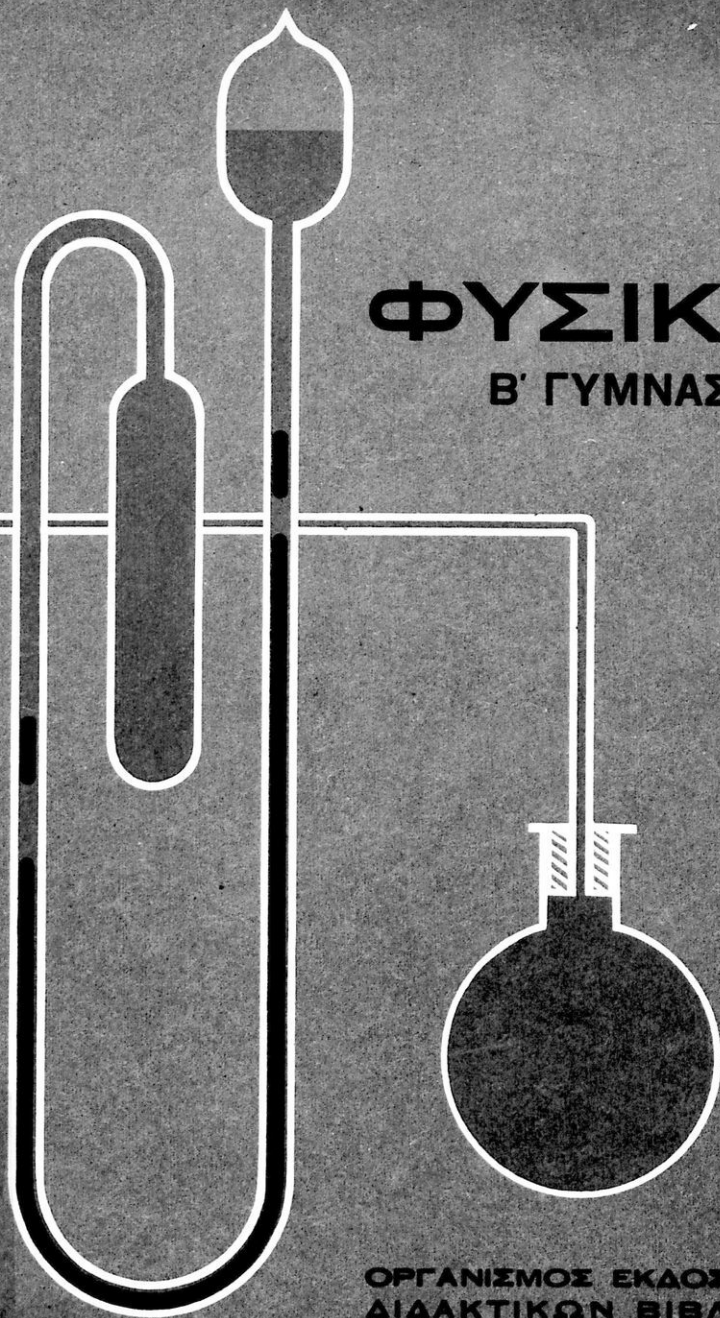


ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1973

19900

ΦΥΣΙΚΗ

ΔΩΡΕΑΝ

ΗΡΩΙΚΗ

Μετάφρασις: Ὑπὸ Γεωργίου Ἀνδρεάδη.

Μεταγλώττισις καὶ ἐπιμέλεια: Ὑπὸ Ἀναργ. Ζενάκου, Θεοφ. Παπαγεωργοπούλου
καὶ Εὐαγγ. Μιλλεοῦνη.

ΦΥΣΙΚΗ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΚΕΥΗ
ΤΟΥ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΤΩΝ
Α. GODIER, C. THOMAS, M. MOREAU

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1975

Ἡ Φυσική είναι μία ἀπό τὰς ἀρχαιοτέρας ἐπιστήμας τοῦ κόσμου. Ὁ Ἀριστοτέλης (384-322 π.Χ.) ἐχρησιμοποίησε διὰ πρώτην φοράν τὸν ὄρον Φυσική. Ὁ ὄρος Φυσική, καθὼς καὶ ἡ λέξις δεικνύει, σημαίνει σπουδὴν τῆς Φύσεως.

Εἰς τὴν Φυσικὴν κάθε ἀντικείμενον, τὸ ὁποῖον παρατηροῦμεν ἢ γενικῶς ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τῶν αἰσθήσεων μας, τὸ ὀνομάζομεν *φυσικὸν σῶμα* ἢ ἀπλῶς *σῶμα*. Π.χ. τὸ βιβλίον, ὁ λίθος, τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ, τὸ ἔδαφος κ.τ.λ. εἶναι φυσικὰ σώματα.

Ἡ οὐσία, ἀπὸ τὴν ὁποῖαν ἀποτελοῦνται τὰ σώματα, ὀνομάζεται *ὑλὴ*. Ὁ σίδηρος, τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ εἶναι διάφοροι μορφαὶ ὑλῆς. Τὰ σώματα διακρίνονται μεταξύ των ὄχι μόνον ἀπὸ τὸ εἶδος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ποσότητα τῆς ὑλῆς, ἀπὸ τὴν ὁποῖαν ἀποτελοῦνται. Οὕτω π.χ. ἡ ψαλὶς περιέχει περισσοτέραν ποσότητα ὑλῆς ἀπὸ τὴν βελόνην καὶ τὸ νόμισμα τῶν δύο δραχμῶν περισσοτέραν ἀπὸ τῆς μίης δραχμῆς.

Ὅλας τὰς μεταβολάς, τὰς ὁποίας παρατηροῦμεν εἰς τὴν φύσιν, καλοῦμεν φυσικὰ φαινόμενα. Ἐὰν ἀφήσωμεν ἐκτεθειμένον εἰς θερμὸν μέρος τεμάχιον πάγου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ ταχῆ· τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν εἰς δοχεῖον, βράζει καὶ μεταβάλλεται εἰς ἀτμόν· ὁ λίθος, τὸν ὁποῖον ἀφίνομεν ἀπὸ ὑψηλά, πίπτει εἰς τὴν γῆν· τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸ σύρμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται, καὶ δύναται νὰ τὸ ἐρυθροπυρῶσῃ, ὅπως παρατηροῦμεν π.χ. εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα.

Ἡ τῆξις τοῦ πάγου, ὁ βρασμὸς τοῦ ὕδατος, ἡ πτῶσις τοῦ λίθου, ἡ θέρμανσις τοῦ σύρματος, ὁ ἀνεμὸς, ἡ ἀστραπή κ.τ.λ. εἶναι ὅλα φυσικὰ φαινόμενα.

Διὰ νὰ μελετήσωμεν ἕν φυσικὸν φαινόμενον, πρέπει εἰς τὴν ἀρχὴν νὰ τὸ ἐξετάσωμεν προσεκτικῶς ἢ, ὅπως λέγομεν, νὰ τὸ παρατηρήσωμεν. Π.χ., διὰ νὰ μελετήσωμεν τὸ φαινόμενον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, δὲν ἀρκεῖ μόνον μίαν φοράν νὰ παρατηρήσωμεν πῶς πίπτει ἕν σῶμα. Πρέπει νὰ μάθωμεν ἕαν ὑπάρχῃ διαφορὰ εἰς τὴν πτῶσιν ἐνὸς μεγάλου καὶ ἐνὸς μικροῦ εἰς βάρος σώματος ἢ ἕαν ἔχῃ σημασίαν ὁ ὄγκος τοῦ σώματος ἢ τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον πίπτει τοῦτο. Δι' ὅλα αὐτὰ δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν, ἕαν παρατηρήσωμεν διαφόρους περιπτώσεις πτώσεως σωμάτων. Ἀντὶ ὁμῶς νὰ ἀναμένωμεν νὰ πέσῃ ἕν σῶμα, διὰ νὰ κάμωμεν τὰς παρατηρήσεις μας, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἡμεῖς διάφορα σώματα καὶ νὰ τὰ ἀφήσωμεν νὰ πέσουν, δηλαδὴ νὰ προκαλέσωμεν οἱ ἴδιοι τὸ φαινόμενον τῆς πτώσεως. Ὅταν ἡμεῖς προκαλοῦμεν ἕν φαινόμενον καὶ τὸ παρατηροῦμεν, τότε ἐκτελοῦμεν *πείραμα*. Διὰ τοῦ πειράματος θέτομεν διαφόρους ἐρωτήσεις εἰς τὴν φύσιν καὶ ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος λαμβάνομεν τὰς ἀπαντήσεις.

Εἰς τὴν Φυσικὴν ὁμῶς δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν τὴν ἐξέλιξιν τῶν διαφόρων φαινομένων, ἀλλὰ πρέπει καὶ νὰ τὰ ἐξηγήσωμεν. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὸν σκοπὸν μας, εἶναι ἀπαραίτητον νὰ πραγματοποιήσωμεν διαφόρους *μετρήσεις*. Κατὰ τὴν πτῶσιν τῶν σωμάτων π.χ. πρέπει τὰς μετρήσωμεν τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον πίπτει τὸ σῶμα, τὴν ταχύτητα καὶ τὸν χρόνον τῆς πτώσεώς του. Τὸ μήκος, ἡ ἐπιφάνεια, ὁ ὄγκος, ἡ ταχύτης, ὁ χρόνος κ.τ.λ. εἶναι *φυσικὰ μέγεθη*.

Ἐν φυσικὸν μέγεθος δύναται πάντοτε νὰ μετρηθῆ. Μέτρησις ἐνὸς φυσικοῦ μεγέθους εἶναι ἡ σύγκρισις του πρὸς ἕν ὁμοειδὲς μέγεθος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα. Διὰ κάθε φυσικὸν μέγεθος ἔχει ὀρισθῆ καὶ μία μονὰς μετρήσεως. Αἱ μονάδες αὗται εἶναι αὐθαίρετοι καὶ διὰ τοῦτο εἰς τὰ διάφορα κράτη διὰ τὸ αὐτὸ μέγεθος ὑπῆρχον ἄλλοτε καὶ ἰδιαίτεροι μονάδες. Τοῦτο ὁμῶς προεκάλεε μεγάλας δυσκολίας εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς καὶ εἰς τοὺς τύπους, διότι ἡ Φυσική εἶναι μία παγκόσμιος ἐπιστήμη καὶ ἔπρεπε γὰρ σύμβολα καὶ αἱ μονάδες νὰ εἶναι διεθνεῖς. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἐπροτάθησαν τὰ συστήματα μονάδων.

Σημειώσεις σχετικά με τὸ σύστημα μονάδων.

Σύστημα μονάδων εἶναι σύνολον μονάδων, αἱ ὁποῖαι ἐπιλέγονται μὲ τρόπον, ὥστε νὰ ἀπλοποιοῦν τοὺς τύπους τῆς Φυσικῆς καὶ νὰ διευκολύνουν τὴν χρῆσιν τούτων.

Τὸ σύνολον αὐτὸ περιλαμβάνει :

α) μονάδας αἱ ὁποῖαι ἔχουν **ἐπιλεγῆ ἀὐθαιρέτως** (π.χ. τὸ ἑκατοστόμετρον, τὸ γραμμάριον, καὶ τὸ δευτερόλεπτον)· αἱ μονάδες αὗται καλοῦνται θεμελιώδεις.

β) μονάδας **παραγώγους** αἱ ὁποῖαι καθορίζονται ἀπὸ τὰς **θεμελιώδεις**.

Εἰς τὸ σύστημα π.χ. *ἑκατοστόμετρον*, *γραμμάριον*, *δευτερόλεπτον*, τὸ ὁποῖον καλοῦμεν σύστημα C.G.S., ἡ **μονὰς ταχύτητος** καθορίζεται ἀπὸ τὸ ἑκατοστόμετρον καὶ ἀπὸ τὸ δευτερόλεπτον, εἶναι δὲ ἑκατοστόμετρον κατὰ δευτερόλεπτον· ἡ **μονὰς τῆς ἐπιταχύνσεως** καθορίζεται ἀπὸ τὴν μονάδα τῆς ταχύτητος καὶ ἀπὸ τὸ δευτερόλεπτον, καὶ ἡ **μονὰς βάρους** ἀπὸ τὸ γινόμενον τῆς μονάδος τῆς ἐπιταχύνσεως ἐπὶ τὴν μονάδα τῆς μάζης. Εἶναι ἀπαραίτητον **αἱ θεμελιώδεις μονάδες** νὰ ἠμποροῦν νὰ καθορισθοῦν μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν. Τὸ μέτρον (καὶ τὸ ἑκατοστόμετρον), τὸ χιλιόγραμμον (καὶ τὸ γραμμάριον) καὶ τὸ δευτερόλεπτον ἐκπληρώνουν ἀκριβῶς αὐτὴν τὴν ἀπαίτησιν.

Τὸ μέτρον εἶναι ἡ ἀπόστασις εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 0^ο C μεταξύ δύο γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι εἶναι χαραγμέναι εἰς ἓνα πρότυπον κανόνα, κατασκευασμένον ἀπὸ ἱρίδιον καὶ λευκόχρυσον, ὁ ὁποῖος φυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σεβρῶν (Γαλλία).

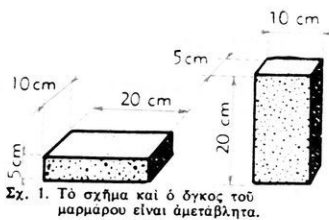
Τὸ χιλιόγραμμον εἶναι ἡ μᾶζα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἀπὸ ἱρίδιον καὶ λευκόχρυσον, ὁ ὁποῖος φυλάσσεται εἰς τὸ αὐτὸ Διεθνὲς Γραφεῖον.

Τὸ γραμμάριον εἶναι τὸ χιλιοστὸν τῆς μάζης τοῦ προτύπου χιλιογράμμου. Τέλος, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου ἔχομεν τὸ **δευτερόλεπτον**, τὸ ὁποῖον εἶναι χρονικὸν διάστημα ἴσον μὲ τὸ 1/86.400 τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας.

Ἀναλόγως πρὸς τὰς θεμελιώδεις μονάδας, τὰς ὁποίας θὰ ὀρίσωμεν, δημιουργοῦμεν καὶ διάφορα συστήματα. Τὰ κυριώτερα ἐκτὸς τοῦ C.G.S. εἶναι :

Τὸ σύστημα M.T.S., τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς καὶ ἔχει ὡς θεμελιώδεις μονάδας τὸ **μέτρον**, τὸν **τόνον** καὶ τὸ **δευτερόλεπτον**.

Τὸ σύστημα M.K.S.A. μὲ θεμελιώδεις μονάδας τὸ **μέτρον**, τὸ **χιλιόγραμμον**, τὸ **δευτερόλεπτον** καὶ τὸ **Ἀμπέρ**. Τὸ σύστημα τοῦτο καλεῖται καὶ **σύστημα Giorgi**, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ καθηγητοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ ἐπρότεινε.



Σχ. 1. Το σχήμα και ο όγκος του μαρμάρου είναι αμετάβλητα.

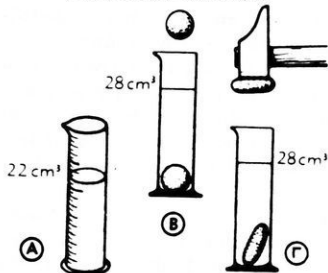
ΣΤΕΡΕΑ - ΥΓΡΑ - ΑΕΡΙΑ

1 Παρατήρησης. 'Εάν λάβωμεν τεμάχιο μαρμάρου (σχ. 1), θά παρατηρήσωμεν ότι το σχήμα και αἱ διαστάσεις του δὲν μεταβάλλονται, ὅπως καὶ ἐὰν τοποθετήσωμεν αὐτό. Ὁ ὄγκος του καὶ τὸ σχήμα του εἶναι ἀμετάβλητα.

Τὸ μάρμαρον εἶναι ἐν στερεὸν σῶμα.

• Λαμβάνομεν σφαῖραν ἐκ μολύβδου καὶ εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον της μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὀγκομετρικοῦ κυλίνδρου (σχ. 2). 'Εὰν κτυπήσωμεν τὴν σφαῖραν διὰ σφυρίου ἢ τὴν θραύσωμεν, θά μεταβληθῇ βεβαίως τὸ σχήμα της, ἀλλὰ ὁ ὄγκος της θά παραμείνῃ ὁ αὐτός.

'Επίσης δυνάμεθα νὰ κάμψωμεν μίαν μεταλλικὴν ράβδον, νὰ θραύσωμεν τὸ μάρμαρον, νὰ τήξωμεν ἐν φύλλον κασιτέρου, νὰ διαλύσωμεν σάκχαριν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ καὶ νὰ ἐπιμηκύνωμεν μεταλλικὸν ἔλασμα διὰ θερμάνσεώς του. *Ἐν στερεὸν σῶμα δὲν μεταβάλλει σχήμα παρὰ διὰ μιᾶς ἀναλόγου προσπαθείας ἢ διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος ἢ διὰ διαλύσεώς του.



Σχ. 2. Τὸ σχήμα τῆς σφαίρας ἐκ μολύβδου μεταβάλλεται, ἐὰν κτυπήσωμεν αὐτὴν διὰ σφυρίου. Ὁ ὄγκος τῆς ὁμοῦ παραμένει ἀμετάβλητος.

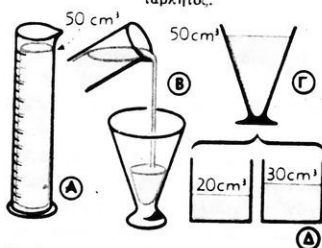
Συμπέρασμα: *Ἐκαστον στερεὸν σῶμα ἔχει ἰδιαίτερον σχήμα καὶ ὄγκον ἀμετάβλητον.

2 Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς ἓνα ὀγκομετρικὸν κύλινδρον καὶ σημειοῦμεν τὸν ὄγκον του (σχ. 3).

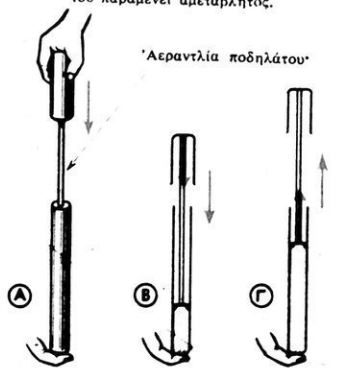
Μεταφέρομεν τὸ ὕδωρ ἀπὸ τὸν κύλινδρον εἰς ὀγκομετρικὸν κωνικὸν ποτήριον καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς δύο βαθμολογημένα δοχεῖα.

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὸ σχήμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν δοχείων ἀνεῖ ἰδιαίτερας προσπαθείας, ἐνῶ ὁ ὄγκος του παραμένει ὁ αὐτός.

Συμπέρασμα: *Ἐν ὑγρὸν δὲν ἔχει ἰδικὸν τοῦ σχήμα, ἀλλὰ λαμβάνει τὸ σχήμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχεται, ὁ δὲ ὄγκος του παραμένει ἀμετάβλητος.



Σχ. 3. Τὸ ὕδωρ ρεῖ καὶ λαμβάνει τὸ σχήμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχεται ὁ ὄγκος του παραμένει ἀμετάβλητος.



Σχ. 4. τὸ στόμιον κλειστόν. Ὁ ἀὴρ εἶναι συμπιεστός. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐκτατός. Ἀεραντλία ποδηλάτου.

3 Σύρομεν πρὸς τὰ ἔξω τὸ ἔμβολον μιᾶς ἀεραντλίας ποδηλάτου, καί, ἀφοῦ τοποθετήσωμεν τὸ στόμιόν της ἐντὸς δοχείου μεθ' ὕδατος, πιέζομεν τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ μέσα. Αἱ φυσαλλίδες, αἱ ὁποῖαι ἐξέρχονται ἀπὸ τὸ στόμιον, προέρχονται ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὅστις ὑπῆρχεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀεραντλίας.

'Εὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ἀφοῦ ὁμως κλείσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου μας τὸ στόμιον, παρατηροῦμεν ὅτι πρέπει νὰ καταβάλλωμεν συνεχῶς μεγαλύτεραν δύναμιν, ὅσον περισσότερο ὠθοῦμεν τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ μέσα, ὅσον δηλ. μικρότερος γίνεται ὁ

όγκος του αέρος (σχ. 4Α και Β) εντός του κυλίνδρου της αεραντλίας.

Δυνάμεθα λοιπόν να περιορίσωμεν τὸν ὄγκον μιᾶς ποσότητος αέρος. Ὁ αἴρ ἐστὶν συμπιεστός.

● Ἐάν ἀφήσωμεν ἐλευθέρου τὸ ἐμβολον, θὰ μετακινηθῆ με ὀρμὴν πρὸς τὰ ἔξω καὶ ὁ αἴρ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου θὰ λάβῃ τὸν ἀρχικὸν ὄγκον του : Ὁ αἴρ ἐστὶν ἐλαστικὸς (σχ. 4Γ).

● Ἐάν ἀνοίξωμεν ἐν φιαλίδιον περιέχον αἰθέρα, θὰ διαπιστώσωμεν ἀπὸ τὴν ὁσμὴν ὅτι ἐν ἀέριον, δηλ. ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος, ἔχει διαχυθῆ εἰς ὅλην τὴν αἴθουσαν.

Ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος ἐστὶν ἐκτατός. Τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 5 δεικνύει ὅτι ὁ αἴρ ἐστὶν ἐκτατός.

Συμπέρασμα: Τὰ διάφορα αέρια (αἴρ, ὀξυγόνον, ἀζωτον, ἀμμωνία, διοξειδιον τοῦ ἀνθρακος κ.τ.λ.) δὲν ἔχουν ἰδιαιτέρον σχῆμα καὶ ὄγκον ἐστὶν συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἐκτατά.

4 Ἐξηγήσεις τῶν ἰδιοτήτων τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

● Ἐάν γεμίσωμεν ἐν ποτήριον με λεπτήν ἀμμον καὶ τὴν μεταγγίσωμεν εἰς ἐν ἄλλο ποτήριον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἀμμον ρέει. Ἀπὸ ὠρισμένη ἀπόστασιν μάλιστα δὲν διακρίνομεν τοὺς κόκκους καὶ ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι ρέει ἐν ὑγρῶν. Ἡ ἀμμον ἀποτελεῖται ἀπὸ πλῆθος μικρῶν κόκκων, οἱ ὅποιοι δύνανται νὰ ὀλισθαίνουσι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου.

Τὸ ὕδωρ, ὅπως καὶ ὅλα τὰ ὑγρά, ἀποτελεῖται ἐπίσης ἀπὸ παρόμοια μικρὰ σωματίδια, τὰ ὅποια ὁμως εἶναι τὸσον πολὺ μικρὰ (αἱ διαστάσεις των εἶναι τῆς τάξεως τοῦ 0,0001 τοῦ χιλιοστομέτρου), ὥστε καὶ μετὰ τὸ ἰσχυρότερον μικροσκόπιον δὲν εἶναι δυνατόν νὰ τὰ διακρίνωμεν.

Τὰ σωματίδια αὐτὰ εἶναι τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ.

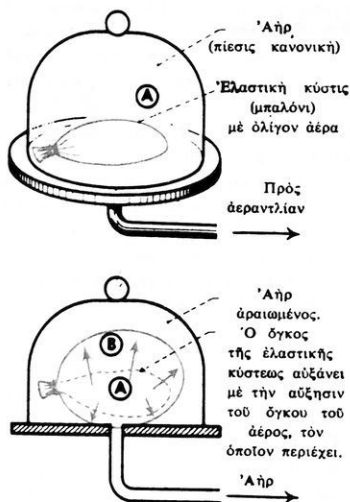
● Ἐάν οἱ κόκκοι τῆς ἀμμον ἐνωθῶσι μεταξὺ των, θὰ ἀποτελέσωσι ἕνα ψαμίθιον (ἀμμόλιθον), ἐν στερεῶν.

● Καὶ τὰ μόρια ὁμως ἐνὸς στερεοῦ δὲν εἶναι σταθερῶς ἠνωμένα τὸ ἐν μετὰ ἄλλο, ἀλλὰ πάλλονται ταχῆτα περὶ μιᾶς μέσης θέσεως, χωρὶς καὶ νὰ ἤμποροῦν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπὸ αὐτὴν, διότι ἔλκονται μεταξὺ των διὰ δυνάμεων, αἱ ὅποια καλοῦνται δυνάμεις συνοχῆς.

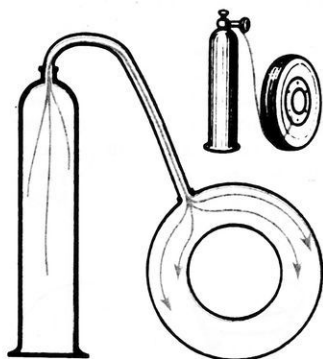
Αἱ δυνάμεις αὗται εἶναι ἐκεῖναι, αἱ ὅποια δίδουσι τὴν μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν ἀντοχὴν εἰς τὰ στερεὰ σώματα.

● Εἰς τὰ ὑγρά αἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι μικρότεροι, διότι τὰ μόρια των ἀπέχουσι περισσότερο τὸ ἐν ἀπὸ τὸ ἄλλο, με ἀποτέλεσμα νὰ μετατοπιζῶνται με μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν.

● Εἰς τὰ αέρια διὰ τὸν ἴδιον λόγον αἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι πολὺ μικρότεροι καὶ συνεπῶς τὰ μόρια των μετατοπιζοῦνται με ἀκόμη μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν. Τοιουτοτρόπως ἐξηγεῖται διατὶ τὰ αέρια εἶναι ἐκτατά.



Σχ. 5. Ὁ αἴρ ἐστὶν ἐκτατός.



Σχ. 6. Τὰ αέρια λαμβάνουσι τὸ σχῆμα καὶ τὸν ὄγκον τῶν δοχείων, εἰς τὰ ὅποια περιέχονται.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τα υλικά σώματα παρουσιάζονται εις τρεις καταστάσεις: την στερεάν, την υγράν και την αέριον.

2. Τα στερεά έχουν ιδιαίτερον σχήμα και σταθερόν ὄγκον.

3. Τα υγρά έχουν επίσης σταθερόν ὄγκον, λαμβάνουν ὅμως τὸ σχήμα τοῦ δοχείου, εις τὸ ὁποῖον περιέχονται.

4. Τα αέρια καταλαμβάνουν ὅλον τὸν διαθέσιμον χῶρον, χωρίς νὰ ἔχουν ιδιαίτερον σχήμα καὶ σταθερόν ὄγκον.

Τὰ αέρια εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἐκτατά.

5. Ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματίδια πάρα πολὺ μικρά, τὰ ὁποῖα καλοῦνται μόρια.

Τὰ στερεὰ ὀφείλουν τὴν ἀντοχὴν των εἰς τὰς δυνάμεις συνοχῆς, αἱ ὁποῖαι συγκρατοῦν τὰ μόρια τὸ ἓν πλησίον τοῦ ἄλλου.

Τὰ μόρια τῶν υγρῶν μετατοπίζονται μὲ μεγαλύτεραν ἐλευθερίαν. Τὰ μόρια τῶν αέριων μετατοπίζονται μὲ ἀκόμη μεγαλύτεραν ἐλευθερίαν καὶ εἰς ὁλόκληρον τὸν χῶρον τοῦ δοχείου των.

2^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Τὰ ἑτερογενῆ μείγματα.

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟΝ ΥΔΩΡ

1 Τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον υγρὸν εἰς τὴν φύσιν.

● Ἡ θάλασσα καλύπτει τὰ 3/4 περίπου τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Οἱ ὠκεανοὶ περιέχουν περισσότερον ἀπὸ δύο δισεκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα ἄλμυροῦ ὕδατος. Τὸ μέσον βάθος των εἶναι 3500 m.

● Αἱ ἤπειροι διασχίζονται ἀπὸ πολυαριθμούς ποταμούς. Τὸ ὕδωρ ρεῖ εἰς τὰς πλαγιάς τῶν ὄρέων ὑπὸ μορφήν χειμάρρων καὶ καταρρακτῶν. Πηγαὶ ἀναβλύζουν ἀπὸ τὴν γῆν.

● Εἶναι ὅμοια αὐτὰ τὰ ὕδατα; Βεβαίως ὄχι. Τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν εἶναι ἄλμυρόν, τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν εἶναι καθαρόν, τὸ ὕδωρ τῶν τελμάτων εἶναι θολόν.

2 Γεμίζομεν μὲ ὕδωρ τέλματος ἓν ποτήριον. Διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ μας δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν πολλὰ στερεὰ σωματίδια ἐντὸς τοῦ υγροῦ.

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ μικροσκοπίου μίαν σταγόνα αὐτοῦ τοῦ υγροῦ, θὰ ἴδωμεν καὶ ἄλλα σωματίδια, ἀόρατα διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

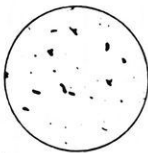
Πόθεν προέρχονται καὶ τί εἶναι αὐτὰ τὰ σωματίδια;

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξετάζομεν, ἦλθεν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν γῆν. Παρέσυρε λοιπὸν μαζί του χῶμα, ὑπολείμματα φυτικῆς προελεύσεως (νεκρὰ φύλλα, φλοιούς κλπ.), ζωικῆς προελεύσεως (κόπρον, νεκροὺς μικροοργανισμούς κλπ.) καὶ ζωντανούς μικροοργανισμούς. Ὅλαι αὐταὶ αἱ στερεαὶ οὐσίαι αἰωροῦνται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καὶ ἔχομεν τοιοῦτοτρόπως ἓν μείγμα ὕδατος καὶ ἄλλων σωμάτων (σχ. 1).



Σχ. 1.

Τὸ ὕδωρ τοῦ τέλματος εἶναι θολόν· περιέχει πλῆθος μικρῶν σωματιδίων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται.



Τὸ ὕδωρ τοῦ τέλματος παρατηρούμενον διὰ μικροσκοπίου: Τὰ ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ πολὺ μικρὰ στερεὰ σωματίδια διακρίνονται καλῶς.

Συμπέρασμα: Τὸ φυσικὸν ὕδωρ δύναται νὰ περιέχῃ ἐν αἰωρήσει διαφόρους στερεὰς οὐσίας· εἶναι ἓν μείγμα.

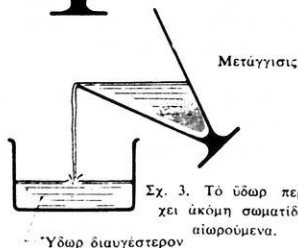
● Τὰ διάφορα σωματίδια, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν αὐτὸ τὸ μείγμα, διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ μας καὶ τῆ βοήθειά φακοῦ ἢ μικροσκοπίου. Τὸ μείγμα αὐτὸ εἶναι ἑτερογενές.

● Ἄλλα ἑτερογενῆ μείγματα: κόνις κιμωλιάς μετὰ σακχάρους, καφὲς μετὰ σακχάρους κλπ.

3 Ἐὰν ἀφήσωμεν αὐτὸ τὸ ὕδωρ ἀκίνητον (σχ. 2), τὰ σωματίδια κατέρχονται καὶ καθιζάνουν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου. Ταχέως δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ἓν ἴζημα, τὸ ὁποῖον ἔχει σχηματισθῆ ἀπὸ



Σχ. 2. Τα αιωρούμενα σωματίδια καθίζουν εις τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



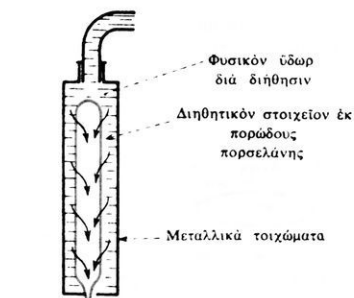
Σχ. 3. Τὸ ὕδωρ περιέχει ἀκόμη σωματίδια αιωρούμενα.



Σχ. 4. Διήθησις



Σχ. 5. Τομὴ διυλιστηρίου (δεξαμενῆς διηθήσεως).



Σχ. 6. Διηθητικὴ συσκευή Chamberland.

στρώματα τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Ρίπτομεν μετὰ προφυλάξεως τὸ ὑγρὸν μέρος εἰς ἓν ἄλλο ποτήριον, κάμνομεν δηλ. μετάγγισιν (σχ. 3).

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον μετρηγίσασμεν, δὲν εἶναι καθαρὸν, διότι διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ παρατηροῦμεν ἀκόμη αιωρούμενα σωματίδια, πολὺ ὀλιγώτερα ὅμως ἀπὸ ὅσα παρατηρήσαμεν προηγουμένως.

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ μικροσκοπίου μίαν σταγόνα αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, θὰ ἴδωμεν πολλὰς αιωρούμενας οὐσίας.

4 Πῶς θὰ διαχωρίσωμεν ἐξ ὁλοκλήρου τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τὰς αιωρούμενας οὐσίας.

● Διηθοῦμεν (φιλτράρομεν) τὸ ὑγρὸν διὰ μέσου πορώδους σώματος, τοῦ ὁποῖου οἱ πόροι νὰ εἶναι πολὺ μικροί, διὰ νὰ ἐμποδίζουσι τὴν διάβασιν τῶν αιωρούμενων σωματιδίων.

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν διηθητικὸν χάρτην, ὁ ὁποῖος ὁμοιάζει μὲ στυπὸχαρτον.

● Ρίπτομεν βραδέως τὸ ὑγρὸν ἐντὸς τοῦ διηθητικοῦ χάρτου (φίλτρου) καὶ τὸ ὑγρὸν ρεῖ ἐντὸς τοῦ δοχείου κατὰ σταγόνας (σχ. 4).

● Διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ δὲν παρατηροῦμεν πλέον κανὲν αιωρούμενον σωματίδιον ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ.

5 Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προορίζεται διὰ κατανάλωσιν εἰς τὰς πόλεις, προέρχεται γενικῶς ἀπὸ ποταμοῦς.

Τὸ ὕδωρ τοῦτο ἀρχικῶς δὲν εἶναι διαυγές. Διὰ τοῦτο, προτοῦ δοθῆ εἰς τὴν κατανάλωσιν, διηθεῖται ἐντὸς καταλλήλων δεξαμενῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται δεξαμεναὶ διηθήσεως (σχ. 5) (διυλιστήρια).

● Διὰ τῆς συσκευῆς διηθήσεως Chamberland (φίλτρον) δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διαυγές ὕδωρ καὶ ὅταν δὲν ἔχωμεν δεξαμενὰς διηθήσεως (σχ. 6).

● Αί πηγαί τροφοδοτοῦνται συχνάκις ἀπὸ ὕδατα, διελθόντα προηγουμένως ἀπὸ στρώματα ἄμμου, τὰ ὁποῖα εἶναι περίφημα φυσικὰ διυλιστήρια. Τοιοῦτοτρόπως τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διηθηθῇ φυσικῶς. Δι' αὐτὸ τὸ ὕδωρ πολλῶν πηγῶν διοχετεύεται ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν καταβάλωσιν.

Συμπέρασμα : Διὰ τῆς μεταγίσεως, δηλ. διὰ τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὸ ἴζημα, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται, καὶ ἐν συνεχείᾳ διὰ τῆς διηθήσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐν πορῶδες σῶμα συγκρατεῖ τὰ αἰωρούμενα σωματίδια, ἐπιτυγχάνομεν ὕδωρ τελείως διανγές.

- ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**
1. Τὰ ὕδατα, τὰ ὁποῖα εἶναι διεσκορπισμένα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (ὠκεανοί, πηγαί, ὕδατα βροχῆς κλπ.) διαφέρουν μεταξύ των.
 2. Τὰ περισσότερα εἶναι ἑτερογενῆ μείγματα, τὰ ὁποῖα περιέχουν στερεὰς ὕλας ἐν αἰωρήσει.
 3. Διὰ τῆς μεταγίσεως δυνάμεθα νὰ διαχωρίσωμεν τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τὰ στερεὰ σώματα, τὰ ὁποῖα καθιζάνουν.
 4. Διὰ τῆς διηθήσεως ἐπιτυγχάνομεν ὕδωρ διανγές, ἀπηλλαγμένον ἀπὸ κάθε αἰωρούμενην οὐσίαν.
 5. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον καταναλίσκεται εἰς τὰς πόλεις ὡς πόσιμον, εἶναι συνήθως ὕδωρ ποταμοῦ, διηθημένον εἰς δεξαμενάς, καλουμένας δεξαμενάς διηθήσεως.
- Τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν διηθεῖται φυσικῶς, ὅταν διαπερᾶ στρώματα ἄμμου.

3^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἐν καθαρόν σῶμα.

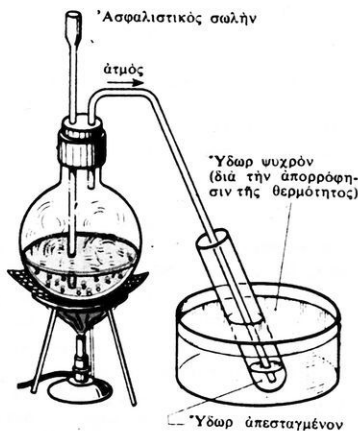
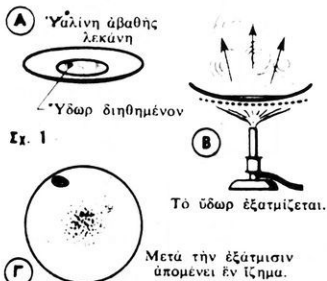
ΤΟ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΟΝ ΥΔΩΡ

1 Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι καθαρὸν.

Εἰς μίαν ἀβαθῆ ὑαλίνην λεκάνην, τελείως διαφανῆ, ρίπτομεν διηθημένον ὕδωρ καὶ τὸ θερμαίνομεν ἑλαφρῶς, ἕως ὅτου ἐξατμισθῇ.

● Ἐάν παρατηρήσωμεν τώρα τὴν λεκάνην, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶναι τελείως διαφανῆς. Περιέχει ἐν ὑπόλευκον ἴζημα (σχ. 1).

● Τὸ διηθημένον ὕδωρ περιέχει λοιπὸν καὶ ξένας οὐσίας. Δὲν εἶναι τελείως καθαρὸν ὕδωρ.



Σχ. 2. Ἀπόσταξις τοῦ ὕδατος.

2 Ἀπόσταξις.

● Θερμαίνουμε μέχρι βρασμοῦ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἀπὸ διήθησιν, καὶ συλλέγομεν εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ἀτμοῦ του (σχ. 2).

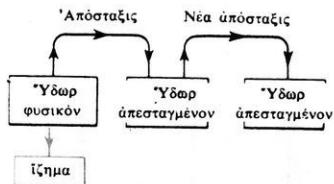
Τὸ ὕδωρ τοῦτο εἶναι **ἀπεσταγμένον**.

● Θερμαίνουμε τὴν σφαιρικήν φιάλην μέχρι πλῆρους ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος. Παραμένει τότε ἐν ἴζημα, ἀνάλογον πρὸς ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τῶν βραστήρων, καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ διαλελυμένα εἰς τὸ ὕδωρ ὕλικά, τὰ ὅποια ὀνομάζομεν ἄλατα.

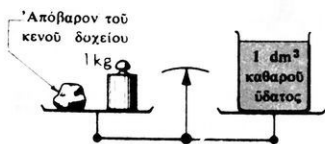
● Ἐάν διηθῶσωμεν τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, κανὲν ἴζημα δὲν παραμένει εἰς τὸ διηθητικὸν μέσον (φίλτρον).

● Ρίπτομεν ὀλίγον ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἰς ἀβαθὴ ὑαλίνην λεκάνην, τὸ θερμαίνουμε καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται χωρὶς νὰ ἀφίη ἴζημα.

Συμπέρασμα: Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι τελείως καθαρὸν. Διὰ τῆς διηθήσεως ἢ διὰ τῆς ἀποστάξεως δὲν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἀπὸ αὐτὸ παρὰ μόνον ὕδωρ (σχ. 3).



Σχ. 3. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ περιέχει μόνον ὕδωρ. Εἶναι ὕδωρ καθαρὸν.



Σχ. 4. 1 dm³ καθαρὸν ὕδατος ζυγίζει 1 Kg.

3 **Θὰ ἴδωμεν (36ον μάθημα)** ὅτι ἐν λίτρον ἀπεσταγμένου ὕδατος ἔχει τὸ μεγαλύτερον βάρος, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι 4°C.

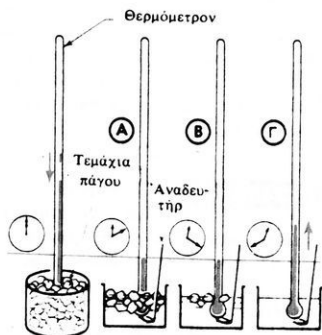
● Τὸ βάρος αὐτὸ εἶναι σχεδὸν ἴσον πρὸς 1 Kg (Σχ.4).

Συμπέρασμα: Τὸ βάρος ἐνὸς λίτρον ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν 4° C εἶναι μία φυσικὴ σταθερὰ (1).

4 Μεταβολαὶ Φυσικῶν καταστάσεων.

α) **Στερεοποίησης:** Ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται ἀρκετὰ τὸν χειμῶνα (ἢ μέσα εἰς ἓνα ψυκτικὸν θάλαμον), τὸ ὕδωρ στερεοποιεῖται (δυνάμεθα τὸν χειμῶνα νὰ παρατηρήσωμεν τὰ διάφορα σχήματα τῶν κρυστάλλων τῆς χιόνος, τὰ ὁποῖα προέρχονται ἀπὸ κανονικὰ ἐξάγωνα).

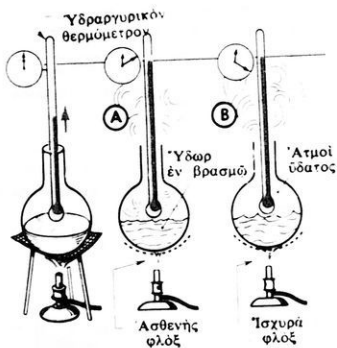
● Εἰς ποτήριον, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν ρίψει τεμάχια πάγου, θέτομεν ἐν ἀβαθμολόγητον θερμομέτρον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατέρχεται καὶ μετ' ὀλίγα λεπτὰ σταθεροποιεῖται (σχ. 5). Σημειῶνομεν τὴν θέσιν τῆς δι' ἐνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν περιτυλίξει εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ θερμομέτρον.



Σχ. 5. Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ παραμένει σταθερὰ. Μόλις τακὴ ὁλος ὁ πάγος, ἡ στάθμη ἀνέρχεται.

Δυνάμεθα τότε νὰ ἐπαληθεύσωμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ὕδατος - πάγου παραμένει ἀμετάβλητος, ὅσον διαρκεῖ ἡ τήξις τοῦ πάγου (ἀναδευόμεν τὸ μείγμα ὕδατος - πάγου συνεχῶς). Μετρήσεις ἀκριβεῖς δεικνύουν ὅτι τὸ καθαρὸν σῶμα στερεοποιεῖται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

(1) Τὸ βάρος 1/ ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4°C ἔχει καθορισθῆ συμβατικῶς ὡς μονὰς βάρους. Ἀκριβεῖς μετρήσεις δεικνύουν ὅτι 1/ ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς τὸ Παρίσι ζυγίζει 0,999972 Kg.



Σχ. 6. Καθ' ὄλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά, ἀνεξαρτήτως τῆς ἐντάσεως τῆς θερμικῆς πηγῆς.

Συμπέρασμα : Ἡ θερμοκρασία τήξεως τοῦ πάγου εἶναι σταθερά. Ἡ θερμοκρασία αὕτη ὀρίζεται ὡς ἀρχὴ (τοῦ 0° C) τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος Celsius.

β) **Ἐξάερωσις.** Θερμαίνομεν καθαρὸν ὕδωρ ἐντὸς μιᾶς σφαιρικῆς φιάλης, εἰς τὴν ὁποίαν ἔχομεν τοποθετήσει τὸ ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον, τὸ χρησιμοποίηθην προηγουμένως, εἰς τρόπον, ὥστε μόλις νὰ ἐγγίξῃ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος (σχ. 6).

Ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται.

● Σημειοῦμεν αὐτὴν τὴν στάθμην, ὅπως καὶ προηγουμένως, τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὕδωρ ἀρχίζει νὰ βράξῃ.

Παρατηροῦμεν ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται.

● Ἐὰν χαμηλώσωμεν τὴν φλόγα οὕτως, ὥστε ὁ βρασμὸς νὰ ἐξασθενήσῃ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ παραμένει καὶ πάλιν ἀμετάβλητος.

● Ἀπομακρύνομεν τὴν φλόγα, ὁ βρασμὸς διακόπτεται καὶ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατέρχεται.

Συμπέρασμα : Καθ' ὄλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ τοῦ καθαρῷ ὕδατος, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοῦ παραμένει ἀμετάβλητος. Αὕτη ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ δεῦτερον σταθερὸν σημεῖον (100° C) τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος Celsius.

● Τὸ βάρος 1 l καθαρῷ ὕδατος (περίπου 1 Kp), ἡ θερμοκρασία τήξεως (ἢ πήξεως) καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ εἶναι φυσικαὶ σταθεραὶ τοῦ καθαρῷ ὕδατος.

Γενικῶς καλούμεν καθαρὸν ἔν σῶμα, ὅταν αἱ ἰδιότητές του (τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου εἰς ἓνα τόπον, ἡ θερμοκρασία τήξεως καὶ βρασμοῦ) εἶναι σταθεραὶ. Αὐτὰς τὰς ἀμεταβλήτους ἰδιότητας καλούμεν **φυσικὰς σταθεράς.**

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι ἀναγκαστικῶς καθαρὸν ὕδωρ.
2. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ προέρχεται ἀπὸ συμπύκνωσιν ὑδρατμῶν. Ἀπὸ αὐτὸ διὰ διηθήσεως ἢ δι' ἀποστάσεως δὲν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν παρά μόνον ὕδωρ.

Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι καθαρὸν ὕδωρ.

3. 1 l (dm³) καθαρῷ ὕδατος ἔχει σταθερὸν βάρος καὶ ζυγίζει εἰς θερμοκρασίαν 4° C περίπου 1 kp (1kg*).

4. Τὸ καθαρὸν ὕδωρ στερεοποιεῖται εἰς σταθεράν θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία καθωρίσθη ὡς 0° C.

Ἐπίσης βράζει εἰς μίαν σταθεράν θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία καθωρίσθη ὡς 100° C.

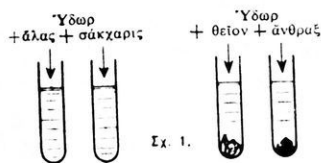
5. Ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, τοιοῦτοτρόπως καὶ κάθε καθαρὸν σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὰς φυσικὰς σταθεράς του.

40^{ον} ΜΑΘΗΜΑ: Τὸ ὕδωρ σχηματίζει μὲ πολλὰ σῶματα ὁμογενῆ μείγματα.

ΔΙΑΛΥΤΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

1. Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύῃ στερεὰς οὐσίας.

● Ἐὰν εἰς ποτήριον πλήρες ὕδατος ρίψωμεν ὀλίγον μαγειρικὸν ἅλας καὶ τὸ ἀναδεύσωμεν, τὸ ἅλας ἐξ-



Τὸ ἅλας καὶ ἡ σάκχαρις διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

Τὸ θεῖον καὶ ὁ ἀνθραξ δὲν διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

αφανίζεται και το ύδωρ παραμένει διαυγές, χωρίς όρατα ίχνη άλατος.

Έπραγματοποιήσαμεν μίαν **διάλυση** άλατος εις το ύδωρ.

● Έάν θέσωμεν μίαν σταγόνα από αυτό το ύδωρ επί της γλώσσης μας, θα διαπιστώσωμεν διά της γεύσεως την παρουσίαν του άλατος.

● Διηθούμεν αυτήν την διάλυσην και δοκιμάζομεν πάλιν το ύγρον, το όποιον λαμβάνομεν: *Είναι άλμυρον* (σχ. 2).

● Το άλας διήλθε μετά του ύδατος, αν και ο διηθητικός χάρτης συγκρατεί τας στερεάς ουσίας.

Το άλας έσχημάτισε μετά του ύδατος έν μείγμα, του όποίου δέν δυνάμεθα να διακρίνωμεν τὰ συστατικά.

Το μείγμα αυτό είναι **όμογενές**.

Συμπέρασμα: *Τò άλας είναι διαλυτόν εις τὸ ύδωρ. Ἡ διάλυσις τούτου εις τὸ ύδωρ είναι έν όμογενές μείγμα.*

● Εις σφαιρικήν φιάλην με χλιαρόν ύδωρ διαλύομεν όσον τὸ δυνατόν περισσότερον άλας. Εις κάποιαν στιγμήν τὸ άλας, τὸ όποιον προσθέτομεν, δέν διαλύεται πλέον, αλλά πίπτει εις τὸν πυθμένα ώσαν ίζημα. Τὸ διάλυμα αυτό καλεῖται **κεκορεσμένον**.

● 100 g καθαροῦ ύδατος εις τούς 20° C δέν δύνανται νά διαλύσουν περισσότερον από 36 g άλατος.

Ἡ **διαλυτότης** του μαγειρικοῦ άλατος είναι 36 g εις τὰ 100 g καθαροῦ ύδατος εις τήν θερμοκρασίαν τῶν 20° C.

2 **Ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας εις τήν διαλυτότητα ενός σώματος.**

Ἐντός σφαιρικής φιάλης, ἡ όποία περιέχει 1 l καθαροῦ ύδατος, διαλύομεν νιτρικὸν κάλιον, έως ότου ἐπιτύχωμεν κεκορεσμένον διάλυμα. Θερμαίνομεν τήν φιάλην καί σημειοῦμεν τήν θερμοκρασίαν καί τήν ποσότητα του νιτρικοῦ καλίου, τήν όποίαν προσθέτομεν κάθε φοράν, διά νά παραμείνῃ τὸ διάλυμα κεκορεσμένον.

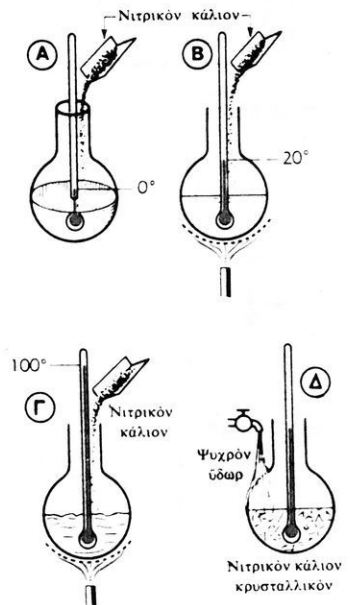
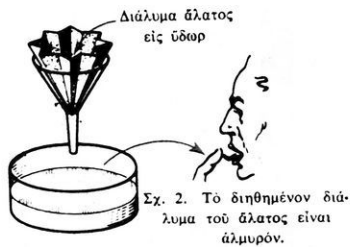
0°	20°	100°
----	-----	------

130 g	270 g	2470 g
-------	-------	--------

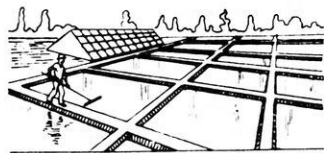
● Έάν ψύξωμεν τήν φιάλην, θα παρατηρήσωμεν ότι ἀρχίζει νά κατακάθεται ὑπὸ μορφήν **κρυστάλλων** έν μέρος του νιτρικοῦ καλίου (σχ. 3)· καί αυτό διότι εις χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, όπως είδομεν, τὸ ύδωρ θά συγκρατήσει μικροτέραν ποσότητα από τήν ούσίαν, τήν όποίαν έχει διαλύσει.

● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, διαλύοντες αὐτήν τήν φοράν μαγειρικόν άλας. Παρατηροῦμεν ότι ἡ μεγίστη ποσότης του άλατος, τήν όποίαν δυνάμεθα νά διαλύσωμεν, μεταβάλλεται ὀλίγον με τήν αύξησιν τῆς θερμοκρασίας του ύδατος.

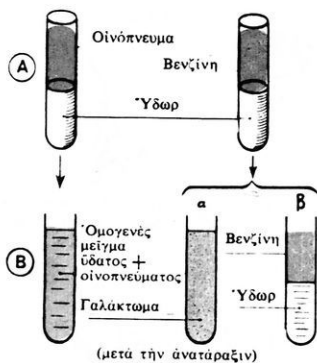
0°	20°	50°
36 g	36 g	39 g



Σχ. 3. Ἡ διαλυτότης του νιτρικοῦ καλίου αύξάνεται μετά τῆς θερμοκρασίας του ύδατος.



Σχ. 4. Μετά τήν εξάτμισιν μέρους του ύδατος εις τὰς άλυκας, τὸ διάλυμα γίνεται κεκορεσμένον καί τὸ άλας κρυσταλλοῦται. Διατι οί σωροί του άλατος καλύπτονται διά κεράμων ἢ χώματος;



Σχ. 5. Το οινόπνευμα ανάμειγνύεται με το ύδωρ. Η βενζίνη όχι.

Ο άπαγωγος σωλήν φθάνει έως την βάση του πώματος.



Σχ. 6. Το φυσικόν ύδωρ περιέχει διαλελυμένα αέρια.

Συμπέρασμα: Η διαλυτότης ώρισμένων ούσιων (νιτρικόν κάλιον, σάκχαρις) αυξάνει πολύ μετά της θερμοκρασίας, ενώ η διαλυτότης τοῦ ἁλατος ἐλάτιστα.

3 Περικεικότης ἐνός διαλύματος.

Ρίπτομεν εἰς ἓνα ὄγκομετρικόν κύλινδρον ὕδωρ, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν διαλύσει 15 g ἁλατος, καὶ συμπληροῦμεν διὰ καθαροῦ ὕδατος ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 100 cm³.

Ἐχομεν τώρα ἐν διάλυμα 100 cm³ ὕδατος καὶ ἁλατος, τὸ ὁποῖον περιέχει 15 g ἁλατος ἢ 150 g εἰς 1 l διαλύματος.

Ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ τοῦ διαλύματος εἶναι 150 g ἁλατος ἀνά λίτρον.

Ἡ περιεκτικότης τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἰς μαγειρικόν ἅλας εἶναι πολύ μικροτέρα: 25 g ἕως 30 g ἀνά λίτρον.

4 Διάλυσις ὑγρῶν ἐντός τοῦ ὕδατος.

Ρίπτομεν εἰς ἓνα δοκιμαστικόν σωλήνα ὕδωρ καὶ ἐν συνεχείᾳ πολύ προσεκτικὰ οἰνόπνευμα. Δυναμέθα νὰ διακρίνωμεν τὰ δύο ὑγρά, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Τὸ ὕδωρ εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος.

● Ἐάν μετακινήσωμεν τὸν σωλήνα, τὰ δύο ὑγρά γίνονται ἐν καὶ δὲν δυναμέθα νὰ τὰ διαχωρίσωμεν σχηματίζουν δηλ. ἐν ὁμογενές μείγμα. Τὸ ὕδωρ διαλύει τὸ οἰνόπνευμα.

Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα με ὕδωρ καὶ βενζίνην. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βενζίνη παραμένει ἐπάνω ἀπὸ τὸ ὕδωρ, καί, ἂν ἀνακινήσωμεν τὸν σωλήνα, λαμβάνομεν ἐν θολὸν μείγμα, εἰς τὸ ὁποῖον παρατηροῦμεν αἰωρούμενας τὰς σταγόνας τῆς βενζίνης (σχ. 5).

● Τὸ ἕτερογενές αὐτὸ μείγμα εἶναι ἐν γαλάκτωμα. Τὰ σταγονίδια τῆς βενζίνης μετὰ τι χρονικὸν διάστημα ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ τὰ δύο ὑγρά διαχωρίζονται.

Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βενζίνη δὲν δύνανται νὰ ἀναμειχθοῦν: Ἡ βενζίνη δὲν εἶναι διαλυτὴ εἰς τὸ ὕδωρ.

Συμπέρασμα: Μερικὰ ὑγρά, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, δύνανται νὰ ἀναμειχθοῦν με τὸ ὕδωρ. Ἄλλα, ὅπως ἡ βενζίνη, δὲν ἀναμειγνύονται.

5 Διάλυσις αερίων ἐντός τοῦ ὕδατος.

● Θερμαίνομεν βραδέως τὴν φιάλην τοῦ σχ. 6 καὶ παρατηροῦμεν ἐντός ὀλίγου ὅτι σχηματίζονται φυσσαλίδες εἰς τὰ τοιχώματά της. Αἱ φυσσαλίδες γίνονται διαρκῶς ὀλιγώτεραι καὶ ταχέως ἐξαφανίζονται.

● Τὸ αέριον, τὸ ὁποῖον συνελέξαμεν εἰς τὸν δοκιμαστικόν σωλήνα, ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ Ἄζωτον καὶ Ὄξυγονον. Αὐτὰ ὑπῆρχον προηγουμένως ἐντός τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ τὰ παρατηρήσωμεν, διότι ἦσαν διαλελυμένα καὶ ἀπετέλουν μετὰ τοῦ ὕδατος ὁμογενές μείγμα. Τὰ αέρια αὐτὰ προέρχονται κυρίως ἀπὸ διαλελυμένον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ διαλελυμένον ὀξυγονον, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν θαλασσῶν, ἀναπνέουσι καὶ διατηροῦνται οὕτω εἰς τὴν ζωὴν τὰ ὑδρόβια ζῶα καὶ φυτὰ.

Το ύδωρ δύναται νά διαλύση καί πολλά άλλα αέρια. Τά αεριοῦχα ποτά περιέχουν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Σημείωσις. Τό αέριον, τό ὅποιον συνελέξαμεν εἰς τόν δοκιμαστικόν σωλήνα, δέν δύναται νά εἶναι ἀτμός, διότι θά εἶχε συμπυκνωθῆ εἰς τό ὕδωρ τοῦ σωλήνος.

Συμπέρασμα : Τό ὕδωρ δύναται νά διαλύσῃ αέρια.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τό μαγειρικόν ἅλας εἶναι διαλυτόν εἰς τό ὕδωρ καί σχηματίζει ἕν ὁμογενές μίγμα. Εἰς 20°C 1l διαλύματος ἁλατος εἰς ὕδωρ δύναται νά περιέχῃ μέχρι 360g διαλελυμένου μαγειρικοῦ ἁλατος. Τό διάλυμα αὐτό καλεῖται κεκορεσμένον.

Διαλυτότης μιᾶς οὐσίας εἰς τό ὕδωρ καλεῖται ἡ μεγίστη μᾶζα εἰς g, ἡ ὁποία δύναται νά διαλυθῆ εἰς 100g καθαροῦ ὕδατος.

2. Ἡ διαλυτότης τῶν στερεῶν (νιτρικόν κάλιον, σάκχαρις) αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

3. Ἡ περιεκτικότης ἐνός διαλύματος ἐκφράζεται διὰ τῆς μάζης τῆς διαλελυμένης οὐσίας εἰς ἕν λίτρον τοῦ διαλύματος.

4. Ὄρισμένα ὑγρά, ὅπως τό οἰνόπνευμα, εἶναι διαλυτά εἰς τό ὕδωρ, ἐνῶ ἄλλα, ὅπως ἡ βενζίνη, τό ἔλαιον, δέν εἶναι.

5. Τό ὕδωρ δύναται νά διαλύσῃ αέρια καί ἰδιαιτέρως τό ὀξυγόνον καί τό ἄζωτον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος.

5ον ΜΑΘΗΜΑ : Πρώτη μελέτη ἐνός αέριου.

Ο Α Η Ρ

1 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ.

● Βυθίζομεν ἐντός τοῦ ὕδατος κενή φιάλην μέ τό στόμιον πρὸς τὰ κάτω (σχ. 1). Παρατηροῦμεν ὅτι πολύ ὀλίγον ὕδωρ εἰσέρχεται ἐντός τῆς φιάλης. Διατί; Ἐάν ὁμως κλίνωμεν αὐτήν πρὸς τὰ κάτω, φυσαλλίδες διαφεύγουν ἀπό τό στόμιον τῆς καί ἡ φιάλη πληροῦται ὕδατος (σχ. 1 Β).

Τό ὕδωρ ἀντικατέστησεν ἕν ὄψωμα, τό ὅποιον ὑπῆρχεν εἰς τήν φιάλην, ἀλλά δέν τό ἐβλέπαμεν.

Ἡ φιάλη ἦτο πλήρης αέρος.

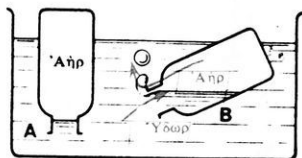
● Οἱ ἄνεμοι, τὰ αέρια ρεύματα, ἡ ἀντίστασις, ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τὰς ταχείας κινήσεις μας, ἀποδεικνύουν ἐπίσης τήν παρουσίαν τοῦ αέρος.

● Ἡ Γῆ περιβάλλεται ἀπό στρώμα αέρος, τήν *ἀτμοσφαῖραν*, ἡ ὁποία ἔχει πάχος πολλὰς ἑκατοντάδας χιλιομέτρων. Ἀλλά τὰ περισσότερα μόριά τῆς εἶναι συγκεντρωμένα εἰς τὰ κατώτερα στρώματα (τά μισά εἰς τὰ 5 πρῶτα χιλιόμετρα) καί ἐλαττοῦνται ὁλοκλήρως καί περισσότερον εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα.

Τά τελευταῖα μόρια εἶναι δυνατόν νά εὐρίσκωνται καί εἰς χιλιάδας χιλιομέτρων ἀπόστασιν ἀπό τήν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (σχ. 2).

2 Ἰδιότητες τοῦ αέρος.

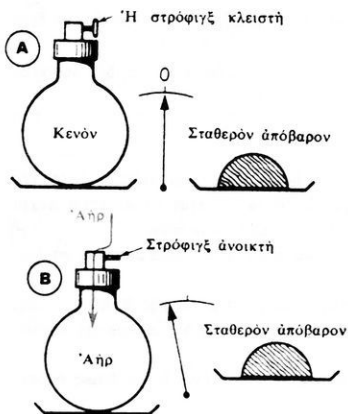
Τά πειράματα, τὰ ὁποία ἐγιναν εἰς τό πρῶτον μάθημα, μᾶς ἀπέδειξαν τὰς βασικάς ἰδιότητες τοῦ αέρος: τήν *συμπίεστικότητα*, τήν *ἐλαστικότητα* καί τό *ἐκτατόν*. Αἱ ἰδιότητες αὐταί εἶναι κοιναί δι' ὅλα τὰ αέρια.



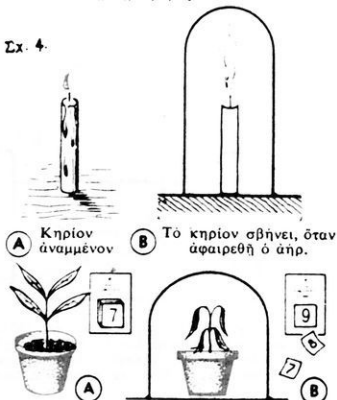
Σχ. 1. Εἰς τήν φιάλην Α εἰσέρχεται πολύ ὀλίγον ὕδωρ (εἶναι πλήρης αέρος). Εἰς τήν φιάλην Β (πλαγίᾳ) ὁ ἀήρ ἐξέρχεται ὑπό μορφήν φυσαλλίδων καί τό ὕδωρ καταλαμβάνει τήν θέσιν του.



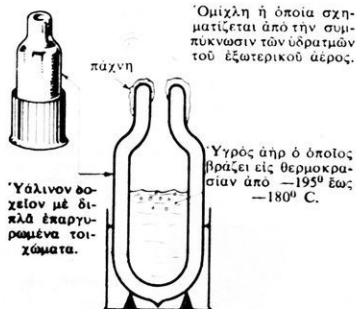
Σχ. 2.



Σχ. 3. 'Ο αήρ έχει βάρος.



Σχ. 4. Όταν αφαιρεθῆ ὁ αήρ, τὸ φυτὸν μαραινεται καὶ νεκρώνεται.



Σχ. 6. Δοχεῖον Dewar διὰ τὴν διατήρησιν ὑγροῦ αἰέρος.

● 'Ο αήρ ἔχει βάρος. Διὰ μιᾶς ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν αἶρα ἀπὸ μιᾶν ὑαλίνην σφαιρικὴν φιάλην. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀπόλυτον κενόν. Πάντοτε ἀπομένει ὀλίγος αἰήρ, ὁ ὁποῖος διαχέεται εἰς ὅλον τὸν χῶρον τῆς φιάλης.

● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὴν φιάλην εἰς τὸν ἓνα δίσκον ζυγοῦ καὶ τὴν ἰσοροποῦμεν μετ' ἀπόβαρον εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 3Α). Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, ἡ ἰσοροπία καταστρέφεται καὶ ὁ ζυγὸς κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς φιάλης. Διατί ;

Προσθέτοντες σταθὰ εἰς τὸν δίσκον, εἰς τὸν ὁποῖον ἔχομεν τὸ ἀπόβαρον, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν κατὰ προσέγγισιν τὸ βάρος τοῦ αἰέρος, τὸν ὁποῖον περιέχει ἡ φιάλη.

● Ἐν λίτρον αἰέρος ζυγίζει ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν 0° C 1,293 g ἢ περίπου 1,3 g.

Σύγκρισις τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου αἰέρος.

Βάρος 1 λίτρον ὕδατος = 1 Κρ = 1000ρ.

Βάρος 1 λίτρον αἰέρος = 0,0013 Κρ = 1,3ρ.

Συμπέρασμα : 'Ο αἰήρ, ὅπως καὶ κάθε αἰέριον, ἔχει βάρος. Ἀλλὰ τὸ βάρος τῶν αἰερίων εἶναι εἰς ἴσον ὄγκον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸ βάρος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν.

3 'Ο αἰήρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις καὶ τὴν ζωὴν.

● Καλύπτομεν δι' ὑαλίνου κώδωνος ἓν ἀναμμένον κηρίον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φλόξ τοῦ ἐξασθενεῖ καὶ τέλος σβήνει (σχ. 4).

● Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ ἀνασηκώσωμεν τὸν κώδωνα, προτοῦ σβῆσῃ ἐντελῶς ἡ φλόξ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φλόξ δυνάμνεται καὶ πάλιν.

● Ἄς προσπαθῶμεν νὰ κρατήσωμεν τὴν ἀναπνοὴν μας. Πόσιν ὄραν δυνάμεθα νὰ μὴ ἀναπνέωμεν ;

● Νὰ ἀναφερθοῦν μερικὰ παραδείγματα θανάτων ἐκ τῆς ἐλλείψεως αἰέρος (ἀσφυξία).

Συμπέρασμα : 'Ο αἰήρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις. 'Ο αἰήρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ζωὴν.

4 Σύστασις τοῦ αἰέρος.

● 'Ο αἰήρ, ὅταν ψυχθῇ εἰς τοὺς -193° C, γίνεται ἐν ὑγρὸν διαυγές, ἐλαφρὸν κυανοῦν, τὸ ὁποῖον ρεεῖ ὡσαν τὸ ὕδωρ. Διὰ νὰ λάβωμεν ἐν λίτρον ὑγροῦ αἰέρος, ἀπαιτοῦνται 700 λίτρα αἰέρος εἰς κατάστασιν ἀεριοῦ.

● Τὸν ὑγρὸν αἶρα, διὰ νὰ μὴ ἐξαεριωθῇ ταχέως, τὸν διατηροῦμεν ἐντὸς μονωτικῶν δοχείων μετ' ἐπιπλά τοιχώματα καὶ μετ' ἐπιπλά ἀνοίγματα χωρὶς πῶμα, ὅπου βράζει καὶ ἐξαεριώνεται βραδέως (σχ. 6).

Ἐάν βυθίσωμεν εἰς τὸ ἀέριον ἓν κηρίον ἀναμμένον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται κατ' ἀρχὰς ἀπὸ τὸν αέρα, τὸν μόνον ὑγροποιημένον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κηρίον σβῆνει. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι ἀζώτον (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -195° C).

Ἀντιθέτως τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται πρὸς τὸ τέλος, ἐνδυναμώνει τὴν φλόγα τοῦ κηρίου. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι ὀξυγόνον (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -183° C).

Δηλαδή κατὰ τὸν βρασμὸν τοῦ ὑγροῦ αἵρος ἐξέρχονται αἲρια, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορετικὰς ἰδιότητας : Ὁ ὑγρὸς ἀήρ εἶναι μίγμα. Μὲ εἰδικὰ θερμομέτρα διαπιστώνομεν ὅτι κατὰ τὸν βρασμὸν ἢ θερμοκρασίᾳ ἀνέρχεται ἀπὸ -195° C εἰς -183° C περίπου. Ὁ ὑγρὸς ἀήρ δὲν ἔχει ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ σταθερὰν θερμοκρασίαν βρασμοῦ· δὲν εἶναι λοιπὸν καθαρὸν σῶμα.

Παρατηροῦμεν ἀκόμη ὅτι ἡ ἀπόστασις τοῦ ὑγροῦ αἵρος ἐπιτρέπει νὰ διαχωρίσωμεν τὸν αἶρα εἰς ἀερίωδη συστατικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορετικὰς ἰδιότητας.

Συμπέρασμα : Ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα δύο τὸ ὀλιγώτερον αἰρίων : τοῦ ἀζώτου, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται πρῶτον καὶ δὲν διατηρεῖ τὴν καύσιν, καὶ τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον ἐξερχόμενον εἰς τὸ τέλος διατηρεῖ καὶ ἐνδυναμώνει τὴν καύσιν.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ Γῆ περιβάλλεται ἀπὸ στρῶμα αἵρος, πάχους ἑκατοντάδων χιλιομέτρων, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὴν ἀτμοσφαῖραν.

Ὁ ἀήρ εἶναι αἲριον συμπιεστόν, ἐλαστικὸν καὶ ἑκτατόν.

2. 1 l αἵρος εἰς 0° C καὶ κανονικὴν πίεσιν ζυγίζει 1,3g περίπου.

3. Ὁ ἀήρ εἶναι ἀπαραίτητος εἰς τὰς καύσεις καὶ εἰς τὴν ζωὴν (τόσον τὴν ζωικὴν, ὅσον καὶ τὴν φυτικὴν).

4. Ὄταν ψυχθῇ εἰς τοὺς -193° C ὁ ἀήρ γίνεται ὑγρὸς. Δι' ἀποστάξεως μεταξύ -195° C καὶ -183° C τὸν διαχωρίζομεν εἰς δύο αἲρια: τὸ ἀζώτον, τὸ ὁποῖον δὲν διατηρεῖ τὰς καύσεις, καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον τὰς διατηρεῖ καὶ τὰς ἐνδυναμώνει.

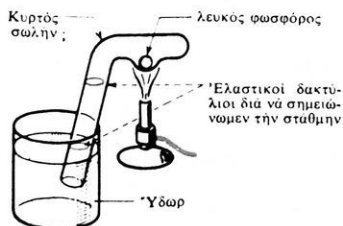
Ὁ ἀήρ δὲν εἶναι καθαρὸν σῶμα, εἶναι μίγμα.

60^{ον} ΜΑΘΗΜΑ: Ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα πολλῶν αἰρίων.

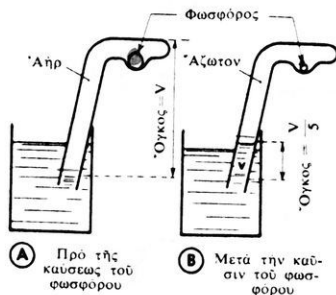
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ

1 Ἀνάλυσις τοῦ αἵρος διὰ φωσφόρου.

● Εἰς τὴν κοιλότητα τοῦ σωλῆνος τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 1 τοποθετοῦμεν ἓν τεμάχιον λευκοῦ φωσφό-



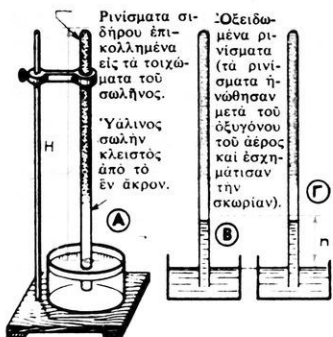
Σχ. 1. Ἀνάλυσις τοῦ αἵρος με φωσφόρον



(A) Πρὸ τῆς καύσεως τοῦ φωσφόρου

(B) Μετὰ τὴν καύσιν τοῦ φωσφόρου

Ὁ φωσφόρος δὲν καίεται ἐξ ὀλοκληρου. Ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ν... $\frac{1}{5}$ ν ἀνέρχεται ἐντός τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 2. 'Ανάλυσις του άερος «έν ψυχρῷ» μέ ρινίσματα σιδήρου.

- Α) Είς την άρχην του πειράματος ή στάθμη του ύδατος έντός του σωλήνος είναι εις τόν ίδιον ύκος μέ την στάθμην του ύδατος τής λεκανής.
- Β) Την δευτέραν ήμέραν τó ύδωρ άνέρχεται έντός του σωλήνος.
- Γ) Την τρίτην ήμέραν ή στάθμη δέν μεταβάλλεται.



Σχ. 3. 'Η λευκή κρούστα, ή όποία σχηματίζεται εις την έπιφάνειαν του ασβεστιου ύδατος, μαρτυρεί την παρουσίαν του διοξειδίου του άνθρακος εις την άτμοσφαιραν.



Σχ. 4. 'Ο έκπνεόμενος άηρ περιέχει πολλούς ύδατμούς.

ρου και βυθίζομεν τó άνοικτόν άκρον του εις τó ύδωρ. Σημειώομεν την στάθμην του ύδατος εις τόν σωλήνα και θερμαίομεν έλαφρῶς τόν φωσφόρον. 'Ο φωσφόρος αναφλέγεται, ό σωλήν γεμίζει μέ λευκούς καπνούς και κατόπιν σβήνει. Οι λευκοί καπνοί βραδέως εξαφανίζονται, διαλυόμενοι έντός του ύδατος, του όποιου ή στάθμη άνέρχεται έντός του σωλήνος. 'Ο φωσφόρος έκάη, αφού ήνόθη μετά του οξυγόνου του άερος.

Παραμένει τώρα εις τόν σωλήνα έν άέριον, τó όποιον δέν διατηρεί την καύσιν. Τó άέριον αυτό είναι κυρίως άζωτον. Τó ύδωρ κατέλαβε την θέσιν του οξυγόνου.

● 'Εάν μετρήσωμεν τόν όγκον του άερος έντός του σωλήνος πρό και μετά την καύσιν του φωσφόρου, παρατηρούμεν ότι ό όγκος του άερίου, ό όποιος παραμένει, είναι περίπου τά 4/5 του άρχικου όγκου.

Συμπέρασμα : 'Ο άηρ άποτελείται κατά τó 1/5 περίπου του όγκου του από οξυγόνο, ένῶ τó υπόλοιπον άποτελείται κυρίως από άζωτον και μικράν ποσότητα άλλων άερίων, τά όποία καλούνται είνγενή άέρια (Νέον, 'Αργόν, Κρυπτόν, Ξένον, 'Ηλιον).

2 'Άλλα άέρια εύρισκόμενα εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα.

● 'Εάν παρατηρήσωμεν την άβαθη ύαλινην λεκάνην μέ τó διαυγές ασβέστιον ύδωρ, διά τó όποιον έγινε λόγος εις τó προηγούμενον μάθημα, θά ίδωμεν ότι ή έπιφάνεια του ύγρου είναι κεκαλυμμένη διά λεπτής μεμβράνης (σχ. 3). Αύτή ή μεμβράνη σχηματίζεται, όπως θά μάθωμεν, όταν τó ασβέστιον ύδωρ έλθη εις έπαφήν μέ τó διοξειδιον του άνθρακος.

'Ο άτμοσφαιρικός άηρ περιέχει λοιπόν και διοξειδιον του άνθρακος.

● Ρίπτομεν εις έν ποτήριον πολύ ψυχρόν ύδωρ. Θα παρατηρήσωμεν έντός όλίγου ότι ή έξωτερική έπιφάνεια του ποτηρίου καλύπτεται μέ σταγονίδια ύδατος, τά όποία σχηματίζονται από την συμπύκνωσιν των ύδρατμών του άτμοσφαιρικού άερος. 'Ο άτμοσφαιρικός άηρ περιέχει και ύδατμούς.

'Ο άτμοσφαιρικός άηρ περιέχει άκόμη και πολλά αιώρομένα στερεά σωματίδια. Είναι ή κόνις του άερος, την όποιαν παρατηρούμεν, όταν μία φωτεινή δέσμη διασχίζει έν σκοτεινόν δωμάτιον (περίπου 50.000 τεμαχίδια κόνεως ύπάρχουν ανά 1 cm³ άερος).

Συμπέρασμα : 'Ο άτμοσφαιρικός άηρ είναι μείγμα οξυγόνου, άζώτου, είνγενών άερίων, διοξειδίου του άνθρακος και ύδατμών. Περιέχει άκόμη και διάφορα αιώρομένα σωματίδια (κόνις).

● Τὴν σύστασιν τοῦ μίγματος τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, μᾶς διδίδει ὁ κάτωθι πίναξ, ὁ ὁποῖος ἔχει γίνεαι κατόπιν ἀκριβῶν μετρήσεων:

Ἀζωτον: 78 l Ὁξυγόνον: 21 l Εὐγενῆ ἀέρια: 1 l (περίπου) Διοξειδίου τοῦ ἀνθρ. 0,03 l Ὑδρατμοί: μεταβλητὴ ποσ. Κόνις: μεταβλητὴ ποσότης	100 l καθαροῦ καὶ ξηροῦ ἀέρος	ΑΤΜΟ- ΣΦΑΙ- ΡΙΚΟΣ ΑΗΡ
--	-------------------------------------	--------------------------------



Σύστασις εἰσπνεομένου καὶ ἐκπνεομένου ἀέρος.

● Ἀναπνεόμεν εἰς δύο χρόνους : διὰ τῆς εἰσπνοῆς, ὁπότε ὁ ἀήρ εἰσέρχεται εἰς τοὺς πνεύμονας, καὶ διὰ τῆς ἐκπνοῆς, ὁπότε ἀποβάλλεται ἀπὸ αὐτοῦ.

● Ἐάν ἐκπνεύσωμεν ἐμπροσθεν κατόπτρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται μὲ ὕδρατμοῦς. Ὁ ἀήρ ἐπομένως, τὸν ὁποῖον ἐκπνεόμεν, περιέχει περισσοτέρους ὕδρατμοῦς ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει (σχ. 4).

● Ἐάν φυσήσωμεν δι' ἐνὸς σωλῆνος εἰς ποτήριον, τὸ ὁποῖον περιέχει ἀσβέστιον ὕδωρ (σχ. 5), παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο θολοῦται ταχέως. Ἐάν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα διαβιβάζοντες ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα διὰ φυσητήρος, τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ θολοῦται καὶ τώρα, ἀλλὰ μὲ πολὺ βραδύτερον ρυθμὸν (σχ. 5 Γ).

Ὁ ἀήρ, τὸν ὁποῖον ἐκπνεόμεν, περιέχει περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἀπὸ αὐτόν, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει.

● Ὁ κάτωθι πίναξ μᾶς δεικνύει τὴν διαφορὰν τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον εἰσπνεόμεν, καὶ ἐκεῖνου, τὸν ὁποῖον ἐκπνεόμεν.



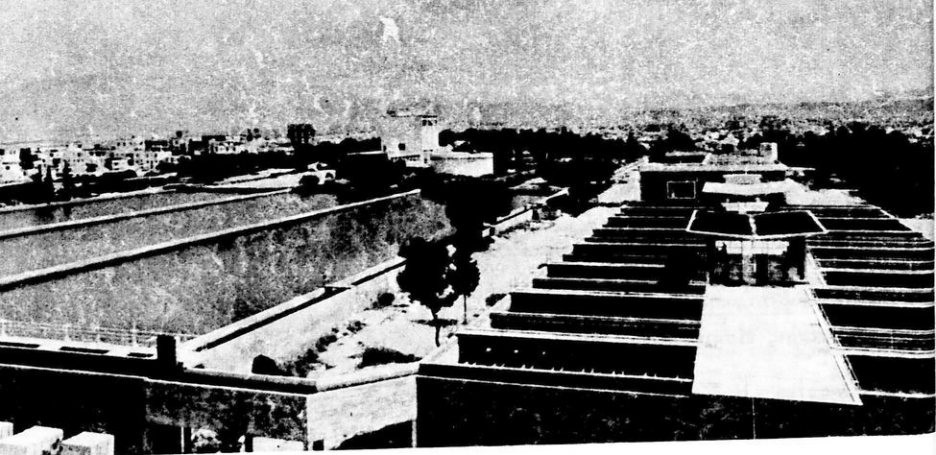
	Εἰσπνεόμενος ἀήρ 1 l	Ἐκπνεόμενος ἀήρ 1 l
Ἀζωτον (καὶ εὐγενῆ ἀέρια)	0,79 l	0,79 l
Ὁξυγόνον	0,21 l	0,16 l
Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος	ἴχνη ἀσήμαντα	0,04 l
Ὑδρατμοί	μεταβλητὴ ποσότης	μεγάλῃ ποσότης

● Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ἀναπνοῆς ἐν μέρος τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον εἰσπνεόμεν, κρατεῖται ἀπὸ τὸν ὄργανισμὸν.

Ἀποβάλλομεν διὰ τῆς ἐκπνοῆς περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδρατμοῦς ἀπὸ ὅσους εἰσπνεόμεν, καὶ ὅλον τὸ ἀζωτον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα πολλῶν ἀερίων.
2. 100 l ἀέρος περιέχουν 21 l ὀξυγόνου, 78 l ἀζώτου, 1 l εὐγενῶν ἀερίων (Νέον, Ἀργόν, Κρυπτόν, Ξένον, Ἥλιον), ὀλίγον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδρατμοῦς εἰς μεταβλητὴν ποσότητα.
3. Διὰ τῆς ἐκπνοῆς ἀποβάλλομεν ἀέρα, ὅστις περιέχει ὀλιγώτερον ὀξυγόνον ἀπὸ ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον εἰσπνεόμεν, καὶ περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδρατμοῦς.
4. Ὁ ἀήρ (ὁ ἐκπνεόμενος) περιέχει 16% ὀξυγόνον καὶ 4% διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἐνῶ ὁ ἀήρ, τὸν ὁποῖον εἰσπνεόμεν, 21% ὀξυγόνον καὶ ἴχνη διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.



Τὰ διωλιστήρια τῆς Ἑλληνικῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων εἰς τὴν Ὀμορφοκκλησιά.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 1: Τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ.

I. Τὸ ὕδωρ

1. Ὀνομάζομεν περιεκτικότητα ἐνὸς διαλύματος τὴν μάζαν ἁλατος, ἢ ὅποια εἶναι διαλελυμένη εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου του.

Διαλύομεν 18 g μαγειρικοῦ ἁλατος εἰς ὕδωρ καὶ συμπληρώνομεν οὕτως, ὥστε νὰ λάβωμεν 125 cm³ διαλύματος:

Ποία εἶναι ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος; (μονὰς ὄγκου τὸ ἔν λίτρον).

2. Διαλυτότητα μιᾶς οὐσίας καλοῦμεν τὴν μεγίστην μάζαν αὐτῆς, τὴν ὅποιαν δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν εἰς 100 g ὕδατος. Διὰ πολλὰ σώματα ἡ διαλυτότης αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν διαλυτότητα τοῦ χλωρικοῦ καλίου (μάζα εἰς γραμμάρια διαλυτῆ εἰς 100 g ὕδατος) διὰ διαφόρους θερμοκρασίας:

Θερμοκρασία 0° C	20° C	40° C	60° C	80° C	100° C
Διαλελυμένον χλωρικόν κάλιον					
	3g	8g	16g	28g	44g 61g

Νὰ χαραχθῆ εἰς χιλιοστομετρικόν χάρτην ἡ καμπύλη διαλυτότητος τοῦ χλωρικοῦ καλίου συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας.

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἀξονα OX τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 10° C. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἀξονα OY τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 5 g.

Ἀπὸ αὐτὴν τὴν γραφικὴν παράστασιν νὰ εὐρεθῆ:

α) Ἀπὸ ποίαν θερμοκρασίαν καὶ ἄνω δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν 50 g ἀπὸ αὐτὴν τὴν οὐσίαν εἰς 100 g ὕδατος.

β) Ποία ἡ διαλυτότης τοῦ χλωρικοῦ καλίου εἰς τὴν θερμοκρασίαν 50° C.

3. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν μάζαν τῆς σακχάρως (g), ἢ ὅποια δύνανται νὰ διαλυθῆ εἰς 100 g ὕδατος διὰ διαφόρους θερμοκρασίας:

Θερμοκρασία 0° C	20° C	40° C	60° C	80° C	100° C
Διαλελυμένη σακχάρως					
	180g	200g	240g	290g	360g 490g

Νὰ χαραχθῆ εἰς χιλιοστομετρικόν χάρτην ἡ καμπύλη διαλυτότητος τῆς σακχάρως συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας:

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἀξονα OX τὸ 1 cm θὰ τὸ λάβωμεν διὰ 10° C καὶ εἰς τὸν κατακόρυφον OY τὸ 1 cm διὰ 100 g σακχάρως.

Ἐκ τῆς γραφικῆς παραστάσεως νὰ προσδιορισθοῦν:

α) Ἡ διαλυτότης τῆς σακχάρως εἰς τοὺς 50° C.

β) Ἀπὸ ποίαν θερμοκρασίαν καὶ ἄνω δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν 400 g εἰς 100 g ὕδατος.

4. Τὸ μαγειρικόν ἅλας ἔχει διαλυτότητα 36 g εἰς τὰ 100 g ὕδατος εἰς τοὺς 20° C. Ἡ διάλυσις αὕτη εἶναι κεκορεσμένη. Ἀφίνομεν νὰ ἐξατμισθῆ 1 m³ θαλασσιοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον περιέχει ἓνα τόνον ὕδατος περίπου καὶ 30 kg μαγειρικοῦ ἁλατος, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ τὸ ἅλας νὰ κρυσταλλοῦται.

Πόση μάζα ὕδατος εἰς κάθε κυβικόν μέτρον θαλασσιοῦ ὕδατος θὰ ἔχη ἐξατμισθῆ ἕως τὴν στιγμὴν αὐτὴν;

(Ὑποθέτομεν ὅτι ἡ ἐξατμισις γίνεται εἰς τοὺς 20° C).

II. Ὁ ἀήρ

5. Μία αἰθούσα ἔχει διαστάσεις: 8 m μήκος, 6 m πλάτος καὶ 4 m ὕψος:

Έαν δεχθώμεν ότι εις τήν θερμοκρασίαν τῆς αἰθούσης 1 l ἀέρος ἔχει μάζαν 1,25 g, νά ὑπολογισθῇ ἡ μάζα τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος περιέχεται εις τήν αἰθουσαν ταύτην.

6. Ἐν λίτρον ὑγροῦ ἀέρος ζυγίζει 0,91 kg καί ἐν λίτρον ἀέρος εἰς ἀερίωθῃ κατάστασιν (ὑπό πῆσιν 760 mmHg καί θερμοκρασίαν 0° C) ζυγίζει 1,293 g. Νά ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἀπό τήν ἐξάτμισιν 5 l ὑγροῦ ἀέρος.

7. Ὑπό κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καί πίεσεως 1 l ἀέρος ἔχει μάζαν 1,293 g. Ἐάν 100 l ἀέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου καί 21 l ὀξυγόνου, πόση μάζα ἐξ ἐκάστου αἰρίου περιέχεται εις τὰ 100 l τοῦ ἀέρος; (ὑπό κανονικῆς συνθήκας 22,4 l ἀζώτου ἔχουν μάζαν 28 g καί 22,4 l ὀξυγόνου 32 g).

8. Τό ὀξυγόνον καί τό ἀζώτον λαμβάνονται εις τήν Βιομηχανίαν ἀπό τήν ἀπόσταξιν τοῦ ὑγροῦ ἀέρος. Μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προηγουμένου προβλήματος νά ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης τῆς μάζης τοῦ ἀζώτου καί ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα λαμβάνομεν ἀπό 100 l ὑγροῦ ἀέρος. Μάζα 1 l ὑγροῦ ἀέρος: 0,91 kg.

9. 100 l ἀέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου, 21 l ὀξυγόνου καί 1 l εὐγενῶν αἰριῶν. Ἐάν ἡ μάζα 22,4 l ἀζώτου εἶναι 28 g, 22,4 l ὀξυγόνου εἶναι 32 g καί 22,4 l εὐγενῶν αἰριῶν εἶναι 40 g, νά ὑπολογισθῇ ἡ μάζα 1 l ἀέρος (χωρίς ὕδατμούς καί διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος).

10. Τοποθετοῦμεν εις τόν δίσκον ἑνός ζυγοῦ ὑαλίνην φιάλην, χωρητικότητος 4 l καί τήν ἰσορροποῦμεν μέ σταθμά. Ἐάν ἀφαιρέσωμεν τόν ἀέρα ἀπό τήν φιάλην (ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τό μέρος τῶν σταθμῶν), πρέπει νά προσθέσωμεν 4 g εις τόν δίσκον τῆς φιάλης, διά νά διατηρηθῇ ἡ ἰσορροπία:

α) Εἶναι πραγματικῶς κενή ἡ φιάλη; Διατί; (Μάζα 1 l ἀέρος ὑπό κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καί πίεσεως: 1,3 g).

β) Ἐάν ὄχι, πόση μάζα ἀέρος παραμένει εις τήν φιάλην; Πόσον ὄγκον καταλαμβάνει; Πόση εἶναι τότε ἡ μάζα 1 l ἀέρος, ἡ ὁποία παραμένει εις τήν φιάλην; 11. Ἡ ὕστασις τοῦ ἀέρος, τόν ὁποῖον εἰσπνέομεν, καί ἐκεῖνον, τόν ὁποῖον ἐκπνέομεν, δεικνύεται εις τόν κάτω πίνακα:

100 l	Ἄζωτον Ἀτμοσφαιρικόν	Ὄξυγόνον	Διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος
εἰσπνοή	79 l	21 l	ἀσπμαντος ποσότης
ἐκπνοή	79 l	16 l	4 l

Ὁ ἄνθρωπος, ὅταν κοιμάται, κάμνει 16 ἀναπνευστικῆς κινήσεις ἀνά 1 λεπτόν καί εἰσάγει εις τοὺς πνευμονῶν του 1,5 l ἀέρος εις κάθε κίνησιν. Ἐάν ὁ ὕπνος του διαρκῇ 8 ὥρας:

α) Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου καταναλίσκει;

β) Ποσον διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος ἀποβάλλει, ὅταν κοιμάται;

γ) Ποῖα μέτρα ὑγιεινῆς πρέπει νά ἀκολουθησῇ;

12. Εἰς θερμοκρασίαν 15° C καί ὑπό κανονικῆν πίεσιν, 1 l ὕδατος διαλύει 34 cm³ ὀξυγόνου. Ὑπό τῆς ἰδίας συνθήκας διαλύει 16 cm³ ἀζώτου:

α) Νά ὑπολογισθῇ ὁ λόγος τῶν ὄγκων τοῦ ὀξυγόνου καί ἀζώτου, οἱ ὁποῖοι διαλύονται εις 1 l ὕδατος 15° C.

β) Νά γίνῃ σύγκρισις τοῦ λόγου αὐτοῦ καί τοῦ λόγου $\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ἀζώτου}}$ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Ποῖος εἶναι πλουσιώτερος εις ὀξυγόνον, ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἢ ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι διαλελυμένος εις τό ὕδωρ;

70N ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ κατακόρυφος

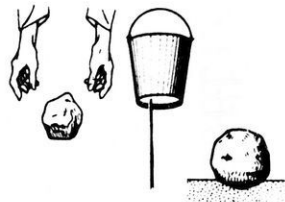
ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΤΩΣΙΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

11 Παρατηρήσεις:

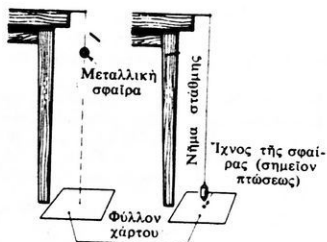
● Ἐάν ἀφήσωμεν ἕνα λίθον ἀπό ὠρισμένον ὕψος, παρατηροῦμεν ὅτι πίπτει ἀκολουθῶν εὐθύγραμμον τροχιάν. Ἐπίσης, ἐάν ἀφήσωμεν ἀπό ὕψηλά ἐν φύλλον χάρτου, θά ἴδωμεν ὅτι καί αὐτό πίπτει, ἀλλά ἀπαιτεῖται περισσότερον χρονικόν διάστημα, καί ἀκολουθεῖ μίαν τεθλασμένην γραμμήν.

● Ἐάν συμπίεσωμεν ὁμως τό φύλλον χάρτου οὕτως, ὥστε νά λάβῃ σχῆμα σφαίρας, καί τό ἀφήσωμεν, πάλιν ἀπό ὕψηλά, θά ἴδωμεν ὅτι πίπτει ὁπως καί ὁ λίθος· δηλ. δέν θά ἀπαιτηθῇ πολὺς χρόνος καί θά ἀκολουθῇσῃ καί αὐτό κατὰ τήν πτώσιν του εὐθύγραμμον τροχιάν (σχ. 1).

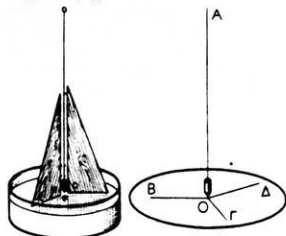
● Ἡ πτώσις τοῦ χάρτου ἐπηρεάζεται πολὺ ἀπό τήν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εις τήν πτώσιν τοῦ λίθου ἢ τοῦ πεπιεσμένου χάρτου εἶναι μικρά καί δυνάμεθα νά τήν θεωρήσωμεν ἀμελητέαν.



Σχ. 1. Ὁ λίθος, ὅταν ὑφίεται ἐλεύθερος, πίπτει. Τό ὕδωρ ρεεῖ ἀπό μίαν ὀπην τοῦ πυθμενος τοῦ δοχείου. Ὁ λίθος εἰσχωρεῖ ἐντός τῆς ἄμμου. Ὁ λίθος καί τό ὕδωρ ἔχουν βάρος.

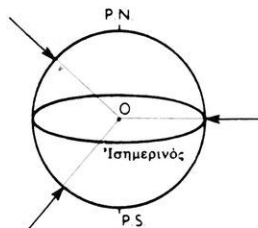


Σχ. 2. Το σώμα κατά την ελεύθεραν πτώσιν του ακολουθεί την διεύθυνσιν του νήματος της στάθμης.

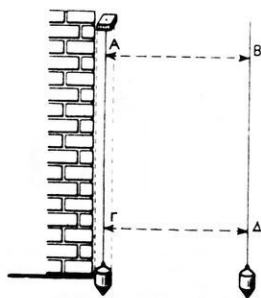


$$\widehat{AOB} = \widehat{AOG} = \widehat{AOD} = 1 \text{ ὀρθή}$$

Σχ. 3. Το νήμα της στάθμης είναι κάθετον πρὸς τὴν ἐλεύθεραν ἐπιφανείαν τοῦ ὕδατος, εὐρισκομένου ἐν ἡρεμίᾳ.



Σχ. 4. Ὅλαι αἱ κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς γῆς.



Σχ. 5. Δύο γειτνιάζουσαι κατακόρυφοι εἶναι παράλληλοι.

Ἡ σφαῖρα ἐκ χάρτου καὶ ὁ λῖθος ἐκτελοῦν μίαν κίνησιν, ἡ ὁποία καλεῖται **ἐλευθέρᾳ πτώσει**.

● Ἡ αἰτία τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων εἶναι μία δύναμις, ἡ ὁποία καλεῖται **βάρος**.

Εἰς κάθε σῶμα ἐπιδρᾷ αὐτὴ ἡ **δύναμις**, ἡ ὁποία τὸ ἔλκει πρὸς τὴν γῆν, καλεῖται δὲ αὕτη **βάρος τοῦ σώματος**.

Ὅλα τὰ σώματα ἔχουν βάρος.

● Γνωρίζομεν ὅτι ὠρισμένα σώματα, ὅπως τὸ ἀερόστατον, ὅταν τὰ ἀφήσωμεν ἐλεύθερα, ἀντὶ νὰ κατέλθουν, ἀνέρχονται. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἐπ' αὐτῶν ἐκτὸς τοῦ βάρους ἐπεπεργεῖ καὶ μία ἄλλη δύναμις, ἀντίθετος πρὸς τὸ βάρος, ἡ ὁποία καλεῖται **ἄνωσις**.

2 Τὸ νήμα τῆς στάθμης.

● Ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς νήματος, εἰς τοῦ ὁποίου τὸ ἐν ἄκρον κρέματα μεταλλικός κύλινδρος καταλήγων εἰς κωνικὴν αἰχμήν. Ἐὰν κρατήσωμεν τὸ ἄλλο ἄκρον διὰ τῆς χειρὸς μας, τὸ νήμα, λόγω τοῦ βάρους τοῦ κύλινδρου, λαμβάνει μίαν ὠρισμένην διεύθυνσιν, ἡ ὁποία καλεῖται **κατακόρυφος τοῦ τόπου**.

● Ὑλοποιήσις ἐλευθέρως πτώσεως.

Εἰς τὴν ἄκρον ἑνὸς τραπέζιου ἀναρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος μεταλλικὴν σφαῖραν καὶ ἐν συνεχείᾳ τοποθετοῦμεν κάτωθι αὐτῆς καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους φύλλον χάρτου.

● Καίομεν τὸ νήμα καὶ ἡ σφαῖρα πίπτει ἐλευθέρως. Ἐὰν προηγουμένως ἔχωμεν τοποθετήσει ἐπὶ τοῦ χάρτου φύλλον καρμπόν, τότε ἡ σφαῖρα θὰ ἀφήσῃ τὰ ἴχνη τῆς (ἀποτύπωμα) εἰς τὸ σημεῖον τῆς πτώσεώς της.

● Ἀναρτῶμεν εἰς τὸ ἴδιον ἄκρον τοῦ τραπέζιου τὸ νήμα τῆς στάθμης. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κάτω ἄκρα του εὐρίσκεται ἀκριβῶς εἰς τὰ ἴχνη τῆς σφαίρας (σχ. 2).

Τὸ νήμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχιάν, τὴν ὁποίαν ἠκολούθησε κατὰ τὴν πτώσιν της ἡ σφαῖρα.

Συμπέρασμα: Κάθε σῶμα, ὅταν πίπτῃ ἐλευθέρως, ἀκολουθεῖ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης. Ἡ διεύθυνσις αὕτη καλεῖται **κατακόρυφος**. Χαρακτηριστικόν εἶναι ὅτι ἡ πτώσις γίνεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

3 Ἡ κατακόρυφος.

Κατακόρυφος εἰς ἓν σημεῖον εἶναι ἡ διεύθυνσις, τὴν ὁποίαν λαμβάνει τὸ νήμα τῆς στάθμης, ποῦ διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό.

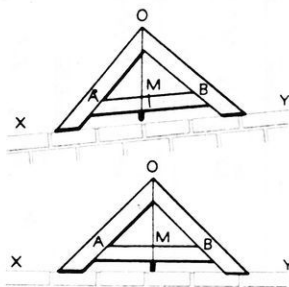
● Ἰδιότητες τῶν κατακορύφων: Ἀναρτῶμεν τὸ νήμα τῆς στάθμης ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὕδατος. Δι' ἑνὸς ὀρθογωνίου τριγώνου δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν ὅτι αἱ γωνίαι, αἱ σχηματιζόμεναι μετὰς ἡμιευθείας OA, OB, OG, εἶναι ὀρθαί (σχ. 3)

Συμπέρασμα: Ἡ κατακόρυφος διεύθυνσις εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐλευθέρως ἐπιφανείαν ἑνὸς ὑγροῦ, εὐρισκομένου ἐν ἰσορροσίᾳ. Ἡ ἐπιφάνεια αὕτη ἀποτελεῖ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ γῆ ἔχει περίπου σχῆμα σφαιρικό. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἠρεμοῦντος ὕδατος εἰς τι σημεῖον εἶναι ἐν πολὺ μικρὸν τμήμα τῆς σφαιρικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας καὶ ἐπομένως ἡ κατακόρυφος, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτήν, θά εἶναι ἡ προέκτασις τῆς γήινης ἀκτίνος, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς τὸ σημεῖον αὐτό.

● Ἐξετάσωμεν δύο κατακόρυφους, αἱ ὁποῖαι ἀπέχουν μεταξύ των μερικὰ μέτρα (σχ. 5). Τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον τέμνονται, δηλ. τὸ κέντρον τῆς γῆς, εἶναι πολὺ ἀπομακρυσμένον (6370 Km) ἐν συγκρίσει μετὰ τὴν ἀπόστασιν των, καὶ ἐπομένως δυνάμεθα νὰ τὰς θεωρήσωμεν παραλλήλους.

Συμπέρασμα: Ἡ κατακόρυφος ἐνὸς τόπου διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς γῆς. Αἱ κατακόρυφοι γειτνιαζόντων τόπων εἶναι παράλληλοι.



Σχ. 6. Τὸ ἀλφάδι. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης διέρχεται ἀπὸ τὸ μέσον M τῆς βάσεως τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου AOB, ὅταν ἡ XY εἶναι ὀριζοντία.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

Τὸ νῆμα τῆς στάθμης χρησιμοποιεῖται συχνά, διὰ νὰ ἐλέγξωμεν ἐὰν ἕνας τοῖχος, τὸ πλάσιον μιᾶς θύρας κλπ., εἶναι κατακόρυφα.

Τὸ ἀλφάδι, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖ ὁ κτίστης, φέρει ἐπίσης ἐν νῆμα τῆς στάθμης, μετὰ τὸ ὁποῖον ἐλέγχει ἐὰν μία ἐπιφάνεια εἶναι ὀριζοντία (σχ. 6).

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ βάρος ἐνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία τὸ ἔλκει πρὸς τὴν γῆν.
2. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχίαν τῆς ἐλευθέρως πτώσεως τῶν σωμάτων. Ἡ τροχία αὕτη εἶναι εὐθύγραμμος μετὰ διεύθυνσιν κατακόρυφον καὶ φορᾶν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

3. Ἡ κατακόρυφος διεύθυνσις εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὕγρου. Ὅλοι αἱ κατακόρυφοι διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς. Αἱ κατακόρυφοι γειτνιαζόντων τόπων δύνανται νὰ θεωρηθοῦν παράλληλοι.

4. Χρησιμοποιοῦμεν τὸ νῆμα τῆς στάθμης, διὰ νὰ ἐλέγξωμεν ἐὰν μία διεύθυνσις εἶναι κατακόρυφος, καὶ τὸ ἀλφάδι, ἐὰν μία ἐπιφάνεια εἶναι ὀριζοντία.

80^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ ἐπιμήκυνσις ἐνὸς ἐλατηρίου μᾶς διδῆι τὴν δυνατότητα νὰ συγκρίνωμεν τὸ βάρος δύο σωμάτων.

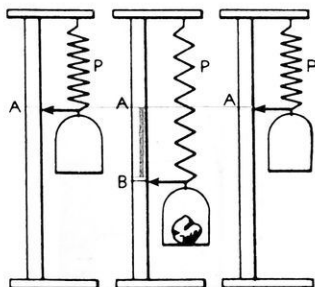
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 Ἐπιμήκυνσις ἐλατηρίου.

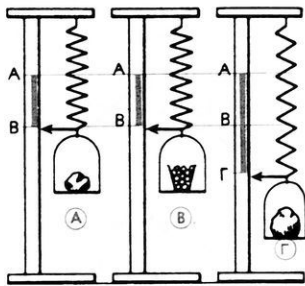
● Ἀναρτῶμεν ἐπὶ ὑποστηρίγματος ἐν ἐλατηρίου ἐφωδιασμένον δι' ἐνὸς δίσκου καὶ ἐνὸς δείκτου, ὁ ὁποῖος μετακινεῖται ἐμπροσθεν ἠριθμημένου κανόνος (σχ. 1).

● Σημειοῦμεν διὰ λεπτῆς γραμμῆς A ἐπὶ τοῦ κανόνος τὴν ἀρχικὴν θέσιν τοῦ ἐλατηρίου.

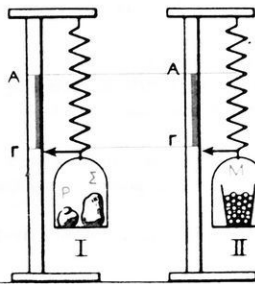
● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου οἰονδήποτε ἀντικείμενον, π.χ. ἕνα λίθον, ὁπότε τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται. Σημειοῦμεν ἐπὶ τοῦ κανόνος μίαν γραμμὴν B ἐκεῖ, ὅπου εὐρίσκεται ὁ δείκτης. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν λίθον, ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Λέγομεν ὅτι τὸ ἐλατήριο εἶναι τελείως ἐλαστικόν.



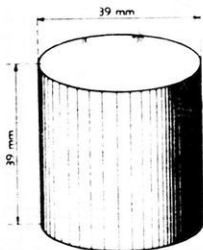
Σχ. 1. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους τοῦ ἀντικειμένου τὸ ἐλατήριο P ἐπιμηκύνθη κατὰ AB. Ὅταν ἀφαιρέθῃ τὸ βάρος, τὸ ἐλατήριο ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἀρχικόν του μήκος.



Σχ. 2. Το βάρος του λίθου Α και το βάρος των σφαιριδίων Β εξαναγκάζουν το ελατήριο να λάβη την ίδια επιμήκυνση ΑΒ. Το βάρος του λίθου Α και το βάρος των σφαιριδίων Β είναι ίσα. Το βάρος ενός άλλου λίθου Γ προκαλεί επιμήκυνση ΑΓ μεγαλύτερη της ΑΒ. Το βάρος του λίθου Γ είναι μεγαλύτερο από του Α.



Σχ. 3. Το βάρος των σφαιριδίων Μ προκαλεί επιμήκυνση ΑΓ τόση, όσην και οι δύο λίθοι μαζί. Βάρος του Μ = Βάρος του Ρ + βάρος του Σ



Σχ. 4. Το χιλιόγραμμο από Ιριδιούχο λευκόχρυσον εις φυσικόν μέγεθος (εις το Διεθνές Γραφείον Μέτρων και Σταθμών).

● Τοποθετούμεν πάλιν τόν λίθον εις τόν δίσκον. Παρατηρούμεν ότι ο δείκτης επανέρχεται εις τὸ Β, δηλ. ἡ επιμήκυνσις ἐνὸς ελατηρίου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἐνὸς σταθεροῦ βάρους εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν ἀρχικὸν λίθον μὲ ἓνα ἄλλον βαρύτερον. Παρατηρούμεν ὅτι ἡ επιμήκυνσις εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν προηγουμένην ἢ ἀκριβέστερον ἡ επιμήκυνσις τοῦ ελατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον προσδιορίζομεν.

2 Ἴσότης δύο βαρῶν.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν λίθον μὲ σφαιρίδια ἐκ μολύβδου (σκάγια), ἕως ὅτου ὁ δείκτης κατέλθῃ εις τὴν γραμμὴν Β. Τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων προεκάλεσε τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν μὲ τὸ βάρος τοῦ λίθου. Λέγομεν τότε ὅτι τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ λίθου (σχ. 2).

Παραδεχόμεθα δηλ. ὅτι : *Δύο βάρη εἶναι ἴσα, ὅταν προκαλοῦν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν εις ἓν ελατήριον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ ἐπιδράσῃν διαδοχικῶς.*

3 Ἄθροισμα πολλῶν βαρῶν.

● Τοποθετούμεν ἐν τὸν δίσκον ἓν ἀντικείμενον Μ καὶ παρατηροῦμεν μίαν ὠρισμένην ἐπιμήκυνσιν τοῦ ελατηρίου.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸ Μ μὲ δύο ἄλλα ἀντικείμενα μαζί, τὸ Ρ καὶ τὸ Σ. Ἐὰν ἡ ἐπιμήκυνσις εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν προηγουμένην, λέγομεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ Μ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν Ρ καὶ Σ. Διότι παραδεχόμεθα ὅτι : *Ἐν βάρους εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἢ περισσοτέρων ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῆ μόνον τὸν εἰς ἓν ελατήριον τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν μὲ ἐκείνην, τὴν ὁποῖαν προκαλοῦν τὰ δύο ἄλλα μαζί.*

4 Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος.

Βάρος ἐνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἐλκεῖ τὸ σῶμα πρὸς τὴν γῆν.

● Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὸ πείραμα 3 τὸ ἀντικείμενον Μ μὲ τρία ἄλλα ἀντικείμενα Ρ ἴσου βάρους, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ Μ εἶναι τριπλάσιον τοῦ Ρ· ὅποτε, ἐὰν τὸ βάρος Ρ τὸ λάβωμεν ὡς μονάδα βάρους, θὰ ἔχωμεν τὸ μέτρον τοῦ βάρους τοῦ ἀντικειμένου Μ: Βάρος τοῦ Μ = 3 μονάδες βάρους.

Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ σύγκρισις τοῦ βάρους του πρὸς τὸ βάρος ἄλλου σώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα.

5 Μονὰς βάρους.

Ἡ Ἑλλάς καὶ αἱ χῶραι, αἱ ὁποῖαι ἔχουν δεχθῆ τὸ μετρικὸν σύστημα, χρησιμοποιοῦν ὡς μονάδα βάρους τὸ **Κιλοπόντ** ἢ **χιλιόγραμμον βάρους (Kg*)**.

Τὸ **Κιλοπόντ (Κρ)** εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ **Παρίσι** ἡ μᾶζα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἰριδιούχου λευκοχρυσού, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ **Διεθνές Γραφείον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σεβρῶν** (σχ. 4).

Είναι περίπου το βάρος, το όποιον έχει εις τὸ Παρίσι 1 dm^3 ἀπεισταγμένον ὕδατος 4° C .

Τὰ κυριώτερα πολλαπλασία καὶ ὑποπολλαπλασία τῆς μονάδος βάρους εἶναι :

Τὸ Πόντ (p) : $1 \text{ p} = 0,001 \text{ Kp}$

Τὸ Μεγαπόντ (Mp) : $1 \text{ Mp} = 1000 \text{ Kp} = 1.000.000 \text{ p}$

6 Μέτρησης τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος τῆ βοηθείᾳ τοῦ ἐλατηρίου.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον σταθμᾶ, ἕως οὗτο ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου γίνῃ ἴση πρὸς ἐκείνην, τὴν ὅποιαν εἶχονεν εἰς τὸ πρῶτόν μας πείραμα. Ὁ λίθος ἔχει βάρους ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν.

● Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὸ βᾶρος ἐνὸς σώματος δι' ἐνὸς ἐλατηρίου, θὰ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὸν δίσκον τὸ σῶμα διὰ σταθμῶν, ἕως οὗτο ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν.

Τὸ βᾶρος τότε τοῦ σώματος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν σταθμῶν (σχ. 5).

Θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ ἐπόμενον μάθημα ὅτι, διὰ νὰ μετρήσωμεν τὸ βᾶρος ἐνὸς σώματος, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐλατήριον, τοῦ ὁποίου ὁ δείκτης μετακινεῖται ἐμπροσθεν βαθμολογημένης κλίμακος εἰς μονάδας βάρους.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐν ἐλαστικὸν ἐλατήριον ἐπιμήκνεται, ὅταν ἐπιδρᾷ ἐπ' αὐτοῦ ἓν βᾶρος, καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἀρχικὸν του μήκος, ὅταν παύσῃ ἡ αἰτία τῆς παραμορφώσεώς του. Ἡ ἐπιμήκυνσις λαμβάνει πάντοτε τὴν αὐτὴν τιμὴν, ὅταν ἐπιδρᾷ τὸ ἴδιον βᾶρος.

2. Δύο βάρη εἶναι ἴσα, ὅταν προκαλοῦν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν εἰς ἓν ἐλατήριον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ ἐφαρμοσθοῦν διαδοχικῶς.

3. Ἐν βᾶρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῆ μόνον τοὺς εἰς ἓν ἐλατήριον τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, τὴν ὅποιαν προκαλοῦν τὰ ἄλλα μαζί.

4. Μέτρησης τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ σύγκρισις του πρὸς τὸ βᾶρος ἐνὸς ἄλλου σώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα.

5. Μονὰς βάρους εἶναι τὸ Κιλοπόντ (Kp), εἶναι δὲ τὸ βᾶρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶζα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἱριδιούχου λευκοχρύσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Δ.Γ.Μ.Κ.Σ.

6. Ἐν ἐλαστικὸν ἐλατήριον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος.

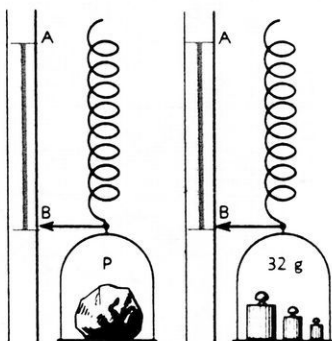
90^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Πίλεονεκτῆματα καὶ μειωνεκτῆματα τοῦ ζυγοῦ δι' ἐλατηρίου.

ΖΥΓΟΣ ΔΙ' ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ

1 Βαθμολογία ἐνὸς ἐλατηρίου.

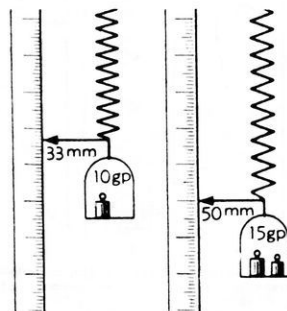
Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἐλατηρίου σταθμᾶ διαφόρων βαρῶν, ἀρχίζοντες ἀπὸ μικρὰ βάρη, καὶ σημειοῦμεν εἰς ἓνα πῖνακα τὰς ἀντιστοιχοῦς ἐπιμήκυνσεις τοῦ ἐλατηρίου (σχ. 1).

Βᾶρος εἰς p	0	5	10	15	25	40	50	60
Ἐπιμήκυνσις εἰς mm	0	17	33	50	83	135	167	201

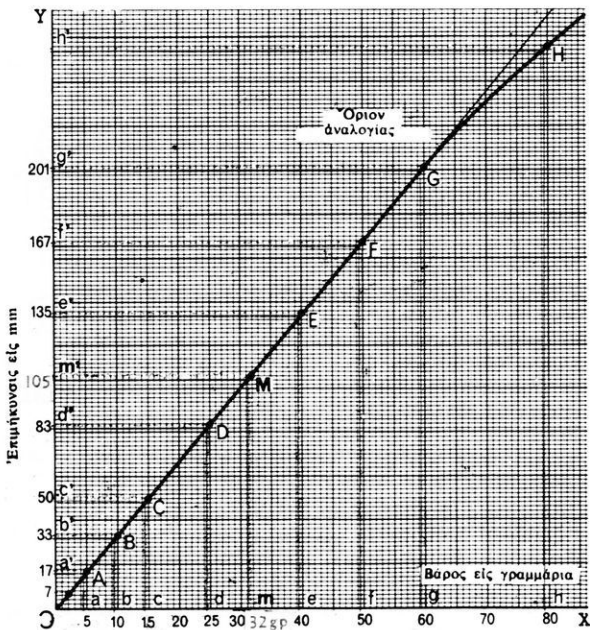


Σχ. 5. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ τὸ βᾶρος τοῦ συνόλου τῶν σταθμῶν εἶναι ἡ αὐτὴ με' ἐκείνην, τὴν ὅποιαν προκαλεῖ τὸ βᾶρος τοῦ λίθου.

$P = 32 \text{ p}$.



Σχ. 1. Βαθμολογίσις ἐλατηρίου



Εχ. 2.

Παρατηρούμεν :

● Ότι τὰ βάρη καὶ αἱ ἐπιμήκυνσεις μεταβάλλονται ἀναλόγως.

Όταν τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον τοποθετοῦμεν, πολλαπλασιάζεται ἐπὶ 2, 3, 4 κλπ., τότε ἡ ἐπιμήκυνσις πολλαπλασιάζεται περίπου ἐπὶ 2, 3, 4 κλπ.

Συμπέρασμα : Αἱ ἐπιμήκυνσεις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν.

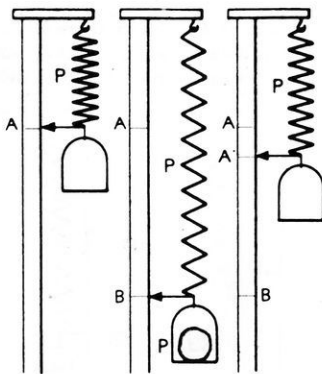
● Μὲ τὰ πειραματικὰ ἀποτελέσματα σχηματίζομεν τὴν γραφικὴν παράστασιν τοῦ σχ. 2. Ἡ καμπύλη, ἡ προκύπτουσα ἐκ τῆς βαθμολογήσεως τοῦ ἐλατηρίου, ὁμοιάζει πολὺ μὲ εὐθεῖαν καὶ μᾶς ἐπιτρέπει χωρὶς νὰ κάωμεν ὑπολογισμὸν νὰ προσδιορίζωμεν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος (σχ. 2.).

● Ἐστω ὅτι θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 105 mm. Ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ ἀξονος ΟΥΨ, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 105 mm, φέρομεν κάθετον πρὸς αὐτόν, συναντῶσαν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως εἰς τὸ σημεῖον Μ.

Ἡ κάθετος ἀπὸ τὸ Μ πρὸς τὸν ἀξονα ΟΧ τέμνει αὐτόν εἰς τὸ σημεῖον m, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς 32 p, ὅπερ εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος.

2 Ζυγὸς δι' ἐλατηρίου (κανταράκι).

Διαίρουμεν εἰς 10-ῖσα τμήματα τὸ διάστημα ἐπὶ



Εχ. 3. Τὸ ἐλατήριο P ἔχει ὑπερβῆ τὸ ὄριον ἐλαστικότητός του. Ὅταν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ ἐλατήριο διατηρεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν AA'. Ἐάν θέλωμεν νὰ μεταχειρισθῶμεν αὐτὸ τὸ ἐλατήριο, πρέπει νὰ τὸ ἐπαναβαθμολογήσωμεν.

του κανόνας, το περιλαμβανόμενον μεταξύ της άρχικης θέσεως του ελατηρίου (άνευ βάρους) και εκείνης, την οποίαν λαμβάνει, όταν τοποθετήσωμεν βάρος 50 p.

Τότε κάθε ύποδιαίρεσις αντιστοιχεί εις μίαν επιμήκυνσιν, ή οποία προκαλείται από βάρος $50/10 = 5$ p.

Βαθμολογούμεν τās ύποδιαίρεσεις ανά 5 p από 0—50 p. Διά να προσδιορίσωμεν τώρα τó βάρος ενός σώματος, τοποθετούμεν τούτο εις τόν δίσκον του ελατηρίου και αναγινώσκομεν εις τόν βαθμολογημένον κανόνα τόν αριθμόν, τόν όποιον μās δεικνύει ó δείκτης, όταν ήρεμήσῃ.

Κατ' αὐτὸν τόν τρόπον κατασκευάζομεν ένα ζυγὸν δι' ελατηρίου (κανταράκι) ἢ ένα **δυναμόμετρον**.

Τὰ δυναμόμετρα (σχ. 4) κατασκευάζονται συνήθως με τρόπον, ὥστε τó ελατήριον νά συμπιέζεται ἀπὸ τó βάρος τοῦ σώματος, τó όποιον ζυγίζομεν.

3. Ὅριον ἐλαστικότητος.

Τοποθετούμεν εις τόν δίσκον δύο ἀντικείμενα, τῶν όποίων τὰ βάρη προσδιορίσαμεν προηγουμένως κεχωρισμένως καί εὐρήκαμεν ὅτι ἔχουν βάρη ἀντιστοιχῶς 32 p καί 48 p. Εἰς τó ελατήριον ἐφαρμόζομεν ἐν συνεχείᾳ ἐν βάρος $32 + 48 = 80$ p καί παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις του εἶναι 254 mm. Ἐάν μεταφέρωμεν τās τιμὰς αὐτὰς εις τó διάγραμμα, παρατηροῦμεν ὅτι τó ἀντίστοιχον σημεῖον εὐρίσκεται ἀρκετὰ κάτω ἀπὸ τὴν εὐθείαν βαθμολογήσεως.

ἘΕ ἄλλου, ἐάν ἀφαιρέσωμεν τὰ βάρη ἀπὸ τόν δίσκον, ó δείκτης δέν ἐπανέρχεται εις τὴν ἀρχικὴν του θέσιν, δηλ. τó ελατήριον διατηρεῖ κάποιαν ἐπιμήκυνσιν. Λέγομεν τότε ὅτι ὑπερέβημεν τó **ὄριον ἐλαστικότητος** τοῦ ελατηρίου, καί τούτο διότι πέραν τῶν 60 p περίπου αἱ ἐπιμήκυνσεις τοῦ ελατηρίου αὐτοῦ δέν εἶναι πλέον ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ όποια τās προκαλοῦν.

4. Τó βάρος ενός Kg δέν ἔχει τὴν ἴδιαν τιμὴν εις ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γῆς. Δέν προκαλεῖ παντοῦ τὴν ἴδιαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ δυναμομέτρου.

Ἐγάρχουν δυναμόμετρα μεγάλης ἀκριβείας, μετὰ τὰ όποια δυνάμεθα νά ἐξακριβώσωμεν ὅτι τó βάρος ενός σώματος μεταβάλλεται μετὰ τού τόπου, όπου ἐκτελεῖται ἡ μέτρησις.

Τó βάρος π.χ. τοῦ προτύπου χιλιογράμμου εἶναι *μεγαλύτερον*, ὅταν ἡ μέτρησις ἐκτελεῖται πλησίον τῶν Πόλων καί *μικρότερον*, εις *μεγαλύτερον* ὕψος.

Οἱ φυσικοὶ ἐδέχθησαν μίαν μονάδα ἀνεξάρτητον ἀπὸ τόν τόπον, τó Newton (N).

Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρίσκομεν ὅτι τó βάρος τοῦ προτύπου χιλιογράμμου, τó όποιον εις τó Παρίσι, ὅπως ὠρίσθη, εἶναι 1 Kp, εις τόν Ἴσημερινόν εἶναι 0,997 Kp (9,78 N), ἐνῶ εις τούς Πόλους 1,002 Kp (9,83 N).

Εἰς ὕψος 1000 m ὑπεράνω τῶν Παρισίων τó βάρος τοῦ προτύπου Kg εἶναι 0,997 Kp (9,78 N).

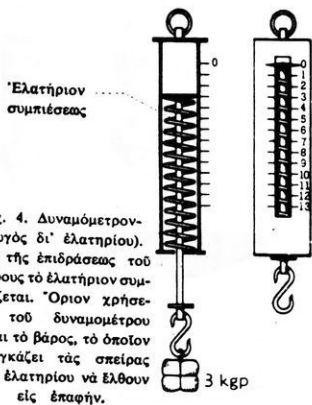
Αἱ μεταβολαὶ ὁμως αὐταὶ εἶναι τόσο μικραὶ, ὥστε εις τὴν πρᾶξιν δύνανται νά θεωρηθῶν ἀμελητέαι.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ 1. Αἱ ἐπιμήκυνσεις ενός ελατηρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ όποια τās προκαλοῦν. Ἐάν σημειώσωμεν εις χιλιοστομετρικόν χάρτην τὰ βάρη καί τās ἀντιστοιχοῦς ἐπιμήκυνσεις, εὐρίσκομεν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως τοῦ ελατηρίου. Ἡ καμπύλη αὐτὴ εἶναι εὐθεῖα γραμμὴ, ἡ όποία διέρχεται ἀπὸ τὴν τομὴν O τῶν ἀξόνων τῆς γραφικῆς παραστάσεως.

2. Ἐν ἐλαστικόν ελατήριον βαθμολογημένον καλεῖται ζυγὸς δι' ελατηρίου ἢ δυναμόμετρον.

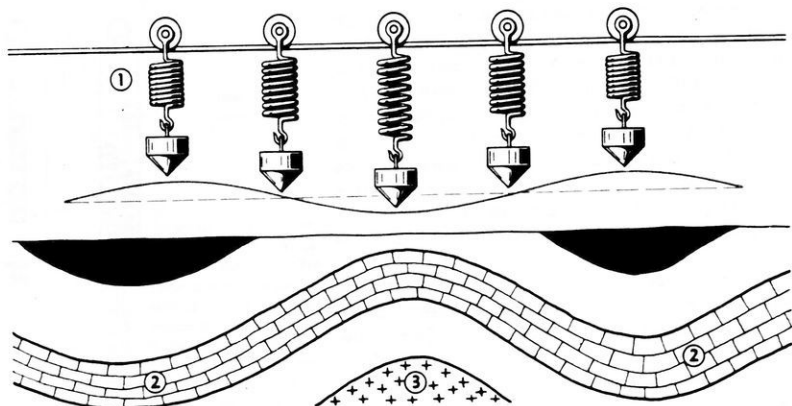
3. Ἐν δυναμόμετρον δύναται νά χρησιμοποιηθῇ, ὅταν τó βάρος τοῦ σώματος, τó όποιον ἀναρῶμεν, δέν ὑπερβαίη ἐν ὄριον, τó ὄριον ἐλαστικότητος. Πέραν αὐτοῦ αἱ ἐπιμήκυνσεις δέν εἶναι πλέον ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ όποια τās προκαλοῦν.

4. Τó βάρος ενός σώματος ἐλαττοῦται ἐλαφρῶς ἀπὸ τούς Πόλους πρὸς τόν ἰσημερινόν καί ἀπὸ τὰ μικρὰ ὕψη πρὸς τὰ μεγάλα. Τó Newton (N) εἶναι μία μονὰς ἀνεξάρτητος τοῦ τόπου καί τοῦ ὕψους, καί εις τó Παρίσι τó 1Kp ἀντιστοιχεῖ πρὸς 9,81 N.



Σχ. 4. Δυναμόμετρον (ζυγὸς δι' ελατηρίου).

Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους τó ελατήριον συμπίεζεται. Ὅριον χρήσεως τοῦ δυναμομέτρου εἶναι τó βάρος, τó όποιον ἀναγκάζει τās σπείρας τοῦ ελατηρίου νά ἐλθουν εις ἐπαφὴν.



Εφαρμογή των μεταβολών της βαρύτητας: Βαρυμέτρησης εις την αναζήτησιν πετρελαίου
 Εμάθομεν ότι τὸ βάρος ἑνὸς σώματος μεταβάλλεται ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους. Μεταβάλλεται ἐπίσης κατὰ μερικὰ ἑκατομμυριοστὰ τῆς τιμῆς τοῦ ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑπαρξιν βαρέων ἢ ἐλαφρῶν στρωμάτων καὶ ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Οὕτω ἓνας θόλος (3) ἀπὸ βαρῆα στρώματα (συμπαγῆς ἄσβεστόλιθος, βασάλτης) προκαλεῖ μεγαλύτεραν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν ἐλαφρὰ στρώματα, ὅπως ἡ ἄμμος (2).

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προσδιορίζομεν τὴν τομὴν τοῦ ὑπεδάφους καὶ τὴν ἐπαληθεύομεν δι' ἄλλων μεθόδων. Ἡ γνώσις τῆς τομῆς τοῦ ὑπεδάφους εἶναι ἀναγκαία διὰ τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίου. Ἡ συσκευή μετρήσεως εἶναι ἐν δυναμόμετρον πάρα πολὺ εὐαίσθητον, τὸ ὅποιον καλεῖται βαρῦμετρον (1). Πρὸτού κατασκευάσωμεν τὸν χάρτην μιᾶς περιοχῆς, πρέπει νὰ γίνων πολλὰ διαρθώσεις λόγῳ τῶν παρατηρουμένων ἀνωμαλιῶν.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 2α: Ἡ κατακόρυφος. Βάρος ἑνὸς σώματος.

1. Ἡ κατακόρυφος

Ἡ ὀρθή γωνία εἶναι 90° ἢ 100 βαθμοί.

Ἡ μοίρα εἶναι 60' πρῶτα λεπτὰ (') καὶ τὸ λεπτόν 60 δευτέρα (").

Ὁ βαθμὸς εἶναι 10 δέκατα ἢ 100 ἑκατοστὰ:

1. Νὰ μετατραποῦν εἰς βαθμοὺς: 40°, 22°, 45" 16' 18' 25".

2. Νὰ μετατραποῦν εἰς μοίρας: 60, 18, 50, 78, : βαθμοί.

Διὰ τὴν μέτρησιν γωνιῶν χρησιμοποιοῦμεν ὡς μονάδα καὶ τὸ ἄκτινον, ὅπερ εἶναι ἡ ἐπίκεντρος γωνία κύκλου, τῆς ὁποίας τὸ τόξον ἔχει μῆκος ἴσον πρὸς τὴν ἄκτινα τοῦ κύκλου.

3. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου, τὸ ὅποιον ὀρίζει ἡ γωνία 1 ἄκτινίου εἰς ἓνα κύκλον ἄκτινος 5 cm;

4. Εἰς ἓνα κύκλον ἄκτινος 8 cm νὰ ὑπολογισθῇ εἰς μοίρας καὶ πρῶτα λεπτὰ ἡ ἐπίκεντρος γωνία, ἡ ὁποία ἔχει μέτρον 1 ἄκτινίου ($\pi=3,14$).

5. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου μὲ προσέγγισιν 1 mm, τὸ ὅποιον ὀρίζει ἐπίκεντρος γωνία 23° εἰς ἓνα κύκλον ἄκτινος 12 cm;

6. Τὸ ναυτικὸν μίλιον εἶναι τὸ μῆκος τοῦ τόξου μεγίστου κύκλου, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ δύο σημείων τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τῶν ὁποίων αἱ κατακόρυφοι σχηματίζουν γωνίαν 1' (ἄκτις τῆς γῆς 6300 km):

Πόσον μῆκος ἔχει τὸ ναυτικὸν μίλιον εἰς μέτρα;

7. Πόσον μῆκος ἔχει τὸ τόξον μεγίστου κύκλου, τὸ ὅποιον ὀρίζεται ἀπὸ δύο σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐὰν αἱ κατακόρυφοι τῶν σχηματίζουν γωνίαν ἑνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ βαθμοῦ;

8. Ἡ μικροτέρα γωνία, τὴν ὁποίαν διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ μας, εἶναι 15". Πόσον εἶναι τὸ τόξον μεγίστου κύκλου, τὸ ὅποιον ὀρίζεται ἀπὸ δύο σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐὰν αἱ κατακόρυφοι τῶν σχηματίζουν γωνίαν 15"?

9. Ἡ γωνία, ἡ ὁποία σχηματίζεται ἀπὸ τὰς κατακόρυφους τῶν Παρισίων καὶ τῆς Μασσαλίας, εἶναι 5° 52'. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος τόξου μεγίστου κύκλου, τὸ ὅποιον διαχωρίζει αὐτὰς τὰς δύο πόλεις;

10. Ποίαν γωνίαν σχηματίζουν αἱ κατακόρυφοι τῶν Παρισίων καὶ τῆς Ὁρλεάνης, ἐὰν τὸ μῆκος τοῦ τόξου μεγίστου κύκλου μεταξύ αὐτῶν τῶν δύο πόλεων εἶναι 120 km;

II. Βάρος ενός σώματος

11. Διά να βαθμολογήσω εν έλατήριο, προσδιωρίσαμε τās επιμηκύνσεις του διά διαδοχικών βαρών:

50 p	100 p	200 p	500 p
23 mm	46mm	92 mm	230 mm

α) Νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου.

Κλίμαξ: Εἰς τόν ἄξονα OX, 1 cm διά βάρος 50 p καί εἰς τόν OY, 1 cm διά ἐπιμήκυνσιν 20 mm.

β) Νά εὐρεθῆ ἡ ἐπιμήκυνσις συμφώνως πρός τὸ διάγραμμα διά βάρος 280 p.

γ) Ποῖον βάρος προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 50 mm; Νά ἐπαληθευθῶν αἱ ἀπαντήσεις διά ὑπολογισμοῦ.

12. Ἐν ἐλατηρίουν διά τῆς ἐπιδράσεως βάρους 100 p ἔχει μήκος 327 mm καί διά 150 p ἔχει 392 mm. Νά ὑπολογισθῶν:

α) Τὸ μήκος τοῦ ἐλατηρίου ἄνευ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους.

β) Τὸ μήκος τοῦ ἐλατηρίου διά τῆς ἐπιδράσεως βάρους 250 p.

γ) Νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου καί νά ἐπαληθευθῆ ἡ ἀπάντησις (β) μέ τὴν βοήθειαν ταύτης.

Κλίμαξ: Εἰς τόν ἄξονα OX, 1 cm διά 50 p καί εἰς τόν OY, 1 cm διά ἐπιμήκυνσιν 5 cm.

13. Εἰς ἓν δυναμόμετρον, βαθμολογημένον μέχρι

8 Κρ, ἔχομεν ἐπιμήκυνσιν ἐλατηρίου 12 mm μέ τῆ ἐπίδρασιν βάρους 1 Κρ:

α) Πόσον εἶναι τὸ μήκος τῆς κλίμακος;

β) Πόσον μήκος τῆς κλίμακος ὀντιστοιχεῖ εἰς διαφοράν βάρους 100 p;

14. Τὸ ἐλατήριο ἑνὸς δυναμομέτρου, βαθμολογημένον εἰς Κρ, ἐπιμήκνεται 60 mm μέ τὴν ἐπίδρασιν βάρους 15 Κρ. Νά εὐρεθῆ:

α) Ἡ ἀπόστασις μεταξύ δύο διαδοχικών ὑποδιαιρέσεων.

β) Ἐάν ἡ μικρότερα μετακίνησις τοῦ δείκτη, τὴν ὅποιαν δυνάμεθα νά διακρίνωμεν, εἶναι 1 mm, ποία ἡ μικρότερα διαφορά βάρους, τὴν ὅποιαν δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν διά τῆς συσκευῆς ταύτης;

15. Ἐν ἐλατηρίουν μήκους 27 cm ἄναρτῶμεν κενὸν δοχεῖον, ὅποτε τὸ ἐλατήριο λαμβάνει μήκος 39 cm. Πληροῦμεν τὸ δοχεῖον διά 3 l ὕδατος καὶ τὸ μήκος του γίνεται 63 cm:

α) Ποῖον τὸ βάρος τοῦ κενοῦ δοχείου;

β) Ποῖον τὸ μήκος τοῦ ἐλατηρίου, ὅταν τὸ δοχεῖον περιέχῃ τὸ ἡμισυ τῆς μάζης τοῦ ὕδατος;

γ) Νά ἐπαληθευθῶν αἱ ἀπαντήσεις διά γραφικῆς παραστάσεως.

Σημείωσις. Τὴν ἰσοδυναμίαν εἰς τās κλίμακας συμβολίζομεν διά \triangleq π.χ. ἀντί: 1 cm παριστᾶ 5 Κρ, γράφομεν: 1 cm \triangleq 5 Κρ ἢ ἀντί: λαμβάνομεν 1 cm διά 2 p, γράφομεν 1 cm \triangleleft 2 p κ.τ.λ.

Τὸν συμβολισμόν τοῦτον δυνάμεθα νά ἐφαρμόσωμεν εἰς οἰανδήποτε γραφικὴν παράστασιν.

100^{ον} ΜΑΘΗΜΑ :

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

■ Ἀποτελέσματα τὰ ὅποια προκαλεῖ μία δύναμις.

● α) Τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται λόγω τοῦ βάρους τοῦ μεταλλικοῦ κυλίνδρου, τὸν ὅποιον ἔχομεν ἀναρτήσῃ εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον του (σχ. 1 Α).

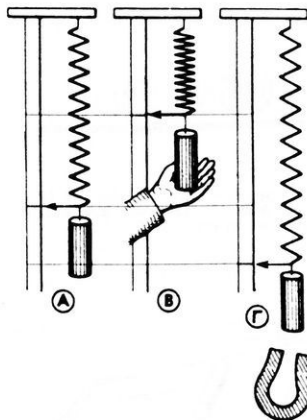
Τὸ ἴδιον ἀποτέλεσμα δυνάμεθα νά ἐπιτύχωμεν, ἔάν σύρωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον διά τῆς χειρός μας.

● β) Τὸ ἐλατήριο ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν, ὅταν ἀνασηκώσωμεν τὸν κύλινδρον (σχ. 1 Β).

● γ) Ἐάν πλησιάσωμεν μαγνήτην κάτωθεν τοῦ κυλίνδρου, τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται περισσότερο (σχ. 1 Γ).

● δ) Τοποθετοῦμεν ἐπὶ πλάκος, π.χ. ἐκ χάρτου, μεταλλικὴν σφαιραν. Δυνάμεθα νά τὴν μετακινήσωμεν, νά μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεώς της ἢ νά τὴν ἠρεμήσωμεν κλίνοντες καταλλήλως τὴν πλάκα ἢ χρησιμοποιοῦντες μαγνήτην.

● Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ μυϊκὴ προσπάθεια, ἡ ἔλξις τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σιδήρου, ἡ ὠθησις τοῦ ἀνέμου, ἡ ὠθησις τοῦ ἐλατηρίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ εἰς κατάστασιν συμπίεσεως κλπ., εἶναι **δυνάμεις**.



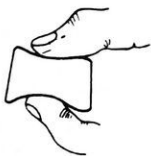
Σχ. 1. Α. Τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.

Β. Ἡ μυϊκὴ δύναμις ἐξουδετερώνει τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.

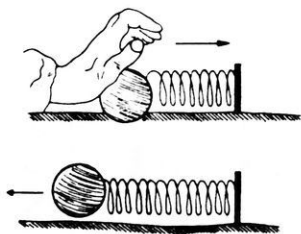
Γ. Ἡ δύναμις ἐλξεως τοῦ μαγνήτου ἀ προκαλεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου, προστιθεμένην εἰς ἐκείνην, τὴν ὅποιαν προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου.



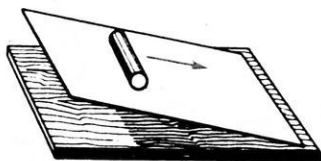
Σχ. 2. Ο μαγνήτης μετακινεί το τεμάχιο σιδήρου.



Σχ. 3. Διά των δακτύλων μας μεταβάλλομε το σχήμα μιάς ελαστικής ουσίας.



Σχ. 4. Όταν αφήσωμεν ελεύθερον τὸ ελατήριο, τὸ ὁποῖον συνεπιέσαμεν, ἀναγκάζεται τὴν σφαίρα νὰ κινηθῆ.



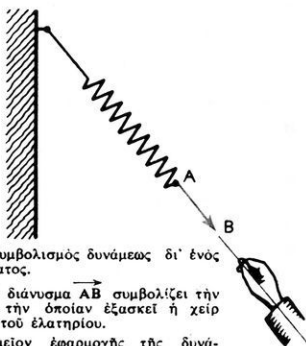
Σχ. 5. Ο κύλινδρος διὰ τῆς ἐπίδρασεως τοῦ βάρους του κυλιέται ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

Συμπέρασμα: Καλοῦμεν δύναμιν τὴν αἰτίαν, ἢ ὁποία δύναται :
 — νὰ μεταβάλλῃ τὸ σχῆμα ἐνὸς σώματος
 — νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν ἐν σώμα ἢ νὰ τροποποιήσῃ τὴν κίνησίν του.

2 Χαρακτηριστικά μιᾶς δυνάμεως.

- Ἐκτείνομεν τὸ ελατήριο τῆ βοήθειᾳ νήματος, προσδεδεμένου εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ Α (σχ. 6). Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται **σημεῖον ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως τῆς χειρὸς μας ἐπὶ τοῦ ελατηρίου, ἐπειδὴ εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις μας.
- Τὸ ελατήριο ἐπιμηκύνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ τεταμένου νήματος. Αὐτὴ εἶναι ἡ **διεύθυνσις** τῆς δυνάμεως ἢ ἡ εὐθεῖα, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐπερνεῖ.
- Χαλαροῦμεν σιγά-σιγά τὸ νῆμα καὶ τὸ ελατήριο ἐπανακτᾶ τὸ σχῆμά του. Ἐξασκεῖ δηλ. τὸ ελατήριο ἐπὶ τοῦ νήματος μίαν δύναμιν, ἢ ὁποία ἔχει τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μὲ τὴν προηγουμένην.
- Εἰς τὸ σημεῖον Α λοιπὸν ἐπενεργοῦν δύο δυνάμεις, ἡ δύναμις F ἐπὶ τοῦ νήματος καὶ ἡ δύναμις F' τῆς χειρὸς μας ἐπὶ τοῦ ελατηρίου διὰ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς.
- Ἐκτείνομεν περισσότερο τὸ νῆμα, καταβάλλοντες μεγαλυτέραν δύναμιν, ὁπότε τὸ ελατήριο ἐπιμηκύνεται περισσότερο. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν **ἐντάσιν** τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία τὸ ἔλκει.

Συμπέρασμα: Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς, ἡ διεύθυνσις, ἢ φορὰ καὶ ἡ ἐντάσις εἶναι τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς δυνάμεως.



Σχ. 6. Συμβολισμὸς δυνάμεως δι' ἐνὸς διανύσματος.

Τὸ διάνυσμα AB συμβολίζει τὴν δύναμιν, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἡ χεὶρ μας ἐπὶ τοῦ ελατηρίου.

A : Σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

AX : Διεύθυνσις τῆς δυνάμεως.

Διάνυσμα AB : Φορὰ τῆς δυνάμεως.

Μήκος τοῦ τμήματος AB : Ἐντάσις τῆς δυνάμεως.

3 Γραφική παράσταση δυνάμεως.

Τὴν δύναμιν συμβολίζομεν δι' ἐνὸς διανύσματος (βέλους). Ἡ ἀρχὴ τοῦ διανύσματος εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως· διεύθυνσις καὶ φορά αὐτῆς εἶναι ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ φορά τοῦ διανύσματος (βέλους). Ἡ ἔντασις εὐρίσκεται ἀπὸ τὸ μήκος τοῦ διανύσματος (σχ. 7).

4 Ἡ ἔντασις δυνάμεως εἶναι μέγεθος καὶ δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Ἐκτείνομεν ἐν ἐλατήριον διὰ μιᾶς δυνάμεως F οἰασθῆποτε διευθύνσεως καὶ σημειώνωμεν τὴν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ ἐλατήριο ἐν βάρος B , τὸ ὅποιον εἶναι καὶ αὐτὸ μία δύναμις, ἀλλὰ μὲ διεύθυνσιν κατακόρυφον καὶ φοράν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ἡ δύναμις αὕτη καὶ τὸ βάρος B ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

Δύο δυνάμεις ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ὅταν προκαλοῦν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, ἐπενεργοῦσαι διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐλατηρίου.

● Τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν, ἐὰν ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ ἐλατήριο δύο δυνάμεις μαζί, τὴν F_1 καὶ F_2 , αἱ ὁποῖαι νὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν. Ἡ δύναμις F εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο δυνάμεων F_1 καὶ F_2 .

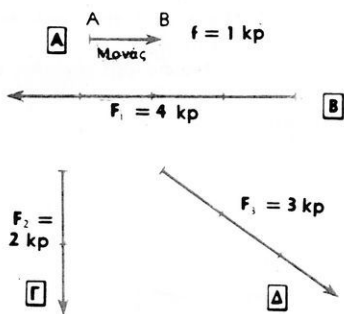
Μία δύναμις εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἄλλων δυνάμεων τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως καὶ φορᾶς, ὅταν ἡ ἐπιμήκυνσις, τὴν ὁποῖαν προκαλεῖ ἐπὶ ἐνὸς ἐλατηρίου, εἶναι ἴση πρὸς αὐτὴν, τὴν ὁποῖαν προκαλοῦν καὶ αἱ δύο μαζί.

● Τὴν ἔντασιν μιᾶς δυνάμεως προσδιορίζομεν ὅπως καὶ τὸ βάρος, διὰ τοῦ δυναμομέτρου (σχ. 8).

● Αἱ μονάδες τῆς δυνάμεως εἶναι αἱ αὐταὶ μὲ τὰς μονάδας τοῦ βάρους: τὸ κιλοπόντ, τὸ ὅποιον συμβολίζεται μὲ τὸ Kp καὶ τὸ Newton ($1 Kp = 9,81 N$).

Τάξεις μεγέθους μερικῶν δυνάμεων

Δύναμις ἑλέως ἐνὸς ἀνθρώπου	20-30 Kp
» » » ἵππου	60-70 Kp
» » μιᾶς ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου	10-80 Mp
» ὠθήσεως στροβιλοαντιδραστή- ρος Boeing 707	5920 Kp
» » πυραύλου "Ατλας κα- τὰ τὴν ἐκτόξευσιν	178 Mp.



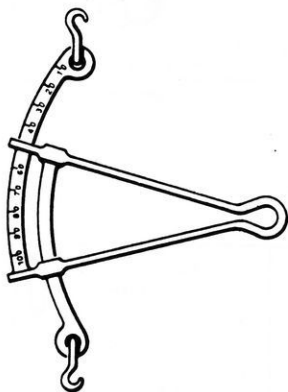
Σχ. 7.

A. Ἡ μονὰς τῆς δυνάμεως συμβολίζεται διὰ τοῦ μήκους τοῦ τμήματος AB.

B. F_1 εἶναι μία ὀριζοντία δύναμις μὲ φοράν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά καὶ μὲ ἔντασιν 4 Kp.

Γ. F_2 εἶναι ἐν βάρος 2 Kp.

Δ. F_3 εἶναι μία πλαγία δύναμις ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω μὲ φοράν πρὸς τὰ δεξιά.



Σχ. 8. Δυναμόμετρον δι' ἐλάσματος (μέχρι 100 Kp).

Ἐπὶ ὑπάρχουν πολλοὶ τύποι δυναμομέτρων, τῇ βοήθειᾳ τῶν ὁποῖων προσδιορίζομεν δυνάμεις πολλῶν τόνων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Καλοῦμεν δύναμιν κάθε αἰτίαν, ἡ ὁποία δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὸ σχῆμα ἐνὸς σώματος, νὰ τὸ θέσῃ εἰς κίνησιν ἢ νὰ τροποποιήσῃ τὴν κίνησιν του.

2. Τὸ βάρος ἐνὸς σώματος, ἡ μωκτικὴ δύναμις, ἡ ἑλξίς τοῦ μαγνήτου, ἡ δύναμις τοῦ ρέοντος ὕδατος, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ κλπ., εἶναι αἱ πλέον συνήθεις δυνάμεις, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν.

3. Μία δύναμις χαρακτηρίζεται από το σημείον εφαρμογής, την διεύθυνσιν, την φοράν και την έντασιν της.

4. Ἡ έντασις μιᾶς δυνάμεως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύνανται νὰ μετρηθῇ.

Αἱ μονάδες δυνάμεως εἶναι αἱ αὐταὶ μετὰ τὰς μονάδας βάρους: τὸ Κρ (Κιλοπόντι) καὶ τὸ Newton.

11^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Ἴσορροπία σώματος ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων.

ΤΡΟΧΑΛΙΑ

1 Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως.

Διὰ τοῦ πειράματος (σχ. 2) παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῶ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἐξαρτῶμεν, εἶναι μία δύναμις μετὰ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἡ δύναμις αὕτη μεταφέρεται εἰς τὸ ἄκρον Α τοῦ δυναμομέτρου μετὰ διεύθυνσιν ΑΧ καὶ έντασιν τὴν αὐτήν.

Οἰαδήποτε καὶ ἐάν εἶναι ἡ θέσις τοῦ δακτυλίου Γ, ἡ ένδειξις τοῦ δυναμομέτρου παραμένει ἡ αὐτή.

Συμπέρασμα: Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ καὶ τὴν έντασιν της.

2 Ἴσορροπία δύο ἀντιθέτων δυνάμεων.

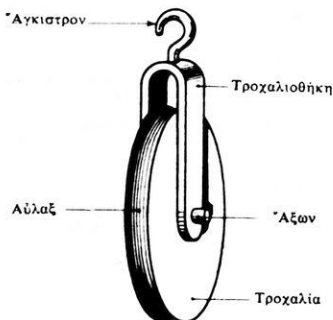
Ἡ μυϊκὴ προσπάθεια ὁμάδος παιδῶν (σχ. 3) εἶναι μία δύναμις. Τὸ τεταμένον σχοινίον μᾶς δίδει τὴν κοινὴν διεύθυνσιν τῶν δύο δυνάμεων. Ἐάν τὸ σημείον Ο, κοινὸν σημείον εφαρμογῆς, εἰς τὴν ὅλην προσπάθειαν τῶν ὁμάδων, παραμείνῃ εἰς τὴν θέσιν του, τότε αἱ δυνάμεις εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι. Εὐρίσκονται δηλ. εἰς τὴν αὐτὴν εὐθείαν, ἔχουν τὴν αὐτὴν έντασιν καὶ ἀντίθετον φοράν.

Μόνον ὅταν αἱ δυνάμεις (τὰ βάρη) F_1 καὶ F_2 (πείραμα 3) εἶναι ἴσαι, ὁ δακτύλιος Ο ἰσορροπεῖ. Ἄλλως θὰ μετακινηθῇ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλυτέρας δυνάμεως.

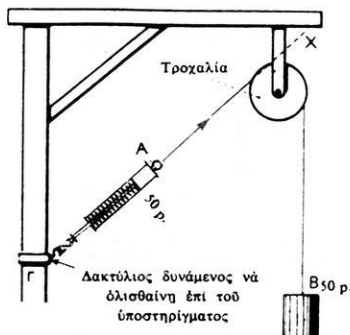
Συμπέρασμα: Ὅταν δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντίθετοι ἐπενεργοῦν εἰς ἓν σῶμα, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ ἰσορροπεῖ.

3 Ἴσορροπία δυνάμεων μετὰ κοινὸν σημείον εφαρμογῆς (συντρέχουσαι).

● Παρατήρησις. Οἱ δύο εὐλοκόποι τοῦ σχήματος 4 ἔλκουν ὁ καθὲς πρὸς τὸ μέρος του τὸ δένδρον. Εἶναι φανερὸν ὅτι καὶ αἱ δύο δυνάμεις ἔχουν κοινὸν σημείον εφαρμογῆς. Αἱ δυνάμεις αὐταὶ καλοῦνται συντρέχουσαι.



Σχ. 1. Ἡ τροχαλία ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς οἴσκου μετὰ αὐλακὰ εἰς τὴν περιφέρειαν. Ὁ οἴσκος περιστρέφεται περὶ ἑνὸς ἄξονος, διερχομένου ἐκ τοῦ κέντρου του.



Σχ. 2. Τὸ μήκος τοῦ ἐλατηρίου δὲν μεταβάλλεται, εἰς οἰανδήποτε θέσιν καὶ ἐάν εὐρίσκεται ὁ δακτύλιος Γ.

Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ καὶ τὴν έντασιν της.

● **Πείραμα.** 'Εάν από τὰς ἄκρας τῶν τριῶν νημάτων ἀναρτήσωμεν τὰ βάρη, τὰ ὅποια παρατηροῦμεν εἰς τὸ σχῆμα 5, ὁ δακτύλιος O εἰς τὴν ἄρχὴν θὰ μετακινηθῆ καὶ κατόπιν θὰ ἰσορροπήσῃ.

Αἱ τρεῖς δυνάμεις F_1 , F_2 , F_3 ἐπενεργοῦν εἰς ἓν σημεῖον καὶ ἰσορροποῦν. Εἶναι εὐκόλον νὰ ἀποδείξωμεν ὅτι αἱ διευθύνσεις τῶν τριῶν αὐτῶν δυνάμεων εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπιπέδον. (Διὰ μίαν πλάκὸς π.χ. ἐκ χαρτονίου, τὸ ὅποιον τοποθετοῦμεν ὅπισθεν αὐτῶν).

Συμπέρασμα: Καλοῦμεν συντρεχούσας δυνάμεις ἐκεῖνας, τῶν ὁποίων αἱ διευθύνσεις ἔχουν ἓν κοινὸν σημεῖον. "Ὅταν τρεῖς συντρεχούσαι δυνάμεις ἰσορροποῦν, τότε αὐτὰ εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

4. Συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων.

● Τοποθετοῦμεν ὅπισθεν τῶν νημάτων ἓν λευκὸν χαρτόνιον καὶ σημειώσωμεν τὰ διανύσματα OA , OB , OG , τὰ ὅποια συμβολίζουν τὰς δυνάμεις F_1 , F_2 καὶ F_3 . Αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν τὴν F_3 . Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἰσορροπίαν, ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τὰς δυνάμεις F_1 καὶ F_2 μὲ τὴν δύναμιν R , ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὴν F_3 .

● Τὴν δύναμιν αὐτήν, ἡ ὁποία φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὰς δύο δυνάμεις F_1 καὶ F_2 , συμβολίζομεν μὲ τὸ διάνυσμα OD . Ἡ δύναμις R καλεῖται συνισταμένη τῶν δυνάμεων F_1 καὶ F_2 .

● 'Εάν κατασκευάσωμεν τὸ τετράπλευρον $OADB$ (σχ. 5), παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι παραλληλόγραμμον. Τὸ διάνυσμα OD εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου.

Συμπέρασμα: Ἡ συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων εἶναι μία δύναμις, ἡ ὁποία, ὅταν ἐπενεργῇ (μόνη τῆς), φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὰς δύο ἄλλας δυνάμεις.

Ἡ συνισταμένη παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου, τὸ ὅποιον κατασκευάζεται ἀπὸ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.

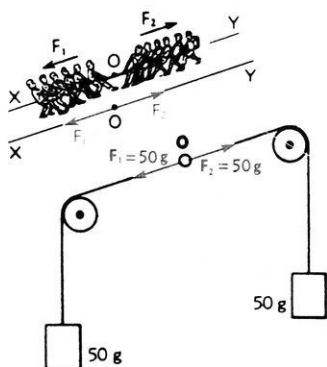
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ τροχαλία τροποποιεῖ τὴν διευθύνσιν μίαν δυνάμεως, χωρὶς ὁμως νὰ μεταβάλλῃ καὶ τὴν ἔντασιν αὐτῆς.

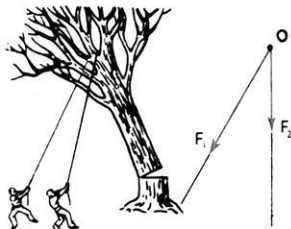
2. Ἐν σῶμα ἰσορροπεῖ, ὅταν ἐπενεργοῦν εἰς αὐτὸ δύο δυνάμεις ἴσαι, ἀντίθετοι καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως.

3. Δύο δυνάμεις καλοῦνται συντρεχούσαι, ὅταν αἱ διευθύνσεις τῶν ἔχουν ἓν κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς. Αἱ διευθύνσεις τριῶν συντρεχουσῶν δυνάμεων ἓν ἰσορροπία εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

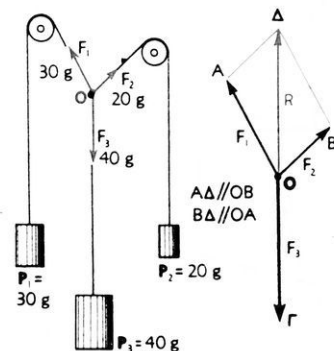
4. Ἡ συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου, τὸ ὅποιον κατασκευάζομεν μὲ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.



Σχ. 3. Ὁ δακτύλιος διὰ τῆς ἐπιδράσεως δύο δυνάμεων ἴσων καὶ ἀντίθετων, F_1 καὶ F_2 , παραμένει ἀκίνητος. Δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντίθετοι (τῆς αὐτῆς διευθύνσεως) ἰσορροποῦν.

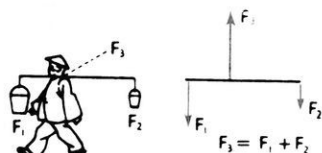


Σχ. 4. Δυνάμεις μὲ κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς (συντρεχούσαι)

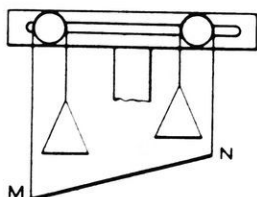


Σχ. 5. Αἱ συντρεχούσαι δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦνται ἀπὸ τὴν δύναμιν F_3 . Τὸ διάνυσμα OD παρίστατὶ δύναμιν ἀντίθετον πρὸς τὴν F_3 . Ἡ δύναμις R φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὅποιον φέρουν καὶ αἱ δύο μαζί δυνάμεις F_1 καὶ F_2 . Ἡ δύναμις R εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν F_1 καὶ F_2 . Αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 εἶναι αἱ συνιστάσαι τῆς συνισταμένης.

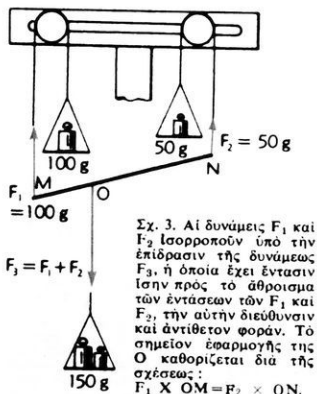
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ



Σχ. 1. Παράλληλοι δυνάμεις



Σχ. 2. Όταν οι δίσκοι είναι κενοί, η διάταξη βρίσκεται εν Ισορροπία.



Σχ. 3. Αι δυνάμεις F_1 και F_2 Ισορροπούν υπό την επίδραση της δυνάμεως F_3 , η οποία έχει ένταση ίση προς το άθροισμα των εντάσεων των F_1 και F_2 , την αυτήν διεύθυνση και αντίθετον φοράν. Το σημείον εφαρμογής της F_3 καθορίζεται δια της σχέσεως: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

1. Ίσορροπία δύο παραλλήλων δυνάμεων.

● **Παρατήρησης:** Τα δύο βάρη, τα όποια σηκώνει ο άνθρωπος του σχ. 1, είναι δυνάμεις παράλληλοι και της αυτής φοράς. Αι δυνάμεις αυτές εφαρμόζονται εις τὰ άκρα της ράβδου, η όποια Ισορροπεί επί του ώμου του ανθρώπου εις τὸ σημείον Ο.

● **Πείραμα.** Πραγματοποιούμεν με δύο τροχαλίας την διάταξιν του σχ. 2. Όταν οι δύο δίσκοι είναι κενοί, τὸ σύστημα Ισορροπεί και τὰ νήματα εἶναι κατακόρυφα. Ἡ ράβδος MN έχει μήκος 36 cm.

● Τοποθετούμεν εις τὸν άριστερόν δίσκον βάρος 100 p και εις τὸν δεξιόν 50 p. Ἡ ράβδος MN άρχίζει νά μετακινήται πρὸς τὰ άνω και, δια νά επιτύχωμεν Ισορροπίαν, πρέπει νά ξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ σημείον Ο βάρος 150 p.

Παρατηρούμεν ὅτι τὸ σημείον Ο απέχει ἀπὸ τὰ άκρα της ράβδου $OM = 12$ cm και $ON = 24$ cm (σχ. 3).

● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα με διάφορα βάρη και καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

F_1 (p)	F_2 (p)	Ίσορροπία ἐπι- τυγχάνομεν, όταν			$F_1 \times OM$	$F_2 \times ON$
		F_3 $F_1 + F_2$	OM =	ON =		
100	50	150	12 cm	24 cm	12×100	24×50
50	50	100	18 cm	18 cm	18×50	18×50
70	50	120	15 cm	21 cm	15×70	50×21

Συμπέρασμα: Δύο παράλληλοι δυνάμεις F_1 και F_2 , αι όποια έχουν την αυτήν φοράν και ἐπενερογούν εις τὰ σημεία M και N ενός εὐθυγραμμίου τμήματος, Ισορροπούνται υπό μιᾶς τρίτης δυνάμεως F_3 , η όποια εἶναι παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις αὐτάς ἀλλ' ἀντιθέτου φοράς. Ἡ έντασις της F_3 εἶναι ἴση πρὸς τὸ άθροισμα τῶν F_1 και F_2 , εἶναι δηλ. $F_3 = F_1 + F_2$. Τὸ σημείον εφαρμογής Ο της δυνάμεως F_3 εὐρίσκειται ἐπὶ τοῦ εὐθυγραμμίου τμήματος MN και καθορίζεται ἀπὸ την σχέση: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

2. Συνισταμένη παραλλήλων δυνάμεων.

Τὸ σημείον Ο δὲν θά μετακινηθῆ, και ἐάν άκόμη

έπενεργήσουν εις αυτό δύο δυνάμεις ίσαι καί αντίθετοι, ή F_3 καί ή R (σχ. 4). Δηλαδή ή R είναι ισοδύναμος πρὸς τὰς δύο παραλλήλους δυνάμεις F_1 καί F_2 , καί καλεῖται **συνισταμένη** τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.

Ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων παραλλήλων καί τῆς αὐτῆς φορᾶς, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς εὐρίσκονται εις τὰ σημεῖα M καί N , ἔχει τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν πρὸς τὰς δύο δυνάμεις, ἔντασιν δὲ ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς αὐτῆς O καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :

$$F_1 \times OM = F_2 \times ON.$$

3. Κέντρον βάρους.

Γνωρίζομεν ὅτι κάθε σῶμα ἔλκεται ἀπὸ τὴν γῆν μὲ μίαν δύναμιν, ἡ ὁποία καλεῖται βᾶρος τοῦ σώματος. Τὸ βᾶρος ἔχει διεύθυνσιν κατακόρυφον καὶ φορὰν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

● Ἐάν ἀφήσωμεν ἓν σῶμα ἐλεύθερον, π.χ. τεμάχιον μαρμάρου, τοῦτο πίπτει κατακορύφως λόγῳ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους του. Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ δι' ὅλα τὰ τεμάχια, τὰ ὁποία θὰ λάβωμεν τεμαχίζοντες ἓν σῶμα, ὅσον μικρὰ καὶ ἕαν εἶναι, ἕαν τὰ ἀφήσωμεν ἐλεύθερα, ἐπειδὴ εις ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἔπενεργεῖ ἡ δύναμις τοῦ βάρους του, ἡ ὁποία ἔχει διεύθυνσιν κατακόρυφον.

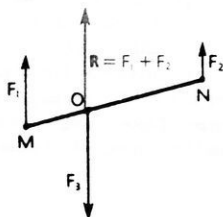
● Δυνάμειθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ τεμαχίδια καὶ ἐπομένως τὸ βᾶρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων αὐτῶν τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τὰ ὁποία εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς.

● Ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων αὐτῶν δυνάμεων εὐρίσκεται, ἕαν συνθέσωμεν δύο ἀπὸ τὰς δυνάμεις αὐτὰς καὶ τὴν συνισταμένην τούτων μὲ τὴν τρίτην δύναμιν, τὴν νέαν συνισταμένην μὲ τὴν τετάρτην κ.ο.κ., ἕως ὅτου καταλήξωμεν εις μίαν δύναμιν, ἡ ὁποία εἶναι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους τοῦ σώματος καλεῖται **κέντρον βάρους**.

Ἀποδεικνύεται ὅτι, οἰανδήποτε σειρὰν καὶ ἂν ἀκολουθήσωμεν κατὰ τὴν σύνθεσιν τῶν δυνάμεων, εὐρίσκομεν τὸ ἴδιον κέντρον βάρους.

Συμπέρασμα : Κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος καλεῖται τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τῶν ὁποίων τὸ ἄθροισμα ἀποτελεῖ τὸ βᾶρος τοῦ σώματος.

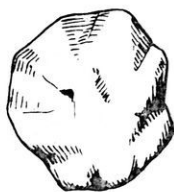


Σχ. 4. Ἡ συνισταμένη R φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτελεσμα, τὸ ὁποῖον φέρουν καὶ αἱ δύο μαζί δυνάμεις F_1 καί F_2 :

$$R = F_1 + F_2$$

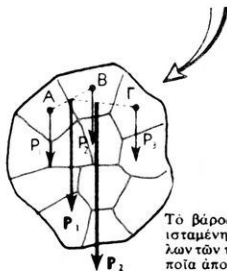
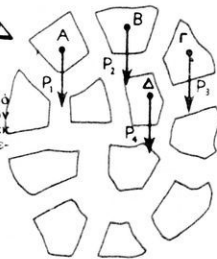
καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν πρὸς αὐτάς:

$$F_1 \times OM = F_2 \times ON$$



Σχ. 5
Τὸ βᾶρος P
ὅλου τοῦ
τεμαχίου

εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν τεμαχιδίων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται.



Τὸ βᾶρος P εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν βαρῶν ὅλων τῶν τεμαχιδίων, τὰ ὁποία ἀποτελοῦν τὸ σῶμα.

δυνάμεις F , παράλληλου και αντίθετου φοράς προς τὰς δυνάμεις αὐτὰς και ἐντάσεως ἴσης πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς O καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν : $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

2. Ἡ συνισταμένη τῶν δύο αὐτῶν παράλληλων και τῆς αὐτῆς φοράς δυνάμεων εἶναι ἡ δύναμις R , ἴση και ἀντίθετος πρὸς τὴν F_3 (σχ. 4).

3. Κέντρον βάρους ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τῶν ὁποίων τὸ ἄθροισμα ἀποτελεῖ τὸ βάρος τοῦ σώματος.

13^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ : Πειραματικός προσδιορισμός τοῦ κέντρου βάρους.

ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

1 Κέντρον βάρους μιᾶς πλακῆς.

● Ἀναρτῶμεν μίαν πλακά, π.χ. ἐκ χαρτονίου, δι' ἐνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν προσδέσει εἰς ἓν σημεῖον A τῆς περιμέτρου τῆς.

● Ἀπὸ τὸ αὐτὸ σημεῖον ἔχομεν ἀναρτήσει και τὸ νῆμα τῆς στάθμης, τοῦ ὁποῖου τὴν κλωστήν ἔχομεν ἐπαλείψει μὲ κιμωλίαν. Αὕτη θὰ ἀφήσῃ ἐπὶ τοῦ χαρτονίου μίαν λευκὴν γραμμὴν. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης μαζί μὲ τὸ νῆμα ἀναρτήσεως τοῦ σώματος σχηματίζουν κοινὴν κατακόρυφον. Αὕτη εἶναι ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

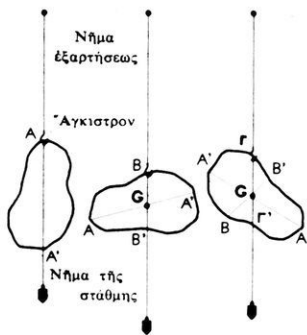
● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ διάφορα σημεῖα $B, \Gamma \dots$ τῆς περιμέτρου τῆς πλακῆς και παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἴχνη τῆς κιμωλίας $BB', \Gamma\Gamma'$ τέμνονται (συντρέχουν) εἰς ἓν σημεῖον G . Τοῦτο εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους ἢ τὸ κέντρον βάρους τῆς πλακῆς (σχ. 1).

Συμπέρασμα : Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλακῆς, ἀναρτῶμεν αὐτὴν ἀπὸ διάφορα σημεῖα τῆς περιμέτρου τῆς. Αἱ κατακόρυφοι, αἱ ὁποῖαι διέρχονται ἐκ τῶν σημείων τούτων, τέμνονται εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

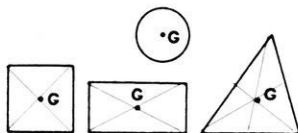
Σημείωσις. Διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἐνὸς σώματος, ἀρκεῖ νὰ τὸ ἀναρτήσωμεν διαδοχικῶς ἀπὸ δύο μόνον σημεῖα τῆς περιμέτρου του, τὰ ὁποῖα νὰ ἀπέχουν μεταξύ των.

2 Κέντρον βάρους ὁμογενῶν ἐπιπέδων σωμάτων, γεωμετρικῶς σχήματος.

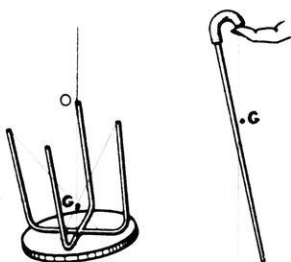
● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα μὲ ὁμογενεῖς πλακάς διαφόρων συμμετρικῶν γεωμετρικῶν σχημάτων. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κέντρον



Σχ. 1. Προσδιορισμός τοῦ κέντρου βάρους ἐπιπέδου σώματος διὰ διαδοχικῶν ἀναρτήσεων



Σχ. 2. Κέντρον βάρους γεωμετρικῶν σχημάτων



Σχ. 3. Καθορισμός τοῦ κέντρου βάρους ἐνὸς σκαμνίου.

Σχ. 4 Ἴσορροπία ράβδου.

βάρους του κύκλου είναι το γεωμετρικόν του κέντρου, του τετραγώνου και παραλληλογράμμου το σημείον τομῆς τῶν διαγωνίων του, καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημείον τομῆς τῶν διαμέσων του (σχ. 2).

3 Κέντρον βάρους οἰοῦδηποτε σώματος.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἐξαρτήσεως, τὴν ὁποίαν ἐφημέρασαν προηγουμένως, διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλακός, δὲν δύναται νὰ μᾶς χρησιμεύσῃ διὰ τὸν ἴδιον σκοπόν, διότι δὲν δύναμεθα νὰ σημειώσωμεν τὴν προέκτασιν τῆς κατακορύφου ἀπὸ τὸ σημείον ἐξαρτήσεως τοῦ σώματος· εἰς ὠρισμένας ὁμως περιπτώσεις, ὅπως π.χ. εἰς ἓν σκαμνίον, μίαν ράβδον (σχ. 3, 4) κλπ. δύναμεθα νὰ τὴν ἐφαρμόσωμεν. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ κέντρον βάρους εἶναι δυνατόν νὰ εὑρίσκειται καὶ ἔξω τοῦ σώματος.

4 Κέντρον βάρους στερεῶν σωμάτων γεωμετρικοῦ σχήματος.

Τὸ κέντρον βάρους σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἔχουν συμμετρικόν γεωμετρικόν σχῆμα, εἶναι δὲ καὶ ὁμογενῆ, συμπίπτει μὲ τὸ γεωμετρικόν των κέντρον, ἐνῶ εἰς τὴν περίπτωσιν μὴ ὁμογενῶν εὑρίσκειται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ πλησίον αὐτοῦ.

5 Ἴσορροπία.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μεταλλικὴν πλάκα, τὴν ὁποῖαν ἔχομεν ἀναρτήσει εἰς σημείον O , θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅταν τὴν μετατοπίσωμεν, μετὰ μερικῆς ταλαντώσεως ἰσορροπεῖ εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν (σχ. 6).

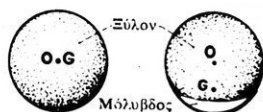
● Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὴν πλάκα εἰς τρόπον, ὥστε τὸ κέντρον βάρους νὰ εἶναι ὑπεράνω τοῦ σημείου O (σχ. 7A), ἡ πλάξ ἰσορροπεῖ, ὅταν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ σημείον O εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου (τοῦτο δυσκόλως ἐπιτυγχάνεται).

● Ἐὰν ὁμως μετατοπίσωμεν καὶ ἐλάχιστα τὴν πλάκα, δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν τῆς, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν προηγουμένην θέσιν ἰσορροπίας.

● Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκειται εἰς **εὐσταθῆ** ἰσορροπίαν, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν εἰς **ἀσταθῆ**.

● Ἐὰν, τέλος, ἀναρτήσωμεν τὴν πλάκα ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους τῆς, τότε, οἰανδήποτε θέσιν καὶ ἐὰν τῆς δώσωμεν, παρατηροῦμεν ὅτι ἰσορροπεῖ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκειται εἰς **ἀδιάφορον** ἰσορροπίαν (σχ. 7 B).

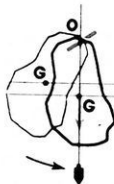
Παρατηρήσεις. Εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις τὸ κέντρον βάρους ἔχει τὴν τάσιν νὰ καταλαμβάνῃ τὴν χαμηλοτέραν θέσιν.



Σχ. 5.

Σφαιρα ὁμογενῆς. G καὶ O συμπίπτουν.

Σφαιρα ἀνομοιογενῆς. G καὶ O δὲν συμπίπτουν.



Σχ. 6. Ἡ πλάξ, ἐὰν ἀπομακρυνθῆ ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας, μετὰ μερικῆς ταλαντώσεως ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν. Τὸ σῶμα εὑρίσκειται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.

O καὶ G εἰς τὴν αὐτὴν κατακορύφου. Τὸ O ὑπεράνω τοῦ G .



Σχ. 7.

Ἴσορροπία ἀσταθῆς (O κατωτέρω τοῦ G).

Ἴσορροπία ἀδιάφορος (O καὶ G συμπίπτουν).

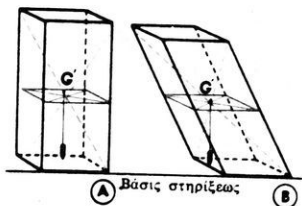


Σχ. 8. Κέντρον βάρους ἀνομοιογενούς σώματος



Ἐρμα (ἐκ μολύβδου)

Σχ. 9. Νὰ ἐξηγηθῆ ἡ ἰσορροπία τοῦ ἐκροβατοῦ. Εἶναι εὐκόλον νὰ πραγματοποιήσωμεν καὶ ἄλλα παρόμοια πειράματα δι' ἄλλων μέσων.



Εχ. 10. Ίσορροπία σώματος, στηριζομένου εις ἓν ὑποστήριγμα. Ποίαν θέσιν τείνει νά λάβῃ τὸ πρίσμα Β.

6 Ίσορροπία σώματος στηριζομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Πείραμα. Τὸ ἀρθρωτὸν παραλληλεπίπεδον ἰσορροπεῖ ἐπὶ τῆς βάσεώς του, μόνον ὅταν ἡ κατακόρυφος, ἡ διερχομένη ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους, συναντᾷ τὴν βάσιν στηριζέως του. Εἰς κάθε ἄλλην περίπτωσιν τὸ σῶμα ἀνατρέπεται.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δυνάμεθα νά καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος, ἐὰν τὸ ἀναρτήσωμεν διαδοχικῶς ἀπὸ διάφορα σημεῖά του καὶ σημειώσωμεν κάθε φοράν τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακόρυφου, ἢ ὅποια διερχεται ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά. Ὅλοι τότε αἱ κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

2. Κέντρον βάρους τοῦ κύκλου τοῦ τετραγώνου, τοῦ παραλληλογράμμου εἶναι τὸ γεωμετρικὸν τῶν κέντρον καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημεῖον τομῆς τῶν διαμέσων του.

3. Κέντρον βάρους τῆς σφαίρας, τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ κύβου, ἐὰν εἶναι ὁμογενῆ, εἶναι τὸ γεωμετρικὸν τῶν κέντρον εἰς κάθε ἄλλην περίπτωσιν εὐρίσκεται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ εἰς τὸ πλησιέστερον σημείον του.

4. Ἐν σῶμα, τὸ ὁποῖον ἀναρτᾶται εἰς ὀριζόντιον ἄξονα, εὐρίσκεται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπίαν, ὅταν τὸ κέντρον βάρους του εἶναι ἐπὶ τῆς κατακόρυφου, τῆς διερχομένης ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦτον καὶ κάτωθεν αὐτοῦ.

5. Ἐν σῶμα, στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ κατακόρυφος, ἡ διερχομένη ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος, συναντᾷ τὴν βάσιν στηρίξεώς του.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 3: Δύναμις. Δυναμόμετρον.

1. Ἡ ἔννοια τῆς δυνάμεως

1. Διὰ κλίμακος δυνάμεων 2 cm διὰ 1 Κρ νά παρασταθῇ γραφικῶς μὲ σημεῖον εφαρμογῆς τὸ Ο :

α) Ἐν βάρος 3 Κρ.

β) Μία ὀριζόντια δύναμις μὲ φοράν ἐξ ἄριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐντάσεως 2,4 Κρ.

γ) Μία πλαγία δύναμις, μὲ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, σχηματίζουσα γωνίαν 60° μὲ τὴν προηγουμένην, ἐντάσεως 4 Κρ.

2. Δύο διανύσματα ἔχουν μῆκος ἀντιστοίχως 52 mm καὶ 75 mm. Ποίαν ἐντασιν ἔχουν αἱ δυνάμεις, τὰς ὁποίας παριστάνουν αὐτά, ἐὰν εἰς τὴν κλίμακα λάβωμεν 1 cm διὰ 100 p ;

3. Νά παρασταθοῦν γραφικῶς διὰ κλίμακος 1 cm = 1 Κρ δύο κάθετοι δυνάμεις ἐφηρμοσμεναι εἰς κοινὸν σημεῖον Ο μὲ ἀντιστοίχους ἐντάσεις 3,2 Κρ καὶ 4,8 Κρ.

4. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι εἰς τὸ Παρίσι 1 Κρ ἰσοδυναμεῖ πρὸς 9,81 N, νά εὐρεθῇ μὲ πόσα Κρ ἰσοδυναμεῖ ἐκεῖ τὸ 1 N.

5. Νά ὑπολογισθῇ εἰς N ἡ δύναμις, ἢ ὅποια συ-

κρατεῖ ἓνα ἀνθρώπον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἐὰν αὐτὸς ζυγίσῃ εἰς τὸ Παρίσι 58 Κρ.

6. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν τάξιν μεγέθους μερικῶν δυνάμεων :

Δύναμις ἔλξεως ἀνθρώπου (μέση προσπάθεια) 20—30 Κρ.

Δύναμις ἔλξεως ἵππου (μέση προσπάθεια) 60—70 Κρ.

Δύναμις ἔλξεως ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου : 25 Μρ.

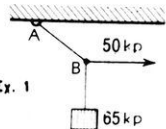
Νά ἐκφρασθῇ ἡ ἐντασις αὐτῶν τῶν δυνάμεων εἰς Newtons (1 Κρ = 9,81 N).

7. Τὸ ἐλατήριο ἐνὸς δυναμομέτρου ἐπιμηκύνεται κατὰ 2 cm διὰ τῆς ἐπιδράσεως δυνάμεως 5 Κρ. Ὑποθέτομεν ὅτι αἱ ἐπιμηκύνσεις εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι τὰς προκαλοῦν :

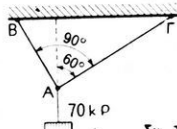
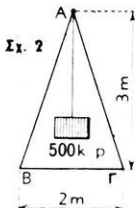
α) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐνδείξεων τῆς κλίμακος τοῦ δυναμομέτρου, ἐὰν τοῦτο εἶναι βαθμολογημένον εἰς Κρ.

β) Δυνάμεθα νά διακρίνωμεν μετατόπισιν τοῦ δείκτου, ἴσῃν πρὸς τὸ 4/10 τῆς ὑποδιαίρεσεως. Ποῖον εἶναι εἰς Κρ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον ἡμπορεῖ νά προκαλέσῃ αὐτὴν τὴν μετατόπισιν ; (Τοῦτο εἶναι τὸ μέτρον τῆς εἰσθησιᾶς τοῦ δυναμομέτρου).

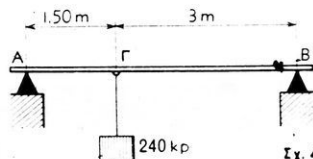
Σχ. 1



Σχ. 2



Σχ. 3



Σχ. 4

II. Ίσορροπία τριών συντρεχουσών δυνάμεων (κοινόν σημείον Ο)

8. α) Νά σχεδιασθή ή συνισταμένη R δύο δυνάμεων $F_1 = 20\text{Kp}$ και $F_2 = 40\text{Kp}$, συντρεχουσών και καθέτων μεταξύ των (Κλίμαξ: 1 cm = 5 Kp).

β) Νά προσδιορισθή ή μέτρησης του αντίστοιχου διανύσματος και ή έντασις της R.

γ) Νά μετρηθή ή γωνία, την οποίαν σχηματίζει αύτη μέ κάθε μίαν εκ των συνιστασών.

9. Είς σημείον Ο εφαρμόζονται δύο δυνάμεις, $F_1 = 12\text{Kp}$ και $F_2 = 8\text{Kp}$, τών οποίων αι διευθύνσεις σχηματίζουν γωνίαν 60° :

α) Νά παρασταθούν γραφικώς αι δύο δυνάμεις (Κλ.: 1 cm = 2 Kp).

β) Νά σχεδιασθή ή συνισταμένη των R και νά εύρεθή ή δύναμις F, ή οποία πρέπει νά εφαρμοσθή εις τό Ο, διά νά ίσορροπήσῃ μέ τάς F_1 και F_2 . (Η έντασις της θά εύρεθή μέ την μέτρησην του διανύσματος.)

10. Είς τά άκρα νημάτων, τό όποιον διέρχεται από δύο τροχαλίας, άναρτώνται άνά έν βάρος 1 Kp και εις τό σημείον Ο μεταξύ τών δύο τροχαλιών, έν βάρος Ρ. Έχομεν δε ίσορροπιαν, όταν ή γωνία, την οποίαν σχηματίζει τό νήμα εις τό σημείον Ο, είναι 60° :

α) Τί παριστά ή διεύθυνσις του βάρους Ρ διά την γωνίαν, την σχηματιζομένην υπό τών διευθύνσεων τών δυνάμεων F_1 και F_2 , αι όποιαι εφαρμόζονται εις τό σημείον Ο;

β) Νά γίνῃ τό σχήμα και νά προσδιορισθή γραφικώς τό μέτρον της έντάσεως του βάρους Ρ (Κλ.: 1 cm = 0,5 Kp).

11. Είς τό άκρον Β ενός νηματος, τό όποιον είναι άνηρτημένον εις τό σημείον Α της όροφης, θέτομεν βάρος 65 Kp και άσκούμεν επί πλέον μίαν όριζοντιαν έλιξιν 50 Kp (σχ. 1):

Νά προσδιορισθή γραφικώς ή έλιξις, ή όποια άσκειται εις τό νήμα ΑΒ, (τάσις του νηματος ΑΒ) (Κλ.: 1 mm = 1 Kp).

12. Δύο δοκοί συνδέονται, όπως δεικνύει τό σχ. 2, και φέρουν φορτίον 500 Kp. Νά προσδιορισθή γραφικώς ή έντασις τών δυνάμεων, αι όποιαι άσκούνται ύπ' αυτών επί του εδάφους. (Κλ. 1 cm = 100 Kp):

13. Δύο σχοινία ΑΒ και ΑΓ άναρτώνται από την όροφην εις τά σημεία Β και Γ και συγκρατούν εις τό Α φορτίον 70 Kp (σχ. 3).

Νά προσδιορισθή γραφικώς ή έντασις τών δυνάμεων, αι όποιαι άσκούνται πρός τάς διευθύνσεις ΒΑ και ΓΑ μέ τιάς γωνιών τās άναγραφομένας εις τό σχήμα (Κλ.: 1 cm = 10 Kp).

III. Παράλληλοι δυνάμεις. Κέντρον Βάρους.

14. Δύο κατακόρυφοι δυνάμεις μέ φοράν εκ τών

κάτω πρός τά άνω και έντάσεως 20 Kp και 30 Kp εφαρμόζονται εις τά άκρα μιάς στερεάς ράβδου, μήκους 1 m:

α) Νά υπολογισθή ή έντασις της συνισταμένης των και νά προσδιορισθή τό σημείον εφαρμογής της εις την ράβδον.

β) Νά παρασταθούν γραφικώς αι δυνάμεις αύται, καθώς και ή συνισταμένη των R (Κλ. 1 cm = 5 Kp).

15. Δύο παιδιά 40 Kp και 60 Kp κάθονται εις τά άκρα μιάς σανίδος μήκους 3 m, στηριζομένης εις ένα κορμόν δένδρου, και κάμνουν τραμπάλαν:

α) Είς ποίαν άπόστασιν από τό ελαφρότερον παιδίον πρέπει νά εύρίσκειται ό κορμός, διά νά ύπάρχη ίσορροπία;

β) Νά υπολογισθή ή δύναμις, την οποίαν δέχεται ό κορμός του δένδρου.

16. Ό άνθρωπος της εικόνας 1 (σελις 34) μεταφέρει δύο δοχεία ύδατος, βάρους $F_1 = 12\text{Kp}$ και $F_2 = 18\text{Kp}$, διά μιάς ράβδου μήκους 1,50 m:

α) Πόσον πρέπει νά απέχη τό άριστερόν άκρον της ράβδου από τόν ώμον του ανθρώπου, διά νά ύπάρχη ίσορροπία;

β) Ποία δύναμις άσκειται από την ράβδον εις τόν ώμον;

γ) Ποία δύναμις άσκειται εις τό έδαφος, εάν ό άνθρωπος ζυγίση 72 Kp;

17. Διά την μεταφοραν βάρους 160 Kp δύο έργαται χρησιμοποιούν μεταλλικην ράβδον, μήκους 2 m. Έάν τό βάρος άναρτάται εις άπόστασιν 1,25 m από τόν πρώτον έργατην, πόσον φορτίον ύποβαστάς εις έκαστον έργατης;

18. Μία δοκό άμελητέου βάρους, στηριζομένη εις δύο τριγωνικά πρίσματα Α και Β (σχ. 4), φέρει εις τό σημείον Γ βάρος 240 Kp. Νά υπολογισθή τό φορτίον, τό όποιον δέχεται κάθε ύποστήριγμα (Α και Β).

19. Μεταλλική πλάξ σχήματος ίσοσκελους τριγώνου μέ πλευράς ΒΓ = 15 cm, ΑΒ = ΑΓ = 18 cm, ζυγίζει 800 p και άναρτάται δι' ενός νηματος εις την κορυφήν Α:

α) Νά σχεδιασθή ή πλάξ διά κλίμακος 1/3.

β) Νά προσδιορισθή γεωμετρικώς, τό κέντρον βάρους της.

γ) Νά παρασταθῇ τό βάρος της δι' ενός διανύσματος και νά καθορισθή ή άρχή του (Κλ. 1 cm = 200 p).

20. Είς όρθός όμογενής κύλινδρος, στηριζόμενος μέ την βάση του, διαμέτρου 8 cm, άνατρέπεται, μόλις τό έπίπεδον στηριζέως του σχηματίζει μετά του όριζοντιου έπίπεδου γωνίαν μεγαλυτέραν τών 30° :

α) Νά σχεδιασθή τό σχήμα του υπό κλίμακα 1/2 και νά προσδιορισθή τό κέντρον βάρους του κυλίνδρου.

β) Νά υπολογισθή γραφικώς εκ του σχήματος τό ύψος του κυλίνδρου.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

1 'Αντίδρασις του ύποστηρίγματος.

α) Το μεταλλικόν ελασμα, το όποιον έχομεν τοποθετήσει εις τὰ ύποστηρίγματα A και B, καμπυλοῦται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους P τοῦ σώματος (σχ. 1).

β) Ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σῶμα διὰ βαρυτέρου, τὸ ελασμα καμπυλοῦται περισσότερον, ἐνῶ συγχρόνως ἀντιδρᾷ πρὸς τὸ βάρος P τοῦ σώματος διὰ μιᾶς δυνάμεως ἀντιθέτου, ἢ ὅποια καλεῖται *ἀντίδρασις τοῦ ἐλάσματος*. Αὕτη γίνεται ἴση πρὸς τὸ βάρος P εις τὴν τελικὴν θέσιν ἰσορροπίας.

● Ἐάν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ ελασμα ἐπανέρχεται εις τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Ἡ παροδικὴ παραμόρφωσις, τὴν ὅποian ὕφισταται τὸ ελασμα διὰ τῆς ἐπίδρασεως τοῦ βάρους P, καλεῖται *ελαστικὴ*.

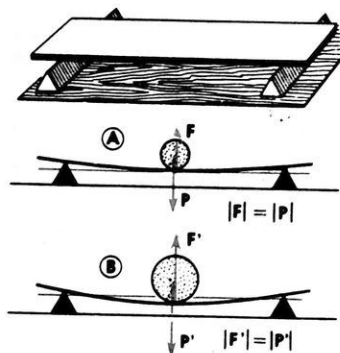
● Ἡ παραμόρφωσις αὕτη δὲν γίνεται ἀντιληπτὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὅταν τὸ σῶμα εἶναι τοποθετημένον ἐπάνω εις τραπέζιον, προκαλεῖ ὁμως μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως, ἢ ὅποια, ὅπως και εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν, ἰσορροπεῖ τὸ σῶμα.

2 Κεκλιμένον ἐπίπεδον.

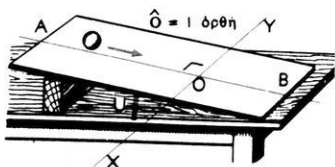
Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον εἶναι ἐπίπεδος πλάξ, τὴν ὅποian κρατοῦμεν δι' ἐνὸς ὑποστηρίγματος κεκλιμένην. Ἐάν μετατοπίσωμεν τὸ ὑποστήριγμα, ἤμποροῦμεν νὰ μεταβάλωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U, τὴν ὅποian σχηματίζει ἡ πλάξ μὲ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον τοῦ τραπέζιου (σχ. 2). Ἡ σφαῖρα, τὴν ὅποian ἀφίνομεν ἐλευθέραν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀκολουθεῖ εὐθεῖαν τροχίαν AB, ἣτις καλεῖται *γραμμὴ τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως* καὶ εἶναι *κάθετος* πρὸς ὅλας τὰς ὀριζοντίας εὐθεῖας τοῦ ἐπιπέδου AB.

Πείραμα. Διὰ νὰ κρατήσωμεν τὸν κύλινδρον εἰς ἰσορροπία ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, χρησιμοποιοῦμεν σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου (σχ. 3 A).

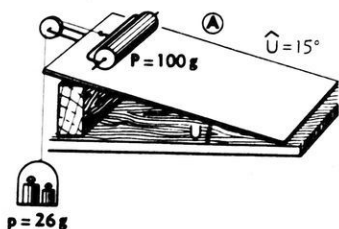
Ἐάν αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U, πρέπει νὰ αὐξήσωμεν και τὰ σταθμὰ, καὶ ἀντιστρόφως,



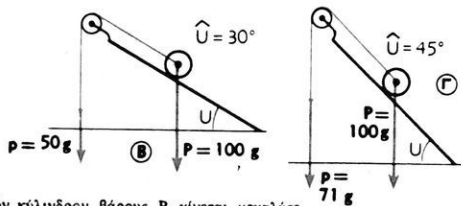
Σχ. 1. Διὰ τῆς ἐπίδρασεως τοῦ βάρους P τὸ ελασμα καμπυλοῦται καὶ ἐξασκεῖ τότε ἐπὶ τοῦ σώματος μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως F, ἢ ὅποια ἰσορροπεῖ τὸ P. Ὄταν τὸ βάρος $P > P'$, τὸ ελασμα καμπυλοῦται περισσότερον καὶ ἡ δύναμις ἀντιδράσεως γίνεται F'. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἡ δύναμις ἀντιδράσεως καὶ τὸ βάρος εἶναι ἴσα κατ' ἀπόλυτον τιμὴν.



Σχ. 2. Κεκλιμένον ἐπίπεδον: Ἡ σφαῖρα ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου κυλᾷ κατὰ τὴν εὐθεῖαν AB (γραμμὴ τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως), ἢ ὅποια εἶναι *κάθετος* πρὸς τὴν ὀριζοντίαν εὐθεῖαν (XY) ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου. U = γωνία κλίσεως.



Σχ. 3. Τὸ βάρος p; τὸ ὅποιον ἀκίνητοποιεῖ τὸν κύλινδρον βάρους P, γίνεται μεγαλυτέρον, ὅσον αὐξάνει ἡ γωνία κλίσεως U. Τὸ p εἶναι πάντοτε μικρότερον τοῦ P.



πάντοτε όμως το βάρος των θα είναι μικρότερον του βάρους του κυλίνδρου (σχ. 3 Β, Γ).

● Ο κύλινδρος κυλά κατά την γραμμήν της μεγαλύτερας κλίσεως, εάν κόψωμεν το νήμα.

3 Δυνάμεις αί όποιαι ένεργούν επί του κυλίνδρου.

Έάν δέν ύπηρχε τό κεκλιμένον έπιπέδον, τό βάρος Ρ θα προεκάλει κατακόρυφον πτώσιν του κυλίνδρου. Η πλαγία δύναμις $\vec{OΓ}$ ίσορροπεί τόν κύλινδρον επί του κεκλιμένου έπιπέδου· είναι έπομένως ίση και αντίθετος προς την $\vec{OΔ}$ (σχ. 4).

● Έάν αφήσωμεν τόν κύλινδρον έλεύθερον, θα κινηθί επί του κεκλιμένου έπιπέδου κατά την γραμμήν της μεγαλύτερας κλίσεως. Η δύναμις, ή όποια κινεί τόν κύλινδρον, είναι ή $\vec{OΔ}$, παράλληλος προς την γραμμήν αυτήν και μέ φοράν προς τά κάτω.

Δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν την $\vec{OΔ}$ ως συνιστώσαν του βάρους Ρ ή μάλλον τό βάρος Ρ συνισταμένην της $\vec{OΔ}$ και μιās άλλης δυνάμεως.

4 Διά νά προσδιορίσωμεν αυτήν την δύναμιν:

Σημειούμεν επί φύλλου χάρτου τό σχήμα ΟΔΒ (ΟΔ = ρ, ΟΒ = Ρ) και κατασκευάζωμεν τό παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ μέ διαγώνιον την ΟΒ (σχ. 5).

● Παρατηρούμεν ότι τό παραλληλόγραμμον αυτό είναι όρθογώνιον.

Δυνάμεθα λοιπόν νά θεωρήσωμεν την δύναμιν ΟΒ, ή όποια έχει ένταση Ρ, συνισταμένην των δύο δινάμεων ΟΕ και ΟΔ.

ΟΔ (ένταση ρ) παράλληλος προς την κλίσιν.
ΟΕ κάθετος προς τό κεκλιμένον έπιπέδον.

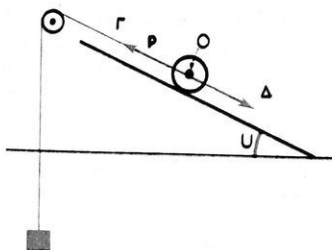
5 Αντίδρασις του κεκλιμένου έπιπέδου.

● Όταν ό κύλινδρος τοποθετηθί επί του κεκλιμένου έπιπέδου, ήμπορούμεν νά δεχθώμεν ότι ήμειδρούμεν επ' αυτού ή τό βάρος Ρ ή αι δύο συνιστώσαι ΟΔ και ΟΕ (ή συνισταμένη των ΟΒ = Ρ).

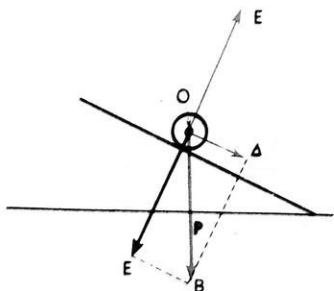
● Η δύναμις ΟΔ αναγκάζει τόν κύλινδρον νά όλισθήσθ.

● Η δύναμις ΟΕ, κάθετος προς τό κεκλιμένον έπιπέδον, πιέζει τόν κύλινδρον επί του έπιπέδου και δημιουργεί την ίσην και αντίθετον δύναμιν αντίδράσεως ΟΕ', την όποίαν άσκει τό έπιπέδον επί του κυλίνδρου.

Αφού ή ΟΕ έξουδετεροϋται από την ΟΕ', επί του κυλίνδρου έπενεργεί μόνον ή δύναμις ΟΔ, ή όποια τόν έξαναγκάζει νά κινηθί προς τά κάτω.



Σχ. 4. Η δύναμις $\vec{OΓ}$ ίσορροπεί την δύναμιν ΟΔ.



Σχ. 5. Τό παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ είναι έν όρθογώνιον και ΟΒ ή διαγώνιος του. Δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν $\vec{OΒ} = Ρ$ συνισταμένην των δυνάμεων $\vec{OΔ}$ και $\vec{OΕ}$. Η δύναμις $\vec{OΕ}$ ίσορροπείται από την δύναμιν $\vec{OΕ}'$, ή όποια είναι ή δύναμις αντίδράσεως του κεκλιμένου έπιπέδου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Κάθε σώμα, όταν ίσορροπεί επί ενός ύποστηρίγματος, δέχεται από αυτό μίαν δύναμιν αντίδράσεως, ίσην και αντίθετον προς τό βάρος του.

2. Όταν αφήσουμε μίαν σφαίρα ελευθέραν επί ενός κεκλιμένου επιπέδου, θα όλισθήση κατὰ μήκος μιᾶς εὐθείας, ἢ ὅποια καλεῖται εὐθεῖα τῆς μεγαλύτερας κλίσεως. Ἡ εὐθεῖα αὕτη εἶναι κάθετος πρὸς ἅλας τὰς ὀριζοντίας εὐθείας τοῦ επιπέδου.

3. Τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται ἐπὶ κεκλιμένου επιπέδου, δυνάμεθα νὰ τὸ θεωρήσωμεν ὡς συνισταμένην δύο δυνάμεων. Ἡ μία ἀπὸ τὰς δύο αὐτὰς δυνάμεις ἀναγκάζει τὸ σῶμα νὰ κινηθῆ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγαλύτερας κλίσεως, ἡ δὲ ἄλλη πιέζει τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ επιπέδου καὶ εἶναι κάθετος πρὸς αὐτό.

4. Ἡ δευτέρα αὕτη δύναμις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἴσης καὶ ἀντιθέτου δυνάμεως ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου επιπέδου.

5. Ἐφαρμόζοντες τὸν κανὼνα τοῦ παραλληλογράμμου εὐρίσκομεν γραφικῶς τὸ μέγεθος τῶν δύο δυνάμεων.

15^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ροπῆ δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα.

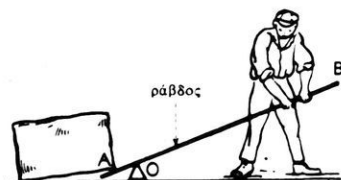
ΜΟΧΛΟΙ

■ Τί εἶναι ὁ μοχλός.

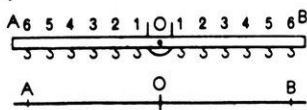
● *Παρατήρησις* : Ὁ ἐργάτης, τὸν ὅποιον παρατηροῦμεν εἰς τὴν εἰκόνα (1), ὅταν πιέξη τὸ ἓν ἄκρον τῆς ράβδου, καταβάλλων μικρὰν προσπάθειαν, ἀνασκηκνέει μεγάλο βάρος. Τὸ ἄκρον αὐτὸ τῆς ράβδου μετατοπίζεται κατὰ μίαν ὄρισμένην ἀπόστασιν, τὸ δὲ ἄλλο κατὰ πολὺ μικροτέραν. Ἡ ράβδος αὕτη εἶναι μοχλός.

● *Πείραμα*. Ὁ κανὼν τοῦ σχ. 2 εἶναι καὶ αὐτὸς μοχλός, ὁ ὅποιος δύναται νὰ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονα Ο. Ὁ μοχλός αὐτὸς ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως, διότι ὁ ἄξων διέρχεται ἀπὸ τὸ μέσον του. Ἐὰν ἀναρτήσωμεν ἴσα βάρη ἀπὸ τοὺς δύο βραχίονας καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ μοχλοῦ, θὰ ἐξακολουθῆ οὗτος νὰ ἰσορροπῆ εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν. Τὰ βάρη αὐτά, ὅπως γνωρίζομεν, εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς (σχ. 3).

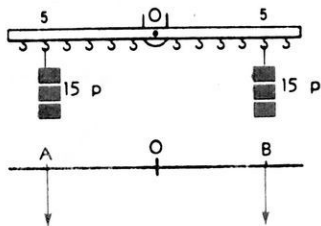
Ἐκ τοῦ πειράματος αὐτοῦ καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :



Σχ. 1. Ὁ ἐργάτης ἀνυψώνει χωρὶς κόπον τὸν ὄγκολιθον χάρις εἰς τὸν μοχλὸν AB μὲ ὑπομόχλιον τὸ Ο.



Σχ. 2. Ὁ ἠριθμημένος μοχλός ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως χωρὶς ἐξηρημένα βάρη.



Σχ. 3. Ὁ ἠριθμημένος μοχλός ἰσορροπεῖ καὶ ὅταν φέρη ἐξηρημένα βάρη ἴσα καὶ ἀπέχοντα ἐξ ἴσου ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστρεφῆς.

Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	*Αγκιστρον	Βάρος	*Αγκιστρον
200 p	6	200 p	6
150 p	3	150 p	3
250 p	5	250 p	5

Ἐκτελοῦμεν νέαν σειρὰν πειραμάτων καὶ ἔχομεν τὸν δεύτερον πίνακα (σχ. 4).

Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	*Αγκιστρον	Βάρος	*Αγκιστρον
100 p	6	200 p	3
150 p	2	300 p	1
50 p	5	250 p	1
300 p	2	100 p	6

Συμπέρασμα: 'Ο μοχλός AB ισορροπεί υπό την επενέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων και της αΐτης φοράς, όταν τὰ γινόμενα τῶν δυνάμεων αΐτων ἐπὶ τοὺς ἀντιστοίχους βραχίονας εἶναι ἴσα.

Τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν αΐτης ἀπὸ τὸν ἀξόνα περιστροφῆς καλεῖται **ροπή τῆς δυνάμεως ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα.**

$$\text{διὰ τὴν } F_1 : M = F_1 \times OA$$

$$\text{διὰ τὴν } F_2 : M' = F_2 \times OB$$

Μοχλὸς περιστρεφόμενος περὶ τὸν ἀξόνα του O ἰσορροπεί ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, ὅταν :

$$\left| \begin{array}{l} \text{Ροπή τῆς } F_1 \\ \text{ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα } O \end{array} \right| = \left| \begin{array}{l} \text{Ροπή τῆς } F_2 \\ \text{ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα } O \end{array} \right|$$

$$\text{Δηλ. } F_1 \times OA = F_2 \times OB$$

Σημείωσις. Τὰ προηγούμενα πειράματα ἐπραγματοποιήθησαν μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ ὀριζοντίου μοχλοῦ.

Ὅταν ὁμοῦς εὐρίσκεται ὑπὸ κλίσιν, τότε αἱ ἀποστάσεις τοῦ ἀξόνου O ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν δύο δυνάμεων εἶναι αἱ κάθετοι OH καὶ OK (σχ. 6).

— Ἡ ροπή τῆς F_1 ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα O εἶναι : $F_1 \times OH$.

— Ἡ ροπή τῆς F_2 ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα O εἶναι : $F_2 \times OK$.

Ἡ γενικὴ συνθήκη ἰσορροπίας εἶναι : $F_1 \times OH = F_2 \times OK$.

Ἀποδεικνύεται ἐπίσης ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ὅτι

$$F_1 \times OH = F_2 \times OK.$$

Εἰς ὅλας λοιπὸν τὰς περιπτώσεις ἔχομεν ἰσοροπίαν, ὅταν ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα O ἡ

$$\text{ροπή τῆς } F_1 = \text{ροπή τῆς } F_2.$$

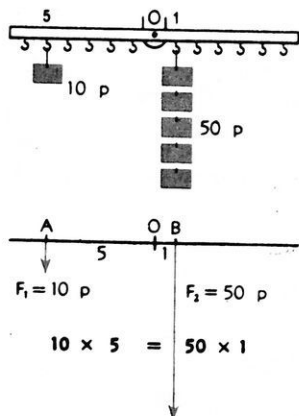
2 Τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα ἀνηρτήσαμε ἀπὸ κάθε βραχίονα τοῦ μοχλοῦ, εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ, ὅπως γνωρίζομεν, ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2 , ἐφηρμοσμένη εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B , ἔχει σημεῖον ἐφαρμογῆς τὸ O , τοῦ ὁποῖου ἡ θέσις καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν

$$F_1 \times OA = F_2 \times OB.$$

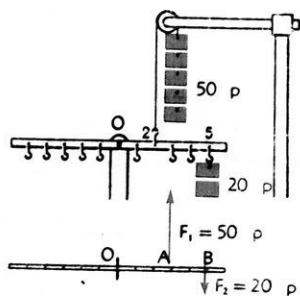
Δυνάμεθα νὰ ἐξακριβώσωμεν ὅτι, ὅταν αἱ ροπαὶ δύο παραλλήλων δυνάμεων ὡς πρὸς τὸν ἀξόνα O ἐνὸς μοχλοῦ εἶναι ἴσαι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν διέρχεται ἀπὸ τὸν ἀξόνα περιστροφῆς (σχ. 7).



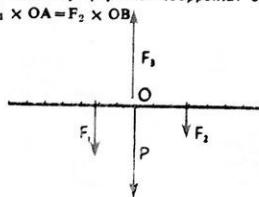
Σχ. 6. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται ὑπὸ κλίσιν. Ἡ ἰσοροπία πραγματοποιεῖται ὅταν : $F_1 \times OH = F_2 \times OK$



Σχ. 4. Ἡ ἰσοροπία πραγματοποιεῖται ὅταν : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$



Σχ. 5. Αἱ παράλληλοι δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἐπενεργοῦν ἐπὶ τῆς αΐτης πλευρᾶς ὡς πρὸς τὸ O , ἔχουν ὁμοῦς ἀντίθετον φέραν. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται εἰς ὀριζοντίαν ἰσοροπίαν ὅταν : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$



Σχ. 7. Ὁ ἀξὸν περιστροφῆς O εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν παραλλήλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ο μοχλός είναι μία στερεά ράβδος, ή οποία δύναται να περιστραφεί πέριξ ενός άξονος.

2. Ροπή M μιάς δύναμεις F ως προς τον άξονα περιστροφής O είναι το γινόμενο της έντασεώς της επί την απόστασιν του σημείου O από την δύναμιν αυτήν.

$$M = F_1 \times OH$$

3. Μοχλός ισορροπεί υπό την επίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, όταν ή συνισταμένη αυτών διέρχεται από τον άξονα περιστροφής.

160^Η ΜΑΘΗΜΑ : Έργαλεία πολλαπλασιάζοντα την δύναμιν ή αυξάνοντα την μετατόπισιν.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΜΟΧΛΟΙ

1. Μοχλός πρώτου είδους ή με το ύπομόχλιον ένδιαμέσως.

● Ο μοχλός, τον οποίον χρησιμοποιεί ο έργατης (σχ. 1), είναι μοχλός πρώτου είδους ή με το ύπομόχλιον ένδιαμέσως.

Ο άξων αυτού του μοχλού εύρσκεται μεταξύ της άντιστάσεως του όγκολίθου R και της δυνάμεως του έργατου P .

Εάν τó βάρος του όγκολίθου είναι 200 Κρ και έφαρμόσωμεν τά λεχθέντα προηγουμένως, τότε ή κινητήριος δύναμις, διά να έπιτύχωμεν ίσορροπίαν, προσδιορίζεται από την σχέση : $200 \text{ Κρ} \times (OA) =$ κινητήριος δύναμις $\times 10 (OA)$.

κινητήριος δύναμις = $200 \text{ Κρ} : 10 = 20 \text{ Κρ}$ καί, διά να άνασηκώσωμεν τον όγκολίθον, πρέπει ή κινητήριος δύναμις να είναι όλίγον μεγαλύτερα από 20 Κρ.

Εάν όμως ο έργατης μετατόπιση τó σημειον B , π.χ. κατά 50 cm, ο όγκολίθος εις τó σημειον A θά άνασηκωθή κατά 5 cm.

Εκείνο, τó οποίον ο έργατης κερδίζει εις δύναμιν, τó χάνει εις απόστασιν (χρυσούς κανών της Μηχανικής).

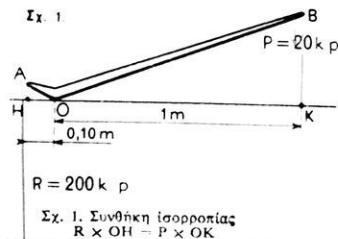
Εις τó σχήμα 1 παρατηρούμεν ένα γωνιακόν μοχλόν. Η συνθήκη ίσορροπίας του είναι : $R \times OH = P \times OK$.

● Ο μοχλός του έργατου είναι μοχλός πρώτου είδους με τó ύπομόχλιον ένδιαμέσως και είναι πολλαπλασιαστής της δυνάμεως και ύποπολλαπλασιαστής της μετατόπισεως.

● Η ένδεικτική βελόνή μερικών όργάνων, όπως π.χ. του άυτογραφικου θερμομέτρου (σχ. 2), είναι μοχλός με τó ύπομόχλιον ένδιαμέσως, ο οποίος αύξάνει τās μικράς μετατόπισεις. Εις τήν περίπτωσην αύτην ή κινητήριος δύναμις έφαρμόζεται εις τον μικρόν βραχίονα του μοχλου.

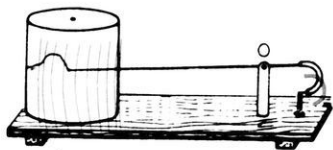
2. Μοχλός δεύτερου είδους ή με τήν άντίστασιν ένδιαμέσως.

Η χειράμαξα, τήν οποίαν παρατηρούμεν εις



Σχ. 1. Συνθήκη ίσορροπίας
 $R \times OH = P \times OK$

Ο μοχλός, ο οποίος έχει τó ύπομόχλιον μεταξύ δυνάμεως και άντιστάσεως (Αόν είδος) είναι πολλαπλασιαστής της δυνάμεως και ύποπολλαπλασιαστής της μετατόπισεως.



Σχ. 2. Ο δείκτης του άυτογραφικου θερμομέτρου είναι πολλαπλασιαστής της μετατόπισεως $OA < OB$.



Σχ. 3. Εις ποίαν θέσην πρέπει να τοποθετήσωμεν τον σακκόν, ώστε ή δύναμις, τήν οποίαν θα καταβάλωμεν, να είναι έλαχιστή;

τὸ σχῆμα 3, εἶναι εἰς *μοχλὸς δευτέρου εἴδους* μετὴν ἀντίστασιν *ἐνδιαμέσως* καὶ βραχίονας τοὺς OA καὶ OB. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὴν ἄκραν τοῦ μεγαλύτερου βραχίονος.

Ἐάν $R = 45 \text{ Kp}$ καὶ $OB = 1/3 \text{ OA}$, τότε πρέπει εἰς τὸ σημεῖον A νὰ ἐφαρμοσθῇ μία δύναμις πρὸς τὰ ἄνω 15 Kp , διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ τὸ φορτίον. Ἐνῶ ὁμως ἡ λαβὴ ἀνασηκώνεται κατὰ 30 cm , τὸ σημεῖον B ἀνασηκώνεται μόνον κατὰ 10 cm (σχ. 4).

Ἡ χειράμαξα εἶναι *μοχλὸς δευτέρου εἴδους μετὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως, πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως*.

Β Μοχλὸς τρίτου εἴδους ἢ μετὴν δύναμιν ἐνδιαμέσως.

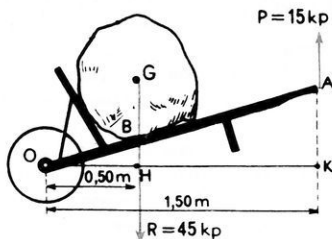
Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου (σχ. 5), τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν ἄξονα O, κινεῖται μετὴν βοήθειαν τοῦ ποδὸς τοῦ ἀνθρώπου διὰ μιᾶς κινητηρίου δυνάμεως P, ἡ ὁποία διευθύνεται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ σημεῖον A. Εἰς τὸ σημεῖον B ἀρθροῦται ὁ δισωστήρ, μετὴν βοήθειαν τοῦ ὁποίου περιστρέφεται ὁ τροχός, ἀντιτάσσων εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο μίαν ἀντίστασιν R.

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι εἰς *μοχλὸς τρίτου εἴδους*, μετὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως.

Βραχίονες τοῦ μοχλοῦ εἶναι καὶ ἐδῶ οἱ OA καὶ OB. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μικροτέρου βραχίονος.

Ἐάν $OA = 1/2 \text{ OB}$, ὁ ἀκονιστὴς πρέπει νὰ ἐφαρμόσῃ εἰς τὸ σημεῖον A κινητήριον δύναμιν διπλασίαν τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν προβάλλει ὁ τροχός. Ἐάν ὁμως μετατοπίσῃ τὸν πόδα του κατακόρυφως κατὰ 10 cm , ἡ ἀρθρωσις B τοῦ δισωστήρος μετατοπίζεται κατὰ 20 cm .

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι *μοχλὸς τρίτου εἴδους, μετὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως, ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως*.

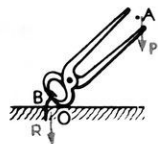


Συνθήκη ἰσορροπίας
 $R \times OH = P \times OK$

Σχ. 4. Ὁ μοχλὸς μετὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

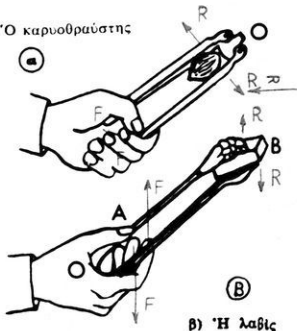


Σχ. 5. Τὸ πεντάλ (pedal) τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι *μοχλὸς μετὴν κινήσιν ἐνδιαμέσως (Γ' εἴδους)* πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

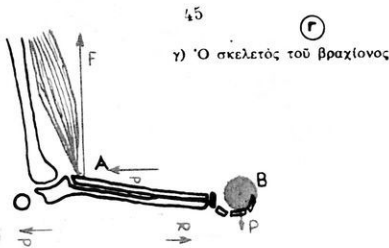


Σχ. 6. Ἡ τανάλια. Ποῖου εἴδους μοχλὸς εἶναι;

α) Ὁ καρποβραύστης



β) Ἡ λαβὴ



Σχ. 7. Εἰς ποῖον εἶδος μοχλῶν ἀνήκουν:

- α) Ὁ καρποβραύστης
- β) Ἡ λαβὴ
- γ) Ὁ σκελετὸς τοῦ βραχίονος

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ο μοχλός του έργατου είναι μοχλός πρώτου είδους ή με το υπομόχλιον ενδιάμεσως και είναι πολλαπλασιαστής της δυνάμεως και υποπολλαπλασιαστής της μετατοπίσεως.

Ο δείκτης του αυτογραφικού θερμομέτρου είναι επίσης μοχλός με το υπομόχλιον ενδιάμεσως, αλλά είναι πολλαπλασιαστής της μετατοπίσεως.

2. Η χειράμαξα είναι μοχλός με την αντίστασιν ενδιάμεσως ή δευτέρου είδους. Το σημείον εφαρμογής αντίστασεως εύρισκεται μεταξύ του σημείου εφαρμογής της κινητηρίου δυνάμεως και του υπομοχλίου. Ο μοχλός δευτέρου είδους είναι πολλαπλασιαστής της δυνάμεως.

3. Το πεντάλ του άκονιστηρίου είναι μοχλός με την κινητήριον δύναμιν ενδιάμεσως ή τρίτου είδους. Το σημείον εφαρμογής της κινητηρίου δυνάμεως εύρισκεται μεταξύ του σημείου εφαρμογής της αντίστασεως και του υπομοχλίου.

Ο μοχλός τρίτου είδους είναι πολλαπλασιαστής της κινήσεως.

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 4: Κεκλιμένον επίπεδον - Μοχλοί.

I. Κεκλιμένον επίπεδον

1. Έν μικρόν όχημα βάρους 1 Κρ εύρισκεται επί κεκλιμένου επιπέδου (σχ. 1) και ίσορροπεί διά τινος βάρους P, διά μέσου νηματος:

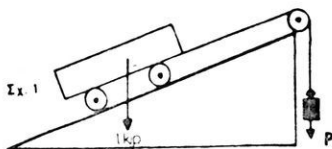
α) Νά σχεδιάσθουν αι δυνάμεις, αι όποιαι εφαρμозονται εις το όχημα.

β) Νά προσδιορισθί γραφικώς ή έντασις του βάρους P (Κλ. 1 cm = 200 p).

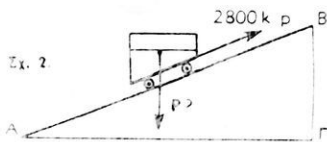
2. Το αυτό πρόβλημα, όταν ή γωνία κλίσεως είναι 15°, 45°.

3. Η ύψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σταθμών Β και Γ του όδοντωτού σιδηροδρόμου, οι όποιοι απέχουν 520 m, είναι 160 m (σχ. 2):

α) Νά σχεδιάσθι ή πλαγια όψις της όδοντωτής τροχιάς (Κλ. 1 cm διά 50 m).



Σχ. 1.



β) Έάν ή μεγάλη έλκτική δύναμη της άτμομηχανής (παράλληλος προς την τροχίαν) είναι 2800 Κρ, νά προσδιορισθί γραφικώς το όλικόν βάρος P του βαγονίου, το όποιον δύναται νά μετακινησθί ή μηχανή προς τα άνω.

II. Μοχλοί

4. Άναρτώνει εις το έν άκρον μιάς ράβδου, μήκους 60 m και περιστρεφόμενης περί ένός όριζοντίου άξονος εις το μέσον της, βάρος 100 p:

α) Πόσον βάρος πρέπει νά τοποθετήσωμεν εις άπόστασιν 8 cm από το άλλο μέρος του άξονος, διά νά διατηρηθί ή ράβδος όριζόντια;

β) Η αύτη έρώτησις δι' άπόστασιν 20 cm από τον άξονα.

γ) Εις ποίαν άπόστασιν από τον άξονα πρέπει νά τοποθετήσωμεν βάρος 200 p, διά νά είναι πάλιν όριζόντια ή ράβδος;

5. Μοχλός AB με άξονα όριζόντιον O, εύρισκόμενον εις άπόστασιν 12 cm από το A, ίσορροπεί:

α) Έάν αναρτήσωμεν βάρος 3 Κρ εις το A, πόσον πρέπει νά αναρτήσωμεν εις άπόστασιν 18 cm, από το O και προς το μέρος του B, διά νά το ίσορροπήσωμεν;

β) Πόσον βάρος πρέπει νά αναρτήσωμεν εις το A, διά νά ίσορροπήσωμεν δύο βάρη μαζί 1 Κρ και 500 p, τοποθετημένα αντίστοιχως εις άποστάσεις 15 cm και 20 cm από το O και προς το μέρος του B;

6. Εις μοχλός με άξονα το O ίσορροπεί εις όριζόντιαν θέσιν υπό την επίδρασιν βάρους P = 240 p και ένός έλατηρίου R (σχ. 3) βαθμολογημένου, το όποιον έπιμηκύνεται κατά 7,5 cm διά φορτίον 100 p. Ποιαι αι έπιμηκύνσεις του έλατηρίου, όταν:

α) OA = 20 cm OB = 12 cm;

β) OA = 12 cm OB = 20 cm;

7. Πού πρέπει νά τοποθετηθί το υπομόχλιον ένός μοχλού, ό όποιος έχει μήκος 1,25 m, διά νά ανασηκώσθι εις έργατις με δύναμιν 60 Κρ μίαν μηχανήν

βαρους 450 Kp (έναν εις τό έν άκρον του μοχλου ευρίσκειται ή μηχανή και εις τό άλλο άκρον εφαρμόζεται ή δύναμις του έργατου) :

8. Τό σχήμα 4 δεικνύει μιαν βαλβίδα άσφαλείας :

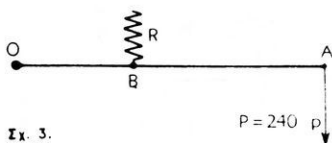
α) Εις ποιόν είδος μοχλου άνήκει ή διάταξις της :

β) Ή βαλβίς πρέπει νά άνοιξη, όταν ή δύναμις, ή όποία προέρχεται από τήν πίεσιν του άτμου, φθάση εις τά 100 Kp: Πόσον βάρος πρέπει νά έχη τό αντίβαρον, τό όποίον θά χρησιμοποιήσωμεν, διά νά λειτουργή κανονικώς ή βαλβίς :

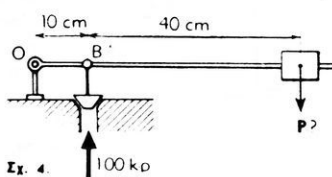
9. Τό σχήμα 5 δεικνύει πεντάλ φρένου αυτοκινητου :

α) Εις ποιόν είδος μοχλου άνήκει ή διάταξις του :

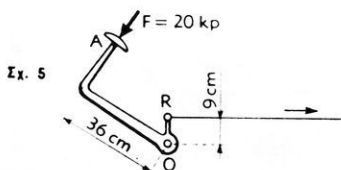
β) Πόση δύναμις μεταδίδεται εις τό φρένον, όταν ό οδηγός του αυτοκινητου πιέζη τό «πεντάλ» διά δυνάμωσ 20 Kp :



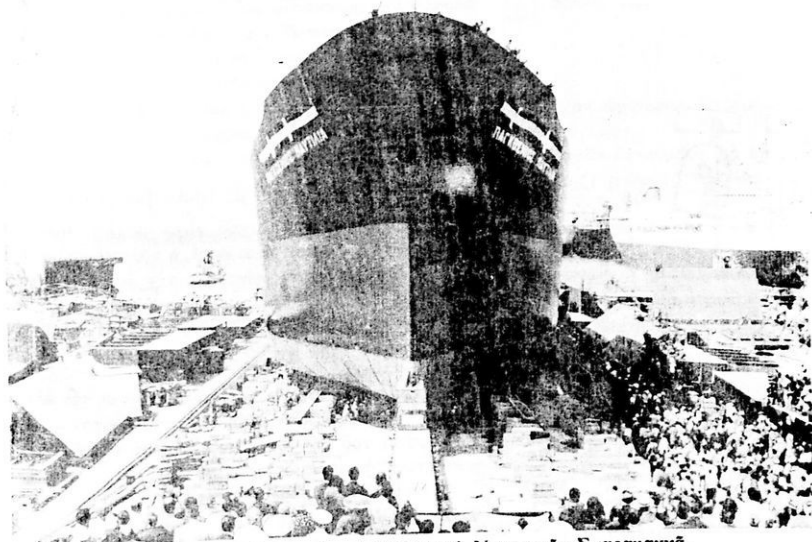
Σχ. 3.



Σχ. 4.



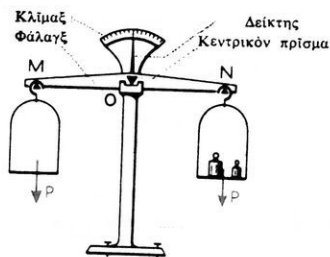
Σχ. 5.



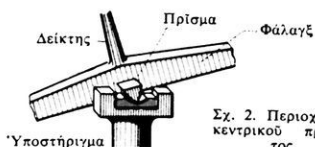
Καθέλκυσις πλοίου εις τά Έλληνικά Ναυπηγεία Σκαρμαγακά.

Τό πλοϊόν κατασκευάζεται επί ενός επιπέδου, τό όποϊόν έχει κλίσιν περίπου 3° ως πρός τό όριζόντιον επίπεδον μέ κατεύθυνσιν πρός τήν θάλασσαν. Τό επίπεδον αυτό δύναται νά όλισθήσιν επί μιås «όδοϋ όλισθήσεωσ» μέ ταχύτητα περίπου 30 km/h. Όταν τό πλοϊόν έλθη εις επαφήν μέ τήν θάλασσαν, ή κίνησις του επιβραδύνεται τή βοήθειά σχοινίων, προσδεδεμένων εις άλύσιον μέγάλου βάρουσ.

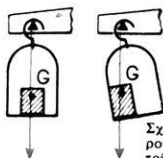
ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ



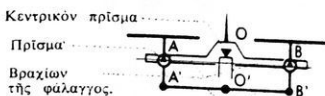
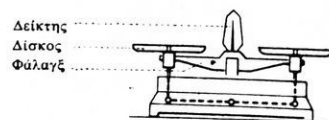
Σχ. 1. Ζυγός με δίσκους



Σχ. 2. Περιοχή του κεντρικού πρίσματος



Σχ. 3. Το κέντρο βάρους των δίσκων και του φορτίου εύρισκται εις την κατακόρυφον, την διερχομένην εκ του άξονος άναρτήσεως.



*Αρθρώσεις του αντιβραχίου.

Σχ. 4. Ζυγός του Roberval. Ο και Ο' είναι τα σταθερά σημεία.

1 Περιγραφή.

● 'Ο ζυγός με ίσους βραχίονας (σχ. 1) αποτελείται έξ ενός μοχλού, τής φάλαγγος MN, τής οποίας ο άξων είναι ή άκμή (κόψις) ενός τριγωνικού πρίσματος, εύρισκομένου εις τὸ μέσον τής. 'Η άκμή αύτή έφάπτεται σκληρᾶς χαλυβδίνης έπιφανείας (σχ. 2).

● Εις κάθε άκρον τής φάλαγγος M και N είναι προσηρμοσμένοι μικρὸν τριγωνικὸν πρίσμα χαλυβδίνων, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀναρτῶνται οἱ δίσκοι.

● Εις τὸ μέσον τής φάλαγγος καὶ καθέτως πρὸς αὐτὴν εύρίσκεται ὁ δείκτης (βελόνη), διὰ νὰ παρατηροῦμεν καλύτερον τὰς ταλαντώσεις.

● *Όταν ή φάλαγγε είναι ὀριζοντία, ὁ δείκτης εύρίσκεται εις τὸ O τής κλίμακος, ή ὁποία είναι προσηρμοσμένη εις τὸ κατακόρυφον ὑποστήριγμα τοῦ ζυγοῦ.

● *Εάν παρατηρήσωμεν τὰς άκμὰς τῶν τριῶν τριγωνικῶν πρισμάτων τής φάλαγγος, βλέπομεν ὅτι είναι παράλληλοι, εύρίσκονται εις ἓν κοινὸν ἐπίπεδον καὶ ὅτι αἱ άκραῖαι ἀπέχουν ἔξ ἴσου ἀπὸ τήν κεντρικήν.

● *Εκαστος δίσκος, λόγω τοῦ τρόπου ἀναρτήσεώς του, λαμβάνει πάντοτε τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κέντρον βάρους αὐτοῦ καὶ τοῦ φορτίου του νὰ εύρίσκεται ἐπὶ τής κατακόρυφου, τής διερχομένης ἀπὸ τὸν άξωνα ἀναρτήσεώς του (σχ. 3).

2 Ἀρχή τοῦ ζυγοῦ με ίσους βραχίονας.

'Η φάλαγγε τοῦ ζυγοῦ είναι μοχλὸς πρώτου είδους. *Όταν οἱ δίσκοι είναι κενοί, ή φάλαγγε ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως. 'Ο δείκτης είναι εις τήν ἔνδειξιν O τής κλίμακος.

● Τοποθετοῦμεν ἓν ἀντικείμενον A εις τὸν ἀριστερὸν δίσκον, ὅποτε ή ἰσορροπία ἀνατρέπεται καὶ ή φάλαγγε κλίνει.

● *Εάν τώρα τοποθετήσωμεν σταθμὰ εις τὸν ἄλλον δίσκον, ή ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, ὅταν :
ροπή τοῦ βάρους P' ὡς πρὸς τὸ σημείον O =
ροπή τοῦ βάρους P ὡς πρὸς τὸ O.

ὅπου P = βάρους σώματος καὶ P' = βάρους σταθμῶν ἢ $OM \times P = ON \times P'$.

'Αλλὰ τὸ O είναι τὸ μέσον τοῦ MN, δηλ. $OM = ON$ καὶ ἔπομένως $P = P'$.

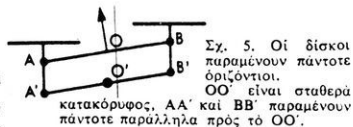
Συμπέρασμα: 'Η φάλαγγε τοῦ ζυγοῦ εύρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν οἱ δίσκοι φορτίζονται με ἴσα βάρη.

3 Ζυγός του Roberval.

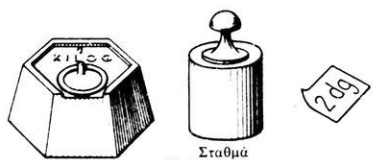
● Οι δίσκοι του ζυγού Roberval εύρισκονται επί της φάλαγγος και παραμένουν πάντοτε οριζόντιοι, οιαδήποτε και εάν είναι η θέσις αὐτῆς. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται χάρις εἰς τὸ ἀρθρωτὸν *παράλληλογραμμον* $ABB'A'$ (σχ. 5).

Ἡ φάλαγγ AB καὶ ἡ ἀντιφάλαγγ $A'B'$ κινουῦνται πῆριξ δύο σταθερῶν σημείων O καὶ O' , εύρισκομένων εἰς τὸ μέσον των. Ἐκ τῆς γεωμετρίας γνωρίζομεν ὅτι αἱ δύο ἀπέναντι πλευραὶ ἐνὸς παραλληλογράμμου εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν διάμεσον τῶν δύο ἄλλων. Αἱ AA' καὶ BB' λοιπὸν εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν κατακόρυφον διάμεσον OO' .

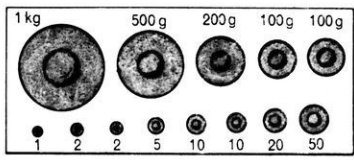
Ὁ ζυγός Roberval καὶ ὁ ζυγός ἴσων βραχιῶν διατηροῦν τὴν ἰσορροπίαν των καὶ ὅταν ἀντιμεταθέσωμεν τὰ φορτία τῶν δύο δίσκων.



Σχ. 6. Σχῆμα ζυγοῦ ἐν ἰσορροπίᾳ



Σχ. 7. Σταθμὰ ἐκ χυτοσιδήρου, Σταθμὰ ἐξ ὀρειχάλκου, Σταθμὰ εἰς σχῆμα ἐλασματος



Σχ. 8. Πλήρης σειρά σταθμῶν τῶν 2 kg (σύνολον).

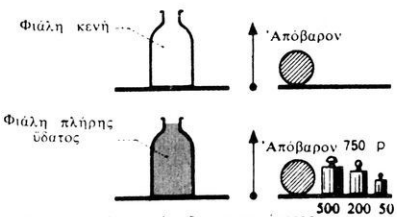
4 Χρήσεις τοῦ ζυγοῦ.

● Ὁ ζυγός ἔχει κατασκευασθῆ, διὰ νὰ ζυγίζη φορτία μέχρις ὠρισμένου βάρους, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ ὑπερβῶμεν χωρὶς κίνδυνον νὰ τὸν καταστρέψωμεν.

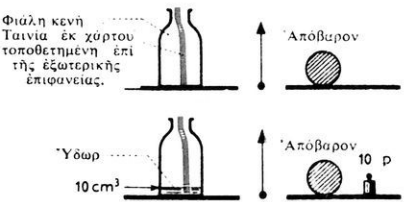
● Διὰ τὴν ζύγισιν χρησιμοποιοῦμεν σειρὰς προτύπων βαρῶν (σταθμῶν), τὰ ὁποῖα κατασκευάζονται ἐκ χυτοσιδήρου (50 p ἕως 50 Kp), ἐξ ὀρειχάλκου (1 p ἕως 10 Kp) καὶ ἐκ μεταλλικῶν φύλλων (0,01 p ἕως 0,5 p). Σχ. 7.

Διὰ τῆς σειρᾶς σταθμῶν τοῦ σχήματος 8 δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν ὅλας τὰς ζυγίσεις μὲ ἀκέραιον ἀριθμὸν γραμμαρίων, ἀπὸ 1 p ἕως 2000 p.

● Ἡ ζύγισις γίνεται ὡς ἑξῆς : Βεβαιουῦμεθα πρῶτον ὅτι μὲ κενούς δίσκους ὁ δείκτης παραμένει κατακόρυφος, εἰκνύων τὸ 0 τῆς κλίμακος. Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ ζυγίσωμεν, καὶ ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν μὲ τὸν δείκτην εἰς τὸ 0, θέτοντες σταθμὰ εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Τὸ ἀθροῖσμα τῶν σταθμῶν μᾶς δίδει τὸ βάρος τοῦ σώματος.



Σχ. 9 Προσδιορισμὸς τῆς χωρητικότητος μιᾶς φιάλης. Βάρος ὕδατος : 750 p, Χωρητικότης φιάλης : 750 cm³



Σχ. 10. Βαθμολογία φιάλης ἀνά 10 cm³.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ζυγός ἔχων ἴσους βραχίονας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν φάλαγγα, τῆς ὁποίας ὁ ἄξων εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον αὐτῆς, καὶ ἀπὸ δύο δίσκους ἀνηρτημένους εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς. Εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους.

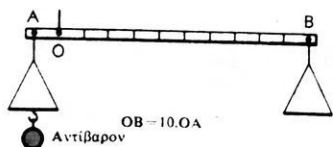
2. Ὄταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοὶ ἢ φέρουν ἴσα βάρη, ἡ φάλαγγς ἰσορροπεῖ εἰς ὀριζόντιαν θέσιν.

3. Οἱ δίσκοι εἰς τὸν ζυγὸν Roberval εὐρίσκονται ἄνωθεν τῆς φάλαγγος καὶ διατηροῦνται ὀριζόντιοι λόγῳ τοῦ ἄρθρου τοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ σχηματιζομένου ἐκ τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἀντιφάλαγγος.

4. Διὰ τὴν ἐκτέλεσθαι μίαν ζυγίσιν, χρησιμοποιοῦμεν τὰ σταθμὰ. Ταῦτα εἶναι κατασκευασμένα ἐκ χυτοσιδήρου (50ρ - 50κρ), ἐξ ὀρειχάλκου (1ρ - 10κρ) ἢ ἐκ μεταλλικῶν φύλλων (0,01ρ-05ρ).

180^{ον} ΜΑΘΗΜΑ :

ΖΥΓΟΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΟΙ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΙΣΟΙ ἢ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ



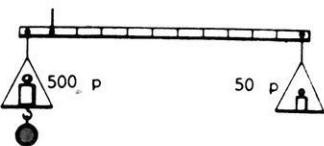
1. Κατασκευή δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ.

● Λαμβάνομεν ἓνα κανόνα AB, τὸν ὅποιον χωρίζομεν εἰς ἴσα τμήματα. Εἰς τὸ σημεῖον O εὐρίσκεται ὁ ἄξων τοῦ κανόνας καὶ εἶναι $OB = 10 OA$.

● Εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B ἀναρτῶμεν ἀνὰ ἓνα δίσκον καὶ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον A ἓν ἀντίβαρον οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγγς νὰ ἰσορροπῆ ὀριζόντιως.

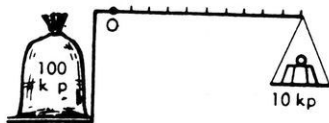
● Τοποθετοῦμεν διαδοχικῶς εἰς τὸν δίσκον A βάρη 100 ρ, 200 ρ κλπ. καὶ ἰσορροποῦμεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζόντιαν θέσιν διὰ σταθμῶν εἰς τὸν δίσκον B. Παρατηροῦμεν :

Βάρος εἰς τὸ A : 100 ρ 200 ρ 300 ρ 400 ρ
Βάρος εἰς τὸ B : 10 ρ 20 ρ 30 ρ 40 ρ



Σχ. 1. Δεκαπλασιαστικὸς ζυγός. Βάρος 500 ρ, τοποθετημένον εἰς τὸν δίσκον A. Ἰσορροπεῖ βάρος 50 ρ, τοποθετημένον εἰς τὸν δίσκον B.

Συμπέρασμα : Τὸ βάρος, τὸ ὅποιον ὑπάρχει εἰς τὸν δίσκον B, εἶναι τὸ ἓν δέκατον τοῦ βάρους εἰς τὸν δίσκον A, καὶ ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ.



Σχ. 2. Ἀρχὴ τοῦ δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ (πλάστιγγς). Διὰ τῆς πλάστιγγος ζυγίζομεν μεγάλα βάρη διὰ μικρῶν σταθμῶν.

Ἐξήγησις : Τὰ βάρη τῶν δίσκων A καὶ B εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται ἀντιστοιχῶς εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ μοχλοῦ. Ὑπολογίζοντες τὴν ροπήν ἐκάστου βάρους ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O, εὐρίσκομεν ὅτι :

1η περίπτωσης	$100 \times OA = 100 OA$	$10 \times OB = 10 \times 10 OA = 100 OA$
2α περίπτωσης	$200 \times OA = 200 OA$	$20 \times OB = 20 \times 10 OA = 200 OA$
3η περίπτωσης	$300 \times OA = 300 OA$	$30 \times OB = 30 \times 10 OA = 300 OA$
4η περίπτωσης	$400 \times OA = 400 OA$	$40 \times OB = 40 \times 10 OA = 400 OA$

Είς κάθε περίπτωσην ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ, ἐπειδὴ αἱ ροπαὶ τῶν βαρῶν, τῶν ἐφαρμοζομένων εἰς τὸ Α καὶ Β, ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο εἶναι ἴσαι.

Ὁ δεκακλασαστικός ζυγός, ὁ χρησιμοποιούμενος διὰ τὴν ζύγισιν μεγάλων φορτίων (σάκκοι ἀλεύρου, σακχάρους κλπ.) λειτουργεῖ βάσει τῆς αὐτῆς ἀρχῆς καὶ δυνάμεθα νὰ ζυγίσωμεν μεγάλα φορτία (ἕως 200 Κρ) διὰ μικροτέρων σταθμῶν (20 Κρ). (σχ. 2).

2 Ζυγὸς διὰ μεταβλητοῦ βραχίονος.

Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν φάλαγγα περιστρεφομένην περὶ ὀριζήντιον ἄξονα (σχ. 3) καὶ διηρημένην εἰς δύο ἀνίσους βραχίονας, ΟΑ καὶ ΟΒ. Ἐπὶ τοῦ μικροτέρου βραχίονος ΟΑ ὑπάρχει ἓν ἄγκιστρον διὰ τὴν ἀνάρτησιν τῶν φορτίων.

Κατὰ μῆκος τοῦ μεγαλύτερου βραχίονος ΟΒ ὀλισθαίνει ἀντίβαρον σταθεροῦ βάρους. Ὁ βραχίον οὗτος φέρει κατὰ μῆκος του καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις βαθμολογημένας ἔσοχάς διὰ τὴν συγκράτησιν τοῦ ἀντιβάρου.

● Ὅταν τὸ ἄγκιστρον Α δὲν φέρῃ φορτίον, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὀριζήντιως διὰ τοῦ ἀντιβάρου εἰς τὴν πρώτην ἔσοχὴν καὶ εἰς τὴν θέσιν Ο (σχ. 3 Α).

● Ἀναρτῶμεν εἰς τὸ ἄγκιστρον ἓν φορτίον, ὁπότε, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν, πρέπει νὰ μετατοπίσωμεν τὸ ἀντίβαρον, π.χ. εἰς τὴν θέσιν 3,5 (σχ. 3 Β). Ἡ συσκευή αὕτη εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους καὶ συνεπῶς, ὅταν ἰσορροπηθῇ ὀριζήντιως ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν φορτίου Ρ καὶ ἀντιβάρου ρ, ἰσχύει ἡ σχέσηις :

ροπή Ρ ὡς πρὸς Ο = ροπή ρ ὡς πρὸς Ο

$$P \times OA = \rho \times OB$$

Ἐάν λοιπὸν τὸ ἀντίβαρον ἔχη βάρους 1 Κρ, ΟΑ = 6 cm καὶ ΟΒ = 21 cm, θὰ ἔχωμεν :

$$\rho = \frac{P \times OA}{OB} = \frac{1 \text{ Κρ} \cdot 21 \text{ cm}}{6 \text{ cm}} = 3,5 \text{ Κρ.}$$

Εἰς τὴν πραγματικότητα δὲν ἀπαιτεῖται κανεὶς ὑπολογισμὸς, διότι ἡ φάλαγξ εἶναι βαθμολογημένη καὶ μᾶς δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν τιμὴν τοῦ βάρους Ρ διὰ τὰς διαφόρους θέσεις τοῦ ἀντιβάρου.

Σημείωσις. Ὁ ρωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι ζυγός, ὁ ὁποῖος ἔχει μεταβλητὸν τὸν ἓνα βραχίονά του.

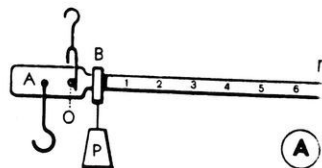
3 Ζυγοὶ οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἀνίσους καὶ τοὺς δύο βραχίονας.

Ζυγὸς τῶν ἐπιστολῶν (σχ. 4).

Ὁ δίσκος παραμένει ὀριζήντιος λόγῳ τοῦ ἀρθρωτοῦ παραλληλογράμμου ΑΒΓΟ. Ἡ συσκευή ἰσορροπεῖ, ὅταν αἱ ροπαὶ τοῦ βάρους Χ καὶ τοῦ ἀντιβάρου Ρ ὡς πρὸς ἄξονα Ο εἶναι ἴσαι :

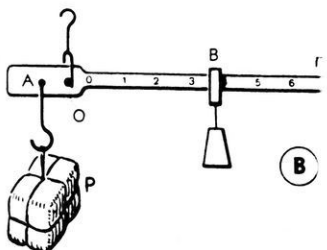
$$X \times ON = P \times OM,$$

ὅπου ΟΝ καὶ ΟΜ εἶναι αἱ ἀποστάσεις τοῦ Ο ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων Χ καὶ Ρ.

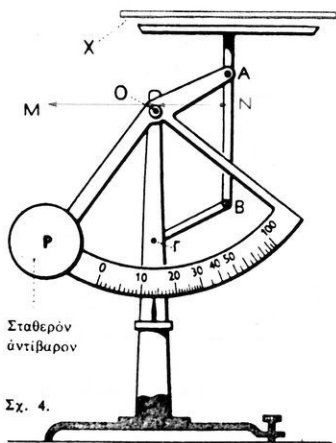


Ρωμαϊκὸς ζυγός

Σχ. 3. Α : Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α δὲν ἔχωμεν κανέν βαρὸς, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζήντιος, διὰ τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκεται εἰς τὴν ὑποδιῶσιν 0.

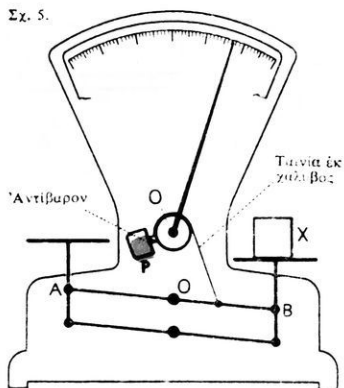


Β : Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α ἔχωμεν φορτίον βάρους Ρ, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζήντιος, διὰ τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκεται εἰς τινὰ ὑποδιῶσιν, π.χ. ρ = 3,5 Κρ.



Σταθερὸν ἀντίβαρον

Σχ. 4.



Τὴν τιμὴν τοῦ βάρους X ἀναγινώσκουμεν ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος, ἢ ὅποια εὐρίσκεται εἰς τὸ ὑποστήριγμα τῆς συσκευῆς.

Αἱ διαιρέσεις τῆς κλίμακος εἶναι ἄνισοι.

Ὁ αὐτόματος ζυγός (σχ. 5).

Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους X ἡ φάλαγξ AB κλίνει, ἐὰν ἄρουμεν τὸ ἀντίβαρον P. Τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ εἰς τινὰ θέσιν καὶ ὁ δείκτης δεικνύει ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος τὴν τιμὴν τοῦ βάρους X.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

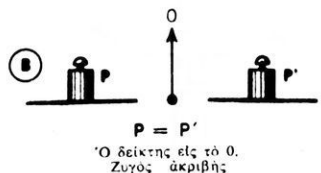
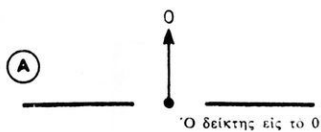
1. Ὁ δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς εἶναι μοχλὸς μὲ ἀνίσους βραχίονας, οἱ ὅποιοι ἔχουν λόγον 1/10. Τοιοῦτου εἶδους ζυγὸς εἶναι καὶ ἡ πλάστιγγ, ἢ ὅποια χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ζύγισιν μεγάλων φορτίων, ὅπως π.χ. σάκκων ἀλεύρου, σακχάρους κλπ.

2. Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους. Ἀντίβαρον σταθεροῦ βάρους δύναται νὰ μετατοπίζεται εἰς τὸν ἓνα ἐκ τῶν δύο βραχίωνων του. Ἀποτελεῖ ζυγὸν μεταβλητοῦ βραχίονος. Ἡ τιμὴ τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ ὅποιον ἔχομεν ἀναρτήσει ἐπὶ τοῦ σταθεροῦ βραχίονος, εὐρίσκεται δι' ἀπλῆς ἀναγνώσεως τῶν ὑποδιαίρέσεων τῆς φάλαγγος.

3. Διὰ τοῦ ζυγοῦ τῶν ἐπιστολῶν καὶ τοῦ αὐτομάτου ζυγοῦ δυνάμεθα δι' ἀπλῆς ἀναγνώσεως νὰ λάβωμεν τὸ βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου.

190^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΖΥΓΟΥ



Σχ. 1. Ἐλεγχος ἀκριβείας.

● Δι' ἀπλῆς ζυγίσεως δὲν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν μὲ ἀκρίβειαν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, διότι ἡ ζύγισις, ὅπως καὶ κάθε μέτρησις, ἐκτελεῖται κατὰ προσέγγισιν. Διὰ νὰ ἔχωμεν ἔσον τὸ δυνατόν ἀκριβέστερα ἀποτελέσματα, πρέπει ὁ ζυγὸς, τὸν ὅποιον χρησιμοποιοῦμεν, νὰ εἶναι : ἀκριβῆς, εὐαίσθητος καὶ πιστός.

1 Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.

● Ἐχομεν ἓνα ζυγὸν εἰς ἰσορροπίαν (ὁ δείκτης εἰς τὴν θέσιν O, σχ. 1).

● Ἐὰν τοποθετήσωμεν εἰς κάθε δίσκον του ἴσα βάρη (π.χ. 1 p) καὶ ἡ ἰσορροπία του διατηρηθῇ, τότε μόνον ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβῆς· ἄλλως δὲν εἶναι (σχ. 1 B).

Ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβῆς, ἐὰν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται διὰ τῆς τοποθετήσεως ἴσων βαρῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων του.

● Όταν ο ζυγός ισορροπεί, τὰ γινόμενα τῶν βαρῶν, τῶν εὐρισκομένων ἐπὶ τῶν δύο δίσκων καὶ ἐπὶ τῶν ἀντιστοίχων βραχιόνων τῆς φάλαγγος, πρέπει νὰ εἶναι ἴσα.

$$P \times OM = P' \times ON \text{ καὶ ἔπειδὴ } P = P' \\ OM = ON$$

δηλ. διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγός ἀκριβής, πρέπει τὰ μῆκη τῶν δύο βραχιόνων του νὰ εἶναι ἴσα.

2 Πιστότης τοῦ ζυγοῦ.

Τοποθετοῦμεν φορτία εἰς τοὺς δύο δίσκους τοῦ ζυγοῦ οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπία (δείκτης εἰς τὸ O).

Ἐντιμεθετόμεν τὰ φορτία τῶν δύο δίσκων καί, ἐὰν ἡ ἰσορροπία δὲν διαταραχθῇ, ὁ ζυγός εἶναι πιστός.

Ὁ ζυγός εἶναι πιστός, ἔὰν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται δι' ἀντιμεθέσεως τῶν φορτίων τῶν δύο δίσκων του.

Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγός πιστός, πρέπει :

- Νὰ μὴ ἔχωμεν παραμόρφωσιν τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος κατὰ τὴν ζύγισιν.
- Αἱ ἄκμαι τῶν τριγωνικῶν πρισματῶν νὰ εἶναι παράλληλοι καὶ πολὺ λεπτοί.
- Καὶ τὰ στηρίγματα τῶν δίσκων νὰ περιστρέφονται εὐκόλως περὶ τοῦ ἀξονος ἀναρτήσεώς των.

Πρακτικὴ ὑπόδειξις. Νὰ μὴ τοποθετῶμεν εἰς τοὺς δίσκους τοῦ ζυγοῦ βάρη μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ καθοριζόμενον ὑπὸ τοῦ κατασκευαστοῦ.

3 Εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.

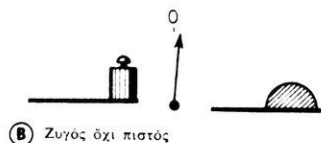
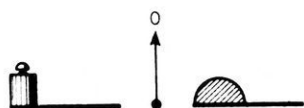
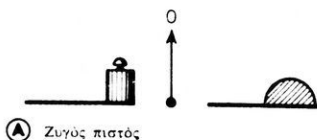
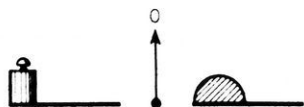
● Τοποθετοῦμεν φορτίον εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸν (δείκτης εἰς τὸ O) διὰ σταθμῶν 125 ρ εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Προσθέτομεν ἐν συνεχείᾳ διαδοχικῶς εἰς τὸν αὐτὸν δίσκον σταθμὰ 0,05 ρ, 0,06 ρ, 0,08 ρ, 0,09 ρ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης παραμένει ἀκίνητος.

Ἐὰν τὸ πρόσθετον βᾶρος γίνῃ 0,1 ρ καὶ ὁ δείκτης δεικνύῃ μικράν τινα ἀπόκλισιν, τότε :

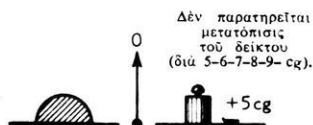
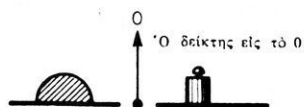
Ὁ ζυγός ἔχει εὐαισθησίαν δεκάτου τοῦ γραμμαρίου:

Ἡ εὐαισθησία ἐνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὅποion δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτη του.

Εἰς ζυγὸς εἶναι τόσοσ περισσότερο εὐαίσθητος, ὅσων ἡ εὐκίνησις τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων του εἶναι μεγαλύτερα. Δηλαδή δταν :



Σχ. 2. Ἐλεγχος πιστότητος ζυγοῦ.



Σχ. 3. Ἐλεγχος τῆς εὐαισθησίας ζυγοῦ. Ὁ ζυγός αὐτός ἔχει εὐαισθησίαν 0,1 g.

- ή άκμή του κεντρικού πρίσματος είναι πολύ λεπτή,
- ή φάλαγξ είναι μικρού βάρους και
- τὸ κέντρον βάρους (τοῦ κινουμένου συστήματος) εὐρίσκεται πλησίον τοῦ ἄξονος περιστροφῆς.

4 Ἀκριβῆς ζύγισις.

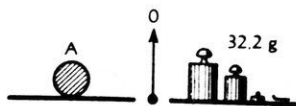
- Ἡ προηγούμενη ζύγισις δεικνύει ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου δύναται νὰ μὴ εἶναι ἴσον πρὸς τὰ 125 p, τὰ ὅποια τὸ ἰσορροποῦν. Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ βεβαιώσωμεν ὅτι εἶναι κατὰ προσέγγισιν τὸ πολὺ 0,1 p μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τῶν 125 p.
- Τὸ βάρος δηλ. τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ εἶναι 125 p κατὰ προσέγγισιν 0,1 p καὶ ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως εἶναι :

$$\frac{0,1 p}{125 p} = 0,0008$$

Κατασκευάζονται ζυγοὶ ἐργαστηριακοὶ εὐαίσθησις 0,00001 διὰ φορτία 100 p, δηλ. με ἀκρίβειαν μετρήσεως $0,00001/100 = 1/1000000$.

Ζυγὸς τοῦ Roberval εὐαίσθητος εἰς τὸ 0,1 p διὰ φορτίον 1 Kg ἔχει ἀκρίβειαν μετρήσεως :

$$\frac{0,1}{1000} = \frac{1}{10.000}$$



Ζυγὸς με εὐαίσθησιαν 0,1 g
Τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου A ἔχει μετρηθῆ με ἀκρίβειαν

$$\frac{1 \text{ dg}}{322 \text{ dg}} = \frac{1}{300}$$

Σχ. 4. Ἀκρίβεια ζυγίσεως.

Ἡ ἀκρίβεια μιᾶς ζυγίσεως ἐκφράζεται διὰ τοῦ λόγου τοῦ μέτρου τῆς εὐαίσθησις τοῦ ζυγοῦ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ζυγίσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Εἰς ζυγὸς εἶναι ἀκριβῆς, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται διὰ τοποθετήσεως ἐπὶ τῶν δίσκων τοῦ ἴσων βαρῶν. Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς ἀκριβῆς, πρέπει τὰ μήκη τῶν δύο βραχιόνων νὰ εἶναι ἴσα.
2. Εἰς ζυγὸς εἶναι πιστὸς, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, οἱ δῆποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ θέσις τῶν φορτίων εἰς τοὺς δύο δίσκους του.
3. Ἡ εὐαίσθησις ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὅποιον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτη.
4. Ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως ἐκφράζεται διὰ τοῦ λόγου τοῦ μέτρου τῆς εὐαίσθησις τοῦ ζυγοῦ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ζυγίσεως.

20^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ

1 Διπλῆ ζύγισις.

- Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος, πρέπει ὁ ζυγὸς νὰ εἶναι ἀκριβῆς. Εἶναι ὁμῶς πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ κατασκευάσωμεν ζυγόν, τοῦ ὅποιου οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος νὰ εἶναι ἀπολύτως ἴσοι. Εἰς ἕνα καλὸν ζυγὸν τοῦ ἐμπορίου δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν διαφορὰν μήκους μεταξὺ τῶν δύο βραχιόνων 0,2 mm.
- Ἐὰν λοιπὸν ὁ εἰς βραχίων εἶναι 20 cm καὶ ὁ ἄλλος 20,02 cm, τότε ἕν σῶμα βάρους 1 Kg, ὅταν τοποθετηθῆ εἰς τὸν πρῶτον δίσκον, θὰ ἰσορροπήσῃ σῶμα βάρους X εἰς τὸν ἄλλον δίσκον.

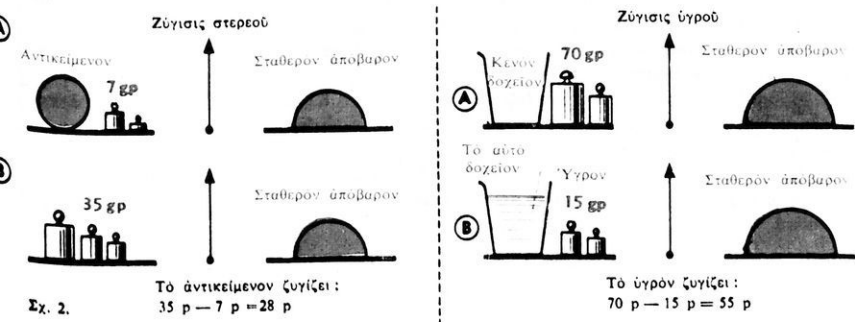
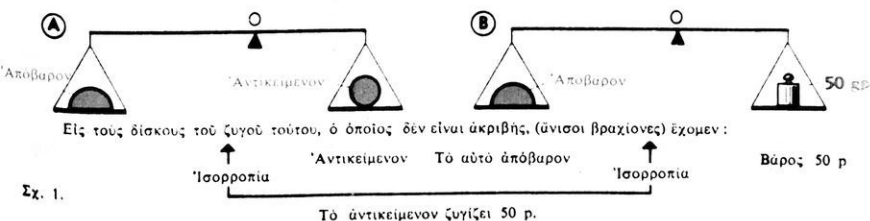
σκον συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν :

$$1 \times 20,02 = X \times 20$$

$$X = \frac{20,02}{20} = 1,001 \text{ Kp}$$

Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν θὰ ἰσορροπῆ ὀριζοντίως, ὅταν ὑπάρξῃ διαφορά βάρους 1 p εἰς τὰ δύο σώματα, τὰ ὁποῖα ζυγίζομεν, ἢ γενικῶς διαφορά βάρους ἴση πρὸς τὸ 1/1000 τοῦ φορτίου τοῦ ἑνὸς δίσκου.

● Ἡ διαφορά αὕτη εἶναι ἀσήμαντος, ὅταν δὲν ἀπαιτοῦμεν μεγάλην ἀκρίβειαν εἰς τὴν ζύγισην. Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βῆρος ἑνὸς σώματος διὰ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δὲν εἶναι ἀκριβής, χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τῆς διπλῆς ζυγίσεως τοῦ Borda. Τὰ κάτωθι σχήματα μᾶς δεικνύουσι τὴν μέθοδον αὕτην.



2 Μᾶζα ἑνὸς σώματος.

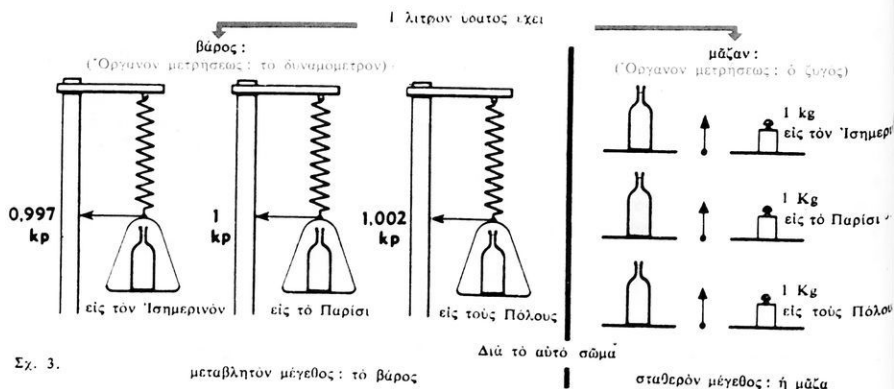
● Ἐὰν προσδιορίσωμεν τὸ βῆρος σώματος δι' ἑνὸς εὐαισθητοῦ δυναμομέτρου, π.χ. ἑνὸς λίτρου ὕδατος, θὰ εὐρωμεν : Εἰς τὰς Ἀθήνας 1000 p, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν 997 p, εἰς τοὺς Πόλους 1002 p.

Ἡ διαφορά αὕτη παρατηρεῖται, διότι, ὅπως γνωρίζομεν, τὸ βῆρος ἑνὸς σώματος (ἢ δύναμις δηλ. διὰ τῆς ὁποίας ἔλκεται τὸ σῶμα ὑπὸ τῆς γῆς) αὐξάνει ἐλαφρῶς ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους καὶ ἐλαττοῦται, ὅσον ἀπομακρυνόμεθα ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς γῆς.

Τὸ ἕν λίτρον ὁμῶς ὕδατος περιέχει πάντοτε τὴν ἴδιαν ποσότητα ὕλης, ὁπουδήποτε καὶ ἔαν τὸ ζυγίσωμεν (εἰς τὰς Ἀθήνας, εἰς τοὺς Πόλους, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν ἢ εἰς οἰουδήποτε ὕψος).

Τὴν ποσότητα αὕτην τῆς ὕλης, ἢ ὁποῖα καὶ χαρακτηρίζει κάθε σῶμα, καλοῦμεν μᾶζαν τοῦ σώματος τούτου.

● Εἰς τὸ ἕν λίτρον τοῦ ὕδατος δηλ. θὰ κάμωμεν διάκρισιν :



Σχ. 3.

— μεταξύ τοῦ βάρους του : 1 Κρ εις τὸ Παρίσι, 0,997 Κρ εις τὸν 'Ισημερινόν, 1,002 Κρ εις τούς Πόλους,

— καί τῆς μάζης του, ἡ ὁποία εἶναι ἡ αὐτὴ εις ὅλους τοὺς τόπους καὶ εἶναι ἴση πρὸς 1 Κg (ὑπονοεῖται 1 Κg μάζης). Πρέπει νὰ προσέξωμεν πολὺ τὴν διαφοράν αὐτήν.

Τὸ βάρος ἐνὸς σώματος εἶναι μία δύναμις, μεταβαλλομένη ἀναλόγως πρὸς τὴν θέσιν, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ σῶμα ὡς πρὸς τὴν γῆν, καὶ τὸ προσδιορίζομεν διὰ τοῦ **δυναμομέτρου**.

Ἡ μάζα ἐνὸς σώματος εἶναι ἡ ποσότης τῆς ὕλης, ἡ ὁποία εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὴν θέσιν, ἣν ἔχει τὸ σῶμα, καὶ προσδιορίζεται διὰ τοῦ **ζυγοῦ**.

● Εἰς τὰς καθημερινὰς ἀνάγκας ταυτίζομεν τὸ βάρος καὶ τὴν μάζαν ἢ μᾶλλον παραλείπομεν αὐτὴν τὴν διάκρισιν.

Ἐὰν ἀγοράζει κανεὶς 1 Κg ἄρτου (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ εἶπῃ 1 Κg μάζης). Λαμβάνων τὸν ἄρτον πρέπει νὰ ἐξουδετερώσῃ μίαν κατακόρυφον δύναμιν 1 Κg εις τὰς Ἀθήνας (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ εἰπωμεν 1 Κρ ἢ βάρος 1 Κg*).

Ἐὰν θέλωμεν νὰ εἶμεθα ἀσθηροὶ εις τὴν διατύπωσιν, πρέπει νὰ λάβωμεν ὡς *πρότυπους μάζας* 1 g, 2 g, 5 g, ὅλα ἐκεῖνα τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα ἐλάβομεν ὡς *πρότυπα βάρη* ἢ *σταθμὰ* 1 p, 2 p, 5 p, 1 Κρ.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

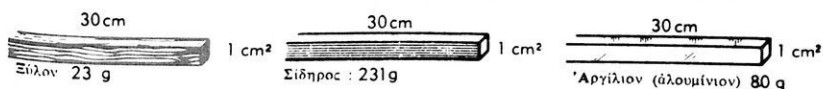
1. Διὰ τῆς μεθόδου τῆς διπλῆς ζυγίσεως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἐνὸς σώματος καὶ διὰ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δὲν εἶναι ἀκριβῆς. Θέτομεν εις ἰσορροπίαν τὸν ζυγὸν διὰ τῆς τοποθετήσεως σώματος εις τὸν ἕνα δίσκον καὶ ἐνὸς ἀντιβάρου εις τὸν ἄλλον. Ἀντικαθιστῶμεν τὸ σῶμα διὰ σταθμῶν, ἕως ὅτου ἐπιτύχωμεν ἐκ νέου ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ. Τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ σύνολον τῶν σταθμῶν, τὰ ὁποῖα ἐτοποθετήσαμεν.

2. Μάζα ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ ποσότης τῆς ὕλης, ἐκ τῆς ὁποίας ἀποτελεῖται τοῦτο εἶναι αὐτὴ δὲ ἀνεξάρτητος τοῦ τόπου, εις τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται τὸ σῶμα.

Ἡ μάζα προσδιορίζεται διὰ τοῦ ζυγοῦ καὶ ἔχει ὡς μονάδα τὸ χιλιόγραμμα, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται διὰ τοῦ Κg ἢ τοῦ γραμμαρίου, τὸ ὁποῖον συμβολίζεται διὰ τοῦ g.

3. Βάρος ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ δύναμις, ὑπὸ τῆς ὁποίας ἡ μάζα αὐτοῦ τοῦ σώματος ἔλκεται πρὸς τὴν γῆν. Ἡ δύναμις αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους καὶ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ προσδιορίζεται διὰ τοῦ δυναμομέτρου. Μονὰς βάρους εἶναι τὸ Κρ (Κιλόποντ).

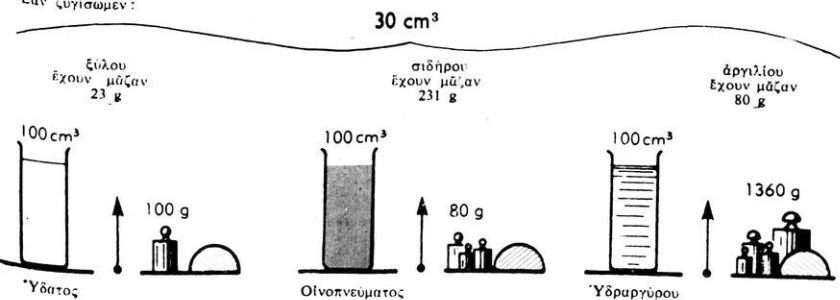
ΠΥΚΝΟΤΗΣ (ΕΙΔΙΚΗ ΜΑΖΑ) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ



Σχ. 1.

Τὰ σώματα τοῦ ὡς ἄνω σχήματος 1 ἔχουν τὰς αὐτὰς διαστάσεις, ἐπομένως καὶ τὸν αὐτὸν ὄγκον (30 cm^3). Ἐάν τὰ ζυγίσωμεν, εὐρίσκομεν: διὰ τὸ ξύλον 23 g, διὰ τὸν σίδηρον 231 g, διὰ τὸ ἀργίλιον 80 g.

Ἐάν ζυγίσωμεν:



Σχ. 2.

Λαμβάνομεν προηγουμένως τὸ ἀπόβαρον τῶν τριῶν δοχείων καὶ ρίπτομεν εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον 100 cm^3 ὕδατος, εἰς τὸ δεῦτερον 100 cm^3 οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸ τρίτον 100 cm^3 ὕδραργυρου, καὶ ζυγίζομεν.

Δυνάμεθα τώρα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν μάζαν τοῦ 1 cm^3 τῶν σωμάτων αὐτῶν.

$$\text{Διὰ τὸ ξύλον: } \frac{23 \text{ g}}{30 \text{ cm}^3} = 0,76 \text{ g/cm}^3 \quad \text{Διὰ τὸ ὕδωρ } \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Διὰ τὸν σίδηρον: } \frac{231 \text{ g}}{30 \text{ cm}^3} = 7,7 \text{ g/cm}^3 \quad \text{Διὰ τὸ οἰνόπνευμα } \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Διὰ τὸ ἀργίλιον: } \frac{80 \text{ g}}{30 \text{ cm}^3} = 2,66 \text{ g/cm}^3 \quad \text{Διὰ τὸν ὕδραργυρον } \frac{1360 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = 13,6 \text{ g/cm}^3$$

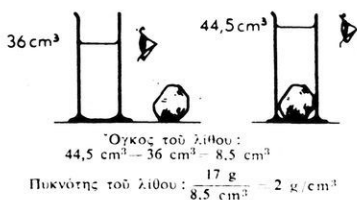
Πυκνότης (εἰδικὴ μάζα) ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ μάζα τοῦ σώματος, τὴν ὁποῖαν περι-
κλείει ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος τούτου. Ἐκφράζεται δὲ εἰς γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν
ἐκαστοστόμετρον g/cm^3 ἢ εἰς χιλιόγραμμα ἀνὰ κυβικὸν δεκατόμετρον (παλάμη) Kg/dm^3 .

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{M \text{ (εἰς g)}}{V \text{ (εἰς cm}^3\text{)}}$$

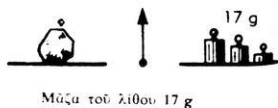
1 Προσδιορισμός της πυκνότητας ενός σώματος.

Διά να προσδιορίσουμε την πυκνότητα ενός σώματος, πρέπει να γνωρίζουμε τον όγκον και την μάζαν του.

Διά τών σχημάτων 3 Α και 3 Β βλέπομεν πώς δυνάμεθα δι' ενός όγκομετρικού δοχείου να προσδιορίσωμε τον όγκον ενός σώματος (π.χ. ενός λίθου) δι' άρκετής προσεγγίσεως και να προσδιορίσωμε την πυκνότητά του.



Προσδιορισμός της πυκνότητος ενός στερεού
(Ο όγκος εύρισκεται τη βοήθεια του όγκομετρικού δοχείου)

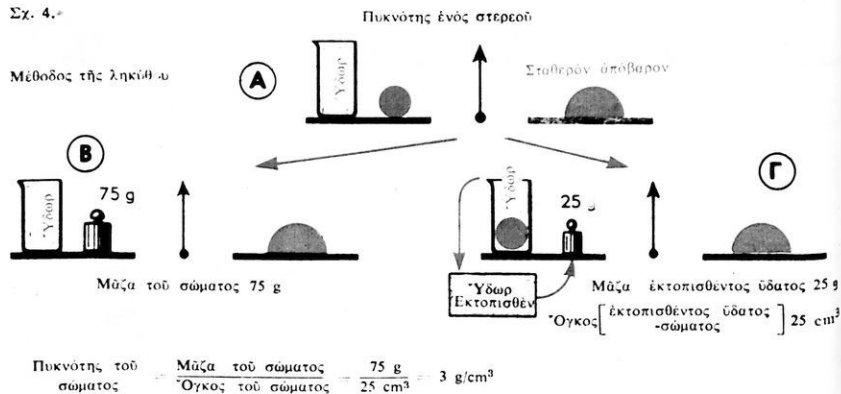


Σχ. 3.

2 Μέθοδος της ληκύθου.

Διά τής μεθόδου αυτής προσδιορίζομε μετ' άκριβείας την πυκνότητα ενός στερεού ή υγρού. Ο όγκος του σώματος προσδιορίζεται διά ζυγίσεως.

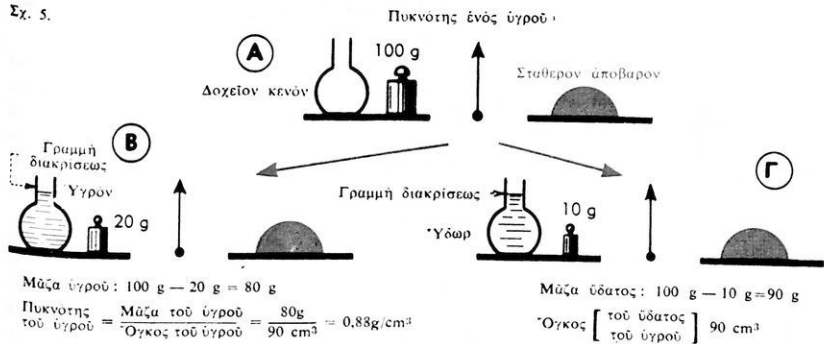
Σχ. 4.



3 Ειδικόν βάρος ενός σώματος.

Ειδικόν βάρος ενός σώματος καλοῦμεν τό βάρος τής μονάδος του ὄγκου του σώματος τούτου.

$$\text{Ειδικόν βάρος} = \frac{\text{Βάρος του σώματος (εις } \rho \text{ ή } K\rho)}{\text{Όγκος του σώματος (εις } \text{cm}^3 \text{ ή } \text{dm}^3)}$$

**ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ**

1. Η πυκνότης ενός σώματος εκφράζεται διά της μάζης της μονάδος του όγκου του σώματος τούτου.

2. Η πυκνότης στερεού ή υγρού σώματος μετρείται εις γραμμάρια ανά κυβικόν εκατοστόμετρον (g/cm^3) ή εις χιλιόγραμμα ανά κυβικόν δεκατόμετρον (kg/dm^3).

$$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{μάζα του σώματος (εις g ή kg)}}{\text{όγκος του σώματος (εις cm}^3 \text{ ή dm}^3)}$$

3. Διά της ληκθού προσδιορίζομε μετά μεγάλης προσεγγίσεως την πυκνότητα ενός σώματος. Ο όγκος προσδιορίζεται διά ζυγίσεως.

22^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ**1 Σχετική πυκνότης ενός στερεού ή υγρού ως προς τὸ ὕδωρ.**

Όταν γνωρίζωμεν την πυκνότητα ενός σώματος, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν την μάζαν οἰουδήποτε όγκου του σώματος τούτου. Δυνάμεθα ὁμως νὰ προσδιορίσωμεν την μάζαν καὶ ὅταν γνωρίζωμεν την σχετικὴν πυκνότητα, δηλ. την σχέσηιν της μάζης ενός δεδομένου όγκου του σώματος διά της μάζης ἴσου όγκου ύδατος.

Παράδειγμα. Εἰς ἴσους όγκους ἡ μάζα του μολύβδου εἶναι 11,3 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ την μάζαν του ύδατος :

$$5 \text{ cm}^3 \text{ μολύβδου θὰ ἔχουν μάζαν :} \\ 5 \text{ g (ἡ μάζα } 5 \text{ cm}^3 \text{ ύδατος)} \times 11,3 = 56,5 \text{ g}$$

Σχετικὴ πυκνότης ενός σώματος ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται ὁ λόγος της μάζης του σώματος πρὸς την μάζαν ὅγκου ύδατος ἴσου πρὸς τὸν όγκον του σώματος.

Ἐὰν ἡ πυκνότης του χαλκοῦ εἶναι $8,9 \text{ g/cm}^3$, ἡ σχετικὴ πυκνότης του θὰ εἶναι :

$$\rho \text{ σχετικὴ} = \frac{8,9 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 8,9 \text{ (διότι } 1 \text{ cm}^3 \text{ χαλκοῦ ἔχει μάζαν } 8,9 \text{ καὶ } 1 \text{ cm}^3 \text{ ύδατος } 1 \text{ g).}$$

Ἡ πυκνότης εκφράζεται δι' ενός συγκεκριμένου ἀριθμοῦ.

$$\text{g/cm}^3 \quad \text{Kg/dm}^3 \quad \text{t/m}^3 \quad (\text{t=τόνος})$$

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ εκφράζεται δι' ενός ἀφηρημένου ἀριθμοῦ.

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἀριθμητικῶς ἔχει την αὐτὴν τιμὴν μετὰ της πυκνότητος, διότι ἡ πυκνότης του ύδατος εἶναι 1 g/cm^3 ἢ 1 Kg/dm^3 ἢ 1 t/m^3 .

2 Σχετική πυκνότης ενός αερίου ως προς τὸν ἀέρα.

α) Γνωρίζομεν ὅτι τὰ ἀέρια εἶναι *συμπιεστά* καὶ *ἐκτατά*. Διὰ νὰ καθορίσωμεν λοιπὸν τὴν *μᾶζαν* ἐνὸς ὄγκου αερίου, π.χ. μιᾶς φιάλης 4 l, πρέπει νὰ ὀρίσωμεν τὴν *πίεσιν τοῦ αερίου*. Διότι εἰς τὸν αὐτὸν ὄγκον, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν, θὰ ἔχωμεν *μεγαλυτέραν μᾶζαν* αερίου, ἐνῶ, ἐὰν τὴν ἐλαττώσωμεν, θὰ ἔχωμεν *μικροτέραν*.

● Ἐὰν εἰς μίαν φιάλην (σχ. 1) περιορίσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ αερίου καὶ κρατήσωμεν αὐτὴν διὰ τῶν παλαμῶν μας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ σταγὼν τοῦ χρωματισμένου ὕδατος, ἡ ὁποία περιορίζει τὸ αέριον ἐντὸς τῆς φιάλης, μετατοπίζεται πρὸς τὰ ἔξω. Αὐτὸ συμβαίνει, διότι ὁ ὄγκος τοῦ αερίου ἠυξήθη λόγῳ τῆς προσληφθείσης θερμότητος ἐκ τῶν παλαμῶν μας, ἐνῶ ἡ πίεσις παραμένει σταθερὰ (ἡ ἔξωτερική).

Διὰ νὰ ἔχη λοιπὸν τὴν πραγματικὴν τῆς ἐννοια ἢ ἐκφρασίς ἐνὸς ὄγκου αερίου, δὲν ἀρκεῖ νὰ ὀρισθῇ ἡ πίεσις, ἀλλὰ καὶ ἡ *θερμοκρασία* του.

● Ἐξ ὄλων αὐτῶν συμπεραίνομεν ὅτι τὸν ὄγκον ἐνὸς αερίου ἢ ἀτμοῦ πρέπει νὰ τὸν ὀρίζωμεν ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας (0° C) καὶ πίεσεως (76 cmHg).

β) Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἰς ἴσον ὄγκον πρὸς τὰ ὑγρά ἢ στερεὰ εἶναι πολὺ ἐλαφρότερα, ἡ σχετικὴ πυκνότης των ὑπολογίζεται οὐχὶ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀλλὰ ὡς πρὸς τὸν ἀέρα.

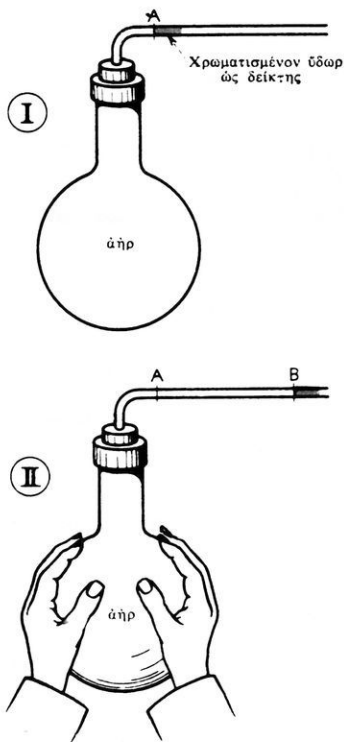
Ἐφαρμογή. 22,4 l ἀέρος ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως ἔχουν μᾶζαν 29 g, ἐνῶ ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας 22,4 l διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἔχουν μᾶζαν 44 g. Ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα θὰ εἶναι :

$$\frac{\text{μᾶζα } 22,4 \text{ l διοξειδ. ἀνθρ.}}{\text{μᾶζα } 22,4 \text{ l ἀέρος}} = \frac{44 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 1,5$$

22,4 l ὕδρογόνου ὑπὸ Κ.Σ. ἔχουν μᾶζαν 2 g καὶ 1 l ὕδρογόνου θὰ ἔχη μᾶζαν :

$$\frac{2 \text{ g}}{22,4 \text{ l}} = 0,08 \text{ g/l} \text{ καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότης του θὰ εἶναι : } \frac{2 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 0,07$$

Σχ. 1. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος τῶν χειρῶν μας ὁ ὄγκος τοῦ αερίου τῆς φιάλης αὐξάνει κατὰ AB.



Παρατηροῦμεν ἐδῶ ὅτι ἡ μᾶζα 1 l αερίου καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότης δὲν ἐκφράζονται διὰ τοῦ ἰδίου ἄριθμοῦ, ὅπως εἰς τὰ στερεὰ καὶ ὑγρά.

Σχετικὴ πυκνότης μερικῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ	
Στερεὰ	Ἵγρὰ
Λευκόχρυσος 21,5	Ἵζράργυρος 13,59
Χρυσός 19,5	Γλυκερίνη 1,26
Μόλυβδος 8,9	Ἵδωρ θαλάσσιον 1,03
Σιδηρός 7,8	Ἵδωρ ἄπειταγμ. 1
Ἀργίλιον 2,7	Ἵλαιον 0,9
Μάρμαρον 2,7	Οἰνόπνευμα 0,8
Ἀρῶς 0,63	Βενζίνη 0,7
Φελλός 0,3	Αἰθήρ 0,7

Σχετική πυκνότης μερικῶν ἀερίων ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἀέρα			
Βουτάνιον	$\frac{58 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 2$	Ὁξυγόνον	$\frac{32 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 1,1$
Διοξειδίου τοῦ θείου	$\frac{64 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 2,2$	Ἄζωον	$\frac{28 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 0,97$
Φωταίριον περίπου 0,5			

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Σχετική πυκνότης ἐνός σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς μάζης ἐνός ὀρισμένου ὄγκου τοῦ σώματος πρὸς τὴν μάζαν ἴσου ὄγκου ὕδατος.

Ἡ πυκνότης καὶ ἡ σχετική πυκνότης ἐνός σώματος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ (ἢ πυκνότης εἰς g/cm^3 , ἐνῶ ἡ σχετική πυκνότης εἰς καθαρὸν ἀριθμὸν. Π.χ. ἡ πυκνότης τοῦ σιδήρου εἶναι $7,8\text{g/cm}^3$, ἐνῶ ἡ σχετική πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 7,8).

2. Σχετική πυκνότης ἀερίου καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς μάζης ὀρισμένου ὄγκου τοῦ ἀερίου πρὸς τὴν μάζαν ἴσου ὄγκου ἀέρος, ὅταν καὶ τὰ δύο εὑρίσκονται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως. Πρακτικῶς ἡ σχετική πυκνότης ἐνός ἀερίου εὑρίσκεται, ἐὰν διατρέσωμεν τὴν μάζαν 22,4 l τοῦ ἀερίου (0°C καὶ 76 cmHg) διὰ τοῦ 29g ($1,293 \text{ g/l} \times 22,4 \text{ l} = 28,963\text{g}$).

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρὰ 5. Ζυγός - Μάζα.

1. Ζυγός

1. Ποία σταθμὰ θὰ χρησιμοποιήσωμεν, διὰ νὰ ζυγίσωμεν: 23 g, 58 g, 76 g, 384 g, 1875 g, 3,47 g;

2. Ὁλοκλήρως σειρὰ σταθμῶν ἀπὸ 1 cg (0.01 g) ἕως 5 dg (0,5 g) εἰς μορφήν τετραγωνικῶν φύλλων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν βάρος 1 cg, δύο βάρη 2 cg, ἓν βάρος 5cg, δύο βάρη 1 dg, ἓν βάρος 2 dg καὶ ἓν βάρος 5 dg.

Διὰ νὰ κατασκευάσωμεν αὐτὴν τὴν σειρὰν, κόπτομεν καταλλήλως τεμαχία σύρματος ἐξ ἀργιρίου, τοῦ ὁποίου 1 m ζυγίζει 2 g. Πόσον μῆκος σύρματος πρέπει νὰ κόψωμεν συνολικῶς; Πόσον μῆκος ἀπαιτεῖται διὰ κάθε βάρος;

3. Πόσον μῆκος ἔχει εἰς ρόλος σύρματος, ἐὰν ὅλος ζυγίξη 1,440 Kg ἐνῶ 1 m ἐξ αὐτοῦ ζυγίξη 16,4 g;

4. Πόσα καρφία περιέχονται εἰς 100 g ἐξ αὐτῶν; ὅταν 20 καρφία ἔχουν βάρος 12,5g;

5. Ὅταν εἰς τὸν δίσκον ἐνός ζυγοῦ, εἰς τὸν ὅποιον ζυγίζομεν τεμαχίον ἐκ μετάλλου, τοποθετήσωμεν 72,4 g, ὁ δεικτὴς σταματᾷ εἰς τὴν δευτέραν ὑποδιαίρεσιν, ἀριστερὰ τοῦ 0, ἐνῶ, ὅταν τοποθετήσωμεν 72,5g, εἰς τὴν τρίτην ὑποδιαίρεσιν, δεξιά τοῦ 0.

Ἐὰν αἱ μεταποσῆσεις τοῦ δεικτοῦ γίνωνται αἰσθητὰ διὰ κάθε ὑποδιαίρεσιν, ποία ἡ μάζα τοῦ σώματος; Ποία ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ; Ποία ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως;

6. α) Ὁ δεικτὴς ἐνός ζυγοῦ ἀποκλίνει κατὰ δύο

ὑποδιαίρεσεις διὰ διαφορὰν βάρους 1 dg. Ἐὰν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὴν ἀπόκλισιν κατὰ μίαν ὑποδιαίρεσιν, πόση εἶναι ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ;

β) Ἐὰν μὲ τὸν ζυγὸν ἐν σῶμα ζυγίξη 127,4 g, πόση εἶναι ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως καὶ μεταξύ ποίων ὀρίων περιέχεται ἡ ἀκρίβης μάζα τοῦ σώματος;

7. Ὁ εἰς ἐκ τῶν δύο βραχιονίων τῆς φάλαγγος ζυγοῦ μῆκους 40 cm εἶναι μακρότερος κατὰ 0,8 mm ἀπὸ τὸν ἄλλον. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἓνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον θεσωμεν βάρος 1 kg; (δύο περιπτώσεις).

8. Οἱ βραχίονες ἐνός ζυγοῦ ἔχουν μῆκος 180 mm καὶ 180,02 mm. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἓνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον ὑπάρχη βάρος 1 Kg; (δύο περιπτώσεις).

Δύναται ὁ ζυγὸς αὐτὸς νὰ θεωρηθῆ ὡς ἀκρίβης;

α) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὰ 2 dg;

β) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὰ 1/2 dg;

9. Ἡ φάλαγξ ἐνός ζυγοῦ ἰσορροπεῖ ὀριζώντως;

α) Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί.

β) Ὅταν οἱ δίσκοι φέρουν βάρη 500 g καὶ 500,5 g ἀντιστοίχως.

Ἡ ὑπόστασις τῆς ἀκμῆς τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος ἀπὸ τὴν ἀκμὴν ἐνός τῶν ἀκράϊων εἶναι 20 cm: Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ τέτορου βραχιονίου τῆς φάλαγγος; (δύο περιπτώσεις).

10. Αἱ ἄκμαι τῶν ἀκράϊων τριγωνικῶν πρισμα-

των της φάλαγγος ζυγού απέχουν 48,1 cm. Εάν υπάρχει ισορροπία, όταν οι δίσκοι φέρουν αντίστοιχες βάρη 500 g και 501,2 g, ποιόν είναι το μήκος έκαστου βραχίονος της φάλαγγος;

11. Ζυγός ισορροπεί, όταν τα φορτία των δίσκων είναι:

Άριστερός δίσκος	Δεξιός δίσκος,
α) 119,3 g	σώμα μάζης X
β) σώμα μάζης X	120,71 g

Ποιόν είναι το σφάλμα του ζυγού και ποία ή μάζα X του σώματος;

12. α) Διά να, ισορροπη-μοχλός AB με άξονα O, πρέπει να αναρτήσωμεν εις το άκρον B μάζαν 80 g, όταν εις το άκρον A υπάρχει σώμα άγνωστου μάζης. Όταν όμως το σώμα ευρίσκεται εις το άκρον B, πρέπει να αναρτήσωμεν εις το A 500 g. Ποία ή μάζα του σώματος;

β) Εάν το μήκος του μοχλού είναι 70 cm, ποία ή απόστασις του O από του A;

13. Το αντίβαρον ρωμαϊκού ζυγού έχει βάρος 600 g και το άγκιστρον, από του οποίου αναρτώνται τα βάρη, απέχει 42 mm από τον άξονα. Ο ζυγός ισορροπεί, όταν το άγκιστρον ευρίσκεται εις την θεσιν O.

Εάν αναρτήσωμεν μάζαν X εις το άγκιστρον, πρέπει να μεταθέσωμεν το αντίβαρον κατά 91 mm, διά να έχωμεν ισορροπίαν.

α) Ποία ή μάζα X;

β) Εάν αναρτήσωμεν μάζαν 2,5 Kg, κατά πόσον πρέπει να μετατοπίσωμεν το αντίβαρον (από το O);

γ) Εάν ο ζυγός ζυγίση μέχρι 5 Kg, πόσον απέχουν οι άκραίαι ένδειξεις του;

Ο μεγάλος βραχίον έχει έσοχάς και ή μετατόπισις του αντίβαρου από την προηγουμένη εις την έπομένη έσοχην άντιστοιχεί εις μεταβολήν του φορτίου κατά 50 g. Πόσον απέχουν δύο διαδοχικαί έσοχαί;

II. Μάζα-Πυκνότης-Σχετική πυκνότης

14. Ποία είναι ή πυκνότης του Ιριδιούχου λευκοχρυσού, εάν το πρότυπον Kg είναι κύλινδρος, διαμέ-

τρου βύσεως 39 mm και ύψους 39 mm;

15. Προσδιορίζομεν την πυκνότητα ενός ύγρου διά της μεθόδου της ληκθού:

α) Ληκθός πλήρης ύδατος + δείγμα + 12,5 g ισορροπούν το άπόβαρον.

β) Ληκθός πλήρης ύδατος + 78,2 g ισορροπούν το άπόβαρον.

γ) Το δείγμα έντός της πλήρους φιάλης ύδατος της ληκθού + 41,1 g ισορροπούν το άπόβαρον.

Ποία είναι ή πυκνότης του δείγματος και ποία ή πυκνότης έν σχέσει προς το ύδωρ (σχετική πυκνότης);

16. Ποία είναι ή πυκνότης και ποία ή σχετική πυκνότης (έν σχέσει προς το ύδωρ) της βενζίνης, όταν διά της μεθόδου της ληκθού έχωμεν:

α) Ληκθός κενή + 78,3 g ισορροπούν το άπόβαρον.

β) Ληκθός πλήρης ύδατος + 15,2 g ισορροπούν το άπόβαρον.

γ) Ληκθός πλήρης βενζίνης + 32,8 g ισορροπούν το άπόβαρον.

17. Πόσην μάζαν έχει δοκός δρυίνη με διαστάσεις 2,70 m, 20 m, 12,5 cm; (σχετική πυκνότης ως προς το ύδωρ 0,7).

18. Πόσον όγκον καταλαμβάνει: 1 Kg άργιλίου, 1 Kg σιδήρου, 1 Kg χαλκού, 1 Kg μολύβδου, 1 Kg ύδραργυρου; Αί σχετικαί πυκνότητες τούτων ως προς το ύδωρ είναι αντίστοιχώς: 2,7· 7,8· 8,8· 11,3· 13,6.

19. Ποία ή πυκνότης και ποία ή σχετική πυκνότης του πάγου, εάν 1 l ύδατος στερεοποιούμενον δίδη 1,09 dm³; Πόσον όγκον ύδατος λαμβάνομεν έκ της τήξεως τεμαχίου πάγου με διαστάσεις 0,80 m X 150 mm;

20. Εις 0° C και κανονικήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν 22,4 l άερος ζυγίζουν 29 g· 22,4 l ύδρατμών ζυγίζουν 18 g· 22,4 l προπανίου ζυγίζουν 44 g· 22,4 l χλωρίου 71 g· 22,4 l άμμωνίας ζυγίζουν 17 g·

Νά προσδιορισθ ή μάζα 1 l έκ των άνωτέρω άερίων, καθώς και ή σχετική πυκνότης των.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

1 Πιέζουσα δύναμις.

Έάν παρατηρήσωμεν τή χιγνή, τά όποια άφίνει έπάνω εις παχύ στρώμα χιόνος έν άτομον, όταν μετακινηται με παγοπέδιλα (σκι) και όταν χωρις αυτά, τότε τή χιγνή θά είναι βαθύτερα ; (σχ. 1).

Πείραγμα 1ov. Με ποίαν άπό τās τρεις έδρας του έπί τής άμμου τó τεμάχιον εκ μαρμάρου (σχ. 2) ειςχωρεί βαθύτερον ;

Ποία δύναμις τó άναγκάζει νά ειςχωρήση ;

Ποίαν διεύθυνσιν έχει ή δύναμις αύτη ;

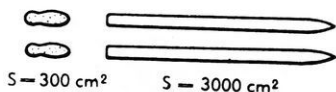
Πείραγμα 2ov. Έυλίγη πλάε βυθίζεται περισσότερον έντός τής άμμου, άν και τó βάρος της παραμένει άμετάβλητον, όταν την στηριζωμεν εις τās άιχμές τών καρφίων (σχ. 3).

Ποίαν διεύθυνσιν έχει ή δύναμις, ή όποια άναγκάζει τήν πιπέζαν νά ειςχωρήση εις τόν τοίχον, και διατί αύτη δέν ειςχωρεί εις τόν δάκτυλόν μας ;

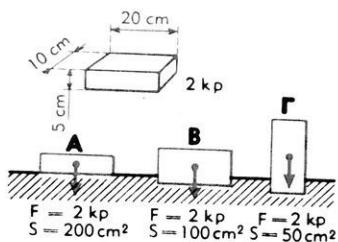
Εις όλας τās περιπτώσεις παρατηρούμεν ότι μία δύναμις έπενεργεί καθέτως έπί τής έπιφανείας τών σωμάτων. Τής έπενεργείας ταύτης τά άποτελέσματα εξαρτώνται άπό τó έμβαδόν τής έπιφανείας αύτης.

Εις τήν περίπτωση τών παιδιών έπάνω εις τήν χιόνα, και τά δύο άσκούν πίεσιν με τήν αύτην δύναμιν, δηλ. με τó βάρος των, αλλά ή έπιφάνεια τής χιόνος, ή όποια πιέζεται με τά παγοπέδιλα (σκι), είναι μεγαλυτέρα παρά χωρις αυτά. Τó αυτό συμβαίνει και με τó τεμάχιον μαρμάρου : Έ ίδια δύναμις εις τās διαφόρους θέσεις της πιέζει διαφορετικās έπιφανείας άμμου. Άλλά και ή έπιφάνεια τής πιπέζας και ή έπιφάνεια του τοίχου, εις τó σημείον όπου έφάπτεται ή άκίς της, δέχονται τήν αύτην δύναμιν, τήν δύναμιν του δακτύλου.

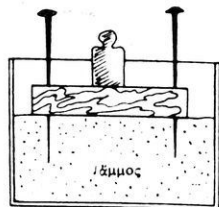
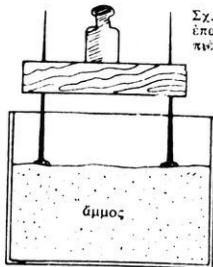
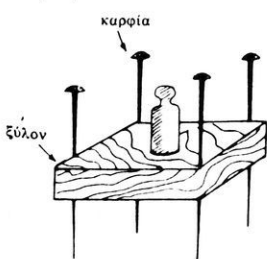
Τήν δύναμιν αύτην, ή όποια ένεργεί καθέτως προς τήν έπιφάνειαν τών σωμάτων, καλούμεν *πιέζουσαν δύναμιν*.



Σχ. 1. Ποίον εκ τών δύο παιδιών μετακινείται ευκολότερον έπί τής μαλακής χιόνος και διατί;



Σχ. 2. Έ πίεσις, τήν όποιαν άσκει τó τεμάχιον μαρμάρου εις κάθε μίαν άπό τās τρεις θέσεις του, είναι : 10 p/cm², 20 p/cm², 40 p/cm²



Σχ. 3. Έ πίεσις εξαρτάται άπό τήν έπιφάνειαν έπαφής, έπί τής όποιας άσκειται ή δύναμις πιέσεως.

2 Πίεσις.

Ἐάν παρατηρήσωμεν με προσοχὴν τὰ σχήματα 2, 3, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅσον μικρότερα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις (πίεσεως), τόσον φανερώτερον γίνεται τὸ ἀποτέλεσμα, δηλ. τόσον τὸ σῶμα εἰσχωρεῖ βαθύτερον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἐπολογίζομεν καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις τῶν πειραμάτων 2 καὶ 4 τὴν δύναμιν πίεσεως, ἢ ὁποία ἀσκεῖται εἰς κάθε τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας, καὶ εὐρίσκομεν :

Διὰ τὸ πείραμα 2 :

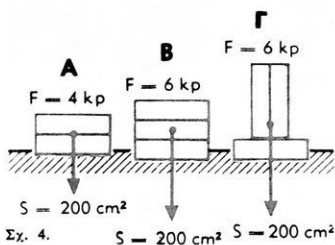
$$\frac{2000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 10 \text{ p/cm}^2, \quad \frac{2000 \text{ p}}{100 \text{ cm}^2} = 20 \text{ p/cm}^2$$

$$\frac{2000}{50} = 40 \text{ p/cm}^2$$

Διὰ τὸ πείραμα 4 :

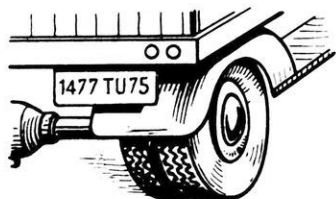
$$\frac{4000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 20 \text{ p/cm}^2, \quad \frac{6000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 30 \text{ p/cm}^2$$

$$\frac{6000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 30 \text{ p/cm}^2$$



Σχ. 4. $S = 200 \text{ cm}^2$ $S = 200 \text{ cm}^2$ $S = 200 \text{ cm}^2$

Εἰς τὸ Α: ἡ πίεσις εἶναι 20 p/cm^2 · εἰς τὸ Β καὶ εἰς τὸ Γ: ἡ πίεσις εἶναι 30 p/cm^2 .



Σχ. 5. Διὰ τὰ φορτηγὰ αὐτοκίνητα, τὰ ὁποία μεταφέρουν βαρῆα φορτία, ἔχουν διπλοῦς τροχοὺς με ὀγκώδη ἐλαστικά·

Τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως πίεσεως διὰ τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας ἐκφράζει τὴν τιμὴν τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία πιέζει τὴν μονάδα ἐπιφανείας, καὶ καλεῖται *πίεσις*.

Συμπέρασμα: Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν στερεὸν σῶμα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐπαφῆς του με ἐν ἄλλο, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς πιεζούσης δυνάμεως διὰ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας:

$$P \left(\frac{\text{p}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{F (\text{p})}{S (\text{cm}^2)}$$

3 Μονάδες πίεσεως.

Ἡ πίεσις ἐκφράζεται διὰ τῶν ἰδίων μονάδων, μετὰ τῶν ὁποίων μετροῦμεν τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως καὶ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας. Π.χ.

Εἰς πόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον p/cm^2

Εἰς κιλοπόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον Kp/cm^2

4 Ἐφαρμογαί.

α) Ἐάν τὸ παιδίον, τὸ ὁποῖον βαδίζει ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα, ἔχη βάρος 75 Kp καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 300 cm^2 , τότε ἀσκεῖ πίεσιν :

$$\frac{75000 \text{ p}}{300 \text{ cm}^2} = 250 \text{ p/cm}^2$$

Ὅταν ὁμως χρησιμοποιηθοῦν παγοπέδιλα (σκι), τότε ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς γίνεται 3000 cm^2 καὶ ἡ πίεσις :

$$\frac{75000 \text{ p}}{3000 \text{ cm}^2} = 25 \text{ p/cm}^2$$

Τοιοῦτοτρόπως ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τὴν σκί βαδίζομεν εὐκολώτερον ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα.

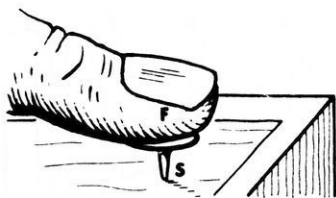
Συμπέρασμα:

Ανάμεθα να ελαττώσωμεν την πίεσιν, την οποίαν ασκεί εν σῶμα, ἐὰν ἀξήσωμεν την ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς; ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.

β) Ἡ πιπέζα εἰσχωρεῖ εὐκόλως εἰς τὸ εὐλον, διότι, ἐν ὑποθέσωμεν ὅτι ἀσκούμεν ἐπ' αὐτῆς μίαν ὥθησιν 1 Κρ καὶ ἡ ἀκίς αὐτῆς ἔχη ἐπιφάνειαν 0,001 cm², τότε ἡ πίεσις εἰς τὸ εὐλον θὰ εἶναι :

$$\frac{1 \text{ Κρ}}{0,001 \text{ cm}^2} = 1000 \text{ Κρ/cm}^2 \text{ ἢ } 1 \text{ Μρ/cm}^2$$

Τὰ αἰχμηρά ἐργαλεῖα (καρφιά, βελόνας κλπ.) ἔχουν ἐπίσης ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἀσκουμένη πιέζουσα δύναμις εἶναι πολὺ μικρά. Ἡ πιέζουσα δύναμις, ἡ ὁποία διαβιβάζεται δι' αὐτῶν, δημιουργεῖ πολὺ μεγάλην πίεσιν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μετὰ τὰ κοπτερά ἐργαλεῖα (μαχαίρας, φαλλίδας κλπ.). Μία λεπτὴς κόπτεται τόσον καλύτερον, ὅσον λεπτοτέρα εἶναι ἡ κόψις αὐτῆς.



Σχ. 5. Ὁ δάκτυλος πιέζει τὴν πιπέζαν, μετὰ δύναμιν 1 Κρ, ἀλλ' ἡ πίεσις εἰς τὴν αἰχμὴν αὐτῆς εἶναι 1000 Κρ/cm².

Συμπέρασμα: *Διὰ νὰ ἀξήσωμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεί εν στερεόν, ἐλαττοῦμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς του, εἰς τὴν ὁποίαν ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ στερεὰ ἀσκούν πιέζουσαν δύναμιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὴν ὁποίαν σπηρίζονται.

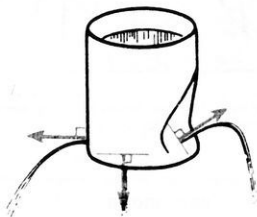
2. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκούν τὰ στερεὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ καθέτως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτὴν πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας.

3. Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς ἐνὸς ἄλλου, ἐλαττοῦμεν τὴν πίεσιν, ἀυξάνοντες τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἡ πιέζουσα δύναμις. Καὶ ἀντιθέτως, διὰ νὰ διευκολύνωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ εἰς ἐν ἄλλο, ἀυξάνομεν τὴν πίεσιν, ἐλαττοῦντες τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν.

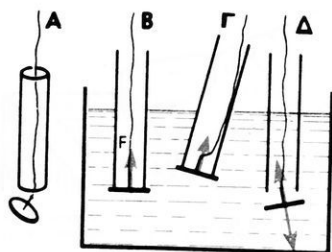
240Ν ΜΑΘΗΜΑ :**ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ**

Πειράματα. α) Παραμορφούμεν ἐν δοχείῳ, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, καὶ ἀνοίγομεν ὅπας εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του. Ἐὰν τὸ γεμίσωμεν μετὰ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω διὰ μέσου τῶν ὀπῶν αὐτῶν, καθέτως πρὸς τὸ μικρὸν τμήμα τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνοιγμένη ἡ ὀπή.

β) Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ κάτω ἀνοίγμα ὑαλίνου κυλίνδρου ἓνα ἐλαφρὸν δίσκον ἐξ ἀλουμινίου. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος μένει εἰς τὴν θέσιν του, εἴτε ὁ κύλινδρος εἶναι κατακόρυφος εἴτε ἔχει κάποιαν κλίσιν (σχ. 2).



Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται διὰ μέσου τῶν ὀπῶν μετὰ διευθύνσιν καθέτην πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Είς τὸ Δ ἡ πιέζουσα δύναμις τοῦ ὕδατος ἀσκείται καὶ εἰς τὰς δύο ἐπιφανείας τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος καὶ μόνον λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ πιπτεῖ.

● Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ δύναμις F , ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὸν δίσκον εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου, εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφανείαν του. Ἄλλως, ἐάν ἦτο πλαγία, θὰ ἔπρεπε νὰ ὀλισθήσῃ ὁ δίσκος πρὸς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου.

Συμπέρασμα: *Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ ἔχουν βάρος, ἀσκοῦν πιέζουσαν δύναμιν ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχονται εἰς ἐπαφήν.*

2 Πίεσις εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ.

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα (3), λέγεται **μανομετρικὴ κάψα** καὶ μᾶς χρησιμεύει, διὰ νὰ μετρώμεν τὰς πιεστικὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς μεμβράνης τῆς, καὶ ἐπομένως καὶ τὰς πιέσεις.

Ἐκ τῆς τύπου τῆς πίεσεως $P = \frac{F}{S}$ βλέπομεν

ὅτι ἡ πίεσις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία πιέζει τὴν ἐπιφάνειαν.

● Τὸ χρωματισμένον ὑγρὸν εὐρίσκεται καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὅταν ἐπὶ τῆς μεμβράνης οὐδεμίαν δύναμιν ἐφαρμόζεται.

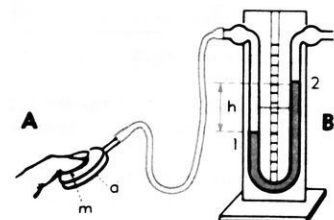
● Ἐάν διὰ τοῦ δακτύλου μας πιέσωμεν ἐλαφρῶς τὴν μεμβράνην, ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὴν κάψαν, ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸν νὰ κατέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 1 καὶ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 2. Ἐάν πιέσωμεν περισσότερο, ἡ διαφορά ὕψους h εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος γίνεται μεγαλυτέρα.

● α) Βυθίζομεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὕδατος (σχ. 4) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅσον βαθύτερον βυθίζεται, τόσο εἰς τὸ σκέλος 1 τὸ ὑγρὸν κατέρχεται καὶ ἀντιθέτως ἀνέρχεται εἰς τὸ ἄλλο σκέλος. Διὰ τί;

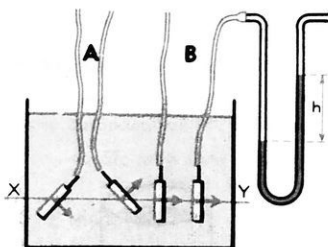
Συμπέρασμα: *Ἡ πίεσις ἐντὸς ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς ἰσομερῆν, αὐξάνει ἀναλόγως πρὸς τὸ βάθος.*

β) Χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὸ βάθος, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἡ κάψα, ἀλλάσωμεν μόνον τὸν προσανατολισμὸν τῆς μεμβράνης τῆς καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διαφορά ὕψους τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος δὲν μεταβάλλεται (σχ. 4).

γ) Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐάν μετατοπίσωμεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἰς τρόπον ὅμως ὥστε τὸ κέντρον αὐτῆς νὰ εὐρίσκεται πάντοτε εἰς τὸ ἴδιον βάθος (σχ. 4).



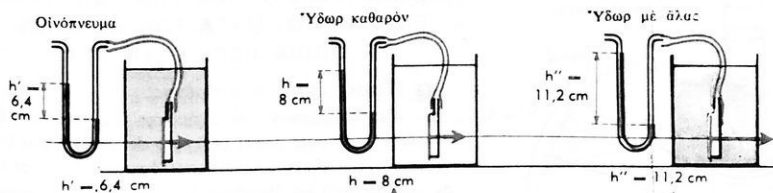
Σχ. 3. Μανομετρικὴ κάψα



Σχ. 4. Τὸ κέντρον τῆς μεμβράνης μετατοπίζεται κατὰ τὴν ὀριζόντιον XY. Ἡ διαφορά στάθμης h δὲν μεταβάλλεται.

Συμπέρασμα: *Ἡ πίεσις εἰς ἓν σημεῖον τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ ἴδια εἰς ὅλα τὰ σημεῖά του, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.*

δ) Βυθίζομεν με προσοχήν τὴν μανομετρικὴν κἀψαν εἰς ὠρισμένον βάθος, π.χ. 12 cm, εἰς τὰ τρία δοχεῖα τοῦ σχήματος 5, τῶν ὁποίων ἕκαστον περιέχει διαφορετικὸν ὑγρὸν.



Σχ. 5.

Θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι
Ἄλλὰ τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι

διὰ τὸ οἰνόπνευμα : $0,8 \text{ p/cm}^2$ διὰ τὸ καθαρὸν ὕδωρ : 1 p/cm^2 διὰ τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ : $1,4 \text{ p/cm}^2$

Συμπέρασμα : Ἡ πίεσις εἰς τὸ αὐτὸ βάθος ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος ἐκάστου ὑγροῦ καὶ εἶναι τόσοσ μεγαλύτερα, ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ εἰδικὸν βάρος του.

3 Βασικὴ ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς :

● Ρίπτομεν ὕδωρ μέσα εἰς τὸν κύλινδρον τοῦ πειράματος (2) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν ἡ ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὕδατος, ὁ δίσκος πίπτει. Τὸ βάρος τοῦ ὕδατος μέσα εἰς τὸν κύλινδρον ἐξουδετερῶνει τὴν πιέζουσαν δύναμιν F καὶ ὁ δίσκος πίπτει, ἐπειδὴ ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ μόνον τὸ ἰδικὸν του βάρος.

Ἄποδεικνύεται ὅτι :

Ἡ διαφορὰ πιέσεως $P_A - P_B =$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἡρεμεῖ, εἶναι ἰση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομῆν 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.

Ἐὰν τὸ εἰδικὸν βάρος ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ϵ , τότε ὁ ὄγκος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομῆν 1 cm^2 καὶ ὕψος $h \text{ cm}$, θὰ εἶναι :

$$1 \text{ cm}^2 \times h \text{ cm} = h \text{ cm}^3$$

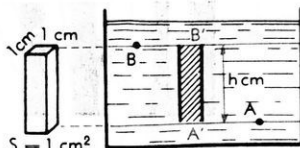
καὶ τὸ βάρος

$$\epsilon (\text{p/cm}^3) \times h (\text{cm}^3) = \epsilon \times h (\text{p})$$

καὶ ἡ διαφορὰ πιέσεως

$$P_A - P_B = \epsilon \times h$$

$$\text{p/cm}^2 \quad \text{p/cm}^3 \quad \text{cm}$$



Σχ. 6. Μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B ὑπάρχει διαφορὰ πιέσεως ἰση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ $A'B'$ τομῆς 1 cm^2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐν ὑγρὸν ἐν ἰσορροπίᾳ ἀσκεῖ εἰς ἐκάστην ἐπιφάνειαν, μετὴν ὁποίαν εὐρίσκεται εἰς ἐπαφήν, μιαν πίεσιν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὸ βάρος του καὶ λέγεται ὑδροστατικὴ.

2. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις $p = F/S$ εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ τινος, τὸ ὁποῖον ἡρεμεῖ, ἀξάνει μετὸ βάθος, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφάνειας καὶ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεία τοῦ ὑγροῦ, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ ἴδιον ὀριζοντιῶν ἐπίπεδον.

Ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ εἰς τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειάν των ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος των.

3. Ἡ διαφορὰ πιέσεως $P_A - P_B$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἐνὸς ἡρεμοῦντος ὑγροῦ εἶναι ἰση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἔχουσης τομῆν 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΙΣ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΑΥΤΑ

1 Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος.

● Μὲ τὸ ὄργανον τοῦ σχήματος 1 μετροῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ ἐν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον τοῦ ὄργανου δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ διὰ διαφόρων δοχείων, τὰ ὅποια ἔχουν ὡς πυθμένα τὴν ἐλαστικὴν μεμβράνην τοῦ ὄργανου.

● Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς τὸ πρῶτον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἕως οὗτο ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ φθάσης εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὅποιον ὀρίζομεν μὲ τὸν δείκτην Α.

Ἐὰν ἐλαστικὸς πυθμὴν κυρτοῦται καὶ τὸ ἄκρον τῆς βελόνης σταματᾷ εἰς ὠρισμένην ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἠριθμημένου τόσου, ἔστω π.χ. εἰς τὸ 5.

● Ἀπομακρύνομεν τὸν κύλινδρον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπιστρέφει εἰς τὸ 0.

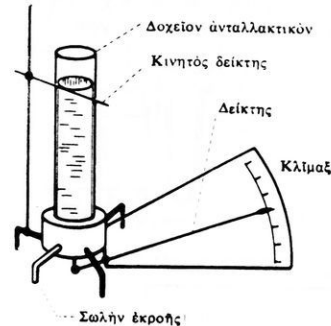
● Ἄν ἀντικαταστήσωμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον δι' ἐνὸς ἐκ τῶν ἄλλων, θὰ ἴδωμεν, ὅταν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ ἴδιον σημεῖον, τὸ ὅποιον ὀρίζει ὁ δείκτης Α, ἡ βελόνη σταματᾷ καὶ πάλιν εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 5 (σχ. 2).

Ἄν ἀντὶ ὕδατος ρίψωμεν εἰς τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον οἰνόπνευμα, ἕως οὗτο ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ εἰς τὸ ὠρισμένον σημεῖον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 4. Εἰς τὴν ἴδιαν ὑποδιαίρεσιν θὰ σταματήσῃ, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ ἄλλα δοχεῖα μὲ ὑγρὸν πάλιν τὸ οἰνόπνευμα.

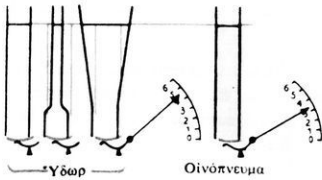
Συμπέρασμα :

Ἡ δύναμις, ἡ ὅποια πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρὸν, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τοῦ πυθμένος, τὸ δὲ ὕψος τοῦ πυθμένου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐλευθέρην ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βῆρος τοῦ ὑγροῦ.

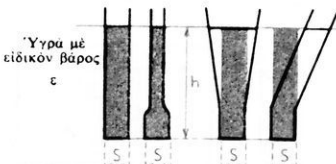
2 Ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 1. Συσκευὴ διὰ τὴν μελέτην τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Ἡ δύναμις, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ ἐν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος ὑπὸ τοῦ σχήματός.



Σχ. 3. Ἡ δύναμις ἐπὶ πυθμένος μὲ ἐπιφάνειαν S εἶναι :

$$F = \rho \times h \times S$$

$$F = \rho \text{ cm}^3 \text{ cm} \text{ cm}^2$$

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα ἐνὸς δοχείου εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ πυθμένου ἀπὸ τὴν ἐλευθέρην ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐπομένως ἡ δύναμις F , ἡ ὅποια πιέζει τὸν πυθμένα μὲ ἐπιφάνειαν S (cm^2), θὰ εἶναι :

$$F(\rho) = \rho (\text{cm}^3) \times h (\text{cm}) \times S (\text{cm}^2)$$

Συμπέρασμα : Ἡ δύναμις F , ἡ ὅποια πιέζει τὸν πυθμένα ἐνὸς δοχείου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ βῆρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τὴν ἐλευθέρην ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

$$F = \rho \times h \times S$$

3 Πίεσις τήν ὁποίαν ἄσκει ἔν υγρὸν εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) Πείραμα. Ἀνοίγομεν εἰς τὸ πλευρικὸν τοίχωμα ἐνὸς δοχείου τρεῖς ὀπὰς, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 4.

Ἐὰν γεμίσωμεν τὸ δοχεῖον μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὸ ἐκτινάσσεται ἀπὸ τὰς ὀπὰς εἰς τὸσον μεγαλύτεραν ἀπόστασιν, ὅσον περισσότερο ἀπέχει ἢ ὀπή ἀπὸ τήν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.

β) Ἐξήγησις. Ἔστω ὅτι αἱ τρεῖς ὀπὰι A, B, Γ, εὑρίσκονται ἐκάστη εἰς ἀπόστασιν h_A , h_B , h_C ἀπὸ τήν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰδικὸν βάρος ϵ . Ἡ πίεσις, τήν ὁποίαν ἄσκει τὸ υγρὸν, εἰς τὸ σημεῖον A, θὰ εἶναι :

$$P_A = h_A \times \epsilon$$

Καὶ ἡ ὠθησις εἰς μίαν μικρὰν ἐπιφάνειαν S περὶ τοῦ σημείου A :

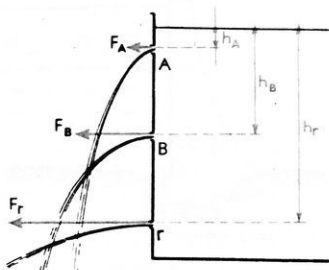
$$F_A = h_A \times \epsilon \times S$$

Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ὠθησις εἰς τὰ σημεία B καὶ Γ εἶναι :

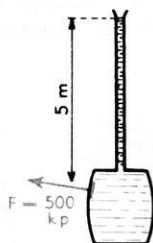
$$F_B = \epsilon \times h_B \times S \quad F_C = \epsilon \times h_C \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_C$

ἔχομεν $F_A < F_B < F_C$



Σχ. 4. Ἡ δύναμις εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου αὐξάνει μὲ τὴν αὐξάνειν τοῦ βάθους.



Σχ. 5. Πείραμα Pascal

Συμπέρασμα: Ἡ δύναμις πιέσεως, ἢ ἄσκοι-μένη ὑπὸ τινος ὑγροῦ εἰς διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ ὅποια ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, εἶναι τὸσον μεγαλύτερα, ὅσον περισσότερο ἀπέχει τὸ τμήμα αὐτὸ ἀπὸ τήν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ υγροῦ. Ἡ ὠθησις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

γ) Ἐν παράδοξον πείραμα:

Εἰς μικρὸν βαρέλιον πλήρες ὕδατος (σχ. 5) προσαρμόζομεν κατακόρυφον σωλῆνα, ὕψους 5 m καὶ τομῆς 4 cm^2 .

Διὰ νὰ γεμίσωμεν τὸν σωλῆνα, ἀπαιτεῖται ποσότης $4 \text{ cm}^2 \times 500 \text{ cm} = 2000 \text{ cm}^3$ ἢ 2 l ὕδατος.

Αὐτὴ ἡ ποσότης εἶναι ἀρκετὴ, διὰ νὰ διαρραγῇ τὸ βαρέλιον.

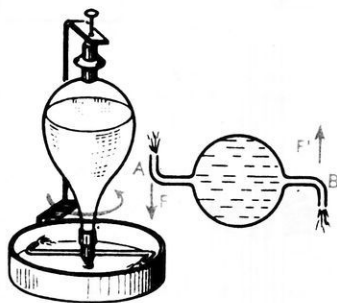
Διότι εἰς κάθε σημεῖον τῶν τοιχωμάτων του ἡ πίεσις ἐμεγάλωσε τὸσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομῆν 1 cm^2 , δηλ. $0,5 \text{ Kp/cm}^2$.

Ἐὰν ἐκάστη σανὶς τοῦ βαρελίου ἔχη ἐπιφάνειαν 10 dm^2 ἢ 100 cm^2 , τότε ἐξ αἰτίας τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν εἰς τὸν σωλῆνα, θὰ μεγαλώσῃ ἡ δύναμις, ἢ πιέζουσα τήν σανίδα κατὰ

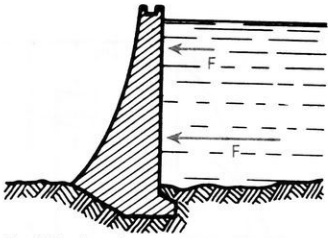
$$0,5 \text{ Kp/cm}^2 \times 1000 \text{ cm}^2 = 500 \text{ Kp}$$

Εἶναι ἐπόμενον ὅτι δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ συγκρατήσῃ μίαν τοιαύτην δύναμιν.

4 Ἐφαρμογή. Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος τοῦ σχήματος (6) στρέφεται περὶ τὸν δέξονα του, διότι εἰς τὸ σημεῖον A τοῦ σωλῆνος τὸ υγρὸν ἄσκει μίαν δύναμιν F, ἡ ὁποία δὲν ἐξουδετερῶνεται ἀπὸ τήν ἀπέναντι πλευράν, ἐπειδὴ ὁ σωλῆν εἶναι ἀνοικτός. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς



Σχ. 6. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος



Σχ. 7. Τομή φράγματος

τὸ σημεῖον Β. Αἱ δύο αὐταὶ δυνάμεις F καὶ F' ἀναγκάζουν τὸν στρόβιλον νὰ περιστρέφεται.

Τὸ ὑδραυλικὸν φράγμα (σχ. 7) προορίζεται νὰ συγκρατήσῃ τὸ ὕδωρ μιᾶς τεχνητῆς λίμνης, τῆς ὁποίας τὸ ὕψος φθάνει συνήθως τὰ 100 m. Τὸ φράγμα εἶναι κατασκευασμένον εἰς τὴν βάσιν τοῦ παχύτερον, ἐπειδὴ, ὅπως γνωρίζομεν, αἱ πιεστικαὶ δυνάμεις αὐξάνουν, ὅσον περισσότερον ἀπομακρυνόμεθα ἐκ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ δύναμις, μετὴν ἧς ἕν ὑγρὸν πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

2. Εἶναι ἴση μετὸ βᾶρος στήλης ὑγροῦ, ἢ ὁποία ἔχει τομῆν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

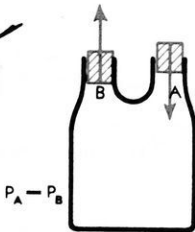
3. Ἡ δύναμις, μετὴν ἧς ἕν ὑγρὸν πιέζει ἕν τμήμα τοῦ τοιχώματος, εἶναι τόσον μεγαλότερα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμήμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

26^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἀρχὴ τοῦ Pascal.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

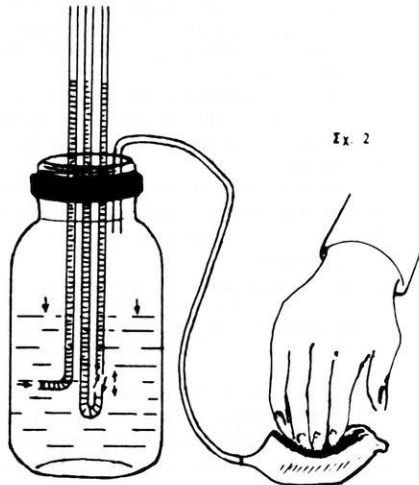
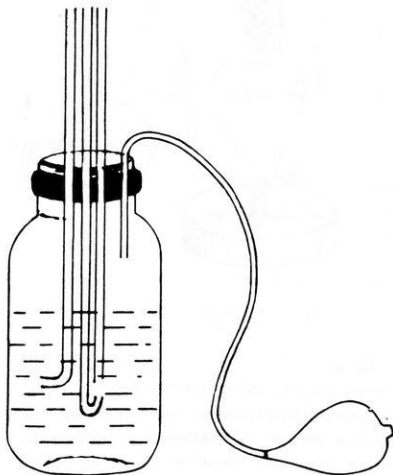


Σχ. 1.



1 Πείραμα. Γεμίζομεν μετὸ ὕδωρ δοχείου, τὸ ὁποῖον ἔχει δύο στόμια, καὶ κλείομεν αὐτὰ μετὰ πώματα Α καὶ Β (σχ. 1).

● Ἐὰν κτυπήσωμεν ἀποτόμως διὰ τῆς χειρὸς μας τὸ πῶμα Α, τὸ Β ἐκτινάσσεται μετὰ ὀρμῆν εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ ὑγρὸν λοιπὸν μεταδίδει εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ πώματος Β μιαν δυνάμιν λόγῳ τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία ἐνήργησεν εἰς τὸ πῶμα Α.



Σχ. 2

● Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ ὕδωρ μεταδίδει εἰς τὸ Β ἀμετάβλητον τὴν πίεσιν, ἢ ὅποια ἀσκει-
ται εἰς τὸ Α. Ἡ ιδιότης αὕτη τῶν ὑγρῶν διατυπῶνται μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal :

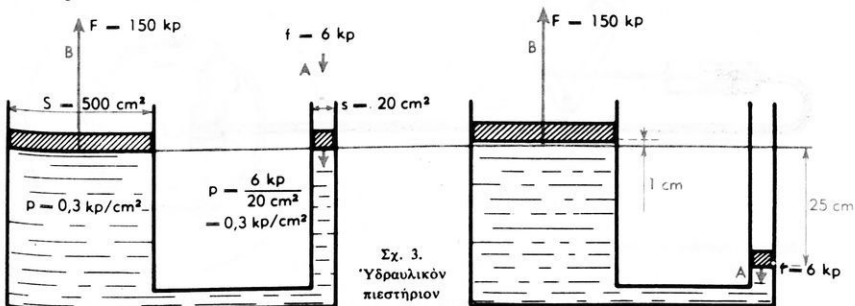
Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπιέστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις ποὺ δέχονται ἀμεταβλήτους
πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2 Πείραμα. Ἐὰν πιέσωμεν τὴν ἐλαστικὴν σφαῖραν, τὴν ὅποιαν βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα 2,
τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν ὑαλίνων σωλῆνων καὶ φθάνει εἰς ὅλους εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι αὐξάνει ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου
καὶ ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται, ὅπως βλέπομεν, ἀμετάβλητος πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Δη-
λαδῆ, ἐνῶ εἰς τὸν ἕνα σωλῆνα ἡ πίεσις ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς τὸν δεῦτερον
ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω καὶ εἰς τὸν τρίτον ἀπὸ τὰ πλάγια, τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς ὅλους τοὺς
σωλῆνας εἰς τὸ ἴδιον ὕψος.

3 Ἐφαρμογὴ: Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον.

Ἔχομεν δύο κυλινδρικὰ δοχεῖα πλήρη ὕδατος, τὰ ὅποια συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ κατω-
τέρου μέρους των. Ἐντὸς αὐτῶν τῶν δύο δοχείων κινουῦνται ἐλευθέρως δύο ἔμβολα, τὰ ὅποια
ἐφαρμύζουσι ὕδατος τεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των (σχ. 3).



Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, ἐκάστη αὐξήσις τῆς πίεσεως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν
Α μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλον τὸ ὑγρὸν καὶ ἐπομένως εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς κάτω ἐπι-
φανείας τοῦ ἔμβολου Β.

Ἐστω ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἔμβολου εἶναι s καὶ τοῦ μεγάλου S . Ἐὰν ἀσκήσωμεν
μῖαν δύναμιν f κάθετον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μικροῦ ἔμβολου, ἡ δύναμις αὕτη θὰ ἐπιφέρει
αὐξήσιν τῆς πίεσεως P , τοιαύτην εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ, ὥστε νὰ ἔχωμεν :

$$f = P \times s$$

Ἡ πίεσις αὕτη P μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου
ἔμβολου, τὸ ὅποιον τότε θὰ δέχεται μῖαν δύναμιν :

$$F = P \times S \text{ καὶ ἐπομένως :}$$

$$\frac{F}{f} = \frac{P \times S}{P \times s} \quad \eta \quad \frac{F}{f} = \frac{S}{s} \quad \eta \quad F = f \times \frac{S}{s}$$

Ἀριθμητικὸν παράδειγμα. Ἐὰν ἡ μῖα ἐπιφάνεια εἶναι 20 cm^2 καὶ ἄλλη 500 cm^2 , καὶ
ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον μῖαν κάθετον δύναμιν 6 Kp , τότε εἰς τὸ ἔμβολον αὐτὸ θὰ
ἀσκηθῆ μῖα :

$$6 \text{ Kp} / 20 \text{ cm}^2 = 0,3 \text{ Kp/cm}^2$$

Συμφώνως πρὸς τὰ προηγούμενα ἡ πίεσις, τὴν ὅποιαν θὰ μεταδώσῃ τὸ ὑγρὸν εἰς τὴν
κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἔμβολου, θὰ εἶναι ἡ ἴδια, δηλ. $0,3 \text{ Kp/cm}^2$ καὶ ἡ δύναμις, ἡ
ὅποια τὸ πιέζει :

$$F = 0,3 \text{ Kp/cm}^2 \times 500 \text{ cm}^2 = 150 \text{ Kp}$$

Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἀσκηθῆ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἔμβολου μῖα δύναμις 6 Kp , διὰ νὰ ἔχωμεν ἐπὶ
τοῦ μεγάλου ἔμβολου μῖαν δύναμιν :

$$6 \text{ Kp} \times 500 / 20 \quad \eta \quad 6 \text{ Kp} \times 25 = 150 \text{ Kp}$$

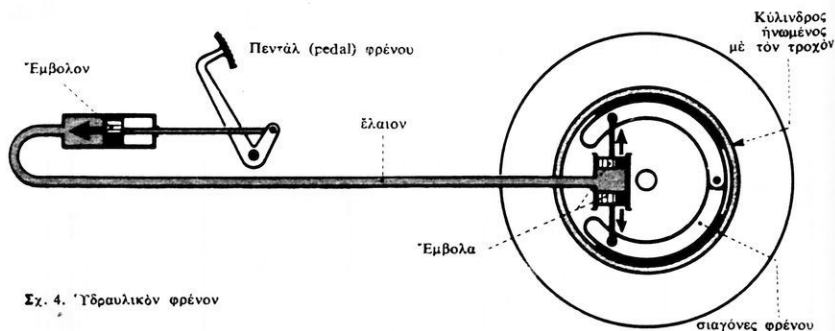
Αν όμως με την ενέργειαν τῆς δυνάμεως τῶν 6 Κρ τὸ μικρὸν ἔμβολον κατέρχεται π.χ. κατὰ 25 cm, τὸ μεγάλο ἀνέρχεται κατὰ 1 cm.

Εἰς μετατόπισιν Δ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἀντιστοιχεῖ μία μετατόπισις τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.

Ἐπειδὴ ὁ λόγος S/s τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο ἐμβόλων εἶναι ἴσος μὲ τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν διαμέτρων των, μὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν πολὺ μεγάλας πιέσεις.

■ Χρήσις τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου.

Χρησιμοποιοῦμεν κυρίως τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἰς τὴν βιομηχανίαν, διὰ νὰ πραγματοποιοῦμεν πολὺ μεγάλας πιεστικὰς εὐνάμεις. Ὅπως π.χ. διὰ νὰ περιορίζωμεν τὸν ὄγκον διαφόρων ὑλικῶν (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), διὰ νὰ δίδωμεν τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ τῶν αὐτοκινήτων, διὰ νὰ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἠλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.



Σχ. 4. Ὑδραυλικὸν φρένον

Τὰ ὑδραυλικά φρένα τῶν αὐτοκινήτων (σχ. 3) εἶναι ἐπίσης μία ἐφαρμογὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιοῦμεν ἓν πολὺ λεπτόρευστον ἔλαιον. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκούμεν διὰ τοῦ ποδός μας εἰς τὸ πεντάλ, μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἰδιαίτερως εἰς τὰ ἔμβολα, τὰ ὁποῖα ἐνεργοῦν ἐπὶ τῶν σιαγόνων τῶν φρένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις, τὰς ὁποίας δέχονται, ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι μία ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυλίνδρων, οἱ ὁποῖοι συγκοινωνοῦν μεταξύ των ἀπὸ τὴν βάσιν των καὶ εἶναι πλήρεις ὑγροῦ. Ἐντὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν τῶν κυλίνδρων ἠμπορεῖ νὰ κινηθῆαι ἓν ἔμβολον, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζει ὕδατοστεγὰς εἰς τὰ τοιχώματά των. Ἄν αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβόλων εἶναι S καὶ s καὶ μία δύναμις F ἐνεργῆ καθέτως ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, τότε τὸ μεγάλο ἔμβολον θὰ δέχεται μίαν δύναμιν :

$$F = f \frac{S}{s}$$

3. Μὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀξιολόγους πιεστικὰς δυνάμεις δι' αὐτὸ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς περιορισμὸν τοῦ ὄγκου διαφόρων ὑλικῶν (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), καθὼς καὶ διὰ νὰ δίδῃ τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως εἶναι τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ (καρότσας) τῶν αὐτοκινήτων. Τέλος, μὲ αὐτὸ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἀπὸ τὸν ἠλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.

Σειρά 6: Αί πιέσεις.

I. Η έννοια της πίεσης

1. Μία πλίνθος με διαστάσεις: 22 cm, 11 cm² 5,5 cm και ειδικόν βάρος 2 p/cm³ στηρίζεται εις το έδαφος. Νά υπολογισθί:

α) Η πιεστική δύναμις, τήν οποίαν άσκει ή πλίνθος επί του έδαφους.

β) Η πίεσις εις p/cm², ή οποία άσκειται εις το έδαφος, όταν ή πλίνθος στηρίζεται διαδοχικώς εις κάθε μίαν έδραν του.

2. Έν άγαλμα, τό όποιον ζυγίζει 2,4 Μρ, είναι τοποθετημένον εις βάθρον, βάρους 1,8 Μρ, τό όποιον έχει επιφανείαν βασεως 1,40 m²:

α) Πόσην πιεστικήν δύναμιν άσκει τό συγκρότημα άγαλμα-βάθρον εις τό έδαφος;

β) Ποία πιεσις άσκειται από τήν βάσιν του βάθρου επί του έδαφους εις Μρ/m²; ή Κρ/cm²;

3. Ένας άνθρωπος ζυγίζει 65 Κρ:

α) Ποιαν πιεσιν άσκει επί του πάγου, όταν κάμνη «πατινάζ», εάν ή επιφάνεια έπαφής, τήν οποίαν χουν αι δύο λάμα τών πατινών του, είναι 20 cm²;

β) Έάν φορη σκι, πράγμα τό όποιον είναι δύο λεπται σανίδες μήκους 2 m και πλάτους 10 cm, πόση θά είναι τότε ή πίεσις;

γ) Έάν πατή με τά υποδήματά του εις τό χιόνι και ή επιφάνεια έπαφής είναι 250 cm², πόση θά είναι ή πίεσις;

4. Έν βάθρον, τό όποιον ζυγίζει 4 Κρ, στηρίζεται εις όριζόντιον έδαφος εις 4 πόδας, τών όποιων έκαστος έχει τετραγωνικήν τομήν με πλευράν 3 cm.

Πόσην πιεσιν δέχεται ή επιφάνεια στηρίζεως, όταν έν άτομον 60 Κρ άναβή εις τό βάθρον;

5. Δεχόμεθα ότι ή αιχμή ενός καρφιου είναι ένας μικρός κύκλος με διάμετρον 0,08 mm. Ποία πιεσις άσκειται εις τήν επιφάνειαν έπαφής, όταν ή κεφαλή του καρφιου δεχθί έν κύτλημα σφυριου, τό όποιον προκαλεί πιεστικήν δύναμιν 5 Κρ;

6. Ένας στύλος ζυγίζει 2,5 Μρ και στηρίζεται εις έδαφος, τό όποιον δέν ήμπορεί νά δεχθί πιεσιν περισσοτέραν από 0,4 Κρ/cm²:

Πόση είναι ή μικροτέρα επιφάνεια, τήν οποίαν ήμπορεί νά έχη ή βάσις τής στηριζέως του;

7. Ο πυργος του Άιφελ ζυγίζει 7000 Μρ και στηρίζεται επί τεσσάρων όμοίων υποστηρίγματων:

α) Ποία είναι ή θεωρητική πιεστική δύναμις, τήν οποίαν δέχεται κάθε υποστήριγμα του, άν δεχθώμεν ότι αυτή ή δύναμις διαιμοιρίζεται όμοιόμορφως;

β) Διά νά εξουδετερώσωμεν τήν δράσιν του άνέμου, ό όποιος δημιουργεί άνισομερή κατανομήν τών δυνάμεων επί τών υποστηρίγματων, λαμβάνομεν τήν πιεστικήν δύναμιν ίσην με 2000 Μρ.

Πόσην επιφάνειαν έχομεν ώσει εις τό υπόβαθρον τής κατασκευής, εις τό όποιον στηρίζεται κάθε υποστήριγμα, ώστε ή πίεσις νά μή υπερβαινή τά 0,4 Κρ/cm²;

8. Τά δύο έμπρόσθια έλαστικά ενός αυτοκινήτου περιέχουν άερα με πιεσιν 1,3 Κρ/cm², ενθ τά δύο άλλα με πιεσιν 1,5 Κρ/cm². Κάθε έλαστικόν στηρί-

ζεται εις τό έδαφος με τετραγωνικήν επιφάνειαν έπαφής, ή οποία έχει πλευράν 0,15 cm:

α) Νά υπολογισθί ή πιεστική δύναμις, ή οποία άσκειται εις τό έμπρόσθιον μέρος του αυτοκινήτου, και εκείνη, ή οποία άσκειται εις τό όπίσθιον μέρος αυτού.

β) Νά εύρεθί τό βάρος του αυτοκινήτου.

II. Πιέσεις άσκούμεναι υπό τών υγρών

9. Τό κέντρον μιάς μανομετρικής κάνης εύρίσκειται 25 cm κάτω από τήν έλευθεράν επιφάνειαν ενός υγρού.

Ποιαν πιεσιν δεικνύει τό όργανον, εάν τό υγρόν είναι:

α) Καθαρόν ύδωρ (ειδικόν βάρος: 1 p/cm³).

β) Οινόπνευμα; (ειδικόν βάρος: 0,8 p/cm³).

γ) Ύδωρ με άλας; (ειδικόν βάρος: 1,03 p/cm³).

10. Είς ποιον βάθος πρέπει νά βυθισώμεν τήν μανομετρικήν κάνην, διά νά άσκηθί εις τήν μεμβράνην αυτής πιεσις 16 p/cm²: α) εις καθαρόν ύδωρ; β) εις οινόπνευμα γ) εις ύδωρ με άλας; (ειδικά βάρη του προβλήματος 9).

11. Εις ποιον βάθος ή πίεσις, ή οποία άσκειται υπό τό ύδωρ, είναι 1 Κρ/cm²;

α) Εις λίμνην γλυκέος ύδατος.

β) Εις θάλασσαν (ειδικόν βάρος θαλασσιου ύδατος: 1,03 Κρ/dm³).

12. Τό πώμα ενός λουτρού έχει διάμετρον 5 cm. Με πόσην δύναμιν πρέπει νά σύρωμεν τό πώμα, διά νά έκκενωσώμεν τό λουτρόν, εάν τό ύδωρ εντός αυτού έχη ύψος 40 cm;

13. Διά νά λειτουργήσθί ένας μικρός ύδραυλικός στρόβιλος, πρέπει νά άσκηθί πίεσις 250 p/cm². Είς πόσον ύψος από του στροβίλου αυτού πρέπει νά τοποθετηθί τό δοχείον με τό ύδωρ, τό όποιον τροφοδοτεί τήν συσκευήν, διά νά εξασφαλίσωμεν τήν λειτουργίαν αυτής;

14. Ο άνθρωπος δύναται άνευ κινδύνου νά δεχθί μεγίστην πιεσιν 3 Κρ/cm². Μέχρι ποιου βάθους λοιπόν δύναται νά κατέλθη ένας δύτης εις τήν θάλασσαν, όπου τό ύδωρ έχει ειδικόν βάρος 1,034 p/cm³.

15. Τό βαθυσκάφος «Τεργέστη» κατέρπηε πρώτον τό ρεκόρ καταδύσεως με τό νά φθάση εις τό βάθος τών 5486 m. Αυτό έγινε εις τήν περιοχήν Tranchée de marianne (Ειρηνικός), όπου τό βαθύτερον σημειον φθανει εις τά 11.500 m. Νά υπολογισθί:

α) Η πίεσις εις Κρ/cm², ή οποία ήσκήθη από τό θαλασσινόν ύδωρ εις τά τοιχώματα του βαθυσκάφους εις τό βάθος εκείνου.

β) Η πίεσις, τήν οποίαν εδέχθη αυτό τό τοιχώμα, όταν (22 Ιανουαριου 1960) τό βαθυσκάφος κατήλθεν εις τό βαθύτερον σημειον τής ύποβρυχίου χαράδρας. Δεχόμεθα ότι τό ειδικόν βάρος του θαλασσιου ύδατος είναι σταθερόν (1,03 Κρ/dm³).

16. Μία φιάλη με επίπεδον πυθμένα διαμέτρου 8 cm περιέχει ύδραργυρον έως τό ύψος τών 5 cm.

Προσθέτομεν ύδωρ, έως στου ή στάθμη του εύρεθί εις απόστασιν 20 cm από τήν στάθμην του ύδαργυρου. Νά υπολογισθί:

α) 'Η δύναμις ἢ ὁποία ἀσκείται εἰς τὸν πυθμένα τῆς φιάλης.

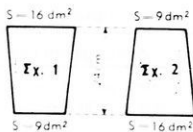
β) 'Η πίεσις εἰς ρ/cm^2 .

17. Τὸ κέντρο ἑνὸς πλευρικοῦ παραθύρου βαθυσκάφους, τὸ ὁποῖον ἔχει σχῆμα ὀρθογώνιον με διαστάσεις $60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, εὐρίσκεται εἰς βάθος 2500 m :

α) Ποσὴ πίεσις ἀσκείται ἐπὶ τοῦ παραθύρου αὐτοῦ;

β) Ποσὴ πιεστικὴ δύναμις;

(Σχετικὴ πικνότης θαλασσίου ὕδατος = 1,03).



18. Τὸ δοχεῖον τοῦ σχήματος I, τὸ ὁποῖον ἔχει χωρητικότητά $29,6 \text{ l}$, εἶναι πλήρες ὕγρου σχετικῆς πικνότητος 1,25. Ποσὴ πιεστικὴ δύναμις ἀσκείται

ὑπὸ τοῦ ὕγρου αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου;

19. Τὸ ἴδιον πρόβλημα διὰ τὸ δοχεῖον τοῦ σχ. 2.

20. Εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἐφαρμοζομένῃ δυνάμει 50 Kp , διὰ νὰ σηκώσωμεν μετὰ τὸ μεγάλο ἔμβολον φορτίον 2000 Kp .

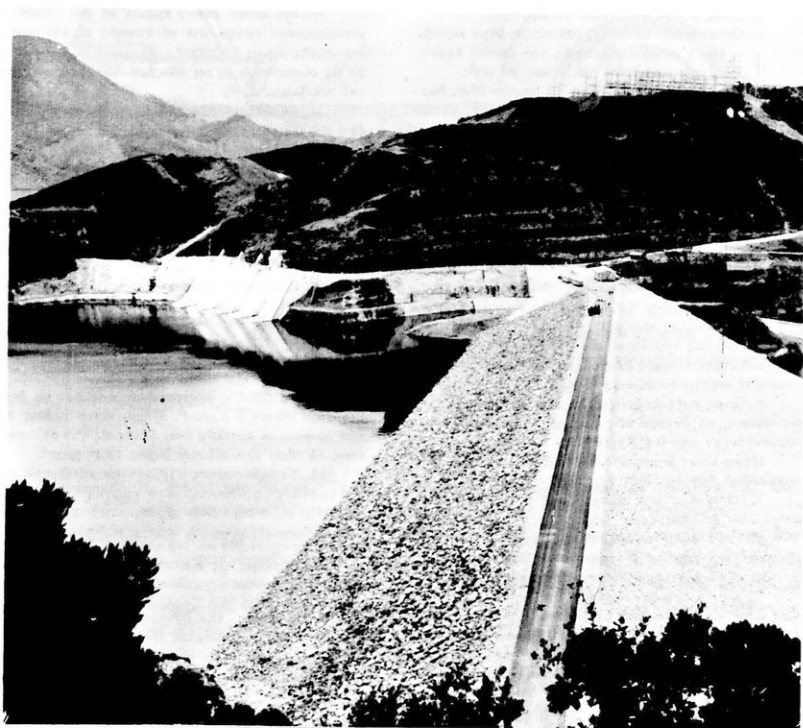
Ἄν τὸ μικρὸν ἔμβολον ἔχη τομὴν 5 cm^2 , ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἔμβολου;

21. Αἱ διαμέτροι τῶν δύο ἐμβόλων ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 4 cm καὶ 80 cm . Ὡθούμεν τὸ μικρὸν ἔμβολον δι' ἑνὸς μοχλοῦ δευτέρου εἴδους, τοῦ ὁποίου ὁ μικρὸς βραχίον, ποῦ ἡ ἄκρη του ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολου, εἶναι 12 cm καὶ ὁ μέγας 60 cm .

Ἐφαρμοζομένῃ εἰς τὸν μέγalon βραχίονα δυνάμει 12 Kp καὶ ζητοῦμεν:

α) Τὴν δύναμιν, ἢ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον, καὶ τὴν πίεσιν, ἢ ὁποία ἀσκείται τότε εἰς τὸ ὕγρον.

β) Τὴν δύναμιν, ἢ ὁποία ἀσκείται εἰς τὸ μεγάλο ἔμβολον, καὶ πόσον μετατοπίζεται αὐτό, ὅταν ἡ λαβὴ τοῦ μοχλοῦ κατελήθῃ κατακορυφῶς κατὰ 20 cm .



Φράγμα Κρεμαστῶν Ἀχελώου.

Τὸ πάχος τοῦ φράγματος ἀξίζει, ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τὴν κορυφὴν πρὸς τὴν βᾶσιν του

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

1 Παρατηρήσεις : Όταν βυθίσωμεν έντός του ύδατος φελλόν και τόν αφήσωμεν ελεύθερον, ανέρχεται εις τήν επιφάνειαν.

Μεγάλος λίθος, τόν όποιον εύκόλως άνυψώνομεν έντός του ύδατος, καθίσταται πολύ βαρύτερος έκτός του ύδατος.

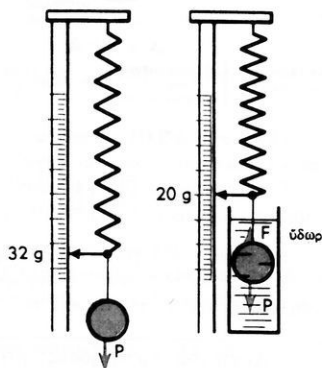
Κενόν κλειστόν δοχείον πρέπει νά τό ώθήσωμεν, διá νά βυθισθῆ εις τό ύδωρ.

2 Πειράματα. Έκ δυναμομέτρου έξαρτώμεν λίθον, του όποίου εύρίσκομεν τό βάρος (σχ. 1).

● Ακολουθώσως βυθίζομεν τουτον έντός ύδατος και σημειώνομεν τήν νέαν ένδειξιν του δυναμομέτρου. Και εις τás δύο περιπτώσεις βλέπομεν ότι τό νῆμα έχει κατακόρυφον διεύθυνσιν.

● Η διαφορά τών δύο ένδειξεων του δυναμομέτρου μάς δίδει τήν έντασιν τῆς δυνάμεως, ή όποία ώθει τό σώμα εκ τών κάτω πρós τά άνω κατακόρυφως.

Η δύναμις αύτη όνομάζεται **άνωσις του Αρχιμήδους.**



Σχ. 1. Το ύδωρ άσκει επί τῆς σφαιρας δύναμιν κατακόρυφον, εκ τών κάτω πρós τά άνω ίσην πρós $F = 32 \rho - 20 \rho = 12 \rho$

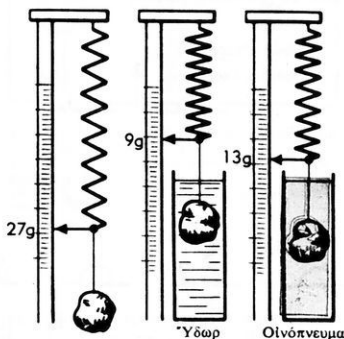
Συμπέρασμα : *Επί έκάστον σώματος, τό όποιον βυθίζεται έντός του ύδατος, ενεργεί μία δύναμις κατακόρυφον διευθύνσεως και με φοράν εκ τών κάτω πρós τά άνω.*

● Έάν άντικαταστήσωμεν τόν λίθον δι' έτέρου μεγαλύτερου και επαναλάβωμεν τό πείραμα, θα ίδωμεν ότι ή διεύθυνσις του νῆματος παραμένει κατακόρυφος· ή άνωσις όμως είναι μεγαλύτερα.

Συμπέρασμα : *Η άνωσις ενός σώματος, βυθισμένου έντός ύδατος, εξαρτάται εκ του όγκου του έκτοπιζομένου ύδατος.*

Όταν βυθίσωμεν τόν αυτόν λίθον εις άλλο υγρόν, π.χ. οινόπνευμα ($\epsilon = 0,8 \rho / \text{cm}^3$), εύρίσκομεν ότι ή άνωσις είναι μικροτέρα.

Συμπέρασμα : *Η άνωσις ενός σώματος, βυθισμένου έντός υγρού, εξαρτάται εκ του ειδικού βάρους του υγρού.*



Σχ. 2. Ο λίθος έχει μεγαλύτερον όγκον από τήν σφαιραν του πειράματος 1 και ή δύναμις, τήν όποιαν άσκει τό ύδωρ επ' αυτού, είναι ισχυροτέρα. Έντός του ύδατος ή δύναμις είναι :
 $F = 27 \rho - 9 \rho = 18 \rho$
 Έντός του οινόπνευματος είναι :
 $F = 27 \rho - 13 \rho = 14 \rho$



Σχ. 3.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (I) τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βῆρος τοῦ λίθου, τὸν ὅποιον ἔχομεν ἐξαρθῆσαι κάτωθεν τοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ, καὶ τὸ ποτήριον, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ δίσκου.

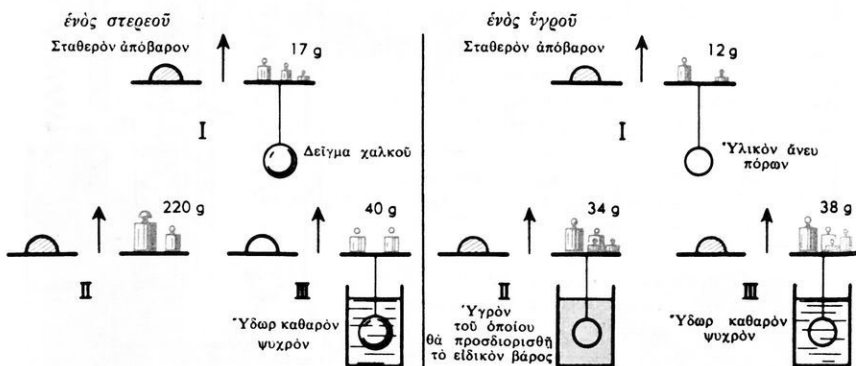
Εἰς τὸ σχῆμα 3 (II) ἡ **ἰσορροπία καταστρέφεται**· τὸ νῆμα ὁμως ἐξαρτήσεως παραμένει κατακόρυφον, ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸν ὠθεῖ τὸν λίθον διὰ κατακορύφου δυνάμεως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (III) : Προσθέτομεν εἰς τὸ κενὸν ποτήριον τοῦ δίσκου τὸ ὕδωρ, τὸ ὅποιον ἐξετόπισε τὸ σῶμα. Ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται, διότι τὸ βῆρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὅποιον ἐχύθη, ἔξουδετερώνει τὴν ἀνωσιν τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους: *Εἰς πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπία, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ ὑγροῦ κατακόρυφος καὶ μετὰ φορὰν πρὸς τὰ ἄνω τὴν ὅσον εἶναι τὸ βῆρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἀνωσις.*

Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς ἀνώσεως, τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως, εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὅποιον ἐκτοπίζεται ὑπὸ τοῦ σώματος.

3 Ἡ ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητα καὶ τὸ εἰδικὸν βῆρος :



Σχ. 4.

- I: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ δείγμα + 17 p.
- II: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 p.
- III: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βυθισμένον δείγμα + 40p.

- I: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαιρὰν + 12 p.
- II: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαιρὰν + 34 p.
- III: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν βυθισμένην σφαιρὰν + 38 p.

Συμπέρασμα: Βάρος του δείγματος:

$$220 \text{ p} - 17 \text{ p} = 203 \text{ p}$$

Βάρος ύδατος το όποιον εξετόπισε το δείγμα :

$$40 \text{ p} - 17 \text{ p} = 23 \text{ p}$$

και επομένως ο όγκος του ύδατος, τόν όποιον εξετόπισε το δείγμα του χαλκού= $= 23 \text{ cm}^3$.

Υπολογισμός: Ειδικόν βάρος του δείγματος του χαλκού :

$$\frac{203 \text{ p}}{23 \text{ cm}^3} = 8,8 \text{ p/cm}^3$$

Πυκνότης χαλκού :

$$8,8 \text{ g/cm}^3$$

Συμπέρασμα: Ώθησις άσκουμένη υπό του ύγρου, δηλ. βάρος έκτοπιζομένου ύγρου:

$$34 \text{ p} - 12 \text{ p} = 22 \text{ p}$$

Ώθησις άσκουμένη υπό του ύδατος ή βάρος έκτοπιζομένου ύδατος :

$$38 \text{ p} - 12 \text{ p} = 26 \text{ p}$$

Όγκος του ύδατος και επομένως όγκος του ύγρου 26 cm^3 .

Υπολογισμός: Ειδικόν βάρος αυτού του ύγρου :

$$\frac{22 \text{ p}}{26 \text{ cm}^3} = 0,84 \text{ p/cm}^3$$

Πυκνότης ύγρου :

$$0,84 \text{ g/cm}^3$$

1. **Άρχή του Άρχιμήδους:** Είς πάν σώμα, εύρισκόμενον έντός ύγρου έν ίσορροπία, ενεργεί μία δύναμις έκ του ύγρου κατακόρυφος και με φοράν πρός τά άνω τόση, όσον είναι τό βάρος του έκτοπιζομένου υπό του σώματος ύγρου. Η δύναμις αυτή όνομάζεται άνωσις.

2. Η άνωσις του Άρχιμήδους μάς επιτρέπει νά υπολογίσωμεν την πυκνότητα στερεών και ύγρων σωμάτων.

280Ν ΜΑΘΗΜΑ : Έφαρμογή τής άρχής του Άρχιμήδους.

ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

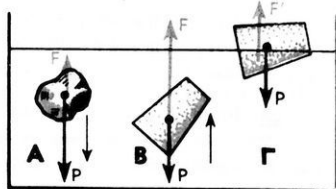
Παρατήρησις. Άν αφήσωμεν ένα λίθον έντός δοχείου πλήρους ύδατος, θά ίδωμεν ότι θά πέση είς τόν πυθμένα του δοχείου.

Γνωρίζομεν ότι επί του λίθου, όταν ούτος εύρίσκειται έντός του ύδατος, ενεργούν δύο δυνάμεις αντίθετου φοράς αλλά κατακόρυφου διευθύνσεως : τό βάρος του P, τό όποιον έχει φοράν πρός τά κάτω, και ή άνωσις F με φοράν πρός τά άνω. Έπειδή τό βάρος είναι μεγαλύτερον από την άνωσιν, ό λίθος πίπτει είς τόν πυθμένα του δοχείου $P > F$ (σχ. 1 Α).

● Έάν ώθήσωμεν ένα φελλόν έντός του ύδατος και τόν αφήσωμεν έλευθερον, ό φελλός άνέρχεται, διότι ή άνωσις είναι μεγαλύτερα από τό βάρος του ($F > P$)· έξέρχεται είς την έπιφάνειαν και μετά μερικάς ταλαντώσεις παραμένει άκίνητος, επιπλέει (σχ.1 Β, Γ).

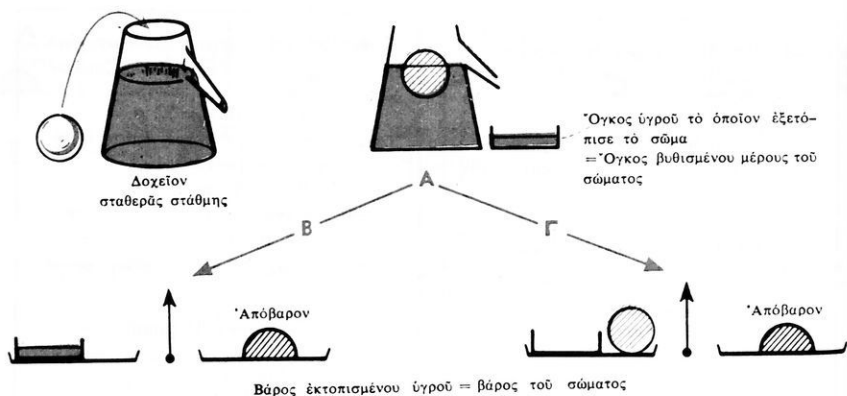
Τούτο συμβαίνει, διότι έν μέρος μόνον του σώματος είναι βυθισμένον και ή νέα άνωσις F' είναι μικροτέρα εκείνης, την όποίαν είχαν ή F, όταν όλόκληρον τό σώμα ήτο βυθισμένον έντός του ύδατος ($F' < F$).

Ένώ λοιπόν ή άνωσις καθίσταται μικροτέρα, όταν τό σώμα έξέρχεται του ύδατος, τό βάρος του παραμένει τό αυτό· όταν δέ ή άνωσις γίνη ίση πρός τό βάρος, τό σώμα θά ίσορροπήση. Η άνωσις και τό βάρος θά είναι τότε δύο δυνάμεις ίσα· και αντίθετου φοράς.



Σχ. 1. Είς τό Α ό λίθος πίπτει είς τόν πυθμένα του δοχείου, $P > F$. Είς τό Β ό φελλός άνέρχεται είς την έπιφάνειαν, $P < F$. Είς τό Γ ό φελλός ίσορροπεί είς την έπιφάνειαν, $P = F'$.

Συμπέρασμα: "Όταν ό φελλός επιπλέη, ή άνωσις είναι ίση με τό βάρος του.



Σχ. 2. Έπαλήθευσις τῆς ἀρχῆς τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Πείραμα. Θέτομεν ἐντὸς τοῦ δοχείου μὲ τὸν πλευρικὸν σωλῆνα σφαῖραν ἐπιπλεύουσαν εἰς τὸ ὕδωρ (σχ. 2). Τὸ ἐκτοπιζόμενον ὑπὸ τῆς σφαίρας ὕδωρ χύνεται ἐν τοῦ πλευρικοῦ σωλῆνος εἰς μικρὸν δοχεῖον. Τὸ δοχεῖον αὐτὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ τὸ ἰσορροποῦμεν δι' ἀποβάρου, τὸ ὅποιον θέτομεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Ἐὰν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ὕδατος τοῦ μικροῦ δοχείου τοποθετήσωμεν τὴν σφαῖραν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ καὶ πάλιν.

Τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς σφαίρας, ἣ ὅποια ἐπιπλέει. Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καταλήγομεν καὶ ὅταν χρησιμοποιήσωμεν οἰονδήποτε ἄλλο ὑγρὸν.

Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. Ὅταν ἐν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὑγροῦ, τὸ βάρος τοῦ σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

2 Ἴσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Ὅταν ἐν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐπιπλέῃ, τὸ κέντρον ἀνώσεως 1K καὶ τὸ κέντρον βάρους G εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου (σχ. 5).

Σχ. 3. Ἐν καγνιδίον («ὁ κολυμβητῆς»): Ἄν πιέσωμεν τὴν μεμβράνην, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν «κολυμβητῆν», ὅστις λόγῳ τοῦ βάρους, τὸ ὅποιον λαμβάνει, πίπτει.

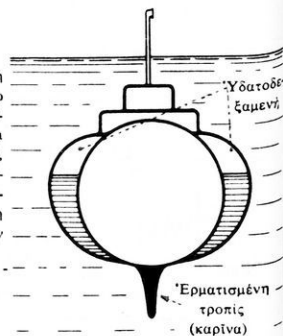
$$P > F$$

Ἄν διακόψωμεν τὴν πίεσιν, τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζεται ἀπὸ τὸν «κολυμβητῆν», ὁ ὅποιος γίνεται ἑλαφρὸς καὶ, ὡς ἐκ τούτου, ἀνέρχεται:

$$P < F$$



Σχ. 4. Ἐγκαρσία τομῆ ἑνὸς ὑποβρυχίου: Λόγῳ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον εἰσάγεται εἰς τὴν ὕδατοδεξαμενὴν, μεταβάλλεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου, ὥστε νὰ δύναται νὰ πλέῃ καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ κάτωθεν αὐτῆς.



(1) Κέντρον ἀνώσεως εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

● Είς τὸ σχῆμα 5 Α τὸ κέντρο βάρους τοῦ σωλήνος εὐρίσκεται κάτω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Τὸ σῶμα ἔχει εὐσταθὴ ἰσορροπία.

● Είς τὸ σχῆμα 5 Β, Γ τὸ κέντρο βάρους εὐρίσκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Ὅταν ὁμως ἀπομακρύνωμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του, τὸ σχῆμα τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ μεταβάλλεται καὶ τὸ κέντρο ἀνώσεως ἀλλάσσει θέσιν.

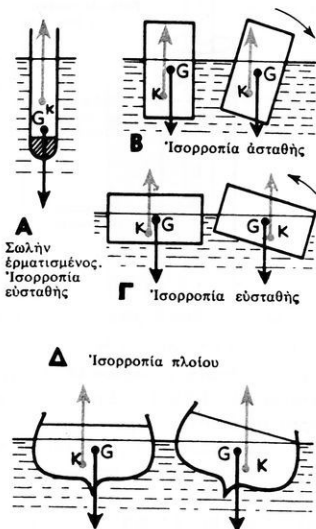
● Είς τὸ σχῆμα 5 Β ἡ συνδυασμένη δρᾶσις τῶν δύο δυνάμεων F καὶ P αὐξάνει τὴν κλίσιν τοῦ σώματος καὶ τὸ σῶμα πίπτει. Ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθής.

● Ἀντιθέτως εἰς τὸ σχῆμα 5 Γ ἡ δρᾶσις τῶν δυνάμεων ἀντιτίθεται εἰς τὴν κλίσιν τοῦ σώματος καὶ τὸ ἐπαναφέρει εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας. Ἡ ἰσορροπία τοῦ σώματος εἶναι εὐσταθής.

● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Δ παρατηροῦμεν, διατί τὸ πλοῖον ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας, ὅταν κλίνη, ἂν καὶ τὸ κέντρο βάρους εὐρίσκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως.

Διὰ τὴν παραμῆνη σταθερὸν τὸ κέντρο βάρους, τὰ βαρῆα ἐμπορεύματα τοποθετοῦνται εἰς τὰ κατώτερα διαμερίσματα τοῦ πλοίου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ πετρελαιοφόρα μεταφέρουν τὸ πετρέλαιον ἐντὸς χωριστῶν διαμερισμάτων.

Τί θὰ συνέβαινεν εἰς ἀντίθετον περίπτωσιν ;



Σχ. 5. Ἴσορροπία ἐπιπλέοντων σωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὅταν ἓν σῶμα εἶναι βυθισμένον ἐξ ὀλοκλήρου ἐντὸς ὑγροῦ, ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτοῦ δύο κατακόρυφοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις : τὸ βάρος P καὶ ἡ ἄνωσις F .

Ἐὰν $F < P$, τὸ σῶμα πίπτει εἰς τὸν πυθμένα (βυθίζεται).

Ἐὰν $F > P$, τὸ σῶμα ἀνέρχεται, ἐξέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καί, ὅταν ἡ ἄνωσις καταστῇ ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ (P), ἰσορροπεῖ (ἐπιπλέει).

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν: Ὅταν ἓν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του, τὸ βάρος του εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

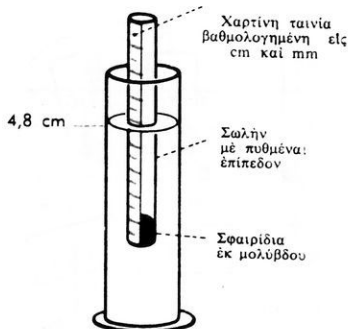
3. Ὅταν ἓν σῶμα ἐπιπλέει, ἰσορροπεῖ, ἂν τὸ κέντρο βάρους καὶ τὸ κέντρο ἀνώσεως εὐρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου.

Δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εὐρίσκεται τὸ κέντρο βάρους ἐνὸς πλοίου χαμηλότερον τοῦ κέντρου ἀνώσεως: ὅσον ὁμως χαμηλότερον εὐρίσκεται, τόσοσιν σταθερωτέρα εἶναι ἡ ἰσορροπία του.

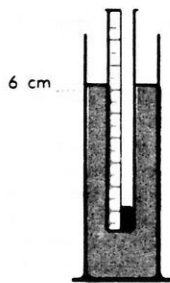
29^{ον} ΜΑΘΗΜΑ : Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὴν μέτρησιν τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ

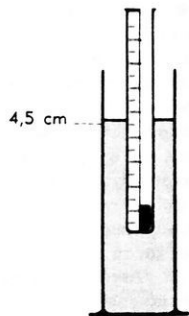
1 Πείραμα. Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ὑαλίνου σωλήνος χαρτίνην ταινίαν, βαθμολογημένην εἰς χιλιοστά, καὶ ρίπτομεν εἰς τὸν σωλήνα μερικά σκάγια (ο.χ. 1). Ὁ πυθμὴν τοῦ σωλήνος εἶναι ἐπίπεδος. Ἐὰν θέσωμεν διαδοχικῶς τὸν σωλήνα ἐντὸς τριῶν κυλινδρικών δο-



Εις τὸ καθαρὸν ὕδωρ



Εις τὸ οἶνονπνευμα



Εις τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ

Σχ. 1. Πραγματοποιήσεις πυκνομέτρων

χειών, τὰ ὅποια περιέχουν ὕδωρ, οἶνονπνευμα καὶ ἄλμη, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ ἐπιπλέη κατακορύφως ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι διάφορον εἰς ἕκαστον ὑγρὸν.

● Σημειώνομεν τὸ ὕψος h καὶ, ἂν S εἰς cm^2 εἶναι ἡ τομὴ τοῦ σωλήνος, τότε ὁ ὄγκος V τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι :

Διὰ τὸ ὕδωρ

$$h_1 = 4,8 \text{ cm}$$

$$V_1 = (4,8 \times S) \text{ cm}^3$$

διὰ τὸ οἶνονπνευμα

$$h_2 = 6 \text{ cm}$$

$$V_2 = (6 \times S) \text{ cm}^3$$

διὰ τὴν ἄλμη

$$h_3 = 4,5 \text{ cm}$$

$$V_3 = (4,5 \times S) \text{ cm}^3$$

Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων εἰς τὰ ὑγρά, τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ σταθερὸν βάρος τοῦ σωλήνος.

Ὁ σωλήν θὰ ἐκτοπιζῆ τὸ αὐτὸ βάρος ὑγροῦ, οὐδὲποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ ὑγρὸν τοῦτο, θὰ διαφέρει δὲ μόνον ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, δηλαδὴ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνος.

Τὸ βάρος $(4,8 \times S) \text{ cm}^3$ ὕδατος, ἢ $(4,8 \times S) p$
εἶναι ἴσον

πρὸς τὸ βάρος $(6 \times S) \text{ cm}^3$ οἶνονπνεύματος ἢ πρὸς τὸ βάρος $(4,5 \times S) \text{ cm}^3$ ἄλμης

$$\text{δηλ. } \rho_s \times (6 \times S) p$$

$$\rho_s = \frac{4,8 \times S}{6 \times S} = \frac{4,8}{6} = 0,8$$

$$\text{δηλ. } \rho'_s \times (4,5 \times S) p$$

$$\rho'_s = \frac{4,8 \times S}{4,5 \times S} = \frac{4,8}{4,5} = 1,07$$

2 Πυκνόμετρα.

Δυνάμεθα νὰ βαθμολογήσωμεν τὸν σωλήνα ἀμέσως εἰς **σχετικὴν πυκνότητα**. Πρὸς τοῦτο τὸν θέτομεν ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος καὶ ἐκεῖ, ὅπου φθάνει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος, σημειώνομεν τὴν ὑποδιαίρεσιν 1. Τὰ ὑγρά, τὰ ὅποια ἔχουν πυκνότητα μικροτέραν τοῦ 1, φθάνουν ἄνω τῆς ὑποδιαίρεσεως 1, ἐνῶ ἐκεῖνα, τὰ ὅποια ἔχουν μεγαλυτέραν τοῦ 1, φθάνουν κάτω τῆς ὑποδιαίρεσεως 1.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μεγαλυτέραν προσέγγισιν, πρέπει ὁ σωλήν νὰ εἶναι μικρᾶς τομῆς. Διὰτί ;

● Τὸ πυκνόμετρον εἶναι εἰς πλωτῆρ φέρων ἕρμα (σκάγια) καὶ ἐν στέλεχος προσηρμοσμένον εἰς αὐτὸν καὶ βαθμολογημένον εἰς σχετικὴν πυκνότητα.

Υπάρχουν δύο εἰδῶν πυκνόμετρα :

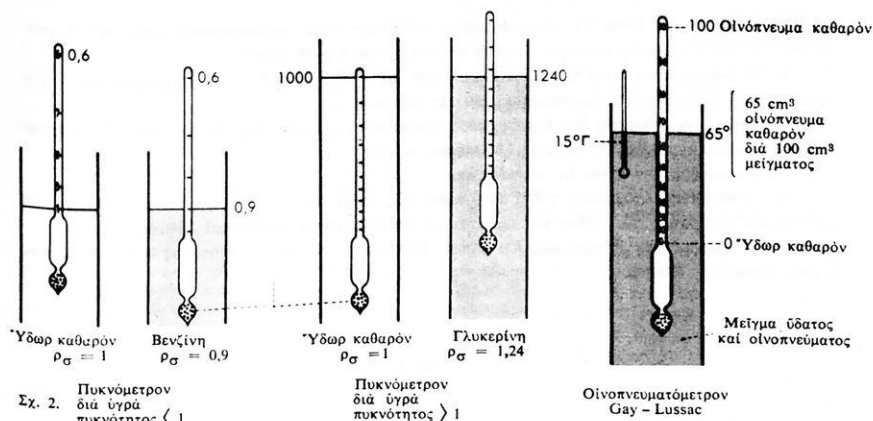
— Πυκνόμετρα (ἀραιόμετρα) διὰ ὑγρά μικροτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 0,6 ἕως 1.

(ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκειται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους) καὶ

— Πυκνόμετρα διὰ ὑγρά μεγαλυτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 1–2.

(Ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκειται εἰς τὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους).

Τὸ **γαλακτομέτρον**, τὸ ὅποιον χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξακρίβωσιν τῆς καθαρότητος τοῦ γάλακτος, εἶναι ἐν πυκνόμετρον. Τὸ καθαρὸν γάλα ἔχει πυκνότητα περίπου 1,03. Τὸ γάλα, τοῦ ὁποίου ἡ πυκνότης εἶναι 1,025, ἔχει ἀραιωθῆ δι' ὕδατος.



Σχ. 2. Πυκνόμετρον διά υγρά πυκνότητος < 1

Πυκνόμετρον διά υγρά πυκνότητος > 1

Οινόπνευματόμετρον Gay - Lussac

3 Οινόπνευματόμετρον - Άραιόμετρον.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πυκνότης ἐνὸς μείγματος ἐξ οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος εἶναι συνάρτησις τῆς περιεκτικότητος τοῦ μείγματος εἰς οἰνόπνευμα καὶ ὕδωρ.

Καταλλήλως βαθμολογημένον πυκνόμετρον δύναται, ὡς ἐκ τούτου, νὰ μᾶς παρέχη ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἐνὸς τοιοῦτου μείγματος εἰς οἰνόπνευμα.

Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac δεῖκνυει 0° εἰς τὸ καθαρόν ὕδωρ καὶ 100° εἰς τὸ καθαρόν οἰνόπνευμα. Ὅταν τὸ οἰνοπνευματόμετρον βυθίζεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 60° εἰς ἓν μείγμα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος, τότε τὸ διάλυμα αὐτὸ ἔχει περιεκτικότητα 60 cm³ οἰνοπνεύματος εἰς τὰ 100 cm³ τοῦ μείγματος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C.

Ἄν ἡ θερμοκρασία εἶναι διαφορετικὴ, θὰ πρέπει νὰ διορθώσωμεν τὴν εὐρεθείσαν ἐνδειεὶν τῆ βοήθειᾳ ἐδικῶν πινάκων, οἱ ὅποιοι συνοδεύουν τὸ οἰνοπνευματόμετρον.

Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς διὰ μείγματα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος.

Ἡ πυκνότης ἐνὸς διαλύματος ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς περιεκτικότητος τοῦ διαλύματος.

Τὸ ἀραιόμετρον Baume εἶναι ἓν πυκνόμετρον, τὸ ὅποιον δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἐνὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἄλατος.

Εἰς τὸ καθαρόν ὕδωρ τὸ ἀραιόμετρον αὐτὸ βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 0° (εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ στελέχους). Εἰς διάλυμα 15 g μαγειρικοῦ ἄλατος εἰς 85 g ὕδατος (100 g διαλύματος) βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 15°. Τὸ διάστημα 0°-15° χωρίζεται εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ αἱ ὑποδιαίρεσεις συνεχίζονται καὶ κάτω τοῦ 15° ἕως τὸ 66° (εἰς τὴν βᾶσιν τοῦ στελέχους).

Ἡ ὑποδιαίρεσις αὕτῃ ἀντιστοιχεῖ εἰς ὑγρὸν πυκνότητος 1,84 (καθαρόν θεικὸν ὄξύ).

Τὸ ἀραιόμετρον Baume χρησιμοποιεῖται ἰδιαίτερως πρὸς ἐξακρίβωσιν τῆς περιεκτικότητος τοῦ θεικοῦ ὀξέος εἰς τὸν ἠλεκτρολύτην τῶν συσσωρευτῶν.

Σωλὴν ἐλαστικὸς (διὰ τὴν ἀπορρόφησιν τοῦ ὑγροῦ τῶν συσσωρευτῶν)

30° Baumé (συσσωρευτῆς φορτισμένος)

Ἄραιόμετρον Baumé

Σιφόνιον (διὰ τὴν ἀφαίρεσιν ὑγροῦ ἀπὸ τῶν συσσωρευτῶν)

Σχ. 3. Πυκνόμετρον συσσωρευτῶν

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Όταν εν σῶμα ἐπιπλήη, βυθίζεται τόσον περισσότερον ἐντὸς τοῦ ὕγρου, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὕγρου αὐτοῦ.

2. Τὸ πυκνότερον εἶναι εἰς πλωτῆρ με ἔρμα καὶ βαθμολογημένον εἰς σχετικὴν πυκνότητα ἐτέλεχος, τὸ ὅποιον εἶναι προσηρμοσμένον εἰς αὐτόν.

Υπάρχουν πυκνόμετρα διὰ ὑγρά μικρᾶς πυκνότητος (μικροτέρας τῆς μονάδος) καὶ πυκνόμετρα διὰ ὑγρά μεγάλης πυκνότητος (ἀνωτέρας τοῦ 1).

Τὸ γαλακτόμετρον εἶναι ἐν πυκνόμετρον.

3. Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Cay Lussac μᾶς δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα εἰς οἰνόπνευμα μείγματος, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται μόνον ἐξ οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος.

4. Τὸ ἀραιόμετρον Baume μᾶς ἐπιτρέπει τὴν εὐρεσιν τῆς περιεκτικότητος ἐνὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἄλατος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρά 7η : 'Αρχὴ τοῦ 'Αρχιμήδους

I. Ἄνωσις τοῦ 'Αρχιμήδους

1. Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἄνωσις, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ λίθου ὄγκου 245 cm³, ὅταν βυθίζεται :

α) Εἰς καθαρὸν ὕδωρ, καὶ β) εἰς ἔλαιον εἰδικοῦ βάρους 0,9 p/cm³.

2. Νά ὑπολογισθῇ τὸ φαινόμενον βᾶρος λίθου, ὁ ὅποιος ἔχει ὄγκον 150 cm³ καὶ πραγματικὸν βᾶρος 305 p, ὅταν βυθίζεται εἰς οἰνόπνευμα. (Εἰδικὸν βᾶρος οἰνοπνεύματος 0,8 p/cm³).

3. Λίθος βάρους 187 p, ὅταν βυθισθῇ εἰς καθαρὸν ὕδωρ, φαίνεται νὰ ἔχη βᾶρος 102 p :

α) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἄνωσις, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ λίθου, β) ὁ ὄγκος του καὶ γ) ἡ πυκνότης του.

4. Ζυγίζομεν μίαν μεταλλικὴν σφαῖραν :

α) ἐξηρητημένην ἐκ τοῦ δίσκου ἐνὸς ζυγοῦ : 45 p

β) βυθισμένην ἐντὸς ἄλμυρου ὕδατος : 39 p

γ) βυθισμένην εἰς καθαρὸν ὕδωρ : 40 p

Νά εὐρεθῶν : α) ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας, β) ἡ ἄνωσις ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ αὐτῆς εἰς τὸ ἄλμυρὸν ὕδωρ καὶ γ) ἡ πυκνότης τοῦ ἄλμυρου ὕδατος.

5. Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν πυκνότητα ἐνὸς κράματος, πραγματοποιοῦμεν τὰς ἑξῆς ζυγίσεις :

— Τὸ τεμάχιον τοῦ κράματος ἐξηρητημένον ἐκ τοῦ δίσκου + 12,4 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Τὸ τεμάχιον βυθισμένον ἐντὸς ὕδατος + 48,7 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— 310 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον :

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης αὐτοῦ τοῦ κράματος ;

β) Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ κράματος ;

6. Διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν πυκνότητα ἐνὸς διαλύματος, ἐκτελοῦμεν τὰς ἑξῆς μετρήσεις :

— Ἡ σφαῖρα ἐξηρητημένη ἐκ τοῦ δίσκου + 8,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ διάλυμα + 23,8 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ ὕδωρ + 21,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον :

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος ;

β) Ποία ἡ σχετικὴ του πυκνότης ;

7. Πρὸς εὐρεσιν τῆς σχετικῆς πυκνότητος μείγματος ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος κἀνωμεν ὅ,τι καὶ εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα καὶ διὰ τῆς ἰδίας σφαίρας, ἐνθα :

— ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ μείγμα + 19,5 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ μείγματος ;

β) Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ του πυκνότης ;

8. Τεμάχιον κράματος χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ζυγίζει 1 Kr. Ὄταν βυθισθῇ εἰς τὸ ὕδωρ, ἔχει φαινόμενον βᾶρος 942,4 p. Ποία ἡ σύστασις αὐτοῦ τοῦ κράματος; (Σχετικαὶ πυκνότητες : χρυσοῦ 19,3, χαλκοῦ 8,9).

9. Ὅρειχαλκινὴ σφαῖρα ζυγίζει 200 p (σχετικὴ πυκνότης ὀρειχαλκοῦ 8). Βυθισμένη ἐντὸς οἰνοπνεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8 ἡ ἰδία σφαῖρα ζυγίζει 112 p :

α) Εἶναι κενὴ ἡ πλήρης ἡ σφαῖρα αὕτη ;

Εἰς τὴν πρώτῃν περίπτωσιν ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ κενοῦ ;

β) Πόσον θὰ ἦτο τὸ φαινόμενον βᾶρος αὐτῆς τῆς σφαίρας, εἴαν ἦτο πλήρης καὶ ἐβυθίζετο εἰς τὸ οἰνόπνευμα ;

10. α) Ἰσορροποῦμεν ζυγόν, θέτοντες εἰς τὸν δεξιὸν δίσκον ἐν ἀπόβαρον καὶ εἰς τὸν ἀριστερὸν σταθμὰ 150 g. Ὄταν ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ ἀριστεροῦ δίσκου ἓνα χάλκινον κύβον ἀκμῆς 2 cm, πρέπει, διὰ νὰ διατηρήσωμεν τὴν ἰσορροπίαν, νὰ κρατήσωμεν εἰς αὐτὸν τὸν δίσκον μόνον 80 g. Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ χαλκοῦ ;

β) Ἐάν βυθίσωμεν τὸν οὗτω ἐξηρητημένον κύβον ἐξ ὀλοκλήρου εἰς τὰ διαλύματα θειικοῦ χαλκοῦ σχετικῆς πυκνότητος 1,1, πρέπει νὰ προσθέσωμεν σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου του, διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ἰσορροπία. Ποῖον εἶναι τὸ ὀλικὸν βᾶρος τῶν σταθμῶν εἰς τὸν δίσκον αὐτόν ;

11. Ἐάν ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ δίσκου ἐνὸς ζυγοῦ διὰ νήματος μᾶζης 2g τεμάχιον μολύβδου, πρέπει νὰ

θέσωμεν εις τόν δεύτερον δίσκον 500 g, διά νά ἐπιτύχωμεν ἰσορροπία. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μέ τόν μολύβδον βυθισμένον πῶτον ἐντός καθαροῦ ὕδατος, ὁπότε χρειάζονται 465 g εις τόν δεύτερον δίσκον, διά νά ἐπιτύχωμεν ἰσορροπία. Ἐπειτα μέ τόν μολύβδον βυθισμένον εις τὸ ἄλμυρόν ὕδωρ, ὁπότε ἀπαιτοῦνται 449 g :

α) Νά παρασταθοῦν δι' ἀντιστοιχῶν σχεδίων τὰ τρία διαδοχικά πείραματα, τὰ ὁποῖα ἐξετελέσαμεν.
β) Νά ὑπολογισθοῦν ὁ ἄγκος καί ἡ πυκνότης τοῦ μολύβδου.

γ) Νά ὑπολογισθῇ ἡ πυκνότης τοῦ ἄλμυροῦ ὕδατος.

12. Χαλκίνη σφαῖρα ὄγκου 20 cm³ εἰδικοῦ βάρους 8,9 g/cm³ ἐξαρτάται ἐκ τοῦ δίσκου Α ἐνός ζυγοῦ. Ἀπόβαρον τιθέμενον εις τόν δίσκον Β ἰσορροπεῖ τόν ζυγόν. Βυθίζομεν τήν σφαῖραν ἐντός οἰνοπνεύματος εἰδικοῦ βάρους 0,8 g/cm³ :

α) Πόσα σταθμά πρέπει νά θέσωμεν καί εις ποῖον δίσκον πρός ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ;

β) Βυθίζομεν αὐτὴν τήν σφαῖραν εις ὑγρὸν ἀγνώστου πυκνότητος. Ἐάν προσθέσωμεν εις τόν δίσκον δίσκον 14,6 g, ποῖα εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ ;

II. Ἐπιπλέοντα σώματα

13. α) Τεμάχιον πάγου βάρους 1 Κρ καί εἰδικοῦ βάρους 0,92 g/cm³ ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Πόσον μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι βυθισμένον εις τὸ ὕδωρ καί πόσον εὐρίσκεται ἐκτός τούτου ;

β) Σημειώνομεν διά μιάς γραμμῆς τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εις τὸ δοχεῖον. Ὅταν ταχῆ ὁ πάγος, θά μεταβληθῇ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ; Καί διατί ;

14. Λέμβος κενῆ ἔχει βάρος 200 Κρ. Ποῖον ὄγκον ὕδατος ἐκτοπίζει ; καί πόσον ὅταν ἐντός αὐτῆς εὐρίσκωνται δύο ἐπιβάται, οἱ ὁποῖοι μετὰ τῶν ἀποσκευῶν των ζυγίζουν 160 Κρ ;

α) Εἰς τὸ καθαρόν ὕδωρ ;
β) Εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ; (σχετικὴ πυκνότης 1,03).

15. Ξύλινος κυλινδρὸς τομῆς 10 cm² ἐρματίζεται ἐπὶ τὸ κάτω μέρος του δι' ἐνός μολυβδίνου δίσκου ἰδίας τομῆς, ὁπότε ἀποκτᾷ ὀλίγον ὕψος 20 cm. Τὸν θέτομεν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἐνθα ἐπιπλέει, καί τὸ βυθισμένον μέρος του ἔχει ὕψος 16 cm.

Πόσον εἶναι τὸ πάχος τοῦ δίσκου ; (σχετικὴ πυκνότης ξύλου 0,7 καί μολύβδου 11).

Τὸ ὕψος αὐτὸ ἐξαρτάται ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ κυλινδρῶν ;

16. Τεμάχιον χαλκοῦ βάρους 242 p ἐπιπλέει ἐπὶ ὕδατος. α) Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ βυθισμένου μέρους ;

β) Ποῖαν δύναμιν πρέπει ν' ἀσκήσωμεν εις αὐτὸ τὸ τεμάχιον, διά νά τὸ βυθίσωμεν ὀλόκληρον ἐντός τοῦ ὕδατος ; (σχετικὴ πυκνότης χαλκοῦ 8,8 ὕδατος 1,03).

17. Θέτομεν τεμάχιον μετάλλου ἐντός ὄγκομετρικοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 63 cm³. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μέταλλον βυθίζεται, ἐνθ' ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εις τὴν ὑποδιαίρεσιν 77 cm³. Τὸ ἴδιον τεμάχιον θέ-

τομεν εις ὄγκομετρικὸν δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδατος μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 57 cm³. Τὸ μέταλλον ἐπιπλέει εις τὸν ὕδατος, ἐνθ' ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εις τὴν ὑποδιαίρεσιν 65 cm³ :

α) Ποῖα ἡ πυκνότης τοῦ μετάλλου ;

β) Ποῖα ἡ σχετικὴ τοῦ πυκνότης ;

18. Τεμάχιον φελλοῦ, ὄγκου 120 cm³ καί εἰδικοῦ βάρους 0,25 g/cm³, ἐπιπλέει εις τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος :

α) Πόσον ἄνωσιν δέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος ;

β) Πόσος εἶναι ὁ ἐκτός ὕδατος ὄγκος τοῦ φελλοῦ ;

γ) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ βάρος 50 p. Πόσος εἶναι τῶρα ὁ ὄγκος τοῦ φελλοῦ, ὅστις δὲν βυθίζεται ; Ποῖον εἶναι τὸ μεγαλύτερον βάρος, τὸ ὁποῖον δύναμεθα νά θέσωμεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ ;

19. Κοιλὴ χαλκίνη σφαῖρα βάρους 1320 p ζυγίζεται ἐντός τοῦ ὕδατος 1095 p :

α) Νά ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τῆς κοιλότητος.

β) Ἐάν ἡ μᾶζα τοῦ χαλκοῦ παραμείνῃ ἡ αὐτὴ, ποῖον ὄγκον πρέπει ν' ἀποκτήσῃ διαδοχικῶς ἡ κοιλότης, διά νά ἰσορροπῇ ἡ σφαῖρα : α) ἐντός τοῦ ὕδατος ; καί β) ἐντός τοῦ οἰνοπνεύματος ;

(Πυκνότητες : χαλκοῦ 8,8 g/cm³, οἰνοπνεύματος 0,8 g/cm³).

20. Κύλινδρος ἐκ φελλοῦ, βάρους 69,3 p, ἔχει διάμετρον 7 cm καί ὕψος 6 cm : α) Πόση εἶναι ἡ πυκνότης του ;

β) Ἐάν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέει ἐπὶ τὸ ὕδωρ καί ἡ βάσις του εἶναι ὀριζόντια, πόσον ὕψος ἔχει τὸ ἀναδυόμενον μέρος του ;

γ) Πόσον εἶναι αὐτὸ τὸ ὕψος, ὅταν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέῃ ἐπὶ οἰνοπνεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8 ; (π = 22/7).

III. Πυκνόμετρα

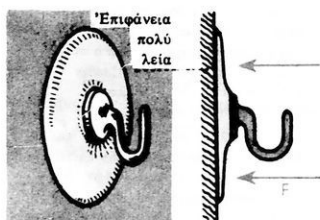
21. Σωλὴν ἐντελῶς κυλινδρικός φέρων ἔρμα ἔχει τομὴν ἐμβαδοῦ 4 cm² καί βάρος 60 p :

α) Πόσον εἶναι τὸ μήκος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλῆνος ἐντός ὑγροῦ πυκνότητος : 0,7 g/cm³ ; 0,8 g/cm³ ; 1 g/cm³ ; 1,2 g/cm³ ; 1,4 g/cm³ ; 1,6 g/cm³ ;

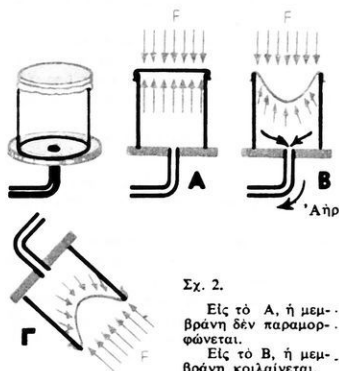
β) Νά κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη, ἡ ὁποία παραστή τὰς μεταβολὰς τοῦ μήκους τοῦ βυθισμένου μέρους συναρτήσῃ τὸν πυκνοτήτων τῶν χρησιμοποιουμένων ὑγρῶν. Θέτομεν εις τὸν ἄξονα ΟΧ τὰς πυκνότητας, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν Ο τὸ 0,7 g/cm³ καί 1 cm διά 0,1 g/cm³ καί εις τὸν ἄξονα ΟΥ τὰ μήκη τοῦ βυθισμένου μέρους, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν τὸ Ο καί 1 cm δι' ἑκάστον 1 cm βυθισμένου μήκους.

22. Πυκνόμετρον βάρους 16,5 p ἀποτελεῖται ἐξ ἐνός πλωτήρος, ὄγκου 16 cm³ φέροντος ἔρμα, καί ἐνός ὑαλίνου βαθμολογημένου σωλῆνος, τομῆς 0,5 cm². Ὅτετομεν τοῦτο ἐντός καθαροῦ ὕδατος : Εἰς ποῖον ὕψος ἄνωθεν τοῦ πλωτήρος θά ἀνέλθῃ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ;

β) Θέτομεν τοῦτο ἐντός ὑγροῦ, ἀγνώστου πυκνότητος. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται 23 cm ἀνω τοῦ πλωτήρος. Ποῖα εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ ;



Σχ. 1. Άγκιστρον «βεντούζα». Ο ελαστικός δίσκος κρατείται επί της λείας επιφανείας από την πιεστική δύναμιν του αέρος.



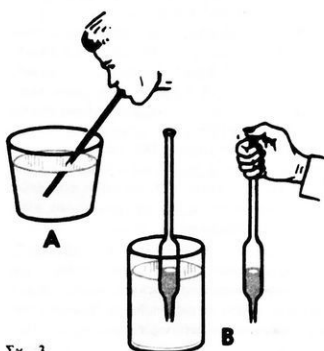
Σχ. 2.

Είς τὸ Α, ἡ μεμβράνη δὲν παραμορφώνεται.

Είς τὸ Β, ἡ μεμβράνη κοιλιάζεται.

Είς τὸ Γ, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτό, ὅπως καὶ ἂν στρέψω-

μεν τὴν μεμβράνην.



Σχ. 3.

A: Τὸ καλαμάκι. Διατί τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλήνα;

B: Τὸ σιφώνιον. Ποία δύναμις ἐμποδίζει τὸ ὑγρὸν νὰ χυθῆ;

Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

1 Δυνάμεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος.

α) Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου τὸν ἐλαστικὸν δίσκον τοῦ σχήματος 1 καὶ θελήσωμεν νὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἔλκοντες αὐτὸν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου, δὲν θὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ἄνευ δυσκολίας. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν ὁμῶς ἑλαφρῶς τὰ χεῖλη τοῦ δίσκου, θὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἄνευ προσπάθειάς.

β) Τοποθετούμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἀεραντλίας εὐρύν κύλινδρον, προσαρμόζοντες ἐπὶ τοῦ ἐτέρου ἀνοίγματος ἐλαστικὴν μεμβράνην. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ κυλίνδρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνη κοιλιάζεται καὶ εἰς τὸ τέλος θραύεται, οἰονόησθε καὶ ἂν ἐχῆ προσανατολισμόν. Καθίσταται φανερόν ὅτι ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς ἐνεργεῖ μία πιεστικὴ δύναμις (σχ. 2).

2 Ἐξήγησις τῶν δύο πειραμάτων.

α) Δὲν δυνάμεθα ν' ἀποκολλήσωμεν τὸν δίσκον ἐκ τῆς ὑάλου, διότι εἰς τὴν ἔλξιν, τὴν ὁποίαν ἀσκούμεν ἐπ' αὐτοῦ, ἀντιδρᾷ ἕτερα δύναμις.

Ἡ δύναμις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος, ἀφοῦ ὁ δίσκος εἰς τὴν ἐξωτερικὴν του ἐπιφάνειαν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μόνον μετ' αὐτοῦ.

β) Πρὸ τῆς ἐνάρξεως λειτουργίας τῆς ἀντλίας ἡ μεμβράνη εἶναι ἐπίπεδος, διότι ἡ δὲν ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτῆς δύναμις ἢ ἐνεργοῦν δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις.

Ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ αἵρος, ἡ μεμβράνη κοιλιάζεται, διότι μία δύναμις πιέζει τὴν ἐξωτερικὴν τῆς ἐπιφάνειαν. Ἐπειδὴ ἡ δύναμις αὕτη θὰ προϋπήρχε, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ μεμβράνη πιέζεται καὶ ἐκ τῶν δύο ἐπιφανείων τῆς διὰ δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων. Ὅσον ἀφαιροῦμεν τὸν ἀέρα, ἡ ἔντασις τῆς ἐσωτερικῆς δυνάμεως ἐλαττοῦται, ὁπότε ἡ σταθερὰ ἐξωτερικὴ δύναμις κοιλιάζει τὴν μεμβράνην.

Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ ἔχει βάρους (1 l αἵρος ζυγίζει περίπου 1,3 ρ), πιέζει, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, τὰς ἐπιφανείας, με τὰς ὁποίας ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν.

Πλείστα φαινόμενα τῆς καθημερινῆς ζωῆς μαρτυροῦν τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

3 Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως: Πείραμα τοῦ Torricelli.

Πληροῦμεν δι' ὕδραργύρου ὑάλινον σωλήνα, μήκους 1 m· κλείομεν τὸ ἀνοίγμά του διὰ τοῦ δακτύλου μας καὶ τὸν ἀναστρέφομεν ἐντὸς μικρᾶς λεκάνης με ὕδραργγρον οὕτως, ὥστε τὸ στόμιον τοῦ σωλή-

νος να εύρσκηται υπό τήν έπιφάνεια του ύδραργύρου.

Έάν άποσύρωμεν τόν δάκτυλόν μας, ό ύδραργγρος κατέρχεται και ή στάθμη του σταθεροποιείται εις τό σημείον Γ, τό όποϊόν εύρσκηται εις ώρισμένον ύψος h εκ τής στάθμης του ύδραργγύρου τής λεκάνης. Τό ύψος αυτό είναι 76 cm (σχ. 4), όταν τό πείραμα εκτελήται εις τήν έπιφάνεια τής θαλάσσης. Παρατηρούμεν ότι ή στάθμη Γ παραμένει εις τό αυτό όριζόντιον έπίπεδον και όταν κλίνωμεν τόν σωλήνα και εάν έπαναλάβωμεν τό πείραμα διά σωλήνων διαφόρων σχημάτων (σχ. 4, 5).

Έξήγησις. Όταν ό ύδραργγρος κατέρχεται έντός του σωλήνος, τότε ό χώρος, τόν όποϊόν κατέλαβανε προηγουμένως ό ύδραργγρος μεταξύ τής στάθμης Γ και τής κορυφής του σωλήνος, παραμένει κενός, διότι ό αήρ δέν δύναται να εισχωρήσει.

Συμφώνως προς τήν θεμελιώδη άρχήν τής υδροστατικής, εις τά δύο σημεία Α και Β, τά όποϊα εύρσκονται εις τό αυτό όριζόντιον έπίπεδον, ένεργεί ή αύτή πίεσις (σχ. 4 και 6) : $P_A = P_B$.

Εις τό σημείον Α ένεργεί ή άτμοσφαιρική πίεσις εις τό σημείον Β (εις τήν προκειμένην περίπτωσην) ή πίεσις είναι αριθμητικώς ίση προς τό βάρος στήλης ύδραργγύρου, ή όποϊα έχει ύψος 76 cm και τομήν 1 cm^2 (σχ. 6). Άφου τό ειδικόν βάρος του ύδραργγύρου είναι $13,6 \text{ p/cm}^3$,

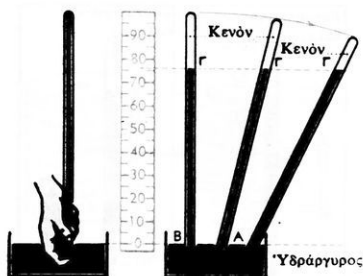
$$P = 13,6 \text{ p/cm}^3 \times 76 \text{ cm} = 1033 \text{ p/cm}^2$$

δεχόμεθα ότι αύτή άποτελεί τήν μέσην πίεσιν ένός τόπου, ό όποϊός εύρσκηται εις τό ύψος τής στάθμης τής θαλάσσης και εις γεωγραφικόν πλάτος 45° , λέγεται δε πίεσις μιās φυσικής άτμοσφαιρας.

$$\text{Πίεσις μιās φυσικής άτμοσφαιρας} \\ = 1 \text{ Atm} = 1013,3 \text{ millibars}$$

εις τήν θερμοκρασίαν 0° C εις τήν στάθμην τής θαλάσσης και εις γεωγραφικόν πλάτος 45° .

Εις τήν Μετεωρολογίαν χρησιμοποιείται ή μονάς Bar, ή millibar (mBar) και ή μικρομπάρ (μBar). Η σχέσις τής mBar προς τήν πίεσιν μιās φυσικής άτμοσφαιρας είναι : $1 \text{ Atm} = 1013,3 \text{ mBar}$.

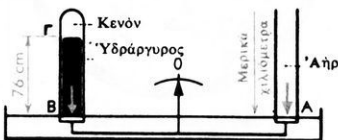


Σχ. 4. Σωλήν Torricelli.

Η στάθμη του ύδραργγύρου εις τόν σωλήνα κατέρχεται εις ύψος 76 cm περίπου, οιαδήποτε και άν είναι ή κλίσις του σωλήνος.



Σχ. 5. Τό ύψος h του ύδραργγύρου δέν εξαρτάται εκ του σχήματος του σωλήνος ούτε εκ του έμβαδού τής τομής του.



Βάρος του ύδραργγύρου = Βάρος άέρος

Σχ. 6. Η στήλη του ύδραργγύρου ίσορροπεί στήλην άέρος τής αύτής τομής και ύψους όσον είναι τό πάχος τής άτμοσφαιρας.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ο άτμοσφαιρικός αήρ άσκει πίεσιν έφ' εκάστης έπιφανείας, μετά τής όποϊας έρχεται εις έπαφήν.

2. Η δύναμις, ή όποϊα συγκρατεί τούς έλαστικούς δίσκους επί των λειών έπιφανειών και αναγκάζει τά υγρά ν' άνέρχονται εις τά σιφώνια, τά σύριγγας, τά σταγονόμετρα κλπ., όφειλεται εις τήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν.

3. Η πίεσις τής φυσικής άτμοσφαιρας ίσορροπεί στήλην ύδραργγύρου, τομής 1 cm^2 και ύψους 76cm κατά μέσον όρον εις τήν στάθμην τής θαλάσσης, ίσοῦται δε προς $1033,6 \text{ p/cm}^2$ ή $1013,3 \text{ mBar}$.

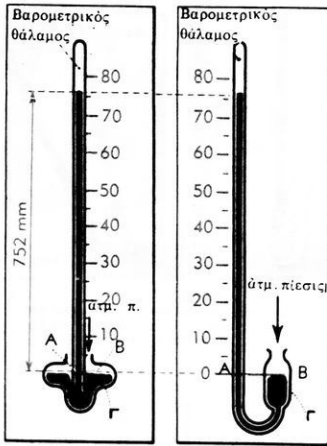
ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ

Είναι όργανον, διὰ τοῦ οὐοίου μετροῦμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

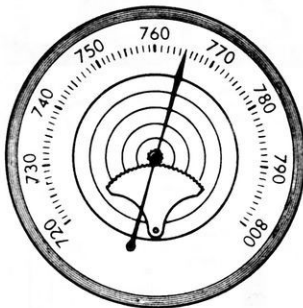
1 Τὸ Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

● Τοῦτο (σχ. 1) εἶναι εἰς σωλὴν Torricelli. Ἡ διάμετρος τῆς λεκάνης τοῦ Γ εἶναι πολὺ μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος καὶ διὰ τοῦτο μετατόπισις ὀλίγων ἑκατοστομέτρων τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀνεπισητον μετατόπισιν τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὴν μετατόπισιν αὐτὴν δυνάμεθα νὰ παραβλέψωμεν καὶ νὰ θεωρήσωμεν τὸ Ο ὡς ὑποδιαίρεσιν τῆς πλακὸς ὅτι ἀντιστοιχεῖ πάντοτε εἰς τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

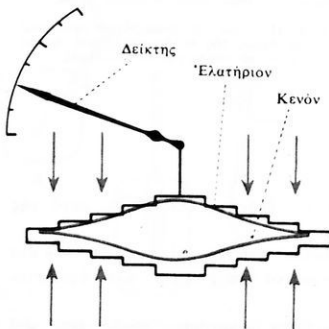
Ἐστω ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα φθάνει εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 752 mm. Εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν ὁ ὑδραργύρος ἰσορροπῆ, ἐνεργεῖ τῆς πίεσις. Διὰ εἰς μὲν τὸ Β ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, εἰς δὲ τὸ σημεῖον Α ἡ πίεσις στήλης ὑδραργύρου 752 mm.



Σχ. 1. Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον



Μεταλλικὸν βαρόμετρον



Σχ. 2. Ἀρχὴ τοῦ μεταλλικοῦ βαρομέτρου

Συμπέρασμα: Ἐάν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσορροπῆ στήλῃν ὑδραργύρου, ὕψους 752 mm, λέγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἶναι 752 mm ὑδραργύρου.

2 Τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον.

Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον παρουσιάζει μεγάλον ὄγκον, εἶναι εὐθραυστον καὶ μεταφέρεται δυσκόλως. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον, εἰς τὸ ὁποῖον τὴν πιεστικὴν δύναμιν τῆς ἀτμοσφαιρας ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις ἐνὸς ἐλατηρίου.

● Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς κυλινδρικοῦ τυμπάνου μὲ μεταλλίνα ἐλαστικά τοιχώματα.

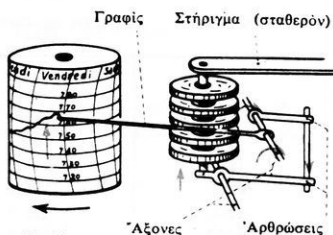
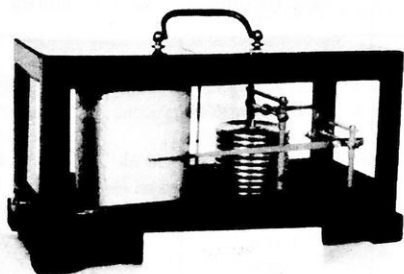
● Τί θὰ συμβῆ, ἐάν ἐλαχθῆ ὁ ἀήρ ἐξ αὐτοῦ τοῦ τυμπάνου ;

Ἐάν προηγουμένως προσαρμόσωμεν ἐν ἐλατήριο ἐν εἰς τὸ ἐσωτερικόν του, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχ. 2, τότε τί θὰ ἐπιτύχωμεν ;

● Ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι σταθερὰ καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν πιεστικὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ τυμπάνου, καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἐλαστικὴ ἐπιφάνεια τοῦ παρακολουθεῖ τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

● Αἱ παραμορφώσεις αὐταί, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν, μεταδίδονται εἰς δεικτῆν, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθεν πλακὸς μὲ ὑποδιαίρεσις. Ἡ πλάξ αὐτὴ βαθμολογεῖται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

3 Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον.

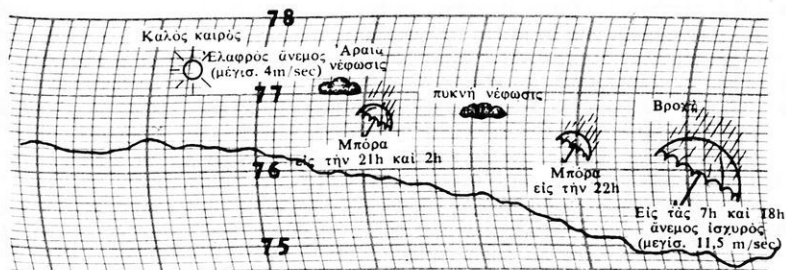


Ἐχ. 3 Ἀρχὴ τοῦ αὐτογραφικοῦ βαρομέτρου (Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν κίνησιν εἰς τὴν περιπτώσιν αὐξήσεως τῆς πίεσεως).

Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον, διὰ νὰ εἶναι εὐαίσθητότερον, ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν βαρομετρικῶν τυμπάνων, τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν στήλην.

Τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως παρακολουθεῖ ἐν στέλεχος, τὸ ὁποῖον κατατῆγει εἰς γραφίδα γλυκερινοῦχου μελάνης.

Τὸ στέλεχος ἀκολουθεῖ τὰς παραμορφώσεις τοῦ τυμπάνου, παλλόμενον εἰς κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐνῶ ἡ γραφίς, ἡ ὁποία ἀπτεται τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς κυλίνδρου, ἐκτελοῦντος μίαν πλήρη περιστροφὴν εἰς μίαν ἑβδομάδα, σημειώνει καθ' ἑκάστην στιγμὴν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.



Ὁ κύλινδρος περιβάλλεται διὰ χαρτίνης ταινίας, ἐνθα σημειοῦνται αἱ ἡμέραι καὶ αἱ ὥραι ἐπ' αὐτῆς ἡ γραφίς γράφει μίαν καμπύλην, ἡ ὁποία μᾶς ἐπιτρέπει τὴν παρακολουθήσιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐντὸς καθωρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

Τὸ βαρογράφημα αὐτὸ δεικνύει τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ διὰ χρονικὸν διάστημα μίᾳς ἑβδομάδος.

Συμπέρασμα : Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

4 Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ ὕψους.

Βαρόμετρον, τὸ ὁποῖον δεικνύει 760 mm εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης, θὰ δεικνύη τὴν ἴδιαν στιγμὴν εἰς ὕψος 1000 m τὸ πολὺ 675 mm.

● **Ἐξήγησις:** Ὅταν ἀνερχώμεθα κατὰ 10 m εἰς χαμηλὰ ὕψη, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδραργύρου ἐλαττοῦται τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ἀέρος, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος 10 m.

Ὁ ὀγκὸς του θὰ εἶναι $1000 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm}^2 = 1000 \text{ cm}^3$ ἢ 1 l ἢ 1 dm^3 .

Ύψος (εις m)	Πίεσις εις mmHg	Ύψος (εις m)	Πίεσις εις mmHg
—	—	—	—
0	760	8000	267
1000	674,1	9000	230,6
2000	596,2	10000	198,3
3000	525,8	11000	169,7
4000	462,3	12000	145,0
5000	405,2	15000	97,3
6000	353,9	20000	41,0
7000	308	30000	8,5

Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος γνωρίζομεν ὅτι εἶναι 1,3 p καὶ εἶναι ἴσον περίπου πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἢ ὅποια ἔχει μήκος 1 mm καὶ τομὴν 1 cm³. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται κατὰ 1 mm, ὅταν ἀνερχώμεθα 10 m.

5 Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου.

● Ἡ κατάσταση τοῦ καιροῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ μελέτη τῶν μεταβολῶν αὐτῶν ἐν συνδυασμῷ πρὸς ἄλλους παράγοντας (θερμοκρασίας, διευθύνσεως ἀνέμου, ὑγρασίας κ.τ.λ.) μᾶς ἐπιτρέπει μετὰ μεγάλης πιθανότητος νὰ προβλέψωμεν τὸν καιρὸν.

● Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἑνὸς τόπου, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὑψόμετρόν του.

Τὰ ὑψομετρικὰ ὄργανα τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὰ βαροόμετρα, τῶν ὁποίων ἡ πλάξ εἶναι βαθμολογημένη εἰς μέτρα ὕψους καὶ ὄχι εἰς χιλιοστά ὑδραργύρου ἢ μιλίμπάρ.

Ὁ πιλότος παρακολουθεῖ τὸ ὕψος τῆς πτήσεώς του εἰς τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον, ἀφοῦ ρυθμίση τοῦτο συμφώνως πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τοῦ ἐδάφους ἐκεῖνην τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦ μεταδίδει ὁ ἀσύρματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸν βαροόμετρον εἶναι σωλὴν Torricelli, βαθμολογημένον εἰς ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστὰ, ὁ ὁποῖος μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετῶμεν τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

2. Εἰς τὸ μεταλλικὸν βαροόμετρον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐλαστικῆς ἐπιφανείας ἑνὸς κενοῦ μεταλλικοῦ τυμπάνου.

Τὰς παραμορφώσεις τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς παρακολουθεῖ εἰς δεικτῆς, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθεν βαθμολογημένης πλακῶς. Ἡ βαθμολόγησις τῆς πλακῶς γίνεται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαροόμετρον.

3. Τὸ αὐτογραφικὸν βαροόμετρον χαράσσει τὴν καμπύλην τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐντὸς ὠρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

4. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους. Τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὸν βαροόμετρον βαθμολογημένον εἰς μέτρα ὕψους.

5. Τὸ βαροόμετρον χρησιμεύει εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ὑπηρεσίας διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Τὸ Μανόμετρον

α) Παρατήρησις. Ἐὰν ἀνοίξωμεν πρὸς στιγμὴν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου ἢ τοῦ ὑγραερίου, θὰ ἀκούσωμεν ὀξύν συριγμόν, ὁ ὁποῖος φανερώνει ὅτι τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ὀρμητικῶς ἐξ αὐτῆς.

● Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῆ, ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν βαλβίδα ἐλαστικοῦ ποδηλάτου, ἐνῶ συγχρόνως θὰ ἴδωμεν αὐτὸ ἐκκενούμενον (νὰ ξεφουσκώνη).

● Τὰ ἀέρια (φωταέριον, ὑγραέριον) ἐντὸς τῶν σωλῆνων καὶ ὁ ἀήρ ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων (ἐλαστικῶν) πιέζουν τὰ τοιχώματα, ὑπὸ τῶν ὁποίων περιορίζονται.

Ἄν εἰς τὰ τοιχώματα αὐτὰ ὑπάρχη ἀνοίγμα, ἐπεὶδὴ ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἀνοίγματος.

β) Μέτρησις. Συνδέομεν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου εἰς μανόμετρον δι' ὕδατος (σχ. 1) καὶ μετροῦμεν τὸ ὕψος Α μεταξὺ τῆς στάθμης Α καὶ Β τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος : 8 cm.

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς ρεστοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου BB'.

Εἰς τὸ σημεῖον Β' ἡ πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἠϋξημένη κατὰ τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τομῆς 1 cm² καὶ ὕψους 8 cm, δηλ. 8 p/cm².

● Ἐπεὶδὴ ἡ αὐτὴ πίεσις ἀσκέεται καὶ εἰς τὸ σημεῖον Β, ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τοὺς σωλῆνας ὑπερβαίνει κατὰ 8 p/cm² τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

● Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς σφαιρικὴν φιάλην, κλειστὴν διὰ πώματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται ὑάλινος σωλῆν. Ὁ περιεχόμενος εἰς τὴν φιάλην ἀήρ διαστέλλεται καὶ μέρος τοῦ ἐκφεύγει. Συνδέομεν τότε τὸν σωλῆνα τῆς φιάλης πρὸς μανόμετρον δι' ὕδατος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σημεῖον Α αὐτὴν τὴν φιάλην εὐρίσκεται χαμηλότερον τοῦ σημείου Β (σχ. 2).

Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν ὕψους τῶν δύο σημείων (π.χ. 8 cm) καὶ σκεφθῶμεν ὡς καὶ προηγουμένως, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm² μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

● Διὰ τὸ ὑπολογίσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ ἀερίου καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐκείνην τὴν στιγμὴν (75 cmHg): ἐπομένως :

$$13,6 \text{ p/cm}^2 \times 75 \text{ cm} = 1020 \text{ p/cm}^2.$$

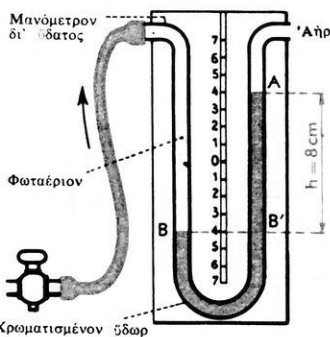
Ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλῆνων εἶναι :

$$1020 \text{ p/cm}^2 + 8 \text{ p/cm}^2 = 1028 \text{ p/cm}^2.$$

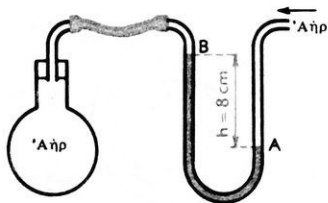
Ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς φιάλης εἶναι :

$$1020 \text{ p/cm}^2 - 8 \text{ p/cm}^2 = 1012 \text{ p/cm}^2.$$

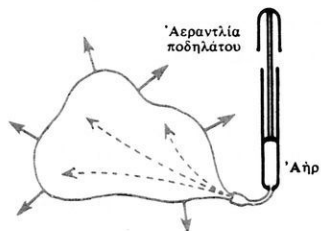
Συμπέρασμα: Τὰ ἀέρια ἀσκοῦν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι περιορισμένα.



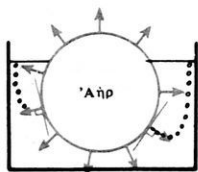
Σχ. 1. Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς τὰς σωλῆνώσεις εἶναι μεγαλύτερα κατὰ 8 p/cm² ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν.



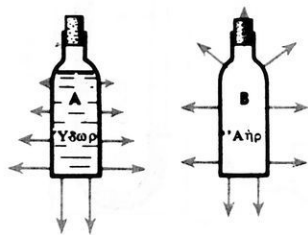
Σχ. 2. Ἡ πίεσις τοῦ θερμοῦ ἀέρος ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm² κατωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.



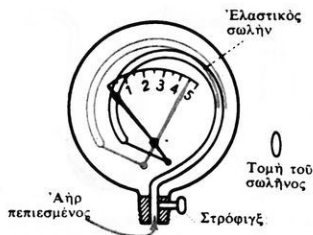
Σχ. 3. Η πίεσις του εισερχομένου αέρος εις την ελαστικὴν κύστιν ὡσεὶ τὰ τοιχώματά της.



Σχ. 4. Ὁ ἐγκλεισμένος εἰς τὴν κύστιν ἀήρ ἀσκει πίεσιν καθέτως πρὸς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 5. Εἰς τὴν φιάλην Α ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὕδωρ, ἀξίανει μετὰ τοῦ βάθους. Εἰς τὴν φιάλην Β ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ἀήρ, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 6. Μεταλλικὸν μανόμετρον.

2 Χαρακτηριστικὰ τῆς πίεσεως τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ ἀέρια.

● Ὃταν πληροῦμεν αέρος τὸν ἀεροθάλαμον σφαιρῆς (μπάλας) ποδοσφαίρου, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς ἐκάστην κίνησιν τοῦ ἐμβόλου τῆς ἀντλίας πρὸς τὰ μέσα τὰ τοιχώματά του ὠθοῦνται πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τελικῶς ὁ ἀεροθάλαμος λαμβάνει τὸ σφαιρικὸν τοῦ σχῆμα (σχ. 3).

● Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν πλήρη ἀεροθάλαμον εἰς τὸ ὕδωρ ὑαλίνου δοχείου καὶ τὸν τρυπήσωμεν εἰς διάφορα σημεῖα διὰ βελόνης, παρατηροῦμεν φυσαλίδας αέρος νὰ ἐξέρχωνται κατ' ἀρχὴν καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφανείαν του καὶ ἔπειτα νὰ διευθύνωνται πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 4).

3 Σύγκρισις τῆς πίεσεως ἐνὸς ἀερίου πρὸς τὴν πίεσιν ἐνὸς ὑγροῦ (σχ. 5).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν φιάλην Α, πιέζει διὰ τοῦ βάρους του τὸν πυθμένα καὶ τὰ τοιχώματά της.

Ἡ πίεσις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της. Καὶ ὁ ἀήρ ἐπίσης λόγω τοῦ βάρους του πιέζει τὰ τοιχώματα τῆς φιάλης Β. Ἡ πίεσις ὁμῶς αὐτὴ εἶναι πολλὴ μικρὰ καὶ δυνάμεια νὰ τὴν παραβλέψωμεν. Διότι, ἐνῶς 1 dm³ ὕδατος ζυγίζει 1 Κρ, 1 dm³ αέρος ζυγίζει 1,3 ρ.

Ἡ πίεσις εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὀφείλεται εἰς τὴν ἰδιότητα τοῦ ἑκατοῦ τῶν αερίων.

Γνωρίζομεν ὅτι τὰ μόρια τῶν αερίων εὑρίσκονται εἰς συνεχῆ πίεσιν καὶ διὰ τοῦτο προσκρούουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποῖα τὰ περιέχουν.

Αἱ προσκρούσεις αὐταὶ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν πίεσιν τοῦ αερίου.

Συμπέρασμα: Ὁ περιορισμένος ἐντὸς δοχείου ἀήρ ἀσκεῖ πιεστικὴν δυνάμειν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐνὸς μικροῦ ὑγροῦ δοχείου, περιέχοντος αέρα, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα.

4 Μέτρησις τῆς πίεσεως ἐνὸς ἀερίου.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ φωταερίου, χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον δι' ὕδατος. Δι' αὐτοῦ δυνάμεια νὰ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν πίεσεως, κατὰ μερικὰ ρ/cm² μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ μανομέτρου δι' ὕδραργύρου, τότε εἰς διαφορὰν ὕψους τῆς μετρομετρικῆς στήλης 1 cm θὰ ἀντιστοιχῆ διαφορὰ πίεσεως 13,6 ρ/cm².

Πρὸς μέτρησιν μεγάλων ἢ μικρῶν πιέσεων χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ **μεταλλικὸν μανόμετρον**.

Τὸ ἀέριον, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν, εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ ἐλαστικοῦ σωλῆνος τοῦ ὄργανου, ὅπερ ἔχει σχῆμα σπείρας καὶ τείνει νὰ τοῦ ἀλλάξῃ τὸ σχῆμα.

Τὴν ἀλλαγὴν τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος παρακολουθεῖ μία βελόνη, ἡ ὁποία δεικνύει τὴν πίεσιν ἐπὶ βαθμολογημένης πλακῶς. Ἡ βαθμολόγησις γίνεται συγκριτικῶς εἰς p/cm^2 ἢ εἰς ἀτμοσφαίρας.

5 Παραδείγματα πιέσεων ἀερίων.

Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, αἱ πιέσεις, τὰς ὁποίας ἀσκοῦν, παρουσιάζουν μεγάλας διαφοράς.

Οἱ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες περιέχουν ἀέρια ὑπὸ πολὺ μικρὰν πίεσιν (κλάσμα χιλιοστοῦ ὕδραργύρου).

Εἰς τοὺς ἀεροθαλάμους τῶν αὐτοκινήτων ἡ πίεσις εἶναι $1,5 \text{ Kp/cm}^2$ ἢ 2 Kp/cm^2 .

Ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου τῆς μηχανῆς τοῦ σιδηροδρόμου ἀνέρχεται εἰς 30 Kp/cm^2 .

Τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὰ ὁποία χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰς ὀξυγονοκολλήσεις, εἶναι περιορισμένα εἰς χαλυβδίνιας ὀβίδας ὑπὸ πίεσιν 150 Kp/cm^2 .

Ἐντὸς τῆς κάννης ὄπλου ἡ πίεσις τῶν ἀερίων, τὰ ὁποία παράγονται ἐκ τῆς καύσεως τῆς πυρίτιδος, φθάει εἰς πολλὰς χιλιάδας Kp/cm^2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ ἀέρια εἶναι ρευστά, συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἔκτατά, ἀσκοῦν δὲ πιεστικὰς δυνάμεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποία τὰ περικλείουν.

2. Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ἀέριον, ὀφείλεται εἰς τὴν ιδιότητα τοῦ ἔκτατοῦ τοῦ ἀερίου. Ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων ἐνὸς δοχείου, μικροῦ ὕψους.

3. Πρὸς μέτρησιν τῆς πιέσεως ἐνὸς εὐρισκομένου εἰς περιορισμένον ὄγκον ἀερίου χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον.

Τὸ ἀπλούστερον μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικοῦ μεταλλίνου σωλῆνος, τοῦ ὁποίου αἱ ἀλλαγαὶ τοῦ σχήματος παρακολουθοῦνται ὑπὸ ἐνδεικτικῆς βελόνης.

4. Ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου δύνανται νὰ μεταβάλλεται ἐντὸς μεγάλων περιθωρίων (ἀεροθάλαμοι: $1,5 - 2 \text{ Kp/cm}^2$ ἀέρια εἰς ὀβίδας: 150 Kp/cm^2).

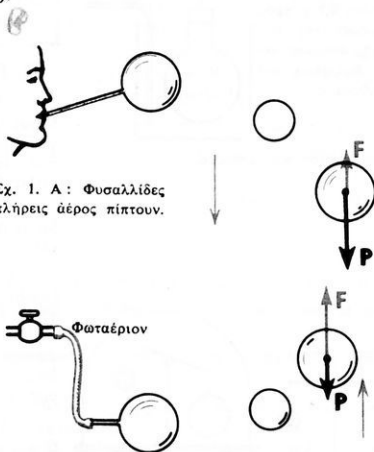
33^{ον} ΜΑΘΗΜΑ : Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ἀερίων.

Ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὰ ἀέρια.

1 Παρατήρησις. Αἱ φουσαλλίδες (σαπουνόφουσκες), ὅταν εἶναι πλήρεις ἀέρος, ἐξερχομένου ἐκ τῶν πνευμόνων μας, πίπτουν, ἐνῶ, ὅταν εἶναι πλήρεις φωταερίου, ἀνέρχονται (σχ. I A καὶ B).

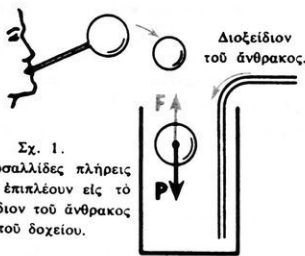
Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ βάρος τῆς φουσαλλίδος (P) εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως (F) : $P > F$, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν μικρότερον: $P < F$.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ φωταερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι 0,5 καὶ ἐπομένως μία φουσαλλὶς ἀέρος θὰ εἶναι διπλασίον βάρους μιᾶς ἴσης ἐκ φωταερίου, ἐνῶ ἡ ἀνώσις τῶν παραμένει ἡ αὐτή.

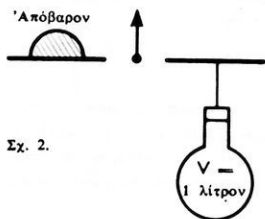


Σχ. I. A : Φουσαλλίδες πλήρεις ἀέρος πίπτουν.

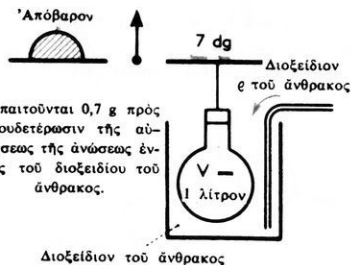
B : Φουσαλλίδες πλήρεις φωταερίου ἀνέρχονται.



Σχ. 1.
Γ: Φυσαλλίδες πλήρεις αέρος επιπλέουν εις τὸ διοξειδίου του άνθρακος τοῦ δοχείου.

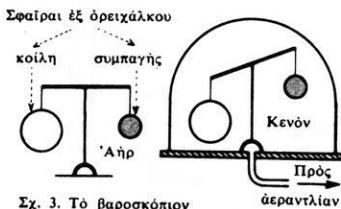


Σχ. 2.



Ἀπαιτούνται 0,7 g πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῆς αὐξήσεως τῆς ἀνώσεως ἐντὸς τοῦ διοξειδίου του άνθρακος.

Διοξειδίου του άνθρακος



Σχ. 3. Τὸ βαροσκόπιον

Ἡ φυσαλλίς, ἂν καὶ εἶναι πλήρης αἰῆρος, δὲν πίπτει εἰς τὸν πυθμὲνα τοῦ δοχείου (σχ. 1 Γ), διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ δοχεῖον, εἶναι περίπου 1,5 καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ ἀνωσις εἶναι 1,5 φορές μεγαλυτέρα τοῦ βάρους τῆς.

Δυνάμεθα νὰ παρομοιάσωμεν τὴν φυσαλλίδα εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρὸς φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

2 Μέτρησις τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ δίσκου ζυγοῦ κλειστὴν σφαιρικὴν φιάλην γνωστοῦ ὄγκου: π.χ. 1 l, καὶ τὴν ἰσοροποῦμεν δι' ἀντιβάρου, τιθεμένου εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 2).

Ἐὰν βυθίσωμεν τὴν φιάλην εἰς δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει διοξειδίου τοῦ άνθρακος, ἡ ἰσοροπία καταστρέφεται. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσοροπίαν, πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸν δίσκον, ὁ ὁποῖος φέρει τὴν φιάλην, βάρου 0,7 p.

Ἐν λίτρον διοξειδίου τοῦ άνθρακος ζυγίζει 2 p περίπου.

Ἐν λίτρον αἰῆρος ζυγίζει 1,3 p.

Τὸ βάρου 0,7 p, τὸ ὁποῖον ἐθέσαμεν εἰς τὸν δίσκον, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς ἀνώσεως, τὴν ὁποῖαν ὑπέστη ἡ φιάλη, ὅταν ἐκ τοῦ αἰῆρος τὴν ἐβυθίσασαν εἰς τὸ διοξειδίου τοῦ άνθρακος.

Ἡ ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους F εἰς τὸν ἀέρα ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρου 1 l αἰῆρος, ἦτοι: $F=1,3 p$.

Ἐνῶ, ὅταν εὑρίσκεται ἐντὸς διοξειδίου τοῦ άνθρακος, ἡ ἀνωσις εἶναι:

$$F'=2 p \text{ καὶ } F'-F=2 p-1,3 p=0,7 p.$$

Συμπέρασμα: Πᾶν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐντὸς ἰσοροποῦντος αἰρίου, ὑφίσταται ἀνωσιν ἰσην πρὸς τὸ βάρου τοῦ ἐκτοπιζομένου αἰρίου.

3 Πραγματικὸν βάρου - φαινόμενον βάρου.

Τὸ βαροσκόπιον (σχ. 3) εἶναι ζυγὸς φέρων ἴσους βραχίονας. Εἰς τὰ ἄκρα τῆς φάλαγγος τοῦ ζυγοῦ ἐξαρτῶμεν δύο σφαῖρας διαφορετικοῦ ὄγκου, ἀλλ' ἴσου φαινομένου βάρου, καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ φάλαγγε ἰσοροπεῖ ὀριζοντίως.

Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὸ ὄργανον ὑπὸ τὸν κῶδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα, ἡ φάλαγγε κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγάλης σφαῖρας.

Ἐντὸς τοῦ αἰῆρος ἡ κενὴ σφαῖρα, ἐπειδὴ ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον, ὑφίσταται μεγαλύτεραν ἀνωσιν ἀπὸ τὴν πλήρη καὶ μικροτέραν σφαῖραν. Εἰς τὸ κενὸν ὅμως δὲν ὑφίσταται ἀνωσις. Ἐπὶ τῶν σφαιρῶν ἐνεργεῖ μόνον τὸ πραγματικὸν τὸν βάρου, ὅποτε ἡ φάλαγγε κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς κενῆς σφαῖρας, ἡ ὁποία εἶναι καὶ ἡ βαρυτέρα.

Γενικῶς ἐντὸς τοῦ αἰῆρος ὑφίσταται σχέσις:

Φαινόμενον βάρου ἐνδὸς σώματος = Πραγματικὸν βάρου τοῦ σώματος - βάρου ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος αἰῆρος.

Ἡ ἄνωσις εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἀμελητέα, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει εἰδικὸν βάρος πολὺ μεγαλύτερον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ἀέρος (στερεὰ καὶ ὑγρά σώματα). Πρέπει ὁμως νὰ ὑπολογίζεται, ὅταν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος πλησιάσῃ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος (π.χ. ἐν ἀέριον).

4. Ἀερόστατα.

Τὸ αερόστατον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικῆς σφαιρας (μπαλόνι) πλήρους ἐλαφροῦ ἀερίου, π.χ. ὑδρογόνου ἢ ἠλίου (σχ. 4). Οἱ ἐπιβάται του (ἀεροναῦται) εὐρίσκονται ἐντὸς ἐλαφρῶς λέμβου, ἐξηρητημένης διὰ δικτύου ἐκ τοῦ αεροστάτου.

Ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ αεροστάτου εἶναι 1000 m^3 , τότε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι :

$$1,3 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 1300 \text{ Kp}$$

Τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον περικλείει τὸ περίβλημά του, ζυγίζει :

$$0,09 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 90 \text{ Kp}$$

Ἐστὼ δὲ ὅτι τὸ περίβλημα, οἱ ἐπιβάται, ἡ λέμβος, τὰ ὄργανα καὶ τὰ ὑλικά ζυγίζουν ὅλα μαζὶ περιπου 1180 Kp .

Τὸ αερόστατον λοιπὸν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ζυγίζει :

$$1180 \text{ Kp} + 90 \text{ Kp} = 1270 \text{ Kp},$$

δηλαδή $1300 \text{ Kp} - 1270 \text{ Kp} = 30 \text{ Kp}$ ὀλιγώτερον τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Ἡ δύναμις αὐτὴ τῶν 30 Kp , ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τοῦ συνολικοῦ βάρους τοῦ αεροστάτου καὶ τῆς ἀνώσεως του, λέγεται ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ αεροστάτου.

$$\text{Ἀνυψωτικὴ δύναμις} = \text{Βάρος ἐκτοπιζομένου ἀέρος (ἄνωσις)} - \text{συνολικὸν βάρος αεροστάτου.}$$

Ὅσον ἀνέρχεται τὸ αερόστατον, ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττοῦται, ὁ ἀήρ γίνεται ἀραιότερος καὶ ἡ πυκνότης του μικροτέρα. Ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος, τὸ αἴριον ἐκφεύγει ἀπὸ ἐν ἄνοιγμα, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος του, ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις καθίσταται μικροτέρα καὶ τὸ αερόστατον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται. Διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἐκ νέου, οἱ ἀεροναῦται ρίπτουν μέρος τῆς ἄμμου ἐκτὸς τῆς λέμβου. Διατί ;

Διὰ νὰ ἐρευνήσουν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι χρησιμοποιοῦν αερόστατα—βολίδας, ἀνευ ἐπιβατῶν, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν αὐτογραφικὰ ὄργανα.

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι ἐφωδιασμένα δι' ἀλεξιπτώτων καὶ περισυλλέγονται, ὅταν προσγειωθῶν.



Σχ. 4. Τὸ Ἀερόστατον

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Πάν σῶμα, εὐρίσκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἰσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.

2. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἀέρια.

3. Ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας πρέπει νὰ διακρίνωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἐνός σώματος ἀπὸ τὸ φαινόμενον.

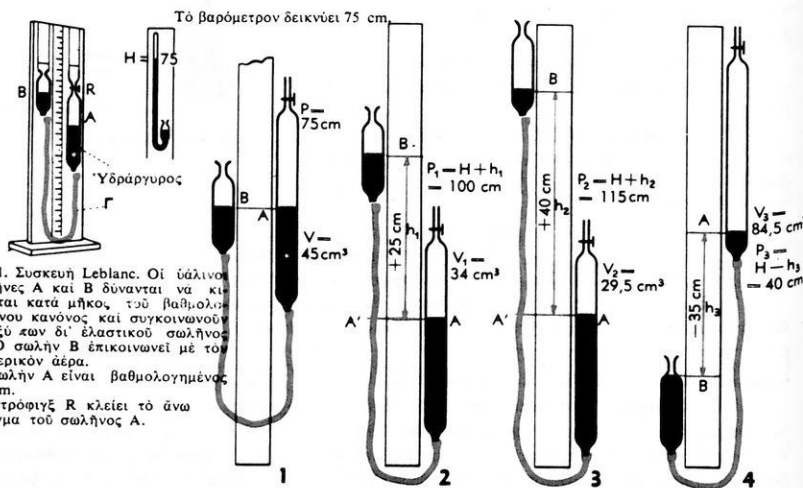
Τὸ φαινόμενον βάρος ἐνός σώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

4. Τὰ κατευθυνόμενα αερόστατα καὶ τὰ αερόστατα—βολίδες, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι πρὸς μελέτην τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀνέρχονται λόγῳ τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ.

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΜΑΡΙΟΤΤΕ

1 Παρατήρησης. Κλείομεν τὸ ἀνοίγμα ἀντλίας ποδηλάτου καὶ ὠθοῦμεν τὸ ἐμβολὸν τῆς. Ἄν καὶ δὲν δύναται ὁ ἀήρ νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κυλίνδρου, ἐν τούτοις ὁ ὄγκος τοῦ ἐλαττοῦται. Μάλιστα, ὅσον μεγαλυτέραν δύναμιν ἀσκούμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου, τόσον ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : "Ὅσον ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται περιορισμέ-
νος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀντλίας, τόσον αὐξάνει ἡ πίεσις του.



Σχ. 1. Συσκευὴ Leblanc. Οἱ ὑάλινοι σωληνες Α καὶ Β δύνανται νὰ κινουῦνται κατὰ μῆκος τοῦ βαθμολογημένου κανόνος καὶ συγκοινωνοῦν μεταξύ πᾶν δι' ἐλαστικοῦ σωλήνος Γ. Ὁ σωλην Β ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα.
Ὁ σωλην Α εἶναι βαθμολογημένος εἰς cm.
Ἡ στρόφιγγς R κλείει τὸ ἄνω ἀνοίγμα τοῦ σωλήνος Α.

2 Μέτρησης. Ἡ συσκευή τοῦ σχήματος 1 (Leblanc) μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμεν τὴν μεταβολὴν ἑνὸς ἀερίου, ὅταν μεταβάλλεται ἡ πίεσις του ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Ἐστω ὅτι τὸ πείραμα ἐκτελεῖται ὑπὸ ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν 75 cm Hg.

α) Ὅταν ἡ στρόφιγγς R εἶναι ἀνοικτὴ, ἡ στάθμη εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, διότι καὶ εἰς τὰ δύο σημεῖα ἐνεργεῖ ἡ αὐτὴ πίεσις (ἡ ἀτμοσφαιρική).

Ἐὰν κλείσωμεν τὴν στρόφιγγα R, ἡ πίεσις εἰς τὴν στάθμην Α μένει ἀμετάβλητος. Ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι περιορισμένος ἀπὸ αὐτήν, ἔχει πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν : 75 cmHg καὶ ὄγκον 45 cm³.

β) Μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R μετακινουόμεν τοὺς δύο σωληνας εἰς τρόπον, ὥστε ἡ στάθμη Β νὰ εὐρίσκεται εἰς ὕψος $h_1 = 25$ cm ἀπὸ τὴν στάθμην Α.

Τὰ σημεῖα Α καὶ Α', τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, θὰ ἔχουν τὴν ἴδιαν πίεσιν.

Πίεσις εἰς τὸ Α = πίεσις εἰς τὸ Α' = πίεσις εἰς τὸ Β + 25 cmHg.

Πίεσις περιορισμένου ἀέρος : $P_1 = 100$ cmHg, δηλ. (75 + 25) cmHg.

Ὅγκος περιορισμένου ἀέρος : $V_1 = 34$ cm³.

γ) Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R, ἀλλὰ

ήδη η στάθμη Β να εύρσκειται εις ύψος $h_2 = 40$ cm άνω τής στάθμης Α.

$$P_2 = 75 \text{ cmHg} + 40 \text{ cmHg} = 115 \text{ cmHg.}$$

Ο όγκος τού περιωρισμένου άέρος είναι $V_2 = 29,5 \text{ cm}^3$.

δ) Έάν η στάθμη Β εύρσκειται 35 cm χαμηλότερον τής Α : $h_3 = 35$ cm.

Η πίεσις εις τó Α είναι : $P_3 = 75 \text{ cmHg} - 35 \text{ cmHg} = 40 \text{ cmHg}$

καί ó όγκος τού περιωρισμένου άέρος : $V_3 = 84,5 \text{ cm}^3$.

Διά τού ίδιου τρόπου έκτελούμεν σειράν πειραμάτων, τά άποτελέσματα τών όποιων Υράφομεν εις πίνακα. Άτμοσφαιρική πίεσις $H = 75$ cmHg.

h cm	0	+ 15	+ 25	+ 40	- 15	- 25	- 35
P H + h	75	90	100	115	60	50	40
V cm ³	45	37,5	34	29,5	56	68	84,5
P × V	3 375	3 375	3 400	3 392,5	3 360	3 400	3 380

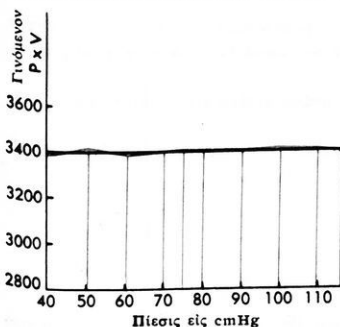
Παρατηρούμεν ότι τó γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον προσεγγίζει πάντοτε τόν άριθμόν 3375.

Η πειραματική αύτή έπαλήθευσις μās έπιτρέπει να διατυπώσωμεν τόν άπλουϊν νόμον τού Mariotte :

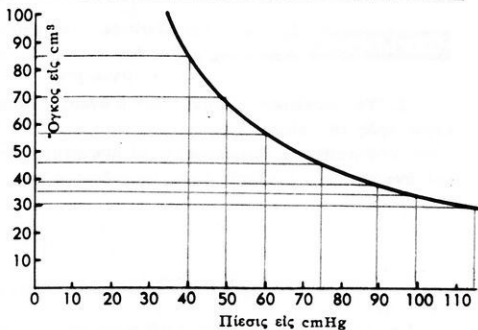
Νόμος τού Mariotte : Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν τó γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον ώρισμένης μάζης άερίου παραμένει πάντοτε σταθερόν :

$$P \times V = P' \times V' \quad \eta \quad \frac{P}{P'} = \frac{V'}{V}$$

Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν ó όγκος ώρισμένης μάζης άερίου είναι άντιστρόφως άνάλογος πρós τήν πίεσιν του.



Σχ. 2. Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν τó γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον ώρισμένης μάζης άερίου είναι πάντοτε σταθερόν. $PV = P'V'$



Σχ. 3. Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν ó όγκος ώρισμένης μάζης άερίου είναι άντιστρόφως άνάλογος πρós τήν πίεσιν του.

3 Μεταβολή τής πυκνότητας άερίου συναρτήσει τής πίεσεώς του.

Έάν Μ είναι ή μάζα ενός άερίου :

α) Έπό πίεσιν P ó όγκος του είναι V καί ή πυκνότης του $\rho = \frac{M}{V}$

β) 'Υπό πίεσιν P' ό όγκος του γίνεται $\rho' = \frac{M}{V'}$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M}{V'}} = \frac{M}{V} \times \frac{V'}{M} \text{ ή } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V}$$

δηλ. αί πυκνότητες είναι αντιστρόφως ανάλογοι πρός τους όγκους του αέριου.

'Εχουμε όμως έπαληθεύσει πειραματικώς ότι :

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \text{ και έπομένως } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P'}$$

'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν αί πυκνότητες ενός αέριου είναι ανάλογοι πρός τās πίεσεις του.

4 'Εφαρμογή. 'Υπό κανονικήν πίεσιν μάζα 44 g διοξειδίου του άνθρακος κατέχει όγκον 22,4 l.

'Η πυκνότης του αέριου αυτού θά είναι :

$$\frac{44\text{g}}{22,4\text{l}} = 1,96 \text{ g/l}$$

'Υπό πίεσιν 10 atm και σταθεράν θερμοκρασίαν ή ίδια μάζα αέριου (44 g) κατέχει όγκον :

$$\frac{22,4\text{l}}{10} = 2,24\text{l}$$

και ή πυκνότης του διοξειδίου του άνθρακος θά είναι τώρα :

$$\frac{44 \text{ g}}{2,24 \text{ l}} = 19,6 \text{ g/l}$$

'Εάν ή πίεσις ενός αέριου δεκαπλασιασθή, και ή πυκνότης του δεκαπλασιάζεται.

5 Σχετική πυκνότης.

'Επειδή ή σχετική πυκνότης ενός αέριου ως πρός τον άέρα είναι ό λόγος μιās μάζης αέριου πρός τήν μάζαν ίσου όγκου άέρος, όταν και τά δύο άέρια εύρισκονται υπό τās αútās συνθήκας θερμοκρασίας και πίεσεως, διά τουτο ή σχετική πυκνότης ενός αέριου δέν έξαρτάται έκ τής πίεσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Νόμος του Mariotte. 'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν τó γινόμενον του όγκου ώρισμένης μάζης αέριου επί τήν πίεσιν του παραμένει πάντοτε σταθερόν.

$$PV = P'V'$$

2. 'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν ό όγκος ώρισμένης μάζης αέριου είναι αντιστρόφως ανάλογος πρός τήν πίεσιν του.

'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν αί πυκνότητες ενός αέριου είναι ανάλογοι πρός τās πίεσεις και αντιστρόφως ανάλογοι πρός τους όγκους του.

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 8η: Πίεσεις άσκούμεναι υπό τών αέριών.

Σημείωσις: Είς όλα τά προβλήματα θά λαμβάνωμεν ειδικόν βάρος ύδραργύρου 13,6 p/cm².

1. 'Ατμοσφαιρική πίεσις

1. Νά ύπολογισθοϋν είς p/cm² και είς millibars άτμοσφαιρική πίεσις, μετρηθείσαι διά στήλης ύδραργύρου, ύψους 68 cm, 72,2 cm, 752 mm.

2. Είς τήν κορυφήν όρους ή άτμοσφαιρική πί-

εσις είναι 478 mm ύδραργύρου. Ποία είναι ή τιμή αútης τής πίεσεως είς mBar (μιλιμπάρ) και είς άτμοσφαιρας;

3. Είς ποίας τιμάς ύψους τής ύδραργυρικής στήλης αντίστοιχοϋν αί πίεσις: 538 p/cm²; 1 Kp/cm²; 1028 mBar; 0,730 atm;

4. 1 Kp ίσοδυναμεί είς τó Παρίσι πρός 9,81 N, τó όποιον είναι μονάς δυνάμεως. Τó 1 N ανά τετραγωνικόν μέτρον είναι μονάς πίεσεως (N/m²): τής πίε-

σως δηλ., ή οποία άσκειται υπό δυνάμει 1 Ν, όταν αυτή ένεργή καθέτως και όμοιομόρφως επί έπιφανείας 1 m². Νά ύπολογισθή εις Ν/m² άτμοσφαιρική πιέσις 76 cm ύδραργύρου.

5. Ο δίσκος ένός άγκίστρου-«βεντούζας» έξ έλαστικού έχει διάμετρον 8 cm και είναι τελείως έφηρμοσμένος επί όριζόντιου τοιχώματος. Ποιον μέγιστον βάρος δύναται να έξαρτηθ ή έξ αυτού, εάν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg;

6. Η έπιφάνεια του σώματος του άνθρώπου ύπολογίζεται εις 1 m² περίπου. Έάν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg, ποση είναι ή έντασις τής πιεστικής δυνάμει, τής άσκουμένης έφ' όλοκλήρου τής έπιφανείας του δέρματος του άνθρώπου; Νά ύπολογισθ ή δύναμις αυτή εις Κρ και εις Ν.

7. Εις τό πείραμα τής κυστορραγίας χρησιμοποιοϋμεν κύλινδρον διαμέτρου 10 cm.

Έάν ή πιέσις εις τό έσωτερικόν του κύλινδρου, κατά την θρασιν τής μεμβράνης, είναι 5 cmHg, νά εύρηθ ή άσκουμένη επί τής μεμβράνης πιεστική δύναμις (Ατμ. πιέσις 76 cmHg).

8. Τόν XVII αιώνα ό δήμαρχος του Μαγδεμβούργου Otto de Guericke έπραματοποίησε τό εξής πείραμα: Κατεσκεύασε δύο ήμισφαίρια διαμέτρου 80 cm, τά όποια έφηρμοζον άεροστεγώς μεταξύ των. Έκ τής σφαιρας ταύτης άήρσε τόν άέρα, κατορθώσας να έπιτύχ τοιοϋτον κενόν, ώστε πρόσ άποχωρισμόν των ήμισφαιρίων έπρεΐσθησαν 8 ίπποι.

Άποδεικνύεται ότι ή έφαρμοζόμενη έφ' έκάστου ήμισφαιρίου πιεστική δύναμις είναι ίση προς εκείνην, ή όποια έφαρμζοϋται επί κύκλου ίσης διαμέτρου προς τής σφαιραν.

Έάν δεχθώμεν ότι έχομεν πραγματοποιήσει τέλειον κενόν έντός τής σφαιρας, να ύπολογισθ ή έντασις έκάστης των πιεστικών δυνάμειων, αι όποιαι άντιπρόν εις τόν άποχωρισμόν των δύο ήμισφαιρίων (Ατμ. πιέσις 75 cmHg).

9. Εις τό σχήμα 1 βλέπομεν την τομήν μιάς άναρροφητικής άντλίας. Όταν σύρωμεν προς τό άνω τό έμβολον, εις τόν χώρον Α τής άντλίας δημιουργείται κενόν, όποτε τό ύδωρ άνέρχεται και τόν πληροί:

α) Μέχρι ποίου μέγιστου ύψους δύναται μία τοιαύτη άντλία να άναβίβασθ ύδωρ εκ φρέατος, όταν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg;

β) Μέχρι ποίου μέγιστου ύψους θ' άνύψωνε θαλάσσιον ύδωρ είδικού βάρους 1,033 ρ/cm³;

10. Ο κύλινδρος άτμομηχανής συγκοινωνεί έφ' ένός μεν προς τόν λέβητα, ένθα ή πιέσις του άτμού είναι 12 Κρ/cm², έφ' έτέρου δε προς τόν άτμοσφαιρικό άέρα, ένθα ή πιέσις είναι 1 Κρ/cm². Νά ύπολογισθ ή έφαρμοζόμενη επί του έμβόλου δύναμις, εάν ή διάμετρος του έμβόλου είναι 40 cm.

11. Έκτελοϋμεν τό πείραμα του Τορρικέλλι με διάφορα ύγρά, όταν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg. Εις ποιον ύψος άνωθεν του ύγρου τής λακάνης θά εύρίσκειται ή στάθμη του ύγρου έντός του σωλήνος εις έκαστον των κατωτέρω ύγρών:

α) ύδατος; (σχ. πυκν. 1). β) πητρελαιου; (σχ. 0,9), γ) γλυκερίνης; (σχ. πυκν. 1,25), δ) θειικό όξέος; (σχ. πυκν. 1,84).

II. Τό βαρόμετρον

12. Βαρόμετρον δεικνύει εις την βάση του πύργου του Eiffel 756 mmHg. Τι θά έδεικνυε την ίδιαν στιγμήν τό αυτό βαρόμετρον επί τής κορυφής του πύργου; (ύψος 300 m). Μέσον βάρος ένός λίτρου άερος 1,25 ρ.

13. Παρατηροϋμεν ότι ή άτμοσφαιρική πιέσις, την όποιαν δεικνύει έν βαρόμετρον, πίπτει κατά 2 cm, όταν τό αυτο μεταφέρεται εκ των προπόδων εις την κορυφήν λόφου. Ποία ή διαφορά ύψους μεταξύ των δύο τούτων σημειών του λόφου;

Μέσον βάρος ένός λίτρου άερος 1,25 ρ.

14. Εις μετεωρολογικόν σταθμόν έσημειώθησαν αι κατωτέρω τιμαι τής άτμοσφαιρικής πιέσεως εις χιλιοστόμετρα ύδραργύρου (mmHg):

ώρα:	0	2	4	6	8	10	12
mmHg:	755	751	747	745	746	750	753
ώρα:	14	16	18	20	22	24	
mmHg:	754	758	762	761	760	758	

Νά κατασκευασθ ή καμπύλη των μεταβολών τής άτμοσφαιρικής πιέσεως συναρτήσει του χρόνου. Λαμβάνομεν εις τόν όριζόντιον άξονα OX, 1 cm διά δύο ώρας (2 h) και άρχην τό 0. Εις τόν κατακόρυφον άξονα OY, 1 cm διά 2 mm. Άρχή πιέσεων: 745 mmHg.

15. Τό αυτογραφικόν βαρόμετρον έός άεροστάτου-βολίδος κατέγραψε τάς κατωτέρω πιέσεις εις mmHg:

ύψος εις m	0	1000	2000	3000	4000
πιέσις εις mmHg	760	674,1	596,2	525,8	462,3
ύψος εις m	5000	6000	7000	8000	9000
πιέσις εις mmHg	405,2	353,9	308	267	230,6
ύψος εις m	10.000	11.000	12.000	20.000	
πιέσις εις mmHg	198,3	169,7	145	41	

Νά κατασκευασθ ή καμπύλη των μεταβολών τής άτμοσφαιρικής πιέσεως συναρτήσει του ύψους. Λαμβάνομεν εις τόν όριζόντιον άξονα OX, 1 cm διά 2000 m και εις τόν κατακόρυφον άξονα OY, 1 cm διά 10 cmHg και άρχην τό 0.

16. α) Ποία είναι ή ύψομετρική διαφορά δύο σημειών, διά τά όποια παρατηροϋμεν μεταβολήν 3,5 cmHg εις τόν βαρομετρικόν σωλήνα Τορρικέλλι;

β) Ποία θά ήτο ή μεταβολή του ύψους τής στήλης σωλήνος Τορρικέλλι με γλυκερίνης; (Μέσον βάρος ένός λίτρου άερος: 1,1 ρ' είδικόν βάρος ύδραργύρου 13,6 ρ/cm³, γλυκερίνης 1,26 ρ/cm³).

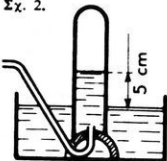
III. Πιέσεις άσκούνται από τὰ ἀέρια. Τὸ μανόμετρον

17. Τὸ ὀξυγόνο μεταφέρεται ἐντὸς χαλυβδίνων ὀβιδίων, ἐνθα εὐρίσκεται ὑπὸ ἀρχικὴν πίεσιν 200 ἕως 250 Kp/cm^2 . Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ πιέσεις αὐταὶ εἰς ἀτμοσφαίρας.

18. Ἐντὸς τῶν ηλεκτρονικῶν σωλῆνων ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι τῆς τάξεως τοῦ ἐνὸς δεκακίς δισεκατομμυριοστοῦ τῆς ἀτμοσφαίρας. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πίεσις αὐτὴ εἰς mmHg .

19. Περιοριζόμεν ὑδρογόνο ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος ἀνεστραμμένο ἐντὸς λεκάνης ὕδατος:

Σχ. 2.



α) Ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος φθάνει 5 cm ἄνω τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης. Ποσὴ εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ὑδρογόνου, ἐάν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι ἡ κανονική;

β) Ποσὴ θὰ εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ὑδρογόνου, ἐάν ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος κατέλθῃ 2,5 cm κάτω τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης;

20. Ἄνοικτόν ὑδραργυρικόν μανόμετρον προσαρμόζεται εἰς ὑαλίνην σφαιρικὴν φιάλην. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν κλάδον, ὁ ὅποιος συγκοινωνεῖ μετὰ τῆν φιάλην, εὐρίσκεται 72 mm ὑψηλότερον τῆς στάθμης τοῦ εἰς τὸν ἕτερον κλάδον.

Ποσὴ εἶναι εἰς mmHg ἢ εἰς p/cm^2 ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ἐντὸς τῆς φιάλης, ἂν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 76 cmHg ;

21. Ἄνοικτόν μανόμετρον μεθ' ὕδατος προσαρμόζεται εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ φωταερίου τῆς πόλεως. Παρατηρούμεν διαφορὰν στάθμης 75 mm , ἡ χαμηλότερα δὲ συγκοινωνεῖ μετὰ τὸν ἀγωγὸν τοῦ φωταερίου. Νὰ ὑπολογισθῇ:

α) Εἰς p/cm^2 ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς πίεσεως τοῦ φωταερίου καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικής, ἥτις ἀνέρχεται εἰς 76 cmHg .

β) Ἡ πραγματικὴ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς p/cm^2 καὶ εἰς cmHg .

γ) Ἡ διαφορὰ στάθμης, ἥτις θὰ ὑφίστατο εἰς ἀνοικτόν ὑδραργυρικόν μανόμετρον.

22. Ἄνοικτόν μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ δύο κλάδων 50 cm . Ποίαν μεγίστην πίεσιν ἄνω ἢ κάτω τῆς ἀτμοσφαιρικής δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν, ἐάν τὸ μανόμετρον περιέχῃ: α) ὕδωρ; β) ὑδράργυρον;

IV. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους

23. Ἐλαστικὴ σφαῖρα πλήρης ὑδρογόνου ἔχει ὄγκον 7,5 l . Τὸ περιβλήμα ζυγίζει 6 p καὶ τὸ νῆμα, διὰ τὸ ὅποιον εἶναι προδεδεμένη, ζυγίζει 0,1 p ἀνά μέτρον. Ποῖον τὸ μήκος τοῦ νήματος, ὅταν ἡ σφαῖρα ἰσορροπῇ εἰς τὸν ἀέρα; (Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,24 p/l , ὑδρογόνου 0,1 p/l).

24. Σφαιρικὸν ἀερόστατον, ὄγκου 1000 m^3 ζυγίζει μετὰ τὸν ἐξαρτημάτων τοῦ 600 Kp . δύναται δὲ νὰ μεταφέρῃ 2 ἄτομα 140 Kp . Ποσὴν ἄμμον πρέπει

νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸ ἀερόστατον, διὰ νὰ ἐκκίνησῃ μετὰ μίαν ἀνωφυτικὴν δυνάμιν 10 Kp ;

α) Ἐάν εἶναι πλήρες ὑδρογόνου; (Εἰδικὸν βάρος 0,09 p/l).

β) Ἐάν εἶναι πλήρες ἠλίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,18 p/l).

γ) Ἐάν εἶναι πλήρες φωταερίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,5 p/l).

Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,3 p/l .

25. α) Ἐν ἀερόστατον 1800 m^3 ζυγίζει 1600 Kp καὶ ἀνωφύται ἀρχικῶς διὰ δυνάμεως 15 Kp . Ποσὸν εἶναι τὸ ἔρμα του, ἐάν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,23 p/l ;

β) Ἐάν τὸ ἀερόστατον ἰσορροπῇ εἰς ὕψος ἐνθα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,07 p/l , ποσὸν ἔρμα θὰ ἔχη ριφθῇ;

V. Νόμος τοῦ Mariotte

26. Χρησιμοποιούμεν εἰς τὸ ἐργαστήριον μεταλλικὰ δοχεῖα, τὰ ὅποια περιέχουν 20 l ὑδρογόνου ὑπὸ πίεσιν 15 atm . Ποσὰς φιάλας τοῦ 1 l δυνάμεθα νὰ πληρώσωμεν ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν διὰ μίαν τοιαύτην φιάλην ὑδρογόνου;

27. Διὰ τὴν πληρωσὴν ἀερόστατου ἀπαιτεῖται μία φιάλη ὑδρογόνου τῶν 20 l καὶ ὑπὸ πίεσιν 50 Kp/cm^2 :

α) Ποίος ὁ ὄγκος τοῦ ἀερόστατου, ὅταν τοῦτο πληρωθῇ ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν;

β) Ὑπὸ τὰς συνθήκας τοῦ πειράματος, 22,4 l ὑδρογόνου ζυγίζουν 2 p καὶ 22,4 l ἀέρος 29 p .

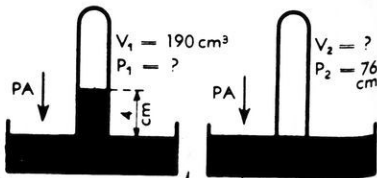
Ποῖον τὸ βάρος 1 l ὑδρογόνου ἐντὸς τῆς φιάλης, πρὶν αὐτὴ ἀνοιχθῇ;

Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ του πυκνότης;

28. Ἐάν ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg καὶ 0°C , 1 l ἀέρος ζυγίζει 1,3 p , ποσὸν ὄγκον καταλαμβάνουν 25 g ἀέρος 0°C ὑπὸ πίεσιν 85 cmHg ;

29. Εἰς βαθμολογημένους σωλῆνες ἀνεστραμμένους ὡς δεῖκνύεται εἰς τὸ σχῆμα 3, ἐντὸς λεκάνης ὑδραργύρου, περιέχει ἀέριον ὄγκου $V_1 = 190 \text{ cm}^3$. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εἶναι 4 cm ὑψηλότερον τῆς στάθμης του εἰς τὴν λεκάνην.

Σχ. 3.



α) Ποσὴ εἶναι ἡ πίεσις P τοῦ ἀερίου εἰς cmHg ;

β) Ποίος θὰ ἦτο ὁ ὄγκος V_2 τῆς ἰδίας μάζης τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν 76 cmHg ;

30. α) Εἰσαγόμεν εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον σωλῆνος Τορκικέλλι ὀλίγον ἀέρα, ὅποτε ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται καὶ ἰσορροπῇ εἰς ὕψος 751 mm . Τὸ ὕψος τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου εἶναι 15 cm . Ποσὴ

είναι η πίεσις του αέρος εντός του θαλάμου; (Ατμοσφαιρική πίεσις 756 mmHg).

31. Κλειστόν μανόμετρον σχήματος U, με άνισους κλάδους A και B τής αΐτης τομής, περιέχει υδράργυρον.

Όταν ο κλάδος B είναι άνοικτός εις τήν ατμοσφαιραν (H = 76 cmHg), ο υδράργυρος εύρισκται

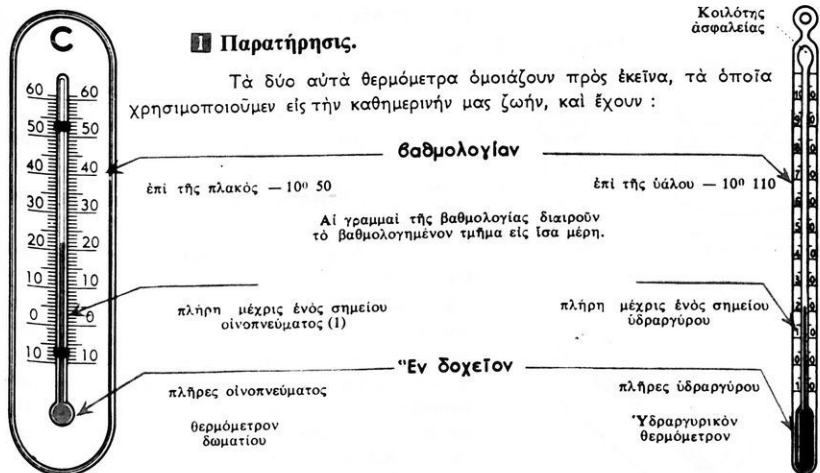
και εις τους δύο κλάδους εις τό αυτό όριζόντιον επίπεδον και ό περιωρισμένος εις τόν κλάδον A ήρ έχει ύψος 20 cm. Έφαρμοζομέν τόν κλάδον B εις δοχείον αέριου, όποτε παρατηρούμεν ότι ό υδράργυρος κατέρχεται 10 cm εντός τούτου. Πόση είναι ή πίεσις του αέριου του δοχείου;

- 35ον ΜΑΘΗΜΑ : Θερμοκρασία

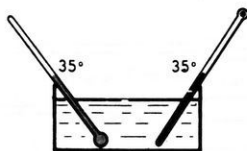
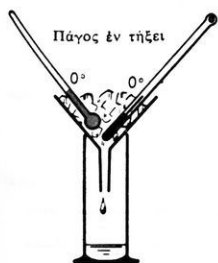
ΤΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ

■ Παρατήρησις.

Τά δύο αυτά θερμόμετρα όμοιάζουν πρός εκείνα, τά όποία χρησημοποιούμεν εις τήν καθημερινήν μας ζωήν, και έχουσι :



Άντιστοιχία των ύποδιαίρέσεων 0° και 100° του υδραργυρικού θερμομέτρου και των ύποδιαίρέσεων του οίονπνευματικού :



Έντός του πάγου, ό όποίος τήκεται, ή στάθμη του υδραργύρου και του οίονπνεύματος σταθεροποιούνται εις τήν ύποδιαίρεσιν 0°.

Έντός των άτμών ζέοντος ύδατος ή στάθμη του υδραργύρου σταθεροποιείται εις τήν ύποδιαίρεσιν 100°.

Έντός του χλιαρού ύδατος ή στάθμη του υδραργύρου και του οίονπνεύματος σταθεροποιούνται εις τήν αύτην ύποδιαίρεσιν: 35° π.χ.

1. Εις πολλά θερμόμετρα τό δοχείον περιέχει πετρέλαιον, τολούδιον ή άκόμη και κρεόζοτον (εις τό θερμόμετρον μεγίστου και έλαχίστου).

Συμπέρασμα : Αί ύποδιαίρεσις 0^ο και 100^ο του υδραργυρικού θερμομέτρου αντιστοιχούν εις τὰ σημεία, εις τὰ οποία φθάει ή στάθμη του υδραργύρου, όταν το θερμομετρον ευρίσκειται αντιστοιχως εντός τηκομένου πάγου και εις τους άτμούς του ζέοντος ύδατος.

Έκάστη ύποδιαίρεσις της βαθμολογήσεως του υδραργυρικού θερμομέτρου ισούται προς το εκατοστόν της άποστάσεως, ή οποία θα χωριζή το 0^ο από το 100^ο.

Διά τον λόγον αυτόν ή βαθμολογήσις αυτή ονομάζεται εκατονταβάθμιος ή εκατονταβάθμιος κλίμαξ (1), επεκτείνεται δε άνω των 100^ο και κάτω του 0^ο.

"Όταν το υδραργυρικών θερμομετρον ή το οινόπνευματικών ή οινόδηποτε άλλο εκατονταβάθμιον θερμομετρον ευρίσκονται πλησίον άλλων, ή στάθμη του υγρού εντός έκαστου σωλήνος θα φθάη εις την ιδίαν ύποδιαίρεσιν.

● "Όταν ή στάθμη του υγρού εις έν θερμομετρον φθάη εις τας ύποδιαίρεσις :

7 κάτω του 0, 0,25 κ.τ.λ.,
γράφομεν ότι το θερμομετρον δεικνύει :

-7^ο C 0^ο C 25^ο C

και αναγινώσκομεν :

μειον 7 βαθμοι 0 βαθμοι 25 βαθμοι
Κελσίου Κελσίου Κελσίου

2 "Άλλα θερμομετρικά όργανα συγκριτικώς βαθμολογημένα.

Βαθμολογήσις (συγκριτική) του οινόπνευματικού θερμομέτρου.

● Έντός χλιαρού ύδατος τοποθετούμεν το έν πλησίον του άλλου βαθμολογημένον υδραργυρικών θερμομετρον και έν οινόπνευματικών, άβαθμολογητον. Έάν ή στάθμη του υδραργύρου φθάση εις την ύποδιαίρεσιν 32^ο, σημειώσομεν και εις το οινόπνευματικών εκεί, όπου έφθασεν ή στάθμη του οινόπνεύματος, την ύποδιαίρεσιν 32^ο C.

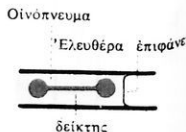
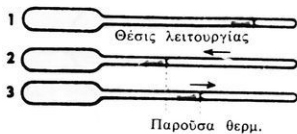
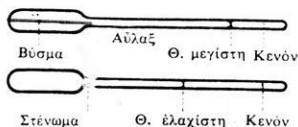
● Τοποθετούμεν κατόπιν το οινόπνευματικών θερμομετρον έντός τηκομένου πάγου και σημειώσομεν την ύποδιαίρεσιν 0^ο εις το σημειον, εις το οποίον φθάει ή στάθμη του οινόπνεύματος.

Έάν το μεταξύ 0^ο και 32^ο διάστημα διαιρέσωμεν εις 32 ίσα μέρη, τότε έκάστη ύποδιαίρεσις αντιστοιχεί προς ένα βαθμόν Κελσίου ή ένα βαθμόν εκατονταβάθμιον.

"Άλλα θερμομετρα έν χρήσει :

α) Θερμομετρον μεγίστου (ιατρικόν θερμομετρον)

β) Θερμομετρον ελαχίστου



Έν στένωμα ή έν βύσμα έμποδίζει τον υδράργυρον να κατέλθη, όταν ψύχεται.

ΈΗ ελευθέρα επιφάνεια του υγρού παρσύρει τον δείκτην, όταν το υγρόν ψύχεται.

1. Καλείται επίσης και κλίμαξ Κελσίου, από το όνομα του Σουηδου Φυσικού, ο οποίος το 1742 κατασκεύασε το πρώτον υδραργυρικών θερμομετρον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Το υδραργυρικό θερμόμετρον αποτελείται ἐξ ἑνὸς δοχείου προσηρμοσμένου εἰς τριχοειδῆ σωλήνα. Τὸ δοχεῖον τοῦτο περιέχει υδράργυρον καὶ τὸ στέλεχος εἶναι βαθμολογημένον.

2. Τὸ σημεῖον Ο εἶναι ἐκεῖνον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ υδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου.

3. Τὸ σημεῖον 100 εἶναι ἐκεῖνον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ υδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ὑπὸ κανονικῆν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 76 cmHg.

4. Τὸ διάστημα 0-100 ἀποτελεῖ τὴν ἑκατονταβάθμιον κλίμακα ἢ κλίμακα Κελσίου τοῦ υδραργυρικοῦ θερμομέτρου.

5. Ὑπάρχουν καὶ ἄλλα θερμόμετρα δι' ὑγρῶν, βαθμολογημένα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ υδραργυρικό θερμόμετρον. Τὸ ἀκριβέστερον ὅλων τῶν θερμομέτρων εἶναι τὸ υδραργυρικό.

36^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Διαστολή.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ)

1 Ἡ ἔννοια τῆς θερμοκρασίας.

α) Αὕτῃ ἡ ἔννοια εἶναι τὸ αἶσθημα, τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀφῆς, καὶ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ λέγωμεν :

—ὅτι ἐν σῶμα εἶναι θερμὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλὴ, ἢ

—ὅτι ἐν σῶμα εἶναι ψυχρὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι χαμηλὴ.

Διὰ τῆς αἰσθήσεως αὐτῆς δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἴπωμεν :

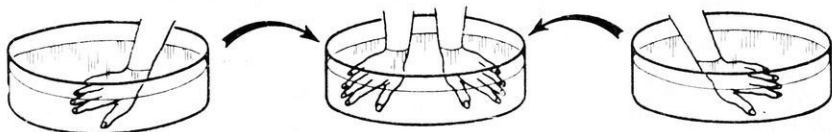
“Ὅτι ἐν σῶμα εἶναι $\left. \begin{array}{l} \text{θερμότερον} \\ \text{ἔξ ἴσου θερμὸν} \\ \text{ψυχρότερον} \end{array} \right\}$ ἐνὸς ἄλλου

ἢ
“Ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι $\left\{ \begin{array}{l} \text{ὑψηλότερα} \\ \text{ἔξ ἴσου ὑψηλὴ} \\ \text{ταπεινότερα} \end{array} \right\}$ τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς ἄλλου σώματος.

β) Ἡ αἴσθησις, ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς ἀφῆς δὲν εἶναι ἀκριβής.

Τί σημαίνει ἀκριβῶς ἡ ἔκφρασις : θερμὸν ὕδωρ, πολλὸν θερμὸν, χλιαρὸν κλπ. ;

γ) Ἡ αἴσθησις, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἐκ τῆς ἀφῆς, δὲν εἶναι ἀξιόπιστος.



Σκ. 1.

A : Ὑδωρ ψυχρὸν

B : Ὑδωρ χλιαρὸν

Γ : Ὑδωρ θερμὸν

● Τὰ τρία δοχεῖα περιέχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδατος.

Βυθίζομεν τὴν δεξιάν μας χεῖρα εἰς τὸ δοχεῖον Α καὶ τὴν ἀριστεράν εἰς τὸ δοχεῖον Γ ἐπὶ 1 ἢ 2 min καὶ εὐθὺς ἀμέσως καὶ τὰς δύο μαζί εἰς τὸ δοχεῖον Β. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ δεξιὰ μας χεῖρ μᾶς δίδει τὴν αἴσθησιν τοῦ θερμοῦ, ἐνῶ ἡ ἀριστερὰ τὴν αἴσθησιν τοῦ ψυχροῦ.

● Ἐὰν λάβωμεν ἐκ τοῦ ψυγείου φιάλην περιτυλιγμένην διὰ χάρτου, μᾶς φαίνεται ὅτι ἡ φιάλη εἶναι ψυχρότερα τοῦ χάρτου.

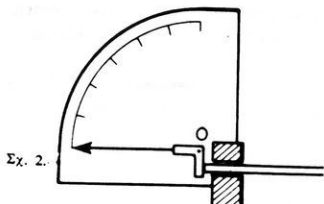
● Ἐὰν κρατήσωμεν εἰς τὴν μίαν μας χεῖρα μεταλλικὸν κανόνα καὶ εἰς τὴν ἄλλην ἑύλινον, ὁ μεταλλικὸς κανὼν θὰ μᾶς φανῆ ψυχρότερος τοῦ ἑυλίνου, ἐὰν τοὺς λάβωμεν ἐκ τοῦ ἰδίου δροσεροῦ μέρους.



Συμπέρασμα: Η αύξησης της άφης δέν επαρκεί, διά νά εκτιμήσωμεν τήν θερμοκρασίαν, διότι ούτε άκριβής ούτε αξιόπιστος είναι.

2 Πειράματα διαστολής (ποιοτικά).

● Τό όργανον, τό όποϊον βλέπομεν εις τό (σχ. 2), είναι έν πυρόμετρον μετά πίνακος. Τό μεταλλικόν στέλεχος ΑΒ είναι στερεωμένον διά κοχλίου εις τό άκρον Β και έλευθερον νά κινήται εις τό έτερον άκρον Α. Τό άκρον Α έρχεται εις έπαφήν μέ τόν μικρόν βραχίονα ενός γωνιακού μοχλού, του όποϊου ό μεγάλος βραχίων καταλήγει εις βελόνην ένδεικτικήν.



Ex. 2.

● Έάν θερμάνωμεν διά φλογός οινοπνεύματος τό στέλεχος, ή θερμοκρασία του άνέρχεται και τό μήκος του αύξάνει, ύφίσταται διαστολήν.

Η διαστολή αυτή φαίνεται έκ τής μετατοπίσεως τής βελόνης.

Όταν παύσωμεν νά θερμαίνωμεν τό στέλεχος, ή θερμοκρασία του κατέρχεται και τό στέλεχος έπανέρχεται βραδέως εις τό άρχικόν του μήκος, ύφίσταται συστολήν.

Έάν θερμάνωμεν τό ύδωρ σφαιρικής φιάλης (σχ. 3), ή θερμοκρασία του άνέρχεται και ό όγκος του αύξάνει, ύφίσταται διαστολήν.

Έάν διακόψωμεν τήν θερμαντιν, τό ύδωρ έπανέρχεται βραδέως εις τόν άρχικόν του όγκον, ύφίσταται συστολήν.

Παρατηρούμεν ότι εις τήν άρχήν του πειράματος ή στάθμη του χρωματισμένου ύδατος πίπτει άποτόμως μέχρι του σημείου Β και κατόπιν άνέρχεται κανονικώς εις τό Γ.

Κατ' άρχάς διαστέλλεται τό ύάλινον δοχείον. Ός έκ τούτου, αύξάνει ό όγκος του και κατέρχεται ή στάθμη του ύδατος κατόπιν άρχίζει νά διαστέλλεται και τό ύδωρ άλλα πολύ περισσότερον του δοχείου.

Τά ύγρά λοιπόν διαστέλλονται πολύ περισσότερον ήπό τά στερεά, τά όποια περιέχουν αυτά.

● Θερμαίνωμεν διά τών χειρών μας τόν άέρα μιός φιάλης (σχ. 4). Παρατηρούμεν ότι ή θερμοκρασία του άνέρχεται και ό όγκος του αύξάνει, ύφίσταται διαστολήν.

Η διαστολή φαίνεται έκ τής ταχείας μετατοπίσεως σταγόνος χρωματισμένου ύδατος προς τά δεξιά του σωλήνος.

Έάν παύσωμεν νά θερμαίνωμεν τήν φιάλην, ό άήρ έπανέρχεται εις τόν άρχικόν του όγκον, ύφίσταται συστολήν.

Τούτο φαίνεται έκ τής σταγόνος, ή όποία έπανέρχεται εις τήν άρχικήν της θέσιν. Διατί ;

Συμπέρασμα : Όταν ή θερμοκρασία ενός σώματος άνέρχεται, τό σώμα διαστέλλεται, άντιθέτως δέ, όταν ή θερμοκρασία κατέρχεται, τό σώμα συστέλλεται.

3 Δυνάμεθα τώρα νά άντιληφθώμεν πώς λειτουργεί τό θερμόμετρον.

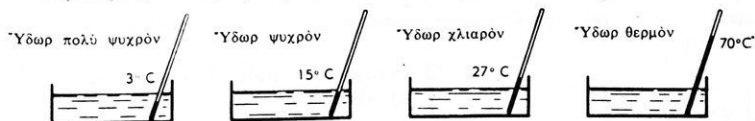
Όταν θερμόμετρον εύρίσκειται π.χ. επί τής τραπέζης, δεικνύει έστω 15° C. Έάν τό θέσωμεν έντός θερμού ύδατος, συντόμως λαμβάνει λόγω τής κατασκευής του τήν νέαν θερμοκρασίαν. Η στάθμη του ύγρου εις τό θερμόμετρον άνέρχεται (διατί ;) και, έάν φθάση εις τήν

υποδιαίρειν 45°, ή θερμοκρασία του θερμομετρικού υγρού και έπομένως και του ύδατος είναι 45°.

● Τα κατωτέρω τέσσαρα δοχεία περιέχουν τήν αὐτήν ποσότητα ύδατος.

Τά δοκιμάζομεν διά τῆς χειρός μας καί τά τοποθετοῦμεν κατὰ σειράν ἀρχόμενοι ἐκ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ. Ἐπειτα θέτομεν διαδοχικῶς τὸ θερμομέτρον εἰς ἕκαστον δοχείον.

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι π.χ.



Συμπέρασμα : Τὸ θερμομέτρον δεικνύει μετ' ἀκριβείας καί ἀντικειμενικῶς τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς σώματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

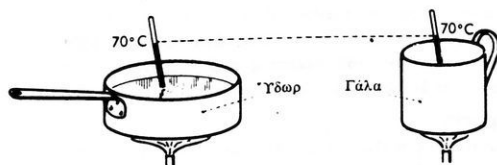
1. Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται καί, ὅταν κατέρχεται, συστέλλεται.

2. Ἡ στάθμη, εἰς τὴν ὁποῖαν φθάνει τὸ θερμομετρικὸν ὑγρὸν, ὅταν τοῦτο συστέλλεται ἢ διαστέλλεται, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἀναγνώσωμεν ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν τοποθετήσει τὸ θερμομέτρον.

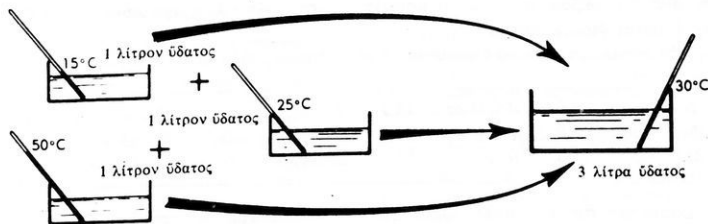
37^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΧΡΗΣΙΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΩΣΙΝ ΜΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

1. Λέγομεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν.



2. Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ εἰπώμεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν θερμοκρασιῶν.



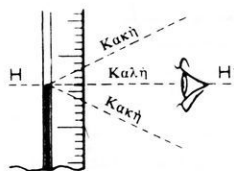
3 λίτρα ὕδατος εἶναι τὸ ἄθροισμα ἑνὸς λίτρου καὶ ἑνὸς λίτρου καὶ ἑνὸς λίτρου ὕδατος.

30° C δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα 15° C καὶ 50° C καὶ 25°.

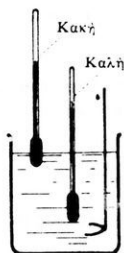
Συμπέρασμα : Το θερμομέτρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χαρακτηρίσωμεν τὴν θερμοκίνην κατάστασιν ἐνὸς σώματος, δηλαδὴ νὰ ἐκφράσωμεν ταύτην δι' ἐνὸς ὠρισμένου ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος συμβολίζει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος.

Ἡ θερμοκρασία ἐπομένως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν μετρεῖται, ἀλλὰ δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ἢ νὰ σημειωθῇ δι' ἐνὸς ἀριθμοῦ, ὡς εἶδομεν, διὰ τοῦ θερμομέτρου.

Λέγομεν π.χ. ὅτι ἐν σώμα ἔχει θερμοκρασίαν 15°C καὶ ἕτερον 30°C δὲν δυνάμεθα ὁμοῦ νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ δεύτερον ἔχει διπλασίαν θερμοκρασίαν τοῦ πρώτου, δηλαδὴ ὅτι εἶναι δύο φορές θερμότερον.



Ἐνάγωνσις θερμοκρασίας



Ἀληθινῆς θερμοκρασίας ὑγροῦ

3 Ἀνάγνωσις μιᾶς θερμοκρασίας.

α) Ὅταν ἐξετάζωμεν μίαν θερμοκρασίαν, ὁ ὀφθαλμὸς μᾶς πρέπει νὰ εὑρίσκειται εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον καθορίζει ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὑρωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς ὑγροῦ, πρέπει νὰ τὸ ἀναδεύσωμεν, διὰ νὰ ἐξισώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ βυθίζεται ὀλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὑρωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοποθετοῦμεν τὸ θερμομέτρον εἰς τὴν σκιάν καὶ εἰς ἀπόστασιν ἐκ τοῦ τοίχου.

β) Σημειώνωμεν μερικὰς θερμοκρασίας :

- ἐντὸς τῆς αἰθούσης
- εἰς τὸ ὑπόστεγον εἰς τὰς 9 h, 12 h, καὶ 15 h
- ὑπὸ τὴν μασχάλην (ιατρικὸν θερμομέτρον)
- εἰς διαφόρους θέσεις ἐνὸς ψυκτικοῦ θαλάμου κ.τ.λ.

4 Μερικαὶ χαρακτηριστικαὶ θερμοκρασίαι

Θερμοκρασία τηκομένου πάγου: 0°C

Θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, ὅταν βράζη: 100°C

Κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου: 37°C

Θερμοκρασία τοῦ σώματος τῶν πτηνῶν: 42°C

5 Μέση θερμοκρασία

Ἡ μέση θερμοκρασία τῆς πόλεως τῶν Ἀθηνῶν διὰ τὸ ἔτος π.χ. 1965 ἦτο: $17,41^{\circ}\text{C}$.

Πρὸς εὑρεσιν τῆς μέσης θερμοκρασίας ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

Πρῶτον εὑρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τῆς ἡμέρας, τὴν ὁποῖαν ὑπολογίζομεν ἐπὶ τῇ βᾶσει 24 θερμοκρασιῶν, λαμβανομένων καθ' ἐκάστην ὥραν. Ἀκολουθῶν εὑρίσκομεν τὴν μέσην μηνιαίαν θερμοκρασίαν. Ἡ μέση μηνιαία θερμοκρασία μᾶς χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς μέσης ἐτησίας θερμοκρασίας.

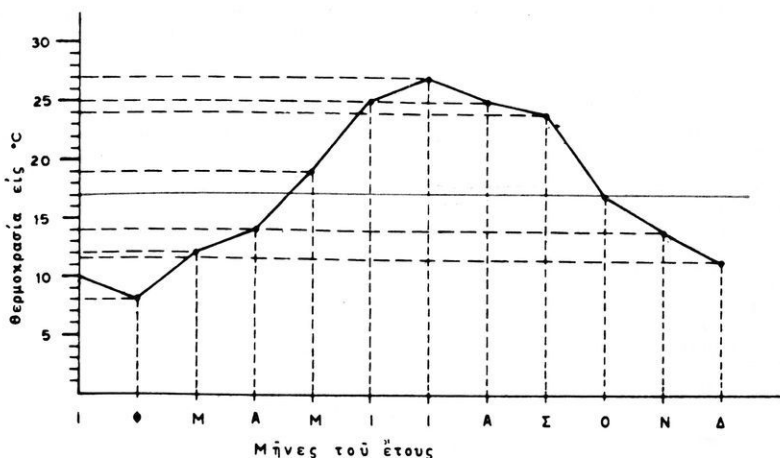
Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα σημειοῦται ἡ μέση θερμοκρασία τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους 1965.

Ἰανουάριος	9,6	Ἀπρίλιος	14,1	Ἰούλιος	27,7	Ὀκτώβριος	17,3
Φεβρουάριος	7,8	Μάιος	18,7	Αὔγουστος	25,3	Νοέμβριος	15,4
Μάρτιος	11,5	Ἰούνιος	25	Σεπτέμβριος	24	Δεκέμβριος	12,6

Μὲ βᾶσιν τὸν πίνακα ὑπολογίζομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἔτους.

Γενικὸν σύνολον: 209°C .

Μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους: $17,41^{\circ}\text{C}$.



Κατασκευάζομεν γραφικήν παράστασιν διὰ τῶν μέσων μηνιαίων θερμοκρασιῶν τοῦ ἔτους (προσέγγισις ἡμίσεως βαθμοῦ) καὶ χαράσσομεν ὀριζοντίαν γραμμὴν εἰς τὸ ὕψος τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ ἔτους.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ θερμοκρασία εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ μετρηθῆ, ἀλλὰ μόνον νὰ χαρακτηρισθῆ (νὰ σημειωθῆ).

Τὸ θερμόμετρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ σημειώσωμεν καὶ οὐχὶ νὰ μετρήσωμεν μίαν θερμοκρασίαν.

2. Διὰ νὰ σημειώσωμεν ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς σώματος, πρέπει νὰ φέρωμεν τὸ θερμόμετρον εἰς ὅσον τὸ δυνατόν καλυτέραν ἐπαφὴν πρὸς τὸ σῶμα, νὰ ἀποφύγωμεν τὰ σφάλματα τῆς ἀναγνώσεως καὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος νὰ τοποθετῶμεν τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν σκιάν.

3. Αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι σημειώνουν τακτικῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ὑπολογίζουν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου.

Ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ κυριώτερον στοιχεῖον τοῦ κλίματος ἐνὸς τόπου.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 9: Θερμοκρασία, θερμόμετρον.

I. Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον

1. Αἱ ἐνδείξεις 0° καὶ 100° Κελσίου ἐνὸς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀπέχουν 24 cm:

α) Ποῖον μῆκος σωλήνος εἰς mm ἀντιστοιχεῖ εἰς 1° C;

β) Ἐὰν ἡ μικρότερα, ἀντίληπτη διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, μετατόπισις τῆς στάθμης ὑδραργύρου εἶναι $1/5$ mm, πόση εἶναι ἡ μικρότερα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας εἰς $^{\circ}$ C, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν δι' αὐτοῦ τοῦ θερμομέτρου;

2. Ἐκτὸς τῆς κλίμακος Κελσίου χρησιμοποιεῖται καὶ ἡ κλίμαξ Fahrenheit (Φαρεναίτ). Τὰ σημεῖα 0 καὶ 100 τῆς κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα 32 καὶ 212 τῆς κλίμακος Φαρεναίτ:

α) Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ F ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν C.

β) Ὄταν τὸ θερμόμετρον F δεικνύη $75,2^{\circ}$, ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον C;

γ) Ὄταν τὸ θερμόμετρον C δεικνύη 18° , ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον F;

II. Μεταβολὴ διαστάσεων

3. Εἰς 0° C ἐν σύρμα ἐξ ἀλουμινίου ἔχει μῆκος 1 m καὶ ἐπιμηκύνεται κατὰ 2,3 mm, ὅταν ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 100° C.

Πόσον ἐπιμηκύνεται σύρμα ἐκ τοῦ ἴδιου ὕλικου, μῆκους 20 m, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθῆ ἀπὸ 0° C εἰς 75° C;

4. Τό ύψος τοῦ Πύργου τοῦ Eiffel, ὁ ὁποῖος εἶναι κατασκευασμένος ἐκ σιδήρου, εἶναι 300 m εἰς θερμοκρασίαν 0°C . Νά ὑπολογισθῇ τὸ ὕψος του εἰς 30°C . (Ἐν μέτρον σιδήρου ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,612 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του μεταβάλλεται κατὰ 1°C).

5. Τὸ μέταλλον ἰνῆν εἶναι κράμα ἐκ χάλυβος καὶ νικελίου, ἐλάχιστα διαστελλόμενον. Ἐν μέτρον ἐξ αὐτοῦ τοῦ κράματος ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,1 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 0°C γίνεται 100°C , ἐνῶ ἐν μέτρον χαλκίνου σύρματος ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm.

Τεῖνομεν συγχρόνως μεταξύ δύο σημείων Α καὶ Β ἐν σύρμα ἐκ μεταλλοῦ ἰνῆν καὶ ἐν ἐκ χαλκοῦ, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἔχει μήκος 0,60 m εἰς 0°C , καὶ τὰ θερμαίνομεν εἰς τοὺς 500°C :

α) Ποῖον μήκος ἔχει τώρα ἕκαστον σύρμα;

β) Νά σχηματισθῇ ἐν σχέδιον, τὸ ὁποῖον νά δεικνύη τὴν θέσιν ἑκάστου σύρματος, ἐφ' ὅσον τὰ σημεία Α καὶ Β εἶναι σταθερά.

6. Αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαὶ ἔχουν μήκος 800 m. Δεχόμεθα ὅτι τὸ μήκος τῆς γραμμῆς μεταβάλλεται κατὰ 1,05 mm ἀνά μέτρον διὰ μεταβολὴν θερμοκρασίας 100°C καὶ ὅτι αἱ ἀκραῖαι θερμοκρασίαι, αἱ ὁποῖαι σημειώνονται εἰς τὰς γραμμάς, εἶναι -20°C καὶ 60°C :

α) Ποία εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους γραμμῆς 800 m μεταξύ αὐτῶν τῶν θερμοκρασιῶν;

7) Σύρμα ἐκ σιδήρου, μήκους 5 m εἰς 0°C δια-

στέλλεται καὶ γίνεται 5,003 m εἰς θερμοκρασίαν 50°C :

α) Πόση εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους του;

β) Πόση θά ἦτο ἡ ἐπιμήκυνσις 1 m (εἰς 0°C) ἐξ αὐτοῦ τοῦ σύρματος δι' ἀνύψωσιν θερμοκρασίας κατὰ 1°C ;

Ἡ ἐπιμήκυνσις αὐτὴ κατὰ μονάδα μήκους καὶ βαθμῶν θερμοκρασίας ὀνομάζεται συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου.

8. Ἐν μέτρον χαλκίνου σύρματος, μετρηθέντος εἰς 0°C , ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του γίνεται 100°C .

Ἐν τοιοῦτον σύρμα διὰ τὴν μεταφορὰν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἔχει μήκος 200 m εἰς 0°C καὶ 200,128 m εἰς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν:

α) Ποία ἡ ἐπιμήκυνσις του;

β) Ποία εἶναι αὐτὴ ἡ θερμοκρασία;

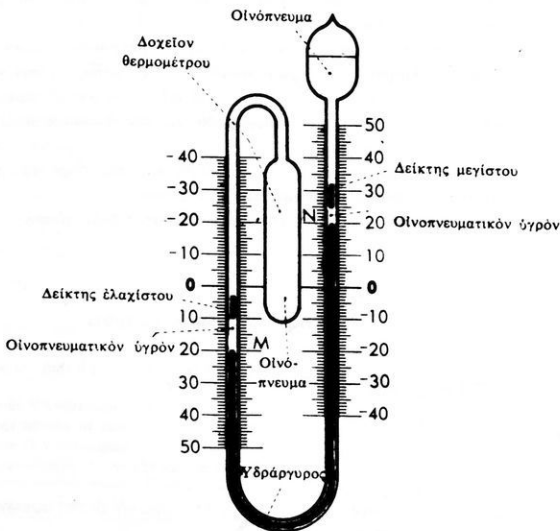
9) Μία ὑαλινὴ σφαιρικὴ φιάλη 1 dm³ διαστέλλεται καὶ ὁ ὄγκος τῆς αὐξάνει κατὰ 2,7 cm³, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς ὑφουδαί ἀπὸ 0°C εἰς 100°C :

α) Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος φιάλης 0,500 dm³, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς γίνῃ 60°C ;

β) Ἡ φιάλη (ὄγκου 0,500 dm³) εἶναι πλήρης γλυκερίνης, τῆς ὁποίας ὄγκος 1 dm³ εἰς 0°C αὐξάνει κατὰ 0,500 cm³ δι' ἀνύψωσιν θερμοκρασίας 1°C .

Πόση εἶναι ἡ αὐξήσις τοῦ ὄγκου τῆς γλυκερίνης, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης γίνῃ 60°C ;

γ) Πόσος ὄγκος γλυκερίνης χύνεται τότε ἐκ τῆς φιάλης;



Ὅταν μετατοπίζεται ὁ ὑδράργυρος, ὠθεῖ πότε τὸν ἓνα καὶ πότε τὸν ἄλλον δείκτην. Τὸ οἰνοπνευματικὸν ὑγρὸν δύναται νά κυκλοφορῇ γύρω ἀπὸ τοὺς δείκτας, ἐνῶ ὁ ὑδράργυρος ὄχι. Οἱ δείκται παραμένουν εἰς τὴν θέσιν των ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀποσύρεται, ἐνῶ ἀντιθέτως μετατοπίζονται, ὅταν φθώνται ἀπὸ αὐτόν. Τὸ θερμόμετρον τοῦ σχήματος δεικνύει θερμοκρασίαν 20°C . Ἡ ἐλάχιστη εἶναι 10°C καὶ ἡ μεγίστη 25°C . Οἱ δείκται εἶναι ἀπὸ σίδηρον καὶ δυνάμεθα νά τοὺς μετατοπίσωμεν ἑξωτερικῶς μὲν ἕνα μαγνήτην.

ΠΟΣΟΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

1 Τί είναι θερμότης.

● Ἐάν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς μίαν ἠλεκτρικὴν θερμάστραν ἢ εἰς τὴν φλόγα τοῦ ὑγραερίου ἢ τοῦ φωταερίου, θὰ ἔχωμεν τὸ αἶσθημα τῆς θερμότητος.

Ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα καὶ ἡ φλόξ εἶναι **πηγαὶ θερμότητος**.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας οἰονοπνεύματος ἐν δοχείῳ μεθ' ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου θέτομεν ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται διαδοχικῶς εἰς τοὺς 18° C, 25° C, 35° C κλπ., ἐξακριβῶνομεν διὰ τοῦ δακτύλου μας ὅτι τὸ ὕδωρ γίνεταί συνεχῶς θερμότερον.

● Ἡ φλόξ τοῦ οἰονοπνεύματος παρέχει συνεχῶς θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται.

● Ἐάν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν, τὸ θερμόμετρον κατέρχεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, διότι τὸ ὕδωρ παρέχει θερμότητα εἰς τὸ ἐξωτερικὸν περιβάλλον καὶ ἡ θερμοκρασία του ἑλαττοῦται.

Συμπέρασμα : Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἷτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2 Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ μετρηθῆ.

● Θερμαίνωμεν διὰ δύο διαφορετικῶν πηγῶν θερμότητος (π.χ. λυχνίας οἰονοπνεύματος καὶ ἠλεκτρικῆς θερμάστρας) δύο σφαιρικές φιάλας, π.χ. τὴν Α καὶ τὴν Β, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ἴσας μάζας ὕδατος $m=600$ g καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν $t_1=20^\circ$ C.

● Σημειῶνομεν ἀνὰ λεπτόν τὴν θερμοκρασίαν ἐκάστου ὑγροῦ τῆ βοηθεῖα τῶν ἐντὸς τῶν φιαλῶν τοποθετημένων θερμόμετρων καὶ καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5	6
θερμοκρασία (°C) Α	20	25	30	35	40	45	50
Β	20	26	32	38	44	50	

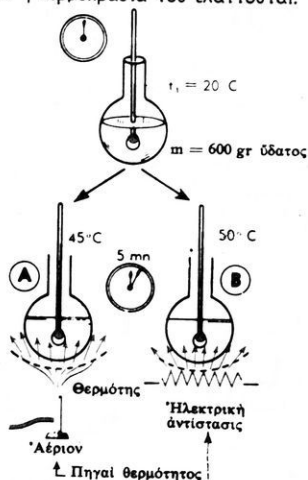
● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος δὲν πρέπει νὰ μεταβάλλωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φλογὸς τῶν δύο πηγῶν.

Συμπέρασμα : Ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ μία μάζα ὕδατος, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.

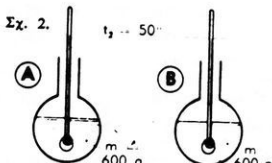
● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν φιάλην Β ἀνέρχεται ταχύτερον παρὰ εἰς τὴν φιάλην Α.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις παρέχει εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ τὴν φλόγα τοῦ οἰονοπνεύματος.

Διακόπτομεν τὴν θερμάνωσιν, ὅταν ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος γίνη καὶ εἰς τὰς δύο φιάλας $t_2=50^\circ$ C (σχ. 2).

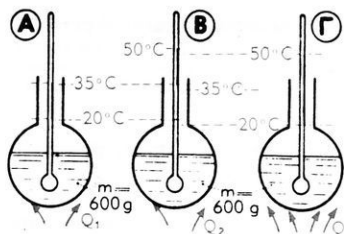


Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Β δέχεται εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸν διάστημα περισσοτέραν θερμότητα ἀπὸ τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α. Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς λυχνίας Bunsen. Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντίστασεως.

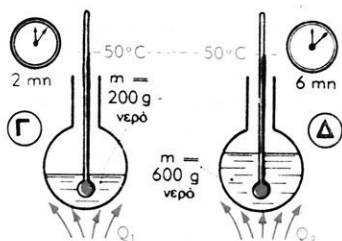


Σχ. 2. Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποῖαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Α.

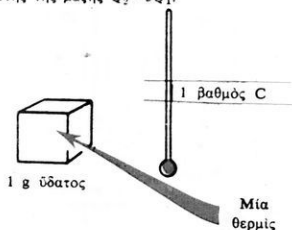
Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποῖαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Β.



Σχ. 3. Η ποσότης θερμότητας Q είναι ίση προς $Q_1 + Q_2$.



Σχ. 4. Η ποσότης της θερμότητας, ή οποία εχρηγήθη διά την ίδιαν άνυψώσιν της θερμοκρασίας μίας μάζης ύδατος, είναι ανάλογος αútης της μάζης $Q_2 = 3Q_1$.



Σχ. 5. Διά νά άνυψώσωμεν την θερμοκρασίαν 1 g ύδατος, πρέπει νά χορηγήσωμεν εις αυτό θερμότητα ίσην προς μίαν θερμίδα.

Θερμαίνωμεν πρώτον την φιάλην Γ, έως ότου ή θερμοκρασία φθάση εις τους 50° C, και σημειώσωμεν τόν χρόνον, ό όποιος εχρηγήσθη : 2 mn. Χωρίς νά μεταβάλωμεν την έντασιν της φλογός, θερμαίνωμεν την φιάλην Δ έως την θερμοκρασίαν των 50° C και σημειώσωμεν πάλιν τόν χρόνον : 6 mn περίπου.

Παρατηρούμεν ότι ό χρόνος αυτός είναι τριπλάσιος του πρώτου και ή ποσότης θερμότητας, την όποιαν άπερρόφησεν ή φιάλη Δ, είναι τριπλασία της ποσότητας, την όποιαν άπερρόφησεν ή φιάλη Γ.

Συμπέρασμα : Η ποσότης της θερμότητας, την όποιαν άπορροφά μία μάζα ύδατος, διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν από t_1 έως t_2 , είναι ανάλογος προς την μάζαν του ύδατος.

3 Μονάδες ποσοτήτων θερμότητας :

Η θερμής (cal) είναι ή ποσότης της θερμότητας, ή άπαιτουμένη διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν ενός g ύδατος κατά 1° C.

Πολλαπλάσια : Η χιλιοθερμής (Kcal) 1 Kcal=1000 cal.

α) Έκάστη πηγή θερμότητας άνυψώσε την θερμοκρασίαν ίσης μάζης ύδατος $m=600$ g από $t_1 = 20^\circ$ C εις $t_2=50^\circ$ C, δηλ. $t_2-t_1=30^\circ$ C

Βλέπομεν ότι :

Ποσότης θερμότητας, την όποιαν άπερρόφησε το ύδωρ της φιάλης Α

Ποσότης θερμότητας, την όποιαν άπερρόφησε το ύδωρ της φιάλης Β

Δύο ποσότητες θερμότητας είναι ίσαι, όταν άνυψώνουν εις την αútην θερμοκρασίαν δύο ίσας μάζας ύδατος, αί όποιαί ειχον την ίδιαν άρχικήν θερμοκρασίαν. Κατά προσέγγισιν δυνάμεθα νά δεχθώμεν ότι δύο ποσότητες θερμότητας είναι ίσαι, όταν προκαλούν εις δύο ίσας μάζας ύδατος την αútην μεταβολήν θερμοκρασίας.

β) Όταν ή θερμοκρασία άνέρχεται από 20° C εις 35° C, το ύδωρ της φιάλης Α προσλαμβάνει μίαν ποσότητα θερμότητας Q_1 και από 35° C εις 50° C, μίαν ποσότητα θερμότητας Q_2 (σχ. 3).

Η ποσότης της θερμότητας, την όποιαν άπερρόφησε το ύδωρ, διά νά άνυψωθή ή θερμοκρασία του από 20° C εις 50° C, είναι ίση με το άθροισμα Q_1+Q_2 .

Άλλά $Q_1=Q_2$, έπειδή ή άνυψώσις της θερμοκρασίας είναι ή αútη : 15° C.

Τό ύδωρ της φιάλης Α άπερρόφησεν από τους 20° C έως τους 50° C μίαν ποσότητα

$$Q_1+Q_2=Q$$

Αί ποσότητες θερμότητας δύνανται νά είναι ίσαι, νά προστεθούν και νά πολλαπλασιασθούν ή μία εις την άλλην.

Συμπέρασμα : Μία ποσότης θερμότητας είναι μέγεθος, τό όποιον δύνανται νά μετρηθή.

γ) Δύο όμοια σφαιρικά φιάλαι περιέχουν ή μία 200 g και ή έτέρα 600 g ύδατος εις την αútην άρχικήν θερμοκρασίαν 20° C (σχ. 4).

Μία άλλη μονάς θερμότητας είναι και η μεγαθερμής (Mcal), η οποία εκφράζει την απαιτούμενη θερμότητα, δια να άνυψωθή η θερμοκρασία μάζης ενός τόνου ύδατος κατά 1° C.

Τύποι.

Ποίαν ποσότητα θερμότητας πρέπει να προσδώσωμεν εις μίαν μάζαν ύδατος 600 g, δια να άνέλθη η θερμοκρασία του από τους 20° C εις τους 50° C;

$$Q = 1 \times 600 \times (50 - 20) = 18000 \text{ cal}$$

$$\text{cal} = \text{cal/g } ^\circ\text{C} \quad \text{g} \quad ^\circ\text{C}$$

Γενικώτερον, αν m η μάζα του ύδατος, t₁ η άρχική θερμοκρασία και t₂ η τελική θερμοκρασία, η ποσότης θερμότητος, την οποίαν πρέπει να προσδώσωμεν, είναι :

$$Q = 1 \times m \times (t_2 - t_1)$$

$$\text{cal} = \text{cal/g } ^\circ\text{C} \quad \text{g} \quad ^\circ\text{C}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Η θερμότης είναι τό αίτιον τών μεταβολών τής θερμοκρασίας.

2. Η ποσότης τής θερμότητος, την οποίαν απορροφά μία μάζα ύδατος, ώστε να άνυψουται η θερμοκρασία του, είναι ανάλογος πρὸς την μάζαν του ύδατος και την άνύψωσιν τής θερμοκρασίας του.

3. Μονάς θερμότητος είναι η θερμής (cal). Θερμής είναι η θερμότης, η απαιτούμενη, δια να άνυψώση εν g ύδατος την θερμοκρασίαν του κατά 1° C.

4. Η ποσότης θερμότητος Q, η οποία απαιτείται, δια να άνυψωθή η θερμοκρασία μιᾶς μάζης ύδατος m από t₁° C εις t₂° C, είναι: Q = m × (t₂ - t₁).

390^{ον} ΜΑΘΗΜΑ: Μέτρησις ποσότητος θερμότητος.

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟΝ ΔΙ' ΥΔΑΤΟΣ

1 Τοιχώματα άγώγιμα και τοιχώματα μονωτικά.

α) Έντός του δοχείου A, τό όποιον περιέχει ύδωρ 20° C, τοποθετούμεν έτερον δοχείον B έξ άλουμινίου, τό όποιον περιέχει ύδωρ 60° C (σχ. 1).

Παρατηρούμεν τότε ότι η θερμοκρασία του ύδατος εις τό δοχείον B κατέρχεται, ένω άνέρχεται εις τό δοχείον A. Τέλος, η θερμοκρασία και εις τά δύο δοχεία γίνεται η αύτή. Λέγομεν τότε ότι άποκατεστάθη **θερμική ισορροπία**.

Έξήγησις. Τό ύδωρ του δοχείου B έδωσε θερμότητα εις τό ύδωρ του δοχείου A και η θερμοκρασία του κατήλθε.

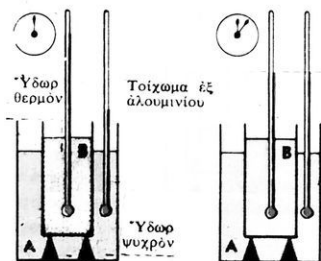
Τό ύδωρ του δοχείου A προσέλαβεν αύτην την θερμότητα, η όποία διέρχεται από τό ένδιάμεσον τοίχωμα του δοχείου B, όποτε η θερμοκρασία του άνήλθε.

Τό τοίχωμα αύτό είναι *καλός άγωγός τής θερμότητος*.

● β) Αντικαθιστώμεν τό δοχείον B δι' έτερου, τό όποιον έχει διπλά ύάλινα έπαργυρωμένα τοιχώματα. Ό μεταξύ των δύο τοιχωμάτων χώρος είναι κενός άέρος.

Τό δοχείον τουτο είναι όμοιον πρὸς τό δοχείον θερμός και ονομάζεται δοχείον Dewar.

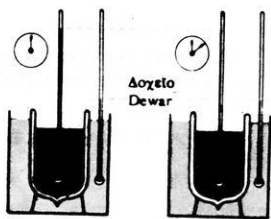
Χύνομεν εις τό δοχείον τουτο ύδωρ 60° C και τό τοποθετούμεν έντός του δοχείου A, τό όποιον περιέχει ύδωρ εις την θερμοκρασίαν του δωματίου.



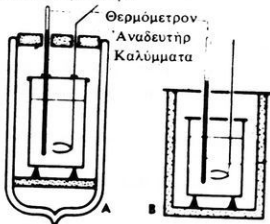
Σχ. 1. Τό ύδωρ του δοχείου B παραχωρεί θερμότητα εις τό ύδωρ του δοχείου A, έως ότου άνάμεσα εις τά δύο δοχεία άποκατεστάθη θερμική ισορροπία.



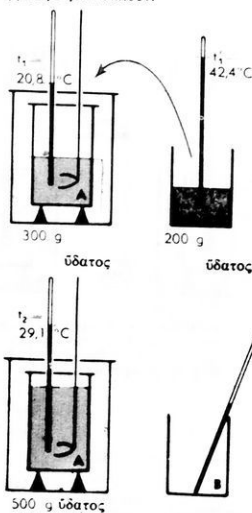
Σχ. 2. Δοχείον Dewar



Σχ. 3. Δεν είναι δυνατή η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των υγρών των δύο δοχείων. Τα τοιχώματα του δοχείου Dewar αποτελούν ένα θερμικών μονωτήν.



Σχ. 4. Θερμιδομέτρα
A: Θερμιδομέτρον Arsonval-Dewar
B: Θερμιδομέτρον άπλοον.



Θερμότης η οποία έχορηγήθη από το ύδωρ του δοχείου B

Θερμότης την οποίαν άπερρόφησε το ύδωρ του θερμιδομέτρου + Θερμότης την οποίαν άπερρόφησε το θερμιδομέτρον

Σχ. 5. Μέτρησης του ισουδνάμου εις ύδωρ ενός θερμιδομέτρου.

● Παρατηρούμεν ότι η θερμοκρασία του ύδατος εις άμφότερα τὰ δοχεία δεν μεταβάλλεται. Έπομένως δεν γίνεται ανταλλαγή θερμότητας. Τὰ τοιχώματα του δοχείου Dewar αποτελούν ένα θερμικών μονωτήν (σχ. 3).

Ο βάμβαξ, τὸ έριον, τὰ πριονίδια του ξύλου και γενικῶς τὰ σώματα, τὰ όποία είναι κακοί άγωγοί τῆς θερμότητος, άποτελούν τούς θερμικούς μονωτάς.

2 Ἀρχή του Θερμιδομέτρου.

Τὸ θερμιδομέτρον είναι έν δοργανον θερικῶς μεμονομένον εκ του έξωτερικου περιβάλλοντος. Είναι έφραδιασμένον δι' ενός άναδευτήρος και ενός εύαισθητου θερμομέτρου.

Εις τὸ σχήμα 4 βλέπομεν έν θερμιδομέτρον, του Arsonval - Dewar. Έπειδή τὰ τοιχώματα του δοχείου Dewar είναι μονωτικά, έχει περιορισθῆ εις τὸ ελάχιστον ἡ ανταλλαγή θερμότητος μεταξύ του έσωτερικου δοχείου (θερμιδομετρικου) και του έξωτερικου περιβάλλοντος.

Χύνομεν έντός του θερμιδομετρικου δοχείου 200 g ύδατος 20° C και έπειτα 100 g ύδατος 50° C και άναδεύομεν διά του άναδευτήρος.

Όταν άποκατασταθῆ θερμική ίσορροπία, σημειώνομεν τήν τελικήν θερμοκρασίαν του μείγματος : 30° C.

Ἐξήγησις. Ἡ θερμοκρασία των 200 g ύδατος εις τὸ δοχείον Dewar άνήλθεν από $t_1=20^\circ\text{C}$ εις $t_2=30^\circ\text{C}$.

Τὸ ύδωρ τουτο άπερρόφησε ποσόν θερμότητος : $Q_{\text{cal}}=m \times (t_2-t_1)=200 \text{ cal/}^\circ\text{C} \times (30^\circ\text{C}-20^\circ\text{C})=2000 \text{ cal}$.

Ἡ θερμοκρασία των 100 g ύδατος, τὸ όποιον προσετέθη, κατήλθεν από $t_1=50^\circ\text{C}$ εις $t_2=30^\circ\text{C}$.

Τὸ ύδωρ τουτο άπέδωσε ποσόν θερμότητος : $Q' \text{ cal}=(t_1-t_2) \times m=(50^\circ\text{C}-30^\circ\text{C}) \times 100 \text{ cal/}^\circ\text{C}=2000 \text{ cal}$

$$Q = Q'$$

Μέθοδος των μειγμάτων και άρχή τῆς ισότητος των ανταλλαγών (των ποσοτήτων θερμότητος).

Όταν θέσωμεν εις έπαφήν δύο σώματα διαφορετικῶν αρχικῶν θερμοκρασιῶν ούτως, ώστε νά δύνανται νά ανταλλάξουν θερμοότητα μόνον μεταξύ των, τότε θα άποκατασταθῆ θερμική ίσορροπία και ἡ ποσότης θερμότητος, τήν όποίαν άπέδωσε τὸ έν εκ των σωμάτων, θα είναι ίση με τήν ποσότητα θερμότητος, τήν όποίαν άπερρόφησε τὸ έτερον.

3 Ἴσοδύναμον εις ύδωρ (θερμοχωρητικότης) ενός θερμιδομέτρου.

● Έν σύνθεσ θερμιδομέτρον (σχ. 5) περιέχει 300 g ύδατος θερμοκρασίας : $t_1=20,8^\circ\text{C}$.

Τήν ίδίαν θερμοκρασίαν έχει και τὸ δοχείον τουθ θερμιδομέτρου.

● Προσθέτομεν εις τὸ θερμιδομέτρον 200 g ύδα-

τους θερμοκρασίας $t_1=42,4^\circ \text{C}$, αναδεύομεν τὸ μείγμα καὶ σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασία $t_2=29,1^\circ \text{C}$.

Τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον ἀπερρόφησε :

$$Q_{\text{cal}}=300 \text{ cal/}^\circ \text{C} \times (29,1-20,8)^\circ \text{C}=2490 \text{ cal.}$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προσετέθη εἰς τὸ θερμοδόμετρον, ἀπέδωσε :

$$Q'_{\text{cal}}=200 \text{ cal/}^\circ \text{C} \times (42,4-29,1)^\circ \text{C}=2660 \text{ cal.}$$

Τὰς 2490 cal ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον, τὴν δὲ διαφορὰν :
 $2660 \text{ cal}-2490 \text{ cal}=170 \text{ cal}$

ἀπερρόφησε τὸ ἴδιον τὸ θερμοδόμετρον (τοιχώματα, ἀναδευτήρ, θερμοόμετρον, κάλυμμα) καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνῆλθε κατὰ $29,1^\circ-20,8^\circ=8,3^\circ \text{C}$.

Διὰ νὰ ὑψωθῇ λοιπὸν ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμοδόμετρον κατὰ 1°C , πρέπει τοῦτο νὰ ἀπορροφήσῃ

$$\frac{170 \text{ cal}}{8,3^\circ \text{C}} = 20 \text{ cal/}^\circ \text{C} \text{ περίπου,}$$

δηλαδὴ τὴν ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ μᾶζα ὕδατος 20 g, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία της κατὰ 1°C .

Τὸ θερμοδόμετρον λοιπὸν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος ἀπορροφεῖ τόσῃν ποσότητι θερμότητος, ὅσην θὰ ἀπερρόφει μᾶζα ὕδατος 20 g.

Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ αὐτοῦ τοῦ θερμοδόμετρον εἶναι 20 g ὕδατος.

Εἰς ἐκάστην μέτρῃσιν ποσότητος θερμότητος δι' αὐτοῦ τοῦ θερμοδόμετρον πρέπει νὰ υπολογίζωμεν καὶ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ.

Συμπέρασμα : Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ ἐνὸς θερμοδόμετρον εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος μετὰ τοῦ θερμοδόμετρον, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἐξ ἴσου μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμοδόμετρον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ δύο ἐπαργυρωμένα τοιχώματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κενὸν εἰς τὸ δοχεῖον Dewar, ἀποτελοῦν θερμικὸν μονωτήν.

Τὸ ἔριον, ὁ βάμβαξ, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ ἀποτελοῦν ἐπίσης θερμικοὺς μονωτάς.

Τὸ θερμοδόμετρον εἶναι ἓν ὄργανον θερμικῶς μεμονωμένον ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Εἶναι ἐφωδιασμένον δι' ἐνὸς ἀναδευτήρος καὶ ἐνὸς εὐαίσθητου θερμομέτρον. Χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρῃσιν ποσοτήτων θερμότητος, τὰς ὁποίας ἀποδίδει ἢ ἀπορροφᾷ ἓν σῶμα.

2. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητος) ὡς εἰς τὴν σελ. 110.

40^{ON} ΜΑΘΗΜΑ:

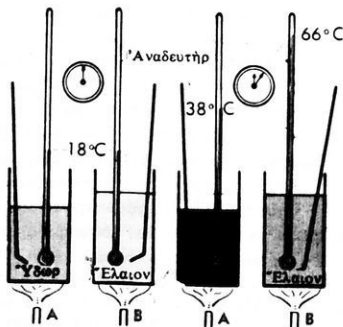
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

1. Παρατήρησις.

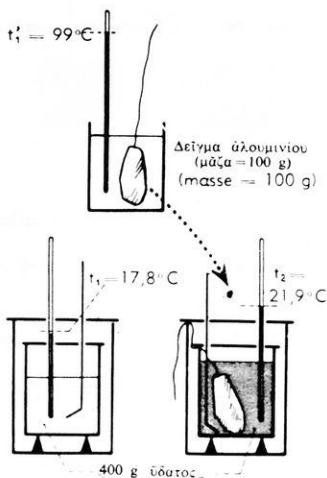
● Δύο ὁμοία δοχεῖα περιέχουν : τὸ ἓν 500 g ὕδατος καὶ τὸ ἕτερον 500 g ἐλαίου τῆς ἰδίας θερμοκρασίας 18°C .

Θερμαίνομεν βραδέως τὸ πρῶτον δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος καὶ ἀναδεύομεν συνεχῶς τὸ ὕδωρ, σημειοῦντες ἀνὰ λεπτὸν τὴν θερμοκρασίαν του.

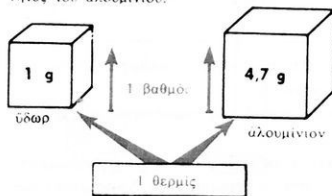
Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐκτελοῦμεν καὶ διὰ τοῦ δοχεῖου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ἐλαῖον, ὁπότε καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :



Σχ. 1. Ἡ ἴδια πηγὴ θερμότητος ἀνυψώνει ταχύτερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἰδίας μᾶζης ὕδατος.



Ισοδύναμον εις ύδωρ του θερμοδόμετρου 20 g
Σχ. 2. Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητας του αλουμινίου.



Σχ. 3: 1 θερμίδα ανυψώνει κατά 1°C την θερμοκρασία 1 g ύδατος ή

$$\frac{1 \text{ cal}}{0,27 \text{ cal/g}} = 4,7 \text{ g αλουμινίου.}$$

- Ανασύρουμε το τεμάχιο και το βυθίζουμε άμεσα εντός του ύδατος του θερμοδόμετρου. Η θερμοκρασία του θερμοδόμετρου ανέρχεται και όταν άποκατασταθή θερμική ίσορροπία, σημειώνουμε την θερμοκρασίαν : $t_2 = 21,9^\circ\text{C}$.

Εξήγησης. Το τεμάχιο του αλουμινίου κατά την στιγμήν της εξαγωγής του εκ του ύδατος έχει την ίδιαν μετ' αυτού θερμοκρασίαν: 99°C .

Όταν το βυθίσωμεν εις το θερμοδόμετρον, ή θερμοκρασία του κατέρχεται, διότι παραχωρεί θερμότητα εις το ψυχρόν ύδωρ. Επίσης του ύδατος ή θερμοκρασία ανέρχεται, έως οτου αι θερμοκρασίαι των εξισωθούν (θερμική ίσορροπία).

Κατά την άρχην της ισότητος των ανταλλαγών των ποσοτήτων θερμότητος θά έχωμεν :

Ποσότης θερμότητος, την όποιαν } = { Ποσότης θερμότητος, την όποιαν
 άπερρόφησε το ύδωρ και το θερμοδόμετρον } { παρεχώρησε, το αλουμίνιον.

Το θερμοδόμετρον περιέχει 400 g ύδατος και το ισοδύναμόν του εις ύδωρ είναι 20 g. Πρέπει λοιπόν να ύπολογίσωμεν ότι την θερμότητα, την όποιαν παραχωρεί το τεμάχιο αλουμινίου, την άπορροφή μάζα 400 g + 20 g = 420 g ύδατος και έπομένως :

Ποσότης θερμότητος, την όποιαν άπορροφά το ύδωρ και το θερμοδόμετρον :

$$Q_{\text{cal}} = 420 \text{ cal/}^\circ\text{C} (21,9 - 17,8)^\circ\text{C} = 1722 \text{ cal.}$$

Ποσότης θερμότητος, την όποιαν παραχωρεί το αλουμίνιον = 1722 cal.
 Η θερμοκρασία του αλουμινίου κατέρχεται κατά :

Χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5
ύδατος	18"	22"	26"	30"	34"	38"
Θερμοκρασία						
έλαιου	18"	26"	36"	46"	56"	66"

Παρατηρούμεν ότι ή θερμοκρασία του έλαιου ανέρχεται ταχύτερον της θερμοκρασίας του ύδατος.

Διά να επιτύχωμεν την ίδιαν άνύψωσιν της θερμοκρασίας εις δύο ίσας μάζας ύδατος και έλαιου, πρέπει να προσφέρωμεν όλιγωπότεραν θερμότητα εις το έλαιον από όσην προσεφέραμεν εις το ύδωρ.

Συμπέρασμα : Η άνύψωσις της θερμοκρασίας ενός σώματος, λόγω της ύπ' αυτού άπορροφούμενης ποσότητος θερμότητος, εξαρτάται από την φύσιν του σώματος.

2 Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητος ενός σώματος.

Ειδική θερμότης ενός σώματος στερεού ή υγρού είναι ή ποσότης της θερμότητος, την όποιαν άπορροφά ή μονάς της μάζης του σώματος, όταν ή θερμοκρασία του αύξηθής κατά 1°C .

A) Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητος του άργιλίου (άλουμινίου).

- Χύνουμεν 400 g ύδατος εντός του θερμοδόμετρου και αναδεύουμεν, ώστε να εξισωθής ή θερμοκρασία του ύδατος και των εξαρτημάτων του θερμοδόμετρου, και σημειώνουμεν αύτην την θερμοκρασίαν: $t_1 = 17,8^\circ\text{C}$.

- Στερεώνουμεν εις το άκρον σύρματος έν τεμάχιο αλουμινίου, το όποιον προηγουμένως έχομεν ζυγίσει : $m = 100 \text{ g}$.

- Βυθίζομεν το τεμάχιο του αλουμινίου εις ύδωρ, το όποιον βράζει, και σημειώνουμεν την θερμοκρασίαν του : $t_1' = 99^\circ\text{C}$.

$$t_1 - t_2 = 99^\circ\text{C} - 21,9^\circ\text{C} = 77,1^\circ\text{C}$$

καί, όταν ή θερμοκρασία του κατέρχεται κατά 1°C ,
τό 1 g του άλουμινίου παραχωρεί :

$$\frac{1722 \text{ cal}}{77,1^\circ\text{C} \times 100\text{g}} = 0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Αντιθέτως, διά ν' άνυψώσωμεν την θερμοκρα-
σian 1 g άλουμινίου κατά 1°C , πρέπει να του παρα-
χωρήσωμεν 0,22 cal.

Η ειδική θερμότης του άλουμινίου είναι :

$$0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

**B) Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητος του
πετρελαίου.**

● Αντικαθιστώμεν τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδομέτρου
διὰ 300 g πετρελαίου, θερμοκρασίας $t_1=18,3^\circ\text{C}$.

Βυθίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ τεμάχιον τοῦ άλουμι-
νίου, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἔχομεν θερμάνει εἰς
τοὺς 60°C (ἐντὸς ὕδατος 60°C), καὶ σημειώνομεν τὴν
τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμοδομέτρου : $t_2=23^\circ\text{C}$.

Τὸ άλουμινίου παρεχώρησε ποσὸν θερμότητος :

$$Q_{\text{cal}} = 0,22 \cdot 100 \text{ g} (60 - 23)^\circ\text{C} = 814 \text{ cal}$$

Ἐκ τοῦ ποσοῦ τούτου τὸ θερμοδομετρον ἀπερ-
ρόφησεν :

$20 \text{ cal/}^\circ\text{C} (23 - 18,3)^\circ\text{C} = 94 \text{ cal}$ ($20 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ τὸ ἰσο-
δύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμοδομέτρου), τὸ δὲ πετρε-
λαίου ἀπερρόφησεν :

$$814 \text{ cal} - 94 \text{ cal} = 720 \text{ cal}$$

Ὅταν λοιπὸν ή θερμοκρασία ἀνέρχεται κατά
 $23^\circ\text{C} - 18,3^\circ\text{C} = 4,7^\circ\text{C}$, τὰ 300 g τοῦ πετρελαίου
ἀπορροφῶν 720 cal.

Ὅταν ή θερμοκρασία ἀνέρχεται κατά 1°C ,
τό 1 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφᾷ :

$$\frac{720 \text{ cal}}{4,7^\circ\text{C} \times 300 \text{ g}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Η ειδική θερμότης του πετρελαίου είναι :

$$0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

3 Τύπος.

Ἐὰν c είναι ή ειδική θερμότης ἐνὸς σώματος, τότε, διά νά ὑψώσωμεν κατά 1°C τὴν θερ-
μοκρασίαν m-g του σώματος, πρέπει νά παραχωρήσωμεν : $c \times m \text{ cal}$.

Διά νά ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος αὐτοῦ ἀπὸ $t_1^\circ\text{C}$ εἰς $t_2^\circ\text{C}$, πρέπει νά
τοῦ παραχωρήσωμεν :

$$Q = c \times m \times (t_2 - t_1)$$

cal cal/g^oC g °C

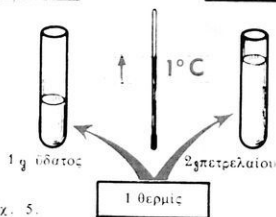
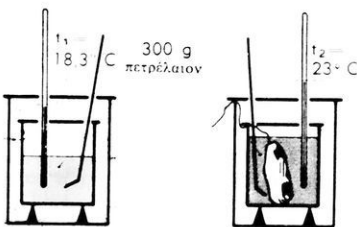
Παρατήρησις. Η ειδική θερμότης παντὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν στα-
θερὰν τοῦ σώματος τούτου.

Ἡ ειδική θερμότης τοῦ ὕδατος ἔχει ὀρισθῆ ἴση πρὸς 1 cal/g^oC.

Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν ειδικὴν θερμότητα. Διά
τὴν ἴδιαν δηλ. ἀνύψωσιν θερμοκρασίας καὶ τὴν ἴδιαν μᾶζαν τὸ ὕδωρ ἀπορροφᾷ μεγαλυτέραν
ποσότητα θερμότητος ἔξ ὅλων τῶν ἄλλων σωμάτων.

Τὴν θερμότητα αὐτὴν ἀποβάλλει, ὅταν ψύχεται. Διά τὸν λόγον αὐτὸν οἱ ὠκεανοί, αἱ
θάλασσαι, αἱ λίμναι, ρυθμίζουν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς τόπου.

Διά τὸν ὡς ἄνω λόγον χρησιμοποιοῦμεν τὸ ὕδωρ ὡς ἀποθήκην θερμότητος (θερμοφό-
ροι) ἢ διά τὴν μεταφορὰν θερμότητος (Κεντρικὴ θέρμανσις, ψυθεῖς κινήτρων κλπ.).



Εξ. 5.

Ειδική θερμότης κατὰ γραμμαρίον καὶ βαθμοῦν C		
Μολύβδος	0,03	Ἰσοπνευμα 0,033
Κασσιτερός	0,05	Ἐλαίου 0,3
Χυλκός	0,095	Βενζίνης 0,45
Σίδηρος	0,11	Πετρελαίου 0,5
Άλουμινίου	0,21	Οἰνοπνεύμα 0,58
Πάγος	0,5	Ἰσοπνευμα 1

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ αὐξήσις τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος διὰ τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ θερμότητος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ σώματος.
2. Εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ υἱεροῦ καλεῖται ἡ ποσότης τῆς θερμότητος τὴν ὅποιαν ἀπορροφᾷ ἡ μονὰς τῆς μάζης τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀνέλθῃ κατὰ 1°C. Ἡ εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ σώματος αὐτοῦ.
3. Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος εἶναι 1cal/μ°C. Τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ σῶμα, τὸ ὅποιον παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν εἰδικὴν θερμότητα.

41^ο ΜΑΘΗΜΑ :

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΕΝΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1) Παρατήρησις.

Διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν, τὴν θέρμανσιν τῶν διαμερισμάτων κ.τ.λ. χρῆσιμοποιοῦμεν τὴν θερμότητα, τὴν ὅποιαν παράγει ἕν καύσιμον. Ὑπάρχουσιν στερεὰ, ὑγρὰ καὶ ἀέρια καύσιμα (ἀνθρακες, πετρέλαιον, φωταέριον). Ἀπὸ τὰ καύσιμα, τὰ ὅποια χρῆσιμοποιοῦμεν, ἄλλα θερμαίνουσιν περισσότερο καὶ ἄλλα ὀλιγώτερον.

Οὕτω διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 50 kg ὕδατος ἀπὸ 10° C εἰς 60° C, ἐντὸς συνήθους μαγειρικοῦ σκεύους, πρέπει νὰ χρῆσιμοποιήσωμεν περίπου 1 Kg ἀνθρακος ἢ 2 Kg ξηρῶν καυσοῦλων ἢ 4 Kg ὑγρῶν καυσοῦλων.

Λέγομεν ὅτι ἡ θερμικὴ δύναμις τοῦ ἀνθρακος εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ξηροῦ καυσοῦλου καὶ τοῦ ξηροῦ καυσοῦλου μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ὑγροῦ.

Θερμότης καύσεως καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον ἀποδίδει 1 Kg καυσίμου, ὅταν τοῦτο καὶ ἐντελῶς, ἔαν αὐτὸ εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρὸν, ἢ 1 m³ ἔαν εἶναι ἀέριον (ἀπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως).

Ἡ θερμότης καύσεως ἢ ἡ θερμικὴ δύναμις ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ χιλιόγραμμον ἢ κυβικὸν μέτρον τοῦ καυσίμου. Προκειμένου δὲ πρὸς ἀέριον, ἐκφράζεται εἰς Mcal (τοσοθεμίδας).

2) Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως.

A) Ἐνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρῆσιμοποιοῦμεν θερμιδόμετρον με ὕδωρ (σχ. 1), ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζομεν τὴν *θερμιδομετρικὴν ὀβίδα*. Αὕτη εἶναι δοχεῖον με παχέα τοιχώματα, τὸ ὅποιον κλείει διὰ κοχλιωτοῦ σκεπάσματος.

Περιέχει πεπιεσμένον ὀξυγόνον διὰ τὴν καύσιν καὶ χωνευτήριον, φέρον ἕν γραμμάριον ἐκ τοῦ καυσίμου, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως.

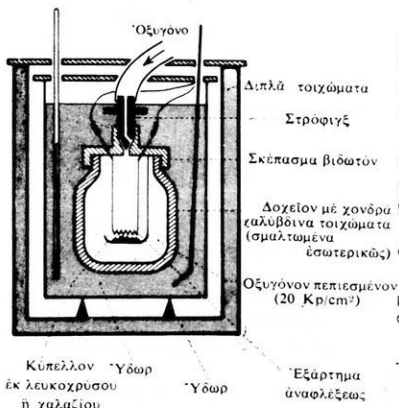
Ἡ ἀνάφλεξις γίνεται τῇ βοθηαίᾳ ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Παράδειγμα. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως τοῦ ἀνθρακος, ἐργαζόμεθα κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον :

Ζυγίζομεν ἕν γραμμάριον ἐξ αὐτοῦ καὶ τὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸ χωνευτήριον τῆς θερμιδομετρικῆς ὀβίδος.

Ἡ ὀβίς ἀποτελεῖται ἐκ χάλυβος καὶ ζυγίζει 4 Kg. Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 2,5 l ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδυσάμῳ του εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g.

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ χάλυβος εἶναι : 0,1cal/μ°C.



Σχ. 1. Ὄβις θερμιδομετρικὴ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμότητος καύσεως ἑνὸς κινεῖτου στερεοῦ ἢ υἱεροῦ.

Ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ θερμοδομέτρου πρὸ τῆς καύσεως : $t_1 = 17,4^\circ \text{C}$ · μετὰ τὴν καύσιν : $t_2 = 20,1^\circ \text{C}$ καὶ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας $t_2 - t_1 = 20,1^\circ \text{C} - 17,4^\circ = 2,7^\circ \text{C}$.

Ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς τῆς ὀβίδος ἐδημιούργησε μίαν ποσότητα θερμότητος, ἡ ὁποία ἐπέφερε τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμοδομέτρου.

Τὴν ποσότητα αὐτὴν τῆς θερμότητος τὴν ἀπερρόφησαν :

— ἡ θερμομετρικὴ ὀβίς, τῆς ὁποίας τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι : $4000 \text{ g} \times 0,1 \text{ cal/g}^\circ \text{C} = 400 \text{ cal/}^\circ \text{C}$, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 400 g ὕδατος.

— Τὸ θερμοδόμετρον τοῦ ὁποίου τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g καὶ

— τὰ 2500 g ὕδατος, δηλ. ἐν σύνολοι 3000 g ὕδατος :

$$Q \text{ cal} = m \text{ cal/}^\circ \text{C} \times (t_2 - t_1)^\circ \text{C} = 3000 \times 2,7 \text{ cal} = 8100 \text{ cal.}$$

Ἡ καύσις ἐνὸς Kg παρέχει : $8100 \text{ cal} \times 1000 = 8.100.000 \text{ cal}$ καὶ ἡ θερμότης καύσεως τοῦ δείγματος εἶναι :

$$8.100.000 \text{ cal/Kg} \text{ ἢ } 8100 \text{ Kcal/Kg.}$$

Θερμότης καύσεως τῶν σπουδαιότερων καυσίμων

Στερεὰ	Kcal/Kg	Υγρά	Kcal/Kg	Ἀέρια	Kcal/m ³
Ξύλα ξηρὰ	3000	Βενζίνη αὐτοκινήτου	11000	Φωταέριον	4250
Ἀνθραξ	7500	Πετρέλαιον	10500	Φυσικὸν αέριον	9300
Κώκ	7000	Μαζούτ	10000	Προπάνιον	22500
Ἀνθρακίτης	7860	Οἰνόπνευμα	7000	Βουτάνιον	28000
		Βενζόλιον	10000	Ἀσετυλίην	12000

Β) Ἐνὸς αἰρίου καυσίμου.

Ἡ ἀξία τοῦ φωταερίου καθορίζεται ἐκ τῆς ποσότητος θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀποδίδει, ὅταν καίεται, δηλ. τῆς θερμότητος καύσεώς του, ἡ ὁποία προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἔξοδόν του ἐκ τοῦ ἐργοστασίου παραγωγῆς.

Ἀνάπτωμεν τὸ φωταέριον εἰς ἐν εἰδικὸν ἀκροφύσιον (μπέκ), τὸ ὁποῖον περιβάλλεται διὰ μονωτικῶν τοιχωμάτων. Τὴν θερμότητα, ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ φωταερίου, τὴν ἀπορροφᾷ ἕν ρεῦμα ὕδατος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὰς σωληνώσεις τοῦ ὄργανου.

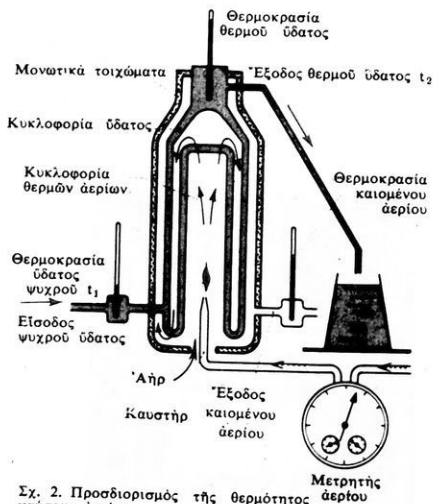
Σημειώνωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἔξοδον τῆς συσκευῆς (σχ. 2).

Ὁ ὄγκος Vm^3 τοῦ φωταερίου, τὸ ὁποῖον ἐκάη ἐντὸς ὀρισμένου χρόνου, σημειώνεται ἀπὸ ἕνα μετρητήν.

Μετροῦμεν καὶ τὴν μάζαν M εἰς Kg τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐθερμάνθη ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρονικοῦ διαστήματος.

Ἄν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἔξοδον τῆς συσκευῆς εἶναι t_1 καὶ t_2 , τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος Q Kcal, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν καύσιν 1 m^3 , δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$Q \text{ Kcal} = \frac{M \text{ Kcal/}^\circ \text{C} (t_2^\circ \text{C} - t_1^\circ \text{C})}{\text{Vm}^3}$$



Σχ. 2. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως αἰρίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν πλήρη καύσιν 1 kg ἐξ αὐτοῦ τοῦ καυσίμου, ἂν τοῦτο εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρὸν, ἢ ἐξ 1 m^3 , ἂν τοῦτο εἶναι αἰερίον (ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως).

2. Ἡ θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ kg (διὰ τὰ στερεὰ καὶ ὑγρά) ἢ εἰς Kcal ἀνὰ κυβικὸν μέτρον διὰ τὰ αἰερία).

Σειρά 10 : Ποσότης θερμότητας - Θερμιδομετρία.

I. Ποσότης θερμότητας

1. Θερμαίνουμεν διά σταθεράς πηγής θερμότητος 300 g ύδατος και σημειώμεν την θερμοκρασίαν του ανά πέν λεπτόν. Ἐκ τῶν τιμῶν, τὰς ὁποίας λαμβάνομεν, καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

mn	0	1	2	3	4	5	6
C ^o	27 ^o	33 ^o	38 ^o	42 ^o	47 ^o	50 ^o	54 ^o
mn	7	8	9	10	11	12	13
C ^o	57 ^o	61 ^o	64 ^o	68 ^o	71 ^o	76 ^o	77 ^o

α) Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Ὁ χρόνος εἰς τὸν ἄξονα OX : 1 cm 2mn καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν ἄξονα OY : cm 20^o C.

β) Ποσὴν θερμότητα προσέλαβε τὸ ὕδωρ, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 27^o C εἰς 61^o C ;

γ) Ἐὰν υποθέσωμεν ὅτι ὁλόκληρος ἡ ποσότης θερμότητος χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀνωψασίν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ποία εἶναι ἡ παροχὴ τῆς θερμικῆς πηγῆς εἰς cal mn ;

2. 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 22^o C, ἀπορροφῶν ποσὸν θερμότητος 12.500 cal. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

3. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὁποῖον περιέχει 1 l ὕδατος 20^o C, ρίπτομεν 500 g ὕδατος 70^o C : Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

4. Ποίαν μάζαν ὕδατος 18^o C πρέπει νὰ ριψωμέν ἐντὸς λουτήρος, περιεχοῦτος 45 l ὕδατος 60^o C, διὰ νὰ λαβῶμεν τελικῶς ὕδωρ 36^o C ;

5. Ἡ ἀντίστασις ἡλεκτρικοῦ βραστήρος ἀποδίδει 120 cal ἀνά δευτερολεπτόν.

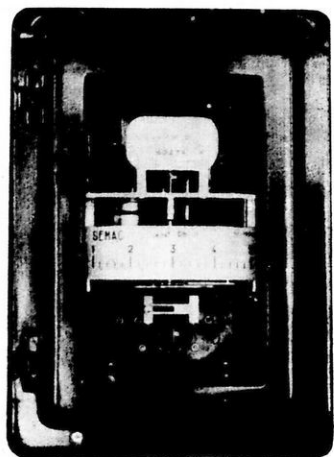
Ἐὰν ὁ βραστήρ περιέχῃ 0,75 l ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρασίας 20^o C καὶ ἀπορροφᾷ τὰ 80 % τῆς προσφερομένης θερμότητος, πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100^o C ;

6. Διὰ νὰ ἔχωμεν 120 l ὕδατος 32^o C, ἀναμειγνύομεν ψυχρὸν ὕδωρ 15^o C μετὰ θερμῶ 55^o C. Πόσον ψυχρὸν καὶ ποσὸν θερμῶν ὕδωρ πρέπει νὰ λαβῶμεν ;

II. Τὸ θερμιδόμετρον

7. Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἀπώλειαν θερμότητος εἰς ἓν θερμιδόμετρον, ἐκτελοῦμεν τὸ ἑξῆς πείραμα : Ρίπτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 500 g ὕδατος 49^o C καὶ λαμβάνομεν τὴν θερμοκρασίαν του ἀνά ἡμίσειαν ὥραν. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ ἴδιον πείραμα διὰ θερμιδομέτρου, ἐφαδισμένου διὰ περιβλήματος καὶ καλυμματος. Μὲ τὰς λαμβανόμενας τιμὰς καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)	Θερμιδόμετρον διὰ περιβλήματος	Θερμιδόμετρον ἄνευ περιβλήματος
0	49 ^o C	49 ^o C
30	38,5 ^o C	44 ^o C
60	31,4 ^o C	40 ^o C
90	27,7 ^o C	37 ^o C
120	25,2 ^o C	33,5 ^o C
150	23,5 ^o C	31,5 ^o C
180	22,3 ^o C	29,8 ^o C
210	21 ^o C	28,8 ^o C



Μέτρησις θερμίδων.

Εἰς τὰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις κεντρικῆς θερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται «μετρηταὶ θερμίδων» (ὅπως οἱ γνωστοὶ μετρητὰ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὕδατος καὶ φωταερίου).

Εἰς τὴν εἰκόνα φαίνονται δύο βαθμολογήσεις. Εἰς τὴν ἑπάνω βαθμολογήσειν ὁ μετρητὴς παροχῆς σημειώνει τὸ ἀθροισμὰ τῆς καταναλισκομένης θερμότητος εἰς ὠριαίᾳ τὸνοθερμίδας. Ἀντιθέτως, διὰ τῆς βαθμολογήσεως τοῦ κέντρου δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν ἀνά πάσαν στιγμήν τὴν τιμὴν τῆς θερμικῆς ροῆς εἰς τὸνοθερμίδας ἀνά ὥραν.

Νά παρασταθῆ γραφικῶς ἡ πτόσις τῆς θερμοκρασίας εἰς ἕκαστον θερμοδόμετρον συνυφηρεῖται τοῦ χρόνου (εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ : 1 cm = 30 min μὲ ἀρχὴν τὸ 0 καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν ΟΨ : 1 cm = 5° C καὶ ἄρχην 20° C).

Συμφώνως πρὸς τὸν πίνακα νά ὑπολογισθῇ εἰς cal/g ἡ ἀπώλεια θερμότητος, καθ' ἕκαστην ὥραν, τοῦ ὕδατος τοῦ θερμοδόμετρου: α) ἀνευ καλύμματος καὶ β) μετὰ καλύμματος.

8. Χυτρά (κατσαρούλα) ἔχει χωρητικότητα 1,1l. Πληροῦμεν αὐτὴν ὕδατος, θερμοκρασίας 90° C καὶ ἡ θερμοκρασία ἰσορροπεῖ εἰς τοὺς 85° C :

α) Ποσὴν θερμότητα ἀπερροφήσαν ἡ χυτρά, ἀν' ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῆς ἦτο 15° C :

β) Νά ὑπολογισθῇ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τῆς χυτράς.

γ) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ὁποία ἀποδίδεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος καταρτῆται ἀπὸ 85° C εἰς 25° C.

9. Ἐντός θερμοδόμετρου, τὸ ὁποῖον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 18 g καὶ περιεχέει 200 g ὕδατος 15° C, ρίπτομεν 240 g ὕδατος 45° C. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ;

10. Ἐντός θερμοδόμετρου, τὸ ὁποῖον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 20 g καὶ περιεχέει 580 g ὕδατος 12° C, βυθίζομεν ἐπ' ὀλίγον ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν, ὁποῦ ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 20° C.

Ποῖον ποσὴν θερμότητος ἀπέδωκεν ἡ ἀντίστασις :

III. Εἰδικὴ θερμότης

11. Ποσὴν θερμότητα απαιτεῖ 1 l ὕδωρ γυροῦ, ἀπὸ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπὸ 18° C εἰς 60° C : (Πυκνότης ὕδωρ γυροῦ : 13,6 g cm³, εἰδικὴ θερμότης ὕδωρ γυροῦ, 0,933 cal/g° C).

12. Χυτρά (κατσαρούλα) εἶς ἀλουμινίου, εἰδικῆς θερμότητος 0,21 cal/g °C, ζυγίζεται 360 g :

α) Ποῖον εἶναι τὸ ἰσοδύναμον αὐτῆς εἰς ὕδωρ :

β) Ποσὴν θερμότητα ἀπορροῦσιν, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς ἀνέλθῃ ἀπὸ 15° C εἰς 100° C :

13. Ἡ πλῆξ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σιδήρου σιδηρῶματος ζυγίζει 1 Kg καὶ ἔχει εἰδικὴν θερμότητα 0,1 cal/g° C.

Πόσος χρόνος απαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς πλῆξος κατὰ 50° C, ἐὰν ἡ ἠλεκτρικὴ

ἀντίστασις παρέχῃ εἰς τὴν πλῆξα 120 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον :

14. Εἰς κενὸν ὀρειχαλκινὸν δοχεῖον, μάζης 50 g καὶ θερμοκρασίας 10° C, ρίπτομεν 20 g ὕδατος θερμοκρασίας 50° C, ὁποῦ ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 42° C :

α) Ποσὴν θερμότητα ἀπερροφήσαν ὁ ὀρειχαλκός ;

β) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ;

15. Διὰ διπλῆς ζυγίσσεως προσδιορίζομεν τὴν μάζαν ἑνὸς σιδηροῦ τεμαχίου ὡς ἑξῆς : 1. Τὸ σιδηρῶν τεμαχίων + 140 g ἰσορροπεῖ τὸ ἀπόβαρον, 2. Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 g :

α) Ποία ἡ μάζα τοῦ σιδηροῦ τεμαχίου ;

β) Βυθίζομεν τὸ τεμαχίον εἰς λεκανὴν ὕδατος 100° C καὶ ἕμισα εἰτα εἰς θερμοδόμετρον, τοῦ ὁποῖου τὸ συνολικὸν ἰσοδύναμον πρὸς 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 20° C.

Ἐὰν ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 21,4° C, ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου ;

IV. Θερμότης καύσεως ἑνὸς καυσίμου

16. 1 Kg ἀνθρακίτου κοστίζει 2 δραχμάς καὶ ἀποδίδει κατὰ τὴν καύσιν 8.000 Kcal. Ὅμως ἡ συσκευή, εἰς τὴν ὁποῖαν γίνεται ἡ καύσις, ἔχει ἀπώλειαν ἀνερχομένην εἰς 30 % αὐτῆς εἰς θερμότητος. Ἐνν χρησιμοποιοῦμεν καθ' ἕκαστην ἡμέραν 20 l ὕδατος, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται αὐτὴ ἡ συσκευή ἀπὸ 12° C εἰς 80° C, ποία εἶναι ἡ κατανάλωσις εἰς ἀνθρακίτην καὶ ποσα τὰ ἡμερησία ἐξοδὰ :

17. α) Ποσὸν ὄγκου φωταερίου πρέπει νὰ καύσωμεν, διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 800 l ὕδατος ἀπὸ 15° C εἰς 40° C :

Ἡ θερμικὴ δύναμις τοῦ φωταερίου εἶναι 5.000 Kcal m³.

β) Ἐὰν εἰς τὴν πραγματικότητα ἀπαιτοῦνται 12 m³ φωταερίου, ποία εἶναι ἡ ὑπόδοσις, τῆς συσκευῆς ;

18. Ἐν γαλκινὸν δοχεῖον μάζης 2 Kg περιεχέει 5 l ὕδατος θερμοκρασίας 10° C. Θέλομεν νὰ ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ εἰς τοὺς 80° C χρησιμοποιώντας φωταερίον. Ποσα m³ φωταερίου θὰ κατανάλωσωμεν ὅσο τὴν προϋποθέσιν ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἀπώλειαι :

Εἰδικὴ θερμότης γαλκού : 0,1 cal/g° C, θερμοτήτης καύσεως φωταερίου : 5.000 Kcal m³.

42ON καὶ 43ON ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΞΙΣ - ΠΗΞΙΣ

1 Παρατήρησις.

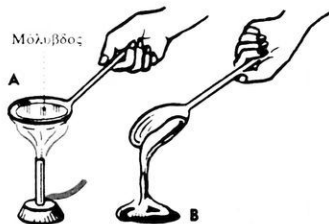
Ἐὰν θερμάνωμεν τεμαχίον μολύβδου ἐντὸς σιδηροῦ κοχλιαρίου, παρατηροῦμεν ὅτι ἐντὸς μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος ὁ μολύβδος μεταβάλλεται ἀπὸ στερεὸν εἰς ὑγρὸν (σχ. 1).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δηλ. ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἐκ τῆς στερεῆς εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, καλεῖται τήξις.

Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν ἐν ὑγρῷ καταστάσει μολύβδον νὰ ψυχθῇ, παρατηροῦμεν ὅτι γίνεται καὶ πάλιν στερεός, δηλ. πῆξις. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται πῆξις τοῦ σώματος.

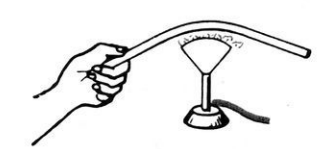
Ἐὰν εἰς τὴν φλόγα μῆς λυχνίας Bunsen θερμάνωμεν ὑάλινον σωλῆνα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὕαλος κατ' ἀρχάς μαλακώνει, ὁποῦ δύναται νὰ μηχανυθῇ ἢ νὰ λυγίσῃ, ἐφ' ὅσον δὲ ἡ θερμοκρασία αὔξηθῇ, δύναται καὶ νὰ τακῇ.

Ἡ τήξις, τὴν ὁποῖαν ὑφίσταται ὁ μολύβδος, λέ-

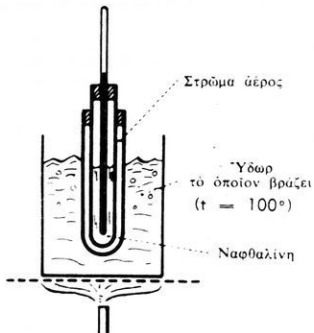


Σχ. 1. Ἡ τήξις τοῦ μολύβδου εἶναι κρυσταλλικῆ.

Α) Τήξις Β) Στερεοποίησης (πῆξις)



Σχ. 2. Ἡ ὕαλος υφίσταται πλαστικὴν τήξις.



Σχ. 3. Τήξις ναφθαλίνης

2 Πείραμα.

Α) Πραγματοποιούμεν την διάταξιν του σχ. 3. Ὁ ἐσωτερικὸς σωλὴν περιέχει ναφθαλίνην εἰς κόνιν, ἐντὸς αὐτοῦ δὲ ἔχομεν τοποθετησὶ καὶ ἓν θερμόμετρον.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τοῦ ἐξωτερικοῦ δοχείου καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ναφθαλίνης ἀνὰ 2 μν.

χρόνος εἰς μν	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
θερμοκρασία ναφθαλίνης	18	23	30	38	52	66	75	80	80	80	80	93	98

στερεόν

στερεόν+ὕγρον
τήξις

ὕγρον

● Τοποθετοῦμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος καὶ σημειώνομεν τὰς θερμοκρασίας τῆς ναφθαλίνης, ὡς καὶ προηγουμένως.

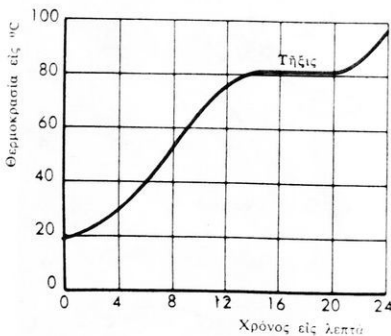
χρόνος εἰς μν	0	1	2	3
θερμοκρασία ναφθαλίνης	98	95	90	84

ὕγρον

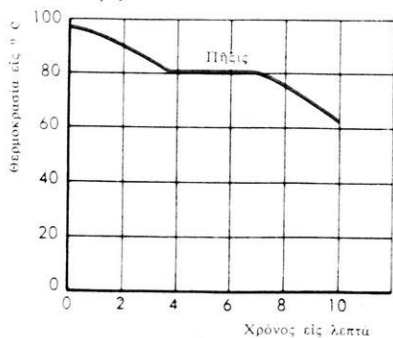
4	5	6	7	8	9	10
80	80	80	80	76	70	65

ὕγρον+στερεόν
πῆξις

στερεόν



Σχ. 4. Γραφικὴ παράστασις τήξεως



Γραφικὴ παράστασις πῆξεως

Β) Θέτομεν θερμόμετρον ἐντὸς θρυμμάτων πάγου, ὁ ὁποῖος τήκεται. Παρατηροῦμεν ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερὰ εἰς τοὺς 0° C.

Νόμοι τής τήξεως και πήξεως.

α) Ὑπὸ σταθερῶν πίεσιν ἐν καθαρῶν σῶμα τήκεται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἢ ὅποια λέγεται **σημεῖον τήξεως**.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τής τήξεως τοῦ σώματος.

β) Ὑπὸ σταθερῶν πίεσιν ἐν καθαρῶν σῶμα πήγνυται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἢ ὅποια λέγεται **σημεῖον πήξεως**.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν πήξεως τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖον τήξεως ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σημεῖον πήξεως καὶ ἀποτελεῖ **Φαινόμενον** σταθερῶν διὰ τὰ καθαρὰ σώματα.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων :

Ἵδρογόνον στερεόν	- 259°C	Γλυκερίνη εἰς ὑπέρτηξιν		Ψευδάργυρος	420°C
Ὄξυγόνον στερεόν	- 218°C	κάτω ἀπο	18°C	Ἄλουμίνιον	660°C
Ἄζωτον στερεόν	- 210°C	Φωσφόρος	44°C	Ἄργυρος	960°C
Οἰόνπνευμα	- 114°C	Ναφθαλίνη	80°C	Χάλκος	1080°C
Ἵδράργυρος	- 39°C	Θεῖον	114°C	Χρυσός	1060°C
Πάγος (ἐξ ὀρισμοῦ)	- 0°C	Κασιτερός	232°C	Σίδηρος	1530°C
Βενζίνη	- 5,4°C	Μόλυβδος	327°C	Ἀσβέστιον	2570°C
				Βολφράμιον	3370°C

3 Ὑπέρτηξις.

● Ἐντὸς ἀπολύτως καθαροῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος θέτομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ θερμομέτρον. Ἀκολουθῶνς τοποθετοῦμεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς δοχείου, τὸ ὅποιον περιέχει μείγμα θρυμμάτων πάγου καὶ ἁλάτος (ψυκτικὸν μείγμα).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος κατέρχεται ἀρκετοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸ 0° C, χωρὶς νὰ ἐπέλθῃ πῆξις τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ εὐρίσκειται εἰς κατάστασιν ὑπέρτηξεως.

● Ἐὰν κινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀποτόμωσ πῆγνυται καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς 0°C.

Ἐν σῶμα εὐρίσκειται ἐν ὑπέρτηξει, ὅταν εὐρίσκειται ἐν ὑγρῇ καταστάσει, ἂν καὶ ἔχῃ θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν τοῦ σημείου τήξεως.

Ἡ ὑπέρτηξις εἶναι μίαι ἀσταθῆς κατάστασις.

4 Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν πήξιν.

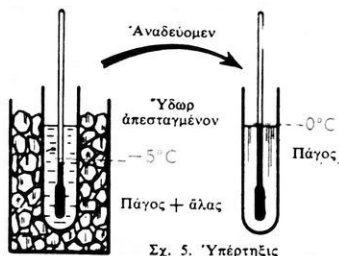
A. Ἐὰν ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος τήξωμεν ναφθαλίνην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον διαρκεῖ ἡ τήξις, ἡ στερεὰ ναφθαλίνη παραμένει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ὄγκος ὠρισμένης μάζης στερεᾶς ναφθαλίνης εἶναι μικρότερος τοῦ ὄγκου ἴσης μάζης ὑγρᾶς ναφθαλίνης.

● Ὅταν τακτὴ ὀλόκληρος ἡ ναφθαλίνη, σημειώσωμεν τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τὸν ἀφίνομεν νὰ ψυχθῇ.

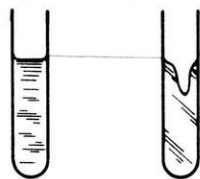
Παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν στερεοποίησιν ὀλοκλήρου τοῦ ὑγροῦ ἡ στάθμη κατέρχεται ὀλίγον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἡ ἐπιφάνεια τής στερεᾶς ναφθαλίνης καθίσταται κοιλῆ.

Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ σώματος ἐμειώθη.

Τὴν ἰδίαν παρατήρησιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν μὲ πολλὰ ἄλλα σώματα (θεῖον, παραφίνην, μόλυβδον κ.τ.λ.).



Σχ. 5. Ὑπέρτηξις



Σχ. 6.

A : Ναφθαλίνη ἰγρᾶ

B : Ναφθαλίνη στερεὰ



Σχ. 7.

Συμπέρασμα : 'Ο όγκος των περισσοτέρων σωμάτων, όταν τήκονται, αυξάνει, ενώ ελαττώνεται, όταν ταυτα πήγνυνται.

Β. 'Εάν θέσωμεν εντός δοχείου ύδωρ και τεμάχια πάγου και εις έτερον δοχείον έλαιον, τó όποιον έν μέρει έχει παγώσει, θά παρατηρήσωμεν ότι ó πάγος εις τó πρώτον δοχείον εύρίσκειται εις τήν έπιφάνειαν του ύδατος, ένφ τó παγωμένον έλαιον εύρίσκειται εις τόν πυθμένα του έτέρου δοχείου. Τούτο συμβαίνει, διότι ώρισμένη μάζα πάγου έχει μεγαλύτερον όγκον ίσης μάζης ύδατος, ένφ ώρισμένη μάζα παγωμένου ελαίου έχει μικρότερον όγκον ίσης μάζης ύγρου ελαίου.

● Βυθίζομεν φιάλην πλήρη ύδατος έντός ψυκτικού μείγματος (άλας + πάγος).

Παρατηρούμεν μετ' όλιγον χρόνον ότι τó ύδωρ γίνεται πάγος, μέρος του όποιου έξέρχεται εκ του στομιου της φιάλης, ένφ ή φιάλη θραύεται.

Συμπέρασμα : "Όταν τó ύδωρ μεταβάλλεται εις πάγον, ó όγκος του αυξάνει. Δι' άκριβών μετρήσεων εύρίσκομεν ότι 1000 cm³ ύδατος 0° C μās δίδουν 1090 cm³ πάγου της αίτης θερμοκρασίας.

'Αποτελέσματα. 'Η έξαιρέσις, τήν όποιαν παρουσιάζει τó ύδωρ, νά αυξάνη δηλ. ó όγκος του, όταν στερεοποιήται, έχει πολλές συνεπειάς εις τήν καθημερινήν μας ζωήν.

Τόν χειμώνα π.χ., όταν έπικρατή ψύχος, θραύονται τά φυγεία τών αυτοκινήτων (έναν περιέχουν μόνον καθαρόν ύδωρ), αί σωληνώσεις του ύδατος, τά άγγεία τών δένδρων, θρυμματίζονται οί βράχοι, οί όποιοι έχουν πόρους κ.τ.λ. Διατί ;

'Επίσης, έπειδή ó πάγος έπιπλέει εις τήν έπιφάνειαν του ύδατος, τά ζώα και τά φυτά, τά όποια ζούν έντός τών λιμνών, τών ποταμών και τών θαλασσών, όχι μόνον δέν βλάπτονται εκ του πάγου, άλλα και προστατεύονται. Διατί ;

'Εκτός του ύδατος τούτο συμβαίνει και εις άλλα σώματα. Π.χ. ó όγκος του χυτοσιδήρου και του άργύρου αυξάνει, όταν τά σώματα αυτά στερεοποιούνται.

5 'Επίδρασις της πίεσεως εις τήν τήξιν του πάγου.

Στηρίζομεν μίαν στήλην πάγου εις δύο ύποστηρίγματα και περιβάλλομεν ταύτην διά λεπτού σύρματος, φέροντος εις τά άκρα του βάρη τών 5 Κρ (σχ. 8).

Παρατηρούμεν ότι τó σύρμα διέρχεται βραδέως τήν στήλην, ένφ ó πάγος δέν φαίνεται νά έχη κοπή.

'Εξήγησις. 'Η πιέζουσα δύναμις τών 10 Κρ μεταδίδεται εκ του σύρματος εις μίαν πολύ μικράν έπιφάνειαν του πάγου. Διά τούτο ή πίεσις έπ' αυτής της έπιφάνειας είναι πολύ μεγάλη. "Ενεκα αυτής της πίεσεως ó εύρισκόμενος κάτω του σύρματος πάγος τήκεται και τó σύρμα εισχωρεί έντός αυτού. Τó ύδωρ, τó όποιον προέρχεται εκ της τήξεως, έπειδή δέν πιέζεται και έχει θερμοκρασίαν μικροτέραν του 0° C, πήγνυται (=πήξει) και πάλιν άμέσως. Τó φαινόμενον τούτο ονομάζεται **ανάπηξις**.

Συμπέρασμα : Αύξησις της πίεσεως προκαλεί ελάττωσιν του σημείου τήξεως του πάγου.

Συνέπειαι. 'Ο παγετών σχηματίζεται εκ της ανάπηξεως του ύδατος, τó όποιον προέρχεται εκ της τήξεως της χιόνος τών κατωτέρων τρωμάτων, άτινα πιέζονται υπό τών άνωτέρων. 'Ο πάγος τήκεται και τροφοδοτεί τούς χειμάρρους εις τó βάθος του παγετώδους, έπειδή δέχεται τήν πίεσιν εκ του βάρους αυτού τούτου του παγετώδους.

6 Θερμότης τήξεως.

Θερμαίνομεν συγχρόνως διά δύο λυχνιών οινοπνεύματος, αί όποιαί έχουν τήν ίδίαν φλόγα,

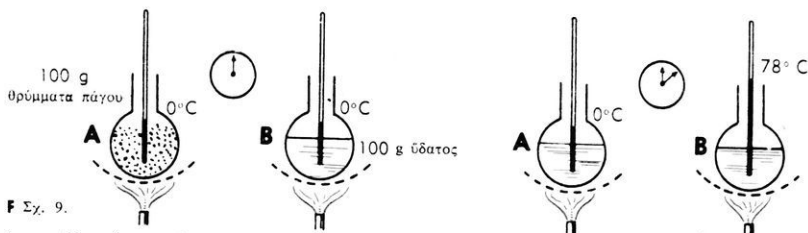


Fig. 9.

μια φιάλη Α, περιέχουσαν θρύμματα πάγου, τα όποια αναδεύουμεν, έως ότου τακῆ ὁλος ὁ πάγος, καὶ ἑτέραν φιάλην Β καθαροῦ ὕδατος 0° C. Τὰ θρύμματα τοῦ πάγου τῆς μιᾶς φιάλης καὶ τὸ ὕδωρ τῆς ἑτέρας ἔχουν τὴν ἰδίαν μᾶζαν (σχ. 9).

Ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῆ, ἀπορροφᾷ θερμότητα ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου (σχ. 10).

- Τὸ θερμιδόμετρον, τὸ όποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ : 20 g. Περιέχει ὕδωρ : 400 g.

Ἡ θερμοκρασία του εἶναι : $t_1 = 23,7^\circ \text{C}$.

- Ἡ συνολικὴ μᾶζα τοῦ θερμιδομέτρου (θερμιδόμετρον, ἔξαρτήματα καὶ ὕδωρ) εἶναι : 515,9 g (σχ. 10 Α).

● Λαμβάνομεν τεμάχιον πάγου 0° C (ἐκ μείγματος πάγου καὶ ὕδατος), ἀπορροφούμεν διὰ στυποχάρτου τὸ ὕδωρ, τὸ εὐρισκόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πάγου, καὶ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου.

- Ὁ πάγος θὰ τακῆ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ κατέλθῃ (σχ. 10 β).

- Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν, ὅταν τακῆ ὁ πάγος : $t_2 = 18,5^\circ \text{C}$ καὶ ζυγίζομεν τὸ θερμιδόμετρον : 539 g (σχ. 10 Γ).

Ἐπιλογισμὸς.

Ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, τὴν ὅποιαν ἐβέσαμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι : $539 \text{ g} - 515,9 \text{ g} = 23,1 \text{ g}$.

Τὸ ὕδωρ μετὰ τοῦ ἰσοδύναμου εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου ἀντιπροσωπεύει μᾶζαν $400 \text{ g} + 20 \text{ g} = 420 \text{ g}$ ὕδατος, τοῦ ὁποῖου ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ ἀπὸ $23,7^\circ \text{C}$ εἰς $18,5^\circ \text{C}$. Ἀπέδωκε λοιπὸν θερμότητα : $Q_{\text{cal}} = 420 \text{ cal}/^\circ\text{C} (23,7 - 18,5)^\circ \text{C} = 2184 \text{ cal}$.

Τὰς 2184 cal ἀπερρόφησεν ὁ πάγος (23,1 g) :

α) διὰ νὰ τακῆ ὁ πάγος καὶ

β) διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος, τὸ όποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀπὸ 0° C εἰς $18,5^\circ \text{C}$.

Ποσότης θερμότητος, ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, τὸ όποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου :

$$Q_{\text{cal}} = 23,1 \text{ cal}/^\circ\text{C} \times 18,5^\circ\text{C} = 427 \text{ cal}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὅποιαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῆ :

$$Q_{\text{cal}} = 2184 \text{ cal} - 427 \text{ cal} = 1757 \text{ cal}.$$

Ἄρα, διὰ νὰ τακῆ 1 g πάγου, ἀπορροφᾷ :

$$\frac{1757 \text{ cal}}{23,1 \text{ g}} = 76 \text{ cal/g}.$$

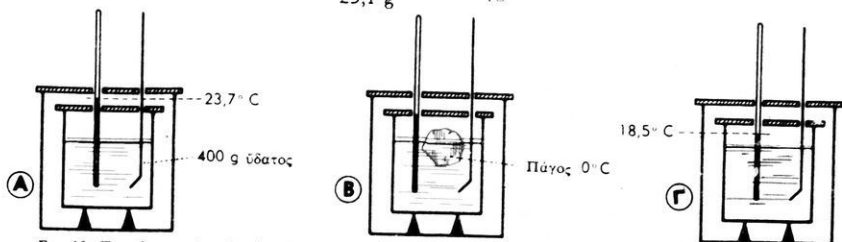


Fig. 10. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου

Είς τήν σειράν τῶν προηγουμένων μετρήσεων δέν δυνάμεθα νά ἀποφύγωμεν ὠρισμένα σφάλματα.

Ἐξ ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρέθη ὅτι, διὰ νά τακῆ 1 g πάγου θερμοκρασίας 0° C καί νά γίνῃ ὕδωρ ἐπίσης 0° C (ἀνευ δηλ. ἀλλαγῆς τῆς θερμοκρασίας του), δεόν νά τοῦ προσφέρωμεν 80 cal (79,7 ἀκριβῶς).

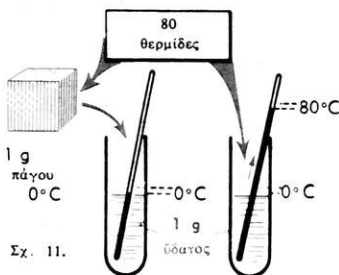
Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

Διὰ νά τήξωμεν 1 g πάγου, πρέπει νά προσφέρωμεν τόσην θερμότητα, ὅσην ἀπαιτεῖ 1 g ὕδατος, διὰ νά ἀνυψώσῃ τήν θερμοκρασίαν του ἀπό 0° C εἰς 80° C (σχ. 11).

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι, ὡς ἐκ τούτου, πολύ μεγάλη.

Ἐφαρμογαί. Διὰ τοῦ πάγου διατηροῦμεν τὰ τροφίμα εἰς τά ψυγεῖα, διότι, ὅταν τήκεται, ἀπορροφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἐκ τοῦ ἀέρος καί τῶν τροφίμων τοῦ ψυγείου, ὁπότε ἡ θερμοκρασία τῶν κατέρχεται.

Αἱ χιόνες καί οἱ παγετῶνες ἀργοῦν πολύ νά τακοῦν, παρά τήν μεγάλην ποσότητα θερμότητος, τήν ὅποιαν δέχονται ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου.



Σχ. 11.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σώματων (cal/g)					
Θεῖον	10	Μόλυβδος	5,9	Ἄργυρος	24
Κασσίτερος	14	Ψευδάργυρος	28	Υδράργυρος	2,7

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τήξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἀπό τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τήν ὑγράν, ὅταν τὸ σῶμα προσλάβῃ θερμότητα. Καί πήξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἀπό τήν ὑγρὰν κατάστασιν εἰς τήν στερεάν, ὅταν τὸ σῶμα ἀποδίδῃ θερμότητα.

2. Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἐν καθαρῶν σῶμα τήκεται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὅποια λέγεται σημεῖον τήξεως. Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερά καθ' ὅλην τήν διάρκειαν τῆς τήξεως. Τὸ σημεῖον τήξεως καί τὸ σημεῖον πήξεως ἐνὸς σώματος καθαροῦ εἶναι τὸ αὐτό.

3. Ἐν καθαρῶν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εἰς τήν ὑγρὰν κατάστασιν ἔχῃ θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ σημείου τῆς πήξεως.

4. Ἡ τήξις συνήθως συνοδεύεται ἀπὸ αὐξησιν τοῦ ὄγκου.

5. Δι' αὐξήσεως τῆς πίεσεως τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου κατέρχεται.

6. Θερμότης τήξεως ἐνὸς σώματος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον προσδίδομεν εἰς 1g τοῦ σώματος, ὅταν εὐρίσκεται εἰς τήν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως, διὰ νά μεταβῆ εἰς τήν ὑγρὰν κατάστασιν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

44^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἡ ἔννοια τοῦ κεκορεσμένου ἀτμοῦ.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ

1 Ἐξάτμισις.

Ἐχομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑγρὰ ἀυλὴ μετὰ τὴν βροχήν, ὡς καί τὰ βρεγμένα ροῦχα, τὰ ὅποια εἶναι ἀπλωμένα εἰς τὸν ἀέρα, στεγνώνουν.

Γνωρίζομεν ἐπίσης ὅτι εἶναι ἐπικίνδυνον νά μεταχειρίζωμεθα βενζίνη πλησίον φλογός πρὸς καθαρισμόν ἐνδυμάτων κλπ.

Τὸ ὕδωρ καί ἡ βενζίνη μεταβάλλονται εἰς ἀέρια, τὰ ὅποια ὀνομάζονται ἀτμοί. Δι' αὐτὸ λέγομεν ὅτι ἐξερπιοῦνται.

Ἐξαέρωσις ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ μετάβασις ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τήν ἀέριον κατάστασιν.

● Ἐάν χύσωμεν εἰς ἀνοικτὸν δοχεῖον 2 cm³ αἰθέρος, μετ' ἄλγιστα λεπτά παρατηροῦμεν ὅτι ὁ αἰθὴρ ἔχει εξαφανισθῆ καί ἡ ὁσμὴ του ὑπάρχει διάχυτος εἰς ὅλοκληρον τὸ δωμάτιον.

“Όπως όλα τα αέρια, ούτω και οι άτμοι του αιθέρος πληρούν ολόκληρον τόν προσφερόμενον χώρον.

● Έάν επαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα δι’ οἰνοπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι καὶ τοῦτο ἐμφανίζεται, ἀλλὰ μὲ βραδύτερον ρυθμὸν ἀπὸ ὅσον ὁ αἰθήρ (σχ. 1).

Τὰ ὑγρά αὐτὰ ὀνομάζονται **πηητικά**.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ὀλιγώτερον πηητικὸν τοῦ αἰθέρος.

Τέλος, ἐάν χρησιμοποιήσωμεν διὰ τὸ αὐτὸ πείραμα ἔλαιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑγροῦ παραμένει σχεδὸν ἀμετάβλητος, διότι τὸ ἔλαιον εἶναι ἐλάχιστα πηητικόν.

Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα οὐδεμίαν μεταβολὴν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάερωσις γίνεται μόνον ἐκ τῆς ἐπιφανείας του καὶ ὀνομάζεται ἐξάτμισις.

Ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάτμισις αὕτη δὲν εἶναι στιγμιαία.

2 Ταχύτης ἐξάτμισεως.

Παρατήρησις. Διὰ τὰ στεγνώσουν γρήγορα τὰ ἀσπρόρρουχα, τὰ ἀπλώνομεν ἐπὶ σχοινοῦ.

Αἱ ἀλυκαὶ ἔχουν μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν βάθος.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἐνὸς ζυγοῦ ἀνοικτὸν δοχεῖον, φέρον ὀλίγα cm^3 αἰθέρος καὶ ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν δι’ ἐνὸς βάρους (ἀπόβαρον), τὸ ὁποῖον θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου (σχ. 2).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ ἀρχίζει νὰ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ βάρους.

Ἐπειτα ἀπὸ 5 mn, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, πρέπει νὰ θέσωμεν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον, ὅπου ἔχομεν τὸν αἰθέρα. Π.χ. 1,7 g αἰθέρος. Ἐχομεν ἐξατμισθῆ ἐντὸς 5 mn 1,7 αἰθέρος.

Λέγομεν ὅτι ἡ **ταχύτης ἐξάτμισεως** τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος εἶναι : $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$.

● Ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἀνοικτὸν δοχεῖον δι’ ἑτέρου μεγαλύτερας ἐπιφανείας καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, θὰ ἴδωμεν ἐντὸς 5 mn θὰ ἐξατμισθοῦν 6,8 g αἰθέρος (σχ. 3).

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ αἰθέρος εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον εἶναι 132 cm^2 καὶ εἰς τὸ δεύτερον 528 cm^2 .

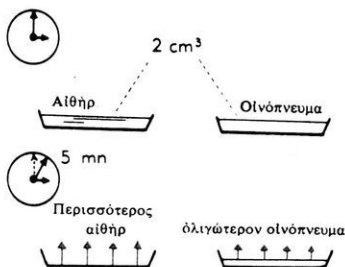
$$\text{Παρατηροῦμεν ὅτι : } \frac{132}{528} = \frac{1}{4} \quad \frac{1,7}{6,8} = \frac{1}{4}$$

δηλ. ἐάν τετραπλασιάσωμεν τὴν ἐλευθερὰν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τότε καὶ ἡ μᾶζα τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ τετραπλασιάζεται.

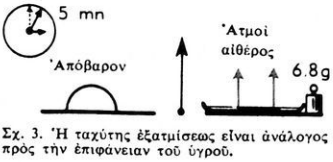
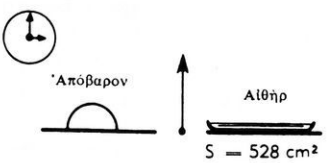
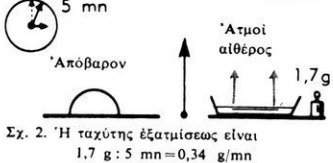
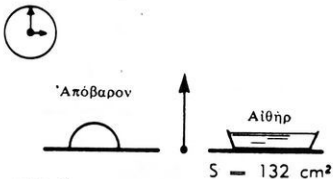
Ἦν ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Παρατήρησις. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρρουχα στεγνώνουν ταχύτερον κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας.

● Θέτομεν τὴν ἴδιαν μᾶζαν αἰθέρος δύο ὁμοίων δοχείων καὶ τὰ ἰσορροποῦμεν εἰς ἓνα ζυγὸν (σχ. 4).



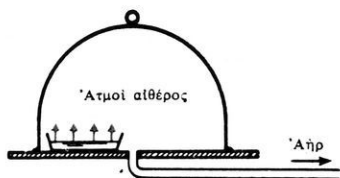
Σχ. 1. Ὁ αἰθήρ εἶναι περισσοτέρου πηητικὸς ἀπὸ τὸ οἰνόπνευμα.



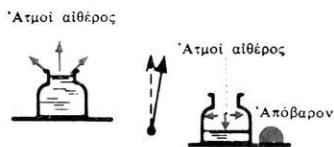
Σχ. 2. Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$

Σχ. 3. Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Σχ. 4. Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν.



Σχ. 5. Η ελάττωσις τῆς πίεσεως ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν.



Σχ. 6. Η ἐξάτμισις εἶναι ταχύτερα εἰς τὴν ἁριστερὰν φιάλην.

Μετ' ὀλίγον ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἀντιβάρου. Ἡ ἐξάτμισις δηλ. ἀπὸ τὸ δεύτερον φιαλίδιον γίνεται μετὰ μικροτέρας ταχύτητος.

Ἐξήγησις. Εἰς τὸ δεύτερον φιαλίδιον οἱ ἄτμοι τοῦ αἰθέρου συσσωρεύονται ἄνωθεν τοῦ ὑγροῦ, ἐνῶ εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον διασκορπίζονται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἡ συσσώρευσις αὐτῶν ἄτμων δυσχεραίνει τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὑγροῦ καὶ, ὡς ἐκ τούτου, τὴν ἐπιβραδύνει.

Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως αὐξάνει, ὅταν ὁ ἀήρ ἀναεοῦται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

● Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν εἰς μίαν ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ αέριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκειται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς πηκτικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἀπεριόριστον ποσότητα ἐκ τῶν ἄτμων τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν τὸ ὑγρὸν δὲν ἐξατμίζεται πλέον, οἱ ἄτμοι τοῦ ἔχουν **κορεσθῆ** καὶ λέγονται **κεκορεσμένοι ἄτμοι**.

Ἐχει εὑρεθῆ ὅτι εἰς τοὺς 0°C 1m³ αέρος συγκρατεῖ 4,8 g ὕδατων, εἰς τοὺς 20° C 17,3 g καὶ εἰς τοὺς 40° C 49 g.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι, ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι πολὺ ὑγρὸς, τὰ ἀσπρόρρουχα δὲν στεγνώνουν, διότι ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὕδατων. Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία ἀνέλθῃ, ἡ ἐξάτμισις συνεχίζεται. Ἀντιθέτως, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ, ἐν μέρος τῶν ὑδατῶν τῆς ἀτμοσφαίρας ὑγροποιεῖται, ὁ ἀτμὸς **συμπυκνώνεται**.

Ἡ οὐμίχλη, αἱ βροχαὶ, ἡ δρόσος, ἡ χιών, τὰ σταγονίδια τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς φιάλης, ὅταν τὴν ἐξάγωμεν τοῦ ψυγείου κ.τ.λ., ὀφείλονται εἰς τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδατῶν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Συμπέρασμα: Εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ αέριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκειται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας πηκτικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου του παρὰ ὠρισμένην μόνον ποσότητα ἐκ τῶν ἄτμων τοῦ ὑγροῦ. Ὑφίσταται κορεσμός. Ἡ ἐξάτμισις παύει, ἐνῶ ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ μία ποσότης ὑγροῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἄτμων ἐκ μόνης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ ἐξάτμισις αὐτὴ εἶναι βραδεῖα καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἀναεώσεως τοῦ αέρος. Ἐπιταχύνεται δέ, ὅσον ἡ πίεσις ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ γίνεται μικροτέρα.

3. 'Ο ατμός είναι κεκορεσμένος, όταν ή εξάτμισις παύη, όποτε παραμένει ύγρον, τó όποιον δέν εξατμίζεται.'

Είς ώρισμένην θερμοκρασίαν ó αήρ ή τó άέριον, τó όποιον εύρίσκεται άνωθεν τής επιφανείας ένός πηκτικού ύγρου, δέν δύναται νά συγκρατήση παρά ώρισμένην μόνον ποσότητα άτμών τού ύγρου·τούτου.

45ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

1 Πίεσις άτμου.

● Είς τó έν στόμιον τού δοχείου (σχ. 1) προσαρμόζομεν σύριγγα αϊθέρος και είς τó έτερον σωλήνα, τού όποιου τó έν άκρον βυθίζεται έντός ύδραργύρου, εύρισκομένου είς τόν πυθμένα τού δοχείου.

● 'Η στάθμη τού ύδραργύρου έντός τού σωλήνος και τού δοχείου εύρίσκεται είς τó αυτό ύψος. 'Η πίεσις λοιπόν τού περιορισμένου άέρος είναι ίση πρός τήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν εκείνης τής στιγμής.

● Πιέζομεν τó έμβολον τής σύριγγος, ώστε νά πίπτη ó αϊθήρ έντός τού δοχείου κατά σταγόνας.

Κατ' άρχάς ούδέν ίχνος ύγρου παρουσιάζεται, διότι ó αϊθήρ εξατμίζεται ταχέως, ενώ ó ύδραργύρος άνέρχεται βραδέως έντός τού σωλήνος.

'Ο άτμός δηλ. τού αϊθέρος άσκει πίεσιν, ή όποία προστίθεται είς τήν πίεσιν τού περιορισμένου άέρος.

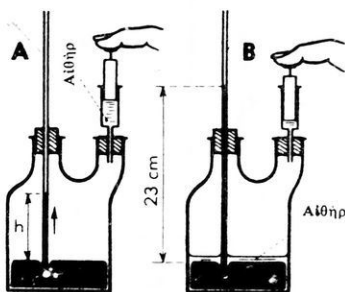
'Η πίεσις αυτή μετρείται διά τού ύψους τού ύδραργύρου έντός τού σωλήνος.

'Εάν εξακολουθήσωμεν νά ρίπτωμεν αϊθέρα είς τήν φιάλην, έως ότου έφανισθούν σταγόνες είς τήν επιφάνειαν τού ύδραργύρου, θά παρατηρήσωμεν ότι ή στάθμη τού ύδραργύρου, ó όποιος άνήρχετο είς τόν σωλήνα, εύθύς ώς έφανισθή ή πρώτη σταγών, παραμένει άμετάβλητος, όσας σταγόνες αϊθέρος και εάν προσθέσωμεν είς τήν φιάλην.

'Η πίεσις τού άτμου λαμβάνει τότε τήν μεγίστην τιμήν της διά τήν θερμοκρασίαν, είς τήν όποιαν γίνεται τó πείραμα (σχ. 2 Β), π.χ. 23 cmHg.



Σχ. 1.



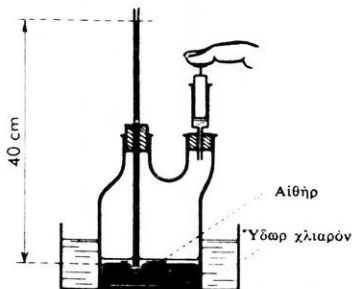
Σχ. 2. Α : 'Ο άτμός τού αϊθέρος άσκει μίαν πίεσιν h.

Β : Αυτή ή πίεσις είναι μεγίστη, όταν ó άτμός είναι κεκορεσμένος.

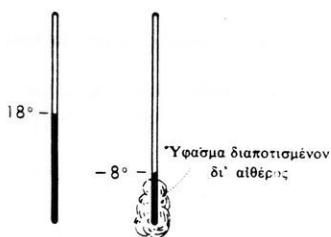
Συμπέρασμα : 'Ο άτμός, όπως και τά άέρια, άσκει πίεσιν. 'Η πίεσις αυτή άποκτá τήν μεγίστην τιμήν, όταν ó άτμός είναι κεκορεσμένος.

"Όταν έντός τήν φιάλης ύπάρχουν σταγόνες αϊθέρος, ή στάθμη τού ύδραργύρου έντός τού σωλήνος παραμένει άμετάβλητος.

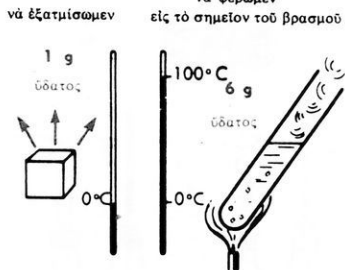
'Εάν όμως θέσωμεν τήν φιάλην έντός χλιαρού ύδατος, ó ύδραργύρος άνέρχεται είς τόν σωλήνα, έως ότου ó άτμός καταστή κεκορεσμένος, όποτε φθάνει είς έν νέον μέγιστον· π.χ. 40 cm (σχ. 3).



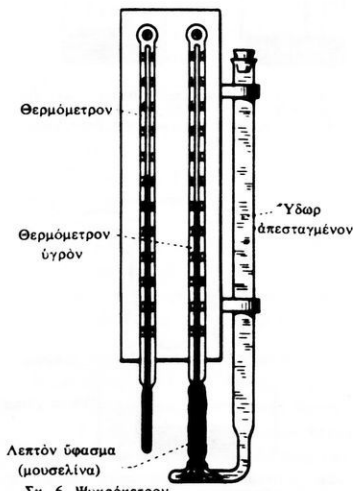
Σχ. 3. 'Η μεγίστη πίεσις άτμου αύξάνει μέ τήν θερμοκρασίαν.



Σχ. 4. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ αἰθέρος ψύχει τὸ θερμομέτρον.



Σχ. 5. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὕδατος ἀπαιτεῖ μεγάλην ποσότητα θερμότητος.



Σχ. 6. Ψυχρόμετρον

Συμπέρασμα: Ἡ μέγιστη πίεσις (τάσις) ἐνὸς ἀτμοῦ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

Ἡ πίεσις τῶν ὑδρατμῶν εἶναι 4,58 mmHg εἰς 0°C, 53 mmHg εἰς τοὺς 20°C. Εἰς τοὺς 100°C εἶναι 76 cmHg (περίπου 1 Kp/cm²), εἰς τοὺς 200°C, 1,165 cmHg (15 Kp/cm²) καὶ εἰς τοὺς 250°C, 3100 cmHg (40 Kp/cm²).

Εὐκόλως ἀντιλαμβάνομεθα διατὶ ὁ ὑπέρθερος ἀτμός χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν τῶν ἀτμομηχανῶν.

2 Ψύχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.

● Περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρον δι' ὀλίγου βάρβακος ἐμποτισμένου δι' αἰθέρος. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμομετρικὴ στήλη κατέρχεται ταχέως καὶ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τοὺς -10°C, ἐὰν ἐπιταχύνωμεν τὴν ἐξάτμισιν (δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος) (σχ. 4).

Συμπέρασμα: Διὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὀ αἰθέρος ἀπορροφᾷ θερμότητα ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν σωμάτων, μετὰ τὰ ὁποῖα ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

Παρατήρησις. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δροσερὸν ἐν ποτόν, περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον δι' ἐνὸς βρεγμένου ὑφάσματος.

Ἡ ἐξάτμισις ἐνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τῶν σωληνώσεων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ψυγείου δημιουργεῖ τὴν ψύξιν.

Τὰ πορώδη πῆλινα δοχεῖα καθιστοῦν ψυχρὸν τὸ ὕδωρ κατὰ τὸ θέρος, διότι ἐκ τῶν πόρων τῶν ἐξέρχεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου.

Ὅταν εἴμεθα ἰδρωμένοι, πρέπει νὰ ἀποφεύγωμεν τὰ ρεύματα. Διατὶ;

Διὰ νὰ ἐξατμισθῇ 1 g ὕδατος, πρέπει νὰ ἀπορροφήσῃ 600 cal περίπου εἰς τὴν συνίθηθε θερμοκρασίαν καὶ 539 cal εἰς τοὺς 100°C (σχ. 5).

3 Ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

Ἀφοῦ λοιπὸν ἡ ἐξάτμισις ἐνὸς ὑγροῦ δημιουργεῖ ψύξιν, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν αὐτὴν τὴν ἰδιότητα, διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

Λαμβάνομεν δύο θερμομέτρα καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ ἐνὸς περιβάλλομεν διὰ βρεγμένου ὑφάσματος (σχ. 6).

Ἐὰν ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὑδρατμῶν, ἀμφότερα τὰ θερμομέτρα θὰ δεῖκνουν τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν, διότι δὲν γίνεται ἐξάτμισις.

Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος θὰ εἶναι τότε 100.

Ἐὰν ὁ ἀήρ εἶναι τελείως ξηρός, ἡ ἐξάτμισις θὰ εἶναι μέγιστη καὶ τὰ δύο θερμομέτρα θὰ δείξουν δύο πολὺ διαφορετικὰς θερμοκρασίας. Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 0.

Τὸ ὄργανον τοῦτο ὀνομάζεται ψυχρόμετρον (σχ. 6).

Ἡ ποσότης τῶν ὑδατῶν, τοὺς ὁποίους περιέχει ὁ ἀήρ, καθορίζεται ὑπὸ πίνακος, συνοδευόντος τὸ δόγρανον.

Σημειώσεις. Πρὸς μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ὑγρασίας τοῦ ἀέρος χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ ὑδρόμετρον.

Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐκ δέσμης τριχῶν, ἡ ὁποία ἀναλόγως πρὸς τὴν ποσότητα τῶν ὑδατῶν τῆς ἀτμοσφαιράς ἐπιμηκύνεται περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον. Ἔτερον ὄργανον προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας εἶναι καὶ τὸ ὑγροσκόπιον.

Εἰς τοῦτο ὑπάρχει οὐσία, ἡ ὁποία ἀλλάσσει χρῶμα ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ αἶρια, ἀσκοῦν πίεσιν. Ἡ πίεσις (τάσις) αὐτὴ εἶναι μεγίστη, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κεκορεσμένος.

Ἡ μεγίστη πίεσις ἐνὸς ἀτμοῦ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ἐξάτμισις ἐνὸς ὑγροῦ ἀπορροφᾷ θερμότητα.

3. Διὰ τοῦ ψυχρομέτρου δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

46^{ON} καὶ 47^{ON} ΜΙΑΘΗΜΑ

ΒΡΑΣΜΟΣ

1 Παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ.

Πείραμα. Θερμαίνομεν δύο σφαιρικὰς φιάλας, εἰς τὰς ὁποίας ἔχομεν τοποθετήσει ὕδωρ καὶ ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι :

α) Ἀπὸ 18° C ἕως 30° C ὑγραίνονται ἐξωτερικῶς, διότι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων των συμπυκνῶνται οἱ ὑδατμοί, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ οἰνοπνεύματος ἢ τοῦ φωταερίου.

Ἡ ὑγρασία αὐτὴ ἐξαφανίζεται συντόμως.

β) Ἀπὸ τοὺς 40° C ἕως 50° C ἐμφανίζονται φυσαλλίδες εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματά των, αἱ ὁποῖαι ἀνερχόμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας διαλύονται.

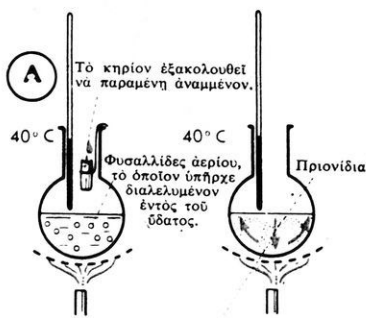
Ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται διαλελυμένα διάφορα αἶρια, κυρίως ὀξυγόνον καὶ ἀζωτον. Τὰ αἶρια αὐτά, ἐπειδὴ ἡ διαλυτότης των ἐλαττοῦται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, δὲν δύνανται νὰ παραμείνουν ἐντὸς αὐτοῦ καὶ διαφεύγουν ὑπὸ μορφήν φυσαλλίδων.

Ἐάν θέσωμεν ἀναμμένον κηρίον ἐντὸς τῆς φιάλης, θὰ ἐξακολουθῆ νὰ καίη. Διατί ; (σχ. 1).

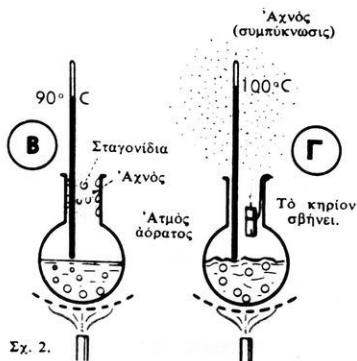
γ) Ἀπὸ τοὺς 50° C ἕως τοὺς 70° C βλέπομεν νὰ ὑγραίνωνται ἐσωτερικῶς ὁ λαίμος καὶ τὸ ἄνω μέρος τῆς φιάλης, καὶ τέλος νὰ σχηματίζωνται μικραὶ σταγονεὺς ὕδατος. Διατί ; (σχ. 2).

Ἐάν παρατηρήσωμεν τὰ πριονίδια, τὰ ὁποῖα ἔχομεν θέσει εἰς τὴν δευτέραν φιάλην, θὰ ἴδωμεν ὅτι εὐρίσκονται εἰς συνεχῆ κίνησιν. Ἐκ τοῦ πυθμένος τῆς φιάλης ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας ἐπανέρχονται εἰς τὸν πυθμένα.

Ἐξήγησις. Τὸ ὕδωρ θερμαίνεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, διαστέλλεται καὶ, ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης του, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Τὴν θέσιν του καταλαμβάνει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας, τὸ ὁποῖον, ὡς ἐκ τούτου, εἶναι πυκνότερον.



Σχ. 1. Ρεύματα μεταφοράς



Σχ. 2. Αἱ φυσαλλίδες τοῦ ἀτμοῦ βρασμοῦ δὲν φθάνουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

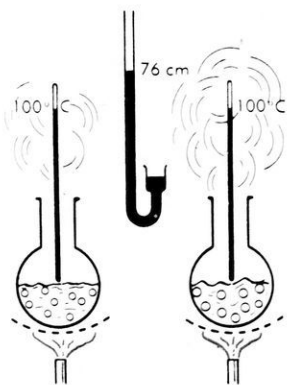
Τὰ πριονίδια, παρασυρόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, μᾶς βοηθοῦν νὰ παρακολουθήσωμεν αὐτὰ τὰ ρεύματα. Τὸ ὕδωρ, ἂν και εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἕνεκα τῶν ρευμάτων τούτων, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ρεύματα μεταφορᾶς, θερμαίνεται εἰς ὅλην τὴν μᾶζαν του.

δ) Εἰς τοὺς 90° C ἐμφανίζονται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου φυσαλλίδες, αἱ ὁποῖαι ἐρχονται πρὸς τὰ ἄνω· ἀλλὰ, προτοῦ φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐξαφανίζονται. Ὅσον περισσότερο ἀνέρχονται, ὁ ὄγκος των ἐλαττοῦται, ἐνῶ συγχρόνως ἀκούεται χαρακτηριστικὸς ἦχος.

Αἱ φυσαλλίδες αὐταὶ τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζονται εἰς τὸ θερμότερον μέρος τοῦ ὕδατος (εἰς τὸν πυθμένα). Ὅταν ὁμως πλησιάζουν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι μικροτέρα, καὶ αἱ φυσαλλίδες ἐξαφανίζονται.

ε) Αἱ φυσαλλίδες γίνονται πολυπληθέστεραι καὶ φθάνουν τώρα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἢ ὁποῖα εὐρίσκεται ἐν ἀναταραχῇ. Τὸ θερμομέτρον δεικνύει τότε 100° C. Τὸ ὕδωρ βράζει. Κατὰ 1 cm περίπου ἄνω τοῦ στομίου τῆς φιάλης βλέπομεν κάτι ὡσάν ὀμίχλην· ἐάν θέσωμεν ἐντὸς τῆς φιάλης ἀναμμένον κηρίον, σβῆνει ἀμέσως (σχ. 2).

Ἡ φιάλη εἶναι πλήρης ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος ἐξεδίωξε τὸν ἀέρα. Ὁ ἀτμὸς αὐτὸς εἶναι ἀχρουν καὶ διαφανὲς ἀέριον, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν. Ὅταν ὁμως ἐξέρχεται τῆς φιάλης, συμπυκνοῦται εἰς μικρὰ σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν τὴν ὄρατὴν ὀμίχλην.



Σχ. 3. Ἐφ' ὅσον χρόνον διαρκεῖ ὁ βρασμὸς, ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

Βρασμὸς καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαέρωσις ἐνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφῆν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

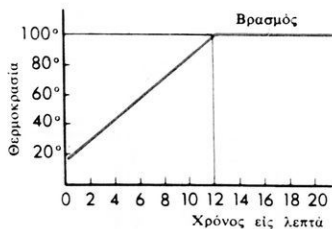
2 Σημεῖον ζέσεως (βρασμοῦ).

● Ἐάν συνεχίσωμεν τὴν θέρμανσιν τῆς φιάλης, τὸ θερμομέτρον ἐξακολουθεῖ νὰ δεικνύη τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν τῶν 100° C. Ἐάν δυναμώσωμεν τὴν φλόγα, ὁ βρασμὸς γίνεται ζωηρότερος, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται καὶ εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ὁποῖαν δεικνύει τὸ βαρόμετρον : π.χ. 76 cmHg.

Πρῶτος νόμος: Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ὁ βρασμὸς ἐνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ καὶ λέγεται σημεῖον βρασμοῦ (ζέσεως) τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 4. Βρασμὸς τοῦ ὕδατος

Τὸ σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg ἢ τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν, διὰ νὰ σημειώσωμεν τὸ 100° εἰς τὴν θερμομετρικὴν κλίμακα Κελσίου. Τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς καθαροῦ ὑγροῦ ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

3 Ἐπίδρασις τῆς πίεσεως εἰς τὸν βρασμόν.

Παρατήρησις. Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ γάλα καὶ ἡ θερμοκρασία του φθάνη εἰς ὠρισμένον βαθμόν, τὸ γάλα βράζει ἀποτόμως καὶ χύνεται.

Τούτο συμβαίνει, διότι κατ' αρχάς σχηματίζεται επί της επιφανείας του μεμβράνης (κρούστα), ή όποια εμποδίζει την έξοδον των ατμών εις την επιφάνειαν.

Ἐφ' ὅσον χρόνον ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι μικροτέρα τῆς ἑξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), ἡ ὅποια ἐνεργεῖ ἄνω τῆς μεμβράνης (κρούστας), ὁ ἀτμός δὲν δύναται νὰ τὴν ἀνυψώσῃ.

Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς σημεῖον, ὥστε ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ νὰ γίνῃ ἰση μὲ τὴν ἑξωτερικὴν, τότε ὁ ἀτμός ἀνυψώνει ἀποτόμως τὴν «κρούστα» καὶ ἐκφεύγει παρασύρων καὶ τὸ γάλα. Οὕτω καὶ τὸ ὕδωρ ἀρχίζει νὰ βράζῃ τὴν στιγμὴν, κατὰ τὴν ὅποιαν ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ γίνεται ἰση πρὸς τὴν πίεσιν, ἡ ὅποια ἐνεργεῖ ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ.

● **Πείραμα.** Λαμβάνομεν σωλῆνα εἰς σχ. 5, ὁ ὁποῖος εἰς τὸ μικρὸν καὶ κλειστὸν σκέλος τοῦ περιέχει ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ, καὶ τὸν τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος μιᾶς φιάλης (σχ. 5).

Ἐάν θερμάνωμεν τὴν φιάλην, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ νὰ βράζῃ τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη A καὶ B τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

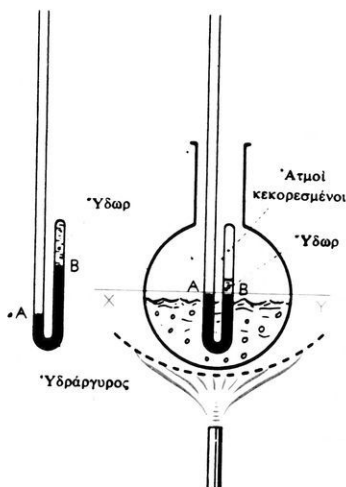
Ἡ πίεσις, ἡ ὅποια ἀσκέεται ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὕδατος (εἰς τὸ σκέλος B), εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (ἡ ὅποια ἀσκέεται εἰς τὸ A).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ μικρὸν σκέλος τοῦ B σωλῆνος, ἔχει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ καὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ τὴν μεγίστην πίεσιν.

Ἡ μεγίστη πίεσις λοιπὸν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° C εἶναι 76 cmHg.

Δεύτερος νόμος: Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὅποιαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἑξωτερικὴν πίεσιν.

Κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ μερικῶν καθερῶν σωμάτων ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg			
Ἰδρὸγόνον	-252°	Αἰθῆρ	35°
Ἀζώτον	-195°	Οἰνόπνευμα	78°
Ὄξυγονον	-183°	Βενζίνη	90°
Διοξειδίου τοῦ θείου	-10°	Ἰδράργυρος	357°
		Θεῖον	444°



Σχ. 5. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ σκέλος B εἶναι ἰση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἡ ὅποια ἀσκέεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν A.

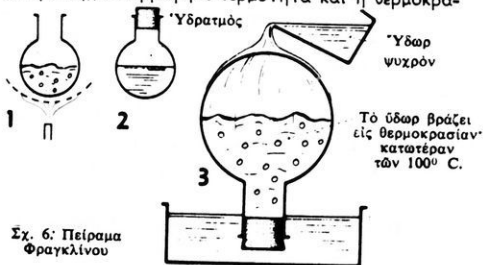
4 Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

Ἀπομακρύνομεν τὴν φιάλην ἐκ τῆς φλογός, πωματιζόμεν αὐτὴν ἀμέσως καὶ τὴν ἀναστρέφομεν (σχ. 6).

● Ὅταν βρέξωμεν τὴν φιάλην, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐντὸς αὐτῆς, ἀρχίζει πάλιν νὰ βράζῃ.

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν ἐπὶ τῆς φιάλης, ἀπερρόφησε θερμότητα καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης κατῆλθε.

Μέρους τοῦ ἀτμοῦ συμπυκνοῦται καὶ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ τῶρα βράζει εἰς μικροτέραν θερμοκρασίαν.



Σχ. 6: Πείραμα Φραγκλίνου

Συμπέρασμα: Εἰς πᾶσαν ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως ἐνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ τοῦ κατέρχεται.

Εφαρμογή. Διά να συμπυκνώσωμεν τὸ γάλα, βράζομεν αὐτὸ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 60°C ἐντὸς λεβήτων ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν. Διατί;

Τὴν ἴδιαν μέθοδον ἐφαρμόζομεν καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν σακχάρους πρὸς συμπύκνωσιν τοῦ χυμοῦ τεύτλων.

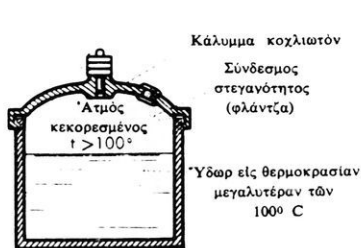
5 Χύτρα πίεσεως (σχ. 7).

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν ἐντὸς κλειστῆς χύτρας, δὲν δύναται νὰ βράσῃ, διότι πάντοτε ἡ πίεσις, ἡ ἐνεργοῦσα ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας του, εἶναι μεγαλύτερα τῆς μεγίστης πίεσεως τῶν ἀτμῶν (μεγίστη πίεσις ἀτμῶν + πίεσις κεκλεισμένου ἀέρος).

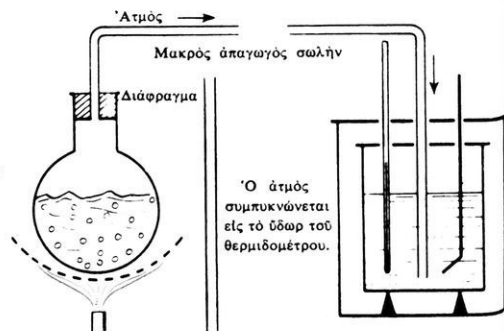
Μία βαλβὴς ἀνοίγει, ὅταν ἡ πίεσις φθάσῃ εἰς ὠρισμένον σημεῖον ($1,5$ ἕως 2 Kp/cm^2 ἀναλόγως πρὸς τὴν ρύθμισιν).

Τὸ ὕδωρ ἔχει τότε θερμοκρασίαν 120°C περίπου, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιτρέπει ταχύτεραν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν.

● Εἰς τὸν λέβητα ἀτμομηχανῆς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι 250°C καὶ ἡ πίεσις 40 Kp/cm^2 .



Σχ. 7. Χύτρα πίεσεως



Σχ. 8. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C

Συμπέρασμα : Διὰ πᾶσαν αὐξήσιν τῆς πίεσεως ἐνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ τὸ ἀνέρχεται.

6 Θερμότης βρασμοῦ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται. Ἐὰν ὁμοῦ διακόψωμεν τὴν θέρμανσιν, τότε καὶ ὁ βρασμὸς διακόπτεται. Διὰ νὰ συνεχίζηται ὁ βρασμὸς, πρέπει διαρκῶς νὰ προσφέρωμεν θερμότητα εἰς τὸ ὑγρὸν.

Ἡ θερμότης ὁμοῦ, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ τῶρα τὸ ὑγρὸν, δὲν ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ χρησιμεύει πρὸς μεταβολὴν τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀέριον.

Θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς 1 g τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος.

Πραγματοποιοῦμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 8. Τὸ θερμοδόμετρον εὑρίσκεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν φλόγα καὶ χωρίζεται ἀπὸ αὐτὴν δι' ἐνὸς διαφράγματος ἐξ ἀμιάντου.

Το θερμιδόμετρον περιέχει 500 g ύδατος.

Το Ισοδύναμόν του εις ύδωρ είναι 20 g.

Ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος : $t_1=16,5^\circ \text{C}$. Μᾶζα θερμιδομέτρου κ.τ.λ. 636,5 g.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης μέχρι βρασμοῦ καὶ ἀφίνομεν ἐπ' ὀλίγα λεπτά ἐλευθεροῦν τὸν ἀτμὸν νὰ ἐκφεύγῃ ἐκ τοῦ στομίου τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλῆνος.

● Θέτομεν τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου. Ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται.

● Μετ' ὀλίγα λεπτά ἀποσύρομεν τὸν σωλῆνα καὶ σημειῶνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος : $t_2=37,4^\circ \text{C}$.

Ζηγίζομεν κατόπιν τὸ θερμιδόμετρον : 654,7 g

Ἡ μᾶζα τοῦ ἀτμοῦ, ὃ ὁποῖος συνεπυκνώθη ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι :

$$m=654,7\text{g}-636,5\text{g}=18,2 \text{ g.}$$

Τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον ἀπερρόφησαν ποσὸν θερμότητος:

$$Q \text{ cal} = 520 \text{ cal/}^\circ\text{C} (37,4-16,5)^\circ\text{C} = 10368 \text{ cal.}$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προήλθεν ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἀτμοῦ καὶ τοῦ ὁποῖου ἡ θερμοκρασία κατῆλθεν ἀπὸ 100°C εἰς $37,4^\circ \text{C}$, ἀπέδωσε :

$$Q_1 \text{ cal} = 18,2 \text{ cal/}^\circ\text{C} (100-37,4)^\circ \text{C} = 1.135 \text{ cal.}$$

Διὰ νὰ μετατραποῦν λοιπὸν εἰς θερμοκρασίαν τῶν 100°C , 18,2 g ἀτμοῦ, ἀπὸ τὴν ἀέριον εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, παραχωροῦν :

$$10368 \text{ cal} - 1135 \text{ cal} = 9733 \text{ cal}$$

καὶ ἐπομένως 1 g ἀτμοῦ παραχωρεῖ:

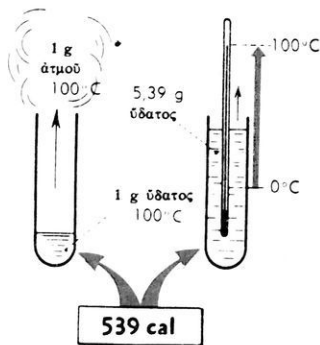
$$\frac{9733 \text{ cal}}{18,2 \text{ g}} = 535 \text{ cal/g}$$

Ἀντιθέτως, διὰ νὰ μετασηματισθῇ εἰς ἀτμὸν 100°C 1g ὕδατος 100°C , ἀπορροφᾷ 535 cal.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 535 cal/g. Κατὰ τὸ πείραμα αὐτὸ δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὠρισμένα σφάλματα.

Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρίσκομεν ὅτι ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἶναι 539 cal/g.

Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν θερμότητα ἐξαερώσεως ἀπὸ ὅλα τὰ ὑγρά.



Σχ. 9. Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Θερμότης ἐξαερώσεως μερικῶν ὑγρῶν :

Οινόπνευμα εἰς τοὺς 78°C : 216 cal/g

Βενζίνη εἰς τοὺς 80°C : 94 cal/g

Αἰθέρ εἰς τοὺς 35°C : 90 cal/g

Διοξειδίον τοῦ θείου εἰς τοὺς -10°C : 95 cal/g

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαερώσις ἐνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν ὁ βρασμός ἐνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ παραμένει ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ.

3. Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὅποιαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

4. Θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσφέρωμεν εἰς 1g αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ τὸ μετατρέψωμεν ἐξ ὀλοκλήρου εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ ἐλαττοῦται, ὅσον ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 539 cal/g.

Σειρά 11η: Μεταβολαι καταστάσεως.

I. Τήξις

1. Εις 0°C η πυκνότης του πάγου είναι $0,92\text{ Kg/dm}^3$ και του ύδατος 1 Kg/dm^3 . Πόσον δγκον θά ἔχη ὁ πάγος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἐκ τῆς στερεοποιησῆσεως 50 l ύδατος;

2. Αἱ στήλαι πάγου τοῦ ἐμπορίου ἔχουν σχῆμα ὀρθογωνίου παραλληλεπίπεδου τῶν ἐξῆς διαστάσεων: μήκος 98 cm καὶ τομὴν $16\text{ cm} \times 28\text{ cm}$. Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ὁ δγκος τῆς στήλης τοῦ πάγου.

β) Ἡ μᾶζα τῆς, ἔαν ἡ πυκνότης τοῦ πάγου εἶναι $0,92\text{ Kg/dm}^3$ εἰς 0°C .

γ) Ὁ δγκος τοῦ ύδατος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 125 ὁμοίων στηλῶν πάγου. Πυκνότης ύδατος εἰς 0°C : 1 Kg/dm^3 .

3. Πόσῃν θερμότητι πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς τεμάχιον πάγου, θερμοκρασίας 0°C μάζης 175 g , πρὸς τῆξιν τοῦτου καὶ ἀκολουθῶς αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ληφθέντος ἐκ τῆς τήξεως ύδατος εἰς τοὺς 10°C ; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g .

4. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τῆξιν 1200 Kg πάγου, θερμοκρασίας -12°C ; Εἰδικὴ θερμότης πάγου $0,5\text{ cal/g}$ καὶ θερμότης τήξεως 80 cal/g .

5. Θερμιδομετρον περιέχει 300 g ύδατος καὶ 100 g πάγου 0°C :

α) Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ συστήματος καὶ πὸση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τῆξιν τοῦ πάγου καὶ αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ συστήματος εἰς τοὺς 10°C ; (Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g).

β) Ἐάν ἡ ἀνωτέρω θερμότης παρέχεται ὑπὸ μιάς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, ἡ ὁποία παρέχει 60 cal ἀνὰ δευτερολέπτου, ἐπὶ πόσῃν ὥρᾳ διαρκεῖ τὸ πείραμα;

6. Τὸν χειμῶνα μία ὁδὸς καλύπτεται διὰ στρώματος πάγου 0°C καὶ πάχους 2 mm .

Ποῖον ὕψος ύδατος βροχῆς, θερμοκρασίας 8°C , πρέπει νὰ πέσῃ ἀνὰ 1 m^2 ἐπιφανείας, διὰ νὰ τακῆ ὁ πάγος; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g , πυκνότης πάγου $0,92\text{ Kg/dm}^3$. Ὑποθέτομεν ὅτι ὁ ἀῆρ καὶ τὸ ἔδαφος δὲν λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς θερμικὰς ἀνταλλαγὰς.

7. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται:

α) Διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 150 l ύδατος ἀπὸ 12°C εἰς 34°C .

β) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου 0°C ;

γ) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου θερμοκρασίας -10°C καὶ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ύδατος εἰς 100°C . (Εἰδ. θερμότης πάγου $0,5\text{ cal/g}$, θερμότης τήξεως πάγου 80 cal/g).

8. Εἰς 300 g ύδατος 40°C ρίπτομεν τεμάχιον πάγου 0°C μάζης 60 g :

α) Πόσῃν θερμότητι ἀπορροφᾷ ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῆ;

β) Ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ύδατος;

9. Θερμιδομετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 250 g , περιέχει 100 g ύδατος, θερμοκρασίας 40°C :

α) Ποῖον τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδο-

μέτρου, ἔαν ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὀρειχάλκου εἶναι $0,1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$;

β) Ἐτόμεν εἰς τὸ θερμιδομετρον 20 g πάγου 0°C . Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου;

10. Εἰς 1500 g ύδατος 10°C θέτομεν τεμάχιον χαλκοῦ 200 g , θερμοκρασίας 100°C , καὶ προσθέτομεν πάγον 0°C :

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ καταστῇ ἡ τελικὴ θερμοκρασία 0°C , ὅταν ὁ πάγος τακῆ ἐντελῶς.

β) Ἐάν ἡ μᾶζα τοῦ πάγου εἶναι 500 g , ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ πὸση μᾶζα πάγου ἀπομένει; Εἰδ. θερμότης χαλκοῦ $0,095\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.

11. Θερμιδομετρον περιέχει 400 gr ύδατος, θερμοκρασίας 0°C . Προσθέτομεν διαδοχικῶς 20 g , πάγου 0°C καὶ 200 g ύδατος 50°C , ὁπότε, μετ' ὀλίγον τὸ ὄργανον περιέχει μόνον ὕδωρ 20°C . Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ἡ θερμότης τὴν ὁποῖαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ μεταβλῆ εἰς ὕδωρ 20°C .

β) Ἡ θερμότης, τὴν ὁποῖαν παρεχώρησαν τὰ 200 g τοῦ ύδατος.

γ) Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῶν 400 g ύδατος, (Ἡ θερμότης, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ τὸ θερμιδομετρον, δὲν ὑπολογίζεται).

12. Εἰς θερμιδομετρον, φέρον 400 g ύδατος θερμοκρασίας 36°C , θέτομεν ἐν τεμάχιον πάγου 67 g , θερμοκρασίας 0°C . Ὄταν τακῆ ὁ πάγος, ἡ θερμοκρασία τοῦ ύδατος εἶναι $19,5^{\circ}\text{C}$. Ποία εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου; (Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου θεωρεῖται ἀμελητέον).

13. Θερμιδομετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 200 g , περιέχει 300 g ύδατος, θερμοκρασίας 20°C . Θέτομεν ἐντὸς αὐτοῦ 100 gr πάγου 0°C . Ὄταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, τὸ θερμιδομετρον περιέχει ὕδωρ καὶ 20 g πάγου:

α) Ποία εἶναι τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

β) Ποία εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἰς θερμιδᾶς ἀνὰ γραμμᾶριον; (Εἰδ. θερμ. ὀρειχάλκου $0,1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$).

II. Ἐξάτμισις. Κεκορημένοι ἀτμοί

14. Εἰς τὴν φιάλῃν τοῦ σχ. 2 τοῦ 45ου μαθήματος θέτομεν αἰθέρου, ὁπότε ὁ ὑδράργουος ἀνέρχεται εἰς ὕψος $20,4\text{ cm}$ εἰς τὸν σωλῆνα. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ αἰθέρου (ρ/cm^2); Εἰδικὸν βῆρος ὑδραργύρου $13,6\text{ p/cm}^2$.

15. Εἰς σωλῆνα Τορρικέλλι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εὐρίσκειται εἰς ὕψος 70 cm . Εἰσάγομεν μίαν σταγόνην αἰθέρου εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ὁπότε τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης γίνεται 41 cm :

α) Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρου εἰς τὸν σωλῆνα;

β) Ἐάν εἶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος ἡ μείγιστη πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι $571,2\text{ p/cm}^2$, ὁ ἀτμὸς

τού αίθερος, τόν όποϊον διαθέτομεν, είναι κεκορεσμέ-
νος ή όχι ;

16. Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαί
τῆς μεγίστης πίεσεως τοῦ αἵμου τοῦ αἵθερος συμφώ-
τως πρός τὰς ἀκόλουθους ἐνδείξεις :

Θερμοκρασία : 10°C 20°C 30°C 40°C 50°C 60°C
Πίεσις εἰς cmHg 31 44 64 92 128 173

Εἰς τόν ἄξονα τῶν τετμημένων θά λάβωμεν $1\text{cm} = 10^{\circ}\text{C}$ καί εἰς τόν ἄξονα τῶν τεταγμένων $1\text{cm} = 20\text{cmHg}$.

17. Αἱ μεταβολαί τῆς μεγίστης πίεσεως τῶν ἄ-
τιμῶν τοῦ ὕδατος διά θερμοκρασίας μεγαλύτερας τῶν
 100°C δίδονται εἰς τόν ἀκόλουθον πίνακα :

Θερμοκρασία : 100°C 120°C 150°C 180°C 200°C 225°C
Πίεσις Kp/cm^2 1 2 5 10 16 25

Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαί αὐταί.
Εἰς τόν ἄξονα τῶν τετμημένων $1\text{cm} = 20^{\circ}\text{C}$ καί εἰς
τόν ἄξονα τῶν τεταγμένων $1\text{cm} = 2\text{Kp/cm}^2$.

(Αἱ πίεσις Kp/cm^2 εἶναι κατά πρᾶξιν).

III. Βρασμός

18. Πλησίον εἰς τοὺς 100°C ἡ θερμοκρασία
βρασμοῦ τοῦ ὕδατος πίπτει κατά $0,1^{\circ}\text{C}$, ὅταν ἡ ἐξω-
τερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται κατά $2,7\text{mmHg}$.

Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ ὕδατος,
ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι $73,2\text{cmHg}$; (Ἡ
θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 100°C ὑπὸ πίεσιν 760mmHg).

19. Ζέομεν ὕδωρ, τὴν ἰδίαν ὥραν, εἰς τοὺς πρό-
ποδας ἑνὸς δρύος, ἐνθα ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι
 76cmHg καί ἡ θερμοκρασία ζέσεως 100°C , καί εἰς
τὴν κορυφὴν του, ἐνθα ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι
 97° . Γνωρίζομεν ὅτι πλησίον τῶν 100°C ἡ θερμοκρα-

σία ζέσεως τοῦ ὕδατος πίπτει κατά $0,10^{\circ}\text{C}$, ὅταν ἡ
ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται κατά $2,7\text{mmHg}$:

α) Νά προσδιορισθῇ εἰς mmHg τὸ βαρομετρι-
κὸν ὕψος εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ δρύος.

β) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ εἰς
μέτρα μεταξὺ κορυφῆς καὶ προπόδων τοῦ δρύος.

Εἰδικὸν βάρος ὑδραγύρου $13,6\text{g/cm}^3$, μέσον
εἰδικὸν βάρος αἵρος $1,2\text{g/l}$.

20. α) Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρός ἐξαε-
ρωσιν $1,5\text{Kg}$ ὕδατος, θερμοκρασίας 100°C ; (Θερμό-
της ἐξαερώσεως ὕδατος 539cal/g).

β) Ἄν ἡ θερμότης καύσεως τοῦ ἀνθρακίτου,
τόν ὅποϊον θά χρησιμοποιήσωμεν, εἶναι 8.000Kcal/Kg
καὶ ἐκμεταλλεῶμεθα μόνον τὸ $1/4$ τῆς θερμότητος,
τὸ ὅποϊον παρέχεται, πόσον ἀνθρακίτην πρέπει νὰ
καύσωμεν;

21. Θερμαίνομεν φιάλην, περιέχουσαν 300g
ὕδατος 20°C , διά φλογός, ἡ ὁποία παρέχει 4000cal
ὑπερπλέον πᾶν θερμότητος ἀνά λεπτόν τῆς ὥρας.

α) Ἐντός πόσου χρόνου ἡ θερμοκρασία τοῦ
ὕδατος θά φθάσῃ εἰς τοὺς 100°C ;

β) Πόση ὥρα θά χρειασθῇ ἐπὶ πλέον πρός ἐξα-
έρωσιν τῆς ἡμισείας μάζης τοῦ ὕδατος;

22. Εἰς δοχεῖον, φέρον 1600g ὕδατος 10°C , διο-
χετεύομεν 50g ὑδρατμοῦ 100°C . Ποία εἶναι ἡ τελικὴ
θερμοκρασία τοῦ συστήματος; (Ἡ θερμότης ἐξαερώ-
σεως (ἢ ὑγροποιήσεως) τοῦ ὕδατος εἶναι 539cal/g).

23. Πόση μᾶζα ὑδρατμῶν 100°C πρέπει νὰ συμ-
πυκνωθῇ ἐντὸς λεκάνης, περιεχοῦσης 100l ὕδατος
 17°C , διά νὰ ἔχωμεν τελικὸν μείγμα 37°C ;

Γνωρίζομεν ὅτι 1g ὑδρατμῶν 100°C , ὑγροποι-
ούμενον εἰς 100°C , ἀποβάλλει 539cal . (Ἡ θερμότης,
τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ λεκάνη, δὲν ὑπολογίζεται)

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Φυσικά σώματα. Μετρήσεις φυσικῶν μεγεθῶν	4	22. Σχετική πυκνότης	59
I. — Φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.		'Ασκήσεις	61
1. Στερεά, ὑγρά, αέρια	6	V. — Πίσεις. Μανόμετρον. Βαρόμετρον.	
2. Ἐτερογενῆ μίγματα: Τὸ φυσικὸν ὕδωρ	8	23. Ἡ ἔννοια τῆς πίσεως	63
3. Ἐν καθαρὸν σῶμα. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ	10	24. Πίσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	65
4. Διαλυτικαὶ ἰδιότητες τοῦ ὕδατος	12	25. Πίσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ τοιχώματα τῶν δοχείων	68
5. Πρώτη μελέτη ἐνὸς αἰρίου. Ὁ ἀήρ	15	26. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Μετάδοσις τῶν πίσεων ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	70
6. Σύστασις τοῦ αἵρος	17	'Ασκήσεις	73
'Ασκήσεις	20	27. Πειραματικὴ σπουδὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους	75
II. — Βάρος ἐνὸς σώματος. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου.		28. Ἐπιπλέοντα σώματα	77
Κατακόρυφος. Ἐλευθέρᾳ πτώσει ἐνὸς σώματος	21	29. Πυκνομετρα	79
8. Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος	23	'Ασκήσεις	82
9. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου	25	30. Ἀτμοσφαιρικὴ πίσις	84
'Ασκήσεις	28	31. Βαρόμετρον	86
III. — Δύναμις. Δυναμόμετρον.		32. Μανόμετρον	89
10. Ἐννοια τῆς δυνάμεως	29	33. Πίσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν αἰρίων	91
11. Ἴσορροπία σώματος ὑπὸ τῆν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων. Τροχαλία	32	34. Νόμος Mariotte	94
12. Συνισταμένη δύο παραλλήλων δυνάμεων	34	'Ασκήσεις	96
13. Κέντρον βάρους	36	VI. — Θερμοκρασία. Θερμόμετρον.	
'Ασκήσεις	38	35. Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον	99
14. Μελέτη τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου	40	36. Ἐννοια τῆς θερμοκρασίας. Πείραμα διαστολῆς	101
15. Ροπὴ δυνάμεως ὡς πρὸς ἀξονα	42	37. Χρῆσις τοῦ θερμομέτρου	103
16. Ἐργαλεῖα. Μοχλοὶ	44	'Ασκήσεις	105
'Ασκήσεις	46	VII. — Θερμιδόμετρον.	
IV. — Μᾶζα. Ζυγός.		38. Ποσότης θερμότητος	107
17. Ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονας	48	39. Θερμιδόμετρον δι' ὕδατος	109
18. Ζυγὸς μὲ ἀνίσους βραχίονας	50	40. Εἰδικὴ θερμότης στερεῶν καὶ ὑγρῶν	111
19. Ἰδιότητες τοῦ ζυγοῦ	52	41. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου	114
20. Ἐννοια τῆς μάζης. Χρῆσις τοῦ ζυγοῦ	54	'Ασκήσεις	116
21. Πυκνότης. Εἰδικὸν βάρος	57	VIII. — Μεταβολαὶ καταστάσεων.	
		42 & 43. Τῆξις - πήξις	117
		44. Ἐξάτμισις.	122
		45. Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν	125
		46 & 47. Βρασμὸς	127
		'Ασκήσεις	132

Έξωφύλλον ΡΕΝΑΣ ΜΑΛΑΜΑ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



024000029867

ΕΚΔΟΣΙΣ: Η' 1975 (VI) ΑΝΤΙΤΥΠΑ 70.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ 2568/16/4.75

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ: Ε. ΧΑΤΖΑΡΑ, ΒΙΒΛΙΟΔ. 'Αφοι ΧΑΤΖΗΧΡΥΣΟΥ ΑΘΗΝΑΙ

