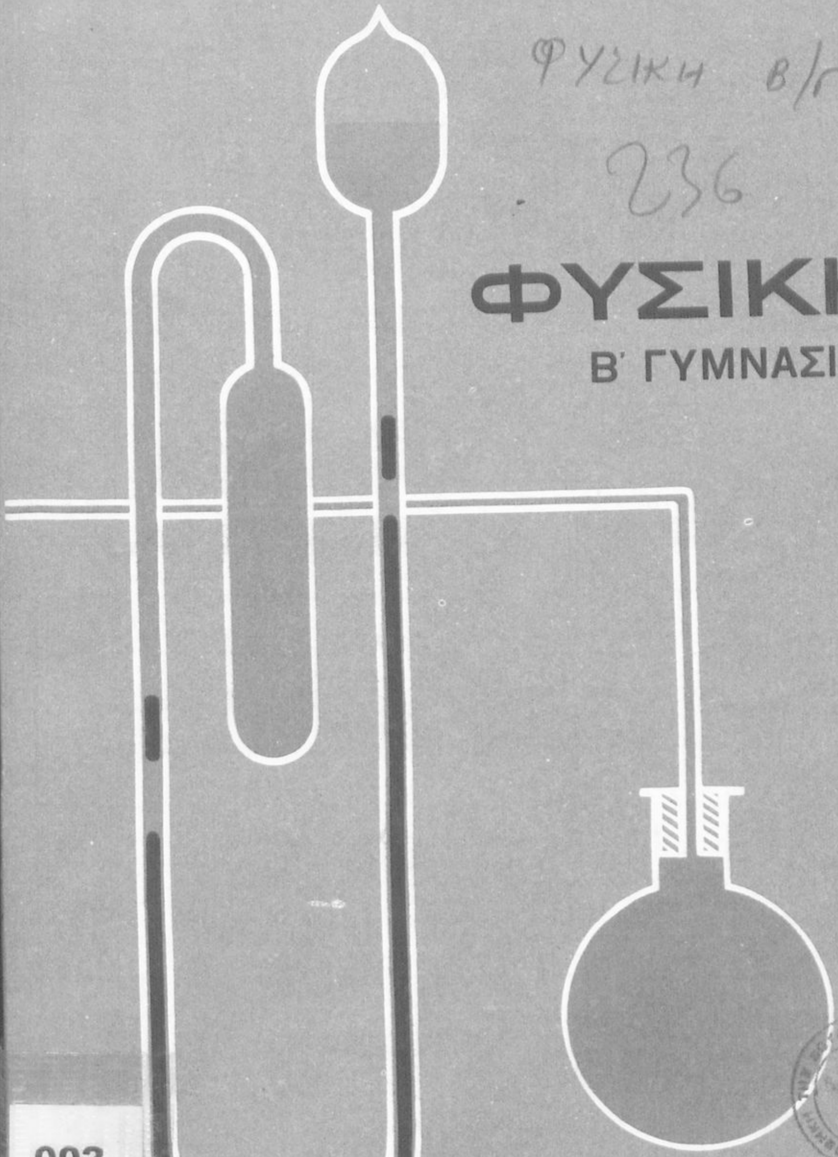
Φυσικη β/Γ

236

ΦΥΣΙΚΗ

Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1974

ΦΥΣΙΚΗ

ΔΩΡΕΑΝ

Μετάφρασις: Ὑπὸ Γεωργίου Ἀνδρεάδη

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

ΦΥΣΙΚΗ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΚΕ[illegible]

ΤΟ[illegible] [illegible]ΝΩΝ

[illegible]ΜΟΡΕΑ[illegible]

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΘΗΝΑΙ 1974

ΦΥΣΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Ἡ Φυσικὴ εἶναι μία ἀπὸ τὰς ἀρχαιοτέρας ἐπιστήμας τοῦ κόσμου. Ὁ Ἀριστοτέλης (384-322 π.Χ.) ἐχρησιμοποίησε διὰ πρώτην φορὰν τὸν ὅρον Φυσική. Ὁ ὅρος Φυσική, καθὼς καὶ ἡ λέξις δεικνύει, σημαίνει σπουδὴν τῆς Φύσεως.

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

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

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

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

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

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

Ἓν φυσικὸν μέγεθος δύναται πάντοτε νὰ μετρηθῇ. Μέτρησις ἑνὸς φυσικοῦ μεγέθους εἶναι ἡ σύγκρισίς του πρὸς ἓν ὁμοειδὲς μέγεθος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα. Διὰ κάθε φυσικὸν μέγεθος ἔχει ὁρισθῇ καὶ μία μονὰς μετρήσεως. Αἱ μονάδες αὗται εἶναι αὐθαίρετοι καὶ διὰ τοῦτο εἰς τὰ διάφορα κράτη διὰ τὸ αὐτὸ μέγεθος ὑπῆρχον ἄλλοτε καὶ ἰδιαίτεραι μονάδες. Τοῦτο ὅμως προεκάλει μεγάλας δυσκολίας εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς καὶ εἰς τοὺς τύπους, διότι ἡ Φυσικὴ εἶναι μία παγκόσμιος ἐπιστήμη καὶ ἔπρεπε τὰ σύμβολα καὶ αἱ μονάδες νὰ εἶναι διεθνεῖς. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἐπροτάθησαν τὰ συστήματα μονάδων.

Σημειώσεις σχετικαὶ μὲ τὸ σύστημα μονάδων.

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

Τὸ σύνολον αὐτὸ περιλαμβάνει :

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

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

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

Τὸ μέτρον εἶναι ἡ ἀπόστασις εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 0^{0} C μεταξὺ δύο γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι εἶναι χαραγμέναι εἰς ἕνα πρότυπον κανόνα, κατεσκευασμένον ἀπὸ ἰρίδιον καὶ λευκόχρυσον, ὁ ὁποῖος φυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σεβρῶν (Γαλλία).

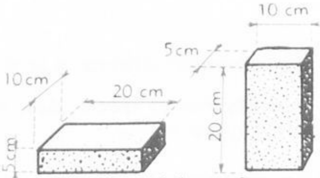
Τὸ χιλιόγραμμον εἶναι ἡ μᾶζα ἑνὸς προτύπου κυλίνδρου ἀπὸ ἰρίδιον καὶ λευκόχρυσον, ὁ ὁποῖος φυλάσσεται εἰς τὸ αὐτὸ Διεθνὲς Γραφεῖον.

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

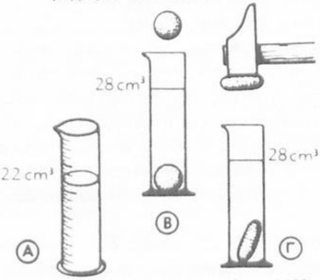
Ἀναλόγως πρὸς τὰς θεμελιώδεις μονάδας, τὰς ὁποίας θὰ ὁρίσωμεν, δημιουργοῦμεν καὶ διάφορα συστήματα. Τὰ κυριώτερα ἐκτὸς τοῦ C.G.S. εἶναι :

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

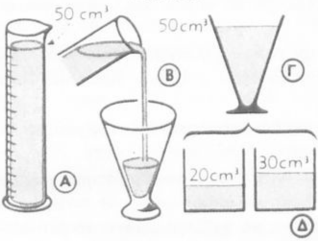
Τὸ σύστημα M.K.S.A. μὲ θεμελιώδεις μονάδας τὸ **μέτρον,** τὸ **χιλιόγραμμον,** τὸ **δευτερόλεπτον** καὶ τὸ **Ἀμπέρ.** Τὸ σύστημα τοῦτο καλεῖται καὶ **σύστημα** *Giorgi*, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ καθηγητοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ ἐπρότεινε.



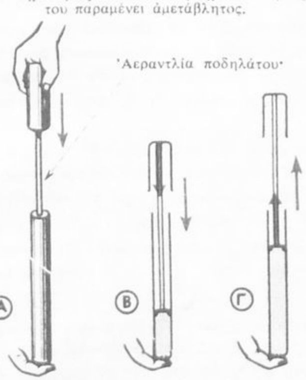
Σχ. 1. Τὸ σχῆμα καὶ ὁ ὄγκος τοῦ μαρμάρου εἶναι ἀμετάβλητα.



Σχ. 2. Τὸ σχῆμα τῆς σφαίρας ἐκ μολύβδου μεταβάλλεται, ἐὰν κτυπήσωμεν αὐτὴν διὰ σφυρίου. Ὁ ὄγκος της ὅμως παραμένει ἀμετάβλητος.



Σχ. 3. Τὸ ὕδωρ ρέει καὶ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχεται· ὁ ὄγκος του παραμένει ἀμετάβλητος.



Σχ. 4. τὸ στόμιον κλειστόν. 'Αεραντλία ποδηλάτου' — Ὁ ἀὴρ εἶναι συμπιεστός. — Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐκτατός.

1ον ΜΑΘΗΜΑ: Φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.

ΣΤΕΡΕΑ - ΥΓΡΑ - ΑΕΡΙΑ

1 *Παρατήρησις.* **Ἐὰν λάβωμεν τεμάχιον μαρμάρου (σχ. 1), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σχῆμα καὶ αἱ διαστάσεις του δὲν μεταβάλλονται, ὅπως καὶ ἐὰν τοποθετήσωμεν αὐτό. Ὁ ὄγκος του καὶ τὸ σχῆμά του εἶναι ἀμετάβλητα.**

Τὸ μάρμαρον εἶναι ἓν στερεὸν σῶμα.

● Λαμβάνομεν σφαῖραν ἐκ μολύβδου καὶ εὑρίσκομεν τὸν ὄγκον της μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ *ὀγκομετρικοῦ κυλίνδρου* (σχ. 2). Ἐὰν κτυπήσωμεν τὴν σφαῖραν διὰ σφυρίου ἢ τὴν θραύσωμεν, θὰ μεταβληθῇ βεβαίως τὸ σχῆμά της, ἀλλὰ ὁ ὄγκος της θὰ παραμείνῃ ὁ αὐτός.

Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ κάμψωμεν μίαν μεταλλικὴν ράβδον, νὰ θραύσωμεν τὸ μάρμαρον, νὰ τήξωμεν ἓν φύλλον κασσιτέρου, νὰ διαλύσωμεν σάκχαριν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ καὶ νὰ ἐπιμηκύνωμεν μεταλλικὸν ἔλασμα διὰ θερμάνσεώς του. Ἓν στερεὸν σῶμα δὲν μεταβάλλει σχῆμα παρὰ διὰ μιᾶς *ἀναλόγου προσπαθείας* ἢ διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος ἢ διὰ διαλύσεώς του.

> **Συμπέρασμα:** *Ἕκαστον στερεὸν σῶμα ἔχει ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ ὄγκον ἀμετάβλητον.*

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

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

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν δοχείων ἄνευ ἰδιαιτέρας προσπαθείας, *ἐνῷ ὁ ὄγκος του παραμένει ὁ αὐτός.*

> **Συμπέρασμα:** *Ἓν ὑγρὸν δὲν ἔχει ἰδικόν του σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχεται, ὁ δὲ ὄγκος του παραμένει ἀμετάβλητος.*

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

Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ἀφοῦ ὅμως κλείσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου μας τὸ στόμιον, παρατηροῦμεν ὅτι πρέπει νὰ καταβάλλωμεν συνεχῶς μεγαλυτέραν δύναμιν, ὅσον περισσότερον ὠθοῦμεν τὸ ἔμβολον πρὸς τὰ μέσα, ὅσον δηλ. μικρότερος γίνεται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος (σχ. 4Α καὶ Β) ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀεραντλίας.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ περιορίσωμεν τὸν ὄγκον μιᾶς ποσότητος ἀέρος. *Ὁ ἀὴρ εἶναι συμπιεστός.*

● Ἐὰν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τὸ ἔμβολον, θὰ μετακινηθῇ μὲ ὁρμὴν πρὸς τὰ ἔξω καὶ ὁ ἀὴρ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου θὰ λάβῃ τὸν ἀρχικὸν ὄγκον του : *Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐλαστικὸς* (σχ. 4Γ).

● Ἐὰν ἀνοίξωμεν ἓν φιαλίδιον περιέχον αἰθέρα, θὰ διαπιστώσωμεν ἀπὸ τὴν ὀσμὴν ὅτι ἓν ἀέριον, δηλ. ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος, ἔχει διαχυθῆ εἰς ὅλην τὴν αἴθουσαν.

Ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος εἶναι ἐκτατός. Τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 5 δεικνύει ὅτι ὁ ἀὴρ εἶναι *ἐκτατός.*

Σχ. 5. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐκτατός.

> **Συμπέρασμα:** *Τὰ διάφορα ἀέρια (ἀήρ, ὀξυγόνον, ἄζωτον, ἀμμωνία, διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος κ.τ.λ.) δὲν ἔχουν ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ ὄγκον· εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατά.*

4 Ἐξήγησις τῶν ἰδιοτήτων τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

● Ἐὰν γεμίσωμεν ἓν ποτήριον μὲ λεπτὴν ἄμμον καὶ τὴν μεταγγίσωμεν εἰς ἓν ἄλλο ποτήριον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἄμμος *ῥέει.* Ἀπὸ ὡρισμένην ἀπόστασιν μάλιστα δὲν διακρίνομεν τοὺς κόκκους καὶ ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι ρέει ἓν ὑγρόν. Ἡ ἄμμος ἀποτελεῖται ἀπὸ πλῆθος μικρῶν κόκκων, οἱ ὁποῖοι δύνανται νὰ ὀλισθαίνουν ὁ εἷς ἐπὶ τοῦ ἄλλου.

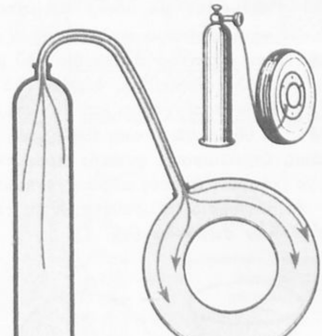
● Τὸ ὕδωρ, ὅπως καὶ ὅλα τὰ ὑγρά, ἀποτελεῖται ἐπίσης ἀπὸ παρόμοια μικρὰ *σωματίδια,* τὰ ὁποῖα ὅμως εἶναι τόσον πολὺ μικρὰ (αἱ διαστάσεις των εἶναι τῆς τάξεως τοῦ 0,0001 τοῦ χιλιοστομέτρου), ὥστε καὶ μὲ τὸ ἰσχυρότερον μικροσκόπιον δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ τὰ διακρίνωμεν.

Τὰ σωματίδια αὐτὰ εἶναι τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν οἱ κόκκοι τῆς ἄμμου ἑνωθοῦν μεταξύ των, θὰ ἀποτελέσουν ἕνα ψαμμίτην (ἀμμόλιθον), *ἓν στερεόν.*

● Καὶ τὰ μόρια ὅμως ἑνὸς στερεοῦ δὲν εἶναι σταθερῶς ἡνωμένα τὸ ἓν μὲ τὸ ἄλλο, ἀλλὰ πάλλονται ταχύτατα πέριξ μιᾶς μέσης θέσεως, χωρὶς καὶ νὰ ἠμποροῦν νὰ ἀπομακρυνθοῦν ἀπὸ αὐτήν, διότι ἕλκονται μεταξύ των διὰ δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **δυνάμεις συνοχῆς.**

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



Σχ. 6. Τὰ ἀέρια λαμβάνουν τὸ σχῆμα καὶ τὸν ὄγκον τῶν δοχείων, εἰς τὰ ὁποῖα περιέχονται.

● Εἰς τὰ ὑγρὰ αἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι μικρότεραι, διότι τὰ μόριά των ἀπέχουν περισσότερον τὸ ἓν ἀπὸ τὸ ἄλλο, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μετατοπίζωνται μὲ μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν.

● Εἰς τὰ ἀέρια διὰ τὸν ἴδιον λόγον αἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι πολὺ μικρότεραι καὶ συνεπῶς τὰ μόριά των μετατοπίζονται μὲ ἀκόμη μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν. Τοιουτοτρόπως ἐξηγεῖται διατί τὰ ἀέρια εἶναι ἐκτατά.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ ὑλικὰ σώματα παρουσιάζονται εἰς τρεῖς καταστάσεις : τὴν στερεάν, τὴν ὑγρὰν καὶ τὴν ἀέριον.

2. Τὰ στερεὰ ἔχουν ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.

3. Τὰ ὑγρὰ ἔχουν ἐπίσης σταθερὸν ὄγκον, λαμβάνουν ὅμως τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχονται.

4. Τὰ ἀέρια καταλαμβάνουν ὅλον τὸν διαθέσιμον χῶρον, χωρὶς νὰ ἔχουν ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.

Τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατά.

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

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

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν μετατοπίζονται μὲ μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν. Τὰ μόρια τῶν ἀερίων μετατοπίζονται μὲ ἀκόμη μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν καὶ εἰς ὁλόκληρον τὸν χῶρον τοῦ δοχείου των.

2ον ΜΑΘΗΜΑ: Τὰ ἑτερογενῆ μείγματα.

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟΝ ΥΔΩΡ

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

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

● Αἱ ἤπειροι διασχίζονται ἀπὸ πολυαρίθμους ποταμούς. Τὸ ὕδωρ ῥέει εἰς τὰς πλαγιὰς τῶν ὀρέων ὑπὸ μορφὴν χειμάρρων καὶ καταρρακτῶν. Πηγαὶ ἀναβλύζουν ἀπὸ τὴν γῆν.

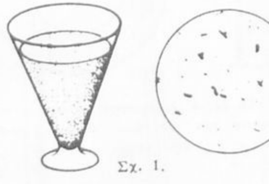
● Εἶναι ὅμοια αὐτὰ τὰ ὕδατα ; Βεβαίως ὄχι. Τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν εἶναι ἁλμυρόν, τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν εἶναι καθαρόν, τὸ ὕδωρ τῶν τελμάτων εἶναι θολόν.

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

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

Πόθεν προέρχονται καὶ τί εἶναι αὐτὰ τὰ σωματίδια ;

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



Σχ. 1.

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

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

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

● Τὰ διάφορα σωματίδια, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν αὐτὸ τὸ μεῖγμα, διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ μας καὶ τῇ βοηθείᾳ φακοῦ ἢ μικροσκοπίου. Τὸ μεῖγμα αὐτὸ εἶναι *ἑτερογενές*.

● Ἄλλα ἑτερογενῆ μείγματα : κόνις κιμωλίας μετὰ σακχάρεως, καφὲς μετὰ σακχάρεως κλπ.

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

Σχ. 2. Τὰ αἰωρούμενα σωματίδια καθιζάνουν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Σχ. 3. Τὸ ὕδωρ περιέχει ἀκόμη σωματίδια αἰωρούμενα.

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

● *Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον μετηγγίσαμεν*, δὲν εἶναι καθαρόν, διότι διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ παρατηροῦμεν ἀκόμη αἰωρούμενα σωματίδια, πολὺ ὀλιγώτερα ὅμως ἀπὸ ὅσα παρετηρήσαμεν προηγουμένως.

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

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

● *Διηθοῦμεν* (φιλτράρομεν) τὸ ὑγρὸν διὰ μέσου πορώδους σώματος, τοῦ ὁποίου οἱ πόροι νὰ εἶναι πολὺ μικροί, διὰ νὰ ἐμποδίζουν τὴν διάβασιν τῶν αἰωρουμένων σωματιδίων.

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν *διηθητικὸν χάρτην*, ὁ ὁποῖος ὁμοιάζει μὲ στυπόχαρτον.

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

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

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

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

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

Σχ. 4. Διήθησις

Σχ. 5. Τομὴ διυλιστηρίου (δεξαμενῆς διηθήσεως).

Σχ. 6. Διηθητικὴ συσκευὴ Chamberland.

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

Συμπέρασμα : *Διὰ τῆς μεταγγίσεως, δηλ. διὰ τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὸ ἵζημα, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται, καὶ ἐν συνεχείᾳ διὰ τῆς διηθήσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν ἓν πορῶδες σῶμα συγκρατεῖ τὰ αἰωρούμενα σωματίδια, ἐπιτυγχάνομεν ὕδωρ τελείως διαυγές.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ ὕδατα, τὰ ὁποῖα εἶναι διεσκορπισμένα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (ὠκεανοί, πηγαί, ὕδατα βροχῆς κλπ.) διαφέρουν μεταξύ των.

2. Τὰ περισσότερα εἶναι ἑτερογενῆ μείγματα, τὰ ὁποῖα περιέχουν στερεὰς ὕλας ἐν αἰωρήσει.

3. Διὰ τῆς μεταγγίσεως δυνάμεθα νὰ διαχωρίσωμεν τὸ ὑγρὸν ἀπὸ τὰ στερεὰ σώματα, τὰ ὁποῖα καθιζάνουν.

4. Διὰ τῆς διηθήσεως ἐπιτυγχάνομεν ὕδωρ διαυγές, ἀπηλλαγμένον ἀπὸ κάθε αἰωρουμένην οὐσίαν.

5. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον καταναλίσκεται εἰς τὰς πόλεις ὡς πόσιμον, εἶναι συνήθως ὕδωρ ποταμοῦ, διηθημένον εἰς δεξαμενάς, καλουμένας δεξαμενὰς διηθήσεως.

Τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν διηθεῖται φυσικῶς, ὅταν διαπερᾷ στρώματα ἄμμου.

3ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ : Ἓν καθαρὸν σῶμα.

ΤΟ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΟΝ ΥΔΩΡ

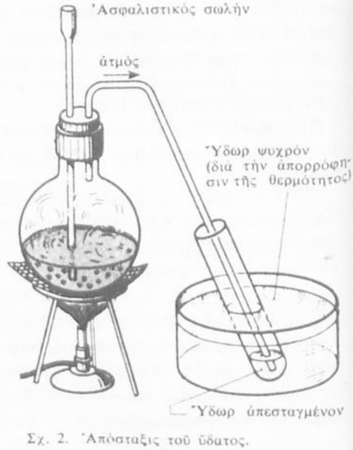
1 Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι καθαρόν.

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

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν τώρα τὴν λεκάνην, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶναι τελείως διαφανής. Περιέχει ἓν ὑπόλευκον ἵζημα (σχ. 1).

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

Σχ. 1



Σχ. 2. Ἀπόσταξις τοῦ ὕδατος.

2 Ἀπόσταξις.

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

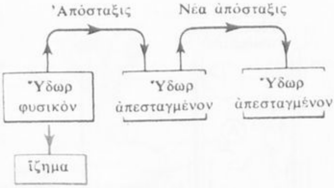
Τὸ ὕδωρ τοῦτο εἶναι **ἀπεσταγμένον.**

● Θερμαίνομεν τὴν σφαιρικὴν φιάλην μέχρι πλήρους ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος. Παραμένει τότε ἓν ἵζημα, ἀνάλογον πρὸς ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τῶν βραστήρων, καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ διαλελυμένα εἰς τὸ ὕδωρ ὑλικά, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν ἅλατα.

● Ἐὰν διηθήσωμεν τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, κανὲν ἵζημα δὲν παραμένει εἰς τὸ διηθητικὸν μέσον (φίλτρον).

● Ρίπτομεν ὀλίγον ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἰς ἀβαθῆ ὑαλίνην λεκάνην, τὸ θερμαίνομεν καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται χωρὶς νὰ ἀφίνῃ ἵζημα.

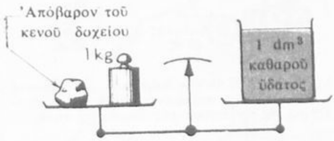
Συμπέρασμα: *Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι τελείως καθαρόν. Διὰ τῆς διηθήσεως ἢ διὰ τῆς ἀποστάξεως δὲν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἀπὸ αὐτὸ παρὰ μόνον ὕδωρ (σχ. 3).*



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

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

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



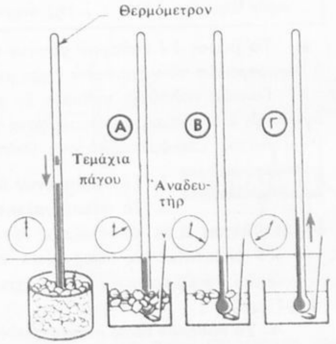
Σχ. 4. 1 dm³ καθαροῦ ὕδατος ζυγίζει 1 Kg.

Συμπέρασμα: *Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν 4° C εἶναι μία φυσικὴ σταθερὰ (1).*

4 Μεταβολαὶ Φυσικῶν καταστάσεων.

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

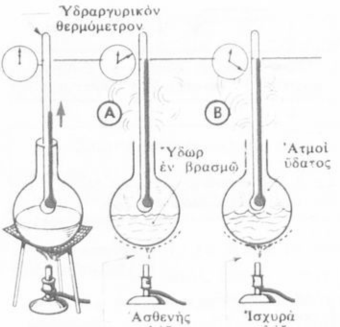
● Εἰς ποτήριον, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν ρίψει τεμάχια πάγου, θέτομεν ἓν ἀβαθμολόγητον θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατέρχεται καὶ μετ' ὀλίγα λεπτὰ σταθεροποιεῖται (σχ. 5). Σημειώνομεν τὴν θέσιν της δι' ἑνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν περιτυλίξει εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ θερμομέτρου.



Σχ. 5. Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ παραμένει σταθερά. Μόλις τακῆ ὅλος ὁ πάγος, ἡ στάθμη ἀνέρχεται.

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

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



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

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

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

Ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται.

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

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

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

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

Συμπέρασμα : *Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ τοῦ καθαροῦ ὕδατος, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτμοῦ του παραμένει ἀμετάβλητος. Αὐτὴ ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ δεύτερον σταθερὸν σημεῖον (100° C) τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος Celsius.*

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

Γενικῶς καλοῦμεν **καθαρὸν ἓν σῶμα,** ὅταν αἱ ἰδιότητές του (τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου εἰς ἕνα τόπον, ἡ θερμοκρασία τήξεως καὶ βρασμοῦ) εἶναι σταθεραί.

Αὐτὰς τὰς ἀμεταβλήτους ἰδιότητας καλοῦμεν **φυσικὰς σταθεράς.**

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι ἀναγκαστικῶς καθαρὸν ὕδωρ.

2. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ προέρχεται ἀπὸ συμπύκνωσιν ὑδρατμῶν. Ἀπὸ αὐτὸ διὰ διηθήσεως ἢ δι' ἀποστάξεως δὲν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν παρὰ μόνον ὕδωρ.

Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι καθαρὸν ὕδωρ.

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

4. Τὸ καθαρὸν ὕδωρ στερεοποιεῖται εἰς σταθερὰν θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία καθωρίσθη ὡς 0°C. Ἐπίσης βράζει εἰς μίαν σταθερὰν θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία καθωρίσθη ὡς 100°C.

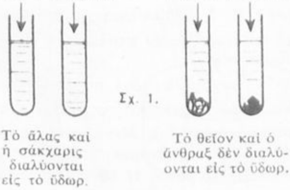
5. Ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, τοιουτοτρόπως καὶ κάθε καθαρὸν σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὰς φυσικάς σταθεράς του.

4ον ΜΑΘΗΜΑ: Τὸ ὕδωρ σχηματίζει μὲ πολλὰ σώματα ὁμογενῆ μείγματα.

ΔΙΑΛΥΤΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

1 Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύῃ στερεὰς οὐσίας.

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



Σχ. 1.

Τὸ ἅλας καὶ ἡ σάκχαρις διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

Τὸ θεῖον καὶ ὁ ἄνθραξ δὲν διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

ἀφανίζεται καὶ τὸ ὕδωρ παραμένει διαυγές, χωρὶς ὁρατὰ ἴχνη ἅλατος.

Ἐπραγματοποιήσαμεν μίαν **διάλυσιν** ἅλατος εἰς τὸ ὕδωρ.

● Ἐὰν θέσωμεν μίαν σταγόνα ἀπὸ αὐτὸ τὸ ὕδωρ ἐπὶ τῆς γλώσσης μας, θὰ διαπιστώσωμεν διὰ τῆς γεύσεως τὴν παρουσίαν τοῦ ἅλατος.

● Διηθοῦμεν αὐτὴν τὴν διάλυσιν καὶ δοκιμάζομεν πάλιν τὸ ὑγρόν, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν: *Εἶναι ἁλμυρόν* (σχ. 2).

● Τὸ ἅλας διῆλθε μετὰ τοῦ ὕδατος, ἂν καὶ ὁ διηθητικὸς χάρτης συγκρατεῖ τὰς στερεὰς οὐσίας.

Τὸ ἅλας ἐσχημάτισε μετὰ τοῦ ὕδατος ἓν μεῖγμα, τοῦ ὁποίου δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ συστατικά.

Τὸ μεῖγμα αὐτὸ εἶναι **ὁμογενές**.

> **Συμπέρασμα**: *Τὸ ἅλας εἶναι διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ διάλυσις τούτου εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι ἓν ὁμογενὲς μεῖγμα.*

● Εἰς σφαιρικὴν φιάλην μὲ χλιαρὸν ὕδωρ διαλύομεν ὅσον τὸ δυνατὸν περισσότερον ἅλας. Εἰς κάποιαν στιγμὴν τὸ ἅλας, τὸ ὁποῖον προσθέτομεν, δὲν διαλύεται πλέον, ἀλλὰ πίπτει εἰς τὸν πυθμένα ὡσὰν ἴζημα.

Τὸ διάλυμα αὐτὸ καλεῖται **κεκορεσμένον.**

● 100 g καθαροῦ ὕδατος εἰς τοὺς 20° C δὲν δύνανται νὰ διαλύσουν περισσότερον ἀπὸ 36 g ἅλατος.

Ἡ διαλυτότης τοῦ μαγειρικοῦ ἅλατος εἶναι 36 g εἰς τὰ 100 g καθαροῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 20° C.

2 Ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὴν διαλυτότητα ἑνὸς σώματος.

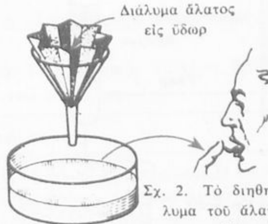
Ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης, ἡ ὁποία περιέχει 1 *l* καθαροῦ ὕδατος, διαλύομεν νιτρικὸν κάλιον, ἕως ὅτου ἐπιτύχωμεν κεκορεσμένον διάλυμα. Θερμαίνομεν τὴν φιάλην καὶ σημειοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν ποσότητα τοῦ νιτρικοῦ καλίου, τὴν ὁποίαν προσθέτομεν κάθε φοράν, διὰ νὰ παραμείνῃ τὸ διάλυμα κεκορεσμένον.

0°	20°	100°
130 g	270 g	2470 g

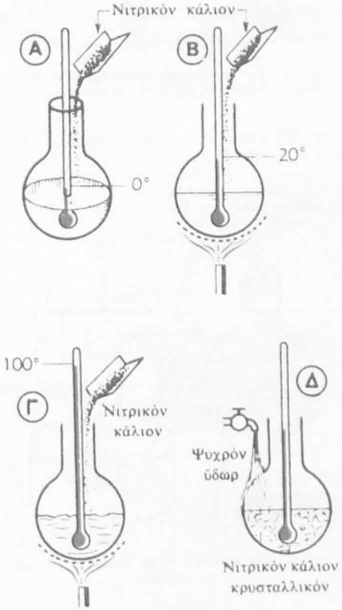
● Ἐὰν ψύξωμεν τὴν φιάλην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἀρχίζει νὰ κατακάθηται ὑπὸ μορφὴν **κρυστάλλων** ἓν μέρος τοῦ νιτρικοῦ καλίου (σχ. 3)· καὶ αὐτὸ διότι εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, ὅπως εἴδομεν, τὸ ὕδωρ θὰ συγκρατήσῃ μικροτέραν ποσότητα ἀπὸ τὴν οὐσίαν, τὴν ὁποίαν ἔχει διαλύσει.

● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, διαλύοντες αὐτὴν τὴν φορὰν μαγειρικὸν ἅλας. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεγίστη ποσότης τοῦ ἅλατος, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν, μεταβάλλεται ὀλίγον μὲ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

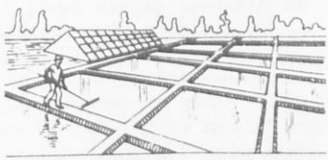
0°	20°	50°
36 g	36 g	39 g



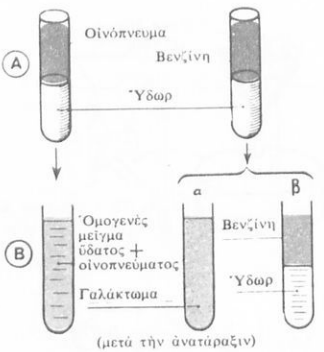
Σχ. 2. Τὸ διηθημένον διάλυμα τοῦ ἅλατος εἶναι ἁλμυρόν.



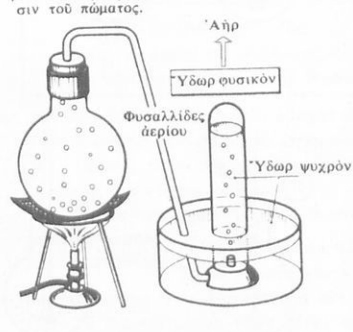
Σχ. 3. Ἡ διαλυτότης τοῦ νιτρικοῦ καλίου αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.



Σχ. 4. Μετὰ τὴν ἐξάτμισιν μέρους τοῦ ὕδατος εἰς τὰς ἁλυκάς, τὸ διάλυμα γίνεται κεκορεσμένον καὶ τὸ ἅλας κρυσταλλοῦται.
Διατί οἱ σωροὶ τοῦ ἅλατος καλύπτονται διὰ κεράμων ἢ χώματος;



Σχ. 5. Τὸ οἰνόπνευμα ἀναμειγνύεται μὲ τὸ ὕδωρ. Ἡ βενζίνη ὄχι.



Σχ. 6. Τὸ φυσικὸν ὕδωρ περιέχει διαλελυμένα ἀέρια.

Συμπέρασμα: *Ἡ διαλυτότης ὡρισμένων οὐσιῶν (νιτρικὸν κάλιον, σάκχαρις) αὐξάνει πολὺ μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἐνῷ ἡ διαλυτότης τοῦ ἅλατος ἐλάχιστα.*

3 Περιεκτικότης ἑνὸς διαλύματος.

Ρίπτομεν εἰς ἕνα ὀγκομετρικὸν κύλινδρον ὕδωρ, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν διαλύσει 15 g ἅλατος, καὶ συμπληροῦμεν διὰ καθαροῦ ὕδατος ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 100 cm^3.

Ἔχομεν τώρα ἓν διάλυμα 100 cm^3 ὕδατος καὶ ἅλατος, τὸ ὁποῖον περιέχει 15 g ἅλατος ἢ 150 g εἰς 1 *l* διαλύματος.

Ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ τοῦ διαλύματος εἶναι 150 g ἅλατος ἀνὰ λίτρον.

Ἡ περιεκτικότης τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἰς μαγειρικὸν ἅλας εἶναι πολὺ μικροτέρα: 25 g ἕως 30 g ἀνὰ λίτρον.

4 Διάλυσις ὑγρῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ρίπτομεν εἰς ἕνα δοκιμαστικὸν σωλῆνα ὕδωρ καὶ ἐν συνεχείᾳ πολὺ προσεκτικὰ *οἰνόπνευμα*. Δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ δύο ὑγρά, τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Τὸ ὕδωρ εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος.

● Ἐὰν μετακινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὰ δύο ὑγρὰ γίνονται ἓν καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαχωρίσωμεν· σχηματίζουν δηλ. ἓν **ὁμογενὲς μεῖγμα**. *Τὸ ὕδωρ διαλύει τὸ οἰνόπνευμα.*

Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ ὕδωρ καὶ βενζίνην. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βενζίνη παραμένει ἐπάνω ἀπὸ τὸ ὕδωρ, καί, ἂν ἀνακινήσωμεν τὸν σωλῆνα, λαμβάνομεν ἓν θολὸν μεῖγμα, εἰς τὸ ὁποῖον παρατηροῦμεν αἰωρουμένας τὰς σταγόνας τῆς βενζίνης (σχ. 5).

● **Τὸ ἑτερογενὲς αὐτὸ μεῖγμα** *εἶναι ἓν γαλάκτωμα.* Τὰ σταγονίδια τῆς βενζίνης μετά τι χρονικὸν διάστημα ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ τὰ δύο ὑγρὰ διαχωρίζονται.

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

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

5 Διάλυσις ἀερίων ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

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

● Τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον συνελέξαμεν εἰς τὸν δοκιμαστικὸν σωλῆνα, ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ **Ἄζωτον** καὶ **Ὀξυγόνον**. Αὐτὰ ὑπῆρχον προηγουμένως ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ δὲν ἦτο δυνατὸν νὰ τὰ παρατηρήσωμεν, διότι ἦσαν διαλελυμένα καὶ ἀπετέλουν μετὰ τοῦ ὕδατος **ὁμογενὲς μεῖγμα.** Τὰ ἀέρια αὐτὰ προέρχονται κυρίως ἀπὸ διαλελυμένον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ διαλελυμένον ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν θαλασσῶν, ἀναπνέουν καὶ διατηροῦνται οὕτω εἰς τὴν ζωὴν τὰ ὑδρόβια ζῷα καὶ φυτά.

Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ καὶ πολλὰ ἄλλα ἀέρια. Τὰ ἀεριοῦχα ποτὰ περιέχουν διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος.

Σημείωσις. Τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον συνελέξαμεν εἰς τὸν δοκιμαστικὸν σωλῆνα, δὲν δύναται νὰ εἶναι ἀτμός, διότι θὰ εἶχε συμπυκνωθῇ εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ σωλῆνος.

Συμπέρασμα : *Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ ἀέρια.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ μαγειρικὸν ἅλας εἶναι διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ σχηματίζει ἓν ὁμογενὲς μεῖγμα. Εἰς 20^{0}C 1l διαλύματος ἅλατος εἰς ὕδωρ δύναται νὰ περιέχῃ μέχρι 360g διαλελυμένου μαγειρικοῦ ἅλατος. Τὸ διάλυμα αὐτὸ καλεῖται κεκορεσμένον.

Διαλυτότης μιᾶς οὐσίας εἰς τὸ ὕδωρ καλεῖται ἡ μεγίστη μᾶζα εἰς g, ἡ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς 100g καθαροῦ ὕδατος.

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

3. Ἡ περιεκτικότης ἑνὸς διαλύματος ἐκφράζεται διὰ τῆς μάζης τῆς διαλελυμένης οὐσίας εἰς ἓν λίτρον τοῦ διαλύματος.

4. Ὡρισμένα ὑγρά, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, εἶναι διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, ἐνῷ ἄλλα, ὅπως ἡ βενζίνη, τὸ ἔλαιον, δὲν εἶναι.

5. Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ ἀέρια καὶ ἰδιαιτέρως τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ἄζωτον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

5ον ΜΑΘΗΜΑ : Πρώτη μελέτη ἑνὸς ἀερίου.

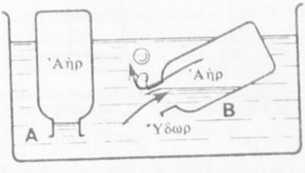
Ο ΑΗΡ

1 Παρουσία τοῦ ἀέρος.

● Βυθίζομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος κενὴν φιάλην μὲ τὸ στόμιον πρὸς τὰ κάτω (σχ. 1). Παρατηροῦμεν ὅτι πολὺ ὀλίγον ὕδωρ εἰσέρχεται ἐντὸς τῆς φιάλης. Διατί; Ἐὰν ὅμως κλίνωμεν αὐτὴν πρὸς τὰ κάτω, φυσαλλίδες διαφεύγουν ἀπὸ τὸ στόμιόν της καὶ ἡ φιάλη πληροῦται ὕδατος (Σχ. 1 Β).

Τὸ ὕδωρ ἀντικατέστησεν ἓν σῶμα, τὸ ὁποῖον ὑπῆρχεν εἰς τὴν φιάλην, ἀλλὰ δὲν τὸ ἐβλέπαμεν.

Ἡ φιάλη ἦτο πλήρης ἀέρος.

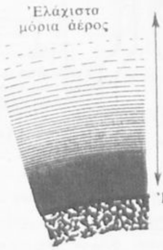


Σχ. 1. Εἰς τὴν φιάλην Α εἰσέρχεται πολὺ ὀλίγον ὕδωρ (εἶναι πλήρης ἀέρος). Εἰς τὴν φιάλην Β (πλαγία) ὁ ἀὴρ ἐξέρχεται ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων καὶ τὸ ὕδωρ καταλαμβάνει τὴν θέσιν του.

● Οἱ ἄνεμοι, τὰ ἀέρια ρεύματα, ἡ ἀντίστασις, ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τὰς ταχείας κινήσεις μας, ἀποδεικνύουν ἐπίσης τὴν παρουσίαν τοῦ ἀέρος.

● Ἡ Γῆ περιβάλλεται ἀπὸ στρῶμα ἀέρος, τὴν *ἀτμοσφαῖραν*, ἡ ὁποία ἔχει πάχος πολλὰς ἑκατοντάδας χιλιομέτρων. Ἀλλὰ τὰ περισσότερα μόριά της εἶναι συγκεντρωμένα εἰς τὰ κατώτερα στρώματα (τὰ μισὰ εἰς τὰ 5 πρῶτα χιλιόμετρα) καὶ ἐλαττοῦνται ὁλονὲν καὶ περισσότερον εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα.

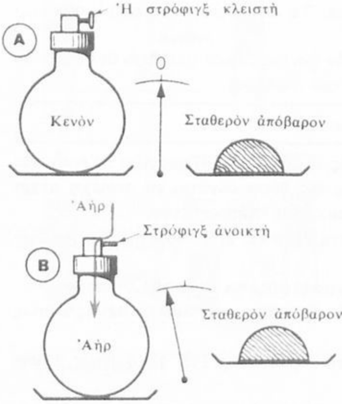
Τὰ τελευταῖα μόρια εἶναι δυνατὸν νὰ εὑρίσκωνται καὶ εἰς χιλιάδας χιλιομέτρων ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (σχ. 2).



Σχ. 2.

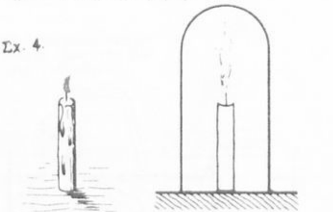
2 Ἰδιότητες τοῦ ἀέρος.

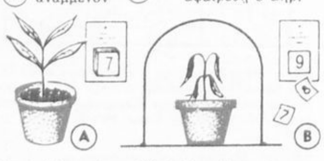
Τὰ πειράματα, τὰ ὁποῖα ἔγιναν εἰς τὸ πρῶτον μάθημα, μᾶς ἀπέδειξαν τὰς βασικὰς ἰδιότητα ςτοῦ ἀέρος: τὴν **συμπιεστότητα,** τὴν **ἐλαστικότητα** καὶ τὸ **ἐκτατόν.** Αἱ ἰδιότητες αὐταὶ εἶναι κοιναὶ δι' ὅλα τὰ ἀέρια.



Σχ. 3. Ὁ ἀὴρ ἔχει βάρος.

Σχ. 4.


Ⓐ Κηρίον ἀναμμένον Ⓑ Τὸ κηρίον σβήνει, ὅταν ἀφαιρεθῇ ὁ ἀήρ.



Σχ. 5. Ὅταν ἀφαιρεθῇ ὁ ἀήρ, τὸ φυτὸν μαραίνεται καὶ νεκρώνεται.

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

● *Ὁ ἀὴρ ἔχει βάρος.* Διὰ μιᾶς ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἀέρα ἀπὸ μίαν ὑαλίνην σφαιρικὴν φιάλην. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀπόλυτον κενόν. Πάντοτε ἀπομένει ὀλίγος ἀήρ, ὁ ὁποῖος διαχέεται εἰς ὅλον τὸν χῶρον τῆς φιάλης.

● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὴν φιάλην εἰς τὸν ἕνα δίσκον ζυγοῦ καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν μὲ ἀπόβαρον εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 3A). Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ὁ ζυγὸς κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς φιάλης. Διατί ;

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

● Ἓν λίτρον ἀέρος ζυγίζει ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν 0⁰ C 1,293 g ἢ περίπου 1,3 g.

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

Βάρος 1 λίτρου ὕδατος=1 Kp=1000p.

Βάρος 1 λίτρου ἀέρος=0,0013 Kp=1,3p.

Συμπέρασμα : *Ὁ ἀήρ, ὅπως καὶ κάθε ἀέριον, ἔχει βάρος. Ἀλλὰ τὸ βάρος τῶν ἀερίων εἶναι εἰς ἴσον ὄγκον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸ βάρος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν.*

3 Ὁ ἀὴρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις καὶ τὴν ζωήν.

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

● Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ ἀνασηκώσωμεν τὸν κώδωνα, προτοῦ σβήσῃ ἐντελῶς ἡ φλόξ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φλὸξ δυναμώνει καὶ πάλιν.

● Ἂς προσπαθήσωμεν νὰ κρατήσωμεν τὴν ἀναπνοήν μας. Πόσην ὥραν δυνάμεθα νὰ μὴ ἀναπνέωμεν;

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

Συμπέρασμα : *Ὁ ἀὴρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ζωήν.*

4 Σύστασις τοῦ ἀέρος.

● Ὁ ἀήρ, ὅταν ψυχθῇ εἰς τοὺς −193⁰ C, γίνεται ἓν ὑγρὸν διαυγές, ἐλαφρῶς κυανοῦν, τὸ ὁποῖον ῥέει ὡσὰν τὸ ὕδωρ. Διὰ νὰ λάβωμεν ἓν λίτρον ὑγροῦ ἀέρος, ἀπαιτοῦνται 700 λίτρα ἀέρος εἰς κατάστασιν ἀεριώδη.

● Τὸν ὑγρὸν ἀέρα, διὰ νὰ μὴ ἐξαεριωθῇ ταχέως, τὸν διατηροῦμεν ἐντὸς μονωτικῶν δοχείων μὲ διπλᾶ τοιχώματα καὶ μὲ μικρὸν ἄνοιγμα *χωρὶς πῶμα*, ὅπου βράζει καὶ ἐξαεριώνεται βραδέως (σχ. 6).

Ἐὰν βυθίσωμεν εἰς τὸ ἀέριον ἓν κηρίον ἀναμμένον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται κατ' ἀρχὰς ἀπὸ τὸν ἀέρα, τὸν μόλις ὑγροποιημένον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κηρίον σβήνει. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι *ἄζωτον* (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -195^{0} C).

Ἀντιθέτως τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται πρὸς τὸ τέλος, ἐνδυναμώνει τὴν φλόγα τοῦ κηρίου. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι *ὀξυγόνον* (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -183^{0} C).

Δηλαδὴ κατὰ τὸν βρασμὸν τοῦ ὑγροῦ ἀέρος ἐξέρχονται ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορετικὰς ἰδιότητας : *Ὁ ὑγρὸς ἀὴρ εἶναι μεῖγμα.* Μὲ εἰδικὰ θερμόμετρα διαπιστώνομεν ὅτι κατὰ τὸν βρασμὸν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται ἀπὸ -195^{0} C εἰς -183^{0} C περίπου. Ὁ ὑγρὸς ἀὴρ δὲν ἔχει ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ σταθερὰν θερμοκρασίαν βρασμοῦ· δὲν εἶναι λοιπὸν καθαρὸν σῶμα.

Παρατηροῦμεν ἀκόμη ὅτι ἡ ἀπόσταξις τοῦ ὑγροῦ ἀέρος ἐπιτρέπει νὰ διαχωρίσωμεν τὸν ἀέρα εἰς ἀεριώδη συστατικά, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορετικὰς ἰδιότητας.

Συμπέρασμα : *Ὁ ἀὴρ εἶναι μεῖγμα δύο τὸ ὀλιγώτερον ἀερίων: τοῦ ἀζώτου, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται πρῶτον καὶ δὲν διατηρεῖ τὴν καῦσιν, καὶ τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον ἐξερχόμενον εἰς τὸ τέλος διατηρεῖ καὶ ἐνδυναμώνει τὴν καῦσιν.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

Ὁ ἀὴρ εἶναι ἀέριον συμπιεστόν, ἐλαστικὸν καὶ ἐκτατόν.

2. 1 *l* ἀέρος εἰς 0^{0}C καὶ κανονικὴν πίεσιν ζυγίζει 1,3g περίπου.

3. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἀπαραίτητος εἰς τὰς καύσεις καὶ εἰς τὴν ζωὴν (τόσον τὴν ζωικήν, ὅσον καὶ τὴν φυτικήν).

4. Ὅταν ψυχθῇ εἰς τοὺς -193^{0}C ὁ ἀὴρ γίνεται ὑγρός. Δι' ἀποστάξεως μεταξὺ -195^{0}C καὶ -183^{0}C τὸν διαχωρίζομεν εἰς δύο ἀέρια: τὸ ἄζωτον, τὸ ὁποῖον δὲν διατηρεῖ τὰς καύσεις, καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον τὰς διατηρεῖ καὶ τὰς ἐνδυναμώνει.

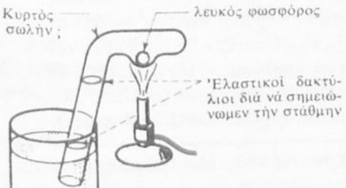
Ὁ ἀὴρ δὲν εἶναι καθαρὸν σῶμα, εἶναι μεῖγμα.

6ον ΜΑΘΗΜΑ: Ὁ ἀὴρ εἶναι μεῖγμα πολλῶν ἀερίων.

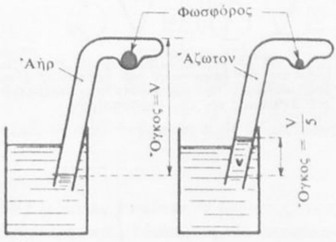
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ

1 Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος διὰ φωσφόρου.

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



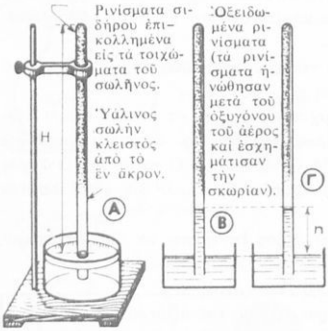
Σχ. 1. Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος μὲ φωσφόρον



Ⓐ Πρὸ τῆς καύσεως τοῦ φωσφόρου

Ⓑ Μετὰ τὴν καῦσιν τοῦ φωσφόρου

Ὁ φωσφόρος δὲν καίεται ἐξ ὁλοκλήρου. Ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος $v = \frac{1}{5}$ V ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 2. Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος «ἐν ψυχρῷ» μὲ ρινίσματα σιδήρου.

Ⓐ Εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἶναι εἰς τὸ ἴδιον ὕψος μὲ τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης.

Ⓑ Τὴν δευτέραν ἡμέραν τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

Ⓒ Τὴν τρίτην ἡμέραν ἡ στάθμη δὲν μεταβάλλεται.

Σχ. 3. Ἡ λευκὴ κροῦστα, ἡ ὁποία σχηματίζεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος, μαρτυρεῖ τὴν παρουσίαν τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν.

Σχ. 4. Ὁ ἐκπνεόμενος ἀὴρ περιέχει πολλοὺς ὑδρατμούς.

ρου καὶ βυθίζομεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον του εἰς τὸ ὕδωρ. Σημειώνομεν τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸν σωλῆνα καὶ θερμαίνομεν ἐλαφρῶς τὸν φωσφόρον. *Ὁ φωσφόρος ἀναφλέγεται*, ὁ σωλὴν γεμίζει μὲ λευκοὺς καπνοὺς καὶ κατόπιν σβήνει. Οἱ λευκοὶ καπνοὶ βραδέως ἐξαφανίζονται, διαλυόμενοι ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ στάθμη ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. *Ὁ φωσφόρος ἐκάη, ἀφοῦ ἡνώθη μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος*. Παραμένει τώρα εἰς τὸν σωλῆνα ἓν ἀέριον, τὸ ὁποῖον δὲν διατηρεῖ τὴν καῦσιν. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι κυρίως **ἄζωτον**. Τὸ ὕδωρ κατέλαβε τὴν θέσιν τοῦ **ὀξυγόνου.**

● Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος πρὸ καὶ μετὰ τὴν καῦσιν τοῦ φωσφόρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου, ὁ ὁποῖος παραμένει, εἶναι περίπου τὰ 4/5 τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου.

Συμπέρασμα: *Ὁ ἀὴρ ἀποτελεῖται κατὰ τὸ 1/5 περίπου τοῦ ὄγκου του ἀπὸ ὀξυγόνον, ἐνῷ τὸ ὑπόλοιπον ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἄζωτον καὶ μικρὰν ποσότητα ἄλλων ἀερίων, τὰ ὁποῖα καλοῦνται εὐγενῆ ἀέρια (Νέον, Ἀργόν, Κρυπτόν, Ξένον, Ἥλιον).*

2 Ἄλλα ἀέρια εὑρισκόμενα εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα.

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀβαθῆ ὑαλίνην λεκάνην μὲ τὸ διαυγὲς ἀσβέστιον ὕδωρ, διὰ τὸ ὁποῖον ἔγινε λόγος εἰς τὸ προηγούμενον μάθημα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἶναι κεκαλυμμένη διὰ λεπτῆς μεμβράνης (σχ. 3). Αὐτὴ ἡ μεμβράνη σχηματίζεται, ὅπως θὰ μάθωμεν, ὅταν τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ **διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος**.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ περιέχει λοιπὸν καὶ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος.

● Ρίπτομεν εἰς ἓν ποτήριον πολὺ ψυχρὸν ὕδωρ. Θὰ παρατηρήσωμεν ἐντὸς ὀλίγου ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ποτηρίου καλύπτεται μὲ σταγονίδια ὕδατος, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. *Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ περιέχει καὶ ὑδρατμούς.*

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ περιέχει ἀκόμη καὶ πολλὰ αἰωρούμενα στερεὰ σωματίδια. Εἶναι ἡ κόνις τοῦ ἀέρος, τὴν ὁποίαν παρατηροῦμεν, ὅταν μία φωτεινὴ δέσμη διασχίζῃ ἓν σκοτεινὸν δωμάτιον (περίπου 50.000 τεμαχίδια κόνεως ὑπάρχουν ἀνὰ 1 cm^3 ἀέρος).

Συμπέρασμα: *Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εἶναι μεῖγμα ὀξυγόνου, ἀζώτου, εὐγενῶν ἀερίων, διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρατμῶν. Περιέχει ἀκόμη καὶ διάφορα αἰωρούμενα σωματίδια (κόνις).*

● Τὴν σύστασιν τοῦ μείγματος τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, μᾶς δίδει ὁ κάτωθι πίναξ, ὁ ὁποῖος ἔχει γίνει κατόπιν ἀκριβῶν μετρήσεων:

Ἄζωτον: 78l Ὀξυγόνον: 21l Εὐγενῆ ἀέρια: 1l (περίπου) Διοξείδιον τοῦ ἄνθρ. 0,03l Ὑδρατμοί: μεταβλητὴ ποσ. Κόνις: μεταβλητὴ ποσότης	100l καθαροῦ καὶ ξηροῦ ἀέρος	ΑΤΜΟ- ΣΦΑΙ- ΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

3 Σύστασις εἰσπνεομένου καὶ ἐκπνεομένου ἀέρος.

● Ἀναπνέομεν εἰς δύο χρόνους : διὰ τῆς **εἰσπνοῆς,** ὁπότε ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται εἰς τοὺς πνεύμονας, καὶ διὰ τῆς **ἐκπνοῆς,** ὁπότε ἀποβάλλεται ἀπὸ αὐτούς.

● Ἐὰν ἐκπνεύσωμεν ἔμπροσθεν κατόπτρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται μὲ ὑδρατμούς. Ὁ ἀὴρ ἑπομένως, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, περιέχει περισσοτέρους ὑδρατμοὺς ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει (σχ. 4).

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

Ὁ ἀήρ, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, περιέχει περισσότερον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἀπὸ αὐτόν, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει.

Σχ. 5. Ὁ ἐκπνεόμενος ἀὴρ περιέχει πολὺ περισσότερον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἀπὸ τὸν εἰσπνεόμενον.

● Ὁ κάτωθι πίναξ μᾶς δεικνύει τὴν διαφορὰν τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον εἰσπνέομεν, καὶ ἐκείνου, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν.

	Εἰσπνεόμενος ἀὴρ 1 l	Ἐκπνεόμενος ἀὴρ 1 l
Ἄζωτον (καὶ εὐγενῆ ἀέρια)	0,79 l	0,79 l
Ὀξυγόνον	0,21 l	0,16 l
Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	ἴχνη ἀσήμαντα	0,04 l
Ὑδρατμοί	μεταβλητὴ ποσότης	μεγάλη ποσότης

● Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς ἀναπνοῆς ἓν μέρος τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον εἰσπνέομεν, κρατεῖται ἀπὸ τὸν ὀργανισμόν.

Ἀποβάλλομεν διὰ τῆς ἐκπνοῆς περισσότερον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρατμοὺς ἀπὸ ὅσους εἰσπνέομεν, καὶ ὅλον τὸ ἄζωτον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ ἀὴρ εἶναι μεῖγμα πολλῶν ἀερίων.

2. 100 l ἀέρος περιέχουν 21 l ὀξυγόνου, 78 l ἀζώτου, 1 l εὐγενῶν ἀερίων (Νέον, Ἀργόν, Κρυπτόν, Ξένον, Ἥλιον), ὀλίγον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρατμοὺς εἰς μεταβλητὴν ποσότητα.

3. Διὰ τῆς ἐκπνοῆς ἀποβάλλομεν ἀέρα, ὅστις περιέχει ὀλιγώτερον ὀξυγόνον ἀπὸ ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον εἰσπνέομεν, καὶ περισσότερον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος καὶ ὑδρατμούς.

4. Ὁ ἀὴρ (ὁ ἐκπνεόμενος) περιέχει 16% ὀξυγόνον καὶ 4% διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἐνῷ ὁ ἀήρ, τὸν ὁποῖον εἰσπνέομεν, 21% ὀξυγόνον καὶ ἴχνη διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος.

Τὰ διυλιστήρια τῆς Ἑλληνικῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων εἰς τὴν Ὀμορφοκκλησιά.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 1: Τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ.

I. Τὸ ὕδωρ

1. Ὀνομάζομεν περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος τὴν μᾶζαν ἅλατος, ἡ ὁποία εἶναι διαλελυμένη εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου του.

Διαλύομεν 18 g μαγειρικοῦ ἅλατος εἰς ὕδωρ καὶ συμπληρώνομεν οὕτως, ὥστε νὰ λάβωμεν 125 cm^3 διαλύματος:

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

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

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

Νὰ χαραχθῇ εἰς χιλιοστομετρικὸν χάρτην ἡ καμπύλη διαλυτότητος τοῦ χλωρικοῦ καλίου συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας.

Κλῖμαξ: Εἰς τὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 10^0 C. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα ΟΨ τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 5 g.

Ἀπὸ αὐτὴν τὴν γραφικὴν παράστασιν νὰ εὑρεθῇ:

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

β) Ποία ἡ διαλυτότης τοῦ χλωρικοῦ καλίου εἰς τὴν θερμοκρασίαν 50^0 C.

3. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν μᾶζαν τῆς σακχάρεως (g), ἡ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς 100 g ὕδατος διὰ διαφόρους θερμοκρασίας:

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

Νὰ χαραχθῇ εἰς χιλιοστομετρικὸν χάρτην ἡ καμπύλη διαλυτότητος τῆς σακχάρεως συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας:

Κλῖμαξ: Εἰς τὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ τὸ λάβωμεν διὰ 10^0 C καὶ εἰς τὸν κατακόρυφον ΟΨ τὸ 1 cm διὰ 100 g σακχάρεως.

Ἐκ τῆς γραφικῆς παραστάσεως νὰ προσδιορισθοῦν:

α) Ἡ διαλυτότης τῆς σακχάρεως εἰς τοὺς 50^0 C.

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

4. Τὸ μαγειρικὸν ἅλας ἔχει διαλυτότητα 36 g εἰς τὰ 100 g ὕδατος εἰς τοὺς 20^0 C. Ἡ διάλυσις αὐτὴ εἶναι κεκορεσμένη. Ἀφίνομεν νὰ ἐξατμισθῇ 1 m^3 θαλασσίου ὕδατος, τὸ ὁποῖον περιέχει ἕνα τόνον ὕδατος περίπου καὶ 30 kg μαγειρικοῦ ἅλατος, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ τὸ ἅλας νὰ κρυσταλλοῦται.

Πόση μᾶζα ὕδατος εἰς κάθε κυβικὸν μέτρον θαλασσίου ὕδατος θὰ ἔχῃ ἐξατμισθῇ ἕως τὴν στιγμὴν αὐτήν;

(Ὑποθέτομεν ὅτι ἡ ἐξάτμισις γίνεται εἰς τοὺς 20^0 C).

II. Ὁ ἀήρ

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

'Εάν δεχθῶμεν ὅτι εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς αἰθούσης 1 l ἀέρος ἔχει μᾶζαν 1,25 g, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ μᾶζα τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος περιέχεται εἰς τὴν αἴθουσαν ταύτην.

6. Ἓν λίτρον ὑγροῦ ἀέρος ζυγίζει 0,91 kg καὶ ἓν λίτρον ἀέρος εἰς ἀεριώδη κατάστασιν (ὑπὸ πίεσιν 760 mmHg καὶ θερμοκρασίαν 0^0 C) ζυγίζει 1,293 g. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἀπὸ τὴν ἐξάτμισιν 5 l ὑγροῦ ἀέρος.

7. Ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως 1 l ἀέρος ἔχει μᾶζαν 1,293 g.

Ἐὰν 100 l ἀέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου καὶ 21 l ὀξυγόνου, πόση μᾶζα ἐξ ἑκάστου ἀερίου περιέχεται εἰς τὰ 100 l τοῦ ἀέρος; (ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας 22,4 l ἀζώτου ἔχουν μᾶζαν 28 g καὶ 22,4 l ὀξυγόνου 32 g).

8. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ἄζωτον λαμβάνονται εἰς τὴν Βιομηχανίαν ἀπὸ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ ὑγροῦ ἀέρος. Μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προηγουμένου προβλήματος νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης τῆς μάζης τοῦ ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα λαμβάνομεν ἀπὸ 100 l ὑγροῦ ἀέρος. Μᾶζα 1 l ὑγροῦ ἀέρος: 0,91 kg.

9. 100 l ἀέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου, 21 l ὀξυγόνου καὶ 1 l εὐγενῶν ἀερίων. Ἐὰν ἡ μᾶζα 22,4 l ἀζώτου εἶναι 28 g, 22,4 l ὀξυγόνου εἶναι 32 g καὶ 22,4 l εὐγενῶν ἀερίων εἶναι 40 g, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ μᾶζα 1 l ἀέρος (χωρὶς ὑδρατμοὺς καὶ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος).

10. Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἑνὸς ζυγοῦ ὑαλίνην φιάλην, χωρητικότητος 4 l καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν μὲ σταθμά. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα ἀπὸ τὴν φιάλην (ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν), πρέπει νὰ προσθέσωμεν 4 g εἰς τὸν δίσκον τῆς φιάλης, διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ἰσορροπία:

α) Εἶναι πραγματικῶς κενὴ ἡ φιάλη; Διατί; (Μᾶζα 1 l ἀέρος ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως: 1,3 g).

β) Ἐὰν ὄχι, πόση μᾶζα ἀέρος παραμένει εἰς τὴν φιάλην; Πόσον ὄγκον καταλαμβάνει; Πόση εἶναι τότε ἡ μᾶζα 1 l ἀέρος, ἡ ὁποία παραμένει εἰς τὴν φιάλην;

11. Ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον εἰσπνέομεν, καὶ ἐκείνου, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, δεικνύεται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα:

100 l	Ἄζωτον Ἀτμοσφαιρικὸν	Ὀξυγόνον	Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος
εἰσπνοὴ	79 l	21 l	ἀσήμαντος ποσότης
ἐκπνοὴ	79 l	16 l	4 l

Ὁ ἄνθρωπος, ὅταν κοιμᾶται, κάμνει 16 ἀναπνευστικὰς κινήσεις ἀνὰ 1 λεπτὸν καὶ εἰσάγει εἰς τοὺς πνεύμονάς του 1,5 l ἀέρος εἰς κάθε κίνησιν. Ἐὰν ὁ ὕπνος του διαρκῇ 8 ὥρας:

α) Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου καταναλίσκει;

β) Πόσον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος ἀποβάλλει, ὅταν κοιμᾶται;

γ) Ποῖα μέτρα ὑγιεινῆς πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ;

12. Εἰς θερμοκρασίαν 15^0 C καὶ ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν, 1 l ὕδατος διαλύει 34 cm^3 ὀξυγόνου. Ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας διαλύει 16 cm^3 ἀζώτου:

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ λόγος τῶν ὄγκων τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου, οἱ ὁποῖοι διαλύονται εἰς 1 l ὕδατος 15^0 C.

β) Νὰ γίνῃ σύγκρισις τοῦ λόγου αὐτοῦ καὶ τοῦ λόγου $\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ἀζώτου}}$ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ποῖος εἶναι πλουσιώτερος εἰς ὀξυγόνον, ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ ἢ ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι διαλελυμένος εἰς τὸ ὕδωρ;

7ον ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ κατακόρυφος ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΤΩΣΙΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

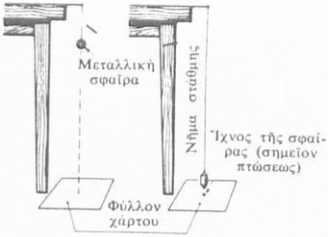
1 Παρατηρήσεις:

● Ἐὰν ἀφήσωμεν ἕνα λίθον ἀπὸ ὡρισμένον ὕψος, παρατηροῦμεν ὅτι πίπτει ἀκολουθῶν εὐθύγραμμον τροχιάν. Ἐπίσης, ἐὰν ἀφήσωμεν ἀπὸ ὑψηλὰ ἓν φύλλον χάρτου, θὰ ἴδωμεν ὅτι καὶ αὐτὸ πίπτει, ἀλλὰ ἀπαιτεῖται περισσότερον χρονικὸν διάστημα, καὶ ἀκολουθεῖ μίαν τεθλασμένην γραμμήν.

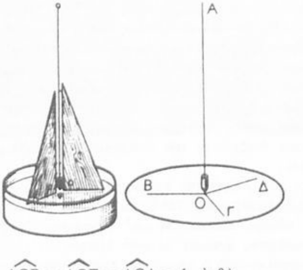
● Ἐὰν συμπιέσωμεν ὅμως τὸ φύλλον χάρτου οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ σχῆμα σφαίρας, καὶ τὸ ἀφήσωμεν, πάλιν ἀπὸ ὑψηλά, θὰ ἴδωμεν ὅτι πίπτει ὅπως καὶ ὁ λίθος· δηλ. δὲν θὰ ἀπαιτηθῇ πολὺς χρόνος καὶ θὰ ἀκολουθήσῃ καὶ αὐτὸ κατὰ τὴν πτῶσίν του εὐθύγραμμον τροχιάν (σχ. 1).

● Ἡ πτῶσις τοῦ χάρτου ἐπηρεάζεται πολὺ ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἰς τὴν πτῶσιν τοῦ λίθου ἢ τοῦ πεπιεσμένου χάρτου εἶναι μικρὰ καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν θεωρήσωμεν ἀμελητέαν.

Σχ. 1. Ὁ λίθος, ὅταν ἀφίνεται ἐλεύθερος, πίπτει. Τὸ ὕδωρ ῥέει ἀπὸ μίαν ὀπὴν τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου.
Ὁ λίθος εἰσχωρεῖ ἐντὸς τῆς ἄμμου.
Ὁ λίθος καὶ τὸ ὕδωρ ἔχουν βάρος.

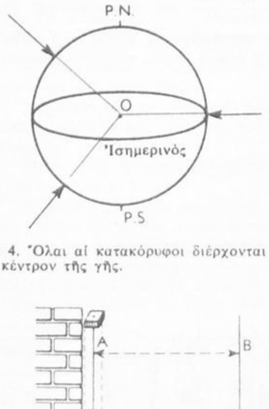


Σχ. 2. Τὸ σῶμα κατὰ τὴν ἐλευθέραν πτῶσίν του ἀκολουθεῖ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης.



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

Σχ. 3. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης εἶναι κάθετον πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, εὑρισκομένου ἐν ἠρεμίᾳ.



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

Σχ. 5. Δύο γειτνιάζουσαι κατακόρυφοι εἶναι παράλληλοι.

Ἡ σφαῖρα ἐκ χάρτου καὶ ὁ λίθος ἐκτελοῦν μίαν κίνησιν, ἡ ὁποία καλεῖται **ἐλευθέρα πτῶσις.**

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

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

Ὅλα τὰ σώματα ἔχουν βάρος.

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

2 Τὸ νῆμα τῆς στάθμης.

● Ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς νήματος, εἰς τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον κρέμαται μεταλλικὸς κύλινδρος καταλήγων εἰς κωνικὴν αἰχμήν. Ἐὰν κρατήσωμεν τὸ ἄλλο ἄκρον διὰ τῆς χειρός μας, τὸ νῆμα, λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ κυλίνδρου, λαμβάνει μίαν ὡρισμένην διεύθυνσιν, ἡ ὁποία καλεῖται **κατακόρυφος τοῦ τόπου.**

● *Ὑλοποίησις ἐλευθέρας πτώσεως.*

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

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

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

Τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχιάν, τὴν ὁποίαν ἠκολούθησε κατὰ τὴν πτῶσίν της ἡ σφαῖρα.

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

3 Ἡ κατακόρυφος.

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

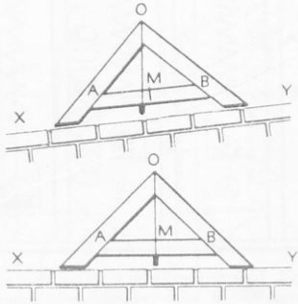
● *Ἰδιότητες τῶν κατακορύφων:* Ἀναρτῶμεν τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ὕδατος. Δι' ἑνὸς ὀρθογωνίου τριγώνου δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν ὅτι αἱ γωνίαι, αἱ σχηματιζόμεναι μὲ τὰς ἡμιευθείας OA, OB, OΓ, εἶναι ὀρθαί (σχ. 3).

Συμπέρασμα: *Ἡ κατακόρυφος διεύθυνσις εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ἑνὸς ὑγροῦ, εὑρισκομένου ἐν ἰσορροπίᾳ. Ἡ ἐπιφάνεια αὕτη ἀποτελεῖ ὁριζόντιον ἐπίπεδον.*

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ γῆ ἔχει περίπου σχῆμα σφαιρικόν. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἠρεμοῦντος ὕδατος εἴς τι σημεῖον εἶναι ἓν πολὺ μικρὸν τμῆμα τῆς σφαιρικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας καὶ ἐπομένως ἡ κατακόρυφος, ἡ ὁποία εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτήν, θὰ εἶναι ἡ προέκτασις τῆς γηίνης ἀκτῖνος, ἡ ὁποία καταλήγει εἰς τὸ σημεῖον αὐτό.

● Ἂς ἐξετάσωμεν δύο κατακορύφους, αἱ ὁποῖαι ἀπέχουν μεταξύ των μερικὰ μέτρα (σχ. 5). Τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον τέμνονται, δηλ. τὸ κέντρον τῆς γῆς, εἶναι πολὺ ἀπομεμακρυσμένον (6370 Km) ἐν συγκρίσει μὲ τὴν ἀπόστασίν των, καὶ ἐπομένως δυνάμεθα νὰ τὰς θεωρήσωμεν παραλλήλους.

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



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

4 Ἐφαρμογαὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

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

Τὸ ἀλφάδι, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖ ὁ κτίστης, φέρει ἐπίσης ἓν νῆμα τῆς στάθμης, μὲ τὸ ὁποῖον ἐλέγχει ἐὰν μία ἐπιφάνεια εἶναι ὁριζοντία (σχ. 6).

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία τὸ ἕλκει πρὸς τὴν γῆν.

2. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης ὑλοποιεῖ τὴν τροχιὰν τῆς ἐλευθέρας πτώσεως τῶν σωμάτων. Ἡ τροχιὰ αὐτὴ εἶναι εὐθύγραμμος μὲ διεύθυνσιν κατακόρυφον καὶ φορὰν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

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

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

8ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ ἐπιμήκυνσις ἑνὸς ἐλατηρίου μᾶς δίδει τὴν δυνατότητα νὰ συγκρίνωμεν τὸ βάρος δύο σωμάτων.

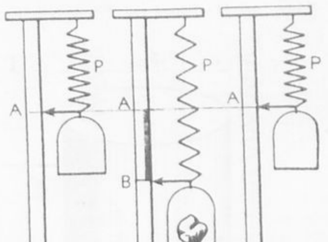
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 Ἐπιμήκυνσις ἐλατηρίου.

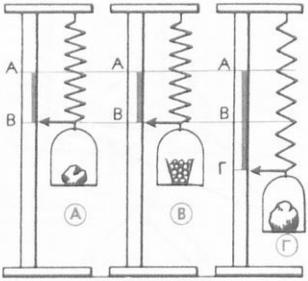
● Ἀναρτῶμεν ἐπὶ ὑποστηρίγματος ἓν ἐλατήριον ἐφωδιασμένον δι' ἑνὸς δίσκου καὶ ἑνὸς δείκτου, ὁ ὁποῖος μετακινεῖται ἔμπροσθεν ἠριθμημένου κανόνος (σχ. 1).

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

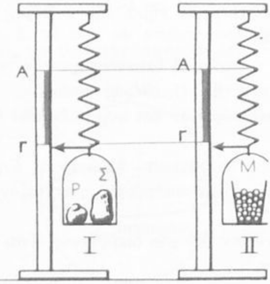
● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου οἱονδήποτε ἀντικείμενον, π.χ. ἕνα λίθον, ὁπότε τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται. Σημειοῦμεν ἐπὶ τοῦ κανόνος μίαν γραμμὴν B ἐκεῖ, ὅπου εὑρίσκεται ὁ δείκτης. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν λίθον, ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν. *Λέγομεν ὅτι τὸ ἐλατήριον εἶναι τελείως ἐλαστικόν.*



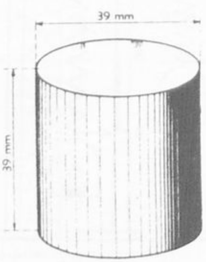
Σχ. 1. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους τοῦ ἀντικειμένου τὸ ἐλατήριον P ἐπεμηκύνθη κατὰ AB.
Ὅταν ἀφαιρεθῇ τὸ βάρος, τὸ ἐλατήριον ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἀρχικόν του μῆκος.



Σχ. 2. Τὸ βάρος τοῦ λίθου Α καὶ τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων Β ἐξαναγκάζουν τὸ ἐλατήριον νὰ λάβῃ τὴν ἰδίαν ἐπιμήκυνσιν ΑΒ.
Τὸ βάρος τοῦ λίθου Α καὶ τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων Β εἶναι ἴσα.
Τὸ βάρος ἑνὸς ἄλλου λίθου Γ προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν ΑΓ μεγαλυτέραν τῆς ΑΒ. Τὸ βάρος τοῦ λίθου Γ εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τοῦ Α.



Σχ. 3. Τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων Μ προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν ΑΓ τόσην, ὅσην καὶ οἱ δύο λίθοι μαζί.
Βάρος τοῦ Μ = Βάρος τοῦ Ρ + βάρος τοῦ Σ



Σχ. 4. Τὸ χιλιόγραμμον ἀπὸ ἰριδιοῦχον λευκόχρυσον εἰς φυσικὸν μέγεθος (εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν).

● Τοποθετοῦμεν πάλιν τὸν λίθον εἰς τὸν δίσκον. Παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ Β, δηλ. *ἡ ἐπιμήκυνσις ἑνὸς ἐλατηρίου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἑνὸς σταθεροῦ βάρους εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.*

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν ἀρχικὸν λίθον μὲ ἕνα ἄλλον βαρύτερον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν προηγουμένην ἢ ἀκριβέστερον *ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον προσδιορίζομεν.*

2 Ἰσότης δύο βαρῶν.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν λίθον μὲ σφαιρίδια ἐκ μολύβδου (σκάγια), ἕως ὅτου ὁ δείκτης κατέλθῃ εἰς τὴν γραμμὴν Β. Τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων προεκάλεσε τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν μὲ τὸ βάρος τοῦ λίθου.

Λέγομεν τότε ὅτι τὸ βάρος τῶν σφαιριδίων εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ λίθου (σχ. 2).

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

3 Ἄθροισμα πολλῶν βαρῶν.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἓν ἀντικείμενον Μ καὶ παρατηροῦμεν μίαν ὡρισμένην ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸ Μ μὲ δύο ἄλλα ἀντικείμενα μαζί, τὸ Ρ καὶ τὸ Σ. *Ἐὰν ἡ ἐπιμήκυνσις εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν προηγουμένην, λέγομεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ Μ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν Ρ καὶ Σ. Διότι παραδεχόμεθα* ὅτι : *"Ἓν βάρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἢ περισσοτέρων ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῇ μόνον του εἰς ἓν ἐλατήριον τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν μὲ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν τὰ δύο ἄλλα μαζί.*

4 Μέτρησις τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος.

Βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἕλκει τὸ σῶμα πρὸς τὴν γῆν.

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

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

5 Μονὰς βάρους.

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

Τὸ Κιλοπὸντ (Kp) εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶζα ἑνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἰριδιούχου λευκοχρύσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σεβρῶν (σχ. 4).

Εἶναι περίπου τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι 1 dm^3 ἀπεσταγμένου ὕδατος 4^0 C.

Τὰ κυριώτερα πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τῆς μονάδος βάρους εἶναι :

Τὸ Πὸντ (p) : 1 p=0,001 Kp

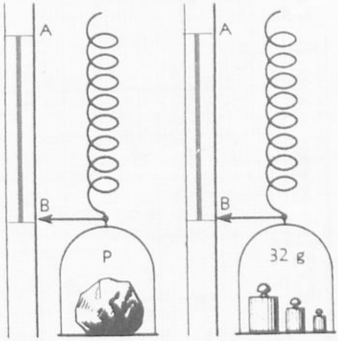
Τὸ Μεγαπὸντ(Mp): 1 Mp=1000 Kp=1.000.000 p

6 Μέτρησις τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος τῇ βοηθείᾳ τοῦ ἐλατηρίου.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον σταθμά, ἕως ὅτου ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου γίνῃ ἴση πρὸς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν εἴχομεν εἰς τὸ πρῶτόν μας πείραμα. Ὁ λίθος ἔχει *βάρος ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν.*

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

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



Σχ. 5. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ συνόλου τῶν σταθμῶν εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ λίθου.

P=32 p.

Θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ ἑπόμενον μάθημα ὅτι, διὰ νὰ μετρήσωμεν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐλατήριον, τοῦ ὁποίου ὁ δείκτης μετακινεῖται ἔμπροσθεν βαθμολογημένης κλίμακος εἰς μονάδας βάρους.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἓν ἐλαστικὸν ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται, ὅταν ἐπιδρᾷ ἐπ' αὐτοῦ ἓν βάρος, καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἀρχικόν του μῆκος, ὅταν παύσῃ ἡ αἰτία τῆς παραμορφώσεώς του. Ἡ ἐπιμήκυνσις λαμβάνει πάντοτε τὴν αὐτὴν τιμήν, ὅταν ἐπιδρᾷ τὸ ἴδιον βάρος.

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

3. Ἓν βάρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῇ μόνον του εἰς ἓν ἐλατήριον τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν τὰ ἄλλα μαζί.

4. Μέτρησις τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος καλεῖται ἡ σύγκρισίς του πρὸς τὸ βάρος ἑνὸς ἄλλου σώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα.

5. Μονὰς βάρους εἶναι τὸ Κιλοπόντ (Kp), εἶναι δὲ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶζα ἑνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἰριδιούχου λευκοχρύσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Δ.Γ.Μ.κ.Σ.

6. Ἓν ἐλαστικὸν ἐλατήριον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος.

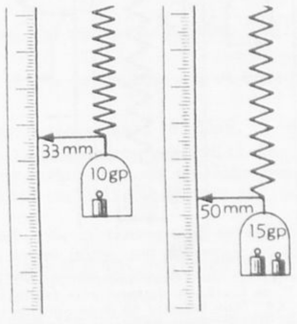
9ον ΜΑΘΗΜΑ: Πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ ζυγοῦ δι' ἐλατηρίου.

ΖΥΓΟΣ ΔΙ' ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ

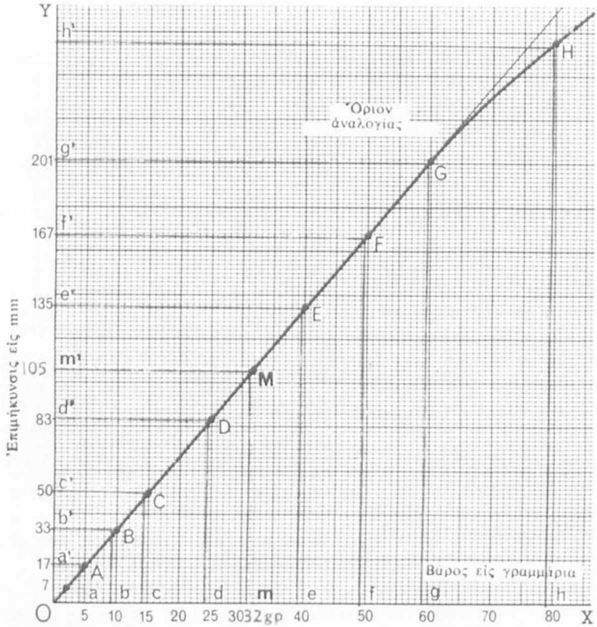
1 Βαθμολογία ἑνὸς ἐλατηρίου.

Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἐλατηρίου σταθμὰ διαφόρων βαρῶν, ἀρχίζοντες ἀπὸ μικρὰ βάρη, καὶ σημειοῦμεν εἰς ἕνα πίνακα τὰς ἀντιστοίχους ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου (σχ. 1).

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



Σχ. 1. Βαθμολόγησις ἐλατηρίου



Σχ. 2.

Παρατηροῦμεν :

- Ὅτι τὰ βάρη καὶ αἱ ἐπιμηκύνσεις μεταβάλλονται ἀναλόγως.

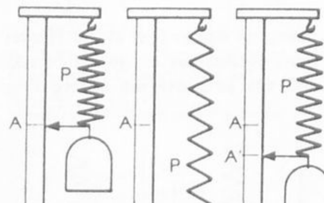
Ὅταν τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον τοποθετοῦμεν, πολλαπλασιάζεται ἐπὶ 2, 3, 4 κλπ., τότε ἡ ἐπιμήκυνσις πολλαπλασιάζεται περίπου ἐπὶ 2, 3, 4 κλπ.

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

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

- Ἔστω ὅτι θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 105 mm. Ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ ἄξονος ΟΨ, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 105 mm, φέρομεν κάθετον πρὸς αὐτόν, συναντῶσαν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως εἰς τὸ σημεῖον Μ.

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



Σχ. 3. Τὸ ἐλατήριον P ἔχει ὑπερβῆ τὸ ὅριον ἐλαστικότητός του. Ὅταν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ ἐλατήριον διατηρεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν ΑΑ'. Ἐὰν θέλωμεν νὰ μεταχειρισθῶμεν αὐτὸ τὸ ἐλατήριον, πρέπει νὰ τὸ ἐπαναβαθμολογήσωμεν.

2 Ζυγὸς δι' ἐλατηρίου (κανταράκι).

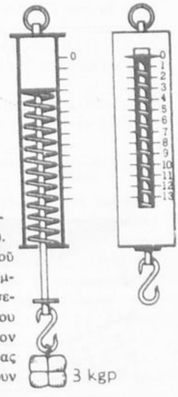
Διαιροῦμεν εἰς 10 ἴσα τμήματα τὸ διάστημα ἐπὶ τοῦ κανόνος, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τοῦ ἐλατηρίου (ἄνευ βάρους) καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν λαμβάνει, ὅταν τοποθετήσωμεν βάρος 50 p.

Τότε κάθε ὑποδιαίρεσις ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν ἐπιμήκυνσιν, ἡ ὁποία προκαλεῖται ἀπὸ βάρος 50/10 =5p.

Βαθμολογοῦμεν τὰς ὑποδιαιρέσεις ἀνὰ 5 p ἀπὸ 0—50 p. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τώρα τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, τοποθετοῦμεν τοῦτο εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἐλατηρίου καὶ ἀναγινώσκομεν εἰς τὸν βαθμολογημένον κανόνα τὸν ἀριθμόν, τὸν ὁποῖον μᾶς δεικνύει ὁ δείκτης, ὅταν ἠρεμήσῃ.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον κατασκευάζομεν ἕνα ζυγὸν δι' ἐλατηρίου (κανταράκι) ἢ ἕνα **δυναμόμετρον.**

Τὰ δυναμόμετρα (σχ. 4) κατασκευάζονται συνήθως μὲ τρόπον, ὥστε τὸ ἐλατήριον νὰ συμπιέζεται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ζυγίζομεν.



Σχ. 4. Δυναμόμετρον-(ζυγὸς δι' ἐλατηρίου). Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους τὸ ἐλατήριον συμπιέζεται. Ὅριον χρήσεως τοῦ δυναμομέτρου εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἀναγκάζει τὰς σπείρας τοῦ ἐλατηρίου νὰ ἔλθουν εἰς ἐπαφήν.

3 Ὅριον ἐλαστικότητος.

Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον δύο ἀντικείμενα, τῶν ὁποίων τὰ βάρη προσδιωρίσαμεν προηγουμένως κεχωρισμένως καὶ εὑρήκαμεν ὅτι ἔχουν βάρη ἀντιστοίχως 32 p καὶ 48 p. Εἰς τὸ ἐλατήριον ἐφαρμόζομεν ἐν συνεχείᾳ ἓν βάρος 32 p+48 p=80 p καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσίς του εἶναι 254 mm. Ἐὰν μεταφέρωμεν τὰς τιμὰς αὐτὰς εἰς τὸ διάγραμμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἀντίστοιχον σημεῖον εὑρίσκεται ἀρκετὰ κάτω ἀπὸ τὴν εὐθεῖαν βαθμολογήσεως.

Ἐξ ἄλλου, ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὰ βάρη ἀπὸ τὸν δίσκον, ὁ δείκτης δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν, δηλ. τὸ ἐλατήριον διατηρεῖ κάποιαν ἐπιμήκυνσιν. Λέγομεν τότε ὅτι ὑπερέβημεν τὸ **ὅριον ἐλαστικότητος** τοῦ ἐλατηρίου, καὶ τοῦτο διότι πέραν τῶν 60 p περίπου αἱ ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου αὐτοῦ δὲν εἶναι πλέον ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν.

4 Τὸ βάρος ἑνὸς Kg δὲν ἔχει τὴν ἰδίαν τιμὴν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς γῆς. Δὲν προκαλεῖ παντοῦ τὴν ἰδίαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ δυναμομέτρου.

Ὑπάρχουν δυναμόμετρα μεγάλης ἀκριβείας, μὲ τὰ ὁποῖα δυνάμεθα νὰ ἐξακριβώσωμεν ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς σώματος μεταβάλλεται μετὰ τοῦ τόπου, ὅπου ἐκτελεῖται ἡ μέτρησις.

Τὸ βάρος π.χ. τοῦ προτύπου χιλιογράμμου εἶναι μεγαλύτερον, ὅταν ἡ μέτρησις ἐκτελῆται πλησίον τῶν Πόλων καὶ μικρότερον, εἰς μεγαλύτερον ὕψος.

Οἱ φυσικοὶ ἐδέχθησαν μίαν μονάδα ἀνεξάρτητον ἀπὸ τὸν τόπον, τὸ Newton (N).

Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὑρίσκομεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ προτύπου χιλιογράμμου, τὸ ὁποῖον εἰς τὸ Παρίσι, ὅπως ὡρίσθη, εἶναι 1 Kp, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν εἶναι 0,997 Kp (9,78 N), ἐνῷ εἰς τοὺς Πόλους 1,002 Kp (9,83 N).

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

Αἱ μεταβολαὶ ὅμως αὐταὶ εἶναι τόσον μικραί, ὥστε εἰς τὴν πρᾶξιν δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ἀμελητέαι.

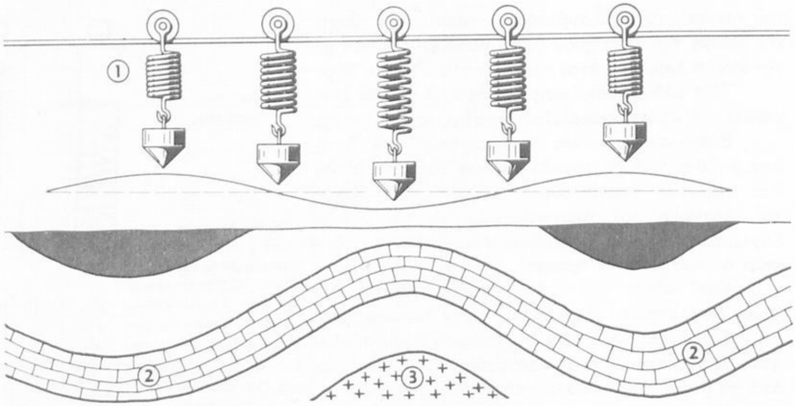
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Αἱ ἐπιμηκύνσεις ἑνὸς ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν. Ἐὰν σημειώσωμεν εἰς χιλιοστομετρικὸν χάρτην τὰ βάρη καὶ τὰς ἀντιστοίχους ἐπιμηκύνσεις, εὑρίσκομεν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως τοῦ ἐλατηρίου. Ἡ καμπύλη αὐτὴ εἶναι εὐθεῖα γραμμή, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὴν τομὴν O τῶν ἀξόνων τῆς γραφικῆς παραστάσεως.

2. Ἓν ἐλαστικὸν ἐλατήριον βαθμολογημένον καλεῖται ζυγὸς δι' ἐλατηρίου ἢ δυναμόμετρον.

3. Ἓν δυναμόμετρον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ, ὅταν τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ἀναρτῶμεν, δὲν ὑπερβαίνῃ ἓν ὅριον, τὸ ὅριον ἐλαστικότητος. Πέραν αὐτοῦ αἱ ἐπιμηκύνσεις δὲν εἶναι πλέον ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν.

4. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος ἐλαττοῦται ἐλαφρῶς ἀπὸ τοὺς Πόλους πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἀπὸ τὰ μικρὰ ὕψη πρὸς τὰ μεγάλα. Τὸ Newton (N) εἶναι μία μονὰς ἀνεξάρτητος τοῦ τόπου καὶ τοῦ ὕψους, καὶ εἰς τὸ Παρίσι τὸ 1Kp ἀντιστοιχεῖ πρὸς 9,81 N.



Ἐφαρμογὴ τῶν μεταβολῶν τῆς βαρύτητος: *Βαρυμέτρησις εἰς τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίου.* *Ἐμάθομεν ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς σώματος μεταβάλλεται ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους. Μεταβάλλεται ἐπίσης κατὰ μερικὰ ἑκατομμυριοστὰ τῆς τιμῆς του ἀναλόγως πρὸς τὴν ὕπαρξιν βαρέων ἢ ἐλαφρῶν στρωμάτων καὶ ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Οὕτω ἕνας θόλος (3) ἀπὸ βαρέα στρώματα (συμπαγὴς ἀσβεστόλιθος, βασάλτης) προκαλεῖ μεγαλυτέραν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν ἐλαφρὰ στρώματα, ὅπως ἡ ἄμμος (2).*

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προσδιορίζομεν τὴν τομὴν τοῦ ὑπεδάφους καὶ τὴν ἐπαληθεύομεν δι' ἄλλων μεθόδων. Ἡ γνῶσις τῆς τομῆς τοῦ ὑπεδάφους εἶναι ἀναγκαία διὰ τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίου. Ἡ συσκευὴ μετρήσεως εἶναι ἓν δυναμόμετρον πάρα πολὺ εὐαίσθητον, τὸ ὁποῖον καλεῖται βαρύμετρον (1). Προτοῦ κατασκευάσωμεν τὸν χάρτην μιᾶς περιοχῆς, πρέπει νὰ γίνουν πολλαὶ διορθώσεις λόγῳ τῶν παρατηρουμένων ἀνωμαλιῶν.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρὰ 2α: Ἡ κατακόρυφος. Βάρος ἑνὸς σώματος.

Ι. Ἡ κατακόρυφος

Ἡ ὀρθὴ γωνία εἶναι 90^0 ἢ 100 βαθμοί.

Ἡ μοῖρα εἶναι 60' πρῶτα λεπτὰ (') καὶ τὸ λεπτὸν 60 δεύτερα ('').

Ὁ βαθμὸς εἶναι 10 δέκατα ἢ 100 ἑκατοστά:

1. Νὰ μετατραποῦν εἰς βαθμούς: 40^0, 22^0, 45'', $16^0\,18'\,25''$.

2. Νὰ μετατραποῦν εἰς μοίρας: 60, 18, 50, 78, 25 βαθμοί.

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

3. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου, τὸ ὁποῖον ὁρίζει ἡ γωνία 1 ἀκτινίου εἰς ἕνα κύκλον ἀκτῖνος 5 cm;

4. Εἰς ἕνα κύκλον ἀκτῖνος 8 cm νὰ ὑπολογισθῇ εἰς μοίρας καὶ πρῶτα λεπτὰ ἡ ἐπίκεντρος γωνία, ἡ ὁποία ἔχει μέτρον 1 ἀκτίνιον ($\pi = 3{,}14$).

5. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος ἑνὸς τόξου μὲ προσέγγισιν 1 mm, τὸ ὁποῖον ὁρίζει ἐπίκεντρος γωνία 23^0 εἰς ἕνα κύκλον ἀκτῖνος 12 cm;

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

Πόσον μῆκος ἔχει τὸ ναυτικὸν μίλιον εἰς μέτρα;

7. Πόσον μῆκος ἔχει τὸ τόξον μεγίστου κύκλου, τὸ ὁποῖον ὁρίζεται ἀπὸ δύο σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐὰν αἱ κατακόρυφοί των σχηματίζουν γωνίαν ἑνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ βαθμοῦ;

8. Ἡ μικροτέρα γωνία, τὴν ὁποίαν διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ μας, εἶναι 15''. Πόσον εἶναι τὸ τόξον μεγίστου κύκλου, τὸ ὁποῖον ὁρίζεται ἀπὸ δύο σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐὰν αἱ κατακόρυφοί των σχηματίζουν γωνίαν 15'';

9. Ἡ γωνία, ἡ ὁποία σχηματίζεται ἀπὸ τὰς κατακορύφους τῶν Παρισίων καὶ τῆς Μασσαλίας, εἶναι $5^0\,52'$. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος τόξου μεγίστου κύκλου, τὸ ὁποῖον διαχωρίζει αὐτὰς τὰς δύο πόλεις;

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

II. Βάρος ἑνὸς σώματος

11. Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν ἓν ἐλατήριον, προσδιωρίσαμεν τὰς ἐπιμηκύνσεις του διὰ διαδοχικῶν βαρῶν:

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

α) Νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου.

Κλῖμαξ: Εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ, 1 cm διὰ βάρος 50 p καὶ εἰς τὸν ΟΨ, 1 cm διὰ ἐπιμήκυνσιν 20 mm.

β) Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐπιμήκυνσις συμφώνως πρὸς τὸ διάγραμμα διὰ βάρος 280 p.

γ) Ποῖον βάρος προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 50 mm;

Νὰ ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διὰ ὑπολογισμοῦ.

12. Ἓν ἐλατήριον διὰ τῆς ἐπιδράσεως βάρους 100 p ἔχει μῆκος 327 mm καὶ διὰ 150 p ἔχει 392 mm. Νὰ ὑπολογισθοῦν:

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

β) Τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου διὰ τῆς ἐπιδράσεως βάρους 250 p.

γ) Νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου καὶ νὰ ἐπαληθευθῇ ἡ ἀπάντησις (β) μὲ τὴν βοήθειαν ταύτης.

Κλῖμαξ: Εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ, 1 cm διὰ 50 p καὶ εἰς τὸν ΟΨ, 1 cm διὰ ἐπιμήκυνσιν 5 cm.

13. Εἰς ἓν δυναμόμετρον, βαθμολογημένον μέχρι 8 Kp, ἔχομεν ἐπιμήκυνσιν ἐλατηρίου 12 mm μὲ τὴ ἐπίδρασιν βάρους 1 Kp:

α) Πόσον εἶναι τὸ μῆκος τῆς κλίμακος;

β) Πόσον μῆκος τῆς κλίμακος ἀντιστοιχεῖ εἰς διαφορὰν βάρους 100 p;

14. Τὸ ἐλατήριον ἑνὸς δυναμομέτρου, βαθμολογημένου εἰς Kp, ἐπιμηκύνεται 60 mm μὲ τὴν ἐπίδρασιν βάρους 15 Kp. Νὰ εὑρεθῇ:

α) Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ὑποδιαιρέσεων.

β) Ἐὰν ἡ μικροτέρα μετακίνησις τοῦ δείκτου, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν, εἶναι 1 mm, ποία ἡ μικροτέρα διαφορὰ βάρους, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης;

15. Ἀπὸ ἓν ἐλατήριον μήκους 27 cm ἀναρτῶμεν κενὸν δοχεῖον, ὁπότε τὸ ἐλατήριον λαμβάνει μῆκος 39 cm. Πληροῦμεν τὸ δοχεῖον διὰ 3 l ὕδατος καὶ τὸ μῆκός του γίνεται 63 cm:

α) Ποῖον τὸ βάρος τοῦ κενοῦ δοχείου;

β) Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου, ὅταν τὸ δοχεῖον περιέχῃ τὸ ἥμισυ τῆς μάζης τοῦ ὕδατος;

γ) Νὰ ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διὰ γραφικῆς παραστάσεως.

Σημείωσις. Τὴν ἰσοδυναμίαν εἰς τὰς κλίμακας συμβολίζομεν διὰ $\triangleq$ π.χ. ἀντί: 1 cm παριστᾷ 5 Kp, γράφομεν: 1 cm $\triangleq$ 5 Kp ἢ ἀντί: λαμβάνομεν 1 cm διὰ 2 p, γράφομεν 1 cm $\triangleq$ 2 p κ.τ.λ.

Τὸν συμβολισμὸν τοῦτον δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν εἰς οἱανδήποτε γραφικὴν παράστασιν.

10ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ:

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

1 Ἀποτελέσματα τὰ ὁποῖα προκαλεῖ μία δύναμις.

● α) Τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ μεταλλικοῦ κυλίνδρου, τὸν ὁποῖον ἔχομεν ἀναρτήσει εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον του (σχ. 1 Α).

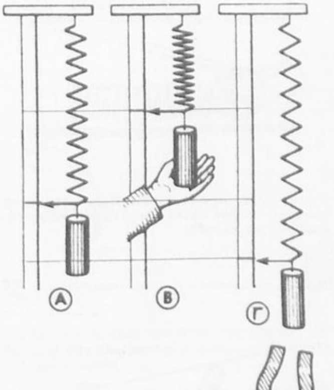
Τὸ ἴδιον ἀποτέλεσμα δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν, ἐὰν σύρωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον διὰ τῆς χειρός μας.

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

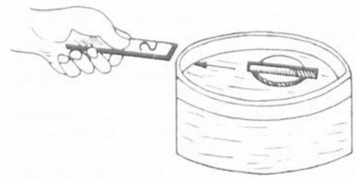
● γ) Ἐὰν πλησιάσωμεν μαγνήτην κάτωθεν τοῦ κυλίνδρου, τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται περισσότερον (σχ. 1 Γ).

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

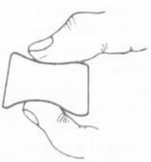
● Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ μυϊκὴ προσπάθεια, ἡ ἕλξις τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σιδήρου, ἡ ὤθησις τοῦ ἀνέμου, ἡ ὤθησις τοῦ ἐλατηρίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ εἰς κατάστασιν συμπιέσεως κλπ., εἶναι **δυνάμεις.**



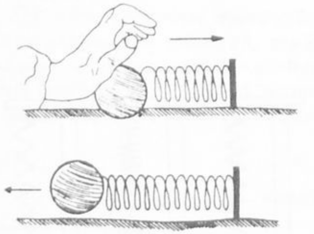
Σχ. 1. Α. Τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.
Β. Ἡ μυϊκὴ δύναμις ἐξουδετερώνει τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.
Γ. Ἡ δύναμις ἕλξεως τοῦ μαγνήτου α προκαλεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου, προστιθεμένην εἰς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 2. Ὁ μαγνήτης μετακινεῖ τὸ τεμάχιον σιδήρου.



Σχ. 3. Διὰ τῶν δακτύλων μας μεταβάλλομεν τὸ σχῆμα μιᾶς ἐλαστικῆς οὐσίας.



Σχ. 4. Ὅταν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τὸ ἐλατήριον, τὸ ὁποῖον συνεπιέσαμεν, ἀναγκάζει τὴν σφαῖραν νὰ κινηθῇ.

Σχ. 5. Ὁ κύλινδρος διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους του κυλίεται ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

Συμπέρασμα: *Καλοῦμεν δύναμιν τὴν αἰτίαν, ἡ ὁποία δύναται :*
—νὰ μεταβάλῃ τὸ σχῆμα ἑνὸς σώματος
—νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν ἓν σῶμα ἢ νὰ τροποποιήσῃ τὴν κίνησίν του.

2 Χαρακτηριστικὰ μιᾶς δυνάμεως.

● Ἐκτείνομεν τὸ ἐλατήριον τῇ βοηθείᾳ νήματος, προσδεδεμένου εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον του Α (σχ. 6). Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται **σημεῖον ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως τῆς χειρός μας ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου, ἐπειδὴ εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ ἐφαρμόζεται ἡ δύναμίς μας.

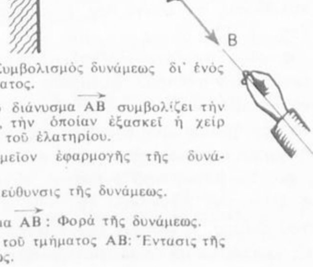
● Τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ τεταμένου νήματος. Αὐτὴ εἶναι ἡ **διεύθυνσις** τῆς δυνάμεως ἢ ἡ εὐθεῖα, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐπενεργεῖ.

● Χαλαροῦμεν σιγὰ—σιγὰ τὸ νῆμα καὶ τὸ ἐλατήριον ἐπανακτᾷ τὸ σχῆμά του. Ἐξασκεῖ δηλ. τὸ ἐλατήριον ἐπὶ τοῦ νήματος μίαν δύναμιν, ἡ ὁποία ἔχει τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μὲ τὴν προηγουμένην.

● Εἰς τὸ σημεῖον Α λοιπὸν ἐπενεργοῦν δύο δυνάμεις, ἡ δύναμις F ἐπὶ τοῦ νήματος καὶ ἡ δύναμς F' τῆς χειρός μας ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου διὰ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς.

● Ἐκτείνομεν περισσότερον τὸ νῆμα, καταβάλλοντες μεγαλυτέραν δύναμιν, ὁπότε τὸ ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται περισσότερον. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν **ἔντασιν** τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία τὸ **ἕλκει.**

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



Σχ. 6. Συμβολισμὸς δυνάμεως δι' ἑνὸς διανύσματος.

Τὸ διάνυσμα $\overrightarrow{AB}$ συμβολίζει τὴν δύναμιν, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἡ χεὶρ μας ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.

Α : Σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

ΑΧ : Διεύθυνσις τῆς δυνάμεως.

Διάνυσμα $\overrightarrow{AB}$: Φορὰ τῆς δυνάμεως.

Μῆκος τοῦ τμήματος ΑΒ: Ἔντασις τῆς δυνάμεως.

3 Γραφικὴ παράστασις δυνάμεως.

Τὴν δύναμιν συμβολίζομεν δι' ἑνὸς διανύσματος (βέλους). *Ἡ ἀρχὴ* τοῦ διανύσματος εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως· *διεύθυνσις* καὶ *φορὰ* αὐτῆς εἶναι ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ φορὰ τοῦ διανύσματος (βέλους). *Ἡ ἔντασις* εὑρίσκεται ἀπὸ τὸ μῆκος τοῦ διανύσματος (σχ. 7).

4 Ἡ ἔντασις δυνάμεως εἶναι μέγεθος καὶ δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Ἐκτείνομεν ἓν ἐλατήριον διὰ μιᾶς δυνάμεως F οἱασδήποτε διευθύνσεως καὶ σημειώνωμεν τὴν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ ἐλατήριον ἓν βάρος Β, τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ αὐτὸ μία δύναμις, ἀλλὰ μὲ διεύθυνσιν *κατακόρυφον* καὶ φορὰν ἐκ τῶν *ἄνω* πρὸς τὰ *κάτω*. Ἡ δύναμις αὕτη καὶ τὸ βάρος Β ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

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

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

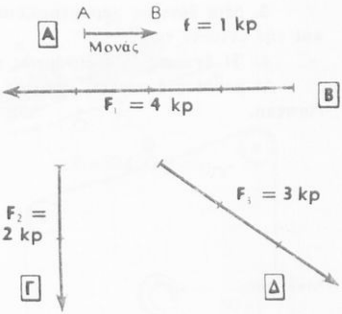
Μία δύναμις εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἄλλων δυνάμεων τῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ φορᾶς, ὅταν ἡ ἐπιμήκυνσις, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ ἐπὶ ἑνὸς ἐλατηρίου, εἶναι ἴση πρὸς αὐτήν, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν καὶ αἱ δύο μαζί.

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

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

Τάξις μεγέθους μερικῶν δυνάμεων

Δύναμις ἕλξεως ἑνὸς ἀνθρώπου	20–30 Kp
» » » ἵππου	60–70 Kp
» » μιᾶς ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου	10–80 Mp
» ὠθήσεως στροβιλοαντιδραστῆρος Boeing 707	5920 Kp
» » πυραύλου Ἄτλας κατὰ τὴν ἐκτόξευσιν	178 Mp.



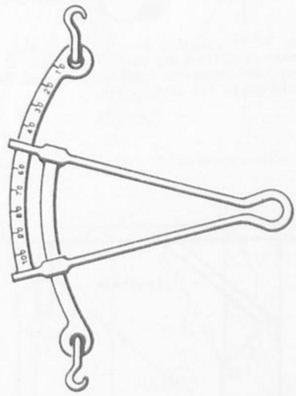
Σχ. 7.

Α. Ἡ μονὰς τῆς δυνάμεως συμβολίζεται διὰ τοῦ μήκους τοῦ τμήματος ΑΒ.

Β. F_1 εἶναι μία ὁριζοντία δύναμις μὲ φορὰν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ καὶ μὲ ἔντασιν 4 Kp.

Γ. F_2 εἶναι ἓν βάρος 2 Kp.

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



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

Ὑπάρχουν πολλοὶ τύποι δυναμομέτρων, τῇ βοηθείᾳ τῶν ὁποίων προσδιορίζομεν δυνάμεις πολλῶν τόννων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

2. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, ἡ μυϊκὴ δύναμις, ἡ ἕλξις τοῦ μαγνήτου, ἡ δύναμις τοῦ ῥέοντος ὕδατος, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ κλπ., εἶναι αἱ πλέον συνήθεις δυνάμεις, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν.

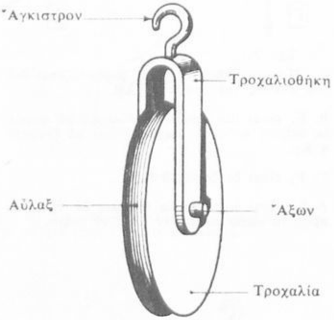
3. Μία δύναμις χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς, τὴν διεύθυνσιν, τὴν φορὰν καὶ τὴν ἔντασίν της.

4. Ἡ ἔντασις μιᾶς δυνάμεως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.

Αἱ μονάδες δυνάμεως εἶναι αἱ αὐταὶ μὲ τὰς μονάδας βάρους: τὸ Kp (Κιλοπόντ) καὶ τὸ Newton.

11ον ΜΑΘΗΜΑ: Ἰσορροπία σώματος ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων.

ΤΡΟΧΑΛΙΑ



Σχ. 1. Ἡ τροχαλία ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δίσκου μὲ αὔλακα εἰς τὴν περιφέρειαν. Ὁ δίσκος περιστρέφεται πέριξ ἑνὸς ἄξονος, διερχομένου ἐκ τοῦ κέντρου του.

1 Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως.

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

Οἱαδήποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ θέσις τοῦ δακτυλίου ἡ ἔνδειξις τοῦ δυναμομέτρου παραμένει ἡ αὐτή.

Συμπέρασμα: *Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως, χωρὶς νὰ μεταβάλῃ καὶ τὴν ἔντασίν της.*

2 Ἰσορροπία δύο ἀντιθέτων δυνάμεων.

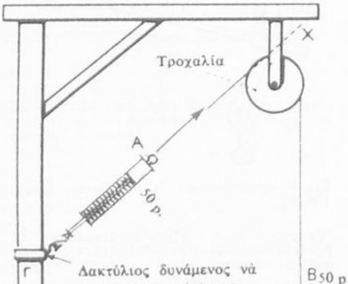
Ἡ μυϊκὴ προσπάθεια ὁμάδος παίδων (σχ. 3) εἶναι μία δύναμις. Τὸ τεταμένον σχοινίον μᾶς δίδει τὴν κοινὴν διεύθυνσιν τῶν δύο δυνάμεων. Ἐὰν τὸ σημεῖον Ο, κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς, εἰς τὴν ὅλην προσπάθειαν τῶν ὁμάδων, παραμείνῃ εἰς τὴν θέσιν του, τότε αἱ δυνάμεις εἶναι *ἴσαι καὶ ἀντίθετοι*. Εὑρίσκονται δηλ. εἰς τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν, ἔχουν τὴν *αὐτὴν ἔντασιν* καὶ *ἀντίθετον φοράν*.

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

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

3 Ἰσορροπία δυνάμεων μὲ κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς (συντρέχουσαι).

● *Παρατήρησις.* Οἱ δύο ξυλοκόποι τοῦ σχήματος 4 ἕλκουν ὁ καθεὶς πρὸς τὸ μέρος του τὸ δένδρον. Εἶναι φανερὸν ὅτι καὶ αἱ δύο δυνάμεις ἔχουν *κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς*. Αἱ δυνάμεις αὗται καλοῦνται *συντρέχουσαι*.



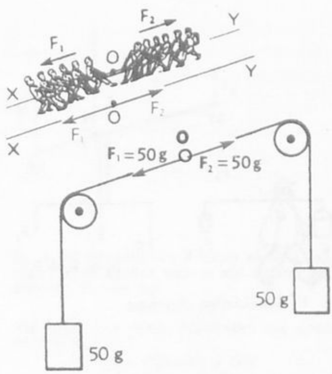
Σχ. 2. Τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου δὲν μεταβάλλεται, εἰς οἱανδήποτε θέσιν καὶ ἐὰν εὑρίσκεται ὁ δακτύλιος Γ.

Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως χωρὶς νὰ μεταβάλῃ καὶ τὴν ἔντασίν της.

● *Πείραμα.* Ἐὰν ἀπὸ τὰς ἄκρας τῶν τριῶν νημάτων ἀναρτήσωμεν τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα παρατηροῦμεν εἰς τὸ σχῆμα 5, ὁ δακτύλιος Ο εἰς τὴν ἀρχὴν θὰ μετακινηθῇ καὶ κατόπιν θὰ ἰσορροπήσῃ.

Αἱ τρεῖς δυνάμεις F_1, F_2, F_3 *ἐπενεργοῦν εἰς ἓν σημεῖον καὶ ἰσορροποῦν*. Εἶναι εὔκολον νὰ ἀποδείξωμεν ὅτι *αἱ διευθύνσεις τῶν τριῶν αὐτῶν δυνάμεων εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον*. (Διὰ μιᾶς πλακὸς π.χ. ἐκ χαρτονίου, τὸ ὁποῖον τοποθετοῦμεν ὄπισθεν αὐτῶν).

> **Συμπέρασμα**: *Καλοῦμεν συντρεχούσας δυνάμεις ἐκείνας, τῶν ὁποίων αἱ διευθύνσεις ἔχουν ἓν κοινὸν σημεῖον. Ὅταν τρεῖς συντρέχουσαι δυνάμεις ἰσορροποῦν, τότε αὗται εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.*



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

4 Συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων.

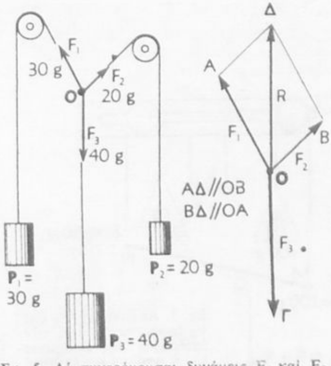
● Τοποθετοῦμεν ὄπισθεν τῶν νημάτων ἓν λευκὸν χαρτόνιον καὶ σημειώνομεν τὰ διανύσματα ΟΑ, ΟΒ, ΟΓ, τὰ ὁποῖα συμβολίζουν τὰς δυνάμεις F_1, F_2 καὶ F_3. Αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν τὴν F_3. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἰσορροπίαν, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὰς δυνάμεις F_1 καὶ F_2 μὲ τὴν δύναμιν R, ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὴν F_3.

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

● Ἐὰν κατασκευάσωμεν τὸ τετράπλευρον ΟΑΔΒ (σχ. 5), παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι παραλληλόγραμμον. Τὸ διάνυσμα ΟΔ εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου.

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

> **Συμπέρασμα**: *Ἡ συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων εἶναι μία δύναμις, ἡ ὁποία, ὅταν ἐπενεργῇ (μόνη της), φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὰς δύο ἄλλας δυνάμεις.*
>
> *Ἡ συνισταμένη παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου, τὸ ὁποῖον κατασκευάζεται ἀπὸ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.*



Σχ. 5. Αἱ συντρέχουσαι δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦνται ἀπὸ τὴν δύναμιν F_3. Τὸ διάνυσμα $\overrightarrow{ΟΔ}$ παριστᾷ δύναμιν ἀντίθετον πρὸς τὴν F_3. Ἡ δύναμις R φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖον φέρουν καὶ αἱ δύο μαζὶ δυνάμεις F_1 καὶ F_2. Ἡ δύναμις R εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν F_1 καὶ F_2. Αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 εἶναι αἱ συνιστῶσαι τῆς συνισταμένης.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ τροχαλία τροποποιεῖ τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως, χωρὶς ὅμως νὰ μεταβάλῃ καὶ τὴν ἔντασιν αὐτῆς.

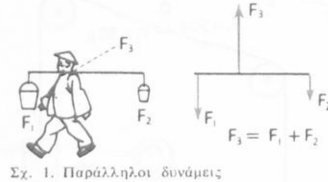
2. Ἓν σῶμα ἰσορροπεῖ, ὅταν ἐπενεργοῦν εἰς αὐτὸ δύο δυνάμεις ἴσαι, ἀντίθετοι καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως.

3. Δύο δυνάμεις καλοῦνται συντρέχουσαι, ὅταν αἱ διευθύνσεις των ἔχουν ἓν κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς. Αἱ διευθύνσεις τριῶν συντρεχουσῶν δυνάμεων ἐν ἰσορροπίᾳ εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

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

12ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: Συνισταμένη δύο παραλλήλων δυνάμεων.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ

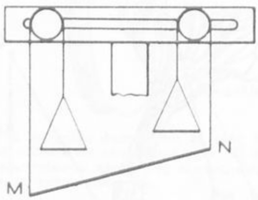


Σχ. 1. Παράλληλοι δυνάμεις

1 Ἰσορροπία δύο παραλλήλων δυνάμεων.

● *Παρατήρησις* : Τὰ δύο βάρη, τὰ ὁποῖα σηκώνει ὁ ἄνθρωπος τοῦ σχ. 1, εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Αἱ δυνάμεις αὐταὶ ἐφαρμόζονται εἰς τὰ ἄκρα τῆς ράβδου, ἡ ὁποία ἰσορροπεῖ ἐπὶ τοῦ ὤμου τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὸ σημεῖον Ο.

● *Πείραμα.* Πραγματοποιοῦμεν μὲ δύο τροχαλίας τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 2. Ὅταν οἱ δύο δίσκοι εἶναι κενοί, τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ καὶ τὰ νήματα εἶναι κατακόρυφα. Ἡ ράβδος ΜΝ ἔχει μῆκος 36 cm.



Σχ. 2. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ἡ διάταξις εὑρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ.

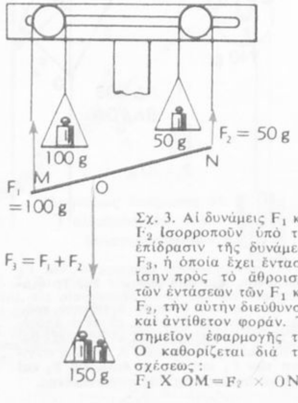
● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν ἀριστερὸν δίσκον βάρος 100 p καὶ εἰς τὸν δεξιὸν 50 p. Ἡ ράβδος ΜΝ ἀρχίζει νὰ μετακινῆται πρὸς τὰ ἄνω καί, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν, πρέπει νὰ ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ σημεῖον Ο βάρος 150 p.

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σημεῖον Ο ἀπέχει ἀπὸ τὰ ἄκρα τῆς ράβδου ΟΜ = 12 cm καὶ ΟΝ = 24 cm (σχ. 3).

● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ διάφορα βάρη καὶ καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

F_1 (p)	F_2 (p)	Ἰσορροπίαν ἐπιτυγχάνομεν, ὅταν			$F_1 \times OM$	$F_2 \times ON$
		F_3 F_1+F_2	ΟΜ=	ΟΝ=		
100	50	150	12 cm	24 cm	12 × 100	24 × 50
50	50	100	18 cm	18 cm	18 × 50	18 × 50
70	50	120	15 cm	21 cm	15 × 70	50 × 21

Συμπέρασμα: *Δύο παράλληλοι δυνάμεις F_1 καὶ F_2, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ ἐπενεργοῦν εἰς τὰ σημεῖα M καὶ N ἑνὸς εὐθυγράμμου τμήματος, ἰσορροποῦνται ὑπὸ μιᾶς τρίτης δυνάμεως F_3, ἡ ὁποία εἶναι παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις αὐτὰς ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς. Ἡ ἔντασις τῆς F_3 εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν F_1 καὶ F_2, εἶναι δηλ. $F_3 = F_1 + F_2$. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς O τῆς δυνάμεως F_3 εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ εὐθυγράμμου τμήματος MN καὶ καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.*



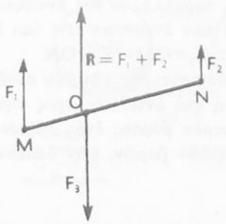
Σχ. 3. Αἱ δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἰσορροποῦν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς δυνάμεως F_3, ἡ ὁποία ἔχει ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν F_1 καὶ F_2, τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ἀντίθετον φοράν. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς της Ο καθορίζεται διὰ τῆς σχέσεως : $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

2 Συνισταμένη παραλλήλων δυνάμεων.

Τὸ σημεῖον Ο δὲν θὰ μετακινηθῆ, καὶ ἐὰν ἀκόμη ἐπενεργήσουν εἰς αὐτὸ δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, ἡ F_3 καὶ ἡ R (σχ. 4). Δηλαδὴ ἡ R εἶναι ἰσοδύναμος πρὸς τὰς δύο παραλλήλους δυνάμεις F_1 καὶ F_2, καὶ καλεῖται **συνισταμένη** τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.

Ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, τῶν ὁποίων τὰ σημεῖα ἐφαρμογῆς εὑρίσκονται εἰς τὰ σημεῖα Μ καὶ Ν, ἔχει τὴν αὐτὴν *διεύθυνσιν καὶ φορὰν πρὸς τὰς δύο δυνάμεις, ἔντασιν δὲ ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς αὐτῆς Ο καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν :*

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



Σχ. 4. Ἡ συνισταμένη R φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖον φέρουν καὶ αἱ δύο μαζὶ δυνάμεις F_1 καὶ F_2:

$$R = F_1 + F_2$$

καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν πρὸς αὐτάς:

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

3 Κέντρον βάρους.

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

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

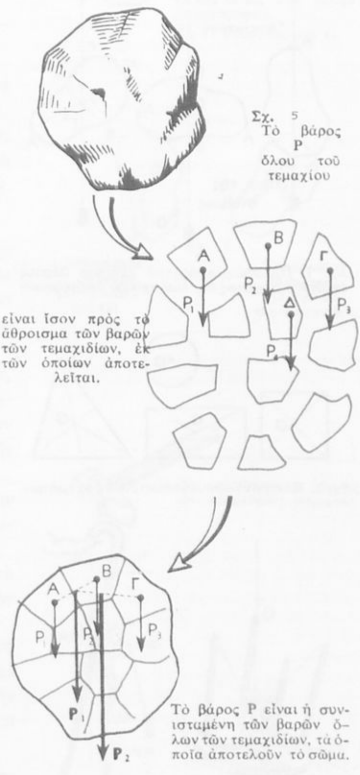
● Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ τεμαχίδια καὶ ἑπομένως τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων αὐτῶν τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς.

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

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

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

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



Σχ. 5 Τὸ βάρος P ὅλου τοῦ τεμαχίου

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

Τὸ βάρος P εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν βαρῶν ὅλων τῶν τεμαχιδίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ σῶμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δύο δυνάμεις F_1 καὶ F_2 παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἐφηρμοσμέναι εἰς τὰ σημεῖα Μ καὶ Ν μιᾶς εὐθείας, ἰσορροποῦν ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τρίτης

δυνάμεως F, παραλλήλου καὶ ἀντιθέτου φορᾶς πρὸς τὰς δυνάμεις αὐτὰς καὶ ἐντάσεως ἴσης πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς της O καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

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

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

13ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: Πειραματικὸς προσδιορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους.

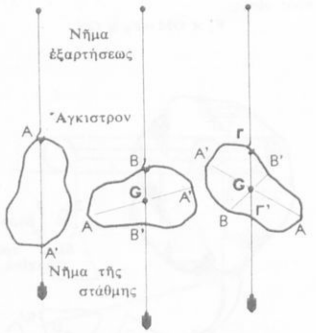
ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

1 Κέντρον βάρους μιᾶς πλακός.

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

● Ἀπὸ τὸ αὐτὸ σημεῖον ἔχομεν ἀναρτήσει καὶ τὸ νῆμα τῆς στάθμης, τοῦ ὁποίου τὴν κλωστὴν ἔχομεν ἐπαλείψει μὲ κιμωλίαν. Αὐτὴ θὰ ἀφήσῃ ἐπὶ τοῦ χαρτονίου μίαν λευκὴν γραμμήν. Τὸ νῆμα τῆς στάθμης μαζὶ μὲ τὸ νῆμα ἀναρτήσεως τοῦ σώματος σχηματίζουν κοινὴν κατακόρυφον. Αὐτὴ εἶναι ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

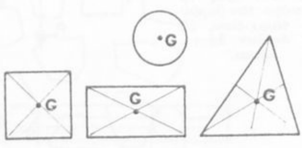
● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ διάφορα σημεῖα B, Γ ... τῆς περιμέτρου τῆς πλακὸς καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἴχνη τῆς κιμωλίας BB', ΓΓ' τέμνονται (συντρέχουν) εἰς ἓν σημεῖον G. Τοῦτο *εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους ἢ τὸ κέντρον βάρους τῆς πλακὸς (σχ. 1).*



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

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

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



Σχ. 2. Κέντρον βάρους γεωμετρικῶν σχημάτων

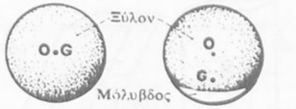
2 Κέντρον βάρους ὁμογενῶν ἐπιπέδων σωμάτων, γεωμετρικοῦ σχήματος.

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

Σχ. 3. Καθορισμὸς τοῦ κέντρου βάρους ἑνὸς σκαμνίου.

Σχ. 4 Ἰσορροπία ῥάβδου.

βάρους τοῦ κύκλου εἶναι τὸ γεωμετρικόν του κέντρον, τοῦ τετραγώνου καὶ παραλληλογράμμου τὸ σημεῖον τομῆς τῶν διαγωνίων του, καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημεῖον τομῆς τῶν διαμέσων του (σχ. 2).



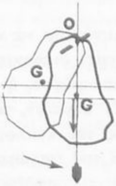
Σχ. 5.

Σφαῖρα ὁμογενής. G καὶ O συμπίπτουν.

Σφαῖρα ἀνομοιογενής. G καὶ O δὲν συμπίπτουν.

3 Κέντρον βάρους οἱουδήποτε σώματος.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἐξαρτήσεως, τὴν ὁποίαν ἐφηρμόσαμεν προηγουμένως, διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλακός, δὲν δύναται νὰ μᾶς χρησιμεύσῃ διὰ τὸν ἴδιον σκοπόν, διότι δὲν δυνάμεθα νὰ σημειώσωμεν τὴν προέκτασιν τῆς κατακορύφου ἀπὸ τὸ σημεῖον ἐξαρτήσεως τοῦ σώματος· εἰς ὡρισμένας ὅμως περιπτώσεις, ὅπως π.χ. εἰς ἓν σκαμνίον, μίαν ράβδον (σχ. 3, 4) κλπ. δυνάμεθα νὰ τὴν ἐφαρμόσωμεν. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ κέντρον βάρους εἶναι δυνατὸν νὰ εὑρίσκεται καὶ ἔξω τοῦ σώματος.



Σχ. 6. Ἡ πλάξ, ἐὰν ἀπομακρυνθῆ ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας, μετὰ μερικὰς ταλαντώσεις ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν της θέσιν. Τὸ σῶμα εὑρίσκεται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.
O καὶ G εἰς τὴν αὐτὴν κατακόρυφον.
Τὸ O ὑπεράνω τοῦ G.

4 Κέντρον βάρους στερεῶν σωμάτων γεωμετρικοῦ σχήματος.

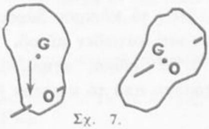
Τὸ κέντρον βάρους σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἔχουν συμμετρικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα, εἶναι δὲ καὶ ὁμογενῆ, συμπίπτει μὲ τὸ γεωμετρικόν των κέντρον, ἐνῷ εἰς τὴν περίπτωσιν μὴ ὁμογενῶν εὑρίσκεται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ πλησίον αὐτοῦ.

5 Ἰσορροπία.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μεταλλικὴν πλάκα, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἀναρτήσει εἰς σημεῖον O, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅταν τὴν μετατοπίσωμεν, μετὰ μερικὰς ταλαντώσεις ἰσορροπεῖ εἰς τὴν ἀρχικήν της θέσιν (σχ. 6).

- Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὴν πλάκα εἰς τρόπον, ὥστε τὸ κέντρον βάρους νὰ εἶναι ὑπεράνω τοῦ σημείου O (σχ. 7A), ἡ πλὰξ ἰσορροπεῖ, ὅταν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ σημεῖον O εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου (τοῦτο δυσκόλως ἐπιτυγχάνεται).
- Ἐὰν ὅμως μετατοπίσωμεν καὶ ἐλάχιστα τὴν πλάκα, δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν της, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν προηγουμένην θέσιν ἰσορροπίας.
- Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκεται εἰς **εὐσταθῆ** ἰσορροπίαν, ἐνῷ εἰς τὴν δευτέραν εἰς **ἀσταθῆ**.
- Ἐάν, τέλος, ἀναρτήσωμεν τὴν πλάκα ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους της, τότε, οἱανδήποτε θέσιν καὶ ἐὰν τῆς δώσωμεν, παρατηροῦμεν ὅτι ἰσορροπεῖ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκεται εἰς **ἀδιάφορον.** ἰσορροπίαν (σχ. 7 B).

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



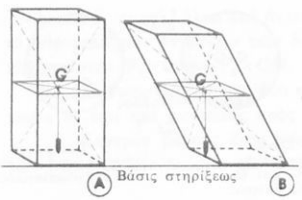
Σχ. 7.

Ἰσορροπία ἀσταθὴς (O κάτωθεν τοῦ G).

Ἰσορροπία ἀδιάφορος (O καὶ G συμπίπτουν).

Σχ. 8. Κέντρον βάρους ἀνομοιογενοῦς σώματος

Σχ. 9. Νὰ ἐξηγηθῆ ἡ ἰσορροπία τοῦ ἀκροβάτου. Εἶναι εὔκολον νὰ πραγματοποιήσωμεν καὶ ἄλλα παρόμοια πειράματα δι' ἁπλῶν μέσων.



Σχ. 10. Ἰσορροπία σώματος, στηριζομένου εἰς ἓν ὑποστήριγμα. Ποίαν θέσιν τείνει νὰ λάβη τὸ πρίσμα Β.

6 Ἰσορροπία σώματος στηριζομένου ἐπὶ ὁριζοντίου ἐπιπέδου.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δυνάμεθα νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος, ἐὰν τὸ ἀναρτήσωμεν διαδοχικῶς ἀπὸ διάφορα σημεῖά του καὶ σημειώσωμεν κάθε φορὰν τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά. Ὅλαι τότε αἱ κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

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

3. Κέντρον βάρους τῆς σφαίρας, τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ κύβου, ἐὰν εἶναι ὁμογενῆ, εἶναι τὸ γεωμετρικόν των κέντρον· εἰς κάθε ἄλλην περίπτωσιν εὑρίσκεται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ εἰς τὸ πλησιέστερον σημεῖόν του.

4. Ἓν σῶμα, τὸ ὁποῖον ἀναρτᾶται εἰς ὁριζόντιον ἄξονα, εὑρίσκεται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπίαν, ὅταν τὸ κέντρον βάρους του εἶναι ἐπὶ τῆς κατακορύφου, τῆς διερχομένης ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦτον καὶ κάτωθεν αὐτοῦ.

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

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 3: Δύναμις. Δυναμόμετρον.

Ι. Ἡ ἔννοια τῆς δυνάμεως

1. Διὰ κλίμακος δυνάμεων 2 cm διὰ 1 Kp νὰ παρασταθῆ γραφικῶς μὲ σημεῖον ἐφαρμογῆς τὸ Ο:

α) Ἓν βάρος 3 Kp.

β) Μία ὁριζοντία δύναμις μὲ φορὰν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά, ἐντάσεως 2,4 Kp.

γ) Μία πλαγία δύναμις, μὲ φορὰν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, σχηματίζουσα γωνίαν 60^0 μὲ τὴν προηγουμένην, ἐντάσεως 4 Kp.

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

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

4. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι εἰς τὸ Παρίσι 1 Kp ἰσοδυναμεῖ πρὸς 9,81 N, νὰ εὑρεθῆ μὲ πόσα Kp ἰσοδυναμεῖ ἐκεῖ τὸ 1 N.

5. Νὰ ὑπολογισθῆ εἰς N ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγκρατεῖ ἕνα ἄνθρωπον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἐὰ αὐτὸς ζυγίζη εἰς τὸ Παρίσι 58 Kp.

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

Δύναμις ἕλξεως ἀνθρώπου (μέση προσπάθεια) 20—30 Kp.

Δύναμις ἕλξεως ἵππου (μέση προσπάθεια) 60—70 Kp.

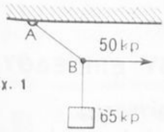
Δύναμις ἕλξεως ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου: 25 Mp.

Νὰ ἐκφρασθῆ ἡ ἔντασις αὐτῶν τῶν δυνάμεων εἰς Newtons (1 Kp = 9,81 N).

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

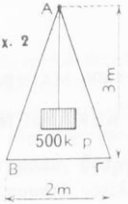
α) Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐνδείξεων τῆς κλίμακος τοῦ δυναμομέτρου, ἐὰν τοῦτο εἶναι βαθμολογημένον εἰς Kp.

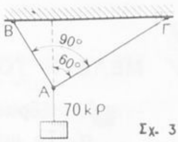
β) Δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν μετατόπισιν τοῦ δείκτου, ἴσην πρὸς τὸ 1/10 τῆς ὑποδιαιρέσεως. Ποῖον εἶναι εἰς Kp τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον ἠμπορεῖ νὰ προκαλέσῃ αὐτὴν τὴν μετατόπισιν; (Τοῦτο εἶναι τὸ μέτρον τῆς εὐαισθησίας τοῦ δυναμομέτρου).



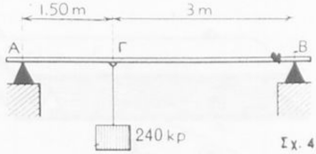
Σχ. 1

Σχ. 2





Σχ. 3



Σχ. 4

II. Ἰσορροπία τριῶν συντρεχουσῶν δυνάμεων (κοινὸν σημεῖον 0)

8. α) Νὰ σχεδιασθῇ ἡ συνισταμένη R δύο δυνάμεων $F_1 = 20$Kp καὶ $F_2 = 40$ Kp, συντρεχουσῶν καὶ καθέτων μεταξύ των (Κλῖμαξ : 1 cm = 5 Kp).

β) Νὰ προσδιορισθῇ ἡ μέτρησις τοῦ ἀντιστοίχου διανύσματος καὶ ἡ ἔντασις τῆς R.

γ) Νὰ μετρηθῇ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει αὕτη μὲ κάθε μίαν ἐκ τῶν συνιστωσῶν.

9. Εἰς σημεῖον Ο ἐφαρμόζονται δύο δυνάμεις, $F_1 = 12$ Kp καὶ $F_2 = 8$ Kp, τῶν ὁποίων αἱ διευθύνσεις σχηματίζουν γωνίαν 60^0 :

α) Νὰ παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ δύο δυνάμεις (Κλ. : 1 cm = 2 Kp).

β) Νὰ σχεδιασθῇ ἡ συνισταμένη των R καὶ νὰ εὑρεθῇ ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ Ο, διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ μὲ τὰς F_1 καὶ F_2.(Ἡ ἔντασίς της θὰ εὑρεθῇ μὲ τὴν μέτρησιν τοῦ διανύσματος.)

10. Εἰς τὰ ἄκρα νήματος, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἀπὸ δύο τροχαλίας, ἀναρτῶμεν ἀνὰ ἓν βάρος 1 Kp καὶ εἰς τὸ σημεῖον Ο μεταξὺ τῶν δύο τροχαλιῶν, ἓν βάρος P. Ἔχομεν δὲ ἰσορροπίαν, ὅταν ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει τὸ νῆμα εἰς τὸ σημεῖον Ο, εἶναι 60^0 :

α) Τί παριστᾷ ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους P διὰ τὴν γωνίαν, τὴν σχηματιζομένην ὑπὸ τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων F_1 καὶ F_2, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται εἰς τὸ σημεῖον Ο ;

β) Νὰ γίνῃ τὸ σχῆμα καὶ νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς τὸ μέτρον τῆς ἐντάσεως τοῦ βάρους P (Κλ. : 1 cm = 0,5 Kp).

11. Εἰς τὸ ἄκρον Β ἑνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνηρτημένον εἰς τὸ σημεῖον Α τῆς ὀροφῆς, θέτομεν βάρος 65 Kp καὶ ἀσκοῦμεν ἐπὶ πλέον μίαν ὁριζοντίαν ἕλξιν 50 Kp (σχ. 1) :

Νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἕλξις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ νῆμα ΑΒ, (τάσις τοῦ νήματος ΑΒ) (Κλ. : 1 mm = 1 Kp).

12. Δύο δοκοὶ συνδέονται, ὅπως δεικνύει τὸ σχ. 2, καὶ φέρουν φορτίον 500 Kp. Νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἔντασις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται ὑπ᾿ αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. (Κλ. 1 cm = 100 Kp)·

13. Δύο σχοινία ΑΒ καὶ ΑΓ ἀναρτῶνται ἀπὸ τὴν ὀροφὴν εἰς τὰ σημεῖα Β καὶ Γ καὶ συγκρατοῦν εἰς τὸ Α φορτίον 70 Kp (σχ. 3).

Νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἔντασις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται πρὸς τὰς διευθύνσεις ΒΑ καὶ ΓΑ μὲ τιμὰς γωνιῶν τὰς ἀναγραφομένας εἰς τὸ σχῆμα (Κλ. 1 cm = 10 Kp).

III. Παράλληλοι δυνάμεις. Κέντρον Βάρους.

14. Δύο κατακόρυφοι δυνάμεις μὲ φορὰν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐντάσεως 20 Kp καὶ 30 Kp ἐφαρμόζονται εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς στερεᾶς ράβδου, μήκους 1 m :

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις τῆς συνισταμένης των καὶ νὰ προσδιορισθῇ τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς της εἰς τὴν ράβδον.

β) Νὰ παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ δυνάμεις αὗται, καθὼς καὶ ἡ συνισταμένη των R (Κλ. 1 cm = 5 Kp).

15. Δύο παιδία 40 Kp καὶ 60 Kp κάθηνται εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς σανίδος μήκους 3 m, στηριζομένης εἰς ἕνα κορμὸν δένδρου, καὶ κάμνουν τραμπάλαν :

α) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ ἐλαφρότερον παιδίον πρέπει νὰ εὑρίσκεται ὁ κορμός, διὰ νὰ ὑπάρχῃ ἰσορροπία ;

β) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν δέχεται ὁ κορμὸς τοῦ δένδρου.

16. Ὁ ἄνθρωπος τῆς εἰκόνος 1 (σελὶς 34) μεταφέρει δύο δοχεῖα ὕδατος, βάρους $F_1 = 12$ Kp καὶ $F_2 = 18$ Kp, διὰ μιᾶς ράβδου μήκους 1,50 m :

α) Πόσον πρέπει νὰ ἀπέχῃ τὸ ἀριστερὸν ἄκρον τῆς ράβδου ἀπὸ τὸν ὦμον τοῦ ἀνθρώπου, διὰ νὰ ὑπάρχῃ ἰσορροπία ;

β) Ποία δύναμις ἀσκεῖται ἀπὸ τὴν ράβδον εἰς τὸν ὦμόν του;

γ) Ποία δύναμις ἀσκεῖται εἰς τὸ ἔδαφος, ἐὰν ὁ ἄνθρωπος ζυγίζῃ 72 Kp ;

17. Διὰ τὴν μεταφορὰν βάρους 160 Kp δύο ἐργάται χρησιμοποιοῦν μεταλλικὴν ράβδον, μήκους 2 m. Ἐὰν τὸ βάρος ἀναρτᾶται εἰς ἀπόστασιν 1,25 m ἀπὸ τὸν πρῶτον ἐργάτην, πόσον φορτίον ὑποβαστάζει ἕκαστος ἐργάτης ;

18. Μία δοκὸς ἀμελητέου βάρους, στηριζομένη εἰς δύο τριγωνικὰ πρίσματα Α καὶ Β (σχ. 4), φέρει εἰς τὸ σημεῖον Γ βάρος 240 Kp. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον δέχεται κάθε ὑποστήριγμα (Α καὶ Β).

19. Μεταλλικὴ πλὰξ σχήματος ἰσοσκελοῦς τριγώνου μὲ πλευρὰς ΒΓ = 15 cm, ΑΒ = ΑΓ = 18 cm, ζυγίζει 800 p καὶ ἀναρτᾶται δι᾿ ἑνὸς νήματος εἰς τὴν κορυφὴν Α :

α) Νὰ σχεδιασθῇ ἡ πλὰξ διὰ κλίμακος 1/3.

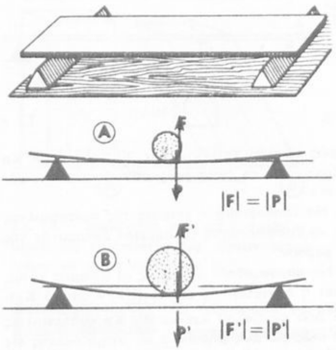
β) Νὰ προσδιορισθῇ γεωμετρικῶς τὸ κέντρον βάρους της.

γ) Νὰ παρασταθῇ τὸ βάρος της δι᾿ ἑνὸς διανύσματος καὶ νὰ καθορισθῇ ἡ ἀρχή του (Κλ. 1 cm = 200 p).

20. Εἰς ὀρθὸς ὁμογενὴς κύλινδρος, στηριζόμενος μὲ τὴν βάσιν του, διαμέτρου 8 cm, ἀνατρέπεται, μόλις τὸ ἐπίπεδον στηρίξεώς του σχηματίσῃ μετὰ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου γωνίαν μεγαλυτέραν τῶν 30^0:

α) Νὰ σχεδιασθῇ τὸ σχῆμά του ὑπὸ κλίμακα 1/2 καὶ νὰ προσδιορισθῇ τὸ κέντρον βάρους τοῦ κυλίνδρου.

β) Νὰ ὑπολογισθῇ γραφικῶς ἐκ τοῦ σχήματος τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 1. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους P τὸ ἔλασμα καμπυλοῦται καὶ ἐξασκεῖ τότε ἐπὶ τοῦ σώματος μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως F, ἡ ὁποία ἰσορροπεῖ τὸ P. Ὅταν τὸ βάρος P' > P, τὸ ἔλασμα καμπυλοῦται περισσότερον καὶ ἡ δύναμις ἀντιδράσεως γίνεται F'. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἡ δύναμις ἀντιδράσεως καὶ τὸ βάρος εἶναι ἴσα κατ' ἀπόλυτον τιμήν.

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

14ον ΜΑΘΗΜΑ:

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

1 Ἀντίδρασις τοῦ ὑποστηρίγματος.

α) Τὸ μεταλλικὸν ἔλασμα, τὸ ὁποῖον ἔχομεν τοποθετήσει εἰς τὰ ὑποστηρίγματα Α καὶ Β, καμπυλοῦται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους P τοῦ σώματος (σχ. 1).

β) Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σῶμα διὰ βαρυτέρου, τὸ ἔλασμα καμπυλοῦται περισσότερον, ἐνῷ συγχρόνως ἀντιδρᾷ πρὸς τὸ βάρος P τοῦ σώματος διὰ μιᾶς δυνάμεως ἀντιθέτου, ἡ ὁποία καλεῖται *ἀντίδρασις τοῦ ἐλάσματος*. Αὔτη γίνεται ἴση πρὸς τὸ βάρος P εἰς τὴν τελικὴν θέσιν ἰσορροπίας.

● Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ ἔλασμα ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν. Ἡ παροδικὴ παραμόρφωσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἔλασμα διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους P, καλεῖται **ἐλαστική**.

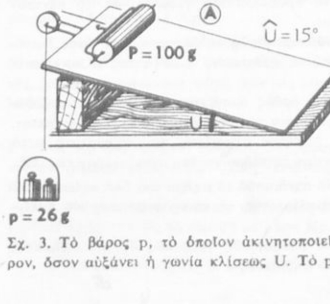
● Ἡ παραμόρφωσις αὕτη δὲν γίνεται ἀντιληπτὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὅταν τὸ σῶμα εἶναι τοποθετημένον ἐπάνω εἰς τραπέζιον, προκαλεῖ ὅμως μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως, ἡ ὁποία, ὅπως καὶ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν, ἰσορροπεῖ τὸ σῶμα.

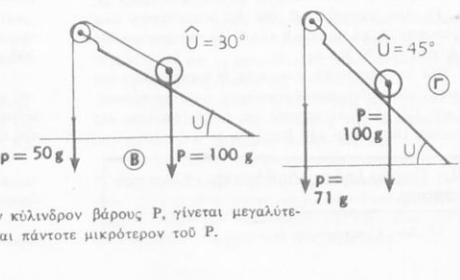
2 Κεκλιμένον ἐπίπεδον.

Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον εἶναι ἐπίπεδος πλάξ, τὴν ὁποίαν κρατοῦμεν δι' ἑνὸς ὑποστηρίγματος κεκλιμένην. Ἐὰν μετατοπίσωμεν τὸ ὑποστήριγμα, ἠμποροῦμεν νὰ μεταβάλωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U, τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ πλὰξ μὲ τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον τοῦ τραπεζίου (σχ. 2). Ἡ σφαῖρα, τὴν ὁποίαν ἀφίνομεν ἐλευθέραν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀκολουθεῖ εὐθεῖαν τροχιὰν AB, ἥτις καλεῖται **γραμμὴ τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως** καὶ εἶναι *κάθετος πρὸς ὅλας τὰς ὁριζοντίας εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου AB.*

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

Ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U, πρέπει νὰ αὐξήσωμεν καὶ τὰ σταθμά, καὶ ἀντιστρόφως,





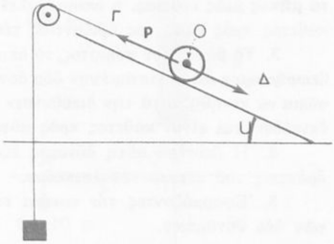
Σχ. 3. Τὸ βάρος p, τὸ ὁποῖον ἀκινητοποιεῖ τὸν κύλινδρον βάρους P, γίνεται μεγαλύτερον, ὅσον αὐξάνει ἡ γωνία κλίσεως U. Τὸ p εἶναι πάντοτε μικρότερον τοῦ P.

πάντοτε ὅμως τὸ βάρος των θὰ εἶναι μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ κυλίνδρου (σχ. 3 Β, Γ).

● Ὁ κύλινδρος κυλᾷ κατὰ τὴν *γραμμὴν τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως*, ἐὰν κόψωμεν τὸ νῆμα.

3 Δυνάμεις αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου.

Ἐὰν δὲν ὑπῆρχε τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, τὸ βάρος Ρ θὰ προεκάλει κατακόρυφον πτῶσιν τοῦ κυλίνδρου. Ἡ πλαγία δύναμις $\overrightarrow{ΟΓ}$ ἰσορροπεῖ τὸν κύλινδρον ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου· εἶναι ἑπομένως ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν $\overrightarrow{ΟΔ}$ (σχ. 4).



Σχ. 4. Ἡ δύναμις $\overrightarrow{ΟΓ}$ ἰσορροπεῖ τὴν δύναμιν $\overrightarrow{ΟΔ}$.

● Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν κύλινδρον ἐλεύθερον, θὰ κινηθῇ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου κατὰ τὴν γραμμὴν τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως. Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία κινεῖ τὸν κύλινδρον, εἶναι ἡ $\overrightarrow{ΟΔ}$, παράλληλος πρὸς τὴν γραμμὴν αὐτὴν καὶ μὲ φορὰν πρὸς τὰ κάτω.

Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν $\overrightarrow{ΟΔ}$ ὡς συνιστῶσαν τοῦ βάρους P ἢ μᾶλλον τὸ βάρος P συνισταμένην τῆς $\overrightarrow{ΟΔ}$ καὶ μιᾶς ἄλλης δυνάμεως.

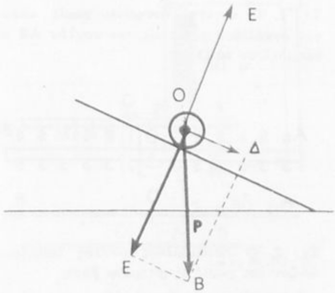
4 Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν αὐτὴν τὴν δύναμιν:

Σημειοῦμεν ἐπὶ φύλλου χάρτου τὸ σχῆμα ΟΔΒ (ΟΔ = p, ΟΒ = Ρ) καὶ κατασκευάζομεν τὸ παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ μὲ διαγώνιον τὴν ΟΒ (σχ. 5).

● Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ παραλληλόγραμμον αὐτὸ εἶναι ὀρθογώνιον.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν τὴν δύναμιν ΟΒ, ἡ ὁποία ἔχει ἔντασιν Ρ, συνισταμένην τῶν δύο δυνάμεων ΟΕ καὶ ΟΔ.

ΟΔ (ἔντασις p) παράλληλος πρὸς τὴν κλίσιν.
ΟΕ κάθετος πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον.



Σχ. 5. Τὸ παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ εἶναι ἓν ὀρθογώνιον καὶ ΟΒ ἡ διαγώνιός του. Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν $\overrightarrow{ΟΒ}$ = Ρ συνισταμένη τῶν δυνάμεων $\overrightarrow{ΟΔ}$ καὶ $\overrightarrow{ΟΕ}$.
Ἡ δύναμις $\overrightarrow{ΟΕ}$ ἰσορροπεῖται ἀπὸ τὴν δύναμιν $\overrightarrow{ΟΕ'}$, ἡ ὁποία εἶναι ἡ δύναμις ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

5 Ἀντίδρασις τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

● Ὅταν ὁ κύλινδρος τοποθετηθῇ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἠμποροῦμεν νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἐπιδροῦν ἐπ' αὐτοῦ ἢ τὸ βάρος Ρ ἢ αἱ δύο συνιστῶσαι ΟΔ καὶ ΟΕ (ἡ συνισταμένη των ΟΒ = Ρ).

● Ἡ δύναμις ΟΔ ἀναγκάζει τὸν κύλινδρον νὰ ὀλισθήσῃ.

● Ἡ δύναμις ΟΕ, κάθετος πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, πιέζει τὸν κύλινδρον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου καὶ δημιουργεῖ τὴν *ἴσην καὶ ἀντίθετον δύναμιν ἀντιδράσεως ΟΕ'*, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ἐπίπεδον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου.

Ἀφοῦ ἡ ΟΕ ἐξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ΟΕ', ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐπενεργεῖ μόνον ἡ δύναμις ΟΔ, ἡ ὁποία τὸν ἐξαναγκάζει νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ κάτω.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Κάθε σῶμα, ὅταν ἰσορροπῇ ἐπὶ ἑνὸς ὑποστηρίγματος, δέχεται ἀπὸ αὐτὸ μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως, ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ βάρος του.**

2. Ὅταν ἀφήσωμεν μίαν σφαῖραν ἐλευθέραν ἐπὶ ἑνὸς κεκλιμένου ἐπιπέδου, θὰ ὀλισθήσῃ κατὰ μῆκος μιᾶς εὐθείας, ἡ ὁποία καλεῖται εὐθεῖα τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως. Ἡ εὐθεῖα αὐτὴ εἶναι κάθετος πρὸς ὅλας τὰς ὁριζοντίας εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου.

3. Τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου, δυνάμεθα νὰ τὸ θεωρήσωμεν ὡς συνισταμένην δύο δυνάμεων. Ἡ μία ἀπὸ τὰς δύο αὐτὰς δυνάμεις ἀναγκάζει τὸ σῶμα νὰ κινηθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως, ἡ δὲ ἄλλη πιέζει τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου καὶ εἶναι κάθετος πρὸς αὐτό.

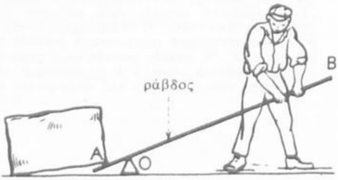
4. Ἡ δευτέρα αὕτη δύναμις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἴσης καὶ ἀντιθέτου δυνάμεως ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

5. Ἐφαρμόζοντες *τὸν κανόνα τοῦ παραλληλογράμμου* εὑρίσκομεν γραφικῶς τὸ μέγεθος τῶν δύο δυνάμεων.

15ον ΜΑΘΗΜΑ : Ροπὴ δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα.

ΜΟΧΛΟΙ

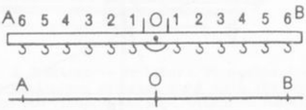
1 Τί εἶναι ὁ μοχλός.



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

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

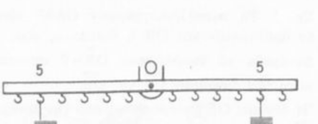
● *Πείραμα.* Ὁ κανὼν τοῦ σχ. 2 εἶναι καὶ αὐτὸς μοχλός, ὁ ὁποῖος δύναται νὰ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονα O. Ὁ μοχλὸς αὐτὸς ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως, διότι ὁ ἄξων διέρχεται ἀπὸ τὸ μέσον του. Ἐὰν ἀναρτήσωμεν ἴσα βάρη ἀπὸ τοὺς δύο βραχίονας καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ μοχλοῦ, θὰ ἐξακολουθῇ οὗτος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



Σχ. 2. Ὁ ἠριθμημένος μοχλὸς ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως χωρὶς ἐξηρτημένα βάρη.

Ἐκ τοῦ πειράματος αὐτοῦ καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

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



Σχ. 3. Ὁ ἠριθμημένος μοχλὸς ἰσορροπεῖ καὶ ὅταν φέρῃ ἐξηρτημένα βάρη ἴσα καὶ ἀπέχοντα ἐξ ἴσου ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς.

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

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

Συμπέρασμα: *Ὁ μοχλὸς ΑΒ ἰσορροπεῖ ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ὅταν τὰ γινόμενα τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἐπὶ τοὺς ἀντιστοίχους βραχίονας εἶναι ἴσα.*

Τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς καλεῖται **ροπὴ τῆς δυνάμεως ὡς πρὸς τὸν ἄξονα.**

διὰ τὴν F_1 : $M = F_1 \times OA$

διὰ τὴν F_2 : $M' = F_2 \times OB$

Μοχλὸς περιστρεφόμενος περὶ τὸν ἄξονά του Ο ἰσορροπεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, ὅταν :

Ροπὴ τῆς F_1 ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο	=	Ροπὴ τῆς F_2 ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο

Δηλ. $F_1 \times OA = F_2 \times OB$

Σημείωσις. Τὰ προηγούμενα πειράματα ἐπραγματοποιήθησαν μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὁριζοντίου μοχλοῦ.

Ὅταν ὅμως ὁ μοχλὸς εὑρίσκεται ὑπὸ κλίσιν, τότε αἱ ἀποστάσεις τοῦ ἄξονος Ο ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν δύο δυνάμεων εἶναι αἱ κάθετοι 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 ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ὅτι

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

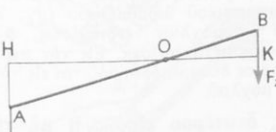
Εἰς ὅλας λοιπὸν τὰς περιπτώσεις ἔχομεν ἰσορροπίαν, ὅταν ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο ἡ

ροπὴ τῆς F_1 = ροπὴ τῆς F_2.

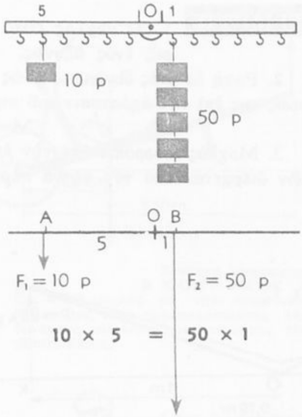
2 Τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα ἀνηρτήσαμεν ἀπὸ κάθε βραχίονα τοῦ μοχλοῦ, εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καί, ὅπως γνωρίζομεν, ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμενων F_1 καὶ F_2, ἐφηρμοσμένων εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β, ἔχει σημεῖον ἐφαρμογῆς τὸ Ο, τοῦ ὁποίου ἡ θέσις καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν

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

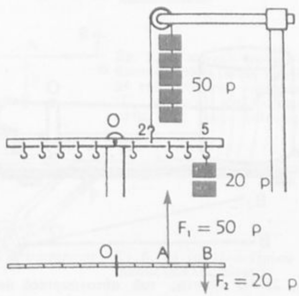
Δυνάμεθα νὰ ἐξακριβώσωμεν ὅτι, ὅταν αἱ ροπαὶ δύο παραλλήλων δυνάμεων ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο ἑνὸς μοχλοῦ εἶναι ἴσαι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν διέρχεται ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς (σχ. 7).



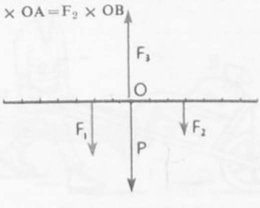
Σχ. 6. Ὁ μοχλὸς εὑρίσκεται ὑπὸ κλίσιν. Ἡ ἰσορροπία πραγματοποιεῖται ὅταν : $F_1 \times OH = F_2 \times OK$



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



Σχ. 5. Αἱ παράλληλοι δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἐπενεργοῦν ἐπὶ τῆς αὐτῆς πλευρᾶς ὡς πρὸς τὸ Ο, ἔχουν ὅμως ἀντίθετον φοράν. Ὁ μοχλὸς εὑρίσκεται εἰς ὁριζοντίαν ἰσορροπίαν ὅταν : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ μοχλὸς εἶναι μία στερεὰ ράβδος, ἡ ὁποία δύναται νὰ περιστραφῇ πέριξ ἑνὸς ἄξονος.

2. Ροπὴ Μ μιᾶς δυνάμεως F ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς Ο εἶναι τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεώς της ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου Ο ἀπὸ τὴν δύναμιν αὐτήν.

$$M = F_1 \times OH$$

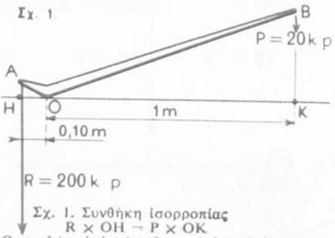
3. Μοχλὸς ἰσορροπεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, ὅταν ἡ συνισταμένη αὐτῶν διέρχεται ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς.

16ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ : Ἐργαλεῖα πολλαπλασιάζοντα τὴν δύναμιν ἢ αὐξάνοντα τὴν μετατόπισιν.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΜΟΧΛΟΙ

1 Μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως.

Σχ. 1.



Σχ. 1. Συνθήκη ἰσορροπίας
R × OH = P × OK
Ὁ μοχλός, ὁ ὁποῖος ἔχει τὸ ὑπομόχλιον μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως (Αον εἶδος) εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως **καὶ** ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

● Ὁ μοχλός, τὸν ὁποῖον χρησιμοποιεῖ ὁ ἐργάτης (σχ. 1), εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως.

Ὁ ἄξων αὐτοῦ τοῦ μοχλοῦ εὑρίσκεται μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὀγκολίθου R καὶ τῆς δυνάμεως τοῦ ἐργάτου P.

Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ ὀγκολίθου εἶναι 200 Kp καὶ ἐφαρμόσωμεν τὰ λεχθέντα προηγουμένως, τότε ἡ κινητήριος δύναμις, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν, προσδιορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν : 200 Kp × (OA) = κινητήριος δύναμις × 10 (OA)·
κινητήριος δύναμις = 200 Kp : 10 = 20 Kp
καί, διὰ νὰ ἀνασηκώσωμεν τὸν ὀγκόλιθον, πρέπει ἡ κινητήριος δύναμις νὰ εἶναι ὀλίγον μεγαλυτέρα ἀπὸ 20 Kp.

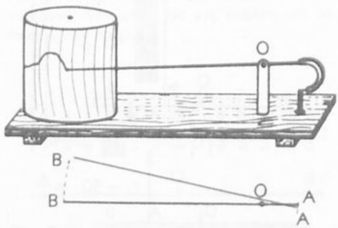
Ἐὰν ὅμως ὁ ἐργάτης μετατοπίσῃ τὸ σημεῖον Β, π.χ. κατὰ 50 cm, ὁ ὀγκόλιθος εἰς τὸ σημεῖον Α θὰ ἀνασηκωθῇ κατὰ 5 cm.

Ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον ὁ ἐργάτης κερδίζει εἰς δύναμιν, τὸ χάνει εἰς ἀπόστασιν (χρυσοῦς κανὼν τῆς Μηχανικῆς).

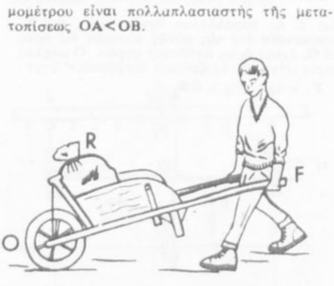
Εἰς τὸ σχῆμα 1 παρατηροῦμεν ἕνα γωνιακὸν μοχλόν. Ἡ συνθήκη ἰσορροπίας του εἶναι : R × OH = P × OK.

● *Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτου εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως* καὶ εἶναι *πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως* καὶ *ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.*

● Ἡ ἐνδεικτικὴ βελόνη μερικῶν ὀργάνων, ὅπως π.χ. τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου (σχ. 2), εἶναι μοχλὸς μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως, ὁ ὁποῖος αὐξάνει τὰς μικρὰς μετατοπίσεις. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὸν μικρὸν βραχίονα τοῦ μοχλοῦ.



Σχ. 2. Ὁ δείκτης τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως OA<OB.



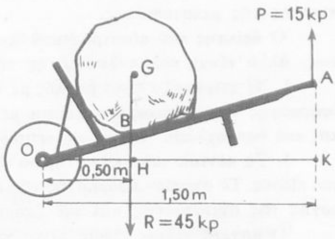
Σχ. 3. Εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν τὸν σάκκον, ὥστε ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν θὰ καταβάλωμεν, νὰ εἶναι ἐλαχίστη ;

2 Μοχλὸς δευτέρου εἴδους ἢ μὲ τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως.

Ἡ χειράμαξα, τὴν ὁποίαν παρατηροῦμεν εἰς τὸ σχῆμα 3, εἶναι εἷς *μοχλὸς δευτέρου εἴδους* μὲ τὴν ἀντίστασιν *ἐνδιαμέσως* καὶ βραχίονας τοὺς ΟΑ καὶ ΟΒ. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὴν ἄκραν τοῦ μεγαλυτέρου βραχίονος.

Ἐὰν $R = 45$ Kp καὶ $OB = 1/3\ OA$, τότε πρέπει εἰς τὸ σημεῖον Α νὰ ἐφαρμοσθῇ μία δύναμις πρὸς τὰ ἄνω 15 Kp, διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ τὸ φορτίον. Ἐνῷ ὅμως ἡ λαβὶς ἀνασηκώνεται κατὰ 30 cm, τὸ σημεῖον Β ἀνασηκώνεται μόνον κατὰ 10 cm (σχ. 4).

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



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

Σχ. 4. Ὁ μοχλὸς μὲ τὴν ἀντίστασις ἐνδιαμέσως εἶναι πολλαπλασιαστὴς τὴν δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

3 Μοχλὸς τρίτου εἴδους ἢ μὲ τὴν δύναμιν ἐνδιαμέσως.

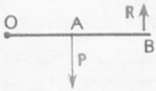
Τὸ πεντὰλ τοῦ ἀκονιστηρίου (σχ. 5), τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν ἄξονα Ο, κινεῖται μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ποδὸς τοῦ ἀνθρώπου διὰ μιᾶς κινητηρίου δυνάμεως P, ἡ ὁποία διευθύνεται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ σημεῖον Α. Εἰς τὸ σημεῖον Β ἀρθροῦται ὁ διωστὴρ, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὁποίου περιστρέφεται ὁ τροχός, ἀντιτάσσων εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο μίαν ἀντίστασιν R.

Τὸ πεντὰλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι εἷς μοχλὸς τρίτου εἴδους, μὲ τὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως.

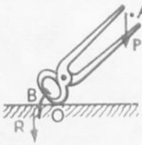
Βραχίονες τοῦ μοχλοῦ εἶναι καὶ ἐδῶ οἱ ΟΑ καὶ ΟΒ. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μικροτέρου βραχίονος.

Ἐὰν $OA = 1/2\ OB$, ὁ ἀκονιστὴς πρέπει νὰ ἐφαρμόσῃ εἰς τὸ σημεῖον Α κινητήριον δύναμιν διπλασίαν τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν προβάλλει ὁ τροχός. Ἐὰν ὅμως μετατοπίσῃ τὸν πόδα του κατακορύφως κατὰ 10 cm, ἡ ἄρθρωσις Β τοῦ διωστῆρος μετατοπίζεται κατὰ 20 cm.

Τὸ πεντὰλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι **μοχλὸς τρίτου εἴδους,** *μὲ τὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως, ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως.*



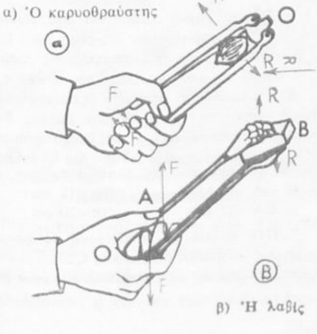
Σχ. 5. Τὸ πεντὰλ (pedal) τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν κίνησιν ἐνδιαμέσως (Γ' εἴδους)· πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



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

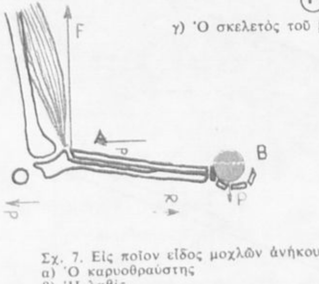
45

α) Ὁ καρυοθραύστης



β) Ἡ λαβὶς

γ) Ὁ σκελετὸς τοῦ βραχίονος



Σχ. 7. Εἰς ποῖον εἶδος μοχλῶν ἀνήκουν:
α) Ὁ καρυοθραύστης
β) Ἡ λαβὶς
γ) Ὁ σκελετὸς τοῦ βραχίονος

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ 1. Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτου εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους ἢ μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως καὶ εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

Ὁ δείκτης τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου εἶναι ἐπίσης μοχλὸς μὲ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως, ἀλλὰ εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

2. Ἡ χειράμαξα εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως ἢ δευτέρου εἴδους. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς ἀντιστάσεως εὑρίσκεται μεταξὺ τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς κινητηρίου δυνάμεως καὶ τοῦ ὑπομοχλίου. Ὁ μοχλὸς δευτέρου εἴδους εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως.

3. Τὸ πεντὰλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς μὲ τὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως ἢ τρίτου εἴδους. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς κινητηρίου δυνάμεως εὑρίσκεται μεταξὺ τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως καὶ τοῦ ὑπομοχλίου.

Ὁ μοχλὸς τρίτου εἴδους εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 4: Κεκλιμένον ἐπίπεδον – Μοχλοί.

I. Κεκλιμένον ἐπίπεδον

1. Ἐν μικρὸν ὄχημα βάρους 1 Kp εὑρίσκεται ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου (σχ. 1) καὶ ἰσορροπεῖ διά τινος βάρους P, διὰ μέσου νήματος:

α) Νὰ σχεδιασθοῦν αἱ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται εἰς τὸ ὄχημα.

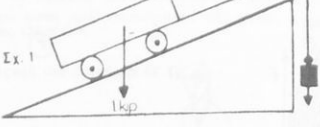
β) Νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἔντασις τοῦ βάρους P (Κλ. 1 cm = 200 p).

2. Τὸ αὐτὸ πρόβλημα, ὅταν ἡ γωνία κλίσεως εἶναι 15^0, 45^0.

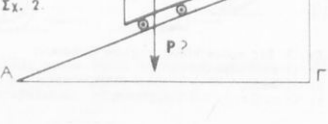
3. Ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ μεταξὺ δύο σταθμῶν Β καὶ Γ τοῦ ὀδοντωτοῦ σιδηροδρόμου, οἱ ὁποῖοι ἀπέχουν 520 m, εἶναι 160 m (σχ. 2):

α) Νὰ σχεδιασθῇ ἡ πλαγία ὄψις τῆς ὀδοντωτῆς τροχιᾶς (Κλ. 1 cm διὰ 50 m).

Σχ. 1



Σχ. 2



β) Ἐὰν ἡ μεγίστη ἑλκτικὴ δύναμις τῆς ἀτμομηχανῆς (παράλληλος πρὸς τὴν τροχιὰν) εἶναι 2800 Kp, νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς τὸ ὁλικὸν βάρος P τοῦ βαγονίου, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετακινήσῃ ἡ μηχανὴ πρὸς τὰ ἄνω.

II. Μοχλοί

4. Ἀναρτῶμεν εἰς τὸ ἓν ἄκρον μιᾶς ράβδου, μήκους 60 m καὶ περιστρεφομένης πέριξ ἑνὸς ὁριζοντίου ἄξονος εἰς τὸ μέσον της, βάρος 100 p:

α) Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς ἀπόστασιν 8 cm ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος τοῦ ἄξονος, διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ράβδος ὁριζοντία;

β) Ἡ αὐτὴ ἐρώτησις δι' ἀπόστασιν 20 cm ἀπὸ τὸν ἄξονα.

γ) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν ἄξονα πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν βάρος 200 p, διὰ νὰ εἶναι πάλιν ὁριζοντία ἡ ράβδος;

5. Μοχλὸς ΑΒ μὲ ἄξονα ὁριζόντιον Ο, εὑρισκόμενον εἰς ἀπόστασιν 12 cm ἀπὸ τὸ Α, ἰσορροπεῖ:

α) Ἐὰν ἀναρτήσωμεν βάρος 3 Kp εἰς τὸ Α, πόσον πρέπει νὰ ἀναρτήσωμεν εἰς ἀπόστασιν 18 cm, ἀπὸ τὸ Ο καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ Β, διὰ νὰ τὸ ἰσορροπήσωμεν;

β) Πόσον βάρος πρέπει νὰ ἀναρτήσωμεν εἰς τὸ Α, διὰ νὰ ἰσορροπήσωμεν δύο βάρη μαζὶ 1 Kp καὶ 500 p, τοποθετημένα ἀντιστοίχως εἰς ἀποστάσεις 15 cm καὶ 20 cm ἀπὸ τὸ Ο καὶ πρὸς τὸ μέρος τοῦ Β;

6. Εἰς μοχλὸς μὲ ἄξονα τὸ Ο ἰσορροπεῖ εἰς ὁριζοντίαν θέσιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν βάρους P = 240 p καὶ ἑνὸς ἐλατηρίου R (σχ. 3) βαθμολογημένου, τὸ ὁποῖον ἐπιμηκύνεται κατὰ 7,5 cm διὰ φορτίον 100 p. Ποῖαι αἱ ἐπιμηκύνσεις τοῦ ἐλατηρίου, ὅταν:

α) ΟΑ = 20 cm ΟΒ = 12 cm;

β) ΟΑ = 12 cm ΟΒ = 20 cm;

7. Ποῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῇ τὸ ὑπομόχλιον ἑνὸς μοχλοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει μῆκος 1,25 m, διὰ νὰ ἀνασηκώσῃ εἰς ἐργάτης μὲ δύναμιν 60 Kp μίαν μηχανὴν

βάρους 450 Kp (ἐὰν εἰς τὸ ἓν ἄκρον τοῦ μοχλοῦ εὑρίσκεται ἡ μηχανὴ καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις τοῦ ἐργάτου);

8. Τὸ σχῆμα 4 δεικνύει μίαν βαλβίδα ἀσφαλείας:

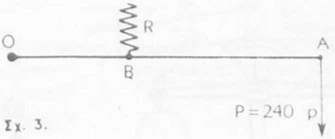
α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξίς της;

β) Ἡ βαλβὶς πρέπει νὰ ἀνοίξῃ, ὅταν ἡ δύναμις, ἡ ὁποία προέρχεται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀτμοῦ, φθάσῃ εἰς τὰ 100 Kp: Πόσον βάρος πρέπει νὰ ἔχῃ τὸ ἀντίβαρον, τὸ ὁποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, διὰ νὰ λειτουργῇ κανονικῶς ἡ βαλβίς;

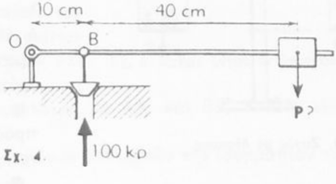
9. Τὸ σχῆμα 5 δεικνύει πεντὰλ φρένου αὐτοκινήτου:

α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξίς του;

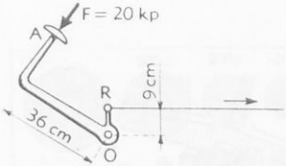
β) Πόση δύναμις μεταδίδεται εἰς τὸ φρένον, ὅταν ὁ ὁδηγὸς τοῦ αὐτοκινήτου πιέζῃ τὸ «πεντὰλ» διὰ δυνάμεως 20 Kp;



Σχ. 3.



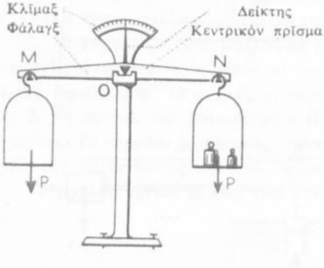
Σχ. 4.



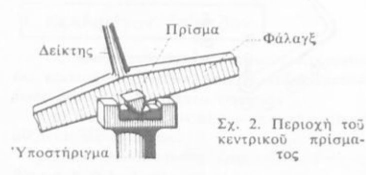
Σχ. 5

Καθέλκυσις πλοίου εἰς τὰ Ἑλληνικὰ Ναυπηγεῖα Σκαραμαγκᾶ.

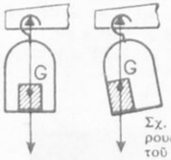
Τὸ πλοῖον κατασκευάζεται ἐπὶ ἑνὸς ἐπιπέδου, τὸ ὁποῖον ἔχει κλίσιν περίπου 3° ὡς πρὸς τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὴν θάλασσαν. Τὸ ἐπίπεδον αὐτὸ δύναται νὰ ὀλισθήσῃ ἐπὶ μιᾶς «ὁδοῦ ὀλισθήσεως» μὲ ταχύτητα περίπου 30 km/h. Ὅταν τὸ πλοῖον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν θάλασσαν, ἡ κίνησίς του ἐπιβραδύνεται τῇ βοηθείᾳ σχοινίων, προσδεδεμένων εἰς ἁλύσους μεγάλου βάρους.



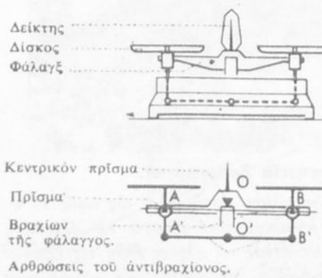
Σχ. 1. Ζυγὸς μὲ δίσκους



Σχ. 2. Περιοχὴ τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος



Σχ. 3. Τὸ κέντρον βάρους τῶν δίσκων καὶ τοῦ φορτίου εὑρίσκεται εἰς τὴν κατακόρυφον, τὴν διερχομένην ἐκ τοῦ ἄξονος ἀναρτήσεως.



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

17ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ:

ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ

1 Περιγραφή.

● Ὁ ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονας (σχ. 1) ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς μοχλοῦ, τῆς φάλαγγος MN, τῆς ὁποίας ὁ ἄξων εἶναι ἡ ἀκμὴ (κόψις) ἑνὸς τριγωνικοῦ πρίσματος, εὑρισκομένου εἰς τὸ μέσον της. Ἡ ἀκμὴ αὕτη ἐφάπτεται σκληρᾶς χαλυβδίνης ἐπιφανείας (σχ. 2).

● Εἰς κάθε ἄκρον τῆς φάλαγγος M καὶ N εἶναι προσηρμοσμένον μικρὸν τριγωνικὸν πρῖσμα χαλύβδινον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀναρτῶνται οἱ δίσκοι.

● Εἰς τὸ μέσον τῆς φάλαγγος καὶ καθέτως πρὸς αὐτὴν εὑρίσκεται ὁ δείκτης (βελόνη), διὰ νὰ παρατηροῦμεν καλύτερον τὰς ταλαντώσεις.

● Ὅταν ἡ φάλαγξ εἶναι ὁριζοντία, ὁ δείκτης εὑρίσκεται εἰς τὸ O τῆς κλίμακος, ἡ ὁποία εἶναι προσηρμοσμένη εἰς τὸ κατακόρυφον ὑποστήριγμα τοῦ ζυγοῦ.

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰς *ἀκμὰς τῶν τριῶν τριγωνικῶν πρισμάτων τῆς φάλαγγος*, βλέπομεν ὅτι εἶναι *παράλληλοι, εὑρίσκονται εἰς ἓν κοινὸν ἐπίπεδον* καὶ ὅτι *αἱ ἀκραῖαι ἀπέχουν ἐξ ἴσου ἀπὸ τὴν κεντρικήν.*

● Ἕκαστος δίσκος, λόγῳ τοῦ τρόπου ἀναρτήσεώς του, λαμβάνει πάντοτε τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κέντρον βάρους αὐτοῦ καὶ τοῦ φορτίου του νὰ εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς κατακορύφου, τῆς διερχομένης ἀπὸ τὸν ἄξονα ἀναρτήσεώς του (σχ. 3).

2 Ἀρχὴ τοῦ ζυγοῦ μὲ ἴσους βραχίονας.

Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως. Ὁ δείκτης εἶναι εἰς τὴν ἔνδειξιν O τῆς κλίμακος.

● Τοποθετοῦμεν ἓν ἀντικείμενον A εἰς τὸν ἀριστερὸν δίσκον, ὁπότε ἡ ἰσορροπία ἀνατρέπεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει.

● Ἐὰν τώρα τοποθετήσωμεν σταθμὰ εἰς τὸν ἄλλον δίσκον, ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, ὅταν:

ροπὴ τοῦ βάρους P' ὡς πρὸς τὸ σημεῖον O = ροπὴ τοῦ βάρους P ὡς πρὸς τὸ O.

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

Ἀλλὰ τὸ O εἶναι τὸ μέσον τοῦ MN, δηλ. $OM = ON$ καὶ ἐπομένως $P = P'$.

Συμπέρασμα: *Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εὑρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν οἱ δίσκοι φορτίζωνται μὲ ἴσα βάρη.*

3 Ζυγὸς τοῦ Roberval.

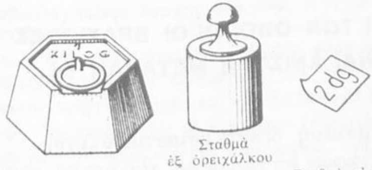
Σχ. 5. Οἱ δίσκοι παραμένουν πάντοτε ὁριζόντιοι. ΟΟ' εἶναι σταθερὰ κατακόρυφος, ΑΑ' καὶ ΒΒ' παραμένουν πάντοτε παράλληλα πρὸς τὸ ΟΟ'.

● Οἱ δίσκοι τοῦ ζυγοῦ Roberval εὑρίσκονται ἐπὶ τῆς φάλαγγος καὶ παραμένουν πάντοτε ὁριζόντιοι, οἱαδήποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ θέσις αὐτῆς. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται χάρις εἰς τὸ ἀρθρωτὸν *παραλληλόγραμμον* ΑΒΒ'Α' (σχ. 5).

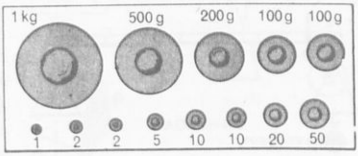
Ἡ φάλαγξ ΑΒ καὶ ἡ ἀντιφάλαγξ Α'Β' κινοῦνται πέριξ δύο σταθερῶν σημείων Ο καὶ Ο', εὑρισκομένων εἰς τὸ μέσον των. Ἐκ τῆς γεωμετρίας γνωρίζομεν ὅτι αἱ δύο ἀπέναντι πλευραὶ ἑνὸς παραλληλογράμμου εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν διάμεσον τῶν δύο ἄλλων. Αἱ ΑΑ' καὶ ΒΒ' λοιπὸν εἶναι παράλληλοι πρὸς τὴν κατακόρυφον διάμεσον ΟΟ'.

Σχ. 6. Σχῆμα ζυγοῦ ἐν ἰσορροπίᾳ

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



Σχ. 7. Σταθμὰ ἐκ χυτοσιδήρου — Σταθμὰ ἐξ ὀρειχάλκου — Σταθμὰ εἰς σχῆμα ἐλάσματος



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

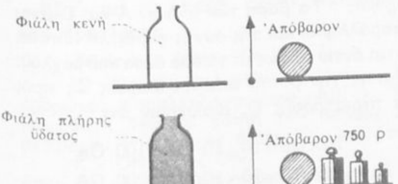
4 Χρήσεις τοῦ ζυγοῦ.

● Ὁ ζυγὸς ἔχει κατασκευασθῆ, διὰ νὰ ζυγίζῃ φορτία μέχρις ὡρισμένου βάρους, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ ὑπερβῶμεν χωρὶς κίνδυνον νὰ τὸν καταστρέψωμεν.

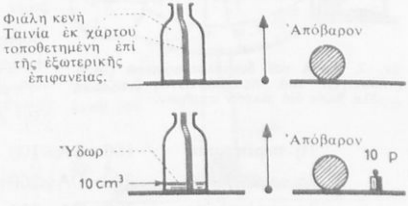
● Διὰ τὴν ζύγισιν χρησιμοποιοῦμεν σειρὰς προτύπων βαρῶν (σταθμῶν), τὰ ὁποῖα κατασκευάζονται ἐκ χυτοσιδήρου (50 p ἕως 50 Kp), ἐξ ὀρειχάλκου (1 p ἕως 10 Kp) καὶ ἐκ μεταλλικῶν φύλλων (0,01 p ἕως 0,5 p). Σχ. 7.

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

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



Σχ. 9 Προσδιορισμὸς τῆς χωρητικότητος μιᾶς φιάλης. Βάρος ὕδατος : 750 p Χωρητικότης φιάλης : 750 cm^3



Σχ. 10. Βαθμολογία φιάλης ἀνὰ 10 cm^3.

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

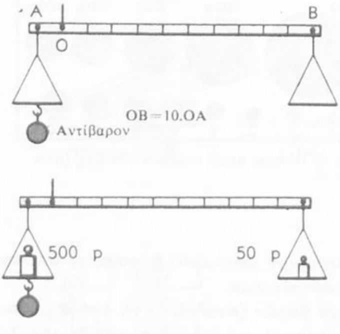
2. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοὶ ἢ φέρουν ἴσα βάρη, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ εἰς ὁριζοντίαν θέσιν.

3. Οἱ δίσκοι εἰς τὸν ζυγὸν Roberval εὑρίσκονται ἄνωθεν τῆς φάλαγγος καὶ διατηροῦνται ὁριζόντιοι λόγῳ τοῦ ἀρθρωτοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ σχηματιζομένου ἐκ τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἀντιφάλαγγος.

4. Διὰ νὰ ἐκτελέσωμεν μίαν ζύγισιν, χρησιμοποιοῦμεν τὰ σταθμά. Ταῦτα εἶναι κατεσκευασμένα ἐκ χυτοσιδήρου (50p – 50kp), ἐξ ὀρειχάλκου (1p – 10kp) ἢ ἐκ μεταλλικῶν φύλλων (0,01p–05p).

18ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :

ΖΥΓΟΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΟΙ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΙΣΟΙ ἢ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ



Σχ. 1. Δεκαπλασιαστικὸς ζυγός. Βάρος 500 p, τοποθετημένον εἰς τὸν δίσκον Α, ἰσορροπεῖ βάρος 50 p, τοποθετημένον εἰς τὸν δίσκον Β.

1 Κατασκευὴ δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ.

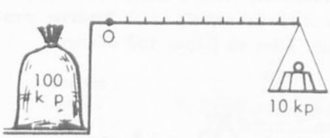
● Λαμβάνομεν ἕνα κανόνα ΑΒ, τὸν ὁποῖον χωρίζομεν εἰς ἴσα τμήματα. Εἰς τὸ σημεῖον Ο εὑρίσκεται ὁ ἄξων τοῦ κανόνος καὶ εἶναι ΟΒ = 10 ΟΑ.

● Εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β ἀναρτῶμεν ἀνὰ ἕνα δίσκον καὶ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον Α ἓν ἀντίβαρον οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ ἰσορροπῇ ὁριζοντίως.

● Τοποθετοῦμεν διαδοχικῶς εἰς τὸν δίσκον Α βάρη 100 p, 200 p κλπ. καὶ ἰσορροποῦμεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὁριζοντίαν θέσιν διὰ σταθμῶν εἰς τὸν δίσκον Β. Παρατηροῦμεν :

Βάρος εἰς τὸ Α	:	100 p	200 p	300 p	400 p
Βάρος εἰς τὸ Β	:	10 p	20 p	30 p	40 p

Συμπέρασμα : *Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει εἰς τὸν δίσκον Β, εἶναι τὸ ἓν δέκατον τοῦ βάρους εἰς τὸν δίσκον Α, καὶ ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ.*



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

Ἐξήγησις : Τὰ βάρη τῶν δίσκων Α καὶ Β εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται ἀντιστοίχως εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ μοχλοῦ. Ὑπολογίζοντες τὴν ῥοπὴν ἑκάστου βάρους ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς Ο, εὑρίσκομεν ὅτι :

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

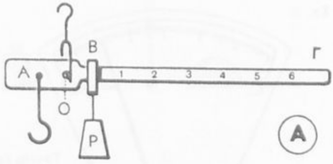
Εἰς κάθε περίπτωσιν ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ, ἐπειδὴ αἱ ῥοπαὶ τῶν βαρῶν, τῶν ἐφαρμοζομένων εἰς τὸ A καὶ B, ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O εἶναι ἴσαι.

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

2 Ζυγὸς διὰ μεταβλητοῦ βραχίονος.

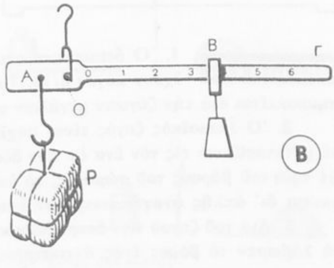
Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν φάλαγγα περιστρεφομένην περὶ ὁριζόντιον ἄξονα (σχ. 3) καὶ διῃρημένην εἰς δύο ἀνίσους βραχίονας, OA καὶ OΓ. Ἐπὶ τοῦ μικροτέρου βραχίονος OA ὑπάρχει ἓν ἄγκιστρον διὰ τὴν ἀνάρτησιν τῶν φορτίων.

Κατὰ μῆκος τοῦ μεγαλυτέρου βραχίονος OΓ ὀλισθαίνει ἀντίβαρον σταθεροῦ βάρους. Ὁ βραχίων οὗτος φέρει κατὰ μῆκός του καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις βαθμολογημένας ἐσοχὰς διὰ τὴν συγκράτησιν τοῦ ἀντιβάρου.



Ρωμαϊκὸς ζυγὸς

Σχ. 3. A : Ἐὰν εἰς τὸ ἄγκιστρον A δὲν ἔχωμεν κανὲν βάρος, ὁ μοχλὸς εἶναι ὁριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὑρίσκεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 0.



B : Ἐὰν εἰς τὸ ἄγκιστρον A ἔχωμεν φορτίον βάρους P, ὁ μοχλὸς εἶναι ὁριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὑρίσκεται εἰς τινα ὑποδιαίρεσιν, π.χ. p=3,5 Kp.

● Ὅταν τὸ ἄγκιστρον A *δὲν φέρῃ φορτίον*, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως διὰ τοῦ ἀντιβάρου εἰς τὴν πρώτην ἐσοχὴν καὶ εἰς τὴν θέσιν O (σχ. 3 A).

● *Ἀναρτῶμεν εἰς τὸ ἄγκιστρον ἓν φορτίον*, ὁπότε, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν, πρέπει νὰ μετατοπίσωμεν τὸ ἀντίβαρον, π.χ. εἰς τὴν θέσιν 3,5 (σχ. 3 B). Ἡ συσκευὴ αὕτη εἶναι μοχλὸς **πρώτου εἴδους** καὶ συνεπῶς, ὅταν ἰσορροπῇ ὁριζοντίως ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν φορτίου P καὶ ἀντιβάρου p, ἰσχύει ἡ σχέσις :

ῥοπὴ P ὡς πρὸς O = ῥοπὴ p ὡς πρὸς O

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

Ἐὰν λοιπὸν τὸ ἀντίβαρον ἔχῃ βάρος 1 Kp, OA = 6 cm καὶ OB = 21 cm, θὰ ἔχωμεν :

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

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

Σημείωσις. Ὁ ῥωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι ζυγός, ὁ ὁποῖος ἔχει μεταβλητὸν τὸν ἕνα βραχίονά του.

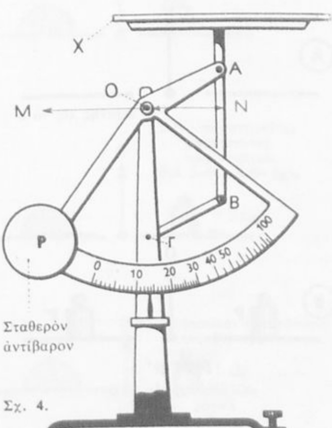
3 Ζυγοὶ οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἀνίσους καὶ τοὺς δύο βραχίονας.

Ζυγὸς τῶν ἐπιστολῶν (σχ. 4).

Ὁ δίσκος παραμένει ὁριζόντιος λόγῳ τοῦ ἀρθρωτοῦ παραλληλογράμμου ABΓO. Ἡ συσκευὴ ἰσορροπεῖ, ὅταν αἱ ῥοπαὶ τοῦ βάρους X καὶ τοῦ ἀντιβάρου P ὡς πρὸς ἄξονα O εἶναι ἴσαι :

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

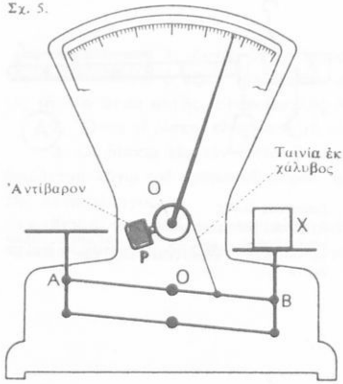
ὅπου ON καὶ OM εἶναι αἱ ἀποστάσεις τοῦ O ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων X καὶ P.



Σταθερὸν ἀντίβαρον

Σχ. 4.

Σχ. 5.



Τὴν τιμὴν τοῦ βάρους Χ ἀναγινώσκομεν ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος, ἡ ὁποία εὑρίσκεται εἰς τὸ ὑποστήριγμα τῆς συσκευῆς.

Αἱ διαιρέσεις τῆς κλίμακος εἶναι ἄνισοι.

Ὁ αὐτόματος ζυγός (σχ. 5).

Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους Χ ἡ φάλαγξ ΑΒ κλίνει, ἐὰν ἄρωμεν τὸ ἀντίβαρον P. Τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ εἴς τινα θέσιν καὶ ὁ δείκτης δεικνύει ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος τὴν τιμὴν τοῦ βάρους Χ.

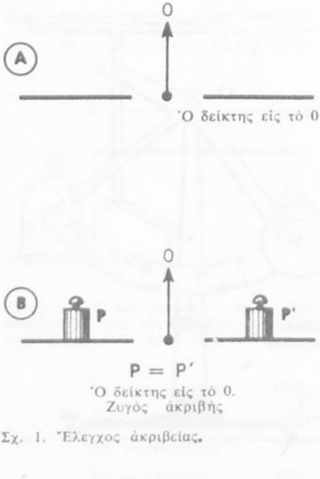
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Ὁ δεκαπλασιαστικὸς ζυγὸς εἶναι μοχλὸς μὲ ἀνίσους βραχίονας, οἱ ὁποῖοι ἔχουν λόγον 1/10. Τοιούτου εἴδους ζυγὸς εἶναι καὶ ἡ πλάστιγξ, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ζύγισιν μεγάλων φορτίων, ὅπως π.χ. σάκκων ἀλεύρου, σακχάρεως κλπ.**

2. Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγὸς εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους. Ἀντίβαρον σταθεροῦ βάρους δύναται νὰ μετατοπίζεται εἰς τὸν ἕνα ἐκ τῶν δύο βραχιόνων του. Ἀποτελεῖ ζυγὸν μεταβλητοῦ βραχίονος. Ἡ τιμὴ τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν ἀναρτήσει ἐπὶ τοῦ σταθεροῦ βραχίονος, εὑρίσκεται δι' ἁπλῆς ἀναγνώσεως τῶν ὑποδιαιρέσεων τῆς φάλαγγος.

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

19ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΖΥΓΟΥ



Σχ. 1. Ἔλεγχος ἀκριβείας.

● Δι' ἁπλῆς ζυγίσεως δὲν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν μὲ ἀκρίβειαν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, διότι ἡ ζύγισις, ὅπως καὶ κάθε μέτρησις, ἐκτελεῖται κατὰ προσέγγισιν. Διὰ νὰ ἔχωμεν ὅσον τὸ δυνατὸν ἀκριβέστερα ἀποτελέσματα, πρέπει ὁ ζυγός, τὸν ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν, νὰ εἶναι : *ἀκριβής, εὐαίσθητος* καὶ *πιστός*.

1 Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.

● Ἔχομεν ἕνα ζυγὸν εἰς ἰσορροπίαν (ὁ δείκτης εἰς τὴν θέσιν Ο, σχ. 1).

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

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

● Ὅταν ὁ ζυγὸς ἰσορροπῇ, τὰ γινόμενα τῶν βαρῶν, τῶν εὑρισκομένων ἐπὶ τῶν δύο δίσκων καὶ ἐπὶ τῶν ἀντιστοίχων βραχιόνων τῆς φάλαγγος, πρέπει νὰ εἶναι ἴσα.

$P \times OM = P' \times ON$ καὶ ἐπειδὴ $P = P'$

$$OM = ON$$

δηλ. διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς ἀκριβής, πρέπει τὰ μήκη τῶν δύο βραχιόνων του νὰ εἶναι ἴσα.

2 Πιστότης τοῦ ζυγοῦ.

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

Ἀντιμεταθέτομεν τὰ φορτία τῶν δύο δίσκων καί, ἐὰν ἡ ἰσορροπία δὲν διαταραχθῇ, ὁ ζυγὸς εἶναι **πιστός.**

> *Ὁ ζυγὸς εἶναι πιστός, ἐὰν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται δι' ἀντιμεταθέσεως τῶν φορτίων τῶν δύο δίσκων του.*

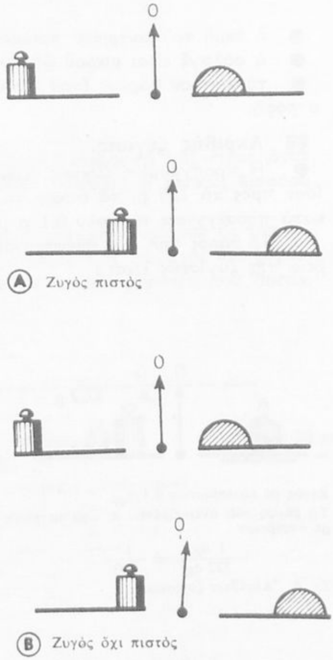
Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς πιστός, πρέπει :

● Νὰ μὴ ἔχωμεν παραμόρφωσιν τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος κατὰ τὴν ζύγισιν.

● Αἱ ἀκμαὶ τῶν τριγωνικῶν πρισμάτων νὰ εἶναι παράλληλοι καὶ πολὺ λεπταί.

● Καὶ τὰ στηρίγματα τῶν δίσκων νὰ περιστρέφωνται εὐκόλως πέριξ τοῦ ἄξονος ἀναρτήσεώς των.

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



Σχ. 2. Ἔλεγχος πιστότητος ζυγοῦ

3 Εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.

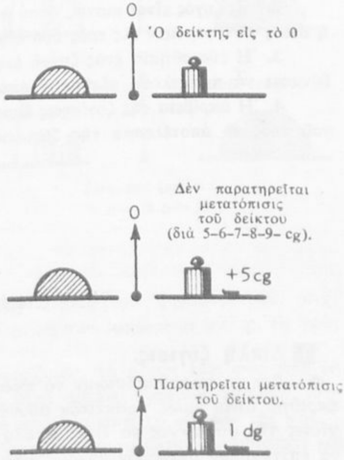
● Τοποθετοῦμεν φορτίον εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸν (δείκτης εἰς τὸ Ο) διὰ σταθμῶν 125 p εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Προσθέτομεν ἐν συνεχείᾳ διαδοχικῶς εἰς τὸν αὐτὸν δίσκον σταθμὰ 0,05 p, 0,06 p, 0,08 p, 0,09 p καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης παραμένει ἀκίνητος.

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

Ὁ ζυγὸς ἔχει εὐαισθησίαν δεκάτου τοῦ γραμμαρίου:

> *Ἡ εὐαισθησία ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου του.*

Εἷς ζυγὸς εἶναι τόσον περισσότερον εὐαίσθητος, ὅσον ἡ εὐκινησία τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων του εἶναι μεγαλυτέρα. Δηλαδὴ ὅταν :



Σχ. 3. Ἔλεγχος τῆς εὐαισθησίας ζυγοῦ. Ὁ ζυγὸς αὐτὸς ἔχει εὐαισθησίαν 0,1 g.

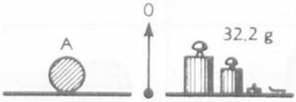
- ἡ ἀκμὴ τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος εἶναι πολὺ λεπτή,
- ἡ φάλαγξ εἶναι μικροῦ βάρους καὶ
- τὸ κέντρον βάρους (τοῦ κινουμένου συστήματος) εὑρίσκεται πλησίον τοῦ ἄξονος περιστροφῆς.

4 Ἀκριβὴς ζύγισις.

- Ἡ προηγουμένη ζύγισις δεικνύει ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου δύναται νὰ μὴ εἶναι ἴσον πρὸς τὰ 125 p, τὰ ὁποῖα τὸ ἰσορροποῦν. Δυνάμεθα ὅμως νὰ βεβαιώσωμεν ὅτι εἶναι κατὰ προσέγγισιν τὸ πολὺ 0,1 p μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τῶν 125 p.

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

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



Ζυγὸς μὲ εὐαισθησίαν 0,1 g
Τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου Α ἔχει μετρηθῆ μὲ ἀκρίβειαν

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

Σχ. 4. Ἀκρίβεια ζυγίσεως.

Κατασκευάζονται ζυγοὶ ἐργαστηριακοὶ εὐαισθησίας 0,00001 διὰ φορτία 100 p, δηλ. μὲ ἀκρίβειαν μετρήσεως 0,00001/100 = 1/1000000.

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

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Εἷς ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται διὰ τοποθετήσεως ἐπὶ τῶν δίσκων του ἴσων βαρῶν. Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς ἀκριβής, πρέπει τὰ μήκη τῶν δύο βραχιόνων νὰ εἶναι ἴσα.

2. Εἷς ζυγὸς εἶναι πιστός, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, οἱ δήποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ θέσις τῶν φορτίων εἰς τοὺς δύο δίσκους του.

3. Ἡ εὐαισθησία ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προκαλέση αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου.

4. Ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως ἐκφράζεται διὰ τοῦ λόγου τοῦ μέτρου τῆς εὐαισθησίας τοῦ ζυγοῦ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ζυγίσεως.

20ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ

1 Διπλῆ ζύγισις.

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

σκον συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν :

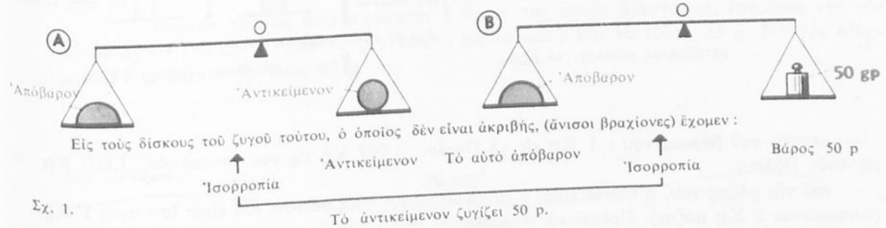
$$1 \times 20{,}02 = X \times 20$$

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

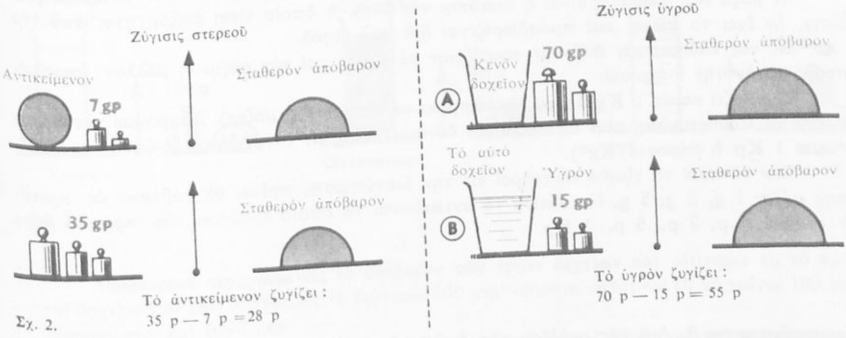
Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν θὰ ἰσορροπῇ ὁριζοντίως, ὅταν ὑπάρχῃ διαφορὰ βάρους 1 p εἰς τὰ δύο σώματα, τὰ ὁποῖα ζυγίζομεν, ἢ γενικῶς διαφορὰ βάρους ἴση πρὸς τὸ 1/1000 τοῦ φορτίου τοῦ ἑνὸς δίσκου.

● Ἡ διαφορὰ αὐτὴ εἶναι ἀσήμαντος, ὅταν δὲν ἀπαιτοῦμεν μεγάλην ἀκρίβειαν εἰς τὴν ζύγισιν. Δυνάμεθα ὅμως νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος διὰ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δὲν εἶναι ἀκριβής, χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τῆς διπλῆς ζυγίσεως τοῦ Borda.

Τὰ κάτωθι σχήματα μᾶς δεικνύουν τὴν μέθοδον αὐτήν.



Σχ. 1.



Σχ. 2.

2 Μᾶζα ἑνὸς σώματος.

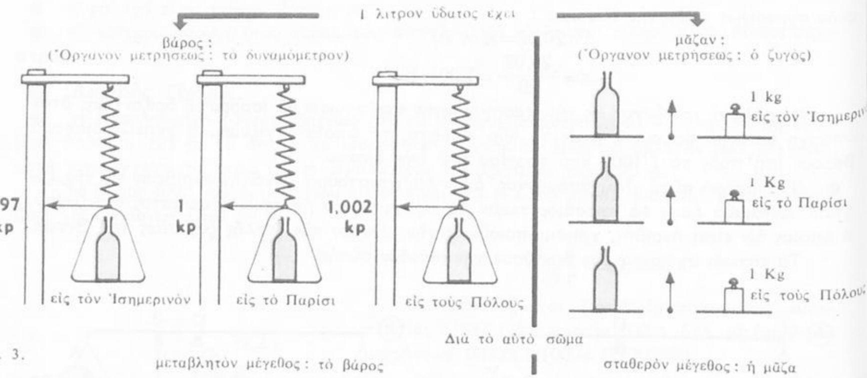
● Ἐὰν προσδιορίσωμεν τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ὕδατος, θὰ εὕρωμεν : Εἰς τὰς Ἀθήνας 1000 p, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν 997 p, εἰς τοὺς Πόλους 1002 p.

Ἡ διαφορὰ αὐτὴ παρατηρεῖται, διότι, ὅπως γνωρίζομεν, τὸ βάρος ἑνὸς σώματος (ἡ δύναμις δηλ. διὰ τῆς ὁποίας ἕλκεται τὸ σῶμα ὑπὸ τῆς γῆς) αὐξάνει ἐλαφρῶς ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους καὶ ἐλαττοῦται, ὅσον ἀπομακρυνόμεθα ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς γῆς.

Τὸ ἓν λίτρον ὅμως ὕδατος περιέχει πάντοτε τὴν ἰδίαν ποσότητα ὕλης, ὁπουδήποτε καὶ ἐὰν τὸ ζυγίσωμεν (εἰς τὰς Ἀθήνας, εἰς τοὺς Πόλους, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν ἢ εἰς οἱονδήποτε ὕψος).

Τὴν ποσότητα αὐτὴν τῆς ὕλης, ἡ ὁποία καὶ χαρακτηρίζει κάθε σῶμα, καλοῦμεν **μᾶζαν** τοῦ σώματος τούτου.

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



Σχ. 3.

— μεταξὺ τοῦ **βάρους** του : 1 Kp εἰς τὸ Παρίσι, 0,997 Kp εἰς τὸν Ἰσημερινόν, 1,002 Kp εἰς τοὺς Πόλους,

— καὶ τῆς **μάζης** του, ἡ ὁποία εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλους τοὺς τόπους καὶ εἶναι ἴση πρὸς 1 Kg (ὑπονοεῖται 1 Kg μάζης). Πρέπει νὰ προσέξωμεν πολὺ τὴν διαφορὰν αὐτήν.

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

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

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

Ἀγοράζει κανεὶς 1 Kg ἄρτου (ἐνῷ ἔπρεπε νὰ εἴπῃ 1 Kg μάζης). Λαμβάνων τὸν ἄρτον πρέπει νὰ ἐξουδετερώσῃ μίαν κατακόρυφον δύναμιν 1 Kg εἰς τὰς Ἀθήνας (ἐνῷ ἔπρεπε νὰ εἴπωμεν 1 Kp ἢ βάρος 1 Kg*).

Ἐὰν θέλωμεν νὰ εἴμεθα αὐστηροὶ εἰς τὴν διατύπωσιν, πρέπει νὰ λάβωμεν ὡς *προτύπους μάζας* 1 g, 2 g, 5 g, ὅλα ἐκεῖνα τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα ἐλάβομεν ὡς *πρότυπα βάρη* ἢ *σταθμὰ* 1 p, 2 p, 5 p, 1 Kp.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

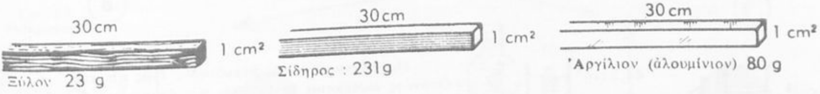
2. Μᾶζα ἑνὸς σώματος καλεῖται ἡ ποσότης τῆς ὕλης, ἐκ τῆς ὁποίας ἀποτελεῖται τοῦτο εἶναι αὕτη δὲ ἀνεξάρτητος τοῦ τόπου, εἰς τὸν ὁποῖον εὑρίσκεται τὸ σῶμα.

Ἡ μᾶζα προσδιορίζεται διὰ τοῦ ζυγοῦ καὶ ἔχει ὡς μονάδα τὸ χιλιόγραμμον, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται διὰ τοῦ Kg ἢ τὸ γραμμάριον, τὸ ὁποῖον συμβολίζεται διὰ τοῦ g.

3. Βάρος ἑνὸς σώματος καλεῖται ἡ δύναμις, ὑπὸ τῆς ὁποίας ἡ μᾶζα αὐτοῦ τοῦ σώματος ἕλκεται πρὸς τὴν γῆν. Ἡ δύναμις αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους καὶ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ προσδιορίζεται διὰ τοῦ δυναμομέτρου. Μονὰς βάρους εἶναι τὸ Kp (Κιλοπόντ).

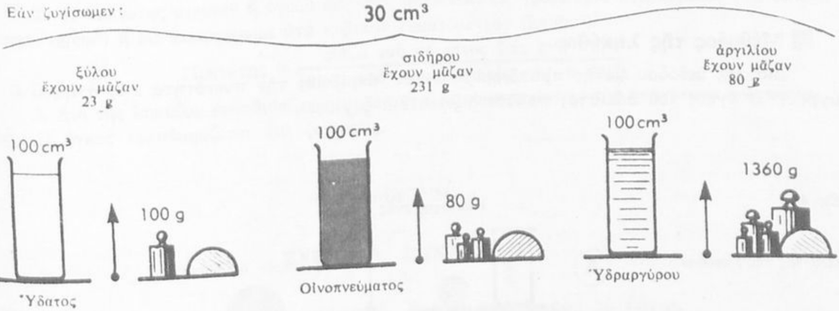
21ον ΜΑΘΗΜΑ:

ΠΥΚΝΟΤΗΣ (ΕΙΔΙΚΗ ΜΑΖΑ) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ



Σχ. 1.

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



Σχ. 2.

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

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

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

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

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

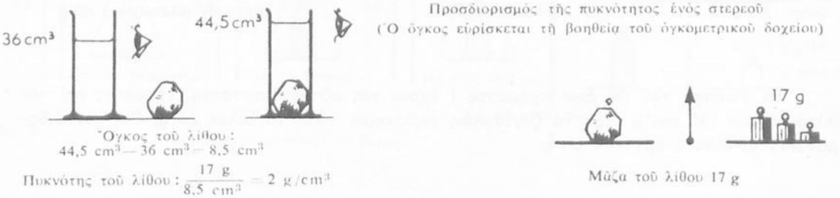
Πυκνότης (εἰδικὴ μᾶζα) ἑνὸς σώματος καλεῖται ἡ μᾶζα τοῦ σώματος, τὴν ὁποίαν περικλείει ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος τούτου. Ἐκφράζεται δὲ εἰς γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν ἑκατοστόμετρον g/cm^3 ἢ εἰς χιλιόγραμμα ἀνὰ κυβικὸν δεκατόμετρον (παλάμη) Kg/dm^3.

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

1 Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος ἑνὸς σώματος.

Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον καὶ τὴν μᾶζαν του.

Διὰ τῶν σχημάτων 3 Α καὶ 3 Β βλέπομεν πῶς δυνάμεθα δι' ἑνὸς ὀγκομετρικοῦ δοχείου νὰ προσδιορίσωμεν τὸν ὄγκον ἑνὸς σώματος (π.χ. ἑνὸς λίθου) δι' ἀρκετῆς προσεγγίσεως καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν πυκνότητά του.

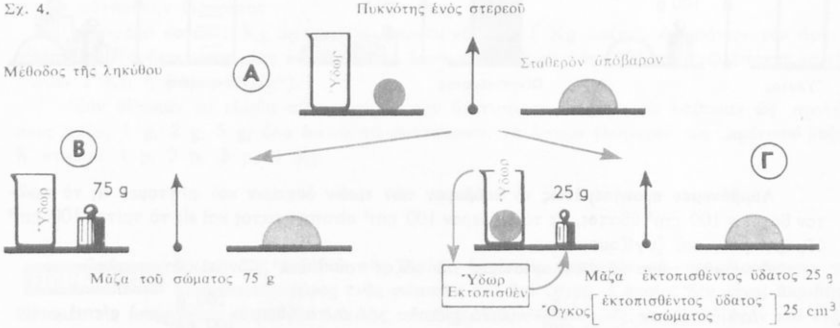


Σχ. 3.

2 Μέθοδος τῆς ληκύθου.

Διὰ τῆς μεθόδου αὐτῆς προσδιορίζομεν μετ' ἀκριβείας τὴν πυκνότητα ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ. Ὁ ὄγκος τοῦ σώματος προσδιορίζεται διὰ ζυγίσεως.

Σχ. 4.



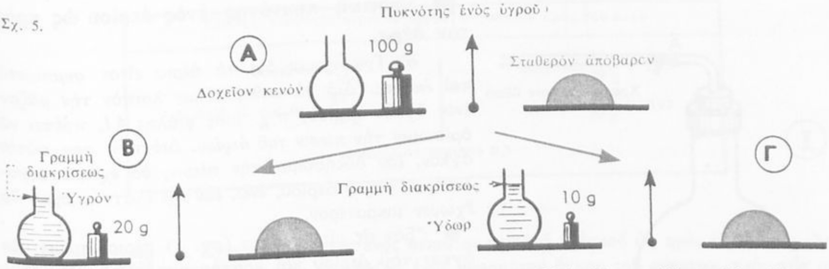
$$\text{Πυκνότης τοῦ σώματος} = \frac{\text{Μᾶζα τοῦ σώματος}}{\text{Ὄγκος τοῦ σώματος}} = \frac{75\ g}{25\ cm^3} = 3\ g/cm^3$$

3 Εἰδικὸν βάρος ἑνὸς σώματος.

Εἰδικὸν βάρος ἑνὸς σώματος καλοῦμεν τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος τούτου.

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

Σχ. 5.



Μᾶζα ὑγροῦ : 100 g — 20 g = 80 g

Μᾶζα ὕδατος : 100 g — 10 g = 90 g

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

Ὄγκος $\left[\begin{array}{l}\text{τοῦ ὕδατος}\\ \text{τοῦ ὑγροῦ}\end{array}\right]$ 90 cm³

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ πυκνότης ἑνὸς σώματος ἐκφράζεται διὰ τῆς μάζης τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος τούτου.

2. Ἡ πυκνότης στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σώματος μετρεῖται εἰς γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν ἑκατοστόμετρον (g/cm^3) ἢ εἰς χιλιόγραμμα ἀνὰ κυβικὸν δεκατόμετρον (kg/dm^3).

$$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{μᾶζα τοῦ σώματος (εἰς g ἢ kg)}}{\text{ὄγκος τοῦ σώματος (εἰς cm}^3\text{ ἢ dm}^3\text{)}}$$

3. Διὰ τῆς ληκύθου προσδιορίζομεν μετὰ μεγάλης προσεγγίσεως τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος. Ὁ ὄγκος προσδιορίζεται διὰ ζυγίσεως.

22ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ

1 Σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.

Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν μᾶζαν οἱουδήποτε ὄγκου τοῦ σώματος τούτου. Δυνάμεθα ὅμως νὰ προσδιορίσωμεν τὴν μᾶζαν καὶ ὅταν γνωρίζωμεν τὴν σχετικὴν πυκνότητα, δηλ. τὴν σχέσιν τῆς μάζης ἑνὸς δεδομένου ὄγκου τοῦ σώματος διὰ τῆς μάζης ἴσου ὄγκου ὕδατος.

Παράδειγμα. Εἰς ἴσους ὄγκους ἡ μᾶζα τοῦ μολύβδου εἶναι 11,3 φορὰς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος :

5 cm³ μολύβδου θὰ ἔχουν μᾶζαν :

5 g (ἡ μᾶζα 5 cm³ ὕδατος) × 11,3 = 56,5 g

Σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς σώματος ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται ὁ λόγος τῆς μάζης τοῦ σώματος πρὸς τὴν μᾶζαν ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος.

Ἐὰν ἡ πυκνότης τοῦ χαλκοῦ εἶναι 8,9 g/cm³, ἡ σχετικὴ πυκνότης του θὰ εἶναι :

ρ σχετικὴ $= \dfrac{8{,}9\ \text{g}}{1\ \text{g}} = 8{,}9$ (διότι 1 cm³ χαλκοῦ ἔχει μᾶζαν 8,9 g καὶ 1 cm³ ὕδατος 1 g).

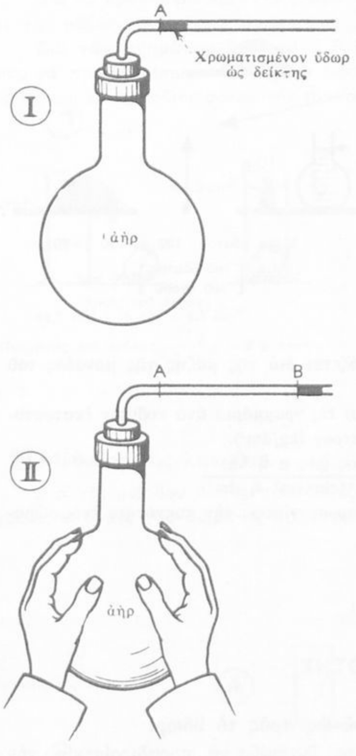
Ἡ πυκνότης ἐκφράζεται δι' ἑνὸς συγκεκριμένου ἀριθμοῦ.

g/cm³ Kg/dm³ t/m³ (t=τόνος)

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἐκφράζεται δι' ἑνὸς ἀφῃρημένου ἀριθμοῦ.

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἀριθμητικῶς ἔχει τὴν αὐτὴν τιμὴν μετὰ τῆς πυκνότητος, διότι ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος εἶναι 1 g/cm³ ἢ 1 Kg/dm³ ἢ 1t/m³.

2 Σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα.



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

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

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

Διὰ νὰ ἔχῃ λοιπὸν τὴν πραγματικήν της ἔννοιαν ἡ ἔκφρασις ἑνὸς ὄγκου ἀερίου, δὲν ἀρκεῖ νὰ ὁρισθῇ ἡ πίεσις, ἀλλὰ καὶ ἡ *θερμοκρασία του*.

● Ἐξ ὅλων αὐτῶν συμπεραίνομεν ὅτι τὸν ὄγκον ἑνὸς ἀερίου ἢ ἀτμοῦ πρέπει νὰ τὸν ὁρίζωμεν ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας (0° C) καὶ πιέσεως (76 cmHg).

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

Ἐφαρμογή. 22,4 *l* ἀέρος ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως ἔχουν μᾶζαν 29 g, ἐνῷ ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας 22,4 *l* διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἔχουν μᾶζαν 44 g. Ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα θὰ εἶναι :

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

22,4 *l* ὑδρογόνου ὑπὸ Κ.Σ. ἔχουν μᾶζαν 2 g καὶ 1 *l* ὑδρογόνου θὰ ἔχῃ μᾶζαν :

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

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

Σχετικὴ πυκνότης μερικῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ			
Στερεά		Ὑγρά	
Λευκόχρυσος	21,5	Ὑδράργυρος	13,59
Χρυσὸς	19,5	Γλυκερίνη	1,26
Μόλυβδος	8,9	Ὕδωρ θαλάσσιον	1,03
Σίδηρος	7,8	Ὕδωρ ἀπεσταγμ.	1
Ἀργίλιον	2,7	Ἔλαιον	0,9
Μάρμαρον	2,7	Οἰνόπνευμα	0,8
Δρῦς	0,63	Βενζίνη	0,7
Φελλὸς	0,3	Αἰθὴρ	0,7

Σχετικὴ πυκνότης μερικῶν ἀερίων ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἀέρα	
Βουτάνιον $\frac{58\ g}{29\ g} = 2$	Ὀξυγόνον $\frac{32\ g}{29\ g} = 1,1$
Διοξείδιον τοῦ θείου $\frac{64\ g}{29\ g} = 2,2$	Ἄζωτον $\frac{28\ g}{29\ g} = 0,97$
Φωταέριον περίπου 0,5	

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς μάζης ἑνὸς ὡρισμένου ὄγκου τοῦ σώματος πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου ὕδατος.**

Ἡ πυκνότης καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς σώματος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ (ἡ πυκνότης εἰς g/cm^3, ἐνῷ ἡ σχετικὴ πυκνότης εἰς καθαρὸν ἀριθμόν. Π.χ. ἡ πυκνότης τοῦ σιδήρου εἶναι $7,8 g/cm^3$, ἐνῷ ἡ σχετικὴ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 7,8).

2. Σχετικὴ πυκνότης ἀερίου καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς μάζης ὡρισμένου ὄγκου τοῦ ἀερίου πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου ἀέρος, ὅταν καὶ τὰ δύο εὑρίσκωνται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως. Πρακτικῶς ἡ σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς ἀερίου εὑρίσκεται, ἐὰν διαιρέσωμεν τὴν μᾶζαν 22,4 l τοῦ ἀερίου ($0^\circ C$ καὶ 76 cmHg) διὰ τοῦ 29g ($1,293\ g/l \times 22,4 l = 28,963 g$).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 5. Ζυγός – Μᾶζα.

I. ζυγός

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

2. Ὁλόκληρος σειρὰ σταθμῶν ἀπὸ 1 cg (0,01 g) ἕως 5 dg (0,5 g) εἰς μορφὴν τετραγωνικῶν φύλλων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν βάρος 1 cg, δύο βάρη 2 cg, ἓν βάρος 5cg, δύο βάρη 1 dg, ἓν βάρος 2 dg καὶ ἓν βάρος 5 dg.

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

3. Πόσον μῆκος ἔχει εἷς ρόλος σύρματος, ἐὰν ὅλος ζυγίζῃ 1,440 Kg ἐνῷ 1 m ἐξ αὐτοῦ ζυγίζει 16,4 g;

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

5. Ὅταν εἰς τὸν δίσκον ἑνὸς ζυγοῦ, εἰς τὸν ὁποῖον ζυγίζομεν τεμάχιον ἐκ μετάλλου, τοποθετήσωμεν 72,4 g, ὁ δείκτης σταματᾷ εἰς τὴν δευτέραν ὑποδιαίρεσιν, ἀριστερὰ τοῦ O, ἐνῷ, ὅταν τοποθετήσωμεν 72,5g, εἰς τὴν τρίτην ὑποδιαίρεσιν, δεξιὰ τοῦ 0.

Ἐὰν αἱ μετατοπίσεις τοῦ δείκτου γίνωνται αἰσθηταὶ διὰ κάθε ὑποδιαίρεσιν, ποία ἡ μᾶζα τοῦ σώματος; Ποία ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ; Ποία ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως;

6. α) Ὁ δείκτης ἑνὸς ζυγοῦ ἀποκλίνει κατὰ δύο ὑποδιαιρέσεις διὰ διαφορὰν βάρους 1 dg. Ἐὰν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὴν ἀπόκλισιν κατὰ μίαν ὑποδιαίρεσιν, πόση εἶναι ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ;

β) Ἐὰν μὲ τὸν ζυγὸν ἓν σῶμα ζυγίζῃ 127,4 g, πόση εἶναι ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως καὶ μεταξὺ ποίων ὁρίων περιέχεται ἡ ἀκριβὴς μᾶζα τοῦ σώματος;

7. Ὁ εἷς ἐκ τῶν δύο βραχιόνων τῆς φάλαγγος ζυγοῦ μήκους 40 cm εἶναι μακρότερος κατὰ 0,8 mm ἀπὸ τὸν ἄλλον. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον θέσωμεν βάρος 1 kg; (δύο περιπτώσεις).

8. Οἱ βραχίονες ἑνὸς ζυγοῦ ἔχουν μῆκος 180 mm καὶ 180,02 mm. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον ὑπάρχῃ βάρος 1 Kg; (δύο περιπτώσεις).

Δύναται ὁ ζυγὸς αὐτὸς νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀκριβής;

α) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὰ 2 dg;

β) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὸ 1/2 dg;

9. Ἡ φάλαγξ ἑνὸς ζυγοῦ ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως:

α) Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί.

β) Ὅταν οἱ δίσκοι φέρουν βάρη 500 g καὶ 500,5 g ἀντιστοίχως.

Ἡ ἀπόστασις τῆς ἀκμῆς τοῦ κεντρικοῦ πρίσματος ἀπὸ τὴν ἀκμὴν ἑνὸς τῶν ἀκραίων εἶναι 20 cm: Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ ἑτέρου βραχίονος τῆς φάλαγγος; (δύο περιπτώσεις).

10. Αἱ ἀκμαὶ τῶν ἀκραίων τριγωνικῶν πρισμά-

των τῆς φάλαγγος ζυγοῦ ἀπέχουν 48,1 cm. Ἐὰν ὑπάρχῃ ἰσορροπία, ὅταν οἱ δίσκοι φέρουν ἀντιστοίχως βάρη 500 g καὶ 501,2 g, ποῖον εἶναι τὸ μῆκος ἑκάστου βραχίονος τῆς φάλαγγος;

11. Ζυγὸς ἰσορροπεῖ, ὅταν τὰ φορτία τῶν δίσκων εἶναι:

Ἀριστερὸς δίσκος	Δεξιὸς δίσκος.
α) 119,3 g	σῶμα μάζης X
β) σῶμα μάζης X	120,71 g

Ποῖον εἶναι τὸ σφάλμα τοῦ ζυγοῦ καὶ ποία ἡ μᾶζα X τοῦ σώματος;

12. α) Διὰ νὰ ἰσορροπῇ μοχλὸς AB μὲ ἄξονα O, πρέπει νὰ ἀναρτήσωμεν εἰς τὸ ἄκρον B μᾶζαν 80 g, ὅταν εἰς τὸ ἄκρον A ὑπάρχῃ σῶμα ἀγνώστου μάζης. Ὅταν ὅμως τὸ σῶμα εὑρίσκεται εἰς τὸ ἄκρον B, πρέπει νὰ ἀναρτήσωμεν εἰς τὸ A 500 g. Ποία ἡ μᾶζα τοῦ σώματος;

β) Ἐὰν τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ εἶναι 70 cm, ποία ἡ ἀπόστασις τοῦ O ἀπὸ τοῦ A;

13. Τὸ ἀντίβαρον ρωμαϊκοῦ ζυγοῦ ἔχει βάρος 600 g καὶ τὸ ἄγκιστρον, ἀπὸ τοῦ ὁποίου ἀναρτῶνται τὰ βάρη, ἀπέχει 42 mm ἀπὸ τὸν ἄξονα. Ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ, ὅταν τὸ ἄγκιστρον εὑρίσκεται εἰς τὴν θέσιν O.

Ἐὰν ἀναρτήσωμεν μᾶζαν X εἰς τὸ ἄγκιστρον, πρέπει νὰ μεταθέσωμεν τὸ ἀντίβαρον κατὰ 91 mm, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν.

α) Ποία ἡ μᾶζα X;

β) Ἐὰν ἀναρτήσωμεν μᾶζαν 2,5 Kg, κατὰ πόσον πρέπει νὰ μετατοπίσωμεν τὸ ἀντίβαρον (ἀπὸ τὸ O);

γ) Ἐὰν ὁ ζυγὸς ζυγίζῃ μέχρι 5 Kg, πόσον ἀπέχουν αἱ ἀκραῖαι ἐνδείξεις του;

Ὁ μεγάλος βραχίων ἔχει ἐσοχὰς καὶ ἡ μετατόπισις τοῦ ἀντιβάρου ἀπὸ τὴν προηγουμένην εἰς τὴν ἑπομένην ἐσοχὴν ἀντιστοιχεῖ εἰς μεταβολὴν τοῦ φορτίου κατὰ 50 g. Πόσον ἀπέχουν δύο διαδοχικαὶ ἐσοχαί;

II. Μᾶζα-Πυκνότης-Σχετικὴ πυκνότης

14. Ποία εἶναι η πυκνότης τοῦ ἰριδιούχου λευκοχρύσου, ἐὰν τὸ πρότυπον Kg εἶναι κύλινδρος διαμέτρου βάσεως 39 mm καὶ ὕψους 39 mm;

15. Προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητα ἑνὸς ὑγροῦ διὰ τῆς μεθόδου τῆς ληκύθου:

α) Λήκυθος πλήρης ὕδατος + δεῖγμα + 12,5 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ὕδατος + 78,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

γ) Τὸ δεῖγμα ἐντὸς τῆς πλήρους φιάλης ὕδατος τῆς ληκύθου + 41,1 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ δείγματος καὶ ποία ἡ πυκνότης ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ (σχετικὴ πυκνότης);

16. Ποία εἶναι ἡ πυκνότης καὶ ποία ἡ σχετικὴ πυκνότης (ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ) τῆς βενζίνης, ὅταν διὰ τῆς μεθόδου τῆς ληκύθου ἔχωμεν:

α) Λήκυθος κενὴ + 78,3 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ὕδατος + 15,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

γ) Λήκυθος πλήρης βενζίνης + 32,8 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

17. Πόσην μᾶζαν ἔχει δοκὸς δρυΐνη μὲ διαστάσεις 2,70 m, 20 m, 12,5 cm; (σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ 0,7).

18. Πόσον ὄγκον καταλαμβάνει: 1 Kg ἀργιλίου, 1 Kg σιδήρου, 1 Kg χαλκοῦ, 1 Kg μολύβδου, 1 Kg ὑδραργύρου; Αἱ σχετικαὶ πυκνότητες τούτων ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι ἀντιστοίχως: 2,7· 7,8· 8,8· 11,3· 13,6.

19. Ποία ἡ πυκνότης καὶ ποία ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ πάγου, ἐὰν 1 l ὕδατος στερεοποιούμενον δίδῃ 1,09 dm^3; Πόσον ὄγκον ὕδατος λαμβάνομεν ἐκ τῆς τήξεως τεμαχίου πάγου μὲ διαστάσεις 0,80 m × 150 mm;

20. Εἰς 0^0 C καὶ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 22,4 l ἀέρος ζυγίζουν 29 g· 22,4 l ὑδρατμῶν ζυγίζουν 18 g· 22,4 l προπανίου ζυγίζουν 44 g· 22,4 l χλωρίου 71 g· 22,4 l ἀμμωνίας ζυγίζουν 17 g:

Νὰ προσδιορισθῇ ἡ μᾶζα 1 l ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀερίων, καθὼς καὶ ἡ σχετικὴ πυκνότης των.

23ον ΜΑΘΗΜΑ: Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν στερεῶν.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

1 Πιέζουσα δύναμις.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰ ἴχνη, τὰ ὁποῖα ἀφίνει ἐπάνω εἰς παχὺ στρῶμα χιόνος ἓν ἄτομον, ὅταν μετακινῆται μὲ παγοπέδιλα (σκὶ) καὶ ὅταν χωρὶς αὐτά, πότε τὰ ἴχνη θὰ εἶναι βαθύτερα; (σχ. 1).

Πείραμα 1ον. Μὲ ποίαν ἀπὸ τὰς τρεῖς ἕδρας του ἐπὶ τῆς ἄμμου τὸ τεμάχιον ἐκ μαρμάρου (σχ. 2) εἰσχωρεῖ βαθύτερον;

Ποία δύναμις τὸ ἀναγκάζει νὰ εἰσχωρήσῃ;
Ποίαν διεύθυνσιν ἔχει ἡ δύναμις αὕτη;

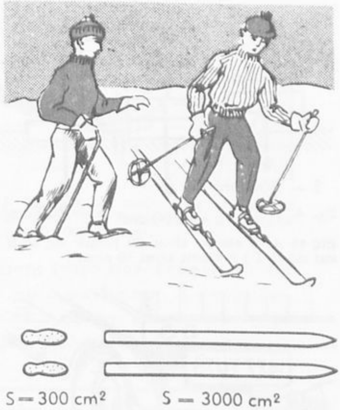
Πείραμα 2ον. Ἡ ξυλίνη πλὰξ βυθίζεται περισσότερον ἐντὸς τῆς ἄμμου, ἂν καὶ τὸ βάρος της παραμένει ἀμετάβλητον, ὅταν τὴν στηρίξωμεν εἰς τὰς αἰχμὰς τῶν καρφίων (σχ. 3).

Ποίαν διεύθυνσιν ἔχει ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἀναγκάζει τὴν πινέζαν νὰ εἰσχωρήσῃ εἰς τὸν τοῖχον, καὶ διατὶ αὕτη δὲν εἰσχωρεῖ εἰς τὸν δάκτυλόν μας;

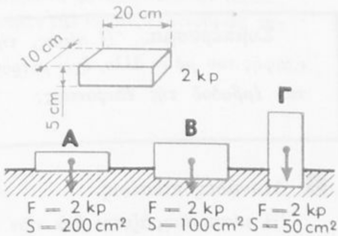
Εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις παρατηροῦμεν ὅτι μία δύναμις ἐπενεργεῖ καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Τῆς ἐπενεργείας ταύτης τὰ ἀποτελέσματα ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν παιδίων ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα, καὶ τὰ δύο ἀσκοῦν πίεσιν μὲ τὴν αὐτὴν δύναμιν, δηλ. μὲ τὸ βάρος των, ἀλλὰ ἡ ἐπιφάνεια τῆς χιόνος, ἡ ὁποία πιέζεται μὲ τὰ παγοπέδιλα (σκί), εἶναι μεγαλυτέρα παρὰ χωρὶς αὐτά. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὸ τεμάχιον μαρμάρου: Ἡ ἰδία δύναμις εἰς τὰς διαφόρους θέσεις της πιέζει διαφορετικὰς ἐπιφανείας ἄμμου. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς πινέζας καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ τοίχου, εἰς τὸ σημεῖον ὅπου ἐφάπτεται ἡ ἀκίς της, δέχονται τὴν αὐτὴν δύναμιν, τὴν δύναμιν τοῦ δακτύλου.

Τὴν δύναμιν αὐτήν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σωμάτων, καλοῦμεν *πιέζουσαν δύναμιν.*

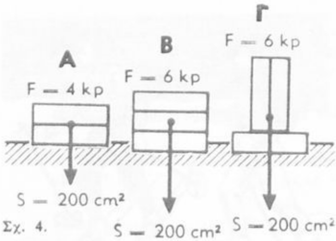


Σχ. 1. Ποῖον ἐκ τῶν δύο παιδίων μετακινεῖται εὐκολώτερον ἐπὶ τῆς μαλακῆς χιόνος καὶ διατί;



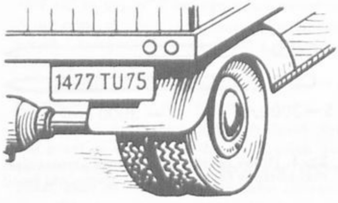
Σχ. 2. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ τεμάχιον μαρμάρου εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς τρεῖς θέσεις του, εἶναι: 10 p/cm^2, 20 p/cm^2, 40 p/cm^2

Σχ. 3. Ἡ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀσκεῖται ἡ δύναμις πιέσεως.



Σχ. 4.

Εἰς τὸ Α: ἡ πίεσις εἶναι 20 p/cm^2· εἰς τὸ Β καὶ εἰς τὸ Γ: ἡ πίεσις εἶναι 30 p/cm^2.



Σχ. 5. Διατί τὰ φορτηγὰ αὐτοκίνητα, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν βαρέα φορτία, ἔχουν διπλοῦς τροχοὺς μὲ ὀγκώδη ἐλαστικά;

2 Πίεσις.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μὲ προσοχὴν τὰ σχήματα 2, 3, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις (πιέσεως), τόσον φανερώτερον γίνεται τὸ ἀποτέλεσμα, δηλ. τόσον τὸ σῶμα εἰσχωρεῖ βαθύτερον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ὑπολογίζομεν καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις τῶν πειραμάτων 2 καὶ 4 τὴν δύναμιν πιέσεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς κάθε τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας, καὶ εὑρίσκομεν :

Διὰ τὸ πείραμα 2 :

$$\frac{2000\ p}{200\ cm^2} = 10\ p/cm^2\ ,\quad \frac{2000\ p}{100\ cm^2} = 20\ p/cm^2$$

$$\frac{2000}{50} = 40\ p/cm^2$$

Διὰ τὸ πείραμα 4:

$$\frac{4000\ p}{200\ cm^2} = 20\ p/cm^2,\quad \frac{6000\ p}{200\ cm^2} = 30\ p/cm^2$$

$$\frac{6000\ p}{200\ cm^2} = 30\ p/cm^2$$

Τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως πιέσεως διὰ τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας ἐκφράζει τὴν τιμὴν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει τὴν μονάδα ἐπιφανείας, καὶ καλεῖται *πίεσις*.

Συμπέρασμα: *Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν στερεὸν σῶμα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐπαφῆς του μὲ ἓν ἄλλο, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς πιεζούσης δυνάμεως διὰ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας:*

$$P\left(\frac{p}{cm^2}\right) = \frac{F\ (p)}{S\ (cm^2)}$$

3 Μονάδες πιέσεως.

Ἡ πίεσις ἐκφράζεται διὰ τῶν ἰδίων μονάδων, μετὰ τῶν ὁποίων μετροῦμεν τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως καὶ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας. Π.χ.

Εἰς πὸντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον p/cm^2

Εἰς κιλοπὸντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον Kp/cm^2

4 Ἐφαρμογαί.

α) Ἐὰν τὸ παιδίον, τὸ ὁποῖον βαδίζει ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα, ἔχῃ βάρος 75 Kp καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 300 cm^2, τότε ἀσκεῖ πίεσιν :

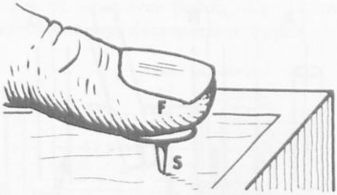
$$\frac{75000\ p}{300\ cm^2} = 250\ p/cm^2$$

Ὅταν ὅμως χρησιμοποιηθοῦν παγοπέδιλα (σκί), τότε ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς γίνεται 3000 cm^2 καὶ ἡ πίεσις :

$$\frac{75000\ p}{3000\ cm^2} = 25\ p/cm^2$$

Τοιουτοτρόπως ἀντιλαμβανόμεθα διατί μὲ τὰ σκὶ βαδίζομεν εὐκολώτερον ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα.

Συμπέρασμα : *Δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν σῶμα, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.*



Σχ. 5. Ὁ δάκτυλος πιέζει τὴν πινέζαν, μὲ δύναμιν 1 Kp, ἀλλ' ἡ πίεσις εἰς τὴν αἰχμὴν αὐτῆς εἶναι 1000 Kp/cm².

β) Ἡ πινέζα εἰσχωρεῖ εὐκόλως εἰς τὸ ξύλον, διότι, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἀσκοῦμεν ἐπ' αὐτῆς μίαν ὤθησιν 1 Kp καὶ ἡ ἀκὶς αὐτῆς ἔχῃ ἐπιφάνειαν 0,001 cm², τότε ἡ πίεσις εἰς τὸ ξύλον θὰ εἶναι :

$$\frac{1 \text{ Kp}}{0{,}001 \text{ cm}^2} = 1000 \text{ Kp/cm}^2 \text{ ἢ } 1 \text{ Mp/cm}^2$$

Τὰ αἰχμηρὰ ἐργαλεῖα (καρφιά, βελόναι κλπ.) ἔχουν ἐπίσης ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἀσκουμένη πιέζουσα δύναμις εἶναι πολὺ μικρά. Ἡ πιέζουσα δύναμις, ἡ ὁποία διαβιβάζεται δι' αὐτῶν, δημιουργεῖ πολὺ μεγάλην πίεσιν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὰ κοπτερὰ ἐργαλεῖα (μαχαίρας, ψαλλίδας κλπ.). Μία λεπὶς κόπτει τόσον καλύτερον, ὅσον λεπτοτέρα εἶναι ἡ κόψις αὐτῆς.

Συμπέρασμα : *Διὰ νὰ αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν στερεόν, ἐλαττοῦμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς του, εἰς τὴν ὁποίαν ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ στερεὰ ἀσκουν πιέζουσαν δύναμιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὴν ὁποίαν στηρίζονται.

2. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ στερεὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ καθέτως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτὴν πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας.

3. Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν ἓν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς ἑνὸς ἄλλου, ἐλαττοῦμεν τὴν πίεσιν, αὐξάνοντες τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἡ πιέζουσα δύναμις. Καὶ ἀντιθέτως, διὰ νὰ διευκολύνωμεν ἓν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ εἰς ἓν ἄλλο, αὐξάνομεν τὴν πίεσιν, ἐλαττοῦντες τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν.

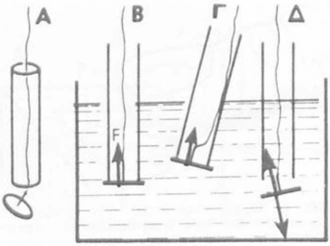
24ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

1 Πειράματα. α) Παραμορφοῦμεν ἓν δοχεῖον, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, καὶ ἀνοίγομεν ὀπὰς εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του. Ἐὰν τὸ γεμίσωμεν μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω διὰ μέσου τῶν ὀπῶν αὐτῶν, καθέτως πρὸς τὸ μικρὸν τμῆμα τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνοιγμένη ἡ ὀπή.

β) Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ κάτω ἄνοιγμα ὑαλίνου κυλίνδρου ἕνα ἐλαφρὸν δίσκον ἐξ ἀλουμινίου. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος μένει εἰς τὴν θέσιν του, εἴτε ὁ κύλινδρος εἶναι κατακόρυφος εἴτε ἔχει κάποιαν κλίσιν (σχ. 2).

Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται διὰ μέσου τῶν ὀπῶν μὲ διεύθυνσιν κάθετον πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Εἰς τὸ Δ ἡ πιέζουσα δύναμις τοῦ ὕδατος ἀσκεῖται καὶ εἰς τὰς δύο ἐπιφανείας τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος καὶ μόνον λόγῳ τοῦ βάρους του πίπτει.

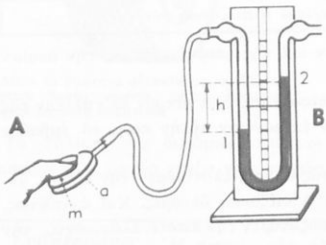
● Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὸν δίσκον εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου, εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του. Ἄλλως, ἐὰν ἦτο πλαγία, θὰ ἔπρεπε νὰ ὀλισθήσῃ ὁ δίσκος πρὸς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου.

Συμπέρασμα : *Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ ἔχουν βάρος, ἀσκοῦν πιέζουσαν δύναμιν ἐφ' ἑκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχονται εἰς ἐπαφήν.*

2 Πίεσις εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ.

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα (3), λέγεται **μανομετρικὴ κάψα** καὶ μᾶς χρησιμεύει, διὰ νὰ μετρῶμεν τὰς πιεστικὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς μεμβράνης της, καὶ ἑπομένως καὶ τὰς πιέσεις.

Ἀπὸ τὸν τύπον τῆς πιέσεως $P = \frac{F}{S}$ βλέπομεν ὅτι ἡ πίεσις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία πιέζει τὴν ἐπιφάνειαν.



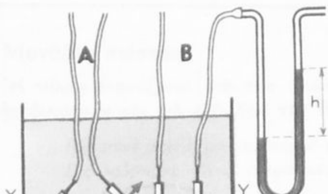
Σχ. 3. Μανομετρικὴ κάψα

● Τὸ χρωματισμένον ὑγρὸν εὑρίσκεται καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὅταν ἐπὶ τῆς μεμβράνης οὐδεμία δύναμις ἐφαρμόζεται.

● Ἐὰν διὰ τοῦ δακτύλου μας πιέσωμεν ἐλαφρῶς τὴν μεμβράνην, ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται εἰς τὴν κάψαν, ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸν νὰ κατέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 1 καὶ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 2. Ἐὰν πιέσωμεν περισσότερον, ἡ διαφορὰ ὕψους h εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος γίνεται μεγαλυτέρα.

● α) Βυθίζομεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὕδατος (σχ. 4) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅσον βαθύτερον βυθίζεται, τόσον εἰς τὸ σκέλος 1 τὸ ὑγρὸν κατέρχεται καὶ ἀντιθέτως ἀνέρχεται εἰς τὸ ἄλλο σκέλος. Διατί ;

Συμπέρασμα : *Ἡ πίεσις ἐντὸς ἑνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς ἠρεμίαν, αὐξάνει ἀναλόγως πρὸς τὸ βάθος.*



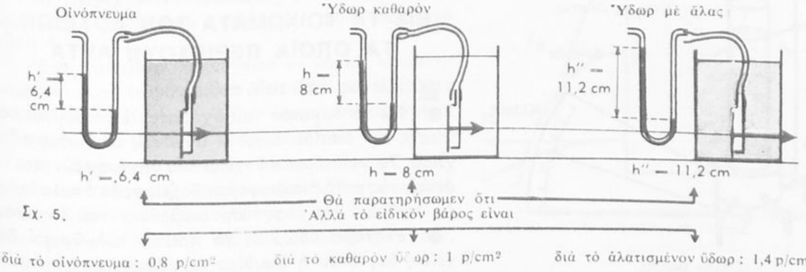
Σχ. 4. Τὸ κέντρον τῆς μεμβράνης μετατοπίζεται κατὰ τὴν ὁριζόντιον XY. Ἡ διαφορὰ στάθμης h δὲν μεταβάλλεται.

β) Χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὸ βάθος, εἰς τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἡ κάψα, ἀλλάσσομεν μόνον τὸν προσανατολισμὸν τῆς μεμβράνης της καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διαφορὰ ὕψους τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος δὲν μεταβάλλεται (σχ. 4).

γ) Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐὰν μετατοπίσωμεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἰς τρόπον ὅμως ὥστε τὸ κέντρον αὐτῆς νὰ εὑρίσκεται πάντοτε εἰς τὸ ἴδιον βάθος (σχ. 4).

Συμπέρασμα : *Ἡ πίεσις εἰς ἓν σημεῖον τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ ἰδία εἰς ὅλα τὰ σημεῖά του, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον.*

δ) Βυθίζομεν μὲ προσοχὴν τὴν μανομετρικὴν κάψαν εἰς ὡρισμένον βάθος, π.χ. 12 cm, εἰς τὰ τρία δοχεῖα τοῦ σχήματος 5, τῶν ὁποίων ἕκαστον περιέχει διαφορετικὸν ὑγρόν.



Σχ. 5.

Συμπέρασμα : *Ἡ πίεσις εἰς τὸ αὐτὸ βάθος ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος ἑκάστου ὑγροῦ καὶ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ εἰδικὸν βάρος του.*

3 Βασικὴ ἀρχὴ τῆς ὑδροστατικῆς :

● Ρίπτομεν ὕδωρ μέσα εἰς τὸν κύλινδρον τοῦ πειράματος (2) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν ἡ ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὁ δίσκος πίπτει. Τὸ βάρος τοῦ ὕδατος μέσα εἰς τὸν κύλινδρον ἐξουδετερώνει τὴν πιέζουσαν δύναμιν F καὶ ὁ δίσκος πίπτει, ἐπειδὴ ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ μόνον τὸ ἰδικόν του βάρος.

Ἀποδεικνύεται ὅτι :

Ἡ διαφορὰ πιέσεως $P_A - P_B$ = μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἑνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἠρεμεῖ, εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm² καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὁριζοντίων ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεῖα.

Ἐὰν τὸ εἰδικὸν βάρος ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ε, τότε ὁ ὄγκος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1cm² καὶ ὕψος h cm, θὰ εἶναι :

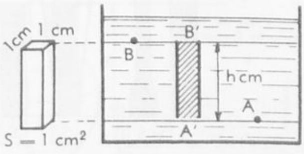
$$1\text{cm}^2 \times h\ \text{cm} = h\ \text{cm}^3$$

καὶ τὸ βάρος

$$\varepsilon(\text{p/cm}^3) \times h\ (\text{cm}^3) = \varepsilon \times h\ (\text{p})$$

καὶ ἡ διαφορὰ πιέσεως

$$\underset{\text{p/cm}^2}{P_A - P_B} = \underset{\text{p/cm}^3}{\varepsilon} \times \underset{\text{cm}}{h}$$



Σχ. 6. Μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B ὑπάρχει διαφορὰ πιέσεως ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ A'B' τομῆς 1 cm².

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

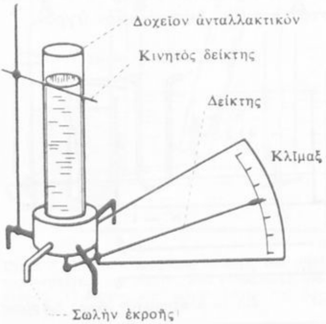
1. Ἓν ὑγρὸν ἐν ἰσορροπίᾳ ἀσκεῖ εἰς ἑκάστην ἐπιφάνειαν, μὲ τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται εἰς ἐπαφήν, μίαν πίεσιν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὸ βάρος του καὶ λέγεται ὑδροστατική.

2. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις p= F/S εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ τινος, τὸ ὁποῖον ἠρεμεῖ, αὐξάνει μὲ τὸ βάθος· δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ ἴδιον ὁριζόντιον ἐπίπεδον.

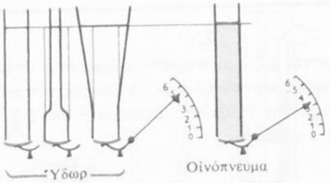
Ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ εἰς τὴν ἰδίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειάν των ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος των.

3. Ἡ διαφορὰ πιέσεως $P_A - P_B$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἑνὸς ἠρεμοῦντος ὑγροῦ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης τομὴν 1cm² καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὁριζοντίων ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεῖα.

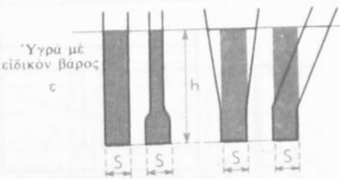
ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΙΣ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΑΥΤΑ



Σχ. 1. Συσκευὴ διὰ τὴν μελέτην τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸ σχῆμά του.



Σχ. 3. Ἡ δύναμις ἐπὶ πυθμένος μὲ ἐπιφάνειαν S εἶναι :

F = ε × h × S

P p cm³ cm cm²

1 Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος.

● Μὲ τὸ ὄργανον τοῦ σχήματος 1 μετροῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον τοῦ ὀργάνου δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ διὰ διαφόρων δοχείων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὡς πυθμένα τὴν ἐλαστικὴν μεμβράνην τοῦ ὀργάνου.

● Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς τὸ πρῶτον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἕως ὅτου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον ὁρίζομεν μὲ τὸν δείκτην Α.

Ὁ ἐλαστικὸς πυθμὴν κυρτοῦται καὶ τὸ ἄκρον τῆς βελόνης σταματᾷ εἰς ὡρισμένην ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἠριθμημένου τόξου, ἔστω π.χ. εἰς τὸ 5.

● Ἀπομακρύνομεν τὸν κύλινδρον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπιστρέφει εἰς τὸ 0.

● Ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον δι' ἑνὸς ἐκ τῶν ἄλλων, θὰ ἴδωμεν, ὅταν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ ἴδιον σημεῖον, τὸ ὁποῖον ὁρίζει ὁ δείκτης Α, ἡ βελόνη σταματᾷ καὶ πάλιν εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 5 (σχ. 2).

Ἂν ἀντὶ ὕδατος ρίψωμεν εἰς τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον οἰνόπνευμα, ἕως ὅτου ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ εἰς τὸ ὡρισμένον σημεῖον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 4. Εἰς τὴν ἰδίαν ὑποδιαίρεσιν θὰ σταματήσῃ, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ ἄλλα δοχεῖα μὲ ὑγρὸν πάλιν τὸ οἰνόπνευμα.

> **Συμπέρασμα :** *Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρόν, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τοῦ πυθμένος, τό δὲ ὕψος τοῦ πυθμένος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ.*

2 Ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ πυθμένος ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐπομένως ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα μὲ ἐπιφάνειαν S (cm^2), θὰ εἶναι :

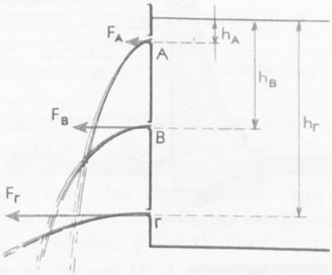
$$F(p) = \varepsilon\ (p/cm^3) \times h(cm) \times S\ (cm^2)$$

> **Συμπέρασμα :** *Ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.* $F = \varepsilon \times h \times S$

3 Πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) *Πείραμα.* Ἀνοίγομεν εἰς τὸ πλευρικὸν τοίχωμα ἑνὸς δοχείου τρεῖς ὀπάς, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 4.

Ἐὰν γεμίσωμεν τὸ δοχεῖον μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὸ ἐκτινάσσεται ἀπὸ τὰς ὀπὰς εἰς τόσον μεγαλυτέραν ἀπόστασιν, ὅσον περισσότερον ἀπέχει ἡ ὀπὴ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.



Σχ. 4. Ἡ δύναμις εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείο αὐξάνει μὲ τὴν αὔξησιν τοῦ βάθους.

β) *Ἐξήγησις.* Ἔστω ὅτι αἱ τρεῖς ὀπαὶ Α, Β, Γ, εὑρίσκονται ἑκάστη εἰς ἀπόστασιν h_A, h_B, $h_Γ$ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰδικὸν βάρος ε. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὑγρόν, εἰς τὸ σημεῖον Α, θὰ εἶναι :

$$P_A = h_A \times ε$$

Καὶ ἡ ὤθησις εἰς μίαν μικρὰν ἐπιφάνειαν S πέριξ τοῦ σημείου Α :

$$F_A = h_A \times ε \times S$$

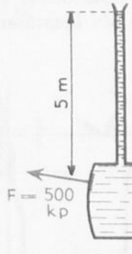
Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ὤθησις εἰς τὰ σημεῖα Β καὶ Γ εἶναι :

$$F_B = ε \times h_B \times S \qquad F_Γ = ε \times h_Γ \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_Γ$

ἔχομεν $F_A < F_B < F_Γ$

Συμπέρασμα: *Ἡ δύναμις πιέσεως, ἡ ἀσκουμένη ὑπό τινος ὑγροῦ εἰς διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ὤθησις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.*



Σχ. 5. Πείραμα Pascal

γ) *Ἓν παράδοξον πείραμα:*

Εἰς μικρὸν βαρέλιον πλῆρες ὕδατος (σχ. 5) προσαρμόζομεν κατακόρυφον σωλῆνα, ὕψους 5 m καὶ τομῆς 4 cm².

Διὰ νὰ γεμίσωμεν τὸν σωλῆνα, ἀπαιτεῖται ποσότης 4 cm² × 500 cm = 2000 cm³ ἢ 2 l ὕδατος.

Αὐτὴ ἡ ποσότης εἶναι ἀρκετή, διὰ νὰ διαρραγῇ τὸ βαρέλιον.

Διότι εἰς κάθε σημεῖον τῶν τοιχωμάτων του ἡ πίεσις ἐμεγάλωσε τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομὴν 1 cm², δηλ. 0,5 Kp/cm².

Σχ. 6. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος

Ἐὰν ἑκάστη σανὶς τοῦ βαρελίου ἔχῃ ἐπιφάνειαν 10 dm² ἢ 100 cm², τότε ἐξ αἰτίας τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν εἰς τὸν σωλῆνα, θὰ μεγαλώσῃ ἡ δύναμις, ἡ πιέζουσα τὴν σανίδα κατὰ

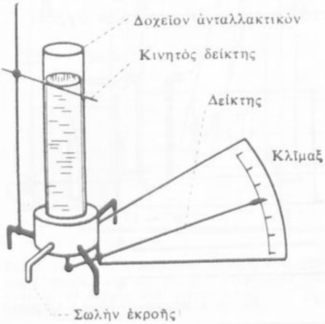
$$0{,}5\ \mathrm{Kp/cm^2} \times 1000\ \mathrm{cm^2} = 500\ \mathrm{Kp}$$

Εἶναι ἑπόμενον ὅτι δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ συγκρατήσῃ μίαν τοιαύτην δύναμιν.

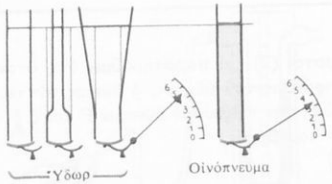
4 Ἐφαρμογή.

Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος τοῦ σχήματος (6) στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά του, διότι εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ σωλῆνος τὸ ὑγρὸν ἀσκεῖ μίαν δύναμιν F, ἡ ὁποία δὲν ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀπέναντι πλευράν, ἐπειδὴ ὁ σωλὴν εἶναι ἀνοικτός. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς

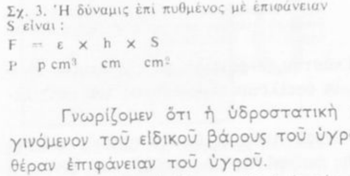
ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΙΣ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΑΥΤΑ



Σχ. 1. Συσκευὴ διὰ τὴν μελέτην τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸ σχῆμά του.



Σχ. 3. Ἡ δύναμις ἐπὶ πυθμένος μὲ ἐπιφάνειαν S εἶναι :

F = ε × h × S

P p cm³ cm cm²

1 Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος.

● Μὲ τὸ ὄργανον τοῦ σχήματος 1 μετροῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον τοῦ ὀργάνου δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ διὰ διαφόρων δοχείων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὡς πυθμένα τὴν ἐλαστικὴν μεμβράνην τοῦ ὀργάνου.

● Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς τὸ πρῶτον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἕως ὅτου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον ὁρίζομεν μὲ τὸν δείκτην Α.

Ὁ ἐλαστικὸς πυθμὴν κυρτοῦται καὶ τὸ ἄκρον τῆς βελόνης σταματᾷ εἰς ὡρισμένην ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἠριθμημένου τόξου, ἔστω π.χ. εἰς τὸ 5.

● Ἀπομακρύνομεν τὸν κύλινδρον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπιστρέφει εἰς τὸ 0.

● Ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον δι' ἑνὸς ἐκ τῶν ἄλλων, θὰ ἴδωμεν, ὅταν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ ἴδιον σημεῖον, τὸ ὁποῖον ὁρίζει ὁ δείκτης Α, ἡ βελόνη σταματᾷ καὶ πάλιν εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 5 (σχ. 2).

Ἂν ἀντὶ ὕδατος ρίψωμεν εἰς τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον οἰνόπνευμα, ἕως ὅτου ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ εἰς τὸ ὡρισμένον σημεῖον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 4. Εἰς τὴν ἰδίαν ὑποδιαίρεσιν θὰ σταματήσῃ, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ ἄλλα δοχεῖα μὲ ὑγρὸν πάλιν τὸ οἰνόπνευμα.

Συμπέρασμα : *Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρόν, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τοῦ πυθμένος, τὸ δὲ ὕψος τοῦ πυθμένος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ.*

2 Ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ πυθμένος ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἑπομένως ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα μὲ ἐπιφάνειαν S (cm²), θὰ εἶναι :

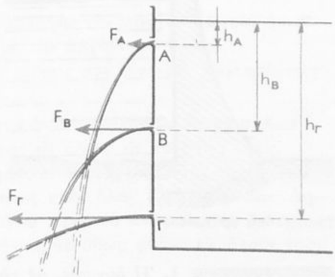
$$F(p)=\varepsilon\ (p/cm^3) \times h(cm) \times S\ (cm^2)$$

Συμπέρασμα : *Ἡ δύναμις F, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.* $F = \varepsilon \times h \times S$

3 Πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) *Πείραμα.* Ἀνοίγομεν εἰς τὸ πλευρικὸν τοίχωμα ἑνὸς δοχείου τρεῖς ὀπάς, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 4.

Ἐὰν γεμίσωμεν τὸ δοχεῖον μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὸ ἐκτινάσσεται ἀπὸ τὰς ὀπὰς εἰς τόσον μεγαλυτέραν ἀπόστασιν, ὅσον περισσότερον ἀπέχει ἡ ὀπὴ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.



Σχ. 4. Ἡ δύναμις εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείο αὐξάνει μὲ τὴν αὔξησιν τοῦ βάθους.

β) *Ἐξήγησις.* Ἔστω ὅτι αἱ τρεῖς ὀπαὶ Α, Β, Γ, εὑρίσκονται ἑκάστη εἰς ἀπόστασιν h_A, h_B, $h_Γ$ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰδικὸν βάρος ε. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὑγρόν, εἰς τὸ σημεῖον Α, θὰ εἶναι :

$$P_A = h_A \times ε$$

Καὶ ἡ ὤθησις εἰς μίαν μικρὰν ἐπιφάνειαν S πέριξ τοῦ σημείου Α :

$$F_A = h_A \times ε \times S$$

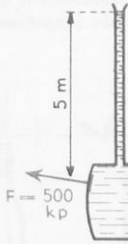
Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ὤθησις εἰς τὰ σημεῖα Β καὶ Γ εἶναι :

$$F_B = ε \times h_B \times S \qquad F_Γ = ε \times h_Γ \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_Γ$

ἔχομεν $F_A < F_B < F_Γ$

Συμπέρασμα: *Ἡ δύναμις πιέσεως, ἡ ἀσκουμένη ὑπό τινος ὑγροῦ εἰς διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ὤθησις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.*



Σχ. 5. Πείραμα Pascal

γ) *Ἓν παράδοξον πείραμα:*

Εἰς μικρὸν βαρέλιον πλῆρες ὕδατος (σχ. 5) προσαρμόζομεν κατακόρυφον σωλῆνα, ὕψους 5 m καὶ τομῆς 4 cm².

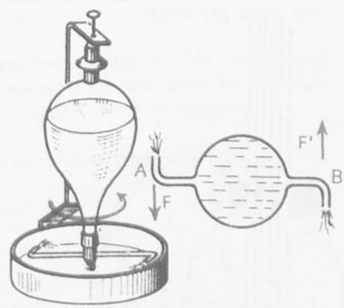
Διὰ νὰ γεμίσωμεν τὸν σωλῆνα, ἀπαιτεῖται ποσότης $4\ cm^2 \times 500\ cm = 2000\ cm^3$ ἢ 2 l ὕδατος.

Αὐτὴ ἡ ποσότης εἶναι ἀρκετή, διὰ νὰ διαρραγῇ τὸ βαρέλιον.

Διότι εἰς κάθε σημεῖον τῶν τοιχωμάτων του ἡ πίεσις ἐμεγάλωσε τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομὴν 1 cm², δηλ. 0,5 Kp/cm².

Ἐὰν ἑκάστη σανὶς τοῦ βαρελίου ἔχῃ ἐπιφάνειαν 10 dm² ἢ 100 cm², τότε ἐξ αἰτίας τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν εἰς τὸν σωλῆνα, θὰ μεγαλώσῃ ἡ δύναμις, ἡ πιέζουσα τὴν σανίδα κατὰ

$$0{,}5\ Kp/cm^2 \times 1000\ cm^2 = 500\ Kp$$

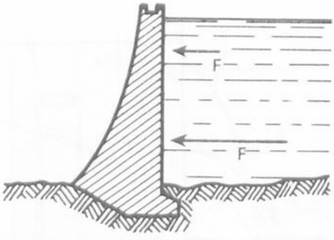


Σχ. 6. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος

Εἶναι ἑπόμενον ὅτι δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ συγκρατήσῃ μίαν τοιαύτην δύναμιν.

4 Ἐφαρμογή.

Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος τοῦ σχήματος (6) στρέφεται περὶ τὸν ἄξονά του, διότι εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ σωλῆνος τὸ ὑγρὸν ἀσκεῖ μίαν δύναμιν F, ἡ ὁποία δὲν ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀπέναντι πλευράν, ἐπειδὴ ὁ σωλὴν εἶναι ἀνοικτός. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς



Σχ. 7. Τομὴ φράγματος

τὸ σημεῖον Β. Αἱ δύο αὗται δυνάμεις F καὶ F′ ἀναγκάζουν τὸν στρόβιλον νὰ περιστρέφεται.

Τὸ ὑδραυλικὸν φράγμα (σχ. 7) προορίζεται νὰ συγκρατήσῃ τὸ ὕδωρ μιᾶς τεχνητῆς λίμνης, τῆς ὁποίας τὸ ὕψος φθάνει συνήθως τὰ 100 m. Τὸ φράγμα εἶναι κατεσκευασμένον εἰς τὴν βάσιν του παχύτερον, ἐπειδή, ὅπως γνωρίζομεν, αἱ πιεστικαὶ δυνάμεις αὐξάνουν, ὅσον περισσότερον ἀπομακρυνόμεθα ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

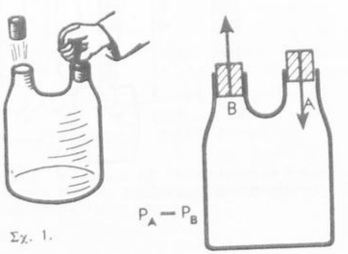
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποίαν ἓν ὑγρὸν πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.**

2. Εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέ αν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

3. Ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποίαν ἓν ὑγρὸν πιέζει ἓν τμῆμα τοῦ τοιχώματος, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

26ον ΜΑΘΗΜΑ : Ἀρχὴ τοῦ Pascal.

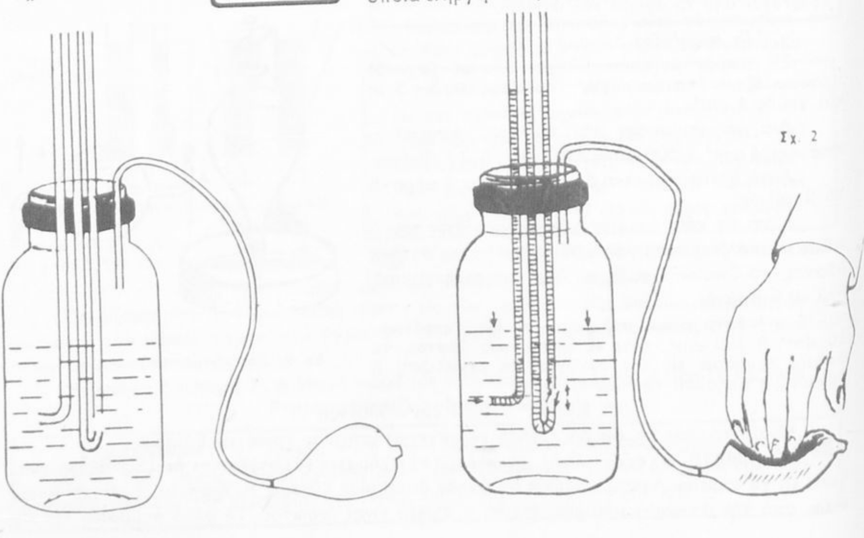
ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ



Σχ. 1.

1 Πείραμα. Γεμίζομεν μὲ ὕδωρ δοχεῖον, τὸ ὁποῖον ἔχει δύο στόμια, καὶ κλείομεν αὐτὰ μὲ τὰ πώματα Α καὶ Β (σχ. 1).

● Ἂν κτυπήσωμεν ἀποτόμως διὰ τῆς χειρός μας τὸ πῶμα Α, τὸ Β ἐκτινάσσεται μὲ ὁρμὴν εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ ὑγρὸν λοιπὸν μεταδίδει εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ πώματος Β μίαν δύναμιν λόγῳ τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνήργησεν εἰς τὸ πῶμα Α.



Σχ. 2

● Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ ὕδωρ μεταδίδει εἰς τὸ Β ἀμετάβλητον τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ Α. Ἡ ἰδιότης αὐτὴ τῶν ὑγρῶν διατυποῦται μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal :

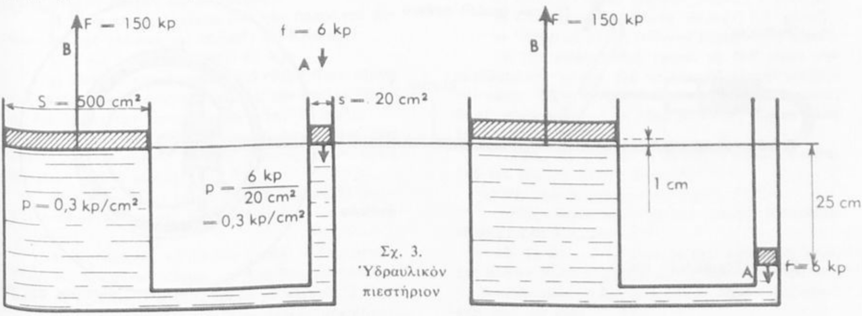
Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις ποὺ δέχονται ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2 Πείραμα. Ἐὰν πιέσωμεν τὴν ἐλαστικὴν σφαῖραν, τὴν ὁποίαν βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα 2, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν ὑαλίνων σωλήνων καὶ φθάνει εἰς ὅλους εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι αὐξάνει ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου καὶ ἡ πίεσις αὐτὴ μεταδίδεται, ὅπως βλέπομεν, ἀμετάβλητος πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Δηλαδή, ἐνῷ εἰς τὸν ἕνα σωλῆνα ἡ πίεσις ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς τὸν δεύτερον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω καὶ εἰς τὸν τρίτον ἀπὸ τὰ πλάγια, τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς ὅλους τοὺς σωλῆνας εἰς τὸ ἴδιον ὕψος.

3 Ἐφαρμογή : Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον.

Ἔχομεν δύο κυλινδρικὰ δοχεῖα πλήρη ὕδατος, τὰ ὁποῖα συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ κατωτέρου μέρους των. Ἐντὸς αὐτῶν τῶν δύο δοχείων κινοῦνται ἐλευθέρως δύο ἔμβολα, τὰ ὁποῖα ἐφαρμόζουν ὑδατοστεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των (σχ. 3).



Σχ. 3. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον

Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, ἑκάστη αὔξησις τῆς πιέσεως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν Α μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλον τὸ ὑγρὸν καὶ ἑπομένως εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς κάτω ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου Β.

Ἔστω ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι s καὶ τοῦ μεγάλου S. Ἐὰν ἀσκήσωμεν μίαν δύναμιν f κάθετον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἡ δύναμις αὐτὴ θὰ ἐπιφέρῃ αὔξησιν τῆς πιέσεως P, τοιαύτην εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ, ὥστε νὰ ἔχωμεν :

$$f = P \times s$$

Ἡ πίεσις αὐτὴ P μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, τὸ ὁποῖον τότε θὰ δέχεται μίαν δύναμιν :

$$F = P \times S \quad \text{καὶ ἑπομένως :}$$

$$\frac{F}{f} = \frac{P \times S}{P \times s} \quad \text{ἢ} \quad \frac{F}{f} = \frac{S}{s} \quad \text{ἢ} \quad F = f \times \frac{S}{s}$$

Ἀριθμητικὸν παράδειγμα. Ἐὰν ἡ μία ἐπιφάνεια εἶναι 20 cm^2 καὶ ἄλλη 500 cm^2, καὶ ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον μίαν κάθετον δύναμιν 6 Kp, τότε εἰς τὸ ἔμβολον αὐτὸ θὰ ἀσκηθῇ μία :

$$6 \text{ Kp}/20 \text{ cm}^2 = 0{,}3 \text{ Kp/cm}^2$$

Συμφώνως πρὸς τὰ προηγούμενα ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν θὰ μεταδώσῃ τὸ ὑγρὸν εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, θὰ εἶναι ἡ ἰδία, δηλ. 0,3 Kp/cm^2 καὶ ἡ δύναμις, ἡ ὁποία τὸ πιέζει :

$$F = 0{,}3 \text{ Kp/cm}^2 \times 500 \text{ cm}^2 = 150 \text{ Kp}$$

Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἀσκηθῇ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου μία δύναμις 6 Kp, διὰ νὰ ἔχωμεν ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου μίαν δύναμιν :

$$6 \text{ Kp} \times 500/20 \quad \text{ἢ} \quad 6 \text{ Kp} \times 25 = 150 \text{ Kp}$$

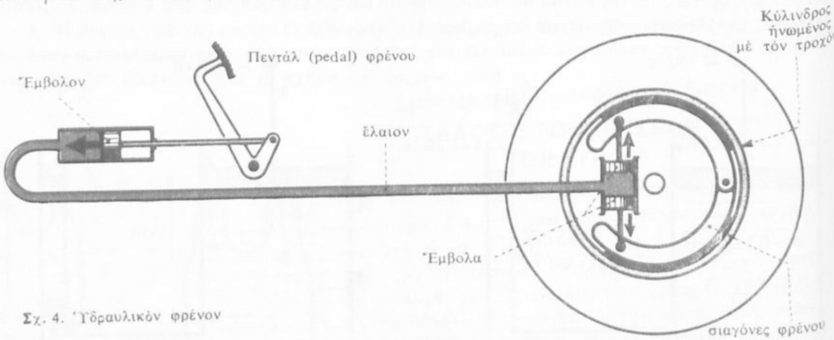
Ἂν ὅμως μὲ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως τῶν 6 Kp τὸ μικρὸν ἔμβολον κατέρχεται π.χ. κατὰ 25 cm, τὸ μεγάλο ἀνέρχεται κατὰ 1 cm.

Εἰς μετατόπισιν Δ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἀντιστοιχεῖ μία μετατόπισις τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.

Ἐπειδὴ ὁ λόγος S/s τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο ἐμβόλων εἶναι ἴσος μὲ τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν διαμέτρων των, μὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν πολὺ μεγάλας πιέσεις.

4 Χρῆσις τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου.

Χρησιμοποιοῦμεν κυρίως τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἰς τὴν βιομηχανίαν, διὰ νὰ πραγματοποιῶμεν πολὺ μεγάλας πιεστικὰς δυνάμεις. Ὅπως π.χ. διὰ νὰ περιορίζωμεν τὸν ὄγκον διαφόρων ὑλικῶν (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), διὰ νὰ δίδωμεν τὸ σχῆμα εἰς μετάλλινα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ τῶν αὐτοκινήτων, διὰ νὰ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἡλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.



Σχ. 4. Ὑδραυλικὸν φρένον

Τὰ ὑδραυλικὰ φρένα τῶν αὐτοκινήτων (σχ. 3) εἶναι ἐπίσης μία ἐφαρμογὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ **Pascal**. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιοῦμεν ἓν πολὺ λεπτόρευστον ἔλαιον. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦμεν διὰ τοῦ ποδός μας εἰς τὸ πεντάλ, μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἰδιαιτέρως εἰς τὰ ἔμβολα, τὰ ὁποῖα ἐνεργοῦν ἐπὶ τῶν σιαγόνων τῶν φρένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις, τὰς ὁποίας δέχονται, ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι μία ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυλίνδρων, οἱ ὁποῖοι συγκοινωνοῦν μεταξύ των ἀπὸ τὴν βάσιν των καὶ εἶναι πλήρεις ὑγροῦ. Ἐντὸς ἑκάστου ἐξ αὐτῶν τῶν κυλίνδρων ἠμπορεῖ νὰ κινῆται ἓν ἔμβολον, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζει ὑδατοστεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των. Ἂν αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβόλων εἶναι S καὶ s καὶ μία δύναμις f ἐνεργῇ καθέτως ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, τότε τὸ μεγάλο ἔμβολον θὰ δέχεται μίαν δύναμιν :

$$F = f\frac{S}{s}$$

3. Μὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀξιολόγους πιεστικὰς δυνάμεις· δι' αὐτὸ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς περιορισμὸν τοῦ ὄγκου διαφόρων ὑλικῶν (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), καθὼς καὶ διὰ νὰ δίδῃ τὸ σχῆμα εἰς μετάλλινα ἀντικείμενα, ὅπως εἶναι τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ (καρότσας) τῶν αὐτοκινήτων. Τέλος, μὲ αὐτὸ ἐξάγομεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἀπὸ τὸν ἡλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.

Σειρὰ 6: Αἱ πιέσεις.

I. Ἡ ἔννοια τῆς πιέσεως

1. Μία πλίνθος μὲ διαστάσεις: 22 cm, 11 cm, 5,5 cm καὶ εἰδικὸν βάρος 2 p/cm^3 στηρίζεται εἰς τὸ ἔδαφος. Νὰ ὑπολογισθῇ:

α) Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἡ πλίνθος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

β) Ἡ πίεσις εἰς p/cm^2, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅταν ἡ πλίνθος στηρίζεται διαδοχικῶς εἰς κάθε μίαν ἕδραν του.

2. Ἓν ἄγαλμα, τὸ ὁποῖον ζυγίζει 2,4 Mp, εἶναι τοποθετημένον εἰς βάθρον, βάρους 1,8 Mp, τὸ ὁποῖον ἔχει ἐπιφάνειαν βάσεως 1,40 m^2:

α) Πόσην πιεστικὴν δύναμιν ἀσκεῖ τὸ συγκρότημα ἄγαλμα–βάθρον εἰς τὸ ἔδαφος;

β) Ποία πίεσις ἀσκεῖται ἀπὸ τὴν βάσιν τοῦ βάθρου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους εἰς Mp/m^2; εἰς Kp/cm^2;

3. Ἕνας ἄνθρωπος ζυγίζει 65 Kp:

α) Ποίαν πίεσιν ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ πάγου, ὅταν κάμνῃ «πατινάζ», ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, τὴν ὁποίαν ἔχουν αἱ δύο λάμαι τῶν πατινίων του, εἶναι 20 cm^2;

β) Ἐὰν φορῇ σκί, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον εἶναι δύο λεπταὶ σανίδες μήκους 2 m καὶ πλάτους 10 cm, πόση θὰ εἶναι τότε ἡ πίεσις;

γ) Ἐὰν πατῇ μὲ τὰ ὑποδήματά του εἰς τὸ χιόνι καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 250 cm^2, πόση θὰ εἶναι ἡ πίεσις;

4. Ἓν βάθρον, τὸ ὁποῖον ζυγίζει 4 Kp, στηρίζεται εἰς ὁριζόντιον ἔδαφος μὲ 4 πόδας, τῶν ὁποίων ἕκαστος ἔχει τετραγωνικὴν τομὴν μὲ πλευρὰν 3 cm.

Πόσην πίεσιν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια στηρίξεως, ὅταν ἓν ἄτομον 60 Kp ἀναβῇ εἰς τὸ βάθρον;

5. Δεχόμεθα ὅτι ἡ αἰχμὴ ἑνὸς καρφίου εἶναι ἕνας μικρὸς κύκλος μὲ διάμετρον 0,08 mm. Ποία πίεσις ἀσκεῖται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ὅταν ἡ κεφαλὴ τοῦ καρφίου δεχθῇ ἓν κτύπημα σφυρίου, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ πιεστικὴν δύναμιν 5 Kp;

6. Ἕνας στῦλος ζυγίζει 2,5 Mp καὶ στηρίζεται εἰς ἔδαφος, τὸ ὁποῖον δὲν ἠμπορεῖ νὰ δεχθῇ πίεσιν περισσοτέραν ἀπὸ 0,4 Kp/cm^2:

Πόση εἶναι ἡ μικροτέρα ἐπιφάνεια, τὴν ὁποίαν ἠμπορεῖ νὰ ἔχῃ ἡ βάσις τῆς στηρίξεώς του;

7. Ὁ πύργος τοῦ Ἀϊφελ ζυγίζει 7000 Mp καὶ στηρίζεται ἐπὶ τεσσάρων ὁμοίων ὑποστηριγμάτων:

α) Ποία εἶναι ἡ θεωρητικὴ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν δέχεται κάθε ὑποστήριγμά του, ἂν δεχθῶμεν ὅτι αὐτὴ ἡ δύναμις διαμοιράζεται ὁμοιομόρφως;

β) Διὰ νὰ ἐξουδετερώσωμεν τὴν δρᾶσιν τοῦ ἀνέμου, ὁ ὁποῖος δημιουργεῖ ἀνισομερῆ κατανομὴν τῶν δυνάμεων ἐπὶ τῶν ὑποστηριγμάτων, λαμβάνομεν τὴν πιεστικὴν δύναμιν ἴσην μὲ 2000 Mp.

Πόσην ἐπιφάνειαν ἔχομεν δώσει εἰς τὸ ὑπόβαθρον τῆς κατασκευῆς, εἰς τὸ ὁποῖον στηρίζεται κάθε ὑποστήριγμα, ὥστε ἡ πίεσις νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ τὰ 0,4 Kp/cm^2;

8. Τὰ δύο ἐμπρόσθια ἐλαστικὰ ἑνὸς αὐτοκινήτου περιέχουν ἀέρα μὲ πίεσιν 1,3 Kp/cm^2, ἐνῷ τὰ δύο ἄλλα μὲ πίεσιν 1,5 Kp/cm^2. Κάθε ἐλαστικὸν στηρίζεται εἰς τὸ ἔδαφος μὲ τετραγωνικὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἡ ὁποία ἔχει πλευρὰν 0,15 cm:

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πιεστικὴ δύναμις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ἐμπρόσθιον μέρος τοῦ αὐτοκινήτου, καὶ ἐκείνη, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος αὐτοῦ.

β) Νὰ εὑρεθῇ τὸ βάρος τοῦ αὐτοκινήτου.

II. Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν

9. Τὸ κέντρον μιᾶς μανομετρικῆς κάψης εὑρίσκεται 25 cm κάτω ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ἑνὸς ὑγροῦ.

Ποίαν πίεσιν δεικνύει τὸ ὄργανον, ἐὰν τὸ ὑγρὸν εἶναι:

α) Καθαρὸν ὕδωρ (εἰδικὸν βάρος: 1 p/cm^3).

β) Οἰνόπνευμα; (εἰδικὸν βάρος: 0,8 p/cm^3).

γ) Ὕδωρ μὲ ἅλας; (εἰδικὸν βάρος: 1,03 p/cm^3).

10. Εἰς ποῖον βάθος πρέπει νὰ βυθίσωμεν τὴν μανομετρικὴν κάψαν, διὰ νὰ ἀσκηθῇ εἰς τὴν μεμβράνην αὐτῆς πίεσις 16 p/cm^2: α) εἰς καθαρὸν ὕδωρ; β) εἰς οἰνόπνευμα γ) εἰς ὕδωρ μὲ ἅλας; (εἰδικὰ βάρη τοῦ προβλήματος 9).

11. Εἰς ποῖον βάθος ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, εἶναι 1 Kp/cm^2;

α) Εἰς λίμνην γλυκέος ὕδατος.

β) Εἰς θάλασσαν (εἰδικὸν βάρος θαλασσίου ὕδατος: 1,03 Kp/dm^3).

12. Τὸ πῶμα ἑνὸς λουτροῦ ἔχει διάμετρον 5 cm. Μὲ πόσην δύναμιν πρέπει νὰ σύρωμεν τὸ πῶμα, διὰ νὰ ἐκκενώσωμεν τὸ λουτρόν, ἐὰν τὸ ὕδωρ ἐντὸς αὐτοῦ ἔχῃ ὕψος 40 cm;

13. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἕνας μικρὸς ὑδραυλικὸς στρόβιλος, πρέπει νὰ ἀσκηθῇ πίεσις 250 p/cm^2. Εἰς πόσον ὕψος ἀπὸ τοῦ στροβίλου αὐτοῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῇ τὸ δοχεῖον μὲ τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖ τὴν συσκευήν, διὰ νὰ ἐξασφαλίσωμεν τὴν λειτουργίαν αὐτῆς;

14. Ὁ ἄνθρωπος δύναται ἄνευ κινδύνου νὰ δεχθῇ μεγίστην πίεσιν 3 Kp/cm^2. Μέχρι ποίου βάθους λοιπὸν δύναται νὰ κατέλθῃ ἕνας δύτης εἰς τὴν θάλασσαν, ὅπου τὸ ὕδωρ ἔχει εἰδικὸν βάρος 1,034 p/cm^3.

15. Τὸ βαθυσκάφος «Τεργέστη» κατέρριψε πρῶτον τὸ ρεκὸρ καταδύσεως μὲ τὸ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ βάθος τῶν 5486 m. Αὐτὸ ἔγινεν εἰς τὴν περιοχὴν Tranchée de mariannes (Εἰρηνικός), ὅπου τὸ βαθύτερον σημεῖον φθάνει εἰς τὰ 11.500 m. Νὰ ὑπολογισθῇ:

α) Ἡ πίεσις εἰς Kp/cm^2, ἡ ὁποία ἠσκήθη ἀπὸ τὸ θαλασσινὸν ὕδωρ εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ βαθυσκάφους εἰς τὸ βάθος ἐκεῖνο.

β) Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐδέχθη αὐτὸ τὸ τοίχωμα, ὅταν (22 Ἰανουαρίου 1960) τὸ βαθυσκάφος κατῆλθεν εἰς τὸ βαθύτερον σημεῖον τῆς ὑποβρυχίου χαράδρας. Δεχόμεθα ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἶναι σταθερὸν (1.03 Kp/dm^3).

16. Μία φιάλη μὲ ἐπίπεδον πυθμένα διαμέτρου 8 cm περιέχει ὑδράργυρον ἕως τὸ ὕψος τῶν 5 cm.

Προσθέτομεν ὕδωρ, ἕως ὅτου ἡ στάθμη του εὑρεθῇ εἰς ἀπόστασιν 20 cm ἀπὸ τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου. Νὰ ὑπολογισθῇ:

α) Ἡ δύναμις ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τῆς φιάλης.

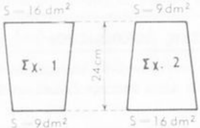
β) Ἡ πίεσις εἰς p/cm^2.

17. Τὸ κέντρον ἑνὸς πλευρικοῦ παραθύρου βαθυσκάφους, τὸ ὁποῖον ἔχει σχῆμα ὀρθογώνιον μὲ διαστάσεις 60 cm X 40 cm, εὑρίσκεται εἰς βάθος 2500 m:

α) Πόση πίεσις ἀσκεῖται ἐπὶ τοῦ παραθύρου αὐτοῦ;

β) Πόση πιεστικὴ δύναμις;

(Σχετικὴ πυκνότης θαλασσίου ὕδατος = 1,03).



18. Τὸ δοχεῖον τοῦ σχήματος 1, τὸ ὁποῖον ἔχει χωρητικότητα 29,6 *l*, εἶναι πλῆρες ὑγροῦ σχετικῆς πυκνότητος 1,25. Πόση πιεστικὴ δύναμις ἀσκεῖται ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου;

19. Τὸ ἴδιον πρόβλημα διὰ τὸ δοχεῖον τοῦ σχ. 2.

20. Εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἐφαρμόζομεν δύναμιν 50 Kp, διὰ νὰ σηκώσωμεν μὲ τὸ μεγάλο ἔμβολον φορτίον 2000 Kp.

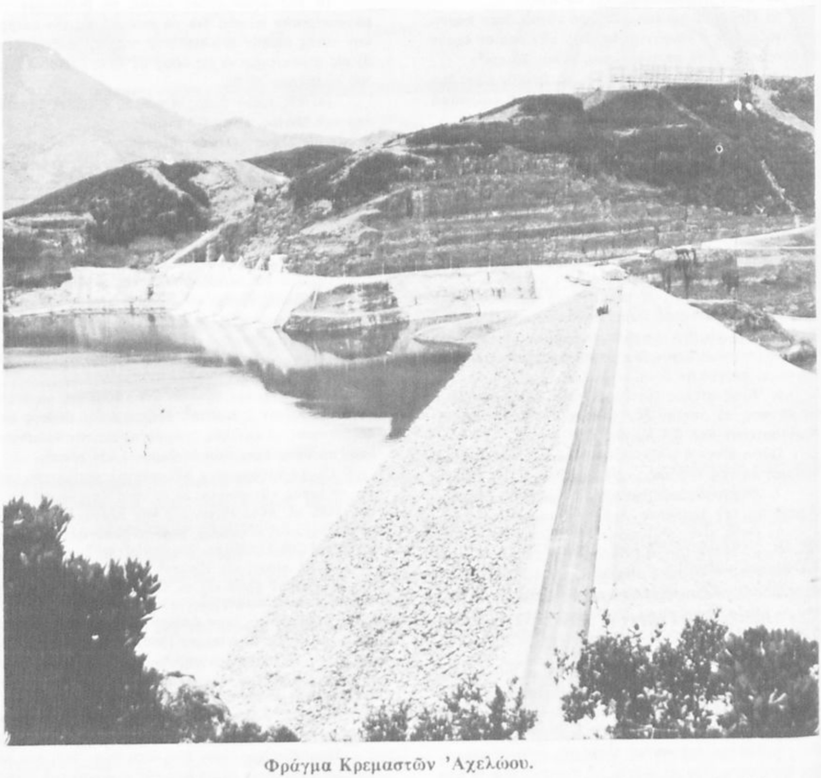
Ἂν τὸ μικρὸν ἔμβολον ἔχῃ τομὴν 5 cm^2, ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου;

21. Αἱ διάμετροι τῶν δύο ἐμβόλων ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 4 cm καὶ 80 cm. Ὠθοῦμεν τὸ μικρὸν ἔμβολον δι᾽ ἑνὸς μοχλοῦ δευτέρου εἴδους, τοῦ ὁποίου ὁ μικρὸς βραχίων, ποὺ ἡ ἄκρα του ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, εἶναι 12 cm καὶ ὁ μεγάλος 60 cm.

Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸν μεγάλον βραχίονα δύναμιν 12 Kp καὶ ζητοῦμεν:

α) Τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον, καὶ τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται τότε εἰς τὸ ὑγρόν.

β) Τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ μεγάλο ἔμβολον, καὶ πόσον μετατοπίζεται αὐτό, ὅταν ἡ λαβὴ τοῦ μοχλοῦ κατέλθῃ κατακορύφως κατὰ 20 cm.



Φράγμα Κρεμαστῶν Ἀχελῴου.

Τὸ πάχος τοῦ φράγματος αὐξάνει, ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τὴν κορυφὴν πρὸς τὴν βάσιν του

27ον ΜΑΘΗΜΑ:

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

1 Παρατηρήσεις: Ὅταν βυθίσωμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος φελλὸν καὶ τὸν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

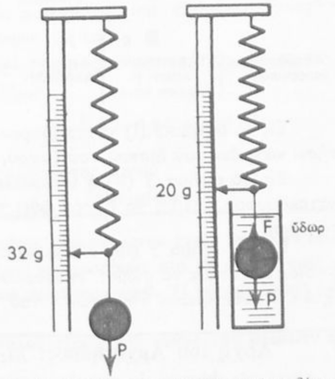
Μεγάλος λίθος, τὸν ὁποῖον εὐκόλως ἀνυψώνομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καθίσταται πολὺ βαρύτερος ἐκτὸς τοῦ ὕδατος.

Κενὸν κλειστὸν δοχεῖον πρέπει νὰ τὸ ὠθήσωμεν, διὰ νὰ βυθισθῇ εἰς τὸ ὕδωρ.

2 Πειράματα. Ἐκ δυναμομέτρου ἐξαρτῶμεν λίθον, τοῦ ὁποίου εὑρίσκομεν τὸ βάρος (σχ. 1).

- Ἀκολούθως βυθίζομεν τοῦτον ἐντὸς ὕδατος καὶ σημειώνομεν τὴν νέαν ἔνδειξιν τοῦ δυναμομέτρου. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις βλέπομεν ὅτι τὸ νῆμα ἔχει κατακόρυφον διεύθυνσιν.
- Ἡ διαφορὰ τῶν δύο ἐνδείξεων τοῦ δυναμομέτρου μᾶς δίδει τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ὠθεῖ τὸ σῶμα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως.

Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται **ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους.**



Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἀσκεῖ ἐπὶ τῆς σφαίρας δύναμιν κατακόρυφον, ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς F = 32 p — 20 p = 12 p

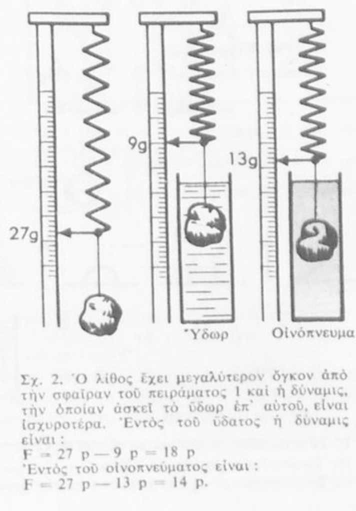
> **Συμπέρασμα**: *Ἐπὶ ἑκάστου σώματος, τὸ ὁποῖον βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνεργεῖ μία δύναμις κατακορύφου διευθύνσεως καὶ μὲ φορὰν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.*

- Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸν λίθον δι' ἑτέρου μεγαλυτέρου καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ διεύθυνσις τοῦ νήματος παραμένει κατακόρυφος· ἡ ἄνωσις ὅμως εἶναι μεγαλυτέρα.

> **Συμπέρασμα**: *Ἡ ἄνωσις ἑνὸς σώματος, βυθισμένου ἐντὸς ὕδατος, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος.*

Ὅταν βυθίσωμεν τὸν αὐτὸν λίθον εἰς ἄλλο ὑγρόν, π.χ. οἰνόπνευμα ($\varepsilon = 0{,}8$ p/cm³), εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ἄνωσις εἶναι μικροτέρα.

> **Συμπέρασμα**: *Ἡ ἄνωσις ἑνὸς σώματος, βυθισμένου ἐντὸς ὑγροῦ, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ.*



Σχ. 2. Ὁ λίθος ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον ἀπὸ τὴν σφαῖραν τοῦ πειράματος 1 καὶ ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὕδωρ ἐπ' αὐτοῦ, εἶναι ἰσχυροτέρα. Ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἡ δύναμις εἶναι:
F = 27 p — 9 p = 18 p
Ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος εἶναι:
F = 27 p — 13 p = 14 p.

Σχ. 3.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (I) τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βάρος τοῦ λίθου, τὸν ὁποῖον ἔχομεν ἐξαρτήσει κάτωθεν τοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ, καὶ τὸ ποτήριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ δίσκου.

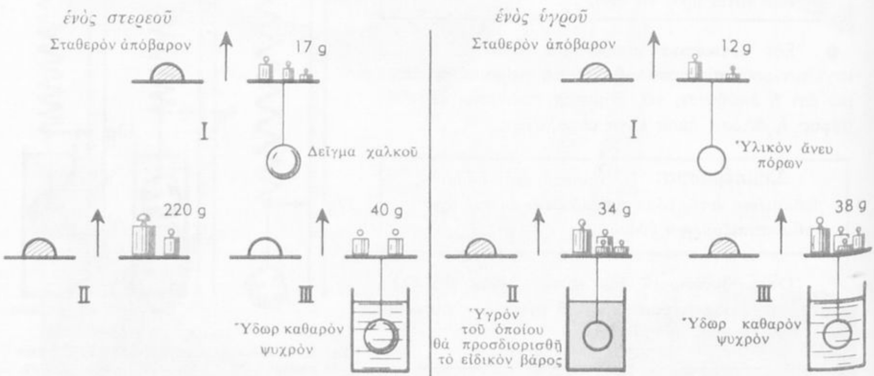
Εἰς τὸ σχῆμα 3 (II) **ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται·** τὸ νῆμα ὅμως ἐξαρτήσεως παραμένει κατακόρυφον, ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸν ὠθεῖ τὸν λίθον διὰ κατακορύφου δυνάμεως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (III) : Προσθέτομεν εἰς τὸ κενὸν ποτήριον τοῦ δίσκου τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξετόπισε τὸ σῶμα. Ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται, διότι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐχύθη, ἐξουδετερώνει τὴν ἄνωσιν τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους: *Εἰς πᾶν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ ὑγροῦ κατακόρυφος καὶ μὲ φορὰν πρὸς τὰ ἄνω τόση, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἄνωσις.*

Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς ἀνώσεως, τὸ **κέντρον τῆς ἀνώσεως,** εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζεται ὑπὸ τοῦ σώματος.

3 Ἡ ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητα καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος :



Σχ. 4.

I : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ δεῖγμα + 17 p.
II : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 p.
III: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βυθισμένον δεῖγμα+40p.

I : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαῖραν + 12 p.
II : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαῖραν + 34 p.
III : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν βυθισμένην σφαῖραν+38 p.

Συμπέρασμα: *Βάρος τοῦ δείγματος:*

$220\ p - 17\ p = 203\ p$

Βάρος ὕδατος τὸ ὁποῖον ἐξετόπισε τὸ δεῖγμα:

$40\ p - 17\ p = 23\ p$

καὶ ἐπομένως ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος, τὸν ὁποῖον ἐξετόπισε τὸ δεῖγμα τοῦ χαλκοῦ = 23 cm³.

Ὑπολογισμός: *Εἰδικὸν βάρος τοῦ δείγματος τοῦ χαλκοῦ:*

$$\frac{203\ p}{23\ cm^3} = 8{,}8\ p/cm^3$$

Πυκνότης χαλκοῦ:

$8{,}8\ g/cm^3$

Συμπέρασμα: *Ὤθησις ἀσκουμένη ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ, δηλ. βάρος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ:*

$34\ p - 12\ p = 22\ p$

Ὤθησις ἀσκουμένη ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἢ βάρος ἐκτοπιζομένου ὕδατος:

$38\ p - 12\ p = 26\ p$

Ὄγκος τοῦ ὕδατος καὶ ἐπομένως ὄγκος τοῦ ὑγροῦ 26 cm³.

Ὑπολογισμός: *Εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ:*

$$\frac{22\ p}{26\ cm^3} = 0{,}84\ p/cm^3$$

Πυκνότης ὑγροῦ:

$0{,}84\ g/cm^3$

1. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους: Εἰς πᾶν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ ὑγροῦ κατακόρυφος καὶ μὲ φορὰν πρὸς τὰ ἄνω τόση, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὐτὴ ὀνομάζεται ἄνωσις.

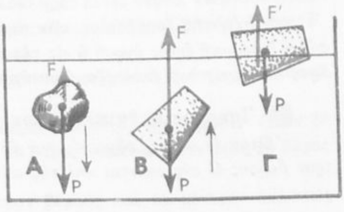
2. Ἡ ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητα στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων.

28ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους.

ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

1 Παρατήρησις. Ἂν ἀφήσωμεν ἕνα λίθον ἐντὸς δοχείου πλήρους ὕδατος, θὰ ἴδωμεν ὅτι θὰ πέσῃ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

Γνωρίζομεν ὅτι ἐπὶ τοῦ λίθου, ὅταν οὗτος εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις ἀντιθέτου φορᾶς ἀλλὰ κατακορύφου διευθύνσεως: τὸ βάρος του P, τὸ ὁποῖον ἔχει φορὰν πρὸς τὰ κάτω, καὶ ἡ ἄνωσις F μὲ φορὰν πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπειδὴ τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὴν ἄνωσιν, ὁ λίθος πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου $P > F$ (σχ. 1 Α).



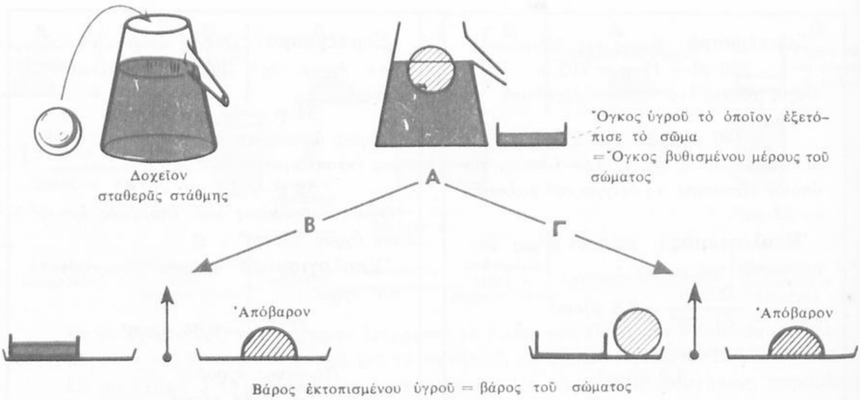
Σχ. 1. Εἰς τὸ Α ὁ λίθος πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, $P > F$.
Εἰς τὸ Β ὁ φελλὸς ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, $P < F$.
Εἰς τὸ Γ ὁ φελλὸς ἰσορροπεῖ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, $P = F'$.

● Ἐὰν ὠθήσωμεν ἕνα φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τὸν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, ὁ φελλὸς ἀνέρχεται, διότι ἡ ἄνωσις εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὸ βάρος του ($F > P$)· ἐξέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ μετὰ μερικὰς ταλαντώσεις παραμένει ἀκίνητος, ἐπιπλέει (σχ.1 Β, Γ).

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἓν μέρος μόνον τοῦ σώματος εἶναι βυθισμένον καὶ ἡ νέα ἄνωσις F′ εἶναι μικροτέρα ἐκείνης, τὴν ὁποίαν εἶχεν ἡ F, ὅταν ὁλόκληρον τὸ σῶμα ἦτο βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος ($F' < F$).

Ἐνῷ λοιπὸν ἡ ἄνωσις καθίσταται μικροτέρα, ὅταν τὸ σῶμα ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος, τὸ βάρος του παραμένει τὸ αὐτό· ὅταν δὲ ἡ ἄνωσις γίνῃ ἴση πρὸς τὸ βάρος, τὸ σῶμα θὰ ἰσορροπήσῃ. Ἡ ἄνωσις καὶ τὸ βάρος θὰ εἶναι τότε δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς.

Συμπέρασμα: *Ὅταν ὁ φελλὸς ἐπιπλέῃ, ἡ ἄνωσις εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος του.*



Σχ. 2. Ἐπαλήθευσις τῆς ἀρχῆς τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Πείραμα. Θέτομεν ἐντὸς τοῦ δοχείου μὲ τὸν πλευρικὸν σωλῆνα σφαῖραν ἐπιπλέουσαν εἰς τὸ ὕδωρ (σχ. 2). Τὸ ἐκτοπιζόμενον ὑπὸ τῆς σφαίρας ὕδωρ χύνεται ἐκ τοῦ πλευρικοῦ σωλῆνος εἰς μικρὸν δοχεῖον. Τὸ δοχεῖον αὐτὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ τὸ ἰσορροποῦμεν δι' ἀποβάρου, τὸ ὁποῖον θέτομεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Ἐὰν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ὕδατος τοῦ μικροῦ δοχείου τοποθετήσωμεν τὴν σφαῖραν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ καὶ πάλιν.

Τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς σφαίρας, ἡ ὁποία ἐπιπλέει.

Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καταλήγομεν καὶ ὅταν χρησιμοποιήσωμεν οἱονδήποτε ἄλλο ὑγρόν.

Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. *Ὅταν ἓν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὑγροῦ, τὸ βάρος τοῦ σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.*

2 Ἰσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

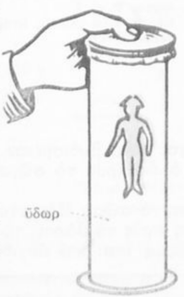
Ὅταν ἓν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐπιπλέῃ, τὸ κέντρον ἀνώσεως [1]K καὶ τὸ κέντρον βάρους G εὑρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου (σχ. 5).

Σχ. 3. Ἓν παιγνίδιον («ὁ κολυμβητής»): Ἂν πιέσωμεν τὴν μεμβράνην, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν «κολυμβητήν», ὅστις λόγῳ τοῦ βάρους, τὸ ὁποῖον λαμβάνει, πίπτει.

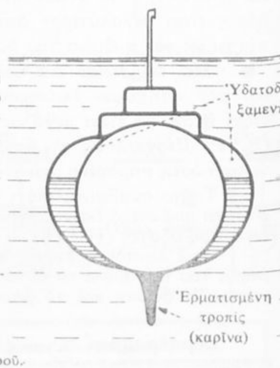
$P > F$

Ἂν διακόψωμεν τὴν πίεσιν, τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζεται ἀπὸ τὸν «κολυμβητήν», ὁ ὁποῖος γίνεται ἐλαφρὸς καί, ὡς ἐκ τούτου, ἀνέρχεται:

$P < F$



Σχ. 4. Ἐγκαρσία τομὴ ἑνὸς ὑποβρυχίου: Λόγῳ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰσάγεται εἰς τὴν ὑδατοδεξαμενήν, μεταβάλλεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου, ὥστε νὰ δύναται νὰ πλέῃ καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ κάτωθεν αὐτῆς.



(1) Κέντρον ἀνώσεως εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Α τὸ κέντρον βάρους τοῦ σωλῆνος εὑρίσκεται κάτω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Τὸ σῶμα ἔχει εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.

● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Β, Γ τὸ κέντρον βάρους εὑρίσκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Ὅταν ὅμως ἀπομακρύνωμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του, τὸ σχῆμα τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ μεταβάλλεται καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως ἀλλάσσει θέσιν.

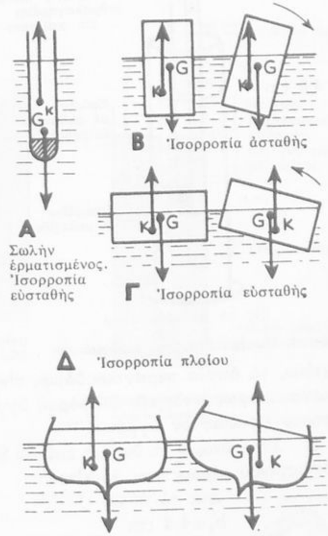
● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Β ἡ συνδυασμένη δρᾶσις τῶν δύο δυνάμεων F καὶ P αὐξάνει τὴν κλίσιν τοῦ σώματος καὶ τὸ σῶμα πίπτει. Ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθής.

● Ἀντιθέτως εἰς τὸ σχῆμα 5 Γ ἡ δρᾶσις τῶν δυνάμεων ἀντιτίθεται εἰς τὴν κλίσιν τοῦ σώματος καὶ τὸ ἐπαναφέρει εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας. Ἡ ἰσορροπία τοῦ σώματος εἶναι εὐσταθής.

● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Δ παρατηροῦμεν, διατί τὸ πλοῖον ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας, ὅταν κλίνῃ, ἂν καὶ τὸ κέντρον βάρους εὑρίσκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως.

Διὰ νὰ παραμένῃ σταθερὸν τὸ κέντρον βάρους, τὰ βαρέα ἐμπορεύματα τοποθετοῦνται εἰς τὰ κατώτερα διαμερίσματα τοῦ πλοίου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ πετρελαιοφόρα μεταφέρουν τὸ πετρέλαιον ἐντὸς χωριστῶν διαμερισμάτων.

Τί θὰ συνέβαινεν εἰς ἀντίθετον περίπτωσιν ;



Σχ. 5. Ἰσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὅταν ἕν σῶμα εἶναι βυθισμένον ἐξ ὁλοκλήρου ἐντὸς ὑγροῦ, ἐνεργοῦν ἐπ' αὐτοῦ δύο κατακόρυφοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις : τὸ βάρος P καὶ ἡ ἄνωσις F.

Ἐὰν $F<P$, τὸ σῶμα πίπτει εἰς τὸν πυθμένα (βυθίζεται).

Ἐὰν $F>P$, τὸ σῶμα ἀνέρχεται, ἐξέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καί, ὅταν ἡ ἄνωσις καταστῇ ἴση πρὸς τὸ βάρος του (P), ἰσορροπεῖ (ἐπιπλέει).

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν: Ὅταν ἕν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του, τὸ βάρος του εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

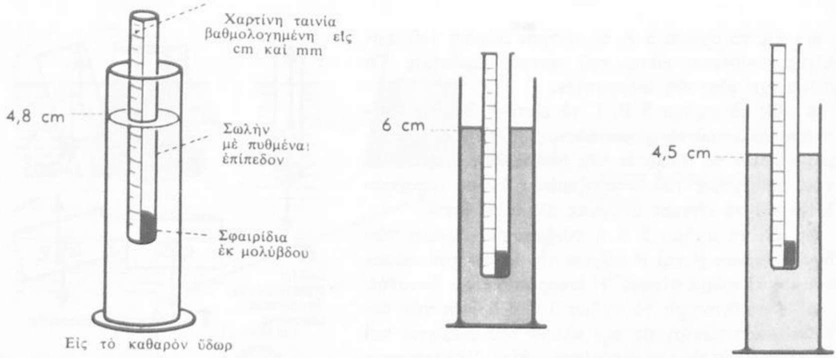
3. Ὅταν ἕν σῶμα ἐπιπλέῃ, ἰσορροπεῖ, ἐὰν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου.

Δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εὑρίσκεται τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς πλοίου χαμηλότερον τοῦ κέντρου ἀνώσεως· ὅσον ὅμως χαμηλότερον εὑρίσκεται, τόσον σταθερωτέρα εἶναι ἡ ἰσορροπία του.

29ον ΜΑΘΗΜΑ : Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὴν μέτρησιν τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ

1 *Πείραμα.* Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ὑαλίνου σωλῆνος χαρτίνην ταινίαν, βαθμολογημένην εἰς χιλιοστά, καὶ ρίπτομεν εἰς τὸν σωλῆνα μερικὰ σκάγια (σχ. 1). Ὁ πυθμὴν τοῦ σωλῆνος εἶναι ἐπίπεδος. Ἐὰν θέσωμεν διαδοχικῶς τὸν σωλῆνα ἐντὸς τριῶν κυλινδρικῶν δο-



Εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ

Σχ. 1. Πραγματοποίησις πυκνομέτρου

Εἰς τὸ οἰνόπνευμα

Εἰς τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ

χείων, τὰ ὁποῖα περιέχουν ὕδωρ, οἰνόπνευμα καὶ ἅλμην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ ἐπιπλέῃ κατακορύφως ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι διάφορον εἰς ἕκαστον ὑγρόν.

● Σημειώνομεν τὸ ὕψος h καί, ἂν S εἰς cm^2 εἶναι ἡ τομὴ τοῦ σωλῆνος, τότε ὁ ὄγκος V τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι :

Διὰ τὸ ὕδωρ	διὰ τὸ οἰνόπνευμα	διὰ τὴν ἅλμην
$h_1=4{,}8$ 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

Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων εἰς τὰ ὑγρά, **τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ σταθερὸν βάρος τοῦ σωλῆνος.**

Ὁ σωλὴν θὰ ἐκτοπίζῃ τὸ αὐτὸ βάρος ὑγροῦ, οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ ὑγρὸν τοῦτο, θὰ διαφέρῃ δὲ μόνον ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, δηλαδὴ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλῆνος.

Τὸ βάρος $(4{,}8\times S)$ cm^3 ὕδατος, ἢ $(4{,}8\times S)p$

εἶναι ἴσον

πρὸς τὸ βάρος $(6\times S)$ cm^3 οἰνοπνεύματος ἢ πρὸς τὸ βάρος $(4{,}5\times S)$ cm^3 ἅλμης

δηλ. $\rho_\sigma \times (6\times S)\ p$ δηλ. $\rho'_\sigma \times (4{,}5\times S)\ p$

$$\rho_\sigma = \frac{4{,}8\times S}{6\times S} = \frac{4{,}8}{6} = 0{,}8 \qquad \rho'_\sigma = \frac{4{,}8\times S}{4{,}5\times S} = \frac{4{,}8}{4{,}5} = 1{,}07$$

2 Πυκνόμετρα.

Δυνάμεθα νὰ βαθμολογήσωμεν τὸν σωλῆνα ἀμέσως εἰς **σχετικὴν πυκνότητα.** Πρὸς τοῦτο τὸν θέτομεν ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος καὶ ἐκεῖ, ὅπου φθάνει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος, σημειώνομεν τὴν ὑποδιαίρεσιν 1. Τὰ ὑγρά, τὰ ὁποῖα ἔχουν πυκνότητα μικροτέραν τοῦ 1, φθάνουν ἄνω τῆς ὑποδιαιρέσεως 1, ἐνῷ ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μεγαλυτέραν τοῦ 1, φθάνουν κάτω τῆς ὑποδιαιρέσεως 1.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μεγαλυτέραν προσέγγισιν, πρέπει ὁ σωλὴν νὰ εἶναι μικρᾶς τομῆς. Διατί ;

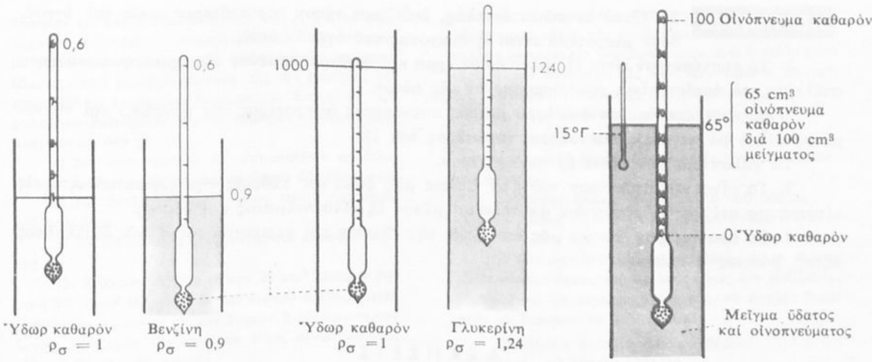
● Τὸ πυκνόμετρον εἶναι εἷς πλωτὴρ φέρων ἕρμα (σκάγια) καὶ ἓν στέλεχος προσηρμοσμένον εἰς αὐτὸν καὶ βαθμολογημένα εἰς σχετικὴν πυκνότητα.

Ὑπάρχουν δύο εἰδῶν πυκνόμετρα :

— Πυκνόμετρα (ἀραιόμετρα) διὰ ὑγρὰ μικροτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 0,6 ἕως 1.
(ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους) καὶ

— Πυκνόμετρα διὰ ὑγρὰ μεγαλυτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 1—2. (Ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκεται εἰς τὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους).

Τὸ γαλακτόμετρον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξακρίβωσιν τῆς καθαρότητος τοῦ γάλακτος, εἶναι ἓν πυκνόμετρον. Τὸ καθαρὸν γάλα ἔχει πυκνότητα περίπου 1,03. Τὸ γάλα, τοῦ ὁποίου ἡ πυκνότης εἶναι 1,025, ἔχει ἀραιωθῆ δι᾽ ὕδατος.



Σχ. 2. Πυκνόμετρον διὰ ὑγρὰ πυκνότητος < 1

Πυκνόμετρον διὰ ὑγρὰ πυκνότητος > 1

Οἰνοπνευματόμετρον Gay – Lussac

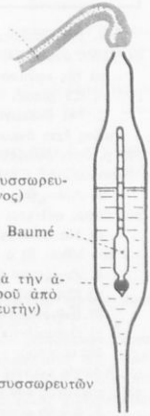
3 Οἰνοπνευματόμετρον – Ἀραιόμετρον.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πυκνότης ἑνὸς μείγματος ἐξ οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος εἶναι συνάρτησις τῆς περιεκτικότητος τοῦ μείγματος εἰς οἰνόπνευμα καὶ ὕδωρ.

Καταλλήλως βαθμολογημένον πυκνόμετρον δύναται, ὡς ἐκ τούτου, νὰ μᾶς παρέχῃ ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἑνὸς τοιούτου μείγματος εἰς οἰνόπνευμα.

Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac δεικνύει 0° εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ καὶ 100° εἰς τὸ καθαρὸν οἰνόπνευμα. Ὅταν τὸ οἰνοπνευματόμετρον βυθίζεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 60° εἰς ἓν μεῖγμα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος, τότε τὸ διάλυμα αὐτὸ ἔχει περιεκτικότητα 60 cm³ οἰνοπνεύματος εἰς τὰ 100 cm³ τοῦ μείγματος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C.

Ἂν ἡ θερμοκρασία εἶναι διαφορετική, θὰ πρέπῃ νὰ διορθώσωμεν τὴν εὑρεθεῖσαν ἔνδειξιν τῇ βοηθείᾳ εἰδικῶν πινάκων, οἱ ὁποῖοι συνοδεύουν τὸ οἰνοπνευματόμετρον.



Σχ. 3. Πυκνόμετρον συσσωρευτῶν

Τὸ **οἰνοπνευματόμετρον** τοῦ Gay Lussac χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς διὰ μείγματα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος.

Ἡ πυκνότης ἑνὸς διαλύματος ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς περιεκτικότητος τοῦ διαλύματος.

Τὸ **ἀραιόμετρον** Baume εἶναι ἓν πυκνόμετρον, τὸ ὁποῖον δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἅλατος.

Εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ τὸ ἀραιόμετρον αὐτὸ βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 0° (εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ στελέχους). Εἰς διάλυμα 15 g μαγειρικοῦ ἅλατος εἰς 85 g ὕδατος (100 g διαλύματος) βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 15°. Τὸ διάστημα 0°–15° χωρίζεται εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ αἱ ὑποδιαιρέσεις συνεχίζονται καὶ κάτω τοῦ 15° ἕως τὸ 66° (εἰς τὴν βάσιν τοῦ στελέχους).

Ἡ ὑποδιαίρεσις αὐτὴ ἀντιστοιχεῖ εἰς ὑγρὸν πυκνότητος 1,84 (καθαρὸν θειϊκὸν ὀξύ).

Τὸ ἀραιόμετρον Baumé χρησιμοποιεῖται ἰδιαιτέρως πρὸς ἐξακρίβωσιν τῆς περιεκτικότητος τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος εἰς τὸν ἠλεκτρολύτην τῶν συσσωρευτῶν.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ 1. Ὅταν ἕν σῶμα ἐπιπλέῃ, βυθίζεται τόσον περισσότερον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

2. Τὸ πυκνόμετρον εἶναι εἷς πλωτὴρ μὲ ἕρμα καὶ βαθμολογημένον εἰς σχετικὴν πυκνότητα στέλεχος, τὸ ὁποῖον εἶναι προσηρμοσμένον εἰς αὐτόν.

Ὑπάρχουν πυκνόμετρα διὰ ὑγρὰ μικρᾶς πυκνότητος (μικροτέρας τῆς μονάδος) καὶ πυκνόμετρα διὰ ὑγρὰ μεγάλης πυκνότητος (ἀνωτέρας τοῦ 1).

Τὸ γαλακτόμετρον εἶναι ἕν πυκνόμετρον.

3. Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Cay Lussac μᾶς δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα εἰς οἰνόπνευμα μείγματος, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται μόνον ἐξ οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος.

4. Τὸ ἀραιόμετρον Baume μᾶς ἐπιτρέπει τὴν εὕρεσιν τῆς περιεκτικότητος ἑνὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἅλατος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 7η : Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους

I. Ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους

1. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἄνωσις, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ λίθου ὄγκου 245 cm^3, ὅταν βυθίζεται :

α) Εἰς καθαρὸν ὕδωρ, καὶ β) εἰς ἔλαιον εἰδικοῦ βάρους 0,9 p/cm^3.

2. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ φαινόμενον βάρος λίθου, ὁ ὁποῖος ἔχει ὄγκον 150 cm^3 καὶ πραγματικὸν βάρος 305 p, ὅταν βυθίζεται εἰς οἰνόπνευμα. (Εἰδικὸν βάρος οἰνοπνεύματος 0,8 p/cm^3).

3. Λίθος βάρους 187 p, ὅταν βυθισθῇ εἰς καθαρὸν ὕδωρ, φαίνεται νὰ ἔχῃ βάρος 102 p :

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἄνωσις, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ λίθου, β) ὁ ὄγκος του καὶ γ) ἡ πυκνότης του.

4. Ζυγίζομεν μίαν μεταλλικὴν σφαῖραν :

α) ἐξηρτημένην ἐκ τοῦ δίσκου ἑνὸς ζυγοῦ : 45 p

β) βυθισμένην ἐντὸς ἁλμυροῦ ὕδατος : 39 p

γ) βυθισμένην εἰς καθαρὸν ὕδωρ : 40 p

Νὰ εὑρεθοῦν : α) ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας, β) ἡ ἄνωσις ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ αὐτῆς εἰς τὸ ἁλμυρὸν ὕδωρ καὶ γ) ἡ πυκνότης τοῦ ἁλμυροῦ ὕδατος.

5. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν πυκνότητα ἑνὸς κράματος, πραγματοποιοῦμεν τὰς ἑξῆς ζυγίσεις :

— Τὸ τεμάχιον τοῦ κράματος ἐξηρτημένον ἐκ τοῦ δίσκου + 12,4 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Τὸ τεμάχιον βυθισμένον ἐντὸς ὕδατος + 48,7 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— 310 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον:

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης αὐτοῦ τοῦ κράματος ;

β) Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ κράματος ;

6. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν πυκνότητα ἑνὸς διαλύματος, ἐκτελοῦμεν τὰς ἑξῆς μετρήσεις :

— Ἡ σφαῖρα ἐξηρτημένη ἐκ τοῦ δίσκου + 8,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ διάλυμα + 23,8 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

— Ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ ὕδωρ + 21,2 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον :

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος ;

β) Ποία ἡ σχετική του πυκνότης ;

7. Πρὸς εὕρεσιν τῆς σχετικῆς πυκνότητος μείγματος ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος κάμνομεν ὅ,τι καὶ εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα καὶ διὰ τῆς ἰδίας σφαίρας, ἔνθα :

— ἡ σφαῖρα βυθισμένη εἰς τὸ μεῖγμα + 19,5 g ἰσορροποῦν τὸ ἀπόβαρον.

α) Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ μείγματος ;

β) Ποία εἶναι ἡ σχετική του πυκνότης ;

8. Τεμάχιον κράματος χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ζυγίζει 1 Kp. Ὅταν βυθισθῇ εἰς τὸ ὕδωρ, ἔχει φαινόμενον βάρος 942,4 p. Ποία ἡ σύστασις αὐτοῦ τοῦ κράματος; (Σχετικαὶ πυκνότητες : χρυσοῦ 19,3, χαλκοῦ 8,9).

9. Ὀρειχαλκίνη σφαῖρα ζυγίζει 200 p (σχετικὴ πυκνότης ὀρειχάλκου 8). Βυθιζομένη ἐντὸς οἰνοπνεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8 ἡ ἰδία σφαῖρα ζυγίζει 112 p:

α) Εἶναι κενὴ ἢ πλήρης ἡ σφαῖρα αὐτή ;

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ κενοῦ ;

β) Πόσον θὰ ἦτο τὸ φαινόμενον βάρος αὐτῆς τῆς σφαίρας, ἐὰν ἦτο πλήρης καὶ ἐβυθίζετο εἰς τὸ οἰνόπνευμα ;

10. α) Ἰσορροποῦμεν ζυγόν, θέτοντες εἰς τὸν δεξιὸν δίσκον ἕν ἀπόβαρον καὶ εἰς τὸν ἀριστερὸν σταθμὰ 150 g. Ὅταν ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ ἀριστεροῦ δίσκου ἕνα χάλκινον κύβον ἀκμῆς 2 cm, πρέπει, διὰ νὰ διατηρήσωμεν τὴν ἰσορροπίαν, νὰ κρατήσωμεν εἰς αὐτὸν τὸν δίσκον μόνον 80 g. Ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ χαλκοῦ ;

β) Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν οὕτω ἐξηρτημένον κύβον ἐξ ὁλοκλήρου εἰς τὰ διαλύματα θειϊκοῦ χαλκοῦ σχετικῆς πυκνότητος 1,1, πρέπει νὰ προσθέσωμεν σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου του, διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ἰσορροπία. Ποῖον εἶναι τὸ ὁλικὸν βάρος τῶν σταθμῶν εἰς τὸν δίσκον αὐτόν ;

11. Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἐκ τοῦ δίσκου ἑνὸς ζυγοῦ διὰ νήματος μάζης 2g τεμάχιον μολύβδου, πρέπει νὰ

θέσωμεν εἰς τὸν δεύτερον δίσκον 500 g, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ τὸν μόλυβδον βυθισμένον πρῶτον ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος, ὁπότε χρειάζονται 465g εἰς τὸν δεύτερον δίσκον, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν. Ἔπειτα μὲ τὸν μόλυβδον βυθισμένον εἰς τὸ ἁλμυρὸν ὕδωρ, ὁπότε ἀπαιτοῦνται 449 g:

α) Νὰ παρασταθοῦν δι' ἀντιστοίχων σχεδίων τὰ τρία διαδοχικὰ πειράματα, τὰ ὁποῖα ἐξετελέσαμεν.

β) Νὰ ὑπολογισθοῦν ὁ ὄγκος καὶ ἡ πυκνότης τοῦ μολύβδου.

γ) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πυκνότης τοῦ ἁλμυροῦ ὕδατος.

12. Χαλκίνη σφαῖρα ὄγκου 20 cm^3 εἰδικοῦ βάρους 8,9 p/cm^3 ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δίσκου Α ἑνὸς ζυγοῦ. Ἀπόβαρον τιθέμενον εἰς τὸν δίσκον Β ἰσορροπεῖ τὸν ζυγόν. Βυθίζομεν τὴν σφαῖραν ἐντὸς οἰνοπνεύματος εἰδικοῦ βάρους 0,8 p/cm^3:

α) Πόσα σταθμὰ πρέπει νὰ θέσωμεν καὶ εἰς ποῖον δίσκον πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας;

β) Βυθίζομεν αὐτὴν τὴν σφαῖραν εἰς ὑγρὸν ἀγνώστου πυκνότητος. Ἐὰν προσθέσωμεν εἰς τὸν ἴδιον δίσκον 14,6 g, ποία εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ;

II. Ἐπιπλέοντα σώματα

13. α) Τεμάχιον πάγου βάρους 1 Kp καὶ εἰδικοῦ βάρους 0,92 P/cm^3 ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Πόσον μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι βυθισμένον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ πόσον εὑρίσκεται ἐκτὸς τούτου;

β) Σημειώνομεν διὰ μιᾶς γραμμῆς τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον. Ὅταν τακῇ ὁ πάγος, θὰ μεταβληθῇ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος; Καὶ διατί;

14. Λέμβος κενὴ ἔχει βάρος 200 Kp. Ποῖον ὄγκον ὕδατος ἐκτοπίζει; καὶ πόσον ὅταν ἐντὸς αὐτῆς εὑρίσκωνται δύο ἐπιβάται, οἱ ὁποῖοι μετὰ τῶν ἀποσκευῶν των ζυγίζουν 160 Kp;

α) Εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ;

β) Εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ; (σχετικὴ πυκνότης 1,03).

15. Ξύλινος κυλινδρος τομῆς 10 cm^2 ἑρματίζεται εἰς τὸ κάτω μέρος του δι' ἑνὸς μολυβδίνου δίσκου ἰδίας τομῆς, ὁπότε ἀποκτᾷ ὁλικὸν ὕψος 20 cm. Τὸν θέτομεν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἔνθα ἐπιπλέει, καὶ τὸ βυθισμένον μέρος του ἔχει ὕψος 16 cm.

Πόσον εἶναι τὸ πάχος τοῦ δίσκου; (σχετικὴ πυκνότης ξύλου 0,7 καὶ μολύβδου 11).

Τὸ ὕψος αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ κυλίνδρου;

16. Τεμάχιον χαλκοῦ βάρους 242 p ἐπιπλέει εἰς ὑδράργυρον: α) Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ βυθισμένου μέρους;

β) Ποίαν δύναμιν πρέπει ν' ἀσκήσωμεν εἰς αὐτὸ τὸ τεμάχιον, διὰ νὰ τὸ βυθίσωμεν ὁλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου; (σχετικὴ πυκνότης χαλκοῦ 8,8· ὑδραργύρου 13,6).

17. Θέτομεν τεμάχιον μετάλλου ἐντὸς ὀγκομετρικοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ μέχρι τῆς ὑποδιαιρέσεως 63 cm^3. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μέταλλον βυθίζεται, ἐνῷ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 77 cm^3. Τὸ ἴδιον τεμάχιον θέτομεν εἰς ὀγκομετρικὸν δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει ὑδράργυρον μέχρι τῆς ὑποδιαιρέσεως 57 cm^3. Τὸ μέταλλον ἐπιπλέει εἰς τὸν ὑδράργυρον, ἐνῷ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἀνέρχεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 65 cm^3:

α) Ποία ἡ πυκνότης τοῦ μετάλλου;

β) Ποία ἡ σχετική του πυκνότης;

18. Τεμάχιον φελλοῦ, ὄγκου 120 cm^3 καὶ εἰδικοῦ βάρους 0,25 P/cm^3, ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος:

α) Πόσην ἄνωσιν δέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος;

β) Πόσος εἶναι ὁ ἐκτὸς ὕδατος ὄγκος τοῦ φελλοῦ;

γ) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ βάρος 50 p. Πόσος εἶναι τώρα ὁ ὄγκος τοῦ φελλοῦ, ὅστις δὲν βυθίζεται; Ποῖον εἶναι τὸ μεγαλύτερον βάρος, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ;

19. Κοίλη χαλκίνη σφαῖρα βάρους 1320 p ζυγίζει ἐντὸς τοῦ ὕδατος 1095 p:

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τῆς κοιλότητος.

β) Ἐὰν ἡ μᾶζα τοῦ χαλκοῦ παραμείνῃ ἡ αὐτή, ποῖον ὄγκον πρέπει ν' ἀποκτήσῃ διαδοχικῶς ἡ κοιλότης, διὰ νὰ ἰσορροπῇ ἡ σφαῖρα: α) ἐντὸς τοῦ ὕδατος; καὶ β) ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος;

(Πυκνότητες: χαλκοῦ 8,8 g/cm^3, οἰνοπνεύματος 0,8 g/cm^3).

20. Κύλινδρος ἐκ φελλοῦ, βάρους 69,3 p, ἔχει διάμετρον 7 cm καὶ ὕψος 6 cm: α) Πόση εἶναι ἡ πυκνότης του;

β) Ἐὰν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέῃ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βάσις του εἶναι ὁριζοντία, πόσον ὕψος ἔχει τὸ ἀναδυόμενον μέρος του;

γ) Πόσον εἶναι αὐτὸ τὸ ὕψος, ὅταν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέῃ ἐπὶ οἰνοπνεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8; ($\pi = 22/7$).

III. Πυκνόμετρα

21. Σωλὴν ἐντελῶς κυλινδρικὸς φέρων ἕρμα ἔχει τομὴν ἐμβαδοῦ 4 cm^2 καὶ βάρος 60 p:

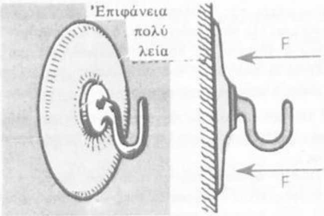
α) Πόσον εἶναι τὸ μῆκος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλῆνος ἐντὸς ὑγροῦ πυκνότητος: 0,7 g/cm^3; 0,8 g/cm^3; 1 g/cm^3; 1,2 g/cm^3: 1,4 g/cm^3; 1,6 g/cm^3;

β) Νὰ κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη, ἡ ὁποία παριστᾷ τὰς μεταβολὰς τοῦ μήκους τοῦ βυθισμένου μέρους συναρτήσει τῶν πυκνοτήτων τῶν χρησιμοποιουμένων ὑγρῶν. Θέτομεν εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ τὰς πυκνότητας, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν Ο τὸ 0,7 g/cm^3 καὶ 1 cm διὰ 0,1 g/cm^3 καὶ εἰς τὸν ἄξονα ΟΨ τὰ μήκη τοῦ βυθισμένου μέρους, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν τὸ Ο καὶ 1 cm δι' ἕκαστον 1 cm βυθισμένου μήκους.

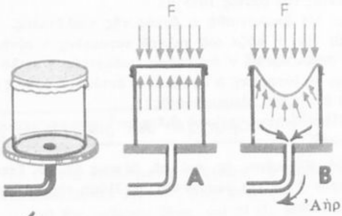
22. Πυκνόμετρον βάρους 16,5 p ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς πλωτῆρος, ὄγκου 16 cm^3 φέροντος ἕρμα, καὶ ἑνὸς ὑαλίνου βαθμολογημένου σωλῆνος, τομῆς 0,5 cm^2:

α) Θέτομεν τοῦτο ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος: Εἰς ποῖον ὕψος ἄνωθεν τοῦ πλωτῆρος θὰ ἀνέλθῃ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος;

β) Θέτομεν τοῦτο ἐντὸς ὑγροῦ, ἀγνώστου πυκνότητος. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται 23 cm ἄνω τοῦ πλωτῆρος. Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ;



Σχ. 1. Ἄγκιστρον «βεντοῦζα».
Ὁ ἐλαστικὸς δίσκος κρατεῖται ἐπὶ τῆς λείας ἐπιφανείας ἀπὸ τὴν πιεστικὴν δύναμιν τοῦ ἀέρος.



Σχ. 2.
Εἰς τὸ Α, ἡ μεμβράνη δὲν παραμορφώνεται.
Εἰς τὸ Β, ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται.
Εἰς τὸ Γ, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτό, ὅπως καὶ ἂν στρέψωμεν τὴν μεμβράνην.

Σχ. 3.
Α: Τὸ καλαμάκι. Διατί τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα;
Β: Τὸ σιφώνιον. Ποία δύναμις ἐμποδίζει τὸ ὑγρὸν νὰ χυθῇ;

30ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ:

Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

1 Δυνάμεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

α) Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου τὸν ἐλαστικὸν δίσκον τοῦ σχήματος 1 καὶ θελήσωμεν νὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἕλκοντες αὐτὸν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου, δὲν θὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ἄνευ δυσκολίας. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν ὅμως ἐλαφρῶς τὰ χείλη τοῦ δίσκου, θὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἄνευ προσπαθείας.

β) Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἀεραντλίας εὐρὺν κύλινδρον, προσαρμόζοντες ἐπὶ τοῦ ἑτέρου ἀνοίγματος ἐλαστικὴν μεμβράνην. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ κυλίνδρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται καὶ εἰς τὸ τέλος θραύεται, οἱονδήποτε καὶ ἂν ἔχῃ προσανατολισμόν. Καθίσταται φανερὸν ὅτι ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας της ἐνεργεῖ μία πιεστικὴ δύναμις (σχ. 2).

2 Ἐξήγησις τῶν δύο πειραμάτων.

α) Δὲν δυνάμεθα ν' ἀποκολλήσωμεν τὸν δίσκον ἐκ τῆς ὑάλου, διότι εἰς τὴν ἕλξιν, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦμεν ἐπ' αὐτοῦ, ἀντιδρᾷ ἑτέρα δύναμις.

Ἡ δύναμις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἀφοῦ ὁ δίσκος εἰς τὴν ἐξωτερικήν του ἐπιφάνειαν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μόνον μετ' αὐτοῦ.

β) Πρὸ τῆς ἐνάρξεως λειτουργίας τῆς ἀντλίας ἡ μεμβράνη εἶναι ἐπίπεδος, διότι ἢ δὲν ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτῆς δύναμις ἢ ἐνεργοῦν δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις.

Ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος, ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται, διότι μία δύναμις πιέζει τὴν ἐξωτερικήν της ἐπιφάνειαν. Ἐπειδὴ ἡ δύναμις αὕτη θὰ προϋπῆρχε, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ μεμβράνη πιέζεται καὶ ἐκ τῶν δύο ἐπιφανειῶν της διὰ δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων. Ὅσον ἀφαιροῦμεν τὸν ἀέρα, ἡ ἔντασις τῆς ἐσωτερικῆς δυνάμεως ἐλαττοῦται, ὁπότε ἡ σταθερὰ ἐξωτερικὴ δύναμις κοιλαίνει τὴν μεμβράνην.

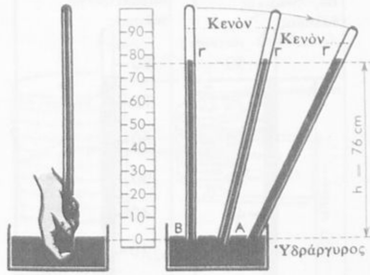
Ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ ἔχει βάρος (1 l ἀέρος ζυγίζει περίπου 1,3 p), πιέζει, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, τὰς ἐπιφανείας, μὲ τὰς ὁποίας ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

Πλεῖστα φαινόμενα τῆς καθημερινῆς ζωῆς μαρτυροῦν τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

3 Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως: Πείραμα τοῦ Torricelli.

Πληροῦμεν δι' ὑδραργύρου ὑάλινον σωλῆνα, μήκους 1 m· κλείομεν τὸ ἄνοιγμά του διὰ τοῦ δακτύλου μας καὶ τὸν ἀναστρέφομεν ἐντὸς μικρᾶς λεκάνης μὲ ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε τὸ στόμιον τοῦ σωλῆνος νὰ εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου.

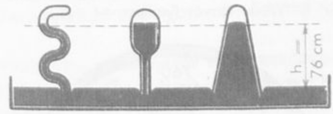
Ἐὰν ἀποσύρωμεν τὸν δάκτυλόν μας, ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται καὶ ἡ στάθμη του σταθεροποιεῖται εἰς τὸ σημεῖον Γ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς ὡρισμένον ὕψος h ἐκ τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὸ ὕψος αὐτὸ εἶναι 76 cm (σχ. 4), ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελῆται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη Γ παραμένει εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον καὶ ὅταν κλίνωμεν τὸν σωλῆνα καὶ ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα διὰ σωλήνων διαφόρων σχημάτων (σχ. 4, 5).



Σχ. 4. Σωλὴν Torricelli.
Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα κατέρχεται εἰς ὕψος 76 cm περίπου, οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ κλίσις τοῦ σωλῆνος.

Ἐξήγησις. Ὅταν ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, τότε ὁ χῶρος, τὸν ὁποῖον κατελάμβανε προηγουμένως ὁ ὑδράργυρος μεταξὺ τῆς στάθμης Γ καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος, παραμένει κενός, διότι ὁ ἀὴρ δὲν δύναται νὰ εἰσχωρήσῃ.

Συμφώνως πρὸς τὴν θεμελιώδη ἀρχὴν τῆς ὑδροστατικῆς, εἰς τὰ δύο σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, ἐνεργεῖ ἡ αὐτὴ πίεσις (σχ. 4 καὶ 6) : $P_A = P_B$.



Σχ. 5. Τὸ ὕψος h τοῦ ὑδραργύρου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος οὔτε ἐκ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς τομῆς του.

Εἰς τὸ σημεῖον Α ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις· εἰς τὸ σημεῖον Β (εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν) ἡ πίεσις εἶναι ἀριθμητικῶς ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἡ ὁποία ἔχει ὕψος 76 cm καὶ τομὴν 1 cm^2 (σχ. 6). Ἀφοῦ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι 13,6 p/cm^3,

$$P = 13{,}6\ p/cm^3 \times 76\ cm = 1033\ p/cm^2$$

δεχόμεθα ὅτι αὕτη ἀποτελεῖ τὴν μέσην πίεσιν ἑνὸς τόπου, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται εἰς τὸ ὕψος τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45^0, λέγεται δὲ **πίεσις μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας.**

Πίεσις μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας
= 1 Atm = 1013,3 millibars

εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0^0 C εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45^0.

Βάρος τοῦ ὑδραργύρου = Βάρος ἀέρος

Σχ. 6. Ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἰσορροπεῖ στήλην ἀέρος τῆς αὐτῆς τομῆς καὶ ὕψους ὅσον εἶναι τὸ πάχος τῆς ἀτμοσφαίρας.

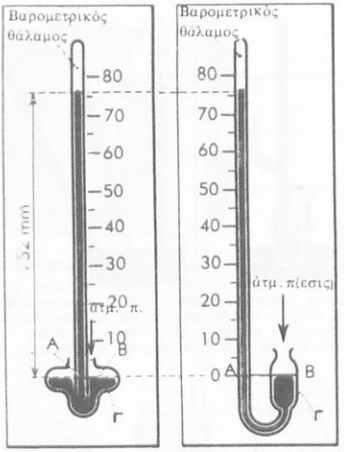
Εἰς τὴν Μετεωρολογίαν χρησιμοποιεῖται ἡ μονὰς Bar, ἡ millibar (mBar) καὶ ἡ μικρομπὰρ (μBar). Ἡ σχέσις τῆς mBar πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι : 1 Atm=1013,3 mBar.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ ἀσκεῖ πίεσιν ἐφ' ἑκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

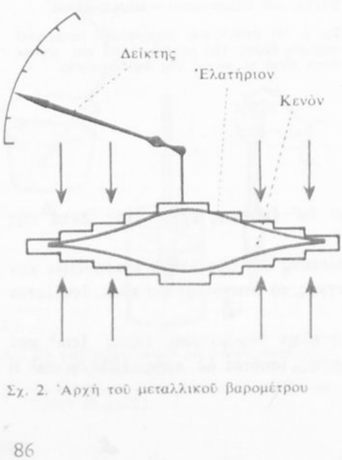
2. Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τοὺς ἐλαστικοὺς δίσκους ἐπὶ τῶν λείων ἐπιφανειῶν καὶ ἀναγκάζει τὰ ὑγρὰ ν' ἀνέρχωνται εἰς τὰ σιφώνια, τὰς σύριγγας, τὰ σταγονόμετρα κλπ., ὀφείλεται εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

3. Ἡ πίεσις τῆς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροπεῖ στήλην ὑδραργύρου, τομῆς 1cm^2 καὶ ὕψους 76cm κατὰ μέσον ὅρον εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης, ἰσοῦται δὲ πρὸς 1033,6p/cm^2 ἢ 1013,3 mBar.



Σχ. 1. Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον

Μεταλλικὸν βαρόμετρον



Σχ. 2. Ἀρχὴ τοῦ μεταλλικοῦ βαρομέτρου

31ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ

Εἶναι ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου μετροῦμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

1 Τὸ Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

● Τοῦτο (σχ. 1) εἶναι εἷς σωλὴν Torricelli. Ἡ διάμετρος τῆς λεκάνης του Γ εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος καὶ διὰ τοῦτο μετατόπισις ὀλίγων ἑκατοστομέτρων τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα ἀντιστοιχεῖ εἰς ἀνεπαίσθητον μετατόπισιν τῆς στάθμης τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὴν μετατόπισιν αὐτὴν δυνάμεθα νὰ παραβλέψωμεν καὶ νὰ θεωρήσωμεν τὸ Ο τῶν ὑποδιαιρέσεων τῆς πλακὸς ὅτι ἀντιστοιχεῖ πάντοτε εἰς τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

Ἔστω ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα φθάνει εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 752 mm. Εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁριζόμενον ὑπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἰσορροπῇ, ἐνεργεῖ ἴση πίεσις. Δηλ. εἰς μὲν τὸ Β ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, εἰς δὲ τὸ σημεῖον Α ἡ πίεσις στήλης ὑδραργύρου 752 mm.

Συμπέρασμα: *Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσορροπῇ στήλην ὑδραργύρου, ὕψους 752 mm, λέγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐκείνην τὴν στιγμὴν εἶναι 752 mm ὑδραργύρου.*

2 Τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον.

Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον παρουσιάζει μεγάλον ὄγκον, εἶναι εὔθραυστον καὶ μεταφέρεται δυσκόλως. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον, εἰς τὸ ὁποῖον τὴν πιεστικὴν δύναμιν τῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις ἑνὸς ἐλατηρίου.

● Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὀργάνου τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς κυλινδρικοῦ τυμπάνου μὲ μετάλλινα ἐλαστικὰ τοιχώματα.

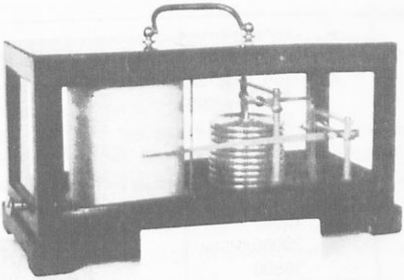
● Τί θὰ συμβῇ, ἐὰν ἐξαχθῇ ὁ ἀὴρ ἐξ αὐτοῦ τοῦ τυμπάνου ;

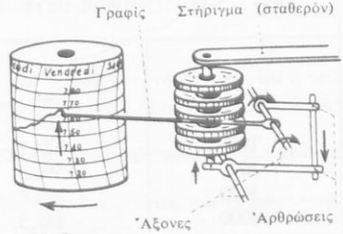
Ἐὰν προηγουμένως προσαρμόσωμεν ἓν ἐλατήριον εἰς τὸ ἐσωτερικόν του, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχ. 2, τότε τί θὰ ἐπιτύχωμεν ;

● Ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι σταθερὰ καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν πιεστικὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ τυμπάνου, καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἐλαστικὴ ἐπιφάνειά του παρακολουθεῖ τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

● Αἱ παραμορφώσεις αὐταί, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν, μεταδίδονται εἰς δείκτην, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἔμπροσθεν πλακὸς μὲ ὑποδιαιρέσεις. Ἡ πλὰξ αὐτὴ βαθμολογεῖται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

3 Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον.





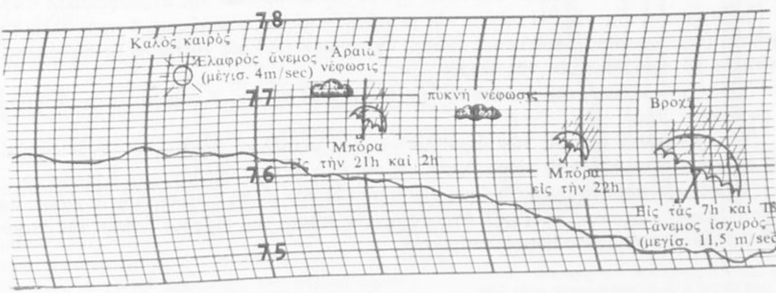
Σχ. 3

Σχ. 3. Ἀρχὴ τοῦ αὐτογραφικοῦ βαρομέτρου (Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν κίνησιν εἰς τὴν περίπτωσιν αὐξήσεως τῆς πιέσεως).

Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον, διὰ νὰ εἶναι εὐαισθητότερον, ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν βαρομετρικῶν τυμπάνων, τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν στήλην.

Τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως παρακολουθεῖ ἓν στέλεχος, τὸ ὁποῖον καταλήγει εἰς γραφίδα γλυκερινούχου μελάνης.

Τὸ στέλεχος ἀκολουθεῖ τὰς παραμορφώσεις τοῦ τυμπάνου, παλλόμενον εἰς κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐνῷ ἡ γραφίς, ἡ ὁποία ἅπτεται τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς κυλίνδρου, ἐκτελοῦντος μίαν πλήρη περιστροφὴν εἰς μίαν ἑβδομάδα, σημειώνει καθ' ἑκάστην στιγμὴν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.



Ὁ κύλινδρος περιβάλλεται διὰ χαρτίνης ταινίας, ἔνθα σημειοῦνται αἱ ἡμέραι καὶ αἱ ὧραι· ἐπ' αὐτῆς ἡ γραφὶς γράφει μίαν καμπύλην, ἡ ὁποία μᾶς ἐπιτρέπει τὴν παρακολούθησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐντὸς καθωρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

Τὸ βαρογράφημα αὐτὸ δεικνύει τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ διὰ χρονικὸν διάστημα μιᾶς ἑβδομάδος.

Συμπέρασμα : *Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.*

4 Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ ὕψους.

Βαρόμετρον, τὸ ὁποῖον δεικνύει 760 mm εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης, θὰ δεικνύῃ τὴν ἰδίαν στιγμὴν εἰς ὕψος 1000 m τὸ πολὺ 675 mm.

● **Ἐξήγησις:** Ὅταν ἀνερχώμεθα κατὰ 10 m εἰς χαμηλὰ ὕψη, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐλαττοῦται τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ἀέρος, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος 10 m.

Ὁ ὄγκος του θὰ εἶναι 1000 cm. 1 cm^2 = 1000 cm^3 ἢ 1 l ἢ 1 dm^3.

Ύψος (εἰς m)	Πίεσις εἰς mmHg	Ύψος (εἰς m)	Πίεσις εἰς mmHg
—	—	—	—
0	760	8000	267
1000	674,1	9000	230,6
2000	596,2	10000	198,3
3000	525,8	11000	169,7
4000	462,3	12000	145,0
5000	405,2	15000	97,3
6000	353,9	20000	41,0
7000	308	30000	8,5

Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος γνωρίζομεν ὅτι εἶναι 1,3 p καὶ εἶναι ἴσον περίπου πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἡ ὁποία ἔχει μῆκος 1 mm καὶ τομὴν 1 cm^2. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται κατὰ 1 mm, ὅταν ἀνερχώμεθα 10 m.

5 Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου.

● Ἡ κατάστασις τοῦ καιροῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ μελέτη τῶν μεταβολῶν αὐτῶν ἐν συνδυασμῷ πρὸς ἄλλους παράγοντας (θερμοκρασίας, διευθύνσεως ἀνέμου, ὑγρασίας κ.τ.λ.) μᾶς ἐπιτρέπει μετὰ μεγάλης πιθανότητος νὰ προβλέψωμεν τὸν καιρόν.

● Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἑνὸς τόπου, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὑψόμετρόν του.

Τὰ ὑψομετρικὰ ὄργανα τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὰ βαρόμετρα, τῶν ὁποίων ἡ πλὰξ εἶναι βαθμολογημένη εἰς μέτρα ὕψους καὶ ὄχι εἰς χιλιοστὰ ὑδραργύρου ἢ μιλιμπάρ.

Ὁ πιλότος παρακολουθεῖ τὸ ὕψος τῆς πτήσεώς του εἰς τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον, ἀφοῦ ρυθμίσῃ τοῦτο συμφώνως πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τοῦ ἐδάφους ἐκείνην τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦ μεταδίδει ὁ ἀσύρματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον εἶναι σωλὴν Torricelli, βαθμολογημένος εἰς ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστά, ὁ ὁποῖος μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετρῶμεν τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαικῆς πιέσεως.

2. Εἰς τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐλαστικῆς ἐπιφανείας ἑνὸς κενοῦ μεταλλικοῦ τυμπάνου.

Τὰς παραμορφώσεις τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς παρακολουθεῖ εἷς δείκτης, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἔμπροσθεν βαθμολογημένης πλακός. Ἡ βαθμολόγησις τῆς πλακὸς γίνεται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

3. Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον χαράσσει τὴν καμπύλην τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐντὸς ὡρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

4. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους. Τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὸν βαρόμετρον βαθμολογημένον εἰς μέτρα ὕψους.

5. Τὸ βαρόμετρον χρησιμεύει εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ὑπηρεσίας διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Τὸ Μανόμετρον

1 **α) Παρατήρησις.** Ἐὰν ἀνοίξωμεν πρὸς στιγμὴν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου ἢ τοῦ ὑγραερίου, θὰ ἀκούσωμεν ὀξὺν συριγμόν, ὁ ὁποῖος φανερώνει ὅτι τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ὁρμητικῶς ἐξ αὐτῆς.

● Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ, ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν βαλβῖδα ἐλαστικοῦ ποδηλάτου, ἐνῷ συγχρόνως θὰ ἴδωμεν αὐτὸ ἐκκενούμενον (νὰ ξεφουσκώνῃ).

● Τὰ ἀέρια (φωταέριον, ὑγραέριον) ἐντὸς τῶν σωλήνων καὶ ὁ ἀὴρ ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων (ἐλαστικῶν) πιέζουν τὰ τοιχώματα, ὑπὸ τῶν ὁποίων περιορίζονται.

Ὅταν εἰς τὰ τοιχώματα αὐτὰ ὑπάρχῃ ἄνοιγμα, ἐπειδὴ ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι μεγαλυτέρα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἀνοίγματος.

β) Μέτρησις. Συνδέομεν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου εἰς *μανόμετρον δι' ὕδατος* (σχ. 1) καὶ μετροῦμεν τὸ ὕψος Α μεταξὺ τῆς στάθμης Α καὶ Β τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος : 8 cm.

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς ρευστοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου ΒΒ'.

Εἰς τὸ σημεῖον Β' ἡ πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν, ηὐξημένη κατὰ τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τομῆς 1 cm^2 καὶ ὕψους 8 cm, δηλ. 8 p/cm^2.

● Ἐπειδὴ ἡ αὐτὴ πίεσις ἀσκεῖται καὶ εἰς τὸ σημεῖον Β, ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τοὺς *σωλῆνας ὑπερβαίνει κατὰ 8 p/cm² τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.*

Σχ. 1. Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς τὰς σωληνώσεις εἶναι μεγαλυτέρα κατὰ 8 p/cm^2 ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικήν.

● Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς σφαιρικὴν φιάλην, κλειστὴν διὰ πώματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται ὑάλινος σωλήν. Ὁ περιεχόμενος εἰς τὴν φιάλην ἀὴρ διαστέλλεται καὶ μέρος του ἐκφεύγει. Συνδέομεν τότε τὸν σωλῆνα τῆς φιάλης πρὸς μανόμετρον δι' ὕδατος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σημεῖον Α αὐτὴν τὴν φορὰν εὑρίσκεται χαμηλότερον τοῦ σημείου Β (σχ. 2).

Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν ὕψους τῶν δύο σημείων (π.χ. 8 cm) καὶ σκεφθῶμεν ὡς καὶ προηγουμένως, συμπεραίνομεν ὅτι *ἡ πίεσις ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm² μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.*

● Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ ἀερίου καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐκείνην τὴν στιγμὴν (75 cmHg)· ἑπομένως :

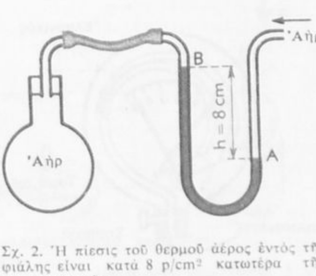
$13{,}6\ p/cm^3 \times 75\ cm = 1020\ p/cm^2$.

Ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλήνων εἶναι :

$1020\ p/cm^2 + 8\ p/cm^2 = 1028\ p/cm^2$.

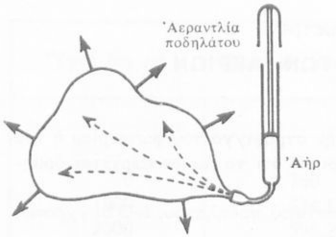
Ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς φιάλης εἶναι :

$1020\ p/cm^2 - 8\ p/cm^2 = 1012\ p/cm^2$.

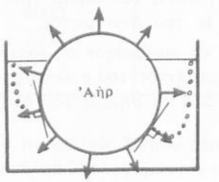


Σχ. 2. Ἡ πίεσις τοῦ θερμοῦ ἀέρος ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm^2 κατωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

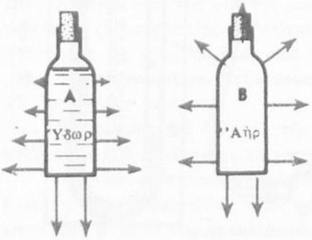
> **Συμπέρασμα**: *Τὰ ἀέρια ἀσκοῦν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι περιωρισμένα.*



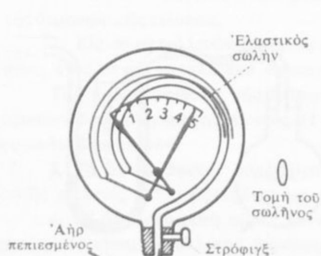
Σχ. 3. Ἡ πίεσις τοῦ εἰσερχομένου ἀέρος εἰς τὴν ἐλαστικὴν κύστιν ὠθεῖ τὰ τοιχώματά της.



Σχ. 4. Ὁ ἐγκεκλεισμένος εἰς τὴν κύστιν ἀὴρ ἀσκεῖ πίεσιν καθέτως πρὸς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 5. Εἰς τὴν φιάλην A ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὕδωρ, αὐξάνει μετὰ τοῦ βάθους. Εἰς τὴν φιάλην B ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ἀήρ, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 6. Μεταλλικὸν μανόμετρον.

2 Χαρακτηριστικὰ τῆς πιέσεως τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ ἀέρια.

● Ὅταν πληροῦμεν ἀέρος τὸν ἀεροθάλαμον σφαίρας (μπάλας) ποδοσφαίρου, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς ἑκάστην κίνησιν τοῦ ἐμβόλου τῆς ἀντλίας πρὸς τὰ μέσα τὰ τοιχώματά του ὠθοῦνται πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τελικῶς ὁ ἀεροθάλαμος λαμβάνει τὸ σφαιρικόν του σχῆμα (σχ. 3).

● Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν πλήρη ἀεροθάλαμον εἰς τὸ ὕδωρ ὑαλίνου δοχείου καὶ τὸν τρυπήσωμεν εἰς διάφορα σημεῖα διὰ βελόνης, παρατηροῦμεν φυσαλλίδας ἀέρος νὰ ἐξέρχωνται κατ' ἀρχὴν καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του καὶ ἔπειτα νὰ διευθύνωνται πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 4).

3 Σύγκρισις τῆς πιέσεως ἑνὸς ἀερίου πρὸς τὴν πίεσιν ἑνὸς ὑγροῦ (σχ. 5).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν φιάλην A, πιέζει διὰ τοῦ βάρους του τὸν πυθμένα καὶ τὰ τοιχώματά της.

Ἡ πίεσις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της. Καὶ ὁ ἀὴρ ἐπίσης λόγῳ τοῦ βάρους του πιέζει τὰ τοιχώματα τῆς φιάλης B. Ἡ πίεσις ὅμως αὐτὴ εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν παραβλέψωμεν. Διότι, ἐνῷ 1 dm^3 ὕδατος ζυγίζει 1 Kp, 1 dm^3 ἀέρος ζυγίζει 1,3 p.

Ἡ πίεσις εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὀφείλεται εἰς τὴν ἰδιότητα τοῦ ἐκτατοῦ τῶν ἀερίων.

Γνωρίζομεν ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων εὑρίσκονται εἰς συνεχῆ πίεσιν καὶ διὰ τοῦτο προσκρούουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποῖα τὰ περιέχουν.

Αἱ προσκρούσεις αὐταὶ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν πίεσιν τοῦ ἀερίου.

Συμπέρασμα: *Ὁ περιωρισμένος ἐντὸς δοχείου ἀὴρ ἀσκεῖ πιεστικὴν δύναμιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἑνὸς μικροῦ ὕψους δοχείου, περιέχοντος ἀέρα, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα.*

4 Μέτρησις τῆς πιέσεως ἑνὸς ἀερίου.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ φωταερίου, χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον δι' ὕδατος. Δι' αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν πιέσεως, κατὰ μερικὰ p/cm^2 μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ μανομέτρου δι' ὑδραργύρου, τότε εἰς διαφορὰν ὕψους τῆς μανομετρικῆς στηλης 1 cm θὰ ἀντιστοιχῇ διαφορὰ πιέσεως 13,6 p/cm^2.

Πρὸς μέτρησιν μεγάλων ἢ μικρῶν πιέσεων χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ **μεταλλικὸν μανόμετρον.**

Τὸ ἀέριον, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν, εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ ἐλαστικοῦ σωλῆνος τοῦ ὀργάνου, ὅπερ ἔχει σχῆμα σπείρας καὶ τείνει νὰ τοῦ ἀλλάξῃ τὸ σχῆμα.

Τὴν ἀλλαγὴν τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος παρακολουθεῖ μία βελόνη, ἡ ὁποία δεικνύει τὴν πίεσιν ἐπὶ βαθμολογημένης πλακός. Ἡ βαθμολόγησις γίνεται συγκριτικῶς εἰς p/cm^2 ἢ εἰς ἀτμοσφαίρας.

5 Παραδείγματα πιέσεως ἀερίων.

Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, αἱ πιέσεις, τὰς ὁποίας ἀσκοῦν, παρουσιάζουν μεγάλας διαφοράς.

Οἱ ἠλεκτρικοὶ λαμπτῆρες περιέχουν ἀέρια ὑπὸ πολὺ μικρὰν πίεσιν (κλάσμα χιλιοστοῦ ὑδραργύρου).

Εἰς τοὺς ἀεροθαλάμους τῶν αὐτοκινήτων ἡ πίεσις εἶναι 1,5 Kp/cm^2 ἢ 2 Kp/cm^2.

Ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου τῆς μηχανῆς τοῦ σιδηροδρόμου ἀνέρχεται εἰς 30 Kp/cm^2.

Τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰς ὀξυγονοκολλήσεις, εἶναι περιωρισμένα εἰς χαλυβδίνας ὀβίδας ὑπὸ πίεσιν 150 Kp/cm^2.

Ἐντὸς τῆς κάννης ὅπλου ἡ πίεσις τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα παράγονται ἐκ τῆς καύσεως τῆς πυρίτιδος, φθάνει εἰς πολλὰς χιλιάδας Kp/cm^2.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ ἀέρια εἶναι ρευστά, συμπιεστά, ἐλαστικὰ καὶ ἐκτατά, ἀσκοῦν δὲ πιεστικὰς δυνάμεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποῖα τὰ περικλείουν.

2. Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ἀέριον, ὀφείλεται εἰς τὴν ἰδιότητα τοῦ ἐκτατοῦ τοῦ ἀερίου. Ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων ἑνὸς δοχείου, μικροῦ ὕψους.

3. Πρὸς μέτρησιν τῆς πιέσεως ἑνὸς εὑρισκομένου εἰς περιωρισμένον χῶρον ἀερίου χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον.

Τὸ ἁπλούστερον μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικοῦ μεταλλίνου σωλῆνος, τοῦ ὁποίου αἱ ἀλλαγαὶ τοῦ σχήματος παρακολουθοῦνται ὑπὸ ἐνδεικτικῆς βελόνης.

4. Ἡ πίεσις ἑνὸς ἀερίου δύναται νὰ μεταβάλλεται ἐντὸς μεγάλων περιθωρίων (ἀεροθάλαμοι: 1,5 – 2Kp/cm^2 ἀέρια εἰς ὀβίδας: 150Kp/cm^2).

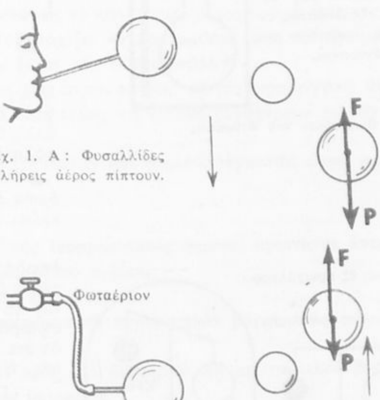
33ον ΜΑΘΗΜΑ: Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ἀερίων.

Ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὰ ἀέρια.

1 Παρατήρησις. Αἱ φυσαλλίδες (σαπουνόφουσκες), ὅταν εἶναι πλήρεις ἀέρος, ἐξερχομένου ἐκ τῶν πνευμόνων μας, πίπτουν, ἐνῷ, ὅταν εἶναι πλήρεις φωταερίου, ἀνέρχονται (σχ. 1 Α καὶ Β).

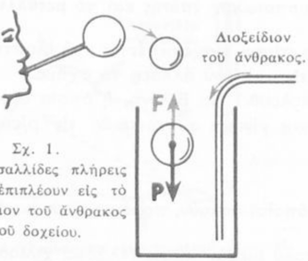
Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ βάρος τῆς φυσαλλίδος (P) εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως (F): $P > F$, ἐνῷ εἰς τὴν δευτέραν μικρότερον: $P' < F$.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ φωταερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι 0,5 καὶ ἑπομένως μία φυσαλλὶς ἀέρος θὰ εἶναι διπλασίου βάρους μιᾶς ἴσης ἐκ φωταερίου, ἐνῷ ἡ ἄνωσίς των παραμένει ἡ αὐτή.



Σχ. 1. Α: Φυσαλλίδες πλήρεις ἀέρος πίπτουν.

Β: Φυσαλλίδες πλήρεις φωταερίου ἀνέρχονται.



Σχ. 1.
Γ: Φυσαλλίδες πλήρεις ἀέρος ἐπιπλέουν εἰς τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος τοῦ δοχείου.

Ἡ φυσαλλίς, ἂν καὶ εἶναι πλήρης ἀέρος, δὲν πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου (σχ. 1 Γ), διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ δοχεῖον, εἶναι περίπου 1,5 καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ ἄνωσις εἶναι 1,5 φορὰς μεγαλυτέρα τοῦ βάρους της.

Δυνάμεθα νὰ παρομοιάσωμεν τὴν φυσαλλίδα εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρὸς φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

2 Μέτρησις τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ δίσκου ζυγοῦ κλειστὴν σφαιρικὴν φιάλην γνωστοῦ ὄγκου: π.χ. 1 l, καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν δι' ἀντιβάρου, τιθεμένου εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 2).

Ἐὰν βυθίσωμεν τὴν φιάλην εἰς δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν, πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸν δίσκον, ὁ ὁποῖος φέρει τὴν φιάλην, βάρος 0,7 p.

Ἓν λίτρον διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ζυγίζει 2 p περίπου.

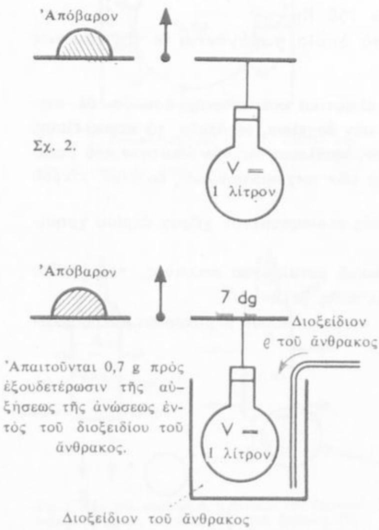
Ἓν λίτρον ἀέρος ζυγίζει 1,3 p.

Τὸ βάρος 0,7 p, τὸ ὁποῖον ἐθέσαμεν εἰς τὸν δίσκον, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν αὔξησιν τῆς ἀνώσεως, τὴν ὁποίαν ὑπέστη ἡ φιάλη, ὅταν ἐκ τοῦ ἀέρος τὴν ἐβυθίσαμεν εἰς τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος.

Ἡ ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους F εἰς τὸν ἀέρα ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος 1 l ἀέρος, ἤτοι: $F=1{,}3$ p.

Ἐνῷ, ὅταν εὑρίσκεται ἐντὸς διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ἡ ἄνωσις εἶναι:

$F'=2$ p καὶ $F'-F=2$ p$-1{,}3$ p$=0{,}7$ p.



Σχ. 2.

> **Συμπέρασμα**: *Πᾶν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.*

3 Πραγματικὸν βάρος – φαινόμενον βάρους.

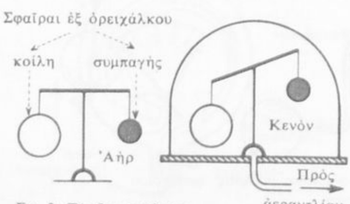
Τὸ βαροσκόπιον (σχ. 3) εἶναι ζυγὸς φέρων ἴσους βραχίονας. Εἰς τὰ ἄκρα τῆς φάλαγγος τοῦ ζυγοῦ ἐξαρτῶμεν δύο σφαίρας διαφορετικοῦ ὄγκου, ἀλλ' ἴσου φαινομένου βάρους, καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως.

● Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὸ ὄργανον ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα, ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγάλης σφαίρας.

Ἐξήγησις: Ἐντὸς τοῦ ἀέρος ἡ κενὴ σφαῖρα, ἐπειδὴ ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον, ὑφίσταται μεγαλυτέραν ἄνωσιν ἀπὸ τὴν πλήρη καὶ μικροτέραν σφαῖραν. Εἰς τὸ κενὸν ὅμως δὲν ὑφίσταται ἄνωσις. Ἐπὶ τῶν σφαιρῶν ἐνεργεῖ μόνον τὸ πραγματικόν των βάρος, ὁπότε ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς κενῆς σφαίρας, ἡ ὁποία εἶναι καὶ ἡ βαρυτέρα.

Γενικῶς ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὑφίσταται σχέσις:

Φαινόμενον βάρος ἑνὸς σώματος = Πραγματικὸν βάρος τοῦ σώματος – βάρος ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ἀέρος.



Σχ. 3. Τὸ βαροσκόπιον

Ἡ ἄνωσις εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἀμελητέα, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει εἰδικὸν βάρος πολὺ μεγαλύτερον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ἀέρος (στερεὰ καὶ ὑγρὰ σώματα). Πρέπει ὅμως νὰ ὑπολογίζεται, ὅταν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος πλησιάζῃ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος (π.χ. ἓν ἀέριον).

4 Ἀερόστατα.

Τὸ ἀερόστατον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικῆς σφαίρας (μπαλόνι) πλήρους ἐλαφροῦ ἀερίου, π.χ. ὑδρογόνου ἢ *ἡλίου* (σχ. 4). Οἱ ἐπιβάται του (ἀεροναῦται) εὑρίσκονται ἐντὸς ἐλαφρᾶς λέμβου, ἐξηρτημένης διὰ δικτύου ἐκ τοῦ ἀεροστάτου.

Σχ. 4. Τὸ Ἀερόστατον

Ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ ἀεροστάτου εἶναι 1000 m^3, τότε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι :

$$1{,}3\ Kp/m^3 \times 1000\ m^3 = 1300\ Kp$$

Τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον περικλείει τὸ περίβλημά του, ζυγίζει :

$$0{,}09\ Kp/m^3 \times 1000\ m^3 = 90\ Kp$$

Ἔστω δὲ ὅτι τὸ περίβλημα, οἱ ἐπιβάται, ἡ λέμβος, τὰ ὄργανα καὶ τὰ ὑλικὰ ζυγίζουν ὅλα μαζὶ περίπου 1180 Kp.

Τὸ ἀερόστατον λοιπὸν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ζυγίζει :

$$1180\ Kp + 90\ Kp = 1270\ Kp,$$

δηλαδὴ 1300 Kp − 1270 Kp = 30 Kp ὀλιγώτερον τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Ἡ δύναμις αὐτὴ τῶν 30 Kp, ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τοῦ συνολικοῦ βάρους τοῦ ἀεροστάτου καὶ τῆς ἀνώσεώς του, λέγεται ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀεροστάτου.

Ἀνυψωτικὴ δύναμις = Βάρος ἐκτοπιζομένου ἀέρος (ἄνωσις) — συνολικὸν βάρος ἀεροστάτου.

Ὅσον ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται, ὁ ἀὴρ γίνεται ἀραιότερος καὶ ἡ πυκνότης του μικροτέρα. Ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος, τὸ ἀέριον ἐκφεύγει ἀπὸ ἓν ἄνοιγμα, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος του, ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις καθίσταται μικροτέρα καὶ τὸ ἀερόστατον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται. Διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἐκ νέου, οἱ ἀεροναῦται ρίπτουν μέρος τῆς ἄμμου ἐκτὸς τῆς λέμβου. **Διατί ;**

Διὰ νὰ ἐρευνήσουν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι χρησιμοποιοῦν ἀερόστατα—βολίδας, ἄνευ ἐπιβατῶν, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν αὐτογραφικὰ ὄργανα.

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι ἐφωδιασμένα δι' ἀλεξιπτώτων καὶ περισυλλέγονται, ὅταν προσγειωθοῦν.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Πᾶν σῶμα, εὑρισκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.

2. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἀέρια.

3. Ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας πρέπει νὰ διακρίνωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὸ φαινόμενον.

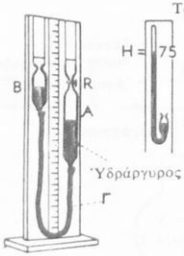
Τὸ φαινόμενον βάρος ἑνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

4. Τὰ κατευθυνόμενα ἀερόστατα καὶ τὰ ἀερόστατα - βολίδες, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι πρὸς μελέτην τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνέρχονται λόγῳ τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ.

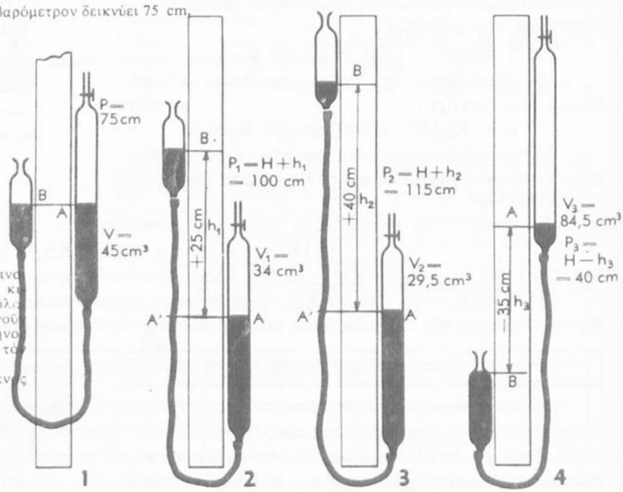
ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MARIOTTE

1 Παρατήρησις. Κλείομεν τὸ ἄνοιγμα ἀντλίας ποδηλάτου καὶ ὠθοῦμεν τὸ ἔμβολόν της. Ἂν καὶ δὲν δύναται ὁ ἀὴρ νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κυλίνδρου, ἐν τούτοις ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται. Μάλιστα, ὅσον μεγαλυτέραν δύναμιν ἀσκοῦμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου, τόσον ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : *Ὅσον ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος εὑρίσκεται περιωρισμένος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀντλίας, τόσον αὐξάνει ἡ πίεσίς του.*



Σχ. 1. Συσκευὴ Leblanc. Οἱ ὑάλινοι σωλῆνες Α καὶ Β δύνανται νὰ κινοῦνται κατὰ μῆκος τοῦ βαθμολογημένου κανόνος καὶ συγκοινωνοῦν μεταξὺ των δι' ἐλαστικοῦ σωλῆνος Γ. Ὁ σωλὴν Β ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα.
Ὁ σωλὴν Α εἶναι βαθμολογημένος εἰς cm.
Ἡ στρόφιγξ R κλείει τὸ ἄνω ἄνοιγμα τοῦ σωλῆνος Α.



2 Μέτρησις. Ἡ συσκευὴ τοῦ σχήματος 1 (Leblanc) μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμεν τὴν μεταβολὴν ἑνὸς ἀερίου, ὅταν μεταβάλλεται ἡ πίεσίς του ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Ἔστω ὅτι τὸ πείραμα ἐκτελεῖται ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 75 cm Hg.

α) Ὅταν ἡ στρόφιγξ R εἶναι ἀνοικτή, ἡ στάθμη εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, διότι καὶ εἰς τὰ δύο σημεῖα ἐνεργεῖ ἡ αὐτὴ πίεσις (ἡ ἀτμοσφαιρική).

Ἐὰν κλείσωμεν τὴν στρόφιγγα R, ἡ πίεσις εἰς τὴν στάθμην Α μένει ἀμετάβλητος. Ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι περιωρισμένος ἀπὸ αὐτήν, ἔχει πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν : 75 cmHg καὶ ὄγκον 45 cm³.

β) Μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R μετακινοῦμεν τοὺς δύο σωλῆνας εἰς τρόπον, ὥστε ἡ στάθμη Β νὰ εὑρίσκεται εἰς ὕψος $h_1 = 25$ cm ἀπὸ τὴν στάθμην Α.

Τὰ σημεῖα Α καὶ Α', τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, θὰ ἔχουν τὴν ἰδίαν πίεσιν.

Πίεσις εἰς τὸ Α = πίεσις εἰς τὸ Α' = πίεσις εἰς τὸ Β + 25 cmHg.

Πίεσις περιωρισμένου ἀέρος : $P_1 = 100$ cmHg, δηλ. (75 + 25) cmHg.

Ὄγκος περιωρισμένου ἀέρος : $V_1 = 34$ cm³.

γ) Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R, ἀλλὰ ἤδη ἡ στάθμη B νὰ εὑρίσκεται εἰς ὕψος $h_2 = 40$ cm ἄνω τῆς στάθμης A.

$P_2 = 75$ cmHg $+ 40$ cmHg $= 115$ cmHg.

Ὁ ὄγκος τοῦ περιωρισμένου ἀέρος εἶναι $V_2 = 29{,}5$ cm^3.

δ) Ἐὰν ἡ στάθμη B εὑρίσκεται 35 cm χαμηλότερον τῆς A : $h_3 = 35$ cm.

Ἡ πίεσις εἰς τὸ A εἶναι : $P_3 = 75$ cmHg $- 35$ cmHg $= 40$ cmHg

καὶ ὁ ὄγκος τοῦ περιωρισμένου ἀέρος : $V_3 = 84{,}5$ cm^3.

Διὰ τοῦ ἰδίου τρόπου ἐκτελοῦμεν σειρὰν πειραμάτων, τὰ ἀποτελέσματα τῶν ὁποίων γράφομεν εἰς πίνακα. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις H = 75 cmHg.

h cm	0	+ 15	+ 25	+ 40	— 15	— 25	— 35
P H + h	75	90	100	115	60	50	40
V cm^3	45	37,5	34	29,5	56	68	84,5
P × V	3 375	3 375	3 400	3 392,5	3 360	3 400	3 380

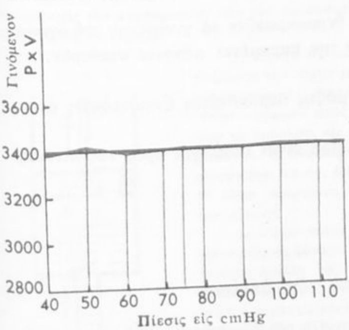
Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ γινόμενον τῆς πιέσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον προσεγγίζει πάντοτε τὸν ἀριθμὸν 3375.

Ἡ πειραματικὴ αὐτὴ ἐπαλήθευσις μᾶς ἐπιτρέπει νὰ διατυπώσωμεν τὸν ἁπλοῦν νόμον τοῦ Mariotte :

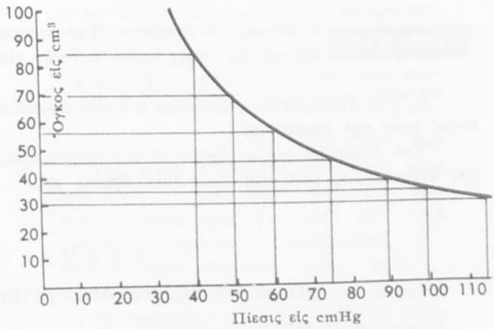
Νόμος τοῦ Mariotte : Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τῆς πιέσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον ὡρισμένης μάζης ἀερίου παραμένει πάντοτε σταθερόν:

$$P \times V = P' \times V' \quad \text{ἤ} \quad \frac{P}{P'} = \frac{V'}{V}$$

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὡρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσίν του.



Σχ. 2. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τῆς πιέσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον ὡρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι πάντοτε σταθερόν. PV = P'V'



Σχ. 3. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὡρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσίν του.

3 Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος ἀερίου συναρτήσει τῆς πιέσεώς του.

Ἐὰν M εἶναι ἡ μᾶζα ἑνὸς ἀερίου :

α) Ὑπὸ πίεσιν P ὁ ὄγκος του εἶναι V καὶ ἡ πυκνότης του $\rho = \frac{M}{V}$

β) Ὑπὸ πίεσιν P' ὁ ὄγκος του γίνεται $\rho' = \frac{M}{V'}$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M}{V'}} = \frac{M}{V} \times \frac{V'}{M} \text{ ἢ } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V}$$

δηλ. αἱ πυκνότητες εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους τοῦ ἀερίου.

Ἔχομεν ὅμως ἐπαληθεύσει πειραματικῶς ὅτι :

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \text{ καὶ ἑπομένως } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P'}$$

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν αἱ πυκνότητες ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις του.

4 Ἐφαρμογή. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν μᾶζα 44 g διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος κατέχει ὄγκον 22,4 *l*.

Ἡ πυκνότης τοῦ ἀερίου αὐτοῦ θὰ εἶναι :

$$\frac{44g}{22{,}4l} = 1{,}96 \text{ g}/l$$

Ὑπὸ πίεσιν 10 atm καὶ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ἰδία μᾶζα ἀερίου (44 g) κατέχει ὄγκον :

$$\frac{22{,}4l}{10} = 2{,}24l$$

καὶ ἡ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος θὰ εἶναι τώρα :

$$\frac{44 \text{ g}}{2{,}24\, l} = 19{,}6 \text{ g}/l$$

Ἐὰν ἡ πίεσις ἑνὸς ἀερίου δεκαπλασιασθῇ, καὶ ἡ πυκνότης του δεκαπλασιάζεται.

5 Σχετικὴ πυκνότης.

Ἐπειδὴ ἡ σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι ὁ λόγος μιᾶς μάζης ἀερίου πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου ἀέρος, ὅταν καὶ τὰ δύο ἀέρια εὑρίσκωνται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, διὰ τοῦτο ἡ σχετικὴ πυκνότης ἑνὸς ἀερίου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πιέσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Νόμος τοῦ Mariotte. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ὡρισμένης μάζης ἀερίου ἐπὶ τὴν πίεσίν του παραμένει πάντοτε σταθερόν.

$$PV = P'V'$$

2. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὡρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσίν του.

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν αἱ πυκνότητες ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους του.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 8η: Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ἀερίων.

Σημείωσις: Εἰς ὅλα τὰ προβλήματα θὰ λαμβάνωμεν εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm².

I. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις

1. Νὰ ὑπολογισθοῦν εἰς p/cm² καὶ εἰς millibars ἀτμοσφαιρικαὶ πιέσεις, μετρηθεῖσαι διὰ στήλης ὑδραργύρου, ὕψους 68 cm, 72,2 cm, 752 mm.

2. Εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 478 mm ὑδραργύρου. Ποία εἶναι ἡ τιμὴ αὐτῆς τῆς πιέσεως εἰς mBar (μιλιμπάρ) καὶ εἰς ἀτμοσφαίρας ;

3. Εἰς ποίας τιμὰς ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀντιστοιχοῦν αἱ πιέσεις : 538 p/cm² ; 1 Kp/cm² ; 1028 mBar ; 0,730 atm ;

4. 1 Kp ἰσοδυναμεῖ εἰς τὸ Παρίσι πρὸς 9,81 N, τὸ ὁποῖον εἶναι μονὰς δυνάμεως. Τὸ 1 N ἀνὰ τετραγωνικὸν μέτρον εἶναι μονὰς πιέσεως (N/m²)· τῆς πιέ-

σεως δηλ., ἡ ὁποία ἀσκεῖται ὑπὸ δυνάμεως 1 N, ὅταν αὕτη ἐνεργῇ καθέτως καὶ ὁμοιομόρφως ἐπὶ ἐπιφανείας 1 m^2. Νὰ ὑπολογισθῇ εἰς N/m^2 ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις 76 cm ὑδραργύρου.

5. Ὁ δίσκος ἑνὸς ἀγκίστρου-«βεντούζας» ἐξ ἐλαστικοῦ ἔχει διάμετρον 8 cm καὶ εἶναι τελείως ἐφηρμοσμένος ἐπὶ ὁριζοντίου τοιχώματος. Ποῖον μέγιστον βάρος δύναται νὰ ἐξαρτηθῇ ἐξ αὐτοῦ, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg;

6. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου ὑπολογίζεται εἰς 1 m^2 περίπου. Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg, πόση εἶναι ἡ ἔντασις τῆς πιεστικῆς δυνάμεως, τῆς ἀσκουμένης ἐφ' ὁλοκλήρου τῆς ἐπιφανείας τοῦ δέρματος τοῦ ἀνθρώπου; Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ δύναμις αὕτη εἰς Kp καὶ εἰς N.

7. Εἰς τὸ πείραμα τῆς κυστορραγίας χρησιμοποιοῦμεν κύλινδρον διαμέτρου 10 cm.

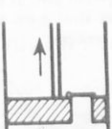
Ἐὰν ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ κυλίνδρου, κατὰ τὴν θραῦσιν τῆς μεμβράνης, εἶναι 5 cmHg, νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀσκουμένη ἐπὶ τῆς μεμβράνης πιεστικὴ δύναμις (Ἀτμ. πίεσις 76 cmHg).

8. Τὸν XVII αἰῶνα ὁ δήμαρχος τοῦ Μαγδεμβούργου Otto de Guericke ἐπραγματοποίησε τὸ ἑξῆς πείραμα: Κατεσκεύασε δύο ἡμισφαίρια διαμέτρου 80 cm, τὰ ὁποῖα ἐφήρμοζον ἀεροστεγῶς μεταξύ των. Ἐκ τῆς σφαίρας ταύτης ἀφῄρεσε τὸν ἀέρα, κατορθώσας νὰ ἐπιτύχῃ τοιοῦτον κενόν, ὥστε πρὸς ἀποχωρισμὸν τῶν ἡμισφαιρίων ἐχρειάσθησαν 8 ἵπποι.

Ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ ἐφαρμοζομένη ἐφ' ἑκάστου ἡμισφαιρίου πιεστικὴ δύναμις εἶναι ἴση πρὸς ἐκείνην, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται ἐπὶ κύκλου ἴσης διαμέτρου πρὸς τὴν σφαῖραν.

Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἔχομεν πραγματοποιήσει τέλειον κενὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἔντασις ἑκάστης τῶν πιεστικῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀντιδροῦν εἰς τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν δύο ἡμισφαιρίων (Ἀτμ. πίεσις 75 cmHg).

9. Εἰς τὸ σχῆμα 1 βλέπομεν τὴν τομὴν μιᾶς ἀναρροφητικῆς ἀντλίας. Ὅταν σύρωμεν πρὸς τὰ ἄνω τὸ ἔμβολον, εἰς τὸν χῶρον A τῆς ἀντλίας δημιουργεῖται κενόν, ὁπότε τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται καὶ τὸν πληροῖ:



Σχ. 1.

α) Μέχρι ποίου μεγίστου ὕψους δύναται μία τοιαύτη ἀντλία νὰ ἀναβιβάσῃ ὕδωρ ἐκ φρέατος, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg;

β) Μέχρι ποίου μεγίστου ὕψους θ' ἀνύψωνε θαλάσσιον ὕδωρ εἰδικοῦ βάρους 1,033 p/cm^3;

10. Ὁ κύλινδρος ἀτμομηχανῆς συγκοινωνεῖ ἀφ' ἑνὸς μὲν πρὸς τὸν λέβητα, ἔνθα ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι 12 Kp/cm^2, ἀφ' ἑτέρου δὲ πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἔνθα ἡ πίεσις εἶναι 1 Kp/cm^2. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐφαρμοζομένη ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου δύναμις, ἐὰν ἡ διάμετρος τοῦ ἐμβόλου εἶναι 40 cm.

11. Ἐκτελοῦμεν τὸ πείραμα τοῦ Τορρικέλλι μὲ διάφορα ὑγρά, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg. Εἰς ποῖον ὕψος ἄνωθεν τοῦ ὑγροῦ τῆς λεκάνης θὰ εὑρίσκεται ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἰς ἕκαστον τῶν κατωτέρω ὑγρῶν:

α) ὕδατος; (σχ. πυκν. 1). β) πετρελαίου; (σχ. 0,9), γ) γλυκερίνης; (σχ. πυκν. 1,25), δ) θειϊκοῦ ὀξέος; (σχ. πυκν. 1,84).

II. Τὸ βαρόμετρον

12. Βαρόμετρον δεικνύει εἰς τὴν βάσιν τοῦ πύργου τοῦ Eiffel 756 mmHg. Τί θὰ ἐδείκνυε τὴν ἰδίαν στιγμὴν τὸ αὐτὸ βαρόμετρον εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ πύργου; (ὕψος 300 m). Μέσον βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος 1,25 p.

13. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, τὴν ὁποίαν δεικνύει ἓν βαρόμετρον, πίπτει κατὰ 2 cm, ὅταν τοῦτο μεταφέρεται ἐκ τῶν προπόδων εἰς τὴν κορυφὴν λόφου. Ποία ἡ διαφορὰ ὕψους μεταξὺ τῶν δύο τούτων σημείων τοῦ λόφου;

Μέσον βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος 1,25 p.

14. Εἰς μετεωρολογικὸν σταθμὸν ἐσημειώθησαν αἱ κατωτέρω τιμαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως εἰς χιλιοστόμετρα ὑδραργύρου (mmHg):

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 κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως συναρτήσει τοῦ χρόνου.

Λαμβάνομεν εἰς τὸν ὁριζόντιον ἄξονα OX, 1 cm διὰ δύο ὥρας (2 h) καὶ ἀρχὴν τὸ 0. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα OΨ, 1 cm διὰ 2 mm. Ἀρχὴ πιέσεων: 745 mmHg.

15. Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον ἑνὸς ἀεροστάτου-βολίδος κατέγραψε τὰς κατωτέρω πιέσεις εἰς mmHg:

ὕψος εἰς m	0	1000	2000	3000	4000
πίεσις εἰς mmHg	760	674,1	596,2	525,8	462,3
ὕψος εἰς m	5000	6000	7000	8000	9000
πίεσις εἰς mmHg	405,2	353,9	308	267	230,6
ὕψος εἰς m	10.000	11.000	12.000	20.000	
πίεσις εἰς mmHg	198,3	169,7	145	41	

Νὰ κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως συναρτήσει τοῦ ὕψους. Λαμβάνομεν εἰς τὸν ὁριζόντιον ἄξονα OX, 1 cm διὰ 2000 m καὶ εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα OΨ, 1 cm διὰ 10 cmHg καὶ ἀρχὴν τὸ 0.

16. α) Ποία εἶναι ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ δύο σημείων, διὰ τὰ ὁποῖα παρατηροῦμεν μεταβολὴν 3,5 cmHg εἰς τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα Τορρικέλλι;

β) Ποία θὰ ἦτο ἡ μεταβολὴ τοῦ ὕψους τῆς στήλης σωλῆνος Τορρικέλλι μὲ γλυκερίνην; (Μέσον βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος: 1,1 p· εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^3, γλυκερίνης 1,26 p/cm^3).

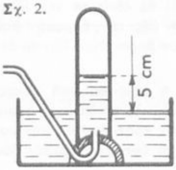
III. Πιέσεις ἀσκούμεναι ἀπὸ τὰ ἀέρια. Τὸ μανόμετρον

17. Τὸ ὀξυγόνον μεταφέρεται ἐντὸς χαλυβδίνων ὀβίδων, ἔνθα εὑρίσκεται ὑπὸ ἀρχικὴν πίεσιν 200 ἕως 250 Kp/cm². Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ πιέσεις αὗται εἰς ἀτμοσφαίρας.

18. Ἐντὸς τῶν ἠλεκτρονικῶν σωλήνων ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι τῆς τάξεως τοῦ ἑνὸς δεκάκις δισεκατομμυριοστοῦ τῆς ἀτμοσφαίρας. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πίεσις αὐτὴ εἰς mmHg.

19. Περιορίζομεν ὑδρογόνον ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος ἀνεστραμμένου ἐντὸς λεκάνης ὕδατος:

Σχ. 2.



α) Ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος φθάνει 5 cm ἄνω τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ὑδρογόνου, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι ἡ κανονική;

β) Πόση θὰ εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ὑδρογόνου, ἐὰν ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος κατέλθῃ 2,5 cm κάτω τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης;

20. Ἀνοικτὸν ὑδραργυρικὸν μανόμετρον προσαρμόζεται εἰς ὑαλίνην σφαιρικὴν φιάλην. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν κλάδον, ὁ ὁποῖος συγκοινωνεῖ μὲ τὴν φιάλην, εὑρίσκεται 72 mm ὑψηλότερον τῆς στάθμης του εἰς τὸν ἕτερον κλάδον.

Πόση εἶναι εἰς mmHg ἢ εἰς p/cm² ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ἐντὸς τῆς φιάλης, ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg;

21. Ἀνοικτὸν μανόμετρον μεθ' ὕδατος προσαρμόζεται εἰς τὸν ἀγωγὸν τοῦ φωταερίου τῆς πόλεως. Παρατηροῦμεν διαφορὰν στάθμης 75 mm, ἡ χαμηλοτέρα δὲ συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ἀγωγὸν τοῦ φωταερίου. Νὰ ὑπολογισθῇ:

α) Εἰς p/cm² ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς πιέσεως τοῦ φωταερίου καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἥτις ἀνέρχεται εἰς 76 cmHg.

β) Ἡ πραγματικὴ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς p/cm² καὶ εἰς cmHg.

γ) Ἡ διαφορὰ στάθμης, ἥτις θὰ ὑφίστατο εἰς ἀνοικτὸν ὑδραργυρικὸν μανόμετρον.

22. Ἀνοικτὸν μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ δύο κλάδων 50 cm. Ποίαν μεγίστην πίεσιν ἄνω ἢ κάτω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν, ἐὰν τὸ μανόμετρον περιέχῃ: α) ὕδωρ; β) ὑδράργυρον;

IV. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους

23. Ἐλαστικὴ σφαῖρα πλήρης ὑδρογόνου ἔχει ὄγκον 7,5 l. Τὸ περίβλημα ζυγίζει 6 p καὶ τὸ νῆμα, διὰ τοῦ ὁποίου εἶναι προσδεδεμένη, ζυγίζει 0,1 p ἀνὰ μέτρον. Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ νήματος, ὅταν ἡ σφαῖρα ἰσορροπῇ εἰς τὸν ἀέρα; (Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,24 p/l, ὑδρογόνου 0,1 p/l).

24. Σφαιρικὸν ἀερόστατον, ὄγκου 1000 m³ ζυγίζει μετὰ τῶν ἐξαρτημάτων του 600 Kp, δύναται δὲ νὰ μεταφέρῃ 2 ἄτομα 140 Kp. Πόσην ἄμμον πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸ ἀερόστατον, διὰ νὰ ἐκκινήσῃ μὲ μίαν ἀνυψωτικὴν δύναμιν 10 Kp:

α) Ἐὰν εἶναι πλῆρες ὑδρογόνου; (Εἰδικὸν βάρος 0,09 p/l).

β) Ἐὰν εἶναι πλῆρες ἡλίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,18 p/l).

γ) Ἐὰν εἶναι πλῆρες φωταερίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,5 p/l).

Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,3 p/l.

25. α) Ἓν ἀερόστατον 1800 m³ ζυγίζει 1600 Kp καὶ ἀνυψοῦται ἀρχικῶς διὰ δυνάμεως 15 Kp. Πόσον εἶναι τὸ ἕρμα του, ἐὰν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,23 p/l;

β) Ἐὰν τὸ ἀερόστατον ἰσορροπήσῃ εἰς ὕψος, ἔνθα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,07 p/l, πόσον ἕρμα θὰ ἔχῃ ριφθῇ;

V. Νόμος τοῦ Mariotte

26. Χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὸ ἐργαστήριον μεταλλικὰ δοχεῖα, τὰ ὁποῖα περιέχουν 20 l ὑδρογόνου ὑπὸ πίεσιν 15 atm. Πόσας φιάλας τοῦ 1 l δυνάμεθα νὰ πληρώσωμεν ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν διὰ μιᾶς τοιαύτης φιάλης ὑδρογόνου;

27. Διὰ τὴν πλήρωσιν ἀεροστάτου ἀπαιτεῖται μία φιάλη ὑδρογόνου τῶν 20 l καὶ ὑπὸ πίεσιν 50 Kp/cm²:

α) Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ ἀεροστάτου, ὅταν τοῦτο πληρωθῇ ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν;

β) Ὑπὸ τὰς συνθήκας τοῦ πειράματος, 22,4 l ὑδρογόνου ζυγίζουν 2 p καὶ 22,4 l ἀέρος 29 p.

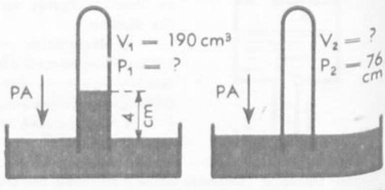
Ποῖον τὸ βάρος 1 l ὑδρογόνου ἐντὸς τῆς φιάλης, πρὶν αὕτη ἀνοιχθῇ;

Ποία εἶναι ἡ σχετική του πυκνότης;

28. Ἐὰν ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg καὶ 0° C, 1 l ἀέρος ζυγίζῃ 1,3 p, πόσον ὄγκον καταλαμβάνουν 25 g ἀέρος 0° C ὑπὸ πίεσιν 85 cmHg;

29. Εἰς βαθμολογημένος σωλὴν ἀνεστραμμένος, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 3, ἐντὸς λεκάνης ὑδραργύρου, περιέχει ἀέριον ὄγκου $V_1 = 190$ cm³. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εἶναι 4 cm ὑψηλότερον τῆς στάθμης του εἰς τὴν λεκάνην.

Σχ. 3.



α) Πόση εἶναι ἡ πίεσις P τοῦ ἀερίου εἰς cmHg;

β) Ποῖος θὰ ἦτο ὁ ὄγκος V_2 τῆς ἰδίας μάζης τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν 76cmHg;

30. α) Εἰσάγομεν εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον σωλῆνος Τορρικέλλι ὀλίγον ἀέρα, ὁπότε ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται καὶ ἰσορροπεῖ εἰς ὕψος 751 mm. Τὸ ὕψος τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου εἶναι 15 cm. Πόση

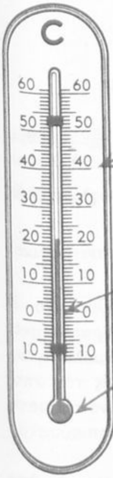
εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ θαλάμου; (Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις 756 mmHg).

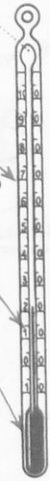
31. Κλειστὸν μανόμετρον σχήματος U, μὲ ἀνίσους κλάδους A καὶ B τῆς αὐτῆς τομῆς, περιέχει ὑδράργυρον.

Ὅταν ὁ κλάδος B εἶναι ἀνοικτὸς εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν (H=76 cmHg), ὁ ὑδράργυρος εὑρίσκεται καὶ εἰς τοὺς δύο κλάδους εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον καὶ ὁ περιωρισμένος εἰς τὸν κλάδον A ἀὴρ ἔχει ὕψος 20 cm. Ἐφαρμόζομεν τὸν κλάδον B εἰς δοχεῖον ἀερίου, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται 10 cm ἐντὸς τούτου. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου τοῦ δοχείου;

35ον ΜΑΘΗΜΑ: Θερμοκρασία

ΤΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ





1 Παρατήρησις.

Τὰ δύο αὐτὰ θερμόμετρα ὁμοιάζουν πρὸς ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὴν καθημερινήν μας ζωήν, καὶ ἔχουν:

βαθμολογίαν

ἐπὶ τῆς πλακὸς — 10^0 50

ἐπὶ τῆς ὑάλου — 10^0 110

Αἱ γραμμαὶ τῆς βαθμολογίας διαιροῦν τὸ βαθμολογημένον τμῆμα εἰς ἴσα μέρη.

πλήρη μέχρις ἑνὸς σημείου οἰνοπνεύματος (1)

πλήρη μέχρις ἑνὸς σημείου ὑδραργύρου

Ἓν δοχεῖον

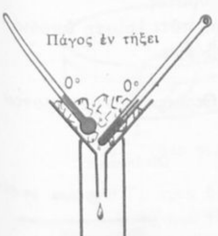
πλῆρες οἰνοπνεύματος

πλῆρες ὑδραργύρου

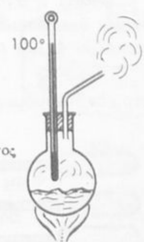
θερμόμετρον δωματίου

Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον

Ἀντιστοιχία τῶν ὑποδιαιρέσεων 0^0 καὶ 100^0 τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καὶ τῶν ὑποδιαιρέσεων τοῦ οἰνοπνευματικοῦ:



Ἐντὸς τοῦ πάγου, ὁ ὁποῖος τήκεται, ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος σταθεροποιοῦνται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 0^0.



Ἐντὸς τῶν ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου σταθεροποιεῖται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 100^0.

Ἐντὸς τοῦ χλιαροῦ ὕδατος ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος σταθεροποιοῦνται εἰς τὴν αὐτὴν ὑποδιαίρεσιν: 35^0 π.χ.

1. Εἰς πολλὰ θερμόμετρα τὸ δοχεῖον περιέχει πετρέλαιον, τολουόλιον ἢ ἀκόμη καὶ κρεόζοτον (εἰς τὸ θερμόμετρον μεγίστου καὶ ἐλαχίστου).

Συμπέρασμα : *Αἱ ὑποδιαιρέσεις 0⁰ καὶ 100⁰ τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα φθάνει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν τὸ θερμόμετρον εὑρίσκεται ἀντιστοίχως ἐντὸς τηκομένου πάγου καὶ εἰς τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ζέοντος ὕδατος.*

Ἑκάστη ὑποδιαίρεσις τῆς βαθμολογήσεως τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἑκατοστὸν τῆς ἀποστάσεως, ἡ ὁποία θὰ χωρίζῃ τὸ 0⁰ ἀπὸ τὸ 100⁰.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἡ βαθμολόγησις αὕτη ὀνομάζεται ἑκατονταβάθμιος ἢ ἑκατονταβάθμιος κλῖμαξ [1], *ἐπεκτείνεται δὲ ἄνω τῶν 100⁰ καὶ κάτω τοῦ 0⁰.*

Ὅταν τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον ἢ τὸ οἰνοπνευματικὸν ἢ οἱονδήποτε ἄλλο ἑκατονταβάθμιον θερμόμετρον εὑρίσκωνται πλησίον ἀλλήλων, ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς ἑκάστου σωλῆνος θὰ φθάνῃ εἰς τὴν ἰδίαν ὑποδιαίρεσιν.

Βαθμολογία θερμομέτρου διὰ συγκρίσεως πρὸς ἄλλο.

● Ὅταν ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς ἓν θερμόμετρον φθάνῃ εἰς τὰς ὑποδιαιρέσεις :

7 κάτω τοῦ 0, 0,25 κ.τ.λ.,

γράφομεν ὅτι τὸ θερμόμετρον δεικνύει :

−7⁰ C 0⁰ C 25⁰ C

καὶ ἀναγινώσκομεν :

μεῖον 7 βαθμοὶ Κελσίου 0 βαθμοὶ Κελσίου 25 βαθμοὶ Κελσίου

2 Ἄλλα θερμομετρικὰ ὄργανα συγκριτικῶς βαθμολογημένα.

Βαθμολόγησις (συγκριτική) τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου.

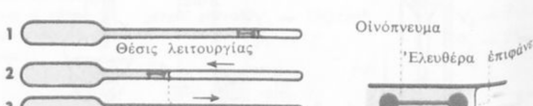
● Ἐντὸς χλιαροῦ ὕδατος τοποθετοῦμεν τὸ ἓν πλησίον τοῦ ἄλλου βαθμολογημένον ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον καὶ ἓν οἰνοπνευματικόν, ἀβαθμολόγητον. Ἐὰν ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου φθάσῃ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 32⁰, σημειώνομεν καὶ εἰς τὸ οἰνοπνευματικὸν ἐκεῖ, ὅπου ἔφθασεν ἡ στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος, τὴν ὑποδιαίρεσιν 32⁰ C.

● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὸ οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου καὶ σημειώνομεν τὴν ὑποδιαίρεσιν 0⁰ εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος.

Ἐὰν τὸ μεταξὺ 0⁰ καὶ 32⁰ διάστημα διαιρέσωμεν εἰς 32 ἴσα μέρη, τότε ἑκάστη ὑποδιαίρεσις ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἕνα βαθμὸν Κελσίου ἢ ἕνα βαθμὸν ἑκατονταβάθμου.

Ἄλλα θερμόμετρα ἐν χρήσει :

α) Θερμόμετρον μεγίστου (ἰατρικὸν θερμόμετρον) β) Θερμόμετρον ἐλαχίστου



Ἓν στένωμα ἢ ἓν βύσμα ἐμποδίζει τὸν ὑδράργυρον νὰ κατέλθῃ, ὅταν ψύχεται.

Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ παρασύρει τὸν δείκτην, ὅταν τὸ ὑγρὸν ψύχεται.

1. *Καλεῖται ἐπίσης καὶ κλῖμαξ Κελσίου, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Σουηδοῦ Φυσικοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ 1742 κατεσκεύασε τὸ πρῶτον ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ 1. Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δοχείου προσηρμοσμένου εἰς τριχοειδῆ σωλῆνα. Τὸ δοχεῖον τοῦτο περιέχει ὑδράργυρον καὶ τὸ στέλεχος εἶναι βαθμολογημένον.

2. Τὸ σημεῖον Ο εἶναι ἐκεῖνο, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου.

3. Τὸ σημεῖον 100 εἶναι ἐκεῖνο, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 76 cmHg.

4. Τὸ διάστημα 0-100 ἀποτελεῖ τὴν ἑκατονταβάθμιον κλίμακα ἢ κλίμακα Κελσίου τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου.

5. Ὑπάρχουν καὶ ἄλλα θερμόμετρα δι' ὑγρῶν, βαθμολογημένα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον. Τὸ ἀκριβέστερον ὅλων τῶν θερμομέτρων εἶναι τὸ ὑδραργυρικόν.

36ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: Διαστολή.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ)

1 Ἡ ἔννοια τῆς θερμοκρασίας.

α) Αὐτὴ ἡ ἔννοια εἶναι τὸ αἴσθημα, τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει τὸ αἰσθητήριον τῆς ἁφῆς, καὶ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ λέγωμεν :

—ὅτι ἓν σῶμα εἶναι θερμὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλή, ἢ
—ὅτι ἓν σῶμα εἶναι ψυχρὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι χαμηλή.

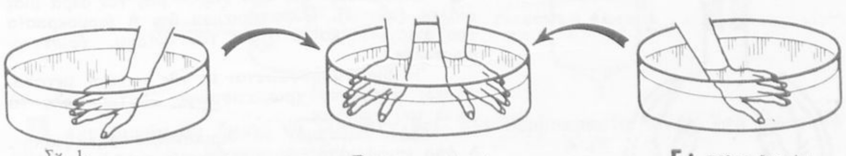
Διὰ τῆς αἰσθήσεως αὐτῆς δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἴπωμεν :

Ὅτι ἓν σῶμα εἶναι { θερμότερον / ἐξ ἴσου θερμὸν / ψυχρότερον } ἑνὸς ἄλλου

ἤ

Ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι { ὑψηλοτέρα / ἐξ ἴσου ὑψηλὴ / ταπεινοτέρα } τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς ἄλλου σώματος.

β) *Ἡ αἴσθησις, ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς ἁφῆς δὲν εἶναι ἀκριβής.*
Τί σημαίνει ἀκριβῶς ἡ ἔκφρασις : θερμὸν ὕδωρ, πολὺ θερμόν, χλιαρὸν κλπ. ;
γ) *Ἡ αἴσθησις, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἐκ τῆς ἁφῆς, δὲν εἶναι ἀξιόπιστος.*

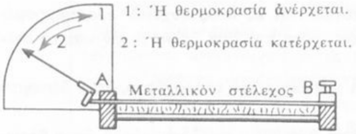


Σχ. 1.
Α : Ὕδωρ ψυχρὸν　**Β** : Ὕδωρ χλιαρὸν　**Γ** : Ὕδωρ θερμὸν

● Τὰ τρία δοχεῖα περιέχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδατος.
Βυθίζομεν τὴν δεξιάν μας χεῖρα εἰς τὸ δοχεῖον Α καὶ τὴν ἀριστερὰν εἰς τὸ δοχεῖον Γ ἐπὶ 1 ἢ 2 min καὶ εὐθὺς ἀμέσως καὶ τὰς δύο μαζὶ εἰς τὸ δοχεῖον Β. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ δεξιά μας χεὶρ μᾶς δίδει τὴν αἴσθησιν τοῦ θερμοῦ, ἐνῷ ἡ ἀριστερὰ τὴν αἴσθησιν τοῦ ψυχροῦ.

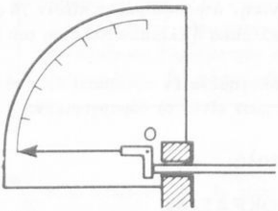
● Ἐὰν λάβωμεν ἐκ τοῦ ψυγείου φιάλην περιτυλιγμένην διὰ χάρτου, μᾶς φαίνεται ὅτι ἡ φιάλη εἶναι ψυχροτέρα τοῦ χάρτου.

● Ἐὰν κρατήσωμεν εἰς τὴν μίαν μας χεῖρα μεταλλικὸν κανόνα καὶ εἰς τὴν ἄλλην ξύλινον, ὁ μεταλλικὸς κανὼν θὰ μᾶς φανῇ ψυχρότερος τοῦ ξυλίνου, ἐὰν τοὺς λάβωμεν ἐκ τοῦ ἰδίου δροσεροῦ μέρους.



Συμπέρασμα: *Ἡ αἴσθησις τῆς ἁφῆς δὲν ἐπαρκεῖ, διὰ νὰ ἐκτιμήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν, διότι οὔτε ἀκριβὴς οὔτε ἀξιόπιστος εἶναι.*

2 Πειράματα διαστολῆς (ποιοτικά).



Σχ. 2.

- Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ (σχ. 2), εἶναι ἓν πυρόμετρον μετὰ πίνακος. Τὸ μεταλλικὸν στέλεχος AB εἶναι στερεωμένον διὰ κοχλίου εἰς τὸ ἄκρον B καὶ ἐλεύθερον νὰ κινῆται εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον A. Τὸ ἄκρον A ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν μικρὸν βραχίονα ἑνὸς γωνιακοῦ μοχλοῦ, τοῦ ὁποίου ὁ μεγάλος βραχίων καταλήγει εἰς βελόνην ἐνδεικτικήν.
- Ἐὰν θερμάνωμεν διὰ φλογὸς οἰνοπνεύματος τὸ στέλεχος, ἡ *θερμοκρασία του ἀνέρχεται* καὶ τὸ μῆκός του αὐξάνει, *ὑφίσταται διαστολήν*.

Ἡ διαστολὴ αὐτὴ φαίνεται ἐκ τῆς μετατοπίσεως τῆς βελόνης.

Ὅταν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν τὸ στέλεχος, ἡ θερμοκρασία του κατέρχεται καὶ τὸ στέλεχος ἐπανέρχεται βραδέως εἰς τὸ ἀρχικόν του μῆκος, ὑφίσταται συστολήν.

Σχ. 3.

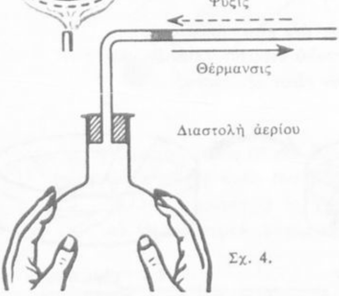
Ἐὰν θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ σφαιρικῆς φιάλης (σχ. 3), ἡ *θερμοκρασία του ἀνέρχεται* καὶ ὁ ὄγκος του αὐξάνει, *ὑφίσταται διαστολήν*.

Ἐὰν διακόψωμεν τὴν θέρμανσιν, τὸ ὕδωρ ἐπανέρχεται βραδέως εἰς τὸν ἀρχικόν του ὄγκον, *ὑφίσταται συστολήν*.

Παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος ἡ στάθμη τοῦ χρωματισμένου ὕδατος πίπτει ἀποτόμως μέχρι τοῦ σημείου B καὶ κατόπιν ἀνέρχεται κανονικῶς εἰς τὸ Γ.

Κατ' ἀρχὰς διαστέλλεται τὸ ὑάλινον δοχεῖον. Ὡς ἐκ τούτου, αὐξάνει ὁ ὄγκος του καὶ κατέρχεται ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος· κατόπιν ἀρχίζει νὰ διαστέλλεται καὶ τὸ ὕδωρ ἀλλὰ πολὺ περισσότερον τοῦ δοχείου.

Τὰ ὑγρὰ λοιπὸν διαστέλλονται πολὺ περισσότερον ἀπὸ τὰ στερεά, τὰ ὁποῖα περιέχουν αὐτά.



Σχ. 4.

- Θερμαίνομεν διὰ τῶν χειρῶν μας τὸν ἀέρα μιᾶς φιάλης (σχ. 4). Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται καὶ ὁ ὄγκος του αὐξάνει, *ὑφίσταται διαστολήν*.

Ἡ διαστολὴ φαίνεται ἐκ τῆς ταχείας μετατοπίσεως σταγόνος χρωματισμένου ὕδατος πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σωλῆνος.

Ἐὰν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν τὴν φιάλην, ὁ ἀὴρ ἐπανέρχεται εἰς τὸν ἀρχικόν του ὄγκον, ὑφίσταται συστολήν.

Τοῦτο φαίνεται ἐκ τῆς σταγόνος, ἡ ὁποία ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν της θέσιν. Διατί ;

Συμπέρασμα : *Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται, ἀντιθέτως δέ, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται, τὸ σῶμα συστέλλεται.*

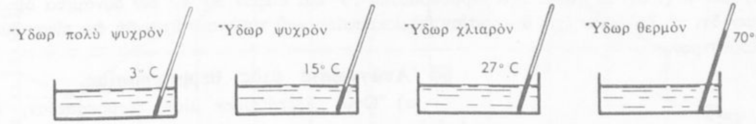
3 Δυνάμεθα τώρα νὰ ἀντιληφθῶμεν πῶς λειτουργεῖ τὸ θερμόμετρον.

Ὅταν θερμόμετρον εὑρίσκεται π.χ. ἐπὶ τῆς τραπέζης, δεικνύει ἔστω 15° C. Ἐὰν τὸ θέσωμεν ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, συντόμως λαμβάνει λόγῳ τῆς κατασκευῆς του τὴν νέαν θερμοκρασίαν. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ θερμόμετρον ἀνέρχεται (διατί ;) καί, ἐὰν φθάσῃ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 45°, ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ καὶ ἑπομένως καὶ τοῦ ὕδατος εἶναι 45°.

● Τὰ κατωτέρω τέσσαρα δοχεῖα περιέχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδατος.

Τὰ δοκιμάζομεν διὰ τῆς χειρός μας καὶ τὰ τοποθετοῦμεν κατὰ σειρὰν ἀρχόμενοι ἐκ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ. Ἔπειτα θέτομεν διαδοχικῶς τὸ θερμόμετρον εἰς ἕκαστον δοχεῖον.

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι π.χ.



Συμπέρασμα : *Τὸ θερμόμετρον δεικνύει μετ' ἀκριβείας καὶ ἀντικειμενικῶς τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς σώματος.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

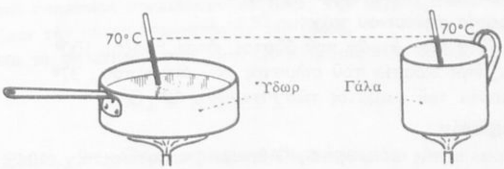
1. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἑνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται καί, ὅταν κατέρχεται, συστέλλεται.

2. Ἡ στάθμη, εἰς τὴν ὁποίαν φθάνει τὸ θερμομετρικὸν ὑγρόν, ὅταν τοῦτο συστέλλεται ἢ διαστέλλεται, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἀναγνώσωμεν ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν τοποθετήσει τὸ θερμόμετρον.

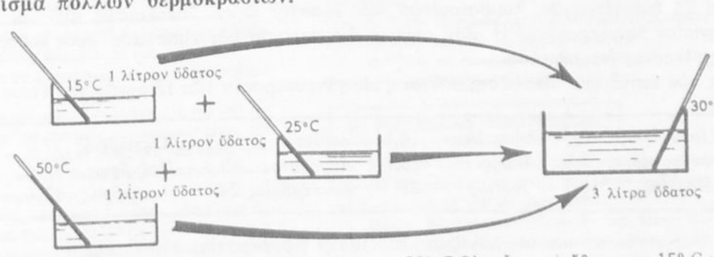
37ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :

ΧΡΗΣΙΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΩΣΙΝ ΜΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

1 Λέγομεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν.



2 Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ εἴπωμεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν θερμοκρασιῶν.



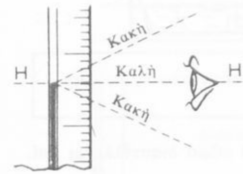
3 λίτρα ὕδατος εἶναι τὸ ἄθροισμα ἑνὸς λίτρου καὶ ἑνὸς λίτρου καὶ ἑνὸς λίτρου ὕδατος.

30° C δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα 15° C καὶ 50° C καὶ 25°.

Συμπέρασμα : *Τὸ θερμόμετρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χαρακτηρίσωμεν τὴν θερμικὴν κατάστασιν ἑνὸς σώματος, δηλαδὴ νὰ ἐκφράσωμεν ταύτην δι' ἑνὸς ὡρισμένου ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος συμβολίζει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος.*

Ἡ θερμοκρασία ἑπομένως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν μετρεῖται, ἀλλὰ δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ἢ νὰ σημειωθῇ δι' ἑνὸς ἀριθμοῦ, ὡς εἴδομεν, διὰ τοῦ θερμομέτρου.

Λέγομεν π.χ. ὅτι ἓν σῶμα ἔχει θερμοκρασίαν 15° καὶ ἕτερον 30° C· δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ δεύτερον ἔχει διπλασίαν θερμοκρασίαν τοῦ πρώτου, δηλαδὴ ὅτι εἶναι δύο φορὰς θερμότερον.



'Ανάγνωσις θερμοκρασίας

3 'Ανάγνωσις μιᾶς θερμοκρασίας.

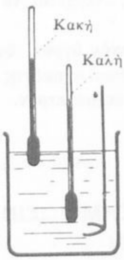
α) Ὅταν *ἐξετάζωμεν* μίαν θερμοκρασίαν, ὁ ὀφθαλμός μας πρέπει νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον καθορίζει ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς ὑγροῦ, πρέπει νὰ τὸ *ἀναδεύσωμεν*, διὰ νὰ ἐξισώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ βυθίζεται ὁλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοποθετοῦμεν τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν σκιὰν καὶ εἰς ἀπόστασιν ἐκ τοῦ τοίχου.

β) *Σημειώνομεν μερικὰς θερμοκρασίας :*
— ἐντὸς τῆς αἰθούσης
— εἰς τὸ ὑπόστεγον εἰς τὰς 9 h, 12 h, καὶ 15 h
— ὑπὸ τὴν μασχάλην (ἰατρικὸν θερμόμετρον)
— εἰς διαφόρους θέσεις ἑνὸς ψυκτικοῦ θαλάμου κ.τ.λ.



Λῆψις θερμοκρασίας ὑγροῦ

4 Μερικαὶ χαρακτηριστικαὶ θερμοκρασίαι

Θερμοκρασία τηκομένου πάγου: 0° C
Θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, ὅταν βράζῃ: 100°
Κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου : 37°
Θερμοκρασία τοῦ σώματος τῶν πτηνῶν : 42° C

5 Μέση θερμοκρασία

Ἡ μέση θερμοκρασία τῆς πόλεως τῶν 'Αθηνῶν διὰ τὸ ετος π.χ. 1965 ἦτο : 17,41° C.

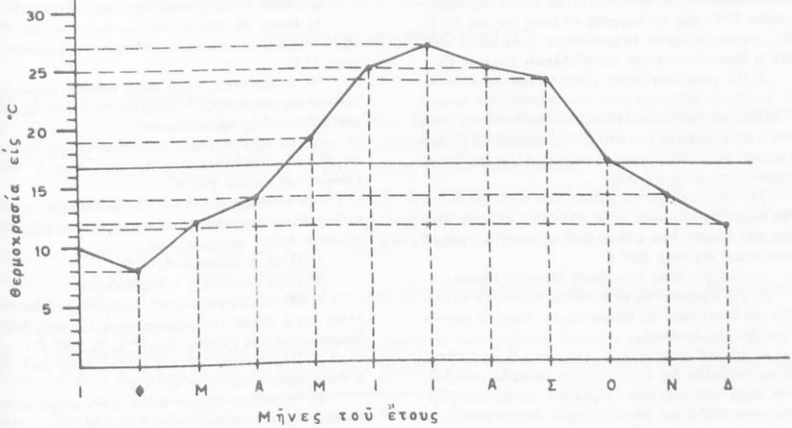
Πρὸς εὕρεσιν τῆς μέσης θερμοκρασίας ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

Πρῶτον εὑρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τῆς ἡμέρας, τὴν ὁποίαν ὑπολογίζομεν ἐπὶ τῇ βάσει 24 θερμοκρασιῶν, λαμβανομένων καθ' ἑκάστην ὥραν. 'Ακολούθως εὑρίσκομεν τὴν μέσην μηνιαίαν θερμοκρασίαν. Ἡ μέση μηνιαία θερμοκρασία μᾶς χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς μέσης ἐτησίας θερμοκρασίας.

Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα σημειοῦται ἡ μέση θερμοκρασία τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους 1965.

'Ιανουάριος	9,6	*'Απρίλιος*	14,1	*'Ιούλιος*	27,7	*'Οκτώβριος*	17,3
Φεβρουάριος	7,8	*Μάιος*	18,7	*Αὔγουστος*	25,3	*Νοέμβριος*	15,4
Μάρτιος	11,5	*'Ιούνιος*	25	*Σεπτέμβριος*	24	*Δεκέμβριος*	12,6

Μὲ βάσιν τὸν πίνακα ὑπολογίζομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἔτους.
Γενικὸν σύνολον : 209° C.
Μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους : 17,41° C.



Κατασκευάζομεν γραφικὴν παράστασιν διὰ τῶν μέσων μηνιαίων θερμοκρασιῶν τοῦ ἔτους (προσέγγισις ἡμίσεως βαθμοῦ) καὶ χαράσσομεν ὁριζοντίαν γραμμὴν εἰς τὸ ὕψος τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ ἔτους.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Ἡ θερμοκρασία εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ μετρηθῇ, ἀλλὰ μόνον νὰ χαρακτηρισθῇ (νὰ σημειωθῇ).**

Τὸ θερμόμετρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ σημειώσωμεν καὶ οὐχὶ νὰ μετρήσωμεν μίαν θερμοκρασίαν.

2. Διὰ νὰ σημειώσωμεν ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς σώματος, πρέπει νὰ φέρωμεν τὸ θερμόμετρον εἰς ὅσον τὸ δυνατὸν καλυτέραν ἐπαφὴν πρὸς τὸ σῶμα, νὰ ἀποφύγωμεν τὰ σφάλματα τῆς ἀναγνώσεως καὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος νὰ τοποθετῶμεν τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν σκιάν.

3. Αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι σημειώνουν τακτικῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ὑπολογίζουν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου.

Ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ κυριώτερον στοιχεῖον τοῦ κλίματος ἑνὸς τόπου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 9: Θερμοκρασία, θερμόμετρον.

I. Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον

1. Αἱ ἐνδείξεις 0^0 καὶ 100^0 Κελσίου ἑνὸς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀπέχουν 24 cm:

α) Ποῖον μῆκος σωλῆνος εἰς mm ἀντιστοιχεῖ εἰς 1^0 C;

β) Ἐὰν ἡ μικροτέρα, ἀντιληπτὴ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, μετατόπισις τῆς στάθμης ὑδραργύρου εἶναι 1/5 mm, πόση εἶναι ἡ μικροτέρα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας εἰς ^{0} C, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν δι᾽ αὐτοῦ τοῦ θερμομέτρου;

2. Ἐκτὸς τῆς κλίμακος Κελσίου χρησιμοποιεῖται καὶ ἡ κλῖμαξ Fahrenheit (Φαρενάϊτ). Τὰ σημεῖα 0 καὶ 100 τῆς κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα 32 καὶ 212 τῆς κλίμακος Φαρενάϊτ:

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ F ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν C.

β) Ὅταν τὸ θερμόμετρον F δεικνύῃ $75{,}2^0$, ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον C;

γ) Ὅταν τὸ θερμόμετρον C δεικνύῃ 18^0, ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον F;

II. Μεταβολὴ διαστάσεων

3. Εἰς 0^0 C ἓν σύρμα ἐξ ἀλουμινίου ἔχει μῆκος 1 m καὶ ἐπιμηκύνεται κατὰ 2,3 mm, ὅταν ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 100^0 C.

Πόσον ἐπιμηκύνεται σύρμα ἐκ τοῦ ἰδίου ὑλικοῦ, μήκους 20 m, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθῇ ἀπὸ 0^0 C εἰς 75^0 C;

4. Τὸ ὕψος τοῦ Πύργου τοῦ Eiffel, ὁ ὁποῖος εἶναι κατεσκευασμένος ἐκ σιδήρου, εἶναι 300 m εἰς θερμοκρασίαν 0^0 C. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ὕψος του εἰς 30^0 C. (Ἓν μέτρον σιδήρου ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,612 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του μεταβάλλεται κατὰ 1^0 C).

5. Τὸ μέταλλον invar εἶναι κρᾶμα ἐκ χάλυβος καὶ νικελίου, ἐλάχιστα διαστελλόμενον. Ἓν μέτρον ἐξ αὐτοῦ τοῦ κράματος ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,1 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 0^0 C γίνεται 100^0 C, ἐνῷ ἓν μέτρον χαλκίνου σύρματος ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm.

Τείνομεν συγχρόνως μεταξὺ δύο σημείων Α καὶ Β ἓν σύρμα ἐκ μετάλλου invar καὶ ἓν ἐκ χαλκοῦ, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἔχει μῆκος 0,60 m εἰς 0^0 C, καὶ τὰ θερμαίνομεν εἰς τοὺς 500^0 C:

α) Ποῖον μῆκος ἔχει τώρα ἕκαστον σύρμα;

β) Νὰ σχηματισθῇ ἓν σχέδιον, τὸ ὁποῖον νὰ δεικνύῃ τὴν θέσιν ἑκάστου σύρματος, ἐφ᾽ ὅσον τὰ σημεῖα Α καὶ Β εἶναι σταθερά.

6. Αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαὶ ἔχουν μῆκος 800 m. Δεχόμεθα ὅτι τὸ μῆκος τῆς γραμμῆς μεταβάλλεται κατὰ 1,05 mm ἀνὰ μέτρον διὰ μεταβολὴν θερμοκρασίας 100^0 C καὶ ὅτι αἱ ἀκραῖαι θερμοκρασίαι, αἱ ὁποῖαι σημειώνονται εἰς τὰς γραμμάς, εἶναι—20^0 C καὶ 60^0 C:

α) Ποία εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους γραμμῆς 800 m μεταξὺ αὐτῶν τῶν θερμοκρασιῶν;

7) Σύρμα ἐκ σιδήρου, μήκους 5 m εἰς 0^0 C διαστέλλεται καὶ γίνεται 5,003 m εἰς θερμοκρασίαν 50^0 C:

α) Πόση εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους του;

β) Πόση θὰ ἦτο ἡ ἐπιμήκυνσις 1 m (εἰς 0^0 C) ἐξ αὐτοῦ τοῦ σύρματος δι᾽ ἀνύψωσιν θερμοκρασίας κατὰ 1^0 C;

Ἡ ἐπιμήκυνσις αὐτὴ κατὰ μονάδα μήκους καὶ βαθμὸν θερμοκρασίας ὀνομάζεται συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου.

8. Ἓν μέτρον χαλκίνου σύρματος, μετρηθέντος εἰς 0^0 C, ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του γίνεται 100^0 C.

Ἓν τοιοῦτον σύρμα διὰ τὴν μεταφορὰν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἔχει μῆκος 200 m εἰς 0^0 C καὶ 200,128 m εἰς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν:

α) Ποία ἡ ἐπιμήκυνσίς του;

β) Ποία εἶναι αὐτὴ ἡ θερμοκρασία;

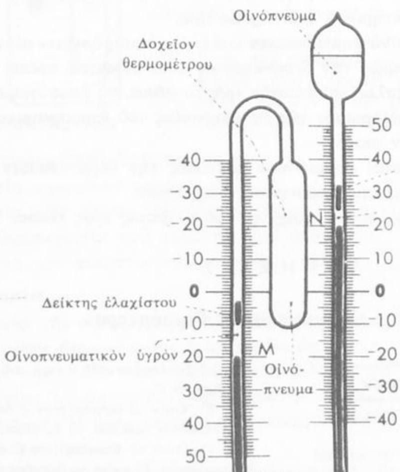
9) Μία ὑαλίνη σφαιρικὴ φιάλη 1 dm^3 διαστέλλεται καὶ ὁ ὄγκος της αὐξάνει κατὰ 2,7 cm^3, ὅταν ἡ θερμοκρασία της ὑψοῦται ἀπὸ 0^0 C εἰς 100^0 C:

α) Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος φιάλης 0,500 dm^3, ὅταν ἡ θερμοκρασία της γίνῃ 60^0 C;

β) Ἡ φιάλη (ὄγκου 0,500 dm^3) εἶναι πλήρης γλυκερίνης, τῆς ὁποίας ὄγκος 1 dm^3 εἰς 0^0 C αὐξάνει κατὰ 0,500 cm^3 δι᾽ ἀνύψωσιν θερμοκρασίας 1^0 C.

Πόση εἶναι ἡ αὔξησις τοῦ ὄγκου τῆς γλυκερίνης, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης γίνῃ 60^0 C;

γ) Πόσος ὄγκος γλυκερίνης χύνεται τότε ἐκ τῆς φιάλης;



Ὅταν μετατοπίζεται ὁ ὑδράργυρος, ὠθεῖ πότε τὸν ἕνα καὶ πότε τὸν ἄλλον δείκτην. Τὸ οἰνοπνευματικὸν ὑγρὸν δύναται νὰ κυκλοφορῇ γύρω ἀπὸ τοὺς δείκτας, ἐνῷ ὁ ὑδράργυρος ὄχι. Οἱ δεῖκται παραμένουν εἰς τὴν θέσιν των ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀποσύρεται, ἐνῷ ἀντιθέτως μετατοπίζονται, ὅταν ὠθοῦνται ἀπὸ αὐτόν.
Τὸ θερμόμετρον τοῦ σχήματος δεικνύει θερμοκρασίαν 20^0 C. Ἡ ἐλαχίστη εἶναι 10^0 C καὶ ἡ μεγίστη 25^0 C. Οἱ δεῖκται εἶναι ἀπὸ σίδηρον καὶ δυνάμεθα νὰ τοὺς μετατοπίσωμεν ἐξωτερικῶς μὲ ἕνα μαγνήτην.

38ον ΜΑΘΗΜΑ: Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.

ΠΟΣΟΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

1 Τί εἶναι θερμότης.

● Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς μίαν ἠλεκτρικὴν θερμάστραν ἢ εἰς τὴν φλόγα τοῦ ὑγραερίου ἢ τοῦ φωταερίου, θὰ ἔχωμεν τὸ αἴσθημα τῆς θερμότητος.

Ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα καὶ ἡ φλὸξ εἶναι **πηγαὶ θερμότητος**.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας οἰνοπνεύματος ἓν δοχεῖον μεθ' ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου θέτομεν ἓν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῷ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται διαδοχικῶς εἰς τοὺς 18° C, 25° C, 35° C κλπ., ἐξακριβώνομεν διὰ τοῦ δακτύλου μας ὅτι τὸ ὕδωρ γίνεται συνεχῶς θερμότερον.

● Ἡ φλὸξ τοῦ οἰνοπνεύματος παρέχει συνεχῶς θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται.

● Ἐὰν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν, τὸ θερμόμετρον κατέρχεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, διότι τὸ ὕδωρ παρέχει θερμότητα εἰς τὸ ἐξωτερικὸν περιβάλλον καὶ ἡ θερμοκρασία του ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : *Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἴτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.*

2 Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Θερμαίνομεν διὰ δύο διαφορετικῶν πηγῶν θερμότητος (π.χ. λυχνίας οἰνοπνεύματος καὶ ἠλεκτρικῆς θερμάστρας) δύο σφαιρικὰς φιάλας, π.χ. τὴν A καὶ τὴν B, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ἴσας μάζας ὕδατος $m=600$ g καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν $t_1=20^\circ$ C.

● Σημειώνομεν ἀνὰ λεπτὸν τὴν θερμοκρασίαν ἑκάστου ὑγροῦ τῇ βοηθείᾳ τῶν ἐντὸς τῶν φιαλῶν τοποθετημένων θερμομέτρων καὶ καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)		0	1	2	3	4	5	6
θερμοκρασία (°C)	A	20	25	30	35	40	45	50
	B	20	26	32	38	44	50	

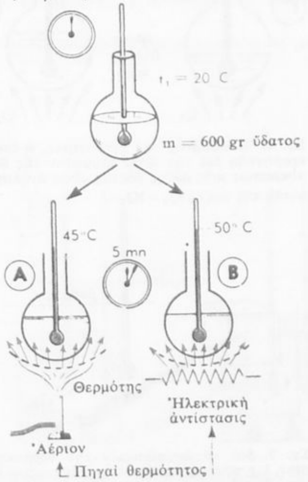
● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος δὲν πρέπει νὰ μεταβάλλωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φλογὸς τῶν δύο πηγῶν.

Συμπέρασμα : *Ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μία μᾶζα ὕδατος, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.*

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν φιάλην B ἀνέρχεται ταχύτερον παρὰ εἰς τὴν φιάλην A.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις παρέχει εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ τὴν φλόγα τοῦ οἰνοπνεύματος.

Διακόπτομεν τὴν θέρμανσιν, ὅταν ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος γίνῃ καὶ εἰς τὰς δύο φιάλας $t_2=50^\circ$ C (σχ. 2).

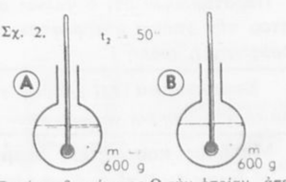


Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης B δέχεται εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸν διάστημα περισσοτέραν θερμότητα ἀπὸ τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης A.

Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς λυχνίας Bunsen.

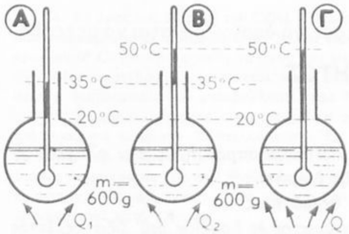
Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Σχ. 2.



Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη A.

Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη B.



Σχ. 3. Ἡ ποσότης θερμότητος Q εἶναι **ἴση** πρὸς $Q_1 + Q_2$.

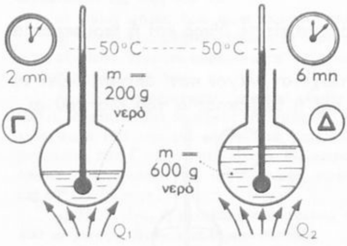
α) Ἑκάστη πηγὴ θερμότητος ἀνύψωσε τὴν θερμοκρασίαν ἴσης μάζης ὕδατος m=600 g ἀπὸ $t_1=20^0$ C εἰς $t_2=50^0$ C, δηλ. $t_2-t_1=30^0$ C

Βλέπομεν ὅτι :

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α	=	Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Β.

Δύο ποσότητες θερμότητος εἶναι ἴσαι, ὅταν ἀνυψώνουν εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν δύο ἴσας μάζας ὕδατος, αἱ ὁποῖαι εἶχον τὴν ἰδίαν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν.

Κατὰ προσέγγισιν δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν ὅτι δύο ποσότητες θερμότητος εἶναι ἴσαι, ὅταν προκαλοῦν εἰς δύο ἴσας μάζας ὕδατος τὴν αὐτὴν μεταβολὴν θερμοκρασίας.



Σχ. 4. Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ὁποία ἐχορηγήθη διὰ τὴν ἰδίαν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας μιᾶς μάζης ὕδατος, εἶναι ἀνάλογος αὐτῆς τῆς μάζης $Q_2=3Q_1$.

β) Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται ἀπὸ 20^0 C εἰς 35^0 C, τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α προσλαμβάνει μίαν ποσότητα θερμότητος Q_1 καὶ ἀπὸ 35^0 C εἰς 50^0 C, μίαν ποσότητα θερμότητος Q_2 (σχ. 3).

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 20^0 C εἰς 50^0 C, εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα Q_1+Q_2.

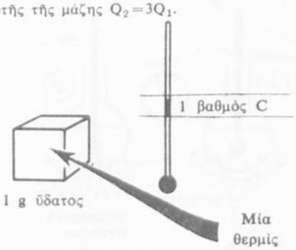
Ἀλλὰ $Q_1=Q_2$, ἐπειδὴ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας εἶναι ἡ αὐτή : 15^0 C.

Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α ἀπερρόφησεν ἀπὸ τοὺς 20^0 C ἕως τοὺς 50^0 C μίαν ποσότητα

$$Q_1+Q_2=Q$$

Αἱ ποσότητες θερμότητος δύνανται νὰ εἶναι ἴσαι, νὰ προστεθοῦν καὶ νὰ πολλαπλασιασθοῦν ἡ μία ἐπὶ τὴν ἄλλην.

Συμπέρασμα : *Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.*



Σχ. 5. Διὰ νὰ ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 1 g ὕδατος, πρέπει νὰ χορηγήσωμεν εἰς αὐτὸ θερμότητα ἴσην πρὸς μίαν θερμίδα.

γ) Δύο ὅμοιαι σφαιρικαὶ φιάλαι περιέχουν ἡ μία 200 g καὶ ἡ ἑτέρα 600 g ὕδατος εἰς τὴν αὐτὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν 20^0 C (σχ. 4).

Θερμαίνομεν πρῶτον τὴν φιάλην Γ, ἕως ὅτου ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς τοὺς 50^0 C, καὶ σημειώνομεν τὸν χρόνον, ὁ ὁποῖος ἐχρειάσθη : 2 mn. Χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φλογός, θερμαίνομεν τὴν φιάλην Δ ἕως τὴν θερμοκρασίαν τῶν 50^0 C καὶ σημειώνομεν πάλιν τὸν χρόνον : 6 mn περίπου.

Παρατηροῦμεν ὅτι ὁ χρόνος αὐτὸς εἶναι τριπλάσιος τοῦ πρώτου καὶ ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Δ, εἶναι τριπλασία τῆς ποσότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Γ.

Συμπέρασμα : *Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μία μᾶζα ὕδατος, διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ t_1 ἕως t_2, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος.*

3 Μονάδες ποσοτήτων θερμότητος :

Ἡ θερμὶς (cal) εἶναι ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ἀπαιτουμένη διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς g ὕδατος κατὰ 1^0 C.

Πολλαπλάσια : Ἡ χιλιοθερμὶς (Kcal) 1 Kcal=1000 cal.

Μία ἄλλη μονὰς θερμότητος εἶναι καὶ ἡ μεγαθερμὶς (Mcal), ἡ ὁποία ἐκφράζει τὴν ἀπαιτουμένην θερμότητα, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία μάζης ἑνὸς τόνου ὕδατος κατὰ 1^0 C.

Τύποι.

Ποίαν ποσότητα θερμότητος πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς μίαν μᾶζαν ὕδατος 600 g, διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ τοὺς 20^0 C εἰς τοὺς 50^0 C;

$$Q = 1 \times 600 \times (50 - 20) = 18000 \text{ cal}$$
$$\text{cal} = \text{cal/g }^0\text{C} \quad \text{g} \quad {}^0\text{C}$$

Γενικώτερον, ἂν m ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος, t_1 ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία καὶ t_2 ἡ τελικὴ θερμοκρασία, ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ προσδώσωμεν, εἶναι :

$$Q = 1 \times m \times (t_2 - t_1)$$
$$\text{cal} = \text{cal/g }^0\text{C} \quad \text{g} \quad {}^0\text{C}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἴτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μία μᾶζα ὕδατος, ὥστε νὰ ἀνυψοῦται ἡ θερμοκρασία του, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος καὶ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.

3. Μονὰς θερμότητος εἶναι ἡ θερμὶς (cal). Θερμὶς εἶναι ἡ θερμότης, ἡ ἀπαιτουμένη, διὰ νὰ ἀνυψώσῃ ἓν g ὕδατος τὴν θερμοκρασίαν του κατὰ 1^0 C.

4. Ἡ ποσότης θερμότητος Q, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία μιᾶς μάζης ὕδατος m ἀπὸ t_1^0 C εἰς t_2^0 C, εἶναι : $Q = m \times (t_2 - t_1)$.

39ον ΜΑΘΗΜΑ: Μέτρησις ποσότητος θερμότητος. ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟΝ ΔΙ' ΥΔΑΤΟΣ

1 Τοιχώματα ἀγώγιμα καὶ τοιχώματα μονωτικά.

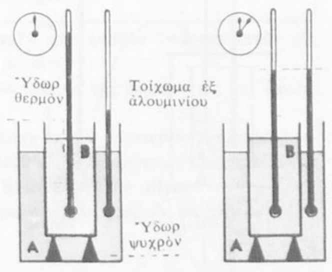
α) Ἐντὸς τοῦ δοχείου Α, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ 20^0 C, τοποθετοῦμεν ἕτερον δοχεῖον Β ἐξ ἀλουμινίου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ 60^0 C (σχ. 1).

Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον Β κατέρχεται, ἐνῷ ἀνέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον Α. Τέλος, ἡ θερμοκρασία καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα γίνεται ἡ αὐτή. Λέγομεν τότε ὅτι ἀποκατεστάθη **θερμικὴ ἰσορροπία**.

Ἐξήγησις. Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Β ἔδωσε θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Α καὶ ἡ θερμοκρασία του κατῆλθε.

Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Α προσέλαβεν αὐτὴν τὴν θερμότητα, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὸ ἐνδιάμεσον τοίχωμα τοῦ δοχείου Β, ὁπότε ἡ θερμοκρασία του ἀνῆλθε.

Τὸ τοίχωμα αὐτὸ εἶναι *καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος*.



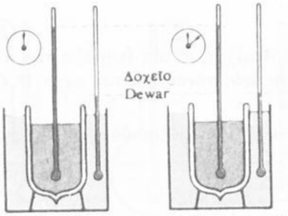
Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Β παραχωρεῖ θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου Α, ἕως ὅτου ἀνάμεσα εἰς τὰ δύο δοχεῖα ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία.

● β) Ἀντικαθιστῶμεν τὸ δοχεῖον Β δι' ἑτέρου, τὸ ὁποῖον ἔχει διπλᾶ ὑάλινα ἐπαργυρωμένα τοιχώματα. Ὁ μεταξὺ τῶν δύο τοιχωμάτων χῶρος εἶναι κενὸς ἀέρος.

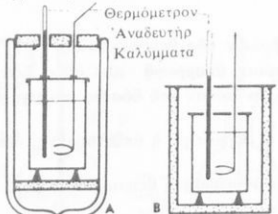
Τὸ δοχεῖον τοῦτο εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ δοχεῖον θέρμος καὶ ὀνομάζεται δοχεῖον *Dewar*.

Χύνομεν εἰς τὸ δοχεῖον τοῦτο ὕδωρ 60^0 C καὶ τὸ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ δοχείου Α, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου.

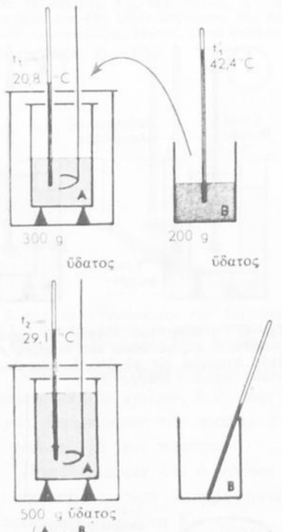
Σχ. 2. Δοχεῖον Dewar



Σχ. 3. Δὲν εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνταλλαγὴ θερμότητος μεταξὺ τῶν ὑγρῶν τῶν δύο δοχείων.
Τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar ἀποτελοῦν ἕνα θερμικὸν μονωτήν.



Σχ. 4. Θερμιδόμετρα
A: Θερμιδόμετρον Arsonval–Dewar
B: Θερμιδόμετρον ἁπλοῦν.



Θερμότης ἡ ὁποία ἐχορηγήθη ἀπὸ τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου B = Θερμότης τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου + Θερμότης τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ θερμιδόμετρον

Σχ. 5. Μέτρησις τοῦ ἰσοδυνάμου εἰς ὕδωρ ἑνὸς θερμιδομέτρου.

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς ἀμφότερα τὰ δοχεῖα δὲν μεταβάλλεται. Ἑπομένως δὲν γίνεται ἀνταλλαγὴ θερμότητος. Τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar ἀποτελοῦν ἕνα θερμικὸν μονωτὴν (σχ. 3).

Ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου καὶ γενικῶς τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀποτελοῦν τοὺς θερμικοὺς μονωτάς.

2 Ἀρχὴ τοῦ Θερμιδομέτρου.

Τὸ θερμιδόμετρον εἶναι ἓν ὄργανον θερμικῶς μεμονωμένον ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Εἶναι ἐφωδιασμένον δι' ἑνὸς ἀναδευτῆρος καὶ ἑνὸς εὐαισθήτου θερμομέτρου.

Εἰς τὸ σχῆμα 4 βλέπομεν ἓν θερμιδόμετρον, τοῦ *Arsonval - Dewar.* Ἐπειδὴ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου Dewar εἶναι μονωτικά, ἔχει περιορισθῆ εἰς τὸ ἐλάχιστον ἡ ἀνταλλαγὴ θερμότητος μεταξὺ τοῦ ἐσωτερικοῦ δοχείου (θερμιδομετρικοῦ) καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος.

Χύνομεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομετρικοῦ δοχείου 200 g ὕδατος 20° C καὶ ἔπειτα 100 g ὕδατος 50° C καὶ ἀναδεύομεν διὰ τοῦ ἀναδευτῆρος.

Ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μείγματος : 30° C.

Ἐξήγησις. Ἡ θερμοκρασία τῶν 200 g ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον Dewar ἀνῆλθεν ἀπὸ $t_1 = 20°$ C εἰς $t_2 = 30°$ C.

Τὸ ὕδωρ τοῦτο ἀπερρόφησε ποσὸν θερμότητος :

$Q\mathrm{cal} = m \times (t_2 - t_1) = 200\ \mathrm{cal/°C} \times (30°\mathrm{C} - 20°\ \mathrm{C}) = 2000\ \mathrm{cal}.$

Ἡ θερμοκρασία τῶν 100 g ὕδατος, τὸ ὁποῖον προσετέθη, κατῆλθεν ἀπὸ $t_1 = 50°$ C εἰς $t_2 = 30°$ C.

Τὸ ὕδωρ τοῦτο ἀπέδωσε ποσὸν θερμότητος:

$Q'\ \mathrm{cal} = (t'_1 - t_2) \times m = (50°\ \mathrm{C} - 30°\ \mathrm{C}) \times 100\ \mathrm{cal/°\ C} = 2000\ \mathrm{cal}$

$$Q = Q'$$

Μέθοδος τῶν μειγμάτων καὶ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητος).

Ὅταν θέσωμεν εἰς ἐπαφὴν δύο σώματα διαφορετικῶν ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν οὕτως, ὥστε νὰ δύνανται νὰ ἀνταλλάξουν θερμότητα μόνον μεταξύ των, τότε θὰ ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία καὶ ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπέδωσε τὸ ἓν ἐκ τῶν σωμάτων, θὰ εἶναι ἴση μὲ τὴν ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε τὸ ἕτερον.

3 Ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ (θερμοχωρητικότης) ἑνὸς θερμιδομέτρου.

● Ἓν σύνηθες θερμιδόμετρον (σχ. 5) περιέχει 300 g ὕδατος θερμοκρασίας : $t_1 = 20{,}8°$ C.

Τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν ἔχει καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμιδομέτρου.

● Προσθέτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 200 g ὕδατος θερμοκρασίας $t'_1=42,4^0$ C, ἀναδεύομεν τὸ μεῖγμα καὶ σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασία $t_2=29,1^0$ C.

Τὸ ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου ἀπερρόφησε :

$$Qcal=300\ cal/^0\ C \times (29,1-20,8)^0\ C=2490\ cal.$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προσετέθη εἰς τὸ θερμιδόμετρον, ἀπέδωσε :

$$Q'cal=200\ cal/^0C \times (42,4-29,1)^0C=2660\ cal.$$

Τὰς 2490 cal ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου, τὴν δὲ διαφοράν :

$$2660\ cal-2490\ cal=170\ cal$$

ἀπερρόφησε τὸ ἴδιον τὸ θερμιδόμετρον (τοιχώματα, ἀναδευτήρ, θερμόμετρον, κάλυμμα) καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνῆλθε κατὰ $29,1^0-20,8^0=8,3^0$ C.

Διὰ νὰ ὑψωθῇ λοιπὸν ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου κατὰ 1^0 C, πρέπει τοῦτο νὰ ἀπορροφήσῃ $\dfrac{170\ cal}{8,3^0\ C}=20\ cal/^0\ C$ περίπου,

δηλαδὴ τὴν ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μᾶζα ὕδατος 20 g, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία της κατὰ 1^0 C.

Τὸ θερμιδόμετρον λοιπὸν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος ἀπορροφεῖ τόσην ποσότητα θερμότητος, ὅσην θὰ ἀπερρόφει μᾶζα ὕδατος 20 g.

Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ αὐτοῦ τοῦ θερμιδομέτρου εἶναι 20 g ὕδατος.

Εἰς ἑκάστην μέτρησιν ποσότητος θερμότητος δι' αὐτοῦ τοῦ θερμιδομέτρου πρέπει νὰ ὑπολογίζωμεν καὶ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ.

Συμπέρασμα : *Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ ἑνὸς θερμιδομέτρου εἶναι ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος μετὰ τοῦ θερμιδομέτρου, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἐξ ἴσου μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμιδομέτρου.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ δύο ἐπαργυρωμένα τοιχώματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κενὸν εἰς τὸ δοχεῖον Dewar, ἀποτελοῦν θερμικὸν μονωτήν.

Τὸ ἔριον, ὁ βάμβαξ, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ ἀποτελοῦν ἐπίσης θερμικοὺς μονωτάς.

Τὸ θερμιδόμετρον εἶναι ἓν ὄργανον θερμικῶς μεμονωμένον ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Εἶναι ἐφωδιασμένον δι' ἑνὸς ἀναδευτῆρος καὶ ἑνὸς εὐαισθήτου θερμομέτρου. Χρησιμεύει διὰ τὴν μέτρησιν ποσοτήτων θερμότητος, τὰς ὁποίας ἀποδίδει ἢ ἀπορροφᾷ ἓν σῶμα.

2. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητος) ὡς εἰς τὴν σελ. 110.

40ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ:

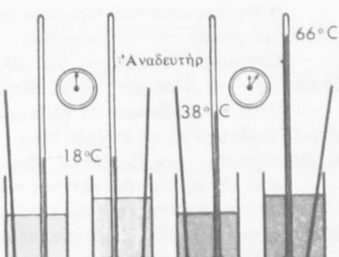
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

1 Παρατήρησις.

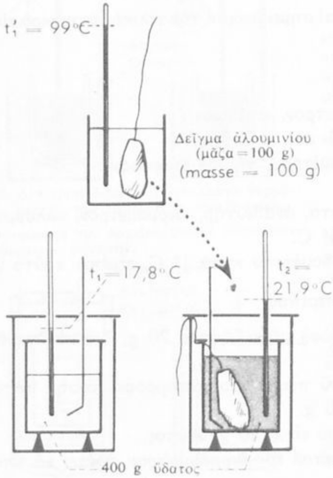
● Δύο ὅμοια δοχεῖα περιέχουν : τὸ ἓν 500 g ὕδατος καὶ τὸ ἕτερον 500 g ἐλαίου τῆς ἰδίας θερμοκρασίας 18^0 C.

Θερμαίνομεν βραδέως τὸ πρῶτον δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος καὶ ἀναδεύομεν συνεχῶς τὸ ὕδωρ, σημειοῦντες ἀνὰ λεπτὸν τὴν θερμοκρασίαν του.

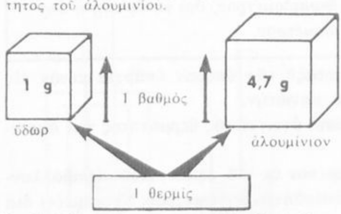
Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐκτελοῦμεν καὶ διὰ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ἔλαιον, ὁπότε καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :



Σχ. 1. Ἡ ἰδία πηγὴ θερμότητος ἀνυψώνει ταχύτερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἰδίας μάζης ὕδατος.



Σχ. 2. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ἀλουμινίου.



Σχ. 3: 1 θερμὶς ἀνυψώνει κατὰ 1° C τὴν θερμοκρασίαν 1 g ὕδατος ἢ $\frac{1 \text{ cal}}{0.27 \text{ cal/g}} = 4.7$ g ἀλουμινίου.

Χρόνος (mn)		0	1	2	3	4	5
Θερμοκρασία	ὕδατος	18°	22°	26°	30°	34°	38°
	ἐλαίου	18°	26°	36°	46°	56°	66°

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐλαίου ἀνέρχεται ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν ἰδίαν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς δύο ἴσας μάζας ὕδατος καὶ ἐλαίου, πρέπει νὰ προσφέρωμεν ὀλιγωτέραν θερμότητα εἰς τὸ ἔλαιον ἀπὸ ὅσην προσεφέραμεν εἰς τὸ ὕδωρ.

Συμπέρασμα : *Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος, λόγῳ τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀπορροφουμένης ποσότητος θερμότητος, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ σώματος.*

2 Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἑνὸς σώματος.

Εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ εἶναι ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ μονὰς τῆς μάζης τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του αὐξηθῇ κατὰ 1° C.

A) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ἀργιλίου (ἀλουμινίου).

- Χύνομεν 400 g ὕδατος ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου καὶ ἀναδεύομεν, ὥστε νὰ ἐξισωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ θερμιδομέτρου, καὶ σημειώνομεν αὐτὴν τὴν θερμοκρασίαν: $t_1 = 17,8°$ C.
- Στερεώνομεν εἰς τὸ ἄκρον σύρματος ἓν τεμάχιον ἀλουμινίου, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἔχομεν ζυγίσει : m=100 g.
- Βυθίζομεν τὸ τεμάχιον τοῦ ἀλουμινίου εἰς ὕδωρ, τὸ ὁποῖον βράζει, καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν του : $t'_1 = 99°$ C.
- Ἀνασύρομεν τὸ τεμάχιον καὶ τὸ βυθίζομεν ἀμέσως ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου ἀνέρχεται καὶ ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν : $t_2 = 21,9°$ C.

Ἐξήγησις. Τὸ τεμάχιον τοῦ ἀλουμινίου κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐξαγωγῆς του ἐκ τοῦ ὕδατος ἔχει τὴν ἰδίαν μετ' αὐτοῦ θερμοκρασίαν: 99°C.

Ὅταν τὸ βυθίσωμεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον, ἡ θερμοκρασία του κατέρχεται, διότι παραχωρεῖ θερμότητα εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ. Ἐπίσης τοῦ ὕδατος ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται, ἕως ὅτου αἱ θερμοκρασίαι των ἐξισωθοῦν (θερμικὴ ἰσορροπία).

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν τῶν ποσοτήτων θερμότητος θὰ ἔχωμεν :

$$\left.\begin{array}{l}\text{Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν}\\ \text{ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν}\\ \text{παρεχώρησε τὸ ἀλουμίνιον.}\end{array}\right.$$

Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 400 g ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 20 g.

Πρέπει λοιπὸν νὰ ὑπολογίσωμεν ὅτι τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ τεμάχιον τοῦ ἀλουμινίου, τὴν ἀπορροφᾷ μᾶζα 400 g+20 g=420 g ὕδατος καὶ ἑπομένως :

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον :

$$Q\text{cal} = 420 \text{ cal/}°\text{C } (21,9 - 17,8)° \text{ C} = 1722 \text{ cal.}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ ἀλουμίνιον=1722 cal.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀλουμινίου κατέρχεται κατά :

$$t'_1 - t_2 = 99^0C - 21{,}9^0C = 77{,}1^0C$$

καί, ὅταν ἡ θερμοκρασία του κατέρχεται κατὰ 1^0 C, τὸ 1 g τοῦ ἀλουμινίου παραχωρεῖ :

$$\frac{1722 \text{ cal}}{77{,}1^0C \times 100g} = 0{,}22 \text{ cal/g}^0C$$

Ἀντιθέτως, διὰ ν' ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 1 g ἀλουμινίου κατὰ 1^0 C, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσωμεν 0,22 cal.

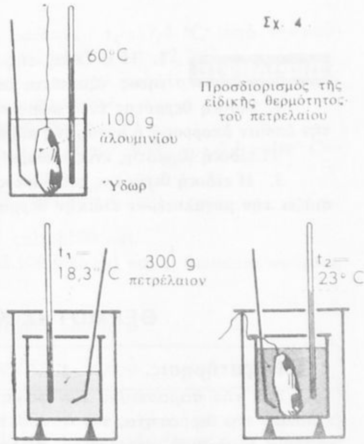
Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ἀλουμινίου εἶναι :

0,22 cal/g⁰C

B) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ πετρελαίου.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸ ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου διὰ 300 g πετρελαίου, θερμοκρασίας $t_1=18{,}3^0$ C.

Βυθίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ τεμάχιον τοῦ ἀλουμινίου, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἔχομεν θερμάνει εἰς τοὺς 60^0 C (ἐντὸς ὕδατος 60^0 C), καὶ σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμιδομέτρου : $t_2=23^0$ C.



Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ πετρελαίου

Τὸ ἀλουμίνιον παρεχώρησε ποσὸν θερμότητος:

$Q\text{cal}=0{,}22\times 100 \text{ g } (60-23)\,^0C=814 \text{ cal}.$

Ἐκ τοῦ ποσοῦ τούτου τὸ θερμιδόμετρον ἀπερρόφησεν :

20 cal/^{0} C $(23-18{,}3)^0C=94$ cal (20 cal/^{0} C τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου), τὸ δὲ πετρέλαιον ἀπερρόφησεν :

814 cal–94 cal=720 cal

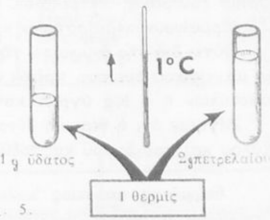
Ὅταν λοιπὸν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 23^0 C–$18{,}3^0$ C=$4{,}7^0$ C, τὰ 300 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφοῦν 720 cal.

Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 1^0 C, τὸ 1 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφᾷ :

$$\frac{720 \text{ cal}}{4{,}7^0C \times 300 \text{ g}} = 0{,}5 \text{ cal/g}^0C$$

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ πετρελαίου εἶναι :

0,5 cal/g⁰C



Σχ. 5.

Εἰδικὴ θερμότης κατὰ γραμμάριον καὶ βαθμὸν C			
Μόλυβδος	0,03	Ὑδράργυρος	0,033
Κασσίτερος	0,05	Ἔλαιον	0,3
Χαλκὸς	0,095	Βενζίνη	0,45
Σίδηρος	0,11	Πετρέλαιον	0,5
Ἀλουμίνιον	0,21	Οἰνόπνευμα	0,58
Πάγος	0,5	Ὕδωρ	1

3 Τύπος.

Ἐὰν c εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς σώματος, τότε, διὰ νὰ ὑψώσωμεν κατὰ 1^0 C τὴν θερμοκρασίαν μάζης m.g τοῦ σώματος, πρέπει νὰ παραχωρήσωμεν : $c \times m$ cal.

Διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος αὐτοῦ ἀπὸ $t_1{}^0$ C εἰς $t_2{}^0$ C, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσωμεν :

$$\underset{\text{cal}}{Q} = \underset{\text{cal/g}^0\text{C}}{c} \times \underset{\text{g}}{m} \times \underset{^0\text{C}}{(t_2-t_1)}$$

Παρατήρησις. *Ἡ εἰδικὴ θερμότης παντὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ σώματος τούτου.*

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος ἔχει ὁρισθῆ ἴση πρὸς 1 cal/g^{0}C.

Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν εἰδικὴν θερμότητα. Διὰ τὴν ἰδίαν δηλ. ἀνύψωσιν θερμοκρασίας καὶ τὴν ἰδίαν μᾶζαν τὸ ὕδωρ ἀπορροφᾷ μεγαλυτέραν ποσότητα θερμότητος ἐξ ὅλων τῶν ἄλλων σωμάτων.

Τὴν θερμότητα αὐτὴν ἀποβάλλει, ὅταν ψύχεται. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν οἱ ὠκεανοί, αἱ θάλασσαι, αἱ λίμναι, ρυθμίζουν τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς τόπου.

Διὰ τὸν ὡς ἄνω λόγον χρησιμοποιοῦμεν τὸ ὕδωρ ὡς ἀποθήκην θερμότητος (θερμοφόραι) ἢ διὰ τὴν μεταφορὰν θερμότητος (Κεντρικὴ θέρμανσις, ψῦξις κινητήρων κλπ.).

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος διὰ τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ θερμότητος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ σώματος.

2. Εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ καλεῖται ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ μονὰς τῆς μάζης τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀνέλθῃ κατὰ 1^0C.

Ἡ εἰδικὴ θερμότης ἑνὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ σώματος αὐτοῦ.

3. Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος εἶναι $1 cal/g^0C$. Τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν εἰδικὴν θερμότητα.

41ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΕΝΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1 Παρατήρησις.

Διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν, τὴν θέρμανσιν τῶν διαμερισμάτων κ.τ.λ. χρησιμοποιοῦμεν τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν παράγει ἓν καύσιμον. Ὑπάρχουν στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια καύσιμα (ἄνθρακες, πετρέλαιον, φωταέριον). Ἀπὸ τὰ καύσιμα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦμεν, ἄλλα θερμαίνουν περισσότερον καὶ ἄλλα ὀλιγώτερον.

Οὕτω διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 50 kg ὕδατος ἀπὸ 10^0 C εἰς 60^0 C, ἐντὸς συνήθους μαγειρικοῦ σκεύους, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμεν περίπου 1 Kg ἄνθρακος ἢ 2 Kg ξηρῶν καυσοξύλων ἢ 4 Kg ὑγρῶν καυσοξύλων.

Λέγομεν ὅτι ἡ θερμικὴ δύναμις τοῦ ἄνθρακος εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ξηροῦ καυσοξύλου καὶ τοῦ ξηροῦ καυσοξύλου μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ὑγροῦ.

Θερμότης καύσεως *καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει 1 Kg καυσίμου, ὅταν τοῦτο καῇ ἐντελῶς, ἐὰν αὐτὸ εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρόν, ἢ 1 m^3 ἐὰν εἶναι ἀέριον (ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως).*

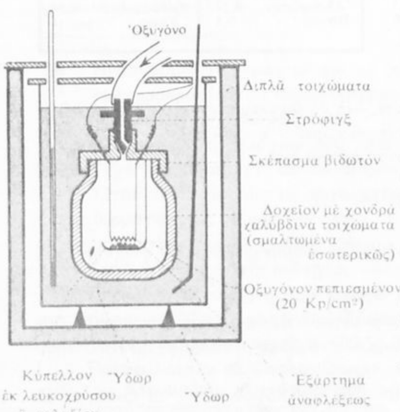
Ἡ θερμότης καύσεως ἢ ἡ θερμικὴ δύναμις ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ χιλιόγραμμον ἢ κυβικὸν μέτρον τοῦ καυσίμου. Προκειμένου δὲ περὶ ἀερίου, ἐκφράζεται εἰς Mcal (τονοθερμίδας).

2 Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως.

Α) *Ἑνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.* Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιοῦμεν θερμιδόμετρον μὲ ὕδωρ (σχ. 1), ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζομεν τὴν *θερμιδομετρικὴν ὀβίδα*. Αὕτη εἶναι δοχεῖον μὲ παχέα τοιχώματα, τὸ ὁποῖον κλείει διὰ κοχλιωτοῦ σκεπάσματος.

Περιέχει πεπιεσμένον ὀξυγόνον διὰ τὴν καῦσιν καὶ χωνευτήριον, φέρον ἓν γραμμάριον ἐκ τοῦ καυσίμου, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως.

Ἡ ἀνάφλεξις γίνεται τῇ βοηθείᾳ ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.



Σχ. 1. Ὀβὶς θερμιδομετρικὴ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμότητος καύσεως ἑνὸς καυσίμου στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.

Παράδειγμα. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως τοῦ ἄνθρακος, ἐργαζόμεθα κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον :

Ζυγίζομεν ἓν γραμμάριον ἐξ αὐτοῦ καὶ τὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸ χωνευτήριον τῆς θερμιδομετρικῆς ὀβίδος.

Ἡ ὀβὶς ἀποτελεῖται ἐκ χάλυβος καὶ ζυγίζει 4 Kg.

Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 2,5 *l* ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g.

Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ χάλυβος εἶναι: $0{,}1 cal/g^0C$.

Ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου πρὸ τῆς καύσεως : $t_1=17{,}4\ ^0C$· μετὰ τὴν καῦσιν: $t_2=20{,}1^0\ C$ καὶ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας $t_2-t_1=20{,}1^0C-17{,}4^0=2{,}7^0C$.

Ἡ καῦσις τοῦ ἄνθρακος ἐντὸς τῆς ὀβίδος ἐδημιούργησε μίαν ποσότητα θερμότητος, ἡ ὁποία ἐπέφερε τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμιδομέτρου.

Τὴν ποσότητα αὐτὴν τῆς θερμότητος τὴν ἀπερρόφησαν :

–ἡ θερμιδομετρικὴ ὀβίς, τῆς ὁποίας τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι : $4000\ g \times 0{,}1\ cal/g^0\ C=$ $400\ cal/^0C$, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 400 g ὕδατος.

–Τὸ θερμιδόμετρον τοῦ ὁποίου τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g καὶ

–τὰ 2500 g ὕδατος, δηλ. ἓν σύνολον 3000 g ὕδατος :

$$Q\ cal=m\ cal/^0C \times (t_2-t_1)^0C=3000 \times 2{,}7\ cal=8100\ cal.$$

Ἡ καῦσις ἑνὸς Kg παρέχει : $8100\ cal \times 1000=8.100.000\ cal$ καὶ ἡ θερμότης καύσεως τοῦ δείγματος εἶναι :

8.100.000 cal/Kg ἢ 8100 Kcal/Kg.

Θερμότης καύσεως τῶν σπουδαιοτέρων καυσίμων

Στερεὰ	*Kcal/Kg*	*Ὑγρὰ*	*Kcal/Kg*	*Ἀέρια*	*Kcal/m³*
Ξύλα ξηρὰ	3000	*Βενζίνη αὐτοκινήτου*	11000	*Φωταέριον*	4250
Ἄνθραξ	7500	*Πετρέλαιον*	10500	*Φυσικὸν ἀέριον*	9300
		Μαζοὺτ	10000	*Προπάνιον*	22500
Κὼκ	7000	*Οἰνόπνευμα*	7000	*Βουτάνιον*	28000
Ἀνθρακίτης	7860	*Βενζόλιον*	10000	*Ἀσετυλίνη*	12000

B) Ἑνὸς ἀερίου καυσίμου.

Ἡ ἀξία τοῦ φωταερίου καθορίζεται ἐκ τῆς ποσότητος θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀποδίδει, ὅταν καίεται, δηλ. τῆς θερμότητος καύσεώς του, ἡ ὁποία προσδιορίζεται κατὰ τὴν ἔξοδόν του ἐκ τοῦ ἐργοστασίου παραγωγῆς.

Ἀνάπτομεν τὸ φωταέριον εἰς ἓν εἰδικὸν *ἀκροφύσιον* (μπέκ), τὸ ὁποῖον περιβάλλεται διὰ μονωτικῶν τοιχωμάτων. Τὴν θερμότητα, ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ φωταερίου, τὴν ἀπορροφᾷ ἓν ρεῦμα ὕδατος, τὸ ὁποῖον κυκλοφορεῖ εἰς τὰς σωληνώσεις τοῦ ὀργάνου.

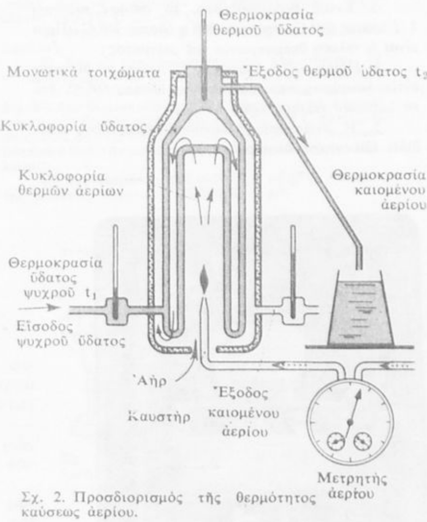
Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν εἴσοδον καὶ εἰς τὴν ἔξοδον τῆς συσκευῆς (σχ. 2).

Ὁ ὄγκος Vm^3 τοῦ φωταερίου, τὸ ὁποῖον ἐκάη ἐντὸς ὡρισμένου χρόνου, σημειώνεται ἀπὸ ἕνα μετρητήν.

Μετροῦμεν καὶ τὴν μᾶζαν M εἰς Kg τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐθερμάνθη ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρονικοῦ διαστήματος.

Ἂν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν εἴσοδον καὶ εἰς τὴν ἔξοδον τῆς συσκευῆς εἶναι t_1 καὶ t_2, τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος Q Kcal, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν καῦσιν $1\ m^3$, δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$Q\ Kcal=\frac{M\ Kcal/^0C\ (t_2{}^0C-t_1{}^0C)}{Vm^3}$$



Σχ. 2. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως ἀερίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ **1. Θερμότης καύσεως ἑνὸς καυσίμου καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν πλήρη καῦσιν 1kg ἐξ αὐτοῦ τοῦ καυσίμου, ἂν τοῦτο εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρόν, ἢ ἐξ 1m³, ἂν τοῦτο εἶναι ἀέριον (ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως).**

2. Ἡ θερμότης καύσεως ἑνὸς καυσίμου ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ kg (διὰ τὰ στερεὰ καὶ ὑγρὰ ἢ εἰς Kcal ἀνὰ κυβικὸν μέτρον διὰ τὰ ἀέρια).

Σειρὰ 10 : Ποσότης θερμότητος – Θερμιδομετρία.

I. Ποσότης θερμότητος

1. Θερμαίνομεν διὰ σταθερᾶς πηγῆς θερμότητος 300 g ὕδατος καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν του ἀνὰ πᾶν λεπτόν. Ἐκ τῶν τιμῶν, τὰς ὁποίας λαμβάνομεν, καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

mn	0	1	2	3	4	5	6
C^0	27^0	33^0	38^0	42^0	47^0	50^0	54^0
mn	7	8	9	10	11	12	13
C^0	57^0	61^0	64^0	68^0	71^0	76^0	77^0

α) Νὰ παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Ὁ χρόνος εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ : 1 cm 2mn καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν ἄξονα ΟΨ : cm 20^0 C.

β) Πόσην θερμότητα προσέλαβε τὸ ὕδωρ, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 27^0 C εἰς 61^0 C ;

γ) Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁλόκληρος ἡ ποσότης θερμότητος χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ποία εἶναι ἡ παροχὴ τῆς θερμικῆς πηγῆς εἰς cal/mn ;

2. 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 22^0 C, ἀπορροφοῦν ποσὸν θερμότητος 12.500 cal. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

3. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὁποῖον περιέχει 1 l ὕδατος 20^0 C, ρίπτομεν 500 g ὕδατος 70^0 C : Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

4. Ποίαν μᾶζαν ὕδατος 18^0 C πρέπει νὰ ρίψωμεν ἐντὸς λουτῆρος, περιέχοντος 45 l ὕδατος 60^0 C, διὰ νὰ λάβωμεν τελικῶς ὕδωρ 36^0 C ;

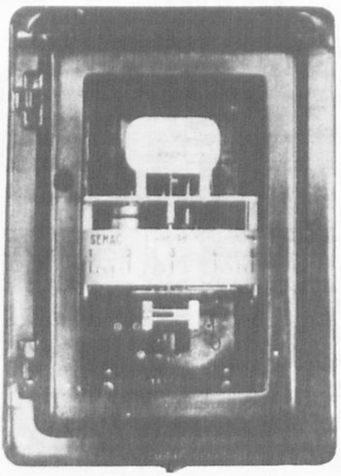
5. Ἡ ἀντίστασις ἠλεκτρικοῦ βραστῆρος ἀποδίδει 120 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον.
Ἐὰν ὁ βραστὴρ περιέχῃ 0,75 l ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρασίας 20^0 C καὶ ἀπορροφᾷ τὰ 80 % τῆς προσφερομένης θερμότητος, πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100^0 C ;

6. Διὰ νὰ ἔχωμεν 120 l ὕδατος 32^0 C, ἀναμειγνύομεν ψυχρὸν ὕδωρ 15^0 C μετὰ θερμοῦ 55^0 C. Πόσον ψυχρὸν καὶ πόσον θερμὸν ὕδωρ πρέπει νὰ λάβωμεν ;

II. Τὸ θερμιδόμετρον

7. Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἀπώλειαν θερμότητος εἰς ἓν θερμιδόμετρον, ἐκτελοῦμεν τὸ ἑξῆς πείραμα : Ρίπτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 500 g ὕδατος 49^0 C καὶ λαμβάνομεν τὴν θερμοκρασίαν του ἀνὰ ἡμίσειαν ὥραν. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ ἴδιον πείραμα διὰ θερμιδομέτρου, ἐφωδιασμένου διὰ περιβλήματος καὶ καλύμματος. Μὲ τὰς λαμβανομένας τιμὰς καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)	Θερμιδόμετρον διὰ περιβλήματος	Θερμιδόμετρον ἄνευ περιβλήματος
0	49^0C	49^0C
30	$38{,}5^0$C	44^0C
60	$31{,}4^0$C	40^0C
90	$27{,}7^0$C	37^0C
120	$25{,}2^0$C	$33{,}5^0$C
150	$23{,}5^0$C	$31{,}5^0$C
180	$22{,}3^0$C	$29{,}8^0$C
210	21^0C	$28{,}8^0$C



Μετρητὴς θερμίδων.
Εἰς τὰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις κεντρικῆς θερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται «μετρηταὶ θερμίδων» (ὅπως οἱ γνωστοὶ μετρηταὶ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὕδατος καὶ φωταερίου).
Εἰς τὴν εἰκόνα φαίνονται δύο βαθμολογήσεις. Εἰς τὴν ἐπάνω βαθμολόγησιν ὁ μετρητὴς παροχῆς σημειώνει τὸ ἄθροισμα τῆς καταναλισκομένης θερμότητος εἰς ὡριαίας τονοθερμίδας. Ἀντιθέτως, διὰ τῆς βαθμολογήσεως τοῦ κέντρου δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν τὴν τιμὴν τῆς θερμικῆς ροῆς εἰς τονοθερμίδας ἀνὰ ὥραν.

Νὰ παρασταθῇ γραφικῶς ἡ πτῶσις τῆς θερμοκρασίας εἰς ἕκαστον θερμιδόμετρον συναρτήσει τοῦ χρόνου (εἰς τὸν ἄξονα ΟΧ : 1 cm = 30 mn μὲ ἀρχὴν τὸ 0 καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν ΟΨ : 1 cm = 5° C καὶ ἀρχὴν 20° C).

Συμφώνως πρὸς τὸν πίνακα νὰ ὑπολογισθῇ εἰς cal/g ἡ ἀπώλεια θερμότητος, καθ' ἑκάστην ὥραν, τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου : α) ἄνευ καλύμματος καὶ β) μετὰ καλύμματος.

8. Χύτρα (κατσαρόλα) ἔχει χωρητικότητα 1,1 *l*. Πληροῦμεν αὐτὴν ὕδατος, θερμοκρασίας 90° C καὶ ἡ θερμοκρασία ἰσορροπεῖ εἰς τοὺς 85° C :

α) Πόσην θερμότητα ἀπερρόφησαν ἡ χύτρα, ἂν ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία της ἦτο 15° C ;

β) Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τῆς χύτρας.

γ) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ὁποία ἀποδίδεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος κατέρχεται ἀπὸ 85° C εἰς 25° C.

9. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὁποῖον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 18 g καὶ περιέχει 200 g ὕδατος 15° C, ρίπτομεν 240 g ὕδατος 45° C. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία του ;

10. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὁποῖον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 20 g καὶ περιέχει 580 g ὕδατος 12° C, βυθίζομεν ἐπ' ὀλίγον ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν, ὁπότε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 20° C.

Ποῖον ποσὸν θερμότητος ἀπέδωσεν ἡ ἀντίστασις ;

III. Εἰδικὴ θερμότης

11. Πόσην θερμότητα ἀπαιτεῖ 1 *l* ὑδραργύρου, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 18° C εἰς 60° C ;

(Πυκνότης ὑδραργύρου : 13,6 g/cm³, εἰδικὴ θερμότης ὑδραργύρου 0,033 cal/g° C).

12. Χύτρα (κατσαρόλα) ἐξ ἀλουμινίου, εἰδικῆς θερμότητος 0,21 cal/g °C, ζυγίζει 360 g :

α) Ποῖον εἶναι τὸ ἰσοδύναμον αὐτῆς εἰς ὕδωρ ;

β) Πόσην θερμότητα ἀπορροφᾷ, ὅταν ἡ θερμοκρασία της ἀνέλθῃ ἀπὸ 15° C εἰς 100° C ;

13. Ἡ πλὰξ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σιδήρου σιδηρώματος ζυγίζει 1 Kg καὶ ἔχει εἰδικὴν θερμότητα 0,1 cal/g° C.

Πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς πλακὸς κατὰ 50° C, ἐὰν ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις παρέχῃ εἰς τὴν πλάκα 120 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον ;

14. Εἰς κενὸν ὀρειχάλκινον δοχεῖον, μάζης 50 g καὶ θερμοκρασίας 10° C, ρίπτομεν 20 g ὕδατος θερμοκρασίας 50° C, ὁπότε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 42° C:

α) Πόσην θερμότητα ἀπερρόφησεν ὁ ὀρείχαλκος;

β) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης του ;

15. Διὰ διπλῆς ζυγίσεως προσδιορίζομεν τὴν μᾶζαν ἑνὸς σιδηροῦ τεμαχίου ὡς ἑξῆς : 1. Τὸ σιδηροῦν τεμάχιον + 140 g ἰσορροπεῖ τὸ ἀπόβαρον. 2. Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 g :

α) Ποία ἡ μᾶζα τοῦ σιδηροῦ τεμαχίου ;

β) Βυθίζομεν τὸ τεμάχιον εἰς λεκάνην ὕδατος 100° C καὶ ἀμέσως ἔπειτα εἰς θερμιδόμετρον, τοῦ ὁποίου τὸ σύνολον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 20° C.

Ἂν ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 21,4° C, ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου ;

IV. Θερμότης καύσεως ἑνὸς καυσίμου

16. 1 Kg ἀνθρακίτου κοστίζει 2 δραχμὰς καὶ ἀποδίδει κατὰ τὴν καῦσιν 8.000 Kcal. Ὅμως ἡ συσκευή, εἰς τὴν ὁποίαν γίνεται ἡ καῦσις, ἔχει ἀπωλείας ἀνερχομένας εἰς 30 % αὐτῆς τῆς θερμότητος. Ἐὰν χρησιμοποιοῦμεν καθ' ἑκάστην ἡμέραν 20 *l* ὕδατος, τὸ ὁποῖον θερμαίνει αὐτὴ ἡ συσκευὴ ἀπὸ 12° C εἰς 80° C, ποία εἶναι ἡ κατανάλωσις εἰς ἀνθρακίτην καὶ πόσα τὰ ἡμερήσια ἔξοδα ;

17. α) Πόσον ὄγκον φωταερίου πρέπει νὰ καύσωμεν, διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 800 *l* ὕδατος ἀπὸ 15° C εἰς 40° C ;

Ἡ θερμικὴ δύναμις τοῦ φωταερίου εἶναι 5.000 Kcal/m³.

β) Ἐὰν εἰς τὴν πραγματικότητα ἀπαιτοῦνται 12 m³ φωταερίου, ποία εἶναι ἡ ἀπόδοσις τῆς συσκευῆς ;

18. Ἐν χάλκινον δοχεῖον μάζης 2 Kg περιέχει 5 *l* ὕδατος θερμοκρασίας 10° C. Θέλομεν νὰ ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 80° C χρησιμοποιοῦντες φωταέριον. Πόσα m³ φωταερίου θὰ καταναλώσωμεν ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἀπώλειαι ;

Εἰδικὴ θερμότης χαλκοῦ : 0,1 cal/g° C, θερμότης καύσεως φωταερίου : 5.000 Kcal/m³.

42ον καὶ 43ον ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΞΙΣ - ΠΗΞΙΣ

1 Παρατήρησις.

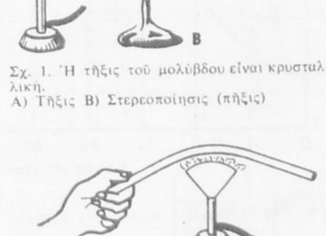
Ἐὰν θερμάνωμεν τεμάχιον μολύβδου ἐντὸς σιδηροῦ κοχλιαρίου, παρατηροῦμεν ὅτι ἐντὸς μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος ὁ μόλυβδος μεταβάλλεται ἀπὸ στερεὸν εἰς ὑγρὸν (σχ. 1).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δηλ. ἡ μετάβασις ἑνὸς σώματος ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, καλεῖται τῆξις.

Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν ἐν ὑγρᾷ καταστάσει μόλυβδον νὰ ψυχθῇ, παρατηροῦμεν ὅτι γίνεται καὶ πάλιν στερεός, δηλ. *πήζει*. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται *πῆξις* τοῦ σώματος.

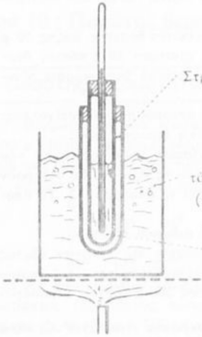
Ἐὰν εἰς τὴν φλόγα μιᾶς λυχνίας Bunsen θερμάνωμεν ὑάλινον σωλῆνα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὕαλος κατ' ἀρχὰς μαλακώνει, ὁπότε δύναται νὰ μηκυνθῇ ἢ νὰ λυγίσῃ, ἐφ' ὅσον δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ, δύναται καὶ νὰ τακῇ.

Ἡ τῆξις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὁ μόλυβδος, λέ-



Σχ. 1. Ἡ τῆξις τοῦ μολύβδου εἶναι κρυσταλλική.
A) Τῆξις B) Στερεοποίησις (πῆξις)


Σχ. 2. Ἡ ὕαλος ὑφίσταται πλαστικὴν τῆξιν.



Σχ. 3. Τῆξις ναφθαλίνης

γεται **κρυσταλλική**, ἐνῷ ἡ τῆξις τῆς ὑάλου **πλαστική**.

Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων ὑφίστανται κρυσταλλικὴν τῆξιν, ἐνῷ ὀλίγα μόνον, ὡς ἡ ὕαλος, ὁ σίδηρος, ὑφίστανται πλαστικήν. Τὰ στερεὰ σώματα τήκονται τῇ ἐπιδράσει τῆς θερμότητος (μέταλλα, θεῖον, σάκχαρις, ὕαλος, πάγος).

Μερικὰ σώματα (ἰώδιον, καμφορὰ) μεταβαίνουν ἀπ' εὐθείας ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, δηλ. **ἐξαχνοῦνται**. Ἀντιθέτως ὅλα τὰ ὑγρὰ στερεοποιοῦνται διὰ ψύξεως.

Παρατήρησις. Μερικὰ σώματα, ὅπως ἡ κιμωλία, ἡ σάκχαρις, ὑφίστανται διάσπασιν κατὰ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος, ἐνῷ ἄλλα τήκονται εἰς λίαν ὑψηλὰς θερμοκρασίας (ἄργιλλος, μαγνησία, ἄσβεστος κ.τ.λ.) καὶ χαρακτηρίζονται ὡς *δύστηκτα σώματα.*

2 Πείραμα.

Α) Πραγματοποιοῦμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 3. Ὁ ἐσωτερικὸς σωλὴν περιέχει ναφθαλίνην εἰς κόνιν, ἐντὸς αὐτοῦ δὲ ἔχομεν τοποθετήσει καὶ ἓν θερμόμετρον.

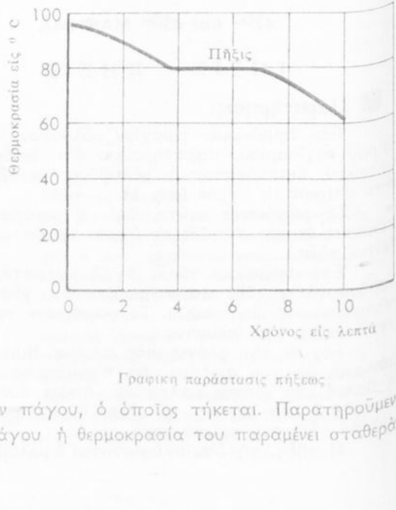
- Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τοῦ ἐξωτερικοῦ δοχείου καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ναφθαλίνης ἀνὰ 2 mn.

χρόνος εἰς 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	93	98
	στερεόν							στερεὸν + ὑγρὸν τῆξις				ὑγρόν	

- Τοποθετοῦμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος καὶ σημειώνομεν τὰς θερμοκρασίας τῆς ναφθαλίνης, ὡς καὶ προηγουμένως.

χρόνος εἰς 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
	ὑγρόν				ὑγρὸν + στερεὸν πῆξις				στερεόν		

Σχ. 4. Γραφικὴ παράστασις τήξεως



Γραφικὴ παράστασις πήξεως

Β) Θέτομεν θερμόμετρον ἐντὸς θρυμμάτων πάγου, ὁ ὁποῖος τήκεται. Παρατηροῦμεν ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερὰ εἰς τοὺς 0° C.

Νόμοι τῆς τήξεως καὶ πήξεως.

α) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἓν καθαρὸν σῶμα τήκεται εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία λέγεται ***σημεῖον τήξεως.***

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ σώματος.

β) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἓν καθαρὸν σῶμα πήγνυται εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία λέγεται ***σημεῖον πήξεως.***

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν πήξεως τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖον τήξεως ἑνὸς σώματος εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σημεῖον πήξεως καὶ ἀποτελεῖ Φυσικὴν σταθερὰν διὰ τὰ καθαρὰ σώματα.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων :

				Ψευδάργυρος	420°C
Ὑδρογόνον στερεὸν	— 259°C	Γλυκερίνη εἰς ὑπέρτηξιν κάτω ἀπὸ	18°C	Ἀλουμίνιον	660°C
Ὀξυγόνον στερεὸν	— 218°C		44°C	Ἄργυρος	960°C
Ἄζωτον στερεὸν	— 210°C	Φωσφόρος	80°C	Χαλκὸς	1080°C
Οἰνόπνευμα	— 114°C	Ναφθαλίνη	114°C	Χρυσὸς	1060°C
Ὑδράργυρος	— 39°C	Θεῖον	232°C	Σίδηρος	1530°C
Πάγος (ἐξ ὁρισμοῦ)	— 0°C	Κασσίτερος	327°C	Ἀσβέστιον	2570°C
Βενζίνη	— 5,4°C	Μόλυβδος		Βολφράμιον	3370°C

3 Ὑπέρτηξις.

● Ἐντὸς ἀπολύτως καθαροῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος θέτομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ θερμόμετρον. Ἀκολούθως τοποθετοῦμεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει μεῖγμα θρυμμάτων πάγου καὶ ἅλατος (ψυκτικὸν μεῖγμα).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος κατέρχεται ἀρκετοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸ 0° C, χωρὶς νὰ ἐπέλθῃ πῆξις τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ εὑρίσκεται εἰς κατάστασιν ὑπερτήξεως.

● Ἐὰν κινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀποτόμως πήγνυται καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς 0°C.

Ἓν σῶμα εὑρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εὑρίσκεται ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ἂν καὶ ἔχῃ θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν τοῦ σημείου τήξεως.

Ἡ ὑπέρτηξις εἶναι μία ἀσταθὴς κατάστασις.

Σχ. 5. Ὑπέρτηξις

4 Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν καὶ τὴν πῆξιν.

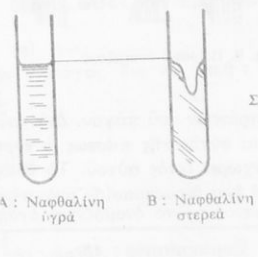
Α. Ἐὰν ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος τήξωμεν ναφθαλίνην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον διαρκεῖ ἡ τῆξις, ἡ στερεὰ ναφθαλίνη παραμένει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ὄγκος ὡρισμένης μάζης στερεᾶς ναφθαλίνης εἶναι μικρότερος τοῦ ὄγκου ἴσης μάζης ὑγρᾶς ναφθαλίνης.

● Ὅταν τακῇ ὁλόκληρος ἡ ναφθαλίνη, σημειώνομεν τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τὸν ἀφίνομεν νὰ ψυχθῇ.

Παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν στερεοποίησιν ὁλοκλήρου τοῦ ὑγροῦ ἡ στάθμη κατέρχεται ὀλίγον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς στερεᾶς ναφθαλίνης καθίσταται κοίλη.

Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ σώματος ἐμειώθη.

Τὴν ἰδίαν παρατήρησιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν μὲ πολλὰ ἄλλα σώματα (θεῖον, παραφίνην, μόλυβδον κ.τ.λ.).



Σχ. 6.

Σχ. 7.

Συμπέρασμα : *Ὁ ὄγκος τῶν περισσοτέρων σωμάτων, ὅταν τήκωνται, αὐξάνει, ἐνῷ ἐλαττοῦται, ὅταν ταῦτα πήγνυνται.*

Β. Ἐὰν θέσωμεν ἐντὸς δοχείου ὕδωρ καὶ τεμάχια πάγου καὶ εἰς ἕτερον δοχεῖον ἔλαιον, τὸ ὁποῖον ἐν μέρει ἔχει παγώσει, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ πάγος εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, ἐνῷ τὸ παγωμένον ἔλαιον εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἑτέρου δοχείου. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὡρισμένη μᾶζα πάγου ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον ἴσης μάζης ὕδατος, ἐνῷ ὡρισμένη μᾶζα παγωμένου ἐλαίου ἔχει μικρότερον ὄγκον ἴσης μάζης ὑγροῦ ἐλαίου.

● Βυθίζομεν φιάλην πλήρη ὕδατος ἐντὸς ψυκτικοῦ μείγματος (ἅλας + πάγος).

Παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον χρόνον ὅτι τὸ ὕδωρ γίνεται πάγος, μέρος τοῦ ὁποίου ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου τῆς φιάλης, ἐνῷ ἡ φιάλη θραύεται.

Συμπέρασμα : *Ὅταν τὸ ὕδωρ μεταβάλλεται εἰς πάγον, ὁ ὄγκος του αὐξάνει. Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὑρίσκομεν ὅτι 1000 cm^3 ὕδατος 0^0 C μᾶς δίδουν 1090 cm^3 πάγου τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.*

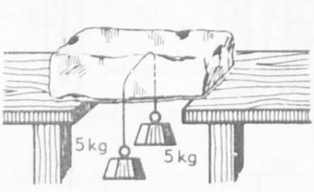
Ἀποτελέσματα. Ἡ ἐξαίρεσις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ ὕδωρ, νὰ αὐξάνῃ δηλ. ὁ ὄγκος του, ὅταν στερεοποιῆται, ἔχει πολλὰς συνεπείας εἰς τὴν καθημερινήν μας ζωήν.

Τὸν χειμῶνα π.χ., ὅταν ἐπικρατῇ ψῦχος, θραύονται τὰ ψυγεῖα τῶν αὐτοκινήτων (ἐὰν περιέχουν μόνον καθαρὸν ὕδωρ), αἱ σωληνώσεις τοῦ ὕδατος, τὰ ἀγγεῖα τῶν δένδρων, θρυμματίζονται οἱ βράχοι, οἱ ὁποῖοι ἔχουν πόρους κ.τ.λ. Διατί ;

Ἐπίσης, ἐπειδὴ ὁ πάγος ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, τὰ ζῷα καὶ τὰ φυτά, τὰ ὁποῖα ζοῦν ἐντὸς τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, ὄχι μόνον δὲν βλάπτονται ἐκ τοῦ πάγου, ἀλλὰ καὶ προστατεύονται. Διατί ;

Ἐκτὸς τοῦ ὕδατος τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλα σώματα. Π.χ. ὁ ὄγκος τοῦ χυτοσιδήρου καὶ τοῦ ἀργύρου αὐξάνει, ὅταν τὰ σώματα αὐτὰ στερεοποιοῦνται.

5 Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως εἰς τὴν τῆξιν τοῦ πάγου.



Σχ. 8. Πείραμα ἀνατήξεως

Στηρίζομεν μίαν στήλην πάγου εἰς δύο ὑποστηρίγματα καὶ περιβάλλομεν ταύτην διὰ λεπτοῦ σύρματος, φέροντος εἰς τὰ ἄκρα του βάρη τῶν 5 Kp (σχ. 8).

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σύρμα διέρχεται βραδέως τὴν στήλην, ἐνῷ ὁ πάγος δὲν φαίνεται νὰ ἔχῃ κοπῆ.

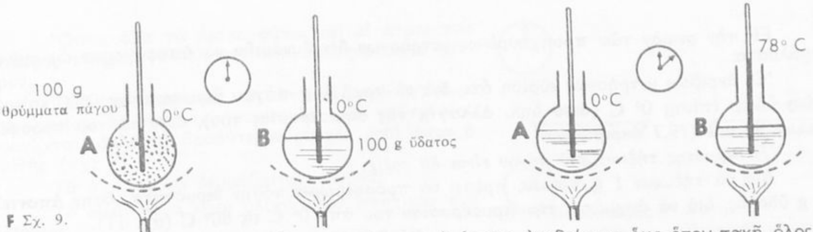
Ἐξήγησις. Ἡ πιέζουσα δύναμις τῶν 10 Kp μεταδίδεται ἐκ τοῦ σύρματος εἰς μίαν πολὺ μικρὰν ἐπιφάνειαν τοῦ πάγου. Διὰ τοῦτο ἡ πίεσις ἐπ' αὐτῆς τῆς ἐπιφανείας εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἕνεκα αὐτῆς τῆς πιέσεως ὁ εὑρισκόμενος κάτω τοῦ σύρματος πάγος τήκεται καὶ τὸ σύρμα εἰσχωρεῖ ἐντὸς αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως, ἐπειδὴ δὲν πιέζεται καὶ ἔχει θερμοκρασίαν μικροτέραν τοῦ 0^0 C, πήγνυται(=πήζει) καὶ πάλιν ἀμέσως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζεται **ἀνάπηξις.**

Συμπέρασμα : *Αὔξησις τῆς πιέσεως προκαλεῖ ἐλάττωσιν τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου.*

Συνέπειαι. Ὁ παγετὼν σχηματίζεται ἐκ τῆς ἀναπήξεως τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως τῆς χιόνος τῶν κατωτέρων στρωμάτων, ἅτινα πιέζονται ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων. Ὁ πάγος τήκεται καὶ τροφοδοτεῖ τοὺς χειμάρρους εἰς τὸ βάθος τοῦ παγετῶνος, ἐπειδὴ δέχεται τὴν πίεσιν ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τούτου τοῦ παγετῶνος.

6 Θερμότης τήξεως.

Θερμαίνομεν συγχρόνως διὰ δύο λυχνιῶν οἰνοπνεύματος, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν ἰδίαν φλόγα,



Σχ. 9.

μίαν φιάλην Α, περιέχουσαν θρύμματα πάγου, τὰ ὁποῖα ἀναδεύομεν, ἕως ὅτου τακῇ ὅλος ὁ πάγος, καὶ ἑτέραν φιάλην Β καθαροῦ ὕδατος 0^0 C. Τὰ θρύμματα τοῦ πάγου τῆς μιᾶς φιάλης καὶ τὸ ὕδωρ τῆς ἑτέρας ἔχουν τὴν ἰδίαν μᾶζαν (σχ. 9).

Ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ, ἀπορροφᾷ θερμότητα ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου (σχ. 10).

- Τὸ θερμιδόμετρον, τὸ ὁποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ : 20 g.
  Περιέχει ὕδωρ : 400 g.
  Ἡ θερμοκρασία του εἶναι : $t_1=23{,}7^0$ C.
- Ἡ συνολικὴ μᾶζα τοῦ θερμιδομέτρου (θερμιδόμετρον, ἐξαρτήματα καὶ ὕδωρ) εἶναι : 515,9 g (σχ. 10 Α).
- Λαμβάνομεν τεμάχιον πάγου 0^0 C (ἐκ μείγματος πάγου καὶ ὕδατος), ἀπορροφοῦμεν διὰ στυποχάρτου τὸ ὕδωρ, τὸ εὑρισκόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πάγου, καὶ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου.
- Ὁ πάγος θὰ τακῇ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ κατέλθῃ (σχ. 10 β).
- Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν, ὅταν τακῇ ὁ πάγος : $t_2=18{,}5^0$ C καὶ ζυγίζομεν τὸ θερμιδόμετρον : 539 g (σχ. 10 Γ).

Ὑπολογισμός.

Ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, τὴν ὁποίαν ἐθέσαμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι : 539 g–515,9 g =23,1 g.

Τὸ ὕδωρ μετὰ τοῦ ἰσοδυνάμου εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου ἀντιπροσωπεύει μᾶζαν 400 g+20g=420 g ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία κατῆλθε ἀπὸ $23{,}7^0$ C εἰς $18{,}5^0$ C. Ἀπέδωσε λοιπὸν θερμότητα : $Q\text{cal}=420\ \text{cal}/^0\text{C}\ (23{,}7-18{,}5)^0\ \text{C}=2184\ \text{cal}$.

Τὰς 2184 cal ἀπερρόφησεν ὁ πάγος (23,1 g) :

α) διὰ νὰ τακῇ ὁ πάγος καὶ

β) διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀπὸ 0^0 C εἰς $18{,}5^0$ C.

Ποσότης θερμότητος, ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου :

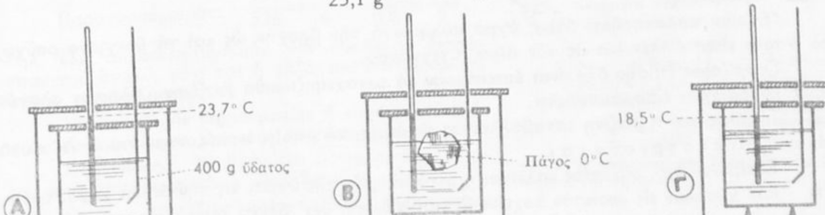
$$Q\text{cal}=23{,}1\ \text{cal}/^0\text{C}\times 18{,}5^0\text{C}=427\ \text{cal}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ :

$$Q\text{cal}=2184\ \text{cal}-427\ \text{cal}=1757\ \text{cal}.$$

Ἄρα, διὰ νὰ τακῇ 1 g πάγου, ἀπορροφᾷ :

$$\frac{1757\ \text{cal}}{23{,}1\ \text{g}}=76\ \text{cal/g}.$$



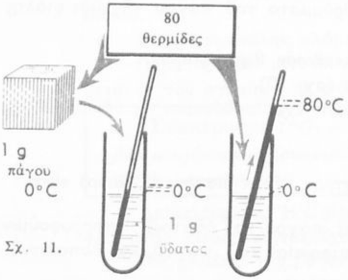
Σχ. 10. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου

Εἰς τὴν σειρὰν τῶν προηγουμένων μετρήσεων δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὡρισμένα σφάλματα.

Ἐξ ἀκριβῶν μετρήσεων εὑρέθη ὅτι, διὰ νὰ τακῇ 1 g πάγου θερμοκρασίας 0° C καὶ νὰ γίνῃ ὕδωρ ἐπίσης 0° C (ἄνευ δηλ. ἀλλαγῆς τῆς θερμοκρασίας του), δέον νὰ τοῦ προσφέρωμεν 80 cal (79,7 ἀκριβῶς).

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

Διὰ νὰ τήξωμεν 1 g πάγου, πρέπει νὰ προσφέρωμεν τόσην θερμότητα, ὅσην ἀπαιτεῖ 1 g ὕδατος, διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν του ἀπὸ 0° C εἰς 80° C (σχ. 11).



Σχ. 11.

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι, ὡς ἐκ τούτου, πολὺ μεγάλη.

Ἐφαρμογαί. Διὰ τοῦ πάγου διατηροῦμεν τὰ τρόφιμα εἰς τὰ ψυγεῖα, διότι, ὅταν τήκεται, ἀπορροφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν τροφίμων τοῦ ψυγείου, ὁπότε ἡ θερμοκρασία των κατέρχεται.

Αἱ χιόνες καὶ οἱ παγετῶνες ἀργοῦν πολὺ νὰ τακοῦν, παρὰ τὴν μεγάλην ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποίαν δέχονται ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων (cal/g)					
Θεῖον	10	Μόλυβδος	5,9	Ἄργυρος	24
Κασσίτερος	14	Ψευδάργυρος	28	Ὑδράργυρος	2,7

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τῆξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἑνὸς σώματος ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγράν, ὅταν τὸ σῶμα προσλαμβάνῃ θερμότητα. Καὶ πῆξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὴν ὑγρὰν κατάστασιν εἰς τὴν στερεάν, ὅταν τὸ σῶμα ἀποδίδῃ θερμότητα.

2. Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἓν καθαρὸν σῶμα τήκεται εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία λέγεται σημεῖον τήξεως. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως.

Τὸ σημεῖον τήξεως καὶ τὸ σημεῖον πήξεως ἑνὸς σώματος καθαροῦ εἶναι τὸ αὐτό.

3. Ἓν καθαρὸν σῶμα εὑρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἔχῃ θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ σημείου τῆς πήξεως.

4. Ἡ τῆξις συνήθως συνοδεύεται ἀπὸ αὔξησιν τοῦ ὄγκου.

5. Δι' αὐξήσεως τῆς πιέσεως τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου κατέρχεται.

6. Θερμότης τήξεως ἑνὸς σώματος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον προσδίδομεν εἰς 1g τοῦ σώματος, ὅταν εὑρίσκεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως, διὰ νὰ μεταβῇ εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

44ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ : Ἡ ἔννοια τοῦ κεκορεσμένου ἀτμοῦ.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ

1 Ἐξάτμισις.

Ἔχομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑγρὰ αὐλὴ μετὰ τὴν βροχήν, ὡς καὶ τὰ βρεγμένα ροῦχα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἁπλωμένα εἰς τὸν ἀέρα, στεγνώνουν.

Γνωρίζομεν ἐπίσης ὅτι εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ μεταχειριζώμεθα βενζίνην πλησίον φλογὸς πρὸς καθαρισμὸν ἐνδυμάτων κλπ.

Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βενζίνη μεταβάλλονται εἰς ἀέρια, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ἀτμοί. Δι' αὐτὸ λέγομεν ὅτι ἐξαεριοῦνται.

Ἐξαέρωσις ἑνὸς σώματος καλεῖται ἡ μετάβασις ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν.

● Ἐὰν χύσωμεν εἰς ἀνοικτὸν δοχεῖον 2 cm^3 αἰθέρος, μετ' ὀλίγα λεπτὰ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ αἰθὴρ ἔχει ἐξαφανισθῇ καὶ ἡ ὀσμή του ὑπάρχει διάχυτος εἰς ὁλόκληρον τὸ δωμάτιον.

Ὅπως ὅλα τὰ ἀέρια, οὕτω καὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ αἰθέρος πληροῦν ὁλόκληρον τὸν προσφερόμενον χῶρον.

● Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα δι' οἰνοπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι καὶ τοῦτο ἐξαφανίζεται, ἀλλὰ μὲ βραδύτερον ρυθμὸν ἀπὸ ὅσον ὁ αἰθὴρ (σχ. 1).

Τὰ ὑγρὰ αὐτὰ ὀνομάζονται **πτητικά**.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ὀλιγώτερον πτητικὸν τοῦ αἰθέρος.

Τέλος, ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν διὰ τὸ αὐτὸ πείραμα ἔλαιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑγροῦ παραμένει σχεδὸν ἀμετάβλητος, διότι τὸ ἔλαιον εἶναι ἐλάχιστα πτητικόν.

Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα οὐδεμίαν μεταβολὴν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξαέρωσις γίνεται μόνον ἐκ τῆς ἐπιφανείας του καὶ ὀνομάζεται ἐξάτμισις.

Ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάτμισις αὐτὴ δὲν εἶναι στιγμιαία.

2 Ταχύτης ἐξατμίσεως.

Παρατήρησις. Διὰ νὰ στεγνώσουν γρήγορα τὰ ἀσπρόρρουχα, τὰ ἁπλώνομεν ἐπὶ σχοινίου.

Αἱ ἅλυκαὶ ἔχουν μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν βάθος.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἑνὸς ζυγοῦ ἀνοικτὸν δοχεῖον, φέρον ὀλίγα cm^3 αἰθέρος καὶ ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν δι' ἑνὸς βάρους (ἀπόβαρον), τὸ ὁποῖον θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου (σχ. 2).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ ἀρχίζει νὰ κλίνῃ πρὸς τὸ μέρος τοῦ βάρους.

Ἔπειτα ἀπὸ 5 mn, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, πρέπει νὰ θέσωμεν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον, ὅπου ἔχομεν τὸν αἰθέρα. Π.χ. 1,7 g εἰς τὸν δίσκον, ὅπου ἔχομεν τὸν αἰθέρα. Π.χ. 1,7 g αἰθέρος. Ἔχουν ἐξατμισθῆ ἐντὸς 5 mn 1,7 αἰθέρος.

Λέγομεν ὅτι ἡ **ταχύτης ἐξατμίσεως** τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος εἶναι : $1{,}7\ g : 5\ mn = 0{,}34\ g/mn$.

● Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἀνοικτὸν δοχεῖον δι' ἑτέρου μεγαλυτέρας ἐπιφανείας καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἐντὸς 5 mn θὰ ἐξατμισθοῦν 6,8 g αἰθέρος (σχ. 3).

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ αἰθέρος εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον εἶναι 132 cm^2 καὶ εἰς τὸ δεύτερον 528 cm^2.

Παρατηροῦμεν ὅτι : $\frac{132}{528} = \frac{1}{4}$ $\frac{1{,}7}{6{,}8} = \frac{1}{4}$,

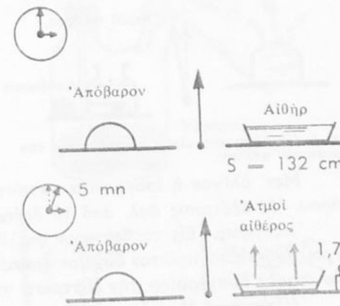
δηλ. ἐὰν τετραπλασιάσωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τότε καὶ ἡ μᾶζα τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ τετραπλασιάζεται.

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

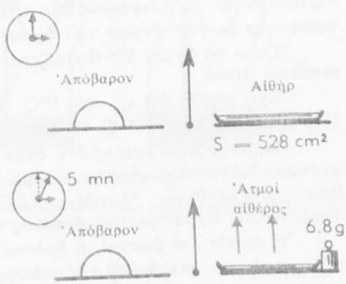
Παρατήρησις. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρρουχα στεγνώνουν ταχύτερον κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας.

● Θέτομεν τὴν ἰδίαν μᾶζαν αἰθέρος δύο ὁμοίων δοχείων καὶ τὰ ἰσορροποῦμεν εἰς ἕνα ζυγὸν (σχ. 4).

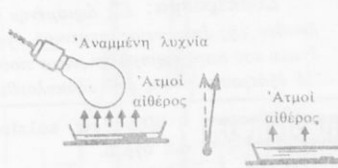
Σχ. 1. Ὁ αἰθὴρ εἶναι περισσότερον πτητικὸς ἀπὸ τὸ οἰνόπνευμα.



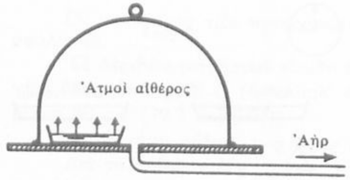
Σχ. 2. Ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως εἶναι $1{,}7\ g : 5\ mn = 0{,}34\ g/mn$



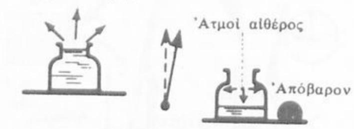
Σχ. 3. Ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 4. Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν.



Σχ. 5. Ἡ ἐλάττωσις τῆς πιέσεως ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν.



Σχ. 6. Ἡ ἐξάτμισις εἶναι ταχυτέρα εἰς τὴν ἀριστερὰν φιάλην.

Ἐὰν πλησιάσωμεν ἄνωθεν τοῦ ἑνὸς δοχείου ἀναμμένον ἠλεκτρικὸν λαμπτῆρα, ἡ ἰσορροπία τοῦ ζυγοῦ καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἄλλου δοχείου.

Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν.

Ἐὰν τοποθετήσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας δοχεῖον φέρον ὀλίγα cm^2 αἰθέρος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι *ἡ ἐξάτμισις ἐπιταχύνεται, ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος, δηλ. ὅταν ἐλαττώσωμεν τὴν πίεσιν ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.*

Εἰς τὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιεῖται ἡ μέθοδος αὐτὴ πρὸς συμπύκνωσιν τῶν σακχαρούχων χυμῶν.

Παρατήρησις. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρρουχα στεγνώνουν εὐκολώτερον εἰς τὸν ἐλεύθερον ἀέρα παρὰ ἐντὸς κλειστοῦ χώρου.

Διὰ νὰ διατηρήσωμεν ὑγρὸν ἓν ἐπίθεμα (κατάπλασμα), ἀπομονώνομεν τοῦτο δι' ἑνὸς ὑφάσματος ἀπὸ τὸν ἀέρα.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἑνὸς ζυγοῦ φιαλίδιον πλῆρες αἰθέρος καὶ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δίσκου ὅμοιον φιαλίδιον, τὸ ὁποῖον ὅμως περιέχει ὀλιγώτερον αἰθέρα (κατὰ 1/4 τοῦ πρώτου), καὶ ἰσορροποῦμεν δι' ἀντιβάρου τὸν ζυγόν.

Μετ' ὀλίγον ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἀντιβάρου. *Ἡ ἐξάτμισις δηλ. ἀπὸ τὸ δεύτερον φιαλίδιον γίνεται μετὰ μικροτέρας ταχύτητος.*

Ἐξήγησις. Εἰς τὸ δεύτερον φιαλίδιον οἱ ἀτμοὶ τοῦ αἰθέρος συσσωρεύονται ἄνωθεν τοῦ ὑγροῦ, ἐνῷ εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον διασκορπίζονται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἡ συσσώρευσις αὕτη τῶν ἀτμῶν δυσχεραίνει τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὑγροῦ καί, ὡς ἐκ τούτου, τὴν ἐπιβραδύνει.

Ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως αὐξάνει, ὅταν ὁ ἀὴρ ἀνανεοῦται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

● Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν εἰς μίαν ὡρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀὴρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἀπεριόριστον ποσότητα ἐκ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν τὸ ὑγρὸν δὲν ἐξατμίζεται πλέον, οἱ ἀτμοί του ἔχουν **κορεσθῆ** καὶ λέγονται **κεκορεσμένοι ἀτμοί.**

Ἔχει εὑρεθῆ ὅτι εἰς τοὺς 0°C $1 m^3$ ἀέρος συγκρατεῖ 4,8 g ὑδρατμῶν, εἰς τοὺς 20° C 17,3 g καὶ εἰς τοὺς 40° C 49 g.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι, ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι πολὺ ὑγρός, τὰ ἀσπρόρρουχα δὲν στεγνώνουν, διότι ὁ ἀὴρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὑδρατμῶν. Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία ἀνέλθῃ, ἡ ἐξάτμισις συνεχίζεται. Ἀντιθέτως, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ, ἓν μέρος τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας ὑγροποιεῖται, **ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται.**

Ἡ ὁμίχλη, αἱ βροχαί, ἡ δρόσος, ἡ χιών, τὰ σταγονίδια τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς φιάλης, ὅταν τὴν ἐξάγωμεν τοῦ ψυγείου κ.τ.λ., ὀφείλονται εἰς τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Συμπέρασμα: *Εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀὴρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου του παρὰ ὡρισμένην μόνον ποσότητα ἐκ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ. Ὑφίσταται κορεσμόν. Ἡ ἐξάτμισις παύει, ἐνῷ ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ μία ποσότης ὑγροῦ.*

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ ἐξάτμισις αὐτὴ εἶναι βραδεῖα καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ἡ ταχύτης ἐξατμίσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἀνανεώσεως τοῦ ἀέρος. Ἐπιταχύνεται δέ, ὅσον ἡ πίεσις ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ γίνεται μικροτέρα.

3. Ὁ ἀτμὸς εἶναι κεκορεσμένος, ὅταν ἡ ἐξάτμισις παύῃ, ὁπότε παραμένει ὑγρόν, τὸ ὁποῖον δὲν ἐξατμίζεται.

Εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀὴρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ παρὰ ὡρισμένην μόνον ποσότητα ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ τούτου.

45ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

1 Πίεσις ἀτμοῦ.

- Εἰς τὸ ἓν στόμιον τοῦ δοχείου (σχ. 1) προσαρμόζομεν σύριγγα αἰθέρος καὶ εἰς τὸ ἕτερον σωλῆνα, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον βυθίζεται ἐντὸς ὑδραργύρου, εὑρισκομένου εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

- Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ τοῦ δοχείου εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος. *Ἡ πίεσις λοιπὸν τοῦ περιωρισμένου ἀέρος εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἐκείνης τῆς στιγμῆς.*

- Πιέζομεν τὸ ἔμβολον τῆς σύριγγος, ὥστε νὰ πίπτῃ ὁ αἰθὴρ ἐντὸς τοῦ δοχείου κατὰ σταγόνας.

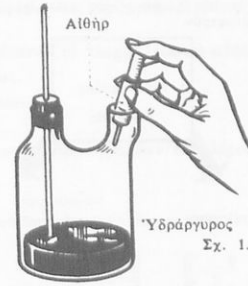
Κατ' ἀρχὰς οὐδὲν ἴχνος ὑγροῦ παρουσιάζεται, διότι ὁ αἰθὴρ ἐξατμίζεται ταχέως, ἐνῷ ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται βραδέως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

Ὁ ἀτμὸς δηλ. τοῦ αἰθέρος ἀσκεῖ πίεσιν, ἡ ὁποία προστίθεται εἰς τὴν πίεσιν τοῦ περιωρισμένου ἀέρος.

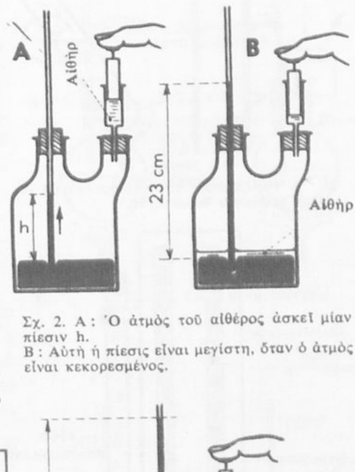
Ἡ πίεσις αὐτὴ μετρεῖται διὰ τοῦ ὕψους τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν νὰ ρίπτωμεν αἰθέρα εἰς τὴν φιάλην, ἕως ὅτου ἐμφανισθοῦν σταγόνες εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου, ὁ ὁποῖος ἀνήρχετο εἰς τὸν σωλῆνα, εὐθὺς ὡς ἐμφανισθῇ ἡ πρώτη σταγών, παραμένει ἀμετάβλητος, ὅσας σταγόνας αἰθέρος καὶ ἐὰν προσθέσωμεν εἰς τὴν φιάλην.

Ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ λαμβάνει τότε τὴν μεγίστην τιμήν της διὰ τὴν θερμοκρασίαν, εἰς τὴν ὁποίαν γίνεται τὸ πείραμα (σχ. 2 Β), π.χ. 23 cmHg.



Σχ. 1.

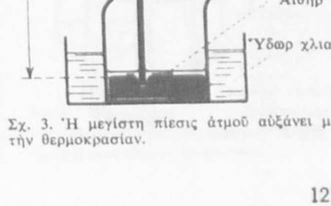


Σχ. 2. Α : Ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος ἀσκεῖ μίαν πίεσιν h.
Β : Αὐτὴ ἡ πίεσις εἶναι μεγίστη, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κεκορεσμένος.

> **Συμπέρασμα** : *Ὁ ἀτμός, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν πίεσιν. Ἡ πίεσις αὐτὴ ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην τιμήν, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κεκορεσμένος.*

Ὅταν ἐντὸς τῆς φιάλης ὑπάρχουν σταγόνες αἰθέρος, ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος παραμένει ἀμετάβλητος.

Ἐὰν ὅμως θέσωμεν τὴν φιάλην ἐντὸς χλιαροῦ ὕδατος, ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα, ἕως ὅτου ὁ ἀτμὸς καταστῇ κεκορεσμένος, ὁπότε φθάνει εἰς ἓν νέον μέγιστον· π.χ. 40 cm (σχ. 3).



Σχ. 3. Ἡ μεγίστη πίεσις ἀτμοῦ αὐξάνει μὲ τὴν θερμοκρασίαν.

Σχ. 4. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ αἰθέρος ψύχει τὸ θερμόμετρον.

> **Συμπέρασμα**: *Ἡ μεγίστη πίεσις (τάσις) ἑνὸς ἀτμοῦ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.*

Ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ὑδρατμῶν εἶναι 4,58 mmHg εἰς τοὺς 0^0 C καὶ 17,53 mmHg εἰς τοὺς 20^0 C. Εἰς τοὺς 100^0 C εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν 76 cmHg (περίπου 1 Kp/cm²), εἰς τοὺς 200^0 C, 1,165 cmHg (15 Kp/cm²) καὶ εἰς τοὺς 250^0 C, 3100 cmHg (40 Kp/cm²).

Εὐκόλως ἀντιλαμβανόμεθα διατί ὁ ὑπέρθερμος ἀτμὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν τῶν ἀτμομηχανῶν.

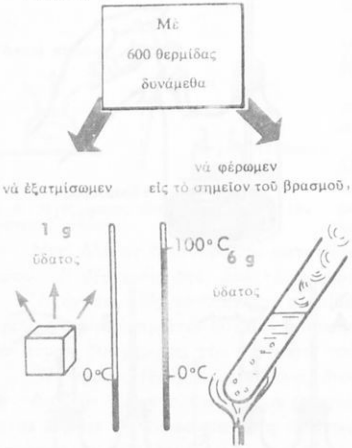
2 Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.

● Περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου δι' ὀλίγου βάμβακος ἐμποτισμένου δι' αἰθέρος. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμομετρικὴ στήλη κατέρχεται ταχέως καὶ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τοὺς -10^0 C, ἐὰν ἐπιταχύνωμεν τὴν ἐξάτμισιν (δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος) (σχ. 4).

> **Συμπέρασμα**: *Διὰ τὴν ἐξάτμισίν του ὁ αἰθὴρ ἀπορροφᾷ θερμότητα ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν σωμάτων, μὲ τὰ ὁποῖα ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.*

Παρατήρησις. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δροσερὸν ἓν ποτόν, περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον δι' ἑνὸς βρεγμένου ὑφάσματος.

Ἡ ἐξάτμισις ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τῶν σωληνώσεων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ψυγείου δημιουργεῖ τὴν ψῦξιν.



Σχ. 5. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὕδατος ἀπαιτεῖ μεγάλην ποσότητα θερμότητος.

Τὰ πορώδη πήλινα δοχεῖα καθιστοῦν ψυχρὸν τὸ ὕδωρ κατὰ τὸ θέρος, διότι ἐκ τῶν πόρων των ἐξέρχεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου.

Ὅταν εἴμεθα ἱδρωμένοι, πρέπει νὰ ἀποφεύγωμεν τὰ ρεύματα. Διατί;

Διὰ νὰ ἐξατμισθῇ 1 g ὕδατος, πρέπει νὰ ἀπορροφήσῃ 600 cal περίπου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ 539 cal εἰς τοὺς 100^0 C (σχ. 5).

3 Ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

Ἀφοῦ λοιπὸν ἡ ἐξάτμισις ἑνὸς ὑγροῦ δημιουργεῖ ψῦξιν, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν αὐτὴν τὴν ἰδιότητα, διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

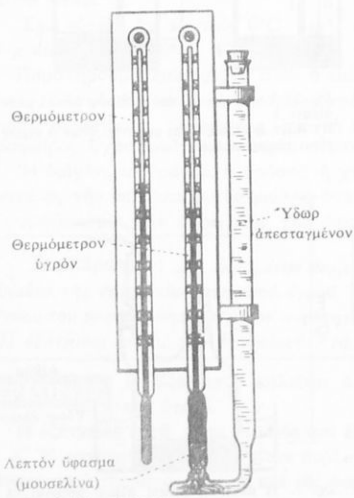
Λαμβάνομεν δύο θερμόμετρα καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ ἑνὸς περιβάλλομεν διὰ βρεγμένου ὑφάσματος (σχ. 6).

Ἐὰν ὁ ἀὴρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὑδρατμῶν, ἀμφότερα τὰ θερμόμετρα θὰ δεικνύουν τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν, διότι δὲν γίνεται ἐξάτμισις.

Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος θὰ εἶναι τότε 100.

Ἐὰν ὁ ἀὴρ εἶναι τελείως ξηρός, ἡ ἐξάτμισις θὰ εἶναι μεγίστη καὶ τὰ δύο θερμόμετρα θὰ δείξουν δύο *πολὺ διαφορετικὰς θερμοκρασίας. Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 0.*

Τὸ ὄργανον τοῦτο ὀνομάζεται ψυχρόμετρον (σχ. 6).



Σχ. 6. Ψυχρόμετρον

Ἡ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν, τοὺς ὁποίους περιέχει ὁ ἀήρ, καθορίζεται ὑπὸ πίνακος, συνοδεύοντος τὸ ὄργανον.

Σημείωσις. Πρὸς μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ὑγρασίας τοῦ ἀέρος χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ ὑδρόμετρον.

Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὀργάνου τούτου ἀποτελεῖται ἐκ δέσμης τριχῶν, ἡ ὁποία ἀναλόγως πρὸς τὴν ποσότητα τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιμηκύνεται περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον.

Ἕτερον ὄργανον προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας εἶναι καὶ τὸ ὑγροσκόπιον.

Εἰς τοῦτο ὑπάρχει οὐσία, ἡ ὁποία ἀλλάσσει χρῶμα ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν πίεσιν. Ἡ πίεσις (τάσις) αὐτὴ εἶναι μεγίστη, ὅταν ὁ ἀτμὸς εἶναι κεκορεσμένος.

Ἡ μεγίστη πίεσις ἑνὸς ἀτμοῦ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ἐξάτμισις ἑνὸς ὑγροῦ ἀπορροφᾷ θερμότητα.

3. Διὰ τοῦ ψυχρομέτρου δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

46ΟΝ καὶ 47ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ

ΒΡΑΣΜΟΣ

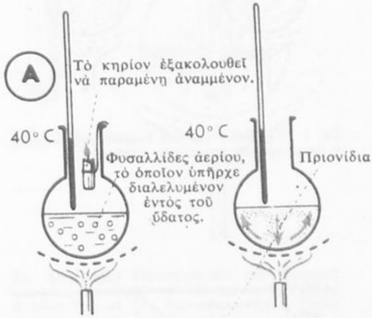
1 Παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ.

Πείραμα. Θερμαίνομεν δύο σφαιρικὰς φιάλας, εἰς τὰς ὁποίας ἔχομεν τοποθετήσει ὕδωρ καὶ ἓν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι :

α) Ἀπὸ 18° C ἕως 30° C ὑγραίνονται ἐξωτερικῶς, διότι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων των συμπυκνοῦνται οἱ ὑδρατμοί, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ οἰνοπνεύματος ἢ τοῦ φωταερίου.

Ἡ ὑγρασία αὐτὴ ἐξαφανίζεται συντόμως.

β) Ἀπὸ τοὺς 40° C ἕως 50° C ἐμφανίζονται φυσαλλίδες εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματά των, αἱ ὁποῖαι ἀνερχόμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας διαλύονται.



Σχ. 1. Ρεύματα μεταφορᾶς

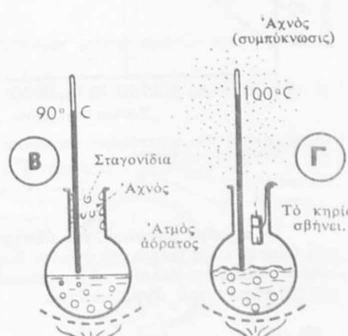
Ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὑρίσκονται διαλελυμένα διάφορα ἀέρια, κυρίως ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον. Τὰ ἀέρια αὐτά, ἐπειδὴ ἡ διαλυτότης των ἐλαττοῦται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, δὲν δύνανται νὰ παραμείνουν ἐντὸς αὐτοῦ καὶ διαφεύγουν ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων.

Ἐὰν θέσωμεν ἀναμμένον κηρίον ἐντὸς τῆς φιάλης, θὰ ἐξακολουθῇ νὰ καίῃ. Διατί ; (σχ. 1).

γ) Ἀπὸ τοὺς 50° C ἕως τοὺς 70° C βλέπομεν νὰ ὑγραίνωνται ἐσωτερικῶς ὁ λαιμὸς καὶ τὸ ἄνω μέρος τῆς φιάλης, καὶ τέλος νὰ σχηματίζωνται μικραὶ σταγόνες ὕδατος. Διατί ; (σχ. 2).

Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰ πριονίδια, τὰ ὁποῖα ἔχομεν θέσει εἰς τὴν δευτέραν φιάλην, θὰ ἴδωμεν ὅτι εὑρίσκονται εἰς συνεχῆ κίνησιν. Ἐκ τοῦ πυθμένος τῆς φιάλης ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας ἐπανέρχονται εἰς τὸν πυθμένα.

Ἐξήγησις. Τὸ ὕδωρ θερμαίνεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, διαστέλλεται καί, ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης του, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Τὴν θέσιν του καταλαμβάνει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας, τὸ ὁποῖον, ὡς ἐκ τούτου, εἶναι πυκνότερον.

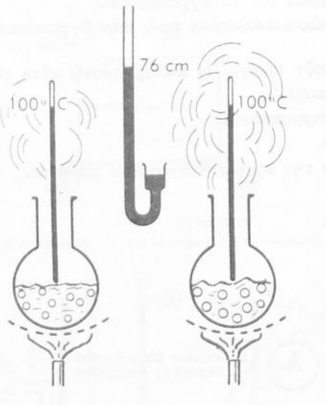


Σχ. 2. Αἱ φυσαλλίδες τοῦ ἀτμοῦ δὲν φθάνουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Βρασμός

Τὰ πριονίδια, παρασυρόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, μᾶς βοηθοῦν νὰ παρακολουθήσωμεν αὐτὰ τὰ ρεύματα. Τὸ ὕδωρ, ἂν καὶ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἕνεκα τῶν ρευμάτων τούτων, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ρεύματα μεταφορᾶς, θερμαίνεται εἰς ὅλην τὴν μᾶζάν του.

δ) Εἰς τοὺς 90° C ἐμφανίζονται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου φυσαλλίδες, αἱ ὁποῖαι ἔρχονται πρὸς τὰ ἄνω· ἀλλά, προτοῦ φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐξαφανίζονται. Ὅσον περισσότερον ἀνέρχονται, ὁ ὄγκος των ἐλαττοῦται, ἐνῷ συγχρόνως ἀκούεται χαρακτηριστικὸς ἦχος.

Αἱ φυσαλλίδες αὐταὶ τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζονται εἰς τὸ θερμότερον μέρος τοῦ ὕδατος (εἰς τὸν πυθμένα). Ὅταν ὅμως πλησιάζουν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι μικροτέρα, καὶ αἱ φυσαλλίδες ἐξαφανίζονται.



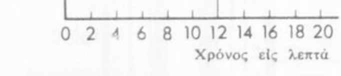
Σχ. 3. Ἐφ' ὅσον χρόνον διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

ε) Αἱ φυσαλλίδες γίνονται πολυπληθέστεραι καὶ φθάνουν τώρα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἡ ὁποία εὑρίσκεται ἐν ἀναταραχῇ. Τὸ θερμόμετρον δεικνύει τότε 100° C. Τὸ ὕδωρ βράζει. Κατὰ 1 cm περίπου ἄνω τοῦ στομίου τῆς φιάλης βλέπομεν κάτι ὡσὰν ὁμίχλην· ἐὰν θέσωμεν ἐντὸς τῆς φιάλης ἀναμμένον κηρίον, σβήνει ἀμέσως (σχ. 2).

Ἡ φιάλη εἶναι πλήρης ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος ἐξεδίωξε τὸν ἀέρα. Ὁ ἀτμὸς αὐτὸς εἶναι ἄχρουν καὶ διαφανὲς ἀέριον, τὸ ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν. Ὅταν ὅμως ἐξέρχεται τῆς φιάλης, συμπυκνοῦται εἰς μικρὰ σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν τὴν ὁρατὴν ὁμίχλην.

Βρασμὸς καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαέρωσις ἑνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

2 Σημεῖον ζέσεως (βρασμοῦ).



Σχ. 4. Βρασμὸς τοῦ ὕδατος

- Ἐὰν συνεχίσωμεν τὴν θέρμανσιν τῆς φιάλης, τὸ θερμόμετρον ἐξακολουθεῖ νὰ δεικνύῃ τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν τῶν 100° C. Ἐὰν δυναμώσωμεν τὴν φλόγα, ὁ βρασμὸς γίνεται ζωηρότερος, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.
- Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται καὶ εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν δεικνύει τὸ βαρόμετρον : π.χ. 76 cmHg.

Πρῶτος νόμος : *Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ὁ βρασμὸς ἑνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.*

Ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ καὶ λέγεται σημεῖον βρασμοῦ (ζέσεως) τοῦ ὑγροῦ.

Τὸ σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg ἢ τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν, διὰ νὰ σημειώσωμεν τὸ 100° εἰς τὴν θερμομετρικὴν κλίμακα Κελσίου. Τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ ἑνὸς καθαροῦ ὑγροῦ ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

3 Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως εἰς τὸν βρασμόν.

Παρατήρησις. Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ γάλα καὶ ἡ θερμοκρασία του φθάνῃ εἰς ὡρισμένον βαθμόν, τὸ γάλα βράζει ἀποτόμως καὶ χύνεται.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι κατ' ἀρχὰς σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του μεμβράνη (κροῦστα), ἡ ὁποία ἐμποδίζει τὴν ἔξοδον τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἐφ' ὅσον χρόνον ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι μικροτέρα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἄνω τῆς μεμβράνης (κρούστας), ὁ ἀτμὸς δὲν δύναται νὰ τὴν ἀνυψώσῃ.

Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς σημεῖον, ὥστε ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ νὰ γίνῃ ἴση μὲ τὴν ἐξωτερικήν, τότε ὁ ἀτμὸς ἀνυψώνει ἀποτόμως τὴν «κροῦστα» καὶ ἐκφεύγει παρασύρων καὶ τὸ γάλα. Οὕτω καὶ τὸ ὕδωρ ἀρχίζει νὰ βράζῃ τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ του γίνεται ἴση πρὸς τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας του.

● *Πείραμα.* Λαμβάνομεν σωλῆνα εἰς σχ. U, ὁ ὁποῖος εἰς τὸ μικρὸν καὶ κλειστὸν σκέλος του περιέχει ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ, καὶ τὸν τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος μιᾶς φιάλης (σχ. 5).

Ἐὰν θερμάνωμεν τὴν φιάλην, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ νὰ βράζῃ τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη Α καὶ Β τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εὑρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον.

Ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὕδατος (εἰς τὸ σκέλος Β), εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ Α).

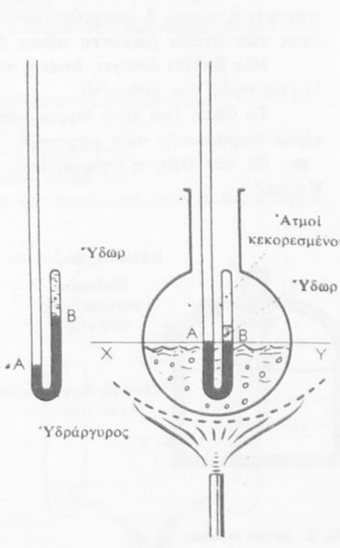
Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὸ μικρὸν σκέλος τοῦ Β σωλῆνος, ἔχει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ καὶ οἱ ἀτμοί του τὴν μεγίστην πίεσιν.

Ἡ μεγίστη πίεσις λοιπὸν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° C εἶναι 76 cmHg.

> **Δεύτερος νόμος:** *Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.*

Κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ μερικῶν καθαρῶν σωμάτων ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg

Ὑδρογόνον	−252°	Αἰθὴρ	35°
Ἄζωτον	−195°	Οἰνόπνευμα	78°
Ὀξυγόνον	−183°	Βενζίνη	90°
Διοξείδιον τοῦ θείου	−10°	Ὑδράργυρος	357°
		Θεῖον	444°



Σχ. 5. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ σκέλος Β εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν Α.

4 Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

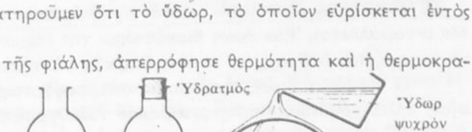
Ἀπομακρύνομεν τὴν φιάλην ἐκ τῆς φλογός, πωματίζομεν αὐτὴν ἀμέσως καὶ τὴν ἀναστρέφομεν (σχ. 6).

● Ὅταν βρέξωμεν τὴν φιάλην, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς αὐτῆς, ἀρχίζει πάλιν νὰ βράζῃ.

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν ἐπὶ τῆς φιάλης, ἀπερρόφησε θερμότητα καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης κατῆλθε.

Μέρος τοῦ ἀτμοῦ συμπυκνοῦται καὶ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ τώρα βράζει εἰς μικροτέραν θερμοκρασίαν.

> **Συμπέρασμα:** *Εἰς πᾶσαν ἐλάττωσιν τῆς πιέσεως ἑνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ του κατέρχεται.*



Σχ. 6. Πείραμα Φραγκλίνου

Ἐφαρμογή. Διὰ νὰ συμπυκνώσωμεν τὸ γάλα, βράζομεν αὐτὸ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 60° C ἐντὸς λεβήτων ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν. Διατί;

Τὴν ἰδίαν μέθοδον ἐφαρμόζομεν καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν σακχάρεως πρὸς συμπύκνωσιν τοῦ χυμοῦ τεύτλων.

5 Χύτρα πιέσεως (σχ. 7).

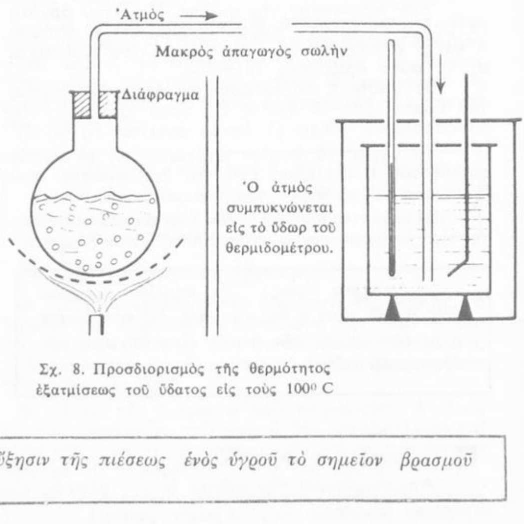
● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν ἐντὸς κλειστῆς χύτρας, δὲν δύναται νὰ βράσῃ, διότι πάντοτε ἡ πίεσις, ἡ ἐνεργοῦσα ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας του, εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μεγίστης πιέσεως τῶν ἀτμῶν (μεγίστη πίεσις ἀτμῶν + πίεσις κεκλεισμένου ἀέρος).

Μία βαλβὶς ἀνοίγει, ὅταν ἡ πίεσις φθάσῃ εἰς ὡρισμένον σημεῖον (1,5 ἕως 2 Kp/cm² ἀναλόγως πρὸς τὴν ρύθμισιν).

Τὸ ὕδωρ ἔχει τότε θερμοκρασίαν 120° C περίπου, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιτρέπει ταχυτέραν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν.

● Εἰς τὸν λέβητα ἀτμομηχανῆς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι 250° C καὶ ἡ πίεσις 40 Kp/cm².

Σχ. 7. Χύτρα πιέσεως



Σχ. 8. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100° C

> **Συμπέρασμα** : *Διὰ πᾶσαν αὔξησιν τῆς πιέσεως ἑνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ του ἀνέρχεται.*

6 Θερμότης βρασμοῦ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται. Ἐὰν ὅμως διακόψωμεν τὴν θέρμανσιν, τότε καὶ ὁ βρασμὸς διακόπτεται. Διὰ νὰ συνεχίζεται ὁ βρασμός, πρέπει διαρκῶς νὰ προσφέρωμεν θερμότητα εἰς τὸ ὑγρόν.

Ἡ θερμότης ὅμως, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τώρα τὸ ὑγρόν, δὲν ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ χρησιμεύει πρὸς μεταβολὴν τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀέριον.

> *Θερμότης ἐξαερώσεως ἑνὸς ὑγροῦ εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς 1 g τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.*

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος.

Πραγματοποιοῦμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 8. Τὸ θερμιδόμετρον εὑρίσκεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν φλόγα καὶ χωρίζεται ἀπὸ αὐτὴν δι' ἑνὸς διαφράγματος ἐξ ἀμιάντου.

Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 500 g ὕδατος.

Τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 20 g.

Ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος : $t_1=16{,}5^0$ C. Μᾶζα θερμιδομέτρου κ.τ.λ. 636,5 g.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης μέχρι βρασμοῦ καὶ ἀφίνομεν ἐπ' ὀλίγα λεπτὰ ἐλεύθερον τὸν ἀτμὸν νὰ ἐκφεύγῃ ἐκ τοῦ στομίου τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλῆνος.

● Θέτομεν τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου. Ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται.

● Μετ' ὀλίγα λεπτὰ ἀποσύρομεν τὸν σωλῆνα καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος : $t_2=37{,}4^0$ C.

Ζυγίζομεν κατόπιν τὸ θερμιδόμετρον : 654,7 g

Ἡ μᾶζα τοῦ ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος συνεπυκνώθη ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι :

$$m=654{,}7g-636{,}5g=18{,}2\ g.$$

Τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον ἀπερρόφησαν ποσὸν θερμότητος:

$$Q\ cal = 520\ cal/^oC\ (37{,}4-16{,}5)^oC = 10868\ cal.$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἀτμοῦ καὶ τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία κατῆλθεν ἀπὸ 100^0 C εἰς $37{,}4^0$ C, ἀπέδωσε :

$$Q_1\ cal = 18{,}2\ cal/^oC\ (100-37{,}4)^o\ C = 1.135\ cal.$$

Διὰ νὰ μετατραποῦν λοιπὸν εἰς θερμοκρασίαν τῶν 100°C, 18,2 g ἀτμοῦ, ἀπὸ τὴν ἀέριον εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, παραχωροῦν :

$$10868\ cal - 1135\ cal = 9733\ cal$$

καὶ ἑπομένως 1 g ἀτμοῦ παραχωρεῖ:

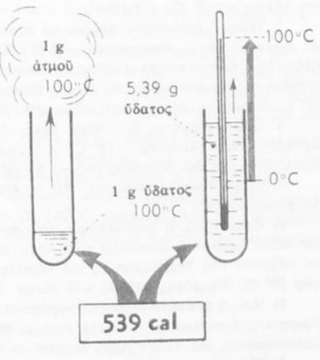
$$\frac{9733\ cal}{18{,}2\ g} = 535\ cal/g$$

Ἀντιθέτως, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ εἰς ἀτμὸν 100^0 C 1g ὕδατος 100^0 C, ἀπορροφᾷ 535 cal.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100^0 C εἶναι 535 cal/g. Κατὰ τὸ πείραμα αὐτὸ δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὡρισμένα σφάλματα.

Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὑρίσκομεν ὅτι ἡ **θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἶναι 539 cal/g.**

Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν θερμότητα ἐξαερώσεως ἀπὸ ὅλα τὰ ὑγρά.



Σχ. 9. Ἡ θερμότης ἐξατμίσεως τοῦ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Θερμότης ἐξαερώσεως μερικῶν ὑγρῶν :	
Οἰνόπνευμα εἰς τοὺς 78° C : 216 cal/g	Αἰθὴρ εἰς τοὺς 35° C : 90 cal/g
Βενζίνη εἰς τοὺς 80° C : 94 cal/g	Διοξείδιον τοῦ θείου εἰς τοὺς —10° C : 95 cal/g

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Βρασμὸς καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξάερωσις ἑνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν ὁ βρασμὸς ἑνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ παραμένει ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ.

3. Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἑνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

4. Θερμότης ἐξαερώσεως ἑνὸς ὑγροῦ εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσφέρωμεν εἰς 1g αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ τὸ μετατρέψωμεν ἐξ ὁλοκλήρου εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως ἑνὸς ὑγροῦ ἐλαττοῦται, ὅσον ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 539cal/g.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 11η: Μεταβολαὶ καταστάσεως.

I. Τῆξις

1. Εἰς 0^0 C ἡ πυκνότης τοῦ πάγου εἶναι 0,92 Kg/dm^3 καὶ τοῦ ὕδατος 1 Kg/dm^3. Πόσον ὄγκον θὰ ἔχῃ ὁ πάγος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἐκ τῆς στερεοποιήσεως 50 l ὕδατος;

2. Αἱ στῆλαι πάγου τοῦ ἐμπορίου ἔχουν σχῆμα ὀρθογωνίου παραλληλεπιπέδου τῶν ἑξῆς διαστάσεων: μῆκος 98 cm καὶ τομὴν 16 cm X 28 cm. Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ὁ ὄγκος τῆς στήλης τοῦ πάγου.

β) Ἡ μᾶζα της, ἐὰν ἡ πυκνότης τοῦ πάγου εἶναι 0,92 Kg/dm^3 εἰς 0^0 C.

γ) Ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 125 ὁμοίων στηλῶν πάγου. Πυκνότης ὕδατος εἰς 0^0 C: 1 Kg/dm^3.

3. Πόσην θερμότητα πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς τεμάχιον πάγου, θερμοκρασίας 0^0 C μάζης 175 g, πρὸς τῆξιν τούτου καὶ ἀκολούθως αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ληφθέντος ἐκ τῆς τήξεως ὕδατος εἰς τοὺς 10^0 C; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g.

4. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τῆξιν 1200 Kg πάγου, θερμοκρασίας -12^0 C; Εἰδικὴ θερμότης πάγου 0,5 cal/g καὶ θερμότης τήξεως 80 cal/g.

5. Θερμιδόμετρον περιέχει 300 g ὕδατος καὶ 100 g πάγου 0^0 C:

α) Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ συστήματος καὶ πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τῆξιν τοῦ πάγου καὶ αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ συστήματος εἰς τοὺς 10^0 C; (Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g).

β) Ἐὰν ἡ ἀνωτέρω θερμότης παρέχεται ὑπὸ μιᾶς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, ἡ ὁποία παρέχει 60 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ πόσην ὥραν διαρκεῖ τὸ πείραμα;

6. Τὸν χειμῶνα μία ὁδὸς καλύπτεται διὰ στρώματος πάγου 0^0 C καὶ πάχους 2 mm.

Ποῖον ὕψος ὕδατος βροχῆς, θερμοκρασίας 8^0 C, πρέπει νὰ πέσῃ ἀνὰ 1 m^2 ἐπιφανείας, διὰ νὰ τακῇ ὁ πάγος; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g, πυκνότης πάγου 0,92 Kg/dm^3. Ὑποθέτομεν ὅτι ὁ ἀὴρ καὶ τὸ ἔδαφος δὲν λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς θερμικὰς ἀνταλλαγάς.

7. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται:

α) Διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 150 l ὕδατος ἀπὸ 12^0 C εἰς 34^0 C.

β) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου 0^0 C;

γ) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου θερμοκρασίας -10^0 C καὶ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς 100^0 C. (Εἰδ. θερμότης πάγου 0,5 cal/g^0 C, θερμότης τήξεως πάγου 80 cal/g).

8. Εἰς 300 g ὕδατος 40^0 C ρίπτομεν τεμάχιον πάγου 0^0 C μάζης 60 g:

α) Πόσην θερμότητα ἀπορροφᾷ ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ;

β) Ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος;

9. Θερμιδόμετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 250 g, περιέχει 100 g ὕδατος, θερμοκρασίας 40^0 C:

α) Ποῖον τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου, ἐὰν ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὀρειχάλκου εἶναι 0,1 cal/g^0 C;

β) Θέτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 20 g πάγου 0^0 C. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου;

10. Εἰς 1500 g ὕδατος 10^0 C θέτομεν τεμάχιον χαλκοῦ 200 g, θερμοκρασίας 100^0 C, καὶ προσθέτομεν πάγον 0^0 C:

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ καταστῇ ἡ τελικὴ θερμοκρασία 0^0 C, ὅταν ὁ πάγος τακῇ ἐντελῶς.

β) Ἐὰν ἡ μᾶζα τοῦ πάγου εἶναι 500 g, ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ πόση μᾶζα πάγου ἀπομένει; Εἰδ. θερμότης χαλκοῦ 0,095 cal/g^0 C.

11. Θερμιδόμετρον περιέχει 400 gr ὕδατος, θερμοκρασίας 0^0 C. Προσθέτομεν διαδοχικῶς 20 g, πάγου 0^0 C καὶ 200 g ὕδατος 50^0 C, ὁπότε, μετ' ὀλίγον τὸ ὄργανον περιέχει μόνον ὕδωρ 20^0 C. Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ἡ θερμότης τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ μεταβληθῇ εἰς ὕδωρ 20^0 C.

β) Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν παρεχώρησαν τὰ 200 g τοῦ ὕδατος.

γ) Ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῶν 400 g ὕδατος,

(Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὸ θερμιδόμετρον, δὲν ὑπολογίζεται).

12. Εἰς θερμιδόμετρον, φέρον 400 g ὕδατος θερμοκρασίας 36^0 C, θέτομεν ἓν τεμάχιον πάγου 67 g, θερμοκρασίας 0^0 C. Ὅταν τακῇ ὁ πάγος, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι $19{,}5^0$ C. Ποία εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου; (Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου θεωρεῖται ἀμελητέον).

13. Θερμιδόμετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 200 g, περιέχει 300 g ὕδατος, θερμοκρασίας 20^0 C. Θέτομεν ἐντὸς αὐτοῦ 100 gr πάγου 0^0 C. Ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, τὸ θερμιδόμετρον περιέχει ὕδωρ καὶ 20 g πάγου:

α) Ποία εἶναι τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

β) Ποία εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἰς θερμίδας ἀνὰ γραμμάριον; (Εἰδ. θερμ. ὀρειχάλκου 0,1 cal/g C).

II. Ἐξάτμισις. Κεκορεσμένοι ἀτμοί

14. Εἰς τὴν φιάλην τοῦ σχ. 2 τοῦ 45ου μαθήματος θέτομεν αἰθέρα, ὁπότε ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται εἰς ὕψος 20,4 cm εἰς τὸν σωλῆνα. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ αἰθέρος (p/cm^2); Εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^3.

15. Εἰς σωλῆνα Τορρικέλλι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εὑρίσκεται εἰς ὕψος 70 cm. Εἰσάγομεν μίαν σταγόνα αἰθέρος εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ὁπότε τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης γίνεται 41 cm:

α) Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος εἰς τὸν σωλῆνα;

β) Ἐὰν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος ἡ μεγίστη πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι 571,2 p/cm^2, ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος, τὸν ὁποῖον διαθέτομεν, εἶναι κεκορεσμένος ἢ ὄχι;

16. Νὰ παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαὶ τῆς μεγίστης πιέσεως τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος συμφώνως πρὸς τὰς ἀκολούθους ἐνδείξεις:

Θερμοκρασία:	10^0 C	20^0 C	30^0 C	40^0 C	50^0 C	60^0 C
Πίεσις εἰς cmHg	31	44	64	92	128	173

Εἰς τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων θὰ λάβωμεν 1 cm = 10^0 C καὶ εἰς τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων 1 cm = 20 cmHg.

17. Αἱ μεταβολαὶ τῆς μεγίστης πιέσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος διὰ θερμοκρασίας μεγαλυτέρας τῶν 100^0 C δίδονται εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα:

Θερμοκρασία:	100^0 C	120^0 C	150^0 C	180^0 C	200^0 C	225^0
Πίεσις Kp/cm^2	1	2	5	10	16	25

Νὰ παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαὶ αὐταί. Εἰς τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων 1 cm = 20^0 C καὶ εἰς τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων 1 cm = 2 Kp/cm^2.

(Αἱ πιέσεις Kp/cm^2 εἶναι κατὰ προσέγγισιν).

III. Βρασμός

18. Πλησίον εἰς τοὺς 100^0 C ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ ὕδατος πίπτει κατὰ $0,1^0$ C, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται κατὰ 2,7 mmHg.

Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 73,2 cmHg; (Ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 100^0 C ὑπὸ πίεσιν 760 mmHg).

19. Ζέομεν ὕδωρ, τὴν ἰδίαν ὥραν, εἰς τοὺς πρόποδας ἑνὸς ὄρους, ἔνθα ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 76 cmHg καὶ ἡ θερμοκρασία ζέσεως 100^0 C, καὶ εἰς τὴν κορυφήν του, ἔνθα ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 97^0. Γνωρίζομεν ὅτι πλησίον τῶν 100^0 C ἡ θερμοκρασία ζέσεως τοῦ ὕδατος πίπτει κατὰ $0,10^0$ C, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται κατὰ 2,7 mmHg:

α) Νὰ προσδιορισθῇ εἰς mmHg τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ ὄρους.

β) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ὑψομετρικὴ διαφορὰ εἰς μέτρα μεταξὺ κορυφῆς καὶ προπόδων τοῦ ὄρους.

Εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm^3, μέσον εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,2 p/l.

20. α) Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξαέρωσιν 1,5 Kg ὕδατος, θερμοκρασίας 100^0 C; (Θερμότης ἐξαερώσεως ὕδατος 539 cal/g).

β) Ἂν ἡ θερμότης καύσεως τοῦ ἀνθρακίτου, τὸν ὁποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, εἶναι 8.000 Kcal/Kg καὶ ἐκμεταλλευώμεθα μόνον τὸ 1/4 τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον παρέχεται, πόσον ἀνθρακίτην πρέπει νὰ καύσωμεν;

21. Θερμαίνομεν φιάλην, περιέχουσαν 300 g ὕδατος 20^0 C, διὰ φλογός, ἡ ὁποία παρέχει 4000 cal ὠφέλιμον ποσὸν θερμότητος ἀνὰ λεπτὸν τῆς ὥρας.

α) Ἐντὸς πόσου χρόνου ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ φθάσῃ εἰς τοὺς 100^0 C;

β) Πόση ὥρα θὰ χρειασθῇ ἐπὶ πλέον πρὸς ἐξαέρωσιν τῆς ἡμισείας μάζης τοῦ ὕδατος;

22. Εἰς δοχεῖον, φέρον 1600 g ὕδατος 10^0 C, διοχετεύομεν 50 g ὑδρατμοῦ 100^0 C. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ συστήματος; (Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως (ἢ ὑγροποιήσεως) τοῦ ὕδατος εἶναι 539 cal/g).

23. Πόση μᾶζα ὑδρατμῶν 100^0 C πρέπει νὰ συμπυκνωθῇ ἐντὸς λεκάνης, περιεχούσης 100 l ὕδατος 17^0 C, διὰ νὰ ἔχωμεν τελικὸν μεῖγμα 37^0 C;

Γνωρίζομεν ὅτι 1 g ὑδρατμῶν 100^0 C, ὑγροποιούμενον εἰς 100^0 C, ἀποβάλλει 539 cal. (Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ λεκάνη, δὲν ὑπολογίζεται)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

'Εξώφυλλον ΡΕΝΑΣ ΜΑΛΑΜΑ

ΕΚΔΟΣΙΣ Ζ΄. 1974 (IV) ΑΝΤΙΤΥΠΑ 116.000 - ΣΥΜΒΑΣΙΣ 2417/20-3-74
ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: ΑΛΕΞ. & ΑΝΝΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ