

Чиғолған жылқасатын Монголияның Екінші дүйнөвінен

ΑΙΓΑΙΟΝ



ΜΑΡΙΑΣ Γ. ΜΑΡΚΕΤΟΥ

Δρ. Φ. Ε. Ἐπιμελητρίας τοῦ Ἑργαστηρίου Φυσικῆς
τοῦ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ

ΔΙΑ ΤΗΝ Ε' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ

Αριθ. ἔγκρ. ἀποφάσεως 41794

ήμερ. 31 Ιουλίου 1933

Αντίτυπα 1000

ΕΚΟΔΣΙΣ ΕΚΤΗ

Ση. Δηλ.

○○○○○

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ

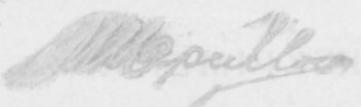
ΠΕΤΡΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΥ Α. Ε.

ΑΘΗΝΑΙ — ΠΕΣΜΑΖΟΓΛΟΥ 9 ΚΑΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
διαδόταν από τον ίδιον τον ίδιον

17200

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Τὰ γνήσια ἀντίτυπα φέρουν τὴν ὑπογραφὴν τῆς συγγραφέως.



Τύποις 'Αλ. Βιτσικουνάκη, 'Αριστείδου 6

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

οντον δεστρού καμός στην οποίαν γένεται το πανθεόνιο θρησκευτικό σύστημα της αρχαίας Ελλάδος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αρχαίοι Έλληνες έπιπλαναν την φύση με την ιδέα της θεότητας, η οποία είναι η μελέτη των φαινομένων, δηλ. των μεταβολών, αλλά δεν ήταν ένας λαμβάνοντας χώραν είς τόν έξωτερικὸν κόσμον, τόν οποιού πιοντα είς τὰς αἰσθήσεις τοῦ ἀνθρώπου.

Αἱ μεταβολαὶ αὗται, ὡς εὐκόλως ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τῆς καθημερινῆς παρατηρήσεως, εἶναι ποικιλώταται.

Ἡ ἀλλαγὴ τῆς θέσεως ἐνὸς ἀντικειμένου ἐπιφέρει μεταβολὴν εἰς τὸν ἔξωτερικὸν κόσμον, ἀποτελεῖ ἐπομένως φαινόμενον, τὸ οποῖον ἔξετάζει ἡ Φυσικὴ. Ἡ θέρμανσις ἐνὸς σώματος εἶναι φαινόμενον, διότι τὸ σῶμα θερμανθὲν μετεβλήθη. Πρὸ τῆς θέρμανσεως εἴχομεν σῶμα ψυχόν, μετὰ τὴν θέρμανσιν ἔχομεν σῶμα θερμόν, ὡς θὰ ἴδωμεν δὲ βραδύτερον, κατὰ τὴν θέρμανσιν σώματός τυνος ἐπέρχεται μεταβολὴ καὶ εἰς τὸ μέγεθος αὐτοῦ. Ὁ βρασμὸς ἐπίσης εἶναι φαινόμενον ἐπιφέρον τὴν μεταβολὴν ὑγροῦ εἰς ἀέριον, τὸν ἀτμόν. Ἡ τῆξις τοῦ πάγου καὶ ἀντιθέτως ἡ πήξις τοῦ θόλου εἰς πάγον, ἡ ἐλάττωσις τοῦ βάρους σώματος βυθιζομένου ἐντὸς ὑγροῦ, ἡ παραγωγὴ ἥχου ὑπὸ σώματος πληγισμένου εἶναι φαινόμενα.

2. **Φυσικὰ καὶ Χημικὰ φαινόμενα.** Εἰς τὰ φαινόμενα, τὰ δοποῖα μέχρι τοῦδε ἀνεφέραμεν, εὐκόλως ἀναγγωρίζεται πῶς ἡτο τὸ σῶμα πρὸ τῆς μεταβολῆς, διότι δὲν ἐπῆλθε ριζικὴ μεταβολὴ εἰς τὴν ψλην τοῦ σώματος. Αἱ ἴδιατητες, τὰς δοποίας θεωροῦμεν ὡς χαρακτηριστικὰς διὰ τὸ σῶμα, διετηρήθησαν καὶ μετὰ τὸ φαινόμενον αἱ αὐταὶ π.χ. τὸν θερμὸν καὶ τὸν ψυχρὸν σίδηρον ἀναγνωρίζομεν πάντας ὡς σίδηρον, τὴν ἥχουσαν χορδὴν ὡς χορδήν.

Ἄλλα καὶ ὅταν ἀκόμη ἐλλείπουν τινὲς ἐκ τῶν ἀρχικῶν ἰδεοτήτων τοῦ σώματος καὶ ἐμφανίζωνται νέαι, ὡς π.χ. κατὰ τὴν μεταβολὴν τοῦ θόλου εἰς ἀτμόν ἢ εἰς πάγον, εὐκόλως ἀνατῷ τὸ σῶμα ὅλας τὰς προτέρας αὐτοῦ ἴδιότητας, ὅταν παύσῃ γὰρ ἐπενεργῆ ἡ αἵτια, ἡ δοποία προσώπαλεσε τὴν μεταβολὴν. Π.χ. δ ἀτμός, ψυχό-

μενος, λαμβάνει πάλιν τὴν ὑγρὰν μορφὴν· τὸ σῶμα, τοῦ δποίου μετεβλήθη τὸ μέγεθος λόγῳ τῆς θερμάνσεως, ψυχὴν ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν μέγεθος κλπ.

Συμβαίνουν δμως καὶ ἄλλα φαινόμενα, κατὰ τὰ δποῖα ἡ ὅλη τοῦ σώματος μεταβάλλεται ριζικῶς, τὸ σῶμα χάνει τὰς χαρακτηριστικὰς του ἰδιότητας καὶ παρουσιάζει ἐντελῶς νέας, τὰς δποίας διατηρεῖ καὶ ἀφοῦ παύσῃ νὰ ἐπενεργῇ ἡ αλτία τοῦ φαινομένου.

Π.χ. δ σίδηρος, ἐκτιθέμενος εἰς ὑγρασίαν, μεταβάλλεται ἐπιφανειακῶς εἰς ἄλλο σῶμα, τὴν σκωρίαν, ὅταν δὲ ἀποσυρθῇ ἐκ τῆς ὑγρασίας, ἡ σκωρία δὲν μεταβάλλεται πάλιν εἰς σίδηρον. Τὸ ὅσιορ, ὃς θὰ ἴδωμεν βραδύτερον, εἶναι δυνατὸν νὰ μεταβληθῇ διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς δύο ἀέρια σώματα μὲν χαρακτηριστικὰς ἰδιότητας ἐντελῶς διαφόρους τοῦ ὕστορος. Τὸ ἔύλον καὶ ομένον μεταβάλλεται εἰς ἀέρια καὶ εἰς τέφραν, σώματα ἐντελῶς διάφορα τοῦ ἔυλου.

Τὰ πρῶτα φαινόμενα καλοῦνται *Φυσικὰ φαινόμενα* καὶ ταῦτα εἰδικῶς μελετᾷ ἡ *Φυσική*, τὰ δὲ ἄλλα *Χημικὰ φαινόμενα* καὶ ἡ μὲ τὴν μελέτην αὐτῶν ἀσχολουμένη ἐπιστήμη καλεῖται *Χημεία*.

3. Τρόπος μελέτης τῶν φαινομένων. Διὰ τὴν μελέτην τῶν φαινομένων εἴτε ἀρκούμεθα εἰς τὴν ἀπλῆν παρατήρησιν αὐτῶν, δπως συμβαίνουν εἰς τὴν φύσιν, εἴτε ἐκτελοῦμεν πειράματα, προκαλοῦμεν δηλαδὴ ἡμεῖς οἱ ἴδιοι τὰ φαινόμενα ὑπὸ συνθήκας εύνοϊκωτέρας διὰ τὴν παρατήρησιν.

Ἐπὶ παραδείγματι, πρὸς μελέτην τοῦ φαινομένου τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων καὶ ἀνεύρεσιν τῶν νόμων, τοὺς δποίους ταῦτα ἀσχολουθοῦν, δὲν ἀρκούμεθα εἰς τὸ νὰ παρατηρῶμεν σώματα πίπτοντα, ἀλλ᾽ ἐκτελοῦμεν πειράματα, εἰς τὰ δποῖα ἀναγκάζομεν τὰ σώματα νὰ πίπτουν βραδύτερον, δπότε ἡ πτώσις παρακολουθεῖται λεπτομερέστερον.

4. Μετρήσεις. Η ἔρευνα τῶν φαινομένων εἶναι πλήρης, ὅταν μελετᾶται ὅχι μόνον ποία εἶναι ἡ ἐπελθοῦσα μεταβολή, ἀλλὰ καὶ πόση εἶναι αὕτη. Π.χ. εἰς τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς τοῦ μεγέθους θερμαγθέντος σώματος πρέπει νὰ μελετηθῇ ὅχι μόνον ἡ μετεβλήθη τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἡ ὅχι, ἀλλὰ καὶ κατὰ πόσον μετεβλήθη. Δηλαδὴ πρέπει νὰ γίνῃ μέτρησις τῶν μεταβαλλομένων ποσῶν. Λέγοντες δὲ μέτρησιν ποσοῦ ἐννοοῦμεν τὴν σύγκρισιν αὐτοῦ πρὸς ἄλλο δμοειδές, τὸ δποῖον λαμβάνεται ὡς μονάς.

Σύγκρισις δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ μεταξὺ δύο ποσῶν ἀνομοιο-

ειδῶν. Μήκος θὰ μετρηθῇ διὰ συγκρίσεως πρὸς μῆκος, ἐπιφάνεια διὰ συγκρίσεως πρὸς ἐπιφάνειαν, βάρος διὰ συγκρίσεως πρὸς βάρος κ. ο. κ.

5. Μονάδες. Συμφώνως πρὸς τὸν δρισμὸν τῆς μετρήσεως, χρειάζεται νὰ ὀρισθῇ ἰδιαιτέρα μονάς μετρήσεως διὸ ἔκαστον ποσόν.

Μονάς μήκους. Ὡς μονάς μήκους ἐλήφθη κατόπιν κοινῆς συμφωνίας πολλῶν κρατῶν τὸ $\frac{1}{40.000.000}$ τοῦ μήκους τοῦ μετρημέρινού* τῆς γῆς καὶ ἐκλήθη μέτρον. Μετὰ τὴν συμφωνίαν κατεσκευάσθη ράβδος ἐξ εὐγενοῦς μετάλλου (διὰ νὰ μὴ προσβάλλεται ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν συνθηκῶν), ἔχουσα τὸ δρισθὲν μῆκος καὶ κληγμεῖσα πρότυπον μέτρον, ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ διποίου κατασκευάζονται ὅλα τὰ ἐν χρήσει μέτρα. Τὸ πρότυπον μέτρον φυλάσσεται εἰς τὸ ἐν Γαλλίᾳ διεθνὲς γραφεῖον μέτρων καὶ σταθμῷ.

Μῆκος ἐνὸς μέτρου παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου 1 m (meter).

Πολλαπλάσιον τοῦ μέτρου εἶναι τὸ χιλιόμετρον, τὸ διποίον παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου 1Km (kilometer).

Εἶναι δέ: $1\text{Km} = 1.000\text{m}$.

*Υποπολλαπλάσια τοῦ μέτρου εἶναι:

τὸ δεκάμετρον (decimeter) 1dm = 1)10m ἢ ορα 1m = 10dm.

τὸ ἑκατοστόμετρον (centimeter) 1cm = 1)100m ἢ ορα 1m = cm.

τὸ χιλιοστόμετρον (milimeter) 1mm = 1)1000 ἢ ορα 1m = 1.000mm.

Τὸ χιλιόμετρον λαμβάνεται ὡς μονάς, διταν τὸ μετρούμενον ποσὸν εἶναι μέγα καὶ ἡ σύγκρισις αὐτοῦ πρὸς τὸ μέτρον θὰ ἔδιδε ὅντες χρηστούς ἀριθμόν. Π.χ. προκειμένου περὶ ἀποστάσεως δύο πόλεων, λέγομεν ὅτι αὗτη εἶναι 25km καὶ ὅτι 25.000m. Ἀντιθέτως, λαμβάνονται ὡς μονάδες τὰ ὑποπολλαπλάσια τοῦ μέτρου κατὰ τὰς μετρήσεις μηκῶν μικροτέρων τοῦ 1m πρὸς ἀποφυγὴν κλασματικῶν ἀριθμῶν. Π. χ. ἀντὶ νὰ γράψωμεν ὅτι τὸ μετρηθὲν μῆκος εἶναι 35)1.000 τοῦ μέτρου, ἢ εἰς δεκαδικόν, δηποτες γράφεται συνήθως, 0,03διπ., γράφομεν 35mm ἢ 3,5cm.

*Η παρατιθεμένη κλῆμα (Σχ. 1) εἶναι μήκους 10cm καὶ ὑποδιαιρεῖται εἰς χιλιοστόμετρα.

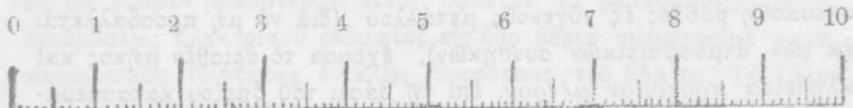
Μονάς ἐπιφανείας. Μετὰ τὴν ἐκλογὴν τῆς μονάδος μήκους

* Μεσημβρινοί καλοῦνται οἱ κύκλοι καθ' οὓς τέμνουν τὴν γηίνην σφαιραῖς τὰ ἐπίπεδα τὰ διερχόμενα διὰ τῶν δύο πόλων.

ἡ μονάς ἐπιφανείας προσδιορίζεται εύκολώτατα, διότι ἡ μέτρησις ἐπιφανείας (ἐμβαδοῦ) ἀνάγεται, ώς γνωστόν, εἰς μέτρησιν μήκους, π.χ. ἡ ἐπιφάνεια δρθογωγίου τετραπλεύρου εύρισκεται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν μηκῶν τῶν δύο πλευρῶν αὐτοῦ.

Ἄν σχηματίσωμεν τετράγωνον μὲ πλευρὴν 1m, τοῦτο θὰ ἔχῃ ἐμβαδόν $1 \times 1 = 1$. Οὕτως, δρίζεται ἡ μονάς ἐπιφανείας ώς τὸ τετράγωνον, τοῦ ὅποιου ἡ πλευρὰ ἔχει μῆκος 1m.

Ἡ μονάς αὗτη καλεῖται τετραγωνικὸν μέτρον καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ συμβόλου 1m \square , ἢ καλύτερον διὰ 1m².



Σχ. 1.

Πολλαπλάσιον εἶναι τὸ τετραγωνικὸν χιλιόμετρον 1km².

Ὑποπολλαπλάσια δὲ τὸ τετραγωνικὸν δεκάμετρον 1dm², τὸ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον 1cm² καὶ τὸ τετραγωνικὸν χιλιοστόμετρον 1mm². Μεταξὺ τῶν πολλαπλασίων καὶ ὑποπολλαπλασίων ὑπάρχουν αἱ ἔξι σχέσεις:

$$1\text{km}^2 = 1.000.000\text{m}^2$$

$$1\text{m}^2 = 10.000\text{cm}^2$$

$$1\text{cm}^2 = 100\text{mm}^2$$

$$1\text{mm}^2 = 0,01\text{cm}^2$$

$$1\text{cm}^2 = 0,0001\text{dm}^2$$

$$1\text{dm}^2 = 0,000001\text{m}^2$$

Μονάς ὅγκου. Ἡ μονάς τοῦ ὅγκου δρίζεται ἀναλόγως, ώς ὁ κύβος μὲ ἀκμὴν ἵσην πρὸς 1 μέτρον, καλεῖται δὲ κυβικὸν μέτρον ἢ καὶ τόνος χωρητικότητος, καὶ παρίσταται διὰ 1m³ ἢ 1 τόν.

Καὶ εἰς τὰς μονάδας ὅγκου ἔχομεν πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια, τὰ ὅποια καθορίζονται ἐπὶ τῇ βάσει τῶν πολλαπλασίων καὶ ὑποπολλαπλασίων τοῦ μέτρου, ἦτοι:

km³, m³, dm³, cm³, mm³,

km³ εἶναι κύβος, τοῦ ὅποιου ἡ ἀκμὴ εἶναι ἵση πρὸς 1km.

6. Γενικαὶ ιδιότητες τῆς ὅλης. Τὰ διάκριτα σώματα παρουσιάζονται μὲ ἀπειρίαν ἰδιοτήτων, διαφέρων εἰς τὰ διάφορα σώματα. Ἐν τούταις ἰδιότητές τινες παρατηροῦνται πάντοτε ἐφ' ὅλων ἀνεξαιρέτως τῶν σωμάτων. Ταύτας καλούμεν γενικαὶ ἰδιότητας τῆς ὅλης: Γενικὴ ἰδιότης τῆς ὅλης εἶναι π.χ. τὸ δτί κάθε σώμα, δταν ἀφεθῆ ἐλεύθερον, πίπτει.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ἐκτασίς. Ἡ πρώτη γενικὴ ἰδιότης, ἡ ὅποια ὑποπίπτει ἀμέσως εἰς τὴν ἀντίληψιν ἡμῶν, είναι ὅτι ἔκαστον ὄντος σῶμα καταλαμβάνει εἰς τὸν κόσμον χῶρόν τινα. Ἡ ἰδιότης αὕτη λέγεται ἔκτασις.

Ἀδιαχώρητον. Εἰς τὸν χῶρον, δόποιος είναι κατειλημμένος ἀπὸ ἐν σῶμα, είναι προφανὲς ὅτι είναι ἀδύνατον γὰρ εἰσχωρήσῃ συγκρέοντος οἰογδήποτε ἄλλο σῶμα. Ἡ γενικὴ αὕτη ἰδιότης καλεῖται ἀδιαχώρητον.

Πορόδες. Τὰ ὄντα σώματα, ἀκόμη καὶ ὅσα μᾶς φαίνονται συμπαγέστερα, ἔχουν κενὰ εἰς τὴν μᾶζαν αὐτῶν. Τὰ κενὰ ταῦτα λέγονται πόροι τῶν σωμάτων καὶ ἡ ἰδιότης αὐτῶν τοῦ νὰ ἔχουν πόρους λέγεται πόρωδες. Εἰς τὴν παραδοχὴν τῆς ἰδιότητος αὐτῆς ἀγόρμεθι μεταξὺ ἄλλων καὶ ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι ὅλα τὰ σώματα πιεζόμενα ὑφίστανται ἐλάτιτωσιν τοῦ ὅγκου των, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἡττον μεγάλην. Ἀπόδειξιν ἐπίσης τοῦ πορώδους μᾶς δίδει τὸ φριγόμενον τῆς διαπιδύσεως, τὸ ὅποιον θὰ γνωρίσωμεν βραδύτερον.

Πλὴν τῶν ἀνωτέρω γενικῶν ἰδιότητων θὰ γνωρίσωμεν περιστέρω λεπτομερέστερον καὶ ἄλλας σπουδαιοτάτας γενικὰς ἰδιότητας, π. χ. τὸ βάρος, τὴν ἀδράνειαν, τὴν σύστασιν τῆς ὅλης ἐκ μορίων καὶ ἀτόμων κ. ἄ.

7. Καταστάσεις τῶν σωμάτων. Τὰ ὄντα σώματα εὑρίσκονται ὑπὸ μεγίστην ποικιλίαν εἰς τὴν φύσιν. Ἐν τούτοις πλείστα ἔχουσι κοινὰς χαρακτηριστικὰς ἰδιότητας, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ὅποιων είναι δυνατὸν ταῦτα ν' ἀποτελέσουν μίαν δμάδα. Τοιαύτας μεγίστας δμάδας ἔχομεν τρεῖς: τὴν δμάδα τῶν στερεῶν σωμάτων, τὴν δμάδα τῶν ὑγρῶν καὶ τὴν δμάδα τῶν ἀερίων.

Τὰ σώματα τὰ ὅποια περιλαμβάνονται εἰς τὴν δμάδα τῶν στερεῶν, λέγομεν ὅτι εὑρίσκονται ὑπὸ στερεὰ κατάστασιν, τὰ εἰς τὴν δμάδα τῶν ὑγρῶν ὑπὸ ὑγρὰν κατάστασιν, καὶ τὰ εἰς τὴν δμάδα τῶν ἀερίων ὑπὸ ἀερίαν.

Αἱ κοιναὶ χαρακτηριστικαὶ ἰδιότητες, αἵτινες ἔχρησίμευσαν ὥν βάσις τοῦ χωρισμοῦ, είναι διὰ τὰ στερεὰ ὅτι ἔχουν ὠρισμένον ὅγκον καὶ ὠρισμένον σχῆμα. Λέγοντες δὲ ὅγκον ἐννοοῦμεν τὸν χῶρον τὸν ὅποιον καταλαμβάνει σῶμά τι εἰς τὸ διάστημα.

Ἐκ πείρας γνωρίζομεν ὅτι τὰ σώματα τὰ ὅποια ὀνομάζομεν στερεά, π. χ. οἱ λίθοι, ὁ σίδηρος, ὁ χάρτης, τὸ ξύλον κλπ., ἔχουν τὸν ὅγκον καὶ τὸ σχῆμα αὐτῶν ἐντελῶς ὠριζμένα.

Καινὸν γνώρισμα τῶν ὑγρῶν (π. χ. Οὐδωρ, οἰνόπνευμα, βενζίνη κτλ.) εἶναι δτὶ ταῦτα ἔχουν μὲν ὡρισμένον ὅγκον, ἀλλὰ δὲν ἔχουν ὡρισμένον σχῆμα. Τὸ σχῆμα τῶν ὑγρῶν εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὅποίσι ἔκάστοτε φυλάσσονται.

Τὰ ἀέρια π. χ. ἀήρ, διξυγόνον, διαξείδιον τοῦ ἄνθρακος κ.τ.λ. χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς ἐλλείψεως καὶ σχῆματος, ἀλλὰ καὶ ὅγκου ὡρισμένου. Ὁ ὅγκος τῶν ἀερίων τείνει πάντοτε ν' αὐξήσῃ, διὰ τοῦτο τὰ ἀέρια, ἐφ' ὅσον εὑρίσκουν χῶρον διαθέσιμον, ἐκτείνονται, μέχρις ὅτου πληρώσουν αὐτόν. Ελγαί ἀδύνατον χῶρος τις νὰ εἶναι κατὰ τὸ γῆμισυ μόνον κατειλημένος ὑπὸ ἀερίου, ὅπως δοχεῖον εἶναι κατὰ τὸ γῆμισυ πλῆρες ὑγροῦ. Ὅσον δήποτε μικρὰ καὶ ἀνά εἶναι ἡ ποσότης τοῦ ἀερίου, θὰ καταλάθῃ ὁλόκληρον τὸν χῶρον.

Τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια, ἔνεκα τοῦ κοινοῦ χαρακτηριστικοῦ τῆς ἐλλείψεως σταθεροῦ σχῆματος, καλοῦνται ὅμοιοι φενοτά.

Ἡ κατάστασις ὑπὸ τὴν ὅποιαν παρουσιάζεται σῶμά τι δὲν εἶναι ἀπολύτως ἀμετάβλητος, ἀλλ' ἐξαρτάται ἀπὸ τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὅποιας εὑρίσκεται. Ἐπὶ παραδείγματι, σῶμα, τὸ ὅποιον ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας εὑρίσκεται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, ὑπὸ ἀλλας δυνατὸν νὰ παρουσιασθῇ ὑπὸ τὴν στερεὰν ή τὴν ἀερίαν, π. χ. τὸ Οὐδωρ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι ὑγρόν, δταν ζμως ψυχθῇ κάτω τοῦ μηδενός, γίνεται στερεὸν (πάγος), ἐνῷ ἀντιθέτως, δταν θερμαγθῇ ἀνω τῶν 100 βαθμῶν, γίνεται ἀέριον (ἀτμός).

Βραδύτερον θὰ γνωρίσωμεν λεπτομερῶς τὰς μεταβολὰς τῶν καταστάσεων τῶν σωμάτων εἰς ἀλλήλας.

8. Διαίρεσις τῆς Φυσικῆς. Ἡ Φυσικὴ διαιρεῖται εἰς πέντε μεγάλα κεφάλαια, ἔκαστον τῶν ὅποιων ἔχετάζει φαινόμενα ἔχοντα πολλὰς ἀναλογίας πρὸς ὅλην. Τὰ κεφάλαια ταῦτα εἶναι: *Μηχανική, Θερμότης, Ακουστική, Οπτική καὶ Ηλεκτρισμός.*

Θ' ἀσχοληθῶμεν νῦν μὲ τὴν μελέτην τῶν δύο πρώτων.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

9. Θέμα τῆς μηχανικῆς. Οταν σῶμά τι μεταβάλλῃ τὴν θέσιν του εἰς τὸν χῶρον, λέγομεν δτὶ κινεῖται καὶ ἡ ἀλλαγὴ τῆς θέσεως λέγεται κίνησις.

Τὸ κεφάλαιον τῆς Φυσικῆς, τὸ δποῖον μελετᾷ τὸ φαινόμενον τῆς κινήσεως, καλεῖται *Μηχανική*.

Ἡ μελέτη μιᾶς κινήσεως δύναται νὰ γίνῃ ἀπὸ τριῶν διαφόρων ἀπόψεων, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν δποίων δυνατικείται ἡ Μηχανικὴ εἰς τρία τμῆματα, δηλαδὴ:

1) Ἐξετάζεται ἡ κίνησις αὐτὴ καθ' ἑαυτήν, χωρὶς νὲ ἀναζητήσονται τὰ αἴτια, τὰ δποῖα τὴν προκαλοῦν, δηλαδὴ ἔξετάζεται τὸ πῶς κινεῖται ἐν σῶμα, ἀδιαφόρως τοῦ διατὶ κινεῖται σύτως.

Τὸ μέρος τοῦτο τῆς Μηχανικῆς καλεῖται *Κινητική*.

2) Ἐξετάζονται μόνον τὰ αἴτια, τὰ δποῖα εἰναι δυνατὸν νὰ προκαλέσουν τὴν κίνησιν, καὶ αἱ σχέσεις αἴτινες πρέπει νὰ διάρχουν μεταξὺ διαφόρων τοιούτων αἰτίων ἐπιδρώντων ἐπὶ τινος σώματος, ὥστε τοῦτο νὰ μένῃ ἀκίνητον, *Στατική*.

3) Ἐξετάζεται ἡ κίνησις ἐν σχέσει πρὸς τὰ προκαλοῦντα αὐτὴν αἴτια, δηλ. πῶς κινεῖται τὸ σῶμα καὶ διατὶ κινεῖται σύτως, *Δυναμική*.

Τὸ κεφάλαιον τῆς Μηχανικῆς περιλαμβάνει τὴν Μηχανικὴν τῶν στερεῶν, τὴν Μηχανικὴν τῶν δγρῶν ἢ *Υδρομηχανικὴν* καὶ τὴν Μηχανικὴν τῶν ἀερίων, ἢ *Αερομηχανικὴν*.

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

α'. Κινητική

10. *‘Υλικὸν σημεῖον’ τροχιά.—Ἡ μελέτη τῆς κινήσεως σώματός τινος δυσχεραίνεται πολὺ ἐκ τοῦ ὅτι ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ σώματος δὲν κινοῦνται δμοίως. Ἀς φαντασθῶμεν π.χ. κύλινδρον κυλιόμενον ἐπὶ ἐπιπέδου· κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην τὰ σημεῖα τοῦ ἀξονος τοῦ κυλίνδρου εὑρίσκονται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου, ἐνῷ τὰ σημεῖα τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας του εὑρίσκονται ἄλλοτε ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου καὶ ἄλλοτε εἰς διαφόρους ἀπὸ τοῦ ἀποστάσεις.*

Ἐὰν αἱ διαστάσεις τοῦ κινητοῦ φαίνωνται τόσον ἐλάχισται, ὥστε τὸ ὅλον σῶμα νὰ δίδῃ τὴν ἐντύπωσιν ὅλικοῦ σημείου, ἡ ἔξτασις τῆς κινήσεως του περιορίζεται τότε εἰς τὴν ἔξτασιν τῆς ἀπλουστάτης δυνατῆς κινήσεως ἐνὸς μόνον ὅλικοῦ σημείου. Ἐὰν π.χ. δ ἀγωτέρω ἀναφερθεὶς κύλινδρος ἔχῃ πολὺ μικρὰς διαστάσεις, ἡ ἔξετάζεται ἀπὸ πολὺ μακράν, ἡ διάφορος ἐκάστοτε ἀπόστασις τῶν σημείων του ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου δὲν εἶγαι αἰσθητή.

Είναι γνωστὸν ὅτι οἱ πλανῆται, ἐνῷ μετατίθενται ἐπὶ τῆς οὐρανίου σφαῖρας, στρέφονται συγχρόνως περὶ τὸν ἀξονό των. Ἐν τούτοις εἰς ἡμᾶς, οἱ δόποις βλέπομεν τοὺς ἀστέρας ὡς διικὰ σημεῖα, ή περιστροφὴ αὗτη ὅτεν εἰναι ἀντιληπτή, καὶ κατὰ τὴν μελέτην τῆς μεταθέσεως αὐτῶν εἰναι περιττὸν νὰ λάβωμεν ὑπὸ ὅψιν μας τὴν διάφορον θέσιν τῶν σημείων τοῦ ἀστέρος ὡς πρὸς τὸν ἀξονα περιστροφῆς του.

Τὸ σύνολον τῶν διαδοχικῶν θέσεων, τὰς δόποις καταλαμβάνει τὸ κινούμενον διικόνη σημεῖον, λέγεται τροχιὰ αὐτοῦ.

Οταν ἡ τροχιὰ εἰναι εὐθεῖα γραμμή, ή κίνησις λέγεται εὐθύγραμμος, δταν δὲ καμπύλη, καμπυλόγραμμος.

Οταν αἱ τροχιαι τῶν διαφόρων σημείων κινούμενου σώματος εἰναι παράλληλοι, δυνάμεθα νὰ δνομάσωμεν τροχιὰν αὐτοῦ τὴν τροχιὰν ἐνδὲ ἐκ τῶν σημείων του καὶ νὰ δμιλῶμεν περὶ εὐθυγράμμου καὶ καμπυλογράμμου τροχιὰς σώματος.

Εἰς τὸ ἔξῆς θὰ ἔξετάσωμεν μόνον κινήσεις σωμάτων μὲ παραλλήλους τροχιὰς τῶν σημείων των.

Ἡ ἀπλουστάτη τροχιὰ εἰναι ἡ εὐθεῖα γραμμή. Θὰ ἔξετάσωμεν λοιπὸν κατὰ πρῶτον τὴν εὐθύγραμμον κίνησιν.

11. Εὐθύγραμμος καὶ ὄμαλὴ κίνησις. Οταν κινητόν, διαγράφον εὐθύγραμμον τροχιάν, διανύῃ εἰς ίσους χρόνους ίσα διαστήματα, λέγομεν δτι ἔχει εὐθύγραμμον καὶ ὄμαλὴν κίνησιν. Π.χ., δταν σιδηρόδρομος διατρέχῃ, εἰς κάθε μίαν ὥραν σταθερῶς, διάστημα 50 χιλιομ. καὶ οὐδέποτε μικρότερον ἢ μεγαλύτερον, ἔχε κίνησιν ὄμαλήν.

Ἡ εὐθύγραμμος ὄμαλὴ κίνησις εἰναι ἡ ἀπλουστάτη πασῶν τῶν κινήσεων.

Καλεῖται ταχύτης κινούμενου σώματος τὸ πηλίκον τοῦ διανυθέντος ὑπὸ αὐτοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου κατὰ τὸν δποῖον διηγήθη.

Εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα ἡ ταχύτης τοῦ σιδηροδρόμου εἰναι 50 χιλιομ. καθ' ὥραν.

Ἐάν παραστήσωμεν τὸ διάστημα διὰ τοῦ σ καὶ τὸν χρόνον, κατὰ τὸν δποῖον διηγήθη τὸ διάστημα τοῦτο, διὰ τ, ή ταχύτης ν εἰναι, κατὰ τὸν δριθμόν :

$$(1) \quad v = \frac{s}{t}$$

Έαν εις τὴν σχέσειν ταύτην θέσωμεν $t = 1$, γίνεται:

$$v = s$$

δηλαδή ή ταχύτης ἔκφράζεται μὲ τὸν αὐτὸν ἀριθμόν, μὲ τὸν ἀποτὸν ἔκφραζεται καὶ τὸ διάστημα τὸ διανυθὲν κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. Εἰς τὴν δημολὴν κίνησιν ή ταχύτης εἶναι σταθερός.

Ἐκ τῆς σχέσεως (1) ἔχομεν:

$$(2)$$

$$s = vt$$

ἥτοι, τὸ διάστημα τὸ διανυθὲν ὅπο τοῦ κινήτοῦ εἰς τινὰ χρόνον, λειτουργεῖ μὲ τὸ γιγόμενον τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ἐπὶ τὸν χρόνον.

Εάν, δταν ἀρχικὴ ή παρατήρησις ἡμῶν, τὸ κινητὸν ἔχη ηδη διαγύει διάστημα s_0 , τότε τὸ ὅλον διανυθὲν διάστημα μετὰ πάροδον χρόνου τὸ ἀπὸ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως, θὰ εἶναι:

$$(3)$$

$$s = s_0 + vt$$

Ἐνθα vt παριστᾶ τὸ διάστημα τὸ ὅποιον διηγύθη ἀπὸ τὴν στιγμὴν καθ' ἥν ἦρχισεν ή παρατήρησις.

Τῇ βοηθείᾳ τῶν σχέσεων (1), (2) καὶ (3) δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν ἐν ἐκ τῶν τριῶν ποσῶν διαστήματος, ταχύτητος καὶ χρόνου, δταν τὰ δύο ἄλλα εἶναι γνωστά.

Παράδειγμα. 1) Κινητόν τι κινεῖται ἐπὶ 12 ὥρας μὲ ταχύτητα 50 χιλιομ. καθ' ὥραν (συντόμως $50 \frac{\text{km}}{\text{ώρα}}$). Πόσον διάστημα διήγυσε;

Συμφώνως πρὸς τὴν ἔξ. 2 ἔχομεν:

$$s = 50 \times 12 = 600 \text{ km.}$$

2) Πόση ὑπῆρξεν ή ταχύτης κινήτοῦ διανύσαντος εἰς 4 ὥρας 2 χιλιόμετρα;

Ἐκ τῆς σχέσεως (1) ἔχομεν:

$$v = \frac{s}{t} = 0, \text{km}/\text{ώρα},$$

η, ἔκφραζομένη εἰς μέτρα καθ' ὥραν, 500 m/ώραν,

η, εἰς μέτρα κατὰ λεπτὸν $\frac{500}{60} = 8,33 \text{m}/\lambda$.

3) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ἀφειγρίας εὑρίσκεται κατά

τὴν 6 μ.μ. ἀμαξοστοιχία κινουμένη μὲ ταχύτητα 50 χιλιομ. καθ' ὥραν, ἢ ὅποια κατὰ τὴν μεσημβρίαν εὑρίσκετο εἰς ἀπόστασιν 65 χιλιομέτρων;

*Ἐκ τῆς σχέσεως (3) ἔχομεν:

$$s = 65 + 50 \times 6 = 365 \text{ km}$$

12. Εὐθύγραμμος ὁμαλῶς μεταβαλλομένη κίνησις.

"Οταν κινητὸν διανύῃ εἰς ἵσους χρόνους ἀνισα διαστήματα, ἢ κίνησίς του λέγεται μεταβαλλομένη.

"Η ταχύτης (τὸ πηλίκον τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου) δὲν εἶναι τότε σταθερά, ἀλλ' ἀλλοτε μικροτέρα καὶ ἀλλοτε μεγαλυτέρα.

"Ἐὰν ἡ ταχύτης διαρκῶς ἐλατοῦται καὶ ἡ ἐλάττωσις αὐτὴ εἶναι ὁμαλή, δηλ. εἰς ἵσα χρονικὰ διαστήματα ἐλατοῦται ἡ ταχύτης κατὰ σταθερὰν ποσάτητα, ἢ κίνησίς λέγεται ὁμαλῶς ἐπιδραδυνούμενη, ἐὰν δὲ διαρκῶς καὶ ὁμαλῶς αὐξάνεται, λέγεται ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη. "Ἡ ἀπλευστάτη μεταβαλλομένη κίνησις εἶναι ἡ εὐθύγραμμος ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.

"Τὸ πηλίκον τῆς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος διὰ τοῦ χρόνου λέγεται ἐπιτάχυνσις· δηλαδή, ἐὰν ἡ ταχύτης ἀπὸ v_1 γίνη v_2 μετὰ χρόνον t , ἡ ἐπιτάχυνσις εἶναι:

$$(1) \quad \gamma = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

διὰ $t=1$ εἶναι $v_2-v_1=\gamma$, δηλ. ἡ ἐπιτάχυνσις ἐκφράζεται μὲ τὸν αὐτὸν ἀριθμόν, μὲ τὸν δποίον καὶ ἡ μεταβολὴ τῆς ταχύτητος κατὰ μίαν χρονικὴν μονάδα. "Ο ἀριθμὸς δ παριστῶν τὴν ἐπιτάχυνσιν γράφεται ὡς κλάσμα μὲ ἀριθμητὴν τὴν μεταβολὴν τῆς ταχύτητος καὶ παρονομαστὴν τὸν χρόνον εἰς τὸ τετράγωνον. Π.χ. ἡ ἐπιτάχυνσις κινητοῦ, τοῦ δποίου ἡ ταχύτης μεταβάλλεται κατὰ 10m εἰς ἔκαστον δευτερέλεπτον, παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου $10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$

(sec εἶναι τὰ ἀρχικὰ γράμματα τῆς λέξεως seconde — δευτερόλεπτον). "Οταν ἡ ταχύτης αὐξάνεται, ἡ ἐπιτάχυνσις θεωρεῖται θετική, διανύει δὲ ἡ ταχύτης ἐλατοῦται, θεωρεῖται ἀρνητική (ἐπιδραδυνούσις). "Ἐὰν τὸ κινητόν, εἰς τὴν θέσιν, ἀπὸ τὴν δποίαν ἀρχίζει ἡ παρατήρησίς μας, εἶχε ταχύτητα v_0 , μετὰ χρόνον t θὰ ἔχῃ ταχύτητα:

$$v = v_0 + \gamma t$$

Τὸ δὲ διάστημα, τὸ δποῖον θὰ ἔχῃ διανύσει, δίδεται ὑπὸ τῆς ἔξισώσεως :

$$(2) \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$$

Ἐάν ἡ ἀρχικὴ ταχύτης είναι μηδέν, τὸ διανυθὲν μετὰ χρόνου τὸ διάστημα θὰ είναι :

$$(3) \quad s = \frac{1}{2} \gamma t^2$$

δηλ. Ισοῦται μὲ τὸ ἥμισυ τῆς ἐπιταχύνσεως ἐπὶ τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου.

Αἱ ἔξισώσεις αὗται δίδουν τοὺς νόμους τῆς ὁμαλῶς μεταβολομένης εὐθυγράμμου κινήσεως.

Παραδείγματα. 1) Ὁ ἐπόμενος πίναξ δίδει τὸ διανυθὲν διάστημα, τὴν ταχύτητα καὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν κινητοῦ ἔχοντας κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ διμαλῶς ἐπιταχυνομένην.

Χρόνος Διάστημα

Ταχύτης

Ἐπιτάχυνσις

t

s

v

γ

$$v_1 = 10 - 0 = 10 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

$$1 \rightarrow 10 = 10 \times 1^2$$

$$V_2 - V_1 = 30 - 10 = 20 - \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

$$2 \quad 40 = 10 \times 2^2$$

$$V_2 = 40 - 1 = 30 \rightarrow$$

$$V_3 - V_2 = 50 - 30 = 20 \rightarrow$$

$$3 \quad 90 = 10 \times 3^2$$

$$V_3 = 90 - 40 = 50 \rightarrow$$

$$V_4 - V_3 = 70 - 50 = 20 \rightarrow$$

$$4 \quad 160 = 10 \times 4^2$$

$$V_4 = 160 - 90 = 70 \rightarrow$$

$$250 - 160 = 90 \rightarrow$$

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρῳ πίνακος διλέπομεν διτὶ ἡ ἐπιτάχυνσις είναι πάντοτε ἵση πρὸς 20cm/sec , δηλ. ἡ ταχύτης αὐξάνεται ἀπὸ τοῦ πρώτου δευτέρου μέχρι τοῦ δευτέρου καὶ ἀπὸ τοῦ δευτέρου μέχρι τοῦ τρίτου κ.ο.κ. πάντοτε κατὰ 20cm/sec , τὸ δὲ διάστημα δίδεται ἐκάστοτε ἀπὸ τὸ γινόμενον τοῦ τετραγώνου τοῦ χρόνου ($2^2, 3^2, \dots$) ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν 10, δηλ. ἐπὶ τὸ ἥμισυ τῆς ἐπιταχύνσεως.

2) Πόσον διάστημα ἔχει διανύσει μετὰ 20 δευτερόλεπτα κινήτον, ἔχον ἀρχικὴν ταχύτητα 50m/sec καὶ κινούμενον εὐθυγράμμως μὲ ἐπιτάχυνσιν 2m/sec ;

Ἐκ τῆς σχέσεως (2) ἔχομεν :

$$s = 50 \times 20 + \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2 = 1400 \text{m}$$

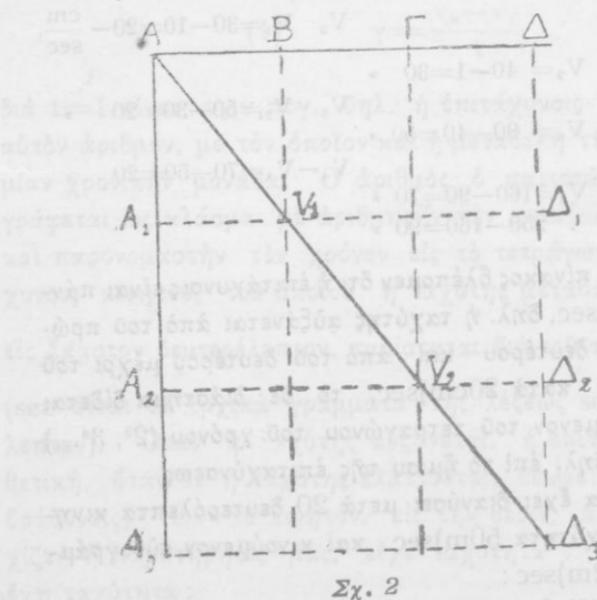
3) Πέση είναι εις τὸ τέλος τοῦ ὅου δευτερολέπτου ἡ ἐπιτάχυνσις σώματος κινουμένου εύθυγράμμως καὶ διμαλῶς ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος καὶ ἔχοντος διανύσει εἰς 12 δευτ. διάστημα 36 μέτρων;

Ἐκ τῆς σχέσεως (3) προκύπτει:

$$\gamma = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 36}{12^2} = 0,5 \text{m/sec} \quad \text{ἢ } 5 \text{cm/sec}$$

13. Σύνθεσις κινήσεων. Φαντασθῶμεν ὅλικὸν σημεῖον A κινούμενον ἐπὶ τῆς εὐθείας AΔ διμαλῶς (σχ. 2) ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ Δ. Μετὰ πάροδον μιᾶς χρονικῆς μονάδος (π. χ. 1 δευτερολ.) θὰ εὑρίσκεται τοῦτο εἰς B, θὰ ἔχῃ δηλ. διανύσει τὸ διάστημα A.B. Ἐπομένως τὸ τμῆμα AB παριστᾷ γραφικῶς τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ. Μετὰ 2 δευτερόλεπτα θὰ εὑρίσκεται εἰς Γ κ.ο.κ. Θὰ ἔξετασμεν ποίᾳ θὰ είναι ἡ τροχιά τοῦ κινητοῦ, διανύσει τὸν δὲν μένη ἀκίνητος, ἀλλ᾽ ἔχῃ καὶ αὐτῇ κίνησίν τινα.

Ἄς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἡ εὐθεία AΔ κινεῖται ἐπίσης διμαλῶς ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος παραλλήλως πρὸς ἑαυτήν. Μετὰ 1 δευτερ. θὰ ἔχῃ τὴν θέσιν A₁Δ₁ (ἡ ταχύτης αὐτῆς παρίσταται διὰ τοῦ τμήματος AA₁), μετὰ 2 δευτερ. τὴν A₂Δ₂ κ.ο.κ. Ἐπομένως τὸ ὅλικὸν σημεῖον, κινούμενον μετὰ τῆς εὐθείας, θὰ



θετον κίνησιν, τῆς δύοις ἡ τροχιά είναι ἡ AV₃, ἡ δὲ ταχύτης

εὑρίσκεται μετὰ 1 δευτερ. ἐπὶ τῆς διευθύνσεως A₁Δ₁ καὶ ὡς ἐκ τῆς ιδίας του ταχύτητος θὰ ἔχῃ διαγράψῃ ἐπὶ αὐτῆς τὸ διάστημα A₁V₁ = AB. Τὸ κινητὸν μετὰ 1 δευτερ. θὰ εὑρίσκεται πράγματι εἰς τὴν θέσιν V₁, μετὰ 2 δευτερ. εἰς V₂ κ.ο.κ. Ωστε τὸ κινητὸν ἔκτελει σύν-

αὐτοῦ παρίσταται διὰ τοῦ τιμήματος ΑΒ, τὸ δποῖον εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν μερικῶν ταχυτήτων ΑΒ καὶ ΑΑ₁. Ἡ περιγραφεῖσα σύνθεσις κίνησις εἶναι ἡ ἀπλουστάτη δυνατή.

Τροχιάν συνθέτου κινήσεως τῆς ἀνωτέρω μορφῆς δυνάμεθα νὰ χαράξωμεν εὐκόλως ὡς ἔξης: Κινοῦμεν τὴν γραφίδα ἐπὶ φύλλου χάρτου κατὰ μῆκος κανόνος, ἐνῷ συγχρόνως μεταθέτομεν τὸν κανόνα παραλλήλως πρὸς ἑαυτὸν (κατὰ διεύθυνσιν κάθετον ἐπὶ τὸ μῆκος του).

14. Περιοδικὴ κινήσεις. Περιοδικὴ κίνησις καλεῖται ἡ κινήσις, ἡ δποῖα ἐπαναλαμβάνεται ἡ αὐτὴ κατ' ἵσα χρονικὰ διαστήματα. Λέγοντες δτι ἐπαναλαμβάνεται ἡ αὐτή, ἐννοοῦμεν δτι δὲν ἐπέρχεται μεταβολὴ οὕτε εἰς τὴν μορφὴν τῆς τροχιᾶς, οὕτε εἰς τὴν ταχύτητα. Π. χ., ἡ κινήσις τῶν δεικτῶν τοῦ ὀρολογίου, ἡ κινήσις τῶν πλανητῶν περὶ τὸν ἥλιον.

Αἱ περιοδικαὶ κινήσεις εἶναι σπουδαιόταται εἰς τὴν Φυσικήν. Π. χ., ὁ ἥχος παράγεται διὰ περιοδικῶν κινήσεων τῶν ἥχούντων σωμάτων καὶ διαδίδεται διὰ περιοδικῶν κινήσεων τοῦ ἀέρος.

Θὰ μελετήσωμεν τὴν ἀπλουστάτην τῶν περιοδικῶν κινήσεων, τὴν εὐθύγραμμον περιοδικήν.

A

B

Σχ. 3

Εὐθύγραμμος περιοδικὴ κίνησις. Ὑποθέσωμεν δτι σῶμά τι κινεῖται ἐπὶ τῆς εὐθείας ΑΒ (σχ. 3). Ἡ κινήσις ἀρχίζει ἐκ τοῦ Α μὲ φοράν ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β. Ὄταν τὸ κινητὸν φθάσῃ εἰς τὸ Β, σταματᾷ ἐπ' ὀλίγον καὶ εἰτα ἀρχεται κινούμενον κατ' ἀντίθετον φοράν, δηλαδὴ ἐκ τοῦ Β πρὸς τὸ Α. Εἰς τὸ Α. πάλιν σταματᾷ ἐπ' ὀλίγον καὶ κινεῖται ἐκ νέου πρὸς τὸ Β. Ἐκ τοῦ Β δὲ ἀντίθετος κινεῖται πρὸς τὸ Α, εἰτα πάλιν πρὸς τὸ Β κ. ο. κ.

Ἡ κίνησις αὐτῇ λέγεται εὐθύγραμμος περιοδική. Ὁ χρόνος, τὸν δποῖον χρειάζεται τὸ κινητόν, διὰ νὰ φθάσῃ ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ Β καὶ νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ νέου εἰς τὸ Α, λέγεται περίοδος τῆς κινήσεως. Γενικῶς περίοδος εἰς πᾶσαν περιοδικὴν κίνησιν καλεῖται δ χρόνος, δ δποῖος χρειάζεται διὰ νὰ γίνη πλήρης ἡ κίνησις καὶ νὰ ἐπανέλθῃ τὸ κινητὸν εἰς τὸ σημεῖον τῆς τροχιᾶς, ἀπὸ τοῦ δποίου ἡ κίνησις ἐπαναλαμβάνεται πάλιν ἡ αὐτή. ᩩ περίοδος παρίσταται συγήθως διὰ τοῦ γράμματος Τ.

Κατά τὴν πάροδον μιᾶς περιόδου λέγομεν διὰ τὸ κινητὸν ἔκτελει ἔνα παλμόν. Ὁ ἀντίστροφος ἀριθμὸς τῆς περιόδου λέγεται συχνότης τῆς κινήσεως καὶ παρίσταται διὰ ν, δῆλον. $n = \frac{1}{T}$. Ἐπομένως κατὰ τὴν ἀνωτέρω σχέσιν, συχνότης εἶναι διὰ αριθμὸς τῶν ἐκτελουμένων παλμῶν κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου εἰς τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου ή περίοδος τοῦ μὲν λεπτοδείκτου εἶναι 60 λ., τοῦ δὲ ώροδείκτου 12 ὥραι. Εἰς τὴν περιοδικὴν κίνησιν τῆς Γῆς περὶ τὸν ἀξονά της, 24 ὥραι. Ἡ περίοδος τῆς περιστροφῆς τῆς Σελήνης περὶ τὴν Γῆν εἶναι 38 περίπου ἡμέραι. Εἰς τὴν εὐθύγραμμον περιοδικὴν κίνησιν ή ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο ἀκρων θέσεων τοῦ κινητοῦ ΑΒ λέγεται πλάτος τῆς κινήσεως.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- 1) Πόσον διάστημα διατίθεται κινητόν, κινούμενον διαλῶς μὲ ταχύτητα 30m/sec ἐπὶ 30 πρῶτα λεπτά;
- 2) Πόση εἶναι η ταχύτης τῆς Γῆς εἰς τὴν κίνησίν της περὶ τὸν "Ηλιον, ἂν ὑποτεθῇ διὰ η κίνησις γίγνεται διαλῶς ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς ἀκτῖνος 150.000.000 km; (Ο χρόνος μιᾶς πλήρους περιστροφῆς εἶναι 365 ἡμέραι περίπον).
- 3) Πόσον χρόνον χρειάζεται τὸ φῶς, διὰ τὰ φθάσῃ ἀπὸ τὸν "Ηλιον εἰς τὴν Γῆν; (Η μέση ἀπόστασις μεταξὺ τῶν δύο οὐρανίων σωμάτων εἶναι 150 ἑκατομμύρια χιλιόμετρα καὶ η ταχύτης τοῦ φωτὸς 300.000 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον).
- 4) Ατιμόπλοιον κινούμενον ἐντὸς ποταμοῦ ἔχει, ὅταν μὲν κινηταί κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ρεύματος, ταχύτητα 6 m/sec, ὅταν δ' ἀντιμέτως πρὸς ταύτην, 4 m/sec. Ζητεῖται η πραγματικὴ ταχύτης τοῦ πλοίου καὶ η ταχύτης τοῦ ρεύματος.
- 5) Κινητὸν διαγράφει εὐθύγραμμον τροχιὰν μὲ διαλῶς ἐπὶ ταχυνομένην κίνησιν, καὶ μετὰ 1 δευτ. ἔχει διανόσει διάστημα 20 cm. Ζητεῖται πόσον δρόμον θὰ ἔχῃ διατρέξει μετὰ πάροδον 10 δευτερολέπτων.

β'. Στατική.

15. Δυνάμεις. Η Στατική, ως εἴδομεν, ἔξετάζει: 1) τὰ αἰτία, τὰ ἐποία προκαλοῦν τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων καὶ τὰ ὅποια καλοῦν δυνάμεις καὶ 2) τὴν σχέσιν, ή ὅποια πρέπει νὰ ὑπάρχῃ

μεταξύ διαφόρων δυνάμεων ἐπιδρωσῶν ἐπί τιγος σώματος, ώστε τοῦτο νὰ ἡρεμῇ*, δηλ. τὴν ἴσορροπίαν τῶν δυνάμεων.

Διὸ νὰ κινηθῇ σῶμά τι, πρέπει κάποια δύναμις νὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ.

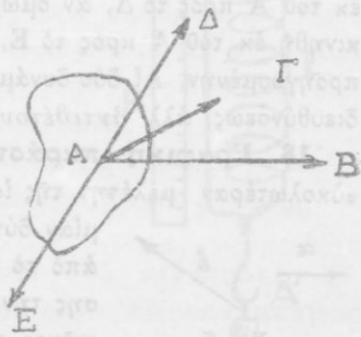
16. Φύσις τῶν δυνάμεων. Υπάρχουν δυνάμεις διαφόρου φύσεως π. χ. ἡ ζωϊκή δύναμις (δύναμις τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζώων), ἡ δύναμις τοῦ ἀνέμου, ἡ δύναμις τοῦ πίπτοντος βράχιος κλπ.

Τὰ σώματα, δταν ἀφεθοῦν ἐλεύθερα, πίπτουν, δηλ. κινοῦνται πρὸς τὸ ἔδαφος, ὡς ἔὰν ἡ γῆ ἔλκῃ αὐτά. Ἡ αἰτία, ἡ ἀποίᾳ προκαλεῖ τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων, λέγεται βαρύτης. Ἡ δὲ δύναμις, ἡ ἀποίᾳ ἐξ αἰτίας τῆς βαρύτητος ἐπιδρᾷ ἐφ' ἑκάστου σώματος καὶ ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ πίπτῃ, λέγεται βάρος αὐτοῦ. Βραδύτερον θὰ μελετήσωμεν τὴν βαρύτητα καὶ θὰ γνωρίσωμεν τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως.

17. Χαρακτηριστικὰ τῆς δυνάμεως. Εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ σώματος τοῦ σχήματος 4 προσαρμόζομεν νῆμα καὶ ἔλκομεν αὐτὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν AB.

Δέγομεν τότε διὰ εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ σώματος ἐνεργεῖ δύναμις, ἡ διὰ εἰναι ἐφηρμοσμένη δύναμις.

Τὸ σῶμα θὰ κινηθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν AB. Ἡ διεύθυνσις, κατὰ τὴν διοίαν κινεῖται τὸ σῶμα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἐφαρμοζομένης δυνάμεως, λέγεται διεύθυνσις τῆς δυνάμεως ταύτης.



Σχ. 4.

Ἐλκομεν τώρα τὸ νῆμα κατὰ τὴν AΓ. Καὶ πάλιν εἰς τὸ A εἰναι ἐφηρμοσμένη μία δύναμις, ἀλλὰ τώρα ἐνεργεῖ κατ' ἄλλην διεύθυνσιν. Ἐπίσης, ἀν ἔλκωμεν κατὰ τὴν AΔ, πάλιν ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ A δύναμιν, ἀλλὰ κατ' ἄλλην διεύθυνσιν, τὴν AΔ.

Λοιπὸν εἰναι δυνατὸν εἰς τι σημεῖον νὰ ἐνεργῇ μία δύναμις κατὰ διαφόρους διεύθυνσεις. Τὸ σημεῖον, εἰς τὸ διοίον ἡ δύναμις ἐνεργεῖ, λέγεται σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

Ἡ ἐφαρμοζομένη δύναμις εἰναι δυνατὸν νὰ εἰναι εἴτε ισχυρὰ

* Ἡ ὅστε νὰ μὴ μεταβληθῇ ἡ κινητική του κατάστασις.

επειδή ζετούμενος γενική ληφθείσα πόλη κωμαράνευς και αλλοιούς μέσα σε την
δύναμις, δηλ. δύναμις μεγάλης έντασεως, είτε ασθεγής, δύναμις
μικρᾶς έντασεως.

Συμφώνως πρὸς τὸ ἀνωτέρω, ἐκάστη δύναμις ἔχει τὰ ἑξῆς τρία
χαρακτηριστικά: 1) ὠρισμένον σημεῖον, εἰς τὸ διποίον ἐφαρμόζεται,
καλούμενον σημεῖον ἐφαρμογῆς, 2) ὠρισμένην διεύθυνσιν
κατὰ τὴν ὅποιαν ἐνεργεῖ καὶ 3) ὠρισμένην ἔντασιν, μὲ τὴν ὅποιαν
ἐνεργεῖ.

Τὰ τρία ταῦτα χαρακτηριστικὰ εἰναι ἐντελῶς ἀγεέάρτητα ἀλλήλων.
Εἰναι δυνατὸν δύο η̄ περισσότεραι δυνάμεις νὰ ἔχουν τὸ
αὐτὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς, ἀλλὰ διάφορον διεύθυνσιν, η̄ ἔντασιν,
ὅπως ἐπίσης εἰναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμόζωνται εἰς διάφορα σημεῖα,
ἀλλὰ νὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, η̄ καὶ διαφόρους.

Πλὴν τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, πρέπει νὰ δρίζεται καὶ
η̄ φορά, καθ' η̄ν αὕτη μετακινεῖ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς της.
"Αν ἐλκωμεν τὸ σῶμα τοῦ σχήματος 4 κατὰ τὴν ΑΔ, θὰ κινηθῇ
ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Δ, ὃ δικαίως ἐλκωμεν κατὰ τὴν ΑΕ, τὸ σῶμα θὰ
κινηθῇ ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Ε, δηλ. κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν
προηγουμένην. Αἱ δύο δυνάμεις ΑΔ καὶ ΑΕ εἰναι μὲν τῆς αὐτῆς
διευθύνσεως, ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς.

18. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων. Διὰ τὴν
εύκολωτέραν μελέτην τῆς ισορροπίας τῶν δυνάμεων παριστῶμεν



μίαν δύναμιν γραφικῶς διὸ εὐθείας ἀρχομένης
ἀπὸ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς της καὶ ἔχου-
σης τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως (σχ. 5). Τὸ

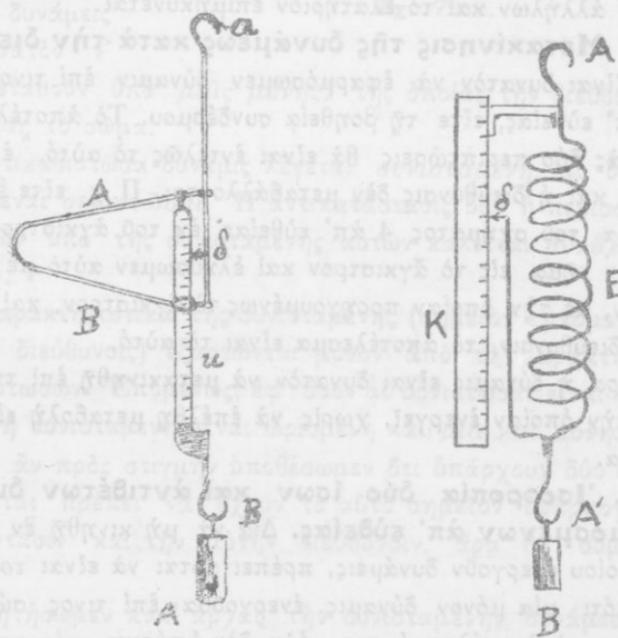
Σχ. 5. μῆκος τῆς εὐθείας εἰναι ἀνάλογον πρὸς τὴν
ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Τὸ βέλος β δεικνύει δύναμιν διπλασίας
ἔντασεως καὶ διαφόρου διευθύνσεως τοῦ α.

19. Δυνάμεις ίσης έντασεως. "Οταν δύο δυνάμεις, ἐνερ-
γοῦσαι κατ' ἀντίθετον φορὰν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματός τινος,
ισορροποῦν, λέγομεν ὅτι ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν, η̄ ὅτι εἰναι ίσαι.
"Οταν μία δύναμις Α ισορροπῇ δύο δυνάμεις ίσαις πρὸς τὴν Β καὶ
ἀντιρρόπους πρὸς αὐτήν, λέγομεν ὅτι εἰναι διπλασία τῆς Β.

20. Μέτρησις τῶν δυνάμεων. Τὰ δργανα, διὰ τῶν ὅποιων
μετρεῖται η̄ ἔντασις τῶν δυνάμεων, καλοῦνται δυναμόμετρα. "Η
λειτουργία αὐτῶν στηρίζεται ἐπὶ τῆς ίδιότητος τῶν στερεῶν νὰ
νφίστανται παραμορφώσεις ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεων, καὶ μό-
νον ἐφ' ὅσον διαρκεῖ η̄ ἐπίδρασις αὕτη. Εἰς μέγαν βαθμὸν ἔχει
τὴν ίδιότητα ταύτην ὁ χάλυψ. Τὸ σχ. 6α παριστάνει ἐλατήριον

έκχάλυθος ἔχον σχῆμα γωνίας. Εἰς τὸ σκέλος Α τῆς γωνίας εἶναι προσηγρομοιόμενη κλίμαξ κ., ἡ δποία διέρχεται ἐλευθέρως διὰ δακτυλίου τοῦ ὅλου σκέλους Β καὶ καταλήγει εἰς τὸ ἀγκιστρον β. Εἰς τὸ σκέλος Β στερεοῦται τὸ ἀγκιστρον α., τοῦ δποίου τὸ στέλεχος φέρει δείκτην δ.

"Αν ἔξαρτήσωμεν τὸ ὅργανον ἀπὸ τὸ ἐν ἀγκιστρον καὶ ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ ὄλλο δύναμιν, ἡ γωνία ἐλαττοῦται καὶ ὁ δείκτης διεπακινεῖται ἐπὶ τῆς κλίμακος.



Σχ. 6α. Σχ. 6β.

Δυνάμεις τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐφαρμοζόμεναι ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου ἐπιφέρουν ἵσας παραμορφώσεις καὶ ἐπομένως φέρουν τὸν δείκτην εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς κλίμακος. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὅργανου γίνεται δι' ἐφαρμογῆς δυνάμεων γγωνιτῆς ἐντάσεως, ως ἔξης:

"Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ β δύναμιν ἐντάσεως π. χ. 1 καὶ εἰς τὴν θέσιν, εἰς τὴν δποίαν σταματᾷ ὁ δείκτης, σημειοῦμεν τὸν ἀριθμὸν 1. Ἐξακολουθοῦμεν ὅμοιώς μὲ δυνάμεις διαφόρου ἐντάσεως, καὶ σημειοῦμεν τὰς τιμὰς τῆς δυνάμεως εἰς τὰς θέσεις τῆς κλίμακος

ὅπου ἔκάστοτε σταματᾷ ὁ δείκτης. "Αν τώρα ἐφαρμόσωμεν ἀγνωστον δύναμιν, ή διαιρεσις τῆς κλίμακος, εἰς τὴν ὅποιαν σταματᾷ ὁ δείκτης, δίδει τὴν ἔντασιν αὐτῆς.

Τὸ σχ. 6β. δεικνύει σπειροειδὲς ἐλατήριον Ε, καταλήγον ἔκατέρωθεν εἰς δύο ἀγκιστρα, Α καὶ Α'. Τὸ ἐξ αὐτῶν χρησιμεύει διὰ τὴν ἔξκρτησιν τοῦ δργάνου, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἐφαρμόζεται ή δύναμις. Ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου εἶναι προσηρμοσμένος διείκτης δ, διποίος κινεῖται ἐνώπιον τῆς κλίμακος Κ.

Κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῆς δυνάμεως αἱ σπειραι ἀπομακρύνονται ἀπὸ ἀλλήλων καὶ τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται.

21. Μετακίνησις τῆς δυνάμεως κατὰ τὴν διεύθυνσίν της. Εἶναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμόσωμεν δύναμιν ἐπὶ τινος σημείου εἴτε ἀπὸ εὐθείας, εἴτε τῇ βοηθείᾳ συνδέσμου. Τὸ ἀποτέλεσμα καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις θὰ εἶναι ἐντελῶς τὸ αὐτό, ἐφ' ὃσον η ἔντασις καὶ η διεύθυνσις δὲν μεταβάλλονται. Π. χ. εἴτε ἐλκύσωμεν τὸ σῶμα τοῦ σχήματος 4 ἀπὸ εὐθείας ἐκ τοῦ ἀγκιστρου α, εἴτε δέσωμεν γῆμα εἰς τὸ ἀγκιστρον καὶ ἐλκύσωμεν αὐτὸ μὲ τὴν ἵδιαν δύναμιν, μὲ τὴν διποίαν προηγουμένως τὸ ἀγκιστρον, καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτό.

"Αρα η δύναμις εἶναι δυνατὸν νὰ μετακινηθῇ ἐπὶ τῆς εὐθείας κατὰ τὴν διποίαν ἐνεργεῖ, χωρὶς νὰ ἐπέλθῃ μεταβολὴ εἰς τὸ ἀποτέλεσμα.

22. Ἰσορροπία δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων ἐφηρμοσμένων ἀπὸ εύθειας. Διὰ νὰ μὴ κινηθῇ ἐν σῶμα, ἐπὶ τοῦ διποίου ἐνεργοῦν δυνάμεις, πρέπει αὗται νὰ εἶναι τούλαχιστον δύο, διότι μία μόνον δύναμις, ἐνεργοῦσα ἐπὶ τινος σώματος, θὰ ἐπιφέρῃ τὸ ἀποτέλεσμά της, ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ μία τούλαχιστον ἄλλη, η διποία νὰ ἐμποδίσῃ τὴν πρώτην.

Δύο ἴσαι δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κατ' ἀντίθετον φοράν, ἰσορροποῦν.

Τοῦτο δεικνύεται διὰ τοῦ ἐπομένου πειράματος (σχ. 7):

Εἰς τὸ σῶμα Α, στηριζόμενον ἐπὶ τῆς βάσεως Β, προσαρμόζονται δύο δυναμόμετρα, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα. Ἐάν ἐλκύσωμεν τὸ ἐν μὲ δύναμιν Δ, τὸ σῶμα θὰ κινηθῇ ἐπὶ τῆς βάσεως. Ἐάν δημος ἐλκύσωμεν ἀμφότερα νὰ δυναμόμετρα, ἐπιτυγχάνομεν νὰ μείνῃ τὸ σῶμα ἀκίνητον. Τὴν στιγμὴν ταύτην παρατηροῦμεν ὅτι τὰ δύο δυναμόμετρα δεικνύουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν δυνάμεως.

"Ωστε δύο ἴσαι δυνάμεις ἰσορροποῦν, ὅταν ἐνεργοῦν κατὰ τὴν Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ κατ' ἀγτίθετον φοράν. Δὲν εἶναι ἀνάγκη νὰ
ἔχουν καὶ κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς.

23. Σύνδεσμος δυνάμεων. "Οταν ἐπὶ τυρος σώματος
εἶναι ἐφηρμοσμέναι πολλαὶ δυνάμεις, ἐκάστη τείνει νὰ παρασύρῃ
τὸ σῶμα κατὰ τὴν
διεύθυνσίν της.

"Ἐκ τῆς παρχ-
τηρήσεως ὅμως καὶ
τῶν πειραμάτων
ἐγνώσθη ὅτι δλαὶ
αὔται αἱ δυνάμεις
εἶναι δυνατὲν ν"

ἀντικατασταθοῦν ὑπὸ μιᾶς μόνης, τῆς ὁποίας τὴν διεύθυνσιν θ
ἀκολουθήσῃ τὸ σῶμα.

"Ἡ ἀντικαθιστώσα δύναμις λέγεται συνισταμένη, αἱ δὲ ἀντι-
καθιστώμεναι συνιστῶσαι. Ἡ ἀντικατάστασις δύο ἢ περισσοτέρων
συνιστωσῶν ὑπὸ τῆς συνισταμένης αὐτῶν καλεῖται σύνθεσις τῶν
δυνάμεων.

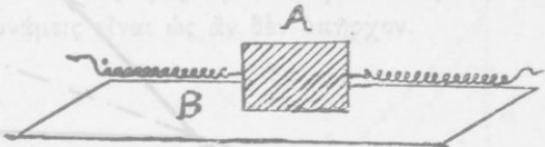
Τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς συνισταμένης (σημεῖον ἐφαρμογῆς, ἔν-
τασις καὶ διεύθυνσις) ἔξαρτῶνται μόνον ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικὰ
τῶν συνιστωσῶν. Ἐπομένως, ἐφ' ὅτον αἱ συνιστῶσαι εἶναι ὠρισμέ-
ναι, καὶ ἡ συνισταμένη εἶναι ὠρισμένη καὶ μία καὶ μόνη.

Διότι, ἂν πρὸς στιγμὴν ὑποθέσωμεν ὅτι διάρχουν δύο συνιστα-
μέναι, αὗται πρέπει νὰ ἔχουν τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς, τὴν
αὐτὴν ἔντασιν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἕρα θὰ συμπίπτουν
ἐντελῶς.

Θὰ ζητήσωμεν κατ' ἀρχὰς τὴν συνισταμένην δυνάμεων ἐνερ-
γουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου καὶ εἰτα δυνάμεων ἐνεργουσῶν εἰς
διάφορα σημεῖα ἐνὸς σώματος.

**24. Σύνθεσις δύο δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐ-
τοῦ σημείου. A').** Υπὸ γωνίαν. Ἐπὶ τοῦ σημείου Σ (σχ. 8)
ἐφαρμόζονται αἱ δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 . Μὲ πλευρὰς τὰς δύο δυ-
νάμεις σχηματίζομεν παραλληλόγραμμον, τὸ $\Sigma\Delta_1\Delta_2$. Ἀποδει-
κνύεται θεωρητικῶς ὅτι ἡ διαγώνιος αὐτοῦ $\Sigma\Delta$ εἶναι ἡ συνιστα-
μένη τῶν δυνάμεων Δ_1 καὶ Δ_2 . Ἐπομένως, διὰ νὰ ισορροπήσω-
μεν αὐτάς, πρέπει νὰ ἐφαρμόσωμεν ἐπὶ τοῦ Σ τὴν $\Sigma\Delta'$, ίσην πρὸς
τὴν $\Sigma\Delta$ καὶ ἀντιθέτου φορᾶς.

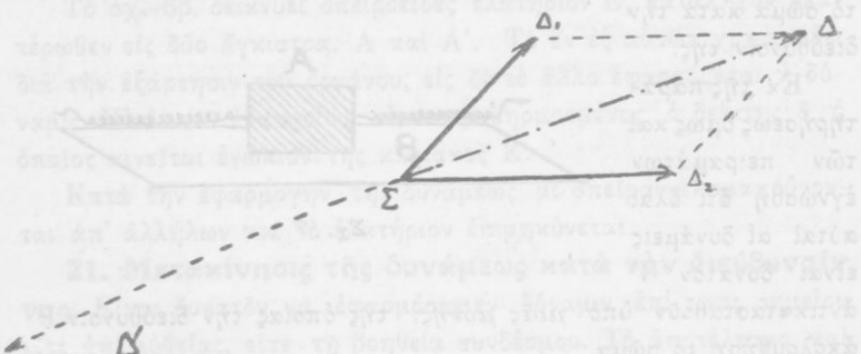
"Ἡ ἀρχὴ αὕτη, καθ' ᾧν συντίθεγται δύο δυνάμεις ἐφηρμοσμέναι



Σχ. 7.

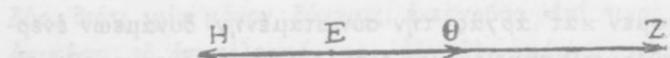
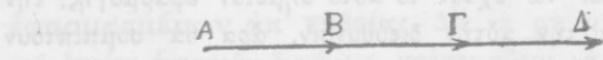
νπὸ γωγίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου, λέγεται ἀρχὴ τοῦ παραλληλογράμμου τῶν δύο δυνάμεων.

Β'. Όταν αἱ δύο δυνάμεις ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἡ



Σχ. 8. παραγγελτική Η'

νεοστροφαὶ μὲν τοῦ οὐρανοῦ θεωροῦνται οὐδὲν τούτοις τοῖς Φιλόλευτοῖς εἰπεῖν τοῦτον τὸν τόπον νεοστροφαὶ συνισταμένη αὐτῶν ἵσοιται πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἔθροισμα τῶν συνιστωσῶν. Π.χ. τῶν μὲν AB καὶ AG συνισταμένη εἶναι ἡ AD (σχ. 9), τῶν EZ καὶ EH ἡ EΘ (ἐπειδὴ αἱ δύο συνιστῶσαι ἔχουν ἀντίθετον φοράν, ἡ συνισταμένη παρίσταται ὑπὸ τμήματος ἴσου πρὸς τὴν διαφορὰν αὐτῶν) τῶν δὲ AΔ₁ καὶ AΔ₂, ἵσων καὶ ἀντίθετων.



Σχ. 9.

25. Σύνθεσις πολλῶν δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην συνθέτομεν πρῶτον δύο ἐκ τῶν δυνάμεων, οἵασδήποτε, διὰ τῆς κατασκευῆς τοῦ παραλληλογράμμου αὐτῶν. Τὴν συνισταμένην αὐτῶν συνθέτομεν.

πρὸς τρίτην δύναμιν, τὴν νέαν συνισταμένην συνθέτομεν πρὸς τετάρτην δύναμιν κ.ο.κ.

Π.χ. εἰς τὸ σχ. 10 συνισταμένη τῶν A καὶ B εἶναι ἡ E, τῶν E καὶ Γ ἡ Z, τῶν Z καὶ Δ ἡ H. Ὅπου η συνισταμένη δύναμη τοῦ στοτήματος εἶναι ἡ OH. Ἐὰν εἰς τὸ σύστημα διπήρχεν ἀκόμη καὶ ἡ δύναμις OH', ἵση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν OH, ἡ συνισταμένη θὰ ἦτο μηδέν. Αἱ πέντε δυνάμεις εἶναι ὡς ἂν δὲν διπήρχον.

Ικανός εἰναι διάγραμμα

- λόγωστον (εξειδικοῦ) ή

καλλιτεχνικόν εἶναι λογικό

νυσταχία ποσοσθέματος ίκανον

- λόγωστον γραμμικούτανος

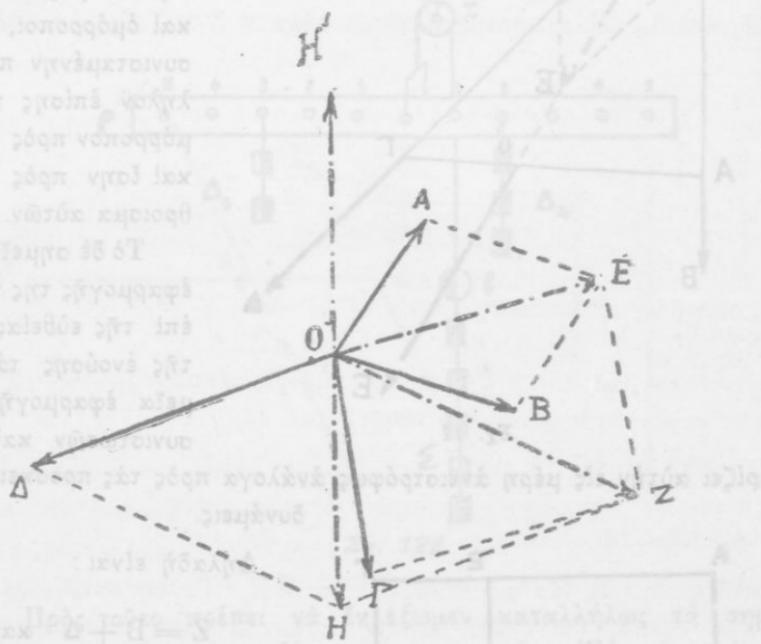
διακρίνεται ποσοσθέματος

καὶ τούτο εἶναι λογικόν

καὶ διακρίνεται ποσοσθέματος

γιατί τούτο εἶναι λογικόν

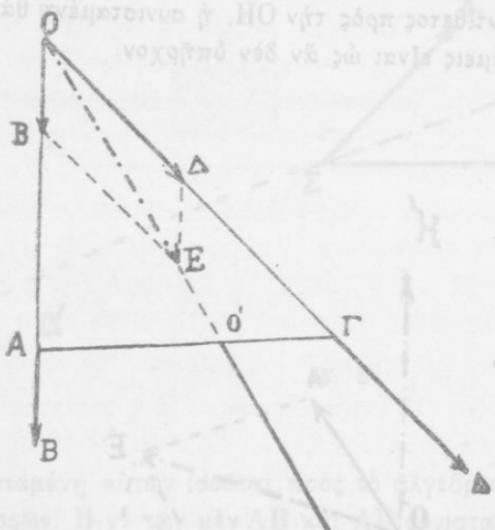
καὶ τούτο εἶναι λογικόν



26. Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς δύσι διάφορα σημεῖα τοῦ αὐτοῦ σώματος. Οταν δυνάμεις ἐφηρμοσμέναι εἰς διάφορα σημεῖα δὲν εἶναι παράλληλοι, δπως αἱ AB καὶ ΓΔ τοῦ σχ. 11, ἡ σύνθεσις αὐτῶν γίνεται ὡς ἔξης: Μεταφέρομεν αὐτὰς κατὰ τὴν διεύθυνσίν των μέχρι τοῦ σημείου συναντήσεως εἰς τὰς θέσεις OB καὶ OD, δπότε ἀγόμεθα εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν τῆς συνθέσεως δυνάμεων ἐνεργου-

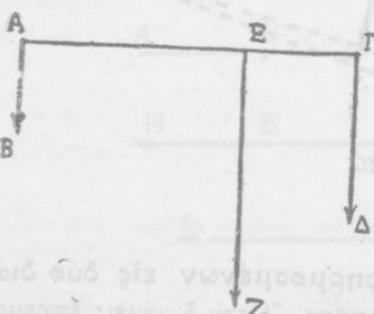
— οτι δύο πεδία συνιστάθηκαν κανέλας νότια της πόλης σών επί του αὐτοῦ σημείου. Η συνισταμένη αὐτῶν είναι ή ΟΕ. Θὰ ἀσχοληθῶμεν λοιπὸν μόνον μὲ τὴν σύνθεσιν παραλλήλων δυνάμεων.

27. Σύνθεσις δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ θμορρόπων (δηλ. τῆς αὐτῆς φορᾶς).



Σχ. 11

ρίζει αὐτὴν εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς προσκειμένας δυνάμεις.



Σχ. 12a

Δηλαδὴ εἰναι:

$$Z = B + \Delta \text{ καὶ}$$

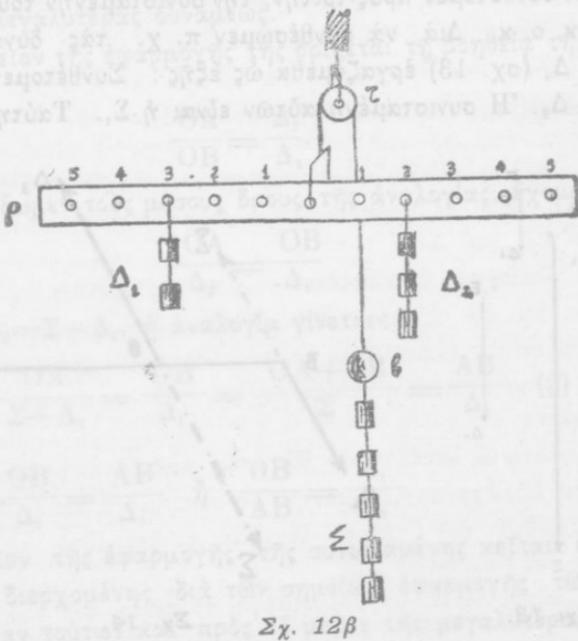
$$\frac{AE}{EG} = \frac{\Delta}{B}$$

Τὴν σύνθεσιν παραλλήλων καὶ διορρόπων δυνάμεων δεικνύομεν πειραματικῶς ὡς ἔξης:

Τὴν ράβδον ρ (σχ. 12b) ἔξαρτῶμεν ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς διὰ νήματος, τὸ ὅποιον διέρχεται διὰ τῆς τροχαλίας τ καὶ φέρει εἰς τὸ ἄκρον τὸ βάρος β, χρησιμεύον διὰ τὰ ἵσορροπὴ τὸ βάρος τῆς ράβδου. Εἰς ἵσας ἀπὸ τοῦ κέν-

τρού όποστάσεις ή ράθησος φέρει όπάξ, από τας όποικς διὰ νημάτων συγάμεθα νὰ ἔξαρτήσωμεν βάρη.

Εἰς τὴν συσκευὴν ταύτην αἱ συνιστῶσαι συνάμεις πρέπει νὰ εἶναι τοιαῦται, ὡστε ἡ συνισταμένη νὰ ἔχῃ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς εἰς τὸ κέντρον, διότι ἔκει τῇ βοηθείᾳ τῆς τροχαλίας τ, συνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν δύναμιν ἀντιθέτου φορᾶς τῆς συνισταμένης, διὰ νὰ ἴσορροπήσῃ τὸ σύστημα.



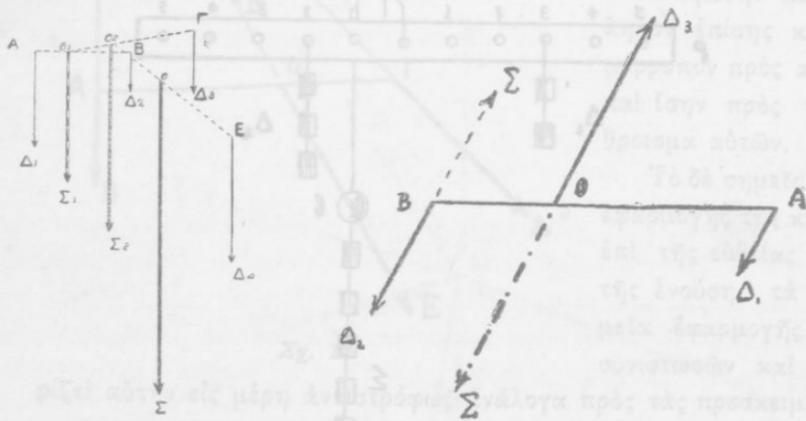
Πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ ἔχλεξωμεν καταλλήλως τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς καὶ τὰ μεγέθη τῶν συνιστωσῶν. Ἐὰν π. χ. ὡς σημεῖα ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν λάθωμεν τὴν ὅπὴν 2 δεξιὰ καὶ τὴν 3 ἀριστερά, πρέπει νὰ ἐφαρμόσωμεν δυνάμεις τοιαύτας, ὡστε δ λόγος των νὰ εἶναι:

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{2}{3}$$

Εἰς τὸ σχῆμα εἶναι $\Delta_1=2$ καὶ $\Delta_2=3$, λιχύει ἑπομένως ἥ σχέσις αὗτη. Ἐπίσης θὰ ἡδυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν π. χ. δυνάμεις $\Delta_1=6$ καὶ $\Delta_2=9$ εἰς τὰ αὐτὰ σημεῖα, διότι $6/9=2/3$. Τὰς δυνάμεις 2 καὶ 3 δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν ἐπίσης εἰς τὰ σημεῖα 4 δεξιὰ καὶ 6 ἀριστερὰ κλπ.

Κατὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος, ίσορροπία ἐπέρχεται δταν κάτωθεν τοῦ β κρεμάσωμεν 5 δυμοια βάρη. "Αρα ἡ συνισταμένη ίσοςται πρὸς 5 (τὸ ἀθροισμα τῶν συνιστωσῶν) καὶ εἰναι ἀντίθετος πρὸς τὴν ΟΣ, ἔχει ἐπομένως τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν φορὰν τῶν συνιστωσῶν.

28. Σύνθεσις παραλλήλων καὶ όμορρόπων δυνάμεων. Συγθέτομεν πρῶτον δύο τυχούσας τὴν συνισταμένην αὐτῶν συγθέτομεν πρὸς τρίτην, τὴν συνισταμένην τούτων πρὸς τετάρτην κ. ο. κ. Διὰ νὰ συνθέσωμεν π. χ. τὰς δυνάμεις Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 καὶ Δ_4 (σχ. 13) ἐργαζόμεθως ὡς ἔξης: Συγθέτομεν πρῶτον τὰς Δ_1 καὶ Δ_2 . Ἡ συνισταμένη αὐτῶν εἶναι ἡ Σ_1 . Ταύτην συγθέ-



Σχ. 13.

Σχ. 14.

μεν μὲ τὴν Δ_8 . Ἡ νέα συνισταμένη εἶναι ἡ Σ_2 . Ταύτην συγθέτομεν πάλιν μὲ τὴν Δ_4 καὶ ἡ συνισταμένη αὐτῶν Σ εἶναι συνισταμένη τῶν τεσσάρων δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς τελικῆς συνισταμένης εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς σειρᾶς τῆς συνθέσεως. Ἐπίσης εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς διευθύνσεως τῶν συνιστωσῶν, ἀρκεῖ μόνον αὐταὶ νὰ εἶναι παράλληλοι πρὸς ἄλληλας. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται κέτρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων.

29. Σύνθεσις δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντίρροπων. Αἱ τρεῖς δυνάμεις Δ_1 , Δ_2 καὶ Δ_3 ίσορροποῦν (σχ. 14). (Ἡ Δ_3 εἶναι ίση καὶ ἀντίρροπος πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν δύο ἄλλων ΟΣ). "Αρα μία σίαδήποτε ἔξ αὐτῶν ἐπιφέρει ίσον καὶ ἀντίθετον ἀποτέλεσμα πρὸς τὰς δύο ἄλλας, εἶναι δηλ. ίση καὶ ἀντίρροπος πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν δύο ἄλλων Π. χ. ἡ Δ_3 ίσορ-

ροπεῖ τάς Δ_1 , καὶ Δ_2 ἡ συνισταμένη τῶν δύο παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων δυνάμεων Δ_1 , καὶ Δ_2 είναι ἡ ΒΣ, οὐκέτι ἀντίρροπος πρὸς τὴν Δ_2 .

Γνωρίζομεν ὅτι είναι:

$$\Sigma = \Delta_1 + \Delta_2, \text{ ἐξ τοῦ } \Delta_2 = \Sigma - \Delta_1 \text{ η } \Sigma' = -\Sigma + \Delta_1 = \Delta_2 + \Delta_1. \quad (1)$$

* Ήτοι ἡ συνισταμένη ισοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν δύο δυνάμεων, είναι δὲ παράλληλος πρὸς τὰς συνιστώσας καὶ ἔχει φορὰν τὴν τῆς μεγαλυτέρας δυνάμεως.

* (Το σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δρᾶς είται τῇ βοηθείᾳ τῆς γνωστῆς σχέσως:

$$\frac{\text{OA}}{\text{OB}} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1}.$$

* Αν ἀλλάξωμεν τοὺς μέσους ὅρους τῆς ἀναλογίας, ἔχομεν:

$$\frac{\text{OA}}{\Delta_2} = \frac{\text{OB}}{\Delta_1}$$

καὶ ἐπειδὴ $\Delta_2 = \Sigma - \Delta_1$, ἡ ἀναλογία γίνεται:

$$\frac{\text{OA}}{\Sigma - \Delta_1} = \frac{\text{OB}}{\Delta_1} = \frac{\text{OA} + \text{OB}}{\Sigma} = \frac{\text{AB}}{\Delta_2} \quad (2)$$

Ήτοι:

$$\frac{\text{OB}}{\Delta_1} = \frac{\text{AB}}{\Delta_2} \quad \text{η} \quad \frac{\text{OB}}{\text{AB}} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2}$$

Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης κείται ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς διερχομένης διὰ τῶν σημείων ἐφαρμογῆς τῶν συνιστώσων, πέραν τούτων καὶ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλυτέρας δυνάμεως. Αἱ ἀποστάσεις δὲ αὐτοῦ ἀπὸ ἔκείνων είναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ μεγέθη τῶν προκειμένων δυνάμεων. Είναι ἀηλαδή:

$$\frac{\text{OB}}{\text{AB}} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2}.$$

Διὰ νὰ συνθέσωμεν πολλὰς παραλλήλους δυνάμεις ὁμορρόπους καὶ ἀντιρρόπους, συνθέτομεν πρῶτον χωριστὰ τὰς δυνάμεις τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ χωριστὰ τὰς δυνάμεις τῆς ἀντιθέτου φορᾶς καὶ κατόπιν συνθέτομεν τὰς δύο ταύτας μερικὰς συνισταμένας.

30. Ἀνάλυσις δυνάμεως. Πολλάκις χρειάζεται ν' ἀναλυθῇ μία δύναμις εἰς δύο συνιστώσας. Η. χ. Όταν σῶμά τι κυλίεται ἐπὶ

* Η ἐντὸς παρενθέσεως μαθηματικὴ ἀνάλυσις δύναται νὰ παραλειφθῇ.

ἐπιπέδου κεκλιμένου πρὸς τὸ δριζόντιον (σχ. 41), ή δύναμις, ή δροῖα ἐνεργεῖ ἐπὶ αὐτοῦ καὶ τὸ ἀναγκάζει νὰ πίπτῃ, εἶναι τὸ βάρος του. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς ὑπάρξεως τοῦ ὑποστηρίγματος ΚΚ' η πτῶσις δὲν γίνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Ἐνδιαφέρει δὲ κυρίως, καθὼς θὰ ἴδωμεν, η ἔντασις τῆς δυνάμεως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην σχηματίζομεν παραλληλόγραμμον, τοῦ δροίου ως διαγώνιον θέτομεν τὴν πρὸς ἀνάλυσιν δύναμιν. Ὡς διευθύνσιες τῶν πλευρῶν λαμβάνονται η διεύθυνσις τῆς μετακινήσεως καὶ η κάθετος ἐπὶ αὐτήν. Αἱ πλευραὶ τοῦ οὕτω κατασκευασθέντος παραλληλογράμμου δίδουν τὰς ζητουμένας συντάσσασι.

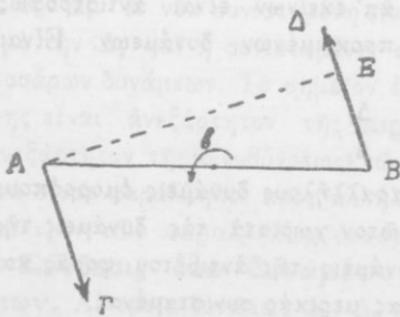
Τὰ μεγέθη αὐτῶν εἶναι ὠρισμένα, ἀφοῦ η διαγώνιος εἶναι ὠρισμένη. Εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα αἱ δύο συνιστῶσαι εἶναι αἱ ΣΔ καὶ ΣΔ'

31. Ζεῦγος δυνάμεων. Ἐκ τῆς σχέσεως (1) τῆς § 29 φαίνεται διτι, ἂν η συνιστῶσα δύναμις Δ, διαρκῶς ἐλαττοῦται, η συνισταμένη Σ' ἐλαττοῦται ἐπίσης. Ὅταν δὲ η Δ, γίνη ἵση πρὸς τὴν Δ₁, η συνισταμένη εἶναι μηδέν, δηλ. πράγματι δὲν ὑπάρχει συνισταμένη.

Τὸ σύστημα λοιπὸν τῶν δύο ἵσων παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων δυνάμεων δὲν ἔχει συνισταμένην. Τὸ σύστημα τοῦτο καλεῖται **ζεῦγος**.

Ἐπίπεδον τοῦ ζεύγους λέγεται τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῶν δύο δυνάμεων.

Τὸ ζεῦγος τείνει νὰ περιστρέψῃ τὸ σῶμα, ἐπὶ τοῦ δροίου ἐνεργεῖ, περὶ ἀξονα κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδόν του. Η ἀπόστασις τῶν δύο δυνάμεων καλεῖται μοχλοβραχίων τοῦ ζεύγους.



Σχ. 28

Ροπὴ P = ΑΓ.ΑΕ.

Διὰ πειραμάτων δεικνύεται δτι ζεύγη ἔχοντα ἵσας ροπὰς παρά-

γουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα. ὜κ τούτου φαίνεται διὶ τὸ ζεῦγος χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν ροπὴν του καὶ ὅχι μόνον ἀπὸ τὴν ἔντασιν τῶν δυνάμεων αὐτοῦ, ἢ μόνον ἀπὸ τὸν μοχλοβραχίονά του.

Διὰ νὰ μεταβληθῇ ἡ ροπὴ τοῦ ζεύγους, ἀρκεῖ, συμφώνως πρὸς τὸν δρισμὸν τῆς ροπῆς, νὰ μεταβληθῇ ἡ ὁ μοχλοβραχίων ἢ αἱ δυνάμεις αὐτοῦ.

Αλλο ἐπίσης χαρακτηριστικὸν τοῦ ζεύγους εἶναι ἡ φορὰ καθ' ᾧ τείνει νὰ περιστρέψῃ τὸ σῶμα, ἐπὶ τοῦ δποίου ἐνεργεῖ.

Εἰς τὸ σχ. 15α ἡ περιστροφὴ θὰ γίνη κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους β, ἐνῷ εἰς τὸ σχ. 15δ κατ' ἀντίθετον φορὰν (βέλος δ').

32. Ισορροπία ζευγῶν. Δύο ζεύγη, ἔχοντα ἵσας καὶ ἀντιθέτους ροπάς, ἐφαρμοσόμενα ἐπὶ τινος σώματος, εἰς τρόπον ὡς τείνει νὰ κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ἢ ἐπὶ ἐπιπέδων παραλλήλων, ισορροποῦν.

Τοῦτο δεικνύομεν διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος:

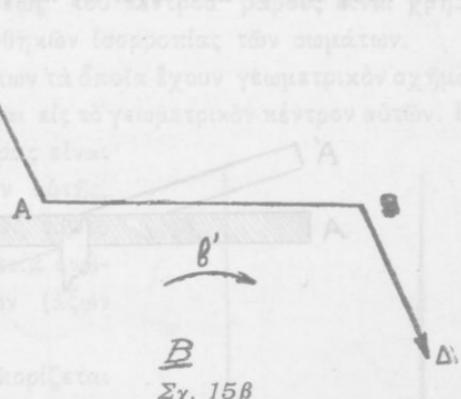
Τὸ σύστημα τοῦ σχ.

16 ἀποτελεῖται ἐκ δύο παραλλήλων τροχαλιῶν

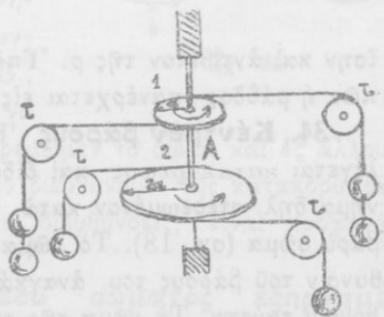
1 καὶ 2, μὲ ἀκτίνα α καὶ 2α, συνδεδεμένων διὰ τοῦ κοινοῦ ἀξονος A. Εἰς τὰς αὐλακας τῶν τροχαλιῶν τυλίσομεν νήματα, τὰ δποῖα διὰ βοηθητικῶν τροχαλιῶν κρατοῦνται εἰς τὸ κατάλληλον ύψος.

"Αν τυλίξωμεν τὰ νήματα δημοσιεύμενος φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα, οὕτως ὥστε αἱ ροπαὶ τῶν δύο ζευγῶν νὰ είναι ἀντίθετοι, ισορροπία ἐπέρχεται, δια τὸν εἰς τὰ νήματα τῆς τροχαλίας 1 ἐφαρμόσωμεν διπλάσια βάρη ἢ εἰς τὰ τῆς 2, δόπτε αἱ ροπαὶ είναι καὶ ἴσαι. Εἰς τὸ σχῆμα ἡ μὲν μία ροπὴ είναι $2 \times \alpha$, ἡ δὲ ἀλλη $1 \times 2\alpha$.

33. Ροπὴ δυνάμεως. Εἰς τὸ ἄκρον ράβδου AB, στηριζο-
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Sch. 15β



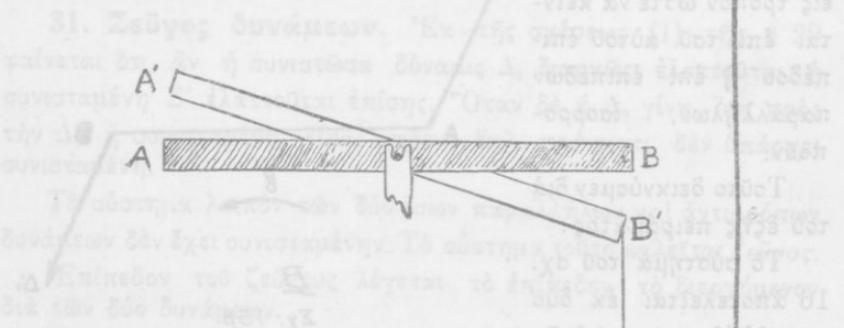
Sch. 16

μένης κατά τὸ μέσον τῆς Γ δριζοντίως, ἐφαρμόζομεν δύναμιν, π.χ. κρεμῶμεν βάρος τη ρ (Σχ. 17). Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ράβδος στρέφεται περὶ τὸ σημεῖον τῆς στηρίξεως καὶ λαμβάνει τὴν θέσιν Α'Β'.

Ἄλλὰ γνωρίζομεν ὅτι περιστροφὴ προκαλεῖται ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ζεύγους, ἐδῶ δὲ ἔχομεν ἐπίδρασιν μιᾶς μόνον δυνάμεως. Καὶ δῆμως πράγματι καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἐνεργεῖ ζεύγος, τοῦ ὅποισυ ἡ δευτέρα δύναμις παρέχεται ὑπὸ τοῦ ὑποστηρίγματος.

Ἡ ροπὴ τοῦ ζεύγους τούτου εἶναι: $P = GB \times r$ καὶ λέγεται ροπὴ τῆς δυνάμεως ως πρὸς τὸ σημεῖον στηρίξεως τῆς ράβδου.

Ἐὰν καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἀκρον τῆς ράβδου ἐφαρμοσθῇ δύναμις ρ, ἵση πρὸς τὴν ρ, αὕτη ἔχει ως πρὸς τὸ σημεῖον στηρίξεως ροπὴν ἀνταντήν. Εἰς τὸ προτυπόμενον παρατηροῦμενον τὸν πλινθίουν αἴνει αἱ ΣΑ καὶ ΣΒ



Σχ. 17

Σχ. 18

ἵσην καὶ ἀντίθετον τῆς ρ. Ὅπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν δύο τούτων ροπῶν ἡ ράβδος ἐπανέρχεται εἰς τὴν δριζοντίαν θέσιν.

34. Κέντρον βάρους. Ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους (βλ. § 16) λέγεται κατακόρυφος καὶ δίδεται ἀπὸ τὸ νῆμα τῆς στάθμης, νῆμα δηλ. στερεωμένον κατὰ τὸ ἐν ἀκρον καὶ εἰς τὸ ἄλλο φέρον βαρὺ σῶμα (σχ. 18). Τὸ σῶμα, τεῖνον νὰ κινηθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βάρους του, ἀναγκάζει καὶ τὸ νῆμα νὰ λάθῃ τὴν διεύθυνσιν ταύτην. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης χρησιμοποιεῖται συχνὰ εἰς τὴν πρᾶξιν, διὰ νὰ ἔλεγχῃ ἢν ἀντικείμενόν τι εἶναι κατακόρυφον, π.χ. ὑπὸ τῶν ἔργατῶν κατὰ τὴν οἰκοδόμησιν τῶν τοίχων.

Εἰς ἔκασταν σημείον παντὸς σώματος ἐπενεργεῖ ή δύναμις τοῦ βάρους του μὲ διεύθυνσιν κατακόρυφον.

Ἡ συνισταμένη δὲ τῶν βαρῶν δλῶν τῶν ἐλαχίστων τμημάτων τοῦ σώματος εἶναι δύναμις παράλληλος πρὸς τὰς συνιστώσας, ἐπως γνωρίζομεν, μὲ τὸ σημείον τῆς ἐφαρμογῆς της ἐντελῶς ὥρισμένον.

Τὸ σημείον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης παραλλήλων δυνάμεων γνωρίζομεν δτὶ λέγεται κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων.

Οταν δὲ πρόκηται εἰδικῶς περὶ τῆς δυνάμεως τοῦ βάρους, λέγεται κέτρον βάρους τοῦ σώματος.

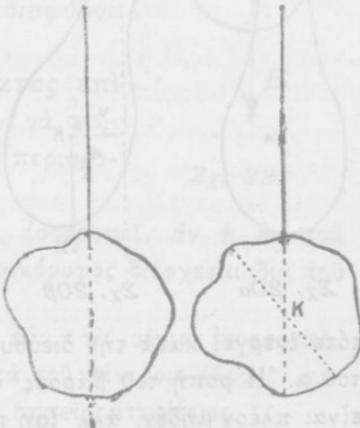
35. Προσδιορισμὸς τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους. Ἡ γνώσις τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους εἶναι χρήσιμος διὰ τὴν μελέτην τῶν συνθηκῶν ισορροπίας τῶν σωμάτων.

Τὸ K. B. τῶν σωμάτων τὰ δποία ἔχουν γεωμετρικὸν σχῆμα καὶ εἶναι ὅμοιενή*, εὑρίσκεται εἰς τὸ γεωμετρικὸν κέντρον αὐτῶν. Π.Χ. τὸ K.B. ὅμοιενος σφαίρας εἶναι τὸ γεωμετρικὸν κέντρον αὐτῆς, Τὸ K.B. κυλίνδρου εἶναι εἰς τὸ μέσον τῆς εὐθείας, ἢ δποία ἑνώνει τὰ κέντρα τῶν βάσεων (ἄξων τοῦ κυλίνδρου).

Πειραματικῶς προσδιορίζεται ἡ θέσις τοῦ K.B., δταν τὰ σώματα ἔχουν μικρὸν πάχος, ὡς ἔξη:

Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα διὰ νήματος (σχ. 19) καὶ σημειοῦμεν ἐπ' αὐτοῦ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος, ἢ δποία εἶναι ἡ διεύθυνσις τῆς κατακορύφου. Τὸ K.B., θὰ κεῖται ἐπ' αὐτῆς. Διὰ νὰ δριεθῇ ἀκριβῶς ἡ θέσις του, κρεμῶμεν τὸ σῶμα καὶ ἐξ ἀλλού σημείου καὶ σημειοῦμεν πάλιν τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου. Τὸ σημείον ὃπου τέμγονται αἱ δύο διεύθυνσεις, εἶναι προφανῶς τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

36. Ισορροπία στερεοῦ σώματος ἐξηρτημένου ἀπὸ όρισοντίου ἄξονος. Εστω τὸ στερεὸν Σ ἐξηρτημένον

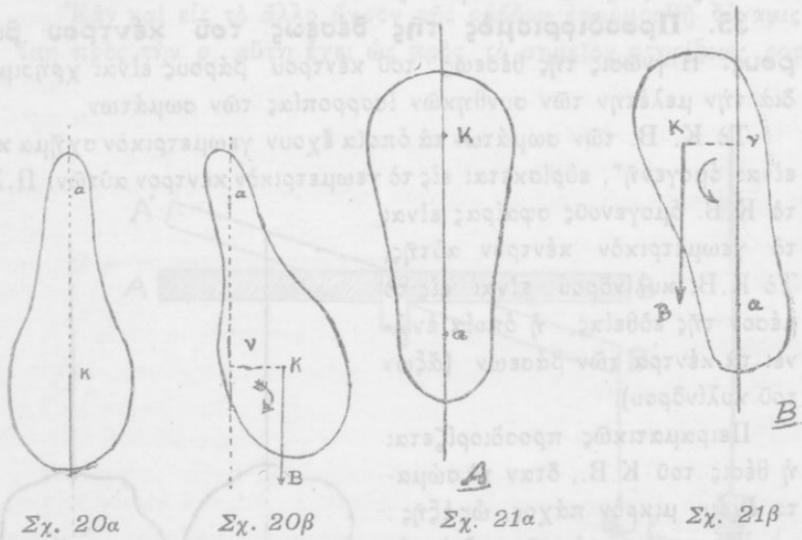


Σχ. 19.

* ἔχουν δηλ. καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τῶν τὴν αὐτὴν πυκνότητα.

ἀπὸ τοῦ σημείου καὶ ἀπὸ ἄξονα, περὶ τὸν δποῖον δύναται νὰ στρέψεται ἐλευθέρως. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους του εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχῃ τρεῖς διαφόρους θέσεις σχετικῶς πρὸς τὸ σημεῖον ἐξαρτήσεως. Δηλαδὴ: 1) Τὸ K.B. εὑρίσκεται εἰς τὸ K, καταθεν τοῦ ἄξονος ἐξαρτήσεως καὶ ἐπὶ τῆς κατακορύφου αK, ή δποία διέρχεται δι' αὐτοῦ.

Εἰς τὴν θέσιν ταύτην τὸ σῶμα λισσορροπεῖ, διότι τὸ βάρος δὲν ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου (σχ. 20α) καὶ λισσορροπεῖται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἄξονος. Ἡ ροπὴ τοῦ δὲν πρὸς αείναι μηδέν. Ἐκτρέπομεν τώρα τὸ σῶμα διλίγον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης, τὸ φέρομεν π.χ. εἰς τὴν θέσιν τοῦ σχ. 20β. Τὸ βάρος του-



τότε ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν KB, ή δποία δὲν διέρχεται διὰ τοῦ α. Ἡ ροπὴ τοῦ βάρους δὲν πρὸς τὸ σημεῖον στηρίξεως δὲν εἶναι πλέον μηδέν, ἀλλὸς ισημερίας B×Kν καὶ τείνει νὰ περιστρέψῃ τὸ σῶμα κατὰ τὴν φοράν τοῦ βέλους. Τὸ σῶμα θὰ στραφῇ λοιπὸν περὶ τὸ α καὶ θὰ σταματήσῃ εἰς τὴν θέσιν τοῦ σχ. 20α, δπου τὸ K ενδίσκεται ἐπὶ τῆς κατακορύφου τῆς διερχομένης διὰ τοῦ α. Ἡ θέσις αὕτη λέγεται θέσις εὐσταθοῦς λισσορροπίας. "Ωστε, δταν σῶμά τι ἐκτραπῇ διλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς λισσορροπίας, ἀναπτύσσεται ζεῦγος, τὸ δποῖον τείνει νὰ τὸ ἐπανχφέρῃ εἰς κύτην.

2) Τὸ κέντρον βάρους εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς κατακορύφου αK, ἀλλὸς ἀνωθεν τοῦ σημείου ἐξαρτήσεως (Σχ. 21α).

Τὸ σῶμα λισσορροπεῖ καὶ πάλιν, διότι ή ροπὴ τοῦ βάρους του δὲν πρὸς τὸ α εἶναι μηδέν. Ἡ λισσορροπία του δμως εἶναι ἀσταθής, διότι:

ἀν ὀλίγον ἀπομακρυνθῇ ἐκ ταύτης, ἀναπτύσσεται ζεῦγος ροπῆς $P=B\times K$ (σχ. 21 δ), τείνον γὰ τὸ ἀπομακρύνγη ἔτι περισσότερον καὶ τὸ φέρη τέλος εἰς τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς λισσορροπίας. Ἡ θέσις αὕτη λέγεται θέσις τῆς ἀσταθοῦς λισσορροπίας.

Καὶ εἰς τὰς δύο ἔξετασθείσας περιπτώσεις, παρατηροῦμεν διι τὸ σῶμα δταν ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς λισσορροπίας, κινήται οὕτως, ὅτε τὸ κέντρον βάρους του νὰ κατέληῃ.

Ἡ θέσις τῆς εὐσταθοῦς λισσορροπίας εἶναι ἐκείνη κατὰ τὴν δύσιαν τὸ K.B. εὑρίσκεται εἰς τὴν χαμηλοτέραν δυνατὴν θέσιν.

3) Τὸ σῶμα εἶναι ἐξηρτημένον ἐκ τοῦ κέντρου βάρους του (σχ. 22). Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, διωσδήποτε καὶ δὲν περιστραφῇ τὸ σῶμα περὶ τὸν ἄξονα ἐξαρτήσεως, ἡ ροπὴ τοῦ βάρους του ὡς πρὸς αὐτὸν εἶναι πάντοτε μηδὲν καὶ ἡ λισσορροπία ὑφίσταται εἰς ολανδήποτε θέσιν.

Ἡ θέσις αὕτη λέγεται θέσις τῆς ἀδιαφόρου λισσορροπίας.

37. Ισορροπία στερεοῦ σώματος ἐπὶ ἐπιφανείας. Σῶμά τι εἶναι δυνατὸν γὰ στηρίζεται ἐπὶ ἐπιφανείας δι' ἐνός, δύο ἢ περισσότερων σημείων.

Οταν στηρίζεται δι' ἐνός σημείου, λισσορροπεῖ, δὲν γὰ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους του ἀγομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τοῦ σημείου στηρίζεως.

Ἐὰν τὰ σημεῖα στηρίζεινται δύο, τὸ σῶμα λισσορροπεῖ, δταν γὰ κατακόρυφος, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου βάρους, συναντᾷ τὴν εὐθείαν, ἡ δποῖα ἐνώπιον τὰ σημεῖα στηρίζεως.

Κατὰ τὴν τρίτην περίπτωσιν, τὴν τῆς στηρίζεως διὰ περισσότερων τῶν δύο σημείων μὴ κειμένων ἐπ' εὐθείας, ἔχομεν λισσορροπίαν, δταν γὰ ἐκ τοῦ K.B. κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ πολυγώνου, τὸ δποῖον σχηματίζεται ὑπὸ τῶν σημείων στηρίζεως. Η.χ. τὸ σῶμα Σ τοῦ σχ. 23 λισσορροπεῖ, διότι γὰ ἐκ τοῦ κέντρου βάρους του κατακόρυφος KB διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, ἐνῷ τὸ Σ' δὲν λισσορροπεῖ, ἀλλὰ πίπτει. Κατὰ τὴν στήριξιν σώματος ἐπὶ ἐπιφανείας, δπως καὶ κατὰ τὴν ἐξαρτησιν, διακρίνομεν εὐσταθή, ἀσταθή καὶ ἀδιάφορον λισσορροπίαν.

Γενικῶς εὐσταθή λισσορροπίαν ἔχει τὸ σῶμα, δταν στηρίζεται M. Γ. Μαρκέτου. Στοιχ. Φυσικῆς Ε' Γυμνασίου. Ἐκδ. ΣΤ' 1939 3

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

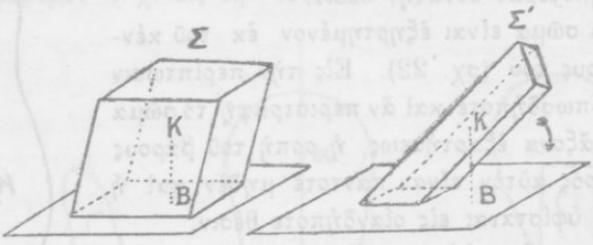


Σχ. 22.

κατὰ τρόπον, ώστε ἐλαχίστη μετακίνησις ν^ο ἀναβιθάξῃ τὸ γένετρον βάρους του, δπως εἰς τὴν περίπτωσιν 1 τῆς § 36, ὅπότε τὸ βήρος τοῦ σώματος ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀνωσιν καὶ τὸ σῶμα ἐπιστρέφει εἰς τὴν πρώτην του θέσιν.

Εἰς τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς ισορροπίας τούναντίον μὲ μικρὰν μετακίνησιν τὸ κέντρον τοῦ βάρους κατέρχεται. Τὸ βήρος φυσικὰ ὑποδογθεῖ τὴν τοιαύτην κίνησιν καὶ τὸ σῶμα κινεῖται, μέχρις δου φθάσῃ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς ισορροπίας (περίπτωσις 2 τῆς § 36).

Τέλος, ἐν ἡ θέσις τοῦ σώματος είναι τοιαύτη, ώστε κατὰ τὴν μετα-

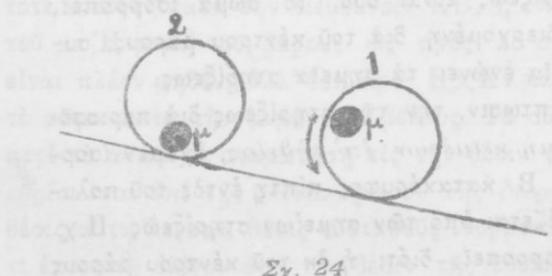


Σχ. 23

κίνησιν τὸ K.B. οὔτε ἀνέρχεται, οὔτε κατέρχεται, τὸ σῶμα ἔχει ισορροπίαν ἀδιάφορον (περίπτωσις 3 τῆς προηγουμένης παραγράφου).

Συμφώνως πρὸς τὸ ἀνωτέρω, σῶμά τι στηρίζεται τόσον εὐσταθέστερον, δσον τὸ K.B. του εὑρίσκεται χαμηλότερον καὶ ἡ βάσις του είναι μεγαλυτέρα. Διότι, δσον μεγαλυτέρα είναι ἡ βάσις, τοσοῦτο περισσότερον πρέπει ν^ο ἀπομακρυνθῇ ἐκ τῆς ἀρχικῆς του θέσεως, ἵνα ἡ ἐκ τοῦ K.B. διερχομένη κατακόρυφος μὴ συναντᾷ τὴν βάσιν.

Οἱ ἀχθοφόροι, δταν φέρουν ἐπὶ τῆς ράχεως βάρον φορτίον, κύπτουν

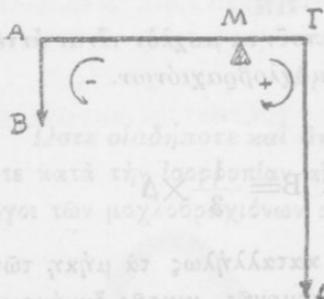


Σχ. 24

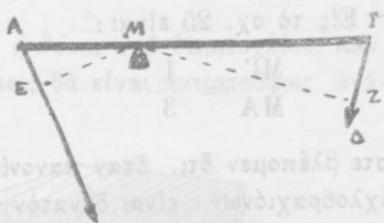
πρὸς τὰ ἐμπρός. Οὔτω μετατίθεται τὸ K.B. τοῦ συστήματος ἀνθρώπου-φορτίου εἰς τρόπον, ώστε ἡ δι^ο αὐτοῦ ἀγομένη κατακόρυφος διέρχεται μεταξὺ τῶν ποδῶν καὶ ἡ ισορροπία είνε εὐσταθής.

“Οταν κρατῇ τις μέγα βάρος εἰς τὴν μίαν χεῖρ, κύπτει διὰ τὸν αὐτὸν λόγον πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος. Τὸ σχῆμα 24 παριστά τομῆν ἔυλινου κυλίνδρου, δποιοῖς εἰς τὴν θέσιν μ διαπεράται ἀπὸ ράβδου μολυβδίνην. Ὡς ἐκ τῆς ἀνομοιογενείας ταύτης, τὸ κέντρον βάρους τοῦ κυλίνδρου δὲν εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἀξονος αὐτοῦ, ἀλλὰ παρὰ

τὸ μ. Ἐάν δὲ κύλινδρος τεθῇ ἐπὶ κεκλιμένου ἐπίπεδου, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα (θέσις 1), ἔχει λασσορροπίαν ἀσταθή, διότι η ἐκ τοῦ Κ.Β. κατακόρυφος δὲν συναντᾷ τὸ σημεῖον στηρίζεως. Τὸ Κ.Β. θὰ τείνῃ νὰ πλησιάσῃ πρὸς τὸ ὑποστήριγμα καὶ δὲ κύλινδρος θὰ στραφῇ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους, μέχρις διου φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς λασσορροπίας (2), τὴν δποίαν μάλιστα, λόγῳ τῆς κεκτημένης ταχύτητος, ὑπερβαίνει πρὸς στιγμὴν δλίγον. Οὕτως δ



Σχ. 25.



Σχ. 26.

κύλινδρος ἀνέρχεται τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἀντὶ γὰρ πέσῃ. Πράγματι δημος κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην τὸ κ. βάρους του πίπτει.

38. Απλατι μηχαναί. Θὰ ἔξετασωμεν μερικὰς ἀπλᾶς μηχανάς, αἱ δποῖαι χρησιμεύουν εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως η τῆς διευθύνσεως τῶν δυνάμεων η εἰς τὴν μετάθεσιν τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς των. Τοιαῦται μηχαναί είναι δ μοχλός, η τροχαλία, τὸ βαροῦλχον, δ κοχλίας καὶ ἄλλαι.

39. Μοχλός. Μοχλὸς καλεῖται γενικῶς σῶμα στερεὸν, δυνάμεον δὲ στραφῆ περὶ ἀκλόνητον ἄξονα καὶ εἰς δύο σημεῖα τοῦ δποίου ἐνεργοῦν δινάμεις εἰς ἐπίπεδα κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς.

Συγηθέστατα ως μοχλὸς χρησιμοποιεῖται στερεὰ ράβδος. Ο δέων περιστροφῆς λέγεται ὑπομόχλιον*. Αἱ κάθετοι αἱ ἀγόμεναι ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου ἐπὶ τὰς δυνάμεις λέγονται μοχλοβραχίονες τῶν δυνάμεων. Εἰς τὸ Σχ. 22 μοχλὸς είναι η ΑΓ. Τὸ ὑπομόχλιον εὑρίσκεται εἰς τὸ Μ., μοχλοβραχίονες δὲ είναι τῆς μὲν δυνάμεως Β η ἀπόστασις ΜΑ, τῆς δὲ Δ η ΜΖ.

Εἰς τὸ σχ. 26 μοχλοβραχίων τῆς Β είναι η ΜΕ, τῆς δὲ Δ η ΜΖ.

* Κυρίως τὸ ὑπομόχλιον είναι σημεῖον: εἰς τὸ δποῖον δὲ ἀξών περιστροφῆς συναντᾷ τὸ ἐπίπεδον τῶν δυνάμεων.

40. Συνθήκη τῆς ισορροπίας τοῦ μοχλοῦ. Διὰ νὰ ίσορροπῇ διὰ μοχλός, πρέπει καὶ ἀρκεῖ αἱ ροπαὶ τῶν δύο δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ ὑπομόχλιον νὰ εἶγαι ίσαι καὶ ἀντίθετοι (εἰς τὸ σχ. 25 αἱ ροπαὶ εἶναι ἀντίθετοι διπλαὶ ἐπίσης καὶ εἰς τὸ 26). Διὰ τὴν ίσορροπίαν ἀρκεῖ λοιπὸν ν' ἀληθεύῃ ἡ σχέσις:

$$B \times MA = \Delta \times MG, \quad \text{ἢ} \quad \frac{B}{\Delta} = \frac{MG}{MA}$$

Ἔτοι:

ὅ λόγος τῶν δυνάμεων εἰς τὸν ισορροποῦντα μοχλὸν εἴραι ἀπόστροφος τοῦ λόγου τῶν ἀντιστοίχων μοχλοβραχιόνων.

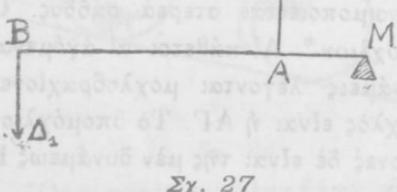
Εἰς τὸ σχ. 25 εἶναι:

$$\frac{MG}{MA} = \frac{1}{3} \quad \text{ἄριτ: } B = \frac{1}{3} \times \Delta$$

Ὥστε βλέπομεν διτι, δταν κανονίσωμεν καταλλήλως τὰ μήκη τῶν μοχλοβραχιόνων, εἶναι δυνατὸν δι? ἐφαρμογῆς μικρᾶς δυνάμεως νὰ ίσορροπήσωμεν ἀλλην δύναμιν πολὺ μεγαλυτέραν. Ἡ δύναμις, δι? δοπία πρόκειται νὰ ίσορροπηθῇ, ἢ νὰ διεργικηθῇ, λέγεται συνήθως ἀντίστασις.

41. Εἰδη μοχλοῦ. Τὸ ὑπομόχλιον δὲν εἶναι ἀπαραίτητον

νὰ εὑρίσκεται μεταξὺ τῶν σημείων ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων. Εἶναι δυνατὸν νὰ εὑρίσκεται καὶ πέραν τούτων, διπλαὶ π. χ. εἰς τὸ σχ. 27, καὶ πλησιέστατα πρὸς τὸ ὑπομόχλιον νὰ ἐφαρμόζεται εἴτε ἡ δύναμις, εἴτε ἡ ἀντίστασις. π. χ. εἶναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς Δ₁, δι? δύναμις, εἰς Δ₂, δι? ἀντίστασις, δι? καὶ ἀντιστρόφων. Ἐκ τούτου προκύπτουν διάφορα εἰδη μοχλῶν*, εἰς τὰ διποτικά διμοιρικά γενικῶς ἡ συνθήκη ισορροπίας εἴραι δι? αὐτή.



* Τὰ εἰδῆ τῶν μοχλῶν εἶναι τὰ ἔξης τρία: 1) Τὸ ὑπομόχλιον ενθίσκεται μεταξὺ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως (σχ. 25, 26, 28). 2) Τὸ ὑπομόχλιον εὑρίσκεται εἰς τὸ ἐν ἄκρων τοῦ μοχλοῦ, εἰς τὸ ὅλο ἄκρον

Εἰς τὸ σχ. 27 εἶναι:

$$\Delta_1 \times MB = \Delta_2 \times MA$$

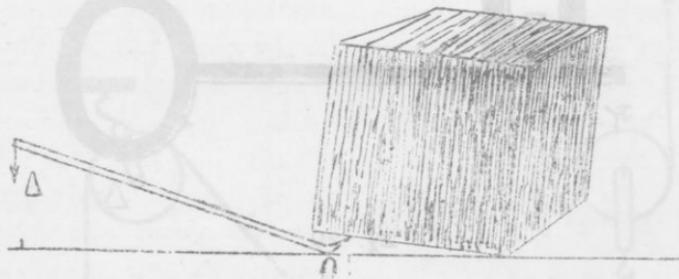
$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{MA}{MB}$$

καὶ ἀν εἶναι π.χ. $\frac{MA}{MB} = \frac{1}{4}$ θὰ εἶναι

νερού μέτρον αἱ ἀντίστροφας πλάνες τοῦ πλανήτη Α.

$$\Delta_1 = \frac{1}{4} \times \Delta_2$$

"Ωστε οἰαδήποτε καὶ ἀν εἶναι ἡ θέσις τοῦ ὑπομοχλίου, πάντοτε κατὰ τὴν ἴσορροπίαν αἱ δυνάμεις θὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοθραχιόνων αὐτῶν.



Σχ. 28

Ο μοχλὸς εὑρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς πολλὰ ἐπιστημονικὰ δργανα, ὅπως π.χ. εἰς τὸν ζυγόν, τὴν τραχαλίαν καὶ ἄλλαχοῦ.

Εἰς τὴν πρᾶξιν γίνεται καθημερινὴ χρῆσις αὐτοῦ. Οἱ ἔργάται μεταχειρίζονται τὸν μοχλὸν διὰ μετακίνησιν μεγάλων βαρῶν ἐφαρμόζουν τὸ βάρος εἰς τὶ σημεῖον τοῦ μοχλοῦ παρὰ τὸ ὑπομοχλίον (σχ. 28) καὶ εἰς ἕτερον, ἀρκετὰ μεμακρυσμένον ἀπὸ τοῦ

ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις καὶ μετοξὺ τῶν δύο ἡ ἀντίστασις (σχ. 27). 3) Τὸ ὑπομοχλίον εὑρίσκεται πάλιν εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ μοχλοῦ, ἀλλ' εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμόζεται τέρατα ἡ ἀντίστασις καὶ μετοξὺ τῶν δύο ἡ δύναμις (σχ. 27).

δπομόχλιου, τὴν δύναμιν των Δ. Τοισυταρόπως διὰ τῆς ἀπλοῦ στάτης ταύτης μηχανῆς δέργατης λαρροπεῖ ή καὶ μετακινεῖ βάρη πολὺ μεγαλύτερα τῆς δυνάμεώς του.

Διὰ τὴν ἔκριζωσιν δένδρων χρησιμοποιεῖται στερεὰ ράβδος, τῆς ὅποιας τὸ ἐν ἄκρον στηρίζεται εἰς βαρὺν λίθον, χρησιμεύοντα ὡς ὑπομόχλιον. Τὸ μέσον προσδένεται εἰς τὸ δένδρον (ἀντίστασις) καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμόζεται η δύναμις.

Αἱ χειράμαξαι εἰναι μοχλοὶ μὲ τὸ ὑπομόχλιον εἰς τὸ ἐν ἄκρον (τροχός), τὴν δύναμιν εἰς τὸ ἄλλο (χεῖρες) καὶ τὴν ἀντίστασιν, δηλ. τὸ φορτίον, μεταξὺ αὐτῶν.

Πλεῖστα μικρὰ ἐργαλεῖα οἰκιακῆς χρήσεως εἰναι μοχλοί,

A



Y



Δ

Σχ. 29.

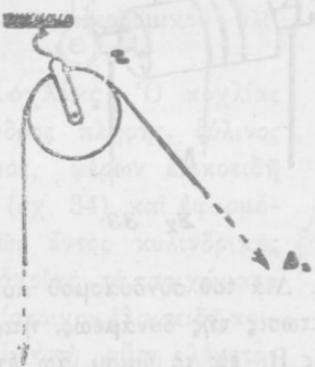
ὅπως π. χ. η ψαλλίς, εἰς τὴν ὅποιαν τὸ ὑπομόχλιον εὑρίσκεται μεταξὺ τῶν δύο δυνάμεων, δέκαρυθλάστης, μὲ τὸ ὑπομόχλιον εἰς τὸ ἄκρον καὶ ἄλλα. Αἱ αλειθεῖς ἐπίσης εἰναι μοχλοί (σχ. 29). Τὸ ὑπομόχλιον εἰναι εἰς τὸ Γ. Εἰς τὴν λαβὴν ἐφαρμόζεται η δύναμις καὶ εἰς τὸ Α η ἀντίστασις.

42. Τροχαλία. Η τροχαλία εἶγαι δίσκος κυκλικός, φέρων ἐνσκαφὴν εἰς τὴν περιφέρειαν καὶ δυνάμενος νὰ στραφῇ περὶ ἀξονας διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του. Η τροχαλία δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς μηχανὴ κατὰ δύο τρόπους, ὡς ἀκίνητος καὶ ὡς κινητῆ.

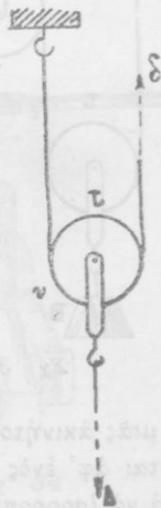
α) Ἀκίνητος τροχαλία. Στερεοῦται η τροχαλία, ὥπως φαίνεται εἰς τὸ σχ. 30, καὶ διὰ τῆς ἐνσκαφῆς τῆς διέρχεται σχοινός, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅποιου ἐφαρμόζονται αἱ δυνάμεις. Ἐνταῦθα τὸ ὑπομόχλιον εἰναι εἰς τὸν ἀξονα τῆς τροχαλίας καὶ εἰς μοχλούς τροχαλίους τῶν δύο δυνάμεων εἰναι λασι (αἱ ἀκτῖνες τῆς τροχαλίας), ὥστε ἐν λαρροπίᾳ καὶ αἱ δυνάμεις θά εἰναι λασι.

Διὰ τῆς ἀκινήτου τροχαλίας κατορθοῦται μόνον ἀλλαγὴ τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως, πρᾶγμα τὸ δποῖον εἶναι πολλάκις χρησιμώτατον. Π.χ. εἶναι πολὺ εὐκολώτερον νὰ ἔλκωμεν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἢ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν δυνάμεως. Διὰ τοῦτο, θταν πρόκηται νὸ ἀνυψωθῆ βαρὺ σῶμα ἢ τροχαλία στερεοῦται εἰς τρόπον, ἵστε τὰ σχοινία νὰ εἶναι κατακόρυφα. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἑνὸς προσδένεται τὸ σῶμα, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἐφαρμόζεται δύναμις μὲ διεύθυνσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Σταθερᾶς τροχαλίας γίνεται χρῆσις ἐπὶ παραδείγματι διὰ τὴν ἐκ βαρέων φρεάτων δινέλκυσιν δοχείου πλήρους ὅδατος.



Σχ. 30



Σχ. 31

β' Κινητὴ τροχαλία. Τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου στερεοῦται εἰς ἀκλόνητον στήριγμα, εἰς δὲ τὸ ἄλλο, ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τῆς ἐνσκαφῆς τῆς τροχαλίας ἐφαρμόζεται ἢ μία δύναμις δ. Ἡ ἄλλη δύναμις Δ. ἐφαρμόζεται εἰς τὸν ἀξονὰ τῆς τροχαλίας (σχ. 31).

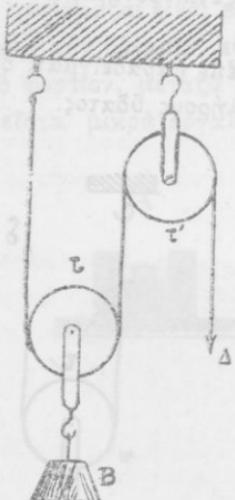
Τὸ ὑπομόχλιον εἶναι εἰς τὸ υ, ἀρα μοχλοβραχίων τῆς Δ εἶναι ἡ ἀκτίς, τῆς δὲ δ ἡ διάμετρος, ἐπομένως μεταξὺ τῶν δύο δυνάμεων ὑπάρχει ἡ σχέσις:

$$\delta = \frac{\Delta}{2}$$

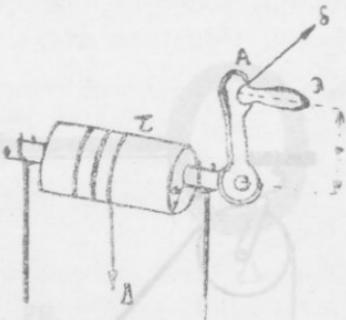
Ὥστε διὰ τῆς κινητῆς τροχαλίας ἐπιτυγχάνεται μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως.

Ἐάν πρόκηται νῦν ψφωθῆ βάρος κρεμώμενον ἐκ τοῦ ἀξονος τῆς τροχαλίας, θά χρειασθῇ δύναμις ίση πρὸς τὸ γῆμισυ τοῦ βάρους.

43. Πολύσπαστον. Συνδυασμὸν κινητῶν καὶ ἀκινήτων τροχαλιῶν ἀποτελεῖ τὸ πολύσπαστον. Πολύσπαστον ἀπλουστάτης μορφῆς εἶναι τὸ τοῦ σχήματος 32, ἀποτελούμενον ἐκ μιᾶς κινη-



Σχ. 32



Σχ. 33

τῆς καὶ μιᾶς ἀκινήτου τροχαλίας. Διὰ τοῦ συνδυασμοῦ αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἡ ἐλάττωσις τῆς δυνάμεως, γῆτις χρειάζεται διὰ νὰ ισορροπηθῇ τὸ βάρος B, εἰς τὸ γῆμισυ, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως αὐτῆς.

44. Βαρούλκον. Τὸ βαρούλκον εἶναι τύμπανον τ., στηριζόμενον δριζοντίως διὰ τοῦ ἀξονός του καὶ στεφόμενον περὶ αὐτὸν διὰ λαβῆς (σχ. 33).

Εἰς τὴν περιφέρειαν τοῦ τυμπάνου τυλίσσεται διὰ τῆς περιστροφῆς σχοινίον, τοῦ ὅποίσι τὸ ἔν ἀκρον εἶναι στηριγμένον ἐπὶ τοῦ τυμπάνου, εἰς δὲ τὸ ἄλλο ἐφαρμόζεται δύναμις Δ. Μοχλοβραχίων τῆς Δ εἶναι ἡ ἀκτίς α τοῦ τυμπάνου. Ἡ δύναμις δ, ἡ ὅποια περιστρέφει τὸν κύλινδρον, ἐφαρμόζεται εἰς τὸ Α, ἔχει ἐπομένως μοχλοβραχίονα τὴν ἀπόστασιν μ.

Οταν τὸ σύστημα ισορροπῇ, εἶναι συμφώνως πρὸς δια γνωρίζομεν :

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{\alpha}{\mu}$$

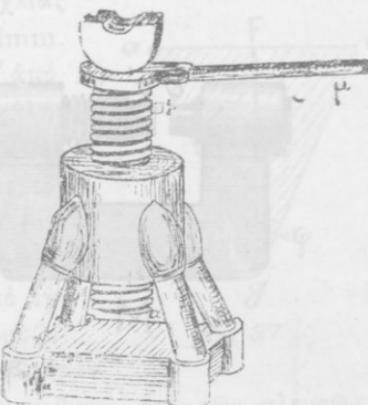
"Ητοι: 'Η δύναμις, ή ὅποια πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὴν λαχῆν, διὰ νὰ ἴσορροπηθῇ ἡ Δ. εἰναι τόσον μικροτέρα, δυσον δ λόγος
 $\frac{\alpha}{\mu}$ εἰναι μικρότερος, δηλ. δυσον η ἀκτίς τοῦ τυμπάνου εἰναι μικροτέρα καὶ η ἀπόστασις μ μεγαλυτέρα. "Αν ἐφαρμοσθῇ κατά τι μεγαλυτέρα δύναμις ἀπὸ τὴν ἀπαιτουμένην διὰ τὴν ἴσορροπίαν, η Δ ὑπερικαῖαι καὶ τὸ ἔξηρτημένον βάρος σύρεται πρὸς τὰ ἄνω.

Διὰ τοῦ βαρούλκου ἐπιτυγχάγεται μεταβολὴ καὶ τῆς ἐντάσεως καὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δύναμεως, η ὅποια χρειάζεται νὰ ἴσορροπήσῃ ἑτέραν δοθεῖσαν δύναμιν.

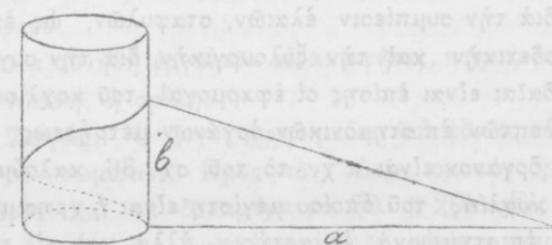
Τοῦ βαρούλκου γίνεται εὐρεῖα χρῆσις διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος ἐκ φρεάτων. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὰς αἰκοδομὰς διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ αἰκοδομικοῦ ὄλιχου.

45. Κοχλίας. Ο κοχλίας εἰναι κύλινδρος πλήρης, ξύλινος η μετάλλινος, φέρων ἐλικοειδῆ προεξοχὴν (σχ. 34) καὶ ἐφαρμόζων ἀκριδῶς ἐντὸς κυλινδρικῆς ὁπῆς, τῆς ὅποιας τὰ τοιχώματα φέρουν ἀντίστοιχον ἐλικοειδῆ κολότητα. Η δηλ. κυτη λέγεται περικόχλιον.

Τὸ ἔχον τῆς ἔλικος ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου δύναται νὰ χαραχθῇ ὡς ἔξης (σχ. 35):



Σχ. 34



Σχ. 35

Κόπτομεν ἐκ χάρτου δρθιογώνιον τρίγωνον, τοῦ ὅποιου η μία

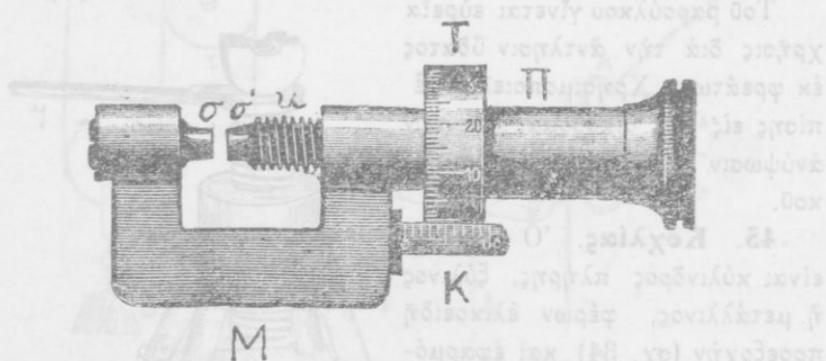
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

κάθετος πλευρά να ισοῦται μὲ τὴν περίμετρον τῆς βάσεως τοῦ κυλινδρου.

Ἐφαρμόζομεν αὐτὸ ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας οὗτως, ὥστε ἡ μία κάθετος πλευρά νὰ ταυτισθῇ μὲ τὴν περίμετρον (ἢ ἵση πρὸς ταύτην), δπότε ἡ ἄλλη θὰ συμπέσῃ μὲ μίαν γενέτειραν. Ἡ διποτένουσα δίδει τότε τὸ ἴχνος τῆς ἔλικος.

Ἡ ἀπέστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἔλικων λέγεται βῆμα τοῦ κοχλίου. Στροφὴ τοῦ κοχλίου ἐντὸς τοῦ περικοχλίου του ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μετακίνησιν αὐτοῦ καὶ μάλιστα στροφὴ κατὰ 360° προκαλεῖ μετακίνησιν τοῦ κοχλίου κατὰ ἐν βῆμα.

Ο κοχλίας χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν πρᾶξιν ὡς πιεστική μηχανή.



Σχ. 36 πράξεις τῶν κοχλίων μετακίνησις τοῦ κοχλίου

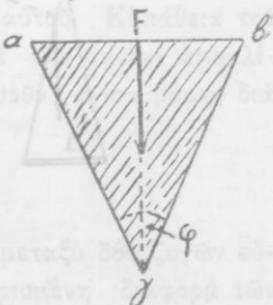
Ἡ στροφὴ γίνεται διὰ μοχλοῦ μ (σχ. 34) καὶ τὸ πρὸς συμπίεσιν ἀντικείμενον τοποθετεῖται κατωθεν τοῦ ἄκρου α ἐπὶ σταθερᾶς βάσεως. Ἡ πίεσις τὴν ὅποίν είναι εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτύχωμεν διὰ τοῦ κοχλίου εἶγαι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον μικρότερον είναι τὸ βῆμα καὶ διον μεγαλύτερος δ μοχλὸς μ. Τοῦ κοχλίου γίνεται χρῆσις π.χ. διὰ τὴν συμπίεσιν ἐλαϊῶν, σταφυλῶν, ὡς ἐπίσης καὶ εἰς τὴν βιβλιοδετικὴν καὶ τὴν ἑυλουργικὴν διὰ τὴν συγκόλλησιν ἔγλων. Σπουδαῖκι εἶναι ἐπίσης οἱ ἐφερμογαῖ τοῦ κοχλίου εἰς τὴν κατασκευὴν λεπτῶν ἐπιστημονικῶν ὅργάνων μετρήσεως.

Τοιοῦτον ὅργανον είναι π.χ. τὸ τοῦ σχ. 36, καλούμενον μηχανομετρικὸς κοχλίας, τοῦ δποίου μεγίστη είναι ἡ χρησιμοποίησις, δχι μόνον εἰς ἐπιστημονικὰ ἔργα στήριξ, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν καθημερινὴν τεχνικὴν διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ πάχους συρμάτων κρτονίων κλπ.

Τὸ ὅργανον τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ εἰς αὐτὸν στέλεχος Μ., τοῦ δποίου τὸ ἐν ἄκρων ἀπολήγει εἰς τὸ σταθερὸν ἐπίπεδον σ. τὸ δὲ ἄλλο εἰς τὸ περικόχλιον Π., ἐντὸς τοῦ δποίου στρέφεται ὁ κοχλίας κ. Τὸ πρὸς μέτρησιν σύρμα ἡ ἄλλο ἀντικείμενον φέρεται μεταξὺ τῶν ἐπιπέδων σ καὶ σ' εἰς ἐπαφὴν πρὸς αὐτά. Ἡ ἀπόστασις σο' ἴσοςται πρὸς τὸ ζητούμενον πάχος.

Τὸ βῆμα τοῦ κοχλίου εἶγαι 1mm, ἡ δὲ μετακίνησί του μετρεῖται ἐπὶ τῆς κλίμακος Κ. Μετὰ τοῦ κοχλίου στρέφεται καὶ τὸ τύμπανον Τ, τοῦ δποίου ἡ ἐπιφάνεια φέρει 100 δικιρέσεις. Ὅταν ὁ κοχλίας κινηται κατὰ ἐν βῆμα, δηλ. κατὰ ἐν χιλιοστόν, τὸ τύμπανον ἔκτελετ μίαν πλήρη στροφήν. Ὅταν ἐπομένως τὸ τύμπανον ἔχει στραφῆ μόνον κατὰ μίαν δικιρέσιν, δηλ. κατὰ τὸ 1/100 τῆς πλήρους στροφῆς, ὁ κοχλίας θὰ ἔχῃ προχωρήσει κατὰ τὸ 0,01mm. Οὕτως ἡ μεταξὺ τῶν σιαγάνων σ' ἀπόστασις δύναται νὰ μετρηθῇ μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν.

46. Σφήν. Ὁ σφήν εἶναι στερεὸν πρισμα τομῆς ἴσσοσκελοῦς τριγώνου (σχ. 37), τὸ δποίον μὲ τὴν ἀκμὴν τῆς δέξεις γωνίας εἰσχωρεῖ ἐντὸς στερεοῦ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς δυνάμεως Ε ἐφαρμοζομένης καθέτως ἐπὶ τὴν ἀπέναντι πλευράν.



Σχ. 37

Ἐκ μέρους τοῦ στερεοῦ ἔξασκονται ἐπὶ τῶν πλευρῶν αγ καὶ βγ τοῦ σφηνὸς ἀντιστάσεις, τῶν δποίων ἡ συνισταμένη τείνεται ἐξχαράγμη τὸν σφῆνα. Ὅταν ἡ δύναμις F ὑπερικήσῃ τὴν συνισταμένην ἀντίστασιν, ὁ σφήν εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ στερεοῦ καὶ διασπᾶ αὐτό. Ὅσον δέ τερος εἶναι ὁ σφήν, δπον μικροτέρη δηλ. ἡ γωνία φ, τόσον μικροτέρα δύναμις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν διάσπασιν ἐνδὸς στερεοῦ.

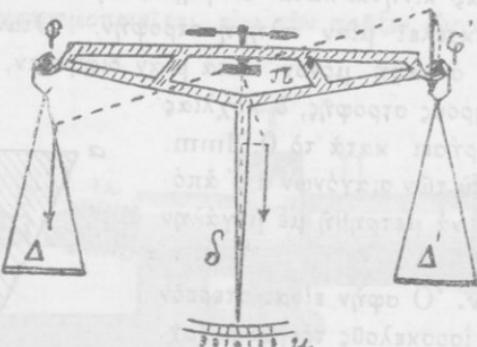
Πλεῖστα συνήθη ἔργαλεῖα εἶναι σφῆνες, π.χ. ἡ μάχαιρα, ὁ πέλεκυς, ἡ πλάνη, ἡ σμίλη.

47. Ζυγός. Ὁ ζυγὸς χρησιμεύει διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ βάρους τῶν σωμάτων. Πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν γνωρίζομεν δτι χρησιμεύουν καὶ τὰ δυναμόμετρα (βλ. § 20). Εἰς τὸν ζυγὸν ἡ μέτρησις γίνεται διὰ συγκρίσεως πρὸς σώματα γνωστοῦ βάρους, τὰ σταθμά.

Ἡ πράξις τοῦ προσδιορισμοῦ βάρος καλεῖται ζύγισις.

Ο συνήθης ζυγὸς ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὴν φάλαγγα καὶ τὰς δύο δίσκους πλάστιγγας.

Ἡ φάλαγξ εἶναι μοχλὸς ἐλαφρὸς καὶ ἀκαμπτος ἐξ ἀργιλλίου καὶ δύναται γὰρ στρέφεται ἦ, ὅπως λέγεται εἰδικώτερον εἰς τὸν ζυγόν, νὰ αἰωρῇται περὶ ὅριζόντιον ἀξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ (ὑπομόρχλιον). Ἐκ τῶν δύο ἀκρων τῆς φάλαγγος ἐξαρτῶνται δύο δίσκοι Δ, Δ' λισθαρεῖς, αἱ πλάστιγγες. Ἐπὶ τῆς μιᾶς



Σχ. 38

πλάστιγγας τίθενται τὰ ζυγιζόμενα σώματα, ἐπὶ δὲ τῆς ἀλλης τὰ σταθμά. Ἡ φάλαγξ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος (σχ. 38) διὰ τῆς ἀκμῆς πρίσματος π. προσηρμοσμένου εἰς τὸ μέσον αὐτῆς. Ἡ ἀκμὴ αὕτη εἶναι καὶ δ ἀξων αἰωρήσεως τῆς φάλαγγος. Αἱ πλάστιγγες ἐξαρτῶνται διμοίως ἀπὸ τὰς ἀκμὰς πρίσμάτων. Αἱ ἀκμαὶ τῶν τριῶν πρίσμάτων εἶναι παράλληλοι πρὸς ἀλλήλας. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς στηρίξεως ἐπιτρέπει ἐλευθέραν κίνησιν τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων. Ὁ δείκτης δ, προσηρμοσμένος ἐπὶ τῆς φάλαγγος, δεικνύει ἐγώπιον τῆς κλίμακος κ, χαραγμένης ἐπὶ τοῦ στηρίγματος, τὴν γωνίαν, τὴν δισίαν ἢ φάλαγξ σχηματίζει ἐκάστοτε μὲ τὴν δριζοντίαν θέσιν.

48. Συνθήκη ισορροπίας. Ἀκρίβεια ζυγοῦ.

Ἐπειδὴ οἱ δύο μοχλοβραχίονες τῆς φάλαγγος εἶναι λίσαι καὶ τὰ βάρη τῶν πλαστίγγων ἐπίσης εἶναι λίσαι, ἐνεργοῦν ἐπὶ τῆς φάλαγγος ὡς πρὸς τὸν ἀξονα π δύο ροπαὶ λίσαι καὶ ἀντίθετοι. Ἡ φάλαγξ ισορροπεῖ λοιπὸν εἰς τὴν ὅριζοντίαν θέσιν καὶ δ δείκτης δεικνύει τὸ μέσον τῆς κλίμακος κ. Ὅταν δημιώς ἐπὶ τοῦ ἑνὸς δίσκου τεθῇ σῶμά τι βάρους

Β, αὐξάνεται ἡ μία ροπὴ καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ δίσκου αὐτοῦ. Διὰ νὰ ἐπανέληθῃ ἡ φάλαγξ εἰς τὴν δριζοντίαν θέσιν, πρέπει νὰ τεθοῦν καὶ ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου σταθμὰ βάρους Σ, ὅπει αἱ δύο ροπαὶ Β \times φπ καὶ Σ = φρ' νὰ γίνουν ίσαι, δηλ.

$B \times \pi \varphi = \Sigma \times \pi \varphi'$, ἐξ οὗ ἐπειδὴ πφ = πφ'

ἔχομεν $B = \Sigma$

Ἔηλασθή τὰ σταθμὰ ίσουνται πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, έταν δηλ. ἡ φάλαγξ παραμένει δριζοντία, τιθεμένων ίσων βαρῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων, διὰ τοῦτο παλεῖται ἀνοιβής.

Διὰ νὰ είναι διὰγός ἀκριβής, ἀρκεῖ ὡς εἰδομεν, νὰ είναι ίσαι οἱ μοχλοβραχίονες τῆς φάλαγγος καὶ ίσα τὰ βάρη τῶν δίσκων.

49. Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ. Ἐκτὸς τῆς ἀκριβείας τοῦ ζυγοῦ ἐνδικφέρει καὶ ἡ εὐπάθεια ἢ εὐαισθησία αὐτοῦ. Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ καλεῖται διάλογος τῆς γωνίας φ κατὰ τὴν διποίαν ἀποκλίνεις ἡ φάλαγξ, δταν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων βαρῶν προκαλεῖ τὴν μεγαλυτέραν ἀπόκλισιν. τῆς διαφορᾶς τῶν βαρῶν $B - B'$.

$$\text{εὐπάθεια} = \frac{\text{γωνία } \varphi}{\text{βάρος } (B - B')}$$

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως, φαίνεται δτι μεταξὺ δύο ζυγῶν εὐπάθετερος είναι ἔκεινος εἰς τὸν διποίον διαφορὰ τῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων βαρῶν προκαλεῖ τὴν μεγαλυτέραν ἀπόκλισιν.

“Οροι συντελοῦντες εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς εὐθείας τοῦ ζυγοῦ είναι οἱ ἔξης :

1) *Μεγάλοι μοχλοβραχίονες*, διότι τότε διὰ μικρὰν διαφορὰν βάρους τῶν δύο πλαστίγγων ἀναπτύσσεται μεγάλη διαφορὰ ροπῶν καὶ ἡ φάλαγξ ἀποκλίνει ισχυρῶς.

2) *Ἐλαφρότης τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων.*

3) *Ἐπίσης ὁ ζυγός είναι τόσον εὐπάθετερος*, δσαν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ διλου συστήματος φάλαγγος καὶ πλαστίγγων είναι πλησιέστερον πρὸς τὸν ἄξονα αἰωρήσεως.

Ἡ εὐπάθεια είναι ἐντελῶς ἀνεξάρτητος τῆς ἀκριβείας.

Είναι δυνατὸν διὰγός νὰ δεικνύῃ τὴν ὑπαρξίαν καὶ ἐλαχίστης διαφορᾶς βάρους τῶν δύο πλαστίγγων, ἀλλὰ νὰ μὴ διδῃ ἀκριβῶς τὸ μέγεθος τῆς διαφορᾶς ταύτης, ἀν οἱ μοχλοβραχίονες τῆς φάλαγγος δὲν είναι ίσαι. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην διὰγός είναι μὲν εὐπάθης, ἀλλὰ δὲν είναι ἀκριβής. Ἀντιθέτως, δυνατὸν νὰ είναι μὲν διὰγός ἀκριβής, ἀλλ' ὅχι πολὺ εὐαίσθητος.

50. Σταθμά. Τὰ σταθμὰ κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ὀρείχαλκου καὶ φέρουν ἔξωτερικῶς στρῶμα ἐκ μετάλλου, μὴ δὲ εἰδουμένου εὐχόλως, π. χ. νικελίου, ἀργύρου ἢ χρυσοῦ. Ἡ σειρὰ τῶν σταθμῶν εἶναι τοιαύτη, ὥστε εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποτελεσθῇ αἱσθήποτε ἀριθμός, μέχρις ἐνδὲ ὅρίου.

51. Στατήρ ἢ Ρωμαϊκὸς ζυγός. Εἰς τὸν στατῆρα ἡ φάλαγξ ἔχει ἀνίσους μοχλοβραχίονας (σχ. 39). Ἀπὸ τὸ ἄκρον τοῦ μικροτέρου ἔξαρταται δίσκος δ., ἐπὶ τοῦ ὁποίου τίθεται τὸ ζυγιζόμενον σῶμα. Κατὰ μῆκος τοῦ μεγαλυτέρου, φέροντος κλίμακα, μετακινεῖται τὸ βάρος δ. Ἡ φάλαγξ ἔξαρταται ἐκ τοῦ ἀξονος περιστροφῆς (ὑπομοχλίου) διὰ τοῦ ἀγκίστρου α.

Οταν ἐπὶ τοῦ δίσκου δὲν ὑπάρχῃ βάρος, ὁ ζυγὸς ἴσσορροπεῖ, θεοὺς οὐτοῦ εἰδίσικα ἔτετρακε. θεούς οὐτοῦ κατεβούντε. Εἴ

θεοῦ κατεβεπτοῦ, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Α, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Α₁, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₁, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₂, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₃, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₄, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₅, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₆, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₇, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

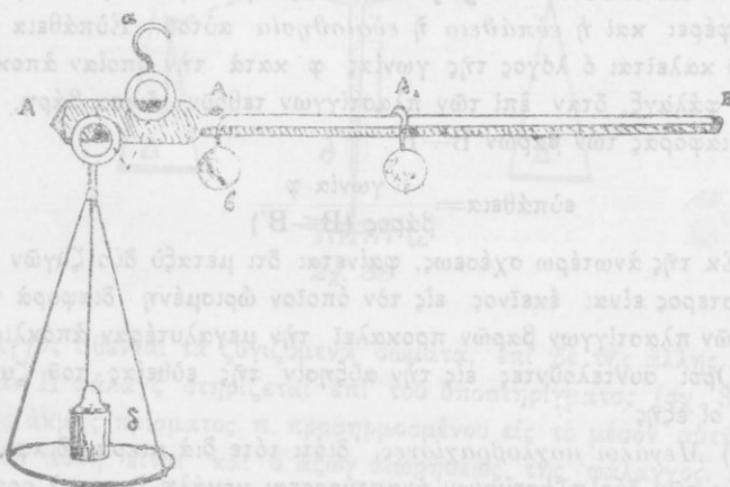
τοῖος Β₈, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₉, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₁₀, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₁₁, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι

τοῖος Β₁₂, οὐτού τοιούτου πιναρίνιου ή πινακίνητού ή ἵκε περιφερειῶντος κλίκοπον ναίστετε, ἀτακ φεκίνων γέτι θεούδι ή μετίζικον θεούδι



Σχ. 39

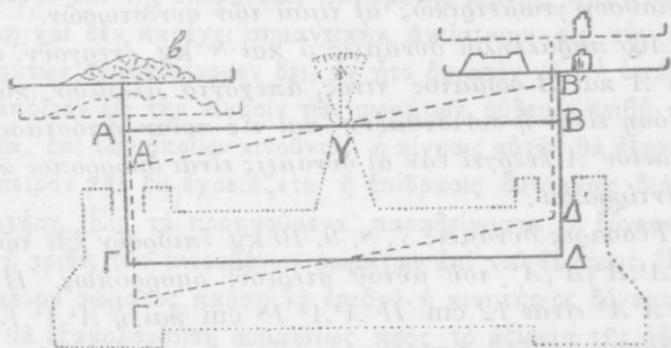
ἐὰν τὸ κινητὸν βάρος β τεθῇ εἰς τὴν θέσιν A_1 παρὰ τὸ ὑπομόχλιον "Αν τώρα θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου βάρος Β, ἀγαπτύσσεται ροπὴ ὡς πρὸς τὸν ἀξονα, ιση πρὸς $B \times AO$. Διὰ νὰ ἴσσορροπήσῃ αὐτὴν ἡ ἐκ τοῦ βάρους β προκαλούμενη ροπή, πρέπει τοῦτο νὰ ἐνεργήσῃ μὲ μεγαλύτερον μοχλοβραχίονα, νὰ τεθῇ π. χ. εἰς τὴν θέσιν A_2 . Ἡ κλίμακες βαθμολογεῖται τῇ βιηθείᾳ γνωστῶν βαρῶν, τιθεμένων ἐπὶ τοῦ δίσκου." Αν π.χ., οταν τεθοῦν ἐπὶ τοῦ δίσκου 5 χιλιόγρ., θὰ ἐπέλθῃ ἴσσορροπία μὲ τὸ βάρος β εἰς τὴν θέσιν A_2 , γράφεται εἰς A_2 , 5 χλγ.

Είναι φανερὸν δτι, διὸν μεγαλύτερος εἶναι ὁ λόγος $\frac{OB}{OA}$ τῶν μο-

χιεβραχιάνων, τόσον μεγαλύτερον τὸ βάρος, τὸ δποίον είναι δυνατόν νὰ ζυγισθῇ. Πλὴν τοῦ ἀγκέστρου καὶ ὑπάρχει καὶ δεύτερον, ἀκόμη πλησιέστερον πρὸς τὸ δίσκον. Διὸ ἔξαρτήσεως τῆς φάλαγγος ἐξ αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ἡ ζύγισις σωμάτων πολὺ βαρυτέρων. Ο στατήρ είναι πολὺ εύχρηστος, διλιγώτερον ἀκριβῆς διμως ἀπό τὸν συνήθη ζυγόν.

52. Δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς (κοινῶς πλάστιγξ). Ο ζυγὸς οὗτος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δύο πλαστίγγων, ἀλλ᾽ ὁ εἰς μοχλοβραχίνων είναι δεκάκις μεγαλύτερος τοῦ ἄλλου.

Ἐπὶ τῆς πλάστιγγος, ἡ δποία ἔξαρτᾶται ἐκ τοῦ μικροτέρου μοχλοβραχίονος, τίθεται τὸ πρὸς ζύγισιν σῶμα, ἐπὶ δὲ τῆς πλάστιγγος τῆς ἔξαρτωμένης ἐκ τοῦ μεγάλου μοχλοβραχίονος, τὰ σταθμά.



Σχ. 40

Ταοιουτρόπως διὰ τὴν ζύγισιν χρησιμοποιοῦνται σταθμά, ίσα πρὸς τὸ δέκατον τοῦ βάρους τοῦ ζυγίζομένου σώματος.

Ο δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ζύγισιν μεγάλων βαρῶν, διὰ τοῦτο καὶ ἡ στήριξις τῶν πλαστίγγων καὶ ἐν γένει ἡ δηλη κατασκευὴ είνε πολὺ στερεωτέρα τοῦ συνήθους ζυγοῦ.

Αλλὰ δὲν θὰ εἰσέλθωμεν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν τεχνικῶν λεπτομερειῶν αὐτοῦ.

53. Ζυγός Roberval. Ο ζυγὸς Roberval είναι κατ' ἔξοχὴν εύχρηστος, περισσότερον ἀκριβῆς δὲ τοῦ στατῆρος, διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς σχεδὸν οὗτος εἰς τὸ ἐμπόριον. Ἀποτελεῖται κυρίως ἥπο ἀρθρωτὸν στερεὸν παραλληλόγραμμον ΑΒΓΔ (σχ. 40). Αἱ πλευραὶ ΑΒ καὶ ΓΔ στηρίζονται κατὰ τὸ μέσον, δημος ἡ φάλαγξ τοῦ συνήθους ζυγοῦ. Ἐπὶ δὲ τῶν κατακορύφων πλευρῶν ΑΓ καὶ ΒΔ στηρίζονται αἱ δύο πλάστιγγες δριζοντίων.

“Οταν έπι μιᾶς πλάστιγγος έφαρμοσθῇ βάρος 6, τὸ παραλληλόγραμμον λαμβάνει τὴν θέσιν Α'Β'Γ'Δ', αἱ πλάστιγγες δμως παραμένουν δριζόντιαι. Διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ὁ ζυγδς εἰς τὴν θέσιν τῆς λισσορροπίας, πρέπει ἐπὶ τῆς ἀλληγ πλάστιγγος νὰ τεθῇ ἵσον βάρος, ἀφοῦ ΑΥ = ΥΒ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Νὰ εնδεθῇ ἡ τιμὴ τῆς συνισταμένης δύο δυνάμεων 10 καὶ 58 kg, ἐνεργούνσων ὑπὸ δρθῆν γωνίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου.

σ) Βάρος 6 kg ἔξαρταται ἀπὸ δύο ρήματα σκηματίζοντα γωνίαν 30° πρὸς τὴν δριζοντίαν διεύθυνσιν. Νὰ ενδεθῇ μὲ πόσην δύναμιν τείνεται ἐκάτερον ρῆμα. Δηλ. ρ̄ ἀγαλυθῇ τὸ βάρος εἰς δύο συνιστώσας κατὰ τὰς διευθύνσεις τῶν υημάτων καὶ νὰ ἓπολογισθοῦν γεωμετρικῶς αἱ τιμαὶ τῶν συνιστωσῶν.

3) Λύο παράλληλοι δυνάμεις 5 καὶ 8 kg ἐνεργοῦν εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B σώματός τυρος, ἀπέχοντα ἀλλήλων κατὰ 12 cm. Πόση εἶναι ἡ συνισταμένη καὶ εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σημείου A ἐνεργεῖ ἐὰν αἱ δυνάμεις εἶναι διμόρφοι καὶ ἐὰν εἶναι ἀντίρροποι;

4) Τέσσαρες δυνάμεις 7, 8, 9, 10 kg ἐπιδροῦν ἐπὶ τῶν σημείων A¹, A², A³, A⁴ τοῦ αὐτοῦ στερεοῦ, διμορφόπως. Ἡ ἀπό στασις A¹A² εἶναι 12 cm. Ἡ A²A³ 18 cm καὶ ἡ A³A⁴ 15 cm. Νὰ κατασκενασθῇ ἡ συνισταμένη αὐτῶν καὶ νὰ δοθῇ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς καὶ ἡ ἔντασις αὐτῆς.

5) Ἐπὶ τοῦ ἑνὸς μοχλοβραχίονος μοχλοῦ μήκους 20 cm, ἐνεργεῖ δύναμις 50 kg. Πόση δύναμις πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ τοῦ ἀλλού βραχίονος, ἔχοντος μήκος 30 cm, διὰ νὰ ἐπέλθῃ ἴσορροπία;

6) Πόση εἶναι ἡ εὐπάθεια ζυγοῦ, τοῦ ὅποίου ὁ δείκτης δεικνύει ἀπόκλισιν 10 διαιρέσεων ἀπὸ τοῦ μηδενὸς διὰ διαφορὰν βαρῶν ἐπὶ τῶν δύο πλαστίγγων 0,05 gr.

γ'. Δυναμική.

54. **Άξιώματα τῆς Δυναμικῆς.** Ἡ Δυναμική, δηλ. ἡ μελέτη τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων ἐν σχέσει πρὸς τὰς προκαλούσας ταύτην δυνάμεις στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἑξῆς τριῶν ἀξιωμάτων τοῦ Νεύτωνος :

1. **Άξιωμα τῆς ἀδρανείας.** Σῶμα ἀκίνητον δὲν εἰναι δυνατὸν νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν, ἢν δὲν ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ κακμία δύναμις, καὶ ἀντιθέτως, σῶμα κινούμενον δὲν σταματᾷ ἀνευ τῆς ἐπενεργείας δυ-

νάμεως τινος, οὔτε ὑφίσταται σίχυδηποτε μεταβολὴν εἰς τὴν ταχύτητά του, οὔτε κατὰ τὸ μέγεθος, οὔτε κατὰ τὴν διεύθυνσιν.

Γενικῶς ἡ κινητική κατάστασις σώματός τινος δὲν μεταβάλλεται ἄνευ τῆς ἐπενεργείας δυνάμεως.

Τὸ δὲτι ἀκίνητον σῶμα δὲν τίθεται εἰς κίνησιν ἀνευ τῆς ἐπιδράσεως δυνάμεως καθημερινῶς ἀντιλαμβάνεται. Ἐπίσης γνωρίζομεν ἐκ πείρας. Ωτὶ σῶμα τεθὲν ἀπαξ εἰς κίνησιν ἔξακολουθεῖ τόσον περισσότερον γὰρ κινήται, ὅσον μικρότερα εἶναι τὰ ἐμπόδια, τὰ ἐποῖα ἀντιτίθενται εἰς τὴν κίνησίν του. π. χ. λίθος ριψθεὶς ἐπὶ ἀνωμάλου ἐδάφους σταματᾷ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ἀφετηρίας, διότι ἡ τριβὴ τοῦ λίθου πρὸς τὸ ἐδάφος ἀνθίσταται εἰς τὴν κίνησιν. Μακρύτερον φθάνει, δταν κινήται ἐπὶ πλακαστρώτου καὶ πολὺ περισσότερον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας παγωμένης λίμνης, ἥτις εἶναι ὅμαλωτάτη καὶ δὲν παρέχει σημαντικὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν δτι, ἂν ἡτο δυνατὸν νὰ μὴ ὅπάρχῃ κανὲν ἐμπόδιον εἰς τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων, οὐδεμίᾳ τριβὴν πρὸς τὰ σώματα, ἐπὶ τῶν δποίων κινοῦντας; ἡ κίνησις αὐτῶν θὰ ἔξηκολουθεῖ ἐπὶ ἀπειρον καὶ θὰ ἔχρειάζετο ἡ ἐπιδρασίς δυνάμεως διὰ γὰρ τὰ σταματήσῃ. Εἰς τὰ προηγούμενα παραδείγματα ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἡ τριβὴ τῶν κινουμένων σωμάτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν ἐπὶ κινουμένου σώματος παύσῃ γὰρ ἐπιδρᾶ ἡ κινητήριος δύναμις, ἡ κίνησις θὰ ἔξακολουθήσῃ συμφώνως πρὸς τὸ ἀξιωμακ τῆς ἀδρανείας μὲ τὴν ταχύτητα, τὴν δποίαν εἰχε τὴν στιγμήν, καθ' ὃ γε ἔπαισεν ἡ ἐπιδρασίς τῆς δυνάμεως, ἡ δὲ τροχιὰ θὰ εἶναι εἰς τὸ ἔξης εύθυγραμμος. Τοῦτο θὰ ἴδωμεν βραδύτερον κατὰ τὴν μελέτην τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων τῇ βροχήτερᾳ τῆς μηχανῆς Atwood.

Ωτε: "Οταν ἐπὶ κινουμένου σώματος δὲν ἐπενεργῇ καμμία δύναμις, ἡ κίνησίς του εἶναι εὐθύγραμμος καὶ διαλή. Εφ' ὅσον χρόνον δμως ἐπὶ τοῦ κινητοῦ ἐνεργεῖ ἡ κινητήριος δύναμις ἡ ταχύτης του διαρκῶς αὐξάνεται.

Παραδείγματα ἀδρανείας βλέπομεν συχνότατα εἰς τὴν καθημερινὴν ζωὴν. π. χ. εἶναι γνωστὸν δτι τὰ κινούμενα δχήματα, αὐτοκίνητα, σιδηρόδρομοι κλπ. Ζὲν σταματοῦν ἀμέσως μόλις παύσῃ γὰρ λειτουργῇ ἡ κινητήριος μηχανή, ἀλλ' ἔξακολουθοῦν γὰρ κινοῦνται, μέχρις δτου αἱ ἐκ τῶν τριβῶν ἀντιστάσεις τὰ ἀναγκάσουν γὰρ σταματήσουν. Διὰ γὰρ προκαλέσωμεν δὲ ταχέως τὴν στάσιν κρημποποιοῦμεν τροχοπέδας.

"Οταν εὑρισκόμεθα ἐντὸς κινουμένου δχήματος καὶ σταθῇ τοῦτο

ἀποτέμως, τὸ σῶμά μας τείνει λόγῳ τῆς ἀδρανείας νὰ ἔξακολουθήσῃ τὴν κίνησίν του καὶ πίπτει πρὸς τὰ ἐμπρός. Ἐπίσης κατὰ τὴν ἀπότομον ἔκκινησιν τὸ σῶμά μας πίπτει πρὸς τὰ ὅπίσω, διότι τείνει λόγῳ τῆς ἀδρανείας νὰ διατηρήσῃ τὴν ἀρχικήν του ἡρεμίαν, χρειάζεται δὲ χρονικόν τι διάστημα μέχρις ὅτου τὸ σῶμά μας ὑποστῇ τὴν ἐπιδρασιν τῆς κινητηρίου συνάμεως καὶ ἀρχίσῃ νὰ κινῆται:

2. Ἀξιώματα διαλυτικόν. Μία δύναμις ἐπιδράσασα ἐπὶ τινος σώματος ἐπὶ χρόνον τινὰ προσέδωσεν εἰς αὐτὸν ταχύτηταν, ἢ δποία, ως εἴδομεν, διατηρεῖται σταθερά ἀφοῦ παύσῃ νὰ ἐπιδρᾷ ἡ δύναμις.

"Αν τώρα ἐπιδράσῃ νέα δύναμις θὰ ἐπιφέρῃ ἀποτέλεσμα ἐντελῶς ἀνεξάρτητον τῆς κινητικῆς καταστάσεως τοῦ σώματος, καὶ μετά τινα χρόνον θὰ τοῦ προσδώσῃ ταχύτηταν, τὴν αὐτὴν τὴν διπλανὴν θὰ τοῦ προσέδιδε καὶ ἀν τὸ σῶμα ἥτο ἀκίνητον. Ἡ νέα ταχύτης προστίθεται εἰς τὴν ἀρχικὴν καὶ τὸ σῶμα κινεῖται μὲτα ταχύτηταν + ν'. Ἐάν ἐπιδράσῃ καὶ τρίτη δύναμις θὰ προσδώσῃ ταχύτηταν" ἀνεξάρτητον τῶν ἄλλων καὶ ἡ δλη ταχύτης γίνεται ν + ν' + ν''. Ἐάν αἱ τρεῖς αὗται δυνάμεις (ἥ καὶ περισσότεραι) ἀντὶ νὰ ἐνεργήσουν ἀλληλοδιαδόχως ἐνεργήσουν συγχρόνως καὶ ἕκαστη ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον, καθ' ὃν ἐνήργησε μόνη, τὸ ἀποτέλεσμα θὰ είγαι ἐντελῶς τὸ αὐτό.

Τὰ ἀνωτέρω συνοψίζονται εἰς τὸ ἔξης ἀξιώματα:

Δύο ἡ περισσότεραι δυνάμεις ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐπὶ τινὰ χρόνον παράγονταν τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα εἴτε ἐνεργήσουν δλαι συγχρόνως, εἴτε ἡ μία μετά τὴν ἄλλην ἐπὶ τὸν αὐτὸν χρόνον.

3. Ἀξιώματα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως. Εάν σῶμά τι Α ὑφίσταται ἐπίδρασιν ἐξ ἄλλου σώματος Β, ἔξασκει συγχρόνως ἐπὶ τοῦ Β ἐπίδρασιν ἵσην καὶ ἀντίθετον.

Π.χ. ἀντικείμενον στηρίζόμενον ἐπὶ τραπέζης ἀσκεῖ ἐπ' αὐτῆς πίεσιν διὰ τοῦ βάρους του. Εἰς τὴν πίεσιν τοῦ ἀντικειμένου ἀντιδρᾷ ἡ τράπεζα καὶ ἡ ἀντιδρασίς αὕτη ἴσορροπεῖ τὴν πίεσιν.

"Ο μαγνήτης ἔλκει τὸν σίδηρον καὶ ἂν δ σίδηρος είναι ἐλεύθερος γὰ κινηθῇ θὰ πλησιάσῃ τὸν μαγνήτην. Κατὰ τὸ ἀξιώματα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως ἐκ μέρους τοῦ σιδήρου ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ μαγνήτου δύναμις ἵση. Ἐνεκα τούτου παρατηροῦμεν ὅτι ἀν-

έ σίδηρος είναι άμετάθετος καὶ δύναται τούναντίον νὰ κινηθῇ διαγνήτης, θὰ πλησιάσῃ εύτοις πρὸς τὸν σίδηρον.

55. Κίνησις παραγομένη ὑπὸ σταθερᾶς δυνάμεως. Εάν ἐπὶ κινητοῦ ἔχοντος κατὰ τινα χρονικὴν στιγμὴν ταχύτηταν, ἐνεργήσῃ δύναμις κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως, αὐξάνει εἰς ἓν δευτερόλεπτον τὴν ταχύτηταν αὐτοῦ κατὰ γ, συμφώνως πρὸς τὸ διαλυτικὸν ἀξίωμα καὶ η νέα ταχύτητας τοῦ κινητοῦ είναι $v + \gamma$. Εάν ἔξακολουθῇ νὰ ἐπιδρᾷ η δύναμις, αὐξάνει τὴν ταχύτητα μετὰ 1 δλ. πάλιν κατὰ γ καὶ η νέα ταχύτητας είναι $v + 2\gamma$.

Μετὰ τὸ δλ., τὸ κινητὸν θὰ κινηταὶ μὲ ταχύτηταν $v + \gamma$, ἢντας κίνησίς του είναι διμαλῶς μεταβαλλόμενη (βλ. § 12) μὲ ἐπιτάχυνσιν γ.

56. Μᾶζα. Αναλογία τῶν δυνάμεων πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις. Η δύναμις F ἐνεργοῦσα ἐπὶ τινος σώματος αὐξάνει εἰς ἔκαστον δευτερόλεπτον τὴν ταχύτητά του κατὰ ε, δηλ. τοῦ πυοσδίδει ἐπιτάχυνσιν ε. Διπλοῖσι δύναμις προσδίδει, συμφώνως πρὸς τὸ διαλυτικὸν ἀξίωμα, διπλασίαν ἐπιτάχυνσιν, καὶ γενικῶς η δύναμις $F = vf$ προσδίδει ν φορὰς μεγαλυτέραν ἐπιτάχυνσιν, δηλ. $\gamma = ve$.

Η δύναμις $F = vf$ προσδίδει ἐπιτάχυνσιν $\gamma = v\epsilon$.

Δαμβάνομεν τοὺς λόγους

$$\frac{F}{F'} = \frac{vf}{v'f} = \frac{ve}{v'\epsilon} = \frac{\gamma}{\gamma'} \text{ δηλ. } \frac{F}{F'} = \frac{\gamma}{\gamma'} \text{ οἷοι:}$$

αἱ ἐπιταχύνσεις, τὰς δροίας δύο (ἢ καὶ περισσότεραι) δυνάμεις προσδίδουσιν εἰς τὸ αὐτὸν σῶμα, εἰναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς δυνάμεις ταύτας.

Η ἀναλογία δύναται νὰ γραψῃ καὶ ὡς ἔξης:

$$(1) \text{ ποι } \frac{F}{\gamma} = \frac{F'}{\gamma'} = m$$

δηλ. δ λόγος τῆς ἐνεργούσης δυνάμεως πρὸς τὴν προσδιδομένην ἐπιτάχυνσιν είναι ἀριθμὸς σταθερὸς διὰ τὸ αὐτὸν σῶμα, παριστᾶ δὲ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.

$$F = \frac{m}{\gamma} \text{ ἔχομεν } (2) \quad F = gm$$

Ἔτοι η δύναμις ἐκφράζεται ὡς γινόμενον μάζης ἐπὶ ἐπιτάχυνσιν

Ἐκ τῆς σχέσεως (2) βλέπομεν ὅτι δύο σώματα ίσης μάζης ὑπὸ τὴν ἐπιδρασιν ἵσων δυνάμεων λαμβάνουν ἴσην ἐπιτάχυνσιν.

57. Ἀναλογία τῶν βαρῶν πρὸς τὰς μάζας. Ὡνομάσα-
μεν βάρος ἐνὸς σώματος τὴν δύναμιν, ἡ ὅποια ἐνεργεῖ ἐπὶ αὐτοῦ
συνεπείᾳ τῆς γηῖνης βαρύτητος (βλ. § 16). Θὰ ἰδωμεν βραδύτερον
ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος εἶναι ἡ αὐτὴ δι’ ὅλα τὰ σώματα,
παρισταται δὲ διὰ g. Ἐπομένως τὰ βάρη δύο σωμάτων, τῶν ὅποιων
αἱ μᾶζαι εἰναι πι καὶ πι', θὰ εἶναι συμφώνως πρὸς ὅταν εἴπομεν
εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον, ἵσω πρὸς τὸ γινόμενον τῶν
μαζῶν των ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος ἥτοι:

$$B = mg$$

$$B' = m'g$$

"Αν λάθωμεν τοὺς λόγους ἔχομεν

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

δηλ. Τὰ βάρη τῶν σωμάτων εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς μάζας
αὐτῶν.

Δύο σώματα ίσου βάρους ἔχουν καὶ ίσην μᾶζαν. Μᾶξα διμως
καὶ βάρος δὲν εἶναι τὰ αὐτὰ ποσά. Ἡ μᾶξα σώματός τινος παρι-
στᾶ τὸ ποσὸν τῆς βλῆτης, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ σῶμα, ἐνῷ τὸ βά-
ρος, ίσον πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μάζης ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς
βαρύτητος, παριστᾶ τὴν δύναμιν, μὲ τὴν ὅποιαν ἡ βλήτη αὐτῇ ἔλ-
κεται ὑπὸ τῆς γῆς.

28. Μονάς μάζης καὶ μονάς βάρους. Ὡς μονάς μάζης
ἐλήφθη ἡ μᾶξα ἐνὸς κυδικοῦ ἑκατοστομέτρου 五百τος ἀπεσταγμέ-
νου 4° θερμοκρασίας καὶ ἐκλήθη μᾶξα ἐνὸς γραμμαρίου.

Ως μονάς βάρους δὲ ἐλήφθη ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὅποιαν ἡ γῆ
ἔλκει τὴν μᾶξαν ἐνὸς γραμμαρίου καὶ ἐκλήθη βάρος ἐνὸς γραμ-
μαρίου, ἡ καὶ ἀπλῶς γραμμάριον, καὶ σημειοῦται διὰ τοῦ gr.
(gramme). Πολλαπλάσια τοῦ γραμμαρίου εἶναι τὸ χιλιόγραμμον
1Kg=1000 gr. καὶ ὁ τόνος βάρους 1 ton=1000kg. Ὑποπολλα-
πλάσια δὲ εἶναι τὸ δέκατον τοῦ γραμμαρίου 1dgr.=0,1gr. τὸ
ἕκατοστὸν τοῦ γραμμαρίου 1mgr.=0,01gr. καὶ τὸ χιλιοστὸν
1mggr.=0,001gr.

59. Μονάς δυνάμεως. Ἐκ τῆς σχέσεως $F = mg$ δρίζεται
ἡ μονάς τῆς δυνάμεως ὡς ἡ δύναμις, ἡ ὅποια ἐνεργοῦσα ἐπὶ μά-
ζης ἐνὸς γραμμαρίου προσδίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν ίσην πρὸς ἐν-
έκατοστόμετρον κατὰ δευτερόλεπτον καὶ καλεῖται δύνη. Ἡ δύνη
εἶναι τὸ 1/980 περίπου τοῦ βάρους ἐνὸς γραμμαρίου.

60. Πυκνότης. Ο λόγος της Μάζης M σώματός τυνος διά του δύκου αύτοῦ καλείται πυκνότης του σώματος, δηλ.

$$(1) \quad d = \frac{M}{\Omega}$$

Αν θέσωμεν $\Omega=1$ έχομεν $d=M$, δηλ. ή πυκνότης έκφραζεται διά του αύτοῦ άριθμου, διά του δποίου καὶ ή μάζα της μονάδος του δύκου (1 cm^3). Η σχέσις 1 γράφεται ως έξης:

$$M=\Omega d$$

Ήτοι. ή μάζα i σοῦται μὲ τὸ γινόμενον τοῦ δύκου ἐπὶ τὴν πυκνότητα.

Η πυκνότης είναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα, δηλ. τὸ ποσὸν τῆς οὐλῆς, τὸ δποῖον περιέχεται εἰς 1 cm^3 , έξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως του σώματος.

Ως μονάς πυκνότητος ἐλήφθη ή πυκνότης του ἀπεσταγμένου θύρατος θερμοκρασίας 4° .

Αφεντ $d=1$ διά τὸ θύραρ θά είναι $M=\Omega$, ως φαίνεται ἐκ τῆς σχέσεως; 1, ητοι ή μάζα καὶ δύκος του θύρατος έκφραζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ. Επομένως δυνάμεθα εἰς τὴν σχέσιν (1) νὰ θέσωμεν ἀντὶ του δύκου Ω του σώματος, τὴν μάζαν i σου δύκου θύρατος.

$$d = \frac{M}{\mu}$$

ή, ἀν ἀντὶ του λόγου τῶν μαζῶν λάθεωμεν τὸν λόγον τῶν βαρῶν,

$$d = \frac{B}{\beta}$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης προκύπτει ὁ έξης νέος ὄρισμὸς τῆς πυκνότητος:

Πυκνότης είναι ὁ λόγος τοῦ βάρους του σώματος πρὸς τὸ βάρος i σου δύκου θύρατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας 4° .

Αγτὶ του θρου πυνότητος γίνεται θμοίως χρήσις καὶ τοῦ θρου εἰδικὸν βάρος.

Βραδύτερον θά γνωρίσωμεν τὰς μεθόδους προσδιορισμοῦ τῆς πυκνότητος τῶν σωμάτων.

61. Κίνησις τῶν σωμάτων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος. — Μετὰ τὴν μελέτην τῶν θεμελιωδῶν ἀρχῶν τῆς Δυναμικῆς προχωροῦμεν εἰς τὴν έξέτασιν τῶν κινήσεων τῶν σωμάτων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος, δηλ. εἰς τὴν μελέτην τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.

Ἡ δύναμις, ή δποία προκαλεῖ τὴν πτῶσιν, γνωρίζομεν διὰ λέ-

γεται βάρος του σώματος. Ἡ διεύθυνσις του βάρους δίδεται ἀπὸ τὴν διεύθυνσιν του γήματος τῆς στάθμης, καὶ λέγεται, ὡς γνωρίζομεν ἦδη, κατακόρυφος. Ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφην λέγεται δριζόντιον ἐπίπεδον.

Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ πέσουν συγχρόνως διάφορα σώματα, π.χ. λίθον καὶ τεμάχιον χάρτου ἀπὸ τὸ αὐτὸν ὄψος, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν φθάνουν ὅλα συγχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος.

Τοῦτο θὰ ἐσήμαινεν ὅτι δὲν πέπιπτουν δλα τὰ σώματα ἐξ ἵσου ταχέως. Ἀν δημιώς ἐκτελέσωμεν τὸ πείραμα εἰς χῶρον, ἀπὸ τοῦ δποίου ἀφηρέθη ὁ ἄντρος, παρατηροῦμεν τούναντίον ὅτι δλα πέπιπτουν ἐξ ἵσου ταχέως καὶ φθάνουν συγχρόνως εἰς τὸ ἔδαφος. Εἰς τὸν ἀέρα δὲν πέπιπτουν δλα συγχρόνως ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως, τὴν δποίαν ὁ ἄντρος προσβάλλει εἰς τὰ πέπιπτοντα σώματα καὶ ἡ δποία ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μορφῆς του σώματος.

62. Σωλὴν τοῦ Νεύτωνος. Τὸ πείραμα τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων εἰς τὸ κενὸν ἐκτελεῖται τῇ βοηθείᾳ του σωλήνος του Νεύτωνος. Ο σωλὴν αύτος εἶναι ὑάλινος, μήκους 2 μέτρων περίπου, κλεισμένος ἐκατέρωθεν ἀεροστεγῶς καὶ φέρων στρόφιγγα, διὰ τῆς δποίας τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν ἀεραντλίαν.

Ἐντὸς αύτοῦ ὑπάρχουν πτίλον, τεμάχιον φελλοῦ καὶ σφαῖρα μολυbdίνη. Ἀν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα του σωλήνος καὶ ἀναστρέψωμεν αὐτὸν ἀποτόμως, εἰς τρόπον ὥστε τὰ σώματα νὰ εὑρεθοῦν εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον, παρατηροῦμεν ὅτι πέπιπτουν δλα συγχρόνως. ἐνῷ, ἐν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ πάλιν ὁ ἄντρος, πέπιπτει πρῶτον ἡ σφαῖρα, κατόπιν δ φελλός καὶ τελευταῖον τὸ πτίλον.

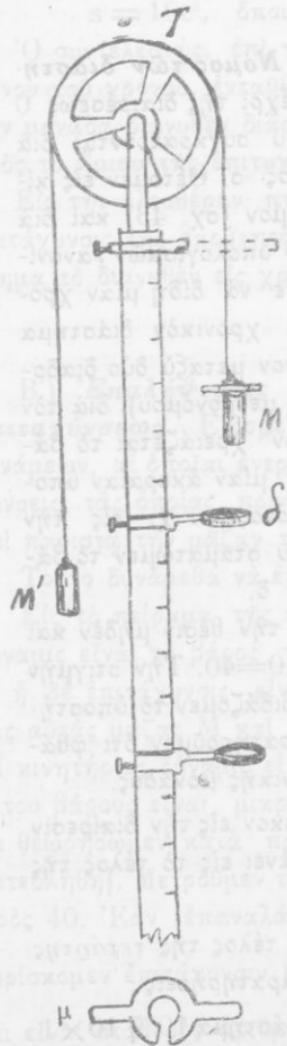
63. Κεκλιμένον ἐπίπεδον. Η πτῶσις τῶν σωμάτων γίνεται ταχύτατα, καὶ εἶναι ἀδύνατον νὰ παρακολουθήσωμεν αὐτὴν, ἐπως συμβαίνει εἰς τὴν φύσιν, καὶ νὰ μελετήσωμεν τοὺς νόμους της. Διὰ τοῦτο προσπαθοῦμεν νὰ ἐπιβραδύνωμεν αὐτὴν, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τοὺς νόμους κατὰ τοὺς δποίους γίνεται. Συσκευαί, διὰ τῶν δποίων ἐπιτυγχάνεται τοῦτο, εἶναι τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἡ μηχανὴ του Atwood καὶ ἄλλαι.

Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον (σχ. 41) εἶναι σανίς στηριζομένη εἰς τρόπον, ὥστε νὰ σχηματίζῃ γωνίαν μὲ τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, καὶ φέρουσα κῦλακα, εἰς τὴν δποίαν κυλίεται μικρὰ σφαῖρα. Ἡ δύναμις, ἡ δποία ἀναγκάζει τὴν σφαῖραν νὰ πέπιπτῃ, εἶναι ἡ κατὰ τὴν διεύθυνσιν του κεκλιμένου ἐπίπεδου συνιστῶσα του βάρους τῆς Δ'. Η ἄλλη συνιστῶσα Δ', κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον, ἐξοιδετεροῦται

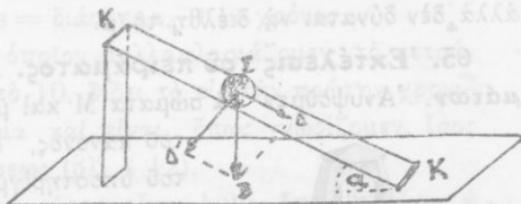
ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ (βλ. περὶ ἀγαλύσεως δυνάμεων § 30).

Ἐκ τοῦ σχήματος φαίγεται ὅτι ἡ συνιστῶσα Δ εἶναι μικροτέρα τοῦ βλου βάρους Β, γίνεται δὲ τόσον μικροτέρα, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ γωνία α.

Ἐπομένως καὶ ἡ κίγησις εἶναι τόσον βραδυτέρα, ὅσον μικρο-



Σχ. 42



Σχ. 41

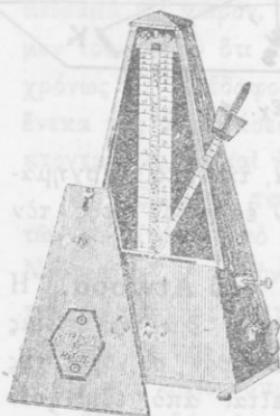
τέρα εἶναι ἡ γωνία, τὴν δποίαν σχηματίζει τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον πρὸς τὸν ὄριζοντα.

64. Μηχανὴ τοῦ Atwood. Ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood, διὰ τῆς δποίας μελετῶνται ἀκριβέστερον οἱ νόμοι τῆς πτώσεως, ἀποτελεῖται ἀπὸ εὐκίνητου τροχαλίαν Τ (σχ. 42) στρεπτὴν περὶ δριζόντιον ἀξονα. Διὰ τῆς αὐλακος αὐτῆς διέρχεται λεπιὸν νῆμα, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ δποίου κρέμανται δύο σώματα Μ καὶ Μ' ἵσης μᾶζης. Ἐπειδὴ τὸ βάρος τοῦ νήματος εἶναι πολὺ μικρὸν σχετικῶς πρὸς τὰ βάρη τῶν Μ καὶ Μ', τὸ σύστημα ἴσορροπετ δι^ο σίνδηποτε θέσιν τῶν μαζῶν Μ καὶ Μ'. Εὰν δμως αὐξηθῇ κατά τι ἡ μία μᾶζα, π.χ. ἡ Μ διὰ τῆς προσθήκης τοῦ μ, ἡ ἴσορροπία καταστρέφεται, τὰ Μ καὶ ν κινοῦνται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἀνυψώνουν τὸ Μ'. Ἡ κινητήριος δύναμις προσέρχεται μόνον ἐκ τοῦ βάρους τοῦ μ καὶ δι^ο αὐτῆς κινοῦνται αἱ μᾶζαι μ, Μ καὶ Μ' ἐπομένως ἡ κίνησις θὰ εἶναι πολὺ βραδυτέρα ἢ ἔὰν τὸ μ ἐκινεῖτο ἐλευθέρως, δπότε ἡ αὐτὴ δύναμις θὰ παρέ-

συρε μικροτέραν μάζαν, (βλ. § 56 σχέσιν δυνάμεως, μάζης και έπιταχύνσεως).

Κάτωθεν τῆς τροχαλίας υπάρχει κατακόρυφος κανὼν φέρων υποδιαιρέσεις κατ' ίσας ἀποστάσεις. Ἐπ' αὐτοῦ δύναται νὰ στηριχθῇ εἰς διαφόρους θέσεις ὁ δίσκος δ, δ ὁποῖος σταματᾷ τὸ πίπτον βάρος, καὶ ὁ διακύλιος δ, διὰ τοῦ δποίου διέρχεται μὲν τὸ M, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ τὸ μ.

65. Ἐκτέλεσις τοῦ πειράματος. Α' Νόμος τῶν διαστημάτων. Ανυψοῦμεν τὰ σώματα M καὶ μ μέχρι τῆς διαιρέσεως O τοῦ κανόνος, δπου συγκρατοῦνται διὰ τοῦ ὑποστηρίγματος σ. Θέτομεν εἰς κίνησιν ἔνα μετρονόμον (σχ. 43) καὶ διὰ τὴν εὐκολίαν τῶν ὑπολογισμῶν κανονίζομεν αὐτόν, ὥστε νὰ δίδῃ μίαν χρονικὴν μονάδα (τὸ χρονικὸν διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν κτύπων τοῦ μετρονόμου) διὰ τὸν χρόνον, τὸν δποίον χρειάζεται τὸ βάρος ἵνα φθάσῃ εἰς μίαν ἀκεραίαν ὑποδιαιρέσιν τοῦ κανόνος, π. χ. εἰς τὴν διαιρέσιν 10, δπου σταματῶμεν τὸ βάρος διὰ τοῦ δίσκου δ.



Σχ. 43

Ἄκολούθως ἐπικαθφέρομεν τὸ βάρος εἰς τὴν θέσιν μηδὲν καὶ στερεοῦμεν τὸν δίσκον εἰς τὴν διαιρέσιν $4 \times 10 = 40$. Τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν δποίαν κτυπᾷ ὁ μετρονόμος, καταβιβάζομεν τὸ ὑποστήριγμα σ καὶ ἀφήνομεν τὸ βάρος νὰ πέσῃ. Παρατηροῦμεν δτι φθάνει τὸν δίσκον εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας χρονικῆς μονάδος.

Αν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα μὲ τὸν δίσκον εἰς τὴν διαιρέσιν $9 \times 10 = 90$, παρατηροῦμεν δτι τὸ βάρος φθάνει εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης χρονικῆς μονάδος.

Εἰς τὴν θέσιν $16 \times 10 = 160$ φθάνει εἰς τὸ τέλος τῆς τετάρτης χρονικῆς μονάδος. Δηλαδὴ ἔχομεν τὰς ἔξι γε παρατηρήσεις:

Εἰς 1 χρονικὴν μονάδα διαιρύει τὸ κινητὸν διάστημα 10 ἢ 10×1
» 2 χρονικάς μονάδας » » 10×4 » 10×2^2
» 3 » » » » 10×9 » 10×3^2
» 4 » » » » 10×16 » 10×4^2

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου παρατηροῦμεν δτι τὰ διανυθέντα διαστήματα

δὲν είναι απλῶς ξανάλογα τοῦ χρόνου, καθ' ὃν διηγούθησαν, ἐπως εἰς τὴν εὐθύγραμμον καὶ διμαλήγ κίνησιν (βλ. § 11), ἀλλ' ἀράλογα πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου. Ἐπομένως γὰρ κίνησις γῆ προκαλούμενη ὑπὸ τῆς βαρύτητος, δηλ. γὰρ πτῶσις, δὲν είναι διμαλήγ. Αἱ σχέσεις τοῦ ἀνωτέρῳ πίνακος δύνανται νὰ παρασταθοῦν γενικῶς ὡς ἔξης:

$$s = 10t^2, \text{ ὅπου } s = \text{διάστημα}, t = \text{χρόνος}.$$

Ο συντελεστής, ἐπὶ τὸν δόποιον πολλαπλασιάζομεν τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου, ἐνταῦθα τὸ 10, δίδει τὸ εἰς τὴν πρώτην χρονικὴν μονάδα διανυθὲν διάστημα καὶ είναι, ἐπως γγωρίζομεν, λίσση πρὸς τὸ γῆμισυ τῆς ἐπιτυχύνσεως (βλ. § 12).

Εἰς τὴν ἐλευθέραν πτῶσιν σύτος είναι $1/2g$, ὅπου g είναι γῆ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος. Ἀρα ὁ τύπος, ὁ δόποιος δίδει τὸ διάστημα τὸ διανυθὲν εἰς χρόνον τὸ ὑπὸ σώματος πίπτοντος θὰ είναι:

$$s = \frac{1}{2} gt^2.$$

Β') Ἐπαλήθευσις τῶν οχέσεων μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἐπιτάχυνσεως. Εἶδομεν προηγουμένως (§ 56) ὅτι ὁ λόγος τῶν δυνάμεων, αἱ δόποιαι ἐνεργοῦν ἐπὶ τινος σώματος, πρὸς τὰς ἐπιτάχυνσεις, τὰς δόποιας προσδίδουν εἰς αὐτό, είναι σταθερὸς ἀριθμὸς καὶ παριστὰ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.

Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν διὰ τῆς μηχανῆς Atwood.

Εἰς τὸ πείραμα τῆς προηγουμένης παραγγάφου γῆ κινητήριας δύναμις είναι τὸ βάρος τοῦ σώματος μ , τὸ δόποιον ἀς καλέσωμεν β , γὰρ δὲ ἐπιτάχυνσις είναι 20. Ἐκτελοῦμεν τὸ αὐτὸ πείραμα μὲ τὰς αὐτὰς μάζας M καὶ M' , ἀλλὰ μὲ διπλάσιον πρόσθετον βάρος. Ἡ κινητήριος δύναμις είναι τώρα 2β. [Ἐπειδὴ γὰρ μάζα τοῦ προσθέτου βάρους είναι μικρὰ σχετικῶς πρὸς τὰς M καὶ M' δυνάμεθα γὰρ θεωρήσωμεν καὶ προσέγγισιν ὅτι γῆ δηλητικοῦ μάζα δὲν μετεβλήθῃ]. Μετροῦμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν καὶ εὑρίσκομεν αὐτὴν ἵσην πρὸς 40. Εάν ἐπαναλάσσωμεν δύμοις τὸ πείραμα μὲ βάρος 3β, εὑρίσκομεν ἐπιτάχυνσιν 60. Οἱ λόγοι $\frac{\beta}{20} = \frac{2\beta}{40} = \frac{3\beta}{60}$ βλέπομεν ἔτι είναι σταθερὸς ἀριθμός.

Γ') *Νόμος τῶν ταχυτήτων.* Τοποθετοῦμεν τὸν δακτύλιον δὲ εἰς τὴν διαιρέσιν 10. Ὁταν τὸ πῖπτον σώμα μετὰ μίαν χρονικὴν μονάδα φθάσῃ εἰς τὸν δακτύλιον, ἀφήγει τὸ πρόσθετον βάρος μ καὶ ἔχοντος θεωρήσωμεν:

Αφοῦ ἔπαυσε νὰ ἐπιδρᾷ ἡ δύναμις, ἢ ὅποια προύκάλεσε τὴν πτῶσιν (τὸ βάρος τοῦ μ), ἡ κίνησις θὰ ἔξαπολευθῇ πλέον ισοταχῶς, κατὰ τὸ ἀξιωμα τῆς ἀδρανείας (βλ. § 54). Ἡ δὲ ταχύτης τῆς κινήσεως εἶναι ἔκείνη τὴν ὅποιαν εἶχε τὸ κινητὸν τὴν στιγμήν, καθ' ἥν ἔπαυσεν ἐνεργοῦσα ἡ δύναμις. Διὰ γὰρ εὑρωμεν ταύτη / ἔργαζόμεθα ώς ἔξης :

Τοποθετοῦμεν τὸν δίσκον δοκιμαστικῶς εἰς τοιαύτην θέσιν, ώστε τὸ σῶμα Μ νὰ φθάσῃ αὐτὸν εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας χρονικῆς μονάδος. Ἐστω δὲ τοῦτο ἐπιτυγχάνεται εἰς τὴν διαίρεσιν 30. Τότε τὸ κινητὸν εἰς μίαν χρονικὴν μονάδην διήνυσε τὸ διάστημα $20=30-10$. Ἀρα εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης χρονικῆς μονάδος, διήρχετο διὰ τοῦ δακτυλίου, εἶχεν ἀποκτήσει ταχύτητα 20 διαιρέσεις τῆς αλίμανος κατὰ μίαν χρονικὴν μονάδα.

Διὰ γὰρ εὑρωμεν τὴν ταχύτητα, τὴν ὅποιαν θὰ ἔχῃ ἀποκτήσει εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας χρονικῆς μονάδος, τοποθετοῦμεν τὸν δακτύλιον εἰς τὴν διαίρεσιν 40, διο πγωρίζομεν ἐκ τοῦ προηγουμένου πειράματος δὲ τὸ βάρος εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας χρονικῆς μονάδος. Ἐκεῖθεν κινεῖται πλέον ἡ μᾶζα Μ ἀγεν προσθέτου βάρους ισοταχῶς, παρατηροῦμεν δὲ δὲ τοῦ εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης χρονικῆς μονάδος συγκαντῷ τὸν δίσκον, ἀν θέσωμεν αὐτὸν εἰς τὴν θέσιν 80. Ἀρα κατὰ τὴν τρίτην χρονικὴν μονάδα διήνυσε τὸ διάστημα $40=80-40$ ἐπομένως εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας χρονικῆς μονάδος εἶχεν ἀποκτήσει ταχύτητα 40.

"Αν τοποθετήσωμεν τὸν μὲν δακτύλιον εἰς τὴν διαίρεσιν 90, διο πγωρίζεται τὸ κινητὸν εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης χρονικῆς μονάδος, τὸν δὲ δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 150, παροτηροῦμεν δὲ τὸ διάστημα $150-90=60$ δικανύεται εἰς μίαν χρονικὴν μονάδα. Ἀρα ἡ ταχύτης εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης χρονικῆς μονάδος εἶναι 60. Συνοψίζομεν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

Εἰς τὸ τέλος τῆς 1 χρονικῆς μονάδος ἡ ταχύτης τοῦ κιν. εἶναι 20									
»	»	»	2	»	»	»	»	»	$40=20 \times 2$
»	»	»	3	»	»	»	»	»	$60=20 \times 3$

ἥτοι ἡ ταχύτης, τὴν ὅποιαν ἀποκτᾷ σῶμά τι κινούμενον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος, εἶναι ἀνάλογος τοῦ χρόνου, κατὰ τὸν ὅποιον διήρχεται ἡ κίνησις.

Δίδεται έπομένως υπὸ τῆς σχέσεως ν — γt, όπου ν ἡ ταχύτης, τὸ χρόνος καὶ γ ἡ ἐπιτάχυνσις.

“Ωστε ἡ πτώσις εἶναι κίνησις διμαλῶς ἐπιταχυνομένη. Ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς πτώσεως εἶναι ἡ κύτη διὸ δλα τὰ σώματα, ὡς εἰδούμεν καὶ εἰς τὸ πείραμα τοῦ σωλήνος τοῦ Νεύτωνος. Εἰς τὸ πείραμά μας εὑρέθη ἡ ἐπιτάχυνσις ἵση πρὸς 20 διαιρέσεις τῆς αλίμανος κατὰ μίαν χρονικὴν μονάδα.

Εἰς τὴν ἐλευθέραν πτώσιν ἡ ἐπιτάχυνσις σημειοῦται διὰ g καὶ εἶναι περίπου $9,80 \frac{m}{sec^2}$ δηλ. παντὸς σώματος πίπτοντος ἐλευθέρως αὐξάνεται ἀνὰ πᾶν δευτερόλεπτον ἡ ταχύτης κατὰ 9,80 μέτρα.

“Ἡ ἐπιτάχυνσις εἰς τὴν ἐλευθέραν πτώσιν μετρεῖται διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς, τὸ δποῖον θὰ γνωρίσωμεν βραδύτερον. Αἱ μετρήσεις εἰς διαφόρους τόπους ἔδειξαν ὅτι τὸ g δὲν εἶναι σταθερόν, ἀλλὰ παρουσιάζει μικρὰς διαφορὰς ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Εἰδικώτερον τὸ g αὐξάνει ἐκ τοῦ ισημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Εἰς τὰς περὶ τὸν ισημερινὸν χώρας ἡ τιμὴ αὐτοῦ εἶναι περίπου 9,78 εἰς δὲ τὰς περὶ τὸν πόλον 9,83. Ἡ γειτνίασις δρέων ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς τιμῆς τοῦ g. Τοὺς λόγους τῶν μεταβολῶν τούτων θὰ γνωρίσωμεν βραδύτερον εἰς τὸ περὶ παγκοσμίου ἐλξεως κεφάλαιον.

66. Κίνησις σώματος ἔχοντος ἀρχικὴν ταχύτητα. Ἔως τώρα ἔξητάσαμεν τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων τὰ δποῖα ἀφήνονται ἐλευθέρα νὰ πέσουν χωρὶς ἀρχικὴν ταχύτητα. Τώρα θὰ προχωρήσωμεν εἰς τὴν ἔξετασιν κινήσεων, αἱ δποῖαι γίνονται υπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος καὶ ἀρχικῆς ταχύτητος.

67. Τὸ σῶμα ἔχει ἀρχικὴν ταχύτητα ν, διευθυνομένην πρὸς τὰ κάτω. Δηλ. ἀντὶ νὰ ἀφήσωμεν ἀπλῶς τὸ σῶμα νὰ πέσῃ, ὁπότε θὰ ἀποκτήσῃ ταχύτητα υπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος, δίδομεν εἰς αὐτὸν ἀρχικὴν ὥθησιν εὕτως, ὡστε, τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν δποῖαν ἀρχίζομεν νὰ παρατηροῦμεν τὴν κίνησιν (χρόνος t=0), ἔχει ἡδη ἀρχικὴν ταχύτητα πρὸς τὸ κάτω ἵση πρὸς ν. Μετὰ πάροδον ἐνὸς δευτερολέπτου θὰ ἔχῃ ἀποκτήσει ἐκ τῆς βαρύτητος ταχύτητα g, δηλ. εἶναι:

$$\text{εἰς } t = 0 \quad v = v_0$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Μετά } 1 \text{ δλ. ή } 3\text{λη \tauαχύτης τοῦ κιν. εἶναι } v_1 = v_0 + g \\
 & \gg 2 \gg \gg \gg \gg \gg v_2 = v_0 + 2g \\
 & \gg 3 \gg \gg \gg \gg \gg v_3 = v_0 + 3g \\
 & \text{καὶ γενικῶς μετὰ } t \text{ δλ. } \gg \gg v_t = v_0 + gt
 \end{aligned}$$

ἔνψ, ἂν ἔπιπτε χωρὶς ἀρχικὴν ταχύτητα μετὰ χρόνον t θὰ εἰχε ταχύτητα μόνον gt . Εἰς τὴν περίπτωσιν ταχύτην ή ἐξίσωσις ή διποία δίδει τὸ διανυθὲν διάστημα εἶναι:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \quad (1)$$

Ἐνθα v_0 εἶναι ή ἀρχικὴ ταχύτης.

Παραδειγμα: Σῶμα ρίπτεται ἀπὸ ὄψους 25 μέτρων μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα 2 μέτρων κατά δευτερόλεπτον. Μετὰ πόσον χρόνον θὰ φθάσῃ τὸ ἔδαφος;

Δύομεν τὴν προηγουμένην ἐξίσωσιν ὡς πρὸς t καὶ ἔχομεν:

$$\begin{aligned}
 t &= -v_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2gx} \\
 &= -2 \pm \sqrt{4 + 2 \times 9,8 \times 25} \\
 &\qquad\qquad\qquad 9,8 = 2,14 \text{ δλ.}
 \end{aligned}$$

ἄν ἔπιπτε ἀγενὸς ἀρχικῆς ταχύτητος θὰ ἐχρειάζετο χρόνον:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{50}{9,8}} = 2,27 \text{ δλ.}$$

68. Τὸ σῶμα ἔχει ἀρχικὴν κατακόρυφον ταχύτητα πρὸς τὰ ἀνω. Ἐὰν ρίψωμεν σῶμά τι πρὸς τὰ ἀνω μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα v_0 ἐπὶ αὐτοῦ θὰ ἐπιδρᾷ καὶ ή βαρύτης, ή διποία τείνει νὰ κινήσῃ αὐτὸν ἀντιθέτως πρὸς τὰ κάτω. Ἀποτέλεσμα τῆς ἐνέργειας ταύτης τῆς βαρύτητος εἶναι ή ἐλάτιτωσις τῆς ταχύτητος v_0 εἰς ἔκκαστον δευτερόλεπτον κατὰ τὸ ποσὸν g . Ἐπομένως:

$$\begin{aligned}
 & \text{εἰς τὸ τέλος τοῦ 1 δευτερολέπτου θὰ } \chi\eta \text{ τὸ κιν. ταχ. } v_1 = v_0 - 1g \\
 & \gg \gg \gg 2 \gg \gg \gg v_2 = v_0 - 2g \\
 & \gg \gg \gg 3 \gg \gg \gg v_3 = v_0 - 3g \\
 & \gg \gg \gg t \gg \gg \gg v_t = v_0 - gt
 \end{aligned}$$

Ἡ κίνησις εἶναι ἐπομένως δμαλῶς ἐπιβραδυνομένη καὶ ή ἐπιδράδυνως ἵση πρὸς g . Ὁταν ή ἐκ τῆς βαρύτητος ἐπιβράδυνσις γίνηται μὲ τὴν ἀρχικὴν πρὸς τὰ ἀνω ταχύτητα, δταν δηλαδὴ $v_0 = gt$, τότε ή ταχύτης τοῦ κινητοῦ θὰ μηδενὶ σθῇ. Διὰ νὰ ἰδωμεν πότε θὰ γίνηται, λύομεν τὴν προηγουμένην σχέσιν ὡς πρὸς τὸν χρόνον καὶ ἔχομεν $t = \frac{v}{g}$ (1). Τὴν στιγμὴν ταύτην τὸ σῶμα θὰ

παύση πλέον νὰ ἀνέρχεται καὶ θὰ ἀρχίσῃ νὰ πίπτῃ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος. Τὸ ὄψος τὸ δόποιον ἔφθασε τὸ κινητόν, θηλ. τὸ διάστημα, τὸ δόποιον διήγνυσε, ίσοῦται μέ :

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

Παράδειγμα: Σῶμά τι ῥίπτεται πρὸς τὰ ἄνω μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα $50 \frac{\text{m}}{\text{seç}}$. Μετὰ πόσον χρόνον θὰ παύσῃ ἀνερχόμενον καὶ εἰς ποῖον ὄψος θὰ φθάσῃ;

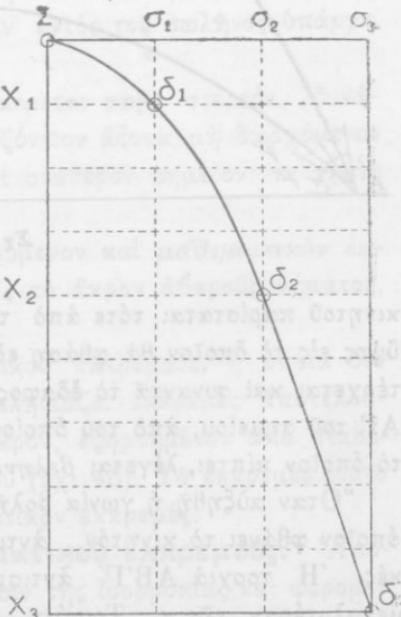
Ἐκ τῆς σχ. (1) εὑρίσκομεν πρῶτον τὸν χρόνον :

$$t = \frac{50}{9,80} = 5,1 \text{ δλ.}$$

Μετὰ 5,1 δλ. θὰ παύσῃ νὰ ἀνέρχεται καὶ θὰ ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται. Διὸ νὰ εὕρωμεν τὸ ὄψος, εἰς τὸ ὄποιον θὰ φθάσῃ, ἀντικαθιστῶμεν τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ τ εἰς τὴν ἔξ. (2) καὶ ἔχομεν :

$$s = 50 \times 5,1 - \frac{1}{2} \times 9,8 \times 5,1^2 = 127,6 \text{ m.}$$

69. Τὸ σῶμα ρίπτεται ὄριζοντίως μὲ ἀρχικὴν ταχύτητα. Τὴν τροχιὰν τοῦ κινητοῦ εὑρίσκομεν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εὐκόλως γραφικῶς ὡς ἔξης: Ύποθέτομεν δτὶ ἀρχικῶς τὸ κινητὸν (σχ. 44) εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν Σ καὶ τοῦ δίδεται μία ὄριζοντία ὥθησις. Ἐὰν X_1 ἔχινεται μόνον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ωθήσεως ταύτης, θὰ διέγραψεν ὄριζοντίαν τροχιὰν μὲ διμαλήν ταχύτητα. Δηλ. μετὰ 1 δλ. θὰ εὑρίσκετο π. χ. εἰς σ_1 , μετὰ 2 δλ. εἰς σ_2 , μετὰ 3 δλ. εἰς σ_3 κ. ο. κ. Τὰ διαστήματα $\Sigma\sigma_1$, $\sigma_1\sigma_2$, $\sigma_2\sigma_3$ κλπ. είναι ίσα πρὸς ἀλληλα. Συγχρόνως ὅμως ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ κινητοῦ καὶ ἡ βαρύτης. Ἐὰν ἐνήργει μόνη ἡ βαρύτης, τὸ κινη-

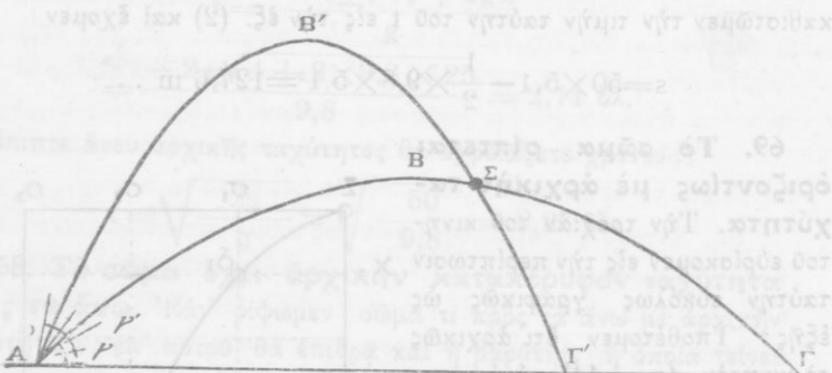


Σχ. 44.

τὸν θὰ ἔκινεῖτο κατακορύφως καὶ μετὰ 1 δλ. θὰ εὑρίσκετο π. χ., εἰς χ_1 , μετὰ 2 δλ. εἰς $\chi_2 = 4\chi_1$, μετὰ 3 δλ. εἰς $\chi_3 = 9\chi_1$ κ.ο.κ.

Ἐπειδὴ δμως ἐνεργεῖ συγχρόνως καὶ η ὁρίζοντία ὅθησις, τὸ κινητὸν εἰς τὸ τέλος τοῦ 1 δλ. θὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον δ₁, θὰ ἔχῃ διανύσει δηλ. ὁρίζοντίως μὲν διάστημα ἵσον πρὸς Σσ₁, ἀλλὰ καὶ κατακορύφως ἐπίσης τὸ διάστημα Σχ₁. Εἰς τὸ τέλος τοῦ 2δλ. θὰ ἔχει διανύσει κατακορύφως μὲν διάστημα ἵσον πρὸς 4 × Σχ₁, ὁρίζοντίως δὲ ἵσον πρὸς Σσ₁ πάλιν. Θὰ εὑρίσκεται ἐπομένως εἰς δ₂. Όμοιῶς σκεπτόμενοι εὑρίσκομεν δτι εἰς τὸ τέλος τοῦ 3 δευτερολέπτου θὰ εὑρίσκεται εἰς δ₃ κ.ο.κ.

70. Τὸ σῶμα ρίπτεται πλαγίως μὲν ἀρχικὴν ταχύτητα. Θὰ ἔξετάσωμεν τώρα τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν δποίαν τὸ σῶμα ρίπτεται πλαγίως μὲν ἀρχικὴν ταχύτητα V₀, κατὰ διεύθυνσιν σχηματίζουσαν γωνίαν γ μὲ τὸν δρίζοντα (σχ. 45). Η τροχιά τοῦ



Σχ. 45.

κινητοῦ παρίσταται τότε ἀπὸ τὴν καμπύλην ΑΒΓ. Τὸ μέγιστον ὄψος εἰς τὸ δποίον θὰ φθάσῃ εἶναι τὸ B. Ἐκεῖθεν ἀρχίζει νὰ κατέρχεται καὶ συναντᾶ τὸ ἔδαφος εἰς τὸ σημεῖον Γ. Η ἀπόστασις ΑΓ τοῦ σημείου, ἀπὸ τοῦ δποίου ἐρρίφθη μέχρι τοῦ σημείου εἰς τὸ δποίον πίπτει, λέγεται βεληνεκές.

Οταν αὐξηθῇ η γωνία βολῆς, αὐξάνεται καὶ τὸ ὄψος, εἰς τὸ δποίον φθάνει τὸ κινητόν, ἀντιθέτως δὲ ἐλαττοῦται τὸ βεληνεκές. Η τροχιά AB'Γ' ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν γωνίαν βολῆς γ' μεγαλυτέραν τῆς γ. Τοιαύτη εἶναι η κίνησις τῶν βλημάτων. Παρατηροῦμεν δτι τὸ σημεῖον Σ εἶναι δυνατὸν νὰ βληθῇ ὑπὸ δύο διαφόρους γωνίας. Η βολὴ ABI' ὑπὸ τὴν μικροτέραν γωνίαν λέ-

γεται ευθύφορος, ή δὲ ΑΒΓ' διπλή τὴν μεγάλυτέραν γωνίαν ἐπισκηνηπτικήν.

71. Ἐπίδρασις τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων. Ἡ τριβὴ τῶν κινουμένων σωμάτων μὲ τὸν ἀέρα προκαλεῖ ἀντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν. Διὰ τοῦτο αἱ τροχικαὶ εἰναι εἰς τὴν πραγματικότητα κατὰ τις διάφορος ἀπὸ τὰς ἀνωτέρω ἐκτεθείσας, αἱ δποῖαι διπετέθησαν διαγραφόμεναι εἰς τὸ κενόν.

Π. χ. εἰς σῶμα πεπτον ἐντὸς τοῦ ἀέρος η ταχύτης θὰ εἰναι μικροτέρα η ἀν η πτῶσις ἐγίνετο εἰς τὸ κενόν. Τὸ μέγιστον ὕψος, εἰς τὸ δποῖον θὰ φθάσῃ σῶμα διπτόμενον πρὸς τὰ ἄνω, θὰ εἰναι μικρότερον τοῦ ὑπολογίζομένου. Ἐπίσης τὸ βεληνεκὲς τῶν βλημάτων καὶ τὸ ὕψος, εἰς τὸ δποῖον φθάνουν, εἰναι μικρότερα καὶ ἐν γένει η τροχιὰ διάφορος παρὰ εἰς τὸν κενόν.

Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἰς τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων ἔξαρταί πολὺ ἀπὸ τὸ σχῆμα αὐτῶν. Ὅταν ἔχουν πολὺ μεγάλην ἐπιφάνειαν σχετικῶς πρὸς τὸ βάρος των (π. χ. πτίλα, τρίχες). διπίστανται πολὺ μεγάλην ἀντίστασιν καὶ η κίνησίς των εἰναι βραδυτάτη. Ἐνεκα τούτου εἰς τὸ πείραμα τοῦ σωλήνος τοῦ Νεύτωνος τὸ πτίλον πίπτει τελευταῖον δταν ἐντὸς τοῦ σωλήνος ὑπάρχη ἀήρ.

72. Ἐκκρεμές. Ἐκκρεμές καλεῖται σῶμα στερεόν, δυνάμενον γὰ στραφῆ περὶ σταθερὸν δρίζόντιον ἀξανα, μὴ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου βάρους του, η περὶ σταθερὸν σημεῖον· π. χ. τὸ σῶμα τοῦ σχ. 20 εἰναι ἐκκρεμές.

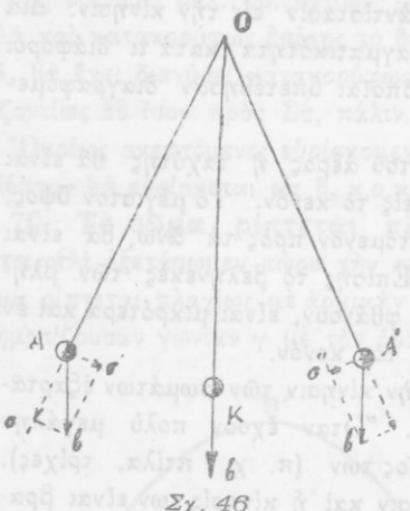
Τὸ ἀπλούστατον ἐκκρεμές, καλούμενον καὶ μαθηματικὸν ἐκκρεμές, θὰ ητο ὑλικὸν σημεῖον εἰς τὸ ἄκρον ἀδικροῦς νήματος, ἐξηρτημένου ἀπὸ σταθεροῦ σημείου.

Πρὸς τὴν μορφὴν τοῦ μαθηματικοῦ ἐκκρεμοῦς, η δποία δὲν εἰναι δυνατὸν γὰ πραγματοποιηθῆ, πλησιάζει ἐκκρεμές ἀποτελούμενον ἀπὸ βρχὸν σφαιριδίου πολὺ μικρόν, ἐξηρτημένον δπὸ σταθερὸν σημεῖον διὰ νήματος λεπτοτάτου (σχ. 46). Τὸ ἐκκρεμές τοῦτο θὰ δυναμάζωμεν εἰς τὸ ἔζης μαθηματικὸν ἐκκρεμές.

73. Αἰωρήσεις τοῦ μαθηματικοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἀπομακρύνομεν τὸ ἐκκρεμές ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς Ισορροπίας καὶ φέρομεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν ΟΑ (σχ. 46). Εἰς τὴν θέσιν ταύτην δὲν εἰναι δυνατὸν γὰ Ισορροπήσῃ, διότι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σφαιριδίου εὑρίσκεται ὑψηλότερον ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς Ισορροπίας καὶ, καθὼς

γνωρίζομεν (§ 36), τὸ κέντρον βάρους τείγει πάντοτε γὰ κατέρχεται.

Τὴν δύναμιν, ἡ ὅποια ἀναγκάζει τὸ ἐκκρεμὲς γὰ κινηθῆ, εὑρίσκομεν ὡς ἔξης :



Σχ. 46

Αναλύομεν τὸ βάρος ἢ τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο δυνάμεις, μίαν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος σ., καὶ ἄλλην κάθετον ἐπ' αὐτήν, τὴν σ'. Ἐκ τούτων ἡ μὲν σ' ἔξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ νήματος· ἡ δὲ σ' μετακινεῖ τὸ ἐκκρεμὲς κατὰ τὴν διεύθυνσίν της μέχρις ὅτου τὸ φέρη ἐις τὴν θέσιν OK, ὅπου θὰ ἐπρεπε γὰ λισσορροπήσῃ, διότι ἡ συνιστώσα σ' μηδενίζεται. Ἐνεκα τῆς κεκτημένης ταχύτητος ὅμως ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην τῆς λισσορροπίας καὶ φθάνει εἰς τὴν OA', συμμετρικὴν τῆς OA ως πρὸς τὴν εὐθείαν OK (δηλ. ἡ γωνία AOK εἶναι ἴση πρὸς τὴν γωνίαν A'OK). Εἰς τὴν θέσιν ταύτην πάλιν ἀναλύεται τὸ βάρος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος καὶ κατὰ τὴν κάθετον ἐπ' αὐτήν. Ἐκ τῆς συνιστώσης σ' προκαλεῖται κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς πρὸς τὴν θέσιν OK. Ὅταν ὅμως φθάσῃ εἰς αὐτήν, τὴν ὑπερβάντην εἰς πάλιν, ἔρχεται εἰς A, ἐκεῖθεν πάλιν εἰς A' κ. ο. κ.

Τὸ ἐκκρεμὲς λοιπὸν ἀπομακρυνθὲν ἐκ τῆς θέσεως τῆς λισσορροπίας ἔκτελεῖ περισσικὴν κίνησιν, τῆς ὅποιας τὸ πλάτος εἶναι ἡ γωνιακὴ ἀπόστασις τῶν δύο ἀκρων θέσεων AA'. Μία ἀπλῇ μετάβοσις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐκ τῆς θέσεως A εἰς τὴν A', ἡ καὶ ἀγτιθέτως λέγεται ἀπλῇ αἰώνησις. Πλήρης αἰώρησις λέγεναι ἡ μετάβοσις ἐκ τῆς A εἰς A' καὶ ἐκ νέου ἐπιστροφὴ εἰς A. Μία πλήρης αἰώρησις περιλαμβάνει δύο ἀπλᾶς.

Τὸ πλάτος τῶν διαδοχικῶν αἰωρήσεων δὲν μένει τὸ αὐτό, ἀλλὰ βαθμηδὸν ἐλαττοῦται, διότι ἔνεκα τῆς τριβῆς εἰς τὸ σημεῖον στηρίζεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος ἡ κεκτημένη ταχύτης τοῦ ἐκκρεμοῦς διαρκῶς ἐλαττοῦται καὶ τέλος μηδενίζεται καὶ τὸ

έκκρεμές σταματά εἰς τὴν θέσιν τῆς λοσσοροπίας. Ἡ αἱώρησις λέγεται: διὰ τοῦτο φθίνουσα.

Τὸ ἐπίπεδον, τὸ διερχόμενον διὰ τῶν δύο ἀκρων θέσεων, λέγεται ἐπίπεδον αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρεμοῦ.

74. Νόμος τοῦ ἔκκρεμοῦ. Αἱ αἰωρήσεις μικροῦ πλάτους εἶναι λούχοροι, δὲ χρόνος Τ μικρούς πλήρους αἰωρήσεως εἶναι:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{1}{g}}$$

ἔνθα Ι εἶναι τὸ μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦ, δηλ. ἡ ἀπόστασις τοῦ κέντρου βάρους τοῦ σφαιριδίου ἀπὸ τοῦ σημείου ἔξαρτήσεως, γ. ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος καὶ πέρι λόγος τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον. Ἐνεκα τῆς ἴδιότητός των ταύτης τὰ ἔκκρεμη χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ὠρολόγια. Τῇ βοηθείᾳ ἔκκρεμοῦ, τοῦ ὅποιου γνωρίζομεν τὸ μῆκος καὶ τὸν χρόνον αἰωρήσεως, δυγάμεθα ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως νὰ προσδιορίσωμεν τὸ g.

Ἐκ τοῦ τύπου τοῦ ἔκκρεμοῦ προκύπτουν τὰ ἔξι συμπεράσματα, τὰ διόπτα δεικνύονται δι' ἀπλῶν πειραμάτων.

νέα) Ὁ χρόνος αἰωρήσεως δὲν ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς ὕψης ή τοῦ βάρους τοῦ ἔκκρεμοῦ.

Πράγματι ἀν κατασκευάσωμεν ἔκκρεμη ἐκ διαφόρων σωμάτων, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ μήκους, εὑρίσκομεν δι' ὅλα τὸν αὐτὸν χρόνον αἰωρήσεως.

6) Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων ἔκκρεμῶν διαφόρων μηκῶν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῶν μηκῶν.

"Αν κατασκευάσωμεν τρία ἔκκρεμη ἔχοντα μήκη 4, 9 καὶ 16 (π.χ. 40,90 καὶ 150 cm) καὶ μετρήσωμεν τοὺς χρόνους αἰωρήσεως, εὑρίσκομεν ὅτι ἔχουν τὴν σχέσιν τῶν ἀριθμῶν 2, 3 καὶ 4, δηλ. ἐὰν τὸ πρώτον εἶναι 2 δλ., διὰ τὸ δεύτερον θὰ εἶναι 3 καὶ διὰ τὸ τρίτον 4 δλ. "Ητοι :

διὰ μήκη	χρόνος
4	2 δλ. = $\sqrt{\frac{4}{9}}$
9	3 » = $\sqrt{\frac{9}{16}}$
16	4 » = $\sqrt{\frac{16}{25}}$

ὕση) Ὁ χρόνος αἰωρήσεως εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ g.

Διὰ τοῦτο τὸ αὐτὸν ἔκκρεμές εἰς σημεῖα τῆς γητῶν ἐπιφανείας

ὅπου ἡ τιμὴ τοῦ γε εἶναι διάφορος, θὰ ἔχῃ διάφορον χρόνον αἰωνίσεως.

75. Σταθερότης τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως τοῦ ἐκ-
κρεμοῦς. Πείραμα τοῦ Foucault. Ἡ διεύθυνσις τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς παραμένει πάντοτε ἡ αὐτὴ καὶ ἀν-



Σχ. 47.

ἀκόμη τὸ σημεῖον στηρίζεως τοῦ ἐκκρεμοῦς στρέφεται. Τοῦτο δεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 47, ἡ δοποίᾳ διποτελεῖται ἐκ τοῦ δίσκου δ, φέροντος τόξου τ, ἐκ τοῦ δοποίου ἐξαρτᾶται ἐκκρεμές. Τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἀξογος α εἶναι δυνατὸν γὰρ προσαρμοσθῆναι συσκευὴ εἰς τὴν φυγοκεντρικὴν μηχανὴν (βλ. § 77) καὶ γὰρ τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν.

Θέτομεν τὸ ἐκκρεμὲς εἰς αἰώρησιν καὶ σημειοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως, ἔστω δὲ αὕτη ἡ AB. Ἐάν θέσωμεν ἡδη τὴν συσκευὴν εἰς περιστροφικὴν κίνησιν κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους, στρέφεται βεδαίως καὶ τὸ σημεῖον ἐξαρτήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς.

Ἐάν καὶ τὸ ἐπίπεδον αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐστρέφετο οὕτως καὶ διὰ τοῦ δίσκου, ἡ διεύθυνσις αὕτοῦ θὰ ἐδίδετο πάντοτε ὑπὸ τῆς εὐθείας AB. Δὲν συμβαίνει δμως τοῦτο, διότι μετά τινα χρόνου ἡ εὐθεία AB εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν 2, ἐνῷ τὸ ἐπίπεδον αἰωρήσεως διατηρεῖ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν 1.

Ἐάν συγκρίνωμεν τὴν γέαν θέσιν τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως ὡς πρὸς τὴν εὐθείαν AB πρὸς τὴν ἀρχικήν, βλέπομεν ὅτι τὸ ἐπίπεδον αἰωρήσεως φαίνεται στρεψόμενον μὲν φορὰν ἀντίθετον τοῦ δίσκου.

Ἡ διότης αὕτη τοῦ ἐκκρεμοῦς δύναται γὰρ χρησιμεύσῃ διὰ γὰρ διεχθῆ ἂν τὸ ὑπὸ τὴν σφαίραν τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔδαφος. Στρέφεται. Οὕτως ἔδειξεν δ Foucault τὴν περιστροφὴν τῆς Γῆς διὸ ἐκκρεμοῦς, τὸ δοποίου ἐξήρτησεν ἐκ τῆς δροφῆς τοῦ Πανθέου τῶν Παρισίων. Ἡ διεύθυνσις τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως ἐγράφετο ἐπὶ σωροῦ ἄκμου διὸ ἀκίδος προσηγρμοσμένης ἐπὶ τῆς σφαίρας τοῦ ἐκκρεμοῦς. Μετά τινα χρόνου παρετήρησεν δ Foucault ὅτι ἡ διεύθυνσις τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως εἶχε στραφῆ πρὸς Δυσμάς, διότε δεικνύει, οὕτως γνωρίζομεν, ὅτι πράγματι ἡ Γῆ ἐστράφη πρὸς Ἀνατολάς.

Τὰ ἐκχρεμῆ ἔκτὸς τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῶν εἰς τὰ ώρολόγια χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης καὶ εἰς τὰ ἐπιστημονικά ἔργα στήριξα καὶ κυρίως διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βιαρύτητος εἰς τιγκά τόπον.

76. Φυγόκεντρος δύναμις. Διὰ νὰ κινηθτεῖ σῶμα τι ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, πρέπει γὰρ ἐνεργῆ ἐπ' αὐτοῦ διαρκῶς κάποια δύναμις, διότι, ὡς γνωρίζομεν, ἀφ' ἣς στιγμῆς θὰ ἔπαινεν ἐνεργοῦσα ἡ κινητήριος δύναμις, ἢ κίνησις θὰ ἔγκολαύθηε: εὐθυγράμμως καὶ ὑμαλῶς συμφώνως πρὸς τὸ ἀξίωμα τῆς ἀδρανείας.

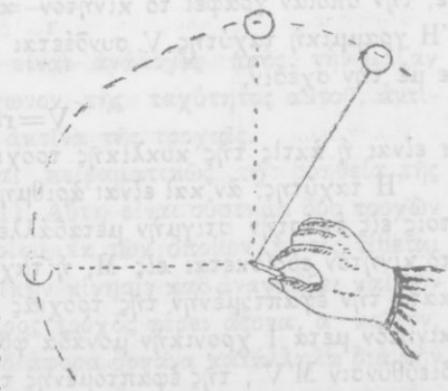
Ἡ δύναμις, ἢ ὅποια εἰς πᾶσαν στιγμὴν ἀναγκάζει τὸ κινητὸν νὰ παρεκκλίνῃ τῆς εὐ-

Σχ. 48.

θετικῆς τροχιᾶς, διευθύνεται κατὰ τὴν ἀκτίνα τῆς τροχιᾶς καὶ ἔχει φορὰν ἐκ τῆς περιφερείας πρὸς τὸ κέντρον, καλεῖται δὲ κεντρομόλος. "Οταν π. χ. τὸ κινητὸν εὑρίσκεται εἰς σ (σχ. 48), ἢ κεντρομόλος δύναμις διευθύνεται κατὰ τὴν σκ καὶ ἔχει τὴν φορὰν τοῦ βέλους. Εἰς σ' διευθύνεται κατὰ τὴν σ' κ."

Συμφώνως τώρα πρὸς τὸ ἀξίωμα τῆς δράσεως καὶ ἀντιδράσεως ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ κινητοῦ δύναμις ἵση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν κεντρομόλον καλούμένη φυγόκεντρος. Συγεπείρα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τὸ κινητὸν τείνει νὰ ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ τοῦ κέντρου καὶ νὰ παρεκκλίνῃ τῆς τροχιᾶς του.

Ἡ κεντρομόλος δύναμις δύναται διαφοροτρόπως γὰρ ἐξασκῆται, π. χ. εἰς σῶμα δεδεμένον διὰ νήματος καὶ περιστρεφόμενον διὰ τῆς χειρός μας (σχ. 49) ἢ κεντρομόλος δύναμις ἀσκεῖται ὑπὸ τῆς χειρός διὰ μέσου τοῦ νήματος. Ἡ υπερέει τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως καθίσταται ἐνταῦθα καταφνής ἐκ τῆς τάσεως τοῦ νήματος, εἰναὶ δὲ αἰσθητὴ καὶ ὡς ἔλξις ἐπὶ τῆς χειρός μας. Ἐὰν τὸ περιστρεφόμενον σῶμα εἰναι δύσκειον πλήρες ὕδατος καὶ ἡ περιστροφὴ γίνεται ἐν ἐπιπέδῳ κατακορύφῳ παρατηροῦμεν ὅτι καὶ δταν

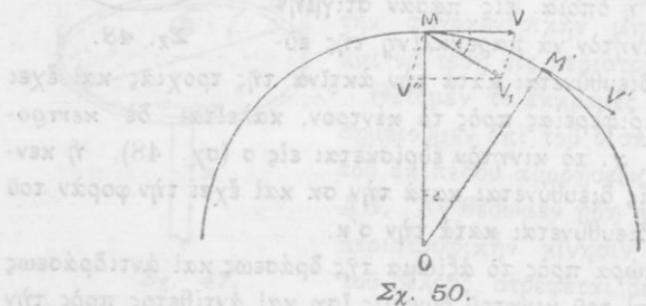


Σχ. 49.

τὸ δοχεῖον διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωτάτου σημείου τῆς τροχιᾶς, ὅπότε εἶναι ἀνεστραμμένον, τὸ ὅδωρ δὲν χύνεται, διότι τὸ βάρος του ἵσορ-ροπεῖται: ὅπο τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. "Οταν ὁ σιδηρόδρομος κινήται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, ή κεντρομόλος δύναμις παρέχεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τῆς σιδηροτροχιᾶς.

"Ἐάν παύσῃ ἐνεργοῦσα ή κεντρομόλος δύναμις, τὸ κινητὸν θὰ κινηθῇ πλέον εὐθυγράμμως καὶ διμαλῶς, ἐπομένως θὰ ἔκτιναχθῇ, κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιᾶς εἰς τὸ σημεῖον, ὅπου εὑρίσκετο ὅταν ἔπαισε ή ἐπίδρασις τῆς κεντρομόλου.

Διὰ γὰρ ὑπολογίσωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, πρέπει πρῶτον γὰρ μελετήσωμεν τὴν κυκλικὴν κίνησιν.



Σχ. 50.

§ 77. Κυκλικὴ κίνησις ὁμαλή. Υποθέσωμεν ὅτι ὅλικὸν σημεῖον Σ κινεῖται ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς (σχ. 50) μὲτα ταχύτητα σταθερὰν V. (δηλ. εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διαγύει τόξον μήκους v). Ὁνομάζομεν γωνιακὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ τὴν γωνίαν ε., τὴν δύοιαν γράφει τὸ κινητὸν κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. Ἡ γραμμικὴ ταχύτης V συνδέεται πρὸς τὴν γωνιακὴν ταχύτητα: ε μὲ τὴν σχέσιν,

$$V = r \epsilon \quad (1)$$

Γ εἶναι η ἀκτίς τῆς κυκλικῆς τροχιᾶς.

"Ἡ ταχύτης, ἀν καὶ εἶναι ἀριθμητικῶς πάντοτε η αὐτή, ἐν τούτοις εἰς ἑκάστην στιγμὴν μεταβάλλεται κατὰ διεύθυνσιν, π.χ. ἔτσι τὸ κινητὸν εὑρίσκεται εἰς M, η ταχύτης ἔχει τὴν διεύθυνσιν MV κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς τροχιᾶς εἰς τὸ σημεῖον M. "Οταν τὸ κινητὸν μετὰ 1 χρονικὴν μονάδα φθάσῃ εἰς M' η ταχύτης ἔχει τὴν διεύθυνσιν M'V, τῆς ἐφαπτομένης τῆς τροχιᾶς εἰς τὸ σημεῖον M'.

"Ἐκ τοῦ M καὶ παραλλήλως πρὸς τὴν M'V φέροιτε τὴν MV μὲ διχγώνιον αὐτὴν καὶ μίαν πλευρὰν τὴν MV γράφομεν παραλληλόγραμμον.

“Η άλλη πλευρά του παραλληλογράμμου MV” έχει περίπου τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος καὶ φοράν ἐκ τῆς περιφερέας πρὸς τὸ κέντρον. Καθ’ δοσον δὲ τὰ σημεῖα MM’ εὑρίσκονται πλησιέστερον, δοσον μικροτέρας διαφορᾶς χρόνου δηλ. θεωροῦμεν, τόσον περισσότερον πλησιάζει πρὸς τὴν ἀκτίνα ἡ διεύθυνσις τῆς MV”. “Ωστε γὰρ νέα ταχύτης τοῦ κινήτου ἐμφανίζεται ὡς συνισταμένη τῆς ἀρχικῆς καὶ μιᾶς δευτέρας ταχύτητος MV” = γ. Μετεδλήθη δηλ. εἰς μίαν χρονικὴν μονάδα γὰρ ταχύτης κατὰ τὸ τιμῆμα MV”, τὸ ὅποιον ἐπομένως παριστὰ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς κινήσεως. “Η ἐπιτάχυνσις εἰς τὴν πάροδον περίπτωσιν προκαλεῖ μεταβολὴν μόνον εἰς τὴν διεύθυνσιν τῆς ταχύτητος καὶ δχι καὶ εἰς τὴν ἀριθμητικὴν της τιμῆν.

“Η γωνία VMV, είνει ἵση μὲ τὴν ε (διότι αἱ πλευραὶ τῶν εἰναι κάθεται ἀνὰ δύο), ἀρά, ἂν λάθωμεν ἀντὶ τοῦ τόξου τὴν χορδὴν τοῦ καὶ θέσωμεν MV” = γ ἔχομεν γ = εV (2). “Αγετε εἰς τὴν σχέσιν ταύτην θέσωμεν τὴν τιμὴν τοῦ ε ἐκ τῆς σχ. (1) προκύπτει :

$$\gamma = \frac{V^2}{r}$$

78. Τιμὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. “Η ἐπιτάχυνσις αὗτη πρόέρχεται ἐκ τῆς κεντρομόλου δυνάμεως.

“Η κεντρομόλος δύναμις καὶ συνεπῶς καὶ γὰρ φυγόκεντρος ὡς ἵση πρὸς αὐτὴν ἔχει κατὰ τὰ γνωστὰ ἔντασιν ἵσην πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ κινούμενου ὀλικοῦ σημείου ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν γ, τὴν ὅποιαν προκαλεῖ, εἴναι δηλ. F = mg γ ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὸ γ διὰ τῆς τιμῆς, τὴν ὅποιαν εὔροιμεν εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

ἥτοι : “Η φυγόκεντρος δύναμις εἴναι ἀγάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ κινήτου καὶ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος αὐτοῦ, ἀντιστρόφως δὲ ἀγάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς τροχιᾶς.

Αἱ σχέσεις αὗται δεικνύονται πειραματικῶς τῇ βοηθείᾳ τῆς φυγοκεντρικῆς μηχανῆς (σχ. 51). Αὕτη εἴναι σύστημα δύο τροχῶν T καὶ τὸ συγεζευγμένων διὰ λωρίου, ἐκ τῶν ὅποιων ὁ εἰς τίθεται διὰ στροφάλου λ εἰς πειρατροφίκην κίνησιν καὶ ἀναγκάζει καὶ τὸν ἄλλον νὰ πειρατραφῇ. Ο δεύτερος τροχὸς φέρει ἀξονα κοιλον, εἰς τὸν ὅποιον προσαρμόζονται διάφορα ὅργανα κατάληλα διὰ τὴν κατάδειξιν τῶν νόμων τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.

79. Πειράματα ἐκτελούμενα διὰ τῆς φυγοκεντρικῆς μηχανῆς. α’) Διὰ νὰ δειχθῇ δτι γὰρ φυγόκεντρος δύναμις

είναι μεγαλυτέρα εἰς σώματα μεγαλυτέρας μάζης (ύπο τὴν αὐτὴν ταχύτητα καὶ ἀκτίνα τροχιᾶς) χρησιμοποιεῖται δὲ δίσκος τ (σχ. 52),

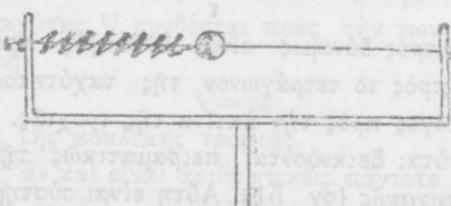


Σχ. 51. οὐτειδιότεροι πινακίδεις Σχ. 52.

δέ δοιος φέρει εἰς τὰ πέρατα μιᾶς διαμέτρου του δύο ὅπας. Ἐπ’ αὐτῶν τοποθετοῦνται δύο σφαῖραι ἀνίσου μάζης, π. χ. δύο ισομε- μεγέθεις ἐκ διαφόρου διλικοῦ ή δύο ἐκ τοῦ αὐτοῦ διλικοῦ, ἀλλὰ ἀνι- σομεγέθεις. Ἡ ταχύτης τῶν δύο σφαιρῶν είναι προφανῶς ή αὐτή, καθὼς καὶ η ἀκτὶς τῆς τροχιᾶς.

”Αν προσαρμόσωμεν τὸν δίσκον εἰς τὴν φυγόκεντρικὴν μηχα- νὴν καὶ περιστρέψωμεν, παρατηροῦμεν δτι ἔκφεύγει τῆς τροχιᾶς τῆς καὶ πίπτει πρῶτον ή σφαῖρα ή δοιά ἔχει τὴν μεγαλυτέραν μάζαν. ”Ἄρα αὕτη ὑφίσταται φυγόκεντρον δύναμιν ισχυρότεραν ἐκείνης τὴν ὅποιαν ὑφίσταται ή ἄλλη. Ἐάν περιστρέψωμεν ταχύ- τερον ὥστε νὰ αὔξηθῃ ή φυγόκεντρος δύναμις πίπτει καὶ η ἄλλη σφαῖρα.

β’) Διὰ νὰ δείξωμεν δτι η φυγόκεντρος δύναμις αὔξανεται: μετὰ τῆς ταχύτητος χρησιμοποιοῦμεν τὴν συσκευὴν τοῦ σχ. 53. Αὕτη



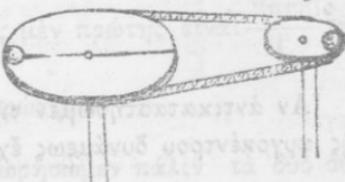
Σχ. 53:

ἀποτελεῖται: ἐξ δρθιογωγίου πλαισίου III, εἰς τὴν μίαν δριζοντίαν πλευρὰν τοῦ δοιού ως περὶ ἀξονα είναι τυλιγμένον ἐλατήριον δυναμομέτρου. Τὸ ἐν ἀκρον τοῦ ἐλατηρίου είγεται ἀκλογήτως στε- ρεωμένον εἰς τὸ πλαισίον, τὸ δὲ ἄλλο συγδέεται: μὲ σφαιραν δυνα-

μένην νὰ κινηθῇ κατά μῆκος του ἀξονος αὐτοῦ. Τὸ δλον σύστημα δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ κατακόρυφον ἀξονα. Ἐν θέσωμεν τὸ σύστημα εἰς περιστροφικὴν κίνησιν διὰ τῆς φυγόκεντρικῆς μηχανῆς, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σφαῖρα ὥθεται λόγῳ τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως πέραν τοῦ ἀξονος περιστροφῆς καὶ τείνει τὸ ἐλατήριον τοῦ δυναμομέτρου. Ἡ τάσις δέ, τὴν ὅποιαν μετροῦμεν εἰς τὸ δυναμόμετρον, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον ἡ περιστροφὴ εἶναι ταχυτέρα. γ') Διὰ τὴν κατάδειξιν του ὅτι ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι μικροτέρα εἰς τροχιὰν μεγαλυτέρας ἀκτίνος (διὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα καὶ μᾶζαν του κινητοῦ) χρησιμεύουν οἱ δύο δίσκοι: δ καὶ δ' (σχ. 54), φέροντες κατά τὴν περιφέρειαν ἁνάκταφάς, εἰς τὰς ὅποιας συγκρατοῦνται δύο σφαῖραι ἵσης μάζης. Ἡ ἀκτίς του δ εἶναι μεγαλυτέρα τῆς του δ'. Ὁ εἰς ἐκ τῶν δίσκων προσχρημάτζεται εἰς τὸν ἀξονα τῆς φυγόκεντρικῆς μηχανῆς, μεταδίδει δὲ τὴν περιστροφὴν εἰς τὸν ἔτερον τὴν βοηθεία τοῦ ἴμαντος μ διερχομένου δι' αὐλακος τῶν περιφερειῶν.

δ

δ'



Σχ. 54.

Ἡ ταχύτης τῶν σημείων τῆς περιφερείας εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ διὰ ταύς δύο δίσκους.

Ἐν θέσωμεν εἰς κίνησιν τὴν μηχανὴν μὲ ταχύτητα αὐξούσαν, παρατηροῦμεν ὅτι πίπτει πρῶτον ἡ σφαῖρα του μικροῦ δίσκου καὶ κατόπιν, ὅταν ἡ ταχύτης αὐξηθῇ ἀρκετά, ἡ του μεγάλου.

Ἐπομένως εἰς τὴν τροχιὰν τῆς μικροτέρας ἀκτίνος ἀναπτύσσεται μεγαλυτέρα φυγόκεντρος δύναμις παρὰ εἰς τὴν τροχιὰν τῆς μεγαλυτέρας ἀκτίνος, ὅταν ἀμφότεραι διαγράφωνται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα.

Άριθμητικὸν παράδειγμα. Δύο σώματα ἔχοντα ἑκάτερον μᾶζαν 10gr κινοῦνται τὸ μέν ἐν ἐπὶ κυκλικῆς τροχιαῖς ἀκτίνος 4cm , τὸ δὲ ἄλλο ἐπὶ κυκλικῆς τροχιαῖς ἀκτίνος 2cm μὲ ταχύτητα $60 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$. Αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις, εἰς τὰς ὅποιας διπλοεινται εἰ-

$$\text{ναι: διὰ μὲν τὸ πρῶτον } F = \frac{10 \times 60^3}{4}, \text{ διὰ δὲ τὸ δεύτερον}$$

$$F' = \frac{10 \times 60^3}{2} = 2F$$

Τὰ ἀγωτέρω ἔκτεθέντα πειράματα δεικνύουν μόνον τὰς ποιοτικὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν ποσῶν, τὰ δποῖα εἰσέρχονται εἰς τὸν τύπον τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως. Δεικνύουν δηλ. ἀπλῶς δτὶς ἡ φυγόκεντρος δύναμις αὐξάνεται δταν αὐξήθη ἡ μάζα ἡ ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ καὶ δτὶς τούναντίον ἐλαττοῦται, δταν αὐξηθῇ ἡ ἀκτίς τῆς τροχιᾶς. Διὰ γὰρ εὑρωμεν τὰς ποσοτικὰς σχέσεις καὶ γὰρ ἐπαληθεύσωμεν τὸν τύπον θὰ ἐπρεπε νὰ μετρήσωμεν τὰ ποσὰ ταῦτα.

80. Σχέσις τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως πρὸς τὸν χρόνον περιστροφῆς. Ή ταχύτης ν τοῦ κινητοῦ, κιγουμένου ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, λοισται μὲ τὸ πηλίκον τοῦ μήκους τῆς περιφερείας $2\pi r$, διὰ τοῦ χρόνου T μιᾶς περιστροφῆς, ἦτοι :

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (1)$$

Ἄν ἀντικαταστήσωμεν τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ ν εἰς τὸν τύπον τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως ἔχομεν :

$$F = \frac{m}{r} \times \frac{4\pi^2 r^3}{T^2} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2} \quad (2)$$

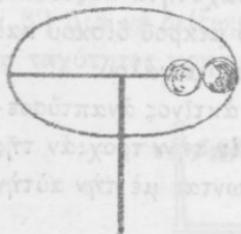
Ἐκ τοῦ τύπου τούτου φαίνεται δτὶς διὰ τὸν αὐτὸν χρόνον περιστροφῆς ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος. Δηλ. μεταξὺ δύο κινητῶν, τὰ δποῖα κιγοῦνται ἐπὶ κυκλικῶν τροχιῶν διαφόρον ἀκτίνος, ἀλλὰ διαγράφουν ἀμφότερα μίαν πλήρη

περιφέρειαν εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον, μεγαλυτέραν φυγόκεντρον δύναμιγ δισταται ἔκεινο τὸ δποῖον κινεῖται ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς ἔχουσης τὴν μεγαλυτέρα ἀκτίνα.

Τοῦτο δεικνύεται διὰ τοῦ ἐπομένου πειράματος : Ή δίσκος δ (σχ. 55) φέρει εἰς δύο διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ κέντρου του δύο ἐνσκαφάς, ἐντὸς τῶν δποίων τίθενται δύο σφαῖραι τῆς αὐτῆς μάζης.

Οταν περιστρέφεται δίσκος, αἱ δύο σφαῖραι ἔκτελοῦν μίαν πλήρη περιστροφὴν (γωνίαν 2π) εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον, ἔχουν δηλ. τὴν αὐτὴν γωνιακὴν ταχύτητα, ἀλλὰ διαγράφουν τροχιᾶς διαφόρου ἀκτίνος.

Ἡ φυγόκεντρος δύναμις θὰ εἶναι ἐπομένως μεγαλυτέρα εἰς τὴν μᾶλλον ἀπομεμμένην ἀπὸ τοῦ κέντρου, διὰ τοῦτο καὶ πίπτει αὐτὴ πρώτη.



Σχ. 55.

Ο άνωτέρω νόμος δὲν άντιφάσκει πρὸς τὸν τρίτον νόμον, τῆς προηγουμένης παραγράφου, κατὰ τὸν ὅποιον εἰς δύο τροχιὰς διαιφάρου ἀκτίνος ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶγαι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῶν τροχιῶν. Διότι ὁ τρίτος νόμος λέγει μόνον, ὅταν αἱ τροχιὶ αἱ διαιράφωνται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Ἡ ταχύτης μὲ τὴν ὅποιαν τὸ κινητὸν διαιράφει τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, λέγεται καὶ γραμμικὴ ταχύτης, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὴν γωνιακήν, τὴν ὅποιαν ὠρίσαμεν ἀνωτέρω.

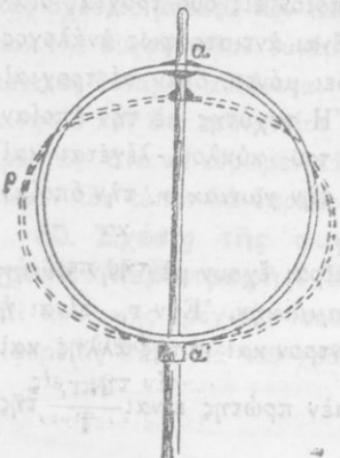
Εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα αἱ δύο σφαῖραι ἔχουν μὲν τὴν αὐτὴν γωνιακὴν ταχύτητα, ἀλλὰ διάφορον γραμμικήν. Ἐὰν τοις εἴναι ἡ ἀπόστασις τῆς μιᾶς σφαῖρας ἀπὸ τὸ κέντρον καὶ τοῖς τῆς ἄλλης, καὶ εἴναι: $r_1 < r_2$, ἡ γραμμικὴ ταχύτης τῆς μὲν πρώτης εἴναι $\frac{2\pi r_1}{T}$ τῆς δὲ δευτέρας $\frac{2\pi r_2}{T}$ μεγαλυτέρα τῆς πρώτης.

Ἄριθμητικὸν παράδειγμα. Θεωρήσωμεν πάλιν τὰ δύο σώματα τοῦ παραδείγματος τῆς προηγουμένης παραγράφου, μάζης 10gr, ἐκατοντα, στρεφόμενα ἐπὶ τροχιῶν ἀκτίνων 4cm τὸ ἐν καὶ 2cm τὸ ἄλλο, καὶ διαιράφοντα μίαν πλήρη περιφέρειαν εἰς 1 δευτερόλεπτον. Κατὰ τὴν σχέσιν (2) αἱ φυγόκεντροι δυνάμεις εἴναι διὰ μὲν τὸ πρῶτον.

Ἐπειδὴ τὸ κανονικὸν $F_1 = \frac{4\pi^2 \times 10 \times 4}{1}$ διὰ δὲ τὸ δεύτερον $F_2 = \frac{4\pi^2 \times 10 \times 2}{1} = \frac{1}{2} F_1$ Ανάλογον πείραμα πρὸς τὸ προηγούμενον εἴναι καὶ τὸ ἔξιτον: Διὰ τοῦ κυκλικοῦ ἐλάσματος τοῦ σχῆμα. 56 διέρχεται ἀξων αἱ. Εἰς τὴν θέσιν αἱ τὸ ἔλκημα εἴναι στρεψμένον ἐπὶ τοῦ ἀξονοῦ, ἐνῷ εἰς τὸ αἱ φέρει ὅπὴν καὶ δύναται νὰ μετακινῇται ἐλευθέρως κατὰ μῆκος τοῦ ἀξονοῦ. Ἀν τεθῇ τὸ ἔλκημα εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, λαμβάνει τὴν μορφὴν τὴν παριστωμένην εἰς τὸ σχῆμα ὑπὸ τῆς στικτῆς γραμμῆς. Τὸ σχῆμα τοῦτο διέριλεται εἰς τὴν ἔξιτον αἰτίαν:

Ἐπειδὴ ἡ γωνιακὴ ταχύτης διῶν τῶν σημείων τοῦ ἐλάσματος εἴναι ἡ αὐτὴ, ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶγαι μεγαλυτέρα εἰς τὰ σημεῖα τὰ διαιράφοντα τροχιὰν μεγαλυτέρας ἀκτίνος. Διὰ τοῦτο τείγουν ταῦτα νὰ ἀπομακρυνθοῦν τοῦ ἀξονοῦ περιστροφῆς περισσό-

τέρον τῶν ἄλλων καὶ ἐπέρχεται οὕτως ἡ παραμόρφωσις τοῦ ἀρχικοῦ σχήματος.



Σχ. 5θ.

Τὸ πείραμα τοῦτο δίδει μίαν ποιοτικὴν ἐξήγησιν τοῦ σχήματος τῆς γῆς. "Οταν ἀκόμη ἡ γῆ δὲν ἦτο ἐντελῶς στερεοποιημένη καὶ ἥδυνατον νὰ μεταβάλῃ σχῆμα, ἔλαβε τὸ σχῆμα, τὸ ὅποιον ἔχει σήμερον, ἐξωγωμένον περὶ τὸν Ισημερινὸν καὶ πεπιεσμένον εἰς τοὺς πόλους, συγκεντρώντας τὴς περιστροφῆς περὶ τὸν ἄξονά της.

81. Ἐφερμογὰ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως. Ἡ φυγό-

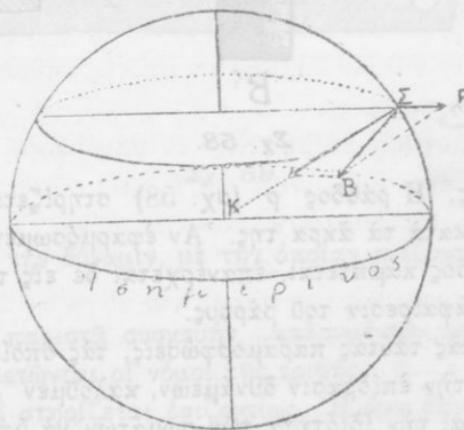
κέντρου δύναμις χρησιμοποιεῖται πολλαχῶς εἰς τὴν πρᾶξιν π.χ. διὰ καθαρισμὸν ὑγρῶν, τὰ ὅποια εἶναι θολὰ ὡς ἐκ τῆς αἰωρήσεως ἐντὸς αὐτῶν στερεῶν σωματιδίων. Τὸ ὑγρὸν τίθεται ἐντὸς δοχείου, τὸ ὅποιον τίθεται εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν. Λόγῳ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τὸ στερεὸν συσσωρεύεται εἰς τὸ βάθος τοῦ δοχείου καὶ μένει τὸ ὑγρὸν καθαρόν.

Φυγοκεντρικὰ μηχανὰ χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης ως ἔχραντήρια ὑφασμάτων. Τὸ ୭δωρ τῶν ὑφασμάτων, τὰ ὅποια τοποθετούμενα ἐντὸς καταλλήλων δοχείων τίθενται εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἐκτινάσσεται διὰ τῶν ὅπων τῶν δοχείων καὶ συλλέγεται εἰς ἄλλα δοχεῖα, περιβάλλοντα τὰ πρῶτα. Ἐπίσης κατὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τοῦ βαυτύρου ἀπὸ τὸ γάλα χρησιμοποιεῖται ἡ φυγοκεντρος δύναμις. Ποδηλατισταὶ οἱ ὅποιοι τρέχουν μὲν μεγάλην ταχύτητα ἐπὶ κατακορύφου κυκλικῆς τροχιᾶς, δὲν πίπτουν οὔτε δταν εὑρεθοῦν εἰς τὸ ἀγώτατον σγμεῖον τῆς τροχιᾶς, διότι ἡ ἀναπτυσσομένη φυγοκεντρος δύναμις ἴσορροπει τὸ βάρος των. Οἱ δρομεῖς, οἱ ἵππεῖς, δταν τρέχουν ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς, κλίνουν τὸ σῶμα πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς τροχιᾶς. Οὕτω μεταθέτουν τὴν θέσιν τοῦ κέντρου βάρους αὐτῶν, ὡστε ἡ συγισταμένη τῆς δι^o αὐτοῦ διερχομένης κατακορύφου καὶ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως νὰ διέρχεται διὰ τῆς βάσεως των καὶ ἔχουν οὕτως εὐσταθῆ ἴσορροπίαν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον εἰς τὰς καμπάς ἡ ἐσωτερικὴ τροχιὰ τῶν σιδηροδρομικῶν γραμμῶν εἶναι χαμηλοτέρα τῆς ἐξωτερικῆς καὶ ὁ σιδηρόδρομος κλίγει πρὸς:

τὰ ἔσω. Ἐκτὸς τῆς προφυλάξεως ταύτης εἰς τὰς καμπὰς ὁ σιδηρόδρομος κινεῖται μὲν μικροτέραν ταχύτητα η̄ εἰς τὴν εύθειαν, διὸ νὰ μὴ ἀναπτυχθῇ μεγάλη φυγόκεντρος δύναμις, διότε θὰ ὑπῆρχεν δικίνδυνος γὰρ ἐκτιναχθῆ τῆς τροχιᾶς του.

82. Ἐπίδρασις τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως ἐπὶ τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος. Εἰς ἔκαστον σημείον τῆς γηῶνης ἐπιφανείας τὸ βάρος σώματός τινος εἶναι η̄ συγισταμένη τῆς δυνάμεως, μὲ τὴν ὅποιαν ἔλκεται τοῦτο ὑπὸ τῆς γῆς, καὶ τῆς φυγόκεντρου δυνάμεως, η̄ ὅποια ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ λόγῳ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς.

Ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἔχει, συμφώνως πρὸς δσα εἰδομεν εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον, τὴν μεγαλυτέραν ἔντασίν της εἰς τὴν Ἰσημερινὸν καὶ ἐλαττοῦται πρὸς τοὺς πόλους. Ἡ δὲ διεύθυν-



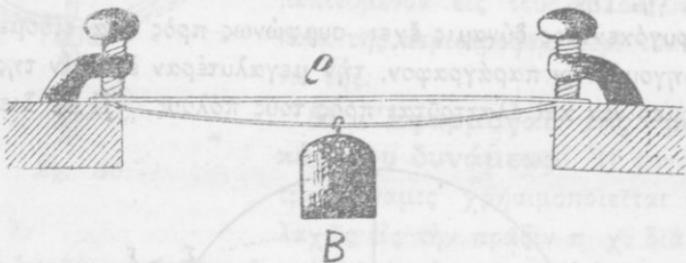
Σχ. 57.

σίς της εἰς ἔκαστον σημείον εἶναι η̄ διεύθυνσις τῆς ἀκτίγος τοῦ δῑ αὐτοῦ διερχομένου παραλήλου. Ἐπομένως εἰς τὸν Ἰσημερινὸν ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος καὶ ἀντίθετον φορὰν καὶ ἀφαιρεῖται ἀπὸ αὐτῆς.

Ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ταύτης η̄ τιμὴ τοῦ γ̄ ἐλαττοῦται εἰς τὸν Ἰσημερινόν. Εἰς τὰ παρὰ τοὺς πόλους σημεῖα η̄ ἐπίδρασις τῆς φ. δ. εἶγαι πολὺ μικρά, εἰς δὲ τὰ μεταξὺ τοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ τῶν πόλων ἐκ τῆς φ. δ. ἐλαττοῦται τὸ γ̄ κατὰ ποσότητα, η̄ ὅποια γίνεται διαρκῶς μικροτέρα, καθόσον τὸ πλάτος τοῦ τόπου εἶναι μεγαλύτερον. Ἐπίσης ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ταύτης προκαλεῖται ἀκόμη μεταβολὴ καὶ εἰς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος. Εἰς τὸ σημεῖον

Σ τοῦ σχ. 57 ἡ βαρύτης ἀνευ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θὰ εἰχε τὴν διεύθυνσιν ΣΚ. Διεύθυνσις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως είναι ἡ ΣΦ καὶ ἡ βαρύτης λαμβάνει πράγματι τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν ΣΒ.

83 Ἐλαστικότης. Τὰ δικιὰ σώματα, στερεά, υγρὰ καὶ ἀέρια, ὑφίστανται παραμορφώσεις ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεων. Π.χ. ἂν εἰς τὸ ἔν ἄκρον μεταλλίνου σύρματος στερεῶς ἐηρτημένου ἀπὸ τὸ ἄλλον ἄκρον ἐφαρμοσθῇ βάρος τι, τὸ μῆκος τοῦ σύρματος θὰ αὐξηθῇ. Λαμβάνει δὲ πάλιν τὴν ἀρχικήν του τιμὴν μετὰ τὴν ἀφαί-



Σχ. 58.

ρεσιν τοῦ βάρους. Ἡ ράβδος ρ (σχ. 58) στηρίζεται ὥριζοντίως καὶ ἀκλονήτως κατὰ τὰ ἄκρα της. Ἄν ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ μέσον βάρος Β, ἡ ράβδος κάμπτεται, ἐπανέρχεται δὲ εἰς τὴν ὥριζοντίων θέσιν μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ βάρους.

Τὰς παροδικὰς ταύτας παραμορφώσεις, τὰς ὅποιας ὑφίστανται τὰ σώματα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεων, καλοῦμεν ἐλαστικὰς παραμορφώσεις, καὶ τὴν ἴδιότητα τῶν σωμάτων γὰρ ὑφίστανται ἐλαστικὰς παραμορφώσεις, ἐλαστικότητα.

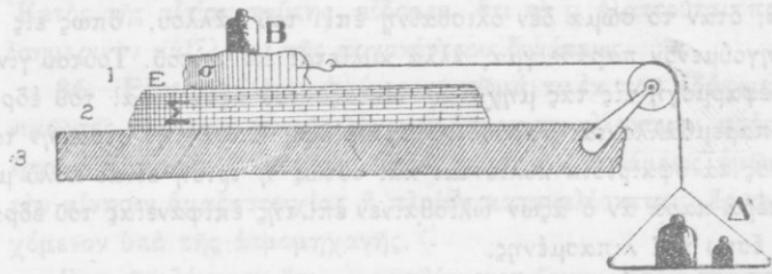
“Ολα τὰ σώματα δὲν ἔχουν τὸν αὐτὸν βαθμὸν ἐλαστικότητος, δὲν εἰναι δηλ. ἔξ ίσου ἐλαστικά. Π.χ. ἀν ράβδος εἰναι ἐκ μολύβδου, μὲ τὴν ἐπίδρασιν μικρᾶς σχετικῶς δυνάμεως, θὰ ὑποστῇ παραμόρφωσιν μόνιμον καὶ ὅχι παρεδικήν. Ἀφοῦ δηλ. ἀφαιρεθῇ τὸ βάρος, δὲν ἐπανέρχεται πλέον εἰς τὸ ἀρχικόν της σχῆμα.

Πολὺ ἐλαστικὰ λέγονται τὰ σώματα, τὰ δόποια εἰναι δυνατὸν νὰ ὑποστοῦν τὴν ἐπίδρασιν ἰσχυρῶν δυνάμεων, χωρὶς γὰρ ὑποστοῦν μόνιμον παραμόρφωσιν. Ἡ μεγίστη ἔντασις τῆς δυνάμεως, τὴν δόποιαν εἰναι δυνατὸν γὰρ ὑποστῆ σωμάτι τι χωρὶς γὰρ πάθῃ μόνιμον παραμόρφωσιν, λέγεται δογιον ἐλαστικότητος τοῦ σώματος. Τὰ μᾶλλον ἐλαστικὰ ἐκ τῶν σωμάτων εἰναι τὰ υγρὰ καὶ τὰ ἀέρια. Ἐκ τῶν στερεῶν πάλιν τὰ μᾶλλον ἐλαστικὰ εἰναι ὁ χάλυψ καὶ τὸ ἐλεφαν-

τοστούν, ἐνῷ ἄλλα είναι ἐλάχιστα ἐλαστικά. Τοιαῦτα σώματα είναι π.χ. ὁ μόλυβδος καὶ τὸ ἐλαστικὸν κόρμι, τὰ δποῖα μὲ τὴν ἐλαχίστην δύναμιν παραμορφοῦνται μονίμως καὶ θραύνονται.

84. Τριβή. "Οταν δύο σώματα, τὰ δποῖα εὑρίσκονται εἰς ἐπαφὴν καὶ πιέζονται πρὸς ἄλληλα, ἀλισθήσουν τὸ ἐν σχετικῶς πρὸς τὸ ἄλλο, ἀναπτύσσεται δύναμις, ἥ δποία ἀνθίσταται εἰς τὴν κίνησιν.

Τὴν ἀνθίσταμένην ταύτην δύναμιν καλοῦμεν τοιβὴν τῶν σωμάτων. Ἡ τριβὴ ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τῶν τριβομένων ἐπιφα-



Σχ. 59.

γεῶν καὶ ἀπὸ τὴν δύναμιν, μὲ τὴν δποίαν πιέζονται αὗται πρὸς ἄλληλας.

Τὸ σχ. 59 παριστᾶ συσκευὴν, καλουμένην τοιβόμετρον, διὰ τῆς δποίας μελετῶνται οἱ νόμοι τῆς τριβῆς.

Τὸ σῶμα Σ στηρίζεται δριζούτιώς. Ἡ ἀνω ἐπιφάνεια αὐτοῦ Ε είγαι ἐπίπεδος. Ἐπ' αὐτοῦ τίθεται τὸ σῶμα σ, τοῦ δποίου ἥ πρὸς τὰ κάτω ἐπιφάνεια, ἥ ἐφαπτομένη τῆς Ε, είναι ἐπίσης ἐπίπεδος καὶ πιέζεται ἐπὶ τοῦ Ε. ὅπὸ τοῦ βάρους Β. Εἰς τὸ σ προσδένομεν νῆμα καὶ εἰς τὸ ἄκρον του ἐφαρμόζομεν βάρος Δ. Ἐφ' ὅσον τὸ Δ είγαι μικρότερον τῆς τριβῆς, τὸ σ. ἀρχίζει νὰ κινηται. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ σ βάρη 2B, 3B κλπ. παρατηροῦμεν δτι, διὰ νὰ ἀρχίσῃ ἥ κίνησις, πρέπει νὰ ἔξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ νήματος βάρη 2Δ, 3Δ κ.ο.κ. ἦτοι: ἥ τριβὴ είναι ἀνάλογος τῆς δυνάμεως μὲ τὴν δποίαν τὰ τοιβόμενα σώματα πιέζονται τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου.

"Ἡ τριβὴ ἔξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τῆς φύσεως τῶν τριβομένων ἐπιφαγειῶν. Ἡ τριβὴ π.χ. μεταξὺ δύο ξυλίνων ἐπιφανειῶν, ἥ μεταξὺ δύο σιδηρῶν, ἥ μεταξὺ μιᾶς ξυλίνης καὶ μιᾶς σιδηρᾶς.

Εἰναι: δόμως ἀνεξάρτητος τοῦ μεγέθους τῶν τριβομένων ἐπιφανειῶν. Τοῦτο βλέπομεν εὐκόλως εἰς τὸ τριβόμετρον, ἐὰν ἐργασθῶμεν μὲν ἐπιφανείας τῆς αὐτῆς μὲν φύσεως, ἀλλὰ διαφόρου μεγέθους, σπότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ βάρος Δ μένει σταθερόν.

Ἡ τριβὴ μεταξὺ στερεῶν σωμάτων ἐλαττοῦται πολὺ, ὅταν παρεμβληθῇ λεπτὸν λιπαντικὸν στρῶμα (ἐλεκτρὸν ή λίπους). Ἡ λίπανσις τῶν ἀξόνων τῶν μηχανῶν ἔχει ἀκριβῶς τὸν σκοπὸν τῆς ἐλαττώσεως τριβῆς.

Μεταξὺ τῶν αὐτῶν στερεῶν ἐπιφανειῶν ἡ τριβὴ εἰναι μικρότερα, ὅταν τὸ σῶμα δὲν ὀλισθαίνῃ ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ὅπως εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα, ἀλλὰ κυλίεται ἐπὸ αὐτοῦ. Τούτου γίνεται ἐφαρμογὴ εἰς τὰς μηχανάς. Μεταξὺ τοῦ ἀξονος καὶ τοῦ ἑδράνου παρεμβάλλονται χαλύβδινα σφαιρίδια. Κατὰ τὴν στροφὴν τοῦ ἀξονος τὰ σφαιρίδια κυλίονται καὶ σύτως ἡ τριβὴ εἰναι πολὺ μικροτέρα παρὰ ἂν ὁ ἀξων ὠλειθυινεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἑδράνου, ἔστω καὶ λιπασμένης.

85. Παγκόσμιος ἔλξις. Εἰς τὸ φαινόμενον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐδόθη ἡ ἔρμηγεία τῆς ἔλξεως αὐτῶν ὑπὸ τῆς γῆς.

Ἡ ἔλξις τῶν σωμάτων δὲν ὑφίσταται μόνον εἰς τὴν μερικὴν αὐτὴν περίπτωσιν. Πράγματι δλα τὰ σώματα ἐλκουσιν ἀλληλα, ἡ δε βαρύτης εἰναι μερικὴ περίπτωσις τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, εἰναι τὴ ἔλξις μεταξὺ τῆς γῆς καὶ τῶν γηῖνων σωμάτων. Ἡ γῆ ὅμως ἔλκει ἐπίσης δλα τὰ οὐράνια σώματα καὶ ἐλκεται ὑπὸ αὐτῶν.

Ἡ ἔλξις τῆς γῆς ὑπὸ τοῦ ἥλιου εἰναι ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἡ ἀναγκάζουσα τὴν γῆν γὰ διαγράφῃ τὴν περὶ τὸν ἥλιον τροχιάν της, ἐπως ἡ ἔλξις τῆς γῆς ἐπὶ τῆς σελήνης ἀναγκάζει αὐτὴν γὰ στρέφεται περὶ τὴν γῆν. Αἱ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων γεινούνται διὰ τοῦ νόμου τῆς παγκοσμίου ἔλξεως. Τὸν νόμον τοῦτον ἔξεφρασεν ὁ Νεύτων. Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Νεύτωνος ἡ ἔλξις μεταξὺ δύο σωμάτων εἰναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν μαζῶν αὐτῶν πι καὶ πι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀπὸ ἀλλήλων ἀποστάσεως ρ ἦτοι :

$$f = K \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Ο συντελεστὴς K λέγεται σταθερὰ τῆς παγκοσμίου ἔλξεως. Εὰν εἰς τὴν ἀνωτέρω σχέσιν θέσωμεν τὰ mm' καὶ ρ ἵστη πρὸς 1 τότε βλέπομεν ὅτι $f = K$, δηλ. ἡ σταθερὰ τῆς παγκοσμίου ἔλξεως παρισταται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ, διὰ τοῦ ὅποιου καὶ ἡ δύναμις ἡ

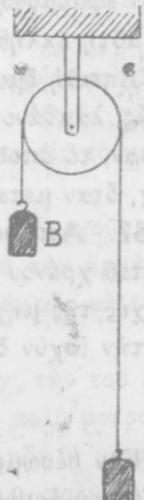
ἀσκουμένη μεταξύ δύο σωμάτων μάζης 1, οταν εὑρίσκωνται εἰς ἀπόστασιν 1. Ἐὰν ληφθῇ ως μονάς μάζης τὸ γραμμάριον καὶ ἀποστάσεως τὸ ἐκατοστόμετρον, τότε τὸ K είναι ίσον πρὸς $6,65 \times 10^{-3}$ dyne.

Ἐκ τῆς ἀγωτέρω σχέσεως καθίσταται προφανὲς διατὶ αὐξάνεται ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος πρὸς τοὺς πόλους. Διότι ἡ ἀκτὶς τῆς γῆς εἶναι μικροτέρα εἰς τοὺς πόλους καὶ αὐξάνεται πρὸς τὸν ἴσημερινόν. Ἐπομένως ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὅποιαν ἡ γῆ ἔλκει τὰ σώματα, καθίσταται μεγαλυτέρα ἐκ τοῦ ἴσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἥρα καὶ ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος ἐπίσης μεγαλυτέρα. Ἐκτὸς τῆς αἰτίας ταύτης εἴδομεν ὅτι τὸ g ἐλαττοῦται πρὸς τὸν ἴσημερινὸν καὶ λόγῳ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως.

86. Ἔργον. Ὄταν δύφωναμεν σῶμά τι ἐκ τοῦ ἑδάφους ὑπερικῶντες τὸ βάρος αὐτοῦ, λέγομεν ὅτι καταναλίσκομεν πρὸς τοῦτο ἔργον, τὸ ὅποιον παρέχεται ὑπὸ τῆς μυϊκῆς δυνάμεως γῆμῶν. Διὰ τὴν κίνησιν ἀμιχεοστοιχίας ἡ πλοίου καταναλίσκεται ἔργον παρεχόμενον ὑπὸ τῆς ἀτμομηχανῆς.

Γεγονός λέγομεν ὅτι καταναλίσκεται ἔργον, ὅταν ὑπερικᾶται μία ἀντίστασις καὶ μετατίθεται τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν φορὰν αὐτῆς. Εἰς τὰ προηγούμενα παραδείγματα ἡ ὑπερικωμένη ἀντίστασις εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ τριβὴ τῆς ἀμιχεοστοιχίας πρὸς τὴν σιδηροτροχιὰν καὶ ἡ τριβὴ τοῦ πλοίου πρὸς τὸ θύρωρ. Διὰ γὰρ ὑπερικήσωμεν τὴν ἀντίστασιν, ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τοῦ σώματος, τὸ ὅποιον πρόκειται γὰρ μετακινηθῆ, δύναμιν ἔχονσαν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ἀντίθετον φορὰν πρὸς τὴν ἀντίστασιν. Διὰ τοῦτο ἀγαθὸν γὰρ λέγωμεν ὅτι μετακινοῦμεν τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς ἀντίστάσεως ἀντιθέτως πρὸς τὴν φορὰν αὐτῆς λέγομεν ὅτι μετακινοῦμεν τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως κατὰ τὴν φορὰν αὐτῆς.

Ἐὰν εἰς τὰ ἄκρα γήματος διερχομένου διὰ τῆς αὐλακος τροχαλίας ἐφαρμοσθοῦν δύο ίσα βάρη, διπλαὶ φαίνεται εἰς τὸ σχ. 60, τὸ σύστημα μη ἴσορροπει. Ἐὰν τώρα δώσωμεν τὴν ἐλαχίστην ὅθησιν εἰς τὸ ἐπάνω βάρος B, τοῦτο μὲν κατέρχεται, ἐνῷ τὸ B' ἀνέρχεται. Διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ B' καταναλίσκεται ως εἰπομένεος ἔργον. Ἐνταῦθα πάθεν παρέχεται τὸ κατα-



Σχ. 60.

ναλισκόμενον ἔργον; Προφανῶς, ἐπως δεικνύει τὸ πείραμα, ἐκ τοῦ ἄλλου σώματος B, τὸ δποῖον πίπτει δηλ. ἐκ τῆς μετακινήσεως τοῦ βάρους κατὰ τὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν τῆς βαρύτητος. Ωστε, δταν μετακινήται τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως κατὰ τὴν φορὰν αὐτῆς, παραγίεται ἔργον. Αμφοτέρας τὰς περιπτώσεις τῆς καταναλώσεως καὶ τῆς παραγωγῆς ἔργου συγοψίζομεν ώς ἔξης:

Οταν μετακινήται τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως, ἐκτελεῖται ἔργον καὶ, ἀν μὲν ἡ μετακίνησις γίνεται κατὰ τὴν φορὰν τῆς δυνάμεως, τὸ ἔργον είναι θετικὸν (παραγωγὴ ἔργου), ἐὰν δὲ ἀντιθέτως, ἀρνητικὸν (κατανάλωσις ἔργου).

Τὸ ποσὸν τοῦ παραγομένου ἔργου ἔξαρταται: ἐκ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως καὶ ἐκ τῆς μετακινήσεως. Κατὰ τὴν ἀπλουστέραν περίπτωσιν, καθ' ἥν ἡ κίνησις γίνεται: κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως, τὸ ἔργον ω̄ ίσονται πρὸς τὸ γιγόμενον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως F ἐπι τὴν μετακίνησιν χ: ήτοι $w=F \cdot x$. (1).

Εἰς τὴν γενικὴν περίπτωσιν καθ' ἥν ἡ κίνησις δὲν γίνεται: κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως, γνωρίζομεν δτι ἡ ἐνεργὸς δύναμις είναι: ἡ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως συνιστώσα τῆς δυνάμεως (βλ. § 30).

Η μονάς τοῦ ἔργου δρίζεται: κατὰ τὴν σχέσιν (1) ἐκ τῶν μονάδων δυνάμεως καὶ μήκους. Ως θεωρητικὴ μονάς ἔργου ἐλήφθη τὸ ἔργον τὸ δποῖον ἐκτελεῖ δύναμις 1 dyne, δταν μετακινήση τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ 1 cm (κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς). Η μονάς αὗτη ἐκλήθη erg. 1 erg=1 dyne×1 cm.

Ἐπειδὴ δμως αὗτη είναι πολὺ μικρὰ διὰ τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογάς, λαμβάνονται πολλαπλάσια αὐτῆς καὶ κυρίως τόχιλιογραμμομετρον, τὸ δποῖον ίσονται μὲ τὸ ἔργον, τὸ δποῖον παράγει δύναμις 1Kg, δταν μετακινήση τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς κατὰ 1m.

87. Απόδοσις ἢ ίσχυς. Τὸ πηλίκον τοῦ ἐκτελουμένου ἔργου διὰ τοῦ χρόνου t, κατὰ τὸν δποῖον ἐκτελεῖται, λέγεται ἀπόδοσις ἢ ίσχυς τῆς μηχανῆς, ήτις ἐκτελεῖ τὸ ἔργον. Δηλ. ἐὰν παραστήσωμεν τὴν ίσχυν διὰ J είγατο:

$$J = \frac{W}{t}$$

Ἐὰν θέσωμεν t=1, τότε J=W. Δηλ. ἡ ίσχυς ἐκφράζεται: διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ, διὰ τοῦ δποίου ἐκφράζεται καὶ τὸ ἔργον τὸ παραγόμενον κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

“Οταν ἀτμομηχανὴ σύρη ἀμαξοστοιχίαν ἢ κινή πλοίον κλπ. παράγει ἔργον διὰ τῆς δυνάμεως του ἀτμοῦ. Κατὰ τὴν μονάδα του χρόνου δὲ παράγει ἔργον, δηλ. ἔχει ἀπόδοσιν ἢ λισχύν, ίσην πρὸς τὴν δύναμιν, μὲ τὴν ὁποίαν ἔλκει τὸ σχημα, ἐπὶ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ. Ἐπομένως δοσον μεγαλυτέρα είναι ἡ λισχὺ τῆς χρησιμοποιουμένης μηχανῆς τόσον μεγαλυτέρα καὶ ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ ἀναπτύξῃ ἡ ἀμαξοστοιχία ἢ τὸ πλοῖον κ.τ.λ. Ἡ τόσον μεγαλύτερον είναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ κινήσῃ ἡ μηχανὴ.

‘Ως θεωρητικὴ μονὰς λισχύος λαμβάνεται ἡ λισχὺ μηχανῆς, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ ἔργον lever ἀνὰ 1 δευτερόλεπτον. ‘Ως πρακτικὴ δὲ δίποις, ἡ ὁποία είναι ἡ λισχὺ μηχανῆς, ἐκτελούσης ἔργον 75 χιλιογραμμομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐπίσης ἡ μονὰς Watt, ἡ ὁποία είναι :

$$1 \text{ Watt} = 10.000.000 \text{ θεωρητικαὶ μονάδες καὶ } \text{η}$$
$$\text{Kilowatt} = 1000 \text{ Watt},$$

Οἱ συνήθεις μικροὶ ἡλεκτρικοὶ κινητῆρες π.χ. τῶν ἀνεμιστήρων ἔχουν λισχὺ $\frac{1}{8}$ ἢ $\frac{1}{4}$, τοῦ ἵππου. Αἱ μηχαναι τῶν αὐτοκινήτων 12—40 ἵππων. Αἱ ἀτμομηχαναι τῶν σιδηροδρόμων μέχρι 2000 ἵππων, τῶν πλοίων μέχρι 50.000 ἵππων, τῶν αεροπλάνων μέχρι 800 ἵππων.

88. Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου. Ἐκ τῶν πειραμάτων ἐδείχθη δι τούδεποτε συμβαίνει ἀπώλεια παραχθέντος ἔργου ἢ παραγωγὴ ἔργου χωρὶς σύγχρονον κατανάλωσιν λισχοῦ ποσοῦ. Τοῦτο συμβαίνει εἰς ὅλας γενικῶς τὰς μηχανὰς παραγωγῆς ἔργου. Τὸ θετικὸν ἔργον είναι πάντοτε λισχοῦ μὲ τὸ ἀρνητικὸν.

Ἡ σπουδαιοτάτη αὕτη ἀρχὴ λέγεται ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου καὶ ἀποτελεῖ μερικὴν περίπτωσιν τῆς γενικῆς ἀρχῆς τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν θὰ γνωρίσωμεν εἰς τὸ κεφάλαιον τῆς θεμάτητος.

Εἰς τὰς ἀπλᾶς μηχανάς, τὰς ὁποίας ἐγνωρίσαμεν, ἐνεργοῦμεν διὰ δυνάμεως F πρὸς ὑπεργίκησιν τοῦ βάρους B. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου πρέπει τὸ ἔργον τῆς δυνάμεως νὰ είναι λισχοῦ πρὸς τὸ ἔργον τῆς ἀντιστάσεως.

“Αν δυομάζωμεν χ., τὴν μετακίνησιν τοῦ F καὶ χ., τὴν τοῦ B είναι $F\chi_1=B\chi_2$. Ἐπειδὴ ἡ δύναμις F είναι συγήθιως πολὺ μικρότερα τῆς B θὰ είναι χ., πολὺ μικρότερον τοῦ χ.. Δηλαδὴ ἡ μετακίνησις τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως είναι πολὺ μικρότερη της μετακίνησης τοῦ σημείου της διατηρήσεως. Μ. Γ. Μαρκέτου. Στοιχ. Φυσικῆς Ε' Γυμνασίου, ”Εκδ. ΣΤ”, 1939 σ

κροτέρα τῆς τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως. "Ωστε συμβούνει τὸ ἔξης: Εἰς τὰς μηχανὰς ἔχομεν κέρδος μὲν ὡς πρὸς τὴν δύναμιν, διότι μὲ μικρὰς δυνάμεις ὑπερνικῶμεν μεγάλας ἀντιστάσεις, ἀλλ' ἀφ' ἑτέρου ἔχομεν ἀπώλειαν χρόνου.

Π.χ. κατὰ τὴν ἀντλησιν τοῦ ὅδατος ἐκ φρέατος διὰ βαρούλκου, ὅταν ἐκτελοῦμεν μίαν πλήρη περιστροφὴν τοῦ μοχλοῦ (σχ. 33), ἡ μετακίνησις είναι διὰ μὲν τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως ἵση πρὸς 2πμ, διὰ δὲ τὸ τῆς ἀντιστάσεως 2πα. Καὶ ἐπειδὴ τὸ αἱ πρέπει γὰ εἶναι πολὺ μικρότερον τοῦ μ, διὰ γὰ εἶναι ἡ δύναμις πολὺ μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως, εἰς ἐκάστην περιστροφὴν τοῦ βαρούλκου ἔχομεν μικρὰν ἀνύψωσιν τοῦ κάδου καὶ χρειαζόμεθα ἐπομένως πολὺ περισσότερον χρόνον παρὰ ἂν ἡ ἀντλησις ἐγίνετο ἀπλῶς διὰ σχοινίου ἐλκυμένου ὑπὸ τῆς χειρός.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ νήματος μηχανῆς Atwood πρόεμανται τὰ βάρη 96 καὶ 104 gr. Εἳναι ἀφεθῆ τὸ σύστημα ἐλεύθερον, ποίας μορφῆς κίνησιν θὰ λάβῃ; Εἳναι ἡ κίνησις εἶναι ἐπιτάχυνομένη, πόση θὰ εἴναι ἡ ἐπιτάχυνσις καὶ πόσον διάστημα θὰ ἔχῃ διανύσσει τὸ κινητὸν εἰς τὸ τέλος τοῦ 4 δευτ.;

2. Εἰς μηχανὴν Atwood τὸ πρόσθετον βάρος εἶναι 6 γραμ., κινεῖται δὲ τὸ δλον σύστημα μὲ ἐπιτάχυνσιν 29,4 cm/sec². Πόσον εἶναι ἐπιτάχυνον τῶν δύο κινόλων βαρῶν;

3. Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν πειράματος διὰ τῆς μηχανῆς Atwood, τῆς ἐποίας ἐκαστον κινούμενον βάρος εἶναι 99 γραμ., τὸ δὲ πρόσθετον 2 γραμ., ενδρέμη ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς κινήσεως ἵση πρὸς 9,8 cm/sec². Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐπιτάχυνσις τῆς ἐλευθέρας πτώσεως.

4. Δύναμις 12 kg ἐπιδρῷ ἐπί τυρος σώματος συνεχῶς ἐπὶ 15 δευτ. καὶ μετακινεῖ αὐτὸν κατὰ τὸ διάστημα 500m. Πόση εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ σώματος;

5. Πρὸς πόσας δύνας ἀντιστοιχεῖ τὸ βάρος 1 χιλιοστογράμμου;

6. Πόση εἶναι ἡ ἐπιτάχυνσις σώματος, κινούμενον ἰσοταχῶς ἐπὶ κυκλικῆς τροχιᾶς ἀκτίνος 2 μέτρων, διαγράφεται εἰς 3 δευτ. καὶ πόση ἡ ἀναπτυσσομένη φυγόκεντρος δύναμις α) ἢ μᾶζα τοῦ κινητοῦ εἶναι 10 kg καὶ β) ἢ μᾶζά του εἶναι 20 kg.;

ΥΔΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

89. Θέμα τῆς ὑδροστατικῆς. Ἐκ τῆς ὑδρομηχανικῆς θε-
έξετάσωμεν μόγον τὴν ὑδροστατικήν. Ἡ ὑδροστατική μελετᾷ τὰς
συνθήκας ἵσορροπίας τῶν ὑγρῶν. Ὡνομάσαμεν ὑγρὰ τὰς σώματα τὰ
ὅποια ἔχουν σταθερὸν μὲν ὅγκον, ἀλλ' οὐχὶ καὶ ὡρισμένον σχῆμα.

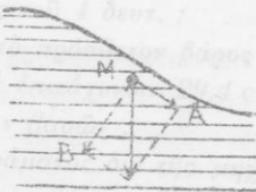
Ἐὰν κινήσωμεν βραχέως τὴν χεῖρα μας ἐντὸς μάζης ὑγροῦ δὲν
αἰσθανόμεθα σημαντικὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν. Τὰ μέρη τῆς
ὑγρᾶς μάζης εὐκόλως μετακιγοῦνται σχετικῶς πρὸς ἄλληλα, ἐκ
τούτου δὲ προέρχεται καὶ ἡ ἔλλειψις ὥρισμένου σχήματος.

Τούναντίον συγχωτῷμεν μεγάλην ἀντίστασιν, ἀν θελήσωμεν διὰ
συμπιέσεως νὰ ἐλαττώσωμεν τὸν ὅγκον τῶν ὑγρῶν.

Ἐὰν κύλινδρον πλήρη ὕδατος κλείσωμεν ὑδατοστεγῶς διὸ ἐμβό-
λου Ε (σχ. 61), δὲν εἶναι δυνατὸν γὰρ μετακιγήσωμεν διὰ τῆς χειρός.



Σχ. 61.



Σχ. 62.

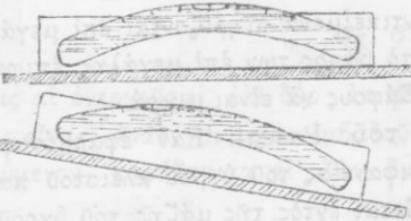
τὸ ἐμβόλον πρὸς τὰ κάτω καὶ νὰ ἐλαττώσωμεν τὸν ὅγκον τοῦ ὕδατος. Διὰ νὰ κατορθωθῇ τοῦτο, χρειάζεται ἐπίδρασις ἴσχυροτάτης:
δυνάμεως. Ἀφοῦ παύσῃ ἐπενεργοῦσα ἡ δύναμις, τὸ ὑγρὸν λαμβάνει πάλιν τὸν ἀρχικὸν τοῦ ὅγκον.

90. Σχῆμα τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῶν ὑγρῶν. Τὰς
ὑγρὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου.
ἐντὸς τοῦ ἀποίου φυλάσσονται. Ἡ ἐλευθέρα δμῶς ἐπιφάνεια παντὸς ὑγροῦ εἶναι πάντοτε ἐπίπεδος καὶ δριζοντία. Τοῦτο δεικνύεται
διὰ τῆς ἔξις σκέψεως:

"Ἄς ὑποθέσωμεν πρὸς στιγμὴν ὅτι ἡ το δυνατὸν γὰρ μὴν εἶναι
ἐπίπεδος καὶ ὅτι παρουσιάζει π.χ. τὴν μορφὴν τῆς ἐπιφανείας τοῦ
σχ. 62. Εὐκόλως δεικνύεται ὅτι τοιχύτη ἐπιφάνεια δὲν εἶναι δυνα-

τὸν νὰ εύρισκεται εἰς ισορροπίαν. Διότι ή διεύθυνσις τοῦ βάρους μηχανᾶς τινος ποσότητος ὑγροῦ π. χ. περὶ τὸ σημεῖον M δὲν εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν, ἀφοῦ τὸ μὲν βάρος διευθύνεται κατακόρυφως η δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶναι δριζοντία. Δύναται ἐπομένως νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο συγιστώσας, μίαν διευθυνομένην παραλήγλως πρὸς τὸ τμῆμα τῆς ἐπιφανείας τὸ ἄνωθεν τοῦ M, τὴν MA, καὶ μίαν κάθετον ἐπὶ αὐτήν, τὴν MB. Ἡ κάθετος συγιστῶσα τείνει νὰ φέρῃ τὸ περὶ τὸ M ὑγρὸν πρὸς τὰ κάτω πιέζουσα τὰ κατώτερα στρώματα, τείνει δηλ. νὰ ἔλκεττώσῃ τὸν ὅγκον τοῦ ὑγροῦ, η δὲ παράλληλος θὰ μετακινήσῃ αὐτὸν κατὰ τὴν διεύθυνσίν της. Ἐπομένως ισορροπία θὰ οπάρξῃ, μόνον δταν δλα τὰ τμῆματα τῆς ἐπιφανείας κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν κατακόρυφον, δηλ. δριζοντίου, δόρτε η συγιστῶσα MA εἶναι μηδέν.

91. **Ἀεροστάθμη.** Ἡ ἀεροστάθμη σχ. 63 εἶναι ὅργανον



Σχ. 63.

χρησιμεύον διὰ τὴν δριζοντίωσιν ἐπιπέδων, η λειτουργία του δὲ στηρίζεται εἰς τὸ διεύθυνσις τῶν ὑγρῶν εἶναι ἐπίπεδον δριζόντιον. Ἡ ἀεροστάθμη εἶναι δάλινον κυλινδρικὸν μικρὸν δοχείον ἐντελῶς κλειστὸν μὲ μικρὰν καμπυλότητα καὶ πλήρες εὐκινήτου ὑγροῦ (οἰγοπνεύματος η αἰθέρος). Ἡ πλήρωσις δὲν γίνεται τελείως, ἀλλὰ ἀφίνεται μικρὰ φυσαλλίς δέρος. Ὁταν η ἀεροστάθμη τεθῇ ἐπὶ ἐπιπέδου δριζοντίου η φυσαλλίς εἶναι εἰς τὸ μέσον. Ἔταν δμως τὸ ἐπιπέδον σχηματίζῃ γωνίαν μὲ τὸν δριζοντα, η φυσαλλίς ὠθούμενη ἀπὸ τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται εἰς διψηλότερον σημεῖον τοῦ δοχείου. Ἐκ τούτου πειθόμεθα διεύθυνσις τὸ ἐπιπέδον δὲν εἶναι δριζόντιον καὶ μεταβάλλομεν τὴν κλίσιν αὐτοῦ, μέχρις δτού η φυσαλλίς ἔλθῃ εἰς τὸ μέσον. Ἡ μορφὴ τῆς ἀεροστάθμης εἶναι ἔνιστε ἔλαχφρως διάφορος τῆς περιγραφείσης.

92. **Πίεσις.** Τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως, η δποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας, διὰ τοῦ ξμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας ταύτης καλεῖται πίεσις.

Σώμα τι βάρους Β κρατεῖται υπό υποστηρίγματος έχοντος ἐπιφάνειαν Ε. Τὸ υποστηρίγμα ύψισταται τὴν δλικὴν δύναμιν Β, ἢ μονάς δὲ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ύψισταται τὴν πίεσιν $p = \frac{B}{E}$.

Π. χ. ἂν τὸ βάρος είναι 10 χιλιογρ. καὶ ἡ ἐπιφάνεια 5cm² ἢ πίεσις είναι :

$$p = \frac{10}{5} = 2 \text{ κιλιόγραμμα κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμερον ἢ συγτόμως } 2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}.$$

Ἐάν τὸ αὐτὸν βάρος στηρίζεται ἐπὶ υποστηρίγματος διπλασίας ἐπιφανείας, ἢ κατὰ μονάδα ἐπιφανείας ἐπιδρῶσα δύναμις, ἢ πίεσις δηλαδή, είναι τὸ γῆμιστο τῆς προηγουμένης.

$$p = \frac{10}{10} = 1 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}.$$

Τὰ βρέα ἀγτικείμενα στηρίζονται ἐπὶ μεγάλων βάσεων, διὰ νὰ κατανέμεται τὸ βάρος των ἐπὶ μεγάλης ἐπιφανείας καὶ οὕτω ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ ἔδαφους νὰ είναι μικρά.

93. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Ἐάν ἐφαρμόσωμεν πίεσιν p ἐπὶ τημήματος τῆς ἐπιφανείας τοῦ υγροῦ κλειστοῦ πανταχόθεν, ἢ πίεσις αὗτη μεταδίδεται ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ υγροῦ, καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

Δηλ. ἂν εἰς 1 cm² ἐφαρμόσωμεν πίεσιν 5Kg, οἰαδήποτε ἐπιφάνεια 1 cm² ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) ἐντὸς τοῦ υγροῦ ύψισταται ἐπίσης πίεσιν 5Kg. (σχ. 64). Ἐπιφάνεια ἵση πρὸς α cm² ύψισταται δλικὴ δύναμιν 5α kg. Ἡ ἀρχὴ αὗτη τῆς ὑδροστατικῆς, καλουμένη καὶ ἀρχὴ τοῦ Pascal, δεικνύεται διὰ τοῦ ἔξης πειράματος.

Τὸ δοχεῖον τοῦ σχ. 65 κλειστὸν πανταχόθεν καὶ πλήρες ὕδατος φέρει εἰς τὸ ἄνω τοῖχωμα δύο κυλίνδρους, ἐντὸς τῶν δποίων. κινοῦνται ὑδατοστεγῶς δύο ἔυδολα τομῆς ε καὶ E. Ἡ τομὴ τοῦ E είναι τριπλασία τῆς τομῆς τοῦ ε.

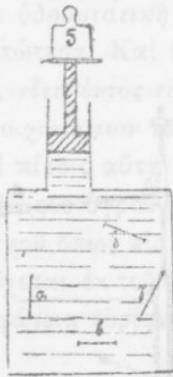
Ἐάν ἐπὶ τοῦ ε θέσωμεν βάρος Β, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἔμβολον E ὠθεῖται πρὸς τὰ ἐπάγω καὶ ἴσορροπία ἐπέρχεται, διὰν θέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ βάρος 3B, ὥστε νὰ ἴσορροπηθῇ ἡ δύναμις ἢ προερχομένη ἐκ τοῦ υγροῦ. Ἡ πίεσις εἰς μὲν τὸ ε

$$p = \frac{B}{\epsilon}$$

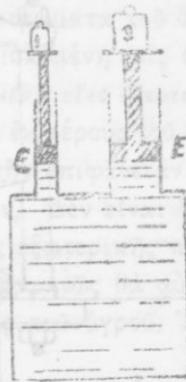
εἰς δὲ τὸ E

$$b = \frac{3B}{3\varepsilon} = \frac{B}{\varepsilon}$$

λέρος Η δροχή αυτη δύναται να έκφρασθη και ως έξης :



Σχ. 64.



Σχ. 65.

Αι διλικαι δυνάμεις αι ένεργοις είναι έπι δύο έπιφανειών έντος της μάζης ύγρου τιγδος είναι ανάλογοι του έμβαδος των έπιφανειών. Εις το προηγούμενο παράδειγμα αι δύο δυνάμεις έχουν λόγον ώς 1 πρὸς 3.

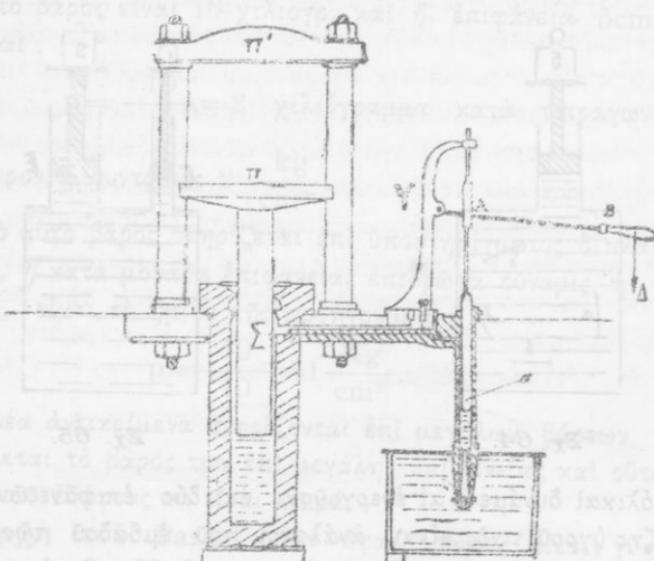
Ουτω δυνάμεθα διὰ μικρᾶς δυνάμεως να ισορροπήσωμεν ἄλλην πολὺ μεγαλυτέραν.

94. **Υδραυλικὸν πιεστήριον.** Επι τῆς δροχῆς του Pascal στηρίζεται η λειτουργία μηχανῆς καλουμένης ουδραυλικὸν πιεστήριον.

Αυτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυλίνδρων κατακορύφων, πολὺ μεγάλης διαφορᾶς τομῆς, κλεισμένων δι' ἐμβόλων καὶ συγκοινωνούντων διὰ σωλήνος πρὸς ἄλλήλους. (σχ. 66). Η τομὴ του μικροῦ ἐμβόλου ἔστω σ, του δὲ μεγάλου Σ. Η δη συσκευὴ είναι πλήρης οὐδατος. Τὸ ἐμβόλον του στενοῦ κυλίνδου κινεῖται διὰ μοχλοῦ, του ἀποίου τὸ οὐπομάχλιον είναι εἰς Γ. Επι του ἐμβόλου του ἄλλου κυλίνδρου είναι προσηγρμοσμένη πλάξ ΙΙ, ἀνωθεν τῆς δοίᾳ εὑρίσκεται ἄλλη πλάξ ΙΙ' στερεωμένη ἐπι τῆς βάσεως του κυλίνδρου.

Εὰν $A\Gamma = \frac{1}{10} GB$ καὶ ένεργη εἰς B η δύναμις Δ, ἐπι του

έμβολου ένεργεις ή δύναμις 10Δ , ώς γνωρίζομεν ἐκ τῆς μελέτης τοῦ μοχλοῦ. Έάν δὲ $\Sigma=10\sigma$, τὸ ἔμβολον τοῦ μεγάλου κυλίνδρου ἀγωθεῖται μὲ δύναμιν δεκαπλασίαν τῆς ἐνεργούσης ἐπὶ τοῦ σ., δηλ.



Σχ. 68.

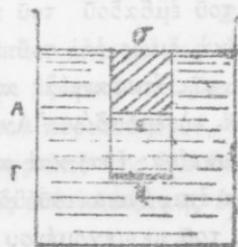
$10 \times 10\Delta = 100\Delta$. Όταν π. χ. ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ δύναμις 30 χιλιογρ., σῶμα τιθέμενον μεταξὺ τῶν πλακῶν ΙΙ καὶ ΙΙ' ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως $30 \times 100 = 3000$ χιλιογρ.

Διὰ καταλλήλου διεκτάξεως, τὴν δοπίαν θὰ γνωρίσωμεν κατὰ τὴν μελέτην τῶν ἀγτλιών, τὸ ἔμβολον Σ τοῦ εὐρέος κυλίνδρου δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν, δια τὸν ἀνυψωθῆν τὸ ἔμβολον στοῦ στενοῦ κυλίνδρου. Διὰ νέας δὲ εἰσχωρήσεως τοῦ ἔμβολου σ ἀγωθεῖται τὸ Σ κατὰ τὸ αὐτὸ διάστημα, οὕτως ὥστε ἡ ἀπόστασις τῶν δύο πλακῶν ΙΙ καὶ ΙΙ' διαρκῶς ἐλαττοῦται καὶ τὸ μεταξὺ αὐτῶν σῶμα διαρκῶς πιέζεται περισσότερον.

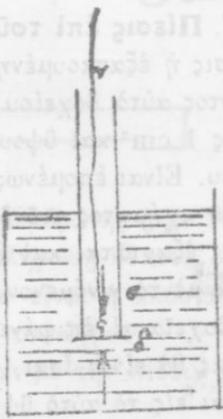
Τὸ ὄδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει διὰ τὴν συμπίεσιν δγκωδῶν ἀντικειμένων, π.χ. δεμάτων βάμβακος. διὰ τὴν δοκιμασίαν τῆς ἀντοχῆς διαφόρων ὅλικων εἰς τὴν πίεσιν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν οἰκοδομικήν διὰ τὴν ἀνύψωσιν ἡ καὶ τὴν μετακίνησιν κεκλιμένων γεφυρῶν ἡ οἰκοδομικῶν π. χ. τὸ μηνημεῖον τοῦ πολέμου εἰς τὸ Βερολίνον διὰ 12 ὄδραυλικῶν πιεστηρίων ἀνυψώθη κατὰ 8 μέτρα καὶ συγχρόνως ἐστράφη κατὰ 24° .

95. Πίεσις προσερχομένη ἐκ τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ. (**Υδροστατικὴ πίεσις**). Καὶ διαν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ τινὸς δὲν ἔνεργῃ ἔξωθεν δύναμις, ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ ὑφίσταται πίεσις προσερχομένη ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ. Η πίεσις αὕτη καλεῖται ὑδροστατικὴ πίεσις. Τὸ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ πιέζουν τὰ κατώτερα. Καὶ πᾶσα ἐπιφάνεια εὑρισκομένη εἰς ἐπαφήν μὲ τὸ ὑγρόν, εἴτε ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ κειμένη εἴτε ἀποτελοῦσα μέρος τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ὑφίσταται ἐκ μέρους τοῦ ὑγροῦ πίεσιν.

Η πίεσις αὕτη εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἔχει φράντι ἐκ τοῦ ὑγροῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν. Δὲν εἶναι διμως ἡ αὕτη πανταχοῦ, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἔξωτερης πιέσεως. Ἀφοῦ προέρχεται ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ, προφανῶς θὰ αὖξανεται, δισον ἡ ἐπιφάνεια εὑρίσκεται βαθύτερον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ



Σχ. 67.



Σχ. 68.

διμως ἔργοντιον ἐπιπέδου εἶγαι σταθερὰ καὶ τοῦ μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ἔχοντος βάσιν τὴν μοράδα ἐπιφανείας καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Π.χ. εἰς τὰ τμῆματα ἐπιφανείας AB (σχ. 67) ἡ πίεσις εἶναι τοῦ μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης εσ καὶ εἰς πᾶν ἄλλο τμῆμα τοῦ ὑγροῦ εἰς τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας εἶναι ἡ αὕτη. Ἐπὶ τοῦ τμήματος γε τῆς ἐπιφανείας ΓΔ εὑρισκομένης εἰς μεγαλύτερον βάθος τῆς AB, ἡ πίεσις εἶναι μεγαλυτέρα καὶ τοῦτο μὲ τὴν στήλην ησ.

96. Πειραματικὴ κατάδειξις τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως καὶ μέτρησις αὐτῆς. Κλείσμεν τὸ ἐν ἀκρον τοῦ ὑγροῦ σωλήνης σ (σχ. 68) διὰ λεπτοῦ καὶ ἐλαφροῦ δίσκου δ, τὸν δποτον συγ-

κρατοῦμεν διὰ γῆματος ν., βυθίζομεν τὸν σωλήνα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὅδατος καὶ ἀφήνομεν τὸ γῆμα. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ὁ δίσκος δὲν πίπτει, διότι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις ἐγεργοῦσα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω συγκρατεῖ αὐτόν. "Αν χύσωμεν ὅμως μὲ προσαγὴν ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλήνος, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος πίπτει, ἔταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὅδατος ἐντὸς τοῦ σωλήνος φθάσῃ τὴν ἐλευθεραν ἐπιφάνειαν τοῦ δοχείου. "Αρα τὸ βάρος τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλήνας χυθέντος ὅδατος ἔξουδετέρωσε τὴν ὑδροστατικὴν πίεσιν. "Επομένως ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις είναι ἵση πρὸς τὸ βάρος τοῦτο.

Δύτης εὑρισκόμενος π.χ. εἰς βάθος 20 μέτρων ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὑφίσταται εἰς ἕκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τοῦ σώματός του δύγαμιν ἵσην πρὸς τὸ βάρος στήλης ὅδατος ὕψους 20 m καὶ τομῆς 1 cm². Τὸ βάρος τοῦτο είναι περίπου 2 kg.

97. Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος. Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἡ πίεσις ἡ ἔξασκουμένη ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ περιέχοντος αὐτὸς δοχείου ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῆς ὑγρᾶς στήλης, βάσεως 1 cm² καὶ ὕψους ἵσου πρὸς τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου. Είναι ἐπομένως ἀνεξάρτητος τοῦ ἐμβαδοῦ τοῦ πυθμένος καὶ τοῦ σχήματος τοῦ δοχείου. "Η δλικὴ ἥμως ἐπὶ τοῦ πυθμένος δύναμις ἔξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ καὶ ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς πιέσεως ἐπὶ τὸ ἐμβαδόν. "Αγ εἰς διάφορα δοχεῖα αἱ ἐπιφάνειαι τῶν πυθμένων είναι ἵσαι καὶ αἱ ἔλικας δυνάμεις θὰ είναι ἵσαι, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὅδατος εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος, ἀνεξάρτητως τοῦ περιεχομένου εἰς ἕκαστον δοχείου πασσοῦ ὅδατος.

Τοῦτο δεικνύεται διὰ τοῦ ἔξηγος πειράματος:

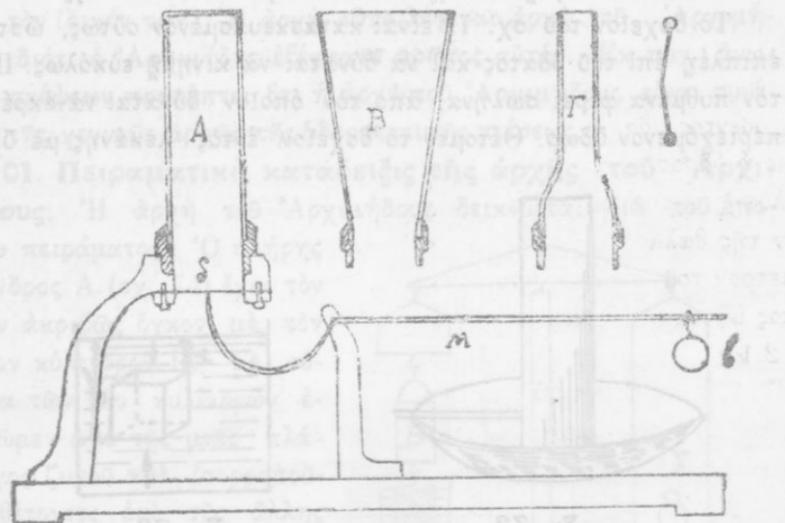
Εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ μοχλοῦ M (σχ. 69) είναι στερεωμένος δίσκος δ., δ. διπολος χρησιμεύει διαδοχικῶς ὡς πυθμὴν εἰς τὰ τρία ἀγνεύ πυθμένος καὶ διαφόρου σχήματος δοχεῖα, A,B,C, ἀπὸ δὲ τὸ ἄλλο κρέμαται τὸ βάρος δ.

"Αν κοχλιώσωμεν ἀνθεν τοῦ πυθμένος διαδοχικῶς τὰ τρία δοχεῖα, παρατηροῦμεν ὅτι πρέπει νὰ χύσωμεν ἐντὸς αὐτῶν ὕδωρ πάντοτε μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους, διὰ νὰ ἴσορροπήσωμεν τὸ βάρος δ. "Αρα ἡ δλικὴ ἐπὶ τοῦ πυθμένος δύναμις είναι καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις ἵση πρὸς δ., ἀδιάφορον ἀν περιέχεται εἰς ἄλλο δοχεῖον περισσότερον καὶ εἰς ἄλλο διλιγόντερον ὕδωρ.

98. Πίεσις ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν δοχείων. Συμφώνως

πρὸς τὴν θεμελιώδη ἀρχὴν τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως (§ 66): καὶ ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν δοχείου θὰ ἔξασκηται πίεσις ἐκ τοῦ βάρους του.

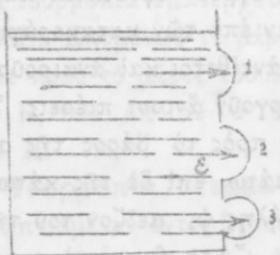
Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν παρειῶν δεικνύεται διὰ δοχείου, φέροντας



Σχ. 69.

πλευρικὰς διάς, κλεισμένας δι’ ἐλαστικῆς μεμβράνης (σχ. 70). Αἱ μεμβράναι ἔξογκοῦνται ὅταν τὸ δοχεῖον πληρωθῇ ὕδατος, καὶ μάλιστα τόσον περισσότερον, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις τῆς μεμβράνης ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

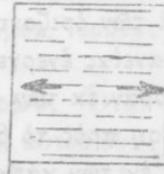
Ἡ πίεσις ἐπὶ πλευρικῆς ἐπιφανείας ἰσοῦται μὲ τὴν πίεσιν ἐπὶ



Σχ. 70.

ὅριζοντίου ἐπιφανείας ἰσούψας πρὸς τὴν πλευρικήν, π. χ. ἡ πίεσις ἐπὶ τῆς μεμβράνης 2 ἰσοῦται μὲ τὴν πίεσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ε.

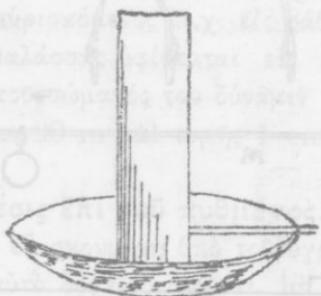
99. Κίνησις ποσερχομένη ἐκ τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως. Αἱ ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου πιέσεις ἀνατρέψιν ἀλλήλας διότι εἶναι ἰσαι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς (σχ. 71). Ἐν δημως ἡ



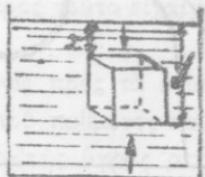
Σχ. 71.

παρειὰ διατρυπηθῇ εἰς τὶ σημεῖον, ἐκεὶ δὲν ἔνεργει πλέον ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις καὶ ἡ πίεσις ἡ ὅποιᾳ ἔνεργει ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου σημείου τοῦ ἀπέναντι τοιχώματος, μένει ἐλευθέρα νὰ δράσῃ καὶ τείνει νὰ κινήσῃ τὸ δοχεῖον κατὰ τὴν διεύθυνσίν της.

Τὸ δοχεῖον τοῦ σχ. 72 εἶναι κατασκευασμένον οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιπλέῃ ἐπὶ τοῦ ὕδατος καὶ νὰ δύναται νὰ κινηθῇ εύκολως. Παρὰ τὸν πυθμένα φέρει σωλήνα, ἀπὸ τὸν ὅποιον δύναται νὰ ἔκρεη τὸ περιεχόμενον ὕδωρ. Θέτομεν τὸ δοχεῖον ἐντὸς λεκάνης μὲ ὕδωρ,



Σχ. 72.



Σχ. 73.

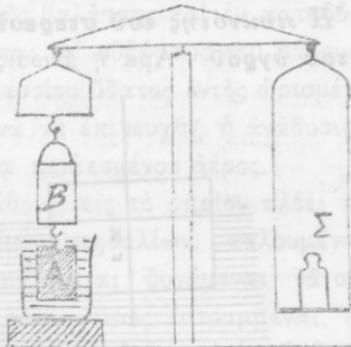
πληροῦμεν αὐτὸν ὕδατος καὶ ἐκπωματίζομεν τὸν σωλήνα ἔκροῆς. Τὸ ὕδωρ ἐκφεύγει ἐξ αὐτοῦ, ἐνῷ τὸ δοχεῖον κινεῖται κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς ἔκροῆς ὀθίσμενον ὑπὸ τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως, ἡ ὅποιᾳ ἔνεργει εἰς τὸ ἀπέναντι τῆς ὅπῆς τοιχώμα.

100. Ἀνωσις ἢ Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Σῶμά τι (σχ. 73) βυθισμένον ἐντελῶς ἐντὸς ὑγροῦ ὑφίσταται πανταχόθεν τὴν ὑδροστατικὴν πίεσιν. Καὶ αἱ μὲν ἐπὶ τῶν κατακορύφων πλευρῶν πιέσεις εἶναι ἀγὰ δύο λίσαι καὶ ἀντίθετοι καὶ ἀναιροῦσιν ἄλληλας. Ἐπὶ τῶν δριζοντίων δμῶς ἔνεργοιον ἀνισοὶ πιέσεις. Ἐπὶ τῆς ἀνω ἐπιφανείας ἔνεργει δύναμις λίση πρὸς τὸ βάρος τῆς στήλης χ καὶ μὲ φοράν ἐκ τῶν ἀνω πρὸς τὰ κάτω, ἐπὶ δὲ τῆς κάτω ἔνεργει δύναμις λίση πρὸς τὸ βάρος τῆς στήλης ψ, μεῖζον τοῦ τῆς χ καὶ μὲ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἀνω. Ἀρα ἡ τελικὴ συνισταμένη δλων τῶν ὑδροστατικῶν δυνάμεων εἶναι διάφορος τοῦ μηδενὸς καὶ ἔχει διεύθυνσιν ἀντίθετον πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Ἐπομένως ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὅποιον οὕτω φαίνεται μικρότερον.

Ἡ συνισταμένη αὗτη δύναμις λέγεται ἀνωσις. Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς λέγεται κέντρον τῆς ἀνώσεως.

Ἡ ἀνωσις ἵσεσται, ὅπως εὐκόλως φαίνεται ἐκ τοῦ σχήματος, μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἔχούσης ὅγκου ἵσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος. Ἐάρα : τὰ σώματα ἐντὸς τῶν ὑγρῶν φαίνονται ἐλαφρότερα κατὰ ποσὸν ἵσου πρὸς τὸ βάρος ὑγροῦ, ἔχοντος ὅγκου ἵσου πρὸς τὴν ἴδιαν τῶν. Ἡ ἀρχὴ αὕτη λέγεται ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους, διότι ὁ Ἀρχιμήδης ἐξέφρασε πρῶτος αὐτήν. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω σκέψεων προκύπτει ὅτι ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους είναι συγέπεια τῆς γενικῆς ἀρχῆς τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως.

101. Πειραματικὴ κατάδειξις τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δεικνύεται διὰ τοῦ ἐπομένου πειράματος : Ὁ πλήρης κύλινδρος A (σχ. 74) ἔχει τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς ὅγκον μὲ τὸν κοῖλον κύλινδρον B. Τὸ σύστημα τῶν δύο κυλίνδρων ἐξαρτώμεν ἀπὸ τῆς μιᾶς πλάστιγγος ζυγοῦ καὶ ἰσορροπούμεν θέτοντες ἐπὶ τῆς ἀλλης σταθμὰ Σ.



Σχ. 74.

Ἐὰν τώρα βυθίσωμεν τὸν πλήρη κύλινδρον ἐντὸς ὑγροῦ τινος, ἔστω ὕδατος, παρατηροῦ-

μεν ὅτι ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὰ σταθμά. Ἐάρα ὁ κύλινδρος A βυθίσθεις ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἔχει τὸ βάρος. Ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται, ὅταν πληρώσωμεν ὕδατος τὸν κύλινδρον B. Ἐπομένως τὸ βάρος, τὸ ὅποιον ἔχασεν ὁ κύλινδρος A, ἵσεται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τοῦ περιεχομένου εἰς τὸν κύλινδρον B, τοῦ ὅποιοῦ ὁ ὅγκος, ὡς εἴπομεν, ἵσεται μὲ τὸν ὅγκον τοῦ A.

102. Ἰσορροπία στερεῶν ἐντὸς ὑγρῶν. Οταν στερεόν είναι ἐμβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ, ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτοῦ δύο δυνάμεις ἀγτίθετοι, τὸ βάρος του καὶ ἡ ἄνωσις. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων δυνάμεων είναι δυνατὸν γὰρ ὑπάρξουν αἱ ἑξῆς τρεῖς διάφοροι σχέσεις :

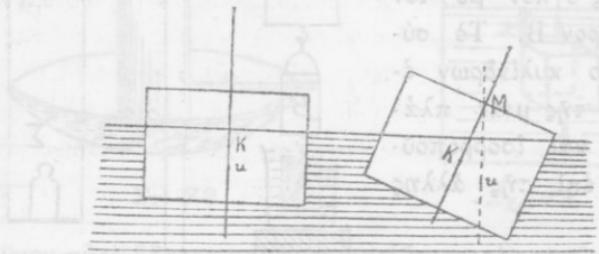
α) Τὸ στερεόν είναι πυκνότερον τοῦ ὑγροῦ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ βάρος τοῦ στερεοῦ είγχι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως. Διότι ἡ ἄνωσις ἵσεται μὲ τὸ βάρος ἵσου ὅγκου ὑγροῦ, ἀφοῦ ἐπομένως ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ είναι μικροτέρα τῆς τοῦ

στερεοῦ, ὅπὸ ίσους ὅγκους ὑγροῦ καὶ στερεοῦ τὸ στερεόν ἔχει τὸ μεγάλύτερον βάρος (ὅλ. σχέσιν πυκνότητος, βάρους καὶ ὅγκου εἰς § 60).

Τὸ στερεόν θὰ βυθίσθῃ ἐπομένως ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, π.χ. τεμάχιον μολύβδου, σιδήρου, ὄχλου βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὑδατος.

β) Τὸ στερεόν ἔχει τὴν αὐτὴν πυκνότητα μὲ τὸ ὑγρόν. Ἡ ἀνωσίς τότε εἶναι ίση πρὸς τὸ βάρος τοῦ στερεοῦ καὶ ίσορροπεῖ τοῦτο εἰς οἰανδήποτε θέσιν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ. Τὸ στερεόν αἰωρεῖται ἐπομένως ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

γ) Ἡ πυκνότης τοῦ στερεοῦ εἶναι μικροτέρα τῆς πυκνότητος τοῦ ὑγροῦ. Άρα ἡ ἀνωσίς εἶναι μεγαλυτέρα τοῦ βάρους,



Σχ. 75α.

Σχ. 75β.

Τὸ στερεόν ἀνέρχεται τότε εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ τιμῆμα τι αὐτοῦ ὑπερέχει αὐτῇ. Τὸ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ μέρος τοῦ στερεοῦ ἔκτοπιζεις ὑγρὸν ἔχον βάρος ίσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὅλου σώματος.

103. Ισορροπία ἐπιπλέοντων σωμάτων. Τὸ σχ. 75α παριστάσωμα ἐπιπλέον ἐπὶ τοῦ ὑδατος. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους του εἶναι εἰς K, τὸ δὲ κέντρον τῆς ἀνώσεως εἰς κ. Δίδομεν μίαν κλίσιν εἰς τὸ σῶμα, οὕτως ὥστε τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως νὰ ἔλθῃ π.χ. εἰς τὴν θέσιν τοῦ σχ. 75β. Τὸ σημεῖον M, εἰς τὸ ὄποιον ἡ ἐκ τοῦ κ. κατακόρυφος τέμνει τὴν ἀρχικὴν διεύθυνσιν Kκ λέγεται μετάκεντρον.

“Οταν τὸ K. B. τοῦ σώματος εἶναι χαμηλότερα τοῦ μετακέντρου ἡ ίσορροπία τοῦ ἐπιπλέοντος σώματος εἴγει εὐσταθής. Ἀναπτύσσεται τότε ζεῦγος, τὸ ὄποιον τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ αὐτὸν εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν.

“Ἐχν ὅμως ἐπιπλέον σῶμα λάβη τοιαύτην κλίσιν, ὥστε τὸ K.B. του

νὰ ἀνέλθῃ ἀνωθεν τοῦ μετακέντρου ἀναπτύσσεται ζεῦγος, τὸ διπότον τείνει· νὰ ἀνατρέψῃ αὐτό. Ἡ ισορροπία εἶναι ἀσταθήσ.

Ἡ μέση πυκνότητος τοῦ θλικοῦ, ἐκ τοῦ διποίου κατασκευάζονται τὰ μεγάλα πλοῖα, εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς τοῦ θαλάσσιου ὅδατος. Ἐν τούτοις ταῦτα ἐπιπλέουν, διότι ἔχουν τοιούτον σχῆμα, ὃστε μέρος αὐτῶν βυθιζόμενον ἐντὸς τῆς θαλάσσης ἐκτοπίζει μέγαν ὅγκον ὅδατος, τοῦ διποίου τὸ βάρος ισορροπεῖ τὸ βάρος διλογήρου τοῦ πλοίου, γῆ ισορροπία τῶν δὲν εἰγκι εὐσταθήσ, διότι τὸ κέντρον τοῦ βάρους εἶναι χαμηλότερα τοῦ μετακέντρου.

104. Ὑποθρύχια. Τὰ ὑποθρύχια ὡς γγωστόν, δύνανται νὰ πλέουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ ἐν καταδύσει.

Ἡ κατάδυσις ἐπιτυγχάνεται δι' αὐξήσεως τοῦ βάρους τοῦ ὑποθρύχου διὰ τῆς εἰσροής θαλασσίου ὅδατος ἐντὸς ὠρισμένων διαμερισμάτων τοῦ σκάφους. Διὰ νὰ νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ἀνάδυσις ἐκδιώκεται τὸ ὅδωρ τεῦτο τῇ βοηθείᾳ πεπιεσμένου ἀέρος.

Μικραὶ μεταδολαι τοῦ βάθους, εἰς τὸ ἐποίον πλέει τὸ ὑποθρύχιον, ἐπιτυγχάνονται δι' εἰδικῶν πηδαλίων, καλουμένων πηδαλίων βάθους. Ταῦτα εἶναι ἐπιφάνειαι δυνάμεναι νὰ στρέφωνται περὶ δριζόντιον ἀξονα. Ἐάν εἶναι οὕτως ἐστραμμέναι, ὃστε κατὰ τὸν πλοῦν τὸ ὅδωρ νὰ κτυπᾷ ἐκ τῶν ἄγων, τὸ ὑποθρύχιον βυθίζεται. Ἐάν ἀντιστρόφως στραφοῦν οὕτως, ὃστε τὸ ὅδωρ νὰ κτυπᾷ τὸ πηδάλιον ἐκ τῶν κάτω, τὸ ὑποθρύχιον ἀνέρχεται.

Τὰ τοιχώματα τῶν ὑποθρύχων πρέπει νὰ είγανται ἀπολύτως ὅδατοστεγή καὶ ἔξαιρεταις ἀγνετικά, διὰ νὰ ἀντέχουν εἰς τὰς μεγάλας πιέσεις τοῦ βάθους.

Κατὰ τὸν πλοῦν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὡς κινητήριοι μηχαναὶ χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς τὰ ὑποθρύχια αἱ συνήθεις ἀτμομηχαναὶ ἢ μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως (βλ. θερμότητα), αἱ διποίαι χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς τὰ πλοῖα. Διὰ τὸν πλοῦν ἐν καταδύσεις ὅμως προτιμῶνται αἱ ἡλεκτρικοὶ κινητήρες, διότι οἱ ἄλλοι κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν παράγουν δηλητηριώδη ἀέρια τὰ διποῖα μολύνουν τὸν περιωρισμένον ἀέρα τοῦ σκάφους.

105. Ισορροπία πολλῶν ὑγρῶν ἐν τῷ αὐτῷ διοχείῳ. Ὁταν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου χύσωμεν ὑγρὰ διαφόρου πυκνότητος, τὰ διποῖα δὲν μίγνυνται: οὕτε ἐπιδροῦν χημικῶς ἐπ' ἀλλήλων, παρατηροῦμεν ὅτι λαμβάνουν ἐντὸς τοῦ δοχείου θέσιν δριζομένην ἐκ τῆς πυκνότητος αὐτῶν. Εἰς τὸν πυθμένα κατέρχεται τὸ πυκνότερον, ἀνωθεν αὐτοῦ τὸ ἀμέσως διλιγώτερον πυκνόν κ.ο.κ.

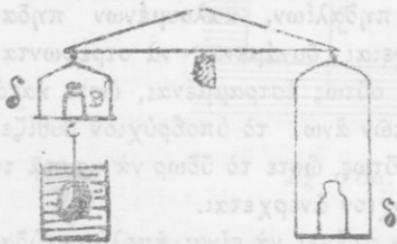
II. χ. ἂν χύσωμεν καθ' οἰανδήποτε σειρὰν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου ὑδράργυρον, ὅδωρ καὶ ἔλαιον, πάντοτε δὲ ὑδράργυρος θὺ καταλάβῃ τὸν παρὰ τὸν πυθμένα χῶρον, ἀνωθεν αὐτοῦ θὰ εἶναι τὸ ὅδωρ καὶ τέλος ἀγωθεν τοῦ ὕδατος τὸ ἔλαιον. Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἄνω ὑγροῦ εἶναι ἐπίπεδην ὁριζόντιον, ὡς ἐπίσης καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἡ διαχωρίζουσα ὅντα ὑγρά.

— 106 —

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος.

106. Α'. Διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἀνώσεως. Ως ὠρίσθη εἰς τὴν § 56 πυκνότης σώματος τινος λέγεται δὲ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος πρὸς τὸ βάρος ἵσου ὅγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας 4°. Οὐ προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος εἶναι δυνατὸν γὰρ γίγην διὲ ἐφαρμογῆς τοῦ φαινομένου τῆς ἀνώσεως, ὡς ἔξης :



Σχ. 76.

a) *Στερεῶν σωμάτων.* Ζυγίζομεν τὸ στερεόν, τοῦ ὅποιου ζητεῖται ἡ πυκνότης. Ἐστιώντα τὸ βάρος αὐτοῦ. Κατέπιν ἐξαρτῶμεν αὐτὸν ἀπὸ τὸν ἔνα δίσκον δὲ ζυγοῦ (σχ. 76) καὶ ισορροποῦμεν θέτοντες ἐπὶ

τοῦ ἄλλου δίσκου δὲ οἰονδήποτε ἀγτιστάθμισμα. Ἀφοῦ ισορροπήσῃ δὲ ζυγός, βιβίζομεν τὸ στερεόν ἐντὸς ὕδατος, θερμοκρασίας 4°, ἐπότε συνεπείᾳ τῆς ἀνώσεως, ὡς γνωρίζομεν, καταστρέψεται ἡ ισορροπία. Διὰ νὰ ἐπικαλέθῃ ἡ ισορροπία, πρέπει γὰρ προσθέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου δὲ σταθμὰ Β'. Τὰ σταθμὰ ταῦτα παριστοῦν τὸ βάρος ὕδατος ὅγκου ἵσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος.

"Αρχ δὲ λόγος $\frac{B}{B'}$, εἶγαι ἡ ζητουμένη πυκνότης.

b) *Υγρῶν σωμάτων.* Ἐξαρτῶμεν ἀπὸ τὸν ἔνα δίσκον δὲ ζυγοῦ βάρος τι, συγήθως διάλινον δοχεῖον ἐρματιζμένον, (τὸ βοηθητικὸν τοῦτο βάρος καλεῖται πλωτήρ), καὶ ισορροποῦμεν θέτοντες ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου ἀγτιστάθμισμα.

Βυθίζομεν κατόπιν τὸν πλωτῆρα ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, τοῦ δποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης. Ἡ λοσφροπία καταστρέφεται, ἐπανέρχεται δὲ αὐτῇ, ὅταν ἐπὶ τοῦ δίσκου δ θέσωμεν σταθμὰ Σ, οἷα πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ἔχοντος ὅγκον οὗτον πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ πλωτῆρος. Ἀφαιροῦμεν ἀκολούθως τὰ σταθμὰ Σ, βυθίζομεν τὸν πλωτῆρα ἐντὸς ὕδατος καὶ λοσφροποῦμεν διὰ προσθήκης σταθμῶν Σ' ἐπὶ τοῦ δίσκου δ. Ἐχομενοῦτο τὰ βάρη οὓσαν ὅγκων ὕδατος καὶ ὑγροῦ. Ὁ λόγος Σ/Σ' εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ.

107. Β'. Δεῖται τὴς ληκύθου. Ἡ λήκυθος εἶγαι μικρὰ φιάλη υαλίνη, ἀπολήγουσα εἰς σωλήνα, ἐπὶ τοῦ δποίου εἶναι χαραγμένη μία γραμμὴ (σχ. 77).

Εἰς τὴν μέθοδον τῆς ληκύθου κάμινομεν ἐφερμογήν τοῦ εἰς τὴν § 60 δοθέντος πρώτου ὄρισμοῦ τῆς πυκνότητος, δηλ. πυκνότης εἶναι ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὅγκου του.



Σχ. 77.

α) Στερεῶν σωμάτων. Εύρισκομεν τὸ βάρος τοῦ σώματος διὰ τοῦ ζυγοῦ καὶ ἀκολούθως προσδιορίζομεν τὸν ὅγκον του διὰ τῆς ληκύθου ως ἔξης:

Πληροῦμεν τὴν λήκυθον ὕδατος θερμοκρασίας 4° μέχρι τῆς γραμμῆς τοῦ σωλήνας καὶ ζυγίζομεν αὐτήν. Ἔστω δὲ τὸ βάρος τῆς. Εἰσάγομεν ἀκολούθως τὸ στερεὸν ἐντὸς τῆς ληκύθου. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται ὑπεράνω τῆς γραμμῆς κατὰ ποσὸν οὗτον πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος. Ἀφαιροῦμεν τὸ πλεονάζον ὕδωρ καὶ ζυγίζομεν ἐκ νέου. Τὸ νέον βάρος Σ ισοῦται πρὸς τὸ ἀρχικὸν δ, μεῖον τὸ βάρος δ' τοῦ ἀφαιρεθέντος ὕδατος, σὺν τὸ βάρος τοῦ σώματος.

$$6 - 6' + B = \Sigma$$

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης, ἀφοῦ γνωρίζομεν τὰ β καὶ Β ὑπολογίζομεν τὸ βάρος δ' τοῦ ἀφαιρεθέντος ὕδατος, τὸ δποίον ισοῦται μὲ τὸν ὅγκον τοῦ σώματος.

β) Υγρῶν σωμάτων. Ζυγίζομεν κατ' ἀρχὰς τὴν λήκυθον κενὴν καὶ ἔστω β τὸ βάρος τῆς. Ἀκολούθως πληροῦμεν αὐτὴν ὕδατος μέχρι τῆς γραμμῆς καὶ ζυγίζομεν ἐκ νέου. Ἄν τὸ νέον βάρος εἶναι B_1 , τὸ βάρος τοῦ περιεχομένου ὕδατος εἶναι $B_1 - \beta$. Τέλος χύνομεν τὸ ὕδωρ καὶ πληροῦμεν αὐτὴν μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου ἐκ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ δποίου ζητοῦμεν τὴν πυκνότητα. Λαμβάνομεν οὕτω ὅγκον ὑγροῦ οὗτον πρὸς τὸν τοῦ ὕδατος. Ἄν τὸ νέον

βάρος είναι B_2 , τὸ βάρος τοῦ ύγρου είναι B_3 — καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης του $\frac{B_2 - \beta}{B_1 - \beta}$.

108. Ἀραιόμετρα. Εύκολώτατα προσδιορίζεται ἡ πυκνότης τῶν ύγρων διὰ τῶν ἀραιομέτρων. Τὸ ἀραιόμετρον είναι δοχεῖον υάλινον ἔρματισμένον καταλλήλως καὶ ἀπολῆγον εἰς στεγὸν σωλήνα κλειστὸν (σχ. 78) καὶ φέροντα διαίρεσις.

Ἐντὸς ύγρου τὸ ἀραιόμετρον θὰ βυθίσθῃ, μέχρις ὅτου τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ύγρου ἴσορροπήσῃ τὸ βάρος του. Ἐπομένως δοσον τὸ ύγρον είναι πυκνότερον, τόσον διληγότερον βυθίζεται τὸ ἀραιόμετρον ἐντὸς αὐτοῦ.



Σχ. 78. 109. **Ἀραιόμετρα Beaumé.** Ἐκτὸς τῆς βαθμολογίας, οἵτις δίδει τὴν ἀπόλυτον πυκνότητα, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα διάφορα εἶδη αὐθικρέτου βαθμολογίας τῶν ἀραιομέτρων.

Ἐκ τούτων λίαν ἐν κρήσει ἀκόμη εἰς τὴν βιομηχανίαν είναι ἡ βαθμολογία τῶν ἀραιομέτρων Beaumé. Ἀραιόμετρα Beaumé ὑπάρχουν ἄλλα διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὅδατος ύγρά καὶ ἄλλα διὰ τὰ ἀραιότερα. Εἰς τὰ πρώτα ἡ βαθμολογία γίνεται ως ἔξης: Τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου είναι τόσον, ὥστε ἐντὸς ὅδατος καθαροῦ νὰ βυθίζεται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου περίπου ἀκρου τοῦ σωλήνος. Ἐκεῖ σημειοῦται μηδέν. Εἰς δὲ τὸ σημεῖον, μέχρι τοῦ δποίου βυθίζεται τὸ ἀραιόμετρον ἐντὸς διαλύματος μαγειρικοῦ ἀλατος ἀναλογίας 15 μερῶν ἀλατος πρὸς 85 ὅδατος, σημειοῦται δ βαθμὸς 15. Τὸ μεταξὺ μηδενὸς καὶ 15 διάστημα χωρίζεται εἰς 15 ίσα μέρη, ἐπεκτείγεται δὲ δροίως πέραν τοῦ 15 ἡ βαθμολογία.

Ἄγάλογος είναι ὁ τρόπος βαθμολογίας καὶ διὰ τὰ ἀραιόμετρα τὰ προσρίζόμενα διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὅδατος ύγρά, μὲ τὴν δια-

αφοράν δτι τὸ βάρος τοῦ ἀραιόμετρου είγκι τόσον, ώστε ἐντὸς καθαροῦ ୟδατος νὰ βυθίζεται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἀκρου τοῦ σωλήνος.
Ο κατωτέρω πίνακας δίδει τὴν σχέσιν τῶν βαθμῶν Beaumé πρὸς τὴν ἀπόλυτον πυκνότητα.

1) Ἀραιόμετρα διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ୟδατος ὑγρά:

Βαθμοὶ Beaumé 0,0—24,2—41,5—54,4—64,5—72,6

Απόλ. πυκνότης 1,0—1,2—1,4—1,6—1,8—2,0

2) Ἀραιόμετρα διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ୟδατος ὑγρά:

Βαθμοὶ Beaumé 10,0—17,7—26,1—35,6—46,3—58,4

Απόλ. πυκνότης 1,0—0,95—0,90—0,85—0,80—0,75

Πίνακας πυκνότητος τῶν συνηθεστέρων σωμάτων.

α'. Στερεῶν.

·ἄγνθραξ (ἀδάμας)	3,5	ἀργίλλιον	2,7
» (γραφίτης)	2,3	μόλυβδος	11,3
πάγρος	0,91	σίδηρος	7,8
·ύγχλος κοινὴ περίπου	2,3	χρυσὸς	19,3
» δπικιῶν πρισμάτων	2,3	ἀργυρός	10,5
καὶ φακῶν περίπου	3,5	χαλκὸς	8,9
·ηγρὸς περίπου	0,97	γυικέλλιον	8,8
		λευκόχρυσος	21,4

β' Υγρῶν.

·αἴθηρ	0,72	γλυκερίνη	1,26
οἰνόπνευμα	0,79	πετρέλαιον	0,80
χλωροφόρμιον	1,49	ὑδράργυρος	13,60
τερεβίνθινοι	0,87	θαλάσσιοι ୟδωρ	1,02
·έλαιον ἔλαιων	0,91		

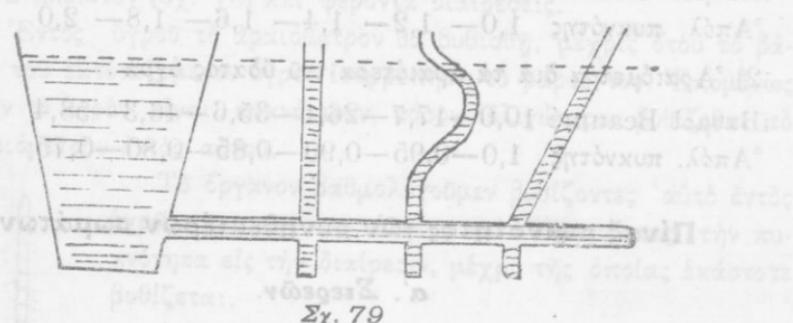
γ' Άερων.

Εἰς θερμοκρασίαν 0° καὶ πίεσιν 760 mm/Hg

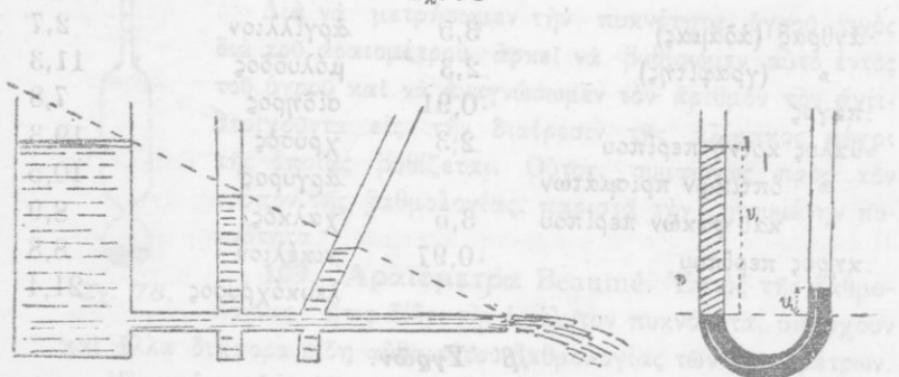
·αἴθηρ	0,00129	νῖδρογόνοι	0,00009
·δέξιγόνοι	0,00143	·διοξείδιον τοῦ	
·άζωτον	0,00125	πλευθρίκας	0,00197

Συγκοινωνούντα δοχεῖα.

110. Συγκοινωνούντα δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸν ύγρον. Εάν εἰς δύο ἢ περισσότερα δοχεῖα οἶστροποτε σχήματος συγκοινωνοῦντα πρὸς ἄλληλα χύσωμεν ύγρον, ἢ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια φθάνει εἰς δλα εἰς τὸ αὐτὸν ὅριζόντιον ἐπίπεδον (σχ. 79).



Σχ. 79



Σχ. 80

Σχ. 81.

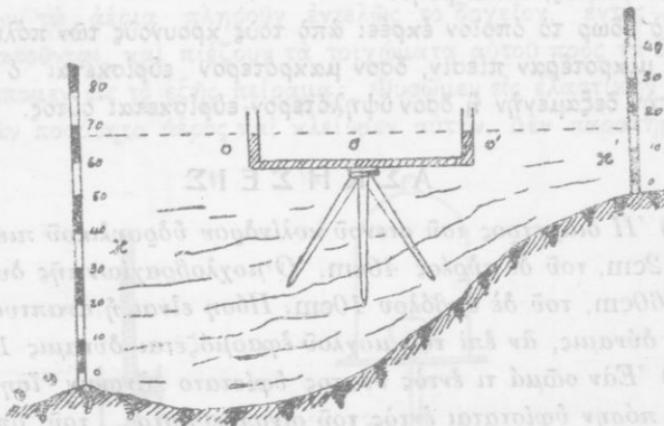
Τὸ γεγονὸς τοῦτο εἰναι: συνέπεια τῆς ὁρίζοντιότητος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῶν ύγρῶν τὰ συγκοινωνοῦντα δοχεῖα εἰναι πράγματι ως ἐν δοχεῖον, εἰς τὸ δποῖον ἢ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ύγρου θὰ πρέπη νὰ εὑρίσκεται δλόκληρος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὁρίζοντος ἐπιπέδου.

Ἐάν δμως τὸ ύγρὸν δὲν ἴσορροπῇ, ἐάν π.χ. τὸ ἄκρον τοῦ συδετικοῦ σωλήνηος εἰναι ἀγοικτὸν καὶ τὸ ύγρὸν ῥέῃ ἐξ αὐτοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἢ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια δὲν εὑρίσκεται εἰς δλα τὰ δοχεῖα εἰς τὸ αὐτὸν ψώς, ἀλλ' εἰναι τόσον χαμηλότερα, ὅσον τὸ δοχεῖον εὑρίσκεται πλησιέστερα πρὸς τὴν δπὴν τῆς ἔκροής (σχ. 80).

111. Συγκοινωνεῦντα δοχεῖα μὲ διάφορα ὑγρα. Εάν γύσωμεν δύο διάφορα ὑγρὰ μὴ μιγνύσμενα (π.χ. ὄδωρ καὶ ὄδράργυρον) εἰς δύο συγκοινωνεῦντα δοχεῖα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλεύθερα ἐπιφάνεια ἐν ταῖς εὑρίσκεται εἰς ἀμφότερα εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον (σχ. 81). Τῷ ψήφῳ τῶν ἐλεύθερων ἐπιφανειῶν ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διαχωρίζοντος τὰ δύο ὑγρά εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς πυκνότητας αὐτῶν δηλ. ἂν θέσωμεν υἱ καὶ υἱ τὰ ψήφη καὶ δι καὶ δι τὰς πυκνότητας εἶναι :

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

112*. Εφαρμογαί. Μή τῶν ἐφαρμογῶν τοῦ φαινομένου



Σχ. 82.

τῶν συγκοινωνούντων δοχείων εἶναι ὁ ὄδροστάτης*, (σχ. 182), ὅργανον χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς ὕψους δύο σημείων τῆς γηΐνης ἐπιφανείας.

Οὕτος ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος σ ὄντας κεκαμμένου δις κατ' ὀρθὴν γωνίαν καὶ πλήρους μέχρι τοῦ μέσου τῶν κεκαμμένων σκελῶν διὰ χρωματισμένου ὄδατος. Χρησιμοποιεῖται δὲ ὡς ἔξης : Εἰς τὰ σημεῖα, τῶν ὅποιων πρόκειται νὰ μετρηθῇ ἡ διαφορὰ ὕψους, τοποθετοῦνται κατακόρυφοι κλίμακες κ' καὶ κ' καὶ μεταξὺ αὐτῶν ὁ ὄδροστάτης. Φέρομεν τὸ δρθαλμὸν εἰς τὸ ψήφος τῆς

* Τὰ περὶ ὄδροστάτου τῆς παραγράφου 112 δύνανται νὰ παραλειφθοῦν.

έλευθέρας έπιφανείας τοῦ θύρου Ο· καὶ σκοπεύομεν πρῶτον τὴν μίαν κλίμακα. Κατόπιν ἐκ τῆς θέσεως Ο· σκοπεύομεν τὴν ἄλλην κλίμακα. Ἡ διαφορὰ τῶν ἀναγνώσεων τῶν δύο σκοπεύσεων εἶναι προφανῶς η διαφορὰ ὑψοῦς τῶν δύο σημείων. Εἰς τὸ σχῆμα εἶναι αὕτη 68—16=52.

Τὰ ἀρτεσιανὰ φρέατα καὶ οἱ πίδακες ἔξηγοῦνται διὰ τοῦ φαινομένου τῶν συγκοινωνούγτων ἀγγείων. Τὸ διδωρό, τὸ ὅποιον εἴναι ἀποθηκευμένον μεταξὺ ἀδιαβρόχων στρωμάτων τῆς γῆς, ρέει ὑπογείως καὶ δταν συγαντήσῃ διπλὴν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἀνέρχεται τείνον γὰρ φθάσῃ εἰς τὸ ὑψός τῆς ἔλευθέρας ἐπιφανείας τῆς ἀποθήκης, τοῦτο δὲ ἐπιτυγχάνεται τέσσον καλύτερον, δισον η διάτρησις γίνη πλησιέστερον πρὸς τὴν ἀποθήκην, διότι εὖδω δὲν ἔχομεν Ισαρροπίαν ὑδατος, ἀλλὰ ροήν.

Τὸ διδωρό τὸ ὅποιον ἐκρέει ἀπὸ τοὺς κρουγοὺς τῶν πόλεων ἔχει τόσον μικροτέραν πίεσιν, δισον μακρότερον εὑρίσκεται ὁ κρουγὸς ἀπὸ τὴν δεξιαμενὴν ή δισον ὑψηλότερον, εὑρίσκεται οὗτος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Ἡ διάμετρος τοῦ στενοῦ κυλίνδρου ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 2cm, τοῦ δὲ εὐρέος 40cm. Ομοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως εἶναι 60cm, τοῦ δὲ ἐμβόλου 10cm. Πόση εἶναι ἡ ἀνατινσσομένη δική δύναμις, ἢν ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐφαρμόζεται δύναμις 12kg;

2) Εὰν οῷμά τι ἐντὸς ὑδατος ὑφίστατο ἄγωσιν ἵσην πρὸς 52gr, πόσην ὑφίσταται ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος, τοῦ ὅποιον η πυκνότης εἶναι 0,8, καὶ πόσην ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου; (πυκνότης ὑδραργύρου 13.6).

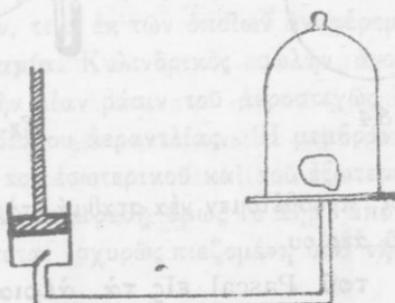
3) Πόσον ζυγίζει ἐντὸς τοῦ πετρελαίου χαλκίη σφαῖρα ἀκτίνος 4cm; Πυκνότης χαλκοῦ 8,9, πετρελαίου 0,84, αργυροῦ κονυμάτων 10,5.

ΑΕΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

§ 113. Χαρακτηριστικαὶ ἴδιότητες τῶν ἀερίων. Ἐκ τῆς ἀερομηχανικῆς θὰ ἔξετάσωμεν μόνον τὴν ἀεροστατικήν. Τὰ δέρια ως εἰδομεν (§ 7) χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς ἐλλείφεως ὀρισμένου σχήματος καὶ ὀρισμένου δγκου. Ο δγκος μιᾶς δρισμένης ποσότητος ἀερίου τείνει διαρκῶς νὰ αὐξηθῇ.

Ἡ ἴδιότης αὕτη τῶν ἀερίων καλεῖται ἐκτατόν. Ἔνεκα τοῦ ἐκτατοῦ τῶν τὰ δέρια πληροῦν ἐντελῶς τὸ δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ ὅποιου κρατοῦνται, καὶ πιέζουν τὰ τοιχώματα αὐτοῦ πρὸς τὰ ἔξω. Τοῦτο βλέπομεν εἰς τὸ ἔξης πείραμα: Φυσῶμεν εἰς ἐλαστικὴν κύστιν μικρὰν ποσότητα δέρος καὶ κλείσμεν αὐτήν. Δὲν παρατηροῦ-



Σχ. 83.

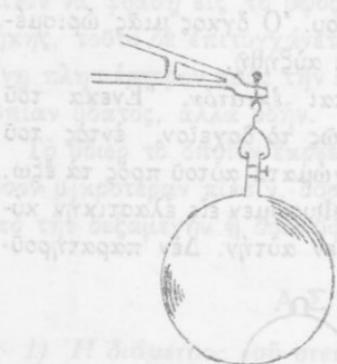
μεν ἔξόγκωσιν τῶν τοιχωμάτων τῆς κύστεως λόγῳ τοῦ ὅτι καὶ διῆρι τῆς ἀτμοσφαίρας ἔξασκει ἐπ' αὐτῶν πίεσιν ὅπως θὰ ἵσωμεν βραδύτερον. Αν δμως τὴν κύστιν θέσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας καὶ ἀφαιροῦμεν τὸν δέρα τοῦ κώδωνος, ἡ κύστις ἔξογκουται καὶ τόσον περισσότερον, ὡσον προχωρεῖ ἡ ἀραίωσις (σχ. 83).

Ἄλλη χαρακτηριστικὴ ἴδιότης τῶν ἀερίων είναι τὸ λίγη συμπιεστὸν αὐτῶν.

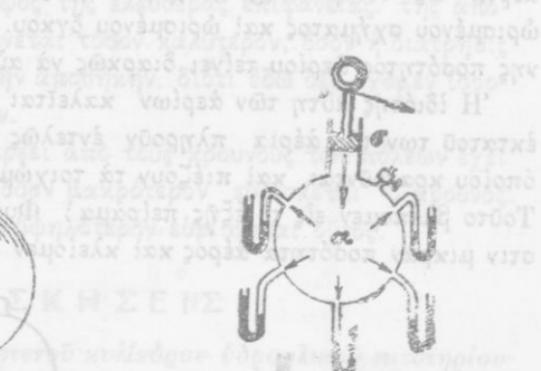
Τὰ δέρια, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ὅγρά, συμπιέζονται εύκολώτατα δι' ἐπιδράσεως μικρᾶς δυγάμεως, μετὰ τὴν συμπίεσιν δὲν ἀναλαμβάνουν ἐντελῶς τὸν ἀρχικὸν τῶν δγκον. Βραδύτερον θὰ γγωρίσω-

μεν τὴν σχέσιν τὴν ὑπάρχουσαν μεταξὺ τῆς πιέσεως, τὴν ὅποιαν ὑφίσταται ἀέριόν τι, καὶ τοῦ ὅγκου τὸν ὅποιον καταλαμβάνει.

114. Βάρος τῶν ἀερίων. Τὰ ἀέρια, δπως ὅλα τὰ σώματα, ἔχουν δύρος. Ἐν λίτρον ἀέρος ζυγίζει περίπου 1,3 gr. Πρὸς κατάδειξιν τοῦ βάρους τῶν ἀερίων ἐκτελοῦμεν τὸ ἑξῆς πειραμα: Ἀφαιροῦμεν τὸν ἀέρα τῆς σφαίρας τοῦ σχήματος 84 διὰ τῆς ἀράντηλίας καὶ ζυγίζομεν αὐτήν. Κατόπιν ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα καὶ ἀφήνομεν νὰ εἰσέλθῃ ἀήρ ἢ εἰσάγομεν αἰονδήποτε ἄλλο ἀέριον. Ἡ φάλαγξ τότε κλίνει: πρὸς τὸ μέρος τῆς σφαίρας καὶ διὰ νὰ



Σχ. 84



Σχ. 85

ἰσορροπήσῃ ὁ ζυγός, προσθέτομεν γένα σταθμά, τὰ ὅποια εἶναι ἵσα πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀερίου.

§ 115. Ἀρχὴ τοῦ Pascal εἰς τὰ ἀέρια. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Pascal, τὴν δποῖαν ἐγνωρίσαμεν εἰς τὴν ὑδροστατικὴν (§ 93), ισχύει καὶ διὰ τὰ ἀέρια.

Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἀερίου ἐφαρμοσθῇ πίεσις μεταδίδεται αὐτῇ ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ καθὼς ὅλκς τὰς διευθύνσεις μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως. Διὰ τὴν πειραματικὴν κατάδειξιν τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal χρησιμοποιοῦμεν τὴν σφαίραν α (σχ. 85), ἡτις καταλήγει εἰς ἐπιμήκη σωλήνα, ἐντὸς τοῦ δποίου κινεῖται ἀεροστεγῶς ἔμδολον καὶ φέρει μανόμετρα (περὶ μονομ. 61. § 126) εἰς τὰς παρειὰς δεικνύοντα τὴν πίεσιν τοῦ ἐντὸς αὐτῆς περιεχομένου ἀέρος. Ἀν ωθήσωμεν τὸ ἔμδολον πρὸς τὰ ἐντός, παρατηροῦμεν ὅτι ὅλη τὰ μανόμετρα δεικνύουν ἵσην αὔξησιν τῆς πιέσεως.

Ἐντὸς τῆς μάζης παντὸς ἀερίου ὑφίσταται πάντοτε πίεσις πρερχομένη ἐκ τοῦ βάρους τῶν ἀγωτέρων στρωμάτων, δπως καὶ εἰς

τὰ διγρά (§ 95), πᾶσα δὲ ἐπιφάνεια εὑρισκομένη ἐντὸς τοῦ ἀερίου ὑπόκειται εἰς τὴν ἀεροστατικήν ταύτην πίεσιν.

“Η ἀεροστατική πίεσις εἶγαι διπλῶς καὶ ήδη ὑδροστατική, σταθερὰ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἵση πρὸς τὸ βάρος τῆς ἀερίας στήλης, ηδη δποίᾳ ὑπάρχει ὅγωθεν βάσεως 1 cm².

“Η διαφορὰ τῶν πιέσεων εἰς δύο ἐπίπεδα ἴσοιςται μὲν τὸ βάρος στήλης τομῆς 1cm² καὶ ὕψους ἴσου πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ἐπιπέδων.

116. Ἀτμοσφαιρική πίεσις. “Η ἀτμόσφαιρα εἶγαι μᾶζα ἀέριος περιβάλλουσα τὴν γῆν καὶ παρακολουθοῦσα αὐτὴν εἰς δλας τῆς τάξ κινήσεις. “Η ἀτμόσφαιρα δὲν ἔχει εἰς δλα τὰ στρώματα τῆς αὐτὴν πυκνότητα. Τὰ ἀνώτερα στρώματα συμπιέζουν τὰ κατώτερα ἔνεκα τοῦ βάρους των καὶ διὰ τοῦτο η πυκνότης τῆς ἀτμοσφαιρίας αὐξάνεται ἐκ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων πρὸς τὸ ἔδαφος.

“Η ἀτμόσφαιρα ἀσκεῖ διὰ τοῦ βάρους τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς πίεσιν τὴν δποίαν καλοῦμεν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν.

“Η ὑπαρξία τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως δεικνύεται διὰ πλείστων πειραμάτων, τιγδὲ ἐκ τῶν δποίων ἀναφέρομεν.

1) **Κυλινδρικός.** Κυλινδρικὸς σωλὴν ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν κλείεται κατὰ τὴν μίαν βάσιν τοῦ ἀεροστεγῶς διὰ μεμβράνης καὶ τίθεται ἐπὶ τοῦ δίσκου ἀεραντλίας. “Η μεμβράνη ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν πιέσεων τοῦ ἐσωτερικοῦ καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος κρατεῖται τεταμένη. “Αν ἀφαιρεθῇ διμως ὁ ἀήρ ἀπὸ τὸν κύλινδρον, ηδη μεμβράνη κάμπτεται ἵσχυρῶς πιεζομένη ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρίας καὶ τέλος θραύεται.

2) **Ημισφαίρια τοῦ Maydeboύgou.** Ταῦτα εἶναι δύο μετάλλινα ἡμισφαίρια (σχ. 86), προσαρμοζόμενα ἀεροστεγῶς πρὸς ἄλληλα καὶ ἀποτελοῦντα κοίλην σφαίραν. Τὸ ἐν τούτων φέρει στρόφιγγα, διὸ ηδη τίθενται εἰς συγκοινωνίαν πρὸς τὴν ἀεραντλίαν. “Οταν ἐντὸς τῆς κοιλότητος διπάρχει ἀήρ, τὰ ἡμισφαίρια εὔκλως ἀποχωρίζονται ἀλλήλων. “Αν διμως ἀφαιρεθῇ ὁ ἀήρ, χρειάζεται ἵσχυροτάτη δύναμις διὰ νὰ κατορθωθῇ τοῦτο.

Τὸ δόνομα τῶν ἡμισφαίριων δφείλεται εἰς τὴν πόλιν, διπου πρῶτον ἐξετελέσθη τὸ πείραμα ὑπὸ τοῦ δημάρχου αὐτῆς Otto de Guericke.

3) Γνωστότατον καὶ ἀπλούστατον πείραμα δεικνύον τὴν ὑπαρξίαν ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἶναι τὸ ἔξης:

Πληροῦμεν ἐντελῶς διὸ διδάσκαλος ποτήριον, καλύπτομεν αὐτὸ διὰ

φύλλου χάρτου, τὸ δποὶον πιέζομεν ἐλαφρῶς, καὶ κρατοῦμεν διὰ τῆς χειρός κατόπιν ἀγαστρέφομεν τὸ ποτήριον καὶ ἀποσύρομεν τὴν χεῖρα (σχ. 87). Τὸ ὑδωρ δὲν χύνεται συγκρατούμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἡ δποὶα ὑφίσταται μόνον κατὰ τὴν ὑπὸ

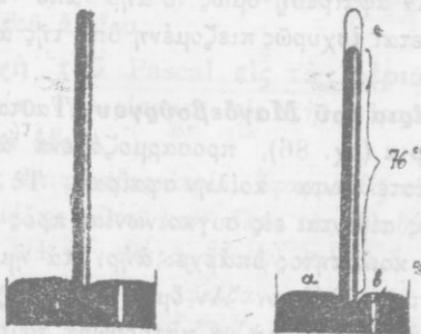


Σχ. 86.

Σχ. 87.

τοῦ βέλους δεικνυομένην διεύθυνσιν. Ὁ Ex τῶν ἔσω τοῦ ποτηρίου πρὸς τὰ ἔξω ἐνεργεῖ μόνον τὸ βάρος τοῦ ὑδατος, δὲν ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, διότι δὲν ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ ποτηρίου ἀήρ.

117. Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Πείραμα τοῦ Torricelli. Ο Torricelli ἐμέτρησε τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν



Σχ. 88.

διὰ τοῦ ἕξῆς ἀπλοῦ πειράματος. Ὁ Επλήρωσεν ἐντελῶς διὸ ὑδράργυρου ὑάλιγον σωλήγα κλειστὸν κατὰ τὸ ἔν ἄκρον, μήκους περίπου 1m. Ὁ Εκλεισε τὸ ἄλλο ἄκρον διὰ τοῦ δακτύλου καὶ ἀναστρέψει τὸν σωλήγα ἐξύθισεν αὐτὸ εἰς λεκάνηγ μὲ ὑδράργυρον (σχ. 88).

Μετά ταῦτα ἀπέσυρε τὸν δάκτυλον καὶ παρετίρησεν ὅτι ὁ ὄδράργυρος κατῆλθεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος μέχρι ἀποστάσεως 76cm περίπου ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὄδραργύρου τῆς λεκάνης καὶ ἀφήκεν ἀνωθεν αὐτοῦ κενὸν χῶρον, ὃ ὅποιος καλεῖται βαρομετρικὸς χῶρος. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἡ ἐπιφάνεια αὗτη τὸ ὕψος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῆς λεκάνης ὑφίσταται μόνον τὴν πίεσιν ἐκ τοῦ βάρους τῆς ὄδραργυρικῆς στήλης, διότι ὁ βαρομετρικὸς χῶρος εἶναι κενὸς ἀδρός.

Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς λεκάνης ἐνεργεῖ μόνον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις.

Γνωρίζομεν ὅτι αἱ πιέσεις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὗτης καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς λεκάνης εἶναι ἴσαι, ἀφοῦ ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου. Άρα ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἴσοςται μὲν τὸ βάρος τῆς ὄδραργυρικῆς στήλης τοῦ σωλῆνος.

Ἡ κατὰ μονάδα ἐπιφανείας ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἴσοςται μὲν τὸ βάρος στήλης ἔχούσης τομῆν 1cm².

Ἄν λάβωμεν ὡς ὕψος τῆς ὄδραργυρικῆς στήλης τοῦ σωλῆνος 76cm, τὸ βάρος αὐτῆς (τομῆς 1cm²) ἴσοςται πρὸς

$$76 \times 13,6 = 1033 \text{ gr} \quad (13,6 \text{ εἶναι } \text{ἡ πυκνότης τοῦ ὄδραργύρου}).$$

Διὰ νὰ ἐπέλθῃ τοιαύτη πίεσις ἐκ στήλης ὅπατος, πρέπει, ἀφοῦ ἡ πυκνότης τοῦ ὅπατος εἶναι 1, νὰ ἔχωμεν στήλην ὕψους 10,33m.

Ἄντι τοῦ βάρους, γίνεται χρῆσις πρὸς μέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἀπλῶς τοῦ ὕψους τῆς ὄδραργυρικῆς στήλης καὶ λέγομεν π. χ. ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἴσοςται πρὸς 760mm ὄδραργύρου ή συντόμως 760mm/Hg.

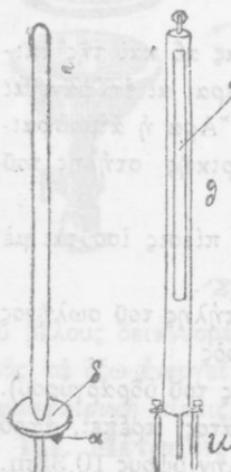
118. Βαρόμετρα. Τὰ ὅργανα, τὰ ὅποια μετροῦν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, δπιως ἡ συσκευὴ τοῦ Torricelli, καλοῦνται βαρόμετρα.

Ὑπάρχουν πολλὰ εἰδῶν βαρομέτρων θά περιγράψωμεν ἐκ τούτων τὸ βαρόμετρον Fortin, τοῦ δποίου γίνεται μεγίστη χρῆσις. Διότι ἔχει τὸ πλεονέκτημα νὰ μεταφέρεται εὐκόλως χωρὶς κίνδυνον καταστροφῆς. Τοῦτο ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὸν πληρούμενον ὄδραργύρου ὄξλιγον σωλῆνα, καλούμενον βαρομετρικὸν σωλῆνα, καὶ τὴν λεκάνην καταλήλως προσηγρυμοσμένα πρὸς ἄλληλα.

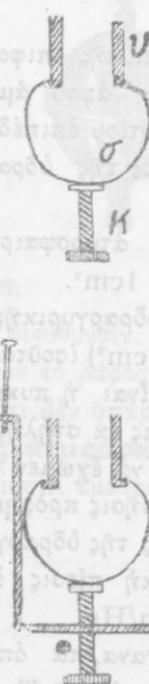
Ο βαρομετρικὸς σωλῆνης φέρει παρὰ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον του προσηγρυμοσμένον ἔύλιγον δίσκον δ καὶ ἐπ' αὐτοῦ μικρὰν ἀκίδαν (σχ. 89α), περιβάλλεται δὲ χάριν προσφυλάξεως καθ' ὅλον τὸ μῆ-

κός του μέχρι τοῦ δίσκου δ' ὑπὸ μεταλλίνης θήκης, φερούσης δύο
ἀνοίγματα αἱ ἀπέναντι ἀλλήλων διὰ τὴν παρατήρησιν. Ἐπὶ τῆς
θήκης εἶναι χαραγμένη κλίμαξ εἰς χιλιοστόμετρα, τῆς δποίας τὸ
μηδὲν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἀκίδος.

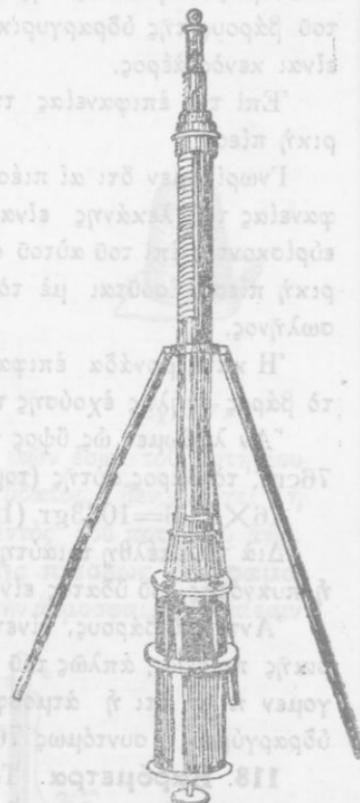
Ἡ λεκάνη εἶναι κύλιγδρος ὑψηλινος φέρων ὡς πυθμένα σάκκον
καὶ νερόν γενέσθε τῷ σάκκῳ τοῦ λεκάνης.



Σχ. 89α.



Σχ. 89α.



Σχ. 89β.

ἐκ δέρματος σ., δ' ὁποῖος ἀγαθιζόεται ή καταβιβάζεται διὰ τοῦ
κοχλίου Κ. Ὁ σάκκος^γ περιβάλλεται ὑπὸ μεταλλίνης θήκης θ', ή
ὅποια συνδέεται μετὰ τῆς θήκης τοῦ σωλήνος διὰ τῶν κοχλιῶν κ
καὶ σῆτω ή λεκάνη μετὰ τοῦ σωλήνος ἀποτελοῦν ἐν σῶμα.

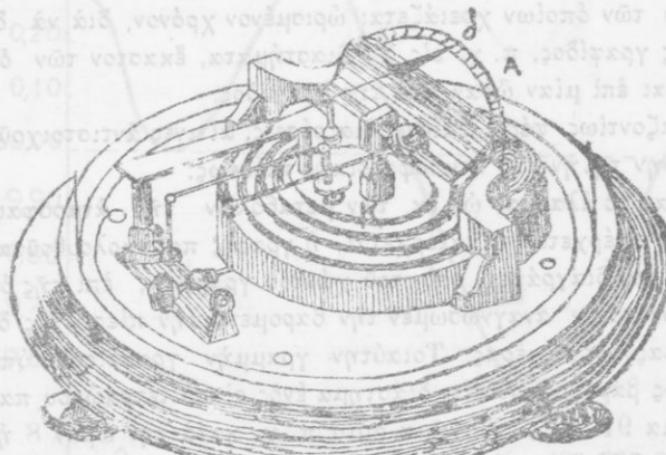
Τὸ βαρόμετρον στηρίζεται ἐπὶ ἴδιας τρίποδος βάσεως,

Τὸ σχ. 89β δίδει τὴν ἔξωτερικὴν μορφὴν βαρομέτρου Fortin.
Οταν τὸ βαρόμετρον πρόσκειται νὰ μεταφερθῇ, ἀνυψοῦμεν τὸν κο-
χλίαν Κ, η χωρητικότης τῆς λεκάνης ἐλατοῦται καὶ δ' ὅδράργυ-
ρος πληροῖ αὐτὴν ἐντελῶς καθὼς καὶ τὸν σωλήνα, σῆτως ὃστε δὲν
ὑπάρχει φόδος θραύσεως τοῦ σωλήνος ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ

ὑδραργύρου, οὗτε εἰσαγωγῆς ἀέρος ἐντὸς τοῦ βαρομετρικοῦ σωλήνος.

§ 119. Χρήσις τοῦ βαρομέτρου. Ἡ χρήσις τοῦ βαρομέτρου Fortin εἶναι ἀπλουστάτη. Σφρόμεν τὸν καχλίαν K, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν πρὸς τὴν ἀκμὴν τῆς ἀκίδος α, καὶ εἴτα παρατηροῦμεν εἰς ποιὰν διαίρεσιν τῆς κλίμακος ἀντιστοιχεῖ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἐν τῷ σωλήνος ὑδραργύρου. Ἡ διαίρεσις αὕτη παριστᾶ προφανῶς τὸ ὄφος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης μεταξὺ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης καὶ τοῦ σωλήνος, ἐπομένως καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εἰς χιλιοστόμετρα ὑδραργύρου.

120. Μεταλλικὰ βαρόμετρα. Πλὴν τῶν ὑδραργυρικῶν βαρομέτρων κατασκευάζονται καὶ τὰ μεταλλικά, εἰς τὰ ὅποια με-



Σχ. 90.

τρεῖται ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς παραμορφώσεως, τὴν δοκίαν ὑφίστανται ἐκ ταύτης κατάλληλα ἐλάσματα.

Τοιοῦτον βαρόμετρον παριστὰ τὸ σχ. 90. Τὸ οὐσιῶδες μέρος αὐτοῦ εἶναι ὀρειχάλκιγον τύμπανον K, ἀεροστεγὲς καὶ κενὸν ἀέρος.

Ἡ ἀνωτέρω βάσις τοῦ τυμπάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὴν καὶ εὔκαμπτον πλάκα, τῆς ὅποιας ἡ ἐπιφάνεια εἶναι κυματοειδῆς πρὸς αὖξησιν τῆς εὐκαμψίας.

Ἡ πλάξ αὕτη ἀνέρχεται ἡ κατέρχεται, καθόσον τὸ τύμπανον παραμορφοῦται ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, καὶ ἡ κίνησίς της μεταδίδεται καταλλήλως εἰς δείκτην δ, κιγούμενον

έγώπιον κλίμακος Α, ή δποία βαθμολογεῖται διὰ συγκρίσεως πρὸς
διδραργυρικὸν βαρόμετρον.

Τὰ μεταλλικὰ βαρόμετρα δὲν ἔχουν μὲν τὴν ἀκρίβειαν τῶν
διδραργυρικῶν, ἀλλ᾽ εἰναι κατὸς ἔξοχὴν εὐχρηστά.

121. Βαρογράφοι. Χρησιμώτατα, ίδιως εἰς τὴν Μετεωρο-
λογίαν, εἰναι τὰ αὐτογραφικὰ βαρόμετρα, καλούμενα καὶ βαρο-
γράφοι.

Ταῦτα εἰναι βαρόμετρα συνήθως μεταλλικά, ἐπὶ τοῦ ἐλάσμα-
τος τῶν δποίων προσχρόζεται ἀντὶ τοῦ δείκτου γραφίς, ή δποία
ἐφάπτεται τυμπάνου κεκαλυμμένου διὰ χάρτου καὶ στρεφομένου
περὶ τὸν ξένονά του διος ὥρολογιακοῦ μηχανισμοῦ.

Ο χάρτης εἰναι διγραμμένος κατακορύφως εἰς ίσα διαστήματα,
ἔκκαστον τῶν δποίων χρειάζεται ὡρισμένον χρόνον, διὰ γὰ διέλθη
πρὸ τῆς γραφίδος, π. χ. εἰς 24 διαστήματα, ἔκκαστον τῶν δποίων
διέρχεται ἐπὶ μίαν ὥραν πρὸ τῆς γραφίδος.

Οριζοντίως φέρει ἐπίσης διαιρέσεις, αἵτινες ἀντιστοιχοῦν εἰς
ώρισμένην τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Οταν τὸ ἔλασμα, ὡς ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς
πιέσεως, ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται, ή γραφίς παρκολούθοσα τὴν
κίνησίν του διαγράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου γραμμήν, ἐπὶ τῆς δποίας
εἰναι δυνατὸν ν ἀναγνώσωμεν τὴν διαρομετρικὴν πιέσιν εἰς διαφό-
ρους ὥρας τῆς ήμέρας. Τοιαύτην γραμμὴν γραφεῖσαν ὑπὸ τῆς
γραφίδος βαρογράφου εἰς διάστημα ἐνὸς εἰκοσιτετραώρου παριστᾶ
τὸ σχῆμα 91. Εἰς τὸ σχῆμα αὐτὸ π. χ. κατὰ τὴν ὥραν 8 ή πίε-
σις εἰναι: 760,3 mm. Hg.

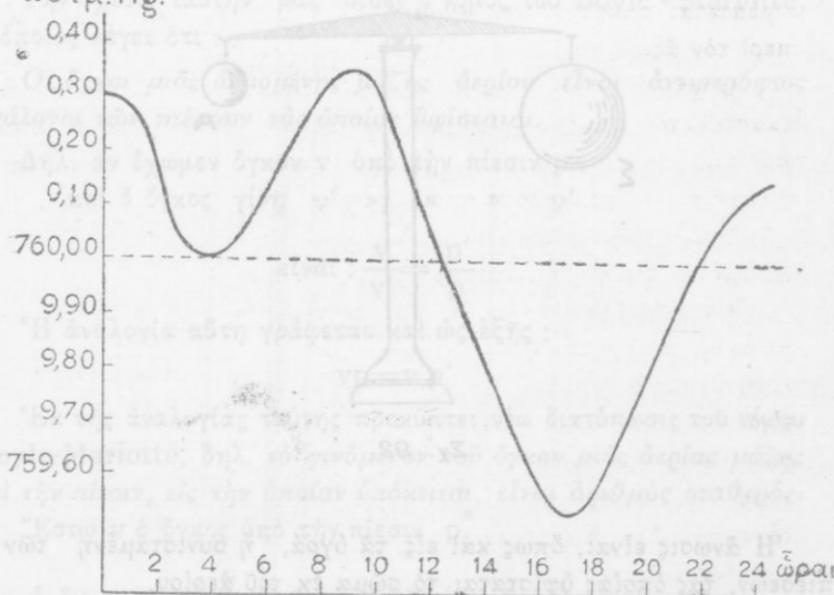
122. Μεταβολαι τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Χψο-
μέτρησις διὰ βαρομέτρου. Η ἀτμοσφαιρικὴ πιέσις δὲν εἰναι
σταθερά. Γνωρίζομεν γῆδη δτι, καθόσον ἀνερχόμεθα ἀπὸ τῆς ἐπι-
φανείας τοῦ ἐδάφους, τὸ ὄψος τῆς ἀτμοσφρίας καὶ ή πυκνότης
αὐτῆς καθίστανται μικρότερα, ἐπομένως ή ἀτμοσφαιρικὴ πιέσις
ἐλαττωται. Η ἐλάττωσις εἰναι περίπου 1mm διὰ 10,5m, ἐφ' ὅσον
δὲν ἀνερχόμεθα εἰς μεγάλα ὅψη.

Εἰς τὰ μεγάλα ὅψη ή ἐλάττωσις καθίσταται δλοὲν μικροτέρα.
Αλλὰ καὶ εἰς τὸ αὐτὸ ὄψος ή ἀτμ. πιέσις μεταβάλλεται κατὰ και-
ρούς, ἔξαρτωμένη ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν συνθηκῶν, ὅπως ἐκ τῶν
ἀνέμων, τῆς θερμοκρασίας τοῦ τόπου κλπ. Παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν
τῆς θαλάσσης ή ἀτμ. πιέσις εἰναι κατὰ μέσον δρον 760mm διδραρ-
γύρου. Η γνῶσις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἰναι χρησιμωτάτη.

Ἐκ ταύτης είναι δυνατόν νὰ ὑπολογίσωμεν κατὰ προσέγγισιν τὸ
ὕψος τοῦ τόπου.

Πρὸς τὸ σκοπὸν τοῦτο χρησιμοποιοῦνται κυρίως μεταλλικὰ
βαρόμετρα καὶ βαρογράφοι, τῶν ὅποιων ἡ βαθμολογία γίνεται ἀπὸ
εὐθείας εἰς μέτρα ἐπὶ τῷ βάσει μιᾶς πολυπλόκου σχέσεως δοθεί-
σης ὑπὸ τοῦ Laplace.

Εἰς τὴν σχέσιν ταύτην εἰσέρχονται αἱ ἀτμοσφαιρικαὶ πιέσεις
εἰς τοὺς δύο τόπους, τῶν ὅποιων ζητεῖται ἡ διαφορὰ ὕψους, με-
χστμ. Hg.



Σχ. 91.

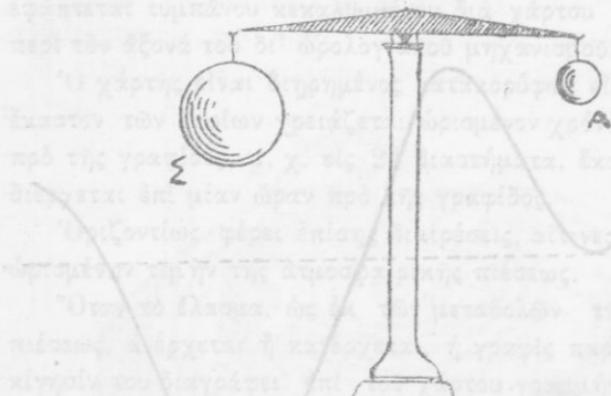
τρηγθεῖσαι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν καὶ ἐν ὥρᾳ νηνεμίας, αἱ θερ-
μοκρασίαι αὐτῶν καὶ τὸ πλάτος τοῦ τόπου. Ὁ ἐπόμενος πίνχες δί-
δει: Ιδέαν τῆς μεταβολῆς τῶν ἀτμοσφαιρικῶν πιέσεων μετὰ τοῦ
ὕψους, ὅταν ἡ πιέσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης είναι 760
καὶ ἡ θερμοκρασία 10° κατὰ μέσον ὥραν.

Πιέσις εἰς χιλιοστ.

760	0
724	400
690	800
658	1200
627	1600
598	2000

Τύφομετρικά βαρόμετρα χρησιμοποιοισην καὶ εἰς τὰ ἀεροπλάγα. Εἰς τὴν Μετεωρολογίαν ἡ παρακολούθησις τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρ. πιέσεως τῇ βοηθείᾳ τῶν βαρογράφων χρησιμεύει εἰς τὴν πρόγνωσιν τῶν καιρικῶν μεταβολῶν.

123. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους διὰ τὰ ἀερία. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἴσχυει καὶ διὰ τὰ ἀερία, ὅπως καὶ διὰ τὰ ὑγρά. Σημάτι τι βιθισμένον ἔντὸς ἀερίου ὑφίσταται ἀγωσιν ἵσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.



Σχ. 92.

Ἡ ἀγωσις εἶναι, ὅπως καὶ εἰς τὰ ὑγρά, ἡ συνισταμένη τῶν πιέσεων, τὰς ὁποίας ὑφίσταται τὸ σῶμα ἐκ τοῦ ἀερίου.

Πειραματικῶς δεικνύεται ἡ ἀγωσις διὰ συσκευῆς καλουμένης βαροσκόπιον (Σχ. 92). Τοῦτο εἶναι μικρὰ φάλαγξ ζυγοῦ, ἀπὸ τὸ ἔν ακρον τῆς ὁποίας κρέμαται ἐλαφρὰ καὶ ὀγκώδης σφαῖρα Σ., ισορροπουμένη δι' ἀντιθέρου Α, πολὺ μικροτέρων διαστάσεων. Ἐν τῷ βαροσκόπιον τεθῆ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας, παρατηροῦμεν ὅτι, καθόσον ἀφαιρεῖται δ ἀήρ, ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὴν σφαῖραν. Ἐπομένως εἰς τὸν κενὸν χῶρον φαίνεται αὕτη βαρυτέρα ἢ ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ὅπου ἀπὸ τὸ βάρος τῆς ἀφαιρεῖται ἡ ἀγωσις.

Καὶ τὸ ἀντίθερον ὑφίσταται ἐπίσης ἀγωσιν, ἀλλὰ πολὺ μικροτέρων τῆς σφαῖρας, ἔνεκκα τοῦ μικροῦ του ὅγκου.

124. Συμπίεσις τῶν ἀερίων. Νόμος Boyle Mariotte.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Γυωρίζομεν θτι τὰ ἀερία εἰναι λίαν συμπιεστά. Ἐξ ἄλλου τείγουν διαφράγματα νὰ αὐξήσουν τὸν ὅγκον των καὶ ἔνεκα τούτου ἔξασκοῦν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων. Καθ' θσον δὲ ἐλαττοῦται ὁ ὅγκος ἀερίου τινδός δι' ἐπιδράσεως ἔξωτερης πιέσεως, η πίεσις τοῦ ἀερίου ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων αὐξάγεται. Διὰ νὰ κατορθωθῇ ἐπομένως η ἐλάττωσις τοῦ ὅγκου, πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἔξωθεν πίεσις μεγαλυτέρα τῆς ἀναπτυσσομένης ὑπὸ τοῦ ἀερίου.

Μεταξὺ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὅγκου καὶ τῆς αὐξήσεως τῆς πιέσεως διπάρχει πάντοτε ώρισμένη σχέσις.

Τὴν σχέσιν ταύτην μᾶς δίδει ὁ νόμος τοῦ Boyle - Mariotte, ὁ ἀποίος λέγει θτι :

Οἱ ὅγκοι μᾶς ὠφισμένης μάζης ἀερίου εἰναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων τὰς δοποίας ὑφίσταται.

Δηλ. ἂν ἔχωμεν ὅγκον ν ὑπὸ τὴν πίεσιν p
καὶ ὁ ὅγκος γίνῃ ν' » » » p'

$$\text{εἰναι : } \frac{v}{v'} = \frac{p'}{p}$$

Ἡ ἀναλογία αὕτη γράφεται καὶ ὡς ἔξης :

$$vp = v'p'$$

Ἐκ τῆς ἀναλογίας ταύτης προκύπτει νέχ ὅιατύπωσις τοῦ νόμου Boyle-Mariotte, δηλ. τὸ γινόμενον τοῦ ὅγκου μᾶς ἀερίας μάζης ἐπὶ τὴν πίεσιν, εἰς τὴν δοποίαν ὑπόκειται, εἰναι ἀριθμὸς σταθερός.

Ἐστω ν ὁ ὅγκος ὑπὸ τὴν πίεσιν p.

Ἐὰν ὁ ὅγκος γίνῃ $\frac{v}{2}$, η πίεσις θὰ γίνῃ 2p κατὰ νόμον

$$\gg \gg \gg \gg \frac{v}{3} \gg \gg \gg \gg 3p \gg \gg$$

$$\gg \gg \gg \gg \frac{v}{\gamma} \gg \gg \gg \gg \gamma p \gg \gg$$

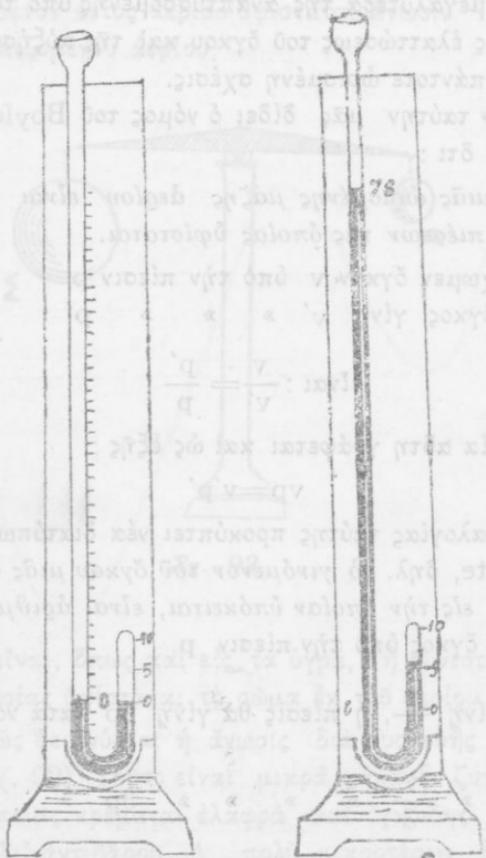
Τὰ γινόμενα τοῦ ὅγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν εἰναι πάντοτε σταθερὸς ἀριθμὸς ἵσος πρὸς

$$p \times v \text{ δηλ. } \left(\frac{v}{2} \times 2p, \frac{v}{3} \times 3p, \frac{v}{4} \times 4p, \frac{v}{\gamma} \gamma p, \right)$$

Ο νόμος οὗτος ἴσχυει μόνον, ἐφ' ὅτου η θερμοκρασία τοῦ ἀε-

ρίου δὲν μεταβάλλεται. Βραχύτερον εἰς τὸ κεφάλαιον τῆς θερμότητος θὰ γγωρίσωμεν τὸν νόμον, διπολος δίδει τὴν σχέσιν πιέσεως καὶ ὅγκου εἰς διαφέρους θερμοκρασίας.

125. Πειραματική κατάδειξις τοῦ νόμου. a) Διὰ πιέσεις μεγαλυτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ο νόμος Boyle - Ma-



Σχ. 93.

riotte δεικνύεται πειραματικῶς τῇ βοηθείᾳ τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 93. Αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωλήνα διάλινον κεκαμμένον εἰς σχῆμα υ μὲ ἄνισα σκέλη. Τὸ βραχὺ σκέλος εἶναι κλειστόν, τὸ δὲ ἄλλο ἀνοικτόν. Ο σωλήνη εἶγαι προσηρμοσμένος ἐπὶ κατακορύφου σανίδος φερούσης κλίμακας πρὸς τὰ σκέλη. Χύνομεν διδράργυρον μέ-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

χρι τῶν διαιρέσεων Ο, αἵτινες εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὁρίζοντος ἐπιπέδου εἰς ἀμφότερα τὰ σκέλη. Οὕτως ἀποχωρίζεται ἐντὸς τοῦ βραχέος σκέλους ποσότης τις ἀέρος.

Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη είναι ἡ αὐτή, ως γνωρίζομεν. Ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ σκέλους ἔνεργετή ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρίας, ἥρα καὶ ὁ ἐντὸς τοῦ μικροῦ σκέλους ἀήρ ἔχει πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρίας.

Προσθέτομεν ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ σκέλους ὑδράργυρον, μέχρις ότου ὁ ὅγκος τοῦ ἀέρος ἐλαττωθῇ εἰς τὸ γῆμα. "Αν μετρήσωμεν τὴν ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη, εὑρίσκομεν αὐτὴν ἵσην πρὸς 76cm.

Ἡ πίεσις τῆς στήλης ταύτης, ἵση πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρίας, προσετέθη εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικήν καὶ ὁ ἐν τῷ μικρῷ σκέλει ἀήρ ὄφισταται πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν.

Διὰ νὰ ἐλαττώσωμεν τὸν ὅγκον εἰς τὸ τρίτον, χρειάζεται πίεσις τριῶν ἀτμοσφαιρῶν κ.ο.κ.

Διὰ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος ἐδείχθη ἡ ἴσχυς τοῦ νόμου διὰ πίεσεις μεγαλυτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἰσχύει διπλας καὶ διὰ πίεσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, διπλας δεικνύεται διὰ τοῦ ἑπτῆς πειράματος.

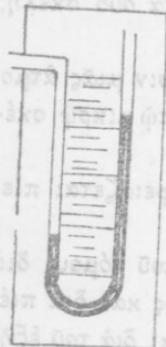
β') Διὰ πιέσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὴν συσκευὴν τοῦ σχ. 113 (ἴδε θερμότητα) ἀποτελουμένην ἀπὸ ἐπιμήκη λεκάνην, εἰς τὴν δποίαν χύνεται ὁ ὑδράργυρος, καὶ ἀπὸ ἔνα βαρομετρικὸν σωλήνα, ἐντὸς τοῦ ἀποκλείεται ὀρισμένη ποσότης ἀέρος. Ο βαρομετρικὸς σωλήνη πρέπει νὰ φέρῃ εἰς τὸ ὄγω μέρος στρόφιγγα. Βυθίζομεν αὐτὸν μὲ τὴν στρόφιγγα ἀνοικτὴν ἐντὸς τῆς λεκάνης πλήρους ὑδραργύρου. Θά ἔχωμεν τότε δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα, τὸν σωλήνηα μὲ τὴν λεκάνην, ἐπομένως ὁ ὑδράργυρος θὰ ἀνέλθῃ ἐντὸς αὐτοῦ μέχρι τοῦ ὕψους εἰς τὸ δποίον εὑρίσκεται καὶ εἰς τὴν λεκάνην. Κλείομεν ἀκολούθως τὴν στρόφιγγα, ὅπτε ἀποκλείεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος ποσότης τις ἀέρος V. Ὁ πόλ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐάν ἀγυψώσωμεν τὸν σωλήνα, αὕτως ὥστε τὸ ἀέριον νὰ καταλάθῃ μεγαλύτερον ὅγκον V., ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου γίνεται μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καὶ ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶγαι τώρα ἵση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν H ἡλαττωμένην κατὰ τὴν πίεσιν h, τῆς ἐντὸς τοῦ σωλήνος στήλης τοῦ ὑδραργύρου. Αγυψώσμεν ἐκ νέου τὸν σωλήνα, ὥστε δὲ μὲν ὅγκος

νὰ αὐξηθῇ εἰς V_2 ή δὲ πίεσις νὰ ἐλαττωθῇ εἰς $H-h$, κ.ο.κ. Ἐάν
ὑπολογίσωμεν τὰ γινόμενα $V \times H$, $V_1 \times (H-h_1)$, $V_2 \times (H-h_2)$,
κ.ο.κ. θὰ ἴδωμεν ότι ταῦτα εἶναι λοι πρὸς ἀλληλα.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΗΣ ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Μανόμετρα.

126. Τὰ μανόμετρα είναι δργαγχ χρησιμεύοντα πρὸς μέτρησιν τῆς πιέσεως ἀερίων εὑρίσκομένων ἐντὸς κλειστῶν χώρων. Ἐχομεν τὰ δι' ὑγροῦ μανόμετρα καὶ τὰ μεταλλικά. Ἐκ τῶν πρώτων ὑπάρχουν τὰ ἀνοικτὰ καὶ τὰ κλειστά.



127. Άνοικτὸν μανόμετρον. Ἀγοικτὸν μανόμετρον ἀποτελεῖ ὑάλιγος σωλὴν κεκαμμένος εἰς σχῆμα υ (σχ. 94), ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν, περιέχων ὑγρόν τι, συγήθως ὑδράργυρον. Ο σωλὴν στηρίζεται κατακορύφως ἐπὶ σκανίδος, φερούσης χαραγμένην κλίμακα μεταξὺ τῶν σκελῶν του.

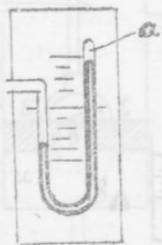
Σχ. 94.

Πρὸς μέτρησιν τῆς πιέσεως τοῦ ἀερίου χώρου τινός, τίθεται τὸ ἐν σκέλος εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸν χῶρον. Η πίεσις ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἄλλου σκέλους ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν. Ἀν γένεται τοῦ ὑδραργύρου εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος εἰς ἀμφότερα τὰ σκέλη, ή πίεσις τοῦ χώρου ἰσοῦται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν. Ἀν διωρᾶται εἰς τὸ σκέλος τὸ συνδεδεμένον μὲ τὸν χῶρον καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ ἄλλο. Ἀν τούναντίον είναι μικρότερα, ἀνέρχεται εἰς τὸ συνδεδεμένον σκέλος καὶ κατέρχεται εἰς τὸ ἐλεύθερον. Η διαφορὰ τοῦ ὕψους τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν εἰς τὰ δύο σκέλη δίδει τὴν διαφορὰν τῆς πιέσεως τοῦ ἀερίου ἀπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ἐάν π. χ. ἡ διαφορὰ είναι 20cm, η πίεσις τοῦ ἀερίου ἰσοῦται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν σύν η μείον τῇ πιέσει στήλης ὑδραργύρου ὕψους 28cm. (σὺν δταν ὁ ὑδράργυρος ἐντὸς τοῦ σκέλους τοῦ συνδεδεμένου μὲ τὸν χῶρον ἔχει μικρότερον ὕψος τοῦ ἄλλου).

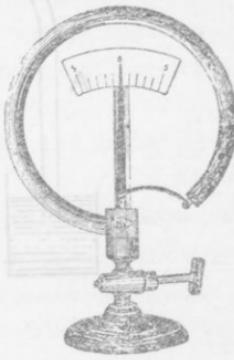
128. Κλειστὸν μανόμετρον. α') διὰ μικρὰς πιέσεις. Χρησιμοποιεῖται διὰ μετρήσεις πιέσεων μικροτέρων τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καὶ ἀποτελεῖται πάλιν ἀπὸ σωλὴν κεκαμμένον εἰς σχῆμα

υ, πλήλη ουδραργύρου μέχρι τινός, τοῦ δποίου όμως τὸ ἐν σκέλος εἶναι κλειστὸν (σχ. 95). Ἀπὸ τοῦ χώρου α ἔχει ἀφαιρεθῆ δ ἀρ., ἐπομένως ή ἐπιφάνεια τοῦ ουδραργύρου δὲν θέτεται πιεσιγ. Τὸ ἀνοικτὸν σκέλος τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸν χῶρον, τοῦ δποίου πρόκειται νὰ μετρηθῇ ή πιεσις, ή δποία ίσουται προφανῶς μὲ τὴν διαφορὰν τοῦ ύψους τῆς ουδραργυρικῆς στήλης εἰς τὰ δύο σκέλη.

Διὰ τοῦ μανομέτρου τούτου εἶναι δυνατὸν νὰ μετρηθοῦν πιέσεις μέχρις 1mm Hg.



Σχ. 95.

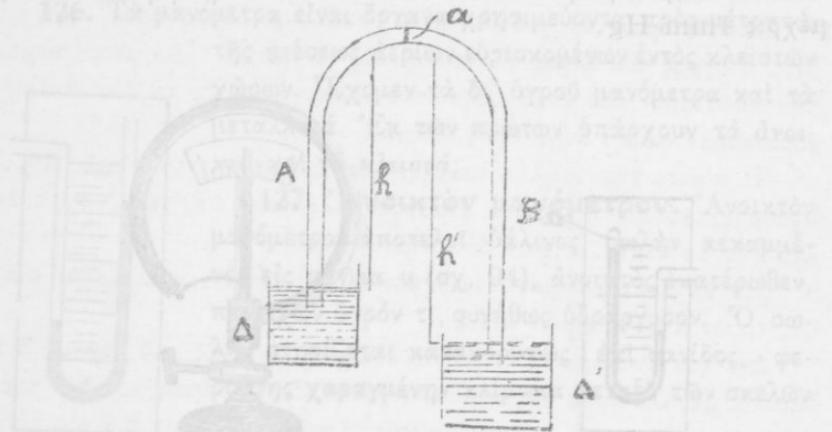


Σχ. 96.

β) Διὰ μεγάλας πιέσεις. Εἶναι όμοιον πρὸς τὸ προηγούμενον, μὲ τὴν διαφορὰν δτι εἰς τὸν χῶρον α ὑπάρχει ἀποκλεισμένη ποστῆς ἀέρος, ή δποία πιέζει τὴν στήλην τοῦ ουδραργύρου. Ἡ πιεσις ἐγτὸς τοῦ ἐξεταζομένου χώρου ίσουται μὲ τὸ ἀθροισμα τῶν πιέσεων τῆς ουδραργυρικῆς στήλης καὶ τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χῶρον α. Ἡ βαθμολογία τοῦ μανομέτρου τούτου γίνεται διὰ συγκρίσεως πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

129. Μεταλλικὰ μανόμετρα. Πλὴν τῶν δι² ύγροῦ λειτουργούντων μανομέτρων, χρησιμοποιοῦνται πολὺ καὶ μεταλλικά, ως περισσότερον εὔχρηστα (σχ. 96). Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτοῦ καὶ εὐκάμπτου μεταλλίνου σώματος σ, τομῆς ἐλλειπτικῆς κεκαμμένου σπειροειδῶς. Τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλήνος συγκοινωνεῖ διὰ στρόφιγγος μὲ τὸν χῶρον, τοῦ δποίου μετρεῖται η πιεσις, τὸ δὲ ἄλλο εἶναι κλειστὸν καὶ συγδέεται μὲ δείκτην κινούμενον ἐνώπιον κλίμακος. Οταν η πιεσις αὐξάγεται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλήνος, η μορφὴ τῆς τομῆς μεταβάλλεται τείνουσα νὰ γίνῃ κυκλι-

κή, ἐπομένως αἱ σπεῖραι ἀνοίγουν καὶ ὁ δείκτης κινεῖται πρὸ τῆς κλίμακος κατὰ μίαν διεύθυνσι. Ὅταν τούγαντίον ἡ πίεσις ἐλαττοῦται, ἡ ταρὴ γίνεται περισσότερον ἐλλειπτική, ἡ σπείρα κλείεται καὶ ὁ δείκτης κινεῖται ἀντιθέτως. Η βαθμολογία τῶν μεταλλικῶν μανομέτρων γίνεται, ὅπως καὶ εἰς τὰ μεταλλικὰ βαρόμετρα, διὰ συγχρίσεως πρὸς τὰ διὸ ὑγροῦ λειτουργοῦντα.



Σχ. 97.

Σίφων.

130. "Εστωσαν δύο δοχεῖα Δ καὶ Δ' (σχ. 97) πλήρη ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, εἰς τὰ δόποια ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ δὲν εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸν ὄψιος. Ἐν εἰς τὰ δοχεῖα βυθίσαμεν τὰ δύο σκέλη σωλήνος σ τεκαμμένου καὶ πλήρους ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ τοῦ σωλήνος ἔκρεει ὑγρὸν ἐκ τοῦ δοχείου, εἰς τὸ δόποιον ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια εὑρίσκεται ὑψηλότερα εἰς τὸ ἄλλο.

Τὸ ὅργανον τοῦτο καλεῖται σίφων. Ὁ σίφων χρησιμοποιεῖται πρὸς μετάγγισιν ὑγροῦ ἔκ τινος δοχείου εἰς ἄλλο.

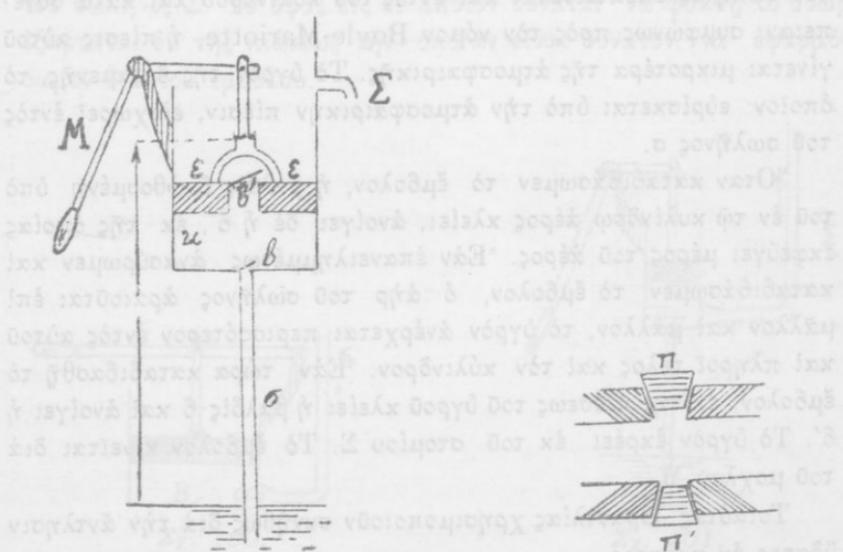
"Η λειτουργία του ἐξηγεῖται εὐκόλως ὡς ἔξης:

"Ας φαντασθῶμεν μίαν λεπτὴν στιβάδα α τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ σωλήνος καὶ ὑπολογίσωμεν τὰς πιέσεις, αἵτινες ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτῆς ἐκατέρωθεν. Ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις Η, ἡλαττωμένη κατὰ τὴν πίεσιν, ἡ δόποια προέρχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ σκέλος Α καὶ ἡ δόποια ὡς γνωστὸν ἴσοῦται μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ὄψιος

h. Ἐάρα ή ἐπὶ τῆς στιβάδος α συνισταμένη πίεσις είναι H—h. Ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἐνεργεῖ πάλιν η ἀτμοσφαιρική, ἡ λαττωμένη κατὰ τὴν πίεσιν τῆς στήλης τοῦ υγροῦ h', ἔαρα ἐνεργεῖ η πίεσις H—h'. Ἔπειδὴ η πίεσις h' είναι μεγαλυτέρα τῆς h, διότι τὸ σκέλος B είναι μακρότερον, η ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά πίεσις υπερτερεῖ καὶ τὸ υγρόν ρέει κατὰ τὴν φορὰν ταύτην.

Υδραντλίαι.

131. Ἀναρροφητικὴ ἀντλία. Αἱ ὑδραντλίαι γενικῶς είναι μηχαναί, διὰ τῶν δποίων ἐπιτυγχάνεται ἀγύψωσις υγρῶν.



Σχ. 98.

Σχ. 99.

Ἡ ἀναρροφητικὴ ἀντλία ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ κυλίνδρου κ (σχ. 98) ἀπολήγοντος εἰς μακρὸν σωλῆνα σ. Τὸ παρὰ τὸν κύλινδρον ἄχρον τοῦ σωλῆνος κλείεται διὰ βαλβίδος β.

Βαλβίς είναι θύρις, η δποία είναι δυγατόν γὰ ἀνοίγῃ μόνον κατὰ μίαν ώρισμένην φορὰν καὶ ὅχι καὶ κατὰ τὴν ἀντίθετον. Βαλβίς π. χ. είναι τὸ κωνικὸν πώμα π τῆς δπῆς τοῦ σχ. 99 ἀνοίγον μόνον ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῷ τὸ πώμα π' ἀνοίγει μόνον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Ἡ βαλβίς δ τῆς ἀντλίας ἀνοίγει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου κινεῖται ἔμβολον ε, φέρον δπῆν κλεισμένην διὰ βαλβίδος β', η δποία ἀνοίγει ἐπίσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Δειτουργία τῆς ἀντλίας. Τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σωλήνος σ βυθίζεται ἐντὸς δεξιαύμενῆς, τῆς ὅποιας πρόκειται νὰ ἀντληθῇ τὸ ύγρόν. Ἐντὸς τοῦ σωλήνος σ ὑπάρχει ἐγκεκλειμένη παστητῆς τις ἀέρος ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ πληροῖ τὸν κενὸν χῶρον τοῦ σωλήνος.

Οταν τὸ ἔμβολον εὑρίσκεται εἰς τὴν κατωτάτην δυνατὴν θέσιν ἐντὸς τοῦ κυλίγδρου δὲν ὑπάρχει ἀήρ. Ἐὰν ἀγασύρωμεν τὸ ἔμβολον σχηματίζεται κάτωθεν αὐτοῦ κενὸν καὶ ἡ βαλδίς β πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἀέρος τοῦ σωλήνος ἀνοίγει, ἐνῷ ἡ δ', πιεζομένη ἔξωθεν ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, παραμένει κλειστή. Ἐπομένως δ ἀήρ τοῦ σωλήνος ἐπεκτείνεται καὶ ἐντὸς τοῦ κυλίγδρου καὶ καὶ συγέπειαν, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον Boyle-Mariotte, ἡ πίεσις αὐτοῦ γίνεται μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Τὸ ύγρὸν τῆς δεξιαύμενῆς, τὸ δποίον εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ σωλήνος σ.

Οταν καταβιβάσωμεν τὸ ἔμβολον, ἡ βαλδίς δ ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κυλίγδρῳ ἀέρος κλείει, ἀνοίγει δὲ ἡ δ', ἐκ τῆς δποίας ἔκφεύγει μέρος τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἐπανειλημμένως ἀνασύρωμεν καὶ καταβιβάσωμεν τὸ ἔμβολον, δ ἀήρ τοῦ σωλήνος ἀραιοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ύγρὸν ἀνέρχεται περισσότερον ἐντὸς αὐτοῦ καὶ πληροῖ τέλος καὶ τὸν κύλιγδρον. Ἐὰν τώρα καταβιβασθῇ τὸ ἔμβολον, ἐκ τῆς πιέσεως τοῦ ύγρου κλείει ἡ βαλδίς δ καὶ ἀνοίγει ἡ δ'. Τὸ ύγρὸν ἔκρεει ἐκ τοῦ στομίου Σ. Τὸ ἔμβολον κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ Μ.

Τοιαύτας ὕδραντλίας χρησιμοποιοῦν συνήθως διὰ τὴν ἀντλησιν ὕδατος ἐκ φρέατος.

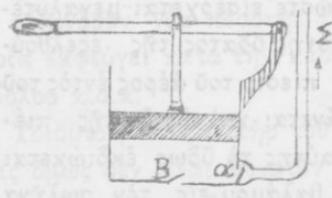
Διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ἀγοδος τοῦ ὕδατος μέχρι τοῦ στομίου Σ, πρέπει ἡ κατακόρυφος ἀπότασις αὐτοῦ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος τῆς δεξιαύμενῆς νὰ εἶναι μικροτέρα τῶν 10m, διότι, ὡς γγωρίζομεν, τόσον περίπου εἶναι τὸ ψφος τῆς στήλης ὕδατος, τὴν δποίαν εἶναι δυγατὸν νὰ συγκρατήσῃ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις.

132. Καταθλιπτικὴ ἀντλία. Εἰς τὴν καταθλιπτικὴν ἀντλίαν τὸ κύριον μέρος ἀποτελεῖ πάλιν κύλιγδρος (σχ. 100), ἐντὸς τοῦ δποίου κινεῖται τὸ ἔμβολον. Ο κύλιγδρος φέρει εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ ὀπήνη κλεισμένην διὰ βαλδίδος Β, ἡ δποία ἀνοίγει ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω, δὲν καταλήγει ὅμως εἰς σωλήνα, ὅπως εἰς τὴν ἀγαρροφητικήν, τὸ δὲ ἔμβολον δὲν φέρει ὀπήν. Τὸ ὕδωρ ἔξερχεται διὰ τοῦ σωλήνος Σ, δ ὁ δποίος ἀρχίζει ἀπὸ τὴν βάσιν τοῦ κυλίγ-

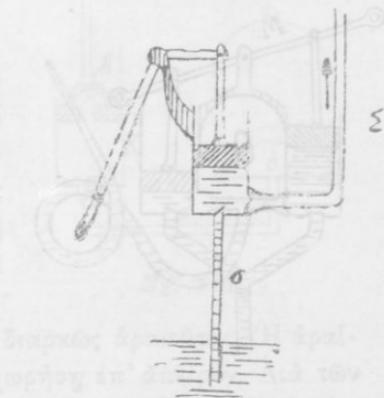
δρου καὶ κλείεται διὰ βαλβίδος α, ἡ ἐποίκη ἀνοίγει ἐκ τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὸν σωλήνα. Ἡ διάταξις τῶν δύο βαλβίδων εἶναι τοιαύτη, ὅταν ἡ μία κλείη, ἡ ἄλλη ἀνοίγει.

Λειτουργία τῆς ἀντλίας. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἡ ἀντλία πρέπει ὁ κύλινδρος νὰ βυθίζεται ἐντὸς τῆς δεξαμενῆς.

"Οταν ἀνέρχεται τὸ ἔμβολον, ἡ πίεσις ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἐλαττούται, ἡ βαλβίς α ὀθοιμένη ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως κλείει, ἡ δὲ Β ἀνοίγει καὶ τὸ ὑδωρ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου. "Αν τώρα κατέληθη τὸ ἔμβολον, ἡ μὲν βαλβίς Β κλείει ἐκ τῆς πιέσεως τοῦ ὑδάτος, ἡ δὲ α ἀνοίγει. Τὸ ὑδωρ ἐκχύνεται ἐκ τοῦ σωλήνος Σ. Τὸ ψόφος εἰς τὸ δποίαν δύγκται νὰ φθίσῃ τὸ ὑδωρ ἔξαρταται ἐκ τῆς πιέσεως τὴν δποίαν εἶναι δυγκτὸν νὰ ἐφαρμόσωμεν διὰ τοῦ ἔμβολου.



Σχ. 100.



Σχ. 101.

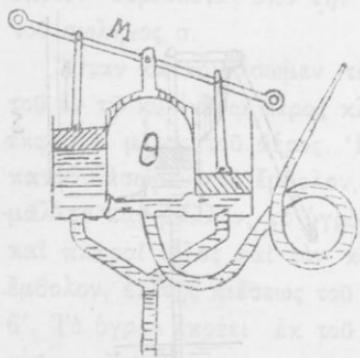
133. Μικτὴ ἀντλία. Ἡ μικτὴ ἀντλία εἶναι καταθλιπτικὴ, εἰς τὴν δποίαν ὅμως ὁ κύλινδρος δὲν βυθίζεται ἀπὸ εὺθείας εἰς τὴν δεξαμενήν, ἀλλὰ συγκοινωνεῖ μὲ αὐτὴν διὰ σωλήνος (σχ. 101). Ἐκ τοῦ σωλήνος ἀνέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον τὸ ὑδωρ, συνεπείᾳ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ὅταν διὸ ἀνόδου τοῦ ἔμβολου ἀραιωθῇ ὁ ἀηρός αὐτοῦ, ὅπως καὶ εἰς τὴν ἀναρροφητικὴν ἀντλίαν. Ἐκ τοῦ κυλίνδρου δὲ ἔξωθείται εἰς τὸν σωλήνην Σ διὰ τῆς πιέσεως τοῦ ἔμβολου, ὅπως εἰς τὴν καταθλιπτικήν.

Εἰς τὰς περιγραφείσας ἀντλίας ἡ κίνησις τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶναι συνεχής, διότι, ὅταν τὸ ἔμβολον κινηται κατὰ μίαν φοράν, γίνεται ἀναρρόφησις καὶ ὅταν κινηθῇ κατὰ τὴν ἀντίθετον, ἔξοδος τοῦ ἀναρροφηθέντος ὑδάτος.

134. Πυροσβεστική ἀντλία. Ἡ πυροσβεστική ἀντλία εἶναι μικτὴ (σχ. 102), εἰς τὴν ὁποίαν ὅμως ὑπάρχουν δύο κύλινδροι, οἵτινες ἐκβάλλουν εἰς τὸν αὐτὸν θάλαμον, ἐκ τοῦ ὅποίου ἀναχωρεῖ ὁ σωλῆν ἐκροῆς. Ἡ ὑπαρξίας δύο κυλίνδρων ἔχει τὸν ἔξης σκοπόν: Ὅταν διὰ τοῦ ἑνὸς κυλίνδρου γίνεται ἀπορρόφησις, διὰ τοῦ ἄλλου γίνεται ἐκροὴ τοῦ ὕδατος, οὕτως ὡστε ἡ ἐκροὴ εἶγει περίπου συγεχής μὲν μικρὰς διακοπὰς κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἀλλαγῆς κατευθύνσεως τῶν ἐμβόλων.

Ἄλλα διὰ τοῦ θαλάμου Θ (καλουμένου ἀεροθλιπτικοῦ θαλάμου) ἐπιτυγχάνεται ἡ συγέχισις τῆς ροῆς καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην,

Ἡ λειτουργία τοῦ θαλάμου εἶναι ἡ ἔξης: Κατὰ τὴν πρώτην κίνησιν τῶν ἐμβόλων εἰσέρχεται ὕδωρ ἐντὸς τοῦ θαλάμου καὶ ἀποκλείει ἐντὸς αὐτοῦ ποσότητα τιγα δέρος. Εἰς τὴν ἐπομένην κίνησιν ἐξέρχεται τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ θαλάμου διὰ τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς καὶ εἰσέρχεται νέα ποσότης ἐκ τῆς δεξαμενῆς. Ἡ διάμετρος ὅμως τοῦ σωλῆνος ἐκροῆς εἶναι μικρότερα τῶν διπῶν τῶν ἐμβόλων, οὕτως ὡστε εἰσέρχεται μεγαλυτέρα ποσότης ὕδατος τῆς ἐξελθούσης, ἡ πίεσις τοῦ δέρος ἐντὸς τοῦ Θ αὐξάνεται καὶ ὡς ἐκ τῆς πιέσεως ταύτης τὸ ὕδωρ ἐκδιώκεται ἐκ τοῦ θαλάμου εἰς τὸν σωλῆνα ἐκροῆς, καὶ καθ' ἥν στιγμὴν τὰ



Σχ. 102.

ἐμβόλα εἶναι πρὸς στιγμὴν ἀκίνητα.

Τὰ ἐμβόλα τῶν δύο κυλίνδρων κινοῦνται συγχρόνως διὰ τοῦ αὐτοῦ μοχλοῦ Μ.

Ἀεραντλίαι.

135. Αἱ ἀεραντλίαι χρησιμεύουν πρὸς ἀραίωσιν ἢ πρὸς συμπίεσιν τοῦ ἀέρος χώρου τινός.

Ὑπάρχουν πολλοὶ τύποι ἀεραντλιῶν. Ἐκ τούτων θὰ περιγράψω μεν τὰς ἀεραντλίας μὲν ἐμβόλον, τῶν ὅποιων ἡ λειτουργία εἶναι ἐντελῶς ἀνάλογος πρὸς τὴν λειτουργίαν τῶν περιγραφεισῶν ὑδραντλιῶν.

Ἀναρροφητικὴ ἀντλία. Ἀποτελεῖται ἐκ κυλίνδρου (σχ. 103) φέροντος διπήν εἰς τὸν πυθμένα, διὰ τῆς ὅποίας συγκοινωνεῖ

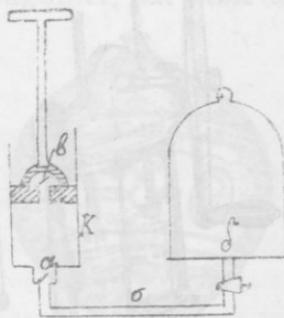
τῇ βοηθείᾳ τοῦ σωλήνος σ. μὲ τὸν χῶρον, ἀπὸ τοῦ ὅποιου πρόκειται νὰ ἀφαιρεθῇ ὁ ἀήρ. Ἡ δπὴ αὕτη κλείεται διὰ βαλβίδος α, η ὅποια ἀνοίγει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου κινεῖται ἔμβολον, φέρον ἐπίσης ὅπὴν κλεισμένην διὰ βαλβίδος β, η ὅποια ἀνοίγει ὅπως καὶ η προηγουμένη.

Πολλάκις ὁ σωλήνης καταλήγει εἰς ἐπίπεδον δίσκου, ὁ ὅποιος καλύπτεται ὑπὸ διαλίνου κώδωνος. Ἐπὶ τοῦ δίσκου τίθενται συσκευαί, τῶν ὅποιων χρειάζεται νὰ μελετηθῇ η λειτουργία εἰς ἀραιωμένον ἀέρα (βλ. § 123 βαροσκόπιον).

Δειτουργία τῆς ἀεραντλίας. "Οταν τὸ ἔμβολον ἀνέρχεται, η πίεσις ἐλαττοῦται ἐντὸς τοῦ κυλίν-

δρου. Ἡ βαλβίς α πιεζόμενη ὑπὸ τοῦ ἀέρος τοῦ χώρου ἀνοίγει καὶ μέρος τοῦ ἀέρος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. "Οταν τὸ ἔμβολον κατέρχεται, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ πιεζόμενος ὑπὸ τοῦ ἔμβολου ἀνοίγει τὴν βαλβίδα δ καὶ ἐξέρχεται. Εἰς νέαν ἀνοδὸν τοῦ ἔμβολου, εἰσχωρεῖ ἐκ τοῦ χώρου εἰς τὸν κύλινδρον νέα ποσότης ἀέρος, η ὅποια ἐκφεύγει κατὰ τὴν κάθισθαι τοῦ ἔμβολου κ.ο.κ.

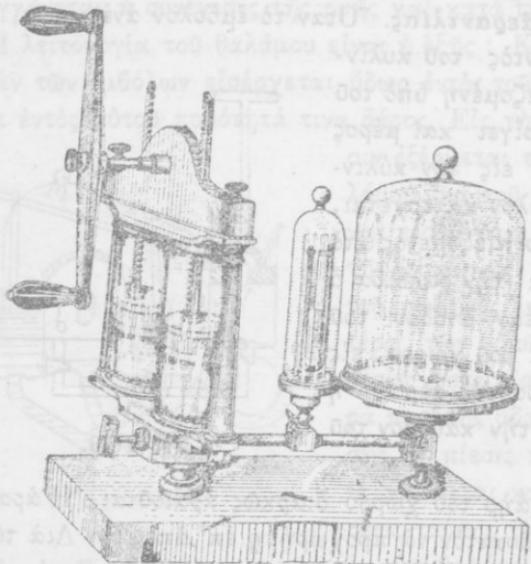
Τοιουτοτρόπως ὁ ἀήρ τοῦ χώρου διαρκῶς ἀραιοῦται. Ἡ ἀραιώσις διμως δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ προχωρήσῃ ἐπ' ἀπειρον. Διὰ τῶν τελειοτάτων ἀεραντλιῶν η ἀραιώσις προχωρεῖ τόσον, ὡςτε η πίεσις τοῦ ὑπολειπομένου ἀερίου μετρουμένη εἰς ὅψος ὑδραργυρικῆς στήλης νὰ εἶναι μόλις ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστομέτρου. Διὰ τῶν ἀεραντλιῶν τοῦ περιγραφέντος τύπου διμως τὸ ἐπιτυγχανόμενον ἀποτέλεσμα εἶναι πολὺ μικρότερον. Ἡ ἀραιώσις φθάνει μόλις περὶ τὰ 2mm/Hg. Αἰτία τούτου εἶναι ἀφ' Ἑνὸς μὲν τὸ διὰ βαλβίδες καὶ τὸ ἔμβολον δὲν εἶναι τελείως ἀεροστεγή, κυρίως διμως τὸ διὰ η κατωτέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἔμβολου εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐφαρμόσῃ τελείως ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς ἀντλίας. "Ως ἐκ τούτου μεταξὺ τῆς βάσεως τοῦ ἔμβολου καὶ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου παραμένει ἀήρ, τοῦ ὅποιου η πίεσις δὲν εἶναι ἀρκετὴ διὰ νὰ ἀνοίξῃ τὴν βαλβίδα δ καὶ νὰ ἐξέληθῃ, ἐπομένως εἰς ἑκάστην κάθισθαι τοῦ ἔμβολου δὲν ἐκδιώκεται ἐκ τοῦ κυλίνδρου ὅλος ὁ ἀήρ. Ὁ χῶρος οὗτος καλεῖται ἐπιζήμιος χωρητικότης. Ἡ ἐπιζήμιος χωρητικότης



Σχ. 103.

ἀποφεύγεται, ἐὰν ὑπάρχῃ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου μικρὰ ποσότης ἔλασιον, ή ὅποια πληροῖ τὸν μεταξὺ πυθμένος καὶ ἐμβόλου χῶρον. Τὸ σχ. 204 παριστὰ συνήθη τύπον ἀναρροφητικῆς ἀντλίας μὲ δύο κυλίνδρους, εἰς τὴν δποίαν ή ἀναρρόφησις εἶναι σχεδὸν συνεχής.

137. Καταθλιπτικὴ ἀεραντλία. Ἡ καταθλιπτικὴ ἀεραντλία χρησιμεύει διὰ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ἀέρος εἰς τινα χῶρον. Αὕτη ἔχει τὴν μορφὴν τῆς ἀναρροφητικῆς, μὲ διάφορον ὅμως διά-



Σχ. 104.



Σχ. 105.

διάταξιν τῶν βαλτίδων, αἵτινες ἐδῶ ἀνοίγουν ἀντιθέτως (σχ. 105) ἐκ τῶν ἀνω πρὸς τὰ κάτω.

Ο σωλήν σ ἐκβάλλει εἰς τὸν χῶρον, ὅπου γίνεται η συμπίεσις.

Ο τρόπος τῆς λειτουργίας τῆς ἀντλίας είναι προφανῆς. Όταν τὸ ἐμβόλον ἀνέρχεται, ἐλαττοῦται η πίεσις ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, καὶ η βαλτίς ἡ ώθουμένη ὑπὸ τῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος τοῦ χώρου κλείει, ἐνῷ η ώθουμένη ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἀνοίγει, σύτως ὥστε εἰς τὸν κύλινδρον εἰσέρχεται ποσότης ἀέρος.

Όταν τώρα τὸ ἐμβόλον κατέλθῃ, αἱ βαλτίδες πιέζονται ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀερίου καὶ η μὲν αἱ κλείει, η δὲ ἡ ἀνοίγει καὶ ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀὴρ εἰσρέει εἰς τὸν χῶρον, μὲ τὸ διποίον συγκριγματεῖ η ἀντλία.

‘Η καταθλιπτική άεραντλία εύρισκει πολλαπλάς έφαρμογάς εἰς τὴν βιομηχανίαν, π. χ. διὰ τὴν ἐμφύσησιν ισχυροῦ ρεύματος ἀέρος εἰς τὰς καμίγους τῆξεως τῶν μετάλλων, διὰ τὴν λειτουργίαν κινητήρων κλπ.

‘Αεροπλοΐα.

138. ‘Η ἀνύψωσις συσκευῶν εἰς τὸν ἀέρα ἐπιτυγχάνεται διὰ δύο ἀντιθέτων δῶν. Χρησιμοποιοῦνται δηλ. πρὸς τοῦτο συσκευαὶ εἴτε ἐλαφρότεραι τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος εἴτε βαρύτεραι. Αἱ πρῶται καλοῦνται ἀερόστατα, αἱ δὲ δεύτεραι ἀεροπλάνα.

139. **‘Αερόστατα.** Τὸ πρώτον ἀερόστατον κατεσκευάσθη κατὰ τὸ ἔτος 1783, ὅποι τῶν ἀδειφῶν Mongolfier, καὶ ἔλαβε τὸ δνομα Μογγολφιέρα. ‘Η Μογγολφιέρα ἀπετελεῖτο ἀπὸ χαρτίνην σφαίραν, ἡ δ. ποίᾳ πρὸς τὰ κάτω ἦτο ἀνοικτὴ (σχ. 106). Κάτωθεν τοῦ ἀνοίγματος ἐστερεώνετο διὰ σχοινίων, τὰ δποίᾳ περιέβαλλον τὴν σφαίραν, ἐλαφρὸν δυχεῖον, ἐντὸς τοῦ δποίου ἦνάπτετο πυρά. Οἱ ἀῃρ τῆς σφαίρας θερμαινόμενος καθίστατο εἰδικῶς ἐλαφρότερος τοῦ περιβάλλοντος ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ἐπομένως ἡ σφαίρα ἀνήρχετο, συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἀνώσεως.

Βραδύτερον κατεσκευάσθησαν ἀερόστατα ἐξ ὄφασμάτος μὴ διαπερα-
τοῦ ὅποι τῶν ἀερίων καὶ τὰ δποίᾳ πληροῦνται ὅποι ἀερίων ἀραιο-
τέρων τοῦ ἀέρος καὶ ἐπομένως ἐλαφροτέρων ὅποι ζειν ὅγκον.

‘Ως τοιεῦτα ἀέρια ἐχρησιμοποιήθησαν κυρίως τὸ ὄδρογόνον, τὸ ἥλιον, καὶ διάφορα μίγματα. Κάτωθεν τῆς σφαίρας ἐκρεμάτο διὰ σχοινίων κάλαθος ἡ λέμβος, ἐντὸς τῆς δποίας ἐπέδαινον οἱ ἀεροπόροι. Διὰ καταλλήλου ἐπενδύσεως καὶ βεριγικώσεως τοῦ ὄφα-
σμάτος ἐπιτυγχάνεται ἀφ’ ἐνδὸς μὲν τὸ ἀδιαπέραστον αὐτοῦ ὅποι
τῶν ἀερίων καὶ ἀφ’ ἐτέρου ἡ ἀποφυγὴ τῆς διερθερμάνσεως τοῦ
ἀερίου, πρᾶγμα τὸ δποίον θὰ ἥδυνατο γὰ προκαλέσῃ διάρρηξιν τοῦ
περιβλήματος. Τὸ μέγεθος τῆς σφαίρας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ δλικὸν
βάρος τοῦ ἀεροστάτου. ‘Οταν ἡ ἀνωσις είναι μεγαλυτέρα τοῦ βά-
ρους, ἐὰν ἀφεθῇ ἐλεύθερον τὸ ἀερόστατον θὰ ἀνέλθῃ. ‘Η διαφορὰ
ἀνώσεως τοῦ βάρους λέγεται ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀεροστάτου.



Σχ. 106.

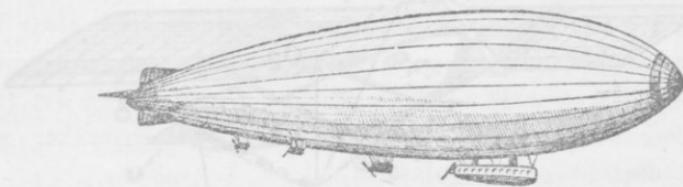
Καθ' ὅσον ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, συγκιντᾷ τὰ ἀρκιότερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐπομένως ὑφίσταται μικροτέραν ἀνώσιν, ἡ ἀγνψωτική του δύναμις ἐλαττοῦται καὶ ἐπέρχεται στιγμὴ καθ' ἥν τὸ βάρος του εἰγαιτούση τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερού, ἐπότε σταματᾷ ἡ περαιτέρω ἀγύψωσις. Ἐν τούτοις τὸ ἀερόστατον δύναται γὰρ ὑψωθῆ ἀκόμη ἀποδάλλον ἐκ τοῦ ἔρματος, τὸ ἐποίον ὑπάρχει πάντοτε ἐντὸς τῆς λέμβου (σάκκοι ἀμμού). Ὁταν πρόκειται νὰ κατέληθῃ τὸ ἀερόστατον, ἀνοίγει ὁ ἀεροπόρος διὰ σχοινίου βαλβίδα εὑρισκομένην εἰς τὸ ἀνιω μέρος τῆς σφρίρας, ἐπότε ἐκφεύγει μέρος τοῦ ἀερίου καὶ τὸ ἀερόστατον ἀποκτᾷ μικρότερον δγκον ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος, ὑφίσταται ἐπομένως μικροτέραν ἀνώσιν, ἡ ὅποια δὲν ἀρκεῖ διὰ τὰ ἴσορροπίση πλέον τὸ βάρος του. Ἀερόστατα τοῦ τύπου τούτου χρησιμοποιοῦνται σήμερον μάνον διὲ ἐπιστημονικὰς παρατηρήσεις εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας. Συνηθέστατα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ μετεωροσκοπεῖα τὰ δέσμια ἀερόστατα, τὰ ὅποια κρατοῦνται διὰ μακροῦ σχοινίου ἡγωμένα μὲ τὴν γῆν καὶ τῶν ὅποιων δὲν ἐπιβαίγουν ἀεροπόροι. Ἐντὸς τοῦ ἀεροστάτου ὑπάρχουν αὐτογραφικὰ δργανα, ὅπως διαρρόφας, ἀνεμογράφας, ὑγρογράφας, θερμογράφος κ.ἄ. διὰ τὴν καταγραφὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, τῆς ταχύτητος καὶ διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου, τῆς ὑγρασίας, τῆς θερμοκρασίας κλπ. Τὸ συγδετικὸν σχοινίον ἀρίεται ἐλεύθερον, μέχρις ὅτου τὸ ἀερόστατον ἀνέλθῃ εἰς τὸ ἐπιθυμούμενον ὕψος. Ἐκεῖ ἀφίεται ὅσον χρειάζεται, καὶ κατόπιν σύρεται διὰ τοῦ σχοινίου πρὸς τὴν γῆν.

140. Πηδαλιουχούμενα ἀερόστατα. Διὰ νὰ εἰναι κατορθωτὴ ἡ διακυβέρνησις τοῦ ἀεροστάτου πρέπει πρῶτον νὰ δύναται νὰ ἀγαπτέξῃ τοῦτο ἰδικήν του ταχύτητα μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ ἐκάστοτε πνέοντος ἀνέμου καὶ δεύτερον νὰ εἴναι ἐφωδιασμένον διὰ καταλλήλων πηδαλίων.

Σήμερον κατασκευάζονται πηδαλιουχούμενα ἀερόστατα, εἰς τὰ ὅποια δίδεται μορφὴ οὐχὶ πλέον σφαιρική, ἀλλὰ ἵχθυος· δῆλος (σχ. 107), διότι οὕτως ἀποφεύγεται ἡ μεγάλη ἀντίστασις τοῦ ἀέρος κατὰ τὴν κίνησιν, προσδιδεται δὲ εἰς αὐτὰ ἰδία ταχύτης ὑπὸ ἐλίκων στρεφομένων ὑπὸ εἰδικῶν μηχανῶν. Τὸ σχῆμα καὶ δὶς ὅγκος τοῦ ἀεροστάτου πρέπει νὰ μένουν σταθερά, διότι ἀλλως θὰ μετεκινοῦντο τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως καὶ θὰ ἡδύγατο νὰ προκληθῇ ζεῦγος ἀνατροπῆς τοῦ ἀεροστάτου. Η σταθερότης αὕτη ἐπιτυγχάνεται διὰ ἐλαφροῦ σκελετοῦ ἐξ ἀργιλλίου

ενρίσκομένου ὅπδ τὸ περίβλημα ἔξ οὐφάσματος, οὕτως ὥστε τοῦτο εἶναι πάντοτε τεταμένον εἰς ώρισμένον σχῆμα καὶ σγκον. Διὰ νὰ ἐλαττοῦται ὁ κίνδυνος ὁ προερχόμενος ἐκ τυχὸν σχίσεως τοῦ περιβλήματος, χωρίζεται ὁ χώρος εἰς πολλὰ μικρὰ διαμερίσματα χωρίζόμενα ἀεροστεγῶς ἀπὸ ἀλλήλων, οὕτως ὥστε μία τυχὸν προξενηθεῖσα βλάβη ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα διαφυγὴν μικρᾶς μόνον ποσότητος ἀερίου.

Τὰ πηδάλια τοῦ ἀεροστάτου εἶναι κατακόρυφοι καὶ δριζόντιαι ἐπιφάνειαι, ενρίσκονται εἰς τὸ ὅπισθεν μέρος τοῦ κυρίου σώματος, τὴν οὐράν, ὁ χειρισμὸς δὲ αὐτῶν γίνεται διὰ σχοινίων ἀπὸ τῆς θέσεως τοῦ πιλότου, ἢ ὅποια εὑρίσκεται εἰς τὸ πρόσθιον μέρος.



Σχ. 107.

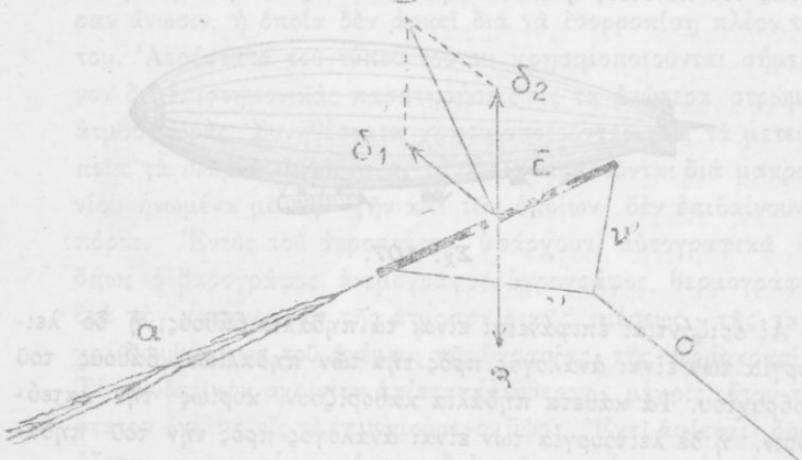
Αἱ δριζόντιαι ἐπιφάνειαι εἶναι τὰ πηδάλια βάθους, ἢ δὲ λειτουργία των εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τῶν πηδαλίων βάθους τοῦ ὑποδρυχίου. Τὰ κάθετα πηδάλια καθορίζουν κυρίως τὴν κατεύθυνσιν, ἢ δὲ λειτουργία των εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τοῦ πηδαλίου τοῦ πλοίου.

141. Συσκευαὶ βαρύτεραι τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Αἱ βαρύτεραι τοῦ ἀέρος συσκευαὶ συγκρατοῦνται εἰς τὸν ἀέρα ἢ καὶ ἀγυψοῦνται ἐντὸς αὐτοῦ λόγῳ δυγάμεων, αἴτινες ἀγαπτύσσονται ἐκ τῆς σχετικῆς κινήσεως τῆς συσκευῆς ὡς πρὸς τὸν ἀέρα. Σχετικὴν κίνησιν λέγοντες ἐννοοῦμεν τὴν ἀλλαγὴν τῆς θέσεως τῆς συσκευῆς ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἀδιάφορον ἀν ἢ ἀλλαγὴν αὗτη δρεῖλεται εἰς κίνησιν τῆς συσκευῆς ἢ τοῦ ἀέρος.

‘Απλουστάτη τοιαύτη συσκευὴ εἶναι ὁ χαρταετός.

142. Χαρταετός. Οὗτος ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ χαρτίνης ἐπιφανείας ε (σχ. 108), ἢτις κρατεῖται διὰ σχοινίου σ. συνδεομένου πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν Ε ἐμμέσως τῆς βοηθείας μικρῶν νημάτων ν καὶ γ'. οὕτως ὥστε, δταν τὰ νήματα εἶγαι τεταμένα, τὸ σχοινίον δὲν εἶναι κάθετον ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ χαρταετοῦ. Ἡ οὐρά α ἔχει σκοπὸν γὰ προσαγαποῦσῃ τὸν χαρταετὸν ὡς πρὸς τὸν ἀνεμον.

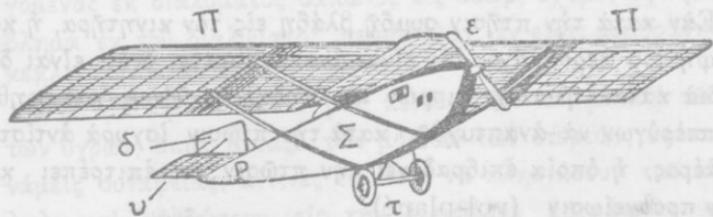
Ο χαρταετός έκτιθεται εἰς τὸν ἄνεμον, εἰς τρόπον ὥστε τὸ
ρεῦμα τοῦ ἀνέμου νὰ ἔχῃ φορὰν ἐκ τοῦ σχοινίου πρὸς τὴν ἐπι-
φάνειαν. Ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἀνέμου ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐπιφα-
νείας Ε ἡ δύναμις Δ κάθετος ἐπ' αὐτήν. Ταύτην ἀναλύομεν κατὰ
τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων (βλ. § 30) εἰς τὴν δ₁, κατὰ
τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου καὶ τὴν δ₂, κατακόρυφον. Ἐκ τῶν
συνιστώσῶν τούτων ἡ μὲν δ₁ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ τείνῃ ἀπλῶς
τὰ γήματα, ἡ δὲ δ₂ λασπορεῖ τὸ βάρος τοῦ χαρταετοῦ καὶ ἀν-
είναι μεγαλυτέρα τοῦ βάρους του προκαλεῖ τὴν ἀγύψωσιν αὐτοῦ.



Σχ. 108.

143. Αεροπλάνα. Εἰς τὰ αεροπλάνα δὲν ἀναμένεται νὰ
ἀναπτυχθοῦν ἐκ τῆς κινήσεως τοῦ ἀνέμου αἱ δυνάμεις διὰ τὴν
ἀγύψωσιν καὶ τὴν συγκράτησιν αὐτῶν εἰς τὸν ἀέρα, δπως εἰς
τὸν χαρταετόν, ἀλλὰ προσδίδεται εἰς αὐτὰ ἵδια κίνησις διὰ
τῆς ἔλικος. Ὁταν ἡ ἡ ἔλιξ περιστρέφεται, προχωρεῖ ἐντὸς τοῦ
ἀέρος ὡς κοχλίας ἐντὸς τοῦ περικοχλίου του. Ἡ ἔλιξ εἶναι συγ-
θῶς ἔυλινη ἀποτελουμένη ἐκ πολλῶν λεπτῶν ἐπαλλήλων στρωμά-
των. Ἡ μορφὴ αὐτὴ τῆς ἔλικος εὑρέθη διὰ ὅτι ἔχει τὴν μεγαλυτέραν
ἀντοχὴν εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Ἔνιστε ἡ ἔλιξ εἶγει ἐξ
ἀργιλλίου. Οἱ κινητήρες διὰ τῶν ὁποίων περιστρέφεται ἡ ἔλιξ,
εἶναι μηχαναὶ ἐσωτερικῆς καύσεως, δπως οἱ κινητήρες τῶν αὐτο-
κινήτων (δλ. εἰς θερμότητα), καίουσαι θερμίνην.

Η εξωτερική μορφή του αεροπλάνου είναι σήμερον ποικιλωτάτη. Γενικώς δύμας τὰ οὐσιώδη μέρη εἰς ἔκαστον αεροπλάνου είναι τὰ ἔξης : Τὸ κυρίως σῶμα Σ (σχ. 109), αἱ πτέρυγες Ἡ φέρονται ἐπιφάνειαι Π , ἡ οὐρά P καὶ τὸ σύστημα προσγειώσεως δηλ. οἱ τροχοὶ τ , διὰ τῶν δόπιων τὸ αεροπλάνον προσγειοῦται καὶ τρέχει ἐπὶ τοῦ ἑδάφους. Τὰ ὄντροπλάνα διαφέρουν τῶν αεροπλάνων κατὰ τὸ διὰ ἀντί τοῦ συστήματος προσγειώσεως φέρουν σύστημα προσθαλασσώσεως, δηλ. μικρὰν λέμβον. Τὸ κύριον σῶμα ἔχει μορφὴν ἰχθυοειδῆ. Ἐντὸς αὐτοῦ ὑπάρχουν οἱ κινητῆρες, τὰ ὅργανα χειρισμοῦ καὶ αἱ θέσεις τῶν ἐπιβατῶν.



Σχ. 109.

Αἱ πτέρυγες ἀποτελοῦν σπουδαιότατὸν τμῆμα τοῦ αεροπλάνου. Είναι τοποθετημέναι οὕτως ὥστε ἐνεργεῖ ἐπὶ αὐτῶν ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος καὶ ἀνύψωνει ἡ συγκρατεῖ τὸ αεροπλάνον, διὰ τοῦτο καλοῦνται ἀκόμη καὶ φέρονται ἐπιφάνειαι. Ἡ δλικὴ δύναμις, ἡ δύναμις λόγῳ τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν πτερύγων, καλοῦμένη ἀνυψωτικὴ δύναμις, ἔχει τοῦ μεγέθους αὐτῶν, τοῦτο δὲ καθορίζεται κατὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ αεροπλάνου ἀναλόγως πρὸς τὸ ὅλον βάρος αὐτοῦ καὶ είναι ἀπὸ $30m^2$ διὰ τὰ μικρὰ αεροπλάνα μέχρι $150m^2$ διὰ τὰ μεγάλα ἐπιβατικά. Αἱ πτέρυγες είναι ἡ δύο (μονοπλάνα), δύποτε εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ἔκατέρωθεν τοῦ κυρίου σώματος, ἡ τέσσαρες, δύποτε εὑρίσκονται ἐπὶ δύο ἐπαλλήλων ἐπιπέδων (διπλάνα).

Τὸ κύριον σῶμα καθὼς καὶ αἱ πτέρυγες είναι ἡ ἔξοδος μετάλλινα ἢ ἔχουν μόνον μετάλλινον σκελετόν, ἐπεγδεδυμένον μὲ ἀνιάδροχον ὑφασμα.

Ἐπὶ τῆς οὐρᾶς εὑρίσκονται τὰ πηδάλια, δηλ. κατακόρυφοι καὶ δριζόνται κινηταὶ ἐπιφάνειαι. Αἱ κατακόρυφοι δ είναι τὰ πηδάλια διευθύνσεως, αἱ δὲ δριζόνται οἱ υ τὰ πηδάλια ὑψους.

Ἡ ἐντασις τῆς ἀνυψωτικῆς δυνάμεως ἔχει τὰ σχετικά μεγάλα μέτρα. Μ. Γ. Μαρκέτου. Στοιχ. Φυσικῆς Ε' Γυμνασίου. "Εκδ. ΣΤ' 1939 ι
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

κής ταχύτητος τοῦ ἀεροπλάνου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα καὶ τῆς γωνίας προσπτώσεως τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος.

“Οταν πρόκειται γ' ἀνυψωθῆ τὸ ἀεροπλάνον, τρέχει κατ' ἀρχὰς ἐπὶ τοῦ ἔδαφους μὲ δλογεὺν αὔξουσαν ταχύτητα, μέχρις ὅτου ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις ὑπερνικήσῃ τὸ βάρος του καὶ ἀνυψώσῃ αὐτό.

Διὰ τοῦ πηδαλίου ὕψους ρυθμίζεται ἡ γωνία προσπτώσεως, οὕτως ὥστε ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις νὰ αὔξανεται, διότε τὸ ἀεροπλάνον ἀνέρχεται, ἢ ἐλαττούται, διότε τὸ ἀεροπλάνον κατέρχεται.

Τὰ πηδαλία διευθύνσεως χρησιμεύουν διὰ τὸν κανονισμὸν τῆς διευθύνσεως, ἢ λειτουργίαν των δὲ εἰναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ πηδαλίου τοῦ πλοίου.

Ἐὰν κατὰ τὴν πτῆσιν συμβῇ βλάβη εἰς τὸν κινητήρα, ἢ καταστροφὴ τοῦ ἀεροπλάνου δὲν εἰναι ἀναπόφευκτος, διότι εἰναι δυνατὸν διὰ καταλήλων χειρισμῶν τῶν πηδαλίων ὕψους καὶ βοηθητικῶν πτερύγων νὰ ἀναπτυχθῇ κατὰ τὴν πτῶσιν ἵσχυρὰ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, ἢ διόποια ἐπιβραδύνει τὴν πτῶσιν καὶ ἐπιτρέπει κανονικὴν προσγείωσιν (vol plané).

Φαινόμενα ὄφειλόμενα εἰς δυνάμεις ἐνεργούσας μεταξὺ τῶν μορίων.

144. Δυνάμεις συναφείας. Μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν σωμάτων ἐνεργοῦν δυνάμεις, αἵτινες τείνουν νὰ πλησιάσουν ταῦτα πρὸς ἀλληλα. Τὰς δυνάμεις ταύτας ἀντιλαμβανόμεθα ὡς ἀντίστασιν, ὅταν προσπαθοῦμεν νὰ κόψωμεν τὸ στερεόν, γ' ἀπομακρύνωμεν δηλ. τὰ μόρια ἀπὸ ἀλλήλων ἢ ἐν γένει νὰ μεταβάλωμεν τὸ σχῆμα τοῦ στερεοῦ. Αἱ δυνάμεις αὗται καλοῦνται δυνάμεις συναφείας.

Αἱ δυνάμεις συναφείας, αἵτινες εἰναι ἀρκετὰ μεγάλης ἐντάσεως λόγῳ τῆς ἐλαχίστης ἀποστάσεως τῶν μορίων, καθίστανται ἐλάχισται καὶ παύουν νὰ γίνωνται ἀντιληπταί, ὅταν τὰ μόρια ἀπομακρυνθοῦν. Θραύσματα στερεοῦ δὲν συγκολλῶνται δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς, διότι ἡ προσέγγισις τῶν μορίων δὲν εἴγαι ἀρκετὴ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἵσχυρῶν δυνάμεων.

Ἐάν δημοσίη ἡ ἐπαφὴ γίνῃ ὅσον τὸ δυγατὸν τελειοτέρα, τὰ δύο σώματα προσφύνονται καὶ χρειάζεται ἵσχυρὰ δύναμις νὰ ἀποχωρισθοῦν. Ἐπὶ παραδείγματι, ἐάν πλησιάσωμεν πρὸς ἀλλήλας δύο δαλίνας πλάκας ἐπιπέδους καὶ ἐντελῶς λείας, προσφύνονται

τέσσον ισχυρῶς πρὸς ἀλλήλας, ὥστε καθίσταται δύσκολος ὁ ἀποχωρισμός αὐτῶν.

Ἡ ἐπικάθησις καὶ ἡ συγκράτησις κονιορτοῦ ἐπὶ τῶν μὴ δριζοντίων ἀντικειμένων δφείλεται εἰς τὰς δυνάμεις συναφείας. Ἡ ἔνεργεια τῆς κόλλας ἐπίσης ἔξηγεται διὰ τῶν δυνάμεων συναφείας.

Τὰ δυρά, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ στερεά, χαρακτηρίζονται, ὡς γνωρίζομεν, ἀπὸ τὴν ἐλλειψὶν σταθεροῦ σχῆματος καὶ τὸν εὔκολον ἀποχωρισμὸν τῶν μορίων τῶν ἀπὸ ἀλλήλων.

Ἐν τούτοις ὑπάρχουν περιπτώσεις, καθ' ᾧς οἱ δύροι ὅγκοι παρουσιάζουν ὠρισμένον σχῆμα, π. χ. μικραὶ σταγόνες δύροι παρουσιάζουν σχῆμα περίπου σφαιρικόν. Εἰς τὰς πομφόλυγας τὰς παραγόμενας ἐκ διαλύματος σάπωνος εἰς ὕδωρ, ἔχομεν σφαιρικὸν περιβλημα ἐκ τοῦ διαλύματος, περιβάλλον, ἐν εἰδεῖ μειοράνης, τὸν ἐγκεκλεισμένον ἀέρα.

Τὰ φαινόμενα ταῦτα μᾶς πείθουν ὅτι καὶ μεταξὺ τῶν μορίων τῶν ὑγρῶν, ὅπως μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν, ὑφίστανται δυνάμεις συναφείας, αἵτινες τείνουν νὰ πλησιάσουν ταῦτα πρὸς ἀλληλα καὶ νὰ δώσουν εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν σφαιρικὸν σχῆμα. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται εἰς μικρὰς ποσότητας δύροι, διότε ἡ δύναμις τοῦ βάρους εἶναι ἀρκετὰ μικρὰ καὶ δὲν ὑπερτερεῖ τῶν δυνάμεων συναφείας. Αἱ δυνάμεις συναφείας ἀντίστανται εἰς τὰς δυνάμεις, αἵτινες προσπαθοῦν νὰ καταστρέψουν τὴν συνοχὴν τῶν μορίων τοῦ δύρου. Ἐὰν π. χ. ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὕδατος θέσωμεν μὲν προσοχὴν λεπτὴν βελόνην ἀλειμμένην διὰ λίπους, αὕτη δὲν καταβυθίζεται ἀλλὰ συγκρατεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, καὶ τις κοιλαίνεται διὰ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους τῆς.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ βάρος τῆς δελόνης δὲν εἶναι ἀρκετὸν διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὰς δυνάμεις συναφείας καὶ νὰ διασπάσῃ τὴν συνοχὴν τῶν μορίων τῆς ἐπιφανείας τοῦ δύρου. Δυγάμεις συναφείας ὑφίστανται καὶ μεταξὺ στερεῶν καὶ ὑγρῶν.

Συνέπεια τούτων εἶναι τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα, καλούμενα οὕτω διότι παρετηρήθησαν τὸ πρῶτον ἐντὸς τριχοδικμετρικῶν σωλήνων.

145. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Τὰ φαιγόμενα ταῦτα εἶναι τὰ ἔξηγες:

Ἐὰν βυθίσωμεν στερεὸν σῶμα ἐντὸς δύρου, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὰ σημεῖα ἐπαφῆς, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δύρου δὲν παραμένει ἐπίπεδος, ἀλλὰ καθίσταται κοίλη μὲν (σχ. 110α) ἐὰν τὸ δύρον διαβρέχῃ τὸ στερέον, ἐὰν δηλαδὴ ἀφοῦ ἀνασύρωμεν τὸ στερεὸν παραμένη ἐπ' αὐτοῦ ποσότητες τις δύρος, δημος π. χ. τὸ ὕδωρ ἐπὶ τῆς

δάλου, κυρτή δὲ ἀν τὸν ὑγρὸν δὲν διαβρέχῃ τὸ στερεόν, ὅπως π. χ. δὲν διδράγυρος τὴν δάλον (σχ. 1106).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἔξηγεῖται διὰ τῶν δυνάμεων συγχφείας.

Ἐνταῦθα ἔχομεν ἀφ' ἐνδού μὲν δυνάμεις συναφείας μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀφ' ἑτέρου δυνάμεις συναφείας μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν καὶ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν αἱ πρώται εἰγαὶ λιχυρότεραι τῶν δευτέρων, τὸ ὑγρὸν συσπειροῦται τρόπον



Σχ. 110α.



Σχ. 110β.

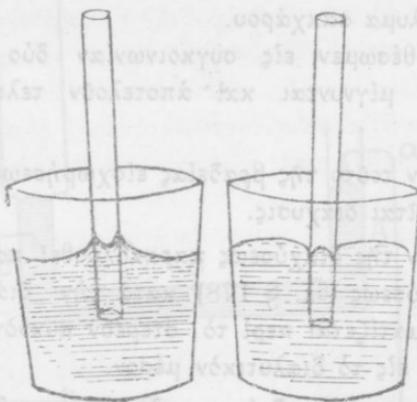
τινὰ περὶ ἑαυτό, τείγον νὰ λάθῃ σφαιρικὸν σχῆμα, χωρὶς νὰ ἐφάπτεται τοῦ στερεοῦ.

νέστος Ἐὰν τούγαντίον αἱ δεύτεραι ὑπερτεροῦν τῶν πρώτων, τὸ στερεὸν ἔλκει τὸ ὑγρὸν πρὸς ἑαυτὸν καὶ ἐγτεῦθεν παρατηρεῖται γῇ ἀνύψωσις τῆς ἐπιφανείας.

νότος Ἐὰν δυθίσωμεν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ δάλινον σωλῆνα πολὺ μικρᾶς διαμέτρου, πλὴν τῶν προηγουμένων φαινομένων παρατηροῦμεν προσέτει καὶ τὸ ἔξης: Ήπειρὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων δοχείων γῇ ἐλεύθερα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ δὲν εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος, εἰς τὸ δποῖον εὑρίσκεται αὕτη ἐντὸς τοῦ εὐρέος δοχείου, ἀλλὰ ὑψηλότερα μὲν ἐὰν τὸ ὑγρὸν διαβρέχῃ τὰ δάλιγα τοιχώματα τοῦ σωλῆνος (111α), καμηλότερα δὲ ἀν δὲν τὰ διαβρέχῃ (σχ. 111β). Ἡ ἀνύψωσις αὕτη εἰγαὶ συγέπεια τῶν δυνάμεων συγχφείας.

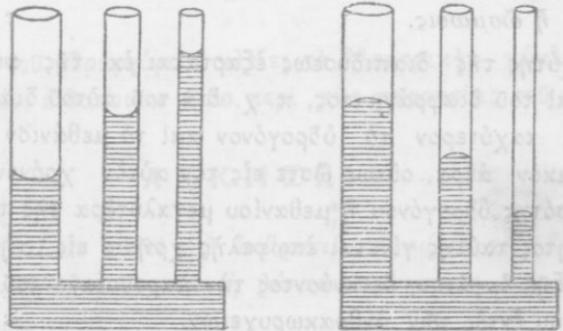
Οταν συγκοινωνοῦν πολλοὶ στενοὶ σωλῆνες διαφόρων διαμέτρων τὸ ὑγρὸν δὲν εὑρίσκεται εἰς δλους εἰς τὸ αὐτὸν ὕψος, ἀλλά, ἐὰν μὲν διαβρέχῃ τὰ τοιχώματα τῶν σωλήνων, τότον ὑψηλότερον δισυν γῇ διάμετρος τοῦ σωλῆνος εἰγαὶ μικροτέρα (σχ. 112α)· ἐὰν δὲ δὲν

Σέιαθρέχη τὰ τοιχώματα, τόσον χαμηλότερον, δύσον ἢ διάμετρος είναι μικροτέρα (σχ. 1126).



Αὐτὸς ἵνα νοσῶντι παῖδεσσιν τὰ τοιχώματα οὐδὲν δύναται.

Σχ. 111α. Καὶ τὸν Σχ. 111β. οὐδεὶς τὸν πόλεμον τοιχώματα περιπλέκειται, οὐδὲν δύναται.



Σχ. 112α.

Σχ. 112β.

146. Διάχυσις. Εάν χύσωμεν ἐντὸς δοχείου ὑγρὰ μιγγούμενα, π. χ. ὅδωρ καὶ οἰνόπνευμα, ἢ πυκνὸν διάλυμα σακχάρου καὶ ὅδωρ καὶ κατὸς ἀρχάς τὸ πυκνότερον, ἀναθεν δὲ αὐτοῦ μετὰ προσοχῆς τὰ ἀραιότερα, οὕτως ὥστε νὰ σχηματισθῇ διακεκριμένη στιβάς ἐξ ἑκάστου ὑγροῦ, παρατηροῦμεν δτι παρὰ τὰ γνωστὰ ἐκ τῶν νόμων τῆς βαρύτητος (βλ. § 105) μετὸ δλίγον ἢ ισορροπίᾳ διατάρασσεται. Καὶ τὸ μὲν πυκνότερον ὑγρὸν ἀνέρχεται βραδύτατα ἐντὸς τοῦ ἀραιότερου, τὸ δὲ ἀραιότερον κατέρχεται ἐντὸς τοῦ

πυκνοτέρου, οὗτως ὥστε τελικῶς ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ δοχείου ἔν-
νεον ὑγρόν, μήγαν τῶν ἀρχικῶν, ἔχον καθ' ὅλην τὴν μᾶζάν του
τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Εἰς τὸ πρῶτον ἀναφερθὲν παράδειγμα θὰ
ἔχωμεν τελικῶς μήγαν οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος, εἰς δὲ τὸ δεύ-
τερον ἀραιὸν διάλυμα σακχάρου.

Ομοίως ἀν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν δύο δοχεῖα πλήρη:
ἀερίων, τὰ δέρια μίγνυνται καὶ ἀποτελοῦν τελικῶς ἔνα γέον
δέριον.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς βραδείας εἰσχωρήσεως σώματός τινος
ἐντὸς ἄλλου καλεῖται διάχυσις.

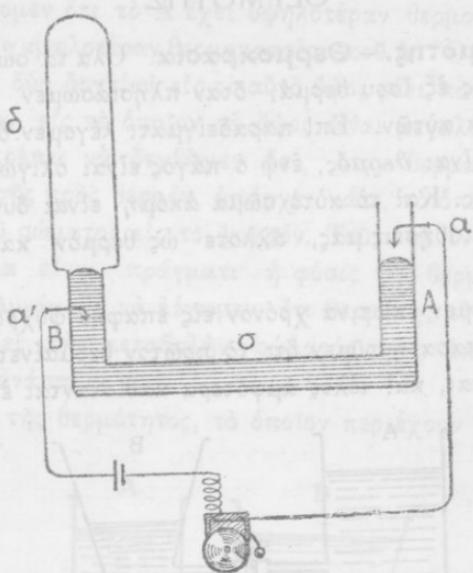
Τὸ φαινόμενον τῆς διαχύσεως παρακολουθεῖ πάντοτε τὸ φαι-
νόμενον τῆς διαλύσεως (βλ. § 178) κατὰ τὴν διάλυσιν στερεοῦ
ἐντὸς ὑγροῦ σχηματίζεται περὶ τὸ στερεὸν πυκνὸν διάλυμα, τὸ
ὅποιον διαχέεται εἰς τὸ διαλυτικὸν μέσον.

147. Διαπίδυσις. Ἡ διάχυσις λαμβάνει χώραν καὶ διαν-
άκομη τὰ ἔρευστὰ σώματα δὲν εύρισκονται εἰς ἀμεσον ἐπαφήν,
ἄλλα χωρίζονται διὰ πορώδους διαφράγματος ἢ διὰ μειονήσης.
Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ διάχυσις καλεῖται εἰδικώτερον
διαπίδυσις ἢ ὀσμωσις.

Ἡ ταχύτης τῆς διαπιδύσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ
ρευστοῦ καὶ τοῦ διαφράγματος, π. χ. διὰ τοῦ αὐτοῦ διαφράγματος
διέρχονται ταχύτερον τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ μεθάνιον ἀπὸ τὸν
ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, οὕτως ὥστε εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον θὰ ἔχῃ
διέλθη ποσότης ὑδρογόνου ἢ μεθανίου μεγχλυτέρα τῆς τοῦ ἀέρος.
Τῆς ἰδιότητος ταύτης γίνεται ἐπωφελής χρῆσις εἰς τὴν λειτουρ-
γίαν τοῦ ἑξῆς δργάνου, δεικνύοντος τὴν παρουσίαν τοῦ ἐπικινδύ-
νου μεθανίου ἐντὸς τῶν ἀνθρακωρυχείων.

Τὸ πορώδες δοχεῖον δὲ ἀπολήγει εἰς τὸν δίς κεκαμμένον κατ-
δρθήν γωνίαν σωλήνα σ (σχ. 113), δὲ ποιοῖς πληροῦται μέχρι τινὸς
διὸ ὑδραργύρου. Ἡ μεταλλίνη ἀκίς α στερεοῦται διλίγον ἀγνωθεν-
τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου, ἐνῷ δὲ α' εύρισκεται ἐντὸς αὐτοῦ.
Αἱ ἀκίδες α καὶ α' συνδέονται πρὸς ἡλεκτρικὸν κύκλωμα περι-
λαμβάνον ἡλεκτρικὸν κώδωνα. Ἐφ' δοσον δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραρ-
γύρου εύρισκεται κάτωθεν τῆς ἀκίδος α, τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοι-
κτὸν καὶ δὲ κώδων δὲν λειτουργεῖ. Ἐνὶ τώρᾳ τὸ δοχεῖον δὲν εὑρεθῇ
ἐντὸς χώρου περιέχοντος μεθανίου, εἰσέρχεται ἐντὸς αὐτοῦ ποσότης
τις μεθανίου, ἐνῷ δὲ περιεχόμενος ἀήρ δὲν προφέθανει γάλ ἔξελθη-

οὗτως ὥστε ἡ πίεσις ἐντὸς αὐτοῦ αὐξάνεται, ὁ ὑδραργύρος κατέρχεται εἰς τὸ σκέλος Β καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ Α. Ἡ ἀκίς βυθί-



Σχ. 113.

ζεται ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου, κλείει τὸ γῆλεκτρικὸν κύκλωμα καὶ ἥχει ὁ ἄκανθων, εἰδοποιῶν οὕτω περὶ τῆς παρουσίας τοῦ μεθανίου.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

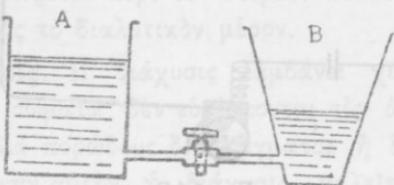
1. Πόση εἰται ἡ ἐπὶ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος (ἐπιφανείας $1,35\text{m}^2$) ἔφαρμοζομένη δλικὴ δύναμις συνεπείᾳ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως :

2. Τεμάχιον μολύβδου καὶ τεμάχιον ἀργιλλίου ζυγίζουν ἔκαστον 1kg. Ποῖον ἐκ τῶν δύο καθίσταται βαρύτερον εἰς τὸ κενὸν καὶ κατὰ πόσον ;

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

148. Θερμότης. — **Θερμοκρασία.** "Όλα τὰ σώματα δὲν φύλλονται εἰς ήμέρας ἐξ ἵσου θερμά, δταν πλησιάσωμεν εἰς αὐτά, η δταν ἀπτώμεθα αὐτῶν. Ἔπι παραδείγματι λέγομεν δτι δ τετηγμένος μόλυβδος είναι θερμός, ἐνῷ δ πάγος είγαι δλιγάτερον θερμός, η είναι ψυχρός. Καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα ἀκόμη, είγαι δυνατὸν γὰ διπέση εἰς τὰς αισθήσεις μας, ἀλλοτε ὡς θερμὸν καὶ ἀλλοτε ὡς ψυχρόν.

"Αν ἀφῆσωμεν ἐπὶ τινα χρόνον εἰς ἐπαφὴν ψυχρὸν σῶμα πρὸς ἄλλο θερμόν, παρατηροῦμεν δτι τὸ πρῶτον θερμαίνεται, ἐνῷ τὸ δεύτερον ψύχεται, καὶ τέλος ἀμφότερα καθίστανται ἐξ ἵσου θερμά.



Σχ. 114.

"Ανάλογον τούτου φαινόμενον ἔγγωρίσκμεν εἰς τὴν ὑδροστατικήν, τὸ φαινόμενον τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων. "Αν τεθοῦν εἰς συγκοινωνίαν δύο η περισσότερα δοχεῖα μὲ δγρόν, εἰς τὰ δποῖα τὸ ψφος τοῦ δγροῦ είγαι διάφορον (σχ. 114), δγρὸν ἐκ τοῦ δοχείου, δπου τὸ ψφος είγαι μεγαλύτερον, θὰ ρεύσῃ πρὸς τὸ ἀλλο, μέχρις δτου η ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ δγροῦ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, ἀνεξαρτήτως τοῦ ποσοῦ τοῦ δγροῦ, τὸ δποῖον ἔκατερον περιέχει καὶ τὸ δποῖον δυνατὸν γὰ διαφέρῃ εἰς τὰ δύο οχεῖα.

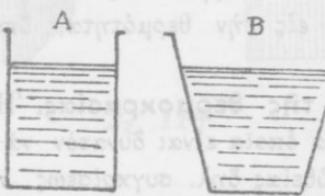
"Αν συγκρίνωμεν τὰ δύο ταῦτα φαινόμενα, τὸ ὑδροστατικὸν πρὸς τὸ θερμικόν, εὑρίσκομεν τὰ ἔξης: α) δτι εἰς τὸ δεύτερον ἐμφανίζεται κάποιο ποσὸν ἀνάλογον πρὸς τὸ ψφος τοῦ δγροῦ, τὸ δποῖον ἔχει τὴν αὐτὴν τιμὴν εἰς τὰ δύο ἐν ἐπαφῇ σώματα καὶ τὸ δποῖον δίδει τὴν ἐντύπωσιν τοῦ δτι ταῦτα είναι ἐξ ἵσου θερμά.

Τὸ ποσὸν τοῦτο καλεῖται θερμοκρασία.

"Οταν λοιπὸν δύο σώματα μας φαίνωνται ἐξ ἵσου θερμά, λέγομεν δτι: ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ δταν σῶμά τι θερμα-

νεται, λέγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του ὑψοῦται, ὅταν δὲ ψύχεται ὅτι ἡ θερμοκρασία του πίπτει. Ὅταν σῶμα A εἶναι θερμότερον ἀλλου B, λέγομεν ὅτι τὸ A ἔχει ὑψηλοτέρων θερμοκρασίαν τοῦ B, τὸ δὲ B ἔχει χαμηλοτέρων θερμοκρασίαν τοῦ A. Ὅπως διὰ νὰ ἔλθῃ τὸ ὑγρὸν τῶν δύο δοχείων εἰς τὸ αὐτὸν ὑφος ρέει ποσότης τις ὑγροῦ ἐκ τοῦ δοχείου, εἰς τὸ δόποιον τὸ ὑψος εἶναι μεγαλύτερον, πρὸς τὸ ἄλλο, οὗτω πρέπει γὰρ δεχθῶμεν ὅτι, ὅταν θερμαίνεται ψυχρὸν σῶμα ἐξ ἐπαφῆς πρὸς θερμόν, ὑπάρχει κάτι, τὸ δόποιον μεταβαίνει ἐκ τοῦ θερμοῦ σώματος εἰς τὸ ψυχρόν. Τοῦτο τὸ ὄνομάζομεν θερμότητα. Ποια εἶναι πράγματι ἡ φύσις τῆς θερμότητος δὲν θὰ ἔξετασμεν. Δυγάμεθα νὰ λέγωμεν, ὅτι θερμότης εἶναι ἡ αἰτία, ἡ δόποια προκαλεῖ τὴν μεταβολὴν σώματός τινος ἀπὸ θερμοῦ εἰς ψυχρὸν καὶ τάναπαλιν.

Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δόποιον περιέχουν τὰ σώματα, ἀγόρευτα για την ιδέαν της θερμότητος, ταῦτα ταῦτα, ταῦτα ταῦτα.



Σχ. 115.

τιστοιχεῖ πρὸς τὸ ποσὸν τοῦ ὅγκου τῶν δοχείων. Ὅπως δὲ εἰς δύο διάφορα δοχεῖα εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχωμεν ὑγρὸν μέχρι τοῦ αὐτοῦ μὲν ὕψους, ἀλλὰ διάφορον εἰς ἑκάτερον δοχείον ποσὸν (σχ. 115), οὗτω δύο διάφορα (διαφόρου μεγέθους ἢ ἐκ διαφόρου ὀλικοῦ) σώματα ἔχοντα τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν περιέχουν διάφορον ποσὸν θερμότητος.

Ἐφ' δσον ἡ θερμοκρασία δύο ἐν ἐπαφῇ σωμάτων εἶναι διάφορος, θερμότης θὰ ρέῃ ἐκ τοῦ ἔχοντος μεγαλυτέρων θερμοκρασίαν πρὸς τὸ ἄλλο. Ἰσορροπία δὲ θὰ ἐπέλθῃ, ὅταν αἱ θερμοκρασίαι τῶν δύο σωμάτων ἔξισθοιν. Κατὰ ταῦτα πᾶν σῶμα εἶναι πηγὴ θερμότητος δι? ἀλλο, ἔχον θερμοκρασίαν κατωτέρων τῆς ἴδιης του.

Ο, τι ἐλέχθη περὶ δύο σωμάτων, ἵσχει χωρὶς καμίαν διαφορὴν καὶ διὰ περισσότερα. Οσαδήποτε σώματα διαφόρου θερμοκρασίας τιθέμενα εἰς ἐπαφὴν ἀποκτοῦν ἔλα μετά τινα χρόνον τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Οταν ἐν σῶμα καθίσταται θερμότερος, λέγομεν δτι κερδίζει θερμότητα, δταν δὲ καθίσταται ψυχρότερος, λεγομεν δτι χάνει θερμότητα.

Τὰ νεῦρα, τὰ ὅποια ἔρεθίζονται ὑπὸ τῆς θερμότητος καὶ προκαλοῦν τὸ αἰσθημα τοῦ θερμοῦ καὶ τοῦ ψυχροῦ, δὲν συγκεντροῦνται εἰς ὥρισμένον αἰσθητήριον ὅργανον, δπως π. χ. τὰ νεῦρα τὰ εὐαίσθητα εἰς τὸ φῶς καὶ εἰς τὸν ἡχον, ἀλλ ἐιναι ἔξηπλωμένα καθ' ὅλον ἡμῶν τὸ σῶμα καὶ ἐπομένως καθ' ὅλον τὸ σῶμα ἔχομεν τὸ αἰσθημα τοῦ θερμοῦ καὶ τοῦ ψυχροῦ.

149. Φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος
Ἡ θερμότης εἰναι αἰτία ποικιλωτάτων φαινομένων. Οὕτω π. χ. διὰ θερμάγσεως αὔξανουν αἱ διαστάσεις τῶν σωμάτων. Πολλὰ στερεὰ θερμαίγμενα ?σχυρῶς μεταβάλλονται κατάστασιν, μετατρέπομενα εἰς ὅγρα, ταῦτα δὲ εἰς ἀέρια. Ἡ πυκνότης τῶν σωμάτων ἐπίσης μεταβάλλεται διὰ θερμάνσεως. Πλεῖστα μετεωρολογικὰ φαινόμενα δφείλονται εἰς τὴν θερμότητα, δπως π.χ. ἡ βροχή, οἱ ἄνεμοι, κλπ.

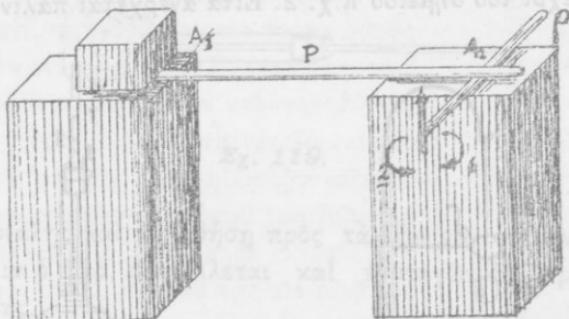
150. Μέτρησις τῆς θερμοκρασίας. Ἡ θερμοκρασία δὲν εἶγαι ἐκ τῶν ποσῶν τὰ ὅποια εἶγαι δυνατὸν γὰρ ὑποστοῦν ἄμεσον μέτρησιν, διὸ ἀπ' εὐθείας δηλ. συγκρίσεως πρὸς τὴν μονάδα, δπως γίνεται διὰ τὸ μήκος, τὸ βάρος καὶ ἀλλα. Γνωρίζομεν δμῶς ποσὰ μετρούμενα εὐκόλως, τῶν δποίων τὸ μέγεθος ἔξαρταται. ἐκ τῆς θερμοκρασίας, δπως αἱ διαστάσεις τῶν σωμάτων καὶ ἡ πυκνότης. Ἐπομένως ἐκ τοῦ μεγέθους οἰσοδήποτε τοιούτου ποσοῦ, δυνάμεθα νὰ κρίνωμεν περὶ τοῦ μεγέθους τῆς θερμοκρασίας. Ως τὸ καταλληλότερον ποσόν πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἔκριθη δ ὅγκος τῶν σωμάτων, διότι αἱ μεταβολαὶ αὐτοῦ σχετικῶς εὐκόλως προσδιορίζονται.

Διὰ γνωρίσωμεν τὰ ὅργανα, τὰ ὅποια χρησιμέουν πρὸς μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας, πρέπει πρῶτον γὰρ μελετήσωμεν τὸ φαινόμενον, ἐπὶ τοῦ ὅποιου ταῦτα στηρίζονται, δηλ. τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς τοῦ ὅγκου τῶν σωμάτων, δταν μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία αὐτῶν.

Διαστολὴ τῶν σωμάτων.

151. Ἡ αὔξησις τοῦ μήκους στερεᾶς ράβδου δεικνύεται: διὰ τοῦ ἔξης πειράματος :

Μεταλλίνη ράβδος Ρ (σχ. 116) στερεοῦται κατὰ τὸ ἐν ἀκρον τῆς Α, ἀκλονήτως, κατὰ δὲ τὸ ἄλλο Α, στηρίζεται ἐπὶ κυλινδρικοῦ ραβδίου ρ, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὅποιου είναι προσηγραμμένη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς δείκτης. Ἐν θερμάνωμεν τὴν ράβδον, παρατηροῦμεν δτὶ ή βελόνη στρέφεται κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους 1, ἀρα καὶ τὸ ραβδίον ρ ἐστράφη πρὸς τὴν αὐτὴν φορὰν. Ἡ στροφὴ δὲ αὗτη δφείλεται εἰς τὸ δτὶ ή ράβδος Ρ διεστάλη καί, ἐπειδὴ τὸ



Σχ. 116.

ἄκρον Α, είναι ἀκλονήτως στηριγμένον, προχωρεῖ μόγον τὸ Α_₂, καὶ ἀναγκάζει τὸ ραβδίον ρ νὰ κυλισθῇ. Ἐὰν τώρα ἀρήσωμεν τὴν ράβδον νὰ ψυχθῇ, παρατηροῦμεν δτὶ ή βελόνη ἐπανέρχεται βαθμηδὸν εἰς τὴν ἀρχικήν της θέσιν. Ἡ ράβδος λοιπὸν ψυχομένη συστέλλεται καὶ συστελλομένη ἀναγκάζει τὸ ραβδίον νὰ κυλισθῇ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους 2.

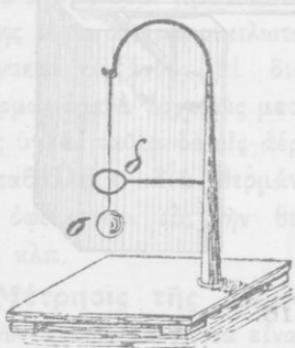
Διὰ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος ἔξετάσαμεν τὴν γραμμικὴν διαστολὴν τοῦ σώματος, δηλ. τὴν διαστολὴν μιᾶς μόγον διαστάσεως, τοῦ μήκους. Ὁταν ἔξετάζωμεν τὴν αὕξησιν τοῦ δύκου τοῦ σώματος (αὔξησιν δηλ. τοῦ γιγομένου τῶν τριῶν διαστάσεων), καλοῦμεν τὴν διαστολὴν κυβικήν.

Ἡ κυβικὴ διαστολὴ δεικνύεται διὰ τοῦ ἔξης πειράματος: Ἡ μεταλλίνη σφαῖρα σ (σχ. 117) διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ δακτυλίου δ. Ἐὰν δμως ή σφαῖρα θερμανθῇ, δὲν δύναται νὰ διέλθῃ πλέον, ἐπομένως ηδὲ ἥθη δ ὅγκος της. Ἐὰν ἀρήσωμεν αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, διέρχεται ἐκ νέου διὰ τοῦ δακτυλίου. Ἄρα ψυχθεῖσα συνεστάλη.

132. Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Ἐπειδὴ τὰ ὑγρὰ δὲν ἔχουν

ώρισμένον σχῆμα, ἔξετάζεται βεβαίως μόνον ἡ κυδική διαστολὴ αὐτῶν, τὴν δποίαν παρατηροῦμεν ὡς ἔξῆς :

Μικρὰν φιάλην (σχ. 118) παμπατίζομεν διὰ φελλοῦ, φέροντας δπήν, διὰ τῆς δποίας διέρχεται στεγδὸς ὑάλινος σωλῆνη σ. Πληροῦμεν τὴν φιάλην καὶ τὸν σωλῆνα οἰσουδήποτε ὑγροῦ, ἔστω ὅδατος, μέχρι τοῦ σημείου 1. Θερμαίνοντες τώρα τὴν φιάλην παρατηροῦμεν κατ' ἀρχὰς ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὅδατος κατέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα μέχρι τοῦ σημείου π.χ. 2. Είτα ἀνέρχεται πάλιν καὶ ὑπερ-



Σχ. 117.



Σχ. 118.

θαίνει τὴν ἀρχικήν της θέσιν, φθάνουσα μέχρι τοῦ σημείου π. χ. 3. Ἡ ἔξηγησις τοῦ φαινομένου τούτου είγαι εύκολος. Κατ' ἀρχὰς ἐθερμανθῆ ἀμέσως ἡ ὥστης καὶ διεστάλη. Οὕτως, ἐπειδὴ γῆρανσεν ὁ ὄγκος τῆς φιάλης, ὁ ὄγκος τοῦ ὅδατος ἐφάνη μικρότερος. Βαθμηδὸν θερμαίνεται καὶ τὸ ὅδωρ, διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

Κατὰ τὴν ψυξὶν ψύχεται πρῶτον ἡ φιάλη καὶ συστέλλεται. Ἐπομένως τὸ ὅδωρ ἀνέρχεται διλίγον εἰς τὸν σωλῆνα, διατὰ δὲ ψυχθῆ καὶ τὸ ὅδωρ, συστέλλεται καὶ ἡ ἐπιφάνειά του φθάνει πάλιν εἰς τὴν πρώτην θέσιν.

Χάριν προφυλάξεως δὲν θερμαίνομεν τὴν φιάλην ἀπὸ εύθειας εἰς τὴν φλόγα, ἀλλ᾽ ἐντὸς θερμοῦ ὅδατος.

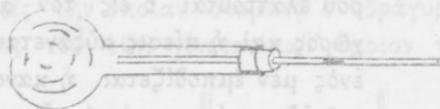
Ἡ προσθήκη τοῦ στεγδού σωλῆνος σ χρησιμεύει ὥστε νὰ γίνεται καταχρανῆς καὶ μικρὰ μεταβολὴ τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ.

153. Διαστολὴ τῶν ἀερίων. Ἡ διαστολὴ τῶν ἀερίων παρατηρεῖται διὰ συσκευῆς ὁμοίας πρὸς ἐκείνην, ἡ δποία μᾶς ἔχρησιμευει διὰ τὴν διαστολὴν τῶν ὑγρῶν.

Εἰς τὴν φιάλην τοῦ σχήματος 119 προσαρμόζομεν πολὺ λεπτὸν σωλῆνα καὶ εἰσάγομεν εἰς αὐτὸν σταγόνα ὅδατος η̄ ὑδραργύρου, αἵτινες ὥστε νὰ χωρίσωμεν ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν τὸν ἐν τῇ φιάλῃ ἀέρα. Διὰ νὰ μὴ πέσῃ ἡ σταγὸν ἐντὸς τῆς φιάλης, κρατεῖται αἵτη μὲ τὸν σωλῆνα ἔριζόντειν.

‘Απλῇ θέρμανσις διὰ τῆς χειρὸς ἀρκεῖ διὰ νὰ διαστείλῃ τὸν

ὑγραργόν. Μετατρέπεται τὸν ὑγραργόν σε στεγνόν. Τοῦτο τὸν παραπομπὴν προσθέτει τὸν σωλῆνα τῷ σταγῷ.



πάλιν τὸν σωλῆνα τῷ σταγῷ συντάσσεται τὸν ὑγραργόν. Καὶ τὸν σωλῆνα τῷ σταγῷ συντάσσεται τὸν ὑγραργόν. Σχ. 119.

— οὐαὶ πολὺ σωλῆνα τῷ σταγῷ συντάσσεται τὸν σωλῆνα

ἀέρα τῆς φιάλης καὶ νὰ ὠθήσῃ πρὸς τὰ ἔξω τὴν σταγόνα. ‘Οταν
ψυχθῇ πάλιν δὲ ἀήρ, συστέλλεται καὶ ἡ σταγὸν ἐπανέρχεται εἰς
τὴν θέσιν τῆς.

— οὐαὶ πολὺ σωλῆνα τῷ σταγῷ συντάσσεται τὸν σωλῆνα

Θερμόμετρα.

154. Τὰ ὄργανα τὰ διόποια χρησιμεύουν πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας καλοῦνται θερμόμετρα.

Τὰ θερμόμετρα, ὡς εἴπομεν καὶ προηγουμένως, ἔχουν τὴν ἀρχήν των εἰς τὸ φαινόμενον τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων.

Τὰ μᾶλλον διαστελλόμενα σώματα είναι τὰ ἀρεια, ἐν τούτοις διὰ τὰ θερμόμετρα χρησιμοποιοῦνται συνήθως τὰ ὑγρὰ ὡς εὐχρηστότερα τῶν ἀερίων καὶ ἐκ τούτων κυρίως δὲ ὑδράργυρος καὶ διλγύθτερον τὸ οἰνόπνευμα.

Οἱ ὑδράργυρος κυρίως είναι τὸ καταλλήλτερον διγρόν, διότι δὲν προσφύεται εἰς τὰ ὑάλινα τοιχώματα, λαμβάνει ταχέως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, μὲ τὸ διόποιον ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν, πήγνυται εἰς ἀρκετὰ ταπεινὴν καὶ λίγεις εἰς ὕψηλὴν θερμοκρασίαν.

Τὰ θερμόμετρα ἀποτελοῦνται ἐκ μικροῦ διαλίνου δοχείου συνήθως κυλινδρικοῦ ἢ σφαιρικοῦ, ἐντὸς τοῦ διόποιου τίθεται τὸ διγρόν, ἀπολήγοντος εἰς μακρὸν καὶ στεγνώτατον σωλῆνα (τριχοδιαμετρικὸν) (σχ. 120) φέροντα διαιρέσεις. Ηληροῦται τὸ δοχεῖον μὲ τὴν κατάλληλον ποσότητα τοῦ ὑδραργύρου, κατόπιν ἀφαιρεῖται ἐπιμελῶς δὲ ἀήρ καὶ κλείεται δ σωλήν. Ἡ ἀφαίρεσις τοῦ ἀέρος

άπό τοῦ θερμομετρικοῦ σωλήνος ἐπιβάλλεται διὰ τοὺς ἔξης λόγους κυρίως :

1) Ὁ διδράργυρος παρουσίᾳ ἀέρος δέξεται, τὸ δὲ δέξεται τοῦ διδραργύρου προσφύεται εἰς τὰ δάλινα τοιχώματα καὶ ἐμποδίζει τὴν ἐλευθέραν κίνησιν.

2) Συνεπείᾳ τῆς διαστολῆς τοῦ διδραργύρου ἐλαττούται δεῖς τὸν ἀέρα διαθέσιμος χῶρος καὶ ἡ πίεσις αὐξάνεται.² Εκ τούτου ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐμποδίζεται τῇ κανονικῇ διαστολῇ τοῦ διδραργύρου καὶ τὸ μῆκος ἑνὸς βαθμοῦ θὰ γίνεται ὀλονὲν μικρότερον πρὸς τὸ ἀνώτερον σημεῖον τῆς κλίμακος, καὶ ἀφ' ἑτέρου διάρχει κίγδυνος θραύσεως τοῦ θερμομέτρου.

"Οταν δὲ διδράργυρος εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος εἰς τὴν θέσιν π. χ. 2, ἔχει κάποιαν θερμοκρασίαν ώρισμένην, τὴν ὅποιαν δυνάμεθα ὅπως θέλομεν νὰ δονομάσωμεν, π.χ. θερμοκρασίαν 2. Εὰν ἀνέλθῃ μέχρι τῆς θέσεως 7, ἔχει θερμοκρασίαν μεγαλυτέραν, τὴν ὅποιαν καλοῦμεν θερμοκρασίαν 8 κ.ο.κ.

Τὸ θερμόμετρον χρησιμοποιοῦμεν ως ἔξης :

Σχ. 120.

Θέτομεν τὸ δοχεῖόν του εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ σῶμα, τοῦ ὅποιου ζητοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν.³ Οπως γνωρίζομεν, μετά τινα χρόνον θὰ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος καί, ἐὰν δὲ διδράργυρος φθάσῃ π. χ. εἰς τὴν θέσιν 5, λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα ἔχει θερμοκρασίαν 5, ἢν φθάσῃ εἰς τὴν 3 λέγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος εἶγαι 3 κ.ο.κ.

155. Σταθερὰ σημεῖα τοῦ θερμομέτρου. Ἡ ἀνωτέρω ὅμιας θερμομετρικὴ κλίμαξ εἶναι ἐντελῶς αὐθαίρετος, καὶ ἐπρεπεν, ὅπως καὶ κατὰ τὸν ὅρισμὸν τοῦ μέτρου, νὰ δρισθῇ πρότυπος θερμομετρικὴ κλίμαξ, ἐπὶ τῇ δάσει τῆς ὅποιας νὰ γίνεται ἡ σχημολογία τῶν θερμομέτρων, οὕτως ὥστε καὶ αἱ ἐνδείξεις αὐτῶν νὰ συμπίπτουν.

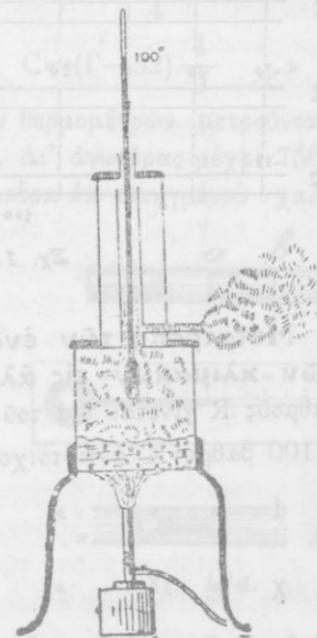
Διὰ νὰ εἶναι ἐντελῶς ώρισμένη ἡ θερμομετρικὴ κλίμαξ, ἀρκεῖ νὰ δρισθοῦν 2 σταθεροὶ θερμοκρασίαι. Ως τοιαῦται ἐλήγφησαν ἀφ' ἑνὸς μὲν ἡ θερμοκρασία τὴν ὅποιαν ἔχει δὲ πάγος, διατὰ τήκε-

ταί καὶ ἡ ὅποια ὠγομάσθη Ο, καὶ ἀφ' ἑτέρου ἡ τῶν ἀτμῶν τοῦ
ὕδατος, ὅταν ζέη ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν 760 mm/Hg, γῆται
ὠγομάσθη 100.

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ Ο χρησιμοποιεῖται δοχεῖον ὅπως τὸ
τοῦ σχ. 121, φέρον κάτωθεν διὰ τὴν ἐκροήν τοῦ ἐκ τῆς τή-
ξεως τοῦ πάγου ὕδατος. Ηληροῦται τὸ δοχεῖον μικρῶν τεμαχίων
πάγου, τίθεται ἐντὸς αὐτοῦ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου καὶ εἰς
τὴν θέσιν, εἰς τὴν ὅποιαν σταματᾷ ὁ ὑδράγυρος, σημειοῦμεν Ο.
“Ο διορισμὸς τοῦ 100 γίνεται καθ' ὅμοιον τρόπον τῇ έσοθείᾳ



Σχ. 121.



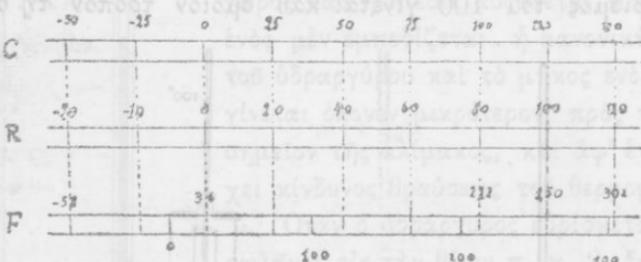
Σχ. 122.

τοῦ ὑπὸ τοῦ σχήματος 122 παριστανομένου βραστῆρος. Τὸ
μεταξὺ τοῦ Ο καὶ 100 τμῆμα τῆς κλίμακος χωρίζεται εἰς 100
ἴσα μέρη, τὰ ὅποια καλούνται βαθμοί, προχωρεῖ δὲ ἡ ὑποδιαι-
ρεσις ὅμοιώς πέραν τοῦ 100 καὶ πρὸς τὸ ἔτερον τοῦ Ο μέρος διὰ
τὰς χαμηλοτέρας τοῦ Ο θερμοκρασίας. Οἱ ἄνω τοῦ Ο βαθμοὶ
σημειοῦνται ὡς ἔξης: $+5^{\circ}$, $+98^{\circ}$, οἱ δὲ κάτω τοῦ μηδενὸς διὰ
 -5° , -40° κλπ.

156. **Άλλαι θερμομετρικαὶ κλίμακες.** Ή περιγρα-
φεῖσα κλίμαξ ὀνομάζεται ἑκατονταβάθμιος ἢ κλίμαξ τοῦ Κελσίου.

Πλήν ταύτης διπάρχει καὶ ἡ τοῦ Ρεωμύρου, εἰς τὴν ὁποίαν τὰ σταθερὰ σημεῖα σημειοῦνται διὰ τοῦ 0 καὶ τοῦ 80, καὶ ἡ τοῦ Φάρεναῖτ, εἰς τὴν ὁποίαν ταῦτα σημειοῦνται διὰ τοῦ 32 καὶ τοῦ 212. Οἱ βαθμοὶ Κελσίου σημειοῦνται διὰ τῆς προσθήκης ἑνὸς C παρὰ τὸν ἀριθμὸν π.χ. $+5^{\circ}\text{C}$ (ἢ K), οἱ τοῦ Ρεωμύρου διὰ R (ἢ P) π.χ. $+5^{\circ}\text{R}$, καὶ οἱ τοῦ Φαρενάῖτ διὰ F, π.χ. -10°F .

Εἰς τὸν κατωτέρῳ πίνακα (σχ. 123) φαίνεται καλλίτερον ἡ ἀντιστοιχία τῶν τριῶν κλιμάκων.



Σχ. 123.

157. Μετατροπὴ τῶν ἐνδείξεων τῶν τριῶν θερμομετρικῶν κλιμάκων εἰς ἀλλήλας. Ἡ μετατροπὴ βαθμῶν C εἰς βαθμοὺς R γίνεται διὰ τοῦ ἑξῆς συλλογισμοῦ:

$$100 \text{ βαθμοὶ C ἀντιστοιχοῦν εἰς } 88 \text{ R}$$

$$1 \quad » \quad » \quad » \quad \rightarrow \quad \frac{80}{100} \text{ R}$$

$$\chi \quad » \quad » \quad » \quad \rightarrow \quad \frac{80\chi}{100} = \frac{4\chi}{5} \text{ βαθμοὺς R}$$

Ἔτοι οἱ βαθμοὶ C μετατρέρονται εἰς R, δταν πολλαπλασιασθοῦν ἐπὶ 4/5.

Διὰ τὴν μετατροπὴν βαθμῶν C εἰς βαθμοὺς F, σκεπτόμεθ ως ἑξῆς:

$$\text{Εἰς } 100 \text{ C ἀντιστοιχοῦν } 212 - 32 = 180 \text{ F}$$

$$\gg \quad 1 \quad » \quad » \quad \rightarrow \quad \frac{180}{100}$$

$$\gg \quad » \quad » \quad » \quad \rightarrow \quad \frac{180\chi}{100} \text{ βαθμοὶ F} = \frac{9\chi}{5} \text{ F}$$

Δηλ. ἀριθμὸς βαθμῶν χ Κελσίου ίσοςται: πρὸς ἀριθμὸν $\frac{9\chi}{5}$

βαθμῶν F. Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὸ 0 τοῦ C ἀντιστοιχεῖ τὸ 32 τοῦ F ἢ ἔγδειξις τοῦ θερμομέτρου F θὰ εἶναι :

$$\frac{9}{5}x + 32$$

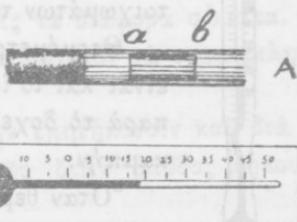
Διὸ δμοίων σκέψεων εὑρίσκομεν δλας τὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν τριῶν κλιμάκων, εἶναι δὲ αὗται αἱ ἔξης :

$$A \text{ βαθ. } C \text{ ισοῦνται πρὸς } A \frac{4}{5} \text{ βαθ. } R \text{ καὶ } A \frac{9}{5} + 32 \text{ θερμούς } F$$

$$B \text{ » } R \text{ » } B \frac{5}{4} \text{ » } C = B \frac{9}{4} + 32 \text{ » } F$$

$$\Gamma \text{ » } F \text{ » } (\Gamma - 32) \frac{5}{9} \text{ » } C = (\Gamma - 32) \frac{4}{9} \text{ » } R$$

Διὰ τῶν ὅλων ὑδραργυρικῶν θερμομέτρων μετροῦνται θερμοκρασίαι ἀπὸ -38° ἕως $+350^{\circ}$. Διὸ ἀνωτέρας μέχρι 750° χρησιμοποιοῦνται ὑδραργυρικὰ θερμόμετρα ἐκ τετηγμένου χαλαζίου, διότι ἡ ὅλος τήκεται εἰς τὴν ὑψηλὴν ταῦτην θερμοκρασίαν, καὶ διὰ ταπεινοτέρας τῶν -38° μέχρι περίπου 120° τὰ διὸ οἰνοπνεύματος, διότι εἰς -39° δύναται πάγωσις τοῦ θερμορύρου.



118. Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου. Οὕτω καλοῦνται θερμόμετρα, τὰ δποῖα δεικνύουσι τὴν μεγίστην ἢ τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, εἰς τὴν δποίαν εὑρέθησαν ἐντὸς ὥρισμένου χρονικοῦ διαστήματος. Τοιαῦτα θερμόμετρα εἶναι χρήσιμα π. χ. εἰς μετεωρολογικὰς παρατηρήσεις διὰ τὴν γνῶσιν τῆς μεγίστης καὶ τῆς ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ 24ώρου.



Σχ. 124.

Τὰ θερμόμετρα μεγίστου εἶναι συνήθως ὑδραργυρικὰ καὶ τοποθετοῦνται συνήθως μὲ τὸν σωλῆνα ὁρίζοντιον (σχ. 124). Ἐντὸς τοῦ σωλήνος εὑρίσκεται μικρὸς σιδηροῦς δείκτης αβ (σχ. A). Τῇ βοηθείᾳ μαγνήτου φέρεται οὗτος μέχρι τοῦ ἄκρου τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης.

Ἡ λειτουργία τοῦ τοιούτου θερμομέτρου εἶναι ἡ ἔξης :

Οταν ἐν ὑδράργυρος διαστέλλεται, δὲν δύναται γάλιον θερμαῖς τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος καὶ τοῦ δείκτου, διότι δὲν δια-

θρέχει οὐτε τὴν ὕαλον, οὐτε τὸν σίδηρον. Διὰ τοῦτο ὥθετι τὸν δείκτην καὶ ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ μετακινηθῇ. Ὅταν δημιώς ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται, ὁ δείκτης δὲν ἔχει κανένα λόγον νὰ μετακινηθῇ καὶ μένει εἰς τὴν θέσιν του. Οὕτω τὸ πρᾶς τὸν ὑδράργυρον ἄκρον α τοῦ δείκτου δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν, εἰς τὴν δύοιαν εὑρέθη τὸ θερμόμετρον.

Τὰ θερμόμετρα ἔλαχίστου εἶναι τοῦ αὐτοῦ τύπου, ἀλλὰ δι’ οἰνοπνεύματος ἀντὶ ὑδραργύρου. Ὁ σιδηροῦς δείκτης φέρεται διὰ τοῦ μαγνήτου ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸ ἄκρον τῆς στήλης (σχ. B). Τὸ οἰνόπνευμα, ὃταν προσχωρῇ, διέρχεται ἐλευθέρως περὶ τὸν σιδηροῦν δείκτην, διότι διαβρέχει καὶ τὸν σίδηρον καὶ τὴν ὕαλον. Ὅταν δημιώς συστελλόμενον ὑποχωρῇ, παρασύρει αὐτὸν, διότι, ὅπως γνωρίζομεν, ὁ κοῖλος μηνίσκος τῆς ἐπιφανείας δὲν διασπᾶται εύκολως (βλ. παράγρ. 144) ὥστε τὸ οἰνόπνευμα ὑποχωροῦν νὰ διέλθῃ μεταξὺ τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλήνος καὶ τοῦ δείκτου.

Θερμόμετρον μεγίστου, διαφορετικοῦ δημιώς τύπου, εἶναι καὶ τὸ ιατρικὸν θερμόμετρον. Εἰς τοῦτο ὁ σωλήνη παρὰ τὸ δοχεῖον εἶναι στενώτατος καὶ σχηματίζει καμπήν.

Ὅταν θερμαίνεται ὁ ὑδράργυρος τοῦ δοχείου, διαστέλλεται καὶ ὁ περισσεύων ἐκ τοῦ δοχείου ἀναγκάζεται ὑπὸ τῆς δυνάμεως τῆς διαστολῆς νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ στεγώματος (σχ. 125). Κατὰ τὴν συστολὴν δημιώς, ἐπειδὴ τὸ δάρος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης δὲν εἶναι

Sch. 125. ἀρκετὴ δύναμις διὰ νὰ τὴν ἀναγκάσῃ νὰ διέλθῃ πάλιν διὰ τοῦ στεγώματος, ἀποχωρίζεται αὐτῇ ἐκ τοῦ συσταλέντος ὑδραργύρου τοῦ δοχείου. Οὕτω παραμένει εἰς τὸ βύρος τὸ ἀντιστοιχοῦ εἰς τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὁ ὑδράργυρος τοῦ σωλήνος ἐπαναπίπτει εἰς τὸ δοχεῖον δι’ ἔλαφρῶν τιναγμῶν.

Νόμοι τῆς διαστολῆς.

159. Ἡ γραμμικὴ διαστολὴ τῶν σωμάτων ἀκολουθεῖ τοὺς ἔξις νόμους :

1) Ἡ ἐπιμήκυσις ράβδου τινὸς ἔξαρτται ἐκ τῆς ἀνύψωσεως τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς καὶ ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ

άνυψωσις τῆς θερμοκρασίας τοσοῦτον μεγαλυτέρα καὶ ἡ ἐπιμήκυνσις.

2) Ράβδοι εἰκόνας αὐτοῦ ὑλικοῦ ἀλλὰ διαφόρου μήκους δὲν ὑφίστανται ἵσην διαστολὴν ὅταν αὐξηθῇ ἡ θερμοκρασία των κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμούς, ἀλλὰ τόσον μεγαλυτέραν ὅσον μεγχλύτερον εἴναι τὸ ἀρχικὸν μῆκος. Ἡ διαστολὴ εἴναι ἐπομένως ἀνάλογος πρὸς τὸ ἀρχικὸν μῆκος.

3) Ράβδοι τοῦ αὐτοῦ μήκους ἀλλὰ διαφόρου ὑλικοῦ, δὲν διαστέλλονται δόμοίως, ὅταν διποστοῦν τὴν αὐτὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας. Π. χ. ράβδος χαλκοῦ διαστέλλεται πολὺ περισσότερον ἀπὸ ράβδον διαλίγην τοῦ αὐτοῦ μήκους, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀμφοτέρων αὐξηθῇ ἐξ ἴσου.

Ἡ αὔξησις, τὴν ὅποιαν ὑφίσταται ἡ μονάς τοῦ μήκους σώματός τοιος (Im), ὅταν ἡ θερμοκρασία του αὐξηθῇ κατὰ 1° , λέγεται γραμμικὸς συντελεστής διαστολῆς.

Οἱ τρεῖς νόμοι τῆς διαστολῆς εἴναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα.

Οἱ τρεῖς νόμοι τῆς διαστολῆς εἴναι δυνατὸν νὰ συμπεριληφθοῦν εἰς μίαν μόνον ἔξισωσιν.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ εἰκόνας τῆς ἐπιμήκυνσιν καὶ διὰ τοῦ λατὸν γραμμικὸν συντελεστήν διαστολῆς ὅταν ράβδος μήκους Im. Θερμανθῇ κατὰ 1° εἴναι $\epsilon = \lambda$.

Ἄν τὸ ἀρχικὸν μῆκος εἴναι 2m, ἐπειδὴ ἡ διαστολὴ εἴναι ἀνάλογος τοῦ μήκους (2ος νόμος), θὰ ἔχωμεν διαστολὴν

$$\epsilon = 2\lambda \text{ καὶ } \Delta \text{ τὸ μῆκος εἴναι γενικῶς } \mu \text{ μέτρα}$$

$$\epsilon = \lambda \mu, \text{ διαστολὴ } \theta \text{ θερμανθῇ κατὰ } 1^{\circ}.$$

Ἄν δημιώσεις θερμανθῇ κατὰ 2° ἡ διαστολὴ θὰ εἴναι

$$\epsilon = 2\lambda \mu \text{ (1ος νόμος)}$$

Καὶ ἂν θερμανθῇ κατὰ θ βαθμούς

$$\epsilon = \lambda \mu \theta.$$

Ἡ ἔξισωσις αὗτη περιλαμβάνει καὶ τοὺς τρεῖς νόμους τῆς διαστολῆς.

Τούτους δυνάμεθα νὰ συνοψίσωμεν, ὡς ἔξης:

Ἡ γραμμικὴ διαστολὴ είναι ἀνάλογος τοῦ ἀρχικοῦ μήκους μ καὶ τῆς αὔξήσεως τῆς θερμοκρασίας θ καὶ ἔξαρταται ἀπὸ τὸ ὑλικὸν τοῦ σώματος.

Τὸ μῆκος τῆς ράβδου μετὰ τὴν διαστολὴν εἴναι:

$$L = \mu + \epsilon = \mu + \lambda \mu \theta$$

καί, ἀν ἔξαγάγωμεν τὸν κοινὸν παράγοντα μ.

$$L = \mu(1 + \lambda\theta)$$

δηλαδή :

Τὸ νέον μῆκος ίσοῦται μὲ τὸ ἀρχικόν, πολλαπλασιασθὲν ἐπὶ διώγυμον $1 + \lambda\theta$, τὸ δποῖον καλεῖται διώγυμον τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Τῇ βοηθείᾳ τῆς ἔξισώσεως ταύτης ὑπολογίζουμεν τὸ μῆκος ράδου τινὸς εἰς διαφόρους θερμοκρασίας.

Π. χ. νὰ ὑπολογισθῇ πόσον είναι τὸ μῆκος χαλκίνης ράδου εἰς τὴν θερμοκρασίαν 100° , ἀν εἰς 0° είναι $0,50\text{m}$. Ο γραμμικὸς συντελεστὴς διαστολῆς τοῦ χαλκοῦ είγαι: $\lambda = 0,000017$.

Αντικαθιστῶμεν εἰς τὴν ἔξισώσιν τὰ γράμματα διὰ τῶν τιμῶν καὶ ἔχομεν:

$$L = 0,50 \cdot (1 + 0,000017 \times 100) = 0,50 \times 1,0017 = 0,50085\text{m}.$$

ἡ ἐπιμήκυνσις είγαι: $\epsilon = 0,50085 - 0,50 = 0,00085\text{m} = 0,85\text{mm}$. ἢτοι μικροτέρα τοῦ ἑνὸς χιλιοστομέτρου.

160. Ἡ κυδικὴ διαστολὴ ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους τῆς γραμμικῆς, δηλ. είναι ἀνάλογος τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας, ἀνάλογος τοῦ ἀρχικοῦ ὅγκου καὶ ἔχεται ἀπὸ τὸ διλικὸν τοῦ σώματος.

Ἡ αὐξησίς, τὴν δποῖαν ὑφίσταται ἡ μογὰς τοῦ ὅγκου σώματός τινος (Im.^3), δταν ἡ θερμοκρασία του αὐξηθῇ κατὰ 1° , καλεῖται κυδικὸς συντελεστὴς διαστολῆς τοῦ σώματος.

Ἐὰν παραστήσωμεν τὴν αὐξησίν τοῦ ὅγκου διὰ σ., τὸν ἀρχικὸν ὅγκον διὰ ω., τὴν αὐξησίν τῆς θερμοκρασίας διὰ θ καὶ τὸν κυδικὸν συντελεστὴν διαστολῆς διὰ κ., ἡ ἔξισώσις τῆς κυδικῆς διαστολῆς είναι

$$\sigma = \kappa \omega \theta$$

καὶ δ ὅγκος τοῦ σώματος μετὰ τὴν διαστολὴν

$$\omega' = \omega + \sigma = \omega + \kappa \omega \theta$$

$$\omega' = (1 + \kappa \theta)$$

Ἔτοι :

Ο νέος ὅγκος ίσοῦται μὲ τὸν ἀρχικὸν πολλαπλασιασθέντα ἐπὶ τὸ διώγυμον τῆς κυδικῆς διαστολῆς $1 + \kappa \theta$.

161. Σχέσις τοῦ κυδικοῦ συντελεστοῦ διαστολῆς πρὸς τὸν γραμμικόν. Ο κυδικὸς συντελεστὴς διαστολῆς ίσοῦται πρὸς τὸ τριπλάσιον τοῦ γραμμικοῦ, ἢτοι: $\kappa = 3\lambda$.

* Ἀπόδειξις.

* Ἡ παράγραφος αὗτη δυνατὸν νὰ παραλειφθῇ.

"Αν θερμάνωμεν κατά θ^o κύριον πλευρᾶς χ, δύκου έποιμένως ω = α⁸, ή μὲν πλευρά του γίνεται.

$$\alpha' = \alpha (1 + \lambda \theta)$$

ό δὲ δύκος

$$\omega' = (\alpha')^3 = \alpha^3 (1 + \lambda \theta)^3 = \omega (1 + \lambda \theta)^3$$

έκτελούμεν τὴν ὑψώσιν τοῦ ἀθροίσματος εἰς τὸν κύριον

$$\omega' = \omega (1 + \lambda^3 \theta^3 + 3\lambda^2 \theta^2 + 3\lambda \theta)$$

ἀλλ ἐπειδὴ δ συντελεστῆς λ είναι ἀριθμὸς πολὺ μικρότερος τῆς μονάδος, τὰ γινόμενα 3λ²θ² καὶ λ³θ³ θὰ είναι ἀσήμαντα ποσά, ἐπομέγως είναι δυνατὸν νὰ παραλειφθοῦν, ὅπότε μένει

$$\omega' = \omega (1 + 3\lambda \theta)$$

ἀλλὰ γνωρίζομεν δτι δ κύριος δύκος θερμαίνομενος κατά θ γίνεται:

$$\omega' = \omega (1 + \kappa \theta)$$

Ἐκ τῶν δύο τούτων ἔξι σώσεων ἔπειται :

$$\kappa = 3\lambda$$

Η ἔξισωσις τῆς κυβικῆς διαστολῆς ἴσχύει δι² δλα τὰ σώματα, στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια. Οἱ συντελεσταὶ διαστολῆς τῶν ὑγρῶν είναι γενικῶς μεγαλύτεροι ἀπὸ τοὺς τῶν στερεῶν. Ο συντελεστῆς διαστολῆς τοῦ ὅδατος είναι 0,00018 (κυβικός, βεβχίως, εἰς τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια δὲν δύναται νὰ γίνη λόγος περὶ γραμμικοῦ συντελεστοῦ), ἐνῷ δ κυβικὸς συν. διαστ. τοῦ χαλκοῦ, εἰς τῶν μεγαλύτερων συντελ. διαστ. στερεῶν, είναι μόνον 0,00005. Τὰ ἀέρια ἔχουν δλα τὸν αὐτὸν συντελεστὴν διαστολῆς ἵσον πρὸς 0,0037

(ἢ εἰς κλάσμα $\frac{1}{273}$), ο συντελεστῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων είναι πολὺ μεγαλύτερος καὶ ἀπὸ τοὺς τῶν ὑγρῶν. Διὰ τοῦτο παρετηρήσαμεν εἰς τὸ πείραμα τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων, δτι ἡ μικρὰ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἡ προκληθεῖσα ὑπὸ τῆς ἐπαφῆς τῆς χειρὸς γῆρκεσε, διὰ νὰ διαστείλῃ καταφανῶς τὸν ἀέρα τῆς φιάλης.

162. Δύναμις τῆς διαστολῆς. Η δύναμις μὲ τὴν δοποῖαν τὰ σώματα θερμαίνομενα τείνουν γ^o αὐξηθοῦν κατ^o δύκον, ή δύναμις τῆς διαστολῆς, είναι μεγίστη. Ισοῦται μὲ τὴν δύναμιν, τὴν δοποῖαν θὰ ἐπρεπε νὰ ἐφαρμόσωμεν διὰ νὰ τὰ συμπιέσωμεν κατὰ ποσὸν ἵσον πρὸς τὴν διαστολήν. Γνωρίζομεν δὲ πόσον δυσκόλως συμπιέζονται, ίδιως τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά. Ιση πρὸς τὴν δύνατῆς διαστολῆς είναι ἡ δύναμις, μὲ τὴν δοποῖαν ψυχόμενα τὰ σώματα τείνουν νὰ ἐλαττωθοῦν κατ^o δύκον, ἡ δύναμις τῆς συστολῆς.

Τής δυγάμεως τῆς διαστολῆς ή συστολῆς ἐπωφελούμεθα πολλάκις εἰς τὴν πρᾶξιν. Διὰ νὰ προσαρμόσουν τὴν σιδηρᾶν στεφάνην εἰς τοὺς τροχοὺς τῶν ἀμαξῶν, οἱ ἑργάται θερμαίνουν αὐτήν, ή στεφάνη διαστέλλεται καὶ εὐκόλως τοποθετεῖται περὶ τὸν τροχόν. Ὅταν ψυχθῇ, περισφίγγει λισχυρῶς αὐτὸν καὶ οὕτω συγκρατεῖται. Ἡ δύναμις τῆς συστολῆς ἔχρησιμοποιήθη διὰ τὴν ἐπαναφορὰν εἰς τὴν κατακόρυφον τοίχων κτιρίων, οἱ δποῖοι εἶχον ἀποκλίνει ταῦτης. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται ὡς ἔξης :

Οἱ τοῖχοι διαπερῶνται ὑπὸ μεταλλίνων ράβδων, αἵτινες εἰς τὰ ἄκρα καταλήγουν εἰς πλάκας. Ἄφοῦ θερμανθίσουν αἱ ράβδοι, φέρονται αἱ πλάκες εἰς ἐπαφὴν πρὸς τὰ τοιχώματα τοῦ κτιρίου, (τὰ ἔξωτερικὰ) καὶ στερεώνονται καλῶς. Ὅταν αἱ ράβδοι ψυχθεῖσαι συσταλοῦν, παρασύρουν τὰς πλάκας καὶ διὸ αὐτῶν τοὺς τοίχους πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κτιρίου.

Ἡ δύναμις τῆς διαστολῆς πρέπει νὰ λαμβάνεται πάντοτε ὑπὸψιν εἰς τὰ τεχνικὰ ἔργα καὶ νὰ ἀφίεται χῶρος πρὸς ἐλευθέραν διαστολήν, ιδίως ὅταν ὑπάρχουν μέταλλα, τῶν δποίων δ συγτελεστῆς διαστ. είναι μέγας.

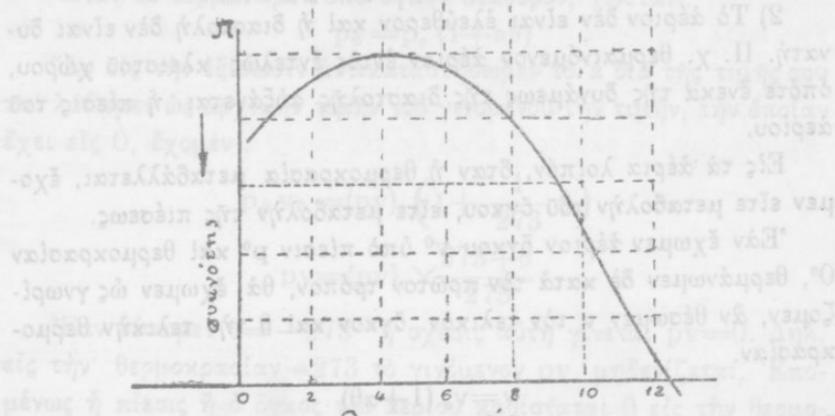
Σφραγισμέναι φιάλαι δὲν πληροῦνται ποτὲ τελείως ὑγροῦ, διότι είναι δυνατὸν νὰ θραυσθῇ ή φιάλη, ὅταν δὲν ὑπάρχῃ ἐπαρκής χῦρος διὰ τὴν ἐλευθέραν διαστολήν.

163. Διαστολὴ τοῦ ὅδατος. Τὸ ὅδωρ παρουσιάζει ἀνώμαλιαν κατὰ τὴν διαστολήν. Ψυχόμενον συστέλλεται κανονικῶς μέχρι τῆς θερμοκρασίας 4°. Κάτω ταύτης ὅμως ψυχόμενον διαστέλλεται, ὥστε ή ὀρισμένη μᾶζα ὅδατος ἔχει εἰς τὴν θερμοκρασίαν 4° τὸν μικρότερον ὅγκον. Ἐπομένως τὸ ὅδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4° ἔχει τὴν μεγίστην του πυκνότητα. Τὸ παρατιθέμενον διάγραμμα (σχ. 126) παριστᾷ τὴν μεταβολὴν τῆς πυκνότητος τοῦ ὅδατος εἰς διασφόρους θερμοκρασίας. Ἡ μεταβολὴ αὕτη είναι πολὺ μικρά. Οὕτω π. χ. εἰς 4° ή πυκνότης είναι 1, εἰς 20° είναι 0,998 περίπου.

Τὴν ἀνώμαλον διαστολὴν τοῦ ὅδατος παρατηροῦμεν διὰ τοῦ ἔξης πειράματος :

Πληροῦμεν ὅδατος μέχρι τοῦ μέσου περίπου τοῦ σωλήνος τὴν φιάλην τοῦ σχ. 118, ή δποία μᾶς ἔχρησίμευσε διὰ τὸ πείραμα τῆς διαστολῆς τῶν ὑγρῶν. Θέτομεν αὐτὴν ἐντὸς τηκομένου πάγου, ὥστε γὰ λάθη τὴν θερμοκρασίαν 0, καὶ κατόπιν τὴν ἔξαγομεν καὶ ἀφήγομεν γὰ θερμαγθῇ. Μέχρι τῶν 4° παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὅδωρ εἰς τὸν

σωλήνα κατέρχεται. Δηλ. τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον συστέλλεται μέχρι τῆς θερμοκρασίας 4° . Εἰς τὴν θερμοκρασίαν 4° φθάνει εἰς τὸ κατώτατον σημείον καὶ, ἐὰν θερμανθῇ πέραν τῶν 4° , ἀρχίζει γὰρ ἀνέρ-



Σχ. 126.

χεται. Ἐάν πέραν τῶν 4° διαστέλλεται πάλιν. Τὴν θερμοκρασίαν παρατηροῦμεν διὰ θερμομέτρου εἰσαγομένου ἐκ τοῦ σωλήνος.

Πίναξ συντελεστῶν διαστολῆς τῶν κυριωτέρων σωμάτων

Στερεῶν (Γραμμικὸς)

Ἄργιλον	0,000022
Ἄργυρος	0,000018
Κασσίτερος	0,000027
Λευκόχρυσος	0,000008
Μόλυβδος	0,000030
Νικέλιον	0,000013
Ταλος	0,000015
Σίδηρος	0,000015
Χαλκός	0,000015
Ὄρείχαλκος	0,000019

Τγρῶν (κυρικὸς)

Αιθήρ	0,0019
Ολύπνευμα	0,0011
Γλυκερίνη	0,0005
Ἐλαιος ἑλαιῶν	0,0008
Πετρέλαιον	0,0010
Τριτάργυρος	0,0002

Νόμος Gay Lussac.

164. Ἐγνωρίσαμεν τὸν νόμον Boyle-Mariotte, ὃ δόποιος δίδει τὴν σχέσιν πιέσεως καὶ ὅγκου ἀερίου τινός, διὰ σταθερὰν θερμοκρασίαν. Ἐὰν τώρα ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου μεταβληθῇ καὶ τὸ γιγόμενον πν μεταβάλλεται.

Είναι δὲ δυνατὸν νὰ συμβοῦν δύο τινά :

1) Τὸ ἀέριον νὰ είναι ἐλεύθερον γὰ διασταλῆ. Ὡς τοιαύτη περιπτώσει θὰ κυριθῇ ὁ ὄγκος αὐτοῦ, συμφώνως πρὸς τοὺς νόμους τῆς διαστολῆς καὶ η πίεσις θὰ παραμείνῃ σταθερά.

2) Τὸ ἀέριον δὲν είναι ἐλεύθερον καὶ η διαστολὴ δὲν είναι δυνατή. Π. χ. θερμαϊνόμενον ἀέριον ἐντὸς ἐντελῶς κλειστοῦ χώρου, ἀπότε ζενεκα τῆς δυνάμεως τῆς διαστολῆς αὐξάνεται η πίεσις τοῦ ἀερίου.

Εἰς τὰ ἀέρια λοιπόν, δταν η θερμοκρασία μεταβάλλεται, ἔχομεν εἴτε μεταβολὴν τοῦ ὄγκου, εἴτε μεταβολὴν τῆς πιέσεως.

Ἐὰν ἔχωμεν ἀέριον ὄγκου ν^o ὑπὸ πίεσιν p^o καὶ θερμοκρασίαν 0°, θερμάνωμεν δὲ κατὰ τὸν πρῶτον τρόπον, θὰ ἔχωμεν ὡς γνωρίζομεν, ἂν θέσωμεν ν τὸν τελικὸν ὄγκον καὶ θ τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν.

$$v = v_0 (1 + \alpha \theta)$$

ὅπου α είναι ὁ συντελεστὴς διαστολῆς τῶν ἀερίων = 1/273.

Ἐὰν θερμάνωμεν κατὰ τὸν δεύτερον τρόπον, θὰ ἔχωμεν ἀναλόγως, ἂν p^o είναι η ἀρχικὴ καὶ p η τελικὴ πίεσις :

$$p = p_0 (1 + \beta \theta)$$

Ο συντελεστὴς β, καλούμενος ἐνταῦθα συντελεστὴς μεταβολῆς τῆς πιέσεως, είναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν συντελεστὴν μεταβολῆς τοῦ ὄγκου α (συντελ., διαστολῆς) δπως φαίνεται εὐκόλως. Διότι εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν πρὸ τῆς θερμάνσεως τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν ἦτο p₀v₀, μετὰ δὲ τὴν θέρμανσιν ἔγινε :

$$p_0 v = p_0 v_0 (1 + \alpha \theta) \quad (1)$$

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, μετὰ τὴν θέρμανσιν, ἔχομεν :

$$p v_0 = p_0 (1 + \beta \theta) v^o \quad (2)$$

Κατὰ τὸν νόμον Boyle - Mariotte τὰ γινόμενα (1) καὶ (2) ἐπειδὴ ἀναφέρονται εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, είναι ἵσα, ἀρα καὶ $\alpha = \beta$. Ὁστὲ μετρήσεων εύρεθη δτι μεταξὺ τῆς ἀρχικῆς τιμῆς τοῦ γινομένου pν καὶ τῆς νέας τιμῆς, τὴν δποίαν λαμβάνει, δταν η θερμοκρασία του αὐξάνεται κατὰ θ βαθμούς, είναι :

$$p v_\theta = p v (1 + \alpha \theta) \quad (3)$$

Δηλαδὴ η νέα τιμὴ τοῦ γινομένου pν ἴσαιται μὲ τὴν ἀρχικὴν ἐπὶ τὸ διώγυμον τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων. Ο συντελεστὴς α είναι πάντοτε ὁ αὐτὸς, ἵσος πρὸς 1/273.

Ο γενικὸς τύπος (3), περιλαμβάνει καὶ τὰς εἰδικὰς περιπτώσεις

(1) καὶ (2) διότι, διαν θερμάνωμεν ὑπὸ πίεσιν σταθεράν, θὰ εἰναι
 $p^o = p^o$ καὶ δ τύπος γίνεται :

$v_\theta = v_o (1 + \alpha \theta)$
 ὅταν δὲ θερμάνωμεν ὑπὸ ὅγκου σταθερόν, γίνεται :

"Αν εἰς τὴν ἔξισωσιν ἀντικαταστήσωμεν τὸ α διὰ τῆς τιμῆς του
 καὶ λάθωμεν ως ἀρχικὴν τιμὴν τοῦ γινομένου τὴν τιμὴν, τὴν δποίαν
 ἔχει εἰς 0, ἔχομεν :

$$p_\theta v_\theta = (pv)_o \left(1 + \frac{1}{273} \theta \right)$$

$$pv = (pv)_o \times \frac{273 + \theta}{273}$$

Ἐὰν θέσωμεν $\theta = -273$ ή σχέσις αὕτη γίνεται $pv = 0$. Δηλ.
 εἰς τὴν θερμοκρασίαν -273 τὸ γινόμενον pv μηδενίζεται. Ἐπο-
 μένως ή πίεσις ή δ ὅγκος τοῦ ἡερίου καθίσταται 0 εἰς τὴν θερμο-
 κρασίαν ταῦτην. Διὰ τοῦτο ή θερμοκρασία -273 ἐκλήθη ἀπόλυ-
 τον μηδέν.

165. Ἐκκρεμῆ ἀντισταθμιζόμενα. Ως γνωρίζομεν δ
 χρόνος αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς ἔξαρτάται ἐκ τοῦ μήκους αὐτοῦ.
 Τὰ ἐκκρεμῆ, τὰ δποία χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ὠρολόγια, δὲν
 ἔχουσι τὴν ἀπλῆν μορφὴν τοῦ ἐκκρεμοῦς, τὴν δποίαν ἐγνωρίσα-
 μεν (βλ. § 72), ἀλλ' ἀποτελοῦνται ἐκ μεταλλίνης ράβδου ἀντὶ
 νήματος, εἰς τὸ κάτω ἄκρον τῆς δποίας κρέμαται τὸ βάρος. Αἱ
 μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας ἐπιδρῶσαι ἐπὶ τοῦ μήκους τῆς ρά-
 βδου ἐπιφέρουν μεταβολὴν εἰς τὸν χρόνον αἰωρήσεως τοῦ ἐκ-
 κρεμοῦς.

Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου κατασκευάζονται ἐκκρεμῆ μὲ πολλὰς
 ράβδους ἐκ διαφορετικῶν διλικῶν, εἰς τὰ δποία κατορθοῦνται γὰρ
 ἀντισταθμίζεται η ἐκ τῆς θερμοκρασίας μεταβολὴ τοῦ μήκους.

Συνήθης κατασκευὴ τοιούτων ἐκκρεμῶν είναι η ἔξης :

Αἱ ράβδοι 1 καὶ 3 τοῦ σχήματος 127α είναι ἐκ τοῦ αὐτοῦ διλι-
 κοῦ καὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ μήκος, η δὲ 2 διάφορος. Τὸ σημεῖον A
 τῆς ράβδου 1 στηρίζεται εἰς ἀκλόνητον στήριγμα, εἰς δὲ τὸ A'
 συνδέεται στερεῶς μὲ τὴν 2 διὰ τοῦ συνδέσμου A' B', η δὲ 2 συν-
 δέεται δμοίως μὲ τὴν 3 διὰ τοῦ B Γ.

Οταν η ράβδος 1 διασταλῇ, τὸ σημεῖον A' θὰ προχωρήσῃ
 πρὸς τὰ κάτω κατὰ τὸ ποσὸν π. χ. E.

Ἐνεκα τοῦ στερεοῦ συγδέσμου A' B' τὸ σημεῖον B' δὲν δύνα-

ταὶ γὰ προσχωρήση πρὸς τὰ κάτω περισσότερον, ἢ ὅσον τοῦ ἐπιτρέπει ἡ αὐξησίς τοῦ μήκους Α Α', δηλαδὴ περισσότερον τοῦ Ε. Ἐπομένως ἂν ἡ ράβδος 2 ὑποστῇ μεγαλυτέραν διαστολήν, ἔστω π. χ. 2Ε, κατ' ἀγάγκην τὸ σημεῖον Β θὰ προσχωρήσῃ πρὸς τὰ ἄνω κατὰ διάστημα 2Ε—Ε=Ε. Λόγῳ δὲ τοῦ συγδέσμου ΒΓ θὰ συμπαρασύῃ καὶ τὸ σημεῖον Γ καὶ ἐπομένως τὴν ράβδον 3.

^{νερού} Ἀρα τὸ σημεῖον Γ' ἐπλησίασε πρὸς τὸ Α κατὰ τὸ μῆκος Ε. Ἐπειδὴ διμως ἡ ράβδος 3 εἰναι ἐκ τῆς αὐτῆς σύσίας καὶ τοῦ αὐτοῦ

μεγέθους μεταβολὴ (θερμοκρατία) τοῦ πάσσως.

Ἐδώ δημιουργὸς ποιεῖ πάντα τὸ μῆκος τοῦ πάσσως.

Οὐ, θερμόνερεν δέ τοι τὸ μῆκος τοῦ πάσσως ἔχουμεν ὃς γνωρίζουμεν, τὸ θέρμαντον τοῦ πάσσως.

Ἄλλο. Οὐ νη̄ πατέρας τοῦ πάσσως, τὸ μῆκος τοῦ πάσσως.

Οὐδέποτε τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

Ποτέ μη τούτον τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

νέαδες παρόλος τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

καρδιῶντας τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

Ιτινδὲ μετέβαστο τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων τὸ μῆκος τοῦ πάσσων.

μήκους μὲ τὴν 1, θὰ διασταλῇ δύσιοις κατὰ Ε, ὥσον δηλαδὴ ὑπερχώρησε λόγῳ τῆς διαστολῆς τῆς ράβδου 2.

Οὕτως, ἡ ἀπόστασίς ΑΓ' διατηρεῖται σταθερὰ καὶ ἀνεξάρτητος τῆς θερμοκρασίας.

Τὸ δλον σύστημα ἔξαρτάται ἐκ τοῦ σημείου Α, εἰς δὲ τὸ Γ' πρέμαται τὸ βάρος. Διὰ τὴν ισορροπίαν δὲ προσαρτῶνται ἀκόμη δύο ράβδοι πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τῆς ΓΓ', οὕτως ὥστε τὸ ἐκκρεμές λαμβάνει τὴν μορφὴν τοῦ σχ. 127β.

166. Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος τῶν σωμάτων με-

τὰ τῆς θερμοκρασίας. Για ωρίζομεν ὅτι πυκνότης ἐνὸς σώματος λέγεται δὲ λόγος τῆς μάζης αὐτοῦ διὰ τοῦ ὅγκου του.

$$d = \frac{M}{\omega}$$

Όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία, μεταβάλλεται καὶ η πυκνότης του σώματος καὶ μάλιστα ἀντιστρόφως πρὸς ταύτην. Δηλαδὴ αὔξανομένης τῆς θερμοκρασίας η πυκνότης ἐλαττούται διέτι αὔξανεται: δὲ ὅγκος του σώματος καὶ ἐπομένως τὸ κλάσμα $\frac{M}{\omega}$ γίνεται μικρότερον.

Ἐλαττομένης τῆς θερμοκρασίας η πυκνότης αὔξανεται.
Ως παράδειγμα ἀναφέρομεν τὴν πυκνότητα του ὕδατος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας (ἀνω τῶν 4°).

Θερμοκρασία π πρὸς νόη πυκνότης τοῦ ὕδατος π ποροπ

4°	$\pi = Q(1)$	1
6°	θέτω $\pi = Q$ έτσι $\pi = 0,9998$	λόγῳ
10°	$\pi = Q(2)$	0,9997
20°	$\pi = Q(4)$	0,9982
33°	$\pi = Q(13)$	0,9957

Βλέπομεν ὅτι, καθόσον ὑψοῦται η θερμοκρασία, η πυκνότης ἐλαττούται.

Εἰδικὴ θερμότης.

167. Όρισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος. Εάν ρίψωμεν 1 Kg ὑδραργύρου θερμοκρασίας 100° ἐντὸς 1 Kg ὕδατος θερμοκρασίας 10°, δὲ μὲν ὑδράργυρος θὰ ψυχθῇ, τὸ δὲ ὕδωρ θὰ θερμανθῇ καὶ τὰ δύο σώματα θὰ ἀποκτήσουν τελικῶς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Η τελικὴ θερμοκρασία είναι 13°, ἀρα, ἐνῷ δὲ ὑδραργύρος ἐψύχθη κατὰ 87°, ἵση ποσότης ὕδατος ἐθερμανθῆ μόνον κατὰ 3°. Ωστε τὸ ὕδωρ χρειάζεται 87:3=29 φορᾶς μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ τὸν ὑδράργυρον διὰ τὴν αὐτὴν μεταβολὴν θερμοκρασίας καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν μάζαν.

Γενικῶς τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον χρειάζεται διὰ ὑψωθῆ η θερμοκρασία διαφόρων σωμάτων κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμούς, είναι διάφορον. Προκειμένου δὲ περὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἔχειται ἐκ τῆς μάζης αὐτοῦ, καὶ μάλιστα είναι ἀνάλογος πρὸς ταύτην.

Αρξησις τῆς θερμοκρασίας τοῦ αὐτοῦ σώματος κατὰ διπλάσιον ἀριθμὸν βαθμῶν $2(\theta_2 - \theta_1)$ ἀπαιτεῖ διπλάσιον ποσὸν θερμότητος. Αρξησις τῆς θερμοκρασίας κατὰ $3 (\theta_2 - \theta_1)$, ἀπαιτεῖ τριπλάσιον ποσὸν θερμότητος κ.ο.κ.

Ήτοι : Τὸ ἀπαιτούμενον ποσὸν θερμότητος διὰ νὰ θερμανθῇ σῶμά τι ἀπὸ θ , ἔως θ^* εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας $\theta_2 - \theta_1$.

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ δοιά ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἡ μονάς τῆς μάζης σώματός τυνος (1 gr), κατὰ 1° λέγεται εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος καὶ παρίσταται συνήθως διὰ ε.

Διὰ νὰ θερμανθῇ κατὰ 1° ἡ μᾶζα τῷ γραμμ. σώματος, τοῦ διποίου ἡ εἰδ. θερμότης εἶναι εἰ χρειάζεται, συμφώνως πρὸς δοκ εἰπομένη προηγουμένως, τῷ φορᾶς μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος, ἥτοι ἂν παραστήσωμεν διὰ Q τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος.

$$Q = em$$

Διὰ νὰ θερμανθῇ δὲ ἡ αὐτὴ μᾶζα κατὰ θ βαθμούς, χρειάζεται ἡ φορᾶς μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος.

$$(1) Q = em\theta$$

Οταν τὸ σῶμα φυχθῇ, χάνει ποσὸν θερμότητος, ἐπίσης ἀνάλογη πρὸς τὴν μᾶζαν του καὶ τὴν πτώσιν τῆς θερμοκρασίας θ : ἐπομένως καὶ διὰ τὴν φυξιν, δπως καὶ διὰ τὴν θέρμανσιν λαχύει ἡ αὐτὴ ἔξισωσις.

Τὸ γινόμενον τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν μᾶζαν αὐτοῦ καλεῖται θερμοχωρητικότης.

168. Μονάδες θερμότητος. Ως μονάς εἰδικῆς θερμότητος ἔληφθη ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ βδατος. Διὰ τὸ βδωρ λοιπὸν εἶναι $e = 1$.

Κατέπιν τοῦ δρισμοῦ τῆς μονάδος εἰδικῆς θερμότητος δριζεται ἡ μονάς τοῦ ποσοῦ θερμότητος ἐκ τῆς ἐξ. (I), διότι διὰ τὸ βδωρ ἡ ἔξισωσις αὗτη εἶγαι:

$$Q = m \cdot \theta.$$

Ἐὰν δὲ λάθωμεν μᾶζαν ἐνδε γραμμαρίου καὶ ἀγύψωσιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ 1° , τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος Q γίνεται λίσον πρὸς τὴν μονάδα.

$$Q = 1. "Αρα$$

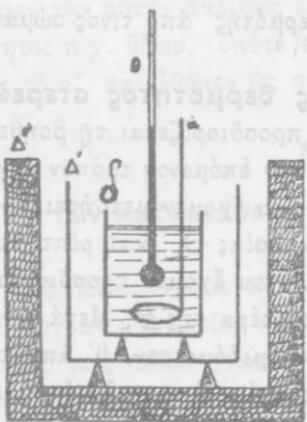
Μονάς θερμότητος εἶγαι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ διποίον χρειάζεται διὰ νὰ ὑψωθῇ κατὰ 1° ἡ θερμοκρασία ἐνδε gr. βδατος. Ἡ μονάς αὗτη καλεῖται μικρὰ θερμίς. Πολλαπλάσια ταύτης

είναι η μεγάλη θερμότητα, ίση πρὸς 1000 μικράς, ἐκφράζουσα τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δποῖον χρειάζεται διὰ νὰ ὑψωθῇ κατὰ 1° η θερμοκρασία 1 λίτρου ३δατος καὶ μεγίστη η βιομηχανική θερμότητα, η τονοθερμότητα, ίση πρὸς 1.000.000 μικράς καὶ 1.000 μεγάλας θερμίδας. (Αὕτης τῆς θερμοκρασίας ἐνδὲ τόννου ३δατος κατὰ 1°).

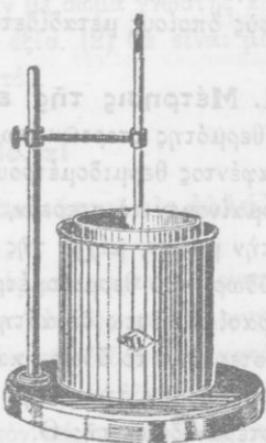
169. Θερμιδομετρία. Μετὰ τὸν δρισμὸν τῆς μονάδος τῆς θερμότητος θὰ ἔξετάσωμεν τὴν μέθοδον, διὰ τῆς δποίας καθίσταται δυνατὴ η μέτρησις ποσοῦ θερμότητος.

Ἡ μέτρησις ποσοτήτων θερμότητος καλεῖται θερμιδομετρία.

Τὰ δὲ ὅργανα θερμιδομετρίας θερμιδόμετρα.



Σχ. 128α.



Σχ. 128β.

Μέτρησις ποσῶν θερμότητος δἰ ἀμέσου συγκρίσεως δὲν είναι βεβαίως δυνατή. Διὰ τοῦτο η μέτρησις γίνεται ἐμμέσως ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἔξισώσεως (1) διὰ προσδιορισμοῦ μάζης καὶ θερμοκρασίας, ὡς ἔξης:

Χρησιμοποιοῦμεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δποῖον ζητοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν, πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας σώματος γνωστῆς μάζης καὶ γνωστῆς ἐπίσης εἰδικῆς θερμότητος. Συνηθέστατα χρησιμοποιεῖται ὡς τοιοῦτον σῶμα τὸ ३δωρ. Ἐάν προσδιορίσωμεν καὶ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας, ἔχομεν γνωστὰ ३λα τὰ ποσά, τὰ δποῖα εἰσέρχονται εἰς τὴν ἔξισ. (1) πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ Q.

170. Τύπος θερμιδομέτρου. Τὸ θερμιδόμετρον ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν του μορφήν, ἀποτελεῖται ἐκ δοχείου δ (σχ. 128α),

συγήθιως δρειχαλκίνου, ἔντος τοῦ ὅποίου τίθεται ὕδωρ. Ἡ θερμοκρασία του λαμβάνεται διὰ θερμομέτρου. Διὰ τοῦ ἀναδευτῆρος αἱ ἀναδεύεται τὸ ὕδωρ ὥστε νὰ ἔχῃ καθ' ζλην του τὴν μᾶζαν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Πρὸς ἀποφυγὴν ἀπωλείας θερμότητος εἰς τὸ περιθάλλον λαμβάνονται διάφοροι προφυλάξεις. Οὕτω τὸ δοχεῖον ἔχει στιλπνὸν τὸ ἔξωτερικὸν τοίχωμα καὶ περιβάλλεται ὑπὸ ἑτέρου μεγαλειτέρου δοχείου Δ, ἐπὶ τοῦ ὅποίου στηρίζεται διὰ ποδῶν ἔξι διλικοῦ κακοῦ ἀγωγοῦ τῆς θερμότητος (π. χ. φελλοῦ, δάλου κλπ.).

Διατί διὰ τῶν μέσων τούτων καταρθοῦμεν νὰ μὴ ἔχωμεν ἀπωλείας θερμότητος θὰ γνωρίσωμεν, δταν μελετήσωμεν τοὺς τρόπους, κατὰ τοὺς ὅποίους μεταδίδεται ἡ θερμότης ἀπό τινος σώματος εἰς ἄλλο.

171. Μέτρησις τῆς εἰδικῆς θερμότητος στερεῶν. Ἡ εἰδικὴ θερμότης στερεῶν σωμάτων προσδιορίζεται τῇ βοηθείᾳ τοῦ περιγραφέντος θερμιδομέτρου κατὰ τὸν ἐπόμενον τρόπον ἐργασίας.

Θερμαίνομεν τὸ στερεόν, τοῦ ὅποίου ἔχομεν μετρήσει προηγουμένως τὴν μᾶζαν, μέχρι τῆς θερμοκρασίας Θ, καὶ ρίπτομεν αὐτὸν εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου. Τούτου ἔχομεν προσδιορίσει τὴν θερμοκρασίαν, ἵστω δὲ αὐτῇ θ, μικροτέρα τῆς Θ. Μετά τινα χρόνον τὸ στερεόν, τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον, θ' ἀποκτήσουν, ἥπως γνωρίζομεν, τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν θ' μεγαλυτέραν μὲν τῆς θ μικροτέραν δημαρχίαν τῆς Θ.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ διατάξεως καὶ τοῦ θερμιδομέτρου ηὐξήθη λοιπὸν κατὰ θ'—θ βαθμούς. Ἐπομένως τὸ μὲν ὕδωρ, ἢν ἡ μᾶζα του είναι μ, ἐκέρδισε ποσὸν θερμότητος, συμφώνως πρὸς τὴν ἔξισ. (1).

$$Q_1 = \mu (\theta' - \theta)$$

Τὸ δὲ δοχεῖον, ἀν ἡ μᾶζα του είναι μ' καὶ ἡ εἰδικὴ του θερμότης ε', ἐκέρδισε ποσὸν θερμότητος.

$$Q_2 = \epsilon' \mu' (\theta' - \theta)$$

Ἡ θερμότης Q_1 , καὶ Q_2 προέρχεται ἐκ τοῦ στερεοῦ. Τούτου ἡ θερμοκρασία ἡλαττώθη κατὰ θ—θ' βαθμούς, ἔχασε ἐπομέγως ποσὸν θερμότητος, ἀν ἐκφράσωμεν διὰ τοῦ M τὴν μᾶζαν του καὶ διὰ ε τὴν εἰδικήν του θερμότητα.

$$Q = \epsilon M (\theta - \theta')$$

Ἐπειδὴ ἡ θερμότης τὴν ὅποιαν ἔχασε τὸ σῶμα μετένθη εἰς τὸ θερμιδόμετρον είναι

$$\epsilon M (\Theta = \theta') = \mu (\theta' - \theta) + \epsilon' \mu' (\theta' - \theta) \quad (2)$$

Η ἐν ἔξαγωμεν τὸ θ'—θ, ὡς κοινὸν παράγοντα, εἰς τὸ δεύτερον μέλος

$$\epsilon M (\Theta - \theta') = (\mu + \epsilon' \mu') (\theta' - \theta)$$

Καὶ ἀν παραστήσωμεν διὰ Κ τὴν θερμοχωρητικότητα = $\mu + \epsilon' \mu'$ δλοκλήρου τοῦ θερμιδομέτρου καὶ τοῦ βδυτοῦ καὶ λύσωμεν ὡς πρὸς ε, ἔχομεν

$$\epsilon = \frac{K (\theta' - \theta)}{M (\Theta - \theta')}$$

Ἐὰν δὲ εἴναι γνωστὴ ἡ εἰδικὴ θερμότης ε' τοῦ δοχείου ἐκτελοῦμεν τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς ἐργασίαν μὲ σῶμα γνωστῆς εἰδικῆς θερμότητος π.χ. βδωρ, δόπτε εἰς τὴν ἔξι. (2) Θὰ εἴναι μόνος ἄγνωστος τὸ ε', καὶ λύσομεν ὡς πρὸς αὐτόν.

Μεταβολαὶ

τῶν καταστάσεων τῶν σωμάτων εἰς ἀλλήλας

172. Εἴδομεν δι: τὰ διικὰ σώματα παρουσιάζονται ὑπὸ στερεάν, διγράν καὶ ἀερίαν κατάστασιν. Ἐκ τῆς καθημερινῆς παρατηρήσεως μᾶς εἴναι γνωστὸν δι: αἱ τρεῖς αὗται καταστάσεις μεταβάλλονται εἰς ἀλλήλας. Βλέπομεν τὸ διγράν βδωρ μεταμορφούμενον εἰς στερεόν πάγον, ἢ ἀντιθέτως τὸν πάγον εἰς βδωρ καὶ τὸ βδωρ μεταβαλλόμενον εἰς ἀτμόν. Αἱ μεταβολαὶ αὗται χωροῦσι καθ' ὥρισμένους νόμους, τοὺς δποίους θὰ μελετήσωμεν.

Καὶ κατὰ πρῶτον θὰ ἀσχοληθῶμεν μὲ τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς στερεοῦ εἰς διγράν καὶ τὸ ἀντίστροφον τούτου, τῆς μεταβολῆς διγρᾶς εἰς στερεόν.

173. **Τῆξις—πῆξις.** Πλεῖστα στερεὰ θερμαϊνόμενα τήκονται, μεταβάλλονται εἰς διγρά. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δηλαδὴ ἡ μεταβολὴ στερεοῦ εἰς διγράν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος, καλεῖται τῆξις, τὸ δὲ ἀντίστροφον τούτου, ἡ μεταβολὴ τούτεστιν διγρᾶς εἰς στερεόν, πῆξις.

Μερικὰ στερεὰ θερμαϊνόμενα δὲν μεταβάλλονται ἀμέσως εἰς διγρά, ἀλλὰ βραδέως καὶ μεταξὺ τῶν στερεῶν μορφῶν καὶ τῶν διγρῶν παρουσιάζουν ἐνδιαμέσους μορφὰς καθιστάμενα κατ' ἀρχὰς μαλακώτερα στερεά, εἴτα διγρά πυκνόρρευστα. Τοιαῦτα σώματα εἴναι ὁ κηρός, τὸ βουλοκέρι, ὁ σίδηρος κλπ. Τὰ διγρὰ τὰ δποία

προέρχονται ἐκ τοιούτων σωμάτων, οταν ψυχθοῦν, πήγγυνται διερχόμεγα πάλιν διὰ τῶν αὐτῶν ἐνδιαιμέσων μορφῶν. Δηλαδὴ καθίστανται κατ' ἀρχὰς μᾶλλον πυκνόρρευστα, ἔπειτα στερεοποιοῦνται ὡς στερεὰ μαλακώτατα καὶ τέλος λαμβάνουν τὴν συνήθη των μορφῆν. Εἰς πάντας εἶναι γγωστὸς ὁ τρόπος τῆς κατεργασίας τοῦ σιδήρου. Θερμαίνεται οὗτος, μέχρις ὅτου καταστῇ ἐρυθρός, ὅπότε γίνεται πολὺ μαλακώτερος καὶ κατεργάζεται διὰ τῆς σφύρας.

Στερεά τινα θερμαίνομετρα μεταβαίνουν ἀμέσως ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ἀερίαν μορφήν, τοιοῦτον σῶμα είται π.χ. τὸ ίώδιον, στερεὸν εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν μεταβάλλεται εἰς ἀερίον, οταν θερμανθῇ, χωρὶς νὰ διέλθῃ ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως (*).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἐξάχρωσις.

Θὰ εξετάσωμεν μένον τοῦς νόμους τῆς ἀποτόμου τήξεως καὶ πήξεως.

174. Νόμοι τῆς τήξεως. "Αν θερμάνωμεν στερεὸν μέχρι τήξεως, παρακολουθοῦντες συγχρόνως καὶ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ διὰ θερμομέτρου, παρατηροῦμεν:

1) "Οὐ ἀρ' ἦς στιγμῆς ἀρχίσῃ ἡ τήξις μέχρις ὅτου δλόκληρον τὸ στερεόν τακῇ, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ μένει σταθερά, μολονότι ἐξακολουθοῦμεν νὰ θερμαίνωμεν.

"Οταν δλόκληρον τὸ στερεόν μεταβληθῇ εἰς ὑγρόν, ἀρχίζει πάλιν ν' αὔξανεται ἡ θερμοκρασία του.

2) "Εὰν ἐπαναλάβωμεν πολλάκις τὸ πείραμα, μὲ τὸ αὐτὸ σῶμα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν δποίαν ἀρχεται ἡ μεταβολὴ τοῦ στερεοῦ εἰς ὑγρόν, εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

"Η θερμοκρασία αὕτη καλεῖται σημεῖον τήξεως τοῦ σώματος. Εἰς ἄλλο σῶμα τὸ σημεῖον τήξεως θὰ εἶναι διάφορον. Βλέπομεν λοιπὸν τώρα ὅτι πολὺ ὀρθῶς ἐλήφθη τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου ὡς σταθερὰ θερμοκρασία πρὸς βαθμολογίαν τῶν θερμομέτρων.

"Εὰν ἀφήσωμεν τὸ ὑγροποιηθὲν σῶμα νὰ ψυχθῇ, παρατηροῦμεν πάλιν ὅτι, οταν φθάσῃ εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν, πάντοτε τὴν αὐτήν, ἀρχίζει νὰ μεταβάλλεται εἰς στερεόν, νὰ πήγγυνται, ἐν δισῳ δὲ ἐξακολουθεῖ ἡ πήξις ἡ θερμοκρασία εἶναι ἀμετάβλητος. Η θερμοκρασία αὕτη καλεῖται σημεῖον πήξεως.

(*) Τὸ ὑγρόν τὸ δποίον πωλεῖται εἰς τὰ φαρμακεῖα ὡς ίώδιον εἶναι βάμμα ίώδιον, δηλαδὴ διάλυμα στερεοῦ ίώδιου εἰς οινόπνευμα.

Ἐκ τῶν πειραμάτων ἐγνώσθη δτὶς τὸ σημεῖον πῆξεως εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σημεῖον τῆξεως.

175. Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν καὶ πῆξιν. Τὰ πλεῖστα τῶν στερεῶν τηκόμενα διαστέλλονται καὶ πηγνύμενα συστέλλονται. Ἐν ἑκ τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια δὲν ἀκολουθοῦν τὸν νόμον αὐτόν, εἶναι τὸ ὑδωρ. Τοῦτο κατὰ τὴν πῆξιν διαστέλλεται. Συνεπεία τούτου δι πάγος ἐπιπλέει εἰς τὸ ὑδωρ. Εἰς τὰς λίμνας καὶ τοὺς ποταμούς παγώνουν τὰ ἀνώτατα στρώματα τοῦ ὑδατος καὶ παραμένουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Ἐπειδὴ δὲ δι πάγος εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, προφυλάσσει τὰ ὑπάρχη εἰς αὐτά, ἐνῷ διλόκληρος ἡ ἐπιφάνεια εἶναι παγωμένη.

Τὸ ὑδωρ τῶν σχισμῶν τῶν δράχων παγώνει τὸν χειμῶνα, διαστέλλεται καὶ διαρρηγνύει αὐτούς.

Εἰς τὴν πῆξιν τοῦ ὑδατος ἐντὸς τῶν τριχοειδῶν ἀγγείων διφείλεται ἐπίσης ἡ καταστροφὴ τῶν φυτῶν κατὰ τὴν ἐποχὴν ἴσχυροῦ ψύχους. Διότι ἔνεκα τῆς διαστολῆς τοῦ παγέντος ὑδατος θραύσσει τὰ τριχοειδῆ ἀγγεῖα.

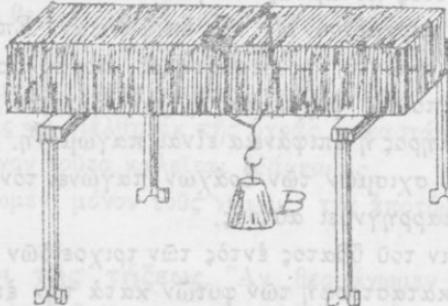
176. Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ σημείου τῆξεως. Τὸ σημεῖον τῆξεως εἶναι σταθερὸν διὰ τὸ αὐτὸ σῶμα, ἀλλὰ μόνον ἐφ' ὅσον τὸ στερέον εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Ἐὰν δὲ πίεσις μεταβληθῇ, καὶ τὸ σημεῖον τῆξεως (ἡ πῆξεως) μεταβάλλεται. Εἰς τὰ πλεῖστα δὲ τῶν σωμάτων ἀνυψοῦται, διαταράσσεται. Εἰς τινα ὅμως, δπως εἰς τὸν πάγον, κατέρχεται. Τὴν ἐπίδρασιν τῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ σημείου τῆξεως τοῦ πάγου δεικνύει τὸ ἔξης πείραμα:

Στήλη πάγου στηρίζεται ὁριζοντίως καὶ περιβάλλεται διὰ λεπτοῦ σύρματος ἐκ τοῦ ὅποιου ἔξαρταται τὸ βάρος Β (σχ. 129). Τὸ τμῆμα αὐτῆς ἐπιφανείας τοῦ πάγου διαίσταται πίεσιν ἵσην πρὸς τὴν δύναμιν Β διὰ τῆς ἐπιφανείας. Ἐπομένως ὅσον ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆς εἶναι μικροτέρα, διότι λεπτότερον δηλαδὴ τὸ σύρμα καὶ ἡ στήλη τοῦ πάγου, τόσον μεγαλειτέρα ἡ πίεσις ἡ ἐπιφερομένη διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους Διὰ τῆς διατάξεως ταύτης ἐπιτυγχάνομεν μεγάλην πίεσιν καὶ ἐπομένως μεγάλην μεταβολὴν τοῦ σημείου τῆξεως. Μετά τινα χρόνον παρατηροῦμεν δτὶς τὸ σύρμα ἔχει διαπεράσει τὴν ράβδον τοῦ πάγου χωρὶς νὰ κόψῃ αὐτήν. Ἡ ἔξηγής τοῦ φαινομένου εἶναι ἡ ἔξης:

Ἡ ὑπὸ τὸ σύρμα ἐπιφάνεια τοῦ πάγου ἔνεκα τῆς μεγάλης

Μ. Γ. Μαρκέτον, Στοιχ. Φυσικῆς Ε' Γυμνασίου. "Εκδ. Ζ' 1939" 11

πιέσεως ἔτακη παρὰ τὴν χαμηλὴν θερμοκρασίαν καὶ τὸ σύρμα
ἔδυθισθη εἰς τὸ ἐκ τῆς τήξεως παραχθὲν ὅδωρ. Τὸ ὅδωρ διμως
τοῦτο ἀπαλλαγὴν τῆς πιέσεως δὲν εἶναι δυνατὸν εἰς τὴν ταπεινὴν
ταύτην θερμοκρασίαν νὰ διατηρήσῃ τὴν ὑγρὰν μορφὴν καὶ ἀνα-
πήγνυται. Οὐ διό τὸ σύρμα πάγος τήκεται πάλιν καὶ τὸ ὅδωρ



Σχ. 129.

ἀγαπήγνυται καὶ σῦτω προσχωρεῖ τὸ σύρμα εἰς τὴν μᾶζαν τοῦ
πάγου, χωρὶς νὰ κόπτῃ αὐτήν.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι οἱ μεγάλοι δγκοι τῶν πάγων, οἱ παγετῶνες
καλούμενοι, οἱ ὅποιοι καλύπτουν μεγάλας ἐκτάσεις εἰς τὰς ψυ-
χρὰς χώρας τῆς γῆς, μετακινοῦνται έραδύτατα. Η κίνησις αὕτη
τῶν παγετῶνων διποδηθεῖται ἀπὸ τὴν δλίσθησιν αὐτῶν ἐπὶ τοῦ
ὅδατος, εἰς τὸ ὅποιον μεταβάλλονται τὰ κατώτερα στρώματα τῶν
παγετῶνων ὑπὸ τὴν πίεσιν τῶν ἀνωτέρων.

177. Θερμότης τήξεως. Παρακολουθοῦντες τὸ φαινόμε-
νον τῆς τήξεως παρατηροῦμεν ὅτι, μολονότι διαρκῶς προσφέρομεν
θερμότητα εἰς τὸ τηγκόμενον σῶμα, η θερμοκρασία του δὲν αὔξα-
νεται, δηποτε θὰ ἀνεμένομεν νὰ γίνη, συμφώνως πρὸς ἓσα γνωρί-
ζομεν. Η θερμότης λοιπὸν εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν χρησιμεύει
μόνον ἵνα ἐπιφέρῃ τὴν μεταβολὴν τῶν στερεῶν εἰς τὴν ὑγρὰν
κατάστασιν, χωρὶς νὰ διψάσῃ τὴν θερμοκρασίαν.

Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον χρειάζεται, διὰ νὰ τακῇ
η μονάς τῆς μάζης (1 gr) στερεοῦ τινός, καλεῖται θερμότης τή-
ξεως. Η θερμότης αὕτη εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα σώματα.

Η θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶγαι 80 μικραι θερμίδει. Εὰν
ἀναμίξωμεν ἐπομένως 1 gr ὅδατος θερμοκρασίας 80° καὶ 1 gr πάγου
θερμοκρασίας 0° διά πάγος θὰ τακῇ καὶ θὰ ἔχωμεν 2 gr ὅδατος

θερμοκρασίας 0°. Διότι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ ३δωρ εἶναι 1×80 μικραὶ θερμίδες. δηλαδὴ ὅσον ἀκριβῶς χρειάζεται, διὰ νὰ μετατρέψῃ τὸ 1 gr τοῦ πάγου εἰς ३δωρ.

Διάλυσις

178. "Οταν στερεὸν σῶμα τεθῇ εἰς ἐπαφὴν πρὸς ὑγρόν, παρατηροῦμεν (ἢ πὸ καταλήγους συνθήκας) ὅτι τὸ στερεὸν δλίγον κατ' δλίγον ἔξαφανίζεται, ἐνῷ συγχρόνῳ ἡ σύστασις τοῦ ὑγροῦ ἀλλάσσει. Τὸ στερεὸν εἰσέρχεται ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ καὶ οὕτως ἀποτελεῖται ὑγρὸν νέας συστάσεως, τὸ ὅποιον καλεῖται διάλυμα.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται διάλυσις. Τὸ ὑγρὸν τὸ ὅποιον προκαλεῖ τὴν διάλυσιν, καλεῖται διαλυτικὸν μέσον.

"Ολα τὰ στερεὰ δὲν διαλύονται εἰς δλα τὰ ὑγρά. Π. χ. τὸ σάκχαρον εὐκόλως διαλυόμενον εἰς τὸ ३δωρ εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ οινόπνευμα. Τὸ λίπος ἀδιάλυτον εἰς τὸ ३δωρ διαλύεται εἰς τὸν αἴθερα.

Μεταξὺ τῶν ὑγρῶν τὰ ἐποικία διαλύσουν τὸν μεγαλύτερον ἀριθμὸν στερεῶν, εἶναι τὸ ३δωρ, τὸ οινόπνευμα, ὁ αἴθηρ, ἡ θεινίη, τὸ πετρέλαιον κλπ.

"Οταν διατέτομεν ὡρισμένην ποσότητα διαλυτικοῦ ὑγροῦ, δὲν δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν ἐντὸς αὐτῆς δοσονδήποτε θέλομεν ποσότητα στερεοῦ. Ἐπέρχεται στιγμή, καθ' ἥν τὸ διάλυμα παύει ἀπὸ τοῦ νὰ προσλαμβάνῃ νέαν ποσότητα στερεοῦ καὶ μέρος αὐτοῦ παραμένει ἀδιάλυτον. Τὸ διάλυμα τοῦτο λέγεται ὅτι εἶναι κεκορεσμένον ἐκ τοῦ διαλελυμένου στερεοῦ. Ἐφ' ὅσον τὸ διάλυμα εἶναι ικανὸν νὰ διαλύῃ νέας ποσότητας στερεοῦ, καλεῖται ἀκόρεστον.

179. Θερμότης διαλύσεως. Εἰς τὴν τῆξιν εἰδομενεν ὅτι, διὰ νὰ μεταβληθῇ ποσότης τις στερεοῦ εἰς ὑγρόν, χρειάζεται ὡρισμένον ποσὸν θερμότητος. Τὸ αὐτὸν συμβαίνει καὶ κατὰ τὴν διάλυσιν. Διὰ νὰ λάβῃ τὸ στερεὸν τὴν ὑγρὰν μορφήν, ἔχει ἀνάγκην θερμότητος, τὴν ἐποίαν παραλαμβάνει ἀπὸ τὸ πλησίον του σῶμα, τὸ διαλυτικὸν ὑγρόν. Κατὰ σύνεπειαν ἡ θερμοκρασία τοῦ διαλύματος καταπίπτει.

"Η παραγωγὴ ψύχους διὰ διαλύσεως εὑρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν διομήχανίαν, διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν ψυκτικῶν μιγμάτων. Ταῦτα εἶναι μίγματα στερεοῦ καὶ ὑγροῦ διαλύοντος τὸ στερεόν, εἰς τὰ ὅποια ἔνεκα τῆς διαλύσεως ἐλαττούσται ἡ θερμοκρασία.

"Ο τηκόμενος πάγος ἔχει θερμοκρασίαν 0°. Ἀν δημιώσῃ τὸ ἐκ

τῆς τήξεως ὅδωρ χρησιμοποιήσωμεν διὰ τὴν διάλυσιν μαγειρικοῦ ἀλατος ἡ θερμοκρασία του διαλύματος πίπτει μέχρις—20°.

180. Στερεοποίησις—κρυστάλλωσις. Ἐκ του διαλύματος είναι δυνατὸν νὰ λάβωμεν πάλιν τὸ διαλυθὲν σῶμα. Τοῦτο κατορθοῦται δι' ἔξατμίσεως του διαλυτικοῦ μέσου, ὅπότε τὸ στερεόν, τὸ δόποιον εὐρίσκετο ἐν διαλύσει, καταπίπτει ἐντὸς του διαλύματος ὑπὸ στερεὰν μορφήν. Τὸ θαλάσσιον ὅδωρ π.χ. ἐκτιθέμενον ἐντὸς δοχείου εἰς τὰς ἥλιακας ἀκτῖνας ἔξατμίζεται καὶ ἀφίγει στερεὸν ὑπόλειμμα ἐκ μαγειρικοῦ ἀλατος.

Διὰ ψύξεως ἐπίσης του διαλύματος ἐπιτυγχάνεται ἡ συμπύκνωσις του διαλελυμένου σώματος. Διότι ὅταν τὸ διαλυτικὸν ὑγρὸν καθίστατο ψυχρότερον δύναται νὰ κρατήσῃ ἐν διαλύσει ὀλιγάτερον ποσόν του στερεοῦ, καὶ τὸ πλεονάζον λαμβάνει τὴν στερεὰν μορφήν.

“Οταν ἡ ἐπιστροφὴ ὑγροῦ εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν (εἴτε ἐκ τήξεως, εἴτε ἐκ διαλύσεως), γίνεται ἡρέμως τὸ στερεὸν λαμβάνει πολλάκις κανονικά, γεωμετρικὰ πολύεδρα σχήματα χαρακτηριστικὰ δι' ἔκαστον σῶμα. Π. χ. δι' ἔξατμίσεως διαλύματος χλωριούχου νατρίου εἰς ὅδωρ, λαμβάνονται κύδοι χλωριούχου νατρίου. Τὰ στερεὰ ταῦτα καλοῦνται κρύσταλλοι. Αἱ νιφάδες τῆς κισσού είναι κρύσταλλοι. Τὸ φαινόμενον του σχηματισμοῦ κρυστάλλων καλεῖται κρυστάλλωσις.

***Ατμοποίησις—Υγροποίησις**

181. Μετὰ τὴν μελέτην τῆς μεταβολῆς τῆς στερεᾶς καὶ ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς ἀλλήλας θὰ προχωρήσωμεν εἰς τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς ὑγροῦ εἰς ἀέριον καὶ τὸ ἀντίστροφον τούτου, δηλαδὴ τῆς μεταβολῆς ἀερίου εἰς ὑγρόν.

“Η μεταβολὴ ὑγροῦ εἰς ἀέριον καλεῖται ἀτμοποίησις ἢ ἔξαέρωσις, ἡ δὲ μεταβολὴ ἀερίου εἰς ὑγρὸν ὑγροποίησις. Τὸ ἐκ του ὑγροῦ προερχόμενον ἀέριον καλεῖται ἀτμός. Ἀτμὸς είναι δυνατὸν νὰ σχηματίζεται εἴτε μόνον ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας του ὑγροῦ, εἴτε καὶ ἐξ δληγού τῆς μάζης αὐτοῦ. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ ἀτμοποίησις λέγεται εἰδικώτερον ἔξατμισις, εἰς δὲ τὴν δευτέραν βρασμός.

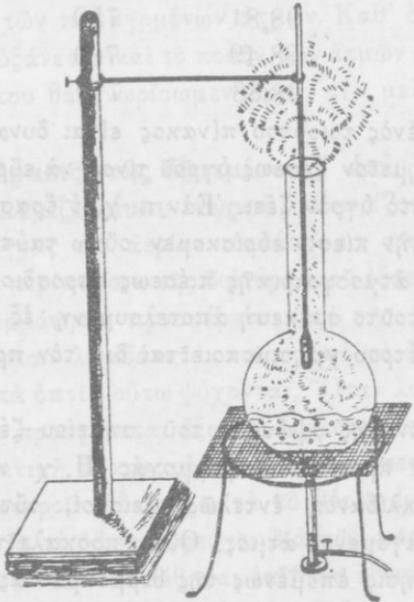
Θὰ μελετήσωμεν χωριστὰ ἑκάστην τῶν δύο περιπτώσεων.

182. Βρασμός. Ἐὰν θερμάνωμεν ἀρκετὰ ὑγρόν τι, παρα-

ροῦμεν ὅτι ἔξ δλης τῆς μάζης αὐτοῦ ἔξέρχεται ὑπὸ μερφὴν φυσαλλίδων ἀέριον, ἀτμὸς (σχ. 130). Λέγομεν τότε ὅτι τὸ ὑγρὸν ζέει ἢ ὅτι δράζει καὶ τὸ φαινόμενον ὄνομάζομεν ζέσιν ἢ βρασμόν. Οἱ νόμοι κατὰ τοὺς ὅποιους γίνεται ὁ βρασμός, ὑπενθυμίζουν πολὺ τοὺς νόμους τῆς τήξεως.

Τοις Νόμος

*Η θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ εἶναι σταθερὰ διὰ τὸ αὐτὸν ὑγρόν,



Σχ. 130.

Ἐφ' ὅσον ἢ πίεσις δὲν μεταβάλλεται, καὶ λέγεται σημεῖον ζέσεως τοῦ ὑγροῦ.

Τοις Νόμος.

Καθ' δλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἢ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ μένει ἀμετάβλητος. ἂν καὶ προσφέρεται εἰς αὐτὸν διαρκῶς θερμότης.

Εἴδομεν ὅτι τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 760mm Hg ὥρισθη ὡς σταθερὸν σημεῖον διὰ τὴν διαθεσιογίαν τῶν θερμομέτρων καὶ ώνομάσθη 100 (εἰς τὴν κλίμακα τοῦ Κελσίου).

183. Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ σημείου ζέσεως.

"Οταν αδέηθῃ ή πίεσις, εἰς τὴν δποίαν ὑπόκειται ή ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, τὸ σημεῖον ζέσεως ἀγέρχεται, δταν δὲ ἐλαττωθῇ ή πίεσις τὸ σημεῖον ζέσεως κατέρχεται.

"Η ἐπιδρασίς αὕτη τῆς πιέσεως εἶναι ἀρκετὰ σημαντική, δπως φαίνεται ἐκ τοῦ ἐπομένου πίνακος, δ ὅποιος δίδει τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὕδατος ὑπὸ διαφόρους πιέσεις.

Πίεσις εἰς mm. Θερμοκρ. ζέσεως Πίεσις Θερμοκρ. ζέσεως εἰς βαθμούς Κελσ.

700	97,71	740	99,26
710	98,81	750	99,63
720	98,49	760	100,00
730	98,88	770	100,37

Τῇ δοηθείᾳ ἐνδὲ τοιούτου πίνακος εἶναι δυνατόν, δταν προσδιορίσωμεν τὸ σημεῖον ζέσεως ὑγροῦ τινος, νὰ εὑρωμεν τὴν πίεσιν ὑπὸ τὴν δποίαν τὸ ὑγρὸν ζέει. Ἐὰν π. χ. δ δρασμὸς γίνεται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εὑρίσκομεν οὕτω ταύτην ἀνευ διαρρέ- τρου καὶ ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως προσδιορίζομεν τὸ ὕψος τοῦ τέπου. Διὰ τοῦτο συσκευὴ ἀποτελουμένη ἔξ ἐνδὲ δραστήρος καὶ ἐνδὲ θερμομέτρου χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ὕψους.

Τὸ φαινόμενον τῆς ὕψεως τοῦ σημείου ζέσεως μετὰ τῆς πιέσεως εὑρίσκει πρακτικὰς ἐφαρμογάς. Π. χ. κατασκευάζονται ἀπολυμαντικοὶ κλίβανοι, ἐντελῶς κλειστοί, οὕτως ὥστε νὰ μὴ διαφεύγῃ δ παραγόμενος ἀτμός. Οὕτω προκαλεῖται αὐξῆσις τῆς πιέσεως καὶ αὐξῆσις ἐπομένως τῆς θερμοκρασίας τοῦ κλιβάνου. Εἰς τὴν μαγειρικὴν ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται κλεισταὶ χύτραι, εἰς τὰς δποίας λόγῳ τῆς ὑπερθερμάνσεως, ή παρασκευὴ τοῦ φαγητοῦ εἶναι ταχυτέρα καὶ οἰκονομικωτέρα.

184. Θερμότης ἀτμοποιήσεως. "Η θερμότης, ήτις προσφέρεται εἰς τὸ ὑγρὸν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζέσεως, δὲν γίνεται ἀντιληπτὴ διὰ τοῦ θερμομέτρου, διότι δὲν αὐξάνει τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ, χρησιμεύει δέ, δπως καὶ κατὰ τὸ φαινόμενον τῆς τήξεως, μόνον διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως. Ἐὰν συλλέγωμεν τὸν παραγόμενον ἀτμὸν καὶ μετὰ τὴν ἀτμοποίησιν ὅλου τοῦ ὑγροῦ ἔξακολουθήσωμεν νὰ θερμαίνωμεν, ή θερμοκρασία τοῦ ἀτμοῦ τότε δεῖθαίως θὰ αὐξηθῇ.

Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δποῖον χρειάζεται διὰ νὰ μετα- εληθῇ ή μονάς τῆς μάζης ὑγροῦ τινος (1 gr.) εἰς ἀτμὸν ἔχοντα θερ-

κρασίαν οὐχὶ μεγαλυτέραν τῆς θερμοκρασίας ζέσεως, καλεῖται θερμότης ἀτμοποιήσεως η καὶ λαυδάρουσα θερμότης ἀτμοποιήσεως.

185. Ἐξάτμισις. Οὕτω καλεῖται, ὡς εἴπομεν καὶ προηγουμένως, τὸ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς ἀτμῶν, μόνον ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ ἐξάτμισις λαμβάνει χώραν πάντοτε, σιδήρηποτε καὶ ἀν εἰναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ καὶ ὅχι μόνον εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν, ὅπως ὁ δρασμός.

Οσον δημως ἡ θερμοκρασία εἶναι ταπεινοτέρα, τοσοῦτον μικρότερον τὸ ποσὸν τῶν παραγομένων ἀτμῶν. Καθ' ὅσον ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ αὐξάνεται καὶ τὸ ποσὸν τῶν ἀτμῶν αὐξάνεται δμοίως. Τὴν αἰτίαν τούτου θὰ γνωρίσωμεν κατὰ τὴν μελέτην τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀτμῶν.

186. Ἐπίδρασις τῆς ἐξατμίσεως ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ. Γνωρίζομεν δτι διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς ὑγρᾶς εἰς ἀερίαν κατάστασιν καταναλίσκεται θερμότης. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς διὰ δρασμοῦ ἐξαερώσεως, τὸ ἀναγκαῖον ποσὸν θερμότητος προσφέρεται ὑπὸ τῆς θερμικῆς πηγῆς. Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν λαμβάνεται τοῦτο ἀπὸ τὸ ὑγρὸν καὶ τὰ πάρα αὐτὸς σώματα, τὰ ὅπεια οὕτω ψύχονται. "Οταν λειπὸν γίνεται ἐξάτμισις, χωρὶς νὰ προσφέρεται ἔξωθεν θερμότης, προκαλεῖται ψύξις.

Μικρὰ πρακτικὴ ἐφαρμογὴ τῆς δι᾽ ἐξατμίσεως ψύξεως, εἶναι ἡ διατήρησις δροσεροῦ βδατος κατὰ τὸ θέρος ἐντὸς πορωδῶν δοχείων. Εἰς ταῦτα τὸ βδωρ ἐκφεύγει διὰ τῶν πόρων ὑπὸ μορφὴν λεπτῶν σταγονιδίων καὶ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας. Ἔκει ἐξατμιζόμενον συντελεῖ εἰς τὴν ψύξιν τοῦ δοχείου καὶ τοῦ ἐντὸς αὐτοῦ βδατος.

Μεγαλυτέρας ἐφαρμογὰς συναντῶμεν εἰς τὴν διομηχανίαν, ὅπως π. χ. εἰς τὰς παγοποιητικὰς μηχανάς, ὅπου ἡ ἀναγκαῖα ψύξις τοῦ βδατος προκαλεῖται δι᾽ ἐξατμίσεως ὑγρᾶς ἀμμωνίας.

187. Υγροποίησις. "Οταν οἱ ἀτμοὶ ψυχθοῦν, λαμβάνουν πάλιν τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ὑγροποιοῦνται, ἀποδίδουν δὲ ἔλον τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον ἔλασιν διὰ τὴν ἀτμοποίησιν.

Ἐκτὸς τῶν ἀτμῶν ὑγροποιοῦνται ἐπίσης καὶ τὰ σώματα ἐκεῖνα, τὰ δποια εἶναι ἀερία εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ ψύξεως καὶ ἐφαρμογῆς λιχυρᾶς πιέσεως.

Δὲν ἀρκεῖ δημως ἡ ψύξις καὶ ἡ πίεσις νὰ ἐφαρμοσθοῦν καθ'

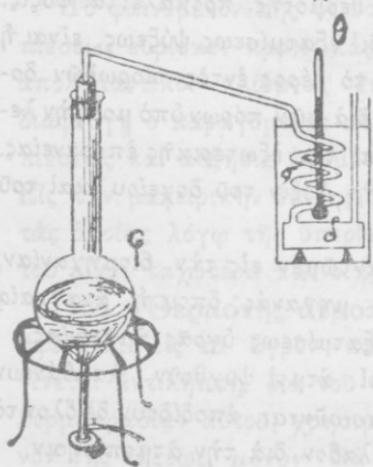
οίονδήποτε τρόπων. Δι' ἔκαστου ἀέριον ὑπάρχει ὥρισμένη θερμοκρασία, ἥνω τῆς δοπίας τὸ ἀέριον δὲν ὑγροποιεῖται δυσον μεγάλη πίεσις καὶ δὲν ἐφαρμοσθῇ.

* Η θερμοκρασία αὕτη καλεῖται κρίσιμος θερμοκρασία καὶ εἶναι διάφορος δι' ἔκαστον ἀέριον. Π. χ. διὰ τὸν ἀέρα εἶναι— 140° , διὰ τὸ δέκυγόνον— $118^{\circ}, 8$, διὰ τὸ δέκαργόνον— 240° .

* Η πίεσις ἡ δοπία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ὑγροποίησιν, ὅταν τὸ ἀέριον ἔχει τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν, λέγεται κρίσιμος πίεσις. * Εὖν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου κατέλθη κάτω κρισμού ἡ φῦξις ἐπιτυγχάνεται δι' ἐφαρμογῆς πιέσεως, μικροτέρας τῆς κρισμού. Εἰς θερμοκρασίαν δυως ἀνωτέραν τῆς κρισμού ἡ φῦξις εἶναι ἀδύνατος.

* Η κρίσιμος πίεσις διὰ τὸν ἀέρα εἶναι 39 ἀτμόσφαιραι, διὰ τὸ δέκυγόνον 50,8 ἀτμόσφαιραι καὶ διὰ τὸ δέκαργόνον 19,4.

* Η ὑγροποίησις τῶν ἀερίων ἔκτὸς τῆς βιομηχανικῆς της ἔκμεταλλεύσεως, ἔχει καὶ μεγάλην ἐπιστημονικὴν σημασίαν. Εἰς τὰς ταπεινοτάτας θερμοκρασίας τῶν ὑγρῶν ἀερίων, μεταβάλλονται ἐντελῶς αἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων. Π. χ. ἡ δέκαργυρος δυθιζόμενος ἐντὸς ὑγροῦ ἀέρος στερεοποιεῖται ἀμέσως. Σίδηρος παραμείνας ἐπὶ τινα λεπτὰ ἐντὸς ὑγροῦ ἀέρος χάνει τὴν ἀνθεκτικότητά του καὶ καθίσταται κόνις εἰς ἐλάχιστον κτύπημα.



χ. 131.

Θερμοκρασίαν. Οταν τὸ ὑγρὸν δράζῃ οἱ ἀτμοὶ διοχετεύονται εἰς

* 188. Μέτρησις τῆς θερμότητος ἀτμοποιήσεως. Τὴν θερμότητα ἀτμοποιήσεως ὑγροῦ τινος προσδιορίζομεν διὰ τῆς γνωστῆς μεθόδου προσδιορισμοῦ ποσοῦ θερμότητος, δηλ. διὰ θερμιδομέτρου, (θλ. παράγγ. 169).

Τὸ πρὸς ἀτμοποιήσιν ὑγρὸν τίθεται ἐντὸς φάλης φ (σχ. 131), ἡ δοπία συγκοινωνεῖ μὲν δρισειδῆ σωλήνα σ καταλήγοντα εἰς δοχεῖον δ. Ό σωλήν καὶ τὸ δοχεῖον δυθίζονται ἐντὸς θερμιδομέτρου.

Τὸ θερμόμετρον θ δεικνύει τὴν θερμοκρασίαν. Οταν τὸ ὑγρὸν δράζῃ οἱ ἀτμοὶ διοχετεύονται εἰς

* Η παροῦσα παραγγαφος ἐτέθη χάριν ἀσκήσεως.

τὸν δῆμοις ἡ σωλήνα καὶ ἔκει ψυχόμενοι ὑγροποιεῦνται καὶ ἀπεδίδουν εἰς τὸ ὑδωρ τοῦ θερμιδομέτρου τὴν θερμότητα, τὴν δύοιν περιέχουν.

Ἡ ἔξισωσις, ἢ δύοιν προσδιορίζει τὴν ἀγνωστὸν θερμότητα ἀτμοποιήσεως ἐκ τῶν γνωστῶν ποσῶν τοῦ πειράματος, προκύπτει δι' ἀπλῶν σκέψεων ὡς ἔξης:

Ἔπολογίσωμεν οὐατ' ἀρχὰς τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δύοιν ἀφίνουν οἱ ἀτμοί, ὅταν συμπυκνωθοῦν καὶ ψυχθοῦν μέχρι τῆς θερμοκρασίας τ (τ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου μετά τὴν διωχέτευσιν τῶν ἀτμῶν).

Ἐὰν ἡ μᾶζα τῶν ἀτμῶν εἴναι μ καὶ λ ἡ θερμότης ἀτμοποιήσεως τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὴν δύοιν ἀφήνουν οἱ ἀτμοί γινόμενοι δύγρδον τῆς θερμοκρασίας ζέσεως, εἴναι μὲν Διὰ νὰ ψυχθοῦν δὲ ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ζέσεως Θ μέχρι τῆς τ, χάνουν ποσὸν θερμότητος, ἐπως γνωρίζωμεν, ἵσσον μὲ τὴν μᾶζάν των ἐπὶ τὴν εἰδικὴν θερμότητα καὶ ἐπὶ τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας ($\Theta - \tau$), ἥτοι :

$$\varepsilon \mu (\Theta - \tau)$$

Ἄρα τὸ διλικὸν ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ δύοιν ἔδωσαν εἰς τὸ θερμιδόμετρον οἱ ἀτμοί εἴναι :

$$(1) \lambda \mu + \varepsilon \mu (\Theta - \tau)$$

Τώρα ξε οὐατὸν ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δύοιν ἔλαβε τὸ θερμιδόμετρον.

Ἐὰν παραστήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του διὰ θ, τὸ μὲν ὑδωρ ἔλαβε ποσὸν θερμότητος, ἀν δυνομάσωμεν Μ τὴν μᾶζά του, ἵσσον πρὸς :

$$M (\tau - \theta)$$

(Διότι ἡ εἰδικὴ θερμότης του εἴναι 1), τὸ δὲ διχεῖον τοῦ θερμιδόμετρου, ἀν δυνομάσωμεν Μ' τὴν μᾶζάν του καὶ στὴν εἰδικὴν του θερμότητα,

$$\sigma \mu' (\tau - \theta)$$

Ὅτοι εὖ συγόλωψι :

$$M (\tau - \theta) + \sigma M' (\tau - \theta)$$

Η :

$$(2) (M + \sigma M') (\tau - \theta)$$

Καὶ ἐπειδὴ ἡ θερμότης, τὴν δύοιν ἔχασσαν οἱ ἀτμοί, μετέβη εἰς τὸ θερμιδόμετρον, ἔχοιμεν ισότητα τῶν δύο ποσῶν 1 καὶ 2 :

$$\lambda \mu + \varepsilon \mu (\Theta - \tau) = (M + \sigma M') (\tau - \theta)$$

καὶ

$$\lambda = \frac{(M + \sigma M') (\tau - \theta) - \varepsilon \mu (\Theta - \tau)}{\mu}$$

Ἐκ τῆς ἔξισώσεως ταύτης, ὅταν γνωρίζωμεν τὰ ἄλλα ποσά, προσδιορίζομεν τὸ λ. Τὰς μάζας εὑρίσκομεν διὰ ζυγίσεως.

Ἐὰν δὲν εἰναι γνωστὴ ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ δοχείου, προσδιορίζεται: καθ' ὃν τρόπον γνωρίζομεν (θλ. § 191 σελ. 171).

Ίδιότητες τῶν ἀτμῶν.

Ομοιότης αὐτῶν πρὸς τὰ ἐν συνήθει θερμο-
μέτροις προστίθεται στην ταχείαν ποσότηταν
κρασία ἀέρια.

189. Ἐξάτμισις εἰς τὸ κενόν. Ἀν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν
βαρομετρικὸν σωλῆνα μικρὰν ποσότητα ἔξαερουμένου ὑγροῦ τῇ
θογθείᾳ μικροῦ λεπτοῦ κεναμμένου σωλῆνος, ἐπως φαίνεται εἰς
τὸ σχῆμα 132α, παρατηροῦμεν ὅτι μόλις φθάσῃ τοῦτο εἰς τὸ
βαρομετρικὸν κενόν, ἀμέσως ἔξαεροῦται.

Εἰς τὸ κενόν λοιπὸν ἡ ἔξατμισις εἴπαι τοχυτάτη.

Τὸ ὄψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ
ὑγροῦ ἐλαττοῦται ἀποτόμως (σχ. 132α καὶ γ). Τοῦτο δεικνύει
ὅτι ὁ ἀτμὸς ἔξασκετ πίεσιν, ἐπως καὶ τὰ συνήθη ἀέρια ἥξει
τάσιν ἐπως λέγομεν εἰδικώτερον διὰ τοὺς ἀτμούς. Τὸ ὄψος ή τῆς
ὑδραργυρικῆς στήλης (ἀπόστασις τοῦ ἄκρου τῆς στήλης ἀπὸ τῆς
ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου), διδεῖ τὴν ἀτμοσφαιρι-
κὴν πίεσιν ἡλαττωμένην κατὰ τὴν πίεσιν τῶν ἀτμῶν.

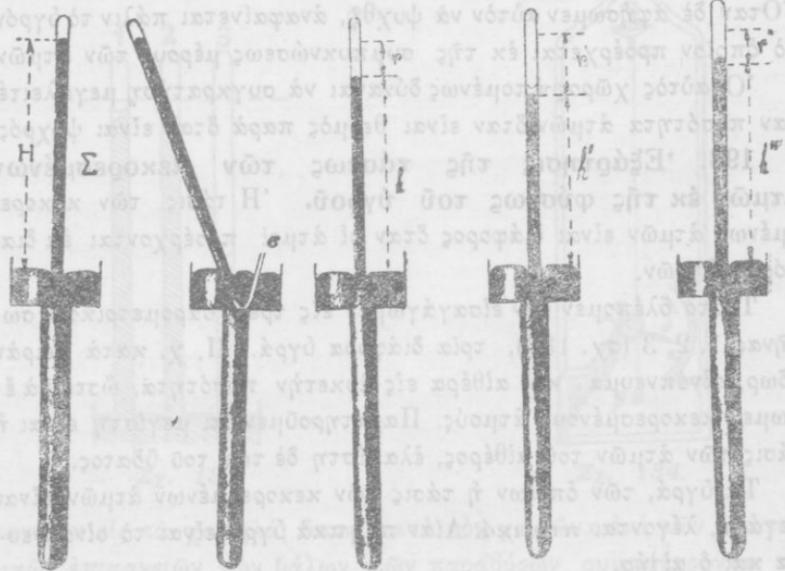
190. Σχέσις πιέσεως καὶ ὄγκου τῶν ἀτμῶν. Ὅταν
μεταβληθῇ ὁ ὅγκος, τὸν ὅποιον κατελαμβάνουν οἱ ἀτμοί, μετα-
βάλλεται καὶ ἡ πίεσίς των, ἡ δὲ σχέσις πιέσεως καὶ ὄγκου διδε-
ται ἀπὸ τὸν νόμον Boyle—Marriotte, ἡ δὲ σχέσις πιέσεως τῶν ἀτμῶν
τὰ λοιπὰ ἀέρια.

Δηλαδὴ τὸ γινόμενον τοῦ ὅγκου υ τῶν ἀτμῶν ἐπὶ τὴν τάσιν
ρ αὐτῶν εἰναι ἀριθμὸς σταθερός, ἐφ' ὃσον ἡ θερμοκρασία δὲν
μεταβάλλεται.

$$pv=K$$

Ἐὰν θερμάνωμεν τὸν χῶρον τῶν ἀτμῶν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ
ὑδραργυρικὴ στήλη κατέρχεται ἕτι μᾶλλον. Ἐπομένως ἡ τάσις
τῶν ἀτμῶν αὔξανεται: ὅταν αὔξησῃ ἡ θερμοκρασία των.

191. Κεκορεσμένοι ἀτμοί. Ἐπίσης ἐλαττοῦται ἡ βαρο-
μετρική στήλη, ἀν εἰσαγάγωμεν καὶ ἄλλην ποσότητα υγροῦ. Ἡ τά-
σις ἀρα αὐξάνεται ὅταν αὐξηθῇ ἡ ποσότης ἀτμῶν ἐν τινι χώρῳ.
Ἄλλα ἡ ποσότης τῶν ἀτμῶν ἐντὸς ὠρισμένου χώρου δὲν δύναται
ν' αὐξηθῆναι πέραν ὠρισμένου ὅριου καὶ, ἀν εἰσαγάγωμεν μεγαλυτέ-
ραν ποσότητα υγροῦ, ἀπὸ δοσοῦ δύναται νὰ περιλάβῃ ὁ χῶρος ὑπὸ^{τοῦ}
μορφὴν ἀτμῶν, μέρος αὐτοῦ δὲν ἔξατμιζεται, ἀλλὰ παραμένει ὡς



Σχ. 132α — ενδιαγράμματα για την περίπτωση της παραμορφωσης

ὑγρόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην λέγομεν ὅτι ὁ χῶρος εἶναι κε-
κορεσμένος ἀτμῶν, ἡ ἀκόμη ὥστε κακῶς ἐπεκράτησε νὰ λέγεται ὅτι
οἱ ἀτμοί τοῦ χώρου εἴναι κεκορεσμένοι, ἡ δὲ πίεσις αὐτῶν λέγε-
ται τάσις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν (σχ. 132 δ).

Ἐὰν ὑψώσωμεν τὸν σωλήνα ἐντὸς τῆς λεκάνης, οὕτως ὥστε
νὰ αὐξηθῇ ὁ διαθέσιμος εἰς τοὺς ἀτμούς χῶρος νέοι ἀτμοί παρά-
γονται καὶ ἡ περίσσεια τοῦ υγροῦ ἐλαττοῦται.

Ἐφ' δοσοῦ δημιως ὑπάρχει ἀκόμη υγρόν, ἐφ' δοσοῦ δηλαδὴ ὁ χῶ-
ρος εἶναι κεκορεσμένος ἀτμῶν, τὸ δῆμος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης
παραμένει σταθερόν. Ἐὰν ἔξαχολουθήσωμεν νὰ ἀνασύρωμεν τὸν
σωλήνα, τὸ υγρὸν ἔξατμιζεται ἐξ δλοκλήρου (σχ. ε). Ὁ χῶρος τότε
δὲν εἶναι κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἡ δὲ ἀτμοί εἰναι ἀκόρεστοι. Ὁ

ύδραργυρος ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Ἐφα νὴ τάσις τῶν ἀκορέστων ἀτμῶν, εἶναι μικροτέρα τῆς τάσεως τῶν κεκορεσμένων. (Ἐννοεῖται, ἐφ' ὅσον νὴ θερμοκρασία τῶν ἀκορέστων καὶ κεκορεσμένων εἶναι νὴ αὐτή. Διότι, ὡς εἰπομένη ἀνωτέρω, νὴ τάσις αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας).

192. Ἐξάρτησις τοῦ κορεσμοῦ χώρου τινὸς ἐκ τῆς θερμοκρασίας του. Ἐὰν θερμάνωμεν χῶρον κεκορεσμένον ἀτμῶν παρατηροῦμεν ὅτι τὸ περισσεύον ὑγρὸν ἔξατμιζεται. "Οταν δὲ ἀφήσωμεν αὐτὸν νὰ ψυχθῇ, ἀναφαίνεται πάλιν τὸ ὑγρόν, τὸ δποίον προέρχεται ἐκ τῆς συμπυκνώσεως μέρους τῶν ἀτμῶν.

"Ο αὐτὸς χῶρος ἐπομένως δύναται νὰ συγκρατήσῃ μεγαλειτέραν ποσότητα ἀτμῶν ὅταν εἶναι θερμὸς παρὰ ὃς αν εἶναι ψυχρός.

193. Ἐξάρτησις τῆς τάσεως τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ. Ἡ τάσις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν εἶναι διάφορος ὅταν οἱ ἀτμοί προέρχονται ἐκ διαφόρων ὑγρῶν.

Τοῦτο διέπομεν ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τρεῖς διαρομετρικοὺς σωλήνας 1, 2, 3 (σχ. 133), τρία διάφορα ὑγρά. Π. χ. κατὰ σειρὰν διδωρ, οἰνόπνευμα καὶ αιθέρα εἰς ἀρκετὴν ποσότητα, ὥστε νὰ εχωμεν κεκορεσμένους ἀτμούς. Παρατηροῦμεν ὅτι μεγίστη εἶναι νὴ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ αιθέρος, ἐλαχίστη δὲ τῶν τοῦ διδωροῦ.

Τὰ ὑγρά, τῶν δποίων νὴ τάσις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν εἶναι μεγάλη, λέγονται πιητικά. Λίαν πιητικὰ ὑγρά εἶναι τὸ οἰνόπνευμα καὶ δ αιθέρ.

Μετὰ τὴν μελέτην τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀτμῶν ἐννοοῦμεν καλλιτερον τὴν ἐπιδρασιν τῆς πιέσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῆς ἔξατμίσεως.

"Ατμοὶ πάντοτε τείνουν νὰ ἔξελθουν ἐκ τοῦ ὑγροῦ καὶ κατορθώνουν τοῦτο, ὅταν νὴ τάσις των εἶναι κατά τι μεγαλυτέρα τῆς ἔξωτερηκῆς πιέσεως, τὴν δποίαν ἔχουν νὰ διεργατησουν.

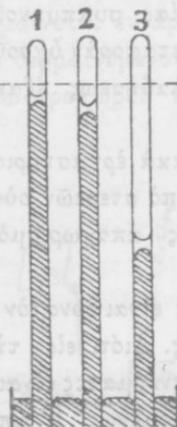
"Οταν νὴ ἔξωτερηκὴ πίεσις αὐξάνεται, πρέπει νὰ αὐξηθῇ καὶ νὴ τάσις τῶν ἀτμῶν διὰ νὰ γίνη ἔξατμισις, πρᾶγμα τὸ δποίον κατορθοῦται, ὡς εἴδομεν, δι' αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ.

Εἰς τὸ διαρομετρικὸν κενόν, δπού νὴ ἔξωτερηκὴ πίεσις εἶναι μηδέν, νὴ ἔξατμισις γίνεται ταχύτατα εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου, δπού ἐκτελοῦμεν τὸ πείραμα.

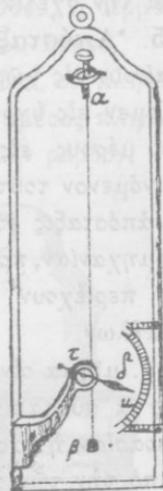
Τὴν ἔξατμισιν ἐπιταχύνει ρεῦμα ἀέρος, διότι δ παρὰ τὸ ὑγρὸν ἀηρ κορένυται διρατμῶν καὶ ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω ἔξατμι-

σιν. Ἐὰν δμως ἔλθῃ νέος ἀκόρεστος ἀήρ, ἐπαναρχίζει ζωηροτέρα,
 194. **Υγρομετρία.** Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ περιέχει πάντοτε ὑδρατμούς, ἀλλοτε εἰς μικράν καὶ ἀλλοτε εἰς μεγάλην ποστητα, προερχομένους ἐκ τῆς διαρκοῦς ἔξατμίσεως τῶν γγίνων ὑδάτων.

Τοὺς ὑδρατμούς τῆς ἀτμοσφαίρας ἀντιλαμβανόμεθα ὡς γέφη εἰς τὰ ὑψηλὰ στρώματα ἢ συμπεπυκνωμένους ἐπὶ ψυχρῶν ἐπι-



Σχ. 133.



Σχ. 134.

φανεῖῶν εἰς τὰ χαμηλά, οἵπως κατὰ τὸν χειμῶνα ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανεῖῶν τῶν ὑάλων τῶν παραθύρων συμπυκνοῦνται οἱ ἐκ τῆς ἀναπνοῆς προερχόμενοι ὑδρατμοὶ τοῦ δωματίου.

Υγρομετρία λέγεται ἢ μέτρησις τοῦ ποσοῦ τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀέρος.

Απόλυτος ὑγρασία τοῦ ἀέρος καλεῖται τὸ ποσὸν τῶν ὑδρατμῶν τοὺς ὅποιους περιέχει ὁ ἀήρ, πρὸς ἐκείνους τοὺς ὅποιους θὰ εἰχειν, ἐὰν ἦτο κεκορεμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θεομοκρασίαν.

Τὰ ὄργανα διὰ τῶν ὅποιων μετρεῖται ἢ ὑγρασία τοῦ ἀέρος, λέγονται ὑγρόμετρα.
Άπλούστατον ὑγρόμετρον εἶναι τὸ διὰ τριχός τοῦ Saussure (σχ. 134).

Τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἰδιότητος, τὴν ὅποιαν ἔχει ἢ θριξ νά-

ἐπιμηκύνεται, ὅταν ὑγραίνεται, καὶ νὰ ἐπιβραχύνεται πάλιν ἔγραι-
νομένη. Τὸ ἔν αἱρον α τῆς τριχὸς εἰναι στηριγμένη ἀκλονήτως,
τὸ δὲ ἄλλο διέρχεται διὰ τῆς αὐλακοῦ μικρᾶς τροχαλίας τ καὶ
φέρει μικρὸν βάρος ο διὰ νὰ κρατῇ τὴν τρίχα τέταμένην. Εἰς τὸν
ἄξονα τῆς τροχαλίας εἰναι προσηρμοσμένος δείκτης δ κινούμενος
ἔνωπιν αλίμανος κ.

“Η θέσις τῆς αλίμανος, πρὸ τῆς δποίας σταματᾷ δείκτης,
δεικνύει τὴν σχεικὴν ὑγρασίαν.

195. Ἀπόσταξις. “Οταν οἱ ἀτμοὶ ἀτμοποιηθέντος ὑγροῦ
μεταβαίνουν εἰς χῶρον χαμηλῆς θερμοκρασίας, συμπυκνοῦνται, ὡς
γνωρίζομεν εἰς ὑγρόν. Ἐχομεν δηλαδὴ μεταφορὰν ὑγροῦ ἐκ θερ-
μιστέρου μέρους εἰς ψυχρότερον διὰ μεσολαβήσεως ἔξαερώσεως.
Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀπόσταξις.

“Η ἀπόσταξις ἐφαρμόζεται εἰς τὰ χημικὰ ἔργαστηρια καὶ εἰς
τὴν εἰωμηχανίαν, πρὸς καθαρισμὸν ὑγρῶν ἀπὸ στερεῶν οὖσιῶν, τὰς
ἔποιας περιέχουν ἐν διαλύσει ἢ καὶ πρὸς ἀποχωρισμὸν ὑγρῶν
ἀπὸ ἀλλήλων.

Π. Χ. μιγμα σίνοπνεύματος καὶ ὑδατος εἰναι δυνατὸν νὰ χωρι-
σθῇ εἰς τὰ συστατικά του δι’ ἀπόσταξεως. Διότι εἰς τὴν αὔτην
θερμοκρασίαν ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ σίνοπνεύματος εἰναι μεγαλυ-
τέρα ἀπὸ τὴν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑδατος. Ἐπομένως θ’ ἀπόσταχθῇ
πρῶτον τὸ σίνόπνευμα καὶ θὰ μείνῃ εἰς τὸν βραστῆρα τὸ ὑδωρ.

“Η ἀπόστακτικὴ συσκευὴ ἡ ἀπόστακτήρ, ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν
λέβητα, ἐντὸς τοῦ δποίου γίνεται ἡ ἀτμοποίησις, καὶ ἀπὸ τὸν
ψυκτῆρα, ζπου ψύχονται οἱ ἀτμοὶ καὶ συμπυκνοῦνται.

“Ο ψυκτήρος εἰναι σωλῆν ὀφιοειδῆς, ἐντὸς τοῦ δποίου κυκλοφο-
ρεῖ ψυχρὸν ὑδωρ (σχ. 135).

Οἱ ἀτμοὶ διωχετεύονται εἰς τὸν ὀφιοειδῆ σωλῆνα. Ἡ κυκλοφορία
τοῦ ψυχροῦ ὑδατος περὶ τὸν ὀφιοειδῆ σωλῆνα ἐπιταχύνει τὴν ψύξιν.

Μετάδοσις τῆς θερμότητος.

196. Τρόποι μεταδόσεως τῆς θερμότητος. Γνωρί-
ζομεν δτι ἔκ τινος σώματος θερμότερου μεταβαίνει θερμότης εἰς
ψυχρότερον.

Οἱ τρόποι τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἔκ τινος σώματος εἰς
ἄλλο, ἢ ἔκ τινος σημείου εἰς ἄλλο τοῦ αὐτοῦ σώματος, εἰναι τρεῖς:
1) δι’ ἀγωγῆς.

2) διὰ μεταφράξεως τοι γεγονότων είτε ισχωγή προστάτων ΙΟ.

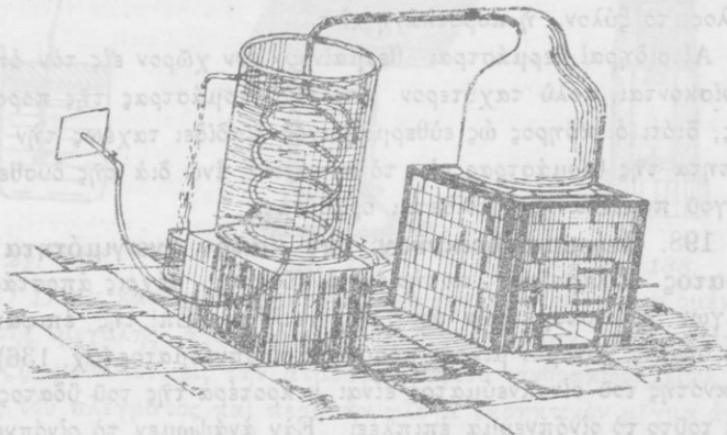
3) δι' ακτινοθεραπείας.

Θὰ ἔξετάσωμεν ἰδιαιτέρως ἐνα ἔκαστον.

197. Ιος τρόπος. Αγωγή. Δι' ἀγωγῆς λέγομεν διτι μεταβαίνει ἡ θερμότης ἐκ τινος σημείου εἰς ἄλλο, διταν εἰς τὸ μεταξύ διάστημα ὑπάρχει ὅλη καὶ διὰ τὴν μετάδοσιν τῆς θερμότητος δὲν τίθεται αὐτη εἰς κίνησιν.

Π.χ. Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ ἐν ἀκρον ράθδου, ἡ θερμότης διὰ τῆς ὅλης τῆς ράθδου, ἀγεται μέχρι τοῦ ἑτέρου ἀκρου.

Θερμαίνεται ἐν ἀρχῇ τὸ τμῆμα τῆς ράθδου, τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ θερμαινόμενον ἀκρον. Ἐκ τούτου τὸ ἀμέσως πλησιέστερον καὶ οὕτω προχωρεῖ ἡ θέρμανσις καθ' ὅλην τῆς ράθδου.



Σχ. 135.

Γενικῶς ὅλα τὰ σώματα ἄγουν τὴν θερμότητα, ἀλλὶ οὐχὶ ἔξι τοι εὐκόλως. Δὲν ἔχουν δηλαδὴ ὅλα τὴν αὐτὴν ἀγωγιμότητα. Ἀν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τὰ ἄκρα μᾶς ράθδου ὑαλίνης, καὶ ἐτέρος μεταλλίνης τοῦ αὐτοῦ μήκους, παρατηροῦμεν διτι θερμαίνεται ταχύτατα τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς μεταλλίνης ράθδου, ἐνῷ τῆς ὑαλίνης μετὰ πάροδον ἀρκετοῦ χρόνου. Ἄρα ἡ ἀγωγιμότης τῆς μεταλλίνης ράθδου είναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἀγωγιμότητα τῆς ὑαλίνης.

Αναλόγως τῆς ἀγωγιμότητος των τὰ σώματα διαιροῦνται εἰς καλοὺς καὶ κακοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος, ἢ εὐθερμαγωγὰ καὶ δυσθερμαγωγά.

Οἱ καλύτεροι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος εἰναι τὰ μέταλλα καὶ ἔξ
αὐτῶν κατὰ σειρὰν δὲ ἀργυρος, δὲ χαλκός, δὲ χρυσός, τὸ ἀργίλ-
λιον καὶ πλ.

Τὰ ὑγρὰ γενικῶς ἔχουν μικρὰν ἀγωγιμότητα. Τοῦ ὕδατος π.χ.
ἡ ἀγωγιμότης εἶναι περίπου τὸ 0,002 τῆς τοῦ ἀργύρου, τοῦ δὲ
οἰνοπνεύματος, τοῦ ἐλαίου καὶ τοῦ πετρελαίου ἀκόμη μικροτέρα.

Τὴν μεγαλυτέραν ἀγωγιμότητα ἔχει δὲ λαν τῶν ὑγρῶν ἔχει δὲ
ὑδράργυρος (ὑγρὸν μέταλλον) τὰ 0,02 τῆς τοῦ ἀργύρου.

Τὰ ἀέρια εἶναι περισσότερον καὶ τῶν ὑγρῶν κακοὶ ἀγωγοί.
Τοῦ ἀέρος ἡ ἀγωγιμότης εἶναι μόλις τὰ 0,00006 τῆς τοῦ ἀργύρου.
Πολὺ κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, εἶναι χῶρος, ἀπὸ τοῦ ὅποιου
ἔχει ἀφαιρεθῆ δὲ ἄρ.

Ἐκ τῶν στερεῶν κακοὶ ἀγωγοὶ εἶναι δὲ φελλός, δὲ χάρτης, ἢ
βαλος, τὸ ξύλον, ἢ πορσελάνη κλπ.

Αἱ σίδηραι θερμάστραι θερμαίνουν τὸν χῶρον εἰς τὸν ὅποῖον
εὑρίσκονται, πολὺ ταχύτερον ἀπὸ τὰς θερμάστρας τῆς πορσελά-
νης, διότι δὲ σίδηρος ὡς εὐθερμαγωγὸς διαδίδει ταχέως τὴν θερ-
μότητα τῆς θερμάστρας εἰς τὸ δωμάτιον, ἐνῷ διὰ τῆς δυσθερμα-
γωγοῦ πορσελάνης διαδίδεται ἥραδύτατα.

198. Πείραμα δεικνύον τὴν κακὴν ἀγωγιμότητα τοῦ
ὕδατος. Πληροῦμεν ποτήριον δι’ ὕδατος, μέχρις ἀποστάσεως
δλίγων χιλιοστομέτρων ἀπὸ τῶν χειλέων. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας
τοῦ ὕδατος χύνομεν μικρὰν ποσότητα οἰνοπνεύματος (σχ. 136). Ἡ
πυκνότης τοῦ οἰνοπνεύματος εἶναι μικροτέρα τῆς τοῦ ὕδατος καὶ
διὰ τοῦτο τὸ οἰνόπνευμα ἐπιπλέει. Ἐὰν ἀνάψωμεν τὸ οἰνόπνευμα
παρατηροῦμεν διὰ θερμόμετρον δυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος δὲν
δεικνύει αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας. Ἐπομένως δὲ θερμότης δὲν
πατισσομένη ἐκ τῆς καύσεως τοῦ οἰνοπνεύματος δὲν ἀγετᾷ διὰ
τοῦ ὕδατος καὶ δὲν δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ θερμομέτρου.

199. Πείραμα δεικνύον τὴν μεγάλην ἀγωγιμότητα
τοῦ χαλκοῦ. Ἐὰν καλύψωμεν φλόγα φωταερίου διὰ πλέγμα-
τος χαλκοῦ, διπλας φαίνεται εἰς τὸ σχ. 137, παρατηροῦμεν διὰ φλόγης
δὲν διατηρεῖται ἀναθεν τοῦ πλέγματος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ
πλέγμα τοῦ χαλκοῦ διαχέει ταχέως εἰς τὸ περιβάλλον τὴν ὑπὸ^{την}
τῆς φλόγας παραγομένην θερμότητα καὶ δὲν ἀφήνει αὐτὴν γὰ συγ-
κεντρωθῆ ἀναθεν τοῦ πλέγματος. Διὰ τοῦτο τὸ οἰνόπνευμα τοῦ
πλέγματος φωταερίου μὴ θερμαίνομενον ἀρκετὰ δὲν ἀναφλέγεται.

Τὸ πλέγμα σύδολως ἐμποδίζει τὴν δίοδον τοῦ φωταερίου.

Περὶ τούτου πειθόμεθα ἂν θέσιωμεν αὐτὸν ἀνωθεν τοῦ στομίου λύχνου φωταερίου ἐσθεσμένου, ἐπότε ἀνωθεν μὲν τοῦ πλέγματος δυνάμεθα νὰ ἀνάφωμεν τὸ φωταέριον, οὐπ' αὐτῷ δικιῶς δὲν ἀναφλέγεται δι' ὅν λόγον ἀνεφέρχμεν προηγγυμένως.

200. Λυχνία Davy. Εἰς τὰ ἀνθρακωρυχεῖα ἐκλύεται πολὺ συχνὰ μεθάνιον, ἀέριον λίαν ἐπικινδύνον, διότι ἀποτελεῖ μετά τοῦ ἀέρος ἐκρηκτικὸν μῆγμα, ἀναφλεγόμενον μὲ τὰς λυχνίας τῶν ἐργατῶν καὶ προκαλοῦν καταστρεπτικὰς ἐκρήξεις.



Σχ. 136.



Σχ. 137.



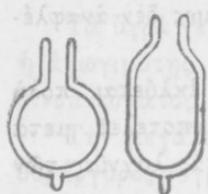
Σχ. 138.

Ο Davy κατεσκεύασε προφυλακτικὴν λυχνίαν, στηριζομένην ἐπὶ τῆς μεγάλης ἀγωγιμότητος τοῦ χαλκοῦ (σχ. 138). Ὁταν ὑπάρξῃ μεθάνιον εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τοῦ ἀνθρακωρυχείου, τὸ ἐντὸς τοῦ πλέγματος καὶ περὶ τὴν φλόγα ἐκρηκτικὸν μῆγμα ἀναφλέγεται. Δὲν ἀνυψοῦται δικιῶς μέχρις ἀναφλέξεως καὶ η θερμοκρασία τῆς ἐκτὸς τοῦ λύχνου ἐκρηκτικῆς ἀτμοσφαίρας, διότι η θερμότης ή προκληθεῖσα ὑπὸ τῆς ἀναφλέξεως διασκορπίζεται ὑπὸ τοῦ πλέγματος. Η θερμοκρασία ἀναφλέξεως τοῦ μίγματος εἶναι περίπου 700° . Ὁταν η ἀτμόσφαιρα τοῦ ἀνθρακωρυχείου εἰναι πλήρης μεθανίου, η φλόγη τοῦ λύχνου δὲν ἔχει τὸν ἀπαιτούμενον διὰ τὴν καύσιν ἀέρα καὶ σβένυται. Ἐκ τῆς ἀποσβέσεως τῆς φλογὸς ἀντιλαμβάνονται οἱ ἐργάται τὴν ὑπαρξίν τοῦ ἐπικινδύνου ἀερίου καὶ ἐγκαταλείπουν τὰ δρυχεῖα.

201. Δοχεῖα Ντιγιούαρ (Dewar). Ἐταρμογὴ τῆς κακῆς ἀγωγιμότητος τοῦ κενοῦ ἔρος χώρου γίνεται εἰς τὰ δοχεῖα τοῦ Dewar, τὰ ὅποια εἶναι δοχεῖα μὲ διπλᾶ δάλινα τοιχώματα. Τομὰς δύο τοιούτων δοχείων παριστᾷ τὸ σχῆμα 139. Ἀπὸ τὸ διάμε-

M. Μαρκέτον. Στόιχεῖα Φυσικῆς Ε΄ Γυμνασίου "Εκδ. Ζ' 1939. 12

σον τῶν τοιχωμάτων ἔχει ἀφαιρεθῆ ὁ ἄήρ, ὅστε εἰναι πολὺ δύ-
σκολος ἡ ἐναλλαγὴ θερμότητος μὲ τὸ περιβάλλον.



Σχ. 139.

Εἰς τοιαῦτα δοχεῖα συλλέγονται τὰ ὑγρο-
ποιημένα ἀέρια, χρησιμοποιοῦνται δὲ καὶ πρὸς
διατήρησιν θερμῶν καὶ ψυχρῶν τροφῶν ἐπ'
ἀρκετὰς ὥρας.

Πλεῖσται ἀλλαι ἐφαρμογαὶ τῆς καλῆς ἢ
κακῆς ἀγωγιμότητος τῶν σωμάτων γίνονται εἰς
τὴν καθημερινὴν ζωήν.

Τὰ μαγειρικὰ σκεύη, αἱ θύραι τῶν θερμα-
στρῶν, εἰναι ἐφωδιασμέναι μὲ λαβᾶς ἔυλινας ἢ ἐκ πωρσελάνης.
Κατὰ τὸν χειμῶνα τὰ εὐπαθῆ φυτὰ καλύπτονται μὲ στρῶμα ἀχύ-
ρου, διὰ νὰ προσφυλαχθοῦν ἀπὸ τὸ φῦχος. Τὰ μέταλλα ἢ τὰ μάρ-
μαρα ἐνὸς ψυχροῦ δωματίου μᾶς φαίνονται ψυχρότερα ἀπὸ τοὺς
τάπητας ἢ τὰ ἔυλινα ἐπιπλὰ τοῦ αὐτοῦ δωματίου, ἀν καὶ ἔχουν
τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Διότι τὰ πρῶτα ὡς εὐθερμαγωγά, ἀφαι-
ροῦν ταχέως θερμότητα ἀπὸ τὴν χεῖρά μας. Τὸ ἀντίθετον συμ-
βαίνει εἰς χῶρον θερμότερον τοῦ σώματός μας.

202. Σος τρόποις. Μεταφορὰ τῆς θερμότητος. Μετα-
φορὰ τῆς θερμότητος καλεῖται ἡ μετάδοσις αὐτῆς διὰ κινουμένης
βληγῆς. Διὰ μεταφορᾶς θερμαίνονται τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια.

“Οταν θέσωμεν ἄνωθεν τῆς πυρᾶς δοχεῖον μὲ ὑδωρ, θερμαί-
νεται πρῶτον τὸ δοχεῖον δι’ ἀγωγῆς. Ἐκ τοῦ δοχείου πάλιν δι’
ἀγωγῆς μεταδίδεται ἡ θερμότης εἰς τὸ παρὰ τὸν πυθμένα ὑδωρ,
τὸ δόπιον καθιστάμενον διὰ θερμότητος χραιστέρον ἀνέρχεται,
ἐνῷ ψυχρὸν ὑδωρ ἔρχεται καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν του. Τοῦτο
θερμαίνεται δμοίως καὶ ἀνέρχεται καὶ οὕτω καθεξῆς διὰ τῶν συνε-
χῶν ρευμάτων ἐπέρχεται ἡ θέρμανσις δλοκλήρου τῆς μάζης τοῦ
ὑδατος.

Τὰ ρεύματα ταῦτα παρακολουθοῦμεν εὔκόλως ἀν θερμάνωμεν
τὸ ὑδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου καὶ ρίψωμεν ἐντὸς ρινίσματα ξύ-
λου ἢ ἀλλα ἐλαφρὰ σωμάτια.

Ἐπίσης διακρίνομεν τὰ ρεύματα διὰ τοῦ ἔξης πειράματος:

Τὸν σωλήνα τοῦ σχήματος 140 πληροῦμεν ὑδατος καὶ διθίζο-
μεν τὸ ἐν σκέλος του ἐντὸς λεικάνης περιεχούσης ὑδωρ χρωματι-
σμένον. “Αν θερμάνωμεν τὴν γωνίαν Α, παρατηροῦμεν δὲ τὸ χρω-
ματισμένον ὑδωρ τῆς λεικάνης ἀνέρχεται καὶ σχηματίζεται ρεῦμα

κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν θελῶν, ἐκ δὲ τοῦ ἄλλου σκέλους ρέει θερμὸν οὐδωρ.

Εἰς τὰ ἀέρια ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος γίνεται κυρίως διὰ μεταφορᾶς. Διὰ τοῦτο ἂν ἐμποδίσωμεν τὴν παραγωγὴν ρευμάτων ἐντὸς χώρου πλήρους ἀέρος, ἐμποδίζομεν πάρα πολὺ τὴν μετάδοσιν τῆς θερμότητος. Παρακαλούμεν δὲ τὴν κίνησιν τοῦ ἀέρος πληροῦντες τὸν χῶρον διὰ πιτύρου, ἀχύρου, δάκρυβακος καὶ ἐν γένει διὰ μικρῶν σωματίων, κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος, διότι ἂν εἴναι καλοὶ ἀγωγοί, ἐμποδίζοντες τὴν διὰ ρευμάτων μετάδοσιν τῆς θερμότητος εύκολύνομεν τὴν διὰ ἀγωγῆς. Οὕτω π. χ. ὁ πάγρος διατηρεῖται πολὺ καλὰ ἐντὸς πριενιδίων ξύλου.



Σχ. 140

Σπουδαίαν πρακτικὴν ἔφαρμογὴν τῆς διὰ μεταφορᾶς μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀποτελεῖ ἡ θέρμανσις τῶν οἰκιῶν διὰ τῆς κυκλοφορίας θερμοῦ οὐδατος ἐντὸς καταλλήλως τοποθετημένων σωλήνων (καλοριφέρ).

Ἡ ἔξισισις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν οἰκιῶν γίνεται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς διὰ μεταφορᾶς θερμοῦ ἀέρος ἀπὸ ἐνὸς δωματίου εἰς ἄλλο. Τὰ ρεύματα, οἱ ἀνεμοί διφείλονται εἰς τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ δύο γωρῶν.

Ἐπίσης ἡ θέρμαντικὴ ἐπίδρασις τῶν ἐνδυμάτων διφείλεται κυρίως εἰς τὸ ὅτι διὰ αὐτῶν ἐμποδίζεται ἡ κυκλοφορία τοῦ ἀέρος περὶ τὸ σώμα μας.

203. Ζος τρόπος. Ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος. Κατὰ τὴν μετάδοσιν τῆς θερμότητος διὰ ἀγωγῆς καὶ διὰ μεταφορᾶς διάρχει ἀνάγκη οὐλικοῦ σώματος, μέσῳ τοῦ δποίου μεταδίδεται ἡ θερμότης. Γνωρίζομεν διμας διὰ ἐναλλαγὴ θερμότητος λαμβάνει χώραν καὶ μεταξὺ σωμάτων, μεταξὺ τῶν δποίων δὲν διάρχει οὐλη.

Ἡ ήλιακὴ θερμότης ἔρχεται εἰς τὴν γῆν, ἐνῷ εἰς τὸ μεταξὺ Ἡλίου καὶ Γῆς διάστημα, δὲν διάρχει οὐλη. Ἄν ἔχωμεν θερμόμετρον ἐντὸς οὐαλίνης σφαίρας, ἀπὸ τὴν ἐποίαν ἀφηρέθη διὰ κήρη, καὶ θέσωμεν αὐτὸν ἀπέναντι θερμοῦ σώματος, παρατηροῦμεν ἔτι δεικνύει αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας. Ἀρα ἡ θερμότης μετεδόθη ἐντὸς τῆς σφαίρας.

Ο τρόπος οὗτος τῆς μεταδόσεως τῆς θερμότητος είναι διμοιος

πρὸς τὸν τρόπον μεταδόσεως τοῦ φωτός, τὸ δόποιον δὲν ἔχει ἀνάγκην ὅλης διὰ τὴν μετάδοσίν του, καλεῖται δὲ μετάδοσις δι^{*} ἀκτινοβολίας. "Οπως διὰ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταδίδεται τὸ φῶς οὕτω καὶ ἡ θερμότης διὰ τῶν θερμικῶν ἀκτίνων.

* Η ὑπαρξίας ὅλης δὲν ἔμποδίζει τὴν θερμικήν ἀκτινοθολίαν. Οὕτω πᾶν σώμα, εἴτε ὑπάρχει περὶ αὐτὸν ἄχρι καὶ γενικῶς ὅλη εἴτε δχι, ἀκτινεσθολεῖ εἰς τὸ περιβάλλον θερμότητα καὶ λαμβάνει δι^{*} ἀκτινοθολίας θερμότητα ἐκ τοῦ περιβάλλοντος. "Οταν ἡ θερμοκρασία του εἶναι μεγαλύτερα τῆς του περιβάλλοντος, ἀκτινοθολεῖ μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος, ἢ δοσον δέχεται ἐκ τοῦ περιβάλλοντος, δταν δὲ είναι μικρότερα ἀκτινοθολεῖ μικρότερον ποσὸν θερμότητος ἐκείνου, τὸ δόποιον δέχεται ἐκ τοῦ περιβάλλοντος.

*204 Ἀναλογία θερμικῶν ἀκτίνων πρὸς τὰς φωτεινάς. Γνωρίζομεν δτι ὑπάρχουν σώματα ἐπιτρέποντα τὴν διάδασιν τοῦ φωτός, διὰ τῆς μάζης των, τὰ διαφανῆ, καὶ ἀλλα ἔμποδίζοντα τοῦτο, τὰ ἀδιαφανῆ. Καὶ πρὸς τὴν θερμικήν ἀκτινεσθολίαν ἐπίσης, δὲν φέρονται δμοίως ὅλα τὰ σώματα. "Εχομεν σώματα ἐπιτρέποντα τὴν διόδον τῶν θερμικῶν ἀκτίνων, τὰ διάθερμα καὶ ἀλλα ἔμποδίζοντα αὐτήν, τὰ ἀδιάθερμα.

Π. χ. τὸ δρυκτὸν ἄλας, ἡ ὄχλος, είναι σώματα διάθερμα. Διὰ τοῦτο τὸ δρυκτὸν ἄλας χρησιμοποιεῖται πρὸς μελέτην τῶν νόμων, κατὰ τοὺς δόποιους διαδίδονται αἱ θερμικαὶ ἀκτίνες, δπως ἡ ὄχλος χρησιμοποιεῖται διὰ τὰς φωτεινὰς ἀκτίνας.

Οἱ νόμοι διαδόσεως τῶν θερμικῶν ἀκτίνων εἶναι ἐντελῶς δμοίως πρὸς τοὺς νόμους τῆς διαδόσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Καὶ αἱ θερμικαὶ ἀκτίνες διαδίδονται εύθυγράμμως, ἀνακλῶνται καὶ διαθλῶνται δπως αἱ φωτειναὶ.

* Η ἔντασις τῆς ὑπὸ τινος σώματος ἀκτινοθολουμένης θερμότητος ἔξαρταται ἐκ τῆς φύσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Αἰθαλωμένη καὶ γενικῶς σκοτεινὴ ἐπιφάνεια ἀκτινοθολεῖ ἐντατικώτερον λευκής. "Ἐπίσης ἡ τραχεῖα ἐντατικώτερον τῆς λείας καὶ στιλπνῆς. Τοῦτο φαίνεται διὰ τοῦ ἔξης πειράματος:

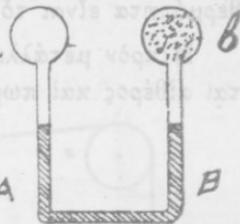
* Πληροῦμεν θερμικούς διαδάστες μετάλλιον κύδον, τοῦ δόποιου ἡ μία ἐκ τῶν κατακρύψων ἐπιφανειῶν εἶναι λεία καὶ στιλπνὴ ἡ δευτέρα τραχεῖα, ἡ τρίτη λευκὴ καὶ ἡ τετάρτη αἰθαλωμένη. "Εάν εἰς λείας ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν τεσσάρων ἐπιφανειῶν θέσωμεν τέσσαρα

* Η παράγραφος αὐτῇ δύναται νὰ παραλειφθῇ.

Θερμόμετρα Τ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἀπέναντι τῆς αἰθαλωμένης πλευρᾶς θερμόμετρον δεικνύει ταχύτατα αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας θραδύτερον τὸ ἀπέναντι τῆς τραχείας, ἐνῷ τὸ ἀπέναντι τῆς λείας θραδύτερον δὲ λαν.

205. Σχέσις ἀπορροφήσεως καὶ ἐκπομπῆς. Αἱ ἐπιφάνειαι αἱ ὁποῖαι ἀκτινοβολοῦν ἐντατικῶς, ἀπορροφοῦν καὶ μέγα ποσὸν θερμότητος, αἱ δὲ τεθοῦν ἀπέναντι θερμοτέρου σώματος.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ αἰθαλωμένη ἐπιφάνεια ἀκτινοβολεῖ ἐντατικῶς. Διὰ τοῦ ἔξης πειράματος θλέπομεν ὅτι καὶ ἀπορροφᾷ λιχυρῶς.



Σχ. 141

Δύο σφαῖραι δάλιναι (σχ. 141), ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία (ἡ 6) εἶναι ἔξωτερικῶς αἰθαλωμένη, συγκοινωνοῦν δὲ ὑπόλιγον σωλήνης πλήρους βάθοτος. "Αν τεθοῦν ἀπέναντι θερμοῦ σώματος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ βδῶρ κατέρχεται εἰς τὸ σκέλος Β. "Αρα ἡ 6 ἐθερμάνθη ταχύτερον τῆς α καὶ δ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ διεστάλη. "Αν τώρα θέσωμεν τὸ δργανὸν ἀπέναντι ψυχροτέρου σώματος, π.χ. πάγου ἡ 6 ἀκτινοβολεῖ ταχύτερον τὴν ἀπορροφηθεῖσαν θερμότητα ἥ ἥ α, ψύχεται δ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ, καὶ τὸ βδῶρ ἀνέρχεται εἰς τὸ σκέλος Β.

Τὸ θέρος φοροῦμεν ἐνδύματα ἀνοικτοῦ χρώματος, διότι τὰ ἀνοικτοῦ χρώματα ἐνδύματα ἀπορροφοῦν διηγώτερον τὴν θερμότητα τοῦ περιβάλλοντος. Αἱ θερμαὶ ἡ ψυχραὶ τροφαὶ (τέέν, ακαφές, παγωτό), διατηροῦν πολὺ περισσότερον χρόνον τὴν θερμοκρασίαν των ἐντὸς δοχείων στιλπνῶν, διότι ταῦτα οὕτε ἀκτινοβολοῦν λιχυρῶς εἰς τὸ περιβάλλον τὴν θερμότητα τῶν ἐντὸς αὐτῶν θερμῶν τροφῶν, οὕτε ἀπορροφοῦν λιχυρῶς ἐκ τοῦ περιβάλλοντος θερμότητα, ὥστε γὰ θερμάνουν τὰς ἐντὸς ψυχρὰς τροφάς. Διὰ τοῦτο καὶ τὰ τοιχώματα τῶν δοχείων Ντγιούρο εἶναι ἐντελῶς λεῖα καὶ ἐσωτερικῶς ἐπάργυρα, ὥστε ἀποτελοῦν κάτοπτρον καὶ οὕτως ἀκτινοβολοῦν ἐλάχιστα,

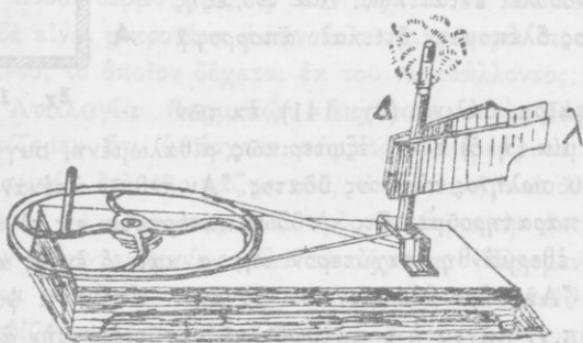
Θερμότης καὶ ἔργον.—Ἄτμομηχαναί.

206. Θερμότης καὶ ἔργον. "Οταν τρίβωμεν τὰς χειράς μας θερμαίνονται. "Η πηγὴ τῆς θερμότητος ἐδῶ εἶναι τὸ ἔργον, τὸ δποῖον κάμνομεν τρίβοντες τὰς χειρας. "Εχομεν λοιπὸν μεταβολὴν τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.

Ἐπίσης διὰ τῆς τριβῆς θερμαίνομεν τὰ πυρεῖα μέχρις ἀναφλέξεως. Ἀν κτυπήσωμεν ἐπανειλημμένως εἰς τὸ αὐτὸν μέρος παρατηροῦμεν ὑψώσιν τῆς θερμοκρασίας του. Τὸ ἔργον τῆς κρύσεως μετεβλήθη εἰς θερμότητα.

Κλασσικὸν πείραμα δεικνύον τὴν μεταβολὴν τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα εἶναι τὸ ἔξης πείραμα τοῦ Tyndall.

Μικρὸν μετάλλινον κυλινδρικὸν δοχεῖον Δ (σχ. 142), πληροῦται αιθέρος καὶ πωματίζεται διὰ φελλοῦ. Εἴτα τίθεται εἰς περι-



Σχ. 142

στροφικὴν κίνησιν, ἐνῷ πιέζεται διὰ ξυλίνης λαβίδος λ. Τοιούτοις πρόπως, ἔχει ὅπου ἐφαρμόζεται λαβίς, τὸ δοχεῖον ὑφίσταται ἰσχυρὰν τριβήν.

Μετ' ὀλίγον τὸ δοχεῖον ἐκπωματίζεται ἀποτόμως, διότι διὰ τῆς τριβῆς ἀνεπτύχθη θερμότης, ἥτις προεκάλεσε τὴν ζέσιν τοῦ αιθέρος καὶ τὴν ἐκτίναξιν τοῦ πώματος ὑπὸ τῶν ἀτμῶν αὔτοῦ.

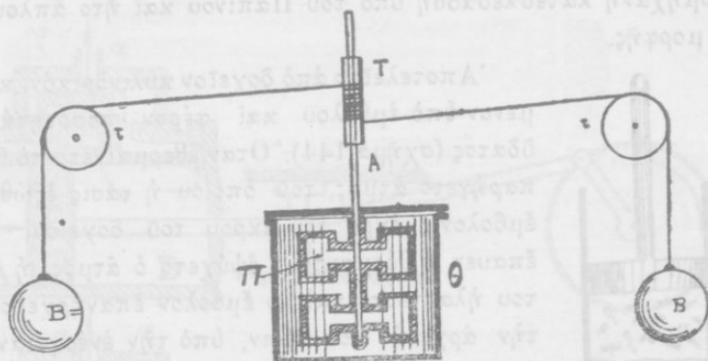
207. Μηχανικὸν ἴσοδύναμον τῆς θερμότητος. Διὰ καταλλήλων πειραμάτων, εἰς τὰ δόπια ἐμετρεῖτο τὸ καταναλισκόμενον ἔργον καὶ τὸ ἀναπτυσσόμενον ποσὸν τῆς θερμότητος, ενρέθη ὅτι ὑπάρχει ὡρισμένη σχέσις μεταξὺ τῶν δύο τούτων ποσῶν. Δηλαδὴ ὡρισμένον ἔργον παράγει πάντοτε τὸ αὐτὸν ποσὸν θερμότητος.

Ἐν ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων εἶναι τὸ τοῦ Joule.

Ἡ συσκευὴ Joule ἀποτελεῖται ἀπὸ θερμιδόμετρου Θ, φέρον ἄξονα Α, ἐπὶ τοῦ ὅποιου εἶναι προσκεκολημένα πτερύγια II (σχ. 143).

Εἰς τὸν ἄξονα τυλίγονται κατ' ἀντίθετον φοράν δύο νήματα,

τὰ δύο ια στηρίζονται εἰς τὰς βοηθητικὰς τροχαῖας ταὶς φέρουν εἰς τὰ ἄκρα δύο ίσα βάρη. "Οταν πίπτουν τὰ βάρη, παράγεται ἔργον (δλ. § 86). Τὸ ἔργον τοῦτο διὰ τῶν γημάτων μεταδίδεται εἰς τὸν ἀξονα, δέ ποιος περιστρέφεται. Ἐκ τῆς τριβῆς τῶν πτερυγίων πρὸς τὸ ὅδωρ τοῦ θερμιδομέτρου ἀναπτύσσεται θερμότης, ἢ δύοια ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὅδατος.



Σχ. 143.

Τὸ ἔργον ὑπολογίζομεν ὡς γνωστόν, ἐκ τῶν βαρῶν καὶ τοῦ δρόμου. Ἐὰν π. γ. πίπτῃ βάρος 1 Kg ἀπὸ ὅψους 2m. μέχρι τοῦ ἐδάφους, παράγεται ἔργον ἵσου πρὸς $1 \times 2 = 2$ χιλιογραμμόμετρα.

Τὸ ἀναπτυχθὲν ποσὸν θερμότητος προσδιερίζομεν διὰ τοῦ θερμιδομέτρου.

'Ἐκ τῶν πειραμάτων εὑρέθη διὰ διὰ νὰ παραχθῇ θερμότης ἵση πρὸς μίαν μεγάλην θερμίδα, πρέπει νὰ δικανηθῇ ἔργον ἵσου πρὸς 427 περίπου χιλιογραμμόμετρα.

Τὸ ποσὸν τούτου τοῦ ἔργου λέγεται μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος.

"Οπως τὸ μηχανικὸν ἔργον παράγει θερμότητα, οὕτω δύναται καὶ ἡ θερμότης νὰ μεταβληθῇ εἰς μηχανικὸν ἔργον.

'Η δὲ σχέσις τῆς θερμότητος καὶ ἔργου εἶναι ἡ αὐτὴ τῆς ἀντιστρόφου μεταβολῆς. Δηλαδὴ μία μεγάλη θερμίς παράγει ἔργον ἵσου πρὸς 427 χιλιογραμμόμετρα.

'Απλοῦν παράδειγμα παραγωγῆς ἔργου ὑπὸ τῆς θερμότητος ἔχομεν εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα τοῦ Tyndall, διόπου ἔνεκα τῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος παραχθέντων ἀτμῶν ἐξετινάχθη τὸ πῶμα: Κυρίως δμως ἢ μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον γίνεται διὰ

πολύπλοκωτέρων συσκευῶν, διπος αἱ ἀτμομηχαναὶ, τὰς ὁποίας θὰ ἔξετάσωμεν ἀμέσως.

208. Ἀτμομηχαναῖ. Εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς ἡ θερμότης μετατρέπεται εἰς ἔργον δι' ἐνδιαμέσου παραγωγῆς ἀτμῶν.

Δηλαδὴ ἡ θερμότης χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ παράγῃ ἀτμόν, διόποιος χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παραγωγὴν ἔργου. Ἡ πρώτη ἀτμομηχανὴ κατεσκευάσθη ὑπὸ τοῦ Παπίνου καὶ ἦτο ἀπλουστάτης μορφῆς.



Σχ. 144.

Ἄποτελεῖτο ἀπὸ δοχεῖον κυλινδρικόν, κλειστὸν ὑπὸ ἐμβόλου καὶ φέρον ποσότητά τινα ὄντας (σχῆμα 144). Οταν ἐθερμαίνετο τὸ ὄντωρ, παρήγετο ἀτμός, τοῦ δποίου ἡ τάσις ἔξωθει τὸ ἐμβόλον μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ δοχείου. Ἐὰν ἔπαυεν ἡ θέρμανσις, ἐψύχετο δὲ ἀτμός, ἡ τάσις του ἤλαττοντο καὶ τὸ ἐμβόλον ἐπανήρχετο εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν, ὅπο τὴν ἐνέργειαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως καὶ τοῦ δάρους του.

Ἐπαναλαμβανομένης τῆς θερμάνσεως ὥθετο πάλιν τὸ ἐμβόλον καὶ ψυχομένου τοῦ ἀτμοῦ ἐπανήρχετο εἰς τὴν θέσιν του κ.ο.κ. Τὸ ἐμβόλον ἐκινεῖτο δτὲ μὲν κατὰ τὴν μίαν φορὰν δτὲ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, δηλαδὴ παλινδρομικῶς.

Εἰς τὴν πρωτόγονον ταύτην ἀτμομηχανὴν τὸ ὄντωρ, δὲ ἀτμὸς καὶ τὸ ἐμβόλον εὑρίσκονται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ δοχείου.

209. Νεώτεραι ἀτμομηχαναῖ. Αἱ νεώτεραι ἀτμομηχαναὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὰ ἔξης κύρια μέρη:

1) Ἀπὸ τὸν λέβητα, εἰς τὸν δποῖον παράγεται δὲ ἀτμός.

2) Ἀπὸ τὸν κύλινδρον, ἐντὸς τοῦ δποίου κινεῖται τὸ ἐμβόλον καὶ εἰς τὸν δποῖον διαβιβάζεται δὲ ἀτμός.

3) Ἀπὸ τὸν ψυκτήρα.

4) Σύστημα διὰ τοῦ δποίου ἡ παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἐμβόλου μεταβάλλεται εἰς περιστροφικὴν καὶ χρησιμοποιεῖται ἔξω τῆς μηχανῆς.

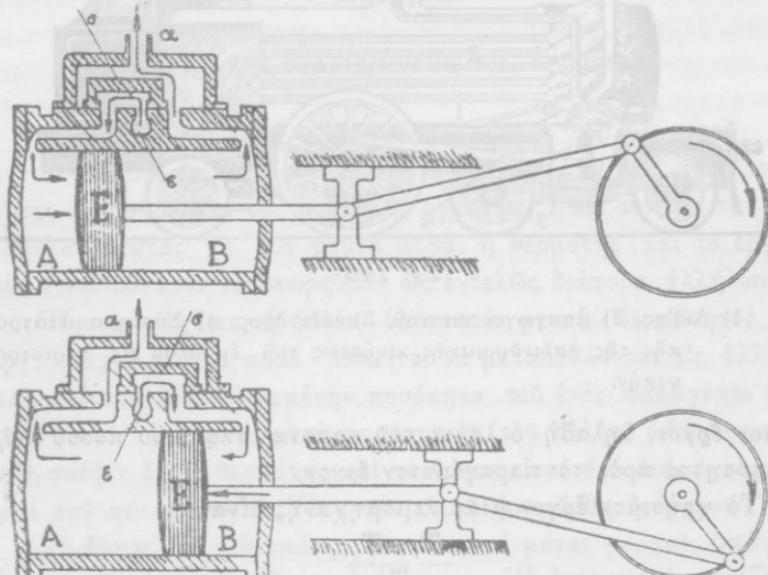
Ἡ λειτουργία τῆς ἀτμομηχανῆς εἶναι, εἰς γενικωτάτας γραμμάς, ἡ ἔξης:

Οἱ ἀτμὸς ἔρχεται διὰ τῆς διπῆς ε (σχ. 145 α, β) ἐκ τοῦ λέβητος εἰς τὸν κύλινδρον ὑπὸ πίεσιν. Οἱ κύλινδρος χωρίζεται διὰ τοῦ ἐμβόλου Ε εἰς δύο τμῆματα Α καὶ Β. Ἡ δπὴ ε, διὰ τῆς δποίας

μεταβιβάζεται ἐκ τοῦ λέσθητος ὁ ἀτμὸς τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ἐν-
αλλάξ, πότε μὲ τὸν χῶρον Α καὶ πότε μὲ τὸν Β.

Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται τῇ θοηθείᾳ τοῦ σύρτου σ. ὁ ἐποῖος λαμ-
βάνει διαδοχικῶς τὰς θέσεις τοῦ σχήματος α καὶ β. Τὰ δέλη δει-
κνύουν τὸν δρόμον τοῦ ἀτμοῦ.

“Οταν τὸ ἔμβολον εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν, τὴν δποίαν ἔχει εἰς



Ex. 145α.

τὸ σχ. 145α, ἡ δπὴ ε συγκοινωνεῖ μὲ τὸν χῶρον Α, εἰσέρχε-
ται ὁ ἀτμὸς ὑπὸ ισχυρὰν πίεσιν καὶ ὠθεῖ τὸ ἔμβολον πρὸς τὴν θέ-
σιν τοῦ σχ. Β.

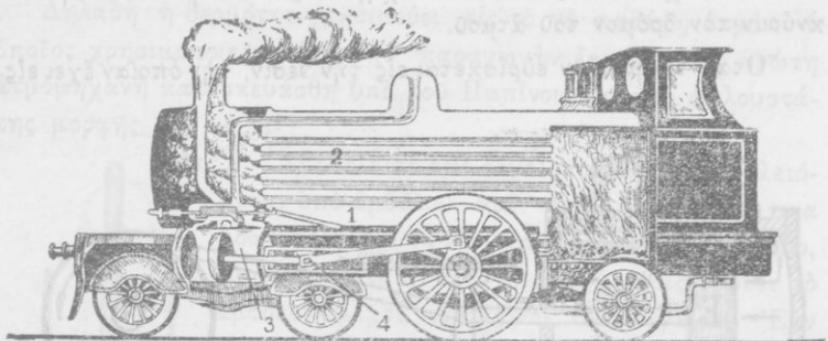
“Οταν ἡ δπὴ ε τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸν χῶρον Β, ὠθεῖ
τὸ ἔμβολον ἐκ νέου πρὸς τὴν θέσιν τοῦ σχ. 145α, ἐνῷ ὁ ἀτμὸς τοῦ
χώρου Α ἔξερχεται ἐκ τοῦ σωλῆνος α καὶ οὕτω δὲν ἐμποδίζει τὴν
κίνησιν τοῦ ἔμβολου.

“Η παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἔμβολου διὰ καταλλήλου διατά-
ξεως μεταβάλλεται εἰς περιστροφικήν.

210. Χρήσιμον ἔογον ἀτμομηχανῆς. Τὸ ἔργον, τὸ δποῖον
παράγει μία ἀτμομηχανὴ ἔξαρταται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀτμοῦ
καὶ ἀπὸ τὸ μέγεθος καὶ τὴν διαδρομὴν τοῦ ἔμβολου. Θεω-
ρητικῶς δὲ είναι ἵσων μὲ $W = (F - h) \times \tau \times \chi$ δπου Ε είναι ἡ τάσις

τοῦ ἀτμοῦ τοῦ λέβητος, ή ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ φυκτῆρος, τὴν τομὴν τοῦ ἐμβόλου καὶ χὴ διαδρομὴν τοῦ ἐμβόλου.

Ἐνδιαφέρει κυρίως εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς τὸ καλούμενον χερ-



Σχ. 146

1) Λέβητος, 2) ἀπαγωγοὶ καπνοῦ, 3) κύλινδρος, 4) Σύστημα μετατροπῆς τῆς πατινδρομικῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου εἰς περιστροφικήν.

σιμον ἔργον, δηλαδὴ ὁ λόγος τοῦ καταγαλισκομένου ποσοῦ τῆς θερμότητος πρὸς τὸ παραγόμενον ἔργον.

Τὸ χρήσιμον ἔργον μιᾶς ἀτμομηχανῆς εἶναι :

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Ἐνθα T_1 εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ λέβητος καὶ T_2 ἡ τοῦ φυκτῆρος.

Παρατηροῦμεν ὅτι, δύον μεγαλύτερα εἶναι ἡ διαφορὰ τῶν δύο αὐτῶν θερμοκρασιῶν, τόσον μεγαλύτερον τὸ ὠφέλιμον ἔργον. Τὸ ὠφέλιμον ἔργον τῶν ἀτμομηχανῶν εἶναι πολὺ μικρόν. Συνήθως μόνον περὶ τὰ 15%, ἀπὸ τὸ καταγαλισκόμενον ποσὸν θερμότητος μεταβάλλεται εἰς χρήσιμον ἔργον, τὰ ὑπόλοιπα 85% διαφεύγουν. Τὸ σχ. 146 παριστὰ κατακόρυφον τομὴν ἀτμομηχανῆς ἀμαξοστοιχίας.

211. Μηχαναὶ δι' ἐκρήξεως. Πολὺ οἰκονομικώτεραι τῶν ἀτμομηχανῶν εἶναι αἱ μηχαναὶ δι' ἐκρήξεως. Αὗται διαφέρουν ἀπὸ τὰς ἀτμομηχανάς, καθότι δὲν διαδιέχεται ἀτμὸς ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, ἀλλὰ πληροῦται περισσειῶς ὁ κύλινδρος μὲν ἐκρηκτικὸν ἀέριον, τὸ δποῖον ἀναφλέγεται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἐπ τῆς ἐκρήξεως προκαλεῖται ἡ ὥθησις τοῦ ἐμβόλου. Τοιοῦτοι εἶναι π. χ. οἱ

κινητήρες τῶν αὐτοκινήτων, εἰς τοὺς ἀποίους ὡς ἐκρηκτικὸν μῆγμα χρησιμοποιοῦνται ἀτμοὶ θενάνης καὶ ἀέρος καὶ ἡ ἐκρηκτικὴ προκαλεῖται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα.

Εἰς τὰς μηχανὰς δι’ ἐκρήξεως τὸ χρήσιμον ἔργυν δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι 34 %.

Ἐνέργεια.

Αρχὴ τῆς διατηρούσεως τῆς ἐνέργειας.

212. Μορφαὶ τῆς ἐνέργειας. Λόγῳ τοῦ δυνατοῦ τῆς μεταβολῆς τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα καὶ ἀντιστρόφως τῆς θερμότητος εἰς ἔργον καὶ τῆς σταθερᾶς σχέσεως, ήτις συνδέει τὰς μεταβολὰς ταύτας, τὰ δύο ταῦτα ποσά, ή θερμότης καὶ τὸ ἔργον, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἐντελῶς διάφορα ἄλληλαν.

Ἡ στενὴ σχέσις, ή δποία ὑφίσταται μεταξὺ θερμότητος καὶ ἔργου, ἀφοῦ τὰ δύο ποσὰ δύνανται νὰ μεταβάλλονται εἰς ἄλληλα καὶ μέλιστα ἀπὸ ὥρισμένην ποσότητα τοῦ ἐνδεικτικοῦ παράγεται ὥρισμένη καὶ πάντοτε ή αὐτὴ ποσότης ἐκ τοῦ ἄλλου, ὥδηγησεν εἰς τὴν σκέψιν ὅτι ἡ θερμότης καὶ τὸ ἔργον εἶναι δύο διάφοροι μορφαὶ τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ. Τὸ ποσὸν τοῦτο ὠνομάσθη ἐνέργεια.

Τὸ ἔργον καὶ ἡ θερμότης δὲν εἶναι αἱ μόναι μορφαί, ὑπὸ τὰς δποίας μᾶς παρουσιάζεται ἡ ἐνέργεια. Ἡ ἐνέργεια ἐμφανίζεται καὶ ὑπὸ ἄλλας μορφάς, τὰς δποίας δραδύτερον θὰ μελετήσωμεν πρὸς τὸ παρὸν δέ, θὰ τὰς ἀναφέρωμεν ἀπλῶς.

“Ολαι αἱ μορφαὶ τῆς ἐνέργειας δύνανται τὰ μετατρέπωνται εἰς ἄλληλας καὶ ἡ μετατροπὴ αὗτη γίνεται καθ” ὀρισμένας καὶ πάντοτε τὰς αὐτὰς ἀναλογίας.

II. χ. Εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς ἔχομεν, ὡς γνωστόν, μεταβολὴν τῆς θερμότητος (δηλαδὴ τῆς θερμικῆς ἐνέργειας) εἰς ἔργον, (δηλαδὴ εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν). Ἀλλ’ ἡ θερμικὴ ἐνέργεια προσήλθεν ἐκ τῆς καύσεως ἀνθράκων η τοῦ πετρελαίου τῆς μηχανῆς, ἐκ τῆς ἐνώσεως δηλ., τῆς καυσίμου ὅλης μετὰ τοῦ δξυγόνου καὶ τοῦ ἔρως. Ὅστε εἰς τὴν καύσιμον ὅλην ὑπάρχει ἐγκεκλεισμένη ἐνέργεια, ή δποία ἀποδίδεται ὡς θερμικὴ ἐνέργεια κατὰ τὴν καῦσιν.

Ἡ ἐνέργεια αὕτη, ήτις καθίσταται καταφανής, ὅταν λάθη χώραν χημικόν τι φαινόμενον, δπως εἶναι ή καῦσις, καλεῖται χημικὴ ἐνέργεια.

Βραδύτερον θὰ γνωρίσωμεν τὰς μηχανάς, αἵτινες παράγουν τὸν ἡλεκτρισμόν, δηλαδὴ τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Εἰς τοιαύτας ἔχομεν διαδοχικῶς τὰς ἑξῆς μεταβολάς:

1) Μεταβολὴ τῆς χημικῆς ἐνέργειας εἰς θερμότητα.

2) Μεταβολὴ τῆς θερμικῆς ἐνέργειας εἰς κινητικήν καὶ

3) Μεταβολὴ τῆς κινητικῆς εἰς ἡλεκτρικήν.

Εἶναι γνωστόταται δὲ αἱ μεταβολαὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἰς τὰς ἄλλας μορφάς, εἰς θερμικήν (π. χ. ἡλεκτρικαὶ θερμάστραι) εἰς κινητικήν, (π. χ. ἡλεκτρικοὶ ἀνεμιστήρες), εἰς χημικήν (γαλ-βανοπλαστική).

213. Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Ἐνῷ ἡ μετατροπὴ τῶν διαφόρων μορφῶν τῆς ἐνέργειας εἰς ἄλληλας κα-θημερινῶς πραγματοποιεῖται, οὐδέποτε δύμας καταρράθη νὰ παραχθῇ οἰαδήποτε μορφὴ ἐνέργειας ἐκ τοῦ μηδενός.

Οσάκις ἐμφανίζεται μορφή τις ἐνέργειας, πάντοτε θὰ ἔχῃ ἑξα-φανισθῇ ἄλλη τις μορφή, ἐκ τῆς δροσίας παρήγθη ἢ δευτέρα. Ἐπί-σης ἡ παρατήρησις ἔδειξεν δτὶ ἡ ἐνέργεια σύδεποτε καταστρέφεται. "Οταν μία μορφὴ ἐνέργειας ἑξαφανίζεται μία νέα μορφὴ θὰ ἔχῃ προκύψει ἐξ αυτῆς. "Ωστε ἡ ἐνέργεια, δπως καὶ ἡ θλη ὅπτε γενιαται, οὔτε καταστρέφεται, ἀλλὰ μόνον μετατρέπεται. Ἡ ἐν κόσμῳ ἐνέργεια εἶναι σταθερά.

Ἡ ἀρχὴ αὕτη, καλούμενη ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνερ-γείας, εἶναι ἡ θεμελιώδης ἀρχὴ τῆς Φυσικῆς, δπως ἡ ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς θλης εἶναι ἡ θεμελιώδης ἀρχὴ τῆς Χημείας.

Ἐπὶ πολλοὺς αἰώνας οἱ ἀνθρώποι προσεπάθησαν νὰ κατα-σκευάσσουν τὸ ἀεικίνητον, μηχανὴν δηλαδὴ, ἣ δροσία θὰ ἥδυνατο νὰ παράγῃ ἐκ τοῦ μηδενὸς ἐνέργειαν, ἀλλὰ τελικῶς τοῦτο ἀπε-δείχθη ἀδύνατον.

Μετεωρολογικὰ φαινόμενα

ὅφειλόμενα εἰς τὴν θερμότητα

214. Δρόσος—πάχνη. Ἐνίστε τὴν πρωῖαν παρατηροῦμεν ἐπὶ τῶν ἐν ὑπαίθρῳ διανυκτερευσάντων σωμάτων σταγονίδια ὑδα-τος, τὰ δροσῖα καλούμενη δρόσοι.

Ἡ δρόσος δὲν πίπτει ὡς δροσή, ἀλλὰ σχηματίζεται ἐκεῖ δπον τὴν βλέπομεν διὰ συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀτμοσφαιρι-κοῦ ἀέρος, δταν οὕτος ψυχθῇ διὰ τῆς ἐπαφῆς πρὸς τὰ ψυχρὰ σώ-

ματα. Δρόσος σχηματίζεται εἰς μεγαλυσέραν πισσάτητα ἐπὶ τῶν φύλλων τῶν φυτῶν. Αἴτια τούτου εἶναι τὸ δτιή τραχεῖα ἐπιφάνεια τῶν φύλλων ἀκτινοβολεῖ τὴν νύκτα ἐνσατικῶς θερμότητα εἰς τὸ περιβάλλον. (βλ. § 192) καὶ φύγεται λιχυρῶς, ἐνῷ ἀφ' ἑτέρου, δὲν παραλαμβάνει ἐκ τοῦ ἐδάφους, διότι τὰ φυτὰ εἶναι κακοὶ ἄγωγοι τῆς θερμότητος.

Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι ηδη ἀρκετά ταπεινή, ή ἐκ τῆς ἐπαφῆς μετὰ τῶν ψυχροτέρων σωμάτων τοῦ ἐδάφους προκαλουμένη πτῶσις της, εἶναι ἐνίστε ἀρκετὴ διὰνὰ παγώσῃ τὴν σχηματιζόμενην δρόσον, διότε ἔχομεν τὴν πάχνην.

215. Νέφη. Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτωτάτων σταγονιδίων βδατος, προερχομένων ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν εἰς τὰ ἀνώτερα ψυχρὰ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας.

Τὰ νέφη διείλουν τὴν γένεσίν των κυρίως εἰς τὰ ρεύματα τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἐὰν ρεῦμα θερμοῦ καὶ ὑγροῦ ἀέρος ἔλθῃ εἰς ψυχρὸν μέρος τῆς ἀτμοσφαίρας, οἱ ὑδρατμοὶ αὐτοῦ συμπυκνοῦνται πρὸς νέφος.

Τὰ νέφη διαρκῶς μετακινοῦνται καὶ μετασχηματίζονται. Μή δυνάμενα νὰ κρατηθοῦν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔνεκα τοῦ βάρους των, πίπτουν, ἀλλὰ δραδύτατα, λόγῳ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

Κατὰ τὴν πτῶσιν ταύτην, τὰ κατώτερα στρώματα τῶν νεφῶν συναντῶντα μεγαλυτέραν θερμοκρασίαν, μεταβάλλονται πάλιν εἰς ὑδρατμούς.

Διακρίνομεν διαφόρους κατηγορίας νεφῶν, ἀναλόγως τῆς μορφῆς καὶ τοῦ ὅψους αὐτῶν. Π. χ. τὰ στρώματα, λευκὰ νέφη εἰς ὅψος 700—1000 μ. τοὺς σωρείτας, ἔχοντα μορφὴν παχέων στρώμάτων βάρυτανος εἰς ὅψος 2.000 μ. περίπου, τοὺς μελανίας, μαῦρα νέφη, εἰς ὅψος περίπου 1200 μ.

216. Ομίχλη. Ἡ διμίχλη εἶναι νέφος σχηματιζόμενον παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους.

217. Βροχή. Ἐὰν κατὰ τὴν πτῶσιν των τὰ νέφη συναντήσουν στρώματα ἀέρος κενορεσμένα ὑδρατμῶν, ἀποτίθεται βδωρ ἐπὶ τῶν σταγονιδίων, τὰ δποῖα εὑτως αὐξηθέντα καὶ γενόμενα βαρύτερα, καταπίπτουν ὡς δροχή.

218. Χιών—Χάλαζα. Ἄν τὰ νέφη εύρεθοδυν ἐντὸς ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων θερμοκρασίας κάτω τοῦ 0°, οἱ ὑδρατμοὶ παγώνουν καὶ ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν πιέσεως σχηματίζεται χιών ἀποτελουμένη ἐκ λεπτῶν κρυσταλλιδίων πάγου σύνηνωμένων, ἢ

χάλαξα συνισταμένη ἐκ κόκκων πάγου συμπαγοῦς καὶ ἀμόρφου.

219. "Ανεμοί. "Ανεμος εἰναι ἀὴρ κινούμενος.

"Η κινησις τοῦ ἀέρος προκαλεῖται λόγῳ ἀνίσου πιέσεως εἰς τὰς διαφόρους χώρας τῆς ἀτμοσφαιρίας.¹ Αὐτὸς ἐκ τῆς περιοχῆς τῆς μεγαλυτέρας πιέσεως κινεῖται πρὸς τὴν περιοχὴν τῆς μικροτέρας πιέσεως.

Αἱ τοπικαὶ αὗται διαφοραι τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως προέρχονται κυρίως ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας.

"Ο ἀὴρ ἀνωθεν ἐδάφους θερμικανθέντος ἐκ τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων καθίσταται θερμότερος, ἐπομένως καὶ ἀραιότερος, τῶν ἀνωτέρων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων καὶ ἀνέρχεται.² Η πίεσις ἐλαττούνται πάτωθεν αὐτοῦ καὶ διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ λιορροπία, ψυχρὸς ἀὴρ ἔρχεται καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν του.

Τοιαῦτα ρεύματα ἀέρος σχηματίζονται καὶ μετρῶν δύο δωματίων ἀνίσου θερμοκρασίας καὶ καθίστανται ἀντιληπτά, ἢν εἰς τὸ ἀνοιγμα τῆς θύρας καὶ εἰς διάφορα ὅψη ἀπὸ τοῦ ἐδάφους θέσωμεν ἀνηγμένον κηρίον.

Παρὰ τὸ ἐδάφος παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φλόξ διευθύνεται ἐκ τοῦ ψυχροῦ δωματίου πρὸς τὸ θερμόν, ἀρα ἡ πίεσις εἰναι μικροτέρα εἰς τὸν θερμὸν χῶρον ἢ εἰς τὸν ψυχρόν.

Εἰς τὸ μέσον τῆς θύρας ἡ φλόξ μένει ἀκίνητος, ὁ ἀὴρ ἐπομένως θρεμεῖ. Εἰς τὸ ἀνώτατον ἀκρον τοῦ ἀνοιγμάτος ἡ φλόξ διευθύνεται ἐκ τοῦ θερμοῦ δωματίου εἰς ψυχρόν.³ Αρα ἡ πίεσις εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα εἰναι μεγαλυτέρα εἰς τὸν θερμὸν χῶρον ἢ εἰς τὸν ψυχρόν, λόγῳ τῆς ἀνόδου τοῦ θερμοῦ ἀέρος.

Χαρακτηριστικὰ τοῦ ἀνέμου εἰναι ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ ταχύτης του. Τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου δίδουν ἐλαφρὰ σωμάτια, δυνάμενα νὰ κινηθοῦν ἐλεύθερως ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν αὐτοῦ, δπως κονιορτός, καπνός, ταινία διφάσιματος στερεωμένη κατὰ τὸ ἔν αἱρον.

"Η ταχύτης τοῦ ἀνέμου ποικίληει ἀπὸ 2-30 μέτρων, κατὰ δευτερόλεπτον.⁴ Αναλόγως τῆς ταχύτητος διακρίνομεν ἀνεμον ἀσθενῆ, μέτριον, σφοδρόν, θύελλαν καὶ λαίλαπα.

220. Περιοδικοὶ ἀνεμοί. "Οταν ἡ αἰτία ἡ προκαλεῖσα τὸν ἀνεμον ἐνεργῇ περιῳδικῶς, θὰ ἔχωμεν περιοδικοὺς ἀνέμους. Π. χ. ἡ θέρμανσις καὶ ἡ ψυξὶς τῆς γηίνης ἐπιφανείας εἰναι περιῳδικὸν φαινόμενον, τὸ δποτον ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν διάφορον ἀκτινοδολίαν τῆς θερμότητος ὑπὸ τῆς γῆς καὶ ὑπὸ τῆς θαλάσσης προκαλεῖ περιῳδικοὺς ἀνέμους.⁵ Η γῆ ἔχει μεγαλυτέραν ἴκανότητα ἀπορ-

ροφήσεως καὶ ἐκπομπῆς θερμιότητος ἀπὸ τὴν θάλασσαν. Διὰ τοῦτο ἀμια τῇ ἐμφανίσει τοῦ ἡλίου θερμαίνεται ταχύτερον, μετὰ δὲ τὴν δύσιν φύχεται δμοῖως ταχύτερον τῆς θαλάσσης.

Συνέπεια τούτου είναι ὅτι τὴν μὲν πρωῒν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ὑπὲρ τὸ ἔδαφος, εἶναι μικροτέρα ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, ἐπομένως πνέει ἀνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν ἔηράν, ἡ θαλασσία αὔρα (μπάτης), τὴν δὲ ἑσπέραν, ἀντιθέτως πνέει ἐκ τῆς ἔηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν ἡ ἀπόγειος αὔρα.

Διαφορεῖς ἀνεμοι. "Ανεμοι διειλόμενοι εἰς διαφορὰς θερμοκρασίας τῆς γηίνης ἐπιφανείας ὑφίσταμένας διαρκῶς, πνέουν σταθερῶς ἀγενούς διακοπῆς.

Τοιαῦται μόνιμοι διαφοραί θερμοκρασίας, ύφίστανται μεταξὺ τῶν παρὰ τὸν Ἰσημερινὸν χωρῶν καὶ τῶν τροπικῶν.

Ἐκ τούτων ἔχομεν ψυχρὰ ρεύματα πνέοντα παρὰ τὸ ἔδαφος ἐκ τῶν τροπικῶν πρὸς τὸν Ἰσημερινόν, τοὺς ἀληγεῖς, καὶ θερμὰ ρεύματα ἀέρος πνέοντα εἰς μεγάλη ὑψη ἐκ τοῦ Ἰσημερινοῦ πρὸς τὰς τροπικὰς χώρας, τοὺς ἀνταληγεῖς.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1) Πόσον γίνεται τὸ μῆκος χαλκίνης ράβδον καὶ πόπον ναλίνης εἰς θερμοκρασίαν 50° , ἐάν εἰς θερμοκρασίαν 15° είναι 45cm .

2) Σφαῖρα δρειχαλκίη ἔχει εἰς θερμοκρασίαν 16° ἀκτίνα 20mm . Μέχρι ποίας θερμοκρασίας πρέπει νὰ θερμανθῇ διὰ τὰ γίρη ἡ ἀκτίς της ἵση πρὸς $20,5\text{mm}$;

3) Πόσος γίνεται ὁ δγκος 13cm^3 ὑδραργύρου θερμοκρασίας 18° , διαν θερμανθῇ εἰς 95° ;

4) Ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἰς θερμοκρασίαν 6° είναι $13,596$. Πόση γίνεται εἰς 100_0 ;

5) Ποσότης τις ἀέρος καταλαμβάνει δγκον 1000 cm^3 εἰς 18° . Πόσον δγκον καταλαμβάνει εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 8° ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν;

6) Ποσότης τις ἀέρος εὑρίσκεται ἐντὸς κλειστοῦ χώρου ὑπὸ πίεσιν 200mm/Hg καὶ θερμοκρασίαν 20° . Πόση θὰ γίνῃ ἡ πίεσις, ἀν τὸ ἀέριον θερμανθῇ μέχρι 50° ;

7) Μᾶζα ἀερίου καταλαμβάνει δγκον 250cm^3 ὑπὸ πίεσιν 770 mm/Hg καὶ θερμοκρασίαν 18° . Νὰ γίνῃ ἀναγωγὴ τοῦ δγκον εἰς τὴν κανονικὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν. Δηλ. νὰ εν-

QEθή πόσον δγκον καταλαμβάνει ή αντή μᾶζα εἰς θερμοκρασία, 0° καὶ πίεσιν 760.

8) Ανεμίχθησαν 12 Kg. ὕδατος θερμοκρ. 25° μὲ 15 Kg ὕδατος θερμοκρ. 420°. Τίτα θερμοκρασίαν ἔχει τὸ μῆγμα;

9) Ρίπιονται 4 Kg. ὕδραργύρου θερμοκρ. 60° ἐντὸς 6 Kg ὕδατος 25°. Ποία εἶναι ή τελικὴ θερμοκρ. τοῦ μίγματος; (ελικὴ θερμότης ὕδραργύρου 0,033).

10) Τεμάχιον σιδήρου, βάρους 15 Kg. θερμοκρ. 100° φίπτεται ἐντὸς 12 Kg. ὕδατος θερμοκρ. 20°. Ἡ θερμοκρ. τοῦ ὕδατος ἀτέρχεται εἰς 29,96. Πόση εἶναι ή ελικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου;

11) Πόση εἶναι ή θερμοκρ. τοῦ ἔρυθρου πυρωθέντος σιδήρου, ἐὰν 0,5 Kg. αὐτοῦ φιπτόνεται ἐντὸς ὕδατος 2 Kg. ἀρχικῆς θερμοκρ. 15° ἀνυψώνου αὐτὴν εἰς 28,42; (Ελικὴ θερμότης σιδήρου 0,114).

12) Τεμάχιον λευκοχρόου θερμοκρ. 120° φιπτόμενον ἐντὸς ὕδραργύρου ἀρχικῆς θερμοκρ. 15° ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ εἰς 40°. Τὸ αὐτὸ τεμάχιον λευκοχρόου ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ ὕδραργύρου ἀρχικῆς θερμοκρ. 20° ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ εἰς 50°. Πόση ἡ τοῦ θερμοκρ. τοῦ λευκοχρόου κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν;

13) Τὶ ποσὸν θερμότητος ἀπαιτεῖται διὰ τὰ θερμανθῆ ὁ ἀὴρ δωματίου ἔχοντος διαστάσεις $6 \times 6 \times 4$ μέτρα ὑπὸ τὴν θερμοκρ. 10° εἰς τὴν θερμοκρ. 18° ἀν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 750 mm/Hg.; (Ἡ πίεσις χρειάζεται διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς μάκης τοῦ ἀέρος. Εἰδ. θερμ. ἀέρος : 0,238.

14) 2,5 Kg πάγου θερμοκρ. 0° φίπτονται ἐντὸς 10 Kg ὕδατος 65°. Πόση γίνεται η τελικὴ θερμοκρ. τοῦ μίγματος;

15) Ποίαν ποσότητα πάγου θερμοκρ. 8° δύνανται νὰ τήξουν 10 Kg ὕδατος θερμοκρ. 60°; Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 μικραὶ θερμίδες.

16) Διεβιβάσθησαν 3 γραμ. ὕδρατον θερμοκρ. 100° εἰς 205 γραμ. ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρ. 16°. Ἡ τελικὴ θερμοκρασία ἔγει, ετο 25°. Νὰ ὑπολογισθῇ η θερμότης ἀτμοποιήσεως τοῦ ὕδατος.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Είσαγωγή.

§	τοιεύμενον	Σελίς
1	Σκοπὸς τῆς Φυσικῆς	3
2	Φυσικὰ καὶ Χημικὰ φαινόμενα	» 3
3	Τρόπος μελέτης τῶν φαινομένων	» 4
4	Μετρήσεις	» 4
5	Μονάδες	» 5
6	Γενικαὶ Ἰδιότητες τῆς ὕλης	» 6
7	Καταστάσεις τῶν σωμάτων	» 7
8	Διαίρεσις τῆς Φυσικῆς	» 8

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

»	τοιεύμενον	Σελίς
9	Θέμα τῆς μηχανικῆς	8

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

»	τοιεύμενον	Σελίς
10	Υλικὸν σημεῖον—Τροχιὰ	9
11	Ενθύγραμμος καὶ διμαλὴ κίνησις	10
12	Ενθύγραμμος διμαλῶς μεταβαλλομένη κίνησις	12
13	Σύνθεσις κινήσεων	14
14	Περιοδικὰ κινήσεις	15

Β'. Στατική.

»	τοιεύμενον	Σελίς
15	Δυνάμεις	16
16	Φύσις τῶν δυνάμεων	17
17	Χαρακτηριστικὰ τῆς δυνάμεως	17
18	Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων	18

§ 19 Δυνάμεις Ἰσης ἐντάσεως	Σελίς	18
» 20 Μέτρησις τῶν δυνάμεων	»	18
» 21 Μετακίνησις τῆς δυνάμεως κατὰ τὴν διεύθυνσίν της	»	20
» 22 Ἰσορροπία δύο ἵσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων ἐφηρμοσμένων ἀπ' εὐθείας	»	20
» 23 Σύνθεσις δυνάμεων	»	21
» 24 Σύνθεσις δύο δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου	»	21
» 25 Σύνθεσις πολλῶν δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου	»	22
« 26 Σύνθεσις δυνάμεων ἐφηρμοσμένων εἰς δύο διά- φορα σημεῖα τοῦ αὐτοῦ σώματος	»	23
» 27 Σύνθεσις δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ διόρ- ροπων	»	24
» 28 Σύνθεσις πολλῶν παραλλήλων καὶ διόρροπων δυνάμεων	»	26
» 29 Σύνθεσις δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντιρ- ρόπων	»	26
» 30 Ἀνάλυσις δυνάμεως	»	27
» 31 Ζεῦγος δυνάμεων	»	28
» 32 Ἰσορροπία ζευγῶν	»	29
» 33 Ροπή δυνάμεως	»	29
» 34 Κέντρον βάρους	»	30
» 35 Προσδιορισμὸς τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους	»	31
» 36 Ἰσορροπία στερεοῦ σώματος ἐξηρτημένου ἀπὸ δριζοντίου ἀξονος	»	31
» 37 Ἰσορροπία στερεοῦ σώματος ἐπὶ ἐπιφανείας	»	33
» 38 Ἀπλαῖ μηχαναὶ	»	35
» 39 Μοχλὸς	»	35
» 40 Συνθήκη Ἰσορροπίας τοῦ μοχλοῦ	»	36
» 41 Εἴδη μοχλοῦ	»	37
» 42 Τροχαλία	»	38
» 43 Πολύσπαστον	»	40
» 44 Βαροῦλκον	»	40
» 45 Κοχλίας	»	41
» 46 Σφήνη	»	43
» 47 Ζυγὸς	»	43

§ 48 Συνθήκη Ισοδροπίας.—'Ακρίβεια ζυγού	Σελίς	44
» 49 Εύπαθεια τοῦ ζυγοῦ	»	45
» 50 Σταθμά	»	46
» 51 Στατήρ ἢ ρωμαϊκὸς ζυγὸς	»	46
» 52 Δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς (κοινῶς πλάστιγξ)	»	47
» 53 Ζυγὸς Roberval	»	47
 Γ'. Δυναμική.		
» 54 Ἀξιώματα τῆς δυναμικῆς	»	48
» 55 Κίνησις παραγόμενη ὑπὸ σταθερᾶς δυνάμεως	»	51
» 56 Μᾶζα.—'Αναλογία τῶν δυνάμεων πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις	»	51
» 57 Ἀναλογία τῶν βαρῶν πρὸς τὰς μάζας	»	52
» 58 Μονάς μάζης καὶ μονάς βάρους	»	52
» 59 Μονάς δυνάμεως	»	52
» 60 Πυκνότης	»	53
» 61 Κίνησις τῶν σωμάτων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος	»	53
» 62 Σωλὴν τοῦ Νεύτωνος	»	54
» 63 Κεκλιμένον ἐπίπεδον	»	54
» 64 Μηχανὴ τοῦ Adwood	»	55
» 65 Ἐκτέλεσις τοῦ πειράματος	»	56
» 66 Κίνησις σώματος ἔχοντος ἀρχικὴν ταχύτητα	»	59
» 67 Τὸ σῶμα ἔχει ἀρχικὴν ταχύτητα νοούμενην πρὸς τὰ κάτω	»	59
» 68 Τὸ σῶμα ἔχει ἀρχικὴν κατακόρυφον ταχύτητα πρὸς τὰ ἄνω	»	60
» 69 Τὸ σῶμα φύεται δριζοντίως μὲν ἀρχικὴν ταχύτητα	»	61
» 70 Τὸ σῶμα φύεται πλαγίως μὲν ἀρχικὴν ταχύτητα	»	62
» 71 Ἐπίδρασις τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων	»	63
» 72 Ἐκκρεμὲς	»	63

§ 73 Αἰωρήσεις τοῦ μαθηματικοῦ ἔκκρεμοῦς	Σελίς 63
» 74 Νόμος τοῦ ἔκκρεμοῦς	» 65
» 75 Σταθερότης τοῦ ἐπιπέδου αἰωρήσεως τοῦ ἔκκρε-	
μοῦς.—Πείραμα τοῦ Foucault	» 66
» 76 Φυγόκεντρος δύναμις	» 67
» 77 Κυκλικὴ κίνησις διμάλη	» 68
» 78 Τιμὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως	» 69
» 79 Πειράματα ἐκτελούμενα διὰ τῆς φυγοκεντρικῆς	
μηχανῆς	» 69
» 80 Σχέσις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως πρὸς τὸν χρό-	
νον περιστροφῆς	» 72
» 81 Ἐφαρμογαὶ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως	» 74
» 82 Ἐπίδρασις τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως ἐπὶ τῆς	
ἐπιταχύνσεως τῆς βαρύτητος	» 75
» 83 Ἐλαστικότης	» 76
» 84 Τοιβὴ	» 77
» 85 Παγκόσμιος ἔλεις	» 78
» 86 Ἐργον	» 79
» 87 Ἀπόδοσις ἢ ίσχὺς	» 80
» 88 Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου	» 81

ΥΔΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

·Υδροστατική.

» 89 Θέμα τῆς "Υδροστατικῆς	» 84
» 90 Σχῆμα τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῶν ὑγρῶν	» 84
» 91 Ἀεροστάθμη	» 85
» 92 Πίεσις	» 85
» 93 Ἀρχὴ τοῦ Pascal	» 86
» 94 Ὑδραυλικὸν πιεστήριον	» 87
» 95 Πίεσις προερχομένη ἐκ τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ	
(ὑδροστατικὴ πίεσις)	» 89
» 96 Πειραματικὴ κατάδειξις τῆς ὑδροστατικῆς πιέ-	
σεως καὶ μέτρησις αὐτῆς	» 89
» 97 Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος	» 90

§ 98 Πίεσις ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν δοχείων	Σελ.'ς	90
» 99 Κίνησις προεργάμενη ἐκ τῆς ὑδροστατικῆς πιέσεως	»	90
» 100 Ὀλιγοστός τοῦ ἀρχὴν τοῦ ἀρχιμήδους	»	92
» 101 Πειραματικὴ κατάδειξις τῆς ἀρχῆς τοῦ ἀρχιμήδους	»	93
» 102 Ἰσορροπία στερεῶν ἐντὸς ὑγρῶν	»	93
» 103 Ἰσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων	»	94
» 104 Ὑποβρύχια	»	95
» 105 Ἰσορροπία πολλῶν ὑγρῶν ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ	»	95

Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος

» 106 Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἀνώσεως	»	96
» 107 Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος διὰ τῆς ληκύθου	»	97
» 108 Ἄραιόμετρα	»	98
» 109 Ἄραιόμετρα Beaumé	»	98

Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα.

» 110 Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸν ὑγρὸν	»	100
» 111 Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα μὲν διάφορα ὑγρὰ	»	101
» 112 Ἐφαρμογαὶ συγκοινωνούντων δοχείων	»	101

ΑΕΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

·Αεροστατική.

» 113 Χαρακτηριστικαὶ ἴδιότητες τῶν ἀερίων	»	103
» 114 Βάρος τῶν ἀερίων	»	104
» 115 Ἄρχη τοῦ Pascal εἰς τὰ ἀέρια	»	106

Ατμοσφαιρική πίεσις—Βαρόμετρα

- § 116 Ατμοσφαιρική πίεσις Σελίς 105
 » 117 Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Πείρα-
 μα τοῦ Toricelli ➤ 106
 » 118 Βαρόμετρα ➤ 107
 » 119 Χρῆσις τοῦ βαρομέτρου ➤ 109
 » 120 Μεταλλικὰ βαρόμετρα ➤ 109
 » 121 Βαρογράφοι ➤ 110
 » 122 Μεταβολὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ➤ 110
 » 123 Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους διὰ τὰ ἀερία ➤ 112
 » 124 Συμπίεσις τῶν ἀερίων. Νόμος Boyle Mariotte ➤ 112
 » 125 Πειραματικὴ κατάδεξις τοῦ νόμου Boyle Ma-
 riotte ➤ 114

Ἐφαρμογαὶ τῶν ἀρχῶν τῆς ἀεροστατικῆς.

- » 126 Μανόμετρα ➤ 116
 » 127 Ἀνοικτὸν μανόμετρον ➤ 116
 » 128 Κλειστὸν μανόμετρον ➤ 116
 » 129 Μεταλλικὰ μανόμετρα ➤ 117
 » 130 Σίφων ➤ 118

Ἀντλίαι

- » 131 Ἀναρροφητικὴ ἀντλία ➤ 119
 » 132 Καταθλιπτικὴ ἀντλία ➤ 120
 » 133 Μικτὴ ἀντλία ➤ 121
 » 134 Πυροσβεστικὴ ἀντλία ➤ 122
 » 135 Ἀεραντλίαι ➤ 122
 » 136 Ἀναρροφητικὴ ἀεραντλία ➤ 122
 » 137 Καταθλιπτικὴ ἀεραντλία ➤ 124

Ἀεροπλοΐα

- » 138 Ἀεροπλοΐα ➤ 125
 » 139 Ἀερόστατα ➤ 125

§ 140 Πηδαλιουχούμενα ἀερόστατα	Σελίς 126
» 141 Συσκευαὶ βαρύτεραι τοῦ ἔκτοπιζομένου ἀέρος	» 127
» 142 Χαρταετὸς	» 127
» 143 Ἀεροπλάνα	» 128
 Φαινόμενα ὄφειλόμενα εἰς δυνάμεις	
ἐνεργούσας μεταξὺ τῶν μορίων	
» 144 Δυνάμεις συναφείας	» 130
» 145 Τριχοειδῆ φαινόμενα	» 131
» 146 Διάχυσις	» 133
» 147 Διαπίδυσις	» 134
 ΘΕΡΜΟΤΗΣ	
Θερμοκρασία	
» 148 Θερμότης	» 136
» 149 Φαινόμενα προκαλούμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος	» 138
» 150 Μέτρησις τῆς θερμοκρασίας	» 138
 ΔΙΑΣΤΟΛὴ τῶν σωμάτων.	
» 151 Διαστολὴ τῶν στερεῶν	» 138
» 152 Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν	» 139
» 153 Διαστολὴ τῶν ἀερίων	» 140
 ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ.	
» 154 Θερμόμετρα	» 141
» 155 Σταθερὰ σημεῖα τοῦ θερμομέτρου	» 142
» 156 Θερμομετρικαὶ κλίμακες	» 143
» 157 Μετατροπὴ τῶν ἐνδείξεων τῶν τριῶν θερμομετρικῶν κλιμάκων εἰς ἀλλήλας	» 144
» 158 Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἔλαχίστου	» 145

Νόμοι τῆς Διαστολῆς.

- | | | |
|---|------------------|-----|
| § 159 Νόμοι γραμμικῆς διαστολῆς | εὐτετηρίας Σελίς | 146 |
| » 160 Νόμοι κυβικῆς διαστολῆς | » | 148 |
| » 161 Σχέσις τοῦ κυβικοῦ συντελεστοῦ διαστολῆς πρὸς τὸν γραμμικὸν | » | 148 |
| » 162 Δύναμις τῆς διαστολῆς | » | 149 |
| » 163 Διαστολὴ τοῦ ὕδατος | » | 150 |
| » 164 Νόμος Gay Lussac | » | 151 |
| » 165 Ἐκκρεμῆ ἀντισταθμιζόμενα | » | 153 |
| » 166 Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος τῶν σωμάτων μετὰ τῆς θερμοκρασίας | » | 155 |

Εἰδικὴ θερμότης.

- | | | |
|--|---|-----|
| » 167 Ὁρισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος | » | 155 |
| » 168 Μονάδες θερμότητος | » | 156 |
| » 169 Θερμιδομετρία | » | 157 |
| » 170 Τύπος θερμιδομέτρου | » | 157 |
| » 171 Μέτρησις τῆς εἰδικῆς θερμότητος στερεῶν | » | 158 |
| Μεταβολαὶ τῶν καταστάσεων τῶν σωμάτων εἰς ἄλλήλας. | | |
| » 180 Σίρου | » | 158 |

- | | | |
|--|---|-----|
| » 172 Μετοβολαὶ καταστάσεως | » | 159 |
| » 173 Τῆξις.—Πῆξις | » | 159 |
| » 174 Νόμοι τῆς τήξεως | » | 160 |
| » 175 Μεταβολὴ τοῦ ὅγκου κατὰ τὴν τῆξιν καὶ πῆξιν | » | 161 |
| » 176 Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ σημείου τήξεως | » | 161 |
| » 177 Θερμότης τήξεως | » | 162 |
| » 178 Διάλυσις | » | 163 |
| » 179 Θερμότης διαλύσεως | » | 163 |
| » 180 Στερεοποίησις.—Κρυστάλλωσις | » | 164 |

Ατμοποίησις.—Υγροποίησις.

- | | | |
|--------------------------------|---|-----|
| » 181 Ἀτμοποίησις.—Υγροποίησις | » | 164 |
| » 182 Βρασμὸς | » | 164 |

- § 183 Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ σημείου ζέσεως Σελ. 165
 » 184 Θερμότης ἀτμοποιήσεως » 166
 » 185 Ἐξάτμισις » 167
 » 186 Ἐπίδρασις τῆς ἔξατμίσεως ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἔξατμιζομένου ὑγροῦ » 167
 » 187 Ὑγροποίησις » 167
 » 188 Μέτρησις τῆς θερμότητος ἀτμοποιήσεως » 168

Ίδιότητες τῶν ἀτμῶν. Ὁμοιότης αὐτῶν πρὸς τὰ ἐν συνήθει θερμοκρασίᾳ ἀέρια.

- » 189 Ἐξάτμισις εἰς τὸ κενὸν » 170
 » 190 Σχέσις πιέσεως καὶ ὅγκου τῶν ἀτμῶν » 170
 » 191 Κεκορεσμένοι ἀτμοὶ » 171
 » 192 Ἐξάρτησις τοῦ κορεσμοῦ χώρου τινὸς ἐκ τῆς θερμοκρασίας του » 172
 » 193 Ἐξάρτησις τῆς τάσεως τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ » 172
 » 194 Ὑγρομετρία » 173
 » 195 Ἀπόσταξις » 174

Μετάδοσις τῆς θερμότητος

- » 196 Τρόποι μεταδόσεως τῆς θερμότητος » 174
 » 197 Ιος τρόπος — Ἀγωγὴ » 175
 » 198 Πείραμα δεικνύον τὴν κακὴν ἀγωγιμότητα τοῦ ὕδατος » 176
 » 199 Πείραμα δεικνύον τὴν μεγάλην ἀγωγιμότητα τοῦ χαλκοῦ » 177
 » 200 Λυχνία Davy » 177
 » 201 Δοχεῖα Ντιγιούαρ » 177
 » 202 Ιος τρόπος. Μεταφορὰ τῆς θερμότητος » 178
 » 203 Ιος τρόπος. Ἀκτινοβολία τῆς θερμότητος » 179
 » 204 Ἀναλογία θερμικῶν ἀκτίνων πρὸς τὰς φωτεινὰς » 180
 » 205 Σχέσις ἀπορροφήσεως καὶ ἐκπομπῆς » 181

Θερμότης καὶ ἔργον. — Ἀτμομηχαναί.

- » 206 Θερμότης καὶ ἔργον » 181
 » 207 Μηχανικὸν ισοδύναμον τῆς θερμότητος » 182

- § 208 Ἀτμομηχαναὶ Σελὶς 184
 » 209 Νεώτεραι ἀτμομηχαναὶ » 184
 » 210 Χρήσιμον ἔργον ἀτμομηχανῆς » 185
 » 211 Μηχαναὶ δι᾽ ἐκρήξεως » 186
 Ἐνέργεια.—Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας
 » 212 Μορφαὶ τῆς ἐνεργείας » 187
 » 213 Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως ὅπεράν των ἐπεργάσεων » 188
 Μετεωρολογικὰ φαινόμενα ὄφειλόμενα
 εἰς τὴν θεομότητα.
 » 214 Δρόσος.—Πάχνη » 188
 » 215 Νέφη » 189
 » 216 Ὁμίχλη » 189
 » 217 Βροχὴ » 189
 » 218 Χιών.—Χάλαζα » 189
 » 219 Ἄνεμοι » 189
 » 220 Περιοδικοὶ ἄνεμοι » 190

Μεταβολὴ συγχρόνου εἰτὲ εργοδίτης

- Ἔτι « εργοδίτης ποιάτων
 ἕτι « μύων Α.—εργοδότης τει 181 «
 » 172 Μεταβολὴ συγχρόνης γάρ εἰκόνα νόμικα εἰδαθεῖται πρότερον 180 «
 » 173 Τάξις.—Πάτησις ποτῷ 159 «
 » 174 Νόμιμη πρότερη γάρ εἰπεν νόμικος εἰδαθεῖται πρότερον 180 «
 » 175 Μεταβολὴ τοῦ δύνατον κατὰ τὴν τίθεσθαι ποτῷ
 ἕτι « Κάνειν Δαχτύλιον 180 «
 » 176 Επιδρομὴ τῆς πιέστως ἐπὶ τοῦ σημείου της απέλαυνσης 180 «
 » 177 Εργονομική πρότερη γάρ εἰπεν Μεταβολὴ εργοδότης τει 180 «
 » 178 Διάμυνα πρότερη γάρ εἰπεν Α.—εργοδότης τει 180 «
 » 179 Εργατική γάρ εἶναι γενετικὴ γενετική πρότερη γάρ εἰπεν Α.—180 «
 » 180 Εργοδοτική επιλογῆς τοῦ εργατικού φροντού, τις τει 180 «

Θεομότητας αὐγῆς οὐκ επιτάχνει

- » 18181 Ατροκοίησις.—Τύρος οἴδητος νογοῖς ἵνα εργοδότης 180 «
 » 18182 Εργασίας εργοτίθησθε εἰτὲ νομινάδοις τούτην πρότερον 180 «

ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΞ

Α	Σελίς	Σελίς	
Αγωγή θερμότητος	175	Αρχιμήδους	92-112
Αδιάθερμα σώματα	180	Αρχή διατηρήσεως	186
Αδιάφορος ίσορροπία	33-34	»	»
Αδιαχώρητον	7	Αρχή Pascal	86-104
Αδράνεια	48	Αστραθλές ίσορροπία	33-34
Αεικίνητον	186	Ατμοί κεκορεσμένοι	171
Αεραντλίαι	122-125	Ατμομηχανάν	184
Αερίων σωμάτων ίδιότητες	103	Ατμοποίησις	164
Αεροπλάνα	128	Ανδρα	191
Αεροστάθμη	85		
Αεροστατάτα	125		Β
Αεροστατική	103		
Αἰώνησις ἐκκρεμοῦς	63	Βαθμολογία θερμομέτρου	142
Ακρίβεια ζυγού	44	Βαρογράφος	109
Ακτινοβολία θερμότητος	179	Βαρόμετρον μεταλλικὸν	109
Αληγεῖς ἄνεμοι	171	Βαρόμετρον Fortin	107
Ανάλυσις δυνάμεως	27	Βάρος	17
Ανεμος	19.)	Βάρος ἀερίων	104
Ανταληγεῖς ἄνεμοι	191	Βιρσοσκόπιον	112
Αντισταθμιζόμενα ἐκκρεμῆ	153	Βάρος εἰδικὸν	53
Αντλίαι	119-122	Βαρούλκον	40
Ανώμαλος διαστολὴ ύδατος	161	Βαρύτης	17-75
Ανωσίς	92	Watt	81
Αξιώματα δυναμικῆς	48	Boyle-Mariette νόμος	112
Απολυμαντικοὶ κλίβανοι	166	Βρασμὸς	164
Απόλυτος ύγρασία	173	Βροχὴ	189
Απόλυτον μηδὲν	153		
Αποστακήρ	174		Γ
Απόσταξις	174		
Αραιόμετρα	98	Gay Lussac νόμος	151
Αρτεσιανὰ φρέατα	102	Γῆς σχῆμα	74
Αραιόμετρον Beaumé	98	Γραμμάριον	52

Δ	Σελίς	Σελίς
Davy Λυχνία	177	Ἐνέργεια 185
Dewar δοχεία	177	Ἐνεργείας μοφαί 178
Διάθερμα σώματα	180	Ἐντασις βαρύτητος 75
Διάλυμα κεκορεσμένον	163	Ἐντασις δυνάμεως 17
Διάλυσις	163	Ἐξάτμισις 167
Διάλυτικόν ἀξίωμα	50	Ἐπιτάχυνσις 160
Διαπίδυσις	134	Ἐπιφάνεια ὑγρῶν 84
Διεύθυνσις δυνάμεως	17	Ἐργον 79
Δοχεία Dewar	177	Ἐνθερμαγωγὰ σώματα 175
Δράσεως καὶ ἀντιδράσεως		Ἐντάθεια ζυγοῦ 45
ἀξίωμα	50	Ἐνταθής ίσορροπία 32 33
Δρόσος	186	Z
Δυνάμεις	16 17	
Δυνάμεις σαφηνείας	130	
Δυνάμεων σύνθετις	21	Ζέσεως σημεῖον 164
Δυνάμεων ἀνάλυσις	27	Ζεύγος 28
Δυνάμεων παράστασις	18	Ζεύγους δοπή 28
Δυνάμεως ροπὴ	29	Ζυγὸς 43
Δυνάμεως χαρακτηριστικὰ	17	Ζυγὸς Roberval 47
Δυναμικὴ	48	H
Δύναμις διαστολῆς	149	
Δυναμότρα	26	
Δυνθερμαγωγὰ σώματα	175	Θ
E		
Εἰδικὴ θερμότης	155	Θερμιδόμετρα 157
Εἰδικὸν βάρος	53	Θερμιδόμετρία 159
Έκατοστόμετρον	5	Θερμικαὶ ἀκτίγες 180
Έκκρεμὲς	63	Θερμίς 156
Έκκρεμῇ ἀντισταθμιζόμενα	153	Θερμοχρυσία 136
Έκπομπὴ	181	Θερμόμετρα 141
Έκτασις	7	Θερμόμετρα μεγίστου καὶ κυπτοσκοπήσαντα 144
Έλαστικότης	76	Θερμότης 137
Έλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγρῶν	84	Θερμότης ἀτμοποιήσεως 166
Έλεις	78	διαλύσεως 163

	Σελίς		Σελίς
Θερμότης τήξεως	162	Κρυστάλλωσις	164
Θερμοχωρητικότης	156		«
I		Δ	«
		Λανθάνουσα θερμότης συκώτο	167
*Ιδιότητες άερών	103	Laplace	110
*Ιδιότητες ύγρων	84	Λέβης ἀτμομηχανῆς	184
*Ιδιότητες υλης	6	Λήκυθος	97
*Ιππος	81	Λυχνία Davy	177
*Ισορροπία δυνάμεων	20		
» ζευγῶν	29	M	
» στερεῶν	34		
» ἐντὸς ύγρῶν γάγγη	93	Μαγδεμβούργου ήμισφαίρια	165
» ύγρων	95	Μᾶζα	51
*Ισχὺς	80	Μανόμετρα	116
*Ιωδίου βάμμα	160	Μανόμετρα μεταλλικὰ	118
K		Mariotte νόμος	112
		Μεταβολαὶ καταστάσεως τῶν σωμάτων	159
Καλοὶ καὶ κακοὶ ἀγώγοι τῆς θερμότητος	177	Μετάδοσις τῆς θερμότητος	174
Καλοριφέρ	179	Μετάκεντρον	94
Καταθλιπτικὴ ἀντλία	120	Μεταφορὰ θερμότητος	178
Κατακόρυφος διεύθυνσις	30	Μετεωρολογικὰ φαινόμενα	187
Καταστάσεις τῶν σωμάτων	7	Μετρήσεις	4
Καταστάσεως μεταβολαὶ	159	Μέτρησις θερμότητος, ἀτμο- ποιήσεις	168
Κεκλιμένον ἐπίπεδον	54	Μέτρησις εἰδικῆς θερμότητος	158
Κεκορεσμένοι ἀτμοὶ	181	Μέτρησις θερμοκρασίας	148
Κέντρον βάρους	30	Μέτρον	5
Κίνησις	8	Μηχαναὶ	35
Κίνησις ὅμαλὴ	10	Μηχαναὶ δι ^ο ἔκοηξεως	185
» μεταβαλλομένη	12	Μηχανὴ Adwood	55
» περιοδικὴ	15	Μηχανικὴ	9
» κυκλικὴ	68	Μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος	144
Κλίμακες θερμομετρικαὶ	143	Μογκολφιέροι	125
Κοχλίας		Μονὰς βάρους	52
Κοχλίας μικρομετρικὸς	42	» ἐπιφανείας	6
Κρίσιμον σημεῖον	168		

Μονάς έργου	80	Παράστασις δυνάμεως	18
» θερμότητος	156	Πάχνη	186
» ισχύος	81	Πειράματα	4
» μάζης	52	Περίοδος	15
» δύκου	6	Πηδαλιούχοι μενα	127
Μόρια	7—121	Πήξις	159
Μοχλοβραχίονα	35	Πίεσις	85
Μοχλός	35	* ατμοσφαιρική	114
		* υδροστατική	89
Αργιτα Dewar N	17	Πλάστιγξ	47
Αρσατος και άντιμαστος		Πολύσπαστον	40
Νεύτωνος σωλήν	54	Πορώδες	7
Νέφη	189	Πτητικά ήγρα	172
Νήμα στάθμης	30	Πτώσις τῶν σωμάτων	53
Νόμοι βρασμοῦ	165	Πυκνότητος προσδιορισμὸς	96
Νόμος Boyle—Mariotte	112	» μεταβολὴ	155
» Gay Lussac	151	Πυκνότης	53
Νόμοι διαστολῆς	146		P
» έκκρεμούς	65		
» πτώσεως	56	Roberval ζυγὸς	47
» τήξεως	160	Ροπὴ δυνάμεως	29
		Ροπὴ ζεύγους	28
Οφήλιμες φυσικὲς οὐρανού	021		
Οφήλιμες φυσικὲς οὐρανού			S
Όγκος σωμάτων	8		
Όμιχλη	189	Σημεῖον ἐφαρμογῆς δυνάμεως	17
Όριζοντία διεύθυνσις	84	Σημεῖον ζέσεως	164
		Σημεῖον τήξεως	160
Π		Σταθμὰ	46
Παγετῶνες	162	Στατήρ	46
Παγκόσμιος έλεις	78	Στατικὴ	16
Παγοποιητικαὶ μηχαναὶ	197	Στερεοποίησις	164
Πάγον διαστολὴ	161	Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα	100
Παλμὸς	15	Σύνθεσις δυνάμεων	21
Περιοδικὴ κίνησις	15	Σύνθεσις	14
Παραλληλόγραμμον τῶν δυ-		Συντελεστὴς διαστολῆς	148
νάμεων	21	*	
		» σωμάτων	151

Σελίς		Σελίς	
Συντελεστής διαστολῆς ἀερίων	172	‘Υδροστατικὴ πίεσις	89
Συχνότης	16	‘Υλικὸν σημεῖον	9
Σφήν	43	‘Υποβρύχια	102
Σχετικὴ ὑγρασία	173	‘Υπομόχλιον	35
Σωλὴν τοῦ Νεύτωνος	54	‘Υψομέτρησις	118 - 166
T		Φ	
Τάσις ἀτμῶν	170 - 172	Foucault πείραμα	66
Ταχύτης	10	Fortin βαρόμετρον	107
Τῆξις	159	Φυγόκεντρος δύναμις	63
Toricelli	106	Φυσικὴ	3
Τριβὴ	77		
Τριβόμετρον	77		X
Τριχοειδῆ φαινόμενα	131		
Τροχιὰ	9	Χάλαζα	189
Τροχαλίαι	28	Χαρταετὸς	127
Tyndall πείραμα	172	Χιλιογραμμόμετρον	80
		Χιλιόγραμμον	52
Y		Χιών	189
		Χρήσιμον ἔργον	185
‘Υγρασία ἀπόλυτος	172		
‘Υγρασία σχετικὴ	173		Ψ
‘Υγρομετρία	173		
‘Υγρόμετρον Saussure	173	Ψυκτὴρ ἀτμομηχανῆς	184
‘Υδραυλικὸν πιεστήριον	87	Ψυκτικὸν μῆγμα	163
‘Υδροστάτης	101		
‘Υδροστατικὴ	84		Ω
‘Υδροστατικὴ ἀρχὴ	86	‘Ωσμωσις	134

ελάζις έργου	80	πιάτας δυνάμεις	18
98 μ θερμούτερη πλευράσσεται στο φέρετο	147	μωίος είδοτοποιός είδεται ζετείνεται	23
9 α ίσχυς νούμερο γάλας	152	μήραμάτα είτενχα	25
201 μάζης πανέργη	153	μέθοδος νίφα	27
65 δυκου ποταμού λιγότερο γάλας	154	μηνάσιον υποδέματα	28
661 811 ανομέτροπαταρία	155	μήνες πάνω γάλα μέτρες	29
Μαρτιφραγίας Φ	156	μήνες σαντόνες ποτε γάλα	30
Μολύβης	157	πίστις Τ	35
88 φορούται πάνω σε Ταραχή	158	πίστις επιστροφή	36
701 νοστητόδομη πίστος	159	πίστις - Βραστατική νώητη γιούδη	37
89 εργάτης επιστρεψτερού Φ	160	πίστις ουξ	38
8 εργάτης απλή ή μίκης Φ	161	πιανιστών επιτύχη	39
Νέαρης	162	πιανίδες ποτίσσει	40
Νέαρη στάδιμης Χ	163	πίνακα μέρος	41
Νέοις βρεφούς	164	πίνακες των φακών νοστρεψθη	42
98ίος Βούλε - Μαριοτίς ημένης Χ	165	πίνακάτης πλευρών πίδιοι οχιδέα	43
721 Gay - Lussac πότιστον Χ	166	πιεστήλη πίχος Ε	44
98ίος διαπολού ποστρεψθησης ή Χ	167	πιεστήλη πιάλης ιαλλάχος Ε	45
86 έπιπερποίς ποντηρόγολάς Χ	168	πιπούλες Ηεδην Τ	46
981 πιόνιας νότιος Χ	169	πιρεβαλ λιγός Υ	47
681 πίζης νογος ποντηρόπολος Χ	170	ποτή δυνάμεις	48
πίζης ποντηρόπολος Χ	171	πίζης ξερός ποταμόπολη πλευρών Υ	49
πίζης ποντηρόπολος Χ	172	πίζη ποτού πατέρα Υ	50
481 επινομάτης φύτης Ψ	173	πίζη ποτού πατέρα Υ	51
88ίος σφράτων ρηγής νόκατην Ψ	174	πορφίτσας πόνικιλης ποστρεψθη	52
Ορέης	175	πορφίτσας πόνικιλης ποστρεψθη	53
Οσιανεία διάτοθης Θανατού	176	πορφίτσας πόνικιλης ποστρεψθη	54
481 ΠΙ πόντηρης Ω	177	πόρειαν τηζεως μήχος μέτρετασσοθη	55
	178	ποταμός	56
Παραδίνες	179	ποταμός	57
Πατημένιες θάλεις	180	ποταμή	58
Παγοκοπικανοί μηχανοί	181	ποταμής	59
Πάγου διπατολή	182	ποτεινόντας ποχεία	60
Παλαιός	183	πόνησης διάθεσην	61
Παροδική μίνησης	184	πόνησης	62
Παραλιμπούθημενον πάνη δημιουργού	185	ποτεινότης διαπολολής	63
	186	ποτεινότης παράστημα	64

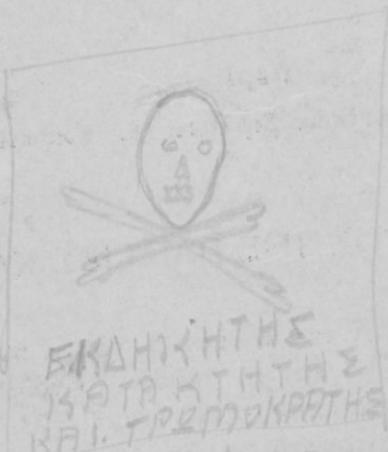
ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

Σελ. Στίγ.	Άντι	Γράφε
6 16	1000 cm^2	1mm^2
6 17	1000 dm^2	1mm^2
7 10	συμπαγέστερα	συμπαγέστατα
11 4	κάτωθεν 0, km	0,5 km
12 10	τὸν χρόνον εἰς τὸ τετράγ. τὸν χρόνον	
13 16	$U_2 V_1 = 30 - 10 = 20 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$	$V_2 - V_1 = 30 - 10 = 20 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$
13 17	$V_2 = 40 - 1 = 30$	$V_2 = 40 - 10 = 30$
13 24 καὶ ὅπου 20 cm/sec		$20 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$
14 18	$A_2 \Delta_3$	$A_2 \Delta_3$
14	τελευταῖος $A V_3$	$A \Delta_3$
15 3	σύνθεσις	σύνθετος
16 9	38	28
16	τελευταῖος καλοῦν	καλοῦμεν
21 3	Σύνδεσμος	Σύνθεσις
22 8	μετὰ τὰς λέξεις «ἴσων καὶ ἀντιθέτων» νὰ προστεθοῦν αἱ λέξεις: «ἡ συνισταμένη εἶναι μηδέν».	
27 5	η $\Sigma' = -\Sigma + \Delta = \Delta_3 + \Delta_1$	$\Sigma' = \Delta_3 - \Delta_1$
28	τὸ σχῆμα ἔχει ἀριθμὸν 15α καὶ ὅχι 28	
35 4	κάτωθεν σχ. 22	σχ. 25
39 11	βαρέων	βαθέων
43 22	E	F
44 1	βάρος	τοῦ βάρους
53 2	τοῦ ὄγκου αὐτοῦ	τοῦ ὄγκου αὐτοῦ Ω
53 6	γράφεται καὶ ὡς ἐξῆς:	γράφεται καὶ ὡς ἐξῆς:
55 6	κάτωθεν ν	μ
56 9	φθάνει ἐσεῖ	φθάνει ἐσεῖ
59 1	v—γt	v—γt
59 10	9,80 μέτρα	9,80 μ. εἰς τὸ δευτερόλεπτον
60	τελευταῖος v	v_0
65	9 κάτωθεν ἐάν τὸ πρῶτον	ἐάν διὰ τὸ πρῶτον
66 13	§ 77	§ 78
71	2 κάτωθεν 60°	60°

Σελ.	Στίχ.	Αντι	Γράφε
74	τελευταῖος	χαμηλότερα	χαμηλότερα
79	3	$6,65 \times 10^{-3}$	$6,65 \times 10^{-8}$
83	3	τῶν	ἐπι
87	1	β	ρ
95	8	δὲν	δὲ
114	τελευταῖος	πρὸς	παρὰ
115	22	σχ. 113	πισχ. 132
116	5	κάτωθεν 28 cm	πισθ 20 cm
117	6 »	σώματος	σωλῆνος
124	3	σχ. 204	πισχ. 104
124	6	κάτωθεν ἡ ὠθουμένη	ἡ ὠθουμένη
125	τελευταῖος	τοῦ βάρους	καὶ βάρους
137	15	ὄγκου	ὑδατος
144	12	88 R	80 R
148	8 κάτωθεν	$\omega' = (1 + kd)$	$\omega' = \omega(1 + kd)$
149	12	κύβος ὄγκου	κύβος ὄγκου ω
151	8	0,0019	0,0016
152	6	θερμαινόμενον	θερμαίνομεν
154	τὸ σχ. 127 α εἰναι 127 β καὶ ἀντιστρόφως		
159	9	ἐὰν δὲ	ἐὰν δὲν
169	9 κάτωθεν	M	M'
169	7 »	μ'	M'
170	6	§ 191 σελ. 171	§ 171 σελ. 158
190	23	εἰς ψυχόδον	εἰς τὸ ψυχόδον
203	18	171 παῖς	191
204	25	195 σο εἰς γέζεται	105
207	6, Δ - Δ = 118, Δ + Δ = Δ + Ζ = Ζ	(110)	δ



02400028427



εγκύρως



Τυπογραφία από τον Αριθμότατο Επανδρωτικό Ιστού