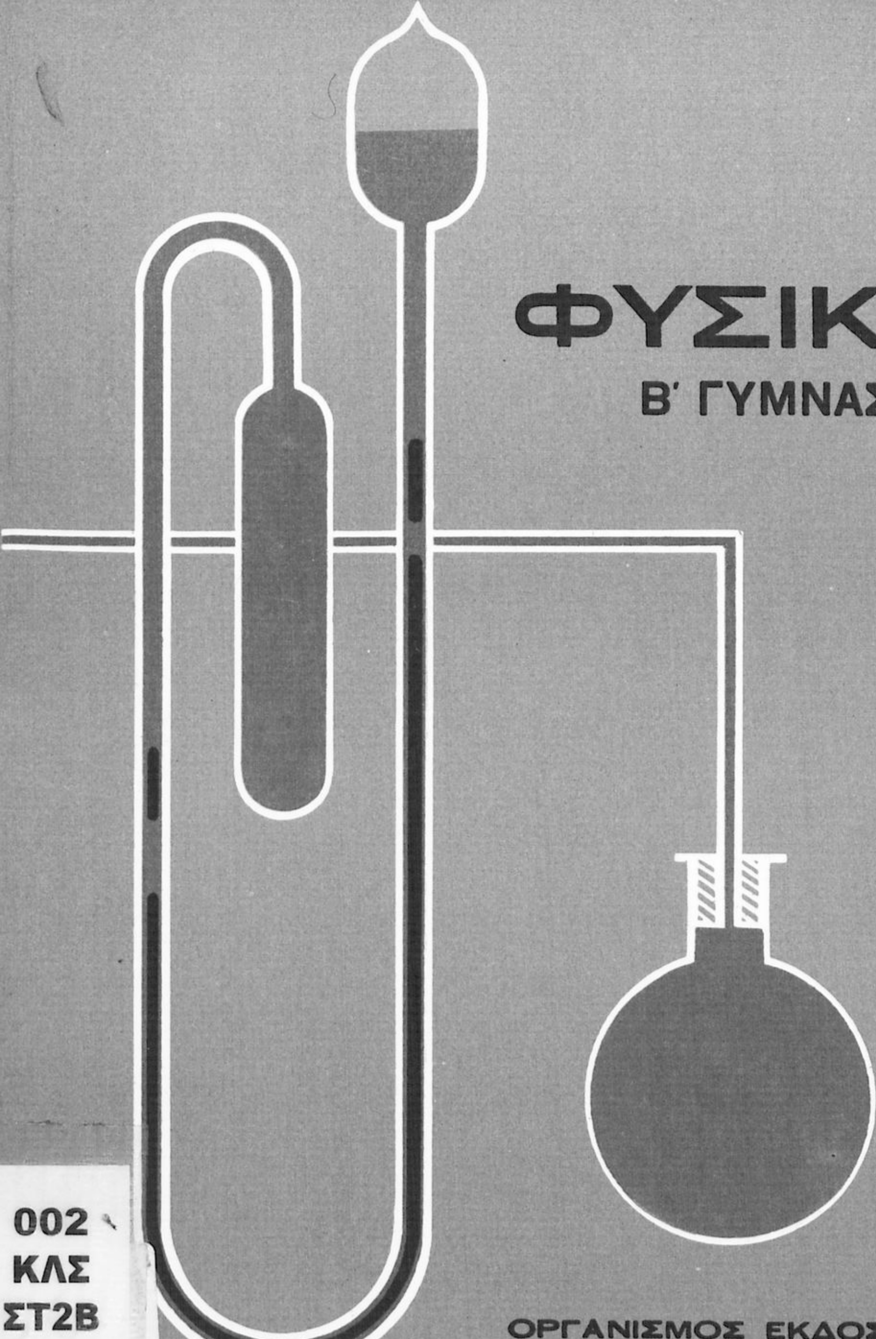


ΦΥΣΙΚΗ

Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑ 1978

ΦΥΣΙΚΗ

Μὲ ἀπόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τὰ διδακτικὰ βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καὶ Λυκείου τυπώνονται ἀπὸ τὸν Ὀργανισμὸ Ἐκδόσεως Διδακτικῶν Βιβλίων καὶ μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.

'Επιμέλεια: 'Επιστημονική ἀπὸ τὸ Φυσικό, Γυμνασιάρχη Ι. Μπουρούτη
Γλωσσική ἀπὸ τὸ φιλόλογο κ. Μικρούδη, 'Επιθεωρητὴ Μ.Ε.

ΦΥΣΙΚΗ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΚΕΥΗ
ΤΟΥ ΓΑΛΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΤΩΝ
A. GODIER, C. THOMAS καὶ M. MOREAU
ΑΠΟ ΤΟ ΓΕΩΡΓΙΟ ΟΛ. ΑΝΔΡΕΑΔΗ
ΛΥΚΕΙΑΡΧΗ ΦΥΣΙΚΟ

Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑ 1978

ΦΥΣΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Ἡ Φυσικὴ εἶναι μιὰ ἀπὸ τὶς ἀρχαιότερες ἐπιστῆμες τοῦ κόσμου. Ὁ Ἀριστοτέλης (384-322 π.Χ.) χρησιμοποίησε γιὰ πρώτη φορὰ τὸν ὅρο Φυσική. Ὁ ὅρος Φυσική, καθὼς καὶ ἡ λέξη τὸ δείχνει, σημαίνει σπουδὴ τῆς Φύσης.

Στὴ Φυσικὴ κάθε ἀντικείμενο ποὺ βλέπομε ἢ γενικὰ ἀντιλαμβανόμαστε μὲ τὶς αἰσθήσεις μας τὸ ὀνομάζομε *φυσικὸ σῶμα* ἢ ἁπλῶς *σῶμα*. Π.χ. τὸ βιβλίο, ἡ πέτρα, τὸ νερό, ὁ ἀέρας, τὸ χῶμα κτλ. εἶναι φυσικὰ σώματα.

Ἡ οὐσία ἀπὸ τὴν ὁποία ἀποτελοῦνται τὰ σώματα ὀνομάζεται *ὕλη*. Τὸ σίδερο, τὸ νερό, ὁ ἀέρας εἶναι διάφορες μορφὲς τῆς ὕλης. Τὰ σώματα διακρίνονται τὸ ἕνα ἀπὸ τὸ ἄλλο ὄχι μόνο ἀπὸ τὸ εἶδος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ποσότητα τῆς ὕλης, ποὺ τὰ ἀποτελεῖ. Ἔτσι π.χ. τὸ ψαλίδι περιέχει περισσότερη ποσότητα ὕλης ἀπὸ τὴ βελόνα, καὶ τὸ νόμισμα τῶν δύο δραχμῶν περισσότερη ἀπὸ τῆς μιᾶς δραχμῆς.

Ὅλες οἱ μεταβολὲς ποὺ παρατηροῦμε στὴ Φύση λέγονται φυσικὰ φαινόμενα. Ἂν ἀφήσουμε ἐκτεθειμένο σὲ θερμὸ μέρος ἕνα κομμάτι πάγο, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι θὰ λιώσει· τὸ νερὸ ποὺ ζεσταίνομε σὲ μιὰ χύτρα βράζει καὶ μεταβάλλεται σὲ ἀτμό· ἡ πέτρα, ποὺ ἀφήνομε ἀπὸ ψηλά, πέφτει στὴ γῆ· τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα θερμαίνει τὸ σύρμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖο περνᾶ, καὶ μπορεῖ νὰ τὸ κάνει νὰ λευκοπυρωθεῖ, ὅπως π.χ. στὴν ἠλεκτρικὴ λάμπα.

Τὸ λιώσιμο τοῦ πάγου, ὁ βρασμὸς τοῦ νεροῦ, ἡ πτώση τῆς πέτρας, ἡ θέρμανση τοῦ σύρματος, ὁ ἄνεμος, ἡ ἀστραπὴ κτλ. εἶναι ὅλα φυσικὰ φαινόμενα.

Γιὰ νὰ μελετήσουμε ἕνα φυσικὸ φαινόμενο, πρέπει στὴν ἀρχὴ νὰ τὸ ἐξετάσουμε μὲ προσοχὴ ἤ, ὅπως λέμε, νὰ τὸ παρατηρήσουμε. Π.χ. γιὰ νὰ μελετήσουμε τὸ φαινόμενο τῆς πτώσης τῶν σωμάτων, δὲν ἀρκεῖ μόνο μιὰ φορὰ νὰ δοῦμε πῶς πέφτει ἕνα σῶμα. Πρέπει νὰ μάθουμε, ἂν ὑπάρχει διαφορὰ στὴν πτώση ἑνὸς βαριοῦ καὶ ἑνὸς ἐλαφροῦ σώματος ἢ ἂν ἔχει σημασία τὸ μέγεθος τοῦ σώματος ἢ τὸ ὕψος ἀπὸ τὸ ὁποῖο πέφτει τὸ σῶμα. Γιὰ ὅλα αὐτὰ μποροῦμε νὰ βεβαιωθοῦμε, ἂν παρατηρήσουμε διάφορες περιπτώσεις πτώσης σωμάτων. Ἀντὶ ὅμως νὰ περιμένουμε νὰ πέσει ἕνα σῶμα, γιὰ νὰ κάνουμε τὶς παρατηρήσεις μας, μποροῦμε νὰ πάρουμε ἐμεῖς διάφορα σώματα καὶ νὰ τὰ ἀφήσουμε νὰ πέσουν, δηλαδὴ νὰ προκαλέσουμε οἱ ἴδιοι τὸ φαινόμενο τῆς πτώσης. Ὅταν ἐμεῖς προκαλοῦμε ἕνα φαινόμενο καὶ τὸ παρατηροῦμε, τότε κάνομε ἕνα *πείραμα*. Μὲ τὸ πείραμα θέτομε διάφορες ἐρωτήσεις στὴ φύση καὶ ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος παίρνομε τὶς ἀπαντήσεις.

Στὴ Φυσικὴ ὅμως δὲν ἀρκεῖ μόνο νὰ παρατηρήσουμε πῶς ἐξελίσσονται τὰ διάφορα φαινόμενα, ἀλλὰ καὶ νὰ τὰ ἐξηγήσουμε. Γιὰ νὰ πετύχουμε τὸ σκοπό μας, εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἐκτελέσουμε διάφορες *μετρήσεις*. Στὴν πτώση τῶν σωμάτων π.χ. πρέπει νὰ μετρήσουμε τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖο πέφτει τὸ σῶμα, τὴν ταχύτητα καὶ τὸ χρόνο τῆς πτώσης του. Τὸ μῆκος, ἡ ἐπιφάνεια, ὁ ὄγκος, ἡ ταχύτητα, ὁ χρόνος κτλ. εἶναι *φυσικὰ μεγέθη*.

Ἕνα φυσικὸ μέγεθος μπορεῖ πάντοτε νὰ μετρηθεῖ. Μέτρηση ἑνὸς φυσικοῦ μεγέθους εἶναι ἡ σύγκρισή του μὲ ἕνα ὁμοειδὲς μέγεθος, ποὺ τὸ παίρνομε γιὰ μονάδα. Γιὰ κάθε φυσικὸ μέγεθος ἔχει ὁριστεῖ καὶ μιὰ μονάδα μετρήσεως. Οἱ μονάδες αὐτὲς εἶναι αὐθαίρετες καὶ γι' αὐτὸ στὰ διάφορα κράτη γιὰ τὸ ἴδιο μέγεθος ὑπῆρχαν καὶ ἰδιαίτερες μονάδες. Τοῦτο ὅμως δημιουργοῦσε μεγάλες δυσκολίες στοὺς ὑπολογισμοὺς καὶ στοὺς τύπους, γιατὶ ἡ Φυσικὴ εἶναι μιὰ παγκόσμια ἐπιστήμη καὶ ἔπρεπε τὰ σύμβολα καὶ οἱ μονάδες νὰ εἶναι διεθνεῖς. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ προτάθηκαν τὰ συστήματα μονάδων.

Σημειώσεις σχετικὲς μὲ τὸ σύστημα μονάδων.

Σύστημα μονάδων εἶναι σύνολο μονάδων, ποὺ ἐπιλέγονται μὲ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ ἁπλοποιοῦν τοὺς τύπους τῆς Φυσικῆς καὶ νὰ διευκολύνεται ἡ χρήση τους.

Τὸ σύνολο αὐτὸ περιλαμβάνει:

α) Μονάδες **θεμελιώδεις,** οἱ ὁποῖες ἔχουν **ἐπιλεγεῖ αὐθαίρετα** (π.χ. τὸ ἑκατοστόμετρο, τὸ γραμμάριο καὶ τὸ δευτερόλεπτο)·

β) Μονάδες **παράγωγες,** ποὺ καθορίζονται ἀπὸ τὶς θεμελιώδεις.

Στὸ σύστημα π.χ. *ἑκατοστόμετρο, γραμμάριο, δευτερόλεπτο,* ποὺ λέγεται σύστημα C.G.S ἡ **μονάδα τῆς ταχύτητας** καθορίζεται ἀπὸ τὸ ἑκατοστόμετρο καὶ τὸ δευτερόλεπτο, καὶ εἶναι τὸ ἑκατοστόμετρο κατὰ δευτερόλεπτο· **ἡ μονάδα τῆς ἐπιταχύνσεως** καθορίζεται ἀπὸ τὴ μονάδα τῆς ταχύτητας καὶ τὸ δευτερόλεπτο, καὶ **ἡ μονάδα βάρους** ἀπὸ τὸ γινόμενο τῆς μονάδας τῆς ἐπιταχύνσεως ἐπὶ τὴ μονάδα τῆς μάζας.

Εἶναι ἀπαραίτητο οἱ **θεμελιώδεις μονάδες** νὰ μποροῦν νὰ καθοριστοῦν μὲ μεγάλη ἀκρίβεια. Τὸ μέτρο (καὶ τὸ ἑκατοστόμετρο), τὸ χιλιόγραμμο (καὶ τὸ γραμμάριο) καὶ τὸ δευτερόλεπτο ἐκπληρώνουν ἀκριβῶς αὐτὴ τὴν ἀπαίτηση.

Τὸ μέτρο εἶναι ἡ ἀπόσταση, στὴ θερμοκρασία τῶν 0° C, μεταξὺ δύο γραμμῶν, ποὺ εἶναι χαραγμένες σὲ ἕναν πρότυπο κανόνα κατασκευασμένο ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο, ὁ ὁποῖος βρίσκεται φυλαγμένος στὸ Διεθνὲς Γραφεῖο Μέτρων καὶ Σταθμῶν στὶς Σέβρες (Γαλλία).

Τὸ χιλιόγραμμο εἶναι ἡ μάζα ἑνὸς πρότυπου κυλίνδρου ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο, ποὺ βρίσκεται φυλαγμένος στὸ ἴδιο Διεθνὲς Γραφεῖο.

Τὸ γραμμάριο εἶναι τὸ χιλιοστὸ τῆς μάζας τοῦ πρότυπου χιλιογράμμου. Τέλος γιὰ τὴ μέτρηση τοῦ χρόνου ἔχομε τὸ **δευτερόλεπτο,** ποὺ εἶναι χρονικὸ διάστημα ἴσο μὲ τὸ 1/86400 τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας.

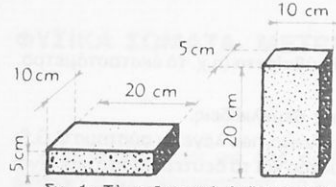
Ἀνάλογα μὲ τὶς θεμελιώδεις μονάδες ποὺ θὰ ὁρίσουμε, δημιουργοῦμε καὶ διάφορα συστήματα μονάδων. Τὰ κυριότερα ἐκτὸς ἀπὸ τὸ C.G.S. εἶναι:

Τὸ σύστημα M.T.S, ποὺ χρησιμοποιεῖται στὶς βιομηχανικὲς ἐφαρμογὲς καὶ ἔχει γιὰ θεμελιώδεις μονάδες τὸ **μέτρο,** τὸν **τόνο** καὶ τὸ **δευτερόλεπτο.**

Τὸ σύστημα M.K.S.A. μὲ θεμελιώδεις μονάδες τὸ **μέτρο,** τὸ **χιλιόγραμμο,** τὸ **δευτερόλεπτο** καὶ τὸ **ἀμπέρ.** Τὸ σύστημα αὐτὸ λέγεται ἐπίσης καὶ **σύστημα Giorgi,** ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ καθηγητῆ ποὺ τὸ πρότεινε.

1° ΜΑΘΗΜΑ: Φυσικὲς καταστάσεις τῆς ὕλης.

ΣΤΕΡΕΑ - ΥΓΡΑ - ΑΕΡΙΑ



Σχ. 1: Τὸ σχῆμα καὶ ὁ ὄγκος τοῦ τούβλου εἶναι ἀμετάβλητα.

1 *Παρατήρηση.* **Ἂν πάρουμε ἕνα τοῦβλο (σχ. 1), θὰ παρατηρήσουμε, ὅτι τὸ σχῆμα καὶ οἱ διαστάσεις του δὲν μεταβάλλονται, ὅπως καὶ ἂν τὸ τοποθετήσουμε. Ὁ ὄγκος του καθὼς καὶ τὸ σχῆμα του εἶναι ἀμετάβλητα.**

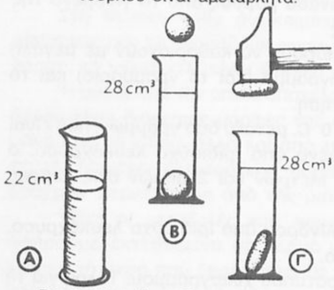
Τὸ τοῦβλο εἶναι ἕνα στερεὸ σῶμα.

- Παίρνομε μιὰ σφαίρα ἀπὸ μολύβι καὶ βρίσκομε τὸν ὄγκο της μὲ τὴ βοήθεια τοῦ *ὀγκομετρικοῦ δοχείου* (σχ. 2).

Ἂν χτυπήσουμε τὴ σφαίρα μὲ ἕνα σφυρὶ ἢ τὴν κομματιάσουμε, θὰ μεταβληθεῖ βέβαια τὸ σχῆμα της, ἀλλὰ ὁ ὄγκος της θὰ μείνει ὁ ἴδιος.

Ἐπίσης μποροῦμε νὰ λυγίσουμε μιὰ σιδερένια ράβδο, νὰ σπάσουμε ἕνα τοῦβλο.

- Ἕνα στερεὸ σῶμα δὲν ἀλλάζει σχῆμα παρὰ μὲ μιὰν *ἀνάλογη προσπάθεια.*



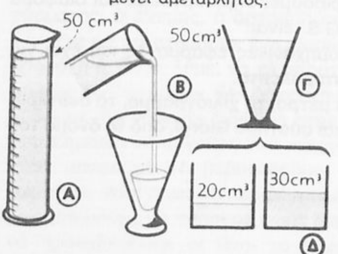
Σχ. 2: Τὸ σχῆμα τῆς σφαίρας μολύβδου μεταβάλλεται μὲ τὸ χτύπημα τοῦ σφυριοῦ. Ὁ ὄγκος της ὅμως μένει ἀμετάβλητος.

> **Συμπέρασμα.** *Τὸ κάθε στερεὸ σῶμα ἔχει ἕνα ἰδιαίτερο σχῆμα καὶ ὄγκο ἀμετάβλητο.*

2 **Χύνομε νερὸ σὲ ἕναν ὀγκομετρικὸ κύλινδρο καὶ σημειώνομε τὸν ὄγκο του (σχ. 3).**

Ἀδειάζομε τὸ νερὸ ἀπὸ τὸν κύλινδρο σὲ ἕνα ὀγκομετρικὸ κωνικὸ ποτήρι καὶ ἔπειτα σὲ δυὸ βαθμολογημένα δοχεῖα.

Παρατηροῦμε ὅτι τὸ νερὸ παίρνει τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν δοχείων χωρὶς καμιὰ ἰδιαίτερη προσπάθεια, *ἐνῶ ὁ ὄγκος του μένει ὁ ἴδιος.*

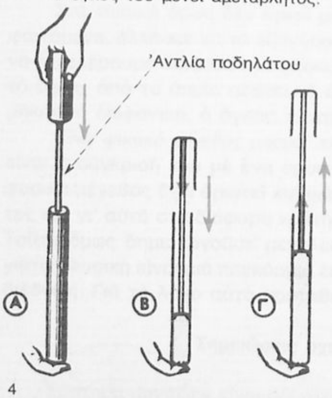


Σχ. 3: Τὸ ὑγρὸ τρέχει καὶ παίρνει τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου ποὺ τὸ περιέχει· ὁ ὄγκος του μένει ἀμετάβλητος.

> **Συμπέρασμα.** *Τὰ ὑγρὰ δὲν ἔχουν ἰδιαίτερο σχῆμα, ἀλλὰ παίρνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου ποὺ τὰ περιέχει, ἐνῶ ὁ ὄγκος τους μένει ἀμετάβλητος.*

3 **Σύρομε πρὸς τὰ ἔξω τὸ ἔμβολο μιᾶς ἀντλίας ποδηλάτου** καί, ἀφοῦ βάλουμε τὸ στόμιό της μέσα στὸ νερὸ ἑνὸς δοχείου, πιέζομε τὸ ἔμβολο πρὸς τὰ μέσα. Οἱ φυσαλίδες ποὺ βγαίνουν ἀπὸ τὸ στόμιο προέρχονται ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος ὑπῆρχε μέσα στὸν κύλινδρο τῆς ἀντλίας.

Ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, ἀφοῦ ὅμως κλείσουμε μὲ τὸ δάχτυλό μας τὸ στόμιο, παρατηροῦμε ὅτι πρέπει νὰ καταβάλλουμε συνεχῶς μεγαλύτερη δύναμη, ὅσο περισσότερο ὠθοῦμε τὸ ἔμβολο πρὸς τὰ μέσα, ὅσο δηλ. πιὸ μικρὸς γίνεται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα



Σχ. 4
Ἀντλία ποδηλάτου Τὸ στόμιο κλειστό — Ὁ ἀέρας εἶναι συμπιεστός. — Ὁ ἀέρας εἶναι ἐκτατός.

(σχ. 4 Α καὶ Β) μέσα στὸν κύλινδρο τῆς ἀντλίας.

Μποροῦμε λοιπὸν νὰ περιορίσουμε τὸν ὄγκο μιᾶς ποσότητας ἀέρα. *Ὁ ἀέρας εἶναι συμπιεστός.*

● Ἂν ἀφήσουμε ἐλεύθερο τὸ ἔμβολο, θὰ κινηθεῖ μὲ ὁρμὴ πρὸς τὰ ἔξω καὶ ὁ ἀέρας μέσα στὸν κύλινδρο θὰ πάρει τὸν ἀρχικό του ὄγκο. *Ὁ ἀέρας εἶναι ἐλαστικός.* (σχ. 4 Γ).

● Ἂν ἀνοίξουμε ἕνα φιαλίδιο μὲ αἰθέρα, θὰ καταλάβουμε ἀπὸ τὴν ὀσμὴ ὅτι ἕνα ἀέριο, δηλ. ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρα, ἔχει *διαχυθεῖ* μέσα σὲ ὅλη τὴν τάξη.

Ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρα εἶναι *ἐκτατός*.

Τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 5 δείχνει ὅτι ὁ ἀέρας εἶναι ἐκτατός.

Σχ. 5: Ὁ ἀέρας εἶναι ἐκτατός.

> **Συμπέρασμα.** *Τὰ διάφορα ἀέρια (ἀέρας, ὀξυγόνο, ἄζωτο, ἀμμωνία, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα κτλ.) δὲν ἔχουν ἰδιαίτερο σχῆμα καὶ ὄγκο· εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατά.*

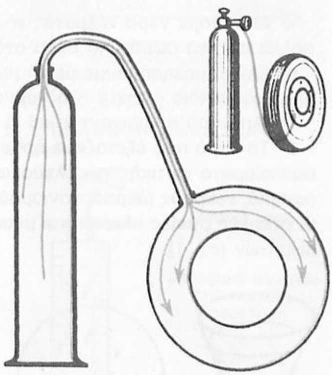
4 Ἐξήγηση τῶν ἰδιοτήτων τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

● Ἂν ἔχουμε ἕνα ποτήρι μὲ ψιλὴ ἄμμο καὶ τὴν ἀδειάσουμε σὲ ἕνα ἄλλο ποτήρι, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ ἄμμος *ρέει*. Ἀπὸ κάποια ἀπόσταση μάλιστα δὲ διακρίνομε τοὺς κόκκους καὶ ἔχομε τὴν ἐντύπωση ὅτι ρέει ἕνα ὑγρό.

Ἡ ἄμμος ἀποτελεῖται ἀπὸ πλῆθος μικροὺς κόκκους, ποὺ μποροῦν νὰ γλιστροῦν ὁ ἕνας πάνω στὸν ἄλλο.

● Τὸ νερό, ὅπως καὶ ὅλα τὰ ὑγρά, ἀποτελεῖται ἐπίσης ἀπὸ παρόμοια μικρὰ *σωματίδια*, τὰ ὁποῖα ὅμως εἶναι τόσο πολὺ μικρὰ (οἱ διαστάσεις τους εἶναι τῆς τάξεως τοῦ *0,0001 τοῦ χιλιοστομέτρου*), ὥστε καὶ μὲ τὸ ἰσχυρότερο μικροσκόπιο δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ τὰ διακρίνουμε.

Τὰ σωματίδια αὐτὰ εἶναι τὰ **μόρια** τοῦ ὑγροῦ.


Σχ. 6: Τὰ ἀέρια παίρνουν τὸ σχῆμα καὶ τὸν ὄγκο τῶν δοχείων ποὺ τὰ περιέχουν.

● Ἂν οἱ κόκκοι τῆς ἄμμου ἑνωθοῦν μεταξύ τους, θὰ ἀποτελέσουν ἕναν ψαμμίτη (ἀμμόλιθο), *ἕνα στερεό*.

● Καὶ τὰ μόρια ὅμως ἑνὸς στερεοῦ δὲν εἶναι σταθερὰ ἑνωμένα τὸ ἕνα μὲ τὸ ἄλλο, ἀλλὰ πάλλονται ταχύτατα γύρω ἀπὸ μιὰ μέση θέση, χωρὶς καὶ νὰ μποροῦν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπὸ αὐτή, γιατὶ ἕλκονται μεταξύ τους μὲ δυνάμεις, ποὺ λέγονται **δυνάμεις συνοχῆς**.

Οἱ δυνάμεις αὐτὲς εἶναι ποὺ δίνουν τὴ μεγαλύτερη ἢ μικρότερη *σκληρότητα* στὰ στερεὰ σώματα.

● Στὰ ὑγρὰ οἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι μικρότερες, γιατὶ τὰ μόριά τους ἀπέχουν περισσότερο τὸ ἕνα ἀπὸ τὸ ἄλλο καὶ αὐτὸ τὰ κάνει νὰ μετατοπίζονται πιὸ ἐλεύθερα.

● Στὰ ἀέρια γιὰ τὸν ἴδιο λόγο οἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι πολὺ πιὸ μικρὲς καὶ συνεπῶς τὰ μόριά τους μετατοπίζονται ἀκόμα πιὸ ἐλεύθερα. Ἔτσι ἐξηγεῖται γιατὶ τὰ ἀέρια εἶναι ἐκτατά.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Τὰ σώματα παρουσιάζονται σὲ τρεῖς καταστάσεις, τὴ στερεή, τὴν ὑγρὴ καὶ τὴν ἀεριώδη.**

2. Τὰ στερεὰ ἔχουν ἰδιαίτερο σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκο.

3. Τὰ ὑγρὰ ἔχουν ἐπίσης σταθερὸν ὄγκο, παίρνουν ὅμως τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου ποὺ τὰ περιέχει.

4. Τὰ ἀέρια γεμίζουν ὅλον τὸν διαθέσιμο χῶρο, χωρὶς νὰ ἔχουν ἰδιαίτερο σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκο.

Τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατά.

5. Ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματίδια πάρα πολὺ μικρά, ποὺ λέγονται μόρια. Τὰ στερεὰ ὀφείλουν τὴν ἀντοχή τους στὶς δυνάμεις συνοχῆς ποὺ κρατοῦν τὰ μόρια τὸ ἕνα κοντὰ στὸ ἄλλο.

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν μετατοπίζονται πιὸ ἐλεύθερα. Τὰ μόρια τῶν ἀερίων μετατοπίζονται ἀκόμα πιὸ ἐλεύθερα καὶ σὲ ὅλον τὸ χῶρο τοῦ δοχείου τους.

2° ΜΑΘΗΜΑ: Τὰ ἑτερογενῆ μείγματα.

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΝΕΡΟ

1 Τὸ νερὸ εἶναι τὸ πιὸ διαδεδομένο ὑγρὸ μέσα στὴ φύση.

● Ἡ θάλασσα καλύπτει τὰ 3/4 περίπου τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς. Οἱ ὠκεανοὶ περιέχουν περισσότερα ἀπὸ δύο δισεκατομμύρια κυβικὰ χιλιόμετρα ἁλμυρὸ νερό. Τὸ μέσο βάθος τους εἶναι 3500 m.

● Οἱ ἤπειροι διασχίζονται ἀπὸ πολυάριθμους ποταμούς. Τὸ νερὸ τρέχει στὶς πλαγιὲς τῶν βουνῶν μὲ μορφὴ χειμάρρων καὶ καταρρακτῶν. Πηγὲς ἀναβλύζουν ἀπὸ τὴ γῆ.

● Εἶναι ἴδια αὐτὰ τὰ νερά; Βέβαια ὄχι. Τὸ νερὸ τῶν θαλασσῶν εἶναι ἁλμυρό, τὸ νερὸ τῶν πηγῶν εἶναι καθαρό, τὸ νερὸ τῶν τελμάτων εἶναι θολό.

2 Μαζεύομε νερὸ τέλματος σ' ἕνα ποτήρι. Μὲ γυμνὸ μάτι μποροῦμε νὰ διακρίνουμε πολλὰ στερεὰ σωματίδια μέσα στὸ ὑγρό.

● Ἂν παρατηρήσουμε μὲ τὸ μικροσκόπιο μιὰ σταγόνα αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, θὰ δοῦμε κι ἄλλα σωματίδια ἀόρατα στὸ γυμνὸ μάτι.

Ἀπὸ ποῦ προέρχονται καὶ τί εἶναι αὐτὰ τὰ σωματίδια;

● Τὸ νερὸ ποὺ ἐξετάζομε ἦρθε σὲ ἐπαφὴ μὲ τὴ γῆ. Παράσυρε λοιπὸν μαζί του χῶμα, ὑπολείμματα φυτικῆς προελεύσεως (νεκρὰ φύλλα, φλοιοὺς κτλ.), ζωικῆς προελεύσεως (κοπριά, νεκροὺς μικροοργανισμοὺς κτλ.) καὶ ζωντανοὺς μικροοργανισμούς. Ὅλες αὐτὲς οἱ στερεὲς οὐσίες **αἰωροῦνται** μέσα στὸ νερὸ καὶ ἔχομε ἔτσι ἕνα **μεῖγμα** νεροῦ καὶ ἄλλων σωμάτων (σχ. 1).

Σχ. 1.

Τὸ νερὸ τοῦ τέλματος εἶναι θολό, περιέχει πλῆθος μικρῶν στερεῶν σωματιδίων ποὺ αἰωροῦνται.

Τὸ νερὸ τοῦ τέλματος κάτω ἀπὸ τὸ μικροσκόπιο: Τὰ ἀφανῆ μὲ τὸ γυμνὸ μάτι πολὺ μικρὰ στερεὰ σωματίδια ἐμφανίζονται.

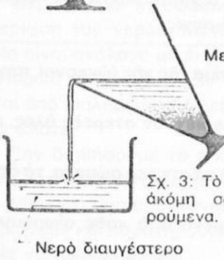
> **Συμπέρασμα.** *Τὸ φυσικὸ νερὸ μπορεῖ νὰ περιέχει σὲ αἰώρηση διάφορες στερεὲς οὐσίες. Εἶναι ἕνα μεῖγμα.*

● Τὰ διάφορα σωματίδια, ποὺ ἀποτελοῦν αὐτὸ τὸ μεῖγμα, τὰ διακρίνομε μὲ τὸ μάτι καὶ μὲ τὴ βοήθεια φακοῦ ἢ μικροσκοπίου. Τὸ μεῖγμα αὐτὸ εἶναι *ἑτερογενές*.

● Ἄλλα ἑτερογενῆ μείγματα: σκόνη κιμωλίας μὲ ζάχαρη, καφὲς μὲ ζάχαρη, κτλ.

3 Ἂν ἀφήσουμε αὐτὸ τὸ νερὸ ἀκίνητο (σχ. 2), τὰ σωματίδια κατεβαίνουν καὶ κατακαθίζουν στὸν πυθμένα τοῦ ποτηριοῦ. Γρήγορα μποροῦμε νὰ παρατηρήσουμε ἕνα ἴζημα (κατακάθι) σχηματισμένο ἀπὸ στρώ-

Σχ. 2: Τὰ αἰωρούμενα σωματίδια κατακάθονται στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 3: Τὸ νερὸ περιέχει ἀκόμη σωματίδια αἰωρούμενα.

ματα τὸ ἕνα πάνω στ' ἄλλο. Χύνομε μὲ προφύλαξη τὸ ὑγρὸ μέρος μέσα σὲ ἕνα ἄλλο ποτήρι, κάνομε δηλ. μιὰ **μετάγγιση** (σχ. 3).

● *Τὸ μεταγγισμένο νερὸ δὲν εἶναι καθαρό*, γιατὶ μὲ γυμνὸ μάτι βλέπομε ἀκόμη αἰωρούμενα σωματίδια, πολὺ λιγότερα ὅμως ἀπὸ ὅσα βλέπαμε προηγουμένως.

● Ἂν παρατηρήσουμε μὲ τὸ μικροσκόπιο μιὰ σταγόνα αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, θὰ δοῦμε πολλὲς αἰωρούμενες οὐσίες.

4 Πῶς θὰ χωρίσουμε ὁλοκληρωτικὰ τὸ ὑγρὸ ἀπὸ τὶς αἰωρούμενες οὐσίες.

● *Διηθῶ* (φιλτράρω) τὸ ὑγρὸ μέσα ἀπὸ ἕνα πορῶδες σῶμα, τοῦ ὁποίου οἱ πόροι νὰ εἶναι πολὺ μικροί, γιὰ νὰ ἐμποδίζουν τὸ πέρασμα τῶν αἰωρούμενων σωματιδίων.

Ὁ ἠθμὸς (τὸ φίλτρο) ποὺ χρησιμοποιοῦμε εἶναι κατασκευασμένο ἀπὸ χαρτί, ποὺ μοιάζει μὲ στυπόχαρτο καὶ λέγεται διηθητικὸ χαρτί.

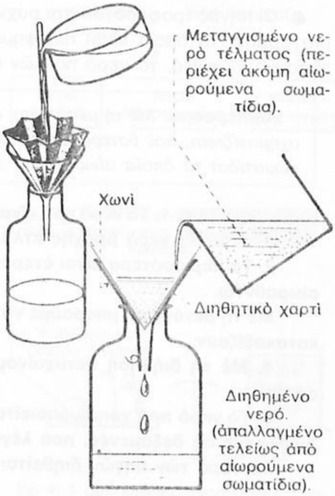
● Χύνομε σιγὰ σιγὰ τὸ ὑγρὸ στὸ *διηθητικὸ αὐτὸ χαρτὶ* καὶ τὸ ὑγρὸ πέφτει μέσα στὸ δοχεῖο σταγόνα σταγόνα (σχ. 4).

● Μὲ γυμνὸ μάτι δὲν βλέπομε πιὰ κανένα αἰωρούμενο σωματίδιο μέσα σ' αὐτὸ τὸ ὑγρό. Κάναμε μιὰ *διήθηση*.

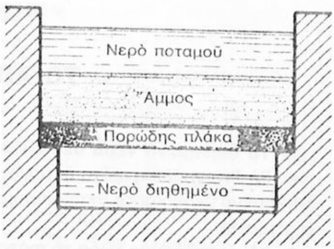
5 Τὸ νερὸ ποὺ προορίζεται γιὰ κατανάλωση στὶς πόλεις προέρχεται γενικὰ ἀπὸ ποταμούς.

Αὐτὸ τὸ νερὸ δὲν εἶναι καθόλου διαυγές. Πρὶν δοθεῖ γιὰ κατανάλωση, φιλτράρεται σὲ δεξαμενὲς εἰδικὰ κατασκευασμένες, ποὺ λέγονται *δεξαμενὲς διηθήσεως* (σχ. 5) (διυλιστήρια).

● Μὲ τὸ φίλτρο Chamberland μποροῦμε νὰ πάρουμε διαυγὲς νερό, καὶ ὅταν δὲν ἔχουμε δεξαμενὲς διηθήσεως (σχ. 6).



Σχ. 4: Διήθηση



Σχ. 5: Τομὴ διυλιστηρίου (δεξαμενῆς διηθήσεως).

Σχ. 6: Φίλτρο Chamberland.

● Οἱ πηγὲς τροφοδοτοῦνται συχνὰ ἀπὸ νερά, ποὺ πέρασαν προηγουμένως ἀπὸ στρώματα ἄμμου, τὰ ὁποῖα εἶναι περίφημα φυσικὰ φίλτρα. Ἔτσι τὸ νερὸ μπορεῖ νὰ διηθηθεῖ φυσικά. Γι' αὐτό, τὸ νερὸ πολλῶν πηγῶν διοχετεύεται ἀπευθείας στοὺς καταναλωτές.

Συμπέρασμα. *Μὲ τὴ μετάγγιση, δηλ. μὲ τὸ διαχωρισμὸ τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὸ κατακάθι ποὺ σχηματίζεται, καὶ ὕστερα μὲ τὴν διήθηση, ὅπου ἕνα πορῶδες σῶμα συγκρατεῖ τὰ στερεὰ σωματίδια τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται, πετυχαίνομε νερὸ ἐντελῶς διαυγές.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ νερὰ ποὺ εἶναι σκορπισμένα στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς (ὠκεανοί, πηγές, νερὰ βροχῆς κτλ.), διαφέρουν μεταξύ τους.

2. Τὰ περισσότερα εἶναι ἑτερογενὴ μείγματα, τὰ ὁποῖα περιέχουν στερεὲς ὕλες, ποὺ αἰωροῦνται.

Μὲ τὴ μετάγγιση μποροῦμε νὰ διαχωρίσουμε τὸ ὑγρὸ ἀπὸ τὰ στερεὰ σώματα, τὰ ὁποῖα κατακαθίζουν.

4. Μὲ τὴ διήθηση πετυχαίνομε νερὸ διαυγὲς ἀπαλλαγμένο ἀπὸ κάθε αἰωρούμενη οὐσία.

5. Τὸ νερὸ ποὺ χρησιμοποιεῖται στὶς πόλεις γιὰ πόσιμο εἶναι συνήθως νερὸ ποταμοῦ διηθημένο σὲ δεξαμενές, ποὺ λέγονται δεξαμενὲς διηθήσεως.

Τὸ νερὸ τῶν πηγῶν διηθεῖται φυσικά, ὅταν περνᾶ ἀπὸ στρώματα μὲ ἄμμο.

3° ΜΑΘΗΜΑ: Ἕνα καθαρὸ σῶμα.

ΤΟ ΑΠΟΣΤΑΓΜΕΝΟ ΝΕΡΟ

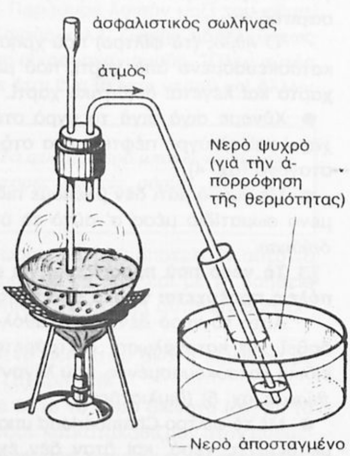
1 Τὸ διηθημένο νερὸ δὲν εἶναι καθαρό.

● Σὲ ἕνα γυάλινο πιάτο ἐντελῶς διαφανὲς ρίχνομε διηθημένο νερὸ καὶ τὸ θερμαίνουμε ἐλαφρά, ὡς ὅτου ἐξατμιστεῖ.

● Ἂν κοιτάξουμε τώρα τὸ πιάτο, θὰ δοῦμε ὅτι δὲν εἶναι πιὰ ἐντελῶς διαφανές. Περιέχει ἕνα ὑπόλευκο ἵζημα (σχ. 1).

● *Τὸ διηθημένο νερὸ περιέχει λοιπὸν καὶ ξένες οὐσίες.* Δὲν εἶναι ἐντελῶς καθαρὸ νερό.

Σχ. 1



Σχ. 2: Ἀπόσταξη τοῦ νεροῦ.

2 Ἀπόσταξη.

● Βράζομε νερὸ ποὺ προῆλθε ἀπὸ διήθηση καὶ μαζεύομε σ' ἕνα δοκιμαστικὸ σωλήνα τὸ νερὸ ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴ συμπύκνωση τοῦ ἀτμοῦ του (σχ. 2).

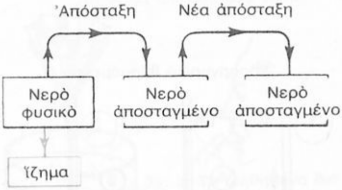
Τὸ νερὸ αὐτὸ εἶναι **ἀποσταγμένο.**

● Θερμαίνομε τὴ σφαιρικὴ φιάλη ὡς τὴν πλήρη ἐξαερίωση τοῦ νεροῦ. Μένει τότε κάποιο ἵζημα, τὸ ὁποῖο εἶναι ἀνάλογο μὲ ἐκεῖνο, ποὺ σχηματίζεται στὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τῶν βραστήρων, καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ διαλυμένα στὸ νερὸ ὑλικά, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομε ἅλατα.

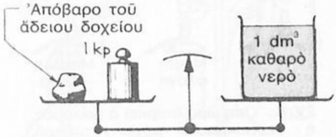
● Ἂν διηθήσουμε τὸ ἀποσταγμένο νερό, κανένα ἵζημα δὲν μένει στὸν ἠθμό.

● Ρίχνομε λίγο ἀποσταγμένο νερὸ σ' ἕνα πιάτο, τὸ θερμαίνομε καὶ παρατηροῦμε ὅτι τὸ νερὸ ἐξατμίζεται, χωρὶς νὰ ἀφήσει ἵζημα.

Συμπέρασμα. *Τὸ ἀποσταγμένο νερὸ εἶναι ἐντελῶς καθαρό. Μὲ διήθηση ἢ μὲ ἀπόσταξη δὲν μποροῦμε νὰ πάρουμε ἀπὸ αὐτὸ παρὰ μόνο νερὸ (σχ. 3).*



Σχ. 3: Τὸ ἀποσταγμένο νερὸ δὲν περιέχει παρὰ μόνο νερό. Εἶναι νερὸ **καθαρό.**



Σχ. 4: 1 dm³ καθαρὸ νερὸ ζυγίζει 1 kp.

3 Θὰ δοῦμε (36ο μάθημα) ὅτι ἕνα λίτρο ἀποσταγμένο νερὸ ἔχει τὸ πιὸ μεγάλο βάρος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του *εἶναι 4° C.*

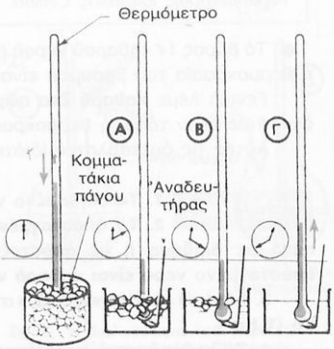
● Τὸ βάρος αὐτὸ εἶναι σχεδὸν ἴσο μὲ 1 Kp (σχ. 4).

Συμπέρασμα. *Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀποσταγμένου νεροῦ σὲ θερμοκρασία 4° C εἶναι μιὰ φυσικὴ σταθερὴ (1).*

4 Μεταβολὴ καταστάσεως.

α) **Στερεοποίηση:** Ὅταν ἡ θερμοκρασία πέφτει ἀρκετὰ τὸ χειμώνα (ἢ μέσα σ' ἕναν ψυκτικὸ θάλαμο), τὸ νερὸ στερεοποιεῖται· (μποροῦμε τὸ χειμώνα νὰ δοῦμε τὰ διάφορα σχήματα τῶν κρυστάλλων τοῦ χιονιοῦ ποὺ προέρχονται ἀπὸ κανονικὰ ἑξάγωνα).

● Σὲ ἕνα ποτήρι ποὺ ἔχομε ρίξει κομματάκια πάγο, βάζομε ἕνα ἀβαθμολόγητο θερμόμετρο. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατεβαίνει καὶ μετὰ λίγα λεπτὰ σταθεροποιεῖται (σχ. 5). Σημειώνομε τὴ θέση της μὲ ἕνα νῆμα δεμένο γύρω ἀπὸ τὸ σωλήνα τοῦ θερμομέτρου.

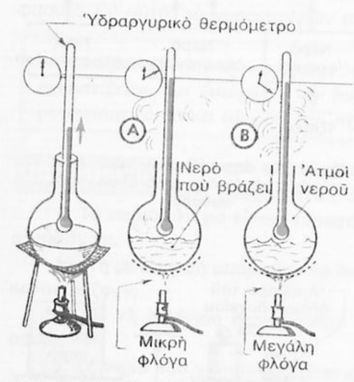


Σχ. 5: Ὅση ὥρα διαρκεῖ ἡ τήξη τοῦ πάγου ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ μένει σταθερή. Μόλις λιώσει ὅλος ὁ πάγος, ἡ στάθμη ἀνεβαίνει.

Μποροῦμε τότε νὰ ἐπαληθεύσουμε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος νερὸ - πάγος μένει ἀμετάβλητη, ὅσο διαρκεῖ ἡ τήξη τοῦ πάγου· (ἀνακατεύομε τὸ μεῖγμα νερὸ-πάγος συνέχεια).

Μετρήσεις μὲ ἀκρίβεια δείχνουν ὅτι τὸ καθαρὸ νερὸ στερεοποιεῖται πάντα σ' αὐτὴ τὴν ἴδια θερμοκρασία.

1. Τὸ βάρος 1 ℓ νεροῦ ἀποσταγμένου καὶ θερμοκρασία 4° ἔχει ὁριστεῖ συμβατικὰ ὡς μονάδα βάρους. Ἀκριβεῖς μετρήσεις δείχνουν ὅτι 1 ℓ ἀποσταγμένου νεροῦ ζυγίζει στὸ Παρίσι 0,999972 Kp.



Σχ. 6: Ὅση ὥρα διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία μένει σταθερή, ὅποια καὶ ἂν εἶναι ἡ ἔνταση τῆς θερμικῆς πηγῆς.

Συμπέρασμα. *Ἡ θερμοκρασία τήξης τοῦ πάγου εἶναι σταθερή. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ ὁρίζεται σὰν ἀρχὴ (0° C) τῆς θερμομετρικῆς κλίμακας Celsius.*

β) Ἐξαερίωση. Θερμαίνομε καθαρὸ νερὸ σὲ μιὰ σφαιρικὴ φιάλη, ὅπου ἔχομε τοποθετήσει τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο, ποὺ χρησιμοποιήσαμε προηγουμένως, μὲ τρόπο ὥστε μόλις νὰ ἀκουμπᾶ τὸ δοχεῖο τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ στὴν ἐπιφάνειά του (σχ. 6).

Ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνεβαίνει.

- Σημειώνομε αὐτὴ τὴ στάθμη, ὅπως καὶ προηγουμένως, τὴ στιγμὴ ποὺ τὸ νερὸ ἀρχίζει νὰ βράζει. Βλέπομε, ὅτι, ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται.
- Ἂν χαμηλώσουμε τὴ φλόγα, μὲ τρόπο ὥστε ὁ βρασμὸς νὰ ἐξασθενίζει, παρατηροῦμε ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ μένει καὶ πάλι ἀμετάβλητη.
- Σβήνομε τὴ φλόγα, ὁ βρασμὸς σταματᾶ καὶ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατεβαίνει.

Συμπέρασμα. *Ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμὸς τοῦ καθαροῦ νεροῦ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοῦ του μένει ἀμετάβλητη. Αὐτὴ ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ δεύτερο σταθερὸ σημεῖο (100° C) τῆς θερμομετρικῆς κλίμακας Celsius.*

- Τὸ βάρος 1 ℓ καθαροῦ νεροῦ (περίπ. 1 Kp), ἡ θερμοκρασία τῆς πήξης (ἢ τῆς τήξης) καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ εἶναι *φυσικὲς σταθερὲς τοῦ καθαροῦ νεροῦ.*

Γενικὰ λέμε **καθαρὸ ἕνα σῶμα,** ὅταν οἱ ἰδιότητές του (τὸ βάρος τῆς μονάδας τοῦ ὄγκου σὲ ἕναν τόπο, ἡ θερμοκρασία τήξης καὶ βρασμοῦ) εἶναι σταθερές.

Αὐτὲς τὶς ἀμετάβλητες ἰδιότητες ὀνομάζουμε **φυσικὲς σταθερές.**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

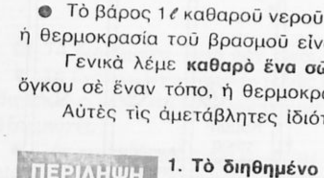
1. Τὸ διηθημένο νερὸ δὲν εἶναι ἀναγκαστικὰ καθαρὸ νερό.

2. Τὸ ἀποσταγμένο νερὸ προέρχεται ἀπὸ συμπύκνωση ὑδρατμῶν. Ἀπὸ αὐτὸ μὲ διήθηση ἢ μὲ ἀπόσταξη δὲν μποροῦμε νὰ πάρουμε παρὰ μόνο νερό. Τὸ ἀποσταγμένο νερὸ εἶναι καθαρὸ νερό.

3. 1 ℓ (dm^3) καθαρὸ νερὸ ἔχει σταθερὸ βάρος καὶ ζυγίζει σὲ θερμοκρασία 4° C περίπου 1 Kp (1 Kg*).

4. Τὸ καθαρὸ νερὸ στεροποιεῖται σὲ σταθερὴ θερμοκρασία, ποὺ ὀνομάστηκε 0° C. Ἐπίσης βράζει σὲ μιὰ σταθερὴ θερμοκρασία, ποὺ ὀνομάστηκε 100° C.

5. Ὅπως τὸ ἀποσταγμένο νερό, ἔτσι καὶ κάθε καθαρὸ σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ φυσικὲς σταθερές.



Σχ. 1.

τὸ ἁλάτι καὶ ἡ ζάχαρη **διαλύονται** στὸ νερό.

Τὸ θεῖο καὶ ὁ ἄνθρακας **δὲ διαλύονται** στὸ νερό.

4° ΜΑΘΗΜΑ: Τὸ νερὸ σχηματίζει μὲ πολλὰ ἄλλα σώματα ὁμογενὴ μείγματα.

ΔΙΑΛΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

1 Τὸ νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύει στερεὲς οὐσίες.

- Ἂν στὸ νερὸ ἑνὸς ποτηριοῦ ρίξουμε λίγο μαγειρικὸ ἁλάτι καὶ τὸ ἀνακατέψουμε, τὸ ἁλάτι ἐξαφανίζεται καὶ τὸ νερὸ μένει διαυγές, χωρὶς ὁρατὰ ἴχνη ἁλατιοῦ.

Κάναμε μιὰ **διάλυση** ἁλατιοῦ στὸ νερό.

- Ἂν δοκιμάσουμε μιὰ σταγόνα αὐτοῦ τοῦ νεροῦ μὲ τὴ γλώσσα μας, θὰ ἀναγνωρίσουμε μὲ τὴ γεύση τὴν παρουσία τοῦ ἁλατιοῦ.
- Διηθοῦμε αὐτὴν τὴ διάλυση καὶ δοκιμάζομε πάλι τὸ ὑγρὸ ποὺ παίρνομε: *εἶναι ἁλμυρὸ* (σχ. 2).
- Τὸ ἁλάτι πέρασε μὲ τὸ νερό, ἂν καὶ ὁ ἠθμὸς συγκρατεῖ τὶς στερεὲς οὐσίες.

Τὸ ἁλάτι σχημάτισε μὲ τὸ νερὸ ἕνα μεῖγμα, ποὺ δὲν μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τὰ συστατικά του.

Αὐτὸ τὸ μεῖγμα εἶναι **ὁμογενές.**

> **Συμπέρασμα.** *Τὸ ἁλάτι εἶναι διαλυτὸ στὸ νερό. Ἡ διάλυση τοῦ ἁλατιοῦ στὸ νερὸ εἶναι ἕνα ὁμογενὲς μεῖγμα.*

Σὲ μιὰ σφαιρικὴ φιάλη μὲ χλιαρὸ νερὸ διαλύομε ὅσο μποροῦμε περισσότερο ἁλάτι. Σὲ κάποια στιγμὴ τὸ ἁλάτι ποὺ προσθέτομε δὲν διαλύεται πιά, ἀλλὰ πέφτει στὸν πυθμένα σὰν κατακάθι (ἵζημα). Τὸ διάλυμα αὐτὸ λέγεται **κορεσμένο.**

- 100 g καθαρὸ νερὸ στοὺς 20° C δὲν μποροῦν νὰ διαλύσουν παραπάνω ἀπὸ 36 g ἁλάτι.

Ἡ διαλυτότητα τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατιοῦ εἶναι λοιπὸν 36 g στὰ 100 g καθαροῦ νεροῦ στὴ θερμοκρασία τῶν 20° C.

2 Ἐπίδραση τῆς θερμοκρασίας στὴ διαλυτότητα ἑνὸς σώματος.

Μέσα σὲ μιὰ σφαιρικὴ φιάλη ποὺ περιέχει 1 ℓ καθαρὸ νερὸ διαλύομε νιτρικὸ κάλι, ὥσπου νὰ πετύχουμε κορεσμένο διάλυμα. Θερμαίνομε τὴ φιάλη καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία καὶ τὴν ποσότητα τοῦ νιτρικοῦ καλίου, ποὺ προσθέτομε κάθε φορά, γιὰ νὰ μένει τὸ διάλυμα κορεσμένο.

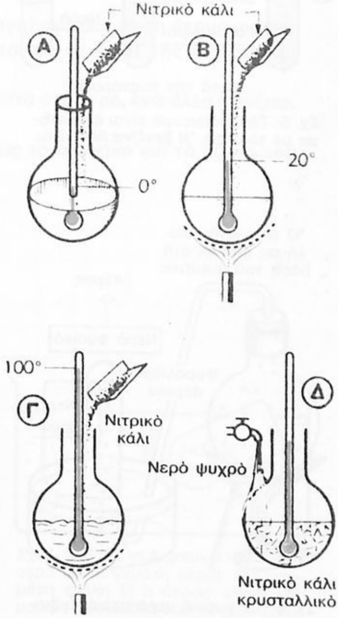
0°	20°	100°
130 g	270 g	2470 g

- Ἂν ψύξουμε τὴ φιάλη, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἀρχίζει νὰ κατακάθεται σὲ μορφὴ **κρυστάλλων** ἕνα μέρος τοῦ νιτρικοῦ καλίου (σχ. 3) καὶ αὐτὸ γιατὶ σὲ χαμηλότερη θερμοκρασία, ὅπως εἴδαμε, τὸ νερὸ θὰ κρατήσει μικρότερη ποσότητα ἀπὸ τὴν οὐσία, ποὺ ἔχει διαλύσει.
- Ἐπαναλαμβάνομε τὸ πείραμα διαλύοντας αὐτὴ τὴ φορὰ μαγειρικὸ ἁλάτι. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ μέγιστη ποσότητα τοῦ ἁλατιοῦ ποὺ μποροῦμε νὰ διαλύσουμε, μεταβάλλεται *λίγο* μὲ τὴν αὔξηση τῆς θερμοκρασίας τοῦ νεροῦ.

0°	20°	50°
360 g	360 g	390 g

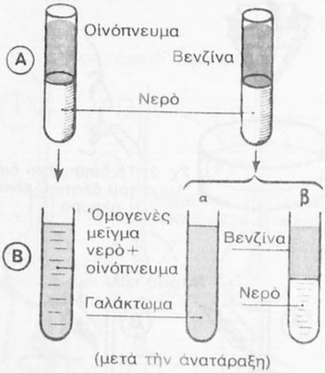
Διάλυμα ἁλατιοῦ στὸ νερὸ

Σχ. 2: Τὸ διηθημένο διάλυμα τοῦ ἁλατιοῦ εἶναι ἁλμυρό.

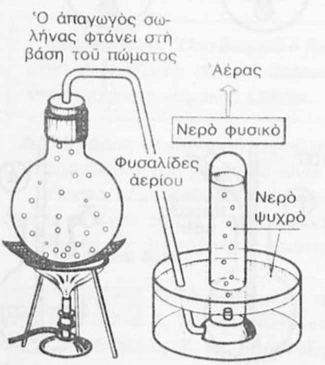


Σχ. 3: Ἡ διαλυτότητα τοῦ νιτρικοῦ καλίου αὐξάνει μὲ τὴν αὔξηση τῆς θερμοκρασίας τοῦ νεροῦ.

Σχ. 4: Μετὰ τὴν ἐξάτμιση ἑνὸς μέρους τοῦ νεροῦ, στὶς **ἁλυκές,** τὸ διάλυμα γίνεται κορεσμένο καὶ τὸ ἁλάτι κρυσταλλώνεται. Γιατί οἱ σωροὶ τοῦ ἁλατιοῦ καλύπτονται μὲ κεραμίδια ἢ μὲ χῶμα;



Σχ. 5: Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι **ἀναμείξιμο** μὲ τὸ νερό. Ἡ **βενζίνα** δὲν εἶναι.



Σχ. 6: Τὸ φυσικὸ νερὸ περιέχει διαλυμένα ἀέρια.

Συμπέρασμα. *Ἡ διαλυτότητα ὁρισμένων οὐσιῶν (νιτρικὸ κάλι, ζάχαρη) αὐξάνει πολὺ μὲ τὴ θερμοκρασία, ἐνῶ ἡ διαλυτότητα τοῦ ἁλατιοῦ ἐλάχιστα.*

3 Περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος.

Χύνομε σὲ ἕναν ὀγκομετρικὸ κύλινδρο νερό, στὸ ὁποῖο ἔχομε διαλύσει 15 g ἁλάτι, καὶ συμπληρώνομε μὲ καθαρὸ νερὸ ὡς τὴν ὑποδιαίρεση 100 cm^3. Θὰ ἔχουμε τώρα ἕνα διάλυμα 100 cm^3 νερὸ καὶ ἁλάτι ποὺ περιέχει 15 g ἁλατιοῦ ἢ 150 g σὲ 1 ℓ διαλύματος.

Ἡ περιεκτικότητα αὐτοῦ τοῦ διαλύματος εἶναι 150 g ἁλάτι ἀνὰ λίτρο.

Ἡ περιεκτικότητα τοῦ θαλασσινοῦ νεροῦ σὲ μαγειρικὸ ἁλάτι εἶναι πολὺ μικρότερη, 25 g ὡς 35 g ἀνὰ λίτρο.

4 Διάλυση ὑγρῶν μέσα στὸ νερό.

● Ρίχνομε σὲ ἕνα δοκιμαστικὸ σωλήνα νερὸ καὶ κατόπι πολὺ προσεχτικὰ *οἰνόπνευμα*. Μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τὰ δυὸ ὑγρά, τὸ ἕνα πάνω στὸ ἄλλο, καθὼς τὸ νερὸ βρίσκεται στὸ κατώτερο μέρος.

● Ἂν κινήσουμε τὸ σωλήνα, τὰ δυὸ ὑγρὰ γίνονται ἕνα καὶ δὲν μποροῦμε νὰ τὰ διαχωρίσουμε, σχηματίζουν ἕνα **ὁμογενὲς μεῖγμα.** *Τὸ νερὸ διαλύει τὸ οἰνόπνευμα.*

Ἐπαναλαμβάνομε τὸ πείραμα μὲ *νερὸ* καὶ *βενζίνα.* Παρατηροῦμε ὅτι ἡ βενζίνα μένει πάνω ἀπὸ τὸ νερό, καὶ ἂν ἀνακινήσουμε τὸ σωλήνα, παίρνομε ἕνα θολὸ μεῖγμα, ὅπου βλέπομε αἰωρούμενες τὶς σταγόνες τῆς βενζίνας (σχ. 5).

● **Τὸ ἑτερογενὲς αὐτὸ μεῖγμα** *εἶναι ἕνα γαλάκτωμα.*

Τὰ σταγονίδια τῆς βενζίνας ὕστερα ἀπὸ ἕνα χρονικὸ διάστημα ἀνέρχονται στὴν ἐπιφάνεια καὶ τὰ δύο ὑγρὰ διαχωρίζονται.

Τὸ νερὸ καὶ ἡ βενζίνα δὲν μποροῦν νὰ ἀναμειχθοῦν: ἡ βενζίνα δὲν εἶναι *διαλυτὴ* στὸ νερό.

Συμπέρασμα. *Μερικὰ ὑγρά, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, μποροῦν νὰ διαλυθοῦν στὸ νερό: εἶναι διαλυτὰ στὸ νερό. Ἄλλα, ὅπως ἡ βενζίνα, δὲν εἶναι.*

5 Διάλυση ἀερίων μέσα στὸ νερό.

● Θερμαίνομε σιγὰ σιγὰ τὴ φιάλη τοῦ σχ. 6 καὶ βλέπομε σὲ λίγο νὰ σχηματίζονται φυσαλίδες στὰ τοιχώματά της. Οἱ φυσαλίδες γίνονται διαρκῶς λιγότερες καὶ πολὺ γρήγορα ἐξαφανίζονται.

● Τὸ ἀέριο, ποὺ μαζέψαμε στὸ δοκιμαστικὸ σωλήνα, ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ **ἄζωτο** καὶ **ὀξυγόνο·** αὐτὸ ὑπῆρχε προηγουμένως μέσα στὸ νερό, ἀλλὰ δὲν μπορούσαμε νὰ τὸ δοῦμε, γιατὶ ἦταν διαλυμένο καὶ σχημάτιζε μὲ τὸ νερὸ **ὁμογενὲς μεῖγμα.** Τὰ ἀέρια αὐτὰ προέρχονται κυρίως ἀπὸ διαλυμένον ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα. Τὸ διαλυμένο αὐτὸ ὀξυγόνο, ποὺ περιέχει τὸ νερὸ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, ἀναπνέουν τὰ ὑδρόβια ζῶα καὶ φυτὰ καὶ διατηροῦνται στὴ ζωή.

Τὸ νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει καὶ πολλὰ ἄλλα ἀέρια. Τὰ ἀεριοῦχα ποτὰ περιέχουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Σημείωση. Τὸ ἀέριο ποὺ μαζέψαμε στὸ δοκιμαστικὸ σωλήνα, δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι **ἀτμός**, γιατὶ θὰ εἶχε συμπυκνωθεῖ στὸ νερὸ τοῦ σωλήνα.

Συμπέρασμα. *Τὸ νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει ἀέρια.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ μαγειρικὸ ἁλάτι εἶναι διαλυτὸ στὸ νερὸ καὶ σχηματίζει ἕνα ὁμογενὲς μεῖγμα. Σὲ 20° C 1 ℓ ἁλατισμένο νερὸ μπορεῖ νὰ περιέχει μέχρι 360 g διαλυμένο μαγειρικὸ ἁλάτι. Τὸ διάλυμα αὐτὸ λέγεται κορεσμένο.

Διαλυτότητα μιᾶς οὐσίας στὸ νερὸ εἶναι ἡ μέγιστη μάζα (ποσότητα) σὲ g, ποὺ μπορεῖ νὰ διαλυθεῖ σὲ 100 g καθαρὸ νερό.

2. Ἡ διαλυτότητα τῶν στερεῶν (νιτρικὸ κάλι, ζάχαρη) αὐξάνει μὲ τὴ θερμοκρασία.

3. Ἡ περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος ἐκφράζεται μὲ τὴ μάζα τῆς διαλυμένης οὐσίας σὲ ἕνα λίτρο τοῦ διαλύματος.

4. Ὁρισμένα ὑγρά, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, εἶναι διαλυτὰ στὸ νερό, ἐνῶ ἄλλα (βενζίνα, λάδι) δὲν εἶναι.

5. Τὸ νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει ἀέρια καὶ ἰδιαιτέρως τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ἄζωτο τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα.

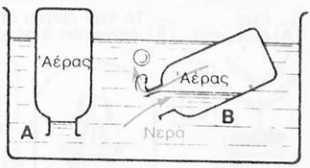
5° ΜΑΘΗΜΑ: Πρώτη μελέτη ἑνὸς ἀερίου.

Ο ΑΕΡΑΣ

1 Παρουσία τοῦ ἀέρα.

● Βυθίζομε μέσα στὸ νερὸ μιὰν ἄδεια φιάλη μὲ τὸ ἄνοιγμά της πρὸς τὰ κάτω (σχ. 1). Παρατηροῦμε ὅτι πολὺ λίγο νερὸ μπαίνει μέσα στὴ φιάλη. Γιατί; Ἂν ὅμως τὴ γύρουμε, φυσαλίδες διαφεύγουν ἀπὸ τὸ ἄνοιγμά της καὶ ἡ φιάλη γεμίζει νερὸ (σχ. 1 Β).

Τὸ νερὸ ἀντικατάστησε ἕνα σῶμα, ποὺ ὑπῆρχε στὴ φιάλη, ἀλλὰ δὲν τὸ βλέπαμε: *Ἡ φιάλη ἦταν γεμάτη ἀπὸ ἀέρα.*



Σχ. 1: Στὴ φιάλη Α μπαίνει πολὺ λίγο νερὸ (εἶναι γεμάτη ἀέρα). Στὴ γερμένη φιάλη Β ὁ ἀέρας φεύγει σὲ μορφὴ φυσαλίδων καὶ τὸ νερὸ παίρνει τὴ θέση του.

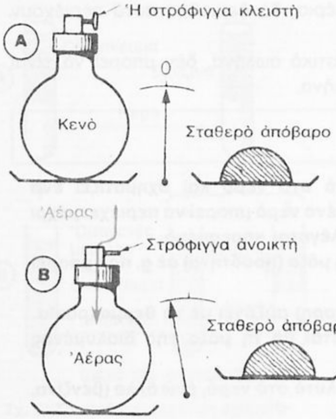
● Οἱ ἄνεμοι, τὰ ἀέρια ρεύματα, ἡ ἀντίσταση ποὺ παρουσιάζεται στὶς γρήγορες κινήσεις μας, φανερώνουν ἐπίσης τὴν παρουσία τοῦ ἀέρα.

● Ἡ γῆ περιβάλλεται ἀπὸ ἕνα στρῶμα ἀέρα, τὴν *ἀτμόσφαιρα*, ποὺ ἔχει πάχος πολλὲς ἑκατοντάδες χιλιόμετρα. Ἀλλὰ τὰ περισσότερα μόριά της εἶναι συγκεντρωμένα στὰ κατώτερα στρώματα (τὰ μισὰ στὰ 5 πρῶτα χιλιόμετρα), καὶ λιγοστεύουν ὅλο καὶ περισσότερο στὰ ἀνώτερα στρώματα. Τὰ τελευταῖα μόρια εἶναι δυνατὸ νὰ βρίσκονται καὶ σὲ χιλιάδες χιλιόμετρα ἀπόσταση ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς (σχ. 2).

Σχ. 2

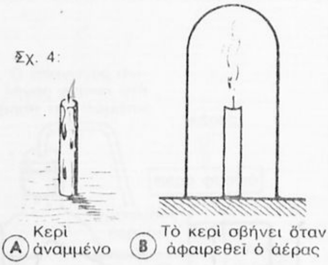
2 Ἰδιότητες τοῦ ἀέρα.

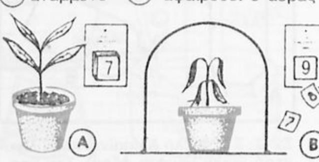
Τὰ πειράματα ποὺ ἔγιναν στὸ πρῶτο μάθημα μᾶς ἔδειξαν τὶς βασικὲς ἰδιότητες τοῦ ἀέρα: τὴ **συμπιεστότητα**, τὴν **ἐλαστικότητα** καὶ τὸ **ἐκτατό**. Οἱ ἰδιότητες αὐτὲς εἶναι κοινὲς γιὰ ὅλα τὰ ἀέρια.



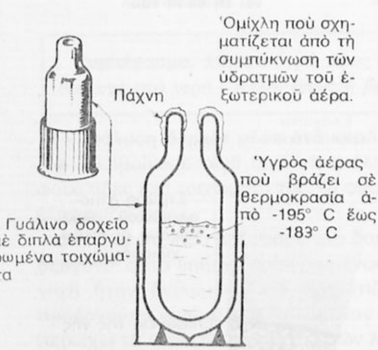
Σχ. 3: Ὁ ἀέρας ἔχει βάρος

Σχ. 4:





Σχ. 5: Ὅταν ἀφαιρεθεῖ ὁ ἀέρας, τὸ φυτὸ μαραίνεται καὶ νεκρώνεται.



Σχ. 6: Δοχεῖο Dewar γιὰ τὴ διατήρηση ὑγροῦ ἀέρα.

● *Ὁ ἀέρας ἔχει βάρος.* Μὲ μιὰν ἀντλία ἀφαιροῦμε τὸν ἀέρα ἀπὸ μιὰ γυάλινη σφαιρικὴ φιάλη. Δὲν μποροῦμε νὰ πετύχουμε ἀπόλυτο κενό. Πάντα μένει λίγος ἀέρας, ποὺ διαχύνεται σ' ὅλον τὸ χῶρο τῆς φιάλης.

● Τοποθετοῦμε κατόπιν τὴ φιάλη στὸν ἕνα δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ καὶ τὴν ἰσορροποῦμε μὲ ἀπόβαρο στὸν ἄλλο δίσκο (σχ. 3 A). Ἂν ἀνοίξουμε τὴ στρόφιγγα, ἡ ἰσορροπία χαλάει καὶ ὁ ζυγὸς κλίνει ἀπὸ τὸ μέρος τῆς φιάλης. Γιατί;

Προσθέτοντας σταθμὰ στὸ δίσκο ποὺ ἔχομε τὸ ἀπόβαρο, μποροῦμε νὰ βροῦμε κατὰ προσέγγιση τὸ βάρος τοῦ ἀέρα ποὺ περιέχει ἡ φιάλη, (γιατὶ δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ ἀφαιρέσουμε ὅλον τὸν ἀέρα μέσα ἀπὸ αὐτή).

● Ἕνα λίτρο ἀέρα ζυγίζει σὲ κανονικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση καὶ θερμοκρασία 0° C 1,293p ἢ περίπου 1,3 p.

Σύγκριση τοῦ βάρους τοῦ νεροῦ πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀέρα.

Βάρος 1 λίτρου νεροῦ ≐ 1 Kp = 1000 p
Βάρος 1 λίτρου ἀέρα = 0,0013 Kp = 1,3 p

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀέρας, ὅπως καὶ κάθε ἀέριο, ἔχει βάρος. Ἀλλὰ τὸ βάρος τῶν ἀερίων εἶναι σὲ ἴσον ὄγκο πολὺ μικρότερο ἀπὸ τὸ βάρος τῶν ὑγρῶν.*

3 Ὁ ἀέρας εἶναι ἀπαραίτητος στὶς καύσεις καὶ στὴ ζωή.

● Σκεπάζομε μὲ ἕνα γυάλινο κώδωνα ἕνα ἀναμμένο κερί. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ φλόγα του ἀδυνατίζει καὶ στὸ τέλος σβήνει (σχ. 4).

● Ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα καὶ σηκώσουμε τὸν κώδωνα, προτοῦ σβήσει ἐντελῶς ἡ φλόγα, παρατηροῦμε ὅτι ἡ φλόγα δυναμώνει καὶ πάλι.

● Ἂς προσπαθήσουμε νὰ κρατήσουμε τὴν ἀναπνοή μας. Πόση ὥρα μποροῦμε νὰ μὴν ἀναπνέουμε;

● Νὰ ἀναφερθοῦν μερικὰ παραδείγματα θανάτων ἀπὸ ἔλλειψη ἀέρα (ἀσφυξία).

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀέρας εἶναι ἀπαραίτητος στὶς καύσεις. Ὁ ἀέρας εἶναι ἀπαραίτητος στὴ ζωή.*

4 Σύσταση τοῦ ἀέρα.

● Ὁ ἀέρας, ὅταν ψυχθεῖ ὡς τοὺς —193° C, γίνεται ἕνα ὑγρὸ διαυγές, ἐλαφρὰ γαλάζιο, ποὺ ρέει σὰν τὸ νερό. Γιὰ νὰ πάρουμε ἕνα λίτρο ὑγροῦ ἀέρα χρειάζονται 700 λίτρα ἀέρας σὲ κατάσταση ἀεριώδη.

● Τὸν ὑγρὸ ἀέρα, γιὰ νὰ μὴν ἐξαεριωθεῖ γρήγορα, τὸν διατηροῦν μέσα σὲ μονωτικὰ δοχεῖα μὲ διπλὰ τοιχώματα καὶ μὲ μικρὸ ἄνοιγμα *χωρὶς πῶμα*, ὅπου βράζει καὶ ἐξαεριώνεται ἀργὰ (σχ. 6).

● Ἂν βυθίσουμε ἕνα κερὶ ἀναμμένο στὸ ἀέριο, ποὺ βγαίνει στὴν ἀρχὴ ἀπὸ τὸν ἀέρα, τὸν ὁποῖο μόλις ὑγροποιήσαμε, παρατηροῦμε ὅτι τὸ κερὶ σβήνει. Τὸ ἀέριο αὐτὸ εἶναι τὸ *ἄζωτο*. (Γιατὶ αὐτὸ ὑγροποιεῖται σὲ -195° C).

Ἀντίθετα τὸ ἀέριο, ποὺ βγαίνει πρὸς τὸ τέλος, δυναμώνει τὴ φλόγα ἑνὸς κεριοῦ: αὐτὸ εἶναι *ὀξυγόνο*. (Γιατὶ αὐτὸ ὑγροποιεῖται σὲ -183° C).

Δηλαδὴ κατὰ τὸ βρασμὸ τοῦ ὑγροῦ ἀέρα βγαίνουν ἀέρια, ποὺ ἔχουν διαφορετικὲς ἰδιότητες. *Ὁ ὑγρὸς ἀέρας εἶναι μεῖγμα*. Καὶ μὲ εἰδικὰ θερμόμετρα διαπιστώνομε ὅτι κατὰ τὸ βρασμό του ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει ἀπὸ -195° C σὲ -183° C περίπου. Ὁ ὑγρὸς ἀέρας δὲν ἔχει, ὅπως τὸ ἀποσταγμένο νερό, μιὰ σταθερὴ θερμοκρασία βρασμοῦ, **δὲν εἶναι λοιπὸν ἕνα καθαρὸ σῶμα.**

Βλέπομε ἀκόμα πὼς ἡ **ἀπόσταξη** τοῦ ὑγροῦ ἀέρα ἐπιτρέπει νὰ διαχωρίσουμε τὸν ἀέρα σὲ ἀεριώδη συστατικὰ ποὺ ἔχουν διαφορετικὲς ἰδιότητες.

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀέρας εἶναι μεῖγμα μὲ δύο τὸ λιγότερο ἀέρια: τὸ ἄζωτο, ποὺ βγαίνει πρῶτο καὶ δὲν διατηρεῖ τὴν καύση, καὶ τὸ ὀξυγόνο, ποὺ βγαίνει στὸ τέλος καὶ διατηρεῖ καὶ δυναμώνει τὴν καύση.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ γῆ περιβάλλεται ἀπὸ στρῶμα ἀέρα πάχους πολλῶν ἑκατοντάδων χιλιομέτρων, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν ἀτμόσφαιρα.

Ὁ ἀέρας εἶναι ἀέριο συμπιεστό, ἐλαστικὸ καὶ ἐκτατό.

2. 1 ℓ ἀέρα σὲ 0° C καὶ κανονικὴ πίεση ζυγίζει 1,3 p περίπου.

3. Ὁ ἀέρας εἶναι ἀπαραίτητος στὶς καύσεις καὶ στὴ ζωὴ (τόσο τὴ ζωικὴ ὅσο καὶ τὴ φυτική).

4. Ὅταν ψυχθεῖ στοὺς -193° C ὁ ἀέρας γίνεται ὑγρός. Μὲ ἀπόσταξη μεταξὺ -195° C καὶ -183° C τὸν χωρίζομε σὲ δυὸ ἀέρια, τὸ ἄζωτο, ποὺ δὲν διατηρεῖ τὶς καύσεις, καὶ τὸ ὀξυγόνο, ποὺ τὶς διατηρεῖ καὶ τὶς δυναμώνει.

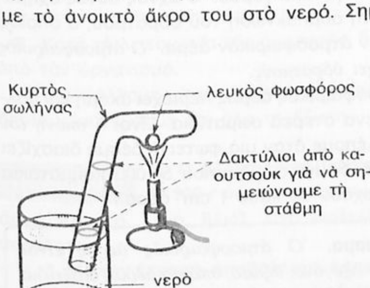
Ὁ ἀέρας δὲν εἶναι καθαρὸ σῶμα, εἶναι μεῖγμα.

6° ΜΑΘΗΜΑ: Ὁ ἀέρας εἶναι μεῖγμα πολλῶν ἀερίων.

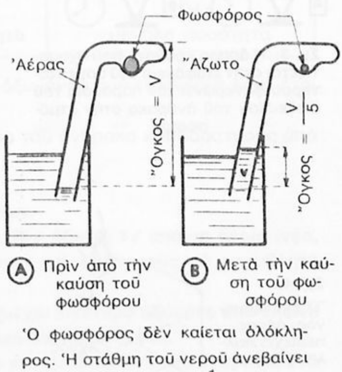
ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

1 Ἀνάλυση τοῦ ἀέρα μὲ φωσφόρο.

● Στὴν κοιλότητα τοῦ σωλήνα τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 1 βάζομε ἕνα κομμάτι λευκὸ φωσφόρο καὶ βυθίζομε τὸ ἀνοικτὸ ἄκρο του στὸ νερό. Σημειώνομε τὴ



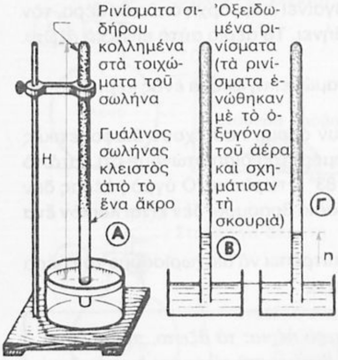
Σχ. 1: Ἀνάλυση τοῦ ἀέρα μὲ φωσφόρο.



(A) Πρὶν ἀπὸ τὴν καύση τοῦ φωσφόρου

(B) Μετὰ τὴν καύση τοῦ φωσφόρου

Ὁ φωσφόρος δὲν καίεται ὁλόκληρος. Ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ ἀνεβαίνει μέσα στὸ σωλήνα $v = \frac{1}{5} V$



Σχ. 2: Ἀνάλυση τοῦ ἀέρα «ἐν ψυχρῷ» μὲ ρινίσματα σιδήρου.

(Α) Στὴν ἀρχὴ τοῦ πειράματος ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στὸ σωλήνα εἶναι στὸ ἴδιο ὕψος μὲ τὴ στάθμη τοῦ νεροῦ τῆς λεκάνης

(Β) Τὴ δεύτερη μέρα τὸ νερὸ ἀνέρχεται μέσα στὸ σωλήνα

(Γ) Τὴν τρίτη μέρα ἡ στάθμη δὲ μεταβάλλεται

στάθμη τοῦ νεροῦ στὸ σωλήνα καὶ θερμαίνομε ἐλαφρὰ τὸ φωσφόρο. *Ὁ φωσφόρος ἀνάβει*, ὁ σωλήνας γεμίζει ἄσπρους καπνοὺς καὶ κατόπι σβήνει. Οἱ ἄσπροι καπνοὶ σιγὰ σιγὰ χάνονται, διαλύονται μέσα στὸ νερό, ποὺ ἡ στάθμη του ἀνεβαίνει στὸ σωλήνα. *Ὁ φωσφόρος κάηκε, ἀφοῦ ἑνώθηκε μὲ τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα.* Μένει τώρα στὸ σωλήνα ἕνα ἀέριο, ποὺ δὲν διατηρεῖ τὴν καύση (γιατὶ μέσα στὸ σωλήνα ὑπάρχει ἀκόμα φωσφόρος).

Τὸ ἀέριο αὐτὸ εἶναι κυρίως **ἄζωτο.** Τὸ νερὸ πῆρε τὴ θέση τοῦ **ὀξυγόνου.**

● Ἂν μετρήσουμε τὸν ὄγκο τοῦ ἀέρα μέσα στὸ σωλήνα, πρὶν καὶ μετὰ τὴν καύση τοῦ φωσφόρου, βλέπομε ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου, ποὺ μένει, εἶναι τὰ 4/5 περίπου τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου.

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀέρας ἀποτελεῖται κατὰ τὸ 1/5 περίπου τοῦ ὄγκου του ἀπὸ ὀξυγόνο, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπο ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἄζωτο καὶ μιὰ μικρὴ ποσότητα ἄλλων ἀερίων, τὰ ὁποῖα λέγονται σπάνια ἀέρια (νέο, ἀργό, κρυπτό, ξένο, ἥλιο).*

Σχ. 3: Ἡ ἄσπρη κρούστα ποὺ σχηματίζεται στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ἀσβεστόνερου φανερώνει τὴν παρουσία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα στὴν ἀτμόσφαιρα.

2 Ἄλλα ἀέρια ποὺ βρίσκονται στὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα.

● Ἂν παρατηρήσουμε τὸ ποτήρι μὲ τὸ διαυγὲς ἀσβεστόνερο, ποὺ εἴχαμε ἀφήσει ἀπὸ τὸ περασμένο μάθημα, θὰ δοῦμε ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἶναι σκεπασμένη μὲ μιὰν ἄσπρη λεπτὴ κρούστα (σχ. 3). Αὐτὴ ἡ κρούστα σχηματίζεται, ὅπως θὰ μάθουμε, ὅταν τὸ ἀσβεστόνερο ἔρθει σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸ **διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.**

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας περιέχει λοιπὸν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

● Χύνομε σὲ ἕνα ποτήρι πολὺ κρύο νερό. Θὰ παρατηρήσουμε σὲ λίγο τὴν ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ποτηριοῦ νὰ σκεπάζεται μὲ ἕναν ἀχνό, ποὺ στὸ τέλος σχηματίζει σταγονίδια νεροῦ. Ὁ ἀχνὸς αὐτὸς σχηματίζεται ἀπὸ τὴ συμπύκνωση τοῦ ὑδρατμοῦ, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει στὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. *Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας περιέχει ὑδρατμούς.*

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας περιέχει ἀκόμη καὶ πολλὰ αἰωρούμενα στερεὰ σωματίδια. Εἶναι ἡ *σκόνη τοῦ ἀέρα*, ποὺ βλέπομε ὅταν μιὰ φωτεινὴ δέσμη διασχίζει ἕνα σκοτεινὸ δωμάτιο. (Περίπου 50.000 κομματάκια σκόνης ὑπάρχουν σὲ κάθε 1 cm^3 ἀέρα.)

Σχ. 4. Ὁ ἐκπνεόμενος ἀέρας περιέχει πολλοὺς ὑδρατμούς.

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας εἶναι μεῖγμα ἀπὸ ὀξυγόνο, ἄζωτο, σπάνια ἀέρια, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ὑδρατμούς. Περιέχει ἀκόμα καὶ διάφορα αἰωρούμενα σωματίδια (σκόνη).*

● Τὴ σύσταση τοῦ μείγματος τῶν ἀερίων, ποὺ ἀποτελοῦν τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα, μᾶς δίνει ὁ παρακάτω πίνακας.

Ὁ πίνακας αὐτὸς ἔχει γίνει ὕστερα ἀπὸ ἀκριβεῖς μετρήσεις.

ἄζωτο 78 ℓ ὀξυγόνο 21 ℓ σπάνια ἀέρια 1 ℓ (περίπ.) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα 0,03 ℓ ὑδρατμοί: μεταβλητὴ ποσότ. σκόνη: μεταβλητὴ ποσότητα	100 ℓ καθαροῦ καὶ ξηροῦ ἀέρα	ΑΤΜΟ- ΣΦΑΙ- ΡΙΚΟΣ ΑΕΡΑΣ

3 Σύσταση εἰσπνεόμενου καὶ ἐκπνεόμενου ἀέρα.

● Ἀναπνέομε σὲ δύο χρόνους: μὲ τὴν **εἰσπνοή**, ὁπότε ὁ ἀέρας μπαίνει μέσα στοὺς πνεύμονες, καὶ μὲ τὴν **ἐκπνοή**, ὁπότε διώχνεται ἀπὸ αὐτούς.

● Ἂν ἐκπνεύσουμε μπροστὰ σὲ ἕναν καθρέφτη, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι σκεπάζεται μὲ ἀχνό. Ὁ ἀέρας ἐπομένως ποὺ ἐκπνέομε περιέχει περισσότερους ὑδρατμοὺς ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει (σχ. 4).

● Φυσοῦμε μὲ ἕνα σωλήνα σὲ ἕνα ποτήρι ποὺ περιέχει ἀσβεστόνερο (σχ. 5) καὶ βλέπομε ὅτι θολώνει πολὺ σύντομα. Ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα φυσώντας αὐτὴ τὴ φορὰ μὲ ἕνα φυσητήρα, τὸ ἀσβεστόνερο θολώνεται καὶ τώρα, ἀλλὰ πολὺ πιὸ ἀργὰ (σχ. 5 Γ).

Ὁ ἀέρας, ποὺ ἐκπνέομε, περιέχει περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπ' αὐτὸν ποὺ μᾶς περιβάλλει.

Σχ. 5: Ὁ ἐκπνεόμενος ἀέρας περιέχει πολὺ περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπὸ τὸν εἰσπνεόμενο.

● Ὁ παρακάτω πίνακας μᾶς δείχνει τὴ διαφορὰ τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρα ποὺ εἰσπνέομε καὶ ἐκείνου ποὺ ἐκπνέομε.

	Εἰσπνεόμενος ἀέρας 1 ℓ	Ἐκπνεόμενος ἀέρας 1 ℓ
ἄζωτο (καὶ σπάνια ἀέρια)	0,79 ℓ	0,79 ℓ
ὀξυγόνο	0,21 ℓ	0,16 ℓ
διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα	ἴχνη ἀσήμαντα	0,04 ℓ
ὑδρατμοὶ	μεταβλητὴ ποσότητα	μεγάλη ποσότητα

● Κατὰ τὴ λειτουργία τῆς ἀναπνοῆς, ἕνα μέρος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ εἰσπνέομε κρατιέται ἀπὸ τὸν ὀργανισμό.

Ἀποβάλλομε μὲ τὴν ἐκπνοὴ περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ὑδρατμοὺς ἀπὸ ὅσους εἰσπνεύσαμε καὶ ὅλο τὸ ἄζωτο.

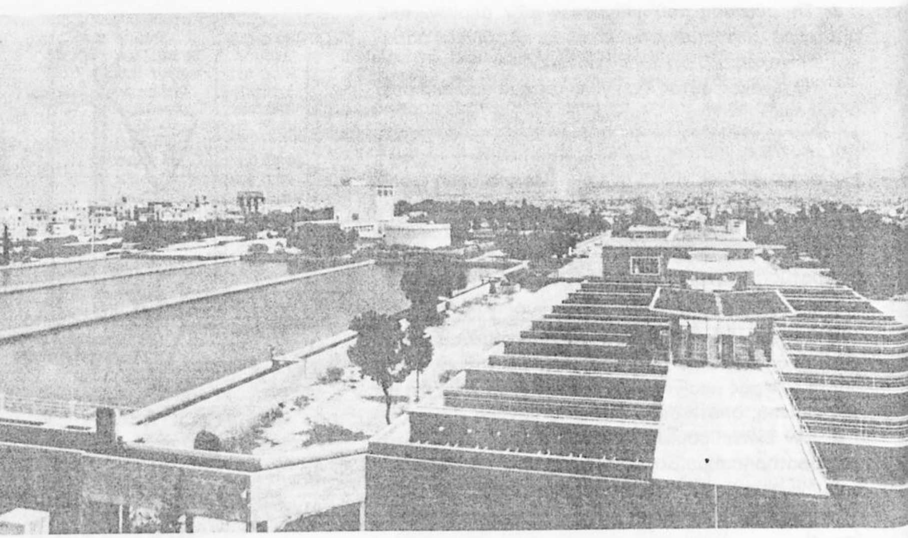
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ ἀέρας εἶναι μεῖγμα πολλῶν ἀερίων.

2. 100 ℓ ἀέρα περιέχουν 21 ℓ ὀξυγόνο, 78 ℓ ἄζωτο, 1 ℓ σπάνια ἀέρια (νέο, ἀργό, κρυπτό, ξένο, ἥλιο), λίγο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ὑδρατμοὺς σὲ μεταβλητὴ ποσότητα.

3. Μὲ τὴν ἐκπνοή, ἀποβάλλομε ἀέρα, ὁ ὁποῖος περιέχει λιγότερο ὀξυγόνο ἀπὸ ἐκεῖνο ποὺ εἰσπνέομε, καὶ περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ὑδρατμούς.

4. Ὁ ἀέρας (ποὺ ἐκπνέομε) περιέχει 16% ὀξυγόνο καὶ 4% διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ἐνῶ ὁ ἀέρας ποὺ εἰσπνέομε 21% ὀξυγόνο καὶ ἴχνη διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.



Τὰ διυλιστήρια τῆς «Ἑλληνικῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων» στὴν Ὀμορφοκκλησιὰ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 1: Τὸ νερό, ὁ ἀέρας.

I. Τὸ νερό.

1. Ὀνομάζομε περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος τὴ μάζα ἑνὸς ἄλατος ποὺ εἶναι διαλυμένη στὴ μονάδα τοῦ ὄγκου του.

Διαλύομε 18 g μαγειρικὸ ἁλάτι σὲ νερὸ καὶ συμπληρώνομε ἔτσι ὥστε νὰ πάρουμε 125 cm^3 διαλύματος.

Ποιὰ εἶναι ἡ περιεκτικότητα αὐτοῦ τοῦ διαλύματος; (μονάδα ὄγκου τὸ ἕνα λίτρο).

2. Διαλυτότητα μιᾶς οὐσίας λέμε τὴ μέγιστη μάζα αὐτῆς ποὺ μποροῦμε νὰ διαλύσουμε σὲ 100 g νερό. Γιὰ πολλὰ σώματα ἡ διαλυτότητα αὐξάνει μὲ τὴ θερμοκρασία. Ὁ παρακάτω πίνακας δίνει τὴ διαλυτότητα τοῦ χλωρικοῦ καλίου (μάζα σὲ γραμμάρια διαλυτὴ σὲ 100 g νερὸ) στὶς διάφορες θερμοκρασίες.

Θερμοκρασία	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
Διαλυμένο χλωρικὸ κάλι	3g	8g	16g	28g	44g	61g

Νὰ κατασκευαστεῖ σὲ χιλιοστομετρικὸ χαρτὶ ἡ καμπύλη διαλυτότητας τοῦ χλωρικοῦ καλίου σὲ συνάρτηση μὲ τὴ θερμοκρασία.

Κλίμακα: Στὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ παριστάνει 10° C. Στὸν κατακόρυφο ἄξονα ΟΨ τὸ 1 cm θὰ παριστάνει 5 g.

Ἀπ' αὐτὴ τὴ γραφικὴ παράσταση νὰ βρεθεῖ:

α) Ἀπὸ ποιὰ θερμοκρασία καὶ πάνω μποροῦμε νὰ διαλύσουμε 50 g ἀπ' αὐτὴ τὴν οὐσία σὲ 100 g νερό.

β) Ποία ἡ διαλυτότητα τοῦ χλωρικοῦ καλίου στὴ θερμοκρασία 50° C.

3. Ὁ παρακάτω πίνακας δίνει τὴ μάζα τῆς ζάχαρης (g) ποὺ μπορεῖ νὰ διαλυθεῖ σὲ 100 g νερὸ γιὰ διάφορες θερμοκρασίες.

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

Νὰ κατασκευαστεῖ σὲ χιλιοστομετρικὸ χαρτὶ ἡ καμπύλη διαλυτότητας τῆς ζάχαρης σὲ συνάρτηση μὲ τὴ θερμοκρασία.

Κλίμακα: Στὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ τὸ παίρνουμε γιὰ 10° C, καὶ στὸν κατακόρυφο ΟΨ τὸ 1 cm γιὰ 100 g ζάχαρης.

Ἀπ' αὐτὴ τὴ γραφικὴ παράσταση νὰ βρεθεῖ:

α) Ἡ διαλυτότα τῆς ζάχαρης στοὺς 50° C.

β) Ἀπὸ ποιὰ θερμοκρασία καὶ πάνω μποροῦμε νὰ διαλύσουμε 400 g σὲ 100 g νερό.

4. Τὸ μαγειρικὸ ἁλάτι ἔχει διαλυτότητα 36 g στὰ 100 g νεροῦ στοὺς 20° C. Ἡ διάλυση αὐτὴ εἶναι κορεσμένη. Ἀφήνομε νὰ ἐξατμιστεῖ 1 m^3 θαλασσινὸ νερό, τὸ ὁποῖο περιέχει ἕναν τόνο νερὸ περίπου καὶ 30 Kg μαγειρικὸ ἁλάτι, ὥσότου ἀρχίσει τὸ ἁλάτι νὰ κρυσταλλώνεται.

Πόση μάζα νερό, σὲ κάθε κυβικὸ μέτρο θαλασσινὸ νερό, θὰ ἔχει ἐξατμιστεῖ ὡς τὴ στιγμὴ αὐτή; (Ὑποθέτομε ὅτι ἡ ἐξάτμιση γίνεται στοὺς 20° C.)

II. Ὁ ἀέρας.

5. Μιὰ αἴθουσα ἔχει διαστάσεις 8 m μῆκος, 6 m πλάτος καὶ 4 m ὕψος.

Ἂν δεχθοῦμε ὅτι στὴ θερμοκρασία τῆς αἴθουσας 1 ℓ ἀέρα ἔχει μάζα 1,25 g νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ μάζα τοῦ ἀέρα ποὺ περιέχεται στὴν αἴθουσα.

6. Ἕνα λίτρο ὑγρὸς ἀέρας ζυγίζει 0,91 Kg καὶ ἕνα λίτρο ἀέρας σὲ ἀεριώδη κατάσταση (μὲ πίεση 760 mm Hg καὶ θερμοκρασία 0° C) ζυγίζει 1,293 g. Νὰ ὑπολογιστεῖ ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἀπὸ τὴν ἐξάτμιση 5 ℓ ὑγροῦ ἀέρα.

7. Σὲ κανονικὲς συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως 1 ℓ ἀέρα ἔχει μάζα 1,293 g.

Ἂν 100 ℓ ἀέρα περιέχουν 78 ℓ ἄζωτο καὶ 21 ℓ ὀξυγόνο, πόση μάζα ἀπὸ τὸ κάθε ἀέριο περιέχεται στὰ 100 g τοῦ ἀέρα; (Σὲ κανονικὲς συνθῆκες 22,4 ℓ ἄζωτο ἔχουν μάζα 28 g καὶ 22,4 ℓ ὀξυγόνο 32 g).

8. Τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ἄζωτο παίρνονται στὴ βιομηχανία ἀπὸ τὴν ἀπόσταξη τοῦ ὑγροῦ ἀέρα. Μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προηγούμενου προβλήματος νὰ ὑπολογιστεῖ πόση μάζα ἄζωτο καὶ πόση ὀξυγόνο παίρνομε ἀπὸ 100 ℓ ὑγρὸν ἀέρα. Μάζα 1 ℓ ὑγροῦ ἀέρα: 0,91 Kg.

9. 100 ℓ ἀέρα περιέχουν 78 ℓ ἄζωτο, 21 ℓ ὀξυγόνο καὶ 1 ℓ σπάνια ἀέρια.

Ἂν ἡ μάζα 22,4 ℓ τοῦ ἀζώτου εἶναι 28 g, τοῦ ὀξυγόνου 32 g καὶ τῶν σπανίων ἀερίων 40 g νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ μάζα 1 ℓ ἀέρα (χωρὶς ὑδρατμοὺς καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα).

10. Βάζομε στὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ μιὰ γυάλινη φιάλη, ποὺ ἔχει χωρητικότητα 4 ℓ, καὶ τὴν ἰσορροποῦμε μὲ ἕνα ἀπόβαρο. Ἂν βγάλουμε τὸν ἀέρα ἀπὸ τὴ φιάλη (ἡ φάλαγγα γέρνει ἀπὸ τὴ μεριὰ τοῦ ἀπόβαρου), πρέπει νὰ προσθέσουμε 4 g στὸ δίσκο, ὅπου ἔχομε τὴ φιάλη, γιὰ νὰ διατηρηθεῖ ἡ ἰσορροπία.

α) Εἶναι πραγματικὰ κενὴ ἡ φιάλη; Γιατί; (Μάζα 1 ℓ ἀέρα σὲ κανονικὲς συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως: 1,3g).

β) Ἂν ὄχι, πόση μάζα ἀέρα μένει στὴ φιάλη; Πόσον ὄγκο πιάνει; Πόση εἶναι τότε ἡ μάζα 1 ℓ ἀέρα ποὺ μένει στὴ φιάλη;

11. Ἡ σύσταση τοῦ ἀέρα ποὺ εἰσπνέομε καὶ ἐκείνου ποὺ ἐκπνέομε φαίνεται στὸν παρακάτω πίνακα.

100 ℓ	ἄζωτο ἀτμοσφαιρικὸ	ὀξυγόνο	διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα
εἰσπνοὴ	79 ℓ	21 ℓ	ἀσήμαντη ποσότητα
ἐκπνοὴ	79 ℓ	16 ℓ	4 ℓ

Ἕνας ἄνθρωπος, ὅταν κοιμᾶται, κάνει 16 ἀναπνευστικὲς κινήσεις τὸ 1 mn καὶ εἰσάγει στοὺς πνεύμονές του 1,5 ℓ ἀέρα σὲ κάθε κίνηση. Ἂν ὁ ὕπνος του διαρκεῖ 8 ὧρες,:

α) πόσον ὄγκο ὀξυγόνου καταναλίσκει;

β) πόσο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀποβάλλει, ὅταν κοιμᾶται;

γ) Ποιὰ μέτρα ὑγιεινῆς πρέπει νὰ ἀκολουθήσει;

12. Σὲ θερμοκρασία 15° C καὶ κανονικὴ πίεση, 1 ℓ νερὸ διαλύει 34 cm^3 ὀξυγόνο. Στὶς ἴδιες συνθῆκες διαλύει 16 cm^3 ἄζωτο.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ὁ λόγος τῶν ὄγκων τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου ποὺ διαλύονται σὲ 1 ℓ νερὸ 15° C.

β) Νὰ γίνει σύγκριση τοῦ λόγου αὐτοῦ καὶ τοῦ λόγου $\dfrac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ἀζώτου}}$ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα. Ποιὸς εἶναι πλουσιότερος σὲ ὀξυγόνο, ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας ἢ ὁ ἀέρας ποὺ εἶναι διαλυμένος στὸ νερό;

7° ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ κατακόρυφος.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 Παρατηρήσεις:

● Ἂν ἀφήσουμε μιὰ πέτρα ἀπὸ ἕνα ὁρισμένο ὕψος, βλέπομε ὅτι πέφτει καὶ ἀκολουθεῖ μιὰν εὐθύγραμμη τροχιά. Ἐπίσης ἂν ἀφήσουμε ἀπὸ ψηλὰ ἕνα φύλλο χαρτί, θὰ δοῦμε ὅτι καὶ αὐτὸ πέφτει, ἀλλὰ χρειάζεται περισσότερο χρονικὸ διάστημα καὶ ἀκολουθεῖ μιὰ τεθλασμένη γραμμή.

● Ἂν συμπιέσουμε ὅμως τὸ χαρτί, ὥστε νὰ πάρει σχῆμα βόλου (σφαίρας) καὶ τὸ ἀφήσουμε πάλι ἀπὸ ψηλά, θὰ δοῦμε ὅτι θὰ πέσει ὅπως καὶ ἡ πέτρα, δηλ. δὲν θὰ χρειαστεῖ πολὺ χρόνο καὶ θὰ ἀκολουθήσει καὶ αὐτὸ μιὰν εὐθύγραμμη τροχιὰ (Σχ. 1).

● Ἡ πτώση τοῦ χαρτιοῦ ἐπηρεάζεται πολὺ ἀπὸ τὴν ἀντίσταση τοῦ ἀέρα. Ἡ ἀντίσταση τοῦ ἀέρα, στὴν πτώση τῆς πέτρας ἢ τοῦ συμπιεσμένου χαρτιοῦ, εἶναι μικρὴ καὶ μποροῦμε νὰ τὴ θεωρήσουμε ἀμελητέα.

Ἡ χάρτινη σφαίρα καὶ ἡ πέτρα κάνουν μιὰ κίνηση, ποὺ λέγεται **ἐλεύθερη πτώση**.

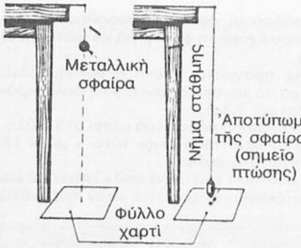
Σχ. 1: Ἡ πέτρα, ὅταν ἀφήνεται ἐλεύθερη, πέφτει, τὸ νερὸ φεύγει ἀπὸ τὴν τρύπα τοῦ πυθμένα τοῦ δοχείου. Ἡ πέτρα βυθίζεται στὴν ἄμμο. Ἡ πέτρα καὶ τὸ νερὸ **ἔχουν βάρος**.

● Ἡ αἰτία τῆς πτώσης κάθε σώματος εἶναι μιὰ δύναμη, ποὺ λέγεται **βάρος τοῦ σώματος.**

Σὲ κάθε σῶμα ἐπιδρᾶ μιὰ **δύναμη** ἡ ὁποία τὸ ἕλκει πρὸς τὴ γῆ καὶ λέγεται βάρος τοῦ σώματος.

Ὅλα τὰ σώματα ἔχουν βάρος.

● Γνωρίζομε ὅτι ὁρισμένα σώματα, ὅπως τὸ ἀερόστατο, ὅταν τὰ ἀφήσουμε ἐλεύθερα, ἀντὶ νὰ πέσουν, ἀνεβαίνουν. Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ἐπάνω τους ἐκτὸς ἀπὸ τὸ βάρος ἐνεργεῖ καὶ μιὰ ἄλλη δύναμη, ποὺ εἶναι ἀντίθετη πρὸς τὸ βάρος καὶ λέγεται ἄνωση.

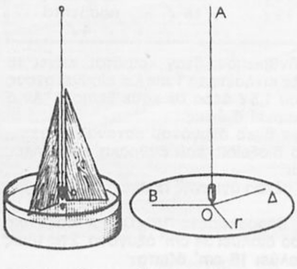


Σχ. 2: Τὸ σῶμα σὲ ἐλεύθερη πτώση ἀκολουθεῖ τὸ νῆμα τῆς στάθμης.

2 Τὸ νῆμα τῆς στάθμης.

● Κρεμοῦμε μιὰ μεταλλικὴ μάζα στὴν ἄκρη ἑνὸς νήματος, τοῦ ὁποίου κρατοῦμε τὴν ἄλλη ἄκρη. Αὐτὴ μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους της τεντώνει τὸ νῆμα σὲ μιὰν ὁρισμένη διεύθυνση. Ἔτσι κατασκευάζομε **τὸ νῆμα τῆς στάθμης.**

Ὑλοποίηση μιᾶς ἐλεύθερης πτώσης: Κρεμοῦμε μὲ μιὰ μικρὴ κλωστὴ στὴν ἄκρη τοῦ τραπεζιοῦ μιὰ μεταλλικὴ σφαίρα καὶ βάζομε κάτω ἀπὸ αὐτὴ στὸ ἔδαφος ἕνα φύλλο χαρτί.



$\widehat{AOB} = \widehat{AO\Gamma} = \widehat{AO\Delta} = 1$ ὀρθή

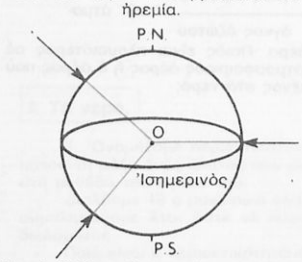
Σχ. 3: Τὸ νῆμα τῆς στάθμης εἶναι κάθετο πάνω στὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ ποὺ βρίσκεται σὲ ἠρεμία.

● Καῖμε τὴν κλωστὴ καὶ ἡ σφαίρα πέφτει μὲ ἐλεύθερη πτώση. Ἂν προηγουμένως ἔχουμε τοποθετήσει πάνω στὸ χαρτὶ ἕνα φύλλο καρμπόν, τότε ἡ σφαίρα θὰ ἀφήσει τὸ ἀποτύπωμά της στὸ σημεῖο ποὺ ἔπεσε.

● Κρεμοῦμε ἀπὸ τὸ ἴδιο μέρος ἕνα νῆμα τῆς στάθμης καὶ βλέπομε ὅτι ἡ κάτω ἄκρη του βρίσκεται ἀκριβῶς στὸ σημεῖο ποὺ ἔπεσε ἡ σφαίρα (σχ. 2).

Τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχιὰ ποὺ ἀκολούθησε ἡ σφαίρα στὴν πτώση της.

> **Συμπέρασμα.** *Κάθε σῶμα, ὅταν πέφτει μὲ ἐλεύθερη πτώση, ἀκολουθεῖ τὴ διεύθυνση τοῦ νήματος τῆς στάθμης. Ἡ διεύθυνση αὐτὴ λέγεται κατακόρυφη. Χαρακτηριστικὸ εἶναι ὅτι ἡ πτώση γίνεται ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω.*



Σχ. 4: Ὅλες οἱ κατακόρυφοι περνοῦν ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς γῆς.

3 Ἡ κατακόρυφος.

Κατακόρυφος σὲ ἕνα σημεῖο εἶναι ἡ διεύθυνση ποὺ ἔχει τὸ νῆμα τῆς στάθμης, ποὺ διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖο αὐτό.

● *Ἰδιότητες τῶν κατακορύφων:* Κρεμοῦμε τὸ νῆμα τῆς στάθμης πάνω ἀπὸ μιὰ λεκάνη γεμάτη νερό. Μὲ ἕνα ὀρθογώνιο τρίγωνο μποροῦμε νὰ ἐπαληθεύσουμε ὅτι οἱ γωνίες ποὺ σχηματίζει μὲ τὶς ἡμιευθεῖες OA, OB καὶ OΓ εἶναι ὀρθὲς (σχ. 3).

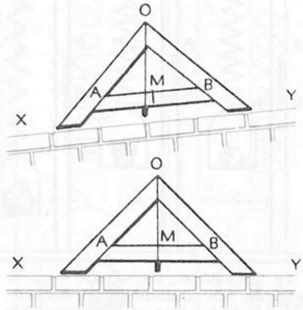
Σχ. 5: Δύο γειτονικὲς κατακόρυφοι εἶναι παράλληλες: AB = ΓΔ

> **Συμπέρασμα.** *Ἡ κατακόρυφη διεύθυνση εἶναι κάθετη στὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ ποὺ βρίσκεται σὲ ἰσορροπία. Αὐτὴ ἡ ἐπιφάνεια εἶναι ἕνα ὁριζόντιο ἐπίπεδο.*

● Γνωρίζομε ὅτι ἡ γῆ ἔχει περίπου σχῆμα σφαίρας. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἀκίνητου νεροῦ σὲ ἕνα σημεῖο της εἶναι ἕνα πολὺ μικρὸ τμῆμα τῆς σφαιρικῆς αὐτῆς ἐπιφάνειας καὶ ἑπομένως ἡ κατακόρυφος, ποὺ εἶναι κάθετη στὴν ἐπιφάνεια αὐτή, θὰ εἶναι ἡ προέκταση τῆς γήινης ἀκτίνας ποὺ καταλήγει στὸ σημεῖο αὐτό.

● Ἂς ἐξετάσουμε δυὸ κατακόρυφες ποὺ ἀπέχουν μεταξύ τους μερικὰ μέτρα (Σχ. 5). Τὸ σημεῖο ὅπου τέμνονται, δηλ. τὸ κέντρο τῆς γῆς, εἶναι πολὺ ἀπομακρυσμένο (6370 Km) σὲ σύγκριση μὲ τὴν ἀπόστασή τους, καὶ ἑπομένως μποροῦμε νὰ τὶς θεωρήσουμε παράλληλες.

Συμπέρασμα. *Ἡ κατακόρυφος ἑνὸς τόπου περνᾶ ἀπ' τὸ κέντρο τῆς γῆς. Οἱ κατακόρυφες γειτονικῶν τόπων εἶναι παράλληλες.*



Σχ. 6: **Τὸ ἀλφάδι.** Τὸ νῆμα τῆς στάθμης περνᾶ ἀπὸ τὸ μέσο Μ τῆς βάσεως τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ΑΟΒ, ἐὰν ἡ ΧΥ εἶναι ὁριζόντια.

4 Ἐφαρμογὲς τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

Τὸ νῆμα τῆς στάθμης χρησιμοποιεῖται συχνά, γιὰ νὰ ἐλέγξουμε, ἂν ἕνας τοῖχος, τὸ πλαίσιο μιᾶς πόρτας κτλ., εἶναι κατακόρυφα.

Τὸ ἀλφάδι τοῦ χτίστη ἔχει ἐπίσης ἕνα νῆμα τῆς στάθμης μὲ τὸ ὁποῖο ἐλέγχει, ἂν μιὰ ἐπιφάνεια εἶναι ὁριζόντια (σχ. 6).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμη, ἡ ὁποία τὸ ἕλκει πρὸς τὴ γῆ.

2. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχιὰ τῆς ἐλεύθερης πτώσης ἑνὸς σώματος. Ἡ τροχιὰ αὐτὴ εἶναι εὐθύγραμμη μὲ διεύθυνση κατακόρυφη καὶ φορὰ ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω.

3. Ἡ κατακόρυφη διεύθυνση εἶναι κάθετη στὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ σὲ ἀκινησία. Ὅλες οἱ κατακόρυφες διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρο τῆς γῆς. Οἱ κατακόρυφες γειτονικῶν τόπων μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν παράλληλες.

4. Χρησιμοποιοῦμε τὸ νῆμα τῆς στάθμης, γιὰ νὰ ἐλέγχουμε, ἂν μιὰ διεύθυνση εἶναι κατακόρυφη, καὶ τὸ ἀλφάδι, γιὰ νὰ ἐλέγχουμε, ἂν μιὰ ἐπιφάνεια εἶναι ὁριζόντια.

8° ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ ἐπιμήκυνση ἑνὸς ἐλατηρίου μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ συγκρίνουμε τὸ βάρος δύο σωμάτων.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

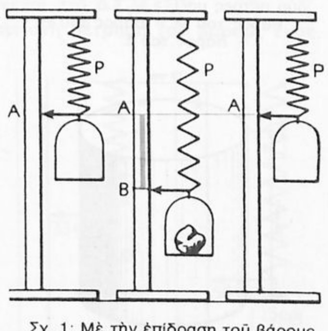
1 Ἐπιμήκυνση ἑνὸς ἐλατηρίου.

● Κρεμοῦμε ἀπὸ ἕνα ὑποστήριγμα ἕνα ἐλατήριο ἐφοδιασμένο μὲ ἕνα δίσκο καὶ ἕνα δείχτη, ὁ ὁποῖος κινεῖται μπροστὰ σὲ ἕναν ἀριθμημένο κανόνα (σχ. 1).

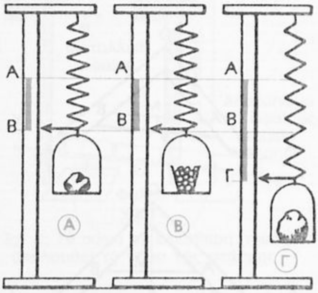
● Σημειώνομε μὲ μιὰ λεπτὴ γραμμὴ Α στὸν κανόνα τὴν ἀρχικὴ θέση τοῦ ἐλατηρίου.

● Βάζομε στὸ δίσκο ἕνα ὁποιοδήποτε ἀντικείμενο, π.χ. μιὰ πέτρα, ὁπότε τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται. Σημειώνομε στὸν κανόνα μιὰ γραμμὴ Β ἐκεῖ, ὅπου βρίσκεται ὁ δείχτης.

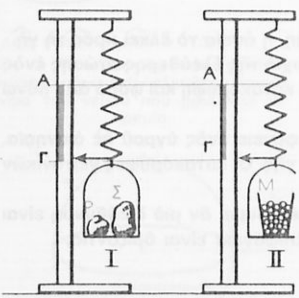
Ἂν βγάλουμε τὴν πέτρα, ὁ δείχτης ἐπανέρχεται στὴ θέση του (τὴν ἀρχική). *Λέμε ὅτι τὸ ἐλατήριο εἶναι τελείως ἐλαστικό.*



Σχ. 1: Μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους τοῦ ἀντικειμένου τὸ ἐλατήριο Ρ ἐπιμηκύνεται κατὰ ΑΒ. Ὅταν ἀφαιρεθεῖ τὸ βάρος, τὸ ἐλατήριο παίρνει τὸ ἀρχικό του μῆκος.



Σχ. 2: Τὸ βάρος τῆς πέτρας Α καὶ τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων Β ἀναγκάζουν τὸ ἐλατήριο νὰ πάρει τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση ΑΒ.
Τὸ βάρος τῆς πέτρας Α καὶ τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων εἶναι ἴσα.
Τὸ βάρος μιᾶς ἄλλης πέτρας Γ προκαλεῖ μιὰ ἐπιμήκυνση ΑΓ μεγαλύτερη τῆς ΑΒ.
Τὸ βάρος τῆς πέτρας Γ εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ βάρος τῆς πέτρας Α.



Σχ. 3: Τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων Μ προκαλεῖ ἐπιμήκυνση ΑΓ ὅση καὶ οἱ δύο πέτρες μαζί.
Βάρος τοῦ Μ = Βάρος τοῦ Ρ + Βάρος τοῦ Σ.

Σχ. 4: Τὸ χιλιόγραμμο ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο σὲ φυσικὸ μέγεθος (στὸ διεθνὲς Γραφεῖο Μέτρων καὶ Σταθμῶν)

● Βάζομε πάλι τὴν πέτρα στὸ δίσκο καὶ βλέπομε ὅτι ὁ δείχτης ἔρχεται πάλι στὸ Β, δηλ. *ἡ ἐπιμήκυνση ἑνὸς ἐλατηρίου ἀπὸ τὴν ἐπίδραση ἑνὸς σταθεροῦ βάρους εἶναι πάντα ἴδια.*

● Ἀντικαθιστοῦμε τὴν ἀρχικὴ πέτρα μὲ μιὰν ἄλλη, ποὺ φαίνεται βαρύτερη, καὶ βλέπομε ὅτι ἡ ἐπιμήκυνση εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν προηγούμενη ἢ ἀκριβέστερα *ἡ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογη μὲ τὸ βάρος ποὺ μετροῦμε.*

2 Ἰσότητα δύο βαρῶν.

● Ἀντικαθιστοῦμε τὴν πέτρα μὲ σκάγια, ὡσότου ὁ δείχτης σταματήσει πάλι στὴ γραμμὴ Β. Τὸ βάρος τῶν σκαγιῶν ἔδωσε στὸ ἐλατήριο τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση μὲ τὸ βάρος τῆς πέτρας. Λέμε τότε ὅτι τὸ βάρος τῶν σκαγιῶν εἶναι ἴσο μὲ τὸ βάρος τῆς πέτρας (σχ. 2). Κι αὐτὸ γιατὶ *δεχόμαστε ὅτι: δύο βάρη εἶναι ἴσα, ὅταν προκαλοῦν τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση σὲ ἕνα ἐλατήριο, στὸ ὁποῖο θὰ ἐφαρμοστοῦν διαδοχικά.*

3 Ἄθροισμα πολλῶν βαρῶν.

● Τοποθετοῦμε στὸ δίσκο ἕνα ἀντικείμενο Μ π.χ. μιὰ ποσότητα ἀπὸ σκάγια, καὶ βλέπομε μιὰν ὁρισμένη ἐπιμήκυνση.

● Βγάζομε τὸ Μ καὶ τοποθετοῦμε δύο ἄλλα ἀντικείμενα μαζί, Ρ καὶ Σ. *Ἂν ἡ νέα ἐπιμήκυνση εἶναι ἴδια μὲ τὴν προηγούμενη, λέμε ὅτι τὸ βάρος τοῦ Μ εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν Ρ καὶ Σ. Γιατὶ δεχόμαστε ὅτι: ἕνα βάρος εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα δύο ἢ περισσότερων ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλεῖ μόνο του σὲ ἕνα ἐλατήριο τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση μὲ ἐκείνη ποὺ προκαλοῦν τὰ δυὸ ἄλλα μαζί.*

4 Μέτρηση τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος.

Βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμη ποὺ ἕλκει τὸ σῶμα αὐτὸ πρὸς τὴ γῆ.

● Ἂν ἀντικαταστήσουμε στὸ πείραμα 3 τὸ ἀντικείμενο Μ μὲ τρία ἄλλα ἀντικείμενα Ρ ἴσου βάρους, μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι τὸ βάρος τοῦ Μ εἶναι τριπλάσιο τοῦ Ρ· ὁπότε, ἂν τὸ βάρος Ρ τὸ πάρουμε γιὰ μονάδα βάρους, θὰ ἔχουμε τὸ μέτρο τοῦ βάρους τοῦ ἀντικειμένου Μ: βάρος τοῦ Μ = 3 μονάδες βάρους.

Μέτρηση τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ σύγκριση τοῦ βάρους του μὲ τὸ βάρος ἄλλου σώματος ποὺ τὸ παίρνομε γιὰ μονάδα.

5 Μονάδα βάρους.

Στὴν Ἑλλάδα καὶ στὶς χῶρες ποὺ ἔχουν δεχθεῖ τὸ μετρικὸ σύστημα, ἡ μονάδα βάρους εἶναι τὸ **Κιλοπόντ, χιλιόγραμμο βάρους (Kg*).**

Τὸ Κιλοπὸντ (σύμβολο Kp) *εἶναι τὸ βάρος ποὺ ἔχει στὸ Παρίσι ἡ μάζα τοῦ πρότυπου κυλίνδρου ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο, ὁ ὁποῖος βρίσκεται φυλαγμένος στὸ Διεθνὲς Γραφεῖο Μέτρων καὶ Σταθμῶν στὶς Σέβρες* (σχ. 4).

Εἶναι περίπου τὸ βάρος ποὺ ἔχει στὸ Παρίσι 1 dm^3 ἀποσταγμένο νερὸ 4° C.

Τὰ κυριότερα πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τῆς μονάδας βάρους εἶναι:

Τὸ Πόντ, σύμβολο 0,001 Kp = 1 p

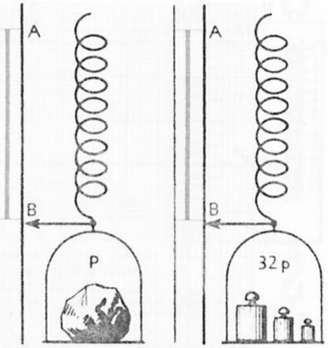
Τὸ Μεγαπόντ, σύμβολο Mp = 1000 Kp = 1.000.000 p.

6 Μέτρηση τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ἐλατηρίου.

● Βάζομε στὸ δίσκο σταθμά, ὥσπου ἡ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου νὰ γίνει ἴση μ' ἐκείνη ποὺ εἴχαμε στὸ πρῶτο μας πείραμα. *Ἡ πέτρα ζυγίζει ὅσο τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν.*

● Γιὰ νὰ μετρήσουμε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος μὲ ἕνα ἐλατήριο, θὰ ἀντικαταστήσουμε στὸ δίσκο τὸ σῶμα μὲ σταθμά, ὥσπου νὰ ἔχουμε τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση.

Τὸ βάρος τότε τοῦ σώματος εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν σταθμῶν (σχ. 5).



Σχ. 5: Ἡ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ βάρος τοῦ συνόλου τῶν σταθμῶν εἶναι ἡ ἴδια μὲ ἐκείνην ποὺ προκαλεῖ τὸ βάρος τῆς πέτρας. P = 32 p.

Θὰ δοῦμε στὸ ἑπόμενο μάθημα ὅτι, γιὰ νὰ μετρήσουμε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσουμε ἕνα ἐλατήριο, τοῦ ὁποίου ὁ δείχτης κινεῖται μπροστὰ σὲ μιὰ κλίμακα βαθμολογημένη κατευθεῖαν σὲ βάρος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἕνα ἐλαστικὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται, ὅταν ἐπιδρᾶ ἐπάνω του ἕνα βάρος καὶ ἐπανέρχεται στὸ ἀρχικό του μῆκος, ὅταν παύει ἡ αἰτία τῆς παραμορφώσεώς του. Ἡ ἐπιμήκυνση παίρνει πάντα τὴν ἴδια τιμή, ὅταν ἐπιδρᾶ τὸ ἴδιο βάρος.

2. Δυὸ βάρη εἶναι ἴσα, ὅταν προκαλοῦν τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση σὲ ἕνα ἐλατήριο στὸ ὁποῖο θὰ ἐφαρμοστοῦν διαδοχικά.

3. Ἕνα βάρος εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα πολλῶν ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλεῖ μόνο του σ' ἕνα ἐλατήριο τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση ποὺ προκαλοῦν τὰ ἄλλα ἑνωμένα.

4. Μέτρηση τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ σύγκρισή του μὲ τὸ βάρος ἑνὸς ἄλλου σώματος ποὺ τὸ παίρνομε γιὰ μονάδα.

5. Μονάδα βάρους εἶναι τὸ Κιλοπὸντ (Kp), καὶ εἶναι τὸ βάρος ποὺ ἔχει στὸ Παρίσι ὁ κύλινδρος ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο, ὁ ὁποῖος φυλάγεται στὸ Δ.Γ.Μ.κΣ.

6. Ἕνα ἐλαστικὸ ἐλατήριο μπορεῖ νὰ χρησιμεύσει στὴ μέτρηση τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος.

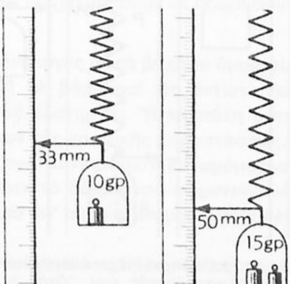
9° ΜΑΘΗΜΑ: Πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ ζυγοῦ μὲ ἐλατήριο.

Ο ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΕΛΑΤΗΡΙΟ

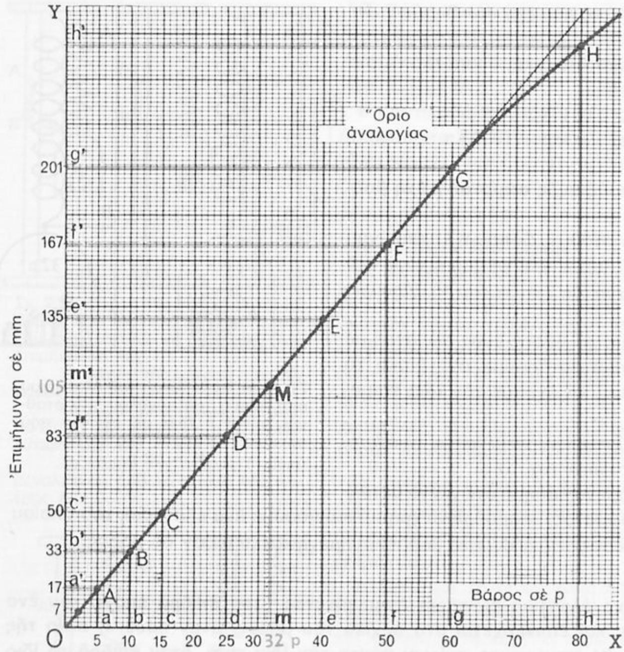
1 Βαθμολόγηση ἑνὸς ἐλατηρίου.

Τοποθετοῦμε στὸ δίσκο τοῦ ἐλατηρίου σταθμὰ ὅλο καὶ πιὸ βαριὰ καὶ γράφομε σὲ ἕναν πίνακα τὰ βάρη μὲ τὶς ἀντίστοιχες ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου (σχ. 1).

Βάρη σὲ p	0	5	10	15	25	40	50	60
Ἐπιμήκυνση σὲ mm	0	17	33	50	83	135	167	201



Σχ. 1: Βαθμολόγηση ἐλατηρίου



Σχ. 2:

Παρατηροῦμε:

● — ὅτι οἱ ἐπιμηκύνσεις καὶ τὰ βάρη μεταβάλλονται μὲ τὴν ἴδια φορά,

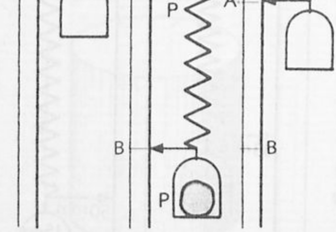
● — ὅτι, ὅταν τὸ βάρος ποὺ τοποθετοῦμε πολλαπλασιάζεται μὲ 2, 3, 4 κτλ., καὶ ἡ ἐπιμήκυνση πολλαπλασιάζεται περίπου μὲ 2, 3, 4 κτλ.

Συμπέρασμα. *Οἱ ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογες μὲ τὰ βάρη ποὺ τὶς προκαλοῦν.*

● Μὲ τὰ πειραματικὰ ἀποτελέσματα σχηματίζομε μιὰ γραφικὴ παράσταση (σχ. 2).

Ἡ καμπύλη αὐτὴ βαθμολογήσεως τοῦ ἐλατηρίου μοιάζει πολὺ μὲ εὐθεία καὶ μᾶς ἐπιτρέπει χωρὶς ὑπολογισμὸ νὰ βροῦμε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος.

● Ἔστω ὅτι θέλομε νὰ βροῦμε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος ποὺ προκαλεῖ μιὰ ἐπιμήκυνση 105 mm. Ἀπὸ τὸ σημεῖο τοῦ ἄξονα ΟΨ, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὰ 105 mm φέρνομε μιὰ κάθετη σ' αὐτόν, ἡ ὁποία συναντᾶ τὴν καμπύλη βαθμολογήσεως στὸ σημεῖο Μ. Ἡ κάθετη ἀπὸ τὸ Μ στὸν ἄξονα ΟΧ τὸν τέμνει στὸ σημεῖο m, τὸ ὁποῖο ἀντιστοιχεῖ σὲ 32 p, ποὺ εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος.



Σχ. 3: Τὸ ἐλατήριο Ρ ἔχει ὑπερβεῖ τὸ ὅριο ἐλαστικότητάς του. Ὅταν ἀφαιρέσουμε τὸ βάρος Ρ, τὸ ἐλατήριο διατηρεῖ μιὰν ἐπιμήκυνση ΑΑ'. Ἂν θέλουμε νὰ μεταχειριστοῦμε αὐτὸ τὸ ἐλατήριο, πρέπει νὰ τὸ ξαναβαθμολογήσουμε.

1 Ζυγὸς μὲ ἐλατήριο (κανταράκι).

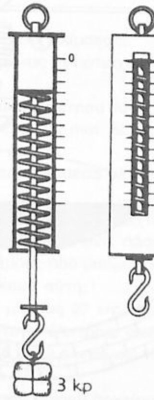
● Χωρίζομε σὲ 10 ἴσα μέρη τὸ διάστημα πάνω στὸν κανόνα ποὺ περιλαμβάνεται ἀνάμεσα στὴν ἀρχικὴ θέση τοῦ ἐλατηρίου καὶ σ' ἐκείνη ποὺ παίρνει, ὅταν ἐνεργεῖ στὸ δίσκο του βάρος 50 p. Τότε κάθε ὑποδιαίρεση ἀντιστοιχεῖ σὲ μιὰν ἐπιμήκυνση, ἡ ὁποία προκαλεῖται ἀπὸ 50/10 = 5 p.

Βαθμολογοῦμε τὶς ὑποδιαιρέσεις ἀνὰ 5 p ἀπὸ 0-50 p.

Γιὰ νὰ βροῦμε τώρα τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, τὸ βάζομε στὸ δίσκο τοῦ ἐλατηρίου καὶ διαβάζομε στὸ βαθμολογημένο κανόνα τὸν ἀριθμό, ὅπου σταματᾶ ὁ δείχτης του.

Μ' αὐτὸν τὸν τρόπο κατασκευάζομε ἕνα ζυγὸ μὲ ἐλατήριο (κανταράκι) ἢ ἕνα **δυναμόμετρο.**

Τὰ δυναμόμετρα (σχ. 4) κατασκευάζονται συνήθως ἔτσι, ὥστε τὸ ἐλατήριο νὰ συμπιέζεται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σώματος ποὺ ζυγίζομε.



Σχ. 4:
Δυναμόμετρο (Ζυγὸς μὲ ἐλατήριο)
Μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους τὸ ἐλατήριο συμπιέζεται. Ὅριο χρήσεως τοῦ δυναμομέτρου εἶναι βάρος ποὺ ἀναγκάζει τὶς σπεῖρες τοῦ ἐλατηρίου νὰ ἔλθουν σὲ ἐπαφή.

3 Ὅριο ἐλαστικότητας.

Βάζομε στὸ δίσκο δύο ἀντικείμενα ποὺ ζυγίσαμε προηγουμένως χωριστὰ καὶ βρήκαμε ὅτι ἔχουν βάρος ἀντίστοιχα 32 p καὶ 48 p. Στὸ ἐλατήριο ἐφαρμόζεται τώρα ἕνα βάρος 32 p + 48 p = 80 p καὶ βλέπομε ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσή του εἶναι 254 mm. Ἂν μεταφέρουμε τὶς τιμὲς αὐτὲς στὸ διάγραμμα, παρατηροῦμε ὅτι τὸ ἀντίστοιχο σημεῖο βρίσκεται ἀρκετὰ κάτω ἀπὸ τὴν εὐθεία βαθμολογήσεως.

Ἐξάλλου, ἂν ἀφαιρέσουμε τὰ βάρη ἀπὸ τὸ δίσκο, ὁ δείχτης δὲν ἐπανέρχεται στὴν ἀρχική του θέση, δηλ. τὸ ἐλατήριο διατηρεῖ μιὰ κάποια ἐπιμήκυνση. Τότε λέμε ὅτι ξεπεράσαμε τὸ **ὅριο ἐλαστικότητας** τοῦ ἐλατηρίου, καὶ τοῦτο γιατὶ πέρα ἀπὸ τὰ 60 p περίπου οἱ ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου αὐτοῦ δὲν εἶναι πιὰ ἀνάλογες μὲ τὰ βάρη ποὺ τὶς προκαλοῦν.

4 Τὸ βάρος ἑνὸς Kg δὲν ἔχει τὴν ἴδια τιμὴ σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γῆς. Δὲν προκαλεῖ παντοῦ τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση τοῦ δυναμομέτρου.

Ὑπάρχουν δυναμόμετρα μεγάλης ἀκριβείας, μὲ τὰ ὁποῖα μποροῦμε νὰ ἐξακριβώσουμε ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς σώματος ἀλλάζει μὲ τὸν τόπο, ὅπου γίνεται ἡ μέτρηση.

Τὸ βάρος π.χ. τοῦ πρότυπου χιλιογράμμου εἶναι μεγαλύτερο, ὅταν ἡ μέτρηση γίνεται κοντὰ στοὺς πόλους, καὶ μικρότερο, σὲ μεγάλο ὕψος.

Οἱ φυσικοὶ δέχτηκαν μιὰ μονάδα ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὸν τόπο, τὸ Newton (σύμβολο N).

Μὲ ἀκριβεῖς μετρήσεις βρίσκομε ὅτι τὸ βάρος τοῦ πρότυπου χιλιογράμμου, τὸ ὁποῖο στὸ Παρίσι, ὅπως ὁρίστηκε, εἶναι 1 Kp (9,81 N), στὸν ἰσημερινὸ εἶναι 0,997 Kp (9,78 N), ἐνῶ στοὺς πόλους 1,002 Kp (9,83 N).

Σὲ ὕψος 1000 m πάνω ἀπὸ τὸ Παρίσι τὸ βάρος τοῦ πρότυπου Kg εἶναι 0,997 Kp (9,78 N).

Οἱ μεταβολὲς ὅμως αὐτὲς εἶναι τόσο μικρές, ὥστε στὴν πράξη μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν ἀμελητέες.

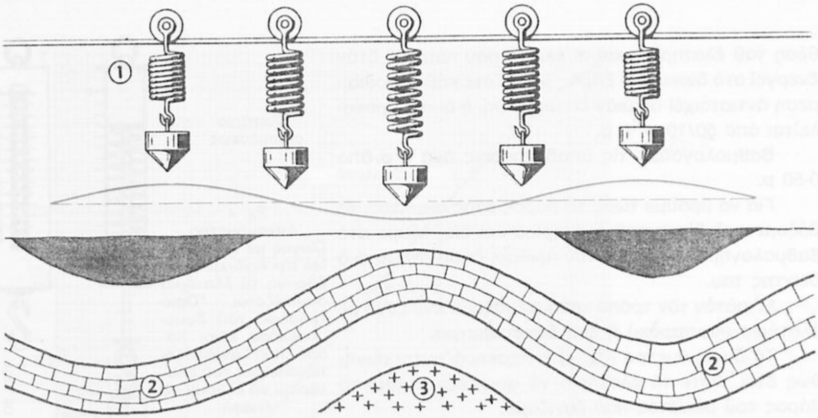
ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Οἱ ἐπιμηκύνσεις ἑνὸς ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογες μὲ τὰ βάρη τὰ ὁποῖα τὶς προκαλοῦν. Ἂν σημειώσουμε σὲ χιλιοστομετρικὸ χαρτὶ τὰ βάρη καὶ τὶς ἀντίστοιχες ἐπιμηκύνσεις, βρίσκομε τὴν καμπύλη βαθμολογήσεως τοῦ ἐλατηρίου. Ἡ καμπύλη αὐτὴ εἶναι εὐθεία γραμμή, ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὴν τομὴ Ο τῶν ἀξόνων τῆς γραφικῆς παραστάσεως.**

2. Ἕνα ἐλαστικὸ ἐλατήριο βαθμολογημένο λέγεται *ζυγὸς μὲ ἐλατήριο* **ἢ δυναμόμετρο.**

3. Ἕνα δυναμόμετρο μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ, ὅταν τὸ βάρος τοῦ σώματος ποὺ κρεμοῦμε δὲν περνᾶ ἕνα ὅριο, *τὸ ὅριο ἐλαστικότητας.* **Πέρα ἀπ' αὐτὸ οἱ ἐπιμηκύνσεις δὲν εἶναι πιὰ ἀνάλογες μὲ τὰ βάρη ποὺ τὶς προκαλοῦν.**

4. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος ἐλαττώνεται ἐλαφρὰ ἀπὸ τοὺς πόλους πρὸς τὸν ἰσημερινὸ καὶ ἀπὸ τὰ μικρὰ ὕψη πρὸς τὰ μεγάλα.

Τὸ Newton (N) εἶναι μιὰ μονάδα ἀνεξάρτητη τοῦ τόπου καὶ τοῦ ὕψους· στὸ Παρίσι 1 Kp ἀντιστοιχεῖ σὲ 9,81 N.



Μιὰ ἐφαρμογὴ τῶν μεταβολῶν τῆς βαρύτητας: *ἡ βαρυμετρία στὴν ἀναζήτηση τοῦ πετρελαίου.*

Μάθαμε ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς σώματος μεταβάλλεται ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸ πρὸς τοὺς Πόλους. Αὐτὸ τὸ βάρος μεταβάλλεται ἐπίσης μερικὰ ἑκατομμυριοστὰ τῆς τιμῆς του ἀνάλογα μὲ τὴν παρουσία βαριῶν ἢ ἐλαφρῶν στρωμάτων καὶ τὴν ἀπόστασή τους ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Ἔτσι ἕνας θόλος (3) ἀπὸ βαριὰ στρώματα (συμπαγὴς ἀσβεστόλιθος, βασάλτης) προκαλεῖ μιὰ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου πιὸ μεγάλη ἀπὸ ἐκείνη ποὺ προκαλεῖ ἡ παρουσία ἐλαφρῶν στρωμάτων ὅπως ἡ ἄμμος (2).

Μ' αὐτὸ τὸν τρόπο προσδιορίζομε τὴν τομὴ τοῦ ὑπεδάφους καὶ τὴν ἐπαληθεύουμε μὲ ἄλλες μεθόδους. Ἡ γνώση αὐτῆς τῆς τομῆς εἶναι ἀναγκαία στὴν ἀναζήτηση τοῦ πετρελαίου. Ἡ συσκευὴ μετρήσεως εἶναι ἕνα δυναμόμετρο πάρα πολὺ εὐαίσθητο ποὺ λέγεται βαρύμετρο (1).

Πολλὲς διορθώσεις εἶναι ἀπαραίτητες, πρὶν βγάλουμε συμπεράσματα ἀπὸ τὶς ἀνωμαλίες ποὺ παρατηρήθηκαν, γιὰ νὰ κατασκευάσουμε τὸ χάρτη τῆς περιοχῆς.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 2: Ἡ κατακόρυφος. Βάρος ἑνὸς σώματος.

Ι. Ἡ κατακόρυφος.

Μιὰ ὀρθὴ γωνία εἶναι 90° ἢ 100 βαθμοί.

Ἡ μοίρα εἶναι 60′ πρῶτα λεπτὰ (′) καὶ τὸ λεπτὸ 60 δεύτερα (″).

Ὁ βαθμὸς εἶναι 10 δέκατα ἢ 100 ἑκατοστὰ βαθμοῦ.

1. Νὰ μετατραποῦν σὲ βαθμούς: 40°, 22°, 45″, 16° 18′ 25″.

2. Νὰ μετατραποῦν σὲ μοῖρες: 60, 18,50, 78,25 βαθμοί.

Στὴ μέτρηση γωνιῶν χρησιμοποιοῦμε γιὰ μονάδα καὶ τὸ ἀκτίνιο, ποὺ εἶναι ἡ ἐπίκεντρη γωνία κύκλου, τῆς ὁποίας τὸ τόξο ἔχει μῆκος τὴν ἀκτίνα αὐτοῦ τοῦ κύκλου.

3. Πόσο εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου ποὺ ὁρίζει ἡ γωνία 1 ἀκτινίου σὲ ἕναν κύκλο ἀκτίνας 5 cm.;

4. Σὲ ἕναν κύκλο μὲ ἀκτίνα 8 cm νὰ ὑπολογιστεῖ σὲ μοῖρες καὶ πρῶτα λεπτὰ ἡ ἐπίκεντρη γωνία ποὺ ἔχει μέτρο 1 ἀκτίνιο (π = 3,14).

5. Πόσο εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου, μὲ προσέγγιση 1 mm, τὸ ὁποῖο ὁρίζει ἐπίκεντρη γωνία 23° σὲ ἕναν κύκλο ἀκτίνας 12 cm.;

6. Τὸ ναυτικὸ μίλι εἶναι τὸ μῆκος τοῦ τόξου μέγιστου κύκλου ποὺ ὁρίζουν δύο σημεῖα τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς, τῶν ὁποίων αἱ κατακόρυφες σχηματίζουν γωνία 1′ (ἀκτίνα γῆς 6300 Km).

Πόσο μῆκος ἔχει τὸ τόξο μέγιστου κύκλου ποὺ ὁρίζεται ἀπὸ δυὸ σημεῖα τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς, ἂν οἱ κατακόρυφές τους σχηματίζουν γωνία ἑνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ βαθμοῦ;

8. Ἡ πιὸ μικρὴ γωνία ποὺ διακρίνεται μὲ τὸ μάτι εἶναι 15″. Πόσο εἶναι τὸ τόξο μέγιστου κύκλου ποὺ ὁρίζεται ἀπὸ δυὸ σημεῖα τῆς ἐπιφάνειας τῆς γῆς, ἂν οἱ κατακόρυφές τους σχηματίζουν γωνία 15″;

9. Ἡ γωνία, ἡ ὁποία σχηματίζεται ἀπὸ τὶς κατακόρυφες τοῦ Παρισιοῦ καὶ τῆς Μασσαλίας, εἶναι 5° 52′. Πόσο εἶναι τὸ μῆκος τόξου μέγιστου κύκλου ποὺ χωρίζει αὐτὲς τὶς δυὸ πόλεις;

10. Πόση γωνία σχηματίζουν οἱ κατακόρυφες τοῦ Παρισιοῦ καὶ τῆς Ὀρλεάνης, ἂν τὸ μῆκος τοῦ τόξου μέγιστου κύκλου ἀνάμεσα σ' αὐτὲς τὶς δυὸ πόλεις εἶναι 120 Km;

II. Βάρος ἑνὸς σώματος.

11. Γιὰ νὰ βαθμολογήσουμε ἕνα ἐλατήριο βρήκαμε τὶς ἐπιμηκύνσεις του γιὰ διαδοχικὰ βάρη:

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

α) Νὰ χαραχτεῖ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου.

Κλίμακα: Στὸν ἄξονα ΟΧ, 1 cm γιὰ βάρος 50 p, καὶ στὸν ΟΨ, 1 cm γιὰ ἐπιμήκυνση 20 mm.

β) Πόση εἶναι, σύμφωνα μὲ τὸ διάγραμμα αὐτό, ἡ ἐπιμήκυνση γιὰ βάρος 280 p.;

γ) Ποιὸ βάρος προκαλεῖ ἐπιμήκυνση 50 mm; Νὰ ἐπαληθευτοῦν οἱ ἀπαντήσεις μὲ ὑπολογισμό.

12. Ἕνα ἐλατήριο μὲ τὴν ἐπίδραση βάρους 100 p ἔχει μῆκος 327 mm καὶ 392 mm μὲ τὴν ἐπίδραση βάρους 150 p. Νὰ ὑπολογιστεῖ:

α) Τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου χωρὶς τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους.

β) Τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου μὲ τὴν ἐπίδραση φορτίου 250 p.

γ) Νὰ χαραχτεῖ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου καὶ νὰ ἐπαληθευτεῖ ἡ ἀπάντηση (β) μὲ τὴ βοήθειά της. Κλίμακα: Στὸν ἄξονα ΟΧ, 1 cm γιὰ 50 p καὶ στὸν ΟΨ, 1 cm γιὰ ἐπιμήκυνση 5 cm.

13. Σὲ ἕνα δυναμόμετρο βαθμολογημένο μέχρι 8 Kp ἔχομε ἐπιμήκυνση ἐλατηρίου 12 mm μὲ τὴν ἐπίδραση βάρους 1 Kp.

α) Πόσο εἶναι τὸ μῆκος τῆς κλίμακας;

β) Πόσο μῆκος τῆς κλίμακας ἀντιστοιχεῖ σὲ διαφορὰ βάρους 100 p;

14. Τὸ ἐλατήριο ἑνὸς δυναμομέτρου βαθμολογημένου σὲ Kp ἐπιμηκύνεται 60 mm μὲ τὴν ἐπίδραση βάρους 15 Kp. Νὰ βρεθεῖ:

α) Πόση εἶναι ἡ ἀπόσταση ἀνάμεσα σὲ δυὸ διαδοχικὲς ὑποδιαιρέσεις.

β) Ἂν ἡ πιὸ μικρὴ μετακίνηση τοῦ δείχτη ποὺ μποροῦμε νὰ διακρίνουμε εἶναι 1 mm, πόση εἶναι ἡ μικρότερη διαφορὰ βάρους ποὺ μποροῦμε νὰ ὑπολογίσουμε μὲ τὴ συσκευὴ αὐτή;

15. Ἀπὸ ἕνα ἐλατήριο μήκους 27 cm κρεμοῦμε ἕνα ἄδειο δοχεῖο, ὁπότε τὸ ἐλατήριο γίνεται 39 cm. Γεμίζομε τὸ δοχεῖο, μὲ 3 ℓ νερὸ καὶ τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου γίνεται 63 cm.

α) Ποιὸ εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἄδειου δοχείου;

β) Ποιὸ εἶναι τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου, ὅταν τὸ δοχεῖο περιέχει τὴ μισὴ μάζα τοῦ νεροῦ;

γ) Νὰ ἐπαληθευτοῦν οἱ ἀπαντήσεις μὲ μιὰ γραφικὴ παράσταση.

Σημείωση. Τὴν ἰσοδυναμία στὶς κλίμακες συμβολίζομε μὲ $\triangleq$ π.χ. ἀντί: 1 cm παριστάνει 5 Kp γράφομε 1 cm $\triangleq$ 5 Kp ἢ ἀντί: παίρνομε 1 cm γιὰ 2p γράφομε 1 cm $\triangleq$ 2 p κτλ.

Τὸ συμβολισμὸ αὐτὸ μποροῦμε νὰ ἐφαρμόσουμε γιὰ ὁποιαδήποτε γραφικὴ παράσταση.

10° ΜΑΘΗΜΑ

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

1 Ἀποτελέσματα ποὺ προκαλεῖ μιὰ δύναμη.

● α) Τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σιδερένιου κυλίνδρου, ποὺ ἔχομε κρεμάσει στὸ ἐλεύθερο ἄκρο του (σχ. 1 Α).

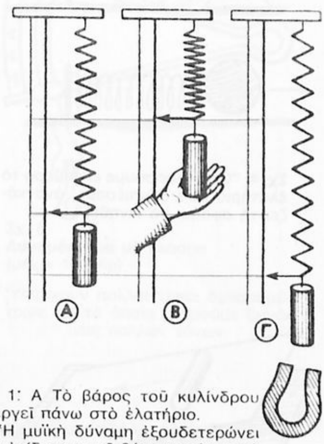
Τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα μποροῦμε νὰ πετύχουμε, ἂν τραβήξουμε τὸ ἐλεύθερο ἄκρο μὲ τὸ χέρι μας.

● β) Τὸ ἐλατήριο ξαναπαίρνει τὸ σχῆμα του, ὅταν ἀνασηκώσουμε τὸν κύλινδρο (σχ. 1 Β).

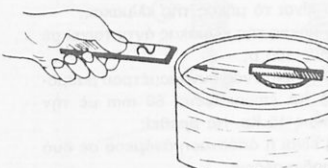
● γ) Ἂν πλησιάσουμε ἕνα μαγνήτη κάτω ἀπὸ τὸν κύλινδρο, τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται περισσότερο (σχ. 1 Γ).

● δ) Τοποθετοῦμε πάνω σὲ μιὰ πλάκα, π.χ. ἀπὸ χαρτόνι, ἕνα σιδερένιο κύλινδρο. Μποροῦμε νὰ τὸν κάνουμε νὰ κινηθεῖ, νὰ ἀλλάξει τὴ διεύθυνση τῆς κινήσεώς του ἢ νὰ σταματήσει γέρνοντας κατάλληλα τὸ χαρτόνι ἢ χρησιμοποιώντας ἕνα μαγνήτη (σχ. 5).

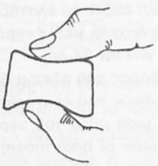
● Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ μυϊκὴ προσπάθεια, ἡ ἕλξη τοῦ μαγνήτη πάνω στὸ σίδηρο ἢ ὤθηση τοῦ ἀνέμου, ἡ ὤθηση τοῦ ἐλατηρίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ, ποὺ ἔχουν συμπιεστεῖ κτλ., εἶναι **δυνάμεις**.



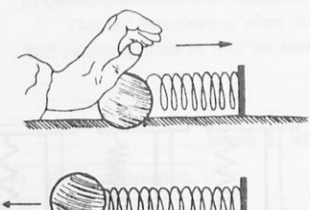
Σχ. 1: Α Τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου ἐνεργεῖ πάνω στὸ ἐλατήριο.
Β. Ἡ μυϊκὴ δύναμη ἐξουδετερώνει τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους πάνω στὸ ἐλατήριο.
Γ. Ἡ δύναμη ἕλξης τοῦ μαγνήτη προκαλεῖ μιὰ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου, ἡ ὁποία προστίθεται σὲ ἐκείνη ποὺ προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου.



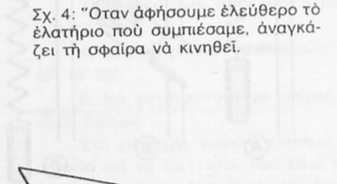
Σχ. 2: Ὁ μαγνήτης κάνει νὰ κινηθεῖ τὸ τεμάχιο τοῦ σιδήρου.



Σχ. 3: Μὲ τὰ δάχτυλά μας μεταβάλλομε τὸ σχῆμα μιᾶς εὔπλαστης οὐσίας.



Σχ. 4: Ὅταν ἀφήσουμε ἐλεύθερο τὸ ἐλατήριο ποὺ συμπιέσαμε, ἀναγκάζει τὴ σφαίρα νὰ κινηθεῖ.



Σχ. 5: Ὁ κύλινδρος μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους του κυλᾶ πάνω στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο.

> **Συμπέρασμα.** *Ὀνομάζομε δύναμη τὴν αἰτία ποὺ μπορεῖ*
> *— νὰ ἀλλάξει τὸ σχῆμα ἑνὸς σώματος,*
> *— νὰ θέσει σὲ κίνηση ἕνα σῶμα ἢ νὰ τροποποιήσει τὴν κίνησή του.*

2 Χαρακτηριστικὰ μιᾶς δυνάμεως.

● Τεντώνομε τὸ ἐλατήριο μὲ ἕνα νῆμα δεμένο στὸ ἐλεύθερο ἄκρο Α (σχ. 6). Τὸ σημεῖο αὐτὸ λέγεται **σημεῖο ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως τοῦ χεριοῦ μας πάνω στὸ ἐλατήριο, ἐπειδὴ στὸ σημεῖο αὐτὸ ἐφαρμόζεται ἡ δύναμή μας.

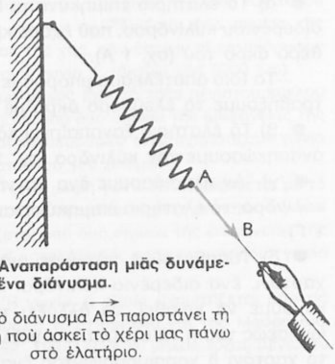
● Τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται κατὰ τὴ διεύθυνση τοῦ τεντωμένου νήματος. Αὐτὴ εἶναι ἡ **διεύθυνση** τῆς δυνάμεως ἢ ἡ εὐθεία ἐπενέργειάς της.

● Χαλαρώνομε σιγὰ σιγὰ τὸ νῆμα καὶ τὸ ἐλατήριο ξαναπαίρνει τὸ σχῆμα του. Ἐξασκεῖ δηλ. τὸ ἐλατήριο πάνω στὸ νῆμα μιὰ δύναμη, ποὺ ἔχει τὴν ἴδια διεύθυνση μὲ τὴν προηγούμενη.

● Στὸ σημεῖο Α λοιπὸν ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις, ἡ δύναμη τοῦ ἐλατηρίου F πάνω στὸ νῆμα καὶ ἡ δύναμη τοῦ χεριοῦ μας F′ πάνω στὸ ἐλατήριο μὲ τὴν ἴδια διεύθυνση, ἀλλὰ μὲ ἀντίθετη **φορά**.

● Τεντώνομε περισσότερο τὸ νῆμα, βάζοντας μεγαλύτερη δύναμη καὶ τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται περισσότερο. Ἡ ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν **ἔνταση** τῆς δυνάμεως ἡ ὁποία τὸ **ἕλκει**.

> **Συμπέρασμα.** *Τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς, ἡ διεύθυνση, ἡ φορὰ καὶ ἡ ἔνταση εἶναι τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς δυνάμεως.*



Σχ. 6: **Ἀναπαράσταση μιᾶς δυνάμεως μὲ ἕνα διάνυσμα.**

Τὸ διάνυσμα $\overrightarrow{AB}$ παριστάνει τὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖ τὸ χέρι μας πάνω στὸ ἐλατήριο.

Α: **σημεῖο ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως
ΑΧ: **διεύθυνση** τῆς δυνάμεως.
Διάνυσμα $\overrightarrow{AB}$: **φορὰ** τῆς δυνάμεως.
Μῆκος τοῦ τμήματος ΑΒ: **ἔνταση** τῆς δυνάμεως.

3 Γραφικὴ παράσταση μιᾶς δυνάμεως.

Τὴ δύναμη τὴν παριστάνομε μὲ ἕνα βέλος - **διάνυσμα.** Ἡ *ἀρχὴ* τοῦ βέλους εἶναι τὸ *σημεῖο ἐφαρμογῆς* τῆς δυνάμεως· *διεύθυνση* καὶ *φορά* της εἶναι ἡ διεύθυνση καὶ ἡ φορὰ τοῦ βέλους. Ἡ *ἔνταση* βρίσκεται ἀπὸ τὸ μῆκος τοῦ βέλους (σχ. 7).

4 Ἡ ἔνταση μιᾶς δυνάμεως εἶναι μέγεθος καὶ μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ.

● Τεντώνομε ἕνα ἐλατήριο μὲ μιὰ δύναμη F, ποὺ νὰ ἔχει ὁποιαδήποτε διεύθυνση, καὶ σημειώνομε τὴν ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου. Μποροῦμε τώρα νὰ πετύχουμε τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση, ἂν ἐξαρτήσουμε ἀπὸ τὸ ἐλατήριο ἕνα βάρος Β, ποὺ εἶναι καὶ αὐτὸ μιὰ δύναμη, ἀλλὰ μὲ διεύθυνση *κατακόρυφη*, ἀπὸ *πάνω* πρὸς τὰ *κάτω*. Ἡ δύναμη αὐτὴ καὶ τὸ βάρος Β ἔχουν **τὴν ἴδια ἔνταση.**

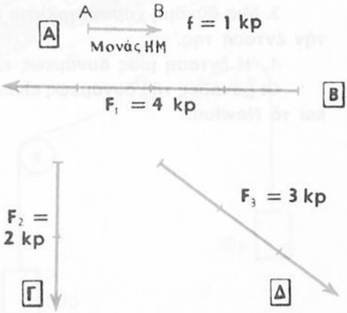
Δυὸ δυνάμεις ἔχουν τὴν ἴδια ἔνταση, ὅταν προκαλοῦν τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση, ἂν ἐφαρμοστοῦν διαδοχικὰ στὸ ἴδιο ἐλατήριο.

● Τὴν ἴδια ἐπιμήκυνση μποροῦμε νὰ πετύχουμε, ἂν ἐφαρμόσουμε στὸ ἐλατήριο δύο δυνάμεις μαζί, τὴν F_1 καὶ F_2, ποὺ νὰ ἔχουν τὴν ἴδια διεύθυνση καὶ φορά. Ἡ δύναμη F εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν δυνάμεων F_1 καὶ F_2.

Μιὰ δύναμη εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα δύο ἄλλων δυνάμεων, ποὺ ἐνεργοῦν μὲ τὴν ἴδια διεύθυνση καὶ φορά, ὅταν ἐπιμηκύνει ἕνα ἐλατήριο ὅσο καὶ οἱ δυὸ ἄλλες μαζί.

● Τὴν ἔνταση μιᾶς δυνάμεως τὴ μετροῦμε, ὅπως καὶ τὸ βάρος, μὲ τὸ δυναμόμετρο (σχ. 8).

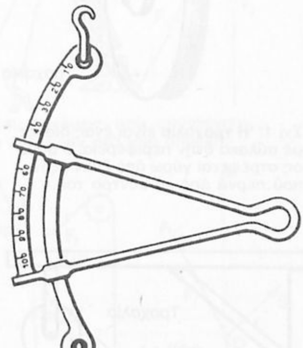
● Οἱ μονάδες τῆς δυνάμεως εἶναι οἱ ἴδιες μὲ τὶς μονάδες τοῦ βάρους: Τὸ Κιλοπόντ, ποὺ συμβολίζεται μὲ τὸ Kp, καὶ τὸ Newton (1 Kp = 9,81 N).



Σχ. 7.
[A] Ἡ μονάδα τῆς δυνάμεως παριστάνεται μὲ τὸ μῆκος τοῦ τμήματος AB.
[B] F_1 εἶναι μιὰ ὁριζόντια δύναμη μὲ φορὰ ἀπὸ δεξιὰ πρὸς τὰ ἀριστερὰ καὶ μὲ ἔνταση 4 Kp.
[Γ] F_2 εἶναι ἕνα βάρος 2 Kp.
[Δ] F_3 εἶναι μία δύναμη πλάγια ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω μὲ φορὰ πρὸς τὰ δεξιά.

Τάξη μεγέθους μερικῶν δυνάμεων.

Δύναμη ἕλξης ἑνὸς ἀνθρώπου	20—30 Kp
Δύναμη ἕλξης ἑνὸς ἀλόγου	60—70 Kp
Δύναμη ἕλξης μιᾶς ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου	10—80 Mp
Δύναμη ὠθήσεως στροβιλοαντιδραστήρα Boeing 707	5920 Kp
Δύναμη ὠθήσεως πυραύλου «Ἄτλας» κατὰ τὴν ἐκτόξευση	178 Mp



Σχ. 8.
Δυναμόμετρα μὲ ἔλασμα
(μέχρι 100 Kp)

Ὑπάρχουν πολλοὶ τύποι δυναμομέτρων, μὲ τὰ ὁποῖα μετροῦμε δυνάμεις πολλῶν τόνων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὀνομάζομε δύναμη κάθε αἰτία ποὺ μπορεῖ νὰ μεταβάλει τὸ σχῆμα ἑνὸς σώματος, νὰ τὸ θέσει σὲ κίνηση ἢ νὰ τροποποιήσει τὴν κίνησή του.

2. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, ἡ μυϊκὴ δύναμη, ἡ ἕλξη τοῦ μαγνήτη, ἡ δύναμη τοῦ νεροῦ ποὺ ρέει, ἡ ἐλαστικὴ δύναμη τοῦ ἀτμοῦ κτλ. εἶναι οἱ πιὸ συνηθισμένες δυνάμεις ποὺ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν κίνηση τῶν μηχανῶν.

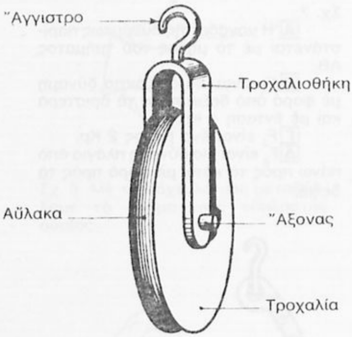
3. Μιὰ δύναμη χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς, τὴ διεύθυνση, τὴ φορὰ καὶ τὴν ἔντασή της.

4. Ἡ ἔνταση μιᾶς δυνάμεως εἶναι ἕνα μέγεθος ποὺ μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ.

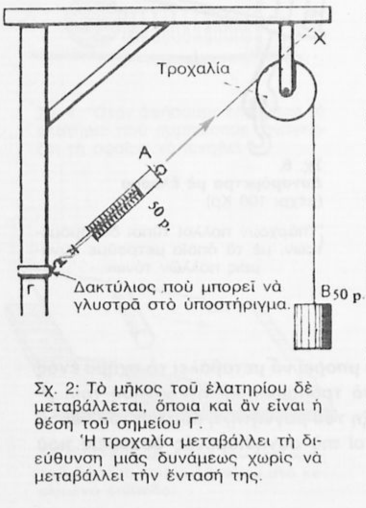
Οἱ μονάδες τῆς δυνάμεως εἶναι οἱ ἴδιες μὲ τὶς μονάδες τοῦ βάρους: τὸ Kp (Κιλοπὸντ) καὶ τὸ Newton.

11° ΜΑΘΗΜΑ: Ἰσορροπία ἑνὸς σώματος μὲ τὴν ἐπίδραση πολλῶν δυνάμεων.

Η ΤΡΟΧΑΛΙΑ



Σχ. 1: **Ἡ τροχαλία** εἶναι ἕνας δίσκος μὲ αὐλακα στὴν περιφέρεια, ὁ ὁποῖος στρέφεται γύρω ἀπὸ ἕναν ἄξονα, ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸ κέντρο του.



Σχ. 2: Τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου δὲ μεταβάλλεται, ὅποια καὶ ἂν εἶναι ἡ θέση τοῦ σημείου Γ.
Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴ διεύθυνση μιᾶς δυνάμεως χωρὶς νὰ μεταβάλλει τὴν ἔντασή της.

1 Ἡ τροχαλία ἀλλάζει τὴ διεύθυνση μιᾶς δυνάμεως.

Μὲ τὸ πείραμα (σχ. 2) βλέπομε ὅτι, ἐνῶ τὸ βάρος ποὺ κρεμοῦμε εἶναι μιὰ δύναμη, ποὺ ἔχει διεύθυνση κατακόρυφη, ἡ δύναμη αὐτὴ μεταφέρεται στὸ ἄκρο Α τοῦ δυναμομέτρου μὲ διεύθυνση ΑΧ καὶ ἔνταση τὴν ἴδια.

Ὁποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέση τοῦ κρίκου Γ, ἡ ἔνδειξη τοῦ δυναμομέτρου μένει ἡ ἴδια.

Συμπέρασμα. *Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴ διεύθυνση μιᾶς δυνάμεως, χωρὶς νὰ ἀλλάζει τὴν ἔντασή της.*

Ἰσορροπία δύο ἀντίθετων δυνάμεων.

Ἡ μυϊκὴ προσπάθεια κάθε ὁμάδας παιδιῶν (σχ. 3) εἶναι καὶ μιὰ δύναμη. Τὸ τεντωμένο σκοινὶ μᾶς δίνει τὴν κοινὴ διεύθυνση τῶν δύο δυνάμεων. Ἂν τὸ σημεῖο Ο, κοινὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς, στὴν ὅλη προσπάθεια τῶν ὁμάδων μείνει στὴ θέση του, τότε οἱ δυνάμεις εἶναι *ἴσες καὶ ἀντίθετες:* βρίσκονται δηλ. στὴν *ἴδια* εὐθεία, ἔχουν τὴν *ἴδια ἔνταση καὶ ἀντίθετη φορά.*

Μόνο ὅταν οἱ δυνάμεις (τὰ βάρη) F_1 καὶ F_2 (πείραμα 3) εἶναι ἴσες, ὁ κρίκος Ο ἰσορροπεῖ, διαφορετικὰ θὰ κινηθεῖ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλύτερης δυνάμεως.

Συμπέρασμα. *Ὅταν δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες ἐνεργοῦν σὲ ἕνα σῶμα, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ ἰσορροπεῖ.*

3 Ἰσορροπία δυνάμεων ποὺ συντρέχουν (ποὺ ἔχουν κοινὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς).

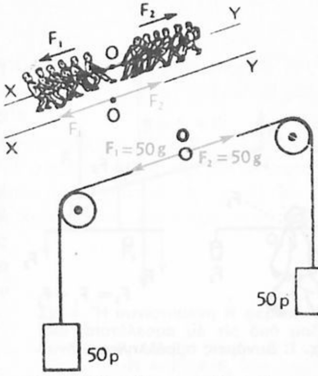
Παρατήρηση. Οἱ δυὸ ξυλοκόποι ποὺ βλέπομε (σχ. 4) τραβοῦν ὁ καθένας πρὸς τὸ μέρος του τὸ δέντρο. Εἶναι φανερὸ ὅτι καὶ οἱ δυὸ δυνάμεις ἔχουν *κοινὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς.* Οἱ δυνάμεις αὐτὲς λέγονται *συντρέχουσες.*

● *Πείραμα.* Ἂν ἀπὸ τὶς ἄκρες τῶν τριῶν νημάτων κρεμάσουμε τὰ βάρη ποὺ βλέπομε στὴν εἰκόνα (5), ὁ κρίκος Ο στὴν ἀρχὴ θὰ κινηθεῖ καὶ ὕστερα θὰ ἰσορροπήσει.

Οἱ τρεῖς δυνάμεις F_1 F_2 F_3 *ἐνεργοῦν σὲ ἕνα σημεῖο καὶ ἰσορροποῦν.* Εἶναι εὔκολο νὰ δείξουμε ὅτι οἱ *διευθύνσεις τῶν τριῶν αὐτῶν δυνάμεων βρίσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.* (Μὲ μιὰ πλάκα π.χ. ἀπὸ χαρτόνι ποὺ τοποθετοῦμε πίσω ἀπ' αὐτές).

Συμπέρασμα. *Ὀνομάζομε συντρέχουσες δυνάμεις ἐκεῖνες ποὺ οἱ διευθύνσεις τους ἔχουν ἕνα κοινὸ σημεῖο.*

Ὅταν τρεῖς συντρέχουσες δυνάμεις ἰσορροποῦν, τότε οἱ δυνάμεις αὐτὲς βρίσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.



Σχ. 3: Ὁ δακτύλιος μὲ τὴν ἐπίδραση δύο δυνάμεων F_1 καὶ F_2 ἴσων καὶ ἀντίθετων μένει ἀκίνητος.

Δύο δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες ἰσορροποῦν.

4 Συνισταμένη δυὸ δυνάμεων ποὺ συντρέχουν.

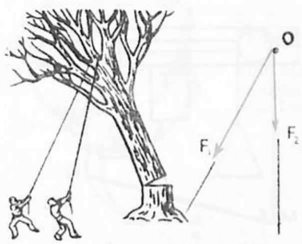
● Τοποθετοῦμε πίσω ἀπὸ τὰ νήματα ἕνα λευκὸ χαρτόνι καὶ σημειώνομε μὲ τὰ διανύσματα ΟΑ ΟΒ ΟΓ τὶς δυνάμεις F_1 F_2 F_3. Οἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν τὴν F_3. Μποροῦμε νὰ πετύχουμε τὴν ἴδια ἰσορροπία, ἂν ἀντικαταστήσουμε τὶς δυνάμεις F_1 καὶ F_2 μὲ τὴ δύναμη R, ἴση καὶ ἀντίθετη μὲ τὴν F_3 (σχ. 5).

● Τὴ δύναμη αὐτή, ποὺ φέρνει τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα μὲ τὶς δυὸ δυνάμεις F_1 καὶ F_2, τὴν παριστάνομε μὲ τὸ διάνυσμα ΟΔ. Ἡ δύναμη R λέγεται **συνισταμένη** τῶν δυνάμεων F_1 καὶ F_2.

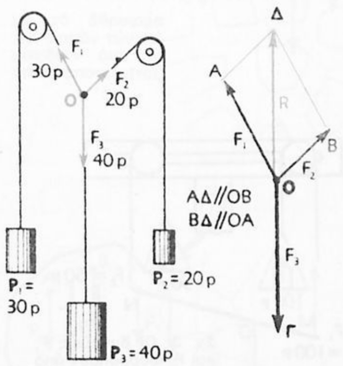
● Ἂν κατασκευάσουμε τὸ τετράπλευρο ΟΑΔΒ, βλέπομε ὅτι εἶναι ἕνα παραλληλόγραμμο. Τὸ διάνυσμα ΟΔ εἶναι ἡ διαγώνιος αὐτοῦ τοῦ παραλληλογράμμου.

Συμπέρασμα. *Ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων ποὺ συντρέχουν εἶναι μιὰ δύναμη, ἡ ὁποία, ὅταν ἐνεργεῖ (μόνη της), φέρνει τὰ ἴδια ἀποτελέσματα μὲ τὶς δύο αὐτὲς δυνάμεις.*

Ἡ συνισταμένη παριστάνεται μὲ τὴ διαγώνιο τοῦ παραλληλογράμμου, ποὺ κατασκευάζομε ἀπὸ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.



Σχ. 4: Δυνάμεις ποὺ συντρέχουν (ποὺ ἐνεργοῦν στὸ ἴδιο σημεῖο).



Σχ. 5: Οἱ συντρέχουσες δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν ἀπὸ τὴ δύναμη F_3.

Τὸ διάνυσμα $\overrightarrow{ΟΔ}$ παριστάνει δύναμη ἀντίθετη πρὸς τὴν F_3. Ἡ δύναμη R φέρνει τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα ποὺ φέρνουν καὶ οἱ δύο δυνάμεις F_1 καὶ F_2 μαζί. R εἶναι ἡ **συνισταμένη** τῆς F_1 καὶ F_2. Οἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 εἶναι οἱ **συνιστῶσες** τῆς συνισταμένης R.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

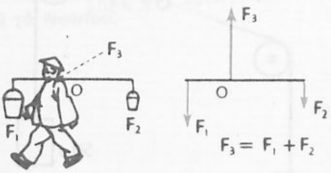
1. Ἡ τροχαλία τροποποιεῖ τὴ διεύθυνση μιᾶς δυνάμεως, δὲν μεταβάλλει ὅμως τὴν ἔντασή της.

2. Ἕνα σῶμα ἰσορροπεῖ, ὅταν ἐνεργοῦν πάνω του δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες.

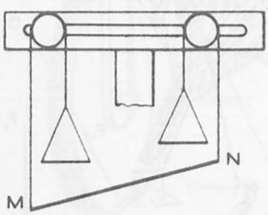
3. Δυὸ δυνάμεις λέγονται συντρέχουσες, ὅταν οἱ διευθύνσεις τους ἔχουν ἕνα κοινὸ σημεῖο. Οἱ διευθύνσεις τριῶν δυνάμεων ποὺ συντρέχουν, ὅταν ἰσορροποῦν, βρίσκονται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο.

4. Ἡ συνισταμένη δυὸ δυνάμεων ποὺ συντρέχουν παριστάνεται μὲ τὴ διαγώνιο τοῦ παραλληλογράμμου, ποὺ κατασκευάζομε ἀπὸ τὰ διανύσματα τῶν δυὸ αὐτῶν δυνάμεων.

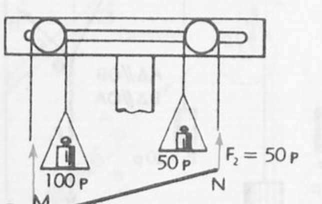
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ

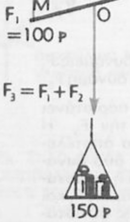


Σχ. 1: Δυνάμεις παράλληλες.



Σχ. 2: Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ἡ διάταξη βρίσκεται σὲ ἰσορροπία.





Σχ. 3: Οἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν ἀπὸ τὴ δύναμη F_3, ἡ ὁποία ἔχει ἔνταση ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῆς F_1 καὶ F_2, τὴν ἴδια διεύθυνση καὶ ἀντίθετη φορά. Τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς της O καθορίζεται ἀπὸ τὴ σχέση: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

1 Ἰσορροπία δυὸ παράλληλων δυνάμεων.

● *Παρατήρηση:* Τὰ δυὸ βάρη ποὺ σηκώνει αὐτὸς ὁ ἄνθρωπος (σχ. 1) εἶναι **δυνάμεις παράλληλες** καὶ ἔχουν τὴν ἴδια φορά. Οἱ δυνάμεις αὐτὲς ἐφαρμόζονται στὰ ἄκρα τῆς ράβδου, ποὺ ἰσορροπεῖ στὸν ὦμο τοῦ ἀνθρώπου στὸ σημεῖο O.

● *Πείραμα:* Πραγματοποιοῦμε μὲ δυὸ τροχαλίες τὴ διάταξη ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 2. Ὅταν οἱ δυὸ δίσκοι εἶναι κενοί, τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ καὶ τὰ νήματα εἶναι κατακόρυφα. Ἡ ράβδος MN ἔχει μῆκος 36 cm.

● Τοποθετοῦμε στὸν ἀριστερὸ δίσκο ἕνα βάρος 100 p καὶ στὸ δεξιὸ 50 p. Ἡ ράβδος MN ἀρχίζει νὰ κινεῖται πρὸς τὰ ἐπάνω καί, γιὰ νὰ τὴν ἰσορροπήσουμε, πρέπει νὰ ἐξαρτήσουμε ἀπὸ τὸ σημεῖο O ἕνα βάρος 150 p.

Παρατηροῦμε ὅτι τὸ σημεῖο O ἀπέχει ἀπὸ τὰ ἄκρα τῆς ράβδου OM = 12 cm καὶ ON = 24 cm (σχ. 3).

● Ἐπαναλαμβάνομε τὸ πείραμα μὲ διάφορα βάρη καὶ καταρτίζομε τὸν παρακάτω πίνακα.

F_1 p	F_2 p	Ἰσορροπία πετυχαίνομε, ὅταν F_3 F_1+F_2	OM =	ON =	$F_1 \times OM$	$F_2 \times ON$
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. *Δυὸ παράλληλες δυνάμεις F_1 καὶ F_2, ποὺ ἔχουν τὴν αὐτὴ φορὰ καὶ ἐνεργοῦν στὰ σημεῖα M καὶ N μιᾶς εὐθείας, ἰσορροποῦνται ἀπὸ μιὰ τρίτη δύναμη F_3, ποὺ εἶναι παράλληλη μὲ τὶς δυνάμεις αὐτὲς καὶ ἔχει φορὰ ἀντίθετη. Ἡ ἔνταση τῆς F_3 εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν F_1 καὶ F_2 εἶναι δηλ. $F_3 = F_1 + F_2$. Τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς O τῆς δυνάμεως F_3 βρίσκεται πάνω στὸ εὐθύγραμμο τμῆμα MN καὶ καθορίζεται ἀπὸ τὴ σχέση:*

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

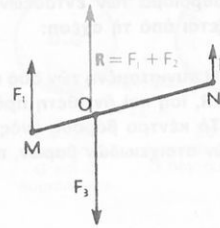
2 Συνισταμένη τῶν παράλληλων δυνάμεων.

Τὸ σημεῖο O δὲν θὰ μετακινηθεῖ, καὶ ἂν ἐνεργοῦν ἐπάνω του δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες, ἡ F_3 καὶ ἡ R (σχ. 4).

Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἡ R εἶναι ἰσοδύναμη μὲ τὶς δυὸ παράλληλες δυνάμεις F_1 καὶ F_2 καὶ λέγεται **συνισταμένη** τῶν δυὸ αὐτῶν δυνάμεων.

Ἡ συνισταμένη δυὸ δυνάμεων παράλληλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ποὺ ἐφαρμόζουν στὰ σημεῖα Μ καὶ Ν ἔχει τὴν *αὐτὴ διεύθυνση* μὲ τὶς δυὸ αὐτὲς δυνάμεις καὶ *τὴν αὐτὴ φορά, ἡ ἔντασή της εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δυὸ δυνάμεων καὶ ἡ θέση τοῦ σημείου Ο τῆς ἐφαρμογῆς της καθορίζεται ἀπὸ τὴ σχέση:*

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



Σχ. 4: Ἡ συνισταμένη R φέρνει τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα μὲ τὶς δυὸ μαζὶ δυνάμεις F_1 καὶ F_2

$$R = F_1 + F_2$$

καὶ ἔχει τὴν ἴδια διεύθυνση καὶ φορὰ

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

3 Κέντρο βάρους.

Γνωρίζομε ὅτι κάθε σῶμα ἕλκεται ἀπὸ τὴ Γῆ μὲ μιὰ δύναμη ποὺ λέγεται βάρος τοῦ σώματος. Τὸ βάρος ἔχει διεύθυνση κατακόρυφη καὶ φορὰ ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω.

● Ἂν ἀφήσουμε ἕνα σῶμα ἐλεύθερο, π.χ. ἕνα κομμάτι μάρμαρο, θὰ πέσει κατακόρυφα μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους του. Τὸ ἴδιο θὰ συμβεῖ γιὰ ὅλα τὰ κομμάτια ποὺ θὰ πάρουμε, ἂν κόψουμε τὸ σῶμα σὲ μικρότερα, ὅσο μικρὰ καὶ ἂν εἶναι, καὶ τὰ ἀφήσουμε ἐλεύθερα, ἐπειδὴ πάνω στὸ καθένα ἐνεργεῖ ἡ δύναμη τοῦ βάρους του ποὺ ἔχει διεύθυνση κατακόρυφη.

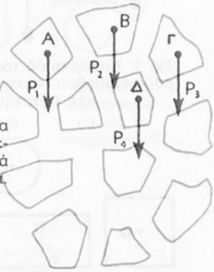
● Μποροῦμε λοιπὸν νὰ θεωρήσουμε ὅτι τὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ κομματάκια καὶ ἐπομένως τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων αὐτῶν τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν ποὺ εἶναι δυνάμεις παράλληλες καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς.

● Ἡ συνισταμένη τῶν παράλληλων αὐτῶν δυνάμεων βρίσκεται, ἂν συνθέσουμε δυὸ ἀπὸ τὶς δυνάμεις αὐτὲς καὶ τὴ συνισταμένη τους μὲ τὴν τρίτη δύναμη, τὴ νέα συνισταμένη μὲ τὴν τέταρτη κ.ο.κ., ὡσότου καταλήξουμε σὲ μιὰ δύναμη, ποὺ εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους τοῦ σώματος λέγεται **κέντρο βάρους.**

Ἀποδεικνύεται ὅτι, ὅποια σειρὰ καὶ ἂν ἀκολουθήσουμε στὴ σύνθεση τῶν δυνάμεων, βρίσκομε τὸ ἴδιο κέντρο βάρους.

Σχ. 5: Τὸ βάρος P ὅλου τοῦ τεμαχίου εἶναι ἴσο



μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν τεμαχιδίων ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται.

Τὸ βάρος P εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν βαρῶν ὅλων τῶν τεμαχιδίων ποὺ ἀποτελοῦν τὸ σῶμα.

> **Συμπέρασμα.** *Κέντρο βάρους ἑνὸς σώματος εἶναι τὸ σημεῖο τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, ποὺ τὸ ἄθροισμά τους ἀποτελεῖ τὸ βάρος τοῦ σώματος.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Δυὸ δυνάμεις F_1 καὶ F_2, παράλληλες καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ποὺ ἐνεργοῦν στὰ σημεῖα Μ καὶ Ν μιᾶς εὐθείας, ἰσορροποῦν ἀπὸ μιὰ τρίτη δύναμη F, παράλληλη μὲ τὶς δυνάμεις αὐτές, ἀλλὰ ἀντίθετης φορᾶς. Ἡ δύναμη αὐτὴ ἔχει ἔνταση ἴση**

μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δυὸ δυνάμεων. Τὸ σημεῖον Ο τῆς ἐφαρμογῆς της καθορίζεται ἀπὸ τὴ σχέση:

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

2. Ἡ συνισταμένη τῶν δυὸ αὐτῶν παράλληλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς δυνάμεων εἶναι ἡ δύναμη R, ἴση καὶ ἀντίθετη πρὸς τὴν F_3.

3. Τὸ κέντρο βάρους ἑνὸς σώματος εἶναι τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, ποὺ τὸ ἄθροισμά τους ἀποτελεῖ τὸ βάρος τοῦ σώματος.

13° ΜΑΘΗΜΑ: Πειραματικὸς προσδιορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους.

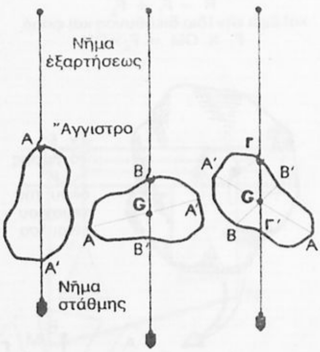
ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ

1 Κέντρο βάρους μιᾶς πλάκας.

● Κρεμοῦμε μιὰ πλάκα π.χ. ἀπὸ χαρτόνι μὲ ἕνα νῆμα ποὺ τὸ ἔχομε στερεώσει σὲ ἕνα σημεῖο τῆς περιμέτρου της.

● Ἀπὸ τὸ ἴδιο σημεῖο ἔχομε κρεμάσει καὶ ἕνα νῆμα τῆς στάθμης. Ἂν τὸ νῆμα αὐτὸ τῆς στάθμης τὸ ἔχουμε τρίψει προηγουμένως μὲ κιμωλία, θὰ ἀφήσει πάνω στὸ χαρτόνι μιὰν ἄσπρη γραμμή. Ἡ κοινὴ κατακόρυφος, ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ τὸ νῆμα τῆς στάθμης καὶ ἀπὸ τὸ νῆμα, ὅπου ἔχομε κρεμάσει τὸ σῶμα, εἶναι ἡ διεύθυνση τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

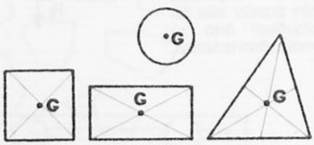
● Ἐπαναλαμβάνομε τὸ ἴδιο πείραμα μὲ διάφορα σημεῖα Β, Γ ... τῆς περιμέτρου τῆς πλάκας καὶ βλέπομε ὅτι τὰ ἴχνη τῆς κιμωλίας ΒΒ', ΓΓ' *συντρέχουν σὲ ἕνα σημεῖο G*. Αὐτὸ εἶναι τὸ *σημεῖο ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους τοῦ σώματος* ἢ τὸ *κέντρο βάρους τῆς πλάκας* (σχ. 1).



Σχ. 1: Καθορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους ἐπίπεδου σώματος μὲ διαδοχικὲς ἐξαρτήσεις.

> **Συμπέρασμα.** *Γιὰ νὰ καθορίσουμε τὸ κέντρο βάρους μιᾶς πλάκας, τὴν κρεμοῦμε ἀπὸ διάφορα σημεῖα τῆς περιμέτρου της. Οἱ κατακόρυφες ποὺ περνοῦν κάθε φορὰ ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτὰ συντρέχουν σὲ ἕνα σημεῖο, ποὺ εἶναι τὸ κέντρο βάρους τοῦ σώματος.*

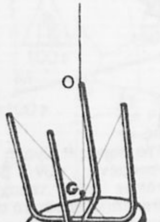
Σημείωση. Γιὰ νὰ καθορίσουμε τὸ κέντρο βάρους τοῦ σώματος, εἶναι ἀρκετὸ νὰ τὸ κρεμάσουμε διαδοχικὰ ἀπὸ δύο μόνο σημεῖα τῆς περιμέτρου του ποὺ νὰ ἀπέχουν μεταξύ τους.



Σχ. 2: Κέντρο βάρους γεωμετρικῶν σχημάτων.

2 Κέντρο βάρους σωμάτων μὲ γεωμετρικὸ σχῆμα, ποὺ εἶναι ἐπίπεδα καὶ ὁμογενῆ.

● Ἐπαναλαμβάνομε τὸ προηγούμενο πείραμα μὲ ὁμογενεῖς πλάκες, ποὺ ἔχουν διάφορα συμμετρικὰ γεωμετρικὰ σχήματα, καὶ βλέπομε ὅτι τὸ κέντρο



Σχ. 3: Καθορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους ἑνὸς σκαμνιοῦ.

Σχ. 4: Ἰσορροπία ράβδου.

βάρους τοῦ κύκλου εἶναι τὸ γεωμετρικό του κέντρο, τοῦ τετραγώνου καὶ παραλληλογράμμου τὸ σημεῖο, ὅπου συντρέχουν οἱ διαγώνιές τους, καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημεῖο ὅπου συντρέχουν οἱ διάμεσές του (σχ. 2).

3 Κέντρο βάρους ὁποιουδήποτε στερεοῦ σώματος.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἐξαρτήσεως ποὺ ἐφαρμόσαμε προηγουμένως, γιὰ νὰ καθορίσουμε τὸ κέντρο βάρους μιᾶς πλάκας, δὲν μπορεῖ νὰ μᾶς χρησιμεύσει γιὰ τὸν ἴδιο σκοπό, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει ἕνα ὁποιοδήποτε σχῆμα, γιατὶ δὲν μποροῦμε νὰ σημειώσουμε τὴν προέκταση τῆς κατακορύφου ἀπὸ τὸ σημεῖο ποὺ κρεμάσαμε τὸ σῶμα· σὲ ὁρισμένες ὅμως περιπτώσεις, ὅπως π.χ. σὲ ἕνα σκαμνί, ἕνα μπαστούνι (σχ. 3,4) κτλ., μποροῦμε νὰ τὴν ἐφαρμόσουμε καὶ βλέπομε ὅτι τὸ κέντρο βάρους εἶναι δυνατὸ νὰ βρίσκεται καὶ ἔξω ἀπὸ τὸ σῶμα.

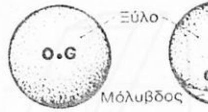
4 Κέντρο βάρους στερεῶν σωμάτων μὲ γεωμετρικὸ σχῆμα.

Τὸ κέντρο βάρους σωμάτων ποὺ ἔχουν συμμετρικὸ γεωμετρικὸ σχῆμα, ἂν αὐτὰ εἶναι ὁμογενῆ, συμπίπτει μὲ τὸ γεωμετρικό τους κέντρο, ἐνῶ ἂν δὲν εἶναι, τότε βρίσκεται στὸ βαρύτερο μέρος τοῦ σώματος ἢ κοντὰ σ' αὐτό.

5 Ἰσορροπία.

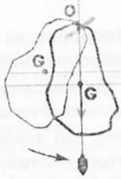
- Ἂν παρατηρήσουμε μιὰ μετάλλινη πλάκα ποὺ ἔχομε κρεμάσει ἀπὸ ἕνα σημεῖο Ο, θὰ δοῦμε ὅτι, ὅταν τὴ μετατοπίσουμε, ὕστερα ἀπὸ μερικὲς ταλαντώσεις θὰ ἰσορροπήσει στὴν ἀρχική της θέση (σχ. 6).
- Ἂν τοποθετήσουμε τὴν πλάκα ἔτσι, ποὺ τὸ κέντρο βάρους της νὰ εἶναι πάνω ἀπὸ τὸ σημεῖο Ο (σχ. 7 Α) καὶ βροῦμε τὴ θέση ἰσορροπίας τοῦ σώματος, ποὺ δύσκολα πετυχαίνεται, τὸ κέντρο βάρους θὰ βρίσκεται στὴν ἴδια κατακόρυφο μὲ τὸ σημεῖο Ο.
- Ἂν ὅμως μετατοπίσουμε καὶ ἐλάχιστα τὸ σῶμα, τοῦτο δὲν ξανάρχεται στὴ θέση του, ἀλλὰ παίρνει τὴν προηγούμενη θέση ἰσορροπίας.
- Στὴν πρώτη περίπτωση λέμε ὅτι τὸ σῶμα βρίσκεται σὲ **εὐσταθὴ** ἰσορροπία, ἐνῶ στὴ δεύτερη σὲ **ἀσταθῆ**.
- Ἂν τέλος κρεμάσουμε τὸ σῶμα ἀπὸ τὸ κέντρο βάρους του, τότε, ὁποιαδήποτε θέση καὶ ἂν τοῦ δώσουμε, βλέπομε ὅτι ἰσορροπεῖ. Στὴν περίπτωση αὐτὴ λέμε ὅτι τὸ σῶμα βρίσκεται σὲ **ἀδιάφορη ἰσορροπία** (σχ. 7 Β).

Παρατήρηση: *Παρατηροῦμε ὅτι σὲ ὅλες τὶς περιπτώσεις τὸ κέντρο βάρους ἔχει τὴν τάση νὰ καταλάβει τὴ χαμηλότερη θέση.*

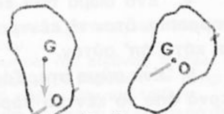


Σχ. 5.

Σφαίρα ὁμογενὴς G καὶ Ο συμπίπτουν. Σφαίρα ἀνομοιογενὴς G καὶ Ο δὲν συμπίπτουν.

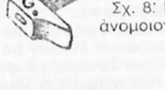


Σχ. 6: Ἡ πλάκα ἂν ἀπομακρυνθεῖ ἀπὸ τὴ θέση ἰσορροπίας ὕστερα ἀπὸ μερικὲς ταλαντώσεις, ἐπανέρχεται στὴν ἀρχική της θέση. Τὸ σῶμα βρίσκεται σὲ **εὐσταθὴ ἰσορροπία.** Ο καὶ G στὴν ἴδια κατακόρυφο. Τὸ Ο πάνω ἀπὸ τὸ G.

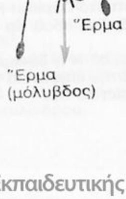


Σχ. 7.

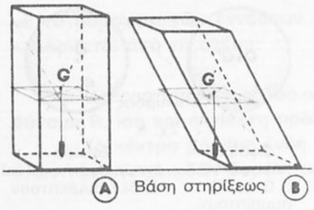
Ἰσορροπία **ἀσταθὴς** (Ο κάτω ἀπὸ τὸ G). Ἰσορροπία **ἀδιάφορος** (Ο καὶ G συμπίπτουν).



Σχ. 8: Κέντρο βάρους ἀνομοιογενοῦς σώματος.



Σχ. 9: Νὰ ἐξηγηθεῖ ἡ ἰσορροπία τοῦ ἀκροβάτη. Εἶναι εὔκολο νὰ πραγματοποιήσουμε καὶ ἄλλα παρόμοια πειράματα μὲ ἁπλὰ μέσα.



Σχ. 10: Ἰσορροπία σώματος στηριζόμενου σὲ ἕνα ὑποστήριγμα.
Ποιὰ θέση τείνει νὰ πάρει τὸ πρίσμα Β;

6 Ἰσορροπία ἑνὸς σώματος στηριζόμενου σὲ ὁριζόντιο ἐπίπεδο.

Πείραμα. Τὸ ἀρθρωτὸ παραλληλεπίπεδο ἰσορροπεῖ πάνω στὴ βάση του, βάση στηρίξεως, μόνο ὅταν ἡ κατακόρυφος, ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸ κέντρο βάρους, περνᾶ καὶ ἀπὸ τὴ βάση του. Σὲ κάθε ἄλλη περίπτωση τὸ σῶμα πέφτει.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Μποροῦμε νὰ καθορίσουμε τὸ κέντρο βάρους ἑνὸς σώματος, ἂν τὸ κρεμάσουμε διαδοχικὰ ἀπὸ διάφορα σημεῖα του καὶ σημειώσουμε κάθε φορὰ τὴ διεύθυνση τῆς κατακορύφου ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά. Ὅλες αὐτὲς οἱ κατακόρυφες περνοῦν ἀπὸ ἕνα σημεῖο ποὺ εἶναι τὸ κέντρο βάρους τοῦ σώματος.

2. Κέντρο βάρους τοῦ κύκλου, τοῦ τετραγώνου, τοῦ παραλληλογράμμου εἶναι τὸ γεωμετρικό τους κέντρο, καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημεῖο ποὺ συντρέχουν οἱ διάμεσοί του.

3. Κέντρο βάρους τῆς σφαίρας, τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ κύβου, ἂν εἶναι ὁμογενή, εἶναι τὸ γεωμετρικό τους κέντρο· σὲ κάθε ἄλλη περίπτωση βρίσκεται στὸ βαρύτερο μέρος τοῦ σώματος ἢ πιὸ κοντὰ σ' αὐτό.

4. Ἕνα σῶμα ποὺ εἶναι κρεμασμένο ἀπὸ ὁριζόντιον ἄξονα βρίσκεται σὲ εὐσταθὴ ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρο βάρους του εἶναι στὴν κατακόρυφο ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸν ἄξονα καὶ κάτω ἀπ' αὐτόν.

5. Ἕνα σῶμα στηριζόμενο σὲ ὁριζόντιο ἐπίπεδο ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ κατακόρυφος ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸ κέντρο βάρους τοῦ σώματος συναντᾶ τὴ βάση τῆς στηρίξεώς του.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 3: Δύναμη. Δυναμόμετρο.

Ι. Ἡ ἔννοια τῆς δυνάμεως.

1. Μὲ κλίμακα δυνάμεων 2 cm γιὰ 1 Kp νὰ παρασταθεῖ γραφικὰ μὲ σημεῖο ἐφαρμογῆς τὸ Ο.
α) Ἕνα βάρος 3 Kp.
β) Μιὰ δύναμη ὁριζόντια μὲ φορὰ ἀπὸ τ' ἀριστερὰ στὰ δεξιὰ καὶ ἔνταση 2,4 Kp.
γ) Μιὰ πλάγια δύναμη, μὲ φορὰ ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω ποὺ σχηματίζει γωνία 60° μὲ τὴν προηγούμενη καὶ ἔχει ἔνταση 4 Kp.

2. Δύο διανύσματα ἔχουν μῆκος ἀντίστοιχα 52 mm καὶ 75 mm. Ποιὰ ἔνταση ἔχουν οἱ δυνάμεις ποὺ παριστάνουν τὰ διανύσματα αὐτά, ἂν στὴν κλίμακα πήραμε 1 cm γιὰ 100 p;

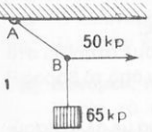
3. Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ μὲ κλίμακα 1 cm $\triangleq$ 1 Kp δυὸ κάθετες δυνάμεις ἐφαρμοσμένες σὲ ἕνα σημεῖο Ο, μὲ ἀντίστοιχες ἐντάσεις 3,2 Kp καὶ 4,8 Kp.

4. Γνωρίζοντας ὅτι στὸ Παρίσι 1 Kp ἰσοδυναμεῖ μὲ 9,81 N, νὰ βρεθεῖ μὲ πόσα Kp ἰσοδυναμεῖ ἐκεῖ τὸ 1 N.

5. Νὰ ὑπολογιστεῖ σὲ N ἡ δύναμη ποὺ συγκρατεῖ ἕναν ἄνθρωπο στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, ἂν αὐτὸς ζυγίζει στὸ Παρίσι 58 Kp.

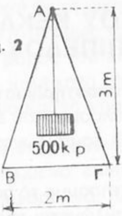
6. Ὁ παρακάτω πίνακας δίνει τὴν τάξη μεγέθους μερικῶν δυνάμεων.
Δύναμη ἕλξης ἀνθρώπου (μέση προσπάθεια): 20-30 Kp.
Δύναμη ἕλξης ἀλόγου (μέση προσπάθεια): 60-70 Kp.
Δύναμη ἕλξης ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου: 25 Mp.
Νὰ ἐκφραστεῖ ἡ ἔνταση αὐτῶν τῶν δυνάμεων σὲ Newtons (1 Kp = 9,81 N).

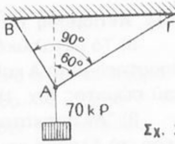
7. Τὸ ἐλατήριο ἑνὸς δυναμομέτρου ἐπιμηκύνεται κατὰ 2 cm μὲ τὴν ἐπίδραση δυνάμεως 5 Kp. Ὑποθέτομε ὅτι οἱ ἐπιμηκύνσεις εἶναι ἀνάλογες μὲ τὶς δυνάμεις ποὺ τὶς προκαλοῦν.
α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ἀπόσταση ἀνάμεσα σὲ δυὸ διαδοχικὲς ἐνδείξεις τῆς κλίμακας τοῦ δυναμομέτρου, ἂν αὐτὸ εἶναι βαθμολογημένο σὲ Kp.
β) Μποροῦμε νὰ διακρίνουμε μετατόπιση τοῦ δείχτη ἴση μὲ τὸ 1/10 τῆς ὑποδιαιρέσεως. Ποιὸ εἶναι σὲ Kp τὸ φορτίο ποὺ μπορεῖ νὰ προκαλέσει αὐτὴ τὴ μετατόπιση; (αὐτὸ εἶναι τὸ μέτρο τῆς εὐαισθησίας τοῦ δυναμομέτρου).



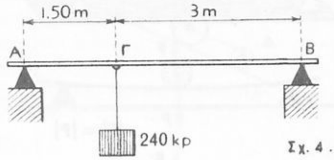
Σχ. 1

Σχ. 2





Σχ. 3



Σχ. 4.

II. Ἰσορροπία τριῶν δυνάμεων ποὺ συντρέχουν.

8. α) Νὰ σχεδιαστεῖ ἡ συνισταμένη R δυὸ δυνάμεων F_1 = 20 Kp καὶ F_2 = 40 Kp, ποὺ συντρέχουν καὶ εἶναι κάθετες. (Κλίμακα: 1 cm ≙ 5 Kp).

β) Νὰ προσδιοριστεῖ, μὲ μέτρηση τοῦ ἀντίστοιχου διανύσματος, ἡ ἔνταση τῆς R.

γ) Νὰ μετρηθεῖ ἡ γωνία ποὺ σχηματίζει αὐτὴ ἡ συνισταμένη μὲ κάθε μιὰ ἀπὸ τὶς συνιστῶσες.

9. Σὲ ἕνα σημεῖο O ἐφαρμόζονται 2 δυνάμεις F_1 = 12 Kp καὶ F_2 = 8 Kp, ποὺ οἱ διευθύνσεις τους σχηματίζουν γωνία 60°.

α) Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ οἱ δυὸ αὐτὲς δυνάμεις. (Κλ. 1 cm ≙ 2 Kp).

β) νὰ σχεδιαστεῖ ἡ συνισταμένη τους R καὶ νὰ βρεθεῖ ἡ δύναμη F ποὺ πρέπει νὰ ἐφαρμοστεῖ στὸ O, γιὰ νὰ ἰσορροπήσει μὲ τὶς F_1 καὶ F_2. (Ἡ ἔντασή της θὰ βρεθεῖ μὲ τὴ μέτρηση ἑνὸς διανύσματος).

10. Σὲ κάθε ἄκρη ἑνὸς νήματος, ποὺ περνᾶ ἀπὸ δυὸ τροχαλίες, κρεμοῦμε ἀπὸ ἕνα βάρος 1 Kp καὶ σὲ ἕνα σημεῖο του O, ἀνάμεσα στὶς δυὸ τροχαλίες, ἕνα βάρος P, ὁπότε ἔχομε ἰσορροπία, ὅταν τὸ νῆμα σχηματίζει γωνία 60° στὸ σημεῖο O.

α) Τί παριστάνει ἡ διεύθυνση τοῦ βάρους P γιὰ τὴ γωνία ποὺ σχηματίζουν οἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων F_1 καὶ F_2, οἱ ὁποῖες ἐφαρμόζουν στὸ σημεῖο O;

β) Νὰ γίνει τὸ σχῆμα καὶ νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ τὸ μέτρο τῆς ἐντάσεως τοῦ βάρους P (Κλ. 1 cm ≙ 0,5 Kp).

11. Στὸ ἄκρο B ἑνὸς νήματος, ποὺ εἶναι στερεωμένο στὸ σημεῖο A τῆς ὀροφῆς, κρεμιέται ἕνα βάρος 65 Kp καὶ ἀσκεῖται μιὰ ὁριζόντια ἕλξη 50 Kp (σχ. 1).

Νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ ἡ ἕλξη ποὺ ἀσκεῖται στὸ νῆμα AB, τάση τοῦ νήματος AB. (Κλ. 1 mm ≙ 1 Kp).

12. Δυὸ δοκοὶ συνδέονται ὅπως στὸ σχῆμα 2 καὶ φέρουν φορτίο 500 Kp. Νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ ἡ ἔνταση τῶν δυνάμεων ποὺ ἀσκοῦνται ἀπ' αὐτὲς στὸ ἔδαφος. (Κλ. 1 cm ≙ 100 Kp).

13. Δυὸ σχοινιὰ AB καὶ AΓ στερεώνονται στὴν ὀροφὴ ἀπὸ τὰ σημεῖα B καὶ Γ καὶ συγκρατοῦν στὸ A φορτίο 70 Kp (σχ. 3).

Νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ ἡ ἔνταση τῶν δυνάμεων ποὺ ἀσκοῦνται πρὸς τὶς διευθύνσεις BA καὶ ΓA μὲ τὶς τιμὲς τῶν γωνιῶν ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα. (Κλ. 1 cm ≙ 10 Kp).

III. Παράλληλες δυνάμεις. Κέντρο βάρους.

14. Δυὸ κατακόρυφες δυνάμεις μὲ φορὰ ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω καὶ ἐντάσεις 20 Kp καὶ 30 Kp ἐφαρμόζονται στὰ ἄκρα μιᾶς στερεῆς ράβδου, ἡ ὁποία ἔχει μῆκος 1 m.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ἔνταση τῆς συνισταμένης τους καὶ νὰ προσδιοριστεῖ τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς της στὴ ράβδο.

β) Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ αὐτὲς οἱ δυνάμεις καὶ ἡ συνισταμένη τους R (Κλ. 1 cm ≙ 5 Kp).

15. Δυὸ παιδιὰ 40 Kp καὶ 60 Kp κάνουν τραμπάλα μὲ μιὰ σανίδα 3 m, ποὺ στηρίζεται σὲ ἕναν κορμὸ δέντρου, καθισμένα στὶς ἄκρες της.

α) Σὲ πόση ἀπόσταση ἀπὸ τὸ ἐλαφρότερο παιδὶ πρέπει νὰ βρίσκεται ὁ κορμός, γιὰ νὰ ὑπάρχει ἰσορροπία;

β) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ δύναμη ποὺ δέχεται ὁ κορμὸς τοῦ δέντρου.

16. Ὁ ἄνθρωπος τῆς εἰκόνας 1 (σελ. 34) μεταφέρει δυὸ δοχεῖα νερὸ βάρους F_1 = 12 Kp καὶ F_2 = 18 Kp μὲ μιὰ ράβδο μήκους 1,50 m.

α) Πόσο πρέπει νὰ ἀπέχει τὸ ἀριστερὸ ἄκρο τῆς ράβδου ἀπ' τὸν ὦμο τοῦ ἀνθρώπου, γιὰ νὰ ὑπάρχει ἰσορροπία;

β) Πόση δύναμη ἀσκεῖται ἀπ' τὴ ράβδο στὸν ὦμο του;

γ) Πόση δύναμη ἀσκεῖται στὸ ἔδαφος, ἂν ὁ ἄνθρωπος ζυγίζει 72 Kp;

17. Γιὰ τὴ μεταφορὰ βάρους 160 Kp δυὸ ἐργάτες χρησιμοποιοῦν μιὰ μεταλλικὴ ράβδο μήκους 2 m. Ἂν τὸ βάρος κρεμιέται σὲ ἀπόσταση 1,25 m ἀπ' τὸν πρῶτο ἐργάτη, πόσο φορτίο σηκώνει ὁ καθένας τους;

18. Ἕνα δοκάρι ἀμελητέου βάρους ποὺ στηρίζεται σὲ δυὸ τριγωνικὰ πρίσματα A καὶ B (σχ. 4) φέρει στὸ σημεῖο Γ βάρος 240 Kp.

Νὰ ὑπολογιστεῖ τὸ φορτίο, τὸ ὁποῖο δέχεται κάθε ὑποστήριγμα (A καὶ B).

19. Μιὰ μεταλλικὴ πλάκα σχήματος ἰσοσκελοῦς τριγώνου μὲ πλευρὲς BΓ = 15 cm, AB = AΓ = 18 cm, ζυγίζει 800 p καὶ κρεμιέται μὲ ἕνα νῆμα ἀπ' τὴν κορυφὴ A.

α) Νὰ σχεδιαστεῖ ἡ πλάκα μὲ κλίμακα 1/3.

β) Νὰ προσδιοριστεῖ γεωμετρικὰ τὸ κέντρο βάρους της.

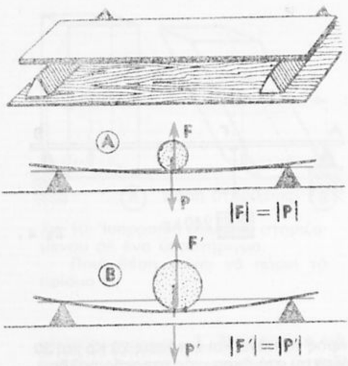
γ) Νὰ παρασταθεῖ τὸ βάρος της μὲ ἕνα διάνυσμα καὶ νὰ ὁριστεῖ ἡ ἀρχή του (Κλ. 1 cm ≙ 200 p).

20. Ἕνας ὀρθὸς ὁμογενὴς κύλινδρος ποὺ στηρίζεται στὴ βάση του, μὲ διάμετρο 8 cm, ἀνατρέπεται μόλις τὸ ἐπίπεδο τῆς στηρίξεώς του σχηματίσει μὲ τὸ ὁριζόντιο ἐπίπεδο γωνία μεγαλύτερη τῶν 30°.

α) Νὰ γίνει ἕνα σχῆμα μὲ κλίμακα 1/2 καὶ νὰ προσδιοριστεῖ τὸ κέντρο βάρους τοῦ κυλίνδρου.

β) Νὰ ὑπολογιστεῖ γραφικὰ ἀπ' τὸ σχῆμα τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ



Σχ. 1: Μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους P τὸ ἔλασμα καμπυλώνεται καὶ ἀσκεῖ τότε πάνω στὸ σῶμα μιὰ δύναμη ἀντιδράσεως F ποὺ ἰσορροπεῖ τὸ P. Ὅταν τὸ βάρος P′>P τὸ ἔλασμα καμπυλώνεται περισσότερο καὶ ἡ δύναμη ἀντιδράσεως γίνεται F′. Καὶ στὶς δυὸ περιπτώσεις ἡ δύναμη ἀντιδράσεως καὶ τὸ βάρος εἶναι ἴσα σὲ ἀπόλυτη τιμή.

1 Ἀντίδραση τοῦ ὑποστηρίγματος.

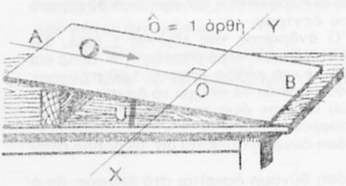
α) Τὸ μεταλλικὸ ἔλασμα, ποὺ ἔχομε στηρίξει στὰ ὑποστηρίγματα A καὶ B, καμπυλώνεται ἀπὸ τὸ βάρος P τοῦ σώματος (σχ. 1).

β) Ἂν ἀντικαταστήσουμε τὸ σῶμα μὲ ἄλλο βαρύτερο, τὸ ἔλασμα καμπυλώνεται περισσότερο καὶ ὅσο καμπυλώνεται, ἀντιδρᾶ πρὸς τὸ βάρος P τοῦ σώματος μὲ μιὰ δύναμη ἀντίθετη, ποὺ λέγεται *ἀντίδραση τοῦ ἐλάσματος*. Ὅσο καμπυλώνεται τὸ ἔλασμα, ἡ δύναμη αὐτὴ αὐξάνει καὶ γίνεται ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος στὴν τελικὴ θέση ἰσορροπίας.

● Ὅταν ἀφαιρέσουμε τὸ βάρος P, τὸ ἔλασμα ξαναπαίρνει τὸ ἀρχικό του σχῆμα.

Ἡ παροδικὴ παραμόρφωση, ποὺ παθαίνει τὸ ἔλασμα μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους P, λέγεται **ἐλαστική**.

● Ἡ παραμόρφωση αὐτὴ δὲν φαίνεται μὲ γυμνὸ μάτι, ἂν τὸ σῶμα εἶναι τοποθετημένο πάνω στὸ τραπέζι, δημιουργεῖ ὅμως μιὰ δύναμη ἀντιδράσεως, ποὺ, ὅπως καὶ στὴν προηγούμενη περίπτωση, ἰσορροπεῖ τὸ σῶμα.



Σχ. 2: Κεκλιμένο ἐπίπεδο: Ἡ σφαίρα πάνω στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο κυλᾶ κατὰ τὴν εὐθεία AB (γραμμὴ τῆς μεγαλύτερης κλίσης), ποὺ εἶναι κάθετη στὴν ὁριζόντια εὐθεία, ἡ ὁποία εἶναι χαραγμένη στὸ ἐπίπεδο.
Û = γωνία κλίσης.

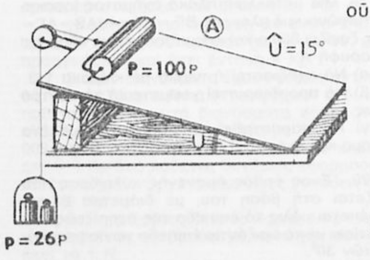
2 Τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο.

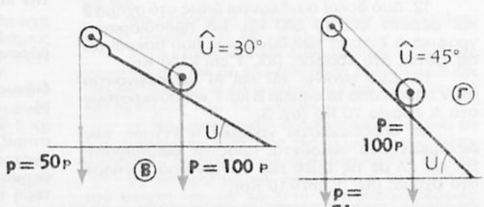
Τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο εἶναι μία ἐπίπεδη πλάκα ποὺ τὴν κρατοῦμε σὲ κλίση μὲ κάποιο ὑποστήριγμα. Ἂν μετατοπίσουμε τὸ ὑποστήριγμα, μποροῦμε νὰ μεταβάλουμε τὴ γωνία U ποὺ σχηματίζει ἡ πλάκα μὲ τὸ ὁριζόντιο ἐπίπεδο τοῦ τραπεζιοῦ (σχ. 2).

Ἡ σφαίρα, ποὺ ἀφήνομε ἐλεύθερη πάνω στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο, ἀκολουθεῖ μιὰν εὐθεία AB, ποὺ λέγεται **γραμμὴ τῆς μεγαλύτερης κλίσης** καὶ εἶναι *κάθετη πρὸς ὅλες τὶς ὁριζόντιες εὐθεῖες τοῦ ἐπιπέδου AB.*

Πείραμα: Γιὰ νὰ κρατήσουμε τὸν κύλινδρο σὲ ἰσορροπία πάνω στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο, χρησιμοποιοῦμε τὰ σταθμὰ τοῦ δίσκου (σχ. 3 A).

Ἂν μεγαλώσουμε τὴ γωνία U, πρέπει νὰ αὐξή-

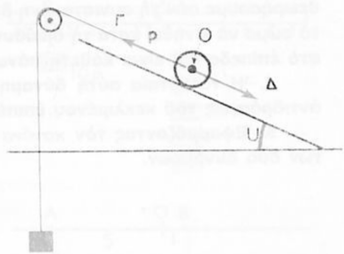




Σχ. 3: Τὸ βάρος p, ποὺ ἀκινητοποιεῖ τὸν κύλινδρο βάρους P, γίνεται μεγαλύτερο, ὅσο αὐξάνει ἡ γωνία κλίσης u. Τὸ p εἶναι πάντοτε μικρότερο τοῦ P.

σουμε τὰ σταθμά, καὶ ἂν τὴ μικρύνουμε, πρέπει νὰ τὰ λιγοστέψουμε, πάντοτε ὅμως τὸ βάρος τους θὰ εἶναι μικρότερο ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου (σχ. 2 Β, Γ).

● Ὁ κύλινδρος *κυλᾶ* κατὰ τὴ *γραμμὴ τῆς μεγαλύτερης κλίσης*, ἂν κόψουμε τὸ νῆμα.



Σχ. 4: Ἡ δύναμη $\overrightarrow{ΟΓ}$ ἰσορροπεῖ τὴ δύναμη $\overrightarrow{ΟΔ}$.

3 Δυνάμεις ποὺ ἐνεργοῦν πάνω στὸν κύλινδρο.

Χωρὶς τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο, τὸ βάρος P θὰ ἀνάγκαζε τὸν κύλινδρο νὰ πέσει κατακόρυφα. Ἡ πλάγια δύναμη ΟΓ ἐμποδίζει τὸν κύλινδρο νὰ κυλήσει, εἶναι ἑπομένως ἴση καὶ ἀντίθετη πρὸς τὴν ΟΔ, ἀφοῦ ὁ κύλινδρος ἰσορροπεῖ (σχ. 4).

● Ἂν ἀφήσουμε τὸν κύλινδρο ἐλεύθερο, θὰ κινηθεῖ πάνω στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο κατὰ τὴ γραμμὴ τῆς μεγαλύτερης κλίσης. Ἡ δύναμη ποὺ κινεῖ τὸν κύλινδρο εἶναι ἡ ΟΔ, παράλληλη μὲ τὴ γραμμὴ αὐτὴ καὶ μὲ φορὰ πρὸς τὰ κάτω.

Μποροῦμε νὰ θεωρήσουμε τὴν ΟΔ σὰν συνιστῶσα τοῦ βάρους P, ἢ μᾶλλον τὸ βάρος P συνισταμένη τῆς ΟΔ καὶ μιᾶς ἄλλης δυνάμεως.

4 Γιὰ νὰ βροῦμε αὐτὴ τὴ δύναμη.

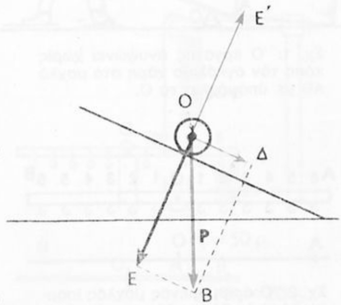
Σημειώνομε σὲ ἕνα φύλο χαρτὶ τὸ σχῆμα ΟΔΒ (ΟΔ = p ΟΒ = P) καὶ κατασκευάζομε τὸ παραλληλόγραμμο ΟΔΒΕ μὲ διαγώνιο τὴν ΟΒ (σχ. 5).

● Παρατηροῦμε ὅτι τὸ παραλληλόγραμμο αὐτὸ εἶναι ὀρθογώνιο.

Μποροῦμε λοιπὸν νὰ θεωρήσουμε τὴ δύναμη ΟΒ, ποὺ ἔχει ἔνταση P, συνισταμένη τῶν δυὸ δυνάμεων ΟΕ καὶ ΟΔ

ΟΔ (ἔνταση p) παράλληλη πρὸς τὴν κλίση.

ΟΕ κάθετη πρὸς τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο.



Σχ. 5: Τὸ παραλληλόγραμμο ΟΔΒΕ εἶναι ἕνα ὀρθογώνιο καὶ ΟΒ ἡ διαγώνιός του. Μποροῦμε νὰ θεωρήσουμε $\overrightarrow{ΟΒ}$ = P συνισταμένη τῶν δυνάμεων $\overrightarrow{ΟΔ}$ καὶ $\overrightarrow{ΟΕ}$.

Ἡ δύναμη $\overrightarrow{ΟΕ}$ ἰσορροπεῖ ἀπὸ τὴ δύναμη $\overrightarrow{ΟΕ'}$ ποὺ εἶναι ἡ δύναμη ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

5 Ἀντίδραση τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

● Ὅταν ὁ κύλινδρος τοποθετηθεῖ στὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο, μποροῦμε νὰ δεχτοῦμε ὅτι ἐπιδροῦν ἐπάνω του ἢ τὸ βάρος του P ἢ οἱ δυὸ συνιστῶσες ΟΔ καὶ ΟΕ (ἢ συνισταμένη τους ΟΒ = P).

● Ἡ δύναμη ΟΔ ἀναγκάζει τὸν κύλινδρο νὰ κυλήσει.

● Ἡ δύναμη ΟΕ, κάθετη πρὸς τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο, *πιέζει* τὸν κύλινδρο πάνω σ' αὐτὸ καὶ δημιουργεῖ τὴν **ἴση καὶ ἀντίθετη δύναμη ἀντιδράσεως** ΟΕ', τὴν ὁποία ἀσκεῖ τὸ ἐπίπεδο πάνω στὸ κύλινδρο.

Ἀφοῦ ἡ ΟΕ ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ΟΕ', πάνω στὸν κύλινδρο ἐνεργεῖ μόνον ἡ δύναμη ΟΔ, ποὺ τὸν ἀναγκάζει νὰ κινηθεῖ πρὸς τὰ κάτω.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε σῶμα, ὅταν ἰσορροπεῖ σὲ ἕνα ὑποστήριγμα, δέχεται ἀπὸ αὐτὸ μιὰ δύναμη ἀντιδράσεως ἴση καὶ ἀντίθετη πρὸς τὸ βάρος του.

2. Ὅταν ἀφήσουμε μιὰ σφαίρα ἐλεύθερη πάνω σὲ ἕνα κεκλιμένο ἐπίπεδο, θὰ κυλήσει κατὰ μίαν εὐθεία, ποὺ λέγεται εὐθεία τῆς μεγαλύτερης κλίσης. Ἡ εὐθεία αὐτὴ εἶναι κάθετη πρὸς ὅλες τὶς ὁριζόντιες εὐθεῖες τοῦ ἐπιπέδου.

3. Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ποὺ βρίσκεται σὲ ἕνα κεκλιμένο ἐπίπεδο, μποροῦμε νὰ τὸ θεωρήσουμε σὰν τὴ συνισταμένη δυὸ δυνάμεων. Ἡ μιὰ ἀπὸ τὶς δυνάμεις αὐτὲς ἀναγκάζει τὸ σῶμα νὰ κινηθεῖ κατὰ τὴ διεύθυνση τῆς μεγαλύτερης κλίσης καὶ ἡ ἄλλη πιέζει τὸ σῶμα στὸ ἐπίπεδο καὶ εἶναι κάθετη πάνω σ' αὐτό.

4. Ἡ τελευταία αὐτὴ δύναμη ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἴση καὶ ἀντίθετη δύναμη ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

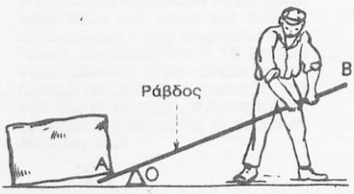
5. Ἐφαρμόζοντας τὸν *κανόνα τοῦ παραλληλογράμμου* **βρίσκομε γραφικὰ τὸ μέγεθος τῶν δύο δυνάμεων.**

15° ΜΑΘΗΜΑ: Ροπὴ μιᾶς δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα.

ΜΟΧΛΟΙ

1 Τί εἶναι ὁ μοχλός.

● *Παρατήρηση:* Ὁ ἐργάτης, ποὺ βλέπομε στὴν εἰκόνα (1), ὅταν πιέζει τὸ ἕνα ἄκρο τῆς ράβδου μὲ μικρὴ προσπάθεια, ἀνασηκώνει μεγάλο βάρος. Τὸ ἄκρο ὅμως αὐτὸ τῆς ράβδου μετατοπίζεται κατὰ μιὰν ὁρισμένη ἀπόσταση, ἐνῶ τὸ ἄλλο πολὺ λιγότερο. Ἡ ράβδος αὐτὴ εἶναι ἕνας μοχλός.

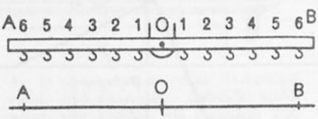


Σχ. 1: Ὁ ἐργάτης ἀνυψώνει χωρὶς κόπο τὸν ὀγκόλιθο χάρη στὸ μοχλὸ AB μὲ ὑπομόχλιο τὸ O.

● *Πείραμα:* Ὁ κανόνας στὸ σχῆμα 2 εἶναι καὶ αὐτὸς ἕνας μοχλός, ποὺ μπορεῖ νὰ περιστρέφεται μὲ ἄξονα τὸ O. Ὁ μοχλὸς αὐτὸς ἰσορροπεῖ ὁριζόντια, γιατὶ ὁ ἄξονας περνάει ἀπὸ τὸ μέσο του. Ἂν κρεμάσουμε ἴσα βάρη ἀπὸ τοὺς δυὸ βραχίονες καὶ σὲ ἴσες ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἄξονά του, θὰ ἐξακολουθεῖ νὰ ἰσορροπεῖ στὴν ἴδια θέση. Τὰ βάρη αὐτά, ὅπως γνωρίζομε, εἶναι δυνάμεις παράλληλες καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς (σχ. 3).

Ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτὸ καταρτίζομε τὸν παρακάτω πίνακα.

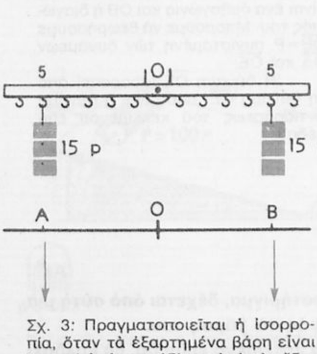
Βραχίονας μοχλοῦ OA		Βραχίονας μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἄγγιστρο	Βάρος	Ἄγγιστρο
200 p	6	200 p	6
150 p	3	150 p	3
250 p	5	250 p	5



Σχ. 2: Ὁ ἀριθμημένος μοχλὸς ἰσορροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση χωρὶς ἐξαρτημένα βάρη.

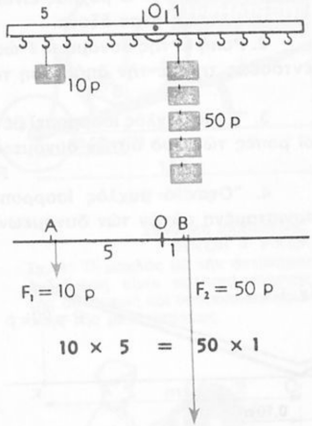
Ἐκτελοῦμε μιὰ νέα σειρὰ πειράματα καὶ ἔχομε τὸ δεύτερο πίνακα (σχ. 4).

Βραχίονας μοχλοῦ OA		Βραχίονας μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἄγγιστρο	Βάρος	Ἄγγιστρο
100 p	6	200 p	3
150 p	2	300 p	1
50 p	5	250 p	1
300 p	2	100 p	6



Σχ. 3: Πραγματοποιεῖται ἡ ἰσορροπία, ὅταν τὰ ἐξαρτημένα βάρη εἶναι ἴσα καὶ ἀπέχουν ἐξίσου ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς.

> **Συμπέρασμα.** *Ὁ μοχλὸς ΑΒ ἰσορροπεῖ, ὅταν ἐνεργοῦν ἐπάνω του δυὸ δυνάμεις παράλληλες καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἂν τὰ γινόμενα τῶν δυνάμεων αὐτῶν μὲ τοὺς ἀντίστοιχους βραχίονες εἶναι ἴσα.*



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

Τὸ γινόμενο τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως μὲ τὴν ἀπόσταση τῆς εὐθείας ἐπενέργειάς της ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς λέγεται *ροπὴ τῆς δυνάμεως ὡς πρὸς τὸν ἄξονα.*

γιὰ τὴν F_1 : $M = F_1 \times OA$

γιὰ τὴν F_2 : $M' = F_2 \times OB$

Ἕνας μοχλὸς ποὺ στρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα Ο ἰσορροπεῖ μὲ τὴν ἐπίδραση δύο δυνάμεων παράλληλων, ὅταν:

$$\left| \begin{matrix} \text{Ροπὴ τῆς } F_1 \\ \text{ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O'} \end{matrix} \right| = \left| \begin{matrix} \text{Ροπὴ } F_2 \\ \text{ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O} \end{matrix} \right|$$

δηλ. $F_1 \times OA = F_2 \times OB$

Σημείωση. Τὰ προηγούμενα πειράματα ἔγιναν μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ὁριζόντιου μοχλοῦ. Ὅταν ὅμως ὁ μοχλὸς γέρνει, τότε οἱ ἀποστάσεις τοῦ ἄξονα Ο ἀπὸ τὶς διευθύνσεις τῶν δυὸ δυνάμεων εἶναι οἱ κάθετες ΟΗ καὶ ΟΚ (σχ. 6).

— Ἡ ροπὴ τῆς F_1 ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο εἶναι $F_1 \times OH$

— Ἡ ροπὴ τῆς F_2 ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο εἶναι $F_2 \times OK$

Ἡ γενικὴ συνθήκη ἰσορροπίας εἶναι $F_1 \times OA = F_2 \times OB$

Ἀποδεικνύεται ἐπίσης ἀπὸ τὰ ὅμοια τρίγωνα ὅτι

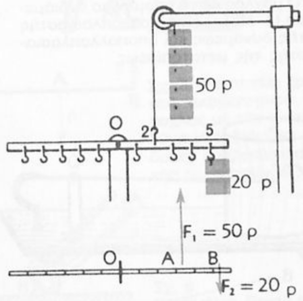
$$F_1 \times OH = F_2 \times OK$$

Σὲ ὅλες λοιπὸν τὶς περιπτώσεις ἔχομε ἰσορροπία, ὅταν ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο ἡ

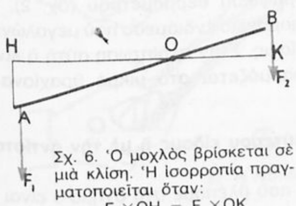
ροπὴ τῆς F_1 = ροπὴ τῆς F_2

2 Τὰ βάρη ποὺ κρεμοῦμε ἀπὸ κάθε βραχίονα τοῦ μοχλοῦ εἶναι δυνάμεις παράλληλες καί, ὅπως γνωρίζομε, ἡ συνισταμένη τῶν παράλληλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2, ἐφαρμοσμένων στὰ σημεῖα Α καὶ Β, ἔχει σημεῖο ἐφαρμογῆς τὸ Ο, ποὺ ἡ θέση του καθορίζεται ἀπὸ τὴ σχέση $F_1 \times OA = F_2 \times OB$

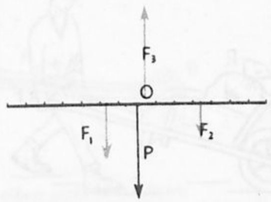
Μποροῦμε νὰ ἐξακριβώσουμε ὅτι, ὅταν οἱ ροπὲς δυὸ παράλληλων δυνάμεων ὡς πρὸν τὸν ἄξονα Ο ἑνὸς μοχλοῦ εἶναι ἴσες, ἡ συνισταμένη τῶν δυὸ αὐτῶν δυνάμεων περνᾶ ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς (σχ. 7).



Σχ. 5: Οἱ παράλληλες δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἐνεργοῦν ἀπὸ τὴν ἴδια πλευρὰ ὡς πρὸς τὸ Ο, ἔχουν ὅμως φορὰ ἀντίθετη. Ὁ μοχλὸς βρίσκεται σὲ ὁριζόντια ἰσορροπία, ὅταν:
$F_1 \times OA = F_2 \times OB$.



Σχ. 6. Ὁ μοχλὸς βρίσκεται σὲ μιὰ κλίση. Ἡ ἰσορροπία πραγματοποιεῖται ὅταν:
$F_1 \times OH = F_2 \times OK$



Σχ. 7: Ὁ ἄξονας περιστροφῆς Ο εἶναι τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν παράλληλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ μοχλὸς εἶναι μιὰ στερεὴ ράβδος, ποὺ μπορεῖ νὰ στραφεῖ γύρω ἀπὸ ἕναν ἄξονα.

2. Ροπὴ M τῆς δυνάμεως F ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O εἶναι τὸ γινόμενο τῆς ἐντάσεώς της μὲ τὴν ἀπόσταση τοῦ σημείου O ἀπὸ τὴ δύναμη αὐτή.

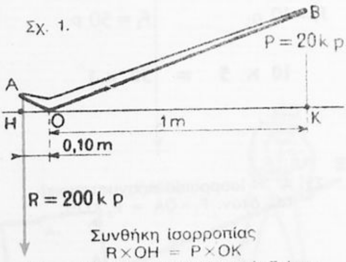
$$M = F_1 \times OH$$

3. Ἕνας μοχλὸς ἰσορροπεῖ μὲ τὴν ἐπίδραση δυὸ παράλληλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2, ὅταν οἱ ροπὲς τῶν δυὸ αὐτῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O εἶναι ἴσες.

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

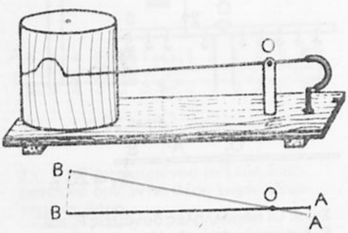
4. Ὅταν ὁ μοχλὸς ἰσορροπεῖ μὲ τὴν ἐπίδραση δυὸ παράλληλων δυνάμεων, ἡ συνισταμένη αὐτῶν τῶν δυνάμεων περνᾶ ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς.

Σχ. 1.

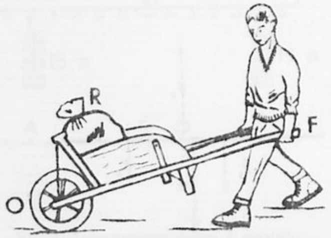


Συνθήκη ἰσορροπίας
R×OH = P×OK

Ὁ μοχλὸς μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο (Α΄ εἶδος) εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



Σχ. 2: Ἡ βελόνα τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως. OA < OB.



Σχ. 3: Σὲ ποιὰ θέση πρέπει νὰ τοποθετήσουμε τὸ σάκκο, ὥστε ἡ δύναμη ποὺ θὰ καταβάλουμε νὰ εἶναι ἡ ἐλάχιστη.

16° ΜΑΘΗΜΑ: Ἐργαλεῖα ποὺ πολλαπλασιάζουν τὴ δύναμη ἢ μεγαλώνουν τὴ μετατόπιση.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΜΟΧΛΟΙ

1 Μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο.

● Ὁ μοχλὸς ποὺ χρησιμοποιεῖ ὁ ἐργάτης (σχ. 1) εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο.

Ὁ ἄξονας τοῦ μοχλοῦ αὐτοῦ βρίσκεται μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὀγκόλιθου R καὶ τῆς δυνάμεως τοῦ ἐργάτη P.

Ἂν τὸ βάρος τοῦ ὀγκόλιθου εἶναι 200 Kp καὶ ἐφαρμόσουμε τὰ προηγούμενα, τότε ἡ κινητήρια δύναμη, γιὰ νὰ πετύχουμε τὴν ἰσορροπία, βρίσκεται ἀπὸ τὴ σχέση: 200 Kp × OA = κινητήρια δύναμη × 10 OA

κινητήρια δύναμη = 200 Kp : 10 = 20 Kp.

καί, γιὰ νὰ ἀνασηκωθεῖ ὁ ὀγκόλιθος, πρέπει ἡ κινητήρια δύναμη νὰ γίνει λίγο μεγαλύτερη ἀπὸ 20 Kp.

Ἂν ὅμως ὁ ἐργάτης μετατοπίσει τὸ σημεῖο B, π.χ. κατὰ 50 cm, ὁ ὀγκόλιθος στὸ σημεῖο A θὰ ἀνασηκωθεῖ κατὰ 5 cm.

Αὐτὸ ποὺ ὁ ἐργάτης κερδίζει σὲ δύναμη τὸ χάνει σὲ δρόμο (χρυσὸς κανόνας τῆς μηχανικῆς).

Στὸ σχῆμα 1 βλέπομε ἕνα γωνιακὸ μοχλό. Ἡ συνθήκη ἰσορροπίας του εἶναι: R × OH = P × OK.

● *Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτη εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο· καὶ εἶναι «πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως»* καὶ *«ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως».*

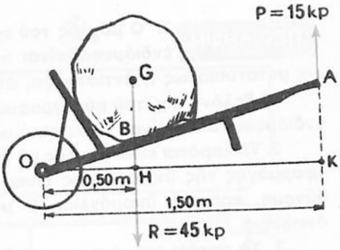
● Ἡ ἐνδεικτικὴ βελόνα μερικῶν ὀργάνων, ὅπως π.χ. τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου (σχ. 2), εἶναι μοχλὸς μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο ποὺ μεγαλώνει τὶς μικρὲς μετατοπίσεις. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ἡ κινητήρια δύναμη ἐφαρμόζεται στὸ μικρὸ βραχίονα τοῦ μοχλοῦ.

2 Μοχλὸς δεύτερου εἴδους ἢ μὲ τὴν ἀντίσταση ἐνδιάμεση.

Τὸ *καρότσι* ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 3 εἶναι *ἕνας* *μοχλὸς δεύτερου εἴδους μὲ τὴν ἀντίσταση ἐνδιάμεση* καὶ βραχίονές του εἶναι ὁ ΟΑ καὶ ΟΒ. Ἡ κινητήρια δύναμη ἐφαρμόζεται στὴν ἄκρη τοῦ μεγάλου βραχίονα.

Ἂν R = 45 Kp καὶ ΟΒ = 1/3 ΟΑ, τότε πρέπει στὸ σημεῖο Α νὰ ἐφαρμοστεῖ μιὰ δύναμη πρὸς τὰ πάνω 15 Kp, γιὰ νὰ ἰσορροπήσει τὸ φορτίο. Ἐνῶ ὅμως ἡ λαβὴ ἀνασηκώνεται 30 cm, τὸ σημεῖο Β ἀνασηκώνεται μόνο 10 cm (σχ. 4).

Τὸ καρότσι εἶναι ἕνας **μοχλὸς δεύτερου εἴδους** *μὲ τὴν ἀντίσταση ἐνδιάμεση, «πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως»* καὶ *«ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως».*



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

Σχ. 4: Ὁ μοχλὸς μὲ τὴν ἀντίσταση ἐνδιάμεση εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

3 Μοχλὸς τρίτου εἴδους ἢ μὲ τὴ δύναμη ἐνδιάμεση.

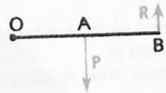
Τὸ *πετάλι τοῦ ἀκονιστηριοῦ* (σχ. 5), ποὺ στηρίζεται στὸν ἄξονα Ο, κινεῖται ἀπὸ τὸ πόδι τοῦ ἀνθρώπου μὲ μιὰ κινητήρια δύναμη P, ἡ ὁποία διευθύνεται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται στὸ σημεῖο Α. Στὸ σημεῖο Β ἀρθρώνεται ὁ διωστήρας, μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ὁποίου στρέφεται ὁ τροχός, ἀντιτάσσοντας στὸ σημεῖο αὐτὸ μιὰν ἀντίσταση R.

Τὸ πετάλι τοῦ ἀκονιστηριοῦ εἶναι ἕνας μοχλὸς τρίτου εἴδους μὲ τὴν κινητήρια δύναμη ἐνδιάμεση.

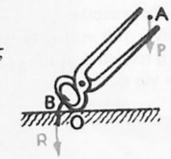
Βραχίονες τοῦ μοχλοῦ εἶναι πάλι ΟΑ καὶ ΟΒ. Ἀλλὰ ἡ κινητήρια δύναμη ἐφαρμόζεται στὴν ἄκρη τοῦ μικροῦ βραχίονα.

Ἂν ΟΑ = 1/2 ΟΒ, ὁ ἀκονιστὴς πρέπει νὰ ἐφαρμόσει στὸ σημεῖο Α μιὰ κινητήρια δύναμη διπλάσια ἀπὸ τὴν ἀντίσταση ποὺ προβάλλει ὁ τροχός. Ἂν ὅμως τὸ πόδι του μετατοπιστεῖ κατακόρυφα κατὰ 10 cm, ἡ ἄρθρωση Β τοῦ διωστήρα μετατοπίζεται κατὰ 20 cm.

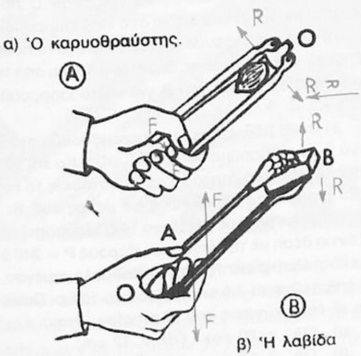
Τὸ πετάλι τοῦ ἀκονιστηριοῦ εἶναι **μοχλὸς τρίτου εἴδους** *μὲ τὴν κίνηση ἐνδιάμεση, «ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως»* καὶ *«πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως».*

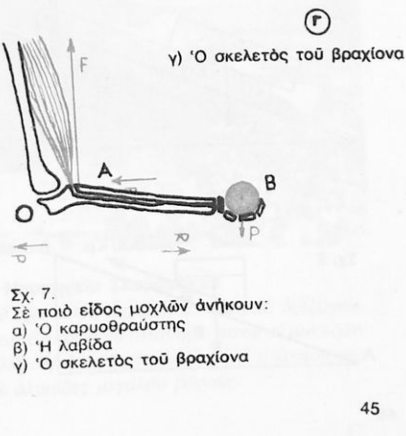


Σχ. 5: Τὸ πετάλι (pedal) τοῦ ἀκονιστηριοῦ εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν κινητήρια δύναμη ἐνδιάμεση (Γ εἴδους)· πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



Σχ. 6.
Ἡ τανάλια. Ποιοῦ εἴδους εἶναι αὐτὸς ὁ μοχλός;





Σχ. 7.
Σὲ ποιὸ εἶδος μοχλῶν ἀνήκουν:
α) Ὁ καρυοθραύστης
β) Ἡ λαβίδα
γ) Ὁ σκελετὸς τοῦ βραχίονα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτη εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο· εἶναι** *πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως* **καὶ** *ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς* **μετατοπίσεως ἢ ἀντίστροφα, ἀνάλογα μὲ τὴ θέση ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.**

Ἡ βελόνα π.χ. τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου εἶναι ἐπίσης μοχλὸς μὲ τὸ ὑπομόχλιο ἐνδιάμεσο, ἀλλὰ εἶναι *πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.*

2. Τὸ καρότσι εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν ἀντίσταση ἐνδιάμεση ἢ δεύτερου εἴδους. Τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως εἶναι ἀνάμεσα στὸ σημεῖο, ὅπου ἐφαρμόζεται ἡ κινητήρια δύναμη, καὶ στὸ ὑπομόχλιο. Ὁ μοχλὸς δεύτερου εἴδους εἶναι *πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως.*

3. Τὸ πετάλι τοῦ ἀκονιστηριοῦ εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν κινητήρια δύναμη ἐνδιάμεση ἢ τρίτου εἴδους. Τὸ σημεῖο, ὅπου ἐφαρμόζεται ἡ κινητήρια δύναμη, εἶναι ἀνάμεσα στὸ ὑπομόχλιο καὶ στὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως.

Ὁ μοχλὸς τρίτου εἴδους εἶναι *πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως.*

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 4: Τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο. Οἱ μοχλοί.

Ι. Τὸ κεκλιμένο ἐπίπεδο

1. Ἕνα καροτσάκι βάρους 1 Kp βρίσκεται σὲ ἕνα κεκλιμένο ἐπίπεδο (σχ. 1) καὶ ἰσορροπεῖ δεμένο ἀπὸ ἕνα νῆμα ποὺ ἔχει στὸ ἄλλο ἄκρο του κρεμασμένο ἕνα βάρος P.

α) Νὰ σχεδιαστοῦν οἱ δυνάμεις ποὺ ἐφαρμόζονται στὸ καροτσάκι.

β) Νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ ἡ ἔνταση τοῦ βάρους P (Κλ. 1 cm ≙200 p).

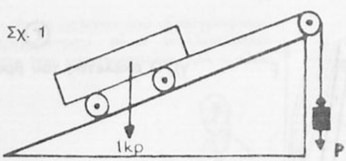
2. Τὸ ἴδιο πρόβλημα, ὅταν ἡ γωνία κλίσης εἶναι 15°, 45°.

3. Ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ ἀνάμεσα σὲ δυὸ σταθμοὺς Β καὶ Γ τοῦ ὀδοντωτοῦ σιδηροδρόμου, ποὺ ἀπέχουν 520 m, εἶναι 160 m (σχ. 2).

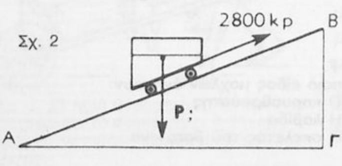
α) Νὰ σχεδιαστεῖ ἡ πλαγία ὄψη τῆς ὀδοντωτῆς τροχιᾶς. (Κλ. 1 cm γιὰ 50 m).

β) Ἂν ἡ μέγιστη ἑλκτικὴ δύναμη τῆς ἀτμομηχανῆς (παράλληλη στὴν τροχιὰ) εἶναι 2800 Kp, νὰ προσδιοριστεῖ γραφικὰ τὸ ὁλικὸ βάρος P τοῦ βαγονιοῦ, ποὺ μπορεῖ νὰ κινήσει ἡ μηχανὴ πρὸς τὰ πάνω.

Σχ. 1



Σχ. 2



ΙΙ. Οἱ μοχλοί.

4. Κρεμοῦμε στὸ ἕνα ἄκρο μιᾶς ράβδου, ἡ ὁποία ἔχει μῆκος 60 cm καὶ στρέφεται γύρω ἀπὸ ἕναν ὁριζόντιο ἄξονα ποὺ βρίσκεται στὸ μέσο της, βάρος 100 p.

α) Πόσο βάρος πρέπει νὰ βάλουμε σὲ ἀπόσταση 8 cm ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριὰ τοῦ ἄξονα γιὰ νὰ διατηρηθεῖ ἡ ράβδος ὁριζόντια;

β) Ἴδια ἐρώτηση γιὰ ἀπόσταση 20 cm ἀπὸ τὸν ἄξονα.

γ) Σὲ πόση ἀπόσταση ἀπ' τὸν ἄξονα πρέπει νὰ βάλουμε ἕνα βάρος 200 p γιὰ νὰ εἶναι πάλι ὁριζόντια ἡ ράβδος;

5. Μοχλὸς ΑΒ μὲ ἄξονα ὁριζόντιο Ο ποὺ βρίσκεται σὲ ἀπόσταση 12 cm ἀπὸ τὸ Α ἰσορροπεῖ.

α) Ἂν κρεμάσουμε βάρος 3 Kp στὸ Α, πόσο πρέπει νὰ κρεμάσουμε σὲ ἀπόσταση 18 cm ἀπὸ τὸ Ο καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ Β γιὰ νὰ τὸ ἰσορροπήσουμε;

β) Πόσο βάρος πρέπει νὰ κρεμάσουμε στὸ Α γιὰ νὰ ἰσορροπήσουμε δυὸ βάρη μαζὶ 1 Kp καὶ 500 p τοποθετημένα ἀντίστοιχα σὲ ἀποστάσεις 15 cm καὶ 20 cm ἀπὸ τὸ Ο καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ Β;

6. Ἕνας μοχλὸς μὲ ἄξονα τὸ Ο ἰσορροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση μὲ τὴν ἐπίδραση βάρους P = 240 p καὶ ἑνὸς ἐλατηρίου R (σχ. 3) βαθμολογημένου, ποὺ ἐπιμηκύνεται 7,5 cm γιὰ φορτίο 100 p. Ποιὲς εἶναι οἱ ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου, ὅταν:

α) ΟΑ′ = 20 cm, ΟΒ = 12 cm;

β) ΟΑ = 12 cm, ΟΒ = 20 cm;

7. Ποῦ πρέπει νὰ τοποθετηθεῖ τὸ ὑπομόχλιο ἑνὸς μοχλοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει μῆκος 1,25 m, γιὰ νὰ ἀνασηκώσει ἕνας ἐργάτης, μὲ δύναμη 60 Kp, μιὰ μηχανὴ βάρους 450 Kp (ἂν στὸ ἕνα ἄκρο τοῦ μοχλοῦ βρίσκεται ἡ μηχανὴ καὶ στὸ ἄλλο ἄκρο ἐφαρμόζεται ἡ δύναμη τοῦ ἐργάτη);

8. Τὸ σχῆμα 4 δείχνει μιὰ βαλβίδα ἀσφάλειας.

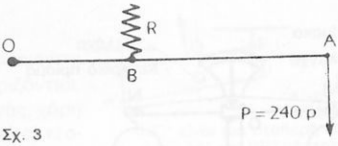
α) Σὲ ποιὸ εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξή της;

β) Ἡ βαλβίδα πρέπει νὰ ἀνοίξει, ὅταν ἡ δύναμη, ποὺ προέρχεται ἀπ' τὴν πίεση τοῦ ἀτμοῦ, φτάσει τὰ 100 Kp. Πόσο βάρος πρέπει νὰ ἔχει τὸ ἀντίβαρο ποὺ θὰ χρησιμοποιήσουμε, γιὰ νὰ λειτουργήσει κανονικὰ ἡ βαλβίδα;

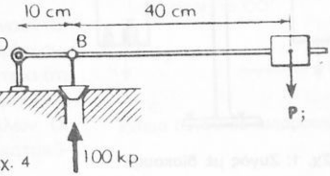
9. Τὸ σχῆμα 5 δείχνει πετάλι φρένου αὐτοκινήτου.

α) Σὲ ποιὸ εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξή του;

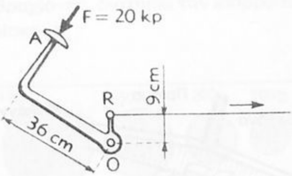
β) Πόση δύναμη μεταδίδεται στὸ φρένο, ὅταν ὁ αὐτοκινητιστὴς πιέζει τὸ πετάλι μὲ δύναμη 20 Kp;



Σχ. 3



Σχ. 4

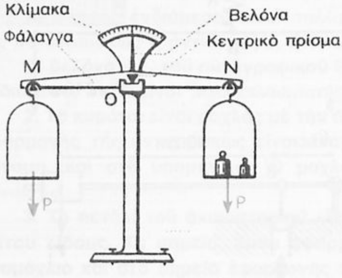


Σχ. 5

Καθέλκυση πλοίου στὰ Ἑλληνικὰ Ναυπηγεῖα Σκαραμαγκᾶ

Τὸ πλοῖο κατασκευάζεται πάνω σὲ ἕνα ἐπίπεδο ποὺ ἔχει κλίση περίπου 3° πρὸς τὸ ὁριζόντιο ἐπίπεδο μὲ διεύθυνση πρὸς τὴ θάλασσα. Τὸ ἐπίπεδο αὐτὸ μπορεῖ νὰ ὀλισθήσει πάνω σὲ μιὰ «ὁδὸ ὀλισθήσεως» μὲ ταχύτητα 30 Km/h. Ὅταν τὸ πλοῖο ἔλθει σὲ ἐπαφὴ μὲ τὴ θάλασσα, ἡ κίνησή του ἐπιβραδύνεται ἀπὸ σχοινιὰ δεμένα σὲ ἁλυσίδες μεγάλου βάρους.

Ο ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ



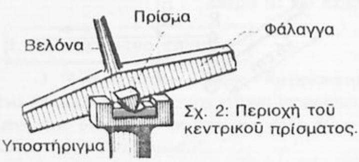
Σχ. 1: Ζυγὸς μὲ δίσκους.

1 Περιγραφή.

● Ὁ ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονες (σχ. 1) ἀποτελεῖτα ἀπὸ ἕνα μοχλό, *τὴ φάλαγγα* MN, τῆς ὁποίας ὁ ἄξονα εἶναι ἡ ἀκμὴ (κόψη) ἑνὸς τριγωνικοῦ πρίσματος, πο βρίσκεται στὸ μέσο της καὶ ἀκουμπᾶ σὲ μιὰ σκληρ ἐπιφάνεια ἀπὸ ἀτσάλι ἢ ἀχάτη (σχ. 2).

● Στὸ καθένα ἐπίσης ἀπὸ τὰ ἄκρα M καὶ N εἶνα προσαρμοσμένο ἕνα μικρὸ τριγωνικὸ πρίσμα ἀτσαλέ νιο ἀπὸ τὸ ὁποῖο κρέμονται οἱ δίσκοι.

● Στὸ μέσο τῆς φάλαγγας καὶ κάθετα σ' αὐτή ὑπάρχει μιὰ βελόνα (δείχτης), γιὰ νὰ βλέπουμε καλύ τερα τὶς ταλαντώσεις.

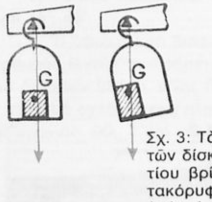


Σχ. 2: Περιοχὴ τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος.

● Ὅταν ἡ φάλαγγα εἶναι ὁριζόντια, ὁ δείχτης βρίσκεται στὸ O τῆς κλίμακας, ἡ ὁποία εἶναι προσαρ μοσμένη στὸ κατακόρυφο ὑποστήριγμα τοῦ ζυγοῦ.

● Ἂν παρατηρήσουμε τὶς *ἀκμὲς τῶν τριῶν τριγων κῶν πρισμάτων τῆς φάλαγγας*, βλέπομε ὅτι εἶναι *παράλ ληλες, βρίσκονται σὲ ἕνα κοινὸ ἐπίπεδο* καὶ ὅτι *οἱ ἀκραῖε ἀπέχουν ἐξίσου ἀπὸ τὴ μεσαία.*

● Κάθε δίσκος, μὲ τὸν τρόπο ποὺ εἶναι κρεμασμέ νος, παίρνει πάντα μιὰ θέση τέτοια, ποὺ τὸ κέντρο βάρους αὐτοῦ καὶ τοῦ φορτίου του νὰ βρίσκεται στὴν κατακόρυφο, ἡ ὁποία περνᾶ ἀπὸ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρ τήσεώς του (σχ. 3).



Σχ. 3: Τὸ κέντρο βάρους τῶν δίσκων καὶ τοῦ φορτίου βρίσκεται στὴν κατακόρυφο ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸν ἄξονα ἐξαρτήσεως.

2 Ἀρχὴ τοῦ ζυγοῦ μὲ ἴσους βραχίονες.

● Ἡ φάλαγγα τοῦ ζυγοῦ εἶναι ἕνας μοχλὸς πρώτου εἴδους. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ἡ φάλαγγα ἰσορ ροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση. Ἡ βελόνα εἶναι στὴν ἔνδειξ O τῆς κλίμακας.

● Βάζομε ἕνα ἀντικείμενο A στὸν ἀριστερὸ δίσκο ὁπότε ἡ ἰσορροπία χαλάει καὶ ἡ φάλαγγα γέρνει.

● Ἂν τώρα βάλουμε σταθμὰ στὸν ἄλλο δίσκο, ἰσορροπία θὰ ἀποκατασταθεῖ, ὅταν:

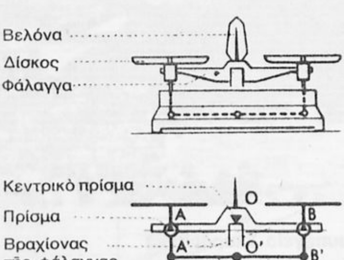
ροπὴ τοῦ βάρους P′ ὡς πρὸς τὸ σημεῖο O = ροπὴ τοῦ βάρους P ὡς πρὸς τὸ O

ὅπου P = βάρος σώματος καὶ P′ = βάρο σταθμῶν

$$\text{ἢ } OM \times P = ON \times P'$$

Ἀλλὰ τὸ O εἶναι τὸ μέσο τοῦ MN δηλ. $OM = O$ καὶ ἑπομένως $P = P'$.

Συμπέρασμα. *Ἡ φάλαγγα τοῦ ζυγοῦ βρίσκεται σὲ ὁριζόντια ἰσορροπία, ὅταν οἱ δίσκοι φορτίζονται μὲ ἴσα βάρη.*

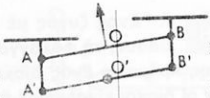


Σχ. 4: Ζυγὸς τοῦ Roberval. O καὶ O′ εἶναι τὰ σταθερὰ σημεῖα.

3 Ζυγὸς τοῦ Roberval (σχ. 4).

● Οἱ δίσκοι τοῦ ζυγοῦ τοῦ Roberval βρίσκονται πάνω ἀπ' τὴ φάλαγγα καὶ μένουν πάντα ὁριζόντιοι, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέση τῆς φάλαγγας, χάρη στὸ *παραλληλόγραμμο* ΑΒΒ'Α', τοῦ ὁποίου καὶ οἱ τέσσερεις κορυφὲς εἶναι *ἀρθρωτὲς* (σχ. 5).

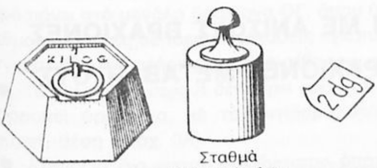
Ἡ φάλαγγα ΑΒ καὶ ἡ ἀντιφάλαγγα Α'Β' κινοῦνται γύρω ἀπὸ δύο σταθερὰ σημεῖα Ο καὶ Ο', ποὺ βρίσκονται στὸ μέσο τους. Ἀποδεικνύεται στὴ γεωμετρία ὅτι οἱ δυὸ ἀπέναντι πλευρὲς ἑνὸς παραλληλογράμμου εἶναι παράλληλες μὲ τὴ διάμεσο τῶν δύο ἄλλων. Οἱ ΑΑ' καὶ ΒΒ' λοιπὸν εἶναι παράλληλες μὲ τὴν κατακόρυφη διάμεσο ΟΟ'.



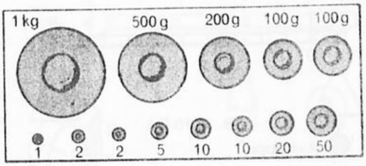
Σχ. 5.
Οἱ δίσκοι εἶναι πάντοτε ὁριζόντιοι.
ΟΟ' εἶναι μιὰ σταθερὴ κατακόρυφος. ΑΑ' καὶ ΒΒ' πάντοτε παράλληλα πρὸς τὸ ΟΟ'.

Σχ. 6.
Σχῆμα ζυγοῦ σὲ ἰσορροπία.

Ὁ ζυγὸς Roberval, ὅπως καὶ ὁ ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονες, διατηρεῖ τὴν ἰσορροπία του, καὶ ὅταν ἀντιμεταθέσουμε τὰ φορτία στοὺς δυὸ δίσκους.



Σχ. 7.
Σταθμὰ ἀπὸ χυτοσίδηρο
Σταθμὰ ἀπὸ ὀρείχαλκο
Σταθμὰ σὲ σχῆμα ἐλάσματος



Σχ. 8: Μιὰ πλήρης σειρὰ σταθμά.
Τὸ σύνολον τῶν σταθμῶν εἶναι 2 kg.

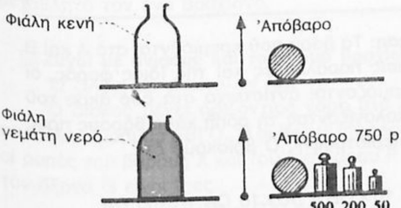
4 Χρήσεις τοῦ ζυγοῦ.

● Ὁ ζυγὸς εἶναι κατασκευασμένος, γιὰ νὰ ζυγίζει φορτία ὡς ὁρισμένο βάρος, τὸ ὁποῖο δὲν μποροῦμε νὰ ὑπερβοῦμε χωρὶς κίνδυνο νὰ τὸν καταστρέψουμε.

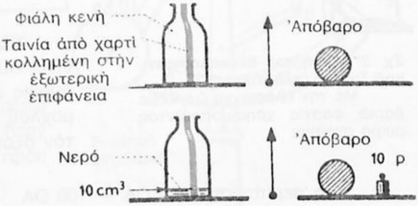
● Γιὰ τὴ ζύγιση χρησιμοποιοῦμε σειρὲς πρότυπων βαρῶν (σταθμῶν), ποὺ κατασκευάζονται ἀπὸ χυτοσίδηρο (50p ὡς 50 Kp), ἀπὸ ὀρείχαλκο (1p ὡς 10 Kp) ἢ ἀπὸ μεταλλικὰ φύλλα (0,01 p ὡς 0,5p) σχ. 7.

Μὲ τὴ σειρὰ τοῦ σχήματος 8 μποροῦμε νὰ κάνουμε ὅλες τὶς ζυγίσεις μὲ ἀκέραιο ἀριθμὸ γραμμαρίων, ἀπὸ 1p ὡς 2000 p.

● Ἡ ζύγιση γίνεται ὡς ἑξῆς: Βεβαιωνόμαστε πρῶτα ὅτι μὲ κενοὺς τοὺς δίσκους ὁ δείχτης εἶναι κατακόρυφος καὶ δείχνει τὸ Ο τῆς κλίμακας. Βάζομε στὸν ἕνα δίσκο τὸ σῶμα ποὺ θέλομε νὰ ζυγίσουμε καὶ ἰσορροποῦμε πάλι τὸ ζυγό, μὲ τὸ δείχτη στὸ Ο, βάζοντας σταθμὰ στὸν ἄλλο δίσκο. Τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν θὰ μᾶς δώσει τὸ βάρος τοῦ σώματος.



Σχ. 9.
Προσδιορισμὸς τῆς χωρητικότητας μιᾶς φιάλης.
Βάρος νεροῦ : 750 p
Χωρητικότητα φιάλης : 750 cm^3.



Σχ. 10: Βαθμολόγηση φιάλης ἀνὰ 10 cm^3

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Ἕνας ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονες ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα μοχλὸ πρώτου εἴδους, τὴ φάλαγγα, ποὺ ὁ ἄξονάς της βρίσκεται στὸ μέσο της καὶ ἀπὸ τὸ κάθε ἄκρο της κρέμεται ἕνας δίσκος.**

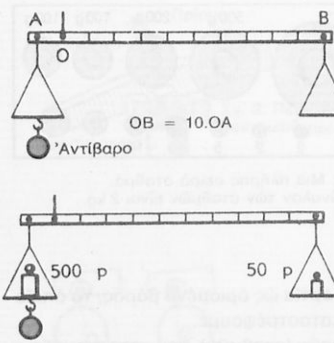
2. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοὶ ἢ ἔχουν ἴσα φορτία, ἡ φάλαγγα ἰσορροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση.

3. Οἱ δίσκοι τοῦ ζυγοῦ Roberval βρίσκονται πάνω ἀπ' τὴ φάλαγγα καὶ διατηροῦνται ὁριζόντιοι χάρη στὸ ἀρθρωτὸ παραλληλόγραμμο, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴ φάλαγγα καὶ τὴν ἀντιφάλαγγα.

4. Γιὰ νὰ κάνουμε μιὰ ζύγιση, χρησιμοποιοῦμε σταθμά. Αὐτὰ εἶναι κατασκευασμένα ἀπὸ χυτοσίδηρο (50p — 50Kp) ἀπὸ ὀρείχαλκο (1p — 10Kp) ἢ ἀπὸ μεταλλικὰ φύλλα (0,01p — 0,5p).

18° ΜΑΘΗΜΑ

ΖΥΓΟΙ ΜΕ ΑΝΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ Ἢ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥΣ



Σχ. 1: Δεκαπλασιαστικὸς ζυγός. Βάρος 500 p τοποθετημένο στὸ δίσκο A ἰσορροπεῖ βάρος 50 p τοποθετημένο στὸ δίσκο B.

1 Κατασκευὴ ἑνὸς δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ.

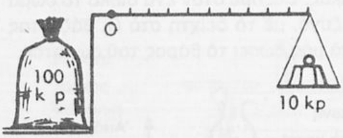
● Παίρνομε ἕναν κανόνα AB, τρυπημένο στὸ σημεῖο O καὶ χωρισμένο σὲ ἴσα μέρη, ὥστε OB = 10 OA.

● Κρεμοῦμε ἕνα δίσκο ἀπὸ κάθε σημεῖο A καὶ B καὶ προσθέτομε ἕνα ἀντίβαρο στὸ δίσκο A μὲ τρόπο ὥστε, ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ὁ μοχλὸς νὰ εἶναι ὁριζόντιος.

● Βάζομε διαδοχικὰ στὸ δίσκο A βάρη 100, 200 κτλ. καὶ ἰσορροποῦμε τὸ μοχλὸ στὴν ὁριζόντια θέση μὲ βάρη στὸ δίσκο B. Παρατηροῦμε:

Βάρη στὸ A:	100p	200p	300p	400p
Βάρη στὸ B:	10p	20p	30p	40p

Συμπέρασμα. *Τὸ βάρος ποὺ κρεμιέται στὸ B εἶναι τὸ δέκατο τοῦ βάρους ποὺ κρεμιέται στὸ A καὶ τὸ ἰσορροπεῖ.*



Σχ. 2: **Ἀρχὴ τοῦ δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ. (πλάστιγγας).** Μὲ τὴν πλάστιγγα ζυγίζομε βαριὰ φορτία χρησιμοποιώντας μικρὰ σταθμά.

Ἐξήγηση: Τὰ βάρη ποὺ κρεμιοῦνται στὰ A καὶ B εἶναι δυνάμεις παράλληλες καὶ τῆς ἴδιας φορᾶς, οἱ ὁποῖες ἐφαρμόζονται ἀντίστοιχα στὰ δυὸ ἄκρα τοῦ μοχλοῦ. Ὑπολογίζοντας τὴ ροπὴ κάθε βάρους πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O βρίσκομε ὅτι:

1η περίπτωση	100×OA = 100 OA	10×OB = 10×10 OA = 100 OA
2η περίπτωση	200×OA = 200 OA	20×OB = 20×10 OA = 200 OA
3η περίπτωση	300×OA = 300 OA	30×OB = 30×10 OA = 300 OA
4η περίπτωση	400×OA = 400 OA	40×OB = 40×10 OA = 400 OA

Σὲ κάθε περίπτωση ὁ μοχλὸς ἰσορροπεῖ, ἐπειδὴ οἱ ροπὲς ὡς πρὸς τὸ O τῶν βαρῶν ποὺ ἐφαρμόζονται στὸ A καὶ B εἶναι ἴσες.

Ὁ **δεκαπλασιαστικὸς ζυγός,** ποὺ χρησιμοποιεῖται, γιὰ νὰ ζυγίζουμε σακιὰ μὲ ἀλεύρι, ζάχαρη κτλ., βασίζεται στὴν ἴδια ἀρχὴ καὶ μποροῦμε μὲ μικρὰ σταθμὰ (μέχρι 20 Kp) νὰ ζυγίσουμε μεγάλα φορτία (μέχρι 200 Kp) (σχ. 2).

2 Ζυγὸς μὲ μεταβλητὸ τὸν ἕνα βραχίονα.

Ὁ **Ρωμαϊκὸς ζυγὸς** ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ φάλαγγα, ἡ ὁποία κινεῖται γύρω ἀπὸ ἕναν ὁριζόντιο ἄξονα (σχ. 3) καὶ εἶναι χωρισμένη σὲ δυὸ ἄνισους βραχίονες, OA καὶ OΓ. Ὁ μικρότερος βραχίονας OA ἔχει ἕνα ἄγγιστρο, γιὰ νὰ κρεμοῦμε τὰ φορτία.

Ἕνα ἀντίβαρο σταθεροῦ βάρους μπορεῖ νὰ γλιστρᾶ πάνω στὸ μεγάλο βραχίονα OΓ, ὅπου ὑπάρχουν βαθμολογημένες σὲ ἴσες ἀποστάσεις ἐγκοπές, γιὰ νὰ συγκρατιέται τὸ στήριγμα τοῦ ἀντίβαρου.

- Ὅταν τὸ *ἄγγιστρο A δὲν φέρει φορτίο,* ἡ φάλαγγα ἰσορροπεῖ ὁριζόντια, μὲ τὸ ἀντίβαρο στὴν πρώτη ἐγκοπή, θέση 0 (σχ. 3A).
- *Κρεμοῦμε ἕνα φορτίο στὸ ἄγγιστρο,* ὁπότε, γιὰ νὰ ἐπαναφέρουμε τὴν ἰσορροπία, πρέπει νὰ μετατοπίσουμε τὸ ἀντίβαρο, π.χ. ὡς τὴ θέση 3,5 (σχ. 3B).

Ἡ συσκευὴ αὐτὴ εἶναι ἕνας **μοχλὸς πρώτου εἴδους** καὶ ἑπομένως, ὅταν ἰσορροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ φορτίου P καὶ τοῦ ἀντίβαρου p, θὰ ἔχουμε τὴ γνωστὴ σχέση: ροπὴ τοῦ P ὡς πρὸς O = ροπὴ τοῦ p ὡς πρὸς O.

$$OA \times P = OB \times p$$

Ἂν λοιπὸν τὸ ἀντίβαρο ζυγίζει 1 Kp καὶ OA = 6 cm καὶ OB = 21 cm θὰ εἶναι:

$$P = 1 \text{ Kp } 21/6 = 3{,}5 \text{ Kp}$$

Στὴν πραγματικότητα δὲν χρειάζεται κανένας ὑπολογισμός, γιατὶ ἡ βαθμολόγηση τῆς φάλαγγας δίνει κατευθείαν τὴν τιμὴ τοῦ βάρους P γιὰ τὶς διάφορες θέσεις τοῦ ἀντίβαρου.

Σημείωση. Ὁ ρωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι ζυγὸς μὲ μεταβλητὸ τὸν ἕνα βραχίονα.

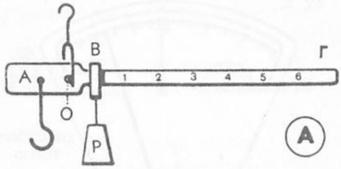
3 Ζυγοὶ μὲ ἄνισους καὶ τοὺς δυὸ βραχίονες.

Ὁ ζυγὸς τῶν ἐπιστολῶν (σχ. 4).

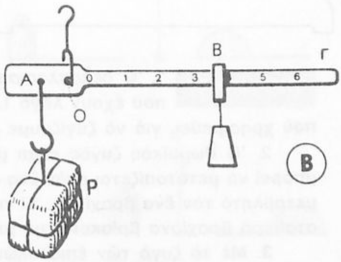
Ὁ δίσκος μένει ὁριζόντιος χάρη στὸ ἀρθρωτὸ παραλληλόγραμμο ΑΒΓΟ. Ἡ συσκευὴ ἰσορροπεῖ, ὅταν οἱ ροπὲς τοῦ βάρους X καὶ τοῦ ἀντίβαρου P ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O εἶναι ἴσες.

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

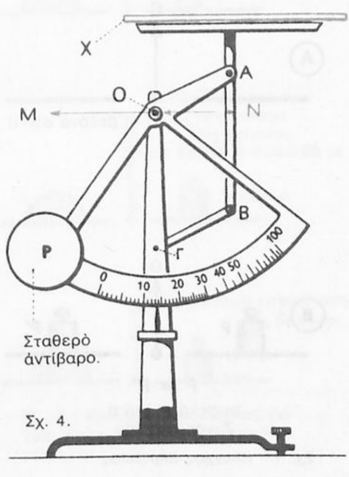
ὅπου ON καὶ OM εἶναι οἱ ἀποστάσεις τοῦ O ἀπὸ τὶς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων X καὶ P.



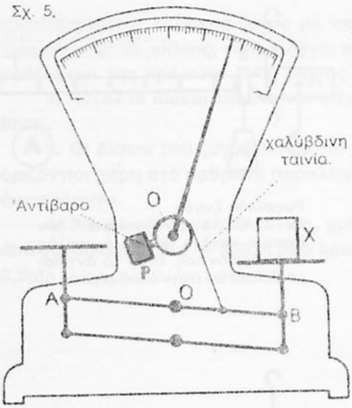
Ρωμαϊκὸς ζυγὸς
Σχ. 3: A: Ἂν στὸ ἄγγιστρο A δὲν ἔχουμε κανένα βάρος, ὁ μοχλὸς εἶναι ὁριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρο βρίσκεται στὴν ὑποδιαίρεση 0.



B: Ἂν στὸ ἄγγιστρο A ἔχουμε ἕνα φορτίο βάρους P, ὁ μοχλὸς εἶναι ὁριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρο βρίσκεται στὴν ὑποδιαίρεση π.χ. P = 3,5 Kp.



Σχ. 4.



Τὴν τιμὴ τοῦ βάρους X τὴ βλέπομε στὴ βαθμολογημένη κλίμακα, ποὺ βρίσκεται στὸ στήριγμα τῆς συσκευῆς.

Οἱ διαιρέσεις τῆς κλίμακας εἶναι ἄνισες.

Ὁ αὐτόματος ζυγὸς (σχ. 5).

Μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ βάρους X ἡ φάλαγγα AB γέρνει, ἀνασηκώνοντας τὸ ἀντίβαρο P. Τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ σὲ κάποια θέση, ὁπότε ἡ βελόνα δείχνει στὴ βαθμολογημένη κλίμακα τὴν τιμὴ τοῦ βάρους X.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς εἶναι ἕνας μοχλὸς μὲ ἄνισους βραχίονες ποὺ ἔχουν λόγο 1/10. Ἕνας τέτοιου εἴδους ζυγὸς εἶναι καὶ ἡ πλάστιγγα, ποὺ χρησιμεύει, γιὰ νὰ ζυγίζουμε σακιὰ μὲ ἀλεύρι, ζάχαρη κτλ.

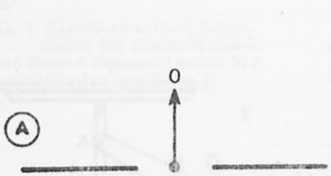
2. Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι μοχλὸς 1ου εἴδους. Ἕνα σταθεροῦ βάρους ἀντίβαρο μπορεῖ νὰ μετατοπίζεται στὸν ἕνα ἀπὸ τοὺς δυὸ βραχίονές του. Ἔχομε ἔτσι ἕνα ζυγὸ μὲ μεταβλητὸ τὸν ἕνα βραχίονα. Ἡ τιμὴ τοῦ βάρους τοῦ σώματος ποὺ ἔχομε κρεμάσει στὸ σταθερὸ βραχίονα βρίσκεται μὲ μιὰ ἁπλὴ ἀνάγνωση τῶν ὑποδιαιρέσεων τῆς φάλαγγας.

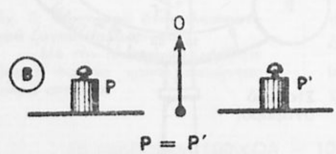
3. Μὲ τὸ ζυγὸ τῶν ἐπιστολῶν καὶ τὸν αὐτόματο ζυγὸ μποροῦμε πάλι μὲ μιὰ ἁπλὴ ἀνάγνωση νὰ ἔχουμε τὸ βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου.

19° ΜΑΘΗΜΑ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΖΥΓΟΥ

● Μὲ μιὰ ἁπλὴ ζύγιση δὲν μποροῦμε νὰ βροῦμε μὲ ἀκρίβεια τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, γιατὶ ἡ ζύγιση, ὅπως καὶ κάθε μέτρηση, γίνεται κατὰ προσέγγιση. Γιὰ νὰ ἔχουμε ὅσο τὸ δυνατὸ ἀκριβέστερο ἀποτέλεσμα, πρέπει ὁ ζυγὸς ποὺ χρησιμοποιοῦμε νὰ εἶναι: *ἀκριβής, εὐαίσθητος καὶ πιστός.*





Σχ. 1: Ἔλεγχος ἀκριβείας

1 Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.

● Ἔχομε ἕνα ζυγὸ σὲ ἰσορροπία (ἡ βελόνα στὴ θέση 0 σχ. 1).

● Ἂν βάλουμε στὸν κάθε δίσκο του ἴσα βάρη (π.χ. 1p) καὶ ἡ ἰσορροπία του δὲν διαταραχτεῖ, τότε μόνο ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ἀλλιῶς δὲν εἶναι (σχ. 1 B).

Ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ἂν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, ὅταν βάλουμε καὶ στοὺς δυὸ δίσκους του ἴσα βάρη.

● Ὅταν ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ, τὰ γινόμενα τῶν βαρῶν, τὰ ὁποῖα βρίσκονται στοὺς δίσκους, ἐπὶ τοὺς ἀντίστοιχους βραχίονες τῆς φάλαγγας πρέπει νὰ εἶναι ἴσα.

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

$$OM = ON$$

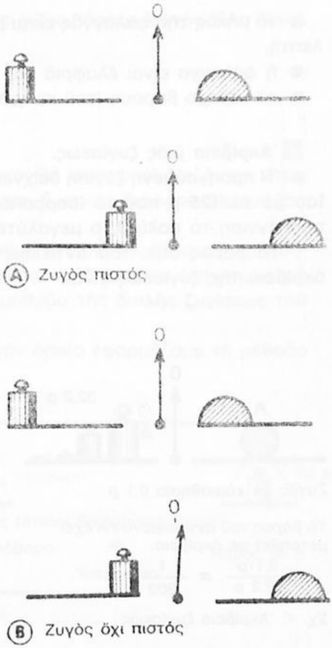
δηλ. γιὰ νὰ εἶναι ἕνας ζυγὸς ἀκριβής, πρέπει οἱ δυὸ βραχίονες τῆς φάλαγγάς του νὰ εἶναι ἴσοι.

2 Πιστότητα τοῦ ζυγοῦ.

Φορτίζομε τοὺς δίσκους τοῦ ζυγοῦ ἔτσι, ὥστε νὰ πετύχουμε τὴν ἰσορροπία τῆς φάλαγγας μὲ τὸ δείχτη στὸ 0.

Μεταθέτομε ἀμοιβαῖα τὰ φορτία στοὺς δυὸ δίσκους, καί, ἂν ἡ ἰσορροπία δὲν διαταραχτεῖ, ὁ ζυγὸς εἶναι πιστός, ἀλλιῶς δὲν εἶναι.

Ἕνας ζυγὸς εἶναι πιστός, ἂν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, ὅταν μεταθέσουμε ἀμοιβαῖα τὰ φορτία στοὺς δίσκους του.



Σχ. 2: Ἔλεγχος πιστότητας ζυγοῦ

Γιὰ νὰ εἶναι ἕνας ζυγὸς πιστός, πρέπει:

● νὰ μὴν παραμορφώνονται οἱ βραχίονες τῆς φάλαγγας στὴ ζύγιση

● οἱ ἀκμὲς τῶν τριγωνικῶν πρισμάτων νὰ εἶναι παράλληλες καὶ πολὺ λεπτές

● καὶ τὰ στηρίγματα τῶν δίσκων νὰ στρέφονται εὔκολα γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρτήσεώς τους.

Πρακτικὴ ὑπόδειξη. Δὲν πρέπει νὰ βάζουμε ποτὲ στοὺς δίσκους τοῦ ζυγοῦ βάρος μεγαλύτερο ἀπὸ ἐκεῖνο ποὺ καθορίζεται ἀπὸ τὸν κατασκευαστή του.

3 Εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.

● Βάζομε ἕνα φορτίο στὸν ἕνα δίσκο τοῦ ζυγοῦ καὶ τὸν ἰσορροποῦμε (δείχτης στὸ 0), μὲ σταθμὰ 125 p στὸν ἄλλο δίσκο. Προσθέτομε τώρα διαδοχικὰ στὸν ἴδιο δίσκο σταθμὰ 0,05 p, 0,06 p, 0,08 p, 0,09 p καὶ βλέπομε ὅτι ἡ βελόνα μένει ἀκίνητη.

Ἂν τὸ πρόσθετο βάρος γίνει 0,1p καὶ ἡ βελόνα ἔχει μιὰ μικρὴ ἀπόκλιση, τότε:

Ὁ ζυγὸς αὐτὸς ἔχει εὐαισθησία δεκάτου τοῦ γραμμαρίου.

Ἡ εὐαισθησία ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται μὲ τὴν τιμὴ τοῦ μικρότερου βάρους ποὺ μπορεῖ νὰ προκαλέσει φανερὴ μετατόπιση τῆς βελόνας.

Σχ. 3: Ἔλεγχος εὐαισθησίας ζυγοῦ. Ὁ ζυγὸς αὐτὸς ἔχει εὐαισθησία 0,1 p.

Ἕνας ζυγὸς εἶναι τόσο πιὸ εὐαίσθητος, ὅσο ἡ εὐκινησία τῆς φάλαγγας καὶ τῶν δίσκων του εἶναι μεγαλύτερη. Δηλαδὴ ὅταν:

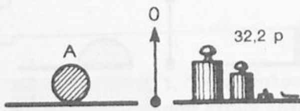
● τὸ μῆκος τῆς φάλαγγας εἶναι μεγαλύτερο, ἡ ἀκμὴ τοῦ μεσαίου πρίσματος εἶναι πολὺ λεπτή,
● ἡ φάλαγγα εἶναι ἐλαφριὰ καὶ
● τὸ κέντρο βάρους (τοῦ κινητοῦ συστήματος) εἶναι κοντὰ στὸν ἄξονα περιστροφῆς.

4 Ἀκρίβεια μιᾶς ζυγίσεως.

● Ἡ προηγούμενη ζύγιση δείχνει ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου μπορεῖ καὶ νὰ μὴν εἶναι ἴσο μὲ τὰ 125 p ποὺ τὸ ἰσορροποῦν. Μποροῦμε ὅμως νὰ βεβαιώσουμε ὅτι εἶναι κατὰ προσέγγιση τὸ πολὺ 0,1p μεγαλύτερο ἢ μικρότερο ἀπὸ 125 p.

Τὸ βάρος δηλ. τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ εἶναι 125 p κατὰ προσέγγιση 0,1p καὶ ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως εἶναι:

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



Ζυγὸς μὲ εὐαισθησία 0,1 p

Τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου Α ἔχει μετρηθεῖ μὲ ἀκρίβεια.

$$\frac{0{,}1 \text{ p}}{32{,}2 \text{ p}} = \frac{1}{300}$$

Σχ. 4: Ἀκρίβεια ζυγίσεως

Κατασκευάζονται ζυγοὶ ἐργαστηρίων μὲ εὐαισθησία 0,00001 γιὰ φορτία 100 p δηλ. μὲ ἀκρίβεια μετρήσεως 0,0001/100 = 1/1000000.

Ἕνας ζυγὸς τοῦ Roberval εὐαίσθητος στὸ 0,1 p γιὰ φορτίο 1Kp ἔχει ἀκρίβεια μετρήσεως.

$$\frac{0{,}1}{1000} = \frac{1}{10000}$$

Ἡ ἀκρίβεια μιᾶς ζυγίσεως ἐκφράζεται μὲ τὸ λόγο τοῦ μέτρου τῆς εὐαισθησίας τοῦ ζυγοῦ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ζυγίσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἕνας ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ἂν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, ὅταν φορτισθοῦν οἱ δίσκοι του μὲ ἴσα βάρη. Γιὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς ἀκριβής, πρέπει καὶ οἱ δυὸ βραχίονες τῆς φάλαγγας νὰ εἶναι ἴσοι.

2. Ἕνας ζυγὸς εἶναι πιστός, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέση τῶν φορτίων στοὺς δίσκους του.

3. Ἡ εὐαισθησία ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται μὲ τὴν τιμὴ τοῦ μικρότερου βάρους ποὺ μπορεῖ νὰ προκαλέσει μιὰ φανερὴ μετατόπιση τῆς βελόνας.

4. Ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως ἐκφράζεται μὲ τὸ λόγο τοῦ μέτρου τῆς εὐαισθησίας τοῦ ζυγοῦ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ζυγίσεως.

20° ΜΑΘΗΜΑ

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΜΑΖΑΣ

1 Ἡ διπλὴ ζύγιση.

● Γιὰ νὰ βροῦμε τὸ πραγματικὸ βάρος ἑνὸς σώματος, πρέπει ὁ ζυγὸς νὰ εἶναι *ἀκριβής*. Εἶναι ὅμως πρακτικὰ ἀδύνατο νὰ κατασκευάσουμε ζυγό, ποὺ οἱ βραχίονες τῆς φάλαγγάς του νὰ εἶναι ἀπόλυτα ἴσοι. Σὲ ἕναν καλὸ ζυγὸ τοῦ ἐμπορίου μποροῦμε νὰ πετύχουμε μιὰ διαφορὰ 0,2 mm ἀνάμεσα στοὺς δυό του βραχίονες.

● Ἂν λοιπὸν ὁ ἕνας βραχίονας εἶναι 20 cm καὶ ὁ ἄλλος 20,02 cm, τότε ἕνα σῶμα βάρους

1Kp, ὅταν τοποθετηθεῖ στὸν πρῶτο δίσκο, θὰ ἰσορροπήσει σῶμα βάρους X στὸν ἄλλο δίσκο σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση:

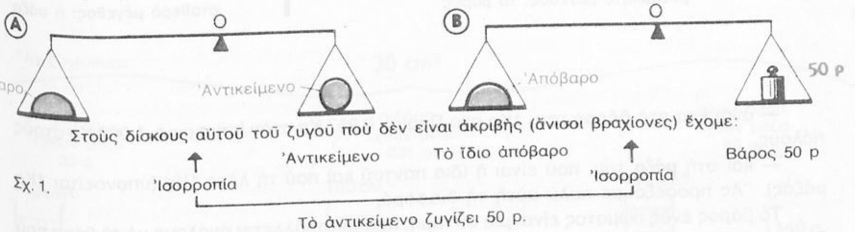
$$1 \times 20{,}02 = X \times 20$$

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

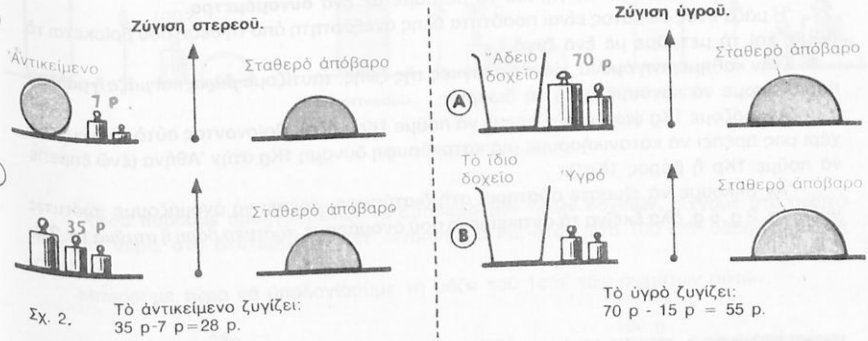
Ἡ φάλαγγα τοῦ ζυγοῦ στὴν προηγούμενη περίπτωση θὰ ἰσορροπεῖ ὁριζόντια, ὅταν ὑπάρχει διαφορὰ βάρους 1p στὰ δυὸ σώματα ποὺ ζυγίζομε, ἢ γενικὰ διαφορὰ βάρους ἴση μὲ τὸ 1/1000 τοῦ φορτίου τοῦ ἑνὸς δίσκου.

● Ἡ διαφορὰ αὐτὴ δὲν ἔχει σημασία, ὅταν δὲν ζητοῦμε μεγάλη ἀκρίβεια στὴ ζύγιση. Μποροῦμε ὅμως νὰ βροῦμε τὸ πραγματικὸ βάρος ἑνὸς σώματος, ὅταν εἶναι ἀνάγκη, καὶ μὲ ἕνα ζυγὸ ποὺ δὲν εἶναι ἀκριβής, ἂν ἐφαρμόσουμε τὴ μέθοδο τῆς **διπλῆς ζυγίσεως** τοῦ Borda.

Μὲ τὰ πιὸ κάτω σχήματα βλέπομε τὸν τρόπο, μὲ τὸν ὁποῖο ἐφαρμόζομε τὴ μέθοδο αὐτὴ στὴν πράξη.



Σχ. 1.



Σχ. 2.

2 Μάζα ἑνὸς σώματος.

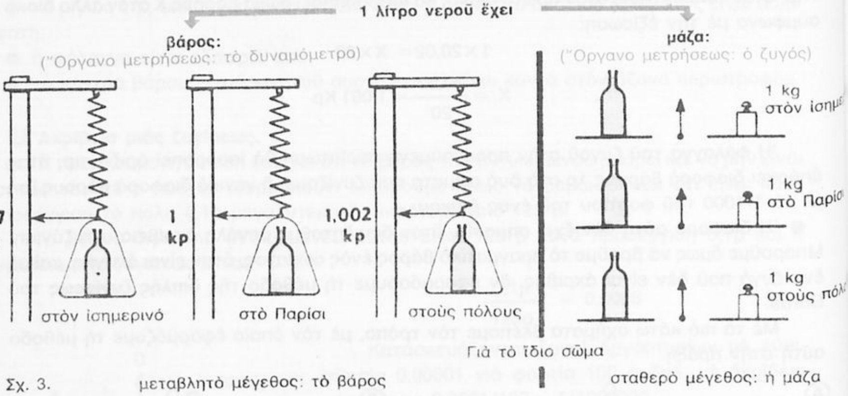
● Ἂν μετρήσουμε μὲ ἕνα εὐαίσθητο δυναμόμετρο τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, π.χ. ἑνὸς λίτρου νεροῦ, θὰ βροῦμε: Στὴν Ἀθήνα : 1000 p, στὸν ἰσημερινὸ : 997p, στοὺς πόλους: 1,002 p.

Αὐτὸ συμβαίνει, γιατί, ὅπως γνωρίζομε, τὸ βάρος ἑνὸς σώματος (ἡ δύναμη δηλ. μὲ τὴν ὁποία ἡ γῆ ἕλκει τὸ σῶμα) αὐξάνει ἐλαφρὰ ἀπὸ τὸν ἰσημερινὸ πρὸς τοὺς πόλους, καὶ μικραίνει ὅσο ἀπομακρυνόμαστε ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς γῆς.

Ὡστόσο αὐτὸ τὸ λίτρο τοῦ νεροῦ περιέχει πάντοτε τὴν ἴδια ποσότητα ὕλης, ὅπου καὶ ἂν τὴ ζυγίσουμε (στὴν Ἀθήνα, στοὺς πόλους, στὸν ἰσημερινὸ ἢ σὲ ὁποιοδήποτε ὕψος).

Αὐτὴ ἡ ποσότητα τῆς ὕλης, ἡ ὁποία χαρακτηρίζει κάθε σῶμα, εἶναι ἡ **μάζα** τοῦ σώματος αὐτοῦ.

Θὰ κάνουμε λοιπὸν διάκριση στὴν περίπτωση αὐτοῦ τοῦ λίτρου τοῦ νεροῦ.



Σχ. 3.

— ἀνάμεσα στὸ **βάρος** του: 1Kp στὸ Παρίσι, 0,997 Kp στὸν ἰσημερινό, 1,002 Kp στοὺς πόλους,

— καὶ στὴ **μάζα** του, ποὺ εἶναι ἡ ἴδια παντοῦ καὶ ποὺ τὴ λέμε 1Kg (ὑπονοεῖται 1Kg μάζας). Ἂς προσέξουμε πολὺ αὐτὴ τὴ διαφορά.

Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι μιὰ δύναμη, ποὺ μεταβάλλεται ἀνάλογα μὲ τὴ θέση ποὺ ἔχει τὸ σῶμα σχετικὰ μὲ τὴ γῆ, καὶ τὸ μετρᾶμε μὲ ἕνα **δυναμόμετρο.**

Ἡ μάζα ἑνὸς σώματος εἶναι ποσότητα ὕλης ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὴ θέση ποὺ βρίσκεται τὸ σῶμα, καὶ τὴ μετρᾶμε μὲ ἕνα **ζυγό.**

● Στὴν καθημερινὴ ὁμιλία, γιὰ τὶς ἀνάγκες τῆς ζωῆς, ταυτίζομε *βάρος* καὶ *μάζα* ἢ μᾶλλον παραλείπομε νὰ κάνουμε αὐτὴ τὴ διάκριση.

Ἀγοράζομε 1Kg ψωμὶ (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ ποῦμε 1Kg μάζα). Παίρνοντας αὐτὸ τὸ ψωμὶ στὸ χέρι μας πρέπει νὰ κατανικήσουμε μιὰ κατακόρυφη δύναμη 1Kg στὴν Ἀθήνα (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ ποῦμε 1Kp ἢ βάρος 1Kg*).

Ἂν θέλουμε νὰ εἴμαστε αὐστηροὶ στὴ διατύπωση, πρέπει νὰ ὀνομάζουμε *πρότυπες μάζες* 1g, 2 g, 5 g, ὅλα ἐκεῖνα τὰ ἀντικείμενα ποὺ ὀνομάσαμε *πρότυπα βάρη* ἢ *σταθμὰ* 1g, 2 g, 5 g, 1Kg.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Μὲ τὴ μέθοδο τῆς διπλῆς ζυγίσεως μποροῦμε νὰ βροῦμε τὸ πραγματικὸ βάρος ἑνὸς σώματος καὶ μὲ ἕνα ζυγὸ ποὺ δὲν εἶναι ἀκριβής. Ἰσορροποῦμε τὸ ζυγὸ μὲ τὸ σῶμα ποὺ θέλομε νὰ ζυγίσουμε στὸν ἕνα δίσκο μὲ ἕνα ἀντίβαρο στὸν ἄλλο. Βγάζομε τὸ σῶμα καὶ στὴ θέση του τοποθετοῦμε σταθμά, ὡσότου ἐπιτύχουμε καὶ πάλι τὴν ἴδια ἰσορροπία τοῦ ζυγοῦ. Τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν ποὺ τοποθετήσαμε.

2. Ἡ μάζα ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ ποσότητα τῆς ὕλης ποὺ τὸ ἀποτελεῖ καὶ εἶναι ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὸν τόπο, ὅπου βρίσκεται τὸ σῶμα.

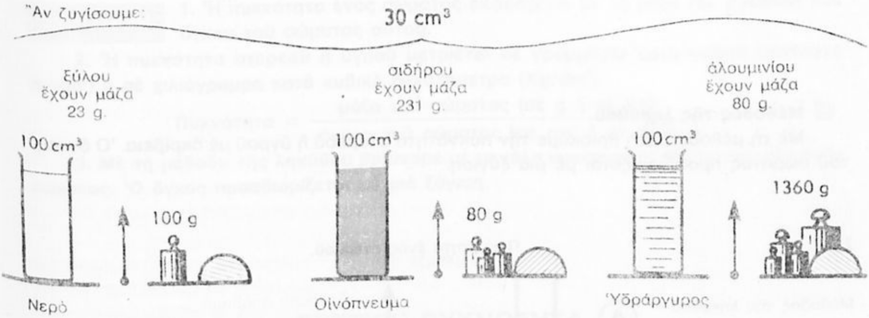
Ἡ μάζα μετριέται μὲ τὸ ζυγὸ καὶ ἔχει μονάδα τὸ χιλιόγραμμο, ποὺ συμβολίζεται μὲ τὸ kg, ἢ τὸ γραμμάριο, ποὺ συμβολίζεται μὲ τὸ g.

3. Βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμη μὲ τὴν ὁποία ἡ μάζα αὐτοῦ τοῦ σώματος ἕλκεται πρὸς τὴ γῆ. Ἡ δύναμη αὐτὴ μεταβάλλεται μὲ τὸ ὕψος καὶ τὸ γεωγραφικὸ πλάτος καὶ μετριέται μὲ τὸ δυναμόμετρο. Μονάδα βάρους εἶναι τὸ Kp (Κιλοπόντ).

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (ΕΙΔΙΚΗ ΜΑΖΑ) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ

Σχ. 1.

Τὰ σώματα αὐτὰ (σχ. 1) ἔχουν ἴσες διαστάσεις, ἑπομένως καὶ τὸν ἴδιο ὄγκο (30 cm³). Ἂν τὰ ζυγίσουμε, βρίσκομε: γιὰ τὸ ξύλο 23 g, γιὰ τὸ σίδερο 231g, γιὰ τὸ ἀλουμίνιο 80 g.



Σχ. 2.

Ἀφοῦ πάρουμε προηγουμένως τὸ ἀπόβαρο τῶν τριῶν δοχείων, ρίχνομε στὸ πρῶτο 100 cm³ νερό, στὸ δεύτερο 100 cm³ οἰνόπνευμα καὶ στὸ τρίτο 100 cm³ ὑδράργυρο καὶ ζυγίζομε.

Μποροῦμε τώρα νὰ ὑπολογίσουμε τὴ μάζα τοῦ 1cm³ τῶν σωμάτων αὐτῶν.

ξύλο $\dfrac{23\text{g}}{30\ \text{cm}^3} = 0{,}76\ \text{g/cm}^3$	νερὸ $\dfrac{100\ \text{g}}{100\ \text{cm}^3} = 1\ \text{g/cm}^3$
σίδερο $\dfrac{231\ \text{g}}{30\ \text{cm}^3} = 7{,}7\ \text{g/cm}^3$	οἰνόπνευμα $\dfrac{80\ \text{g}}{100\ \text{cm}^3} = 0{,}8\ \text{g/cm}^3$
ἀλουμίνιο $\dfrac{80\ \text{g}}{30\ \text{cm}^3} = 2{,}66\ \text{g/cm}^3$	ὑδράργυρος $\dfrac{1360\ \text{g}}{100\ \text{cm}^3} = 13{,}6\ \text{g/cm}^3$

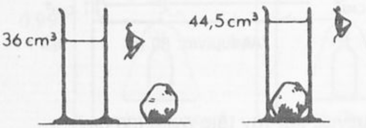
Ἡ *πυκνότητα* (εἰδικὴ μάζα) ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ μάζα τῆς μονάδας τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος αὐτοῦ καὶ ἐκφράζεται σὲ γραμμάρια κατὰ κυβικὸ ἑκατοστὸ g/cm³ ἢ σὲ χιλιόγραμμα κατὰ κυβικὸ δεκατόμετρο (Kg/dm³).

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

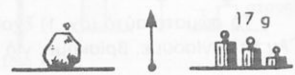
1 Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητας ἑνὸς σώματος.

Γιὰ νὰ προσδιορίσουμε τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος, πρέπει νὰ γνωρίζουμε τὸν ὄγκο καὶ τὴ μάζα του.

Μὲ τὰ σχήματα 3 Α καὶ 3 Β βλέπομε, πῶς μποροῦμε μὲ ἕνα ὀγκομετρικὸ δοχεῖο νὰ βροῦμε τὸν ὄγκο ἑνὸς σώματος (π.χ. μιᾶς πέτρας) μὲ μεγάλη προσέγγιση καὶ νὰ προσδιορίσουμε τὴν πυκνότητά του.



Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητας ἑνὸς στερεοῦ
('Ο ὄγκος βρίσκεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ὀγκομετρικοῦ δοχείου)



Ὄγκος τῆς πέτρας:

$44{,}5\ cm^3 - 36\ cm^3 = 8{,}5\ cm^3$

Πυκνότητα τῆς πέτρας: $\frac{17g}{8{,}5cm^3} = 2 g/cm^3$.

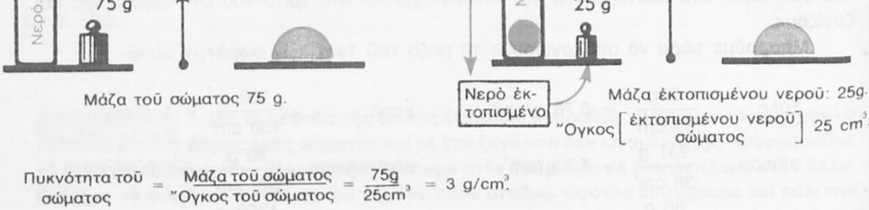
Μάζα τῆς πέτρας: 17 g.

2 Μέθοδος τῆς ληκύθου.

Μὲ τὴ μέθοδο αὐτὴ βρίσκομε τὴν πυκνότητα στερεοῦ ἢ ὑγροῦ μὲ ἀκρίβεια. Ὁ ὄγκος τοῦ σώματος προσδιορίζεται μὲ μιὰ ζύγιση.

Σχ. 4. Πυκνότητα ἑνὸς στερεοῦ.

Μέθοδος τῆς ληκύθου



Μάζα τοῦ σώματος 75 g.

Μάζα ἐκτοπισμένου νεροῦ: 25g.

Ὄγκος $\left[\begin{array}{c}\text{ἐκτοπισμένου νεροῦ} \\ \text{σώματος}\end{array}\right]$ 25 cm³.

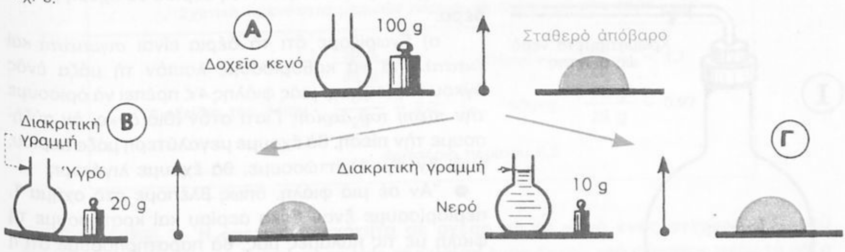
$$\text{Πυκνότητα τοῦ σώματος} = \frac{\text{Μάζα τοῦ σώματος}}{\text{Ὄγκος τοῦ σώματος}} = \frac{75g}{25cm^3} = 3\ g/cm^3.$$

3 Εἰδικὸ βάρος ἑνὸς σώματος.

Τὸ εἰδικὸ βάρος ἑνὸς σώματος ἐκφράζεται μὲ τὸ βάρος τῆς μονάδας τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος αὐτοῦ.

$$\text{Εἰδικὸ βάρος} = \frac{\text{Βάρος τοῦ σώματος (σὲ p ἢ Kp)}}{\text{Ὄγκος τοῦ σώματος (σὲ } cm^3 \text{ ἢ } dm^3)}$$

Σχ. 5. Πυκνότητα ἑνὸς ὑγροῦ



Μάζα ὑγροῦ : 100 g—20 g = 80 g.

$$\text{Πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ} = \frac{\text{Μάζα τοῦ ὑγροῦ}}{\text{Ὄγκος τοῦ ὑγροῦ}} = \frac{80\,g}{90\,cm^3} = 0{,}88\ g/cm^3.$$

Μάζα νεροῦ: 100 g— 10 g = 90 g.

Ὄγκος [τοῦ νεροῦ / τοῦ ὑγροῦ] 90cm³.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ πυκνότητα ἑνὸς σώματος ἐκφράζεται μὲ τὴ μάζα τῆς μονάδας τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος αὐτοῦ.

2. Ἡ πυκνότητα στερεοῦ ἢ ὑγροῦ μετριέται σὲ γραμμάρια κατὰ κυβικὸ ἑκατοστὸ (g/cm^3) ἢ σὲ χιλιόγραμμα κατὰ κυβικὸ δεκατόμετρο (Kg/dm^3).

$$\textbf{Πυκνότητα} = \frac{\textbf{μάζα τοῦ σώματος (σὲ g ἢ σὲ Kg)}}{\textbf{ὄγκος τοῦ σώματος (σὲ } cm^3 \textbf{ ἢ σὲ } dm^3\textbf{)}}$$

3. Μὲ τὴ μέθοδο τῆς ληκύθου βρίσκομε μὲ μεγάλη προσέγγιση τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος. Ὁ ὄγκος προσδιορίζεται μὲ μιὰ ζύγιση.

22° ΜΑΘΗΜΑ

ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

1 Σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σὲ σχέση μὲ τὸ νερό.

Ὅταν γνωρίζουμε τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος, μποροῦμε νὰ βροῦμε τὴ μάζα ὁποιουδήποτε ὄγκου τοῦ σώματος αὐτοῦ. Μποροῦμε ὅμως νὰ προσδιορίσουμε αὐτὴ τὴ μάζα καὶ ὅταν γνωρίζουμε τὴ σχετικὴ πυκνότητα, δηλ. τὴ σχέση τῆς μάζας ἑνὸς ὄγκου τοῦ σώματος μὲ τὴ μάζα ἴσου ὄγκου νεροῦ.

Παράδειγμα. Σὲ ἴσους ὄγκους ἡ μάζα τοῦ μολύβδου εἶναι 11,3 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ νεροῦ:

5 cm^3 μολύβδου θὰ ἔχουν μάζα:

5 g (ποὺ εἶναι ἡ μάζα 5 cm^3 νεροῦ)×11,3 = 56,6 g.

Σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς σώματος σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ εἶναι ὁ λόγος τῆς μάζας τοῦ σώματος μὲ τὴ μάζα ὄγκου νεροῦ ἴσου πρὸς τὸν ὄγκο τοῦ σώματος.

Ἂν ἡ πυκνότητα τοῦ χαλκοῦ εἶναι 8,9 g/cm^3, ἡ σχετική του πυκνότητα θὰ εἶναι:

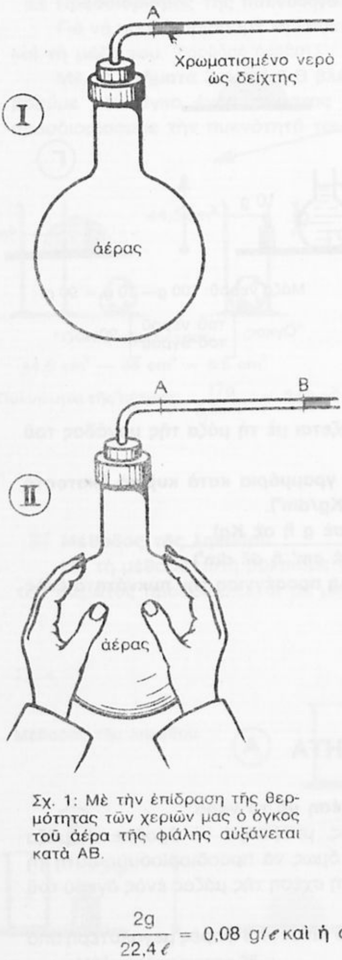
$$\rho\ \text{σχετικὴ} = \frac{8{,}9\ g}{1\ g} = 8{,}9$$ (γιατὶ ἕνα cm^3 χαλκοῦ ἔχει μάζα 8,9 g καὶ ἕνα cm^3 νεροῦ 1g).

Ἡ πυκνότητα ἐκφράζεται μὲ ἕνα συγκεκριμένο ἀριθμό.

g/cm^3 Kg/dm^3 t/m^3

Ἡ σχετικὴ πυκνότητα σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ ἐκφράζεται μὲ ἕνα ἀφηρημένο ἀριθμό.

Ἡ σχετικὴ πυκνότητα σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ ἔχει τὴν ἴδια ἀριθμητικὴ τιμὴ μὲ τὴν πυκνότητα, γιατὶ ἡ πυκνότητα τοῦ νεροῦ εἶναι 1 g/cm^3 ἢ Kg/dm^3 ἢ t/m^3.



Σχ. 1: Μὲ τὴν ἐπίδραση τῆς θερμότητας τῶν χεριῶν μας ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα τῆς φιάλης αὐξάνεται κατὰ ΑΒ.

2 Σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου σὲ σχέση μὲ τὸν ἀέρα.

α) Γνωρίζομε ὅτι τὰ ἀέρια εἶναι *συμπιεστὰ* καὶ *ἐκτατά*. Γιὰ νὰ καθορίσουμε λοιπὸν τὴ μάζα ἑνὸς ὄγκου ἀερίου, π.χ. μιᾶς φιάλης 4 ℓ, πρέπει νὰ ὁρίσουμε τὴν *πίεση τοῦ ἀερίου*. Γιατὶ στὸν ἴδιο ὄγκο, ἂν αὐξήσουμε τὴν πίεση, θὰ ἔχουμε μεγαλύτερη μάζα ἀερίου, ἐνῶ, ἂν τὴν ἐλαττώσουμε, θὰ ἔχουμε λιγότερη.

● Ἂν σὲ μιὰ φιάλη, ὅπως βλέπομε στὸ σχῆμα 1, περιορίσουμε ἕναν ὄγκο ἀερίου καὶ κρατήσουμε τὴ φιάλη μὲ τὶς παλάμες μας, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ σταγόνα τοῦ μελανιοῦ, ποὺ περιορίζει τὸ ἀέριο στὴ φιάλη, μετατοπίζεται πρὸς τὰ ἔξω. Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου αὐξήθηκε, ἐπειδὴ πῆρε θερμότητα ἀπὸ τὶς παλάμες μας, ἐνῶ ἡ πίεσή του ἔμεινε ἡ ἴδια (ἡ ἐξωτερική).

Γιὰ νὰ ἔχει λοιπὸν τὴν πραγματική της ἔννοια ἡ ἔκφραση ἑνὸς ὄγκου ἀερίου, δὲν ἀρκεῖ νὰ ὁριστεῖ ἡ πίεση, *ἀλλὰ καὶ ἡ θερμοκρασία του*.

● Ἀπὸ αὐτὰ συμπεραίνομε ὅτι, ὅταν μιλᾶμε γιὰ ὄγκο ἑνὸς ἀερίου ἢ ἀτμοῦ, πρέπει νὰ ὁρίζουμε τὸν ὄγκο τοῦ ἀερίου αὐτοῦ σὲ κανονικὲς συνθῆκες (0°C) θερμοκρασίας καὶ πιέσεως (76 cm Hg).

β) Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια σὲ ἴσο ὄγκο μὲ τὰ ὑγρὰ ἢ στερεὰ εἶναι πολὺ ἐλαφρότερα, ἡ σχετικὴ πυκνότητά τους ὑπολογίζεται ὄχι σὲ σχέση μὲ τὸ νερό, ἀλλὰ μὲ τὸν ἀέρα.

Ἐφαρμογή. 22,4 ℓ ἀέρα σὲ κανονικὲς συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως ἔχουν μάζα 29 g, ἐνῶ στὶς ἴδιες συνθῆκες 22,4 ℓ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα, ἔχουν μάζα 44 g καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότητά του σὲ σχέση μὲ τὸν ἀέρα θὰ εἶναι:

$$\frac{\text{μάζα } 22{,}4\,\ell \text{ διοξειδ. ἄνθρ.}}{\text{μάζα } 22{,}4\,\ell \text{ ἀέρα}} = \frac{44\text{ g}}{29\text{ g}} = 1{,}5$$

22,4 ℓ ὑδρογόνου σὲ Κ.Σ. ἔχουν μάζα 2 g καὶ ἕνα λίτρο ὑδρογόνου θὰ ἔχει μάζα

$$\frac{2\text{g}}{22{,}4\,\ell} = 0{,}08\text{ g}/\ell \text{ καὶ ἡ σχετική του πυκνότητα θὰ εἶναι } \frac{2\text{g}}{29\text{g}} = 0{,}07$$

Βλέπομε ἐδῶ ὅτι ἡ μάζα 1ℓ ἀερίου καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότητα δὲν ἐκφράζονται μὲ τὸν ἴδιο ἀριθμό, ὅπως στὰ στερεὰ καὶ στὰ ὑγρά.

Σχετικὴ πυκνότητα μερικῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σὲ σχέση μὲ τὸ νερό.

Στερεὰ		Ὑγρὰ	
Πλατίνη	21,5	Ὑδράργυρος	13,59
Χρυσὸς	19,5	Γλυκερίνη	1,26
Μόλυβδος	8,9	Νερὸ θαλασσινὸ	1,03
Σίδηρος	7,8	Νερὸ καθαρὸ	1
Ἀλουμίνιο	2,7	Λάδι	0,9
Μάρμαρο	2,7	Οἰνόπνευμα	0,8
Δρῦς	0,63	Βενζίνα	0,7
Φελλὸς	0,3	Αἰθέρας	0,7

Σχετικὴ πυκνότητα μερικῶν ἀερίων σὲ σχέση μὲ τὸν ἀέρα			
Βουτάνιο	$\frac{58\ g}{29\ g} = 2$	Ὀξυγόνο	$\frac{32\ g}{29\ g} = 1{,}1$
Διοξείδιο τοῦ θείου	$\frac{64}{29} = 2{,}2$	Ἄζωτο	$\frac{28\ g}{29\ g} = 0{,}97$
Φωταέριο περίπου 0,5			

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ σχετικὴ πυκνότητα σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σώματος εἶναι τὸ πηλίκο τῆς μάζας ἑνὸς ὄγκου τοῦ σώματος πρὸς τὴ μάζα ἴσου ὄγκου νεροῦ καὶ ἐκφράζεται μὲ ἕναν ἀριθμό.

Ἡ πυκνότητα καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς σώματος σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ ἔχουν τὴν ἴδια ἀριθμητικὴ τιμή.

2. Σχετικὴ πυκνότητα ἀερίου εἶναι τὸ πηλίκο τῆς μάζας ἑνὸς ὄγκου ἀερίου πρὸς τὴ μάζα ἴσου ὄγκου ἀέρα, ὅταν καὶ τὰ δυὸ βρίσκονται στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως.

Πρακτικὰ ἡ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου βρίσκεται, ἂν διαιρέσουμε τὴ μάζα 22,4 l τοῦ ἀερίου (0°C καὶ 76 cmHg) μὲ τὸ 29g (1,293 g/l×22,4 l = 28,963 g).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 5: Ὁ ζυγός. Ἡ μάζα.

I. Ὁ ζυγός.

1. Ποιὰ σταθμὰ θὰ χρησιμοποιήσουμε, γιὰ νὰ ζυγίσουμε: 23 g; 58 g; 76 g; 384 g; 1875 g; 3,47 g;

2. Μιὰ ὁλόκληρη σειρὰ σταθμὰ ἀπὸ 1cg (0,01g) ὡς 5 dg (0,5 g) σὲ μορφὴ τετραγωνικῶν φύλλων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα βάρος 1cg, δύο βάρη 2 cg, ἕνα βάρος 5 cg, δύο βάρη 1dg, ἕνα βάρος 2dg καὶ ἕνα βάρος 5 dg.

Γιὰ νὰ κατασκευάσουμε αὐτὴ τὴ σειρά, κόβομε κατάλληλα κομμάτια σύρμα ἀπὸ ἀλουμίνιο, τοῦ ὁποίου 1m ζυγίζει 2 g. Πόσο μῆκος σύρμα πρέπει νὰ κόψουμε συνολικά; Πόσο μῆκος χρειάζεται γιὰ κάθε σταθμό;

3. Πόσο μῆκος ἔχει ἕνα ρολὸ σύρμα, ἂν ζυγίζει ὁλόκληρο 1,440 Kg, ἐνῶ 1m ἀπὸ αὐτὸ ζυγίζει 16,4 g;

4. Πόσα εἶναι τὰ καρφιά, ποὺ ζυγίζουν 100g, ὅταν 20 καρφιὰ ζυγίζουν 12,5 g;

5. Ὅταν στὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ, ὅπου ζυγίζομε ἕνα κομμάτι μέταλλο, βάλουμε 72,4 g, ὁ δείχτης σταματᾶ στὴ δεύτερη ὑποδιαίρεση, ἀριστερὰ ἀπὸ τὸ 0, ἐνῶ ὅταν βάλουμε 72,5 g, στὴν τρίτη ὑποδιαίρεση, δεξιά του.

Ἂν οἱ μετατοπίσεις τοῦ δείχτη γίνονται αἰσθητὲς γιὰ κάθε μιὰ ὑποδιαίρεση, πόση εἶναι ἡ μάζα τοῦ σώματος; Πόση εἶναι ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ; Πόση εἶναι ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως;

6. α) Ὁ δείχτης ἑνὸς ζυγοῦ, ἀποκλίνει δύο ὑποδιαιρέσεις γιὰ διαφορὰ μάζας 1dg. Ἂν μποροῦμε νὰ διακρίνουμε ἀπόκλιση μιᾶς ὑποδιαιρέσεως, πόση εἶναι ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ;

β) Ἂν μὲ τὸ ζυγὸ αὐτὸ βροῦμε ὅτι ἕνα σῶμα ζυγίζει 127,4g, πόση εἶναι ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως καὶ σὲ ποιὰ ὅρια περιέχεται ἡ ἀκριβὴς μάζα τοῦ σώματος;

7. Ὁ ἕνας βραχίονας τῆς φάλαγγας ζυγοῦ μήκους 40cm εἶναι μακρότερος κατὰ 0,8 mm ἀπ' τὸν ἄλλο. Πόση μάζα πρέπει νὰ βάλουμε στὸν ἕνα δίσκο, γιὰ νὰ ἔχουμε ἰσορροπία, ὅταν στὸν ἄλλο δίσκο ὑπάρχει μάζα 1Kg; (δυὸ περιπτώσεις).

8. Οἱ βραχίονες ἑνὸς ζυγοῦ ἔχουν μήκη 180 mm καὶ 180,02 mm. Πόση μάζα πρέπει νὰ βάλουμε στὸν ἕνα δίσκο, γιὰ νὰ ἔχουμε ἰσορροπία, ὅταν στὸν ἄλλο δίσκο ὑπάρχει μάζα 1Kg; (δυὸ περιπτώσεις).

Μπορεῖ ὁ ζυγὸς αὐτὸς νὰ θεωρηθεῖ ἀκριβής;

α) ἂν εἶναι εὐαίσθητος στὰ 2 dg;

β) ἂν εἶναι εὐαίσθητος στὸ 1/2 dg;

9. Ἡ φάλαγγα ἑνὸς ζυγοῦ ἰσορροπεῖ ὁριζόντια:

α) ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί.

β) ὅταν οἱ δίσκοι φορτώνονται ὁ ἕνας μὲ 500 g καὶ ὁ ἄλλος μὲ 500,5 g.

Ἡ ἀπόσταση τῆς ἀκμῆς τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος ἀπ' τὴν ἀκμὴ ἑνὸς ἀπὸ τὰ ἀκραῖα πρίσματα εἶναι 20 cm. Ποιὸ εἶναι τὸ μῆκος τοῦ ἄλλου βραχίονα τῆς φάλαγγας; (δυὸ περιπτώσεις).

10. Οἱ ἀκμὲς τῶν ἀκραίων τριγωνικῶν πρισμάτων τῆς φάλαγγας ἑνὸς ζυγοῦ ἀπέχουν 48,1 cm. Ἂν ὑπάρχει ἰσορροπία, ὅταν οἱ δίσκοι φορτώνονται ἀντίστοιχα μὲ 500 g καὶ 501,2 g, ποιὸ εἶναι τὸ μῆκος τοῦ κάθε βραχίονα τῆς φάλαγγας.

11. Ἕνας ζυγὸς ἰσορροπεῖ, ὅταν τὰ φορτία στοὺς δίσκους του εἶναι:

ἀριστερὸς δίσκος	**δεξιὸς δίσκος**
α) 119,3 g	σῶμα μάζας X
β) σῶμα μάζας X	120,71 g

Ποιό εἶναι τὸ σφάλμα τοῦ ζυγοῦ καὶ πόση ἡ μάζα X τοῦ σώματος;

12. α) Γιὰ νὰ ἰσορροπεῖ ἕνας μοχλὸς ΑΒ ποὺ ἔχει ἄξονα τὸ Ο, πρέπει νὰ κρεμάσουμε στὸ ἄκρο Β μάζα 80 g, ὅταν στὸ ἄκρο Α ὑπάρχει ἕνα σῶμα ἄγνωστης μάζας. Ὅταν ὅμως τὸ σῶμα βρίσκεται στὸ ἄκρο Β, πρέπει νὰ κρεμάσουμε στὸ Α 500. Πόση εἶναι ἡ μάζα τοῦ σώματος;

β) Ἂν τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ εἶναι 70 cm, πόσο ἀπέχει τὸ Ο ἀπὸ τὸ Α;

13. Τὸ ἀντίβαρο ἑνὸς ρωμαϊκοῦ ζυγοῦ ζυγίζει 600 g καὶ τὸ ἄγγιστρο ὅπου κρεμιοῦνται οἱ μάζες ἀπέχει 42 mm ἀπ' τὸν ἄξονα. Ἡ συσκευὴ ἰσορροπεῖ, ὅταν τὸ ἄγγιστρο δὲν φέρει κανένα φορτίο καὶ τὸ ἀντίβαρο βρίσκεται στὴ θέση Ο.

Ἂν κρεμάσουμε μάζα X στὸ ἄγγιστρο, πρέπει τὸ ἀντίβαρο νὰ μετατοπιστεῖ 91 mm, γιὰ νὰ ἐξακολουθεῖ νὰ ὑπάρχει ἰσορροπία.

α) Πόση εἶναι ἡ μάζα X;

β) Ἂν κρεμάσουμε μάζα 2,5 Kg, πόσο πρέπει νὰ μετατοπίσουμε τὸ ἀντίβαρο (ἀπὸ τὸ Ο);

γ) Ἂν ἡ συσκευὴ ζυγίζει μέχρι 5 Kg, πόσο ἀπέχουν οἱ ἀκραῖες ἐνδείξεις της;

Ὁ μεγάλος βραχίονας ἔχει ἐγκοπὲς καὶ ἡ μετατόπιση τοῦ ἀντίβαρου ἀπ' τὴν προηγούμενη στὴν ἑπόμενη ἀντιστοιχεῖ σὲ μεταβολὴ φορτίου 50 g. Πόσο ἀπέχουν δυὸ διαδοχικὲς ἐγκοπές;

II. Μάζα. Πυκνότητα. Σχετικὴ πυκνότητα.

14. Ποιά εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ ἰριδιούχου λευκόχρυσου, ἂν τὸ πρότυπο Kg εἶναι κύλινδρος μὲ διάμετρο βάσης 39 mm καὶ ὕψος 39 mm;

15. Προσδιορίζομε τὴν πυκνότητα ἑνὸς βράχου μὲ τὴ μέθοδο τῆς ληκύθου:

α) λήκυθος γεμάτη νερὸ+δεῖγμα+12,5 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

β) λήκυθος γεμάτη νερὸ+78,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

γ) τὸ δεῖγμα μέσα στὴ γεμάτη νερὸ λήκυθο+41,1 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

Ποιά εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ δείγματος καὶ ποιά ἡ πυκνότητα σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ (ἡ σχετική του πυκνότητα);

16. Ποιά εἶναι ἡ πυκνότητα καὶ ποιά ἡ σχετικὴ πυκνότητα (σὲ σχέση μὲ τὸ νερὸ) τῆς βενζίνας, ὅταν μὲ τὴ μέθοδο τῆς ληκύθου ἔχουμε:

α) ἡ λήκυθος ἄδεια + 78,3 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο·

β) ἡ λήκυθος γεμάτη νερὸ + 15,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο·

γ) ἡ λήκυθος γεμάτη βενζίνα + 32,8 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο·

17. Πόση μάζα ἔχει ἕνα δρύινο δοκάρι μὲ διαστάσεις 2,70 m, 20 cm, 12,5 cm, (σχετικὴ πυκνότητα ὡς πρὸς τὸ νερὸ 0,7).

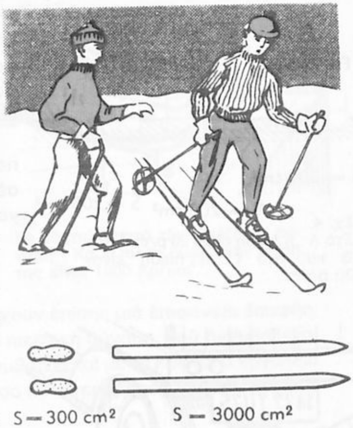
18. Πόσο ὄγκο πιάνει: 1 Kg ἀλουμίνιο, 1 Kg σίδερο, 1 Kg χαλκός, 1 Kg μόλυβδος, 1 Kg ὑδράργυρος; Οἱ ἀντίστοιχες πυκνότητές τους ὡς πρὸς τὸ νερὸ εἶναι : 2,7· 7,8· 8,8· 11,3· 13,6·

19. Ποιά ἡ πυκνότητα καὶ ποιά ἡ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ πάγου, ἂν 1 νερό, ὅταν στερεοποιεῖται, δίνει 1,09 dm^3; Πόσον ὄγκο νερὸ παίρνομε ἀπ' τὴν τήξη κομματιοῦ πάγου μὲ διαστάσεις 0,80 m × 18 cm × 150 mm;

21. Σὲ 0°C καὶ κανονικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση 22,4 ℓ ἀέρα ζυγίζουν 29 g, 22,4 ℓ ὑδρατμοὶ ζυγίζουν 18 g, 22,4 ℓ προπάνιο ζυγίζουν 44 g, 22,4 ℓ χλώριο 71 g, 22,4 ℓ ἀμμωνία ζυγίζουν 17 g.

Νὰ βρεθεῖ ἡ μάζα 1 ℓ καθενὸς ἀπὸ τὰ παραπάνω ἀέρια καὶ ἡ σχετική του πυκνότητα.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ



Σχ. 1: Ποιὸ ἀπὸ τὰ δυὸ παιδιὰ μετακινεῖται εὐκολότερα στὸ μαλακὸ χιόνι καὶ γιατί;

1 Πιεστικὴ δύναμη.

Ἂν παρατηρήσουμε τὰ ἴχνη ποὺ ἀφήνει σὲ ἕνα παχὺ στρῶμα μαλακοῦ χιονιοῦ ἕνα ἄτομο, ὅταν μετακινεῖται μὲ σκὶ ἢ χωρὶς αὐτά, πότε θὰ εἶναι βαθύτερα; (σχ. 1).

Πείραμα 1. Σὲ ποιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς ἕδρες του, ὅταν τοποθετηθεῖ τὸ τοῦβλο ἐπάνω στὴν ἄμμο, βυθίζεται περισσότερο; (σχ. 2).

Ποιὰ δύναμη τὸ ἀναγκάζει νὰ βυθιστεῖ;

Ποιὰ διεύθυνση ἔχει αὐτὴ ἡ δύναμη;

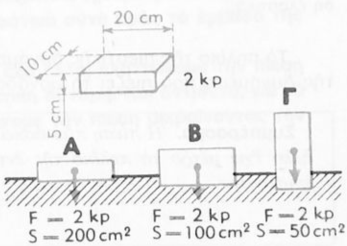
Πείραμα 2. Ἡ ξύλινη πλάκα βυθίζεται περισσότερο μέσα στὴν ἄμμο, ἂν καὶ τὸ βάρος της μένει τὸ ἴδιο, ὅταν τὴ στηρίξουμε ἀπὸ τὶς μύτες τῶν καρφιῶν (σχ. 3).

Ποιὰ διεύθυνση ἔχει ἡ δύναμη ποὺ ἀναγκάζει τὴν πινέζα νὰ μπεῖ στὸν τοῖχο καὶ γιατὶ ἡ πινέζα δὲν μπαίνει στὸ δάχτυλό μας;

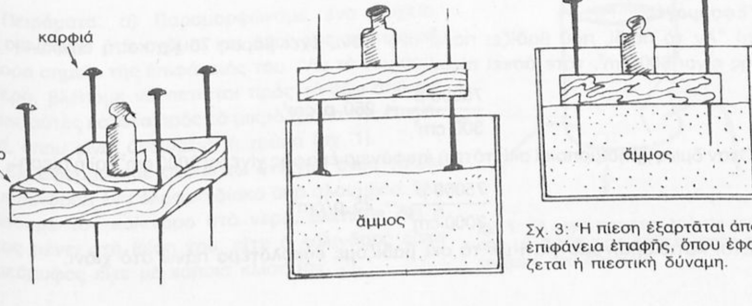
Σ' ὅλες αὐτὲς τὶς περιπτώσεις βλέπομε ὅτι μιὰ δύναμη ἐνεργεῖ κάθετα πάνω στὴν ἐπιφάνεια τῶν σωμάτων, καὶ τὰ ἀποτελέσματά της ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸ τῆς ἐπιφάνειας αὐτῆς.

Στὴν περίπτωση τῶν παιδιῶν ἐπάνω στὸ χιόνι, καὶ τὰ δύο πιέζουν τὸ χιόνι μὲ τὴν ἴδια δύναμη, δηλ. τὸ βάρος τους, ἀλλὰ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ χιονιοῦ ποὺ πιέζεται μὲ τὰ σκὶ εἶναι μεγαλύτερη παρὰ μὲ τὰ παπούτσια. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὸ τοῦβλο: ἡ ἴδια δύναμη στὶς διάφορες θέσεις του πιέζει διάφορες ἐπιφάνειες ἄμμου. Ὅπως καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δαχτύλου, ὅπου ἀκουμπᾶ τὸ κεφάλι τῆς πινέζας, καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ τοίχου, ὅπου ἀκουμπᾶ ἡ ἀκίδα της, δέχονται τὴν ἴδια ὤθηση, τὴν ὤθηση τοῦ δαχτύλου.

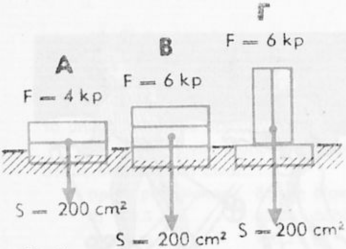
Τὴ δύναμη αὐτή, ποὺ ἐνεργεῖ κάθετα στὴν ἐπιφάνεια τῶν σωμάτων, τὴ λέμε *πιεστικὴ δύναμη*.



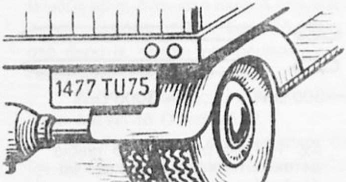
Σχ. 2: Ἡ πίεση ποὺ ἐξασκεῖ τὸ τοῦβλο σὲ κάθε μία ἀπὸ τὶς τρεῖς θέσεις του εἶναι: 10 p/cm² 20 p/cm² 40 p/cm².



Σχ. 3: Ἡ πίεση ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, ὅπου ἐφαρμόζεται ἡ πιεστικὴ δύναμη.



Σχ. 4.
Στὸ Α : ἡ πίεση εἶναι 20 p/cm² στὸ Β καὶ στὸ Γ: ἡ πίεση εἶναι 30 p/cm².



Σχ. 5: Γιατὶ τὰ φορτηγὰ αὐτοκίνητα ποὺ μεταφέρουν βαριὰ φορτία ἔχουν διπλοὺς τροχοὺς μὲ ὀγκώδη ἐλαστικά;

2 Πίεση.

Ἂν παρατηρήσουμε προσεκτικὰ τὰ σχήματα 2,3, θὰ δοῦμε, ὅτι, ὅσο πιὸ μικρὴ εἶναι ἡ ἐπιφάνεια πάνω στὴν ὁποία ἐνεργεῖ ἡ ἴδια πιεστικὴ δύναμη, τόσο πιὸ φανερὸ γίνεται καὶ τὸ ἀποτέλεσμα, δηλ. τόσο καὶ τὸ σῶμα εἰσχωρεῖ βαθύτερα στὴν ἐπιφάνεια.

Ὑπολογίζομε καὶ στὶς τρεῖς περιπτώσεις τῶν πειραμάτων 2 καὶ 4 τὴν πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖται σὲ κάθε τετραγωνικὸ ἑκατοστὸ τῆς πιεζόμενης ἐπιφάνειας καὶ βρίσκομε:

Γιὰ τὸ πείραμα 2

$$\frac{2000\text{ p}}{200\text{ cm}^2} = 10\text{ p/cm}^2, \quad \frac{2000\text{ p}}{100\text{ cm}^2} = 20\text{ p/cm}^2,$$

$$\frac{2000\text{ p}}{50\text{ cm}^2} = 40\text{ p/cm}^2$$

Γιὰ τὸ πείραμα 4

$$\frac{4000\text{ p}}{200\text{ cm}^2} = 20\text{ p/cm}^2, \quad \frac{6000\text{ p}}{200\text{ cm}^2} = 30\text{ p/cm}^2,$$

$$\frac{6000\text{ p}}{200\text{ cm}^2} = 30\text{ p/cm}^2$$

Τὸ πηλίκο τῆς πιεστικῆς δυνάμεως διὰ τῆς πιεζόμενης ἐπιφάνειας ἐκφράζει τὴν τιμὴ τῆς δυνάμεως ποὺ πιέζει τὴ μονάδα τῆς ἐπιφάνειας καὶ λέγεται *πίεση*.

Συμπέρασμα. *Ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖ ἕνα στερεὸ πάνω στὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς του μὲ ἕνα ἄλλο ἔχει μέτρο τὸ πηλίκο τῆς ἐντάσεως τῆς πιεστικῆς δυνάμεως πρὸς τὸ ἐμβαδὸ τῆς ἐπιφάνειας.*

$$P(\text{p/cm}^2) = \frac{F(\text{p})}{S(\text{cm}^2)}$$

3 Μονάδες πιέσεως.

Ἡ πίεση ἐκφράζεται μὲ τὶς μονάδες ποὺ μετροῦμε τὴν ἔνταση τῆς δυνάμεως καὶ τὸ ἐμβαδὸ τῆς ἐπιφάνειας. Π.χ.

σὲ πὸντ κατὰ τετραγωνικὸ ἑκατοστὸ p/cm²
σὲ κιλοπὸντ κατὰ τετραγωνικὸ ἑκατοστὸ Kp/cm²

4 Ἐφαρμογές.

α) Ἂν τὸ παιδί, ποὺ βαδίζει πάνω στὸ χιόνι, ἔχει βάρος 75 Kp καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 300 cm², τότε ἀσκεῖ πίεση

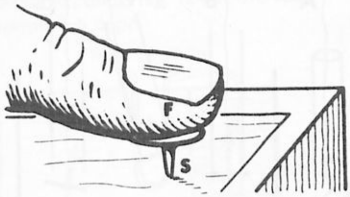
$$\frac{75000\text{ p}}{300\text{ cm}^2} = 250\text{ p/cm}^2$$

Ὅταν ὅμως χρησιμοποιεῖ σκί, τότε ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς γίνεται 3000 cm² καὶ ἡ πίεση:

$$\frac{75000\text{ p}}{3000\text{ cm}^2} = 25\text{ p/cm}^2$$

Ἔτσι καταλαβαίνομε γιατὶ μὲ τὰ σκὶ βαδίζομε εὐκολότερα πάνω στὸ χιόνι.

Συμπέρασμα. *Μπορούμε νὰ ἐλαττώσουμε τὴν πίεση ποὺ ἀσκεῖ ἕνα σῶμα, ἂν μεγαλώσουμε τὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, στὴν ὁποία ἀσκεῖται ἡ πιεστικὴ δύναμη.*



Σχ. 5.
Τὸ δάχτυλο πατᾶ τὴν πινέζα μὲ δύναμη 1 Kp, ἡ πίεση ὅμως στὴν αἰχμή της εἶναι 1000 Kp/cm².

β) Ἡ πινέζα μπαίνει εὔκολα μέσα στὸ ξύλο, γιατί, ἂν ὑποθέσουμε ὅτι ἀσκοῦμε ἐπάνω της μιὰ ὤθηση 1 Kp καὶ ἡ ἀκίδα της ἔχει ἐπιφάνεια 0,001 cm², τότε ἡ πίεση στὸ ξύλο θὰ εἶναι:

$$\frac{1\ \text{Kp}}{0{,}001\ \text{cm}^2} = 1000\ \text{Kp/cm}^2 \text{ ἢ } 1\ \text{Mp/cm}^2$$

Τὰ μυτερὰ ἐργαλεῖα (καρφιά, βελόνες, σουβλιὰ) ἔχουν ἐπίσης μιὰ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, στὴν ὁποία ἀσκεῖται ἡ πιεστικὴ δύναμη, πολὺ μικρή. Ἡ πιεστικὴ δύναμη, ποὺ διαβιβάζεται ἀπ' αὐτά, δημιουργεῖ μιὰ πίεση πολὺ μεγάλη. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὰ κοφτερὰ ἐργαλεῖα (μαχαίρια, ψαλίδια, ξυράφια κτλ.). Μιὰ λεπίδα κόβει τόσο καλύτερα, ὅσο πιὸ λεπτὴ εἶναι ἡ κόψη της.

Συμπέρασμα. *Γιὰ νὰ αὐξήσουμε τὴν πίεση ποὺ ἀσκεῖ ἕνα στερεό, μικραίνομε τὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς του, ὅπου ἀσκεῖται ἡ πιεστικὴ δύναμη.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ στερεὰ ἀσκοῦν μιὰ πιεστικὴ δύναμη στὴν ἐπιφάνεια ποὺ στηρίζονται.

2. Ἡ πίεση ποὺ ἀσκοῦν τὰ στερεὰ στὴν ἐπιφάνεια ἔχει μέτρο τὸ πηλίκο τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως ποὺ ἐνεργεῖ κάθετα στὴν ἐπιφάνεια αὐτὴ πρὸς τὸ ἐμβαδὸ τῆς πιεζόμενης ἐπιφάνειας.

3. Γιὰ νὰ ἐμποδίσουμε ἕνα σῶμα νὰ μπεῖ μέσα σ' ἕνα ἄλλο, ἐλαττώνομε τὴν πίεση αὐξάνοντας τὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, ὅπου ἐνεργεῖ ἡ πιεστικὴ δύναμη. Καὶ ἀντίθετα, γιὰ νὰ διευκολύνουμε ἕνα σῶμα νὰ μπεῖ σ' ἕνα ἄλλο, μεγαλώνομε τὴν πίεση μικραίνοντας τὴν πιεζόμενη ἐπιφάνεια.

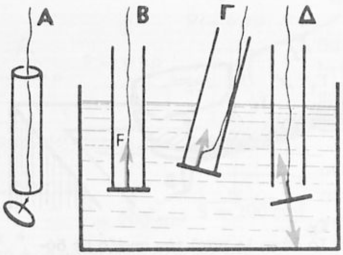
24° ΜΑΘΗΜΑ

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ΥΓΡΑ

1 Πειράματα. α) Παραμορφώνομε ἕνα δοχεῖο, ὅπως βλέπομε στὸ σχῆμα, καὶ ἀνοίγομε τρύπες σὲ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφάνειάς του. Ἂν τὸ γεμίσουμε νερό, βλέπομε νὰ πετιέται πρὸς τὰ ἔξω ἀπὸ τὶς τρύπες αὐτὲς **κάθετα** πρὸς τὸ μικρὸ τμῆμα τῆς ἐπιφάνειας, ὅπου εἶναι ἀνοιγμένη ἡ τρύπα (σχ. 1).

β) Ἐφαρμόζομε στὸ κάτω ἄνοιγμα ἑνὸς γυάλινου κυλίνδρου ἕνα ἐλαφρὸ δίσκο ἀπὸ ἀλουμίνιο. Ἂν βυθίσουμε τὸν κύλινδρο στὸ νερό, βλέπομε ὅτι ὁ δίσκος μένει στὴ θέση του, εἴτε ὁ κύλινδρος εἶναι κατακόρυφος εἴτε μὲ κάποια κλίση (σχ. 2).

Σχ. 1: Τὸ νερὸ πετιέται ἀπὸ τὶς τρύπες μὲ διεύθυνση κάθετη πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2: Στὸ Δ ἡ πιεστικὴ δύναμη τοῦ νεροῦ ἀσκεῖται καὶ στὶς δυὸ ἐπιφάνειες τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος ἀπὸ τὸ βάρος του καὶ μόνον πέφτει.

● Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ἡ δύναμη F, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὸ δίσκο στὸ στόμιο τοῦ κυλίνδρου, εἶναι κάθετη πάνω στὴν ἐπιφάνειά του, διαφορετικά, ἂν ἦταν πλάγια, θὰ ἔπρεπε ὁ δίσκος νὰ γλιστρήσει στὸ στόμιο τοῦ κυλίνδρου.

Συμπέρασμα. *Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ ἔχουν βάρος, ἀσκοῦν μιὰ πιεστικὴ δύναμη σὲ κάθε ἐπιφάνεια ποὺ βρίσκονται σὲ ἐπαφή.*

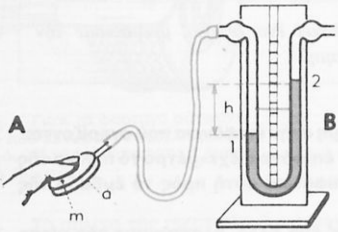
2 Πίεση σὲ ἕνα σημεῖο ὑγροῦ.

Τὸ ὄργανο ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα (3) λέγεται **μανομετρικὴ κάψα** καὶ μᾶς χρησιμεύει, γιὰ νὰ μετροῦμε τὶς πιεστικὲς δυνάμεις ποὺ ἀσκοῦνται ἐπάνω στὴν ἐπιφάνεια τῆς μεμβράνας m καὶ ἐπομένως καὶ τὶς πιέσεις.

Ἀπὸ τὸν τύπο τῆς πιέσεως $P = \frac{F}{S}$ βλέπομε ὅτι ἡ πίεση εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴ δύναμη ποὺ πιέζει τὴν ἐπιφάνεια.

● Τὸ χρωματισμένο ὑγρὸ βρίσκεται καὶ στὰ δυὸ σκέλη τοῦ σωλήνα στὸ ἴδιο ὕψος, ὅταν ἐπάνω στὴ μεμβράνα δὲν ἐφαρμόζεται καμιὰ δύναμη.

● Ἂν πιέσουμε ἐλαφρὰ μὲ τὸ δάχτυλό μας τὴ μεμβράνα, ὁ ἀέρας ποὺ βρίσκεται στὴν κάψα ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸ νὰ κατεβεῖ στὸ σκέλος 1 καὶ νὰ ἀνεβεῖ στὸ σκέλος 2. Ἂν πιέσουμε περισσότερο, ἡ διαφορὰ ὕψους h στὰ δυὸ σκέλη τοῦ σωλήνα γίνεται μεγαλύτερη.



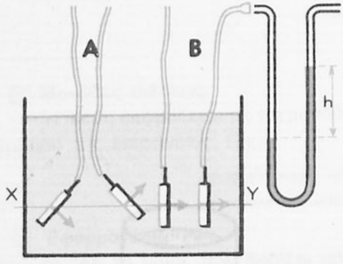
Σχ. 3: Ἡ μανομετρικὴ κάψα

● α) Βυθίζομε τὴν κάψα μέσα στὸ νερὸ (σχ. 4) καὶ βλέπομε ὅτι, ὅσο πιὸ βαθιὰ βυθίζεται, τόσο στὸ σκέλος 1 τὸ ὑγρὸ κατεβαίνει ἐνῶ ἀνεβαίνει στὸ ἄλλο σκέλος. Γιατί;

Συμπέρασμα. *Ἡ πίεση μέσα σὲ ἕνα ὑγρὸ ποὺ βρίσκεται σὲ ἠρεμία μεγαλώνει μὲ τὸ βάθος.*

β) Χωρὶς νὰ μεταβάλουμε τὸ βάθος ποὺ βρίσκεται ἡ κάψα, ἀλλάζομε μόνο τὸν προσανατολισμὸ τῆς μεμβράνας της καὶ βλέπομε ὅτι ἡ διαφορὰ ὕψους τοῦ ὑγροῦ στὰ δυὸ σκέλη τοῦ σωλήνα δὲν μεταβάλλεται (σχ. 4):

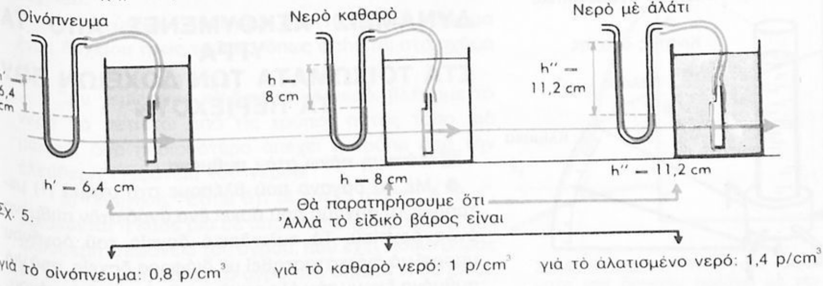
γ) Τὸ ἴδιο παρατηροῦμε καὶ ἂν μετατοπίσουμε τὴν κάψα μέσα στὸ ὑγρὸ μὲ τρόπο ὅμως ὥστε τὸ κέντρο της νὰ βρίσκεται πάντα στὸ ἴδιο βάθος (σχ. 4).



Σχ. 4: Τὸ κέντρο τῆς μεμβράνας μετατοπίζεται κατὰ τὴν ὁριζόντιο XY. Ἡ διαφορὰ στάθμης h δὲν μεταβάλλεται.

Συμπέρασμα. *Ἡ πίεση σὲ ἕνα σημεῖο τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸ τῆς πιεζόμενης ἐπιφάνειας καὶ εἶναι ἡ ἴδια σὲ ὅλα τὰ σημεῖα του, ποὺ βρίσκονται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο.*

δ) Βυθίζομε προσεκτικὰ τὴ μανομετρικὴ κάψα σὲ ὁρισμένο βάθος, π.χ. 12 cm, στὰ τρία δοχεῖα τοῦ σχήματος 5, ποὺ περιέχουν τὸ καθένα διαφορετικὸ ὑγρό.



Σχ. 5.

Συμπέρασμα: *Ἡ πίεση στὸ ἴδιο βάθος μέσα στὰ διάφορα ὑγρὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ καὶ εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τὸ εἰδικὸ βάρος του.*

2 Βασικὴ ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς:

- Ρίχνομε νερὸ μέσα στὸν κύλινδρο τοῦ πειράματος (2) καὶ παρατηροῦμε ὅτι, ὅταν ἡ ἐπιφάνειά του φτάσει στὸ ὕψος τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφάνειας τοῦ νεροῦ, ὁ δίσκος πέφτει. Τὸ βάρος τοῦ νεροῦ μέσα στὸν κύλινδρο ἐξουδετερώνει τὴν πιεστικὴ δύναμη F καὶ ὁ δίσκος πέφτει, ἐπειδὴ ἐνεργεῖ ἐπάνω του μόνο τὸ δικό του βάρος.

Ἀποδεικνύεται ὅτι:

Ἡ διαφορὰ πιέσεως P_A - P_B μεταξὺ δύο σημείων Α καὶ Β ἑνὸς ὑγροῦ ποὺ ἠρεμεῖ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴ 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόσταση h τῶν ὁριζόντιων ἐπιπέδων ποὺ περνοῦν ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά.

Ἂν τὸ εἰδικὸ βάρος ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ε, τότε ὁ ὄγκος μιᾶς στήλης ὑγροῦ ποὺ ἔχει τομὴ 1 cm^2 καὶ ὕψος h cm θὰ εἶναι:

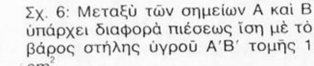
$$1\ cm^2 \times h\ cm = h\ cm^3$$

καὶ τὸ βάρος

$$\varepsilon\ (p/cm^3) \times h\ (cm^3) = \varepsilon\ hp$$

καὶ ἡ διαφορὰ τῆς πιέσεως

$$\underset{p/cm^2}{P_A - P_B} = \underset{p/cm^3}{\varepsilon} \times \underset{cm}{h}$$



Σχ. 6: Μεταξὺ τῶν σημείων Α καὶ Β ὑπάρχει διαφορὰ πιέσεως ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ Α'Β' τομῆς 1 cm^2.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

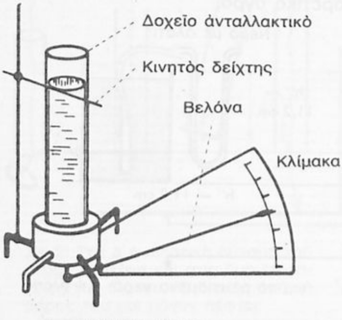
1. Ἕνα ὑγρὸ σὲ ἰσορροπία ἀσκεῖ σὲ κάθε ἐπιφάνεια μὲ τὴν ὁποία βρίσκεται σὲ ἐπαφὴ μιὰ πίεση, ποὺ ὀφείλεται στὸ βάρος του καὶ λέγεται ὑδροστατικὴ πίεση.

2. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεση P = F/S σὲ ἕνα σημεῖο ἑνὸς ὑγροῦ, ποὺ ἠρεμεῖ, μεγαλώνει μὲ τὸ βάθος· δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸ τῆς πιεζόμενης ἐπιφάνειας καὶ εἶναι ἡ ἴδια σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ ποὺ βρίσκονται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο.

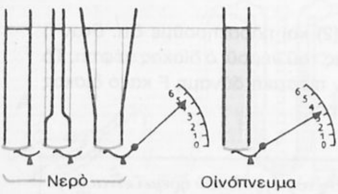
Μέσα σὲ διάφορα ὑγρὰ καὶ στὴν ἴδια ἀπόσταση ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνειά τους ἡ ὑδροστατικὴ πίεση ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸ βάρος κάθε ὑγροῦ.

3. Ἡ διαφορὰ πιέσεως P_A - P_B μεταξὺ δύο σημείων Α καὶ Β ἑνὸς ὑγροῦ, ποὺ ἠρεμεῖ, εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴ 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόσταση h τῶν ὁριζόντιων ἐπιπέδων, ποὺ περνοῦν ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά.

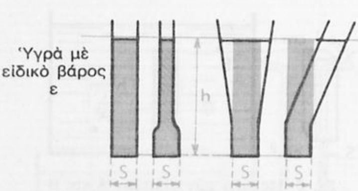
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ΥΓΡΑ ΣΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ ΠΟΥ ΤΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ



Σχ. 1.
Ἡ συσκευὴ γιὰ τὴ μελέτη τῆς δυνάμεως ποὺ ἀσκεῖται στὸν πυθμένα δοχείου.



Σχ. 2: Ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖ ἕνα ὑγρὸ στὸν πυθμένα δοχείου εἶναι ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 3: Ἡ πιεστικὴ δύναμη F πάνω σὲ πυθμένα μὲ ἐπιφάνεια S εἶναι:

$$\underset{p}{F} = \underset{p/cm^3}{\varepsilon} \times \underset{cm}{h} \times \underset{cm^2}{S}$$

1 Δύναμη πάνω στὸν πυθμένα.

● Μὲ τὸ ὄργανο ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα (1) μετροῦμε τὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖ ἕνα ὑγρὸ στὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸ δοχεῖο τοῦ ὀργάνου μπορεῖ νὰ ἀντικατασταθεῖ μὲ διάφορα δοχεῖα, ποὺ γιὰ πυθμένα ἔχουν τὴν ἐλαστικὴ μεμβράνα τοῦ ὀργάνου.

● Ρίχνομε νερὸ στὸ πρῶτο κυλινδρικὸ δοχεῖο, ὡσότου ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνειά του φτάσει σὲ ἕνα σημεῖο, ποὺ τὸ ὁρίζομε μὲ τὸ δείχτη Α.

Ὁ ἐλαστικὸς πυθμένας καμπυλώνει καὶ τὸ ἄκρο τῆς βελόνας σταματᾶ σὲ μιὰ ὁρισμένη ὑποδιαίρεση τοῦ ἀριθμημένου τόξου, ἔστω π.χ. στὸ 5.

● Ἀπομακρύνομε τὸν κύλινδρο καὶ βλέπομε ὅτι ὁ δείχτης ἐπιστρέφει στὸ 0.

● Ἂν ἀντικαταστήσουμε τὸ κυλινδρικὸ δοχεῖο μὲ ἕνα ἀπὸ τὰ ἄλλα, θὰ ἰδοῦμε, ὅταν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ φτάσει στὸ ἴδιο σημεῖο ποὺ ὁρίζει ὁ δείχτης Α, ἡ βελόνα σταματᾶ καὶ πάλι στὴν ὑποδιαίρεση 5 (σχ. 2).

Ἂν ἀντὶ γιὰ νερὸ ρίξουμε στὸ κυλινδρικὸ δοχεῖο οἰνόπνευμα, ὡσότου ἡ ἐπιφάνειά του φτάσει τὸ ὁρισμένο σημεῖο, παρατηροῦμε ὅτι ἡ βελόνα σταματᾶ στὴν ὑποδιαίρεση 4. Στὴν ἴδια ὑποδιαίρεση θὰ σταματήσει, ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ ἄλλα δοχεῖα μὲ ὑγρὸ πάλι τὸ οἰνόπνευμα.

> **Συμπέρασμα.** *Ἡ δύναμη ποὺ πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου, ποὺ περιέχει ἕνα ὑγρό, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλὰ ἀπὸ τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ.*

2 Ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως ποὺ πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Γνωρίζομε ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεση στὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενο τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ μὲ τὴν ἀπόσταση h τοῦ πυθμένα ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.

$$P = h \times \varepsilon$$

Ἑπομένως ἡ δύναμη F ποὺ πιέζει τὸν πυθμένα μὲ ἐπιφάνεια S (cm^2) θὰ εἶναι:

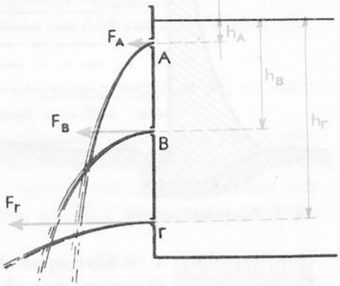
$$Fp = \varepsilon\ (p/cm^3) \times h\ (cm) \times S\ (cm^2)$$

> **Συμπέρασμα.** *Ἡ δύναμη F ποὺ πιέζει τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ποὺ ἔχει βάση τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασή του ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.* $F = \varepsilon \times h \times S$

3 Δύναμη ποὺ ἀσκεῖ ἕνα ὑγρὸ στὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) *Πείραμα.* Ἀνοίγομε στὸ πλευρικὸ τοίχωμα ἑνὸς δοχείου τρεῖς τρύπες, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα (4).

Ἂν γεμίσουμε τὸ δοχεῖο μὲ νερό, βλέπομε τὸ νερὸ νὰ πετιέται ἀπὸ τὶς τρύπες αὐτὲς τόσο πιὸ μακριά, ὅσο περισσότερο ἀπέχει ἡ τρύπα ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ.



Σχ. 4: Ἡ πιεστικὴ δύναμη στὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου αὐξάνει μὲ τὴν αὔξηση τοῦ βάθους.

β) *Ἐξήγηση.* Ἔστω ὅτι οἱ τρεῖς τρύπες Α, Β, Γ, βρίσκονται ἡ κάθε μιὰ σὲ ἀπόσταση h_A, h_B, h_Γ ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, ποὺ ἔχει εἰδικὸ βάρος ε. Ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖ τὸ ὑγρὸ στὸ σημεῖο Α θὰ εἶναι:

$$P_A = h_A \times \varepsilon$$

Καὶ ἡ πιεστικὴ δύναμη σὲ μιὰ μικρὴ ἐπιφάνεια γύρω ἀπ' τὸ σημεῖο Α:

$$F_A = h_A \times \varepsilon \times S$$

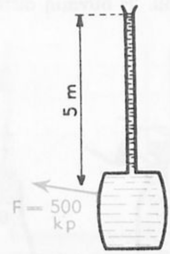
Μὲ τὸν ἴδιο τρόπο βρίσκομε ὅτι ἡ πιεστικὴ δύναμη στὰ σημεῖα Β καὶ Γ εἶναι:

$$F_B = \varepsilon \times h_B \times S \qquad F_\Gamma = \varepsilon \times h_\Gamma \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_\Gamma$

ἔχομε $F_A < F_B < F_\Gamma$

Συμπέρασμα. *Ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖ ἕνα ὑγρὸ σὲ διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ποὺ ἔχουν τὴν ἴδια ἐπιφάνεια, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο περισσότερο ἀπέχει τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ἡ πιεστικὴ δύναμη αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.*



Σχ. 5. Πείραμα Pascal.

γ) *Ἕνα παράδοξο πείραμα.*

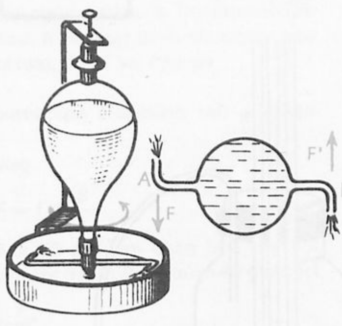
Σὲ ἕνα βαρελάκι γεμάτο νερὸ (σχ. 5) προσαρμόζομε ἕναν κατακόρυφο σωλήνα ποὺ ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομὴ 4 cm^2.

Γιὰ νὰ γεμίσουμε τὸ σωλήνα χρειάζεται μιὰ ποσότητα 4 cm^2 × 500 cm = 2000 cm^3 ἢ 2 l νεροῦ.

Αὐτὴ ἡ ποσότητα εἶναι ἀρκετὴ γιὰ νὰ σκάσει τὸ βαρέλι.

Γιατὶ σὲ κάθε σημεῖο τοῦ τοιχώματός του ἡ πίεση μεγάλωσε τόσο, ὅσο εἶναι τὸ βάρος στήλης νεροῦ, ποὺ ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομὴ 1 cm^2 δηλ. 0,5 Kp/cm^2.

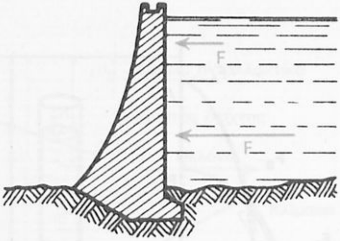
Ἂν κάθε δούγια τοῦ βαρελιοῦ ἔχει ἐπιφάνεια 10 dm^2 ἢ 1000 cm^2, τότε ἐξαιτίας τοῦ νεροῦ ποὺ χύσαμε στὸ σωλήνα, θὰ μεγαλώσει ἡ δύναμη ποὺ πιέζει τὴ δούγια κατὰ 0,5 Kp/cm^2 × 1000 cm^2 = 500 Kp.



Σχ. 6: Ὑδραυλικὸς στρόβιλος

Εἶναι ἑπόμενο ὅτι μιὰ τέτοια δύναμη δὲν θὰ μπορέσει νὰ τὴν κρατήσει.

4 Ἐφαρμογή. *Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος* ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα (6) γυρίζει στὸν ἄξονά του, γιατὶ στὸ σημεῖο Α τοῦ σωλήνα τὸ ὑγρὸ ἀσκεῖ μιὰ δύναμη F, ποὺ δὲν ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀπέναντι πλευρά, ἐπειδὴ ὁ σωλήνας εἶναι ἀνοιχτός. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ στὸ σημεῖο Β. Οἱ δυὸ αὐτὲς δυνάμεις F καὶ F′ ἀναγκάζουν τὸ στρόβιλο νὰ γυρίζει.



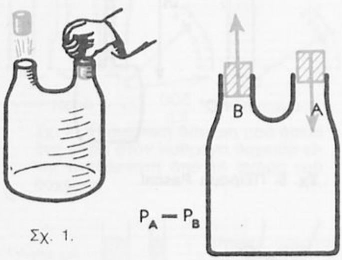
Σχ. 7: Τομὴ φράγματος

Τὸ ὑδραυλικὸ φράγμα (σχ. 7) προορίζεται νὰ συγκρατήσει τὸ νερὸ τῆς τεχνητῆς λίμνης ποὺ τὸ ὕψος της φτάνει συνήθως τὰ 100 m. Τὸ φράγμα εἶναι κατασκευασμένο στὴ βάση του παχύτερο, ἐπειδή, ὅπως γνωρίζομε, οἱ πιεστικὲς δυνάμεις μεγαλώνουν, ὅσο ἀπομακρυνόμαστε ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Ἡ δύναμη μὲ τὴν ὁποία ἕνα ὑγρὸ πιέζει τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.**

2. Εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ποὺ ἔχει τομὴ τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασή του ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.

3. Ἡ δύναμη, μὲ τὴν ὁποία ἕνα ὑγρὸ πιέζει ἕνα τμῆμα τοῦ τοιχώματος, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀπέχει περισσότερο ἀπὸ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ἡ δύναμη αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.



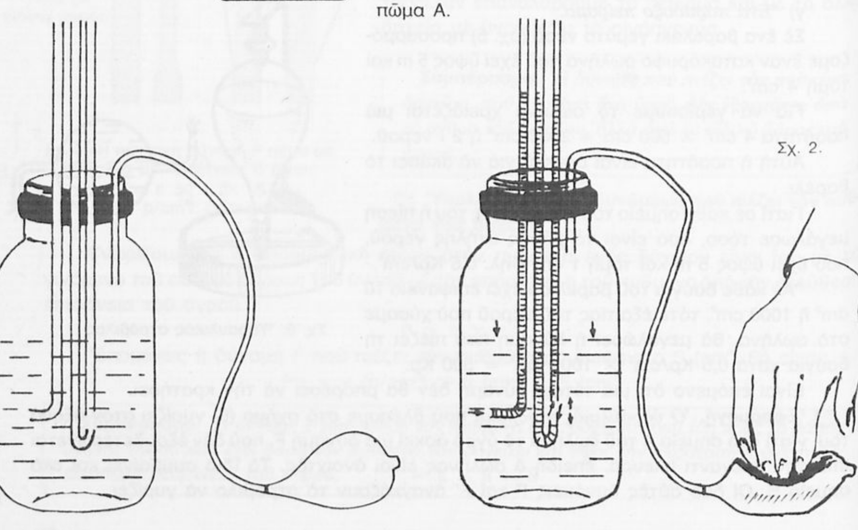
Σχ. 1.

26° ΜΑΘΗΜΑ: Ἀρχὴ τοῦ Pascal.

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΥΓΡΑ

1 Πείραμα. Γεμίζομε μὲ νερὸ ἕνα δοχεῖο ποὺ ἔχει δυὸ στόμια καὶ τὰ κλείνομε μὲ τὰ πώματα Α καὶ Β (σχ. 1).

● Ἂν χτυπήσουμε ἀπότομα μὲ τὸ χέρι μας τὸ πῶμα Α, τὸ Β τινάζεται μὲ ὁρμὴ στὸν ἀέρα. Τὸ ὑγρὸ λοιπὸν μεταδίδει στὴν κάτω ἐπιφάνεια τοῦ πώματος Β μιὰ δύναμη, ἐξαιτίας τῆς δυνάμεως ποὺ ἐνέργησε στὸ πῶμα Α.



Σχ. 2.

● Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ νερὸ μεταδίδει στὸ Β ἀμετάβλητη τὴν πίεση ποὺ ἀσκεῖται στὸ Α. Ἡ ἰδιότητα αὐτῶν τῶν ὑγρῶν διατυπώνεται μὲ τὴν Ἀρχὴ τοῦ Pascal:

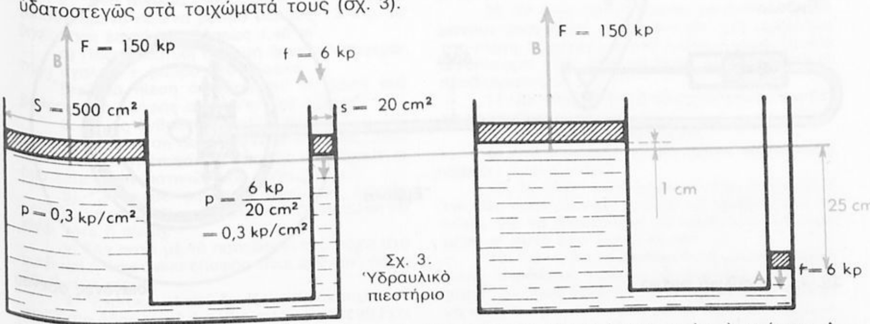
Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὶς πιέσεις ποὺ δέχονται ἀμετάβλητες πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις.

2 Πείραμα. Ἂν πιέσουμε τὴν ἐλαστικὴ σφαίρα ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα (2), τὸ νερὸ ἀνεβαίνει στοὺς γυάλινους σωλῆνες καὶ φτάνει σὲ ὅλους στὸ ἴδιο ὕψος.

Αὐτὸ συμβαίνει, ἐπειδὴ μεγαλώνει ἡ πίεση στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ μέσα στὸ δοχεῖο καὶ ἡ πίεση αὐτὴ μεταδίδεται, ὅπως βλέπομε, ἀμετάβλητη πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις. Δηλαδή, ἐνῶ στὸν ἕνα σωλῆνα ἡ πίεση ἐνεργεῖ ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω, στὸν δεύτερο ἀπὸ πάνω πρὸς τὰ κάτω καὶ στὸν τρίτο ἀπὸ τὰ πλάγια, τὸ νερὸ φτάνει σ' ὅλους τοὺς σωλῆνες στὸ ἴδιο ὕψος.

3 Ἐφαρμογή: Τὸ ὑδραυλικὸ πιεστήριο.

Ἔχομε δυὸ κυλινδρικὰ δοχεῖα γεμάτα μὲ νερὸ ποὺ συγκοινωνοῦν ἀπὸ τὸ κατώτερο μέρος τους. Μέσα στὰ δυὸ αὐτὰ δοχεῖα γλιστροῦν ἐλεύθερα δυὸ ἔμβολα ποὺ ἐφαρμόζουν ὑδατοστεγῶς στὰ τοιχώματά τους (σχ. 3).



Σχ. 3. Ὑδραυλικὸ πιεστήριο

Σύμφωνα μὲ τὴν Ἀρχὴ τοῦ Pascal κάθε αὔξηση τῆς πιέσεως στὴν ἐπιφάνεια Α μεταδίδεται ἀμετάβλητη σ' ὅλο τὸ ὑγρὸ καὶ ἐπομένως σ' ὅλα τὰ σημεῖα τῆς κάτω ἐπιφάνειας τοῦ ἐμβόλου Β.

Ἔστω ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι s καὶ τοῦ μεγάλου S. Ἂν ἀσκήσουμε μιὰ δύναμη f κάθετη στὴν ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἡ δύναμη αὐτὴ θὰ φέρει μιὰν αὔξηση τῆς πιέσεως P σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ τέτοια, ὥστε νὰ ἔχουμε:

$$f = P \times s$$

Ἡ πίεση αὐτὴ P μεταδίδεται ἀμετάβλητη στὴν κατώτερη ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, τὸ ὁποῖο τότε θὰ δέχεται μιὰ δύναμη

$$F = P \times S \text{ καὶ ἐπομένως}$$

$$\frac{F}{f} = \frac{P \times S}{P \times s} \text{ ἢ } \frac{F}{f} = \frac{S}{s} \text{ ἢ } F = f \times \frac{S}{s}$$

Ἀριθμητικὸ παράδειγμα. Ἂν ἡ μιὰ ἐπιφάνεια εἶναι 20 cm^2 καὶ ἄλλη 500 cm^2 καὶ ἐφαρμόσουμε στὸ μικρὸ ἔμβολο μιὰ κάθετη δύναμη 6 Kp, τότε στὸ ἔμβολο αὐτὸ θὰ ἀσκηθεῖ μιὰ πίεση:

$$6 \text{ Kp}/20 \text{ cm}^2 = 0{,}3 \text{ Kp/cm}^2$$

Σύμφωνα μὲ τὰ προηγούμενα, ἡ πίεση, ποὺ θὰ μεταδώσει τὸ ὑγρὸ στὴν κάτω ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, θὰ εἶναι ἴδια, δηλ. 0,3 Kp/cm^2 καὶ ἡ δύναμη ποὺ τὸ πιέζει:

$$F = 0{,}3 \text{ Kp/cm}^2 \times 500 \text{ cm}^2 = 150 \text{ Kp}.$$

Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἀσκηθεῖ πάνω στὸ μικρὸ ἔμβολο μιὰ δύναμη 6 Kp, γιὰ νὰ ἔχουμε πάνω στὸ μεγάλο ἔμβολο μιὰ δύναμη:

$$6 \text{ Kp} \times 500/20 \text{ ἢ } 6 \text{ Kp} \times 25 = 150 \text{ Kp}.$$

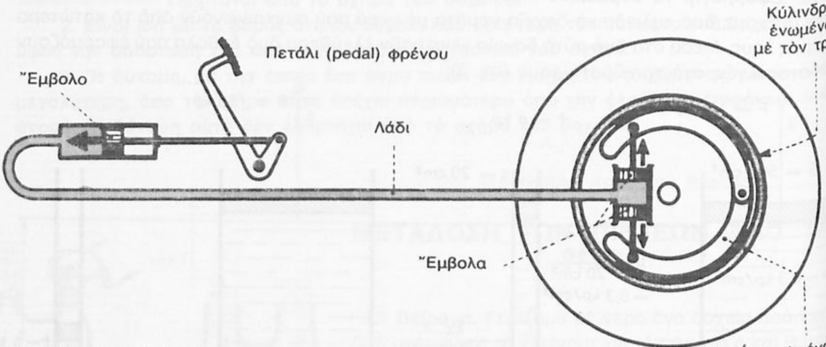
῎Αν ὅμως μὲ τὴν ἐνέργεια τῆς δυνάμεως τῶν 6 Kp τὸ μικρὸ ἔμβολο κατεβαίνει π.χ. 25 cm, τὸ μεγάλο ἀνεβαίνει 1 cm.

Γιὰ μιὰ μετατόπιση Δ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἀντιστοιχεῖ μιὰ μετατόπιση τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.

$$\delta = \frac{\Delta}{25}$$

4 Χρήση τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου.

Κυρίως τὸ ὑδραυλικὸ πιεστήριο τὸ χρησιμοποιοῦμε στὴ βιομηχανία γιὰ νὰ πραγματοποιοῦμε πολὺ μεγάλες πιεστικὲς δυνάμεις. ῞Οπως π.χ. γιὰ νὰ περιορίζουμε τὸν ὄγκο διαφόρων ὑλικῶν (ἄχυρου, βαμβακιοῦ κτλ.), γιὰ νὰ δίνουμε τὸ σχῆμα σὲ μετάλλινα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τῆς καρότσας τῶν αὐτοκινήτων, γιὰ νὰ βγάζουμε τὸ λάδι ἀπὸ ἐλιές, ἡλιόσπορο, βαμβακόσπορο κτλ.



Σχ. 4: Ὑδραυλικὸ φρένο

Τὰ ὑδραυλικὰ φρένα τῶν αὐτοκινήτων (σχ. 4) εἶναι ἐπίσης μιὰ ἐφαρμογὴ τῆς ᾿Αρχῆς τοῦ Pascal. Γιὰ ὑγρὸ χρησιμοποιοῦμε ἕνα πολὺ λεπτόρευστο λάδι. Ἡ πίεση ποὺ ἀσκοῦμε μὲ τὸ πόδι μας πάνω στὸ πετάλι μεταδίδεται ἀμετάβλητη σ᾿ ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἰδιαίτερα στὰ ἔμβολα ποὺ ἐνεργοῦν ἐπάνω στὶς σιαγόνες τῶν φρένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. ᾿Αρχὴ τοῦ Pascal: Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὶς πιέσεις ποὺ δέχονται ἀμετάβλητες πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις:

2. Τὸ ὑδραυλικὸ πιεστήριο εἶναι μιὰ ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal. ᾿Αποτελεῖται ἀπὸ δυὸ κυλίνδρους, ποὺ συγκοινωνοῦν μεταξύ τους ἀπὸ τὴ βάση τους καὶ εἶναι γεμάτοι μὲ ἕνα ὑγρό. Στὸν καθένα ἀπὸ αὐτοὺς τοὺς κυλίνδρους μπορεῖ νὰ κινεῖται ἕνα ἔμβολο, ποὺ ἐφαρμόζει ὑδατοστεγῶς στὰ τοιχώματά τους. ῎Αν οἱ ἐπιφάνειες τῶν ἐμβόλων εἶναι S καὶ s καὶ μιὰ δύναμη f ἐνεργεῖ κάθετα πάνω στὸ μικρὸ ἔμβολο, τότε τὸ μεγάλο ἔμβολο θὰ δέχεται μιὰ δύναμη

$$F = f\,\frac{S}{s}$$

3. Μὲ τὸ ὑδραυλικὸ πιεστήριο μποροῦμε νὰ πετύχουμε πιεστικὲς δυνάμεις ἀξιόλογες, γι᾿ αὐτὸ χρησιμοποιεῖται στὴ βιομηχανία, γιὰ νὰ περιορίσουμε τὸν ὄγκο διαφόρων ὑλικῶν (ἄχυρου, βαμβακιοῦ κτλ.), γιὰ νὰ δίνουμε τὸ σχῆμα σὲ μετάλλινα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τῆς καρότσας τῶν αὐτοκινήτων, γιὰ νὰ βγάζουμε τὸ λάδι ἀπὸ ἐλιές, ἡλιόσπορο, βαμβακόσπορο κλπ.

Σειρὰ 6: Οἱ πιέσεις.

1. Ἡ ἔννοια τῆς πιέσεως.

1. Ἕνα τοῦβλο μὲ διαστάσεις: 22 cm, 11 cm, 5,5 cm καὶ εἰδικὸ βάρος 2 p/cm^3 στηρίζεται στὸ ἔδαφος. Νὰ ὑπολογιστεῖ:

α) Ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖ τὸ τοῦβλο στὸ ἔδαφος.

β) Ἡ πίεση σὲ p/cm^2 ποὺ ἀσκεῖται στὸ ἔδαφος, ὅταν τὸ τοῦβλο στηρίζεται διαδοχικὰ σὲ κάθε μιὰ ἕδρα του.

2. Ἕνα ἄγαλμα, ποὺ ζυγίζει 2,4 Mp, εἶναι τοποθετημένο σὲ ἕνα βάθρο βάρους 1,8 Mp, τὸ ὁποῖο ἔχει ἐπιφάνεια βάσεως 1,40 m^2.

α) Πόση πιεστικὴ δύναμη ἀσκεῖ τὸ συγκρότημα ἄγαλμα + βάθρο στὸ ἔδαφος;

β) Ποιὰ πίεση ἀσκεῖται ἀπ' τὴ βάση τοῦ βάθρου στὸ ἔδαφος σὲ Mp/m^2; σὲ Kp/cm^2;

3. Ἕνας ἄνθρωπος ζυγίζει 65 Kp.

α) Ποιὰ πίεση ἀσκεῖ πάνω στὸν πάγο, ὅταν πατινάρει, ἂν ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς ποὺ ἔχουν οἱ δυὸ λάμες τῶν πατινιῶν του εἶναι 20 cm^2;

β) Ἂν φορᾶ σκί, ποὺ εἶναι δυὸ λεπτὲς σανίδες μὲ μῆκος 2 m καὶ πλάτος 10 cm, πόση θὰ εἶναι τότε ἡ πίεση;

γ) Ἂν πατᾶ μὲ τὰ παπούτσια του πάνω στὸ χιόνι καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 250 cm^2, πόση θὰ εἶναι ἡ πίεση;

4. Ἕνα σκαμνὶ ποὺ ζυγίζει 4 Kp ἀκουμπᾶ σὲ ὁριζόντιο ἔδαφος μὲ 4 πόδια, ποὺ τὸ καθένα ἔχει τετραγωνικὴ τομὴ μὲ πλευρὰ 3 cm.

Πόση πίεση δέχεται ἡ ἐπιφάνεια στηρίξεως, ὅταν ἕνα ἄτομο 60 Kp ἀνέβει πάνω στὸ σκαμνί;

5. Δεχόμαστε ὅτι ἡ μύτη ἑνὸς καρφιοῦ εἶναι ἕνας μικρὸς κύκλος μὲ διάμετρο 0,08 mm. Ποιὰ πίεση ἀσκεῖται στὴν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, ὅταν τὸ κεφάλι τοῦ καρφιοῦ δεχτεῖ ἕνα χτύπημα σφυριοῦ ποὺ προκαλεῖ μιὰ πιεστικὴ δύναμη 5 Kp;

6. Ἕνας στύλος ζυγίζει 2,5 Mp καὶ ἀκουμπᾶ σὲ ἔδαφος ποὺ δὲν μπορεῖ νὰ δεχτεῖ πίεση παραπάνω ἀπὸ 0,4 Kp/cm^2.

Πόση εἶναι ἡ μικρότερη ἐπιφάνεια ποὺ μπορεῖ νὰ ἔχει ἡ βάση τῆς στηρίξεώς του;

7. Ὁ πύργος τοῦ Ἄϊφελ ζυγίζει 7000 Mp καὶ στηρίζεται πάνω σὲ 4 ἴδια ὑποστηρίγματα.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ θεωρητικὴ πιεστικὴ δύναμη ποὺ δέχεται κάθε ὑποστήριγμά του, ἂν δεχτοῦμε ὅτι αὐτὴ ἡ δύναμη διαμοιράζεται ὁμοιόμορφα;

β) Γιὰ νὰ ἐξουδετερώσουμε τὴ δράση τοῦ ἀνέμου, ποὺ δημιουργεῖ ἀνισομερὴ κατανομὴ τῶν δυνάμεων πάνω στὰ ὑποστηρίγματα, παίρνομε τὴν πιεστικὴ δύναμη ἴση μὲ 2000 Mp.

Πόση ἐπιφάνεια ἔχομε δώσει στὸ ὑπόβαθρο τῆς κατασκευῆς, ὅπου ἀκουμπᾶ κάθε ὑποστήριγμα, ὥστε ἡ πίεση νὰ μὴν περνᾶ τὰ 0,4 Kp/cm^2;

8. Τὰ 2 μπροστινὰ λάστιχα ἑνὸς αὐτοκινήτου εἶναι φουσκωμένα μὲ πίεση 1,3 Kp/cm^2, ἐνῶ τὰ δυὸ ἄλλα μὲ πίεση 1,5 Kp/cm^2. Κάθε λάστιχο ἀκουμπᾶ τὸ ἔδαφος μὲ μιὰ τετραγωνικὴ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς μὲ πλευρὰ 0,15 cm.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκεῖται στὸ μπροστινὸ μέρος τοῦ αὐτοκινήτου καὶ ἐκείνη ποὺ ἀσκεῖται στὸ πίσω μέρος.

β) Νὰ βρεθεῖ τὸ βάρος τοῦ αὐτοκινήτου.

II. Πιέσεις ἀσκούμενες ἀπὸ τὰ ὑγρά.

9. Τὸ κέντρο μιᾶς μανομετρικῆς κάψας βρίσκεται 25 cm κάτω ἀπ' τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ.

Ποιὰ πίεση δείχνει τὸ ὄργανο, ἂν τὸ ὑγρὸ εἶναι:

α) Καθαρὸ νερό; (εἰδικὸ βάρος : 1 p/cm^3).

β) Οἰνόπνευμα; (εἰδικὸ βάρος : 0,8 p/cm^3).

γ) Νερὸ μὲ ἀλάτι; (εἰδικὸ βάρος : 1,03 p/cm^3).

10. Σὲ ποιὸ βάθος πρέπει νὰ βυθίσουμε τὴ μανομετρικὴ κάψα, γιὰ νὰ ἀσκηθεῖ στὴ μεμβράνα της πίεση 16 p/cm^2: α) στὸ καθαρὸ νερό; β) στὸ οἰνόπνευμα; γ) σὲ νερὸ μὲ ἀλάτι; (εἰδικὰ βάρη τοῦ προβλήματος 9).

11. Σὲ ποιὸ βάθος ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖται ἀπ' τὸ νερὸ εἶναι 1 Kp/cm^2;

α) Σὲ λίμνη γλυκοῦ νεροῦ,

β) στὴ θάλασσα (εἰδικὸ βάρος θαλασσινοῦ νεροῦ : 1,03 Kp/dm^3).

12. Τὸ πῶμα ἑνὸς λουτροῦ ἔχει διάμετρο 5 cm. Μὲ πόση δύναμη πρέπει νὰ τραβήξουμε τὸ πῶμα, γιὰ νὰ ἀδειάσουμε τὸ λουτρό, ἂν τὸ νερὸ μέσα σ' αὐτὸ ἔχει ὕψος 40 cm;

13. Γιὰ νὰ λειτουργήσει ἕνας μικρὸς ὑδραυλικὸς στρόβιλος πρέπει νὰ ἀσκηθεῖ πίεση 250 p/cm^2. Σὲ πόσο ὕψος ἀπ' τὸ στρόβιλο αὐτὸ πρέπει νὰ τοποθετηθεῖ τὸ δοχεῖο μὲ τὸ νερό, ποὺ τροφοδοτεῖ τὴ συσκευή, γιὰ νὰ ἐξασφαλίσουμε τὴ λειτουργία της;

14. Ὁ ἄνθρωπος μπορεῖ χωρὶς κίνδυνο νὰ δεχτεῖ μέγιστη πίεση 3 Kp/cm^2. Ὡς ποιὸ βάθος λοιπὸν μπορεῖ νὰ κατέβει ἕνας δύτης στὴ θάλασσα, ὅπου τὸ νερὸ ἔχει εἰδικὸ βάρος 1,034 p/cm^3;

15. Τὸ βαθύσκαφος «Τεργέστη» κατέρριψε πρῶτο τὸ ρεκὸρ καταδύσεως, φτάνοντας στὸ βάθος τῶν 5486 m. Αὐτὸ ἔγινε στὴν περιοχὴ Tranchée de mariannes (Εἰρηνικός), ὅπου τὸ βαθύτερο σημεῖο φτάνει τὰ 11500 m. Νὰ ὑπολογιστεῖ:

α) Ἡ πίεση σὲ Kp/cm^2 ποὺ ἀσκήθηκε ἀπὸ τὸ θαλασσινὸ νερὸ στὰ τοιχώματα τοῦ βαθυσκάφους στὸ βάθος ἐκεῖνο.

β) Ἡ πίεση ποὺ δέχτηκε αὐτὸ τὸ τοίχωμα, ὅταν (22 Ἰανουαρίου 1960) τὸ βαθύσκαφος κατέβηκε στὸ πιὸ βαθὺ σημεῖο τῆς ὑποβρύχιας χαράδρας. Δεχόμαστε ὅτι τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ θαλασσινοῦ νεροῦ εἶναι σταθερό.) (1,03 Kp/dm^3).

16. Μιὰ φιάλη μὲ ἐπίπεδο πυθμένα διαμέτρου 8 cm περιέχει ὑδράργυρο ὡς τὸ ὕψος τῶν 5 cm. Προσθέτομε νερό, ὡσότου ἡ στάθμη του νὰ ἀπέχει 20 cm ἀπ' τὴ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου. Νὰ ὑπολογιστεῖ:

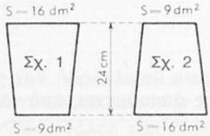
α) Ἡ δύναμη ποὺ ἀσκεῖται στὸν πυθμένα τῆς φιάλης.

β) Ἡ πίεση σὲ p/cm^2.

17. Τὸ κέντρο ἑνὸς πλευρικοῦ παραθύρου βαθυσκάφους, ποὺ ἔχει σχῆμα ὀρθογώνιο μὲ διαστάσεις 60 cm × 40 cm, βρίσκεται σὲ βάθος 2500 m.

α) Πόση πίεση ἀσκεῖται πάνω σ' αὐτὸ τὸ παράθυρο;

β) Πόση πιεστικὴ δύναμη;
(Σχετικὴ πυκνότητα θαλασσινοῦ νεροῦ = 1,03)



18. Τὸ δοχεῖο τοῦ σχήματος 1 ποὺ ἔχει χωρητικότητα 29,6 ℓ εἶναι γεμάτο μὲ ὑγρὸ σχετικῆς πυκνότητας 1,25. Πόση πιεστικὴ δύναμη ἀσκεῖται ἀπ' τὸ ὑγρὸ αὐτὸ στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου;

19. Τὸ ἴδιο πρόβλημα γιὰ τὸ δοχεῖο τοῦ σχήματος 2.

20. Στὸ μικρὸ ἔμβολο ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἐφαρμόζομε μιὰ δύναμη 50 Kp, γιὰ νὰ σηκώσουμε μὲ τὸ μεγάλο ἔμβολο φορτίο 2000 Kp.

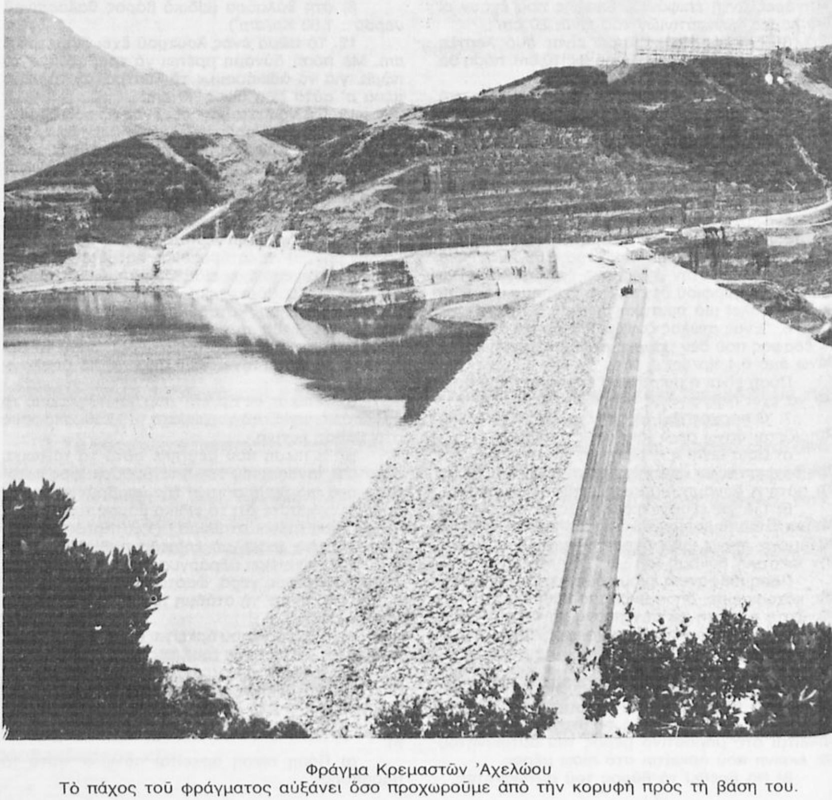
"Αν τὸ μικρὸ ἔμβολο ἔχει τομὴ 5 cm², ποιὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου;

21. Οἱ διάμετροι τῶν δύο ἐμβόλων ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 4 cm καὶ 80 cm. 'Ωθοῦμε τὸ μικρὸ ἔμβολο μὲ ἕνα μοχλὸ δευτέρου εἴδους, τοῦ ὁποίου ὁ μικρὸς βραχίονας, ποὺ ἡ ἄκρη του ἐνεργεῖ πάνω στὸ μικρὸ ἔμβολο, εἶναι 12 cm καὶ ὁ μεγάλος 60 cm.

'Εφαρμόζομε στὸ μεγάλο βραχίονα δύναμη 12 Kp καὶ ζητοῦμε:

α) Τὴ δύναμη ποὺ ἐφαρμόζεται στὸ μικρὸ ἔμβολο καὶ τὴν πίεση ἡ ὁποία ἀσκεῖται τότε στὸ ὑγρό.

β) Τὴ δύναμη ἡ ὁποία ἀσκεῖται στὸ μεγάλο ἔμβολο καὶ πόσο μετατοπίζεται αὐτό, ὅταν ἡ λαβὴ τοῦ μοχλοῦ κατέβει κατακόρυφα 20 cm.



Φράγμα Κρεμαστῶν 'Αχελώου
Τὸ πάχος τοῦ φράγματος αὐξάνει ὅσο προχωροῦμε ἀπὸ τὴν κορυφὴ πρὸς τὴ βάση του.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

1 Παρατηρήσεις: Ὅταν βυθίσουμε μέσα στὸ νερὸ ἕνα φελλὸ καὶ τὸν ἀφήσουμε ἐλεύθερο, ἀνεβαίνει στὴν ἐπιφάνεια.

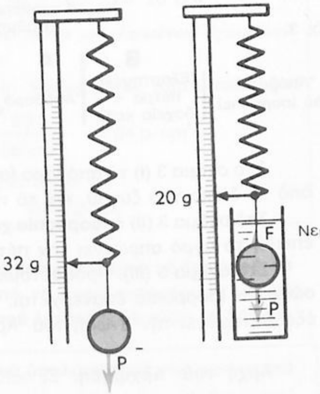
Μιὰ μεγάλη πέτρα, ποὺ σηκώνομε εὔκολα μέσα στὸ νερό, γίνεται πολὺ βαρύτερη ἔξω ἀπὸ τὸ νερό.

Ἕνα ἄδειο κλειστὸ δοχεῖο πρέπει νὰ τὸ σπρώξουμε, γιὰ νὰ βυθιστεῖ στὸ νερό.

2 Πειράματα: Κρεμοῦμε μιὰ πέτρα ἀπὸ ἕνα δυναμόμετρο καὶ βρίσκομε τὸ βάρος της (σχ. 1).

- Βυθίζομε ὕστερα τὸ σῶμα μέσα στὸ νερὸ καὶ σημειώνομε τὴ νέα ἔνδειξη τοῦ δυναμομέτρου. Καὶ στὶς δυὸ περιπτώσεις βλέπομε ὅτι τὸ νῆμα ἔχει διεύθυνση κατακόρυφη.
- Ἡ διαφορὰ τῶν δυὸ ἐνδείξεων τοῦ δυναμομέτρου μᾶς δίνει τὴν ἔνταση τῆς δυνάμεως, ποὺ ὠθεῖ τὸ σῶμα ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ ἐπάνω μὲ διεύθυνση κατακόρυφη.

Ἡ δύναμη αὐτὴ λέγεται **Ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη.**



Σχ. 1: Τὸ νερὸ ἀσκεῖ στὴν πέτρα μιὰ δύναμη κατακόρυφη ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ ἐπάνω ἴση μὲ
F = 32 p - 20 p = 12 p.

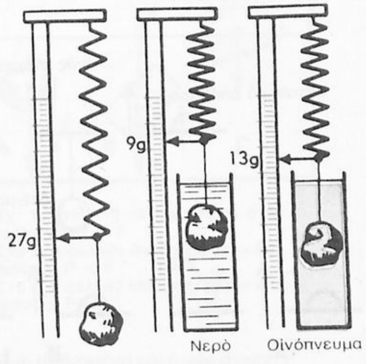
Συμπέρασμα. *Σὲ κάθε σῶμα, ποὺ βυθίζεται μέσα στὸ νερό, ἐνεργεῖ μιὰ δύναμη μὲ διεύθυνση κατακόρυφη καὶ μὲ φορὰ ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω.*

- Ἂν ἀντικαταστήσουμε τὴν πέτρα μὲ μιὰν ἄλλη μεγαλύτερη καὶ ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, θὰ δοῦμε ὅτι ἡ διεύθυνση τοῦ νήματος μένει πάλι κατακόρυφη, ἡ ἄνωση ὅμως εἶναι μεγαλύτερη.

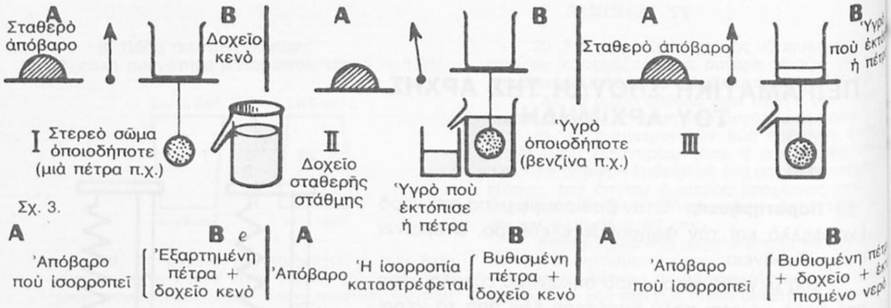
Συμπέρασμα. *Ἡ ἄνωση ἑνὸς σώματος, ποὺ εἶναι βυθισμένο στὸ νερό, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ὄγκο τοῦ νεροῦ ποὺ ἐκτοπίζει.*

Ὅταν βυθίσουμε τὴν ἴδια πέτρα σὲ ἕνα ἄλλο ὑγρὸ π.χ. οἰνόπνευμα (ε = 0,8 p/cm^3), βρίσκομε ὅτι ἡ ἄνωση εἶναι μικρότερη.

Συμπέρασμα. *Ἡ ἄνωση ἑνὸς σώματος, ποὺ εἶναι βυθισμένο σὲ ἕνα ὑγρό, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ.*



Σχ. 2: Ἡ πέτρα ἔχει μεγαλύτερο ὄγκο ἀπὸ τὴ σφαίρα τοῦ πειράματος 1 καὶ ἡ ἄνωση τοῦ νεροῦ πάνω σ' αὐτὴ εἶναι ἰσχυρότερη.
Μέσα στὸ νερὸ ἡ ἄνωση εἶναι
F = 27 p - 9 p = 18 p
Μέσα στὸ οἰνόπνευμα εἶναι
F = 27 p - 13 p = 14 p.



Σχ. 3.

Στὸ σχῆμα 3 (I) τὸ ἀπόβαρο **ἰσορροπεῖ** τὸ βάρος τῆς πέτρας, ποὺ ἔχομε κρεμάσει κάτω ἀπὸ τὸ δίσκο τοῦ ζυγοῦ, καὶ τὸ ποτήρι, ποὺ βρίσκεται πάνω σ' αὐτόν.

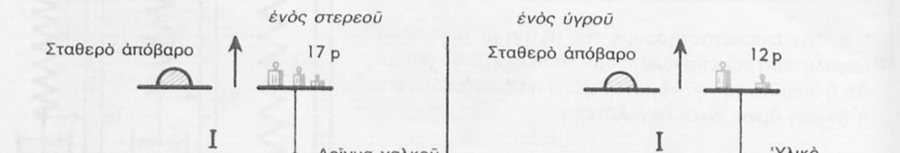
Στὸ σχῆμα 3 (II) ἡ **ἰσορροπία χαλάει,** τὸ νῆμα ὅμως τῆς ἐξαρτήσεως μένει κατακόρυφο, ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸ σπρώχνει τὴν πέτρα μὲ δύναμη κατακόρυφη ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω.

Στὸ σχῆμα 3 (III). Προσθέτομε στὸ ἄδειο ποτήρι τοῦ δίσκου τὸ νερὸ ποὺ ἐκτόπισε τὸ σῶμα. Ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται, γιατὶ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ χύθηκε ἀπὸ τὸ ποτήρι ἐξουδετερώνει τὴν ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη. *Σὲ κάθε σῶμα, ποὺ βρίσκεται μέσα σὲ ἕνα ὑγρὸ τὸ ὁποῖο ἰσορροπεῖ, ἐνεργεῖ μιὰ δύναμη ἀπὸ τὸ ὑγρὸ κατακόρυφη καὶ μὲ φορὰ πρὸς τὰ ἐπάνω τόση, ὅσο εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζει τὸ σῶμα. Ἡ δύναμη αὐτὴ λέγεται ἄνωση.*

Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σημεῖο ἐφαρμογῆς τῆς ἀνώσεως, **τὸ κέντρο τῆς ἀνώσεως,** εἶναι τὸ κέντρο βάρους τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζεται ἀπὸ τὸ σῶμα.

3 Ἡ ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ ὑπολογίσουμε τὴν πυκνότητα καὶ τὸ εἰδικὸ βάρος.



Σχ. 4.

I: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ τὸ δεῖγμα + 17 p
II: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ 220 p
III: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ τὸ βυθισμένο δεῖγμα + 40 p

I: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ τὴ σφαίρα + 12 p
II: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ τὴ σφαίρα + 34 p
III: Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ τὴ βυθισμένη σφαίρα + 38 p

Συμπέρασμα. *Βάρος τοῦ δείγματος:*

220 p - 17 p = 203 p

Βάρος νεροῦ ποὺ ἐκτόπισε τὸ δεῖγμα:

40 p - 17 p = 23 p

καὶ ἑπομένως ὁ ὄγκος τοῦ νεροῦ ποὺ ἐκτόπισε τὸ δεῖγμα τοῦ χαλκοῦ = 23 cm³

Ὑπολογισμός: *εἰδικὸ βάρος τοῦ μείγματος τοῦ χαλκοῦ:*

$$\frac{203\ p}{23\ cm^3} = 8{,}8\ p/cm^3$$

Πυκνότητα χαλκοῦ:

8,8 g/cm³

Συμπέρασμα. *Ἄνωση ἀσκούμενη ἀπὸ τὸ ὑγρὸ δηλ. βάρος ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ:*

34 p - 12 p = 22 p

Ἄνωση ἀσκούμενη ἀπὸ τὸ νερὸ ἢ βάρος ἐκτοπιζόμενου νεροῦ:

38 p - 12 p = 26 p

Ὄγκος τοῦ νεροῦ καὶ ἑπομένως ὄγκος τοῦ ὑγροῦ 26 cm³

Ὑπολογισμός: *Εἰδικὸ βάρος αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ*

$$\frac{22\ p}{26\ cm^3} = 0{,}84\ p/cm^3$$

Πυκνότητα ὑγροῦ:

0,84 g/cm³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη: Σὲ κάθε σῶμα ποὺ βρίσκεται μέσα σὲ ἕνα ὑγρό, τὸ ὁποῖο ἰσορροπεῖ, ἐνεργεῖ μιὰ δύναμη ἀπὸ τὸ ὑγρὸ κατακόρυφη καὶ μὲ φορὰ πρὸς τὰ ἐπάνω τόση, ὅσο εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζει τὸ σῶμα. Ἡ δύναμη αὐτὴ λέγεται ἄνωση.

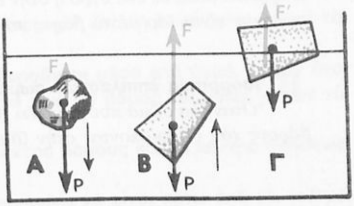
2. Ἡ ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ ὑπολογίσουμε τὴν πυκνότητα στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων.

28° ΜΑΘΗΜΑ: Μιὰ ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδη.

ΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

1 Παρατήρηση. Ἂν ἀφήσουμε μιὰ πέτρα σὲ ἕνα δοχεῖο γεμάτο νερό, θὰ δοῦμε ὅτι θὰ πέσει στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Γνωρίζομε ὅτι πάνω στὴν πέτρα, ὅταν εἶναι μέσα στὸ νερό, ἐνεργοῦν δυὸ δυνάμεις ἀντίθετες καὶ μὲ διεύθυνση κατακόρυφη, τὸ βάρος της P, ποὺ ἔχει φορὰ πρὸς τὰ κάτω, καὶ ἡ ἄνωση F πρὸς τὰ ἐπάνω. Ἐπειδὴ τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὴν ἄνωση, ἡ πέτρα πέφτει στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου $P > F$ (σχ. 1 Α).



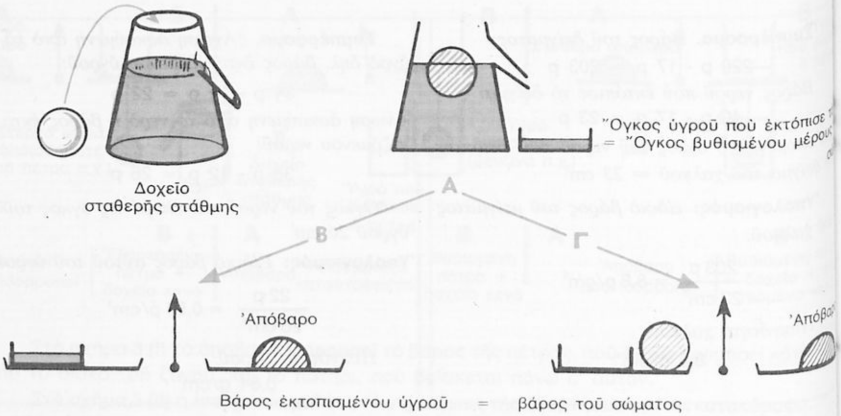
Σχ. 1: Στὸ Α ἡ πέτρα πέφτει στὸν πυθμένα, $P > F$
Στὸ Β ὁ φελλὸς ἀνεβαίνει στὴν ἐπιφάνεια, $P < F$
Στὸ Γ ὁ φελλὸς ἰσορροπεῖ στὴν ἐπιφάνεια, $P = F'$.

● Ἂν ὠθήσουμε ἕνα φελλὸ μέσα στὸ νερὸ καὶ τὸν ἀφήσουμε ἐλεύθερο, ὁ φελλὸς ἀνέρχεται, γιατὶ ἡ ἄνωση εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὸ βάρος του ($F > P$), βγαίνει στὴν ἐπιφάνεια καὶ ὕστερα ἀπὸ μερικὲς ταλαντώσεις μένει ἀκίνητος, ἐπιπλέει (σχ. 1 Β, Γ).

Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ἕνα μέρος μόνο τοῦ σώματος εἶναι βυθισμένο καὶ ἡ νέα ἄνωση F′ εἶναι μικρότερη τῆς F, ὅταν ὁλόκληρο τὸ σῶμα ἦταν βυθισμένο μέσα στὸ νερὸ ($F' < F$).

Ἐνῶ λοιπὸν ἡ ἄνωση γίνεται μικρότερη, ὅταν τὸ σῶμα ἀρχίζει νὰ βγαίνει ἀπ' τὸ νερό, τὸ βάρος του μένει τὸ ἴδιο, καὶ ὅταν ἡ ἄνωση γίνει ἴση μὲ τὸ βάρος, τὸ σῶμα θὰ ἰσορροπήσει. Ἡ ἄνωση καὶ τὸ βάρος θὰ εἶναι τότε δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες.

Συμπέρασμα. *Ὅταν ὁ φελλὸς ἐπιπλέει, ἡ ἄνωση εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος του.*



Σχ. 2: Ἐπαλήθευση τῆς ἀρχῆς τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Πείραμα. Βάζομε μέσα στὸ δοχεῖο μὲ τὸν πλευρικὸ σωλῆνα μιὰ σφαίρα ποὺ νὰ ἐπιπλέει στὸ νερὸ (σχ. 2). Τὸ νερὸ ποὺ ἐκτοπίζει ἡ σφαίρα χύνεται ἀπὸ τὸν πλευρικὸ σωλῆνα σὲ ἕνα μικρὸ δοχεῖο. Τὸ δοχεῖο αὐτὸ τοποθετοῦμε στὸν ἕνα δίσκο τοῦ ζυγοῦ καὶ τὸ ἰσορροποῦμε μὲ ἀπόβαρο στὸν ἄλλο δίσκο. Ἂν ἀδειάσουμε τὸ νερὸ τοῦ μικροῦ δοχείου καὶ στὴ θέση του τοποθετήσουμε τὴ σφαίρα, βλέπομε ὅτι ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ καὶ πάλι.

Τὸ βάρος τοῦ νεροῦ ποὺ ἐκτοπίζει ἡ σφαίρα, ὅταν ἐπιπλέει, εἶναι ἴσο μὲ τὸ βάρος της. Στὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα καταλήγομε καὶ ἂν χρησιμοποιήσουμε ἕνα ὁποιοδήποτε ὑγρό.

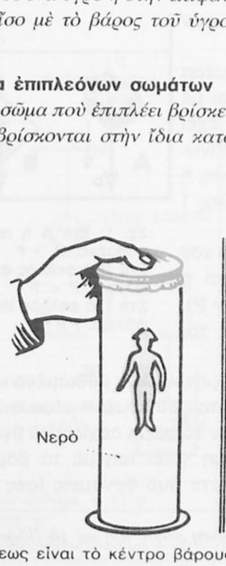
Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, ποὺ αἰωροῦνται μέσα στὰ ὑγρά. *Ὅταν ἕνα σῶμα ἰσορροπεῖ μέσα σὲ ἕνα ὑγρὸ ἢ στὴν ἐπιφάνειά του καὶ τὸ ὑγρὸ βρίσκεται σὲ ἠρεμία, τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι ἴσο μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζει τὸ σῶμα.*

2 Ἰσορροπία ἐπιπλεόνων σωμάτων

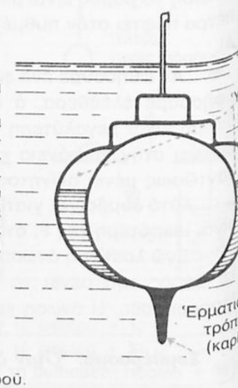
Ὅταν ἕνα σῶμα ποὺ ἐπιπλέει βρίσκεται σὲ ἰσορροπία, τὸ κέντρο ἀνώσεως[1] Κ καὶ τὸ κέντρο βάρους του G βρίσκονται στὴν ἴδια κατακόρυφο (σχ. 5).

Σχ. 3: Ἕνα παιγνίδι (ὁ κολυμβητής). Ἂν πιέσουμε τὴ μεμβράνα, τὸ νερὸ μπαίνει στὸν κολυμβητή, ὁ ὁποῖος βαραίνει καὶ πέφτει. $P > F$

Ἂν διακόψουμε τὴν πίεση, τὸ νερὸ διώχνεται ἀπὸ τὸν κολυμβητή, ὁ ὁποῖος ἐλαφραίνει καὶ ἀνεβαίνει. $P < F$



Σχ. 4: Ἐγκάρσια τομὴ ἑνὸς ὑποβρυχίου. Ἀπὸ τὴν ποσότητα τοῦ νεροῦ, ποὺ εἰσάγεται στὴν ὑδατοδεξαμενή, μεταβάλλεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου, ὥστε νὰ μπορεῖ νὰ πλέει καὶ στὴν ἐπιφάνεια καὶ κάτω ἀπὸ αὐτή.



(1). Κέντρο ἀνώσεως εἶναι τὸ κέντρο βάρους τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ.

● Στὸ σχῆμα 5 Α τὸ κέντρο βάρους τοῦ σωλήνα βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ κέντρο ἀνώσεως. Τὸ σῶμα ἔχει εὐσταθὴ ἰσορροπία.

● Στὸ σχῆμα 5 Β, Γ τὸ κέντρο βάρους βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὸ κέντρο ἀνώσεως. Ὅταν ὅμως ἀπομακρύνουμε τὸ σῶμα ἀπὸ τὴ θέση ἰσορροπίας του, τὸ σχῆμα τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ μεταβάλλεται καὶ τὸ κέντρο ἀνώσεως ἀλλάζει θέση.

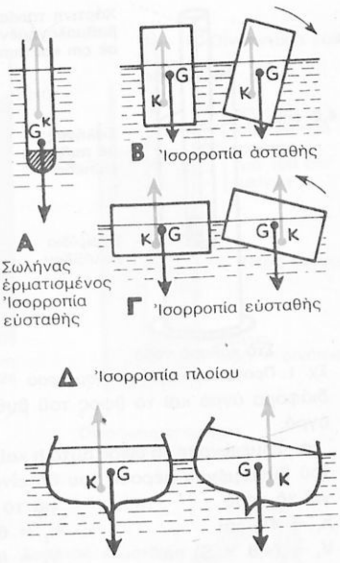
● Στὸ σχῆμα 5 Β ἡ συνδυασμένη δράση τῶν δυὸ δυνάμεων F καὶ P μεγαλώνει τὴν κλίση τοῦ σώματος καὶ τὸ σῶμα πέφτει. Ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθής.

● Ἀντίθετα στὸ σχῆμα 5 Γ ἀντιστέκεται στὴν κλίση τοῦ σώματος καὶ τὸ ξαναφέρνει στὴ θέση τῆς ἰσορροπίας του. Ἡ ἰσορροπία τοῦ σώματος εἶναι εὐσταθής.

● Στὸ σχῆμα 5 Δ βλέπομε, γιατὶ τὸ πλοῖο ξανάρχεται στὴ θέση ἰσορροπίας, ὅταν γέρνει, ἂν καὶ τὸ κέντρο βάρους βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὸ κέντρο ἀνώσεως.

Γιὰ νὰ μένει σταθερὸ τὸ κέντρο βάρους, τὰ βαριὰ ἐμπορεύματα στερεώνονται στὸ ἀμπάρι τοῦ πλοίου. Γιὰ τὸν ἴδιο λόγο τὰ πετρελαιοφόρα μεταφέρουν τὸ πετρέλαιο μέσα σὲ χωριστὰ διαμερίσματα.

Τί θὰ συνέβαινε σὲ ἀντίθετη περίπτωση;



Σχ. 5: Ἰσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ **1. Ὅταν ἕνα σῶμα εἶναι βυθισμένο ὁλόκληρο μέσα σὲ ἕνα ὑγρό, ἐνεργοῦν ἐπάνω του δυὸ κατακόρυφες καὶ ἀντίθετες δυνάμεις, τὸ βάρος P καὶ ἡ ἄνωση F.**

Ἂν F < P, τὸ σῶμα πέφτει στὸν πυθμένα.

Ἂν F > P, τὸ σῶμα ἀνεβαίνει, βγαίνει στὴν ἐπιφάνεια καί, ὅταν ἡ ἄνωση γίνει ἴση μὲ τὸ βάρος του (P), ἰσορροπεῖ.

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, ποὺ αἰωροῦνται μέσα στὰ ὑγρά. Ὅταν ἕνα σῶμα ἰσορροπεῖ μέσα σὲ ἕνα ὑγρὸ ἢ στὴν ἐπιφάνειά του, τὸ βάρος του εἶναι ἴσο μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ ποὺ ἐκτοπίζει.

3. Ὅταν ἕνα σῶμα ἐπιπλέει ἰσορροπεῖ, ἂν τὸ κέντρο βάρους καὶ τὸ κέντρο ἀνώσεως βρίσκονται στὴν ἴδια κατακόρυφο.

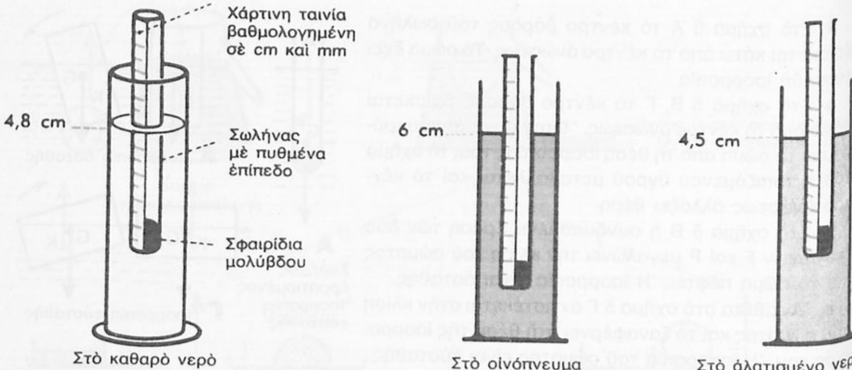
Δὲν εἶναι ἀπαραίτητο τὸ κέντρο βάρους ἑνὸς πλοίου νὰ εἶναι κάτω ἀπὸ τὸ κέντρο ἀνώσεως· ὅσο ὅμως πιὸ χαμηλὰ βρίσκεται, τόσο πιὸ σταθερὴ εἶναι ἡ ἰσορροπία του.

29° ΜΑΘΗΜΑ: Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδη στὴ μέτρηση τῆς σχετικῆς πυκνότητας τῶν ὑγρῶν.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ

1 Πείραμα. Τοποθετοῦμε στὸ ἐσωτερικὸ ἑνὸς γυάλινου σωλήνα μὲ ἐπίπεδο πυθμένα μιὰ χάρτινη ταινία βαθμολογημένη σὲ χιλιοστὰ καὶ στὸ σωλήνα ρίχνομε μερικὰ σκάγια (σχ. 1).

Ἂν βάλουμε διαδοχικὰ τὸ σωλήνα σὲ τρία κυλινδρικὰ δοχεῖα, τὰ ὁποῖα περιέχουν νερό, οἰνόπνευμα καὶ ἅρμη, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι θὰ ἐπιπλέει κατακόρυφα μέσα στὰ



Σχ. 1. Πραγματοποίηση πυκνομέτρου

διάφορα ὑγρὰ καὶ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι διαφορετικὸ στὸ κάθε ὑγρό.

● Σημειώνομε τὸ ὕψος αὐτὸ h καί, ἂν S σὲ cm^2 εἶναι ἡ τομὴ τοῦ σωλήνα, τότε ὁ ὄγκος V τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι:

γιὰ τὸ νερὸ	γιὰ τὸ οἰνόπνευμα	γιὰ τὴν ἅρμη
$h_1 = 4,8$ cm	$h_2 = 6$ cm	$h_3 = 4,5$ cm
$V_1 = (4,8 \times S)$ cm^3	$V_2 = (6 \times S)$ cm^3	$V_3 = (4,5 \times S)$ cm^3

Σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων στὰ ὑγρά, τὸ **βάρος τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ εἶναι ἴσο μὲ τὸ σταθερὸ βάρος τοῦ σωλήνα.**

Ὁ σωλήνας λοιπὸν θὰ ἐκτοπίζει τὸ ἴδιο βάρος ὑγροῦ, ὁποιοδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ ὑγρὸ αὐτό, καὶ θὰ διαφέρει μόνο ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζόμενου ὑγροῦ, δηλαδὴ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνα.

Τὸ βάρος $(4,8 \times S)$ cm^3 νεροῦ, ἢ $(4,8 \times S)$ p

εἶναι ἴσο

πρὸς τὸ βάρος $(6 \times S)$ cm^3 οἰνοπνεύματος ἢ πρὸς τὸ βάρος $(4,5 \times S)$ cm^3 ἅρμης

δηλ. $\rho_\sigma \times (6 \times S)$ p δηλ. $\rho'_\sigma \times (4,5 \times S)$ p

$$\rho_\sigma = \frac{4,8 \times S}{6 \times S} = \frac{4,8}{6} = 0,8 \quad . \qquad \rho'_\sigma = \frac{4,8 \times S}{4,5 \times S} = \frac{4,8}{4,5} = 1,07$$

2 Πυκνόμετρα.

Μποροῦμε νὰ βαθμολογήσουμε τὸ σωλήνα καὶ κατευθείαν σὲ **σχετικὴ πυκνότητα.** Τὸν βάζομε σὲ καθαρὸ νερὸ καὶ ἐκεῖ, ὅπου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ φτάνει τὸ στέλεχός του, σημειώνομε τὴν ὑποδιαίρεση 1. Τὰ ὑγρὰ τὰ ὁποῖα ἔχουν πυκνότητα μικρότερη τοῦ 1 φτάνουν πάνω ἀπὸ τὴν ὑποδιαίρεση 1, ἐνῶ ἐκεῖνα ποὺ ἔχουν μεγαλύτερη τοῦ 1 φτάνουν κάτω ἀπ' αὐτή.

Γιὰ νὰ πετύχουμε μεγάλη προσέγγιση, πρέπει ὁ σωλήνας νὰ ἔχει πολὺ μικρὴ τομή. Γιατί;

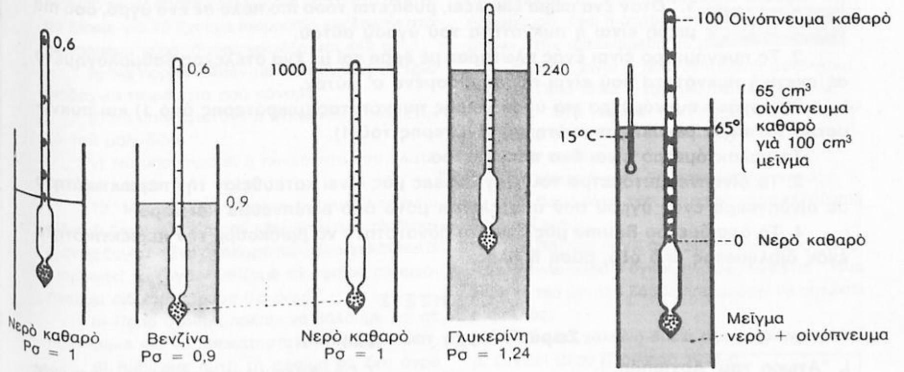
Τὸ πυκνόμετρο εἶναι ἕνας πλωτήρας μὲ ἕρμα (σκάγια) καὶ ἕνα στέλεχος προσαρμοσμένο σ' αὐτὸν καὶ βαθμολογημένο σὲ σχετικὴ πυκνότητα.

Ὑπάρχουν δυὸ εἰδῶν πυκνόμετρα:

— πυκνόμετρα γιὰ ὑγρὰ μὲ μικρότερη πυκνότητα ἀπ' τὸ νερό, βαθμολογημένα ἀπὸ 0,6 ὡς 1 (ἡ ὑποδιαίρεση 1 εἶναι στὸ κατώτερο μέρος τοῦ στελέχους) καὶ

— πυκνόμετρα γιὰ ὑγρὰ μὲ μεγαλύτερη πυκνότητα ἀπ' τὸ νερό, βαθμολογημένα ἀπὸ 1-2 (ἡ ὑποδιαίρεση 1 εἶναι στὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους).

Τὸ **γαλακτόμετρο,** ποὺ χρησιμεύει γιὰ νὰ ἐξακριβώνουμε κατὰ πόσο τὸ γάλα εἶναι νοθευμένο, εἶναι ἕνα πυκνόμετρο. Τὸ καθαρὸ γάλα ἔχει πυκνότητα περίπου 1,3. Τὸ γάλα ποὺ ἡ πυκνότητά του π.χ. εἶναι 1,025 ἔχει ἀραιωθεῖ μὲ νερό.



Σχ. 2. Πυκνόμετρο γιὰ ὑγρὰ πυκνότητας <1

Πυκνόμετρο γιὰ ὑγρὰ πυκνότητας >1

Οἰνοπνευματόμετρο Gay-Lussac

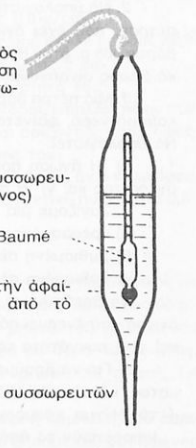
Οἰνοπνευματόμετρο - Ἀραιόμετρο.

Γνωρίζομε ὅτι ἡ πυκνότητα ἑνὸς μείγματος ἀπὸ οἰνόπνευμα καὶ νερὸ εἶναι συνάρτηση τῆς περιεκτικότητας τοῦ μείγματος σὲ οἰνόπνευμα καὶ νερό.

Ἕνα πυκνόμετρο λοιπόν, κατάλληλα βαθμολογημένο, μπορεῖ νὰ μᾶς δώσει κατευθείαν τὴν περιεκτικότητα ἑνὸς τέτοιου μείγματος σὲ οἰνόπνευμα.

Στὴ θερμοκρασία τῶν 15° C τὸ οἰνοπνευματόμετρο τοῦ Gay Lussac δείχνει 0° στὸ καθαρὸ νερὸ καὶ 100° στὸ καθαρὸ οἰνόπνευμα. Ὅταν τὸ οἰνοπνευματόμετρο βυθίζεται στὴν ὑποδιαίρεση 60° σὲ ἕνα μεῖγμα ἀπὸ οἰνόπνευμα καὶ νερό, τότε τὸ διάλυμα αὐτὸ ἔχει περιεκτικότητα 60 cm³ οἰνόπνευμα στὰ 100 cm³ τοῦ μείγματος, στὴ θερμοκρασία τῶν 15° C.

Ἂν ἡ θερμοκρασία εἶναι διαφορετική, τότε θὰ διορθώσουμε τὴν ἔνδειξη ποὺ βρήκαμε μὲ τὴ βοήθεια τῶν εἰδικῶν πινάκων, οἱ ὁποῖοι συνοδεύουν τὸ οἰνοπνευματόμετρο.



Σχ. 3. Πυκνόμετρο συσσωρευτῶν

Τὸ **οἰνοπνευματόμετρο τοῦ** Gay Lussac τὸ χρησιμοποιοῦμε ἀποκλειστικὰ γιὰ μείγματα ἀπὸ οἰνόπνευμα καὶ νερό.

Ἡ πυκνότητα ἑνὸς διαλύματος ἐξαρτᾶται ἀποκλειστικὰ ἀπὸ τὴν περιεκτικότητα τοῦ διαλύματος.

Τὸ **ἀραιόμετρο** Baumé εἶναι ἕνα πυκνόμετρο, ποὺ δείχνει κατευθείαν τὴν περιεκτικότητα σὲ ἕνα διάλυμα ἀπὸ ὀξύ, βάση ἢ ἅλας.

Στὸ καθαρὸ νερὸ τὸ ἀραιόμετρο αὐτὸ βυθίζεται ὡς τὴν ὑποδιαίρεση 0° (στὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους) καὶ στὸ διάλυμα 15 g μαγειρικοῦ ἁλατιοῦ σὲ 85 g νερὸ (100 g διαλύματος) στὴν ὑποδιαίρεση 15°. Τὸ ἐνδιάμεσο διάστημα 0° -15° εἶναι χωρισμένο σὲ 15 ἴσα μέρη καὶ οἱ ὑποδιαιρέσεις συνεχίζονται καὶ κάτω ἀπὸ τὸ 15° ὡς τὸ 66° (στὴ βάση τοῦ στελέχους).

Ἡ ὑποδιαίρεση αὐτὴ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἕνα ὑγρὸ μὲ πυκνότητα 1,84 (καθαρὸ θειικὸ ὀξύ).

Τὸ ἀραιόμετρο Baumé τὸ χρησιμοποιοῦμε ἰδιαίτερα, γιὰ νὰ ἐξακριβώνουμε τὴν περιεκτικότητα τοῦ θειικοῦ ὀξέος στὸν ἠλεκτρολύτη τῶν συσσωρευτῶν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὅταν ἕνα σῶμα ἐπιπλέει, βυθίζεται τόσο πιὸ πολὺ σὲ ἕνα ὑγρό, ὅσο πιὸ μικρὴ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

2. Τὸ πυκνόμετρο εἶναι ἕνας πλωτήρας μὲ ἕρμα καὶ μὲ ἕνα στέλεχος βαθμολογημένο σὲ σχετικὴ πυκνότητα ποὺ εἶναι προσαρμοσμένο σ' αὐτόν.

Ὑπάρχουν πυκνόμετρα γιὰ ὑγρὰ μικρῆς πυκνότητας (μικρότερης ἀπὸ 1) καὶ πυκνόμετρα γιὰ ὑγρὰ μεγάλης πυκνότητας (ἀνώτερης τοῦ 1).

Τὸ γαλακτόμετρο εἶναι ἕνα πυκνόμετρο.

3. Τὸ οἰνοπνευματόμετρο τοῦ Gay Lussac μᾶς δίνει κατευθείαν τὴν περιεκτικότητα σὲ οἰνόπνευμα ἑνὸς ὑγροῦ ποὺ ἀποτελεῖται μόνο ἀπὸ οἰνόπνευμα καὶ νερό.

4. Τὸ ἀραιόμετρο Baumé μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ βρίσκουμε τὴν περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος ἀπὸ ὀξύ, βάση ἢ ἅλας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 7: Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη.

I. Ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη.

1. Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ἄνωση ποὺ ἐνεργεῖ σὲ μιὰ πέτρα μὲ ὄγκο 245 cm^3 ὅταν βυθίζεται:

α) σὲ καθαρὸ νερὸ καὶ β) σὲ λάδι μὲ εἰδικὸ βάρος 0,9 p/cm^3.

2. Νὰ ὑπολογιστεῖ τὸ φαινόμενο βάρος μιᾶς πέτρας, ποὺ ἔχει ὄγκο 150 cm^3 καὶ πραγματικὸ βάρος 305 p, ὅταν βυθίζεται σὲ οἰνόπνευμα. (Εἰδικὸ βάρος οἰνοπνεύματος 0,8 p/cm^2).

3. Μιὰ πέτρα βάρους 187 p, ὅταν βυθιστεῖ σὲ καθαρὸ νερό, φαίνεται νὰ ἔχει βάρος 102 p. Νὰ ὑπολογιστεῖ:

α) Ἡ ἄνωση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω της, β) Ὁ ὄγκος της καὶ γ) Ἡ πυκνότητά της.

4. Ζυγίζομε μιὰ μεταλλικὴ σφαίρα:

α) κρεμασμένη στὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ: 45 p.

β) βυθισμένη σὲ ἁλατισμένο νερό: 39 p.

γ) βυθισμένη σὲ καθαρὸ νερό: 40 p.

Νὰ βρεθοῦν: α) ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας, β) ἡ ἄνωση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω της τὸ ἁλατισμένο νερὸ καὶ γ) ἡ πυκνότητα τοῦ ἁλατισμένου νεροῦ.

5. Γιὰ νὰ βροῦμε τὴν πυκνότητα ἑνὸς κράματος, κάνομε τὶς ἑξῆς ζυγίσεις:

— τὸ δεῖγμα κρεμασμένο στὸ δίσκο + 12,4 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

— τὸ δεῖγμα βυθισμένο στὸ νερὸ + 48,7 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

— 310 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα αὐτοῦ τοῦ κράματος;

β) Ποιὰ εἶναι ἡ σχετική του πυκνότητα;

6. Γιὰ νὰ βροῦμε τὴν πυκνότητα ἑνὸς διαλύματος, κάνομε τὶς ἑξῆς μετρήσεις :

— μιὰ σφαίρα κρεμασμένη στὸ δίσκο + 8,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο:

— ἡ σφαίρα βυθισμένη στὸ διάλυμα + 23,8 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο:

— ἡ σφαίρα βυθισμένη στὸ νερὸ + 21,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ διαλύματος;

β) Ποιὰ εἶναι ἡ σχετική του πυκνότητα;

7. Γιὰ νὰ βροῦμε τὴ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς μείγματος νεροῦ καὶ οἰνοπνεύματος, κάνομε ὅ,τι καὶ στὸ προηγούμενο πείραμα μὲ τὴν ἴδια σφαίρα, ὅπου:

— ἡ σφαίρα βυθισμένη στὸ μεῖγμα + 19,5 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρο.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ μείγματος;

β) Ποιὰ εἶναι ἡ σχετική του πυκνότητα;

8. Ἕνα κομμάτι κράματος χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ζυγίζει 1 Kp. Ὅταν βυθιστεῖ στὸ νερό, ἔχει φαινόμενο βάρος 942,4 p. Ποιὰ εἶναι ἡ σύνθεση αὐτοῦ τοῦ κράματος; (Σχετικὲς πυκνότητες: χρυσοῦ 19,3, χαλκοῦ 8,9).

9. Μιὰ ὀρειχάλκινη σφαίρα ζυγίζει 200 p (σχετικὴ πυκνότητα ὀρείχαλκου: 8). Βυθισμένη στὸ οἰνόπνευμα σχετικῆς πυκνότητας 0,8 ἡ ἴδια σφαίρα ζυγίζει 112 p.

α) Εἶναι ἄδεια ἢ γεμάτη αὐτὴ ἡ σφαίρα; Στὴν πρώτη περίπτωση πόσο ὄγκο ἔχει τὸ ἄδειο μέρος της;

β) Πόσο θὰ ἦταν τὸ φαινόμενο βάρος αὐτῆς τῆς σφαίρας, ἂν ἦταν γεμάτη καὶ βυθιζόταν στὸ οἰνόπνευμα;

10. α) Ἰσορροποῦμε ἕνα ζυγό, ἀφοῦ βάλουμε ἕνα ἀπόβαρο στὸ δεξιὸ δίσκο καὶ στὸν ἀριστερὸ σταθμὰ 150 g. Ὅταν κρεμάσουμε ἀπὸ τὸν ἀριστερὸ δίσκο ἕνα χάλκινο κύβο ἀκμῆς 2 cm, πρέπει, γιὰ νὰ διατηρήσουμε τὴν ἰσορροπία νὰ κρατήσουμε σ' αὐτὸ τὸ δίσκο μόνο 80 g. Ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ χαλκοῦ;

β) Ἂν ἔτσι ὅπως εἶναι κρεμασμένος ὁ κύβος τὸν βυθίσουμε ὁλόκληρο μέσα σὲ διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ σχετικῆς πυκνότητας 1,1, πρέπει νὰ προσθέσουμε σταθμὰ πάνω στὸ δίσκο του, γιὰ νὰ διατηρηθεῖ ἡ ἰσορροπία. Πόσο θὰ εἶναι τὸ ὁλικὸ βάρος τῶν σταθμῶν στὸ δίσκο αὐτό;

11. Ἂν κρεμάσουμε κάτω ἀπὸ τὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ μὲ ἕνα σπάγγο βάρους 2 g ἕνα κομμάτι μολύβι, πρέπει νὰ βάλουμε 500 g στὸν δεύτερο δίσκο, γιὰ νὰ ἔχουμε ἰσορροπία. Ἐπαναλαμβάνομε τὸ πείραμα μὲ τὸ μολύβι βυθισμένο πρῶτα στὸ

καθαρὸ νερό, ὁπότε χρειάζονται 465 g στὸ δεύτερο δίσκο, γιὰ νὰ ἔχουμε ἰσορροπία καὶ ἔπειτα στὸ ἁλατισμένο νερό, ὁπότε χρειάζονται 449 g.

α) Νὰ παρασταθοῦν μὲ τρία σχέδια τὰ τρία διαδοχικὰ πειράματα ποὺ κάναμε.

β) Νὰ ὑπολογιστοῦν ὁ ὄγκος καὶ ἡ πυκνότητα τοῦ μολυβιοῦ.

γ) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ πυκνότητα τοῦ ἁλατισμένου νεροῦ.

12. Μιὰ χάλκινη σφαίρα ὄγκου 20 cm^3 καὶ εἰδικοῦ βάρους 8,9 p/cm^3 κρεμιέται ἀπὸ τὸ δίσκο Α ἑνὸς ζυγοῦ. Ἕνα ἀπόβαρο βαλμένο στὸ δίσκο Β ἰσορροπεῖ τὸ ζυγό. Βυθίζομε τὴ σφαίρα σὲ οἰνόπνευμα εἰδικοῦ βάρους 0,8 p/cm^3.

α) Πόσα σταθμὰ πρέπει νὰ βάλουμε καὶ σὲ ποιὸ δίσκο γιὰ νὰ ἀποκατασταθεῖ ἡ ἰσορροπία.

β) Βυθίζομε αὐτὴ τὴ σφαίρα σὲ ἕνα ὑγρὸ ἄγνωστης πυκνότητας. Ἂν προσθέσουμε στὸν ἴδιο δίσκο 14,6 g ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ ὑγροῦ;

II. Ἐπιπλέοντα σώματα.

13. α) Ἕνα κομμάτι πάγος βάρους 1 Kp καὶ εἰδικοῦ βάρους 0,92 p/cm^3 ἐπιπλέει πάνω στὸ νερό. Πόσο μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι βυθισμένο στὸ νερὸ καὶ πόσο εἶναι ἔξω ἀπὸ αὐτό;

β) Σημειώνομε μὲ μιὰ γραμμὴ τὴ στάθμη τοῦ νεροῦ στὸ δοχεῖο. Ὅταν λιώσει ὁ πάγος, θὰ ἀλλάξει ἢ ὄχι ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ; καὶ γιατί;

14. Μιὰ βάρκα, ὅταν εἶναι ἄδεια, ἔχει βάρος 200 Kp. Πόσο ὄγκο νερὸ ἐκτοπίζει καὶ πόσο ὅταν μέσα σ' αὐτὴ βρίσκονται δυὸ ἐπιβάτες, ποὺ μὲ τὰ πράγματά τους ζυγίζουν 160 Kp;

α) Στὸ γλυκὸ νερό.

β) Στὸ θαλασσινὸ νερὸ (σχετικὴ πυκνότητα 1,03).

15. Ἕνας ξύλινος κύλινδρος τομῆς 10 cm^2 ἑρματίζεται στὸ κάτω μέρος του μὲ ἕνα μολυβένιο δίσκο ἴδιας τομῆς, ὁπότε ἔχει ὁλικὸ ὕψος 20 cm. Τὸν βάζομε στὸ νερό, ὅπου ἐπιπλέει, καὶ τὸ βυθισμένο μέρος του ἔχει ὕψος 16 cm.

Πόσο εἶναι τὸ πάχος τοῦ δίσκου; (σχετικὴ πυκνότητα: ξύλου 0,7· μολυβιοῦ 11).

Τὸ ὕψος αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τομὴ τοῦ κυλίνδρου;

16. Ἕνα κομμάτι χαλκὸς βάρους 242 p ἐπιπλέει σὲ ὑδράργυρο.

α) Πόσο ὄγκο ἔχει τὸ βυθισμένο μέρος του;

β) Ποιὰ δύναμη πρέπει νὰ ἀσκήσουμε σ' αὐτὸ τὸ κομμάτι γιὰ νὰ τὸ κρατήσουμε ὁλόκληρο μέσα στὸν ὑδράργυρο; (σχετικὴ πυκνότητα χαλκοῦ 8,8· ὑδραργύρου 13,6).

17. Βάζομε ἕνα κομμάτι μέταλλο μέσα σὲ ἕνα ὀγκομετρικὸ δοχεῖο ποὺ περιέχει νερὸ ὡς τὴν ὑποδιαίρεση 63 cm^3. Βλέπομε ὅτι τὸ μέταλλο βυθίζεται, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ ἀνεβαίνει στὴν ὑποδιαίρεση 77 cm^3.

Τὸ ἴδιο κομμάτι τὸ βάζομε σὲ ἕνα ὀγκομετρικὸ δοχεῖο ποὺ περιέχει ὑδράργυρο ὡς τὴν ὑποδιαίρεση 57 cm^3. Τὸ μέταλλο ἐπιπλέει στὸν ὑδράργυρο, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἀνεβαίνει στὴν ὑποδιαίρεση 65 cm^3.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ πυκνότητα τοῦ μετάλλου;

β) Ποιὰ εἶναι ἡ σχετική του πυκνότητα;

18. Ἕνα κομμάτι φελλὸς μὲ ὄγκο 120 cm^3 καὶ εἰδικὸ βάρος 0,25 p/cm^3 ἐπιπλέει στὴν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ.

α) Πόση ἄνωση δέχεται ἀπὸ τὸ νερό;

β) Πόσο ὄγκο ἔχει τὸ μέρος τοῦ φελλοῦ ποὺ δὲ βυθίζεται;

γ) Βάζομε πάνω στὸ φελλὸ ἕνα βάρος 50 p. Πόσος εἶναι τώρα ὁ ὄγκος ποὺ δὲ βυθίζεται; Πόσο εἶναι τὸ πιὸ μεγάλο βάρος ποὺ μπορεῖ νὰ σηκώσει ὁ φελλός;

19. Μιὰ χάλκινη ἄδεια σφαίρα βάρους 1320 p, ζυγίζει μέσα στὸ νερὸ 1095 p.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ὁ ὄγκος τῆς κοιλότητας.

β) Ἂν ἡ μάζα τοῦ χαλκοῦ δὲν ἀλλάξει, πόσο ὄγκο πρέπει νὰ δώσουμε διαδοχικὰ στὴν κοιλότητα, γιὰ νὰ ἰσορροπεῖ ἡ σφαίρα: α) μέσα στὸ νερὸ καὶ β) μέσα στὸ οἰνόπνευμα; (Πυκνότητες: χαλκοῦ 8,8 g/cm^3, οἰνοπνεύματος 0,8 g/cm^3).

20. Ἕνας κύλινδρος ἀπὸ φελλὸ βάρους 69,3 p ἔχει διάμετρο 7 cm καὶ ὕψος 6 cm.

α) Πόση εἶναι ἡ πυκνότητά του;

β) Ἂν αὐτὸς ὁ κύλινδρος ἐπιπλέει πάνω στὸ νερὸ καὶ ἡ βάση του εἶναι ὁριζόντια, πόσο ὕψος ἔχει τὸ ἀναδυόμενο μέρος του;

γ) Πόσο εἶναι αὐτὸ τὸ ὕψος, ἂν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέει σὲ οἰνόπνευμα μὲ σχετικὴ πυκνότητα 0,8; ($\pi = 22/7$).

III. Πυκνόμετρα.

21. Ἕνας σωλήνας ἐντελῶς κυλινδρικὸς μὲ ἕρμα ἔχει τομὴ μὲ ἐμβαδὸν 4 cm^2 καὶ βάρος 60 p.

α) Πόσο εἶναι τὸ μῆκος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνα μέσα σὲ ὑγρὸ πυκνότητας: 0,7 g/cm^3; 0,8 g/cm^3; 1 g/cm^3; 1,2 g/cm^3; 1,4 g/cm^3; 1,6 g/cm^3;

β) Νὰ κατασκευαστεῖ ἡ καμπύλη ποὺ παριστάνει τὶς μεταβολὲς τοῦ μήκους τοῦ βυθισμένου μέρους σὲ συνάρτηση μὲ τὶς πυκνότητες τῶν χρησιμοποιουμένων ὑγρῶν.

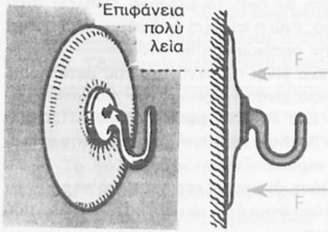
Θὰ βάλουμε στὸν ἄξονα ΟΧ τὶς πυκνότητες παίρνοντας σὰν ἀρχὴ 0 τὸ 0,7 g/cm^3 καὶ 1 cm γιὰ 0,1 g/cm^3 καὶ στὸν ΟΨ τὰ μήκη τοῦ βυθισμένου μέρους παίρνοντας σὰν ἀρχὴ τὸ 0 καὶ 1 cm γιὰ κάθε 1 cm βυθισμένου μήκους.

22. Ἕνα πυκνόμετρο βάρους 16,5 p ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕναν πλωτήρα ὄγκου 16 cm^3 μὲ ἕρμα καὶ ἕνα γυάλινο βαθμολογημένο σωλήνα τομῆς 0,5 cm^2.

α) Τὸ βάζομε μέσα σὲ καθαρὸ νερό. Σὲ πόσο ὕψος πάνω ἀπ' τὸν πλωτήρα θὰ ἔλθει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ;

β) Τὸ βάζομε μέσα σὲ ἕνα ὑγρὸ ἄγνωστης πυκνότητας. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἔρχεται στὰ 23 cm πάνω ἀπ' τὸν πλωτήρα. Ποιὰ εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότητα αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ;

Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

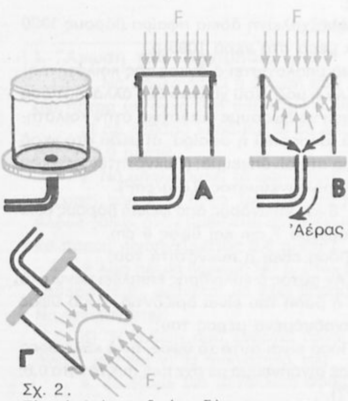


Σχ. 1: Ἄγγιστρο βεντούζα
Ὁ ἐλαστικὸς δίσκος κρατιέται πάνω στὴ λεία ἐπιφάνεια ἀπὸ τὴν πιεστικὴ δύναμη τοῦ ἀέρα.

1 Πιεστικὲς δυνάμεις ἀσκούμενες ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα.

α) Ἂν ἐφαρμόσουμε σὲ ἕνα τζάμι τὸν ἐλαστικὸ δίσκο ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 1 καὶ θελήσουμε νὰ τὸν ἀποκολλήσουμε τραβώντας τον ἀπὸ τὸ ἄγγιστρο, δὲν θὰ μπορέσουμε νὰ τὸ πετύχουμε χωρὶς δυσκολία· ἀνασηκώνοντας ὅμως τὰ χείλη του θὰ τὸν ἀποκολλήσουμε χωρὶς προσπάθεια.

β) Τοποθετοῦμε στὸ δίσκο μιᾶς ἀεραντλίας ἕνα κυλινδρικὸ βάζο χωρὶς πυθμένα καὶ προσαρμόζομε στὸ ἄνοιγμά του μιὰ ἐλαστικὴ μεμβράνα. Ἀφαιρώντας τὸν ἀέρα ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸ τοῦ κυλίνδρου παρατηροῦμε ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλαίνεται καὶ στὸ τέλος σπάζει, ὁποιονδήποτε προσανατολισμὸ καὶ ἂν ἔχει. Εἶναι φανερὸ ὅτι πάνω στὴν ἐξωτερική ἐπιφάνειά της ἐνεργεῖ μιὰ πιεστικὴ δύναμη (σχ. 2).



Σχ. 2.
Εἰς τὸ Α ἡ μεμβράνα δὲν παραμορφώνεται.
Εἰς τὸ Β ἡ μεμβράνα κοιλαίνεται.
Εἰς τὸ Γ τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ ἴδιο, ὅπου καὶ ἂν στρέψουμε τὴ μεμβράνα.

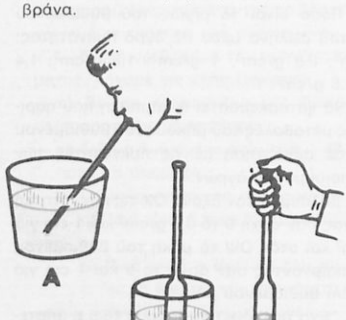
2 Ἐξήγηση τῶν δύο πειραμάτων.

α) Δὲν μποροῦμε νὰ ἀποκολλήσουμε τὸ δίσκο ἀπὸ τὸ τζάμι, γιατὶ στὴν ἕλξη ποὺ ἀσκοῦμε πάνω του ἀντιδρᾶ μιὰ ἄλλη δύναμη. Ἡ δύναμη αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα, ἀφοῦ ὁ δίσκος στὴν ἐξωτερική του ἐπιφάνεια ἔρχεται σὲ ἐπαφὴ μόνο μὲ αὐτόν.

β) Πρὶν ἀρχίσει νὰ λειτουργεῖ ἡ ἀντλία, ἡ μεμβράνα εἶναι ἐπίπεδη, γιατὶ ἢ δὲν ἐνεργεῖ πάνω της καμιὰ δύναμη ἢ ἐνεργοῦν δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες. Ὅταν ἀρχίσουμε νὰ ἀφαιροῦμε τὸν ἀέρα, ἡ μεμβράνα κοιλαίνεται, γιατὶ μιὰ δύναμη πιέζει τὴν ἐξωτερική της ἐπιφάνεια. Ἐπειδὴ ἡ δύναμη αὐτὴ θὰ προϋπῆρχε, συμπεραίνομε ὅτι ἡ μεμβράνα πιέζεται καὶ ἀπὸ τὶς δυὸ ἐπιφάνειές της μὲ δυὸ δυνάμεις ἴσες καὶ ἀντίθετες. Ὅσο ἀφαιροῦμε τὸν ἀέρα, ἡ ἔνταση τῆς ἐσωτερικῆς δυνάμεως μικραίνει καὶ τότε ἡ ἐξωτερικὴ δύναμη κοιλαίνει τὴ μεμβράνα.

Ἐπειδὴ ὁ ἀέρας ἔχει βάρος (1 l ἀέρος ζυγίζει περίπου 1,3 p) πιέζει, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, τὶς ἐπιφάνειες μὲ τὶς ὁποῖες ἔρχεται σὲ ἐπαφή.

Πολλὰ φαινόμενα τῆς καθημερινῆς ζωῆς μαρτυροῦν τὴν παρουσία τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.



Σχ. 3.
Α: Τὸ καλαμάκι. Γιατὶ τὸ ὑγρὸ ἀνεβαίνει στὸ σωλήνα;
Β: Τὸ σιφώνιο: Ποιὰ δύναμη ἐμποδίζει τὸ ὑγρὸ νὰ χυθεῖ;

3 Μέτρηση τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Πείραμα Torricelli.

Γεμίζομε μὲ ὑδράργυρο ἕνα γυάλινο σωλήνα ποὺ ἔχει μῆκος 1 m· κλείνομε τὸ ἄνοιγμά του μὲ τὸ δάχτυλό μας καὶ τὸν ἀναποδογυρίζομε σὲ μιὰ μικρὴ λεκάνη μὲ ὑδράργυρο ἔτσι, ὥστε τὸ στόμιο τοῦ σωλήνα νὰ βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου.

Ἂν ἀποσύρουμε τὸ δάχτυλό μας, ὁ ὑδράργυρος κατεβαίνει καὶ ἡ στάθμη του σταθεροποιεῖται στὸ σημεῖο Γ, τὸ ὁποῖο βρίσκεται σὲ ἕνα ὁρισμένο ὕψος h ἀπὸ τὴ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὸ ὕψος αὐτὸ εἶναι 76 cm (σχ. 4), ὅταν τὸ πείραμα γίνεται στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ στάθμη Γ μένει στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο καὶ ὅταν γείρουμε τὸ σωλήνα καὶ ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα μὲ σωλῆνες διαφόρων σχημάτων (σχ. 4, 5).

Ἐξήγηση: Ὅταν ὁ ὑδράργυρος κατεβαίνει μέσα στὸ σωλήνα, τότε ὁ χῶρος ποὺ ἔπιανε προηγουμένως, μεταξὺ τῆς στάθμης Γ καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σωλήνα, μένει κενός, γιατὶ ἀέρας δὲν μπορεῖ νὰ εἰσχωρήσει ἀπὸ πουθενά.

Σύμφωνα μὲ τὴ βασικὴ ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς στὰ δυὸ σημεῖα A καὶ B, τὰ ὁποῖα βρίσκονται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο, ἐνεργεῖ ἡ ἴδια πίεση (σχ. 4 καὶ 6): $P_A = P_B$.

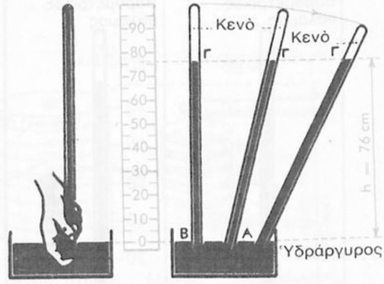
Στὸ σημεῖο A ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση· στὸ σημεῖο B (στὴν προκειμένη περίπτωση) ἡ πίεση εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἡ ὁποία ἔχει ὕψος 76 cm καὶ τομὴ 1 cm² (σχ. 6). Ἀφοῦ τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι 13,6 p/cm³

$$P = 13{,}6\ \text{p/cm}^3 \times 76\ \text{cm} = 1033\ \text{p/cm}^2$$

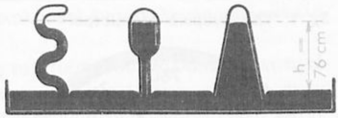
Αὐτὴ εἶναι ἡ μέση πίεση ποὺ δεχόμαστε γιὰ ἕναν τόπο, ὁ ὁποῖος βρίσκεται στὸ ὕψος τῆς στάθμης τῆς θάλασσας καὶ σὲ γεωγραφικὸ πλάτος 45°, καὶ λέγεται **πίεση μιᾶς φυσικῆς ἀτμόσφαιρας.**

Στὴ Μετεωρολογία χρησιμοποιεῖται ἡ μονάδα Bar, ἡ milibar (mBar) καὶ ἡ μικρομπάρ (μBar). Ἡ σχέση τῆς mBar μὲ τὴν πίεση μιᾶς φυσικῆς ἀτμόσφαιρας εἶναι 1 Atm = 1013,3 mBar.

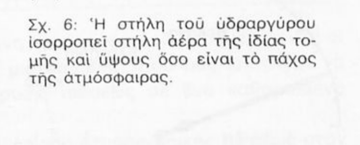
Πίεση μιᾶς φυσικῆς ἀτμόσφαιρας
= 1 Atm = 1013,3 millibars



Σχ. 4: Σωλήνας Torricelli. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου στὸ σωλήνα κατεβαίνει σὲ ὕψος 76 cm περίπου, ὅποια καὶ ἂν εἶναι ἡ κλίση τοῦ σωλήνα.



Σχ. 5: Τὸ ὕψος h τοῦ ὑδραργύρου δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ σωλήνα οὔτε καὶ ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸ τῆς τομῆς του.



Βάρος τοῦ ὑδραργύρου = Βάρος ἀέρα

Σχ. 6: Ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἰσορροπεῖ στήλη ἀέρα τῆς ἰδίας τομῆς καὶ ὕψους ὅσο εἶναι τὸ πάχος τῆς ἀτμόσφαιρας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

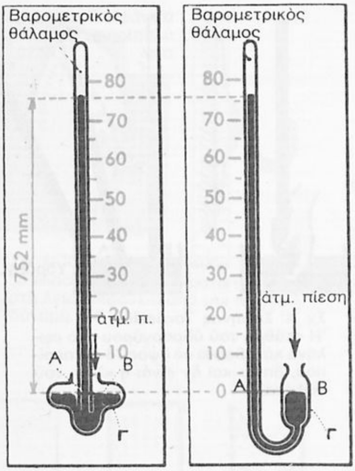
1. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας πιέζει κάθε ἐπιφάνεια, μὲ τὴν ὁποία ἔρχεται σὲ ἐπαφή.

2. Ἡ δύναμη ποὺ συγκρατεῖ τοὺς ἐλαστικοὺς δίσκους στὶς λεῖες ἐπιφάνειες καὶ ἀναγκάζει τὰ ὑγρὰ νὰ ἀνεβαίνουν στὰ σιφώνια, στὶς σύριγγες, στὰ σταγονόμετρα κτλ. ὀφείλεται στὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση.

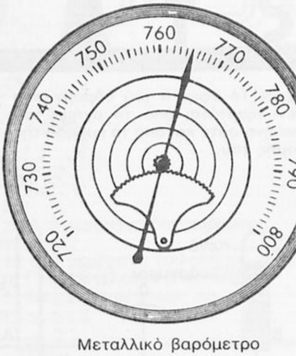
3. Ἡ πίεση μιᾶς φυσικῆς ἀτμόσφαιρας ἰσορροπεῖ στήλη ὑδραργύρου μὲ ὕψος 76 cm καὶ εἶναι κατὰ μέσο ὅρο στὴ στάθμη τῆς θάλασσας ἴση μὲ 1033,6 p/cm² ἢ 1013,3 mBar.

ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟ

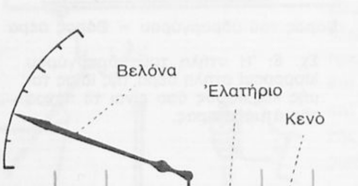
Εἶναι ἕνα ὄργανο ποὺ μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ μετροῦμε τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση.



Σχ. 1: Ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο.



Μεταλλικὸ βαρόμετρο



Σχ. 2: Ἀρχὴ τοῦ μεταλλικοῦ βαρομέτρου

1 Τὸ ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο.

Αὐτὸ (σχ. 1) εἶναι ἕνας σωλήνας Torricelli. Ἡ διάμετρος τῆς λεκάνης του Γ εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ διάμετρο τοῦ σωλήνα καὶ γι' αὐτὸ μιὰ μετατόπιση λίγων ἑκατοστῶν τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου στὸ σωλήνα ἀντιστοιχεῖ σὲ μιὰ ἀνεπαίσθητη μετατόπιση τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὴ μετατόπιση αὐτὴ μποροῦμε νὰ παραβλέψουμε καὶ νὰ θεωρήσουμε τὸ 0 τῶν ὑποδιαιρέσεων τῆς πλάκας ὅτι ἀντιστοιχεῖ πάντα στὴ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

Ἔστω ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου στὸ σωλήνα φθάνει τὴν ὑποδιαίρεση 752 mm. Στὰ σημεῖα Α καὶ Β ποὺ βρίσκονται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο, τὸ ὁποῖο ὁρίζει ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἰσορροπεῖ, ἐνεργεῖ ἴση πίεση. Δηλ. στὸ Β ἡ ἀτμοσφαιρικὴ καὶ στὸ σημεῖο Α ἡ πίεση στήλης ὑδραργύρου 752 mm.

Συμπέρασμα. *Ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἰσορροπεῖ στήλη ὑδραργύρου μὲ ὕψος 752 mm, τότε λέμε ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἐκείνη τὴ στιγμὴ εἶναι 752 mm ὑδραργύρου.*

2 Τὸ μεταλλικὸ βαρόμετρο.

Τὸ ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο ἔχει μεγάλο ὄγκο, εἶναι εὔθραυστο καὶ δύσκολα μεταφέρεται. Γι' αὐτὸ χρησιμοποιοῦμε τὸ μεταλλικὸ βαρόμετρο, στὸ ὁποῖο τὴν πιεστικὴ δύναμη τῆς ἀτμόσφαιρας τὴν ἰσορροπεῖ ἡ δύναμη ἑνὸς ἐλατηρίου.

Τὸ κύριο μέρος αὐτοῦ τοῦ ὀργάνου εἶναι ἕνα κυλινδρικὸ κουτὶ (τύμπανο) μὲ μετάλλινα ἐλαστικὰ τοιχώματα.

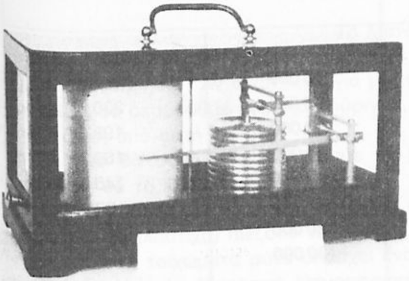
Τί θὰ συμβεῖ, ἂν βγάλουμε τὸν ἀέρα ἀπ' αὐτὸ τὸ κουτί;

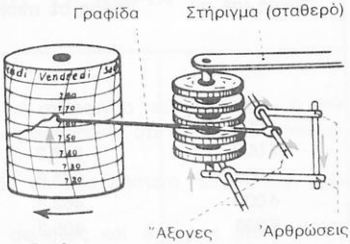
Ἂν προηγουμένως ἔχουμε προσαρμόσει ἕνα ἐλατήριο στὸ ἐσωτερικό του, ὅπως βλέπομε στὸ σχῆμα 2, τότε τί θὰ πετύχουμε;

Ἡ ἀντίδραση τοῦ ἐλατηρίου εἶναι σταθερὰ ἀντίθετη πρὸς τὴν πιεστικὴ δύναμη, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ πάνω στὸ κουτί, καὶ γι' αὐτὸ ἡ ἐλαστικὴ ἐπιφάνειά του παρακολουθεῖ τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Οἱ παραμορφώσεις αὐτὲς μεταδίδονται, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν, σὲ ἕνα δείχτη, ὁ ὁποῖος κινεῖται μπροστὰ ἀπὸ μιὰ πλάκα μὲ ὑποδιαιρέσεις. Τὴν πλάκα αὐτὴ τὴ βαθμολογοῦμε σὲ σύγκριση μὲ ἕνα ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο.

3 Τὸ αὐτογραφικὸ βαρόμετρο.





Σχ. 3.
Ἀρχὴ τοῦ αὐτογραφικοῦ βαρομέτρου.
(Τὰ βέλη δείχνουν τὴν κίνηση, στὴν περίπτωση ποὺ θὰ αὐξηθεῖ ἡ πίεση).

Τὸ αὐτογραφικὸ βαρόμετρο, γιὰ νὰ εἶναι πιὸ εὐαίσθητο, ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ βαρομετρικὰ τύμπανα, τὸ ἕνα πάνω στὸ ἄλλο, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν μιὰ στήλη.

Τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως παρακολουθεῖ ἕνα στέλεχος ποὺ καταλήγει σὲ μιὰ πένα μὲ γλυκερινοῦχο μελάνι.

Τὸ στέλεχος, ἀκολουθώντας τὶς παραμορφώσεις τοῦ τυμπάνου, πάλλεται σὲ κατακόρυφο ἐπίπεδο, ἐνῶ ἡ πένα, ἡ ὁποία ἀγγίζει τὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς κυλίνδρου, ποὺ κάνει μιὰ ὁλόκληρη περιστροφὴ σὲ μιὰ ἑβδομάδα, σημειώνει κάθε στιγμὴ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση.

Ὁ κύλινδρος εἶναι ἐφοδιασμένος μὲ μιὰ χάρτινη ταινία, ὅπου εἶναι σημειωμένες οἱ ἡμέρες καὶ οἱ ὧρες· πάνω σ' αὐτὴ ἡ πένα γράφει μιὰ καμπύλη, ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ παρακολουθήσουμε τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως σὲ ἕνα καθορισμένο χρονικὸ διάστημα.

Τὸ βαρογράφημα αὐτὸ μᾶς δείχνει τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως στὸν ἴδιο τόπο καὶ σὲ χρονικὸ διάστημα μιᾶς ἑβδομάδας.

Συμπέρασμα. *Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση μεταβάλλεται καὶ στὸν ἴδιο τόπο.*

4 Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση μεταβάλλεται μὲ τὸ ὕψος.

Ἕνα βαρόμετρο ποὺ δείχνει 760 mm στὴ στάθμη τῆς θάλασσας, τὴν ἴδια στιγμὴ σὲ ὕψος 1000 m θὰ δείχνει τὸ πολὺ 675 mm.

● **Ἐξήγηση:** Ὅταν ἀνεβαίνουμε κατὰ 10 m σὲ μικρὰ ὕψη, ἡ πίεση στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐλαττώνεται τόσο, ὅσο εἶναι τὸ βάρος στήλης ἀέρα, ἡ ὁποία ἔχει τομὴ 1 cm^2 καὶ ὕψος 10 m.

Ύψος (σὲ m)	Πίεση σὲ mmHg	Ύψος (σὲ m)	Πίεση σὲ mmHg
—	—	—	—
0	760	8 000	267
1 000	674,1	9 000	230,6
2 000	596,2	10 000	198,3
3 000	525,8	11 000	169,7
4 000	462,3	12 000	145,0
5 000	405,2	15 000	97,3
6 000	353,9	20 000	41,0
7 000	308	30 000	8,5
8 000	267		

Ὁ ὄγκος του θὰ εἶναι: 1000 cm 1 cm^2 = 1000 cm^3 ἢ 1 l ἢ 1 dm^3

Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρα γνωρίζομε ὅτι εἶναι 1,3 p καὶ εἶναι ἴσο περίπου μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑδραργύρου ποὺ ἔχει μῆκος 1 mm καὶ τομὴ 1 cm^2.

Μποροῦμε λοιπὸν νὰ παραδεχτοῦμε ὅτι στὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατεβαίνει κατὰ 1 mm σὲ κάθε 10 m ποὺ ἀνεβαίνομε.

5 Ἐφαρμογὲς τοῦ βαρομέτρου.

● Ἡ κατάσταση τοῦ καιροῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως πάνω στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Ἡ μελέτη τῶν μεταβολῶν αὐτῶν σὲ συνδυασμὸ μὲ ἄλλους παράγοντες (θερμοκρασίας, διευθύνσεως ἀνέμου, ὑγρασίας κτλ.) μᾶς ἐπιτρέπει μὲ μεγάλες πιθανότητες νὰ προβλέψουμε τὸν καιρό.

● Ὅταν γνωρίζουμε τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἑνὸς τόπου, μποροῦμε νὰ ὑπολογίσουμε τὸ ὑψόμετρό του.

Τὰ ὑψομετρικὰ ὄργανα τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὰ βαρόμετρα, μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι ἡ πλάκα τους εἶναι βαθμολογημένη σὲ μέτρα ὕψους καὶ ὄχι σὲ χιλιοστὰ ὑδραργύρου ἢ μιλιμπάρ.

Ὁ πιλότος βλέπει τὸ ὕψος, ὅπου βρίσκεται, στὸ ὑψομετρικὸ ὄργανο, ἀφοῦ τὸ ρυθμίσει σύμφωνα μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση τοῦ ἐδάφους ἐκείνη τὴ στιγμή, ποὺ τοῦ μεταδίδει ὁ ἀσύρματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο εἶναι ἕνας σωλήνας Torricelli, βαθμολογημένος σὲ ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστά, ποὺ μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ μετροῦμε τὶς μεταβολὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

2. Στὸ μεταλλικὸ βαρόμετρο ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἐνεργεῖ στὴν ἐλαστικὴ ἐπιφάνεια ἑνὸς μεταλλικοῦ κουτιοῦ, ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἔχομε βγάλει τὸν ἀέρα.

Τὶς παραμορφώσεις τῆς ἐπιφάνειας αὐτῆς παρακολουθεῖ ἕνας δείχτης, ὁ ὁποῖος κινεῖται μπροστὰ ἀπὸ μιὰ βαθμολογημένη πλάκα. Ἡ βαθμολόγηση τῆς πλάκας ἔχει γίνει σὲ σύγκριση μὲ ἕνα ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο.

3. Τὸ αὐτογραφικὸ βαρόμετρο χαράσσει τὴν καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως μέσα σὲ ἕνα ὁρισμένο χρονικὸ διάστημα.

4. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση μεταβάλλεται μὲ τὸ ὕψος. Τὸ ὑψομετρικὸ ὄργανο τῶν ἀεροπλάνων εἶναι ἕνα μεταλλικὸ βαρόμετρο βαθμολογημένο σὲ μέτρα ὕψους.

5. Τὸ βαρόμετρο χρησιμεύει στὶς μετεωρολογικὲς ὑπηρεσίες γιὰ τὴν πρόγνωση τοῦ καιροῦ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΕΣ ΑΠ' ΤΑ ΑΕΡΙΑ

Τὸ Μανόμετρο

1 α) **Παρατήρηση.** Ἂν ἀνοίξουμε γιὰ μιὰ στιγμὴ τὴ στρόφιγγα τοῦ φωταερίου ἢ τοῦ ὑγραερίου, θὰ ἀκούσουμε ἕνα ὀξὺ σφύριγμα, ποὺ μᾶς φανερώνει ὅτι τὸ ἀέριο βγαίνει μὲ κάποια ὁρμὴ ἀπὸ αὐτή.

● Τὸ ἴδιο θὰ συμβεῖ, ἂν ἀνοίξουμε τὴ βαλβίδα σὲ ἕνα λάστιχο ποδηλάτου, ἐνῶ συγχρόνως θὰ τὸ ἰδοῦμε νὰ *ξεφουσκώνει.*

● Τὰ ἀέρια (φωταέριο, ὑγραέριο) μέσα στοὺς σωλῆνες καὶ ὁ ἀέρας μέσα στοὺς ἀεροθαλάμους (λάστιχα) πιέζουν τὰ τοιχώματα ἀπὸ τὰ ὁποῖα περιορίζονται.

Ὅταν στὰ τοιχώματα αὐτὰ ὑπάρχει ἕνα ἄνοιγμα, ἐπειδὴ ἡ πίεση τοῦ ἀερίου εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴ (ἀτμοσφαιρική), τὸ ἀέριο βγαίνει ἔξω ἀπ' τὸ ἄνοιγμα.

β) **Μέτρηση.** Συνδέομε τὴ στρόφιγγα τοῦ φωταερίου σὲ *ἕνα μανόμετρο μὲ νερὸ* (σχ. 1) καὶ μετροῦμε τὸ ὕψος h μεταξὺ τῆς στάθμης Α καὶ Β τοῦ ὑγροῦ μὲς στὸ σωλῆνα: 8 cm.

● Γνωρίζομε ὅτι ἡ πίεση μέσα στὸ ρευστὸ εἶναι ἡ ἴδια σ' ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὁριζόντιου ἐπιπέδου ΒΒ'.

Στὸ σημεῖο Β' ἡ πίεση εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρική, αὐξημένη μὲ τὸ βάρος στήλης νεροῦ ποὺ ἔχει τομὴ 1 cm^2 καὶ ὕψος 8 cm, δηλ. 8 p/cm^2.

● Ἐπειδὴ ἴδια πίεση θὰ ἀσκεῖται καὶ στὸ σημεῖο Β, ἡ πίεση τοῦ φωταερίου στοὺς *σωλῆνες ξεπερνᾶ κατὰ 8 p/cm^2 τὴν τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.*

● Θερμαίνομε ἐλαφρὰ μιὰ σφαιρικὴ φιάλη, ποὺ τὴν ἔχομε κλείσει μὲ ἕνα πῶμα, ἀπ' τὸ ὁποῖο περνᾶ ἕνας γυάλινος σωλήνας. Ὁ ἀέρας, ποὺ περιέχει ἡ φιάλη, διαστέλλεται καὶ ἕνα μέρος του φεύγει.

Συνδέομε τότε τὸ σωλήνα τῆς φιάλης σὲ ἕνα μανόμετρο μὲ νερὸ καὶ παρατηροῦμε ὅτι τὸ σημεῖο Α αὐτὴ τὴ φορὰ βρίσκεται χαμηλότερα ἀπὸ τὸ σημεῖο Β (σχ. 2). Ἂν μετρήσουμε τὴ διαφορὰ ὕψους τῶν δύο σημείων (π.χ. 8 cm), καὶ σκεφτοῦμε ὅπως καὶ πρίν, συμπεραίνομε ὅτι ἡ *πίεση μέσα στὴ φιάλη εἶναι κατὰ 8 p/cm^2 μικρότερη ἀπ' τὴν ἀτμοσφαιρική.*

● Γιὰ νὰ ὑπολογίσουμε τὴν πίεση τοῦ ἀερίου καὶ στὶς δυὸ περιπτώσεις, πρέπει νὰ γνωρίζουμε τὴν τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐκείνη τὴ στιγμή, (75 cmHg) ἑπομένως:

$$13{,}6\ p/cm^3 \times 75\ cm = 1020\ p/cm^2.$$

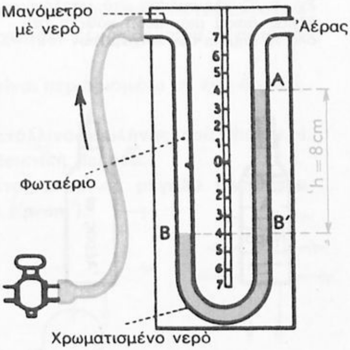
Ἡ πίεση τοῦ γκαζιοῦ στὸ ἐσωτερικὸ τῶν σωλήνων εἶναι:

$$1020\ p/cm^2 + 8\ p/cm^2 = 1028\ p/cm^2.$$

Ἡ πίεση στὸ ἐσωτερικὸ τῆς φιάλης εἶναι:

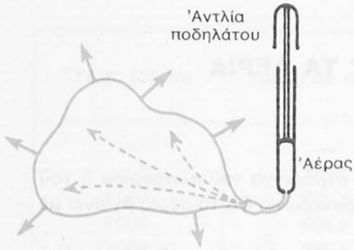
$$1020\ p/cm^2 - 8\ p/cm^2 = 1012\ p/cm^2.$$

Συμπέρασμα. *Τὰ ἀέρια ἀσκοῦν πίεση πάνω στὰ τοιχώματα τῶν δοχείων μέσα στὰ ὁποῖα εἶναι περιορισμένα.*

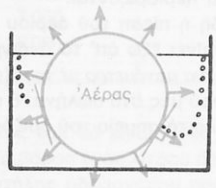


Σχ. 1: Ἡ πίεση τοῦ ἀερίου στὶς σωληνώσεις εἶναι μεγαλύτερη κατὰ 8 p/cm^2 ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρική.

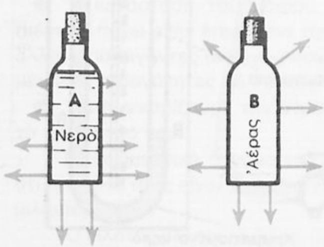
Σχ. 2: Ἡ πίεση τοῦ ἀέρα στὸ μπαλόνι εἶναι κατὰ 8 p/cm^2 κατώτερη ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρική.



Σχ. 3: Ἡ πίεση τοῦ ἀέρα ποὺ εἰσχωρεῖ στὸ μπαλόνι ὠθεῖ τὰ τοιχώματά του.



Σχ. 4: Ὁ κλεισμένος στὸ μπαλόνι ἀέρας ἀσκεῖ μιὰ πίεση κάθετη σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων του.



Σχ. 5: Στὴ φιάλη Α, ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖ τὸ νερὸ αὐξάνει μὲ τὴν αὔξηση τοῦ βάθους. Στὴ φιάλη Β, ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖ ὁ ἀέρας εἶναι ἡ ἴδια σὲ ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.

Σχ. 6: Μεταλλικὸ μανόμετρο

2 Χαραχτηριστικὰ τῆς πιέσεως ποὺ ἀσκοῦν τὰ ἀέρια.

- Ὅταν φουσκώνουμε τὸν ἀεροθάλαμο (τὸ ἐσωτερικὸ) μιᾶς μπάλας ποδοσφαίρου, παρατηροῦμε ὅτι, κάθε φορὰ ποὺ κινοῦμε τὸ ἔμβολο τῆς ἀντλίας πρὸς τὰ μέσα, τὰ τοιχώματά του ὠθοῦνται πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις καὶ στὸ τέλος ὁ ἀεροθάλαμος παίρνει τὸ σφαιρικό του σχῆμα (σχ. 3).
- Ἂν βυθίσουμε τὸν φουσκωμένο ἀεροθάλαμο στὸ νερὸ ἑνὸς γυάλινου δοχείου καὶ τὸν τρυπήσουμε μὲ μιὰ βελόνα σὲ διάφορα σημεῖα, παρατηροῦμε φυσαλίδες ἀέρα νὰ βγαίνουν στὴν ἀρχὴ κάθετα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειά του καὶ ἔπειτα νὰ διευθύνονται πρὸς τὰ ἐπάνω (σχ. 4).

3 Σύγκριση τῆς πιέσεως ἑνὸς ἀερίου μὲ τὴν πίεση ἑνὸς ὑγροῦ (σχ. 5).

Τὸ νερὸ ποὺ βρίσκεται στὴ φιάλη Α πιέζει μὲ τὸ βάρος του τὸν πυθμένα καὶ τὰ τοιχώματά της.

Ἡ πίεση δὲν εἶναι ἡ ἴδια σ' ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.

Καὶ ὁ ἀέρας ἐπίσης, ἐπειδὴ ἔχει βάρος, πιέζει τὰ τοιχώματα τῆς φιάλης Β. Ἡ πίεση ὅμως αὐτὴ εἶναι πολὺ μικρὴ καὶ μποροῦμε νὰ τὴν ἀγνοήσουμε. Γιατί, ἐνῶ 1 dm^3 νερὸ ζυγίζει 1 Kp, 1 dm^3 ἀέρα ζυγίζει 1,3 p.

Ἡ πίεση στὴν περίπτωση αὐτὴ ὀφείλεται στὴν ἰδιότητα τοῦ ἐκτατοῦ τῶν ἀερίων.

Γνωρίζομε ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων βρίσκονται σὲ μιὰ συνεχῆ κίνηση πολὺ ταχεία καὶ γι' αὐτὸ προσκρούουν πάνω στὰ τοιχώματα τῶν δοχείων ποὺ τὰ περιέχουν. Οἱ κρούσεις αὐτὲς ἔχουν σὰν ἀποτέλεσμα τὴν πίεση τοῦ ἀερίου.

Συμπέρασμα. *Ὁ ἀέρας ποὺ εἶναι περιορισμένος σὲ ἕνα μπαλόνι ἀσκεῖ πιεστικὴ δύναμη πάνω στὰ τοιχώματά του ἀπὸ μέσα πρὸς τὰ ἔξω.*

Ἡ πίεση τοῦ ἀέρα στὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου ποὺ τὸν περιέχει εἶναι ἡ ἴδια σ' ὅλα τὰ σημεῖα.

4 Μέτρηση τῆς πιέσεως ἑνὸς ἀερίου.

Γιὰ νὰ μετρήσουμε τὴν πίεση τοῦ φωταερίου, χρησιμοποιοῦμε τὸ μανόμετρο μὲ νερό. Μ' αὐτὸ μποροῦμε νὰ μετρήσουμε τὴ διαφορὰ πιέσεως κατὰ μερικὰ p/cm^2 μεγαλύτερη ἢ μικρότερη τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Ἂν ἀντικαταστήσουμε τὸ νερὸ τοῦ μανομέτρου μὲ ὑδράργυρο, τότε σὲ μιὰ διαφορὰ ὕψους τῆς μανομετρικῆς στήλης 1 cm θὰ ἀντιστοιχεῖ διαφορὰ πιέσεως 13,6 p/cm^2.

Γιὰ νὰ μετροῦμε πιέσεις, μεγάλες ἢ μικρές, χρησιμοποιοῦμε ἐπίσης καὶ τὸ **μεταλλικὸ μανόμετρο.**

Τὸ ἀέριο, τοῦ ὁποίου θέλομε νὰ μετρήσουμε τὴν πίεση, εἰσχωρεῖ μέσα στὸν ἐλαστικὸ σωλήνα τοῦ ὀργάνου, ποὺ ἔχει σχῆμα σπείρας καὶ τείνει νὰ τοῦ ἀλλάξει τὸ σχῆμα.

Τὴν ἀλλαγὴ τοῦ σχήματος τοῦ σωλήνα παρακολουθεῖ μιὰ βελόνα, ποὺ δείχνει τὴν πίεση πάνω σὲ μιὰ βαθμολογημένη πλάκα. Ἡ βαθμολόγηση γίνεται συγκριτικὰ σὲ p/cm^2 ἢ σὲ ἀτμόσφαιρες.

4 Παραδείγματα πιέσεως ἀερίων.

Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, οἱ πιέσεις ποὺ ἀσκοῦν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές. Οἱ ἠλεκτρικὲς λάμπες περιέχουν ἀέρια μὲ πολὺ μικρὴ πίεση (κλάσμα χιλιοστοῦ τοῦ ὑδραργύρου).

Στοὺς ἀεροθαλάμους (λάστιχα) τῶν αὐτοκινήτων ἡ πίεση εἶναι 1,5 Kp/cm^2 ἢ 2 Kp/cm^2.

Ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ πάνω στὸ ἔμβολο τῆς μηχανῆς τοῦ σιδηροδρόμου φτάνει τὰ 30 Kp/cm^2.

Τὸ **ὑδρογόνο** καὶ τὸ **ὀξυγόνο**, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὶς ὀξυγονοκολλήσεις, εἶναι περιορισμένα σὲ χαλύβδινες φιάλες μὲ πίεση 150 Kp/cm^2.

Μέσα στὴν κάνη ἑνὸς ὅπλου ἡ πίεση ποὺ παράγουν τὰ ἀέρια ἀπὸ τὴν καύση τῆς πυρίτιδας φτάνει τὶς πολλὲς χιλιάδες Kp/cm^2.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ ἀέρια εἶναι ρευστά, συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατὰ καὶ ἀσκοῦν πιεστικὴ δύναμη στὰ τοιχώματα τῶν δοχείων ποὺ τὰ περικλείουν.

2. Ἡ πιεστικὴ δύναμη τὴν ὁποία ἀσκεῖ ἕνα ἀέριο ὀφείλεται στὴν ἰδιότητα τοῦ ἐκτατοῦ τοῦ ἀερίου. Ἡ πίεση εἶναι ἡ ἴδια σ' ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων ἑνὸς δοχείου, ὅταν αὐτὸ δὲν ἔχει μεγάλο ὕψος.

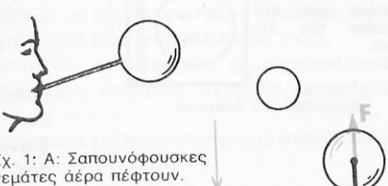
3. Γιὰ νὰ μετρήσουμε τὴν πίεση ἑνὸς ἀερίου ποὺ εἶναι περιορισμένο σὲ ἕνα δοχεῖο, χρησιμοποιοῦμε τὸ μανόμετρο.

Τὸ ἁπλούστερο μανόμετρο εἶναι ἕνας ἐλαστικὸς μετάλλινος σωλήνας, τοῦ ὁποίου οἱ ἀλλαγὲς τοῦ σχήματος παρακολουθοῦνται ἀπὸ μιὰ ἐνδεικτικὴ βελόνα.

4. Ἡ πίεση ἑνὸς ἀερίου μπορεῖ νὰ μεταβάλλεται μέσα σὲ μεγάλα περιθώρια (ἀεροθάλαμοι : 1,5 - 2 Kp/cm^2 ἀέρια στὶς φιάλες : 150 Kp/cm^2).

33ο ΜΑΘΗΜΑ: Πιέσεις ποὺ ἀσκοῦνται ἀπὸ τὰ ἀέρια.

Ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη στὰ ἀέρια.



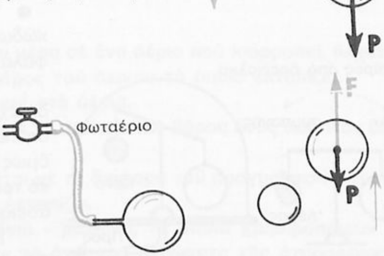
Σχ. 1: Α: Σαπουνόφουσκες γεμάτες ἀέρα πέφτουν.

1 Παρατήρηση.

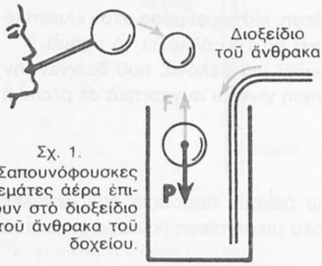
Οἱ σαπουνόφουσκες, ὅταν εἶναι γεμάτες μὲ ἀέρα τῶν πνευμόνων μας, πέφτουν, ἐνῶ, ὅταν εἶναι γεμάτες μὲ φωταέριο, ἀνεβαίνουν (σχ. 1Α καὶ Β).

Στὴν πρώτη περίπτωση τὸ βάρος τῆς σαπουνόφουσκας (P) εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὴν ἄνωση (F) $P>F$ καὶ στὴ δεύτερη μικρότερο: $P<F$.

Κι' αὐτὸ συμβαίνει γιατὶ ἡ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ φωταερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι 0,5 καὶ ἑπομένως μιὰ σαπουνόφουσκα μὲ ἀέρα θὰ εἶναι δύο φορὲς βαρύτερη ἀπὸ μιὰ ἴση μὲ φωταέριο, ἐνῶ ἡ ἄνωσή τους μένει ἡ ἴδια.



Β: Σαπουνόφουσκες γεμάτες φωταέριο ἀνεβαίνουν.



Σχ. 1.
Γ: Σαπουνόφουσκες γεμάτες ἀέρα ἐπιπλέουν στὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα τοῦ δοχείου.

Ἡ σαπουνόφουσκα, ἂν καὶ εἶναι γεμάτη μὲ ἀέρα, δὲν πέφτει στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, (σχ. 1 Γ), γιατί ἡ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ποὺ περιέχει τὸ δοχεῖο εἶναι περίπου 1,5 καὶ γι' αὐτὸ ἡ ἄνωση εἶναι 1,5 φορὰ μεγαλύτερη ἀπ' τὸ βάρος της.

Μποροῦμε νὰ παρομοιάσουμε τὴ σαπουνόφουσκα στὴν περίπτωση αὐτὴ μὲ ἕνα φελλὸ μέσα στὸ νερό.

2 Μέτρηση τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδη.

Κρεμοῦμε ἀπ' τὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ μιὰ κλειστὴ σφαιρικὴ φιάλη μὲ γνωστὸ ὄγκο: π.χ. 1l καὶ τὴν ἰσορροποῦμε μὲ ἀντίβαρο στὸν ἄλλο δίσκο (σχ. 2).

Ἂν βυθίσουμε τὴ φιάλη σὲ ἕνα δοχεῖο ποὺ περιέχει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καί, γιὰ νὰ τὴν ἐπαναφέρουμε, πρέπει νὰ προσθέσουμε στὸ δίσκο, ὅπου ἔχομε κρεμάσει τὴ φιάλη, βάρος 0,7 p.

Ἕνα λίτρο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ζυγίζει 2 p περίπου.

Ἕνα λίτρο ἀέρας ζυγίζει 1,3 p.

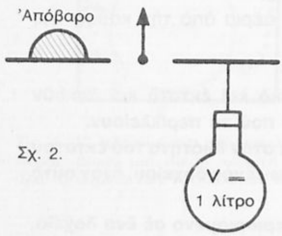
Τὸ βάρος 0,7 p ποὺ βάλαμε στὸ δίσκο ἀντιστοιχεῖ στὴν αὔξηση τῆς ἀνώσεως, ποὺ παθαίνει ἡ φιάλη ὅταν ἀπὸ τὸν ἀέρα τὴ βυθίσουμε στὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Ἐπειδή, ὅταν ἡ φιάλη βρίσκεται μέσα στὸν ἀέρα, ἐνεργεῖ πάνω της τὸ βάρος της P καὶ ἡ ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη F $F = 1{,}3$ p.

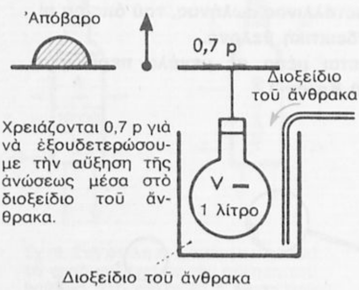
Ἐνῶ, ὅταν βρίσκεται στὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἔχει πάλι τὸ ἴδιο βάρος P, ἡ ἄνωση ὅμως εἶναι

$F' = 2$ p καὶ $F' - F = 2$ p $- 1{,}3$ p $= 0{,}7$ p

Συμπέρασμα. *Κάθε σῶμα, ποὺ βρίσκεται μέσα σὲ ἕνα ἀέριο ποὺ ἰσορροπεῖ, δέχεται ἄνωση ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἀερίου ποὺ ἐκτοπίζει.*



Σχ. 2.



Χρειάζονται 0,7 p γιὰ νὰ ἐξουδετερώσουμε τὴν αὔξηση τῆς ἀνώσεως μέσα στὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

3 Πραγματικὸ βάρος - φαινόμενο βάρος.

Τὸ **βαροσκόπιο** (σχ. 3) εἶναι ἕνας ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονες. Στὶς ἄκρες τῆς φάλαγγάς του κρεμοῦμε δυὸ σφαῖρες μὲ *διαφορετικὸ ὄγκο* ποὺ ἔχουν ἴσο **φαινόμενο βάρος,** γι' αὐτὸ ἡ φάλαγγα ἰσορροπεῖ σὲ ὁριζόντια θέση.

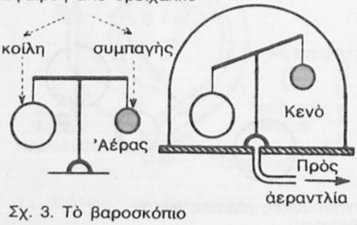
● Ἂν τοποθετήσουμε τὸ ὄργανο κάτω ἀπὸ τὸν κώδωνα μιᾶς ἀεραντλίας καὶ ἀφαιρέσουμε τὸν ἀέρα, ἡ φάλαγγα γέρνει ἀπ' τὸ μέρος τῆς μεγάλης σφαίρας.

Ἐξήγηση: Μέσα στὸν ἀέρα ἡ κενὴ σφαίρα, ἐπειδὴ ἔχει μεγαλύτερο ὄγκο, παθαίνει μεγαλύτερη ἄνωση παρὰ ἡ γεμάτη καὶ μικρότερη σφαίρα. Στὸ κενὸ ὅμως καὶ στὶς δυὸ σφαῖρες ἐνεργεῖ μόνο τὸ **πραγματικό τους βάρος** καὶ ἡ φάλαγγα γέρνει ἀπ' τὸ μέρος τῆς ἄδειας σφαίρας ποὺ εἶναι καὶ ἡ βαρύτερη.

Γενικά, μέσα στὸν ἀέρα:

Φαινόμενο βάρος ἑνὸς σώματος = Πραγματικὸ βάρος τοῦ σώματος — βάρος τοῦ ἀέρα ποὺ ἐκτοπίζει τὸ σῶμα.

Σφαῖρες ἀπὸ ὀρείχαλκο



Σχ. 3. Τὸ βαροσκόπιο

Ἡ ἄνωση στὸν ἀέρα δὲν εἶναι ὑπολογίσιμη, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει εἰδικὸ βάρος πολὺ μεγαλύτερο ἀπ' τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ἀέρα (στερεὰ καὶ ὑγρὰ σώματα). Πρέπει ὅμως νὰ τὴν ὑπολογίζουμε, ὅταν τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ σώματος πλησιάζει τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ἀέρα (π.χ. ἕνα ἀέριο).

4 Ἀερόστατα.

Τὸ ἀερόστατο εἶναι ἕνα μεγάλο σφαιρικὸ μπαλόνι γεμάτο μὲ ὑδρογόνο ἢ ἥλιο (σχ. 4). Οἱ ἐπιβάτες του (ἀεροναῦτες) βρίσκονται σὲ ἕνα ἐλαφρὸ καλάθι (λέμβο) κρεμασμένο μὲ ἕνα δίχτυ ἀπὸ τὸ ἀερόστατο.

Ἂν ὁ ὄγκος τοῦ ἀεροστάτου εἶναι 1000 m^3, τότε ἐκτοπίζει ἀέρα ὁ ὁποῖος ζυγίζει κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς:

$$1{,}3 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 1300 \text{ Kp}$$

Τὸ ὑδρογόνο τὸ ὁποῖο περικλείει τὸ περίβλημά του ζυγίζει:

$$0{,}07 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 70 \text{ Kp}$$

Ἔστω ὅτι τὸ περίβλημα, οἱ ἐπιβάτες, τὸ καλάθι, τὰ ὄργανα καὶ τὰ ὑλικὰ ζυγίζουν ὅλα μαζὶ περίπου 1200 Kp. Τὸ ἀερόστατο λοιπὸν ζυγίζει μαζὶ μὲ τὸ ὑδρογόνο ποὺ περιέχει:

Σχ. 4 Τὸ Ἀερόστατο.

$$1200 \text{ Kp} + 70 \text{ Kp} = 1270 \text{ Kp}$$

δηλαδὴ 1300 Kp — 1270 Kp = 30 Kp λιγότερο ἀπ' τὸν ἀέρα ποὺ ἐκτοπίζει.

Ἡ δύναμη αὐτὴ τῶν 30 Kp, ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τοῦ συνολικοῦ βάρους τοῦ ἀεροστάτου καὶ τῆς ἀνώσεώς του, λέγεται **ἀνυψωτικὴ δύναμη** τοῦ ἀεροστάτου.

Ἀνυψωτικὴ δύναμη = Βάρος ἐκτοπιζόμενου ἀέρα — συνολικὸ βάρος ἀεροστάτου

Ὅσο ἀνεβαίνει τὸ μπαλόνι, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση μικραίνει, ὁ ἀέρας γίνεται ἀραιότερος καὶ ἡ πυκνότητά του μικρότερη. Ἐπειδὴ ἐλαττώνεται ἡ πυκνότητα τοῦ ἀέρα, τὸ ἀέριο φεύγει ἀπὸ ἕνα ἄνοιγμα ποὺ βρίσκεται στὸ κατώτερο μέρος του, ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμη γίνεται μικρότερη καὶ τὸ ἀερόστατο ἀρχίζει νὰ κατεβαίνῃ. Γιὰ νὰ ξαναπάρῃ ὕψος, οἱ ἀεροναῦτες πετοῦν ἕνα μέρος ἀπ' τὸ ἕρμα (ἄμμο) ἔξω ἀπὸ τὸ καλάθι. Γιατί;

Γιὰ νὰ ἐρευνήσουν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, οἱ μετεωρολογικὲς ὑπηρεσίες χρησιμοποιοῦν *μπαλόνια — βολίδες* χωρὶς ἐπιβάτες, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν αὐτογραφικὰ ὄργανα.

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι ἐφοδιασμένα μὲ ἀλεξίπτωτα καὶ περισυλλέγονται ὅταν προσγειωθοῦν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε σῶμα, ὅταν βρίσκεται μέσα σὲ ἕνα ἀέριο ποὺ ἰσορροπεῖ, δέχεται ἀπ' αὐτὸ ἄνωση ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἀερίου τὸ ὁποῖο ἐκτοπίζει.

2. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη ἐφαρμόζεται καὶ στὰ ἀέρια.

3. Στὴν ἀτμόσφαιρα πρέπει νὰ ξεχωρίζουμε τὸ πραγματικὸ βάρος ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὸ φαινόμενο βάρος.

Τὸ φαινόμενο βάρος ἑνὸς σώματος ἰσοῦται μὲ τὴ διαφορὰ τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρα ποὺ ἐκτοπίζει.

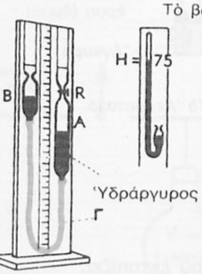
4. Τὰ σφαιρικὰ μπαλόνια καὶ τὰ μπαλόνια - βολίδες, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν οἱ μετεωρολογικὲς ὑπηρεσίες, γιὰ νὰ μελετοῦν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας, ἀνεβαίνουν μὲ τὴν ἄνωση τοῦ Ἀρχιμήδη, τὴν ὁποία ἀσκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀέρας.

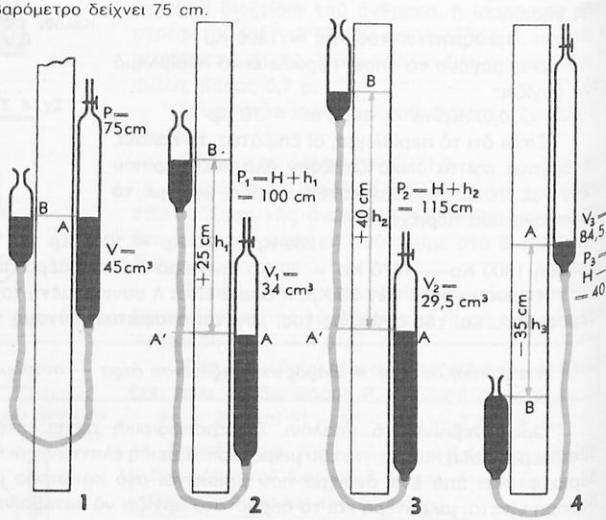
ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MARIOTTE

1 **Παρατήρηση.** Κλείνομε τὸ ἄνοιγμα μιᾶς ἀντλίας ποδηλάτου καὶ ὠθοῦμε τὸ ἔμβολό της. Ἂν καὶ δὲν μπορεῖ ὁ ἀέρας νὰ βγεῖ ἀπ' τὸν κύλινδρο, ἐν τούτοις ὁ ὄγκος του μικραίνει· καὶ ὅσο πιὸ μεγάλη δύναμη ἀσκοῦμε πάνω στὸ ἔμβολο, τόσο κι' ὁ ὄγκος του γίνεται μικρότερος.

Συμπέραμα. *Ὅσο μικραίνει ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα, ὁ ὁποῖος βρίσκεται περιορισμένος στὸν κύλινδρο τῆς ἀντλίας, τόσο καὶ ἡ πίεσή του μεγαλώνει.*

Τὸ βαρόμετρο δείχνει 75 cm.





Σχ. 1: Συσκευὴ Leblanc. Οἱ γυάλινοι σωλῆνες Α καὶ Β μποροῦν νὰ γλιστροῦν κατὰ μῆκος τοῦ βαθμολογημένου κανόνα καὶ συγκοινωνοῦν μεταξύ τους μὲ τὸν ἐλαστικὸ σωλήνα Γ.
Ὁ σωλήνας Β ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἐξωτερικὸ ἀέρα.
Ὁ σωλήνας Α εἶναι βαθμολογημένος σὲ cm.
Ἡ στρόφιγγα R κλείνει τὸ ἐπάνω ἄνοιγμα τοῦ σωλήνα Α.

2 **Μέτρηση.** Ἡ συσκευὴ τοῦ σχήματος 1 (Leblanc) μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσουμε τὴ μεταβολὴ τοῦ ὄγκου ἑνὸς ἀερίου, ὅταν ἡ πίεσή του μεταβάλλεται καὶ ἡ θερμοκρασία του μένει σταθερή.

Ἔστω ὅτι τὸ πείραμα γίνεται, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση, ποὺ μᾶς δείχνει ἕνα ὑδραργυρικὸ βαρόμετρο, εἶναι 75 cmHg.

α) ὅταν ἡ στρόφιγγα R εἶναι ἀνοιχτή, ἡ στάθμη στὰ σημεῖα Α καὶ Β βρίσκεται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο, γιατὶ καὶ στὰ δύο σημεῖα ἐνεργεῖ ἡ ἴδια πίεση (ἡ ἀτμοσφαιρική).

Ἂν κλείσουμε τὴ στρόφιγγα R, ἡ πίεση στὴ στάθμη Α δὲν ἀλλάζει. Ὁ ἀέρας ὁ ὁποῖος εἶναι περιορισμένος πάνω ἀπ' αὐτὴ ἔχει πίεση ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρική: 75 cmHg καὶ ὄγκος 45 cm^3.

β) Μὲ κλειστὴ τὴ στρόφιγγα R μετακινοῦμε τοὺς δύο σωλῆνες μὲ τρόπο ὥστε ἡ στάθμη Β νὰ βρίσκεται σὲ ὕψος h_1 = 25 cm ἀπ' τὴ στάθμη Α.

Τὰ σημεῖα Α καὶ Α' ποὺ βρίσκονται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο θὰ ἔχουν τὴν ἴδια πίεση.
Πίεση στὸ Α = πίεση στὸ Α' = πίεση στὸ Β + 25 cmHg.
Πίεση περιορισμένου ἀέρα : P_1 = 100 cmHg δηλ. (75 + 25) cmHg.
Ὄγκος περιορισμένου ἀέρα : V_1 = 34 cm^3.

γ) Ἐπαναλαμβάνομε τὸ προηγούμενο πείραμα μὲ κλειστὴ τὴ στρόφιγγα R, ἀλλὰ τώρα ἡ στάθμη Β νὰ βρίσκεται σὲ ὕψος h_2 = 40 cm πάνω ἀπ' τὴ στάθμη Α

$$P_2 = 75 \text{ cmHg} + 40 \text{ cmHg} = 115 \text{ cmHg}$$

Ὁ ὄγκος τοῦ περιορισμένου ἀέρα εἶναι: $V_2 = 29{,}5 \text{ cm}^3$

δ) Ἂν ἡ στάθμη Β βρίσκεται 35 cm χαμηλότερα τῆς Α: h_3 = 35 cm

Ἡ πίεση στὸ Α θὰ εἶναι: P_3 = 75 cmHg — 35 cmHg = 40 cmHg

καὶ ὁ ὄγκος τοῦ περιορισμένου ἀέρα: $V_3 = 84{,}5 \text{ cm}^3$

Ἐκτελοῦμε μὲ τὸν ἴδιο τρόπο μιὰ σειρὰ πειραμάτων καὶ τὰ ἀποτελέσματα τὰ γράφομε σὲ ἕναν πίνακα. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεση Η = 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	3375	3375	3400	3392,5	3360	3400	3380

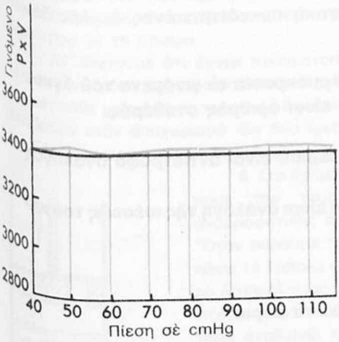
Παρατηροῦμε ὅτι τὸ γινόμενο τῆς πιέσεως ἐπὶ τὸν ὄγκο πλησιάζει πάντοτε τὸν ἀριθμὸ 3375.

Ἡ πειραματικὴ αὐτὴ ἐπαλήθευση μᾶς ἐπιτρέπει νὰ διατυπώσουμε ἕναν ἁπλὸ νόμο, τὸ νόμο τοῦ Mariotte.

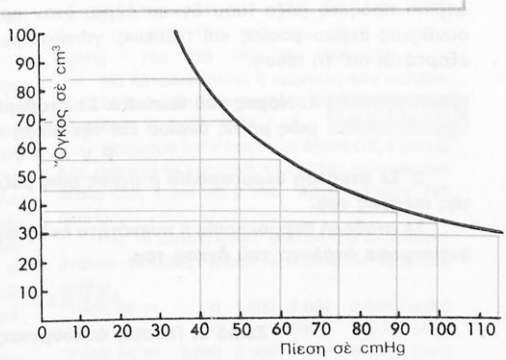
Νόμος τοῦ Mariotte: Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία τὸ γινόμενο τοῦ ὄγκου μιᾶς μάζας ἀερίου ἐπὶ τὴν πίεσή του εἶναι ἀριθμὸς σταθερός.

$$P \times V = P' \times V' \quad \text{ἢ} \quad \frac{P}{P'} = \frac{V'}{V}$$

Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία ὁ ὄγκος μιᾶς μάζας ἀερίου εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσή του.



Σχ. 2: Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία τὸ γινόμενο τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεση τῆς ἴδιας μάζας ἀερίου εἶναι ἀριθμὸς σταθερός:
V P = V'P'



Σχ. 3: Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία ὁ ὄγκος μιᾶς μάζας ἀερίου εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσή του.

3 Μεταβολὴ τῆς πυκνότητας ἑνὸς ἀερίου σὲ συνάρτηση μὲ τὴν πίεσή του.

Ἂν Μ εἶναι ἡ μάζα ἑνὸς ἀερίου,

α) μὲ πίεση Ρ ὁ ὄγκος του εἶναι V καὶ ἡ πυκνότητά του $\rho = \frac{M}{V}$

β) μὲ πίεση P′ ὁ ὄγκος του γίνεται V′ καὶ ἡ πυκνότητά του $\rho' = \frac{M}{V'}$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M}{V'}} = \frac{M}{V} \times \frac{V'}{M} \quad \text{ἢ} \quad \frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V}$$

δηλ. οἱ πυκνότητες εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογες τῶν ὄγκων τῶν ἀερίων.

Ἔχομε ὅμως ἐπαληθεύσει πειραματικὰ ὅτι:

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \quad \text{κι' ἐπομένως} \quad \frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P'}$$

Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία ἡ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴν πίεσή του.

4 **Ἐφαρμογή.** Σὲ κανονικὴ πίεση μιὰ μάζα 44 g διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα κατέχει ἕνα ὄγκο 22,4 ℓ.

Ἡ πυκνότητα τοῦ ἀερίου αὐτοῦ θὰ εἶναι:

$$\frac{44\text{g}}{22{,}4\ \ell} = 1{,}96\ \text{g}/\ell$$

Σὲ πίεση 10 atm καὶ μὲ τὴν ἴδια θερμοκρασία ἡ ἴδια μάζα ἀερίου (44g) κατέχει ἕνα ὄγκο:

$$\frac{22{,}4\text{l}}{10} = 2{,}24\ \ell$$

καὶ ἡ πυκνότητα τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα θὰ εἶναι τώρα:

$$\frac{44\ \text{g}}{2{,}24\ \ell} = 19{,}6\ \text{g}/\ell$$

Ἂν ἡ πίεση ἑνὸς ἀερίου δεκαπλασιασθεῖ, καὶ ἡ πυκνότητά του δεκαπλασιάζεται.

5 **Σχετικὴ πυκνότητα.**

Ἐπειδὴ ἡ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι ὁ λόγος μιᾶς μάζας ἀερίου πρὸς τὴ μάζα ἴσου ὄγκου ἀέρα, ὅταν καὶ τὰ δυὸ ἀέρια βρίσκονται στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, γι' αὐτὸ ἡ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου δὲν ἐξαρτᾶται ἀπ' τὴ πίεση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Νόμος τοῦ Mariotte. Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία τὸ γινόμενο τοῦ ὄγκου μιᾶς μάζας ἀερίου ἐπὶ τὴν πίεσή του εἶναι ἀριθμὸς σταθερός.

$$P\ V = P'V'$$

2. Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία ὁ ὄγκος μιᾶς μάζας ἀερίου εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογος τῆς πιέσεώς του.

Σὲ σταθερὴ θερμοκρασία ἡ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἀνάλογη τῆς πιέσεώς του καὶ ἀντίστροφα ἀνάλογη τοῦ ὄγκου του.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 8: Πιέσεις ἀσκούμενες ἀπὸ τὰ ἀέρια.

Σημείωση: Σὲ ὅλα τὰ προβλήματα θὰ παίρνουμε: εἰδικὸ βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm³.

I. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεση.

1. Νὰ ὑπολογιστοῦν σὲ p/cm² καὶ σὲ millibars ἀτμοσφαιρικὲς πιέσεις ποὺ μετρήθηκαν μὲ στήλη ὑδραργύρου ὕψους 68 cm, 72,2 cm, 752 mm.

2. Στὴν κορυφὴ ἑνὸς βουνοῦ βρίσκομε ἀτμοσφαιρικὴ πίεση 478 mm ὑδραργύρου. Ποιὰ εἶναι ἡ τιμὴ αὐτῆς τῆς πιέσεως σὲ μιλιμπὰρ καὶ σὲ ἀτμόσφαιρες;

3. Σὲ ποιὲς μεταβολὲς ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀντιστοιχοῦν οἱ πιέσεις: 538 p/cm²; 1 Kp/cm²; 1.028 μιλιμπάρ; 0,730 atm;

4. 1 Kp ἰσοδυναμεῖ στὸ Παρίσι μὲ 9,81 N, ποὺ εἶναι μονάδα δυνάμεως. Τὸ 1 N κατὰ τετραγωνικὸ

μέτρο εἶναι μονάδα πιέσεως (N/m^2). Ἡ πίεση δηλ. ποὺ ἀσκεῖται ἀπὸ μιὰ δύναμη 1 N, ποὺ ἐνεργεῖ κάθετα σὲ μιὰ ἐπιφάνεια 1 m^2 καὶ εἶναι ὁμοιόμορφα διαμοιρασμένη πάνω σ' αὐτή.

Νὰ ὑπολογιστεῖ σὲ N/m^2 ἀτμοσφαιρικὴ πίεση 76 cm ὑδραργύρου.

5. Ὁ δίσκος ἑνὸς ἀγγίστρου-βεντούζας ἀπὸ ἐλαστικὸ ὑλικὸ ἔχει διάμετρο 8 cm καὶ εἶναι τέλεια ἐφαρμοσμένος σὲ ἕνα ὁριζόντιο τοίχωμα. Πόσο μέγιστο βάρος μπορεῖ νὰ σηκώσει, ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg;

6. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου ὑπολογίζεται σὲ 1 m^2 περίπου.

Ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg, πόση εἶναι ἡ ἔνταση τῆς πιεστικῆς δυνάμεως ποὺ ἀσκεῖται ἀπὸ τὸν ἀέρα πάνω σὲ ὅλη τὴν ἐπιφάνεια τοῦ δέρματος τοῦ ἀνθρώπου;

Νὰ ὑπολογιστεῖ αὐτὴ ἡ δύναμη σὲ Kp καὶ σὲ N.

7. Στὸ πείραμα τῆς κυστορραγίας χρησιμοποιοῦμε κύλινδρο μὲ διάμετρο 10 cm.

Ἂν ἡ πίεση στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ κυλίνδρου, ὅταν σπάζει ἡ μεμβράνα, εἶναι 5 cmHg, νὰ βρεθεῖ ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἀσκήθηκε πάνω στὴ μεμβράνα. (Ἀτμ. πίεση 76 cmHg).

8. Τὸν XVII αἰώνα ὁ δήμαρχος τοῦ Μαγδεβούργου Otto de Quericke ἔκανε τὸ ἑξῆς πείραμα. Κατασκεύασε δυὸ ἡμισφαίρια διαμέτρου 80 cm, τὰ ὁποῖα ἐφάρμοζαν ἀεροστεγῶς τὸ ἕνα μὲ τὸ ἄλλο. Ἀπὸ τὴ σφαίρα αὐτὴ ἀφαίρεσε τὸν ἀέρα καὶ κατόρθωσε νὰ πετύχει ἕνα τέτοιο κενό, ὥστε γιὰ νὰ ἀποχωριστοῦν τὰ δυὸ ἡμισφαίρια χρειάστηκαν 8 ἄλογα (ἀνὰ 4 στὶς δυὸ ἀντίθετες διευθύνσεις).

Ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ πιεστικὴ δύναμη ποὺ ἐφαρμόζεται σὲ κάθε ἡμισφαίριο εἶναι ἴση μ' αὐτὴν ποὺ ἐφαρμόζεται σὲ ἕναν κύκλο τῆς ἴδιας διαμέτρου μὲ τὴ σφαίρα.

Ἂν δεχτοῦμε ὅτι ἔχομε πραγματοποιήσει τέλειο κενὸ μέσα στὴ σφαίρα, νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ἔνταση κάθε μιᾶς ἀπὸ τὶς πιεστικὲς δυνάμεις ποὺ ἀντιδροῦν στὸν ἀποχωρισμὸ τῶν δύο ἡμισφαιρίων. (Ἀρμοσφαιρικὴ πίεση 75 cmHg).

9. Στὸ σχῆμα 1 βλέπομε τὴν τομὴ μιᾶς ἀναρροφητικῆς ἀντλίας. Ὅταν σύρουμε πρὸς τὰ πάνω τὸ ἔμβολο στὸ χῶρο Α τῆς ἀντλίας, σχηματίζεται κενό, ὁπότε τὸ νερὸ ἀνεβαίνει καὶ τὸν γεμίζει.

Σχ. 1.

α) Ὡς ποιὸ μέγιστο ὕψος μπορεῖ μιὰ τέτοια ἀντλία νὰ ἀνεβάσει νερὸ ἀπὸ ἕνα πηγάδι, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg;

β) Ὡς ποιὸ μέγιστο ὕψος θὰ ἀνέβαζε θαλασσινὸ νερό, ἂν τὸ εἰδικὸ βάρος του εἶναι 1,033 p/cm^3

10. Ὁ κύλινδρος μιᾶς ἀτμομηχανῆς συγκοινωνεῖ ἀπὸ τὴ μιὰ μεριὰ μὲ τὸ λέβητα, ὅπου ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ εἶναι 12 Kp/cm^2, καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη μὲ τὸν ἐξωτερικὸ ἀέρα, ὅπου ἡ πίεση εἶναι 1 Kp/cm^2. τὸ ἔμβολο ἔχει διάμετρο 40 cm.

Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ δύναμη ποὺ ἐφαρμόζεται πάνω του.

11. Ἐκτελοῦμε τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλι μὲ διάφορα ὑγρά, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg. Σὲ πόσο ὕψος ἀπὸ τὴ στάθμη τοῦ ὑγροῦ τῆς λεκάνης θὰ βρίσκεται ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ μέσα στὸ σωλήνα στὸ καθένα ἀπὸ τὰ παρακάτω ὑγρά:

α) στὸ νερό; (σχ. πυκν. 1), β) στὸ πετρέλαιο; (σχ. πυκν. 0,9), γ) στὴ γλυκερίνη; (σχ. πυκν. 1,25), δ) στὸ θειικὸ ὀξύ; (σχ. πυκν. 1,84).

II. Τὸ βαρόμετρο.

12. Ἕνα βαρόμετρο δείχνει στὴ βάση τοῦ πύργου τοῦ Eiffel 756 mmHg. Τί θὰ ἔδειχνε τὴν ἴδια στιγμὴ τὸ ἴδιο βαρόμετρο στὴν κορυφὴ τοῦ πύργου; (ὕψος 300 m). Μέσο βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρα: 1,25 p.

13. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ποὺ δείχνει ἕνα βαρόμετρο πέφτει 2 cm, ὅταν τὸ μεταφέρουμε ἀπὸ τοὺς πρόποδες ἑνὸς λόφου στὴν κορυφή.

Πόση εἶναι ἡ διαφορὰ ὕψους ἀνάμεσα στοὺς πρόποδες καὶ στὴν κορυφὴ αὐτοῦ τοῦ λόφου; Μέσο βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρα: 1,25 p.

14. Σὲ ἕνα μετεωρολογικὸ σταθμὸ σημειώθηκαν οἱ παρακάτω τιμὲς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως σὲ χιλιοστόμετρα ὑδραργύρου.

ὥρα:	0	2	4	6	8	10	12
mmHg	755	751	747	745	746	750	753
ὥρα:	14	16	18	20	22	24	
mmHg	754	758	762	761	760	758	

Νὰ κατασκευαστεῖ ἡ καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως σὲ συνάρτηση μὲ τὸ χρόνο.

Παίρνομε στὸν ὁριζόντιο ἄξονα ΟΧ, 1 cm γιὰ δύο ὧρες (2 h) καὶ ἀρχὴ τὸ 0. Στὸν κατακόρυφο ἄξονα ΟΨ, 1 cm γιὰ 2 mm. Ἀρχὴ πιέσεων: 745 mmHg.

15. Τὸ αὐτογραφικὸ βαρόμετρο ἑνὸς ἀεροστάτου - βολίδας ἔγραψε τὶς παρακάτω πιέσεις σὲ mmHg.

Ὕψος σὲ m	0	1.000	2.000	3.000	4.000
Πίεση mmHg	760	674,1	596,2	525,8	462,3
Ὕψος σὲ m	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
Πίεση mmHg	405,2	353,9	308	267	230,6
Ὕψος σὲ m		10.000	11.000	12.000	20.000
Πίεση mmHg		198,3	169,7	145	41

Νὰ κατασκευαστεῖ ἡ καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως σὲ συνάρτηση μὲ τὸ ὕψος. Παίρνομε στὸν ὁριζόντιο ἄξονα ΟΧ, 1 cm γιὰ 2.000 m καὶ στὸν κατακόρυφο ἄξονα ΟΨ, 1 cm γιὰ 10 cmHg καὶ ἀρχὴ τὸ 0. (Οἱ ἀριθμοὶ στρογγυλεύονται γιὰ τὰ ὕψη τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης).

16. α) Πόση εἶναι ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ δυὸ σημείων, γιὰ τὰ ὁποῖα παρατηροῦμε μιὰ μεταβολὴ 3,5 cm τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους σὲ σωλήνα Τορικέλλι μὲ ὑδράργυρο;

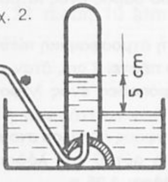
β) Ποιὰ θὰ ἦταν ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕψους τῆς στήλης στὶς ἴδιες συνθῆκες σὲ ἕνα σωλήνα Τορικέλλι μὲ γλυκερίνη; (Μέσο βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρα : 1,1 p· εἰδικὸ βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^3 γλυκερίνης 1,26 p/cm^3.

III. Πιέσεις ἀσκούμενες ἀπὸ τὰ ἀέρια. Τὸ μανόμετρο.

17. Τὸ ὀξυγόνο μεταφέρεται μέσα σὲ χαλύβδινες φιάλες, ὅπου βρίσκεται μὲ πίεση (ἀρχικὴ) 200 ὡς 250 Kp/cm^2. Νὰ ὑπολογιστοῦν οἱ πιέσεις αὐτὲς σὲ ἀτμόσφαιρες.

18. Μέσα στοὺς ἠλεκτρονικοὺς σωλῆνες ἡ πίεση τοῦ ἀερίου εἶναι τῆς τάξης ἑνὸς δεκάκις δισεκατομμυριοστοῦ τῆς ἀτμόσφαιρας. Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ πίεση αὐτὴ σὲ mmHg.

Σχ. 2.



19. Περιορίζομε ὑδρογόνο μέσα σὲ δοκιμαστικὸ σωλήνα ἀναστραμμένο πάνω σὲ μιὰ λεκάνη μὲ νερό.

α) Ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στὸ σωλήνα φθάνει 5 cm πάνω ἀπὸ τὴ στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στὴ λεκάνη. Πόση εἶναι ἡ πίεση τοῦ ὑδρογόνου, ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι ἡ κανονική;

β) Πόση θὰ εἶναι ἡ πίεση τοῦ ὑδρογόνου, ἂν ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στὸ σωλήνα εἶναι 2,5 cm κάτω ἀπὸ τὴ στάθμη τοῦ νεροῦ στὴ λεκάνη;

20. Ἀνοικτὸ ὑδραργυρικὸ μανόμετρο προσαρμόζεται σὲ μιὰ γυάλινη σφαιρικὴ φιάλη. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου στὸν κλάδο ποὺ συγκοινωνεῖ μὲ τὴ φιάλη βρίσκεται 72 mm ψηλότερα ἀπὸ τὴ στάθμη του στὸν ἄλλο κλάδο.

Πόση εἶναι σὲ mmHg ἢ σὲ p/cm^2 ἡ πίεση τοῦ ἀερίου μέσα στὴ φιάλη, ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg;

21. Ἀνοικτὸ μανόμετρο μὲ νερὸ προσαρμόζεται στὸν ἀγωγὸ τοῦ φωταερίου τῆς πόλεως. Παρατηροῦμε μιὰ διαφορὰ στάθμης 75 mm καὶ ἡ χαμηλότερη εἶναι ἐκείνη ποὺ συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ἀγωγό.

Νὰ ὑπολογιστεῖ:

α) Σὲ p/cm^2 ἡ διαφορὰ ἀνάμεσα στὴν πίεση τοῦ φωταερίου καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ποὺ εἶναι 76 cmHg.

β) Ἡ πραγματικὴ πίεση τοῦ ἀερίου σὲ p/cm^2 καὶ σὲ cmHg.

γ) Ἡ διαφορὰ στάθμης ποὺ θὰ εἴχαμε μὲ ἕνα ἀνοικτὸ ὑδραργυρικὸ μανόμετρο.

22. Ἕνα ἀνοικτὸ μανόμετρο ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κλάδους 50 cm. Πόση μέγιστη πίεση πάνω ἢ κάτω ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ μποροῦμε νὰ μετρήσουμε, ἂν τὸ μανόμετρο περιέχει: α) νερό; β) ὑδράργυρο;

IV. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη.

23. Ἕνα μπαλόνι φουσκωμένο μὲ ὑδρογόνο ἔχει ὄγκο 7,5 ℓ. Τὸ περίβλημά του ζυγίζει 6 p καὶ εἶναι δεμένο μὲ ἕνα νῆμα, ποὺ τὸ κάθε μέτρο του ζυγίζει 0,1 p. Πόσο μῆκος ἔχει τὸ νῆμα, ὅταν τὸ μπαλόνι ἰσορροπεῖ στὸν ἀέρα; (Εἰδικὸ βάρος ἀέρα: 1,24 p/ℓ, ὑδρογόνου 0,1 p/ℓ).

24. Ἕνα σφαιρικὸ ἀερόστατο, ποὺ ἔχει ὄγκο 1.000 m^3 καὶ ζυγίζει μὲ τὰ ἐξαρτήματά του 600 Kp, μπορεῖ νὰ μεταφέρει 2 ἄτομα βάρους 140 Kp. Πόσο ἕρμα πρέπει νὰ προσθέσουμε στὸ ἀερόστατο, γιὰ νὰ ξεκινήσει μὲ μιὰ ἀνυψωτικὴ δύναμη 10 Kp:

α) Ἂν εἶναι φουσκωμένο μὲ ὑδρογόνο; (Εἰδικὸ βάρος 0,09 p/ℓ).

β) Ἂν εἶναι φουσκωμένο μὲ ἥλιο; (Εἰδικὸ βάρος 0,18 p/ℓ).

γ) Ἂν εἶναι φουσκωμένο μὲ φωταέριο; (Εἰδικὸ βάρος 0,5 p/ℓ).

Εἰδικὸ βάρος ἀέρα: 1,3 p/ℓ.

25. α) Ἕνα ἀερόστατο 1.800 m^3 ζυγίζει 1.600 Kp καὶ ἀνυψώνεται στὴν ἀρχὴ μὲ δύναμη 15 Kp. Πόσο εἶναι τὸ ἕρμα του, ἂν τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ἀέρα εἶναι 1,23 p/ℓ.

β) Ἂν τὸ ἀερόστατο ἰσορροπήσει στὸ ὕψος, ὅπου τὸ εἰδικὸ βάρος τοῦ ἀέρα εἶναι 1,07 p/l, πόσο ἕρμα θὰ ἔχει πεταχτεῖ;

V. Νομος τοῦ Mariotte.

26. Χρησιμοποιοῦμε στὰ ἐργαστήρια μεταλλικὰ δοχεῖα ποὺ περιέχουν 20 ℓ ὑδρογόνο μὲ πίεση 15 Atm. Πόσες φιάλες τοῦ 1 ℓ μποροῦμε νὰ γεμίσουμε, σὲ κανονικὴ πίεση, μὲ μιὰ τέτοια φιάλη ὑδρογόνου;

27. Γιὰ νὰ γεμίσουμε ἕνα ἀερόστατο, χρειάζεται μιὰ φιάλη μὲ 20 ℓ ὑδρογόνο σὲ πίεση 50 Kp/cm^2.

α) Πόσο ὄγκο ἔχει τὸ ἀερόστατο, ὅταν φουσκωθεῖ στὴν κανονικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση;

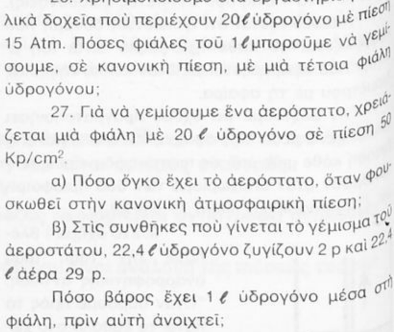
β) Στὶς συνθῆκες ποὺ γίνεται τὸ γέμισμα τοῦ ἀεροστάτου, 22,4 ℓ ὑδρογόνο ζυγίζουν 2 p καὶ 22,4 ℓ ἀέρα 29 p.

Πόσο βάρος ἔχει 1 ℓ ὑδρογόνο μέσα στὴ φιάλη, πρὶν αὐτὴ ἀνοιχτεῖ;

Ποιὰ εἶναι ἡ σχετική του πυκνότητα;

28. Ἂν σὲ πίεση 76 cmHg καὶ 0° C, 1 ℓ ἀέρα ζυγίζει 1,3 p, πόσο ὄγκο πιάνουν 25 p ἀέρα 0°C σὲ πίεση 85 cmHg;

Σχ. 3.



29. Ἕνας βαθμολογημένος σωλήνας ἀναστραμμένος, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3, πάνω σὲ μιὰ λεκάνη μὲ ὑδράργυρο, περιέχει ἀέριο ὄγκου V_1 = 190 cm^3. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου στὸ σωλήνα εἶναι 4 cm ψηλότερα ἀπὸ τὴ στάθμη του στὴ λεκάνη.

α) Πόση εἶναι ἡ πίεση P τοῦ ἀερίου σὲ cmHg;

β) Πόσος θὰ ἦταν στὴν ἴδια θερμοκρασία ὁ ὄγκος V_2 τῆς ἴδιας μάζας τοῦ ἀερίου σὲ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση P_2 = 76 cmHg;

30. α) Βάζομε λίγο ἀέρα στὸ βαρομετρικὸ θάλαμο ἑνὸς σωλήνα Τορικέλλι, ὁπότε ὁ ὑδράργυρος κατεβαίνει καὶ ἰσορροπεῖ σὲ ὕψος 751 mm καὶ τότε τὸ ὕψος τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου εἶναι 15 cm. Πόση εἶναι ἡ πίεση τοῦ ἀέρα μέσα στὸ θάλαμο; (Ἀτμοσφαιρικὴ πίεση 756 cmHg).

β) Βυθίζομε τὸ σωλήνα, ὥστε τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου νὰ γίνει 731 mm. Πόσο θὰ εἶναι τότε τὸ ὕψος τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου;

31. Ἕνα κλειστὸ μανόμετρο σχήματος U, μὲ ἄνισους κλάδους A καὶ B, τῆς ἴδιας τομῆς, περιέχει ὑδράργυρο.

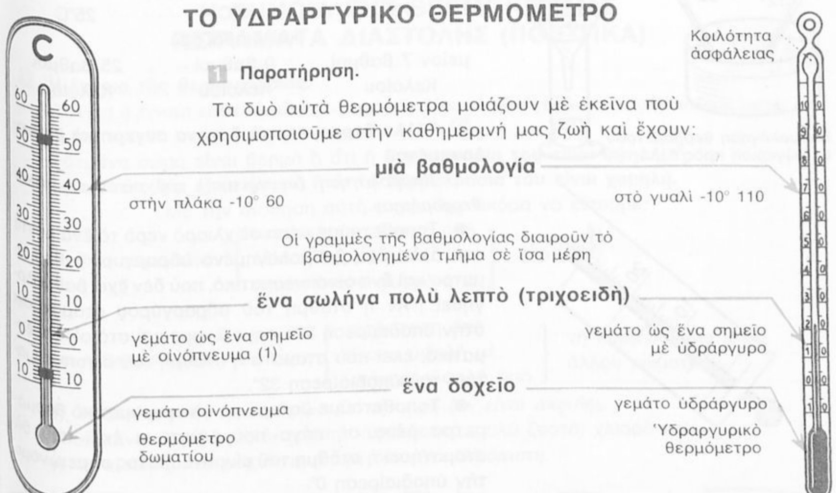
Ὅταν ὁ κλάδος B εἶναι ἀνοιχτὸς στὴν ἀτμόσφαιρα (H = 76 cmHg), ὁ ὑδράργυρος βρίσκεται καὶ στοὺς δυὸ κλάδους στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο καὶ ὁ περιορισμένος στὸν κλάδο A ἀέρας ἔχει ὕψος 20 cm. Ἐφαρμόζομε τὸν κλάδο B σὲ ἕνα δοχεῖο μὲ ἀέριο καὶ βλέπομε ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατεβαίνει 10 cm μέσα σ' αὐτόν. Πόση εἶναι ἡ πίεση τοῦ ἀερίου τοῦ δοχείου;

35° ΜΑΘΗΜΑ: Θερμοκρασία.

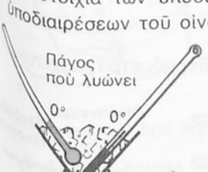
ΤΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ

1 Παρατήρηση.

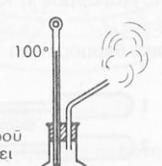
Τὰ δυὸ αὐτὰ θερμόμετρα μοιάζουν μὲ ἐκεῖνα ποὺ χρησιμοποιοῦμε στὴν καθημερινή μας ζωὴ καὶ ἔχουν:



Ἀντιστοιχία τῶν ὑποδιαιρέσεων 0° καὶ 100° τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καὶ τῶν ὑποδιαιρέσεων τοῦ οἰνοπνευματικοῦ.



Μέσα στὸν πάγο ποὺ λιώνει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος σταθεροποιοῦνται στὴν ὑποδιαίρεση 0°.



Μέσα στοὺς ἀτμοὺς τοῦ νεροῦ ποὺ βράζει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου σταθεροποιεῖται στὴν ὑποδιαίρεση 100°.

Μέσα στὸ χλιαρὸ νερὸ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος σταθεροποιοῦνται στὴν ἴδια ὑποδιαίρεση: 35° π.χ.

1. Σὲ πολλὰ θερμόμετρα τὸ δοχεῖο περιέχει πετρέλαιο, τολουόλιο ἢ ἀκόμα καὶ κρεόζοτο (στὸ θερμόμετρο μέγιστου καὶ ἐλάχιστου).

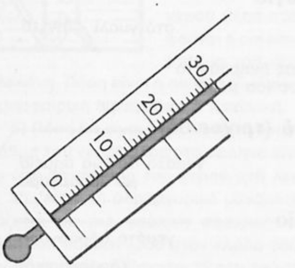
Συμπέρασμα: *Οἱ ὑποδιαιρέσεις 0° καὶ 100° τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀντιστοιχοῦν στὰ σημεῖα ὅπου φτάνει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν τὸ θερμόμετρο βρίσκεται ἀντίστοιχα μέσα σὲ πάγο ποὺ λιώνει καὶ στοὺς ἀτμοὺς τοῦ νεροῦ ποὺ βράζει.*

Κάθε ὑποδιαίρεση τῆς βαθμολογήσεως τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου εἶναι τὸ ἑκατοστὸ τῆς ἀποστάσεως ποὺ χωρίζει τὸ 0° ἀπὸ τὸ 100°.

Γι' αὐτὸ τὸ λόγο ἡ βαθμολόγηση αὐτὴ λέγεται ἑκατονταβάθμια ἢ κλίμακα ἑκατονταβάθμια[1] *καὶ ἐπεκτείνεται πάνω ἀπ' τοὺς 100° καὶ κάτω ἀπ' τοὺς 0°.*

Ὅταν τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο ἢ τὸ οἰνοπνευματικὸ ἢ κι ὅποιο ἄλλο ἑκατονταβάθμιο θερμόμετρο βρίσκονται τὸ ἕνα κοντὰ στ' ἄλλο, ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ σ' ὅλους τοὺς σωλῆνες θὰ φτάνει στὴν ἴδια ὑποδιαίρεση.

Βαθμολόγηση θερμομέτρου σὲ σύγκριση πρὸς ἄλλο



● Ὅταν ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ σὲ ἕνα θερμόμετρο σταματᾶ στὶς ὑποδιαιρέσεις:

7 κάτω ἀπὸ τὸ 0, 0, 25 κτλ.,

γράφομε ὅτι τὸ θερμόμετρο δείχνει

-7°C 0°C 25°C

καὶ διαβάζομε

μεῖον 7 βαθμοὶ Κελσίου 0 βαθμοὶ Κελσίου 25 βαθμοὶ Κελσίου

2 Ἄλλα θερμομετρικὰ ὄργανα συγκριτικὰ βαθμολογημένα.

Βαθμολόγηση (συγκριτική) τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου.

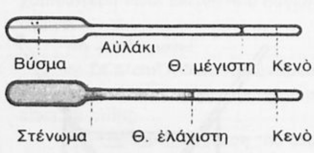
● Τοποθετοῦμε μέσα σὲ χλιαρὸ νερὸ τὸ ἕνα κοντὰ στὸ ἄλλο ἕνα βαθμολογημένο ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο καὶ ἕνα οἰνοπνευματικό, ποὺ δὲν ἔχει βαθμολογηθεῖ. Ἂν ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου σταματήσει στὴν ὑποδιαίρεση 32°, σημειώνομε καὶ στὸ οἰνοπνευματικό, ἐκεῖ ποὺ σταματᾶ ἡ στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος, τὴν ὑποδιαίρεση 32°.

● Τοποθετοῦμε ὕστερα τὸ οἰνοπνευματικὸ θερμόμετρο μέσα σὲ πάγο ποὺ λιώνει κι ἐκεῖ ποὺ θὰ σταματήσει ἡ στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος σημειώνομε τὴν ὑποδιαίρεση 0°.

Ἂν διαιρέσουμε τὸ διάστημα ἀπὸ 0° ὡς 32° σὲ 32 ἴσια μέρη, τότε ἡ κάθε ὑποδιαίρεση θὰ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἕνα βαθμὸ ἑκατονταβάθμου ἢ Κελσίου.

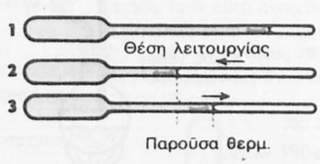
Ἄλλα θερμόμετρα σὲ χρήση.

α) Θερμόμετρο μέγιστου (ἰατρικὸ θερμόμετρο)



Ἕνα στένωμα ἢ ἕνα βύσμα ἐμποδίζει τὸν ὑδράργυρο νὰ κατεβεῖ, ὅταν ψύχεται.

β) Θερμόμετρο ἐλάχιστου



Ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ παρασύρει τὸ δείχτη, ὅταν τὸ ὑγρὸ ψύχεται.

1. Λέγεται ἐπίσης καὶ κλίμακα Κελσίου, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Σουηδοῦ Φυσικοῦ ὁ ὁποῖος τὸ 1742 κατασκεύασε τὸ πρῶτο ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο εἶναι ἕνα δοχεῖο προσαρμοσμένο σ' ἕναν τριχοειδῆ σωλήνα. Τὸ δοχεῖο αὐτὸ περιέχει ὑδράργυρο καὶ τὸ στέλεχος εἶναι βαθμολογημένο.

2. Τὸ σημεῖο 0 εἶναι τὸ σημεῖο ὅπου σταματᾶ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν βάλουμε τὸ θερμόμετρο μέσα σὲ πάγο ποὺ λιώνει.

3. Τὸ σημεῖο 100 εἶναι ἐκεῖνο ὅπου σταματᾶ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν βάλουμε τὸ θερμόμετρο στοὺς ἀτμοὺς τοῦ νεροῦ, ποὺ βράζει σὲ κανονικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση 76 cmHg.

4. Τὸ διάστημα 0 - 100° ἀποτελεῖ τὴν ἑκατονταβάθμια κλίμακα ἢ κλίμακα Κελσίου τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου.

5. Ὑπάρχουν κι ἄλλα θερμόμετρα μὲ ὑγρά, βαθμολογημένα σὲ σύγκριση μὲ τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο.

Τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο εἶναι ἐκεῖνο ποὺ μᾶς δίνει τὴν πιὸ μεγάλη ἀκρίβεια.

36° ΜΑΘΗΜΑ: Διαστολή.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ)

1 Ἡ ἔννοια τῆς θερμοκρασίας.

α) *Αὐτὴ ἡ ἔννοια εἶναι τὸ αἴσθημα ποὺ μᾶς δίνει τὸ αἰσθητήριο τῆς ἁφῆς καὶ μᾶς κάνει νὰ λέμε:*

—ὅτι ἕνα σῶμα εἶναι θερμὸ ἢ ὅτι ἡ **θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλή**, ἢ
—ὅτι ἕνα σῶμα εἶναι ψυχρὸ ἢ ὅτι ἡ **θερμοκρασία του εἶναι χαμηλή.**

Μὲ τὴν αἴσθηση αὐτὴ μποροῦμε ἀκόμα νὰ εἰποῦμε:

ὅτι ἕνα σῶμα εἶναι { περισσότερο θερμὸ ἀπὸ / ἐξίσου θερμὸ μὲ / περισσότερο ψυχρὸ ἀπὸ } ἕνα ἄλλο

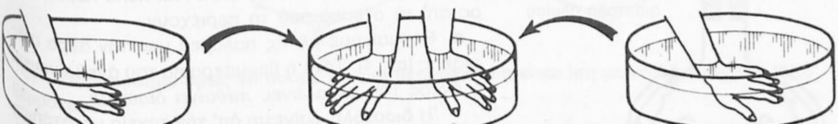
ἢ

ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι { ὑψηλότερη ἀπὸ / ἐξίσου ὑψηλὴ μὲ / λιγότερο ὑψηλὴ ἀπὸ } τὴ θερμοκρασία ἑνὸς ἄλλου σώματος.

β) *Ἡ αἴσθηση τὴν ὁποία ἔχομε ἀπ' τὴν ἁφὴ δὲν εἶναι ἀκριβής.*

Τί σημαίνει ἀκριβῶς ἡ ἔκφραση: νερὸ ζεστό, πολὺ ζεστό, χλιαρὸ κτλ.

γ) *Ἡ αἴσθηση ποὺ μᾶς δίνει ἡ ἁφὴ δὲν εἶναι ἀξιόπιστη.*



Σχ. 1

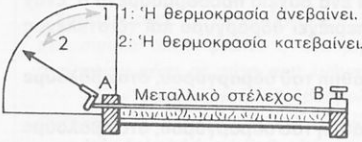
Α : Νερὸ ποὺ δὲν ἔχει θερμανθεῖ. **Β :** Νερὸ θερμό **Γ :** Νερὸ ποὺ ἔχει θερμανθεῖ περισσότερο χρόνο ἀπὸ τὸ Β

- Τὰ τρία δοχεῖα περιέχουν νερὸ στὴν ἴδια ποσότητα.

Βυθίζομε τὸ δεξί μας χέρι στὸ δοχεῖο Α καὶ τὸ ἀριστερὸ στὸ δοχεῖο Γ 1 ἢ 2 mn καὶ ἀμέσως ὕστερα καὶ τὰ δύο μαζὶ στὸ δοχεῖο Β. Θὰ παρατηρήσουμε τότε ὅτι τὸ δεξί μας χέρι μᾶς δίνει τὴν αἴσθηση τοῦ θερμοῦ, ἐνῶ τὸ ἀριστερὸ τοῦ ψυχροῦ.

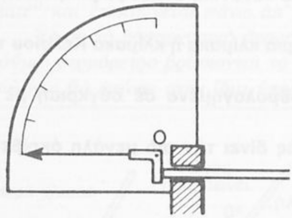
- Ἂν πάρουμε ἀπ' τὸ ψυγεῖο μιὰ φιάλη τυλιγμένη μὲ χαρτί, μᾶς φαίνεται ὅτι ἡ φιάλη εἶναι πιὸ κρύα ἀπὸ τὸ χαρτί.

- Ἂν κρατήσουμε στὸ ἕνα μας χέρι ἕνα μετάλλινο χάρακα καὶ στὸ ἄλλο ἕναν ξύλινο, ὁ μετάλλινος χάρακας θὰ μᾶς φανεῖ πιὸ κρύος ἀπ' τὸν ξύλινο, ἂν καὶ τοὺς πήραμε ἀπ' τὸ ἴδιο μέρος, π.χ. ἀπὸ ἕνα τραπέζι.



Συμπέρασμα. *Ἡ αἴσθηση τῆς ἀφῆς δὲν ἀρκεῖ γιὰ νὰ ἐκτιμήσουμε τὴ θερμοκρασία, γιατὶ δὲν εἶναι ἀκριβὴς οὔτε καὶ ἀξιόπιστη.*

2 Πειράματα διαστολῆς (ποιοτικά).



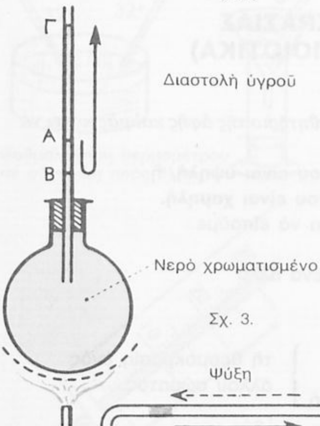
Σχ. 2.

● Τὸ ὄργανο ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 2 εἶναι ἕνα πυρόμετρο μὲ πίνακα. Τὸ μεταλλικὸ στέλεχος ΑΒ εἶναι στερεωμένο μὲ μιὰ βίδα ἀπὸ τὸ ἕνα ἄκρο Β καὶ ἐλεύθερο νὰ γλιστρᾶ ἀπ' τὸ ἄλλο ἄκρο Α. Τὸ ἄκρο αὐτὸ Α ἔρχεται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸ μικρὸ βραχίονα ἑνὸς γωνιακοῦ μοχλοῦ, τοῦ ὁποίου ὁ μεγάλος βραχίονας καταλήγει σὲ μιὰ ἐνδεικτικὴ βελόνα.

● Ἂν θερμάνουμε μὲ φλόγα οἰνοπνεύματος τὸ στέλεχος, ἡ *θερμοκρασία του ἀνεβαίνει* καὶ τὸ μῆκος του μεγαλώνει, παθαίνει *διαστολή*.

Ἡ διαστολὴ αὐτὴ φαίνεται ἀπὸ τὴ μετατόπιση τῆς βελόνας.

Ὅταν παύσουμε νὰ θερμαίνουμε τὸ στέλεχος, ἡ *θερμοκρασία του κατεβαίνει* καὶ τὸ στέλεχος ξαναπαίρνει σιγὰ σιγὰ τὸ ἀρχικό του μῆκος, *παθαίνει συστολή*.



Σχ. 3.

Ἂν θερμάνουμε τὸ νερὸ μιᾶς σφαιρικῆς φιάλης (σχ. 3), ἡ *θερμοκρασία του ἀνεβαίνει* καὶ ὁ ὄγκος του μεγαλώνει, *παθαίνει διαστολή*.

Ἂν σταματήσουμε τὴ θέρμανση, τὸ νερὸ ξαναπαίρνει σιγὰ σιγὰ τὸν ἀρχικό του ὄγκο, *παθαίνει συστολή*.

Παρατηροῦμε ὅτι στὴν ἀρχὴ τοῦ πειράματος ἡ στάθμη τοῦ χρωματισμένου νεροῦ πέφτει ἀπότομα ὡς τὸ σημεῖο Β καὶ ὕστερα ἀνεβαίνει κανονικὰ στὸ Γ.

Πρῶτα διαστέλλεται τὸ γυάλινο δοχεῖο καί, ἐπειδὴ μεγαλώνει ὁ ὄγκος του, ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ κατεβαίνει. Ὕστερα ἀρχίζει νὰ διαστέλλεται καὶ τὸ νερό, ἀλλὰ πολὺ περισσότερο ἀπὸ τὸ δοχεῖο.

Τὰ ὑγρὰ λοιπὸν διαστέλλονται πολὺ περισσότερο ἀπ' τὰ στερεὰ ποὺ τὰ περιέχουν.

Σχ. 4.

● Θερμαίνομε μὲ τὶς παλάμες μας τὸν ἀέρα μιᾶς φιάλης (σχ. 4). Τότε ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει καὶ ὁ ὄγκος του μεγαλώνει, *παθαίνει διαστολή*.

Ἡ διαστολὴ φαίνεται ἀπ' τὴν ταχεία μετατόπιση μιᾶς σταγόνας χρωματισμένου νεροῦ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σωλήνα.

Ἂν σταματήσουμε νὰ θερμαίνουμε τὴ φιάλη, ὁ ἀέρας ξαναπαίρνει τὸν ἀρχικό του ὄγκο, *παθαίνει συστολή*.

Αὐτὸ φαίνεται ἀπ' τὴ σταγόνα ποὺ ξαναγυρίζει στὴν ἀρχική της θέση. Γιατί;

Συμπέρασμα. *Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος ἀνεβαίνει, τὸ σῶμα* **διαστέλλεται,** *ἐνῶ ὅταν ἡ θερμοκρασία κατεβαίνει, τὸ σῶμα* **συστέλλεται.**

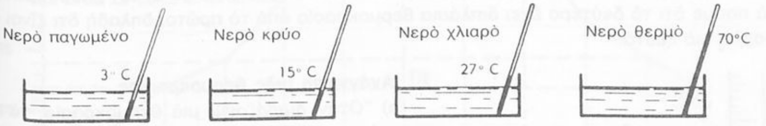
3 Μποροῦμε τώρα νὰ καταλάβουμε πῶς λειτουργεῖ τὸ θερμόμετρο.

Ὅταν ἕνα θερμόμετρο βρίσκεται π.χ. πάνω σ' ἕνα τραπέζι, δείχνει ἔστω 15°C. Ἂν τὸ βάλουμε σὲ θερμὸ νερό, παίρνει γρήγορα, λόγω τῆς κατασκευῆς του, τὴ νέα θερμοκρασία. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ στὸ θερμόμετρο ἀνεβαίνει (γιατί;) καὶ ἂν σταματήσει στὴν ὑποδιαίρεση 45°, ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ καὶ ἑπομένως καὶ τοῦ νεροῦ εἶναι 45°.

- Τὰ παρακάτω τέσσερα δοχεῖα περιέχουν τὴν ἴδια ποσότητα νερό.

Τὰ δοκιμάζομε μὲ τὸ χέρι μας καὶ τὰ τοποθετοῦμε στὴ σειρὰ ἀρχίζοντας ἀπὸ τὸ δοχεῖο μὲ τὸ ψυχρότερο νερό. Ὕστερα βάζομε διαδοχικὰ τὸ θερμόμετρο στὸ καθένα δοχεῖο.

Παρατηροῦμε τότε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ εἶναι π.χ.:



Συμπέρασμα. *Τὸ θερμόμετρο δείχνει μὲ ἀκρίβεια καὶ ἀντικειμενικὰ τὴ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

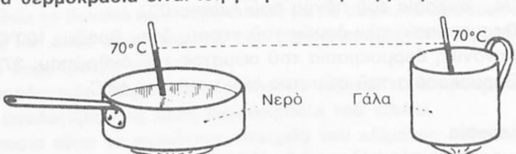
1. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος ἀνεβαίνει, τὸ σῶμα διαστέλλεται, ἐνῶ, ὅταν κατεβαίνει, συστέλλεται.

2. Ἡ στάθμη στὴν ὁποία φτάνει τὸ θερμομετρικὸ ὑγρό, ὅταν τοῦτο συστέλλεται ἢ διαστέλλεται, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ διαβάσουμε πάνω στὴ βαθμολογημένη κλίμακα τὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος, ὅπου ἔχομε βάλει τὸ θερμόμετρο.

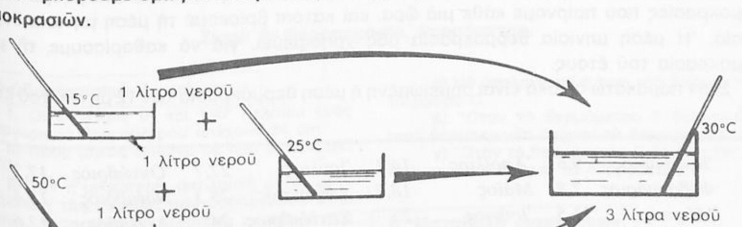
37° ΜΑΘΗΜΑ: Πῶς σημειώνονται οἱ θερμοκρασίες.

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΜΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

1 Λέμε ὅτι μιὰ θερμοκρασία εἶναι ἴση μὲ μιὰ ἄλλη θερμοκρασία.



2 Δὲν μποροῦμε ὅμως νὰ ποῦμε ὅτι μιὰ θερμοκρασία εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα πολλῶν θερμοκρασιῶν.



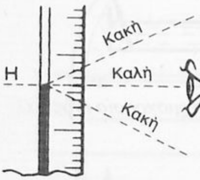
3 λίτρα νερὸ εἶναι τὸ ἄθροισμα ἑνὸς λίτρου, καὶ ἑνὸς λίτρου καὶ ἑνὸς λίτρου νεροῦ.

30°C δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα 15°C καὶ 50°C καὶ 25°.

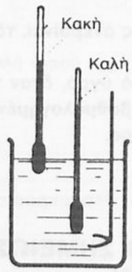
Συμπέρασμα. *Τὸ θερμόμετρο μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ χαρακτηρίσουμε τὴ θερμικὴ κατάσταση ἑνὸς σώματος, δηλαδὴ νὰ τὴν ἐκφράσουμε μὲ ἕναν ὁρισμένο ἀριθμό, ποὺ λέγεται θερμοκρασία τοῦ σώματος.*

Ἡ θερμοκρασία ἑπομένως εἶναι ἕνα μέγεθος ποὺ δὲν μετριέται, ἀλλὰ μπορεῖ νὰ ἐκφραστεῖ, ἢ νὰ σημειωθεῖ μὲ ἕναν ἀριθμό, ὅπως εἴδαμε, μὲ τὸ θερμόμετρο.

Λέμε π.χ. ὅτι ἕνα σῶμα ἔχει θερμοκρασία 15°C καὶ ἕνα ἄλλο 30°C, δὲν μποροῦμε ὅμως νὰ ποῦμε ὅτι τὸ δεύτερο ἔχει διπλάσια θερμοκρασία ἀπὸ τὸ πρῶτο, δηλαδὴ ὅτι εἶναι δύο φορὲς πιὸ ζεστό.



Ἀνάγνωση θερμοκρασίας



Λήψη θερμοκρασίας ὑγροῦ

3 Ἀνάγνωση μιᾶς θερμοκρασίας.

α) Ὅταν *διαβάζουμε* μιὰ θερμοκρασία, τὸ μάτι μας πρέπει νὰ βρίσκεται στὸ ὁριζόντιο ἐπίπεδο ποὺ καθορίζει ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος μέσα στὸ σωλήνα.

- Ἂν θέλουμε νὰ βροῦμε τὴ θερμοκρασία ἑνὸς ὑγροῦ, πρέπει νὰ τὸ *ἀνακατέψουμε*, γιὰ νὰ ἐξισώσουμε τὴ θερμοκρασία του.

Τὸ δοχεῖο τοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ βυθίζεται ὁλόκληρο μέσα στὸ ὑγρό.

- Ἂν θέλουμε νὰ βροῦμε τὴ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα, τοποθετοῦμε τὸ θερμόμετρο στὴ σκιὰ καὶ μακριὰ ἀπ' τὸν τοῖχο.

β) *Σημειώνομε μερικὲς θερμοκρασίες:*

—μέσα στὴν τάξη
—στὸ ὑπόστεγο στὶς 9h, 12h, καὶ 15h.
—κάτω ἀπ' τὴ μασχάλη (ἰατρικὸ θερμόμετρο)
—στὰ ράφια ἑνὸς ψυκτικοῦ θαλάμου κτλ.

4 Μερικὲς χαρακτηριστικὲς θερμοκρασίες.

Θερμοκρασία τοῦ πάγου ποὺ λιώνει: 0°C
Θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ, ὅταν βράζει: 100°C
Κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου: 37°C
Θερμοκρασία τοῦ σώματος τῶν πουλιῶν: 42°C.

5 Μέση θερμοκρασία.

Ἡ μέση θερμοκρασία τῆς πόλεως τῶν Ἀθηνῶν γιὰ τὸ ἔτος π.χ. 1965 εἶναι 17,41°C.

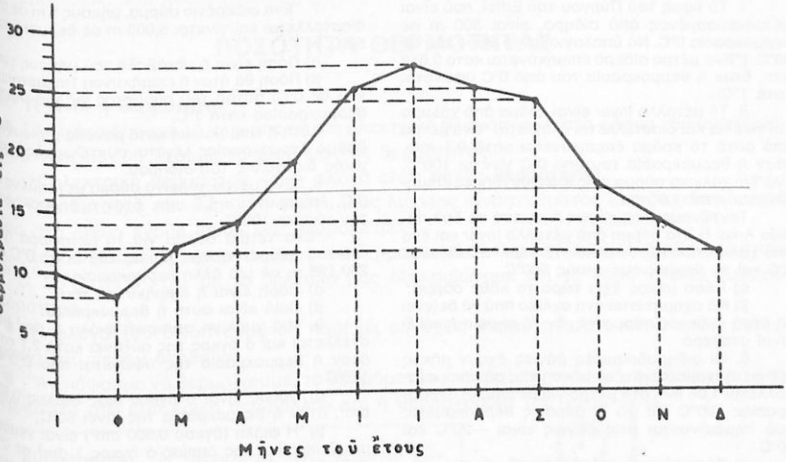
Γιὰ νὰ βροῦμε τὴ μέση θερμοκρασία, ἐργαζόμαστε ὡς ἑξῆς:

Βρίσκομε πρῶτα τὴ μέση θερμοκρασία τῆς ἡμέρας, τὴν ὁποία ὑπολογίζομε ἀπὸ 24 θερμοκρασίες ποὺ παίρνομε κάθε μιὰ ὥρα, καὶ κατόπι βρίσκομε τὴ μέση μηνιαία θερμοκρασία. Ἡ μέση μηνιαία θερμοκρασία μᾶς χρησιμεύει, γιὰ νὰ καθορίσουμε τὴ μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους.

Στὸν παρακάτω πίνακα εἶναι σημειωμένη ἡ μέση θερμοκρασία τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους 1965.

Ἰανουάριος	*9,6*	*Ἀπρίλιος*	*14,1*	*Ἰούλιος*	*27,7*	*Ὀκτώβριος*	*17,3*
Φεβρουάριος	*7,8*	*Μάϊος*	*18,7*	*Αὔγουστος*	*25,3*	*Νοέμβριος*	*15,4*
Μάρτιος	*11,5*	*Ἰούνιος*	*25*	*Σεπτέμβριος*	*24*	*Δεκέμβριος*	*12,6*

Ἀπ' τὸν πίνακα ὑπολογίζομε τὴ μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους.
Γενικὸ σύνολο: 209°C.
Μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους 17,41°C.



Κατασκευάζομε γραφικὴ παράσταση μὲ τὶς μέσες μηνιαῖες θερμοκρασίες τοῦ ἔτους (στρογγυλεμένες κατὰ μισὸ βαθμὸ) καὶ χαράζομε μιὰ ὁριζόντια γραμμὴ στὸ ὕψος τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ ἔτους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ θερμοκρασία εἶναι μέγεθος ποὺ δὲν μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ, ἀλλὰ μόνο νὰ χαραχτηριστεῖ (νὰ σημειωθεῖ).

Τὸ θερμόμετρο μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ σημειώσουμε καὶ ὄχι νὰ μετρήσουμε μιὰ θερμοκρασία.

2. Γιὰ νὰ σημειώσουμε ἀκριβῶς τὴ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος, πρέπει νὰ φέρουμε τὸ θερμόμετρο σὲ ὅσο τὸ δυνατὸ καλύτερη ἐπαφὴ μὲ τὸ σῶμα, νὰ ἀποφύγουμε τὰ σφάλματα τῆς ἀναγνώσεως καὶ στὸν προσδιορισμὸ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα νὰ τοποθετοῦμε τὸ θερμόμετρο στὴ σκιά.

3. Οἱ μετεωρολογικὲς ὑπηρεσίες σημειώνουν ταχτικὰ τὴ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα καὶ ὑπολογίζουν τὴ μέση θερμοκρασία τοῦ τόπου.

Ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ κυριότερο στοιχεῖο τοῦ κλίματος ἑνὸς τόπου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 9: Θερμοκρασία, θερμόμετρο.

Ι. Τὸ ὑδραργυρικὸ θερμόμετρο.

1. Οἱ ἐνδείξεις 0° καὶ 100° Κελσίου ἑνὸς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀπέχουν 24 cm.

α) Πόσο μῆκος σωλήνα σὲ mm ἀντιστοιχεῖ σὲ 1°C;

β) Ἂν ἡ μικρότερη, ἀντιληπτὴ μὲ τὸ μάτι, μετατόπιση τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου εἶναι 1/5 mm, πόση εἶναι ἡ μικρότερη μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας σὲ °C ποὺ μποροῦμε νὰ διαπιστώσουμε μ' αὐτὸ τὸ θερμόμετρο;

2. Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν κλίμακα Κελσίου εἶναι σὲ χρήση καὶ ἡ κλίμακα Fahrenheit (Φαρενάϊτ). Τὰ σημεῖα 0 καὶ 100 τῆς κλίμακας Κελσίου ἀντιστοιχοῦν στὰ σημεῖα 32 καὶ 212 τῆς κλίμακας Φαρενάϊτ.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ F ἀπὸ τὸ βαθμὸ C.

β) Ὅταν τὸ θερμόμετρο F δείχνει 75,2°, ποιὰ θερμοκρασία δείχνει τὸ θερμόμετρο C;

γ) Ὅταν τὸ θερμόμετρο C δείχνει 18°, ποιὰ θερμοκρασία δείχνει τὸ θερμόμετρο F;

ΙΙ. Μεταβολὴ διαστάσεων.

3. Σὲ 0°C ἕνα σύρμα ἀπὸ ἀλουμίνιο ἔχει μῆκος 1 m καὶ ἐπιμηκύνεται κατὰ 2,3 mm, ὅταν ὑψώνουμε τὴ θερμοκρασία του στοὺς 100°C.

Πόσο ἐπιμηκύνεται ἕνα σύρμα ἀπὸ τὸ ἴδιο ὑλικὸ μήκους 20 m, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθεῖ ἀπὸ 0°C σὲ 75°C;

4. Τὸ ὕψος τοῦ Πύργου τοῦ Eiffel, ποὺ εἶναι κατασκευασμένος ἀπὸ σίδηρο, εἶναι 300 m σὲ θερμοκρασία 0°C. Νὰ ὑπολογισθεῖ τὸ ὕψος του σὲ 30°C. (Ἕνα μέτρο σίδερο ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,612 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 0°C ὑψώνεται κατὰ 1°C).

5. Τὸ μέταλλο invar εἶναι κράμα ἀπὸ χάλυβα καὶ νικέλιο καὶ διαστέλλεται ἐλάχιστα. Ἕνα μέτρο ἀπὸ αὐτὸ τὸ κράμα ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,1 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 0°C γίνεται 100°C, ἐνῶ 1m χάλκινο σύρμα στὶς ἴδιες συνθῆκες ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm.

Τεντώνομε συγχρόνως ἀνάμεσα σὲ δυὸ σημεῖα Α καὶ Β ἕνα σύρμα ἀπὸ μέταλλο invar καὶ ἕνα ἀπὸ χαλκό, ποὺ ἔχουν μῆκος τὸ καθένα 0,60 m σὲ 0°C καὶ τὰ θερμαίνομε στοὺς 500°C.

α) Πόσο μῆκος ἔχει τώρα τὸ κάθε σύρμα;

β) Νὰ σχηματιστεῖ ἕνα σχέδιο ποὺ νὰ δείχνει τὴ θέση καθενὸς σύρματος, ἂν τὰ σημεῖα Α καὶ Β εἶναι σταθερά.

6. Οἱ σιδηροδρομικὲς ράγιες ἔχουν μῆκος 800 m. Δεχόμαστε ὅτι τὸ μῆκος τῆς ράγιας μεταβάλλεται 1,05 mm στὸ μέτρο γιὰ μεταβολὴ θερμοκρασίας 100°C καὶ ὅτι οἱ ἀκραῖες θερμοκρασίες ποὺ σημειώνονται στὶς ράγιες εἶναι —20°C καὶ 60°C.

α) Πόση εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους μιᾶς ράγιας 800 m ἀνάμεσα σ' αὐτὲς τὶς θερμοκρασίες;

β) Γιὰ νὰ ἐμποδιστεῖ αὐτὴ ἡ διαστολή, ἡ ράγια συμπιέζεται μὲ πολὺ μεγάλη δύναμη καὶ οἱ μηχανικοὶ δέχονται ὅτι μόνο τὰ 70 m ἀπὸ τὸ κάθε ἄκρο τῆς ράγιας διαστέλλονται. Πόση θὰ εἶναι σ' αὐτὴ τὴν περίπτωση ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους τῆς ράγιας γιὰ τὶς ἴδιες ἀκραῖες θερμοκρασίες —20°C καὶ 60°C.

7. Ἕνα σιδερένιο σύρμα, μήκους 5 m σὲ 0°C, διαστέλλεται καὶ γίνεται 5,003 m σὲ θερμοκρασία 50°C.

α) Πόση εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους του;

β) Πόση θὰ ἦταν ἡ ἐπιμήκυνση 1m (μετρημένου σὲ 0°C) αὐτοῦ τοῦ σύρματος γιὰ μιὰ ὕψωση θερμοκρασίας κατὰ 1°C.

Αὐτὴ ἡ ἐπιμήκυνση κατὰ μονάδα μήκους καὶ βαθμὸ θερμοκρασίας λέγεται συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου.

8. Ἕνα μέτρο χάλκινο σύρμα μετρημένο σὲ 0°C, ἐπιμηκύνεται 1,6 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του γίνεται 100°C.

Ἕνα τέτοιο σύρμα γιὰ τὴ μεταφορὰ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἔχει μῆκος 200 m σὲ 0°C καὶ 200,128 m σὲ μιὰ ἄλλη θερμοκρασία.

α) Πόση εἶναι ἡ ἐπιμήκυνσή του;

β) Ποιὰ εἶναι αὐτὴ ἡ θερμοκρασία;

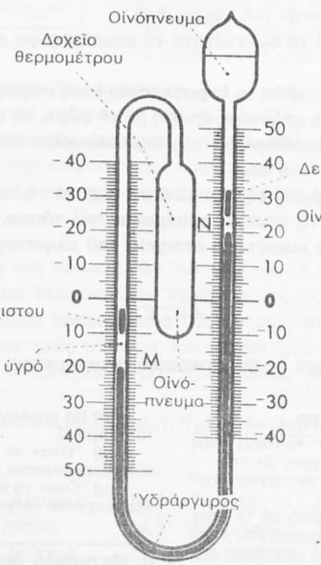
9. Μιὰ γυάλινη σφαιρικὴ φιάλη 1 dm^3 διαστέλλεται καὶ ὁ ὄγκος της αὐξάνει κατὰ 2,7 cm^3, ὅταν ἡ θερμοκρασία της ὑψώνεται ἀπὸ 0°C σὲ 100°C.

α) Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος μιᾶς φιάλης 0,500 dm^3, ὅταν ἡ θερμοκρασία της γίνει 60°C;

β) Ἡ φιάλη (ὄγκου 0,500 dm^3) εἶναι γεμάτη μὲ γλυκερίνη, τῆς ὁποίας ὁ ὄγκος 1 dm^3 σὲ 0°C αὐξάνει κατὰ 0,500 cm^3 γιὰ ὕψωση θερμοκρασίας 1°C.

Πόση εἶναι ἡ αὔξηση τοῦ ὄγκου τῆς γλυκερίνης, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης γίνει 60°C;

γ) Πόσος ὄγκος γλυκερίνης θὰ χυθεῖ τότε ἀπὸ τὴ φιάλη;



Ὅταν μετατοπίζεται ὁ ὑδράργυρος, ὠθεῖ πότε τὸν ἕνα καὶ πότε τὸν ἄλλο δείχτη. Τὸ οἰνοπνευματικὸ ὑγρὸ μπορεῖ νὰ κυκλοφορεῖ γύρω ἀπὸ τοὺς δείχτες, ἐνῶ ὑδράργυρος δὲν μπορεῖ. Οἱ δεῖχτες μένουν στὴ θέση τους, ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀποσύρεται, ἐνῶ ἀντίθετα μετατοπίζονται, ὅταν ὠθοῦνται ἀπὸ αὐτόν. Τὸ θερμόμετρο ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα δείχνει θερμοκρασία 20°C. Τὸ ἐλάχιστο εἶναι 10°C καὶ τὸ μέγιστο 25°C. Οἱ δεῖχτες, ἐπειδὴ εἶναι ἀπὸ σίδηρο, μποροῦν νὰ μετατοπιστοῦν ἐξωτερικὰ μὲ ἕνα μαγνήτη.

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

1 Τί εἶναι ἡ θερμότητα.

- Ἂν πλησιάσουμε τὸ χέρι μας σὲ μιὰ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα ἢ στὴ φλόγα τοῦ ὑγραερίου τοῦ γκαζιοῦ, θὰ ἔχουμε τὸ αἴσθημα τῆς θερμότητας.

  Ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα καὶ ἡ φλόγα εἶναι **πηγὲς θερμότητας.**

- Τοποθετοῦμε πάνω ἀπὸ τὴ φλόγα μιᾶς λυχνίας οἰνοπνεύματος ἕνα δοχεῖο μὲ νερό, μέσα στὸ ὁποῖο ἔχομε βάλει ἕνα θερμόμετρο.

  Παρατηροῦμε ὅτι, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνεβαίνει διαδοχικὰ στοὺς 18° C, 25°C, 35°C κτλ., μὲ τὸ δάκτυλό μας ἐξακριβώνομε ὅτι τὸ νερὸ γίνεται συνεχῶς θερμότερο.

- Ἡ φλόγα τοῦ οἰνοπνεύματος παρέχει συνεχῶς θερμότητα στὸ νερὸ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ ἀνεβαίνει.

- Ἂν πάψουμε νὰ θερμαίνουμε, τὸ θερμόμετρο κατεβαίνει σιγὰ σιγά, γιατὶ τὸ νερὸ δίνει θερμότητα στὸ ἐξωτερικὸ περιβάλλον καὶ ἡ θερμοκρασία του χαμηλώνει.

Συμπέρασμα. *Ἡ θερμότητα εἶναι ἡ αἰτία τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.*

2 Μιὰ ποσότητα θερμότητας εἶναι μέγεθος ποὺ μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ.

- Θερμαίνομε μὲ δυὸ διαφορετικὲς πηγὲς θερμότητας (λυχνία Bunsen, μὲ ἀέριο καὶ ἠλεκτρικὸ καμινέτο π.χ.) δυὸ σφαιρικὲς φιάλες, τὴν Α καὶ τὴν Β, οἱ ὁποῖες περιέχουν τὴν ἴδια μάζα νεροῦ m = 600 g καὶ μὲ τὴν ἴδια ἀρχικὴ θερμοκρασία t_1 = 20°C.

- Σημειώνομε λεπτὸ κατὰ λεπτὸ τὴ θερμοκρασία τοῦ καθενὸς ὑγροῦ μὲ τὴ βοήθεια τῶν θερμομέτρων ποὺ ἔχομε βάλει μέσα στὶς φιάλες καὶ καταρτίζομε τὸν παρακάτω 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	

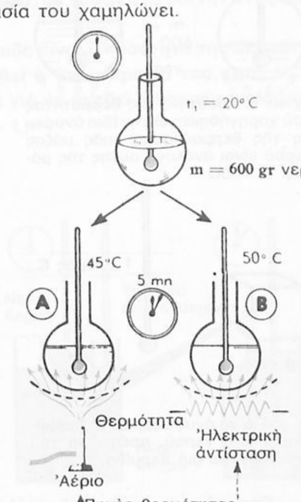
- Ὅσο διαρκεῖ τὸ πείραμα, δὲν πρέπει νὰ μεταβάλλουμε τὴν ἔνταση τῆς φλόγας τῶν δυὸ πηγῶν.

Συμπέρασμα. *Ἡ ποσότητα θερμότητας, τὴν ὁποία ἀπορροφᾶ μιὰ μάζα νερό, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴν ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας του.*

- Παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στὴ φιάλη Β ἀνεβαίνει πιὸ γρήγορα παρὰ στὴ φιάλη Α.

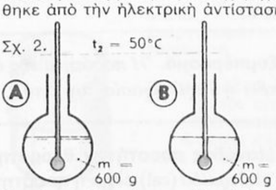
  Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση τοῦ καμινέτου παρέχει στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα περισσότερη θερμότητα ἀπ' τὴ φλόγα τοῦ οἰνοπνεύματος.

  Σταματοῦμε τὴ θέρμανση, ὅταν ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ γίνει καὶ στὶς δυὸ φιάλες t_2 = 50°C (σχ. 2).

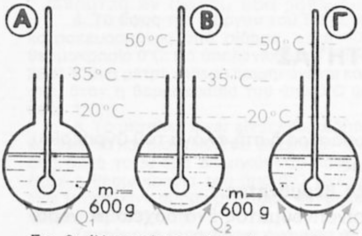


Σχ. 1: Τὸ νερὸ τῆς φιάλης Β δέχεται στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα περισσότερη θερμότητα ἀπὸ τὸ νερὸ τῆς φιάλης Α.
Ποσότητα θερμότητας ποὺ χορηγήθηκε ἀπὸ τὴ λυχνία Bunsen.
Ποσότητα θερμότητας ποὺ χορηγήθηκε ἀπὸ τὴν ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση.

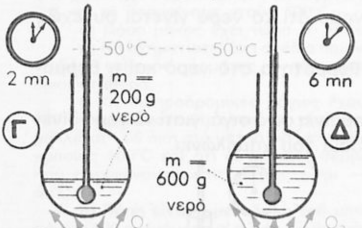
Σχ. 2.



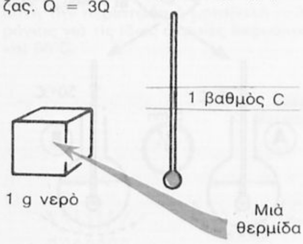
Ποσότητα θερμότητας Q ποὺ ἀπορρόφησε ἡ φιάλη Α.
Ποσότητα θερμότητος Q ποὺ ἀπορρόφησε ἡ φιάλη Β.



Σχ. 3: Ἡ ποσότητα θερμότητας Q εἶναι ἴση πρὸς Q_1+Q_2.



Σχ. 4: Ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ χορηγήθηκε γιὰ τὴν ἴδια ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας μιᾶς μάζας νεροῦ εἶναι ἀνάλογη αὐτῆς τῆς μάζας. Q = 3Q



Σχ. 5: Γιὰ νὰ ἀνυψώσουμε τὴ θερμοκρασία 1 g νεροῦ, πρέπει νὰ τοῦ χορηγήσουμε μιὰ θερμίδα.

α) Ἡ καθεμιὰ πηγὴ θερμότητας ἀνέβασε τὴ θερμοκρασία ἴσης μάζας νεροῦ m = 600 g ἀπὸ t_1 = 20°C σὲ t_2 = 50°C δηλ. $t_2 - t_1$ = 30°C

Λέμε ὅτι:

Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε τὸ νερὸ τῆς φιάλης Α = Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε τὸ νερὸ τῆς φιάλης Β.

Δύο ποσότητες θερμότητας εἶναι ἴσες, ὅταν φέρνουν στὴν ἴδια θερμοκρασία δυὸ ἴσες μάζες νεροῦ ποὺ εἶχαν τὴν ἴδια ἀρχικὴ θερμοκρασία.

Κατὰ προσέγγιση μποροῦμε νὰ δεχτοῦμε ὅτι δυὸ ποσότητες θερμότητας εἶναι ἴσες, ὅταν προκαλοῦν σὲ δυὸ ἴσες μάζες νεροῦ τὴν ἴδια μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας τους.

β) Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει ἀπὸ 20°C σὲ 35°C, τὸ νερὸ τῆς φιάλης Α παίρνει μιὰ ποσότητα θερμότητας Q_1 καὶ ἀπὸ 35°C σὲ 50°C μιὰ ποσότητα θερμότητας Q_2 (σχ. 3).

Ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας, τὴν ὁποία ἀπορρόφησε τὸ νερὸ γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 20°C σὲ 50°C, εἶναι ἴση μὲ ἄθροισμα $Q_1 + Q_2$.

Ἀλλὰ $Q_1 = Q_2$ ἐπειδὴ ἡ ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας εἶναι ἡ ἴδια: 15°C.

Τὸ νερὸ τῆς φιάλης Α ἀπορρόφησε λοιπὸν ἀπὸ τοὺς 20°C ὡς τοὺς 50°C μιὰ ποσότητα θερμότητας

$$Q_1 + Q_2 = 2\ Q.$$

Οἱ ποσότητες θερμότητας μποροῦν νὰ εἶναι ἴσες καὶ νὰ προστεθοῦν ἡ μία μὲ τὴν ἄλλη.

Συμπέρασμα. *Μιὰ ποσότητα θερμότητας εἶναι μέγεθος ποὺ μπορεῖ νὰ μετρηθεῖ.*

γ) Δυὸ ὅμοιες σφαιρικὲς φιάλες (Γ,Δ) περιέχουν ἡ μιὰ 200 g καὶ ἡ ἄλλη 600 g νερὸ στὴν ἴδια ἀρχικὴ θερμοκρασία 20°C (σχ. 4).

Θερμαίνομε πρῶτα τὴ φιάλη Γ, ὡσότου ἡ θερμοκρασία φθάσει τοὺς 50°C καὶ σημειώνομε τὸ χρόνο ποὺ χρειάστηκε: 2 mn.

Χωρὶς νὰ μεταβάλουμε τὴν ἔνταση τῆς φλόγας, θερμαίνομε τὴ φιάλη Δ ὡς τὴ θερμοκρασία τῶν 50°C καὶ σημειώνομε πάλι τὸ χρόνο: 6 mn περίπου.

Βλέπομε ὅτι ὁ χρόνος αὐτὸς εἶναι τριπλάσιος τοῦ πρώτου καὶ ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε ἡ φιάλη Δ εἶναι τριπλάσια τῆς ποσότητας ποὺ ἀπορρόφησε ἡ φιάλη Γ.

Συμπέρασμα. *Ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας τὴν ὁποία ἀπορροφᾶ μιὰ μάζα νεροῦ, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ t_1 ὡς t_2, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴ μάζα του.*

3 Μονάδες ποσοτήτων θερμότητας:

Ἡ *θερμίδα* (cal) εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε σὲ 1 g νερό, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1°C.

Πολλαπλάσια: Ἡ χιλιοθερμίδα (Kcal) 1 Kcal = 1000 cal.

Μιὰ ἄλλη μονάδα θερμότητας εἶναι ἡ Μεγαθερμίδα (Mcal), ἡ ὁποία ἐκφράζει τὴν ποσότητα θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε σὲ μιὰ μάζα ἑνὸς τόνου νεροῦ, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1°C.

Τύποι.

Ποιὰ ποσότητα θερμότητας πρέπει νὰ δώσουμε σὲ μιὰ μάζα νεροῦ 600 g, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του ἀπ' τοὺς 20°C στοὺς 50°C;

$$\underset{cal}{Q} = \underset{cal/g^\circ C}{1} \times \underset{g}{600} \times \underset{^\circ C}{(50 - 20)} = 18000 \text{ cal}$$

Καὶ γενικὰ ἂν m ἡ μάζα τοῦ νεροῦ, t_1 ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία καὶ t_2 ἡ τελικὴ θερμοκρασία, ἡ ποσότητα θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε εἶναι

$$\underset{cal}{Q} = \underset{cal/g^\circ C}{1} \times \underset{g}{m} \times \underset{^\circ C}{(t_2 - t_1)}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ θερμότητα εἶναι ἡ αἰτία τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας, τὴν ὁποία ἀπορροφᾶ μιὰ μάζα νεροῦ καὶ ἀνεβαίνει ἡ θερμοκρασία του, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴ μάζα αὐτοῦ τοῦ νεροῦ καὶ τὴν ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας του.

3. Μονάδα θερμότητας εἶναι ἡ θερμίδα (cal). Θερμίδα εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε σὲ 1 g νερό, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1°C.

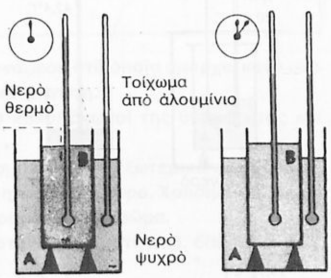
4. Ἡ ποσότητα θερμότητας Q, ἡ ὁποία χρειάζεται γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία μιᾶς μάζας νεροῦ m ἀπὸ t_1°C σὲ t_2°C, εἶναι: $Q = m \times (t_2 - t_1)$

39° ΜΑΘΗΜΑ: Πῶς μετροῦμε μιὰ ποσότητα θερμότητας.

ΤΟ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟ ΜΕ ΝΕΡΟ

1 Τοιχώματα ἀγώγιμα καὶ τοιχώματα μονωτικά.

α) Τοποθετοῦμε μέσα στὸ δοχεῖο Α, ποὺ περιέχει νερὸ 20°C, ἕνα δοχεῖο ἀπὸ ἀλουμίνιο Β μὲ νερὸ 60°C (σχ. 1). Παρατηροῦμε τότε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στὸ δοχεῖο Β κατεβαίνει, ἐνῶ ἀνεβαίνει στὸ δοχεῖο Α, καὶ τέλος ἡ θερμοκρασία καὶ στὰ δυὸ δοχεῖα γίνεται ἡ ἴδια. Λέμε τότε ὅτι ἔχει ἀποκατασταθεῖ μιὰ **θερμικὴ ἰσορροπία.**



Σχ. 1: Τὸ νερὸ τοῦ δοχείου Β παραχωρεῖ θερμότητα στὸ νερὸ τοῦ δοχείου Α, ὡσότου ἀνάμεσα στὰ δυὸ δοχεῖα ἀποκατασταθεῖ θερμικὴ ἰσορροπία.

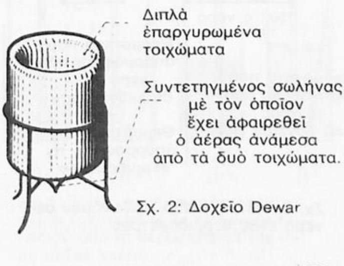
Ἐξήγηση. Τὸ νερὸ τοῦ δοχείου Β δίνει θερμότητα στὸ νερὸ τοῦ δοχείου Α καὶ ἡ θερμοκρασία του κατεβαίνει. Τὸ νερὸ τοῦ δοχείου Α ἀπορροφᾶ αὐτὴ τὴ θερμότητα, ἡ ὁποία περνᾶ ἀπὸ τὸ ἐνδιάμεσο τοίχωμα τοῦ δοχείου Β, καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει. Τὸ τοίχωμα αὐτὸ εἶναι *καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητας.*

● β) Ἀλλάζομε τὸ δοχεῖο Β μὲ ἕνα ἄλλο, ποὺ ἔχει διπλὰ γυάλινα ἐπαργυρωμένα τοιχώματα. Τὸ διάστημα ἀνάμεσα στὰ δυὸ τοιχώματα εἶναι κενὸ ἀπὸ ἀέρα.

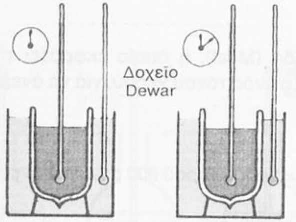
Τὸ δοχεῖο αὐτὸ εἶναι ὅπως τὸ δοχεῖο θέρμος καὶ λέγεται δοχεῖο Dewar.

Χύνομε μέσα σ' αὐτὸ νερὸ 60°C καὶ τὸ τοποθετοῦμε μέσα στὸ δοχεῖο Α ποὺ περιέχει νερὸ μὲ τὴ θερμοκρασία τοῦ δωματίου.

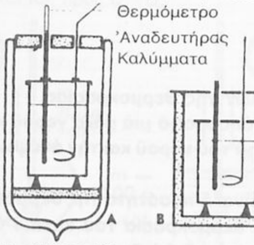
● Παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ καὶ



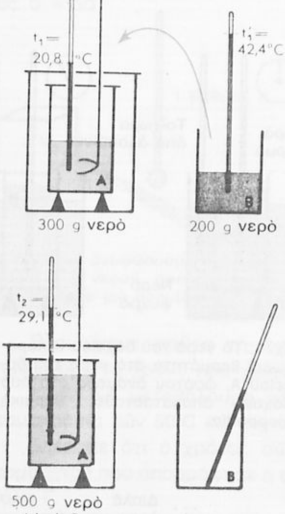
Σχ. 2: Δοχεῖο Dewar



Σχ. 3: Δὲν εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνταλλαγὴ θερμότητας μεταξὺ τῶν ὑγρῶν τῶν δύο δοχείων.
Τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar ἀποτελοῦν ἕνα θερμικὸ μονωτή.



Σχ. 4: Θερμιδόμετρα
A: Θερμιδόμετρο Arsonval-Dewar
B: Θερμιδόμετρο ἁπλὸ



Θερμότητα ποὺ χορηγήθηκε ἀπὸ τὸ νερὸ τοῦ δοχείου B = Θερμότητα ποὺ ἀπορρόφησε τὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου + Θερμότητα ποὺ ἀπορρόφησε τὸ θερμιδόμετρο.

Σχ. 5: Μέτρηση τοῦ ἰσοδυνάμου σὲ νερὸ ἑνὸς θερμιδομέτρου

στὰ δυὸ δοχεῖα δὲ μεταβάλλεται. Δὲ γίνεται ἐπομένως ἀνταλλαγὴ θερμότητας. Τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar ἀποτελοῦν ἕνα θερμικὸ μονωτὴ (σχ. 3).

Τὸ μαλλί, τὸ μπαμπάκι, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου καὶ γενικὰ τὰ σώματα ποὺ εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητας ἀποτελοῦν τοὺς θερμικοὺς μονωτές.

2 Ἀρχὴ τοῦ θερμιδομέτρου.

Τὸ θερμιδόμετρο εἶναι ἕνα ὄργανο θερμικὰ μονωμένο ἀπὸ τὸ ἐξωτερικὸ περιβάλλον. Εἶναι ἐφοδιασμένο μὲ ἕναν ἀναδευτήρα καὶ ἕνα εὐαίσθητο θερμόμετρο.

Στὸ σχῆμα (4) βλέπομε ἕνα θερμιδόμετρο τοῦ Arsonval - Dewar. Ἐπειδὴ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar εἶναι μονωτικά, ἔχει περιοριστεῖ στὸ ἐλάχιστο ἡ ἀνταλλαγὴ θερμότητας ἀνάμεσα στὸ ἐσωτερικὸ δοχεῖο (θερμιδομετρικὸ δοχεῖο) καὶ τὸ ἐξωτερικὸ περιβάλλον.

Χύνομε μέσα στὸ θερμιδομετρικὸ δοχεῖο 200 g νερὸ 20°C καὶ ὕστερα 100 g νερὸ 50°C καὶ τὸ ἀνακατεύομε μὲ τὸν ἀναδευτήρα.

Ὅταν ἀποκατασταθεῖ ἡ θερμικὴ ἰσορροπία, σημειώνομε τὴν τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος: 30°C.

Ἐξήγηση. Ἡ θερμοκρασία τῶν 200 g τοῦ νεροῦ στὸ δοχεῖο Dewar ἀνέβηκε ἀπὸ $t_1 = 20°C$ σὲ $t_2 = 30°C$.

Τὸ νερὸ αὐτὸ ἀπορρόφησε λοιπὸν ἕνα ποσὸ θερμότητας

$Q cal = m \times (t_2 - t_1) = 200\ cal/°C \times (30°C - 20°C) = 2.000 cal$

Ἡ θερμοκρασία τῶν 100 g νεροῦ ποὺ προσθέσαμε κατέβηκε ἀπὸ $t_1' = 50°C$ σὲ $t_2 = 30°C$.

Τὸ νερὸ αὐτὸ ἔχασε μιὰ ποσότητα θερμότητας:

$Q' cal = (t_1' - t_2) \times m = (50°C - 30°C) \times 100\ cal/°C = 2.000\ cal$

$$Q = Q'$$

Μέθοδος τῶν μειγμάτων καὶ ἀρχὴ τῆς ἰσότητας τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητας):

Ὅταν βάλουμε σὲ ἐπαφὴ δυὸ σώματα μὲ διαφορετικὲς ἀρχικὲς θερμοκρασίες ἔτσι, ὥστε νὰ μποροῦν νὰ ἀνταλλάξουν θερμότητα μόνο μεταξύ τους, τότε θὰ ἀποκατασταθεῖ ἡ θερμικὴ ἰσορροπία καὶ ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ ἔχασε τὸ ἕνα σῶμα θὰ εἶναι ἴση μὲ τὴν ποσότητα ποὺ ἀπορρόφησε τὸ ἄλλο.

3 Τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ (θερμοχωρητικότητα) ἑνὸς θερμιδομέτρου.

● Ἕνα συνηθισμένο θερμιδόμετρο (σχ. 5) περιέχει 300 g νερὸ θερμοκρασίας: $t_1 = 20,8°C$.

Τὴν ἴδια θερμοκρασία ἔχει καὶ τὸ δοχεῖο τοῦ θερμιδομέτρου.

● Προσθέτομε στὸ θερμιδόμετρο 200 g νερὸ θερμορασίας $t_1' = 42,4°C$, ἀνακατεύομε τὸ μεῖγμα καὶ σημειώνομε τὴν τελικὴ θερμοκρασία: $t_2 = 29,1°C$.

Τὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου ἀπορρόφησε:

$Qcal = 300\ cal/°C \times (29,1 - 20,8)°C = 2490\ cal$

Τὸ νερὸ ποὺ προσθέσαμε στὸ θερμιδόμετρο ἔχασε:

$$Q'cal = 200\ cal/°C \times (42,4 - 29,1)°C = 2660\ cal$$

Τὶς 2490 cal ἀπορρόφησε τὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου καὶ τὴ διαφορά:

$$2660\ cal - 2490\ cal = 170\ cal$$

τὸ ἴδιο τὸ θερμιδόμετρο (τοιχώματα, ἀναδευτήρας, θερμόμετρο, σκέπασμα) καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνέβηκε κατὰ $29,1° - 20,8° = 8,3°C$.

Γιὰ νὰ ὑψωθεῖ λοιπὸν ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου κατὰ 1°C, πρέπει τοῦτο νὰ ἀπορροφήσει:

$$\frac{170\ cal}{8,3°C} = 20\ cal/°C$$

δηλαδὴ μιὰ ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορροφᾶ μιὰ μάζα νεροῦ 20 g, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία της κατὰ 1°C.

Τὸ θερμιδόμετρο λοιπὸν κατὰ τὴ διάρκεια τοῦ πειράματος ἀπορροφᾶ τόση ποσότητα θερμότητας, ὅση θὰ ἀπορροφοῦσε μιὰ μάζα νεροῦ 20 g.

Τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ αὐτοῦ τοῦ θερμιδομέτρου εἶναι 20 g νερό.

Κάθε φορὰ ποὺ θὰ μετροῦμε μιὰ ποσότητα θερμότητας μ' αὐτὸ τὸ θερμιδόμετρο, πρέπει νὰ ὑπολογίζουμε καὶ τὸ ἰσοδύναμό του σὲ νερό.

Συμπέρασμα. *Τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ ἑνὸς θερμιδομέτρου εἶναι ἡ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ ἀπορροφᾶ τὴν ἴδια ποσότητα θερμότητας μὲ τὸ θερμιδόμετρο, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία του ἐξίσου μὲ τὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ δύο ἐπαργυρωμένα τοιχώματα, ἀνάμεσα στὰ ὁποῖα ὑπάρχει κενὸ στὸ δοχεῖο Dewar, ἀποτελοῦν ἕνα θερμικὸ μονωτή.

Τὸ μαλλί, τὸ χαρτί, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητας καὶ ἀποτελοῦν ἐπίσης θερμικοὺς μονωτές.

Τὸ θερμιδόμετρο εἶναι ἕνα ὄργανο μονωμένο θερμικὰ ἀπὸ τὸ ἐξωτερικὸ περιβάλλον. Εἶναι ἐφοδιασμένο μὲ ἕναν ἀναδευτήρα καὶ ἕνα εὐαίσθητο θερμόμετρο. Χρησιμεύει, γιὰ νὰ μετροῦμε τὶς ποσότητες θερμότητας ποὺ δίνει ἢ ἀπορροφᾶ ἕνα σῶμα.

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσότητας τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητας), ὅπως στὴ σελ. 110.

40° ΜΑΘΗΜΑ

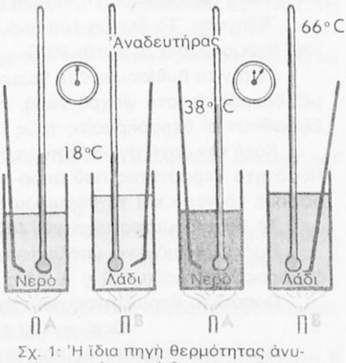
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

1 Παρατήρηση:

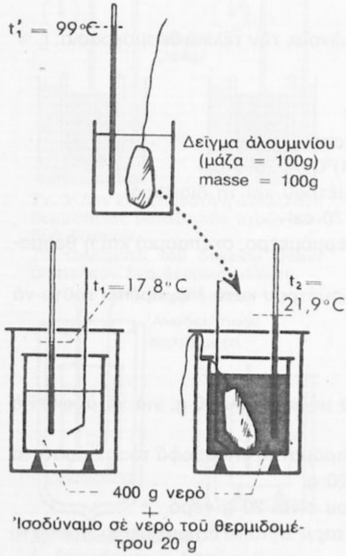
● Δυὸ ὅμοια δοχεῖα περιέχουν: τὸ ἕνα 500 g νερὸ καὶ τὸ ἄλλο 500 g λάδι μὲ τὴν ἴδια θερμοκρασία: 18°C.

Θερμαίνομε σιγὰ σιγὰ τὸ πρῶτο δοχεῖο μὲ τὴ φλόγα μιᾶς λυχνίας φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος καὶ ἀνακατεύοντας συνεχῶς τὸ ὑγρὸ σημειώνομε κάθε λεπτὸ τῆς ὥρας τὴ θερμοκρασία του.

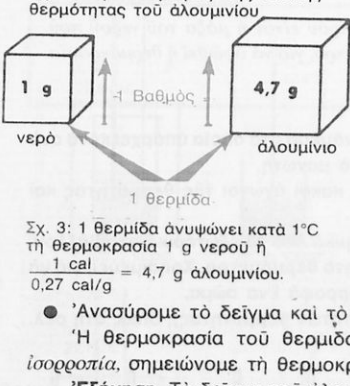
● Τὸ ἴδιο πείραμα ἐκτελοῦμε καὶ μὲ τὸ δοχεῖο ποὺ περιέχει τὸ λάδι καὶ καταρτίζομε τὸν παρακάτω πίνακα.



Σχ. 1: Ἡ ἴδια πηγὴ θερμότητας ἀνυψώνει ταχύτερα τὴ θερμοκρασία τοῦ λαδιοῦ ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τῆς ἴδιας μάζας νεροῦ.



Σχ. 2: Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητας τοῦ ἀλουμινίου



Σχ. 3: 1 θερμίδα ἀνυψώνει κατὰ 1°C τὴ θερμοκρασία 1 g νεροῦ ἢ $\frac{1 \text{ cal}}{0,27 \text{ cal/g}} = 4,7$ g ἀλουμινίου.

Χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5
Θερμοκρασία νεροῦ	18°	25,5°	26°	30°	34°	38°
Θερμοκρασία λαδιοῦ	18°	25°	30°	46°	56°	66°

Παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ λαδιοῦ ἀνεβαίνει πιὸ γρήγορα ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ.

Γιὰ νὰ πετύχουμε τὴν ἴδια ἀνύψωση θερμοκρασίας σὲ δυὸ ἴσες μάζες νεροῦ καὶ λαδιοῦ, πρέπει νὰ δώσουμε λιγότερη θερμότητα στὸ λάδι, ἀπὸ ὅση δώσαμε στὸ νερό.

> **Συμπέρασμα.** *Ἡ ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος ἀπὸ μιὰ ποσότητα θερμότητας ποὺ παίρνει ἐξαρτᾶται ἀπ' τὴ φύση τοῦ σώματος.*

2 Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητας ἑνὸς σώματος.

Εἰδικὴ θερμότητα ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας τὴν ὁποία ἀπορροφᾶ ἡ μονάδα τῆς μάζας τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθεῖ κατὰ 1°C.

A) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητας τοῦ ἀλουμινίου.

- Χύνομε 400 g νερὸ στὸ θερμιδόμετρο καὶ τὸ ἀνακατεύομε, ὥστε νὰ ἐξισωθεῖ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ καὶ τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ θερμιδομέτρου καὶ σημειώνομε αὐτὴ τὴ θερμοκρασία: $t_1 = 17,8°C$.
- Στερεώνομε στὴν ἄκρη ἑνὸς σύρματος ἕνα δεῖγμα (κομμάτι) ἀλουμίνιο, ποὺ τὸ ἔχομε ζυγίσει προηγουμένως: m = 100 g.
- Βυθίζομε τὸ δεῖγμα σὲ νερὸ ποὺ βράζει καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία του: $t' = 99°C$.
- Ἀνασύρομε τὸ δεῖγμα καὶ τὸ βυθίζομε ἀμέσως στὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου ἀνεβαίνει καί, ὅταν ἀποκατασταθεῖ *θερμικὴ ἰσορροπία*, σημειώνομε τὴ θερμοκρασία: $t_2 = 21,9°C$.

Ἐξήγηση. Τὸ δεῖγμα τοῦ ἀλουμινίου τὴ στιγμὴ ποὺ τὸ βγάζομε ἀπ' τὸ νερὸ ἔχει τὴν ἴδια θερμοκρασία μ' αὐτό: 99°C.

Ὅταν τὸ βυθίσουμε στὸ θερμιδόμετρο, ἡ θερμοκρασία του κατεβαίνει, γιατὶ παραχωρεῖ θερμότητα στὸ ψυχρὸ νερό, καὶ τοῦ νεροῦ πάλι ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει, ὡσότου ἐξισωθοῦν οἱ θερμοκρασίες τους (θερμικὴ ἰσορροπία).

Κατὰ τὴν ἀρχὴ τῆς ἰσότητας τῶν ἀνταλλαγῶν τῶν ποσοτήτων θερμότητας θὰ ἔχουμε:

Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε τὸ νερὸ καὶ τὸ θερμιδόμετρο = Ποσότητα θερμότητας ποὺ παρεχώρησε τὸ ἀλουμίνιο.

Τὸ θερμιδόμετρο περιέχει 400 g νερὸ καὶ τὸ ἰσοδύναμό του σὲ νερὸ εἶναι 20 g.

Πρέπει λοιπὸν νὰ ὑπολογίσουμε ὅτι τὴ θερμότητα ποὺ παραχωρεῖ τὸ δεῖγμα τὴν ἀπορροφᾶ μιὰ μάζα 400 g + 20 g = 420 g νερὸ καὶ ἑπομένως:

Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορροφᾶ τὸ νερὸ καὶ τὸ θερμιδόμετρο:

$$Q\text{cal} = 420 \text{ cal/°C } (21,9 - 17,8)\text{°C} = 1722 \text{ cal}$$

Ποσότητα θερμότητας ποὺ παραχωρεῖ τὸ ἀλουμίνιο = 1722 cal.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀλουμινίου κατεβαίνει κατὰ

$t'_1 - t_2 = 99°C - 21{,}9°C = 77{,}1°C$
καὶ ὅταν ἡ θερμοκρασία του κατεβαίνει κατὰ 1°C τὸ 1 g τοῦ ἀλουμινίου παραχωρεῖ

$$\frac{1722}{77{,}1°C \times 100\,g} = 0{,}22\ cal/g°C$$

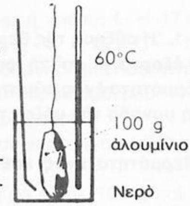
Καὶ ἀντίθετα, γιὰ νὰ ἀνεβάσουμε τὴ θερμοκρασία 1 g ἀλουμινίου κατὰ 1°C, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσουμε 0,22 cal.

Ἡ ειδικὴ θερμότητα τοῦ ἀλουμινίου εἶναι

0,22 cal/g°C

Σχ. 4.

Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητας τοῦ πετρελαίου.



Β) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητας τοῦ πετρελαίου.

● Ἀντικαθιστοῦμε τὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου μὲ 300 g πετρέλαιο θερμοκρασία $t_1 = 18{,}3°C$.

Βυθίζομε μέσα σ' αὐτὸ τὸ δεῖγμα τοῦ ἀλουμινίου, ποὺ τὸ ἔχομε θερμάνει προηγουμένως στοὺς 60°C (μέσα σὲ νερὸ 60°C), καὶ σημειώνομε τὴν τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου: $t_2 = 23°C$.

Τὸ ἀλουμίνιο παραχώρησε μιὰ ποσότητα θερμότητας

Q cal = 0,22 × 100 g (60 — 23)°C = 814 cal

ἀπὸ τὴν ποσότητα αὐτὴ ἀπορρόφησε τὸ θερμιδόμετρο 20 cal/°C (23 - 18,3)°C = 94 cal (20 cal ἰσοδύναμο σὲ νερὸ τοῦ θερμιδ.), τὸ πετρέλαιο:

814 cal — 94 cal = 720 cal

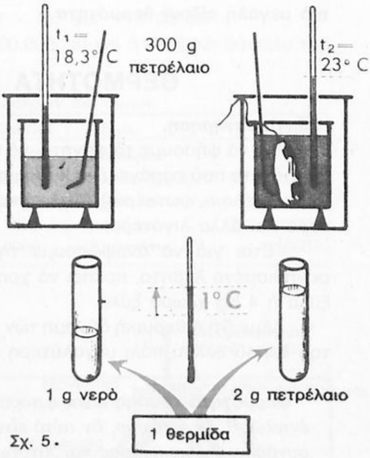
Ὅταν λοιπὸν ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει κατὰ 23°C — 18,3°C = 4,7°C, τὰ 300 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφοῦν 720 cal.

Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει κατὰ 1°C, τὸ 1 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφᾶ

$$\frac{720\ cal}{4{,}7°C \times 300\,g} = 0{,}5\ cal/g°C$$

Ἡ ειδικὴ θερμότητα τοῦ πετρελαίου εἶναι:

0,5 cal/g°C



Σχ. 5.

Εἰδικὴ θερμότητα κατὰ γραμμάριο καὶ βαθμὸ C			
Μόλυβδος	0,03	Ὑδράργυρος	0,033
Κασσίτερος	0,05	Λάδι	0,3
Χαλκὸς	0,095	Βενζίνα	0,45
Σίδηρος	0,11	Πετρέλαιο	0,5
Ἀλουμίνιο	0,21	Οἰνόπνευμα	0,58
Πάγος	0,5	Νερὸ	1

3 Τύπος.

Ἂν C εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότητα ἑνὸς σώματος, τότε, γιὰ νὰ ὑψώσουμε κατὰ 1°C τὴ θερμοκρασία μιᾶς μάζας m g τοῦ σώματος, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσουμε: C × m cal

Καὶ γιὰ νὰ ὑψώσουμε ἀπὸ t_1°C σὲ t_2°C τὴν θερμοκρασία τοῦ σώματος αὐτοῦ, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσουμε:

$$\underset{cal}{Q} = \underset{cal/g°C}{c} \times \underset{g}{m} \times \underset{°C}{(t_2 - t_1)}$$

Παρατήρηση. *Ἡ εἰδικὴ θερμότητα ἑνὸς καθαροῦ σώματος εἶναι μιὰ φυσικὴ σταθερὴ τοῦ σώματος αὐτοῦ.*

Ἡ εἰδικὴ θερμότητα τοῦ νεροῦ ἔχει ὁρισθεῖ μὲ 1 cal/g°C.

Ἀπὸ ὅλα τὰ σώματα τὸ νερὸ ἔχει τὴν πιὸ μεγάλη εἰδικὴ θερμότητα. Γιὰ τὴν ἴδια δηλ. ἀνύψωση θερμοκρασίας καὶ τὴν ἴδια μάζα μ' ὅλα τὰ ἄλλα σώματα τὸ νερὸ ἀπορροφᾶ τὴν πιὸ μεγάλη ποσότητα θερμότητας.

Τὴ θερμότητα αὐτὴ τὴν ἀποβάλλει, ὅταν ψύχεται. Αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος ποὺ οἱ ὠκεανοί, οἱ θάλασσες, οἱ λίμνες ρυθμίζουν τὴ θερμοκρασία ἑνὸς τόπου.

Γιὰ τὸν ἴδιο λόγο χρησιμοποιοῦμε τὸ νερὸ γιὰ ἀποθήκη θερμότητας (θερμοφόρες), ἢ γιὰ τὴ μεταφορὰ θερμότητας (κεντρικὴ θέρμανση, ψύξη κινητήρων κτλ.).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ αὔξηση τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος μὲ τὸ ἴδιο ποσὸ θερμότητας ἐξαρτᾶται ἀπ' τὴ φύση τοῦ σώματος.

2. Εἰδικὴ θερμότητα ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας ποὺ ἀπορροφᾶ ἡ μονάδα τῆς μάζας τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει κατὰ 1°C.

Ἡ εἰδικὴ θερμότητα ἑνὸς καθαροῦ σώματος εἶναι φυσικὴ σταθερὴ τοῦ σώματος αὐτοῦ.

3. Ἡ εἰδικὴ θερμότητα τοῦ νεροῦ εἶναι 1 cal/g°C. Τὸ νερὸ εἶναι τὸ σῶμα ποὺ ἔχει τὴν πιὸ μεγάλη εἰδικὴ θερμότητα.

41° ΜΑΘΗΜΑ

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΥΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1 Παρατήρηση.

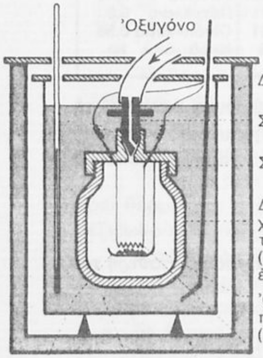
Γιὰ νὰ ψήσουμε τὰ φαγητά, νὰ θερμάνουμε τὰ διαμερίσματα κτλ., χρησιμοποιοῦμε τὴ θερμότητα ποὺ παράγει ἕνα καύσιμο. Ὑπάρχουν στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια καύσιμα (κάρβουνα, πετρέλαιο, φωταέριο). Ἀπὸ τὰ καύσιμα ποὺ χρησιμοποιοῦμε ἄλλα θερμαίνουν περισσότερο καὶ ἄλλα λιγότερο.

Ἔτσι γιὰ νὰ ἀνυψώσουμε τὴ θερμοκρασία 50 kg νεροῦ ἀπὸ 10°C σὲ 60°C, σὲ συνηθισμένο λέβητα, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσουμε περίπου 1 Kg κάρβουνα, ἢ 2 Kg ξερὰ ξύλα ἢ 4 Kg χλωρὰ ξύλα.

● Λέμε ὅτι ἡ θερμικὴ δύναμη τῶν κάρβουνων εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τοῦ ξεροῦ ξύλου καὶ τοῦ ξεροῦ ξύλου πάλι μεγαλύτερη ἀπὸ τοῦ χλωροῦ.

Θερμότητα καύσης *εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας τὴν ὁποίαν ἀποβάλλει, ὅταν καεῖ ἐντελῶς 1 Kg καύσιμο, ἂν αὐτὸ εἶναι στερεὸ ἢ ὑγρό, ἢ 1 m³, ἂν εἶναι ἀέριο (σὲ κανονικὲς συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως).*

Ἡ θερμότητα καύσης ἢ θερμικὴ δύναμη ἐκφράζεται σὲ Kcal κατὰ χιλιόγραμμο ἢ κυβικὸ μέτρο τοῦ καυσίμου. Ὅταν πρόκειται γιὰ ἀέριο, ἐκφράζεται σὲ Mcal (τονοθερμίδες).



Σχ. 1: Ὀβίδα θερμιδομετρικὴ γιὰ τὸν προσδιορισμὸ τῆς θερμότητας καύσης ἑνὸς καυσίμου στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.

2 Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας καύσης.

Α) *Ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.* Γι' αὐτὸ τὸ σκοπὸ χρησιμοποιοῦμε ἕνα θερμιδόμετρο μὲ νερὸ (σχ. 1), μέσα στὸ ὁποῖο βυθίζομε τὴ *θερμιδομετρικὴ ὀβίδα*. Αὐτὴ εἶναι ἕνα δοχεῖο μὲ χοντρὰ τοιχώματα καὶ κλείνει μὲ ἕνα βιδωτὸ σκέπασμα. Περιέχει συμπιεσμένο ὀξυγόνο γιὰ τὴν καύση καὶ ἕνα χωνευτήριο μὲ ἕνα γραμμάριο ἀπὸ τὸ καύσιμο, τοῦ ὁποίου θέλομε νὰ προσδιορίσουμε τὴ θερμότητα καύσης.

Ἡ ἀνάφλεξη γίνεται μὲ τὴ βοήθεια μιᾶς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Παράδειγμα. Γιὰ νὰ προσδιορίσουμε τὴ θερμικὴ δύναμη τοῦ κάρβουνου, ἐργαζόμαστε μὲ τὸν ἀκόλουθο τρόπο:

Ζυγίζομε ἕνα γραμμάριο ἀπ' αὐτὸ καὶ τὸ τοποθετοῦμε στὸ χωνευτήριο τῆς θερμιδομετρικῆς ὀβίδας.

Ἡ ὀβίδα εἶναι ἀπὸ ἀτσάλι καὶ ζυγίζει 4 Kg.

Τὸ θερμιδόμετρο περιέχει 2,5 ℓ νερὸ καὶ τὸ ἰσοδύναμό του σὲ νερὸ εἶναι 100 g.

Ἡ εἰδικὴ θερμότητα γιὰ τὸ ἀτσάλι εἶναι: 0,1 cal/g°C

Ἡ θερμοκρασία μέσα στὸ θερμιδόμετρο, πρὶν γίνει ἡ καύση: t_1 = 17,4°C *καὶ μετὰ τὴν καύση:* t_2 = 20,1°C καὶ ἡ ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας $t_2 - t_1$ = 20,1°C — 17,4°C = 2,7°C.

Ἡ καύση τοῦ κάρβουνου μέσα στὴν ὀβίδα ἐδημιούργησε μιὰ ποσότητα θερμότητας, ἡ ὁποία ἐπέφερε τὴν ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμιδομέτρου.

Τὴν ποσότητα αὐτὴ τῆς θερμότητας τὴν ἀπορρόφησε:

— ἡ θερμιδομετρικὴ ὀβίδα τῆς ὁποίας τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ εἶναι: 4.000 g × 0,1 cal/g°C = 400 cal/°C ποὺ ἰσοδυναμεῖ μὲ 400 g νερό.

— τὸ θερμιδόμετρο τοῦ ὁποίου τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ εἶναι: 100 g καὶ

— τὰ 2.500 g τὸ νερό, δηλ. ἕνα σύνολο 3.000 g νερό.

$$Q \text{ cal} = m \text{ cal/°C} \times (t_2 - t_1)\text{°C} = 3000 \times 2{,}7 \text{ cal} = 8100 \text{ cal}$$

Ἡ καύση 1 Kg παρέχει: 8.100 cal × 1.000 = 8.100.000 cal καὶ ἡ θερμικὴ δύναμη τοῦ δείγματος εἶναι: 8.100.000 cal/Kg ἢ 8.100 Kcal/Kg.

Θερμικὴ δύναμη τῶν σπουδαιότερων καυσίμων.

Στερεὰ	Kcal/Kg	Ὑγρὰ	Kcal/Kg	Ἀέρια	Kcal/m³
Ξύλα στεγνὰ	3000	Βενζίνα αὐτοκινήτου	11000	Φωταέριο	4250
Ἄνθρακες (Κάρβουνα)	7500	Πετρέλαιο	10500	Φυσικὸ ἀέριο	9300
		Μαζοὺτ	10000	Προπάνιο	22500
Κὼκ	7000	Οἰνόπνευμα	7000	Βουτάνιο	28000
Ἀνθρακίτης	7860	Βενζόλιο	10000	Ἀσετυλίνη	12000

Β) Ἑνὸς ἀερίου καυσίμου.

Ἡ τιμὴ τοῦ φωταερίου καθορίζεται ἀπὸ τὴν ποσότητα θερμότητας ποὺ δίνει, ὅταν καίγεται, δηλ. τὴ θερμική του δύναμη, ἡ ὁποία προσδιορίζεται στὴν ἔξοδό του ἀπ' τὸ ἐργοστάσιο παραγωγῆς.

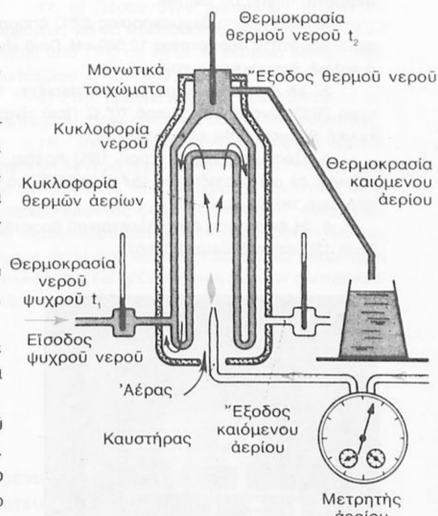
Ἀνάβομε τὸ φωταέριο σὲ ἕνα ειδικὸ *ἀκροφύσιο* (μπέκ), ποὺ περιβάλλεται ἀπὸ μονωτικὰ τοιχώματα. Τὴ θερμότητα ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἀπὸ τὴν καύση τοῦ φωταερίου τὴν ἀπορροφᾶ ἕνα ρεῦμα νεροῦ ποὺ κυκλοφορεῖ στὶς σωληνώσεις τοῦ ὀργάνου.

Σημειώνομε τὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στὴν εἴσοδο καὶ στὴν ἔξοδο τῆς συσκευῆς (σχ. 2).

Ὁ ὄγκος V m³ τοῦ φωταερίου ποὺ κάηκε σὲ ἕνα ὁρισμένο χρόνο σημειώνεται ἀπὸ ἕνα μετρητή.

Μετροῦμε καὶ τὴ μάζα M σὲ Kg τοῦ νεροῦ ποὺ θερμάνθηκε σ' αὐτὸ τὸ χρονικὸ διάστημα.

Ἂν ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στὴν εἴσοδο καὶ τὴν ἔξοδο τῆς συσκευῆς εἶναι t_1 καὶ t_2, τὸ ποσὸ τῆς θερμότητας Q Kcal ποὺ ἀποβάλλεται ἀπὸ τὴν καύση 1 m³ μᾶς τὸ δίνει ὁ τύπος.



Σχ. 2: Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας καύσης ἀερίου.

$$Q \text{ Kcal} = \frac{M \text{ Kcal/°C } (t_2\text{°C} - t_1\text{°C})}{V\text{m}^3}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ θερμικὴ δύναμη ἑνὸς καυσίμου εἶναι ἡ ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀποβάλλεται ἀπὸ τὴν πλήρη καύση 1 Kg ἀπ' αὐτὸ τὸ καύσιμο, ἂν εἶναι στερεὸ ἢ ὑγρο, ἢ ἀπὸ 1 m³ ἂν εἶναι ἀέριο (στὶς κανονικὲς συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως).

2. Ἡ θερμικὴ δύναμη ἑνὸς καυσίμου ἐκφράζεται σὲ Kcal κατὰ Kg (γιὰ τὰ στερεὰ καὶ ὑγρὰ) ἢ σὲ Mcal κατὰ κυβικὸ μέτρο γιὰ τὰ ἀέρια.

Σειρὰ 10: Ποσότητα θερμότητας. Θερμιδομετρία.

I. Ποσότητα θερμότητας.

1. Θερμαίνομε μὲ σταθερὴ πηγὴ θερμότητας 300 g νερὸ καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία του κάθε λεπτὸ τῆς ὥρας. Ἀπὸ τὶς τιμὲς ποὺ παίρνομε καταρτίζομε τὸν παρακάτω πίνακα.

mn	0	1	2	3	4	5	6
C°	27°	33°	38°	42°	47°	50°	54°
mn	7	8	9	10	11	12	13
C°	57°	61°	64°	68°	71°	76°	77°

α) Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ αἱ μεταβολὲς τῆς θερμοκρασίας τοῦ νεροῦ σὲ συνάρτηση μὲ τὸ χρόνο. Οἱ χρόνοι στὸν ἄξονα ΟΧ: 1 cm ≙ 2 mn καὶ οἱ θερμοκρασίες στὸν ΟΨ: 1 cm ≙ 20°C.

β) Πόση ποσότητα θερμότητας πῆρε τὸ νερὸ γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 27°C σὲ 61°C;

γ) Ἂν ὑποθέσουμε ὅτι ὅλη ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας χρησιμοποιεῖται, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ, πόση εἶναι ἡ παροχὴ τῆς θερμικῆς πηγῆς σὲ cal/mn;

2. 500 g νερὸ θερμοκρασίας 22°C ἀπορροφοῦν ποσότητα θερμότητας 12.500 cal. Ποιὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ;

3. Σὲ ἕνα θερμιδόμετρο ποὺ περιέχει 1 ℓ νερὸ 20°C χύνομε 500 g νερὸ 70° C. Ποιὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

4. Πόση ποσότητα νεροῦ 18°C πρέπει νὰ ρίξουμε σὲ μιὰ μπανιέρα μὲ 45 ℓ νερὸ 60°C, γιὰ νὰ πάρουμε τελικὰ νερὸ 36°C;

5. Ἡ ἀντίσταση ἑνὸς ἠλεκτρικοῦ βραστήρα δίνει 120 cal στὸ δευτερόλεπτο. Ἂν ὁ βραστήρας παρέχει 0,75 ℓ νερὸ μὲ ἀρχικὴ θερμοκρασία 20°C καὶ ἀπορροφᾶ τὰ 80 % τῆς προσφερόμενης θερμότητας, πόσος χρόνος χρειάζεται, γιὰ νὰ φτάσει ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στοὺς 100°C;

6. Γιὰ νὰ ἔχουμε 120 ℓ νερὸ 32°C ἀνακατεύομε κρύο νερὸ 15°C καὶ θερμὸ 55°C. Πόσο κρύο καὶ πόσο θερμὸ νερὸ πρέπει νὰ πάρουμε;

II Τὸ θερμιδόμετρο.

7. Γιὰ νὰ ὑπολογίσουμε τὴν ἀπώλεια θερμότητας σὲ ἕνα θερμιδόμετρο κάνομε τὸ ἑξῆς πείραμα: Χύνομε στὸ θερμιδόμετρο 500 g νερὸ 49°C καὶ παίρνομε τὴ θερμοκρασία του κάθε μισὴ ὥρα· ἐπαναλαμβάνομε τὸ ἴδιο πείραμα μὲ τὸ θερμιδόμετρο ἐφοδιασμένο μὲ περίβλημα καὶ κάλυμμα. Μὲ τὶς τιμὲς ποὺ παίρνομε καταρτίζομε τὸν παρακάτω πίνακα.

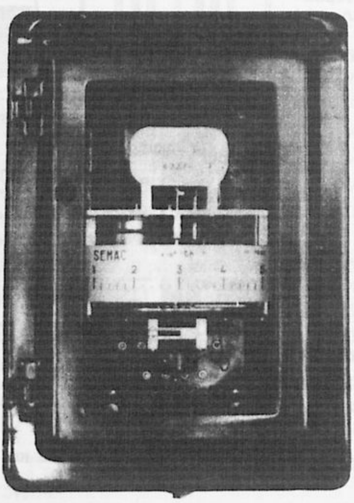
Χρόνος (mn)	Θερμιδόμετρο χωρὶς περίβλημα	Θερμιδόμετρο μὲ περίβλημα
0	49°C	49°C
30	38,5°C	44°C
60	31,4°C	40°C
90	27,7°C	37°C
120	25,2°C	33,5°C
150	23,5°C	31,5°C
180	22,3°C	29,8°C
210	21°C	28,8°C

α) Νὰ παρασταθεῖ γραφικὰ ἡ πτώση τῆς θερμοκρασίας σὲ κάθε θερμιδόμετρο σὲ συνάρτηση μὲ τὸ χρόνο. (Στὸν ἄξονα ΟΧ: 1 cm ≙ 30 mn μὲ ἀρχὴ τὸ 0 καὶ οἱ θερμοκρασίες στὸν ΟΨ μὲ 1 cm ≙ 5°C καὶ ἀρχὴ 20°C).

Σύμφωνα μὲ τὸν πίνακα νὰ ὑπολογιστοῦν σὲ cal/g ἡ ἀπώλεια θερμότητας, σὲ κάθε ὥρα, τοῦ νεροῦ τοῦ θερμιδομέτρου: α) χωρὶς σκέπασμα καὶ β) μὲ σκέπασμα.

8. Μιὰ κατσαρόλα ἔχει χωρητικότητα 1,1 ℓ. Τὴ γεμίζομε μὲ νερὸ θερμοκρασίας 90°C καὶ ἡ θερμοκρασία ἰσορροπεῖ στοὺς 85°C.

α) Πόση θερμότητα ἀπορρόφησε ἡ κατσαρό-



Μετρητὴς θερμίδων.
Στὶς μεγάλες ἐγκαταστάσεις κεντρικῆς θερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται «μετρητὲς θερμίδων» (ὅπως οἱ γνωστοὶ μετρητὲς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, νεροῦ καὶ φωταερίου). Στὴν εἰκόνα φαίνονται δύο βαθμολογήσεις. Στὴν ἐπάνω βαθμολόγηση ὁ μετρητὴς παροχῆς σημειώνει τὸ ἄθροισμα τῆς καταναλισκόμενης θερμότητας σὲ ὡριαῖες τονοθερμίδες. Ἐνῶ, μὲ τὴ βαθμολόγηση τοῦ κέντρου, μποροῦμε νὰ ἔχουμε κάθε στιγμὴ τὴν τιμὴ τῆς θερμικῆς ροῆς σὲ «τονοθερμίδες ἀνὰ ὥρα».

λα, ἂν ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία της ἦταν 15° C.

β) Νὰ ὑπολογιστεῖ τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ τῆς κατσαρόλας.

γ) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ποσότητα θερμότητας ποὺ χάνει, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ κατεβαίνει ἀπὸ 85°C σὲ 25°C.

9. Σὲ ἕνα θερμιδόμετρο, ποὺ ἔχει ἰσοδύναμο σὲ νερὸ 18 g καὶ περιέχει 200 g νερὸ 15°C, χύνομε 240 g νερὸ 45°C. Ποιά εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία του;

10. Σὲ ἕνα θερμιδόμετρο ποὺ ἔχει ἰσοδύναμο σὲ νερὸ 20 g καὶ περιέχει 580 g νερὸ 12°C, βυθίζομε μιὰ ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση γιὰ λίγη ὥρα καὶ ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 20°C.

Πόση ποσότητα θερμότητας ἔδωσε ἡ ἀντίσταση;

III. Εἰδικὴ θερμότητα.

11. Πόση θερμότητα χρειάζεται 1 ℓ ὑδραργύρου, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 18°C σὲ 60°C; (Πυκνότητα ὑδραργύρου: 13,6 g/cm³ εἰδικὴ θερμότητα ὑδραργύρου 0,033 cal/g °C).

12. Μιὰ κατσαρόλα ἀπὸ ἀλουμίνιο, μὲ εἰδικὴ θερμότητα 0,21 cal/g °C, ζυγίζει 360 g.

α) Ποιὸ εἶναι τὸ ἰσοδυναμό της σὲ νερό;

β) Πόση θερμότητα ἀπορροφᾶ, ὅταν ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία της ἀπὸ 15°C σὲ 100°C;

13. Ἡ πλάκα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σίδερου σιδερώματος ζυγίζει 1 Kg καὶ ἔχει εἰδικὴ θερμότητα 0,1 cal/g°C. Πόσος χρόνος χρειάζεται, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ ἡ θερμοκρασία της κατὰ 50°C, ἂν ἡ θερμαντικὴ ἀντίσταση παρέχει στὴν πλάκα 120 cal στὸ δευτερόλεπτο;

14. Σὲ ἕνα ἄδειο ὀρειχάλκινο δοχεῖο, μάζας 50 g καὶ θερμοκρασίας 10°C, χύνομε 20 g νερὸ θερμοκρασίας 50°C, ὁπότε ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 42°C.

α) Πόση θερμότητα ἀπορρόφησε ὁ ὀρείχαλκος;

β) Ποιὰ εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότητά του;

15. Προσδιορίζομε μὲ διπλὴ ζύγιση τὴ μάζα ἑνὸς σιδερένιου κομματιοῦ ὡς ἑξῆς: 1. Τὸ σιδερένιο κομμάτι + 140 g ἰσορροπεῖ τὸ ἀπόβαθρο. 2. Τὸ ἀπόβαρο ἰσορροπεῖ 220 g.

α) Πόση μάζα ἔχει τὸ σιδερένιο κομμάτι;

β) Τὸ βυθίζομε σὲ μιὰ λεκάνη μὲ νερὸ 100°C καὶ ἔπειτα σὲ ἕνα θερμιδόμετρο μὲ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ 500 g καὶ θερμοκρασία 20°C.

Ἂν ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 21,4°C, ποιὰ εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότητα τοῦ σίδερου;

IV. Θερμικὴ δύναμη ἑνὸς καυσίμου.

16. 1 Kg ἀνθρακίτης κοστίζει 2 δραχμὲς καὶ δίνει, ὅταν καίγεται, 8.000 Kcal. Ἀλλὰ ἡ συσκευή, ὅπου γίνεται ἡ καύση, χάνει τὰ 30% αὐτῆς τῆς θερμότητας.

Ἂν χρησιμοποιοῦμε τὴν ἡμέρα 20 ℓ νερὸ ποὺ θερμαίνει αὐτὴ ἡ συσκευὴ ἀπὸ 12°C σὲ 80°C, πόση εἶναι ἡ κατανάλωση σὲ ἀνθρακίτη καὶ πόσα τὰ ἡμερήσια ἔξοδα;

17. α) Πόσον ὄγκο φωταερίου πρέπει νὰ κάψουμε, γιὰ νὰ ὑψώσουμε τὴ θερμοκρασία 800 ℓ νεροῦ ἀπὸ 15°C σὲ 40°C; Ἡ θερμικὴ δύναμη τοῦ φωταερίου εἶναι 5.000 Kcal/m³.

β) Στὴν πραγματικότητα χρειάζονται 12 m³ φωταερίου. Ποιὰ εἶναι ἡ ἀπόδοση τῆς συσκευῆς;

18. Ἕνα χάλκινο δοχεῖο ζυγίζει 2 Kg καὶ περιέχει 5 ℓ νερὸ θερμοκρασίας 10°C. Ἂν θέλουμε νὰ ἀνυψώσουμε τὴ θερμοκρασία του στοὺς 80°C χρησιμοποιώντας φωταέριο, πόσα m³ φωταερίου θὰ καταναλώσουμε, μὲ τὴν προϋπόθεση ὅτι δὲν ἔχομε ἀπώλειες θερμότητας; Εἰδικὴ θερμότητα χαλκοῦ: 0,1 cal/g°C, θερμικὴ δύναμη φωταερίου: 5.000 Kcal/m³.

42° καὶ 43° ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΞΗ - ΠΗΞΗ

1 Παρατήρηση:

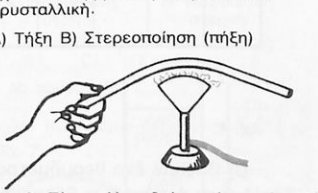
Ἂν πυρώσουμε λίγο μόλυβδο σὲ ἕνα σιδερένιο κουτάλι, παρατηροῦμε ὅτι ὁ μόλυβδος περνᾶ κατευθείαν ἀπὸ τὴ στερεὴ κατάσταση στὴν ὑγρή. Λέμε τότε ὅτι *λιώνει*. Αὐτὸ τὸ φαινόμενο, δηλ. τὸ λιώσιμο, λέγεται τήξη.

Ἂν τὸ ἀφήσουμε νὰ κρυώσει, ξαναγίνεται στερεό, *πήζει* καὶ τὸ φαινόμενο λέγεται *πήξη* τοῦ σώματος.

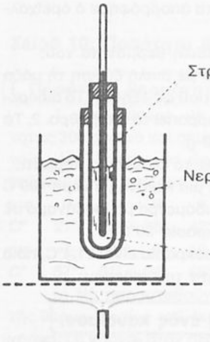
Πυρώνομε στὴ φλόγα μιᾶς λυχνίας Bunsen ἕνα γυάλινο σωλήνα. Τὸ γυαλὶ μαλακώνει, ὁπότε μπορεῖ νὰ λυγίσει ἢ νὰ μακρύνει ἢ καὶ νὰ λιώσει, ἂν ἡ θερμοκρασία εἶναι πολὺ ὑψηλή.

Σχ. 1: Ἡ τήξη τοῦ μολύβδου εἶναι κρυσταλλική.

A) Τήξη B) Στερεοποίηση (πήξη)



Σχ. 2: Τὸ γυαλὶ παθαίνει πλαστικὴ τήξη



Σχ. 3: Τήξη ναφθαλίνης

Ἡ τήξη ποὺ παθαίνει ὁ μόλυβδος λέγεται **κρυσταλλική**, ἐνῶ ἡ τήξη ποὺ παθαίνει τὸ γυαλὶ λέγεται **πλαστική**.

Τὰ περισσότερα σώματα παθαίνουν κρυσταλλικὴ τήξη καὶ μερικὰ μόνο, ὅπως τὸ γυαλὶ καὶ τὸ σίδερο, παθαίνουν πλαστική.

Τὰ στερεὰ σώματα λιώνουν μὲ τὴν ἐπίδραση τῆς θερμότητας (μέταλλα, θειάφι, ζάχαρη, γυαλί, πάγος). Μερικὰ γίνονται κατευθείαν ἀπὸ στερεὰ ἀέρια (ἰώδιο, καμφορά), **ἐξαχνοῦνται.** Ἀντίθετα ὅλα τὰ ὑγρὰ μποροῦν νὰ στερεοποιηθοῦν, ὅταν ψυχτοῦν.

Παρατήρηση. Μερικὰ σώματα, ὅπως ἡ κιμωλία, ἡ ζάχαρη, παθαίνουν διάσπαση μὲ τὴν ἐπίδραση τῆς θερμότητας, ἐνῶ ἄλλα λιώνουν σὲ πολὺ ὑψηλὴ θερμοκρασία (ἄργιλος, μαγνησία, ἀσβέστης κτλ.) καὶ χαρακτηρίζονται *δύστηχτα σώματα.*

2 Πείραμα:

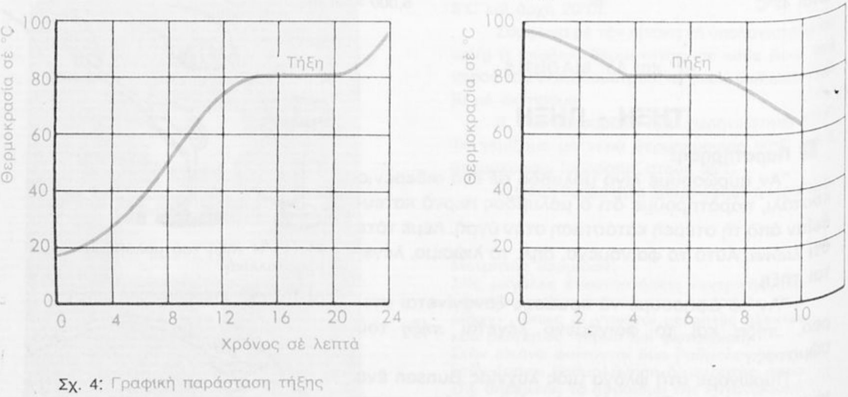
Α) Πραγματοποιοῦμε τὴ διάταξη ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 3. Ὁ ἐσωτερικὸς σωλήνας περιέχει ναφθαλίνη σὲ σκόνη, ὅπου ἔχομε βάλει ἕνα θερμόμετρο.

- Θερμαίνομε τὸ νερὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ δοχείου καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία τῆς ναφθαλίνης σὲ κάθε 2 mn

χρόνος σὲ mn	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	98	98
	στερεὸ							στερεὸ + ὑγρὸ (τήξη)				ὑγρὸ	

- Τοποθετοῦμε τὴ συσκευὴ μέσα σὲ κρύο νερὸ καὶ σημειώνομε πάλι τὶς θερμοκρασίες τῆς ναφθαλίνης, ὅπως καὶ προηγουμένως.

χρόνος σὲ mn	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
θερμοκρασία ναφθαλίνης	98	95	90	84	80	80	80	80	76	70	65
	ὑγρὸ				ὑγρὸ + στερεὸ (πήξη)				στερεὸ		



Σχ. 4: Γραφικὴ παράσταση τήξης

Β) Βάζομε ἕνα θερμόμετρο μέσα σὲ τρίμματα πάγου, ποὺ λιώνει. Παρατηροῦμε, ὅτι, ὅσο λιώνει ὁ πάγος, ἡ θερμοκρασία του μένει σταθερὴ στοὺς 0°C.

Νόμοι τῆς τήξης καὶ τῆς πήξης.

α) Μὲ σταθερὴ πίεση ἕνα καθαρὸ σῶμα λιώνει σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία, ἡ ὁποία λέγεται **σημεῖο τήξης.**

Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ μένει σταθερή, ὅσο διαρκεῖ ἡ τήξη τοῦ σώματος.

β) Μὲ σταθερὴ πίεση ἕνα καθαρὸ σῶμα πήζει σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία, ἡ ὁποία λέγεται **σημεῖο πήξης.**

Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ μένει σταθερή, ὅσο διαρκεῖ ἡ πήξη τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖο τήξης ἑνὸς σώματος εἶναι τὸ ἴδιο μὲ τὸ σημεῖο πήξης καὶ ἀποτελεῖ μιὰ φυσικὴ σταθερὴ γιὰ τὰ καθαρὰ σώματα.

Θερμότητα τήξης μερικῶν καθαρῶν σωμάτων:

Ὑδρογόνο στερεὸ	—259°C	Γλυκερίνη σὲ ὑπέρτηξη κάτω ἀπὸ	18°C	Ψευδάργυρος	420°C
Ὀξυγόνο στερεὸ	—218°C			Ἀλουμίνιο	660°C
Ἄζωτο στερεὸ	—210°C	Φωσφόρος	44°C	Ἄργυρος	960°C
Οἰνόπνευμα	—114°C	Ναφθαλίνη	80°C	Χρυσὸς	1060°C
Ὑδράργυρος	—39°C	Θεῖο (θειάφι)	114°C	Χαλκὸς	1080°C
Πάγος (ἐξ ὁρισμοῦ)	—0°C	Κασσίτερος	232°C	Σίδηρος	1530°C
Βενζίνα	5,4°C	Μόλυβδος	327°C	Ἀσβέστιο	2570°C
				Βολφράμιο	3370°C

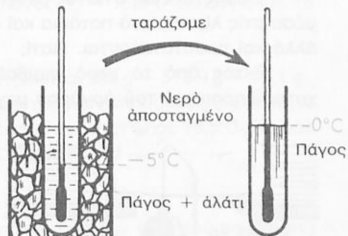
3 Ὑπέρτηξη.

● Σὲ ἕναν πολὺ καθαρὸ δοκιμαστικὸ σωλήνα βάζομε λίγο ἀποσταγμένο νερὸ καὶ ἕνα θερμόμετρο. Τοποθετοῦμε κατόπι τὸ σωλήνα σὲ ἕνα δοχεῖο ποὺ περιέχει τρίμματα πάγου καὶ ἁλάτι (ψυχτικὸ μεῖγμα).

● Παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀποσταγμένου νεροῦ κατεβαίνει ἀρκετοὺς βαθμοὺς κάτω ἀπ' τὸ 0°C, χωρὶς τὸ νερὸ νὰ πήξει. Τὸ νερὸ βρίσκεται στὴν κατάσταση τῆς **ὑπερτήξεως.**

● Ἂν κινήσουμε τὸ σωλήνα, τὸ νερὸ πήζει ἀπότομα καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει στοὺς 0°C.

Ἕνα σῶμα βρίσκεται σὲ ὑπέρτηξη, ὅταν εἶναι σὲ ὑγρὴ κατάσταση, ἂν καὶ ἔχει θερμοκρασία κάτω ἀπὸ τὸ σημεῖο τήξης. Ἡ ὑπέρτηξη εἶναι μιὰ κατάσταση ἀσταθής.



Σχ. 5: Ὑπέρτηξη

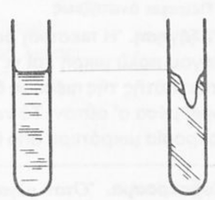
4 Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τήξη καὶ τὴν πήξη.

Α. Ἂν λιώσουμε ναφθαλίνη σὲ ἕνα δοκιμαστικὸ σωλήνα, θὰ παρατηρήσουμε, ὅτι, ὅσο διαρκεῖ ἡ τήξη, ἡ στερεὴ ναφθαλίνη μένει στὸν πυθμένα τοῦ σωλήνα. Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ὁ ὄγκος μιᾶς μάζας στερεῆς ναφθαλίνης εἶναι μικρότερος ἀπὸ τὸν ὄγκο ἴσης μάζας ὑγρῆς.

● Ὅταν λιώσει ὅλη ἡ ναφθαλίνη, σημειώνομε τὴ στάθμη τοῦ ὑγροῦ στὸ σωλήνα καὶ τὸν ἀφήνομε νὰ κρυώσει.

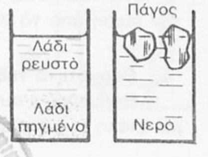
Παρατηροῦμε ὅτι, ὅταν στερεοποιηθεῖ ὅλο τὸ ὑγρό, ἡ στάθμη του θὰ ἔχει κατέβει λίγο στὸ σωλήνα καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς στερεῆς ναφθαλίνης θὰ ἔχει γίνει κοίλη. *Αὐτὸ δείχνει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ σώματος μίκρυνε.*

Τὴν ἴδια παρατήρηση μποροῦμε νὰ κάνουμε μὲ πολλὰ ἄλλα σώματα (θειάφι, παραφίνη, μόλυβδο κτλ.).


Σχ. 6.

Α: Ναφθαλίνη ὑγρὴ   Β: Ναφθαλίνη στερεὴ

Σχ. 7.



Συμπέρασμα. *Ὁ ὄγκος τῶν περισσότερων σωμάτων, ὅταν λιώνουν, μεγαλώνει ἐνῶ ὅταν πήξουν, μικραίνει.*

Β. Ἂν βάλουμε σὲ ἕνα δοχεῖο νερὸ μὲ κομμάτια πάγου καὶ σὲ ἕνα ἄλλο λάδι, ποὺ ἕνα μέρος του ἔχει παγώσει, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ὁ πάγος στὸ πρῶτο δοχεῖο βρίσκεται στὴν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ, ἐνῶ τὸ πηγμένο λάδι βρίσκεται στὸν πυθμένα τοῦ ἄλλου δοχείου.

Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ μιὰ μάζα πάγου ἔχει μεγαλύτερο ὄγκο ἀπὸ ἴση μάζα νεροῦ, ἐνῶ μιὰ μάζα παγωμένου λαδιοῦ ἔχει μικρότερο ὄγκο ἀπὸ ἴση μάζα λαδιοῦ.

● Βυθίζομε μιὰ φιάλη γεμάτη μὲ νερὸ σὲ ἕνα ψυχτικὸ μεῖγμα (ἀλάτι + πάγος).

Παρατηροῦμε, ὕστερα ἀπὸ ἕνα χρονικὸ διάστημα, ὅτι τὸ νερὸ γίνεται πάγος, ποὺ ἕνα μέρος του βγαίνει ἀπὸ τὸ στόμιο τῆς φιάλης, ἐνῶ ἡ φιάλη σπάζει. Μὲ ἀκριβεῖς μετρήσεις βρίσκομε ὅτι 1000 cm^3 νερὸ 0°C μᾶς δίνουν 1090 cm^3 πάγο στὴν ἴδια θερμοκρασία.

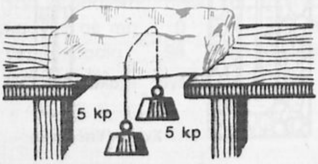
Συμπέρασμα. *Ὅταν τὸ νερὸ γίνεται πάγος, ὁ ὄγκος του μεγαλώνει.*

Ἀποτελέσματα. Ἡ ἐξαίρεση αὐτὴ ποὺ παρουσιάζει τὸ νερό, νὰ μεγαλώνει δηλ. ὁ ὄγκος του, ὅταν γίνεται στερεό, ἔχει πολλὲς συνέπειες στὴν καθημερινή μας ζωή.

Τὸ χειμώνα π.χ. ὅταν κάνει πολλὴ παγωνιά, σπάζουν τὰ ψυγεῖα τῶν αὐτοκινήτων (ἂν ἔχουν μόνο καθαρὸ νερό), οἱ σωληνώσεις τοῦ νεροῦ, τὰ ἀγγεῖα τῶν δέντρων, θρυμματίζονται οἱ βράχοι ποὺ ἔχουν πόρους κτλ. Γιατί;

Ἐπίσης, ἐπειδὴ ὁ πάγος μένει στὴν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ, τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ ποὺ ζοῦν μέσα στὶς λίμνες, στὰ ποτάμια καὶ στὶς θάλασσες, ὄχι μόνο δὲν βλάφτονται ἀπ' τὸν πάγο, ἀλλὰ καὶ προστατεύονται. Γιατί;

Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ νερὸ συμβαίνει τὸ ἴδιο καὶ σὲ ἄλλα σώματα. Π.χ. ὁ ὄγκος τοῦ χυτοσίδηρου καὶ τοῦ ἀργύρου μεγαλώνει, ὅταν τὰ σώματα αὐτὰ στερεοποιοῦνται.



Σχ. 8: Πείραμα ἀνατήξεως

5 Ἐπίδραση τῆς πιέσεως στὴν τήξη τοῦ πάγου.

Στηρίζομε μιὰ κολόνα πάγο σὲ δυὸ ὑποστηρίγματα καὶ περνοῦμε πάνω ἀπ' αὐτὴ ἕνα σύρμα μὲ δυὸ βάρη τῶν 5 Kp κρεμασμένα στὰ ἄκρα του (σχ. 8).

Παρατηροῦμε ὅτι τὸ σύρμα περνᾶ σιγὰ σιγὰ τὴν κολόνα, καὶ πέφτει, ἐνῶ ὁ πάγος *δὲν φαίνεται πουθενὰ νὰ ἔχει κοπεῖ.*

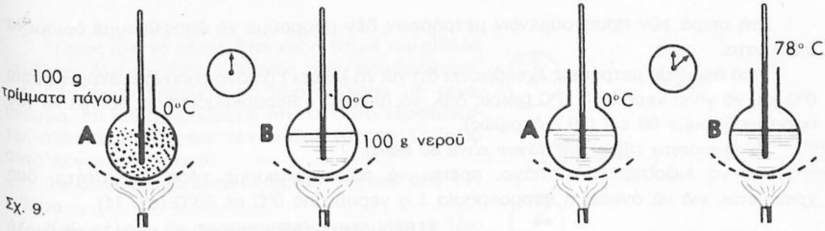
Ἐξήγηση. Ἡ πιεστικὴ δύναμη τῶν 10 Kp μεταδίνεται ἀπὸ τὸ σύρμα σὲ μιὰ ἐπιφάνεια τοῦ πάγου πολὺ μικρὴ καὶ γι' αὐτὸ ἡ πίεση πάνω σ' αὐτὴ τὴν ἐπιφάνεια εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἐξαιτίας αὐτῆς τῆς πιέσεως ὁ πάγος ποὺ βρίσκεκται κάτω ἀπ' τὸ σύρμα λιώνει καὶ τὸ σύρμα εἰσχωρεῖ μέσα σ' αὐτόν. Τὸ νερὸ ποὺ προέρχεται ἀπ' τὴν τήξη, ἐπειδὴ δὲν πιέζεται καὶ ἔχει θερμοκρασία μικρότερη ἀπὸ 0°C, ξαναπήζει ἀμέσως. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται **ἀνάπηξη.**

Συμπέρασμα. *Ὅταν μεγαλώνει ἡ πίεση, χαμηλώνει τὸ σημεῖο τήξης τοῦ πάγου.*

Συνέπειες. Ὁ παγετώνας σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἀνάπηξη τοῦ νεροῦ ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν τήξη τοῦ χιονιοῦ τῶν κατώτερων στρωμάτων, τὰ ὁποῖα πιέζονται ἀπὸ τὰ ἀνώτερα. Ὁ πάγος λιώνει καὶ τροφοδοτεῖ τοὺς χειμάρρους στὸ βάθος τοῦ παγετώνα, ἐπειδὴ δέχεται τὴν πίεση ἀπὸ τὸ βάρος αὐτοῦ τοῦ παγετώνα.

6 Θερμότητα τήξης.

Θερμαίνομε συγχρόνως μὲ δυὸ λυχνίες οἰνοπνεύματος, ποὺ νὰ ἔχουν τὴν ἴδια φλόγα, μιὰ φιάλη Α, ἡ ὁποία περιέχει τρίμματα πάγου, ποὺ τὰ ἀνακατεύομε, ὡσότου λιώσει ὅλος ὁ



Σχ. 9.

πάγος, καὶ μιὰν ἄλλη φιάλη Β, μὲ καθαρὸ νερὸ 0°C. Τὰ τρίμματα τοῦ πάγου τῆς μιᾶς φιάλης καὶ τὸ νερὸ τῆς ἄλλης πρέπει νὰ ἔχουν τὴν ἴδια μάζα (σχ. 9). Παρατηροῦμε ὅτι, ἐνῶ τὸ θερμόμετρο τῆς φιάλης Α δείχνει 0°C, τὸ θερμόμετρο τῆς Β δείχνει 78°C.

Ἄρα ὁ πάγος, γιὰ νὰ λιώσει, ἀπορροφᾶ θερμότητα, χωρὶς νὰ μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία του.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας τήξης τοῦ πάγου (σχ. 10).

- Τὸ θερμιδόμετρο ποὺ θὰ χρησιμοποιήσουμε ἔχει ἰσοδύναμο σὲ νερό: 20 g
  Περιέχει νερό: 400 g
  Ἡ θερμοκρασία του εἶναι: $t_1 = 23{,}7°C$.
- Ἡ συνολικὴ μάζα τοῦ θερμιδομέτρου (θερμιδόμετρο, ἐξαρτήματα καὶ νερὸ) εἶναι: 515,9 g (σχ. 10 Α).
- Παίρνομε ἕνα κομμάτι πάγο 0°C (ἀπὸ ἕνα μεῖγμα πάγου καὶ νεροῦ) καὶ ἀφοῦ τὸ σκουπίσουμε μὲ ἕνα στυπόχαρτο, τὸ βάζομε μέσα στὸ θερμιδόμετρο.
- Ὁ πάγος θὰ λιώσει καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ θὰ κατεβεῖ (σχ. 10 Β).
- Σημειώνομε τὴ θερμοκρασία μόλις λιώσει ὅλος ὁ πάγος: $t_2 = 18{,}5°C$ καὶ ζυγίζομε τὸ θερμιδόμετρο: 539 g (σχ. 10 Γ).

Ὑπολογισμός.

Ἡ μάζα τοῦ πάγου ποὺ βάλαμε μέσα στὸ θερμιδόμετρο εἶναι 539 g — 515,9 g = 23,1 g.

Τὸ νερό, μαζὶ μὲ τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου, ἀντιπροσωπεύει μιὰ μάζα: 400 g + 20 g = 420 g νερό, ποὺ ἡ θερμοκρασία του κατέβηκε ἀπὸ 23,7°C σὲ 18,5°C. Ἔχασε λοιπὸν θερμότητα: Q cal = 420 cal/°C (23,7 — 18,5)°C = 2184 cal

Τὶς 2.184 cal ἀπορρόφησε ὁ πάγος (23,1 g).

α) γιὰ νὰ λιώσει ὁ πάγος καὶ

β) γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ ποὺ προῆλθε ἀπὸ τὴν τήξη τοῦ πάγου ἀπὸ 0 C σὲ 18,5°C.

Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε τὸ νερὸ τὸ ὁποῖο προῆλθε ἀπ' τὴν τήξη τοῦ πάγου.

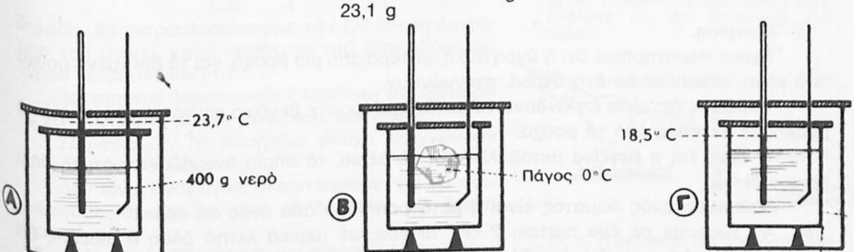
$$Q_1 \text{ cal} = 23{,}1 \text{ cal/°C} \times 18{,}5°C = 427 \text{ cal.}$$

Ποσότητα θερμότητας ποὺ ἀπορρόφησε ὁ πάγος γιὰ νὰ λιώσει:

$$Q_2 \text{ cal} = 2184 \text{ cal} - 427 \text{ cal} = 1757 \text{ cal}$$

καὶ γιὰ νὰ λιώσει 1 g πάγου ἀπορροφᾶ:

$$\frac{1757 \text{ cal}}{23{,}1 \text{ g}} = 76 \text{ cal/g.}$$



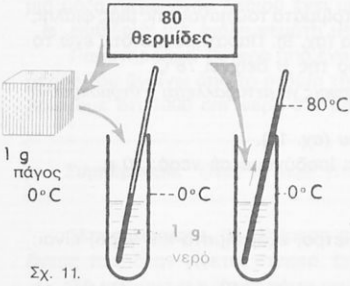
Σχ. 10: Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας τήξης τοῦ πάγου

Στὴ σειρὰ τῶν προηγούμενων μετρήσεων δὲν μποροῦμε νὰ ἀποφύγουμε ὁρισμένα σφάλματα.

Ἀπὸ ἀκριβεῖς μετρήσεις ἔχει βρεθεῖ ὅτι γιὰ νὰ λιώσει 1 g πάγος ποὺ ἔχει θερμοκρασία 0°C καὶ νὰ γίνει νερὸ πάλι 0°C (χωρὶς δηλ. νὰ ἀλλάξει ἡ θερμοκρασία του, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσουμε 80 cal (79,7 ἀκριβῶς).

Ἡ θερμότητα τήξης τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

Γιὰ νὰ λιώσουμε 1 g πάγο, πρέπει νὰ παραχωρήσουμε τόση θερμότητα, ὅση χρειάζεται, γιὰ νὰ ἀνεβεῖ ἡ θερμοκρασία 1 g νεροῦ ἀπὸ 0°C σὲ 80°C (σχ. 11).



Σχ. 11.

Ἡ θερμότητα τήξης τοῦ πάγου εἶναι λοιπὸν πολὺ μεγάλη.

Ἐφαρμογές. Μὲ τὸν πάγο διατηροῦμε τὰ τρόφιμα στὰ ψυγεῖα, γιατί, ὅταν λιώνει, ἀπορροφᾶ μεγάλη ποσότητα θερμότητας ἀπ' τὸν ἀέρα καὶ τὰ τρόφιμα τοῦ ψυγείου καὶ ἡ θερμοκρασία τους κατεβαίνει.

Τὰ χιόνια καὶ οἱ παγετῶνες ἀργοῦν πολὺ νὰ λιώσουν, παρὰ τὴ μεγάλη ποσότητα θερμότητας ποὺ δέχονται ἀπὸ τὴν ἀκτινοβολία τοῦ ἥλιου.

Θερμότης τήξης μερικῶν καθαρῶν σωμάτων (cal/g)					
Θεῖο	10	Μόλυβδος	5,4	Ἄργυρος	24
Κασσίτερος	15	Ψευδάργυρος	28	Ὑδράργυρος	2,7

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τήξη εἶναι ἡ μετάβαση ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὴν στερεὴ κατάσταση στὴν ὑγρή, ὅταν τὸ σῶμα παίρνει θερμότητα. Καὶ πήξη ἡ ἀντίθετη μετάβαση, ἀπ' τὴν ὑγρὴ κατάσταση στὴ στερεὴ ὅταν τὸ σῶμα χάνει θερμότητα.

2. Μὲ σταθερὴ πίεση ἕνα καθαρὸ σῶμα λιώνει σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία, ἡ ὁποία λέγεται σημεῖο τήξης. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ μένει σταθερή, ὅσο διαρκεῖ ἡ τήξη.

Τὸ σημεῖο τήξης καὶ τὸ σημεῖο πήξης ἑνὸς σώματος καθαροῦ εἶναι τὸ ἴδιο.

3. Ἕνα καθαρὸ σῶμα βρίσκεται σὲ ὑπέρτηξη, ὅταν στὴν ὑγρὴ κατάσταση ἔχει θερμοκρασία κατώτερη ἀπ' τὸ σημεῖο τῆς πήξης.

4. Γενικὰ ἡ τήξη συνοδεύεται μὲ αὔξηση τοῦ ὄγκου (ἐξαιρεῖται ὁ πάγος).

5. Ὅταν αὐξηθεῖ ἡ πίεση, τὸ σημεῖο τήξης τοῦ πάγου κατεβαίνει.

6. Θερμότητα τήξης ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ ποσότητα τῆς θερμότητας τὴν ὁποία πρέπει νὰ δώσουμε σὲ 1 g τοῦ σώματος, ὅταν βρίσκεται στὴ θερμοκρασία τῆς τήξης, γιὰ νὰ περάσει στὴν ὑγρὴ κατάσταση μὲ τὴν ἴδια θερμοκρασία.

Ἡ θερμότητα τήξης τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

44° ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ ἔννοια τοῦ κορεσμένου ἀτμοῦ.

Η ΕΞΑΤΜΙΣΗ

1 Ἐξάτμιση.

Ἔχομε παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑγρὴ αὐλή, ὕστερα ἀπὸ μιὰ βροχή, καὶ τὰ βρεγμένα ροῦχα ποὺ εἶναι ἁπλωμένα σὲ ἕνα σχοινί, στεγνώνουν.

Γνωρίζομε ὅτι εἶναι ἐπικίνδυνο νὰ μεταχειριζόμαστε βενζίνα κοντὰ σὲ φλόγα, γιὰ νὰ βγάλουμε λεκέδες ἀπὸ τὰ ροῦχα.

Τὸ νερὸ καὶ ἡ βενζίνα μεταβάλλονται σὲ ἀέρια, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται **ἀτμοί**, δηλ. *ἐξαεριοῦνται.*

Ἐξαερίωση ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ μετατροπή του ἀπὸ ὑγρὸ σὲ ἀέριο.

● Ἂν χύσουμε σὲ ἕνα πιατάκι 2 cm³ αἰθέρα, σὲ μερικὰ λεπτὰ ὅλος ὁ αἰθέρας θὰ ἐξαφανιστεῖ καὶ ἡ μυρωδιά του θὰ διαχυθεῖ σὲ ὅλο τὸ δωμάτιο.

Ὅπως ὅλα τὰ ἀέρια, ἔτσι καὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ αἰθέρα γεμίζουν ὅλο τὸ χῶρο ὁ ὁποῖος τοὺς προσφέρεται.

● Ἂν ἐπαναλάβουμε τὸ ἴδιο πείραμα μὲ οἰνόπνευμα, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι καὶ αὐτὸ ἐξαφανίζεται, ἀλλὰ ἀργότερα ἀπ' τὸν αἰθέρα (σχ. 1). Τὰ ὑγρὰ αὐτὰ λέγονται **πτητικά**.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι λιγότερο **πτητικὸ** ἀπὸ τὸν αἰθέρα.

Καί, τέλος, ἂν χρησιμοποιήσουμε γιὰ τὸ ἴδιο πείραμα λάδι, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ ποσότητα τοῦ ὑγροῦ δὲ μεταβάλλεται.

Τὸ λάδι εἶναι ἐλάχιστα πτητικό.

Στὰ προηγούμενα πειράματα δὲν παρατηροῦμε καμιὰ μεταβολὴ στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξαερίωση γίνεται μόνο ἀπ' τὴν ἐπιφάνειά του καὶ λέγεται **ἐξάτμιση**.

Ἐξάτμιση εἶναι ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἀπ' τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάτμιση αὐτὴ δὲν εἶναι στιγμιαία.

2 Ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως.

Παρατήρηση. Γιὰ νὰ στεγνώσουν γρήγορα τὰ ἀσπρόρουχα, τὰ ἁπλώνομε σὲ ἕνα σχοινί.

Οἱ ἁλυκὲς ἔχουν μεγάλη ἐπιφάνεια καὶ μικρὸ βάθος.

● Τοποθετοῦμε στὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ ἕνα πιατάκι μὲ λίγα cm^3 αἰθέρα καὶ τὸ ἰσορροποῦμε μὲ ἕνα ἀπόβαρο (ντάρα) στὸν ἄλλο δίσκο (σχ. 2).

● Παρατηροῦμε ὅτι ἡ φάλαγγα τοῦ ζυγοῦ ἀρχίζει νὰ γέρνει ἀπ' τὸ μέρος τῶν σταθμῶν καὶ ὕστερα ἀπὸ 5 mn, γιὰ νὰ ἐπαναφέρουμε τὴν ἰσορροπία, πρέπει νὰ βάλουμε σταθμὰ στὸ δίσκο ὅπου ἔχομε τὸν αἰθέρα, π.χ. 1,7 g.

Ἔχουν ἐξατμισθεῖ λοιπὸν μέσα σὲ 5 mn 1,7 g αἰθέρα.

Λέμε ὅτι ἡ **ταχύτητα ἐξατμίσεως** τοῦ αἰθέρα στὴ θερμοκρασία ποὺ γίνεται τὸ πείραμα εἶναι:

$$1{,}7\ g : 5\ mn = 0{,}34\ g/mn.$$

● Ἂν ἀντικαταστήσουμε τὸ πιατάκι μὲ ἕνα ἄλλο, ποὺ νὰ ἔχει μεγαλύτερη ἐπιφάνεια, καὶ ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, θὰ ἰδοῦμε ὅτι σὲ 5 mn θὰ ἐξατμιστοῦν 6,8 g αἰθέρα (σχ. 3).

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ πυθμένα τοῦ πρώτου πιάτου εἶναι 132 cm^2 καὶ τοῦ δεύτερου 528 cm^2

Παρατηροῦμε ὅτι: $\dfrac{132}{528} = \dfrac{1}{4}$ $\dfrac{1{,}7}{6{,}8} = \dfrac{1}{4}$

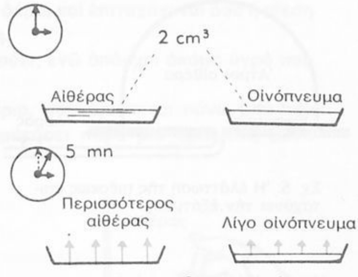
δηλαδή, ἂν τετραπλασιάσουμε τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἡ ποσότητα τοῦ ἐξατμιζόμενου ὑγροῦ τετραπλασιάζεται.

Μὲ σταθερὴ θερμοκρασία ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.

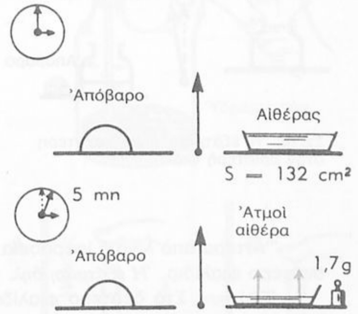
Παρατήρηση. Τὰ βρεγμένα ροῦχα στεγνώνουν πιὸ γρήγορα τὸ καλοκαίρι.

Δὲν εἶναι ἀνάγκη νὰ σκουπιστοῦμε, γιὰ νὰ στεγνώσουμε, ἂν βγοῦμε ἀπὸ τὴ θάλασσα μιὰ ζεστὴ μέρα.

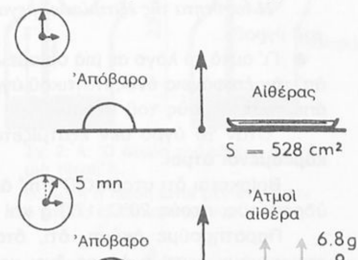
● Βάζομε τὴν ἴδια ποσότητα αἰθέρα σὲ δυὸ ὅμοια δοχεῖα καὶ τὰ ἰσορροποῦμε σὲ ἕνα ζυγὸ (σχ. 4).



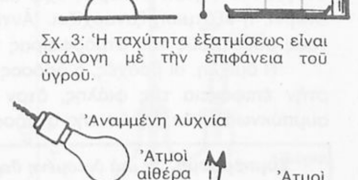
Σχ. 1: Ὁ αἰθέρας εἶναι περισσότερο πτητικὸς ἀπὸ τὸ οἰνόπνευμα.



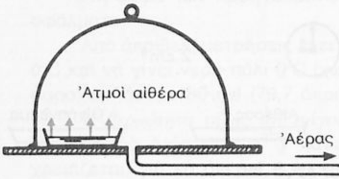
Σχ. 2: Ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως εἶναι 1,7 g : 5 mn = 0,34 g/mn



Σχ. 3: Ἡ ταχύτητα ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 4: Ἡ ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμιση.



Σχ. 5: Ἡ ἐλάττωση τῆς πιέσεως ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμιση.

Σχ. 6: Ἡ ἐξάτμιση εἶναι ταχύτερη στὴν ἀριστερὴ φιάλη.

Ἂν πλησιάσουμε πάνω ἀπὸ τὸ ἕνα δοχεῖο μιὰ ἀναμμένη ἠλεκτρικὴ λάμπα, ἡ ἰσορροπία τοῦ ζυγοῦ χαλᾶ, καὶ ἡ φάλαγγα γέρνει ἀπ' τὸ μέρος τοῦ ἄλλου δοχείου.

Ἡ ἀνύψωση τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμιση.

Ἂν τοποθετήσουμε κάτω ἀπ' τὸν κώδωνα μιᾶς ἀεραντλίας ἕνα πιατάκι μὲ λίγα cm^3 αἰθέρα, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ *ἐξάτμιση γίνεται πολὺ ταχύτερη, ὅταν ἀρχίσουμε νὰ ἀφαιροῦμε τὸν ἀέρα ἀπ' τὸν κώδωνα, δηλ. ὅταν ἐλαττώνουμε τὴν πίεση πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.*

Στὴ βιομηχανία χρησιμοποιοῦν αὐτὴ τὴ μέθοδο, γιὰ νὰ συμπυκνώνουν τοὺς ζαχαρούχους χυμούς.

Παρατήρηση. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρουχα στεγνώνουν πολὺ πιὸ εὔκολα στὸν ἐλεύθερο ἀέρα παρὰ σὲ ἕνα κλειστὸ δωμάτιο.

Γιὰ νὰ διατηρηθεῖ ὑγρὸ ἕνα κατάπλασμα, τὸ ἀπομονώνομε ἀπ' τὸν ἀέρα μὲ μιὰ πετσέτα.

● Τοποθετοῦμε στὸ δίσκο ἑνὸς ζυγοῦ ἕνα φιαλίδιο γεμάτο μὲ αἰθέρα καὶ στὸν ἄλλο δίσκο ἕνα ὅμοιο, τὸ ὁποῖο ὅμως περιέχει πολὺ λιγότερο αἰθέρα (1/4 τοῦ πρώτου), καὶ ἰσορροποῦμε μὲ ἀντίβαρο τὸ ζυγό.

Ὕστερα ἀπὸ λίγο ἡ ἰσορροπία χαλᾶ καὶ ἡ φάλαγγα γέρνει ἀπ' τὸ μέρος ποὺ εἶναι τὸ δεύτερο φιαλίδιο. *Ἡ ἐξάτμιση δηλ. ἀπ' τὸ δεύτερο φιαλίδιο γίνεται μὲ μικρότερη ταχύτητα.*

Ἐξήγηση. Στὸ δεύτερο φιαλίδιο οἱ ἀτμοὶ ποὺ βγαίνουν ἀπ' τὸν αἰθέρα μαζεύονται πάνω ἀπὸ τὸ ὑγρό, ἐνῶ στὸ πρῶτο δοχεῖο διασκορπίζονται στὴν ἀτμόσφαιρα. Ἡ συσσώρευση αὐτὴ τῶν ἀτμῶν δυσκολεύει τὴν ἐξάτμιση τοῦ ὑγροῦ καὶ γι' αὐτὸ τὴν κάνει βραδύτερη.

Ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως μεγαλώνει, ὅταν ὁ ἀέρας ἀνανεώνεται πάνω ἀπ' τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.

● Γι' αὐτὸ τὸ λόγο σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία ὁ ἀέρας ἢ τὸ ἀέριο ποὺ βρίσκεται πάνω ἀπ' τὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲ μπορεῖ νὰ συγκρατήσει ἀπεριόριστη ποσότητα ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν τὸ ὑγρὸ δὲν ἐξατμίζεται πλέον, οἱ ἀτμοί του ἔχουν **κορεστεῖ** καὶ λέγονται **κορεσμένοι ἀτμοί.**

Βρίσκεται ὅτι στοὺς 0°C 1 m^3 ἀέρας δὲ μπορεῖ νὰ συγκρατήσει παραπάνω ἀπὸ 4,8 g ὑδρατμούς, στοὺς 20°C, 17,3 g καὶ στοὺς 40°C, 49 g.

Παρατηροῦμε ἀκόμη, ὅτι, ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι πολὺ ὑγρός, τὰ ἀσπρόρουχα δὲ στεγνώνουν, γιατὶ ὁ ἀέρας ἔχει κορεστεῖ ἀπὸ ὑδρατμούς. Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία ἀνεβεῖ, ἡ ἐξάτμιση ξαναρχίζει. Ἀντίθετα ἂν ἡ θερμοκρασία κατεβεῖ, τότε ἕνα μέρος ἀπ' τοὺς ὑδρατμοὺς τῆς ἀτμόσφαιρας ὑγροποιεῖται, ὁ **ἀτμὸς συμπυκνώνεται.**

Ἡ ὁμίχλη, οἱ βροχές, ἡ δρόσος, τὸ χιόνι, τὰ σταγονίδια τοῦ νεροῦ ποὺ σχηματίζονται στὴν ἐπιφάνεια τῆς φιάλης, ὅταν τὴ βγάλουμε ἀπὸ τὸ ψυγεῖο κτλ., ὀφείλονται στὴ συμπύκνωση τῶν ἀτμῶν τῆς ἀτμόσφαιρας.

Συμπέρασμα. *Σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία, ὁ ἀέρας ἢ τὸ ἀέριο ποὺ βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ πτητικοῦ, δὲ μπορεῖ νὰ συγκρατήσει στὴ μονάδα τοῦ ὄγκου του παρὰ ὁρισμένη μόνο ποσότητα ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὑγροῦ. Παθαίνει κορεσμό, ἡ ἐξάτμιση παύει, ἐνῶ ἐξακολουθεῖ νὰ μένει μιὰ ποσότητα ὑγροῦ.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἐξάτμιση εἶναι ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ. Ἡ ἐξάτμιση αὐτὴ εἶναι ἀργὴ καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ φύση τοῦ ὑγροῦ.

2. Ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, αὐξάνεται μὲ τὴ θερμοκρασία καὶ μὲ τὴν ἀνανέωση τοῦ ἀέρα, καὶ ἐπιταχύνεται ὅσο ἡ πίεση πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ γίνεται μικρότερη.

3. Ὁ ἀτμὸς εἶναι κορεσμένος, ὅταν ἡ ἐξάτμιση παύει, ἐνῶ ὑπάρχει ἀκόμη ὑγρὸ ποὺ δὲν ἐξατμίζεται.

Σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία ὁ ἀέρας ἢ τὸ ἀέριο, ποὺ βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲ μπορεῖ νὰ συγκρατήσει παρὰ μιὰ ὁρισμένη μόνο ποσότητα ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ.

45° ΜΑΘΗΜΑ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

1 Πίεση ἑνὸς ἀτμοῦ.

● Προσαρμόζομε στὸ ἕνα στόμιο τοῦ δοχείου (σχ. 1) μιὰ σύριγγα μὲ αἰθέρα καὶ στὸ ἄλλο ἕνα σωλήνα, τοῦ ὁποίου τὸ ἕνα ἄκρο βυθίζεται μέσα στὸν ὑδράργυρο ποὺ ἔχομε στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

● Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου μέσα στὸ σωλήνα καὶ στὸ δοχεῖο βρίσκεται στὸ ἴδιο ὕψος. *Ἡ πίεση λοιπὸν τοῦ περιορισμένου ἀέρα εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἐκείνης τῆς στιγμῆς.*

● Πιέζομε τὸ ἔμβολο τῆς σύριγγας, ὥστε νὰ πέφτει ὁ αἰθέρας κατὰ σταγόνες μέσα στὸ δοχεῖο.

Στὴν ἀρχὴ δὲν παρουσιάζεται κανένα ἴχνος ὑγροῦ, γιατὶ ὁ αἰθέρας ἐξατμίζεται πάρα πολὺ γρήγορα, ἐνῶ ὁ ὑδράργυρος ἀνεβαίνει σιγὰ σιγὰ μέσα στὸ σωλήνα.

Ὁ ἀτμὸς δηλ. τοῦ αἰθέρα ἀσκεῖ μιὰ πίεση, ἡ ὁποία προστίθεται στὴν πίεση τοῦ περιορισμένου ἀέρα. Ἡ πίεση αὐτὴ μετριέται μὲ τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου μέσα στὸ σωλήνα.

Ἂν ἐξακολουθήσουμε νὰ ρίχνουμε αἰθέρα στὴ φιάλη, ὡσότου παρουσιαστοῦν σταγόνες στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ στάθμη του, ποὺ ἐξακολουθοῦσε νὰ ἀνεβαίνει στὸ σωλήνα μόλις παρουσιαστεῖ ἡ πρώτη σταγόνα, μένει ἀμετάβλητη καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ μένει, ὅσες σταγόνες καὶ ἂν ρίξουμε στὴ φιάλη.

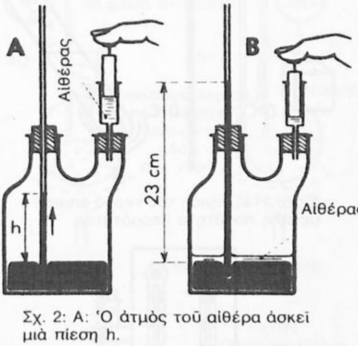
Ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ παίρνει τότε τὴ *μέγιστη τιμή* της γιὰ τὴ θερμοκρασία στὴν ὁποία γίνεται τὸ πείραμα (σχ. 2 Β) π.χ. 23 cmHg.

Συμπέρασμα. *Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν μιὰ πίεση. Ἡ πίεση αὐτὴ ἔχει τὴ μέγιστη τιμή, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι* **κορεσμένος.**

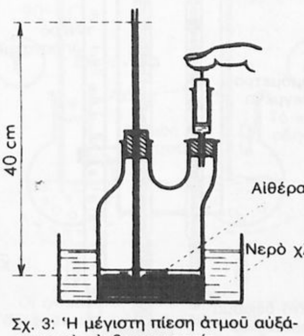
Ὅταν μέσα στὴ φιάλη ὑπάρχουν σταγόνες αἰθέρα, ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου μέσα στὸ σωλήνα μένει ἀμετάβλητη.

Ἂν ὅμως βάλουμε τὴ φιάλη μέσα σὲ χλιαρὸ νερό, ὁ ὑδράργυρος ξαναρχίζει νὰ ἀνεβαίνει στὸ σωλήνα, καὶ ὅταν ὁ ἀτμός γίνει κορεσμένος, φτάνει σὲ ἕνα νέο μέγιστο, π.χ. 40 cm (σχ. 3).

Σχ. 1.

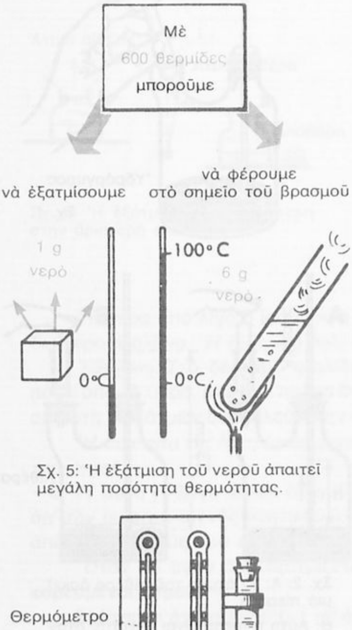


Σχ. 2: A: Ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρα ἀσκεῖ μιὰ πίεση h.
B: Αὐτὴ ἡ πίεση εἶναι μέγιστη, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κορεσμένος.

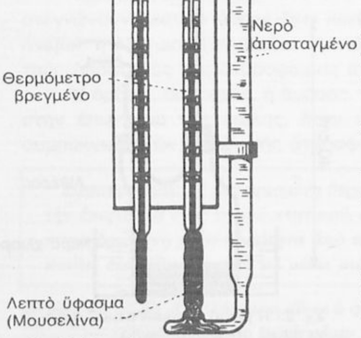


Σχ. 3: Ἡ μέγιστη πίεση ἀτμοῦ αὐξάνεται μὲ τὴ θερμοκρασία.

Σχ. 4: Ἡ ἐξάτμιση τοῦ αἰθέρα ψύχει τὸ θερμόμετρο.



Σχ. 5: Ἡ ἐξάτμιση τοῦ νεροῦ ἀπαιτεῖ μεγάλη ποσότητα θερμότητας.



Σχ. 6: Ψυχρόμετρο

Συμπέρασμα. *Ἡ μέγιστη πίεση ἑνὸς ἀτμοῦ μεγαλώνει μὲ τὴ θερμοκρασία.*

Ἡ μέγιστη πίεση τῶν ὑδρατμῶν εἶναι 4,58 mmHg στοὺς 0°C καὶ 17,53 mmHg στοὺς 20°C. Στοὺς 100°C εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρική, 76 cmHg (περίπου 1 kp/cm²), στοὺς 200°C, 1.165 cmHg (15 Kp/cm²) καὶ στοὺς 250°C, 3.100 cmHg (40 Kp/cm²).

Εὔκολα καταλαβαίνομε γιατὶ ὁ «ὑπέρθερμος» ἀτμὸς χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν κίνηση τῶν ἀτμομηχανῶν.

2 Ψύχος παραγόμενο κατὰ τὴν ἐξάτμιση.

● Τυλίγομε τὸ δοχεῖο ἑνὸς θερμομέτρου μὲ λίγο μπαμπάκι βρεγμένο μὲ αἰθέρα. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμομετρικὴ στήλη κατεβαίνει πολὺ γρήγορα καὶ μπορεῖ νὰ φτάσει καὶ στοὺς —10°C, ἂν ἐπιταχύνουμε τὴν ἐξάτμιση (φυσώντας τὸν γύρω τοῦ δοχείου ἀέρα) (σχ. 4).

Συμπέρασμα. *Γιὰ νὰ ἐξατμιστεῖ ὁ αἰθέρας, ἀπορροφᾶ θερμότητα ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ τὰ σώματα μὲ τὰ ὁποῖα ἔρχεται σὲ ἐπαφή.*

Παρατήρηση. Τὶς ζεστὲς μέρες τοῦ καλοκαιριοῦ βρέχομε τὶς αὐλές, γιὰ νὰ δροσιστοῦμε.

Γιὰ νὰ διατηρήσουμε δροσερὸ ἕνα ποτό, τυλίγομε τὸ δοχεῖο μὲ ἕνα βρεγμένο ὕφασμα.

Ἡ ἐξάτμιση ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ μέσα στὶς σωληνώσεις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ψυγείου δημιουργεῖ τὴν ψύξη.

Τὰ πορώδη πήλινα δοχεῖα κάνουν κρύο τὸ νερὸ τὸ καλοκαίρι, γιατὶ ἀπ' τοὺς πόρους αὐτοὺς ἱδρώνουν καὶ μὲ τὴν ἐξάτμιση τοῦ ἱδρώτα ψύχεται τὸ νερὸ τοῦ δοχείου.

Ὅταν εἴμαστε ἱδρωμένοι, πρέπει νὰ ἀποφεύγουμε τὰ ρεύματα. Γιατί;

Γιὰ νὰ ἐξατμιστεῖ 1 g νερό, πρέπει νὰ ἀπορροφήσει 600 cal περίπου στὴ συνηθισμένη θερμοκρασία καὶ 539 cal στοὺς 100°C (σχ. 5).

3 Ὑγρασία τοῦ ἀέρα.

● Ἀφοῦ ἡ ἐξάτμιση ἑνὸς ὑγροῦ δημιουργεῖ μιὰ ψύξη, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσουμε αὐτὴ τὴν ἰδιότητα, γιὰ νὰ ὑπολογίσουμε τὸ βαθμὸ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρα.

Παίρνομε δυὸ θερμόμετρα καὶ τὸ δοχεῖο τοῦ ἑνὸς τὸ τυλίγομε μὲ ἕνα βρεγμένο ὕφασμα (σχ. 6).

Ἂν ὁ ἀέρας εἶναι κορεσμένος ἀπὸ ὑδρατμούς, τότε καὶ τὰ δυὸ θερμόμετρα θὰ δείχνουν τὴν ἴδια θερμοκρασία, γιατὶ δὲν γίνεται ἐξάτμιση.

Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τότε τοῦ ἀέρα εἶναι 100.

Ἂν ὁ ἀέρας εἶναι τελείως ξερός, ἡ ἐξάτμιση θὰ εἶναι μέγιστη καὶ τὰ δυὸ θερμόμετρα θὰ δείξουν δυὸ θερμοκρασίες *πολὺ διαφορετικές· ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρα εἶναι 0.*

Ἕνα τέτοιο ὄργανο λέγεται ψυχρόμετρο (σχ. 6).

Ἡ ποσότητα τῶν ὑδρατμῶν τοὺς ὁποίους περιέχει ὁ ἀέρας καθορίζεται ἀπὸ ἕναν πίνακα ποὺ συνοδεύει τὸ ὄργανο.

Σημείωση. Γιὰ νὰ μετρήσουμε τὸ βαθμὸ ὑγρασίας τοῦ ἀέρα, χρησιμοποιοῦμε ἐπίσης καὶ τὸ ὑγρόμετρο.

Τὸ κύριο μέρος αὐτοῦ τοῦ ὀργάνου εἶναι μιὰ δέσμη ἀπὸ τρίχες, πού, ἀνάλογα μὲ τὴν ποσότητα τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμόσφαιρας, ἐπιμηκύνεται περισσότερο ἢ λιγότερο.

Ἕνα ἄλλο ὄργανο ἐπίσης εἶναι καὶ τὸ ὑγροσκόπιο.

Σ' αὐτὸ ὑπάρχει μιὰ οὐσία ποὺ ἀλλάζει χρῶμα ἀνάλογα μὲ τὴν ὑγρασία τοῦ ἀέρα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν μιὰ πίεση. Ἡ πίεση αὐτὴ εἶναι μέγιστη, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κορεσμένος.

Ἡ μέγιστη πίεση ἑνὸς ἀτμοῦ μεγαλώνει μὲ τὴ θερμοκρασία.

2. Ἡ ἐξάτμιση ἑνὸς ὑγροῦ ἀπορροφᾶ θερμότητα.

3. Τὸ ψυχρόμετρο μᾶς δίνει τὴ δυνατότητα νὰ μετρήσουμε τὴ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρα.

46° καὶ 47° ΜΑΘΗΜΑ

ΒΡΑΣΜΟΣ

1 Παρατηρήσεις στὸ φαινόμενο τοῦ βρασμοῦ. Πείραμα.

Θερμαίνομε δυὸ σφαιρικὲς φιάλες Α καὶ Β, στὶς ὁποῖες ἔχομε βάλει νερὸ καὶ ἀπὸ ἕνα θερμόμετρο (στὴ Β ἔχομε ρίξει καὶ πριονίδια). Παρατηροῦμε ὅτι:

α) Ἀπὸ 18°C ὡς 30°C ὑγραίνονται ἐξωτερικά, γιατὶ ἐπάνω τους συμπυκνώνονται οἱ ὑδρατμοί, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἀπ' τὴν καύση τοῦ οἰνοπνεύματος ἢ τοῦ φωταερίου. Ἡ ὑγρασία αὐτὴ ἐξαφανίζεται πολὺ γρήγορα.

β) Ἀπ' τοὺς 40°C ὡς 50°C ἐμφανίζονται φυσαλίδες στὰ ἐσωτερικά τους τοιχώματα, οἱ ὁποῖες φεύγουν, φτάνουν στὴν ἐπιφάνεια καὶ σπάζουν.

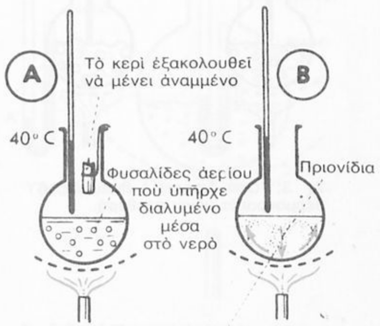
Μέσα στὸ νερὸ εἶναι διαλυμένα διάφορα ἀέρια καὶ κυρίως ὀξυγόνο καὶ ἄζωτο. Τὰ ἀέρια αὐτά, ἐπειδὴ ἡ διαλυτότητά τους λιγοστεύει, ὅσο αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ, δὲ μποροῦν νὰ μείνουν μέσα σ' αὐτὸ καὶ ξεφεύγουν μὲ τὴ μορφὴ τῶν φυσαλίδων.

Ἂν βάλουμε ἕνα ἀναμμένο κερὶ μέσα στὴ φιάλη, θὰ ἐξακολουθεῖ νὰ καίει. Γιατί; (σχ. 1).

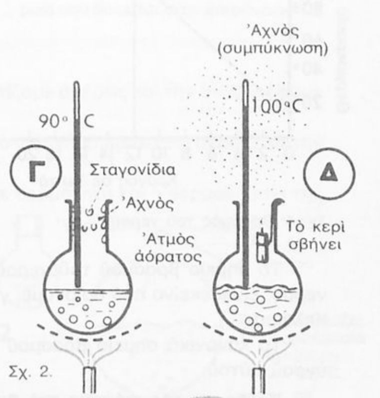
Ἂν παρατηρήσουμε τὰ πριονίδια ποὺ ἔχομε βάλει στὴ δεύτερη φιάλη, θὰ δοῦμε ὅτι βρίσκονται σὲ συνεχῆ κίνηση. Ἀπὸ τὸν πυθμένα τῆς φιάλης ἀνεβαίνουν στὴν ἐπιφάνεια καὶ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια ξαναγυρίζουν στὸν πυθμένα.

Ἐξήγηση. Τὸ νερὸ θερμαίνεται στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, διαστέλλεται καί, ἐπειδὴ ἡ πυκνότητά του μικραίνει, ἔρχεται στὴν ἐπιφάνεια. Τὴ θέση του τὴν παίρνει τὸ νερὸ τῆς ἐπιφάνειας ποὺ εἶναι ψυχρότερο, καὶ γι' αὐτὸ πυκνότερο.

Τὰ πριονίδια, ἐπειδὴ παρασύρονται ἀπὸ τὸ νερό, μᾶς βοηθοῦν νὰ παρακολουθήσουμε αὐτὰ τὰ ρεύματα.



Σχ. 1. Ρεύματα μεταφορᾶς



Σχ. 2.

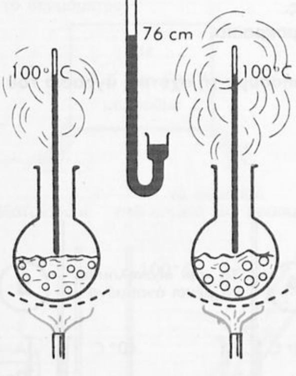
Οἱ φυσαλίδες τοῦ ἀτμοῦ δὲ φτάνουν στὴν ἐπιφάνεια. Βρασμὸς

Τὸ νερό, ἂν καὶ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητας, ἐξαιτίας αὐτῶν τῶν ρευμάτων, ποὺ λέγονται **ρεύματα μεταφορᾶς**, θερμαίνεται σ' ὅλη τὴ μάζα του.

γ) Ἀπὸ τοὺς 50°C ὡς τοὺς 70°C βλέπομε νὰ ὑγραίνονται ἐσωτερικὰ ὁ λαιμὸς καὶ τὸ ἐπάνω μέρος τῆς φιάλης Γ καὶ στὸ τέλος νὰ σχηματίζονται μικρὲς σταγόνες νεροῦ. (σχ. 2). Γιατί;

δ) Στοὺς 90°C ἐμφανίζονται στὸν πυθμένα τοῦ δοχείου φυσαλίδες, ποὺ ἀνεβαίνουν πρὸς τὰ ἐπάνω καὶ πρὶν φτάσουν στὴν ἐπιφάνεια, ἐξαφανίζονται. Ὅσο ἀνεβαίνουν, ὁ ὄγκος τους μικραίνει, καὶ συγχρόνως ἀκούγεται ἕνας χαρακτηριστικὸς ἦχος.

Οἱ φυσαλίδες αὐτὲς τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζονται στὸ πιὸ θερμὸ μέρος τοῦ νεροῦ (στὸν πυθμένα). Ὅταν ὅμως πλησιάζουν τὴν ἐπιφάνεια, ὁ ἀτμὸς συμπυκνώνεται, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ εἶναι χαμηλότερη, καὶ οἱ φυσαλίδες ἐξαφανίζονται.



Σχ. 3: Ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία μένει σταθερή.

ε) Οἱ φυσαλίδες γίνονται πολυαριθμότερες καὶ φτάνουν τώρα στὴν ἐπιφάνεια, ἡ ὁποία βρίσκεται σὲ ἀναταραχή. Τὸ θερμόμετρο δείχνει τότε 100°C. **Τὸ νερὸ βράζει.** 1 cm περίπου πάνω ἀπ' τὸ στόμιο τῆς φιάλης Δ βλέπομε μιὰν ὁμίχλη· κι' ἂν βάλουμε μέσα στὴ φιάλη ἕνα ἀναμμένο κερί, σβήνει ἀμέσως (σχ. 2).

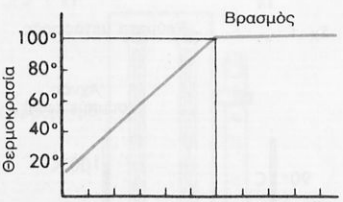
Ἡ φιάλη εἶναι γεμάτη μὲ ἀτμὸ ποὺ ἔδιωξε τὸν ἀέρα. Ὁ ἀτμὸς αὐτὸς εἶναι ἕνα ἄχρωμο καὶ διαφανὲς ἀέριο, ποὺ δὲν μποροῦμε νὰ τὸ δοῦμε. Ὅταν ὅμως βγαίνει ἔξω ἀπ' τὴ φιάλη, συμπυκνώνεται σὲ μικρὰ σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν τὴν ὁμίχλη ποὺ βλέπομε.

> *Βρασμὸς εἶναι ἡ ἐξαερίωση ἑνὸς ὑγροῦ μὲ τὴ μορφὴ φυσαλίδων, οἱ ὁποῖες σχηματίζονται μέσα στὸ ἴδιο τὸ ὑγρό.*

2 Σημεῖο βρασμοῦ.

● Ἂν συνεχίσουμε νὰ θερμαίνουμε τὴ φιάλη, τὸ θερμόμετρο ἐξακολουθεῖ νὰ δείχνει τὴν ἴδια θερμοκρασία, 100°C. καὶ ἂν δυναμώσουμε τὴ φλόγα, ὁ βρασμὸς θὰ γίνει ζωηρότερος, ἡ θερμοκρασία ὅμως μένει ἡ ἴδια.

● Ὅσο διαρκεῖ τὸ πείραμα, ἡ πίεση στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ δὲ μεταβάλλεται καὶ εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ποὺ δείχνει τὸ βαρόμετρο, π.χ. 76 cmHg.



Σχ. 4: Βρασμὸς τοῦ νεροῦ

> **Πρῶτος νόμος.** *Μὲ σταθερὴ πίεση ὁ βρασμὸς ἑνὸς ὑγροῦ ἀρχίζει πάντα στὴν ἴδια θερμοκρασία. Ἡ θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητη, ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμός, καὶ λέγεται σημεῖο βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ.*

Τὸ σημεῖο βρασμοῦ τοῦ νεροῦ σὲ πίεση 76 cmHg ἢ **κανονικὸ σημεῖο** βρασμοῦ τοῦ νεροῦ, εἶναι ἐκεῖνο ποὺ παίρνομε, γιὰ νὰ σημειώσουμε τὸ 100° στὴ θερμομετρικὴ κλίμακα Κελσίου.

Τὸ κανονικὸ σημεῖο βρασμοῦ ἑνὸς καθαροῦ ὑγροῦ εἶναι μιὰ φυσικὴ σταθερὴ τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

3 Ἐπίδραση τῆς πιέσεως στὸ βρασμό.

Παρατήρηση. Ὅταν θερμαίνουμε τὸ γάλα καὶ ἡ θερμοκρασία του φτάσει σὲ ἕναν ὁρισμένο βαθμό, τὸ γάλα βράζει ἀπότομα καὶ χύνεται.

Κανονικὸ σημεῖο βρασμοῦ μερικῶν καθαρῶν σωμάτων σὲ πίεση 76 cmHg			
Ὑδρογόνο	—252°	Αἰθέρας	35°
Ἄζωτο	—195°	Οἰνόπνευμα	78°
Ὀξυγόνο	—183°	Βενζίνα	90°
Διοξείδιο τοῦ θείου	— 10°	Ὑδράργυρος	357°
		Θεῖο	444°

Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ στὴν ἀρχὴ σχηματίζεται στὴν ἐπιφάνειά του μιὰ κρούστα, ἡ ὁποία ἐμποδίζει νὰ βγοῦν ἀτμοὶ στὴν ἐπιφάνεια.

Ὅσο ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ εἶναι μικρότερη ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴ (ἀτμοσφαιρική), ποὺ ἐνεργεῖ πάνω στὴν κρούστα, ὁ ἀτμὸς δὲ μπορεῖ νὰ τὴν ἀνασηκώσει.

Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία φτάσει στὸ σημεῖο ποὺ ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ γίνει ἴση μὲ τὴν ἐξωτερική, τότε ὁ ἀτμὸς ἀνασηκώνει ἀπότομα τὴν κρούστα καὶ ξεφεύγει παρασύροντας μαζὶ καὶ τὸ γάλα.

Ἔτσι καὶ τὸ νερὸ ἀρχίζει νὰ βράζει τὴ στιγμὴ ποὺ ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ του γίνεται ἴση μὲ τὴν πίεση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω στὴν ἐπιφάνειά του.

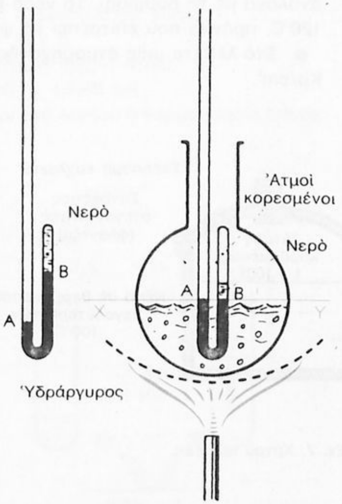
● **Πείραμα.** Παίρνομε ἕνα σωλήνα σὲ σχῆμα U, ὁ ὁποῖος στὸ μικρὸ καὶ κλειστὸ σκέλος του περιέχει ὑδράργυρο καὶ νερό, καὶ τὸν βάζομε μέσα στὸ νερὸ μιᾶς φιάλης (σχ. 5).

Ἂν θερμάνουμε τὴ φιάλη, ὡσότου ἀρχίσει νὰ βράζει τὸ νερό, παρατηροῦμε ὅτι ἡ στάθμη Α καὶ Β τοῦ ὑδραργύρου στὸ σωλήνα βρίσκεται στὸ ἴδιο ὁριζόντιο ἐπίπεδο.

Ἡ πίεση λοιπὸν ἡ ὁποία ἀσκεῖται ἀπ' τοὺς ἀτμοὺς τοῦ νεροῦ (στὸ Β) εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση (ποὺ ἀσκεῖται στὸ Α).

Τὸ νερὸ ποὺ εἶναι κλεισμένο στὸ μικρὸ σκέλος τοῦ σωλήνα ἔχει τὴ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ, καὶ οἱ ἀτμοί του ἔχουν τὴ μέγιστη πίεση.

Ἡ μέγιστη πίεση λοιπὸν τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ στὴ θερμοκρασία τῶν 100°C εἶναι 76 cmHg.



Σχ. 5: Στὴ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεση τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ στὸ σκέλος Β εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴ ποὺ ἀσκεῖται στὴν ἐπιφάνεια Α.

Δεύτερος νόμος: *Τὸ σημεῖο βρασμοῦ ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία στὴν ὁποία ἡ μέγιστη πίεση τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση μὲ τὴν πίεση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω στὸ ὑγρό.*

4 Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

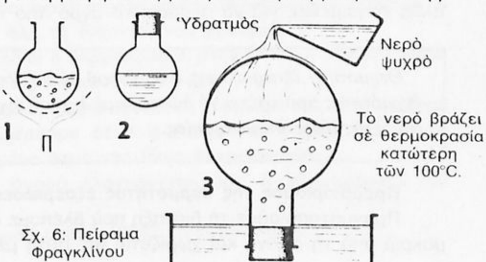
● Ἀπομακρύνομε τὴ φιάλη ἀπὸ τὴ φλόγα, τὴν πωματίζομε ἀμέσως καὶ τὴν ἀναστρέφομε μὲ τὸ στόμιο πρὸς τὰ κάτω (σχ. 6).

● Ἂν βρέξουμε τώρα τὴ φιάλη, παρατηροῦμε ὅτι τὸ νερὸ ποὺ βρίσκεται μέσα σ' αὐτὴν ἀρχίζει πάλι νὰ βράζει.

Τὸ νερὸ ποὺ χύσαμε πάνω στὴ φιάλη ἀπορρόφησε θερμότητα καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης κατέβηκε.

Ἕνα μέρος τοῦ ἀτμοῦ συμπυκνώθηκε καὶ ἡ ἐσωτερικὴ πίεση ἔγινε μικρότερη. Γι' αὐτὸ καὶ τὸ νερὸ τώρα βράζει σὲ μικρότερη θερμοκρασία.

Συμπέρασμα. *Σὲ κάθε ἐλάττωση τῆς πιέσεως ἑνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖο βρασμοῦ του κατεβαίνει.*



Σχ. 6: Πείραμα Φραγκλίνου

Ἐφαρμογή. Γιὰ νὰ συμπυκνώσουμε τὸ γάλα, τὸ βράζομε στὴ θερμοκρασία τῶν 60°C μέσα σὲ λέβητες, ὅπου ἔχομε ἐλαττώσει τὴν πίεση. Γιατί;

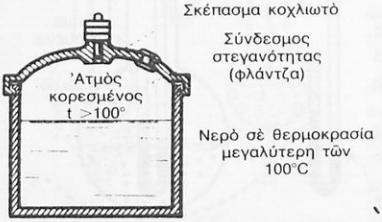
Τὴν ἴδια μέθοδο ἐφαρμόζομε καὶ στὴ βιομηχανία τῆς ζάχαρης, γιὰ νὰ συμπυκνώσουμε τὸ χυμὸ τῶν παντζαριῶν.

5 Ἡ χύτρα πιέσεως (σχ. 7).

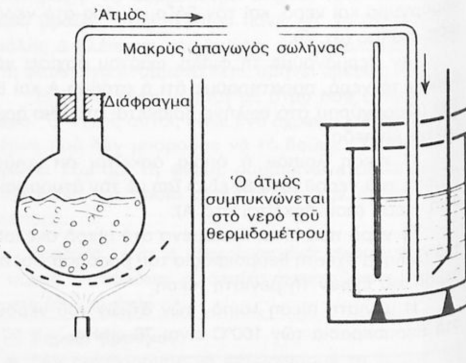
● Τὸ νερὸ ποὺ θερμαίνομε μέσα στὴν κλειστὴ χύτρα δὲν μπορεῖ νὰ βράσει, γιατὶ πάντα ἡ πίεση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω στὴν ἐπιφάνειά του εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μέγιστη πίεση τῶν ἀτμῶν του (μέγιστη πίεση ἀτμῶν + πίεση κλεισμένου ἀέρα).

Μιὰ βαλβίδα ἀνοίγει, ὅταν ἡ πίεση φτάσει σ' ἕνα ὁρισμένο σημεῖο (1,5 ὡς 2 Kp/cm^2 ἀνάλογα μὲ τὴ ρύθμιση). Τὸ νερὸ ἔχει τότε θερμοκρασία ποὺ μπορεῖ νὰ φτάσει ὡς τοὺς 120°C, πράγμα ποὺ ἐπιτρέπει νὰ ψηθοῦν γρήγορα τὰ φαγητά.

● Στὸ λέβητα μιᾶς ἀτμομηχανῆς ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ εἶναι 250°C καὶ ἡ πίεση 40 Kp/cm^2.



Σχ. 7. Χύτρα πιέσεως.



Σχ. 8: Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας ἐξαεριώσεως τοῦ νεροῦ στοὺς 100°C.

Συμπέρασμα. *Σὲ κάθε αὔξηση τῆς πιέσεως ἑνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖο βρασμοῦ του ἀνεβαίνει.*

6 Θερμότητα βρασμοῦ. Ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ δὲν μεταβάλλεται, ἂν ὅμως διακόψουμε τὴ θέρμανση, σταματᾶ καὶ ὁ βρασμός. Γιὰ νὰ συνεχίζεται ὁ βρασμός, πρέπει νὰ προσφέρουμε διαρκῶς θερμότητα στὸ ὑγρό.

Ἡ θερμότητα ὅμως ποὺ ἀπορροφᾶ τώρα τὸ ὑγρὸ δὲν ἀνυψώνει τὴ θερμοκρασία του, ἀλλὰ χρησιμεύει, γιὰ νὰ περάσει τὸ ὑγρὸ ἀπὸ τὴν ὑγρὴ κατάσταση στὴν ἀεριώδη.

Θερμότητα ἐξαεριώσεως ἑνὸς ὑγροῦ σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ δώσουμε σὲ 1 g τοῦ ὑγροῦ, γιὰ νὰ μετασχηματιστεῖ σὲ κορεσμένο ἀτμὸ τῆς ἴδιας θερμοκρασίας.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητας ἐξαεριώσεως τοῦ νεροῦ.

Πραγματοποιοῦμε τὴ διάταξη ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 8. Τὸ θερμιδόμετρο βρίσκεται μακριὰ ἀπὸ τὴ φλόγα καὶ χωρίζεται ἀπ' αὐτὴ μὲ ἕνα διάφραγμα ἀπὸ ἀμίαντο.

Τὸ θερμιδόμετρο περιέχει 500 g νερό.
Τὸ ἰσοδύναμό του σὲ νερὸ εἶναι 20 g.
Ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ: t_1 = 16,5°C.
Μάζα θερμιδομέτρου κτλ. 636,5 g.

- Θερμαίνομε τὸ νερὸ τῆς φιάλης ὡς τὸ βρασμὸ καὶ ἀφήνομε λίγα λεπτὰ ἐλεύθερο τὸν ἀτμὸ νὰ ξεφεύγει ἀπὸ τὸ στόμιο τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλήνα.
- Βάζομε τὸν ἀπαγωγὸ σωλήνα μέσα στὸ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου. Ὁ ἀτμὸς συμπυκνώνεται μέσα σ' αὐτὸ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ ἀνεβαίνει.
- Μετὰ ἀπὸ λίγα λεπτὰ ἀποσύρομε τὸ σωλήνα καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ: t_2 = 37,4°C.

Ζυγίζομε κατόπιν τὸ θερμιδόμετρο: 654,7 g.

Ἡ μάζα τοῦ ἀτμοῦ ποὺ συμπυκνώθηκε μέσα στὸ θερμιδόμετρο εἶναι:

$$m = 654,7 \text{ g} - 636,5 \text{ g} = 18,2 \text{ g}$$

Τὸ νερὸ καὶ τὸ θερμιδόμετρο ἀπορρόφησαν μιὰ ποσότητα θερμότητας:

$$Q \text{ cal} = 520 \text{ cal/°C } (37,4 - 16,5)\text{°C} = 10868 \text{ cal}$$

Τὸ νερὸ ποὺ προῆλθε ἀπ' τὴ συμπύκνωση τοῦ ἀτμοῦ καὶ τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία ἔπεσε ἀπὸ 100°C σὲ 37,4°C ἔδωσε:

$$Q_1 \text{ cal} = 18,2 \text{ cal°C } (100 - 37,4)\text{°C} = 1135 \text{ cal}$$

Γιὰ νὰ περάσουν λοιπόν, στὴ θερμοκρασία τῶν 100°C, ἀπὸ τὴν ἀεριώδη κατάσταση στὴν ὑγρὴ 18,2 g ἀτμοῦ, παραχωροῦν:

$$10865 \text{ cal} - 1135 \text{ cal} = 9733 \text{ cal}$$

καὶ ἑπομένως 1 g ἀτμοῦ παραχωρεῖ:

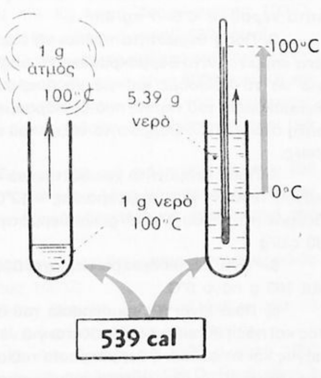
$$\frac{9733 \text{ cal}}{18,2 \text{ g}} = 535 \text{ cal/g}$$

Ἀντίθετα, γιὰ νὰ μεταχηματιστεῖ σὲ ἀτμὸ στοὺς 100°C 1 g νερὸ 100°C, ἀπορροφᾶ 535 cal.

Ἡ θερμότητα ἐξαεριώσεως τοῦ νεροῦ στοὺς 100°C εἶναι 535 cal/g. Κατὰ τὸ πείραμα αὐτὸ δὲ μποροῦμε νὰ ἔχουμε ἀπόλυτη ἀκρίβεια.

Ἀπὸ ἀκριβεῖς μετρήσεις βρίσκουμε ὅτι ἡ **θερμότητα ἐξαεριώσεως τοῦ νεροῦ στοὺς 100°C εἶναι 539 cal/g.**

Μόνο τὸ νερὸ ἀπὸ ὅλα τὰ ὑγρὰ ἔχει τὴν πιὸ μεγάλη θερμότητα ἐξαεριώσεως.



Σχ. 9. Ἡ θερμότητα ἐξατμίσεως τοῦ νεροῦ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Θερμότητα ἐξατμίσεως μερικῶν ὑγρῶν:	
Οἰνόπνευμα στοὺς 78°C: 216 cal/g	Αἰθέρας στοὺς 35°C: 90 cal/g
Βενζίνα στοὺς 80°C: 94 cal/g	Διοξείδιο τοῦ θείου στοὺς —10°C: 95 cal/g

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Βρασμὸς εἶναι ἡ ἐξαερίωση ἑνὸς ὑγροῦ μὲ μορφὴ φυσαλίδων ἀτμοῦ, οἱ ὁποῖες σχηματίζονται μέσα στὴ μάζα τοῦ ὑγροῦ.

2. Σὲ κανονικὴ πίεση ὁ βρασμὸς ἑνὸς ὑγροῦ ἀρχίζει πάντα στὴν ἴδια θερμοκρασία. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοῦ μένει ἡ ἴδια σ' ὅλη τὴ διάρκεια τοῦ βρασμοῦ.

3. Τὸ σημεῖο βρασμοῦ ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, στὴν ὁποία ἡ μέγιστη πίεση τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση μὲ τὴν πίεση ποὺ ἐνεργεῖ πάνω στὸ ὑγρό.

4. Θερμότητα ἐξαεριώσεως ἑνὸς ὑγροῦ, σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία, εἶναι τὸ ποσὸ τῆς θερμότητας ποὺ πρέπει νὰ προσφέρουμε σὲ 1 g αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, γιὰ νὰ τὸ μετατρέψουμε ὁλοκληρωτικὰ σὲ κορεσμένο ἀτμὸ τῆς ἴδιας θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότητα ἐξαεριώσεως ἑνὸς ὑγροῦ ἐλαττώνεται, ὅσο ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει.

Ἡ θερμότητα ἐξαεριώσεως τοῦ νεροῦ στοὺς 100°C εἶναι 539 cal/g.

Σειρὰ 11: Μεταβολὲς καταστάσεως:

Ι. Τήξη.

1. Σὲ 0°C ἡ πυκνότητα τοῦ πάγου εἶναι 0,92 Kg/dm^3 καὶ τοῦ νεροῦ 1 Kg/dm^3. Πόσον ὄγκο θὰ ἔχει ὁ πάγος ποὺ προέρχεται ἀπὸ στερεοποίηση 50 ℓ νεροῦ;

2. Οἱ «κολόνες» τοῦ πάγου ποὺ πουλιοῦνται στὸ ἐμπόριο ἔχουν σχῆμα ὀρθογώνιο παραλληλεπίπεδο μὲ τὶς ἑξῆς διαστάσεις: μῆκος 98 cm καὶ τομὴ 16 cm × 28 cm.

Νὰ ὑπολογιστοῦν:

α) Ὁ ὄγκος τῆς «κολόνας» τοῦ πάγου.

β) Ἡ μάζα της, ἂν ἡ πυκνότητα τοῦ πάγου εἶναι 0,92 kg/dm^3 σὲ 0°C.

γ) Ὁ ὄγκος τοῦ νεροῦ ποὺ χρειάζεται, γιὰ νὰ κατασκευαστοῦν 125 τέτοιες «κολόνες». Πυκνότητα νεροῦ σὲ 0°C: 1 kg/dm^3.

3. Πόση θερμότητα πρέπει νὰ δώσουμε σὲ ἕνα κομμάτι πάγο θερμοκρασίας 0°C μάζας 175 g, γιὰ νὰ τὸ λιώσουμε καὶ γιὰ νὰ ἀνεβάσουμε τὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ, ποὺ θὰ πάρουμε ἀπὸ τὴν τήξη στοὺς 10°C; Θερμότητα τήξης τοῦ πάγου 80 cal/g.

4. Πόση θερμότητα χρειάζεται, γιὰ νὰ λιώσει πάγος 1200 Kg καὶ θερμοκρασίας —12°C; Εἰδικὴ θερμότητα πάγου 0,5 cal/g, καὶ θερμότητα τήξης 80 cal/g.

5. Ἕνα θερμιδόμετρο περιέχει 300 g νερὸ καὶ 100 g πάγο 0°C.

α) Ποιὰ εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ συστήματος καὶ πόση θερμότητα χρειάζεται γιὰ νὰ λιώσει ὁ πάγος καὶ νὰ φτάσει ἡ θερμοκρασία τοῦ συστήματος στοὺς 10°C; (Θερμότητα τήξης τοῦ πάγου 80 cal/g).

β) Ἂν ἡ παραπάνω θερμότητα παρέχεται ἀπὸ μιὰ ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση, ἡ ὁποία δίνει 60 cal τὸ δευτερόλεπτο, πόση ὥρα διαρκεῖ τὸ πείραμα;

6. Τὸ χειμώνα ἕνας δρόμος σκεπάζεται μὲ στρῶμα πάγου 0°C πάχους 2 mm.

Πόσο ὕψος νεροῦ βροχῆς, θερμοκρασίας 8°C, πρέπει νὰ πέσει σὲ κάθε 1 m^2 ἐπιφάνειας, γιὰ νὰ λιώσει ὁ πάγος; Θερμότητα τήξης τοῦ πάγου 80 cal/g, πυκνότητα πάγου 0,92 Kg/dm^3. Ὑποθέτομε ὅτι ὁ ἀέρας καὶ τὸ ἔδαφος δὲν παίρνουν μέρος στὶς θερμικὲς ἀνταλλαγές.

7. Πόση θερμότητα χρειάζεται:

α) Γιὰ νὰ ὑψώσουμε τὴ θερμοκρασία 150 ℓ νεροῦ ἀπὸ 12°C σὲ 34°C;

β) Γιὰ νὰ λιώσουν 10 Kg πάγου 0°C;

γ) Γιὰ νὰ λιώσουν 10 Kg πάγου θερμοκρασίας -10°C καὶ νὰ φτάσει ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ τῆς τήξης τοῦ πάγου στοὺς 100°C; (Εἰδ. θερμ. πάγου 0,5 cal/g°C, θερμότ. τήξ. πάγου 80 cal/g).

8. Σὲ 300 g νερὸ 40°C ρίχνομε ἕνα κομμάτι πάγο 0°C ποὺ ζυγίζει 60 g.

α) Πόση θερμότητα ἀπορροφᾶ ὁ πάγος, γιὰ νὰ λιώσει;

β) Ποιά εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ;

9. Ἕνα θερμιδόμετρο ἀπὸ ὀρείχαλκο ποὺ ζυγίζει 250 g περιέχει 100 g νερὸ καὶ βρίσκεται σὲ θερμοκρασία 40°C.

α) Ποιό εἶναι τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου, ἂν ἡ εἰδικὴ θερμότητα τοῦ ὀρείχαλκου εἶναι 0,1 cal/g°C;

β) Βάζομε στὸ θερμιδόμετρο 20 g πάγο 0°C. Ποιά εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου;

10. Σὲ 1500 g νερὸ 10°C βάζομε ἕνα κομμάτι χαλκὸ 200 g μὲ θερμοκρασία 100°C, καὶ προσθέτομε πάγο 0°C.

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ μάζα τοῦ πάγου ποὺ χρειάζεται, γιὰ νὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία 0°C, μόλις λιώσει ἐντελῶς ὁ πάγος.

β) Ἂν ἡ μάζα τοῦ πάγου εἶναι 500 g, ποιά θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ πόση ἡ μάζα τοῦ πάγου ποὺ θὰ μείνει; Εἰδ. θερμότ. χαλκοῦ 0,095 cal/g°C.

11. Ἕνα θερμιδόμετρο περιέχει 400 g νερὸ θερμοκρασίας °C. Προσθέτομε διαδοχικὰ 20 g πάγο 0°C καὶ 200 g νερὸ 50°C, ὁπότε, σὲ λίγη ὥρα, τὸ ὄργανο περιέχει μόνο νερὸ 20°C. Νὰ ὑπολογιστοῦν:

α) Ἡ θερμότητα ποὺ ἀπορρόφησε ὁ πάγος, γιὰ νὰ γίνει νερὸ 20°C.

β) Ἡ θερμότητα ποὺ ἔδωσαν τὰ 200 g τοῦ νεροῦ.

γ) Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῶν 400 g τοῦ νεροῦ.

(Ἡ θερμότητα ποὺ ἀπορροφᾶ τὸ θερμιδόμετρο δὲν ὑπολογίζεται).

12. Σὲ ἕνα θερμιδόμετρο μὲ 400 g νερὸ θερμοκρασίας 36°C βάζομε ἕνα κομμάτι πάγο 67 g θερμοκρασίας 0° C ποὺ λιώνει. Ὅταν ἐξαφανίζεται ὁ πάγος, ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ εἶναι 19,5°C. Ποιά εἶναι ἡ θερμότητα τήξης τοῦ πάγου; (Χωρὶς νὰ ὑπολογίσουμε τὸ ἰσοδύναμο σὲ νερὸ τοῦ θερμιδομέτρου).

13. Ἕνα θερμιδόμετρο ἀπὸ ὀρείχαλκο ζυγίζει 200 g καὶ περιέχει 300 g νερὸ θερμοκρασίας 20°C. Βάζομε μέσα σ' αὐτὸ 100 g πάγο 0°C καί, ὅταν ἀποκατασταθεῖ ἡ θερμικὴ ἰσορροπία, τὸ θερμιδόμετρο περιέχει νερὸ καὶ 20 g πάγο.

α) Ποιά εἶναι τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

β) Ποιά εἶναι ἡ θερμότητα τήξης τοῦ πάγου σὲ θερμίδες κατὰ γραμμάριο; (Εἰδικὴ θερμότητα ὀρείχαλκου: 0,1 cal/g°C).

II. Ἐξάτμιση. Κορεσμένοι ἀτμοί.

14. Στὴ φιάλη ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα 2 τοῦ 45 μαθήματος βάζομε αἰθέρα, καὶ ὁ ὑδράργυρος ἀνεβαίνει σὲ ὕψος 20,4 cm στὸ σωλήνα. Πόση εἶναι ἡ πίεση τοῦ αἰθέρα (p/cm^2); Εἰδικὸ βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^3.

15. Σὲ ἕνα σωλήνα Τορικέλλι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου βρίσκεται σὲ ὕψος 70 cm. Εἰσάγομε μιὰ σταγόνα αἰθέρα στὸ βαρομετρικὸ θάλαμο καὶ τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης γίνεται 41 cm.

α) Πόση εἶναι ἡ πίεση τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρα στὸ σωλήνα;

β) Ἂν στὴ θερμοκρασία τοῦ πειράματος ἡ μέγιστη πίεση τοῦ ἀτμοῦ εἶναι 571,2 p/cm^2, εἶναι κορεσμένος ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρα ποὺ ἔχομε ἢ ὄχι;

16. Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ οἱ μεταβολὲς τῆς μέγιστης πιέσεως τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρα σύμφωνα μὲ τὶς ἀκόλουθες ἐνδείξεις:

Θερμοκρασία:	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Πίεση σὲ cmHg:	31	44	64	92	128	173

Στὸν ἄξονα τῶν τετμημένων θὰ πάρουμε 1 cm ≙ 10°C καὶ στὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων 1 cm ≙ 20 cmHg.

17. Οἱ μεταβολὲς τῆς μέγιστης πιέσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ γιὰ θερμοκρασίες μεγαλύτερες ἀπὸ 100°C δίνονται ἀπὸ τὸν ἀκόλουθο πίνακα:

Θερμοκρασία:	100°C	120°C	150°C	180°C	200°C	225°C
Πίεση Kp/cm^2	1	2	5	10	16	25

Νὰ παρασταθοῦν γραφικὰ αὐτὲς οἱ μεταβολές. Στὸν ἄξονα τῶν τετμημένων 1 cm ≙ 20°C καὶ στὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων 1 cm ≙ 2 Kp/cm^2. (Οἱ πιέσεις Kp/cm^2 εἶναι στρογγυλεμένες).

III. Βρασμός.

18. Κοντὰ στοὺς 100°C ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ νεροῦ πέφτει κατὰ 0,1°C, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ πίεση ἐλαττώνεται κατὰ 2,7 mmHg.

Ποιά εἶναι ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ νεροῦ, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 73,2 cmHg; (Ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 100°C ὑπὸ πίεση 760 mmHg).

19. Βράζομε νερό, τὴν ἴδια ὥρα, στοὺς πρόποδες ἑνὸς βουνοῦ, ὅπου ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι 76 cmHg καὶ ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ 100°C, καὶ στὴν κορυφή του, ὅπου ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 97°C. Γνωρίζομε ὅτι κοντὰ στοὺς 100°C ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ νεροῦ πέφτει κατὰ 0,10°C, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση ἐλαττώνεται κατὰ 2,7 mmHg.

α) Νὰ προσδιοριστεῖ σὲ mmHg τὸ βαρομετρικὸ ὕψος στὴν κορυφὴ τοῦ βουνοῦ.

β) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ὑψομετρικὴ διαφορά, σὲ μέτρα, ἀνάμεσα στοὺς πρόποδες καὶ στὴν κορυφὴ τοῦ βουνοῦ.

Εἰδικὸ βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^2, μέσο εἰδικὸ βάρος ἀέρα: 1,2 p/ℓ

20. α) Πόση θερμότητα χρειάζεται, γιὰ νὰ ἐξαεριωθεῖ 1,5 Kg νερὸ θερμοκρασίας 100°C; (Θερμότητα ἐξαεριώσεως νεροῦ 539 cal/g).

β) Ἂν ἡ θερμότητα καύσης τοῦ ἀνθρακίτη, ποὺ θὰ χρησιμοποιήσουμε, εἶναι 8000 Kcal/Kg καὶ ἐκμεταλλευόμαστε μόνο τὸ 1/4 τῆς θερμότητας ποὺ παρέχεται, πόσον ἀνθρακίτη πρέπει νὰ κάψουμε;

21. Θερμαίνομε μιὰ φιάλη ποὺ περιέχει 300 g νερὸ 20°C μὲ μιὰ φλόγα ποὺ παρέχει 4000 cal ὠφέλιμη ποσότητα θερμότητας κάθε λεπτὸ τῆς ὥρας.

α) Σὲ πόση ὥρα ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ θὰ φτάσει τοὺς 100°C;

β) Πόση ὥρα θὰ χρειαστεῖ ἀκόμα, γιὰ νὰ ἐξαεριωθεῖ ἡ μισὴ ποσότητα τοῦ νεροῦ;

22. Σὲ ἕνα δοχεῖο μὲ 1600 g νερὸ 10°C διοχετεύομε 50 g ὑδρατμὸ 100°C. Ποιὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ συστήματος; Ἡ θερμότητα ἐξαεριώσεως (ἢ ὑγροποιήσεως) τοῦ νεροῦ εἶναι 539 cal/g.

23. Πόση μάζα ἀτμοῦ 100°C πρέπει νὰ συμπυκνωθεῖ σὲ μιὰ μπανιέρα μὲ 100 ℓ νερὸ 17°C, γιὰ νὰ ἔχουμε τελικὸ μείγμα 37°C;

Γνωρίζομε ὅτι 1 g ὑδρατμὸς 100°C, ὅταν γίνεται νερὸ τῆς ἴδιας θερμοκρασίας, ἀποβάλλει 539 cal. (Τὴ θερμότητα ποὺ ἀπορροφᾶ ἡ μπανιέρα δὲν τὴν ὑπολογίζομε).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

'Εξώφυλλο ΡΕΝΑΣ ΜΑΛΑΜΑ

ΕΚΔΟΣΗ ΙΑ΄, 1978 (VII) – ΑΝΤΙΤΥΠΑ 150.000 – ΣΥΜΒΑΣΗ 3052/25-5-78

ΕΚΤΥΠΩΣΗ – ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: Ι. ΠΕΠΠΑΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

ΟΕ
ΔΒ