνάκις ταχύτητας 30 μ. κατὰ δευτερόλεπτον.

243. "Ανεμοί περιοδικοί.—Οἱ περιοδικοὶ ἄνεμοι πνέουν κανονικῶς πρὸς μίαν διεύθυνσιν κατὰ τὰς αὐτὰς ἐποχὰς ἢ κατὰ τὰς αὐτὰς ὥρας τῆς ήμέρας. Τοιοῦτοι ἄνεμοι εἶναι ἡ αὔρα, οἱ μουσσῶνες, ὁ σιμοὺν κτλ.

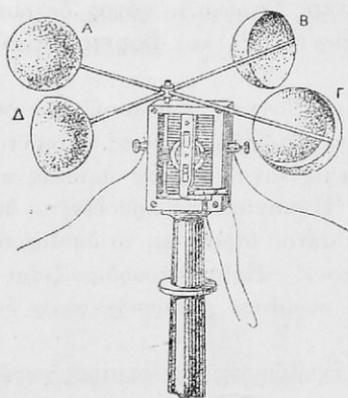
Αὔρα. Ἡ αὔρα εἶναι ἄνεμος περιοδικός, ἐπικρατῶν ἐπὶ τῶν παραλίων χωρῶν κατὰ τὸ θέρος, ἀλλάσσον δὲ διεύθυνσιν δἰς κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς ήμέρας.

Ἡ θαλασσία αὔρα πνέει τὴν ήμέραν ἀπὸ τῆς θαλάσσης πρὸς τὰς ἀκτὰς. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ ἐδαφος θερμαίνεται ταχύτερον τῶν ὑδάτων· ὁ ἀηρ λοιπὸν ἴψοιται ὑπεράνω τῆς ξηρᾶς, ὁ δὲ ψυχρότερος ἀηρ τῆς θαλάσσης συρρέει πρὸς τὴν ἀραιομένην χώραν. Τὴν ἐσπέραν, μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ηλίου, ἀντίστροφον φαινόμενον παράγεται, διότι τὰ ὕδατα ψύχονται βραδύτερον τοῦ ἐδάφους. Ρεῦμα τότε ἀέρος ἀπὸ τῶν ἀκτῶν δρμᾶ, ὅπως ὀντικαστήσῃ τὸν ἀέρα τῆς θαλάσσης, ἔδστις ὡς θερμότερος ἀνέρχεται. Οὕτω γεννᾶται ἡ ἀπόργειος.

Σχ. 167

Μουσσῶνες. Οὗτοι εἶναι ἄνεμοι περιοδικοί, οἱ ὅποιοι παρατηροῦνται εἰς τὸν Ἰνδικὸν ὥκεανὸν καὶ εἰς τὰς θαλάσσας τῆς Κίνας, καὶ οἱ ὅποιοι πνέουν ἔξι μῆνας κατὰ μίαν διεύθυνσιν (ἀπὸ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν ξηρὰν) καὶ ἔτερους ἔξι κατ' ἀντίθετον.

"Ο σιμοὺν εἶναι ἄνεμος κανονικός, πνέων ἐκ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀσίας καὶ τῆς Ἀφρικῆς, χαρακτηρίζεται δὲ διὰ τῆς ὑψηλῆς του θερμοκρασίας καὶ τῆς ἄμμου, τὴν δποίαν ἀνυψοῖ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ μεταφέρει μεθ' ἑαυτοῦ. "Ο ἄνεμος οὗτος εἰς τὸ Ἀλγέριον καὶ τὴν Ἰταλίαν εἶναι γνωστὸς ὑπὸ τῷ δνομα σιρόκος. "Ἐν Αἰγύπτῳ, ὅπου



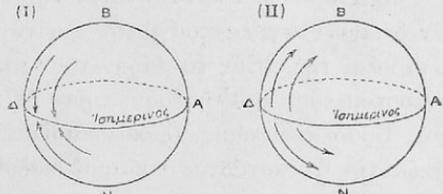
Σχ. 167

εἶναι αἰσθητὸς ἀπὸ τοῦ τέλους τοῦ Ἀπριλίου μέχρι τοῦ Ἰουνίου, φέρει τὸ ὄνομα χαμψύν.

244. **Ἄνεμοι σταθεροί.**—Οἱ μᾶλλαν ἀξιοσημείωτοι σταθεροὶ ἄνεμοι εἶναι οἱ ἀληγεῖς. Ἐπὶ ζώνης παραλλήλου πρὸς τὸν Ἰσημερινόν, πλάτους περίπου 500 χιλιομέτρων, αἱ ἥλιαικαι ἀκτίνες, προσπίπτουσαι σχεδὸν κατακορύφως ἐπὶ τῆς γῆς ἀναπτύσσουν θερμοκρασίαν διμαλήν, πολὺ ὑψηλήν, ὅπου ὁ ἀήρ εἶναι ἡρεμος, ὁρίζοντιώς. Αὕτη εἶναι ἡ ζώνη τῶν ἰσημερινῶν νηνεμιῶν. Οἱ θερμανθεῖς ἀήρ ἀνυψώνται, τὸ δὲ παραγόμενον σχετικὸν κενὸν συμπληρώνται εἰς τὴν θερμανθήν ταύτην ζώνην ὃποδόν οενάτων ἀέρος, τὰ δποῖα ἀποτελεῦν τοὺς ἀληγεῖς ἀνέμους, ἐπικρατοῦντας εἰς τὰς τροπικὰς χώρας· ἐκ τούτων τὸ μὲν ἐν ἔρχεται ἐκ τοῦ βορείου ήμισφαιρίου, τὸ δὲ ἄλλο ἐκ τοῦ νοτίου.

Τὰ στρώματα τοῦ θερμοῦ ἀέρος, δστις ἀνυψώνται κατακορύφως

ὑπεράνω τοῦ Ἰσημερινοῦ εἰς πολλῶν χιλιομέτρων, ψύχονται εἰς τὰς ὑψηλὰς ταύτας χώρας τῆς ἀτμοσφαιρίας, καὶ ἐπειδὴ τότε γίνονται βαρύτερα, κλίνουν βαθμηδὸν πρὸς τὸ ἔδαφος. Ως ἐκ τούτου



Σχ. 168

δύο ἀνώτερα ρεύματα, ἀποτελοῦντα τοὺς ἀνταληγεῖς, διευθύνονται τὸ μὲν πρὸς τὸν βόρειον πόλον, τὸ δὲ πρὸς τὸ νότιον. Οἱ ἀληγεῖς καὶ οἱ ἀνταληγεῖς πνέουν καθ' ὅλον τὸ ἔτος (σχ. 168). Ἄν τι Γῆ ἦτο ἀκίνητος, οἱ ἀληγεῖς ἄνεμοι θὰ ἔπεινον καθέτως πρὸς τὸν Ἰσημερινόν· ἀλλ' ἔνεκα τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς ἐκτρέπονται τῆς διευθύνσεως ταύτης. Οὕτω εἰς τὸ βόρειον ήμισφαιρίου ὁ ἀληγὴς μεταβάλλεται εἰς βορειοανατολικὸν ἄνεμον, εἰς δὲ τὸ νότιον εἰς νοτιοδυτικόν. Οἱ ἀνταληγεῖς πνέουν κατ' ἀντιθέτους φοράς.

245. **Πρόγνωσις τοῦ καιροῦ.**—**Μετεωρολογικοὶ χάρται.**· Η διανομὴ τῶν πιέσεων εἰς τὰς διαφόρους χώρας εἶναι στενῶς συνδεδεμένη μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς κυκλοφορίας. Ἔννοοῦμεν λοιπὸν πόσον ἐνδιαφέρον εἶναι νὰ γνωρίζωμεν καθ' ἐκάστην ἡμέραν τὴν διανομὴν ταύτην.

Ἐκάστην πρωΐαν οἱ μετεωρολογικοὶ σταθμοὶ ὅλης τῆς Εὐρώπης τηλεγραφοῦν εἰς τὸ κεντρικὸν μετεωρολογικὸν γραφεῖον τῶν Παρι-

σίων τὰς πιέσεις τὰς παρατηρουμένας εἰς τοὺς σταθμούς των. Οἱ ἀριθμοὶ σημειοῦνται ἐπὶ χάρτου, συνδέονται δὲ διὰ καμπύλων γραμμῶν τὰ σημεῖα ἵσης πιέσεως. Αἱ καμπύλαι αὗται λέγονται **ἰσοβαρεῖς**. Σημειοῦνται πρὸς τούτοις διὰ βελῶν ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀνέμου εἰς τὸν διαφόρον σταθμούς. Τοιουτορόπως λαμβάνεται ὁ μετεωρολογικὸς χάρτης τῆς Εὐρώπης. Συγκρίνεται κατόπιν οὕτος πρὸς τὸν τῶν προηγουμένων ἡμερῶν καὶ ἡ σύγκρισις αὕτη εἶναι ἐν τῶν κυριωτέρων στοιχείον τῆς προγνώσεως τοῦ καιροῦ.

Άναλογος ἔργασία γίνεται καὶ εἰς τὰς λοιπὰς χώρας ὅλου τοῦ κόσμου. Αἱ παρατηρήσεις τῶν ναυτικῶν δίδουν τὰ ἀναγκαῖα δεδομένα διὰ τὰς θαλάσσας.

Προγνώσεις τοπικά. Εἰς δοθέντα τόπον παρατηρητὴς μὴ ἔχων εἰς τὴν διάθεσίν του μετεωρολογικοὺς χάρτας δύναται νὰ προΐδῃ μετὰ μεγάλης πιθανότητος τὸν καιρὸν ὡς ἀκολούθως :

α) Παρατηρεῖ κατὰ πρῶτον τὴν πίεσιν. Ἡ ἀπόλυτος αὕτης τιμὴ δὲν δεικνύει μεγάλα πράγματα ἐκεῖνο, τὸ δποῖον ἐνδιαφέρει; εἶναι αἱ μεταβολαὶ τῆς. Ἐὰν τὸ βαρόμετρον ταλαντεύεται κατὰ δέκατά τινα τοῦ χιλιοστομέτρου καθ' ἥμέραν, τοῦτο δεικνύει ὅτι ὁ καιρὸς εἶναι στάσιμος. Βραδεῖα ὑψωσίς, ἔξακολουθῶς ἐπὶ πολλὰς ἥμέρας, δεικνύει γενικῶς τὴν ἀποκατάστασιν καιροῦ καλοῦ.

β) Ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ ὑγρασία εἶναι παραγόντες σημαντικοί. Ἀφθονος ἀπόθεσις δρόσου τὴν πρωΐαν δεικνύει σημαντικὴν νυκτερινὴν ψῦξιν καὶ συνεπῶς σχετικὴν ξηρότητα τῶν ὑψηλῶν τῆς ἀτμοσφαίρας χωρῶν, τὸ δποῖον εἶναι σημεῖον καλοῦ καιροῦ.

γ) Ἡ δύψις τοῦ οὐρανοῦ παρέχει ἐπίσης πολυτίμους πληροφορίας, διότι αὕτη ἔξαρταται ἐκ τῆς ὑγροσκοπικῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας. Διὰ τοὺς αὐτόχθονας μιᾶς χώρας, τὸ χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ, τὸ εἶδος καὶ αἱ κινήσεις τῶν ἀνέμων ἀποτελοῦν σημεῖα σχεδὸν ἀλάνθαστα πρὸς πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ τῆς ἐπομένης ἥμέρας.

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

246. Άκουστική είναι τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ δποῖον ἔχει σκοπὸν τὴν σπουδὴν τῶν ἥχων, δηλ. τῶν ἐντυπώσεων, τὰς δποίας δεχόμεθα διὰ τῶν δργάνων τῆς ἀκοῆς.

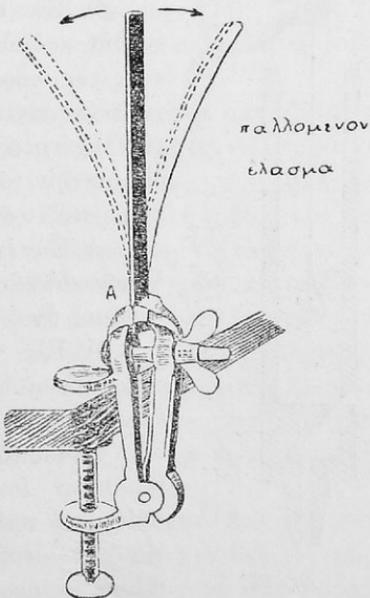
247. Ήχητικοὶ κραδασμοί.—Οἱ ἥχοι προέρχονται ἀπὸ διαδοχικοὺς κραδασμούς, δηλ. ἀλληλοδιαδόχους κινήσεις, αἵ δποῖαι ἀναπαράγονται κατὰ πολὺ μικρὰ χρονικὰ διαστήματα. Οἱ κραδασμοὶ τῶν ἥχογόνων σωμάτων είναι αἰωρήσεις, ἀνάλογοι πρὸς τὰς τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐκτελούμεναι ἐκατέρωθεν μιᾶς μέσης θέσεως.

Τὰς παλμικὰς κινήσεις τῶν ἥχογόνων σωμάτων ἀποδεικνύομεν διὰ πολλῶν πειραμάτων :

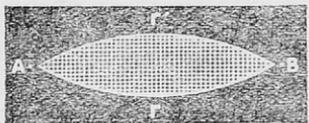
α) Ἐὰν στερεώσωμεν ἀκλονήτως κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ ἔλασμα ἐκ χάλυβος (σζ. 169) καί, ἀφοῦ ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον ἐκ τῆς

Σζ. 169

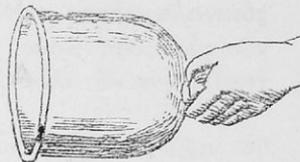
θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀφήσωμεν ἐπειτα αὐτὸν ἐλεύθερον, τοῦτο ἐπανέρχεται εἰς τὴν κατακόρυφον θέσιν του, τὴν ὑπερβαίνει, ἔνεκα τῆς κτηθεί-



σης ταχύτητος, καὶ ἐκτελεῖ ἑκατέρῳθεν ταύτης παλινδρομικὰς κινήσεις.
"Ολα τὰ μέρη τοῦ ἑλάσματος ἐκτελοῦν τὰς παλιμικάς των κινήσεις εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον, ἀλλὰ τὸ πλάτος τῆς παλιμικῆς κινήσεως διαφέρει ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεως ἑκαίστου σημείου ἀπὸ τοῦ σταθεροῦ ἄκρου.

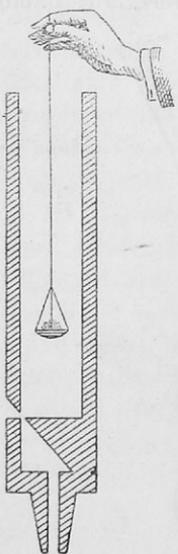


Σχ. 170



Σχ. 171

"Οταν τὸ ἔλασμα εἶναι μακρόν, ή παλιμικὴ κίνησις εἶναι δρατή, ἀλλὰ δὲν ἀκούεται ἥχος. Ἐάν βραχύνωμεν ἐπαρκῶς τὸ ἔλασμα, ἀκούομεν ἥχον, ἀλλὰ αἱ παλιμικαὶ κινήσεις εἶναι τόσον ταχεῖαι, ὅστε δὲν δυνάμεθα νὰ τὰς διακρίνωμεν.



Σχ. 172

β) Ἐάν τείνωμεν μεταξὺ δύο σημείων ἐλαστικὴν χορδὴν καὶ, ἀφοῦ ἀπομακρύνωμεν αὐτὴν ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἴσορροπίας, τὴν ἀφήσωμεν ἐλευθέραν, ή χορδὴ παράγει ἥχον, ἐνῷ συγχρόνως πάλλεται. Ἐνεκα τῆς ταχύτητος τῶν παλιμικῶν της κινήσεων, ή χορδὴ δὲν διεκρίνεται εἰς τὰς διαδοχικὰς της θέσεις, ἀλλὰ παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδές (σχ. 170).

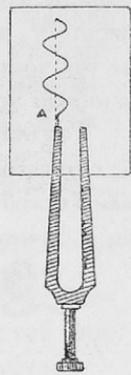
γ) Ἐάν ἐντὸς ὑαλίνου κώδωνος (σχ. 171) φύψωμεν ἄμμον καὶ κατόπιν κρούσωμεν αὐτὸν, θὰ ἔδωμεν διτὶ ἡ ἄμμος ἀναπηδᾶ, ἐφ' ὃ σον δὲ κώδων παράγει ἥχον.

δ) Εἰς τὸν ἥχητικὸν σωλῆνας τὸ ἥχογόνον σῶμα εἶναι ή μᾶζα τοῦ ἐντὸς αὐτῶν ἀέρος. Διότι, ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοιούτου σωλήνος ἥχοιντος, τοῦ δποίου τὸ ἐν τοίχωμα εἶναι ὑαλίνον, μεμβράναν τεταμένην (σχ. 172), ἐπὶ τῆς δποίας ἐτέθη δλίγη ἄμμος, αἱ παλιμικαὶ κινήσεις τοῦ ἀέρος μεταδίδονται εἰς τὴν μεμβράναν, ἐνεκα τούτου δὲ βλέπομεν τὴν ἄμμον νὰ ἀναπηδᾷ.

ε) Τὴν παλιμικὴν κίνησιν τῶν ἥχογόνων σωμάτων σπουδάζομεν πλήρως διὰ τῆς γραφικῆς μεθόδου. Πρὸς τοῦτο στερεώνομεν εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐνὸς σκέλους διαπασῶν (σχ. 173) ἀκίδα καθέτως πρὸς τὸ

ἐπίπεδον τῶν σκελῶν του, ἡ δποία ἐφάπτεται ὑαλίνης πλακός, ἐπὶ τῆς δποίας ἔχει τεθῇ λεπτὸν στρῶμα αἰθάλης. Ἐὰν ἀναγκάσωμεν τὸ διαπασῶν νὰ παραγάγῃ ἥχον καὶ σύρωμεν ταχέως τὴν πλάκα, λαμβάνομεν ἐπὶ ταύτης κυματοειδῆ γραμμὴν συνεχῆ καὶ κανονικήν, ἐκάστη κύμανσις τῆς δποίας ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν αἰλῷησιν τοῦ ἥχοῦντος σώματος.

248. Μετάδοσις τῆς παλμικῆς κινήσεως.— Διὰ νὰ παραγάγουν ἐντύπωσιν ἐπὶ τοῦ ώτὸς οἱ ἡχητικοὶ κραδασμοί, πρέπει νὰ μεταβιβασθοῦν μέχοις αὐτοῦ. Ἡ μεταβίβασις δύναται νὰ γίνη διὰ μέσου ἐλαστικοῦ, τὸ δποῖον νὰ τίθεται καὶ αὐτὸς εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ μεταδίδῃ ταύτην ἀπὸ μορίου εἰς μορίου. Τοιοῦτον μέσον εἶναι ὁ ἄηρ. Διότι, ἐὰν θέσωμεν μεταξὺ ἴσχυρῶς ἥχοῦντος κώδωνος καὶ τοῦ ώτὸς μεμβρᾶναν λεπτὴν καὶ ἐλαστικὴν τεταμένην ἐπὶ κατακορύφου πλοισίου, κατὰ μῆκος τῆς δποίας κρέμαται ἐλαφρὸν ἐκρεμές (σχ. 174), παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἀναπηδᾷ, τὸ δποῖον δεικνύει ὅτι ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος μεταδίδεται εἰς τὴν μεμβρᾶναν.



Σχ. 173



Σχ. 174

Τὰ συμπαγῆ στερεὰ σώματα μεταδίδουν καλδὲ τοὺς ἡχητικοὺς κραδασμούς. Οὗτως ἐὰν ἐφαρμόσωμεν τὸ οὖς εἰς τὸ ἔν ἀκρον μακρᾶς ἔυλίνης δοχοῦ, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὸν ἐλαφρὸν κρότον, τὸν δποῖον παραγάγει δρολογίον εὐδισκόμενον εἰς τὸ ἔτερον ἀκρον.

Ἐπίσης καὶ διὰ τῶν ὑγρῶν μεταδίδεται ὁ ἥχος. Οὗτως οἱ δύται ἀκούονταν τοὺς ἥχους, οἱ δποῖοι παραγόνται ἐντὸς τοῦ ὄντος ἡ ἐπὶ τῆς παραλίας.

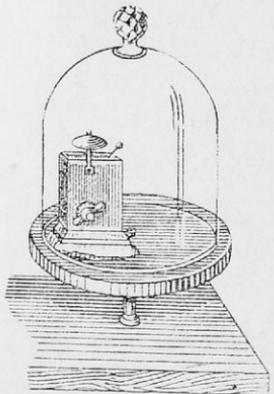
Τὰ στερεὰ σώματα, τὰ ἐστεοημένα ἐλαστικότητος, δπως π. χ. παραπετάσματα, τάπητες, μαλακὰ σώματα, δὲν πάλλονται καὶ διὰ τοῦτο ἀποσβύνουν τὸν ἥχον.

‘Ο ἥχος δὲν μεταδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ. Διὰ νὰ ἀποδείξωμεν τοῦτο, θέτομεν ὑπὸ τὸν κώδωνα μηχανισμοῦ ὀρολογίου (σχ. 175). Ἐφ’ ὅσον δ κώδων τῆς ἀεραντλίας περιέχει ἀέρα, δ ἥχος τοῦ κώδωνίσκου ἀκούεται. Ἀραιοῦμεν κατόπιν δι’ ἀεραντλίας τὸν ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀέρα. Παρατηροῦμεν ὅτι, καθ’

ὅσον ἀραιοῦμεν τὸν ἀέρα, δὲ ὁ ἥχος καθίσταται δλοὲν ἀσθενέστερος καὶ πάντει νὰ ἀκούεται ὅταν ὁ κώδων τῆς ἀεραντλίας κενωθῇ ἐπαρκῶς.

249. Ταχύτης τοῦ ἥχου.—[‘]Η μετάδοσις τοῦ ἥχου δὲν εἶναι ἀκαριαία. Πράγματι, ἐὰν ἀπὸ ἀποστάσεως παρατηροῦμεν ὅπλον ἐκπυρσοκοτοῦν, πρῶτον βλέπομεν τὴν λάμψιν καὶ μετά τινα χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, ἀν καὶ τὰ δύο παράγονται συγχρόνως, διότι ὁ ἥχος ἔχειάζεται χρόνον διὰ νὰ διανύῃ τὸ ἐν τῷ μεταξὺ διάστημα.

Ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸν ἀέρα. Αἱ πρῶται ἀκριβεῖς μετοήσεις τῆς ταχύτητος τοῦ ἥχου εἰς τὸν ἀέρα ἐγένοντο κατὰ τὰ 1738. Δύο τηλεβόλα ἐτοποθετήμησαν εἰς δύο σταθμούς, τῶν δποίων ἐμετρήμη ἀκριβῶς ἡ ἀπόστασις. Τὰ πυροβόλα ταῦτα ἔξεπυρσοκόρτουν ἀλληλοιδιαδό-



Σχ. 175

χως ἀνὰ 10 λεπτὰ τῆς ὥρας. Παρατηρηταὶ δὲ εὑρισκόμενοι εἰς ἕκαστον σταθμὸν ἐσημείουν ἕκαστοτε τὸ μεσολαβοῦν χρονικὸν διάστημα μεταξὺ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἔβλεπον τὴν λάμψιν καὶ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἥκουν τὸν κρότον. Ἐπειδὴ τὸ φῶς ἔχει παμμεγίστην ταχύτητα, ἡ λάμψις ἐγίνετο ἀντιληπτή, καθ' ἣν στιγμὴν παρήγετο ὁ ἥχος, καὶ συνεπῶς τὸ χρονικὸν διάστημα, τὸ μεσολαβοῦν μεταξὺ τῆς λάμψιεως καὶ τοῦ ἥχου, ἦτο ὁ χρόνος, τὸν δποῖον ἔχοιαίζετο ὁ ἥχος διὰ νὰ διανύῃ τὴν δύο σταθμῶν ἀπόστασιν.

Ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἥχου εἶναι ὄμαλή. Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς φύσεως τῆς κινήσεως ἐτοποθέτησαν διαδοχικῶς μεταξὺ τῶν δύο σταθμῶν πολλοὺς παρατηρητάς, οἵ δποῖοι ἐσημείουν τοὺς χρόνους τοὺς μεσολαβοῦντας μεταξὺ λάμψιεως καὶ κρότου. Παρετήρησαν λοιπὸν ὅτι οἱ χρόνοι οὗτοι ἦσαν ἀνάλογοι τῆς ἀπόστασεως τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ σταθμοῦ τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως. Δηλ. ὁ ἥχος ἔχοιαίζετο διπλάσιον, τριπλάσιον κτλ. χρόνον διὰ νὰ διανύῃ διπλασίαν, τριπλασίαν κτλ. ἀπόστασιν. Συνεπῶς ἡ κίνησις τῆς διαδόσεως του ἦτο ὄμαλή. Ταχύτης λοιπὸν τοῦ ἥχου εἶγι: τὸ διάστημα, τὸ δποῖον οὗτος διαγνείει εἰς ἔν δευτερόλεπτον.

Α π ο τ ε λ ἐ σ μ α τ α. Ἐκ τῶν γενομένων πειραμάτων συνήχθησαν τὰ ἔξις ἀποτελέσματα:

Εἰς ἀέρα ἥρεμον, ξηρὸν καὶ θεομοκρασίας 0°, ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἶναι 331 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ ταχύτης αὗτη αὐξάνεται μετὰ τῆς θεομοκρασίας· εἰς 3° εἶναι $331\sqrt{1+\alpha\delta}$, ἐνθα α δ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ἀέρος. Εἰς 15° φθάνει 340 μέτρα. Εἰς τὴν αὐτὴν θεομοκρασίαν, ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὴν ἑλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀερίου, εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς πεδιάδας καὶ ἐπὶ τῶν δρόμων, δπου δ ἀλλοὶ εἶναι ἀραιότεροι· ἐπίσης εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν καὶ κατὰ τὴν δριζοντίαν.

Εἰς ἀέριον πυκνότητος δ ὁσ πρὸς τὸν ἀέρα ἡ ταχύτης εἰς 3° εἶναι $331\sqrt{\frac{1+\alpha\delta}{\delta}}$, δηλ. ἀγτιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς πυκνότητος τοῦ ἀερίου. Οὕτως, ἐπειδὴ ἡ πυκνότης τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 16 φορᾶς μικροτέρᾳ τῆς τοῦ ὑδυγόνου, ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸ ὑδρογόνον εἶναι 4 φορᾶς μεγαλυτέρᾳ παρὰ εἰς τὸ ὑδυγόνον.

Ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸ ὕδωρ. Κατὰ τὸ ἔτος 1827 οἱ Colliadon καὶ Sturm ἐμέτρησαν τὴν ταχύτητα τῆς διαδόσεως τοῦ ἥχου εἰς τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης, μεταξὺ δύο πλοιαρίων τοποθετημένων εἰς ἀπόστασιν 13 χιλιομέτρων ἀπ' ἀλλήλων. Ἀπὸ τοῦ ἐνδὸς τῶν πλοιαρίων τούτων ἐκρέματο κώδων, ὅστις ἐκρούετο ἐντὸς τοῦ ὕδατος διὰ σφύρας, ἡ δοπία συγχρόνως ἀνέφλεγε μικρὰν ποσότητα πυρίτιδος, ἣτις εὐρίσκετο ἐπὶ τῆς λέμβου. Εἰς τὸ ἄλλο πλοιάριον εὐρίσκετο παρατηρητής, ὅστις ἐφήρμοξεν εἰς τὸ οὖς αὐτοῦ τὸ λεπτὸν ἄκρον ἀκουστικοῦ κέρατος. Τοῦ κέρατος τούτου δ ὅλος κλεισμένος διὰ μεμβράνης καὶ βιθυνισμένος ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἣτο ἐστραμμένος πρὸς τὸν κώδωνα. Ο παρατηρητής ἐσημείου τὸ χρονικὸν διάστημα τὸ μεσολαβοῦν μεταξὺ τῆς λάμψεως τῆς ἀναφλεγούμενης πυρίτιδος καὶ τῆς ἀντιλήψεως τοῦ ἥχου. Τοιουτούρπτως εὑρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸ ὕδωρ εἰς θεομοκρασίαν 8° ίση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερολεπτον.

Ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὰ στερεά. Ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὰ στερεὰ εἶναι κατὰ πολὺ μεγαλυτέρᾳ ἀπὸ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ εἰς τὰ ρευστά· π.χ. εἰς τὸν χάλυβα εἶναι 5000 μέτρα, εἰς τὸν χαλκὸν 3700 μέτρα κτλ.

Σημείωσις. Τὴν ταχύτητα τοῦ ἥχου εἰς τὸν χυτοσίδηρον ἐμέτρησεν ὁ Biot ὡς ἔξης: Σωλὴν ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους M μέ-

τεων ἐκρούετο εἰς τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτοῦ διὰ σφύρας. Παρατηρητής εὗρισκόμενος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἥχους δύο διαδοχικοὺς ἥχους. Πρώτον τὸν διὰ τοῦ μετάλλου μεταδιδόμενον καὶ ἔπειτα τὸν διὰ τοῦ ἀέρος, ἐσημείον δὲ τὸν χρόνον δ, δστις παρήρχετο μεταξὺ τῆς ἀντιλήψεως τῶν δύο τούτων ἥχων. Ἐὰν τὴν ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸν ἥχον τὸν χυτοσίδηρον, ἡ διάρκεια τῆς διαδόσεως τοῦ ἥχου διὰ μὲν τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος $\frac{M}{\tau}$, διὰ δὲ τοῦ μετάλλου $\frac{M}{\tau'}$. Καὶ ἔπειδὴ ἡ διαφορὰ τῶν δύο τούτων χρόνων ἥτο δ, ἔχομεν :

$$\frac{M}{\tau} - \frac{M}{\tau'} = \delta, \quad \text{εἰς } \frac{\delta}{\tau} = \frac{M\tau'}{M-\delta}$$

Τοιουτοτόπως εὑρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸν χυτοσίδηρον ἥτο 10,5 φορᾶς μεγαλυτέρα παρὰ εἰς τὸν ἀέρα.

Προβλήματα.

1ον. Ποία ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸν ἀέρα, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἴται 30° ; Συντελεστὴς διαστολῆς ἀέρος $a = \frac{1}{273}$.

2ον. Εἰς πόιαν θερμοκρασίαν ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἥχου εἰς τὸν ἀέρα εἴται 336 μέτρα;

3ον. Νὰ δηλογισθῇ ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου εἰς τὸ ὑδρογόνον, ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἰς τὸν ἀέρα εἴται 340 μ.

4ον. Σῶμά τι πίπτει ἐντὸς φρέατος καὶ ἀκούεται ὁ κρότος τῆς συγχρούσεως τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ὑδάτος τοῦ φρέατος; Βεντερόβλεπτα μετὰ τὴν ἔναρξιν τῆς πτώσεως. Ζητεῖται τὸ βάθος τοῦ φρέατος. Ταχύτης τοῦ ἥχου 340 μ. καὶ $g = 9,8$ μ.

250. Ἀνάκλασις τοῦ ἥχου.—Οἱ ἥχοι ἀνακλᾶται ἐπὶ ἐπίπεδου ἀκάμπτου, καθὼς τὸ φῶς ἐπὶ κατόπτρου. Καλοῦμεν ἡχητικὴν ἀκτῖνα, πᾶσαν εὐθύγραμμον διεύθυνσιν, ἡ δοπία ἀρχεται ἀπὸ τῆς ἥχογόνου πηγῆς. Ἡ εὐθεῖα, ἡ δοπία συνδέει ἥχογόνον σημεῖον Ο μὲν ἐν σημεῖαν Ι τοῦ ἐπίπεδου, εἶναι ἀκτὶς προσπίπτουσα. Ἡ ἀκτὶς αὐτὴ ἀνακλᾶται εἰς τὸ Ι (σχ. 176) καὶ λαμβάνει διεύθυνσιν ΙΚ τοιαύτην, ὥστε νὰ φαίνεται ὅτι προέρχεται ἀπὸ ἐν ἥχογόνον κέντρον Ο' συμμετρικὸν τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΑΜ.

***Ἔχω.** - **Ἀντήχησις.** Ἔχω καλεῖται τὸ φαινόμενον τῆς ἀπαν-

λήψεως ήχου τινός, ἔνεκα ἀνακλάσεως αὐτοῦ ἐπί τυνος κωλύματος, π.χ. τοίχου, δάσους, βράχου κτλ. Ἐὰν παρατηρητὴς Ο ἐκπέμπῃ ἥχον σύντομον (ἀναρρόφον) ἀπέναντι ἀνακλώσης ἐπιπέδου ἐπιφανείας MN (σχ. 176), εὑρισκομένης εἰς ἀπόστασιν AO, δ ἡχος οὗτος ἀνακλᾶται, ώστε προήρχετο ἀπὸ φανταστικὸν ἥχογόνον κέντρον O'. Μεταξὺ τῆς στιγμῆς τῆς ἐκπομπῆς καὶ τῆς στιγμῆς τῆς ἐπιστροφῆς τοῦ ἥχου τούτου μετὰ τροχιὰν 2.AO διὰ τὴν μετάβασιν καὶ ἐπιστροφὴν παρέρχεται χρόνος 2AO

$\frac{\tau}{\tau}$ (ἔνθα τ ἡ ταχύτης τοῦ ἥχου).

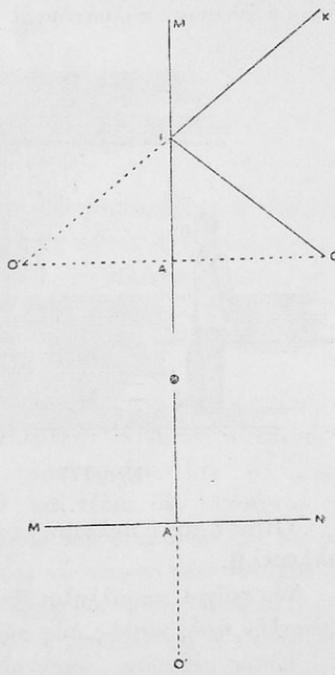
Ἐὰν δ ἔξ ἀνακλάσεως ἥχος φθάσῃ εἰς τὸν παρατηρητὴν προτοῦ παρέλθῃ 0,1 δευτερολέπτου (μέση διάρκεια τῆς παραμονῆς τῆς ἥχητικῆς ἐντυπώσεως), ἡ νέα ἐντύπωσις ἐνισχύει καὶ παρατείνει ἀπλῶς τὴν πρώτην, δηλ. τὴν τοῦ ἀπ' εὐθείας ἥχου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀντήχησις.

Διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἥχω, πρέπει δ ἥχες νὰ χρειασθῇ τουλάχιστον 0,1 τοῦ δευτερολέπτου διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπό-

στασιν 2.OA, δηλαδὴ $\frac{2.OA}{340} = 0,1$, ἔξ

ἥς λαμβάνομεν $2.OA = 34$ καὶ $OA = 17$ μέτρα. Συνεπῶς ἡ OA πρέπει νὰ είναι μεγαλειτέρα τῶν 17 μέτρων. Ἐὰν λοιπὸν δ παρατηρητὴς εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν δλίγον μεγαλειτέραν τῶν 17 μέτρων ἀπὸ τοῦ κωλύματος καὶ ἐκπέμψῃ ἥχον ἀναρρόφον, θὰ ἀντιληφθῇ ἥχω (σχ. 177).

Σημείωσις. Διὰ νὰ εἶναι ἡ ἥχω εὐκρινής, οἱ ἔναρροι ήχοι ἀπαιτοῦν ἐλαχίστην ἀπόστασιν, πολὺ μεγαλυτέραν παρὰ οἱ ἀναρρόφοι ήχοι. Ἀν παραδεχθῶμεν δτι ἀκούομεν εὐκρινῶς τέσσαρας συλλαβᾶς κατὰ δευτερόλεπτον, θὰ ἀκούσωμεν συλλαβὴν ἀνακλασθεῖσαν κατόπιν τῆς συλλαβῆς, ἡτις ἔρχεται κατ' εὐθείαν, ἐὰν παρέλθῃ ἐν τέταρτον δευτερολέπτου μεταξὺ τῆς ἀρχῆς τοῦ ἀπ' εὐθείας ἥχου καὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ ἀνακλωμένου ἥχου. Εἰς ἀπόστασιν OA τοιαύτην, ὥστε



Σχ. 176

$$\frac{2 \cdot OA}{\tau} = \frac{1}{4} \quad \left(\text{εξ ους } OA = \frac{\tau}{8} = 42,5 \mu. \text{ διὰ } \tau = 340 \right),$$

έὰν προφέρωμεν μίαν μόνον συλλαβήν, ἀκούωμεν ἀμέσως τὴν ἀνακλωμένην.

“Οταν περισσότεραι συλλαβαὶ προφέρωνται ἀνευ διακοπῆς, αἱ πρῶται ἀνακλασθεῖσαι συλλαβαὶ ἐπιτίθενται διὰ τὸ οὖς εἰς τὰς ἀπ’ εὐθείας ἔρχομένας συλλαβάς. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἀνακλασθεῖσαι εἶναι διεγώντερον ἔντονοι, καλύπτονται ὑπὸ τῶν ἀπ’ εὐθείας, φθάνει δὲ μόνον

ἡ τελευταία ἀνακλασθεῖσα, δταν δ ἀπ’ εὐθείας ἦχος ἔχῃ παύσει, καὶ τοιουτορόπως φαίνεται δτι μόνη αὐτὴ ἐπαναλαμβάνεται. Ἡ ὥχω τότε εἶναι μονοσύλλαβος.

Αἱ ν τελευταῖαι συλλαβαὶ θὰ ἐπαναληφθοῦν, έὰν ἡ ἀπόστασις OA εἶναι ἵση πρὸς ν. 42,5. Ἡ ὥχω θὰ εἶναι τότε πολυσύλλαβος.

“Οταν ἡ αὐτὴ συλλαβὴ ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις, ἡ ὥχω καλεῖται πολλαπλῆ.

Δύο τοῖχοι παράλληλοι ἀπομακρυσμένοι δύνανται νὰ παραγάγουν πολλαπλὴν ὥχω, καθὼς δύο παράλληλα κάτοπτρα δίδουν πολλὰ εἴδωλα.

Ἐντὸς αἰθούσης, ὅπου οἱ τοῖχοι, τὸ δάπεδον, ἡ δροφή, ἀνακλοῦν τὸν ἥχον, οἱ ἐξ ἀνακλάσεως ἥχοι δύνανται νὰ μὴ ἐπιτίθενται εἰς τοὺς ἀπ’ εὐθείας ἥχους· γίνεται τότε σύγχυσις. Ἀποφεύγομεν τὰς ἀνακλάσεις καλύπτοντες τοὺς τοίχους διὰ παραπετασμάτων, δηλ. οὐσιῶν μὴ ἔλαστικῶν, αἱ δποῖαι ἀποσβύνουν τὰς παλιμκάς κινήσεις.

Π ρ ο β λή μ α τ α.

1ον. Κρανγὴ παραχθεῖσα ὑπὸ παρατηρητοῦ ἐνώπιον τοίχου, ἐπανέρχεται εἰς αὐτὸν μετὰ 1,5 δευτερόλεπτα. Ποία ἡ ἀπόστασις τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ τοίχου;

Σον. Δύο παρατηρηταὶ Α' καὶ Β' εὑρίσκονται εἰς ἵσας ἀποστάσεις χ' ἀπό τυνος ἐπιπέδου ΓΔ. Ἡ ἀπὸ ἀλλήλων ἀπόστασις αὐτῶν ΑΒ εἶναι 20 μέτρα. Ὁ παρατηρητὴς Α παράγει ἥχον, τὸν ὅποῖον ἀκούει ὁ Β πρῶτον μὲν δι' ἀμέσου διαδόσεως, ἔπειτα δὲ κατόπιν ἀγακλάσεως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΓΔ. Ζητεῖται ἡ ἐλαχίστη τιμὴ τοῦ χ', ἵνα δ' ἀμεσος ἥχος ἀκονσθῇ 0,1 τοῦ δευτερολέπτου πρὸ τοῦ ἐξ ἀγακλάσεως. Ἡ θερμο-

αρασία εἶναι 15°.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

251. Οἱ ἥχοι διακρίνονται διὰ τριῶν χαρακτήρων ἢ ἰδιοτήτων: ἐντάσεως, ψυχους, χροιᾶς. Αἱ ἰδιότητες αὗται ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ στοιχεῖα πάσης παλμικῆς κινήσεως: δηλ. τὸ πλάτος αὐτῆς, τὴν συχνότητα καὶ τὴν μορφήν.

Α' ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΗΧΟΥ

252. Διὰ τῆς ἐντάσεως διακρίνεται ἥχος τις ἴσχυρος ἀπὸ ἄλλου ἥχου ἀσθενοῦς. Ἐὰν θέσωμεν εἰς παλμικὴν κίνησιν διαπασῶν καὶ τὸ ἀφήσωμεν κατόπιν ἐλεύθερον, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἥχος, τὸν ὅποιον παράγει, ἔξασθενεὶ βαθμηδὸν καὶ τέλος δὲν ἀκούεται πλέον. Ἐὰν ἐγγράψωμεν τὰς παλμικὰς κινήσεις τοῦ διαπασῶν ἐπὶ αἰθαλωμένης ἐπιφανείας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ πλάτος τῶν παλμῶν βαίνει ἐλαττούμενον μετὰ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἥχου καὶ τέλος μηδενίζεται μετ' αὐτῆς. Ἐπίσης ἡ ἔντασις τοῦ ἥχου τοῦ διαπασῶν εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἴσχυρότερον κρούομεν αὐτό. Ἐὰν ἐγγράψωμεν τοὺς παλμοὺς τοὺς ἀντιστοιχοῦντας εἰς διαφόρους κρούσεις, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἥχου αὐξάνεται μετὰ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν τοῦ διαπασῶν. Ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἥχου εἶναι ἀγάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν τοῦ ἥχογού σώματος. Ἡ ἔντασις τοῦ ἥχου ἐλαττοῦται πρὸς τούτοις μετὰ τῆς πυκνότητος τοῦ μέσου, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ὁ ἥχος διαδίδεται. Τοιούτοις πρόπτως ὁ ἥχος κύδωνος ἥχουντος ἐντὸς ὑαλίνης σφαίρας γίνεται τόσον ἀσθενέστερος, ὅσον περισσότερον ἀραιοῦμεν τὸν δέρα τῆς σφαίρας.

Ἐπίσης ή ἔντασις τοῦ ἥχου μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀγτίστροφον πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως. Οὗτοι 4 ὅμοιοι κώδωνες ἔξι ἔσου καὶ συγχρόνως πληττόμενοι ἀκούονται μετὰ τῆς αὐτῆς ἔντασεως, μετὰ τῆς ὁποίας ἀκούεται ὁ ἥχος, τὸν ὅποιον παράγει εἰς μόνον ὅμοιος κώδων ἔξι ἔσου πληττόμενος, ὅταν τεθῇ εἰς τὸ ἡμισυ τῆς ἀποστάσεως.

Τέλος η ἔντασις τοῦ ἥχου ἔξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας. "Οσον αὐτῇ εἶναι ἡρεμωτέρᾳ, τόσον η ἔντασις τοῦ ἥχου εἶναι ἴσχυροτέρᾳ. Ἐπίσης ἔξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς διευθύνσεως τοῦ πνέοντος ἀνέμου. "Όταν ὁ ἥχος ἔχῃ τὴν αὐτὴν μετὰ τοῦ ἀνέμου φοράν, η ἔντασίς του εἶναι μεγαλύτερα.

B' ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

253. Διὰ τοῦ γνωρίσματος τοῦ ὑψούς διακρίνονται οἱ διεῖς ἥχοι ἀπὸ τοὺς βαρεῖς. Τὸ ὑψος ἥχου τινὸς ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς συχνότητος τῶν παλμικῶν κινήσεων, δηλ. ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἥχογόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον, οἰαδήποτε καὶ ἂγειρα: η φύσις τοῦ ἥχογόνου σώματος. Δύο ἥχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων κατὰ δευτερόλεπτον. Διὰ ἥχον δεύτερον, ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ δευτερόλεπτον παλμικῶν κινήσεων εἶναι μεγαλύτερος παρὰ διὰ ἥχον βαρύν.

"Η συχνότης δὲν μεταβάλλεται, ὅταν ὁ ἥχος ἔξασθενῃ, δηλ. ὅταν τὸ πλάτος τῶν παλμικῶν κινήσεων ἔλαττοῦται.

Προσδιορισμὸς τοῦ ὕψους ἥχου τινός. Τὸ ὑψος ἥχου τινός, δηλ. τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἥχογόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον, προσδιορίζομεν κατὰ δύο μεθόδους.

α) Μέ θ ο δ ος ἀ κ ο ν σ τ ι κ ή. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ἀποκαθιστῶμεν δύμοφωνίαν, δηλ. τὸ αὐτὸν ὑψος μεταξὺ τοῦ ἔξεταζομένου ἥχου καὶ τοῦ ἥχου συσκευῆς, η ὁποία παρέχει μεταβλητοὺς ἥχους, τῶν ὁποίων εὐκόλως δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν συχνότητα. "Η συχνότης τοῦ ἥχου τοῦ ἐν δύμοφωνίᾳ πρὸς τὸν ἔξεταζόμενον ἥχον εἶναι κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἵση πρὸς τὴν συχνότητα τοῦ ἔξεταζομένου ἥχου. Τὸ οὖς διακρίνει μετ' ἀκοιβείας ἐὰν δύο ἥχοι εὑρίσκωνται ἐν δύμοφωνίᾳ.

β) Μέ θ ο δ ος γ ο α φ ι κ ή. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην τὸ ἥχογόνον σῶμα ἐγγράφει κυματοειδῆ γραμμήν, τῆς ὁποίας ὁ ἀριθμὸς τῶν κυμάνσεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεγράφησαν εἰς ὀρισμένον χρόνον, εἶναι ἵσος

πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς δοπίας ἔξετέλεσε τὸ ἕχογόνον σῶμα κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον.

254. Ὁρια τῶν ἀντιληπτῶν ἥχων.—Μία ἕχητικὴ παλμικὴ κίνησις γίνεται ἀντιληπτὴ μεταξὺ ὠρισμένων δρίων, περιλαμβανομένων γενικῶς μεταξὺ 8 καὶ 24000 διπλῶν παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

ΜΟΥΣΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ - ΚΛΙΜΑΚΕΣ

255. Διάστημα δύο ἥχων.—Ἡ σύγχρονος ἡ διαδοχικὴ ἀκρόασις δύο ἥχων παράγει ἐπὶ τοῦ ὀτός μας ἐντύπωσιν, ἢτις δὲν ἔξαρταται ἐκ τοῦ ἀπολύτου ὑψους των, ἀλλ᾽ ἐκ τοῦ διαστήματος αὐτῶν. Τὸ διάστημα δύο ἥχων ἐκφράζει τὴν σχέσιν τῶν συχνοτήτων τῶν δύο τούτων ἥχων. Ἐπειδὴ κατὰ συνήθειαν λαμβάνουν δῶς ἀριθμητὴν τὴν συχνότητα τοῦ δέκτερου ἥχου, τὸ διάστημα εἶναι πάντοτε ἀριθμὸς μεγαλύτερος τῆς μονάδος.

Τὸ οὖς ήμῶν δέχεται εὐχαρίστως διαδοχικοὺς ἡ συγχρόνους, τῶν δοπίων τὰ διαστήματα εἶναι σχέσεις ἀπλαῖ. Διὰ τούτο οἱ χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν μουσικὴν ἥχοι σχηματίζουν σειρὰς ὠρισμένων διαστημάτων. Οἱ μουσικοὶ ἀναγνωρίζουν τὰ διαστήματα διὰ τῆς ἀκοῆς. Οἱ φυσικοὶ τὰ καθορίζουν διὰ τῶν σχέσεων τῶν συχνοτήτων.

256. Κλίμακες.—Τὸ θεμελιῶδες στοιχεῖον τοῦ μουσικοῦ συστήματος εἶναι ἡ κλίμακα. Καλοῦμεν κλίμακα ὅμαδα 7 ἥχων, καλούμενων φθόγγων, οἱ δοποὶ σχηματίζουν μελωδίαν συμβατικοῦ τύπου⁽¹⁾. Οἱ βαρύτατος ἥχος καλεῖται τονική, οἱ δὲ ἀλλοί διαδέχονται ἀλλήλους, παρουσιάζοντες μετὰ τοῦ πρώτου τὰ διαστήματα:

$$\frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}.$$

Τὸ μουσικὸν σύστημα ὀλόκληρον περιλαμβάνει πολλὰς κλίμακας, δηλ. ὅμαδας ἔξ 7 φθόγγων, αἱ δοποὶ διαδέχονται ἀλλήλας μὲν ὠρισμένα διαστήματα. Τὰ διαστήματα ταῦτα ἐπαναλαμβάνονται κατὰ τὴν αὐτὴν σειρὰν εἰς ἑκάστην κλίμακα.

Οἱ 7 φθόγγοι ἔχουν τὸ αὐτὸν ὄνομα εἰς ἑκάστην κλίμακα. Τὰ ὀνόματα τῶν φθόγγων τούτων μετὰ τῶν διαστημάτων ἑκάστου φθόγγου πρὸς τὸν πρῶτον εἶναι :

1. Εἰς τὴν μελωδίαν οἱ ἥχοι εἶναι διαδοχικοί, εἰς τὴν ἀριθμούς σύγχρονοι.

do	re	mi	fa	sol	la	si	do
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2.

Μετὰ τὸν φθόγγον si, τελευταῖον οἷασδήποτε κλίμακος, ἔρχεται δὲ φθόγγος do, πρῶτος τῆς ἐπομένης κλίμακος τὸ διάστημα τοῦ νέου τούτου do πρὸς τὸ προηγούμενον εἶναι 2 ἢ διάστημα ὀγδόντος: τοῦτο εἶναι ἐπίσης τὸ διάστημα δύο φθόγγων τῆς αὐτῆς τάξεως εἰς δύο διαδοχικὰς κλίμακας.

Αἱ διαδοχικὰς κλίμακες χαρακτηρίζονται διὸ ἀριθμῶν, οἵ δποιοὶ καλοῦνται **δεῖκται**. Οὗτοι αὖτε αντιτίθενται μετὰ τῆς συχνότητος

— 2 — 1 1 2 3 4 5 6 7.

Δύο φθόγγοι τῆς αὐτῆς τάξεως ὡς πρὸς τὸ do ἔχουν τὸ αὐτὸ δύνομα εἰς δύο κλίμακας, ἀλλὰ διαφέρουν κατὰ τὸν δείκτην, διὰ δύο δὲ διαδοχικοὺς δεῖκτας τὸ διάστημά των εἶναι μία ὀγδόντος.

257. Κανονικὸν διαπασῶν.—Ἐπειδὴ τὸ μουσικὸν σύστημα πρέπει νὰ περιλαμβάνεται μεταξὺ δρισμένων δρίών, ἀνεξαρτήτων τοῦ ἀπολύτου ὑψούς τοῦ ἀποδιδούμενου εἰς ἕνα τῶν φθόγγων, ἐκρίθη ἐπωφελές νὰ σταθεροποιηθῇ ἀμεταβλήτως, κατὰ συνθήκην, τὸ ὑψος ἐνὸς φθόγγου.

Ἐλικὸν συνέδριον, συνελθόν τῷ 1885 εἰς τὴν Βιέννην, ἀπεφάσισε νὰ συνδυάσῃ ὅλους τοὺς φθόγγους πρὸς τὸν ἥχον ἐνὸς προτύπου ἢ κανονικοῦ διαπασῶν, τὸ δποῖον ἔκτελει 435 διπλοὺς παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον εἰς θερμοκρασίαν 15°. Ο ἥχος οὗτος εἶναι κατὰ συνθήκην τὸ κανονικὸν la. Τὸ do τῆς κλίμακος, εἰς τὴν δποίαν ἀνήκει τὸ la τοῦτο, εἶναι φθόγγος 261 διπλῶν παλμῶν ($435 : \frac{5}{3}$).

258. Ἐπέκτασις τῆς μουσικῆς κλίμακος.—Ἡ κλίμαξ, εἰς τὴν δποίαν ἀνήκει τὸ κανονικὸν la, καλεῖται **θεμελιώδης** τοὺς φθόγγους αὐτῆς προσδιορίζουν διὰ τοῦ δείκτου 3. Π.χ. do₃ re₃ . . . la₃ si₃.

Αἱ ὑψηλότεραι κλίμακες ἔχουν τοὺς δείκτας 4, 5, 6 . . . , αἱ βαρύτεραι τοὺς δείκτας 2, 1, — 1, — 2 . . .

259. Διαδοχικὰ διαστήματα μιᾶς κλίμακος.—Τόνοι παὶ ἡμιτόνια. Γράψωμεν διὰ μίαν κλίμακα εἰς μίαν πρώτην σειρὰν τὰ διαστήματα μεταξὺ οἷασδήποτε φθόγγου καὶ τοῦ πρώτου καὶ εἰς δευτέραν τὰ διαστήματα δύο φθόγγων διαδοχικῶν:

do	re	mi	fa	sol	la	si	do
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

$$\frac{9}{8} : 1 = \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} : \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} : \frac{15}{16} = \frac{4}{3} \quad \frac{9}{8} : \frac{5}{3} = \frac{9}{8} \quad \frac{15}{16} : \frac{5}{2} = \frac{15}{8} \quad 2 : \frac{15}{8} = \frac{16}{15}$$

Παρατηροῦμεν ὅτι τὰ 7 διαδοχικά διαστήματα ἀνάγονται εἰς τρία· ἐκ τούτων τὸ μεγαλείτερον $\frac{9}{8}$ καλεῖται μεῖζων τόνος, τὸ $\frac{10}{9}$ ἐλάσσων τόνος, τὸ μικρότερον $\frac{16}{15}$ μεῖζον ἡμιτόνιον.

Τὰ διαστήματα $\frac{9}{8}$ καὶ $\frac{10}{9}$ συγχέονται, διότι ἔχουν λόγον $\frac{81}{80}$, ὃστις θεωρεῖται πρακτικῶς ἵσος μὲ τὴν μονάδα. Διὰ τοῦτο δίδεται τὸ ἕδιον ὄνομα τοῦ τόνου εἰς τὰ διαστήματα $\frac{9}{8}$ καὶ $\frac{10}{9}$. Τὸ κατόπιν διάστημα $\frac{16}{15}$ καλεῖται ἡμιτόνιον.

Δηλαδὴ μία κλίμαξ σχηματίζεται ἐκ τῆς διαδοχῆς ὃύ τόγων καὶ ἔνδος ἡμιτονίου, τριῶν τόγων καὶ ἔνδος ἡμιτογίου. Ἐὰν παραστήσωμεν διά Τ τοὺς τόνους καὶ διὰ τὰ ἡμιτόνια, θὰ ἔχωμεν 2T, τ., 3T, τ.

260. Συγχορδίαι.—*Η σύγχρονος ἐκπομπὴ δύο ἢ περισσοτέρων ἥχων, χωρίζομένων διὰ μουσικῶν διαστημάτων, ἀποτελεῖ συγχορδίαν.*

Ἡ συγχορδία εἶναι σύμφωνος μέν, ἐὰν παράγῃ εὐάρεστον ἐντύπωσιν εἰς τὸ οὖς, διάφωνος δὲ ἐὰν ἡ ἐντύπωσις εἶναι δυσάρεστος.

Τὰ σύμφωνα διαστήματα εἶναι ὀλίγα· τὸ μᾶλλον σύμφωνον εἶναι ἡ ὁμοιφωνία $\frac{1}{1}$. Κατόπιν τὰ διαστήματα ὀγδόης $\frac{2}{1}$, πέμπτης $\frac{3}{2}$, τετάρτης $\frac{4}{3}$, μεῖζονος τρίτης $\frac{5}{4}$, ἐλάσσονος τετάρτης $\frac{6}{5}$.

Τελεία συγχορδία.—*Η παραγωγὴ τριῶν ἥχων, ἐκ τῶν δποίων οἱ δύο τελευταῖοι παρουσιάζουν μετὰ τοῦ πρώτου διαστήματα μεῖζονος τρίτης ἢ πέμπτης, δίδει συγχορδίαν, ἥτις καλεῖται τελεία μεῖζων.*

Εἰς τὴν κλίμακα τοῦ do ἀντιστοιχεῖ ἡ τελεία συγχορδία do, mi, sol, εἰς τὴν δποίαν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶναι ως οἱ ἀριθμοὶ 4, 5, 6.

Ἐκάστη τῶν ἄλλων κλιμάκων χαρακτηρίζεται ὑπὸ μιᾶς τελείας συγχορδίας. Π.χ. διὰ τὴν κλίμακα τοῦ sol, ἔχομεν τὴν συγχορδίαν sol, si, re.

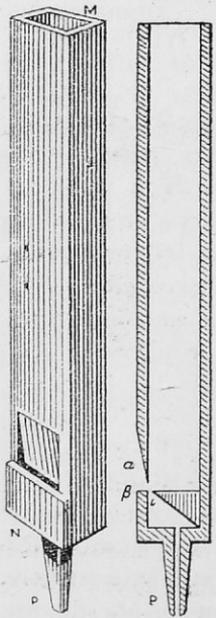
261. Ἀρμονικοὶ ἥχοι.—*Καλοῦμεν ἀρμονικοὺς τοὺς ἥχους, τῶν δποίων αἱ συγνότητες εἶναι μεταξύ των καθὼς ἡ φυσικὴ σειρὰ τῶν*

ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, 5, 6 Ὁ βαρύτατος ἥχος, ὁ πρῶτος τῆς σειρᾶς, καλεῖται θεμελιώδης, οἱ δὲ λοιποὶ δεύτερος ἀρμονικός, τρίτος ἀρμονικὸς κτλ.

ΗΧΗΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

262. Ὁ ηχητικός σωλήνης εἶναι σωλήνη μὲν ἀνθεκτικὰ καὶ λεῖα τοιχώματα, ὅστις ἀποδίδει ἥχον, ὅταν ὁ ἄντος, τὸν ὅποιον ἐγκλείει, τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν.

Ἡ δόνησις τοῦ ἀέρος παράγεται συνήθως ὑπὸ ἡχητικῆς πιργῆς, τῆς ὅποιας τὰ σχήματα ἄγονται εἰς δύο τύπους: ἐπιστόμιον μὲν στόμια καὶ ἐπιστόμιον μὲν γλωττίδα.



Σχ. 178

263. Ἐπιστόμιον μὲν στόμα.—Εἰς τὸ ἐπιστόμιον τοῦτο, τὸ χρησιμοποιούμενον εἰς τοὺς πλείστους τῶν σωλήνων τῶν πνευστῶν δογάνων, ὁ ἄντος ἔξερχεται ἐκ φυσητῆρος, ἐντὸς τοῦ ὅποιού εἶναι πεπιεσμένος. Διέρχεται διὰ σωλήνος P (σχ. 178) καὶ φθάνει εἰς θάλαμον κλειστόν. Ἐξερχόμενος δὲ ἐκ τοῦ θαλάμου τούτου διὰ στενῆς σχισμῆς οἱ προσκρούει ἐπὶ ἑλάσματος α. Τοῦτο εἶναι λοξῶς τετμημένον καὶ σχηματίζει τὸ ἀνώτερον χεῖλος ἐγκαρροσίου ἀνοίγματος, τὸ δοποῖον καλεῖται στόμα. Τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος, θραυσμένον ἐπὶ τοῦ ἑλάσματος παράγει σειρὰν ὕσεων, αἱ δοποῖαι μεταδίδονται εἰς τὴν ἀερωδή στήλην.

Ὁ ἄντος πάλλεται ἐντὸς ἡχητικοῦ σωλήνος. Πράγματι, ἐάν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ σωλήνος (σχ. 172) μικρὸν δοιζόντιον δίσκον ἐκ μειβράνης, ἐπὶ τῆς δοποῖας ἔχομεν θέσει δλίγην ἄμμον, παρατηροῦμεν διτοι ἡ ἄμμος ἀναπηδᾷ,

ὅταν ὁ σωλήνης παραγῇ ἥχον, δπερ καθιστῷ φανερὰν τὴν παλμικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος.

Ἐπίδρασις τῶν τοιχωμάτων. Τὸ ἥχον σῶμα εἶναι ὁ ἄντος. Τὰ τοιχώματα δὲν ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ ὕψους τοῦ ἥχου. Πράγματι, ἐάν τοποθετήσωμεν ἐπὶ φυσητηρίου τρεῖς σωλήνας τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τῆς αὐτῆς διαμέτρου, μὲ δύοια ἐπιστόμια, ἀλλὰ τὸν πρῶτον ἐκ ἔύλου,

τὸν δεύτερον ἐκ χαλκοῦ καὶ τὸν τρίτην ἐκ χονδροῦ χάρτου, θὰ παρατηρήσωμεν, διτὶ καὶ οἱ τρεῖς ἥχοι ἔχουν τὸ αὐτὸ τῷψος· μόνον ἡ χροιὰ αὐτῶν διαφέρει.

Ἐπίδρασις τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου. Τὸ τῷψος τοῦ ἥχου αὖθις ανεται, ὅταν ἡ πυκνότης τοῦ ἀερίου ἐλατοῦται. Οἱ ἥχοι εἶναι δεξύτεροις εἰς τὸ ὑδρογόνον παρὰ εἰς τὸν ἀέρα· εἰς τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος εἶναι βαρύτεροις.

Οἱ ἥχητικὸι σωλῆναι ἐνισχύει τὸν ἥχον. Διὰ νὰ ἀποδεῖξωμεν τοῦτο, φέρομεν ἄνωθεν κυλινδρικοῦ ὑαλίνου δοχείου (σ. 179) ἐν διαπασῶν. Καθ' ὃν χρόνον τὸ διαπασῶν παραγάγει ἥχον, φίπτομεν ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐντὸς τοῦ δοχείου ὑδροῦ, οὕτως ὥστε νὰ σμικρύνωμεν βαθμηδὸν τὸ τῷψος τῆς ἐντὸς αὐτοῦ ἀερώδους στήλης· θὰ παρατηρήσωμεν τότε, διτὶ ὁ ἥχος τοῦ διαπασῶν ἐνισχύεται σηματικῶς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἡ στήλη τοῦ ἀέρος λάβῃ τὸ κατάληκτον μῆκος.

264. Νόμοι τῶν κυλινδρικῶν ἡ προσματικῶν σωλήνων.—Εἰς σωλῆνας πολὺ μικρᾶς διαμέτρους ὡς πρὸς τὸ μῆκος τον, τὸ τῷψος τῶν ἥχων ἔξαρταται ἐκ τοῦ μήκους καὶ οὐχὶ ἐκ τῆς διαμέτρου. Σωλῆνας εὐθὺς καὶ σωλῆν κεκαμμένος τοῦ αὐτοῦ μήκους ἀποδίδουν τοὺς αὐτοὺς ἥχους. Οἱ ἥχοι διαφέρουν, καθ' ὅσον τὸ ἀπέναντι τοῦ ἐπιστομίου ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἶναι κλειστὸν ἡ ἀνοικτόν.

265. Νόμοι τῶν ἀρμονικῶν.—Σωλῆνες κλειστοί. Αἱ συχνότητες τῶν ὑπὸ κλειστοῦ σωλῆνος ἀποδιδομένων ἥχων εἶναι N, 2N, 3N, 7N Οἱ βαρύτατοι ἥχοι καλεῖται θεμελιώδης, οἱ ἄλλοι εἶναι οἱ περιττοὶ ἀρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους ἥχου.

Σωλῆνες ἀνοικτοί. Αἱ συχνότητες τῶν ἀποδιδομένων ἥχων εἶναι N', 2N', 3N' Οἱ ἀποδιδόμενοι ἥχοι εἶναι εἰς θεμελιώδης καὶ οἱ διαδοχικοὶ ἀρμονικοὶ αὐτοῦ.

Νόμος τῶν μηχανῶν. α) Τὸ τῷψος τοῦ θεμελιώδους ἥχου διὰ σωλῆνας τοῦ αὐτοῦ εἴδας (εἴτε ἀνοικτοὺς εἴτε κλειστοὺς) εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογον πρὸς τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος. Οὕτω δυνάμεθα νὰ ἀνυψώσωμεν κατὰ μίαν δύρδην τὸν ἥχον σωλῆνος, βραχύνοντες αὐτὸν κατὰ τὸ ἥμισυ.

β) Κλειστὸς σωλῆν γίνεται τὸν αὐτὸν θεμελιώδη ἥχον, τὸν ὄποιον καὶ



Σ. 179

σωλήνης άνοικτός διπλασίου μήκους. Τὸν νόμον τοῦτον δυνάμεθα νὰ διατυπώσωμεν καὶ ὡς ἔξῆς : ‘Ο θεμελιώδης ἥχος αλειστοῦ σωλήνος εἴναι κατὰ μίαν δύδον γ βαρύτερος τοῦ θεμελιώδους ἥχου σωλήνος ἀνοικτοῦ, τοῦ αὐτοῦ μήκους. Διὰ νὰ ἀποδεῖξωμεν τὸν νόμον τοῦτον, κάμνομεν ἀνοικτὸν σωλῆνα νὰ ἀποδώσῃ τὸν θεμελιώδη ἥχον ἐὰν κατόπιν κλείσωμεν διὰ σανίδος τὸ ἄκρον αὐτοῦ, θὰ ἀκούσωμεν ἥχον κατὰ μίαν δύδον γ βαρύτερον.

266. Ἐπιστόμιον μετὰ γλωττίδος.—Εἰς ἥχητικὸν σωλῆνα, αἱ περιοδικαὶ ἔξοδοι τοῦ φεύγαντος τοῦ ἀέρος δύνανται νὰ γίνωνται διὰ τῶν παλμικῶν κινήσεων ἔλαστικοῦ ἔλασματος, τὸ δποῖον καλεῖται **γλωττίς**. ‘Ο σωλὴν ἐνισχύει ἐνα τῶν ἥχων τοῦ ἔλασματος τούτου.

Ἐλευθέρα γλωττίς. Εἰς τοὺς σωλῆνας τῶν πνευστῶν ὁργάνων, ἡ γλωττὶς τοποθετεῖται εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος . ‘Ο σω-

λὴν, στερεωμένος διὰ τοῦ ποδός του ἐπὶ φυσητηρίου, κλείεται ἀνωθεν διὰ ἔντονος προσματικοῦ κιβωτίου, τὸ δποῖον εἰσάγεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος . Η ἐντὸς τοῦ σωλῆνος κοίλη προέκτασις τοῦ κιβωτίου τούτου φέρει πλαγίως δρυμογώνιον θυρίδα ἐπιμήκη, ἐντὸς τῆς δποίας κινεῖται λεπτὸν ἔλασμα Γ ἐξ ὀρειχάλκου (σγ. 180). Τὸ ἔλασμα τοῦτο εἶναι προσηλωμένον διὰ **λαβής** τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου του εἰς μίαν τῶν μικρῶν πλευρῶν τῆς Σγ. 180 θυρίδος. ‘Η γλωττὶς Γ’ καλεῖται **ἐλευθέρα**, διότι πάλλεται ἐλευθέρως καὶ ἀπὸ τὰ δύο μέρη τῆς θυρίδος, χωρὶς νὰ ἐφάπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς. ‘Ο ἀλλο τοῦ φυσητηρίου φθάνει διὰ τοῦ σωλῆνος, ὡθεῖ τὸ ἔλασμα πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου, οὕτω δὲ διέρχεται ἐλευθέρως καὶ ἐκφεύγει διὰ τῆς δπῆς Ο τοῦ καλύμματος. Λόγῳ τῆς ἔλαστικότητός του τὸ ἔλασμα ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν τῆς ισορροπίας του, τὴν ὑπερβαίνει καὶ πάλλεται ἐγκαρφίως, ἀνοιγον καὶ κλεῖον τὴν θυρίδα. Τοιουτορόπως παραγόνται παλμικὰ κινήσεις εἰς τὸν ἀέρα, ἐπομένως καὶ ἥχος, τοῦ δποίου τὸ ὑψος ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς ταχύτητος τοῦ φεύγαντος τοῦ ἀέρος.

Πλήγτουσα γλωττίς. Εἰς ταύτην (σγ. 181) τὸ ἔλαστικὸν ἔλασμα εἶναι διλύγον πλατύτερον τῆς θυρίδος, ἐπομένως πάλλεται μόνον ἐκ τοῦ ἔνος μέρους αὐτῆς, πλήγτον τὰ χείλη τῆς δπῆς. Καὶ εἰς τὰ δύο εἴδη τῶν γλωττίδων καθιστῶμεν τὸν ἥχον δεξύτερον, ἐλαττοῦντες τὸ μῆκος τοῦ παλλομένου μέρους αὐτῆς διὰ τοῦ στελέχους σ.

ΠΑΛΜΟΙ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

267. Τὰ ἔλαστικὰ στερεά σώματα σχηματίζουν πολλὰς διμάδας παλλομένων σωμάτων :

α) Σώματα, τῶν ὅποιών τὸ μῆκος εἶναι μέγα σχετικῶς πρὸς τὸ πλάτος καὶ τὸ πάχος· τοιαῦτα εἶναι 1) ὁρόβοι (ἄκαμπτοι), 2) χορδαὶ (εὔκαμπτοι).

β) Σώματα, τῶν ὅποιών τὸ πάχος εἶναι πολὺ μικρὸν ἐν σχέσει πρὸς τὸ μῆκος καὶ πλάτος, τοιαῦτα εἶναι 1) πλάκες (ἄκαμπτοι), 2) μεμβράναι (εὔκαμπτοι).

γ) Σώματα οἷον δήποτε σχήματος : κώδωνες, κύμβαλα κτλ.

Ἐκ τούτων θὰ ἔξτασισμεν τὰς χορδάς.

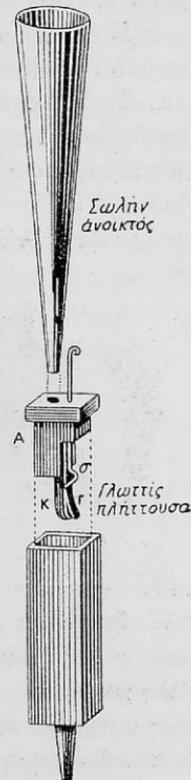
268. Ἐγκάρσιοι παλμοί τῶν χορδῶν.— Αἱ ἡγητικαὶ χορδαὶ εἶναι νήματα ἔξι ἐντέρου ἢ ἐκ μετάλλου, προσηλωμένα κατὰ τὰ δύο ἄκρα των καὶ τεταμένα. Ἐὰν τοιαύτην χορδὴν ἔλξωμεν καθέτως πρὸς τὸ μῆκος τῆς καὶ τὴν ἀφήσωμεν ἐπειτα ἐλευθέραν, αὗτη πάλλεται ταχέως ἐκατέρωθεν τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τῆς. Αἱ παλμικαὶ αὗται κινήσεις, αἱ κάθετοι πρὸς τὸ μῆκος τῆς χορδῆς, λέγονται ἐγκάρσιοι.

Νόμοι. Οἱ νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν περιλαμβάνονται εἰς τὸν θεωρητικῶς ἔξαγόμενον τύπον :

$$N = \frac{1}{2a.\mu} \sqrt{\frac{Mg}{\pi \delta}}$$

ἐνθα N ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ δευτερόλεπτον πλήρων παλμικῶν κινήσεων χορδῆς κυλινδρικῆς, ἢ ὅποια πάλλεται καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς καὶ ἀποδίδει οὕτῳ τὸν βαρύτατον ἥχον (θεμελιώδη), M τὸ τεῖνον βάρος εἰς γραμμάρια, (Mg εἰς δύνας), δ ἡ πυκνότης τῆς χορδῆς, μ τὸ μῆκος τῆς εἰς ἐκατοστόμετρα, α ἡ ἀκτίς τῆς τομῆς τῆς εἰς ἐκατοστόμετρα.

Ἡ συχνότης λοιπὸν τοῦ θεμελιώδους ἥχου μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸ μῆκος, τὴν διάμετρον καὶ τὴν τετραγωνικὴν φύσιν τῆς πυκνότητος τῆς χορδῆς, εἶναι δὲ ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν φύσιν τοῦ τείνοντος βάρους.



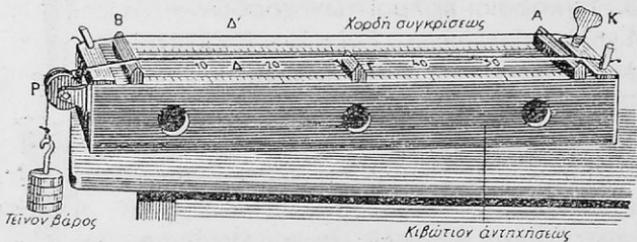
Σχ. 181

Τὰ προσηλωμένα ἄκρα τῆς παλλομένης χορδῆς, τὰ δποῖα δὲν πάλλονται, λέγονται **δεσμοί**: τὸ δὲ μέσον, δπου οἱ παλμοὶ παρουσιάζουν τὸ μέγιστον αὐτῶν πλάτος, λέγονται **κοιλίαι**.

Σημείωσις. Οποιοσδήποτε καὶ ἀν εἶναι διάριμδος τῶν ἐνδιαμέσων δεσμῶν, τὸ μῆκος μ τῆς χορδῆς περιλαμβάνει κατ' ἀκέραιον ἀριθμὸν φορῶν τὸ μεταξὺ δύο δεσμῶν διάστημα.

Πειραματικὴ ἐπαλήθευσις γίνεται διὰ τοῦ **ἡχομέτρου**.

Τὸ **ἡχόμετρον** εἶναι μακρὸν δρυμογόνιον κιβώτιον (σχ. 182) ἐκ ξύλου ἐλάτης, προωρισμένον νὰ ἔντσχύῃ τοὺς ἥχους. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρους ἕδρας αὐτοῦ εἶναι προσηλωμένα δύο τριγωνικὰ ξύλινα ὑποστηρίγματα Α καὶ Β, αἱ ἀκμαὶ τῶν δποίων εἶναι παράλληλοι καὶ ἀπέχουν ἐν μέτον ἀπ' ἀλλήλων. Ἐπὶ τῶν ἀκμῶν τείνονται δύο χορδαί, τῶν δποίων



σχ. 182

τὸ ἐν ἄκρον προσδένεται στερεῶς· κατὰ τὸ ἔτερον ἄκρον ἡ μία τῶν χορδῶν, ἡτις εἶναι σταθερά, περιτυλίσσεται ἐπὶ ἀξονος, τὸν δποῖον δυνάμεθα νὰ στοέψωμεν διὰ κλειδὸς Κ, ἵνα μεταβάλλωμεν τὴν τάσιν αὐτῆς. Η ἀλλη χορδή, ἡτις εἶναι μεταβλητή, διέρχεται διὰ τῆς αὐλακος τροχαλίας καὶ φέρει ἔξηρτημένον εἰς τὸ ἄκρον τῆς βάρος, τὸ δποῖον τὴν διατηρεῖ τεταμένην. Μεταξὺ τῶν δύο σταθερῶν ἀκμῶν Α καὶ Β δύναται νὰ διλισθαίνῃ ὑπὸ τὴν χορδὴν ταύτην κινητὸν ὑποστηρίγμα Γ κατὰ μῆκος κανόνος διηρημένου εἰς ἔκατοστὰ τοῦ μέτρου. Διὰ τοῦ ὑποστηρίγματος τούτου μεταβάλλομεν τὸ παλλόμενον μῆκος τῆς μεταβλητῆς χορδῆς. Τὰς ἐγκαρδίας παλμικὰς κινήσεις τῆς χορδῆς προκαλοῦμεν εἴτε ἀπομακούνοντες αὐτὴν ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας διὰ τοῦ δακτύλου καὶ ἀφίνοντες ἐπειτα ἐλευθέρων, εἴτε προστρίβοντες ταύτην καθέτως πρὸς τὸ μῆκος τῆς, διὰ δοξαρίου, ἐπιχρισμένου διὰ κόνεως κολοφωνίου.

α) Νόμος τῶν μηκῶν. Ἄφοῦ κανονίσωμεν διὰ βαρῶν τὴν τάσιν τῆς μεταβλητῆς χορδῆς, θέτομεν αὐτὴν εἰς παλμικὴν κίνησιν. Συγχρόνως, τείνοντες διὰ τῆς κλειδὸς Κ τὴν σταθερὰν χορδήν, θέτομεν αὐτὴν εἰς ὅμοφωνίαν μετὰ τῆς μεταβλητῆς. Συνεπῶς αὕτη διατηρεῖ, διὰ τὴν σύγκρισιν, τὸν ἥχον τῆς μεταβλητῆς χορδῆς παλλομένης ἐξ ὀλοκλήρου.

Φέρομεν κατόπιν τὸ ὑποστήριγμα Γ εἰς τὸ μέσον τῆς μεταβλητῆς χορδῆς. Θέτοντες εἰς παλμικὴν κίνησιν τὸ ἐν ἡμισυ τῆς χορδῆς ταύτης, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑψος τοῦ ἀποδιδομένου ἥχου εἶναι διπλάσιον τοῦ ὑψος τοῦ ὑπὸ ὀλοκλήρου τῆς χορδῆς ἀποδιδομένου ἥχου, τὸν δποίον μᾶς παρέχει ἡ σταθερὰ χορδή. Φέρομεν κατόπιν τὸ ὑποστήριγμα εἰς τὸ $\frac{1}{3}$ τῆς χορδῆς καὶ θέτοντες αὐτὸν εἰς παλμικὴν κίνησιν, παρατηροῦμεν ὅτι νῦν τὸ ὑψος τοῦ ἀποδιδομένου ἥχου εἶναι τριπλάσιον τοῦ ὑψος τοῦ ἥχου τοῦ ὑπὸ ὀλοκλήρου τῆς χορδῆς ἀποδιδομένου. Ἀρα τοῦ μήκους τῆς χορδῆς ὑποδιπλασιασθέντος, ὑποτριπλασιασθέντος κτλ., τὸ ὑψος τοῦ ἥχου καὶ συνεπῶς ἡ συγχρόνης αὐτοῦ, διπλασιάζεται, τριπλασιάζεται κτλ.

β) Νόμος τῶν διαμέτρων. Τείνομεν ἐπὶ τοῦ ἥχομέτρου δύο χορδὰς ὁμοίας, ὡν. ἡ μία ἔχει διάμετρον διπλασίαν τῆς διαμέτρου τῆς ἄλλης. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ λεπτοτέρα χορδὴ δίδει ἥχον, τοῦ δποίον τὸ ὑψος εἶναι διπλάσιον τοῦ ὑψος τοῦ ἥχου τῆς ἄλλης. Ἡτοι τῆς διαμέτρου τῆς χορδῆς ὑποδιπλασιασθείσης, τὸ ὕψος τοῦ ἥχου διπλασιάζεται.

γ) Νόμος τῶν βαρῶν. Τείνομεν τὴν μεταβλητὴν χορδὴν διὰ βάρους ἐνὸς χιλιογράμμου. Θέτομεν κατόπιν αὐτὴν εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ σημειώνομεν τὸ ὑψος τοῦ ἀποδιδομένου ἥχου, θέτοντες ἐν ὅμοφωνίᾳ μετ' αὐτῆς τὴν σταθερὰν χορδήν. Ἐὰν κατόπιν τὴν αὐτὴν χορδὴν τείνωμεν διὰ βάρους 4 χιλιογράμμων, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὑψος τοῦ ἀποδιδομένου τότε ἥχου εἶναι διπλάσιον τοῦ ὑψος τοῦ ἀποδιδομένου ὑπὸ τῆς σταθερᾶς χορδῆς. Ἀρα τοῦ τείνοντος βάρους τετραπλασιασθέντος, τὸ ὕψος τοῦ ἥχου ἐγένετο διπλάσιον, δηλ. ἀγάλογον πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τοῦ 4.

δ) Νόμος τῶν πυκνοτήτων. Τείνομεν ἐπὶ τοῦ ἥχομέτρου, διὰ τῶν αὐτῶν βαρῶν, δύο ὁμοίας χορδάς, ἀλλ' ἐκ δύο διαφόρων μετάλλων, τῶν δποίων αἱ πυκνότητες νὰ εἶναι ὡς ὁ 4 πρὸς τὸν 1. Πειραματιζόμενοι ὡς ἀνωτέρῳ ἀποδεικνύομεν, ὅτι τὸ ἀραιότερον σύρμα ἀποδί-

δει ἦχον ὑψους διπλασίου τοῦ ὑψους τοῦ ἦχου τοῦ ἀποδιδομένου ὑπὸ τοῦ πυκνοτέρου. Ἡτοὶ τὸ ὑψος τοῦ ἦχου ἐγένετο διπλάσιον, ὅταν ἡ πυκνότης τῆς χορδῆς ἐγένετο ὑποτετραπλασία, δηλ. μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὴν τετραγωνικὴν φύσαν τῆς πυκνότητος.

² Αριθμητική ἡ φαρμακογνοσία. Νὰ εὑρεθῇ τὸ ὑψος τοῦ ἦχου τοῦ ἀποδιδομένου ὑπὸ χορδῆς ἐκ χάλυβος πυκνότητος 7,8 ἐχούσης μήκος ἔνδος μέτρου, διάμετρον ἔνδος χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου καὶ τετραμένης ὑπὸ βάρους 42,54 γραμμάτων.

Έχομεν $a=0,05$ ἐκ. $\mu=100$ ἐκ. $M=42540$ γρ. $g=981$ $\pi=3,1416$ $\delta=7,8$. ³ Αντικαθιστῶντες εἰς τὸν τύπον

$$N = \frac{1}{2a\mu} \sqrt{\frac{Mg}{\pi\delta}}, \quad \text{εξομεν}$$

$$N = \frac{1}{2.0,05.100} \sqrt{\frac{42540.981}{3,1416.7,8}}, \quad \text{εξ ἡς } N = 130,5.$$

Προβλήματα.

1ον. Λόγος χορδαὶ μεταλλικαί, ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τοῦ αὐτοῦ πάχους, ἔχουν μήκη 1 μ. καὶ 1,20 μετρο. Ποία πρόπει τὰ εἴραι ή σχέσις τῶν τάσεων αὐτῶν, ἵνα ἡ βραχυτέρα δώσῃ ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων, δόσις πρὸς τὸν τῆς ἄλλης τὰ ἔχει λόγον 3 : 2;

2ον. Λόγος χορδαὶ ἰσομήκεις καὶ ἰσοπαχεῖς, ἡ μὲν ἐκ σιδήρου, ἡ δὲ ἐκ λευκοχρόου, τεινόμεναι δι' ἵσων βαρῶν κραδαίνονται. ⁴ Άρ τὴν σιδήρου χορδὴν ἐκτελῆ 880 παλμικὰς κινήσεις κατὰ δευτερόλεπτον, ποίος ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς δόσιας ἡ ἐκ λευκοχρόου θάλαττας; Εἰδ. βαρ. σιδήρου 7,7, λευκοχρόου 21,2.

3ον. Χορδὴ ἐκ χάλυβος, μήκους μέτρων καὶ χορδὴ ἐκ χαλκοῦ τοῦ αὐτοῦ μήκους, παρέχονσι τὸν αὐτὸν ἦχον, παλλόμεναι ἐγκαρφούσις. ⁵ Αντικαθιστῶντες τὴν ἐκ χαλκοῦ χορδὴν διὰ χορδῆς ἐκ λευκοχρόου, τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ τῆς αὐτῆς τομῆς, χωρὶς τὰ ἀλλάξιμεν τὴν τάσιν. Νὰ εὑρεθῇ τὸ μήκος, τὸ δύοῖν πρόπει τὰ δώσωμεν εἰς τὴν ἐκ χάλυβος χορδήν, ἵνα αὐτὴ ἀποδίδῃ ἦχον ὑψους διπλασίου τοῦ ὑψους τοῦ ἦχου τοῦ ἀποδιδομένου ὑπὸ τῆς ἐκ λευκοχρόου χορδῆς. Εἰδ. βάρος λευκοχρόου 21,2, χαλκοῦ 8,8.

ΣΥΝΗΧΗΣΙΣ "Η ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ"

269. Αἱ περιοδικαὶ κινήσεις σώματος, τὸ δποῖον δύναται νὰ τεθῇ εἰς παλμικὴν κίνησιν, εἶναι δυνατὸν νὰ προκληθοῦν ὑπὸ τῆς παρουσίας ἄλλου σώματος, τὸ δποῖον πάλλεται περιοδικῶς.

Ἡ πρόκλησις αὕτη τῶν παλμικῶν κινήσεων ἔξασκεται διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ μέσου, ἐντὸς τοῦ δποίου εὑρίσκονται τὰ δύο σώματα, ἢ διὰ τῆς μεσολαβήσεως κοινοῦ ἐλαστικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ καλεῖται συντονισμὸς ἢ συνήχησις.

Οὕτω π. χ. ἐκ τεταμένου νήματος ἔξαρτωμεν δύο ἐκκρεμῆ τοῦ αὐτοῦ μήκους καὶ συνεπῶς τῆς αὐτῆς περιόδου καὶ θέτομεν τὸ ἐν ἔξ αὐτῶν εἰς αἰώρησιν. Παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον, ὅτι καὶ τὸ ἄλλο ἐκκρεμὲς τίθεται εἰς αἰώρησιν ὑπὸ πλάτος, τὸ δποῖον ὀλίγον κατ' ὀλίγον αὐξάνεται. Λἱ περιοδικαὶ λοιπὸν κινήσεις τοῦ πρώτου ἐκκρεμοῦς (διεγέρτου) μετεδόθησαν εἰς τὸ δεύτερον ἐκκρεμές (δέκτην) διὰ τοῦ νήματος καὶ τοῦ ἀρέος.

Αἱ αἰώρησεις τοῦ δέκτου διατηροῦνται, ἐὰν αἱ ἴδιαίτεραι περίοδοι τῶν δύο σωμάτων (δηλ. αἱ περίοδοι των, ὅταν ἔκαστον τούτων αἰώρηται ἀνεξαρτήτως τοῦ ἄλλου), εἶναι ἵσαι ἢ διαφέρουν ὀλίγον.

Ἐὰν ὅμως ἡ περίοδος τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ δέκτου διαφέρῃ πολὺ ἀπὸ τὴν περίοδον τῆς κινήσεως τοῦ διεγέρτου, δὲν συμβαίνει συντονισμός. Οὕτω εἰς τὸ ἀνωτέρῳ παραδίειγμα, ἐὰν αἱ ἴδιαίτεραι περίοδοι τῶν δύο ἐκκρεμῶν (δηλ. τὰ μήκη των) διαφέρουν ὀλίγον, αἱ ἀμοιβαῖαι ἀντιδράσεις των τὰς ἔξισώνουν τελείως. Ἐὰν ὅμως αἱ περίοδοι των διαφέρουν πολύ, δὲν γίνεται μετάδοσις τῆς παλμικῆς κινήσεως.

Ἀνάλογα παραδείγματα μηχανικοῦ συντονισμοῦ, διεριλομένου εἰς συγχρόνους ὕσεις, παρέχονται ὑπὸ κοινῶν συνθέτων ἐκκρεμῶν, π. χ. αἰώρας ἢ κώδωνος. Ἀφοῦ ὁθήσωμεν πρὸς τὰ ἐμπρὸς αἰώραν, ἐνισχύομεν τὸ πλάτος τῆς αἰώρησεως διὰ διαδοχικῶν ὕσεων τῆς αὐτῆς φορᾶς κατὰ χρονικὰ διαστήματα ἵσα πρὸς τὴν περίοδον τῆς κινήσεως τῆς αἰώρας.

Παρόμοια φαινόμενα παρουσιάζονται καὶ εἰς τὴν Ἀκονστικήν. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἀνεγείρωμεν τὸ κάλυμμα κλειδοκυμβάλου καὶ ἀνυψώσωμεν τὸ πιέζον τὰς χορδὰς ὅργανον, ἵνα δύνανται αὗται νὰ πάλλωνται ἐλευθέρως, θά παρατηρήσωμεν ὅτι πᾶς ἥχος παραγόμενος πλησίον τῶν χορδῶν καὶ διατηρούμενος ἐπὶ χρόνον ἀρκετόν, πρόκαλεῖ διὰ συν-

τονισμοῦ τὴν παλμικὴν κίνησιν χορδῆς, ἀποδιδούσης τὸν αὐτὸν ἥχον
ἢ ἔνα τῶν ἀρμονικῶν του.

³Ἐπίσης, ἐὰν πλησίον διαπασῶν ὥρεμοῦντος θέσωμεν ἄλλο διαπα-
σῶν τῆς αὐτῆς περιόδου ἥχον, παρατηροῦμεν δτι καὶ τὸ πρῶτον ἀφ-
χεται ἥχον. ⁴Ἐὰν σταματήσωμεν διὰ τῆς χειρὸς τὴν παλμικὴν κίνησιν
τοῦ δευτέρου, ὁ ἥχος τοῦ πρώτου συνεζίζεται μόνος καὶ ἀκούεται
εὐχρινῶς, ἐὰν πλησιάσωμεν τὸ οὖς εἰς αὐτό.

⁵Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν δτι, ἐὰν πλησίον τοῦ ἥχογόνου σώ-
ματος, τὸ δποῖον δύναται νὰ ἀποδώῃ ὡρισμένους ἥχους, παράγωμεν
ἔνα ἐκ τῶν ἥχων τούτων; τὸ ἥχογόνον σῶμα τίθεται εἰς παλμικὴν κί-
νησιν; ἐνισχύον οὕτω τὸν διεγείραντα αὐτὸν ἥχον. Τὸ σῶμα τοῦτο, τὸ
δποῖον ἐνισχύει τὸν διεγείραντα ἥχον, καλεῖται ἥχειον. Η ἐνίσχυσις
εἶναι ἐντονωτέτη, δταν διεγείραντα ἥχον. Οὔτως διασθενής ἥχος διαπασῶν
ἐνισχύεται σημαντικῶς, ἐὰν τὸ διαπασῶν τεθῇ ἐπὶ ξυλίνου κιβωτίου
καταλλήλων διαστάσεων, ὥστε η θεμελιώδης συχνότης του νὰ εἶναι ἡ
αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ διαπασῶν.

Τῶν ἥχειών γίνεται χρησις πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ ἥχου εἰς τὰ διάφορα
μουσικὰ ὅργανα, π. χ. εἰς τὸ ἥχόμετρον, τὸ βιολίον, τὴν κιθάραν κτλ.

Γ') ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

270. ¹Ηζοι τοῦ αὐτοῦ ὑψους ἀποδιδόμενοι ὑπὸ διαφόρων ὅργα-
νων διακρίνονται διὰ τῆς χροιᾶς. ²Η χροιὰ ὀφείλεται εἰς τὴν συγχρό-
νως μὲ τὸν κύριον ἥχον παραγώγην πολλῶν ἐκ τῶν ἀρμονικῶν του.

271. ³Ηχος ἀπλοῦς. ⁴Ηχος σύνθετος.—Καλοῦμεν ἀπλοῦν
τὸν ἥχον, δτις ἀντιστοιχεῖ εἰς ἔνα ὡρισμένον ἀριθμὸν παλμῶν κατὰ
δευτερόλεπτον: δ ἥχος εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον σύνθετος καὶ προκύ-
πτει ἐκ τῆς συγχρόνου παραγωγῆς ἀπλῶν ἥχων.

Χορδὴ παλλομένη ἐγκαρδίως δύναται νὰ ἀποδώῃ διαδοχικῶς
ἔνα θεμελιώδη ἥχον καὶ τοὺς ἀρμονικοὺς του. Οἱ ἀρμονικοὶ συνυπάρ-
χουν ἄλλως τε μετὰ τοῦ θεμελιώδους ἥχου. ⁵Ἐὰν π. χ. μία χορδὴ πάλ-
λεται καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ μῆκος, δ θεμελιώδης ἥχος, δτις ἐπιχρατεῖ,
συνδεύεται ὑπὸ τῶν ἀρμονικῶν του. Καθ' ὃν χρόνον δηλ. η χορδὴ
πάλλεται ὅλοκληρος, ὑποδιαιρεῖται ἀφ' ἑαυτῆς εἰς 2, 3, 4 . . . ίσα τμή-
ματα, τὰ ὅποια πάλλονται συγχρόνως.

Τὰ διαπασῶν, οἱ σφαιρικοὶ σωληγες ἀποδίδουν ἥχους ἀπλοῦς. Τὸ

διαπασῶν ἐκπέμπει ἀπλοῦν ἥχον, διότι οἱ ἀρμονικοί, οἱ συνοδεύοντες τὸν κύριον ἥχον, ἀποσθίνονται τάχιστα. Ἐπίσης σφαιρικὸς σωλήνης ἐνισχύει πρακτικῆς ἔνα ἥχον. Διὰ τὴν ἴδιότητά των ταύτην χρησιμοποιοῦμεν τὰ διαπασῶν καὶ τοὺς σφαιρικοὺς σωλήνας διὰ τὴν ἀνάλυσιν τῶν ἥχων. Ἐπειδὴ τὰ ὑψη τῶν ὑπὸ διαφόρων σφαιρικῶν σωλήνων ἐνισχυομένων ἥχων μεταβάλλονται κατὰ λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὰς ἀκτῖνας των, δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν σειρὰν σφαιρικῶν σωλήνων, οἱ δποῖοι νὰ ἀποδίδουν ὠρισμένους ἥχους.

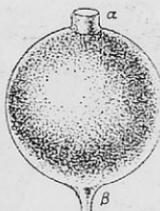
272. Ἀνάλυσις τῶν ἥχων.—Διὰ τὴν ἀνάλυσιν τῶν ἥχων, χρησιμοποιοῦμεν κοίλας σφαίρας ἐξ ὑάλου ἡ γαλκοῦ (σγ. 183), αἱ δποῖαι φέρουν δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα στόμια, τὸ μὲν ἐν κυλινδρικὸν (α), τὸ δὲ ἔτερον κωνικὸν (β). Ἐν τοιούτον ἥχειον πάλλεται ἵσχυρῶς διὰ συντονισμοῦ, δταν δ ἥχος, τὸν δποῖον δύναται νὰ ἐνισχύσῃ, παράγεται πρὸς αὐτοῦ. Ο παρατηρητὴς εἰσάγει τὸ κωνικὸν στόμιον εἰς τὸ ἐν αὐτοῦ οὖς, φροντίζων συγχρόνως νὰ φράξῃ τὸ ἔτερον. Τοιουτοδόπως τὸ οὖς μένει ἀνεπηρέαστον εἰς πάντα ἄλλον ἥχον, πλὴν τοῦ προερχομένου ἐκ τοῦ ἥχειον, δστις καὶ διακρίνεται εὐκρινέστατα.

*Ηχός τις ἀναγνωρίζεται ως ἀπλοῦς, ἐὰν κάμνῃ ἐν μόνον ἥχειον νὰ ἥχησῃ· ως σύνθετος δέ, ἐὰν κάμνῃ νὰ ἥχησουν περισσότερα ἥχεια.

*Ἐὰν δύο δργάνα ἀποδίδουν τὸν αὐτὸν φθόγγον τῆς κλίμακος, ἡ συχνότης των βεβαίως εἶναι ἡ αὐτή, ἀλλ’ εἰς τὸν κύριον ἥχον ἐκάστου προστίθενται ἀρμονικοὶ διάφοροι. Ἐὰν λοιπὸν κατασκευάσωμεν σειρὰν σφαιρικῶν ἥχειών καταλλήλων διὰ τὸν κύριον φθόγγον καὶ διὰ τοὺς ἀρμονικοὺς του, ἀναγνωρίζομεν δι’ ἔκαστον δργανὸν τὸν εἰδικοὺς ἀρμονικούς, οἱ δποῖοι συνοδεύονταν τὸν φθόγγον του. Πρὸς τοῦτο εἰσάγομεν διαδοχικῶς εἰς τὸ οὖς τὸ κωνικὸν στόμιον ἐκάστου ἥχειον τῆς σειρᾶς.

*Ηχός τις φαίνεται τόσον περισσότερον μουσικός, δσον εἶναι πλουσιώτερος εἰς ἀρμονικοὺς μικρᾶς ἐντάσεως, οἱ δποῖοι προστίθενται εἰς τὸν κύριον ἥχον.

Φύσις τῆς χροιᾶς. Δύο ἥχοι τοῦ αὐτοῦ ὕψους διακρίνονται ἀλλήλων διὰ τῶν ἀρμονικῶν, οἱ δποῖοι προστίθενται εἰς τὸν ἐπικρατοῦντα ἥχον· ἡ συγχώνευσις τῶν αἰσθημάτων τῶν ὀφειλομένων εἰς τὸν



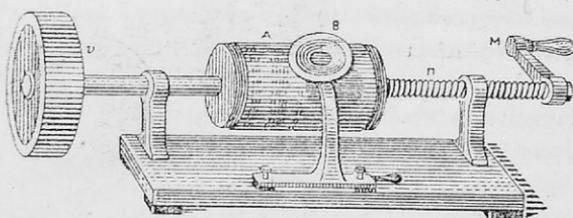
Σγ. 183

κύριον ἥκον καὶ τοὺς προσθέτους ἀρμονικοὺς παράγει τὴν χροιάν (*).

ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΣ

273. Ο φωνογράφος εἶναι συσκευή, ἡ ὅποια ἀποδεικνύει ἀναμφισβητήτως τὴν φύσιν τοῦ ἥκου. Πράγματι, χρησιμεύει α) διὰ τὴν ἐγγραφὴν μᾶς παλμικῆς κινήσεως ἐπὶ κυλίνδρου ἐκ κηροῦ, β) διὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν τῆς παλμικῆς ταύτης κινήσεως τῇ βοηθείᾳ λεπτοτάτου ἐλάσματος, τὸ ὅποιον ἀποδίδει τοὺς ἥκους τοὺς ἐκπεμφθέντας κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν.

Ο φωνογράφος συνίσταται κυρίως ἐκ κυλίνδρου ὁρειχαλκίνου (σχ. 184), ὃστις διατερᾶται ὑπὸ ἀξονος Π φέροντος βῆμα ἔλικος. Διὰ τῆς ἔλικος ὁ κύλινδρος στρεφόμενος ἰσοταχῶς περὶ τὸν ἀξονά του μετατίθεται συγχρόνως ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω παρόστω καὶ δοιζοντιώς. Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐφαρμόζεται στρῶμα ἐκ σκληροῦ κηροῦ τελείως λείου.



Σχ. 184

Ἐπὶ τῆς κυριτῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου στηρίζεται ὀξεῖα ἀκίς, ἣτις εἶναι προσηρμοσμένη καθέτως εἰς τὸ μέ-

σον ἐλάσματος σχηματίζοντος τὸν πυθμένα κωνικοῦ ὄλμον Β.

Οταν ὁ κύλινδρος στρέφεται, ἡ ἀκίς χαράσσει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου κανονικὴν ἔλικοειδῆ αὔλακα, σταθεροῦ βάθους. (Τὸ βῆμα τῆς αὔλακος ταύτης εἶναι ἵσον μὲ τὸ βῆμα τῆς ἔλικος τοῦ ἀξονοῦ). Ἀλλ᾽ ἐὰν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου παράγεται ἥχος τις, ἐνῷ ὁ κύλινδρος στρέφεται, τὸ ἔλασμα τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν, τὴν ὅποιαν μεταδίδει εἰς τὴν ἀκίδα. Ἡ ἀκίς τότε χαράσσει ἐπὶ τοῦ κηροῦ πολυπλόκους ἔλιγμούς, τῶν ὅποιων τὸ βάθος, ὁ ἀριθμὸς καὶ ἡ μορφὴ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ἔντασιν, τὸ ὕψος καὶ τὴν χροιάν τοῦ ἐνεργήσαντος ἥκου.

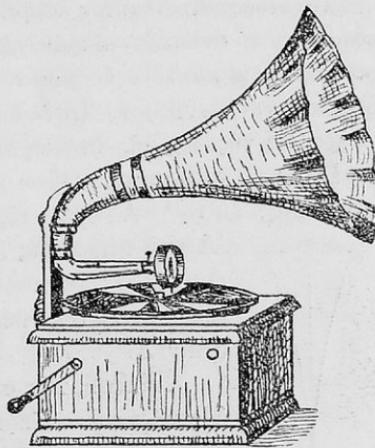
Διὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν τῶν ἐγγραφέντων ἥκων ἀρκεῖ νὰ ἐπανα-

(*) Ἡ χροιὰ τῆς ἀνθρωπίνης φωνῆς ὀφείλεται εἰς συνοδείαν ἀρμονικῶν, παραγομένων ὑπὸ τῆς συνηχήσεως τοῦ ἀρέος τοῦ περιεχομένου εἰς τὰς κοιλότητας τοῦ στόματος, τῆς φωνῆς καὶ τοῦ λάρυγγος.

φέρωμεν τὴν ἀκίδα εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως καὶ νὰ θέσωμεν εἰς κίνησιν τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καθ' ἥν καὶ ἀρχικῶς. Ἡ ἀκίς ἀκολουθεῖ τότε τὸν πυθμένα τῆς ἐπὶ τοῦ κηροῦ ἐγγραφείσης κούλης αὐλακος. Ἡ αὐλαξ ἀντιδρᾷ ἐπὶ τῆς ἀκίδος καὶ τὴν ἀναγκάζει νὰ ἔκτελῃ τὰς κινήσεις τῆς ἐγγραφῆς μὲν ὅλας τὰς λεπτομερείας των. Αἱ κινήσεις αὗται μεταδίδονται εἰς τὸ ἔλασμα. Τοῦτο δὲ τότε ἔκτελει τὰς αὗτὰς παλμικὰς κινήσεις τὰς δοπίας προηγουμένως μετέδωκεν εἰς αὐτὸν ὁ ἦχος, διὸ οὖ ἔχαράχθη ἡ αὐλαξ. Αἱ παλμικαὶ κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀρέα ἀναπαραγόντες τὸν ἀρχικὸν ἦχον μετὰ τῆς χροῖας του. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ τοῦ παραγομένου ἦχου, τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ ὅλμου μεταλλικὸς κῶνος.

Οἱ ἀρχικὸι φωνογράφοι, ἐφευρεθεὶς ὑπὸ τοῦ Edison, ἐτελειοποιήθη βραδύτερον. Τὸ σχῆμα 185 παριστᾶ συσκευὴν τελειοποιηθεῖσαν, ἡ δοπία ἐκλήθη ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν τῆς γραμμόφωνον καὶ εἰς τὴν δοπίαν ὁ κύλινδρος ἔχει ἀντικατασταθῇ ὑπὸ δίσκου.

Σημεῖον 1a, παραγόμενον ὑπὸ τοῦ διαπασῶν, καὶ τὸν αὐτὸν φθόγγον, παραγόμενον π. χ. ὑπὸ βιολίου, θὰ ἴδωμεν ὅτι αἱ δύο χαραχθεῖσαι αὐλακες παρουσιάζουν εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον ἵσον ἀριθμὸν ἐλιγμῶν, ἀλλ᾽ ἡ μορφὴ τῶν ἐλιγμῶν τούτων εἶναι διάφορος. Συνεπῶς ἡ χροιὰ ἔξαρταται ἐκ τῆς μορφῆς τῆς παλμικῆς κινήσεως.



Σχ. 185

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΠΑΛΜΙΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

274. Κίνησις παλμική.—Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην, ἐν μόριον τοῦ σώματος, τὸ δοπίον ἀπεμιαρώνθη ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας

του, συμπαρασύρει τὰ ἄλλα γειτονικὰ μόρια, μετὰ τῶν δποίων εἶναι συνδεδεμένον. Ταῦτα ἀντιδροῦν καὶ τὸ ἐπαναφέρουν πρὸς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας του. Ἡ ταχύτης, τὴν δποίαν τοῦτο λαμβάνει κατὰ τὴν κίνησιν τῆς ἐπιστροφῆς του, τὸ ἀναγκάζει νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀρχικήν του θέσιν, καὶ τοιουτοτόπως πάλλεται μεταξὺ δύο ἄκρων θέσεων, εὑρισκομένων ἐκατέρωθεν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του.

Τὰς αἰωρήσεις ταύτας λαμβάνομεν, δι' ἄρθροισμα μορίων, εἳναι μεταθέσωμεν τὸ ἀνώτερον ἄκρον χαλυβδίνου ἐλάσματος, τὸ δποῖον εἶναι προσηλωμένον κατὰ τὸ ἔτερον αὐτοῦ ἄκρον (σχ. 186), καὶ ἀφήσωμεν αὐτὸν κατόπιν ἐλεύθερον. Τὸ ἔλασμα ἐκτελεῖ τότε σειρὰν αἰωρήσεων ἐκατέρωθεν τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας.

Πλήρης αἰωρησις. Οὕτω καλεῖται ἡ κίνησις μεταβάσεως καὶ ἐπιστροφῆς, ἐκ τοῦ Α' δηλ. εἰς τὸ Α'' καὶ ἐκ τοῦ Α'' εἰς τὸ Α'.

Απλῆς αἰωρησις εἶναι ἡ κίνησις μόνον τῆς μεταβάσεως ἢ τῆς ἐπιστροφῆς. Ἡ ταχύτης τῆς κινήσεως εἶναι μηδὲν εἰς τὰς θέσεις Α' καὶ Α'', μεγίστη δὲ εἰς τὴν θέσιν Α.

Πλάτος τῆς αἰωρήσεως μορίου παλλομένου εἶναι ἡ μεγίστη ἀπομάκρυνσις αὐτοῦ ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας.

Σχ. 186 **Ἐφ'** δοσον αἱ αἰωρήσεις παραμένουν πολὺ μικραί, εἶναι ἵσοχρονοι ἢ τῆς διαρκείας, καθὼς καὶ αἱ αἰωρήσεις ἐκκρεμοῦς, ἀνεξαρτήτως τοῦ πλάτους.

Ἡ κίνησις, ἢ δποία ἀναπαράγεται κατὰ ἵσα χρονικὰ διαστήματα, εἶναι κίνησις περιοδική.

Περιόδος Π εἶναι ἡ διάρκεια μιᾶς πλήρους αἰωρήσεως καὶ ἰσοῦται μὲ τὸν χρόνον, δστις παρέχεται μεταξὺ δύο διαδοχικῶν διαβάσεων ἐνὸς μορίου, κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, διὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του. **Ημιπεριόδος** δὲ εἶναι ἡ διάρκεια μιᾶς ἀπλῆς αἰωρήσεως.

Ο ἀριθμὸς N τῶν κατὰ δευτερόλεπτον περιόδων εἶναι ἡ συχνότης τῆς παλμικῆς κινήσεως.

$$\text{Κατὰ τὸν δρισμὸν τοῦτον ἔχομεν } N = \frac{1}{\Pi} \text{ καὶ } N\Pi = 1$$

ΥΓΡΑ ΚΥΜΑΤΑ

275. Ἐπειδὴ ἡ διάδοσις παλμικῆς κινήσεως ἐντὸς ἔλαστικοῦ

μέσου γίνεται διμαλῶς, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὡς παράδειγμα τὴν παλαικὴν κίνησιν, ἢ ὅποια παράγεται κατὰ τὴν πτῶσιν λίθου ἐπὶ τοῦ ὕδατος.

Διάδοσις τοῦ ὑγροῦ κύματος. Ἡ πτῶσις λίθου εἰς ἐν σημεῖον ὑγροῦ ἀκινήτου, παράγει ἀπότομον ταπείνωσιν τοῦ ὑγροῦ. Ἀφοῦ φθάσῃ τοῦτο εἰς ὁρισμένον βάθος, ἐπαναφέρεται πρὸς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν ὑπὸ τῶν πλαγίων συνδέσμων του. Ἐνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητός του ὑπερβαίνει, κατὰ τὴν ἐπιστροφήν του, τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν. Ἀνύψωσις λοιπὸν διαδέχεται τὴν ταπείνωσιν. Τοιουτόπως παράγονται παλμικὰ κινήσεις κατακόρυφοι ἢ παλινδρομικαὶ κατακόρυφοι, ἐκάστη τῶν διποίων μεταδίδεται εἰς τὸ περὶ τὸ συγκρουθὲν σημεῖον ὑγρόν.

Ἐπειδὴ ἡ διάδοσις γίνεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐκτείνεται περὶ τὸ συγκρουθὲν σημεῖον κυκλικὴ ταπείνωσις, ἢ δοπία αὐξάνεται εἰς πλάτος. Τὴν ταπείνωσιν ταύτην διαδέχεται ἀνύψωσις διμοίως ἐκτεινομένη. Τοιουτούπως σχηματίζονται κυκλικαὶ ωτίδες ἀπὸ κοίλους καὶ κυρτοὺς διμοκέντρους δακτυλίους, τὰς δοπίας ἀκολουθοῦν ἄλλαι, παραγόμεναι ἀπὸ τὰς περιοδικὰς ἀνυψώσεις καὶ ταπεινώσεις τοῦ κέντρου. Αἱ ωτίδες ἀνται διαδίδονται, ἀκόμη καὶ ὅταν ἔχῃ παύσει ἡ κίνησις τοῦ κέντρου.

Κατὰ τὴν διάδοσιν ταύτην δὲν γίνεται μετακίνησις τοῦ ὑγροῦ. Πράγματι, ἐὰν ρίψωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ρινίσματα ἔνθου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τὴν δίοδον τῆς ωτίδος ταῦτα ἀνυψοῦνται ἢ ταπεινοῦνται κατακορύφως, χωρὶς νὰ μετατίθενται.

Αἱ ωτίδες μικρὸν κατὰ μικρὸν ἔξαλειφονται, διότι ἡ δύναμις τῶν κεντρικῶν μορίων διασκορπίζεται ἐπὶ περιφερειῶν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγαλυτέρων. Εἰς ἐν σημεῖον μᾶς τῶν περιφερειῶν τούτων, ἥτις ἔχει ὡς κέντρον τὸ συγκρουθὲν σημεῖον, χρειάζεται μία ἡμιπερίοδος, ἵνα ἐν ὑγρὸν μόριον φθάσῃ ἀπὸ τοῦ πυθμένος τοῦ κοίλου δακτυλίου εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ κυρτοῦ, μία δὲ περίοδος διὰ νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὸν πυθμένα.

Μῆκος κύματος. Τὴν αὐτὴν στιγμήν, δύο διαδοχικοὶ κοίλοι δακτύλιοι περιλαμβάνουν μεταξὺ αὐτῶν ἕνα κυρτόν· τὸ σύνολον ἐνδὲ κοίλου δακτυλίου καὶ τοῦ κυρτοῦ, δοτις ἔπειται, σχηματίζει ἐν κύμα.

Ἐπὶ ἀκτίνος ἀγομένης ἐκ τοῦ κέντρου, ἢ ἀπόστασις εἴτε τῶν ταπεινοτέρων σημείων δύο διαδοχικῶν κοίλων δακτυλίων, εἴτε τῶν ὑψη-

λοτερών δύο διαδοχικῶν κυρτῶν, εἶναι τὸ διάστημα τὸ διαγυθὲν ὅπερ τῆς παλιμικῆς κινήσεως κατὰ μίαν περίοδον. Τὸ διάστημα τοῦτο λ., τὸ δόποιον καλεῖται μῆκος κύματος, μένει σταθερόν καὶ ὅταν τὸ ὑψος τῶν κατακορύφων ἀνυψώσεων ἔχῃ ἐλαττωθῆ.

Τὸ διάστημα λ., δηλ. τὸ διάστημα τὸ διαγυθέμενον κατὰ τὴν διάρκειαν ἑνὸς παλμοῦ, εἶναι τὸ γινόμενον τῆς ταχύτητος Τ τῆς διαδόσεως τῆς παλιμικῆς κινήσεως ἐπὶ τὴν περίοδον Π, ἥτοι : $\lambda = \Pi \cdot T$

Προβλήματα.

1ον. Ποῖον εἶναι τὸ μῆκος κύματος ἐν τῷ ἀέρι ἦχον, τοῦ δόποιον ἡ συχνότης εἶναι 435, τῆς ταχύτητος τῆς διαδόσεως τοῦ ἦχου ἐν τῷ ἀέρι οὖσης 331 μέτρα;

2ον. Ποῖον εἶναι τὸ μῆκος κύματος ἐν τῷ ἀέρι ἦχον, δστις ἀντιστοιχεῖ εἰς 40 παλμικὰς κινήσεις κατὰ δευτερόλεπτον, εἰς θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως ἐν τῷ ἀέρι εἶναι 336 μέτρα;

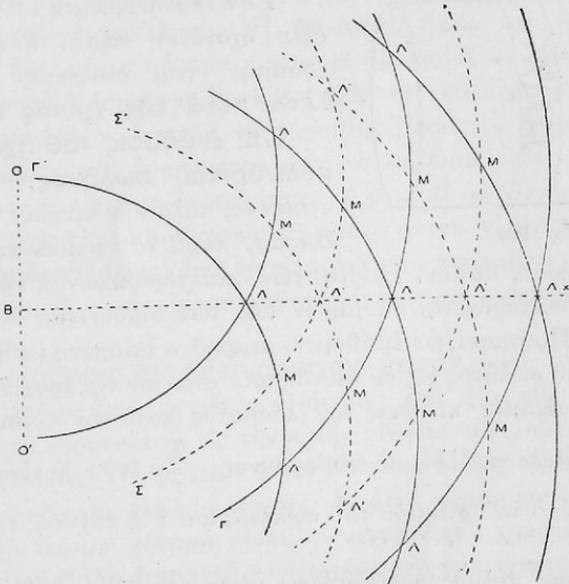
3ον. Ποῖον εἶναι τὸ μῆκος κύματος εἰς τὸ ὄδωρ τοῦ ἦχου τοῦ προηγούμενου προβλήματος; Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἦχου εἰς τὸ ὄδωρ εἶναι 1435 μέτρα εἰς 8°.

ΣΥΜΒΟΛΗ

276. Ἀφίνομεν νὰ πέσουν ἐλευθέρως ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑψούς συγχρόνως δύο λίθοι ἵσομεγέθεις εἰς δύο γειτονικὰ σημεῖα Ο καὶ Ο' τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ εύρισκομένου ἐν ἴσορροπίᾳ. Αἱ κατακόρυφοι παλμικαὶ κινήσεις, αἱ δόποιαι προκαλοῦνται εἰς τὰ δύο ταῦτα σημεῖα, παράγοντα δύο συστήματα κυκλικῶν κυμάτων, τῶν δόποιών κέντροια θὰ εἶναι τὰ σημεῖα Ο καὶ Ο'. Τὰ δύο ταῦτα συστήματα διασταυροῦνται, ἀλλ' ἔκαστον διαδίδεται ἀνεξαρτήτως τοῦ ἄλλου. Εἰς ἔκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας, ἡ κατακόρυφος μετάθεσις τῶν μορίων εἶναι τὸ ἄνθροισμα τῶν μεταθέσεων, τὰς δόποιας ἔκαστον τῶν κέντρων θὰ παρῆγε κεκωρισμένως. Εἰς δύο σημεῖα Λ ἢ ἴσου ἀπέχοντα ἀπὸ τὰ Ο καὶ Ο' (σχ. 187), δόπου ἐν κύρτωμα τοῦ συστήματος τοῦ προερχομένου ἐκ τοῦ Ο συμπίπτει μὲ κύρτωμα τοῦ συστήματος τοῦ προερχομένου ἐκ τοῦ Ο', τὸ ὄδωρ φθάνει εἰς ὑψος διπλάσιον ἄνωθεν τῆς ἀρχικῆς ἐπιφανείας. Εἰς τὰ σημεῖα Λ', δόπου συμπίπτουν κοιλώματα τῶν δύο συστημάτων, ἡ κατάπτωσις εἶναι διπλασία. Εἰς τὰ σημεῖα Μ, δόπου κοιλωματα τοῦ πρώτου συστήματος συμπίπτει μὲ κύρτωμα τοῦ δευτέρου (ὅπερ συμβαίνει,

ὅταν ἡ διαφορὰ τῶν ἀποστάσεων ΜΟ καὶ ΜΟ' ἴσοῦται μὲν περιττὸν ἀριθμὸν ἥμις - μηκῶν κύματος), αἱ κινήσεις ἔξαφανίζονται καὶ ἡ ἐπιφάνεια μένει εἰς μέσον ὑψος.

Ἡ ἔξαφάνισις κυρίως τῆς κινήσεως διὰ τῆς συμπτώσεως δύο ἀντιθέτων κινήσεων καλεῖται συμβολή:

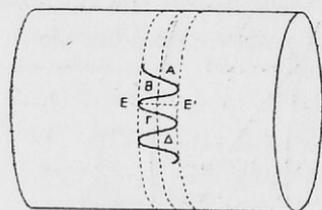


Σχ. 187
ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

277. Θεωρήσωμεν διαπασῶν παλλόμενον, τοῦ ὅποιου δὲ εἰς τῶν βραχιόνων εἶναι ἐφωδιασμένος διὸ ἀκίδος, ἢτις στηρίζεται ἐλαφρῶς ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου στρεφομένου. Ἡ ἀκίς πάλλεται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου, γράφουσα γραμμὴν κυματοειδῆ ἐπὶ τῆς αἰθαλωμένης τούτου ἐπιφανείας (σχ. 188).

Διὸ ἔνα πλήρη παλμὸν τοῦ διαπασῶν, ἡ γραμμὴ συνίσταται ἀπὸ δύο ἥμιση κυματισμοῦ συμμετρικά. Ἐπὶ περιφερείας καθέτου πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου ἡ ἀπόστασις ΑΓ δύο σημείων τῆς γραμμῆς λαμβανομένων κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, εἶναι σταθερά, ὅταν ἡ στροφὴ τοῦ κυλίνδρου εἶναι διμαλή.

Ο χρόνος, ὃν ἔχοειάσθη ὁ κύλινδρος διὰ νὰ στραφῇ κατὰ τὸ τό-
ξον ΑΓ, εἶναι μία περίοδος τοῦ διαπασῶν. Ἡ ἀπόστασις ΕΕ' τῶν
ἄκρων θέσεων εἶναι τὸ διπλάσιον τοῦ πλάτους. Ὁ ἀριθμὸς τῶν κυ-
ματισμῶν, τοὺς ὅποιους ἔγραψεν εἰς ἐν δευτερόλεπτον, εἶναι ἡ συχνότης.
Ἐπειδὴ τὸ διάστημα ΑΓ εἶναι σταθερόν, οἱ παλμοὶ εἶναι ἴσοι.



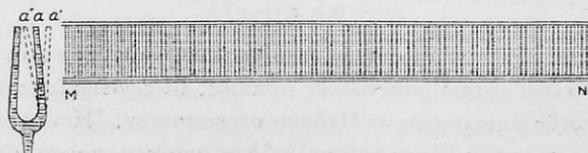
Σχ. 188

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα μὲ
ἄλλο ἥχογόνον σῶμα, ἡ μορφὴ τῆς
γραμμῆς εἶναι διάφορος· μεταβάλ-
λεται μετὰ τῆς χροιᾶς τοῦ ἥχου.

278. Διάδοσις τοῦ ἥχου ἐντὸς
κυλινδρικοῦ σωλῆνος.—Ἐὰν θέ-
σωμεν εἰς παλμικὴν κίνησιν ἔλαστικὸν

σωλῆνος πλήρους ἀερίου, ἔκαστη τῶν παλινδρομικῶν κινήσεων τοῦ
ἔλασματος ἀναπαράγεται βαθμηδὸν ὑπὸ τῶν διαδοχικῶν στρωμάτων
τοῦ ἀερίου. Πρόγαματι, ὃς ἐμάθομεν, μεμβρᾶνα τεταμένη καθέτως πρὸς
τὸν ἀξονα τοῦ σωλῆνος εἰς ἐν οἰνοδήποτε σημεῖον τῆς τροχιᾶς, ἀναπα-
ράγει τὰς παλμικὰς κινήσεις τοῦ ἔλασματος (κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν
κατὰ δευτερόλεπτον, ἀλλὰ μὲ ἐπιβράδυνσιν $\frac{X}{\tau}$, ἐνθα X εἶναι ἡ ἀπό-
στασίς της ἀπὸ τὸ στόμιον τοῦ σωλῆνος καὶ τὴν ταχύτης τῆς διαδό-
σεως).

Εἰς πλήρης παλμὸς περιλαμβάνει μίαν μετάβασιν τοῦ ἔλασματος
ἐκ τοῦ α'' πρὸς τὸ α' (σχ. 189), διαρκείας μιᾶς ἡμιπεριόδου, καὶ μίαν



Σχ. 189

μετάβασιν ἐκ τοῦ α' εἰς τὸ α'', τῆς αὐτῆς διαρκείας. Ἡ ταχύτης τοῦ
ἔλασματος εἶναι μηδὲν εἰς τὸ α'' καὶ α', ὅπου ἡ ἀπομάκρυνσις εἶναι
μεγίστη, κατὰ δὲ τὴν διάβασιν αὐτοῦ διὰ τοῦ α, ὅπου ἡ ἀπομάκρυνσις
εἶναι μηδέν, ἡ ταχύτης εἶναι μεγίστη.

Κατὰ τὴν μετάβασιν τοῦ ἐκ τοῦ α'' εἰς τὸ α', τὸ ἔλασμα μεταθέτει

τὸ παρακείμενον στρῶμα τοῦ ἀέρος, συμπιέζον αὐτό τοῦτο μεταθέτει καὶ συμπιέζει τὸ ἔπομενον στρῶμα καὶ εἰς μίαν ἡμιπερίοδον ἡ συμπίεσις φθάνει εἰς ἐν ἡμι - μῆκος κύματος. Κατὰ τὴν ἐπιστροφήν του ἐκ τοῦ α' εἰς τὸ α'', τὸ ἔλασμα παρασύρει τὸ πρὸ αὐτοῦ συνεχόμενον στρῶμα τοῦ ἀέρος τοῦτο παρασύρει τὸ ἔπομενον, συνεπῶς σχηματίζεται ὅπισθεν τοῦ ἔλασματος μερικὸν κενόν, ἔνεκα τοῦ δποίου δ ἀλλο ὅπισθεν αὐτοῦ διαστέλλεται. Ἡ διαστολή, δπως καὶ ἡ συμπίεσις, φθάνει ἐν ἡμι - μῆκος κύματος, εἰς μίαν ἡμιπερίοδον. Μία συμπίεσις καὶ μία διαστολὴ παράγουν ἐν πλήρεις ἡχητικὸν κῦμα, μῆκον λ. Ἡμίκυμα πεπυκνωμένον δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὸ κύρτωμα ὑγροῦ κύματος, ἡμίκυμα δὲ ἥραιωμένον πρὸς τὸ κοίλωμα αὐτοῦ. Ἀλλὰ κατὰ τὴν διάδοσιν τῶν ἡχητικῶν κυμάτων, αἱ μικραὶ μεταθέσεις τῶν μορίων τοῦ ἀέρος εἰς τὰ διαδοχικὰ στρῶματα αὐτοῦ γίνονται κατὰ τὴν φορὰν τῆς διαδόσεως, ἀντὶ νὰ εἶναι κάθετοι πρὸς αὐτήν, δπως εἰς τὰ ὑγρὰ κύματα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον αἱ ἡχητικαὶ κυμάνσεις λέγονται ἐπιμήκεις.

279. Διάδοσις εἰς ἀπεριόριστον μέσον.—Εἰς ἀπεριόριστον μέσον, τὸ δποίον ἔχει τὰς αὐτὰς ἴδιοτητας καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, τὰ σημεῖα τὰ εὑρισκόμενα εἰς τὴν αὐτὴν κίνησιν καταλαμβάνουν σφαιρικὰς ἐπιφανείας. Τὸ ἡχητικὸν κῦμα δὲν εἶναι πλέον, δπως ἐντὸς σωλῆνος, κυλινδρικὸν στρῶμα πάχους λ, ἀλλὰ σφαιρικὸν στρῶμα πάχους λ, τοῦ δποίου κέντρον εἶναι τὸ κέντρον τοῦ κραδασμοῦ.

280. Συμβολὴ ἡχητική.—Θεωρήσωμεν δύο ἡχητικὰς πηγὰς Σ καὶ Σ' τῆς αὐτῆς περιόδου καὶ τοῦ αὐτοῦ πλάτους, παλλομένας εἰς τὸ στόμιον σωλῆνος περιέχοντος ἀέρα. Ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὅτι ἐπὶ τοῦτος Μ καθέτον ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ σωλῆνος, ἡ μικρὰ μετάθεσις τοῦ ἀέρος γίνεται κατὰ τὸν ἄξονα. Εἶναι δὲ αὗτη ἐκάστην στιγμὴν διπλασία ἀπὸ τὴν μετάθεσιν, ἡ δποία θὰ ἐγίνετο μὲ μίαν μόνον πηγὴν, ἐὰν ἡ διαφορὰ $\Sigma\S' = \Sigma\text{M} - \Sigma'\text{M}$ ισοῦται μὲ ἀρτιον ἀριθμὸν ἡμι - μηκῶν κύματος. Τοῦνταί τοι, ἡ μετάθεσις μηδενίζεται, δηλ. γίνεται συμβολὴ καὶ ἡρεμία συνεχής, ἐὰν ἡ διαφορὰ $\Sigma\S' = \Sigma\text{M} - \Sigma'\text{M}$ ισοῦται μὲ περιττὸν ἀριθμὸν ἡμι - μηκῶν κύματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΥΛΗ - ΚΙΝΗΣΙΣ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ

ΚΕΦ. Α'. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

	Σελ.
Υλη	5
Σώματα : "Εκτασις (σ. 6), ἀδιαιχώρητον (σ. 6), διαιωρετόν (σ. 6), μόρια καὶ ἄτομα (σ. 6), συμπιεστόν (σ. 7), ἐλαστικότης (σ. 7)	5-8
Αἱ τρεῖς καταστάσεις τῶν σωμάτων : Συνοχὴ (σ. 8), στερεά κατάστασις (σ. 8), ὑγρὰ κατάστασις (σ. 8), ἀεριώδης κατάστασις (σ. 8), μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων (σ. 9)	8-9
Φαινόμενα φυσικὰ καὶ χημικά : Χημικὰ φαινόμενα (σ. 10), φυσικὰ φαινόμενα (σ. 10)	10

ΚΕΦ. Β'. ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Κινητική : Ἡρεμία καὶ κίνησις (σ. 10), μέτρησις τῶν μηκῶν (σ. 11), ξένοια τοῦ χρόνου (σ. 11), μέτρησις τοῦ χρόνου (σ. 12), ἀλγεβρικὴ τιμὴ χρονικοῦ διαστήματος (σ. 12)	11-12
Διάφοροι κινήσεις : Ὁρισμοί (σ. 13), κίνησις εὐθύγραμμος καὶ κίνησις καμπυλόγραμμος (σ. 13), κίνησις εὐθύγραμμος διμαλὴ (σ. 13), ταχύτης καὶ μονάς αὐτῆς (σ. 13), νόμοι καὶ ἔξισώσεις τῆς κινήσεως (σ. 13), γραφικὴ παράστασις τῆς διμαλῆς κινήσεως (σ. 15), κίνησις μεταβαλλομένη (σ. 15), κίνησις εὐθύγραμμος, διμαλῶς μεταβαλλομένη (σ. 16), ἐπιτάχυνσις καὶ μονάς αὐτῆς (σ. 16), ἔξισώσεις τῆς εὐθύγραμμου διμαλῶς μεταβαλλομένης κινήσεως (σ. 16), κίνησις καμπυλόγραμμος (σ. 19), κίνησις διμαλὴ κυκλικὴ (σ. 19), γωνιώδης ταχύτης (σ. 20), περίοδος καὶ συχνότης (σ. 20), κίνησις περιστροφικὴ (σ. 21)	13-21
Δυνάμεις - Στατική : Ἄδρανεια τῆς ὥλης (σ. 22), δρισμὸς τῆς δυνάμεως (σ. 22), ὑλικὸν σημεῖον (σ. 23), ταχύτης εἰς δοθεῖσαν στιγμὴν (σ. 23), ἔννοια τῆς μάζης (σ. 23), σύγκρισις τῶν μαζῶν (σ. 24), μονάς μάζης (σ. 24), δρισμὸς τῶν στοιχείων τῆς δυνά-	

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Σελ.

μεως (σ. 24), ἔντασις δυνάμεως (σ. 25), μονάς δυνάμεως (σ. 25), περίπτωσις καθ' ἥν αἱ δυνάμεις δὲν παράγουν κίνησιν (σ. 26), δυναμόμετρα (σ. 27), γραφική παράστασις τῶν δυνάμεων (σ. 28), σύνθεσις καὶ ἀνάλυσις δυνάμεων (σ. 29), σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς τὸ αὐτὸν σημεῖον (σ. 29), εἰδικὰ περιπτώσεις (σ. 30), ωσπαὶ τῶν δυνάμεων (σ. 31), σύνθεσις δυνάμεων παραλήλων καὶ διορρόπτων (σ. 32), ἀνάλυσις δυνάμεως εἰς δύο ἄλλας παραλλήλους καὶ διορρόπτους (σ. 33), σύνθεσις δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπτων (σ. 33), ζεῦγος (σ. 34), σύνθεσις πολλῶν παραλλήλων καὶ διορρόπτων δυνάμεων (σ. 35), σύνθεσις πολλῶν δυνάμεων παραλλήλων καὶ μὴ διορρόπτων (σ. 35), κέντρον πολλῶν παραλλήλων δυνάμεων (σ. 35)

22-36

Δυναμική : Μηχανικὸν ἔργον δυνάμεως σταθερᾶς κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν (σ. 37), μονάδες ἔργου (σ. 37), κινητήριον καὶ ἀνθριστάμενον ἔργον (σ. 38), λογίς κινητήρος (σ. 38), ἔνδργεια (σ. 39).

37-40

Κεντρομόλος καὶ φυγοκέντρος δύναμις : Τιμὴ τῆς κεντρομόλου δυνάμεως (σ. 41), ἔκφρασις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως (σ. 42), νόμοι (σ. 43), πειραματικαὶ ἀπόδειξεις (σ. 43), φαινόμενα ἔξηγούμενα διὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως (σ. 46)

41-46

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Β ΑΡΥΤΗΣ

ΚΕΦ. Α'. ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ ΕΠΙ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

Βαρύτης : Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος (σ. 47), ἔντασις τῆς βαρύτητος (σ. 48), κέντρον τοῦ βάρους (σ. 49), συνθήκη ισορροπίας τῶν στερεῶν σωμάτων (σ. 50), σόματα κινητὰ περὶ δριζόντιον ἄξονα (σ. 50), στερεόν σῶμα κινητὸν περὶ σημείου (σ. 51), σόματα στηριζόμενα ἐπὶ δριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς σημείου (σ. 51), σόματα στηριζόμενα διὰ βάσεως ἐπὶ δριζοντίου ἐπιπέδου (σ. 52)

47-52

ΚΕΦ. Β'. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Νόμοι : Πειραματικὴ ἀπόδειξις (σ. 54), κεκλιμένον ἐπίπεδον (σ. 56), μηχανὴ τοῦ Atwood (σ. 57), προσδιορισμὸς τοῦ g (σ. 60)

53-60

ΚΕΦ. Γ'. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

Αἰώρησις : Διάρκεια τῆς αἰώρήσεως (σ. 62), νόμοι (σ. 63), μέτρησις τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος (σ. 64)

61-65

ΚΕΦ. Δ'. ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

Μοχλός : Τὰ τρία ειδη τῶν μοχλῶν (σ. 67), ἐφαρμογαὶ (σ. 68)	66-68
Ζυγός : Περιγραφὴ καὶ θεωρία (σ. 69), ἀπλῆ στάθμισις τοῦ ζυγοῦ (σ. 70), διπλῆ στάθμισις (σ. 71), εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ (σ. 72), ἀποτελέσματα σταθμίσεων (σ. 72), πυκνότητες καὶ εἰδικὰ βάρη (σ. 73)	69-73
Τροχαλίαι - πολύσπαστα - βαροῦλκον : Παγία τροχαλία (σ. 74), κινητὴ τροχαλία (σ. 74), πολύσπαστον (σ. 75), βαροῦλκον (σ. 76)	74-77

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ - ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΠΑΣΚΑΛ

Πιέσεις τῶν ύγρῶν : Γενικαὶ ἴδιότητες τῶν ύγρῶν (σ. 78), ἔννοια τῆς πιέσεως (σ. 78), πιέσεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου καὶ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ύγρῶν (σ. 79), ὄμιλότης τῆς πιέσεως ἐπὶ ὁρίζοντίου ἐπιπέδου (σ. 79), μεταβολαὶ τῆς πιέσεως μετὰ τοῦ βάθους (σ. 81)	78-81
Αρχὴ τοῦ Πασκάλ : Πειραματικὴ ἀπόδειξις (σ. 81), ὑδραυλικὸν πιεστήριον (σ. 83)	81-85

ΚΕΦ. Β'. ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΔΟΧΕΙΑ

Ίσορροπία ύγροῦ ἐντὸς συγκοινωνῶν. δοχείων : Ἰσορροπία πολλῶν ύγρῶν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου (σ. 86), ίσορροπία δύο ἑτερογενῶν ύγρων ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων δοχείων (σ. 87), ἐφαρμογαὶ τῆς ίσορροπίας ύγροῦ ἐντὸς συγκοινωνῶν δοχείων (σ. 87)	85-89
Πιέσεις ὄφειλόμεναι εἰς τὴν βαρύτητα : Πιέσεις ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντίου πυθμένος δοχείου (σ. 89), πιέσεις ἐπὶ ἐπιπέδου πλαγίου τοιχώματος (σ. 91), συνισταμένη τῶν πιέσεων ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων (σ. 91)	89-92

ΚΕΦ. Γ'. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

Ἐπιπλέοντα σώματα : Συνισταμένη τῶν πιέσεων ύγροῦ ἐπὶ σώματος ἐμβαπτισμένου ἐντὸς αὐτοῦ (σ. 93), συνέπειαι τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους (σ. 95), ὑποβρύχια (σ. 96)	93-97
Προσδιορισμὸς τῶν πυκνοτήτων : Εὔρεσις τῆς πυκνότητος τῶν στερεῶν (σ. 99), εὑρεσις τῆς πυκνότητος τῶν ύγρῶν (σ. 101), ὑπολογισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους (σ. 103), ἀραιόμετρα (σ. 108), ὅξυ-	

Σελ.

ζύγια (σ. 103), οίνοπνευματοζύγια (σ. 104), πυκνόμετρα (σ. 104),
έκατοντάβαθμιον οίνοπνευματόμετρον τοῦ Gay - Lussac (σ. 105) 98-106

ΚΕΦ. Δ'. ΜΟΡΙΑΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ

Συνάφεια : Τριχοειδές (σ. 107), ἀνυψώσεις καὶ ταπεινώσεις τριχοειδεῖς
(σ. 108), νόμιος τῶν ὑψῶν (σ. 108), διεύθυνσις τῆς τριχοειδοῦς
δράσεως (σ. 108) 106-109

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

Άέρια : Συμπιεστὸν καὶ ἔλαστικότης τῶν ἀερίων (σ. 111), μετάδοσις
τῶν πιέσεων διὰ τῶν ἀερίων (σ. 111), βάρος τῶν ἀερίων (σ. 112), 111-112

Άτμοσφαιρα, ἀτμοσφ. πίεσις : Συνέπεια τῆς ἀτμοσφαιροῦ πιέσεως
(σ. 113), μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως (σ. 114), τιμὴ
τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως (σ. 115). 112-116

Βαρόμετρα : Κοινὸν βαρόμετρον (σ. 116), βαρόμετρον τοῦ Fortin (σ.
117), μεταλλικὰ βαρόμετρα (σ. 118), γραφικὴ παράστασις τῶν
πιέσεων (σ. 119), χρήσεις τῶν βαρομέτρων (σ. 119) 116-121

ΚΕΦ. Β'. ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Συμπιεστὸν καὶ ἔλαστικότης τῶν ἀερίων : Μεταβολὴ τῆς ἔλαστι-
κῆς δυνάμεως τῶν ἀερίων διὰ πιέσεις μεγαλυτέρας τῆς ἀτμο-
σφαιρικῆς (σ. 122), νόμος τοῦ Μαριόττου διὰ πιέσεις μικροτέ-
ρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς (σ. 124), νόμος τοῦ Μαριόττου (σ. 125),
μανόμετρα (σ. 126), ἀνοικτὸν μανόμετρον (σ. 126), κλειστὸν μα-
νόμετρον (σ. 127), μεταλλικὰ μανόμετρα (σ. 128) 122-128

ΚΕΦ. Γ'. ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ - ΑΕΡΟΠΛΑΝΑ

Άρχὴ τοῦ Άρχιμήδους : Βαροσκόπιον (σ. 129), διορθώσεις τῶν στα-
θμίσεων (σ. 130) 129-131

Άερόστατα : Κατασκευὴ (σ. 131), ἀνυψωτικὴ δύναμις (σ. 132), διευ-
θυνόμενα ἀερόστατα (σ. 133) 131-134

Άεροπλάνα : Θεωρία (σ. 134) 134-136

ΚΕΦ. Δ'. ΑΕΡΑΝΤΛΙΑ

Πνευματικαὶ μηχαναὶ : Αεραντλία (σ. 137), ἀεριοθλιπτικὴ μηχανὴ

(σ. 139), ἐφαρμογαὶ τοῦ ἡραιωμένου καὶ τοῦ συμπεπιεσμένου
ἀέρος (σ. 140)

137-142

ΚΕΦ. Ε'. ΣΙΦΩΝ, ΣΙΦΩΝΙΟΝ, ΥΔΡΑΝΤΑΙΑ

Σίφων	143-144
Σιφώνιον	144
'Υδραντλίαι : 'Υδραντλία ἀναρροφητική (σ. 145), ὑδραντλία καταθλι- πτική (σ. 146), ὑδραντλία ἀναρροφητική ἄμα καὶ καταθλιπτική (σ. 147), ὑδραντλία πυροσβεστική (σ. 148), ἀντλίαι διὰ φυγο- κέντρου δυνάμεως (σ. 148)	145-149

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦ. Α'. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΑ

Γενικὰ ἀποτελέσματα τῆς θερμότητος : Θερμοκρασία καὶ ποσότης θερμούτητος	150
Πρῶται ἔννοιαι ἐπὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων : Διαστολὴ τῶν στερεῶν (σ. 151), διαστολὴ τῶν ὑγρῶν (σ. 152), διαστολὴ τῶν ἀερίων (σ. 152)	151-153
Θερμοκρασίαι : Θερμοκρασίαι σταθεραὶ (σ. 154), θερμούμετρα (σ. 155), θερμούμετρον δι᾽ ὑδραργύρου (σ. 155), ἄλλαι κλίμακες (σ. 156), μετατροπὴ τῶν θερμομετρικῶν βαθμῶν (σ. 156), οἰνοπνευματι- κὸν θερμούμετρον (σ. 157), θερμούμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου (σ. 157), θερμούμετρα λατοιζά (σ. 158)	153-159

ΚΕΦ. Β'. ΣΠΟΥΔΗ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ

Διαστολὴ τῶν στερεῶν : Συντελεσταὶ διαστολῆς (σ. 159), γραμμικὴ διαστολὴ (σ. 159), κατ' ἐπιφάνειαν διαστολὴ (σ. 160), κυβικὴ διαστολὴ (σ. 161), μεταβολὴ τῆς πυκνότητος μετὰ τῆς θερμο- κρασίας (σ. 161)	159-162
Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν : Ἀπόλυτος καὶ φαινομένη διαστολὴ τῶν ὑγρῶν (σ. 162), σχέσις μεταξὺ τῆς ἀπόλυτου καὶ τῆς φαινομένης δια- στολῆς (σ. 163), μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος (σ. 163).	162-164
'Εφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν : Μηχανικὰ ἀπο- τελέσματα τῆς διαστολῆς καὶ συστολῆς τῶν στερεῶν. Διόρθω- σις εἰς τὰς μετρήσεις τῶν μηκῶν (σ. 165), ἐκκρεμῆ ἐπανορθω-	

τικά (σ. 165), μηχανικά άποτελέσματα τής διαστολῆς τῶν ύγρων (σ. 165)	164-166
Διαστολὴ τῶν ἀερίων: Νόμοι τοῦ Gay - Lussac (σ. 166)	166-167
Πυντόης τῶν ἀερίων: Εἰδικὴ μᾶζα τῶν ἀεριωδῶν σωμάτων (σ. 167), πυκνότης ὡς πρός τὸν ἀέρα (σ. 167)	167-168

ΚΕΦ. Γ'. ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

Πηγαὶ θερμότητος: Ποσότης θερμότητος (σ. 168), σκοπός τῆς θερ- μαδιμετρίας (σ. 169), θερμικής (σ. 169)	168-169
Μέτρησις ποσότητος θερμότητος διὰ τῆς μεθόδου τῶν μειγμάτων: Εἰδικαὶ θερμότητες γενικῶς (σ. 171), προσδιορισμὸς τῶν εἰδι- κῶν θερμοτήτων τῶν στερεῶν καὶ τῶν υγρῶν (σ. 171)	169-173

ΚΕΦ. Δ'. ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Τῆξις: Περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τῆς τήξεως (σ. 174), νόμοι τῆς τήξεως (σ. 175), θερμότης τήξεως (σ. 175), μεταβολὴ τοῦ ὅγκου συνοδεύουσα τὴν τήξιν (σ. 176)	174-176
Πήξις: Περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τῆς πήξεως (σ. 177), νόμοι τῆς πήξεως (σ. 177), μεταβολὴ τοῦ ὅγκου συνοδεύουσα τὴν πήξιν (σ. 178)	177-178
Διάλυσις: Θερμότης διαλύσεως (σ. 179), μείγματα φυκτικὰ (σ. 179)	178-179
Κρυστάλλωσις: Ὑπέροχος (σ. 180)	179-180
Ἐξαερίωσις: Σχηματισμὸς ἀτμῶν εἰς τὸ κενόν (σ. 181), γενικαὶ ἴδιο- τητες τῶν ἐν κεκροφεσμένῳ χώρῳ ἀτμῶν (σ. 183)	181-184
Ἐξάτμισις: Νόμοι τοῦ Dalton	184-185
Βρασμός: Νόμοι τοῦ βρασμοῦ (σ. 185), περιγραφὴ τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὄντος (σ. 186), πτῶσις τοῦ σημείου τῆς ζέ- σεως ὑπὸ μικρὰς πιέσεις (σ. 187), ἀνόψισις τοῦ σημείου τῆς ζέσεως μετὰ τῆς πιέσεως (σ. 188), ἐπίδρασις τοῦ βάθους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τῆς ζέσεως (σ. 188), υγρὸν θερ- μανόμενον ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου (σ. 188), χύτισα τοῦ Papin (σ. 188), αὐτόκλειστα (σ. 189)	185-189
Ψῦχος παραγόμενον διὰ τῆς ἐξαερίσεως: Ἐφαρμογὴ τοῦ ψύχους τοῦ παραγομένου διὰ τῆς ἐξατμίσεως (σ. 190), κατασκευὴ πά- γου δι' ἐξατμίσεως τῆς ύγρας ἀμμωνίας (σ. 190)	190-191
Θερμότης ἐξαερίσεως	191
Υγροποίησις τῶν ἀτμῶν καὶ τῶν ἀερίων: Κρίσιμον σημεῖον (σ. 191), συνθῆκαι ύγροποιήσεως τῶν ἀεριωδῶν σωμάτων (σ. 192)	191-192
Ἀπόσταξις: Κλασματικὴ ἀπόσταξις (σ. 192)	192-193
Στερεοποίησις τῶν ἀερίων	193
Βιομηχανικὴ ἐφαρμογὴ τῶν ύγροποιημένων ἀερίων	193-194

ΚΕΦ. Ε'. ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

	Σελ.
Άτμος ύδατος ἐν τῇ ἀτμοσφαιρίᾳ	194
Σκοπὸς τῆς ύγρομετρίας	194
Υγρόμετρα: Ψυχρόμετρον τοῦ Αύγουστου	195
Χρησιμότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ύδρατος	195-196

ΚΕΦ. ΣΤ'. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Διάφοροι τρόποι διαδόσεως τῆς θερμότητος: Εὐθεϊμαγωγά καὶ δυσ- θεϊμαγωγά σώματα (σ. 197)	196-197
Μεταφορὰ τῆς θερμότητος: "Υγρὰ ἢ ἀεριώδη ρεύματα (σ. 197), θεϊμαγωγὸν τῶν ύγρῶν (σ. 198), θεϊμαγωγὸν τῶν ἀερίων (σ. 198), θεϊμαγωγὸν τοῦ κενοῦ (σ. 198), ἐφαρμογαὶ τοῦ εὐ- θεϊμαγωγοῦ ἢ δυσθεϊμαγωγοῦ τῶν σωμάτων (σ. 198) . . .	197-198

ΚΕΦ. Ζ'. ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΝ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Πηγαὶ θερμότητος	199
Μετατροπὴ τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας εἰς θεϊμαντικὴν ἐνέργειαν καὶ τάναπαλιν	199-200
Μετατροπὴ τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας	200
Μηχανικὸν ισοδύναμον τῆς θερμίδος	200
Άτμομηχαναὶ	201-204
Μηχαναὶ δι' ἐκρήξεων	204-206

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟΝ

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Ύδατώδη μετέωρα: Δρόσος καὶ πάχνη (σ. 207), ὄμιζλη καὶ νέφη (σ. 208), βροχὴ (σ. 209), χιὼν (σ. 209), χάλαζα (σ. 209) . . .	207-209
Αερώδη μετέωρα: "Ανεμοὶ (σ. 210), ἄνεμοι περιοδικοὶ (σ. 212), ἄνε- μοι σταθεροὶ (σ. 213)	210-213
Πρόγνωσις τοῦ καιροῦ	213-214

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

ΚΕΦ. Α'. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ	
Ηχητικοὶ κραδασμοί: Μετάδοσις τῆς παλμικῆς κινήσεως (σ. 217)	215-217

Σελ.

Ταχύτης τοῦ ἥχου : Εἰς τὸν ἀέρα (σ. 218), εἰς τὸ ὄδωρ (σ. 219), εἰς τὰ στερεά (σ. 219)	218-220
Ανάκλασις τοῦ ἥχου : Ἡχός καὶ ἀντίχησις (σ. 220)	220-222

ΚΕΦ. Β'. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Ἐντασις τοῦ ἥχου	223-224
Ὑψος τοῦ ἥχου : Μὲ σι κὰ δι αστή ματα : Διάστημα δύο ἥχων (σ. 225), κλίμακες (σ. 225), καγονιζόν διαπασῶν (σ. 226), ἐπέκτασις τῆς μουσικῆς κλίμακος (σ. 226), διαδοχικὰ διαστήματα μιᾶς κλίμακος (σ. 227), συγχορδίαι (σ. 227), τελεία συγχορδία (σ. 227), ἀριθμοί ἥχοι (σ. 227). Ἡ η τικοὶ σωλῆνες : Ἐπιστόμιον μὲ στόμα (σ. 228), νόμοι τῶν κυλινδρικῶν ἡ πρισματικῶν σωλήνων (σ. 229), νόμοι τῶν ἀριθμονικῶν (σ. 229), ἐπιστόμιον μετὰ γλωττίδος (σ. 230). Παλμοὶ τῶν χορδῶν (σ. 231), νόμοι (σ. 231), ἥχομετρον (σ. 232). Συνήχησις τοῦ συντονισμοῦ (σ. 235)	224-236
Χροιά τοῦ ἥχου : Ἡχος ἀπλοῦς, ἥχος σύνθετος (σ. 236), ἀνάλυσις τῶν ἥχων (σ. 237), φύσις τῆς κροιᾶς (σ. 237)	236-237
Φωνογράφος	238-239

ΚΕΦ. Γ'. ΠΑΛΜΙΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

Πλήρης αἰώρησις : Πλάτος αἰώρησεως (σ. 240), περίοδος (σ. 240)	239-240
Ύγρα κύματα : Διάδοσις ὑγροῦ κύματος (σ. 241), μῆκος κύματος (σ. 241)	240-242
Συμβολὴ	242-243
Ἡχητικὰ κύματα : Διάδοσις τοῦ ἥχου ἐντὸς κυλινδρικοῦ σωλήνως (σ. 244), διάδοσις εἰς ἀπεριόριστον μέσον (σ. 245), συμβολὴ ἥχητική (σ. 245)	243-245

*Ανάδοχος έκτυπσεως: Ι. & Π. ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ — Στοά *Αρσακέλου

