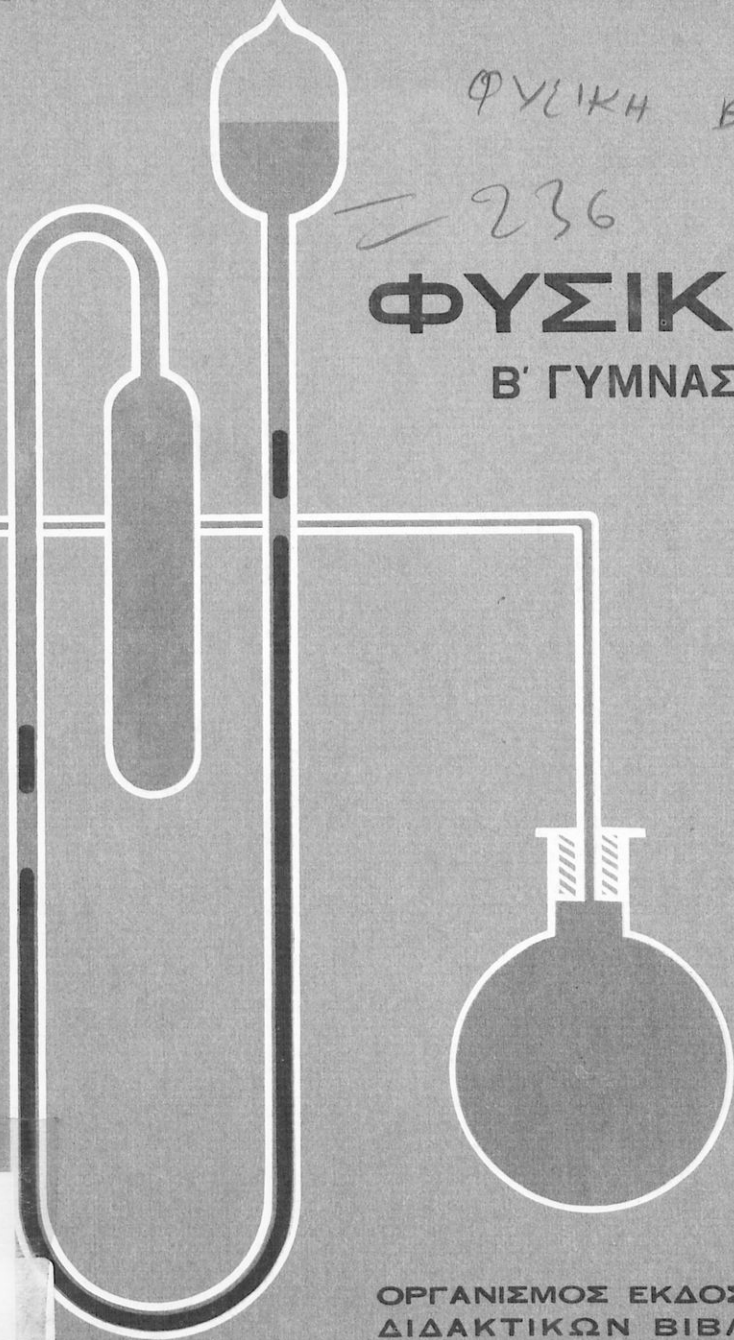


ΦΥΣΙΚΗ Β/κ.

236

ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



002
ΚΛΣ
ΣΤ2Β
1506

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1971

F

2

HEK

Godier (A) —

ΦΥΣΙΚΗ

ΦΥΣΙΚΗ

Α. ΜΟΡΑΛΗΣ, Γ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ, Η. ΜΟΡΑΛΗΣ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΔΩΡΕΑ
ΕΘΝΙΚΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΗΚΚΙΣΥΦ



Μετάφρασις: Ὑπὸ Γεωργίου Ἀνδρεάδη.

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

Ε 2 φσκ
Godier (A)...

ΦΥΣΙΚΗ

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

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



21 ΑΠΡΙΛΙΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ
ΕΔΩΡΗΣΑΤΟ
Ο.Ε.Α.Β.
αδ. α.α.α. 2089 του έτους 1971

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1971

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

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

Ἡ οὐσία, ἀπὸ τὴν ὁποῖαν ἀποτελοῦνται τὰ σώματα, ὀνομάζεται *ὕλη*. Ὁ σίδηρος, τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ εἶναι διάφοροι μορφαὶ ὕλης. Τὰ σώματα διακρίνονται μεταξύ των ὄχι μόνον ἀπὸ τὸ εἶδος, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ποσότητα τῆς ὕλης, ἀπὸ τὴν ὁποῖαν ἀποτελοῦνται. Οὕτω π.χ. ἡ ψαλὶς περιέχει περισσοτέραν ποσότητα ὕλης ἀπὸ τὴν βελόνην καὶ τὸ νόμισμα τῶν δύο δραχμῶν περισσότερο 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 τακῆ· τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν εἰς δοχεῖον, βράζει καὶ μεταβάλλεται εἰς ἀτμὸν· ὁ λίθος, τὸν ὁποῖον ἀφίνομεν ἀπὸ ὑψηλά, πίπτει εἰς τὴν γῆν· τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸ σύρμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται, καὶ δύναται νὰ τὸ ἐρυθροπυρῶσῃ, ὅπως παρατηροῦμεν π.χ. εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν λαμπτήρα.

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

Διὰ νὰ μελετήσωμεν ἓν φυσικὸν φαινόμενον, πρέπει εἰς τὴν ἀρχὴν νὰ τὸ ξεετάσωμεν προσεκτικῶς ἢ, ὅπως λέγομεν, νὰ τὸ παρατηρήσωμεν. Π.χ., διὰ νὰ μελετήσωμεν τὸ φαινόμενον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, δὲν ἀρκεῖ μόνον μίαν φοράν νὰ παρατηρήσωμεν πῶς πίπτει ἓν σῶμα. Πρέπει νὰ μάθωμεν ἓν ὑπάρχῃ διαφορά εἰς τὴν πτώσιν ἐνὸς μεγάλου καὶ ἐνὸς μικροῦ εἰς βάρους σώματος ἢ ἓν ἔχη σημασίαν ὁ ὄγκος τοῦ σώματος ἢ τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον πίπτει τοῦτο. Δι' ὅλα αὐτὰ δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν, ἔαν παρατηρήσωμεν διαφόρους περιπτώσεις πτώσεως σωμάτων. Ἀντὶ ὁμῶς 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 ὁμῶς δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν τὴν ἐξέλιξιν τῶν διαφόρων φαινομένων, ἀλλὰ πρέπει καὶ νὰ τὰ ἐξηγήσωμεν. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὸν σκοπὸν μας, εἶναι ἀπαραίτητον νὰ πραγματοποιήσωμεν διαφόρους *μετρήσεις*. Κατὰ τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων π.χ. πρέπει νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον πίπτει τὸ σῶμα, τὴν ταχύτητα καὶ τὸν χρόνον τῆς πτώσεώς του. Τὸ μήκος, ἡ ἐπιφάνεια, ὁ ὄγκος, ἡ ταχύτης, ὁ χρόνος κ.τ.λ. εἶναι *φυσικὰ μεγέθη*.

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

Σημειώσεις σχετικά με το σύστημα μονάδων.

Σύστημα μονάδων είναι σύνολο μονάδων, οι οποίες επιλέγονται με τρόπον, ώστε να απλοποιούν τους τύπους της Φυσικής και να διευκολύνουν την χρήση τούτων.

Το σύνολο αυτό περιλαμβάνει :

α) μονάδας οι οποίες έχουν **επιλεγη αυθαίρετως** (π.χ. το εκατοστόμετρον, το γραμμάριον, και το δευτερόλεπτον)· οι μονάδες αυτές καλούνται **θεμελιώδεις**.

β) μονάδας **παραγώγους** οι οποίες καθορίζονται από τας **θεμελιώδεις**.

Εις το σύστημα π.χ. *εκατοστόμετρον*, *γραμμάριον*, *δευτερόλεπτον*, το όποιον καλούμεν σύστημα C.G.S., ή **μονάς ταχύτητος** καθορίζεται από το εκατοστόμετρον και από το δευτερόλεπτον, είναι δέ εκατοστόμετρον κατά δευτερόλεπτον· ή **μονάς της επιταχύνσεως** καθορίζεται από την μονάδα της ταχύτητος και από το δευτερόλεπτον, και ή **μονάς βάρους** από το γινόμενον της μονάδος της επιταχύνσεως επί την μονάδα της μάζης. Είναι απαραίτητον **αι θεμελιώδεις μονάδες** να ήμπορούν να καθορισθούν με μεγάλην ακρίβειαν. Το μέτρον (και το εκατοστόμετρον), το χιλιόγραμμον (και το γραμμάριον) και το δευτερόλεπτον εκπληρώνουν ακριβώς αυτήν την άπαιτησιν.

Το μέτρον είναι ή απόστασις εις την θερμοκρασίαν των 0° C μεταξύ δύο γραμμών, οι οποίαι είναι χαραγμένα εις ένα πρότυπον κανόνα, κατασκευασμένον από ίριδιον και λευκόχρυσον, ο οποίος φυλάσσεται εις το Διεθνές Γραφείον Μέτρων και Σταθμών των Σεβρών (Γαλλία).

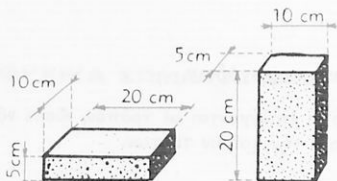
Το χιλιόγραμμον είναι ή μάζα ενός προτύπου κυλίνδρου από ίριδιον και λευκόχρυσον, ο οποίος φυλάσσεται εις το αυτό Διεθνές Γραφείον.

Το γραμμάριον είναι το χιλιοστόν της μάζης του προτύπου χιλιογράμμου. Τέλος, δια την μέτρησιν του χρόνου έχομεν το **δευτερόλεπτον**, το όποιον είναι χρονικόν διάστημα ίσον με το 1/86.400 της μέσης ήλιακης ήμέρας.

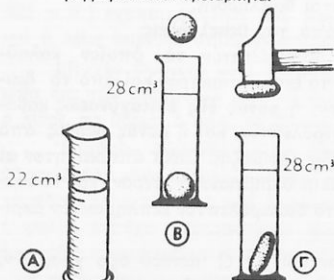
Αναλόγως πρὸς τὰς θεμελιώδεις μονάδας, τὰς οποίας θὰ ὀρίσωμεν, δημιουργοῦμεν καὶ διάφορα συστήματα. Τὰ κυριώτερα ἐκτὸς τοῦ C.G.S. εἶναι :

Το σύστημα M.T.S., το όποιον χρησιμοποιεῖται εις τὰς βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς καὶ ἔχει ὡς θεμελιώδεις μονάδας τὸ **μέτρον**, τὸν **τόνον** καὶ τὸ **δευτερόλεπτον**.

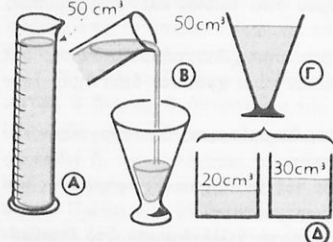
Το σύστημα M.K.S.A. με θεμελιώδεις μονάδας τὸ **μέτρον**, τὸ **χιλιόγραμμον**, τὸ **δευτερόλεπτον** καὶ τὸ **Ἄμπέρ**. Τὸ σύστημα τοῦτο καλεῖται καὶ **σύστημα Giorgi**, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ καθηγητοῦ, ὁ οποίος τὸ ἐπρότεινε.



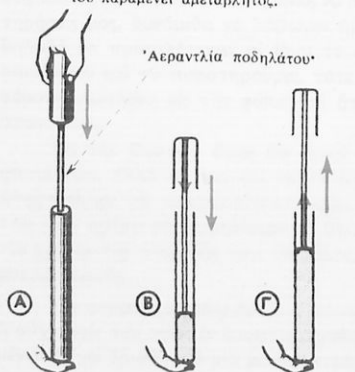
Σχ. 1. Το σχήμα και ο όγκος του μαρμαρού είναι αμετάβλητα.



Σχ. 2. Το σχήμα της σφαίρας εκ μολύβδου μεταβάλλεται, εάν κτυπήσουμε αυτήν δια σφυριού. Ο όγκος της όμως παραμένει αμετάβλητος.



Σχ. 3. Το ύδωρ ρέει και λαμβάνει το σχήμα του δοχείου, εις το όποιον περιέχεται· ο όγκος του παραμένει αμετάβλητος.



Σχ. 4. Το στόμιον κλειστόν. 'Αεραντλία ποδηλάτου' 'Ο αήρ είναι συμπιεστός. 'Ο αήρ είναι έκτατός.

ΣΤΕΡΕΑ - ΥΓΡΑ - ΑΕΡΙΑ

1 Παρατήρησις. Ἐάν λάβωμεν τεμάχιον μαρμαρού (σχ. 1), θά παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σχήμα καὶ αἱ διαστάσεις του δὲν μεταβάλλονται, ὅπως καὶ ἐάν τοποθετήσωμεν αὐτό. Ὁ ὄγκος του καὶ τὸ σχῆμά του εἶναι ἀμετάβλητα.

Τὸ μάρμαρον εἶναι ἐν στερεὸν σῶμα.

● Λαμβάνομεν σφαῖραν ἐκ μολύβδου καὶ εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον της μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὀγκομετρικοῦ κυλίνδρου (σχ. 2). Ἐάν κτυπήσωμεν τὴν σφαῖραν διὰ σφυριού ἢ τὴν θραύσωμεν, θά μεταβληθῇ βεβαίως τὸ σχῆμά της, ἀλλὰ ὁ ὄγκος της θά παραμῆνῃ ὁ αὐτός.

Ἐπίσης δυνάμεθα νὰ κάμψωμεν μίαν μεταλλικὴν ράβδον, νὰ θραύσωμεν τὸ μάρμαρον, νὰ τήξωμεν ἐν φύλλον κασιτέρου, νὰ διαλύσωμεν σάκχαριν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ καὶ νὰ ἐπιμηκύνωμεν μεταλλικὸν ἔλασμα διὰ θερμάνσεώς του. Ἐν στερεὸν σῶμα δὲν μεταβάλλει σχῆμα παρὰ διὰ μῆς ἀνάλογον προσπάθειας ἢ διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος ἢ διὰ διαλύσεώς του.

Συμπέρασμα: Ἐκαστον στερεὸν σῶμα ἔχει ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ ὄγκον ἀμετάβλητον.

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

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

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ ἑσωτερικοῦ τῶν δοχείων ἀνευ ἰδιαίτερας προσπάθειας, ἐνῶ ὁ ὄγκος του παραμένει ὁ αὐτός.

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

3 Σύρωμεν 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.

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

όγκος του αέρος (σχ. 4Α και Β) εντός του κυλίνδρου τῆς ἀεραντλίας.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ περιορίσωμεν τὸν ὄγκον μιᾶς ποσότητος αἵρος. Ὁ αἴρ ἐστὶ συμπιεστός.

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

● Ἐὰν ἀνοίξωμεν ἐν φιαλίδιον περιέχον αἰθέρα, θὰ διαπιστώσωμεν ἀπὸ τὴν ὀρμὴν ὅτι ἐν αἰρίον, δηλ. ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος, ἔχει διαχυθῆ εἰς ὅλην τὴν αἰθούσαν.

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

Συμπέρασμα: Τὰ διάφορα αἶρια (αἴρ, ὀξυγόνον, ἄζωτον, ἄμμωνία, διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός κ.τ.λ.) δὲν ἔχουν ἰδιαιτέρον σχῆμα καὶ ὄγκον εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἐκτατά.

4 Ἐξήγησης τῶν ἰδιοτήτων τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ αερίων.

● Ἐὰν γεμίσωμεν ἐν ποτήριον με λεπτὴν ἄμμο καὶ τὴν μεταγγίσωμεν εἰς ἐν ἄλλο ποτήριον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἄμμος ρέει. Ἀπὸ ὠρισμένην ἀπόστασιν μάλιστα δὲν διακρίνομεν τοὺς κόκκους καὶ ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι ρέει ἐν ὑγρὸν. Ἡ ἄμμος ἀποτελεῖται ἀπὸ πλῆθος μικρῶν κόκκων, οἱ ὅποιοι δύνανται νὰ ὀλισθαίνουσι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου.

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

Τὰ σωματίδια αὐτὰ εἶναι τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν οἱ κόκκοι τῆς ἄμμου ἐνωθοῦν μεταξύ των, θὰ ἀποτελέσουν ἕνα φαμίτην (ἄμμόλιθον), ἐν στερεόν.

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

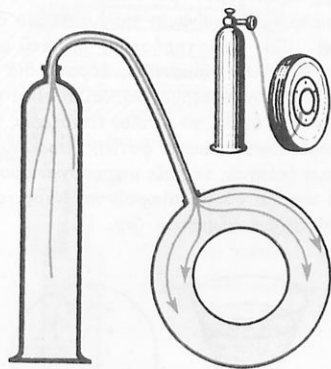
Αἱ δυνάμεις αὗται εἶναι ἐκεῖναι, αἱ ὅποια δίδου τὴν μεγαλύτεραν ἢ μικροτέραν ἀνοχὴν εἰς τὰ στερεὰ σώματα.

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

● Εἰς τὰ αἶρια διὰ τὸν ἴδιον λόγον αἱ δυνάμεις συνοχῆς εἶναι πολὺ μικρότεροι καὶ συνεπῶς τὰ μόρια των μετατοπίζονται με ἀκόμη μεγαλύτεραν ἐλευθερίαν. Τοιοῦτοτρόπως ἐξηγεῖται διατί τὰ αἶρια εἶναι ἐκτατά.



Σχ. 5. Ὁ αἴρ ἐστὶ ἐκτατός.



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

1. Τα ύλικά σώματα παρουσιάζονται εις τρεις καταστάσεις: τὴν στερεάν, τὴν ὑγρὰν καὶ τὴν ἀέριον.

2. Τὰ στερεὰ ἔχουν ἰδιαιτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.

3. Τὰ ὑγρά 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 ἰδιαιτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.

Τὰ ἀέρια εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἑκτατά.

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

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

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

2^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Τὰ ἕτερογενῆ 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 κυβικά χιλιόμετρα ἄλμυροῦ ὕδατος. Τὸ μέσον βάθος των εἶναι 3500 m.

● Αἱ ἕπειροι διασχίζονται ἀπὸ πολυαριθμοὺς ποταμούς. Τὸ ὕδωρ ρεεῖ εἰς τὰς πλαγιάς τῶν ὄρεων ὑπὸ μορφὴν χειμάρρων καὶ καταρακτῶν. Πηγαὶ ἀναβλύζουσιν ἀπὸ τὴν γῆν.

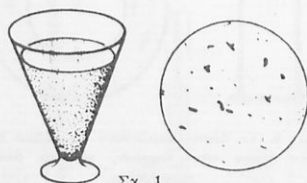
● Εἶναι ὁμοία αὐτὰ τὰ ὕδατα; Βεβαίως ὄχι. Τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν εἶναι ἄλμυρόν, τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν εἶναι καθαρόν, τὸ ὕδωρ τῶν τελεμάτων εἶναι θολόν.

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, φλοιούς κλπ.), ζωικῆς προελεύσεως (κόπρον, νεκροὺς μικροοργανισμοὺς κλπ.) καὶ ζωντανούς μικροοργανισμούς. Ὅλα αὐτὰ αἱ στερεαὶ οὐσίαι αἰωροῦνται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καὶ ἔχομεν τοιοῦτοτρόπως ἓν μείγμα ὕδατος καὶ ἄλλων σωμάτων (σχ. 1).



Σχ. 1.

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

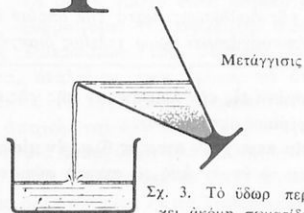
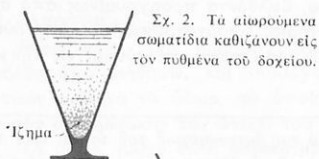
Τὸ ὕδωρ τοῦ τέλματος παρατηρούμενον διὰ μικροσκοπίου: Τὰ ἀόρατα διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ πολὺ μικρὰ στερεὰ σωματίδια διακρίνονται καλῶς.

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

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

● Ἄλλα ἕτερογενῆ μείγματα: κόνις κιμωλίας μετὰ σακχάρους, καφῆς μετὰ σακχάρους κλπ.

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Σχ. 4. Διήθησις



Σχ. 5. Τομὴ δυσιστηρίου (δεξαμενῆς διηθήσεως).



Σχ. 6. Διηθητικὴ συσκευὴ Chamberland.

● Αί πηγαι τροφοδοτουνται συχνακις απο υδατα, διεληθοντα προηγουμενωσ απο στρωματα αμμου, τα οποια ειναι περιφημα φυσικα διυλιστηρια. Τοιουτοτροπως το υδωρ δυνεται να διηθηθη φυσικωσ. Δι' αυτο το υδωρ πολλων πηγων διοχετευεται απ' ευθειασ εις την καταναλωσιν.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

3^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : "Ἐν καθαρόν σῶμα.

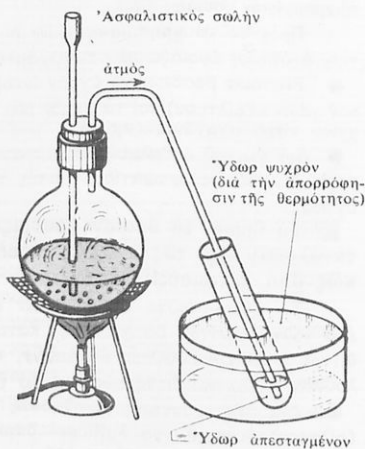
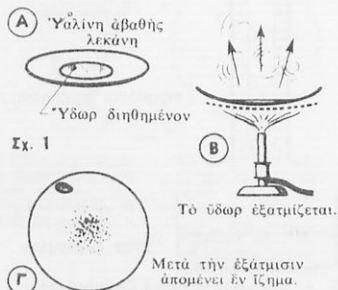
ΤΟ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΟΝ ΥΔΩΡ

1 Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι καθαρὸν.

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

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

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



Σχ. 2. Ἀπόσταξις τοῦ ὕδατος.

2 Ἀπόσταξις.

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

Τὸ ὕδωρ τοῦτο εἶναι **ἀπεσταγμένον**.

● Θερμαίνομεν τὴν σφαιρικὴν φιάλην μέχρι πλήρους ἐξερεύσεως τοῦ ὕδατος. Παραμένει τότε ἐν ἴζημα, ἀνάλογον πρὸς ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τῶν βραστήρων, καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ διαλυμένα εἰς τὸ ὕδωρ ὑλικά, τὰ ὁποῖα ὀνομάζομεν ἄλατα.

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

● Ρίπτομεν ὀλίγον ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἰς ἀβαθὴ ὑάλινην λεκάνην, τὸ θερμαίνομεν καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται χωρὶς νὰ ἀφήνῃ ἴζημα.

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

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

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

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

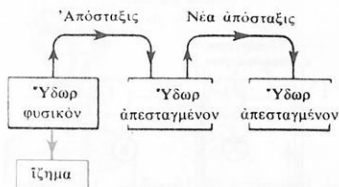
4 Μεταβολαὶ Φυσικῶν καταστάσεων.

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

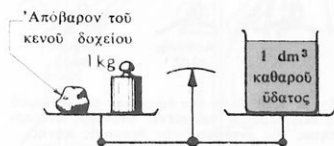
● Εἰς ποτήριον, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν ρίψει τεμάχια πάγου, θέτομεν ἐν ἀβαθρολόγητον θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατέρχεται καὶ μετ' ὀλίγα λεπτὰ σταθεροποιεῖται (σχ. 5). Σημειῶνομεν τὴν θέσιν τῆς δι' ἐνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν περιτυλίξει εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ θερμομέτρου.

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

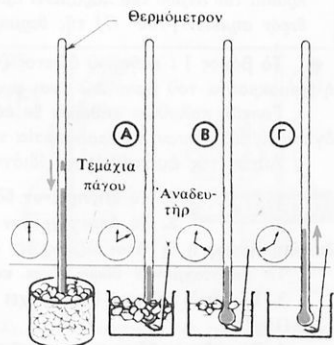
(1) Τὸ βάρος 1l ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4°C ἔχει καθορισθῆ συμβατικῶς ὡς μονὰς βάρους. Ἀκριβεῖς μετρήσεις δεικνύουν ὅτι 1l ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς τὸ Παρίσι ζυγίζει 0,999972 Κρ.



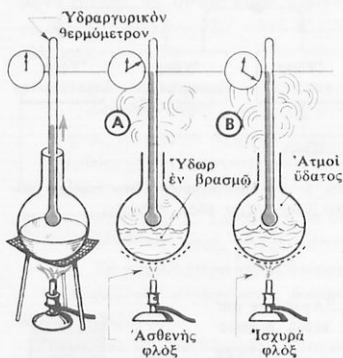
Σχ. 3. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ περιεχίει μόνον ὕδωρ. Εἶναι ὕδωρ καθαρὸν.



Σχ. 4. 1 dm³ καθαρὸ ὕδατος ζυγίζει 1 Κρ.



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



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

Συμπέρασμα : Ἡ θερμοκρασία τήξεως τοῦ πάγου εἶναι σταθερά. Ἡ θερμοκρασία αὕτη ὀρίζεται ὡς ἀρχή (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 χρησιμοποιοῦν προηγουμένως, εἰς τρόπον, ὥστε μόλις νὰ ἐγγίξη 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 βράζη.

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

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

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

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

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

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι ἀναγκαστικῶς καθαρὸν ὕδωρ.

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

Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι καθαρὸν ὕδωρ.

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

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

Ἐπίσης βράζει εἰς μιάν σταθεράν θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία καθορίσθη ὡς 100°C.

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

4^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Τὸ ὕδωρ σχηματίζει μὲ πολλὰ σῶματα ὁμογενῆ μείγματα.

ΔΙΑΛΥΤΙΚΑ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

1) Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύῃ στερεὰς οὐσίας.

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



Τὸ ἄλας καὶ ὁ σάκχαρις διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

Σχ. 1.-

Τὸ θειον καὶ ὁ ἀνθραξ δὲν διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

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

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

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

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

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

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

Το μείγμα αυτό είναι **όμογενές**.

Συμπέρασμα: Το άλας είναι διαλυτόν εις το ύδωρ. Η διάλυσις τούτου εις το ύδωρ είναι έν όμογενές μείγμα.

● Εις σφαιρικήν φιάλην με χλιαρόν ύδωρ διαλύομεν όσον τό δυνατόν περισσότερον άλας. Εις κάποιαν στιγμήν τό άλας, τό όποιον προσθέτομεν, δέν διαλύεται πλέον, αλλά πίπτει εις τόν πυθμένα ώσαν ίζημα.

Τό διάλυμα αυτό καλείται **κεκορεσμένον**.

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

Η **διαλυτότης** του μαγειρικού άλατος είναι 36 g εις τὰ 100 g καθαρού ύδατος εις την θερμοκρασίαν των 20° C.

2 **Επίδρασις της θερμοκρασίας εις την διαλυτότητα ενός σώματος.**

Έντός σφαιρικής φιάλης, ή όποία περιέχει 1 l καθαρού ύδατος, διαλύομεν νιτρικόν κάλιον, έως ότου έπιτύχωμεν κεκορεσμένον διάλυμα. Θερμαίνομεν την φιάλην και σημειούμεν την θερμοκρασίαν και την ποσότητα του νιτρικού καλίου, την όποιαν προσθέτομεν κάθε φοράν, διά να παραμείη τό διάλυμα κεκορεσμένον.

0° 20° 100°

130 g 270 g 2470 g

● Εάν ψύξωμεν την φιάλην, θα παρατηρήσωμεν ότι άρχίζει να κατακάθεται υπό μορφήν **κρυστάλλων** έν μέρος του νιτρικού καλίου (σχ. 3)· και αυτό διότι εις χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, όπως είδομεν, τό ύδωρ θα συγκρατήση μικροτέραν ποσότητα από την ούσιαν, την όποιαν έχει διαλύσει.

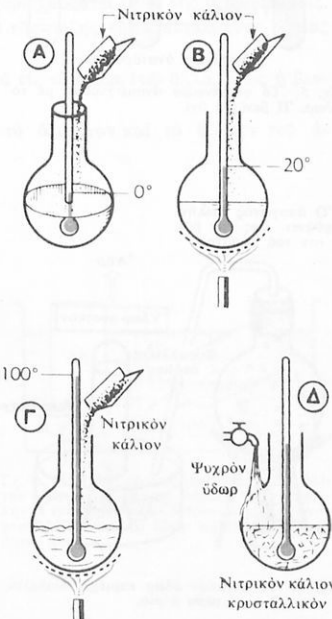
● Έπαναλαμβάνομεν τό πείραμα, διαλύοντες αυτήν την φοράν μαγειρικών άλας. Παρατηρούμεν ότι ή μεγίστη ποσότης του άλατος, την όποιαν δυνάμεθα να διαλύσωμεν, μεταβάλλεται όλίγον με την αύξησιν της θερμοκρασίας του ύδατος.

0° 20° 50°

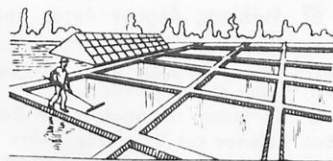
36 g 36 g 39 g



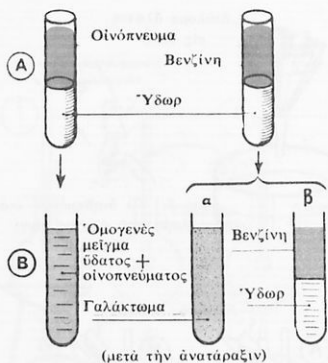
Σχ. 2. Τό διηθημένον διάλυμα του άλατος είναι άλμυρον.



Σχ. 3. Η διαλυτότης του νιτρικού καλίου αύξάνεται μετά της θερμοκρασίας του ύδατος.

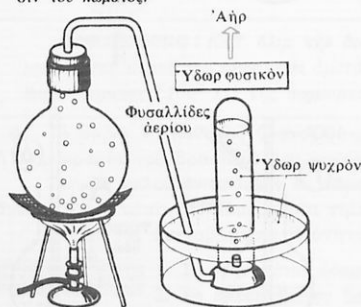


Σχ. 4. Μετά την εξάτμισιν μέρους του ύδατος εις τας άλυκάς, τό διάλυμα γίνεται κεκορεσμένον και τό άλας κρυσταλλούται. Διαιτί οι σωφοί του άλατος καλύπτονται διά κέραμα ή χώματος;



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

Ο άπαγωγός σωλήν φθάνει έως την βάση του πάματος.



Σχ. 6. Το φυσικόν ύδωρ περιέχει διαλελυμένα αέρια.

Συμπέρασμα: Η διαλυτότης ώρισμένων ουσιών (νιτρικόν κάλιον, σάκχαρις) αυξάνει πολύ μετά της θερμοκρασίας, ενώ η διαλυτότης τοῦ ἄλατος ἐλάχιστα.

3 Περικεκτικότητα ἑνὸς διαλύματος.

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

Ἐχομεν τώρα ἓν διάλυμα 100 cm³ ὕδατος καὶ ἄλατος, τὸ ὅποιον περιέχει 15 g ἄλατος ἢ 150 g εἰς 1 l διαλύματος.

Ἡ περικεκτικότητα αὐτοῦ τοῦ διαλύματος εἶναι 150 g ἄλατος ἀνά λίτρον.

Ἡ περικεκτικότητα τοῦ θαλασσιοῦ ὕδατος εἰς μαγειρικόν ἄλας εἶναι πολὺ μικροτέρα: 25 g ἕως 30 g ἀνά λίτρον.

4 Διάλυσις ὑγρῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ρίπτομεν εἰς ἓνα δοκιμαστικόν σωλήνα ὕδωρ καὶ ἓν συνεχεῖα πολὺ προσεκτικὰ οἰνόπνευμα. Δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ δύο ὑγρά, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Τὸ ὕδωρ εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος.

● Ἐὰν μετακινήσωμεν τὸν σωλήνα, τὰ δύο ὑγρά γίνονται ἓν καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαχωρίσωμεν σχηματίζουσιν δηλ. ἓν ὁμογενές μείγμα. Τὸ ὕδωρ διαλύει τὸ οἰνόπνευμα.

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

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

Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βενζίνη δὲν δύνανται νὰ ἀναμειχθῶν: 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 ὀλιγώτεροι καὶ ταχέως ἔξαφανίζονται.

● Τὸ ἀέριον, τὸ ὅποιον συνελέξαμεν εἰς τὸν δοκιμαστικόν σωλήνα, ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ Ἄζωτον καὶ Ὄξυγονον. Αὐτὰ ὑπῆρχον προηγουμένως ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ τὰ παρατηρήσωμεν, διότι ἦσαν διαλελυμένα καὶ ἀπέτελουν μὲτὰ τοῦ ὕδατος ὁμογενές μείγμα. Τὰ ἀέρια αὐτὰ προέρχονται κυρίως ἀπὸ διαλελυμένον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ διαλελυμένον ὀξυγόνο, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν θαλασσῶν, ἀναπνέουσιν καὶ διατηροῦνται οὕτω εἰς τὴν ζωὴν τὰ ὑδρόβια ζῶα καὶ φυτὰ.

Το ύδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ καὶ πολλὰ ἄλλα ἀέρια. Τὰ ἀεριοῦχα ποτὰ περιέχουν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός.

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

Συμπέρασμα : Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ ἀέρια.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ μαγειρικὸν ἅλας εἶναι διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ σχηματίζει ἕν ὁμογενὲς μίγμα. Εἰς 20°C 1l διαλύματος ἁλατος εἰς ὕδωρ δύναται νὰ περιέχῃ μέχρι 360g διαλελυμένου μαγειρικοῦ ἁλατος. Τὸ διάλυμα αὐτὸ καλεῖται κεκορεσμένον.

Διαλυτὸτης μᾶς οὐσίας εἰς τὸ ὕδωρ καλεῖται ἡ μείσθη μᾶς εἰς g, ἡ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῆ εἰς 100g καθαροῦ ὕδατος.

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

3. Ἡ περιεκτικότης ἐνὸς διαλύματος ἐκφράζεται διὰ τῆς μᾶζης τῆς διαλελυμένης οὐσίας εἰς ἕν λίτρον τοῦ διαλύματος.

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

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

5ον ΜΑΘΗΜΑ : Πρῶτη μελέτη ἐνὸς ἀερίου.

Ο Α Η Ρ

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; Ἐάν ὁμως κλινώμεν αὐτὴν πρὸς τὰ κάτω, φυσσαλίδες διαφεύγουν ἀπὸ τὸ στόμιόν της καὶ ἡ φιάλη πληροῦται ὕδατος (Σχ. 1 Β).

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

Ἡ φιάλη ἦτο πλήρης ἀέρος.

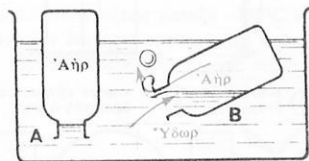
● Οἱ ἄνεμοι, τὰ ἀέρια ρεύματα, ἢ ἀντίστασις, ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τὰς ταχεῖς κινήσεις μας, ἀποδεικνύουν ἐπίσης τὴν παρουσίαν τοῦ ἀέρος.

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

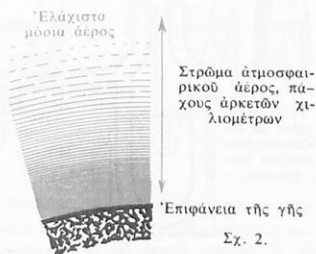
Τὰ τελευταῖα μέρη εἶναι δυνατόν νὰ εὑρισκῶνται καὶ εἰς χιλιάδας χιλιομέτρων ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (σχ. 2).

2 Ἰδιότητες τοῦ ἀέρος.

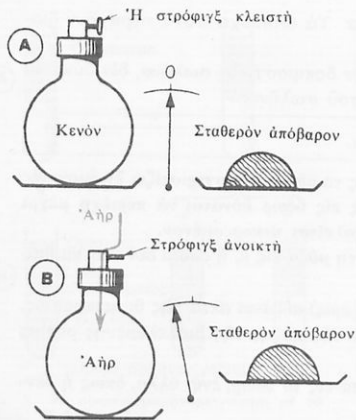
Τὰ πειράματα, τὰ ὁποῖα ἔγιναν εἰς τὸ πρῶτον μάθημα, μᾶς ἀπέδειξαν τὰς βασικὰς ἰδιότητες τοῦ ἀέρος: τὴν *συμπιεστότητα*, τὴν *ἐλαστικότητα* καὶ τὸ *ἐκτατόν*. Αἱ ἰδιότητες αὐταὶ εἶναι κοιναὶ δι' ὅλα τὰ ἀέρια.



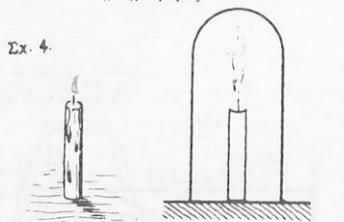
Σχ. 1. Εἰς τὴν φιάλην Α εἰσέρχεται πολὺ ὀλίγον ὕδωρ (εἶναι πλήρης ἀέρος). Εἰς τὴν φιάλην Β (πλαγία) ὁ ἀῆρ ἐξέρχεται ὑπο μορφήν φυσσαλίδων καὶ τὸ ὕδωρ καταλαμβάνει τὴν θέσιν του.



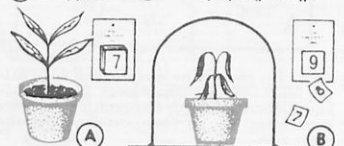
Σχ. 2.



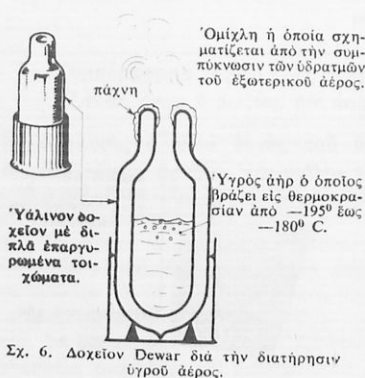
Σχ. 3. 'Ο αήρ έχει βάρος.



Σχ. 4. Κηρίον άναμμένον (Α) Τό κηρίον σβήνει, όταν αφαιρεθῆ ὁ αήρ.



Σχ. 5. 'Όταν αφαιρεθῆ ὁ αήρ, τό φυτόν μαραινεται καί νεκρώνεται.



Σχ. 6. Δοχείον Dewar διά τήν διατήρησιν ὑγροῦ ἀέρος.

● 'Ο αήρ έχει βάρος. Διὰ μιᾶς ἀεραντλίας ἀφαιρούμεν τὸν αέρα ἀπὸ μίαν ὑαλίνου σφαιρικήν φιάλην. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀπόλυτον κενόν. Πάντοτε ἀπομένει ὀλίγος ἀήρ, ὁ ὁποῖος διαχέεται εἰς ὄλον τὸν χῶρον τῆς φιάλης.

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

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

● Ἐν λίτρῳ ἀέρος ζυγίζει ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν 0° C 1,293 g ἢ περίπου 1,3 g.

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

Βῆρος 1 λίτρου ὕδατος = 1 Κρ = 1000ρ.

Βῆρος 1 λίτρου ἀέρος = 0,0013 Κρ = 1,3ρ.

Συμπέρασμα : 'Ο αήρ, ὅπως καὶ κάθε ἀέριον, ἔχει βάρος. Ἀλλὰ τὸ βάρος τῶν ἀερίων εἶναι εἰς ἴσον ὄγκον πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸ βάρος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὀγρῶν.

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

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

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

● Ἄς προσπαθῶμεν νὰ κρατήσωμεν τὴν ἀναπνοὴν μας. Πόσῃν ὥρᾳ δυνάμεθα νὰ μὴ ἀναπνέωμεν ;

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

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

4 Σύστασις τοῦ ἀέρος.

● 'Ο αήρ, ὅταν ψυχθῆ εἰς τοὺς -193° C, γίνεται ἐν ὑγρὸν διαυγές, ἐλαφρῶς κυανοῦν, τὸ ὁποῖον ρεῖ ὡσάν τὸ ὕδωρ. Διὰ νὰ λάβωμεν ἐν λίτρῳ ὑγροῦ ἀέρος, ἀπαιτοῦνται 700 λίτρα ἀέρος εἰς κατάστασιν ἀερίωδη.

● Τὸν ὑγρὸν αέρα, διὰ νὰ μὴ ἐξαεριωθῆ ταχέως, τὸν διατηροῦμεν ἐντὸς μονωτικῶν δοχείων με διπλᾶ τοιχώματα καὶ με μικρὸν ἄνοιγμα χωρὶς πῶμα, ὅπου βράζει καὶ ἐξαερίωνεται βραδέως (σχ. 6).

Ἐάν βυθίσωμεν εἰς τὸ ἀέριον ἓν κηρίον ἀναμμένον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται κατ' ἀρχᾶς ἀπὸ τὸν ἀέρα, τὸν μόλις ὑγροποιημένον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κηρίον σβήνει. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι ἄζωτον (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -195°C).

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

Δηλαδή κατὰ τὸν βρασμὸν τοῦ ὑγροῦ ἀέρος ἐξέρχονται ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαφορετικὰ ἰδιότητος : Ὁ ὑγρὸς ἀήρ εἶναι μίγμα. Μὲ εἰδικὰ θερμομέτρα διαπιστώμεν ὅτι κατὰ τὸν βρασμὸν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται ἀπὸ -195°C εἰς -183°C περίπου. Ὁ ὑγρὸς ἀήρ δὲν ἔχει ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ σταθερὰν θερμοκρασίαν βρασμοῦ· δὲν εἶναι λοιπὸν καθαρὸν σῶμα.

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

Ὁ ἀήρ εἶναι ἀέριον συμπιεστὸν, ἐλαστικὸν καὶ ἑκτατόν.

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

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

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

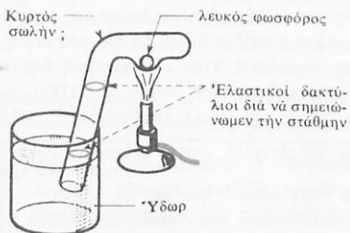
Ὁ ἀήρ δὲν εἶναι καθαρὸν σῶμα, εἶναι μίγμα.

60^Α ΜΑΘΗΜΑ: Ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα πολλῶν ἀερίων.

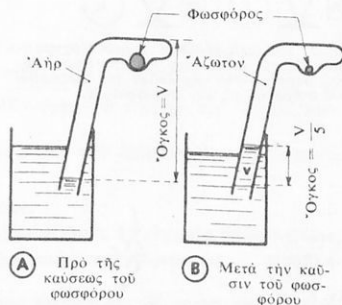
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ

1 Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος διὰ φωσφόρου.

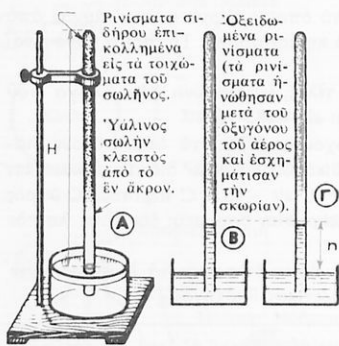
● Εἰς τὴν κοιλότητα τοῦ σωλῆνος τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 1 τοποθετοῦμεν ἓν τεμάχιον λευκοῦ φωσφό-



Σχ. 1. Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος με φωσφόρον



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



Σχ. 2. Άνάλυσις του αέρος «έν ψυχρῷ» με ρινίσματα σιδήρου.

- Α) Εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος ἡ στάθμῃ τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἶναι εἰς τὸ ἴδιον ὕψος μετὰ τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος τῆς λέκάνης.
- Β) Τὴν δευτέραν ἡμέραν τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.
- Γ) Τὴν τρίτην ἡμέραν ἡ στάθμῃ δὲν μεταβάλλεται.

ρου καὶ βυθίζομεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ εἰς τὸ ὕδωρ. Σημειώνομεν τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸν σωλῆνα καὶ θερμαίνομεν ἐλαφρῶς τὸν φωσφόρον. Ὁ φωσφόρος ἀναφλέγεται, ὁ σωλῆν γεμίζει μὲ λευκοῦς καπνοῦς καὶ κατόπιν σβῆνει. Οἱ λευκοὶ καπνοὶ βραδέως ἐξαφανίζονται, διαλυόμενοι ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ στάθμῃ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Ὁ φωσφόρος ἐκάη, ἀφοῦ ἠρόθη μετὰ τοῦ οξυγόνου τοῦ αἵρος. Παραμένει τώρα εἰς τὸν σωλῆνα ἐν αἰρίον, τὸ ὁποῖον δὲν διατηρεῖ τὴν καύσιν. Τὸ αἰρίον αὐτὸ εἶναι κυρίως ἄζωτον. Τὸ ὕδωρ κατέλαβε τὴν θέσιν τοῦ οξυγόνου.

● Ἐάν μετρήσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ αἵρος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος πρὸ καὶ μετὰ τὴν καύσιν τοῦ φωσφόρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ αἵριου, ὁ ὁποῖος παραμένει, εἶναι περίπου τὰ 4/5 τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου.

Συμπέρασμα : Ὁ αἶρ ἀποτελεῖται κατὰ τὸ 1/5 περίπου τοῦ ὄγκου του ἀπὸ οξυγόνου, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἄζωτον καὶ μικρὰν ποσότητα ἄλλων αἵριων, τὰ ὅποια καλοῦνται εὐγενῆ αἵρια (Νέον, Ἀργόν, Κρυπτόν, Ξέον, Ἡλιον).

2 Ἄλλα αἵρια εὐρισκόμενα εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αἵρα.

● Ἐάν παρατηρήσωμεν τὴν ἀβαθῆ ὑάλινην λεκάνην μετὰ τὸ διαυγῆς 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 μεμβρᾶν σχηματίζεται, ὅπως θὰ μάθωμεν, ὅταν τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἶρ περιέχει λοιπὸν καὶ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος.

● Ρίπτομεν εἰς ἐν ποτήριον πολὺ ψυχρὸν ὕδωρ. Ἐὰν παρατηρήσωμεν ἐντὸς ὀλίγου ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ποτηρίου καλύπτεται μετὰ σταγονίδια ὕδατος, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὑδατῶν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἶρ περιέχει καὶ ὑδατμούς.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἶρ περιέχει ἀκόμη καὶ πολλὰ αἰωρούμενα στερεὰ σωματίδια. Εἶναι ἡ κόνις τοῦ αἵρος, τὴν ὁποῖαν παρατηροῦμεν, ὅταν μία φωτεινὴ δέσμη διασχίξῃ ἐν σκοτεινὸν δωμάτιον (περίπου 50.000 τεμαχίδια κόνεως ὑπάρχουν ἀνά 1 cm³ αἵρος).

Συμπέρασμα : Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἶρ εἶναι μείγμα οξυγόνου, ἄζωτον, εὐγενῶν αἵριων, διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὑδατῶν. Περιέχει ἀκόμη καὶ διάφορα αἰωρούμενα σωματίδια (κόνις).



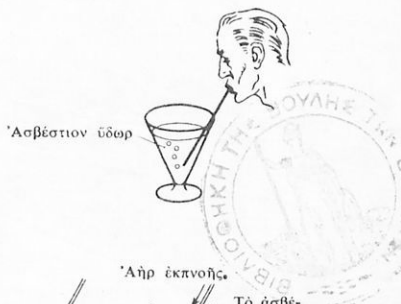
Σχ. 3. Ἡ λευκὴ κρούστα, ἡ ὁποία σχηματίζεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἀσβέστιου ὕδατος, μαρτυρεῖ τὴν παρουσίαν τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν.



Σχ. 4. Ὁ ἐκπνεόμενος αἶρ περιέχει πολλοὺς ὑδατμούς.

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

*Αζωτον: 78/ *Οξυγόνον: 21/ Εὐγενὴ ἀέρια: 1/ (περίπου) Διοξειδιον τοῦ ἀνθρ. 0,03/ *Υδρατμοί: μεταβλητὴ ποσ. Κόνις: μεταβλητὴ ποσότης	100/ καθαροῦ καὶ ξηροῦ ἀέρος	ΑΤΜΟ- ΣΦΑΙ- ΡΙΚΟΣ ΑΗΡ
---	------------------------------------	--------------------------------



3 Σύστασις εἰσπνεομένου καὶ ἐκπνεομένου ἀέρος.

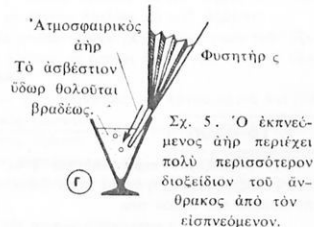
● Ἐναπνέομεν εἰς δύο χρόνους: διὰ τῆς εἰσπνοῆς, ὁπότε ὁ ἀήρ εἰσέρχεται εἰς τοὺς πνεύμονας, καὶ διὰ τῆς ἐκπνοῆς, ὁπότε ἀποβάλλεται ἀπὸ αὐτούς.

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

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

● Ὁ ἀήρ, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, περιέχει περισσότερον διοξειδιον τοῦ ἀνθρακος ἀπὸ αὐτόν, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει.

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



	Εἰσπνεόμενος ἀήρ 1 l	Ἐκπνεόμενος ἀήρ 1 l
*Αζωτον (καὶ εὐγενὴ ἀέρια)	0,79 l	0,79 l
*Οξυγόνον	0,21 l	0,16 l
Διοξειδιον τοῦ ἀνθρακος	ἴχνη ἀσήμαντα	0,04 l
Ἐυδρατμοί	μεταβλητὴ ποσότης	μεγάλῃ ποσότητι

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

Ἐποβάλλομεν διὰ τῆς ἐκπνοῆς περισσότερον διοξειδιον τοῦ ἀνθρακος καὶ ὑδρατμούς ἀπὸ ὅσους εἰσπνέομεν, καὶ ὅλον τὸ ἀζωτον.

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



Τὰ διυλιστήρια τῆς Ἑλληνικῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων εἰς τὴν Ὁμορφοκκλησιά.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 1: Τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ.

1. Τὸ ὕδωρ

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

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

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

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

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

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

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἀξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ παριστῇ 10° C. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἀξονα ΟΨ τὸ 1 cm θὰ παριστῇ 5 γ.

Ἀπὸ αὐτὴν τὴν γραφικὴν παράστασιν νὰ εὑρεθῆ:

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

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

3. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν μάζαν τῆς σακχάρως (g), ἡ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῆ εἰς 100 γ ὕδατος διὰ διαφόρων θερμοκρασίας:

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

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

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἀξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ τὸ λάβωμεν διὰ 10° C καὶ εἰς τὸν κατακόρυφον ΟΨ τὸ 1 cm διὰ 100 γ σακχάρως.

Ἐκ τῆς γραφικῆς παραστάσεως νὰ προσδιορισθοῦν:

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

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

4. Τὸ μαγειρικὸν ἅλας ἔχει διαλυτότητα 36 γ εἰς τὰ 100 γ ὕδατος εἰς τοὺς 20° C. Ἡ διάλυσις αὐτῆ εἶναι κεκορεσμένη. Ἀφίνομεν νὰ εξατμισθῆ 1 m³ θαλασσιοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον περιέχει ἓνα τόνον ὕδατος περίπου καὶ 30 kg μαγειρικοῦ ἁλατος, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ τὸ ἅλας νὰ κρυσταλλοῦται.

Πόση μάζα ὕδατος εἰς κάθε κυβικὸν μέτρον θαλασσιοῦ ὕδατος θὰ ἔχη εξατμισθῆ ἕως τὴν στιγμήν αὐτήν;

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

II. Ὁ ἀήρ

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

Εάν δεχθώμεν ότι εις την θερμοκρασίαν της αΐθουσης 1 l αέρος έχει μάζαν 1,25 g, να υπολογισθῇ ἡ μάζα τοῦ αέρος, ὁ ὁποῖος περιέχεται εἰς τὴν αΐθουσαν ταύτην.

6. Ἐν λίτρῳ ὑγροῦ αέρος ζυγίζει 0,91 kg καὶ ἐν λίτρῳ αέρος εἰς ἀερίωδῃ καταστάσει (ὑπὸ πίεσιν 760 mmHg καὶ θερμοκρασίαν 0° C) ζυγίζει 1,293 g. Νὰ υπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ αέρος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἀπὸ τὴν ἐξάτμισιν 5 l ὑγροῦ αέρος.

7. Ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως 1 l αέρος ἔχει μάζαν 1,293 g.

Ἐάν 100 l αέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου καὶ 21 l ὀξυγόνου, πόση μάζα ἐξ ἐκάστου αερίου περιέχεται εἰς τὰ 100 l τοῦ αέρος; (ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας 22,4 l ἀζώτου ἔχουν μάζαν 28 g καὶ 22,4 l ὀξυγόνου 32 g).

8. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ αΐζωτον λαμβάνονται εἰς τὴν Βιομηχανίαν ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ὑγροῦ αέρος. Μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προηγουμένου προβλήματος νὰ υπολογισθῇ ἡ ποσότης τῆς μάζης τοῦ ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα λαμβάνομεν ἀπὸ 100 l ὑγροῦ αέρος. Μάζα 1 l ὑγροῦ αέρος: 0,91 kg.

9. 100 l αέρος περιέχουν 78 l ἀζώτου, 21 l ὀξυγόνου καὶ 1 l εὐγενῶν αερίων. Ἐάν ἡ μάζα 22,4 l ἀζώτου εἶναι 28 g, 22,4 l ὀξυγόνου εἶναι 32 g καὶ 22,4 l εὐγενῶν αερίων εἶναι 40 g, νὰ υπολογισθῇ ἡ μάζα 1 l αέρος (χωρὶς ὕδατμοῦς καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός).

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

70Ν ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ καταδρόμος

ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΤΩΣΙΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 Παρατηρήσεις:

● Ἐάν ἀφήσωμεν ἕνα λίθον ἀπὸ ὠρισμένον ὕψος, παρατηροῦμεν ὅτι πίπτει ἀκολουθῶν εὐθύγραμμον τροχίαν. Ἐπίσης, ἐάν ἀφήσωμεν ἀπὸ ὑψηλὰ ἐν φύλλον χάρτου, θὰ ἴδωμεν ὅτι καὶ αὐτὸ πίπτει, ἀλλὰ ἀπαιτεῖται περισσότερον χρονικὸν διάστημα, καὶ ἀκολουθεῖ μίαν τεθλασμένην γραμμίνην.

● Ἐάν συμπίεσωμεν ὁμῶς τὸ φύλλον χάρτου οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ σχῆμα σφαίρας, καὶ τὸ ἀφήσωμεν, πάλιν ἀπὸ ὑψηλὰ, θὰ ἴδωμεν ὅτι πίπτει ὅπως καὶ ὁ λίθος: δηλ. δὲν θὰ ἀπαιτηθῇ πολὺς χρόνος καὶ θὰ ἀκολουθήσῃ καὶ αὐτὸ κατὰ τὴν πτώσιν του εὐθύγραμμον τροχίαν (σχ. 1).

● Ἡ πτώσις τοῦ χάρτου ἐπηρέαζεται πολὺ ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ αέρος. Ἡ ἀντίστασις τοῦ αέρος εἰς τὴν πτώσιν τοῦ λίθου ἢ τοῦ πεπιεσμένου χάρτου εἶναι μικρὰ καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν θεωρήσωμεν ἀμελητέαν.

α) Εἶναι πραγματικῶς κενὴ ἡ φιάλη; Διατί; (Μάζα 1 l αέρος ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως: 1,3 g).

β) Ἐάν ὄχι, πόση μάζα αέρος παραμένει εἰς τὴν φιάλην; Πόσον ὄγκον καταλαμβάνει; Πόση εἶναι τότε ἡ μάζα 1 l αέρος, ἡ ὁποία παραμένει εἰς τὴν φιάλην;

11. Ἡ σύστασις τοῦ αέρος, τὸν ὁποῖον εἰσπνέομεν, καὶ ἔκκευθι, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, δεικνύεται εἰς τὸν κάτω πίνακα:

100 l	Ἄζωτον Ἀτμοσφαιρικόν	Ὄξυγόνον	Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός ἀσημαντος ποσότης
εἰσπνοῇ	79 l	21 l	4 l
ἐκπνοῇ	79 l	16 l	

Ὁ ἀνθρώπος, ὅταν κοιμάται, κάμνει 16 ἀναπνευστικὰς κινήσεις ἀνὰ 1 λεπτὸν καὶ εἰσάγει εἰς τοὺς πνεύμονας του 1,5 l αέρος εἰς καθὲ κινήσειν. Ἐάν ὁ ὕπνος του διαρκῇ 8 ὥρας:

α) Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου καταναλίσκει;

β) Πόσον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός ἀποβάλλει, ὅταν κοιμάται;

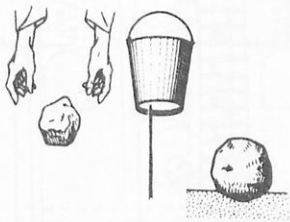
γ) Ποῖα μέτρα ὑγιεινῆς πρέπει νὰ ἀκολουθήσῃ;

12. Εἰς θερμοκρασίαν 15° C καὶ ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν, 1 l ὕδατος διαλύει 34 cm³ ὀξυγόνου. Ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας διαλύει 16 cm³ ἀζώτου:

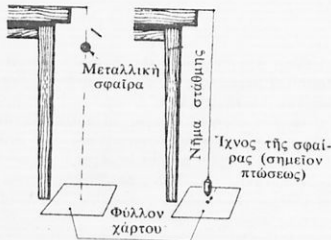
α) Νὰ υπολογισθῇ ὁ λόγος τῶν ὀγκῶν τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου, οἱ ὁποῖοι διαλύονται εἰς 1 l ὕδατος 15° C.

β) Νὰ γίνῃ σύγκρισις τοῦ λόγου αὐτοῦ καὶ τοῦ λόγου ὀγκῶν ὀξυγόνου
ὄγκου ἀζώτου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος.

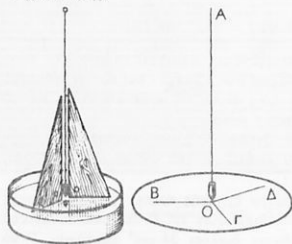
Ποῖος εἶναι πλουσιώτερος εἰς ὀξυγόνον, ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ἢ ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι διαλελυμένος εἰς τὸ ὕδωρ;



Σχ. 1. Ὁ λίθος, ὅταν ἀφήνεται ἐλεύθερος, πίπτει. Τὸ ὕδωρ ρεῖ ἀπὸ μίαν ὀπὴν τοῦ πημένους τοῦ δοχείου.
Ὁ λίθος εἰσχωρεῖ ἐντός τῆς ἄμμου.
Ὁ λίθος καὶ τὸ ὕδωρ ἔχουν βάρος.

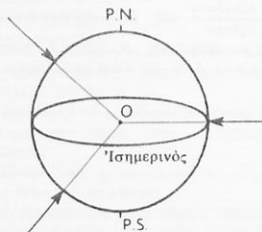


Σχ. 2. Το σώμα κατά την ελεύθεραν πτώσιν του ακολουθεί την διεύθυνσιν του νήματος της στάθμης.

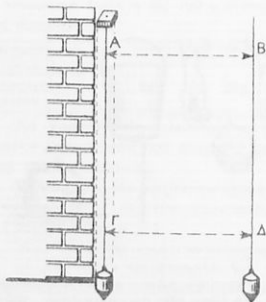


$$\widehat{AOB} = \widehat{AOG} = \widehat{AOD} = 1 \text{ ὀρθή}$$

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



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



Σχ. 5. Δύο γειτνιαζούσαι κατακόρυφοι εἶναι παράλληλοι.

Ἡ σφαῖρα ἐκ χάρτου καὶ ὁ λίθος ἐκτελοῦν μίαν κίνησιν, ἣ ὅποια καλεῖται **ἐλευθέρη πτώσις**.

● Ἡ αἰτία τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων εἶναι μία δύναμις, ἣ ὅποια καλεῖται **βάρους**.

Εἰς κάθε σώμα ἐπιδρᾷ αὐτὴ ἡ δύναμις, ἣ ὅποια τὸ ἔλκει πρὸς τὴν γῆν, καλεῖται δὲ αὕτη **βάρους τοῦ σώματος**.

Ὅλα τὰ σώματα ἔχουν βάρους.

● Γνωρίζομεν ὅτι ὠρισμένα 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 βάρους, ἣ ὅποια καλεῖται **ἄνωσις**.

2 Τὸ νήμα τῆς στάθμης.

● Ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς νήματος, εἰς τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον κρέματα μεταλλικὸς κύλινδρος καταλήγων εἰς κωνικὴν ἀκμήν. Ἐὰν κρατήσωμεν τὸ ἄλλο ἄκρον διὰ τῆς χειρὸς μας, τὸ νήμα, λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ κυλίνδρου, λαμβάνει μίαν ὠρισμένην διεύθυνσιν, ἣ ὅποια καλεῖται **κατακόρυφος τοῦ τόπου**.

● Ὑλοποιήσις ἐλευθέρως πτώσεως.

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

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

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

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

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

3 Ἡ κατακόρυφος.

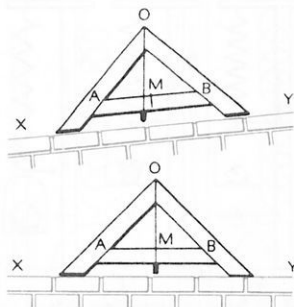
Κατακόρυφος εἰς ἓν σημεῖον εἶναι ἡ διεύθυνσις, τὴν ὅποیان λαμβάνει τὸ νήμα τῆς στάθμης, πού διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό.

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

Συμπέρασμα: Ἡ κατακόρυφος διεύθυνσις εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐλευθέρην ἐπιφάνειαν ἑνὸς ὕγρου, εὐρισκομένου ἐν ἰσορροπία. Ἡ ἐπιφάνεια αὕτη ἀποτελεῖ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

● Γνωρίζουμε ότι η γη έχει περίπου σχήμα σφαιρικών. Η επιφάνεια του ήρεμου ύδατος εις τι σημείον είναι εν πολύ μικρόν τμήμα της σφαιρικής αυτής επιφάνειας και επομένως ή κατακόρυφος, ή όποια είναι κάθετος προς την επιφάνειαν αυτήν, θά είναι ή προέκτασις της γήινης ακτίνας, ή όποια καταλήγει εις τό σημείον αυτό.

● Άς εξετάσωμεν δύο κατακόρυφους, αί όποιοι απέχουν μεταξύ των μερικά μέτρα (σχ. 5). Τό σημείον, εις τό όποιον τέμνονται, δηλ. τό κέντρον της γης, είναι πολύ άπομακρυσμένον (6370 Km) εν συγκρίσει με την άπόστασιν των, και επομένως δυνάμεθα να τας θεωρήσωμεν παραλλήλους.



Σχ. 6. Τό ύλφαδι. Τό νήμα της στάθμης διέρχεται από τό μέσον Μ της βάσεως του Ισοσκελούς τριγώνου ΑΟΒ, όταν ή ΧΥ είναι όριζοντία.

Συμπέρασμα: Η κατακόρυφος ενός τόπου

δέχεται από τό κέντρον της γης. Αί κατακόρυφοι γεινιαζόντων τόπων είναι παράλληλοι.

4 Έφαρμογαι του νήματος της στάθμης.

Τό νήμα της στάθμης χρησιμοποιείται συχνά, δια να έλέγξωμεν εάν ένας τοίχος, τό πλαίσιον μιας θύρας κλπ., είναι κατακόρυφα.

Τό ύλφαδι, τό όποιον χρησιμοποιεί ό κτίστης, φέρει επίσης εν νήμα της στάθμης, με τό όποιον έλέγχει εάν μία επιφάνεια είναι όριζοντία (σχ. 6).

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τό βάρος ενός σώματος είναι ή δύναμις, ή όποια τό έλκει προς την γην.
2. Τό νήμα της στάθμης ύλοποιεί την τροχιάν της έλευθέρως πτώσεως των σωμάτων. Η τροχιά αυτή είναι ευθύγραμμος με διεύθυνσιν κατακόρυφον και φοράν εκ των άνω προς τό κάτω.

3. Η κατακόρυφος διεύθυνσις είναι κάθετος προς την επιφάνειαν ήρεμου ύγρου. Όλοι αί κατακόρυφοι διευθίνονται προς τό κέντρον της γης. Αί κατακόρυφοι γεινιαζόντων τόπων δύνανται να θεωρηθούν παράλληλοι.

4. Χρησιμοποιούμεν τό νήμα της στάθμης, δια να έλέγξωμεν εάν μία διεύθυνσις είναι κατακόρυφος, και τό ύλφαδι, εάν μία επιφάνεια είναι όριζοντία.

80Ν ΜΑΘΗΜΑ: Η επιμήκυνσις ενός ελατηρίου μς διδει την δυνατότητα να συγκρίνωμεν τό βάρος δύο σωμάτων.

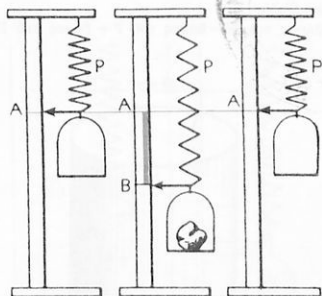
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 Έπιμήκυνσις ελατηρίου.

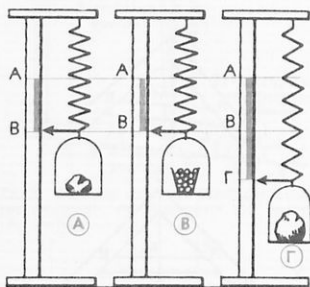
● Άναρτώμεν επί ύποστηρίγματος εν ελατήριον έφωδιασμένον δι' ενός δίσκου και ενός δείκτου, ό όποιος μετακινείται εμπροσθεν ήριθμημένου κανόνος (σχ. 1).

● Σημειούμεν δια λεπτής γραμμής Α επί του κανόνος την άρχικην θέσιν του ελατηρίου.

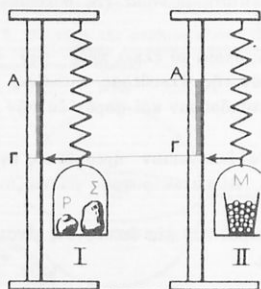
● Τοποθετούμεν επί του δίσκου οιοδήποτε αντικείμενον, π.χ. ένα λίθον, όποτε τό ελατήριον έπιμηκύνεται. Σημειούμεν επί του κανόνος μίαν γραμμήν Β εκεί, όπου εύρίσκεται ό δείκτης. Εάν αφαιρέσωμεν τον λίθον, ό δείκτης επανέρχεται εις την άρχικην του θέσιν. Λέγομεν ότι τό ελατήριον είναι τελείως ελαστικόν..



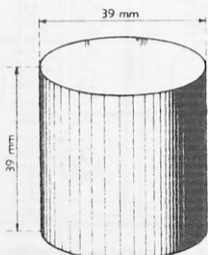
Σχ. 1. Διά της επιδράσεως του βάρους του αντικειμένου τό ελατήριον Ρ επημηκύνθη κατά ΑΒ. Όταν αφαιρεθ ή βάρος, τό ελατήριον επανέρχεται εις τό άρχικον του μήκος.



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



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



Σχ. 4. Το χιλιόγραμμα από ιριδιοχον λευκόχρυσον εις φυσικόν μέγεθος (εις τὸ Διεθνές Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν).

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

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν ἀρχικὸν λίθον μὲ ἓνα ἄλλον βαρύτερον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν προηγουμένην ἢ ἀκριβέστερον ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος, τὸ ὅποιον προσδιορίζομεν.

2 Ἰσότης δύο βαρῶν.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν λίθον μὲ σφαιρίδια ἐκ μολύβδου (σκάγια), ἕως ὅτου ὁ δείκτης κατέλθῃ εἰς τὴν γραμμὴν Β. Το 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 ἐλατήριο, εἰς τὸ ὅποιον θὰ ἐπιδράσων διαδοχικῶς.*

3 Ἄθροισμα πολλῶν βαρῶν.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἓν ἀντικείμενον Μ καὶ παρατηροῦμεν μίαν ὠρισμένην 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: *Ἐν βάρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἢ περισσοτέρων ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῆ μόνον τὸν εἰς ἓν ἐλατήριο τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν μὲ ἐκείνην, τὴν ὅποιαν προκαλοῦν τὰ δύο ἄλλα μαζί.*

4 Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος.

Βάρος ἐνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμις, ἡ ὅποια ἔλκει 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 ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ σύγκρισις τοῦ βάρους του πρὸς τὸ βάρος ἄλλου σώματος, τὸ ὅποιον λαμβάνομεν ὡς μονάδα.

5 Μονὰς βάρους.

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

Τὸ Κιλοπόντ (Κρ) εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὅποιον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶσα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἰριδιούχου λευκοχρῆσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνές Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σεβρῶν (σχ. 4).

Είναι περίπου το βάρος, το όποιον έχει εις τὴ Παρίσι 1 dm³ ἀπεισταγμένον ὕδατος 4^ο C.

Τὰ κυριώτερα πολλαπλασία καὶ ὑποπολλαπλασία τῆς μονάδος βάρους εἶναι :

Τὸ Πόντ (p) : 1 p=0,001 Kp

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

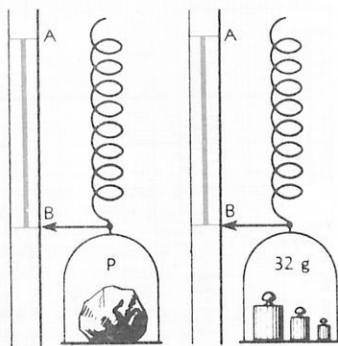
6 Μέτρησις τοῦ βάρους ἑνὸς σώματος τῆ βοηθείᾳ τοῦ ἐλατηρίου.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον σταθμᾶ, ἕως ὅτου ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου γίνῃ ἴση πρὸς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν εἶχομεν εἰς τὸ πρῶτον μας πείραμα. Ὁ λίθος ἔχει βάρους ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν σταθμῶν.

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

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

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



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

P=32 p.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

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

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

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

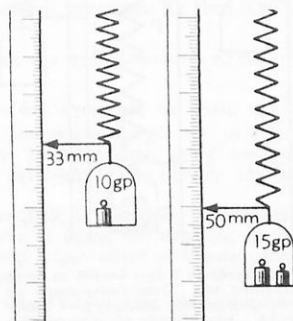
90^ο ΜΑΘΗΜΑ: Πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ ζυγοῦ δι' ἐλατηρίου.

ΖΥΓΟΣ ΔΙ' ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ

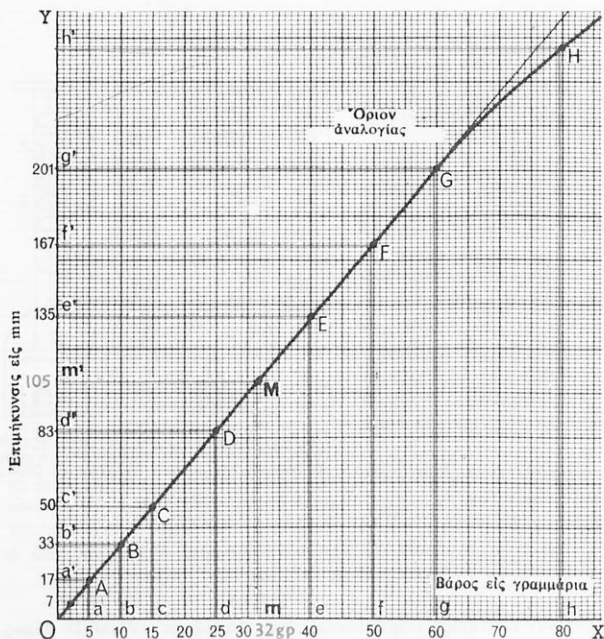
1 Βαθμολογία ἑνὸς ἐλατηρίου.

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

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



Σχ. 1. Βαθμολογίσις ἐλατηρίου



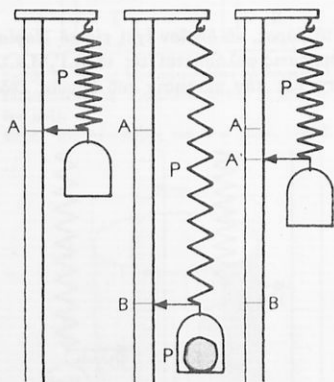
Εχ. 2.

Παρατηρούμεν :

● Ότι τὰ βάρη καὶ αἱ ἐπιμηκύνσεις μεταβάλλονται ἀναλόγως.

Όταν τὸ βᾶρος, 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.



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

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

● Ἐστω ὅτι θέλωμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βᾶρος ἑνὸς σώματος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 105 mm. Ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ ἄξονος OY, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 105 mm, φέρομεν κάθετον πρὸς αὐτὸν, συναντῶσαν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως εἰς τὸ σημεῖον M.

Ἡ κάθετος ἀπὸ τὸ M πρὸς τὸν ἄξονα OX τέμνει αὐτὸν εἰς τὸ σημεῖον m, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς 32 ρ, ὅπερ εἶναι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος.

2 Ζυγὸς δι' ἐλατηρίου (κανταράκι).

Διαιροῦμεν εἰς 10 ἴσα τμήματα τὸ διάστημα ἐπὶ

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

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

Βαθμολογούμεν τας ύποδιαίρεσις ανά 5 p από 0—50 p. Διά να προσδιορίσωμεν τώρα το βάρος ενός σώματος, τοποθετούμεν τούτο εις τόν δίσκον του ελατηρίου και άναγινώσκομεν εις τόν βαθμολογημένον κανόνα τόν αριθμόν, τόν όποιον μάς δεικνύει ο δείκτης, όταν ήρημήση.

Κατ' αυτόν τόν τρόπον κατασκευάζομεν ένα ζυγόν δι' ελατηρίου (κανταράκι) ή ένα **δυναμόμετρον**.

Τά δυναμόμετρα (σχ. 4) κατασκευάζονται συνήθως με τρόπον, ώστε το ελατήριον να συμπιέζεται από το βάρος του σώματος, το όποιον ζυγίζομεν.

3 Όριον ελαστικότητας.

Τοποθετούμεν εις τόν δίσκον δύο αντίκειμενα, τών οποίων τά βάρη προσδιορίσαμεν προηγουμένως κεχωρισμένως και εύρηκαμεν ότι έχουν βάρη αντίστοιχως 32 p και 48 p. Εις το ελατήριον εφαρμόζομεν έν συνεχεία έν βάρος $32 p + 48 p = 80 p$ και παρατηρούμεν ότι ή επιμήκυνσις του είναι 254 mm. Έάν μεταφέρωμεν τας τιμάς αυτές εις το διάγραμμα, παρατηρούμεν ότι το αντίστοιχον σημείον εύρίσκειται άρκετά κάτω από την εύθειαν βαθμολογήσεως.

Έε άλλου, εάν αφαιρέσωμεν τά βάρη από τόν δίσκον, ο δείκτης δέν επανέρχεται εις την άρχικήν του θέσιν, δηλ. το ελατήριον διατηρεί κάποιαν επιμήκυνσιν. Λέγομεν τότε ότι υπερέρβημεν το όριον ελαστικότητας του ελατηρίου, και τούτο διότι πέραν τών 60 p περίπου αί επιμηκύνσεις του ελατηρίου αυτού δέν είναι πλέον άνάλογοι πρὸς τά βάρη, τά όποια τās προκαλούν.

4 Το βάρος ενός Kg δέν έχει την ίδίαν τιμήν εις όλα τά σημεία της γης. Δέν προκαλεί παντού την ίδίαν επιμήκυνσιν του δυναμομέτρου.

Υπάρχουν δυναμόμετρα μεγάλης άκριβείας, με τά όποια δυνάμεθα να εξακριβώσωμεν ότι το βάρος ενός σώματος μεταβάλλεται μετά του τόπου, όπου εκτελείται ή μέτρησις.

Το βάρος π.χ. του προτύπου χιλιογράμμου είναι μεγαλύτερον, όταν ή μέτρησις εκτελεῖται πλησίον τών Πόλων και μικρότερον, εις μεγαλύτερον ύψος.

Οι φυσικοί έδέχθησαν μίαν μονάδα ανεξάρτητον από τόν τόπον, το Newton (N).

Δι' άκριβῶν μετρήσεων εύρισκομεν ότι το βάρος του προτύπου χιλιογράμμου, το όποιον εις τήν Παρίσι, όπως ώρίσθη, είναι 1 Kp, εις τόν Ίσημερινόν είναι 0,997 Kp (9,78 N), ένῶ εις τούς Πόλους 1,002 Kp (9,83 N).

Εις ύψος 1000 m υπέρανω τῶν Παρισίων το βάρος του προτύπου Kg είναι 0,997 Kp (9,78 N).

Αι μεταβολαί όμως αύται είναι τόσο μικραί, ώστε εις την πράξιν δύνανται να θεωρηθῶν άμελητέαι.

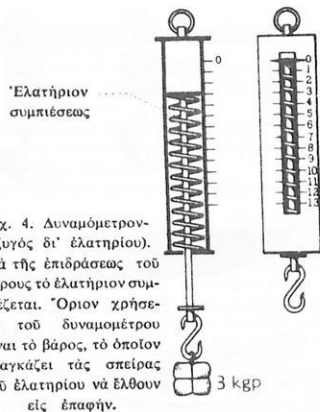
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Αί επιμηκύνσεις ενός ελατηρίου είναι άνάλογοι πρὸς τά βάρη, τά όποια τās προκαλούν. Έάν σημειώσωμεν εις χιλιοστομετρικόν χάρτην τά βάρη και τās αντίστοιχούς επιμηκύνσεις, εύρίσκομεν την καμπύλην βαθμολογήσεως του ελατηρίου. Η καμπύλη αυτή είναι εύθεια γραμμή, ή οποία διέρχεται από την τομήν Ο τῶν άξόνων της γραφικής παραστάσεως.

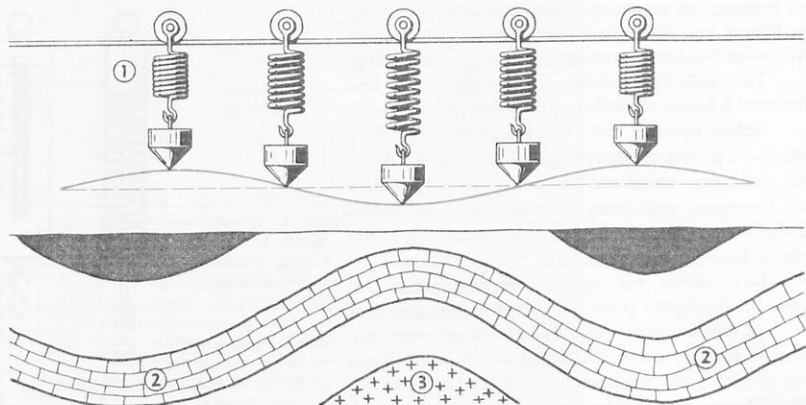
2. Έν ελαστικόν ελατήριον βαθμολογημένον καλεῖται ζυγός δι' ελατηρίου ή δυναμόμετρον.

3. Έν δυναμόμετρον δύναται να χρησιμοποιηθῆ, όταν το βάρος του σώματος, το όποιον άναρτώμεν, δέν υπερβαίνη έν όριον, το όριον ελαστικότητας. Πέραν αυτού αί επιμηκύνσεις δέν είναι πλέον άνάλογοι πρὸς τά βάρη, τά όποια τās προκαλούν.

4. Το βάρος ενός σώματος ελαττοῦται ελαφρώς από τούς Πόλους πρὸς τόν ίσημερινόν και από τά μικρά ύψη πρὸς τά μεγάλα. Το Newton (N) είναι μία μονάς ανεξάρτητος του τόπου και του ύψους, και εις τήν Παρίσι το 1Kp αντιστοιχεί πρὸς 9,81 N.



Σχ. 4. Δυναμόμετρον (ζυγός δι' ελατηρίου). Διά της επιδράσεως του βάρους το ελατήριον συμπιέζεται. Όριον χρήσεως του δυναμομέτρου είναι το βάρος, το όποιον άναγκάζει τās σπειράς του ελατηρίου να έλθουν εις επαφήν.



Ἐφαρμογὴ τῶν μεταβολῶν τῆς βαρῦτητος: Βαρομέτρησης εἰς τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίου.

Ἐμάθομεν ὅτι τὸ βάρος ἐνὸς σώματος μεταβάλλεται ἀπὸ τὸν Ἴσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους. Μεταβάλλεται ἐπίσης κατὰ μερικὰ ἑκατομμυριοστὰ τῆς τιμῆς του ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑπαρξιν βαρέων ἢ ἐλαφρῶν στρωμάτων καὶ ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Οὕτω ἓνας θόλος (3) ἀπὸ βαρῆα στρώματα (συμπαγῆς ἀσβεστόλιθος, βασάλτης) προκαλεῖ μεγαλύτεραν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὅποιαν προκαλοῦν ἐλαφρὰ στρώματα, ὅπως ἡ ἄμμος (2).

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

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 2α: Ἡ κατακόρυφος. Βάρος ἐνὸς σώματος.

1. Ἡ κατακόρυφος

Ἡ ὀρθὴ γωνία εἶναι 90° ἢ 100 βαθμοί.

Ἡ μοῖρα εἶναι $60'$ πρῶτα λεπτά (') καὶ τὸ λεπτόν 60 δευτέρα (").

Ὁ βαθμὸς εἶναι 10 δέκατα ἢ 100 ἑκατοστὰ:

1. Νὰ μετατραποῦν εἰς βαθμοῦς: 40° , $22'$, $45''$, $16^\circ 18' 25''$.

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

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

3. Πόσον εἶναι τὸ μῆκος ἐνὸς τόξου, τὸ ὅποιον ὀρίζει ἡ γωνία 1 ἀκτινίου εἰς ἓνα κύκλον ἀκτίνας 5 cm;

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

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

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

7. Πόσον μῆκος ἔχει τὸ ναυτικὸν μίλιον εἰς μέτρα; Πόσον ὀρίζεται ἀπὸ δύο σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἰς αἱ κατακόρυφοι τῶν σχηματίζουν γωνίαν ἐνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ βαθμοῦ;

8. Ἡ μικροτέρα γωνία, τὴν ὅποιαν διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ μας, εἶναι $15''$. Πόσον εἶναι τὸ τόξον μεγίστου κύκλου, τὸ ὅποιον ὀρίζεται ἀπὸ δύο σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, εἰς αἱ κατακόρυφοι τῶν σχηματίζουν γωνίαν $15''$;

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

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

II. Βάρος ενός σώματος

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

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

α) Νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου.

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

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

γ) Ποῖον βάρος προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 50 mm; Νά ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διά ὑπολογισμό.

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

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

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

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

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

13. Εἰς ἓν δυναμόμετρον, βαθμολογημένον μέχρι

8 Κρ, ἔχονεν ἐπιμήκυνσιν ἐλατηρίου 12 mm μὲ τὴ ἐπίδρασιν βάρους 1 Κρ:

α) Πόσον εἶναι τὸ μήκος τῆς κλίμακος;

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

14. Τὸ ἐλατήριο ἑνὸς δυναμομέτρου, βαθμολογημένου εἰς Κρ, ἐπιμηκύνεται 60 mm μὲ τὴν ἐπίδρασιν βάρους 15 Κρ. Νά εὐρεθῆ:

α) Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ὑποδιαιρέσεων.

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

15. Ἀπὸ ἓν ἐλατήριο μήκους 27 cm ἀναρτῶμεν κενὸν δοχεῖον, ὅποτε τὸ ἐλατήριο λαμβάνει μήκος 39 cm. Πληροῦμεν τὸ δοχεῖον διά 3 l ὕδατος καὶ τὸ μήκος τὸ γίνεται 63 cm:

α) Ποῖον τὸ βάρος τοῦ κενοῦ δοχείου;

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

γ) Νά ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διά γραφικῆς παραστάσεως.

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

Τὸν συμβολισμόν τοῦτον δυνάμεθα νά ἐφαρμόσωμεν εἰς οἰανδήποτε γραφικὴν παράστασιν.

10^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ :

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

1 Ἀποτελέσματα τὰ ὁποῖα προκαλεῖ μία δύναμις.

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

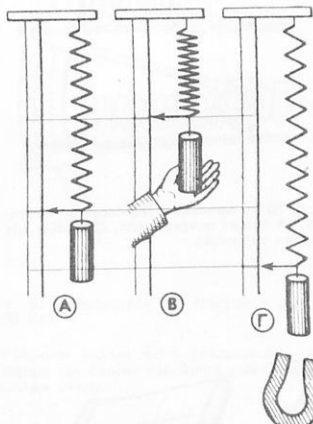
Τὸ ἴδιον ἀποτέλεσμα δυνάμεθα νά ἐπιτύχωμεν, ἔὰν σύρωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον διά τῆς χειρὸς μας.

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

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

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

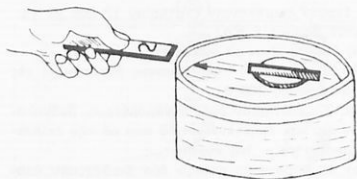
● Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ μυϊκὴ προσπάθεια, ἡ ἐλῆξις τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σιδήρου, ἡ ὄθησις τοῦ ἀνέμου, ἡ ὄθησις τοῦ ἐλατηρίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ εἰς κατάστασιν συμπίεσεως κλπ., εἶναι **δυνάμεις**.



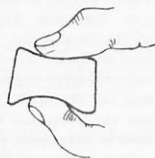
Σχ. 1. Α. Τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου.

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

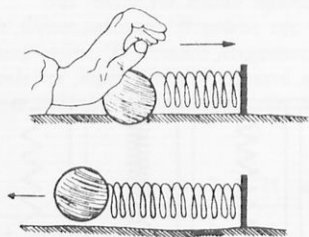
Γ. Ἡ δύναμις ἐλῆξεως τοῦ μαγνήτου α προκαλεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου, προστιθεμένην εἰς ἐκείνην, τὴν ὅποιαν προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου.



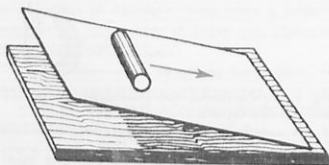
Σχ. 2. Ο μαγνήτης μετακινεί το τεμάχιο σιδήρου.



Σχ. 3. Διά τών δακτύλων μας μεταβάλλομεν τό σχήμα μιᾶς ελαστικῆς οὐσίας.



Σχ. 4. Ὄταν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον τό ἐλατήριον, τό ὁποῖόν συνεπιέσαμεν, ἀναγκάζει τήν ἀφαίρην νά κινήθῃ.



Σχ. 5. Ὁ κóλινδρος διά τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους του κυλίνεται ἐπί τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

Συμπέρασμα: Καλοῦμεν δύναμιν τήν αἰτίαν, ἢ ὅποια δύνεται :

- νά μεταβάλλῃ τό σχῆμα ἐνός σώματος
- νά θέσῃ εἰς κίνησιν ἓν σῶμα ἢ νά τροποποιήσῃ τήν κίνησίν του.

2 Χαρακτηριστικά μιᾶς δυνάμεως.

● Ἐκτείνομεν τό ἐλατήριον τῇ βοηθείᾳ νήματος, προσδεδεμένον εἰς τό ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ Α (σχ. 6). Τό σημεῖον αὐτό καλεῖται **σημεῖον ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως τῆς χειρός μας ἐπί τοῦ ἐλατηρίου, ἐπειδή εἰς τό σημεῖον αὐτό ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις μας.

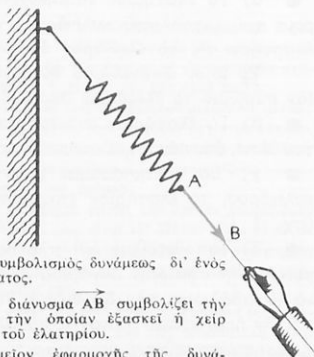
● Τό ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται κατὰ τήν διεύθυνσιν τοῦ τεταμένου νήματος. Αὕτη εἶναι ἡ **διεύθυνσις** τῆς δυνάμεως ἢ ἡ εὐθεῖα, κατὰ τήν ὁποῖαν ἐπενεργεῖ.

● Χαλαροῦμεν σιγά—σιγά τό νῆμα καί τό ἐλατήριον ἐπανακτᾷ τό σχῆμα του. Ἐξασκεῖ δηλ. τό ἐλατήριον ἐπί τοῦ νήματος μίαν δύναμιν, ἢ ὁποῖα ἔχει τήν αὐτὴν διεύθυνσιν μέ τήν προηγουμένην.

● Εἰς τό σημεῖον Α λοιπόν ἐπενεργοῦν δύο δυνάμεις, ἡ δύναμις F' ἐπί τοῦ νήματος καί ἡ δύναμις F τῆς χειρός μας ἐπί τοῦ ἐλατηρίου διά τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς.

● Ἐκτείνομεν περισσότερον τό νῆμα, καταβάλλομεν μεγαλύτεραν δύναμιν, ὁπότε τό ἐλατήριον ἐπιμηκύνεται περισσότερον. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἐξαρτᾶται ἀπό τήν **ἐντάσιν** τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποῖα τό ἔλκει.

Συμπέρασμα: Τό σημεῖον ἐφαρμογῆς, ἡ διεύθυνσις, ἢ φορὰ καί ἡ ἐντάσις εἶναι τὰ χαρακτηριστικά τῆς δυνάμεως.



Σχ. 6. Συμβολισμός δυνάμεως δι' ἐνός διανύσματος.

Τό διάνυσμα \vec{AB} συμβολίζει τήν δύναμιν, τήν ὁποῖαν ἐξασκεῖ ἡ χεὶρ μας ἐπί τοῦ ἐλατηρίου.

A: Σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

AX: Διεύθυνσις τῆς δυνάμεως.

Διάνυσμα \vec{AB} : Φορὰ τῆς δυνάμεως.

Μήκος τοῦ τμήματος AB: Ἐντάσις τῆς δυνάμεως.

3 Γραφική παράσταση 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 εὐρίσκεται ἀπὸ τὸ μήκος τοῦ διανύσματος (σχ. 7).

4 Ἡ ἔντασις δυνάμεως εἶναι μέγεθος καὶ δύνανται νὰ μετρηθῇ.

● Ἐκτείνομεν ἓν ἐλατήριο διὰ μιᾶς δυνάμεως F οἰασδήποτε διευθύνσεως καὶ σημειώνωμεν τὴν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, ἂν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ ἐλατήριο ἓν βάρος B , τὸ ὅποσον εἶναι καὶ αὐτὸ μία δύναμις, ἀλλὰ μὲ διεύθυνσιν κατακόρυφον καὶ φορὰν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ἡ δύναμις αὕτη καὶ τὸ βάρος B ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

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

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

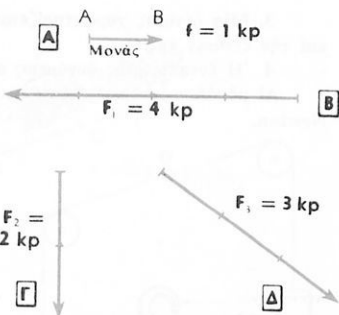
Μία δύναμις εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἄλλων δυνάμεων τῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ φορᾶς, ὅταν ἡ ἐπιμήκυνσις, τὴν ὁποῖαν προκαλεῖ ἐπὶ ἑνὸς ἐλατηρίου, εἶναι ἴση πρὸς αὐτὴν, τὴν ὁποῖαν προκαλοῦν καὶ αἱ δύο μαζί.

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

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

Τάξις μεγέθους μερικῶν δυνάμεων

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



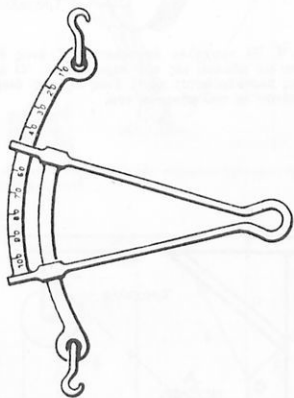
Σχ. 7.

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

B. F_1 εἶναι μία ὀριζοντία δύναμις μὲ φορὰν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά 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. Δυναμομέτρον δι' ἐλάσματος (μέχρι 100 Kp).

Ἐπάρχουν πολλοὶ τύποι δυναμομέτρων, τῇ βοηθειᾷ τῶν ὁποίων προσδιορίζομεν δυνάμεις πολλῶν τόνων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

4. Ἡ έντασις μιᾶς δυνάμεως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῆ.

Αἱ μονάδες δυνάμεως εἶναι αἱ αὐταὶ μετὰς τὰς μονάδας βάρους: τὸ Κρ (Κιλοπόντ) καὶ τὸ Νewton.

11^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ: Ἴσορροπία σώματος ὑπὸ τῆν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων.

ΤΡΟΧΑΛΙΑ

1 Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως.

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

Οἰαδήποτε καὶ ἐὰν εἶναι ἡ θέσις τοῦ δακτυλίου Γ, ἡ ένδειξις τοῦ δυναμομέτρου παραμένει ἡ αὐτὴ.

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

2 Ἴσορροπία δύο ἀντιθέτων δυνάμεων.

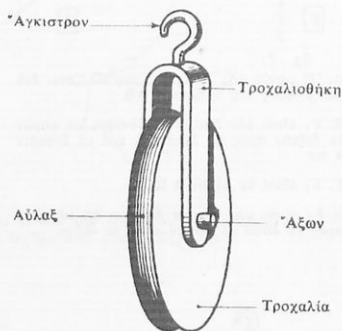
Ἡ μυϊκὴ προσπάθεια ὁμάδος παιδῶν (σχ. 3) εἶναι μία δύναμις. Τὸ τεταμένον σχοινίον μᾶς δίδει τὴν κοινὴν διεύθυνσιν τῶν δύο δυνάμεων. Ἐὰν τὸ σημεῖον Ο, κοινὸν σημεῖον εφαρμογῆς, εἰς τὴν ὅλην προσπάθειαν τῶν ὁμάδων, παραμείνῃ εἰς τὴν θέσιν του, τότε αἱ δυνάμεις εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι. Εὐρίσκονται δηλ.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

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

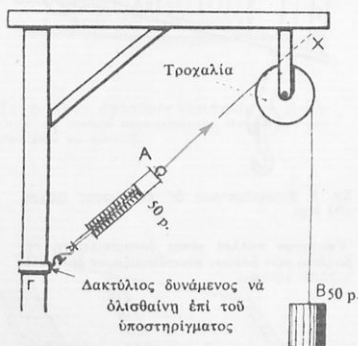
Συμπέρασμα: Ὄταν δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντίθετοι ἐπενεργοῦν εἰς ἓν σῶμα, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ ἰσορροπεῖ.

3 Ἴσορροπία δυνάμεων μετὰ κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς (συντρέχουσαι).

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



Σχ. 1. Ἡ τροχαλία ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς δίσκου μετὰ αὐλακὰ εἰς τὴν περιφέρειαν. Ὁ δίσκος περιστρέφεται περὶ ἑνὸς ἄξωνος, διερχομένου ἐκ τοῦ κέντρου του.



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

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

● **Πείραμα.** 'Εάν από τās άκρας τών τριών νημάτων άναρτήσωμεν τά βάρη, τά όποία παρατηρούμεν εις τό σχήμα 5, ό δακτύλιος Ο εις τήν άρχήν θά μετακινηθῆ καί κατόπιν θά ίσοροπήσῃ.

Αί τρεῖς δυνάμεις F_1 , F_2 , F_3 *επιενεργούν εις έν σημείον καί ίσοροπούν.* Είναι εύκολον νά άποδειξώμεν ότι αἱ διευθύνσεις τών τριών αὐτῶν δυνάμεων εὐρίσκονται εις τό αὐτό επίπεδον. (Διά μίξ πλάκος π.χ. έκ χαρτονίου, τό όποϊον τοποθετοῦμεν όπισθεν αὐτῶν).

Συμπέρασμα: Καλοῦμεν συντρεχούσας δυνάμεις εκείνας, τών όποϊων αἱ διευθύνσεις ἔχουν έν κοινόν σημείον. "Όταν τρεῖς συντρεχούσαι δυνάμεις ίσοροπούν, τότε αὐταί εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ επιπέδου.

4 Συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων.

● Τοποθετοῦμεν όπισθεν τών νημάτων έν λευκόν χαρτόνιον καί σημειώσωμεν τά διανύσματα ΟΑ, ΟΒ, ΟΓ, τά όποία συμβολίζουν τās δυνάμεις F_1 , F_2 καί F_3 . Αἱ δυνάμεις F_1 καί F_2 ίσοροποῦν τήν F_3 . Δυνάμεθα νά ἐπιτύχωμεν τήν αὐτήν ίσοροπίαν, ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τās δυνάμεις F_1 καί F_2 μέ τήν δύναμιν R, ίσην καί ἀντίθετον πρὸς τήν F_3 .

● Τήν δύναμιν αὐτήν, ἡ όποία φέρει τό αὐτό ἀποτέλεσμα μέ τās δύο δυνάμεις F_1 καί F_2 , συμβολίζομεν μέ τό διάνυσμα ΟΔ. 'Η δύναμις R καλεῖται συνισταμένη τών δυνάμεων F_1 καί F_2 .

● 'Εάν κατασκευάσωμεν τό τετράπλευρον ΟΑΔΒ (σχ. 5), παρατηροῦμεν ότι είναι παραλληλόγραμμον. Τό διάνυσμα ΟΔ είναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου.

Συμπέρασμα: 'Η συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων είναι μία δύναμις, ἡ όποία, όταν ἐπιενεργῆ (μόνη τῆς), φέρει τό αὐτό ἀποτέλεσμα μέ τās δύο άλλας δυνάμεις.

'Η συνισταμένη παρίσταται διά τῆς διαγώνιου τοῦ παραλληλογράμμου, τό όποϊον κατασκευάζεται ἀπό τά διανύσματα τών δύο αὐτῶν δυνάμεων.

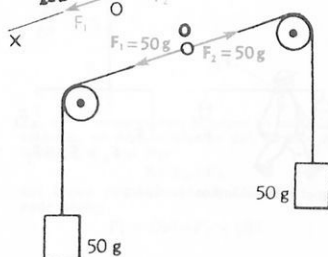
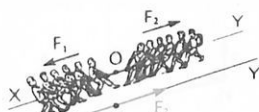
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. 'Η τροχαλία τροποποιεῖ τήν διεύθυνσιν μίξ δυνάμεως, χωρίς ὅμως νά μεταβάλλῃ καί τήν έντασιν αὐτῆς.

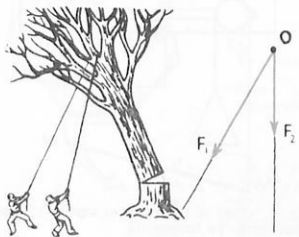
2. 'Εν σώμα ίσοροπεῖ, όταν ἐπιενεργούν εις αὐτό δύο δυνάμεις ίσαι, ἀντίθετοι καί τῆς αὐτῆς διευθύνσεως.

3. Δύο δυνάμεις καλοῦνται συντρεχούσαι, όταν αἱ διευθύνσεις τών ἔχουν έν κοινόν σημείον ἐφαρμογῆς. Αἱ διευθύνσεις τριῶν συντρεχουσῶν δυνάμεων έν ίσοροπίᾳ εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ επιπέδου.

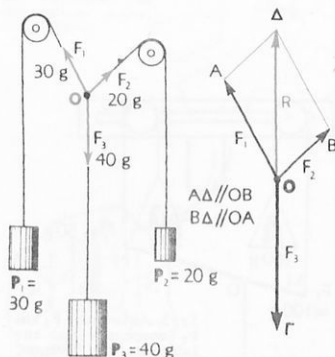
4. 'Η συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων παρίσταται διά τῆς διαγώνιου τοῦ παραλληλογράμμου, τό όποϊον κατασκευάζεται μέ τά διανύσματα τών δύο αὐτῶν δυνάμεων.



Σχ. 3. 'Ο δακτύλιος διά τῆς ἐπιδράσεως δύο δυνάμεων ίσων καί ἀντίθετων, F_1 καί F_2 , παραμένει ἀκίνητος. Δύο δυνάμεις ίσαι καί ἀντίθετοι (τῆς αὐτῆς διευθύνσεως) ίσοροποῦν.



Σχ. 4. Δυνάμεις μέ κοινόν σημείον ἐφαρμογῆς (συντρεχούσαι)



Σχ. 5. Αἱ συντρεχούσαι δυνάμεις F_1 καί F_2 ίσοροποῦνται ἀπό τήν δύναμιν F_3 . Τό διάνυσμα ΟΔ παρίστανε δύναμιν ἀντίθετον πρὸς τήν F_3 . 'Η δύναμις R φέρει τό αὐτό ἀποτέλεσμα, τό όποϊον φέρουν καί αἱ δύο μαζί δυνάμεις F_1 καί F_2 . 'Η δύναμις R είναι ἡ συνισταμένη τών F_1 καί F_2 . Αἱ δυνάμεις F_1 καί F_2 εἶναι αἱ συνιστάσασαι τῆς συνισταμένης.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ

1 Ίσοροπία δύο παραλλήλων δυνάμεων.

● *Παρατήρησης:* Τα δύο βάρη, τα όποια σηκώνει ο άνθρωπος του σχ. 1, είναι δυνάμεις παράλληλοι και τής αΐτης φοράς. Αΐ δυνάμεις αΐται εφαρμόζονται εις τὰ άκρα τής ράβδου, ή όποια ισορροπεί έπί του ώμου του ανθρώπου εις τó σημείον Ο.

● *Πείραμα.* Πραγματοποιούμεν με δύο τροχαλίας τήν διάταξιν του σχ. 2. Όταν οι δύο δίσκοι είναι κενοί, τó σύστημα ισορροπεί και τὰ νήματα είναι κατακόρυφα. Η ράβδος MN έχει μήκος 36 cm.

● Τοποθετούμεν εις τόν άριστερόν δίσκον βάρος 100 p και εις τόν δεξιόν 50 p. Η ράβδος MN άρχίζει νά μετακινηται προς τὰ άνω και, δια νά επιτύχωμεν ισορροπία, πρέπει νά εξαρτήσωμεν από τó σημείον Ο βάρος 150 p.

Παρατηρούμεν ότι τó σημείον Ο άπέχει από τὰ άκρα τής ράβδου $OM = 12$ cm και $ON = 24$ cm (σχ. 3).

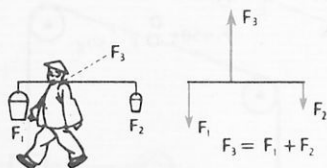
● Έπαναλαμβάνομεν τó πείραμα με διάφορα βάρη και καταρτίζομεν τόν κάτωθι πίνακα:

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

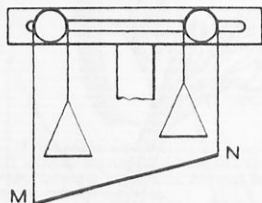
Συμπέρασμα: Δύο παράλληλοι δυνάμεις F_1 και F_2 , αΐ όποιαί έχουν τήν αΐτην φοράν και επενεργούν εις τὰ σημεία M και N ενός εϋθνογράμμου τμήματος, ισορροπούνται υπό μιΐς τρίτης δυνάμεως F_3 , ή όποια είναι παράλληλος προς τὰς δυνάμεις αΐτάς άλλ' αντίθετον φοράς. Η έντασις τής F_3 είναι ίση προς τó άθροισμα τών F_1 και F_2 , είναι δηλ. $F_3 = F_1 + F_2$. Τó σημείον εφαρμογής Ο τής δυνάμεως F_3 ενρίζεται επί του εϋθνογράμμου τμήματος MN και καθορίζεται από τήν σχέση: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

2 Συνισταμένη παραλλήλων δυνάμεων.

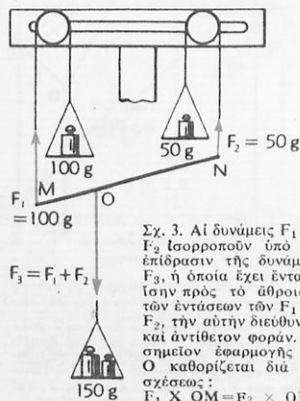
Τó σημείον Ο δεν θά μετακινηθΐ, και έν άκόμη



Σχ. 1. Παράλληλοι δυνάμεις



Σχ. 2. Όταν οι δίσκοι είναι κενοί, ή διάταξις ενρίζεται έν ισορροπία.



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

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

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

3 Κέντρον βάρους.

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

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

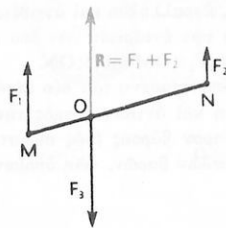
● Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ τεμαχίδια και ἐπομένως τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων αὐτῶν τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνάμεις παράλληλοι και τῆς αὐτῆς φορᾶς.

● Ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων αὐτῶν δυνάμεων εὐρίσκεται, ἐάν συνθέσωμεν δύο ἀπὸ τὰς δυνάμεις αὐτάς και τὴν συνισταμένην τούτων με τὴν τρίτην δύναμιν, τὴν νέαν συνισταμένην με τὴν τετάρτην κ.ο.κ., ἔως ὅτου καταλήξωμεν εις μίαν δύναμιν, ἡ ὁποία εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος.

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

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

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



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

$$R = F_1 + F_2$$

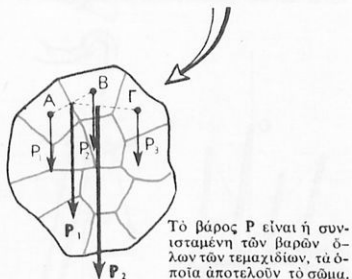
και ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν και φορὰν πρὸς αὐτάς:

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



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 ὁλῶν τῶν τεμαχιδίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ σῶμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δύο δυνάμεις F_1 και F_2 παράλληλοι και τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἐφηρμοσμένοι εις τὰ σημεῖα M και N μιᾶς εὐθείας, ἰσορροποῦν ὑπὸ τὴν ἐπεπεργεῖαν τρίτης

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

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

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

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

ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

1 Κέντρον βάρους μιᾶς πλακός.

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

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

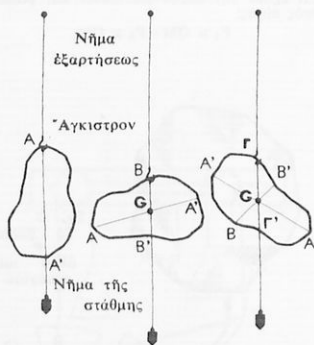
● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ διάφορα σημεῖα $B, \Gamma \dots$ τῆς περιμέτρου τῆς πλακός και παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἴχνη τῆς κιμωλίας $BB', \Gamma\Gamma'$ τέμνονται (συντρέχουν) εἰς ἐν σημεῖον G . Τοῦτο εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους ἢ τὸ κέντρον βάρους τῆς πλακός (σχ. 1).

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

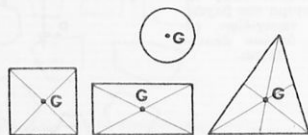
Σημείωσις. Διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἐνὸς σώματος, ἀρκεῖ νὰ τὸ ἀναρτήσωμεν διαδοχικῶς ἀπὸ δύο μόνον σημεῖα τῆς περιμέτρου του, τὰ ὁποῖα νὰ ἀπέχουν μεταξύ των.

2 Κέντρον βάρους ὁμογενῶν ἐπιπέδων σωμάτων, γεωμετρικοῦ σχήματος.

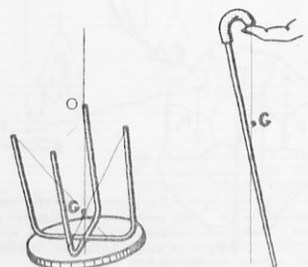
● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγουμένον πείραμα μὲ ὁμογενεῖς πλάκας διαφόρων συμμετρικῶν γεωμετρικῶν σχημάτων. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κέντρον



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



Σχ. 2. Κέντρον βάρους γεωμετρικῶν σχημάτων



Σχ. 3. Καθορισμός τοῦ κέντρου βάρους ἐνὸς σκαμνίου.

Σχ. 4 Ἴσορροπία ράβδου.

βάρους του κύκλου είναι το γεωμετρικόν του κέντρου, του τετραγώνου και παραλληλογράμμου το σημείον τομής των διαγωνίων του, και του τριγώνου το σημείον τομής των διαμέσων του (σχ. 2).

3 Κέντρον βάρους ούιουδήποτε σώματος.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἐξαρτήσεως, τὴν ὁποίαν ἐφημέροσαμεν προηγουμένως, διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλακῶς, δὲν δύναται νὰ μᾶς χρησιμεύσῃ διὰ τὸν ἴδιον σκοπὸν, διότι δὲν δυνάμεθα νὰ σημειώσωμεν τὴν προέκτασιν τῆς κατακορύφου ἀπὸ τὸ σημείον ἐξαρτήσεως τοῦ σώματος εἰς ὠρισμένας ὁμως περιπτώσεις, ὅπως π.χ. εἰς ἐν σκαμνίον, μίαν ράβδον (σχ. 3, 4) κλπ. δυνάμεθα νὰ τὴν ἐφαρμόσωμεν. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ κέντρον βάρους εἶναι δυνατὸν νὰ εὑρίσκηται καὶ ἔξω τοῦ σώματος.

4 Κέντρον βάρους στερεῶν σωμάτων γεωμετρικοῦ σχήματος.

Τὸ κέντρον βάρους σωμάτων, τὰ ὅποια ἔχουν συμμετρικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα, εἶναι δὲ καὶ ὁμογενῆ, συμπίπτει μὲ τὸ γεωμετρικὸν τῶν κέντρον, ἐνῶ εἰς τὴν περίπτωσιν μὴ ὁμογενῶν εὑρίσκηται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ πλησίον αὐτοῦ.

5 Ἴσοροπία.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μεταλλικὴν πλάκα, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἀναρτήσῃ εἰς σημείον O , θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅταν τὴν μετατοπίσωμεν, μετὰ μερικὰς ταλαντώσεις ἰσοροπεῖ εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν (σχ. 6).

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

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

● Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκηται εἰς εὐσταθῆ ἰσοροπία, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν εἰς ἀσταθῆ.

● Ἐάν, τέλος, ἀναρτήσωμεν τὴν πλάκα ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους τῆς, τότε, οἰαυδήποτε θέσιν καὶ ἐὰν τῆς δώσωμεν, παρατηροῦμεν ὅτι ἰσοροπεῖ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εὑρίσκηται εἰς ἀδιάφορον ἰσοροπία (σχ. 7 B).

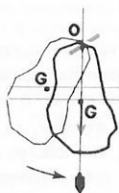
Παρατήρησις. Εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις τὸ κέντρον βάρους ἔχει τὴν τάσιν νὰ καταλαμβάνῃ τὴν χαμηλοτέραν θέσιν.



Σχ. 5.

Σφαῖρα ὁμογενῆς. G καὶ O συμπίπτουν.

Σφαῖρα ἠνομοιογενῆς. G καὶ O δὲν συμπίπτουν.



Σχ. 6. Ἡ πλάξ, ἐὰν ἀπομακρυνθῇ ἐκ τῆς θέσεως ἰσοροπίας, μετὰ μερικὰς ταλαντώσεις ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν. Τὸ σῶμα εὑρίσκηται εἰς εὐσταθῆ ἰσοροπία.

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



Σχ. 7.

Ἴσοροπία ἀσταθῆς (O κατωτέρω τοῦ G).

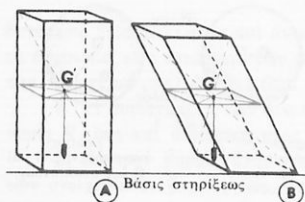
Ἴσοροπία ἀδιάφορος (O καὶ G συμπίπτουν).



Σχ. 8. Κέντρον βάρους ἠνομοιογενοῦς σώματος



Σχ. 9. Νὰ ἐξηγηθῇ ἡ ἰσοροπία τοῦ ἐκροβάτου. Εἶναι εὐκόλον νὰ πραγματοποιήσωμεν καὶ ἄλλα παρόμοια πειράματα δι' ἄλλων μέσων.



6 Ίσορροπία σώματος στηριζομένου επί οριζοντίου επιπέδου.

Πείραμα. Το άρθρωτων παραλληλεπίπεδον ίσορροπεί επί τῆς βάσεώς του, μόνον όταν ἡ κατακόρυφος, ἢ διερχομένη ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους, συναντᾷ τὴν βάσιν στηρίξεώς του. Εἰς κάθε ἄλλην περίπτωσιν τὸ σῶμα ἀνατρέπεται.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δυνάμεθα νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος, ἐὰν τὸ ἀναρτήσωμεν διαδοχικῶς ἀπὸ διάφορα σημεῖα του καὶ σημειώσωμεν κάθε φοράν τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακόρυφου, ἢ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὰ σημεῖα αὐτά. Ὅλαί 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 εὐρίσκεται πρὸς τὸ βαρύτερον μέρος τοῦ σώματος ἢ εἰς τὸ πλησιέστερον σημεῖόν του.

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

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

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρὰ 3: Δύναμις. Δυναμόμετρον.

1. Ἡ ἔννοια τῆς δυνάμεως

1. Διὰ κλίμακος δυνάμεως 2 cm διὰ 1 Κρ νὰ παρασταθῇ γραφικῶς μὲ σημεῖον ἐφαρμογῆς τὸ Ο:

- Ἐν βάρος 3 Κρ.
- Μία ὀριζόντια δύναμις μὲ φοράν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐντάσεως 2,4 Κρ.
- Μία πλάγια δύναμις, μὲ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, σχηματίζουσα γωνίαν 60° μὲ τὴν προηγούμενην, ἐντάσεως 4 Κρ.

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

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

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

5. Νὰ ὑπολογισθῇ εἰς N ἡ δύναμις, ἢ ὁποία συγ-

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

6. Ὅ καθὼι πίναξ δίδει τὴν τάξιν μεγέθους μερικῶν δυνάμεων:

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

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

Δύναμις ἔλξεως ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου: 25 Μρ.

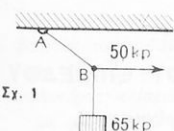
Νὰ ἐκφρασθῇ ἡ ἐντάσις αὐτῶν τῶν δυνάμεων εἰς Newtons (1 Κρ=9,81 N).

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

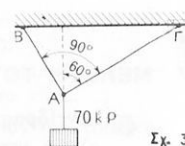
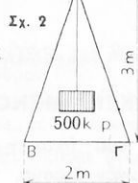
α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐνδείξεων τῆς κλίμακος τοῦ δυναμομέτρου, ἐὰν τοῦτο εἶναι βαθμολογημένον εἰς Κρ.

β) Δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν μετατόπισιν τοῦ δείκτη, ἴσην πρὸς τὸ 1/10 τῆς ὑποδιαίρεσεως. Ποῖον εἶναι εἰς Κρ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον ἔμπορεῖ νὰ προκαλέσῃ αὐτὴν τὴν μετατόπισιν; (Τοῦτο εἶναι τὸ μέτρον τῆς εὐαισθησίας τοῦ δυναμομέτρου).

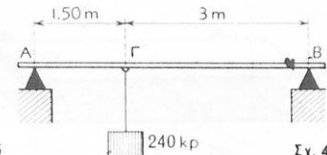
Σχ. 1



Σχ. 2



Σχ. 3



Σχ. 4

II. Ίσορροπία τριών συντεταγμένων δυνάμεων (κινόν συμμεττον Ο)

8. α) Νά σχεδιασθῆ ἡ συνισταμένην R δύο δυνάμεων $F_1 = 20 \text{ Kp}$ καὶ $F_2 = 40 \text{ Kp}$, συντεταγμένων καὶ καθέτων μεταξύ των (Κλίμαξ: $1 \text{ cm} = 5 \text{ Kp}$).

β) Νά προσδιορισθῆ ἡ μέτρησης τοῦ ἀντιστοίχου διανύσματος καὶ ἡ ἔντασις τῆς R .

γ) Νά μετρηθῆ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει αὐτὴ μετὰ κάθε μίαν ἐκ τῶν συνιστωσῶν.

9. Εἰς σημείον O ἐφαρμόζονται δύο δυνάμεις, $F_1 = 12 \text{ Kp}$ καὶ $F_2 = 8 \text{ Kp}$, τῶν ὁποίων αἱ διευθύνσεις σχηματίζουν γωνίαν 60° :

α) Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ δύο δυνάμεις (Κλ.: $1 \text{ cm} = 2 \text{ Kp}$).

β) Νά σχεδιασθῆ ἡ συνισταμένην τῶν R καὶ νά εὐρεθῆ ἡ δύναμις F , ἡ ὁποία πρέπει νά ἐφαρμοσθῆ εἰς τὸ O , διὰ νά ἰσορροπήσῃ μετὰ τὰς F_1 καὶ F_2 . (Ἡ ἔντασις τῆς θά εὐρεθῆ μετὰ τὴν μέτρησην τοῦ διανύσματος.)

10. Εἰς τὰ ἄκρα νήματος, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἀπὸ δύο τροχαλίας, ἀναρτῶμεν ἀνά ἓν βάρους 1 Kp καὶ εἰς τὸ σημείον O μεταξύ τῶν δύο τροχαλιῶν, ἓν βάρους P . Ἐχομεν δὲ ἰσορροπία, ὅταν ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει τὸ νῆμα εἰς τὸ σημείον O , εἶναι 60° :

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 σημείον O ;

β) Νά γίνῃ τὸ σχῆμα καὶ νά προσδιορισθῆ γραφικῶς τὸ μέτρον τῆς ἐντάσεως τοῦ βάρους P (Κλ.: $1 \text{ cm} = 0,5 \text{ Kp}$).

11. Εἰς τὸ ἄκρον B ἐνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀντηρημένον εἰς τὸ σημείον A τῆς ὀροφῆς, θέτομεν βάρους 65 Kp καὶ ἀσκούμεν ἐπὶ πλέον μίαν ὀριζοντιαν ἑλξιν 50 Kp (σχ. 1):

Νά προσδιορισθῆ γραφικῶς ἡ ἑλξίς, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ νῆμα AB , (τάσις τοῦ νήματος AB) (Κλ.: $1 \text{ mm} = 1 \text{ Kp}$).

12. Δύο δοκοὶ συνδέονται, ὅπως δεῖκνυεῖ τὸ σχ. 2, καὶ φέρουν φορτίον 500 Kp . Νά προσδιορισθῆ γραφικῶς ἡ ἔντασις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκούνται ὑπ' αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἑδάφους. (Κλ. $1 \text{ cm} = 100 \text{ Kp}$).

13. Δύο σχοινία AB καὶ $A\Gamma$ ἀναρτῶνται ἀπὸ τὴν ὀροφὴν εἰς τὰ σημεία B καὶ Γ καὶ συγκρατοῦν εἰς τὸ A φορτίον 70 Kp (σχ. 3).

Νά προσδιορισθῆ γραφικῶς ἡ ἔντασις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκούνται πρὸς τὰς διευθύνσεις BA καὶ GA μετὰ τὴν γωνίαν τὰς ἀναγραφόμενας εἰς τὸ σχῆμα (Κλ. $1 \text{ cm} = 10 \text{ Kp}$).

III. Παράλληλοι δυνάμεις. Κέντρον Βάρους.

14. Δύο κατακόρυφοι δυνάμεις μετὰ φοράν ἐκ τῶν

κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐντάσεως 20 Kp καὶ 30 Kp ἐφαρμόζονται εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς στερεᾶς ράβδου, μήκους 1 m :

α) Νά υπολογισθῆ ἡ ἔντασις τῆς συνισταμένης των καὶ νά προσδιορισθῆ τὸ σημείον ἐφαρμογῆς τῆς εἰς τὴν ράβδον.

β) Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ δυνάμεις αὐταί, καθὼς καὶ ἡ συνισταμένη τῶν R (Κλ. $1 \text{ cm} = 5 \text{ Kp}$).

15. Δύο παιδιὰ 40 Kp καὶ 60 Kp κáθηνται εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς σανίδος μήκους 3 m , στηριζομένης εἰς ἓνα κορμὸν δένδρου, καὶ κáμνον τραπεζάνην:

α) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ ἐλαφρότερον παιδίον πρέπει νά εὐρίσκειται ὁ κορμὸς, διὰ νά ὑπάρχη ἰσορροπία;

β) Νά υπολογισθῆ ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν δέχεται ὁ κορμὸς τοῦ δένδρου.

16. Ὁ ἄνθρωπος τῆς εἰκόνας 1 (σελίς 34) μεταφέρει δύο δοχεῖα ὕδατος, βάρους $F_1 = 12 \text{ Kp}$ καὶ $F_2 = 18 \text{ Kp}$, διὰ μίαν ράβδον μήκους $1,50 \text{ m}$:

α) Πόσον πρέπει νά ἀπέχη τὸ ἄριστότερον ἄκρον τῆς ράβδου ἀπὸ τὸν ὄμων τοῦ ἀνθρώπου, διὰ νά ὑπάρχη ἰσορροπία;

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

γ) Ποία δύναμις ἀσκεῖται εἰς τὸ ἑδάφος, ἐάν ὁ ἄνθρωπος ζυγίη 72 Kp ;

17. Διὰ τὴν μεταφορὰν βάρους 160 Kp δύο ἐργάται χρησιμοποιοῦν μεταλλικὴν ράβδον, μήκους 2 m . Ἐάν τὸ βάρος ἀναρτᾷται εἰς ἀπόστασιν $1,25 \text{ m}$ ἀπὸ τὸν πρῶτον ἐργάτην, πόσον φορτίον ὑποβαστάζει ἕκαστος ἐργάτης;

18. Μία δοκὸς ἀμελητέου βάρους, στηριζομένη εἰς δύο τριγωνικὰ πρίσματα A καὶ B (σχ. 4), φέρει εἰς τὸ σημείον Γ βάρους 240 Kp . Νά υπολογισθῆ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον δέχεται κάθε ὑποστήριγμα (A καὶ B).

19. Μεταλλικὴ πλάξ σχήματος ἰσοσκελεῦς τριγώνου μετὰ πλευράς $B\Gamma = 15 \text{ cm}$, $AB = A\Gamma = 18 \text{ cm}$, ζυγίη 800 p καὶ ἀναρτᾷται δι' ἐνὸς νήματος εἰς τὴν κορυφὴν A :

α) Νά σχεδιασθῆ ἡ πλάξ διὰ κλίμακος $1/3$.

β) Νά προσδιορισθῆ γεωμετρικῶς τὸ κέντρον βάρους τῆς.

γ) Νά παρασταθῆ τὸ βάρος τῆς δι' ἐνὸς διανύσματος καὶ νά καθορισθῆ ἡ ἀρχὴ του (Κλ. $1 \text{ cm} = 200 \text{ p}$).

20. Εἰς ὀρθὸς ὁμογενῆς κύλινδρου, στηριζόμενος μετὰ τὴν βάσιν του, διαμέτρου 8 cm , ἀναρτᾷται, μόλις τὸ ἐπίπεδον στηριζέως του σχηματῆται μετὰ τοῦ ὀριζοντιοῦ ἐπιπέδου γωνίαν μεγαλυτέραν τῶν 30° :

α) Νά σχεδιασθῆ τὸ σχῆμά του ὑπὸ κλίμακα $1/2$ καὶ νά προσδιορισθῆ τὸ κέντρον βάρους τοῦ κυλίνδρου.

β) Νά υπολογισθῆ γραφικῶς ἐκ τοῦ σχήματος τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

1. 'Αντίδρασις του ύποστηρίγματος.

α) Το μεταλλικόν έλασμα, το όποιον έχομεν τοποθετήσει εις τὰ ύποστηρίγματα A και B, καμπυλοῦται ύπό την έπίδρασιν του βάρους P του σώματος (σχ. 1).

β) 'Εάν άντικαταστήσωμεν τὸ σώμα διὰ βαρυτέρου, τὸ έλασμα καμπυλοῦται περισσότερον, ένῳ συγχρόνως άντιδρᾷ πρὸς τὸ βάρος P του σώματος διὰ μιᾶς δυνάμεως άντιθέτου, ή όποια καλεῖται *άντίδρασις του έλάσματος*. Αὔτη γίνεται ίση πρὸς τὸ βάρος P εις την τελικην θέσιν ίσοροπίας.

● 'Εάν αφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ έλασμα έπανέρχεται εις την άρχικην του θέσιν. 'Η παροδική παραμόρφωσις, την όποιαν ύφίσταται τὸ έλασμα διὰ της έπίδρασεως του βάρους P, καλεῖται *έλαστική*.

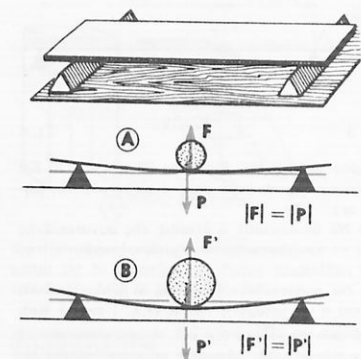
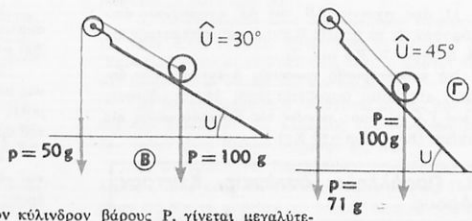
● 'Η παραμόρφωσις αὔτη δέν γίνεται άντιληπτή διὰ γυμνοῦ όφθαλμοῦ, όταν τὸ σώμα είναι τοποθετημένον έπάνω εις τραπέζιον, προκαλεῖ όμως μιαν δύναμιν άντιδράσεως, ή όποια, όπως και εις την προηγούμενην περίπτωσιν, ίσοροπεῖ τὸ σώμα.

2. Κεκλιμένον έπίπεδον.

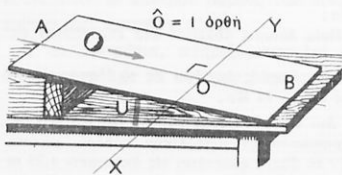
Τὸ κεκλιμένον έπίπεδον είναι έπίπεδος πλάε, την όποιαν κρατοῦμεν δι' ένός ύποστηρίγματος κεκλιμένην. 'Εάν μετατοπίσωμεν τὸ ύποστήριγμα, ήμποροῦμεν νά μεταβάλωμεν την γωνίαν κλίσεως U, την όποιαν σχηματίζει ή πλάε με τὸ όριζόντιον έπίπεδον του τραπεζίου (σχ. 2). 'Η σφαῖρα, την όποιαν αφίνομεν έλευθέραν έπί του κεκλιμένου έπίπεδου, ακολουθεῖ εὐθείαν τροχίαν AB, ήτις καλεῖται *γραμμή της μεγαλυτέρας κλίσεως* και είναι *κάθετος* πρὸς *όλας τὰς όριζοντίας εὐθείας του έπιπέδου AB*.

Πείραμα. Διὰ νά κρατήσωμεν τὸν κύλινδρον εις ίσοροπίαν έπί του κεκλιμένου έπίπεδου, χρησιμοποιοῦμεν σταθμὰ έπί του δίσκου (σχ. 3 A).

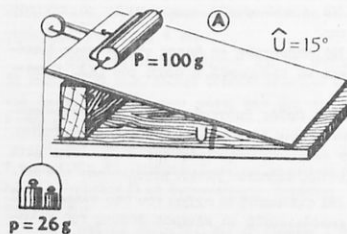
'Εάν αύξήσωμεν την γωνίαν κλίσεως U, πρέπει νά αύξήσωμεν και τὰ σταθμὰ, και άντιστρόφως,



Σχ. 1. Διὰ της έπίδρασεως του βάρους P τὸ έλασμα καμπυλοῦται και έξασκεῖ τότε έπί του σώματος μιαν δύναμιν άντιδράσεως F, ή όποια ίσοροπεῖ τὸ P. 'Όταν τὸ βάρος $P' > P$, τὸ έλασμα καμπυλοῦται περισσότερον και ή δύναμις άντιδράσεως γίνεται F'. Καί εις τὰς δύο περιπτώσεις ή δύναμις άντιδράσεως και τὸ βάρος είναι ίσα κατ' απόλυτον τιμήν.



Σχ. 2. Κεκλιμένον έπίπεδον: 'Η σφαῖρα έπί του κεκλιμένου έπίπεδου κυλᾷ κατὰ την εὐθείαν AB (γραμμή της μεγαλυτέρας κλίσεως), ή όποια είναι κάθετος πρὸς την όριζοντίαν εὐθείαν (XY) έπί του έπίπεδου. U = γωνία κλίσεως.



Σχ. 3. Τὸ βάρος p, τὸ όποιον άκίνητοποιεῖ τὸν κύλινδρον βάρους P, γίνεται μεγαλυτερον, όσον αύξάνει ή γωνία κλίσεως U. Τὸ p είναι πάντοτε μικρότερον του P.

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

● 'Ο κύλινδρος κυλά κατά την γραμμή της μεγαλύτερης κλίσεως, εάν κόψωμεν το νήμα.

3 Δυνάμεις αί όποιαί ενεργούν επί του κυλίνδρου.

'Εάν δέν ύπῆρχε τό κεκλιμένον επίπεδον, τό βάρος Ρ θα προεκάλεε κατακόρυφον πτώσιν του κυλίνδρου. 'Η πλαγία δύναμις $\vec{O\Gamma}$ ίσορροπεί τόν κυλίνδρον επί του κεκλιμένου επιπέδου: είναι έπομένως ίση και αντίθετος προς την $\vec{O\Delta}$ (σχ. 4).

● 'Εάν αφήσωμεν τόν κύλινδρον ελεύθερον, θα κινηθῆ επί του κεκλιμένου επιπέδου κατά την γραμμή της μεγαλύτερης κλίσεως. 'Η δύναμις, ή όποία κινεί τόν κύλινδρον, είναι ή $\vec{O\Delta}$, παράλληλος προς την γραμμή αυτήν και με φοράν προς τά κάτω.

Δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν την $\vec{O\Delta}$ ως συνιστώσαν του βάρους Ρ ή μάλλον τό βάρος Ρ συνιστάμενην της $\vec{O\Delta}$ και μιᾶς ἄλλης δυνάμεως.

4 Διά νά προσδιορίσωμεν αὐτήν τήν δύναμιν:

Σημειούμεν επί φύλλου χάρτου τό σχῆμα ΟΔΒ (ΟΔ = ρ, ΟΒ = Ρ) και κατασκευάζομεν τό παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ με διαγώνιον τήν ΟΒ (σχ. 5).

● Παρατηροῦμεν ότι τό παραλληλόγραμμον αὐτό είναι ὀρθογώνιον.

Δυνάμεθα λοιπόν νά θεωρήσωμεν τήν δύναμιν ΟΒ, ή όποία έχει έντασιν Ρ, συνισταμένην των δύο δυνάμεων ΟΕ και ΟΔ.

ΟΔ (έντασιν ρ) παράλληλος προς τήν κλίσην. ΟΕ κάθετος προς τό κεκλιμένον επίπεδον.

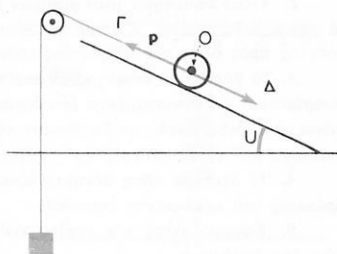
5 Ἀντιδράσεις του κεκλιμένου επιπέδου.

● 'Όταν ὁ κύλινδρος τοποθετηθῆ επί του κεκλιμένου επιπέδου, ἡμποροῦμεν νά δεχθῶμεν ότι επιδρουν ἐπ' αὐτοῦ ἡ τό βάρος Ρ ἡ αἱ δύο συνιστώσαι ΟΔ και ΟΕ (ή συνισταμένη των ΟΒ = Ρ).

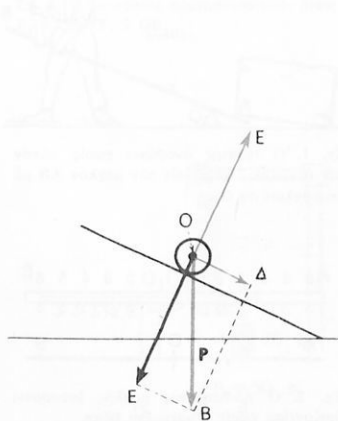
● 'Η δύναμις ΟΔ ἀναγκάζει τόν κύλινδρον νά ὀλισθήσῃ.

● 'Η δύναμις ΟΕ, κάθετος προς τό κεκλιμένον επίπεδον, πιέει τόν κύλινδρον επί του επιπέδου και δημιουργεί τήν ἴσην και αντίθετον δύναμιν ἀντιδράσεως $\vec{O\Gamma}$, τήν όποίαν ἀσκει τό επίπεδον επί του κυλίνδρου.

'Αφοῦ ἡ ΟΕ ἐξουδετεροῦται από τήν $\vec{O\Gamma}$, ἐπί του κυλίνδρου ἐπενεργεί μόνον ἡ δύναμις ΟΔ, ή όποία τόν ἐξαναγκάζει νά κινηθῆ προς τά κάτω.



Σχ. 4. 'Η δύναμις $\vec{O\Gamma}$ ίσορροπεί τήν δύναμιν $\vec{O\Delta}$.



Σχ. 5. Τό παραλληλόγραμμον ΟΔΒΕ είναι ἔν ὀρθογώνιον και ΟΒ ή διαγώνίός του.

Δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν $\vec{O\Gamma} = P$ συνισταμένη των δυνάμεων $\vec{O\Delta}$ και $\vec{O\Gamma}$.

'Η δύναμις $\vec{O\Gamma}$ ίσορροπείται από τήν δύναμιν $\vec{O\Gamma}$, ή όποία είναι ή δύναμις ἀντιδράσεως του κεκλιμένου επιπέδου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Κάθε σώμα, όταν ίσορροπῆ ἐπί ενός ὑποστηρίγματος, δέχεται από αὐτό μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως, ίσην και ἀντίθετον προς τό βάρος του.

2. Όταν αφήσουμε μίαν σφαίρα ελεύθερα επί ενός κεκλιμένου επιπέδου, θα ολισθήσει κατά μήκος μιάς εὐθείας, ἢ ὁποία καλεῖται εὐθεῖα τῆς μεγαλύτερας κλίσεως. Ἡ εὐθεῖα αὕτη εἶναι κάθετος πρὸς ὅλας τὰς ὀριζοντίας εὐθείας τοῦ επιπέδου.

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

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

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

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

ΜΟΧΛΟΙ

1 Τί εἶναι ὁ μοχλός.

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

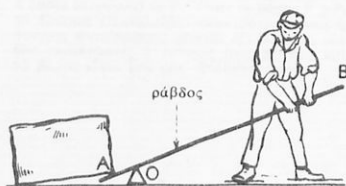
● *Πείραμα*. Ὁ κανὼν τοῦ σχ. 2 εἶναι καὶ αὐτὸς μοχλός, ὃ ὁποῖος δύναται νὰ περιστρέφεται περὶ τὸν ἄξονα O . Ὁ μοχλός αὐτὸς ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως, διότι ὁ ἄξων διέρχεται ἀπὸ τὸ μέσον του. Ἐὰν ἀναρτήσωμεν ἴσα βάρη ἀπὸ τοὺς δύο βραχίονας καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ μοχλοῦ, θὰ ἔξακολουθῇ οὗτος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

Ἐκ τοῦ πειράματος αὐτοῦ καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

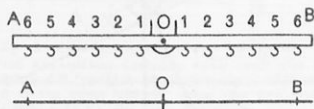
Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἔγκιστρον	Βάρος	Ἔγκιστρον
200 p	6	200 p	6
150 p	3	150 p	3
250 p	5	250 p	5

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

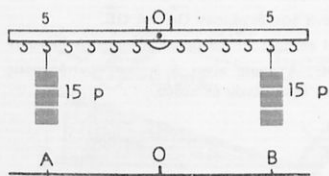
Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἔγκιστρον	Βάρος	Ἔγκιστρον
100 p	6	200 p	3
150 p	2	300 p	1
50 p	5	250 p	1
300 p	2	100 p	6



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



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



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

Συμπέρασμα : 'Ο μοχλός AB ισορροπεί υπό την επενέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων και τῆς αὐτῆς φορᾶς, ὅταν τὰ γινόμενα τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἐπὶ τοὺς ἀντιστοίχους βραχίονα εἶναι ἴσα.

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

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

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

• Μοχλὸς περιστρεφόμενος περὶ τὸν ἄξονα τοῦ O ἰσορροπεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, ὅταν :

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

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

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

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

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

— Ἡ ροπή τῆς F_2 ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O 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 ἰσορροπία, ὅταν ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O ἡ

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

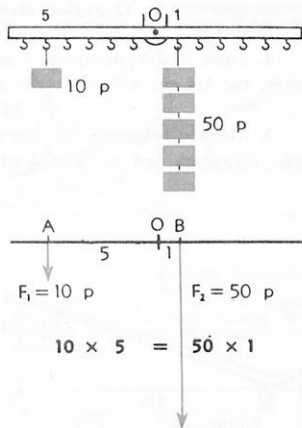
2 Τὰ βάρη, τὰ ὅποια ἀνηρτήσαμε ἀπὸ κάθε βραχίονα τοῦ μοχλοῦ, εἶναι δυνάμεις παράλληλοι καὶ, ὅπως γνωρίζομεν, ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμεων F_1 καὶ F_2 , ἐφηρμοσμένη εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B, ἔχει σημεῖον ἐφαρμογῆς τὸ O, τοῦ ὁποίου ἡ θέσις καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν

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

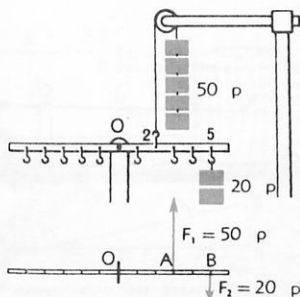
Δυνάμεθα νὰ ἐξακριβώσωμεν ὅτι, ὅταν αἱ ροπαὶ δύο παραλλήλων δυνάμεων ὡς πρὸς τὸν ἄξονα O ἐνὸς μοχλοῦ εἶναι ἴσαι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν διέρχεται ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς (σχ. 7).



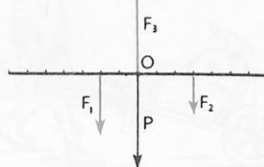
Σχ. 6. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται ὑπὸ κλίσιν. Ἡ ἰσορροπία πραγματοποιεῖται ὅταν : $F_1 \times OH = F_2 \times OK$



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 O, ἔχουν ὁμοῦς ἀντίθετον φορᾶν. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται εἰς ὀριζοντίαν ἰσορροπία ὅταν : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ μοχλὸς εἶναι μία στερεὰ ράβδος, ἢ ὁποία δύναται νὰ περιστραφῆ περὶ ἑνὸς ἄξονος.

2. Ροπή M μιᾶς δυνάμεως F ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O εἶναι τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως τῆς ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τὸ σημείου O 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.

16^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἐργαλεῖα πολλαπλασιάζοντα τὴν δύναμιν ἢ αὐξάνοντα τὴν μετατόπισιν.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΜΟΧΛΟΙ

1 Μοχλὸς πρώτου εἶδους ἢ μετὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως.

● Ὁ μοχλὸς, τὸν ὁποῖον χρησιμοποιεῖ ὁ ἐργάτης (σχ. 1), εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους ἢ μετὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως.

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

Ἐὰν τὸ βᾶρος τοῦ ὀγκολίθου εἶναι 200 Kp καὶ ἐφαρμόσωμεν τὰ λεχθέντα προηγουμένως, τότε ἡ κινητήριος δύναμις, διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν, προσδιορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν : $200 \text{ Kp} \times (OA) = \text{κινητήριος δύναμις} \times 10 (OA)$.

$$\text{κινητήριος δύναμις} = 200 \text{ Kp} : 10 = 20 \text{ Kp}$$

καί, διὰ νὰ ἀνασηκώσωμεν τὸν ὀγκολίθον, πρέπει ἡ κινητήριος δύναμις νὰ εἶναι ὀλίγον μεγαλύτερα ἀπὸ 20 Kp .

Ἐὰν ὁμως ὁ ἐργάτης μετατοπίσῃ τὸ σημεῖον B , π.χ. κατὰ 50 cm , ὁ ὀγκολίθος εἰς τὸ σημεῖον A θὰ ἀνασηκωθῆ κατὰ 5 cm .

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

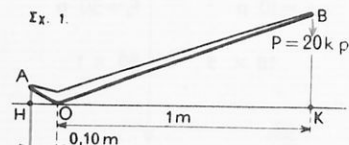
Εἰς τὸ σχῆμα 1 παρατηροῦμεν ἕνα γωνιακὸν μοχλόν. Ἡ συνθήκη ἰσορροπίας του εἶναι : $R \times OH = P \times OK$.

● Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτου εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους μετὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως καὶ εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

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

2 Μοχλὸς δευτέρου εἶδους ἢ μετὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως.

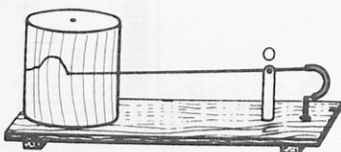
Ἡ χειράμαξα, τὴν ὁποῖαν παρατηροῦμεν εἰς



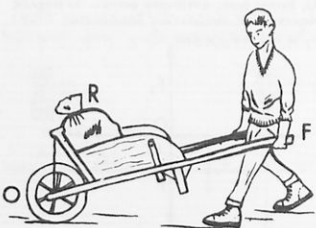
Σχ. 1. Συνθήκη ἰσορροπίας

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

Ὁ μοχλὸς, ὁ ὁποῖος ἔχει τὸ ὑπομόχλιον μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως (Αὐτὸν εἶδος) εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



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 ὁποῖαν θὰ καταβάλωμεν, νὰ εἶναι ἐλαχίστη;

Το σχήμα 3, είναι εἰς μοχλὸς δευτέρου εἴδους με τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως καὶ βραχίονας τοὺς OA καὶ OB. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὴν ἄκραν τοῦ μεγαλύτερου βραχίονος.

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

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

3 Μοχλὸς τρίτου εἴδους ἢ με τὴν δυνάμιν ἐνδιαμέσως.

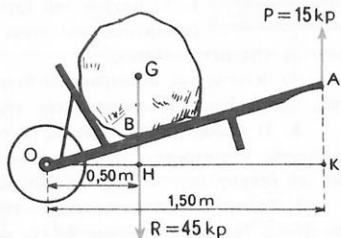
Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου (σχ. 5), τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν ἄξονα O, κινεῖται με τὴν βοήθειαν τοῦ ποδὸς τοῦ ἀνθρώπου διὰ μιᾶς κινητήριου δυνάμεως P, ἡ ὁποία διευθύνεται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ σημεῖον A. Εἰς τὸ σημεῖον B ἀρθροῦται ὁ διωστήρ, με τὴν βοήθειαν τοῦ ὁποῖου περιστρέφεται ὁ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

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι εἰς μοχλὸς τρίτου εἴδους, με τὴν κινητήριον δυνάμιν ἐνδιαμέσως.

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

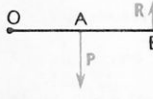
Ἐὰν $OA = 1/2 \text{ OB}$, ὁ ἀκονιστὴς πρέπει νὰ ἐφαρμόσῃ εἰς τὸ σημεῖον A κινητήριον δυνάμιν διπλασίαν τῆς ἀντιτάσεως, τὴν ὁποίαν προβάλλει ὁ τροχὸς. Ἐὰν ὅμως μετατοπίσῃ τὸν πόδα του κατακόρυφως κατὰ 10 cm , ἡ ἀρθρωσις B τοῦ διωστήρος μετατοπίζεται κατὰ 20 cm .

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς τρίτου εἴδους, με τὴν κινητήριον δυνάμιν ἐνδιαμέσως, ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως.

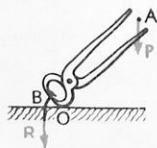


Συνθήκη ἰσορροπίας
 $R \times OB = P \times OA$

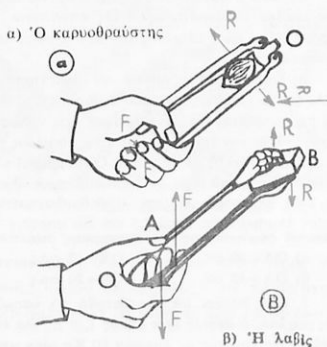
σχ. 4. Ὁ μοχλὸς με τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



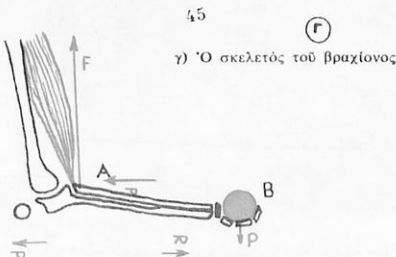
σχ. 5. Τὸ πεντάλ (pedal) τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς με τὴν κινήσιν ἐνδιαμέσως (Γ' εἴδους)· πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



σχ. 6. Ἡ τανάλα. Ποιοῦ εἴδους μοχλὸς εἶναι;



β) Ἡ λαβὴς



σχ. 7. Εἰς ποῖον εἶδος μοχλῶν ἀνήκουν:

- α) Ὁ καρποθραύστης
- β) Ἡ λαβὴς
- γ) Ὁ σκελετὸς τοῦ βραχίονος

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

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

Ο μοχλός τρίτου είδους είναι πολλαπλασιαστής της κινήσεως.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ**Σειρά 4: Κεκλιμένον επίπεδον - Μοχλοί.****I. Κεκλιμένον επίπεδον**

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

α) Νά σχεδιασθούν αι δυνάμεις, αι όποιαί εφαρμόζονται εις τό όχημα.

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

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

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

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

β) Έάν ή μεγίστη έλκτική δύναμις της άτμομηχανής (παράλληλος προς την τροχίαν) είναι 2800 Κρ, νά προσδιορισθί γραφικώς τό όλικόν βάρος P του βαγονίου, τό όποϊον δύναται νά μετακινήση ή μηχανή προς τά άνω.

II. Μοχλοί

4. Άναρτήμεν εις τό έν άκρον μιās ράβδου, μήκους 60 m και περιστρεφομένης περίξ ένός όριζοντίου άξονος εις τό μέσον της, βάρους 100 ρ:

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

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

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

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

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

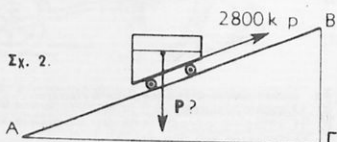
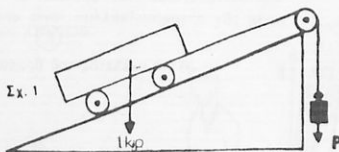
β) Πόσον βάρος πρέπει νά αναρτήσωμεν εις τό A, διά νά ίσορροπήσωμεν δύο βάρη μαζί 1 Κρ και 500 ρ, τοποθετημένα αντίστοιχώς εις άποστάσεις 15 cm και 20 cm από τό O και προς τό μέρος του Β;

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

α) OA=20 cm OB=12 cm;

β) OA=12 cm OB=20 cm;

7. Πού πρέπει νά τοποθετηθί τό υπομόχλιον ένός μοχλοϋ, ό όποϊος έχει μήκος 1,25 m, διά νά ανασηκώση εις έργάτης με δύναμιν 60 Κρ-μίαν μηχανήν



βαρους 450 Κρ (εάν εις τὸ ἓν ἄκρον τοῦ μοχλοῦ εὐρίσκειται ἡ μηχανή καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις τοῦ ἐργάτου);

8. Τὸ σχῆμα 4 δεικνύει μιαν βαλβίδα ἀσφαλείας:

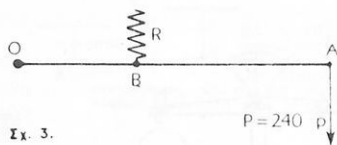
α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξις τῆς;

β) Ἡ βαλβὴς πρέπει νὰ ἀνοίξη, ὅταν ἡ δύναμις, ἡ ὁποία προέρχεται ἀπὸ τὴν πίεσιν τοῦ ἀτμοῦ, φθάσῃ εἰς τὰ 100 Κρ; Πόσον βάρος πρέπει νὰ ἔχῃ τὸ ἀντίβαρον, τὸ ὁποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, διὰ νὰ λειτουργῇ κανονικῶς ἡ βαλβὴ;

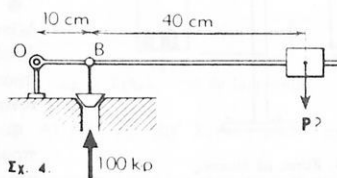
9. Τὸ σχῆμα 5 δεικνύει πεντάλ φρένου αὐτοκινήτου:

α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξις του;

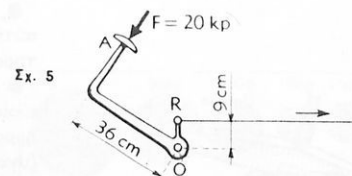
β) Πόση δύναμις μεταδίδεται εἰς τὸ φρένον, ὅταν ὁ ὁδηγὸς τοῦ αὐτοκινήτου πιέξῃ τὸ «πεντάλ» διὰ δύναμιν 20 Κρ;



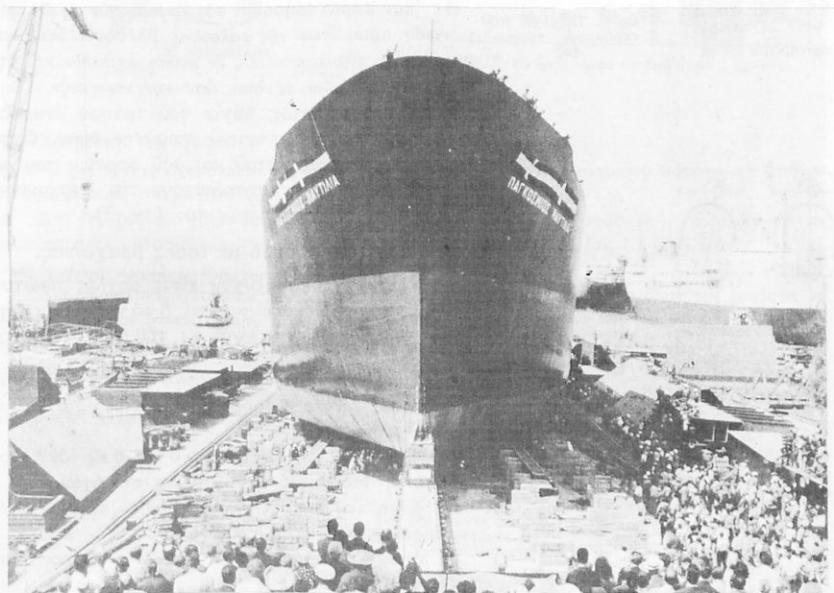
Σχ. 3.



Σχ. 4.



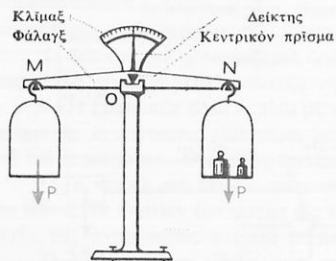
Σχ. 5.



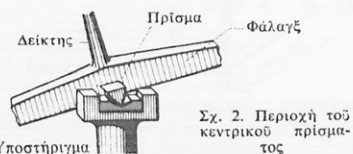
Καθέλκυσις πλοίου εἰς τὰ Ἑλληνικὰ Ναυπηγεῖα Σκαρμαγκαῖ.

Τὸ πλοῖον κατασκευάζεται ἐπὶ ἐνὸς ἐπιπέδου, τὸ ὁποῖον ἔχει κλίσιν περίπου 3° ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὴν θάλασσαν. Τὸ ἐπίπεδον αὐτὸ δύναται νὰ ὀλισθήσῃ ἐπὶ μιᾶς «ὁδοῦ ὀλισθήσεως» μὲ ταχύτητα περίπου 30 km/h. Ὄταν τὸ πλοῖον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν θάλασσαν, ἡ κίνησίς του ἐπιβοᾶνται τῇ βοήθειᾳ σχοινίων, προσδεδεμένων εἰς ἀλόσσους μεγάλου βάρους.

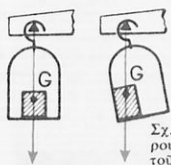
ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ



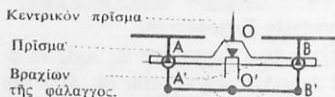
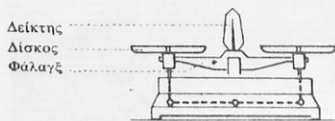
Σχ. 1. Ζυγός με δίσκους



Σχ. 2. Περιοχή του κεντρικού πρίσματος



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



*Αρθρώσεις του αντίβραχίονος.

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

1 Περιγραφή.

● Ο ζυγός με ίσους βραχίονας (σχ. 1) αποτελείται εκ ενός μοχλού, τής φάλαγγος MN, τής οποίας ο άξων είναι ή άκμή (κόψις) ενός τριγωνικού πρίσματος, εύρισκομένου εις τό μέσον τής. Η άκμή αυτή εφάπτεται σκληράς χαλυβδίνης επιφανείας (σχ. 2).

● Εις κάθε άκρον τής φάλαγγος Μ και Ν είναι προσηρμοσμένοι μικρόν τριγωνικόν πρίσμα χαλύβδινον, άπό τό όποϊον άναρτώνται οι δίσκοι.

● Εις τό μέσον τής φάλαγγος και καθέτως προς αυτήν εύρίσκεται ή δείκτης (βελόνη), διά νά παρατηρούμεν καλύτερον τās ταλαντώσεις.

● Όταν ή φάλαγγε είναι όριζοντία, ή δείκτης εύρίσκεται εις τό Ο τής κλίμακος, ή οποία είναι προσηρμοσμένη εις τό κατακόρυφον ύποστήριγμα του ζυγού.

● Εάν παρατηρήσωμεν τās άκμάς των τριών τριγωνικόν πρισμάτων τής φάλαγγος, βλέπομεν ότι είναι παράλληλοι, εύρίσκονται εις έν κοινόν επίπεδον και ότι αι άκραϊαι άπέχουν εκ ίσων άπό τήν κεντρικήν.

● Έκαστος δίσκος, λόγω του τρόπου άναρτήσεώς του, λαμβάνει πάντοτε τοιαύτην θέση, ώστε τό κέντρον βάρους αυτού και του φορτίου του νά εύρίσκεται επί τής κατακόρυφου, τής διερχομένης άπό τόν άξονα άναρτήσεώς του (σχ. 3).

2 Αρχή του ζυγού με ίσους βραχίονας.

Η φάλαγγε του ζυγού είναι μοχλός πρώτου είδους. Όταν οι δίσκοι είναι κενοί, ή φάλαγγε ίσορροπεύε όριζοντία. Ο δείκτης είναι εις τήν ένδειξιν Ο τής κλίμακος.

● Τοποθετούμεν έν αντίκειμενον Α εις τόν άριστερόν δίσκον, όποτε ή ίσορροπία άνατρέπεται και ή φάλαγγε κλίνει.

● Εάν τώρα τοποθετήσωμεν σταθμά εις τόν άλλον δίσκον, ή ίσορροπία άποκαθίσταται, όταν : ροπή του βάρους Ρ' ως προς τό σημείον Ο = ροπή του βάρους Ρ ως προς τό Ο.

όπου Ρ = βάρος σώματος και Ρ' = βάρος σταθμών ή $OM \times P = ON \times P'$.

Άλλά τό Ο είναι τό μέσον του MN, δηλ. $OM = ON$ και επομένως $P = P'$.

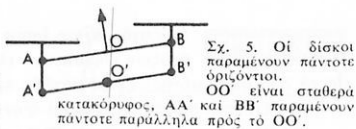
Συμπέρασμα: Η φάλαγγε του ζυγού εύρίσκεται έν ίσορροπία, όταν οι δίσκοι φορτίζονται με ίσα βάρη.

3 Ζυγός του Roberval.

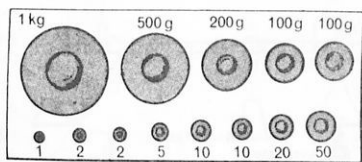
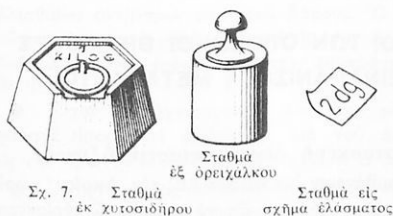
● Οί δίσκοι του ζυγού Roberval εύρισκονται επί της φάλαγγος και παραμένουν πάντοτε όριζόντιοι, οιαδήποτε και έαν είναι ή θέσις αútης. Τούτο έπιτυγχάνεται χάρις εις τό άρθρωτόν *παραλληλόγραμμον* $ABB'A'$ (σχ. 5).

‘Η φάλαγγ AB και ή αντίφαλαγγ $A'B'$ κινούνται περίε δύο σταθερών σημείων O και O' , εύρισκομένων εις τό μέσον των. Έκ της γεωμετρίας γνωρίζομεν ότι αι δύο άπέναντι πλευραι ενός παραλληλογράμμου είναι παράλληλοι προς την διάμεσον των δύο άλλων. Αί AA' και BB' λοιπόν είναι παράλληλοι προς την κατακόρυφον διάμεσον OO' .

‘Ο ζυγός Roberval και ό ζυγός ίσων βραχιόνων διατηρούν την ίσορροπίαν των και όταν άντιμεταθέσωμεν τά φορτία των δύο δίσκων.



Σχ. 6. Σχήμα ζυγού έν ίσορροπία



Σχ. 8. Πλήρης σειρά σταθμών των 2 kg (σύνολον).

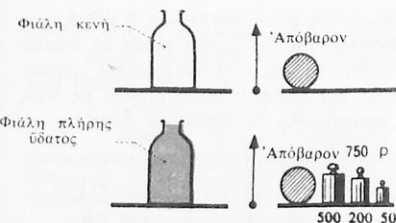
4 Χρήσεις του ζυγού.

● ‘Ο ζυγός έχει κατασκευασθή, διά νά ζυγίξη φορτία μέχρις ώρισμένου βάρους, τό όποίον δέν δυνάμεθα να υπερβώμεν χωρίς κίνδυνον να τόν καταστρέψωμεν.

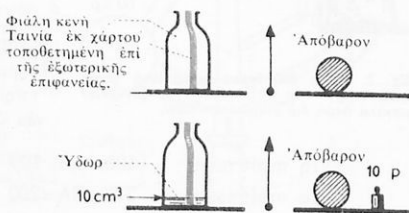
● Διά την ζύγισιν χρησιμοποιούμεν σειράς προτύπων βαρών (σταθμών), τά όποία κατασκευάζονται εκ χυτοσιδήρου (50 ρ έως 50 Κρ), έξ όρειχαλκου (1 ρ έως 10 Κρ) και εκ μεταλλικών φύλλων (0,01 ρ έως 0,5 ρ). Σχ. 7.

Διά της σειράς σταθμών του σχήματος 8 δυνάμεθα να εκτελέσωμεν όλας τάς ζυγίσεις με άκέραιον αριθμόν γραμμαρίων, από 1 ρ έως 2000 ρ.

● ‘Η ζύγισις γίνεται ως έξής : Βεβαιούμεθα πρώτον ότι με κενούς δίσκους ό δείκτης παραμένει κατακόρυφος, δεικνύων τό 0 της κλίμακος. Τοποθετούμεν εις τόν ένα δίσκον τό σώμα, τό όποιον θέλομεν να ζυγίσωμεν, και ίσορροπούμεν τόν ζυγόν με τόν δείκτην εις τό 0, θέτοντες σταθμά εις τόν άλλον δίσκον. Τό άθροισμα των σταθμών μας διδει τό βάρος του σώματος.



Σχ. 9 Προσδιορισμός της χωρητικότητος μιιάς φιάλης. Βαρος ύδατος : 750 ρ Χωρητικότης φιάλης : 750 cm^3



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

4. Διὰ τὸ ἐκτελέσωμεν μίαν ζυγίσιν, χρησιμοποιοῦμεν τὰ σταθμά. Ταῦτα εἶναι κατεσκευασμένα ἐκ χυτοσιδήρου (50ρ - 50κρ), ἐξ ὀρειχάλκου (1ρ - 10κρ) ἢ ἐκ μεταλλικῶν φύλλων (0,01ρ-05ρ).

189^Ν ΜΑΘΗΜΑ :

ΖΥΓΟΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΟΙ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΙΣΟΙ ἢ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ

1 Κατασκευὴ δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ.

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

● Εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B ἀναρτῶμεν ἀνὰ ἕνα δίσκον καὶ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον A ἓν ἀντίβαρον οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγγις νὰ ἰσορροπῆ ὀριζοντίως.

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

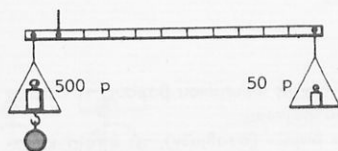
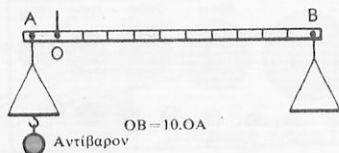
Βάρος εἰς τὸ A : 100 ρ 200 ρ 300 ρ 400 ρ

Βάρος εἰς τὸ B : 10 ρ 20 ρ 30 ρ 40 ρ

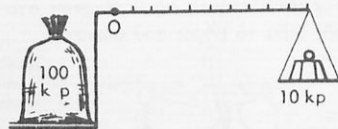
Συμπέρασμα : Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει εἰς τὸν δίσκον B, εἶναι τὸ ἓν δέκατον τοῦ βάρους εἰς τὸν δίσκον A, καὶ ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ.

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

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



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



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

Εἰς κάθε περίπτωσιν ἡ φάλαγγ ἰσορροπεῖ, ἐπειδὴ αἱ ροπαὶ τῶν βαρῶν, τῶν ἐφαρμοζομένων εἰς τὸ Α καὶ Β, ὡς πρὸς τὸν ἄξονα Ο εἶναι ἴσαι.

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

2 Ζυγὸς διὰ μεταβλητοῦ βραχίονος.

Ἐνδεκαπλασιαστικὸς ζυγός ἀποτελεῖται ἀπὸ μίαν φάλαγγ περιστρεφόμενην περὶ ὀριζόντιον ἄξονα (σχ. 3) καὶ διηρημένην εἰς δύο ἀνίσους βραχίονας, ΟΑ καὶ ΟΓ. Ἐπὶ τοῦ μικροτέρου βραχίονος ΟΑ ὑπάρχει ἓν ἄγκιστρον διὰ τὴν ἀνάρτησιν τῶν φορτίων.

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

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

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

ροπή Ρ ὡς πρὸς Ο = ροπή ρ ὡς πρὸς Ο

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

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

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

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

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

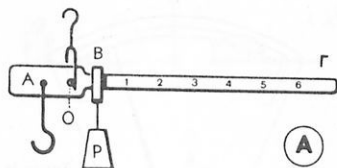
3 Ζυγοὶ οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἀνίσους καὶ τοὺς δύο βραχίονας.

Ζυγὸς τῶν ἐπιστολῶν (σχ. 4).

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

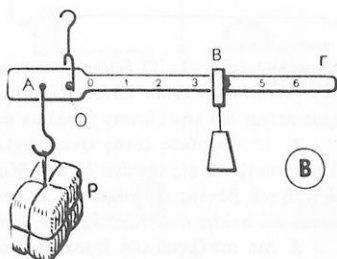
$$X \times ON = P \times OM,$$

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

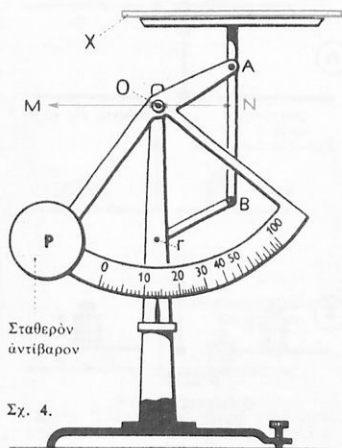


Ρωμαϊκὸς ζυγός

Σχ. 3. Α: Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α δὲν ἔχωμεν κανὲν βᾶρος, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκειται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 0.

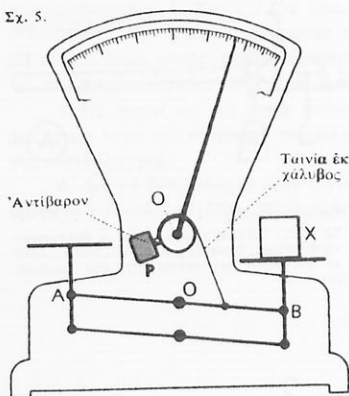


Β: Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α ἔχωμεν φορτίον βάρους Ρ, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκειται εἰς τινὰ ὑποδιαίρεσιν, π.χ. ρ = 3,5 Κρ.



Σταθερὸν ἀντίβαρον

Σχ. 4.



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

Αἱ διαιρέσεις τῆς κλίμακος εἶναι ἄνιστοι.

Ὁ αὐτόματος ζυγὸς (σχ. 5).

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

190^Η ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΖΥΓΟΥ

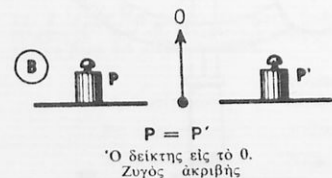
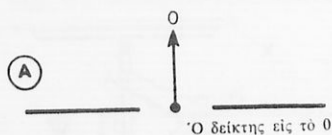
● Δι' ἀπλῆς ζυγίσεως δὲν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν μὲ ἀκρίβειαν τὸ βᾶρος ἑνὸς σώματος, διότι ἡ ζύγισις, ὅπως καὶ κάθε μέτρησις, ἐκτελεῖται κατὰ προσέγγισιν. Διὰ νὰ ἔχομεν ὅσον τὸ δυνατόν ἀκριβέστερα ἀποτελέσματα, πρέπει ὁ ζυγὸς, τὸν ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν, νὰ εἶναι : ἀκριβής, εὐαίσθητος καὶ πιστός.

■ Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.

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

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

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



Σχ. 1. Ἐλεγχος ἀκρίβειας.

● Όταν ο ζυγός ισορροπεί, τα γινόμενα των βαρών, των εύρισκομένων επί των δύο δίσκων και επί των αντίστοιχων βραχιόνων της φάλαγγος, πρέπει να είναι ίσα.

$$P \times OM = P' \times ON \text{ και επειδή } P = P' \\ OM = ON$$

δηλ. διά να είναι ο ζυγός ακριβής, πρέπει τα μήκη των δύο βραχιόνων του να είναι ίσα.

2 Πιστότης του ζυγού.

Τοποθετούμε φορτία εις τους δύο δίσκους του ζυγού ούτως, ώστε να επιτύχουμε ισορροπία (δείκτης εις τὸ 0).

Ἀντιμεταθέτομε τὰ φορτία τῶν δύο δίσκων καί, ἐάν ἡ ισορροπία δὲν διαταραχθῇ, ὁ ζυγός εἶναι πιστός.

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

Διά να είναι ο ζυγός πιστός, πρέπει :

- Να μὴ ἔχωμεν παραμόρφωσις τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος κατὰ τὴν ζύγισιν.
- Αἱ ἄκμαι τῶν τριγωνικῶν πρισματῶν νὰ εἶναι παράλληλοι καὶ πολὺ λεπταί.
- Καὶ τὰ στηρίγματα τῶν δίσκων νὰ περιστρέφονται εὐκόλως περὶ τοῦ ἄξονος ἀναρτήσεώς των.

Πρακτικὴ ἐπόδειξις. Νὰ μὴ τοποθετῶμεν εις τοὺς δίσκους τοῦ ζυγού βάρη μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ καθοριζόμενον ὑπὸ τοῦ κατασκευαστοῦ.

3 Εὐαισθησία τοῦ ζυγού.

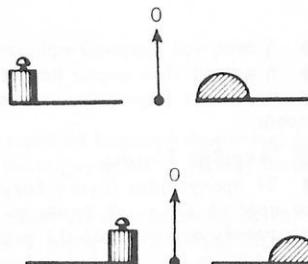
● Τοποθετοῦμε φορτίον εις τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγού καὶ ισορροποῦμεν αὐτὸν (δείκτης εις τὸ 0) διὰ σταθμῶν 125 ρ εις τὸν ἄλλον δίσκον. Προσθέτομε ἐν συνεχείᾳ διαδοχικῶς εις τὸν αὐτὸν δίσκον σταθμὰ 0,05 ρ, 0,06 ρ, 0,08 ρ, 0,09 ρ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης παραμένει ἀκίνητος.

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

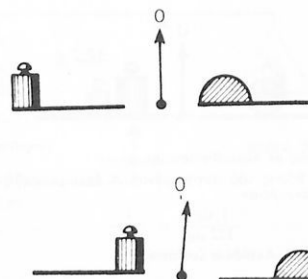
Ὁ ζυγός ἔχει εὐαισθησίαν δεκάτου τοῦ γραμμαρίου:

Ἡ εὐαισθησία ἐπὶ ζυγού ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτη του.

Εἰς ζυγός εἶναι τόσοον περισσότερον εὐαίσθητος, ὅσον ἡ εὐκίνησις τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων του εἶναι μεγαλύτερα. Δηλαδὴ ὅταν :



(Α) Ζυγός πιστός

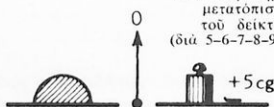


(Β) Ζυγός ὄχι πιστός

Σχ. 2. Ἐλεγχος πιστότητος ζυγού



Δὲν παρατηρεῖται μετατόπισις τοῦ δείκτη (διὰ 5-6-7-8-9-cg).



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

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

4 Ἀκριβῆς ζύγισης.

● Ἡ προηγουμένη ζύγιση δεικνύει ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου δύναται νὰ μὴ εἶναι ἴσον πρὸς τὰ 125 p, τὰ ὅποια τὸ ἰσορροποῦν. Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ βεβαιώσωμεν ὅτι εἶναι κατὰ προσέγγισιν τὸ πολὺ 0,1 p μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τῶν 125 p.

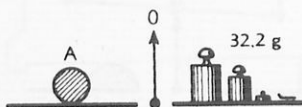
Τὸ βάρος δηλ. τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ εἶναι 125 p κατὰ προσέγγισιν 0,1 p καὶ ἡ ἀκρίβεια τῆς ζύγισεως εἶναι :

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

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

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

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



Ζυγὸς με εὐαισθησίαν 0,1 g

Τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου Α ἔχει μετρηθῆ με ἀκρίβειαν

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

Σχ. 4. Ἀκρίβεια ζυγίσεως.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

2. Εἰς ζυγὸς εἶναι πιστός, ὅταν ἡ ἰσορροπία του δὲν μεταβάλλεται, οἱ δὴποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέσις τῶν φορτίων εἰς τοὺς δύο δίσκους του.

3. Ἡ εὐαισθησία ἑνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικρότερου βάρους, τὸ ὅποιον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλισιν τοῦ δείκτη.

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

20^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ

1 Διπλῆ ζύγισης.

● Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος, πρέπει ὁ ζυγὸς νὰ εἶναι ἀκριβῆς. Εἶναι ὁμῶς 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 μεταξύ τῶν δύο βραχιόνων 0,2 mm.

● Ἐάν λοιπὸν ὁ εἰς βραχίον εἶναι 20 cm καὶ ὁ ἄλλος 20,02 cm, τότε ἕν σώμα βάρους 1 Kp, ὅταν τοποθετηθῆ εἰς τὸν πρῶτον δίσκον, θὰ ἰσορροπήσῃ σῶμα βάρους X εἰς τὸν ἄλλον δι-

σκον συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν :

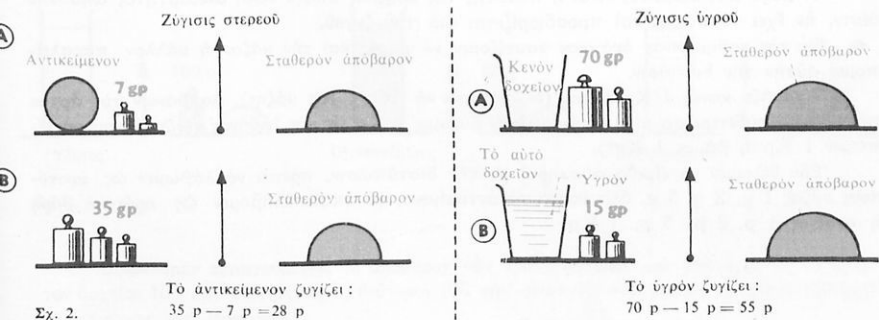
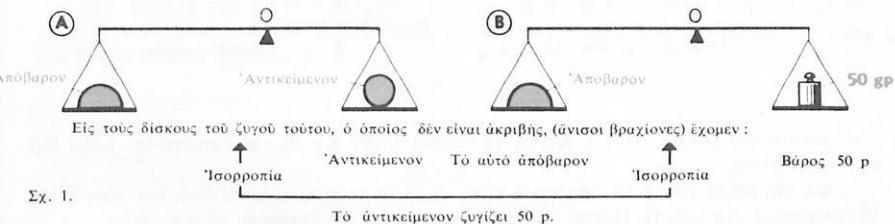
$$1 \times 20,02 = X \times 20$$

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

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

● Ἡ διαφορά αὕτη εἶναι ἀσήμαντος, ὅταν δὲν ἀπαιτοῦμεν μεγάλην ἀκρίβειαν εἰς τὴν ζύγισην. Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βᾶρος ἑνὸς σώματος διὰ ζυγοῦ, ὁ ὅποιος δὲν εἶναι ἀκρίβης, χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τῆς διπλῆς ζυγίσως τοῦ Borda.

Τὰ κάτωθι σχήματα μᾶς δεῖκνύουν τὴν μέθοδον αὐτὴν.



2 Μᾶζα ἑνὸς σώματος.

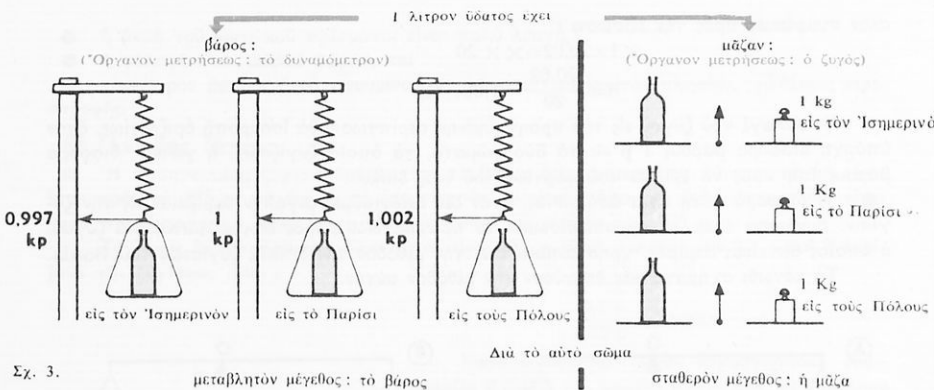
● Ἐάν προσδιορίσωμεν τὸ βᾶρος σώματος δι' ἑνὸς εὐαισθητοῦ δυναμομέτρου, π.χ. ἑνὸς λίτρου ὕδατος, θὰ εὐρωμεν : Εἰς τὰς Ἀθήνας 1000 p, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν 997 p, εἰς τοὺς Πόλους 1002 p.

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

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

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

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



Σχ. 3.

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

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

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

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

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

Ἄγοράζει κανεὶς 1 Κg ἄρτου (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ εἶπῃ 1 Κg μᾶζης). Λαμβάνων τὸν ἄρτον πρέπει νὰ ἐξουδετερώσῃ μίαν κατακόρυφον δύναμιν 1 Κg εἰς τὰς Ἀθήνας (ἐνῶ ἔπρεπε νὰ εἴπωμεν 1 Κρ ἢ βάρος 1 Κg*).

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

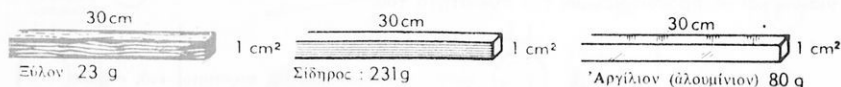
1. Διὰ τῆς μεθόδου τῆς διπλῆς ζυγίσεως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ **πραγματικὸν βάρος** ἐνὸς σώματος καὶ διὰ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δὲν εἶναι ἀκριβής. Θέτομεν εἰς ἰσορροπίαν τὸν ζυγὸν διὰ τῆς τοποθετήσεως σώματος εἰς τὸν ἕνα δίσκον καὶ ἐνὸς ἀντιβάρου εἰς τὸν ἄλλον. Ἀντικαθιστῶμεν τὸ σῶμα διὰ σταθμῶν, ἕως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

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

Ἡ **μᾶζα** προσδιορίζεται διὰ τοῦ ζυγοῦ καὶ ἔχει ὡς μονάδα τὸ χιλιόγραμμα, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται διὰ τοῦ Κg ἢ τοῦ γραμμάριου, τὸ ὁποῖον συμβολίζεται διὰ τοῦ g.

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

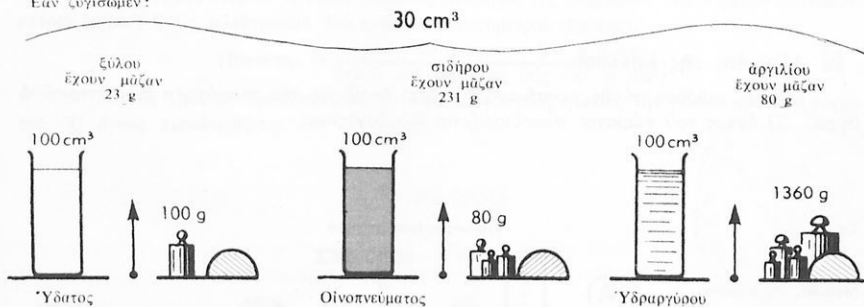
ΠΥΚΝΟΤΗΣ (ΕΙΔΙΚΗ ΜΑΖΑ) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ



Σχ. 1.

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

Εἰν ζυγίσωμεν :



Σχ. 2.

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

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

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

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

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

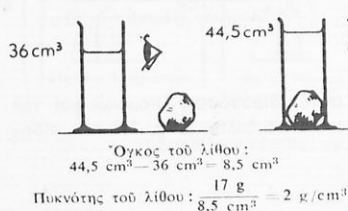
Πυκνότης (εἰδικὴ μᾶζα) ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ μᾶζα τοῦ σώματος, τὴν ὁποίαν περι- κλείει ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος τούτου. Ἐκφράζεται δὲ εἰς γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν ἑκατοστόμετρον g/cm^3 ἢ εἰς χιλιόγραμμα ἀνὰ κυβικὸν δεκατόμετρον (παλάμη) Kg/dm^3 .

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

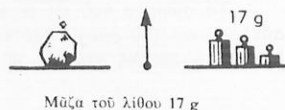
1 Προσδιορισμός της πυκνότητας ενός σώματος.

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

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



Προσδιορισμὸς τῆς πυκνότητος ἑνὸς στερεοῦ
 (Ὁ ὄγκος εὐρίσκεται τῇ βοήθειᾳ τοῦ ὄγκομετρικοῦ δοχείου)

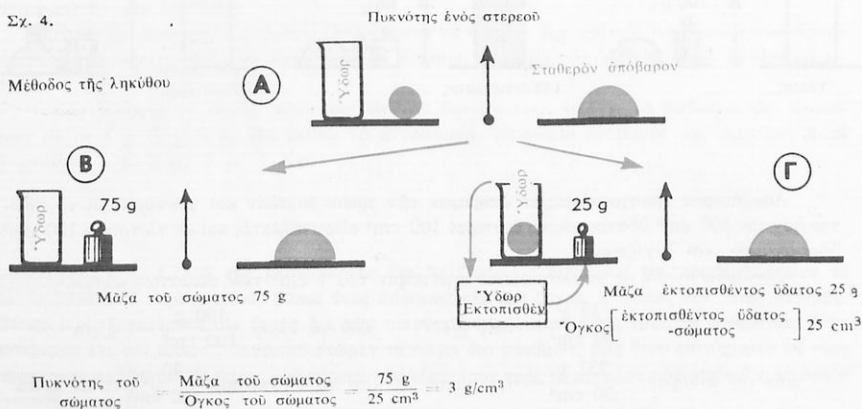


Σχ. 3.

2 Μέθοδος τῆς ληκύθου.

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

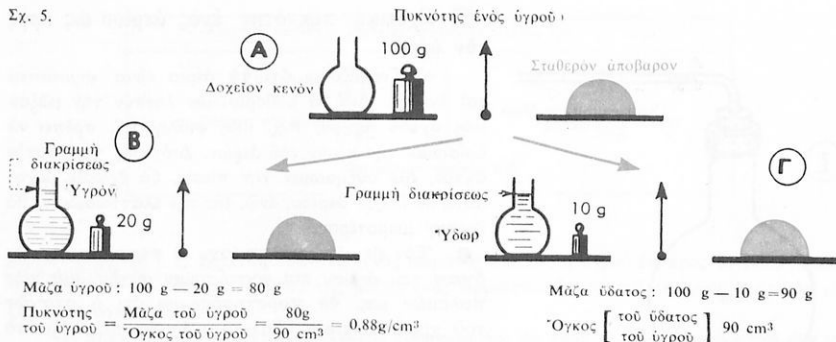
Σχ. 4.



3 Εἰδικὸν βάρους ἑνὸς σώματος.

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

$$\text{Εἰδικὸν βάρους} = \frac{\text{Βάρους τοῦ σώματος (εἰς } \rho \text{ ἢ } \text{Kg)}}{\text{Ὅγκος τοῦ σώματος (εἰς } \text{cm}^3 \text{ ἢ } \text{dm}^3)}$$

**ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ**

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

2. Ἡ πυκνότης στερεοῦ ἢ υγροῦ σώματος μετρεῖται εἰς γραμμάρια ἀνά κυβικὸν ἑκατοστά-μετρον (g/cm^3) ἢ εἰς χιλιόγραμμα ἀνά κυβικὸν δεκατόμετρον (kg/dm^3).

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

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

22^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :**ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ****1 Σχετικὴ πυκνότης ἐνὸς στερεοῦ ἢ υγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.**

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

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

$$5\text{ cm}^3 \text{ μολύβδου θὰ ἔχουν μᾶζαν : } 5\text{ g (ἡ μᾶζα } 5\text{ cm}^3 \text{ ὕδατος)} \times 11,3 = 56,5\text{ g}$$

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

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

Ἡ πυκνότης ἐκφράζεται δι' ἐνὸς συγκεκριμένου ἀριθμοῦ.

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

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἐκφράζεται δι' ἐνὸς ἀφηρημένου ἀριθμοῦ.

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἀριθμητικῶς ἔχει τὴν αὐτὴν τιμὴν μετὰ τῆς πυκνότητος, διότι ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος εἶναι 1 g/cm^3 ἢ 1 Kg/dm^3 ἢ 1 t/m^3 .

2 Σχετική πυκνότης ενός αερίου ως πρὸς τὸν ἀέρα.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Παρατηροῦμεν ἐδῶ ὅτι ἡ μᾶσα 1 l αερίου 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			
Στερεὰ		Υγρά	
Λευκόχρυσος	21,5	Ἐδράργυρος	13,59
Χρυσός	19,5	Γλυκερίνη	1,26
Μόλυβδος	8,9	Ἐῶδωρ θαλάσσιον	1,03
Σίδηρος	7,8	Ἐῶδωρ ἀπεσταγμ.	1
Ἀργίλιον	2,7	Ἐλαιον	0,9
Μάρμαρον	2,7	Οινόπνευμα	0,8
Δρῦς	0,63	Βενζίνη	0,7
Φελλός	0,3	Αἶθρη	0,7

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 5. Ζυγὸς – Μάζα.

1. Ζυγὸς

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

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

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

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

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

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

Ἐὰν αἱ μεταπολίσεις τοῦ δεικτοῦ γίνονται ἀίσθηται διὰ κάθε ὑποδιαίρεσιν, ποία ἡ μάζα τοῦ σώματος; Ποία ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ; Ποία ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως;

6. α) Ὁ δεικτὴς ἐνὸς ζυγοῦ ἀποκλίνει κατὰ δύο

ὑποδιαίρεσεις διὰ διαφορὰν βάρους 1 dg. Ἐὰν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὴν ἀπόκλινσιν κατὰ μίαν ὑποδιαίρεσιν, πόση εἶναι ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ;

β) Ἐὰν μὲ τὸν ζυγὸν ἐν σῶμα ζυγίσῃ 127,4 g, πόση εἶναι ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως καὶ μεταξὺ ποίων ὀρίων περιέχεται ἡ ἀκρίβης μάζα τοῦ σώματος;

7. Ὁ εἰς ἓκ τῶν δύο βραχίωνων τῆς φάλαγγος ζυγοῦ μῆκος 40 cm εἶναι μακρότερος κατὰ 0,8 mm ἀπὸ τὸν ἄλλον. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἓνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον θέσωμεν βάρος 1 kg; (δύο περιπτώσεις).

8. Οἱ βραχίονες ἐνὸς ζυγοῦ ἔχουν μῆκος 180 mm καὶ 180,02 mm. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν ἓνα δίσκον, διὰ νὰ ἔχωμεν ἰσορροπίαν, ὅταν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον ὑπάρχῃ βάρος 1 Kg; (δύο περιπτώσεις).

Δύνανται ὁ ζυγὸς αὐτὸς νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀκρίβης;

α) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὰ 2 dg;

β) Ἐὰν εἶναι εὐαίσθητος εἰς τὸ 1/2 dg;

9. Ἡ φάλαγγς ἐνὸς ζυγοῦ ἰσορροπεῖ ὀριζωντικῶς;

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 ἐνὸς τῶν ἀκραιῶν εἶναι 20 cm; Ποῖον τὸ μῆκος τοῦ ἐτέρου βραχίονος τῆς φάλαγγος; (δύο περιπτώσεις).

10. Αἱ ἀκμαὶ τῶν ἀκραιῶν τριγωνικοῦ πρίσματος

των της φάλαγγος ζυγού άπεχουν 48,1 cm. Έάν υπάρχει ίσορροπία, όταν οι δίσκοι φέρουν αντίστοιχως βάρη 500 g και 501,2 g, ποίον είναι τό μήκος έκάστου βραχίονος της φάλαγγος ;

11. Ζυγός ίσορροπεί, όταν τά φορτία τών δίσκων είναι :

Άριστερός δίσκος	Δεξιός δίσκος,
α) 119,3 g	σώμα μάζης X
β) σώμα μάζης X	120,71 g

Ποίον είναι τό σφάλμα του ζυγού και ποία ή μάζα X του σώματος ;

12. α) Διά νά ίσορροπή μοχλός AB με άξονα O, πρέπει νά άναρτήσωμεν εις τό άκρον B μάζαν 80 g, όταν εις τό άκρον A υπάρχει σώμα άγνώστου μάζης. Όταν όμως τό σώμα εύρίσκεται εις τό άκρον B, πρέπει νά άναρτήσωμεν εις τό A 500 g. Ποία ή μάζα του σώματος ;

β) Έάν τό μήκος του μοχλού είναι 70 cm, ποία ή άπόσταση του O από του A ;

13. Τό αντίβαρον ρωμαϊκού ζυγού έχει βάρος 600 g και τό άγκιστρον, από του όποιου άναρτώνται τά βάρη, άπέχει 42 mm από τόν άξονα. Ό ζυγός ίσορροπεί, όταν τό άγκιστρον εύρίσκεται εις την θέσην O.

Έάν άναρτήσωμεν μάζαν X εις τό άγκιστρον, πρέπει νά μεταθέσωμεν τό αντίβαρον κατά 91 mm, διά νά έχωμεν ίσορροπία.

α) Ποία ή μάζα X ;

β) Έάν άναρτήσωμεν μάζαν 2,5 Kg, κατά πόσον πρέπει νά μετατοπίσωμεν τό αντίβαρον (άπό τό O) ;

γ) Έάν ό ζυγός ζυγίση μέχρι 5 Kg, πόσον άπέχουν αί άκράται ένδειξεις του ;

Ό μεγάλος βραχίον έχει έσοχάς και ή μετατόπισις του αντίβαρου από την προηγούμενη εις την έπομένη έσοχήν άντιστοιχεί εις μεταβολήν του φορτίου κατά 50 g. Πόσον άπέχουν δύο διαδοχικά έσοχά ;

II. Μάζα-Πυκνότης-Σχετική πυκνότης

14. Ποία είναι ή πυκνότης του ιριδιούχου λευκοχρύσου, εάν τό πρότυπον Kg είναι κύλινδρος διαμέ-

τρου βάσεως 39 mm και ύψους 39 mm ;

15. Προσδιορίζομεν την πυκνότητα ενός υγρού διά της μεθόδου της ληκτύθου :

α) Λήκυθος πλήρης ύδατος + δείγμα + 12,5 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ύδατος + 78,2 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

γ) Τό δείγμα έντός της πλήρους φιάλης ύδατος της ληκτύθου + 41,1 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

Ποία είναι ή πυκνότης του δείγματος και ποία ή πυκνότης έν σχέσει προς τό ύδωρ (σχετική πυκνότης) ;

16. Ποία είναι ή πυκνότης και ποία ή σχετική πυκνότης (έν σχέσει προς τό ύδωρ) της βενζίνης, όταν διά της μεθόδου της ληκτύθου έχωμεν :

α) Λήκυθος κενή + 78,3 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ύδατος + 15,2 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

γ) Λήκυθος πλήρης βενζίνης + 32,8 g ίσορροπούν τό απόβαρον.

17. Πόσην μάζαν έχει δοκός δρυίνη με διαστάσεις 2,70 m, 20 m, 12,5 cm ; (σχετική πυκνότης ως προς τό ύδωρ 0,7).

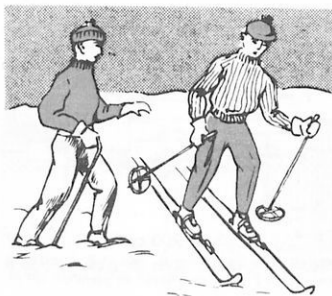
18. Πόσον όγκον καταλαμβάνει : 1 Kg άργιλίου, 1 Kg σιδήρου, 1 Kg χαλκού, 1 Kg μολύβδου, 1 Kg ύδαργύρου ; Αί σχετικές πυκνότητες τούτων ως προς τό ύδωρ είναι αντίστοιχως : 2,7· 7,8· 8,8· 11,3· 13,6.

19. Ποία ή πυκνότης και ποία ή σχετική πυκνότης του πάγου, εάν 1 l ύδατος στερεοποιούμενον δίδη 1,09 dm³ ; Πόσον όγκον ύδατος λαμβάνομεν έκ της τήξεως τεμαχίου πάγου με διαστάσεις 0,80 m x 150 mm ;

20. Είς 0° C και κανονικήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν 22,4 l άέρος ζυγίζουν 29 g· 22,4 l ύδατιμών ζυγίζουν 18 g· 22,4 l προπανίου ζυγίζουν 44 g· 22,4 l χλωρίου 71 g· 22,4 l άμμωνίας ζυγίζουν 17 g :

Νά προσδιορισθ ή μάζα 1 l έκ τών άνωτέρω άερίων, καθώς και ή σχετική πυκνότης των.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ



1 Πιέζουσα δύναμις.

Ἐάν παρατηρήσωμεν τὰ ἴχνη, τὰ ὅποια ἀφίεν ἐπάνω εἰς παχὺ στρώμα ἰχίονος ἐν ἄτομον, ὅταν μετακινήται μὲ παγοπέδιλα (σκι) καὶ ὅταν χωρὶς αὐτά, πότε τὰ ἴχνη θὰ εἶναι βαθύτερα ; (σχ. 1).

Πείραγμα 1ov. Μὲ ποῖαν ἀπὸ τὰς τρεῖς ἔδρας του ἐπὶ τῆς ἄμμου τὸ τεμάχιον ἐκ μαρμάρου (σχ. 2) εἰσχωρεῖ βαθύτερον ;

Ποῖα δύναμις τὸ ἀναγκάζει νὰ εἰσχωρήσῃ ; Ποῖαν διεύθυνσιν ἔχει ἡ δύναμις αὕτη ;

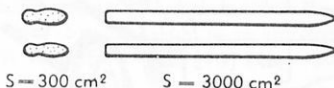
Πείραγμα 2ov. Ἡ ἔυληνη πλάξ βυθίζεται περισσότερον ἐντὸς τῆς ἄμμου, ἂν καὶ τὸ βᾶρος τῆς παραμένει ἀμετάβλητον, ὅταν τὴν στηρίξωμεν εἰς τὰς αἰχμᾶς τῶν καρφίων (σχ. 3).

Καίαν διεύθυνσιν ἔχει ἡ δύναμις, ἡ ὅποια ἀναγκάζει τὴν πινέζαν νὰ εἰσχωρήσῃ εἰς τὸν τοῖχον, καὶ διατι αὕτη δὲν εἰσχωρεῖ εἰς τὸν δάκτυλόν μας ;

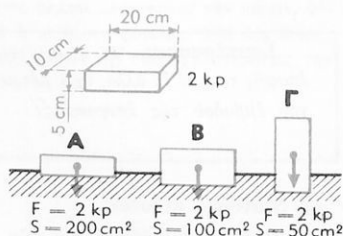
Εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις παρατηροῦμεν ὅτι μίαν δύναμις ἐπιενεργεῖ καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Τῆς ἐπιενεργείας ταύτης τὰ ἀποτελέσματα ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν παιδιῶν ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα, καὶ τὰ δύο ἀσκοῦν πίεσιν μὲ τὴν αὐτὴν δύναμιν, δηλ. μὲ τὸ βᾶρος των, ἀλλὰ ἡ ἐπιφάνεια τῆς χιόνας, ἡ ὅποια πιέζεται μὲ τὰ παγοπέδιλα (σκι), εἶναι μεγαλύτερα παρὰ χωρὶς αὐτά. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὸ τεμάχιον μαρμάρου : Ἡ ἴδια δύναμις εἰς τὰς διαφόρους θέσεις τῆς πιέζει διαφορετικὰς ἐπιφανείας ἄμμου. Ἄλλὰ καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς πινέζας καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ τοῖχου, εἰς τὸ σημεῖον ὅπου ἐφάπτεται ἡ ἀκίς τῆς, δέχονται τὴν αὐτὴν δύναμιν, τὴν δύναμιν τοῦ δακτύλου.

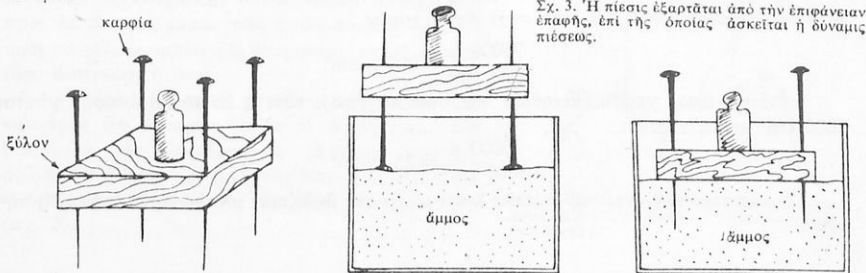
Τὴν δύναμιν αὐτὴν, ἡ ὅποια ἐνεργεῖ καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σωμάτων, καλοῦμεν *πιέζουσαν δύναμιν*.



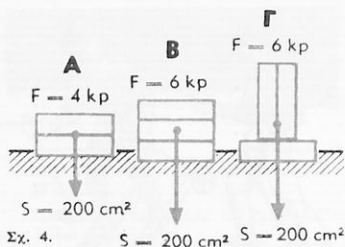
Σχ. 1. Ποῖον ἐκ τῶν δύο παιδιῶν μετακινεῖται εὐκολότερον ἐπὶ τῆς μαλακῆς χιόνας καὶ διατι;



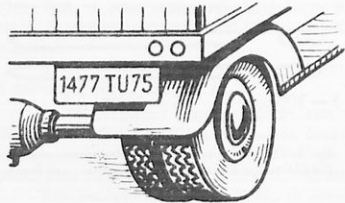
Σχ. 2. Ἡ πίεσις, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ τὸ τεμάχιον μαρμάρου εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς τρεῖς θέσεις του, εἶναι : 10 p/cm², 20 p/cm², 40 p/cm²



Σχ. 3. Ἡ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἐπὶ τῆς ὅποιος ἀσκεῖται ἡ δύναμις πίεσεως.



Σχ. 4. Είς 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 βαρῆα φορτία, ἔχουν διπλοῦς τροχοὺς μὲ ὄγκωδὴ ἐλαστικά;

Τὸ πηλίκον τῆς δυνάμεως πίεσεως διὰ τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας ἐκφράζει τὴν τιμὴν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει τὴν μονάδα ἐπιφανείας, καὶ καλεῖται *πίεσις*.

2 Πίεσις.

Ἐὰν παρατηρήσωμεν μὲ προσοχὴν τὰ σχήματα 2, 3, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις (πίεσεως), τόσον φανερώτερον γίνεται τὸ ἀποτέλεσμα, δηλ. τόσον τὸ σῶμα εἰσχωρεῖ βαθύτερον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἐπολογίζομεν καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις τῶν πειραμάτων 2 καὶ 4 τὴν δυνάμιν πίεσεως, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς κάθε τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας, καὶ εὐρίσκομεν :

Διὰ τὸ πείραμα 2 :

$$\frac{2000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 10 \text{ p/cm}^2, \quad \frac{2000 \text{ p}}{100 \text{ cm}^2} = 20 \text{ p/cm}^2$$

$$\frac{2000}{50} = 40 \text{ p/cm}^2$$

Διὰ τὸ πείραμα 4 :

$$\frac{4000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 20 \text{ p/cm}^2, \quad \frac{6000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 30 \text{ p/cm}^2$$

$$\frac{6000 \text{ p}}{200 \text{ cm}^2} = 30 \text{ p/cm}^2$$

Συμπέρασμα: Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν στερεῶν σῶμα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐπαφῆς του μὲ ἐν ἄλλο, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς πιεζούσης δυνάμεως διὰ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς ἐπιφανείας :

$$P \left(\frac{\text{p}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{F \text{ (p)}}{S \text{ (cm}^2)}$$

3 Μονάδες πίεσεως.

Ἡ πίεσις ἐκφράζεται διὰ τῶν ἰδίων μονάδων, μετὰ τῶν ὁποίων μετροῦμεν τὴν ἐνταση τῆς δυνάμεως καὶ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας. Π.χ.

Εἰς πόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμειτρον p/cm^2

Εἰς κιλοπόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμειτρον Kp/cm^2

4 Ἐφαρμογαί.

α) Ἐὰν τὸ παιδίον, τὸ ὁποῖον βαδίζει ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα, ἔχη βάρος 75 Kp καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 300 cm^2 , τότε ἀσκεῖ πίεσιν :

$$\frac{75000 \text{ p}}{300 \text{ cm}^2} = 250 \text{ p/cm}^2$$

Ὅταν ὁμως χρησιμοποιηθοῦν παγοπέδιλα (σκι), τότε ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς γίνεται 3000 cm^2 καὶ ἡ πίεσις :

$$\frac{75000 \text{ p}}{3000 \text{ cm}^2} = 25 \text{ p/cm}^2$$

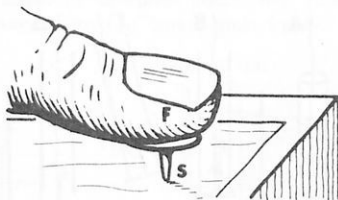
Τοιοῦτοτρόπως ἀντιλαμβάνομεθα διατί μὲ τὰ σκί βαδίζομεν εὐκολώτερον ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα.

Συμπέρασμα: Αντίμεθα να ελαττώσουμε την πίεση, την οποίαν ασκεί εν σῶμα, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς; ἐπὶ τῆς οποίας ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.

β) Ἡ πινέζα εἰσχωρεῖ εὐκόλως εἰς τὸ ξύλον, διότι, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἀσκοῦμεν ἐπ' αὐτῆς μίαν ὄψην 1 Κρ καὶ ἡ ἀκίς αὐτῆς ἔχη ἐπιφάνειαν 0,001 cm², τότε ἡ πίεσις εἰς τὸ ξύλον θὰ εἶναι :

$$\frac{1 \text{ Κρ}}{0,001 \text{ cm}^2} = 1000 \text{ Κρ/cm}^2 \text{ ἢ } 1 \text{ Μρ/cm}^2$$

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 μετὰ κοπτερά ἐργαλεῖα (μαχαίρας, φαλλίδας κλπ.). Μία λεπίς κόπτει τόσο καλύτερον, ὅσον λεπτοτέρα εἶναι ἡ κόφισ αὐτῆς.



Σχ. 5. Ὁ δάκτυλος πιέζει τὴν πινέζαν, μετὰ δύναμιν 1 Κρ, ἀλλ' ἡ πίεσις εἰς τὴν αἰχμὴν αὐτῆς εἶναι 1000 Κρ/cm².

Συμπέρασμα: Διὰ νὰ αὐξήσωμεν τὴν πίεση, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν στερεόν, ἐλαττοῦμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς του, εἰς τὴν ὁποίαν ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

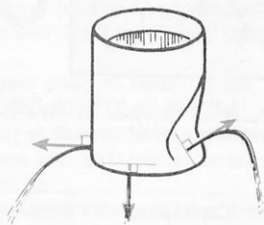
1. Τὰ στερεὰ ἀσκοῦν πιέζουσαν δύναμιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὴν ὁποίαν στήριζονται.
2. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ στερεὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ καθέτως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτὴν πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας.
3. Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς ἐνὸς ἄλλου, ἐλαττοῦμεν τὴν πίεσιν, αὐξάνοντες τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ ἡ πιέζουσα δύναμις. Καὶ ἀντιθέτως, διὰ νὰ διευκολύνωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ εἰς ἐν ἄλλο, αὐξάνομεν τὴν πίεσιν, ἐλαττοῦντες τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν.

24^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

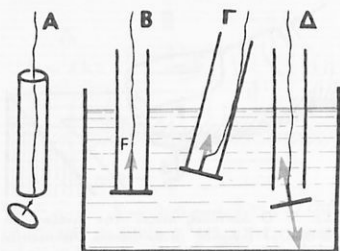
ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

1 Πειράματα. α) Παραμορφούμεν ἐν δοχεῖον, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, καὶ ἀνοίγομεν ὅπας εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του. Ἐὰν τὸ γεμίσωμεν μετὰ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω διὰ μέσου τῶν ὀπῶν αὐτῶν, καθέτως πρὸς τὸ μικρὸν τμήμα τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνοιγμένη ἡ ὀπή.

β) Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ κάτω ἀνοῖγμα ὑαλίνου κυλίνδρου ἓνα ἐλαφρὸν δίσκον ἐξ ἀλουμινίου. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος μένει εἰς τὴν θέσιν του, εἴτε ὁ κύλινδρος εἶναι κατακόρυφος εἴτε ἔχει κάποιαν κλίσιν (σχ. 2).



Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται διὰ μέσου τῶν ὀπῶν μετὰ διευθύνσιν καθέτων πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Είς τὸ Δ ἡ πιέζουσα δύναμις τοῦ ὕδατος ἄσκειται καὶ εἰς τὰς δύο ἐπιφανείας τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος καὶ μόνον λόγῳ τοῦ βάρους τοῦ πίπτει.

● Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ δύναμις F , ἡ ὁποία συγκρατεῖ τὸν δίσκον εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου, εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφανείαν του. Ἄλλως, ἐὰν ἦτο πλάγια, θὰ ἐπρεπε νὰ ὀλισθήσῃ ὁ δίσκος πρὸς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου.

Συμπέρασμα : *Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ ἔχουν βάρος, ἄσκούν πιέζουσαν δύναμιν ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχονται εἰς ἐπαφήν.*

2 Πίσεις εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ.

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα (3), λέγεται **μανομετρικὴ κάβα** καὶ μᾶς χρησιμεύει, διὰ νὰ μετῶμεν τὰς πιεστικὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἄσκουνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς μεμβράνης τῆς, καὶ ἐπομένως καὶ τὰς πιέσεις.

Ἀπὸ τὸν τύπον τῆς πίεσεως $P = \frac{F}{S}$ βλέπομεν

ὅτι ἡ πίσις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία πιέζει τὴν ἐπιφάνειαν.

● Τὸ χρωματισμένον ὑγρὸν εὐρίσκεται καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὅταν ἐπὶ τῆς μεμβράνης οὐδεμία δύναμις ἐφαρμόζεται.

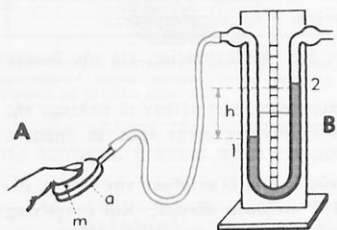
● Ἐὰν διὰ τοῦ δακτύλου μας πιέσωμεν ἐλαφρῶς τὴν μεμβράνην, ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὴν κάβαν, ἀναγκάζει τὸ ὑγρὸν νὰ κατέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 1 καὶ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 2. Ἐὰν πιέσωμεν περισσότερο, ἡ διαφορά ὕψους h εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος γίνεται μεγαλυτέρα.

● α) Βυθίζομεν τὴν κάβαν ἐντὸς τοῦ ὕδατος (σχ. 4) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅσον βαθύτερον βυθίζεται, τόσο εἰς τὸ σκέλος 1 τὸ ὑγρὸν κατέρχεται καὶ ἀντιθέτως ἀνέρχεται εἰς τὸ ἄλλο σκέλος. Διὰ τί ;

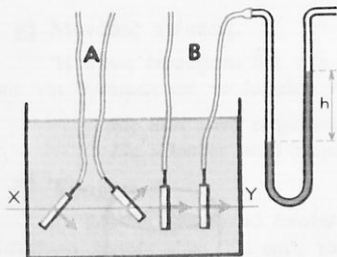
Συμπέρασμα : *Ἡ πίσις ἐντὸς ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς ἠρεμίαν, ἀφ' ἑαυτῆς ἀναλόγως πρὸς τὸ βάθος.*

β) Χωρὶς νὰ μεταβάλομεν τὸ βάθος, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἡ κάβα, ἀλλάσωμεν μόνον τὸν προσανατολισμὸν τῆς μεμβράνης τῆς καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διαφορά ὕψους τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος δὲν μεταβάλλεται (σχ. 4).

γ) Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐὰν μετατοπίσωμεν τὴν κάβαν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἰς τρόπον ὅμως ὥστε τὸ κέντρον αὐτῆς νὰ εὐρίσκεται πάντοτε εἰς τὸ ἴδιον βάθος (σχ. 4).



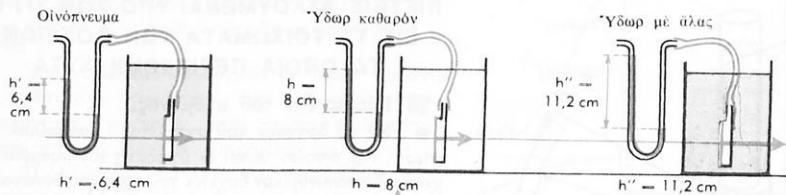
Σχ. 3. Μανομετρικὴ κάβα



Σχ. 4. Τὸ κέντρον τῆς μεμβράνης μετατοπίζεται κατὰ τὴν ὀριζόντιον XY . Ἡ διαφορά στάθμης h δὲν μεταβάλλεται.

Συμπέρασμα : *Ἡ πίσις εἰς ἓν σημεῖον τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ ἴδια εἰς ὅλα τὰ σημεῖά τιν, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.*

δ) Βυθίζομεν με προσοχήν τὴν μανομετρικὴν κἀψαν εἰς ὠρισμένον βάθος, π.χ. 12 cm, εἰς τὰ τρία δοχεῖα τοῦ σχήματος 5, τῶν ὁποίων ἕκαστον περιέχει διαφορετικὸν ὑγρὸν.



Σχ. 5.

Θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι Ἄλλα τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι

διὰ τὸ οἰνόπνευμα: $0,8 \text{ p/cm}^3$

διὰ τὸ καθαρὸν ὕδωρ: 1 p/cm^3

διὰ τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ: $1,4 \text{ p/cm}^3$

Συμπέρασμα: Ἡ πίεσις εἰς τὸ αὐτὸ βάθος ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος ἑκάστου ὑγροῦ καὶ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον μεγαλυτέρον 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 πίεξουσαν δύναμιν F καὶ ὁ δίσκος πίπτει, ἐπειδὴ ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ μόνον τὸ ἰδικὸν του βάρος.

Ἀποδεικνύεται ὅτι :

Ἡ διαφορὰ πίεσεως $P_A - P_B = \text{μεταξὺ δύο σημείων } A \text{ καὶ } B \text{ ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἡρεμεῖ, εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν } 1 \text{ cm}^2 \text{ καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν } h \text{ τῶν ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.}$

Ἐὰν τὸ εἰδικὸν βάρος ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ϵ , τότε ὁ ὄγκος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος $h \text{ cm}$, θὰ εἶναι :

$$1 \text{ cm}^2 \times h \text{ cm} = h \text{ cm}^3$$

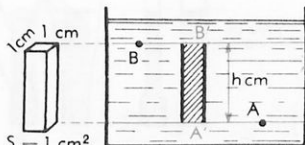
καὶ τὸ βάρος

$$\epsilon (\text{p/cm}^3) \times h (\text{cm}^3) = \epsilon \times h (\text{p})$$

καὶ ἡ διαφορὰ πίεσεως

$$P_A - P_B = \epsilon \times h$$

$$\text{p/cm}^2 \quad \text{p/cm}^3 \quad \text{cm}$$



Σχ. 6. Μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B ὑπάρχει διαφορὰ πίεσεως ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ $A'B'$ τομῆς 1 cm^2 .

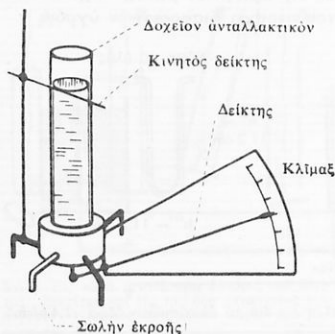
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐν ὑγρῶν ἐν ἰσορροπίᾳ ἀσκεῖ εἰς ἑκάστην ἐπιφάνειαν, μετὴν ὁποίαν εὐρίσκειται εἰς ἐπαφήν, μίαν πίεσιν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὸ βάρος του καὶ λέγεται ὑδροστατικῆ.

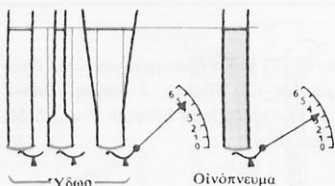
2. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις $p = F/S$ εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ τινος, τὸ ὁποῖον ἡρεμεῖ, αὐξάνει μετὸ βάθος· δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεία τοῦ ὑγροῦ, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ ἴδιον ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

Ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ εἰς τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειάν των ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος των.

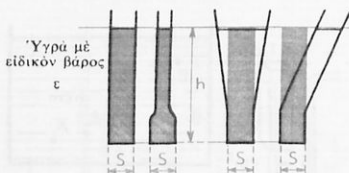
3. Ἡ διαφορὰ πίεσεως $P_A - P_B$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἐνὸς ἡρεμοῦ ὑγροῦ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.



Σχ. 1. Συσκευή διά τὴν μελέτην τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν ὑγρῶν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ.



Σχ. 3. Ἡ δύναμις ἐπὶ πυθμένος με ἐπιφάνειαν S εἶναι :

$$F = \epsilon \times h \times S$$

$$P = \rho \text{ cm}^3 \text{ cm cm}^2$$

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα ἐνὸς δοχείου εἶναι ἴση με τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ πυθμένος ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐπομένως ἡ δύναμις F , ἢ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα με ἐπιφάνειαν S (cm^2), θὰ εἶναι :

$$F(p) = \epsilon (\rho/\text{cm}^3) \times h(\text{cm}) \times S (\text{cm}^2)$$

Συμπέρασμα : Ἡ δύναμις F , ἢ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα ἐνὸς δοχείου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. $F = \epsilon \times h \times S$

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΙΣ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΑΥΤΑ

1 Πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος.

● Με τὸ ὄργανον τοῦ σχήματος 1 μετροῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν ὑγρῶν εἰς τὸν πυθμένα δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον τοῦ ὄργανου δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ διὰ διαφόρων δοχείων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὡς πυθμένα τὴν ἐλαστικὴν μεμβράνην τοῦ ὄργανου.

● Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς τὸ πρῶτον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἕως ὅτου ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὅποιον ὀρίζομεν με τὸν δείκτην Α.

Ἐλαστικὸς πυθμὴν κρτυοῦται καὶ τὸ ἄκρον τῆς βελόνης σταματᾷ εἰς ὀρισμένην ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἠριθμημένου τόξου, ἔστω π.χ. εἰς τὸ 5.

● Ἀπομακρύνομεν τὸν κυλινδρὸν καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπιστρέφει εἰς τὸ 0.

● Ἄν ἀντικαταστήσωμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον δι' ἐνὸς ἐκ τῶν ἄλλων, θὰ ἴδωμεν, ὅταν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ ἴδιον σημεῖον, τὸ ὅποιον ὀρίζει ὁ δείκτης Α, ἡ βελὴν σταματᾷ καὶ πάλιν εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 5 (σχ. 2).

Ἄν ἀντὶ ὕδατος ρίψωμεν εἰς τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον οἰνόπνευμα, ἕως ὅτου ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ εἰς τὸ ὀρισμένον σημεῖον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελὴν σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 4. Εἰς τὴν ἴδιαν ὑποδιαίρεσιν θὰ σταματήσῃ, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μετὰ ἄλλα δοχεῖα με ὑγρῶν πάλιν τὸ οἰνόπνευμα.

Συμπέρασμα : Ἡ δύναμις, ἢ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρῶν, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ἔμβადόν 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, ἢ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

3 Πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) Πείραμα. Ἀνοίγουμεν εἰς τὸ πλευρικὸν τοίχωμα ἑνὸς δοχείου τρεῖς ὀπές, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 4.

Ἐὰν γεμίσωμεν τὸ δοχεῖον μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὸ ἐκτινάσσεται ἀπὸ τὰς ὀπές εἰς τόσον μεγαλύτεραν ἀπόστασιν, ὅσον περισσότερον ἀπέχει ἢ ὀπή ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.

β) Ἐξήγησις. Ἐστω ὅτι αἱ τρεῖς ὀπῆαι A, B, Γ, εὐρίσκονται ἐκάστη εἰς ἀπόστασιν h_A , h_B , h_Γ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰδικὸν βᾶρος ϵ . Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὑγρὸν, εἰς τὸ σημεῖον A, θὰ εἶναι :

$$P_A = h_A \times \epsilon$$

Καὶ ἡ ὥθησις εἰς μίαν μικρὰν ἐπιφάνειαν S περὶ τοῦ σημείου A :

$$F_A = h_A \times \epsilon \times S$$

Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὥθησις εἰς τὰ σημεῖα B καὶ Γ εἶναι :

$$F_B = \epsilon \times h_B \times S \quad F_\Gamma = \epsilon \times h_\Gamma \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_\Gamma$

ἔχομεν $F_A < F_B < F_\Gamma$

Συμπέρασμα:

Ἡ δύναμις πίεσεως, ἢ ἀσκουμένη ὑπὸ τινος ὑγροῦ εἰς διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμήμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ὥθησις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

γ) Ἐν παραδόξῳ πείραμα:

Εἰς μικρὸν βαρέλιον πλήρες ὕδατος (σχ. 5) προσαρμόζομεν κατακόρυφον σωλῆνα, ὕψους 5 m καὶ τομῆς 4 cm^2 .

Διὰ νὰ γεμίσωμεν τὸν σωλῆνα, ἀπαιτεῖται ποσότης $4 \text{ cm}^2 \times 500 \text{ cm} = 2000 \text{ cm}^3$ ἢ 2 l ὕδατος.

Αὕτὴ ἡ ποσότης εἶναι ἀρκετὴ, διὰ νὰ διαρραγῆ τὸ βαρέλιον.

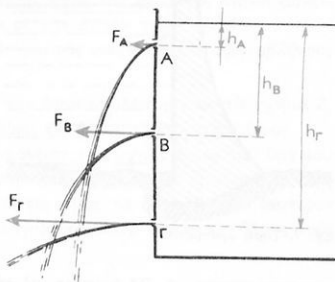
Διότι εἰς κάθε σημεῖον τῶν τοιχωμάτων του ἡ πίεσις ἐμεγάλωσε τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βᾶρος στήλης ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομῆν 1 cm^2 , δηλ. $0,5 \text{ Kp/cm}^2$.

Ἐὰν ἐκάστη σάνις τοῦ βαρελίου ἔχη ἐπιφάνειαν 10 dm^2 ἢ 100 cm^2 , τότε ἐξ αἰτίας τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν εἰς τὸν σωλῆνα, θὰ μεγαλώσῃ ἡ δύναμις, ἢ πιέζουσα τὴν σάνιδα κατὰ

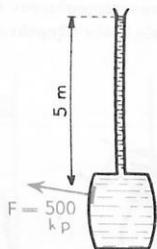
$$0,5 \text{ Kp/cm}^2 \times 1000 \text{ cm}^2 = 500 \text{ Kp}$$

Εἶναι ἐπόμενον ὅτι δὲν θὰ δυνηθῆ νὰ συγκρατήσῃ μίαν τοιαύτην δύναμιν.

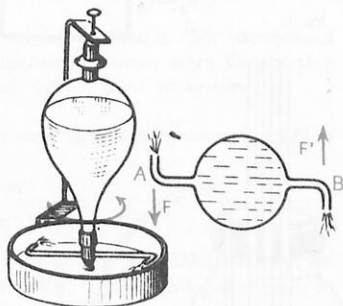
4 Ἐφαρμογὴ. Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος τοῦ σχήματος (6) στρέφεται περὶ τὸν ἀξόνά του, διότι εἰς τὸ σημεῖον A τοῦ σωλῆνος τὸ ὑγρὸν ἀσκεῖ μίαν δύναμιν F, ἡ ὁποία δὲν ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀπέναντι πλευράν, ἐπειδὴ ὁ σωλῆν ἐστὶν ἀνοικτός. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς



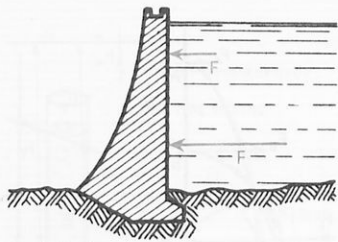
Σχ. 4. Ἡ δύναμις εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου αὐξάνει μὲ τὴν αὐξάνειν τοῦ βάθους.



Σχ. 5. Πείραμα Pascal



Σχ. 6. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος



Σχ. 7. Τομή φράγματος

τό σημείον Β. Αί δύο αὔται δυνάμεις F καί F' ἀναγκάζουν τόν στρόβιλον νά περιστρέφεται.

Τό ὑδραυλικόν φράγμα (σχ. 7) προορίζεται νά συγκρατήσῃ τὸ ὕδωρ μιᾶς τεχνητῆς λίμνης, τῆς ὁποίας τὸ ὕψος φθάνει συνήθως τὰ 100 m. Τὸ φράγμα εἶναι κατεσκευασμένον εἰς τὴν βᾶσιν του παχύτερον, ἐπειδὴ, ὅπως γνωρίζομεν, αἱ πιεστικαὶ δυνάμεις αὐξάνουν, ὅσον περισσότερο ἀπομακρυνόμεθα ἐκ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ δύναμις, μετὴν ὁποίαν ἔν ὑγρὸν πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.
2. Εἶναι ἰση μετὸ βᾶρος στήλης ὑγροῦ, ἢ ὁποία ἔχει τομὴν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.
3. Ἡ δύναμις, μετὴν ὁποίαν ἔν ὑγρὸν πιέζει ἔν τμημα τοῦ τοιχώματος, εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον περισσότερο ἀπέχει τὸ τμημα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὐτὴ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

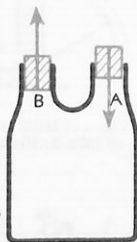
26^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἀρχὴ τοῦ Pascal.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ



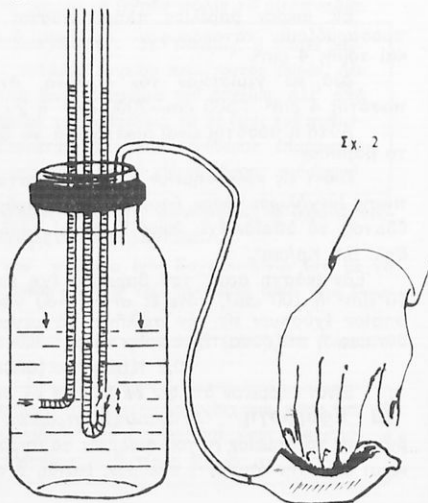
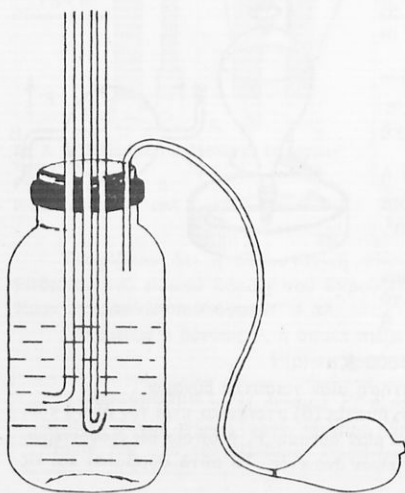
Σχ. 1.

$$P_A = P_B$$



Πείραμα. Γεμίζομεν μετὸ ὕδωρ δοχεῖον, τὸ ὁποῖον ἔχει δύο στόμια, καὶ κλείομεν αὐτὰ μετὰ πώματα Α καὶ Β (σχ. 1).

● Ἄν κτυπήσωμεν ἀποτόμως διὰ τῆς χειρὸς μας τὸ πῶμα Α, τὸ Β ἐκτινάσσεται μετὰ ὀρμῆν εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ ὑγρὸν λοιπὸν μεταδίδει εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ πώματος Β μίαν δύναμιν λόγῳ τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία ἐνήργησεν εἰς τὸ πῶμα Α.



Σχ. 2

● Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ ὕδωρ μεταδίδει εἰς τὸ Β ἀμετάβλητον τὴν πίεσιν, ἣ ὅποια ἀσκεῖται εἰς τὸ Α. Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ὑγρῶν διατυπῶνται μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal :

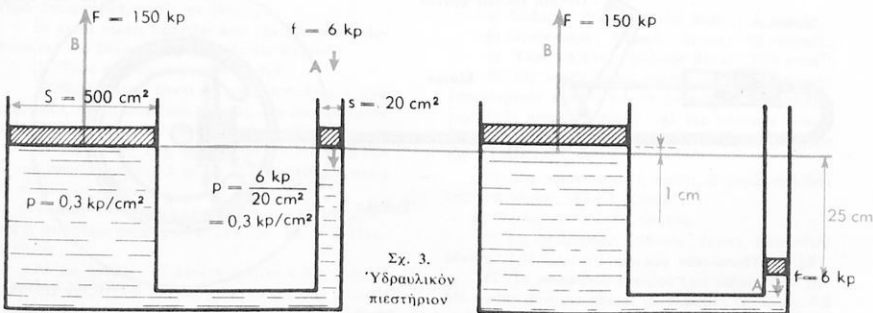
Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπιέσιμα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις ποὺ δέχονται ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2 Πείραμα. Ἐάν πιέσωμεν τὴν ἐλαστικὴν σφαῖραν, τὴν ὁποίαν βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα 2, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν ὑαλίων σωληνῶν καὶ φθάνει εἰς ὅλους εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι αὐξάνει ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου καὶ ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται, ὅπως βλέπομεν, ἀμετάβλητος πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Δηλαδή, ἐνῶς εἰς τὸν ἕνα σωλῆνα ἡ πίεσις ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς τὸν δευτέρον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω καὶ εἰς τὸν τρίτον ἀπὸ τὰ πλάγια, τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς ὅλους τοὺς σωλῆνας εἰς τὸ ἴδιον ὕψος.

3 Ἐφαρμογὴ : Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον.

Ἔχομεν δύο κυλινδρικὰ δοχεῖα πλήρη ὕδατος, τὰ ὅποια συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ κατωτέρου μέρους των. Ἐντὸς αὐτῶν τῶν δύο δοχείων κινουῦνται ἐλευθέρως δύο ἐμβόλα, τὰ ὅποια ἐφαρμόζον ὕδατοστεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των (σχ. 3).



Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, ἐκάστη αὐξησης τῆς πίεσεως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν Α μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλον τὸ ὑγρὸν καὶ ἐπομένως εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς κάτω ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου Β.

Ἐστὼ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι s καὶ τοῦ μεγάλου S . Ἐάν ἀσκήσωμεν μίαν δύναμιν f κάτω εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἡ δύναμις αὕτη θὰ ἐπιφέρει αὐξησην τῆς πίεσεως P , τοιαύτην εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ, ὥστε νὰ ἔχωμεν :

$$f = P \times s$$

Ἡ πίεσις αὕτη P μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, τὸ ὅποιον τότε θὰ δέχεται μίαν δύναμιν :

$$F = P \times S \text{ καὶ ἐπομένως :}$$

$$\frac{F}{S} = \frac{P \times S}{S} \quad \eta \quad \frac{F}{f} = \frac{S}{s} \quad \eta \quad F = f \times \frac{S}{s}$$

Ἀριθμητικὸν παράδειγμα. Ἐάν ἡ μία ἐπιφάνεια εἶναι 20 cm^2 καὶ ἄλλη 500 cm^2 , καὶ ἐφαρμόσωμεν εἰς τὸ μικρὸν ἐμβόλον μίαν κάθετον δύναμιν 6 Kp , τότε εἰς τὸ ἐμβόλον 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 ἴδια, δηλ. $0,3 \text{ Kp/cm}^2$ καὶ ἡ δύναμις, ἣ ὅποια 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 :

$$6 \text{ Kp} \times 500 / 20 \quad \eta \quad 6 \text{ Kp} \times 25 = 150 \text{ Kp}$$

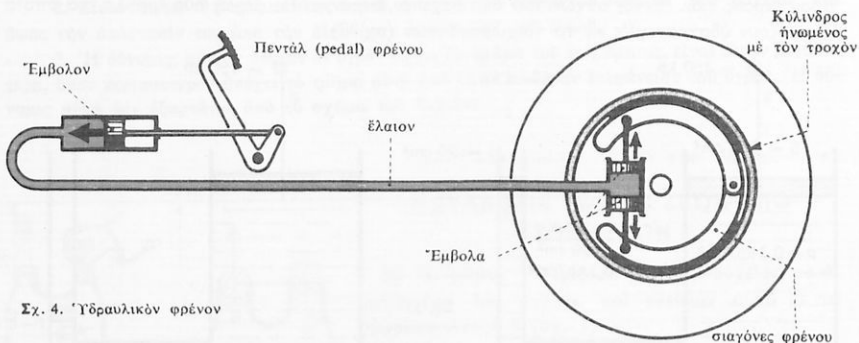
Ἐάν ὁμως μὲ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως τῶν 6 Κρ τὸ μικρὸν ἐμβόλον κατέρχεται π.χ. κατὰ 25 cm, τὸ μεγάλο ἀνέρχεται κατὰ 1 cm.

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 Χρήσις 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 (ἄχυρου, βάμβακος κλπ.), διὰ νὰ δίδωμεν τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ τῶν αὐτοκινήτων, διὰ νὰ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἠλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.



Σχ. 4. Ὑδραυλικὸν φρένον

Τὰ ὑδραυλικά φρένα τῶν αὐτοκινήτων (σχ. 3) εἶναι ἐπίσης μία ἐφαρμογὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιοῦμεν ἐν πολὺ λεπτότερον ἔλαιον. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦμεν διὰ τοῦ ποδός μας εἰς τὸ πεντάλ, μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἰδιαίτερος εἰς τὰ ἐμβολα, 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 μεταξὺ των ἀπὸ τὴν βάσιν των καὶ εἶναι πλήρεις ὑγροῦ. Ἐντὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν τῶν κυλίνδρων ἡμπορεῖ νὰ κινήται ἐν ἐμβολον, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζει ὕδατοστεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των. Ἐάν αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβόλων εἶναι S καὶ s καὶ μία δυνάμις f ἐνεργῆ καθέτως ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, τότε τὸ μεγάλο ἐμβόλον θὰ δέχεται μίαν δυνάμιν :

$$F = f \frac{S}{s}$$

3. Μὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀξιολόγους πιεστικὰς δυνάμεις δι' αὐτὸ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς περιορισμὸν τοῦ ὄγκου διαφόρων ὑλικῶν (ἄχυρου, βάμβακος κλπ.), καθὼς καὶ διὰ νὰ δίδῃ τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως εἶναι τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ (καρότσας) τῶν αὐτοκινήτων. Τέλος, μὲ αὐτὸ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἀπὸ τὸν ἠλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.

Σειρά 6: Αί πιέσεις.

I. Ή ξννοια τής πίεσεως

1. Μία πλίνθος με διαστάσεις: 22 cm, 11 cm² 5,5 cm και ειδικόν βάρος 2 p/cm³ στηρίζεται εις τόν έδαφος. Νά υπολογισθή:

α) Ή πιεστική δύναμις, τήν όποιαν άσκει ή πλίνθος επί τού έδαφους.

β) Ή πίεσις εις p/cm², ή όποια άσκειται εις τόν έδαφος, όταν ή πλίνθος στηρίζεται διαδοχικώς εις κάθε μίαν έδραν του.

2. Έν άγαλμα, τó όποιον ζυγίζει 2,4 Μρ, είναι τοποθετημένον εις βάθρον, βάρους 1,8 Μρ, τó όποιον έχει επιφανείαν βάσεως 1,40 m²:

α) Πόσην πιεστικήν δύναμιν άσκει τó συγκρότημα άγαλμα-βάθρον εις τόν έδαφος;

β) Ποία πίεσις άσκειται από τήν βάση τού βάθρου επί τού έδαφους εις Μρ/m²; εις Κρ/cm²;

3. Ένας άνθρωπος ζυγίζει 65 Κρ:

α) Ποίαν πίεσιν άσκει επί τού πάγου, όταν κάμνη «πατινάζ», εάν ή επιφάνεια έπαφής, τήν όποιαν έχουν αι δύο λάμιν τών πατινών του, είναι 20 cm²;

β) Έάν φορή σκι, πράγμα τó όποιον είναι δύο λεπτά σανίδες μήκους 2 m και πλάτους 10 cm, πόση θά είναι τότε ή πίεσις;

γ) Έάν πατή με τά υποδήματά του εις τó χιόνι και ή επιφάνεια έπαφής είναι 250 cm², πόση θά είναι ή πίεσις;

4. Έν βάθρον, τó όποιον ζυγίζει 4 Κρ, στηρίζεται εις όριζόντιον έδαφος με 4 πόδας, τών όποιων έκαστος έχει τετραγωνικήν τομήν με πλευράν 3 cm.

Πόσην πίεσιν δέχεται ή επιφάνεια στηρίζεως, όταν έν άτομον 60 Κρ άναβη εις τó βάθρον;

5. Δεχόμεθα ότι ή αίχμη ένός καρφίου είναι ένας μικρός κύκλος με διάμετρον 0,08 mm. Ποία πίεσις άσκειται εις τήν επιφάνειαν έπαφής, όταν ή κεφαλή τού καρφίου δεχθή έν κύπημα σφυριου, τó όποιον προκαλεί πιεστικήν δύναμιν 5 Κρ;

6. Ένας στύλος ζυγίζει 2,5 Μρ και στηρίζεται εις έδαφος, τó όποιον δεν ήμπορει να δεχθή πίεσιν περισσοτέραν από 0,4 Κρ/cm²:

Πόση είναι ή μικρότερα επιφάνεια, τήν όποιαν ήμπορει να έχη ή βάσις τής στύλου;

7. Ο κύργος τού "Αιφελ ζυγίζει 7000 Μρ και στηρίζεται επί τεσσάρων όμοιων ύποστηρίγματων:

α) Ποία είναι ή θεωρητική πιεστική δύναμις, τήν όποιαν δέχεται κάθε ύποστήριγμά του, άν δεχθώμεν ότι αυτή ή δύναμις διαμοιράζεται όμοιόμορφως;

β) Διά να έξουδετερωσόμεν τήν δράσιν τού άνέμου, ó όποίος δημιουργεί άνισομερή κατανομήν τών δυνάμεων επί τών ύποστηρίγματων, λαμβάνομεν τήν πιεστικήν δύναμιν 1σμη με 2000 Μρ.

Πόσην επιφάνειαν έχομεν δώσει εις τó υπόβαθρον τής κατασκευής, εις τó όποιον στηρίζεται κάθε ύποστήριγμα, ώστε ή πίεσις να μη ύπερβαίνη τά 0,4 Κρ/cm²;

8. Τά δύο έμπρόσθια έλαστικά ένός αυτοκινήτου περιέχουν άερα με πίεσιν 1,3 Κρ/cm², ένθι τά δύο άλλα με πίεσιν 1,5 Κρ/cm². Κάθε έλαστικόν στηρί-

ζεται εις τó έδαφος με τετραγωνικήν επιφάνειαν έπαφής, ή όποια έχει πλευράν 0,15 cm:

α) Νά υπολογισθ ή πιεστική δύναμις, ή όποια άσκειται εις τó έμπρόσθιον μέρος τού αυτοκινήτου, και εκείνη, ή όποια άσκειται εις τó όπίσθιον μέρος αούτου.

β) Νά εύρεθ ή τó βάρος τού αυτοκινήτου.

II. Πίεσεις άσκούμεναι υπό τών ύγρών

9. Τó κέντρον μιάς μανομετρικής κάψης εύρίσκειται 25 cm κάτω από τήν έλευθεράν επιφάνειαν ένός ύγρου.

Ποίαν πίεσιν δεικνύει τó όργανον, εάν τó ύγρουν είναι:

α) Καθαρόν ύδωρ (ειδικόν βάρος: 1 p/cm³).

β) Οινόπνευμα; (ειδικόν βάρος: 0,8 p/cm³).

γ) Ύδωρ με άλας; (ειδικόν βάρος: 1,03 p/cm³).

10. Είς ποίον βάθος πρέπει να βυθισώμεν τήν μανομετρικήν κάψαν, διά να άσκηθ ή εις τήν μεμβράνην αυτής πίεσις 16 p/cm²: α) εις καθαρόν ύδωρ; β) εις οινόπνευμα γ) εις ύδωρ με άλας; (ειδικά βάρη τού προβλήματος 9).

11. Είς ποίον βάθος ή πίεσις, ή όποια άσκειται υπό τού ύδατος, είναι 1 Κρ/cm²;

α) Είς λιμνην γλυκέος ύδατος.

β) Είς θάλασσαν (ειδικόν βάρος θαλασσίου ύδατος: 1,03 Κρ/dm³).

12. Τó πώμα ένός λουτρού έχει διάμετρον 5 cm. Με πόσην δύναμιν πρέπει να σύρωμεν τó πώμα, διά να έκκένωσόμεν τó λουτρόν, εάν τó ύδωρ έντός αούτου έχη ύψος 40 cm;

13. Διά να λειτουργή ένας μικρός ύδραυλικός στρόβιλος, πρέπει να άσκηθ ή πίεσις 250 p/cm². Είς πόσον ύψος από τού στρόβιλου αούτου πρέπει να τοποθετηθ ή τó δοχείον με τó ύδωρ, τó όποιον τροφοδοτεί τήν συσκευήν, διά να έξασφαλίσόμεν τήν λειτουργίαν αυτής;

14. Ο άνθρωπος δύναται άνευ κινδύνου να δεχθ ή μεγίστην πίεσιν 3 Κρ/cm². Μέχρι ποίου βάθους λοιπόν δύναται να κατέλθ ένας δύτες εις τήν θάλασσαν, όπου τó ύδωρ έχει ειδικόν βάρος 1,034 p/cm³.

15. Τó βαθυσκάφος «Τεργέστη» κατέρριψε πρώτον τó ρεκόρ καταδύσεως με τó να φθάση εις τó βάθος τών 5486 m. Αούτό έγινε εις τήν περιοχην Tranchée de mariannes (Ειρηνικός), όπου τó βαθύτερον σημειον φθάει εις τά 11.500 m. Νά υπολογισθ ή:

α) Ή πίεσις εις Κρ/cm², ή όποια ήσκηθ ή από τó θαλασσινόν ύδωρ εις τά τοιχώματα τού βαθυσκάφους εις τó βάθος εκείνου.

β) Ή πίεσις, τήν όποιαν έδέχθη αούτό τó τοίχωμα, όταν (22 Ιανουαριου 1960) τó βαθυσκάφος κατήλθεν εις τó βαθύτερον σημειον τής ύποβρυχίου χαράδρας. Δεχόμεθα ότι τó ειδικόν βάρος τού θαλασσίου ύδατος είναι σταθερόν (1,03 Κρ/dm³).

16. Μία φιάλη με επίπεδον πυθμένα διαμέτρου 8 cm περιέχει ύδράργυρον έως τó ύψος τών 5 cm.

Προσθέτομεν ύδωρ, έως ότου ή στάθμη τού εύρεθ ή εις άπόστασιν 20 cm από τήν στάθμη τού ύδραργού. Νά υπολογισθ ή:

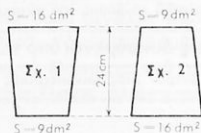
α) Ἡ δύναμις ἢ ὅποια ἀσκείται εἰς τὸν πυθμένα τῆς φιάλης.

β) Ἡ πίεσις εἰς ρ/cm^2 .

17. Τὸ κέντρον ἑνὸς πλευρικοῦ παραθύρου βαθυσκάφους, τὸ ὅποιον ἔχει σχῆμα ὀρθογώνιον με διαστάσεις 60 cm X 40 cm, εὐρίσκεται εἰς βάθος 2500 m: α) Πόση πίεσις ἀσκείται ἐπὶ τοῦ παραθύρου αὐτοῦ;

β) Πόση πιεστικὴ δύναμις;

(Σχετικὴ πυκνότης θαλασσίου ὕδατος = 1,03).



18. Τὸ δοχεῖον τοῦ σχήματος 1, τὸ ὅποιον ἔχει χωρητικότητα 29,6 l, εἶναι πλήρες ὑγροῦ σχετικῆς πυκνότητος 1,25. Πόση πιεστικὴ δύναμις ἀσκείται

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 ἐφαρμοζομεν δύναμιν 50 Kr, διὰ νὰ σηκώσωμεν μετὰ τὸ μεγάλο ἔμβολον φορτίον 2000 Kr.

Ἐὰν τὸ μικρὸν ἔμβολον ἔχη τομὴν 5 cm^2 , ποία πρέπει νὰ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἔμβολου;

21. Αἱ διαμέτροι τῶν δύο ἐμβόλων ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 4 cm καὶ 80 cm. Ὡθοῦμεν τὸ μικρὸν ἔμβολον δι' ἑνὸς μοχλοῦ δευτέρου εἶδους, τοῦ ὁποίου ὁ μικρὸς βραχίον, πού ἡ ἄκρα του ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἔμβολου, εἶναι 12 cm καὶ ὁ μέγας 60 cm.

Ἐφαρμοζομεν εἰς τὸν μέγαστον βραχίονα δύναμιν 12 Kr καὶ ζητοῦμεν:

α) Τὴν δύναμιν, ἢ ὅποια ἐφαρμόζεται εἰς τὸ μικρὸν ἔμβολον, καὶ τὴν πίεσιν, ἢ ὅποια ἀσκείται τότε εἰς τὸ ὑγρὸν.

β) Τὴν δύναμιν, ἢ ὅποια ἀσκείται εἰς τὸ μεγάλο ἔμβολον, καὶ πόσον μετατοπίζεται αὐτὸ, ὅταν ἡ λαβὴ τοῦ μοχλοῦ κατέλθῃ κατακόρυφος κατὰ 20 cm.



Φράγμα Κρεμαστῶν Ἀχελούου.

Τὸ πάχος τοῦ φράγματος αἰξάνει, ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τὴν κορυφὴν πρὸς τὴν βᾶσιν του

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

1 Παρατηρήσεις : "Όταν βυθίσωμεν έντός του ὕδατος φελλόν καί τόν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, ἀνέρχεται εἰς τήν ἐπιφάνειαν.

Μεγάλος λίθος, τόν ὅποιον εὐκόλως ἀνυψώνομεν έντός του ὕδατος, καθίσταται πολὺ βαρύτερος ἐκτός του ὕδατος.

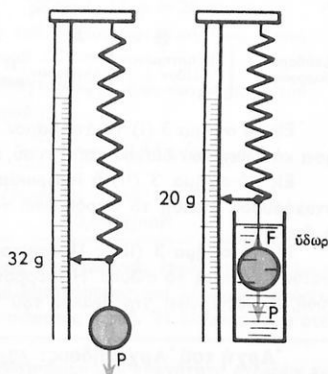
Κενόν κλειστόν δοχεῖον πρέπει νά τό ὠθήσωμεν, διὰ νά βυθισθῆ εἰς τό ὕδωρ.

2 Πειράματα. Ἐκ δυναμομέτρου ἐξαρτῶμεν λίθον, του ὅποιον εὐρίσκομεν τό βάρος (σχ. 1).

● Ἀκολουθῶς βυθίζομεν τουτόν έντός ὕδατος καί σημειώνομεν τήν νέαν ἐνδειξιν του δυναμομέτρου. Καί εἰς τās δύο περιπτώσεις βλέπομεν ὅτι τό νῆμα ἔχει κατακόρυφον διεύθυνσιν.

● Ἡ διαφορά τῶν δύο ἐνδείξεων του δυναμομέτρου μās δίδει τήν ἐντάσιν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ὠθεῖ τό σῶμα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως.

Ἡ δύναμις αὐτή ὀνομάζεται ἄνωσις του Ἄρχιμηδους.



Σχ. 1. Τό ὕδωρ ἀσθεῖ ἐπί τῆς σφαίρας δύναμιν κατακορύφωσιν, ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσῃν πρὸς $F = 32 \text{ g} - 20 \text{ g} = 12 \text{ g}$

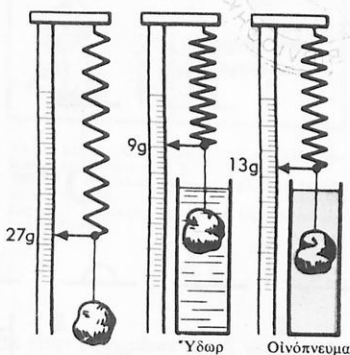
Συμπέρασμα : Ἐπί ἐκάστον σῶματος, τό ὅποιον βυθίζεται έντός του ὕδατος, ἐνεργεῖ μία δύναμις κατακορύφωσιν διευθύνσεως καί μέ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

● Ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τόν λίθον δι' ἑτέρου μεγαλύτερου καί ἐπαναλάβωμεν τό πείραμα, θά ἴδωμεν ὅτι ἡ διεύθυνσις του νῆματος παραμένει κατακόρυφος ἡ ἄνωσις ὁμοῦς εἶναι μεγαλύτερα.

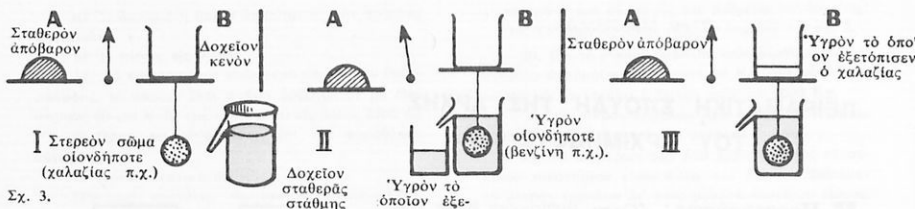
Συμπέρασμα : Ἡ ἄνωσις ἐνός σῶματος, βυθισμένου έντός ὕδατος, ἐξαρτᾶται ἐκ του ὄγκου του ἐκτοπιζομένου ὕδατος.

"Όταν βυθίσωμεν τόν αὐτόν λίθον εἰς ἄλλο ὑγρόν, π.χ. οἶνόπνευμα ($\epsilon = 0,8 \text{ g/cm}^3$), εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἄνωσις εἶναι μικροτέρα.

Συμπέρασμα : Ἡ ἄνωσις ἐνός σῶματος, βυθισμένου έντός ὑγροῦ, ἐξαρτᾶται ἐκ του ἐιδικοῦ βάρους του ὑγροῦ.



Σχ. 2. Ὁ λίθος ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον ἀπό τήν σφαῖραν του πειράματος 1 καί ἡ δύναμις, τήν ὁποίαν ἀσθεῖ τό ὕδωρ ἐκ' αὐτοῦ, εἶναι ἰσχυρότερα. Ἐντός του ὕδατος ἡ δύναμις εἶναι :
 $F = 27 \text{ g} - 9 \text{ g} = 18 \text{ g}$
Ἐντός του οἶνονεῦματος εἶναι :
 $F = 27 \text{ g} - 13 \text{ g} = 14 \text{ g}$.



Σχ. 3.

I Στερεόν σῶμα οιονδήποτε (χαλαζίας π.χ.)

II Δοχείον σταθερᾶς στάθμης

III 'Υγρόν το οποίον εξετόπισεν ὁ λίθος

A 'Απόβαρον ἰσορροποῦν

B e 'Εξηρητημένον λίθον + δοχείον κενόν

A 'Απόβαρον

B 'Η ἰσορροπία καταστρέφεται

A Βυθισμένους λίθος + δοχείον κενόν

B 'Απόβαρον ἰσορροποῦν

B Βυθισμένον λίθον + δοχείον + ἐκτοπισμένον ὕδωρ.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (I) τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βᾶρος τοῦ λίθου, τὸν ὅποιον ἔχομεν ἑξαρτήσει κάτωθεν τοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ, καὶ τὸ ποτήριον, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ δίσκου.

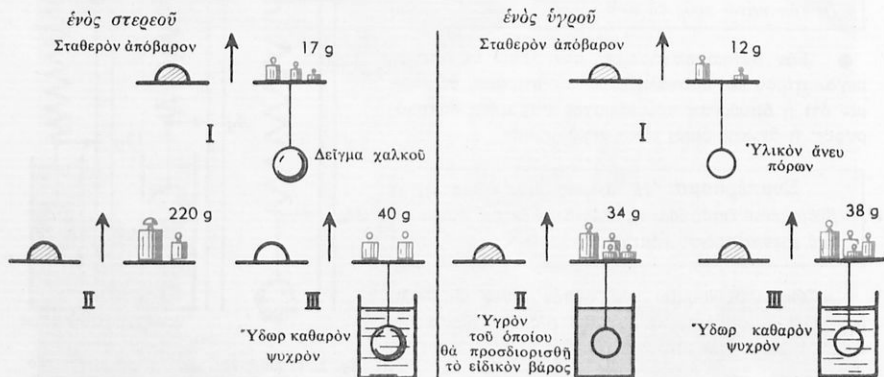
Εἰς τὸ σχῆμα 3 (II) ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται· τὸ νῆμα ὁμως ἑξαρτήσεως παραμένει κατακόρυφον, ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸν ὠθεῖ τὸν λίθον διὰ κατακόρυφον δυνάμεως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (III) : Προσθέτομεν εἰς τὸ κενὸν ποτήριον τοῦ δίσκου τὸ ὕδωρ, τὸ ὅποιον ἐξετόπισε τὸ σῶμα. Ἡ ἰσορροπία ἐπανέρχεται, διότι τὸ βᾶρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὅποιον ἐχύθη, ἐξουδετερώνει τὴν ἀνωσιν τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους: *Εἰς πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ ὑγροῦ κατακόρυφος καὶ μὲ φθορὰν πρὸς τὰ ἄνω τόση, ὅσον εἶναι τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἀνωσις.*

Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς ἀνώσεως, τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως, εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὅποιον ἐκτοπίζεται ὑπὸ τοῦ σώματος.

3 Ἡ ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητα καὶ τὸ εἰδικὸν βᾶρος :



Σχ. 4.

I: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ δείγμα + 17 π.

II: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 π.

III: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βυθισμένον δείγμα+40π.

I: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαιρὰν + 12 π.

II: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαιρὰν + 34 π.

III: Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν βυθισμένην σφαιρὰν+38 π.

Συμπέρασμα: Βάρος του δείγματος:

$$220 \text{ p} - 17 \text{ p} = 203 \text{ p}$$

Βάρος ύδατος το όποιον εξετόπισε το δείγμα:

$$40 \text{ p} - 17 \text{ p} = 23 \text{ p}$$

και επομένως ο όγκος του ύδατος, τον όποιον εξετόπισε το δείγμα του χαλκού = 23 cm^3 .

Υπολογισμός: Ειδικόν βάρος του δείγματος του χαλκού:

$$\frac{203 \text{ p}}{23 \text{ cm}^3} = 8,8 \text{ p/cm}^3$$

Πυκνότης χαλκού:

$$8,8 \text{ g/cm}^3$$

Συμπέρασμα: Ώθησις άσκουμένη υπό το ύγρου, δηλ. βάρος έκτοπιζόμενου ύγρου:

$$34 \text{ p} - 12 \text{ p} = 22 \text{ p}$$

Ώθησις άσκουμένη υπό του ύδατος η βάρος έκτοπιζόμενου ύδατος:

$$38 \text{ p} - 12 \text{ p} = 26 \text{ p}$$

Όγκος του ύδατος και επομένως όγκος του ύγρου 26 cm^3 .

Υπολογισμός: Ειδικόν βάρος αυτού του ύγρου:

$$\frac{22 \text{ p}}{26 \text{ cm}^3} = 0,84 \text{ p/cm}^3$$

Πυκνότης ύγρου:

$$0,84 \text{ g/cm}^3$$

1. Άρχη του Άρχιμήδους: Εις πάν σωμα, εύρισκόμενον έντός ύγρου έν ισορροπία, ένεργεί μία δύναμις έκ του ύγρου κατακόρυφος και με φοράν προς τά άνω τόση, όσον είναι τό βάρος του έκτοπιζόμενου υπό του σώματος ύγρου. Η δύναμις αυτή όνομάζεται άνωσις.

2. Η άνωσις του Άρχιμήδους μās έπιτρέπει νά υπολογίσωμεν τήν πυκνότητα στερεών και ύγρων σωμάτων.

28^{ON} ΜΑΘΗΜΑ: Έφαρμογή τής άρχής του Άρχιμήδους.

ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

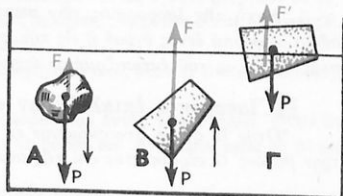
1 Παράτηρησις. "Αν αφήσωμεν ένα λίθον έντός δοχείου πλήρους ύδατος, θα ίδωμεν ότι θα πέση εις τόν πυθμένα του δοχείου.

Γνωρίζομεν ότι επί του λίθου, όταν ούτος εύρискεται έντός του ύδατος, ένεργούν δύο δυνάμεις αντίθετου φοράς αλλά κατακόρυφου διευθύνσεως: τό βάρος του P, τό όποιον έχει φοράν προς τά κάτω, και ή άνωσις F με φοράν προς τά άνω. Έπειδή τό βάρος είναι μεγαλύτερον από τήν άνωσιν, ο λίθος πίπτει εις τόν πυθμένα του δοχείου $P > F$ (σχ. 1 Α).

● Έάν ώθήσωμεν ένα φελλόν έντός του ύδατος και τόν αφήσωμεν ελεύθερον, ο φελλός άνέρχεται, διότι ή άνωσις είναι μεγαλύτερα από τό βάρος του ($F > P$): έξέρχεται εις τήν επιφάνειαν και μετά μερικώς ταλαντώσεως παραμένει άκίνητος, έπιπλέει (σχ.1 Β, Γ).

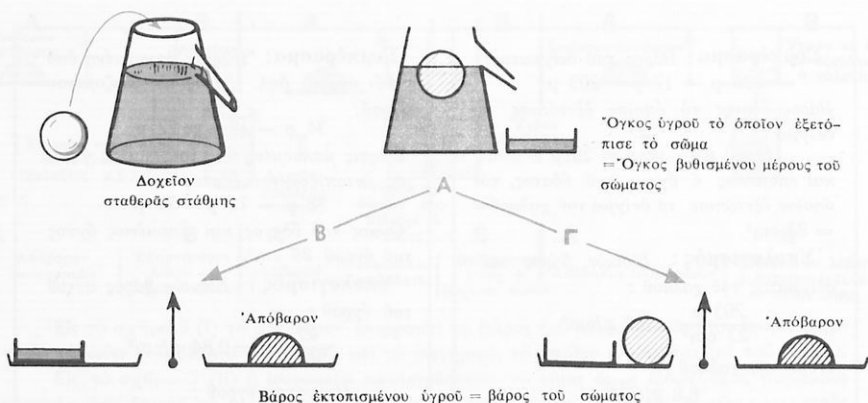
Τούτο συμβαίνει, διότι έν μέρος μόνον του σώματος είναι βυθισμένον και ή νέα άνωσις F' είναι μικροτέρα εκείνης, τήν όποιαν είχαν ή F, όταν όλόκληρον τό σώμα ήτο βυθισμένον έντός του ύδατος ($F' < F$).

Ένώ λοιπόν ή άνωσις καθίσταται μικροτέρα, όταν τό σώμα έξέρχεται του ύδατος, τό βάρος του παραμένει τό αυτό· όταν δέ ή άνωσις γίνη ίση προς τό βάρος, τό σώμα θα ισορροπήση. Η άνωσις και τό βάρος θα είναι τότε δύο δυνάμεις ίσαι και αντίθετου φοράς.



Σχ. 1. Εις τό Α ο λίθος πίπτει εις τόν πυθμένα του δοχείου, $P > F$. Εις τό Β ο φελλός άνέρχεται εις τήν επιφάνειαν, $P < F$. Εις τό Γ ο φελλός ισορροπεί εις τήν επιφάνειαν, $P = F$.

Συμπέρασμα: "Όταν ο φελλός έπιπλέη, ή άνωσις είναι ίση με τό βάρος του.



Σχ. 2. Έπαλήθευσις τῆς ἀρχῆς τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Πείραμα. Θέτομεν ἐντὸς τοῦ δοχείου μὲ τὸν πλευρικὸν σωλῆνα σφαῖρα ἐπιπλέουσα 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' ἀποβάρον, τὸ ὁποῖον θέτομεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Ἐὰν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ὕδατος τοῦ μικροῦ δοχείου τοποθετήσωμεν τὴν σφαῖρα, 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 οἰονδήποτε ἄλλο ὑγρὸν.

Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. Ὅταν ἐν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὑγροῦ, τὸ βάρος τοῦ σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

2 Ἴσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Ὅταν ἐν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐν ἰσορροπία, ἐπιπλέῃ, τὸ κέντρον ἀνώσεως 1K καὶ τὸ κέντρον βάρους G εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακόρυφου (σχ. 5).

Σχ. 3. Ἐν παιγνίδιον («ὁ κολυμβητής»): Ἄν πιέσωμεν τὴν μεμβράνην, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν «κολυμβητήν», ὅστις λόγῳ τοῦ βάρους, τὸ ὁποῖον λαμβάνει, πίπτει.

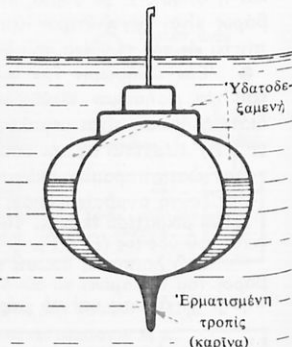
$$P > F$$

Ἄν διακόψωμεν τὴν πίεσιν, τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζεται ἀπὸ τὸν «κολυμβητήν», ὁ ὁποῖος γίνεται ἑλαφρὸς καὶ, ὡς ἐκ τούτου, ἀνέρχεται:

$$P < F$$



Σχ. 4. Ἐγκρασία τομῆ ἑνὸς ὑποβρυχίου: Λόγῳ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰσάγεται εἰς τὴν ὕδατοδεξαμενῆν, μεταβάλλεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου, ὥστε νὰ δύναται νὰ πλέῃ καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ κάτωθεν αὐτῆς.



(1) Κέντρον ἀνώσεως εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

● Είς τὸ σχῆμα 5 Α τὸ κέντρον βάρους τοῦ σω-
λῆνος εὐρίσκεται κάτω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Τὸ
σῶμα ἔχει εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.

● Είς τὸ σχῆμα 5 Β, Γ τὸ κέντρον βάρους εὐρί-
σκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Ὅταν ὁμως ἀπο-
μακρύνωμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας
του, τὸ σχῆμα τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ μεταβάλλ-
εται καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως ἀλλάσσει θέσιν.

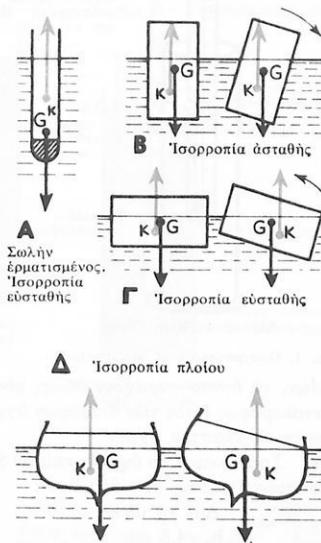
● Είς τὸ σχῆμα 5 Β ἢ συνδυασμένη δράσις τῶν
δύο δυνάμεων F καὶ P αὐξάνει τὴν κλίσιν τοῦ σώμα-
τος καὶ τὸ σῶμα πίπτει. Ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθῆς.

● Ἀντιθέτως εἰς τὸ σχῆμα 5 Γ ἡ δράσις τῶν δυ-
νάμεων ἀντιτίθεται εἰς τὴν κλίσιν τοῦ σώματος καὶ
τὸ ἐπαναφέρει εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας. Ἡ ἰσορροπία
τοῦ σώματος εἶναι εὐσταθῆς.

● Εἰς τὸ σχῆμα 5 Δ παρατηροῦμεν, διατί τὸ
πλοῖον ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας, ὅταν
κλίνη, ἄν καὶ τὸ κέντρον βάρους εὐρίσκεται ἄνω τοῦ
κέντρου ἀνώσεως.

Διὰ νὰ παραμένῃ σταθερὸν τὸ κέντρον βάρους,
τὰ βαρῆ ἐμπορεύματα τοποθετοῦνται εἰς τὰ κατώ-
τερα διαμερίσματα τοῦ πλοίου. Διὰ τὸν αὐτὸν λό-
γον τὰ πετρελαιοφόρα μεταφέρουν τὸ πετρέλαιον
ἐντὸς χωριστῶν διαμερισμάτων.

Τί θὰ συνέβαινεν εἰς ἀντίθετον περίπτωσιν ;



Σχ. 5. Ἰσορροπία ἐπιπλέοντων σωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὅταν ἓν σῶμα εἶναι βυθισμένον ἐξ ὀλοκλήρου ἐντὸς ὑγροῦ, ἐνεργοῦν ἐπ' αὐ-
τοῦ 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 καταστῆ
ἴση πρὸς τὸ βάρος του (P), ἰσορροπεῖ (ἐπιπλέει).

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν: Ὅταν ἓν
σῶμα ἰσορροπεῖ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του, τὸ βάρος του εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος
τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

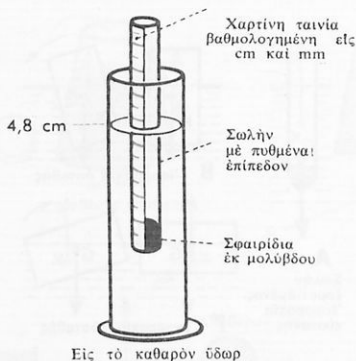
3. Ὅταν ἓν σῶμα ἐπιπλέῃ, ἰσορροπεῖ, ἐὰν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως
εὐρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακόρυφου.

Δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εὐρίσκεται τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς πλοίου χαμηλότερον τοῦ κέν-
τρου ἀνώσεως· ὅσον ὁμως χαμηλότερον εὐρίσκεται, τόσοσιν σταθερωτέρη εἶναι ἡ ἰσορροπία του.

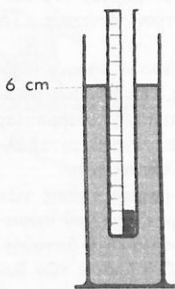
29ῸΝ ΜΑΘΗΜΑ : Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὴν μέτρησιν τῆς πυκνό-
τητος τῶν ὑγρῶν.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ

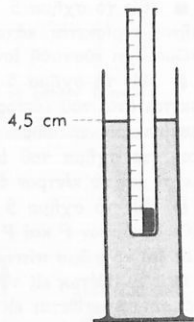
1 *Πείραμα.* Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ὑαλίνου σωλῆνος χαρτίνην ταινίαν, βαθμο-
λογημένην εἰς χιλιοστά, καὶ ρίπτομεν εἰς τὸν σωλῆνα μερικά σκάγια (σχ. 1). Ὁ πυθμὴν τοῦ
σωλῆνος εἶναι ἐπίπεδος. Ἐὰν θέσωμεν διαδοχικῶς τὸν σωλῆνα ἐντὸς τριῶν κυλινδρικών δο-



Εις τὸ καθαρὸν ὕδωρ



Εις τὸ οἶνόπνευμα



Εις τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ

Σχ. 1. Πραγματοποιήσεις πυκνόμετρου

χείων, τὰ ὅποια περιέχουν ὕδωρ, οἶνόπνευμα καὶ ἄλμην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ ἐπιπλέη κατακορύφως ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι διάφορον εἰς ἕκαστον ὑγρὸν.

● Σημειώσωμεν τὸ ὕψος h καί, ἂν S εἰς cm^2 εἶναι ἡ τομὴ τοῦ σωλήνος, τότε ὁ ὄγκος V τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι :

Διὰ τὸ ὕδωρ

$$h_1 = 4,8 \text{ cm}$$

$$V_1 = (4,8 \times S) \text{ cm}^3$$

διὰ τὸ οἶνόπνευμα

$$h_2 = 6 \text{ cm}$$

$$V_2 = (6 \times S) \text{ cm}^3$$

διὰ τὴν ἄλμην

$$h_3 = 4,5 \text{ cm}$$

$$V_3 = (4,5 \times S) \text{ cm}^3$$

Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων εἰς τὰ ὑγρά, τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ εἶναι ἴσον πρὸς τὸ σταθερὸν βάρος τοῦ σωλήνος.

Ὁ σωλήν θὰ ἐκτοπιζῆ τὸ αὐτὸ βάρος ὑγροῦ, οἰονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ ὑγρὸν τοῦτο, θὰ διαφέρῃ δὲ μόνον ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, δηλαδὴ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνος.

Τὸ βάρος $(4,8 \times S) \text{ cm}^3$ ὕδατος, ἢ $(4,8 \times S) p$
εἶναι ἴσον

πρὸς τὸ βάρος $(6 \times S) \text{ cm}^3$ οἰνοπνεύματος ἢ πρὸς τὸ βάρος $(4,5 \times S) \text{ cm}^3$ ἄλμης

$$\text{δηλ. } \rho_\sigma \times (6 \times S) p$$

$$\rho_\sigma = \frac{4,8 \times S}{6 \times S} = \frac{4,8}{6} = 0,8$$

$$\text{δηλ. } \rho'_\sigma \times (4,5 \times S) p$$

$$\rho'_\sigma = \frac{4,8 \times S}{4,5 \times S} = \frac{4,8}{4,5} = 1,07$$

2 Πυκνόμετρα.

Δυνάμεθα νὰ βαθμολογήσωμεν τὸν σωλήνα ἀμέσως εἰς **σχετικὴν πυκνότητα**. Πρὸς τοῦτο τὸν θέτομεν ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος καὶ ἐκεῖ, ὅπου φθάνει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος, σημειώσωμεν τὴν ὑποδιαίρεσιν 1. Τὰ ὑγρά, τὰ ὅποια ἔχουν πυκνότητα μικροτέραν τοῦ 1, φθάνουν ἄνω τῆς ὑποδιαίρεσεως 1, ἐνῶ ἐκεῖνα, τὰ ὅποια ἔχουν μεγαλυτέραν τοῦ 1, φθάνουν κάτω τῆς ὑποδιαίρεσεως 1.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μεγαλυτέραν προσέγγισιν, πρέπει ὁ σωλήν νὰ εἶναι μικρᾶς τομῆς. Διατί ;

● Τὸ πυκνόμετρον εἶναι εἰς πλωτῆρ φέρων ἕρμα (σκάγια) καὶ ἐν στέλεχος προσηρμοσμένων εἰς αὐτὸν καὶ βαθμολογημένα εἰς σχετικὴν πυκνότητα.

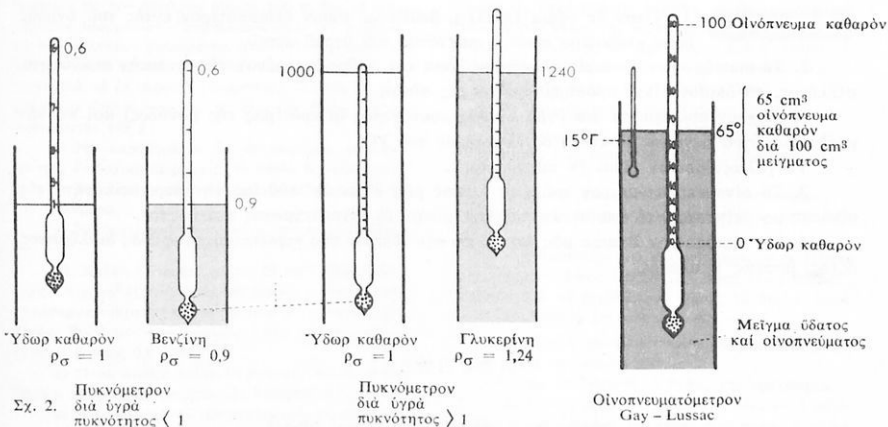
Ἔπαρχουν δύο εἰδῶν πυκνόμετρα :

– Πυκνόμετρα (ἀραιόμετρα) διὰ ὑγρά μικροτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 0,6 ἕως 1.

(ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκειται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους) καὶ

– Πυκνόμετρα διὰ ὑγρά μεγαλυτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 1–2. (ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὑρίσκειται εἰς τὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους).

Τὸ **γαλακτόμετρον**, τὸ ὅποιον χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξακριβῶσιν τῆς καθαρότητος τοῦ γάλακτος, εἶναι ἐν πυκνόμετρον. Τὸ καθαρὸν γάλα ἔχει πυκνότητα περίπου 1,03. Τὸ γάλα, τοῦ ὁποίου ἡ πυκνότης εἶναι 1,025, ἔχει ἀραιωθῆ δι' ὕδατος.



Σχ. 2. Πυκνόμετρον διά υγρά πυκνότητος < 1

Πυκνόμετρον διά υγρά πυκνότητος > 1

Οινόπνευματόμετρον Gay - Lussac

3 Οινόπνευματόμετρον - Άραιόμετρον.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πυκνότης ἐνὸς μείγματος ἐξ οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος εἶναι συνάρτησις τῆς περιεκτικότητος τοῦ μείγματος εἰς οἰνόπνευμα καὶ ὕδωρ.

Καταλλήλως βαθμολογημένον πυκνόμετρον δύναται, ὡς ἐκ τούτου, νὰ μᾶς παρέχῃ ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἐνὸς τοιούτου μείγματος εἰς οἰνόπνευμα.

Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac δεῖκνυε 0° εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ καὶ 100° εἰς τὸ καθαρὸν οἰνόπνευμα. Ὄταν τὸ οἰνοπνευματόμετρον βυθίζεται εἰς τὴν ὑποδιαίρειν 60° εἰς ἓν μείγμα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος, τότε τὸ διάλυμα αὐτὸ ἔχει περιεκτικότητα 60 cm³ οἰνοπνεύματος εἰς τὰ 100 cm³ τοῦ μείγματος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 15° C.

Ἄν ἡ θερμοκρασία εἶναι διαφορητική, θὰ πρέπη νὰ διορθώσωμεν τὴν εὐρεθείαν ἐνδείξιν τῆ βοήθειαι ἐδικῶν πινάκων, οἱ ὅποιοι συνοδεύουν τὸ οἰνοπνευματόμετρον.

Τὸ οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς διὰ μείγματα οἰνοπνεύματος καὶ ὕδατος.

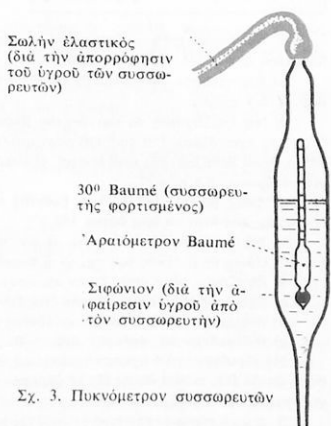
Ἡ πυκνότης ἐνὸς διαλύματος ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς περιεκτικότητος τοῦ διαλύματος.

Τὸ ἀραιόμετρον Baume εἶναι ἓν πυκνόμετρον, τὸ ὅποιον δίδει ἀπ' εὐθείας τὴν περιεκτικότητα ἐνὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἄλατος.

Εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ τὸ ἀραιόμετρον αὐτὸ βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρειν 0° (εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ στελέχους). Εἰς διάλυμα 15 g μαγειρικοῦ ἄλατος εἰς 85 g ὕδατος (100 g διαλύματος) βυθίζεται ἕως τὴν ὑποδιαίρειν 15°. Τὸ διάστημα 0°-15° χωρίζεται εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ αἱ ὑποδιαίρεισεις συνεχίζονται καὶ κάτω τοῦ 15° ἕως τὸ 66° (εἰς τὴν βᾶσιν τοῦ στελέχους).

Ἡ ὑποδιαίρεισις αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς ὑγρὸν πυκνότητος 1,84 (καθαρὸν θεϊκὸν δέυ).

Τὸ ἀραιόμετρον Baume χρησιμοποιεῖται ἰδιαίτερως πρὸς ἐξακριβωσιν τῆς περιεκτικότητος τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος εἰς τὸν ἠλεκτρολύτην τῶν συσσωρευτῶν.



Σχ. 3. Πυκνόμετρον συσσωρευτῶν

1. Όταν έν σώμα επιπλέη, βυθίζεται τόσον περισσότερο έντός του ύγρου, όσον μικρότερα είναι ή πυκνότης του ύγρου αυτού.

2. Το πυκνόμετρον είναι εις πλωτήρ με έρμα και βαθμολογημένον εις σχετικήν πυκνότητα στέλεχος, τό όποιον είναι προσηρμοσμένον εις αυτόν.

Υπάρχουν πυκνόμετρα διά ύγρά μικράς πυκνότητος (μικροτέρας της μονάδος) και πυκνόμετρα διά ύγρά μεγάλης πυκνότητος (άνωτέρας του 1).

Τό γαλακτόμετρον είναι έν πυκνόμετρον.

3. Το οινόπνευματόμετρον του Cay Lussac μάς δίδει άπ' ευθείας την περιεκτικότητα εις οινόπνευμα μείγματος, τό όποιον άποτελείται μόνον έξ οινόπνευματος και ύδατος.

4. Το άραιόμετρον Baume μάς επιτρέπει την εύρεσιν της περιεκτικότητος ενός διαλύματος όξέος, βάσεως ή άλλας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρά 7η : 'Αρχή του 'Αρχιμήδους

1. Άνωσις του 'Αρχιμήδους

1. Νά ύπολογισθή ή άνωσις, ή όποία ένεργεί επί λίθου όγκου 245 cm^3 , όταν βυθίζεται :

α) Εις καθαρόν ύδωρ, και β) εις έλαιον ειδικού βάρους $0,9 \text{ p/cm}^3$.

2. Νά ύπολογισθή τό φαινόμενον βάρος λίθου, ό όποιος έχει όγκον 150 cm^3 και πραγματικόν βάρος 305 p , όταν βυθίζεται εις οινόπνευμα. (Ειδικόν βάρος οινόπνευματος $0,8 \text{ p/cm}^3$).

3. Λίθος βάρους 187 p , όταν βυθισθή εις καθαρόν ύδωρ, φαίνεται νά έχη βάρος 102 p :

α) Νά ύπολογισθή ή άνωσις, ή όποία ένεργεί επί του λίθου, β) ό όγκος του και γ) ή πυκνότης του.

4. Ζυγίζομεν μίαν μεταλλικήν σφαιραν :

α) έξηρητημένην εκ του δίσκου ενός ζυγού : 45 p
β) βυθισμένην έντός άλμυρου ύδατος : 39 p
γ) βυθισμένην εις καθαρόν ύδωρ : 40 p
Νά εύρεθούν : α) ό όγκος της σφαιρας, β) ή άνωσις ή όποία ένεργεί επί αυτής εις τό άλμυρόν ύδωρ και γ) ή πυκνότης του άλμυρου ύδατος.

5. Διά νά εύρωμεν την πυκνότητα ενός κράματος, πραγματοποιούμεν τάς εξής ζυγίσεις :

— Το τεμάχιον του κράματος έξηρητημένον εκ του δίσκου + $12,4 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον.

— Το τεμάχιον βυθισμένον έντός ύδατος + $48,7 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον.

— 310 g ίσορροπούν τό άπόβαρον :

α) Ποία είναι ή πυκνότης αυτού του κράματος ;

β) Ποία είναι ή σχετική πυκνότης του κράματος ;

6. Διά νά εύρωμεν την πυκνότητα ενός διαλύματος, εκτελούμεν τάς εξής μετρήσεις :

— Η σφαιρα έξηρητημένη εκ του δίσκου + $8,2 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον.

— Η σφαιρα βυθισμένη εις τό διάλυμα + $23,8 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον.

— Η σφαιρα βυθισμένη εις τό ύδωρ + $21,2 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον :

α) Ποία είναι ή πυκνότης του διαλύματος ;

β) Ποία ή σχετική του πυκνότης ;

7. Πρός εύρεσιν της σχετικής πυκνότητος μείγματος ύδατος και οινόπνευματος κάμνομεν, δι, και εις τό προηγούμενον πείραμα και διά της ίδιας σφαιρας, ένθα :

— ή σφαιρα βυθισμένη εις τό μείγμα + $19,5 \text{ g}$ ίσορροπούν τό άπόβαρον.

α) Ποία είναι ή πυκνότης του μείγματος ;

β) Ποία είναι ή σχετική του πυκνότης ;

8. Τεμάχιον κράματος χρυσοϋ και χαλκοϋ ζυγίζει 1 Kr . Όταν βυθισθή εις τό ύδωρ, έχει φαινόμενον βάρος $942,4 \text{ p}$. Ποία ή σύστασις αυτού του κράματος; (Σχετική πυκνότητες : χρυσοϋ $19,3$, χαλκοϋ $8,9$).

9. 'Ορειχαλκίνη σφαιρα ζυγίζει 200 p (σχετική πυκνότης όρειχαλκού 8). Βυθισόμενη έντός οινόπνευματος σχετικής πυκνότητος $0,8$ ή ίδια σφαιρα ζυγίζει 112 p :

α) Είναι κενή ή πλήρης ή σφαιρα αυτή ;

Εις την πρώτην περιπτώσιν ποιος ό όγκος του κενού ;

β) Πόσον θά ήτο τό φαινόμενον βάρος αυτής της σφαιρας, εάν ήτο πλήρης και έβυθίζετο εις τό οινόπνευμα ;

10. α) 'Ισορροποϋμεν ζυγόν, θέτοντες εις τόν δεξιόν δίσκον έν άπόβαρον και εις τόν άριστερόν σταθμά 150 g . Όταν έξαρτησωμεν εκ του άριστερου δίσκου ένα χαλκινον κύβον άκμής 2 cm , πρέπει, διά νά διατηρήσωμεν την ίσορροπίαν, νά κρατήσωμεν εις αυτόν τόν δίσκον μόνον 80 g . Ποία είναι ή πυκνότης του χαλκού ;

β) 'Εάν βυθίσωμεν τόν οϋτω έξηρητημένον κύβον έξ όλοκληρου εις τά διαλύματαθεικού χαλκού σχετικής πυκνότητος $1,1$, πρέπει νά προσθέσωμεν σταθμά επί του δίσκου του, διά νά διατηρηθή ή ίσορροπία. Ποιον είναι τό όλικόν βάρος των σταθμών εις τόν δίσκον αυτόν ;

11. 'Εάν έξαρτησωμεν εκ του δίσκου ενός ζυγού διά νήματος μάζης 2g τεμάχιον μολύβδου, πρέπει νά

θέσωμεν εις τόν δεύτερον δίσκον 500 g, διά νά ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν. Ἐπαναλαμβάνομεν τό πείραμα μέ τόν μολύβδον βυθισμένον πρῶτον ἐντός καθαροῦ ὕδατος, ὅποτε χρειάζονται 465 g εις τόν δεύτερον δίσκον, διά νά ἐπιτύχωμεν ἰσορροπίαν. Ἐπειτα μέ τόν μολύβδον βυθισμένον εις τό ἄλμυρόν ὕδωρ, ὅποτε ἀπαιτοῦνται 449 g :

α) Νά παρασταθοῦν δι' ἀντιστοιχῶν σχεδίων τά τρία διαδοχικά πειράματα, τά ὁποῖα ἐξετελέσωμεν.
β) Νά ὑπολογισθοῦν ὁ ὄγκος καί ἡ πυκνότης τοῦ μολύβδου.

γ) Νά ὑπολογισθῇ ἡ πυκνότης τοῦ ἄλμυροῦ ὕδατος.

12. Χαλκίνη σφαῖρα ὄγκου 20 cm³ εἰδικοῦ βάρους 8,9 g/cm³ ἐξαρτάται ἐκ τοῦ δίσκου Α ἐνός ζυγοῦ. Ἀπόβαρον τιθέμενον εις τόν δίσκον Β ἰσορροπεῖ τόν ζυγόν. Βυθίζομεν τήν σφαῖραν ἐντός οἰκονεύματος εἰδικοῦ βάρους 0,8 g/cm³ :

α) Πόσα σταθμά πρέπει νά θέσωμεν καί εις ποῖον δίσκον πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ;

β) Βυθίζομεν αὐτήν τήν σφαῖραν εις ὑγρόν ἀγνώστου πυκνότητος. Ἐάν προσθέσωμεν εις τόν ἴδιον δίσκον 14,6 g, ποῖα εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ ;

II. Ἐπιπέδοντα σώματα

13. α) Τεμάχιον πάγου βάρους 1 Κρ καί εἰδικοῦ βάρους 0,92 g/cm³ ἐπιπλεῖ ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Πόσον μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι βυθισμένον εις τό ὕδωρ καί πόσον εὑρίσκειται ἐκτός τούτου ;

β) Σημειώνομεν διά μιά γραμμῆς τήν στάθμην τοῦ ὕδατος εις τό δοχεῖον. Ὄταν τακῆ ὁ πάγος, θά μεταβληθῇ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ; Καί διατί ;

14. Λέμβος κενῆ ἔχει βάρους 200 Κρ. Ποῖον ὄγκον ὕδατος ἐκτοπίζει ; καί πόσον ὅταν ἐντός αὐτῆς εὑρίσκονται δύο ἐπιβάται, οἱ ὁποῖοι μετά τῶν ἀποσκευῶν τῶν ζυγίζουν 160 Κρ :

α) Εἰς τό καθαρόν ὕδωρ ;

β) Εἰς τό θαλάσσιον ὕδωρ ; (σχετική πυκνότης 1,03).

15. Ξύλινος κυλινδρὸς τομῆς 10 cm² ἐρματίζεται εις τό κάτω μέρος του δι' ἐνός μολύβδινου δίσκου ἴδιας τομῆς, ὅποτε ἀποκτᾷ ὀλίγον ὕψος 20 cm. Τόν θέτομεν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἐνθα ἐπιπλεῖ, καί τό βυθισμένον μέρος του ἔχει ὕψος 16 cm.

Πόσον εἶναι τό πάχος τοῦ δίσκου ; (σχετική πυκνότης ξύλου 0,7 καί μολύβδου 11).

Τό ὕψος αὐτό ἐξαρτάται ἀπό τήν τομῆν τοῦ κυλινδρῶν ;

16. Τεμάχιον χαλκοῦ βάρους 242 p ἐπιπλεῖ εις ὑδράργυρον : α) Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ βυθισμένου μέρους ;

β) Ποῖαν δύναμιν πρέπει ν' ἀσκήσωμεν εις αὐτό τό τεμάχιον, διά νά τό βυθίσωμεν ὁλόκληρον ἐντός τοῦ ὑδραργύρου ; (σχετική πυκνότης χαλκοῦ 8,8· ὑδραργύρου 13,6).

17. Θέτομεν τεμάχιον μετάλλου ἐντός ὀγκομετρικοῦ δοχείου, τό ὁποῖον περιέχει ὕδωρ μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 63 cm³. Παρατηροῦμεν ὅτι τό μέταλλον βυθίζεται, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εις τήν ὑποδιαίρεσιν 77 cm³. Τό ἴδιον τεμάχιον θέ-

τομεν εις ὀγκομετρικόν δοχεῖον, τό ὁποῖον περιέχει ὑδράργυρον μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 57 cm³. Τό μέταλλον ἐπιπλεῖ εις τόν ὑδράργυρον, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἀνέρχεται εις τήν ὑποδιαίρεσιν 65 cm³ :

α) Ποῖα ἡ πυκνότης τοῦ μετάλλου ;

β) Ποῖα ἡ σχετική του πυκνότης ;

18. Τεμάχιον φελλοῦ, ὄγκου 120 cm³ καί εἰδικοῦ βάρους 0,25 P/cm³, ἐπιπλεῖ εις τήν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος :

α) Πόσῃ ἀνωσιν δέχεται ὑπό τοῦ ὕδατος ;

β) Πόσος εἶναι ὁ ἐκτός ὕδατος ὄγκος τοῦ φελλοῦ ;

γ) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ βάρους 50 p. Πόσος εἶναι τώρα ὁ ὄγκος τοῦ φελλοῦ, ὅστις δέν βυθίζεται ; Ποῖον εἶναι τό μεγαλύτερον βάρους, τό ὁποῖον δύναμεθα νά θέσωμεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ ;

19. Κοιλῆ χαλκίνη σφαῖρα βάρους 1320 p ζυγίζει ἐντός τοῦ ὕδατος 1095 p :

α) Νά ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τῆς κοιλότητος.

β) Ἐάν ἡ μᾶσα τοῦ χαλκοῦ παραμείνῃ ἡ αὐτή, ποῖον ὄγκον πρέπει ν' ἀποκτήσῃ διαδοχικῶς ἡ κοιλότης, διά νά ἰσορροπῆ ἡ σφαῖρα : α) ἐντός τοῦ ὕδατος ; καί β) ἐντός τοῦ οἰκονεύματος ;

(Πυκνότητες : χαλκοῦ 8,8 g/cm³, οἰκονεύματος 0,8 g/cm³).

20. Κύλινδρος ἐκ φελλοῦ, βάρους 69,3 p, ἔχει διάμετρον 7 cm καί ὕψος 6 cm : α) Πόση εἶναι ἡ πυκνότης του ;

β) Ἐάν ὁ κύλινδρος ἐπιπλεῖ εις τό ὕδωρ καί ἡ βάσις του εἶναι ὀριζοντία, πόσον ὕψος ἔχει τό ἀναδύομενον μέρος του ;

γ) Πόσον εἶναι αὐτό τό ὕψος, ὅταν ὁ κύλινδρος ἐπιπλεῖ ἐπὶ οἰκονεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8 ; (π = 22/7).

III. Πυκνόμετρα

21. Σωλῆν ἐντελῶς κυλινδρικός φέρων ἔρμα ἔχει τομῆν ἐμβαδοῦ 4 cm² καί βάρους 60 p :

α) Πόσον εἶναι τό μήκος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνος ἐντός ὑγροῦ πυκνότητος : 0,7 g/cm³ ; 0,8 g/cm³ ; 1 g/cm³ ; 1,2 g/cm³ ; 1,4 g/cm³ ; 1,6 g/cm³ ;

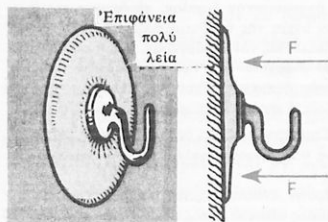
β) Νά κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη, ἡ ὁποῖα παριστᾷ τὰς μεταβολάς τοῦ μήκους τοῦ βυθισμένου μέρους συναρτήσει τῶν πυκνοτήτων τῶν χρησιμοποιουμένων ὑγρῶν. Θέτομεν εις τόν ἀξονα ΟΧ τὰς πυκνότητας, λαμβάνοντες ὡς ἀρχήν Ο τό 0,7 g/cm³ καί 1 cm διά 0,1 g/cm³ καί εις τόν ἀξονα ΟΥ τὰ μήκη τοῦ βυθισμένου μέρους, λαμβάνοντες ὡς ἀρχήν τό Ο καί 1 cm δι' ἕκαστον 1 cm βυθισμένου μήκους.

22. Πυκνόμετρον βάρους 16,5 p ἀποτελεῖται ἐξ ἐνός πλωτήρος, ὄγκου 16 cm³ φέροντος ἔρμα, καί ἐνός ἰαλίνου βαθμολογημένου σωλήνος, τομῆς 0,5 cm² :

α) Θέτομεν τοῦτο ἐντός καθαροῦ ὕδατος : Εἰς ποῖον ὕψος ἀνωθεν τοῦ πλωτήρος θά ἀνέλθῃ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ;

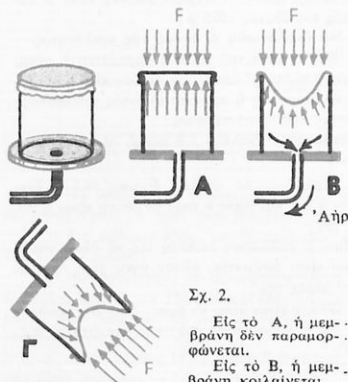
β) Θέτομεν τοῦτο ἐντός ὑγροῦ, ἀγνώστου πυκνότητος. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται 23 cm ἀνω τοῦ πλωτήρος. Ποῖα εἶναι ἡ σχετική πυκνότης αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ ;

Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ



Σχ. 1. "Άγκιστρον «βεντοζα».

Ο ελαστικός δίσκος κρατείται επί της λείας επιφάνειας από την πιεστική δύναμιν του αέρος.



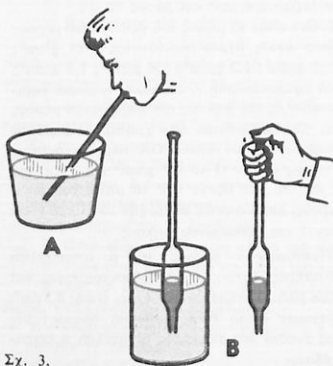
Σχ. 2.

Είς τὸ Α, ἡ μεμβράνη δὲν παραμορφώνεται.

Είς τὸ Β, ἡ μεμβράνη κοιλαινεται.

Είς τὸ Γ, τὸ ἀποτέ-

λεσμα εἶναι τὸ αὐτό, ὅπως καὶ ἂν στρέψωμεν τὴν μεμβράνην.



Σχ. 3.

Α: Τὸ καλάμακι. Διατί τὸ ὕγρον ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλήνα;

Β: Τὸ σιφώνιον. Ποία δύναμις ἐμποδίζει τὸ ὕγρον νὰ κυθῆ;

1 Δυνάμεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος.

α) Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν ἐπὶ ἐπιπέδου ὕαλου τὸν ελαστικὸν δίσκον τοῦ σχήματος 1 καὶ θελήσωμεν νὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἔλκοντες αὐτὸν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου, δὲν θὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ἄνευ δυσκολίας. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν ὁμῶς ἐλαφρῶς τὰ χεῖλη τοῦ δίσκου, θὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἄνευ προσπαθείας.

β) Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἀεραντλίας εὐρὺν κύλινδρον, προσαρμόζοντες ἐπὶ τοῦ ἐτέρου ἀνοίγματος ελαστικὴν μεμβράνην. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν αἶρα ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ κυλίνδρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνη κοιλαινεται καὶ εἰς τὸ τέλος θραύεται, οἰονδηποτε καὶ ἂν ἔχη προσανατολισμόν. Καθίσταται φανερόν ὅτι ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφάνειας τῆς ἐνεργεῖ μία πιεστικὴ δύναμις (σχ. 2).

2 Ἐξήγησις τῶν δύο πειραμάτων.

α) Δὲν δυνάμεθα ν' ἀποκολλήσωμεν τὸν δίσκον ἐκ τῆς ὕαλου, διότι εἰς τὴν ἔλειν, τὴν ὅποιαν ἀσκούμεν ἐπ' αὐτοῦ, ἀντιδρᾷ ἕτερα δύναμις.

Ἡ δύναμις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος, ἀφοῦ ὁ δίσκος εἰς τὴν ἐξωτερικὴν του ἐπιφάνειαν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μόνον μετ' αὐτοῦ.

β) Πρὸ τῆς ἐνάρξεως λειτουργίας τῆς ἀντλίας ἡ μεμβράνη εἶναι ἐπίπεδος, διότι ἡ δὲν ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτῆς δύναμις ἢ ἐνεργοῦν δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις.

Ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ αἵρος, ἡ μεμβράνη κοιλαινεται, διότι μία δύναμις πιέζει τὴν ἐξωτερικὴν τῆς ἐπιφάνειαν. Ἐπειδὴ ἡ δύναμις αὕτη θὰ προϋπήρχε, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ μεμβράνη πιέζεται καὶ ἐκ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς διὰ δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων. Ὅσον ἀφαιροῦμεν τὸν αἶρα, ἡ ἔντασις τῆς ἐσωτερικῆς δυνάμεως ἐλαττοῦται, ὅποτε ἡ σταθερὰ ἐξωτερικὴ δύναμις κοιλαινεῖ τὴν μεμβράνην.

Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ ἔχει βάρους (1 l αἵρος ζυγίζει περίπου 1,3 p), πιέζει, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, τὰς ἐπιφάνειας, μὲ τὰς ὅποιαις ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν.

Πλείστα φαινόμενα τῆς καθημερινῆς ζωῆς μαρτυροῦν τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

3 Μέτρησις τοῦ ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως: Πείραμα τοῦ Torricelli.

Πληροῦμεν δι' ὑδραργύρου ὕαλινον σωλήνα, μήκους 1 m· κλείομεν τὸ ἀνοίγμά του διὰ τοῦ δακτύλου μας καὶ τὸν ἀναστρέφομεν ἐντὸς μικρᾶς λεκάνης μὲ ὑδράργγρον οὕτως, ὥστε τὸ στόμιον τοῦ σωλή-

νος να εύρσκηται υπό τήν έπιφάνειαν του ύδραργύρου.

Έάν άποσύρωμεν τόν δάκτυλον μας, ό ύδραργυρος κατέρχεται και ή στάθμη του σταθεροποιείται εις τό σημείον Γ, τό όποϊον εύρσκηται εις ώρισμένον ύψος h έκ τής στάθμης του ύδραργύρου τής λεκάνης. Τό ύψος αυτό είναι 76 cm (σχ. 4), όταν τό πείραμα έκτελήται εις τήν έπιφάνειαν τής θαλάσσης. Παρατηρούμεν ότι ή στάθμη Γ παραμένει εις τό αυτό όριζόντιον έπίπεδον και όταν κλίνωμεν τόν σωλήνα και έάν έπαναλάβωμεν τό πείραμα διά σωλήνων διαφόρων σχημάτων (σχ. 4, 5).

Έξήγησις. "Όταν ό ύδραργυρος κατέρχεται έντός του σωλήνος, τότε ό χώρος, τόν όποϊον κατελάμβανε προηγουμένως ό ύδραργυρος μεταξύ τής στάθμης Γ και τής κορυφής του σωλήνος, παραμένει κενός, διότι ό άήρ δέν δύναται να εισχωρήσει.

Συμφώνως προς τήν θεμελιώδη άρχήν τής υδροστατικής, εις τά δύο σημεία Α και Β, τά όποϊα εύρσκονται εις τό αυτό όριζόντιον έπίπεδον, ένεργεί ή αυτή πίεσις (σχ. 4 και 6) : $P_A = P_B$.

Εις τό σημείον Α ένεργεί ή άτμοσφαιρική πίεσις· εις τό σημείον Β (εις τήν προκειμένην περίπτωση) ή πίεσις είναι άριθμητικώς ίση προς τό βάρος στήλης ύδραργύρου, ή όποϊα έχει ύψος 76 cm και τομήν 1 cm^2 (σχ. 6). Άφου τό ειδικόν βάρος του ύδραργύρου είναι $13,6 \text{ p/cm}^3$,

$$P = 13,6 \text{ p/cm}^3 \times 76 \text{ cm} = 1033 \text{ p/cm}^2$$

δεχόμεθα ότι αύτη άποτελεί τήν μέσην πίεσιν ένός τόπου, ό όποϊος εύρσκηται εις τό ύψος τής στάθμης τής θαλάσσης και εις γεωγραφικόν πλάτος 45° , λέγεται δέ **πίεσις μιās φυσικής άτμοσφαιρας**.

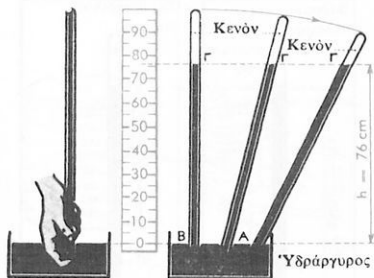
$$\text{Πίεσις μιās φυσικής άτμοσφαιρας} \\ = 1 \text{ Atm} = 1013,3 \text{ millibars}$$

εις τήν θερμοκρασίαν 0° C εις τήν στάθμην τής θαλάσσης και εις γεωγραφικόν πλάτος 45° .

Εις τήν Μετεωρολογίαν χρησιμοποιείται ή μονάς Bar, ή millibar (mBar) και ή μικρομπάρ (μBar). Η σχέσης τής mBar προς τήν πίεσιν μιās φυσικής άτμοσφαιρας είναι : $1 \text{ Atm} = 1013,3 \text{ mBar}$.

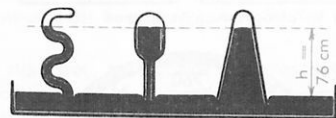
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ό άτμοσφαιρικός άήρ άσκει πίεσιν έφ' έκάστης έπιφανείας, μετά τής όποϊας έρχεται εις έπαφήν.
2. Η δύναμις, ή όποϊα συγκρατεί τούς έλαστικούς δίσκους έπί τών λείων έπιφανειών και αναγκάζει τά υγρά ν' άνέρχονται εις τά σιφόνια, τά σύριγγας, τά σταγονόμετρα κλπ., όφείλεται εις τήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν.
3. Η πίεσις τής φυσικής άτμοσφαιρας ίσορροπεί στήλην ύδραργύρου, τομής 1 cm^2 και ύψους 76cm κατά μέσον όρον εις τήν στάθμην τής θαλάσσης, ίσοῦται δέ προς $1033,6 \text{ p/cm}^2$ ή $1013,3 \text{ mBar}$.

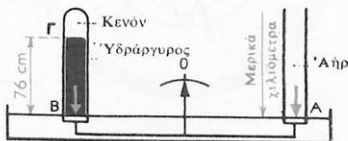


Σχ. 4. Σωλήν Torricelli.

Η στάθμη του ύδραργύρου εις τόν σωλήνα κατέρχεται εις ύψος 76 cm περίπου, οιαδήποτε και άν είναι ή κλίσις του σωλήνος.



Σχ. 5. Τό ύψος h του ύδραργύρου δέν εξαρτάται έκ του σχήματος του σωλήνος ούτε έκ του έμβαδού τής τομής του.



Βάρος του ύδραργύρου = Βάρος άέρος

Σχ. 6. Η στήλη του ύδραργύρου ίσορροπεί στήλην άέρος τής αυτής τομής και ύψους όσον είναι τό πάχος τής άτμοσφαιρας.

ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ

Είναι ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου μετροῦμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

1 Τὸ Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

● Τοῦτο (σχ. 1) εἶναι εἰς σωλὴν Torricelli. Ἡ διάμετρος τῆς λεκάνης τοῦ Γ εἶναι πολὺ μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν διάμετρον τοῦ σωλήνος 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 ὑποδιαίρεσεων τῆς πλακῆς ὅτι ἀντιστοιχεῖ πάντοτε εἰς τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

Ἐστω ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα φάνει εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 752 mm. Εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν ὁ ὑδραργύρος ἰσορροπῆ, 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 ἰσορροπῆ στήλῃν ὑδραργύρου, ὕψους 752 mm, λέγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐκεῖνην τὴν στιγμήν εἶναι 752 mm ὑδραργύρου.

2 Τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον.

Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον παρουσιάζει μέγαν ὄγκον, εἶναι εὐθραυστον καὶ μεταφέρεται δυσκόλως. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον, εἰς τὸ ὁποῖον τὴν πιεστικὴν δύναμιν τῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις ἑνὸς ἐλατηρίου.

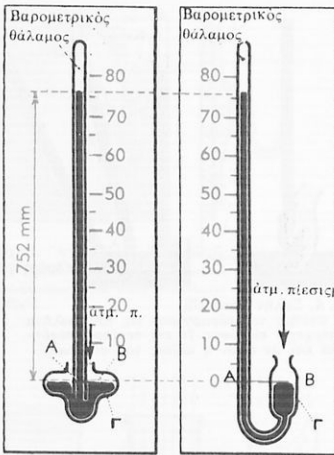
● Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς κυλινδρικοῦ τυμπάνου μὲ μεταλλικά ἐλαστικά τοιχώματα.

● Τί θὰ συμβῆ, ἐὰν ἐξαχθῇ ὁ ἀήρ ἐξ αὐτοῦ τοῦ τυμπάνου ;

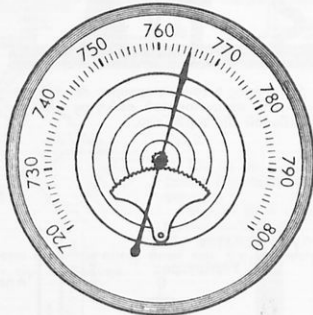
Ἐὰν προηγουμένως προσαρμόσωμεν ἓν ἐλατήριο εἰς τὸ ἐσωτερικόν του, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχ. 2, τότε τί θὰ ἐπιτύχωμεν ;

● Ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἐλατηρίου εἶναι σταθερὰ καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν πιεστικὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ τυμπάνου, καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἐλαστικὴ ἐπιφάνεια του παρακολουθεῖ τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

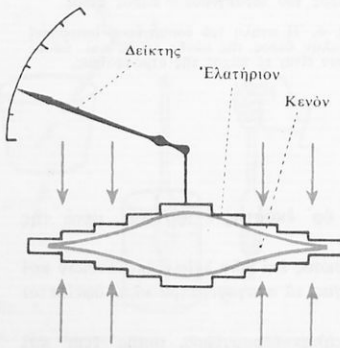
● Αἱ παραμορφώσεις αὐταί, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν, μεταδίδονται εἰς δείκτην, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθεν πλακῆς μὲ ὑποδιαίρεσεις. Ἡ πλᾶξ αὕτη βαθμολογεῖται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.



Σχ. 1. Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον

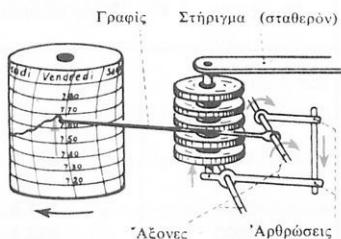
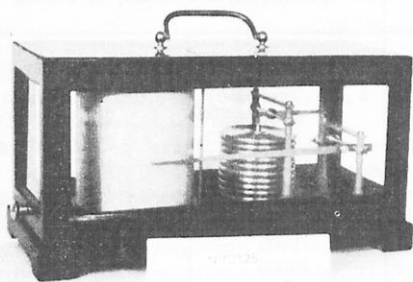


Μεταλλικὸν βαρόμετρον



Σχ. 2. Ἀρχὴ τοῦ μεταλλικοῦ βαρομέτρου

3 Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον.



Σχ. 3 Ἄρχὴ τοῦ αὐτογραφικοῦ βαρομέτρον (Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν κίνησιν εἰς τὴν περιπτώσιν αὐξήσεως τῆς πίεσεως).

Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον, διὰ νὰ εἶναι εὐαίσθητότερον, ἀποτελεῖται ἐκ πολλῶν βαρομετρικῶν τυμπάνων, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν στήλην.

Τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως παρακολουθεῖ ἐν στέλεχος, τὸ ὁποῖον καταλήγει εἰς γραφίδα γλυκερινοῦχου μελάνης.

Τὸ στέλεχος ἀκολουθεῖ τὰς παραμορφώσεις τοῦ τυμπάνου, παλλόμενον εἰς κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐνῶ ἡ γραφίς, ἡ ὁποία ἀπτεται τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς κυλίνδρου, ἐκτελοῦντος μίαν πλήρη περιστροφὴν εἰς μίαν ἑβδομάδα, σημειώνει καθ' ἑκάστην στιγμὴν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.



Ὁ κύλινδρος περιβάλλεται διὰ χαρτίνης τοινίας, ἐνθα σημειοῦνται αἱ ἡμέραι καὶ αἱ ὥραι ἐπ' αὐτῆς ἡ γραφίς γράφει μίαν καμπύλην, ἡ ὁποία μᾶς ἐπιτρέπει τὴν παρακολούθησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐντὸς καθωρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

Τὸ βαρογράφημα αὐτὸ δεικνύει τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ διὰ χρονικὸν διάστημα μῆς 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 ἴδιαν στιγμὴν εἰς ὕψος 1000 m τὸ πολὺ 675 mm.

● **Ἐξήγησις :** Ὅταν ἀνερχώμεθα κατὰ 10 m εἰς χαμηλὰ ὕψη, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδαρρυγούρου ἐλαττοῦται τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ἀέρος, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος 10 m.

Ὁ ὄγκος του θὰ εἶναι $1000 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm}^2 = 1000 \text{ cm}^3$ ἢ 1 l ἢ 1 dm^3 .

Ύψος (εις m)	Πίεσις εις mmHg	Ύψος (εις m)	Πίεσις εις mmHg
—	—	—	—
0	760	8000	267
1000	674,1	9000	230,6
2000	596,2	10000	198,3
3000	525,8	11000	169,7
4000	462,3	12000	145,0
5000	405,2	15000	97,3
6000	353,9	20000	41,0
7000	308	30000	8,5

Τὸ βάρος ἑνὸς λίτρου ἀέρος γνωρίζομεν ὅτι εἶναι 1,3 p καὶ εἶναι ἴσον περίπου πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἢ ὅποια ἔχει μῆκος 1 mm καὶ τομὴν 1 cm². Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται κατὰ 1 mm, ὅταν ἀνερχώμεθα 10 m.

5 Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου.

● Ἡ κατάσταση τοῦ καιροῦ ἔαρτάται καὶ ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ μελέτη τῶν μεταβολῶν αὐτῶν ἐν συνδυασμῷ πρὸς ἄλλους παράγοντας (θερμοκρασίας, διεθύνσεως ἀνέμου, ὑγρασίας κ.τ.λ.) μᾶς ἐπιτρέπει μετὰ μεγάλης πιθανότητος νὰ προβλέψωμεν τὸν καιρὸν.

● Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἑνὸς τόπου, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὑψόμετρόν του.

Τὰ ὑψομετρικὰ ὄργανα τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὰ βαροόμετρα, τῶν ὁποίων ἡ πλάξ εἶναι βαθμολογημένη εἰς μέτρα ὕψους καὶ ὄχι εἰς χιλιοστὰ ὑδραργύρου ἢ μιλίμπάρ.

Ἄφοῦ ρυθμίσῃ τοῦτο συμφώνως πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τοῦ ἐδάφους ἐκεῖνην τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦ μεταδίδει ὁ ἀσύρματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸν βαροόμετρον εἶναι σωλὴν Torricelli, βαθμολογημένος εἰς ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστὰ, ὃ ὁποῖος μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετρώμεν τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

2. Εἰς τὸ μεταλλικὸν βαροόμετρον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐλαστικῆς ἐπιφανείας ἑνὸς κενοῦ μεταλλικοῦ τυμπάνου.

Τὰς παραμορφώσεις τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς παρακολουθεῖ εἰς δείκτης, ὃ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθεν βαθμολογημένης πλακός. Ἡ βαθμολόγησις τῆς πλακός γίνεται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαροόμετρον.

3. Τὸ αὐτογραφικὸν βαροόμετρον χαράσσει τὴν καμπύλην τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐντὸς ὀρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

4. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους. Τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὸν βαροόμετρον βαθμολογημένον εἰς μέτρα ὕψους.

5. Τὸ βαροόμετρον χρησιμεύει εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ὑπηρεσίας διὰ τὴν πρόγνωσην τοῦ καιροῦ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Τὸ Μανόμετρον

1) α) Παρατήρησις. Ἐάν ἀνοίξωμεν πρὸς στιγμὴν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου ἢ τοῦ ὑγραερίου, θὰ ἀκούσωμεν ὀδὺν συριγμόν, ὁ ὁποῖος φανερώνει ὅτι τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ὀρμητικῶς ἐξ αὐτῆς.

● Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῆ, ἐάν ἀνοίξωμεν τὴν βαλβίδα ἐλαστικοῦ ποδηλάτου, ἐνῶ συγχρόνως θὰ ἴδωμεν αὐτὸ ἐκκενούμενον (νὰ ξεφουσκώσῃ).

● Τὰ ἀέρια (φωταερίου, ὑγραερίου) ἐντὸς τῶν σωλῆνων καὶ ὁ ἀήρ ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων (ἐλαστικῶν) πιέζουσι τὰ τοιχώματα, ὑπὸ τῶν ὁποίων περιορίζονται.

Ἐὰν εἰς τὰ τοιχώματα αὐτὰ ὑπάρχῃ ἀνοίγμα, ἐπειδὴ ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), τὸ ἀέριον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἀνοίγματος.

β) Μέτρησις. Συνδέομεν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου εἰς *μανόμετρον δι' ὕδατος* (σχ. 1) καὶ μετροῦμεν τὸ ὕψος A μεταξὺ τῆς στάθμης A καὶ B τοῦ ὕγρου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος : 8 cm .

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς ρευστοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου BB' .

Εἰς τὸ σημεῖον B' ἡ πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἠὲν ἠμεν κατὰ τὸ βᾶρος στήλης ὕδατος, τομῆς 1 cm^2 καὶ ὕψους 8 cm , δηλ. 8 p/cm^2 .

● Ἐπειδὴ ἡ αὐτὴ πίεσις ἀσκεῖται καὶ εἰς τὸ σημεῖον B , ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τοὺς σωλῆνας ὑπερβαίνει κατὰ 8 p/cm^2 τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

● Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς σφαιρικὴν φιάλην, κλειστὴν διὰ πώματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται ὑάλινος σωλῆν. Ὁ περιεχόμενος εἰς τὴν φιάλην ἀήρ διαστέλλεται καὶ μέρος του ἐκφεύγει. Συνδέομεν τότε τὸν σωλῆνα τῆς φιάλης πρὸς μανόμετρον δι' ὕδατος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σημεῖον A αὐτὴν τὴν φεραν εὐρίσκεται χαμηλότερον τοῦ σημείου B (σχ. 2).

Ἐάν 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/cm^2 μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

● Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ ἀερίου καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐκείνην τὴν στιγμὴν (75 cmHg) ἑπομένως :

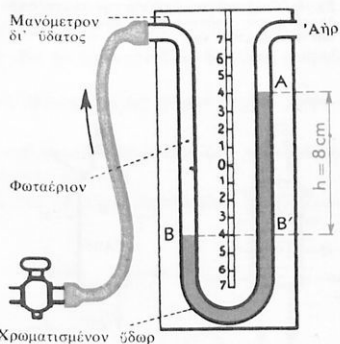
$$13,6 \text{ p/cm}^3 \times 75 \text{ cm} = 1020 \text{ p/cm}^2.$$

Ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλῆνων εἶναι :

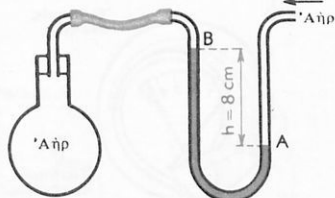
$$1020 \text{ p/cm}^2 + 8 \text{ p/cm}^2 = 1028 \text{ p/cm}^2.$$

Ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς φιάλης εἶναι :

$$1020 \text{ p/cm}^2 - 8 \text{ p/cm}^2 = 1012 \text{ p/cm}^2.$$

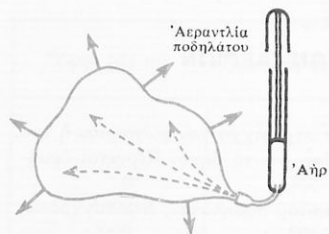


Σχ. 1. Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς τὰς σωλῆνας εἶναι μεγαλύτερα κατὰ 8 p/cm^2 ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν.

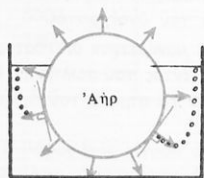


Σχ. 2. Ἡ πίεσις τοῦ θερμοῦ ἀέρος ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm^2 κατωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

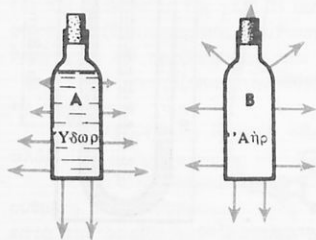
Συμπέρασμα: Τὰ ἀέρια ἕσονται πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι περιορισμένα.



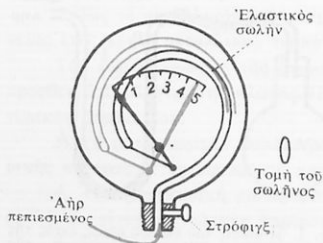
Σχ. 3. Η πίεσις του εισερχομένου αέρος εις την ελαστικήν κύστιν ώθει τά τοιχώματά της.



Σχ. 4. Ο έγκκεκλισμένος εις την κύστιν αήρ άσκει πίεσιν καθέτως πρὸς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 5. Εἰς τὴν φιάλην Α ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν άσκει τὸ ὕδωρ, αὐξάνει μετὰ τὸν βάθος. Εἰς τὴν φιάλην Β ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν άσκει ὁ αήρ, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 6. Μεταλλικὸν μανόμετρον.

2 Χαρακτηριστικὰ τῆς πίεσεως τὴν ὁποίαν άσκοῦν τὰ αέρια.

● Ὅταν πληροῦμεν αέρος τὸν αεροθάλαμον σφαίρας (μπάλας) ποδοσφαίρου, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς ἐκάστην κίνησιν τοῦ ἔμβολου τῆς ἀντλίας πρὸς τὰ μέσα τὰ τοιχώματά του ὤθονται πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τελικῶς ὁ αεροθάλαμος λαμβάνει τὸ σφαιρικὸν του σχῆμα (σχ. 3).

● Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν πλήρη αεροθάλαμον εἰς τὸ ὕδωρ ὑαλίνου δοχείου καὶ τὸν τρυπήσωμεν εἰς διάφορα σημεῖα διὰ βελόνης, παρατηροῦμεν φουσαλλίδας αέρος νὰ ἐξέρχονται κατ' ἀρχὴν καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του καὶ ἔπειτα νὰ διευθύνονται πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 4).

3 Σύγκρισις τῆς πίεσεως ἑνὸς αερίου πρὸς τὴν πίεσιν ἑνὸς ὕγρου (σχ. 5).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὅποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν φιάλην Α, πιέζει διὰ τοῦ βάρους του τὸν πυθμένα καὶ τὰ τοιχώματά της.

Ἡ πίεσις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της. Καὶ ὁ αήρ ἐπίσης λόγῳ τοῦ βάρους του πιέζει τὰ τοιχώματα τῆς φιάλης Β. Ἡ πίεσις ὁμως αὐτὴ εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν παραβλέψωμεν. Διότι, ἐνῶ 1 dm³ ὕδατος ζυγίζει 1 Κρ, 1 dm³ αέρος ζυγίζει 1,3 ρ.

Ἡ πίεσις εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ὀφείλεται εἰς τὴν ἰδιότητα τοῦ ἑκατοῦ τῶν αερίων.

Γνωρίζομεν ὅτι τὰ μόρια τῶν αερίων εὑρίσκονται εἰς συνεχῆ πίεσιν καὶ διὰ τοῦτο προσκρούουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὅποια τὰ περιέχουν.

Αἱ προσκρούσεις αὐταὶ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν πίεσιν τοῦ αερίου.

Συμπέρασμα: Ὁ περιορισμένος ἐντὸς δοχείου αήρ άσκει πιεστικὴν δίναν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐνὸς μικροῦ ὕφους δοχείου, περιέχοντος αέρα, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα.

4 Μέτρησις τῆς πίεσεως ἑνὸς αερίου.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ φωταερίου, χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον δι' ὕδατος. Δι' αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν πίεσεως, κατὰ μερικὰ ρ/cm² μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ μανομέτρον δι' ὕδραργύρου, τότε εἰς διαφορὰν ὕψους τῆς μανομετρικῆς στήλης 1 cm θὰ ἀντιστοιχῆ διαφορὰ πίεσεως 13,6 ρ/cm².

Πρὸς μέτρησιν μεγάλων ἢ μικρῶν πιέσεων χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ **μεταλλικὸν μανόμετρον**.

Τὸ ἀέριον, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν, εἰσχωρεῖ ἐντὸς τοῦ ἐλαστικοῦ σωλήνος τοῦ ὄργανου, ὅπερ ἔχει σχῆμα σπείρας καὶ τείνει νὰ τοῦ ἀλλάξῃ τὸ σχῆμα.

Τὴν ἀλλαγὴν τοῦ σχήματος τοῦ σωλήνος παρακολουθεῖ μία βελὼνη, 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 ἀσκούν, παρουσιάζουν μεγάλας διαφοράς.

Οἱ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες περιέχουν ἀέρια ὑπὸ πολὺ μικρὰν πίεσιν (κλάσμα χιλιοστοῦ ὕδραργύρου).

Εἰς τοὺς ἀεροθαλάμους τῶν αὐτοκινήτων ἡ πίεσις εἶναι $1,5 \text{ Kp/cm}^2$ ἢ 2 Kp/cm^2 .

Ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου τῆς μηχανῆς τοῦ σιδηροδρόμου ἀνέρχεται εἰς 30 Kp/cm^2 .

Τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὰ ὁποία χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰς δευγνοκολλησεις, εἶναι περιορισμένα εἰς χαλυβδίας ὀβίδας ὑπὸ πίεσιν 150 Kp/cm^2 .

Ἐντὸς τῆς κάννης ὄπλου ἡ πίεσις τῶν ἀερίων, τὰ ὁποία παράγονται ἐκ τῆς καύσεως τῆς πυρίτιδος, φθάνει εἰς πολλὰς χιλιάδας Kp/cm^2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ ἀέρια εἶναι ρευστά, συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἑκτατά, ἀσκούν δὲ περικολλητικὰς δυνάμεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποία τὰ περικλείουν.

2. Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἔν ἀέριον, ὀφείλεται εἰς τὴν ιδιότητα τοῦ ἑκτατοῦ τοῦ ἀερίου. Ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων ἑνὸς δοχείου, μικροῦ ὅμως.

3. Πρὸς μέτρησιν τῆς πιέσεως ἑνὸς εὐρισκομένου εἰς περιορισμένον χώρον ἀερίου χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον.

Τὸ ἀπλούστερον μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικοῦ μεταλλίνου σωλήνος, τοῦ ὁποίου αἱ ἀλλαγαὶ τοῦ σχήματος παρακολουθοῦνται ὑπὸ ἐνδεικτικῆς βελὼνης.

4. Ἡ πίεσις ἑνὸς ἀερίου δύναται νὰ μεταβάλλεται ἐντὸς μεγάλων περιθωρίων (ἀεροθάλαμοι: $1,5 - 2 \text{ Kp/cm}^2$ ἀέρια εἰς ὀβίδας: 150 Kp/cm^2).

330Ν ΜΑΘΗΜΑ : Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ἀερίων.

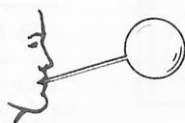
Ἐνοσίτερος τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὰ ἀέρια.

1 Παρατήρησις.

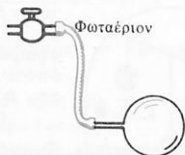
Αἱ φουσαλλίδες (σαπουνόφουσκες), ὅταν εἶναι πλήρεις ἀέρος, ἐξερχομένου ἐκ τῶν πνευμόνων μας, πίπτουν, ἐνῶ, ὅταν εἶναι πλήρεις φωταερίου, ἀνέρχονται (σχ. 1 Α καὶ Β).

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ βάρος τῆς φουσαλλίδος (P) εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως (F) : $P > F$, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν μικρότερον : $P < F$.

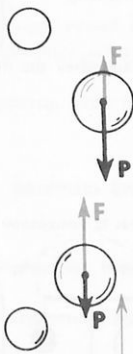
Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ φωταερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι 0,5 καὶ ἐπομένως μία φουσαλλίς ἀέρος θὰ εἶναι διπλασίου βάρους μιᾶς ἴσης ἐκ φωταερίου, ἐνῶ ἡ ἀνωσις των παραμένει ἡ αὐτή.

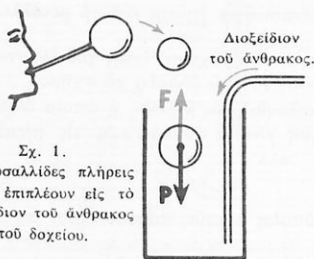


Σχ. 1. Α: Φουσαλλίδες πλήρεις ἀέρος πίπτουν.

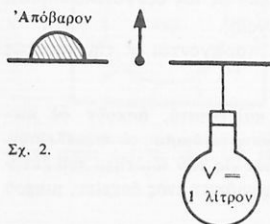


Β: Φουσαλλίδες πλήρεις φωταερίου ἀνέρχονται.

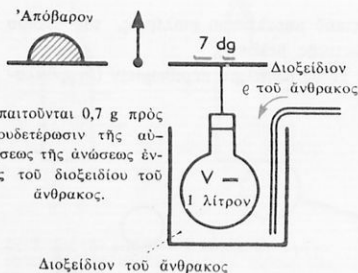




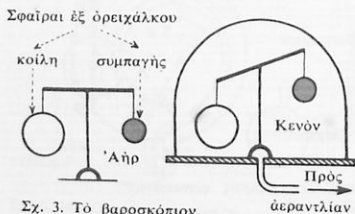
Σχ. 1.
Γ: Φυσαλλίδες πλήρεις
αέρος επιπλέουν εις τὸ
διοξειδίου του άνθρακος
τοῦ δοχείου.



Σχ. 2.



Ἀπαιτούνται 0,7 g πρὸς
ἐξουδετέρωσιν τῆς αὐ-
ξήσεως τῆς ἀνάσεως ἐν-
τὸς τοῦ διοξειδίου τοῦ
άνθρακος.



Σχ. 3. Τὸ βαροσκόπιον

Ἡ φυσαλλίς, ἂν καὶ εἶναι πλήρης αἵρος, δὲν πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου (σχ. 1 Γ), διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος, τὸ ὅποιον περιέχει τὸ δοχεῖον, εἶναι περίπου 1,5 καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ ἀνωσις εἶναι 1,5 φορές μεγαλυτέρα τοῦ βάρους τῆς.

Δυνάμεθα ἂν παρομοιάσωμεν τὴν φυσαλλίδα εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρὸς φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

2 Μέτρησις τῆς ἀνάσεως 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 ὅποιον περιέχει διοξειδίου τοῦ άνθρακος, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπία, πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸν δίσκον, ὁ ὅποιος φέρει τὴν φιάλην, βάρους 0,7 p.

Ἐν λίτρον διοξειδίου τοῦ άνθρακος ζυγίζει 2 p περίπου.

Ἐν λίτρον αἵρος ζυγίζει 1,3 p.

Τὸ βάρους 0,7 p, τὸ ὅποιον ἐθέσαμεν εἰς τὸν δίσκον, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς ἀνάσεως, τὴν ὅποιαν ὑπέστη ἡ φιάλη, ὅταν ἐκ τοῦ αἵρος τὴν ἐβυθίσωμεν εἰς τὸ διοξειδίου τοῦ άνθρακος.

Ἡ ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους F εἰς τὸν αἶρα ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρους 1 l αἵρος, ἦτοι: $F=1,3 p$.

Ἐνῶ, ὅταν εὑρίσκειται ἐντὸς διοξειδίου τοῦ άνθρακος, ἡ ἀνωσις εἶναι:

$$F'=2 p \text{ καὶ } F'-F=2 p-1,3 p=0,7 p.$$

Συμπέρασμα: Πᾶν σῶμα, ἐδρῖσκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος αἵριου, ὑφίσταται ἀνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου αἵριου.

3 Πραγματικὸν βάρους - φαινόμενον βάρους.

Τὸ βαροσκόπιον (σχ. 3) εἶναι ζυγὸς φέρων ἴσους βραχίονας. Εἰς τὰ ἄκρα τῆς φάλαγγος τοῦ ζυγοῦ ἐξαρτῶμεν δύο σφαιράς διαφορετικοῦ ὄγκου, ἀλλ' ἴσου φαινομένου βάρους, καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως.

Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὸ ὄργανον ὑπὸ τὸν κῶδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν αἶρα, ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγάλης σφαιράς.

Ἐξήγησις: Ἐντὸς τοῦ αἵρος ἡ κενὴ σφαῖρα, ἐπεὶ δὲ ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον, ὑφίσταται μεγαλύτεραν ἀνωσιν ἀπὸ τὴν πλήρη καὶ μικροτέραν σφαῖραν. Εἰς τὸ κενὸ ὅμως δὲν ὑφίσταται ἀνωσις. Ἐπὶ τῶν σφαιρῶν ἐνεργεῖ μόνον τὸ πραγματικὸν τῶν βάρους, ὅποτε ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς κενῆς σφαιράς, ἡ ὅποια εἶναι καὶ ἡ βαρυτέρα.

Γενικῶς ἐντὸς τοῦ αἵρος ὑφίσταται σχέσις:

Φαινόμενον βάρους ἐνός σώματος = Πραγματικὸν βάρους τοῦ σώματος - βάρους ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος αἵρος.

Ἡ ἄνωσις εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἀμελητέα, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει εἰδικὸν βᾶρος πολὺ μεγαλύτερον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ἀέρος (στερεὰ καὶ ὑγρά σώματα). Πρέπει ὅμως νὰ ὑπολογίζεται, ὅταν τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ σώματος πλησιάσῃ τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ ἀέρος (π.χ. ἐν ἀέριον).

4 Ἀερόστατα.

Τὸ ἀερόστατον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικῆς σφαιρᾶς (μπαλόνι) πλήρους ἐλαφροῦ ἀερίου, π.χ. ὑδρογόνου ἢ ἠλίου (σχ. 4). Οἱ ἐπιβάται του (ἀεροναῦται) εὐρίσκονται ἐντὸς ἐλαφρῶς λέμβου, ἐξηρητημένης διὰ δικτύου ἐκ τοῦ ἀερόστατου.

Ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ ἀερόστατου εἶναι 1000 m^3 , τότε τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι :

$$1,3 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 1300 \text{ Kp}$$

Τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον περικλείει τὸ περίβλημά του, ζυγίζει :

$$0,09 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 90 \text{ Kp}$$

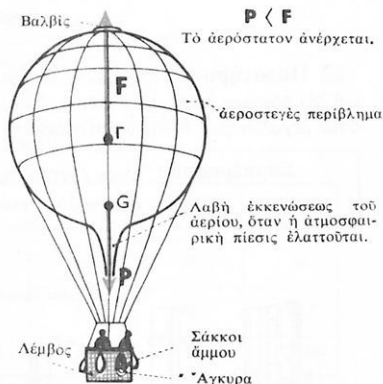
Ἐστὼ δὲ ὅτι τὸ περίβλημα, οἱ ἐπιβάται, ἡ λέμβος, τὰ ὄργανα καὶ τὰ ὑλικά ζυγίζουν ὅλα μαζὶ περίπου 1180 Kp .

Τὸ ἀερόστατον λοιπὸν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ζυγίζει :

$$1180 \text{ Kp} + 90 \text{ Kp} = 1270 \text{ Kp},$$

δηλαδὴ $1300 \text{ Kp} - 1270 \text{ Kp} = 30 \text{ Kp}$ ὀλιγώτερον τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Ἡ δύναμις αὐτὴ τῶν 30 Kp , ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τοῦ συνολικοῦ βάρους τοῦ ἀερόστατου καὶ τῆς ἀνώσεώς του, λέγεται ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀερόστατου.



Σχ. 4. Τὸ Ἀερόστατον

Ἀνυψωτικὴ δύναμις—Βᾶρος ἐκτοπιζομένου ἀέρος (ἄνωσις)—συνολικὸν βᾶρος ἀερόστατου.

Ὅσον ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττωταί, ὁ ἀήρ γίνεται ἀραιότερος καὶ ἡ πυκνότης του μικροτέρα. Ἐπειδὴ ἐλαττωταί ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος, τὸ ἀέριον ἐκφεύγει ἀπὸ ἐν ἄνοιγμα, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται 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. Διὰ τί ;

Διὰ νὰ ἐρευνήσουν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι χρησιμοποιοῦν ἀερόστατα—βολίδας, ἀνευ ἐπιβατῶν, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν αὐτογραφικὰ ὄργανα.

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι ἐφωδιασμένα δι' ἀλειπιπτῶν καὶ περισυλλέγονται, ὅταν προσγειωθῶν.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἰσην πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.

2. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἀέρια.

3. Ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας πρέπει νὰ διακρίνομεν τὸ πραγματικὸν βᾶρος ἐνὸς σώματος ἀπὸ τὸ φαινόμενον.

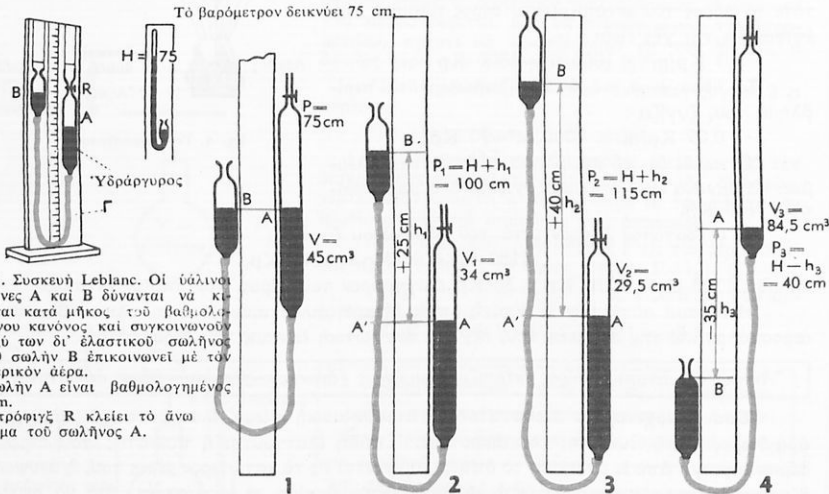
Τὸ φαινόμενον βᾶρος ἐνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

4. Τὰ καταυθινομένα ἀερόστατα καὶ τὰ ἀερόστατα—βολίδες, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι πρὸς μελέτην τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀνέρχονται λόγῳ τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους, τὴν ὁποίαν ἄσκει ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ.

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MARIOTTE

1 Παρατήρησης. Κλείομεν τὸ ἀνοίγμα ἀντλίας ποδηλάτου καὶ ὠθοῦμεν τὸ ἔμβολόν της. Ἄν καὶ δὲν δύναται ὁ ἀήρ νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κυλίνδρου, ἐν τούτοις ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται. Μάλιστα, ὅσον μεγαλυτέραν δύναμιν ἀσκοῦμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου, τόσο ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : "Ὅσον ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται περιορισμένος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀντλίας, τόσο αὐξάνει ἡ πίεσις του.



Σχ. 1. Συσκευὴ Leblanc. Οἱ ὑάλινοι σωλήνες Α καὶ Β δύναται νὰ κινῶνται κατὰ μήκος τοῦ βαθμολογημένου κανόνος καὶ συγκοινωνοῦν μεταξὺ τῶν δι' ἐλαστικοῦ σωλήνος Γ. Ὁ σωλὴν Β ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα. Ὁ σωλὴν Α εἶναι βαθμολογημένος εἰς cm. Ἡ στρόφιγγα R κλείει τὸ ἄνω ἀνοίγμα τοῦ σωλήνος Α.

2 Μέτρησης. Ἡ συσκευή τοῦ σχήματος 1 (Leblanc) μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμεν τὴν μεταβολὴν ἐνὸς ἀερίου, ὅταν μεταβάλλεται ἡ πίεσις του ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Ἔστω ὅτι τὸ πείραμα ἐκτελεῖται ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 75 cm Hg.

α) Ὃταν ἡ στρόφιγγα R εἶναι ἀνοικτὴ, ἡ στάθμη εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, διότι καὶ εἰς τὰ δύο σημεῖα ἐνεργεῖ ἡ αὐτὴ πίεσις (ἡ ἀτμοσφαιρικὴ).

Ἐὰν κλείσωμεν τὴν στρόφιγγα R, ἡ πίεσις εἰς τὴν στάθμην Α μένει ἀμετάβλητος. Ὁ ἀήρ, ὁ ὁποῖος εἶναι περιορισμένος ἀπὸ αὐτὴν, ἔχει πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν : 75 cmHg καὶ ὄγκον 45 cm³.

β) Μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R μετακινῶμεν τοὺς δύο σωλήνας εἰς τρόπον, ὥστε ἡ στάθμη Β νὰ εὐρίσκεται εἰς ὕψος $h_1 = 25$ cm ἀπὸ τὴν στάθμην Α.

Τὰ σημεῖα Α καὶ Α', τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, θὰ ἔχουν τὴν ἴδιαν πίεσιν.

Πίεσις εἰς τὸ Α = πίεσις εἰς τὸ Α' = πίεσις εἰς τὸ Β + 25 cmHg.

Πίεσις περιορισμένου ἀέρος : $P_1 = 100$ cmHg, δηλ. (75 + 25) cmHg.

Ἔγκος περιορισμένου ἀέρος : $V_1 = 34$ cm³.

γ) Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R, ἀλλὰ

ήδη ή στάθμη Β νά εύρískεται είς ύψος $h_2 = 40 \text{ cm}$ άνω τής στάθμης Α.

$$P_2 = 75 \text{ cmHg} + 40 \text{ cmHg} = 115 \text{ cmHg}.$$

Ο όγκος του περιωρισμένου άέρος είναι $V_2 = 29,5 \text{ cm}^3$.

δ) Έάν ή στάθμη Β εύρískεται 35 cm χαμηλότερον τής Α : $h_3 = 35 \text{ cm}$.

Η πίεσις είς τή Α είναι : $P_3 = 75 \text{ cmHg} - 35 \text{ cmHg} = 40 \text{ cmHg}$

καί ό όγκος του περιωρισμένου άέρος : $V_3 = 84,5 \text{ cm}^3$.

Διά του ίδιου τρόπου έκτελούμεν σειράν πειραμάτων, τά άποτελέσματα των όποιων γράφομεν είς πίνακα. Άτμοσφαιρική πίεσις $H = 75 \text{ cmHg}$.

h cm	0	+ 15	+ 25	+ 40	- 15	- 25	- 35
P H + h	75	90	100	115	60	50	40
V cm ³	45	37,5	34	29,5	56	68	84,5
P × V	3 375	3 375	3 400	3 392,5	3 360	3 400	3 380

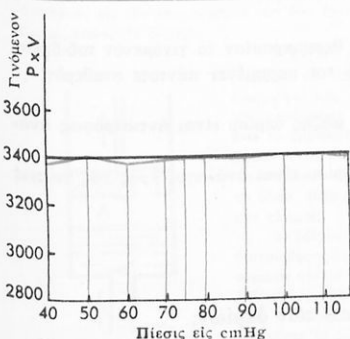
Παρατηρούμεν ότι τή γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον προσεγγίζει πάντοτε τόν άριθμόν 3375.

Η πειραματική αύτή έπαλήθευσις μάς έπιτρέπει νά διατυπώσωμεν τόν άπλοΰν νόμον του Mariotte :

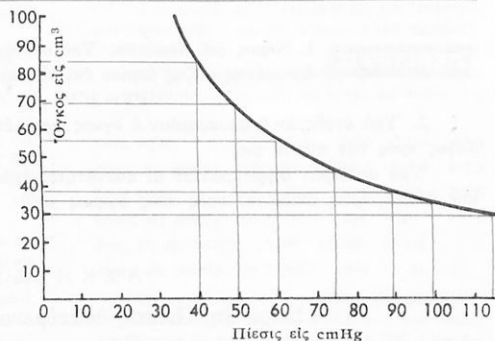
Νόμος του Mariotte : Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν τή γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον ώρισμένης μάζης άερίου παραμένει πάντοτε σταθερόν :

$$P \times V = P' \times V' \quad \eta \quad \frac{P}{P'} = \frac{V'}{V}$$

Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν ό όγκος ώρισμένης μάζης άερίου είναι άντιστρόφως άνάλογος πρός τήν πίεσίν του.



Σχ. 2. Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν τή γινόμενον τής πίεσεως επί τόν όγκον ώρισμένης μάζης άερίου είναι πάντοτε σταθερόν. $PV = P'V'$



Σχ. 3. Έπό σταθεράν θερμοκρασίαν ό όγκος ώρισμένης μάζης άερίου είναι άντιστρόφως άνάλογος πρός τήν πίεσίν του.

3 Μεταβολή τής πυκνότητος άερίου συναρτήσκει τής πίεσεώς του.

Έάν M είναι ή μάζα ενός άερίου :

α) Έπό πίεσιν P ό όγκος του είναι V καί ή πυκνότης του $\rho = \frac{M}{V}$

β) 'Υπό πίεσιν P' ό όγκος του γίνεται $\rho' = \frac{M}{V'}$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M}{V'}} = \frac{M}{V} \times \frac{V'}{M} \text{ ή } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V}$$

δηλ. αί πυκνότητες είναι αντίστροφως ανάλογοι πρός τούς όγκους του αερίου.

'Εχομεν όμως έπαληθεύσει πειραματικώς ότι :

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \text{ και έπομένως } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P'}$$

'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν αί πυκνότητες ενός αερίου είναι ανάλογοι πρός τās πίεσεις του.

4 'Εφαρμογή. 'Υπό κανονικήν πίεσιν μάζα 44 g διοξειδίου του άνθρακος κατέχει όγκον 22,4 l.

'Η πυκνότης του αερίου αυτού θά είναι :

$$\frac{44\text{g}}{22,4\text{l}} = 1,96 \text{ g/l}$$

'Υπό πίεσιν 10 atm και σταθεράν θερμοκρασίαν ή ίδια μάζα αερίου (44 g) κατέχει όγκον :

$$\frac{22,4\text{l}}{10} = 2,24\text{l}$$

και ή πυκνότης του διοξειδίου του άνθρακος θά είναι τώρα :

$$\frac{44 \text{ g}}{2,24 \text{ l}} = 19,6 \text{ g/l}$$

'Εάν ή πίεσις ενός αερίου δεκαπλασιασθή, και ή πυκνότης του δεκαπλασιάζεται.

5 Σχετική πυκνότης.

'Επειδή ή σχετική πυκνότης ενός αερίου ως πρός τον άέρα είναι ό λόγος μιās μάζης αερίου πρός τήν μάζαν ίσου όγκου άερος, όταν και τά δύο άέρια εύρίσκωνται υπό τās αútās συνθήκας θερμοκρασίας και πίεσεως, δια τούτου ή σχετική πυκνότης ενός αερίου δέν έξαρτάται εκ τής πίεσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Νόμος του Mariotte. 'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν τó γινόμενον του όγκου ώρισμένης μάζης αερίου επί τήν πίεσίν του παραμένει πάντοτε σταθερόν.

$$PV = P'V'$$

2. 'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν ό όγκος ώρισμένης μάζης αερίου είναι αντίστροφως ανάλογος πρός τήν πίεσίν του.

'Υπό σταθεράν θερμοκρασίαν αί πυκνότητες ενός αερίου είναι ανάλογοι πρός τās πίεσεις και αντίστροφως ανάλογοι πρός τούς όγκους του.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 8η: Πίεσεις άσκούμεναι υπό τών αερίων.

Σημείωσις: Είς όλα τά προβλήματα θά λαμβάνομεν ειδικόν βάρος ύδραργύρου 13,6 p/cm².

1. 'Ατμοσφαιρική πίεσις

1. Νά ύπολογισθούν εις p/cm² και εις millibars άτμοσφαιρική πίεσις, μετρηθείσαι διά στήλης ύδραργύρου, ύψους 68 cm, 72,2 cm, 752 mm.

2. Είς τήν κορυφήν όρους ή άτμοσφαιρική πί-

εσις είναι 478 mm ύδραργύρου. Ποία είναι ή τιμή αútης τής πίεσεως εις mBar (μιλιμπάρ) και εις άτμοσφαιρας;

3. Είς ποίας τιμάς ύψους τής ύδραργυρικής στήλης άντιστοιχούν αί πίεσεις: 538 p/cm²; 1 Kp/cm²; 1028 mBar; 0,730 atm;

4. 1 Kp ίσοδυναμεί εις τó Παρίσι πρός 9,81 N, τó όποιον είναι μονάς δυνάμεως. Τó 1 N ανά τετραγωνικόν μέτρον είναι μονάς πίεσεως (N/m²) τής πί-

σως δηλ., η όποια άσκειται υπό δυνάμεις 1 N, όταν αυτή ένεργη καθέτως και όμοιομόρφως έπι έπιφανείας 1 m². Νά ύπολογιστή εις N/m² άτμοσφαιρική πιέσις 76 cm ύδραργού.

5. Ό δίσκος ένός άγκίστρου-αβαντούζας» έξ έλαστικού έχει διάμετρον 8 cm και είναι τελείως έφρημοσμένος έπί όριζόντιου τοιχώματος. Ποίον μέγιστον βάρος δύναται να έξαρτηθή έξ αυτού, εάν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg;

6. Η έπιφάνεια του σώματος του άνθρώπου ύπολογίζεται εις 1 m² περίπου. Έάν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg, πόση είναι ή έντασις τής πιεστικής δυνάμεις, τής άσκουμένης έφ' όλοκλήρου τής έπιφανείας του δερμάτος του άνθρώπου; Νά ύπολογισθή ή δύναμις αυτή εις Kp και εις N.

7. Εις τό πείραμα τής κυστορραγίας χρησιμοποιοϋμεν κύλινδρον διαμέτρου 10 cm.

Έάν ή πιέσις εις τό έσωτερικόν του κύλινδρου, κατά τήν θραΐσιν τής μεμβράνης, είναι 5 cmHg, νά εύρεθή ή άσκουμένη έπί τής μεμβράνης πιεστική δύναμις (Άτμ. πιέσις 76 cmHg).

8. Τόν XVII αιώνα ό δήμαρχος του Μαγδεμβούργου Otto de Guericke έπραγματοποίησε τό έξής πείραμα: Κατεσκεύασε δύο ήμισφαίρια διαμέτρου 80 cm, τά όποία έφρήμοζον άεροστεγώς μεταξύ των. Έκ τής σφαιρας ταύτης άφήρεσε τόν άέρα, κατορθώσας νά έπιτύχη τοιοϋτον κενόν, ώστε προς άποχωρισμόν των ήμισφαιρίων έχρειάσθησαν 8 ίπποι.

Άποδεικνύεται ότι ή έφαρμοζόμενη έφ' έκάστου ήμισφαιρίου πιεστική δύναμις είναι ίση προς έκείνην, ή όποία έφαρμόζεται έπί κύκλου ίσης διαμέτρου προς τήν σφαίραν.

Έάν δεχθόμεν ότι έχομεν πραγματοποιήσει τέλειον κενόν έντός τής σφαιρας, νά ύπολογισθή ή έντασις έκαστης τών πιεστικών δυνάμειων, αι όποιαί άντιδρουν εις τόν άποχωρισμόν των δύο ήμισφαιρίων (Άτμ. πιέσις 75 cmHg).

9. Εις τό σχήμα 1 βλέπομεν τήν τομήν μιζ άναρροφητικής άντλίας. Όταν σύρωμεν προς τά άνω τό έμβόλον, εις τόν χώρον Α τής άντλίας δημιουργείται κενόν, όποτε τό ύδωρ άνέρχεται και τόν πληροί:

α) Μέχρι ποίου μεγίστου ύψους δύναται μία τοιαύτη άντλία νά αναβίβαση ύδωρ εκ φράγτος, όταν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg;

β) Μέχρι ποίου μεγίστου ύψους θ' άνύψωνε θαλάσσιον ύδωρ ειδικού βάρος 1,033 p/cm³;

10. Ό κύλινδρος άτμομηχανής συγκοινωνεί άφ' ένός μέν προς τόν λέβητα, ένθα ή πιέσις του άτμού είναι 12 Kp/cm², άφ' έτέρου δε προς τόν άτμοσφαιρικόν άέρα, ένθα ή πιέσις είναι 1 Kp/cm². Νά ύπολογισθή ή έφαρμοζόμενη έπί του έμβόλου δύναμις, εάν ή διάμετρος του έμβόλου είναι 40 cm.

11. Έκτελοϋμεν τό πείραμα του Τορρικέλλι με διάφορα ύγρά, όταν ή άτμοσφαιρική πιέσις είναι 76 cmHg. Εις ποίον ύψος άνωθεν του ύγρου τής λεκάνης θά εύρίσκειται ή στάθμη του ύγρου έντός του σωλήνος εις έκάστον των κατωτέρω ύγρών:

α) ύδατος; (σχ. πυκν. 1), β) πετρελαίου; (σχ. 0,9), γ) γλυκερίνης; (σχ. πυκν. 1,25), δ) θεϊκού όξέος; (σχ. πυκν. 1,84).

II. Τό θαρόμετρον

12. Βαρόμετρον δεικνύει εις τήν βάση του πύργου του Eiffel 756 mmHg. Τι θά έδεικνυε τήν ίδίαν στιγμήν τό αυτό βαρόμετρον εις τήν κορυφήν του πύργου; (ύψος 300 m). Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος 1,25 p.

13. Παρατηροϋμεν ότι ή άτμοσφαιρική πιέσις, τήν όποίαν δεικνύει έν βαρόμετρον, πίπτει κατά 2 cm, όταν τουτο μεταφέρεται εκ των προποδών εις τήν κορυφήν λόφου. Ποία ή διαφορά ύψους μεταξύ των δύο τοϋτων σημείων του λόφου;

Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος 1,25 p.

14. Εις μετεωρολογικόν σταθμόν έστησιώθησαν αι κατωτέρω τιμαι τής άτμοσφαιρικής πιέσεως εις χιλιοστόμετρα ύδραργού (mmHg):

ώρα:	0	2	4	6	8	10	12
mmHg:	755	751	747	745	746	750	753
ώρα:	14	16	18	20	22	24	
mmHg:	754	758	762	761	760	758	

Νά κατασκευασθή ή καμπύλη των μεταβολών τής άτμοσφαιρικής πιέσεως συναρτήσει του χρόνου.

Λαμβάνομεν εις τόν όριζόντιον άξονα OX, 1 cm διά δύο ώρας (2 h) και άρχην τό 0. Εις τόν κατακόρυφον άξονα OY, 1 cm διά 2 mm. Άρχη πιέσεων: 745 mmHg.

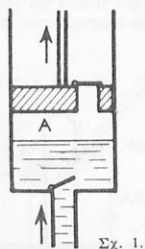
15. Τό αυτογραφικόν βαρόμετρον ένός άεροστάτου-βολίδος κατέγραψε τας κατωτέρω πιέσεις εις mmHg:

ύψος εις m	0	1000	2000	3000	4000
πιέσις εις mmHg	760	674,1	596,2	525,8	462,3
ύψος εις m	5000	6000	7000	8000	9000
πιέσις εις mmHg	405,2	353,9	308	267	230,6
ύψος εις m	10.000	11.000	12.000	20.000	
πιέσις εις mmHg	198,3	169,7	145	41	

Νά κατασκευασθή ή καμπύλη των μεταβολών τής άτμοσφαιρικής πιέσεως συναρτήσει του ύψους. Λαμβάνομεν εις τόν όριζόντιον άξονα OX, 1 cm διά 2000 m και εις τόν κατακόρυφον άξονα OY, 1 cm διά 10 cmHg και άρχην τό 0.

16. α) Ποία είναι ή ύψομετρική διαφορά δύο σημείων, διά τά όποια παρατηροϋμεν μεταβολήν 3,5 cmHg εις τόν βαρομετρικόν σωλήνα Τορρικέλλι;

β) Ποία θά ήτο ή μεταβολή του ύψους τής σταλης σωλήνος Τορρικέλλι με γλυκερίνης; (Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος: 1,1 p' ειδικόν βάρος ύδραργού 13,6 p/cm³, γλυκερίνης 1,26 p/cm³).



Σχ. 1.

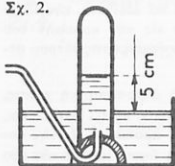
III. Πιέσεις δσκούμεναι από τὰ ἀέρια. Τὸ μανόμετρον

17. Τὸ ὀξυγόνο μεταφέρεται ἐντὸς χαλυβδινῶν ὀβιδίων, ἐνθα εὐρίσκεται ὑπὸ ἀρχικῆν πίεσιν 200 ἔως 250 Kp/cm². Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ πιέσεις αὐταὶ εἰς ἀτμοσφαίρας.

18. Ἐντὸς τῶν ἠλεκτρονικῶν σωλῶνων ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι τῆς τάξεως τοῦ ἐνὸς δεκάκις διασεκατομμυριοστού 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, ἐάν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι ἡ κανονική;

β) Πόση θὰ εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ὑδρογόνου, ἐάν ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος κατέλθῃ 2,5 cm κάτω τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης;

20. Ἄνοικτόν ὑδραργυρικόν μανόμετρον προσαρμόζεται εἰς ὑαλινὴν σφαιρικήν φιάλην. Ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν κλάδον, ὁ ὁποῖος συγκοινωνεῖ μετὰ τῆν φιάλην, εὐρίσκεται 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 ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 76 cmHg;

21. Ἄνοικτόν μανόμετρον μεθ' ὕδατος προσαρμόζεται εἰς τὸν ἀγωγὸν τῶν φωταερίων τῆς πόλεως. Παρατηροῦμεν διαφορὰν στάθμης 75 mm, ἢ χαμηλοτέρα δὲ συγκοινωνεῖ μετὰ τὸν ἀγωγὸν τοῦ φωταερίου. Νὰ υπολογισθῇ:

α) Εἰς p/cm² ἢ διαφορά μετὰ τῆς πίεσεως τοῦ φωταερίου καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικής, ἥτις ἀνέρχεται εἰς 76 cmHg.

β) Ἡ πραγματικὴ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς p/cm² καὶ εἰς cmHg.

γ) Ἡ διαφορά στάθμης, ἥτις θὰ ὑφίστατο εἰς ἀνοικτόν ὑδραργυρικόν μανόμετρον.

22. Ἄνοικτόν μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ δύο κλάδων 50 cm. Ποίαν μεγίστην πίεσιν ἄνω ἢ κάτω τῆς ἀτμοσφαιρικής δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν, ἐάν τὸ μανόμετρον περιέχῃ: α) ὕδωρ; β) ὑδράργυρον;

IV. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους

23. Ἐλαστικὴ σφαῖρα πλήρης ὑδρογόνου ἔχει ὄγκον 7,5 l. Τὸ περίβλημα ζυγίζει 6 p καὶ τὸ νῆμα, διὰ τὸ ὁποῖο εἶναι προδεδεμένη, ζυγίζει 0,1 p ἀνά μέτρον. Ποῖον τὸ μήκος τοῦ νήματος, ὅταν ἡ σφαῖρα ἰσορροπῇ εἰς τὸν ἀέρα; (Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,24 p/l, ὑδρογόνου 0,1 p/l).

24. Σφαιρικόν 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 μετὰ μίαν ἀνυψωτικὴν δύναμιν 10 Kp:

α) Ἐάν εἶναι πλήρες ὑδρογόνου; (Εἰδικὸν βάρος 0,09 p/l).

β) Ἐάν εἶναι πλήρες ἠλίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,18 p/l).

γ) Ἐάν εἶναι πλήρες φωταερίου; (Εἰδικὸν βάρος 0,5 p/l).

Εἰδικὸν βάρος ἀέρος 1,3 p/l.

25. α) Ἐν ἀερόστατον 1800 m³ ζυγίζει 1600 Kp καὶ ἀνυψοῦται ἀρχικῶς διὰ δυνάμεως 15 Kp. Πόσον εἶναι τὸ ἔρμα του, ἐάν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,23 p/l;

β) Ἐάν τὸ ἀερόστατον ἰσορροπῇ εἰς ὕψος, ἐνθα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι 1,07 p/l, πόσον ἔρμα 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 πληρωσίν 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 ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν;

β) Ὑπὸ τὰς συνθήκας τοῦ πειράματος, 22,4 l ὑδρογόνου ζυγίζουν 2 p καὶ 22,4 l ἀέρος 29 p.

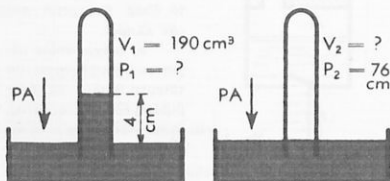
Ποῖον τὸ βάρος 1 l ὑδρογόνου ἐντὸς τῆς φιάλης, πρὶν αὐτὴ ἀνοχθῇ;

Ποία εἶναι ἡ σχετικὴ τοῦ πυκνότης;

28. Ἐάν ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg καὶ 0^o C, 1 l ἀέρος ζυγίζῃ 1,3 p, πόσον ὄγκον καταλαμβάνουν 25 g ἀέρος 0^o C ὑπὸ πίεσιν 85 cmHg;

29. Εἰς βαθμολογημένους σωλῆνες ἀνεστραμμένους, ὡς δεῖκνύεται εἰς τὸ σχῆμα 3, ἐντὸς λεκάνης ὑδραργύρου, περιέχει ἀέριον ὄγκον V₁ = 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 V₂ τῆς ἰδίας μάζης τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν 76cmHg;

30. α) Εἰσαγόμεν εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον σωλῆνος Τορρικέλλι ὀλίγον ἀέρα, ὅποτε ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται καὶ ἰσορροπῇ εἰς ὕψος 751 mm. Τὸ ὕψος τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου εἶναι 15 cm. Πόση

είναι ή πίεσις του αέρος έντός του θαλάμου; (Άτμοσφαιρική πίεσις 756 mmHg).

31. Κλειστόν μανόμετρον σχήματος U, με άνοιχτους κλάδους A και B τής ατής τομής, περιέχει υδράργυρον.

Όταν ο κλάδος B είναι άνοιχτός εις την άτμοσφαιραν (H=76 cmHg), ο υδράργυρος εύρισκεται

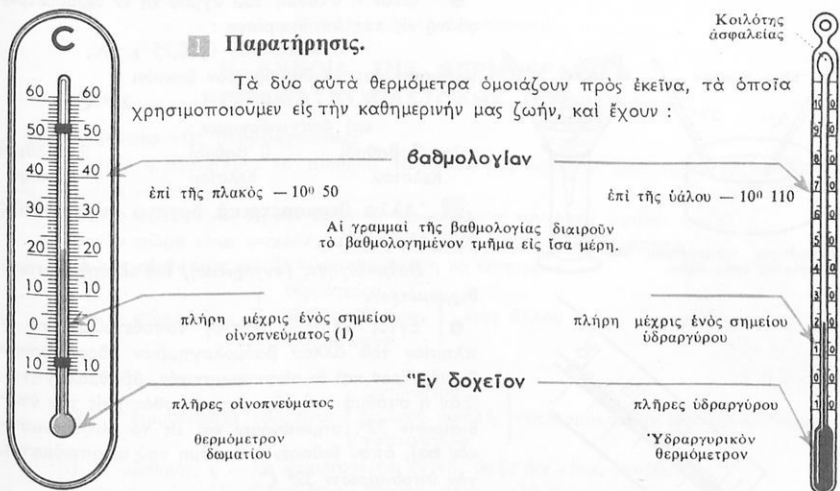
και εις τους δύο κλάδους εις τό αυτό όριζόντιον επίπεδον και ο περιωρισμένος εις τόν κλάδον A άήρ έχει ύψος 20 cm. Έφαρμόζομεν τόν κλάδον B εις δοχείον άερίου, όποτε παρατηροϋμεν ότι ο υδράργυρος κατέρχεται 10 cm έντός τούτου. Πόση είναι ή πίεσις τού άερίου τού δοχείου;

- 35ον ΜΑΘΗΜΑ : Θερμοκρασία

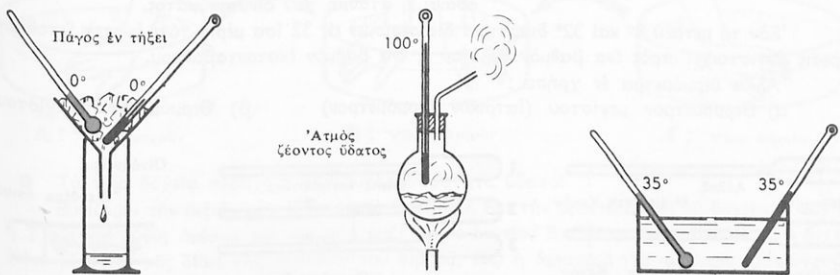
ΤΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ

1 Παρατήρησις.

Τά δύο αυτά θερμόμετρα όμοιάζουν πρός έκείνα, τά όποία χρησημοποιούμεν εις την καθημερινήν μας ζωήν, και έχουσι :



Άντιστοιχία τών ύποδιαίρέσεων 0° και 100° τού υδραργυρικού θερμομέτρου και τών ύποδιαίρέσεων τού οινόπνευματικού :



Έντός τού πάγου, ό όποίος τήκεται, ή στάθμη τού υδραργύρου και τού οινόπνεύματος σταθεροποιούνται εις την ύποδιαίρειν 0°.

Έντός τών άτμών ζέοντος ύδατος ή στάθμη τού υδραργύρου σταθεροποιούνται εις την ύποδιαίρειν 100°.

Έντός τού χλιαρού ύδατος ή στάθμη τού υδραργύρου και τού οινόπνεύματος σταθεροποιούνται εις την άποδιαίρειν : 35° π.χ.

1. Εις πολλά θερμόμετρα τό δοχείον περιέχει πετρέλαιον, τολούόλιον ή ακόμη και κρέοζοτον (εις τό θερμόμετρον μεγίστου και έλαχίστου).

Συμπέρασμα : Αί ύποδιαίρεσις 0^ο και 100^ο του ύδραργυρικού θερμομέτρου ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα φθάνει ἡ στάθμη τοῦ ύδραργύρου, ὅταν τὸ θερμομετρον εὐρίσκειται ἀντιστοιχῶς ἐντὸς τηκομένου πάγου καὶ εἰς τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ζέοντος ὕδατος.

Ἐκάστη ύποδιαίρεσις τῆς βαθμολογήσεως τοῦ ύδραργυρικού θερμομέτρου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἑκατοστὸν τῆς ἀποστάσεως, ἡ ὁποία θὰ χωρίζῃ τὸ 0^ο ἀπὸ τὸ 100^ο.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἡ βαθμολόγησις αὕτη ὀνομάζεται ἑκατονταβάθμιος ἢ ἑκατονταβάθμιος κλίμαξ (1), ἐπεκτείνεται δὲ ἄνω τῶν 100^ο καὶ κάτω τοῦ 0^ο.

Ὅταν τὸ ύδραργυρικὸν θερμομετρον ἢ τὸ οἰοπνευματικὸν ἢ οἰοδηήποτε ἄλλο ἑκατονταβάθμιον θερμομετρον εὐρίσκονται πλησίον ἀλλήλων, ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς ἑκάστου σωλήνος θὰ φθάνῃ εἰς τὴν ἰδίαν ύποδιαίρεσιν.



● Ὅταν ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς ἓν θερμομετρον φθάνῃ εἰς τὰς ύποδιαίρεσις :

7 κάτω τοῦ 0, 0,25 κ.τ.λ.,

γράφομεν ὅτι τὸ θερμομετρον δεικνύει :

-7^ο C 0^ο C 25^ο C

καὶ ἀναγινώσκομεν :

μεῖον 7 βαθμοὶ 0 βαθμοὶ 25 βαθμοὶ
Κελσίου Κελσίου Κελσίου

2 Ἄλλα θερμομετρικὰ ὄργανα συγκριτικῶς βαθμολογημένα.

Βαθμολόγησις (συγκριτικὴ) τοῦ οἰοπνευματικοῦ θερμομέτρου.

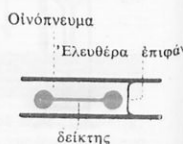
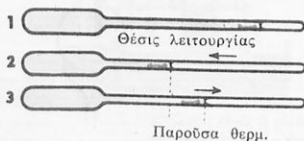
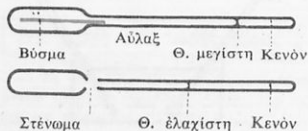
● Ἐντὸς χλιαροῦ ὕδατος τοποθετοῦμεν τὸ ἓν πλησίον τοῦ ἄλλου βαθμολογημένον ύδραργυρικὸν θερμομετρον καὶ ἓν οἰοπνευματικὸν, ἀβαθμολόγητον. Ἐάν ἡ στάθμη τοῦ ύδραργύρου φθάσῃ εἰς τὴν ύποδιαίρεσιν 32^ο, σημειώνομεν καὶ εἰς τὸ οἰοπνευματικὸν ἐκεῖ, ὅπου ἔφθασεν ἡ στάθμη τοῦ οἰοπνεύματος, τὴν ύποδιαίρεσιν 32^ο C.

● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὸ οἰοπνευματικὸν θερμομετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου καὶ σημειώνομεν τὴν ύποδιαίρεσιν 0^ο εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ οἰοπνεύματος.

Ἐάν τὸ μεταξὺ 0^ο καὶ 32^ο διάστημα διαιρέσωμεν εἰς 32 ἴσα μέρη, τότε ἑκάστη ύποδιαίρεσις ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἓνα βαθμὸν Κελσίου ἢ ἓνα βαθμὸν ἑκατονταβάθμιον.

Ἄλλα θερμομέτρα ἔν χρήσει :

α) Θερμομετρον μεγίστου (ἰατρικὸν θερμομετρον) β) Θερμομετρον ἐλαχίστου



Ἐν στένωμα ἢ ἐν βύσμα ἐμποδίζει τὸν ύδραργύρον νὰ κατέλθῃ, ὅταν ψύχεται.

Ἡ ἔλευθέρᾳ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ παρᾶσῦρει τὸν δείκτην, ὅταν τὸ ὑγρὸν ψύχεται.

1. Καλεῖται ἐπίσης καὶ κλίμαξ Κελσίου, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Σουηδοῦ Φυσικοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ 1742 κατεσκεύασε τὸ πρῶτον ύδραργυρικὸν θερμομετρον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Το υδραργυρικό θερμόμετρον αποτελείται εξ ενός δοχείου προσηρμοσμένου εις τριχοειδή σωλήνα. Το δοχείον τούτο περιέχει υδράργυρον και το στέλεχος είναι βαθμολογημένον.

2. Το σημείον 0 είναι εκείνο, εις το οποίον φθάνει ή στάθμη του υδραργύρου, όταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου.

3. Το σημείον 100 είναι εκείνο, εις το οποίον φθάνει ή στάθμη του υδραργύρου, όταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 76 cmHg.

4. Το διάστημα 0-100 ἀποτελεῖ τὴν ἑκατονταβάθμιον κλίμακα ή κλίμακα Κελσίου τοῦ υδραργυρικοῦ θερμομέτρου.

5. Ὑπάρχουν καί ἄλλα θερμόμετρα δι' ὑγρῶν, βαθμολογημένα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ υδραργυρικό θερμόμετρον. Τὸ ἀκριβέστερον ὄλων τῶν θερμομέτρων εἶναι τὸ υδραργυρικό.

36^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Διαστολή.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ)

1 Ἡ ἔννοια τῆς θερμοκρασίας.

α) Ἀυτὴ ἡ ἔννοια εἶναι τὸ αἶσθημα, τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀφῆς, καὶ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ λέγωμεν :

—ὅτι ἐν σώμα εἶναι θερμὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλὴ, ἢ

—ὅτι ἐν σώμα εἶναι ψυχρὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι χαμηλὴ.

Διὰ τῆς αἰσθήσεως αὐτῆς δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἴπωμεν :

“Ὅτι ἐν σώμα εἶναι $\left\{ \begin{array}{l} \text{θερμότερον} \\ \text{ἐξ ἴσου θερμὸν} \\ \text{ψυχρότερον} \end{array} \right\}$ ἐνὸς ἄλλου

ἢ

“Ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι $\left\{ \begin{array}{l} \text{ὑψηλότερα} \\ \text{ἐξ ἴσου ὑψηλὴ} \\ \text{ταπεινότερα} \end{array} \right\}$ τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς ἄλλου σώματος.

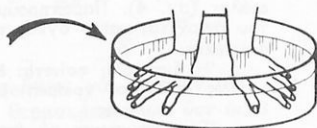
β) Ἡ αἴσθησις, ἡ ὁποία δημονογεῖται ἐκ τῆς ἀφῆς δὲν εἶναι ἀκριβής.

Τί σημαίνει ἀκριβῶς ἡ ἔκφρασις : θερμὸν ὕδωρ, πολὺ θερμὸν, χλιαρὸν κλπ. ;

γ) Ἡ αἴσθησις, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἐκ τῆς ἀφῆς, δὲν εἶναι ἀξιόπιστος.



Σχ. 1.
Α: Ὑδωρ ψυχρὸν



Β: Ὑδωρ χλιαρὸν



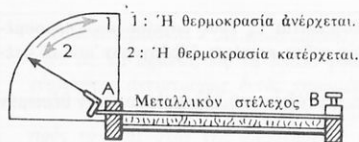
Γ: Ὑδωρ θερμὸν

● Τὰ τρία δοχεῖα περιέχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδατος.

Βυθίζομεν τὴν δεξιάν μας χεῖρα εἰς τὸ δοχεῖον Α καὶ τὴν ἀριστεράν εἰς τὸ δοχεῖον Γ ἐπὶ 1 ἢ 2 min καὶ εὐθὺς ἀμέσως καὶ τὰς δύο μαζί εἰς τὸ δοχεῖον Β. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ δεξιὰ μας χεῖρ μᾶς δίδει τὴν αἴσθησιν τοῦ θερμοῦ, ἐνῶ ἡ ἀριστερὰ τὴν αἴσθησιν τοῦ ψυχροῦ.

● Ἐὰν λάβωμεν ἐκ τοῦ ψυγειοῦ φιάλην περιτυλιγμένην διὰ χάρτου, μᾶς φαίνεται ὅτι ἡ φιάλη εἶναι ψυχρότερα τοῦ χάρτου.

● Ἐὰν κρατήσωμεν εἰς τὴν μίαν μας χεῖρα μεταλλικὸν κανόνα καὶ εἰς τὴν ἄλλην ἔυλινον, ὁ μεταλλικὸς κανὼν θὰ μᾶς φανῆ ψυχρότερος τοῦ ἔυλινου, ἐὰν τοὺς λάβωμεν ἐκ τοῦ ἰδίου δροσεροῦ μέρους.



1: Ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται.

2: Ἡ θερμοκρασία κατέρχεται.

Συμπέρασμα: Ἡ αἴσθησις τῆς ἀφῆς δὲν ἐπαρκεῖ, διὰ τὰ ἐκτιμῆσομεν τὴν θερμοκρασίαν, διότι οὔτε ἀκριβῆς οὔτε ἀξιόπιστος εἶναι.

2 Πειράματα διαστολῆς (ποιοτικά).

● Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ (σχ. 2), εἶναι ἐν πυρόμετρον μετὰ πίνακος. Τὸ μεταλλικόν στέλεχος AB εἶναι στερεωμένον διὰ κοχλίου εἰς τὸ ἄκρον B καὶ ἐλεύθερον καὶ κινῆται εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον A. Τὸ ἄκρον A ἐρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν μικρὸν βραχίονα ἐνὸς γωνιακοῦ μοχλοῦ, τοῦ ὁποῖου ὁ μεγάλος βραχίον καταλήγει εἰς βελὸν ἑνδεικτικὴν.

● Ἐὰν θερμάνωμεν διὰ φλογὸς οἰνοπνεύματος τὸ στέλεχος, ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται καὶ τὸ μῆκος του αὐξάνει, ὑφίσταται διαστολήν.

Ἡ διαστολὴ αὕτη 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.

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.

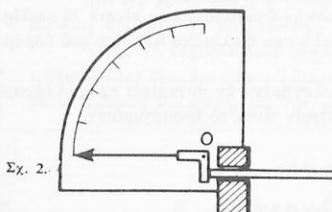
Κατ' ἀρχὰς διαστέλλεται τὸ ὑάλινον δοχεῖον. Ὡς ἐκ τούτου, αὐξάνει ὁ ὄγκος του καὶ κατέρχεται ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος· κατόπιν ἀρχίζει νὰ διαστέλλεται καὶ τὸ ὕδωρ ἀλλὰ πολὺ περισσότερον τοῦ δοχείου.

Τὰ ὑγρά λοιπὸν διαστέλλονται πολὺ περισσότερον ἀπὸ τὰ στερεά, τὰ ὁποῖα περιέχουν αὐτά.

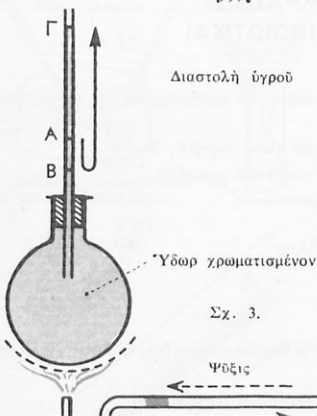
● Θερμαίνωμεν διὰ τῶν χειρῶν μας τὸν ἀέρα μιᾶς φιάλης (σχ. 4). Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται καὶ ὁ ὄγκος του αὐξάνει, ὑφίσταται διαστολήν.

Ἡ διαστολὴ φαίνεται ἐκ τῆς ταχείας μετατοπίσεως σταγόνης χρωματισμένου ὕδατος πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σωλήνος.

Ἐὰν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν τὴν φιάλην, ὁ ἀῆρ ἐπανέρχεται εἰς τὸν ἀρχικόν του ὄγκον, ὑφίσταται συστολήν.



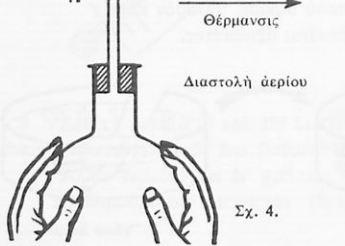
Σχ. 2.



Διαστολὴ ὑγροῦ

*Υδωρ χρωματισμένον

Σχ. 3.



Διαστολὴ ἀερίου

Σχ. 4.

Τοῦτο φαίνεται ἐκ τῆς σταγόνης, ἡ ὁποία ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν. Διὰ τὴν ;

Συμπέρασμα: Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται, ἀντιθέτως δέ, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται, τὸ σῶμα συστέλλεται.

3 Δυνάμεθα τώρα νὰ ἀντιληφθῶμεν πῶς λειτουργεῖ τὸ θερμόμετρον.

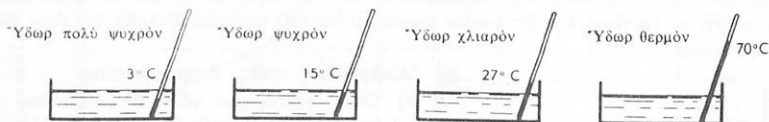
Ὅταν θερμόμετρον εὐρίσκεται π.χ. ἐπὶ τῆς τραπέζης, δεικνύει ἔστω 15°C . Ἐὰν τὸ θέσωμεν ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, συντόμως λαμβάνει λόγῳ τῆς κατασκευῆς του τὴν νέαν θερμοκρασίαν. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ θερμόμετρον ἀνέρχεται (διὰ τὴν ;) καὶ, ἐὰν φθάσῃ εἰς τὴν

Υποδιαίρεισιν 45°, ή θερμοκρασία του θερμομετρικού υγρού και επομένως και του ύδατος είναι 45°.

● Τα κατωτέρω τέσσαρα δοχεία περιέχουν την αὐτὴν ποσότητα ὕδατος.

Τὰ δοκιμάζομεν διὰ τῆς χειρὸς μας καὶ τὰ τοποθετοῦμεν κατὰ σειρὰν ἀρχόμενοι ἐκ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ. Ἐπειτα 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 ἐνὸς σώματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

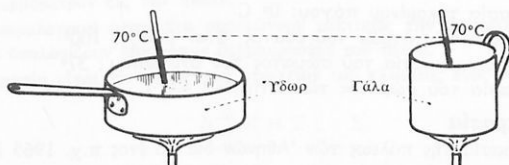
1. Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται καί, ὅταν κατέρχεται, συστέλλεται.

2. Ἡ στάθμη, εἰς τὴν ὁποῖαν φθάνει τὸ θερμομετρικὸν ὑγρὸν, ὅταν τοῦτο συστέλλεται ἢ διαστέλλεται, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἀναγνώσωμεν ἐπὶ τῆς βαθμολογημένης κλίμακος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν τοποθετήσει τὸ θερμόμετρον.

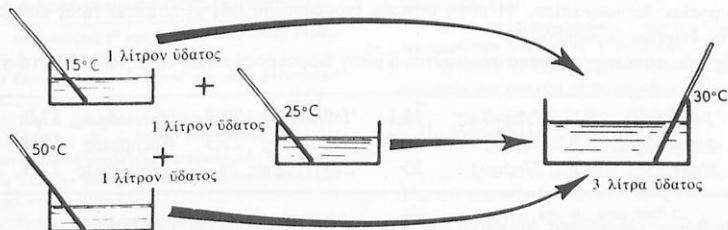
37^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΧΡΗΣΙΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΩΣΙΝ ΜΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

1. Λέγομεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν.



2. Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ εἰπωμεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν θερμοκρασιῶν.



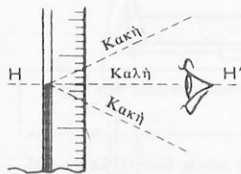
3 λίτρα ὕδατος εἶναι τὸ ἄθροισμα ἐνὸς λίτρου καὶ ἐνὸς λίτρου καὶ ἐνὸς λίτρου ὕδατος.

30° C δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα 15° C καὶ 50° C καὶ 25°.

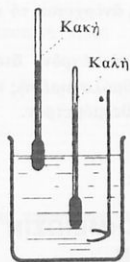
Συμπέρασμα : Το θερμομέτρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χαρακτηρίσωμεν τὴν θερμικὴν κατάστασιν ἐνὸς σώματος, δηλαδὴ νὰ ἐκφράσωμεν ταύτην δι' ἐνὸς ὠρισμένου ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος συμβολίζει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος.

Ἡ θερμοκρασία ἐπομένως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν μετρεῖται, ἀλλὰ δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ἢ νὰ σημειωθῇ δι' ἐνὸς ἀριθμοῦ, ὡς εἶδομεν, διὰ τοῦ θερμομέτρου.

Λέγομεν π.χ. ὅτι ἓν σῶμα ἔχει θερμοκρασίαν 15° καὶ ἕτερον 30° C· δὲν δυνάμεθα ὁμῶς νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ δεύτερον ἔχει διπλασίαν θερμοκρασίαν τοῦ πρώτου, δηλαδὴ ὅτι εἶναι δύο φορές θερμότερον.



Ἀνάγνωσις θερμοκρασίας



Λήψις θερμοκρασίας ὑγροῦ

3 Ἀνάγνωσις μιᾶς θερμοκρασίας.

α) Ὅταν ἐξετάζωμεν μίαν θερμοκρασίαν, ὁ ὀφθαλμὸς μας πρέπει νὰ εὑρίσκεται εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον καθορίζει ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος ἐντὸς τοῦ σωλήνος.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὑρωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς ὑγροῦ, πρέπει νὰ τὸ ἀναδεύσωμεν, διὰ νὰ ἐξισώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ βυθίζεται ὀλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὑρωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοποθετοῦμεν τὸ θερμομέτρον εἰς τὴν σκιάν καὶ εἰς ἀπόστασιν ἐκ τοῦ τοίχου.

β) Σημειώνομεν μερικὰς θερμοκρασίας :

- ἐντὸς τῆς αἰθούσης
- εἰς τὸ ὑπόστεγον εἰς τὰς 9 h, 12 h, καὶ 15 h
- ὑπὸ τὴν μασχάλην (ιατρικὸν θερμομέτρον)
- εἰς διαφόρους θέσεις ἐνὸς ψυκτικοῦ θαλάμου κ.τ.λ.

4 Μερικαὶ χαρακτηριστικαὶ θερμοκρασίαι

Θερμοκρασία τηκομένου πάγου: 0° C

Θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, ὅταν βράζη: 100°

Κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου : 37°

Θερμοκρασία τοῦ σώματος τῶν πτηνῶν : 42° C

5 Μέση θερμοκρασία

Ἡ μέση θερμοκρασία τῆς πόλεως τῶν Ἀθηνῶν διὰ τὸ ἔτος π.χ. 1965 ἦτο : $17,41^{\circ}$ C.

Πρὸς εὔρεσιν τῆς μέσης θερμοκρασίας ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

Πρῶτον εὑρίσκομεν τὴν μέσσην θερμοκρασίαν τῆς ἡμέρας, τὴν ὁποίαν ὑπολογίζομεν ἐπὶ τῇ βάσει 24 θερμοκρασιῶν, λαμβανομένων καθ' ἑκάστην ὥραν. Ἀκολούθως εὑρίσκομεν τὴν μέσσην μηνιαίαν θερμοκρασίαν. Ἡ μέση μηνιαία θερμοκρασία μᾶς χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς μέσης ἐτήσιας θερμοκρασίας.

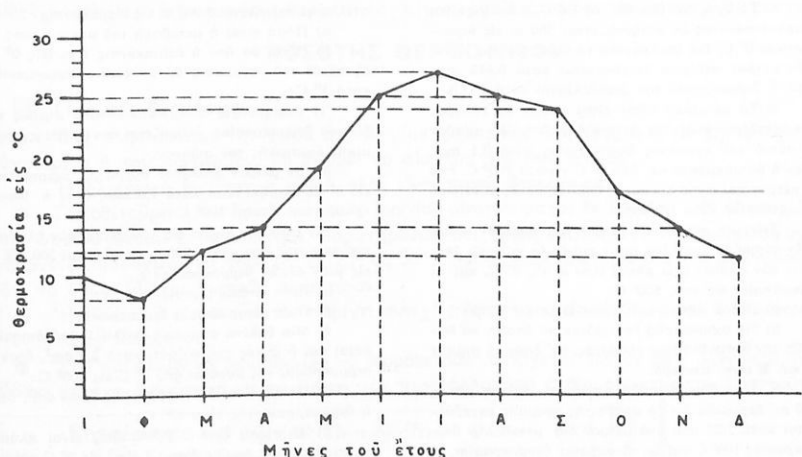
Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα σημειοῦται ἡ μέση θερμοκρασία τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους 1965.

Ἰανουάριος	9,6	Ἀπρίλιος	14,1	Ἰούλιος	27,7	Ὀκτώβριος	17,3
Φεβρουάριος	7,8	Μάιος	18,7	Αὔγουστος	25,3	Νοέμβριος	15,4
Μάρτιος	11,5	Ἰούνιος	25	Σεπτέμβριος	24	Δεκέμβριος	12,6

Μὲ βάσιν τὸν πίνακα ὑπολογίζομεν τὴν μέσσην θερμοκρασίαν τοῦ ἔτους.

Γενικὸν σύνολον : 209° C.

Μέση θερμοκρασία τοῦ ἔτους : $17,41^{\circ}$ C.



Κατασκευάζομεν γραφικήν παράστασιν διὰ τῶν μέσων μηνιαίων θερμοκρασιῶν τοῦ ἔτους (προσέγγισις ἡμίσεως βαθμοῦ) καὶ χαράσσομεν ὀριζοντίαν γραμμὴν εἰς τὸ ὕψος τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ ἔτους.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ θερμοκρασία εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ μετρηθῆ, ἀλλὰ μόνον νὰ χαρακτηρισθῆ (νὰ σημειωθῆ).

Τὸ θερμομέτρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ σημειώσωμεν καὶ οὐχὶ νὰ μετρήσωμεν μίαν θερμοκρασίαν.

2. Διὰ νὰ σημειώσωμεν ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς σώματος, πρέπει νὰ φέρωμεν τὸ θερμομέτρον εἰς ὅσον τὸ δυνατόν καλυτέραν ἐπαφὴν πρὸς τὸ σῶμα, νὰ ἀποφύγομεν τὰ σφάλματα τῆς ἀναγνώσεως καὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος νὰ τοποθετώμεν τὸ θερμομέτρον εἰς τὴν σκιάν.

3. Αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι σημειοῦν τακτικῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ὑπολογίζουν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου.

Ἡ θερμοκρασία εἶναι τὸ κυριώτερον στοιχεῖον τοῦ κλίματος ἐνὸς τόπου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 9: Θερμοκρασία, θερμομέτρον.

I. Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον

1. Αἱ ἐνδείξεις 0° καὶ 100° Κελσίου ἐνὸς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀπέχουν 24 cm:

α) Ποῖον μῆκος σωλήνος εἰς mm ἀντιστοιχεῖ εἰς 1° C;

β) Ἐὰν ἡ μικροτέρα, ἀντιληπτὴ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, μετατόπισις τῆς στάθμης ὑδραργύρου εἶναι 1/5 mm, πόση εἶναι ἡ μικροτέρα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας εἰς $^{\circ}$ C, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν δι' αὐτοῦ τοῦ θερμομέτρου;

2. Ἐκτὸς τῆς κλίμακος Κελσίου χρησιμοποιεῖται καὶ ἡ κλίμαξ Fahrenheit (Φαρενάιτ). Τὰ σημεῖα 0 καὶ 100 τῆς κλίμακος Κελσίου ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα 32 καὶ 212 τῆς κλίμακος Φαρενάιτ:

α) Νὰ ὑπολογισθῆ ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ F ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν C.

β) Ὄταν τὸ θερμομέτρον F δεικνύη $75,2^{\circ}$, ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμομέτρον C;

γ) Ὄταν τὸ θερμομέτρον C δεικνύη 18° , ποίαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμομέτρον F;

II. Μεταβολὴ διαστάσεων

3. Εἰς 0° C ἔν σῦρμα ἐξ ἀλουμινίου ἔχει μῆκος 1 m καὶ ἐπιμηκύνεται κατὰ 2,3 mm, ὅταν ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 100° C.

Πόσον ἐπιμηκύνεται σῦρμα ἐκ τοῦ ἴδιου ὑλικοῦ, μῆκους 20 m, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθῆ ἀπὸ 0° C εἰς 75° C;

4. Τό ύψος του Πύργου του Eiffel, ό όποιος είναι κατεσκευασμένος εκ σιδήρου, είναι 300 m εις θερμοκρασίαν 0°C . Νά υπολογισθή τό ύψος του εις 30°C . (Έν μέτρον σιδήρου επιμηκύνεται κατά 0,612 mm, όταν ή θερμοκρασία του μεταβάλλεται κατά 1°C).

5. Τό μέταλλον ίνvar είναι κρῆμα εκ χάλυβος καί νικελίου, ελάχιστα διαστελλόμενον. Έν μέτρον εκ αυτού του κράματος επιμηκύνεται κατά 0,1 mm, όταν ή θερμοκρασία του από 0°C γίνεται 100°C , ενώ έν μέτρον χαλκίνου σύρματος υπό τας ατάς συνθήκας επιμηκύνεται κατά 1,6 mm.

Τεινομεν συγχρόνως μεταξύ δύο σημείων Α καί Β έν σύρμα εκ μετάλλου ίνvar καί έν εκ χαλκού, εκαστον τών όποιων έχει μήκος 0,60 m εις 0°C , καί τά θερμαίνομεν εις τούς 500°C :

α) Ποίον μήκος έχει τώρα έκαστον σύρμα;

β) Νά σχηματισθή έν σχέδιον, τό όποιον νά δεικνύη τήν θέσιν εκάστου σύρματος, έφ' όσον τά σημεία Α καί Β είναι σταθερά.

6. Αί σιδηροδρομικά γραμμάι έχουν μήκος 800 m. Δεχόμεθα ότι τό μήκος της γραμμής μεταβάλλεται κατά 1,05 mm ανά μέτρον διά μεταβολήν θερμοκρασίας 100°C καί ότι αί άκραίαι θερμοκρασίαι, αί όποίαι σημειώνονται εις τας γραμμάς, είναι -20°C καί 60°C :

α) Ποία είναι ή μεταβολή του μήκους γραμμής 800 m μεταξύ αυτών τών θερμοκρασιών;

7) Σύρμα εκ σιδήρου, μήκους 5 m εις 0°C δια-

στελλεται καί γίνεται 5,003 m εις θερμοκρασίαν 50°C :

α) Πόση είναι ή μεταβολή του μήκους του;

β) Πόση θα ήτο ή επιμηκύνσις 1 m (εις 0°C) εκ αυτού του σύρματος δι' άνύψωσιν θερμοκρασίας κατά 1°C ;

Η επιμηκύνσις αυτή κατά μονάδα μήκους καί βαθμόν θερμοκρασίας όνομάζεται συντελεστής γραμμικής διαστολής του σιδήρου.

8. Έν μέτρον χαλκίνου σύρματος, μετρηθέντος εις 0°C , επιμηκύνεται κατά 1,6 mm, όταν ή θερμοκρασία του γίνεται 100°C .

Έν τοιοϋτον σύρμα διά τήν μεταφοράν ηλεκτρικού ρεύματος έχει μήκος 200 m εις 0°C καί 200,128 m εις μίαν άλλην θερμοκρασίαν:

α) Ποία ή επιμηκύνσις του;

β) Ποία είναι αυτή ή θερμοκρασία;

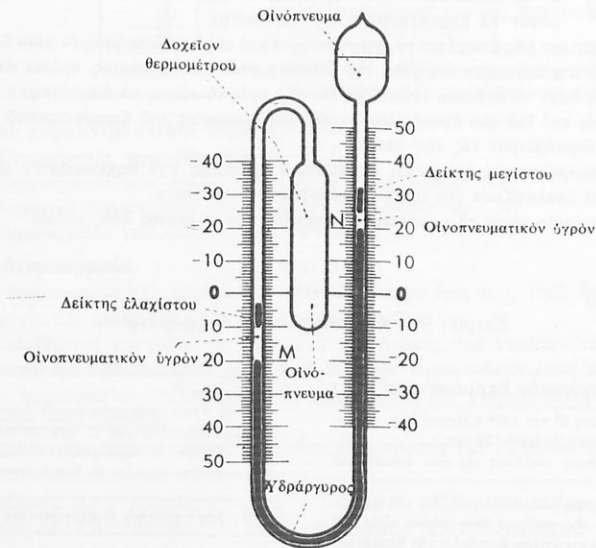
9) Μία υαλίνη σφαιρική φιάλη 1 dm^3 διαστελλεται καί ό όγκος της αύξάνει κατά $2,7\text{ cm}^3$, όταν ή θερμοκρασία της ύψοται από 0°C εις 100°C :

α) Πόσος είναι ό όγκος φιάλης $0,500\text{ dm}^3$, όταν ή θερμοκρασία της γίνη 60°C ;

β) Η φιάλη (όγκος $0,500\text{ dm}^3$) είναι πλήρης γλυκερίνης, της όποιás όγκος 1 dm^3 εις 0°C αύξάνει κατά $0,500\text{ cm}^3$ δι' άνύψωσιν θερμοκρασίας 1°C .

Πόση είναι ή αύξησις του όγκου της γλυκερίνης, όταν ή θερμοκρασία της φιάλης γίνη 60°C ;

γ) Πόσος όγκος γλυκερίνης χύνεται τότε εκ της φιάλης;



Όταν μετατοπίζεται ό υδράργυρος, ώθει πότε τόν ένα καί πότε τόν άλλον δείκτην. Τό οινόπνευματικόν υγρόν δύναται νά κυκλοφορή γύρω από τούς δείκτας, ενώ ό υδράργυρος όχι. Οί δείκται παραμένουν εις τήν θέσιν των όταν ό υδράργυρος άποσύρεται, ενώ αντίθετως μετατοπίζονται, όταν ώθούται από αυτόν. Τό θερμομετρον του σχήματος δεικνύει θερμοκρασίαν 20°C . Η ελάχιστη είναι 10°C καί ή μέγιστη 25°C . Οί δείκται είναι από σίδηρον καί δύναμεθα νά τούς μετατοπίσωμεν έξωτερικώς με ένα μαγνήτην.

ΠΟΣΟΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

1 Τί εἶναι θερμότης.

● Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς μίαν ἠλεκτρικὴν θερμάστρα ἢ εἰς τὴν φλόγα τοῦ ὑγραερίου ἢ τοῦ φωταερίου, θὰ ἔχωμεν τὸ αἶσθημα τῆς θερμότητος.

Ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα καὶ ἡ φλόξ εἶναι **πηγαὶ θερμότητος**.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας οἰνοπνεύματος ἐν δοχείῳ μεθ' ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου θέτομεν ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῶς 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 φλόξ 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 ἑλαττοῦται.

Συμπέρασμα: Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἷτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2 Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Θερμαίνωμεν διὰ δύο διαφορετικῶν πηγῶν θερμότητος (π.χ. λυχνίας οἰνοπνεύματος καὶ ἠλεκτρικῆς θερμάστρας) δύο σφαιρικοὺς φιάλας, π.χ. τὴν Α καὶ τὴν Β, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ἴσας μάζας ὕδατος $m=600$ g καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν $t_1=20^\circ$ C.

● Σημειώνομεν ἀνὰ λεπτόν τὴν θερμοκρασίαν ἐκάστου ὑγροῦ τῆ βοήθειά τῶν ἐντὸς τῶν φιαλῶν τοποθετημένων θερμομέτρων καὶ καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα:

χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5	6
θερμοκρασία (°C) Α	20	25	30	35	40	45	50
Β	20	26	32	38	44	50	

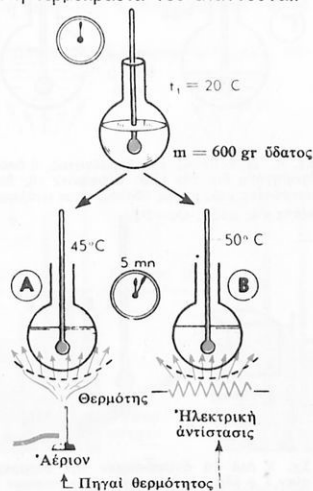
● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος δὲν πρέπει νὰ μεταβάλλωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φλογὸς τῶν δύο πηγῶν.

Συμπέρασμα: Ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ μία μάζα ὕδατος, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν φιάλην Β ἀνέρχεται ταχύτερον παρά εἰς τὴν φιάλην Α.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις παρέχει εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ τὴν φλόγα τοῦ οἰνοπνεύματος.

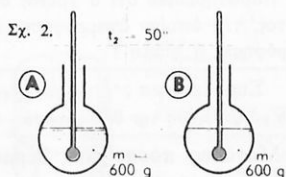
Διακόπτομεν τὴν θέρμανσιν, ὅταν ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος γίνῃ καὶ εἰς τὰς δύο φιάλας $t_2=50^\circ$ C (σχ. 2).



Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Β δέχεται εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸν διάστημα περισσότεραν θερμότητα ἀπὸ τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α.

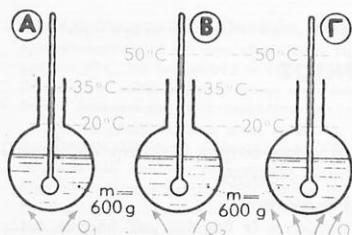
Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποῖα ἐχορηγήθη παρά τῆς λυχνίας Bunsen.

Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποῖα ἐχορηγήθη παρά τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

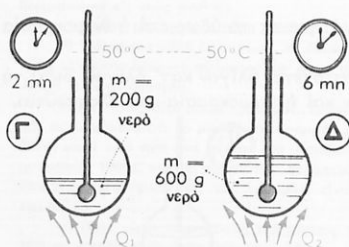


Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποῖαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Α.

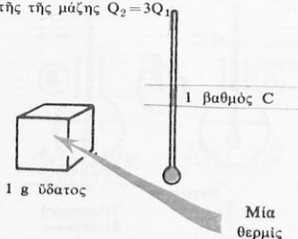
Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποῖαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Β.



Σχ. 3. 'Η ποσότης θερμότητας Q είναι ίση προς $Q_1 + Q_2$.



Σχ. 4. 'Η ποσότης της θερμότητας, ή οποία εχρηγήθη διά την ίδιαν άνυψώσιν της θερμοκρασίας μιάς μάζης ύδατος, είναι ανάλογος αύτης της μάζης $Q_2 = 3Q_1$.



Σχ. 5. Διά νά άνυψώσωμεν την θερμοκρασίαν 1 g ύδατος, πρέπει νά χορηγήσωμεν εις αυτό θερμότητα ίσην προς μίαν θερμίδα.

Θερμαίνομεν πρώτον την φιάλην Γ, έως ότου ή θερμοκρασία φθάση εις τούς 50° C, και σημειώνομεν τόν χρόνον, ό οποίος εχρειάσθη : 2 mn. Χωρίς νά μεταβάλωμεν την έντασιν τής φλογός, θερμαίνομεν την φιάλην Δ έως την θερμοκρασίαν τών 50° C και σημειώνομεν πάλιν τόν χρόνον : 6 mn περίπου.

Παρατηρούμεν ότι ό χρόνος αυτός είναι τριπλάσιος του πρώτου και ή ποσότης θερμότητος, την όποιαν απέρρσφησεν ή φιάλη Δ, είναι τριπλάσια της ποσότητος, την όποιαν απέρρσφησεν ή φιάλη Γ.

Συμπέρασμα : 'Η ποσότης τής θερμότητος, την όποιαν απορροφά μία μάζα ύδατος, διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν από t_1 έως t_2 , είναι ανάλογος προς την μάζαν του ύδατος.

Ε Μονάδες ποσοτήτων θερμότητος :

'Η θερμής (cal) είναι ή ποσότης τής θερμότητος, ή απαιτούμενη διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν ενός g ύδατος κατά 1° C.

Πολλαπλάσια : 'Η χιλιοθερμής (Kcal) 1 Kcal=1000 cal.

α) 'Εκάστη πηγή θερμότητος άνυψώσε την θερμοκρασίαν ίσης μάζης ύδατος $m=600$ g από $t_1 = 20^\circ$ C εις $t_2=50^\circ$ C, δηλ. $t_2-t_1=30^\circ$ C

Βλέπομεν ότι :

Ποσότης θερμότητος, την όποιαν απέρρσφησε το ύδωρ τής φιάλης A
 Ποσότης θερμότητος, την όποιαν απέρρσφησε το ύδωρ τής φιάλης B.

Δύο ποσότητες θερμότητος είναι ίσαι, όταν άνυψώνουν εις την αύτην θερμοκρασίαν δύο ίσας μάζας ύδατος, αι όποιαι είχαν την ίδιαν αρχικήν θερμοκρασίαν.

Κατά προσέγγισιν δυνάμεθα νά δεχθώμεν ότι δύο ποσότητες θερμότητος είναι ίσαι, όταν προκαλούν εις δύο ίσας μάζας ύδατος την αύτην μεταβολήν θερμοκρασίας.

β) "Όταν ή θερμοκρασία άνέρχεται από 20° C εις 35° C, το ύδωρ τής φιάλης A προσλαμβάνει μίαν ποσότητα θερμότητος Q_1 και από 35° C εις 50° C, μίαν ποσότητα θερμότητος Q_2 (σχ. 3).

'Η ποσότης τής θερμότητος, την όποιαν απέρρσφησε το ύδωρ, διά νά άνυψωθή ή θερμοκρασία του από 20° C εις 50° C, είναι ίση με το άθροισμα Q_1+Q_2 .

'Αλλά $Q_1=Q_2$, έπειδή ή άνυψώσις τής θερμοκρασίας είναι ή αύτη : 15° C.

Τό ύδωρ τής φιάλης A απέρρσφησεν από τούς 20° C έως τούς 50° C μίαν ποσότητα

$$Q_1+Q_2=Q$$

Αί ποσότητες θερμότητος δύνανται νά είναι ίσαι, νά προστεθούν και νά πολλαπλασιασθούν ή μία εις την άλλην.

Συμπέρασμα : Μία ποσότης θερμότητος είναι μέγεθος, το όποϊον δύνανται νά μετρηθή.

γ) Δύο όμοια σφαιρικά φιάλαι περιέχουν ή μία 200 g και ή έτέρα 600 g ύδατος εις την αύτην αρχικήν θερμοκρασίαν 20° C (σχ. 4).

Μία άλλη μονάς θερμότητας είναι και η μεγαθερμής (Mcal), ή οποία εκφράζει την απαιτούμενη θερμότητα, δια να ανυψωθή η θερμοκρασία μάζης ενός τόνου ύδατος κατά 1° C.

Τύποι.

Ποίαν ποσότητα θερμότητας πρέπει να προσδώσωμεν εις μίαν μάζαν ύδατος 600 g, δια να ανέλθη η θερμοκρασία του από τους 20° C εις τους 50° C;

$$Q = 1 \times 600 \times (50 - 20) = 18000 \text{ cal}$$

$$\text{cal} = \text{cal/g } ^\circ\text{C} \quad \text{g} \quad ^\circ\text{C}$$

Γενικώτερον, αν m ή μάζα του ύδατος, t_1 ή αρχική θερμοκρασία και t_2 ή τελική θερμοκρασία, ή ποσότης θερμότητας, την οποίαν πρέπει να προσδώσωμεν, είναι :

$$Q = 1 \times m \times (t_2 - t_1)$$

$$\text{cal} = \text{cal/g } ^\circ\text{C} \quad \text{g} \quad ^\circ\text{C}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Η θερμότης είναι το αίτιον των μεταβολών της θερμοκρασίας.

2. Η ποσότης της θερμότητας, την οποίαν απορροφά μία μάζα ύδατος, ώστε να ανυψουται η θερμοκρασία του, είναι ανάλογος προς την μάζαν του ύδατος και την ανύψωσιν της θερμοκρασίας του.

3. Μονάς θερμότητος είναι η θερμής (cal). Θερμής είναι η θερμότης, ή απαιτούμενη, δια να ανυψώση εν g ύδατος την θερμοκρασίαν του κατά 1° C.

4. Η ποσότης θερμότητος Q , ή οποία απαιτείται, δια να ανυψωθή η θερμοκρασία μιάς μάζης ύδατος m από t_1 ° C εις t_2 ° C, είναι : $Q = m \times (t_2 - t_1)$.

390^{ον} ΜΑΘΗΜΑ: Μέτρησις ποσότητος θερμότητος.

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟΝ ΔΙ' ΥΔΑΤΟΣ

1 Τοιχώματα αγωγίμα και τοιχώματα μονωτικά.

α) Έντος του δοχείου A, το οποίον περιέχει ύδωρ 20° C, τοποθετούμεν έτερον δοχείον B έξ αλουμινίου, το οποίον περιέχει ύδωρ 60° C (σχ. 1).

Παρατηρούμεν τότε ότι η θερμοκρασία του ύδατος εις το δοχείον B κατέρχεται, ενώ ανέρχεται εις το δοχείον A. Τέλος, ή θερμοκρασία και εις τα δύο δοχεία γίνεται ή αυτή. Λέγομεν τότε ότι αποκατεστάθη **θερμική ισορροπία**.

Έξηγησις. Το ύδωρ του δοχείου B έδωσε θερμότητα εις το ύδωρ του δοχείου A και ή θερμοκρασία του κατήλθε.

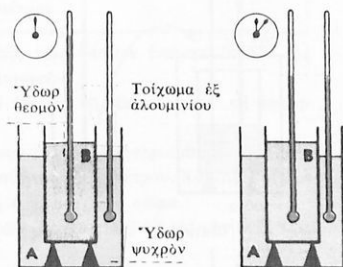
Το ύδωρ του δοχείου A προσέλαβεν αυτήν την θερμότητα, ή οποία διέρχεται από το ένδιάμεσον τοίχωμα του δοχείου B, όποτε ή θερμοκρασία του ανήλθε.

Το τοίχωμα αυτό είναι καλός αγωγός της θερμότητος.

● β) Αντικαθιστώμεν το δοχείον B δι' έτερον, το οποίον έχει διπλά υάλινα έπαργυρωμένα τοιχώματα. Ό μεταξύ των δύο τοιχωμάτων χώρος είναι κενός άέρος.

Το δοχείον τούτο είναι όμοιον προς το δοχείον θερμός και ονομάζεται δοχείον *Dewar*.

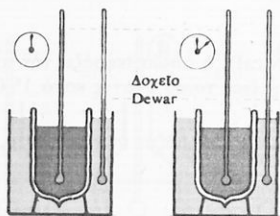
Χύνομεν εις το δοχείον τούτο ύδωρ 60° C και το τοποθετούμεν έντος του δοχείου A, το οποίον περιέχει ύδωρ εις την θερμοκρασίαν του δωματίου.



Σχ. 1. Το ύδωρ του δοχείου B παραχωρεί θερμότητα εις το ύδωρ του δοχείου A, έως ότου άνάμεσα εις τα δύο δοχεία άποκατεστάθη θερμική ισορροπία.

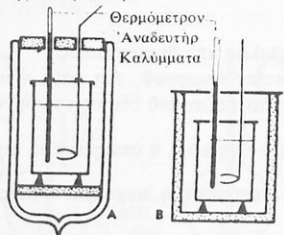


Σχ. 2. Δοχείον Dewar

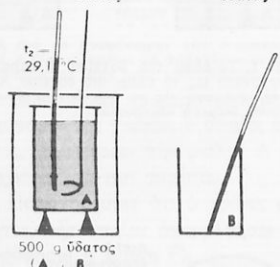
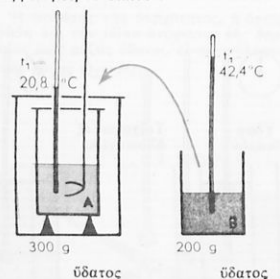


Σχ. 3. Δεν είναι δυνατή η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των υγρών των δύο δοχείων.

Τα τοιχώματα του δοχείου Dewar αποτελούν ένα θερμικών μονωτή.



Σχ. 4. Θερμιδόμετρα
Α: Θερμιδόμετρον Arsonval-Dewar
Β: Θερμιδόμετρον ήπλιον.



Θερμότης ή ό-
ποία έχορηγήθη
άπό τό ύδωρ
τοϋ δοχείου Β

Θερμότης την όποίαν
άπερρόφησε τό ύδωρ
τοϋ θερμιδόμετρον
+
Θερμότης την όποίαν
άπερρόφησε τό
θερμιδόμετρον

Σχ. 5. Μέτρησης του ισοδυναμίου εις ύδωρ ενός θερμιδόμετρον.

● Παρατηρούμεν ότι ή θερμοκρασία του ύδατος εις άμφότερα τά δοχεία δεν μεταβάλλεται. Έπομένως δεν γίνεται ανταλλαγή θερμότητας. Τά τοιχώματα του δοχείου Dewar άποτελούν ένα θερμικών μονωτήν (σχ. 3).

Ό βάμβαξ, τό έριον, τά πριονίδια του ύλου και γενικώς τά σώματα, τά όποία είναι κακοί άγωγοί τής θερμότητος, άποτελούν τούς θερμικούς μονωτάς.

2 Άρχη του Θερμιδόμετρον.

Τό θερμιδόμετρον είναι έν όργανον θερμικώς μεμωρομένον εκ του έξωτερικού περιβάλλοντος. Είναι έφωδιασμένον δι' ένός αναδευτήρος και ένός ειαισθήτου θερμιδόμετρον.

Εις τό σχήμα 4 βλέπομεν έν θερμιδόμετρον, του Arsonval-Dewar. Έπειδή τά τοιχώματα του δοχείου Dewar είναι μονωτικά, έχει περιορισθή εις τό έλάχιστον ή ανταλλαγή θερμότητος μεταξύ του έσωτερικού δοχείου (θερμιδομετρικού) και του έξωτερικού περιβάλλοντος.

Χύνομεν έντός του θερμιδομετρικού δοχείου 200 g ύδατος 20° C και έπειτα 100 g ύδατος 50° C και αναδευόμεν διά του αναδευτήρος.

Όταν άποκατασταθή θερμική ίσορροπία, σημειώνομεν την τελικήν θερμοκρασίαν του μείγματος : 30° C.

Έξήγησις. Η θερμοκρασία των 200 g ύδατος εις τό δοχείον Dewar άνήλθεν άπό $t_1=20^\circ C$ εις $t_2=30^\circ C$.

Τό ύδωρ τοϋτο άπερρόφησε ποσόν θερμότητος : $Q_{cal}=m \times (t_2-t_1)=200 \text{ cal/g} \times (30^\circ C-20^\circ C)=2000 \text{ cal}$.

Η θερμοκρασία των 100 g ύδατος, τό όποιον προσετέθη, κατήλθεν άπό $t_1=50^\circ C$ εις $t_2=30^\circ C$.

Τό ύδωρ τοϋτο άπέδωσε ποσόν θερμότητος : $Q' \text{ cal}=(t_1-t_2) \times m=(50^\circ C-30^\circ C) \times 100 \text{ cal/g} = 2000 \text{ cal}$

$Q = Q'$

Μέθοδος των μειγμάτων και αρχή τής ισότητος των ανταλλαγών (των ποσοτήτων θερμότητος).

Όταν θέσωμεν εις έπαφήν δύο σώματα διαφορετικών άρχικων θερμοκρασιων οϋτως, όστε να δύνανται να ανταλλάξουν θερμότητα μόνον μεταξύ των, τότε θα άποκατασταθή θεμική ίσορροπία και ή ποσότης θερμότητος, την όποιαν άπέδωσε τό έν εκ των σωμάτων, θα είναι ίση με την ποσότητα θερμότητος, την όποιαν άπερρόφησε τό έτερον.

3 Ίσοδυναμον εις ύδωρ (θερμοχωρητικό-της) ένός θερμιδόμετρον.

● Έν σύνηθες θερμιδόμετρον (σχ. 5) περιέχει 300 g ύδατος θερμοκρασίας : $t_1=20,8^\circ C$.

Την ίδιαν θερμοκρασίαν έχει και τό δοχείον τοϋ θερμιδόμετρον.

● Προσθέτομεν εις τό θερμιδόμετρον 200 g ύδα-

της θερμοκρασίας $t_1=42,4^\circ\text{C}$, αναδεύομεν τὸ μείγμα καὶ σημειώομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασία $t_2=29,1^\circ\text{C}$.

Τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον ἀπερρόφησε :

$$Q_{\text{cal}}=300 \text{ cal}/^\circ\text{C} \times (29,1-20,8)^\circ\text{C}=2490 \text{ cal}.$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προσετέθη εἰς τὸ θερμοδόμετρον, ἀπέδωσε :

$$Q'_{\text{cal}}=200 \text{ cal}/^\circ\text{C} \times (42,4-29,1)^\circ\text{C}=2660 \text{ cal}.$$

Τὰς 2490 cal ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον, τὴν δὲ διαφορὰν :

$$2660 \text{ cal}-2490 \text{ cal}=170 \text{ cal}$$

ἀπερρόφησε τὸ ἴδιον τὸ θερμοδόμετρον (τοιχώματα, ἀναδευτήρ, θερμοόμετρον, κάλυμμα) καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνῆλθε κατὰ $29,1^\circ-20,8^\circ=8,3^\circ\text{C}$.

Διὰ τὴν ὑψωθῆ λοιπὸν ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμοδόμετρον κατὰ 1°C , πρέπει τοῦτο νὰ ἀπορροφήσῃ

$$\frac{170 \text{ cal}}{8,3^\circ\text{C}} = 20 \text{ cal}/^\circ\text{C} \text{ περίπου,}$$

δηλαδὴ τὴν ποσότητα θερμότητος, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ μάζα ὕδατος 20 g, διὰ τὴν ὑψωθῆ ἡ θερμοκρασία της κατὰ 1°C .

Τὸ θερμοδόμετρον λοιπὸν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος ἀπορροφᾷ τὴν ποσότητα θερμότητος, ὅσην θὰ ἀπερρόφει μάζα ὕδατος 20 g.

Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ αὐτοῦ τοῦ θερμοδόμετρον εἶναι 20 g ὕδατος.

Εἰς ἐκάστην μέτρησιν ποσότητος θερμότητος δι' αὐτοῦ τοῦ θερμοδόμετρον πρέπει νὰ υπολογίζωμεν καὶ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ.

Συμπέρασμα : Τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ ἐνὸς θερμοδόμετρον εἶναι ἡ μάζα τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος μετὰ τοῦ θερμοδόμετρον, διὰ τὴν ὑψωθῆ ἡ θερμοκρασία του ἐξ ἴσου μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμοδόμετρον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ δύο ἐπαγρωσμένα τοιχώματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κενὸν εἰς τὸ δοχεῖον Dewar, ἀποτελοῦν θερμικὸν μονωτήν.

Τὸ ἔριον, ὁ βάμβαξ, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ ἀποτελοῦν ἐπίσης θερμικοὺς μονωτάς.

Τὸ θερμοδόμετρον εἶναι ἓν ὄργανον θερμικῶς μεμονωμένον ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Εἶναι ἐφοδιασμένον δι' ἐνὸς ἀναδευτήρος καὶ ἐνὸς εὐαίσθητου θερμομέτρον. 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.

400^{ON} ΜΑΘΗΜΑ:

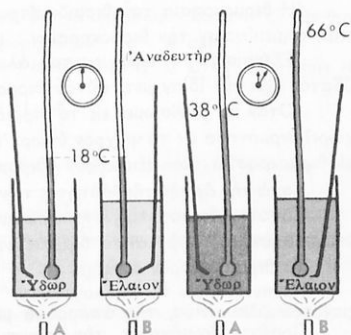
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

1 Παρατήρησις.

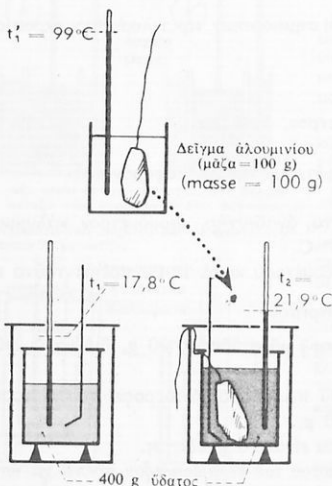
● Δύο ὅμοια δοχεῖα περιέχουν : τὸ ἓν 500 g ὕδατος καὶ τὸ ἕτερον 500 g ἐλαίου τῆς ἰδίας θερμοκρασίας 18°C .

Θερμαίνομεν βραδέως τὸ πρῶτον δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος καὶ ἀναδεύομεν συνεχῶς τὸ ὕδωρ, σημειοῦντες ἀνὰ λεπτόν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐκτελοῦμεν καὶ διὰ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ἐλαῖον, ὁπότε καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

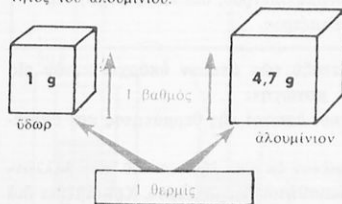


Σχ. 1. Ἡ ἰδία πηγὴ θερμότητος ἀνυψώνει ταχύτερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἰδίας μάζης ὕδατος.



Ίσοδυναμόν εις ύδωρ του θερμομέτρου 20 g

Σχ. 2. Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητας του αλουμινίου.



Σχ. 3 : 1 θερμίδα ανυψώνει κατά 1°C την θερμοκρασίαν 1 g ύδατος ή

$$\frac{1 \text{ cal}}{0,27 \text{ cal/g}} = 4,73 \text{ αλουμίνιον.}$$

- Ανασύρουμεν τὸ τεμάχιον καὶ τὸ βυθίζουμεν ἀμέσως ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμομέτρου. Ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμομέτρου ἀνέρχεται καὶ ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, σημειώμεν τὴν θερμοκρασίαν : $t_2 = 21,9^\circ\text{C}$.
- Ἐξήγησις. Τὸ τεμάχιον τοῦ αλουμινίου κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐξαγωγῆς του ἐκ τοῦ ὕδατος ἔχει τὴν ἴδιαν μετ' αὐτοῦ θερμοκρασίαν : 99°C .

Ὅταν τὸ βυθίσωμεν εἰς τὸ θερμοδόμετρον, 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 :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν} \\ \text{ἀπερρόφησε τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμοδόμετρον} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν} \\ \text{παρεχώρησε τὸ αλουμίνιον.} \end{array} \right.$$

Τὸ θερμοδόμετρον περιέχει 400 g ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδυναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 20 g.

Πρέπει λοιπὸν νὰ ὑπολογίσωμεν ὅτι τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ τεμάχιον τοῦ αλουμινίου, τὴν ἀπορροφᾷ μᾶζα $400 \text{ g} + 20 \text{ g} = 420 \text{ g}$ ὕδατος καὶ ἐπομένως :

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμοδόμετρον :

$$Q_{\text{cal}} = 420 \text{ cal/}^\circ\text{C} (21,9 - 17,8)^\circ\text{C} = 1722 \text{ cal.}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ αλουμίνιον = 1722 cal.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ αλουμινίου κατέρχεται κατὰ :

Χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5
Ἰσοδυναμία	18°	22°	26°	30°	34°	38°
Θερμοκρασία						
ἔλαιου	18°	26°	36°	46°	56°	66°

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἔλαιου ἀνέρχεται ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν ἴδιαν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς δύο ἴσας μᾶζας ὕδατος καὶ ἔλαιου, πρέπει νὰ προσφέρωμεν ὀλιγωτέραν θερμότητα εἰς τὸ ἔλαιον ἀπὸ ὅσην προσεφέραμεν εἰς τὸ ὕδωρ.

Συμπέρασμα : Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς σώματος, λόγω τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀπορροφουμένης ποσότητος θερμότητος, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ σώματος.

2 Προσδιορισμός τῆς ειδικῆς θερμότητος ἐνὸς σώματος.

Εἰδικὴ θερμότης ἐνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ εἶναι ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἢ μονὰς τῆς μᾶζης τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀυξηθῇ κατὰ 1°C .

A) Προσδιορισμός τῆς ειδικῆς θερμότητος τοῦ ἀργιλίου (αλουμινίου).

• Χύνουμεν 400 g ὕδατος ἐντὸς τοῦ θερμομέτρου καὶ ἀναδεύουμεν, ὥστε νὰ ἐξισωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ θερμοδόμετρον, καὶ σημειώμεν αὐτὴν τὴν θερμοκρασίαν : $t_1 = 17,8^\circ\text{C}$.

• Στερεώνουμεν εἰς τὸ ἄκρον σύρματος ἐν τεμάχιον αλουμινίου, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἔχομεν ζυγίσει : $m = 100 \text{ g}$.

• Βυθίζουμεν τὸ τεμάχιον τοῦ αλουμινίου εἰς ὕδωρ, τὸ ὁποῖον βράζει, καὶ σημειώμεν τὴν θερμοκρασίαν του : $t_1 = 99^\circ\text{C}$.

$$t_1 - t_2 = 99^{\circ}\text{C} - 21,9^{\circ}\text{C} = 77,1^{\circ}\text{C}$$

καί, όταν ή θερμοκρασία του κατέρχεται κατά 1°C , τὸ 1 g τοῦ ἀλουμινίου παραχωρεῖ :

$$\frac{1722 \text{ cal}}{77,1^{\circ}\text{C} \times 100\text{g}} = 0,22 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

Ἀντιθέτως, διὰ ν' ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 1 g ἀλουμινίου κατά 1°C , πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσωμεν 0,22 cal.

Ἡ εἰδική θερμότης τοῦ ἀλουμινίου εἶναι :

$$0,22 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

B) Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ πετρελαίου.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸ ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον διὰ 300 g πετρελαίου, θερμοκρασίας $t_1 = 18,3^{\circ}\text{C}$.

Βυθίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ θεμάχιον τοῦ ἀλουμινίου, τὸ ὅποσον προηγουμένως ἔχομεν θερμάνει εἰς τοὺς 60°C (ἐντὸς ὕδατος 60°C), καί σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμοδόμετρον : $t_2 = 23^{\circ}\text{C}$.

Τὸ ἀλουμίνιον παρεχώρησε ποσὸν θερμότητος :

$$Q_{\text{cal}} = 0,22 \times 100 \text{ g} (60 - 23)^{\circ}\text{C} = 814 \text{ cal.}$$

Ἐκ τοῦ ποσοῦ τούτου τὸ θερμοδόμετρον ἀπερρόφησεν :

$20 \text{ cal}^{\circ}\text{C} (23 - 18,3)^{\circ}\text{C} = 94 \text{ cal}$ (20 cal/ $^{\circ}\text{C}$ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμοδόμετρον), τὸ δὲ πετρελαίον ἀπερρόφησεν :

$$814 \text{ cal} - 94 \text{ cal} = 720 \text{ cal}$$

Ὅταν λοιπὸν ή θερμοκρασία ἀνέρχεται κατά $23^{\circ}\text{C} - 18,3^{\circ}\text{C} = 4,7^{\circ}\text{C}$, τὰ 300 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφῶν 720 cal.

Ὅταν ή θερμοκρασία ἀνέρχεται κατά 1°C , τὸ 1 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφᾷ :

$$\frac{720 \text{ cal}}{4,7^{\circ}\text{C} \times 300 \text{ g}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

Ἡ εἰδική θερμότης τοῦ πετρελαίου εἶναι :

$$0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$

3 Τύπος.

Ἐάν c εἶναι ή εἰδική θερμότης ἐνὸς σώματος, τότε, διὰ νὰ ὑψώσωμεν κατά 1°C τὴν θερμοκρασίαν μάζης m.g τοῦ σώματος, πρέπει νὰ παραχωρήσωμεν : $c \times m \text{ cal}$.

Διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος αὐτοῦ ἀπὸ $t_1^{\circ}\text{C}$ εἰς $t_2^{\circ}\text{C}$, πρέπει νὰ τοῦ παραχωρήσωμεν :

$$Q = c \times m \times (t_2 - t_1)$$

cal cal/g $^{\circ}\text{C}$ g $^{\circ}\text{C}$

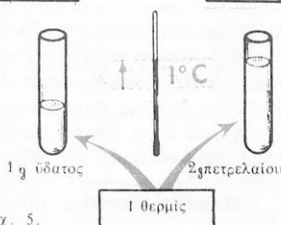
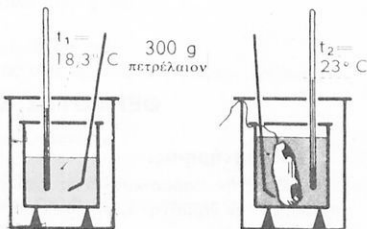
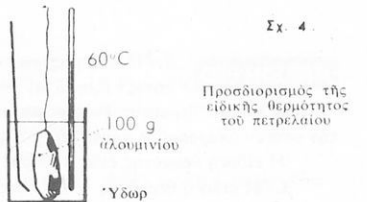
Παρατήρησις. Ἡ εἰδική θερμότης παντὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ σώματος τούτου.

Ἡ εἰδική θερμότης τοῦ ὕδατος ἔχει ὀρισθῆ ἴση πρὸς 1 cal/g $^{\circ}\text{C}$.

Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν εἰδικὴν θερμότητα. Διὰ τὴν ἴδιαν δηλ. ἀνυψώσιν θερμοκρασίας καί τὴν ἴδιαν 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 θάλασσα, αἱ λίμναι, ρυθμίζουν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς τόπου.

Διὰ τὸν ὧς ἄνω λόγον χρησιμοποιοῦμεν τὸ ὕδωρ ὡς ἀποθήκην θερμότητος (θερμοφόροι) ή διὰ τὴν μεταφορὰν θερμότητος (Κεντρικὴ θέρμανσις, ψυεῖς κινητῶρων κλπ.).



Σχ. 5.

Εἰδική θερμότης κατὰ γραμμάριον καὶ βαθμὸν C			
Μολυβδὸς	0,03	Ὕδραργυρὸς	0,033
Κυσαίτερος	0,05	Ἐλαιον	0,3
Χυλκὸς	0,095	Βενζίνη	0,45
Σίδηρος	0,11	Πετρελαίον	0,5
Ἀλουμίνιον	0,21	Οἶνονπνευμα	0,58
Παγὸς	0,5	Ὕδωρ	1

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Η αύξησης της θερμοκρασίας ενός σώματος δια του αυτού ποσού θερμότητος εξαρτάται από την φύσιν του σώματος.
2. Ειδική θερμότης ενός σώματος στερεού ή υγρού καλείται ή ποσότης της θερμότητος, την οποίαν απορροφά ή μονάς της μάζης του σώματος, όταν ή θερμοκρασία του ανέλθη κατά 1°C .
Η ειδική θερμότης ενός καθαρού σώματος αποτελεί φυσική σταθεράν του σώματος αυτού.
3. Η ειδική θερμότης του ύδατος είναι $1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$. Το ύδωρ είναι το σώμα, το οποίον παρουσιάζει την μεγαλύτεραν ειδικήν θερμότητα.

41^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΕΝΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1 Παράτηρησις.

Διά την παρασκευήν τῶν φαγητῶν, τήν θέρμανσιν τῶν διαμερισμάτων κ.τ.λ. χρησιμοποιοῦμεν τήν θερμότητα, τήν οποίαν παράγει ἕν καύσιμον. Ὑπάρχουν στερεά, ὑγρά καί ἀέρια καύσιμα (ἄνθρακες, πετρέλαιον, φωταέριον). Ἀπό τὰ καύσιμα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦμεν, ἀλλά θερμαίνουσι περισσότερον καί ἀλλά ὀλιγώτερον.

Οὕτω διά τήν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 50 kg ὕδατος ἀπό 10°C εἰς 60°C , ἐντός συνήθους μαγειρικοῦ σκεύους, πρέπει νά χρησιμοποιοῦσμεν περίπου 1 Kg ἄνθρακος ἢ 2 Kg ξηρῶν καυσοξύλων ἢ 4 Kg ὑγρῶν καυσοξύλων.

Λέγομεν ὅτι ἡ θερμική δύναμις τοῦ ἄνθρακος εἶναι μεγαλύτερα ἀπό τήν τοῦ ξηροῦ καυσοξύλου καί τοῦ ξηροῦ καυσοξύλου μεγαλύτερα ἀπό τήν τοῦ ὑγροῦ.

Θερμότης καύσεως καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει 1 Kg καύσιμον, ὅταν τοῦτο καῖ ἐντελῶς, ἐὰν αὐτὸ εἶναι στερεόν ἢ ὑγρὸν, ἢ 1 m^3 ἐὰν εἶναι ἀέριον (ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως).

Ἡ θερμότης καύσεως ἢ ἡ θερμική δύναμις ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνά χιλιόγραμμαν ἢ κυβικόν μέτρον τοῦ καυσίμου. Προκειμένου δὲ περὶ ἀερίου, ἐκφράζεται εἰς Mcal (τουοθερμιδας).

2 Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως.

A) Ἐνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιοῦμεν θερμοδομετρον μετ' ὕδωρ (σχ. 1), ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζομεν τήν *θερμοδομετρικὴν ὄβιδα*. Αὕτη εἶναι δοχεῖον μετ' παχέα τοιχώματα, τὸ ὁποῖον κλείει διὰ κοχλιωτοῦ σκεπάσματος.

Περιέχει πεπιεσμένον ὀξυγόνον διὰ τήν καύσιν καὶ χωνευτήριον, φέρον ἕν γραμμάριον ἐκ τοῦ καυσίμου, τοῦ ὁποίου θέλομεν νά προσδιορίσωμεν τήν θερμότητα καύσεως.

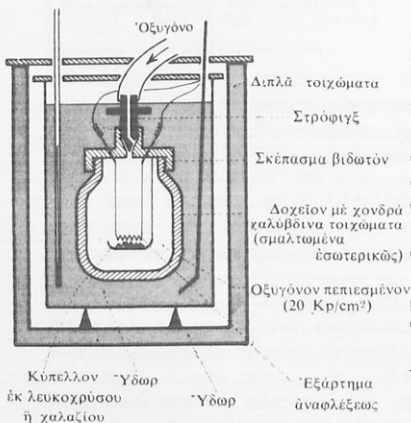
Ἡ ἀνάφλεξις γίνεται τῇ βοήθειᾳ ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Παράδειγμα. Διὰ νά προσδιορίσωμεν τήν θερμότητα καύσεως τοῦ ἄνθρακος, ἐργαζόμεθα κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον :

Ζυγίζομεν ἕν γραμμάριον ἐξ αὐτοῦ καί τὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸ χωνευτήριον τῆς θερμοδομετρικῆς ὄβιδος.

Ἡ ὄβις ἀποτελεῖται ἐκ χάλυβος καὶ ζυγίζει 4 Kg. Τὸ θερμοδομετρον περιέχει 2,5 l ὕδατος καί τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g.

Ἡ *ειδικὴ θερμότης τοῦ χάλυβος* εἶναι : $0,1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$.



Σχ. 1. Ὄβις θερμοδομετρικὴ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμότητος καύσεως ἑνὸς καυσίμου στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.

Ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ θερμοδομέτρου πρὸ τῆς καύσεως : $t_1=17,4\text{ }^\circ\text{C}$ · μετὰ τὴν καύ-
σιν: $t_2=20,1\text{ }^\circ\text{C}$ καὶ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας $t_2-t_1=20,1\text{ }^\circ\text{C}-17,4\text{ }^\circ\text{C}=2,7\text{ }^\circ\text{C}$.

Ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς τῆς ὀβίδος ἐδημιούργησε μίαν ποσότητα θερμότητος, ἡ
ὁποία ἐπέφερε τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμοδομέτρου.

Τὴν ποσότητα αὐτὴν τῆς θερμότητος τὴν ἀπερρόφησαν :

-ἡ θερμοδομετρικὴ ὀβίς, τῆς ὁποίας τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι : $4000\text{ g} \times 0,1\text{ cal/g}^\circ\text{C} = 400\text{ cal/}^\circ\text{C}$, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 400 g ὕδατος.

-Τὸ θερμοδομετρον τοῦ ὁποίου τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g καὶ

-τὰ 2500 g ὕδατος, δηλ. ἐν σύνολον 3000 g ὕδατος :

$$Q\text{ cal} = m\text{ cal/}^\circ\text{C} \times (t_2-t_1)^\circ\text{C} = 3000 \times 2,7\text{ cal} = 8100\text{ cal}.$$

Ἡ καύσις ἐνὸς Kg παρέχει : $8100\text{ cal} \times 1000 = 8.100.000\text{ cal}$ καὶ ἡ θερμότης καύσεως
τοῦ δείγματος εἶναι :

$$8.100.000\text{ cal/Kg} \text{ ἢ } 8100\text{ Kcal/Kg}.$$

Θερμότης καύσεως τῶν σπονδαιοτέρων καυσίμων

Στερεὰ	Kcal/Kg	Υγρά	Kcal/Kg	Ἀέρια	Kcal/m ³
Ξύλα ξηρὰ	3000	Βενζίνη αὐτοκινητῶν	11000	Φωταερίου	4250
Ἀνθραξ	7500	Πετρέλαιον	10500	Φυσικὸν αἶριον	9300
		Μαζούτ	10000	Προπάνιον	22500
Κώκ	7000	Οἰνόπνευμα	7000	Βουτάνιον	28000
Ἀνθρακίτης	7860	Βενζόλιον	10000	Ἀστυνλίη	12000

B) Ἐνὸς 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 ἐξοδὸν τοῦ
ἐκ τοῦ ἔργουστασίου παραγωγῆς.

Ἄναπτομεν τὸ φωταερίου εἰς ἓν εἰδικὸν
ἀκροφύσιον (μπέκ), τὸ ὁποῖον περιβάλλεται διὰ
μονωτικῶν τοιχωμάτων. Τὴν θερμότητα, ἡ ὁ-
ποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ φωταε-
ρίου, τὴν ἀπορροφᾷ ἐν ρεῦμα ὕδατος, τὸ ὁποῖον
κυκλοφορεῖ εἰς τὰς σωληνώσεις τοῦ ὄργανου.

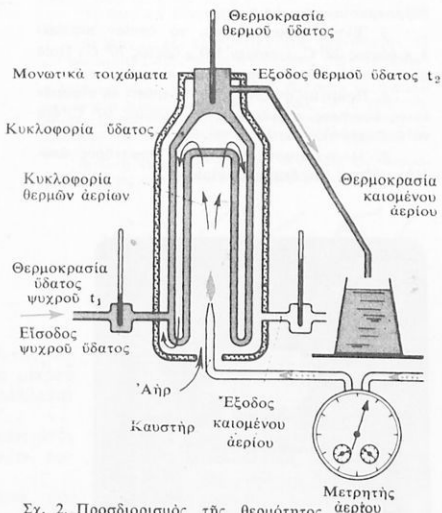
Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδα-
τος εἰς τὴν εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἐξοδὸν τῆς συ-
σκευῆς (σχ. 2).

Ὁ ὄγκος $V\text{ m}^3$ τοῦ φωταερίου, τὸ ὁποῖον
ἐκάη ἐντὸς ὀρισμένου χρόνου, σημειώνεται ἀπὸ
ἓνα μετρητὴν.

Μετροῦμεν καὶ τὴν μᾶζαν M εἰς Kg τοῦ
ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐθερμάνθη ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ
χρονικοῦ διαστήματος.

Ἄν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν
εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἐξοδὸν τῆς συσκευῆς εἶναι
 t_1 καὶ t_2 , τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος Q Kcal , τὸ
ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν καύσιν 1 m^3 ,
δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$Q\text{ Kcal} = \frac{M\text{ Kcal/}^\circ\text{C} (t_2^\circ\text{C} - t_1^\circ\text{C})}{V\text{ m}^3}$$



Σχ. 2. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως αἰρίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ
ὁποῖον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν πλήρη καύσιν 1 kg ἐξ αὐτοῦ τοῦ καυσίμου, ἂν
τοῦτο εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρὸν, ἢ ἐξ 1 m^3 , ἂν τοῦτο εἶναι αἶριον (ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρα-
σίας καὶ πίεσεως).

2. Ἡ θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ kg (διὰ τὰ στερεὰ καὶ ὑγρά
ἢ εἰς Kcal ἀνὰ κυβικὸν μέτρον διὰ τὰ αἶρια).

Σειρά 10 : Ποσότης θερμότητας - Θερμιδομετρία.

I. Ποσότης θερμότητας

1. Θερμαινόμεν δια σταθεράς πηγής θερμότητος 300 g ύδατος και σημειώνομεν τήν θερμοκρασίαν του ανά πάλν λεπτόν. Έκ τών τιμών, τάς όποιάς λαμβάνομεν, καταρτίζομεν τόν 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) Νά παρασταθούν γραφικώς αί μεταβολάι τής θερμοκρασίας του ύδατος συναρτήσει του χρόνου. Ό χρόνος εις τόν άξονα OX : 1 cm 2mn και ή θερμοκρασία εις τόν άξονα OY : cm 20⁰ C.

β) Πόσην θερμότητα προσέλαβε τό ύδωρ, διά νά ύψωθή ή θερμοκρασία του από 27⁰ C εις 61⁰ C :

γ) Έάν υποθέσωμεν ότι όλόκληρος ή ποσότης θερμότητος χρησιμοποιείται προς άνωψωσιν τής θερμοκρασίας του ύδατος, ποία είναι ή παροχή τής θερμικής πηγής εις cal/mn :

2. 500 g ύδατος, θερμοκρασίας 22⁰ C, άπορροφούν ποσόν θερμότητος 12.500 cal. Ποία είναι ή τελική θερμοκρασία του μείγματος :

3. Έντός θερμιδομέτρου, τό όποϊόν περιέχει 1 l ύδατος 20⁰ C, ρίπτομεν 500 g ύδατος 70⁰ C : Ποία είναι ή τελική θερμοκρασία του μείγματος :

4. Ποϊαν μάζαν ύδατος 18⁰ C πρέπει νά ριψωμεν έντός λουτήρος, περιέχοντος 45 l ύδατος 60⁰ C, διά νά λαβωμεν τελικώς ύδωρ 36⁰ C :

5. Η αντίστασις ηλεκτρικού βραστήρος άποδίδει 120 cal ανά δευτερόλεπτον.

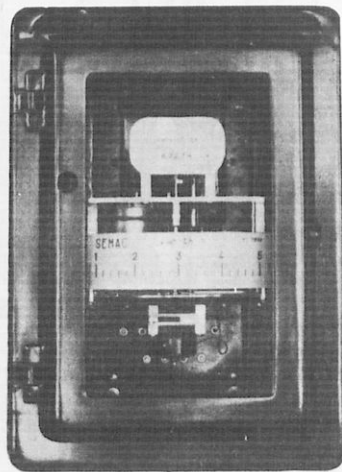
Έάν ό βραστήρ περιέχη 0,75 l ύδατος άρχικώς θερμοκρασίας 20⁰ C και άπορροφά τά 80 % τής προσφερομένης θερμότητος, πόσος χρόνος άπαιτείται, διά νά ύψωθή ή θερμοκρασία του ύδατος εις τούς 100⁰ C :

6. Διά νά έχωμεν 120 l ύδατος 32⁰ C, άναμειγνύομεν ψυχρόν ύδωρ 15⁰ C μετά θερμοϋ 55⁰ C. Πόσον ψυχρόν και πόσον θερμόν ύδωρ πρέπει νά λαβωμεν :

II. Τό θερμιδομέτρον

7. Διά νά ύπολογίσωμεν τήν άπόλειαν θερμοότητος εις έν θερμιδομέτρον, εκτελοϋμεν τό έξής πείραμα : Ρίπτομεν εις τό θερμιδομέτρον 500 g ύδατος 49⁰ C και λαμβάνομεν τήν θερμοκρασίαν του ανά ήμίσειαν ώραν. Έπαναλαμβάνομεν τό ίδιον πείραμα διά θερμιδομέτρου, έφωδιασμένου διά περιβλήματος και καλύμματος. Με τάς λαμβανομένας τιμάς καταρτίζομεν τόν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)	Θερμιδομέτρον διά περιβλήματος	Θερμιδομέτρον άνευ περιβλήματος
0	49 ⁰ C	49 ⁰ C
30	38,5 ⁰ C	44 ⁰ C
60	31,4 ⁰ C	40 ⁰ C
90	27,7 ⁰ C	37 ⁰ C
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 ⁰ C	28,8 ⁰ C



Μετρητής θερμιδών.

Εις τάς μεγάλας έγκαταστάσεις κεντρικώς θερμάνσεως χρησιμοποιούνται «μετρητάι θερμιδών» (όπως οί γνωστοί μετρητάι ηλεκτρικού ρεύματος, ύδατος και φωταερίου).

Εις τήν εικόνα φαίνονται δύο βαθμολογήσεις. Εις τήν επάνω βαθμολόγησιν ό μετρητής παροχής σημειώνει τό άθροισμα τής καταναλισκομένης θερμότητος εις ώριαίας τονοθερίας. Αντιθέτως, διά τής βαθμολογήσεως του κέντρου δυνάμεθα νά έχωμεν ανά πάλν στιγμήν τήν τιμήν τής θερμικής ροής εις τονοθερία άνά ώραν.

Νά παρασταθῆ γραφικῶς ἡ πτώσις τῆς θερμοκρασίας εἰς ἕκαστον θερμοδόμετρον συναρτήσει τοῦ χρόνου (εἰς τὸν ἀξόνα OX : 1 cm = 30 min μὲ ἀρχὴν τὸ 0 καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν OY : 1 cm = 5° C καὶ ἀρχὴν 20° C).

Συμφώνως πρὸς τὸν πίνακα νά ὑπολογισθῇ εἰς cal/g ἡ ἀπώλεια θερμότητος, καθ' ἕκαστην ὥραν, τοῦ ὕδατος τοῦ θερμοδόμετρου: α) ἀνὰ καλύμματος καὶ β) μετὰ καλύμματος.

8. Χυτρά (κατσαρόλα) ἔχει χωρητικότητά 1,1 l. Παρῶντες αὐτὴν ὕδατος, θερμοκρασίας 90° C καὶ ἡ θερμοκρασία ἰσορροπεῖ εἰς τοὺς 85° C:

α) Ποσὴν θερμότητα ἀπερρόφησεν ἡ χυτρά, ἀν' ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῆς ἦτο 15° C:

β) Νά ὑπολογισθῇ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τῆς χυτράς.

γ) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ὅποια ἀποδίδεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος κατέρχεται ἀπὸ 85° C εἰς 25° C.

9. Ἐντὸς θερμοδόμετρου, τὸ ὅποιον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 18 g καὶ περιεχῆ 200 g ὕδατος 15° C, ρίπτομεν 240 g ὕδατος 45° C. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία του;

10. Ἐντὸς θερμοδόμετρου, τὸ ὅποιον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 20 g καὶ περιεχῆ 580 g ὕδατος 12° C, βυθίζομεν ἐπ' ὀλίγον ηλεκτρικὴν ἀντίστασιν, ὅποτε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 20° C.

Ποῖον ποσὸν θερμότητος ἀπέδωσεν ἡ ἀντίστασις:

III. Εἰδικὴ θερμότης

11. Ποσὴν θερμότητα ἀπαιτεῖ 1 l ὕδαργύρου, διὰ νά ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 18° C εἰς 60° C; (Πυκνότης ὕδαργύρου: 13,6 g/cm³, εἰδικὴ θερμότης ὕδαργύρου 0,033 cal/g° C).

12. Χυτρά (κατσαρόλα) ἐξ ἀλουμινίου, εἰδικῆς θερμότητος 0,21 cal/g° C, ζυγίζεται 360 g:

α) Ποῖον εἶναι τὸ ἰσοδύναμον αὐτῆς εἰς ὕδωρ;

β) Ποσὴν θερμότητα ἀπορροφᾷ, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς ἀνέλθῃ ἀπὸ 15° C εἰς 100° C;

13. Ἡ πλῆξ τοῦ ηλεκτρικοῦ σιδήρου σιδηράματος ζυγίζεται 1 Kg καὶ ἔχει εἰδικὴν θερμότητα 0,1 cal/g° C.

Πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νά ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς πλῆξος κατὰ 50° C, εἴν ἡ ηλεκτρικὴ

ἀντίστασις παρέχῃ εἰς τὴν πλῆκα 120 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον;

14. Εἰς κενὸν ὀρεζαλικὸν δοχεῖον, μάζης 50 g καὶ θερμοκρασίας 10° C, ρίπτομεν 20 g ὕδατος θερμοκρασίας 50° C, ὅποτε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 42° C:

α) Ποσὴν θερμότητα ἀπερρόφησεν ὁ ὀρεζαλικός;

β) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης του;

15. Διὰ διπλῆς ζυγίσσεως προσδιορίζομεν τὴν μάζαν ἐνὸς σιδήρου τεμαχίου ὡς ἐξῆς: 1. Τὸ σιδηρὸν τεμαχίον + 140 g ἰσορροπεῖ τὸ ἀποβαρὸν. 2. Τὸ ἀποβαρὸν ἰσορροπεῖ 220 g:

α) Ποία ἡ μάζα τοῦ σιδήρου τεμαχίου;

β) Βυθίζομεν τὸ τεμαχίον εἰς λεκάνην ὕδατος 100° C καὶ ἀμέσως ἐπιτά εἰς θερμοδόμετρον, τοῦ ὁποίου τὸ σύνολον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 20° C.

Ἄν ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἴναι 21,4° C, ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου;

IV. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου

16. 1 Kg ἀνθρακίτου κοστίζει 2 δραχμάς καὶ ἀποδίδει κατὰ τὴν καύσιν 8.000 Kcal. Ὁμοίως ἡ συσκευή, εἰς τὴν ὅποιαν γίνεται ἡ καύσις, ἔχει ἀποδείας ἀνερχομένης εἰς 30% αὐτῆς τῆς θερμότητος. Ἐὰν χρησιμοποιήσομεν καθ' ἕκαστην ἡμέραν 20 l ὕδατος, τὸ ὅποιον θερμαίνεται αὐτὴ ἡ συσκευή ἀπὸ 12° C εἰς 80° C, ποία εἶναι ἡ καταναλώσιμος εἰς ἀνθρακίτην καὶ πόσα τὰ ἡμερησία ἐξοδα;

17. α) Ποσὸν ὄγκου φωταερίου πρέπει νά καύσωμεν, διὰ νά ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 800 l ὕδατος ἀπὸ 15° C εἰς 40° C;

β) Ἡ θερμικὴ δυνάμις τοῦ φωταερίου εἶναι 5.000 Kcal/m³.

γ) Ἐὰν εἰς τὴν πραγματικότητά ἀπαιτοῦνται 12 m³ φωταερίου, ποία εἶναι ἡ ἀπόδοσις τῆς συσκευῆς;

18. Ἐν ζαλικὸν δοχεῖον μάζης 2 Kg περιεχῆ 5 l ὕδατος θερμοκρασίας 10° C. Θέλομεν νά ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 80° C χρησιμοποιήσομεν φωταερίου. Πόσα m³ φωταερίου θὰ καταναλώσωμεν ὑπο τὴν προϋπόθεσιν ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἀπώλειαι;

Εἰδικὴ θερμότης ζαλκοῦ: 0,1 cal/g° C, θερμότης καύσεως φωταερίου: 5.000 Kcal/m³.

42^{ON} καὶ 43^{ON} ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΞΙΣ - ΠΗΞΙΣ

1 Παρατήρησις.

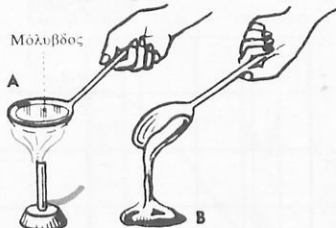
Ἐὰν θερμάνωμεν τεμαχίον μολύβδου ἐντὸς σιδηροῦ κοχλιαρίου, παρατηροῦμεν ὅτι ἐντὸς μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος ὁ μολύβδος μεταβάλλεται ἀπὸ στερεὸν εἰς ὑγρὸν (σχ. 1).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δηλ. ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, καλεῖται τήξις.

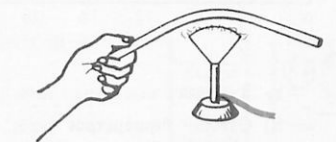
Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν ἐν ὑγρᾷ καταστάσει μολύβδον νά ψυχθῇ, παρατηροῦμεν ὅτι γίνεται καὶ πάλιν στερεός, δηλ. πήξει. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται πήξις τοῦ σώματος.

Ἐὰν εἰς τὴν φλόγα μίξς λυχνίας Bunsen θερμάνωμεν ὑάλινον σωλῆνα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὕαλος κατ' ἀρχὰς μαλακώνει, ὅποτε δύναται νά μηκυνθῇ ἢ νά λυγίσῃ, ἐφ' ὅσον δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξήθῃ, δύναται καὶ νά τακῇ.

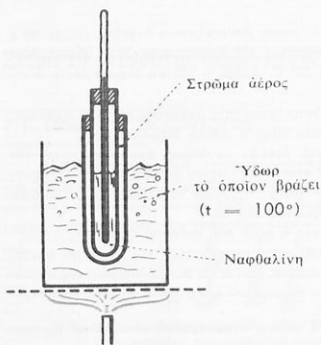
Ἡ τήξις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὁ μολύβδος, λέ-



Σχ. 1. Ἡ τήξις τοῦ μολύβδου εἶναι κρυσταλλικῆ. Α) Τήξις Β) Στερεοποίησης (πήξις)



Σχ. 2. Ἡ ὕαλος ὑφίσταται πλαστικὴν τήξιν.



Σχ. 3. Τήξις ναφθαλίνης

2 Πείραμα.

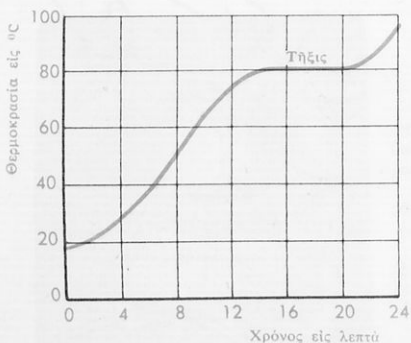
Α) Πραγματοποιούμεν την διάταξιν τοῦ σχ. 3. Ὁ ἔσωτερικὸς σωλὴν περιέχει ναφθαλίνην εἰς κόνιν, ἐντὸς αὐτοῦ δὲ ἔχομεν τοποθετησὶ καὶ ἓν θερμόμετρον.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τοῦ ἔξωτερου δοχείου καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ναφθαλίνης ἀνά 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
	σ τ ε ρ ε ὄ ν							σ τ ε ρ ε ὄ ν + ὑ γ ρ ὄ ν				ὑ γ ρ ὄ ν	
								τ ῆ ξ ι ς					

● 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
	ὑ γ ρ ὄ ν				ὑ γ ρ ὄ ν + σ τ ε ρ ε ὄ ν				σ τ ε ρ ε ὄ ν		
					π ῆ ξ ι ς						



Σχ. 4. Γραφικὴ παράστασις τήξεως



Γραφικὴ παράστασις πήξεως

Β) Θέτομεν θερμόμετρον ἐντὸς θρυμμάτων πάγου, ὃ 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 ἐν καθαρὸν σῶμα τήκεται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἣ ὅποια λέγεται **σημεῖον τήξεως**.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ σώματος.

β) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἐν καθαρὸν σῶμα πήγνυται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἣ ὅποια λέγεται **σημεῖον πήξεως**.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν πήξεως τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖον τήξεως ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σημεῖον πήξεως καὶ ἀποτελεῖ Φυσικὴν σταθερὰν διὰ τὰ καθαρὰ σώματα.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων :

Ἵδρογόνον στερεόν	— 259°C	Γλυκερίνη εἰς ὑπερτήξειν		Ψευδάργυρος	420°C
Ὄξειόνον στερεόν	— 218°C	κάτω ἀπὸ	18°C	Ἄλουμινιον	660°C
Ἄζωτον στερεόν	— 210°C	Φωσφόρος	44°C	Ἄργυρος	960°C
Οἶνονπνευμα	— 114°C	Ναφθαλίνη	80°C	Χαλκός	1080°C
Ἵδράργυρος	— 39°C	Θεῖον	114°C	Χρυσός	1060°C
Πάγος (ἐξ ὀρισμοῦ)	— 0°C	Κασσίτερος	232°C	Σίδηρος	1530°C
Βενζίνη	— 5,4°C	Μόλυβδος	327°C	Ἀσβέστιον	2570°C
				Βολφράμιον	3370°C

3 Ὑπέρηξις.

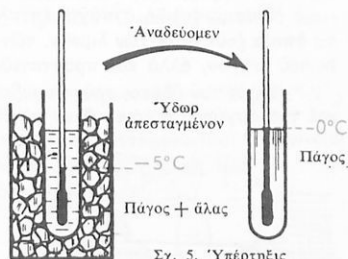
● Ἐντὸς ἀπολύτως καθαρῷ δοκιμαστικῷ σωλῆνος θέτομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ θερμομέτρον. Ἀκολουθῶς τοποθετοῦμεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς δοχείου, τὸ ὅποῖον περιέχει μείγμα θρυμμάτων πάγου καὶ ἀλατος (ψυκτικὸν μείγμα).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος κατέρχεται ἀρκετοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸ 0°C, χωρὶς νὰ ἐπέλθῃ πήξις τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ εὐρίσκεται εἰς κατάστασιν ὑπερτήξεως.

● Ἐὰν κινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀποτόμως πήγνυται καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται εἰς 0°C.

Ἐν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εὐρίσκηται ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ἂν καὶ ἔχη θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν τοῦ σημεῖου τήξεως.

Ἡ ὑπέρηξις εἶναι μίᾳ ἀσταθῆς κατάστασις.



Σχ. 5. Ὑπέρηξις

4 Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν πήξιν.

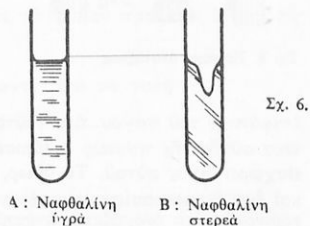
Α. Ἐὰν ἐντὸς δοκιμαστικῷ σωλῆνος τήξωμεν ναφθαλίνην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον διαρκεῖ ἡ τήξις, ἡ στερεὰ ναφθαλίνη παραμένει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ὄγκος ὠρισμένης μάζης στερεᾶς ναφθαλίνης εἶναι μικρότερος τοῦ ὄγκου ἴσης μάζης ὑγρᾶς ναφθαλίνης.

● Ὅταν τακῆ δλόκληρος ἡ ναφθαλίνη, σημειώσωμεν τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τὸν ἀφίνομεν νὰ ψυχθῆ.

Παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν στερεοποίησιν δλοκλήρου 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 ἴδιαν παρατήρησιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν μὲ πολλὰ ἄλλα σώματα (θεῖον, παραφίνην, μόλυβδον κ.τ.λ.).



Σχ. 6.



Σχ. 7.

Συμπέρασμα : 'Ο όγκος τῶν περισσοτέρων σωμάτων, ὅταν τήκονται, αὐξάνει, ἐνῶ ἐλαττοῦται, ὅταν ταῦτα πήγνυνται.

Β. Ἐάν 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 εὐρίσκειται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, ἐνῶ τὸ παγωμένον ἔλαιον εὐρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἑτέρου δοχείου. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὠρισμένη μᾶζα πάγου ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον ἴσης μᾶζης ὕδατος, ἐνῶ ὠρισμένη μᾶζα παγωμένου ἐλαίου ἔχει μικρότερον ὄγκον ἴσης μᾶζης ὕγρου ἐλαίου.

● Βυθίζομεν φιάλην πλήρη ὕδατος ἐντὸς ψυκτικοῦ μείγματος (ἄλας + πάγος). Παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγων χρόνων ὅτι τὸ ὕδωρ γίνεται πάγος, μέρος τοῦ ὁποῖου ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου τῆς φιάλης, ἐνῶ ἡ φιάλη θραύεται.

Συμπέρασμα : "Ὅταν τὸ ὕδωρ μεταβάλλεται εἰς πάγον, ὁ ὄγκος του αὐξάνει. Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρίσκειται ὅτι 1000 cm³ ὕδατος 0° C μᾶς δίδουν 1090 cm³ πάγου τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἀποτελέσματα. Ἡ ἑξαίρεσις, τὴν ὁποῖαν παρουσιάζει τὸ ὕδωρ, νὰ αὐξάνη δηλ. ὁ ὄγκος του, ὅταν στερεοποιῆται, ἔχει πολλὰς συνεπείας εἰς τὴν καθημερινὴν μας ζωὴν.

Τὸν χειμῶνα π.χ., ὅταν ἐπικρατῆ ψῦχος, θραύονται τὰ φυγεῖα 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. Διὰ τί ;

Ἐπίσης, ἐπειδὴ ὁ πάγος ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ, τὰ ὁποῖα ζοῦν ἐντὸς τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, ὄχι μόνον δὲν βλάπτονται ἐκ τοῦ πάγου, ἀλλὰ καὶ προστατεύονται. Διὰ τί ;

Ἐκτὸς τοῦ ὕδατος τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλα σώματα. Π.χ. ὁ ὄγκος τοῦ χυτοσιδήρου καὶ τοῦ ἀργύρου αὐξάνει, ὅταν τὰ σώματα αὐτὰ στερεοποιῶνται.

5 Ἐπίδρασις τῆς πιέσεως εἰς τὴν τήξιν τοῦ πάγου.

Στηρίζομεν μίαν στήλην πάγου εἰς δύο ὑποστηρίγματα καὶ περιβάλλομεν ταύτην διὰ λεπτοῦ σύρματος, φέροντος εἰς τὰ ἄκρα τὸ βᾶρος τῶν 5 Κρ (σχ. 8).

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σύρμα διέρχεται βραδέως τὴν στήλην, ἐνῶ ὁ πάγος δὲν φαίνεται νὰ ἔχη κοπῆν.

Σχ. 8. Πείραμα ἀνατήξεως

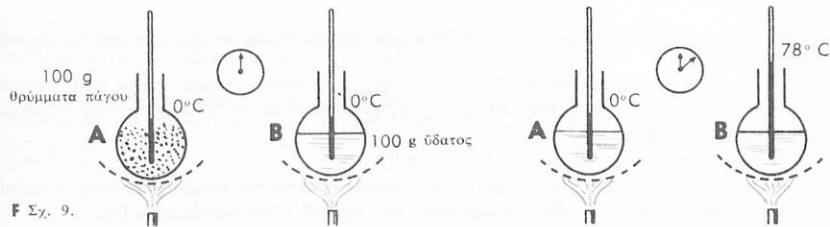
Ἐξήγησις. Ἡ πιέζουσα δύναμις τῶν 10 Κρ μεταδίδεται ἐκ τοῦ σύρματος εἰς μίαν πολὺ μικρὰν ἐπιφάνειαν τοῦ πάγου. Διὰ τοῦτο ἡ πίεσις ἐπ' αὐτῆς τῆς ἐπιφανείας εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἐνεκα αὐτῆς τῆς πιέσεως ὁ εὐρισκόμενος κάτω τοῦ σύρματος πάγος τήκεται καὶ τὸ σύρμα εἰσχωρεῖ ἐντὸς αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως, ἐπειδὴ δὲν πιέζεται καὶ ἔχει θερμοκρασίαν μικροτέραν τοῦ 0° C, πήγνυται (=πῆξει) καὶ πάλιν ἀμέσως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζεται **ἀνάπηξις**.

Συμπέρασμα : Ἀὔξησις τῆς πιέσεως προκαλεῖ ἐλάττωσιν τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου.

Συνέπεια. Ὁ παγετῶν σχηματίζεται ἐκ τῆς ἀναπήξεως τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως τῆς χιόνος τῶν κατωτέρων τρωμάτων, 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 ἴδιαν φλόγα,



Φ Σχ. 9.

μίας φιάλην Α, περιέχουσαν θρύμματα πάγου, τὰ ὅποια ἀναδεύομεν, ἕως ὅτου τακῆ ὅλος ὁ πάγος, καὶ ἑτέραν φιάλην Β καθαροῦ ὕδατος 0° C. Τὰ θρύμματα τοῦ πάγου τῆς μίᾶς φιάλης καὶ τὸ ὕδωρ τῆς ἑτέρας ἔχουν τὴν ἴδιαν μᾶζαν (σχ. 9).

Ἐπομένως, διὰ νὰ τακῆ, ἀπορροφᾷ θερμότητα ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου (σχ. 10).

- Τὸ θερμιδόμετρον, τὸ ὅποιον θὰ χρησιμοποιοῦσῶμεν, ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ : 20 g.

Περιέχει ὕδωρ : 400 g.

Ἡ θερμοκρασία του εἶναι : $t_1 = 23,7^\circ \text{C}$.

- Ἡ συνολικὴ μᾶζα τοῦ θερμιδομέτρου (θερμιδόμετρον, ἔαρτήματα καὶ ὕδωρ) εἶναι : 515,9 g (σχ. 10 Α).

● Λαμβάνομεν τεμάχιον πάγου 0° C (ἓκ μείγματος πάγου καὶ ὕδατος), ἀπορροφούμεν διὰ στυποχάρτου τὸ ὕδωρ, τὸ εὐρισκόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πάγου, καὶ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου.

- Ὁ πάγος θὰ τακῆ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ κατέλθῃ (σχ. 10 β).

● Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν, ὅταν τακῆ ὁ πάγος : $t_2 = 18,5^\circ \text{C}$ καὶ ζυγίζομεν τὸ θερμιδόμετρον : 539 g (σχ. 10 Γ).

Ἐπιλογισμὸς.

Ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, τὴν ὅποιαν ἐθέσαμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι : 539 g - 515,9 g = 23,1 g.

Τὸ ὕδωρ μετὰ τοῦ ἰσοδυναμοῦ εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου ἀντιπροσωπεύει μᾶζαν 400 g + 20g = 420 g ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία κατῆλθε ἀπὸ 23,7° C εἰς 18,5° C. Ἀπέδωσε λοιπὸν θερμότητα : $Q_{\text{cal}} = 420 \text{ cal}/^\circ\text{C} (23,7 - 18,5)^\circ\text{C} = 2184 \text{ cal}$.

Τὰς 2184 cal ἀπερρόφησεν ὁ πάγος (23,1 g) :

α) διὰ νὰ τακῆ ὁ πάγος καὶ

β) διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀπὸ 0° C εἰς 18,5° C.

Ποσότης θερμότητος, ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, τὸ ὅποιον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου :

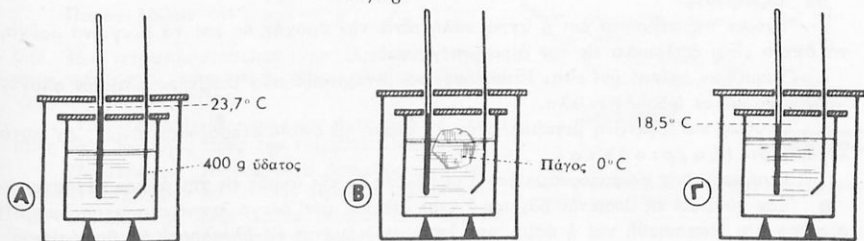
$$Q_{\text{cal}} = 23,1 \text{ cal}/^\circ\text{C} \times 18,5^\circ\text{C} = 427 \text{ cal}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὅποιαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῆ :

$$Q_{\text{cal}} = 2184 \text{ cal} - 427 \text{ cal} = 1757 \text{ cal}$$

* Ἀρα, διὰ νὰ τακῆ 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 σειράν τῶν προηγουμένων μετρήσεων δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὠρισμένα σφάλματα.

Ἐξ ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρέθη ὅτι, διὰ νὰ τακῆ 1 g πάγου θερμοκρασίας 0° C καὶ νὰ γίνῃ ὕδωρ ἐπίσης 0° C (ἄνευ δηλ. ἀλλαγῆς τῆς θερμοκρασίας του), δεόν νὰ τοῦ προσφέρωμεν 80 cal (79,7 ἀκριβῶς).

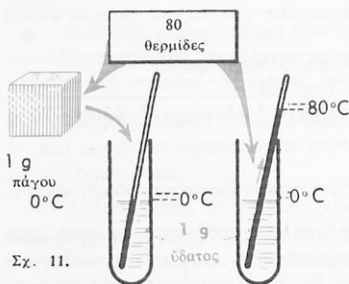
Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

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).

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι, ὡς ἐκ τούτου, πολὺ μεγάλη.

Ἐφαρμογαί. Διὰ τοῦ πάγου διατηροῦμεν τὰ τροφίμα εἰς τὰ ψυγεῖα, διότι, ὅταν τήκεται, ἀπορροφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν τροφίμων τοῦ ψυγείου, ὅποτε 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.



Σχ. 11.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων (cal/g)			
Θεῖον	10	Μόλυβδος	5,9
Κασσίτερος	14	Ψευδάργυρος	28
		Ἄργυρος	24
		Υδράργυρος	2,7

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τήξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἀπὸ τῆς στερεῆς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν, ὅταν τὸ σῶμα προσλαμβάνῃ θερμότητα. Καὶ πήξις καλεῖται ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἀπὸ τὴν ὑγρὰν κατάστασιν εἰς τὴν στερεάν, ὅταν τὸ σῶμα ἀποδίδῃ θερμότητα.

2. Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἓν καθαρὸν σῶμα τήκεται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία λέγεται σημεῖον τήξεως. Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως.

Τὸ σημεῖον τήξεως καὶ τὸ σημεῖον πήξεως ἐνὸς σώματος καθαροῦ εἶναι τὸ αὐτὸ.

3. Ἐν καθαρὸν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἔχη θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ σημείου τῆς πήξεως.

4. Ἡ τήξις συνήθως συνοδεύεται ἀπὸ αὔξησιν τοῦ ὄγκου.

5. Δι' αὔξησεως τῆς πίεσεως τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου κατέρχεται.

6. Θερμότης τήξεως ἐνὸς σώματος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον προσδίδομεν εἰς 1g τοῦ σώματος, ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως, διὰ νὰ μεταβῇ εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

440^{ον} ΜΑΘΗΜΑ : Ἡ ἔννοια τοῦ κεκορεσμένου ἀτμοῦ.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ

1 Ἐξάτμισις.

Ἐχομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑγρὰ αὐλὴ μετὰ τὴν βροχὴν, ὡς καὶ τὰ βρεγμένα ρούχα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀπλωμένα εἰς τὸν ἀέρα, στεγνώνουν.

Γνωρίζομεν ἐπίσης ὅτι εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ μεταχειριζώμεθα βενζίνη πλησίον φλογὸς πρὸς καθαρισμόν ἐνδυσμάτων κλπ.

Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βενζίνη μεταβάλλονται εἰς ἀέρια, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ἀτμοί. Δι' αὐτὸ λέγομεν ὅτι ἔξ α ε ρ ι ο ὡ ν τ α ι.

Ἐξαέρωσις ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ μετάβασις ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν.

● Ἐὰν χύσωμεν εἰς ἀνοικτὸν δοχεῖον 2 cm³ αἰθέρος, μετ' ὀλίγα λεπτά παρατηροῦμεν ὅτι ὁ αἰθρὸς ἔχει εξαφανισθῆ καὶ ἡ ὁσμὴ του ὑπάρχει διάχυτος εἰς ὁλόκληρον τὸ δωμάτιον.

“Όπως όλα τὰ ἀέρια, οὕτω και οἱ ἀτμοὶ τοῦ αἰθέρου πληροῦν ὁλόκληρον τὸν προσφερόμενον χώρον.

● Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα δι’ οἰνοπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι και τοῦτο ἐξαφανίζεται, ἀλλὰ μὲ βραδύτερον ρυθμὸν ἀπὸ ὅσον ὁ αἰθὴρ (σχ. 1).

Τὰ ὑγρά αὐτὰ ὀνομαζονται **πητικὰ**.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ὀλιγώτερον πητικὸν τοῦ αἰθέρου.

Τέλος, ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν διὰ τὸ αὐτὸ πείραμα ἔλαιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑγροῦ παραμένει σχεδὸν ἀμετάβλητος, διότι τὸ ἔλαιον εἶναι ἐλαχίστα πητικόν.

Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα οὐδεμίαν μεταβολὴν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξαέρωσις γίνεται μόνον ἐκ τῆς ἐπιφανείας του και ὀνομαζεται ἐξατμῖσις.

Ἐξατμῖσις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνῃς τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξατμῖσις αὐτὴ δὲν εἶναι στιγμιαία.

2 Ταχύτης ἐξατμῖσεως.

Παρατηρήσις. Διὰ νὰ στεγνώσουν γρήγορα τὰ ἀσπρόρρουχα, τὰ ἀπλώνομεν ἐπὶ σχοινίου.

Αἱ ἀλυκαὶ ἔχουν μεγάλην ἐπιφάνειαν και μικρὸν βάθος.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἐνὸς ζυγοῦ ἀνοικτὸν δοχεῖον, φέρον ὀλίγα cm^3 αἰθέρος και ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν δι’ ἐνὸς βάρους (ἀπόβαρον), τὸ ὁποῖον θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου (σχ. 2).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγγ τοῦ ζυγοῦ ἀρχίζει νὰ κλίνη πρὸς τὸ μέρος τοῦ βάρους.

Ἐπειτα ἀπὸ 5 mn, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, πρέπει νὰ θέσωμεν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον, ὅπου ἔχομεν τὸν αἰθέρα. Π.χ. 1,7 g αἰθέρος. Ἐχομεν ἐξατμισθῆ ἐντὸς 5 mn 1,7 αἰθέρος.

Λέγομεν ὅτι ἡ **ταχύτης ἐξατμῖσεως** τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος εἶναι : $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$.

● Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἀνοικτὸν δοχεῖον δι’ ἑτέρου μεγαλυτέρας ἐπιφανείας και 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 και εἰς τὸ δεύτερον 528 cm^2 .

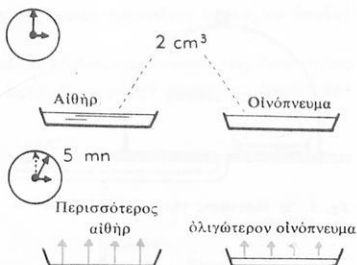
$$\text{Παρατηροῦμεν ὅτι : } \frac{132}{528} = \frac{1}{4} \quad \frac{1,7}{6,8} = \frac{1}{4}$$

δηλ. ἐὰν τετραπλασιάσωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τότε και ἡ μᾶζα τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ τετραπλασιάζεται.

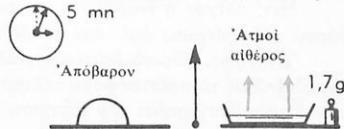
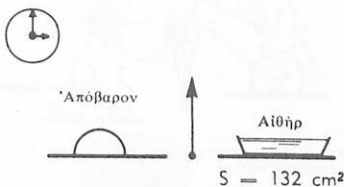
Ἐπὶ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ταχύτης ἐξατμῖσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Παρατηρήσις. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρρουχα στεγνώνουν ταχύτερον κατὰ τοὺς θερινούς μῆνας.

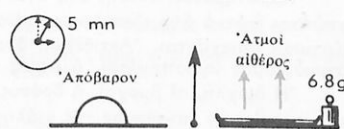
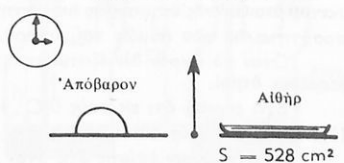
● Θέτομεν τὴν ἴδιαν μᾶζαν αἰθέρος δύο ὁμοίων δοχείων και τὰ ἰσορροποῦμεν εἰς ἓνα ζυγὸν (σχ. 4).



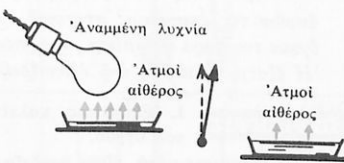
Σχ. 1. Ὁ αἰθὴρ εἶναι περισσότερον πητικὸς ἀπὸ τὸ οἰνόπνευμα.



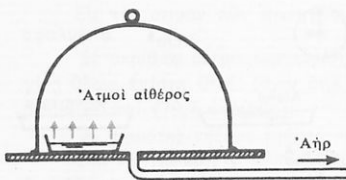
Σχ. 2. Ἡ ταχύτης ἐξατμῖσεως εἶναι $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$



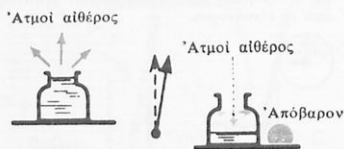
Σχ. 3. Ἡ ταχύτης ἐξατμῖσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 4. Ἡ ἀνώψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξατμῖσιν.



Σχ. 5. Η ελάττωσις της πίεσεως επιταχύνει την εξάτμισιν.



Σχ. 6. Η εξάτμισις είναι ταχύτερα εις την άριστεράν φιάλην.

Μετ' ὀλίγον ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἀντιβάρου. Ἡ εξάτμισις δηλ. ἀπὸ τὸ δεύτερον φιαλίδιον γίνεται μετὰ μικροτέρας ταχύτητος.

Ἐξήγησις. Εἰς τὸ δεύτερον φιαλίδιον οἱ ἄτμοι τοῦ αἰθέρου συσσωρεύονται ἄνωθεν τοῦ ὑγροῦ, ἐνῶ εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον διασκορπίζονται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἡ συσσωρεύσις αὐτῆ τῶν ἄτμων δυσχεραίνει τὴν εξάτμισιν τοῦ ὑγροῦ καί, ὡς ἐκ τούτου, τὴν ἐπιβραδύνει.

Ἡ ταχύτες εξεατμίσεως αὐξάνει, ὅταν ὁ ἀήρ ἀνανεοῦται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

● Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν εἰς μίαν ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἀπεριόριστον ποσότητα ἐκ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν τὸ ὑγρὸν δὲν εξεατμίζεται πλέον, οἱ ἄτμοι τοῦ ἔχουν **κορεσθῆ** καὶ λέγονται **κεκορεσμένοι ἄτμοι**.

*Ἐχει εὐρεθῆ ὅτι εἰς τοὺς 0°C 1m³ ἀέρος συγκατεῖ 4,8 γ ὕδρατμῶν, εἰς τοὺς 20° C 17,3 γ καὶ εἰς τοὺς 40° C 49 γ.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι, ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι πολὺ ὑγρὸς, τὰ ἀσπρόρροχα δὲν στεγνώνουν, διότι ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὕδρατμῶν. Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία ἀνέλθῃ, ἡ εξάτμισις συνεχίζεται. Ἀντιθέτως, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ, ἐν μέρος τῶν ὕδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας ὑγροποιεῖται, ὁ ἀτμός συμπυκνῶνται.

Ἡ ὀμίχλη, αἱ βροχαί, ἡ δρόσος, ἡ χιών, τὰ σταγονίδια τοῦ ὕδατος, τὰ ὅποια σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς φιάλης, ὅταν τὴν ἐξάγωμεν τοῦ ψυγείου κ.τ.λ., ὀφείλονται εἰς τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὕδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας.

Συμπέρασμα: Εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου του παρὰ ὠρισμένην μόνον ποσότητα ἐκ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ. Ὑφίσταται κορεσμός. Ἡ εξάτμισις παύει, ἐνῶ ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ μία ποσότης ὑγροῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ εξάτμισις αὐτὴ εἶναι βραδεῖα καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ἡ ταχύτες εξεατμίσεως 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. 'Ο ατμός είναι κεκορεσμένος, όταν ή εξάτμισις παύη, όποτε παραμένει ύγρον, τό όποιον δέν εξεατμίζεται.

Είς ώρισμένην θερμοκρασίαν ό άηρ ή τό άέριον, τό όποιον εύρίσκειται άνωθεν τής επιφανείας ένός πηκτικού ύγρου, δέν δύναται νά συγκρατήση παρά ώρισμένην μόνον ποσότητα άτμών του ύγρου·τούτου.

45ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

1 Πίεσις άτμου.

● Είς τό έν στόμιον του δοχείου (σχ. 1) προσαρμόζομεν σύριγγα αϊθήρος και είς τό έτερον σωλήνα, του όποίου τό έν άκρον βυθίζεται έντός ύδραργύρου, εύρισκομένου είς τόν πυθμένα του δοχείου.

● 'Η στάθμη του ύδραργύρου έντός του σωλήνος και του δοχείου εύρίσκειται είς τό αυτό ύψος. 'Η πίεσις λοιπόν του περιορισμένου άέρος είναι ίση προς την άτμοσφαιρικην πίεσιν εκείνης τής στιγμής.

● Πιέζομεν τό έμβολον τής σύριγγος, ώστε νά πιπτη ό αϊθήρ έντός του δοχείου κατά σταγόνας.

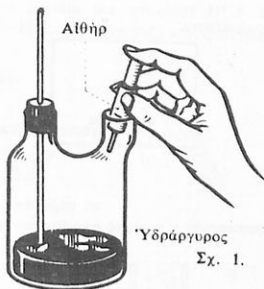
Κατ' άρχάς ουδέν ίχνος ύγρου παρουσιάζεται, διότι ό αϊθήρ εξεατμίζεται ταχέως, ένώ ό ύδράργυρος άνέρχεται βραδέως έντός του σωλήνος.

'Ο ατμός δηλ. του αϊθήρος άσκει πίεσιν, ή όποία προστίθεται είς την πίεσιν του περιορισμένου άέρος.

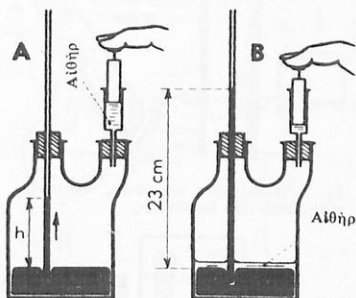
'Η πίεσις αυτή μετρείται διά του ύψους του ύδραργύρου έντός του σωλήνος.

'Εάν εξακολουθήσωμεν νά ρίπτωμεν αϊθέρα είς την φιάλην, έως ότου εμφανισθούν σταγόνες είς την επιφάνειαν του ύδραργύρου, θά παρατηρήσωμεν ότι ή στάθμη του ύδραργύρου, ό όποίος άνήρχετο είς τόν σωλήνα, ευθύς ώς εμφανισθή ή πρώτη σταγών, παραμένει άμετάβλητος, όσας σταγόνας αϊθήρος και έάν προσθέσωμεν είς την φιάλην.

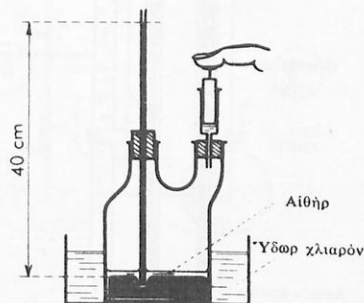
'Η πίεσις του άτμου λαμβάνει τότε την μεγίστην τιμήν της διά την θερμοκρασίαν, είς την όποίαν γίνεται τό πείραμα (σχ. 2 Β), π.χ. 23 cmHg.



Σχ. 1.



Σχ. 2. Α: 'Ο ατμός του αϊθήρος άσκει μίαν πίεσιν h. Β: Αυτή ή πίεσις είναι μεγίστη, όταν ό ατμός είναι κεκορεσμένος.



Σχ. 3. 'Η μεγίστη πίεσις άτμου αύξάνει μέ την θερμοκρασίαν.

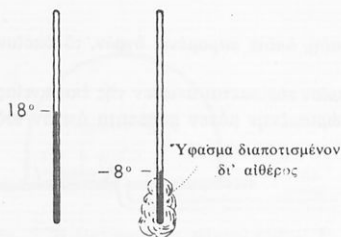
Συμπέρασμα : 'Ο ατμός, όπως και τὰ άέρια, άσκούν πίεσιν. 'Η πίεσις αυτή άποκτῆ την μεγίστην τιμήν, όταν ό ατμός είναι κεκορεσμένος.

'Όταν έντός την φιάλης ύπάρχουν σταγόνες αϊθήρος, ή στάθμη του ύδραργύρου έντός του σωλήνος παραμένει άμετάβλητος.

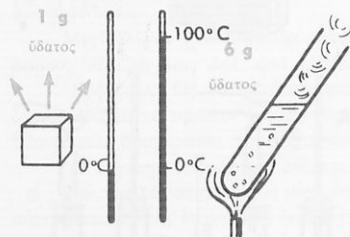
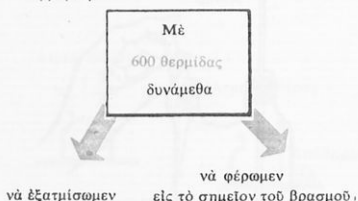
'Εάν όμως θέσωμεν την φιάλην έντός χλιαρού ύδατος, ό ύδράργυρος άνέρχεται είς τόν σωλήνα, έως ότου ό ατμός καταστή κεκορεσμένος, όποτε φθάνει είς έν νέον μέγιστον· π.χ. 40 cm (σχ. 3).

Συμπέρασμα: Η μέγιστη πίεσις (τάσις)

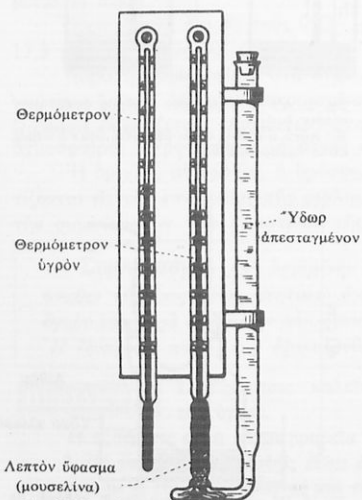
ένος ατμού αυξάνει μετά τῆς θερμοκρασίας.



Σχ. 4. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ αἰθέρος ψύχει τὸ θερμομέτρον.



Σχ. 5. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὕδατος ἀπαιτεῖ μεγάλην ποσότητα θερμότητος.



Σχ. 6. Ψυχρόμετρον

Ἡ μέγιστη πίεσις τῶν ὑδρατμῶν εἶναι 4,58 mmHg εἰς τοὺς 0° C καὶ 17,53 mmHg εἰς τοὺς 20° C. Εἰς τοὺς 100° C εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν 76 cmHg (περίπου 1 Kp/cm²), εἰς τοὺς 200° C, 1,165 cmHg (15 Kp/cm²) καὶ εἰς τοὺς 250° C, 3100 cmHg (40 Kp/cm²).

Εὐκόλως ἀντιλαμβάνομεθα διατὶ ὁ ὑπέρθερος ἀτμός χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν τῶν ἀτμομηχανῶν.

2 Ψύχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.

● Περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου δι' ὀλίγου βάμβacos ἐμποτισμένον δι' αἰθέρος. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμομετρικὴ στήλη κατέρχεται ταχέως καὶ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τοὺς -10° C, ἐάν ἐπιταχύνωμεν τὴν ἐξάτμισιν (δι' ἐμφουσίσεως ἀέρος) (σχ. 4).

Συμπέρασμα: Διὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὁ

αἰθέρος ἀπορροφᾷ θερμότητα ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν σωμάτων, μετὰ τὰ ὁποῖα ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

Παρατήρησις. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δροσερὸν ἔν ποτόν, περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον δι' ἑνὸς βρεγμένου ὑφάσματος.

Ἡ ἐξάτμισις ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τῶν σωληνώσεων τοῦ ἠλεκτρικοῦ ψυγείου δημιουργεῖ τὴν ψύξιν.

Τὰ πορώδη πῆλινα δοχεῖα καθιστοῦν ψυχρὸν τὸ ὕδωρ κατὰ τὸ θέρος, διότι ἐκ τῶν πόρων τῶν ἐξέρχεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξατμίζομενον ψύχει τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου.

Ὅταν εἴμεθα ἰδρωμένοι, πρέπει νὰ ἀποφεύγωμεν τὰ ρεύματα. Διατὶ ;

Διὰ νὰ ἐξατμισθῇ 1 g ὕδατος, πρέπει νὰ ἀπορροφήσῃ 600 cal περίπου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ 539 cal εἰς τοὺς 100° C (σχ. 5).

3 Ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

Ἀφοῦ λοιπὸν ἡ ἐξάτμισις ἑνὸς ὑγροῦ δημιουργεῖ ψύξιν, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν αὐτὴν τὴν ἰδιότητα, διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

Λαμβάνομεν δύο θερμομέτρα καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ ἑνὸς περιβάλλομεν διὰ βρεγμένου ὑφάσματος (σχ. 6).

Ἐάν ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὑδρατμῶν, ἀμφότερα τὰ θερμομέτρα θὰ δεῖκνύσωμεν τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν, διότι δὲν γίνεται ἐξάτμισις.

Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος θὰ εἶναι τότε 100.

Ἐάν ὁ ἀήρ εἶναι τελειῶς ξηρὸς, ἡ ἐξάτμισις θὰ εἶναι μέγιστη καὶ τὰ δύο θερμομέτρα θὰ δείξωσι δύο πολὺ διαφορετικὰς θερμοκρασίας. Ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 0.

Τὸ ὄργανον τοῦτο ὀνομάζεται ψυχρόμετρον (σχ. 6).

Ἡ ποσότης τῶν ὑδατῶν, τοὺς ὁποίους περιέχει ὁ ἀήρ, καθορίζεται ὑπὸ πίνακος, συνοδευόντος τὸ ὄργανον.

Σημείωσις. Πρὸς μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ὑγρασίας τοῦ ἀέρος χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ ὑδρόμετρον.

Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐκ δέσμης τριχῶν, ἡ ὁποία ἀναλόγως πρὸς τὴν ποσότητα τῶν ὑδατῶν τῆς ἀτμοσφαιράς ἐπιμηκύνεται περισσότερο ἢ ὀλιγώτερον. Ἔτερον ὄργανον προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας εἶναι καὶ τὸ ὑγροσκόπιον.

Εἰς τοῦτο ὑπάρχει οὐσία, ἡ ὁποία ἀλλάσσει χρῶμα ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν πίεσιν. Ἡ πίεσις (τάσις) αὕτη εἶναι μεγίστη, ὅταν ὁ ἀτμός εἶναι κεκορεσμένος.

Ἡ μεγίστη πίεσις ἐνὸς ἀτμοῦ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ἐξάτμισις ἐνὸς ὑγροῦ ἀπορροφᾷ θερμότητα.

3. Διὰ τοῦ ψυχρομέτρου δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

46^{ON} καὶ 47^{ON} ΜΑΘΗΜΑ

ΒΡΑΣΜΟΣ

1 Παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ.

Πείραμα. Θερμαίνομεν δύο σφαιρικὰς φιάλας, εἰς τὰς ὁποίας ἔχομεν τοποθετήσει ὕδωρ καὶ ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι :

α) Ἀπὸ 18° C ἕως 30° C ὑγραίνονται ἐξωτερικῶς, διότι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων των συμπυκνοῦνται οἱ ὑδατμοί, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ οἴνουπνεύματος ἢ τοῦ φωταερίου.

Ἡ ὑγρασία αὕτη ἐξαφανίζεται συντόμως.

β) Ἀπὸ τοὺς 40° C ἕως 50° C ἐμφανίζονται φυσαλλίδες εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματά των, αἱ ὁποῖαι ἀνερχόμεναι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας διαλύονται.

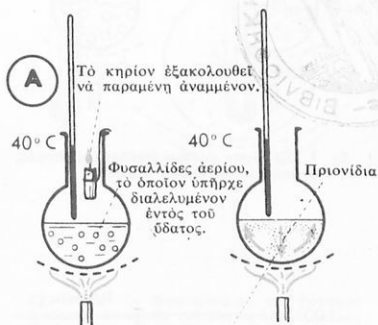
Ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται διαλελυμένα διάφορα ἀέρια, κυρίως ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον. Τὰ ἀέρια αὐτά, ἐπειδὴ ἡ διαλυτότης των ἐλαττοῦται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, δὲν δύνανται νὰ παραμείνουν ἐντὸς αὐτοῦ καὶ διαφεύγουν ὑπὸ μορφήν φυσαλλίδων.

Ἐὰν θέσωμεν ἀναμμένον κηρίον ἐντὸς τῆς φιάλης, θὰ ἐξακολουθῆ νὰ καίῃ. Διατί; (σχ. 1).

γ) Ἀπὸ τοὺς 50° C ἕως τοὺς 70° C βλέπομεν νὰ ὑγραίνονται ἐσωτερικῶς ὁ λαιμός καὶ τὸ ἄνω μέρος τῆς φιάλης, καὶ τέλος νὰ σχηματίζωνται μικραὶ σταγόνες ὕδατος. Διατί; (σχ. 2).

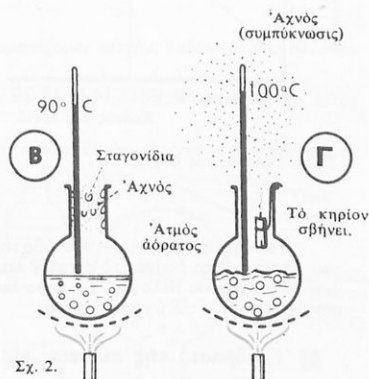
Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰ πριονίδια, τὰ ὁποῖα ἔχομεν θέσει εἰς τὴν δευτέραν φιάλην, θὰ ἴδωμεν ὅτι εὐρίσκονται εἰς συνεχῆ κίνησιν. Ἐκ τοῦ πυθμένος τῆς φιάλης ἀνερχόμεναι πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας ἐπανέρχονται εἰς τὸν πυθμένα.

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. 1.

Ρεῦματα μεταφοράς



Σχ. 2.

Αἱ φυσαλλίδες τοῦ ἀτμοῦ βρασμοῦ δὲν φθάνουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

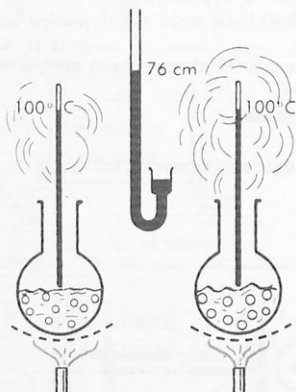
Τὰ πριονίδια, παρασυρόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, μᾶς βοηθοῦν νὰ παρακολουθήσωμεν αὐτὰ τὰ ρεύματα. Τὸ ὕδωρ, ἂν καὶ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, ἔνεκα τῶν ρευμάτων τούτων, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ρεύματα μεταφορᾶς, θερμαίνεται εἰς ὅλην τὴν μᾶζαν του.

δ) Εἰς τοὺς 90° C ἐμφανίζονται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου φυσαλλίδες, αἱ ὁποῖαι ἐρχονται πρὸς τὰ ἄνω· ἀλλὰ, προτοῦ φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἔξαφανίζονται. Ὅσον περισσότερο ἀνέρχονται, ὁ ὄγκος των ἔλαττουται, ἐνῶ συγχρόνως ἀκούεται χαρακτηριστικὸς ἦχος.

Αἱ φυσαλλίδες αὐταὶ τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζονται εἰς τὸ θερμότερον μέρος τοῦ ὕδατος (εἰς τὸν πυθμένα). Ὅταν ὁμοῦ πλησιάζουν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ὁ ἀτμὸς συμπυκνῶνται, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι μικροτέρα, καὶ αἱ φυσαλλίδες ἔξαφανίζονται.

ε) Αἱ φυσαλλίδες γίνονται πολυπληθέστεραι καὶ φθάνουν τώρα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἡ ὁποία εὐρίσκειται ἐν ἀναταραχῇ. Τὸ θερμομετρον δεῖκνυε τότε 100° C. Τὸ ὕδωρ βράζει. Κατὰ 1 cm περίπου ἄνω τοῦ στομίου τῆς φιάλης βλέπομεν κάτι ὡσὰν ὀμίχλην· ἐάν 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 ὁμοῦ ἐξέρχεται τῆς φιάλης, συμπυκνῶνται εἰς μικρὰ σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν τὴν ὀρατὴν ὀμίχλην.



Σχ. 3. Ἐφ' ὅσον χρόνον διαρκεῖ ὁ βρασμὸς, ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

Βρασμὸς καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαέρωσις ἐνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

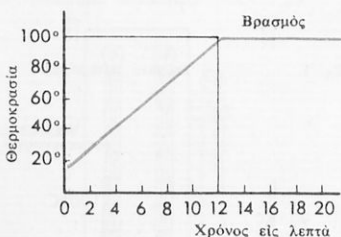
2 Σημεῖον ζέσεως (βρασμοῦ).

● Ἐάν συνεχίσωμεν τὴν θέρμανσιν τῆς φιάλης, τὸ θερμομετρον ἐξακολουθεῖ νὰ δεῖκνυε τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν τῶν 100° C. Ἐάν δυναμώσωμεν τὴν φλόγα, ὁ βρασμὸς γίνεται ζωηρότερος, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται καὶ εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν δεῖκνυε τὸ βαρόμετρον : π.χ. 76 cmHg.

Πρῶτος νόμος : Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ὁ βρασμὸς ἐνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ καὶ λέγεται σημεῖον βρασμοῦ (ζέσεως) τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 4. Βρασμὸς τοῦ ὕδατος

Τὸ σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg ἢ τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ὕδατος εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν, διὰ νὰ σημειώσωμεν τὸ 100° εἰς τὴν θερμομετρικὴν κλίμακα Κελσίου. Τὸ κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς καθαροῦ ὑγροῦ ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ.

3 Ἐπίδρασις τῆς πίεσεως εἰς τὸν βρασμόν.

Παρατήρησις. Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ γάλα καὶ ἡ θερμοκρασία του φθάνη εἰς ὠρισμένον βαθμόν, τὸ γάλα βράζει ἀποτόμως καὶ χύνεται.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι κατ' ἀρχάς σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του μεμβράνης (κρούστα), ἡ ὁποία ἐμποδίζει τὴν ἔξοδον τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ἐφ' ὅσον χρόνον ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι μικρότερα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἄνω τῆς μεμβράνης (κρούστας), ὁ ἀτμός δὲν δύναται νὰ τὴν ἀνυψώσῃ.

Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς σημεῖον, ὥστε ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ νὰ γίνῃ ἴση μὲ τὴν ἐξωτερικὴν, τότε ὁ ἀτμός ἀνυψώνει ἀποτόμως τὴν «κρούστα» καὶ ἐκφεύγει παρασύρων καὶ τὸ γάλα. Οὕτω καὶ τὸ ὕδωρ ἀρχίζει νὰ βράζῃ τὴν στιγμὴν, 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. 5, ὁ ὁποῖος εἰς τὸ μικρὸν καὶ κλειστὸν σκέλος του περιέχει ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ, καὶ τὸν τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος μὲς φιάλης (σχ. 5).

Ἐὰν θερμάνωμεν τὴν φιάλην, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ νὰ βράζῃ τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη A καὶ B τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

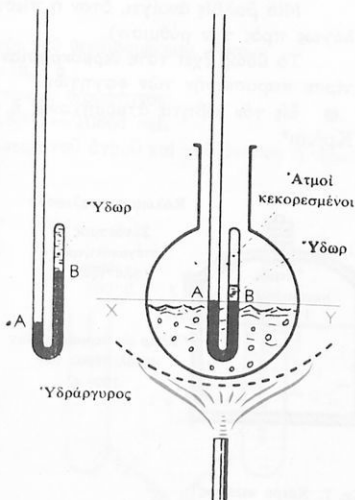
Ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκήται ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὕδατος (εἰς τὸ σκέλος B), εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (ἡ ὁποία ἀσκήται εἰς τὸ A).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ μικρὸν σκέλος τοῦ B σωλῆνος, ἔχει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ καὶ οἱ ἀτμοὶ του τὴν μεγίστην πίεσιν.

Ἡ μεγίστη πίεσις λοιπὸν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° C εἶναι 76 cmHg.

Κανονικὸν σημεῖον βρασμοῦ μερικῶν καθαρῶν σωμάτων ὑπὸ πίεσιν 76 cmHg

Ἐξυγόνου	-252°	Αἰθέρ	35°
Ἀζώτου	-195°	Οἰνόπνευμα	78°
Ὀξυγόνου	-183°	Βενζίνη	90°
Διοξειδίου τοῦ θείου	-10°	Ἐθέρωτος	357°
		Θεῖον	444°



Σχ. 5. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ σκέλος B εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἡ ὁποία ἀσκήται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν A.

Δεύτερος νόμος: Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

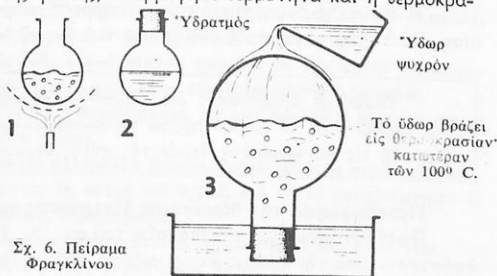
4 Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

Ἀπομακρύνομεν τὴν φιάλην ἐκ τῆς φλογός, πωματίζομεν αὐτὴν ἀμέσως καὶ τὴν ἀναστρέφομεν (σχ. 6).

● Ὅταν βρέξωμεν τὴν φιάλην, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐντὸς αὐτῆς, ἀρχίζει πάλιν νὰ βράζῃ.

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν ἐπὶ τῆς φιάλης, ἀπερρόφησε θερμότητα καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης κατήλθε.

Μέρος τοῦ ἀτμοῦ συμπυκνοῦται καὶ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ τώρα βράζει εἰς μικρότεραν θερμοκρασίαν.



Σχ. 6. Πείραμα Φραγκλίνου

Συμπέρασμα: Εἰς πᾶσαν ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως ἐνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ του κατέρχεται.

Εφαρμογή. Διὰ νὰ συμπυκνώσωμεν τὸ γάλα, βράζομεν αὐτὸ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 60°C ἐντὸς λεβήτων ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν. Διατί;

Τὴν ἴδιαν μέθοδον ἐφαρμόζομεν καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν σακχάρους πρὸς συμπύκνωσιν τοῦ χυμοῦ τεύτλων.

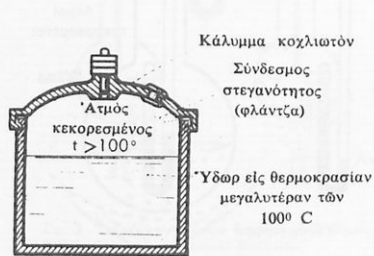
5 Χύτρα πίεσεως (σχ. 7).

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν ἐντὸς κλειστῆς χύτρας, δὲν δύναται νὰ βράσῃ, διότι πάντοτε ἡ πίεσις, ἡ ἐνεργοῦσα ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας του, εἶναι μεγαλύτερα τῆς μεγίστης πίεσεως τῶν ἀτμῶν (μεγίστη πίεσις ἀτμῶν + πίεσις κεκλεισμένου ἀέρος).

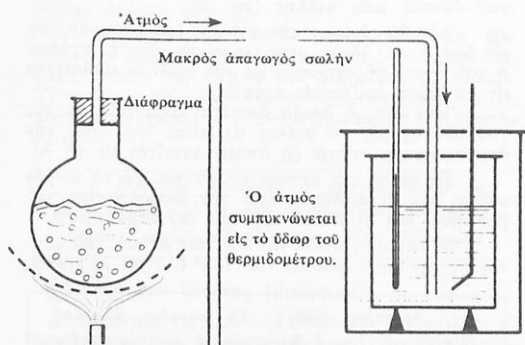
Μία βαλβὴς ἀνοίγει, ὅταν ἡ πίεσις φθάσῃ εἰς ὠρισμένον σημεῖον ($1,5$ ἕως 2 Kp/cm^2 ἀναλόγως πρὸς τὴν ρύθμισιν).

Τὸ ὕδωρ ἔχει τότε θερμοκρασίαν 120°C περίπου, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιτρέπει ταχύτεραν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν.

● Εἰς τὸν λέβητα ἀτμομηχανῆς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι 250°C καὶ ἡ πίεσις 40 Kp/cm^2 .



Σχ. 7. Χύτρα πίεσεως



Σχ. 8. Προσδιορισμὸς τῆς θερμοτῆτος ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C

Συμπέρασμα : Διὰ πᾶσαν ἀύξησιν τῆς πίεσεως ἑνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ τὸ ἀνέρχεται.

6 Θερμότης βρασμοῦ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται. Ἐὰν ὁμοῦ διακόψωμεν τὴν θέρμανσιν, τότε καὶ ὁ βρασμὸς διακόπτεται. Διὰ νὰ συνεχίζηται ὁ βρασμὸς, πρέπει διαρκῶς νὰ προσφέρωμεν θερμότητα εἰς τὸ ὑγρὸν.

Ἡ θερμότης ὁμοῦ, τὴν ὁποῖαν ἀπορροφᾷ τὴν ὥρην, δὲν ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ χρησιμεύει πρὸς μεταβολὴν τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀέριον.

Θερμότης ἐξαερώσεως ἑνὸς ὑγροῦ εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς 1 g τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμοτῆτος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος.

Πραγματοποιούμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 8. Τὸ θερμοδόμετρον εὑρίσκεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν φλόγα καὶ χωρίζεται ἀπὸ αὐτὴν δι' ἑνὸς διαφράγματος ἕξ ἀμιάντου.

Το θερμιδόμετρον περιέχει 500 g ύδατος.

Το Ισοδύναμόν του εις ύδωρ είναι 20 g.

Ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος : $t_1=16,5^\circ \text{C}$. Μᾶζα θερμιδομέτρου κ.τ.λ. 636,5 g.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης μέχρι βρασμοῦ καὶ ἀφίνομεν ἐπ' ὀλίγα λεπτὰ ἐλεύθερον τὸν ἀτμὸν νὰ ἐκφεύγῃ ἐκ τοῦ στομίου τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλῆνος.

● Θέτομεν τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου. Ὁ ἀτμὸς συμπυκνῶται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται.

● Μετ' ὀλίγα λεπτὰ ἀποσύρομεν τὸν σωλῆνα καὶ σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος : $t_2=37,4^\circ \text{C}$.

Ζυγίζομεν κατόπιν τὸ θερμιδόμετρον : 654,7 g

Ἡ μᾶζα τοῦ ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος συνεπυκνώθη ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου, εἶναι :
 $m=654,7\text{g}-636,5\text{g}=18,2 \text{ g}$.

Τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον ἀπερρόφησαν ποσὸν θερμότητος:

$$Q \text{ cal} = 520 \text{ cal/}^\circ\text{C} (37,4-16,5)^\circ\text{C} = 10868 \text{ cal}.$$

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἀτμοῦ καὶ τοῦ ὁποῖου ἡ θερμοκρασία κατῆλθεν ἀπὸ 100°C εἰς $37,4^\circ \text{C}$, ἀπέδωσε :

$$Q_1 \text{ cal} = 18,2 \text{ cal/}^\circ\text{C} (100-37,4)^\circ \text{C} = 1.135 \text{ cal}.$$

Διὰ νὰ μετατραποῦν λοιπὸν εἰς θερμοκρασίαν τῶν 100°C , 18,2 g ἀτμοῦ, ἀπὸ τὴν ἀέριον εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, παραχωροῦν :

$$10868 \text{ cal} - 1135 \text{ cal} = 9733 \text{ cal}$$

καὶ ἐπομένως 1 g ἀτμοῦ παραχωρεῖ:

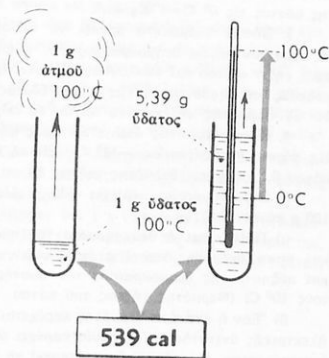
$$\frac{9733 \text{ cal}}{18,2 \text{ g}} = 535 \text{ cal/g}$$

Ἀντιθέτως, διὰ νὰ μετασηματισθῇ εἰς ἀτμὸν 100°C 1g ὕδατος 100°C , ἀπορροφᾷ 535 cal.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 535 cal/g. Κατὰ τὸ πείραμα αὐτὸ δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὀρισμένα σφάλματα.

Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρίσκομεν ὅτι ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἶναι 539 cal/g.

Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλύτεραν θερμότητα ἐξαερώσεως ἀπὸ ὅλα τὰ ὑγρά.



Σχ. 9. Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Θερμότης ἐξαερώσεως μερικῶν ὑγρῶν :

Οινόπνευμα εἰς τοὺς 78°C : 216 cal/g

Βενζίνη εἰς τοὺς 80°C : 94 cal/g

Αἰθῆρ εἰς τοὺς 35°C : 90 cal/g

Διοξειδίου τοῦ θείου εἰς τοὺς -10°C : 95 cal/g

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Βρασμὸς καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαέρωσις ἐνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν ὁ βρασμὸς ἐνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ παραμένει ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ.

3. Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

4. Θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ὀρισμένην θερμοκρασίαν εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσφέρωμεν εἰς 1g αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ τὸ μετατρέψωμεν ἐξ ὀλοκλήρου εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ ἐλαττοῦται, ὅσον ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 539cal/g.

Σειρά 11η: Μεταβολαί καταστάσεις.

I. Τήξις

1. Είς 0°C ή πυκνότης τοῦ πάγου εἶναι $0,92\text{ Kg/dm}^3$ καὶ τοῦ ὕδατος 1 Kg/dm^3 . Πόσον ὄγκον θά ἔχη ὁ πάγος, ὁ ὁποῖος προέρχεται ἐκ τῆς στερεοποιήσεως 50 l ὕδατος;

2. Αἱ στήλαι πάγου τοῦ ἐμπορίου ἔχουν σχῆμα ὀρθογώνιου παραλληλεπίπεδου τῶν ἐξῆς διαστάσεων: μήκος 98 cm καὶ τομὴν $16\text{ cm} \times 28\text{ cm}$. Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ὁ ὄγκος τῆς στήλης τοῦ πάγου.

β) Ἡ μάζα τῆς, ἢ ἐν ἡ πυκνότης τοῦ πάγου εἶναι $0,92\text{ Kg/dm}^3$ εἰς 0°C .

γ) Ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 125 ὁμοίων στηλῶν πάγου. Πυκνότης ὕδατος εἰς 0°C : 1 Kg/dm^3 .

3. Πόσῃν θερμότητι πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς τεμάχιον πάγου, θερμοκρασίας 0°C μάζης 175 g , πρὸς τήξιν τοῦτου καὶ ἀκολουθῶς αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ληφθέντος ἐκ τῆς τήξεως ὕδατος εἰς τοὺς 10°C ; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g .

4. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τήξιν 1200 Kg πάγου, θερμοκρασίας -12°C ; Εἰδικὴ θερμότης πάγου $0,5\text{ cal/g}$ καὶ θερμότης τήξεως 80 cal/g .

5. Θερμιδόμετρον περιέχει 300 g ὕδατος καὶ 100 g πάγου 0°C :

α) Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ συστήματος καὶ πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρὸς τήξιν τοῦ πάγου καὶ αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ συστήματος εἰς τοὺς 10°C ; (Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g).

β) Ἐὰν ἡ ἀνωτέρω θερμότης παρέχεται ὑπὸ μίᾶς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, ἡ ὁποία παρέχει 60 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ πόσῃν ὥραν διαρκεῖ τὸ πείραμα;

6. Τὸν χεῖμῶνα μίᾳ ὁδῷ καλύπτεται διὰ στρώματος πάγου 0°C καὶ πάχους 2 mm .

Ποῖον ὕψος ὕδατος βροχῆς, θερμοκρασίας 8°C , πρέπει νὰ πέσῃ ἀνὰ 1 m^2 ἐπιφανείας, διὰ νὰ τακῆ ὁ πάγος; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g , πυκνότης πάγου $0,92\text{ Kg/dm}^3$. Ὑποθέτομεν ὅτι ὁ ἄηρ καὶ τὸ ἔδαφος δὲν λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς θερμικὰς ἀνταλλαγὰς.

7. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται:

α) Διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 150 l ὕδατος ἀπὸ 12°C εἰς 34°C .

β) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου 0°C ;

γ) Διὰ νὰ τακοῦν 10 Kg πάγου θερμοκρασίας -10°C καὶ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς 100°C . (Εἰδ. θερμότης πάγου $0,5\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, θερμότης τήξεως πάγου 80 cal/g).

8. Εἰς 300 g ὕδατος 40°C ρίπτομεν τεμάχιον πάγου 0°C μάζης 60 g :

α) Πόσην θερμότητι ἀπορροφᾷ ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῆ;

β) Ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος;

9. Θερμιδόμετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 250 g , περιέχει 100 g ὕδατος, θερμοκρασίας 40°C :

α) Ποῖον τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδο-

μέτρου, ἐὰν ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὀρειχάλκου εἶναι $0,1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$;

β) Θέτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 20 g πάγου 0°C . Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου;

10. Εἰς 1500 g ὕδατος 10°C θέτομεν τεμάχιον χαλκοῦ 200 g , θερμοκρασίας 100°C , καὶ προσθέτομεν πάγον 0°C :

α) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ μάζα τοῦ πάγου, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ καταστῇ ἡ τελικὴ θερμοκρασία 0°C , δταν ὁ πάγος τακῆ ἐντελῶς.

β) Ἐὰν ἡ μάζα τοῦ πάγου εἶναι 500 g , ποία θὰ εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ πόση μάζα πάγου ἀπομένει; Εἰδ. θερμότης χαλκοῦ $0,095\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.

11. Θερμιδόμετρον περιέχει 400 g ὕδατος, θερμοκρασίας 0°C . Προσθέτομεν διαδοχικῶς 20 g , πάγου 0°C καὶ 200 g ὕδατος 50°C , ὁπότε, μετ' ὀλίγον τὸ ὄργανον περιέχει μόνον ὕδωρ 20°C . Νὰ ὑπολογισθοῦν:

α) Ἡ θερμότης τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ μεταβληθῇ εἰς ὕδωρ 20°C .

β) Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν παρεχώρησαν τὰ 200 g τοῦ ὕδατος.

γ) Ἡ ἄρχικὴ θερμοκρασία τῶν 400 g ὕδατος, (Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὸ θερμιδόμετρον, δὲν ὑπολογίζεται).

12. Εἰς θερμιδόμετρον, φέρον 400 g ὕδατος θερμοκρασίας 36°C , θέτομεν ἐν τεμάχιον πάγου 67 g , θερμοκρασίας 0°C . Ὄταν τακῆ ὁ πάγος, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι $19,5^{\circ}\text{C}$. 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°C . Θέτομεν ἐντὸς αὐτοῦ 100 g πάγου 0°C . Ὄταν 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 θερμιδας ἀνὰ γραμμάριον; (Εἰδ. θερμ. ὀρειχάλκου $0,1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$).

II. Ἐξάτμισις. Κεκορεσμένοι ἀτμοί

14. Εἰς τὴν φιάλῃν τοῦ σχ. 2 τοῦ 45ου μαθημάτος θέτομεν αἰθέρα, ὁπότε ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται εἰς ὕψος $20,4\text{ cm}$ εἰς τὸν σωλῆνα. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ αἰθέρος (ρ/cm^2); Εἰδικὸν βῆρος ὑδραργύρου $13,6\text{ p/cm}^2$.

15. Εἰς σωλῆνα Торриκέλλι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εὐρίσκειται 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 $571,2\text{ p/cm}^2$, ὁ ἀτμὸς

του αιθέρος, τον όποιον διαθέτομεν, είναι κακορεσμένος ή όχι :

16. Νά παρασταθούν γραφικώς αί μεταβολαί τής μεγίστης πίεσεως του άτμου του αιθέρος συμφώνως πρός τάς ακόλουθους ένδειξεις :

Θερμοκρασία : 10° C 20° C 30° C 40° C 50° C 60° C
Πίεσις εις cmHg 31 44 64 92 128 173

Εις τόν άξονα τών τετμημένων θά λάβωμεν 1 cm = 10° C και εις τόν άξονα τών τεταγμένων 1 cm = 20 cmHg.

17. Αί μεταβολαί τής μεγίστης πίεσεως τών άτμών του ύδατος διά θερμοκρασίας μεγαλυτέρας τών 100° C δίδονται εις τόν ακόλουθον πίνακα :

Θερμοκρασία : 100° C 120° C 150° C 180° C 200° C 225° C
Πίεσις Kp/cm² 1 2 5 10 16 25

Νά παρασταθούν γραφικώς αί μεταβολαί αύται. Εις τόν άξονα τών τετμημένων 1 cm = 20° C και εις τόν άξονα τών τεταγμένων 1 cm = 2 Kp/cm².

(Αί πίεσις Kp/cm² είναι κατά πρσέγγισιν).

III. Βρασμός

18. Πλησίον εις τούς 100° C ή θερμοκρασία βρασμού του ύδατος πίπτει κατά 0,1° C, όταν ή έξωτερική πίεσις έλαττωθεί κατά 2,7 mmHg.

Ποία είναι ή θερμοκρασία βρασμού του ύδατος, όταν ή άτμοσφαιρική πίεσις είναι 73,2 cmHg ; (Η θερμοκρασία βρασμού είναι 100° C υπό πίεσιν 760 mmHg).

19. Ζέομεν ύδωρ, τήν ίδιαν ώραν, εις τούς πρόποδας ένός όρους, ένθα ή άτμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg και ή θερμοκρασία ζέσεως 100° C, και εις τήν κορυφήν του, ένθα ή θερμοκρασία βρασμού είναι 97°. Γνωρίζομεν ότι πλησίον τών 100° C ή θερμοκρα-

σία ζέσεως του ύδατος πίπτει κατά 0,10° C, όταν ή άτμοσφαιρική πίεσις έλαττωθεί κατά 2,7 mmHg :

α) Νά προσδιορισθή εις mmHg τό βαρομετρικόν ύψος εις τήν κορυφήν του όρους.

β) Νά ύπολογισθή ή ύψομετρική διαφορά εις μέτρα μεταξύ κορυφής και πρόποδων του όρους.

Ειδικόν βάρος ύδραγύρου 13,6 p/cm³, μέσον ειδικόν βάρος άέρος 1,2 p/l.

20. α) Πόση θερμότης άπαιτείται πρός εξαέρωσιν 1,5 Kg ύδατος, θερμοκρασίας 100° C ; (Θερμότης εξαερώσεως ύδατος 539 cal/g).

β) Αν ή θερμότης καύσεως του άνθρακίτου, τον όποιον θά χρησιμοποιήσωμεν, είναι 8.000 Kcal/Kg και εκμεταλλευόμεθα μόνον τό 1/4 τής θερμότητος, τό όποιον παρέχεται, πόσον άνθρακίτην πρέπει νά καύσωμεν ;

21. Θερμαίνομεν φιάλην, περιέχουσαν 300 g ύδατος 20° C, διά φλογός, ή όποία παρέχει 4000 cal ώφέλιμον ποσόν θερμότητος ανά λεπτόν τής ώρας.

α) Έντός πόσον χρόνου ή θερμοκρασία του ύδατος θά φθάσ η εις τούς 100° C ;

β) Πόση ώρα θά χρειασθή επί πλέον πρός εξαέρωσιν τής ήμισείας μάζης του ύδατος ;

22. Εις δοχείον, φέρον 1600 g ύδατος 10° C, διοχετεύομεν 50 g ύδρατμού 100° C. Ποία είναι ή τελική θερμοκρασία του συστήματος ; (Η θερμότης εξαερώσεως (ή ύγροποιήσεως) του ύδατος είναι 539 cal/g).

23. Πόση μάζα ύδρατμών 100° C πρέπει νά συμπυκνωθή έντός λεκάνης, περιεχούσης 100 l ύδατος 17° C, διά νά έχομεν τελικόν μείγμα 37° C ;

Γνωρίζομεν ότι 1 g ύδρατμών 100° C, ύγροποιούμενον εις 100° C, αποβάλλει 539 cal. (Η θερμότης, τήν όποιαν άπορροφά ή λεκάνη, δέν ύπολογίζεται)

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Φυσικά σώματα. Μετρήσεις φυσικῶν μεγεθῶν	4
I. — Φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.	
1. Στερεά, ὑγρά, αἰρία	6
2. Ἐτερογενῆ μείγματα: Τὸ φυσικὸν ὕδωρ	8
3. Ἐν καθαρὸν σῶμα. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ	10
4. Διαλυτικαὶ ἰδιότητες τοῦ ὕδατος	12
5. Πρῶτη μελέτη ἐνὸς ἀερίου. Ὁ ἀήρ	15
6. Σύστασις τοῦ ἀέρος	17
Ἀσκήσεις	20
II. — Βάρος ἐνὸς σώματος. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου.	
Κατακόρυφος. Ἐλευθέρα πτώσις ἐνὸς σώματος	21
8. Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος	23
9. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου	25
Ἀσκήσεις	28
III. — Δύναμις. Δυναμόμετρον.	
10. Ἐννοια τῆς δυνάμεως	29
11. Ἴσοροπία σώματος ὑπὸ τῆν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων. Τροχαλία	32
12. Συνισταμένη δύο παραλλήλων δυνάμεων	34
13. Κέντρον βάρους	36
Ἀσκήσεις	38
14. Μελέτη τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου	40
15. Ροπή δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα	42
16. Ἐργαλεῖα. Μοχλοὶ	44
Ἀσκήσεις	46
IV. — Μᾶζα. Ζυγὸς.	
17. Ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονας	48
18. Ζυγὸς μὲ ἀνίσους βραχίονας	50
19. Ἰδιότητες τοῦ ζυγοῦ	52
20. Ἐννοια τῆς μάζης. Χρῆσις τοῦ ζυγοῦ	54
21. Πυκνότης. Εἰδικὸν βάρος	57
22. Σχετικὴ πυκνότης	59
Ἀσκήσεις	61
V. — Πίεσις. Μανόμετρον. Βαρόμετρον.	
23. Ἡ ἔννοια τῆς πίεσεως	63
24. Πίεσις ἀσκούμενη ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	65
25. Πίεσις ἀσκούμενη ὑπὸ τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ τοιχώματα τῶν δοχείων	68
26. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Μετάδοσις τῶν πιέσεων ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	70
Ἀσκήσεις	73
27. Πειραματικὴ σπουδὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους	75
28. Ἐπιπλέοντα σώματα	77
29. Πυκνόμετρα	79
Ἀσκήσεις	82
30. Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις	84
31. Βαρόμετρον	86
32. Μανόμετρον	89
33. Πίεσις ἀσκούμενη ὑπὸ τῶν ἀερίων	91
34. Νόμος Mariotte	94
Ἀσκήσεις	96
VI. — Θερμοκρασία. Θερμόμετρον.	
35. Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον	99
36. Ἐννοια τῆς θερμοκρασίας. Πείραμα διαστολῆς	101
37. Χρῆσις τοῦ θερμομέτρου	103
Ἀσκήσεις	105
VII. — Θερμιδόμετρον.	
38. Ποσότης θερμότητος	107
39. Θερμιδόμετρον δι' ὕδατος	109
40. Εἰδικὴ θερμότης στερεῶν καὶ ὑγρῶν	111
41. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου	114
Ἀσκήσεις	116
VIII. — Μεταβολαὶ καταστάσεων.	
42 & 43. Τῆξις - πῆξις	117
44. Ἐξάτμισις	122
45. Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν	125
46 & 47. Βρασμὸς	127
Ἀσκήσεις	132



Έξωφύλλον ΠΕΝΑΣ ΜΑΛΑΜΑ



ΕΚΔΟΣΙΣ Ε' 1971 (V) — ΑΝΤΙΤΥΠΑ 93.000 — ΣΥΜΒΑΣΙΣ 2116/12-4-71

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : Ι. ΜΑΚΡΗΣ Α.Ε.

